



**CHALMERS**



# Konceptframtagning av mångsidig lastcykel

Ett produktutvecklingsprojekt för Monark Exercise  
Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Design och produktutveckling

JOAR BERGSTRÖM  
IVAR LUNDGREN

**INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATERIALVETENSKAP**

---

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige 2022  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



Examensarbete 2022

# Konceptframtagning av mångsidig lastcykel

Ett produktutvecklingsprojekt för Monark Exercise

JOAR BERGSTRÖM

IVAR LUNDGREN



**CHALMERS**

Intuitionen för Industri- och materialvetenskap

Chalmers Tekniska Högskola

Göteborg, 2022

Konceptframtagning av mångsidig lastcykel  
Ett produktutvecklingsprojekt för Monark Exercise

Concept development of a versatile cargo bike  
A product development project for Monark Exercise

© JOAR BERGSTRÖM, 2022

© IVAR LUNDGREN, 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

Rapporten som följer är resultatet av examensarbetet ”Konceptframtagning av mångsidig lastcykel” som har genomförts på uppdrag från Monark Exercise. Examensarbetet omfattar 15 hp och genomfördes under vårterminen 2022 som en avslutande del på högskoleingenjörsprogrammet Design och produktutveckling på Chalmers Tekniska högskola.

Vi vill börja med att rikta ett stort tack till Monark Exercise som gav oss förtroende att utveckla deras modeller och stöttade oss under projektets gång med material och underlag.

Vi vill även tacka vår handledare och examinator Sanna Dahlman för att hon har funnits där för vägledning och feedback under hela projektet.

Slutligen vill vi tacka alla som har bidragit med information och underlag till studien i form av intervjuer och observationer.

# Sammanfattning

Projektet har genomförts på uppdrag av Monark Exercise vilket är ett företag som ligger i Vansbro. De har producerat bland annat träningscyklar och lastcyklar i över 100 år samt är idag ledande inom funktionella cyklar i Sverige. I deras produktlinje Centro har Monark Exercise just nu tre modeller, Centro-1, Centro-2 samt Centro-3. Det är två- och trehjuliga lastcyklar som erbjuder lastutrymme i olika storlekar och positioner och som har elassistans. Syftet med det här projektet är att skapa ett koncept på en fyrhjulig lastcykel som ska vara anpassad till en svensk stadsmiljö och kunna brukas av både större företag och mindre aktörer.

Informationssamlingen började med att analysera Monark Exercise nuvarande cyklar och hur konkurrenter har designat cyklar av liknande typ. Under projektets informationssamling genomfördes intervjuer med både aktörer som idag använder liknande cyklar, och även med företag och organisationer som skulle kunna vara potentiella kunder. Det genomfördes även intervjuer med privatpersoner för att få deras syn på en sådan typ av cykel. Insikterna som uppkom togs vidare till skapandet av en kravbild och funktionslista som låg till grund för konceptframtagningen.

I konceptframtagningen så delades cykeln inledningsvis upp i delsystem för att få en mer överskådlig bild över alla problemområden. Idégenerering utfördes sedan för varje delsystem, dellösningarna utvärderades, kombinerades och hela konceptet itererades flera gånger. Resultatet utvärderades med konceptutvärderingsmetoder och till slut återstod två helhetskoncept som granskades med hjälp av studier med en fysisk prototyp i skala 1:1. Koncepten utvärderades och till slut återstod ett koncept vars CAD modell renderades för presentation.

Resultatet är ett koncept vid namn Centro-4 som är en fyrhjulig lastcykel med elassistans. Det är en ny tolkning på Monark Exercise Centro-series tidigare modeller och deras uttryck. Centro-4 är en cykel med enkla former och tydliga funktioner vilket ger en låg instegströskel.

# Abstract

The project has been carried out on behalf of Monark Exercise. It is a company located in Vansbro that has produced exercise bikes and cargo bikes for over 100 years and is a leading cargo bike producer in Sweden. In their Centro product line, they currently have three bike models named Centro-1, Centro-2 and Centro-3. The product line features both two and three-wheeled bikes that offer cargo spaces in different sizes. All the bikes feature electric assistance. The purpose of this project is to create a four-wheeled cargo bike concept that is well adapted to the Swedish urban environment and can be used by larger companies but also for private use.

The information gathering began by analyzing Monark's current bicycles as well as the market and how competitors have interpreted bicycles with similar attributes. During the project's information gathering, interviews were conducted with both respondents who currently use similar bicycles, and also with companies and organizations that could be potential customers. Interviews were also conducted with a range of private individuals to get their views on this type of bicycle. The insights that arose were taken further to the creation of a list of requirements and functions that formed the basis for the concept development.

In the concept development phase, the bicycle was divided into subsystems to get a clearer picture of potential problem areas. generation of ideas was then performed for each subsystem, the subsolutions were evaluated, combined and the whole concept was iterated several times. The results were evaluated with concept examination methods and finally two complete concepts remained which were evaluated using studies with a physical prototype in 1:1 scale until the final concept remained.

The result was a concept called the Centro-4, which is a four-wheeled cargo bike with electric assistance. It is a new interpretation of Monark Exercise's Centro-series' previous models. Centro-4 is a bike with simple shapes and functions, which makes it a bike with a low entry threshold.

# Innehållsförteckning

**Förord**

**Sammanfattning**

**Abstract**

**Innehållsförteckning**

<b>1. Inledning</b>	<b>1</b>
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte & mål	2
1.3 Uppgifts- och problemformulering	2
1.4 Avgränsningar	2
<b>2. Koncept Centro-4</b>	<b>3</b>
<b>3. Teoretisk referensram</b>	<b>4</b>
3.1 Delar på en elcykel	4
3.2 Regulationer för cyklar	8
<b>4. Metod</b>	<b>9</b>
4.1 Projektarbetets arbetsprocess	9
4.2 Metoder	11
<b>5. Förstudie - genomförande och resultat</b>	<b>14</b>
5.1 Informationsinsamling	14
5.2 Kj-analys	21
5.3 Målgrupp	22
5.4 Funktionsanalys och kravspecifikation	24
5.5 Moodboard och inspiration board	27
<b>6. Konzeptutveckling - genomförande och resultat</b>	<b>29</b>
6.1 Idégenerering och utvärdering av dellösningar	29
6.2 Utvärdering av resulterande dellösningar	42
6.3 Fullständiga Konzept	43
6.4 Konstruktion av prototyp för utvärdering av koncepten	45
6.5 Utvärdering av koncepten	47
6.6 Utvärdering av formspråk inför slutligt koncept	48
6.7 Verifikation av ergonomi och mått med hjälp av prototypen	49
6.8 Resultat av ergonomiutvärdering	51



<b>7. Slutresultat Centro-4</b>	<b>53</b>
7.1 Centro-4 exteriör	54
7.2 Centro-4 interiör och sittposition	59
7.3 Lastutrymmet på Centro-4	62
7.4 Centro-4 konstruktion och drivlina	63
<b>8. Diskussion &amp; slutsats</b>	<b>64</b>
8.1 Hållbarhetsanalys	64
8.2 Diskussion kring processen	65
8.3 Diskussion kring slutkonceptet	66
8.4 Slutsats	67
<b>Källförteckning</b>	<b>68</b>
<b>Bildförteckning</b>	<b>70</b>
<b>Bilagor</b>	
<i>Bilaga 1: Struktur för semistrukturerad intervju med Pling</i>	
<i>Bilaga 2: Struktur för semistrukturerad intervju med Quicab</i>	
<i>Bilaga 3: Struktur för semistrukturerad intervju med Postnord</i>	
<i>Bilaga 4: Struktur för semistrukturerad intervju med Park- och naturförvaltningen</i>	
<i>Bilaga 5: Struktur för semistrukturerad intervju med Riksbyggen</i>	
<i>Bilaga 6: Struktur för semistrukturerad intervju med Göteborgs Stads Leasing</i>	
<i>Bilaga 7: Struktur för semistrukturerad intervju med privatpersoner</i>	
<i>Bilaga 8: KJ-analys</i>	
<i>Bilaga 9: PNI på styrreglage</i>	
<i>Bilaga 10: PNI på stötdämpning</i>	
<i>Bilaga 11: PNI på säte</i>	
<i>Bilaga 12: Pughmatris</i>	



# 1. Inledning

Rapporten inleds med en bakgrund till projektet med information kring cyklandet i Sverige och uppdragsgivaren Monark Exercise nuvarande utbud. Därefter följs formuleringar om projektets syfte och mål, uppgifts- och problemformuleringar samt avgränsningar.

## 1.1 Bakgrund

Cykeln har fått större inverkan i människors vardag de senaste åren. Coronapandemin gjorde att fler försökte undvika kollektivtrafik och i stället åkte till jobb och skola på egen hand vilket ledde till att under 2019/2020 såldes det 30 procent mer cyklar i Sverige än 2018/2019 (Wladis, 2020). En växande andel av försäljningen var elcyklar. 53 procent av de som använder elcyklar idag har gått över från att köra bil till att cykla (Cycleurope, 2022). Det är en ökning som innebär mindre trafik och mindre utsläpp av koldioxid.

Att leva ett vardagligt liv utan bil är en trend som ökar mycket i Europa, speciellt inom städer. Både som resultat av den allmänna ökade medvetenheten om CO<sub>2</sub> utsläpp och även på grund av städer som skärper regulationer kring utsläpp och buller i stadskärnor. Lastcyklar spelar en stor roll i möjliggörandet av en sådan livsstil. I Europa är det nu många producenter och designers som utvecklar och driver på innovationen av lastcyklar framåt tack vare ett kraftigt ökat intresse från privatpersoner (Rossetti, D, 2019).

Ett företag som bidrar till trenden för mer fossilfria transportmedel är Monark Exercise. De ägnar sig åt tillverkning av last- och motionscyklar. Företaget har just nu tre el-lastcyklar för olika ändamål. En tvåhjulig och två trehjuliga modeller som går under serien Monark Cargo. Elcykelmarknaden växer och flera aktörer börjar utveckla fyrhjuliga lastcyklar för en stabilare körning och för att kunna erbjuda mer last, det är en utveckling Monark Exercise vill hänga med på. Idag används de fyrhjuliga lastcyklarna främst för leveransföretag i storstäder. I Sverige finns exempelvis Airmeed och Budbee som båda använder den svensktillverkade cykeln Velove Armadillo (Velove, uå). Monark Exercise ser dock att det finns större potential i marknaden och att fyrhjuliga cyklar kan anpassas till en bredare målgrupp och inom andra typer av verksamheter.

## 1.2 Syfte & mål

Syftet med arbetet är att utveckla ett koncept på en fyrhjulig lastcykel med elassistans åt Monark Exercise. Cykeln ska vara anpassad till en bred målgrupp i en svensk stadsmiljö. Den ska exempelvis kunna brukas av fraktbolag, men även vara anpassad för organisationer som en bostadsrättsförening, en städfirma eller cykeldelningstjänst.

Projektet kommer bestå av en analys av användarnas behov och krav samt Monark Exercises önskemål, det kommer resultera i en kravbild som kommer ligga som grund till konceptframtagningen. Huvudfokus i projektet kommer vara att utveckla ett formspråk samt övergripande funktioner och karaktärsdrag hos cykeln för att passa både Monarks produktlinje och cykelns potentiella användare.

Målet med det här arbetet är att ta fram ett koncept på en fyrhjulig lastcykel med elassistans åt Monark Exercise. Resultatet kommer bestå av CAD-renderingar samt en enklare prototyp som även ska användas som underlag för idégenereringen.

## 1.3 Uppgifts- och problemformulering

Hur skulle Monark Exercise fyrhjuliga lastcykel designas utifrån de krav som ställs i en svensk storstadsmiljö vid både kommersiellt och för vardagligt bruk?

## 1.4 Avgränsningar

Cykeln ska erbjuda eldrift samt vara fyrhjulig och erbjuda någon form av lastutrymme. Projektet ska inte behandla en fullt fungerande fysisk prototyp av en cykel. Det ska inte heller utföras utförliga hållfasthetsberäkningar eller en fullständig ramkonstruktion. Materialspekifikation för konceptet kommer inte bestämmas med utförliga studier som underlag utan endast vara riktlinjer och förslag.

## 2. Koncept Centro-4



Figur 1: Centro-4

Resultatet av det här kandidatarbetet är ett koncept för Monark Exercise, se figur 1. Konceptet heter Centro-4 och är ett designförslag på en fjärde modell till Monark Exercises existerande Centro-serie. Konceptet är en fyrhjulig lastcykel med elassistans, hytt och lastutrymme. Föraren sitter i en svagt bakåtlutad position med pedalerna framför kroppen och manövrerar cykeln med hjälp av ett styre.

Lastcykeln riktar sig till en bred målgrupp bestående av både privatpersoner och storföretag.

Konceptet är adaptivt och gjort för att kunna anpassas för ett brett spektrum av krav.

Anpassningsbarheten uppnås genom att cykeln är modulär och därigenom kan erbjuda olika konfigurationer. Vindrutan och hytten kan exempelvis monteras av och lastutrymmet erbjuder utbyte av olika förvaringsmoduler, som flak eller låda.

## 3. Teoretisk referensram

Det här avsnittet behandlar teori och information som behövs för en grundläggande förståelse för det här projektet. Kapitlet redogör information kring komponenter på en elektrisk lastcykel och vilka regler och lagar som påverkar dem.

### 3.1 Delar på en elcykel

I det här avsnittet följer beskrivningar av ett antal cykelkomponenter som rapporten förutsätter att läsaren har en grundläggande förståelse för.

#### 3.1.1 Elmotorer i cyklar

Till elcyklar och liknande fordon finns i huvudsak tre olika sorters placering på elmotor. Valet av placeringen skiljer sig från märke och utformningen av fordonet.

Den första typen av elmotor sitter i navet på hjulet, det förekommer ofta på elcyklar i den lägre prisklassen. Eftersom det är smidigt att bara byta ut fram eller bakhjul mot ett hjul med elmotor i. Inga övriga modifikationer behöver då göras på cykeln.

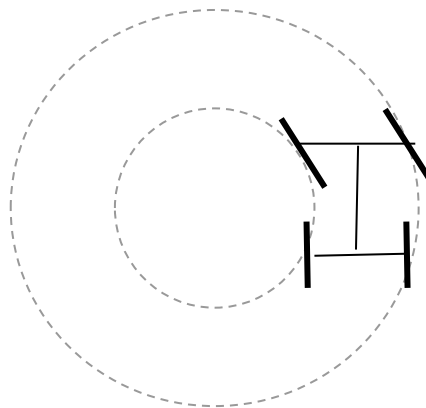
Det andra alternativet till positionering av elmotor är att ha den integrerad i pedalpaketet vilket ofta används i mer avancerade elcyklar, Monark Exercise använder exempelvis det i sin Centro-serie.

Fördelen med den här varianten är att motorn sitter innan växlar, vilket innebär att motorns kraft växlas ned tillsammans med pedalkrafterna. Att kunna växla ned elmotorn är en fördel när man vill ha mer kraft och cykla långsamt, speciellt för lastcyklar (Cykelkraft, 2018).

Det tredje och ovanligaste alternativet är att ha en separat elmotor som sitter mellan trampor och hjul. Velove Armadillo är ett exempel på en lastcykel som använder det. Man har då trampor med en kedja till elmotorn och sedan en till kedja vidare till växlar och bakaxel. Fördel med det är att vilken elmotor som helst kan användas och gömmas bättre. Den kan fortfarande placeras innan växlar, men hela konstruktionen blir lite mer invecklad med en extra kedja, vilket ökar underhåll.

### 3.1.2 Differentialväxel

En differentialväxel är en mekanism som tillsammans med en slutväxel är en enhet på ett fordons drivaxel (NE, u.å). Den är i huvudsak till för att dela vridmomentet överfört från motor eller liknande och dela det jämt på de två hjulen på drivaxeln och samtidigt tillåta hjulen att snurra olika snabbt. En differentialväxel löser problemet som uppstår med en gemensam, stel bakaxel. En sådan homogen bakaxel gör det svårt att svänga eftersom det tvingar ena hjulet att slira då ytterhjulet rullar en längre sträcka än inre hjulet. Som figur 2 illustrerar så kommer bakhjulen färdas olika långa sträckor ifall cykeln svänger och följer de streckade linjerna. Det innebär följaktligen att hjulen antingen måste kunna snurra olika fort, eller att ena hjulet måste slira mot marken.



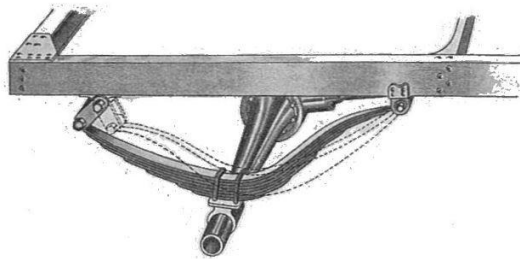
Figur 2: Illustration på svängande fordon uppifrån

Ett problem som uppstår med differentialväxel är att eftersom den jämt delar upp vridmomentet mellan hjulen i stället för att tvinga dem att snurra lika snabbt så innebär det att ifall ena hjulet exempelvis hamnar i luften och inte har något motstånd så kommer bara det hjulet snurra och det andra stå still. Det beror på att vridmomentet som krävs för att det ena hjulet att snurra fritt är mindre än vridmomentet som skulle få det andra att röra sig överhuvudtaget (NE, u.å).

### 3.1.3 Stötdämpning

ett komplett stötdämpningssystem består oftast av två delar, en fjäder som håller fordonet uppe och en som absorberar hastiga rörelser från hjulet. Använder man bara fjädrar så kommer fordonet fortsätta gunga och studsa efter att man kört över exempelvis ett farthinder. Den behöver då kombineras med en stötdämpare som förenklat är en kolv som kan röra sig fritt in och ut, men som blir trögare att pressa ihop eller dra ut desto snabbare rörelsen är. Den har bland annat i uppgift att förhindra att fordonet börjar gunga efter att fjädrarna tryckts ihop. Det finns många typer av fjädring och de två vanligaste är bladfjädrar och spiralfjädrar.

Bladfjäder är en typ av fjäder som ofta hittas på släpkärror och lastbilar, framför allt i bakaxeln. Det är en enkel typ av stötdämpning som är enkel att dimensionera upp för mycket last. Den består av böjda plattjärn i fjäderstål som pressas till att bli raka när de tar upp last och sedan sviktar tillbaka. Bladfjädern kan antingen monteras som i figur 3 så att varje hjul har en egen fjäder. De kan också monteras vinkelrätt så att en axel delar på en bladfjäder.



Figur 3: Leaf spring (Wikimedia Commons, 1937). Publicerad med tillstånd.

Spiralfjädrar är den vanligaste lösningen på stötdämpning och kan både kombineras med stötdämparen i ett paket likt figur 4, det kallas då ofta för en coilover. Alternativt så kan fjädern även sitta bredvid stötdämparen. En integrerad stötdämpare och fjäder ger mycket frihet i hur man väljer att placera den och den ger även möjlighet till fler olika geometrier för hjulupphängningen.



Figur 4: Fortune Auto 500 Series Coilovers (Wikimedia Commons, 2015). Publicerad med tillstånd.

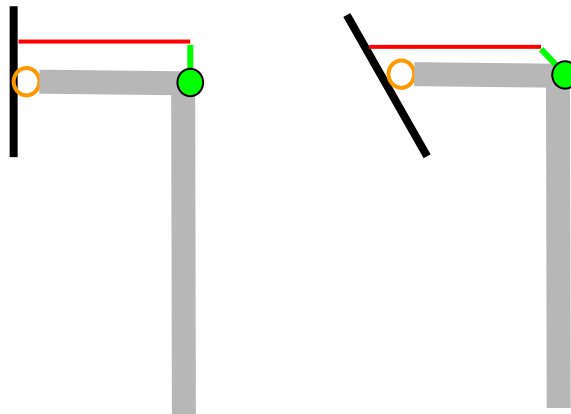


### 3.1.4 Styrning

Generellt så består ett styrsystem med två styrande hjul av spindelled, styrstag samt ett styrdon som påverkar styrstagen, exempelvis en rattstång med ratt på.

spindellederna är leden som hjulen fäster i och tillåter hjulet att vrida på sig i förhållande till fordonet. För att påverka hjulets vinkel används ett styrstag som puttars eller dras i hjulet så att spindelleden kan vrida sig. Spindelledens andra ända sitter sedan i exempelvis ändan på en rattstång som vrids. I figur 5 illustreras ett enkelt styrsystem. Den gröna ringen är då en ratt med stång sett uppifrån som vrids på. I änden på rattstången sitter en liten arm (också grön) som vrids med ratten. Den är fäst i det röda styrstaget. När ratten vrids till vänster puttars följaktligen den gröna armen på styrstaget som sedan flyttar på infästningen i det svarta hjulet, vilket vrider sig runt den orangea spindelleden.

Det finns många varianter på den här lösningen, det här är en av de enklare. Ett exempel på en variation är att ha styripinnar direkt på hjulen så att hjulen vrider direkt. En enda styrled mellan hjulen krävs då bara för att hålla dem parallella.



Figur 5: Illustrerad bild på styrning

## 3.2 Regulationer för cyklar

Enligt Lag (2001:559) om vägtrafikdefinitioner så definieras en cykel som “Ett fordon som är avsett att drivas med tramp- eller vevanordning och inte är ett lekfordon.” Det kan även vara “ett eldrivet fordon med en tramp- eller vevanordning om elmotorn endast förstärker kraften från tramp- eller vevanordningen, inte ger något krafttillskott vid hastigheter över 25 kilometer i timmen, och har en kontinuerlig märkeffekt som inte överstiger 250 watt (Lag om vägtrafikdefinitioner, 2017).

Ett elfordon kan klassas som cykel, även om det inte har trampor, men då tillkommer fler begränsningar, det får exempelvis ha en maxhastighet på 20 km/h och har begränsningar på fysiska mått (Lag om vägtrafikdefinitioner, 2017). Det finns även krav att en cykel ska ha belysning och reflexer fram och bak (Transportstyrelsen, 2021). Storleken på fordonet är inte reglerat.

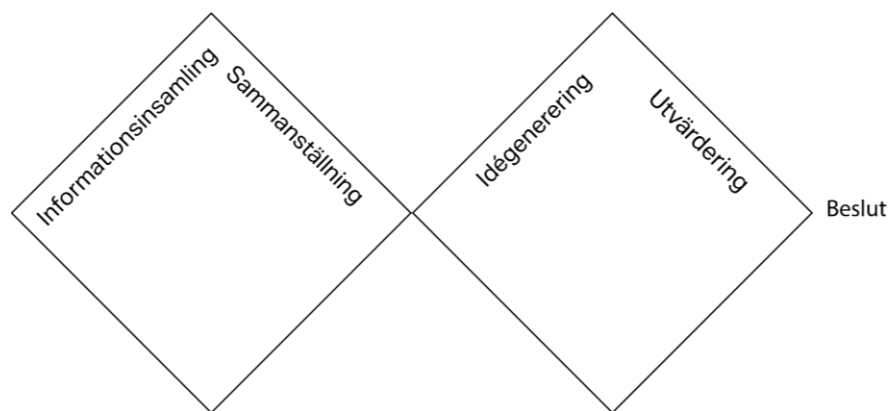
Cykelbanor finns i många olika bredder beroende på förhållanden, exempelvis om det är en gångbana bredvid, gemensam gång och cykelbana, eller om det är en väg eller spårvagn bredvid. Minimum för en dubbelriktad cykelbana är 2,2 meter och minimum för en enkelriktad cykelbana är 1,2 meter (Göteborgs stad, 2021).

## 4. Metod

I det här avsnittet redovisas projektets process i ett processupplägg där arbetets förlopp presenteras. De metoder och verktyg som användes under projektet kommer även beskrivas i det här kapitlet.

### 4.1 Projektarbetets arbetsprocess

Projektet kommer följa Double Diamond modellen vilket är en metod som är utvecklad av British Design Council och lanserades 2004 (British Design Council, u.å). Metoden innebär två upprepade konvergenta och divergenta faser och illustreras i figur 6.



Figur 6: Double Diamond

#### 4.1.1 Informationsinsamling

Den första diamanten, alltså första delen av projektet kommer att bestå av en informationsinsamling för att få en bild av existerande produkter, konkurrenter, lösningar och hur marknaden ser ut. Företagets produktlinje, kärnvärden, stil ska analyseras för att skapa en uppfattning om deras nuvarande position på marknaden. Företag och organisationer som idag använder andra typer av fordon men där en lastcykel skulle kunna ersätta dessa ska undersökas. Även företag som idag använder liknande typer av cyklar ska analyseras för att få fram erfarenheter och problem som finns vid användandet av liknande cyklar. Under den inledande divergenta fasen i den första diamanten kommer fokuset ligga på att samla kvalitativa data för att skapa en bred bild av användarnas behov att ha som underlag till kravbildningen.

Efter den divergenta fasen följer en konvergerande fas där den insamlade informationen reduceras och analyseras för att lägga grund till en kravbild som ställs på produkten. Hela första diamanten kommer upprepas flera gånger då det kommer uppkomma luckor i informationen som behöver täckas. Efter ett flertal loopar av den första diamanten och en mer fullständig informationsgrund lagts så kommer målgruppen kartläggas för att få en tydlig bild. Formspråket kommer även analyseras och tas fram utifrån kundernas önskemål. En sammanställning av alla funktioner och krav som har ställts på cykeln kommer tas fram i form av en funktions- och kravlista. Det är för att ge en tydlig bild över vad som behöver lösas och tas hänsyn till.

#### 4.1.2 Konzeptutveckling och konceptutvärdering

När kravbilden fastställts inleds del två i projektet med andra diamanten. Den börjar med en divergent idégenereringsfas där olika idégenereringsmetoder används.

Den divergenta fasen följs av en konvergent fas där idéer sällas bort, kombineras och de bästa väljs ut med hjälp av konceptutvärderingsmetoder. Fasen kommer upprepas flera gånger för att utveckla och utvärdera idéer för att komma närmare det slutliga konceptet. Det kommer även genomföras stora iterationer av båda diamanterna där mer insamling av information sker och återupprepar diamantfaserna ytterligare.

Koncept och lösningar kommer undersökas och utvärderas med 3d-skisser i CAD samt en fysisk prototyp i skala 1:1. Dessa kommer användas för att bland annat analysera dimensioner och uttryck. Prototypen kommer användas till interaktionsmoment med utomstående personer som genomförs för att undersöka bland annat ergonomin verkliga scenarios. När det slutgiltiga konceptet har fastställts kommer den ritas upp i 3D och renderas.

## 4.2 Metoder

Det här kapitlet presenteras de metoder som används i projektet.

### 4.2.1 Metoder för informationssamling

#### Djupintervjuer

En djupintervju är en kvalitativ informationssamlingsmetod (Johannesson et al., 2013). Den består ofta av öppna frågeställningar som möjliggör för respondenten att uttrycka sina åsikter utan att intervjuarens påverkan. En djupintervju kan även antingen vara strukturerad eller ostrukturerad vilket innebär ifall intervjun tillåts ändra riktning allt eftersom eller ifall alla frågor strikt är bestämda på förhand. Det finns även ett mellanting som kallas semistrukturerad där intervjun grundar sig i frågeställningar men där respondenten kan föra samtalet relativt fritt.

#### Observationer

En observation är en studie där den som undersöker iakttar olika skeenden hen vill studera (Karlsson, 2007). Observationer kan vara strukturerad där en förbestämd situation ska analyseras och deltagarna är medvetna om det. Det kan även vara verkliga användningssituationer där de som observeras är inte medvetna om att de blir observerade.

#### KJ-analys

KJ analys är en metod för att kategorisera och få en överblick över all information som samlats in. Informationen sammanställs och placeras i grupper efter olika teman eller kategorier med information av liknande typ. En KJ analys kan ge en överblick över vilka områden som kräver mer research, vad den generella åsikten är bland korrespondenter i en viss fråga eller vilka viktiga problemområden som finns (Spool, J 2004).

#### Scenario och persona

Ett scenario är en fiktiv berättelse eller serie händelser som ska beskriva en vanlig dag för en användare. Användaren i det här fallet är en persona, en påhittad person med givna attribut och egenskaper som baseras på den satta målgruppen. Det är till för att lättare se hur en lösning eller produkt skulle se ut i ett sammanhang och vad som krävs av den (Johannesson et al., 2013).

## Moodboard & inspiration board

Moodboards används för att beskriva målgruppens stämningar och värderingar som tilltalar dem (Österlin, 2016). Dessa redovisas med hjälp av ett collage med bilder och text. En inspiration board kan visa aktuella trender, konkurrenternas lösningar eller egna produkter och redovisa olika former, färger och typiska former.

## Funktionsanalys

För att sammanställa alla funktioner som produkten ska ha ska en funktionsanalys skapas. Det är en lista på alla huvud-, del och stödfunktioner som produkten ska ha och tas fram för att underlätta idégenereringen genom att lösningar hittas till varje delfunktion för att senare kombineras (Johannesson et al., 2013). Funktionerna beskrivs med verb och substantiv för att ge en enkel och koncentrerad överblick av funktionerna. Det hindrar även funktionsformuleringarna från att vara lösningsberoende, vilket är viktigt för att inte fastna i en viss riktning.

## Kravspecifikation

En kravlista har som uppgift att beskriva alla krav som produkten måste eller önskas att uppfylla (Johannesson et al., 2013). Den ligger som grund för konceptgenereringen samt konceptutvärderingen där produkten kan valideras gentemot kraven.

## Litteraturstudie

Information samlas för konkurrentanalys, i huvudsak via konkurrenternas hemsidor. Fakta om Monark Exercise, om begrepp, tekniska lösningar och tillvägagångssätt kommer behöva inkluderas i rapporten. Det kommer göras i huvudsak med hjälp av litteratur och hemsidor.

## 4.2.2 Metoder för konceptgenerering och konceptutvärdering

### Brainwriting

Brainwriting innebär att man sitter för sig själv och spånar fram idéer (Österlin, 2016). Fördelen med den här metoden är att man inte influeras av andra vilket ger en bredare spridning av ideer som går i olika riktningar. Sedan presenteras idéerna för varandra och så kan den processen itereras flertalet gånger för att få fram så många olika idéer som möjligt.

### Morfologisk matris

Morfologisk matris innebär att man listar upp delfunktionerna och skriver sedan alla lösningar. Lösningarna kombineras sedan till olika konfigurationer för att generera hela koncept (Österlin, 2016). Det är en tidseffektiv metod som genererar flera koncept snabbt och tydligt.

## PNI

PNI är en metod där positiva, negativa och intressanta fakta punktas upp för varje idé för att få en överblick och underlätta ett ställningstagande och beslut (Metodbanken, 2018).

## Prototyp tillverkning

Prototyp tillverkningen ska ligga till grund för utformningen av cykeln och dess proportioner samt för alla delars förhållande till varandra. Här ska mått studeras och noteras efter tester. Testerna verifierar designbeslut som tidigare tagits.

## Användartest

Användartestet som används är en typ av ergonomiutvärdering. Det är en kontroll som utförs med hjälp av prototypen, här ska mått och proportioner verifieras efter att respondenter har testat produkten och uttryckt sina åsikter.

## Pugh-matris

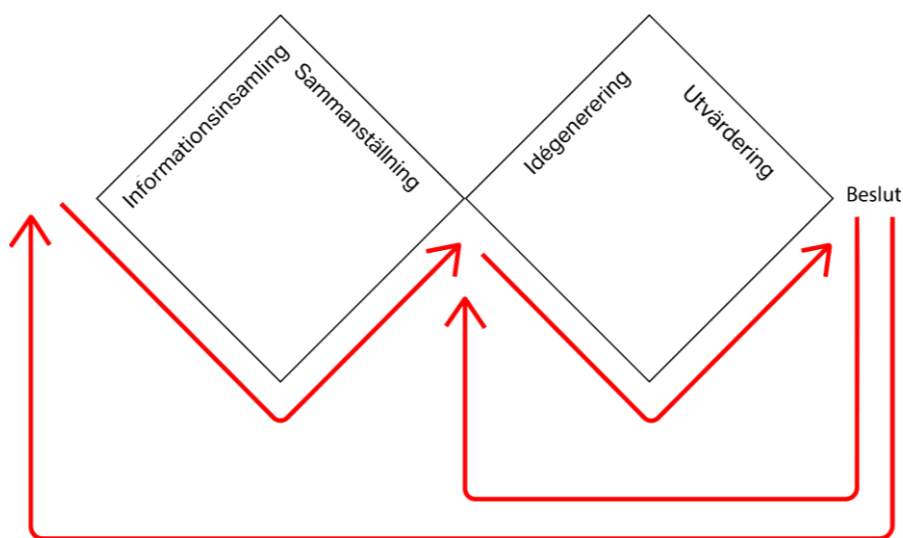
En Pugh matris används för att värdera hur bra olika lösningar möter olika krav och önskemål (Österlin, 2016). Alla lösningar jämförs med en referenslösning och utvärderas baserat på huruvida det löser kravet bättre (+) eller sämre (-). Varje lösning får sedan ett poäng och rangordnas därefter relativt objektivt.

## CAD

CAD, eller Computer-aided design, är ett datorprogram där digitala konstruktioner kan tillverkas och redovisas (Johannesson et al., 2013). Programmet kommer användas under hela designprocessen både för att skapa, granska och redovisa olika lösningar.

## 5. Förstudie - genomförande och resultat

I kapitlet som följer beskrivs hur de ovannämnda metoderna genomförts och implementeringen av Double Diamond modellen, se figur 7 för en förklarande bild över hela projektets olika faser. I projektet ingick en förstudie med informationsinsamling på nuvarande produktserie från Monark Exercise, konkurrentanalys samt flera intervjuer med olika typer av parter vilket sammanställdes i en KJ-analys. Utifrån förstudien sammanställdes en kravspecifikation och funktionslista som lades till grund för konceptgenereringen. De röda strecken i figur 7 är olika iterationer som går mellan divergenta och konvergenta faser.



Figur 7: Illustrerad bild över processen med Double Diamond

### 5.1 Informationsinsamling

Under förstudien samlades det in information som utvärderades och bearbetades. Insamlingen var i form av Monark Exercises nuvarande utbud, konkurrenter på marknaden, användare av liknande fyrhjulinga cyklar samt potentiella användare.

#### 5.1.1 Monarks nuvarande produktserie

Monark Exercise har just nu tre modeller i serien Centro (Monark Cargo, u.å). Det är lastcyklar som erbjuder elassistans och någon form av lastutrymme. Alla cyklar har en elmotor från Shimano som heter Steps DU 6100 och som sitter i tramppaketet. Cyklarna har ett batteri på 502 Wh. Cyklarna kan anpassas med olika tillbehör för olika ändamål och syften. Centro-cyklarna används bland annat av Postnord för transporter av mindre paket.



Den första modellen i serien är en tvåhjulig cykel som heter Centro-1, se figur 8. Den är framtagen för mindre leveranser av lättare last och har ett lågt insteg och även ett stöd fram för att främja stabiliteten. Lastkapaciteten på cykeln är 20 kg fram och 40 kg bak (Monark Cargo, u.å.).



Figur 8: Centro-1 (Monark Cargo, u.å)

Den andra cykeln i Centro-serien Centro-2 som är en trehjulig cykel med två hjul fram och ett bak, se figur 9. Cykeln har en lastyta fram med måtten 68x62x66 cm vilket passar för en EUR-halvpall (Monark Cargo, u.å.). Lastkapaciteten på cykeln är 60 kg fram och 40 kg bak.



Figur 9: Centro-2 (Monark Cargo, u.å)

Den sista cykeln i serien är Centro-3 vilket är en trehjulig cykel med två hjul bak och ett fram, se figur 10. Det som skiljer den här modellen mot Centro-2 är att den erbjuder ett större lastutrymme. Det bakre lastutrymmet på cykeln är 120 cm långt och 80 cm brett och har en lastkapacitet på 150 kg med en volym på 1,4 m<sup>3</sup> (Monark Cargo, u.å.).



Figur 10: Centro-3 (Monark Cargo, u.å)

### 5.1.2 Konkurrentanalys

I dagsläget finns det en del fyrhjuliga lastcyklar och de flesta ämnas åt fraktbolag. Några av cyklarna har styrspakar på sidorna och där cyklisten sitter i en lutande position i ett säte likt Velove Armadillo, se figur 11. Det är en svensktillverkad cykel som främst används för transport av gods. Den har ett lastutrymme bak på 1000 liter och en maxlast på 150 kg (Velove, u.å.). Det finns även möjlighet att applicera en vagn som utökar lastutrymmet och gör cykeln längre och fördubblar lastkapaciteten.



Figur 11: Velove Armadillo

En ytterligare fyrhjulig lastcykel är Eav. Det är en lastcykel som har en sadel och styre. Det gör att cyklisten sitter i en upprätt position jämfört med Velove Armadillo. Här är tramporna placerade under användaren och hen svänger cykeln med ett traditionellt cykelstyre. Den modellen möjliggör för en kortare framdel men måste vara högre än Armadillo. Lastkapaciteten på Eav är 2000 liter och maxlasten är 150 kg (Eav, 2021). Den här cykeln har även en hytt i hårdplast och plexiglas som skyddar mot regn och vind.

Bio hybrid är en lastcykel som erbjuder, likt Eav, en hytt. Här sitter cyklisten i en stol med pedalerna framför kroppen, vilket ger en lutande position, se figur 12. Till skillnad från Velove Armadillo så har den här cykeln ett styre som sitter framför föraren. Cykeln har ett lastutrymme där 1500 liter får plats (Startupselfie, 2020).



Figur 12: Bio-Hybrid "Cargo" (Wikimedia Commons, 2019). Publicerad med tillstånd.

Sammanfattningsvis så finns det olika varianter på fyrhjuliga lastcyklar. Övergripande så är det vanligt att lastutrymmet är bakom föraren och är oftast ett fyrkantigt skåp. Det finns många olika lösningar på hur användaren styr cykeln. Det som främst används är något form av styre eller styrspakar på sidorna. Det finns även variation på hur föraren sitter, om det är en sadel eller på en stol. Gemensamt är att de är trampdrivna med elassistans.

### 5.1.3 Genomförande och resultat av intervjuer och observationer

Den divergenta fasen med informationsinsamling fortsatte med semistrukturerade djupintervjuer där sex företag och organisationer samt 3 privatpersoner intervjuades. Målet var att få input från personer med erfarenhet av att använda liknande cyklar. Fokus låg även på organisationer och privatpersoner som skulle vara potentiella kunder till att köpa in och använda sådana cyklar. Information om deras nuvarande arbetsuppgifter och krav på en sådan cykel kunde sammanställas därifrån. Se bilaga 1–7 för de frågor som de semistrukturerade intervjuerna baserades på.

## Fokus på erfarenhet av lastcyklar

Pling, Quicab och Postnord är företag som idag använder lastcyklar, genom dem kunde erfarenhet om hur det är att köra en sådan cykel och vilka önskemål, problem och krav som upptäckts när man spenderat tid med lastcyklar.

### Pling

Pling är ett fraktbolag som erbjuder leveranser av varor runt om i centrala Göteborg (Pling Transport, 2022). Företaget har funnits sedan 2012 och har varit med och använt Velove Armadillo, som nämndes i konkurrentanalysen, de har varit med sedan första prototyperna av Armadillo började testas. En medarbetare på Pling intervjuades där ämnen som underhåll, konstruktion, ergonomi togs upp, se bilaga 1 för underlaget till intervjun. Det var en semistrukturerad intervju där diskussioner fördes mellan parterna löst. Intervjun kretsade kring respondentens erfarenheter av att använda en lastcykel dagligen. Velove Armadillo är en avancerad cykel med många tekniska lösningar vilket leder till mycket underhåll. Pling anser att cykeln är för teknisk för att underhålla själv utan någon förkunskap och expertis. Det finns exempelvis fyra kedjor som ofta går sönder vilket kräver frekvent service.

En deltagande observation utfördes även på Pling där en Velove Armadillo testades och kunde notera vad cykeln gav för intryck och känsla när den testades för första gången, se figur 13. Ergonomin observerades där i- och urstigning gavs mycket fokus. Vid testkörning krävdes en genomgång för att förstå hur cykeln skulle manövreras och cykeln gav en icke intuitiv känsla. Våghållning och övergripande körkänsla noterades samt tekniska lösningar och idéer på konstruktion. Sammanfattningsvis så var det en enkel cykel att använda men som krävde förkunskaper. Cykeln upplevdes ergonomisk och lättstyrd med smidig i- och urstigning.



Figur 13: deltagande observation på Pling

## Quicab

Intervjun med Quicab genomfördes via telefon med en av grundarna till företaget. Quicab är ett företag som erbjuder en taxitjänst med en specialbyggd Velove Armadillo där både föraren och passageraren har hytt. Respondenten hade designat hytten och det ställdes frågor om hans undersökningar, designval och vad han i efterhand lärt sig och skulle förändra med hytten. Under intervjun diskuterades bland annat hyttens inverkan på "cykelkänslan" se bilaga 2 för underlaget till intervjun. Han menade att det finns en risk att den försvinner när det placeras en stor hytt runt föraren. Buller och resonans förstärks även med en hytt vilket kan leda till att föraren har svårt att höra bruset från gatorna. Sikten kan även försämrats, främst vid regn. Regndropparna kan skapa reflektioner från ljuskällor som förvirrar föraren och försämrar sikten.

## Postnord

Postnord är det största fraktbolaget i Norden och har många olika typer av fordon för olika ändamål (Regeringskansliet, u.å). Monark Exercise har sålt Centro-3 cyklar till postnord som de börjat använda. Den semistrukturerade intervjun hölls i form av ett videomöte, se bilaga 3 för underlaget till intervjun. Eftersom cykeln ska vara anpassad för fraktbolag och för privat bruk så representerar Postnord kraven som ett stort fraktbolag skulle ställa på cykeln. Informationen blev extra givande eftersom Postnord redan har erfarenhet av att använda andra typer av lastcyklar och är medvetna om vilka krav och problem det finns i dagsläget. Frågorna kretsade kring deras erfarenhet och krav på lastcyklar och det framgick under intervjun bland annat information hur Postnord använder deras nuvarande fordonsflotta och vilka faktorer som avgör vilken typ av fordon de använder till olika arbetsuppgifter. Det diskuterades även specifikationer som de sökte i en fyrhjulig lastcykel, exempelvis hög maxlast och inbrottssäkert skåp.

## Fokus på potentiella användare och användningsområden

Riksbyggen, Göteborgs Stads Leasing samt Park- och naturförvaltningen är tre organisationer som i dagsläget inte använder lastcyklar, men som alla har potential att börja göra det. För att få reda på vilka önskemål och krav som skulle kunna sättas på en fyrhjulig-lastcykel så intervjuades Riksbyggen, Park- och naturförvaltning samt Göteborgs Stads Leasing. Riksbyggen är ett kooperativt företag och är en av Sveriges största fastighetsförvaltare. Göteborgs Stads Leasing tillhandahåller alla fordon som används inom Göteborgs stad. Det är exempelvis hemtjänsten, äldreomsorgen och Park- och naturförvaltningen. Den sistnämnda organisationen deltog i en intervju i syfte att skapa en mer nyanserad bild av deras verksamhets behov och krav. Under de tre intervjuerna diskuterades hur de arbetade idag och hur framtiden skulle kunna se ut för verksamheten. Möjligheten att använda fyrhjuliga-lastcyklar lades fram och det diskuterades kring vilka behov och krav som skulle ställas på en sådan typ av cykel för respektive verksamhet.

### Park- och naturförvaltningen

Park- och naturförvaltningen besöktes på deras kontor i Trädgårdsföreningen där en semistrukturerad intervju hölls. Se bilaga 4 för underlaget. Diskussionen kretsade kring vad deras verksamhet skulle ställa på en fyrhjulig lastcykel. Olika användningsområden och arbetsuppgifter där cykeln skulle kunna användas utforskades även. Här framkom det bland annat vikten i att erbjuda modularitet. Idag använder Park- och naturförvaltningen olika typer av fordon för olika ändamål, om cykeln skulle vara modulär och erbjuda en utbytbar lösning på lastutrymmet skulle det var en positiv faktor för en minskad fordonsflotta.

### Riksbyggen

Riksbyggen är en organisation som samlar bostadsrättsföreningar runt om i Sverige (Riksbyggen, u.å). De har redan idag cykeldelningstjänster på flera olika bostadsrättsföreningar. Intervjun var riktad mot vilka trender de såg inom cykeldelning, hur intresset såg ut för att använda de lastcyklar de hade idag, vad de används till och vilka grupper som var mest intresserade och vad cyklarna generellt användes till. Se bilaga 5 för underlaget till intervjun. I intervjun framkom det att istället för att använda en sådan typ av lastcykel är relativt högt och att många undviker dem för okunskap eller rädsla. Men det diskuterades även hur användandet av liknande lastcyklar har ökat och att intresset växer då det byggs fler bostäder som erbjuder uthyrningstjänster för de boende. Det är främst i storstäder och där avståndet är kort till matbutiker etcetera och där bilar inte används i lika stor utsträckning.

### Göteborgs stad leasing

Göteborgs Stads Leasing har hand om alla fordon som används av Göteborgs Stad. Med dem diskuterades potentiella områden där en fyrhjulig lastcykel av typen som utvecklas skulle kunna användas, se bilaga 6 för underlaget till intervjun. Hemtjänsten var ett område som lades mycket fokus på eftersom ca 70 procent av Göteborgs Stads Leasings fordonsflotta används av hemtjänsten. I intervjun diskuterades det om en anpassad lastcykel skulle kunna vara ett alternativ till bilen. Göteborgs Stads Leasing ansåg att det absolut skulle kunna vara ett alternativ då de åker kortare sträckor och problematiken i staden med parkeringar som skulle kunna uteslutas om en lastcykel i stället implementerades.

## Intervjuer med privatpersoner

Slutligen så intervjuades tre privatpersoner om deras tankar över en fyrhjulig lastcykel. Det gjordes senare i processen när några olika koncept och skisser kunde presenteras för att de lättare skulle förstå och sätta sig in i typen av cykel. Eftersom cykeln ska vara anpassad för att enkelt kunna användas av en bred målgrupp så inkluderar det även privatpersoner och personer som inte är familjära med den här typen av cykel eller på annat sätt skulle kunna ge input som behöver tas hänsyn till när cykeln konstrueras. Hur interagerar exempelvis en oteknisk person eller en äldre person med svag fysik med cykeln? Eller, vad skulle motivera en person att använda en sådan typ av cykel? Samtliga frågor finns i bilaga 7.

Fokuset under intervjuerna låg på sittposition, kliva ur och i, funktioner, intuitivitet och hur man lockar en person till att testa cykeln första gången. Under intervjuerna diskuterades det bland annat om att ha något slags stöd för att kliva ur. En annan viktig faktor var sitsen och dess inverkan dels på hur lätt det var att ta sig i- och ur, dels på balansen vid cyklandet. Det framkom från korrespondenter att de på vanliga cyklar kan vara svårt att hålla balansen och att de hamnar i en obekvämlig position. En sits med ryggstöd ansågs därför vara ett bättre alternativ då det skulle ge bättre balans samt bättre stöd åt ryggen. Det framgick även att de skulle kunna tänka sig att använda en sådan typ av cykel om de hade fått någon introduktion eller om den såg lätt ut att använda.

## 5.2 Kj-analys

Den första diamanten i Double Diamond avslutas med en konvergent fas där informationen som är insamlad granskas och sammanställs. I det här fallet gjordes det med hjälp av en KJ-analys där all insamlad data från intervjuer och observationer sammanställdes och strukturerades, se bilaga 8 för fullständig kj-analys. Onödig, intetsägande och irrelevant information sållades först bort. Påståenden, åsikter och bitar av information grupperades och olika delsystem började växa fram, vilket resulterade i 7 huvudkategorier:

- Hytt
- Sittposition
- Ram
- Semantik
- Stötdämpning
- Lastfunktion
- Styrning, broms, trampor och elassistans

Vikten av modularitet blev väldigt tydlig under KJ analysen eftersom kraven som olika intressenter ställer på cykeln var mycket varierande. Det fanns även önskemål där samma intressent ville kunna använda cykeln för olika ändamål som exempelvis krävde olika flak.

Det var skilda åsikter när det kom till hytt. Några intressenter tyckte om tanken på hytt och att få den så inkapslande och skyddande som möjligt. Andra som hade testat liknande cyklar med hytt sa att dem tog bort den fria cykelkänslan. Det bullrade, försämrade sikt och tog bort närheten till staden och omgivningen. Det blir en designutmaning att behålla den fria cykelkänslan, samtidigt ändå skydda mot väder och att göra det enkelt att kliva i och ur cykeln då det var ett återkommande önskemål från flera håll. Lösningen att använda sig av en modulär eller demonterbar hytt har även kommit upp som förslag flera gånger.

Den övergripande känslan av en sådan typ av cykel var att den ska vara lätt att använda och förståelig, likt en vanlig cykel. Cykeln ska inte kännas obehaglig eller främmande, varken när den används, eller när den åker förbi på gatorna. Det var även viktigt att i- och urstigningen ska vara enkel och smidig och att det exempelvis skulle finnas någon form av stöd att ta sig emot med eller att sätet inte skulle sitta för lågt.

Av insamlad information från intressenter och även från en utvecklande diskussion med Monark Exercise så tydliggjordes vikten av att behålla den intuitiva och familjära känslan hos en cykel. Eftersom det är många nya och olika målgrupper som cykeln riktar sig till så är det viktigt att det är en låg tröskel till användning. Den får inte kännas överväldigande eller svår att hantera eller förstå sig på.

## 5.3 Målgrupp

Målgruppen för cykeln sträcker sig från fraktbolagen som behöver ett smidigt fordon som kan ta sig snabbt fram för korta leveranser och som är säker och hållbar, till personer som ska hyra cykeln genom en cykeldelningsstjänst. Målgruppen innefattar personer mellan 15–80 år boende i Sverige. Enkla och intuitiva funktioner är viktigt för en stor del av målgruppen.

Den breda målgruppen ställer krav på användarvänlighet och att cykeln kan hanteras av de flesta människor. Cykeln ska kunna möta en mängd olika krav som ställs över ett brett spektrum. Från att frakta paket för en budfirma till att hämta barnen på dagis eller tömma soptunnor i parker. För att nå ut till en så bred målgrupp är det viktigt att skapa en låg tröskel för att börja använda cykeln. Cykeln ska vara inbjudande och familjär. Målgruppen beskrivs genom två personer som beskriver två typiska användare och speglar de krav som målgruppen ställer på produkten.



### 5.3.1 Persona 1 – Elias 26 år, hemtjänsten

Elias är 26 år gammal och jobbar på hemtjänsten i centrala Göteborg. Hans dagliga arbete går ut på att åka runt till äldre personer som behöver stöd i olika former. Det kan vara allt från att handla matvaror till att ge dem medicin.

Idag använder han en Volkswagen Golf som arbetsbil. Det största problemet med att jobba på hemtjänsten i centrala Göteborg är att det är väldigt svårt att hitta parkeringar. Oftast är det korta sträckor mellan brukarna, men med utrustning som kan vara för tung för att bära med sig. Medicinerna och utrustningen till varje person måste kunna förvaras säkert så därför är det viktigt att bilen är inbrotts säker och att Elias låser bilen varje gång han lämnar den.

### 5.3.2 Persona 2 – Britta 70 år, pensionär

Britta är 70 år gammal och bor på Guldheden i Göteborg med sin katt Gösta. Lägenheten är i en nystartad bostadsrättsförening där endast äldre är bosatta. Bostäderna är utformade med mer utrymme och lättare framkomlighet. Britta är aktiv gillar långa promenader och är tränare för utomhusgympa för barn som har aktiviteter flera gånger i veckan.

Britta har en Volvo 740 men som just nu är stillastående på grund av att hon känner sig osäker i stadstrafiken. I stället tar hon sig fram genom gång eller så tar hon spårvagnen. Hennes största problem i dagsläget är att handla mat och transportera saker till träningarna. Idag småhandlar hon oftast på den mindre livsmedelsbutiken i närheten av sin lägenhet. Men för att få en mer ekonomisk lösning skulle det vara att ta sig till Ica Maxi vid Krokslätt för att storhandla. Idag så finns det ingen smidig lösning för att lätt få med sig varorna hem. Hon har även pratat med en del andra i huset som upplever samma behov.

## 5.4 Funktionsanalys och kravspecifikation

Med insamlad information från intervjuer och observationer samt personas som grund så sammanställdes en funktionslista med en huvudfunktion med tillhörande del- och stödfunktioner, se tabell 1. För varje funktion så definierades krav som ställs på cykeln, kraven har olika prioritering och kan vara nödvändiga, önskvärda eller tänkvärda.

Funktion	Klass	Krav	Prio	Kommentarer
Erbjuda transport	HF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidseffektiv transport av en person och last med hjälp av trampor, elassistans, fyra hjul samt hytt.</li> </ul>	N	
Erbjuda ergonomisk sittposition	DF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anpassningsbar sittposition</li> <li>- Anpassat efter den 5:e till den 95 percentilen</li> </ul>	N	En sittposition som man kan cykla i flera timmar i sträck. Även anpassad efter olika kroppstyper.
Erbjuda position för effektiv kraftöverföring	DF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erbjud position där användaren kan använda 100 procent av sin kraft utan obehag eller minskad kontroll över fordonet</li> <li>- Maximera effektiviteten av energiöverföringen från användare till drift av cykel</li> </ul>	N	Pedalposition, sittposition etc
Erbjuda anpassning för olika ändamål	DF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cykeln ska, av användaren, kunna anpassas efter olika typer av uppgifter</li> </ul>	N	Produkten ska kunna användas för olika ändamål och vara lätt att anpassa utefter användarens behov och krav
Förenkla i och urstigning	SF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimera onaturliga kroppspositioner</li> <li>- Minimera kraftanvändning</li> <li>- En tidseffektiv process</li> </ul>	N	Styrspakar, ram, hytt etc. får inte vara ivägen.
Medge komfort	SF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stöt- och vibrationsdämpning</li> <li>- Minimera ljud och buller</li> </ul>	N	Både för last och användare
Erbjuda väderskydd	SF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maxbredd: 104cm (samma som hjulbas)</li> <li>- Tillåta bra sikt</li> <li>- Motverka instängdhet</li> <li>- Blockera regn uppifrån och framifrån</li> </ul>	N	I första hand hålla regn & fartvind borta

Erbjuda lastyta	DF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Klara 150 kg last</li> <li>- En lastyta på 120x80cm</li> <li>- Transportfunktion anpassad för målgruppens ändamål</li> <li>- Implementera bakkdelen från Centro-3</li> </ul>	N	
Erbjuda styrning	DF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intuitiva styrreglage som kan användas utan förklaring</li> <li>- Svängradie på max 8 meter</li> <li>- Liten kraftansträngning för att svänga.</li> <li>- Använda Centro-2 framhjulsupphängning</li> </ul>	N	Både funktionen att svänga och medel att ge en styr-input. Svängradie erhålls mha styrvinkel, kort hjulbas etc
Erbjuda broms	DF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bromsreglage intuitiva nog att användas på reflex i en nödsituation utan tidigare förklaring</li> </ul>	N	Skivbromsar bak från Centro-3
Erbjuda elassistans	SF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor på 250W</li> <li>- Maxhastighet på 25 km/h</li> <li>- Erbjuder mjuk och kontrollerad elassistans</li> <li>- Utbytbara batterier för enkel laddning</li> </ul>	N	Elektrisk motor som hjälper trampandet.
Erbjuda säkerhet	SF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avskärma användaren från delar som innebär risk för skada eller nedsmutsning</li> <li>- Klara en lutning av 30 grader i sidled utan att välta</li> </ul>	N	Tyngdpunkt och bredd är viktiga delar att ta hänsyn till.
Minimera underhåll	SF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produkten ska tåla daglig användning</li> <li>- Tåla att stå ute i regn och minusgrader</li> </ul>	N	Viktigt då den inte bara är för företag med mycket resurser
Erbjuda grepp mot marken	DF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Driva på båda bakhjulen och samtidigt erbjuda svängning</li> </ul>	N	Förhindra att cykeln slirar eller inte kommer iväg
Erbjuda stabilitet	DF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tillräcklig styvhet</li> <li>- Tillräcklig hållbarhet</li> </ul>	N	I ramkonstruktionen, förhindra flex & brått
Minimera vikt	SF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Max 85 kg utan skåp och passagerare</li> </ul>	Ö	Tillåter mer last och lättare cykling
Erbjuda intuitiv användning	SF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Användaren ska inte behöva någon introduktion för att använda cykeln</li> <li>- Cykelns alla funktioner ska vara självförklarande</li> </ul>	Ö	Det ska vara självklart hur den används. Tröskeln att testa ska vara liten

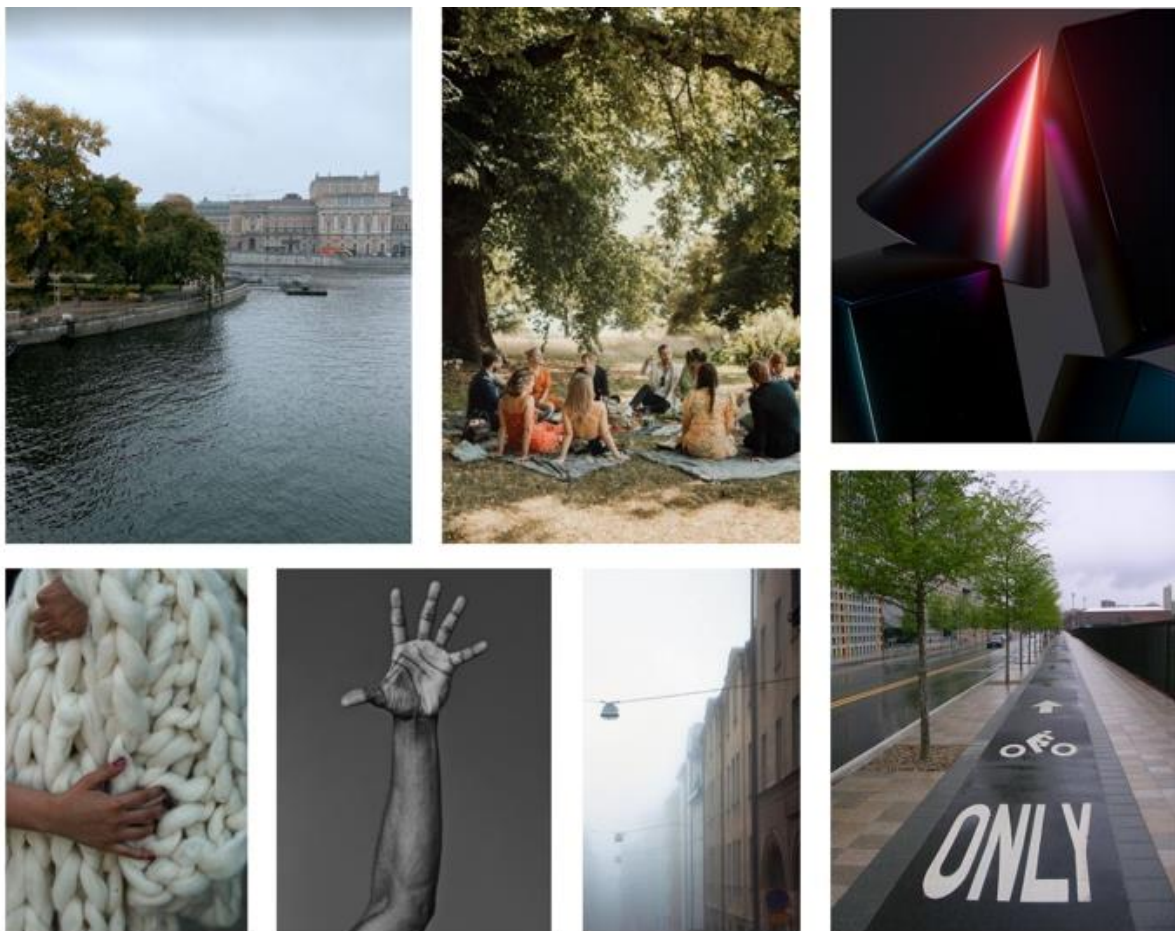
Uttrycka inbjudande känsla	SF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Undvika främmande element</li> <li>- En självförklarande och enkel sittposition som är smidig att inta</li> </ul>	<b>T</b>	Produkten bör inte vara avskräckande och för avancerad för nya användare
Erbjuda cykelkänsla		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produkten ska bestå av cykeldelar</li> <li>- Funktioner och reglage är direkta och tydligt kopplade till cykelns respons</li> </ul>	<b>Ö</b>	Direkta reglage menas att användaren känner att kopplingen mellan styrreglage och att hjulen vrids är direkt och samma sak. En bil med servo och utväxling på ratten tappar den direkta känslan.
Uttrycka frihet	SF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cykeln ska inte isolera användaren från omgivningen</li> </ul>	<b>Ö</b>	
Uttrycka kvalitet	SF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimera lösa delar</li> <li>- Kvalitativa komponenter</li> </ul>	<b>Ö</b>	Cykeln ska inte vara ranglig och instabil
Underlätta reparation	SF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enkel reparation som är möjlig för kunden att lösa själv</li> <li>- Produkten ska ha en smidig monterings- samt demonteringsprocess</li> <li>- Delarna ska vara tydliga vad de har för syfte för att underlätta felsökning.</li> </ul>	<b>T</b>	Modularitet
Möjliggöra för en enkel produktion	SF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Använda befintliga delar från Monark.</li> </ul>	<b>T</b>	Modularitet i ramkonstruktion, hytt och lastutrymme. Använda befintliga delar. Avskalad och enkel geometri på ram
Vara miljövänlig		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produkten ska upplevas miljövänlig av användaren</li> <li>- Maximera reparationsmöjligheter</li> <li>- Maximera teknisk livslängd</li> <li>- Maximera teknisk livslängd genom framtissäkert utseende</li> </ul>	<b>T</b>	Studier i miljövänlig produktion kommer inte undersökas i det här arbetet då fokus ligger på uttryck.
Uppmana till användning	SF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skapa vilja att testa cykeln vid första användning</li> <li>- Ge en positiv känsla vid användning</li> </ul>	<b>Ö</b>	Hitta lösningar som motiverar användandet av en cykel

Tabell 1: Funktionslista och kravspecifikation

## 5.5 Moodboard och inspiration board

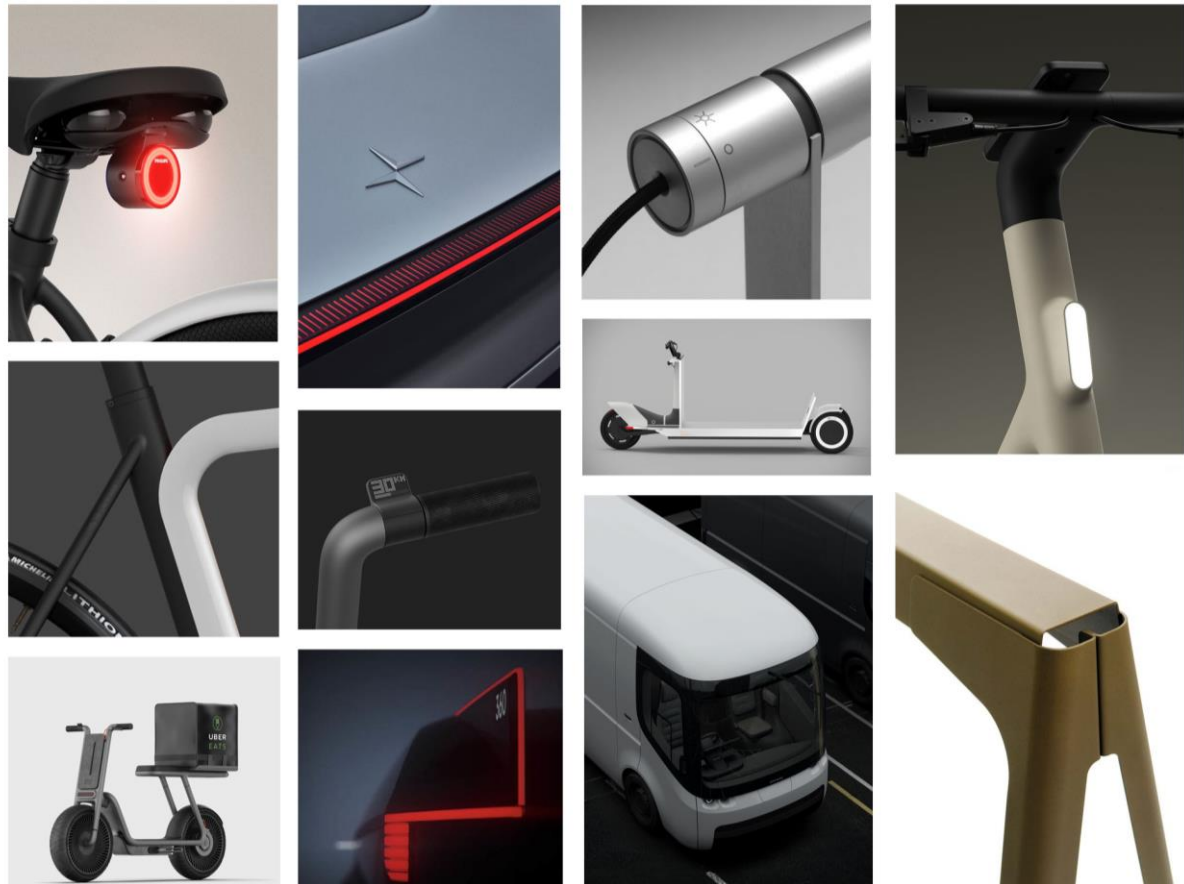
Med informationsinsamling och kravspecifikationen som utgångspunkt så konstruerades en mood- och inspiration board för att vägleda uttryck och estetik under konceptutvecklingen.

Nyckelorden för vad cykeln ska förmedla för känsla är bland annat frihet, närhet och enkelhet. Det ska vara en produkt som uttrycker miljövänlighet eftersom det redan är starkt knutet till cyklism. Kvalité, trygghet och säkerhet är även nyckelord som är viktiga att ta hänsyn till för att cykeln ska upplevas säker, både för förare och andra trafikanter. Cykeln ska även upplevas intuitiv och välkomnande där det ska kännas inbjudande att använda produkten, den ska inte upplevas främmande för användaren. Dessa uttryck sammanställdes och tydliggjordes i en mood board där bilder symboliserar och förmedlar känslorna, se figur 15.



Figur 15: Mood board

För att få en tydlig överblick över designspråket och uttrycket produkten ska besitta skapades en inspiration board där former och färger tydliggörs och som låg till grund för utformningen på slutkonceptet, se figur 16. Designspråket som cykeln ska gå efter är minimalistiskt med rena former. För att cykeln ska upplevas inbjudande är det viktigt att det inte är för mycket detaljer eller små delar som förvirrar användaren. Produkten ska sträva mot att vara så tydlig som möjlig i formerna och möjliggöra för användaren att helt och hållet begripa den. Cykeln ska även ha ett modernt och framtidssäkert utseende för att maximera den estetiska livslängden.



Figur 16: Inspiration board

## 6. Konzeptutveckling – genomförande och resultat

Efter den första konvergenta fasen i Double Diamond-metoden där informationen från informationsinsamlingen hade sammanställts och definierats så startade konceptutvecklingen. Den började med en divergent fas där hela konceptet som skulle designas delades upp i dellösningar. En idégenerering gjordes sedan för varje delsystem.

I idégenereringen användes brainwriting där förslag redovisades och diskuterades. Då en stor del av idégenereringen i det här tidiga stadiet bestod av att ta fram och välja mellan olika generella riktningar på lösningar så innebar det att det ofta inte fanns något behov av skisser. Om valet exempelvis är mellan att använda en ratt eller ett styre så krävs inga skisser för att jämföra för- och nackdelar mellan de olika lösningarna. Egna skisser på lösningar blir mer relevant när dellösningarna konvergerats ned till ett färre antal mer likartade lösningar som ska jämföras.

Förslagen lades sedan in i ett PNI där positiva, negativa samt intressanta faktorer lades fram och med hjälp av dessa togs en del förslag bort. Det gjordes för varje delsystem och alla PNIs redovisas i bilaga 9-11.

### 6.1 Idégenerering och utvärdering av dellösningar

Med en fastställd kravbild så återstår en stor designutmaning innehållande många dellösningar. Som tidigare nämnt så delas konceptet upp i dellösningar vilket tillåter att fokus läggs på en del, exempelvis säte. Det kan då obehindrat genereras lösningar för sittposition, utan att ta hänsyn till övriga cykeln. Vidare sållas många omöjliga lösningar bort med hjälp av PNI och endast ett fåtal lösningar per dellösning återstår.

De åtta delsystemen är:

- Hytt
- Lastutrymme
- Framhjulsupphängning
- Styreglage
- Stötdämpning
- Framaxel
- Säte
- Ram

### 6.1.1 Hytt - idégenerering, diskussion och val

Från KJ-analysen kom flera olika tankar om hytt och dess inverkan på "cykelkänslan". En del åsikter var att den lätt försvann när en hytt är monterad och kapslar in föraren, medan andra såg det som en positiv sak som skulle främja cyklandet i olika typer av väderförhållanden. I en dialog med Monark Exercise beslutades det ändå att fortsätta att utveckla en hytt då de ansåg att det var en väsentlig funktion för målgruppen. För att tillfredsställa de motstridande önskemålen så fastställdes det även att hytten ska vara enkel och smidig samt modulär så att brukaren själv kan välja om hen vill ha den eller inte.

Krav som "tillåta bra sikt" och "motverka instängdhet" ledde till att hytten inte skulle ha sidor då det skulle försämra både sikten och upplevas mer instängt, speciellt då maxbredden på cykeln endast är 104 cm. För enkel i- och urstigning så beslöts det även att hytten inte ska ha något golv då det skulle gå emot kravet om onaturliga kroppspositioner samt leda till en ökad totalvikt på cykeln. Det skulle även öka känslan av instängdhet och ta bort möjligheten att skjuta cykeln med hjälp av fötterna.

#### Vindruta

En viktig faktor som påverkar känslan av instängdhet är hur vindrutan är utformad. Därför startades en divergent fas där information samlades in för alternativ på vindrutor. Ett alternativ var Velove som tidigare hade gjort ett koncept på en väderskyddad fyrhjulig cykel åt projektet Elmob år 2016 (Erlandsson, J, 2016). Cykeln var då skyddad av ett väderskydd i genomskinlig plast och tyg. Men kraven "tillåta bra sikt" och "att använda kvalitativa komponenter" motstred att använda mjuk plast. Risken med mjuk plast är att reflektioner skapas i mörker vilket kan leda till försämrad sikt. Cykeln tappar också sin känsla av rigiditet och stabilitet om ett mjukt material sätts på.

Alternativa material som också diskuterades var en böjbar plastskiva och ett hårdare plexiglas. De upplevs mer kvalitativa och stabila samt minimerar reflektioner. De är dessutom billiga och hållbara material som enkelt kan bytas ut. Materialvalet påverkas väldigt mycket av designen på övriga hytten så alternativen på material utvärderas senare i processen.

#### Modulär hytt och vindruta

Att erbjuda modularitet är en utmaning i sig, men för att få användaren att utföra förändringar så krävs det att förstå användarna. I det här fallet så är det en bred målgrupp som ska använda cykeln. Det är allt från det cykelintresserade cykelbudet till en pensionär som vill ha lite extra lastmöjligheter vid storhandlingen. Det fastställdes att det var viktigt att en ha så låg tröskel som möjligt för att använda cykelns modulära funktioner. Om hytten skulle vara avtagbar kan det dels leda till en stor och otymplig modul och att användaren inte har med sig hytten när det börjar regna. Det jobbar mot kravet om enkel montering och demontering.

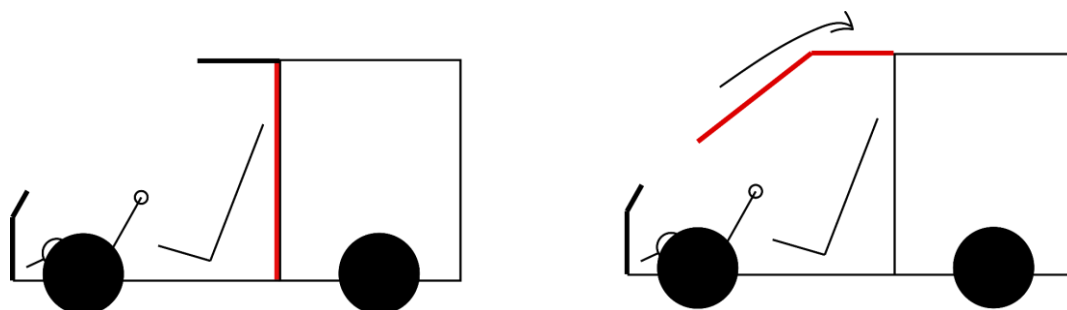


Om användaren skulle behöva ställa av hytten på en dedikerad plats skulle det krävas att den platsen är under uppsyn och stöldsäker. Det skulle också bli problem om brukaren skulle vilja sätta på hytten igen under åktiden och hytten är kvar vid avställningsplatsen.

För att arbeta mot att kraven skulle strida mot en avtagbar hytt började det undersökas hur montering och demontering av hytten skulle kunna gå till. Med en enkel och smidig process där modulen delas upp i mindre delar skulle det leda till att en avtagbar hytt skulle kunna användas.

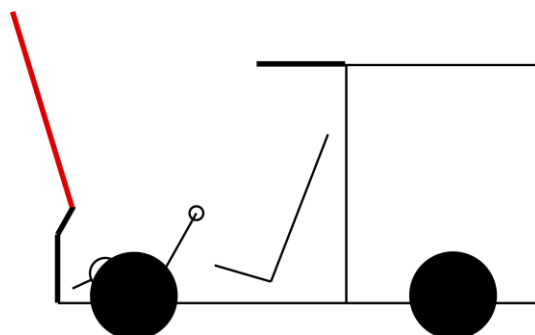
En idé som uppkom var att endast rutan var avtagbar och att en del av taket och fronten på cykeln var rigida. Det skulle göra det enkelt att ta av och sätta på rutan och helt ändra känslan av cykeln på ett snabbt och effektivt sätt. Då kraven på cykeln var att motverka instängdhet så kändes det viktigt att om användaren inte ville ha rutan så skulle hen kunna ta bort den. Därför beslöts det att gå vidare med idén om avtagbar vindruta för att kunna erbjuda modularitet och valbarhet för användaren då det fanns flera krav från intressenterna som lösningen täckte. De huvudsakliga kraven som stöttade en modulär ruta var framför allt “enkel reparation som är möjlig för kunden att lösa själv”, “smidig monteringsamt demonteringsprocess” samt “motverka instängdhet”.

För att underlätta för användaren att kunna anpassa cykeln snabbt och smidigt så lades fokus på att hitta lösningar på att förvara rutan på cykeln. Här arbetades det med enklare ritningar i CAD för att se dimensioner och var en sådan ruta skulle kunna få plats. Många lösningar sammanställdes med alternativ att förvara rutan på när den inte används, exempel är att plocka loss rutan helt och ställa bakom sätet, fälla upp den och använda som tak, en mjuk ruta som rullas ned bakom sätet eller fälla rutan till ena sidan och ha en sidovägg. I figur 17 redovisas förvaring av ruta bakom sätet samt att fälla upp rutan och använda den som tak.



Figur 17: Illustrerad bild på exempel av förvaring av vindruta, bakom hytten eller uppfälld som ett tak

För en förenklad i- och urstigning så kom även en idé om en uppfällbar ruta där föraren kan fälla upp vindrutan med sin hand och därmed skapa mer utrymme för att ställa sig upp och kliva ur cykeln. Se figur 18 för en förenklad bild på idén.



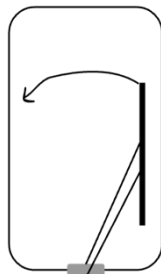
Figur 18: Idé om uppfällbar vindruta

### Utvärdering av vindruta

Efter alla förslag lagts fram så började en utvärdering av dem. Där kom det fram att en mjuk ruta inte var något alternativ. Då det bygger på att den ska böjas eller rullas tillbaka så skulle det antingen krävas en konstruktion som rutan kan glida i när den dras fram. Alternativt skulle den mjuka rutan kunna spännas fram, det innebär dock en fladdrig och instabil känsla. Båda dessa alternativ bör undvikas då en fladdrig ruta inte upplevs kvalitativt och ett skelett som rutan glider på dels gör cykeln mer avancerad och skenorna skulle dessutom vara kvar när rutan är avlägsnad. Det skulle även ge försämrade sikt och ge uttrycket att hytten inte är komplett när rutan är upprullad.

Det beslutades att gå vidare med en hård ruta i plexiglas på grund av att det ger en mer kvalitativ känsla. Det bestämdes även att rutan ska vara helt avtagbar och kunna förvaras bakom sätet. Det tillåter även att kunna lämna kvar vindrutan, vilket övriga alternativ som att förvara rutan på tak eller sida inte gjorde. Möjligheten att ha rutan fällbar framåt för enklare urstigning finns fortfarande kvar som ett intressant alternativ.

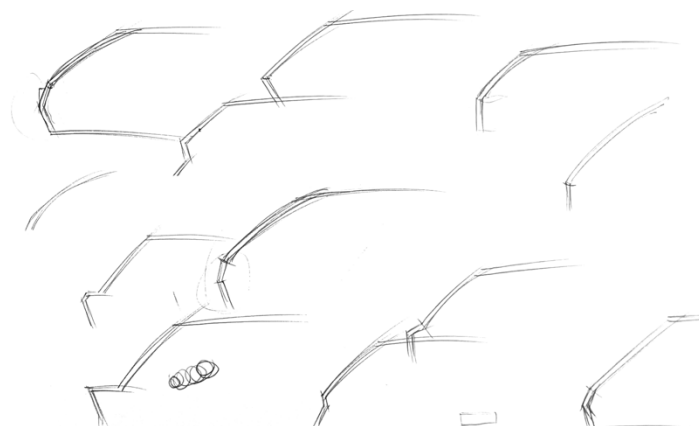
Möjligheten att ha vindrutetorkare ökar även tack vare valet att ha en platt och hård vindruta. Vindrutetorkare kom upp flertalet gånger under intervjuerna med personer som testat liknande hytter, där de menade att det var nödvändigt för att ge bra sikt, vilket är ett krav som ställts. Idégenerering utfördes på vindrutetorkaren och det beslutades att montera en torkare centrerat i nedre delen av rutan. En mekanism konstruerades för att hålla torkarbladet vertikalt och torka så stor del av rutan som möjligt, se figur 19. Vindrutetorkaren är möjlig att enkelt montera av.



Figur 19: Vindrutetorkare placerad på vindruta

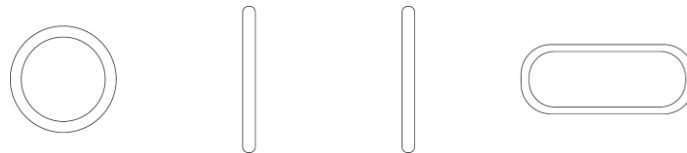
#### Utseende och uttryck av hytt

Sidoprofilen var en viktig del i hur cykeln upplevs och tolkas. En formstudie genomfördes för att analysera vilka proportioner och former hytten och fronten ska ha. I figur 20 redovisas några av skisserna. Då konceptet ska påminna om en cykel får formen inte kopplas för mycket till något annat typ av fordon, exempelvis en bil. Då rutan ska vara avtagbar så är det viktigt hur cykeln ser ut utan ruta. Därför lades stor vikt i att utforma fronten så att den estetiskt fungerar bra själv. Något som ville undvikas var att fronten skulle se stor och aggressiv ut då det skulle ta för mycket av cykelns helhetsbild. En stor front skulle även göra att cykeln skulle kopplas mer till en bil. Därför uteslöts flera alternativ där fronten tog för stor plats och där den upplevdes för hård och avskräckande. Det diskuterades även hur lutningen på rutan påverkade uttrycket av cykeln. Det analyserades med hjälp av CAD-ritningar där rutan roterades i olika vinklar för att hitta en vinkel som fungerade bäst, både för utseendet och för insidan av hytten och rumsligheten i den. Baserat på de kriterier som tidigare nämndes så beslöts det att gå i en riktigt likt skissen längst ned till höger i figur 20. Mer exakta dimensioner fastställs senare i processen när andra element är bestämda.



Figur 20: Undersökande skisser på sidoprofil för cykelns front

Belysningen och dess påverkan på intrycket av cykeln är en viktig faktor. Eftersom konceptet ska behålla en känsla av att vara en cykel och ta avstånd från att kopplas till en bil så uteslöts förslag som påminde om billykter. De två raka strecken i figur 21 påminner inte om billykter och var en stark kandidat, de har dock en relativ främmande utformning. En centrerad lykta kopplas istället ofta till ett mindre fordon. Den runda lyktan i figur 21 är familjär och påminner om en cykellykta. Det här konceptet ska ändå särskilja sig från tidigare och skapa en symbol för cykeln och en identitet. Det beslöts då att gå vidare med en oval lykta som behåller element från cykellykter och mindre fordon, men samtidigt särskiljer sig och skapar ett signalement för konceptet.



Figur 21: Idéer på lampor

### 6.1.2 Lastutrymme - idégenerering, diskussion och val

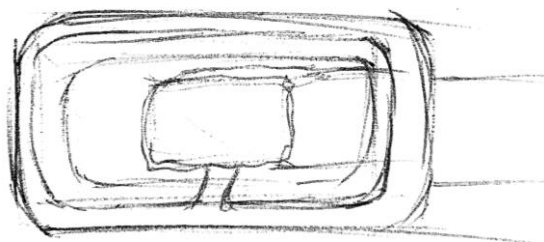
Krav och önskemål på cykelns lastbärardel sammanställdes och några idéer på lösningar togs fram, lösningarna var dock relativt lika både varandra, och Centro-3 cykelns bakdel. Bakdelen på Centro-3 uppfyller alla de krav som ställts på lastutrymmet och dessutom kravet om att underlätta produktionen för Monark Exercise, vilket övriga idéer inte uppfyllde. Att använda en så pass stor del av cykeln som redan existerar underlättar mycket i produktionen. En diskussion fördes med Monark Exercise om att använda befintliga delar från andra modeller vid tillverkan av den här cykeln. Beslut togs att använda bakdelen från deras modell, Centro-3. Bakdelen inkluderar bakaxel, hjul, bromsar och lastytan gjord i fyrkantsprofil. Dimensionerna på lastytan är 80 x 120 cm och den nuvarande lösningen på en låda som Monark Exercise erbjuder är 123 cm hög. Resultatet från intervjuerna visade att om cykeln ska användas för olika ändamål kräver det att lastutrymmet ska vara anpassningsbart och erbjuda många olika lösningar. Det kan exempelvis vara ett lägre staket för Park- och naturförvaltningen för enkel i och urlastning eller ett hållbart och säkert skåp för fraktkolagen. En modulär lösning där kunden själv får anpassa utrymmet utefter vad verksamhetens behov och krav är.

### 6.1.3 Framhjulsupphängning - idégenerering, diskussion och val

Alternativ för framhjul och dess upphängning diskuterades tidigt tillsammans med Monark Exercise. Att använda befintliga delar från Monark Exercises andra modeller var något som ansågs vara positivt. Det beslutades därför att använda Centro-2 framhjulsupphängningen, både för att det uppfyller kravet om att göra produktionen enklare och billigare för Monark Exercise och dessutom är en enkel konstruktion som passar syftet väl. Det fastslogs även att hålla möjligheten för modifieringar öppen då andra påverkande element på cykeln inte har fastställts.

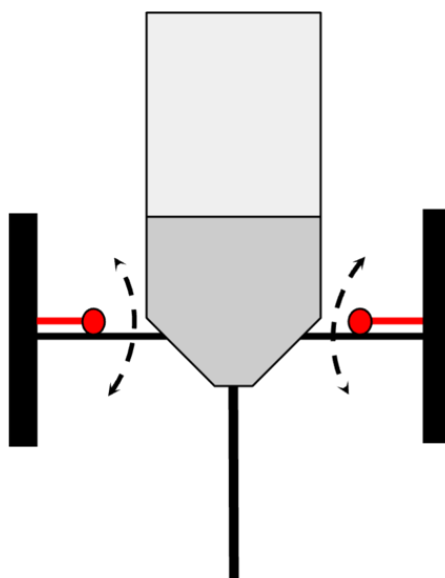
### 6.1.4 Styrreglage - idégenerering, diskussion och val

Det finns många olika lösningar på styrreglage på en fyrhjulig cykel. Idégenereringen började med att rada upp alla olika alternativ som skulle kunna vara möjliga för cykeln. Det var bland annat styrspakar på sidorna med olika rörelseriktningar för att styra cykeln och varianter på ett vanligt cykelstyre. De olika lösningarna sammanställdes i en PNI där en del alternativ valdes bort på grund av att de inte levde upp till krav som var satta, se bilaga 9. Till slut var det fyra alternativ som återstod, ett vanligt cykelstyre, en ratt, styrspakar på sidan samt en "yoke". En "yoke" är som är en kombination av en ratt och ett cykelstyre, se figur 22. Fördelar med ratt och cykelstyre är att de uppfyller kravet om intuitiva styrreglage bättre än "yoke". Ratten har nackdelen att den kan kopplas till en bil vilket går emot kravet om att erbjuda cykelkänsla.



Figur 22: "Yoke"

Det fjärde förslaget var styrspakar som roterade runt en gemensam vertikal axel i mitten av cykeln, se figur 23. Styrspakarna är placerade på sidorna strax framför sätet. Spakarna möjliggör att brukaren kan ställa sig rakt upp för att kliva ur cykeln, vilket inte går med de övriga alternativen.



Figur 23: Styrspakar (röda) sett uppifrån

Eftersom en ratt och ”yoke” har mindre diameter än ett styre och därmed sämre hävstång så kräver det mer utväxling för att det inte ska bli för tungt att styra. Den ökade utväxlingen leder till att man behöver vrida ratten mycket vilket gör det omöjligt att hålla händerna positionerade på broms- och växelhandtag under skarpa svängar, vilket är en stor säkerhetsrisk. Bromspedaler för fötterna är inte heller ett alternativ eftersom föraren trampar med fötterna. Att ha ett bromsreglage som inte är monterat på ratten utesluts också eftersom användaren inte ska behöva släppa styrreglaget för att bromsa.

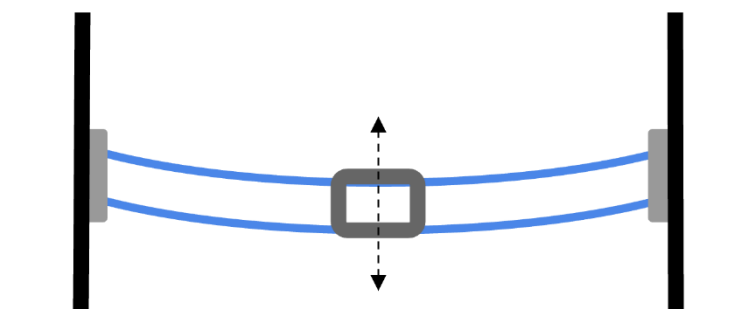
Återstående idéer var antingen styrspakar på sidorna eller ett styre framför föraren. Krav på att underlätta i- och urstigning kommer senare i processen avgöra ifall ett styrreglage i mitten framför föraren eller på sidorna är mest fördelaktigt. I det här stadiet är det dock inte bestämt var man kliver i och ur och båda alternativen behålls därför i processen.

Viktigt om man ska använda styre är att användarens axlar inte ska vara över 90 grader då det skapar hög belastning och kan orsaka skador (Berlin & Adams, 2017). Styret får alltså inte hamna för högt upp och bör undersökas närmare med prototypen och med CAD-modellen och testdocka.

### 6.1.5 Stötdämpning - idégenerering, diskussion och val

Det finns många alternativ och kombinationer för stötdämpning, efter PNI och utvärdering så återstod några förslag för stötdämpning för fram respektive bakaxel, se bilaga 10 för PNI på stötdämpning.

För stötdämpning av framaxel övervägdes först att använda två liggande bladfjädrar vinkelräta mot ramen. Fjädrarna skulle då också fungera som framaxel, se figur 24. En annan lösning var att använda coilovers (spiralfjädrar). Dessa var de huvudsakliga alternativ som återstod för stötdämpning i framaxeln efter att en PNI utförts. Alternativet till det var att inte ha stötdämpning i ramen utan att istället använda grövre däck för att uppfylla kravet om stöt- och vibrationsdämpning.



Figur 24: Framvy av cykel med dubbla bladfjädrar (blåa) som framaxel

När det kommer till stötdämpning bak fanns även där alternativ på lösningar med både bladfjädrar och spiralfjädrar i olika konstellationer. Som det nämndes tidigare så beslutades det, tillsammans med Monark, att inte använda stötdämpning bak eftersom man då kan använda Centro-3 bakkdelen, vilket underlättar produktionen och sänker kostnaderna avsevärt för Monark Exercise. I övrigt passar bakkdelen på Centro-3 syftet mycket bra.

Stötdämpning fram ökar bekvämlighet avsevärt, men det ökar även pris, underhåll och komplexitet. En lösning är att använda tjockare stötdämpande däck som ger en mjukare körning. Det uppstår dock ett problem ifall cykeln skulle konstrueras helt utan stötdämpning. Då cykeln ska ha fyra hjul så kommer ett hjul hamna i luften om man exempelvis kör upp på en trottoar med ett hjul, eftersom Centro-3 bakaxeln har en differentialväxel kommer det leda till att hjulet som är i luften kommer snurra och cykeln kommer då inte ta sig framåt. Någon form av midja eller möjlighet för cykeln att vrida på sig skulle då krävas.

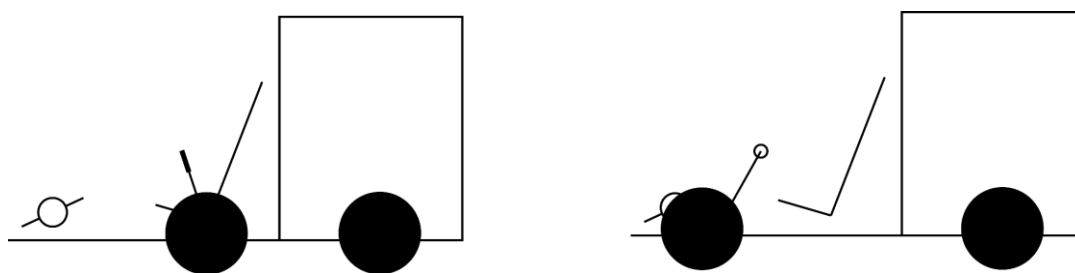
Efter vidare utvärdering och ytterligare PNI så beslutades att använda tjocka däck, en ledad framaxel och inga stötdämpare. Detta för att hålla ned pris, komplexitet och underhåll, men ändå bevara bekvämlighet och fäste i marken.

#### 6.1.6 Framaxel - idégenerering, diskussion och val

Det har beslutats att det inte ska vara någon stötdämpning i framaxeln, det kräver som tidigare nämnt någon form av midja på cykeln som tillåter fram och bakaxel att inte vara parallella då det skulle vrida ramen. Det togs upp flera alternativ på lösningar till detta, exempelvis en midja mellan lastutrymme och ramen. Ett annat alternativ var att ha den mitt på ramen. Det alternativet som beslutades att tas vidare var dock att ha en vippfunktion i framaxeln. Beslutet grundade i att en midja mitt på ramen skulle innebära en knäckpunkt och att ha en midja bakom sätet skulle innebära att föraren skulle luta i sidled om framaxeln snedställdes. Det ansågs dock fördelaktigt om föraren har samma lutning som lastutrymmet eftersom det gav en större känsla för cykelns lutning och position. Att ha midjan mellan säte och trampor skulle även leda till en vriden kedja och sneda trampor som blir svåra att använda. Därför togs beslutet om att ha en vippfunktion i framaxeln som lät resterande cykel vara plan.

Positionen på framaxeln var även något att ta hänsyn till, antingen kan framaxeln sitta långt bak på cykeln, i linje med sätet, eller längre fram vid tramporna, se figur 25 för en illustrerad bild.

Användaren kliver då av cykeln framåt mellan framhjulen och cykeln får även en bättre svängradie tack vare den korta hjulbasen. Alternativet är att ha framhjulen långt fram (se vänster illustration i figur 25) och kliva av cykeln åt sidan mellan fram- och bakhjul, likt en vanlig bil. Beroende på vilket alternativ som beslutas vara mest fördelaktigt kommer det påverka andra delar på cykeln. Styrspakar på sidorna är exempelvis smidigt ifall man kliver av framåt, men i vägen om man kliver av åt sidan. En ratt eller ett styre som sitter centrerat framför föraren är ett alternativ som istället är fördelaktigt om man går av åt sidan men som är i vägen om man ska gå av framåt. Det beslutades att gå vidare med både kort och lång framaxel då andra delsystem på cykeln påverkade om alternativen var realiserbara.



Figur 25: Illustrerad bild på kort och lång hjulbas

### 6.1.7 Säte - idégenerering, diskussion och val

Flera olika alternativ på cykelsätet lades fram, utvärderades och jämfördes med varandra, se bilaga 11 för PNI på säte. En del av lösningarna hade inte kunnat fungera med andra lösningar på delsystem vilket behövdes klargöras. Två kategorier skapades, säteslösningar med och utan ryggstöd.

Tidigt i utvärderingen fastställdes att cykeln skulle ha en säteskonfiguration med något slags ryggstöd. Beslutet att ha ett ryggstöd fattades bland annat på grund av att det ansågs fördelaktigt att ha tramporna framför cyklisten eftersom ryggstödet då tar upp normalkraften från tramporna. Användaren kan därmed överföra en större kraft till pedalerna än vad hen väger. Förarens kraftöverföring blir i en upprätt position på en sadel begränsad av hens vikt eftersom gravitationen är enda motståndet. Kravet att erbjuda position där användaren kan använda 100 procent av sin kraft utan obehag eller minskad kontroll över fordonet var viktig att ta hänsyn till och det ansågs att med hjälp av ett ryggstöd kunde det lättast genomföras.



En sittande ställning med tramporna högre upp förhindrar att höftlederna tvingas till extremlägen, som på en vanlig damecykel eller Centro-3, se figur 26 för en sittandes cykelställning med höft i extremläge. Rörelserna blir mer energieffektiva om man undviker extremlägen (Berlin & Adams, 2017).



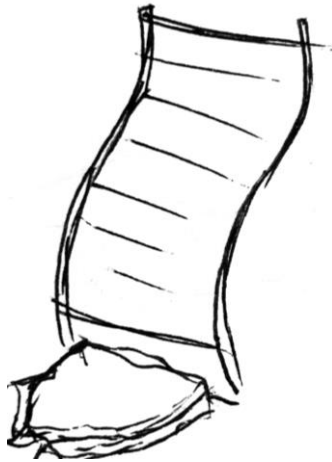
Figur 26: Höfter i extremläge

Det är avlastande för rygg att kunna luta sig mot ett ryggstöd. Om man sitter på en sadel så sitter man och parerar och balanserar med ryggen hela tiden. Ett säte med ryggstöd låter användaren slappna av mer i ryggen och ge överkroppen support så att energin kan läggas på att driva fordonet framåt.

Att ha tramporna i höjd med sätet tillåter för att ha en bredare sadel eftersom benen inte riskerar att stöta i sätet. I en upprätt ställning behöver sitsen få plats mellan benen, likt en sadel gör. En större sits innebär även att vikten fördelas på en större yta och bidrar till mer komfort. Eftersom cykeln ska vara utformad för att kunna användas under långa arbetspass så är komfort en prioriterad del.

De olika säteskonfigurationerna som hade ryggstöd var exempelvis ett säte med en medelstor vadderad sits och ett ryggstöd i tyg. Det fanns också förslag på ett bredare, vadderat säte med ett tillhörande ryggstöd i samma material, likt ett enklare bilsäte. Det sistnämnda förslaget försvårar dock för användaren att trampa och att komma ur cykeln eftersom sitsen blir i vägen för benen. I och med den breda målgruppen så var det en viktig faktor att ta hänsyn till då cykelns säteskonfiguration ska minimera kraftanvändning vid i- och urstigning.

Alternativen utvärderades med PNI-metoden där positiva, negativa och intressanta åsikter lyftes fram för varje lösning. Alternativ utslöts och det sätesalternativ som kvarstod var ett säte med en medelstor sits och ett ryggstöd klätt i textil som formar sig efter kroppen, se figur 27. Det möjliggör för en enkel i- och urstigning samt tillräckligt stor yta för att fördela kroppsvikten jämnt över hela bakdelen. Sätet är även triangelformat för att inte vara i vägen för låren när föraren trampar.



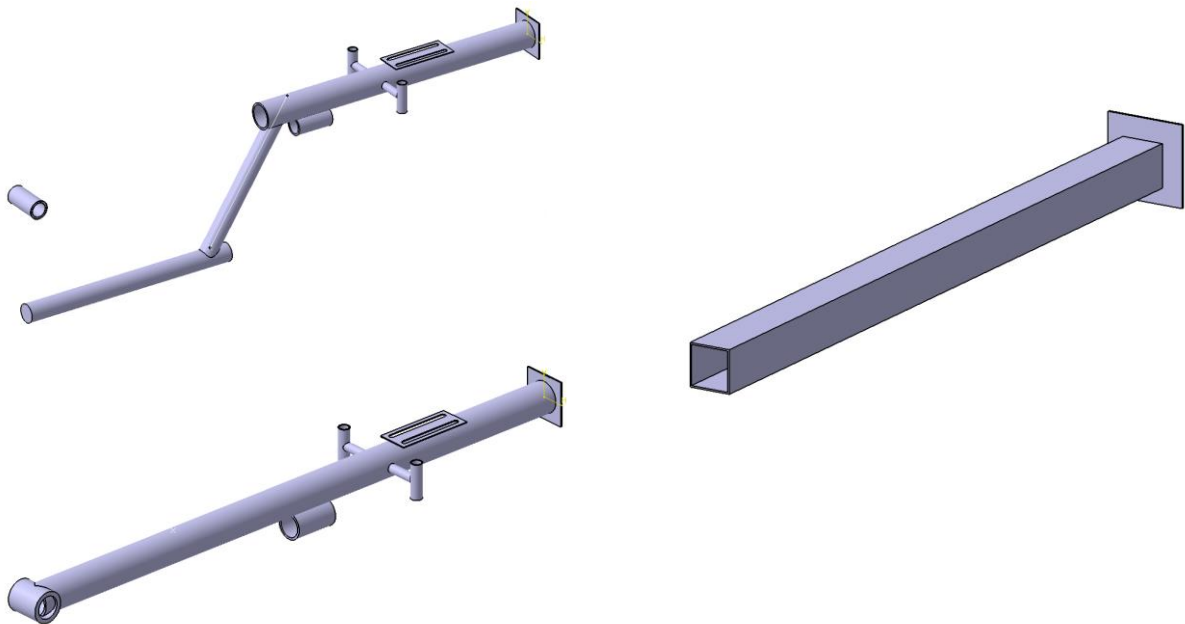
Figur 27: Sits med ryggstöd i tyg

#### 6.1.8 Ram - idégenerering, diskussion och val

Ramen började designas senare i processen eftersom den påverkades av saker som sittposition, framaxelposition, styrreglage etcetera. Flera olika alternativ skissades och ritades i CATIA.

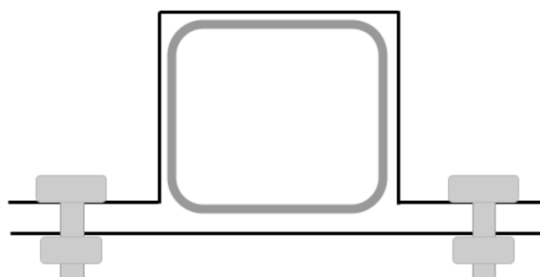
Idégenereringen gick genom flera iterationer med flera parallella spår. Det diskuterades bland annat på spår där ramen bestod av ett brett golv, eller en ram med två profiler längs varje kant av föraren. De spåren utslöts och det valdes att gå vidare på ett spår med en smal centrerad ram. Dels försvåras i- och urstigning med övriga koncept, ett golv hindrade även möjligheten att sätta fötterna i marken och backa cykeln.

I figur 29 redovisas exempel på iterationerna för den ramen som till slut valdes att användas. Den första versionen, ramen högst upp i vänster hörn i figur 28, så sitter sätet längst bak, ramen går sedan ned för att underlätta urstigning. Den itererades och uppdaterades till ramen i längst ner i vänster hörn i figur 29, där det beslutades att gå vidare med en enda rak ram där sätet i stället kan vara upphöjt. Det skulle ge ett mer avskalat och enkelt utseende som är mer likt en cykel. Den är även enklare att producera och blir samtidigt stabilare. Den skulle även kunna vara i samma höjd som infästningen i bakkdelen. Den itererades vidare och gjordes modulär där fästen för handtag, framaxel, säte och trampor går att ta av. Kvar av ramen är då bara en fyrkantprofil, den högra ramen i figur 29.



Figur 28: Ramens iterationer

Klämmorna som håller modulerna fast på ramen är konstruerade mycket enkelt. De består av två delar, en U-formad del och en platta som skruvas fast och nyper fast ramen. Se figur 29. Delar som trampor, hytt och sadel kommer vara monterade klämmor. Exempelvis framaxel som kommer ta upp högre laster kan behöva dubbla klämmor. Klämmorna enkelt skruvas isär med hjälp av två M8 skruvar.



Figur 29: Illustration av klämma framifrån

Vikten av modularitet har varit väldigt tydlig genom hela informationsinsamlingsdelen och att produkten ska ha en smidig monterings- samt demonteringsprocess sattes som krav. Modulariteten har då fokuserat mest på flak och hytt. Att göra även ramen modulär ökar dels anpassningsbarheten, vilket är fördelaktigt eftersom cykeln har en väldigt bred målgrupp, även den ökande möjligheten till reparation. Att användaren enkelt kan beställa en ny del och byta ut den själv är en miljövänlig och smidig lösning på reparation. Miljövänlighet är redan en av de saker som lockar med att köpa en lastcykel, att då öka det fokuset ytterligare skulle göra cykeln än mer attraktiv för målgruppen.

## 6.2 Utvärdering av resulterande dellösningar

Efter en lång idégenerering och utvärdering för varje delsystem så ska cykeln sammanfattningsvis ha en tygstol med uppdelat säte och ryggstöd, den ska ha tjocka däck som stötdämpning och använda sig av Centro-3 bakdelen. Ramen kommer vara av en centrerad fyrkantsprofil som moduler skruvas på på. Det som återstår att välja mellan är huruvida hytten ska ha en ruta som går att fälla framåt för enklare i och urstigning. Styrreglagen hålls även öppet ifall det ska vara i form av ett styre eller i form av styrspakar. Slutligen så bör även hjulbasen fastställas. Den kan antingen vara lång, där föraren kliver av åt sidan, eller kort där föraren kliver av framåt.

Lösningarna är nu för vissa delsystem fastställda, det är dock bara den generella funktionen som bestämts. Varje dellösning ska dock fortfarande formges och specialiseras på olika sätt. Att behålla cykelkänslan och ett avskalat uttryck är krav, cykelns delar och funktioner ska även vara självförklarande och tydliga. Därför har beslutet tagits att låta varje delfunktion vara relativt exponerad och fristående från andra delar. Det förstärker även känslan av modularitet, vilket är en unik egenskap hos cykeln som är värd att visa upp eftersom den även bidrar till att uttrycka miljövänlighet då användaren kan byta ut specifika delar.

### 6.2.1 Morfologisk matris

Idégenereringen och utvärderingen av lösningar resulterade i en eller två lösningar per delsystem. Lösningarna som återstår och som tas vidare i processen redovisas nedan i en morfologisk matris, se tabell 2. Den morfologiska matrisen skapades för att få en överblick över hur de olika dellösningarna kunde kombineras. Det här är en andra divergent fas i diamant två, idégenereringsdiamanten i Double Diamond metoden.

Delfunktion	Säte	Stötdämpning	Lastutrymme	Hytt	Ram	Styr input	Framaxel
Lösning 1	Canvasstol med uppdelat säte och ryggstöd	Breda/tjocka däck	Centro 3 bakdel	Hytt med avtagbara delar	Fyrkantsprofil	Cykelstyre	Kort hjulbas
Lösning 2				Hytt med avtagbara delar och fällbar vindruta		Styrarmar	Lång hjulbas

Tabell 2: Morfologisk matris

En del av koncepten från den morfologiska matrisen eliminerades direkt då vissa dellösningar inte fungerade tillsammans. Det var främst några dellösningar på styrreglage som inte fungerade med framaxelns olika positioner. Om framaxeln skulle vara placerad under sätet kunde inte ett styre vara placerat framför föraren då det skulle skapa för trångt utrymme att kliva ut ur cykeln om hytten var monterad. En ytterligare kombination som inte skulle fungera ihop var att ha en lång hjulbas där framaxeln var närmare fronten på cykeln och att ha styrspakar på sidorna. Det skulle då skapa samma problem som tidigare, att föraren skulle ha svårt att ta sig ur cykeln. Den morfologiska matrisen resulterade i tre helhetslösningar.

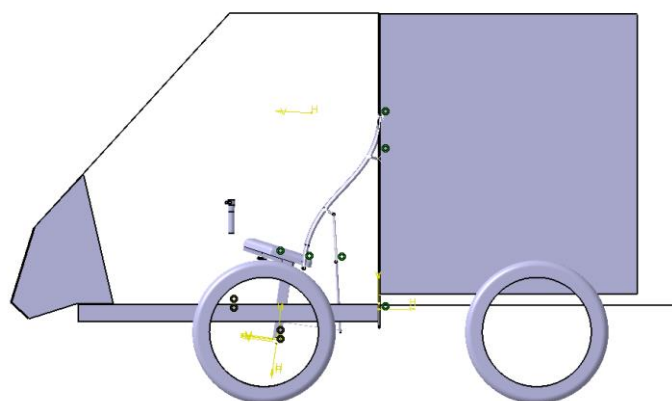
## 6.3 Fullständiga Koncept

Från den morfologiska matrisen återstod två helhetskoncept. De två koncepten skiljer sig i huvudsak i längden på hjulbasen. Koncept 1 har en kortare hjulbas med styrspakar och koncept 2 har en längre hjulbas med ett styre.

### 6.3.1 Koncept 1a & 1b

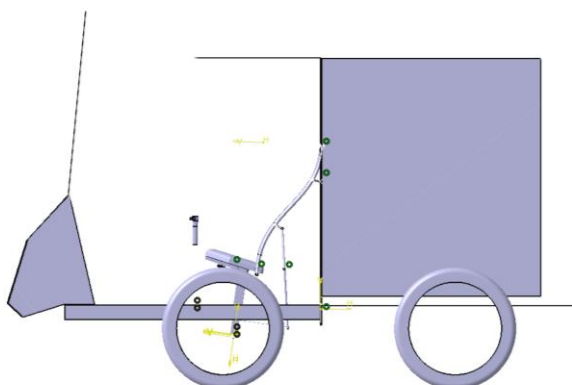
Det första konceptet, koncept 1a har en kort hjulbas, användaren kliver då in i och ur cykeln framåt, det vill säga mellan framhjulen, se figur 30. Båda koncepten medför sina för- och nackdelar. Att ha en kort hjulbas innebär en bättre svängradie, rörelsen att sätta sig är också väldigt enkel, likt att sätta sig på en vanlig stol. Att ha lasten centrerad över bakaxeln och kroppsvikten centrerad över framaxeln innebär också minimal stress på ramen. Det tillåter att ha en tunnare och lättare ram.

Den stora nackdelen som en kort hjulbas uppkommer när hytten är monterad. Att kliva ur framåt och ställa sig upp framåt kräver antingen en väldigt hög hytt, alternativt att man hukar sig. För att kunna kliva ur framåt så krävs det också att den inte har något styrreglage framför stolen. Därför är två styrspakar placerade vid sidan om stolen som skapar utrymme mellan stolen fram till vindrutan, vilket möjliggör att ställa sig upp.



Figur 30: Koncept 1a med kort hjulbas

Koncept 1b liknar koncept 1a men erbjuder en uppfällbar ruta som föraren kan, med hjälp av sin hand, fälla fram och skapa mer utrymme för att ställa sig upp och kliva ur cykeln. Se figur 31 för en bild på konceptet.

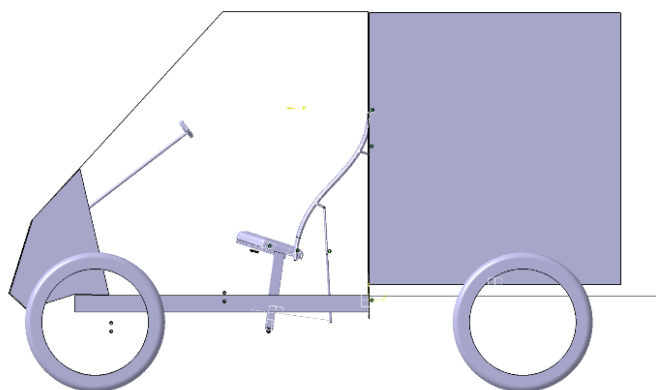


Figur 31: Koncept 1b med kort hjulbas och uppfällbar vindruta

### 6.3.2 Koncept 2

Koncept 2 har i stället en längre hjulbas vilket leder till att användaren kliver in mellan fram och bakhjul likt en bil, se figur 32. Man behöver då inte stå upp under taket för att enkelt kunna sätta sig.

För att kliva ut åt sidan så ställs det krav på att det inte får vara något som är i vägen på sidorna, därför använder det här konceptet ett cykelstyre. Ett styre har fördelen att behålla estetiken och känslan av en cykel till skillnad från en ratt som kopplas mer till en bil. Ett krav som är fastställt på cykeln är att den ska vara intuitiv, enkel och behålla cykelelementet. Nackdelen med ett styre är att på grund av sittpositionen med benen relativt högt upp så kommer ett styre med vertikal axel vara svår att nå för att svänga och även ta i kroppen och ett styre med horisontell axel skulle ta i benen. Ett styre med en axel som är någonstans runt 45 grader skulle vara ett alternativ. Exakt vinkel fastställs senare med hjälp av den fysiska prototypen.



Figur 32: Koncept 2

Eftersom det har tagits ett beslut om att göra ramen modulär så att axlar, säte etcetera går att flytta fram och tillbaka så tillåter det att göra en fysisk prototyp i skala 1:1 där även framaxeln går att justera. Det tillåter de båda koncepten att utvärderas ytterligare med hjälp av den fysiska prototypen. Observationer och tester kan genomföras med målgruppen vilket skulle ge en bättre känsla för proportioner. Eftersom valet mellan koncepten till stor del hänger på hur lätt det är att stiga i och ur cykeln så är det väldigt givande att kunna testa det i verkligheten.

Vid konstruktion av prototypen så har målet varit att få mått och proportioner samma som konceptet. Eftersom inga hållfasthetsberäkningar utförts så har hållfasthet bara uppskattats under prototypbyggnationen. På grund av begränsad tid har prototypen byggts med övergripande konstruktion rätt där detaljer och små funktioner har lämnats ute.

## 6.4 Konstruktion av prototyp för utvärdering av koncepten

Prototypbygget började med att ta bakdelen, vilket innefattar bakaxel, hjul och lastyta tas från Monarks Centro-3 cykel eftersom det ska göras i det riktiga konceptet, se figur 33. Ramen består sedan av ett 40x100mm fyrkantströr i stål. Som tidigare nämnt så är ramens godsdimensioner inte dimensionerade efter några hållfasthetsberäkningar utan kommer troligtvis ändras för nästa iteration ifall det beslutas att ta projektet vidare av Monark Exercise.



Figur 33: Bakdel från Centro-3

Framaxeln är konstruerad av ett 40 mm stålrör med en svarvad hylsa i mitten som tillåter hela axeln att vinklas och låter framhjulen vara i olika höjd, se figur 34. Den sitter infäst med en M10 passbult som fungerar som pivot axel och där axeln roteras runt. Framaxeln sitter på två klämmor som fäster runt ramen. Det tillåter att framaxeln enkelt kan flyttas och tas av helt. Spindelleder och framhjul från Centro-2 används, vilket även är tanken för slutkonceptet, det kan dock krävas några modifikationer för att öka styrvinkeln samt tillåta tjockare däck.



Figur 34: Framaxel under konstruktion

Ryggstödet är gjort i bockade rör som ger svankstöd och följer ryggens naturliga S-kurva, ryggstödet består av ett tyg som är spänt mellan de bockade rören så att det kan anpassa sig efter ryggen. Sitsen gjordes av plywood med skumgummistoppning och tygöverdrag som skruvades i en plåt. Sitsen sitter likt de andra delarna med en klämma på ramen som tillåter justering.

Tramporna är monterade på en klämma och har en integrerad elmotor, samma som övriga Centro-serien använder. Även de kan justeras fram och bak för att kunna testa olika konfigurationer.

Eftersom det fortfarande återstår två olika koncept så var inte styret eller styrspakarna integrerade i prototypen än. För att enkelt kunna jämföra de olika koncepten så valdes det att ha dessa separat för att enkelt kunna variera mellan dessa och även enkelt variera avstånd etcetera.

En enkel konstruktion av hytten tillverkades i wellpapp. Den provisoriska hytten hade som syfte att ge en känsla för storlek och proportioner samt göra det lättare att undersöka processen att kliva i och ur cykeln. Hytten kunde även modifieras, utvärderas och itereras allt eftersom.



## 6.5 Utvärdering av koncepten

Syftet med prototypen var att testa proportioner, avstånd och vinklar på olika delar. Först jämfördes de två alternativen där det ena har en kort hjulbas och föraren kliva av cykeln framåt och det andra har en lång hjulbas föraren kliver av åt sidan. Även styre samt styrspakar sattes upp och testades med de olika koncepten.

En pugh-matris ställdes upp för de två koncepten. Alla krav från kravspecifikationen som särskilde koncepten fördes in i pugh-matrisen. Exempelvis krav som ”klara 150 kg last” sorterades ut eftersom det kravet inte påverkas av framaxelns position. Många av kraven som användes var relaterade till ergonomi vid i- och urstigning samt intuitivitet vid användning. För att kunna svara på vilken av koncepten som uppfyllde de olika kraven bäst så utfördes observationer med de olika koncepten; kort hjulbas (1a, se figur 35), kort hjulbas med öppningsbar framruta (1b, se figur 36) samt lång hjulbas (2, se figur 37). De sattes upp och testades med personer med olika längder, kroppstyper, ålder och fysiska egenskaper. Tolv personer deltog i observationerna. Undersökningen utgick till stor del från kraven från kravspecifikationen och jämförde då vilka krav som uppfylls bäst av de olika koncepten och för olika människor. Deltagarna fick fylla i pugh-matrisen vilken av koncepten som uppfyllde kraven bäst och även komplettera med input på viktningen som gjorts på de olika kraven.



Figur 35: Koncept 1a



Figur 36: Koncept 1b



Figur 37: Koncept 2 (lång hjulbas)

Efter undersökningen kunde pugh-matrisen fyllas i med viktningar samt med vilket koncept som uppfyllde de olika kraven bäst enligt deltagarna. Resultatet av pugh-matrisen var att koncept 1a med kort hjulbas fick 0 poäng eftersom den användes som referens, se bilaga 12. Koncept 1b skiljde sig på några punkter och resulterade i 3 poäng, koncept 2 med lång hjulbas fick 25 poäng. Några av anledningarna till detta var att en längre hjulbas gjorde det överlägset enklare att kliva i och ur cykeln. Att ha ett styre är även mer familjärt och likt en cykel än styrspakar, vilket var viktiga krav. Det fastslogs att fortsätta med konceptet med lång hjulbas och att avbryta utvecklandet av den korta hjulbasen. Det upptäcktes även att koncept 1b inte gjorde det så mycket enklare att kliva ur cykeln jämfört med 1a eftersom taket ändå var i vägen vid urstigningen. Konceptet gjorde även att det lades till ett extra moment vid urstigningen vilket ansågs vara negativt, därav fick det konceptet inte så mycket bättre resultat i pugh-matrisen jämfört med 1b.

## 6.6 Utvärdering av formspråk inför slutligt koncept

Valet att ha en platt vindruta stärker känslan av enkla komponenter och ger ett diskretare avtryck på cykelns helhetestetik. Eftersom cykeln i övrigt strävar att vara så enkel som möjligt så är det lätt att en stor hytt tar över för mycket. Det är en av anledningarna till designbeslutet att ha även front och tak i samma platta tvådimensionella formspråk som vindrutan. Hytten har alltså inga sidor eller kurvatur åt sidorna överhuvudtaget.

Den minimalistiska ramen som i princip endast består av en fyrkantsprofil visar på både anpassningsbarhet eftersom det är tydligt att modulerna kan dras fram och tillbaka samt plockas av tack vare klämmorna de sitter med. Samtidigt bidrar den enkla ramen till intuitiviteten och tydligheten som gör det lätt förstå att modulerna ska monteras på ramen.

Vid formgivandet av varje modul så har ett genomgående tema varit att göra dem i samma avskalade formspråk så att de bygger upp ett homogent fordon, men samtidigt vid lite närmare granskning så ska varje modul tydligt vara sin egen del. Det förstärker känslan av modularitet och bidrar till förståelsen av att alla delar cykeln består av har syfte och funktion.

Både vindrutan och taket har rundade hörn, vilket dels tar bort från den kantiga hårda känslan som så enkla geometriska element annars kan ha som bieffekt. Men framför allt så har de rundade hörn för att särskilja sig från varandra och tydliggöra att de ska kunna fungera separat utan varandra. Det förstärks även av att hytten görs kantig, det blir då naturliga delningslinjer för modulerna.

## 6.7 Verifikation av ergonomi och mått med hjälp av prototypen

När hjulbasen fastställts så gjordes mer genomgående tester av höjd och vinkel på sits samt ryggstöd. Vinkel på styrstång, höjd på styre och dess avstånd från kroppen utvärderades också. Likaså avstånd och höjd på trampor. Hyttens höjd och mått finjusterades även och anpassades för enkel i- och urstigning, bra sikt och önskat estetiskt uttryck.

Det genomfördes en slumpmässig strukturerad observation där förbipasserande tillfrågades att sätta sig i prototypen och ge respons på ergonomi, sittpositioner, vinklar, hur lätt det är att ställa sig upp etcetera. Olika platser användes för att kunna inkludera ett så brett spektrum som möjligt av både ålder, antropometri och andra fysiska egenskaper och åtta personer deltog i observationerna.

I studien framgick vikten att ha ett justerbart säte. När respondenterna med olika längder använde cykeln så varierade knäna till styret mycket som en följd av att tramporna var olika nära kroppen. Det ledde till att de som var längst slog lätt i benen i styret när pedalen var närmast kroppen, se figur 38.



Figur 38: Ergonomiutvärdering av koncept 2 – ben/armar

Användartesterna visade även att positionen på tramporna påverkade vart styret kunde vara placerat. Om tramporna skulle sitta ovanför ramen skulle det bli ett mindre avstånd till styret vilket skulle öka chansen att användaren skulle slå i benen i det, se figur 39. Men om tramporna var placerade under ramen så skulle det leda till för lite markfrigång och tramporna skulle riskera att skrapa i marken.



Figur 39: Trampor ovanför ramen

Till slut beslöts det för att ha tramporna ovanför ramen då styret kunde roteras och flyttas så att det minskade risken för kollision med benen. Studien visade att vinkeln på styrstången hade stor inverkan på var styret kunde vara positionerat utan att ta i kroppen eller kan orsaka dålig ergonomi. Om vinkeln var för liten så fanns det en större risk att styret skulle ta i knäna. Om styrstången hade en högre vinkel, närmare vertikal minskade risken att styret skulle träffa benen. En för stor vinkel ledde dock till att föraren fick sträcka sig oergonomiskt efter styret, se figur 40.

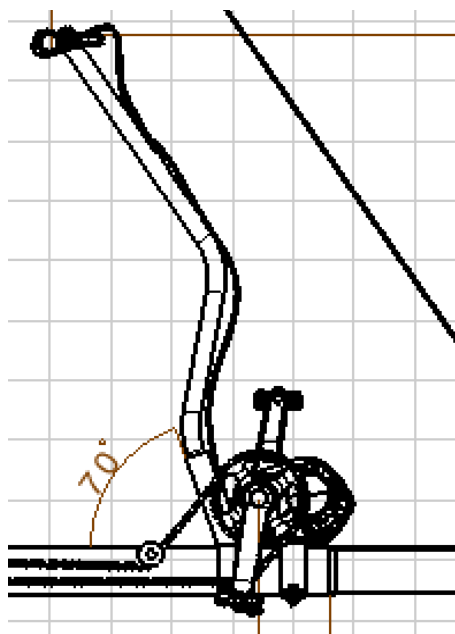


Figur 40: Ett styre med för hög vinkel och för långt från kroppen

## 6.8 Resultat av ergonomiutvärdering

Styret är utformat enkelt och relativt kort för att inte stöta i benen och undvika att föraren ska behöva sträcka sig när man använder den. Styrstången har en lutning på  $70^\circ$  vilket är en vinkel som är optimal för att både kunna få ut ben under styrstången och även för att undvika ergonomiska vinklar för armar och handleder och även undvika att styret tar i överkroppen eller benen. Styrstången sitter fäst långt ned och har konstruerats för att inte behöva ha något stöd närmare styret eftersom det skulle vara i vägen för att gå ur cykeln. Styrstången har även en krökning för att förenkla i- och urstigning, se figur 41. Krökningen bjuder även in föraren att sätta sig då den gör att cykeln ser ut att anstränga sig för att inte vara i vägen för föraren.

Styret i sig valdes att vara helt rakt för att ge det samma raka formspråk bestående av enkla geometrier som ram och hytt har. Att göra även styret böjt skulle tillsammans med den krökta styrstången bli för organiskt i jämförelse med övriga cykeln. Rent ergonomiskt så var även ett rakt styre optimalt. Eftersom man här har styret i brösthöjd i stället för som på en vanlig cykel ungefär i höjd med magen så ledde det till att handleden närmast kroppen tvingades böjas onaturligt vid svängning ifall styrets ändrar exempelvis var böjda inåt som vanliga cykelstyren ofta är.



Figur 41: Prototyp vinkel och form på styre

Sätet beslutades att sättas relativt hög, 30cm upp från ramen och cirka 25cm högre än tramporna vilket skiljer sig från exempelvis Velove Armadillo som är en konkurrerande cykel, som är anpassad för kommersiellt bruk och har trampor och säte i ungefär samma höjd. Det höga sätet ger en mer upprätt sittposition vilket beslutades av två anledningar, dels är det fysiskt lättare att sätta sig, det bidrar även till en mer inbjudande och mindre avskräckande känsla eftersom den i- och urstigningen upplevs enklare. En högre sittposition en känsla av överblick, kontroll och därmed trygghet, vilket var ett krav som ställdes på cykeln.

Sitsen på cykeln har en vinkel på 10°. Vid testerna framgick det att ett varierat säte var väsentligt för att täcka så stor målgrupp som möjligt. Problemet med att variera endast sätet fram och tillbaka var att för kortare personer så kom armarna för högt upp när de hade händerna på styret. Det löstes med ett justerbart säte som både varierar fram och tillbaka och i höjd. Det möjliggör att kortare personer kommer både längre fram och närmare tramporna, samt att de kommer högre upp och får en bättre position och avstånd till styret. För längre personer så skjuts de i stället ner och bakåt vilket skapar ett längre avstånd till tramporna och till styret.

## 7. Slutresultat Centro-4



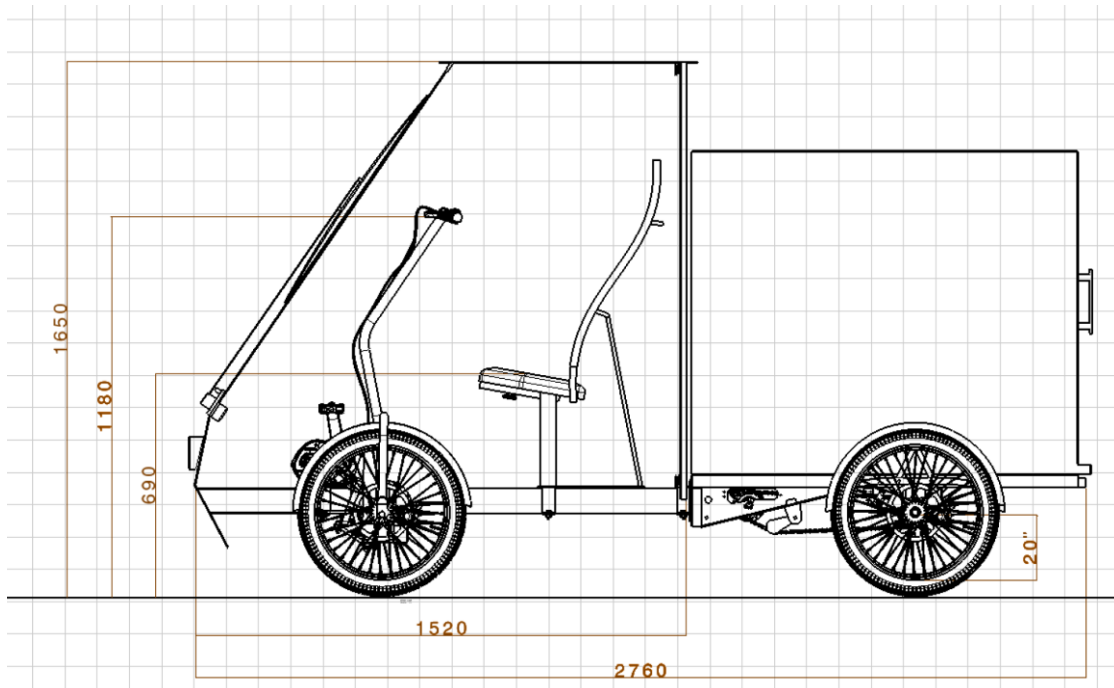
Figur 42: Centro-4

Centro-4 är en fyrhjulig lastcykel anpassad för en bred målgrupp, se figur 42. Från att frakta paket för en budfirma till att hämta barnen på dagis eller tömma soptunnor i parker. Med enkla och raka former så har cykeln ett avskalat uttryck och upplevs inbjudande att använda. Tydliga funktioner i kombination med ett enkelt användande gör att cykeln får en låg instegströskel och fler kan använda sig av cykeln utan förkunskaper.

Centro-4 erbjuder elassistans och föraren sitter i en bakåtlutande sittposition med tramporna placerade längst fram på ramen. Cykeln erbjuder en hytt som håller regn och vind ute och som enkelt kan tas av och erbjuda en helt öppen upplevelse för en friare känsla. Om föraren vill ta av vindrutan på cykeln så kan hen smidigt ta av rutan och förvara den på cykeln bakom sitsen.

Ett lastutrymme bakom hytten erbjuder möjlighet till olika förvaringsmöjligheter där användaren kan välja hur det ska vara utformad för att passa sitt behov och montera på olika lastmoduler, exempelvis ett flak eller ett skåp.

Den totala längden på cykeln är 276 cm, bredden är 104 cm och höjden 165 cm. Fler mått presenteras i figur 43.



Figur 43: Centro-4 dimensioner i sidoprofil

## 7.1 Centro-4 exteriör

Cykeln är byggd på en modulär bas, både flak, hytt och delar som framaxel, trampor och styre kan enkelt monteras av. Ramen består av en fyrkantsprofil på vilken cykelns moduler monteras med hjälp av klämmor, se figur 44. Modulariteten ökar anpassningsbarheten och tillåter olika tillbehör att monteras och ger möjlighet till att anpassa dess position. Reparation av cykeln underlättas av modulariteten och det gör även till viss del produktion och frakt av cykeln.



Figur 44: Centro-4 klämmor för reglering



Cykeln hytt används för att skydda föraren mot regn och blåst, den är 80 cm bred och består av tre delar; front, vindruta och tak. Hytten är anpassningsbar och kan monteras av och cykeln kan användas utan. Taket sitter monterat med en klämma i ramen som skruvas bort. Fronten sitter på en fyrkantsprofil som är instucken inuti ramen och som dras ut. I figur 45 redovisas cykeln utan hytt monterad och i figur 46 redovisas cykeln utan vindruta där front och tak sitter kvar.



Figur 45: Centro-4 utan hytt



Figur 46: Centro-4 med vindruta bakom sitsen

För att montera rutan så trycks den först upp i en skåra som sitter på taket. Rutan läggs sedan på en utskuren kant på frontens överdel och två armar vrids upp och klämmer fast rutan, se figur 47. Det finns möjlighet ställa den avmonterade rutan i ett dedikerat fack bakom sätet. Det ger användaren möjlighet att ha med sig vindrutan och montera på den om det exempelvis skulle börja regna när hen är ute och cyklar. Utrymmet där rutan kan förvaras är diskret och när vindrutan monteras i facket så blir det en genomskinlig vägg bakom sitsen, se figur 48.



Figur 47: Armar som klämmer fast rutan



Figur 48: Förvaringsutrymme för vindruta

Vindrutan är en platt plexiglasskiva med rundade hörn, den platta rutan ökar känslan av enkelhet och ger hytten ett diskretare uttryck. De rundade hörnen skapar en känsla av modularitet genom att urskilja delarna från varandra. De rundade hörnen ger även cykeln en lekfull känsla då de enkla elementen annars kan ge en rå och kall känsla. I sidoprofil upplevs hytten som nätt och minimalistisk vilket leder till att den balanseras med det övriga designspråket, se figur 49.



Figur 49: Centro-4 sidoprofil

Fronten är gjord i glasfiber och har en centrerad, oval strålkastare som förbättrar sikt i mörker. Fronten är 40 cm hög och har samma bredd som övriga hytten, den har enkla former och ett minimalistiskt uttryck för att behålla cykelns avskalade estetik, se figur 50. Valet att göra den platt och utan sidor, likt vindruta och tak, ger cykeln en homogen bild både från sidan och framifrån. Fronten är formgiven för att passa in i cykelns designspråk både med och utan övrig hytt.



Figur 50: Centro-4 frontprofil

Taket på hytten är likt fronten gjord i glasfiber som fronten och hålls upp med hjälp av två aluminiumprofiler. Likt vindrutan är taket en plan yta med rundade hörn vilket gör den till ett eget element och minskar känslan av att hytten är en enda stor del. Det gör att taket fungerar fristående och cykeln upplevs komplett även om vindrutan inte är monterad.

En vindrutetorkare är placerad i mitten av vindrutans nedre del och kopplas enkelt in i cykelns front och kan enkelt monteras av. Motorn till vindrutan är alltid monterad på insidan av fronten. Torkarbladet och torkararmen kan enkelt tryckas på plats genom att sticka in dess axel genom ett hål i fronten som fäster den i torkarmotorn. Vindrutetorkaren täcker en stor del av rutans höjd och torkar rent hela rutans bredd, se figur 51.



Figur 51: Vindrutetorkare

Skärmarna på framhjulen är böjda runt däcken och går ned på insidan av hjulet för att skydda föraren från skvätt och smuts, se figur 52. De är utformade för att vara tydligt inspirerade av cykelskärmar eftersom det är ett igenkännbart signalement för en cykel. Bakskärmarna är i samma utförande som framskärmar.



Figur 52: Centro-4 stänkskärmar

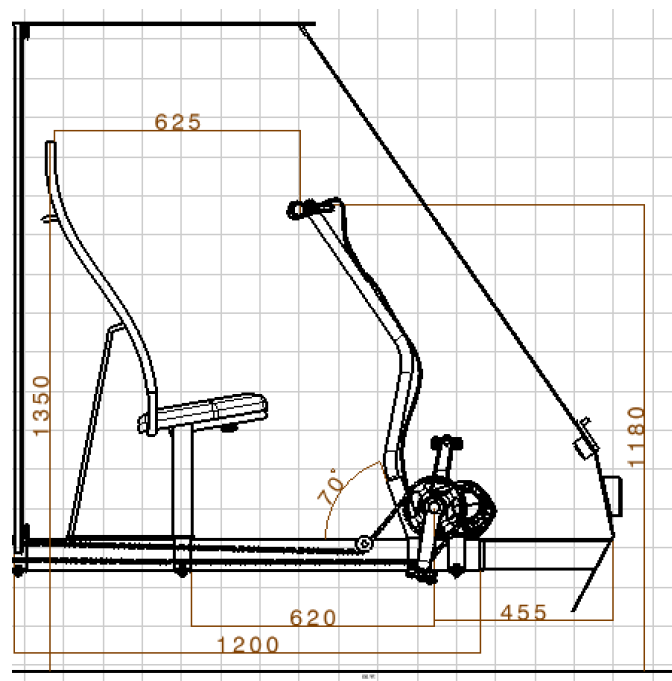
## 7.2 Centro-4 interiör och sittposition



Figur 53: Detaljerad bild på Centro-4 interiör

Cykelns interiör är utformad så generell och lättförståeligt som möjligt. Föraren sitter i en bakåtlutande sittposition med ryggstöd där tramporna är placerade framför föraren. Positionen på tramporna i relation till sätet möjliggör en effektiv kraftöverföring då normalkraften från tramporna tas emot av ryggstödet. Cykeln har inget golv utan endast en ram bestående av en centrerad fyrkantsprofil. Det leder till enkel i- och urstigning samt att föraren kan vila benen på marken och även skjuta cykeln med benen, exempelvis för att backa, se figur 53.

Se figur 54 för interiörens dimensioner.



Figur 54: Centro-4 dimensioner interiör

Sitsen lutar 10 grader bakåt. Det leder till att föraren kan sitta i en avslappnande position och samtidigt ha god sikt. Sätet går att justera fram och tillbaka och skjuts sätet fram så höjs det samtidigt, se figur 55. Den justeringen leder till att kortare personer kommer närmare tramporna, samt att de kommer högre upp och styret hamnar i lagom nivå för en kortare överkropp. För längre personer så flyttas föraren istället längre ner vilket skapar längre avstånd till tramporna, samt att den har mindre chans att slå i styret med knäna. Ryggstödet är gjort i en grov polyestertextil som träs över stålramen och som enkelt kan bytas ut om något skulle gå sönder. Sitsen är gjort i ett slitstarkt tyg och har vaddering för att vara bekväm under långa sträckor. Båda tygerna är vattentåliga.



Figur 55: Centro-4 stol

Styret har växlar och bromsar likt en vanlig cykel och är utformat för att göra manövrering intuitivt och familjärt, se figur 56. Cykelstyret är vinklat i 70 grader och är placerat framför föraren. Varje komponent är självförklarande vilket gör att användaren lätt förstår alla funktioner. Styret har handbromsar för fram respektive bakbroms, växlar sitter likt en vanlig cykel med ett vred på höger sida. Justering för elmotorn sitter med knappar på vänster sida bredvid knapparna för blinkers.



Figur 56: Centro-4 styre

När användaren sitter i hytten så upplevs den som luftig och rymlig. Vindrutans sömlösa kanter leder till att föraren inte distraheras av att det är en ruta framför hen. Då bredden på hytten är 80 cm och har platta element så undviker det att ge omslutande känsla och leder i stället till mer närhet till omgivningen, och samtidigt skyddas från regn och blåst.

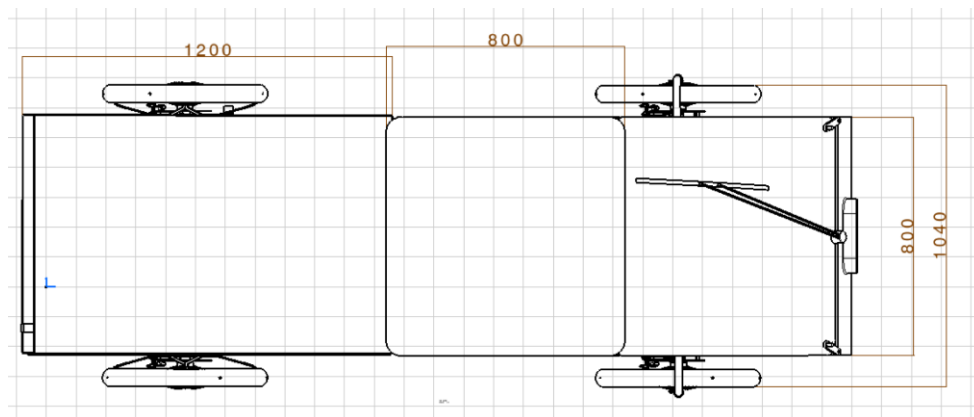
Som det nämndes tidigare så finns det möjlighet att ta av både vindrutan, och hela hytten. Det leder till att användaren kan helt frigöra sig från att vara instängd och den öppna, luftiga känslan stärks, se figur 57 på cykeln utan hytt.



Figur 57: Centro-4 utan hytt

## 7.3 Lastutrymmet på Centro-4

Lastutrymmet på konceptet är placerat bakom föraren. Det klarar en vikt på 150 kg och med dimensionerna 80 x 120 cm så kan en EUR-pall få plats för en smidig transport (ne, u.å). Detaljerade mått redovisas i figur 58.



Figur 58: Centro-4 dimensioner i toppvy

Lastutrymmet är modulärt och kan anpassas efter behov. Det kan exempelvis vara ett högt, inbrottsäkert skåp för ett fraktbolag, ett mindre skåp för ett städbolag eller ett lågt flak för enkel lastning. I figur 59 redovisas några av alternativen på potentiella lösningar för olika ändamål som kunder kan ha cykeln till. Det leder till att kunder kan anpassa sina cyklar utefter behov på ett enkelt och smidigt sätt.



Figur 59: Olika lösningar på lastutrymmet



## 7.4 Centro-4 konstruktion och drivlina

Cykeln är trampdriven med elassistans och elhjälpmotorn sitter i pedalkasseten för att ge en så intuitiv och kontrollerad hjälp som möjligt. Det tillåter att kraften från 250 watt-motorn kan växlas ned för att ge mer kraft i exempelvis uppförsbackar. Cykeln har laddningsbara och utbytbara batterier med möjlighet till parallellkoppling av flera för längre batteritid. Batteriet är fäst under sitsen på sidan om ramen.

Hydrauliska skivbromsar på alla fyra hjul med ett bromshandtag för varje hand ger cykeln bra bromsverkan. Fyra breda däck ger bra grepp och håller bromssträcken nere, även om cykeln är tungt lastad.

Framaxeln är positionerad strax bakom tramporna. Det tillåter användaren att enkelt kliva ur cykeln utan att framhjulen är i vägen. Samtidigt hålls hjulbasen tillräckligt kort för att tillåta en bra svängradie. Framaxeln har en midja som tillåter framhjulen att åka upp och ned i ojämnheter utan att ramen vrids eller att ett hjul hamnar i luften. Det ger cykeln möjlighet att köra över trottoarkanter och ojämnheter och ändå behålla en väldigt enkel och underhållsfri konstruktion utan stötdämpning. Tack vare en differentialväxel i bakaxeln så kan cykeln svänga enkelt med minimal kraftansträngning och samtidigt driva på båda bakhjulen för att maximera grepp.

## 8. Diskussion & slutsats

I följande kapitel beskrivs konceptets påverkan på miljön, aspekter som har påverkat arbetet samt slutsats.

### 8.1 Hållbarhetsanalys

Som nämnt i bakgrunden så ökar trenden att leva ett vardagligt liv utan bil i städer, lastcykeln är då ett substitut till bilen som ökar i popularitet (Rossetti, D, 2019). Att producera en lastcykel kräver mycket mindre resurser än att producera en bil, utsläpp under livstiden kommer också vara obefintliga. Ifall Centro-4 används som substitut till bil så är det ett stabilt steg i rätt riktning hållbarhetsmässigt. Centro-4 är ett fordon som börjar sudda ut gränsen mellan cykel och bil. Fördelar som lockar med att använda en lastcykel i stället för bil i städer är regulationer mot bilar i stadskärnor som blir allt vanligare. Organisationer och privatpersoner som värnar om miljön lockas även av att lastcyklar är så gott som buller- och utsläppsfria. Framkomlighet, låga driftkostnader och parkeringsmöjligheter är mer konkreta fördelar som lockar många användare.

Att designa en produkt och skapa ett nytt behov som leder till ökad konsumtion är något som bör undvikas i allra största mån. Centro-4 är en typ av fordon som är relativt ny och det skulle kunna leda till att många människor som inte vet eller tror att de har ett behov av ett sådant fordon upptäcker att de har, eller skaffar sig ett behov av det, vilket leder till överkonsumtion. Att introducera en ny produkt behöver dock inte vara dåligt ifall man kan undvika att skapa ett nytt behov utan i stället lösa ett existerande behov med produkten och konkurrera ut ett sämre alternativ.

Även om man utvecklar något som ersätter behovet av exempelvis en bil och därmed till viss del kan minska avtrycket på miljön så har man som designer fortfarande det etiska ansvaret att göra avtrycket på miljön så litet som möjligt. Områden som påverkar en produkts miljöpåverkan mycket är materialval, produktion och frakt, alltså starten på sin livscykel. Det är dock områden som den här studien inte undersökt och det är därför svårt att föra en diskussion kring det ansvaret hamnar till stor del i de händer som för det här projektet vidare.

Vad den här studien har behandlat i stor utsträckning är dock användandet av produkten under sin livstid, här finns flera faktorer som går att optimera för att minimera produktens miljöpåverkan. De huvudsakliga aspekterna är livstid, reparationer samt utsläpp vid användning. Utsläpp under användning kan argumenteras för att det är reducerat så mycket det går med pedaldrift och en elhjälpmotor. Livstid och reparationer är områden som cykelns design är väl anpassad för att optimera och diskuteras i kommande stycken.

Livslängd kan delas upp i två kategorier, den första är teknisk livslängd, vilket innebär hur länge delar på produkten håller innan de går sönder. Det är även starkt knutet till reparationsmöjligheterna hos produkten. Den andra delen av en produkts livslängd är behovsmässig livslängd, vilket innebär hur produkten står sig i tid när kraven förändras. Det kan både vara allmänna trender som exempelvis estetik eller ett visst formspråk går ur trend och är inte önskvärt längre. Behovsmässig livslängd kan också vara att användaren ändrar sina krav på produkten och vill börja använda den till något annat. En produkt som kan anpassas efter en bredare kravbild och bredare målgrupp kommer kunna vara eftertraktad av fler och ha ett större begagnat värde, vilket kan bidra till en ökad livslängd.

Både livslängd och reparationsmöjligheter har optimerats med hjälp av att konceptet är modulärt. Modularitet i både hytt, lastmöjligheter och ramdelar tillåter att cykeln anpassas efter de behov som ställs på cykeln. Den kan sedan förändras i takt med att behoven förändras. Reparationsmöjligheterna ökar även eftersom modulariteten tillåter att en trasig del enkelt skruvas av och ersätts av kunden utan tekniska kunskaper. Det eliminerar transport till verkstad. Slutligen så gör det modulära konceptet att cykeln kan förändras i framtiden och delar, funktioner och teknik som idag inte finns kommer kunna utformas när behov skapas. Det gör att cykeln kan byta ut delar och även efter många år bibehålla en teknisk standard som annars inte är möjlig, vilket ökar livslängden avsevärt.

## 8.2 Diskussion kring processen

Projektets process har genomgått flera olika faser. I och med att det valdes att arbeta enligt Double Diamond så har det genomförts flera olika iterationer i olika faser som har lett fram till olika slutsatser och lösningar. Det har varit en metod som har passat projektet väl.

Förseningar av delar för prototypbygget gjorde att studier med hjälp av prototypen blev framskjutet och tiden för att göra studier med prototypen förkortades. Om fler studier kunde utföras tidigare i processen skulle fler idéer och iterationer genomföras för att få ett mer exakt resultat. Nu blev prototypen en testcykel där de mest väsentliga delarna undersöktes och där färre konfigurationer testades.

Då lastcykeln har så många olika komplexa delar och komponenter så användes 3D-modellering tidigt i processen som ett verktyg att testa olika lösningar och se övergripande mått. Men då CAD-filerna från Monark som innehöll viktiga mått och dimensioner levererades sent i processen så förkortades tiden för 3D-modelleringen och arbetet med den övergripande konstruktionen. Om de skulle levereras tidigare i processen kunde mer undersökningar genomföras på de befintliga delarna från Monarks tidigare modeller som skulle användas och iterera ytterligare för att få fram fler och mer exakta del- och helhetslösningar på konceptet.

Trots att det genomfördes intervjuer med ett brett spann av aktörer så skulle det kunna ha implementerats mer intervjuer och observationer i projektet med mer potentiella användare för att få deras intryck och åsikter. Det skulle då kunna ha varit åsikter kring form och uttryck där personer kunde presentera deras tankar kring den typen av frågor. Mock-ups i 3D eller prototyper kunde presenterats och diskuterats kring.

Då det blev en del förseningar i processen så ändrades planer och genomfördes på andra sätt som tvingade oss att skapa från det vi hade, vilket ändå resulterade i en väl genomarbetad studie. Processen blev inte en linjär process som var tänkt innan utan det uppkom fler iterationer och flera delar arbetades parallellt med varandra.

### 8.3 Diskussion kring slutkonceptet

Centro-4 är en lastcykel som är anpassad för den breda målgrupp som definierades i början av projektet. Den erbjuder tidseffektiv transport av en person och last med hjälp av trampor, elassistans, fyra hjul samt hytt, vilket var det huvudkrav som sattes upp för fordonet. Övriga krav från kravspecifikationen har uppnåtts. Eftersom konceptet endast kan jämföras med kraven genom CAD-filer samt en prototyp som inte är helt färdig så är det svårt att fastställa hur väl vissa krav har mötts. Konceptet strävar att uppfylla alla krav och i nuläget så hindras inga krav från kravspecifikationen att uppfyllas. Flera krav skulle dock behöva en fungerande prototyp för att kunna utvärderas helt, exempelvis cykelns svängradie eller tippbenägenhet.

Då en stor del av utvecklandet av cykeln återstår, exempelvis konstruktionsberäkningar och vidare analyser på cykelns komponenter, så är det svårt att konstatera huruvida lösningarna är möjliga att tillverka i en produktionscykel för Monark Exercise. Eftersom det här projektet till stor del varit en undersökning av design och utformning samt en generell riktning så har områden som ekonomi, material och hållfasthet inte behandlats. Det kan därför inte garanteras att alla lösningar som presenteras är möjliga att förverkliga.

Användandet av Monark Exercises befintliga delar har lett till att kraven som ställts på att använda befintliga delar från Monark Exercise kan bekräftas. De flesta kraven skulle behöva lite mer tid och lite mer utvärdering för att kunna bekräftas exempelvis så hade några enklare hållfasthetsberäkningar behövts för att kravet om lastvikt på 150kg bekräftas. Det är inte säkert att det går att använda spindelleder och framhjulsupphängning från Centro-2 för att underlätta produktion för Monark Exercise då det beror på hur tjocka däck som krävs för komfort. Det är även troligt att en skarpare styrvinkel är nödvändigt. Det här är dock krav som skulle kräva att prototypen testkördes och utvärderades en tid.

## 8.4 Slutsats

Projektets uppgifts- och problemformulering var att designa en lastcykel åt Monark Exercise anpassad för en bred målgrupp i svensk stadsmiljö. Under projektet så blev det tydligt att modularitet är en vital egenskap för lastcykel som ska vara anpassad för en så pass bred målgrupp som Centro-4 har.

Med ett avskalat designspråk där cykelns funktioner är tydliga, robusta och där onödiga detaljer skalats bort så attraherar det både nya användare såväl som användare som exempelvis arbetar med fordonet och ställer höga krav. Den avskalade känslan gör cykeln enkel att förstå och upplevs välkommande för den nya användaren. Samtidigt lockas den regelbundna användaren av anpassningsbarheten, de få komponenterna som minskar underhåll och modulariteten som underlättar reparation. Designen låter funktion ligga i centrum för estetiken vilket stärker känslan av att cykeln är robust, genomtänkt och till för att användas.

# Källförteckning

BAuA. (2019) *Key Indicator Method for assessing and designing physical workloads with respect to Body Movement*. Federal Institute for Occupational Safety and Health. Hämtad 2022-02-10 från [https://www.baua.de/EN/Topics/Work-design/Physical-workload/Key-indicator-method/pdf/KIM-BM-Body-Movement.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.baua.de/EN/Topics/Work-design/Physical-workload/Key-indicator-method/pdf/KIM-BM-Body-Movement.pdf?__blob=publicationFile&v=4)

Berlin, C., & Adams, C. (2017). *Production Ergonomics: Designing Work Systems to Support Optimal Human Performance*. Ubiquity Press Ltd.

British Design Council. (u.å). *What is the framework for innovation? Design Council's evolved Double Diamond*. Hämtad 2022-02-06 från <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/what-framework-innovation-design-councils-evolved-double-diamond>

Cykelkraft. (2018). *Den här effekten har motorns placering på din elcykel*. Hämtad 2022-05-14 från <https://www.cykelkraft.se/blogg/den-har-effekten-har-motorns-placering-pa-din-elcykel.html>

Eav. (2018). *EAV 2Cubed Specification* [Broschyr]. Eav. Hämtad 2022-05-23 från <https://eav.solutions/wp-content/uploads/2021/10/2Cubed-Specification-2021-PDF.pdf>

Erlandsson, J. *Väderskyddad ellastcykel testas i Göteborg*. (2016). Hämtad 2022-05-03 från <https://www.velove.se/news/vaderskyddad-ellastcykel-testas-i-goteborg>

Fasth, J. (2016). *Vad är en cykel? – Juridisk översikt kurs för cyklister – (Del 1/5)*. Happyride. Hämtad 2022-02-17 från <https://happyride.se/vad-ar-en-cykel-juridisk-oversikt-kurs-for-cyklister-del-15/>

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

Karlsson I.C.M.A (2007). *“Att lyssna på kundens röst” Att identifiera, analysera och kommunicera kunden och användarens krav på tekniska produkter och system, kurskompendium*. Institutionen för produkt- och produktionsutveckling Chalmers tekniska högskola.

Lag om vägtrafikdefinitioner (SFS 2017:360). Infrastrukturdepartementet. <https://rkrattsbaser.gov.se/sfst?bet=2001:559>

Metodbanken. (2018). *PMI-metoden*. Hämtad 2022-02-07 från <https://www.metodbanken.se/post/pmi-metoden>

Monark Cargo (u.å). *CENTRO-1*. Monark Cargo. Hämtad 2022-05-26 från <https://monarkcargo.se/produkt/centro-1/>

Monark Cargo (u.å). *CENTRO-2*. Monark Cargo. Hämtad 2022-05-26 från <https://monarkcargo.se/produkt/centro-2/>

Monark Cargo (u.å). *CENTRO-3*. Monark Cargo. Hämtad 2022-05-26 från <https://monarkcargo.se/produkt/centro-3/>

Nationalencyklopedin. (u.å.). *Differentialväxel*. Hämtad 2022-05-22 från <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/differentialv%C3%A4xel>

Nationalencyklopedin. (u.å.). *Lastpall*. Hämtad 2022-05-05 från <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/lastpall>

Regeringskansliet (u.å.). *PostNord AB (PostNord)*  
<https://www.regeringen.se/myndigheter-med-flera/postnord-ab-postnord/>

Riksbyggen (u.å.). *Vi bygger bostäder och förvaltar fastigheter*. Hämtad 2022-04-14 från <https://www.riksbyggen.se/om-riksbyggen/>

Rossetti, D (2019). *Bilfri vardag – en ny trend i Europa*. Etc.se. Hämtad 2022-05-23 från <https://www.etc.se/klimat-miljo/bilfri-vardag-trend-i-europa>

Spool, J. (2004). *The KJ-Technique: A Group Process for Establishing Priorities*. Hämtad 2022-02-06 från: [https://articles.uie.com/kj\\_technique/](https://articles.uie.com/kj_technique/)

Startupsselfie (2020). *Schaeffler Bio-Hybrid: Future of Urban Mobility* Hämtad 2022-05-09 <https://www.startupsselfie.net/2020/04/08/schaeffler-bio-hybrid-future-of-urban-mobility/>

Velove (u.å.). *Electric cargo bike*. Velove. Hämtad 2022-05-23 från <https://www.velove.se/electric-cargo-bike>

Wladis, A. (2020). *Cykelförsäljningen till konsument har ökat med cirka 30 procent på ett år*. Svensk cykling. Hämtad 2022-05-22 <https://svenskykling.se/2020/09/24/cykelforsaljningen-till-konsument-har-okat-med-cirka-30-procent-pa-ett-ar/>

Österlin, K. (2016). *Design i fokus: Varför ser saker ut som de gör?* (4:e uppl.). Liber.

# Bildförteckning

Monark Exercise. (u.å.). Centro-1. [Elektronisk bild]. Hämtad 2022-05-23 från <https://monarkcargo.se/produkt/centro-1/>

Monark Cargo. (u.å.). Centro-2. [Elektronisk bild]. Hämtad 2022-05-23 från <https://monarkcargo.se/produkt/centro-2/>

Monark Cargo. (u.å.). Centro-3. [Elektronisk bild]. Hämtad 2022-05-23 från <https://monarkcargo.se/produkt/centro-3/>

Wikicommons. (1937). *Leaf spring, showing torque reaction effects (Manual of Driving and Maintenance)*. [Elektronisk bild]. Hämtad 2022-05-22 från [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leaf\\_spring,\\_showing\\_torque\\_reaction\\_effects\\_\(Manual\\_of\\_Driving\\_and\\_Maintenance\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leaf_spring,_showing_torque_reaction_effects_(Manual_of_Driving_and_Maintenance).jpg)

Wikicommons. (2015). *Fortune Auto 500 Series Coilovers*. [Elektronisk bild]. Hämtad 2022-05-22 från <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:500overview.jpg>

Wikicommons. (2019). *Bio-Hybrid "Cargo"*. [Elektronisk bild]. Hämtad 2022-05-23 från <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:AA9I5220.jpg>



# Bilagor

## Bilaga 1: Struktur för semistrukturerad intervju med Pling

Hur länge har ni använt velove cyklarna, hur många har ni och har ni andra cyklar också?

Kan ni berätta om eran verksamhet? Hur använder ni era cyklar? Tid? Batteritid?

Upphämtningsställen?

Hur lätt är det att ta sig i och ur?

Vad tycker cyklisterna om cyklarna? Saknas det något? Hytt? Sittposition?

Vilka delar är bäst med cykeln? Är det några specifika komponenter?

Punkter att ta upp och hålla en diskussion runt:

- Tyngdpunkt
- Styrspakar
- Blinkers, backspeglar etc
- Styrning, framhjulsstyrd etc
- Drivning, bakhjulsdriven, driver den på båda? Differential? Händer det att den slirar?
- Sittposition? Justerbarhet.
- Hytt, skulle man vilja ha bottenplatta och helt tät hytt? Dörr eller inte?
- Är det tyngre att cykla med hytten som finns på taxi cykeln?
- Vindrutetorkare, manuell? Fungerar det bra?
- Containerlösningen, hur stor är den och fungerar den perfekt?

Om ni fick specialbeställa en sådan här cykel, hur skulle den se ut då?

Vad tror du skulle behöva förändras hos velove för att passa en bike share tjänst där det kan vara äldre som använder cykeln.

## Bilaga 2: Struktur för semistrukturerad intervju med Quicab

Vad har du testat för olika modeller?

Varför har du beslutat att inte använda dörrar? Varför inget golv?

Har du funderat på att ha dörrsidor av något tyg som man kan rulla ned?

Upplever du att det blir en högre ljudnivå när man använder hytt?

Hur är sikten?

Känns det säkrare eller osäkrare i hytten? Ger den någon krocksäkerhet?

Vad väger den?

Hur påverkar det cyklandet, Blir det bättre luftmotstånd, eller är det jobbigare att trampa för den är tung?

Ta sig in och ur. Gör det processen svårare? Skulle en äldre stel person klara det

Fundera på en annan lösning? Motorhuv?

Hur lätt är det att ta av och på hytten?

Vad är din anledning till att använda hytt?

Måste hytten servas?

Vad kostar det ungefär att tillverka?

Vad är den i för material?

När du tog fram hytten hur avgjorde du var det behövde vara skydd och inte? Den går ju ned vid fötterna och det går ven fram ett smalt fönster vid sidan, är det för att du kollat på var det skvätter mycket, eller hur gick du till väga när du designade hytten?

## Bilaga 3: Struktur för semistrukturerad intervju med Postnord

Är det centro-3 ni använder nu? Vad tycker ni om den?

och har ni några fyrhjuliga cyklar nu?

Tror ni att ni skulle vara intresserad av en fyrhjulig lastcykel?

Hur använder ni era lastcyklar idag, i vilka områden och är det exempelvis mellan lastbil och kontor eller kontor till hemleverans? Vad är det som gör att ni väljer cykel över bil i dessa områden?

Vad anser ni att ni förlorar med en 3-hjulig cykel vs den lilla eldrivna bilen från Garia?

Fördelar med att ha en fyrhjulig lastcykel över centro-3 exempelvis är ju att man kan få med sig större volym och vikt samt bättre förarergonomi och hytt till föraren. Är det saker ni saknar med centro-3?

Och vad mer saknar ni hos centro-3 som ni skulle vilja se hos en fyrhjulig lastcykel?

Och den viktigaste frågan; vilka krav, behov och önskningar har ni på en fyrhjulig lastcykel?

Vi tänker att cykeln ska vara anpassad för att ha containrar, som kan rullas av och på enkelt (DHL).

Är det något ni skulle använda. Hur har ni det nu med centro-3, hur ser packningsprocessen ut?

Hur länge är man ute och cyklar och lämnar paket? Är man ute en hel dag och cyklar runt och levererar eller åker man tillbaka och fyller på vid något postkontor, och var ligger det isåfall? Är det en bit utanför stan?

Är det samma person som cyklar runt konstant hela dagen eller byter man av och sorterar brev och har andra arbetsuppgifter under dagen?

Vad tror du framtiden för last mile delivery är? Tror du på den här cykeltrenden?

Har du några andra personer som du känner kan vara viktiga och intressanta för oss att intervjua? Ev. förare

## Bilaga 4: Struktur för semistrukturerad intervju med Park- och naturförvaltningen

Vad använder ni för typ av fordon? Vad tycker ni om de?

Vad använder ni era fordon till? Är det långa sträckor, vad fraktar ni osv?

Hur använder ni era fordon idag, i vilka områden och är det? Vad är det som gör att ni väljer vissa transportmedel framför andra?

Tror ni att ni skulle vara intresserad av en fyrhjulig lastcykel?

Och den viktigaste frågan; vilka krav, behov och önskningar har ni på en fyrhjulig lastcykel?

Vilka områden eller sysslor skulle vara relevanta att ha en sån här fyrhjulig lastcykel i?

## Bilaga 5: Struktur för semistrukturerad intervju med Riksbyggen

Vad erbjuder ni för cyklar idag? Hur många?

Hur används cyklarna? Vad används dom till? Vilka är användarna? Hög tröskel? Har ni siffror på användarfrekvensen? Hur många och hur ofta?

Vilka typer av cyklar är populära?

Hur stor del använder bil i bostadsrättsföreningarna? Bygger ni mindre parkeringar nu för tiden?  
Alternativ till bil?

Hur skulle ni vilja designa en sådan typ av cykel?

Hur många av era bostadsrätter har bikeshare tjänster idag?

Satsar ni på bikeshare tjänster, kommer det utökas? Tror ni det kommer bli populärare även för andra bostadsrättsföreningar

Vad tror ni en sådan lastcykel skulle användas till i huvudsak? Att handla mat med och vardagliga sysslor. För längre resor som är jobbiga med cykel. När det regnar. Att göra större inköp, exempelvis Ikea.

Vilka skulle använda en sådan cykel? Äldre eller yngre etc.

## Bilaga 6: Struktur för semistrukturerad intervju med Göteborgs Stads Leasing

Vilka arbetsområden täcker ni bla?

Vilket arbetsuppgifter tror ni kan en sådan typ av cykel vara mest användbar till?

Hur använder ni era (fordon) idag, i vilka områden och är det? Vad är det som gör att ni väljer vissa transportmedel framför andra?

Vi fick höra att en stor del av eran flotta går till hemtjänsten, hur stor del är det? (vi ser potential inom det området, ung ålder, lättare framkomlighet)

Vad krävs av ett fordon som ska användas i hemtjänsten? Vad gör man för uppgifter?

Skulle en sån här cykel kunna ersätta bilar som används inom hemtjänsten idag?

Vilka problem ser ni med era fordon ni har just nu?

Och den viktigaste frågan; vilka krav, behov och önskningar har ni på en fyrhjulig lastcykel?

Har ni kollat på lastcyklar innan och om det skulle kunna vara ett alternativ?

Tror ni att ni att fyrhjuliga lastcyklar skulle kunna implementeras i eran flotta och att ni börjar använda sådana typer av cyklar?

Vilka områden eller sysslor skulle vara relevanta att ha en sån här fyrhjulig lastcykel i?

## Bilaga 7: Struktur för semistrukturerad intervju med privatpersoner

- Börja med att visa upp bilder på liknande cyklar och fråga om de känner igen dem. Förklara vad de är och vad de används till.
- Fråga efter spontana tankar om cyklarna.
- Skulle de kunna tänka sig att använda sig av en sådan cykel? Och isåfall, till vad?
- Visa upp våra idéer och skisser och diskutera kring dessa.
- Vilka problem skulle kunna uppkomma med en sådan cykel?
- Tankar kring sittposition, ryggstöd, i- och urstigning etc.
- Vad skulle få dig att använda den här cykeln? Ev. Vad avskräcker?

# Bilaga 8: KJ-analys

## Sittposition

Velove mycket ergonomisk position	Velove stol pressar kraften in i ryggstödet	Velove stol avlästar kotor
Endast sätet på Velove går att justera bak och fram. Andra justeringar behövs inte	Kliver av cykeln 200-300 gånger per dag	For större paket är det cirka 12 stoppl timmen
Velove mycket enkel att sätta sig och gå ur	Viktigt att sätet inte är för långt ner	Att ha något slags stöd för l och urstigning är viktigt

## Ram

Cykelbanor är som minst 1,5 breda	Använda sig av Centro 3-bakdelen (80x120cm)	Velove Aluminium ram
Möjlighet att använda framgjut upphängningen från Centro 2	Kliver av cykeln 200-300 gånger per dag	For större paket är det cirka 12 stoppl timmen
Velove mycket enkel att sätta sig och gå ur		

## Hytt

Hytt gör det svårt att kliva ur och i	Skvätt från marken är inget stort problem	Ljudet blir högt i en hytt
Hytt ger dålig sikt	En hytt känns klumpig och mindre fri	Lätt att stiga ur och i, de kliver ur och i 60 gånger på en dag
Hytt: Förärrad sikt, väggar, tak, smutsiga rutor, belysning	Hytt instängd känsla	Buller och resonans inne i hytt
Hör inte gatuljuden	Regn förärrar sikten i en hytt (speciellt under mörker)	Inga aerodynamiska fördelar med hytt
Svårt att ta sig ur hytten	Det läggs till vikt med hytt	Problemet med låg infästnings höjden på cykeln inte är anpassad efter hytt
Vindrutstvare om man ska ha hytt	Cykeln ska ha någon form av hytt	Viktigt med modularitet
En hytt kan locka en ny målgrupp som vill ha bekvämlighet	Kliver av cykeln 200-300 gånger per dag	For större paket är det cirka 12 stoppl timmen
Velove mycket enkel att sätta sig och gå ur		

## Lastfunktion

Flak med lägre kanter	Flak med tipp	Viktigt med modularitet
Har en stor förvaringsförmåga med stor variation på lasthöjden (lång och kortare)	Containerbänningar används just nu (lång)	Använda sig av Centro 3-bakdelen (80x120cm)
Idag används cyklarna till varubrev upp till 2 kg	Paket upp till 20 kg hämtas upp från termindlar utanför stadierna	Lastvolym på 2 m <sup>3</sup>
Inbrottsäkert skåp	150 kg är ok	200 kg hade varit bra
Velove har Cargo capacity 150-200kg	Velove container har en sprint som låser fast den	Velove container rullas upp i två spår
En lucka på sidan av skåpet samt en stor dörr bak och lätt att ställa in i östern läde position	Skåpen ska vara lätta och säkra	Containerbänningar vilkar bänningar
Till produktionskostnad vill vi helst ha ett utsläpp på 2-3 kg. Om utsläppet är större så går det till produktionskostnad	En trend som finns är att det börjar användas mindre enheter och mindre paket vilket leder till mindre volym	Flak med hytt för barnstolar
Modularitet är viktigt för att olika typer ska kunna anpassas dem	Viktigt att ha ett inbrottsäkert skåp för hemtjänst	



## Semantik

Behålla den avskalade cykelkänslan	Familjär design. Intuitiv och inte evskräckande för en ny användare	Cyklern ska kunna användas av en bred målgrupp
Särskilja från modeller som erbjuds nu	Anpassad för alla och intuitiv	Cyklern ska inte kännas obehaglig

## Stötdämpning

Dyrt med fjädring	Stora däck skulle kunna vara en lösning till ökad komfort	Velove individuell stötdämpning
Svårt att implementera stötdämpning bak ifall Centro 3 bakdelen används	Möjlighet att använda grövre däck för stötdämpning	Stötdämpning skonar fram och last
Velove är mycket bekväm tack vare Stötdämpning bekvämlighet		

## Styr, broms, trampor, elassistans

Max 25 kmh	max 250w	Shimano Steps BT-E6001 504W
Velove Turning circle 5,8m	Velove batterier går att byta ut	Velove batterier räcker 4-5 timmar
Velove batterier 500-600 watt	Starkare motor är svårt att kontrollera	Bara i uppforsbackar starkare motor behövs
10h batteritid (De kör 2 stycken 4 timmars pass om dagen)	Lampor, bromsljus, blinkers, backspeglar etc	Handbroms när man går ur och lämnar bilen
Kollar på IoT-lösningar för att koppla upp cykeln och även elektroniska parkeringsbromsar.	Kliver av cykeln 200-300 gånger per dag	För större paket är det cirka 12 stopp i timmen
Velove mycket enkel att sätta sig och gå ur		

## Övrigt

Man kan inte cykla i exempelvis sand	Garia Utility har högt inköpspris	Garia Utility är begränsade i framkomlighet
Velove Mycket underhåll 4 Kedjor som går av	Svårt att ha en Velove i en BRF pga mycket underhåll	Velove onödigt avancerad
Enkla instruktioner	Liten tröskel att ta	En fyrhjuling cykel skulle vara relevant för hemtjänsten
Möjlighet att byta ut batteri om någon tömt batteriet innan man ska ut	Intressant för en BRF men inköpspris är en viktig punkt	70% av hela fordonsflottan i Göteborg stad står hemtjänsten för
Det skulle kräva att en tydlig instruktion finns eller någon som hjälper en	Det är skönt om den fungerar likt en vanlig cykel	

## Fördelar med lastcyklar

Buller och utsläppsfria är en stor fördel	Cargobikes kommer öka produktiviteten för logistikföretag då man kommer fort och nära kunden	Fördelen med en cykel är att man kommer närmare kunden.
Bra att inte behöva körkort		

## Bilaga 9: PNI på styrreglage

	Cykelstyre (vertikal axel)	Cykelstyre (förs i sidled)	Cykelstyre (Horisontell axel)
<b>Intressant</b>	Beroende hur cykeln konstrueras så kan ett styre leda till att det blir svårt att ta sig ut då det blir ivägen	Krävs mer undersökning om hur det ska konstrueras Krävs tydliga instruktioner hur cykeln fungerar	
<b>Positivt</b>	Liknar en cykel mycket Intuitivt att använda, folk vet hur det fungerar	Den tar inte i kroppen	Liknar en vanlig cykel (lägre tröskel) Svängrörelsen kan vara bättre än ett styre i vertikal led då man inte kommer ta i kroppen på samma sätt när man styr
<b>Negativt</b>	Tar up mycket plats och kan ta i kroppen, framförallt knäna	Svårt att nå i sidled, men måste sitta nära styret Kräver förklaring och kan vara för hög tröskel för användarna Kräver att användaren sträcker sig lite vid maximal styrutslag	Kan ta i benen när man svänger Ivägen för att gå ur cykeln Kräver förklaring och kan vara för hög tröskel för användarna

	Ratt (vertikal axel)	Ratt (horisontell axel)	Sidoarmar (Rörelse i färdriktningen)
<b>Intressant</b>			Krävs tydliga instruktioner hur cykeln fungerar
<b>Positivt</b>	Ratten kan kopplas till ett annat fordon och som användaren vet hur den fungerar	Ratten kan kopplas till ett annat fordon och som användaren vet hur den fungerar	Bra hävstång och låg utväxling vilket ger kontroll och möjlighet till snabba reaktioner Man kan ha växlar och bromsar på handtagen Lätt att stiga ur och i

			Finns ingen risk att stöta i kroppen när man svänger
<b>Negativt</b>	<p>Man är van att ha utväxling på ratt, vilket också kan vara ett krav eftersom man inte har så bra hävstång. Det kan vara en nackdel för snabba skarpa styrutslag och ovant på en cykel.</p> <p>Man kan inte ha växlar och bromsar etc på ratten</p> <p>Beroende på hur lutat ryggstöd man har så kan det bli oergonomisk vinkel för handleder</p> <p>Ivägen för att kliva ur, men skulle behöva något sätt att fälla undan ratten</p>	<p>Man är van att ha utväxling på ratt, vilket också kan vara ett krav eftersom man inte har så bra hävstång. Det kan vara en nackdel för snabba skarpa styrutslag och ovant på en cykel.</p> <p>Man kan inte ha växlar och bromsar etc på ratten</p> <p>Ivägen för att kliva ur, men skulle behöva något sätt att fälla undan ratten</p>	<p>Ovant för nya användare, Inte intuitivt hur de ska användas</p>

	<b>Sidoarmar (Vrids)</b>	<b>Sidoarmar (luta i sidled)</b>
<b>Intressant</b>	Krävs tydliga instruktioner hur cykeln fungerar	Krävs tydliga instruktioner hur cykeln fungerar
<b>Positivt</b>	Lite mer familjärt att vrida på spakarna likt ett styre, jämfört med tidigare koncept.	Lätt att kliva ur och i etc
<b>Negativt</b>	<p>Lite sämre kontroll då det är tyngre att göra en vridande rörelse så långt ut från kroppen jämfört med att dra och trycka.</p> <p>Det kan även bli att armbågar och armar tar i kroppen</p>	<p>Kan lätt stöta i benen. För att undvika det måste man sätta styrarmarna lågt ut från cykeln.</p> <p>Man har lite kraft i den rörelsen</p>

## Bilaga 10: PNI på stötdämpning

	<b>Coilover vid hjulaxeln med individuell stötdämpning (likt fyrhjuling)</b>	<b>Homogen axel med centrerade stötdämpare för vippfunktion</b>	<b>Stora däck</b>
<b>Intressant</b>	Velove använder detta. Vanligt på exempelvis fyrhjulingar kanske skulle gå att köpa ett färdigt kit?	Kanske onödigt med både bladfjäder och spiralfjäder Bladfjädern bakom som sitter i ramen skulle kunna vara En ledad stålkonstruktion	Stora däck skapar en annan estetik på cykeln
<b>Positivt</b>	Mjukt och komfortabelt Enskiljd dämpning ger stabilitet	Tillåter tippfunktion i sidled utan någon drivknut i bakaxeln Relativt enkel konstruktion	Billig lösning Lätt att reparera
<b>Negativt</b>	Komplex konstruktion Dyr Svår att reparera	Hjulen lutar med bakaxelns lutning	Cykeln kan upplevas klumpig Stora däck har inte lika bra stötdämpning som traditionella stötdämpare

	<b>Bladfjädrad axel (likt släpkärna)</b>	<b>Ledad stum midja (med stötdämpare på sidorna)</b>	<b>Ledad midja (utan stötdämpare stag för konstant lodräta hjul)</b>
<b>Intressant</b>	Relativt enkel konstruktion	Enkel konstruktion	Går att kombinera med större hjul för att kunna få stötdämpning
<b>Positivt</b>	Ingen stötdämpare kan göra det gungigt	Stötdämparna låter axeln vinklas, men kan ändå hålla mot och motverka tippning	Enkel konstruktion Billigt Lätt att underhålla Hjulen hålls parallella även om axel lutar
<b>Negativt</b>	Tar upp mycket plats i framhjulsupphängning	Stötdämparna kommer inte bidra med någon stötdämpning	Ingen stötdämpning

## Bilaga 11: PNI på säte

	<b>Hårt säte</b>	<b>Traditionell cykelsadel</b>	<b>Säte med stoppning</b>
<b>Intressant</b>	Stolen skulle kunna vara i plast, trä eller komposit. Viktigt att ta hänsyn till hur lång sadeln är för att inte stöta i benen när man trampar i framdelen av sitsen.	Kräver justeringar i höjddled Kan vara svår att hålla balansen på då den har så liten sittyta	Viktigt att ta hänsyn till hur lång sadeln är för att inte stöta i benen när man trampar i framdelen av sitsen.
<b>Positivt</b>	Enkel att producera Enkel att rengöra Avskalad design Billig	Familjär och trygg design som man vet hur det fungerar Enkel att sätta sig på Väl testad och fungerar i kombination med trampor Finns stort utbud av sadlar och mycket forskning	Bekväm Skapar lite vibrationsdämpning Bra kraftöverföring med ryggstöd som support
<b>Negativt</b>	Hård Viktigt att den följer ryggens kontur och blir då svår att olika kroppar Svår att reparera Kan bli att sätet måste vara för kort eller framåtlutat för att det ska vara bekvämt och ändå gå att trampa	Obekväm under längre tid Liten yta som tar all kroppsvikt Kräver en upprätt sittställning vilket leder till högre tyngdpunkt och sämre kraftöverföring	Dyr Svår att laga Problem med att sitsen är ivägen när man trampar Tung Tar bort från cykelns avskalade känsla

	<b>Rund pall</b>	<b>Bredare sadel/sits med ryggstöd i tyg</b>	<b>Bredare sadel</b>
<b>Intressant</b>	Bekväm under kortare turer men under längre sittningar kan den skapa problem. Dock kan man enkelt ändra sittposition enkelt som möjliggör variation i	Platt sadelliknande sits kombinerat med ryggstöd löser problemet med att benen tar emot sitsen Kräver justeringar i framled	Kräver justeringar i höjddled

	sittposition		
<b>Positivt</b>	Enkel i och ur sittning Enkel utformning Billig	Bekväm Bra kraftöverföring med ryggstöd som support	Enkel i och ur sittning Enkel utformning Billig Avskalad design Påminner om en traditionell sadel vilket gör den bekant och inbjudande för en ny målgrupp
<b>Negativt</b>	Svårt att kombinera med trampor, om tramporna sätts lågt/under sadeln kommer den vara ivägen för benen, om den tramporna sitter högre kommer man tryckas bakåt och då skulle ett ryggstöd behövas	Det ser sportigt ut, kopplas inte till cykelestetik. Nytt och främmande för ovana användare Tar upp mycket plats jämfört med ex.sadel	Kräver en upprätt sittställning vilket leder till högre tyngdpunkt och sämre kraftöverföring

	<b>Bredare sadel/sits med ryggstöd</b>	<b>Limpsadel</b>	<b>Ligga på mage</b>
<b>Intressant</b>	Det finns möjlighet att ha ett en mer lutad position och få mer kraftöverföring med en lutad sits	Möjlighet att kombinera med ryggstöd och ha tramporna högre upp	
<b>Positivt</b>	Enkel i och ur sittning Enkel utformning Billig Avskalad design	En smalare sadel tillåter för att ha tramporna längre ned utan att benen tar i	Möjlighet till relativt låg tyngdpunkt
<b>Negativt</b>	Lite dyrare och mer avancerad	ondödig lång en kompromiss mellan sadel och sits som inte fyller något syfte riktigt, lite för bred för att ha en upprätt	Utesluter stora delar av målgruppen på grund av fysiska och atletiska möjligheter Påfrestande för handleder

		cykelställning och inget ryggstöd för att ha en ställning med pedalerna monterade högre upp	Ovant och oinbjudande
--	--	---	-----------------------

	<b>Ryggstöd med mycket väldigt bakåtlut</b>	<b>Stående position</b>
<b>Intressant</b>		
<b>Positivt</b>	Ergonomisk ställning Bra kraftöverföring Bekväm för långa distanser	Vikten läggs på fötterna vilka är vana att bära oss och ta hand om vibrationer och stötar Ingen sadel behövs, billigt, avskalat och lätt
<b>Negativt</b>	Avskräckande för nya användare Utesluter delar av målgruppen som inte är atletiska nog	Hög tyngdpunkt Påfrestande under långa turer Nytt och främmande och svårt att lära sig

## Bilaga 12: Pughmatris

KRAV	Vikt	1a	1b	2
Minimera kraftanvändning vid i- och urstigning	3	0	0	1
Minimera onaturliga kroppspositioner vid i- och urstigning	3	0	1	1
En tidseffektiv process vid i- och urstigning	4	0	0	1
Motverka instängdhet	3	0	1	1
Intuitiva styrreglage som kan användas utan förklaring	4	0	0	1
Liten kraftansträngning för att svänga.	3	0	0	-1
Bromsreglage intuitiva nog att användas på reflex i en nödsituation utan tidigare förklaring	2	0	0	1
Svängradie på max 3 meter	3	0	0	-1
Tillräcklig styvhet Tillräcklig hållbarhet	3	0	0	-1
Användaren ska inte behöva någon introduktion för att använda cykeln	3	0	0	1
Cykelns alla funktioner ska vara självförklarande	4	0	0	1
En självförklarande och enkel sittposition som är smidig att inta	3	0	-1	1
Undvika främmande element	3	0	0	1
Produkten ska bestå av cykeldelar	2	0	0	1
<b>SUMMA</b>		0	3	25







**CHALMERS**