



CHALMERS



# Utveckling av interiör för posthantering i transportfordon

För en hållbar och ergonomisk situation vid leverans av post  
Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet design och produktutveckling

LINN MARCUSSON, TILDE SÄTHER

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATERIALVETENSKAP

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige 2023  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



# Utveckling av interiör för posthantering i transportfordon

För en hållbar och ergonomisk situation vid leverans av post

L. MARCUSSON, T. SÄTHER

Institutionen för Industri- och Materialvetenskap

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2023

Utveckling av interiör för posthantering i transportfordon  
För en hållbar och ergonomisk situation vid leverans av post  
L. MARCUSSON, T. SÄTHER  
Samarbete med Clean Motion  
Examinator: Håkan Almius

© L. MARCUSSON, T. SÄTHER, 2023.

Institutionen för Industri- och Materialvetenskap  
Chalmers Tekniska Högskola  
SE-412 96 Göteborg  
Sverige  
Telefon + 46 (0)31-772 1000

Omslag:  
Resultatet av arbetet i form av en rendering av det slutliga konceptet i CAD  
programmet Catia V5, integrerat i Clean Motions fordon EVIG (se kapitel 3.1).

Institutionen för Industri- och Materialvetenskap  
Göteborg, Sverige 2023

Development of interior for mail handling in transportation vehicle  
For a sustainable and ergonomic situation for mail delivery  
L. MARCUSSON, T. SÄTHER  
Department of Industrial and Materials Science  
Chalmers University of Technology

## Abstract

The purpose of the project was to design a solution for sorting and delivering mail in the front compartment of the electric vehicle EVIG that is developed by the company Clean Motion. An important aspect of the project was that the user, in this case the mailmen, should be accommodated by creating a concept that is both sustainable and ergonomic as well as provides space for large volumes of mail and letters.

To accomplish this objective, design methodology was used. Starting with carrying out research about the vehicle, the mail delivering system in today's vehicles and patents on mail sorting solutions. To collect data from the users, interviews were carried out with mailmen and surveys were sent out to a postal company. The collected data was then analysed with different user studies methods. This resulted in a list of requirements which laid the foundation for the conceptualization phase. The output was a finished idea of what the final concept would look like.

This resulted in a concept consisting of nine components that together help make the mail delivering experience as smooth as possible for the user. First of all, the interior concept of the front compartment consists of a shelf with storage for standardized mailboxes. Furthermore, a storage box for mails in the front of the mailman in order to get an overview of the letters. A dedicated storage space for packages was also developed. A GPS holder was included for easier navigation in the postman's profession. For the convenience of the user, two cup holders and one box for work equipment was placed on the dashboard of the vehicle. In addition, the final concept consists of a lamp directly aimed at the front mail rack to facilitate work in the dark. While working, the user can also hang outer clothing on an included hook in case the temperature changes in the vehicle. For protection of personal belongings of the mailman, there is a hidden storage box located under the driver's seat.

The report is written in Swedish.

Keywords: mail delivering vehicle, electric delivery vehicle, last mile delivery, product development



# Sammanfattning

Projektets syfte var att utveckla en lösning för sortering och leverans av post i förarhytten på det eldrivna fordonet EVIG som är utvecklad av företaget Clean Motion. En viktig aspekt i projektet var att användaren, i detta fallet brevbäraren, skulle tillfredsställas genom att skapa ett koncept som både är hållbart och ergonomiskt samt erbjuder utrymme för stora volymer av post och brev.

För att uppnå detta mål användes designmetodik. Arbetet inleddes med att forska om fordonet, dagens postsystem i fordon och patent för lösningar inom posthantering. För att samla in data från användarna genomfördes intervjuer med brevbärare och enkäter skickades ut till ett postföretag. Den insamlade datan analyserades sedan med olika metoder för användarstudier. Detta resulterade i en lista över krav som lade grunden för konceptualiseringsfasen. Resultatet blev en färdig idé om hur det slutgiltiga konceptet skulle se ut.

Detta resulterade i ett koncept bestående av nio komponenter som tillsammans hjälper till att göra upplevelsen av att dela ut post så smidig som möjligt för användaren. För det första består interiörkonceptet för förarhytten av en hylla med förvaring för standardiserade brevlådor. Dessutom utvecklades en förvaringsbox för brev framför brevbäraren för att få en överblick över breven. En dedikerad förvaringsplats för varubrev utvecklades också. En GPS-hållare inkluderades för enklare navigering i brevbärarens yrke. För användarens bekvämlighet placerades två mugghållare och en box för arbetsutrustning på fordonets instrumentbräda. Dessutom består det slutliga konceptet av en lampa som riktas direkt mot den främre brevhyllan för att underlätta arbete i mörker. Under arbetet kan användaren även hänga ytterkläder på en medföljande krok ifall temperaturen förändras i fordonet. Till sist, för att skydda brevbärarens personliga tillhörigheter finns en gömd förvaringslåda under förarsätet.



# Förord

Inledningsvis vill vi tacka Amelie Nordh och William Collings som har handlett vårt arbete på Clean Motion. Våra förutsättningar för det lyckade arbetet är till stor del tack vare deras bidrag i form av nya idéer och insikter, som har varit en god stöttepelare genom hela projektet. Vi är tacksamma för att vi fick möjlighet till denna givande resa hos er på Clean Motion där vi har fått utveckla våra färdigheter inom produktutveckling.

Vi vill även tillägna ett tack till vår handledare Håkan Almius på Chalmers som har bidragit med vägledande feedback och teknisk hjälp i utvecklingen av konceptet.

Avslutningsvis vill vi tacka brevbärarna som medverkade i studien med era värdefulla åsikter och tankar som lade stor grund till arbetet. Vi uppskattar även besöket hos Postnord Kruthusgatan, Göteborg, som välkomnade oss på observation och intervju med er fordonstekniker.

Linn Marcusson & Tilde Säther, Göteborg, 2023



# Innehållsförteckning

<b>1. Inledning</b>	<b>1</b>
1.1 Bakgrund	1
1.1.1 Fordonet EVIG	2
1.2 Syfte	2
1.3 Avgränsningar	3
1.4 Precisering av frågeställningen	3
<b>2. Metod och genomförande</b>	<b>4</b>
2.1 Förstudie	4
2.1.1 Målgruppsanalys och intressenter	4
2.1.2 Marknadsundersökning	5
2.1.3 Konkurrentanalys	6
2.1.4 Patentundersökning	7
2.2 Datainsamling	9
2.2.1 Observationsbaserade metoder	9
2.2.2 Frågebaserade metoder	11
2.3 Hållbarhetsanalys, nulägesanalys	11
2.4.1 Material och tillverkningsprocesser	11
2.4.2 Användningsfasen	12
2.4.3 Resthantering	13
2.4.4 Social hållbarhet	13
2.4 Analys av användarkrav	14
2.3.1 KJ-analys	14
2.3.2 Träddiagram	15
2.3.3 Sammanställning av datainsamling	15
2.3.4 Persona	17
2.3.5 Kravspecifikation	18
2.3.6 Kanomodellen	20
2.5 Konceptsyntes	21
2.5.1 Funktionsanalys	22
2.5.2 Idégenerering	23
2.5.3 Morfologisk matris	23
2.5.4 Konceptkatalog	24
2.5.5 Utvärdering	30
2.5.6 Vidareutveckling, Iterering fas ett	34
2.5.7 Test och verifiering, skissmodell i verklig skala	41
2.5.8 Vidareutveckling, iterering fas två	42
2.5.9 Framtagning av CAD-modell	45
2.5.10 Utvärdering och verifiering av slutkoncept	45
2.5.10 Materialval	50

<b>3. Resultat</b>	<b>51</b>
3.1 Slutligt koncept	51
3.1.1 Hylla	51
3.1.2 Främre brevställ	53
3.1.3 GPS-ställ	53
3.1.4 Paketutrymme	54
3.1.5 Krok	55
3.1.6 Lampa	55
3.1.7 Mugghållare och gummibandslåda	56
3.1.8 Personlig förvaringslåda	56
3.2 Komponentlista	57
<b>4. Diskussion</b>	<b>59</b>
4.1 Kravuppfyllnad	59
4.2 Felkällor och vidareutveckling	60
4.3 Hållbarhetsanalys	61
4.4 Ergonomiska situationen	63
<b>5. Slutsats</b>	<b>65</b>
<b>Källhänvisning</b>	<b>66</b>
<b>Bilagor</b>	<b>69</b>

# 1

## Inledning

Inledningen beskriver bakgrunden, syftet och avgränsningar till arbetet. Dessutom preciseras frågeställningen som arbetet syftar till att besvara.

### 1.1 Bakgrund

Företaget Clean Motion utvecklar hållbara transportfordon för stadsmiljöer. I dagsläget har Clean Motion två fordonsmodeller: Zbee och EVIG (Clean Motion, 2023). Fordonen är mindre i storlek, lägre energikrävande och tystare än de traditionella transportbilar som idag ofta används i större städer. Clean Motions senaste fordon, EVIG, är ett mindre lastfordon i form av en trehjuling (Se figur 1). Fordonet är energieffektivt eftersom det är utformat för att ha en lätt vikt genom att minimera antalet komponenter och med solpanelen som sitter på taket kan fordonets batteri även laddas upp med förnyelsebar energi.

Clean Motion arbetar business to business där en potentiell identifierad kund är postföretag. Postföretag behöver fordon som har låga kostnader och kort laddningstid, men även ett fordon som erbjuder ett bekvämt och snabbt arbetssätt. Fordonsmodellen EVIG lämpas för postbud i dess utformning och funktioner. I förvaringsutrymmet bak kan större varubrev rymmas medan i det främre utrymmet finns möjlighet till hantering av brev. I nuläget har företaget ingen lösning på hur posthanteringen skulle kunna se ut integrerad i fordonets interiör. Clean Motion vill kunna erbjuda en produkt till kunder som jobbar med posthantering, en interiör som underlättar arbetet för postbudet.



*Figur 1: Bild på den nuvarande prototypen av fordonet EVIG (Bild används med tillåtelse av företaget Clean Motion).*

### 1.1.1 Fordonet EVIG

Fordonet EVIG är en trehjuling som lämpar sig för “last mile delivery” (Clean Motion, 2023). Uttrycket “last mile delivery” syftar till de sista kilometerna i en leveranskedja från transportnav till slutdestination (Onfleet, 2023). Inom posten skulle detta kunna innebära sträckan från postkontoret i samma stad som posten levereras till mottagarens brevlåda.

Fordonet består av en förarhytt samt ett avskilt lastutrymme i den bakre delen. I figur 2 visas insidan av förarhytten i en egentagen bild på en tidig prototyp. Hytten nås via ingångar på sidorna av fordonet där modifieringar kan göras genom att avlägsna väggen för att erbjuda en öppen hytt. Lister i form av aluminiumprofiler finns på insidan längs kanterna av hytten, som erbjuder möjlighet till fästning genom t-spår. Infästning av interiör kan även göras i fordonets chassi som består av korrugerad plast och galvaniserat stål (Clean Motion, 2023). Styret tillsammans med sätet är placerat längs hyttens centrumlinje. Sätet erbjuder både säkerhet och komfort eftersom det finns ett integrerat säkerhetsbälte, sätesvärme och armstöd på båda sidor. Sätet kan även skjutas fram eller bak och vinkeln på ryggstödet och sitsen är justerbar.



*Figur 2: Egentagen bild på insidan av en tidig prototyp av fordonet EVIG.*

## 1.2 Syfte

Projektets syfte är att utveckla en lösning för posthantering som kan integreras i förarhytten i fordonet EVIG med hjälp av designmetodik. Lösningen ska gynna ett effektivt arbetsflöde, men även utnyttja utrymmet som finns tillgängligt i förarhytten. Uppdraget kommer att resultera i en CAD-modell och skisser i ett konceptstadium. Konceptet kommer vara baserat på användarstudier där även ergonomin för användningen av produkten ska beaktas för att underlätta för postbudets arbete.

Konceptet kommer slutligen att testas med hjälp av skissmodeller i skala 1:1 som placeras i prototypen av fordonet och med hjälp av visualisering av CAD-modellen i virtual reality.

### 1.3 Avgränsningar

De avgränsningar som görs är med anledning av projektets tidsbegränsning och omfattning. Projektet avgränsas till det främre förvaringsutrymmet, det vill säga förarhytten, för utveckling av interiör. Detta innebär att interiör inte kommer att utvecklas för det bakre utrymmet av fordonet. Projektet kommer heller inte mynna ut i en färdig produkt eller prototyp i verklig skala. Inga beräkningar för pris och kostnad kommer att utföras, dessutom utesluts beräkningar för konceptets hållfasthet. Det geografiska området för datainsamling avgränsas till Göteborg.

### 1.4 Precisering av frågeställningen

Den primära frågeställningen som ska besvaras är:

- Hur kan förarhyttens interiör i fordonsmodellen EVIG utformas för att underlätta för leverans av post för brevbärare?

Användarstudier kommer utföras för att besvara frågorna:

- Hur arbetar ett postbud?
- Vad ställer postbudet för krav på en förarhytt?

Behov från postföretag som kund kommer att identifieras. I syfte att utveckla en lösning som underlättar arbetet ställs frågan:

- Hur maximeras utrymmet samtidigt som användarens arbete underlättas?

# 2

## Metod och genomförande

I detta kapitel beskrivs metoder för genomförandet av arbetet samt hur metoderna genomfördes och vad de resulterade i. Metoderna baseras på designmetodik där en förstudie lägger grund till utvecklingen av konceptet, som sedan följs av en datainsamling. Metoder inom användarstudier används för att analysera insamlad data med syfte att sedan i en iterativ process utveckla konceptet i en konceptualisering. Dessutom beskrivs även en nulägesanalys ur hållbarhetssynpunkt.

### 2.1 Förstudie

I förstudien presenteras målgruppsanalys, marknadsundersökning, konkurrentanalys och patentundersökning. Förstudien ger en ingång till projektet där förutsättningar etableras.

#### 2.1.1 Målgruppsanalys och intressenter

En målgruppsanalys och definition av intressenter gjordes med syftet att förstå vilken målgrupp projektet bör rikta sig till och vilka intressenter som kan komma att påverka arbetet.

Undersökningar i form av informationssökning på nätet genomfördes för att identifiera projektets målgrupp vilket resulterade i en beskrivning. Informationssökning på nätet gjordes även för att identifiera intressenter och resultatet sammanställdes i en tabell.

Den primära målgruppen som produkten riktar sig till är postutdelare som jobbar i ett postfordon i större städer. Postutdelare kan även kallas för postbud eller brevbärare och de har ett yrke som kan vara fysiskt tungt och upplevas som mentalt påfrestande vid hög arbetsbelastning. Deras arbetsuppgifter innefattar att dela ut post såsom paket och brev. Brevbärare arbetar oftast i någon form av fordon, det kan vara en bil, moped eller cykel (Framtid, u.å.).

*Tabell 1: Intressenter.*

<b>Intressenter</b>	<b>Rank</b>	<b>Roll</b>
Postoperatör	Primär - beslutstagande	Inköpare
Postutdelare	Sekundär	Användare
Fordonstekniker	Sekundär	Reparatör

Projektet kommer främst rikta in sig på användaren, det vill säga brevbäraren, men det finns även andra intressenter som har en relation till förändringsarbetet och kan påverka det. Alla intressenter

visas i tabell 1 där dess rank och roll beskrivs. Postoperatörerna kommer att vara den främsta inköparen av produkten och blir därför den primära intressenten. Dessutom är fordonsteknikern en intressent i kundkedjan eftersom den har rollen som reparatör och underhållare av fordonen.

## 2.1.2 Marknadsundersökning

En marknadsundersökning utfördes i syfte att undersöka hur marknaden ser ut för eldrivna fordon inom posten och marknaden för post. Eftersom det i dagsläget inte finns ett existerande koncept för interiören i fordonet EVIG att jämföra med valdes marknaden för eldrivna fordon att analyseras eftersom det är relevant för huruvida postföretag kommer att köpa in fordonet som konceptet utformas till. Marknadssegment, marknadspotential, marknadspenetrering samt redan existerande produkter på marknaden undersöktes. Marknadsundersökning är en betydelsefull inledande analys för arbetet då postindustrin innebär en ny marknad för fordonet (Johannesson et al., 2013).

### 2.1.2.1 Kundkategorier, marknadssegment

Marknaden i fokus är marknaden för eldrivna postfordon. Den kundkategori som valts att fokusera på är företagskunder. Fordonet EVIG säljs till företag för användning och därför blir strategin business-to-business. När det kommer till marknadssegmentet så ligger fokus i det här projektet på den svenska marknaden med anledning av att undersökningarna i projektet kommer att ske på den svenska marknaden. Mer specifikt är den geografiska segmenteringen storstäder i Sverige. Vidare är segmenteringen riktad till företag som har ett hållbarhetstänk och väljer elfordon före fordon som drivs av fossila bränslen.

### 2.1.2.2 Marknadspotential

År 2022 såldes 433 018 laddbara personbilar i Sverige, varav 45% var elbilar (Elbilsstatistik, 2022). Detta indikerar att marknadspotentialen för elbilar överlag är stor. När det kommer till elfordon inom posten gjorde Postnord sin största beställning av elbilar någonsin i november 2022 (Dagensps, 2022). Postnord har kört med elfordon sedan år 1999 och har idag 1800 elbilar i sin flotta, vilket motsvarar ungefär 25% av dess totala. Under hösten 2022 beställde Postnord in 200 nya elbilar till sin flotta vilket var deras största beställning av elbilar hittills. Postnord har som mål att vara helt fossilfria till år 2030 genom att satsa på elbilar och infrastruktur. Även postföretaget Bring satsar på att senast år 2025 bara använda förnybar energi i fordon (Bring, 2020). Bring har under flera år jobbat aktivt med att minska deras miljö- och klimatpåverkan och de har visat det genom att investera i elbilar. De hävdar att de inte ska vänta till 2025 att byta ut sina bilar till elbilar, för även om teknologin kan förbättras så är elbilarna redan tillförlitliga idag. Detta visar på att marknaden för elbilar inom posten har stor potential och att potentialen kommer att fortsätta växa eftersom de flesta företagen satsar på att hela deras flotta av fordon ska bestå av förnybar energi till år 2030.

Volymen av brev som skickas i Sverige minskar varje år. Det blir även alltmer populärt med digitala brevlådor som möjliggör digitala brev från myndigheter samt betalning av räkningar via autogiro. I Sverige delades 1,4 miljarder brev ut under 2021 vilket är en nedgång på sju procent från föregående år (Trafikanalys, 2022). Konsekvensen av detta är att Postnord från 2022 levererar brev varannan dag istället för varje dag (Postnord, 2022). Det är alltså en sjunkande trend men det är fortfarande ett viktigt organ i både Sverige och i resten av världen.

En annan viktig faktor på marknaden är att oadresserad reklam förekommer allt mindre där kunderna generellt inte vill ha reklam i brevlådan. I april 2023 kommer Postnord sluta leverera oadresserad reklam då det är för kostsamt och få hushåll vill ha det (Sveriges Radio, 2022).

### 2.1.2.3 Marknadspenetrering

Utifrån ovanstående påståenden förväntas försäljningen av elbilar öka. Det finns många mål satta för en helt fossilfri bilflotta till 2030 hos postföretag idag. Men i kontrast till elbilarnas uppgång är brevleveranser på nedåtgång. Det kan betyda att postföretag inte kommer ha ett så stort behov av att införskaffa sig nya bilar. Det skulle eventuellt vara mer relevant att införskaffa bilar till paketleverans snarare än brevleverans.

Positioneringsdiagram är ett sätt att illustrera produktstrategier på marknaden, ett exempel på en sådan är Ansoff teknik-marknadsmatris (Johannesson et al., 2013). Ansoffmatrisen beskriver klassificering av olika produktstrategier där Clean Motions strategi är marknadspenetrering eftersom de har produkter som redan existerar på en existerande marknad. Mindre leveransfordon till "last mile delivery" finns redan på marknaden. Clean Motions och EVIGs diversifiering är att de erbjuder gröna hållbara fordon i form av trehjulingar, till skillnad från de existerande produkterna på marknaden som undersöktes i projektet som främst är fyrhjulingar. Därmed skulle strategin även kunna vara produktutveckling. Sammanfattningsvis är postleveranser en marknad som har funnits ytterst länge och även om brevleveranser blir färre är det fortfarande ett viktigt organ och kommer inte försvinna inom den närmaste framtiden.

### 2.1.2.4 Existerande produkter på marknaden

När det kommer till eldrivna postfordon så finns det redan ett antal existerande produkter på marknaden. Postnord har en eldriven golfbil från leverantören Garia. Fordonets räckvidd är 40-200 km per laddning och är godkänd för alla typer av vägar och bilfria zoner vilket lämpar sig väl för "last mile delivery". Garia har tre olika fordonsmodeller med över 100 olika konfigurationsmöjligheter (Hako Ground & Garden, u.å). Modellen Garia Utility City är en fyrhjuling med en topphastighet på 45 km/h. Garia Utility Urban är en lätt lastbil med en topphastighet på 55 km/h och klarar en last på 800 kg.

I Postnords eldrivna fordon finns en ställning för postlådor till vänster om brevbäraren i förarhytten. Ställningen erbjuder plats för tre lådor där brev placeras. Brevet byts ut av brevbäraren från sorterade brev i det bakre utrymmet. Ställningen består av en vertikal rund axel som bär upp tre horisontella roterbara axlar där lådorna placeras.

### 2.1.3 Konkurrentanalys

Clean Motions konkurrenter är företag som utvecklar hållbara "last mile delivery" fordon. Tre identifierade företag som också riktar sig till Sverige som ett geografiskt kundsegment är Garia, Club Car och Esagono Energia. Ingen av dessa företag utvecklar egen interiör som riktar sig till

postutdelning. Förvaring för brev är något som postföretagen själva utvecklar efter eget behov och modifierar fordonen själva.

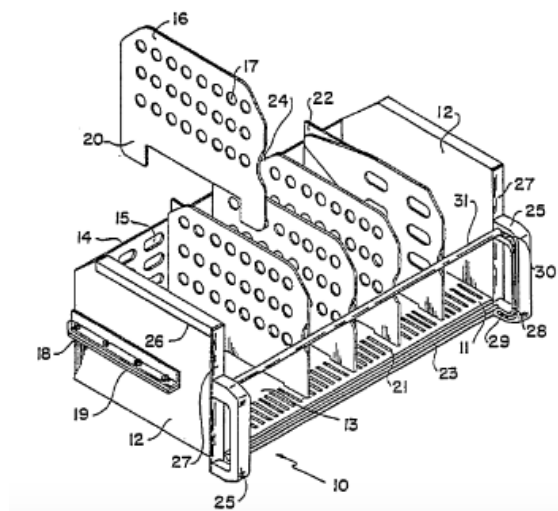
Garia utvecklar i grunden golfbilar men lanserade 2015 fordonet Utility som är ett så kallat nyttofordon som riktar sig till andra företag, bland annat postoperatörer (Evertiq, 2017). Företaget är etablerat på den svenska marknaden och är leverantör till Postnord som är den främsta postoperatören i Sverige. De har även flera svenska återförsäljare.

Club Car är ett annat företag som har svenska återförsäljare av deras elfordon som kan användas som arbetsverktyg till företag. Club Car baseras på golfbilar och erbjuder modellen *Custom Utility* som innebär att kunden kan anpassa fordonet efter behov (Club Car, u.å). Club Car presenterar förslag på deras hemsida på anpassade fordon inom olika arbets kategorier, varav ingen av dem riktar sig till postföretag. Detta antyder på att de inte fokuserar på det kundsegmentet.

Esagono Energia erbjuder "last mile delivery" elfordon. Företaget utför modifiering av fordonet som kan anpassas till olika industrier. Modellen *Gastone Electric pick-up with van* är specifikt anpassad till logistik som innefattas av postföretag (Esagono Energia, U.å). De erbjuder även deras fordon genom svenska återförsäljare.

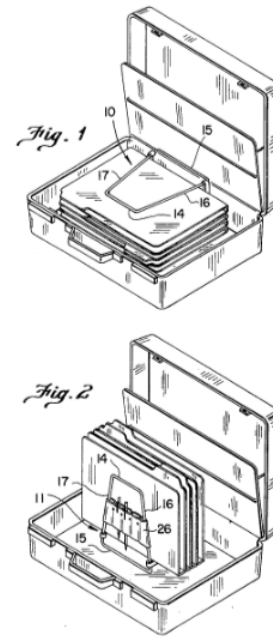
#### 2.1.4 Patentundersökning

En patentundersökning i Espacenet utfördes för att identifiera redan befintliga koncept på posthanteringssystem. Patentet för *Integrated modular portable mail tray delivery system and components* (Ryan Patrick, 1989) visas i figur 3. Detta koncept visar en portabel modulär bricka som passar i en ställning i ett transportfordon.

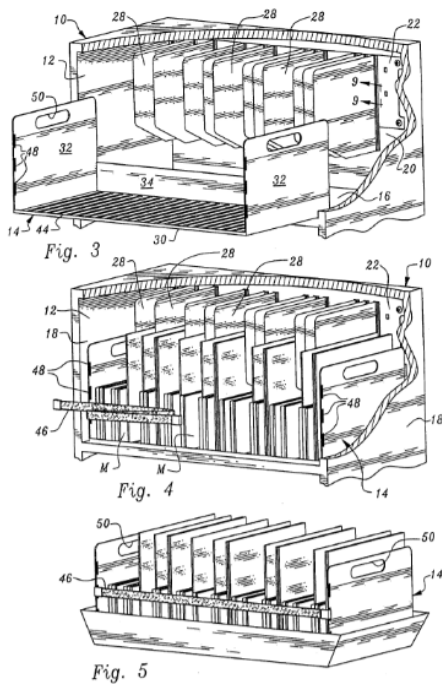


Figur 3: US4889397A Integrated modular portable mail tray delivery system and components.

Det andra patent som identifierades var *File Organizer* som visas i figur 4 (Riches George Henry Wiseman, 1977). Konceptet är en organisatör för filer som kan stå upp eller packas ner i en portfölj. Den består av ett par ramor som kopplas samman av pjäser som stödjer och håller ramarna på plats. Kopplingen gör att organisatören lätt kan justeras till olika djup på portföljer. Ett tillägg är att det finns ett fack som hålls upp av en av ramarna för pennor och annat.



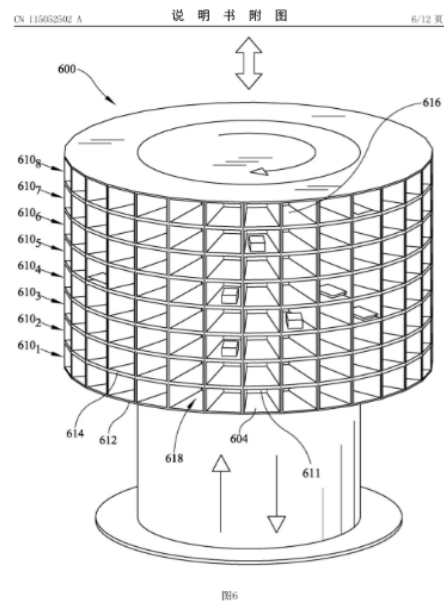
Ett annat patent som beskriver en sortering för postutdelning är System for sorting and delivering mail (Stevenson Derrell, 2004). Patentet presenteras i figur 5 och visar på en portabel bricka som sorterar post med avdelare. Brickan kan efter sortering av post tas med i postfordonet vilket möjliggör korrekt sortering.



Figur 4: US4006827A File Organizer.

Figur 5: CA2439333A1 System for sorting and delivering mail.

Patentet för Rotating cluster mail box and central parcel delivery system visas i figur 6 (Liggins Clarence, 2022). Detta patent visar på ett roterande system för brevhantering där fack är vertikalt placerade runt en cirkulär pelare. Detta koncept är utformat för att även passa för varubrev utifrån storleken på facken.



Figur 6: CN115052502A Rotating cluster mail box and central parcel delivery system.

## 2.2 Datainsamling

Inom användarstudier används datainsamling i form av frågebaserade metoder och observationsbaserade metoder. Observationer är givande dels för att få en inblick i ämnet och dels för att upptäcka beteenden och mönster som användaren själv eventuellt inte är medveten om. Frågebaserade metoder gjordes i form av intervjuer och enkäter och observationsbaserade metoder gjordes i form av en naturlig och en konstruerad observation.

### 2.2.1 Observationsbaserade metoder

Det kan vara en utmaning för användarna att själva kommunicera krav och problem. Användaren är ofta van vid situationen och tänker inte på hur arbetsuppgifter utförs. Dessutom kan kompenserat beteende uppstå vid sämre förutsättningar för brukaren. I syfte att upptäcka överraskningskrav och identifiera behov som användaren inte själv uttrycker från frågebaserade metoder, utfördes observationer. Observationerna gick ut på att studera användarens integration med förarhytten och gränssnittet i interiören vid dess arbete.

#### 2.2.1.1 Naturlig observation

En direkt, öppen och naturlig observation genomfördes på Postnord Kruthusgatan där deltagaren packade in lådor i fordonet. Det var en ostrukturerad observation där syftet med observationen var att få förståelse över situationen. Användaren observerades under en kortare sekvens i en naturlig arbetsituation för att underlätta förståelse för hur förvaringsutrymmet bak fungerade ihop med förarhytten.

### 2.2.1.2 Konstruerad observation

En direkt, öppen och konstruerad observation utfördes på Postnord Kruthusgatan. Observationen var semistrukturerad där vissa förbestämda moment skulle visas för ytterligare förståelse. Verktyg och instrument som användes under observationen var fotodokumentation, videodokumentation och fältanteckningar i syfte att minnas alla frekvenser i kedjan samt för kommunikation. Det observerades även hur ställningen för post används och hur förvaringsutrymmet såg ut. Fordonsansvarig på Postnord visade och förklarade hur fordonet såg ut, vilka funktioner fordonet hade och hur justering av lådor kunde utföras.

Det gjordes observationer gällande sätet. Det var stelt och hårt att sitta på och gick endast att skjuta fram eller bak och kunde varken höjas eller sänkas. En annan komponent som inte var justerbar var ryggstödet som var fixerat i en position. Det observerades även att avståndet från sätet till instrumentbrädan var långt, så att en utsträckning av överkroppen utträttades över ratten för att nå. Ställningen med lådor för posten var inte optimal för en ergonomisk situation. När fordonstekniken skulle justera ställningen var det trögt och tidskrävande. Det gick inte heller att justera ställningen inifrån bilen utan användaren var tvungen att gå ut och öppna dörren utifrån för att göra det. För övrigt observerades att det fanns fyra mugghållare men ingen förvaring för personliga föremål och ingen krok för upphängning av jackor.

### 2.2.1.3 Länkanalys

En länkanalys illustrerades över arbetssituationen i syfte att identifiera hur processen kan optimeras för att förenkla användarens arbete. I figur 7 presenteras länkanalysen sedd från utsidan av fordonet kring hur kedjan med arbetsmoment ser ut för en brevbärare på Postnord.



Figur 7: Länkanalys för brevbärare i elfordon. Foto: Leffman, J. (9 februari 2021). Med modifiering av författarna.

## 2.2.2 Frågebaserade metoder

I syfte att samla in data från användarna i form av dess egna åsikter och tankar genomfördes frågebaserade metoder. En djupintervju med två yrkesverksamma brevbärare genomfördes. Dessutom utfördes en intervju med en fordonstekniker på Postnord i samband med observation. Utöver detta samlades information in från en enkätundersökning som skickades ut till brevbärare.

### 2.2.2.1 Intervju 1: Djupintervju med två brevbärare

En djupintervju med två brevbärare, brevbärare 21 år och brevbärare 20 år, genomfördes där respondenterna fick möjlighet att komplettera varandras svar för att få en mer djupgående intervju med större reflektionsmöjligheter (se Bilaga A). Frågorna som ställdes var uppdelade i kategorier kring deras profil, arbete och upplevelsen av förarhytten.

### 2.2.2.2 Intervju 2: Under observation med fordonstekniker

Under observationen hölls en intervju med en fordonstekniker för att få mer information om fordonet och interiörens utformning utifrån ett tekniskt perspektiv. Intervjun baserades på en intervjuguide (se Bilaga B). Frågor som uppkom i samband med observationen ställdes också för att förstå användarsituationen bättre.

### 2.2.2.3 Enkätundersökning

En digital enkätundersökning skickades ut till brevbärare i syfte att främst samla in kvantitativ data som styrker och bekräftar redan insamlad kvalitativa data. Enkäten riktades till alla yrkessamma brevbärare, oavsett företag eller område. Enkäten utformades för att sälla bort respondenter som inte arbetar eller har arbetat som brevbärare, samt de som inte använt ett relevant fordon vid arbetet. Med avsikt att öka svarsfrekvensen konstruerades enkäten kort med 13 frågor (se Bilaga C).

## 2.3 Hållbarhetsanalys, nulägesanalys

I dagsläget finns inget koncept på en interiör i fordonet EVIG för att underlätta för posthantering. Därför finns det ingen befintlig produkt att utgå ifrån och göra en nulägesanalys av. Detta medför att hållbarhetsanalysen i detta avsnitt behandlas som en guide inför konceptarbetet. De olika faserna material, tillverkning, distribution, användning och resthantering analyseras utifrån naturliga stegets fyra systemvillkor och Okala EcoDesign strategi hjulet (Hållbarhetsguiden, u.å; White, P et al., 2012).

### 2.4.1 Material och tillverkningsprocesser

Materialval och tillverkningsprocesser för en produkt kan till stor del påverka hur hållbar den är. Idag kan produkter ofta utformas för att slängas efter användning. Men för att skapa hållbara produkter bör produktens materialval göras för att gynna återvinning samt öka livslängden för produkten. Ett sätt att uppnå detta är att arbeta med färre komponenter som dessutom har samma material för att förenkla återvinningsprocessen. För att öka produktens livslängd bör konstruktionen och materialval göras utifrån komponenternas ändamål, för att inte riskera att vissa delar blir obrukbara av slitage och därmed behöver kasseras i förtid.

Det är även viktigt att materialen har en låg miljöpåverkan genom att inte kräva stor mängd energi eller fossila bränslen vid utvinning. Enligt De fyra systemvillkorens första villkor bör gruvframställda material användas effektivt men även minska beroendet av fossila bränslen (Hållbarhetsguiden, u.å.). Materialen som utvinns ur berggrunden bör därmed brukas på ett effektivt sätt som medför att återvinning kan utföras.

Enligt det andra systemvillkoret bör kemikalier som inte kan brytas ner i naturen reduceras (Hållbarhetsguiden, u.å.). Vid tillverkning av plast frigörs kemikalier och luftföroreningar som är direkt miljöfarliga för naturen och för oss människor (Fortuna, 2019). Största delen av plast tillverkas dessutom av olja och fossila bränslen som är en ändlig resurs som dessutom bildar koldioxidutsläpp vid förbränning, som en del av kolets kretslopp. All mänsklig hantering av kemikalier kan även vara hälsofarlig då många företag som importerar produkter inte kan garantera att skyddsutrustning används korrekt. Det är även svårt att garantera att farligt avfall från fabriker förgörs på ett säkert sätt utan att hamna i naturen eller vid befolkat område (Naturvårdsverket, u.å.).

## 2.4.2 Användningsfasen

I nuläget används inte fordonet EVIG till posthantering eftersom produktionen av fordonet är under uppstart. Därför går det inte att göra en nulägesanalys av användningen av en befintlig produkt då interiör för posthantering inte existerar. Men med hjälp av Okala EcoDesign strategi hjulet kan en analys göras utifrån de krav som borde ställas på den nya produkten i användningsfasen (White, P et al., 2012)

I användningsfasen adresseras kategori 5 i Okala EcoDesign strategi hjulet (White, P et al., 2012). Nummer 5 handlar om att utveckla för att minska beteende och användnings impakt. Ett sätt att uppnå detta är att utforma produkter för att minska energiförbrukning under användningen. Konkret så kan det innebära att de komponenter som utvecklas har minimerad vikt eftersom tyngre komponenter leder till att mer energi förbrukas vid körning av fordonet. Om vikten på fordonet minimeras krävs det mindre energi för att accelerera (Abbot, R., 2019). Ett annat sätt att minska energiförbrukningen är att koppla alla komponenter som använder el till samma energikälla som fordonet drivs av. Om det till exempel ska finnas en lampa är det bättre att den är kopplad till fordonets batteri istället för att det är en fristående komponent där användaren måste byta batteri. På så sätt behöver användaren inte tänka på att byta batterier och det finns ingen risk att lampan lämnas påslagen och drar energi när fordonet är avstängt.

Ett annat mål enligt Okala EcoDesign strategi hjulet är att utveckla för att minska materialförbrukning under användning (White, P et al., 2012). Det är viktigt att komponenterna som utvecklas är återanvändbara och inte engångsprodukter. Det är även viktigt att analysera alla material som kommer användas under användningsfasen och sträva efter att minimera materialåtgång.

Enligt Okala är det även viktigt att uppmuntra användarbeteenden som leder till låg konsumtion. Det kan uppnås genom att göra produkten lockande och uppmuntra till användning. I detta fall kan användningen av ett postfordon till exempel göras bättre genom att användaren inte behöver

förflytta sig från det bakre lastutrymmet till förarhytten lika ofta. Om produkten uppmuntrar till en lättare användning kommer den nyttjas mer och behovet för att konsumera nya produkter minskar.

### 2.4.3 Resthantering

När det kommer till resthantering kan kategori åtta i Okala EcoDesign strategi hjulet adresseras (White, P et al., 2012). Det handlar om att optimera "End of Life". En strategi för att optimera resthanteringen är att utforma produkter för snabb manuell eller automatisk demontering.

Komponenterna som utvecklas bör kunna vara någorlunda lätta att demontera vilket medför att återvinningen av dem i sin tur blir enklare. Ett lämpligt sätt att uppnå detta är att göra komponenter modulära.

I linje med materialfasen bör material utan giftiga ämnen användas för att hålla återvinningen giftfri. Till exempel kan naturliga material användas istället för onaturliga. Det är även viktigt att material som är lätta att återvinna väljs. Material som enkelt kan återvinnas och finnas i kretslopp länge är optimala att använda eftersom det dels uppmuntrar till återvinning och dels undviker behovet av att utvinna nya material från jordens ändliga resurser.

Det är viktigt att utforma produkterna eller erbjuda hjälpmedel så att de verkligen återvinns i slutet av sin livscykel och inte hamnar på deponi. Strategier såsom att komponenten är lätt att plocka isär kan bidra till detta men det kan även vara fördelaktigt att erbjuda en guide som visar vilka material som är återvinningsbara och hur de återvinns. En sådan guide kan erbjudas i form av en fysisk manual men fördelaktigt erbjuds det online, exempelvis via en QR-kod, för att minimera materialförbrukningen.

### 2.4.4 Social hållbarhet

Utformning av fordonets interiör för yrkesverksamma bör inkludera ergonomiska analyser för att säkerställa att brukaren inte skadas på arbetsplatsen, varken psykosocialt och fysiskt. Detta är en del av den sociala hållbarheten som utvecklingen av produkten står för. Att vara brevbärare är slitsamt och stressigt vilket är den största delen av de psykosociala faktorerna av arbetet. Konceptet bör optimera arbetskedjan för att ge brevbäraren mer tid och en lägre stress i arbetet för att hinna med sin postrunda.

En annan viktig aspekt för en social hållbar interiör är att skapa en säker arbetsplats för brukaren. Fordonet är brevbärarens främsta arbetsverktyg och det bör säkerställas att en säker körning kan utföras. Föraren ska ha fri sikt i alla vinklar och inte uppmanas till att hålla i mobiltelefon under körning. Att hålla i mobiltelefon vid körning har varit olagligt sedan 2018 (Polisen, 2022). För brevbärare som är osäker på sin rutt och behöver hjälpmedel i form av GPS innebär detta en stor risk då det inte antas finnas GPS-hållare. Interiören bör även vara säker i form av att inga lösa objekt bör finnas då hårda inbromsningar kan ske där brukaren riskerar att skadas.

## 2.4 Analys av användarkrav

I syfte att arbeta med datan som framkom under datainsamlingen utfördes analyser för att identifiera krav och behov för målgruppen. En KJ-analys och ett trädidiagram upprättades för att sedan mynna ut i en kravlista. Behoven som identifierades klassificerades enligt kanomodellen som beskriver användarens behovsuppfyllnad med produkten. Slutligen visualiserades brevbärare som persona i syfte att kommunicera dess behov.

### 2.3.1 KJ-analys

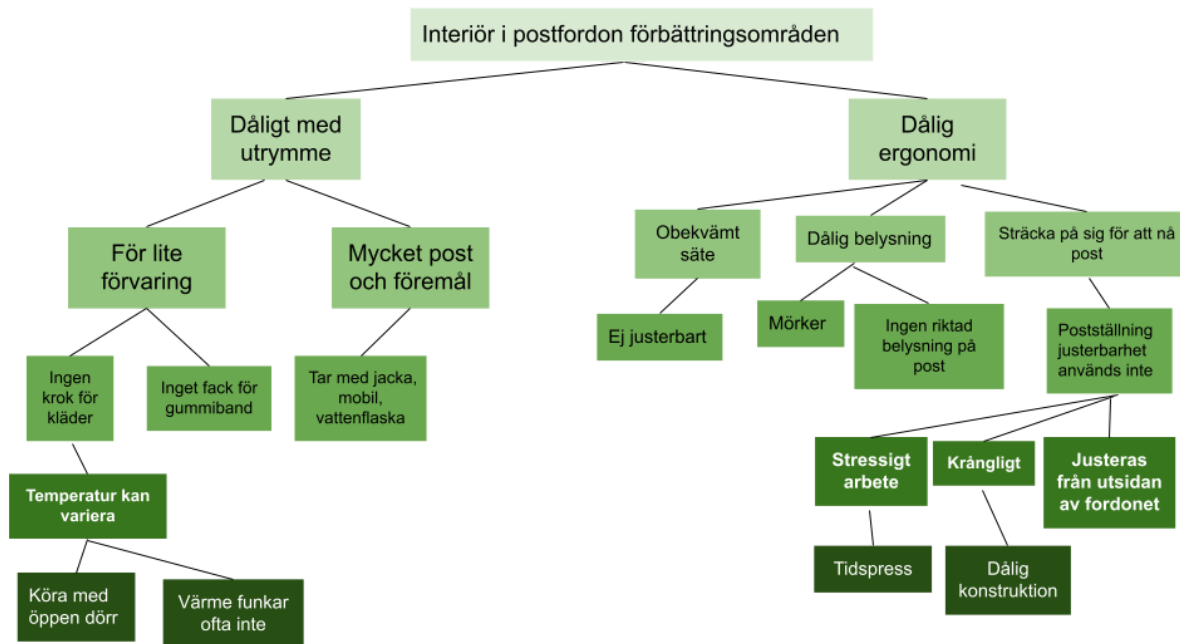
För att analysera kvalitativ och kvantitativ insamlad data upprättades en KJ-analys som visas i figur 8. En KJ-analys används för att analysera och strukturera data. Analysen utförs genom att samla all data och gruppera dem efter olika områden. För den fullständiga versionen se bilaga D. Där samlades citat från intervjuer och enkäten samt upptäckter som samlats in under observationer. Alla dessa krav grupperades kring olika identifierade områden som var: utrymme övriga föremål, utrymme post, ergonomi/belysning, arbetet, utrymme övriga föremål, belysning, arbetet, utrymme post, ergonomi och brevställning.



Figur 8: KJ-analys för insamlad data.

## 2.3.2 Träddiagram

Ett träddiagram skapades i syfte att analysera kvalitativ data, vilket illustreras i figur 9. Diagrammet visar problem med grenar som mynnar ut i dess orsaker på olika nivåer. Dessa ger ett samband över vad i situationen som orsakar problemen som användaren har. Träddiagrammet skapades genom att problem identifierades från KJ-analysen och datainsamlingen. De två största påvisade problemen var odugligt med utrymme och dålig ergonomi.



Figur 9: Träddiagram för interiör i postfordon.

## 2.3.3 Sammanställning av datainsamling

Med utgångspunkt ur analyserna sammanställs de två största identifierade problemområdena: minimalt utrymme för förvaring och åsidosättning av god ergonomi.

### 2.3.3.1 Minimalt utrymme för förvaring

Efter observation av postfordonet och intervjuer med användare framgick det att förvaring var ett stort problem. Det visade sig att brevbärarna inte fick plats med egna föremål och vissa tyckte att det inte fanns tillräckligt med plats för posten heller. Vid en vanlig tur kan brevbärarna ha med sig ungefär 100-250 brev i förarhytten som ska få plats i tre lådor. Brukarna kan även ha med sig egna ägodelar som mobil, vattenflaska, kaffemugg och nycklar. Om det skulle bli för varmt och brevbäraren behöver hänga av sig jackan fanns det ingen krok till det. En orsak till att det kan vara temperaturändringar i bilen är för att brevbäraren ibland kan köra med dörren öppen och det nämndes även att värmen inte fungerade så bra.

*“Det kunde bli lite trångt, tyckte jag.” - Brevbärare 21 år*

Något annat som kom fram under intervjuerna var att posten ofta hölls ihop med gummiband och när posten väl var utdelad fanns det inget effektivt ställe att förvara gummibanderna på. Det framkom även att en hållare för mobilen skulle kunna vara fördelaktig eftersom det var svårt att hitta ibland. Om det hade funnits en hållare för en mobil, alternativt en GPS hade det underlättat i brevbärarnas arbete eftersom det skulle minimera risken att köra fel och ta onödiga omvägar till sin destination.

*“Så då är det ju en liten utmaning bara att ha lokalsinne typ och använda google maps och förstå gatuhinder.” - Brevbärare 21 år*

Sammanfattningsvis var det minimalt med utrymme för förvaring och om det hade funnits mer hade det underlättat arbetet för brevbärare. Den främsta anledningen till att det borde finnas mer plats för post i förarhytten är för att brevbäraren inte behöver gå till det bakre utrymmet och hämta ny post lika ofta. Med mer post i förarhytten från början kan frekvensen av ett steg i arbetsprocessen minimeras och belastningen på brevbäraren minskas.

#### 2.3.3.2 Åsidosättning av god ergonomi

Postfordonet som observerades påvisade en åsidosättning av god ergonomi för dess användare. Brevbärare har ett tidsmässigt stressigt och tungt fysiskt arbete som både utmanar de psykosociala och fysiska ergonomiska faktorerna. Ställningen för post kan justeras i höjd, men detta måste förarna göra från andra sidan av fordonet och det kräver stort engagemang och tid för att få stället i rätt höjd. Eftersom stället inte kan justeras i förarens sittande läge finns ingen utgångspunkt för användaren hur högt stället bör ställas in för en bekväm arbetsställning. Utformningen av justeringen är dessutom krånglig att använda - till och med för en fordonstekniker. Brevbärarna får heller ingen guidning eller kunskap i hur detta går till, enligt intervjuer med brevbärare visste dem inte ens att det var möjligt att anpassa stället individuellt.

*“Jag upplevde det som väldigt, väldigt stressigt att jobba som brevbärare.” - F.d. brevbärare 20 år*

Brevbärare behöver under sin runda gå till det bakre utrymmet ungefär var 15:de till 20:de minut för att hämta mer post som fylls på i förarhytten. Detta innebär ett avbrott i brevbärarens arbete i att dela ut post och innebär stress då det är tidskrävande. Det bakre utrymmet ska på grund av säkerheten vara låst under resten av förarens tur och ska bara stå öppet då användaren har god uppsikt. Detta moment i arbetet gör att föraren gör ett kompenserande beteende för att förenkla processen genom att hämta mer brev än vad som får plats i ställningen - för att slippa gå bak många gånger. Detta kompenserande beteende leder till att individens ergonomi i hytten blir sämre. Dels placeras post på instrumentbrädan eller på golvet vilket medför att användaren behöver sträcka sig längre med överkroppen för att nå.

När förarna kör i mörker är belysning som riktar sig direkt på breven bristfällig. Konsekvensen av detta är att brevbärarna får svårt att se och kunna läsa av information på posten. Under intervju uttrycktes en önskan av en brevbärare att ha en spot-ljuskälla som förenklade arbetet under de mörka timmarna på vinterhalvåret då solen tidigt går ner. På en arbetsplats är belysning viktigt då

det påverkar hur individen visuellt tar in information och har påverkan på produktiviteten (Adams & Berlin, 2017).

*“Det ska finnas bra belysning när mörkret faller, gärna en ljuskälla nära hållaren för post.”  
- Brevbärare 25 år*

#### 2.3.4 Persona

Två personor skapades för att kunna representera målgruppen och deras situation och önskemål. Med hjälp av dessa fiktiva personer kan insikter lättare upprättas kring vad målgruppen vill, hur deras liv ser ut och vilka förbättringar som behövs för dagslägets produkt som skulle underlätta deras arbete.

##### 2.3.4.1 Persona 1: Maria Svensson, 34 år, 160 cm lång

Maria har arbetat som brevbärare i fem år och är stolt över sitt arbete. Hon har alltid varit intresserad av miljöfrågor och gillar tanken på att hjälpa till att minska koldioxidutsläppen genom att använda ett eldrivet postfordon. Hon är självgående och ansvarsfull, och trivs med att jobba ensam på fältet. Hon är van vid att hantera utmaningar som väder och ojämna ytor på gatorna, och är alltid beredd på att hantera problem som kan uppstå under dagen.

Maria bor i en förort och lever ett aktivt liv med sin man och två barn. Hon prioriterar en hållbar livsstil och väljer ofta cykel eller kollektivtrafik framför bilen. Hon är medveten om att hon spelar en viktig roll för att hålla samhället igång genom att leverera post och andra leveranser till människor och företag.

Hon måste också vara försiktig när hon hanterar tunga eller skrymmande försändelser, särskilt på ojämna ytor eller i odugligt väder. Hon känner sig ofta trött och sliten i kroppen efter en lång arbetsvecka, speciellt i nacken och knäna som värker.

Maria skulle vilja ha en interiör som gör att hon slipper bära tunga lådor med post från bakre utrymmet till främre utrymmet så ofta. När det är bristfälligt väder skulle hon gärna vilja ha någonstans att hänga av sig sin blöta jacka så att den inte kommer i kontakt med posten.

##### 2.3.4.2 Persona 2: Anders Lundqvist, 42 år, 184 cm lång

Anders har arbetat som brevbärare i över 15 år och är mycket erfaren inom området. Han är ansvarsfull och organiserad, och är van vid att hantera stora mängder brev och paket varje dag. Han använder ett postfordon som är utrustat med postförvaring, vilket gör att han kan sortera och organisera posten medan han är ute på fältet. Han är tekniskt kunnig och har inga problem med att använda den senaste tekniken för att hjälpa honom i sitt arbete. Anders lever i en mindre stad och känner många av sina kunder personligen.

Anders största dagliga utmaning är att hantera stora volymer av brev och paket. Han måste vara noggrann och effektiv när han sorterar och organiserar posten i postförvaringen för att undvika förseningar. Han måste också vara medveten om säkerheten och se till att postförvaringen är låst när han lämnar fordonet.

Anders hade gärna sett att det fanns mer förvaring för post inne i förarhytten för att ackommodera de stora volymer av post han delar ut. Han hade önskat att hans arbete blev effektiviserat så att han kunde upprätthålla det goda ryktet han har. Han skulle även vilja ha någonstans att förvara sina värdesaker när han lämnar bilen för att dela ut post i till exempel trapphus. Anders blir även törstig av att leverera så mycket post och hade behövt minst två mugghållare för sin vattenflaska och kaffet han har med sig.

### 2.3.5 Kravspecifikation

En kravspecifikation som framställs i tabell 2 sammanställer alla krav som ställs på konceptet. Kriterierna delas in i underrubrikerna: storlek, konstruktion, användning, hållbarhet - miljö samt ergonomi. Kraven klassificeras som krav (K) eller önskemål (Ö) samt viktas från 1-5 där 1 är minst viktig och 5 är viktigast.

Tabell 2: Kravspecifikation för koncept.

Kriterier	K/Ö	Viktning	Kommentar	Referens
<b>Storlek</b>				
Rymma minst 2 lådor	K	5		Postoperatör
Rymma minst 500 brev i förarhytten	K	5		Postoperatör
Rymma förvaring i förarhytten	K	5	Bredd max 312 mm Längd max 860 mm Höjd max 1280 mm	Clean Motion
Erbjuda förvaring för dagslägets standardlådor inom posten	K	4	Postföretag har olika standardmått på lådor. Standardmått: (H, B, L) 230, 30, 47 mm	Postoperatör
Erbjuda ett förvaringsutrymme för varubrev	Ö	4	Varubrev = paket max 2	Brevbärare

			kg. <sup>1</sup>	
<b>Konstruktion</b>				
Möjliggöra fäste på fordonet EVIG	K	5	Fäste i T-spår, vägg eller golv	Clean Motion
Möjliggöra förflyttning av lådor	Ö	3		Brevbärare
Friktion i botten av lådor	K	3	Minimera att brev glider i ställ	Brevbärare
Förhindra lösa föremål	K	5		Brevbärare
<b>Underhåll</b>				
Rengöringsbar utformning	Ö	2	Lätt att komma åt överallt	Fordonstekniker
Rengöringsbart material	Ö	3	Avtorkningsbart, går att rengöra	Fordonstekniker
<b>Användning</b>				
Skydd förvaring för värdesaker	Ö	2	(b,h,l) , 90, 90,200	Brevbärare
Förvaring för gummiband	Ö	3	D60	Brevbärare
Upphängning av kläder	Ö	3	Ett klädesplagg	Brevbärare
Flera olika lådor för post	K	4	Olik sorterade post	Brevbärare
Ställ för kopp eller flaska	K	3	Två koppar	Brevbärare
Ställ för mobil/GPS	Ö	3		Brevbärare
<b>Hållbarhet - Miljö</b>				
Slitstarkt material	Ö	3	Ökad livslängd	Postoperatör
Återvinningsbar	Ö	3		Postoperatör

<sup>1</sup> Längd: minst 140 mm, max 600 mm  
 Bredd: minst 90 mm  
 Höjd: minst 15 mm  
 Längd + bredd + höjd: max 900 mm  
 Vikt: max 2 kilogram  
 (Postnord, u.å)

Minimera komponenter	Ö	3	Materialåtgång	Postoperatör
Material med låg koldioxidfootavtryck	K	4	Vid tillverkning, transport, utvinning	
Material med låg energiåtgång	K	4	Vid tillverkning, transport, utvinning	
<b>Ergonomi</b>				
Direkt belysning på brevvställning	Ö	2	Spot	Brevbärare
Möjlighet för användaren att justera höjd på ställ	Ö	2		Brevbärare
Möjlighet för användaren att justera vinkel på ställ	Ö	2		Brevbärare
Inte skymma sikt i fordon	K	4		Brevbärare
Sätesvärme	Ö	2		Brevbärare
Lättåtkomligt, inte behöva sträcka sig	Ö	3	Max en 3:a i RULA arbetsform	Brevbärare

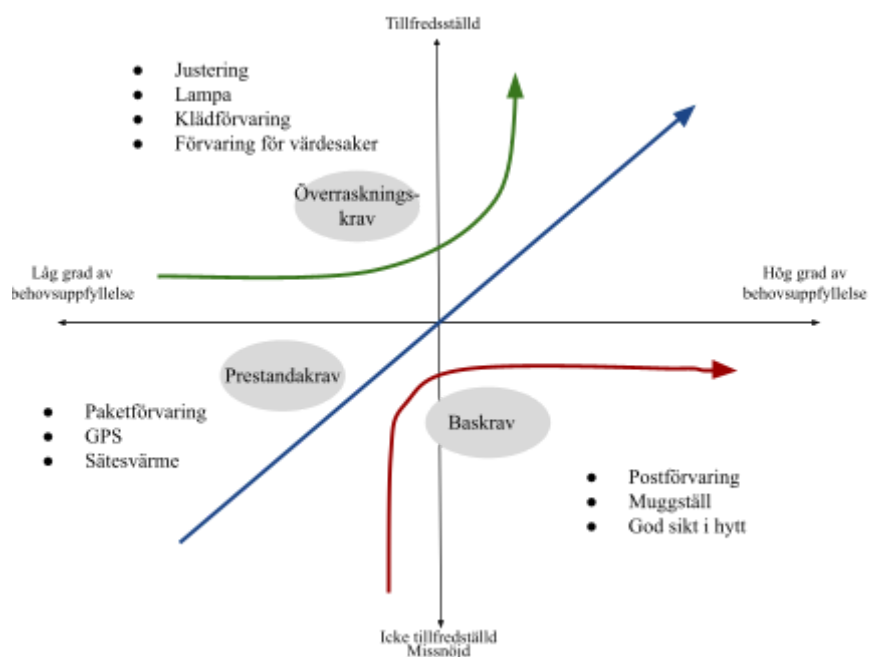
### 2.3.6 Kanomodellen

I syfte att ranka och förstå kundens behov listas krav enligt kanomodellen vilket presenteras i tabell 3. I figur 10 visualiseras kanomodellen med de viktigaste kraven ur varje kategori: överraskningskrav, prestandakrav och baskrav. Modellen utgörs av ett diagram som visar kundens tillfredsställelse med produkten samt dess grad av behovsuppfyllnad.

Tabell 3: Krav listat enligt kanomodellen.

Krav	Nivå (Baskrav/ Prestandakrav/ Överraskningskrav)
Sätesvärme	Prestandakrav
Friktion i botten av lådor	Baskrav
Rengöringsbar utformning	Överraskningskrav
Inte skymma sikt i fordon	Baskrav
Möjliggöra användaren att justera avstånd till ställ	Överraskningskrav

Direkt belysning på brevvställ	Överraskningskrav
Ställ för GPS/mobil	Prestandakrav
Möjlighet för användaren att justera höjd på ställ	Överraskningskrav
Lättåtkomligt, inte behöva sträcka sig	Prestandakrav
Upphängning av kläder	Överraskningskrav
Skymd förvaring för värdesaker	Överraskningskrav
Förvaring för gummiband	Överraskningskrav
Ställ för kopp eller flaska	Baskrav
Flera olika lådor för post	Baskrav
Erbjuda ett förvaringsutrymme för varubrev	Prestandakrav



Figur 10: Kanomodell diagram skapat av författarna med krav kategoriserade krav för konceptet.

## 2.5 Konceptsyntes

I detta kapitel beskrivs konceptsyntesen vilket innebär processen där olika idéer till koncept tas fram. Fasen innefattas av en funktionsanalys och olika idégenereringsmetoder som sedan mynnar ut i en konceptkatalog där koncepten sedan utvärderas. Konceptsyntesen är en iterativ process där flera olika koncept tas fram och utvecklas för att sedan verifieras i flera led.

## 2.5.1 Funktionsanalys

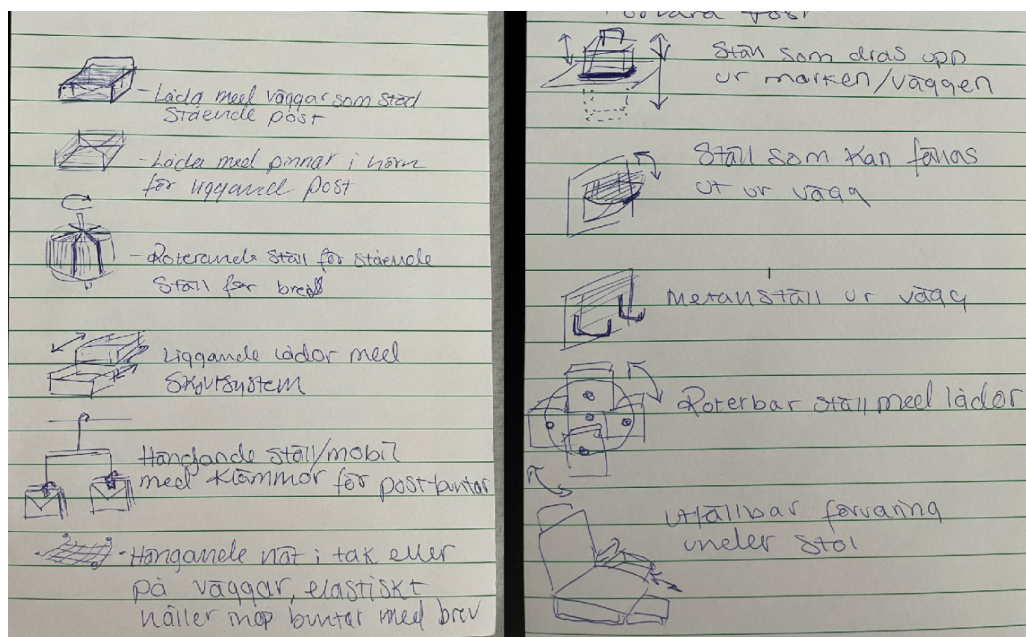
En funktionsanalys upprättas i tabell 4 för det nya konceptet. Syftet med funktionsanalysen är att få en bild över konceptets olika delar och dess funktioner för användningen. Funktionerna formuleras som verb och substantiv där även dess gränser beskrivs. Funktionerna klassificeras utifrån huvudfunktion, stödfunktion och delfunktion. Huvudfunktionen för konceptet är att underlätta posthantering. Funktionerna delas även in i nödvändig, önskvärd, tänkvärd och onödig för att få en bild över dess nivå.

Tabell 4: Funktionsanalys för nytt koncept.

Funktion	Gränser	Klass (HF/SF/DF)	N/Ö/T/O
Underlätta posthantering	För en användare i fordonet EVIG	Huvudfunktion	Nödvändig
Justera förvaring	Höjd	Delfunktion	Önskvärd
Medge ljus	Direkt spot på post	Stödfunktion	Önskvärd
Möjliggöra rengöring	Material	Stödfunktion	Önskvärd
Förvara post	Ca 100-250 st	Delfunktion	Nödvändig
Förvara mugg/flaska	2 muggar/flaskor, D70 mm	Delfunktion	Önskvärd
Förvara gummiband	Ca 20 st, D100	Delfunktion	Önskvärd
Erbjuda upphängning	En jacka	Stödfunktion	Önskvärd
Möjliggöra fäste	I fordonet EVIG	Delfunktion	Nödvändig
Skymma värdesaker	Mobil, plånbok, nycklar	Stödfunktion	Önskvärd
Underlätta navigering	Mobil, GPS	Stödfunktion	Önskvärd
Minimera steg	För en användare	Delfunktion	Önskvärd
Möjliggöra återvinning		Stödfunktion	Önskvärd
Erbjuda friktion	I botten av lådor	Stödfunktion	Nödvändig
Anpassa storlek	Mått EVIG, dimensioner brev/post	Delfunktion	Nödvändig
Erbjuda tillgänglighet	Begränsad räckvidd	Stödfunktion	Önskvärd
Möjliggöra sikt		Delfunktion	Nödvändig

## 2.5.2 Idégenerering

Idégenerering utfördes för att komma fram till olika lösningar på problemen och behoven för en brevbärares förarhytt. Metoder som användes under idégenereringen var brainstorming och snabba idéskisser som gjordes utifrån delfunktioner från funktionsanalysen. I figur 11 visas idéskisser för förvaring.



Figur 11: Idéskisser för förvaring.

## 2.5.3 Morfologisk matris

En morfologisk matris upprättades i tabell 5 med dellösningar för delfunktioner som uppkom i idégenereringen. Delloösningarna kombinerades sedan till koncept som utgör en grund för konceptkatalogen. Delfunktionerna var: förvara post, förvara gummiband, förvara mugg, erbjuda upphängning, skymma värdesaker, minimera steg, erbjuda friktion, medge ljus, underlätta navigering och möjliggöra fäste.

Tabell 5: Morfologisk analys.

Delfunktioner	Delloösningar				
<b>Förvara post</b>	Roterande ställ	Delbar låda, skjutbar för olika post	Hylla med flera våningar	Hängande med klämma, en mobil med galge	Låda med fack
<b>Förvara gummiband</b>	Nedsänkning på instrumentbräda	Låda som sticker ut från sidan av instrumentbräda	Förvaring på golvet	Förvaring på sidan av sätet	

		n			
<b>Förvara mugg</b>	Hållare vid sätet	På armstödet	Ställ på väggen, vid sidan av stol	Från sidan av instrumentbrädan	Ovanpå instrumentbrädan
<b>Erbjuda upphängning</b>	Krok på vägg	Krok på postlåda	Elastiskt nät på vägg	Låda under stolen	
<b>Skymma värdesaker</b>	Utfällbar förvaring under stol	“Brödlåda”-funktion på sidan av instrumentbräda	Låda som fälls ut från vägg	Låda på golv bredvid stol	
<b>Minimera steg</b>	Löstagbara lådor - inga blåa band	Mer stabilt blått band med skydd på sidor	Mer förvaring i förarhytten		
<b>Erbjuda friktion</b>	Ränder, relief	Struktur i materialet	Material med högt friktionstal		
<b>Medge ljus</b>	Lampa som sitter på låda, böjbar axel	Spot i taket som lyser direkt på lådorna, vridbara	Lyser underifrån i lådorna som ljusslingor	Ljusslinga längst fram på kanten av lådorna	
<b>Underlätta navigering</b>	Fäste på skärm på styret	Fäste på axel på styret	Fäste på instrumentbrädan	Fäste på stolen	Sugpropp på glasrutan
<b>Möjliggöra fäste</b>	I taket	På golvet	På väggen	På instrumentbrädan	

## 2.5.4 Konceptkatalog

En konceptkatalog skapades med tio koncept som framkom från den morfologiska matrisen. Koncepten är numrerade ett till tio och presenteras i tabell 6 där alla dess delfunktioner listas. I syfte att förstå koncepten på ett djupare plan skissades de även upp i kontext med förarhytten i fordonet EVIG. Skisserna gav ytterligare förståelse för delfunktionernas samspel i hytten. Skisserna visar även en idérymd kring hur komponenterna kan se ut.

Tabell 6 : Konceptkatalog

Koncept	Delfunktioner									
	Förvara post	Förvara gummiband	Förvara mugg	Erbjuda upphängning	Skymma värdesaker	Minimera steg	Erbjuda friktion	Medge ljus	Underlätta navigering	Möjliggöra fäste
1	Roterande ställ	Instrumentbräda	På armstödet	Krok på vägg	Låda på golv bredvid stol	Inga blåa band	Ränder/relief	Spot i taket	Sugpropp på rutan	På golvet

2	Roterande ställ	Sidan av sätet	Ovanpå instrumentbräda	Låda under stolen	“Brödlåda”-funktion	Mer förvaring	Material med hög friktionstal	Ljusslinga på kanten	Axel på styret	På väggen
3	Delbar låda	Förvaring på golv	Ställ på väggen	Krok på vägg	Låda på golv bredvid stol	Mer förvaring	Ränder/relief	Lampa med böjbar axel	Instrumentbrädan	På instrumentbrädan
4	Delbar låda	Sidan av sätet	Sidan av instrumentbrädan	Elastiskt nät på vägg	Utfällbar förvaring under stol	Stabila blåa band	Struktur i material	Ljusslinga på kant	Skärm på styret	På golvet
5	Hylla	Sidan av sätet	Ovanpå instrumentbräda	Krok på postlåda	“Brödlåda”-funktion	Stabila blåa band	Struktur i material	Lampa böjbar axel	Axel på styret	På väggen
6	Hylla	Sidan av instrumentbräda	På armstödet	Låda under stolen	Låda som fälls ut från vägg	Mer förvaring	Material med högt friktionstal	Ljusslinga på kant	Fäste på stolen	I taket
7	Hängande	Sidan av sätet	Sidan av instrumentbrädan	Krok på vägg	Utfällbar förvaring under stol	Mer förvaring	Material med högt friktionstal	Spot i taket	Instrumentbrädan	I taket
8	Hängande	Instrumentbräda	Hållare vid sätet	Elastiskt nät på vägg	“Brödlåda”-funktion	Stabila blåa band	Struktur i material	Lampa med böjbar axel	Sugprop på rutan	I taket
9	Låda med fack	Sidan av instrumentbrädan	Ställ på väggen	Låda under stolen	Låda som fälls ut från vägg	Inga blåa band	Ränder/relief	Lampa med böjbar axel	Instrumentbrädan	På väggen
10	Låda med fack	Förvaring på golv	På armstödet	Krok på vägg	utfällbar förvaring under stol	Mer förvaring	Material med högt friktionstal	Spot i taket	Axel på styret	På golvet

Koncept 1 innehåller en roterande förvaring för post och varubrev som kan ses i figur 12. Förvaringen är formad som en cylinder med fack i och går att rotera så att posten kan nå från olika vinklar. Förutom den roterande postförvaringen finns förvaring för personliga föremål i form av en låda vid sidan av sätet. En mugghållare är placerad på armstödet för enkel tillgång. I instrumentbrädan finns en nedsänkning där gummiband kan förvaras och på fönstret sitter en GPS med hjälp av en sugpropp. För att erbjuda upphängning av ytterkläder finns en krok fastsatt på väggen och för förbättrad ergonomi sitter spottar i taket som kan riktas mot brevförvaringen.

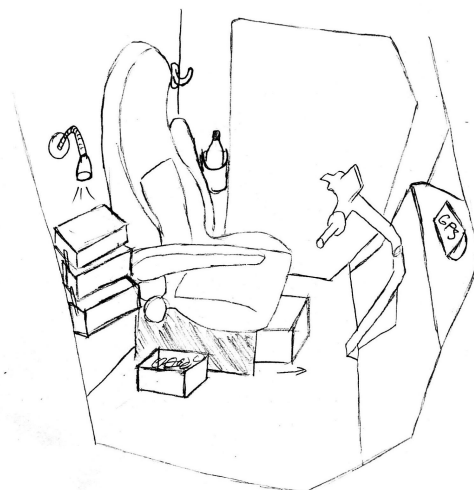


Figur 12: Skiss på koncept 1.



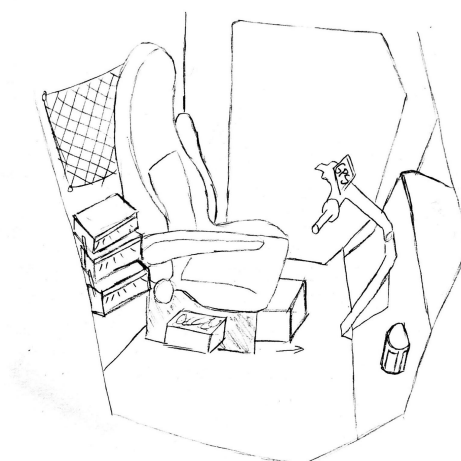
Figur 13: Skiss på koncept 2.

Koncept 3 illustreras i figur 14 och bygger på att förvaringen är fäst på väggen med tre delbara lådor. Gummiband förvaras i en låda på golvet bredvid sätet och jacka eller tröja hängs upp på en krok. Hållare för vattenflaska eller mugg är placerad på väggen vid dörren och det finns en låda som skjuts in under sätet där värdesaker kan gömmas. För att underlätta ergonomin finns en lampa fäst ovanför postförvaringen för att lysa upp den och för att göra det lättare att hitta är en GPS fäst på instrumentbrädan.



Figur 14: Skiss på koncept 3.

I figur 15 är koncept 4 illustrerat. Precis som i konceptet innan bygger det på tre delbara lådor som kan fällas ut. En låda för förvaring av gummiband är nu placerad högre upp på sidan av sätet för att göra dem lättare att nå. Låda som skjuts in under sätet finns även för att dölja värdesaker. Mugghållaren är placerad på sidan av instrumentbrädan och de kan även läggas till fler än en. För förvaring av ytterkläder finns ett nät placerat ovanför sätet där jacka eller andra klädesplagg kan knycklas ihop och förvaras. Posten är upplyst för ergonomins skull och i detta koncept görs det med ljusslingor längs postlådorna. Till sist finns GPS för navigering som en inställning i panelen som redan befinner sig på styret.



Figur 15: Skiss på koncept 4.

En bild på koncept 5 visas i figur 16. Konceptet går ut på att posten förvaras i hyllplan som ses på skissen. Hyllan är placerad på väggen och tanken är att botten är i ett material med hög friktion vilket medför att posten inte glider. För att förvara gummiband finns en låda placerad på sidan av sätet och är lätt att komma åt. På sidan av instrumentbrädan befinner sig ett fack som kan fällas upp eller ner för att gömma värdesaker. En extra postlåda finns på väggen där även en krok sitter för upphängning av jacka och en lampa ovanför denna. Mugghållare är ovanpå instrumentbrädan och slutligen finns GPS på en axel som fästs på styret.



Figur 16: Skiss på koncept 5.

Koncept 6 illustreras i figur 17 och består av en hög hylla från golv till tak där post kan förvaras. Hyllan fästs i taklisten i fordonet och har ljusslingor på hyllplanen för att ge direkt belysning på breven i syfte att underlätta för föraren. Brevens gummiband förvaras i en behållare på sidan av instrumentbrädan. Användaren kan placera en mugg eller flaska i en behållare som fästs på armstödet på stolen. Mugghållaren är roterbar så den både kan användas vid nedfällt och uppfällt läge av armstödet. Brukaren kan lägga sin jacka i en låda som skjuts under sätet och dess värdesaker kan placeras i en gömd låda som fälls ut från väggen, på sidan av stolen i hytten. En GPS hållare är fäst på sidan av stolen som möjliggör navigering för brevbärarna.



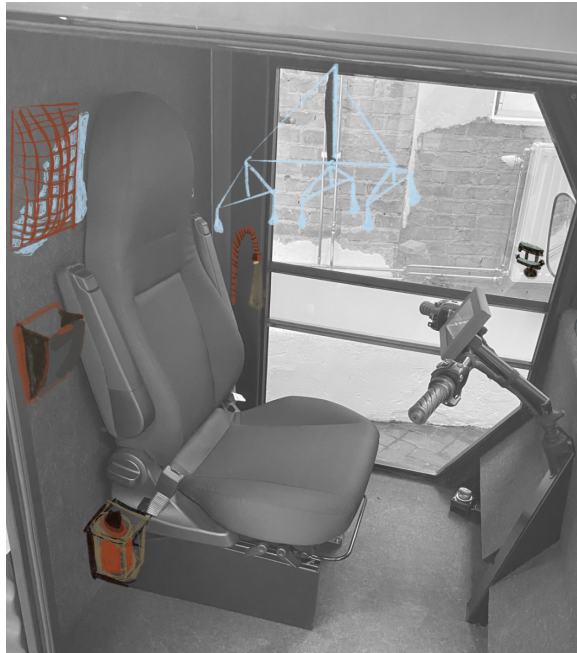
*Figur 17: Skiss på koncept 6.*

Koncept 7 presenteras i figur 18 och fungerar genom att posten hängs upp i en ställning med nypor som håller fast buntar av post som fästs i taket. Detta är ett nytt sätt för brevbäraren att arbeta sett till de konventionella lådorna som fylls med postbuntar. Denna hänganordning ändrar användarens arbetssätt men möjliggör att fler brev kan placeras i det främre utrymme. Brevet lysas upp med hjälp av en spot som ger direkt belysning på breven. Postens gummiband placeras i en behållare på sidan av sätet. Brevbäraren kan placera mugg eller flaska i behållaren på sidan av instrumentbrädan. På sidan av sätet finns en krok för upphängning av jacka eller tröja. Användarens värdesaker kan gömmas i en låda under sätet som fälls ut från golv.



*Figur 18: Skiss på koncept 7.*

Koncept 8 illustreras i figur 19 och erbjuder förvaring av brev via upphängning likt koncept 7, med fäste i taket. Brevet belyses med en lampa av böjbar axel som föraren kan rikta efter behov. Gummiband till brev kan förvaras i en behållare som är nedsänkt i instrumentbrädan. Brukarens mugg eller flaska kan placeras i en mugghållare på sidan av sätet. Klädesplagg kan förvaras i ett elastiskt nät på väggen bakom förarens säte. Värdesaker kan gömmas i en behållare på väggen som öppnas med en så kallad "brödlåda-funktion". Föraren kan enklare navigera till bostadsområden och adresser genom en GPS som fästs med hjälp av sugpropp på en glasruta.



*Figur 19: Skiss på figur 8.*

Post i koncept 9 förvaras i ett ställ med utbytbara lådor som fästs på väggen vilket presenteras i figur 20. Föraren får enkelt en snabb översikt och erbjuds direkt belysning via en böjbar axel som går att justera efter behov. Postens gummiband placeras på sidan av instrumentbrädan i en behållare. Mugghållare placeras på sidan av vägg och värdesaker göms i en utfällbar låda från väggen. Användarens kläder kan placeras i en låda på golvet som skjuts under förarsätet.



*Figur 20: Skiss på koncept 9.*

I koncept 10, som visas i figur 21, placeras post i ett ställ med utbytbara lådor likt koncept 9. Lådorna som är utnyttjade kan placeras under stället för att frigöra plats och möjliggöra att användaren slipper gå till det bakre utrymmet lika ofta. Gummibanden till post förvaras i en behållare på golvet vid sidan av sätet. Användaren kan placera en mugg eller flaska i en behållare

som fästs på armstödet på stolen. Detta ställ är roterbart för att möjliggöra användning både vid nedfällt och uppfällt armstöd. Kläder kan hängas upp på en krok vid sidan av sätet som fästs på väggen. Navigering för föraren sker via GPS som är fäst via en axel på styret.



Figur 21: Skiss på koncept 10.

## 2.5.5 Utvärdering

För att komma fram till ett slutkoncept gjordes en konceptutvärdering. De tio koncept som tagits fram jämfördes med kraven i kravspecifikationen. Utvärderingen gjordes med hjälp av en elimineringsmatris, Pughs relativa beslutsmetod och en Kesselringmatris. Syftet med utvärderingen var att i slutändan komma fram till ett vinnande koncept.

### 2.5.5.1 Elimineringsmatris

En elimineringsmatris upprättades i syfte att sälla bort koncept som inte uppfyller alla krav, löser huvudproblemet, är tekniskt genomförbart eller inte passar företaget. Elimineringsmatrisen visas i figur 22 där elimineringskriterier radas upp och koncept 1-10 värderas. Elimineringskriterierna är baserade på de krav som upprättades i kravspecifikationen men ytterligare tre kriterier inkluderades, dessa var realiserbara, passar företaget och tillräcklig information finns. Anledningen till att dessa adderades var på grund av att de är viktiga kriterier som behöver tas hänsyn till vid eliminering. Värderingen består av tecken som innebär Ja (+), Nej (-) och Information saknas (?). Efter att matrisen var klar togs beslut kring vilka koncept som ansågs vara värda att arbeta vidare med. De koncept som kvarstod efter elimineringsmatrisen var koncept 3, 4, 5, 7, 9, 10 då de hade mindre än två minustecken och därmed uppfyllde de flesta krav. Anledningen till att gränsen för eliminering sattes till två minustecken eller fler är på grund av att de koncept som fick två minustecken eller mindre fortfarande ansågs ha potential för vidareutveckling.

Chalmers Elimineringssmatris för: Interiör för transportfordon för postutdelning																				
Utfärdad av: Linn Marcusson, Tilde Säter										Skapad: 2023-03-20 Modifierad:		Sid 1								
										+ Ja - Nej ? Information saknas ! Kontrollera kravspec.		+ Behåll lösning - Eliminera lösning ? Sök (mer) information ! Kontrollera kravspec.								
Lösning	Elimineringskriterier <sup>a</sup>										Kommentar	BESLUT								
	Rymma minst 500 brev i förarhytten	Rymma förvaring i förarhytten	Erfoljda förvaringsutrymme för varubrev	Möjliggöra fäste på fordonet EV/G	Fraktion i botten av lädor	Rengöringbar utförning	Rengöringbar material	Rymma minst 2 lädor	Realiserbar (tekniskt och ekonomiskt)	Passar företaget	Tillräcklig information finns	Minimera komponenter	Direkt belysning på brevställ	Möjlighet att justera höjd på ställ	Inte skymma sikt i fordon	Lättåtkomligt, inte behöva sträcka sig	Förhindra lösa föremål	Ställ för kopp eller flaska		
1	+	?	+	+	+	-	?	+	?	-	+	?	?	+	+	+	-	+	-	
2	+	?	+	+	+	-	?	+	?	-	+	-	+	?	+	+	-	+	-	
3	+	?	+	+	+	+	?	+	+	+	?	+	?	+	+	+	+	+	+	
4	+	?	+	+	+	+	?	+	+	+	+	+	?	+	+	+	+	+	+	
5	+	?	+	+	+	?	?	+	+	+	?	-	?	?	?	?	?	+	+	
6	+	?	+	+	?	?	?	+	+	+	?	-	?	?	-	-	+	+	-	
7	+	?	+	+	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	+	+	+	+	
8	+	?	+	+	-	?	?	?	?	?	?	-	?	?	?	+	+	+	-	
9	+	?	+	+	?	?	?	+	+	+	?	+	-	+	+	+	+	+	+	
10	+	?	+	+	+	?	?	+	+	+	?	+	-	+	+	+	+	+	+	

Figur 22: Elimineringssmatris.

### 2.5.5.2 Pughs relativa beslutsmetod

Den andra matrisen som gjordes var en Pugh-matris, vilket presenteras i figur 23. De koncept som blev valda att behållas från eliminering matrisen var de koncept som utvärderades i Pugh-matrisen. Syftet med den här matrisen var att jämföra koncepten med en referens när det gäller områden från kravspecifikationen. Referensen som valdes var de postlådor som finns i dagens postbilar. Koncepten jämfördes med referensen och antingen kunde de vara bättre än referensen (+), lika bra som referensen (0) eller sämre än referensen (-). Summan räknades sedan ut för varje koncept och ett beslut togs om vilka koncept som skulle vidareutvecklas. De som kvarstod efter den här utvärderingen var koncept 3, 4, 5, 9 och 10. Alltså valdes koncept 7 att utesluta eftersom det fick lägst poäng.



Tabell 7: Jämförelse av utvärderingskriterier.

	A	B	C	D	E	F
A (Storlek)	-	1	0	0,5	0	0,5
B (Konstruktion)	0	-	0	0	0	0
C (Underhåll)	1	1	-	1	0,5	1
D (Användning)	0,5	1	0	-	0	0,5
E (Hållbarhet)	1	1	0,5	1	-	0,5
F (Ergonomi)	0,5	1	0	0,5	0,5	-
$\Sigma$	3	5	0,5	3	1	2,5
$\Sigma_{rel}$	0,3	0,5	0,05	0,3	0,1	0,25

En Kesselringmatrix sammanställdes i figur 24 där kriterier och de olika koncepten utvärderades. Viktfaktorn W är den sammanställda summan av värdet av kriteriet från jämförelsen. Beteckningen V utgörs av hur väl konceptet uppfyller kraven utifrån värdetabellerna. Dessa viktfaktorer användes till att beräkna det totala viktade värdet T enligt följande formel:  $T = \Sigma t = \Sigma (w * v)$ . Det vinnande konceptet var koncept 10 som visade på högsta värdet och därmed först i rangordningen. Koncept 10 valdes därmed ut till vidareutveckling för ett slutligt koncept.

Kriterier	w	Alternativ											
		Ideal		3		4		5		9		10	
Namn		v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t
A (Storlek)	0,3	5	1,5	4	1,2	4	1,2	5	1,5	5	1,5	5	1,5
B (Konstruktion)	0,5	5	2,5	2	1	2	1	2	1	3	1,5	4	2
C (Underhåll)	0,05	5	0,25	3	0,15	3	0,15	2	0,1	4	0,2	4	0,2
D (Användning)	0,3	5	1,5	3	0,9	2	0,6	2	0,6	4	1,2	4	1,2
E (Hållbarhet)	0,1	5	0,5	4	0,4	4	0,4	2	0,2	4	0,4	4	0,4
F (Ergonomi)	0,25	5	1,25	4	1	3	0,75	3	0,75	4	1	5	1,25
$T$ (Totalt viktat värde)		30	7,5	20	4,65	18	4,1	16	4,15	24	5,8	26	6,55
$T / T_{ideal}$		1,00	1,00	0,67	0,62	0,60	0,55	0,53	0,55	0,80	0,77	0,87	0,87
Medel		5,00	1,25	3,33	0,78	3,00	0,68	2,67	0,69	4,00	0,97	4,33	1,09
Std-avvikelse		0,00	0,58	0,67	0,33	0,67	0,30	0,89	0,39	0,33	0,44	0,44	0,53
Median		5,00	1,38	3,50	0,95	3,00	0,68	2,00	0,68	4,00	1,10	4,00	1,23
Antal svaga punkter		0		0		0		0		0		0	
Rangordning				3		4		5		2		1	

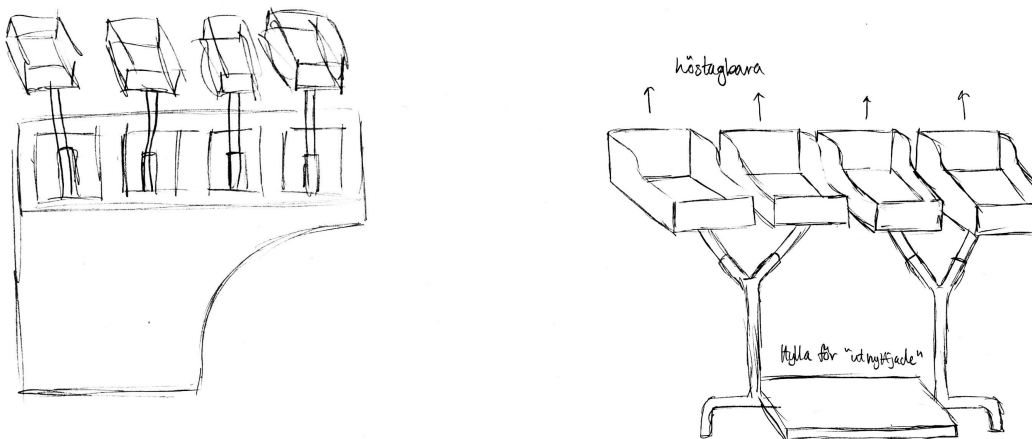
Figur 24: Kesselringmatrix.

## 2.5.6 Vidareutveckling, Iterering fas ett

I syfte att vidareutveckla det valda konceptet, koncept 10, gjordes ytterligare idéskisser och brainstorming kring de svaga delarna i konceptet utifrån kravlistan och elimineringsmatrisen. Det utfördes även vidareutveckling på delfunktioner för att realisera konceptet och hitta tekniska lösningar för tänkta idéer.

### 2.5.6.1 Idéer kring brevvställning

Ett krav som inte uppfylldes av det valda konceptet var möjlighet till höjning och sänkning av postlådorna. Därför var en vidareutveckling att göra detta möjligt. En idé som syns till vänster i figur 25 gick ut på att det fanns armar till lådorna innanför höljet som går att justera höjden på. En annan idé syns till höger i figur 25 och går ut på att höljet försvinner för att spara material och att det endast är en ställning med fyra lådor på. Tanken är att armarna som lådorna är placerade på ska kunna förlängas med hjälp av teleskopfunktion. Lådorna ska vara löstagbara och tanken är även att de kan flyttas fram eller bak.

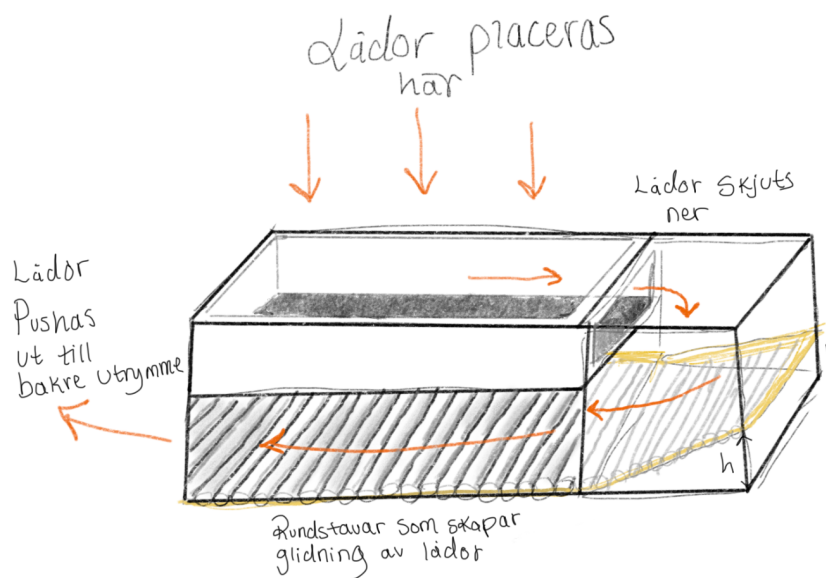


Figur 25: Konceptskisser för idéer kring brevvställ.

### 2.5.6.2 Idéer kring förflyttning av lådor

En brevbärare har ett stressigt arbete med stor tidspress, därför bör konceptet förbättra nuvarande situation och förkorta dess kedja i arbetet. En idé kring att förkorta kedjan är att låta brevbäraren hämta fulla lådor från det bakre utrymmet som sedan placeras i ett ställ i förarhytten. I den nuvarande situationen behöver föraren gå bak till utrymmet och hämta brev genom "blåa band", vilket dels medför större precision och noggrannhet då de är instabila, men även att en mindre mängd brev kan förflyttas under ett steg i kedjan. I figur 26 visas en idé för att göra brevbärarens arbete mer tidseffektivt genom att lådorna dessutom förflyttas automatiskt till det bakre utrymmet igen. Brukaren placerar lådorna i förvaringen på toppen där föraren lätt för översikt över alla brev som ska delas ut. När en låda är utnyttjad, det vill säga tom på brev, kan föraren lätt putta undan lådan till höger där den hamnar i glidning med hjälp av rundstavar och lutning. Lådorna hamnar därmed i ett gömt utrymme under där de sedan pushas vidare till det bakre utrymmet där de staplas

på hög. En nackdel med denna lösning är ur säkerhetssynpunkt, då postoperatörer vill hålla det bakre utrymmet låst under obevakade situationer. Detta koncept innebär därmed en öppning till det bakre utrymmet. Men eftersom det är gömt och så pass litet med trång ingång är det ingen risk för att personer ska kunna ta sig igenom till det bakre utrymmet genom öppningen. Dessutom finns det plats för att förvara mindre paket under ställningen vilket också bidrar till att föraren inte behöver gå till det bakre utrymmet lika ofta, vilket därmed leder till ett mer tidseffektivt arbete.



Figur 26: Skiss på idé kring förflyttning av lådor till bakre utrymmet.

Ytterligare en idé uppkom, vilket är att använda de standardiserade postlådorna i det bakre utrymmet parallellt i förarhytten. I nuvarande situation är det olika lådor som därmed fylls på separat. Detta skulle minska brevbärarens steg i dess arbetskedja som inte behöver gå tillbaka med lådor vid påfyllning. Detta kan vara negativt för kunderna att behöva byta ut befintliga lådor och system. Detta är något som tas i beaktning vid utvecklingen då kunderna även ska ha möjlighet att använda egna ursprungliga standardlådor i konceptet, men därmed inte kunna minska stegen i arbetskedjan.

### 2.5.6.3 Utveckling av mugghållare och gummibandslåda

För att utvärdera den optimala placeringen av en mugghållare och gummibandslåda utifrån användarens ergonomi genomfördes den observationsbaserade utvärderingsmetoden RULA - Rapid Upper Limb Assessment (Se Bilaga F). RULA är ett verktyg som bedömer användarens fysiska arbetsbelastning med fokus på överkroppen. En sekvens av arbetet analyseras genom ett formulär som bedömer situationen med poängsättning.

Denna metod valdes då brukaren förväntas sitta ner vid användning av mugghållaren vilket därmed innebär att enbart överkroppen påverkas av planeringen och utförandet. Fyra olika alternativ testades utifrån en persons användningssekvens, då mugghållaren var placerad på armstödet, på golvet samt på instrumentbrädan i två olika lägen. I figur 27 visas en sekvens då användaren greppar tag i en mugg som är placerad på armstödet. Resultatet från RULA blev score 5, further

investigation, change soon. Detta är därmed inte en optimal lösning för brukaren ur ett ergonomiskt perspektiv och elimineras därmed. Situationen skulle kunna se annorlunda ut om armstödet var nedfällt då axeln och armen hade varit i en mer vilande position. Men ett nedfällt armstöd skulle under större delen av brevbeararens arbete vara i vägen vid frekventa in- och utstigningar i sätet.



*Figur 27: Egentagen bild på sekvens då mugghållaren är placerad på armstöd.*

Den andra situationen innebär att mugghållaren är placerad på sidan av stol på en upphöjning från golv vilket presenteras i figur 28. Resultatet från RULA blev score 4, further investigation, change may be needed. Sekvensen anses ske sällan och bör därmed inte vara skadligt för brukaren. Alternativet innebär dessutom en mer ohygienisk faktor där dryck är placerad på marken vid brukarens fötter och ytterskor vilket kan innebära en negativ upplevelse vid användning.



*Figur 28: Egentagen bild på sekvens då mugghållaren är placerad på sidan av stol.*

Det tredje alternativet, där mugghållare är placerad på instrumentbrädan, visas i figur 29. Resultatet från RULA blev score 4, further investigation, change may be needed. Användaren i denna sekvens behöver luta sig fram en del för att nå mugg. I figur 30 illustreras då brukaren har framdragen stol vilket dessutom innebär en mindre framåtböjd överkropp, vilket dessutom blir en mer ideal arbetsställning som förarhytten erbjuder. Detta alternativ innebär RULA score 3, further investigation.



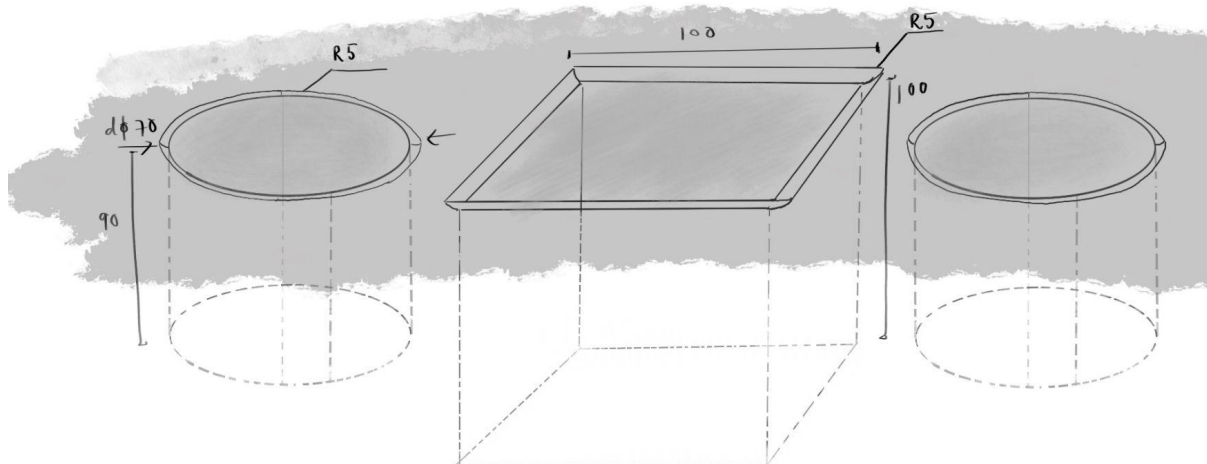
*Figur 29: Egentagen bild på sekvens då mugghållaren är placerad på instrumentbräda med bakdragen stol.*



*Figur 30: Egentagen bild på sekvens då mugghållaren är placerad på instrumentbräda med framdragen stol.*

Utifrån RULA väljs alternativet då mugghållaren är placerad på instrumentbrädan då det är mest ergonomiskt. Dessutom innebär alternativet att föraren lätt får en överblick över sin dryck och gummibanderna. Placering på instrumentbrädan är dessutom mer stabilt då föraren mindre sannolikt

råkar välla ut dryck då den inte är i vägen. En idéskiss på mugghållare och gummibandslåda visas i figur 31.



Figur 31: Skiss med måttsättning i mm för mugghållare och förvaringsutrymme för gummiband, nedsänkt i instrumentbrädan.

#### 2.5.6.4 Återkoppling med brukare

En återkoppling i form av intervju utfördes med två brevbärare som tidigare intervjuats i datainsamlingsfasen. Återkopplingen gav ytterligare information och åsikter utifrån ett brukarperspektiv kring slutkonceptet för en vidare utveckling. Den generella uppfattningen från brevbärarna var att förarhyttens utformning skulle innebära en mer effektiv arbetssituation än den nuvarande på Postnord. Till intervjun användes medierande verktyg som skisser och renderingar från skisser i CAD för att underlätta dess förståelse av konceptets ingående delar och syften.

Brevbärarna upplevde att idén kring att lådorna automatiskt kan transporteras från förarhytten till det bakre utrymmet skulle minimera steg i dess arbetskedja och därmed spara dem tid. I nuvarande situation behöver brevbärare först gå bak till det bakre utrymmet för att hämta en låda, för att sedan gå till förarhytten och fylla på förvaringsboxarna med hjälp av band, för att till sist gå tillbaka till det bakre utrymmet och lämna tillbaka lådan där den förvaras. Med denna lösning förkortas därmed denna arbetssekvens. Användarna tyckte dock att lösningen med att kunna ställa förbrukade lådor inne i förarhytten löste problemet på likvärdigt sätt. Detta då brevbärarna enkelt kan ta med sig lådan tillbaka till det bakre utrymmet under nästa gång som det är dags att gå dit för att hämta mer post. I Postnords fordon Garia rekommenderas användarna att lasta förarhyttens lådor genom den vänstra dörren då det anses vara mer ergonomiskt. Lastning genom den vänstra dörren innebär att brevbäraren inte behöver sträcka sig lika långt med överkroppen för att fylla på lådorna. Detta är dock något som sällan efterlevs då det anses ta mer tid för brevbäraren som behöver öppna ytterligare en dörr och situationen kräver större kontroll och eftertanke vid lastningen. Därmed lastar användarna i studien via den högra dörren som brukar stå öppen.

En av brevbärarna uttryckte att det skulle vara mer effektivt och uppskattat att kunna få plats med fler paket under brevstället istället för att ha plats med många tomma förbrukade lådor. Det framkom även att lådorna bör vara riktade mot föraren så att det är möjligt att snabbt kunna blicka ner och avläsa adressen på nästkommande leverans. Lådorna bör även ha nedsänkta kanter längst fram för att förenkla upplöckningen av brev.

Frågor ställdes även kring användandet av GPS för att få mer information kring dess nuvarande situation. Brevbärare på Postnord använder en Android arbetsmobil i sitt arbete där även GPS finns, vilket inte alla är medvetna om. Vid användandet av GPS använde brevbärarna sin privata mobil då de var vana vid detta gränssnitt vilket ökade bekvämligheten av användningen. Då GPS användes placerades mobilen antingen i knät vilket medförde en osäker körning då föraren behöver kolla ner i knät för att se kartan. Alternativt placerades mobilen på ett osäkert ställe på instrumentbrädan vilket ofta resulterade i att den inte stod stabilt utan föll omkull.

Brevbärarna tyckte att lampan i taket var en lysande lösning på deras uttryckta problem. I dess nuvarande situation behöver de ta upp sin privata mobils ficklampa för att kunna utföra sitt arbete i mörker. Brevbärarna bekräftade även att två mugghållare bör vara minimum i fordonet då vissa ibland både har med sig vatten och en annan energigivande dryck i dess arbete.

#### 2.5.6.5 Utveckling av lådor

Efter återkoppling med brukare fastställdes att en låda utformas som kan användas både i bakre utrymmet vid packning såväl som i förarhytten vid utdelning av post. Detta medför även att idén kring automatisk förflyttning av lådor från det främre utrymmet till det bakre utrymmet elimineras. För att få en tydlig bild av lådornas utseende gjordes tabell 8 med olika förslag på lådornas utformning. En kombination av framsida och handtag valdes sedan med hjälp av en utvärdering om positiva och negativa aspekter med lösningarna. Det slutliga valet blev en dragspel-funktion som fälls ner för att möjliggöra sikt på posten. Handtag är fästa på ena kortsidan och på en list på andra kortsidan. Anledningen till att den här lösningen valdes var för att den hade flest positiva aspekter av alla lösningar och minst antal negativa aspekter. Det är även positivt att handtagen kan vara på kortsidorna eftersom det är där handtagen sitter i dagsläget och gör det lättare att bära lådorna med post i.

Tabell 8: Alternativ på framsida med handtagsplacering.

Framsida	Handtag	Positivt	Negativt
Löstagbar skiva i spår	Handtag på långsidor av låda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enkelt att ta bort skivan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vill helst ha handtag på kortsidor</li> <li>• Skivan blir lös, var ska den förvaras?</li> </ul>
Skiva som fälls ner med gångjärn	Handtag på kortsidor av låda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skivan blir inte lös</li> <li>• Handtagen blir på kortsidor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skivan kan vara i vägen i nedfällt läge</li> <li>• Inte säker på hur skivan sitter fast på sidor</li> </ul>
Dragspel funktion som fälls ner	Handtag på list på kortsidor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Väggen sitter alltid på plats, inte lös</li> <li>• Handtag på kortsidor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Handtag kan bli lite i vägen</li> </ul>
Lucka som fälls ut på sidan	Handtag på kort eller långsida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingen lös skiva</li> <li>• Handtag kan vara på kortsidor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lucka i vägen i utfällt läge</li> <li>• Svårare att ha handtag på kortsida</li> </ul>

Vid utveckling av lådorna diskuterades även hur lådorna ska placeras i stället. Alla alternativ som uppkom under en brainstorming session redovisas i tabell 9 med hur lådan ska placeras i stället samt hur den fästs. För att utvärdera idéerna listades positiva och negativa attribut som medförde ett slutligt val. Där visade det sig att "wireframe" inte hade något negativt och många positiva fördelar vilket därmed blev slutvalet. "Wireframen" kommer ha en smalare platta i botten för stabilitet som kan justeras genom att skjuta fram och bak.

Tabell 9: Alternativ av hur lådan placeras i brevstället

Placera låda	Fästa låda	Positivt	Negativt
En wireframe	Frame som sitter runt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialsnålt</li> <li>• Hållbart</li> <li>• Stabilt</li> <li>• Enkelt för användaren</li> </ul>	
En platta	Klickfunktion i botten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan vara svårt för användaren att klicka i rätt</li> </ul>
En påle	Klickfunktion med hål	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialsnålt</li> <li>• Hållbart</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan vara svårt för användaren att klicka i rätt</li> <li>• Instabilt</li> </ul>

Justering av höjden av lådor utvecklades även där fyra olika alternativ presenteras i tabell 10. Alla alternativ utvärderades genom att lista positiva och negativa saker med idéerna. Det slutliga valet innebär att höjden justeras med hjälp av ett snurrbart hjul som klämmer fast i det läge som användaren önskar. Detta är smidigt för användaren och lätt att förstå sig på utan instruktioner.

Tabell 10: Alternativ för justering av höjd för lådor.

Justering av höjd	Positivt	Negativt
“Kryckfunktion”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smidigt med fixerade höjder för användaren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Svårt att justera, speciellt med handskar</li> <li>• Klämrisk</li> </ul>
Snurrbara hjul	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enkelt för användaren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan vara svårt att få till lämplig höjd</li> </ul>
Teleskopfunktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enkelt att dra upp och ned</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inte stabilt, kan åka ned av tyngden på lådorna</li> </ul>

#### 2.5.6.6 Utveckling av hållare av mobil för navigering

Från datainsamling framkom det att brevbärare har en mobiltelefon som arbetsverktyg där även navigeringshjälpmedel i form av GPS finns tillgängligt. Det sätter därmed krav på att ett ställ för mobil bör finnas i förarhytten för att säkerställa en säker användning av GPS för brukaren. I tidigare idégenereringsfas uppkom olika idéer för GPS-hållarens placering i hytten. I den iterativa fasen utvecklades även dess utformning för att passa en brevbärares behov och krav. Mobilen bör vara lättåtkomlig från utsidan av fordonet då användaren är på språng. Hållaren bör möjliggöra enkel och självinstruerande in- och utsättning av mobilen samt passa olika storlekar och modeller av smartphones. Hållaren bör medge stabilitet till mobilen och möjliggöra att en individ kan avläsa mobilens skärm vid körning av fordonet. Detta innebär att hållaren bör vara individanpassad genom att möjliggöra vinkling och justering av höjd och/eller avstånd till GPSen. I syfte att hitta en lösning som svarade brukarens behov och krav utmanades olika idéer genom idéskissning.

#### 2.5.7 Test och verifiering, skissmodell i verklig skala

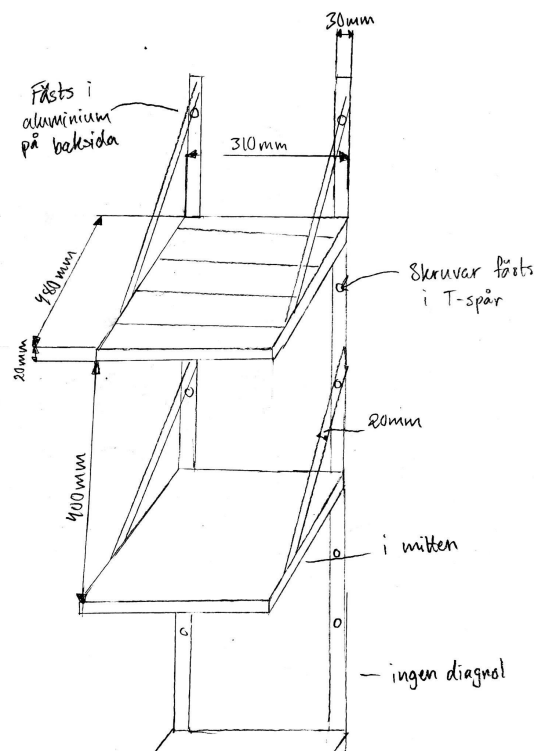
En snabb skissmodell av konceptet byggdes upp i kartong för att testa i Clean Motion EVIG förarhytt. Testningens ändamål var att undersöka brukarens integration med brevstället och hur det fungerar i verkligheten vid dess arbete. Det kom en del nya insikter med det utvecklade konceptet som togs vidare till en ytterligare vidareutveckling av konceptet i en iterativ process. Den första upptäckten var att krokens placering för ytterkläder var till besvär då den i nuläget hänger över brevstället vilket vid väta kan innebära att breven blir blöta. En annan insikt var att brevställets utformning var för stor i storlek för att få plats i förarhytten. Storleken på lådorna var för stora för att kunna erbjuda brukaren en tillräckligt stor radie att kunna arbeta kring. Dessutom innebar stället att användaren var tvungen att kolla bak och vrida överkroppen för att se brev som var placerade i lådan längst bak. Brevstället innebär därmed en oergonomisk situation och en besvärlig arbetssituation för en brevbärare.

## 2.5.8 Vidareutveckling, iterering fas två

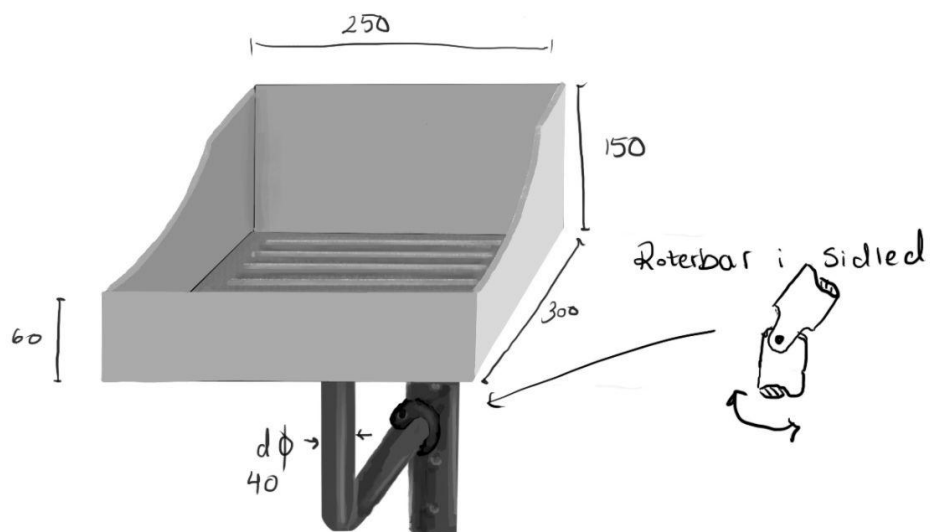
Efter verifieringen vidareutvecklades konceptet ytterligare med avseende på de svaga delarna i konceptet som framkom vid testning av skissmodell i verklig skala. Testningen av de snabba skissmodellerna var givande och ledde till en iterering. Bland annat framkom att en utveckling av en helt ny låda för post inte skulle vara lönsamt eftersom inköparen av dessa lådor har en större benägenhet att köpa in de standardiserade lådorna som finns på marknaden idag. En annan insikt var att det inte är optimalt att placera lådorna på rad till vänster om föraren eftersom det innebär att föraren behöver vrida på nacken för att få en överblick av breven och adressen som breven ska levereras till. Detta visade sig under testet både vara oergonomiskt och kan möjligen utgöra en trafikfara.

### 2.5.8.1 Korsbefruktning av koncept

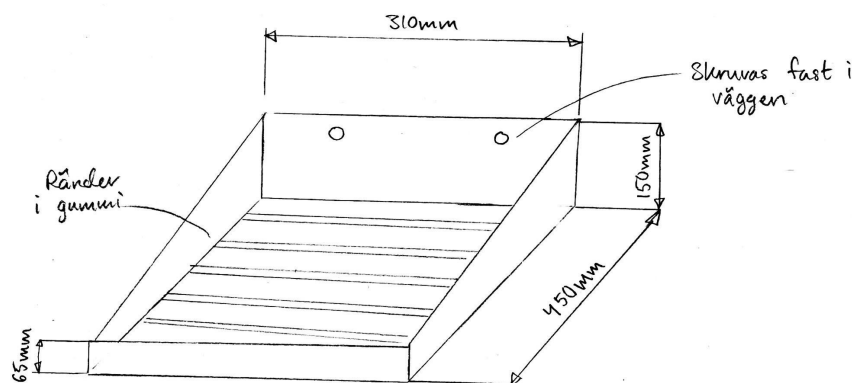
Brevstället utvecklas till en kombination mellan en dellösning för hylla och ställ med lådor som presenterats tidigare i den morfologiska matrisen i tabell 5. En hylla där lådorna placeras på höjden fästs på den vänstra sidan om föraren där tre lådor kan placeras, vilket visas i en idéskiss i figur 32. Ett ställ med plats för en låda placeras framför, till vänster, om föraren vilket möjliggör god uppsikt över breven och dess destinationer, detta ställ presenteras i en idéskiss i figur 33. Dessutom erbjuds en yta för varubrev till höger om förarsätet för att minimera stegen i dess arbete, paketförvaringen presenteras i figur 34. Det skapades även skiss på kroken som ska erbjuda upphängning av kläder, vilket visas i figur 35, som även dimensionerades för att passa att fästas i t-spåret till höger om föraren.



Figur 32: Idéskiss som visar hylla där standardiserade lådor kan placeras.

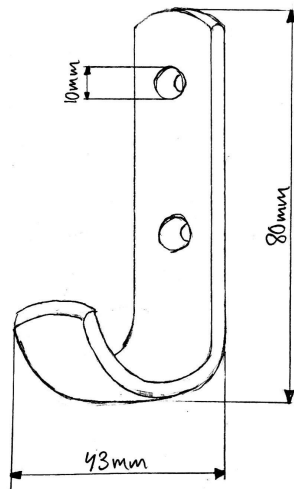


Figur 33: Skiss med måttsättning i mm och detaljer för främre låda.



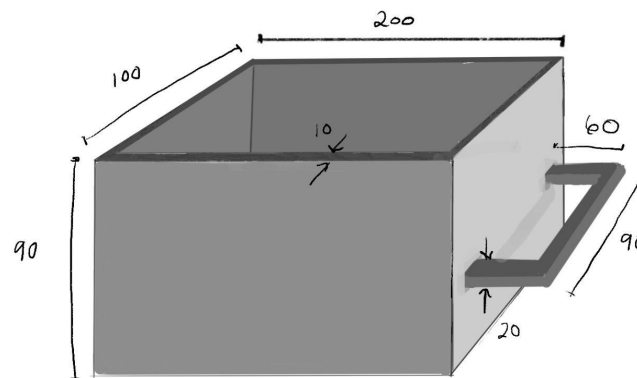
Figur 34: Idéskiss på paketförvaring.

En vidareutveckling som gjordes av paketlådan efter konsultation med företaget Clean Motion var att den fästs i golvet istället för i väggen. På så sätt kunde kanterna göras lägre vilket bidrar till att de inte är lika mycket i vägen då användaren går ut från sätet på samma sida som lådan sitter.

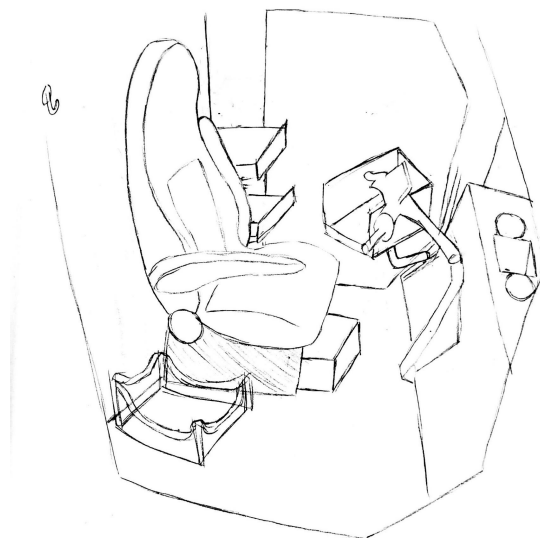


Figur 35: Skiss som visar kroken och dess dimensioner.

Lådan för personliga tillhörigheter är placerad under förarens säte i syfte att gömmas och vara skyddad. Den personliga lådan visas i en skiss i figur 36 där även dimensioner bestämdes för att passa i utrymmet under sätet, samt att rymma nycklar, mobil och/eller plånbok. Lådan har ett handtag som möjliggör smidig utdragning för användaren. Hela konceptet med alla komponenter integrerat i fordonet EVIG presenteras i figur 37.



Figur 36: Skiss med mått i mm på förvaringslåda för personliga tillhörigheter.



Figur 37: Idéskiss som visar slutkonceptet i sin helhet i förarhytten.

### 2.5.9 Framtagning av CAD-modell

Konceptet visualiserades med hjälp av CAD-modeller som skapades genom solidmodellering i programmet Catia V5. Komponenterna konstruerades som delar och monterades ihop. Slutligen placerades alla komponenter i en CAD-modell på fordonet EVIG skapat av Clean Motion. Detta följdes av en iterativ process där komponenter modifierades i konstruktion för att infatta EVIG. Slutligen skapades renderingar för visualisering. CAD-modellerna av det slutliga konceptet presenteras i resultatet.

### 2.5.10 Utvärdering och verifiering av slutkoncept

En utvärdering och verifiering av slutkonceptet gjordes med hjälp av en viktberäkning, en Pughmatris och ett test av snabba skissmodeller. Denna fas gav underlag för ytterligare utveckling av slutkonceptet.

#### 2.5.10.1 Analys av användning av övre hyllplan

En snabb skissmodell byggdes upp för utvärdering av användning av den översta hyllan då det verkade som ett kritiskt moment vid användning. Vid testning visade det sig att lådans placering upplevs obehaglig då den hamnar i brukarens ögonvrå, speciellt vid körning av fordonet då föraren vill kunna ha god uppsikt på sidorna. Skissmodellen testades av två kvinnor i olika längd percentiler, person 1 för 180 cm och person 2 för 169 cm. Ingen av testpersonerna upplevde att hyllan kändes för högt upp för att det skulle riskera att vara fara för brukaren vid en nedvältning av lådan. Vid nedfall skulle lådan hamna i knät på användaren.

En ergonomisk analys i form av RULA (Se Bilaga G) utfördes vid sekvensen av nedplockning av lådan från den översta hyllan, i figur 38 och 39 visas sekvensbilder som användes i analysen. För både person 1 och 2 blev resultatet en sexa vilket innebär att en vidare utredning bör ske med snarast förändring. Detta gav underlag för att ta bort det övre hyllplanet. Då dessa nackdelar väger över fördelarna med att få in mer post i förarhytten.



Figur 38: Skissmodell med person 2, 169 cm lång, som plockar ner låda från översta hyllplan.



Figur 39: Skissmodell med person 1, 180 cm lång, som plockar ner låda från översta hyllplan.

#### 2.5.10.2 Arbetssekvens, länkanalys

En analys av arbetsfrekvensen i fordonet med den utvecklade interiören gjordes för att få en förståelse för hur arbetet i fordonet går till.

Vid överföring av standardlåda från bakre utrymmet till främre utrymmet:

1. Öppna luckan till bakre utrymmet.
2. Ta ut en låda med post.
3. Gå från bakre utrymmet till förarhytten, till den vänstra sidan
4. Ställ lådan med post på hyllan i bilen.
5. Upprepa tills två standardlådor befinner sig i förarhytten.

6. Gå till bakre utrymmet.
7. Stäng luckan.

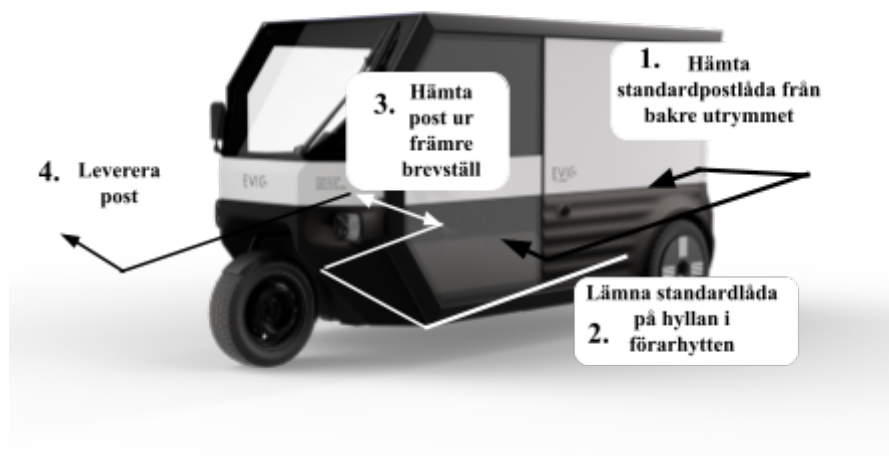
Vid överföring från standardlåda till främre låda i bil:

1. Sitt ner i sätet.
2. Ta ut standardlådan från hyllan och ställ i knät.
3. Ta ut en bunt med post och överför från standardlåda till främre låda i bil.
4. Ta av gummiband från bunt med post.
5. Lägg gummiband i lådan på instrumentbrädan.
6. Ställ tillbaka standardlådan på hyllan.
7. Upprepa varje gång främre låda i fordonet är tom.

När standardlåda är tom:

1. Beroende på situation ta standardlåda inifrån hytten eller utifrån på vänster sida.
2. Ta med tom låda till bakre utrymmet.
3. Ställ låda på marken och öppna luckan till bakre utrymme.
4. Ställ in tom låda.
5. Ta en ny full låda.
6. Upprepa sekvensen: Vid överföring av standardlåda från bakre utrymmet till främre utrymmet.

För att förstå arbetskedjan ytterligare skapades en länkanalys vilket illustreras i figur 40. Som jämförelse till länkanalysen från postnords fordon, i figur 6, och arbetskedja har ett steg kunnat elimineras vilket innebär att brevbäraren inte behöver gå tillbaka till det bakre utrymmet lika ofta.



Figur 40: Länkanalys för det utvecklade konceptet som visar en arbetssekvens. Bild återgivet med tillstånd från Clean Motion. Modifierad av författarna.

### 2.5.10.3 Viktberäkning

En viktberäkning utfördes för att utvärdera konceptets vikt i förhållande till fordonet EVIG. Konceptets olika komponenter och dess vikt presenteras i tabell 11 där totalvikten beräknas för

hyllan. Vikt på C5 kuvert enligt Oppna.info är 7,7 g och vikten på A4 papper är 5 g (Oppna, u.å.) Eftersom fordonet är en trehjuling är det viktigt att det inte snedbelastas. Efter konsultation med Clean Motion var slutsatsen att vikten är rimlig och inte är för tung, speciellt då hyllan är monterad på väggen och avlastar vikt från chassit.

Tabell 11: Viktberäkning av hyllan i slutkonceptet.

Komponent	Vikt (gram)	Antal (styck) (max)	Total vikt (gram)
Standardlåda (Postnord)	1338	2	2676
C5 kuvert	7,7	800	6160
A4 papper	5	800	4000
Hylla	11 839	1	11 839
<b>Totalt:</b>			24 675 ≈ 25 kg

#### 2.5.10.4 Pugh-matris

En verifiering och utvärdering av slutkonceptet gjordes genom att jämföra den med det ursprungliga valet av koncept vilket var koncept 10. Jämförelsen gjordes med hjälp av en Pugh-matris där koncept 10 var referensen, vilket presenteras i figur 41. Detta visar på att det nya utvecklade konceptet inte var sämre i någon aspekt i jämförelse med koncept 10.

<b>Chalmer: Pughmatris (Relativ beslutsmatris):</b>			
Utfärdare:		Skapad: xx: 2023-04-27	
Linn Marcusson, Tilde Säther		Modifierad: yyyyyy	
<b>Kriterier</b>	<b>Alternativ</b>		
	<b>Koncept 10</b>	<b>Slutkoncept</b>	
Storlek	<b>R</b>	+	
Konstruktion	<b>E</b>	+	
Underhåll	<b>F</b>	0	
Användning	<b>E</b>	+	
Hållbarhet	<b>R</b>	+	
Ergonomi	<b>E</b>	+	
	<b>N</b>		
	<b>S</b>		
Σ+		5	
Σ 0		1	
Σ -		0	
Nettovärde		5	
Rangordning		2	
Vidareutveckling		Ja	
Beslut			

Figur 41: Pugh-matris med utvecklat koncept 10 i jämförelse med slutkoncept.

#### 2.5.10.5 Återkoppling med persona - användningsscenario

Återkoppling med de skapade personorna 1 och 2 gjordes i form av två användningsscenarier. Dessa beskriver hur personans skulle använda lösningen och hur den uppfyller deras behov.

##### **Persona 1: Maria Svensson, 34 år, 160 cm lång**

Maria Svensson är en miljömedveten brevbärare och skulle föredra att använda ett eldrivet postfordon. Därför är EVIG ett perfekt fordon för henne. När det kommer till interiören föredrar Maria att den är utformad på ett sådant sätt att hon inte behöver bära tunga lådor lika ofta. Den nya interiören löser detta genom att den tillåter mer post i förarhytten än i dagsläget. Maria kommer fortfarande behöva bära två lådor med post från bakre utrymmet till främre utrymmet men hon kan lätt lasta in dem på hyllan på vänster sida och behöver inte bära tillbaka dem förrän de är tomma. När det är bristfälligt väder och Marias jacka blir blöt finns det nu en krok för henne att hänga den på. Kroken är på motsatt sida från hyllorna och lådan med post vilket betyder att de inte blir blöta. Maria är 160 cm lång och når enkelt hyllorna som befinner sig i fordonet eftersom det endast finns två hyllor som är i midjehöjd.

##### **Persona 2: Anders Lundqvist, 42 år, 184 cm lång**

Anders Lundqvist hanterar stora volymer post varje dag och hade gärna haft mer förvaring i förarhytten för posten han delar ut. Med den nya interiören är detta möjligt eftersom två fulla backar får plats i förarhytten samt mer post i den främre lådan. I den nya hytten finns även en plats för varubrev så när Anders lastar paketen kan han lägga dem i förarhytten istället för det bakre utrymmet och kan på så sätt leverera dem direkt från förarhytten. Detta effektiviserar hans arbete och gör att han kan leverera paket snabbare. Anders önskade även att han hade någonstans att skymma sina värdesaker när han lämnar bilen. Nu finns en låda som fyller detta syfte så när Anders ska lämna fordonet för att leverera post i till exempel ett trapphus behöver han inte låsa bilen. Han kan lägga mobil och nycklar i lådan som finns under sätet och skjuta in den under sätet så att de inte är synliga. Hans önskemål om mugghållare uppfylls eftersom det finns två mugghållare på instrumentbrädan i den nya interiören. Anders som är 184 cm kommer inte att ha några problem att nå hyllorna i bilen. Något som kan vara problematiskt för honom är att ta ut lådan från den nedersta hyllan eftersom hans långa ben kan vara i vägen. Men detta går att lösa genom att han går ut och tar lådan utifrån på vänster sida.

#### 2.5.10.6 Test av CAD-modell i virtual reality

Den uppbyggda interiören i CAD applicerades i fordonet EVIG och testades med hjälp av virtual reality och programmet VRED. En brevbärarens arbetskedja testades samt hur det kändes att använda den utvecklade interiören. Att testa modellen i VR gav större insikt i hur interiören skulle fungera i verkligheten och samspelet med brukaren. Vid testningen uppkom insikten att allt var inom räckhåll och fungerade bra. Den främre postlådan är väl synlig och medför att brevbäraren har god uppsikt över sin rutt med då breven hamnar i en iögonfallande vinkel. Detta medför att brevbäraren kan avläsa adresserna på breven vilket ökar medvetenheten och dess navigering. Insikt gjordes även med hyllan, där det kommer bli svårt att dra ut den nedersta hyllan då användaren är i sittande läge i förarstolen. Det är inte omöjligt att dra ut den, men det är inte enligt en optimal ergonomisk situation då det krävs en vridning av överkroppen samt att brukaren sträcker sig nedåt. Det optimala

arbetsättet, om brukaren behöver fylla på med post från den nedersta lådan, är att gå ut från utsidan av fordonet och arbeta i stående position.

### 2.5.10 Materialval

Materialval gjordes med hjälp av Granta EduPack i syfte att välja material utifrån komponenternas ändamål (Ansys Granta EduPack, 2021). Variablerna Yield strength och Young's modulus användes för att utforska material som skulle passa till hyllan och paket- samt brevförvaringen. Utifrån den genererade grafen valdes materialen aluminium-legering och rostfritt stål (se Bilaga H). Verktyget EcoAudit användes för att jämföra material där variablerna energiåtgång och koldioxidfotavtryck sammanställdes. Det resulterade i att aluminiumlegering valdes då det innebar lägre energi och koldioxidfotavtryck (se Bilaga I och J). Materialet valdes även då det är lättare än rostfritt stål vilket därmed innebär en lägre vikt för fordonet. I beaktning av materialvalet gjordes även komponenter som är mer utsatta för högre krafter. En sådan komponent är listerna till hyllan som kommer utsättas för mer tyngd. Därmed valdes materialet rostfritt stål till dessa lister i syfte att öka livslängden för produkten. En slutlig EcoAudit analys utfördes av koldioxidfotavtryck vilket påvisar att posten material är den som står för de största koldioxidfotavtrycken (se Bilaga K).

Materialet som valdes för hyllplanen i hyllan valdes utifrån diskussion med företaget Clean Motion. Företaget använder i nuläget sandwichpaneler som är uppbyggda av PET-laminat kring en PET-kärna. I enlighet med företaget bestämdes därför att dessa sandwichskivor av en tjockare variant var ett lämpligt materialval för hyllplanen eftersom det enligt A. Nordh (Personlig kommunikation, 14 april) är ett material de redan använder och är bekanta med. Sandwich panelerna som företaget använder är från företaget DIAB och enligt dem har panelerna en hög tolerans mot skjuvning och är återvinningsbara (DIAB, u.å.). Därför är materialvalet även positivt ur en miljösynpunkt.

Materialet på hyllplanen fylldes i som PET i Granta EduPack och för att kunna räkna ut transporten för materialet behövde antaganden göras om var materialet kommer ifrån. Med hjälp av Google Maps gjordes antaganden om avstånd från ett land där PET plast kan transporteras från och avståndet som skrevs in i Granta blev 6930 km med en 40 ton lastbil (Se bilaga L).

Vid beräkning av koldioxidfotavtryck och energiåtgång i Granta EduPack för aluminiumlegeringen valdes återvunnet aluminium. Livslängden beräknades till 75 år (Reynaers, 2022). För uträkningen av transport antogs att aluminiumet kom från Brasilien eftersom det är ett land som ligger vid ekvatorn. Aluminium skapas från bauxit och det utvinns främst runt ekvatorn, därför är Brasilien ett betydande producentland för aluminium (Nordisk Alu Profil, 2020). Avståndet från Brasilien till Sverige uppskattades med hjälp av Google Maps och blev 10 336 km över havet, därför antogs det även att det transporterades via fartyg (Se bilaga L).

Till sist behövdes en livslängd för rostfritt stål och det uppskattades vara 70 år eftersom livslängden på rostfritt stål i en industriell miljö är 60-80 år (Weland Stål AB, u.å.). Vidare antogs det att stålet var från Kina eftersom det är ett av de länder som producerar mest stål (Metaller och Gruvor, 2021). Med hjälp av Google Maps uppskattades avståndet vara 6375 km med en standard 40 ton lastbil (Se bilaga M).

# 3

## Resultat

Resultatet presenteras i form av ett slutligt koncept som besvarar frågeställningen. I resultatet redogörs även en komponentlista för konceptet och dess materialval.

### 3.1 Slutligt koncept

Slutkonceptet resulterade i nio komponenter som tillsammans ska underlätta för posthantering i fordonet EVIG. I figur 42 presenteras en rendering i CAD programmet Catia V5 på slutkonceptet integrerat i fordonet. Komponenterna innefattas av en hylla där postlådor förvaras, en låda framtill där post kan förvaras för en enkel överblick. En låda dedikerad för gummiband samt två mugghållare. En krok för upphängning av jacka, en lampa som bidrar till god ergonomi, en låda där varubrev kan placeras, en låda under sätet där värdesaker kan förvaras och skymmas och till sist en justerbar arm där en GPS kan fästas.



*Figur 42: Rendering i Catia V5 som visar det slutliga konceptets helhet i fordonet EVIG.*

#### 3.1.1 Hylla

Hyllan kan bära två standardiserade postlådor och är placerad till vänster om föraren, vilket visas i figur 43. Syftet med hyllan är att de standardlådor som används till postförvaring idag ska kunna förvaras inne i förarhytten. Hyllan består av två hyllplan som fästs på två lodräta lister. Hyllplanen har en relief med ränder som stoppar glidning samt en främre list som skyddar lådorna från att falla ner. Listerna fästs i väggen bakom föraren och stabiliseras upp med hjälp av en fästordning på

baksidan av väggen. För att öka bärighetsförmågan på det övre hyllplanet finns även två diagonala axlar på vardera sida som sammankopplas med listerna. Det nedersta hyllplanet får stöd av golvet i fordonet som avlastar tyngden från lådorna. Hyllan möjliggör att stora kvantiteter av post får plats i förarhytten och att en stor del av hanteringen sker i förarhytten istället för i det bakre utrymmet. i figur 43 presenteras hyllans utformning utan standardlådor på hyllplanen.



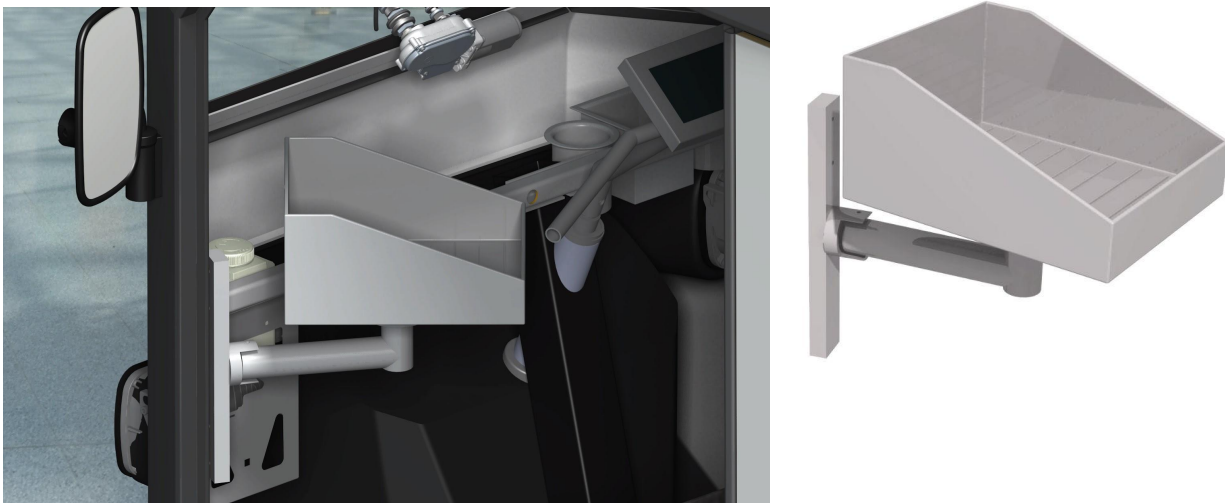
Figur 43: Rendering i CAD programmet Catia V5 som visar hyllan med två standardlådor sett från utsidan.



Figur 44: Rendering i Catia V5 som illustrerar hyllan utan lådor placerade på hyllplanen.

### 3.1.2 Främre brevställ

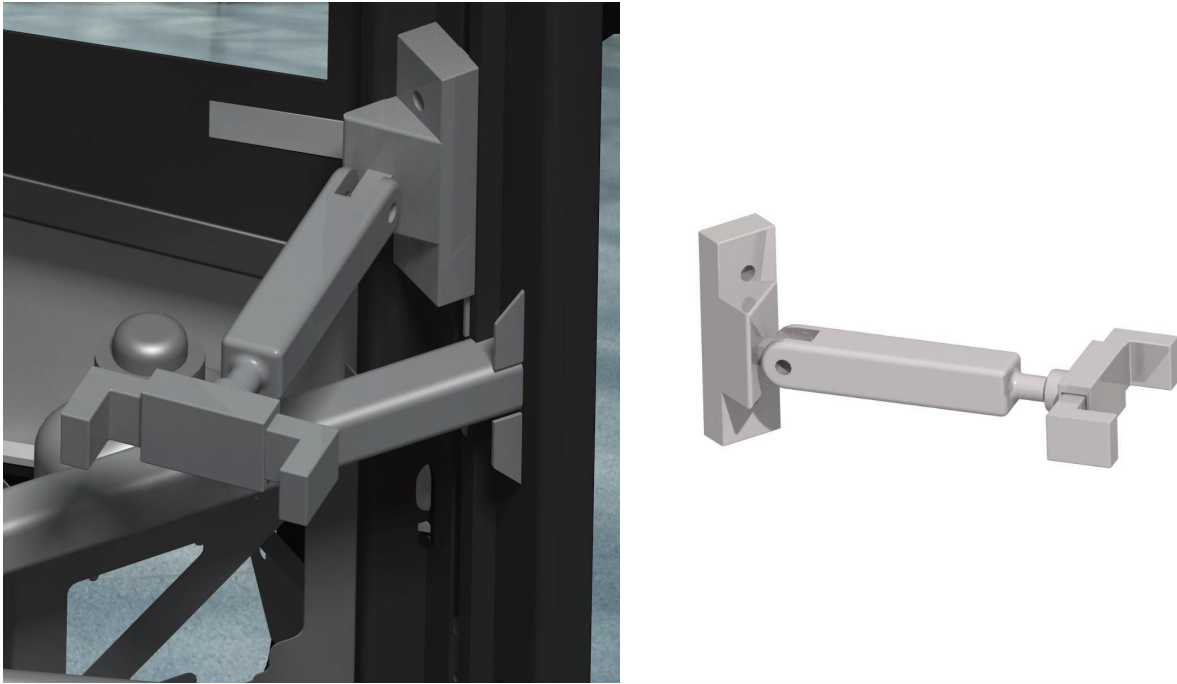
Framtill finns en låda som är fäst med en roterbar arm i sidled, vilket illustreras i figur 45. Syftet med denna låda är att post ska kunna överföras från standardlådorna till denna låda för en lätt överblick. Eftersom lådan är placerad snett framför föraren kan föraren enkelt få en överblick över breven inuti. Väggen framtill är lägre för att föraren enkelt kan se adressen på breven om de behöver en påminnelse. Lådan fästs i T-spåret med hjälp av muttrar och skruvar. Brevställets botten stoppar glidning av brev i form av ränder i gummi.



*Figur 45: Rendering i Catia V5 på det främre brevstället i fordonet, sett utifrån och sett enskilt.*

### 3.1.3 GPS-ställ

En GPS arm, som redovisas i figur 46, fästs i ett T-spår och gör det möjligt att placera en mobiltelefon i som används i arbetet. Syftet är att föraren lättare ska kunna navigera under postturerna. GPS-stället består av en arm som fästs i en list som möjliggör förlängning. Armen sitter förankrad med en kulle som erbjuder en rotation av mobilen. Mobilen fästs med hjälp av en gripklo och ett bakre stöd som är till för att passa olika modeller av smartphones.



*Figur 46: Rending i Catia som visar GPS-ställ i fordonet EVIG och enskilt.*

### 3.1.4 Paketutrymme

På den motsatta sidan från hyllorna finns en låda placerad med syfte att förvara mindre paket vilket visas i figur 47. Genom att få in varubrev i förarhytten minskas antalet gånger som föraren behöver gå till det bakre utrymmet för att hämta upp paketen. Paketutrymmet fästs i golvet och har ränder av gummi i botten så att paketen står stabilt och inte glider runt. Utrymmet är dessutom inramat med en list runt kanterna för att avgränsa paket från att glida runt på golvet.



*Figur 47: Rending i Catia V5 som visar paketutrymmet i fordonet.*

### 3.1.5 Krok

En krok finns till förfogande som fästs i T-spåret vid sidan av dörren, detta illustreras i figur 48. Krokens syfte är att ytterjackor ska kunna hängas upp om det behövs vid temperaturskillnader för att underlätta för brevbäraren. Kroken har två hål vilket möjliggör att den kan fästas i T-spåret med T-muttrar och skruvar.



*Figur 48: Rendering i Catia som visar kroken i förarhytten.*

### 3.1.6 Lampa

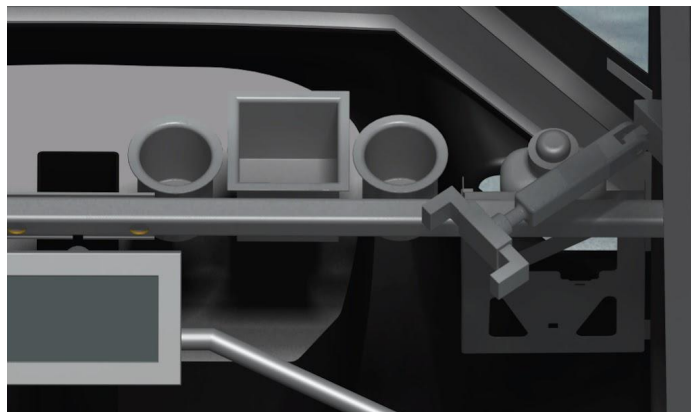
I taket finns en lampa som är till för att medföra god ergonomi och dess psykosociala faktorer. Lampan fästs i taket med dubbelhäftande tejp och drivs med hjälp av fordonets batteri som är sammankopplat. När det är mörkare ute till exempel på morgonen och eftermiddagen kommer lampan väl till hands och gör det enklare för föraren att till exempel läsa adresser på breven. I figur 49 visas lampan tänd som lyser upp det främre brevstället. Användaren kan enkelt sätta på och stänga av lampan vid behov genom att trycka på en knapp vid sidan.



*Figur 49: Renderad bild i CAD-programmet Catia V5 som redovisar lampans funktion.*

### 3.1.7 Mugghållare och gummibandslåda

Instrumentbrädan har försetts med två mugghållare och en gummibandslåda genom utskärning. I figur 50 visualiseras mugghållare och gummibandslåda placerade på instrumentbrädan, observera att instrumentbrädan inte är inkluderad i modellen. Dessa komponenter är fristående med en kant vilket medför att de lätt kan tas ut ur instrumentbrädan och rengöras eller bytas ut vid behov. Mugghållarna valdes att placeras på instrumentbrädan eftersom det är fräschare att förvara dryck högre upp och med ett säte som kan fällas fram är de lätta att nå, vilket bidrar till god ergonomi. Vid arbetets observation och intervju framkom det att i dagsläget hos Postnord inte finns någon förvaring för dessa gummiband och att de slängs på olika ställen i bilen. Men med en dedikerad plats för gummibanden underlättas detta moment.



Figur 50: Rendering i Catia på mugghållare och gummibandslåda i fordonet EVIG.

### 3.1.8 Personlig förvaringslåda

Under sätet placeras en låda med syfte att skymma personliga tillhörigheter såsom mobiltelefon och nycklar. I figur 51 illustreras hur lådan kan dras ut för att brukaren ska kunna lägga i värdesaker. Detta är fördelaktigt när föraren vill lämna bilen, till exempel för att dela ut post i ett trapphus och inte vill att värdesakerna ska vara synliga utifrån. Lådan har ett handtag så att den lätt ska kunna dras fram.



Figur 51: Rendering i Catia V5 som illustrerar utdragen personlig förvaringslåda i förarhytten.

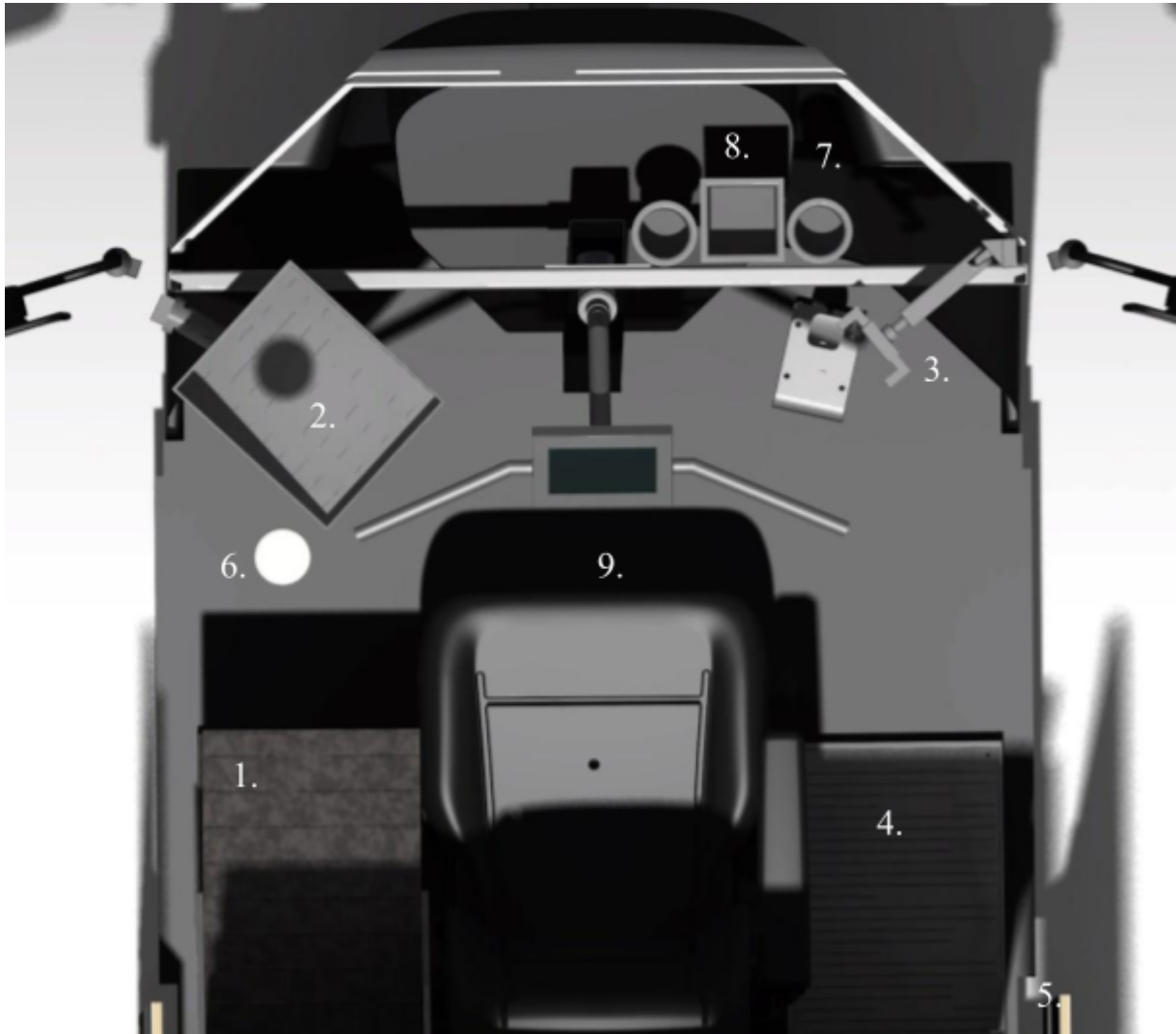
## 3.2 Komponentlista

En komponentlista visas i tabell 12 där alla ingående komponenter i konceptet listas och numreras. Vikten samt komponentens material sammanställs också. Den totala vikten av alla komponenter beräknades till 24,35 kilogram. Varje nummer hänvisas till figur 52 där konceptet visas i en överblick i hytten.

*Tabell 12: Komponentlista med numrerade komponenter för konceptet*

Nr.	Komponent	Antal	Material	Vikt
1.Hylla - Brevställ				
1.1	Hyllplan	2	PET	7,298
1.2	List höger	1	Aluminium	1,395
1.3	List vänster	1	Aluminium	2,092
1.4	Axel	2	Rostfritt stål	1,054
2.Främre brevställ			Aluminium	5,531
2.1	Låda	1		
2.2	Vertikal axel - rör	1		
2.3	Horisontell axel - rör	1		
2.4	Led - rör	1		
2.5	List främre brevställ	1		
3.GPS-ställ				0,823
3.1	List GPS-ställ	1	Aluminium	
3.2	Axel GPS-ställ	1	Aluminium	
3.3	Kulled	1	Aluminium	
3.4	Mobilstöd	1	PET	
3.5	Griparm	2	PET	
Övriga komponenter				
4	Paketutrymme	1	Aluminium	4,809
5	Krok	1	Aluminium	0,013
6	Lampa (Hölje)	1	Aluminium	0,106
7	Mugghållare	2	Aluminium	0,364

8	Gummibandshållare	1	Aluminium	0,284
9	Personlig förvaringslåda	1	Aluminium	0,581



*Figur 52: Rending i Catia som visar fågelbild över hytten med numrerade komponenter från komponentlistan.*

# 4

## Diskussion

I detta kapitel diskuteras slutkonceptet utifrån hur väl det uppfyller kraven från kriterielistan, vilka felkällor och utmaningar som uppstod, hur hållbart konceptet är och hur den ergonomiska situationen ser ut.

### 4.1 Kravuppfyllnad

Konceptet har tagits fram utifrån en kravspecifikation som upprättades efter datainsamlingen. Det utvecklade konceptet uppfyller alla krav från kategorin storlek. Fordonet rymmer tre lådor för utrymme av post; två standardlådor på hyllan och en låda framtill. I förarhytten ryms uppskattningsvis 800 brev, varav 300 brev i respektive standardlåda och ytterligare 200 brev i den främre lådan. Förvaringen, bestående av hyllan, främre lådan och paketutrymmet, ryms även i förarhytten till måtten 312x860x1280 millimeter. Interiören erbjuder även förvaring för dagslägets standardlådor inom posten som har de maximala måtten 230x30x47 millimeter, där de kan placeras på den dedikerade hyllan. Kravet kring att erbjuda förvaringsutrymme för varubrev uppfylls också genom det dedikerade paketutrymmet.

Det utvecklade konceptet uppfyller även alla krav i kategorin konstruktion. Alla utvecklade komponenter kan fästas i T-spåren i fordonet EVIG, alternativt i vägg eller golv. Förflyttning av standardlådor möjliggörs eftersom de står på en hylla och lätt kan tas på och av från hyllan. Kravet kring friktion i botten av lådor uppfylls också genom gummiränder i lådorna. Detta medför en hög friktion på grund av materialet och strukturen. Lösa föremål i förarhytten förhindras även med hjälp av friktionen i lådorna, men också genom dedikerade lådor till respektive föremål.

Kraven i kategorin underhåll uppfylls genom en rengöringsbar utformning och materialval. Utformningen är rengöringsbar eftersom komponenterna är öppna och har ytor som är lätta att komma åt. Mugghållare och gummibandslåda riskerar att snabbt bli smutsiga då de ska hantera dryck som lätt kan spillas ut, dessa är därmed uttagbara för att kunna rengöras och/eller bytas ut om de skulle gå sönder. Materialvalet gjordes även för att underlätta för rengöring, aluminium, PET och rostfritt stål är alla rengöringsbara material.

Inom användning uppfylls alla krav som specificerades. Konceptet har en låda för värdesaker som kan skjutas in under sätet och därmed bli skyddad. Förarhytten erbjuder även en dedikerad låda på instrumentbrädan för gummiband samt en krok för upphängning av kläder. Fordonet har flera olika lådor för post, det finns dels standardlådor med post i och en främre låda där post kan förvaras samt en dedikerad paketförvaring. Interiören erbjuder också två mugghållare på instrumentbrädan samt ett ställ för GPS via mobiltelefon.

Konceptet uppfyller alla krav inom kategorin hållbarhet - miljö. Materialen som har valts är slitstarka utefter komponenternas funktion vilket kommer medföra en lång livslängd. Materialen som valdes; aluminium, PET och rostfritt stål, är dessutom återvinningsbara. Kravet kring att minimera komponenter uppfylls också då komponenterna har minimerats under processen i den iterativa konceptualiseringen.

Kraven för ergonomi uppfylls alla, förutom möjligheten kring att justera höjd på brevställ. Det främre brevstället är inte justerbart i höjd då det konstruktionsmässigt inte får plats i förarhytten med olika höjder. Det främre brevstället sitter precis under styret vilket ger en överblick för den som kör fordonet vilket ökar förarens navigering och medvetenhet under färden. Användaren kan justera vinkeln på det främre brevstället genom den konstruerade axeln som möjliggör vridning i ett led. Kravet kring direkt belysning på brevställningen uppfylls då en lampa finns riktad på det främre brevstället som fästs ovanför i taket. Föraren har dessutom full sikt genom alla fönster och vinklar då inget av interiören blockerar dessa. Fordonet EVIG erbjuder även sätesvärme som redan är uppfyllt av Clean Motion. Alla komponenter är även lättåtkomliga där användaren inte behöver sträcka sig på en fysiskt dålig nivå. Vid sträckning av överkropp för att nå komponenter på instrumentbrädan rekommenderas att stolen är framskjuten för att användaren inte ska behöva sträcka sig så långt.

## 4.2 Felkällor och vidareutveckling

Det finns felkällor som uppkommit under arbetets gång. Den främsta felkällan är att datainsamlingen främst har baserats på Postnord och dess medarbetare vid intervjuer och observation. Då arbetet hade involverat fler postoperatörer från andra delar av världen hade resultatet eventuellt sett annorlunda ut då andra krav och behov eventuellt hade funnits. Det blev en avgränsning som gjordes då Postnord var mest tillgängligt och det största postföretaget i Sverige. Det finns även andra postoperatörer i Sverige som datainsamlingen hade kunnat inkludera, men ingen av dem har fokus på "last mile delivery" i större städer som projektet riktade sig till. Ett exempel är den utvecklade gummibandslådan som direkt framkom efter intervju med brevbärare från Postnord som upplevde att gummiband var utspridda runt om i hela fordonet. Datainsamlingen tar inte upp om andra postoperatörer använder gummiband i deras arbete, därmed är det eventuellt inte ett behov hos andra företag. Gummibandslådan behöver inte vara dedikerad till just gummiband utan kan vara applicerbar för andra behov av förvaring också.

Fordonet är anpassningsbart i olika varianter där kunden antingen kan välja att ha en öppen sida eller en fast vägg på vänster sida utefter önskemål. Till det utvecklade konceptet är det mest optimala för användaren att ha en öppnad vänster sida för att kunna fylla på post från det bakre utrymmet från utsidan. Men detta ställer nya krav på att skydda mot regn som arbetet inte tog i beaktning. Detta ger en vidareutvecklingsmöjlighet för att både kunna vara ergonomiskt för brukaren men även skydda mot väta. En anpassning i fordonet är att ha en öppningsbar dörr på båda sidor för att möjliggöra för posthantering utanför fordonet samtidigt som den stängda dörren kan skydda mot regn.

Att kravet kring att skydda mot regn inte togs i beaktning i arbetet medför även en annan felkälla i användningen, vilket är att varubrev riskerar att bli blöta om ett blött ytterplagg hängs på kroken som är placerad ovanför. En brevbärare kommer antagligen kunna dra den slutsatsen själv och inte riskera att varubrev blir blöta vid användning av kroken. Men i ett drömscenario hade problemet varit uteslutet för en felfri användning.

I konceptualiseringen blev det flera iterativa faser för att vidareutveckla det slutliga konceptet. En av de faserna hade kunnat elimineras och tid sparats om konceptet vid ett tidigare tillfälle testats som skissmodell i fordonet EVIG. Då testningen utfördes hade redan konceptet utvecklats och när väl testningen gjordes kom insikten att komponenterna och konceptet var för stort för förarhytten. Modellen hade tidigare byggts upp i CAD i fordonet, men där gjordes aldrig insikten att konceptet var för stort eller skulle innebära en för stor vridning för brukaren. Det krävdes alltså att en verifiering gjordes i verkligheten där samspelet mellan interiören och brukaren analyserades. Detta innebar en vändning i utvecklandet och en ny iterativ fas inleddes där många av de tidigare komponenterna och utformningen fick elimineras.

En del som lämnats för vidare utveckling är lampan vars primära syfte är att ge direkt belysning på breven vid mörker för att underlätta för brukaren. Arbetet resulterade i en utformning och placering av lampan, men ytterligare tekniska specifikationer utelämnas. Intensitet, riktning och storlek av ljuskälla samt koppling med bilbatteriet står inför utveckling. Ljuskällan bör vara utformad för att främja en god ergonomi till användaren, genom att inte vara bländande och ha ett arbetsanpassat ljus. Ett krav för vidare utveckling av lampan är att inte blända föraren eller mötande trafik i mörker för att därmed innebära en eventuell fara i trafiken. Lampan skulle kunna erbjuda enkel på- och avstängning för brukaren som enbart använder lampan vid kortare sekvenser vilket därmed motverkar att den används under längre körsträckor. Den skulle även kunna ha fixerade riktningar för att eliminera bländning av mötande trafik.

Den personliga lådan erbjuder skymd förvaring under sätet men är öppet och erbjuder ingen låsning. Detta skulle kunna vara en felkälla kring om användaren upplever att lådan inte är säker nog att kunna lämna sina värdesaker i, speciellt om fordonet har öppna sidoväggar då lådan blir extra tillgänglig. Att lådan skulle vara försedd med ett lock och låsning skulle göra konstruktionen och tillverkningen mer komplicerad med större materialåtgång, vilket skulle öka kostnaderna. Detta skulle kunna undersökas vidare genom att samla in data från användarna i form av deras åsikter, exempelvis genom en enkät eller intervju.

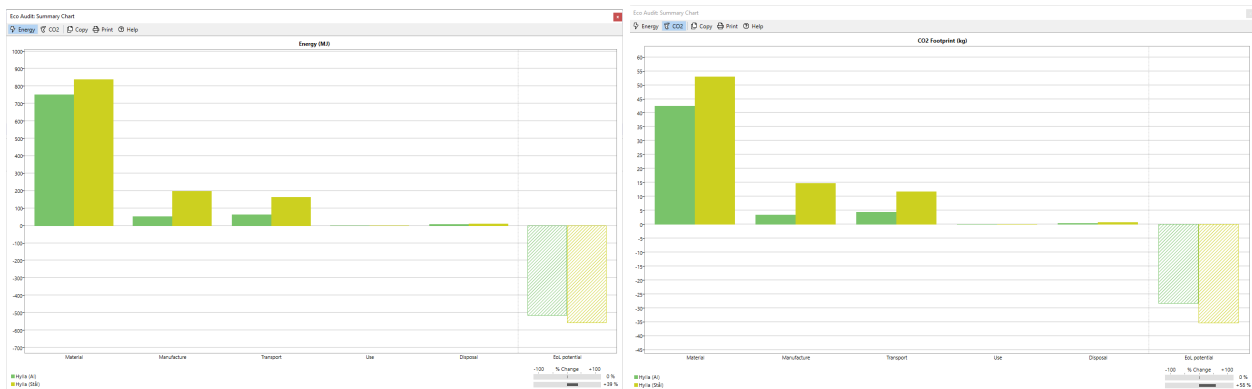
### 4.3 Hållbarhetsanalys

I nulägesanalysen betonades att det var viktigt att materialval görs för att gynna återvinning och öka livslängden för produkten. Detta uppfylldes genom att välja materialet aluminium till majoriteten av komponenterna. Av de två material som valdes på grund av att de var slitstarka, alltså har hög sträckgräns och har hög livslängd, visade Granta EduPack att aluminium var det som var mest miljövänligt (Se figur 52). Aluminium är även en av de mest miljövänliga metallerna på jorden

(IGO profil, 2023). Det är den metallen som procentuellt är mest återvunnen av alla metaller. Aluminium är återvinningsbart eftersom det kan smältas och omformas utan att förlora sina egenskaper vilket betyder att den i princip kan återvinnas i all oändlighet. Även den andra metallen som används i konceptet, rostfritt stål kan återvinnas (Skrotsamlaren, 2021). Till sist valdes sandwichpaneler i materialet PET och enligt tillverkaren DIAB är panelerna återvinningsbara (DIAB, u.å.).

För att öka livslängden på produkterna valdes material med hög livslängd, såsom aluminium med 75 års livslängd. Även materialet PET som hyllplanen är gjorda av kan få en lång livslängd om materialet tas hand om på rätt sätt. Detta skulle till exempel kunna innebära att skydda materialet från UV-strålning. En annan åtgärd för att öka livslängden på hyllan var att göra de diagonala axlarna på sidorna i rostfritt stål. I jämförelse med aluminium är rostfritt stål sämre ur ett miljöperspektiv när det kommer till koldioxid- och energiåtgång (Se figur 53). Men anledningen till att det valdes till de diagonala axlar är på grund av att materialet har en högre sträckgräns än aluminium vilket betyder att det kan klara av högre yttre krafter utan att deformeras (Se bilaga H). Detta är fördelaktigt eftersom listerna är relativt små och sköra men behöver bära upp mycket tyngd i form av standardlådor med post. Därför valdes rostfritt stål för att minska sannolikheten att komponenterna deformeras vilket därmed ökar produktens livslängd.

Ur ett tillverkningsperspektiv är det viktigt att materialen har låg miljöpåverkan och att utvinning av nya råvaror från jorden minskas. Med detta i åtanke valdes återvunna material, vilket fungerar effektivt för aluminiumet eftersom det kan återvinnas i oändlighet utan att förlora sina egenskaper.



Figur 53: Diagram för energiåtgång och koldioxidfotavtryck för aluminium (grön stolpe) jämfört med rostfritt stål (gul stolpe) (Bilder används med tillstånd av ANSYS, Inc.)

I nulägesanalysen konstaterades att det är lämpligt att minimera vikten ur miljösynpunkt så att mindre energi går åt under användningsfasen. Detta gjordes genom att utveckla produkterna med så få delar som möjligt och använda lätta material. Ett exempel är att hyllan först skulle bestå av tre hyllplan och kunna ha tre lådor. Men efter ergonomiska analyser valdes den översta hyllan bort, dels för att den var precis vid huvudet vilket förhindrade sikt och kunde ge en obehaglig känsla och, dels för att konstruktionen blir lättare då. Även paketlådan bestod först av mer material eftersom den hade högre kanter runt om, men dessa kanter valdes att göra kortare för en lättare vikt. Postlådan som sitter framtill i fordonet är fäst i luften i T-spåret istället för på golvet vilket också bidrar till en lättare vikt. En annan åtgärd för att minska energiåtgång under användning var att koppla lampan

till samma batteri som fordonet drivs av, på så sätt behöver inga batterier i lampan bytas och brukaren kan inte glömma att släcka den av misstag. Till sist konstaterades att det ur miljösynpunkt är fördelaktigt att utveckla för att underlätta användningen. Det löstes genom att erbjuda mycket plats för post i förarhytten vilket leder till att användaren slipper gå fram och tillbaka och bära tunga lådor så ofta.

För att se till att produkten har ett optimerat "End of Life" är det viktigt att den kan plockas isär och att de olika delarna kan återvinnas. Som tidigare nämnt används återvinningsbara material. Delarna är även lätta att plocka isär eftersom de sitter fast med skruvar som enkelt kan skruvas loss. Monomaterial används på alla delar förutom hyllan, alltså har alla enskilda komponenter ett och samma material vilket innebär att de kan återvinnas utan att behöva plockas isär. Hyllan består av flera material men alla delar med olika material kan lätt plockas isär.

Till sist kan osäkerheter när det kommer till konceptets hållbarhet diskuteras. En osäkerhet är att sandwich panelerna i PET som används inte är gjorda av återvunnet material till skillnad från aluminiumet och stålet. Detta betyder att resurser behöver utvinna från jorden vid tillverkning av paneler, vilket är negativt ur miljösynpunkt. Men även om de inte är gjorda av återvunnet material från början kan de enligt DIAB återvinnas i slutet av sin livscykel vilket är positivt ur en miljösynpunkt. Slutligen är kostnaden en stor faktor när det kommer till materialval. En avgränsning i projektet har varit att inte beräkna eller ta hänsyn till några kostnader men eftersom det är en såpass stor faktor när det kommer till materialval kan det diskuteras. När det kommer till att välja material är det idealt att välja de mest hållbara materialen ur en miljösynpunkt, men de mest hållbara materialen kan vara kostsamma. Sandwichpanelen som valdes i projektet har en rimlig kostnad och anses därför vara lämplig.

## 4.4 Ergonomiska situationen

När det kommer till den ergonomiska situationen i fordonet EVIG med det framtagna konceptet så finns det både fördelar och nackdelar. En av nackdelarna är att hyllan är placerad bredvid sätet vilket gör att användaren måste göra en oergonomisk vridning med överkroppen vid förflyttning av post från lådorna på hyllan. Projektgruppen testade denna vridning både i fordonet och i VR och bedömde att den inte var optimal. Detta valdes att förbises på grund av att det finns ett annat alternativ att förflytta post från lådorna på hyllan till den främre postlådan. Med utgångspunkt från fordonet så kan användaren göra momentet från utsidan på vänster sida i fordonets färdriktning. Det finns alltså ett val att gå ut och öppna dörren och göra det från utsidan och detta kan till och med rekommenderas till användaren så att det blir en så ergonomisk upplevelse som möjligt. Det problem som uppstår är att användaren kan välja att ta genvägar på grund av den stress som uppkommer i arbetet. Det kan leda till att användaren ändå väljer att utföra momentet från insidan. I slutändan är det upp till användaren hur arbetet utförs men det är viktigt att det finns ett ergonomiskt alternativ.

En annan felkälla när det kommer till ergonomin är att ingen hänsyn tas till alla percentiler när det kommer till kroppslängd. Lösningen har endast testats för två olika längder, vilket är längderna på våra två personor. Men det finns de som är längre och de som är kortare så justeringar skulle kunna

behöva göras för att anpassa höjd på komponenter och likande till de percentiler som inte togs hänsyn till.

Men generellt förser konceptet användaren med tillförlitlig ergonomi och en god social hållbarhet utifrån de verifieringar som utförts. Hyllan är på en höjd som gör att sikten genom fönstret inte skymms och brukaren behöver inte böja sig för att ta post från det övre hyllplanet. Den främre postlådan är placerad på ett sätt som gör att brevbäraren enkelt kan snegla på de brev som ligger där och få en påminnelse om vilken som är nästa adress. Post kan även tas från lådan utan vridning eller böjning. Med sätet som kan skjutas fram blir mugghållarna och gummibandslådan lätta att nå. Mobil/GPS hållaren som finns på samma sida som utgången på fordonet tillhandahåller vägledning och gör det smidigt att ta mobil i förbifarten. Lådan under sätet förser användaren med en trygghet att personliga tillhörigheter kan gömmas när användaren lämnar fordonet. Kroken som befinner sig på samma sida gör det enkelt för användaren att hänga upp eller ta sin jacka. Lampan som sitter placerad över posten bidrar till den kognitiva ergonomin och gör det lättare för användaren att se texten på posten efter skymning. Sist men inte minst får det plats upp till 800 brev i förarhytten vilket hjälper användaren väsentligt eftersom det minskar antalet gånger användaren behöver gå mellan bakre utrymmet och förarhytten. Även möjligheten till att förvara varubrev i förarhytten bidrar till detta med hjälp av pakethållaren. Allt för att en brevbärare ska en så trevlig upplevelse som möjligt när de delar ut post i elfordonet EVIG.

# 5

## Slutsats

Förrhytten i fordonet EVIG kan inkludera nio komponenter som tillsammans underlättar för leverans av post för brevbärare. Dessa komponenter underlättar brevbärarens arbete genom att de erbjuder plats för stora volymer av post samt paketförvaring i förrhytten och minskar antalet gånger brevbäraren behöver ta sig till och från det bakre utrymmet. Det underlättar även arbetet genom att erbjuda en ergonomisk upplevelse som innebär att brevbäraren inte behöver vrida på nacken för att se posten eller sträcka sig för att nå komponenterna på instrumentbrädan. De kan även underlätta den kognitiva ergonomin genom att erbjuda belysning och hjälpmedel för navigation. Förrhytten kan utrustas med möjligheter att skymma användarens värdesaker och möjligheter till upphängning av ytterkläder för att upplevelsen ska bli behaglig.

Ett postbud arbetar med både det bakre utrymmet och den främre förrhytten. Postbudet levererar post genom att ta breven i förrhytten och överlämna dem till rätt adresser tills posten i förrhytten är slut. Därefter lämnar brevbäraren förrhytten och tar sig till det bakre utrymmet för att fylla på med mer post. De krav som postbudet ställer på förrhytten är att den ska rymma stora volymer av post vilket leder till att de inte behöver ta sig till det bakre utrymmet lika frekvent. De ställer även krav om att det ska finnas utrymme för personliga föremål, jacka, gummiband och vattenflaskor eller muggar. När det kommer till ergonomin ställer postbudet krav på att det ska finnas belysning och ett sätt att lättare kunna navigera under postturena.

Utrymmet i förrhytten maximeras genom att utrymmet både till höger och vänster om sätet utnyttjas. Det kan till exempel maximeras genom att erbjuda förvaring för post på ena sidan och förvaring för varubrev på den motsatta sidan. Som tidigare nämnts underlättas därmed användarens arbete till följd av att förvaringen är maximerad. Utrymmet kan även maximeras genom att utnyttja instrumentpanelen, t-spåren och chassi för fästningar samt det tomma utrymmet under sätet.

# Källhänvisning

Abbot, R. (24 maj 2019). *Why Electric Cars Are Getting Lighter*. VHR.  
<https://blog.v-hr.com/blog/why-electric-cars-are-getting-lighter>

Anslys Granta Edupack software. ANSYS Inc. Cambridge. UK. 2021

Berlin, C & Adams C. (2017). *Production Ergonomics: Designing Work Systems to Support Optimal Human Performance*. London: Ubiquity Press. DOI: <https://doi.org/10.5334/bbe>. License: CC-BY 4.0

Bring. (2020). *Vi är alla ansvariga för vår miljö och framtid*.  
<https://www.bring.se/miljo/alla-ansvariga-for-miljo-framtid>

Clarence, L. (2022). *Rotating cluster mail box and central parcel delivery system*. (CN115052502A). European Patent Office.

Club Car. (u.å). *Utility Vehicles Equipped for you*.  
<https://www.clubcar.com/en-us/commercial/fit-to-task>

Dagensps. (21 november 2022). *Postnord gör största beställningen av elbilar någonsin*.  
<https://www.dagensps.se/motor/postnord-gor-storsta-bestallningen-av-elbilar-nagonsin/>

DIAB. (u.å). *DIAB's Divinycell PY*.  
<https://www.diabgroup.com/products-services/divinycell-pet/divinycell-py/>

Durell, S. (2004). *System for sorting and delivering mail*. (CA2439333A1). European Patent Office.

Elbilsstatistik. (2022). <https://www.elbilsstatistik.se/>

Esagono Energia. (u.å). *Gastone electric pick-up van*.  
<https://esagonoenergia.com/en/home-eng/gastone-van/>

Evertiq. (25 september 2017). *Postnord får en ny flotta elektriska golfbilar från Garia*.  
<https://evertiq.se/news/34129>

Fortuna, A. (5 maj 2019). *How does plastic cause air pollution?. RePurpose*.  
<https://repurpose.global/blog/post/how-does-plastic-cause-air-pollution>

Framtid. (u.å). *Brevbärare*. <https://www.framtid.se/yrke/brevbarare>

Hako Ground & Garden. (u.å). *Landningssida Garia*.

[https://www.hako.se/garia/?gclid=Cj0KCQiAq5meBhCyARIsAJrtdr5bD3dGfzxWl-ACVpmgxfT3CSOU3jXfdjXKcFpFeyhrnmJ8-pbJYhoaAurgEALw\\_wcB](https://www.hako.se/garia/?gclid=Cj0KCQiAq5meBhCyARIsAJrtdr5bD3dGfzxWl-ACVpmgxfT3CSOU3jXfdjXKcFpFeyhrnmJ8-pbJYhoaAurgEALw_wcB)

Hållbarhetsguiden. (u.å). *Det naturliga steget*.

<https://hallbarhetsguiden.se/metoder/det-naturliga-steget/>

IGO Profil. (2023). *Vår guide över hållbara material*.

[https://www.igoprofil.se/content/landingspages/sustainable-dictionary?PID=sustainable\\_dictionary](https://www.igoprofil.se/content/landingspages/sustainable-dictionary?PID=sustainable_dictionary)

Johannesson, H., Persson, J., & Pettersson, D. (2013). *Produktutveckling : Effektiva metoder för konstruktion och design* (2 uppl.). Liber.

John Leffman. (9 februari 2021). Wikimedia Commons .

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/ca/Postnord\\_-\\_%28bil%29\\_-\\_Ystad-2021.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/ca/Postnord_-_%28bil%29_-_Ystad-2021.jpg)

Liggins, L. (2022). *Rotating cluster mail box and central parcel delivery system*. (CN115052502A). European Patent Office.

Metaller och Gruvor. (2 februari 2021). *Här är länderna som producerade mest stål 2020*.

<https://www.metallerochgruvor.se/20210202/7506/har-ar-landerna-som-producerade-mest-stal-2020>

Naturvårdsverket. (u.å). *Farligt avfall från Sverige påverkar människor och miljö utanför EU*.

<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/avfall/avfall--bade-resurssloseri-och-negativ-miljo-paverkan/farligt-avfall-fran-sverige-paverkar-manniskor-och-miljo-utanfor-eu/>

Nordisk Alu Profil. (2020). *Varför aluminium*.

<https://www.nordiskaluprofil.se/om-oss/varfor-aluminium>

Onfleet. (21 januari 2023). *What is Last Mile Delivery?*.

<https://onfleet.com/blog/what-is-last-mile-delivery/>

Oppna. (u.å.). *Hur Mycket Väger Ett C5 Kuvert?*.

<https://oppna.info/info/13696/hur-mycket-vaeger-ett-c5-kuvert>

Patrick, R. (1989). *Integrated modular portable mail tray delivery system and components*. (US4889397A). European Patent Office.

Polisen. (1 februari 2022). *Mobilanvändning i trafiken*.

<https://polisen.se/lagar-och-regler/trafik-och-fordon/mobilanvandning-i-trafiken/>

Postnord. (23 november 2022). *Så fungerar varannandagsutdelning*.

<https://www.postnord.se/om-oss/pressmeddelanden/framtidens-post/sa-fungerar-varannandagsutdelning>

Postnord. (u.å). *Varubrev*. <https://www.postnord.se/skicka-forsandelser/brev-och-paket/varubrev>

Reynaers. (9 mars 2022). *The life cycle of aluminium*.  
<https://www.reynaers.com/inspiration/stories/life-cycle-aluminium>

Skrotsamlaren. (8 februari 2021). *Så återvinns rostfritt stål*.  
<https://skrotsamlaren.se/2021/02/08/sa-atervinns-rostfritt-stal/>

Sveriges Radio. (16 september 2022). *Postnord slutar dela ut reklam i brevlådan*.  
<https://sverigesradio.se/artikel/postnord-slutar-dela-ut-reklam-i-brevladan>

Trafikanalys. (16 juni 2022). *Postverksamhet 2021*. Andreas Holmström.  
<https://www.trafa.se/globalassets/statistik/postverksamhet/2021/postverksamhet-2021.pdf>

Weland Stål AB. (U.å.). *Ytbehandling*.  
[https://www.welandstal.se/?ID=YTBEHANDLING\\_TAKSKYDD&sLang=sv-se](https://www.welandstal.se/?ID=YTBEHANDLING_TAKSKYDD&sLang=sv-se)

White, P., St. Pierre, L., & Belletire, S. (2012). *Okala Ecodesign Strategy Guide*  
<http://www.okala.net/Okala%20Ecodesign%20Strategy%20Guide%202012.pdf>

# Bilagor

## Bilaga A: Intervjuguide djupintervjuer brevbärare

### Profil:

- Vad heter du?
- Hur gammal är du?

### Arbetet:

- Hur länge arbetade du som brevbärare?
- Vad var det bästa med att arbeta som brevbärare?
- Vad var det sämsta med att arbeta som brevbärare?
  - Är det tungt, stressigt?
- Vad är viktigt att tänka på när man jobbar som brevbärare?
- Vilka utmaningar finns det när man jobbar som brevbärare?
- Vilka transportmedel användes under ert arbete?
  - Var körde ni oftast? Körde ni något i stan?
- Beskriv en typisk dag som brevbärare?
  - Hur länge kör man?
- Hur var det sociala under arbetet, kändes det ensamt, hade man kontakt med kollegor?
- Hur var inläringen, hur gick det att förstå systemet och hur arbetet gick till?
- Var det lätt att göra misstag i arbetet?
- Behövs breven sorteras under färden eller är detta klart sedan innan?

### Förrhytten:

- Vad hade ni med er under färden? Exempelvis arbetsverktyg, mat, dryck, personliga tillhörigheter etc.
- Upplevdes det kallt eller varmt?
- Fanns det möjlighet till avhängning av jacka?
- Vad brukar oftast fraktas i förrhytten? I bakre utrymmet?
- Vad önskar du kunde finnas tillgängligt i förrhytten?
- Hur många brev fanns i förrhytten?
- Var allt i hytten lättåtkomligt?
- Hur gick det till när du levererade brev?
- Hur ofta var du tvungen att gå till det bakre utrymmet?
- Var det något du saknade i hytten?
- Fanns det ett ställ för brev?
  - Är den justerbar?
- Var det något i förrhytten som var onödigt att ha?
- Var allting inom räckhåll?
- Vad skulle kunna förbättras i förrhytten?
- Beskriv hur din dröm-hytt ser ut? Tänk utanför boxen.

## Bilaga B: Intervjuguide fordonstekniker Postnord

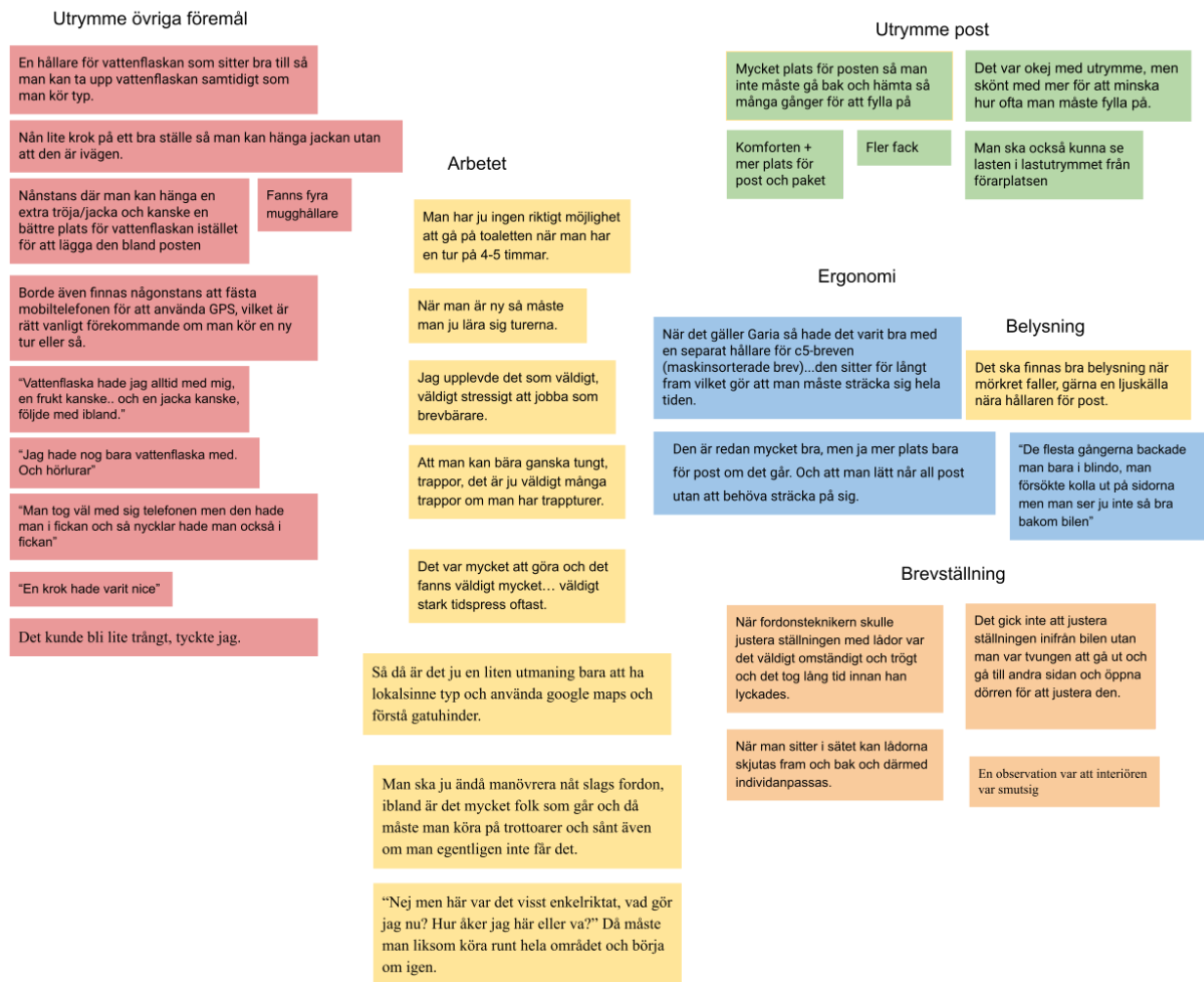
- Vad tycker brevbäraren om fordonet i dess arbete?
  - Jag har inte hört så mycket klagomål.
  - Många tycker det är dålig dämpning i sätet.
  - Sätet är inte justerbart och är därmed inte individanpassat i höjden eller i ryggstödet.
- Vad brukar oftast fraktas, i förarhytten? i bakre utrymmet?
  - I förarhytten finns tre lådor, en för brev, en för reklam och den nedersta för bland annat paket eller vad föraren känner för att ha där.
  - I det bakre utrymmet finns alla lådor med
- Är det Postnord som utvecklat ställningen för brev?
  - Det är Postnord som har utvecklat den själva ja.
- Kan brevvställningen anpassas till olika typer av post?
  - Eftersom brevbäraren tar brev från fram till bak i lådan så händer det att breven hamnar så långt bak att användaren måste sträcka sig långt eller har svårt att se vad som står på, då kan man lägga fram en ställning som gör att breven kommer längre fram i lådan, som därmed underlättar arbetet.
- Kan ställningen justeras till olika typer av människor?
  - När man sitter i sätet kan lådorna skjutas fram och bak och därmed individanpassas.
  - Behöver man dock ändra på höjden av ställningen kan man göra det från andra sidan. Då behöver man gå ut från hytten och öppna dörren från andra sidan för att justera det.
- Finns det mugghållare för vatten/kaffe?
  - Det finns fyra mugghållare i fronten.
- Hur fungerar hämtningen av post från bakre utrymmet till förarhytten?
  - Föraren sorterar själv posten för sin tur och placerar en så kallad "blöja" (ett blått brett band) i lådorna. Därefter fylls breven på i ordning i lådorna och tar med sig allt ner till depån där fordonen finns. Där lastar brevbäraren in alla lådor.
  - Vid hämtning av brev så tar föraren med sig brev med hjälp av "blöjan" och bär fram det och placerar den i lådan i ställningen.
- Ser du någon förbättringspotential med fordonet?
  - Att de bakre utrymmet skulle ha en utfällningsbar hylla så brevbäraren slipper sträcka sig långt in. Speciellt jobbigt för korta personer som måste sträcka sig högt och långt in för att nå, ibland tunga lyft.
  - Att fordonet skulle vara 100% på el, då värmen går på fossilt bränsle och lätt kan ta slut då föraren glömmer stänga av värmen under natten.
- Hur rapporterar användare in fel med fordonet? Till dig som tekniker?
  - I nuläget rapporterar föraren in fel genom att skicka in bilder till mig, detta är dock problematiskt då det inte finns ett samlat flöde med fel vilket gör att fordon kan rapporteras flertalet gånger av olika förare.
  - Vi har nyligen kommit ut med en ny tjänst där föraren scannar en QR-kod i bilen med sin arbetstelefon som loggas direkt till oss i ett samlat flöde. Men vi har fortfarande lite problem med användarvänligheten av det systemet, så det är inte riktigt i bruk än men förväntas fungera nu i höst.
- Är det något mer som vi behöver veta?
  - Den första april kommer Postnord sluta köra ut reklam, vilket vi tidigare har gjort. Detta kommer ju innebära att vi slipper det lastet och brevbärarna kommer slippa behöva släpa på det.

- Det är en säkerhetsfråga med att det bakre utrymmet alltid låser sig själv och ska vara stängt och låst i arbetet. Det bakre utrymmet öppnas bara då brevbäraren ska fylla på med brev till förarhytten.

## Bilaga C: Intervjuguide enkätundersökning

- Kön?
- Ålder?
- Hur länge har du jobbat som brevbärare?
- Hur stressigt är det att jobba som brevbärare?
- Hur tungt är det att jobba som brevbärare? Dvs. det fysiska arbetet såsom tunga lyft.
- Vilka transportmedel har du använt som brevbärare?
- Om du använde ett fordon med förarhytt, hur upplevde du arbetet i hytten?
- Fanns det tillräckligt med förvaring i förarhytten? För exempelvis personliga tillhörigheter, arbetsverktyg, kläder, dryck...
- Hur såg förvaringen ut för post?
- Fanns det tillräckligt med utrymme för post?
- Ungefär hur många brev förvaras där fram?
- Vad skulle kunna förbättras i förarhytten med tanke på förvaring?
- Hur ser din ultimata förarhytt ut? Tänk gärna utanför boxen.

## Bilaga D: Fullständig KJ-analys



## Bilaga E: Värdetabell för kriterier till Kesselringmatris

Storlek	
Antal brev (st)	Värde
<500	5
<400	4
<300	3
<200	2
<100	1

Konstruktion	
Möjlighet till fäste (%)	Värde
100	5
75	4
50	3
25	2
0	1

Underhåll	
Underhåll	Värde
Enkel	5
Förhållandevis enkel	4
Medel	3
Viss svårighet	2
Svår	1

Användning	
Användbarhet	Värde

Överraskar	5
Mycket användbar	4
Användbar	3
Lite användbar	2
Inte användbar	1

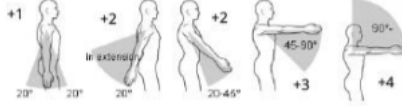
Hållbarhet	
Återvinningsbarhet (%)	Värde
100	5
75	4
50	3
25	2
0	1

Ergonomi	
Fysisk påfrestning	Värde
Ingen påfrestning	5
Enstaka påfrestning	4
Påfrestning	3
Hyfsad påfrestning	2
Hög påfrestning	1

# Bilaga F: Ergonomisk analys RULA för placering av mugghållare

## A. Arm and Wrist Analysis

### Step 1: Locate Upper Arm Position:



Step 1a: Adjust...  
 If shoulder is raised: +1  
 If upper arm is abducted: +1  
 If arm is supported or person is leaning: -1

**3**  
Upper Arm Score

### Step 2: Locate Lower Arm Position:



Step 2a: Adjust...  
 If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

**2**  
Lower Arm Score

### Step 3: Locate Wrist Position:



Step 3a: Adjust...  
 If wrist is bent from midline: Add +1  
 If wrist is twisted in mid-range: +1  
 If wrist is at or near end of range: +2

**1**  
Wrist Twist Score

**3**  
Wrist Score

### Step 5: Look-up Posture Score in Table A:

Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

**4**  
Posture Score A

### Step 6: Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held > 10 minutes):  
 Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

**0**  
Muscle Use Score

### Step 7: Add Force/Load Score

If load < .4.4 lbs. (intermittent): +0  
 If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
 If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
 If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

**0**  
Force / Load Score

### Step 8: Find Row in Table C

Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

**4**  
Wrist & Arm Score

## Scores

Table A		Wrist Score			
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist 1	Wrist Twist 2	Wrist Twist 3	Wrist Twist 4
1	1	1	2	2	2
1	2	2	2	2	3
1	3	3	3	3	3
1	4	4	4	4	4
2	1	2	3	3	3
2	2	3	3	3	4
2	3	4	4	4	4
2	4	5	5	5	5
3	1	3	4	4	4
3	2	4	4	4	5
3	3	5	5	5	5
3	4	6	6	6	6
4	1	4	4	4	5
4	2	4	4	4	5
4	3	4	4	5	5
4	4	5	5	5	6
5	1	5	5	5	6
5	2	5	6	6	6
5	3	6	6	6	7
5	4	6	6	7	7
6	1	7	7	7	7
6	2	7	7	7	8
6	3	8	8	8	8
6	4	8	8	8	9

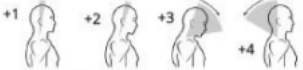
Table C		Neck, Trunk, Leg Score				
Wrist / Arm Score	Neck, Trunk, Leg Score	1	2	3	4	5
1	1	1	2	3	4	5
1	2	2	3	4	5	6
1	3	3	3	4	5	6
1	4	4	4	5	6	6
1	5	5	5	6	6	7
2	1	2	3	4	5	6
2	2	3	4	5	6	7
2	3	4	5	6	7	7
2	4	5	6	7	7	7
2	5	6	7	7	7	7

Scoring: (final score from Table C)  
 1-2 = acceptable posture  
 3-4 = further investigation, change may be needed  
 5-6 = further investigation, change soon  
 7 = investigate and implement change

**5**  
RULA Score

## B. Neck, Trunk and Leg Analysis

### Step 9: Locate Neck Position:



Step 9a: Adjust...  
 If neck is twisted: +1  
 If neck is side bending: +1

**4**  
Neck Score

### Step 10: Locate Trunk Position:



Step 10a: Adjust...  
 If trunk is twisted: +1  
 If trunk is side bending: +1

**2**  
Trunk Score

### Step 11: Legs:

If legs and feet are supported: +1  
 If not: +2

**1**  
Leg Score

Neck Posture Score	Table B: Trunk Posture Score				
	Legs 1	Legs 2	Legs 3	Legs 4	Legs 5
1	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
1	3	4	5	6	7
1	4	5	6	7	7
1	5	6	7	7	7
2	2	3	4	5	6
2	3	4	5	6	7
2	4	5	6	7	7
2	5	6	7	7	7
2	6	7	7	7	7
3	3	4	5	6	7
3	4	5	6	7	7
3	5	6	7	7	7
3	6	7	7	7	7
3	7	7	7	7	7
3	8	8	8	8	8
3	9	9	9	9	9

### Step 12: Look-up Posture Score in Table B:

Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

**5**  
Posture B Score

### Step 13: Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held > 10 minutes),  
 Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

**0**  
Muscle Use Score

### Step 14: Add Force/Load Score

If load < .4.4 lbs. (intermittent): +0  
 If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
 If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
 If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

**0**  
Force / Load Score

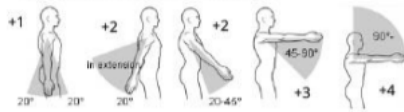
### Step 15: Find Column in Table C

Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

**5**  
Neck, Trunk, Leg Score

**A. Arm and Wrist Analysis**

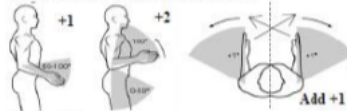
**Step 1: Locate Upper Arm Position:**



Step 1a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

1  
Upper Arm Score

**Step 2: Locate Lower Arm Position:**



Step 2a: Adjust...  
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

2  
Lower Arm Score

**Step 3: Locate Wrist Position:**



Step 3a: Adjust...  
If wrist is bent from midline: Add +1

1  
Wrist Twist Score

**Step 4: Wrist Twist:**

If wrist is twisted in mid-range: +1  
If wrist is at or near end of range: +2

2  
Wrist Score

**Step 5: Look-up Posture Score in Table A:**

Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

2  
Posture Score A

**Step 6: Add Muscle Use Score**

If posture mainly static (i.e. held > 10 minutes),  
Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

0  
Muscle Use Score

**Step 7: Add Force/Load Score**

If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

0  
Force / Load Score

**Step 8: Find Row in Table C**

Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

2  
Wrist & Arm Score

**Scores**

Table A		Wrist Score			
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist
1	1	1	2	2	3
1	2	2	2	2	3
1	3	3	3	3	3
2	1	2	3	3	4
2	2	3	3	3	4
2	3	4	4	4	5
3	1	3	4	4	4
3	2	3	4	4	4
3	3	4	4	4	4
4	1	4	4	4	4
4	2	4	4	4	4
4	3	4	4	4	4
5	1	5	5	5	5
5	2	5	5	5	5
5	3	6	6	6	6
6	1	7	7	7	7
6	2	8	8	8	8
6	3	9	9	9	9

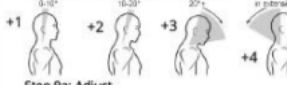
Table C		Neck, Trunk, Leg Score					
Wrist / Arm Score	Neck, Trunk, Leg Score	1	2	3	4	5	6
1	1	1	2	3	4	5	6
1	2	2	3	4	4	5	5
1	3	3	3	4	4	5	5
2	1	4	4	4	4	5	5
2	2	4	4	4	4	5	5
2	3	4	4	4	4	5	5
3	1	5	5	5	5	6	6
3	2	5	5	5	5	6	6
3	3	5	5	5	5	6	6

**Scoring: (final score from Table C)**  
1-2 = acceptable posture  
3-4 = further investigation, change may be needed  
5-6 = further investigation, change soon  
7 = investigate and implement change

4  
RULA Score

**B. Neck, Trunk and Leg Analysis**

**Step 9: Locate Neck Position:**



Step 9a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

4  
Neck Score

**Step 10: Locate Trunk Position:**



Step 10a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

2  
Trunk Score

**Step 11: Legs:**

If legs and feet are supported: +1  
If not: +2

1  
Leg Score

Neck Posture Score	Table B: Trunk Posture Score					
	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs
1	1	2	3	4	5	6
1	2	2	3	4	5	6
2	2	3	4	5	5	6
2	3	3	4	4	5	6
3	3	4	4	5	5	6
3	4	4	5	5	6	6
4	4	5	5	6	6	6
4	5	5	6	6	6	6
5	5	6	6	6	6	6
5	6	6	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	6

**Step 12: Look-up Posture Score in Table B:**  
Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

5  
Posture B Score

**Step 13: Add Muscle Use Score**

If posture mainly static (i.e. held > 10 minutes),  
Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

0  
Muscle Use Score

**Step 14: Add Force/Load Score**

If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

0  
Force / Load Score

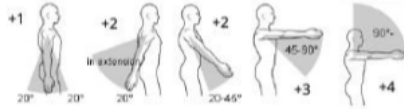
**Step 15: Find Column in Table C**

Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

5  
Neck, Trunk, Leg Score

**A. Arm and Wrist Analysis**

**Step 1: Locate Upper Arm Position:**



Step 1a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

**3**  
Upper Arm Score

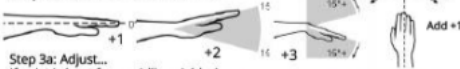
**Step 2: Locate Lower Arm Position:**



Step 2a: Adjust...  
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

**2**  
Lower Arm Score

**Step 3: Locate Wrist Position:**



Step 3a: Adjust...  
If wrist is bent from midline: Add +1

**1**  
Wrist Twist Score

**3**  
Posture Score A

**0**  
Muscle Use Score

**0**  
Force / Load Score

**3**  
Wrist & Arm Score

**Scores**

Table A		Wrist Score					
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist
1	1	1	2	2	2	3	3
1	2	2	2	2	2	3	3
1	3	3	3	3	3	3	4
2	1	2	3	3	3	4	4
2	2	3	3	3	3	4	4
2	3	3	4	4	4	4	5
3	1	2	3	3	3	4	4
3	2	3	3	3	3	4	4
3	3	4	4	4	4	5	5
4	1	2	3	3	3	4	4
4	2	3	4	4	4	5	5
4	3	4	4	4	4	5	5
5	1	5	5	5	5	6	6
5	2	5	6	6	6	7	7
5	3	6	6	6	6	7	7
6	1	7	7	7	7	8	8
6	2	8	8	8	8	9	9
6	3	9	9	9	9	9	9

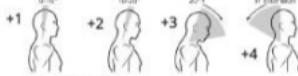
Table C		Neck, Trunk, Leg Score					
Wrist / Arm Score	Neck	Trunk	Leg	Score	Score	Score	Score
1	1	2	3	4	5	6	7+
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Scoring: (final score from Table C)  
1-2 = acceptable posture  
3-4 = further investigation, change may be needed  
5-6 = further investigation, change soon  
7 = investigate and implement change

**4**  
RULA Score

**B. Neck, Trunk and Leg Analysis**

**Step 9: Locate Neck Position:**



Step 9a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

**2**  
Neck Score

**Step 10: Locate Trunk Position:**



Step 10a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

**3**  
Trunk Score

**Step 11: Legs:**

If legs and feet are supported: +1  
If not: +2

**1**  
Leg Score

Neck Posture Score	Table B: Trunk Posture Score					
	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs
1	1	2	3	4	5	6
2	2	2	3	4	5	6
3	3	3	4	5	6	7
4	4	4	5	6	7	8
5	5	5	6	7	7	8
6	6	6	6	7	7	8

**Step 12: Look-up Posture Score in Table B:**

Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

**4**  
Posture B Score

**Step 13: Add Muscle Use Score**

If posture mainly static (i.e. held-10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

**0**  
Muscle Use Score

**Step 14: Add Force/Load Score**

If load < .4.4 lbs. (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

**0**  
Force / Load Score

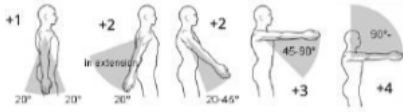
**Step 15: Find Column in Table C**

Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

**4**  
Neck, Trunk, Leg Score

**A. Arm and Wrist Analysis**

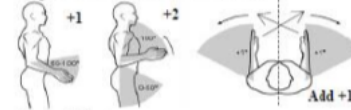
**Step 1: Locate Upper Arm Position:**



Step 1a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

**3**  
Upper Arm Score

**Step 2: Locate Lower Arm Position:**



Step 2a: Adjust...  
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

**1**  
Lower Arm Score

**Step 3: Locate Wrist Position:**



Step 3a: Adjust...  
If wrist is bent from midline: Add +1

**1**  
Wrist Twist Score

**Step 4: Wrist Twist:**

If wrist is twisted in mid-range: +1  
If wrist is at or near end of range: +2

**2**  
Wrist Score

**Step 5: Look-up Posture Score in Table A:**

Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

**4**  
Posture Score A

**Step 6: Add Muscle Use Score**

If posture mainly static (i.e. held >10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

**0**  
Muscle Use Score

**Step 7: Add Force/Load Score**

If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

**0**  
Force / Load Score

**Step 8: Find Row in Table C**

Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

**4**  
Wrist & Arm Score

**Scores**

Table A		Wrist Score			
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist
1	1	1	2	2	2
1	2	2	2	2	2
1	3	2	3	3	3
1	4	2	4	4	4
2	1	2	3	3	3
2	2	3	3	3	3
2	3	3	4	4	4
2	4	3	4	4	4
3	1	3	4	4	4
3	2	4	4	4	4
3	3	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4
4	1	4	4	4	4
4	2	4	4	4	4
4	3	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4
5	1	5	5	5	5
5	2	5	5	5	5
5	3	5	5	5	5
5	4	5	5	5	5
6	1	6	6	6	6
6	2	6	6	6	6
6	3	6	6	6	6
6	4	6	6	6	6

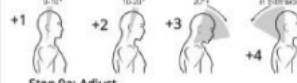
Table C		Neck, Trunk, Leg Score						
Wrist / Arm Score	Neck, Trunk, Leg Score	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	1	2	3	4	5	5	5
1	2	2	3	4	4	5	5	5
1	3	3	3	4	4	5	5	5
1	4	4	4	4	5	6	6	6
1	5	4	4	4	5	6	7	7
1	6	4	4	4	5	6	7	7
1	7	5	5	6	6	7	7	7
1	8+	5	5	6	7	7	7	7

Scoring: (final score from Table C)  
1-2 = acceptable posture  
3-4 = further investigation, change may be needed  
5-6 = further investigation, change soon  
7 = investigate and implement change

**3**  
RULA Score

**B. Neck, Trunk and Leg Analysis**

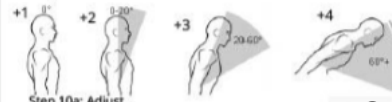
**Step 9: Locate Neck Position:**



Step 9a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

**1**  
Neck Score

**Step 10: Locate Trunk Position:**



Step 10a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

**2**  
Trunk Score

**Step 11: Legs:**

If legs and feet are supported: +1  
If not: +2

**1**  
Leg Score

Neck Posture Score	Table B: Trunk Posture Score					
	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs	Legs
1	1	2	2	1	2	1
2	2	3	3	4	5	5
3	3	3	3	4	5	5
4	5	5	5	6	6	6
5	7	7	7	7	7	7
6	8	8	8	8	8	8

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:  
Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

**2**  
Posture B Score

**Step 13: Add Muscle Use Score**

If posture mainly static (i.e. held >10 minutes), Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

**0**  
Muscle Use Score

**Step 14: Add Force/Load Score**

If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

**0**  
Force / Load Score

**Step 15: Find Column in Table C**

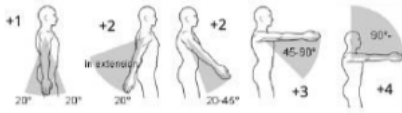
Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

**2**  
Neck, Trunk, Leg Score

# Bilaga G: Ergonomisk analys RULA för användning av ett tredje hyllplan högst upp

## A. Arm and Wrist Analysis

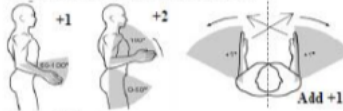
### Step 1: Locate Upper Arm Position:



Step 1a: Adjust...  
If shoulder is raised: +1  
If upper arm is abducted: +1  
If arm is supported or person is leaning: -1

5  
Upper Arm Score

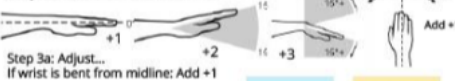
### Step 2: Locate Lower Arm Position:



Step 2a: Adjust...  
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

3  
Lower Arm Score

### Step 3: Locate Wrist Position:



Step 3a: Adjust...  
If wrist is bent from midline: Add +1

2  
Wrist Twist Score

3  
Wrist Score

### Step 4: Wrist Twist:

If wrist is twisted in mid-range: +1  
If wrist is at or near end of range: +2

### Step 5: Look-up Posture Score in Table A:

Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

7  
Posture Score A

### Step 6: Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held >10 minutes),  
Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

0  
Muscle Use Score

### Step 7: Add Force/Load Score

If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

1  
Force / Load Score

### Step 8: Find Row in Table C

Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

8  
Wrist & Arm Score

Table A		Wrist Score								
		1	2	3	4					
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist	1	2	2	2	3	3	3	
		Wrist Twist	1	2	1	2	1	2	1	2
		Wrist Twist	1	2	3	3	3	3	4	4
		Wrist Twist	1	2	3	3	3	3	4	4
		Wrist Twist	2	3	3	3	3	4	4	4
		Wrist Twist	3	3	4	4	4	4	5	5
1	2	2	2	2	2	3	3	3		
	3	2	3	3	3	3	4	4		
	1	2	3	3	3	3	4	4		
	2	3	3	3	3	4	4	4		
	3	3	4	4	4	4	5	5		
	1	3	3	4	4	4	4	5		
2	2	3	4	4	4	4	5	5		
	3	3	4	4	4	4	5	5		
	1	3	4	4	4	4	5	5		
	2	3	4	4	4	4	5	5		
	3	4	4	4	4	4	5	5		
	1	4	4	4	4	4	5	5		
3	2	4	4	4	4	5	5	5		
	3	4	4	4	4	5	5	5		
	1	5	5	5	5	6	6	6		
	2	5	6	6	6	6	7	7		
	3	6	6	6	6	7	7	7		
	1	7	7	7	7	8	8	8		
4	2	8	8	8	8	9	9	9		
	3	9	9	9	9	9	9	9		
	1	5	5	5	5	6	6	6		
	2	6	6	6	6	7	7	7		
	3	6	6	6	6	7	7	7		
	1	7	7	7	7	8	8	8		
5	2	8	8	8	8	9	9	9		
	3	9	9	9	9	9	9	9		
	1	5	5	5	5	6	6	6		
	2	6	6	6	6	7	7	7		
	3	6	6	6	6	7	7	7		
	1	7	7	7	7	8	8	8		
6	2	8	8	8	8	9	9	9		
	3	9	9	9	9	9	9	9		

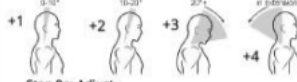
Table C		Neck, Trunk, Leg Score						
		1	2	3	4	5	6	7+
Wrist / Arm Score	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	4	5	6	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7	

Scoring: (final score from Table C)  
1-2 = acceptable posture  
3-4 = further investigation, change may be needed  
5-6 = further investigation, change soon  
7 = investigate and implement change

6  
RULA Score

## B. Neck, Trunk and Leg Analysis

### Step 9: Locate Neck Position:



Step 9a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

2  
Neck Score

### Step 10: Locate Trunk Position:



Step 10a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

2  
Trunk Score

### Step 11: Legs:

If legs and feet are supported: +1  
If not: +2

1  
Leg Score

Neck	Table B: Trunk Posture Score												
	1	2	3	4	5	6							
Posture Score	Legs	1	2	1	2	1	2	1	2				
	Legs	1	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7	
	Legs	2	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7
	Legs	3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7
	Legs	4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8
	Legs	5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9
Legs	6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:  
Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

2  
Posture B Score

### Step 13: Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held >10 minutes),  
Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

0  
Muscle Use Score

### Step 14: Add Force/Load Score

If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

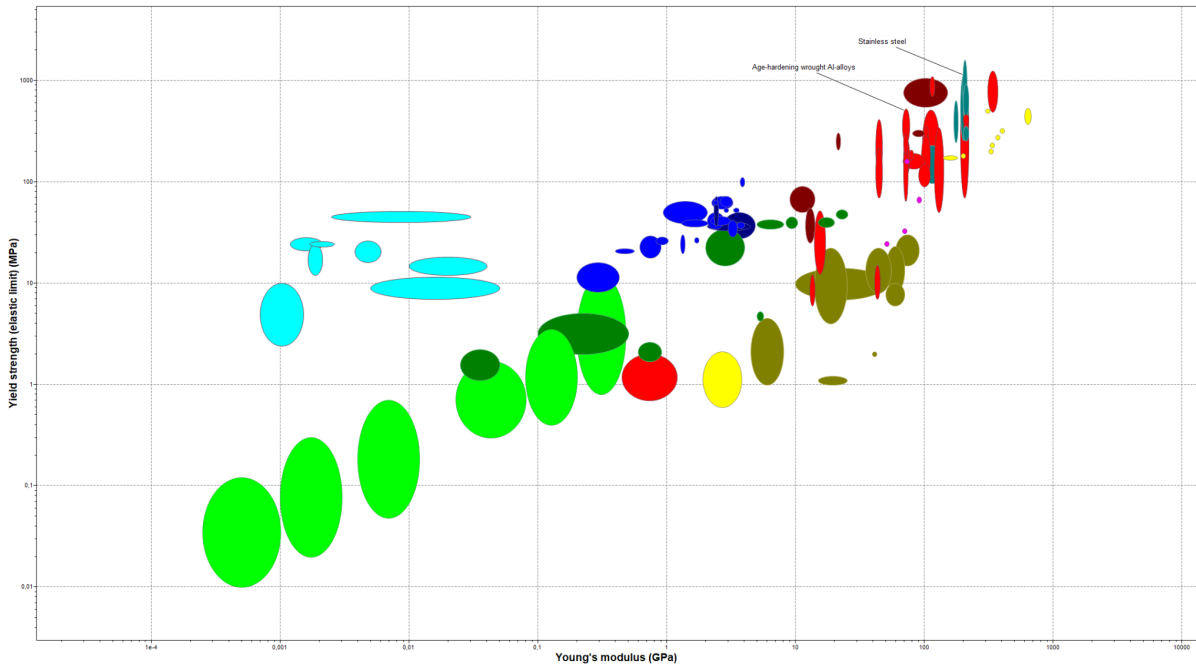
1  
Force / Load Score

### Step 15: Find Column in Table C

Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C. Neck, Trunk, Leg Score

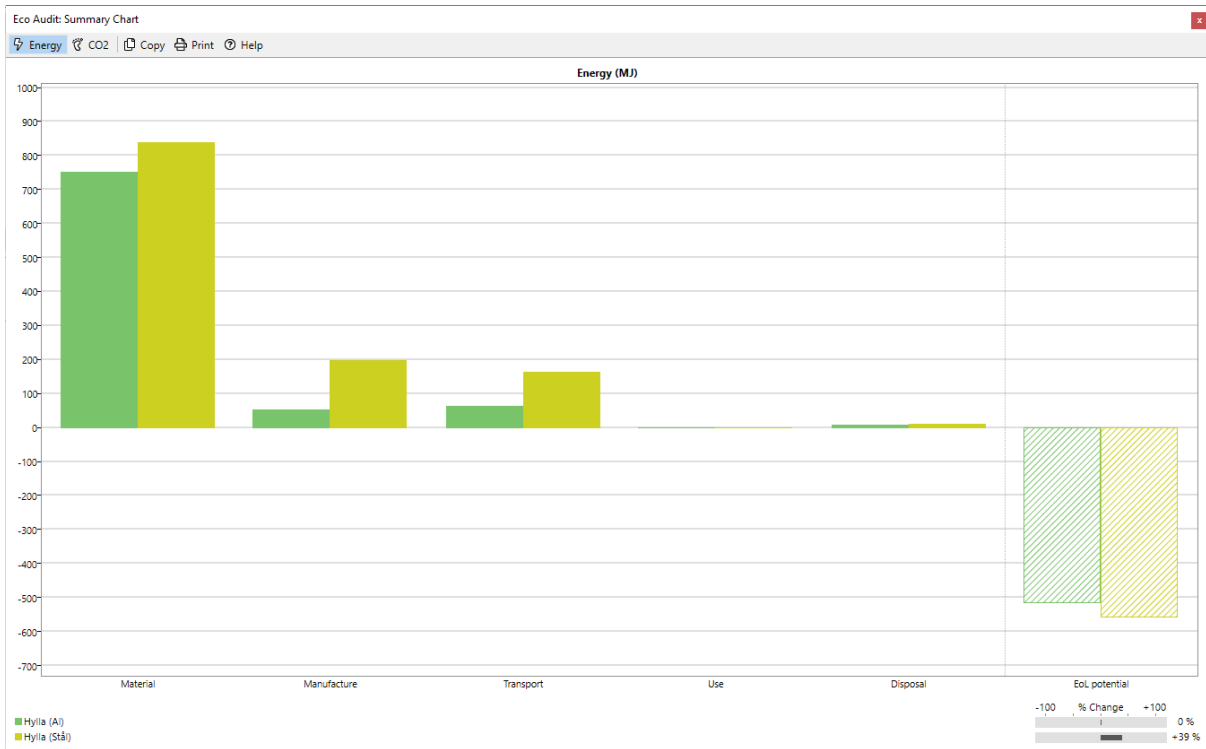
3  
Neck, Trunk, Leg Score

Bilaga H: Graf, genererad i Granta EduPack som jämför material utifrån variablerna Yield strenght och Young's modulus.



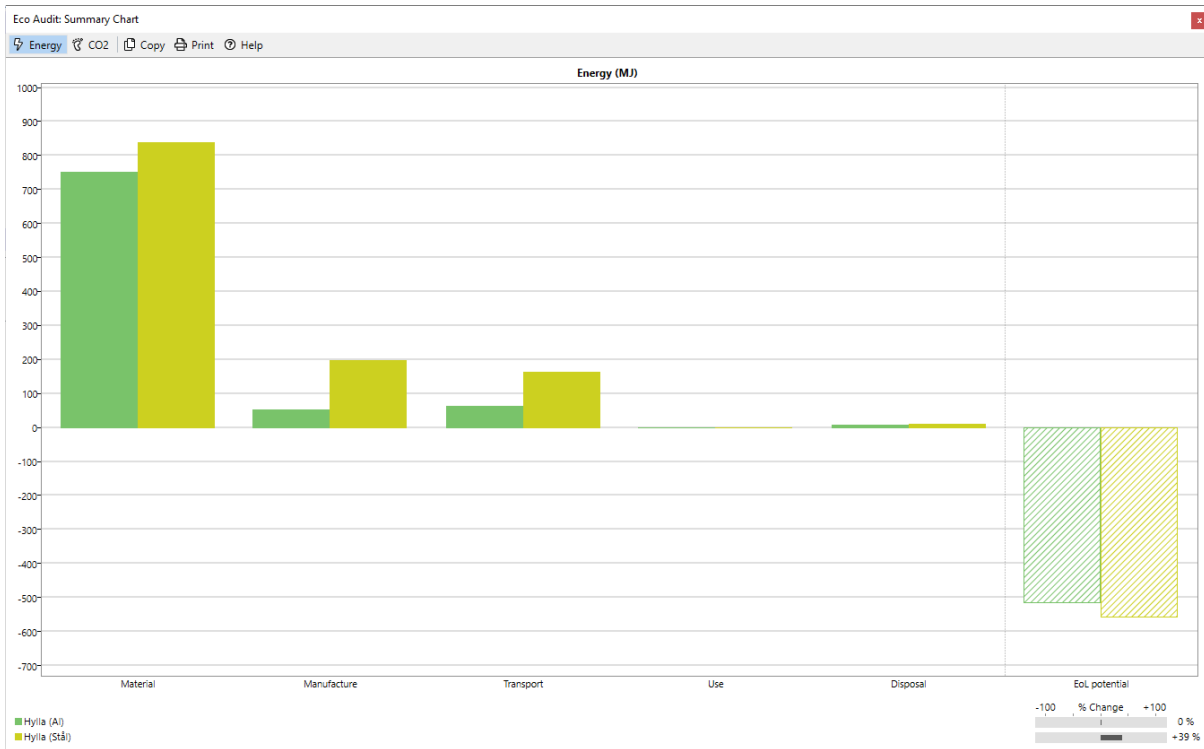
*(Bilder används med tillstånd av ANSYS, Inc.)*

# Bilaga I: Granta EduPack EcoAudit, diagram över energiåtgång för aluminiumlegering respektive rostfritt stål



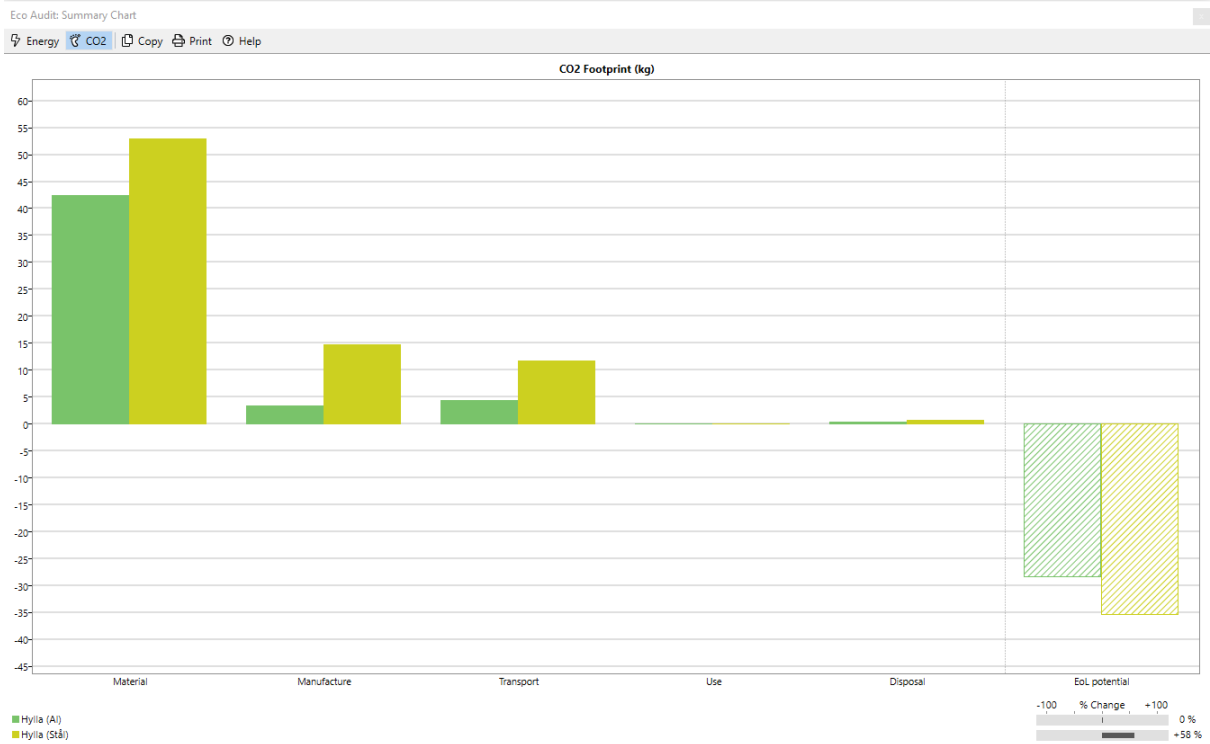
(Bilder används med tillstånd av ANSYS, Inc.)

## Bilaga J: Granta EduPack EcoAudit, diagram över koldioxidfotavtryck för aluminiumlegering respektive rostfritt stål



*(Bilder används med tillstånd av ANSYS, Inc.)*

# Bilaga K: Diagram från Granta EduPack EcoAudit över koldioxidavtrycket för det slutliga materialvalet på hyllan



*(Bilder används med tillstånd av ANSYS, Inc.)*

## Bilaga L: Granta EduPack EcoAudit, överblick över inskrivna värden för aluminiumlegering

### Eco Audit Project

Product definition Report

New Open Save Compare with... ▾

Product information ?

Name:

Material, manufacture and end of life ?

Qty.	Component name	Material	Recycled content	Mass (kg)	Primary process	End of life
2	Hyllplan	Polyethylene terephthala...	Virgin (0%)	3,649		Recycle
1	List höger	Cast Al-alloys	▲ Typical %	1,395	Casting	Recycle
1	List vänster	Cast Al-alloys	▲ Typical %	2,092	Casting	Recycle
2	Axel	Stainless steel	▲ Typical %	0,527	Casting	Recycle

Transport ?

Name	Transport type	Distance (km)
Lastbil (PET)	40 tonne (6 axle) truck	6930
Fartyg (Al)	Ocean freight	1,034e+04
Lastbil (Stål)	40 tonne (6 axle) truck	6375

Use ?

Product life:  Years

Country of use:

**Static mode**

 Product uses the following energy:

**Mobile mode**

 Product is part of or carried in a vehicle:

Energy input and output:

Fuel and mobility type:

Power rating:  W

Usage:  days per year

Usage:  days per year

Distance:  km per day

Usage:  hours per day

*(Bilder används med tillstånd av ANSYS, Inc.)*

## Bilaga M: Granta EduPack EcoAudit, överblick över inskrivna värden för rostfritt stål

### Eco Audit Project

Product definition Report

New Open Save Compare with...

Product information

Name:

Material, manufacture and end of life

Qty.	Component name	Material	Recycled content	Mass (kg)	Primary process	End of life
2	Hyllplan	Polyethylene terephthala...	Virgin (0%)	3,649	Polymer molding	Recycle
1	List höger	Stainless steel ▲ Typical %	Typical %	4,046	Casting	Recycle
1	List vänster	Stainless steel ▲ Typical %	Typical %	6,067	Casting	Recycle
2	Axel	Stainless steel ▲ Typical %	Typical %	0,527	Casting	Recycle

Transport

Name	Transport type	Distance (km)
Lastbil (PET)	40 tonne (6 axle) truck	6930
Lastbil (Stål)	40 tonne (6 axle) truck	6375

Use

Product life:  Years

Country of use:

**Static mode**

Product uses the following energy:

Energy input and output:

Power rating:

Usage:  days per year

Usage:  hours per day

**Mobile mode**

Product is part of or carried in a vehicle:

Fuel and mobility type:

Usage:  days per year

Distance:  km per day

*(Bilder används med tillstånd av ANSYS, Inc)*

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH  
MATERIALVETENSKAP  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige 2023  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



**CHALMERS**