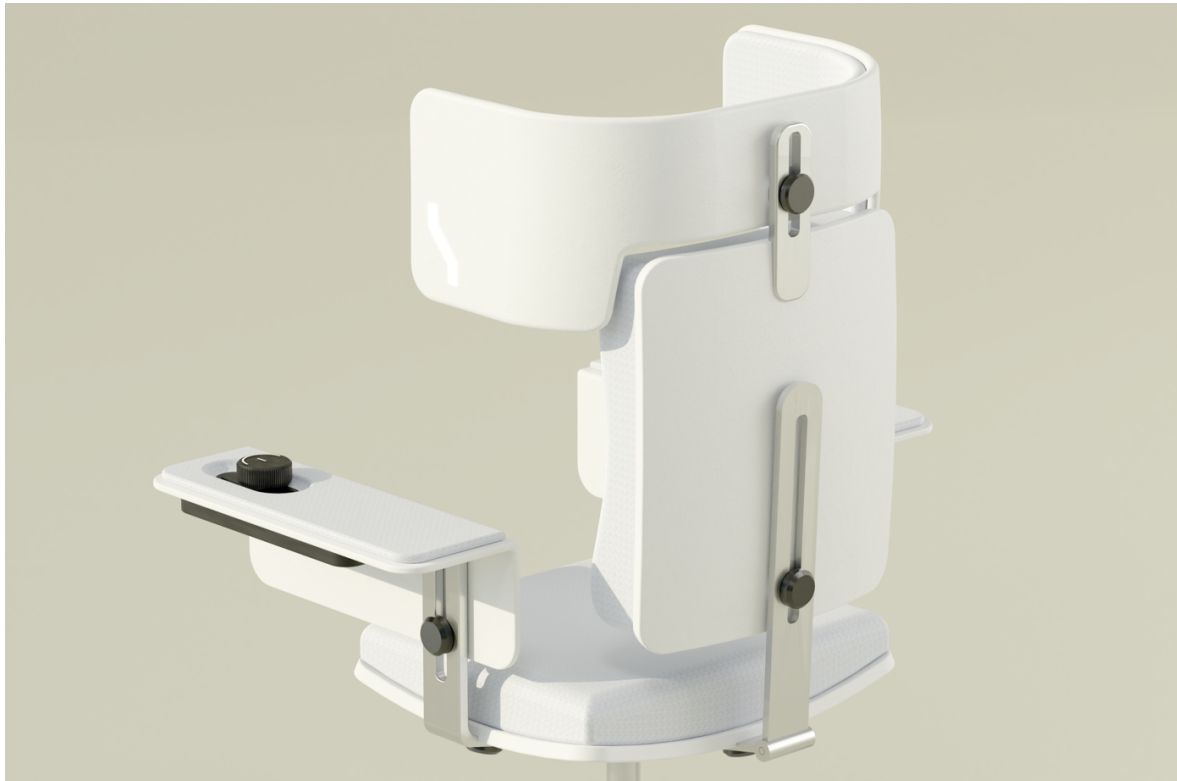




CHALMERS



RPO Chair – designad för övervakning och fjärrstyrning

Konceptförslag på arbetsstation för Einrides fjärrtransporter

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Design och produktutveckling

Serge Ndayambaje

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATERIALVETENSKAP
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2022

www.chalmers.se

Examensarbete 2022

RPO Chair – designad för övervakning och fjärrstyrning

Konceptförslag på arbetsstation för Einrides fjärrtransporter

SERGE NDAYAMBAJE



CHALMERS

Institutionen för industri- och materialvetenskap

Chalmers Tekniska Högskola

Göteborg, 2022

RPO Chair – designad för övervakning och fjärrstyrning
Konceptförslag på arbetsstation för Einrides fjärrtransporter

© SERGE NDAYAMBAJE, 2022

Handledare, examiner: Sanna Dahlman

Examensarbete 2022

Institutionen för industri- och materialvetenskap

Chalmers Tekniska Högskola

412 96 Göteborg

Telefon: +46 31-772-1000

Framsida: Rendering av slutkonceptet

Göteborg, Sverige 2022

Förord

Denna rapport består av ett kandidatarbete som innefattar 15 hp på institutionen för industri- och materialvetenskap på Chalmers tekniska högskola. Den utfördes under vårterminen 2022 på högskoleingenjörsprogrammet design och produktutveckling. Arbetet utfördes med Einride AB som uppdragsgivare.

Jag vill börja med att tacka Jonas Eriksson som varit min handledare på Einride. Han har bistått mig med all den interna information och stöd jag behövt. Han har under hela projektets gång varit positiv och hjälpsam samt bidragit med svar på frågor som uppstått. Jag vill även tacka Patrik Hellström som varit ett viktigt stöd under konstruktionen av konceptet och också agerat som handledare. Dessutom vill jag tacka Dawid Dawod som gav mig möjligheten att utföra det här uppdraget och litade på mina kompetenser.

Jag vill tacka Sanna Dahlman som varit min handledare och examinator på Chalmers. Hon har ställt upp med feedback och vägledning under hela projektets gång. Det har varit hjälpsamt att ha henne att dela idéer med och säkerställa att arbetet gått i rätt riktning.

Slutligen vill jag tacka alla de intressenter som bistått med värdefull information. Erfarenheterna och kompetensen de har delat med sig av har agerat som en grund för hela projektet och varit en ovärderlig tillgång.

Sammanfattning

Det här projektet är en del av Einrides utveckling mot autonoma lastbilssystem. Einride är ett svenskt teknik- och logistikföretag som producerar eldrivna autonoma lastbilar. Fordonen ska kunna övervakas och fjärrstyras med hjälp av en arbetsstation på företagets kontor. Syftet med projektet var att utveckla ett konceptförslag på arbetsstationen som tar hänsyn till ergonomi-, design- och konstruktionskrav.

Projektets genomförande fördelades i tre faser: informationssamling, konceptgenerering och konceptutvärdering. Under informationssamlingen studerades existerande lösningar på problemet och ett flertal intervjuer utfördes för att analysera användarnas erfarenheter och upplevelser. Det framkom att den nuvarande arbetsstationen orsakade en obekväm arbetsposition med lite utrymme för individanpassning, dessutom saknade den många delar av körkänslan i en vanlig lastbilshytt. Det genomfördes även intervjuer med andra relevanta intressenter, främst internt på Einride, för att ta del av all den viktiga kompetensen som ska tas i hänsyn under framtagningen av konceptet. Det gjorde det tydligt att Einrides mål är att skapa ett nytt arbetssätt och arbetsplats, inte att återskapa en lastbilshytt. En kravspecifikation togs sedan fram baserad på informationssamlingens resultat.

Under konceptgenereringsfasen genererades koncept av olika slag. Tre kategorier framkom för den nya arbetsstationen: ett bås, ett bord eller en stol. Med hjälp av evalueringsmetoder och återkoppling med Einride beslutades det att jag skulle skapa en arbetsstation i form av en stol. Stolen ska agera som en dellösning och inkluderar inte upphängning av skärmar. Konceptgenereringen itererades och det genererades ett flertal idéer på stolens utformning som sedan utvärderades mot kravspecifikationen under konceptutvärderingsfasen. De koncept som presterade bäst 3D-modellerades för att tydligare kunna visualiseras och vidareutvecklas.

Resultatet blev RPO Chair, en arbetsstation i form av en stol med integrerade kontrollmoduler och avskärmning. Det är ett koncept som bygger på individanpassning och tillgänglighet. Resultatet möter användarnas behov genom att ge dem en mer ergonomisk och bekväm arbetsplats samtidigt som det är en nytänkande utformning på en arbetsstation för fjärroperationer.

Abstract

This project is a part of Einride's advancement towards autonomous road freight systems. Einride is a Swedish freight tech company that produces and manufactures electric autonomous trucks. A remote pod operator will be able to monitor and operate the vehicles remotely by using a Remote Pod Operator Station at the company's different office locations. The purpose of this thesis was to create a design concept of a remote operator workstation that takes factors such as ergonomics, design, and construction restraints in regard.

The project was divided into three parts: information gathering, concept development and concept evaluation. During the information gathering, current solutions to the problem were studied and numerous interviews were carried out to study user's experiences. It was described that the current workstation caused uncomfortable work positions and was missing features necessary for the driving experience that is usually experienced in a truck cabin. Additionally, interviews on other relevant stakeholders were carried out, mainly internally at Einride. This was carried out to bring all the important information that might be useful to light. The interviews concluded that their goal is to create a new way of working as a truck driver, not recreating a truck cabin. Based on the results from the information gathering, a specification of the requirements was defined.

During the concept development, multiple kinds of ideas were generated. The three main categories were: a booth, a desk, or a chair. After evaluating the concepts and gathering feedback from Einride, it was decided that the goal was to create a workstation in the form of a chair. The chair is going to be part of the solution and will not include a way to hold the screens. The concept development reiterated and created numerous ideas that were evaluated by comparing how well they met the requirements specification. The concepts that performed the best were modelled in 3D software to create a more precise visualization and description.

The project resulted in the RPO chair, a workstation chair with integrated controls and seclusion. It is a concept that is based on personalization and accessibility. The result meets the user's needs by creating a comfortable workstation with good ergonomics while still being a new way of working as a truck driver.

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	2
1.3 Avgränsningar	3
1.4 Precisering av frågeställningen	3
2. Teoretisk referensram	4
2.1 Autonoma fordon och AI	4
2.2 Ergonomi	4
2.2.1 Arbetsposition	4
2.2.2 Händer och armar	5
2.2.3 Kognitiv ergonomi	5
2.3 Antropometri	5
2.4 Standarder	6
2.5 Hållbar utveckling	7
3. Metod och processbeskrivning	8
3.1 Fas 1 - informationssamling	8
3.1.1 Informationssökning	8
3.1.2 Intervjuer	8
3.1.3 Observationer	9
3.1.4 KJ-metoden	9
3.1.5 Funktionsanalys	9
3.1.6 Kravspecifikation	9
3.2 Fas 2 - konceptgenereringsfas	10
3.2.1 Brainstorming	10
3.2.2 Morfologisk matris	10
3.3 Fas 3 - konceptutvärdering	10
3.3.1 PNI	10
3.3.2 Pugh-matris	10
3.4 Metoder för visualisering	11
3.4.1 Skisser	11
3.4.2 Imageboards	11
3.4.3 Digitala 3D-modeller	11
4. Genomförande och resultat av Fas 1 - informationssamling	12
4.1 Internetsökningar och litteraturstudier	12
4.1.1 Företagsanalys av Einride – ett teknikföretag	12
4.1.2 Befintliga lösningar för fjärroperatörsstationer	13
4.2 Intervjuer	15
4.2.1 KJ-analys	16
4.3 Observation av ergonomi på Goodwood stationen	20
4.4 Funktionsanalys	20
4.5 Kravspecifikation	22
4.6 Moodboard	24

4.7	<i>Sammanfattning av informationssamling</i>	24
5.	Genomförande och resultat av Fas 2 - konceptgenerering	26
5.1	<i>Brainstorming</i>	26
5.2	<i>Morfologisk matris</i>	26
5.3	<i>Utvärdering, återkoppling och beslut om projektets riktning</i>	29
5.4	<i>Befintliga lösningar på avskärmande miljöer och inbyggda kontroller</i>	29
5.5	<i>Uppdaterad funktionslista och kravspecifikation för avskärmande ergonomisk stol med integrerade kontrollmoduler</i>	31
5.6	<i>Inspiration board</i>	31
5.7	<i>Morfologisk matris</i>	32
5.8	<i>Sammanfattning av konceptgenerering</i>	33
6.	Genomförande och resultat av Fas 3 – konceptutvärdering	34
6.1	<i>PNI</i>	34
6.2	<i>Pugh matris</i>	35
6.3	<i>Vidareutveckling av Koncept 2 & 3</i>	36
6.4	<i>Återkoppling med Einride och konceptval</i>	37
6.5	<i>Vidareutveckling och förfining av valt koncept</i>	37
7.	Slutkoncept – RPO Chair	40
7.1	<i>Stolens semantiska funktioner</i>	41
7.2	<i>Ergonomi och individanpassning</i>	43
7.3	<i>Materialförslag för hållbarhet</i>	43
7.4	<i>Kostnadsestimering</i>	44
8.	Diskussion	45
8.1	<i>Kravuppfyllelse</i>	45
8.2	<i>Etik och hållbarhet</i>	46
8.2.1	<i>Automation, AI och dess påverkan på arbetskraften</i>	46
8.2.2	<i>Hållbar utveckling och produktens livslängd</i>	47
8.3	<i>Process och metoder</i>	47
8.4	<i>Utvecklingsområden</i>	48
9.	Slutsats	51
10.	Litteraturförteckning	52

- Bilaga 1 – Komplet list av intervjuade intressenter**
- Bilaga 2 – Frågor till testingenjörer**
- Bilaga 3 – Frågor till ABB**
- Bilaga 4 – Frågor till lastbilschaufförer**
- Bilaga 5 – KJ-analys**
- Bilaga 6 – Resultat från RULA.**
- Bilaga 7 – Ursprunglig morfologisk matris**
- Bilaga 8 – PNI på de tre huvudkategorierna under första iterationen av idégenerering**
- Bilaga 9 – Uppdaterad funktionslista**
- Bilaga 10 – Uppdaterad kravspecifikation**
- Bilaga 11 – Pugh matriser**
- Bilaga 12 – Kostnadsuppskattning**

1. Inledning

1.1 Bakgrund

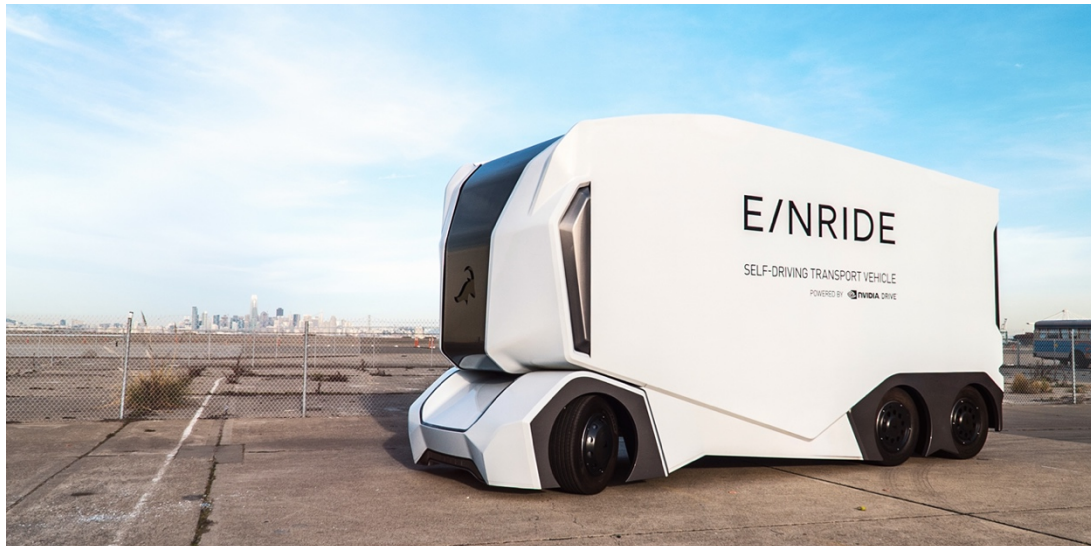
Under de senaste åren har autonoma bilsystem tagit stora steg framåt. I dagsläget har majoriteten av nyproducerade bilar någon form av avancerade assistanssystem (Silver-Braga, 2022). Företag som Waymo och Tesla är ledande inom området och har utvecklat bilar som kan utföra fullständiga åkturer enbart med hjälp av bilens självkörande system (Molla, 2021).

Autonoma fordon kan underlätta för förare och i framtiden öka körsäkerheten genom att eliminera den mänskliga faktorn som motsvarar 94% av trafikolyckor (National Highways Traffic Safety Administration, 2015). Dessutom kan den avancerade tekniken optimera en mer effektiv bilkörning med mindre energiförbrukning och därmed minska klimatpåverkan (Coalition for Future Mobility, u.d.). Däremot ställer det även en rad etiska frågor kring dess påverkan på dagens arbetskraft inom chaufförsyrken samt vem som blir ansvarig om det sker en olycka (Maxmen, 2018).

Trots den snabbt utvecklande tekniken är det fortfarande en lång väg kvar innan fullständigt autonoma bilar kör på vägarna. I nuläget klassas de självkörande bilarna som finns som nivå två av Society of Automotive Engineers, där nivå 5 är den högsta (Morris, 2021). Nivå två innebär att bilen kan accelerera, styra och bromsa på egen hand, men fortfarande kräver bilarna att föraren är redo att agera.

Utvecklingen av autonoma bilsystem ser olika ut inom olika branscher. Medan många företag utvecklar autonoma personbilar, har det på senare tid även kommit autonoma lastbilar där företag som TuSimple och Waymo Via börjat provköra dem på allmänna vägar (Bellan, 2021). Samtliga är i en testfas och använder sig av lastbilschaufförer i bilen som övervakar och är redo att manövrera när det autonoma systemet får svårigheter.

Det svenska start-up företaget Einride är ett teknik- och logistikföretag inom samma bransch. De har som mål att skapa ett mer hållbart alternativ till dagens diesellastbilar med hjälp av autonoma eldrivna lastbilar. Enligt Einride kan inrättandet av ellastbilar minska transportsektorns koldioxidutsläpp med upp till 90% (Einride, u.d.). Einrides huvudprodukt heter Pod. Det är en lastbil som är eldriven och till skillnad från många andra eldrivna lastbilar, saknar förarhytt. Tanken är att lastbilen ska kunna köra autonomt och när den behöver assistans ska en förare kunna manövrera den på distans. Pod är utrustad med flera kameror runtom fordonet som konstant skickas till föraren för övervakning i realtid. Godslastbilar spenderar en stor del av sin tid på motorvägar och det är något Poden är särskilt programmerad för att kunna hantera. Däremot kommer den behöva hjälp från en människa när den ska köras i städer, vid laststationer eller möter på en utmaning den inte kan hantera. Einride säger att autonom teknik inte innebär att människan inte längre behövs, utan att tekniken blir som bäst när människor är med i processen. (Einride, 2022)



Figur 1: Einride Pod. Från Linnea Kornehed. (2018). The T-Pod in front of San Francisco [Fotografi]. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:T-pod.jpg>. CC BY-SA 4.0.

Föraren ska sitta vid en arbetsstation särskilt anpassad för fjärrstyrning. Arbetsstationen ska främst användas för att övervaka de självkörande bilarna, men de ska också ge föraren möjligheten att agera ifall något går fel med hjälp av enkla kontroller. Det flyttar arbetsplatsen från en förarhytt till en kontorsmiljö vilket kan innebära stora skillnader i arbetsupplevelsen och arbetsförhållandena på både gott och ont. Einride har skapat ett koncept för arbetsstationerna främst i kommersiellt syfte, för att visa kunder och investerare deras vision. I nuläget används den främst för testkörningar, men Einride har anställt sin första lastbilsoperatör och förväntar sig anställa många fler inom de kommande åren (Robotics 24/7, 2022). Det nuvarande konceptet är däremot för kostsamt för att producera i större skala samt når inte de ergonomiska kraven för längre arbetsperioder. I det här projektet ska ett mer skalbart och ergonomiskt alternativ tas fram.

1.2 Syfte

Syftet med arbetet är att ta fram ett konceptförslag på en arbetsstation som underlättar fjärrstyrning och övervakning av autonoma lastbilar.

Projektet kommer att bestå av en användarstudie där en kravbild baserad på olika intressenters behov och önskemål ska identifieras. Kravbilden kommer att ligga som grund till konceptet som ska levereras. Det kommer att vara ett stort fokus på konceptets designspråk och att det är i linje med Einrides existerande produkter och vision.

1.3 Avgränsningar

- Projektet kommer att undersöka en arbetsstation i helhet men enbart konceptualisera en delösning.
- Konceptet ska utgå från en kravbild som tar hänsyn till ergonomi-, design- och konstruktionskrav.
- Projektet kommer inte arbeta med ett nytt styrsystem.
- Projektet kommer inte utföra en fördjupad materialstudie.
- Projektet ska inte ta hänsyn till integrering av kablage.
- Hållfasthetsberäkningar kommer inte att utföras.

1.4 Precisering av frågeställningen

Följande frågor ska undersökas under projektet:

- Hur används arbetsstationer som existerar idag?
- Vilka brister finns i nuvarande lösningar?
- Vilka behov finns hos användarna?
- Vilka ergonomiska krav ställs på arbetsstationen?
- Hur kan kravbilden för en arbetsstation som ska användas till övervakning och fjärrstyrning av lastbilar se ut?
- Hur ser Einrides designspråk ut idag?
- Hur kan ett designförslag som utgår från kravbilden gestaltas?

2. Teoretisk referensram

I följande avsnitt presenteras det teoretiska ramverket. Det innefattar relevant bakgrundsinformation som används för att stärka beslut under projektets gång och tar upp faktorer som AI, ergonomi, antropometri och hållbar utveckling.

2.1 Autonoma fordon och AI

Autonoma fordon använder sig av kameror och sensorer runtom fordonet för att analysera dess omgivning som sedan genomarbetas med hjälp av bilens avancerade mjukvaruprogram. Programvaran använder sig av artificiell intelligens, som ofta förkortas som AI, för att hantera informationen som tas från bilens omgivning. AI beskriver en maskins förmåga att utföra människoliknande drag när det kommer till resonemang, inlärning, planering och kreativitet (Europaparlamentet, 2020). Med AI kan bilen analysera situationer i trafiken och beräkna sannolikheten på kommande händelser. Det är däremot inte ett perfekt system och ibland blir det svårt för bilen att tolka hur den ska agera, till exempel i storstadsmiljöer där det är en blandning av olika trafikanter (Lutkevich, 2019). I de situationerna är det viktigt att ha en förare som är redo att ta över och föra bilen till säkerhet, föraren kan sitta i bilen eller som i Einrides fall, fjärrstyra bilen på distans. Det fungerar genom att bilen konstant överför bildinformation i realtid över mobilnätet till lastbilsoperatörens plats. Det ställer krav på att den tekniska utrustningen alltid är fullt fungerande och att operatören konstant har kontroll över situationen.

2.2 Ergonomi

Arbete vid bildskärmar sker ofta sittandes vilket påverkar belastningen i ryggen, armarna och benen. I det här avsnittet kommer information om anatomi och ergonomi presenteras. En tumregel inom ergonomi är att tänka på tre belastningsfaktorer: kroppsställning, kraft och tid. Utgångspunkten är att en faktor kan belastas så länge de andra två är hållbara (Berlin & Adams, 2017).

2.2.1 Arbetsposition

Sittande arbete är mindre ansträngande jämfört med stående och ger mer stabilitet, vilket är viktigt vid uppgifter som kräver finmotorik. Det påverkar däremot hur ryggraden är placerad och belastningen som den utsätts för.

Ryggraden består delvis av ryggkotor som håller upp ryggen och delvis av intervertebraldiskar som är mjuka broskskivor som ger överkroppsrorlighet. Vid stående och rak position ser ryggen ut som en S-formad kurva, i den positionen är ryggen i sitt starkaste läge för att hantera fysisk belastning, utan vridning eller obalans (Berlin & Adams, 2017). För att kunna jämföra belastningen med andra arbetspositioner sätts denna position som 100 %.

En sittande arbetsposition med rak rygg ökar trycket i broskskivorna upp till 140 %, det är en siffra som sedan kan öka till 190 % om positionen i stället är framåtlutad. Att sitta i en sådan arbetsposition under längre tidsperioder kan leda till ryggsmärtor och i vissa fall till diskbråck (UCLA Health, u.d.). Stående arbete däremot minskar belastningen i ryggraden, bränner mer

kalorier och ökar muskelaktivitet. Det ökar däremot också trycket i höfter, fötter och knän. Därav är det viktigt att variera arbetet mellan sittande och stående (UCLA Health, u.d.).

Studier på användningen av höj- och sänkbara skrivbord har inte visat stora fördelar och i stället väljer många att ändå sitta majoriteten av tiden. UCLA Health rekommenderar att ha en hållbar arbetsposition där användaren kan sitta en timme och sedan ta 5 minuter paus för att stå upp (UCLA Health, u.d.).

2.2.2 Händer och armar

Det är viktigt att ta hänsyn till hur armar och handleder hamnar under arbete vid skrivbord. Ofta är skrivbordet på en höjd som gör att användarens handleder hamnar i en högre position än armbågarna. Det är viktigt att ta hänsyn till eftersom det finns leder i både armbågarna och handlederna som innehåller trånga gångar för muskler, nerver, muskelfästen, blodkärl etcetera. Lederna är väldigt känsliga för statisk belastning. I sådana positioner där handlederna är högre upp än armbågarna blir det ännu trängre i gångarna och de utsätts för ett högt tryck. Det kan leda till smärtor och skador, särskilt om rörelserna som utförs med armarna är statiska och enbart använder sig av ulnara och radialis deviationer med handleden, vilket sedan kan leda till skador som musarm (Berlin & Adams, 2017). Därför är det viktigt att skrivbordet är lägre eller i höjd med armbågarna.

2.2.3 Kognitiv ergonomi





Kognitiv ergonomi handlar om hur hjärnan tar in information och tolkar den på ett sammanhängande sätt. Det sker med hjälp av människans sinnen som reagerar på olika stimuli och därifrån försöker förstå vad informationen innebär samt förstå hur den ska hanteras. På grund av detta behöver arbetsplatser vara anpassade efter användarens mentala kapacitet, för att undvika skadlig mental belastning. Att ta hänsyn till kognitiv ergonomi handlar om att utforma hur informationen presenteras samt tydliggöra relevanta handlingar i samtliga situationer som kan förekomma, på så sätt kan användaren känna att hen har verktygen för att klara samtliga uppgifter (Berlin & Adams, 2017).

2.3 Antropometri

Antropometri behandlar människors kroppsdimensioner och de statistiska variationerna som existerar. Under framtagningen av produkter ska man inte utgå från den genomsnittliga människan eftersom de måtten inte stämmer överens med majoriteten av befolkningen. När man tar hänsyn till olika faktorer som vikt, längd, handstyrka etcetera, finns det för många möjliga biologiska kombinationer för att skapa en normaltyp (Berlin & Adams, 2017). I stället brukar man utgå från en normalfördelning med olika percentiler som beror på hur vanligt förekommande dimensionerna är. Det är dock sällan som en person är inom samma percentil inom alla kategorier och därmed är justerbarhet viktigt. Det kan vara svårt att designa produkter eller arbetsplatser som passar alla och därmed är en vanlig tumregel att utgå från den 5:e percentilen för kvinnor till den 95:e percentilen för män (Berlin & Adams, 2017).

2.4 Standarder

ISO 11064 är en standard av International Organization for Standardization om ergonomisk utformning av kontrollrum och relaterade utrymmen. Den fjärde volymen fokuserar på självaste arbetsstationen och vilka riktlinjer som ska tas i hänsyn vid utformningen, därav anses den vara relevant för det här projektet (International Organization for Standardization, 2013). I standarden delar de upp arbetspositionerna i fyra kategorier beroende på hur mycket uppmärksamheten arbetsuppgifterna kräver, det presenteras i figur 2 nedan.

Posture	Normal line-of-sight inclination	Corresponding operations	Remarks
<p>A: Bent forward</p> 	20°± 5°	Monitoring at high level of attention Operation of controls	<ul style="list-style-type: none"> — shoulder joint above edge of console — applicable for short periods of time — max. handreach determined by 5th percentile
<p>B: Erect</p> 	30°± 5°	Typing Handwriting Operation of controls	<ul style="list-style-type: none"> — handreach of the 5th percentile up to 50 cm from edge of console — eyes just above edge of console
<p>C: Reclined</p> 	15°± 5°	Monitoring	<ul style="list-style-type: none"> — eyes up to 18 cm (95th percentile) away from edge of console
<p>D: Relaxed</p> 	15°± 5°	Long-term monitoring Talking to others	<ul style="list-style-type: none"> — eyes up to 35 cm (95th percentile) away from edge of console

Figur 2: Tabell från ISO 11064-4 som presenterar olika arbeten och dess arbetsställningar. Återgiven med tillstånd. Ur: Svensk Standard SS-EN ISO 11064-4:2013

Andra viktiga punkter som tas upp är:

- Arbetsytan ska vara i höjd med eller under armbågshöjden
- Det ska finnas en sittplats som även stödjer ländryggen
- Kontrollmoduler ska vara inom bekvämt avstånd för armarna
- Fötterna ska ha stöd
- Höj- och sänkbar stol är nödvändigt
- Arbetspositionerna ska vara anpassningsbara från 5:e till 95:e percentilen (International Organization for Standardization, 2013)

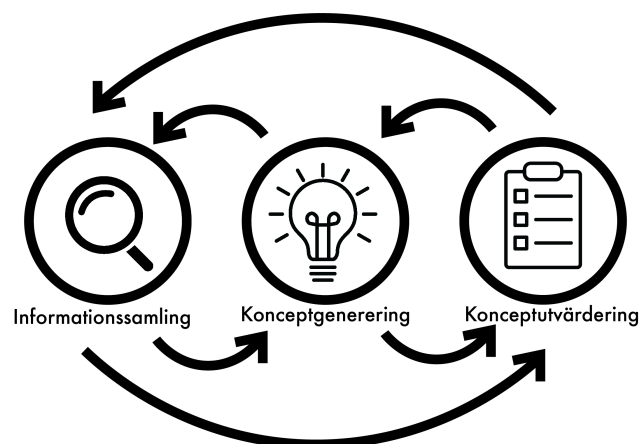
2.5 Hållbar utveckling

Hållbar utveckling är en viktig faktor att ta till hänsyn inom produktutveckling. Det handlar om en önskad samhällsutveckling där dagens behov tillgodoses utan att negativt påverka framtida generationers möjlighet att tillgodose sina behov. Begreppet kan delas upp i tre dimensioner: social, ekologisk och ekonomisk hållbarhet (KTH, 2021).

- Social hållbarhet handlar om välbefinnande, rättvisa, makt och individens behov (KTH, 2021).
- Ekologisk hållbarhet handlar om jordens ekosystem, det innefattar klimatsystemets stabilitet, landanvändning, biodiversitet etcetera (KTH, 2021).
- Ekonomisk hållbarhet innebär ekonomisk utveckling som inte medför negativa konsekvenser för den sociala eller ekologiska hållbarheten. Det kan argumenteras att ekonomisk hållbarhet enbart handlar om ekonomisk tillväxt, även om det är på bekostnad av de andra dimensionerna (KTH, 2021).

3. Metod och processbeskrivning

Metoderna och verktygen som användes under projektets gång kan delades in i tre faser för att skapa struktur i arbetet. Den första fasen är informationssamling, den andra är konceptgenereringsfasen och den sista är konceptutvärderingsfasen där koncepten utvärderas, utvecklas och elimineras. Faserna itererades flera gånger för att utvärdera och få ett utförligt resultat. Visualiseringsmetoder som skissning och 3D-modeller utfördes under Fas 2 och Fas 3 för att enklare kunna beskriva och kommunicera olika idéer. Under alla faser delades information regelbundet med handledare och andra intressenter på Einride för återkoppling.



Figur 3: Projektets iterativa faser

3.1 Fas 1 - informationssamling

Under informationssamlingsfasen användes internetsökningar, litteraturstudier, intervjuer och observationer.

3.1.1 Informationssökning

Internetsökningar och litteraturstudier utförs för att hitta och undersöka befintliga lösningar samt för djupare förståelse av tekniken och de ergonomiska aspekterna vid arbetsstationer. Dessutom utförs en företagsanalys för att förstå företagets designspråk, mål och värderingar samt fastställa deras vision för framtida produkter.

3.1.2 Intervjuer

Intervjuer är en frågebaserad metod där en utvald respondent ska svara på frågor så utförligt som möjligt (Merriam-Webster, u.d.). Intervjuer används för att få en grundlig insyn på individers åsikter och erfarenheter. Intervjuer kan vara strukturerade, semistrukturerade eller ostrukturerade. Under en ostrukturerad intervju diskuterar intervjuare och respondenten fritt om ett ämne. En ostrukturerad intervju bygger på att den som håller intervjun har en rad stödord för att leda konversationen och ofta försöker få fram "djupare" svar genom att ställa följdfrågor som "varför?" och "hur menar du då?". Det här ger ofta ett

kvalitativt resultat. En strukturerad intervju har däremot färdig formulerade frågor som planerats i förväg. Det används till exempel i enkäter och ger kvantitativa resultat som kan användas i bland annat frekvenstabeller. I projektet används främst semistrukturerade intervjuer, vilket är ett mellanting mellan ostrukturerade och strukturerade, där det finns tydliga frågor men konversationen ändå kan flyta på relativt fritt (Karlsson I. , 2007).

3.1.3 Observationer

Observationsbaserade metoder utförs genom att analysera hur användningen ser ut i en situation som undersökaren är intresserad av att studera. Det kan registreras med skriftliga anteckningar eller med hjälp av ett filmklipp. Observationer kan vara iscensatta situationer med en försöksperson eller naturliga där den som observeras ombeds agera som den i vanliga fall hade gjort i situationen (Karlsson I. , 2007). De används för att få en tydlig bild av arbetssituationen och för att se vilka förbättringar som kan göras. Informationen kan även användas för att utvärdera arbetspositionernas ergonomi.

3.1.3.1 Metod för ergonomisk utvärdering - RULA

RULA är en ergonomisk evalueringsmetod för att utvärdera arbetspositioner. Det står för Rapid Upper Limb Assessment och är en metod för att analysera kroppsställningen i överkroppen. Kroppen delas upp i olika segment och varje ställning poängsätts, höga poäng motsvarar högre fysisk påfresta. Samtliga poäng adderas sedan ihop och visar om det finns problem som behöver åtgärdas (Berlin & Adams, 2017).

3.1.4 KJ-metoden

KJ-metoden är en metod som effektivt samlar en stor mängd data och sorterar den för att ge en tydlig överblick (American Society for Quality, u.å.). Med hjälp av all information skapas anteckningar som sedan kategoriseras ut efter deras egenskaper. Metoden utförs för att kunna kommunicera och tydliggöra resultaten på ett effektivt sätt (Karlsson I. , 2007).

3.1.5 Funktionsanalys

Funktionsanalys är en metod som ger en tydlig överblick över produktens funktioner genom att kategorisera dem i huvud-, del- och stödfunktioner. Huvudfunktionen beskriver produktens syfte och hur det kan åstadkommas. Delfunktioner beskriver de funktioner som hjälper produkten att uppnå sitt syfte och stödfunktioner stödjer en överordnad funktion utan att vara nödvändiga för produktens huvudfunktion. Samtliga funktioner beskrivs med ett verb följt av ett substantiv för att kunna dela upp funktionen i sina beståndsdelar (Österlin, Design i fokus, 2016).

3.1.6 Kravspecifikation

En kravspecifikation är en lista som beskriver samtliga krav som en produkt ska möta. Den används för att sammanställa de önskemål och behov som tagits upp under förstudien. Kraven på listan viktas för att definiera ambitionsnivån som ska läggas på dem (Österlin, Design i fokus, 2016).

3.2 Fas 2 - konceptgenereringsfas

Under konceptgenereringsfasen användes brainstorming och morfologisk matris. Dessa är metoder som skapar en stor kvantitet av lösningar för att senare kunna generera kvalitet.

3.2.1 Brainstorming

Brainstorming är en idégenereringsmetod där så många idéer som möjligt ska produceras. Alla idéer som uppstår ska få flöda fritt och antecknas utan att kritiseras (Mycoted, u.d.). Metoden genomförs genom att en stor mängd enkla och snabba idéer antecknas utan någon vidare analys. Grundidén är att tankar ska få löpa fritt utan att bli avbrutna (Österlin, Design i fokus, 2016).

3.2.2 Morfologisk matris

En morfologisk matris är en metod där fokus ligger på dellösningar i stället för kompletta koncept. Dellösningarna ställs upp i ett rutnät där raderna representerar de olika delproblemen och kolumnerna representerar dellösningar. Lösningarna kan sedan kombineras på olika sätt för att skapa en stor mängd varierande koncept (Österlin, Design i fokus, 2016). Metoden resulterar i många lösningar och utförs för att mer noggrant kunna generera och utvärdera en stor variation av idéer.

3.3 Fas 3 - konceptutvärdering

Under konceptutvärderingsfasen evaluerades de genererade koncepten med hjälp av en PNI följt av en Pugh-matris. Metoderna används för att skapa en tydlig överblick och jämförelse av konceptens egenskaper samt eliminera de med svagast prestation.

3.3.1 PNI

PNI är en metod där samtliga koncept ska utvärderas genom att lista upp deras positiva och negativa aspekter samt intressanta aspekter som kan byggas vidare på (Österlin, Design i fokus, 2016). Med hjälp av en PNI blir det tydligt vad olika koncept har för styrkor och svagheter.

3.3.2 Pugh-matris

En Pugh-matris är en utvärderingsmetod där alla lösningar placeras i en matris och poängsätts efter hur väl de uppfyller funktionskraven. Den används för att enkelt visa vilka idéer som ska elimineras och vilka idéer som behöver vidareutvecklas (Österlin, Design i fokus, 2016).

3.4 Metoder för visualisering

För att visualisera idéer och koncept skapades skisser, imageboards och digitala 3D modeller.

3.4.1 Skisser

Enkla analoga skisser skapas för att snabbt kunna åskådliggöra idéer. Det gör att idéerna kan börja ta form och det blir lättare att se vad som behöver åtgärdas. Dessa idéer kan även lättare presenteras till andra intressenter för åsikter och utvärdering (Österlin, Design i fokus, 2016).

3.4.2 Imageboards

Imageboards är en samling av bilder som beskriver visionen för en produkt (Österlin, Design i fokus, 2016). De kan delas upp i två kategorier: moodboard och inspiration board. En moodboard beskriver de generella uttrycken och känslorna för konceptet medan en inspiration board beskriver en direkt inspiration för konceptet i framställt av former, material och färger (Domestika, 2021).

3.4.3 Digitala 3D-modeller

Digitala 3D-modeller kan skapas med hjälp av CAD-program. I det här fallet används CATIA V6 i plattformen 3DEXPERIENCE. Här kan slutkonceptet konstrueras och skapa en tydlig visualisering av exakt hur produkten kommer se ut. Slutligen ska konceptet renderas i Blender.

4. Genomförande och resultat av Fas 1 - informationssamling

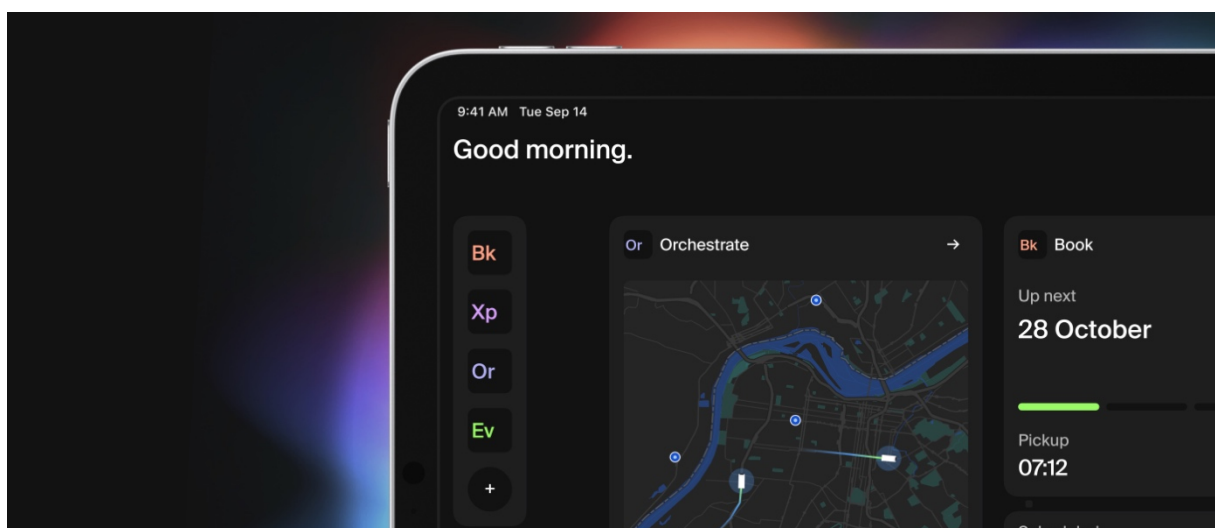
I det här avsnittet presenteras resultatet från informationssamlingen som innefattar litteraturstudier, intervjuer och observationer. Slutligen tas en kravspecifikation och en moodboard fram baserad på den information som framkommit.

4.1 Internetsökningar och litteraturstudier

För att hitta befintliga lösningar och för att göra en företagsanalys utfördes internetsökningar och litteraturstudier. Det här utförs för att få en överblick på varierande sätt att ta sig an problemet och potentiella lösningar samt förstå besluten som företag gjort under framtagningen av sina produkter. Informationen kan även användas för att förstå företagets mål och värderingar, vilket används som grund under framtagningen av en kravbild.

4.1.1 Företagsanalys av Einride – ett teknikföretag

Einride är lika mycket ett teknikföretag som ett transportbolag. De säljer inte sina fordon, i stället säljer de en transporttjänst. Deras huvudprodukt är Poden som kompletteras av deras digitala fraktsystem Saga, som låter kunden spåra och hantera logistik. Einrides produkter präglas av minimalism och modernitet, från Podens raka linjer och enkla former till Sagas användargränssnitt med få färger och enkel design (se figur 4). Sedan företaget grundades 2016 är det i dagsläget värderat till över 13 miljarder kronor, något som hjälpt dem utveckla och utöka företaget i hög takt (Karlsson J. , 2022). Det är ett företag som strävar efter att vara nytänkande och världsledande inom sitt område och det gäller allt från tekniken till designen. Einrides vision är att minska koldioxidutsläppen med hjälp av avancerad teknik (Einride, 2022), det innebär främst att ersätta fossila bränslen med hållbarare alternativ och att använda sig av smart teknik som effektiviserar körandet men även användning av hållbara material och resurser.



Figur 4: Einrides digitala fraktsystem Sagas användargränssnitt. Från Einride (u.d.) Återgiven med tillstånd.

Utöver deras autonoma lastbil har de även konventionella diesellastbilar som konverterats till eldrift. Det är idag de fordon som Einride använder ute på allmänna vägar. Under tiden har deras Pod börjat levereras till kunder samtidigt som den är i ett utvecklingsstadium och testas regelbundet. Framst på testbanor, men också på allmänna vägar under begränsade förhållanden (Dagens logistik, 2021). De som testkör fordonen är testingenjörer som arbetar tillsammans med team Remote Drive, vilket är de som utvecklar mjukvaran och möjliggör fjärroperatörens ingripanden med hjälp av arbetsstationerna.

Einride försöker ta sig an en svår utmaning, att skapa ett fordon som bemästrar nästintill alla trafikmiljöer och situationer. Även Tesla, bilföretaget med högst börsvärde i världen och som arbetar med liknande teknik, har haft svårigheter med lönsamhet (Ottsjö, 2017). Det ställer frågan hur en svensk start-up kan lösa utmaningarna de står inför.

4.1.2 Befintliga lösningar för fjärroperatörsstationer

Arbetsstationer som är till för fjärroperationer kallas ofta för *control room consoles*. De används för att övervaka och styra aktiviteter på distans med hjälp av olika reglage och skärmar. Stationens funktioner ska vara enkla att manövrera, oavsett om det är i normala förhållanden eller vid nödsituationer (Pyrotech Workspace, u.d.). Företag som ABB, Pyrotech Workspace och Sandvik skapar och säljer sådana stationer idag. Majoriteten av deras stationer är till för att vara i stora kontrollrum där det ska finnas flera stationer och flera operatörer arbetar samtidigt.

4.1.2.1 Einrides arbetsstation – Goodwood



Figur 5: Einrides arbetsstation "Goodwood". Från Einride (u.d.) Återgiven med tillstånd

Einrides nuvarande lösning är Goodwood stationen. Det är en arbetsstation som togs fram främst i kommersiellt syfte inför motorsportevenemanget Goodwood Festival of Speed 2021. Arbetsstationen har en modern och minimalistisk design där de valt att ersätta ratt och pedaler med två enkla moduler för styrning och acceleration. För att få bilen att

accelerera kan användaren föra accelerationsmodulen framåt och med ett nypgrepp hålla den på önskad hastighet. För att bromsa eller backa förs accelerationsmodulen bakåt mot föraren. Styrmodulen är en enkel ratt som användaren kan snurra på i önskad körriktning. Accelerationsmodulen har en mekanism som gör att den återgår till sin neutrala position när den släpps, det är något som styrmodulen saknar. Det finns dessutom inga sätt att se den nuvarande körriktningen genom att enbart titta på styrmodulen utan det går enbart att se på skärmen. I nuläget har de även placerat ett programmerbart tangentbord framför kontrollmodulerna för implementering av fler nödvändiga kontroller, till exempel blinkers. Arbetsstationen har inga funktioner för justerbarhet, kontrollerna är på en fast plats och det går inte att justera höjden på bordet. Goodwood stationen är tillverkad i glasfiberkomposit, ett slitstarkt material som kan användas för svåra geometrier, men som blir kostsamt. Till bordet använder Einride en konventionell kontorstol dekorerad med Einrides logotyp. Stolen låter användaren justera säteshöjden samt lutningen på ryggstödet och saknar armstöd.



Figur 6: Kontrollerna på Goodwood stationen tillsammans med ett programmerbart tangentbord. Från Einride (u.d.) Återgiven med tillstånd

4.1.2.2 ABB och Pyrotech Workspace

ABB har tre arbetsstationer; Cergo, Comfortio och Alerto. Alla modeller är utformade som skrivbord och har en solid bas med starka pelare, stativ för skärmar, paneler för ljudisolering och en elmotor för att kunna höja och sänka bordet (ABB, u.d.). Borden är gjorda av högtryckslaminat vilket är ett material som erbjuder långsiktig prestanda och är slitåligt (Composite Panel Association, u.d.). Pelarna till bordet är gjorda av anodiserad aluminium. Materialen ABB använder på arbetsstationerna ska maximera produktens livslängd. De har som mål att skapa en operatörstation som liknar en cockpit, en arbetsplats som ger operatören de bästa förutsättningarna för att utföra uppgifterna (ABB). Likt ABB gör Pyrotech Workspace arbetsstationer främst för stora kontrollrum. Deras arbetsstationer är också utformade som skrivbord anpassade för fjärroperationer. De har åtta olika modeller som är anpassade för olika uppgifter.

4.1.2.3 Sandvik Automine

Sandvik är ett företag som arbetar inom gruv- och anläggningsindustrin. De har utvecklat tekniken AutoMine som är ett system för autonoma och fjärrstyrda anläggningsbilar (Sandvik Rock Technology, u.d.). De har utformat deras arbetsstationer så de liknar hur den riktiga arbetsplatsen ser ut med hjälp av att använda en liknande arbetsposition och ha styrmodulerna framför armstöden likt vanliga grävmaskiner. Det här kan leda till att arbetsstationen blir lättare för operatörer som är vana vid den riktiga arbetsmiljön att förstå och använda. Sandviks modell är den som mest liknar det som Einride vill göra, med tanke på att båda företagen fokuserar på fjärrstyrning av stora fordon.

4.2 Intervjuer

Ett flertal intervjuer utfördes med olika intressenter. Intervjuerna var ostrukturerade eller semistrukturerade och majoriteten av de som intervjuades var intressenter på Einride som på olika sätt har en koppling till arbetsstationen. De flesta intervjuer utfördes på Google Meet eftersom många respondenter inte hade tid för fysiska möten samt för att underlätta inspelning av konversationen. Därefter transkriberades viktiga punkter från intervjuerna och sammanfattades i en KJ-analys. Totalt utfördes 15 intervjuer, för komplett lista av intervjuade intressenter och deras arbetsroll, se bilaga 1.

De första intervjuerna var med anställda på Einride där de fick svara på frågor kring produktens kravbild. Respondenterna var Einrides designchef, projektledaren för team Remote Drive, intressenter från User Research som ansvarar för Einrides användarstudier, samt konstruktören för den nuvarande arbetsstationen. Samtliga intervjuer var ostrukturerade och främst en konversation kring viktiga perspektiv att ta hänsyn till samt vilka andra som behövde intervjuas. En viktig aspekt som kom fram var att arbetsstationen främst är till för övervakning och att fjärrstyrning bara ska användas när det är nödvändigt.

För att få en bättre insyn på arbetet och arbetsplatsen intervjuades även fem testingenjörer på Einride. De har som arbetsuppgift att provköra arbetsstationerna och Podarna samt utvärdera de problem som uppstår. Dessa intervjuer var semistrukturerade med många frågor förberedda. Frågorna handlade främst om den nuvarande upplevelsen på Goodwood stationen och vilka aspekter som behövde förbättras (se bilaga 2). Många testingenjörer hade även erfarenhet från vanliga lastbilar och kunde berätta viktiga skillnader mellan en vanlig lastbilshytt och fjärrstyrning.

Utöver personal på Einride intervjuades anställda på ABB om deras arbetsstationer samt lastbilschaufförer om sina upplevelser. Intervjun med ABB handlade främst om framtagningen av deras nuvarande arbetsstationer. Många frågor handlade också om materialval och konstruktion samt de viktigaste punkterna att ta hänsyn till under framtagningen av en sådan produkt (se bilaga 3). Under intervjuerna med de utomstående lastbilschaufförerna var fokus på körupplevelsen och dess fördelar och nackdelar samt vad de tyckte om idén av att jobba som fjärroperatör (se bilaga 4). En av dem hade jobbat med godsleverans medan den andra jobbade på bygganläggningar. Chauffören som jobbade med godsleverans hade även fått möjligheten att prova fjärrstyra en lastbil på Einride och berättade om sina åsikter kring hela upplevelsen. Resultatet från intervjuerna

4.2.1.1 Bildskärmar

Bildskärmar var den största kategorin i KJ-analysen. Här framkom viktiga faktorer som skärmavstånd och vyer. Många nämnde att skärmarna är väldigt stora och att mycket av informationen hamnade utanför synfältet. Samtliga testingenjörer tyckte däremot att lösningen inte är att minska storleken, utan att det är bättre att ändra avståndet till skärmarna, det här på grund av att mindre detaljer kan bli allt för små att se på en liten skärm. I nuläget går det inte att öka skärmavståndet eftersom kontrollerna är på en fast plats i bordet och placerar föraren för nära skärmarna, det gör att föraren måste vrida på huvudet mycket för att se all information.

”Det är viktigt att kunna se små detaljer, som ett litet barn som springer förbi” -
testingenjör

4.2.1.1.1 Indikatorer

Indikatorer och diagnostik är något som togs upp, främst av lastbilschaufförer. Det är de varningslampor och skärmar som informerar föraren om viktig information angående det aktuella fordonet. De saker de tycker saknas är:

- Däcktryckskontroll
- Indikator för lastvikter
- Aktuell höjd och bredd på lasten

Sedan framkom det att det är viktigt att kunna veta ifall indikatorer som blinkers fungerar, något som är tydligt under vanlig bilkörning.

4.2.1.2 Kontrollmoduler

När det kom till arbetsstationens kontroller jämförde respondenterna främst vanlig ratt med kontrollermodulerna på Goodwood stationen. Många nämnde att de har erfarenheter av fjärrstyrning med ratt och pedaler som är designade för Tv-spel och att de föredrar sådana kontrollerna över Goodwood stationens. Majoriteten nämnde däremot att det enbart var en vanesak och att Goodwood kontrollerna har potential, de behöver bara lite förbättringar. Det var många som tog upp att det vore intressant att flytta på kontrollerna för att skapa en mer bekväm arbetsposition.

Kontrollerna på Goodwood består av två moduler som är fixerade i bordet, en accelerationsmodul och en styrmodul. Flera respondenter tog upp att accelerationsmodulen blir ansträngande när de försöker hålla en hastighet under längre tidsperioder, eftersom modulen kräver ett nypgrepp. När det kommer till styrning togs det upp att det var svårt att förstå hur hjulen stod på Poden, modulen ger inget motstånd när den används och att den inte åker tillbaka till sin mittposition när den släpps. Många nämnde även att kontrollernas placering påverkade arbetspositionen negativt eftersom de kräver en framåtlutad arbetsställning, vilket inte är bekvämt under längre tidsperioder.

Många respondenter nämnde att de har främst arbetat med arbetsstationer med ratt och pedaler. Det gjorde det enklare att vänja sig och komma in i körkänslan. Det skapar även möjligheter som är svåra att utföra med Goodwood kontrollerna, till exempel att kunna gasa och bromsa samtidigt vilket är användbart i uppförsbackar. Men eftersom arbetsstationen i framtiden främst ska användas till övervakning tyckte många att det här inte kändes som den bästa lösningen och att de skulle vilja se nytänkande kontroller i stället.

4.2.1.3 Arbetsmiljö under övervakning och fjärrstyrning

Fjärroperationer flyttar en tidigare arbetsplats till en ny miljö och det kan innebära att arbetsupplevelsen ändras. Alla respondenter tyckte att det här är en möjlighet att skapa en bättre arbetsplats jämfört med en lastbilshytt. Det går att jobba hemifrån och övervaka flera lastbilar samtidigt. En sak som många vill ta med från vanliga arbetsplatsen är den fria känslan av att köra lastbil.

4.2.1.3.1 Avskärmning

Avskärmning är en aspekt som flera nämnt är viktig för att kunna jobba bra. Det är viktigt att kunna fokusera och därmed tyckte vissa respondenter att det vore intressant med ett koncept där operatören sitter själv i något sorts bås. Alternativt kunde flera operatörer sitta i samma rum, men då är det viktigt att de inte ser varandra eller får visuella distraktioner och att det inte förekommer distraherande ljud.

4.2.1.4 Körupplevelse

Nästintill alla respondenter nämnde att nuvarande arbetsstationer gör att användaren förlorar alla sinnen förutom synen vid körning. Det har visat sig vara negativt då användaren förlorar mycket av den viktiga informationen som registreras av andra stimuli. Det här problemet delades upp i tre underkategorier; ljud, vibrationer och hastighet- och vägkänsla. Samtliga kategorier bidrar även till att skapa mer av en körkänsla.

”Without any sound or feedback, right now it feels like a game instead of a serious operation” - testingenjör

Många nämnde att de saknar ljud från bilens omgivning, det är viktigt att kunna höra ifall något händer, till exempel om någon tutar. Det vore även bra att ha något sätt att kommunicera med trafikanter, det är nödvändigt till exempel när fordonet kommer till laststationer. Dessutom vill många kunna känna vibrationerna som i vanliga fall förekommer under bilkörning för att kunna känna vägförhållandena och därmed förstå hur de ska agera. Särskilt viktigt när det kommer till stora fordon är att känna om det går för fort i svängar. I vanliga fall finns det G-krafter som skapar den känslan men nu behöver operatören ett nytt sätt att känna av det.

”Man vill ha sånt som ger en känsla av att det är något som avviker från släta vägen” - lastbilschaufför

4.2.1.5 Ergonomi

När det kommer till arbetsstationens ergonomi togs stolen till Goodwood stationen och kontrollerna upp som största faktorer till skadlig belastning. Även faktorer som synvinkel till skärmen, fotstöd och ventilation togs upp som viktiga.

Stolen till Goodwood stationen var det bara testingenjörer som kommenterade, förmodligen för att det är de som använt stolen under längre tidsperioder. Majoriteten tyckte att stolen var skön, inte särskilt anpassningsbar men bekväm. Problemet med arbetspositionen handlade mer om att det krävs en framåtlutad arbetsposition på grund av kontrollernas placering. Flera respondenter tycker att det vore bättre med en mer bakåtlutad arbetsposition och kunna vara mer avslappnad. I dagsläget används arbetsstationerna enbart under kortare tidsperioder för testning men målet är att användaren ska kunna sitta en hel arbetsdag på åtta timmar. Många nämnde också att det vore intressant att kunna jobba stående men också opraktiskt eftersom sittande arbete är mindre ansträngande och hjälper föraren att fokusera. Det nämndes även att stående arbete kan ta bort upplevelsen av att köra ett fordon eftersom bilar i vanliga fall styrs sittandes.

4.2.1.6 Styling

Stylingen på arbetsstationen ska vara i linje med Einrides andra produkter. Produkten ska uppfattas som minimalistisk, lyxig och nytänkande. Enligt anställda på designavdelning använder Einride mjuka former för att ge en mer inbjudande känsla. De vill även använda sig av neutrala färger, främst vit och svart för att vidare stärka känslan av minimalism.

”Arbetsstationen ska vara flashy i sin enkelhet” – Einrides designchef

4.2.1.7 Skalbarhet och budget

Projektledaren för team Remote Drive berättade att Einride planerar att producera 28 stationer de kommande två åren och att budgeten per station är 150 000 kr, exklusive all teknisk utrustning. Produkten ska använda sig av slitstarka och hållbara material för att skapa en lång livslängd och ekologiskt hållbar produkt som är i linje med Einrides klimatsmarta mål.

4.3 Observation av ergonomi på Goodwood stationen

En konstruerad observation utfördes på både Goodwood stationen för att studera dess användning och ergonomi. En anställd på Einride fick demonstrera hur han arbetar vid arbetsstationen (se figur 8) och sedan utvärderades det med hjälp av RULAs belastningsdiagram.

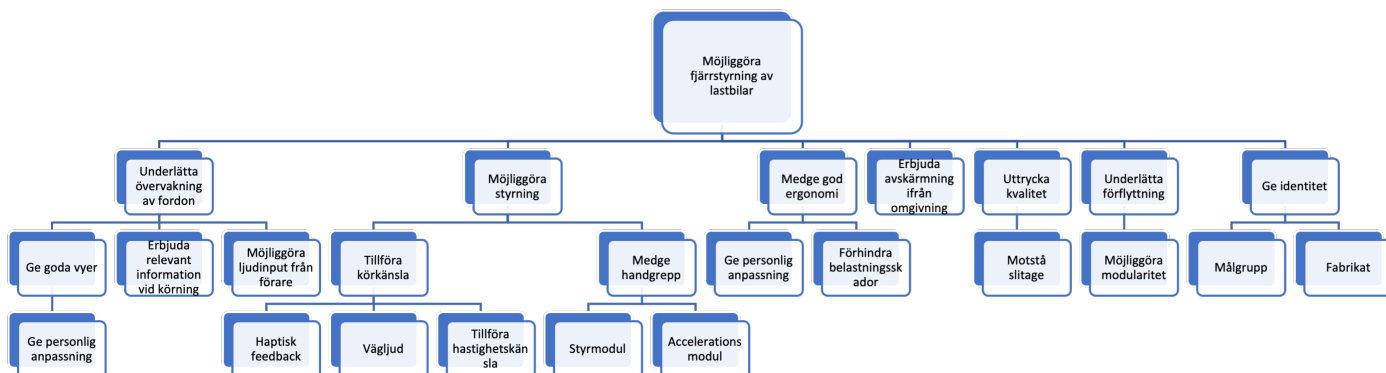


Figur 8: Anställd på Einride demonstrerar användning av Goodwood stationen.

Arbetsställningen fick tre poäng i RULAs poängskala (se bilaga 6). Det är ett medelhögt värde som innebär att eventuella åtgärder krävs. Problemet i arbetsställningen kommer främst från att styrmodulerna är positionerade så att användaren måste sitta framåtlutad för att kunna arbeta. Det leder även till att en stor del av informationen från skärmarna hamnar i periferin och användaren måste vända på huvudet väldigt mycket för att kunna se den.

4.4 Funktionsanalys

Funktionsanalysen presenterar resultatet från informationssökningen genom att fördela produktens funktioner och presentera de i en funktionslista (se tabell 1). Funktionerna delas upp tre kategorier; huvudfunktion som är produktens huvudsyfte och är den mest nödvändiga, delfunktioner som bygger upp huvudfunktionen samt stödfunktioner som stöder delfunktionerna men inte är nödvändiga.



Figur 9: Funktionsträd.

Funktion	Klass (Huvudfunktion, delfunktion, stödfunktion)	Prioritering (Nödvändigt/önsk värt)	Anmärkning
Möjliggöra fjärrstyrning av lastbilar	HF	N	
Underlätta övervakning av fordon	DF	N	
Ge goda vyer	DF	N	
Ge personlig anpassning	SF	Ö	Anpassa ergonomi
Erbjuda relevant information vid körning	SF	N	
Möjliggöra ljudinput från förare	SF	N	Låta föraren kommunicera med fordonets omgivning
Möjliggöra styrning	DF	N	
Tillföra körkänsla	SF	Ö	
Haptisk feedback	SF	Ö	
Vägljud	SF	Ö	Direktljud från bilens omgivning
Tillföra hastighetskänsla	SF	Ö	
Medge handgrepp	DF	N	
Styrmodul	DF	N	
Accelerationsmodul	DF	N	
Medge god ergonomi	DF	N	
Ge personlig anpassning	DF	Ö	
Förhindra belastningsskador	DF	N	
Erbjuda avskärmning från omgivningen	DF	N	
Uttrycka kvalitet	SF	Ö	
Motstå slitage	SF	Ö	
Underlätta förflyttning	DF	N	
Möjliggöra modularitet	DF	Ö	
Ge identitet	DF	N	Einride
Målgrupp	SF	Ö	
Fabrikat	DF	N	

Tabell 1: Funktionslista

4.5 Kravspecifikation

En kravspecifikation utformades för den nya arbetsplatsen, både krav och önskemål listades upp och sedan rankades de på en skala 1 till 5 där 5 är av högsta prioritet. Samtliga krav och önskemål kategoriserades utifrån dess område.

Nr.	Kategori	Krav/Önskemål	Prioritering
1.	Arbete		
	Produkten ska möjliggöra fjärrstyrning av lastbilar	Krav	5
	Produkten ska underlätta övervakning av fordon	Krav	5
	Produkten ska erbjuda relevant information vid körning	Krav	5
	Produkten ska tillföra relevant ljud från fordonets omgivning	Krav	3
	Produkten ska tillföra haptisk feedback vid styrning	Önskemål	2
2.	Ergonomi		
	Ge personlig anpassning för 5:e till 95:e percentilen	Krav	5
	Möjliggöra sittande arbete	Krav	5
	Möjliggöra stående arbete	Önskemål	2
	Förhindra belastningsskador	Krav	5
	Erbjuda avskärmning från omgivningen	Önskemål	4
3	Miljö		
	Produkten ska erbjuda optimal ljussättning för arbetsuppgifterna	Krav	5

	Produkten ska erbjuda tillräcklig yta för föraren att röra sig	Krav	3
4	Semantik		
	Produkten ska uttrycka kvalitet	Önskemål	3
	Produkten ska motstå slitage	Krav	4
	Produkten ska uppfattas som modern	Önskemål	2
	Produkten ska uttrycka stabilitet	Önskemål	3
	Produkten ska uttrycka Einrides identitet	Önskemål	3
5	Praktiska egenskaper		
	Produkten ska kunna förflyttas mellan olika kontor	Önskemål	3
	Produkten ska vara modulär för enklare förflyttning	Önskemål	2
6	Budget		
	Produkten ska max kosta 150 000 kr	Nödvändigt	5
7	Hållbarhet		
	Produkten ska använda sig av återvinningsbara material	Önskvärt	4
	Produkten ska använda sig av slitstarka material	Nödvändigt	5

Tabell 2: Kravspecifikation

4.6 Moodboard

En moodboard skapades för att visualisera produktens uttryck och generella känsla. De stora motiven beskriver en känsla av stabilitet tillsammans med rundade hörn som ska ge ett inbjudande uttryck. Bilderna framställer centrala ord som:

- Modernitet med hjälp av minimalistiska former och uttryck.
- Frihet med hjälp av öppenhet, även när det är i begränsade utrymmen.
- Responsiv i form av en handfast och konkret känsla.



Figur 10: Moodboard.

4.7 Sammanfattning av informationsamling

Målet med konceptet är att skapa en arbetsstation för en stor variation av användare. Användaren ska kunna manövrera och övervaka fordonen med god ergonomi och utan distraktioner. Den ska även kunna förflyttas mellan olika kontorsplatser. Arbetsstationen kan ta form på många olika sätt, vilket ska undersökas och tas fram under konceptgenereringsfasen.

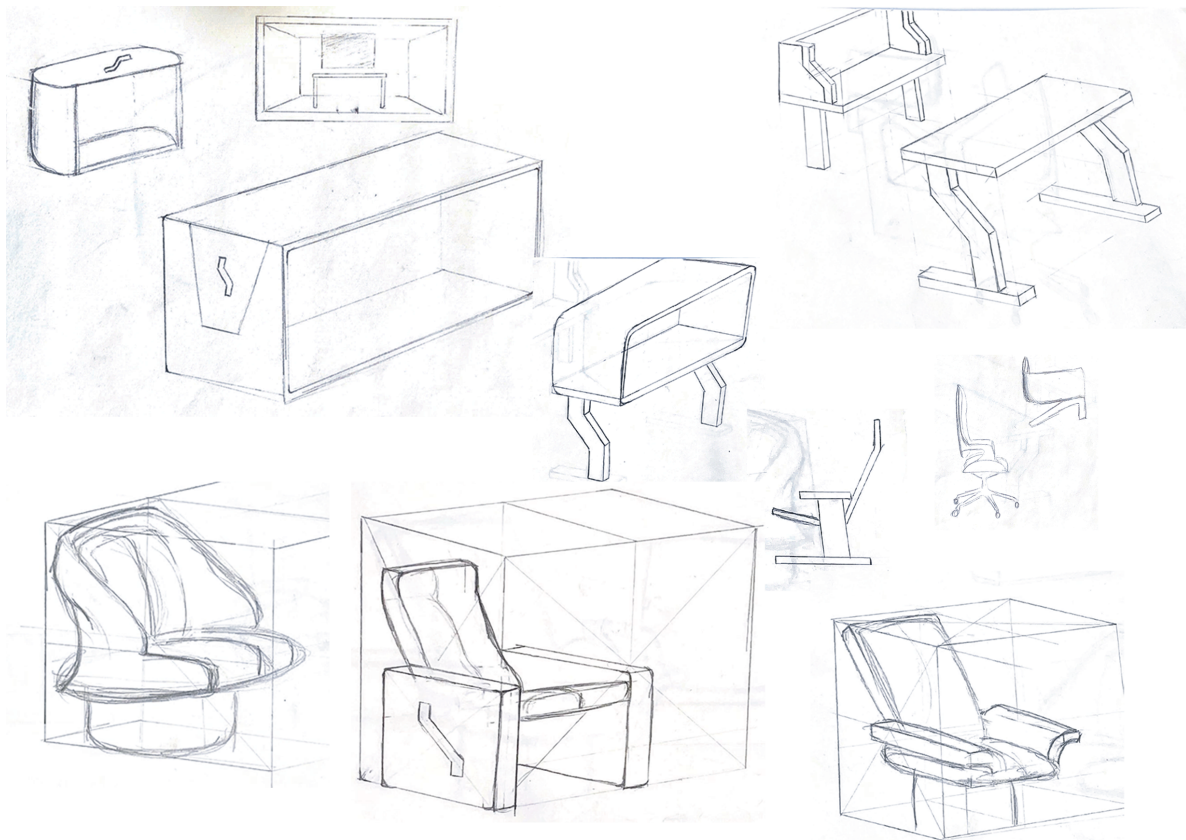
Ur informationssamlingen framkom det att den nuvarande arbetsstationen orsakar en obekväm arbetsposition och har lite utrymme för individanpassning. Det framkom nya krav på arbetsstationen och de ska ligga som grund under konceptgenereringen. Kraven beskriver en produkt som uttrycker Einrides identitet med hjälp av minimalistisk design som uttrycker modernitet, stabilitet, frihet och responsivitet. En viktig funktion för produkten är att fånga körkänslan av att manövrera ett stort fordon.

5. Genomförande och resultat av Fas 2 - konceptgenerering

I det här avsnittet presenteras resultaten från fas 2, det innefattar bilder från brainstorming, morfologisk matris, inspiration board samt en avgränsning av projektets riktning med hjälp av PNI och återkoppling med företaget. Processen itereras två gånger.

5.1 Brainstorming

Brainstorming utfördes för att påbörja idégenereringen och få fram många idéer genom enkla skisser och därifrån kunna bygga vidare på koncepten. Skisserna visar koncept som är antingen avskärmande bås, skrivbord eller olika former av säten (se figur 11).



Figur 11: Skisser från brainstorming. I övre vänstra hörnet visas bås-koncept. I övre högra hörnet visas bordskoncept och nedre delen visar stolskoncept.

5.2 Morfologisk matris

En morfologisk matris utfördes genom att använda delfunktionerna från den tidigare funktionsanalysen och därifrån skapa dellösningar (se bilaga 7). Matrisen presenterades för handledare och projektledaren på Einride och därefter eliminerades dellösningar som skulle ta för lång tid att utvärdera och inte var i linje med Einrides vision. De lösningar som eliminerades var att presentera information med projektor, användning av hörlurar samt de alternativa lösningarna till styr- och accelerationsmodulen. Matrisen uppdaterades och presenteras i tabell 3.

Delfunktioner	Dellösningar		
Erbjuda bildskärmar	På ett bord	På stativ	På väggen
Erbjuda kontroller	På bordet	På stolen	
Erbjuda sittplats	Kontorsstol	Fåtölj	
Erbjuda avskärmning	Ett bås	Bord med avskärmning	Avskärmning på stolen
Möjliggöra anpassning till användare	Höj och sänkbart bord	Anpassningsbar stol	

Tabell 3: Uppdaterad morfologisk matris

Matrisen genererade unika kombinationer. De kan delas upp i tre kategorier där den största faktorn är avskärmningen. Alla koncept som innefattar en stol och/eller ett bord räknar med att de är anpassningsbara.

Bås

Den första kategorin är koncept som involverar ett bås. Båset kan antingen vara helt stängt eller bara delvis. I båset ska självaste arbetsstationen finnas och den kan vara utformad som antingen en stol med integrerade kontroller eller som ett skrivbord med en mer "vanlig" bekväm stol.

Bord

Den andra kategorin är det bordet som avskärmar, likt Einrides nuvarande koncept. Det ska kompletteras med en stol, antingen kontorsstol eller en fåtölj.

Stol

Den sista kategorin är en avskärmade stol. Det innebär att ett bord inte är nödvändigt utan kontrollerna kan vara på stolen och skärmarna kan vara på ett stativ eller på en vägg. Samtliga koncept presenteras i tabellen nedan.

nr	Koncept
Lösningar ett bås	
1	Bås med en arbetsstation i form av en stol med integrerade kontroller och skärmar på väggen
2	Bås med arbetsstationen i form av stol med integrerade kontroller och skärmar på stativ.
3	Bås med skrivbord med integrerade kontroller och bekväm fåtölj
4	Bås med skrivbord och bekväm fåtölj med integrerade kontroller
5	Bås med skrivbord och kontorstol
Lösningar med avskärmande bord	
6	Avskärmande bord med integrerade kontroller och bekväm fåtölj
7	Avskärmande bord med integrerade kontroller och kontorstol
8	Avskärmande bord och stol med integrerade kontroller
Lösningar med avskärmande stol	
9	Avskärmande stol med integrerade kontroller och skärmar på stativ
10	Avskärmande stol med integrerade kontroller och skärmar på vägg
11	Avskärmande stol med integrerade kontroller och skärmar på bord

Tabell 4: Samling av samtliga koncept från den morfologiska matrisen

5.3 Utvärdering, återkoppling och beslut om projektets riktning

För att utvärdera lösningarna som skapades användes PNI. Metoden användes på de tre huvudkategorierna för att utvärdera vilken riktning projektet ska fortsätta i och avgränsa bort de andra alternativen (se bilaga 8). Tabellen presenterades för handledare på Einride och för testingenjörernas chef Robert Laxing. Det resulterade i en diskussion kring hur projektet ska gå vidare. Båset och den avskärmande stolen blev fokus eftersom de visade störst variation från dagens arbetsstation och det konstaterades att frågan står mellan att maximera avskärmning eller förbättra fysisk ergonomi. Den bästa lösningen vore att inkludera alla komponenter i en lösning, men det vore för stort för tidsramen för det här projektet. Laxing nämnde däremot att många chaufförer som fått provköra arbetsstationen har nämnt att det vore intressant med kontroller i stolen, likt en grävmaskin. Han tog även upp att den sociala aspekten är viktig och att fler personer i rummet inte behöver vara mer distraherande än att ha passagerare i bilen. Det kan i stället göra arbetsplatsen mer inbjudande.

Slutsatsen blev att fokusera på den fysiska ergonomin och förhindra belastningsskador, att maximera avskärmning ansågs vara överflödigt. Det innebär att projektet ska skapa en avskärmande stol med god ergonomi och inbyggda kontroller. Stolen ska agera som en dellösning till problemet och inte innefatta en konstruktion för skärmupphängning. Fasta krav på stolen fastställdes:

- Kontrollerna ska vara på armstöden.
- Avskärmning och ljudsystem ska vara inkluderat i nackstödet.
- Goodwood stationen kommer att användas för att visualisera den kompletta arbetsplatsen. Bordet beräknas kosta 50 000 kr vilket lämnar 100 000 kr till stolsbudgeten.

5.4 Befintliga lösningar på avskärmande miljöer och inbyggda kontroller

En andra iteration utav informationssamling av befintliga lösningar utfördes. Den här gången mer specifikt för en arbetsstation som är utformad som en stol. Dessvärre gav internetsökningar och litteraturstudier inte många resultat och det enda konkreta exemplet är Sandviks arbetsstation för AutoMine som tidigare nämnts. Däremot kom det fram två produkter som löser delar av problemet på olika sätt, stolar till grävmaskiner och passagerarstolar på flygplan och tåg.

Stolarna till grävmaskiner är utformade likt vanliga bilstolar men med en rakare sittposition. De uttrycker mycket komfort men är ofta begränsade i anpassningsbarhet. De har två armstöd och framför dem finns det två spakar för att manövrera fordonet. Spakarna sitter monterade lägre ner än armstöden men har en höjd som gör att de kan nås samtidigt som armarna får avlastning.

Passagerarstolar på flygplan och tåg uttrycker komfort, ger avskärmning med hjälp av nackstödet och har ofta armstöd för avlastning. De är särskilt utformade för komfort under långa resor och av människor i varierande storlekar. Likt grävmaskinsstolarna har de också ofta begränsad anpassningsbarhet.



Figur 12: Passagerarstol i business class. (2018). Wireless charging pad equipped for each business class seat [Fotografi]. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Business_class_seat_of_CR400BF-C-5145_\(20191230112001\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Business_class_seat_of_CR400BF-C-5145_(20191230112001).jpg). CC BY-SA 4.0.

Utöver det studerades även en fåtölj på Chalmers Campus Lindholmens bibliotek Kuggen. Fåtöljen är avsedd för att studera individuellt och utformad med avskärmning. Det gör den genom att använda stora paneler i huvudnivå, för att begränsa användarens synfält. Bilden nedan beskriver en person som läser utan att bli distraherad av händelser på sidan (se figur 13).

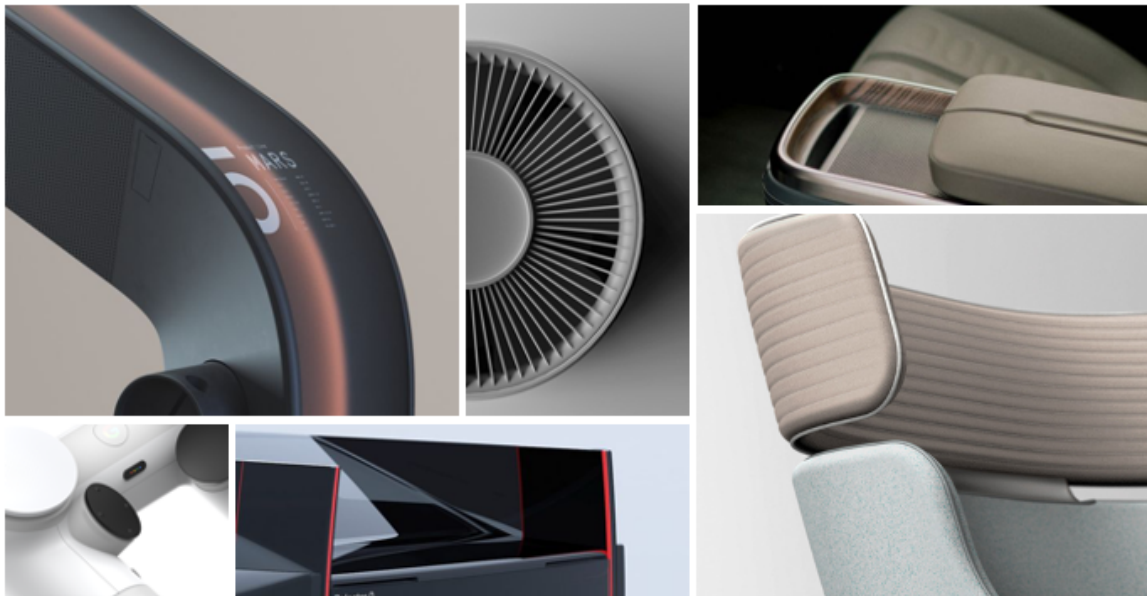


Figur 13: Avskärmande stol under användning.

5.5 Uppdaterad funktionslista och kravspecifikation för avskärmande ergonomisk stol med integrerade kontrollmoduler

En ny funktionslista och kravspecifikation togs fram som är mer specifik för framtagningen av en avskärmande, ergonomisk stol med integrerade kontroller. Produktens huvudfunktion är nu att underlätta fjärrstyrning och övervakning av lastbilar. Den nya kravspecifikationen beskriver de mått som utformningen måste ta hänsyn till för att erbjuda god ergonomi och de delar som behöver vara justerbara. För att få fram samtliga mått har ISO 9252-5, webbsidan antropometri.se samt en guide för ergonomisk utformning som publicerats av Allsteel använts (Openshaw & Taylor, 2006). För fullständig uppdaterad funktionslista och kravspecifikation, se bilaga 9 och 10. Kategorier som semantik, hållbarhet och praktiska egenskaper hålls oförändrade från tidigare kravspecifikation.

5.6 Inspiration board



Figur 14: Inspiration board.


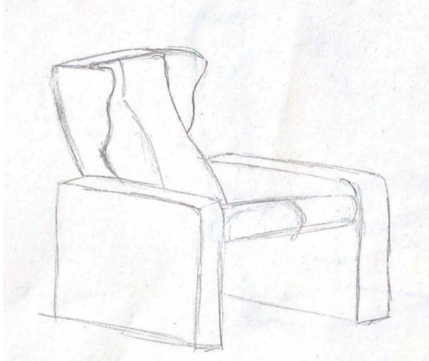
En inspiration board togs fram för att definiera produktens direkta inspirationer. På bilderna presenteras de former, färger och texturer som stolen ska ha. De utvalda bilderna använder sig av neutrala färger för ett modern och futuristiskt uttryck. Det är även flytande och mjuka former för att skapa ett inbjudande uttryck. De matta och mjuka ytorna valdes ut för att vidare stärka den känslan och samtidigt uppfattas som avslappnande.

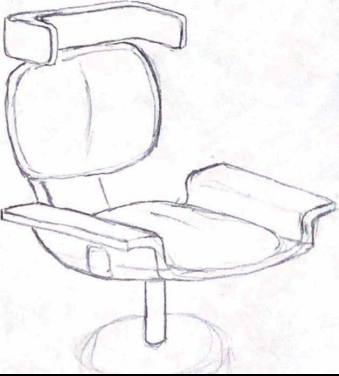
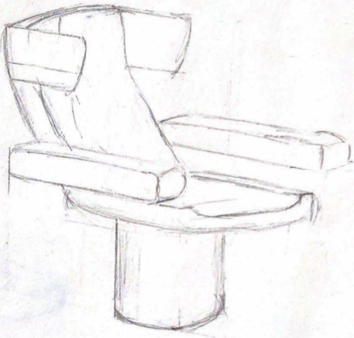
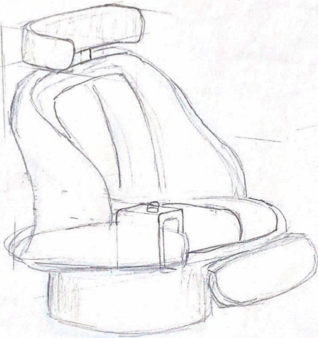
5.7 Morfologisk matris

En ny morfologisk matris togs fram som är mer anpassad för framtagning av en stol utifrån den skapades nya dellösningar och 5 koncept för en stol togs fram (se tabell 5).

Delfunktioner	Dellösningar			
Erbjuda avskärmning	Inkluderat i nackstödet	Skärmar längs stolen		
Erbjuda armstöd	På ryggstödet	Inkluderat som stolsben	Inkluderat i stolen	
Höj- och sänkbar sitthöjd	Hydraulisk kolv	Räls som sitter i stolsbenen	Räls i ryggstöd	

Tabell 5: Ny morfologisk matris skapad med en stol i åtanke

	<p>Koncept 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avskärmning i form av skärmar längs stolen - Armstöd sitter på sätet - Höj- och sänkbar med hjälp av räls i ryggstödet
	<p>Koncept 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avskärmning i form av skärmar längs stolen - Armstöd som stolsben - Höj- och sänkbar med hjälp av räls i stolsbenen/armstöden

	<p>Koncept 3</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avskärmning inkluderat i nackstödet - Armstöd sitter på sätet - Höj- och sänkbar med hjälp av hydraulisk kolv
	<p>Koncept 4</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avskärmning i form av skärmar längs stolen - Armstöd i ryggstödet - Höj- och sänkbar med hjälp av hydraulisk kolv
	<p>Koncept 5</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avskärmning inkluderat i nackstödet - Armstöd inkluderat i stolen - Höj- och sänkbar med hjälp av hydraulisk kolv

Tabell 6: Samtliga koncept från den morfologiska matrisen

5.8 Sammanfattning av konceptgenerering


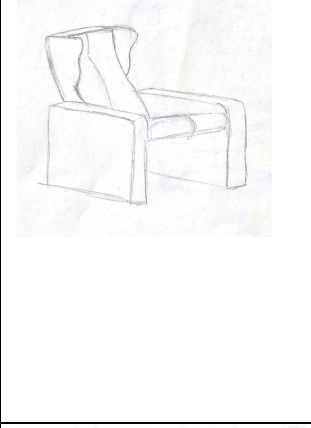

Konceptgenereringsfasen började med att skapa en bredd av olika koncept. Konzepten delades upp i tre kategorier: bås, bord och stol. Därefter användes utvärderingsmetoden PNI för att skapa en tydlig överblick av kategorierna och sedan utvärderades de med hjälp av återkoppling med företaget. Under återkopplingen framkom det att båskoncepten kan skapa överflödigt avskärmning samt att bordskoncepten kunde bli för lika dagens arbetsstation. Därav bestämdes det att projektet ska generera ett stolskoncept med integrerade kontroller och avskärmning. En kort informationssamling itererades för att utforska befintliga lösningar för stolar med tidigare nämnda egenskaper samt riktlinjer för utformningen av en stol med god ergonomi. Det skapades en ny kravspecifikation och sedan påbörjades en andra iteration av konceptgenereringen vilket gav resultat till fem stolskoncept. De olika koncepten varierar i justerbarhet, avskärmning och semantiska uttryck vilket utvärderas under konceptutvärderingsfasen.

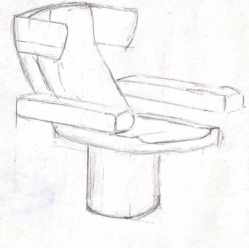
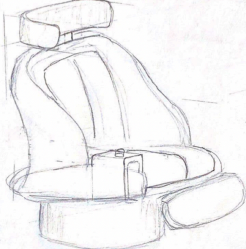
6. Genomförande och resultat av Fas 3 – konceptutvärdering

För att utvärdera de genererade koncepten och välja ut en slutprodukt användes PNI och en Pugh-matris.

6.1 PNI

För att påbörja utvärderingen av koncepten utfördes en PNI genom att placera samtliga koncept i en tabell och lista upp deras positiva, negativa och intressanta aspekter.

	Positivt	Negativt	Intressant
	<ul style="list-style-type: none"> - Går att anpassa armstödens höjd - Modulära armstöd hjälper vidare individanpassning - Basen kan göras av pressad plywood, hållbart material 	<ul style="list-style-type: none"> - Avskärmar inte så mycket - Är inte i linje med Einrides designspråk - Armstöden passar inte med den övriga designen - Ser inte stabil ut - Går inte att vrida eller snurra - Mindre spann för höj/sänkbara säte 	
	<ul style="list-style-type: none"> - Uttrycker stabilitet - Har ett minimalistiskt uttryck - Uttrycker komfort - I linje med Einrides designspråk - Färre rörliga delar kan leda till mindre slitage - Enkel att göra modulär 	<ul style="list-style-type: none"> - Går inte att individanpassa armstödens höjd - Armstöden försvinner om användaren vill sitta högt - Går inte att vrida eller snurra 	Finns det något sätt att göra armstöden höj/sänkbara?
	<ul style="list-style-type: none"> - Enkel konstruktion - Går att anpassa armstödens höjd - Har ett modernt uttryck - Har ett minimalistiskt uttryck - Går att vrida och snurra - Tillåter mer justerbarhet - Enkel att göra modulär 	<ul style="list-style-type: none"> - Ser inte stabilt ut - Går inte att individanpassa armstödens höjd - Svårt att inkludera kontroller i armstödens tunna geometri - Uttrycker inte komfort 	Kan armstöden bli mer anpassningsbara

	<ul style="list-style-type: none"> - Går att anpassa armstödens höjd - Uttrycker stabilitet - Har ett modernt uttryck - I linje med Einrides designspråk - Uttrycker komfort - Går att vrida och snurra 	<ul style="list-style-type: none"> - Armstödens fästning kan vara komplicerad om de ska vara höj/sänkbara - Basen och armstöden är inte i linje med resten av stolens design 	<p>Hur kan armstöden bli mer sammanhängande?</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Har ett modernt uttryck - Går att vrida och snurra 	<ul style="list-style-type: none"> - Avancerad geometri att göra anpassningsbar - Finns inte plats för armar - Ser klumpig ut - Svår att göra modulär 	

Tabell 7: PNI med samtliga koncept

Några aspekter som togs upp var komponenter som gör produkten mer justerbar, deras semantiska uttryck och funktioner. Till exempel beskrivs det att Koncept 1, 3 och 4 har en utformning som underlättar för armstöd med höjdanpassning medan Koncept 2 och 4 har tydligare uttryck för stabilitet. Tabellen användes för att tydliggöra konceptens styrkor och svagheter, inga koncept eliminerades i det här stadiet. För fullständig PNI se tabell 7.

6.2 Pugh matris

En Pugh-matris utfördes för att utvärdera koncepten. Ett koncept valdes ut som referensprodukt och sedan placerades samtliga koncept i en matris för att poängsättas efter hur väl de uppfyller punkterna från kravspecifikationen. Det här utfördes två gånger för att kunna se vilket/vilka koncept som ska vidareutvecklas. Resultatet från matrisen visade att koncepten mötte majoriteten av kraven lika bra, där det gav varierande resultat var vid kraven för justerbarhet och semantik. Vissa koncept har en utformning som gör det svårt att ha rörliga delar och därmed presterar de sämre i matrisen. Den första iterationen utfördes med Koncept 1 som referensprodukt. Det resulterade i att Koncept 2 fick bäst resultat, främst på grund av den mötte de semantiska kraven bäst. Under den andra iterationen användes Koncept 2 som referensprodukt och resulterade i att Koncept 3 fick bäst resultat på grund av dess justerbara egenskaper. Resterande koncept eliminerades och de två koncept som gav bäst resultat från matriserna togs vidare för återkoppling och vidareutveckling. För samtliga Pugh matriser, se bilaga 11.

6.3 Vidareutveckling av Koncept 2 & 3

De två resterande koncepten grovkonstruerades i Catia V6 och renderades i Blender för att skapa en tydligare bild av produkterna. Modelleringen visade produkternas riktiga proportioner. Koncept 2 är en robust stol med ett stabilt uttryck. Den använder sig av två rektangulära block som agerar som både stolsben och armstöd. I de två blocken kan den tekniska utrustningen placeras, de är även utrustade med spår för att kunna höja och sänka säte och ryggstöd. Den använder sig också av två avskärmande skydd som går längs ryggstödet (se figur 15).



Figur 15: Rendering av Koncept 2.

Koncept 3 har en mer slimmad design där komponenterna är uppdelade i separata moduler, den använder sig av nackstödet för att avskärma användaren från omgivningen (se figur 16). Stolens bas är en rundad rektangulär låda som innehåller den hydrauliska kolven för höj- och sänkbarhet av sätet samt stolens tekniska utrustning.



Figur 16: Rendering av Koncept 3

6.4 Återkoppling med Einride och konceptval

Modellerna presenterades för handledare och designavdelningen på Einride samt konstruktören av Goodwood stationen för återkoppling. De tyckte att Koncept 3 verkade mest intressant, främst på grund av att den uttrycker modularitet, eftersom samtliga delar som till exempel ryggstöd, armstöd och nackstöd är separata delar. Då kan de med hjälp av reglage anpassas till varje användare. Även den slimmade designen ansågs vara mer i linje med Einrides moderna uttryck. De negativa aspekterna som togs upp var att många delar av designen hade vassa hörn och tydliga kanter, medan Einrides design har mer mjuka former. Nackstödet ansågs inte ge tillräckligt mycket avskärmning och det noterades att om användaren lutar fram lite så kommer den inte längre hjälpa, den ger inte heller någon avskärmning vertikalt. Det framkom även en idé att täcka avskärmningen med textilier och dynor, för att öka ljudabsorptionen. Konceptet uttrycker inte heller lika mycket stabilitet och komfort som Koncept 2.

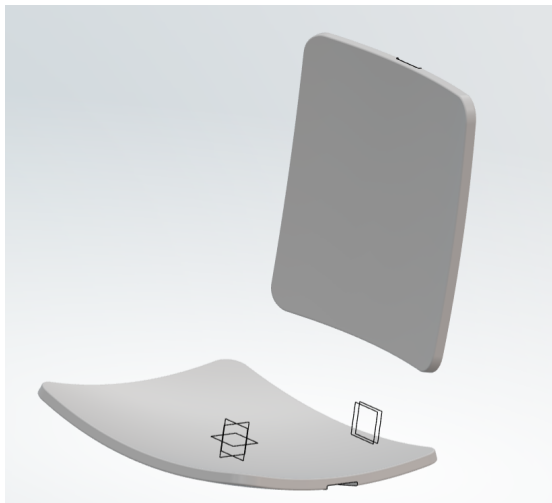
Koncept 2 erbjuder mer avskärmning och har ett stabilare uttryck. Däremot var den initiala reaktionen från intressenter på Einride att den ser väldigt tung ut och inte särskilt anpassningsbar. En viktig aspekt som togs upp var att det blir svårt att implementera ett sätt där armstöden kan vara anpassningsbara i höjd och bredd. Generellt tyckte de inte att produkten var i linje med visionen de hade för arbetsstationen. Konceptet uppnådde inte heller kraven på anpassningsbarhet lika bra som Koncept 3, därav eliminerades Koncept 2 och det var bara ett koncept kvar för vidareutveckling.

6.5 Vidareutveckling och förfining av valt koncept

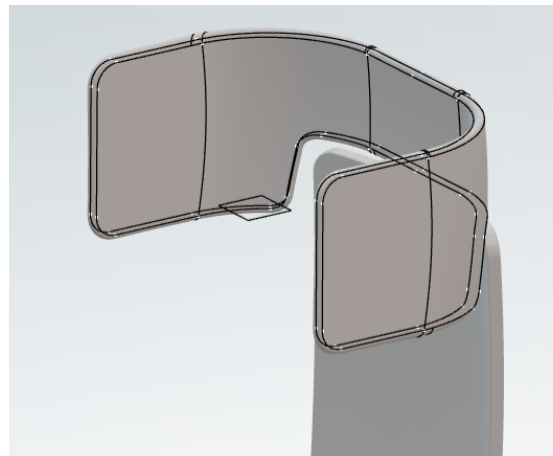
Efter återkoppling och evaluering konstaterades det ändringar som behövde ske på Koncept 3, var:

- Rundare former för att ge ett mer inbjudande uttryck.
- Mer täckande avskärmning, både horisontellt och vertikalt.
- Utöka ljuddämpande förmåga genom att utöka ytan som nackstödet textilier tar upp.
- Konceptet ska tydliggöra stabilitet.
- Konceptet ska tydliggöra komfort.
- Justerbarhet för olika armlängder.
- Semantiska förändringar på kontroller för en mer "hands-on" och responsiv känsla.

För att skapa ett mer inbjudande uttryck rundades konceptets baskomponenter, det vill säga sätet och ryggstödet (se figur 17). De användes sedan som guide för utformningen av hela stolen. För avskärmningen expanderades nackstödet horisontellt i större utsträckning, för att ge stolen mer täckande avskärmning. Nackstödet expanderades även nedåt för att kunna ge ännu mer avskärmning från omgivningen (se figur 18).

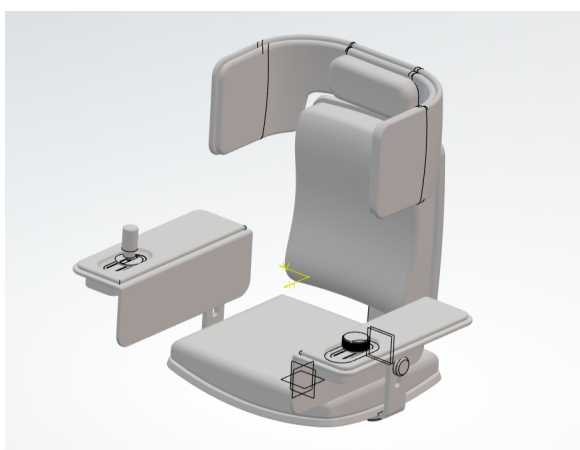


Figur 17: Rundat säte och ryggstöd.

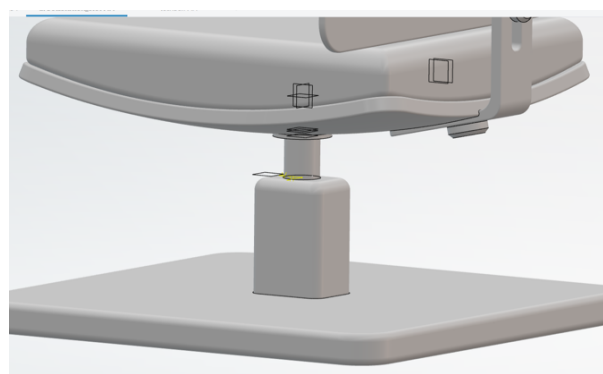


Figur 18: Uppdaterat nackstöd med mer avskärmning.

För att öka produktens komfort skapades tjockare dynor än tidigare, ryggdynan har även tydligare svankstöd för bättre ergonomi. Vid nackstödet finns det två dynor. Ena täcker hela omsvepningen för bättre ljudabsorption samt täcka för högtalare. Den andra dynan liknar i stället ett vanligt nackstöd som finns i bilar och på flygplansstolar, för bättre support för huvudet. Det inkluderades även dynor på armstöden för att ge en bekvämare avlastning för armarna. Konceptet med samtliga dynor presenteras i figur 19. Dessutom skapades en större och tunnare bas till stolsbenet, detta för att uttrycka mer stabilitet utan att kompromissa den slimmade designen. Stolsbenet är en rundad kvadratisk form som innehåller en hydraulisk kolv för höj- och sänkbarhet av sätet.

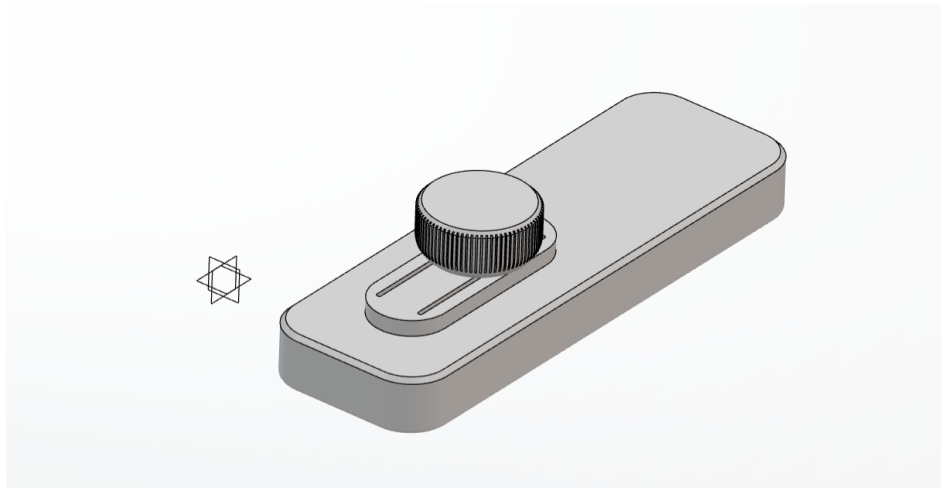


Figur 19: Stolskoncept med samtliga dynor.



Figur 20: Nytt stolsben.

Det placerades även en låda under armstöden där den tekniska utrustningen för kontrollmodulerna ska vara. Den ska möjliggöra kommunikationen mellan kontrollerna och datorn, den ska även använda sig av haptiska motorer för att ge användaren vibrationer i form av haptisk feedback under styrning. På lådan finns det även två spår för där styrmodulen ska vara infäst. Med hjälp av spåren ska användaren kunna ställa in olika inställningar på modulernas position beroende på hans armlängd. Spåren är 13 cm långa, vilket motsvarar armlängdsskillnaden mellan 5:e och 95:e percentilen (Högskolan i Skövde, u.d.).



Figur 21: Låda med teknisk utrustning, styrmodul placerad på den.

Även fast projektet inte innefattar nya kontrollmoduler så ändrades deras semantiska uttryck för att uttrycka en mer responsiv känsla. Den nya accelerationsmodulen har en större utformning som ger användaren möjligheten att använda hela handen och känna mer kontroll. Styrmodulen har ribbor runt hela ratten av samma anledning, att ge användaren en känsla av kontroll och precision.

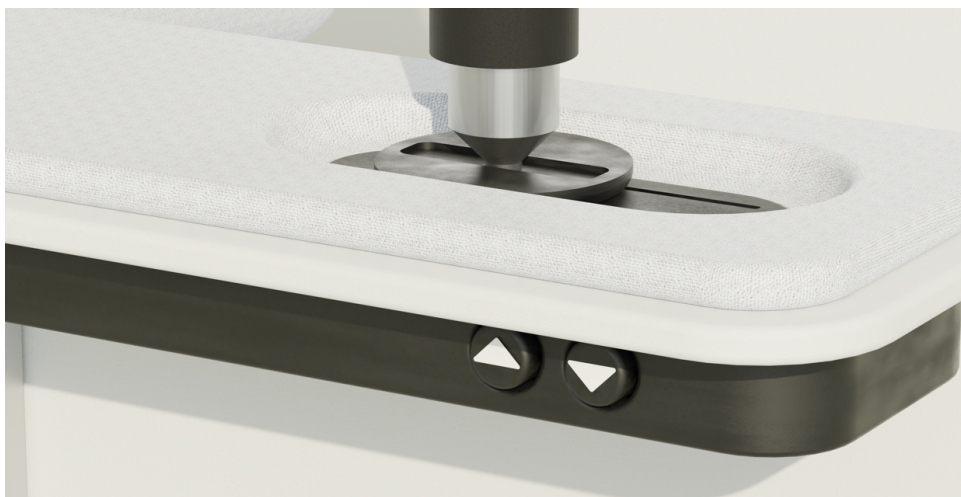
7. Slutkoncept – RPO Chair

Det slutliga konceptet RPO Chair, vilket står för Remote Pod Operator Chair, är en ergonomisk stol särskilt anpassad för att underlätta övervakning och fjärrstyrning av lastbilar. Den nya arbetsstationen låter föraren arbeta ostört i sin egen miljö, men kan även placeras nära andra förare för att möjliggöra social kommunikation och samarbete när det så krävs. RPO Chair har ett modernt uttryck med rundade hörn och mjuka former. Med integrerade kontroller i armstöden, haptisk feedback och ljudsystem i nackstödet kan användaren fånga upplevelsen av att köra ett fordon med komforten av att sitta i en kontorsmiljö. RPO Chair kompletteras med skärmar för att få arbetsstationens fulla funktion.



Figur 22: Rending av slutkonceptet RPO Chair.

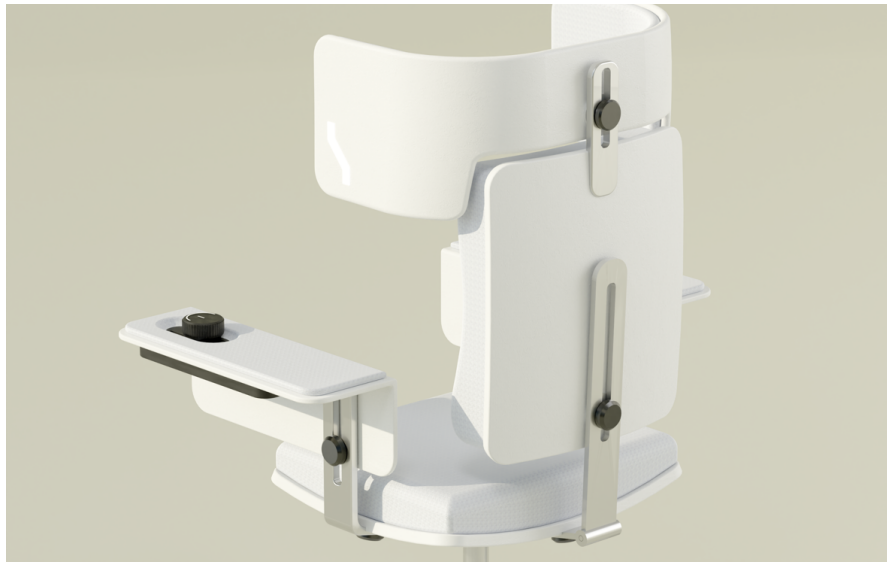
Stolens kontroller fungerar med hjälp av samma trådlösa teknik som används för att fjärrstyra Poden. Den är utrustad med eluttag som kopplas in till en strömkälla för att ge de elektroniska komponenterna ström. För att anpassa säteshöjden används elektriska motorer i stolsbenet som kan justeras med hjälp av knappar.



Figur 23: Knappar för att höja och sänka stolens säte.

7.1 Stolens semantiska funktioner

Uttrycka justerbarhet. Genom att använda sig av ett flertal reglage kan stolen anpassas till en stor variation av användare och underlätta individanpassning. Skruvreglagen använder sig av en tydlig svart färg för att uppmana till användning. Samtliga reglage är överdimensionerade, vilket innebär att de kan gå till extremlägen som sällan kommer komma till användning. Det valdes ut för att stärka produktens känsla av frihet och justerbarhet.



Figur 24: RPO Chair snett bakifrån, visar de olika reglagen för individanpassning.

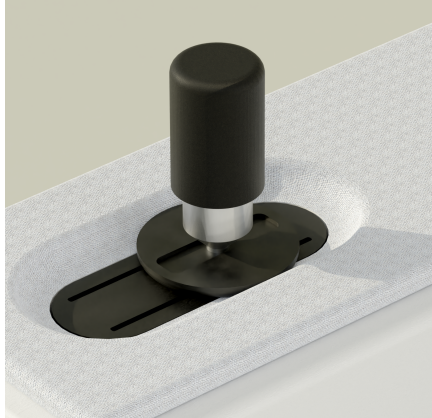


Figur 25: Reglage på sätets undersida för justering av armstödens position på bredden

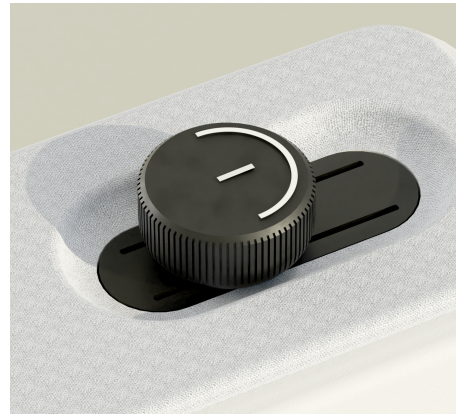
Beskriva avskärmning. Stolen använder sig av ett omsvepande nackstöd som avskärmar användaren från visuella distraktioner som kan uppkomma i stolens omgivning. Dessutom används textilier och dynor på nackstödet ytor för att vidare uttrycka en känsla av ljudabsorption och isolation.

Uppmana kontroll. Genom att använda sig av kontroller med en stor utformning och egenskaper som tydligt visar hur de ska användas kan en stark känsla av kontroll uttryckas. Styrmodulen använder sig av ribbor som uppmanar rotation och accelerationsmodulen

använder sig av ett tydligt spår som visar vilken riktning den ska användas. De matta ytorna på kontrollerna uttrycker en behaglig och inbjudande känsla.



Figur 26: Stolens accelerationsmodul.



Figur 27: Stolens styrmodul

Beskriva komfort. Stolen har dynor och mjuka textilier på samtliga ytor som användaren har kontakt med. De ytor som utsätts för mest belastning, det vill säga sätet och ryggstödet, använder sig av tjockare dynor för att stärka känslan av komfort.

Uttrycka stabilitet. Genom att använda sig av en stor bas till stolen kombinerat med ett robust stolsben upplevs produkten i sin helhet som stabil. Basen och stolsbenen har även en större volym jämfört med resten av stolens komponenter som är betydligt tunnare. Det ger stolen en lägre tyngdpunkt vilket vidare stärker känslan av stabilitet.

Uttrycka kvalitet. Konzeptets utformning använder sig av väl genomarbetade former, högkvalitativa materialval och rustika reglage vilket ger en stark känsla av kvalitet.

Identifiera Einride. Genom att använda sig av mjuka former, minimalistisk design samt enbart använda sig av vit och svart uttrycker produkten Einrides identitet. Det resulterar i att produkten passar väl in med Einrides existerande produkter. Nedan visas ett exempel där RPO Chair visualiserats tillsammans med Goodwood stationen för att tydliggöra likheterna i designspråket (se figur 28).



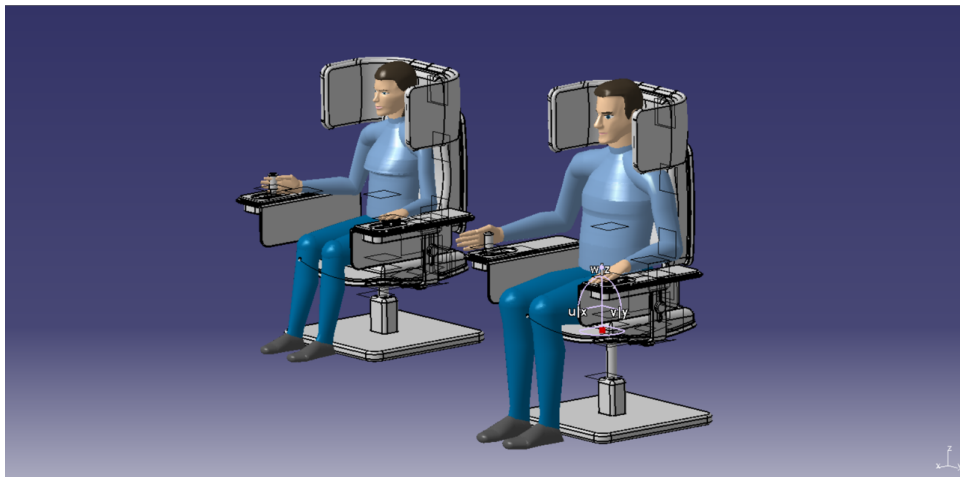
Figur 28: RPO Chair visualiserad framför nuvarande arbetsstationen Goodwood.

7.2 Ergonomi och individanpassning

3D-modellen av slutkonceptet placerades sedan i Catia V5 för att kunna nyttja arbetsbänken Human Builder där modeller av människor kan användas för att utvärdera produkten. Användaren ska kunna anpassa:

- Ryggstödet höjd och lutning.
- Nackstödet höjd.
- Armstödens höjd och bredd.
- Sätets höjd.
- Kontrollmodulernas placering i armstödens riktning.

En kvinna från 5:e percentilen och en man från 95:e percentilen placerades i varsin stol och med hjälp av stolens reglage och att stolen är uppdelad i moduler, kunde stolarna anpassas till respektive modell. Det påvisar att stolen kan användas av en stor variation av kroppdimensioner.



Figur 29: Kvinna från 5:e percentilen och man från 95:e percentilen placerade i varsin individanpassade stol.

7.3 Materialförslag för hållbarhet

En grundläggande undersökning av material utfördes. Målet var att hitta långsiktigt hållbara material som stärker stolens uttryck av komfort och kvalitet men som även tar hänsyn till ekologisk hållbarhet, därav är ekologiska material att föredra. För att hitta materialen har främst *The Materials Sourcebook for Design Professionals*, en bok av Rob Thompson använts. Utöver det har internetsökningar utförts för att komplettera informationssamlingen.

För stolens klädsel kan naturfibrer användas. Ett hållbart alternativ är ull, det är ett återvinningsbart och slitstarkt material som långsiktigt kan hantera den statiska belastningen som stolen kommer att utsättas för. Det har även mjuka egenskaper som ökar komforten. Nackdelen med ull är att det är svårare att rengöra jämfört med material som PVC (Ferris, 2020). Ull är ett ganska dyrt material men på grund av dess slitstarka egenskaper tenderar det att vara det kostnadseffektiva alternativet i längden (Thompson, 2017). Ofta kombineras ull med syntetiska fibrer, ett bra alternativ är polypropylen (PP) som är en slitstark polymer. En blandning av 80 % ull och 20 % PP maximerar materialets styrka. Sådana kombinationer

är något som många stoltillverkare, till exempel Kinnarps använder sig av i nästintill samtliga stolstextilier (Kinnarps, u.d.). Till dynan kan polyeter användas, ett vanligt förekommande skum inom möbler och används ofta på grund av att det både är mjukt samtidigt som det ger mycket support och kan hålla sin ursprungliga form.

När det kommer till delarna för sätet, ryggstödet, nackstödet och armstöden kan ett trämaterial användas. I det här fallet är plywood särskilt användbart eftersom det är ett material som är formbart, har hög slaghållfasthet, styrka, styvhet samtidigt som det är lättviktigt och kostnadseffektivt (Thompson, 2017). Plywood produceras av restprodukter från timmerproduktion, dessutom gör dess egenskaper materialet hållbart under längre tidsperioder.

För komponenter som skenor, reglage och stolsben vore metaller bra alternativ. Eftersom många av komponenterna ska formas behöver materialet kunna deformeras. De ska dessutom användas för anpassning av stolen och kommer därmed ha många rörliga delar. För att inte deformeras under användning behöver materialet vara slitstarkt och relativt hårt. En lättviktig men stark metall är aluminium, på grund av dess låga densitet kan det bockas till önskad form samtidigt som det håller sin form under användning. Framtagningen av aluminium kräver mycket energi vilket gör det mer kostsamt jämfört med andra metaller som till exempel stål. Däremot är det ett återvinningsbart material och kräver 95% mindre energi än att använda nyproducerat material vilket gör det till ett relativt hållbart alternativ (Thompson, 2017).

7.4 Kostnadsestimering

Tillsammans med en konstruktör på Einride togs en grov kostnadsestimering fram. För att utföra den behövde samtliga komponenter och dess material definieras i en tabell. Därefter behövde det undersökas om Einride redan har verktygen för framtagningen av komponenten eller om dessa behövs köpas in och vilken kostnad det innebär.

De komponenter som kräver inköp av verktyg är samtliga delar som är av plywood och stolsdynan. För att utforma komponenterna i plywood behövs det ett formpressningsverktyg för respektive del. Verktygskostnaden beräknades vara 40 000 kr för sätet och ryggstödet eftersom de behöver fräsas på grund av den dubbelkrökta geometrin. För nackstöd och armstöd är geometrin enklare och verktygskostnaden blir 10 000 kr.

För sätesdynan behöver skummet gjutas eftersom det har en varierande tjocklek, det medför en verktygskostnad på 50 000 kr. Resterande dynor kan skäras ut med skärverktyg som Einride redan har. Samtliga skenor i aluminium ska bockas för att få dess form och vridreglagen ska fräsas.

Sedan estimerades ett artikelpris, det innebär ett styckpris för materialkostnad och dess framtagning. Därefter beräknades en komponentkostnad genom att multiplicera artikelpriset med antalet artiklar. En verktygskostnad per stol beräknades genom att dividera den totala verktygskostnaden med antalet stolar och slutligen kunde en total kostnad per stol beräknas. För 28 stolar blir kostnaden 47 357 kr, vilket håller stolen väl inom den aktuella budgeten. För fullständig tabell med kostnadsestimering, se bilaga 12.

8. Diskussion

I avsnittet diskuteras slutkonceptets prestation gentemot kravspecifikationen samt de etiska och hållbara aspekter som existerar kring produkten och arbetssättet. Dessutom utvärderas projektets arbetsgång och en diskussion kring potentiella utvecklingsområden hålls.

8.1 Kravuppfyllelse

För att utvärdera slutkonceptet jämfördes det med kravspecifikationen för att se hur krav och önskemål uppfyllts.

Samtliga krav från kravspecifikationen kan anses vara uppnådda i varierande grad. De kategorier som innefattade flest nödvändiga aspekter var *Arbete* och *Ergonomi*. Därför prioriterades de kategorierna, vilket resulterade i att samtliga krav uppfylls väl. Slutkonceptet använder sig av alla de mått som presenterades och når kraven för individanpassning.

Kategorin som beskriver produktens önskvärda semantik är svårare att bedöma. Kravspecifikationen beskriver en produkt som uttrycker kvalitet, modernitet, komfort och stabilitet. Det är funktioner som är svåra att utvärdera eftersom de är subjektiva mått. Med stolens högkvalitativa materialval, enkla former och mjuka dynor kan dock samtliga punkter anses vara väl uppnådda.

Kategorin *Praktiska egenskaper*, kan också anses vara uppfylld. Flera produkter kan placeras i samma rum och produkten är modulär. Eftersom den är uppbyggd av moduler kan de monteras isär inför eventuella transporter och därmed underlätta förflyttning. När det kommer till budget är det svårt att estimerar ett exakt pris med tanke på att tillverkningsprocesser, materialkostnader och kostnaden för verktyg kan variera mycket. En stor del av artikelpriset beror på hur lång tid det tar att ta fram materialet, vilket är svårt att uppskatta. Däremot beräknades produktens pris grovt och resultat är under hälften av den aktuella budgeten och därmed kan kravet räknas som uppnått.

Den sista kategorin är hållbarhet. Här tas ekologiska faktorer upp om återvinning och modularitet. Eftersom stolens till stor del använder sig av stora stycken av ett och samma material blir den enkel att återvinna, många delar är dessutom modulära vilket underlättar denna process ännu mer. Det underlättar även reparerbarhet och kan på så sätt förlänga stolens livslängd.

8.2 Etik och hållbarhet

I det här avsnittet utförs en diskussion om hur vidareutvecklingen av autonoma system påverkar samhället och den sociala hållbarheten samt en utvärdering av produktens ekologiska hållbarhet.

8.2.1 Automation, AI och dess påverkan på arbetskraften

Produkten som tagits fram ska användas för att assistera vidareutvecklingen av autonoma bilar. Einride är ett företag som satsar stort på teknik och har en stark vision om att kunna påverka klimatet med hjälp av smart teknisk innovation. Som tidigare nämnt är deras mål däremot inte att ersätta människan, de argumenterar att teknik fungerar bäst när den samarbetar med den mänskliga faktorn (Einride, 2022). Det ställer dock frågan om hur denna utveckling påverkar samhället.

Autonoma system är inget nytt. Redan under den industriella revolutionen var människor oroliga att maskinerna skulle ta deras jobb och lämna dem arbetslösa. Än idag har det dock visat sig vara falskt. Maskiner och automation skapar ungefär lika många jobb som det tar över (Holzer, 2022). Ett samarbete mellan människa och maskin ökar produktivitet och minimerar kostnader på varor och tjänster. Det leder sedan till att konsumtionen ökar och fler jobb kan skapas (Holzer, 2022). Det här gäller dock enbart för de arbetare som har kompetenser som överstiger maskinens, annars har motsatt effekt visat sig och därav måste de utbilda sig för att kunna komma i kapp. Dessutom tenderar den här utvecklingen främst vara fördelaktig för chefer och högre uppsatta som sparar pengar på minskade kostnader för arbetskraft.

Den nya automationen, där avancerad teknik som AI används, ökar maskinernas förmåga och kan orsaka mer arbetslöshet än tidigare maskiner kunnat. Den här tekniken kan potentiellt eliminera miljontals jobb för bland annat butiksmedarbetare, kundservicepersonal och i detta specifika fall, lastbilschaufförer (Holzer, 2022). Även fast målet för Einride är att alltid ha med en människa i systemet, har de även som vision att en förare ska kunna övervaka och fjärrstyra upp till tio lastbilar samtidigt (Kay, 2021). Det minskar behovet av lastbilschaufförer med 90%. Den nya tekniken skapar däremot en säkrare och bekvämare arbetsmiljö för lastbilschaufförer, samtidigt som den ökar produktivitet. Den kan också ses som en lösning till bristen på lastbilschaufförer som uppkommit i USA under de senaste åren (Cerullo, 2022).

Utvecklingen av AI behöver inte nödvändigtvis resultera i arbetslöshet, det kan i stället hanteras likt tidigare teknisk utveckling. För att kunna komplettera AI-tekniken kommer framtidens arbetskraft behöva utöka sina kompetenser inom kommunikation, komplexa analytiska förmågor och kreativitet (Holzer, 2022). I det här fallet kan det resultera i att färre lastbilschaufförer behövs, men efterfråga mer datortekniker som ständigt utvecklar och förbättrar tekniken. Det kommer även behöva implementeras sätt för att underlätta övergångarna för mer erfarna arbetare att förstå och använda den nya tekniken samt de nya arbetsförhållanden den medför, det kan till exempel vara ekonomiska förmåner som uppmuntran för att vidare utbilda sig.

8.2.2 Hållbar utveckling och produktens livslängd

För att skapa en ekologiskt hållbar produkt måste hänsyn tas till konceptets livslängd. Målet är att designa en produkt för långsiktig användning vilket innefattar att förhindra slitage men även ta hänsyn till andra faktorer som kan göra produkten irrelevant eller obrukbar. För att definiera produktens livslängd kan man dela upp livslängden i teknisk och estetisk livslängd.

En teknisk livslängd innebär hur länge produktens komponenter håller innan de går sönder och hur lång tid det tar innan produkten behöver ersättas. RPO Chair tar hänsyn till detta genom att använda sig av slitstarka material. För att kunna maximera produktens tekniska livslängd har stolen en modulär design vilket underlättar reparerbarhet. När en komponent går sönder behöver inte hela produkten ersättas utan enbart komponenten. Ny teknik kan också kontinuerligt implementeras i stolen och på så sätt skapa en produkt med en livslängd som ständigt förlängs.

En estetisk livslängd innebär hur lång tid det tar innan produktens estetiska uttryck förfaller. Det kan bero på varierande trender eller hur produktens material åldras. För att ta hänsyn till detta använder slutprodukten sig av en minimalistisk design som inte har en stark koppling till en tidpunkt. De utvalda materialen och färgerna är enbart förslag och inte slutgiltiga, utöver deras slitstarka egenskaper behöver hänsyn till deras estetiska åldrande tas. Bilderna på RPO Chair använder sig av ljusa färger för att vara i linje med Einrides designspråk. Ljusa färger kan göra smuts mer tydligt och dessutom använder den sig av ull, vilket är ett smutsavisande material men som tidigare nämnt är det svårare att rengöra än till exempel PVC. Därför behöver det studeras hur man kan få materialen att ta hänsyn till åldrande estetik, det kan vara genom att erbjuda olika färgvarianter och studera hur materialet kan behandlas för att minimera tecken på åldrande och slitage.

8.3 Process och metoder

För att ha en tydlig struktur under projektets gång fördelades det i tre faser: informationsinsamling, konceptgenerering och konceptutvärdering. Den här strukturen är baserad på litteraturstudier ur *Design i fokus* som beskriver en designprocess som börjar med att generera en stor mängd idéer för att sedan konvergera dem ner till en slutprodukt. För att kunna ta hänsyn till ny information som förekom under projektets gång utfördes iterationer och nya avgränsningar kontinuerligt.

Projektet började med att skapa en tidsplan. I planen var informationsinsamling den kortaste fasen och skulle vara färdig tidigt i projektet. Det visade sig däremot ta betydligt mycket längre tid eftersom det var mycket att täcka och utfördes kontinuerligt under nästan hela projektet på grund av iterationer och nya avgränsningar. Under informationsinsamlingen var det främst fokus på att intervjua intressenter för att kunna identifiera och bemöta deras behov och önskemål. Mycket av informationen som framkom var värdefull för projektet, men många behov fick avgränsas eftersom de antingen inte fick plats inom tidsramen eller var för avancerade för att utföra. Ett exempel på det var avsaknaden av hastighetkänsla som både testingenjörer och lastbilschaufförer nämnt varit en viktig aspekt under körning. Fokus lades i stället på arbetsstationens helhet och att generera en produkt som även senare kan uppdateras i takt med att ny teknik utvecklas.

Under konceptgenereringsfasen användes metoder som genererar så många idéer som möjligt för att få fram en stor variation på lösningar och därmed kunna utvärdera en bredd av koncept. Den metod som skapade mest variation var den morfologiska matrisen. För att kunna utvärdera samtliga idéer inom tidsramen behövde de dock grupperas och därav kan inte alla dellösningar evalueras lika. Dessutom är metoder som brainstorming och morfologisk matris utformade för arbeten i grupp då olika individer ger sina olika perspektiv vilket kan skapa mycket mer variation eftersom idéerna kan vara mer oberoende av varandra. I det här fallet finns det en stor chans att många idéer var baserade på en grundidé eftersom samtliga idéer kom från en och samma person.

Under konceptutvärderingsfasen användes utvärderingsmetoderna PNI och Pugh-matris. En viktig del av utvärderingen var dock återkoppling med intressenter på Einride där de kunde uttrycka sina åsikter och möjliga förbättringar på de koncept som genererats. Återkoppling är något som var med i tidsplanen men inte i så stor utsträckning som det borde ha varit. Konceptutvärderingen borde ha tagit respons från Einride som en viktig faktor för vidareutvecklingen av de olika koncepten och implementerat det i större utsträckning i tidsplanen.

8.4 Utvecklingsområden

Slutkonceptet som genererades är främst en lösning på de fysiska ergonomiska problem som den tidigare arbetsstationen Goodwood skapade. Det är däremot intressant att diskutera möjliga utvecklingsområden för vidareutveckling av projektet.

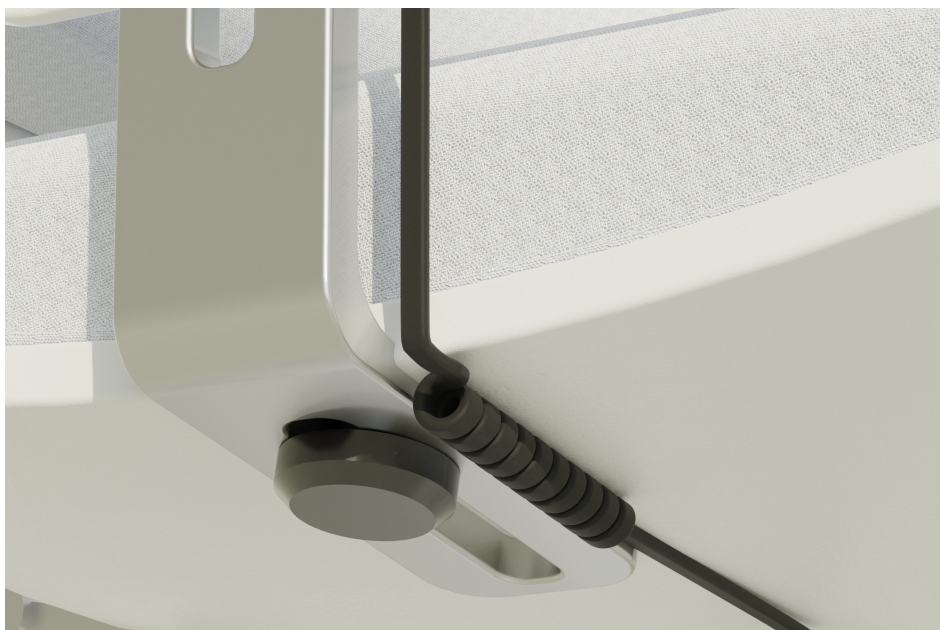
Konceptet som skapats under projektet är inte en komplett lösning och saknar någon form av skärmupphängning. Nästa steg i processen vore att studera hur upphängningen ska vara utformad. Eftersom kontroller kan integreras i stolen behöver det inte längre vara ett bord utan skulle kunna vara ett stativ som enbart håller upp de tre skärmarna. För att utforma en komplett arbetsstation behöver det även studeras vilka kontroller som behöver vara integrerade i stolen och vilka som kan placeras någon annanstans. I nuläget visualiseras enbart accelerations- och styrmodulen på stolen men indikatorer som blinkers och kontroller för att ändra förarens skärmbild är exempel på moduler som kan implementeras.

En stor del av projektet gick till att studera vilken typ av arbetsstation som skulle tas fram. Eftersom den nya arbetsstationen fokuserar på integrerade kontroller och avskärmning går det att argumentera att det vore bättre att definiera det tidigare och enbart ha det som fokus. Ergonomiska anpassningsbara stolar är något som redan finns på marknaden och genom att modifiera en redan existerande produkt skulle mer tid kunna läggas på att implementera kontrollmoduler och avskärmning mer utförligt. Projektet skulle då kunna behandla fler områden som integrerat kablage och ökad körupplevelse.

Anledningen till att integrerat kablage inte har kunnat implementeras har varit för att samtliga kabelsystem måste definieras och sedan kan produkten utformas med dem i åtanke, vilket har varit särskilt svårt eftersom stolen har många rörliga delar. Ett lösningsförslag på kablage som inte förhindrar stolens justerbarhet är att använda spolade kablar, likt de som används på hörlurar. Med hjälp av dem kan användaren justera sin arbetsposition samtidigt som kablarna alltid hålls i form (se figur 30 & 31). Det är dock något som behöver studeras vidare eftersom det nödvändiga kablaget inte är definierat.



Figur 30: RPO Chair med potentiell lösning på kablage



Figur 31: Närbild på spolad kabel längs stolens säte

Utöver det vore det bra om en utförlig studie om handergonomi och alternativa kontroller utfördes. Det vore intressant att se vad som vore den bästa utformningen av handkontroller och hur det skulle påverka produktens utformning. Även interaktionen mellan det fysiska och digitala gränssnittet är ett område som inte behandlats som behöver granskas och utvärderas.

Slutligen vore det bra att utföra hållfasthet- och lastberäkningar för att utvärdera produktens konstruktion. Det kräver att samtliga material och infästningar är definierade och att samtliga reglage har fungerande mekanismer, något som inte föll under tidsramen för projektet.

9. Slutsats

Syftet med projektet var att ta fram en arbetsstation särskilt anpassad för övervakning och fjärrstyrning av lastbilar. Einride ville undersöka alternativ till deras nuvarande arbetsstation och under den processen ta särskild hänsyn till ergonomi och hållbarhet. Det åstadkoms i form av slutprodukten RPO Chair.

Den slutliga produkten flyttar kontrollerna från ett skrivbord och integrerar dem i stolen samt inkluderar ett ljudsystem. Det här har bemötts med positiv feedback eftersom det underlättar för föraren och förbättrar möjligheten till att hålla en god ergonomi. Förutom att ge föraren bättre förutsättningar skapar det även en möjlighet att skapa en ny arbetsmiljö där flera operatörer kan sitta samtidigt utan att störa varandra. Tillsammans med skärmar på en anpassningsbar anordning kommer användaren kunna maximera anpassningsbarheten och skapa en optimal arbetsmiljö för arbetsuppgifterna.

Sammanfattningsvis uppnådde projektet sitt syfte. Produkten erbjuder en säker och bekväm arbetsplats för framtidens fjärroperatörer samtidigt som den skapar en nytänkande arbetsmiljö för framtidens lastbilschaufförer.

10. Litteraturförteckning

- Österlin, K. (2016). *Design i fokus* (Vol. 4). Stockholm: Liber AB.
- Österlin, K. (2016). *Design i fokus* (Vol. 4). Stockholm: Liber AB.
- ABB. (u.d.). *Alerto Operator Desk System*. Hämtat från <https://library.e.abb.com/public/ef03fe1664644bbbad2156e2548008fc/3BSE086567%20en%20D%20Control%20Room%20Solutions%20Alerto.pdf?x-sign=m/QA2kvMKzIDITKe8QpqEJSchrakLYj3q7VYodmY3mrRQg0r+ueOkAOfey3Tk+G9>
- ABB. (u.d.). *Control Room Design: ABB*. Hämtat från <https://library.e.abb.com/public/3fd236cc0d40433fa5c4a93d23b89be0/3BSE086570%20en%20B%20ABB%20Control%20Room%20Design.pdf?x-sign=v9IcQQQ3tXz4pmKJQvm3UcYCW8Y4eXPg3xo+4EaaP8G6zLVfoUbWky/96M118bLs>
- ABC News. (den 9 november 2021). Which car brands are going all electric and when? *ABC News*.
- Bellan, R. (den 29 december 2021). TuSimple completes its first driverless autonomous truck run on public roads. *TechCrunch*.
- Berlin, C., & Adams, C. (2017). *Production Ergonomics: Designing Work Systems to Support Optimal Human Performance*. London, England: Ubiquity Press Ltd.
- Boström, J., Dagberg, G., Jilsén, S., Kitzing, J., Kullerstrand, M., & Silberberg, L. (2021). *Produktutveckling av arbetsplats för operatör i kontrollrum*. Göteborg: Cahlmers tekniska högskola.
- Canadian Centre for Occupational Health and Safety. (u.d.). *ccohs*. Hämtat från <https://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/office/chair.html>
- Cerullo, M. (den 5 april 2022). Low pay, grueling work fuels trucker shortage. *CBS News*.
- Coalition for Future Mobility. (u.d.). *Highly automated technologies, often called self-driving cars, promise a range of potential benefits*. Hämtat från <https://coalitionforfuturemobility.com/benefits-of-self-driving-vehicles/>
- Composite Panel Association. (u.d.). *High Pressure Laminate (HPL): Composite Panel Association*. Hämtat från <https://www.compositepanel.org/products/decorative-surfaces/high-pressure-laminates/>
- Dagens logistik. (den 17 mars 2021). Einride och SKF testar autonoma transporter nattetid i Göteborg. *Dagens logistik*.
- Domestika. (den 1 augusti 2021). *What is an Inspiration Board and How to Create one for Your Bullet Journal: Domestika*. Hämtat från <https://www.domestika.org/en/blog/8197-what-is-an-inspiration-board-and-how-to-create-one-for-your-bullet-journal>
- Downing, S. (den 13 januari 2020). 8 electric truck and van companies to watch in 2020. *Greenbix*.
- Einride. (den 24 mars 2022). *Einride and A.P. Moller - Maersk partner for largest ever electrification of heavy duty road freight*. Hämtat från <https://www.einride.tech/press/einride-and-maersk-partnership/>
- Einride. (den 14 mars 2022). *Press: Einride*. Hämtat från Einride: <https://www.einride.tech/press/einride-unveils-worlds-first-remote-pod-operator-of-autonomous-electric/>
- Einride. (u.d.). *Einride*. Hämtat från Einride-webbplats: <https://www.einride.tech/about>

- Europaparlamentet. (den 4 september 2020). *Vad är artificiell intelligens och hur används det?: Europaparlamentet*. Hämtat från <https://www.europarl.europa.eu/news/sv/headlines/society/20200827STO85804/vad-ar-artificiell-intelligens-och-hur-anvands-det>
- Ferris, R. (den 12 november 2020). Choosing the right material for your office chair. *Flokk.com*.
- Högskolan i Skövde. (u.d.). *Antropometri-räknare*. Hämtat från antropometri.se: <http://antropometri.se/calc.php>
- Holzer, H. J. (den 19 januari 2022). Understanding the impact of automation on workers, jobs, and wages. *Brookings*.
- International Organization for Standardization. (den 24 november 2013). Ergonomisk utformning av kontrollrum och relaterade utrymmen. *Del 4: Utformning och dimensionering av arbetsplatser (ISO 11064-4:2013)*. Internationella standardiseringsorganisationen.
- Jansson (testingenjör), C.-E. (den 7 mars 2022). Intervju om nuvarande arbetsstationen. (S. Ndayambaje, Intervjuare)
- Karlsson, I. (2007). Att lyssna till kundens röst, kurskompendium. Chalmers Tekniska Högskola.
- Karlsson, J. (den 10 januari 2022). Amerikaner ökar i svensk lastbilsutmanare – värderingen rusar till 13 miljarder. *Dagens industri*.
- Karsolia (testingenjör), A. (den 14 mars 2022). Intervju om nuvarande arbetsstation. (S. Ndayambaje, Intervjuare)
- Kay, G. (den 11 november 2021). Take a look at the cab-less driverless 'Pods' that could one day turn truck driving into a desk job. *Business Insider*.
- Kinnarps. (u.d.). *Colours & Materials: Kinnarps*. Hämtat från https://www.kinnarps.com/design-tools/colours--materials/?fbclid=IwAR1hbku-dMHxPcljDfcP1lvdKiYFOQ96Lp_8fs5EiShVNwLcmGD4zZAgfCA&category=soft_materials-fabrics&type=soft_materials
- KTH. (2021). *Ekologisk hållbarhet: KTH*. Hämtat från <https://www.kth.se/om/miljo-hallbar-utveckling/utbildning-miljo-hallbar-utveckling/verktygslada/sustainable-development/ekologisk-hallbarhet-1.432074>
- KTH. (2021). *Ekonomisk hållbarhet*. Hämtat från <https://www.kth.se/om/miljo-hallbar-utveckling/utbildning-miljo-hallbar-utveckling/verktygslada/sustainable-development/ekonomisk-hallbarhet-1.431976>
- KTH. (2021). *Hållbar utveckling: KTH*. Hämtat från <https://www.kth.se/om/miljo-hallbar-utveckling/utbildning-miljo-hallbar-utveckling/verktygslada/sustainable-development/hallbar-utveckling-1.350579>
- KTH. (2021). *Social hållbarhet: KTH*. Hämtat från <https://www.kth.se/om/miljo-hallbar-utveckling/utbildning-miljo-hallbar-utveckling/verktygslada/sustainable-development/social-hallbarhet-1.373774>
- Lutkevich, B. (oktober 2019). self-driving car (autonomous car or driverless car). *TechTarget*.
- Maxmen, A. (den 24 oktober 2018). Self-driving car dilemmas reveal that moral choices are not universal. *Nature*.
- Merriam-Webster. (u.d.). *Definition of interview*. Hämtat från Merriam-Webster: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/interview>

Mining.com. (den 16 november 2016). *Where do our raw materials come from?* :
Mining.com. Hämtat från <https://www.mining.com/web/where-do-our-raw-materials-come-from/>

Molla, R. (den 6 oktober 2021). Self-driving cars: The 21st-century trolley problem. *Vox*.

Morris, J. (den 13 mars 2021). Why Is Tesla's Full Self-Driving Only Level 2 Autonomous?
Forbes.

Mycoted. (u.d.). *Brainstorming*. Hämtat från Mycoted:
<https://www.mycoted.com/Brainstorming>

National Highways Traffic Safety Administration. (Februari 2015). *Critical Reasons for Crashes Investigated in the National Motor Vehicle Crash Causation Survey*. Hämtat från
<https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/812115>

Openshaw, S., & Taylor, E. (2006). *Ergonomics and Design A Reference Guide*. Hämtat från Allsteel:
<https://ehs.oregonstate.edu/sites/ehs.oregonstate.edu/files/pdf/ergo/ergonomicsanddesignreferenceguidewhitepaper.pdf>

Ottsjö, P. (den 19 12 2017). Professorn sågar svenska elbilarna: "De är glada entusiaster".
NyTeknik.

Pyrotech Workspace. (u.d.). *Pyrotech Workspace*. Hämtat från
<https://www.pyrotechworkspace.com/expertise/control-room-console/eoc/>

Robotics 24/7. (den 15 mars 2022). Einride Announces First Remote Pod Operator of Its Autonomous, Electric Vehicle Fleet. *Robotics 24/7*.

Sandvik Rock Technology. (u.d.). *Sandvik Rock Technology*. Hämtat från
<https://www.rocktechnology.sandvik/se/produkter/automation/automine-system-för-utrustningsautomation-och-teleoperation/>

Silver-Braga, B. (den 19 februari 2022). What's the status of self-driving cars? There has been progress, but safety questions remain. *CBS News*.

Swedish Standards Institute. (den 30 September 1999). Ergonomiska krav på kontorsarbete med bildskärmar (VDTs). *Del 5: Arbetsplatsutformning och krav på arbetsställning (ISO 9241-5:1998)*. Svenska institutet för standarder.

Tabuchi, H., & Plumer, B. (den 2 mars 2021). How Green Are Electric Vehicles. *The New York Times*.

Tesla. (u.d.). *Autopilot and Full Self-Driving Capability*. Hämtat från Tesla.com:
<https://www.tesla.com/support/autopilot#capability-features>

Thompson, R. (2017). *The materials sourcebook for design professionals*. London: Thames & Hudson.

UCLA Health. (u.d.). *UCLA Health*. Hämtat från <https://www.uclahealth.org/safety/sitting-to-standing-workstations>

Bilaga 1 - Komplet list av intervjuade intressenter:

Från Einride:

Dawid Dawod – designchef

Andreas Berg – designer

Isabella Johansson – Product Manager

Jacob Jonsson – dataingenjör team Remote Drive

Karin Andersson – chef på User Research

Marie Dahlgren – projektledare, team Remote Drive

Patrik Hellström – konstruktör, konstruerade Goodwood station

Maria-Lisa Huggare – testingenjör

Carl-Emil Jansson – testingenjör

Arpit Karsolia – testingenjör

Arturo Davila - testingenjör

Robert Laxing – chef för testingenjörerna

Externa intressenter:

Håkan Sund – lastbilschaufför på Elovsson Schakt, jobbar främst på bygganläggningar

Mauritz Larsson – driftansvarig på Aldings Åkeri, tidigare lastbilschaufför i 23 år

Pierre Skönnegård – Product Manager på ABB

Fredrik Hedin – chef på Product Development på ABB

Bilaga 2 - Frågor till testingenjörer

Vad jobbar du med? Vad är dina huvuduppgifter?

Vad är dina tidigare arbetslivserfarenheter? Vad var dina huvuduppgifter?

Har du tidigare arbetat med vanliga lastbilar? Vad skulle du säga är de största skillnaderna?

Vilken station har du kört?

Tycker du att något saknas med nuvarande RD-stationen?

Vilka delar är bäst med RD- stationen? Vilka saker tycker du borde behållas och vilka behöver förbättras?

Känns skärmarna som en rimlig storlek? Finns det mer du skulle vilja se? Är det svårt att få översyn över allting med tanke på de stora skärmarna?

Har du någon gång suttit med stationen under längre tidsperiod? Vilka svårigheter upplevde du då?

Fångar nuvarande arbetsstationen körupplevelsen?

Hur viktigt är avskärmning? Ska man kunna ha flera i ett rum eller vore det bättre om de är så isolerade som möjligt?

Hur är positionerna med hänsyn på:

- Händerna
 - Hur är styrspakarna?
 - Hade du hellre gasat med foten eller med nuvarande don för gas?
- Hållning
 - Är stolen bekväm?
 - Får du ett bra perspektiv?
 - Hade det varit skönt att kunna stå och arbeta?

Tycker du att nästa station ska vara ett till skrivbord eller något helt annat?

Om du fick skapa en egen version av denna, hur hade den sett ut?

Bilaga 3 – Frågor till ABB

Vad har ni för olika lösningar på arbetsstationer?

Hur funkar de?

Hur har ni tänkt med materialval?

Hur mycket tänker ni att de ska hålla rent konstruktionsmässigt?

Har design och funktion någonsin varit motsättande faktorer? Vad har ni valt att prioritera i sådana fall?

Hur skapar ni en arbetsmiljö?

Hur viktig är arbetsmiljön de är i? Vilka distraktioner kan förekomma och hur förhindras de?

Vad har det funnits för utmaningar med arbetsstationerna?

Hur har ni tänkt när det kommer till skärmar?

- Position
- Hur har ni tänkt med mängden skärmar?
 - Är det bra med flera skärmar i samma storlek eller tror ni det finns fördelar med att ha skärmar i olika storlekar?
 - Får användaren översyn över alla skärmar?

Ergonomi

- Hur är arbetspositionerna?
- Arbetar folk mest stående eller sittande?
- Hur har ni tänkt med handkontrollerna?
 - Finns det risk för musarm?

Bilaga 4 - Frågor till lastbilschaufförer

Vad jobbar du med?

Hur länge har du jobbat med det?

Vilka svårigheter känner du kan komma upp i ditt arbete?

Vilka saker tycker du om med ditt jobb?

Vilka känslor känner du kopplat till din lastbil? Är det en arbetsmiljö du känner dig trygg i? hur kommer det sig?

Är faktorer som känsel, lukt, ljud viktiga?

Hade du kunnat tänka dig ett kontorsjobb? Varför/varför inte?

Vad tycker du om idén att köra lastbil fjärrstyrt?

Om du skulle börja jobba som en remote driver, vilka aspekter känner du är nödvändiga för att du ska känna dig bekväm? Vilka saker behövs tas med på arbetsstationen för att du ska kunna tänka dig sitta där?

I framtiden är det tänkt att föraren ska kunna övervaka flera bilar och hantera dem. Vilket sätt hade du känt vore smidigast att byta mellan bilarna?

Bilaga 6. Resultat från RULA.

RULA Employee Assessment Worksheet

Complete this worksheet following the step-by-step procedure below. Keep a copy in the employee's personnel folder for future reference.

A. Arm & 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

Final Upper Arm Score = 2

Step 2: Locate Lower Arm Position

Step 2a: Adjust...

If arm is working across midline of the body: +1;
If arm out to side of body: -1

Final Lower Arm Score = 1

Step 3: Locate Wrist Position

Step 3a: Adjust...

If wrist is bent from the midline: +1

Final Wrist Score = 2

Step 4: Wrist Twist

If wrist is twisted in mid-range = 1;
If twist at or near end of range = 2

Wrist Twist Score = 1

Step 5: Look-up Posture Score in Table A

Use values from steps 1, 2, 3, 4 to locate Posture Score in Table A

Posture Score A = 3

Step 6: Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held for longer than 1 minute) or:
If action repeatedly occurs > 4 times per minute or more: +1

Muscle Use Score = 0

Step 7: Add Force/load Score

If load less than 2 kg (intermittent): +0;
If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1;
If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2;
If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3

Force/load Score = 0

Step 8: Find Row in Table C

The completed scores from the Adjusted analysis is used to find the row on Table C

Final Wrist & Arm Score = 3

SCORES

Table A

Upper Arm	Lower Arm	Wrist						
		1	2	3	4			
1	1	1	2	2	2	3	3	3
2	2	2	2	2	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4
2	2	3	3	3	3	3	4	4
3	3	3	4	4	4	4	5	5
2	3	4	4	4	4	4	5	5
3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	5	5	5
2	4	4	4	4	4	5	5	5
3	4	4	4	4	4	5	6	6
5	1	5	5	5	5	6	6	7
2	5	6	6	6	6	6	7	7
3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	9
2	8	8	8	8	8	9	9	9
3	9	9	9	9	9	9	9	9

Table C

	1	2	3	4	5	6	7+
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	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

B. Neck, Trunk & Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position

Step 9a: Adjust...

If neck is twisted: +1; If neck is side-bending: +1

Final Neck Score = 3

Step 10: Locate Trunk Position

Step 10a: Adjust...

If trunk is twisted: +1; If trunk is side-bending: +1

Final Trunk Score = 2

Step 11: Legs

If legs & feet supported and balanced: +1;
If not: -2

Final Leg Score = 1

Table B

Trunk Posture Score						
Neck	1	2	3	4	5	6
1	1	3	3	3	4	5
2	2	3	3	4	5	5
3	3	3	4	4	5	6
4	5	5	6	6	7	7
5	7	7	7	7	8	8
6	8	8	8	8	8	9

Step 12: Look-up Posture Score in Table B

Use values from steps 9, 10 & 11 to locate Posture Score in Table B

Posture B Score = 3

Step 13: Add Muscle Use Score

If posture mainly static or:
If action 4 minutes or more: +1

Muscle Use Score = 0

Step 14: Add Force/load Score

If load less than 2 kg (intermittent): +0;
If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1;
If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2;
If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3

Force/load Score = 0

Step 15: Find Column in Table C

The completed scores from the Neck/Trunk & Leg analysis is used to find the column on Chart C

Final Neck, Trunk & Leg Score = 3

Final Score 3

Name: Xxxxx Xxxxxx

Section: Xxxxxxx

Assessor: Xxxxxxx Xxxxxxx

Date: dd/mm/yyyy

FINAL SCORE: 1 or 2 = Acceptable; 3 or 4 investigate further; 5 or 6 investigate further and change soon; 7 investigate and change immediately

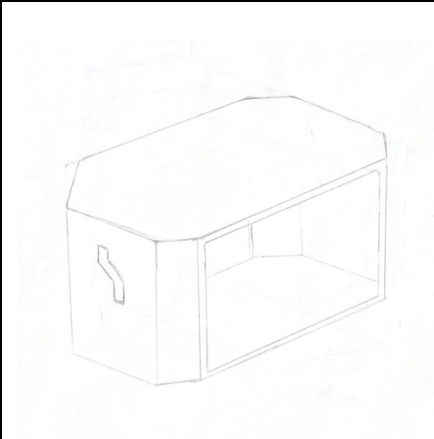
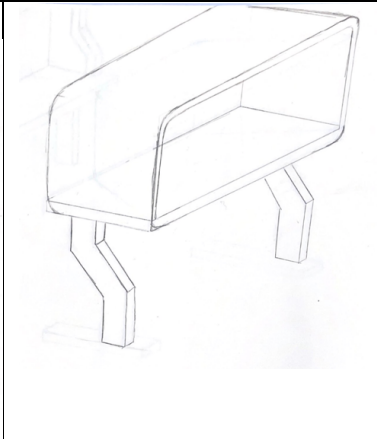
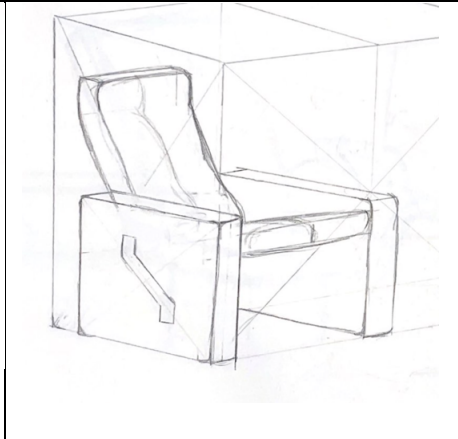
© Professor Alan Hedge, Cornell University, Nov. 2000

Bilaga 7. Ursprunglig morfologisk matris

Delfunktioner	Dellösningar							
Möjliggöra övervakning	Bildskärmar	Projektor						
Erbjuda kontroller	På bordet	På stolen	Handkontroller					
Medge acceleration smodul	Pedal	Joystick	Handtag	Touchpad				
Medge styrmodul	Vanlig bilratt	Joystick	Nuvarande Einride reglage	Knappar	Touchpad			
Erbjuda sittplats	Kontorsstol	Fåtölj						
Erbjuda avskärmning	Ett bås	Bord med avskärmning	Avskärmning på stolen					
Tillföra ljud	Högtalare	Hörlurar						
Möjliggöra anpassning till användare	Höj och sänkbart bord	Anpassningsbar stol	Olika inställningar på kontroller.					

Delfunktioner	Dellösningar							
Möjliggöra övervakning	Bildskärmar	Projektor						
Erbjuda kontroller	På bordet	På stolen	Handkontroller					
Medge accelerations modul	Pedal	Joystick	Handtag	Touchpad				
Medge styrmodul	Vanlig bilratt	Joystick	Nuvarande Einride reglage	Knappar	Touchpad			
Erbjuda sittplats	Kontorsstol	Fåtölj						
Erbjuda avskärmning	Ett bås	Bord med avskärmning	Avskärmning på stolen					
Tillföra ljud	Högtalare	Hörlurar						
Möjliggöra anpassning till användare	Höj och sänkbart bord	Anpassningsbar stol	Olika inställningar på kontroller.					

Bilaga 8. PNI på de tre huvudkategorierna under första iterationen av idégenerering

	Bås	Avskärmande bord	Avskärmande stol
			
P o s i t i v t	<ul style="list-style-type: none"> - Mest avskärmning från omgivning - Kan skapa mer privat känsla och påminna om en bilhytt - Lättare att individuell kontrollera ljussättning och ljudnivå 	<ul style="list-style-type: none"> - Lätt att göra modulärt och skalbart - Lätt att individanpassa arbetsstationen till användaren - Kan anpassas till olika grader av avskärmning 	<ul style="list-style-type: none"> - Fokuserar på god fysisk ergonomi och bekvämlighet - Skapar bra avskärmning från omgivning och en avskild känsla - Lätt att individanpassa arbetsstationen till användaren - Arbetspositionen kan individanpassas - Kan skapa körkänsla
N e g a t i v t	<ul style="list-style-type: none"> - Tar mycket plats - Kan vara svårare att individanpassa - Måste räkna med fler faktorer som ventilation - Förhindrar social kontorsmiljö 	<ul style="list-style-type: none"> - Svårare att få med körkänsla - Svårt att få en känsla av avskildhet - Påminner om en vanlig kontorsmiljö, inte attraktivt i många förares perspektiv - Kan inte isolera bort ljud från omgivningen - Sämre avskärmning än alternativen 	<ul style="list-style-type: none"> - Svårt att göra modulärt - Kan inte isolera bort ljud från omgivningen
I n t r e s s a	<ul style="list-style-type: none"> - Många som kört RD-stationen säger att de helst vill sitta i ett tyst rum, detta vore då ett bra alternativ 	<ul style="list-style-type: none"> - Om föraren ska sitta bekvämt på sin stol måste väggarna på bordet nå periferin 	<ul style="list-style-type: none"> - Kan det finnas en version där skärmarna sitter på stolen på något sätt? - Ska alla knappar och moduler sitta på stolen? Eller bör det finnas ett bord för saker som används mer sällan?

n t			
--------	--	--	--

Bilaga 9 – Uppdaterad funktionslista

Funktion	Klass (Huvudfunktion, delfunktion, stödfunktion)	Prioritering (Nödvändigt/önskvärt)	Anmärkning
Möjliggöra sittande arbete	HF	N	
Underlätta övervakning av fordon	DF	N	
Ge heltäckande vyer	DF	N	
Ge personlig anpassning	SF	Ö	Anpassa ergonomi
Erbjuda relevant information vid körning	SF	N	
Möjliggöra ljudinput från förare	SF	N	
Underlätta fjärrstyrning av lastbilar	DF	N	
Tillföra körkänsla	SF	Ö	
Haptisk feedback	SF	Ö	
Vägljud	SF	N	Direktljud från bilens omgivning
Tillföra hastighetskänsla	SF	Ö	
Medge handgrepp	DF	N	
Styrmodul	DF	N	
Accelerationsmodul	DF	N	
Medge god ergonomi	DF	N	
Ge personlig anpassning	DF	Ö	
Förhindra belastningsskador	DF	N	
Erbjuda avskärmning från omgivningen	DF	N	
Uttrycka kvalitet	SF	Ö	
Motstå slitage	SF	Ö	
Underlätta förflyttning	DF	Ö	Det är inget som behöver utföras regelbundet, men den ska kunna

			förflyttas mellan olika kontor
Möjliggöra modularitet	DF	Ö	För individanpassning och förflyttning
Ge identitet	DF	N	
Målgrupp	SF	Ö	
Fabrikat	DF	N	

Bilaga 10 - Uppdaterad kravspecifikation

Nr.	Kategori	Nödvärdigt/ Önskvärt	Prioritering
1.	Arbete		
	Produkten ska underlätta fjärrstyrning av lastbilar	N	5
	Produkten ska underlätta övervakning av fordon	N	5
	Produkten ska tillföra relevant ljud från fordonets omgivning	N	5
	Produkten ska tillföra haptisk feedback vid styrning	Ö	3
	Erbjuda integrerade kontroller	N	5
2.	Ergonomi		
	Möjliggöra sittande arbete	N	5
	Sätetsbredd ska vara mellan 45 – 60 cm	N	5
	Sätetsdjupet ska vara 38 - 43 cm	N	5
	Säteshöjden ska vara mellan 35 – 51 cm	N	5
	Ryggstödet ska vara minst 32 cm	N	5
	Ryggstödet ska vara 37 cm	N	5
	Svankstöd ska vara 14 – 24 cm från sätesdelen	N	5
	Armstödet ska vara 17-27 cm från sätesdelen	N	5
	Lutning mellan säte och ryggstöd ska vara mellan 95-110°	N	5
	Ryggstödet ska vara justerbar	N	5
	Ryggstödet ska vara justerbar	Ö	3
	Säteshöjden ska vara justerbar	N	3

	Armstödens höjd ska vara anpassningsbar	Ö	4
	Produkten ska ta varierande armlängder i hänsyn	Ö	4
	Produkten ska erbjuda avskärmning från omgivningen	Ö	4
3.	Miljö		
	Produkten ska kunna användas utan att störa andra operatörer	Ö	4
4.	Semantik		
	Produkten ska uttrycka kvalitet	N	5
	Produkten ska motstå slitage	N	4
	Produkten ska uppfattas som modern	Ö	3
	Produkten ska uttrycka komfort	Ö	3
	Produkten ska uttrycka stabilitet	Ö	3
	Produkten ska uttrycka Einrides identitet	N	5
5.	Praktiska egenskaper		
	Produkten ska kunna förflyttas mellan olika kontor	Ö	3
	Produkten ska vara modulär för enklare förflyttning	Ö	2
6.	Budget		
	Produkten ska max kosta 100 000 kr	N	5
7.	Hållbarhet		

	Produkten ska använda sig av återvinningsbara material	Ö	4
	Produkten ska använda sig av slitstarka material	N	5
	Trasiga komponenter ska kunna bytas ut utan att ersätta hela stolen	Ö	3

Pugh matris - referensprodukt Koncept 2

Kriterie	Alternativ					Totals	Rank
	Referensprodukt koncept 2	Koncept 1	Koncept 3	Koncept 4	Koncept 5		
1 Produkten ska underlätta fjärrstyrning av lastbilar	0	0	0	0	0	0	
2 Produkten ska underlätta övervakning av fordon	0	0	0	0	0	0	
3 Produkten ska tillföra relevant ljud från fordonets omgivning	0	0	0	0	0	0	
4 Produkten ska tillföra haptisk feedback vid styrning	0	0	0	0	0	0	
5 Erbjudna integrerade kontroller	0	0	0	0	0	0	
6 Möjliggöra sittande arbete	0	0	0	0	0	0	
7 Sätetsbredd ska vara mellan 45 –60 cm	0	0	0	0	0	0	
8 Sättesdjupet ska vara 38 - 43 cm	0	0	0	0	0	0	
9 Säteshöjden ska vara mellan 35 –51 cm	0	0	0	0	0	0	
10 Ryggstödet höjd ska vara minst 32 cm	0	0	0	0	0	0	
11 Ryggstödet bredd ska vara 37 cm	0	0	0	0	0	0	
12 Svankstöd ska vara 14 –24 cm från sätetsdelen	0	0	0	0	0	0	
13 Armstödens höjd ska vara 17-27 cm från sätetsdelen	0	0	0	0	0	0	
14 Lutning mellan säte och ryggstöd ska vara mellan 95-110°	0	0	0	0	-	-1	19
15 Ryggstödet höjd ska vara justerbart	0	0	+	0	-	-1	18
16 Ryggstödet lutning ska vara justerbar	0	0	0	0	-		
17 Säteshöjden ska vara justerbar	0	-	+	0	+	4	1
18 Armstödens höjd ska vara anpassningsbar	0	+	+	+	+	-4	21
19 Produkten ska kunna användas utan att störa andra operatörer	0	0	0	0	0		
20 Produkten ska ta varierande armlängder i hänsyn	0	0	0	0	0		
21 Produkten ska erbjuda avskärmning från omgivningen	0	-	+	0	0	4	1
22 Produkten ska uttrycka kvalitet	0	0	0	0	0	0	
23 Produkten ska motstå slitage	0	-	0	0	0	2	7
24 Produkten ska uppfattas som modern	0	-	+	0	+	4	1
25 Produkten ska uttrycka komfort	0	-	-	0	-	3	4
26 Produkten ska uttrycka stabilitet	0	-	-	0	-	3	3
27 Produkten ska uttrycka Einrides identitet	0	-	0	0	-	3	3
28 Produkten ska kunna förflyttas mellan olika kontor	0	+	+	0	0	-2	11
29 Produkten ska vara modulär för enklare förflyttning	0	0	-	0	0	-3	12
30 Produkten ska max kosta 100 000 kr	0	0	0	0	0	0	
31 Produkten ska använda sig av återvinningsbara material	0	0	0	0	0	0	
32 Produkten ska använda sig av slitstarka material	0	0	0	0	0	0	
33 Trasiga komponenter ska kunna bytas ut utan att ersätta hela stolen	0	-	-	0	-	-2	5
	0	0	0	0	0	0	
Totals	0	-6	2	1	-3		
Rank	3	5	1	2	4		

Bilaga 12 - Kostnadsuppskattning

Komponent	Material	Verktyg inköp	Verktygskostnad	Artikelpris	Antal artiklar	Total kostnad per komponent
Säte	Formpressad plywood	Ja	40 000 kr	4 000 kr	1	4 000 kr
Ryggstöd	Formpressad plywood	Ja	40 000 kr	4 000 kr	1	4 000 kr
Nackstöd	Formpressad plywood	Ja	10 000 kr	4 000 kr	1	4 000 kr
Armstöd	Formpressad plywood	Ja	10 000 kr	4 000 kr	2	8 000 kr
Sätetsdyna	Polyeter + Ullmix (80% ull, 20% polyester)	Ja	50 000 kr	500 kr	1	500 kr
Ryggdyna	Polyeter + Ullmix (80% ull, 20% polyester)	Nej		500 kr	1	500 kr
Nackstödsdyna	Polyeter + Ullmix (80% ull, 20% polyester)	Nej		500 kr	1	500 kr
Nackstöd kudde	Polyeter + Ullmix (80% ull, 20% polyester)	Nej		500 kr	1	500 kr
Armstödsdyna	Polyeter + Ullmix (80% ull, 20% polyester)	Nej		500 kr	2	1 000 kr
Skena ryggstöd	Aluminium	Nej		2 000 kr	1	2 000 kr
Skena armstöd	Aluminium	Nej		2 000 kr	2	4 000 kr
Skena nackstöd	Aluminium	Nej		2 000 kr	1	2 000 kr
Hydraulisk kolv	Aluminium	Nej		1 000 kr	1	1 000 kr
Rektangulart stolsben	Aluminium	Nej		1 000 kr	1	1 000 kr
Rektangulär bas	Aluminium	Nej		2 000 kr	1	2 000 kr
Vridreglage	Aluminium	Nej		1 000 kr	7	7 000 kr
Totalt:			150 000 kr			42 000 kr
Batch:						
28						
Verktygskostnad per stol:						
5 357 kr						
Total kostnad per stol						
47 357 kr						

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATERIALVETENSKAP
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2033
www.chalmers.se



CHALMERS