



Design och produktutveckling av elcykel för arbetspendling

*Med avseende på cykelstyre, batteriplacering och en layout för
back office-system.*

Kandidatarbete i Teknisk design

**ANTON BERGHOLTZ, ALBERT CAHLIN, ERICA DAHLGREN NURMAN, SANDRA HOLGESSON,
PATRIK LINDSTRÖM JACOBSON och WILLIAM FALKENSTRÖM**

Design och produktutveckling av elcykel för arbetspendling

Kandidatarbete i Teknisk design

**ANTON BERGHOLTZ, ALBERT CAHLIN, ERICA DAHLGREN NURMAN, SANDRA HOLGESSON,
PATRIK LINDSTRÖM JACOBSON och WILLIAM FALKENSTRÖM**

HANDLEDARE: ISABEL ORDOÑEZ

EXAMINATOR: THOMAS NYSTRÖM

Kandidatarbete PPUX03

Andra generationens automatbalanserade tvättmaskiner

Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet Teknisk Design

© Anton Bergholtz, Albert Cahlin, Erica Dahlgren Nurman, Sandra Holgesson, Patrik Lindström
Jacobson och William Falkenström

Chalmers tekniska högskola
SE-412 96 Göteborg, Sverige
Telefon +46(0) 31-772 1000

Omslagsfoto: Anton Bergholtz
Tryck: Institutionen för Produkt- och Produktionsutveckling

Sammanfattning

Detta är ett kandidatarbete utfört på Chalmers tekniska högskola under våren 2013. Syftet med arbetet är att utifrån en befintlig elcykelprototyp, framtagen av Unicykel AB, vidareutveckla denna för att erhålla ett förbättrat koncept av elcykeln. Prototypcykelns främsta förbättringsområden är användarvänlighet och köregenskaper.

Konceptet ska utformas med avsikten att användas i en cirkulär affärsmodell och stor vikt läggs därför på kvalitet, modulariserbarhet och såväl ekonomiskt som miljömässigt hållbara lösningar. Den cirkulära affärsmodellen är fördelaktigt då den erbjuder ett specialområde på elcykelmarknaden och gör det gynnsamt att utforma hållbara produkter, även om tillverkningen blir dyrare.

Förundersökningar i form av intervjuer, enkäter och tester utförs för att fastställa de behov som finns i den tänkta kundgruppen. En relativt stor del av arbetet består av teori rörande cirkulär ekonomi, batterier och drivsystem då kunskap inom dessa områden krävs vid vidareutvecklingen. Med denna kunskap som bakgrund analyseras prototypcykeln och därefter utförs en konceptgenerering.

Digitala skisser av tre grundkoncept tas fram och presenteras för handledare, examinator och representant från Unicykel AB. Därefter väljs fyra fördjupningsområden, batteriplacering, back office-system samt displayfunktioner och styrets gränssnitt. Dessutom görs en skiss av den framtagna konceptcykeln. Resultaten inom fördjupningsområdena presenteras i form av skisser och modeller i fysisk form och i CAD. Arbetet med back office-systemet resulterar i en hemsida för att modellera de funktioner en potentiell/befintlig kund kommer i kontakt med.

Innehåll

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Inledning | 1 |
| 1.1 | Bakgrund | 1 |
| 1.2 | Syfte | 2 |
| 1.3 | Uppgifts- och problemformulering | 2 |
| 1.4 | Avgränsningar | 3 |
| 1.5 | Rapportbeskrivning | 3 |
| 2 | Teoretiskt underlag för cirkulär ekonomi, drivsystem och batterier | 5 |
| 2.1 | Cirkulär ekonomi | 5 |
| 2.2 | Drivsystem | 6 |
| 2.2.1 | Placering av motor | 7 |
| 2.2.2 | Sensorer | 8 |
| 2.2.3 | Drivlina | 8 |
| 2.3 | Energiförsörjning till elcykeln | 9 |
| 2.3.1 | Batterier | 10 |
| 2.3.2 | Bränsleceller | 15 |
| 3 | Metod och genomförande | 16 |
| 3.1 | Tidsplan | 16 |
| 3.2 | Behovsanalys | 16 |
| 3.2.1 | Intervjuer av potentiella målgrupper | 17 |
| 3.2.2 | Observationer av befintliga elcykelmodeller | 17 |
| 3.2.3 | Enkäter | 18 |
| 3.2.4 | Personas | 18 |
| 3.3 | Produktanalys | 18 |
| 3.4 | Kravspecifikation | 19 |
| 3.5 | Failure mode effect analysis (FMEA) | 19 |
| 3.6 | Workshop med batterier och bränsleceller | 19 |
| 3.7 | Konceptframtagning | 19 |
| 3.8 | Omkonstruktion enligt <i>Adaptive Redesign</i> | 19 |
| 3.9 | Modellering | 19 |
| 4 | Behovsanalys till grund för elcykelutveckling | 20 |
| 4.1 | Intervju av potentiella målgrupper | 20 |
| 4.1.1 | Bilpendlare | 20 |
| 4.1.2 | Kollektivpendlare | 23 |
| 4.1.3 | Krav på cyklar i allmänhet | 26 |
| 4.1.4 | Rangordning av egenskaper vid pendling | 28 |
| 4.1.5 | Sammanfattning | 28 |
| 4.2 | Cykelutrustning och hantering av denna | 30 |
| 4.2.1 | Packning | 30 |
| 4.2.2 | Väderskydd | 30 |
| 4.2.3 | Problem vid dåligt väder | 30 |
| 4.2.4 | Förvaring av cykelutrustning | 30 |
| 4.3 | Förundersökning av elcykelmarknaden | 31 |
| 4.4 | Nishikis elcykelprototyp | 33 |
| 4.4.1 | Test av Nishikis elcykelprototyp | 35 |
| 4.4.2 | Unicykels pilotprojekt | 35 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.5 | Personas | 38 |
| 4.5.1 | Klassisk användare | 38 |
| 4.5.2 | Sportig användare | 39 |
| 4.6 | Kravspecifikation | 39 |
| 4.7 | FMEA | 39 |
| 5 | Vidareutveckling av Nishikis elcykelprototyp | 40 |
| 5.1 | Analys av prototypcykelns struktur | 40 |
| 5.1.1 | Blackboxmodell | 40 |
| 5.1.2 | Funktionsstruktur | 40 |
| 5.1.3 | Komponentsamband | 41 |
| 5.2 | Konceptgenerering | 42 |
| 5.2.1 | Morfologisk matris | 42 |
| 5.2.2 | De tre ”grundkoncepten” | 42 |
| 5.3 | Packning | 45 |
| 5.4 | Vidareutveckling och fördjupningsområden | 46 |
| 5.4.1 | Batteriplacering och funktion | 47 |
| 5.4.2 | Layout för styrets användargränssnitt | 51 |
| 6 | Modellering av back office-systemets funktioner | 60 |
| 6.1 | Bakgrund och syfte | 60 |
| 6.2 | Utveckling av hemsida för funktionsmodellering | 60 |
| 7 | Diskussion | 63 |
| 7.1 | Intervjuer | 63 |
| 7.2 | Batteri och dess placering | 64 |
| 7.3 | Design av elcykelstyret | 65 |
| 7.4 | Back office-systemet | 67 |
| 8 | Slutsats | 69 |
| | Referenser | 70 |
| A | Bilagor | |
| A.1 | Gantt-schema | |
| A.2 | Intervjufrågor | |
| A.3 | Egenskaper att rangordna | |
| A.4 | Konverteringstabell | |
| A.5 | Pendlarnas prioriteringar från intervjuer | |
| A.6 | Kravspecifikation | |
| A.7 | FMEA | |
| A.8 | Specifikationer för Nishikis prototypcykel | |
| A.9 | Funktionsstruktur | |
| A.10 | Morfologisk matris | |
| A.11 | Vald helhetslösning klassiskt koncept | |
| A.12 | Vald helhetslösning sportigt koncept | |
| A.13 | Vald helhetslösning framtidskoncept | |
| A.14 | Slutgiltigt koncept | |
| A.15 | Imageboard - Klassisk | |
| A.16 | Imageboard - Sportigt | |

| | | |
|------|---|--|
| A.17 | Displayens gränssnitt vid olika menyval | |
| A.18 | Flödesschema Backoffice-system | |
| A.19 | Flödesschema hemsida Back office-system | |
| A.20 | Skärmdumpar av back office-systemet | |
| A.21 | Enkät: Hantering av packning och regnkläder vid cykelpendling | |
| A.22 | Personas | |
| | A.22.1 Klassisk användare | |
| | A.22.2 Sportig användare | |

1 Inledning

I dagens samhälle har man insett vikten av ett långsiktigt miljötänk. Det börjar dessutom bli allt mer fördelaktigt för företag att investera i miljömedvetna lösningar, framförallt eftersom efterfrågan från konsumenterna ökar men också för att samhället ställer högre krav än tidigare på miljövänlig produktframställning.

Ett exempel på en sådan miljömedveten lösning kan vara elassisterade cyklar. Dessa cyklar har de senaste åren blivit ett allt större fenomen och det finns idag ett flertal företag som ägnar sig åt tillverkning och försäljning av dem. Elcykeln erbjuder ett miljövänligare alternativ till bilpendling samtidigt som man behåller en del av bekvämligheten som bilpendling innebär. Det kan även ses som ett alternativ till pendling med kollektivtrafik. Elassistansen medför en behagligare och mindre ansträngande cykling för de som inte vill eller kan cykla med en vanlig cykel.

1.1 Bakgrund

Det Göteborgsbaserade företaget Unicykel AB har från och med tidigt 1980-tal tillverkat cyklar under varumärket Nishiki, där hög kvalitet och upplevelse/design varit i fokus. Ett forskningsprojekt har under 2012 bedrivits mellan Chalmers, Viktoria Swedish ICT AB och Unicykel AB där dessa har som mål att utveckla ett produkttjänstesystem för en elcykel. Ett av projektets grundidéer är att det ska bygga på cirkulär ekonomi, en modulär design ska därför eftersträvas för att ge möjligheten att byta ut trasiga/slitna delar istället för att kassera hela produkten. Forskningsarbetet har resulterat i en pilotserie om 7 prototypcyklar som under 2012 och 2013 fälttestas med hjälp av arbetspendlare i Göteborgsområdet där pendlarna abonnerar på cykeltjänsten.

Unicykel arbetar nu med att ta fram generation två av elcykelprototypen som ska utvecklas och produceras under 2013, med en färdig produkt i augusti/september 2013. Generation två bör utifrån fälttesterna vara betydligt mer anpassad till användarnas och företagets interna behov. Utöver att en väl fungerande elcykel behöver tas fram behöver även ett "backoffice"-system för tjänstedelen utvecklas. Systemet planeras administrera försäljning av tjänst, information, hantering av kundregister med mera.

Anledningen till varför Unicykel AB valt att göra en helt ny satsning och bredda sin produktkatalog är för att hänga med i teknikutvecklingen inom cykelindustrin. Elcyklar har varit på stark framgång under de senaste åren men ett stort problem är att de blir dyra att tillverka om hög kvalitet eftersträvas. Den dyra tillverkningskostnaden leder till ett högt försäljningspris, detta i sin tur ger en väldigt smal kundgrupp. En lösning på det här problemet kan vara att arbeta utifrån en cirkulär affärsmodell. Detta innebär i korta drag att man säljer en tjänst, inte en produkt. Företag säljer alltså inte cyklar utan kunden abonnerar istället på en "cykeltjänst". Man kan då spara på resurser samtidigt som man kan erbjuda en prisvärd tjänst som är ekonomiskt lönsam för både kunden och företaget. Det är framförallt framställningen av nytt material som är väldigt resurskrävande och har stor miljöpåverkan. Utvecklingen och framtagandet av elcykeln är även till för att gynna och underlätta för pendlare till och från arbetet. Resultatet av projektet är tänkt att nå ut till, utöver privatpersoner, företag som ska kunna köpa tjänsten och kunna erbjuda sina anställda ett alternativt transportmedel.

1.2 Syfte

Projektmål:

- Ta fram tre helhetskoncept anpassat för arbetspendling i ett nordiskt klimat för Unicykel AB. Av dessa tre, vidareutveckla ett och redovisa detta med skisser.
- Utveckla och modellera ett användarvänligt och funktionellt gränssnitt för cykelns styre.
- Undersöka olika placeringar och infästningar av batterier för att optimera användarvänlighet och erhålla ett uttryck som passar in i Nishikis befintliga utbud.
- Designa en layout för tillhörande "backoffice"-system för att modellera systemets funktioner.
- Sammanställa arbetet i en vetenskaplig rapport som ska presenteras 2013-05-30, Chalmers tekniska högskola.

Effektmål:

- Ge uppdragsgivaren en elcykel i konceptfas och större kunskapsbas rörande prenumerationsprodukter.
- Skapa och utveckla kunskap om hållbar utveckling, cirkulär ekonomi och modulär design.

Syftet, som kan ses som ett av projektmålen, är att tillsammans med företaget Unicykel AB utveckla ett koncept för generation tre av den elcykelprototyp som testas i dagsläget. Ett konceptförslag på en cykel med elektrisk drivhjälp ska tas fram för att sedan helt eller delvis produceras av företaget.

Utöver framtagandet av ett koncept ska även en konceptuell design för ett tillhörande "backoffice"-system utvecklas. Systemet ska underlätta för kunder att hantera sitt abonnemang och ge företaget möjlighet att administrera kunder och abonnemang samt kartlägga olika komponenter för att förenkla återtillverkningsprocessen. Med kartläggningen av komponenter menas att företaget ska kunna hålla koll på vad varje elcykel har genomgått för service, vad som har bytts på den samt vad det sitter för komponenter på den, både nya och äldre. Systemet ska lanseras i samband med att produktionsmodellen lanseras på marknaden i början på 2014.

1.3 Uppgifts- och problemformulering

Uppgiften är att ta fram ett koncept av en elcykel, där extra vikt läggs vid styrets gränssnitt och batteriets placering, som ska vara till för arbetspendling, med tillhörande boknings- och administrationssystem.

Deluppgifter:

- Att genom en modulär design underlätta service av elcykeln och att på så sätt förlänga dess livslängd.
- Att genom design och utformning förmedla en sportig, kvalitativ, luftig och användarvänlig känsla.
- Att designa en elcykel med goda köregenskaper, bland annat genom att eftersträva en låg och centrerad tyngdpunkt.
- Att generera en produkt anpassad för nordiskt klimat och som med hjälp av underhåll klarar att användas under minst sex till tio år.
- Att använda metoder för design, konstruktion, intervjuer och olika typer av tester för att erhålla ett tillförlitligt resultat.

1.4 Avgränsningar

- Konzeptets målgrupp avser bilister, kollektivtrafiksanvändare samt anställda i företag som använder cykeln som transportmedel i sin verksamhet.
- Det kommer endast tillverkas fysiska prototyper av ett cykelstyre samt ett batteri och dess hållare.
- Prototypen är tänkt att anpassas till det nordiska klimatet och inte till övriga världen.
- Fördjupning sker ej inom tillverkare och tillverkning.
- Arbetet med back office-systemet syftar till att utveckla en hemsidelayout och fastställa önskade funktioner hos denna och kommer inte att resultera i ett färdigt system.
- Konzeptet ska i första hand beskriva design och funktion hos de ingående delarna och inte lägga fokus på tekniska detaljer såsom uppfyllandet av krav för ramhållfasthet.
- Projektet är begränsat till 3 juni 2013.

1.5 Rapportbeskrivning

Rapporten är uppdelad i åtta huvudrubriker som följs av källhänvisningar och bilagor. De åtta huvudrubrikerna är

- "Inledning", här får läsaren en bakgrund till arbetet och en kort beskrivning av vad det kommer att handla om.
- "Teoretiskt underlag för cirkulär ekonomi, drivsystem och batterier", här förklaras olika begrepp och teknik som sedan kommer att ligga till grund för arbetet.
- "Metod och genomförande", där förklaras hur arbetet genomförs och vilka metoder som används.
- "Förundersökning till grund för elcykelutveckling", här kan man läsa om vad metoderna lett fram till.
- "Vidareutveckling av Nishikis elcykelprototyp", här hittar man de omkonstruktioner som görs av elcykeln, varför de görs och vad det leder till.

- "Modellering av back office-systemets funktioner", här står allt gällande back office-systemet.
- I "Diskussion" och "Slutsats" utvärderas arbetet och slutsatser dras gällande förbättringsområden vid eventuellt fortsatt arbete.

2 Teoretiskt underlag för cirkulär ekonomi, drivsystem och batterier

Under detta kapitel kommer den teori som används i projektet att redovisas. En mer detaljrik och djupgående teori kommer föras kring de fördjupningsområden som projektet innefattar.

2.1 Cirkulär ekonomi

Cirkulär ekonomi innebär att man, till skillnad från dagens linjära konsumtionsmönster, ser det som tidigare ansetts vara avfall som råvara och därmed tar till vara på jordens resurser. I dagens samhälle förbrukas råvaror i och med att produkter klassas som avfall efter en fulljord livscykel. Även om de ökade miljökraven gjort det allt vanligare att återvinna material går fortfarande mycket till spillo. Cirkulär ekonomi handlar inte enbart om att återvinna material från kasserade produkter, det handlar även om att produkterna ägs av tillverkaren istället för att de säljs. Möjligheter finns då att rusta upp produkter som tidigare ansetts som avfall eller använda gamla komponenter i nya produkter.

Fördelarna med cirkulär ekonomi är många. Att använda sig av befintligt material istället för att utvinna nytt är fördelaktigt för miljön eftersom jordens resurser är begränsade. Det har även stora ekonomiska fördelar på grund av att priserna inte stiger som en konsekvens av sinande råvaror. Många företagsledare tror att det kommer finnas stora fördelar med ett cirkulär ekonomiskt företagande inom en snar framtid (Foundation, 2012), inte minst på grund av det alltmer växande fokuset på en hållbar utveckling.

Dagens scenario kan se ut på följande sätt:

Konsumenten köper en produkt av tillverkaren och har en viss förväntan på livslängd. Tillverkaren känner till detta och vet även att om livslängden är för lång kommer företaget i slutändan inte sälja lika många produkter. En längre livslängd innebär också att produkten måste göras mer hållbar vilket troligtvis medför ett ökat tillverkningspris. Det ökade priset medför i sin tur att produkten blir mindre attraktiv utifrån kundens perspektiv. Resultatet blir att tillverkaren inte gör produkterna tillräckligt hållbara. När den köpta varans livslängd börjar närma sig sitt slut läggs den på hyllan eller slängs, det är tyvärr en väldigt liten del som återvinns. Detta kan bero på att konsumenten inte vet hur, var produkten ska tas om hand någonstans eller för att produkten inte är konstruerad för att på ett enkelt sätt plockas isär.

Den cirkulära ekonomin skulle istället kunna innebära att man som kund hyr produkten, eller snarare tjänsten. I uthyrningen ingår ett avtal om fri service och eventuellt också uppgraderingar av tjänsten. Konsumenten köper alltså en tjänst, inte en vara. Det skulle medföra att tillverkaren tjänar på att utforma produkten utifrån ett hållbarhetsperspektiv för att hålla längre och med en modulär konstruktion för att underlätta återvinning och service.

För att lyckas med en cirkulär affärsmodell finns vissa krav (Foundation, 2012), dessa listas nedan:

- Materialval optimerat för cirkulärt upplägg
- Hållbar design

- Modularisering/standardisering
- Enkel demontering
- Effektiv produktprocess

Dessa aspekter kommer att vara viktiga att ha i åtanke vid konceptutvecklingen för att säkerställa att ett koncept som lämpar sig för en cirkulär affärsmodell erhålls.

2.2 Drivsystem

Elektriska drivsystem är väldigt användbara i dagens samhälle där mycket handlar om att ha så låga miljöutsläpp som möjligt. Sådana här drivsystem har applicerats på cyklar vilket i sin tur gör det väldigt bekvämt för användaren. De drivsystem som finns på marknaden för just elcyklar idag är utformade på lite olika sätt och består av olika komponenter. De mest centrala delarna är själva elmotorn, sensorn samt hur överföringen sker mellan dessa två.

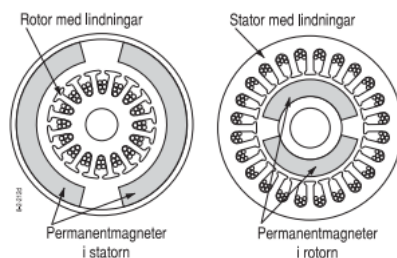
De främsta elmotorerna på marknaden idag är *stegmotorer*, *borstförsedda-* och *borstlösa likströmsmotorer*. Av dessa är likströmsmotorerna de som är relevanta för användningsområdet elcykel (Östergrens Elmotor AB, 2012). Anledningen till detta är för att de är de mest energisnåla och effektiva motorerna för ändamålet idag (Fredriksson, 2013). Dessa beskrivs mer ingående nedan.

Likströmsmotor

När det gäller likströmsmotorerna finns det borstförsedda och borstlösa sådana. De borstförsedda innehåller främst två stycken olika typer, permanentmagnetiserade motorer och serie-, shunt- och compound-motorer. Båda typerna är uppbyggda på ungefär samma sätt med en lindad rotor, även kallat ankare, och en stator med fältlindningar. Strömmen överförs via kolborstar till den kollektorförsedda rotorn (Östergrens Elmotor AB, 2012). Kollektorn är en skiva eller en trumma med lika många kontaktytor som antalet poler som finns. Vanligtvis är det två eller fler.

Vidare förklarar (Östergrens Elmotor AB, 2012) att principen för hur den borstförsedda likströmsmotorn fungerar är relativt lik stegmotorns. Ett magnetfält skapas även i den här motorn, men nu genom att de elektromagneter som är placerade tvärs statorns magnetfält strömförsörjs. Rotorn vrider sig då en pol attraheras av statorns nord- eller sydpol. Detta beroende på vilken riktning strömmen har. Tillsammans med rotorn vrider sig även kollektorn. I och med detta kommer borstarna att komma i kontakt med nya ytor och nya elektromagneter kopplas in.

De borstlösa likströmsmotorerna är uppbyggda på liknande sätt men liknar mer en stegmotor. Det är permanentmagneterna som roterar och spolarna är placerade i statorn. I Figur 1 visas enkla skisser på hur borstförsedda och borstlösa likströmsmotorer ser ut.



Figur 1: t.v: borstförsedd motor, t.h: borstlös motor (Östergrens Elmotor AB, 2012).

Fördelar med en borstlös gentemot en borstförsedd likströmsmotor:

- Kräver lite underhåll
- Relativt tyst
- Slipper mekaniskt slitage
- Passar bra till situationer med snabba start och stopp
- Relativt låg vikt
- Bättre vridmoment

Nackdelar med en borstlös gentemot en borstförsedd likströmsmotor är först och främst att en kontroller krävs. Tillsammans med en sådan krävs även extra drivelektronik, så som givare och sensorer, för att allt ska fungera (Östergrens Elmotor AB, 2012).

2.2.1 Placering av motor

Placeringen av motorer spelar stor roll för framförandet av cykeln vad gäller stabilitet och köregenskaper. På de elcyklar som finns ute på marknaden idag är det vanligast med borstlösa navmotorer, placerade i antingen framhjulet eller i bakhjulet. Fler och fler elassisterade cyklar, då främst mountain-bikes, går mot att ha motorer i trampnavet. Den här typen av motor kallas "vevlagmotor" eller "bottom bracket motor", och består vanligast av en borstlös elmotor. Drivningen av dessa trampnavsmotorer skiljer sig lite åt och det finns främst tre olika drivsätt. De kan driva det främre kedjehjulet med en kedja, direktdrivning av slutkedjan eller drivning genom vevlagrets axel (Endless-sphere, 2013). Utöver dessa finns det även mittplacerade motorer som direkt driver bakhjulet utan någon koppling till pedalerna.

"Vevlagmotorerna" kan använda sig av kedjeväxlarna för ökad kraftkapacitet i klättring av branta backar jämfört med navmotorerna. De har även god avkylningsförmåga, mer motorkraft per vikt, god hållbarhet och medför bättre stabilitet och köregenskaper (Endless-sphere, 2013). Komplexiteten hos dessa motorer gör att de är bäst lämpade för cyklar som används "off-road". Om cyklisten vill trampa utan hjälp från motorn måste motorn kopplas bort. Detta görs enklast med att en frigångskrans implementeras. Om detta görs kommer cyklisten uppleva ett ökat rullmotstånd från det mekaniska motståndet i motorn, motorns och elsystemets egenvikt kommer också att bidra till det detta.

Nackdelar med "vevlagmotor" i trampnav gentemot navmotor i ett av hjulen:

- Komplex, vilket medför svårare underhållsmöjligheter

- Begränsad kraft
- Ökat slitage på drivlinan
- Inte lika effektiv vid konstant hastighet på slätt underlag på grund av drivlinans förluster

2.2.2 Sensorer

När det gäller sensorn som ger information till motorn finns det även här olika varianter. I huvudsak är det tre sensorer som är aktuella, det finns också en sensor där två av dessa är integrerade. Dessa beskrivs nedan.

Fartsensor

Fartsensorn känner av hastigheten på hur fort tramporna snurrar. Därefter skickar sensorn information till det elektroniska systemet som i sin tur kan låta motorn hjälpa till i den mån som det behövs.

Momentsensor

Momentsensorn känner av momentet i trampnavet som cyklisten ger upphov till via tramporna. Det elektriska drivsystemet styr sedan motorn olika mycket beroende på vilket vridmoment som fås.

Hastighetssensor

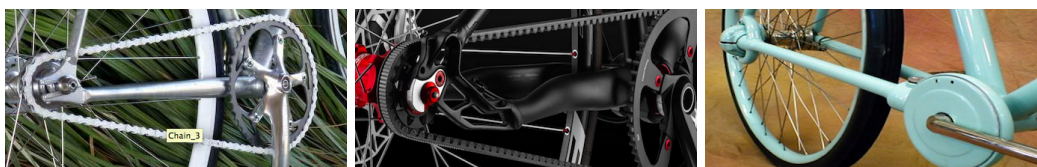
Hastighetssensorn känner av vilken hastighet som cykeln färdas i.

”Vevlags”-sensor

I en så kallad ”vevlags”-sensor (bottom bracket sensor) är både fartsensorn och kraftsensorn integrerade. Sensorn fungerar enligt de båda punkterna ovan, fartsensor och kraftsensor, och ger hela tiden drivsystemet ny information. Den här typen av mätteknik ger en behaglig och följsam motorsupport. På grund av ”vevlags”-sensorns goda inkapsling i vevlagret är den väl skyddad mot smuts och väta. Detta medför att god stabilitet och konsekvens i mättekniken bibehålls (TranzX, 2012).

2.2.3 Drivlina

Cyklar kan drivas på flera olika sätt men det absolut vanligaste är kedjedrift. Två andra exempel är remdrift och drivning med hjälp av en kardanaxel. Kedjedriften och remdriften är de metoder som i dagsläget kan ses som de mest beprövade, kedjor har funnits länge i cyklar och remmar är vanliga på motorcyklar. Nedan visas bilder på de tre drivlinorna och dessutom beskrivs för- och nackdelar med dessa tre metoder.



(a) Kedjedrift (Geographic, 2008), (b) Remdrift (CyclingTips, 2012), (c) Kardanaxel (Velonista, 2008).

Figur 2: De tre olika drivlinorna.

Kedjedrift

Kedjedriften är den absolut billigaste och mest beprövade metoden som finns i dagsläget och det är även det som talar för den. Det som talar mot kedjedriften är att kedjan måste smörjas kontinuerligt och att dess livslängd är kort på grund av korrosionsrisken. För användaren finns även risken för nedsmutsning av klädsel (Lindgren, 2013).

Remdrift

Istället för kedjedrift går det att använda en rem som driver cykeln framåt på ett liknande sätt. Remdrift är betydligt tystare, lättare, kräver inget underhåll gentemot kedjedriften och har lång livslängd (TheUrbanBike, 2011). Utöver dessa fördelar för remdriften med sig några nackdelar som är viktiga att ta i beaktning. En tvådelad ram krävs för montering av remmen och remmen i sin tur kan inte kombineras med ett utanpåliggande växelpaket, vilket gör att antalet växlar begränsas (Lindgren, 2013). Remmen behöver spännas åt med jämna mellanrum och driften i sig är mer kostsam än kedjedriften (Huang, 2008).

Kardanaxel

Kardanaxelns största nackdelar är att den ger stora transmissionsförluster, är tung och inte är lika beprövad som de andra två metoderna. Det krävs också en speciell ram för att kunna använda sig av en kardanaxel. På senare år har allt fler cykeltillverkare börjat tillämpa metoden och den finns till och med på elcyklar. Fördelarna liknar remdriftens, relativt underhållsfri och smuts på kläder undviks. Kardanaxeln kan dessutom användas som rotor för motorn vilket medför att motordriften går att bygga runt axeln vilket i sin tur medför en kompakt och inkapslad lösning.

2.3 Energiförsörjning till elcykeln

Dagens tekniksamhälle utvecklas i en mycket snabb takt när det kommer till användandet av energikrävande enheter. Speciellt portabla enheter, och ännu mer när tillgång till att koppla in dem i vårt elnät saknas. Detta ställer därför höga krav på tekniken som används i dessa enheter. Eftersom energi inte kan skapas (Energimyndigheten, 2009), utan bara omvandlas, måste portabla energikällor existera för att täcka marknadens tuffa krav.

Idag används framför allt batterier av olika slag till energilagring i mobila enheter. För att en elcykel ska fungera måste den erbjuda användaren hög prestanda. Därför är det viktigt att batteriet kan leverera och leva upp till de krav som användaren och tillverkaren ställer. De främsta kraven är

- Återvinningsbar och miljövänlig.
- Hög energitäthet.
- Energikällan ska gå att använda långa tidsperioder utan minskad prestanda, t.ex. för ett batteri att klara av många laddningscykler.
- Kort uppladdningstid.
- Låga framställningskostnader.

Trots att batterier har funnit länge på marknaden är batteriet långt ifrån färdigutvecklat. Framförallt inom portabla elektriskt beroende enheter. Forskning och utveckling resulterar årligen i en ökning av kapacitet hos batterier på cirka 8-10% (Buchmann, 2010). Jämfört med *Moore's lag* där utvecklingen av teknik förväntas ske betydligt snabbare.

"Moore's law is the observation that over the history of computing hardware, the number of components on integrated circuits doubles approximately every two years"

-Gordon E. Moore(Moore, 2011)

Om man applicerar detta citat på batteriets utveckling skulle en fördubbling av kapaciteten ske vart annat år. Istället för två år har litium-jon batteriet en uppskattad fördubbling på cirka 10 år, alltså fem gånger långsammare. Batteriutvecklingen har alltså en tendens att släpa efter övriga delar inom teknikutvecklingen och kraven från marknaden blir därför svåra att tillfredsställa.

2.3.1 Batterier

I detta delkapitel kommer först allmän fakta om batteriet att ges så som *Battericeller, geometriska förutsättningar, livslängd och battericykler och laddning av batterier*. Efter det kommer tre huvudgrupper inom batterier presenteras *Litium-jon, Nickelmetalhybrid och Bly-syra (SLA)*. Som avslutning sammanfattas batterierna i Tabell 1 där dem viktas mot varandra.

Battericeller

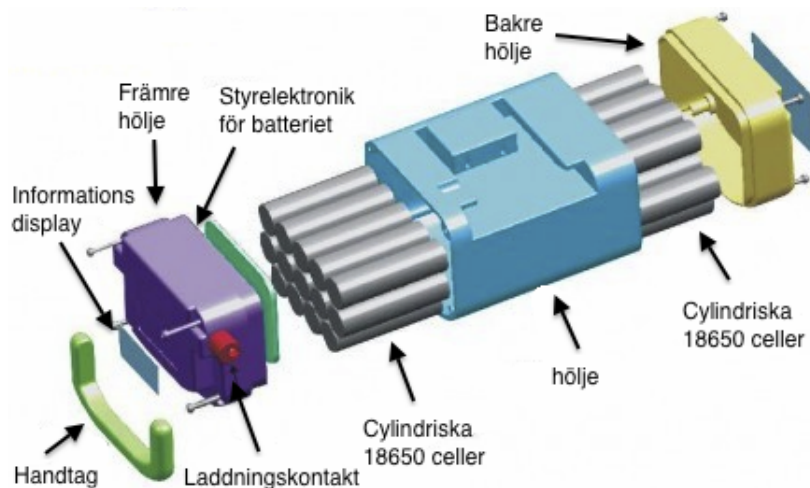
De vanligast förekommande batterisammansättningarna i elcykelsammanhang är 24 V, 36 V samt 48 V(Nyman, 2013). Enligt Nyman är batterierna uppbyggda av styrelektronik och 18-650 battericeller, på 3.7 V per cell. Dessa serie- och parallellkopplas sedan för att uppnå önskad spänning och ström. 18-650 är ett samlingsnamn på batterier som har samma form och storlek, diameter 18,25 mm, höjd 65 mm och väger cirka 45 gram. Idag massproduceras 18-650-cellen i stor utsträckning med hög prestanda i förhållande till priset.

Geometriska förutsättningar

Vid användning av batterier eller annan energikälla på elcykelar är det viktigt att energikällan är så lätt som möjligt. Även storleken på batteriet är begränsad. Små lätta batterier som smälter in i designen är viktigt för att inte ge cykeln ett klumpig utseende. Detta ställer höga krav på tillverkarna och deras utformning av batterier.

I dagsläget finns battericeller i många olika former, allt från runda till rektangulära. De är oftast inpackade i rektangulära höljen som ska skydda batteriet från yttre påfrestningar. Vissa batterier är mer känsliga mot olika geometriutföranden medan vissa klarar dem bättre. Detta gör att batterier som är mer anpassningsbara klarar geometriska utmaningar bättre och blir på så sätt enklare att implementera i produkter. Litium-jon batterier klarar av geometriska utmaningar bra.

Det som begränsar unika geometrier är battericellerna och dess styrning. Som nämnts ovan i delkapitel 2.3.1 har 18-650 cellerna en specifik utformning. En förklarande bild på hur det går att tillverka ett hölje med 18-650 battericeller integrerat ses i Figur 3.



Figur 3: Batterihölje till elcykel med styreelektronik och 18-650 celler integrerat (Elektrofahrad-einfach, 2009)

När det gäller bränsleceller och dess utformning finns det idag portabla moduler som skulle kunna gå att implementera på elcykeln. MyFC (myFC, 2011) är ett företag som utvecklar portabla bränsleceller som är väl utformade för att kunna användas på elcyklar. Dock inte ersätta det vanliga batteriet men komplettera det. Detta skulle medföra, med den teknik vi har idag, att det skulle ta större plats men elcykeln hade fått en längre räckvidd, se mer i delkapitel 2.3.2.

Livslängd och battericykler

Tekniken som används i uppladdningsbara batterier klarar i dagsläget endast av cirka 1000 laddningscykler (Larsson, 2013). Faktorer som påverkar antalet laddningscykler är framförallt tekniken bakom men även användandet av batteriet.

Ett perfekt, idealt batteri hade gett tillbaka samma elektriska energi som det var laddat med, men i verkligheten fungerar det tyvärr inte. Om ett batteri laddas upp till 100% av sin kapacitet kommer mindre än 100% att fås ut (Sandqvist, 2009). Hur mycket elektrisk energi som finns kvar är svårt att säga och beror mycket på vilket batteri som används och hur.

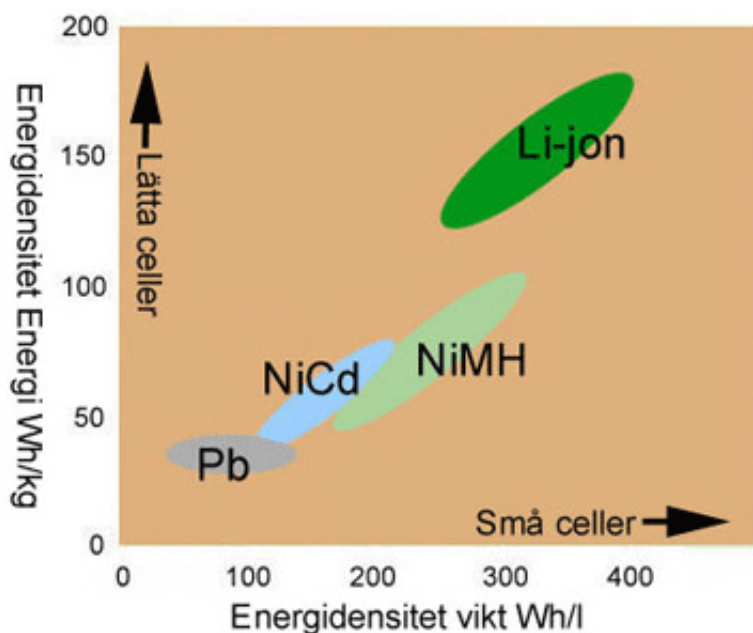
En annan nackdel som uppkommer med batterier är även batteriets förmåga att självurladda. Batteriet laddas alltså ur även om det inte används, speciellt om temperaturen är missgynnande. Görs detta en längre tid utan att batteriet laddas finns risken för permanenta skador på batteriet. Att lämna cykeln med batteriet kvar en kall vinter- eller en varm sommardag kan alltså resultera i ett trasigt batteri.

Vid energiförsörjning till elcykel använder i stort sett alla tillverkare batterier. Vilket typ av batteri som är lämpligast till elcyklar skiljer sig från tillverkare till tillverkare. På marknaden finns det tre typer av batterier som passar bättre till elcyklar, *litium-jon (Li-ion)*, *nickelmetalhybrid (NiMH)* och *blysyra (SLA)* (Larsson, 2013).

Laddning av batterier

Vilken energi som finns i batteriet beror på batteriets *energitäthet*, se Figur 4. För att bibehålla batteriets prestanda är det ytterst viktigt att batteriet laddas korrekt. Vid felhantering kan batteriet skadas eller gå sönder. Olika tillverkare har sina egna råd och riktlinjer om hur deras batterier ska underhållas.

När portabla batterier på elcyklar används och/eller laddas är det svårt att ta/ge batteriet konstant spänning och ström. Speciellt om elcykeln är utrustad med en generator som genererar ström under färden. Detta sätter stora krav på styrningen av batteriet så att battericellerna skyddas och används effektivt (Nyman, 2013), mer ingående förklaring av batteristyrningen (BMS) ges nedan i delkapitel 2.3.1. Som nämnts ovan är energitätheten en mycket viktig faktor vid val av batterityp. Ur Figur 4 kan man utläsa att litium-jon batterier har mycket goda egenskaper gentemot de andra sorterna.



Figur 4: Energitätheten skiljer sig mycket från batteri till batteri (Batteriforeningen, 2011). Utifrån grafen går det tydligt att utläsa att Litium-jon batteriet har högst energitäthet.

Litium-jon

På marknaden finns det en mängd olika typer av litium-jon batterier. Anledningen till det breda utbudet av litium-jon-batterier är att olika sammansättning får specifika egenskaper som tillfredsställer olika behov på marknaden. Behov och krav från marknaden är oftast prestanda, kostnad och säkerhet.

Det som kännetecknar litium-jon familjens egenskaper är:

- Oftast av mycket hög kvalitet. Håller oftast längre än bly-syra- och nickelbatterier. Litium är lättare än nickel och bly-syra vilket är en klar fördel i portabla elcyklar, då en lättare konstruktion medför högre prestanda.
- Tål många laddningscykler innan en märkbar defekt av batteriet uppkommer.
- Hög *energidensitet* i förhållande till vikt och storlek, se Figur 4.
- Miljöanpassade, med det menas att dem är helt fria från tungmetaller så som kvicksilver, kadmium eller bly. Mindre utsläpp släpps ut under produktion, och eftersom de även håller längre, minskar det omhändertagandet av miljöfarliga batterier i deponier.

Den kemiska blandningen och dess påverkan på egenskaper kan dock variera från typ

till typ av litium-jon batterier. Viktigt att tänka på när litium-jon-batterier används till elcyklar är att skydda dem från yttre slag och deformationer. Underhåll och kontrollerade laddningscykler är mycket viktigt.

Därför kräver Litium-jon-batterier i dessa sammanhang att ett så kallat *Battery Management System*, *BMS* är integrerat (Nyman, 2013). Det är som namnet säger ett slags styrsystem som reglerar urladdningen och påfyllning av battericellerna. Ett bra BMS-system hjälper till att skona batteriet från skador. Ett mindre bra system har svårt att styra urladdning och påfyllning på ett sådant sätt att battericellerna inte skadas. BMS-systemet är uppbyggt med ett kretskort som sitter direkt anslutet till battericellerna (Bike, 2012).

Battericellerna är i sig inte särskilt ömtåliga, det som är viktigt är att styrelektroniken skyddas (Nyman, 2013). Framför allt är det fukt och slag som måste motarbetas. Detta görs oftast genom att batterierna tillverkas med ett skyddande ytterhölje. Det är särskilt viktigt i Norden, där klimatet är blött och fukt bildas. Vid fukt i batteriets inre kan smygströmmar uppstå vilket påverkar prestandan. På bättre BMS-system finns inbyggda skyddsbarriärer som slår av spänningen när batteriets kritiska spänningsnivå underskrids. Även detta skyddar batteriet från att gå sönder. När det gäller 48 V batteri finns allmänna rekommendationer om att styrsystemet stänger av om spänningen understiger 44-46 V (wheel, 2012). Om ett litium-jonbatteri urladdas kraftigt går det med all sannolikhet sönder.

Det är viktigt att användaren underhåller batteriet. Det föreslås att ett litium-jon-batteri inte ska utsättas för extrema temperaturer. Batteriet ska dessutom konditionsladdas 2-3 gånger i månaden för att upprätthålla prestandan. Det är skonsammare för litium-jon-batteriet att laddas ofta istället för att skapa långa laddningscykler.

Nickelmetalhybrid

Nickelmetalhybriden är inte lika bra som litium-jon-batterierna när det kommer till räckvidd (Nyman, 2013). Därför används inte detta batteri i samma utsträckning som litium-jon-batterierna till elcyklar. Däremot väger nickelmetalhybrid batterier mindre än litium-jon vilket är en stor fördel.

Bly-syra, SLA

Blysyra, SLA (Sealed Lead Acid), är en av de absolut mest använda batterierna i portabla elfordon. Huvudfördelar med bly-syra-batterier är (Nyman, 2013)

- kostnadseffektiviteten. Bly-syra är de billigaste uppladdningsbara batterierna för elektriska fordon.
- utvecklad teknik.
- batteriets låga inre resistans. Vilket gör att batteriets förmåga att kvarhålla spänningen när batteriet används är goda och betydligt bättre än litium-jon- och nickel-batterier.

Nackdelar med bly-syra-batteriet är att materialet i sig är miljöfarligt. Låg energitäthet vilket medför kortare räckvidd. Är extremt känsligt när det kommer till urladdning. Laddas bly-syra-batteriet ur helt kan detta medföra permanenta skador på batteriet. Även överladdning är farligt för batteriet. Batteriet är även känsligt då långa avbrott från laddning sker.

Sammanfattning av batterier

De olika batterityper sammanfattas i Tabell 1. Där de olika batterier har jämförts.

2.3 Energiförsörjning till elcykeln

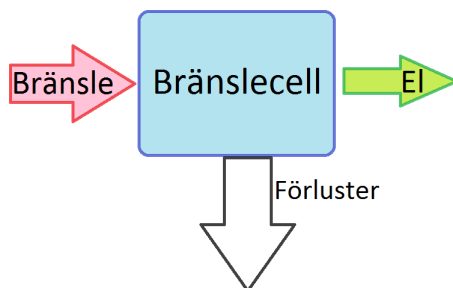
1. Bly-syra är det billigaste alternativet av de ovan nämnda. Bly-syra-batteriet är endast utformat för kortare resvägar och behöver mycket underhåll i form av laddning.
2. Litium-jon-batterier har bäst energitäthet och klarar längre sträckor än bly-syra. Litium-jon batterier bör laddas ofta men är inte lika känsligt som bly-syra batteriet. Laddningen går relativt snabbt vilket gör litium-jon batteriet passar utmärkt till elcyklar.
3. Säkerhet är något som blir allt viktigare i trafiken. Bly-syra är ur ett säkerhetsynpunkt bra batterier jämfört med litium-jon batterier som lider av stora säkerhetsbrister vid yttre påverkan. Priset är en av man väljer batteri. Här dominerar bly-syra batterierna som väl utvecklade och billiga. Litium-jon batterier är dyrare men håller generellt längre än ett bly-syra.
4. Framtida batterier förutspås få högre energitäthet. Storleken på batterier förväntas minska. År 2020 tror forskare att litium-jon baserade batterier kommer ha en kapacitet på cirka 350 Wh/kg (economist, 2013), vilket kommer förändra synen och användandet på mobila elfordon.

| | Litium-jon (Övergripande) | Nickelmetalhybrid | Blysyra |
|---|---|---|---|
| Energitäthet | ~25 - 62 Wh/l | ~15 Wh/l | ~5.4-9.5 Wh/l |
| Effektthätet | ~30-150 W/kg | ~20 W/kg | ~25 W/kg |
| Nominell cell spänning | 3.7 V | 1.2 V | 2 V |
| Ampeertimmar effektivitet | Mycket bra | Hyfsad bra | Hyfsad bra ~80%, beror mycket på laddningscykler och temperatur |
| Inre resistans | Mycket liten, ~<0,02 Ω/cell för 1 Ah | Liten, ~0,06 Ω/cell för 1 Ah | Mycket liten, ~0,022 Ω/cell för 1 Ah |
| Kommersiellt tillgänglig | Mycket bra | Bra | Mycket Bra |
| Driftstemperatur | ~ -20 - 80°C | ~ -40 - 80°C | Mycket dåliga egenskaper vid kalla temperaturer |
| Självladdning | Mycket liten, ~0.3% per dygn | Stor, ~ 5% per dygn | Hyfsat stor, ~2% per dygn |
| Laddningscykler (Förutsätter korrekt användande) | Mycket goda, 500-4000st | Goda, upp till 1000st | Goda, upp till 800st med 80% av kapaciteten kvar |
| Miljöpåverkan | Medel | Bra | Dåliga |
| Säkerhet | Mycket dåliga | Medel | Bra |
| Pris | Dyra | Medel | Billiga |
| Laddningstid (Grovt uppskattat) | 2-3 h, snabbaddning upp till 85% av kapacitet cirka 1 h | 1 h, snabbaddning upp till 75% av kapacitet cirka 1 h | 8 h, snabbaddning upp till 90% av kapacitet cirka 1 h |

Tabell 1: Sammanställningstabell av batterityperna ovan. Grönt markerar att batteritypen är bättre än de andra i tabellen och rött markerar en nackdel.

2.3.2 Bränsleceller

Till skillnad från batterier så lagras ingen energi i bränslecellen. Bränslecellens funktion är sådan att den omvandlar energi hos ett bränsle till elektrisk energi, se Figur 5.



Figur 5: Förenklad funktion för en bränslecell.

Med andra ord går det att få elenergi så länge det finns bränsle. Den fundamentala principen skiljer sig alltså inte mycket från den klassiska förbränningsmotorn. Fördelen med bränslecellen är att den har bättre verkningsgrad och som bränsle används vätgas med vatten som enda biprodukt vid energiomvandling (Nyman, 2013). Vätgas kan produceras i en reformer, som i sin tur kräver någon form av bränsle, till exempel metanol eller diesel.

Låt säga att system A består av en reformer som producerar vätgas av diesel, vätgasen används i sin tur i bränslecellen för att ge elenergi. System A skulle då ha bättre verkningsgrad och mindre växtgasutsläpp jämfört med en dieselmotor.

Elenergin som produceras måste användas direkt och kan inte lagras. Det är därför svårt att tänka sig ett homogent bränslecellssystem. Därför skulle det vara bra att kunna komplettera systemet med ett batteri som energibuffert för att kunna *ta ut energin när man vill*.

Det finns aspekter som gör att denna teknik är svår att applicera i kommersiellt bruk i dagens läge (Larsson, 2013):

- Den är fortfarande under utveckling.
- Den är fortfarande dyr.
- Infrastruktur finns inte för att tillgodose en ökad efterfrågan av vätgas.

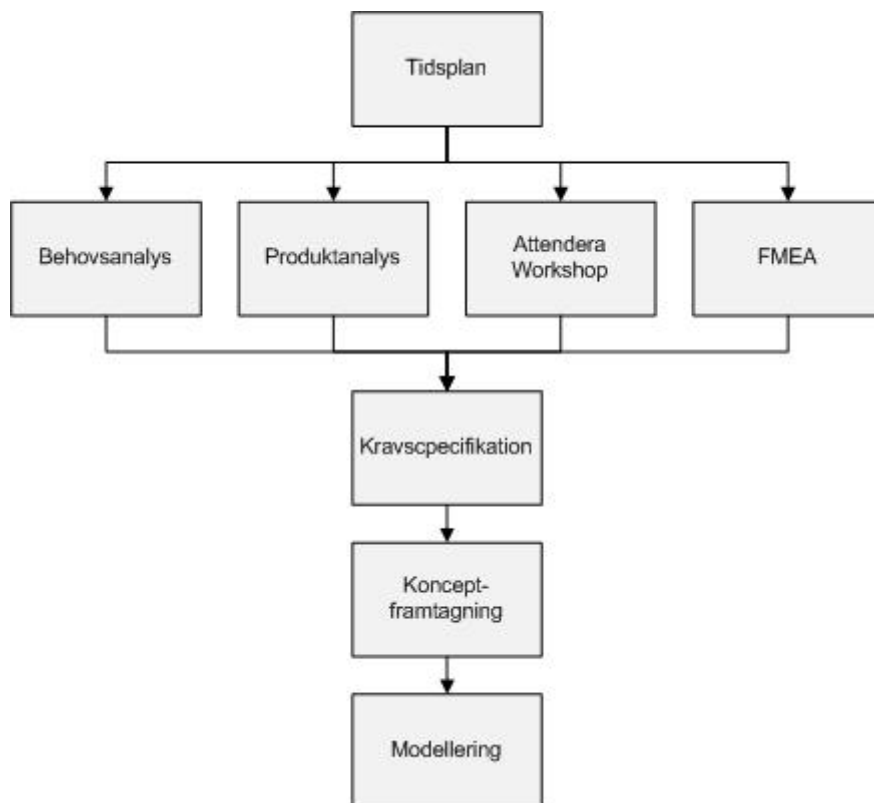
Idén om användandet av bränsleceller på en elcykel är en attraktiv sådan, om än inte helt realistisk i nuläget med avseende på kostnad och infrastruktur. Det finns dock möjliga användningsområden, nämligen

- som ett reservaggregat vid låg batterispänning.
- för kontinuerlig stödladdning av batteriet för att erhålla längre räckvidd.
- som full ersättning för andra laddningsalternativ för batteri, eftersom bränsleceller har god verkningsgrad och är bra ur miljösynpunkt.

Det kan sammanfattas som att tekniken inte riktigt är mogen än, men bränsleceller är något som bör följas med intresse allteftersom tekniken går framåt.

3 Metod och genomförande

Detta kapitel syftar till att ge en beskrivning av de metoder som används under projektets gång samt en beskrivning av genomförandet. Nedan i Figur 6 ses ett flödesschema över den ordning metoderna använts.



Figur 6: Processbeskrivning över använda metoder i form av ett flödesschema.

3.1 Tidsplan

För att få en överblick av de moment som ska genomföras under projektets gång och den tid som finns till förfogande skapas en tidsplan i form av ett Gantt-schema (Multimediateknik, 2011). Gantt-schemat visar de uppgifter som planerats och den tidsperiod de ska utföras under. Gantt-schemat hålls hela tiden uppdaterat om för mycket eller för lite tid tilldelats en viss uppgift, eller om fler uppgifter tillkommer under projektets gång. Den senaste versionen av Gantt-schemat kan ses i Bilaga A.1.

3.2 Behovsanalys

För att kunna genomföra projektet har det varit nödvändigt att undersöka dagens elcykelmarknad för att se vad det finns för modeller, hur dessa är konstruerade och vilka specifika lösningar på olika problem som de har. Detta har gjorts via grundläggande observationer av befintliga produkter på marknaden. Det har även varit nödvändigt att kartlägga olika människors pendlingsvanor. Detta för att ta reda på vilka krav de har på olika färdssätt för

att kunna konkretisera vilken rimlig målgrupp produkten kommer att ha. Även vilka krav konsumenter kan komma att ställa på produkten.

3.2.1 Intervjuer av potentiella målgrupper

Syftet med intervjuerna har varit att kartlägga olika människors pendlingsvanor till och från arbetet och vad som är positivt och negativt med just det sättet. Resultatet ska ligga till grund för en tydlig målgrupp för produkten samt olika konsumentkrav på densamma. Den minst troliga målgruppen anses vara människor som redan pendlar med cykel varför undersökningen främst riktar sig mot personer med andra pendlingsvanor.

Fjorton personer har intervjuats (boendes i västra eller södra Sverige, främst Göteborg) och samtliga är fast anställda eller är studerande på högskola (elva respektive tre). Andelen kvinnor respektive män som intervjuats är tio respektive fyra. Intervjupersonerna har valts ut efter tillgänglighet eller genom frivillig anmälan och deras bakgrund varierar. Samtliga tillhör dock kategorierna bilpendlare, kollektivpendlare eller gångpendlare (6, 7 respektive 1 styck(en)).

De frågor som ställts i intervjuerna presenteras i Bilaga A.2. Tillvägagångssättet varierade, de flesta intervjuerna gjordes en och en i ett avskilt rum men även telefonintervjuer förekom. Även graden av personlig kontakt varierade där majoriteten av objekten var bekanta med intervjuaren och ett fåtal var mer nära bekanta. Objekten var på förhand kort informerade om ämnet men hade inte gjorts mer insatta än så.

Knappt hälften av intervjuerna spelades in och för resterande skedde en utskrift under intervjuens gång. Utskrifterna och intervjuerna har gjorts av olika tolkare men gemensamt är att utskrifterna har en mer skriftspråklig karaktär och har redigerats för att endast innehålla det som är av intresse. Utskrifterna presenteras inte i rapporten utan endast analys kombinerad med de viktigaste resultaten presenteras i Kapitel 4. Intervjuerna har analyserats i två steg, en kategorisering efter frågor och sedan en sammanfattning. Resultatet presenteras som *Bricolage* med en narrativ form.

Vid intervjutillfället ombads de intervjuade även att rangordna nio olika egenskaper/aspekter utifrån hur viktiga de är vid pendling i allmänhet. Egenskaperna att beakta presenteras i Bilaga A.3. Resultatet har sammanställts till en gemensam rangordning som analyseras i kapitel 4.

3.2.2 Observationer av befintliga elcykelmodeller

Olika elcykelmodeller som finns på marknaden under 2012 och 2013 har observerats direkt genom att de testcyklats. *Giant Swift* och *Pather Phanter* har testcyklats under en kortare period av fyra av projektmedlemmarna som sedan diskuterat och sammanställts sina erfarenheter av testerna. De övriga två cyklarna, *EcoRide Ambassador* och *Zet Apollo Swift* har under en månads tid använts till vardagspendling av två utomstående, vana cyklister som sedan delgivit gruppen resultatet. Deras referenser är främst vanliga cyklar och kortare upplevelser av andra elcyklar. Jämförelserna har därför främst varit subjektiva och med en aning varierande referenser. Syftet var att ge en inblick i hur dagens elcyklar fungerar och vilka tekniska lösningar som finns på marknaden idag. Detta ska ge ett resultat som är användbart under kravsättning och konceptgenerering. En sammanfattning av modellernas observerade egenskaper presenteras i Kapitel 4.3. De modeller som har testats och observerats är:

- EcoRide Ambassador (2012)
- Zet Apollo Diplomat (2012)
- Giant Swift (2013)
- Panther Phanter (2013)

3.2.3 Enkäter

Unicykels enkät

Unicykel AB har utvecklat en första generationens prototyp av sin elcykel som under hösten 2012 och under 2013 testas i vardaglig användning hos utomstående personer i en testgrupp. Unicykel AB har kontinuerligt sammanställt deras upplevelser av användandet via enkäter. Resultatet från dessa har projektgruppen tagit del av och analyserat. Syftet med detta har varit att kartlägga deras upplevelser av elcykling i allmänhet och av prototypen i synnerhet. Resultatet ska även ligga till grund för kravsättning ur en konsumentsynpunkt samt vilka tekniska lösningar som fungerar bra respektive dåligt i praktiken. Det ska även identifieras olika förbättringsområden att ta hänsyn till under konceptgenereringen. En sammanfattning av enkätsvaren samt en kort analys presenteras i delkapitel 4.4.2.

Enkät om cykelutrustning

En digital enkät som syftade till att ge en inblick i hur packning och annan utrustning kan hanteras vid cykelpendling och hur cykelpendlare löser det idag har sammanställts. Denna lades ut på två svenska cykelforum med omkring 12500 – 13000 medlemmar vardera; *Swebikers.se* och *Cykelforum.se*. Sammanlagt svarade 34 personer på enkäten vilket både gav en breddvarierat resultat och gjorde det möjligt att urskilja vissa speciella åsikter. I enkäten låg fokus på hur cyklister hanterar kringrustning (samt vad denna utgörs av) i samband med ”dåligt väder”. En sammanfattning av enkäten presenteras i delkapitel 4.2.

3.2.4 Personas

Från intervjuerna togs två stycken *personas* fram för att beskriva de tänkta konsumenterna, dessa återfinns i delkapitel 4.5. Målet med detta är att ge en bild av den tänkta målgruppen vilket i sin tur gör det möjligt att analysera de behov och önskemål som behöver uppfyllas för att erhålla en attraktiv produkt för den avsedda målgruppen.

3.3 Produktanalys

En analys av prototypen som Unicykel AB tagit fram har utfört, se delkapitel 5.1.3. Den består av en *DSM-matris* (Design Structure Matrix) som utvärderat de olika gränssnitten i produkten och föreslår komponenter som är möjliga att kombinera och därmed erhålla en mer modular design. En *blackbox-modell* och en *funktionsstruktur* över cykeln har också gjorts för att ge en överblick över de ingående komponenterna och funktionerna de utför. Prototypen och dess funktioner har testats av kandidatgruppen men också av en grupp testcyklare, se Kapitel 4. Den respons som fåtts från testcyklarna tillsammans med det intryck kandidatgruppen fått av att testa cykeln har legat till grund för hur den nya cykeln bör utformas för att vara så användarvänlig som möjligt.

3.4 Kravspecifikation

Krav och önskemål på konstruktionen är listade i *kravspecifikationen* där mätvärden och verifieringsmetod finns sammanställt, se delkapitel 4.6. Krav och önskemål är främst baserat på intervjuer och bakgrundsinformation från Unicykel AB, men även viktiga lagkrav ligger till grund för utformningen av de tre koncepten. I kravspecifikationen går det att utläsa kolumnen *Krav/Önskemål* där det redovisas om raden är ett krav eller önskemål. Är det ett önskemål viktas önskemålet efter dess prioritet.

3.5 Failure mode effect analysis (FMEA)

Syftet med en *FMEA* är att förutspå möjliga fel som kan uppstå med konceptcykeln. För detta utvärderas och poängsätts felens konsekvenser med hänsyn till deras frekvens, allvarlighetsgrad och upptäckningsgrad. Poängsättningen som visar på vilka fel som är mest bekymmersamma, ligger till grund för att föreslå åtgärder som bör genomföras för att hindra att dessa fel uppstår. FMEAn hittas i delkapitel 4.7.

3.6 Workshop med batterier och bränsleceller

En workshop anordnades den 2012-02-20 av Vätgas Sverige som behandlade batterier och bränsleceller, deras styrkor, svagheter och framtidsutsikter. Workshopen närvarades med syfte att ta del av denna information. Det fanns även tid att prata med kunniga inom respektive område för att genom dialog få tips på vad som är applicerbart inom elcykelområdet. Resultat från workshopen kan läsas i Kapitel 2.

3.7 Konceptframtagning

För att ta fram ett koncept baserat på den information som tagits fram och de tester som utförts tillämpades idégenerering. Både friare former så som brainstorming och mer kontrollerade former så som en Morfologisk matris användes för att få fram så många del- och helhetslösningar som möjligt. De bästa lösningarna togs därefter fram med kravspecifikationen som underlag, ses i Kapitel 5

3.8 Omkonstruktion enligt *Adaptive Redesign*

Under omkonstruktionen används i huvudsak *Adaptive Redesign*. Med det menas att vissa funktioner och lösningar från Unicykels prototyp behålls till konceptcykeln. Detta för att fokusera på valda områden istället för att designa en hel cykel och alla dess komponenter. Vissa nya komponenter kommer utvecklas och ersätta redan befintliga komponenter (Otto and Wood K, 1996), omkonstruktionen återfinns i Kapitel 5.

3.9 Modellering

För att ge en tydlig bild på hur det slutgiltiga konceptet ser ut och är tänkt att fungera har fysiska modeller i styrofoam och uriol skapats. Modeller av vissa komponenter har även skapats med hjälp av CAD, se Kapitel 5.

4 Behovsanalys till grund för elcykelutveckling

Under den inledande undersökningsfasen har flera resultat uppmärksammats. Här presenteras de som är mest relevanta för projektet. Både resultat som kommit fram genom användning av presenterade undersökningsmetoder men även vidare analyser av resultaten presenteras.

4.1 Intervju av potentiella målgrupper

Intervjupersonerna kan kategoriseras i tre grupper: bilpendlare, kollektivpendlare och gångpendlare. Resultatet från dessa skiljer sig i huvudsak åt, därför kategoriseras även större delen av resultatet och analysen på samma sätt. Då ingen hänsyn till intervjupersonernas tillhörighet till ovan kategorier tagits vid urvalet av personerna blev antalet personer i varje kategori slumpartad. Endast en gångpendlare intervjuades och det resultatet presenteras och tolkas inte då det hade blivit allt för snedvridet.

4.1.1 Bilpendlare

Samtliga är fast anställda på olika arbeten i eller i närområdet kring Göteborg. De är även bosatta i stan (dock inte centralt) eller i närliggande kommuner.

Tiden det tar att bilpendla till jobbet varierar mycket hos respondanterna. Det är den kategori som generellt har längst avstånd och även mest spridning på avståndet till arbetet. Detta kan helt enkelt förklaras med att det går snabbt att ta sig långa sträckor med bil. Gemensamt är att respondanterna anser att det går fort, relativt den sträcka de behöver ta sig. Detta då samtliga kan tänka sig att pendlingen får ta längre tid än den gör idag (genomsnitt 54% - 65% längre tid). En av bilpendlarna, som har tre mil till jobbet idag uttrycker det enligt följande.

"Med bil nu tar det tjugo till tjugofem minuter. Längsta tid det får ta är väl ungefär fyrtiofem minuter."

- Bilpendlare 1

Restiden beror mycket på den ibland oberäkneliga trafiksituationen och på andra ärenden som de gärna utför längs vägen. Såsom att handla eller lämna och hämta barn på dagis (hälften av respondanterna har barn). Bland annat Bilpendlare 2 menar på att tidpunkten är avgörande för restiden.

"Totalt tar det tio till femton minuter, mycket beroende på bilköer. Detta beror ju på tidpunkten man reser."

- Bilpendlare 2

Flera vittnar dessutom om att den absolut maximala tiden pendlingen får ta är en timme.

"Det får inte ta mer än en timme, det är väl till och med så att man väljer att bo inom den radien."

- Bilpendlare 1

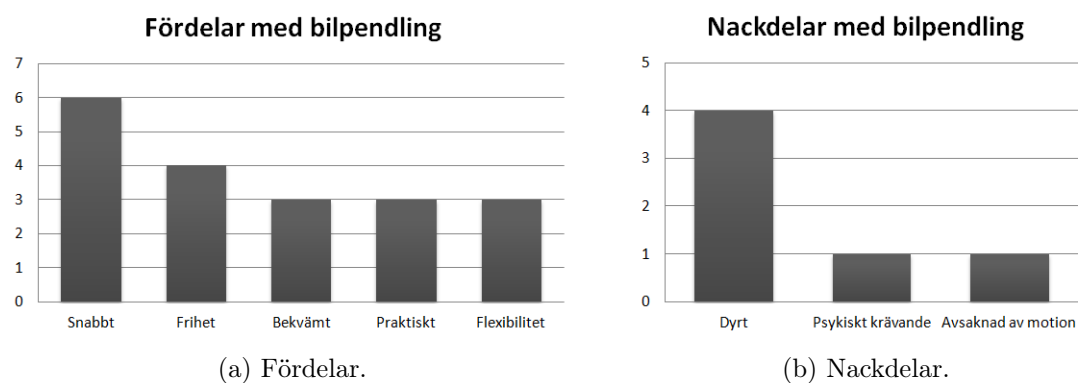
4.1 Intervju av potentiella målgrupper

Den maximala restiden varierar också beroende på andra åtaganden, exempelvis måste en av respondanterna alltid hämta sina barn på dagis en halvtimme efter att hon slutat jobbet. För henne blir bil nödvändigt i den situationen.

I Figur 7 visas stapeldiagram över nämnda för- och nackdelar med bil som förmedel. Staplarna visar hur många av de tillfrågade som nämnt varje för- respektive nackdel. Den korta restid som bilen erbjuder samt friheten med bil är de vanligaste fördelarna medan den höga kostnaden är den absolut vanligaste nackdelen. Den höga kostnaden vägs i de flesta fall upp av de många fördelarna vilket gör att respondanterna inte ser det som ett stort problem. En av respondanterna uttrycker hur hon ser på kostnaderna enligt följande.

”Jag uppskattar månadskostnaden till 1500:- inklusive skatt och försäkring. Men det är värt att det kostar lite mer med bil i och med bekvämligheten och möjligheterna.”

- Bilpendlare 3



Figur 7: För- och nackdelar med bilpendling utefter förekomst hos intervjupersonerna.

Friheten innebär framförallt möjligheten att styra sin egen restid, Bilpendlare 2 uttrycker hur friheten är för henne.

”Av ren slapphet är det bekvämare att styra restiderna själv.”

- Bilpendlare 2

Hon uttrycker även fördelen att bil är praktiskt, att det är enkelt att ta med sig exempelvis packning.

”Jag kan inte promenera för packningen är för tung, det hade dessutom tagit för lång tid utan bil.”

- Bilpendlare 2

De flesta har dock inte med sig mycket packning till jobbet i vanliga fall, en eventuell lunchlåda, en liten mängd arbetsmaterial, dator eller en väska med träningskläder. Det verkar framförallt vara vetskapen om att kunna ta med sig saker när det behövs som är fördelen.

Flexibiliteten innebär bland annat möjligheten att utföra ärenden på vägen till eller från jobbet. Ett exempel är möjligheten att ha med sig en väska med träningskläder och kunna träna efter jobbet.

"Jag åker ofta och tränar efteråt, då blir det för omständigt utan bil."

- Bilpendlare 4

Ingen ser en elcykel som ett direkt alternativ till bilen året om. En av de tillfrågade skulle kunna tänka sig att cykla ibland, hennes största hinder är dock dåligt väder och dåligt väglag samt det långa avståndet mellan bostad och arbete.

"På sommaren visst, det hade kunnat vara skönt. Om jag hade obegränsat med tid och om det var fint väder. Finns ju backup om man inte orkar trampa dessutom, men inte året runt nej."

- Bilpendlare 5

Hon börjar dock fundera på om hon bodde och jobbade centralt och menar då på att elcykel eller vanlig cykel hade varit det bästa alternativet.

"Då hade jag gjort det, eller cyklat vanligt, då hade det varit helt onödigt att åka bil. Bara om jag behöver ha med mig mycket saker eller handla mat på vägen hem kan det vara bra med bil."

- Bilpendlare 5

De som ändå kan tänka sig att cykla åtminstone ibland, ser inte elcykeln som ett alternativ (förutom Bilpendlare 5). De vill snarare få så mycket motion som möjligt om de ändå ska cykla. Flera menar på att den fysiska ansträngningen är något bra, om man ändå ska cykla.

"Vill inte ha elcykel för om man ska pendla med cykel är konditionsträningen en fördel!"

- Bilpendlare 2

Noterbart är att de flesta ser ansträngningen som något positivt men prioriterar ändå bekvämligheten först. Det kan spekuleras i huruvida de uttalandena verkligen är sanningsenliga i praktiken eller om de mest är ambitiösa uttalanden utan verklighetsförankning.

Fördelarna med en elcykel kontra vanlig cykel är snarare en potentiellt kortare restid och om det finns modeller med väderskydd. Tre stycken anser att det faktum att man kan få hjälp att trampa och slippa komma helt utmattad till jobbet är en bra funktion. Men de ser samtidigt inte ansträngningen som ett problem personligen. En person uttrycker att han snarare planerat resan mer för att minska ansträngningen.

"Jag hade i det läget planerat att åka hemifrån tidigare så att jag kan cykla långsammare eller komma fram tidigare så att jag har tid att återhämta mig."

- Bilpendlare 1

Bilpendlare 5 spekulerar vidare kring användandet av elcykel och tror den är bra för dem som har det extra jobbigt att cykla.

"Jag tror att fler som har barn skulle välja cykel om elcykeln var ett alternativ, det är ganska tungt att cykla med barn på."

- Bilpendlare 5

4.1 Intervju av potentiella målgrupper

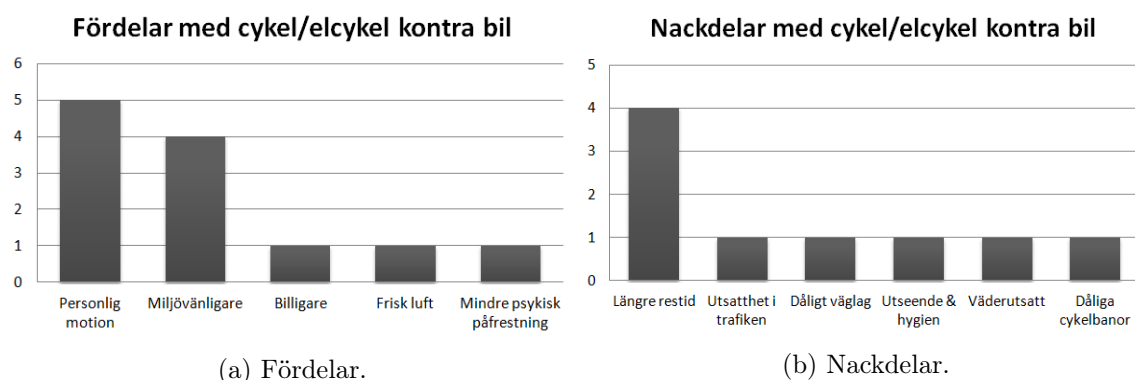
Intervupersonerna blev ombedda att nämna spontana för- och nackdelar med cykling eller elcykling kontra bil. Dessa presenteras i Figur 8 där staplarna representerar hur många som nämnt varje för- respektive nackdel.

Spontana nackdelar som uttrycks är bland annat att utseendet och den personliga hygienens påverkas negativt. Någon anser även att cykelhjälmen förstör frisyren. Hon är dessutom orolig för att cyklister är mer utsatta i trafiken.

"Man vill vara vara fräsch när man kommer till jobbet vilket gör att man måste hålla ett lagom tempo. Man skulle däremot kunna cykla fortare på hemvägen, det kräver dock att omgivningen också kör så pass lugnt att man inte blir överkörd."

- Bilpendlare 2

Noterbart är att Bilpendlare 2 ser hygienens som en nackdel med cykling men ändå anser att cykel är ett bättre alternativ än elcykel. Trots att det senare inte påverkar den personliga hygienens i samma utsträckning.



Figur 8: För- och nackdelar med elcykling/cykling kontra bilpendling utefter förekomst hos intervjupersonerna.

Bilpendlare 5 är dock den som är fortsatt positiv till elcykeln och ser framförallt den minskade psykiska påfrestningen som en fördel, dels att hon får tid att tänka men även ett allmänt ökat välbefinnande.

"Det är inte bara fysiskt främjande, utan även psykologiskt bra. Kör man bil och är förbanad svär man till exempel över trafiken, men om man cyklar kan man bara trampa ur sig frustrationen istället, grymt bra!"

- Bilpendlare 5

4.1.2 Kollektivpendlare

De intervjuade kollektivpendlarna har väldigt varierande resväg till respektive arbete eller skola. För vissa har det varit intressant att analysera hela deras resväg och i andra fall har det endast ansetts nödvändigt att analysera resvägen till närmaste tågstation eller dylikt.

Generellt är avståndet från hemmet till arbetet kortare än för bilpendlarna (med undantag av de som åker tåg en längre sträcka). Dock varierar restiden avsevärt mycket mer

4.1 Intervju av potentiella målgrupper

beroende på kollektivtrafikens begränsningar i form av resvägar, byten och hållplatsernas lokaliseringar. I de fall där pendlaren har ett eller flera byten under sin resväg ökar restiden väsentligt.

En vanlig inställning är att restiden inte är något som går att påverka då att resa kollektivt ses som den enda realistiska möjligheten. En av personerna uttrycker det enligt nedan då hon anser det vara för dyrt med bil och inte vill cykla.

"Jag har inte så många alternativ så jag ser inte restiden som något jag kan påverka och tycker väl inte heller att det spelar så stor roll."

- *Busspendlare 1*

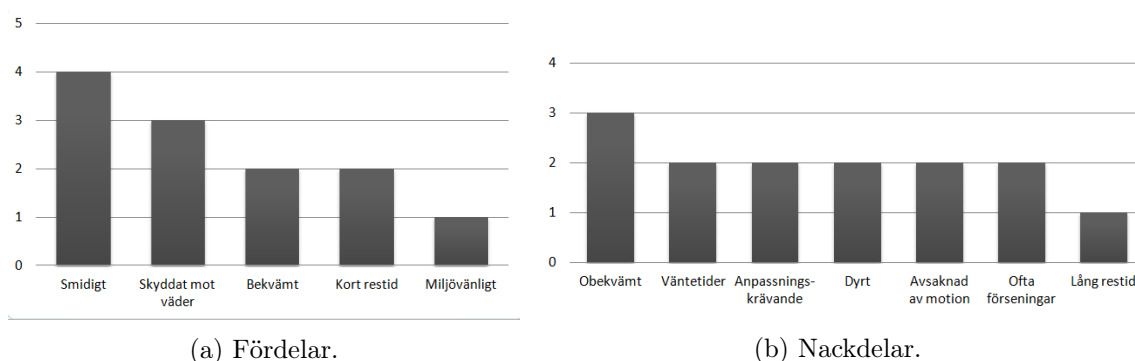
Andra som bor mer centralt, nära en hållplats med många avgångar och anser att deras restid är relativt kort (ca 15 min) ser inga större problem med en längre restid.

"Det får ta relativt lång tid bara antalet byten mellan olika transportmedel och spårvagnar är lågt, det underlättar om det går att sitta kvar på samma spårvagn."

- *Spårvagnspendlare 1*

Utifrån personernas restid idag kontra deras uttryckta maximala restid får i genomsnitt deras maximala restid vara cirka 31% längre än den pendlingstid de har i dagsläget. Detta vittnar om att de upplever att resättet tar längre tid kontra resväg jämfört med för bilpendlare.

Av kollektivpendlarna är fyra heltidsarbetande medan resterande är studenter. De är generellt yngre än bilpendlarna och i kategorin finns större variationer i bland annat personernas ekonomiska situation. I Figur 9 visas de för- respektive nackdelar som lyfts fram för kollektivpendling generellt. Staplarna i figuren representerar hur många som nämnt varje för- respektive nackdel. Fördelar som lyfts fram är att det är ett smidigt färdmedel (betyder snarare att kollektivtrafiken på den specifika orten har många avgångar än att färdstället är smidigt i stort) och att passagerarna är skyddade mot vädret. Bland annat avsaknaden av frihet, beroendet av kollektivtrafikens avgångstider samt den höga frekvens av trafikstörningar lyfts fram som problem.



Figur 9: För- och nackdelar med kollektivtrafik utefter förekomst hos intervjupersonerna.

Majoriteten anser att de inte har något val än att välja kollektivt som resätt. Det anses dock vara för dyrt (framförallt för studenter). Spårvagnspendlare 1 som är student tycker att priset, ca 350:- per månad, är för dyrt.

4.1 Intervju av potentiella målgrupper

"Dagens priser på spårvagnskorten är alldeles för höga, jag har tidigare inte köpt spårvagnskort utan "plankat" istället."

- Spårvagnspendlare 1

Men framförallt är det obekvämligheten och trängseln under rusningstrafik som lyfts fram som det mest negativa med kollektivtrafiken, bland annat av en busspendlande student. Även om resättet kan anses vara bekvämt i övriga fall.

"Det är inte alls bekvämt, det är för mycket folk under rusningstrafik."

- Busspendlare 2

Tre av intervjupersonerna kombinerar resandet med en vanlig cykel. En av dessa cyklar exempelvis hellre tio minuter än att åka spårvagn tolv minuter till jobbet. Anledningen till att hon ändå åker spårvagn är dåligt väder eller dåligt väglag.

"På sommaren cyklar jag ibland och det kan bli ofta om sommaren är regnfri."

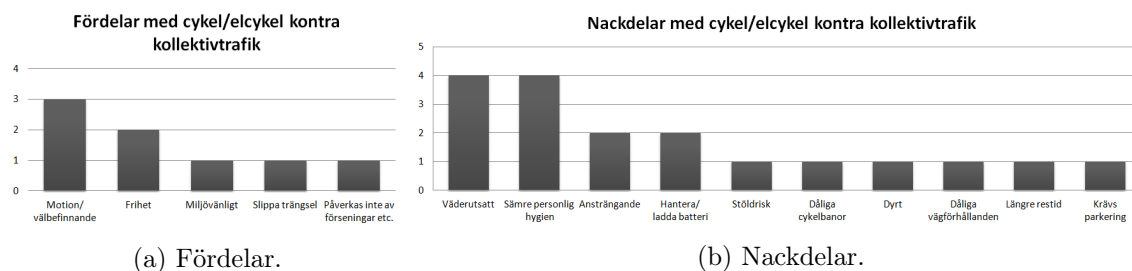
- Spårvagnspendlare 2

Övriga två har liknande argument och vittnar också om att de sparar in marginellt med tid genom att cykla. Istället lyfts friheten att kunna styra sin egen resa och motionen fram som huvudanledningar till att cykla.

Övriga för- respektive nackdelar med cykling eller elcykling kontra kollektivtrafik som intervjupersonerna nämnt presenteras i Figur 10 där staplarna i figuren representerar hur många som nämnt varje för- respektive nackdel. Majoriteten är relativt positivt inställda till cykling eller elcykling som färdmedel men även här främst som ett komplement till kollektivtrafiken. Som en av personerna nämner så är cykel då enbart ett alternativ under sommarhalvåret, samtliga ser vädret som ett problem. För henne hade en elcykel varit ett alternativ då den är mindre ansträngande. Övriga intervjupersoner ser dock ansträngningen som något positivt likt fenomenet hos bilpendlarna.

"På sommaren hade det kunna vara okej, men inte på vinterhalvåret då det är så mörkt och halt. Det är också ett problem att tar längre tid och att man blir fysiskt ansträngd."

- Busspendlare 2



Figur 10: För- och nackdelar med elcykel/cykel kontra kollektivtrafik utefter förekomst hos intervjupersonerna.

Ändå nämns problemet med personlig hygien i form av svett som ett problem vid cykling. Bland andra spårvagnspendlare 3 nämner detta. Han är en av dem som skulle kunna tänka sig att cykla eller ännu hellre gå vid fint väder. Elcykel hade därför kunnat vara ett mer realistiskt alternativ för flera än vad de själva vill erkänna.

"Jag cyklar inte eftersom jag är lat och lätt blir svettig vilket man inte vill vara på jobbet. Användning av en elcykel hade nog avgjorts mycket av hur lätt den är att hantera och hur den fungerar."

- Spårvagnspendlare 3

Intressant är hur de förbättringar som en elcykel medför står sig mot det höga priset då sannolikheten är hög att det både blir kostnader för elcykeln och kollektivtrafiken när elcykeln framförallt blir till ett komplement.

4.1.3 Krav på cyklar i allmänhet

Intervjupersonerna har gett spontana svar på vilka egenskaper och vilken utrustning som är viktig gällande cyklar i allmänhet. Resultatet är inte kategoribaserat varför en sammanställning av samtligt resultat presenteras nedan.

Förvaring

Pendlarna kräver att det finns möjlighet att ta med åtminstone en väska med nödvändigt material till jobb eller skola men även en eventuell väska för träningskläder eller inhandlade varor. Det bör således finnas möjlighet att transportera minst en medelstor väska på cykeln. Fyra intervjupersoner har lyft fram just den aspekten. Bland andra en av bilpendlarna som dessutom inte vill behöva använda ryggsäck som förvaringssätt. Några nämner dessutom specifikt pakethållaren som en viktig funktion.

"Möjligheten att få med sig det man måste ha är väldigt viktig! Man vill kunna packa saker så att de kommer fram på ett säkert sätt utan att behöva ha ryggsäck."

- Bilpendlare 2

Funktioner

Växlar och bromsar anses vara viktiga men det handlar då främst om kvalitet. Cyklingen ska kännas säker. Ett antal, bland andra en av busspendlarna nämner även vikten av att ha många växlar. Ingen nämner några specifika antal mer än att tre växlar är minimum.

"Behöver många växlar för att kunna variera i uppförsbackar så att man fortfarande kan vara fräsch när hon kommer till jobbet."

- Busspendlare 3

Bilpendlare 2 resonerar även ett steg längre och menar att det är viktigt att en elcykel bör kunna användas även till motionscykling. Att den är så lik en vanlig cykel som möjligt när det behovet finns.

"Jag önskar en modern elcykel med goda köregenskaper. Den bör kunna användas till motionscykling men kanske inte nödvändigtvis just när man kör till jobbet."

- Bilpendlare 2

Känsla

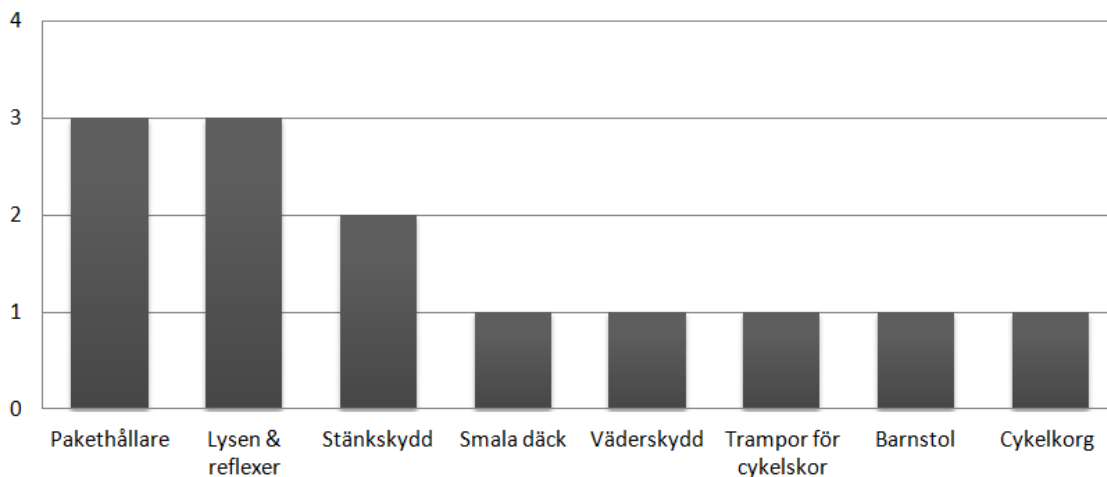
En av de tillfrågade sammanfattar de vanligast nämnda egenskaperna som beskriver känslan hos cykeln enligt nedan. Vikt läggs även vid hög kvalitet generellt och goda köregenskaper vilket bland andra Bilpendlare 2 redan nämnt i citatet ovan.

"Viktiga egenskaper är väl att den känns stabil, lättrampad och inte ranglig."

- Bilpendlare 4

Utrustning

En cykels utrustning har varit en viktig aspekt för de som intervjuats. Den utrustning som efterfrågas visas i Figur 11 och staplarna visar hur många respondanter som nämnt varje sak. Förutom detta anses det viktigt att så mycket utrustning som möjligt medföljer vid köpet av cykeln. Framförallt lysen, reflexer och pakethållare för att ge användaren så lite merjobb som möjligt.



Figur 11: Efterfrågad utrustning gällande cyklar i allmänhet utefter förekomst hos intervjupersonerna.

Lysen och reflexer anses extra viktigt då det även påverkar medtrafikanter. En av bilpendlarna belyser även detta och menar på att cyklister utan tillräcklig belysning är en fara både för bilister men framförallt för sig själva.

"Jag tycker att det är ett problem med cyklister utan lyse när jag själv kör bil. Det känns ju som att det är nära att hända saker titt som tätt. Cyklister verkar inte ha någon självbevarelsedrift."

- Bilpendlare 1

Utseende

Krav på utseende är svårdefinierat utifrån intervjuresultaten. Dels är variationen hög men beskrivningarna är dessutom ofta väldigt otydliga. Utseendet är genomgående relativt oviktigt även om det spelar viss roll för vissa.

"Det är egentligen oviktigt men det är klart, står man i en affär och har tre cyklar att välja på så tar man självklart den som ser fräckast, snyggast ut."

- Bilpendlare 1

Ord som "fräck", "sportig" och "snygg" används som beskrivning utan att förtydliga vad just de innebär för personen. Vissa beskriver också vad de vill och inte vill bli förknippade med genom användning av cykeln. Några som är lite äldre vill absolut inte bli förknippade med en äldre generation, exempelvis cykelkorg och låg ram. De vill inte heller att en elcykel ska associeras som ett hjälpmedel, utan vill verka aktiva.

"Jag vill inte se ut som en tant och förknippas med en äldre generation."

"Folk får inte tänka; jaha, när man är 50 år sparar man benen på de här cykeln"

- Bilpendlare 2

4.1.4 Rangordning av egenskaper vid pendling

Meningen var att de nio egenskaperna skulle *rangordnas* men ett missförstånd uppstod vilket medförde att vid sex av de sammanlagt 14 intervjutillfällena, fylldes listan i så att samma siffra förekom vid *fler* än ett alternativ.

För att ändå kunna jämföra resultatet mellan samtliga 14 undersökningar, gjordes därför skala 1-9 (som gällde vid korrekt utförd rangordning) och respektive skala hos de inkorrekt rangordnade undersökningarna om till en gemensam, grövre skala 1-3, se Bilaga A.4.

Resultaten sammanställdes dels övergripande men även beroende på vilket färdmedel som de intervjuade pendlar med: Bil och/eller Kollektivtrafik.

För varje kategori, sammanställdes fördelningen av svaren och utifrån dessa skapades en lista på de tre högst respektive lägst värderade egenskaperna. Utifrån resultatet kan konstateras att fysisk (och psykisk) ansträngning i samband med pendling inte ses som något problem men att tidsaspekten är mycket central, se Bilaga A.5 och Figur 4 och Figur 3 och i synnerhet hos bilpendlarna Figur 2. Lättheten att parkera sitt färdmedel anses även det som en av de viktigaste aspekterna.

Vidare sammanställdes resultatet även med korrekt respektive inkorrekt rangordnade undersökningar separerade från varandra efter median- och medelvärde.

Det kanske viktigaste resultatet från denna undersökning är att pendlarens prioriteringar inte skiljer sig åt särskilt mycket oavsett *hur* personen pendlar. Det viktiga är att det går fort och att pendlingsmetoden är smidig. Huruvida det är psykiskt och fysiskt ansträngande spelar ingen roll och inte heller är det goda samvetet någon viktig aspekt i valet av pendlingsmetod.

4.1.5 Sammanfattning

Många hade en ganska vag uppfattning om vad en elcykel innebär och tog för givet att den stora skillnaden är att det går snabbare likt en moped. De blir i det närmaste besvikna när de får reda på att maxhastigheten är 25 km/h. Samtliga prioriterar kort restid högt varför det då ses som det mest positiva med en elcykel. Även om vissa ser den minskade ansträngningen som något positivt vill de flesta maximera sin motion om de ändå ska cykla. Flera uttrycker dubbla budskap då de anser att komma svettig till jobbet är ett problem. I och med att många vill kunna använda cykeln för motionscykling men ändå ser ansträngningen som ett problem, åtminstone ibland, bör elcykeln kunna användas utan assistans när så önskas. Och då fungera så likt en vanlig cykel som möjligt.

Trots att priset för bilpendling är mycket högre än för kollektivpendling anses det mer rimligt i förhållande till för- och nackdelar. Detta beror säkert även på de tillfrågades ekonomiska förutsättningar då framförallt studenter anser att kollektivtrafiken är för dyr. Då ingen ser cykel som ett alternativ året om, beroende på väder, väglag och situationer där bil krävs blir cykel troligast ett komplement till övriga tjänster. Trots att användande av cykel då kan reducera användandet av kollektivtrafik eller bil medför det vissa dubbla

kostnader. Detta innebär att den troligaste målgruppen är de med jobb och en normal inkomst. Även de som inte har långt till jobbet och kanske framförallt de som har lång restid i jämförelse med resvägen beroende på köer eller bussbyten är en trolig målgrupp.

Flera problem lyfts fram angående cykel- och elcykelpendling. Framförallt en orolighet för dålig infrastruktur. Problem som få eller dåliga cykelbanor lyfts fram av exempelvis både bil- och kollektivpendlare. Även väglag, information och trafikregler samt brist på parkeringar lyfts fram.

"Förutsättningarna för bra cykelpendling beror på god infrastruktur. Och att det inte ligger massa grus på cykelvägarna, kommunala beslut alltså."

- Bilpendlare 5

"Det är svårt centralt för där finns det inga cykelbanor, och det är ofta svårt att veta var man får cykla."

- Spårvagnsmyndighet 2

Även några potentiella problem med elcykeln lyfts fram. Framförallt är det batterihanteringen som oroar.

"Man vill ha tillgång till laddningsapparater och det är ju inte så utbyggt i samhället. Jag antar att batterierna ofta kan stjälas vilket kan ställa till med problem om man har ett ärende på stan. Var ska man förvara batteriet då? Det måste gå att låsa fast det! Det är också viktigt att batteriet är lätthanterligt, jag tänker spontant "bilbatteri" vilket känns svårhanterligt och framförallt tungt."

- Bilpendlare 2

Sammanfattningsvis kan sex slutsatser ifrån intervjuerna dras:

- Tid. Kort restid är det som uttryckts som viktigast när det kommer till pendling. Elcykeln är framförallt ett alternativ då det går snabbare än övriga transportmedel.
- Elcykeln är främst ett komplement. Dåligt väder, dåligt väglag och dålig infrastruktur är de största hindrena mot elcykeln varför den realistiskt sett mest framstår som ett komplement till övriga transportmedel.
- Motion. Människor prioriterar motion och valmöjligheter. Varför elcykeln bör kunna användas både som en elassisterad cykel och som en vanlig cykel.
- Laddning och säkerhet. Batterihantering och laddning bör vara enkla operationer. Här är användarvänligheten väldigt viktig. Säkra parkeringsmöjligheter som minskar risken för stöld och ger användaren en säker känsla är viktigt.
- Enkelhet. Pendlingen måste vara enkel och smidig och kringutrustning hos cykeln ska ingå och kräva så lite hantering som möjligt av användaren.
- Packning. Elcykeln bör ha goda möjligheter att medföra packning på ett säkert och smidigt sätt. Dels för att ge användaren möjlighet att ta med sig nödvändig utrustning till jobb och skola men även erbjuda friheten att utföra ärenden på vägen.

4.2 Cykelutrustning och hantering av denna

Enkäten som skickades till cyklister via två olika cykelforum på nätet, se Bilaga A.21, inleddes med en fråga om cyklisten kunde få med sig sin packning och hur denne i så fall lyckades med detta. Om det inte gick, förklarades istället varför inte. Omkring tre fjärdedelar av de tillfrågade svarade att de får med sig det de behöver ha med sig.

4.2.1 Packning

Det var ungefär lika vanligt att bära packningen på ryggen som på cykeln. Av de ryggburna metoderna var det vanligast att använda ryggsäck men även så kallade messenger bags (axelväska med kort rem så att väskan har samma placering som en ryggsäck) användes i viss mån. De cykelburna alternativen utgjordes främst av (sido)väskor på pakethållaren och i vissa fall sidomonterade cykelkorgar. Även väskor vid styret förekom.

För de cyklister som inte fick med sig packning, var orsaken nästan uteslutande att de saknar behovet och alltså inte ser det som något problem.

4.2.2 Vädskydd

Vidare ställdes en öppen fråga om vilken extrautrustning som används just vid cykling i ”dåligt väder”. För att skydda kroppen var det vanligaste att cyklisten använder en regnjacka (en tredjedel av de tillfrågade använder detta). En sjundedel använder regn- eller täckbyxor med goretex. Även skoöverdrag och stänkskärmar används utav några av de tillfrågade.

För att skydda packningen används regnskydd och plastpåsar och det förekom även att själva väskan som packningen förvaras i är tillverkad i ett vattentätt material.

4.2.3 Problem vid dåligt väder

Nästa fråga i enkäten gällde vilka problem som uppstår vid cyklande i ”dåligt väder”. Många poängterade att det blir blött och ett annat vanligt svar var att det blir tråkigt att cykla. Försämrade sikt, halka, smuts och obehaglig temperatur (både kallt och svettigt förekom bland svaren) var andra problem, liksom att pendlingstiden ökar och cyklister blir långsammare, då de utöver sämre sikt även behöver bära mer kläder samtidigt som bilister visar mindre hänsyn.

4.2.4 Förvaring av cykelutrustning

På den sista frågan som behandlade var extrautrustning förvaras under den tid då man inte cyklar (och inte är hemma), svarade de flesta att utrustningen förvaras i omklädningsrum, skåp eller hängs upp. I något fall förvaras utrustningen i cykelväskan som tas med in.

4.3 Förundersökning av elcykelmarknaden

Elcykelmarknaden i Sverige är fortfarande inte så utbredd. Men det finns ändå en rad olika elcyklar på marknaden från olika tillverkare. Det finns vanliga cyklar som i princip bara utrustats med ett drivpaket samt cyklar som byggts som elcyklar redan från fabrik. De elcyklar som finns på marknaden varierar kraftigt i kvalitet och utvecklingsgrad.

Vanligast är en traditionell utformning med 28-tums cyklar med låg unisexram av aluminium, tre till åtta integrerade växlar och en elmotor i framnavet. Det som framförallt skiljer dem åt är batteriplaceringen och interaktionen med systemet. De är även något tyngre än vanliga cyklar och ramen är ofta förstärkt i utsatta områden.

Det finns två vanliga typer av assistans, en hastighetsbaserad och en momentbaserad. Den hastighetsbaserade assisterar konstant upp till en definierad hastighetsgräns (effektläge) oavsett hur mycket användaren trampar. Den momentbaserade däremot assisterar olika mycket beroende på det motstånd användaren känner av från tramporna. Hur mycket motorn assisterar vid ett visst motstånd regleras av användaren (assistanslägen). Information om hastighet och moment ges vanligen av sensorer i trampnavet och motorn matas av ett litium-jon batteri. Motorn är vanligen en borstlös DC-motor.

EcoRide Ambassador är den modell som utseendemässigt skiljer sig mest från vanliga cyklar. Ramen är förlängd bakom sadelstängan där litium-jon batteriet som normalt räcker cirka fem mil är placerat (Wolfers, 2012). Den är annars väldigt lik **Zet Apollo Diplomat** som dock har sitt batteri placerat under pakethållaren. Båda har en hastighetsbaserad assistans med tre olika effektlägen som begränsar assistansen upp till tre olika definierade hastigheter. Dessa hanteras med en enkel styrpanel på styret där även batteristatus och en ”on/off”-knapp för systemet finns.

EcoRide Ambassador anses vara robust, lättcyklad och bekväm. Systemet har en relativt lång fördröjning från det att kraft läggs på pedalerna till det att motorn assisterar. Den är inte heller speciellt följsamt, ingreppet märks tydligt. Det är dock inte obekvämt eller ger användaren en känsla av dålig kontroll. Även Zet Apollo Diplomats assistans är okänslig då den, framförallt vid stadskörning, gör cyklingen ryckig och oregelbunden. Den har också en lång responstid efter det att användaren börjar trampa för att sedan ge en assistans som gör att elcykeln mer kan liknas vid en elmoped då trampandet kändes överflödigt och saknade motstånd. Båda är relativt trögtrampade då assistansen är avstängd, dock utan att det medför ett större problem för användaren.

Effektlägena motsvarar inte riktigt syftet utan fungerar i praktiken mer som hastighetsbegränsningar. Styrpanelerna på styret är enkelt utformade men kräver att användaren både lyfter handen från styret och blicken från vägen för att hantera den.

EcoRides batteri är lätthanterligt både att bära omkring på och avlägsna från dess placering på cykeln. Även Zet Apollos batteri är lätthanterligt, dock medför placeringen under pakethållaren att möjligheten att använda barnstol begränsas. De båda elcyklarna gör sig bra framförallt på långa raksträckor med lite trafik. Vid statskörning med mycket stopp är det annars svårt att som användare anpassa sig till trafiken.

De andra två cyklarna har en momentbaserad assistans som ger en följsammare cykling och bättre kontroll. Även de har en viss fördröjning innan cykeln assisterar, framförallt från stillastående. **Panther Phanter** har dessutom en påtaglig fördröjning då användaren slutar trampa. Detta gör det svårt att kontrollera farten och ger föraren dålig kontroll. Detta är tydligare vid lägre växlar och cykeln ger snabbt så mycket assistans så att trampandet

känns överflödigt. Den känns väldigt snabb men samtidigt ryckig och svårkontrollerad. Vid högre växlar är den tungtrampad, framförallt då assistansen är avstängd. **Giant Swift** känns bekvämare och mer följsam, framförallt på det högsta assistansläget. Ingreppet är ändå tydligt och den känns tungtrampad då assistansen är avstängd, kanske framförallt då den endast har tre växlar.

Giants Swifts batteri som är placerat "hängande" från pakethållaren på ena sidan av hjulet var väldigt enkelt att avlägsna och hantera. Panthers Phanters batteri var något jobbigare att avlägsna från dess placering under pakethållaren. Samtliga batterier låses fast med medföljande nyckel. Båda modellerna har tre assistanslägen som hanteras med styrpaneler på styret. Panthers panel är väldigt enkelt utformad med knappar och information för assistanslägena, batteristatus och "on/off". Giant har istället en display med funktioner som klocka, hastighet, batteristatus med mera.

En sammanställning av cyklarnas funktioner visas i Tabell 2 och i Tabell 4 nedan. Där visas bland annat vilken typ av assistans, batteriplacering och vilka funktioner på styrpanelen varje elcykel har.

På samtliga testade cyklar sker all manövrering med systemet på styrpanelerna. Sammanfattningsvis så kan inte användaren styra systemet och cykeln samtidigt med båda händer. Det finns inga manöverdon integrerade i styret utan panelerna känns som en helt fristående modul som bara monterats på cykeln. Problem som uppstår är då bland annat att användaren tappar koncentration från vägen då denne interagerar med systemet.

| | Elsystem | | | | |
|---------------------|-------------------|----------------------|----------------|---------------------------------|--------------|
| | Assistanstyp | Batteriplacering | Motorplacering | Antal effekt/ Assistanslägen | Antal växlar |
| EcoRide Ambassador | Hastighetsbaserad | Bakom sadelstång | Framnav | 3 | 8 |
| Zet Apollo Diplomat | Hastighetsbaserad | Under pakethållare | Framnav | 3 | 7 |
| Giant Swift | Momentbaserad | Vid sidan av bakhjul | Framnav | 3 | 3 |
| Panther Phanter | Momentbaserad | Under pakethållare | Framnav | 3 | 5 |

Tabell 2: Sammanställning av de olika modellernas utformning rörande drivsystem och elsystem.

| | Displayfunktioner | | | | |
|---------------------|-------------------|--------------------|---------------|---------------------|--------------------|
| | Batteri-indikator | Assistansreglering | On/off -knapp | Assistans-indikator | Lampknapp på panel |
| EcoRide Ambassador | Ja | Knapp på panel | Ja | Nej | Ja |
| Zet Apollo Diplomat | Ja | Knapp på panel | Ja | Nej | Nej |
| Giant Swift | Ja | Knapp på panel | Ja | Ja | Ja |
| Panther Phanter | Ja | Knapp på panel | Ja | Nej | Nej |

Tabell 4: Sammanställning av de olika modellernas utformning rörande styrpanel och displayfunktioner.

Systemens responstid och följsamhet är tydliga svagheter. Samtliga testade elcyklar har en påtaglig fördröjning och ingreppet är alltid mer eller mindre tydligt. Även om den momentbaserade assistansen är klart bättre än den hastighetsbaserade bör dessa aspekter förbättras för att se till att upplevelsen ligger så nära vanlig cykling som möjligt för att

4.4 Nishikis elcykelprototyp

ge användaren en känsla av komfort och kontroll. Även batterikapaciteten och laddningen kan förbättras.

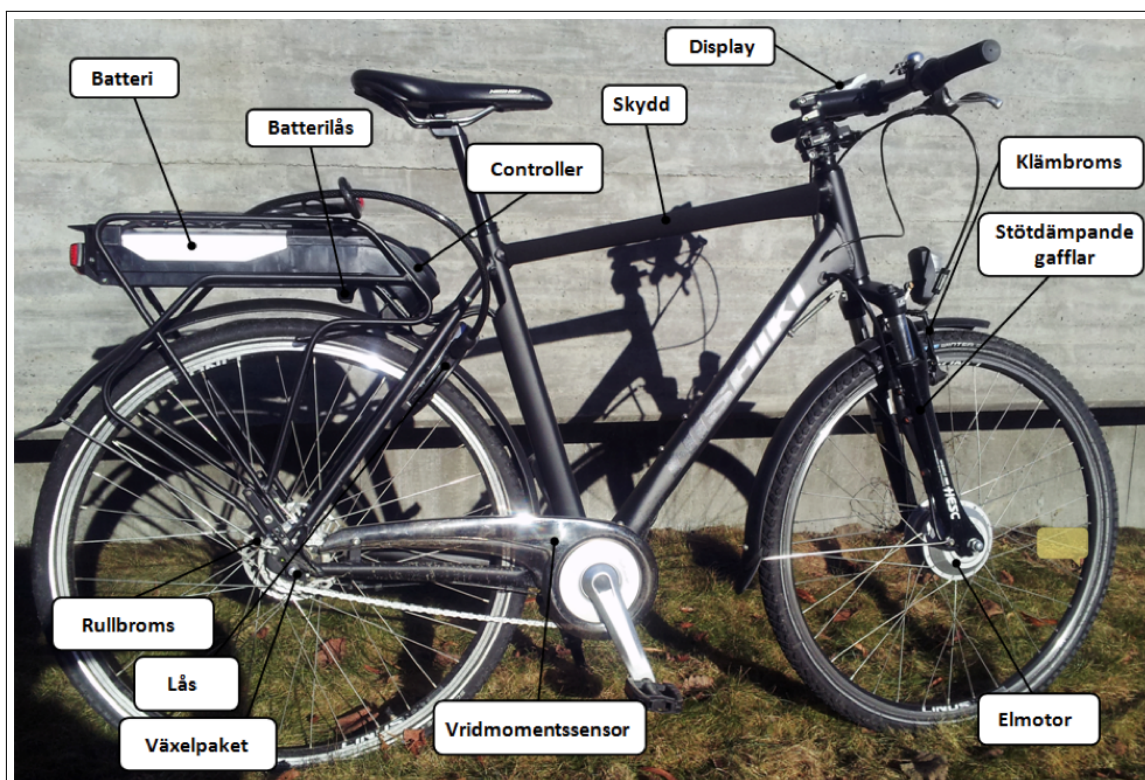
4.4 Nishikis elcykelprototyp

Unicykels första elcykelprototyp finns i ett fåtal exemplar som under vintern 2012 och våren 2013 testats hos olika personer. Ett av exemplaren har också testkörts av projektgruppen.

Prototypen visas i Figur 12 och är utformat rent utseendemässigt likt en vanlig cykel. Drivsystemet är levererat från *SR Suntour* och beskrivningen som presenteras nedan är delvis hämtad från deras användarmanual (Suntour, 2012).

Cykeln är utrustad med en momentsensor som mäter kraften som läggs på cykelns pedaler när användaren börjar cykla. En controller bestämmer sen hur mycket kraft som ska ges av elmotorn beroende på vilket assistansläge som valts. Det sitter även en *avbrottssensor* på frambromsen som så fort denna används avslutar den pågående assistansen.

Elcykeln är även utrustad med en *"Push-up support switch"* på styret som, när den trycks in, gör så att motorn bidrar med vridmoment upp till 4-5 km/h. Detta används då cykeln leds eller då användaren ska komma igång för att ge en starthjälp. Cykelns specifikationer presenteras i Bilaga A.8.

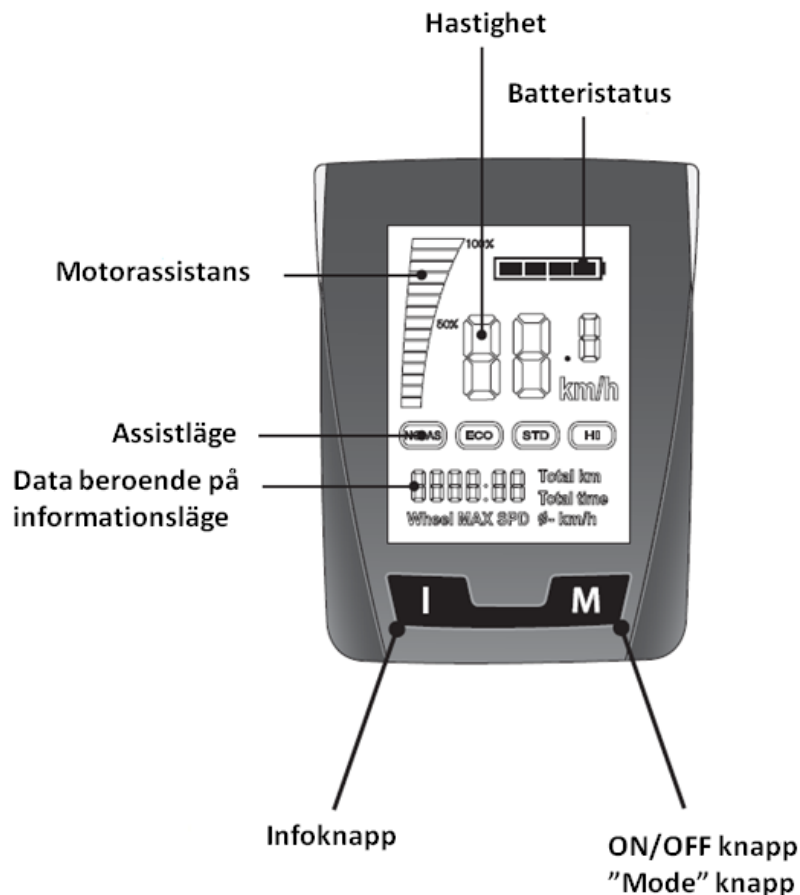


Figur 12: Nishiki-prototypen.

Displayen visas i Figur 13. Systemet har fyra olika assistanslägen: "NO.AS", "ECO", "STD" och "HI". Dessa reglerar hur mycket assistans användaren får från elmotorn vid ett visst vridmoment. Vid "NO.AS" ger inte motorn någon assistans överhuvudtaget och vid läget

”HI” ger den som mest. Leverantören räknar med att ett fulladdat batteri räcker cirka 66 km vid läget ”ECO”, 48 km vid läget ”STD” och 40 km vid läget ”HI”. Detta är dock något som varierar med olika yttre faktorer.

Infoknappen används för att växla mellan informationslägena ”total distance”, ”trip distance”, ”trip time”, ”max speed” och ”average speed”. Displayen sitter ansluten till en dockningsstation på styret men går att ta bort när cykeln inte används genom att trycka in en knapp på undersidan.



Figur 13: Displayen med beskrivna funktioner (Suntour, 2012).

Litium-jon batteriet förs in i sin hållare under pakethållaren och låses automatiskt i position. För att avlägsna det krävs nyckel för att låsa upp låset. Batteriet laddas enkelt i ett vanligt vägguttag med tillhörande transformator. Enligt tillverkarna ska batteriet ha en livslängd på minst 300-500 laddcykler.

4.4.1 Test av Nishikis elcykelprototyp

Projektgruppen har själva haft ett exemplar av testcykeln sedan januari 2013 för att på egen hand kunna utvärdera dess funktion. Den har även utvärderas ytterligare med hjälp av en funktionsstruktur och blackbox-modell, se delkapitel 5.1.1 och 5.1.2.

Genomgående så anses elcykelns assistans vara väldigt bekvämt med god hjälp vid tyngre förhållanden vilket ger en behaglig cykling. Dock finns en fördröjning i systemet innan assistansen startar och i stadstrafik kan cyklingen ibland kännas ryckig och det krävs att växlarna används mycket för att reglera hastigheten. Det fanns även en stor variation i hur mycket assistans som systemet ger vid olika tidpunkter. Cykeln är trögtrampad utan assistans och då batteriet börjar ta slut agerar den ibland konstigt -assistansen avslutas helt för att plötsligt slås på en kortare tid med maximal effekt.

Displayen är användarvänlig med för det mesta tydliga indikationer. Den funktion som framhålls är assistansindikationen men bland annat klocka saknas. Det assistansläge som använts mest under testerna är "HI". Vid det läget känns cyklingen mindre ryckig och assistansen som motorn ger varierar inte heller lika mycket som vid de övriga.

Det som upplevts som negativt är bland annat hanteringen av batteriet då det är tungt att bära och trögt att avlägsna från sin position på cykeln. Även laddaren känns otymplig då transformatorn är väldigt stor. Också all hanteringen av tre olika lås, två lampor och batteriet då cykeln ska parkeras blir i längden ett irritationsmoment då det tar tid och är omständigt.

Några problem upplevdes även under testfasen. Displayen gav felmeddelanden ett antal gånger både under användning och under uppstart. Under användningen slutade systemet att assistera och detta skedde då användaren använde "Push-up support switchen". Dessa problem löste sig dock automatiskt efter en stund och verkade snarare som ett irritationsmoment för användaren.

4.4.2 Unicykels pilotprojekt

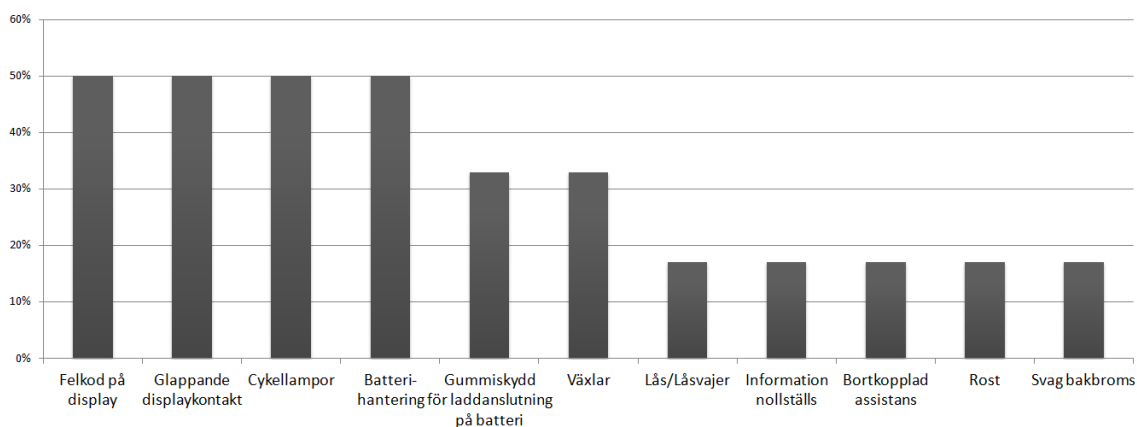
Flera exemplar av Unicykels prototyp har under vintern 2012 samt våren 2013 använts av olika testpersoner som fått utvärdera cykeln genom att fylla i tre enkäter. En kort sammanfattning av resultatet presenteras nedan.

Konceptcykeln används främst till jobbpendling, vardagspendling, nöjescykling samt för att handla. Genomgående svarar testpersonerna att de cyklar mer än de trodde på förhand och framförallt mer vid dåligt väder. Fyra av sex menar att de cyklar i alla väder och det som hindrar resterande är regn, hård vind och dåligt väglag. Under vintern minskade användandet och endast tre av sex menade då att de cyklade vid alla väder. En siffra som till viss del kan bero på att några saknade dubbdäck. Detta beror också till stor del av infrastrukturen och dålig snöröjning av cykelbanor. Vid halt väglag har det även upplevts som att framhjulet ibland slirar. Då har konceptcykeln ofta använts utan assistans istället. Dubbdäcken fungerar bra på halt väglag, några anser dock att de är för tunna då det ligger snö på marken. Cyklingen blir då instabil och obehaglig. Det kan även gå för fort ibland, framförallt vid tätare trafik.

Samtliga är positiva till abonnemangsformen. Framförallt till att få service, slippa oroa sig för oförutsedda utgifter, avsaknaden av en stor grundinvestering samt möjligheten att avsluta abonnemanget snabbt har lyfts fram. Användarna är också nöjda eller helnöjda

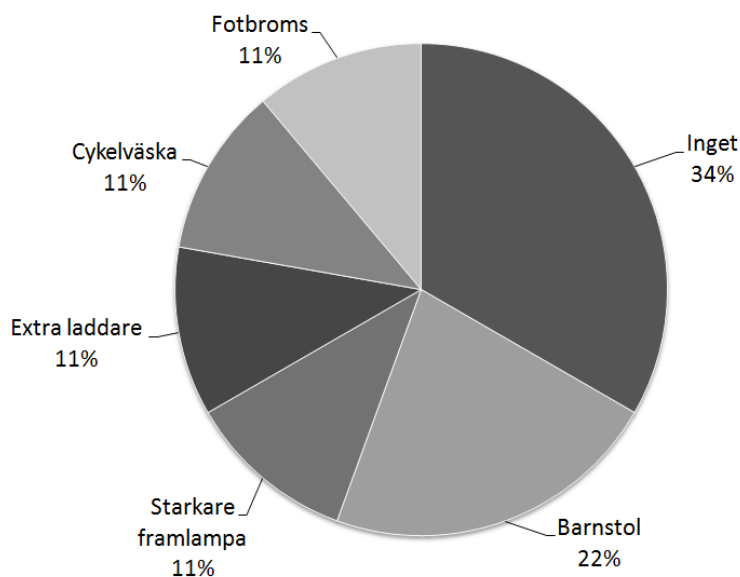
med abonnemanget (2 av 6 respektive 4 av 6) och framförallt enkelheten lyfts fram. Då testpersonerna använt tjänsten en längre tid sjönk andelen helnöjda till två av fem och andelen nöjda ökade till tre av fem. Vid den tredje enkäten var andelen slutligen hälften nöjda och hälften helnöjda. De saker som lyfts fram som negativa är att det kan vara jobbigt att ta sig till en återförsäljare för att få hjälp. Även det höga priset har lyfts fram som negativt, någon hade gärna sett möjligheten att abonnera på en enklare cykel till ett lägre pris, medan andra tycker att det är bra att mycket ingår. Långsam service och avsaknad av kundtjänst är andra saker som lyfts fram.

Vissa negativa aspekter har lyfts fram specifika för konceptcykeln. Att den är trögtrampad utan assistans, att assistansen har en viss fördröjning, att laddaren är otymplig och att batteriet har kort livslängd (vid kyla och extra påfrestande förhållanden). Det är också trögt att trampa igång cykeln från stillastående vid högre växlar. En del funktioner har även krånglat eller inte fungerat alls för testpersonerna. Problemen och hur många av testpersonerna som upplevt dem presenteras i Figur 14. Framförallt nämns problem med funktioner relaterade till drivsystemet, displayen samt batteriet.



Figur 14: Problem med konceptcykeln.

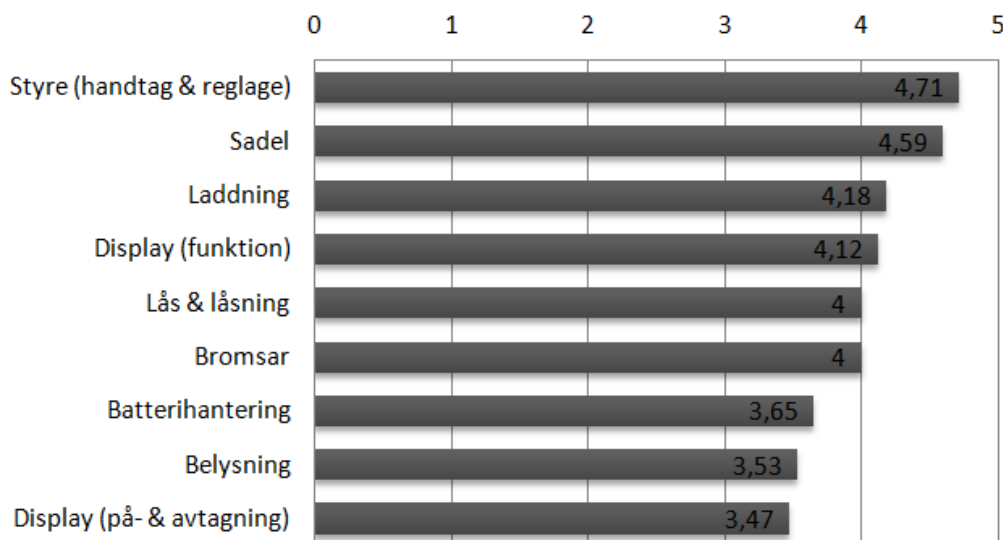
Vissa funktioner efterfrågas också som inte finns idag. Dessa presenteras i Figur 15, dock är det främst önskemål från enstaka personer. Vanligast är ändå att inget anses vara saknat.



Figur 15: Urustning och funktioner som saknas på konceptcykeln.

Av de tillfrågade använde fyra av sex assistläget "HI" i vanliga fall medan resterande använde läget "ECO" vid den första enkäten. Vid enkät två och tre förändrades utfallet och 40% använde då assistläget "HI", 40% använde "ECO" och 20% använde "STD".

Testpersonerna har fått betygsätta cykelns olika huvudfunktioner med en skala 1-5. Det gäller både funktioner specifika för elcykeln men även "vanliga" cykelfunktioner. Rankingen presenteras i Figur 16.



Figur 16: Funktioner centrala för elcykeln, betygsatta med skala 1-5.

Testpersonerna är överlag positiva till elcykeln som ett komplement till kollektivtrafik och biltrafik. Bilen används fortfarande ofta som ett komplement men vissa har bytt ut månadskortet helt mot cykeln. Dock blir det inte billigare än kollektivt resesätt och flera

vill kunna kombinera elcyklingen med kollektivtrafik under vintern. Samtliga cyklar också mer än de trodde att de skulle göra, men några hade ändå velat cykla ännu mer. För flera går pendlingen snabbare då de använder elcykel samtidigt som alla gillar motionen och känslan av frihet. Vädret anses ändå vara ett hinder samt att cykelbanorna ofta är för få och dåligt utformade, framförallt i centrala Göteborg. Gemensamt är att samtliga gillar cykeln och cyklandet men det är ändå ofta svårt att omsätta ambitionen till verklighet fullt ut. Den bekvämlighet och flexibilitet som bilen erbjuder är svår att konkurrera ut.

Utseendemässigt anses den vara snygg och robust, alla är nöjda eller helnöjda. Generellt är känslan positiv med enda undantaget att den kan vara aningen hög.

4.5 Personas

Från intervjuer skapades två *personas* för att beskriva konsumentgrupperna som projektet riktar sig mot, se Bilaga A.22 för fullständiga beskrivningar av dessa. Därutöver beskriver två *imageboards* respektive *personas* elcykel i bilder.

4.5.1 Klassisk användare

Anders, 40 år, Mölndal.

Den klassiska användaren är någon som uppskattar enkelhet och vill att saker och ting ska fungera intuitivt. Personen skulle på något sätt ”vinna” på att pendla med elcykel eftersom han eller hon geografiskt sett bor nära sitt arbete men på grund av kollektivtrafikzoner, bilköer eller liknande inte anser att det nuvarande färdmedlet är optimalt ur tidsmässig eller ekonomisk synpunkt.

Det sökta uttrycket som är tänkt att göra den klassiska användaren Anders nöjd återfinns i Figur 17.

användarens önskade
upplevelse:

SÄKERHET
SMIDIGHET

produktens
uttryck:

TYDLIG
ENKEL
VÄGVISANDE
DISKRET

Figur 17: Expression Assosiation Web, EAW.

4.5.2 Sportig användare

Katarina, 30 år, Hisingen.

Den sportiga användaren är betydligt mer teknikintresserad än den klassiska och uppskattar detaljer och smarta funktioner. Hos den sportiga användaren är elcyklandet dessutom ofta någonting utöver ett mer praktiskt pendlingsalternativ: Det är ett *intresse*.

Det sökta uttrycket som är tänkt att göra den sportiga användaren Katarina nöjd återfinns i Figur 18.



Figur 18: Expression Assosiation Web

4.6 Kravspecifikation

Information från intervjuer och litteratursökning resulterade i en kravspecifikation, se Bilaga A.6. Även krav och önskemål från Unicykel AB har tagits med i utformandet av kravspecifikationen för att tillfredställa både konsumenter och tillverkare.

4.7 FMEA

Vid datainsamling till FMEA:n har intervjuer och idégenerering legat till grund för utformandet, se Bilaga A.7. FMEA:n visar endast möjliga fel under användarfasen och inte under tillverknings- eller återvinningsfasen.

Anmärkningsvärt från FMEA:n är framför allt rad 10, se Figur 6 och 7 i Bilaga A.7, att *cykeldatorn inte får kontakt med motorn och det övriga styrsystemet*. Detta fel visade sig vara mycket högfrekvent då prototypcykeln under undersökningsfasen ofta gick sönder. Att cykeln krånglar och gör det jobbigt för användaren är ett stort problem som måste beaktas i omkonstruktionen.

5 Vidareutveckling av Nishikis elcykelprototyp

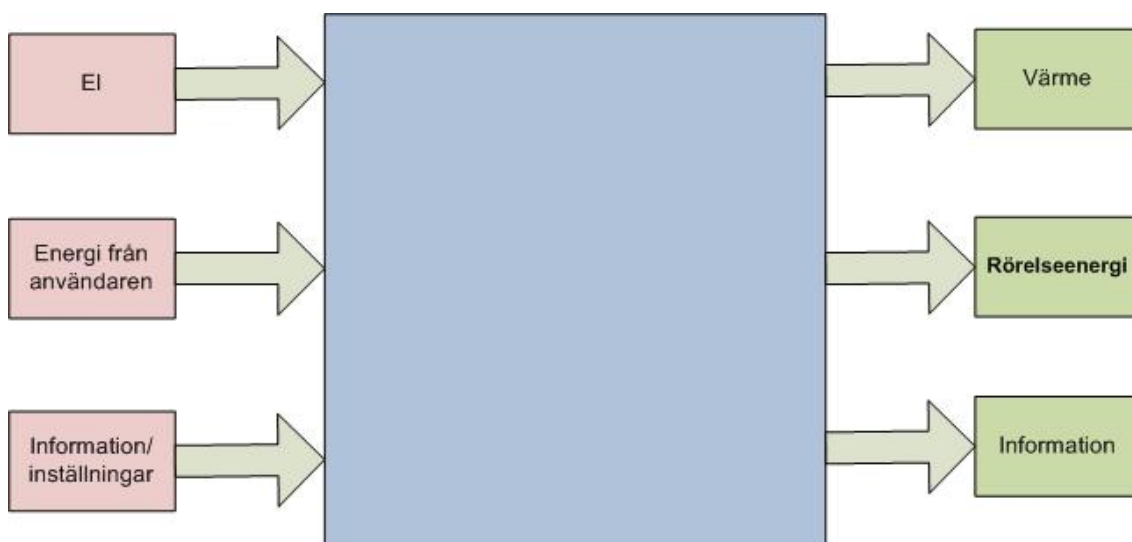
I detta kapitel presenteras omkonstruktionen av Nishikis prototypcykel och konceptframtagningen med resultaten i Kapitel 4 som underlag. Första delen av kapitlet kommer behandla framtagningen av tre ”grundkoncept”. Därefter följer del två, där ett av grundkoncepten har valts ut för ytterligare vidareutveckling genom att fokusera på då valda fördjupningsområden.

5.1 Analys av prototypcykelns struktur

Prototypcykelns struktur analyseras genom en blackboxmodell, en funktionsstruktur och genom komponentsamband.

5.1.1 Blackboxmodell

För att få en överblick på vilka input och output som elcykeln antas ha, sammanställs data i en så kallad blackboxmodell, se Figur 19.



Figur 19: Blackboxmodell av elcykeln.

5.1.2 Funktionsstruktur

Funktionsstrukturen speglar vad som hittas inuti blackboxmodellen och visar i detalj vad som sker mellan övergången från input till output. Input är el, energi från användaren och information/inställningar som sedan behandlas och genomgår en process. Output från modellen är rörelseenergi men även värme och information, se Bilaga A.9. Värmen uppkommer bland annat från friktion från mark och motor men även från användaren som genererar värme vid fysiska påfrestningar. Informationen når användaren med hjälp av handdatorn. Här ska relevant information redovisas under färden.

5.1.3 Komponent samband

En DSM (Design Structure Matrix) av den befintliga produkten utförs enligt Figur 20, för att ge en bättre överblick över produkten och för att få en förståelse av vad som med fördel kan modulariseras i den produkt som utvecklas. För att generera en DSM undersöks den befintliga produkten. Viktiga komponenter samt deras fysiska gränssytskontakt kartläggs och ställs upp i en matris. Efter det används ett macro i excel som strukturerar alla komponenter i moduler utifrån gränssytskontaktarna som angivits i matrisen.

| PARTITIONED DSM | 1 | 2 | 3 | 8 | 14 | 20 | 5 | 9 | 12 | 11 | 13 | 15 | 17 | 18 | 7 | 16 | 6 | 4 | 19 | 21 | 10 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
|------------------|---------|------------|--------------|------------|----------------|-----|-----|----------|---------|-----------|---------|-----------------|------------|----------|------------------|-------|------------|-----------|---------|-------|---------|-------------|---------------|-------|-----------|----------|
| | Batteri | Batterilås | Pakethållare | Controller | Stänkskydd bak | Ram | Lås | Ramskydd | Gafflar | Klämbroms | Elmotor | Sränkskydd fram | Kedjeskydd | Trampnav | Vridmomentsensor | Kedja | Växelpaket | Rullbroms | Trampor | Styre | Display | Bromsspakar | Växeltreglage | Sadel | Hjul fram | Hjul bak |
| Batteri | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Batterilås | 2 | 1 | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pakethållare | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Controller | 8 | 1 | 1 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stänkskydd bak | 14 | | 1 | 14 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ram | 20 | | 1 | 1 | 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | | 1 | 1 | 1 |
| Lås | 5 | | | | | | 1 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ramskydd | 9 | | | | | | 1 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gafflar | 12 | | | | | 1 | | | 12 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| Klämbroms | 11 | | | | | | | | 1 | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Elmotor | 13 | | | | | | | | 1 | | 13 | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Sränkskydd fram | 15 | | | | | | | | 1 | | | 15 | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Kedjeskydd | 17 | | | | | 1 | | | | | | | 17 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| Trampnav | 18 | | | | | 1 | | | | | | | 1 | 18 | 1 | 1 | | | 1 | | | | | | | |
| Vridmomentsensor | 7 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 7 | | | | | | | | | | |
| Kedja | 16 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 16 | 1 | | | | | | | | |
| Växelpaket | 6 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 6 | 1 | | | | | | | | 1 |
| Rullbroms | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 4 | | | | | | | | 1 |
| Trampor | 19 | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 19 | | | | | | |
| Styre | 21 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 21 | 1 | 1 | 1 | | |
| Display | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 10 | | | | |
| Bromsspakar | 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 22 | | | |
| Växeltreglage | 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | 23 | | |
| Sadel | 24 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 24 | |
| Hjul fram | 25 | | | | | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 25 |
| Hjul bak | 26 | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | 26 |

Figur 20: DSM av elcykeln.

Från den strukturerade DSM-matrisen dras slutsatsen att få modulariseringsmöjligheter finns då endast två "kluster" bildas. Utifrån matrisen ser man att en modul bestående av batteri, batterilås, controller, pakethållare och stänkskärm bak är en möjlighet. Att resultatet gav så få modulariseringsmöjligheter kan antingen bero på att för många gränssytskontakter angetts eller att produkten inte lämpar sig för modularisering. I cykelns fall är båda alternativen rimliga. Cykeln består av relativt få delar och har i princip sett likadan ut i många år vilket i sig är ett tecken på att modularisering inte är möjlig. Den strukturerade DSM-matrisen räknas ut av excel-macrot vilket är hänvisat till ovan utifrån den ostrukturerade gränssnittsmatrisen.

5.2 Konceptgenerering

Strategin för att omkonstruera elcykeln består av flera delsteg. Första steget är att skapa och formulera matriser där dellösningar sätts samman till flera helhetslösningar. Dessa jämförs sedan med varandra och med hjälp av kravspecifikationen sällas de som inte uppfyller kraven bort. Matriser som används kommer vara *morfologisk*- och *helhetslösning*smatris.

5.2.1 Morfologisk matris

En morfologisk matris skapas för att generera helhetslösningar, genom att välja olika dellösningar, se Bilaga A.10. Idégenerering för dellösningar kom bland annat från brainstorming men även från intervjuer, där olika alternativ och funktioner diskuterats.

5.2.2 De tre ”grundkoncepten”

I matriserna med helhetslösningar redovisas vilka helhetslösningar som tas fram ur den morfologiska matrisen. Helhetslösningar är tänkta att täcka behoven från konsumenter men även krav och önskemål från Unicykel AB. Till grund för koncepten ligger de personans som tidigare tagits fram, se Kapitel 4.5. Utgångspunkten till de mer klassiska cykeldelarna är Unicykel AB:s rekommendationer. Med det menas till exempel bromsar, ram, växlar, drev, belysning och så vidare. De bromssystem som beaktas är skivbroms, trumbroms, fälgbroms, rullbroms och motorbroms (från elmotorn).

Gemensamt för alla koncept är valet att koppla belysningen direkt till batteriet. Det medför en möjlighet att reglera cykellamporna via handdatoren, eller via en telefonapp om en sådan har implementerats, vilket kan vara attraktivt för teknikentusiasten. En annan fördel är att man aldrig behöver tänka på att byta de separata batterierna som sitter i lamporna. Även motortyp och batterityp är samma för samtliga koncept.

Från FMEA-analysen i delkapitel 4.7 var den utanpåliggande kopplingen mellan navmotorn och styrsystemet en stor faktor till att det ofta blev fel på elcykel. Kopplingen och kontakten glappade när stora stötar applicerades vid körning och elmotorn slutade att fungera. Därför har det valts genomgående i alla koncept att kabel- och sladdragning ska ske innuti ramen i istället för utanför. Detta kommer även skapa ett skydd mot väta och salt.

Koncept 1 - Klassisk

Enligt Unicykel AB används fördelaktligen en rullbroms bak då den har ett lågt slitage men samtidigt god bromsförmåga. Tanken med det klassiska konceptet är att använda lösningar som det redan finns god erfarenhet av, för att främja implementationen. Därför väljs rullbroms till bakhjulet. Då den största delen av bromskraften kommer från framhjulet väljs där en skivbroms med hydraulik. Dessa bromsar har även de god bromsförmåga och kräver inte mycket underhåll.

Innanpåliggande växelpaket väljs för att undvika smuts och genom det blir systemet mer underhållsfritt. Antalet växlar väljs till 8-11 stycken. Då täcks ett lagom stort tröghets-
spann av växlar in och växelpaketet blir inte för stort. En vanlig kedja kommer att fungera som drivlina, likt funktionen på en vanlig cykel. Elmotorn placeras i framhjulets nav och är en bortslös DC-motor. Placeringen i framhjulets nav grundas i att rullbromsen och växelpaketet tar stor plats och det blir svårt att få in en motor där också.

Uttrycken som eftersträvas i den klassiska modellen är enligt, Figur 24, bland annat säkerhet och smidighet. Ramtypen "unisex" väljs utifrån dessa kriterier eftersom den erbjuder en enkel på- och avstigning av cykeln. Risker för en ovan cyklist att slå sig på denna ramtyp bedöms vara avsevärt lägre än om en ram av typen "herr" använts. Med unisex menas här en lägre och något vinklad ram, mer exakta mått och formspråk beskrivs med hjälp av skisser.

Konceptet utrustas med en cykeldator för att underlätta för användaren. Klocka, batteriets laddningsprocent och effektläge är exempel på cykeldatorns funktioner. Det är viktigt att cykeldatorn är tydlig och enkel att navigera i för att uppfylla användarprofilens önskemål. Möjligheten att ansluta en mobiltelefon till cykeldatorn eller att ersätta den helt kommer också att tas i åtanke under konceptutvecklingen.

Den klassiska helhetslösningen ses i Figur 21a, längre ner i kapitlet under *Sammanfattning av grundkoncepten*, med en beskrivning av några komponenter.

Koncept 2 - Sportig

För att ge en sportigare profil väljs skivbroms bak, men även fram, istället för rullbromsen. Skillnaden mellan dessa är inte speciellt stor utan valet faller på skivbromsar eftersom det kan vara svårt att ha en rullbroms och en motor placerad på samma ställe. Detta eftersom motorn, en borstlös DC-motor, placeras i bakhjulets nav. Detta för att framförandet av cykeln ska bli säkrare och stabilare i det avseende att lägre tyngdpunkt då erhålls. Till detta väljs ett utanpåliggande växelpaket, men om det skulle vara möjligt med ett integrerat växelpaket i motorn hade detta varit att föredra ur underhållningssynpunkt. Även här kommer en kedja att användas som drivlina från tramporna bak till bakhjulet.

En ram av herrtyp väljs då den ger ett "sportigt" intryck och inte associeras med en traditionell elcykel. Stötdämpare i framgaffeln väljs för att få en mjukare framfart och ytterligare stärka den sportiga känslan.

Den sportiga användaren antas gilla smarta och fiffiga extrafunktioner så som hastighetsmätare, trippmätare och kartfunktion. För att kunna uppfylla dessa funktioner utrustas konceptet med en cykeldator. Ett annat alternativ som kommer att finnas i åtanke är möjligheten att koppla sin mobiltelefon till cykeln, antingen istället för färdatorn eller som ett komplement. Det skulle då kunna finnas en "app" som möjliggör en rad olika funktioner, till exempel cyklad sträcka, cykelrutten på karta och möjligheten att dela med sig av detta i sociala nätverk. Den sportiga konceptmodellen ses i två olika utformningar i Figur 21b och Figur 21c under *Sammanfattning av grundkoncepten* längre ner.

Koncept 3 - Framtid

Framtidskonceptet lämnar mer rum för spekulation. Här väljs skivbroms fram och bak för den goda bromsförmågans skull, samt att det känns som ett aktuellt bromssystem idag och borde därför vara ett givet bromssystem att använda inom den närmaste framtiden. Dessutom skulle detta kunna kombineras med en motorbromsande effekt beroende på om det har tagits fram en god teknisk lösning för detta, som till exempel skulle ge en motorbromsningseffekt när bromshandtagen trycks in.

Till det här konceptet är det tänkt att en rem ska placeras där dagens kedjor är placerade. Motorn ska även på detta koncept vara en borstlös DC-motor och vara placerad i bakhjulet. Tillsammans med motorn sitter där ett integrerat växelpaket.

Framtidskonceptet har en unisexram för att passa så många användare som möjligt. Form-

språket kan i det här fallet tillåtas vara mer innovativt och uppseendeväckande än de andra koncepten. Tanken är att aspekter så som hållfasthet inte behöver ha i åtanke lika mycket i det här fallet vilket innebär att det är möjligt att gå ifrån de mer traditionella ramarna.

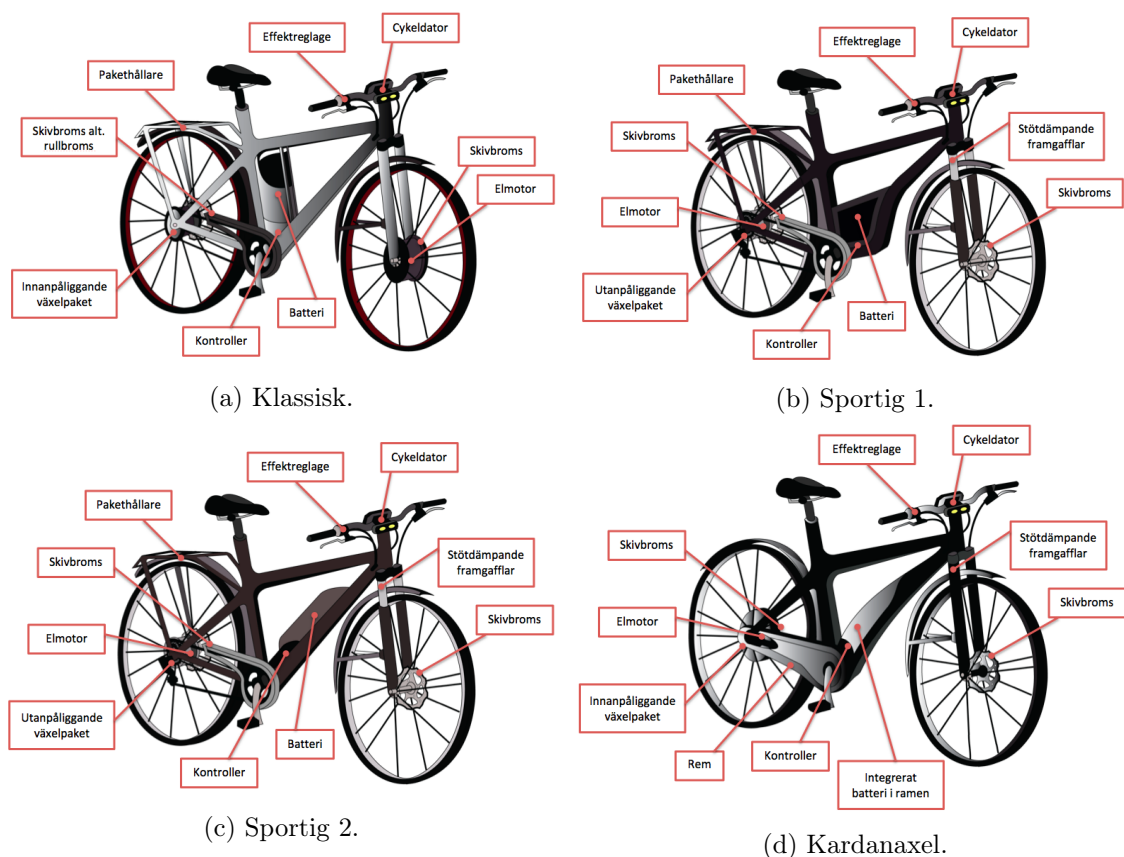
Framtidskonceptet utrustas med en cykeldator och möjligheten att ansluta en mobiltelefon anses vara mycket önskvärt. Anledningen till dessa val är att tekniken i dagsläget känns aktuell och bör vara det även några år framåt i tiden. Den futuristiska konceptmodellen ses i Figur 21d, under nästkommande rubrik, med en beskrivning av några komponenter.

Sammanfattning av grundkoncepten

Nedan i Tabell 5 beskrivs de mest centrala delarna och hur de skiljer sig åt mellan de olika koncepten.

| | Klassisk | Sport | Futuristisk |
|--------------------|---------------------|--------------------|------------------------|
| Batteriplacering | Bakom sadelstång | Framför sadelstång | Undre rambalk |
| Motorplacering | Trampnav | Bakhjul | Trampnav |
| Ramtyp | Unisex | Herr | Unisex |
| Bromsar | Skivbroms/rullbroms | Motorbroms | Skivbroms/motorbroms |
| Effektlägesreglage | Handvridreglage | Handvridreglage | Spakar/handvridreglage |
| Drivsystem | Kedja | Kedja | Rem |
| Elmotortyp | Borstlös | Borstlös | Borstlös |
| Batterityp | Litium jon fosfat | Litium jon fosfat | Litium jon fosfat |

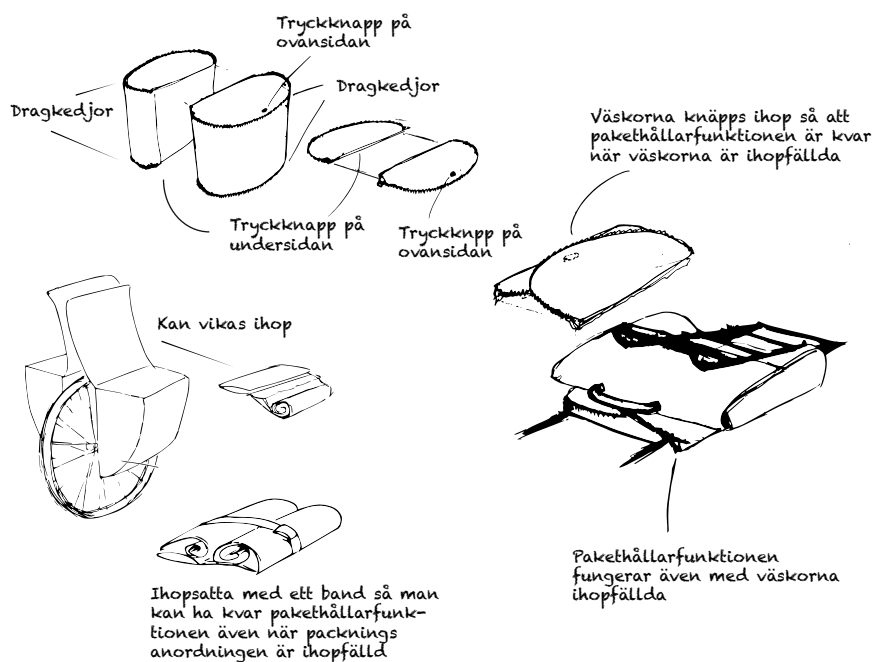
Tabell 5: Skillnader och likheter mellan de tre grundkoncepten.



Figur 21: De tre olika koncepten.

5.3 Packning

Från intervjuer och enkäten om hantering av packning och regnkläder vid cykelpendling (se Bilaga A.21), arbetades ett flertal förslag på packningsanordningar fram, se Figur 22. Fokus på dessa var att de skulle kunna monteras på cykeln, rymma den mängd packning som pendlarna har med sig i dagsläget samt att de inte skulle ta någon plats när de inte används. Detta för att ge en smidigare körning samt säkerställa att packningsanordningen alltid finns tillgänglig. Det var även viktigt att cykelns pakethållare skulle kunna användas även med packningsanordningen ihopfälld (men likväl monterad).



Figur 22: Förslag på packningsanordningar.

5.4 Vidareutveckling och fördjupningsområden

De tre "grundkoncepten" redovisas 2013-03-18 för Linus Lindgren, Unicykel AB samt handledare och examinator för kandidatarbetet. Fyra stycken avgränsningar/ fördjupningsområden för det fortsatta arbetet bestäms under detta möte. Eftersom det under mötet framgår att sportkonceptet anses vara det mest intressanta för Unicykel AB är det det grundkonceptet som kommer att vidareutvecklas. Fördjupningsområdena är batteriplacering, styre med displayer och reglage samt back office-systemet. Vidareutvecklingen av batteriplaceringen och styret med display och reglage återfinns i detta kapitel, arbetet med back office-systemet återfinns i Kapitel 6.

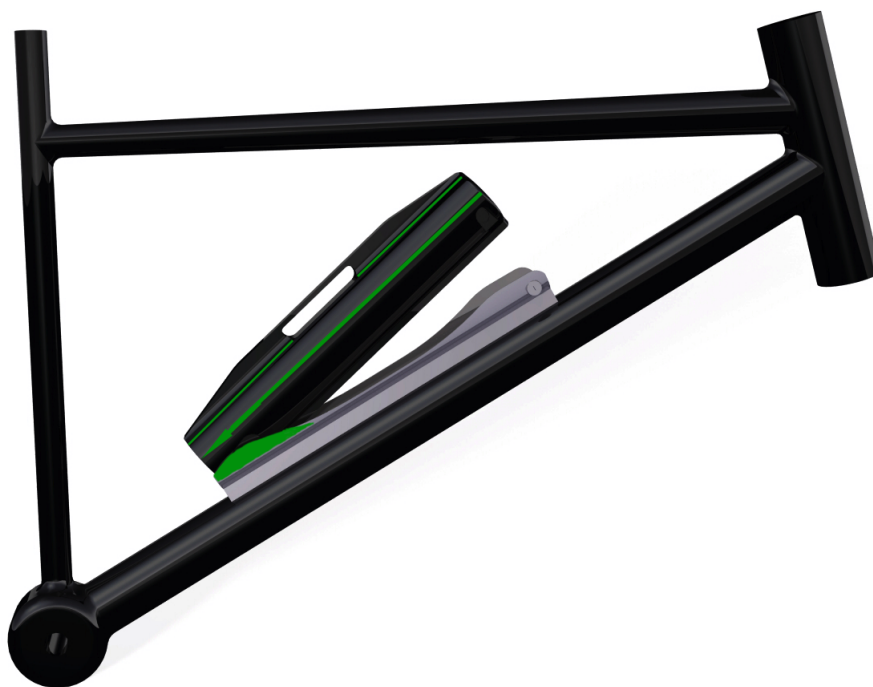
Från de tre koncepten togs ett nytt koncept fram med de främsta egenskaperna från varje enskild prototyp, se Bilaga 13. Stor tyngdpunkt har lagts på att skapa konceptcykeln i Nishikis former och design. Elcykel ska även ge ett intryck av sportighet med kvalitetsstarka färger som ger ett seriös, robust och lätt uttryck.

5.4.1 Batteriplacering och funktion

Genom att placera batteriet på den diagonaliknande stängen kunde både batteriet och batterihållaren få plats med god marginal för användaren. Tanken är att användaren först sätter fast batteriets bakre del ner i hållaren, se Figur 23 och Figur 24.



Figur 23: Steg 1 av 3, denna bild illustrerar när användaren håller i handtaget påväg att sätta fast batteriet i hållaren.



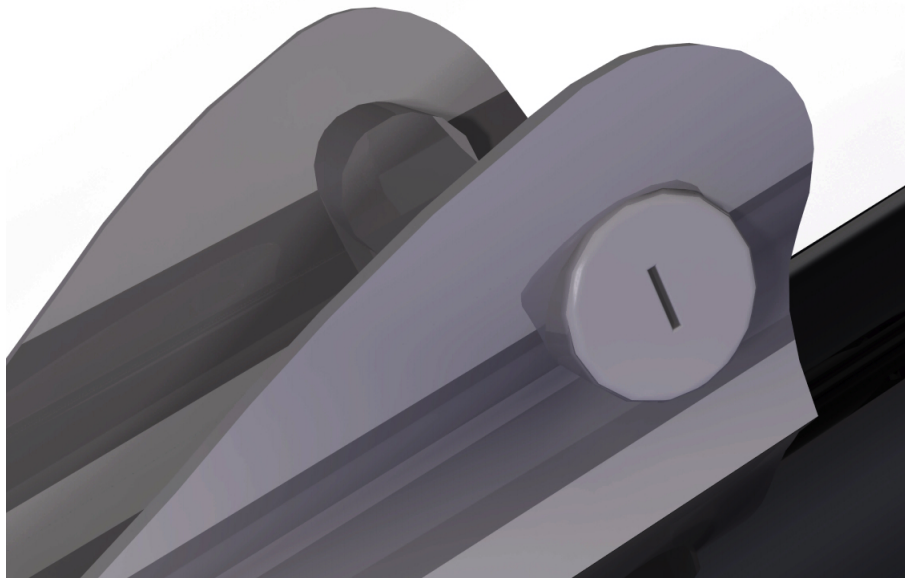
Figur 24: Steg 2 av 3, denna bild illustrerar när användaren har satt ner ena sidan av batteriet i hållaren.

Efter det kommer användaren bara att behöva trycka ner batteriet genom att hålla om handtaget och trycka ned den sida som inte är nedtryckt, se Figur 25.



Figur 25: Steg 3 av 3, denna bild illustrerar när användaren har satt ner båda sidorna av batteriet i hållaren. Nu är även batteriet fastlåst.

Med hjälp av de spår som finns för att sammankoppla batteri och hållare kommer batteriet på rätt plats. När batteriet tryckts ner ordentligt i hållaren kommer det automatiskt att låsas fast. Detta med hjälp av en låskolv som sitter på sidan av hållaren, se Figur 26.

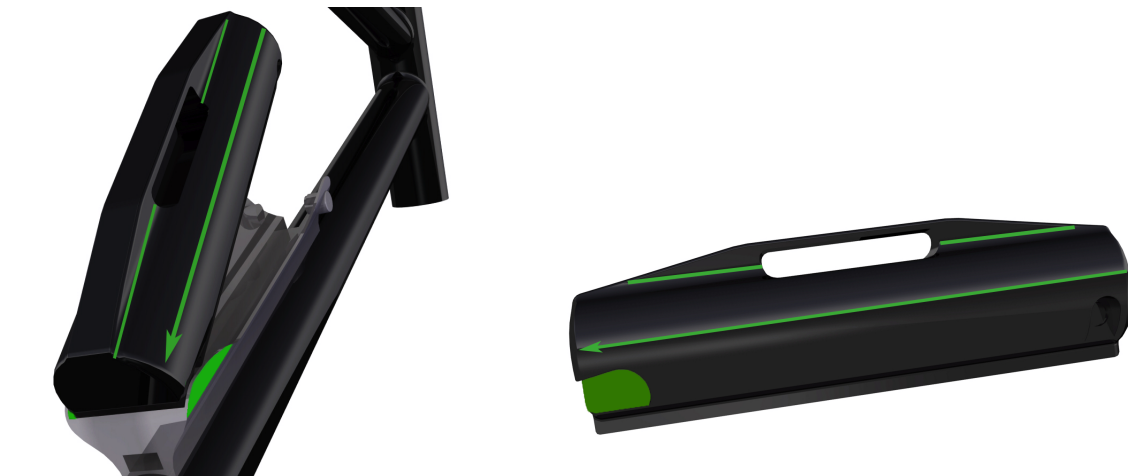


Figur 26: Låsanordning på hållaren som automatisk låser fast batteriet när batteriet trycks ned.

Vid omvänd ordning när användaren har cyklat klart och vill ta med sig batteriet trycks endast en nyckel in och vrids om. Batteriets framkant hoppar då upp ett steg från hållaren. Användaren tar sedan batteriet med samma hand som denne öppnade låset med och batteriet plockas ur och processen är färdig. Noterbart är att användaren aldrig behöver använda sig av mer än en hand både vid dit- och frånmontering, detta för att underlätta för användaren.

Batterihållaren är även utformad på ett sätt som gör att den skyddar mot väta, regn och snö. Eftersom hållaren har samma lutning som ramen och dessutom ett hål längst ner kommer vatten aldrig samlas i hållaren, detta kommer förebygga eventuella kortslutningar och fel som kan uppstå i elsystemet. Kontakterna sitter väl skyddade längst upp på batteriet.

För att öka förståelsen och känslan för användaren kommer en rad interaktionsfunktioner finnas med. För att användaren ska veta vilken ände som ska ner först kommer den sidan vara grönfärgad, motsvarande färg på hållarens ena sida kommer vara grön, se Figur 27. Det kommer även finnas en tydlig pil som sträcker sig över batteriet pekandes mot första infästningen.



Figur 27: Batteriets och hållarens ena sida är målade i grönt vilket ska öka förståelsen för användaren vilket håll av batteriet som ska sättas ned först.

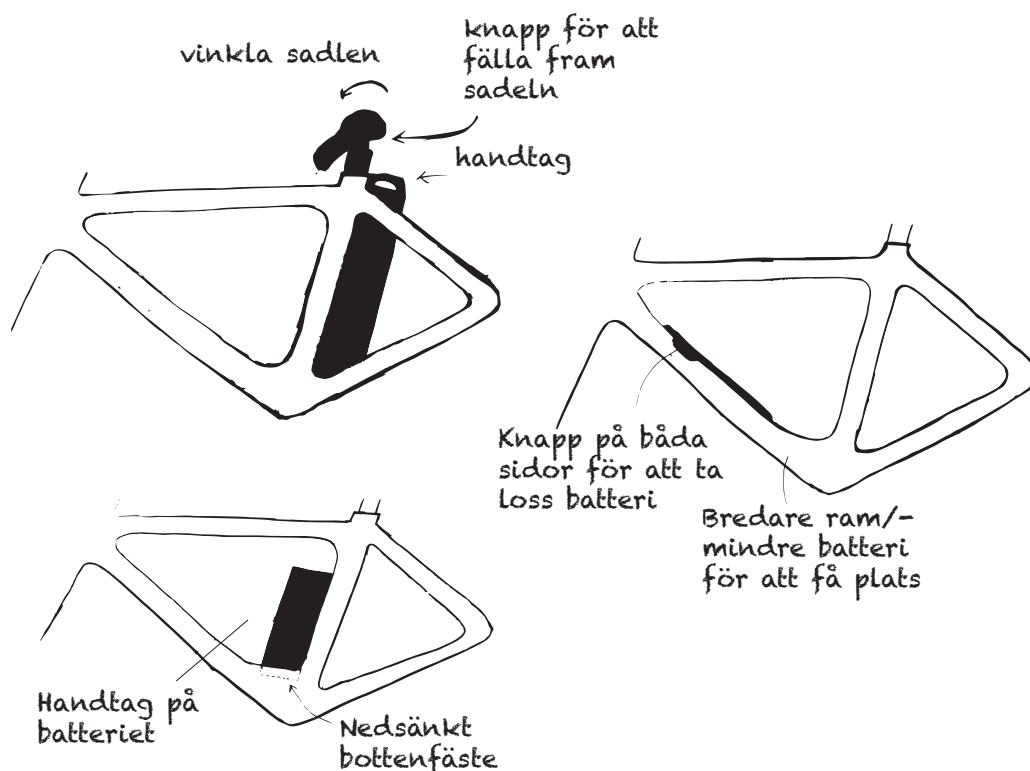
När användaren trycker ner batteriet i hållaren ska ett tydligt mekaniskt "klick" höras vilket ska ge återkoppling till användaren att batteriet är isatt på ett korrekt sätt. Det kommer även finnas en funktion som direkt testar elcykelns funktioner (motor, styrsystem och batteri) så fort batteriet har satts fast i hållaren. Om systemet är redo kommer en grön lampa tändas på batteriet och en liten signal kommer spelas upp.

En skalenlig fysisk modell av batteriet och dess hållare har skapats utifrån CAD-ritningarna ovan. Modellen visas i Figur 28.



Figur 28: Fysisk modell av batteriet och dess hållare.

Alternativa lösningar till batteriets placering ses nedan i Figur 29.



Figur 29: Alternativa lösningar till batteriets placering.

5.4.2 Layout för styrets användargränssnitt

Utifrån resultatet i Kapitel 4.3 har fokus lagts på att öka användarvänligheten i framförallt de manöver- och informationsdon specifika för elcykeln. Grundtanken är att användaren ska slippa släppa någon hand från styret vid interaktion med systemet och kunna behålla fokus på vägen i så stor utsträckning som möjligt. Detta ställer krav på att manöverdonen är lättåtkomliga, utformade för att användaren ska kunna utläsa deras placering och funktion haptiskt samt att de är ergonomiskt utformade.

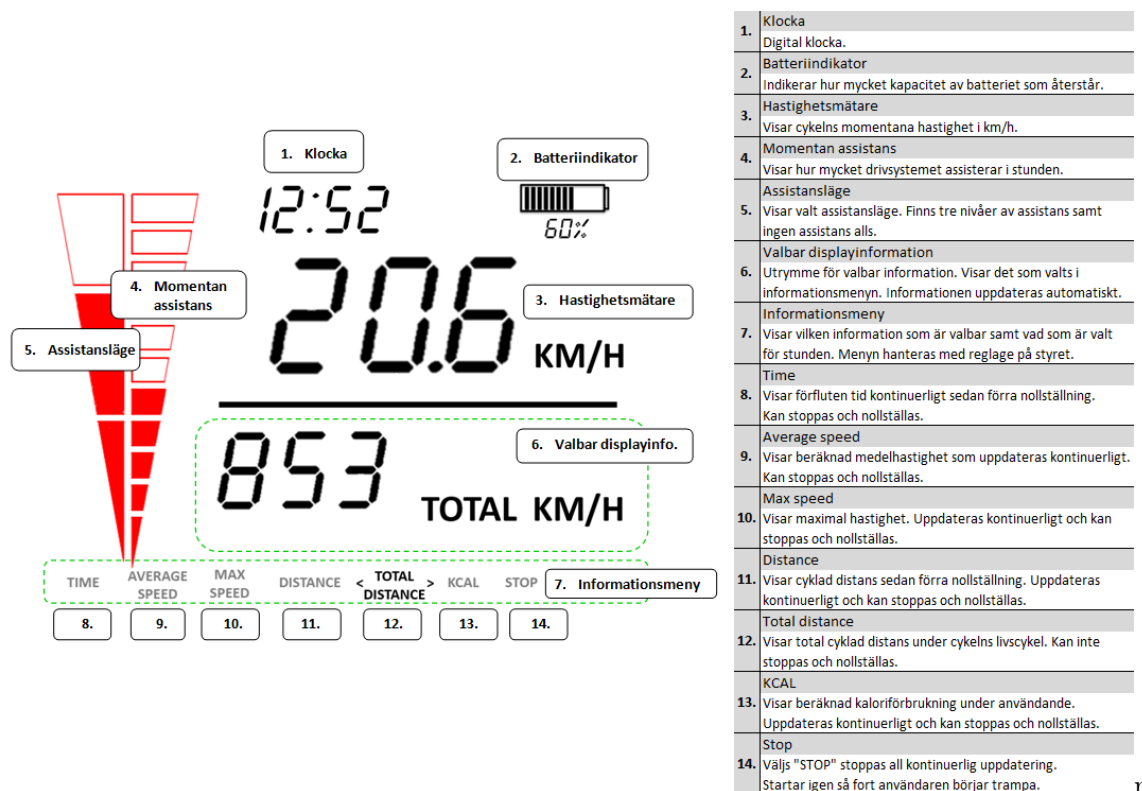
Unicykels prototyp har varit utgångspunkt och den har vidareutvecklats utifrån hur och vilken information som presenteras samt hur systemet hanteras från styret. Displayens funktioner har tagits fram genom "brainstorming" och diskussion inom gruppen samt en slutlig avvägning. Därefter har gränssnittet skissats fram där fokus legat på tydlighet, användarvänlighet, enkelhet samt grundläggande principer för interaktion med displayer. Tre olika lösningar skissades sedan fram till de tre grundkoncepten inför presentationen för Unicykel AB. Därefter valdes gränssnittet med det sportigaste uttrycket för vidare utveckling. Slutligen utvecklades en fullständig visuell som utvärderats utvärderats genom ett flertal tester.

Utifrån displayens gränssnitt har krav ställts på reglaget, bland annat vilka funktioner det ska klara av. Till en början utvecklades enkla skisser på tre utformningar, dessa reali-

serades genom enkla styrofoam-modeller som placerades på en skalenlig modell av styret. De kunde då utvärderas rent fysiskt av hypotetiska användare och den modell som kunde hanteras på bästa sätt rent subjektivt valdes för vidare utvärdering.

Displaygränssnitt

Displayen ska presentera viktig information om elcykelns status men även information som kan vara intressant för användaren om dennes cykling. Det tänka gränssnittet presenteras i Figur 30 och det är uppdelat i två olika delar. De fem första funktionerna i figuren visas alltid då de anses så relevanta för användaren. Klockan anses viktig då användaren ofta är i behov av en tidsuppfattning och sådan information på displayen underlättar under användning. Batteriindikatorn är viktig för att ge information om vad användaren kan förvänta sig av assistansensamt ge denne möjlighet att planera sin resa. Den är utformad likt batteriindikatorn på bland annat mobiltelefoner för att motsvara användarens mentala modell över detta. Procentsiffran ger en mer exakt uppfattning som ofta är tillfredsställande. Hastighetsmätaren är viktig då den ger användaren en uppfattning och en förståelse för cyklingen. Det är den mest centrala informationen och hänger ihop med många andra funktioner.



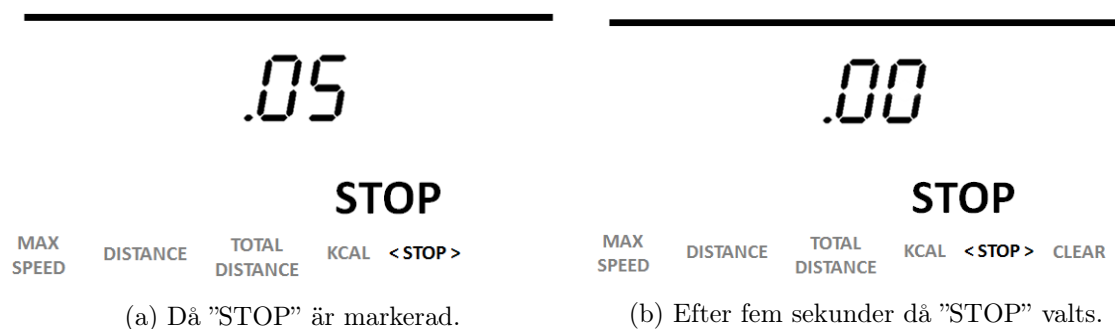
Figur 30: Displayens gränssnitt.

Drivsystemet har även här utformats med tre assistanslägen då det anses ge användaren tillräckligt med valmöjligheter. Fler lägen ger användaren mer möjlighet att anpassa cyklingen mer, dock minskar användarvänligheten. Tre lägen anses vara tillräckligt. Indikatorn för momentan assistans ger användaren en grov uppskattning om hur mycket motorn assisterar. Den momentana assistansen är ett procentvärde av motorns vridmoment kontra cykelns totala. Figuren visar en schematisk visualisering av det procentvärdet som uppdateras.

teräs kontinuerligt.

I fältet för valbar displayinformation visas information som användaren kan anse vara intressant. Det finns således möjlighet att reglera den information som ska visas och detta görs via reglaget till vänster på styret, se Figur 32. Längst ner på displayen finns en meny med den information som finns tillgänglig att välja och vilken information som presenteras. Detta för att göra det tydligt för användaren så att skärmen kräver så lite uppmärksamhet som möjligt. Via reglaget kan användaren stega åt antingen höger eller vänster i menyn.

Väljs "STOP" i menyn ser displayen ut som i Figur 31, en klocka räknar då ner fem sekunder och går inte användaren vidare i menyn inom dessa fem sekunder stoppas då all kontinuerlig uppdatering. Detta för att ge användaren möjlighet att pausa eller stoppa tidtagningen, hastighetsberäkningen, tripmätaren och kaloriräknaren. Denna information börjar återigen loggas så fort användaren trampar. Funktionen "CLEAR" fungerar på samma sätt, efter fem sekunder nollställs all loggad information. Allt utom total distans, denna loggas kontinuerligt och kan inte nollställas av användaren. Den informationen är istället främst till för att ge Unicykel AB information om hur långt cykeln använts. Detta för att förenkla vid service och liknande, tanken är att endast unicykels servicepersonal ska kunna nollställa denna information.



Figur 31: Displayens gränssnitt då funktionen "STOP" är valt i informationsmenyn. När klockan på displayen räknat ner från fem blir funktionen "CLEAR" tillgänglig, denna fungerar på samma sätt.

Vikt har lagts vid att ge användaren så få knappar att använda som möjligt, detta för att denne ska kunna veta knappens funktion utan att titta på den och således behålla så mycket fokus som möjligt på vägen. Därför har den presenterade utformningen av "STOP" och "CLEAR" funktionerna valts, för att undvika fler knappar specifika för dessa ändamål på styrets reglage.

En fullständig visualisering av displayens gränssnitt vid olika menyval presenteras i Bilaga A.17.

Idag finns en stark trend att vilja logga och dela information om hur mycket man som individ tränar och rör på sig. Eleykeln loggar också sådan information och visar den på skärmen. Displayen bör således utvecklas med en funktion som gör det möjligt att synka informationen, i första hand till kundens profil på Unicykels hemsida men möjligtvis även till sociala medier. Där finns det funktioner som gör det möjligt att dela informationen med vänner och företaget samt sammanställa den för egen översikt. Den konceptuella lösning som ligger närmast till hands är en smartphone-applikation som kan synka informationen trådlöst från displayen och sedan ladda upp den via valfri internetuppkoppling. Anslut-

ningen ska upprättas endast genom hantering i appen, för att undvika reglage och knappar på displayen. Applikationen upprättar då en anslutning till displayen via bluetooth eller "WIFI" (en uppkoppling som alltid finns tillgänglig från displayen så länge den har ström) och synkar all den information som finns loggad.

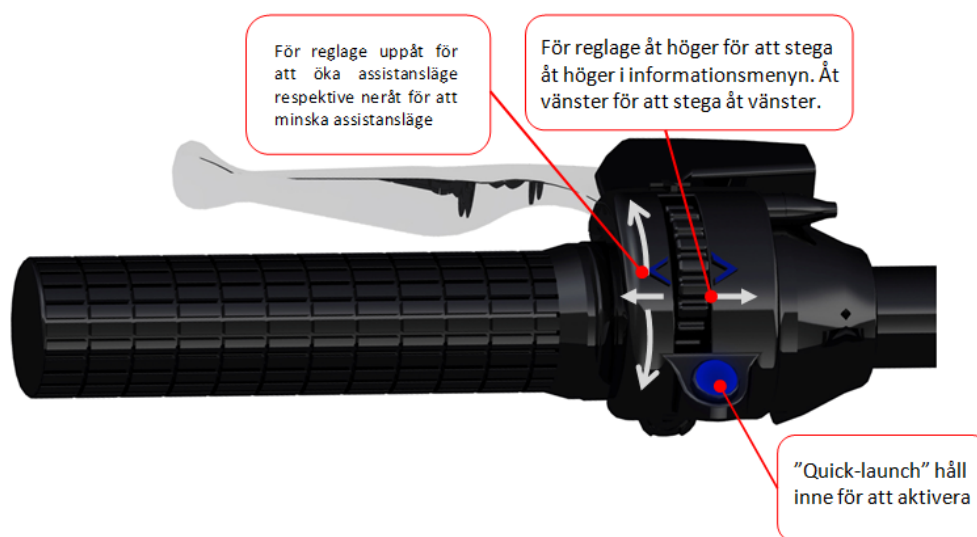
Styrets layout

Det som främst skiljer elcykelns styre från vanliga cykelstyren är displayen och reglaget, i övrigt är styret utformat med standardiserade komponenter. Reglaget och displayen presenteras som konceptuella CAD-modeller, dessa är endast konceptuella modeller med huvudmål att visa helhetslösningen rent visuellt. Kompletet styre med display och reglage presenteras i Figur 32.



Figur 32: CAD-modell av styret.

Reglagets syfte är att navigera i informationsmenyn, växla mellan assistanslägen samt starta en "Quick Launch-funktion". Reglaget är kopplat till displayen och drivsystemet och visas mer utförligt i Figur 33. Knappen som är utformad som ett skrollhjul kan föras i fyra riktningar, upp, ner, höger och vänster, där ett knapptryck är återfjädrande. Uppåt och neråt ökas respektive minskas valt assistansläge. Trycks reglaget åt sidan stegar användaren sig igenom informationsmenyn. Grundtanken med funktionen *Quick Launch* är att den ska användas då cyklisten ska starta från stillastående, för att ge extra assistans. Assistansen ges så länge knappen hålls in och motorn ger då ett konstant vridmoment upp till 8 km/h.



Figur 33: Reglaget och dess funktioner.

Reglaget fästs innanför handtag och handbroms genom att det träs på styret och "låses" med hjälp av en skruv i infästningen. Reglaget visas i två olika vyer i Figur 34. Det är utformat för att manöverdonen ska vara så nära handtaget som möjligt. Dock så finns det plats mellan handtag och reglage för ett standardiserat reglage för handbroms.



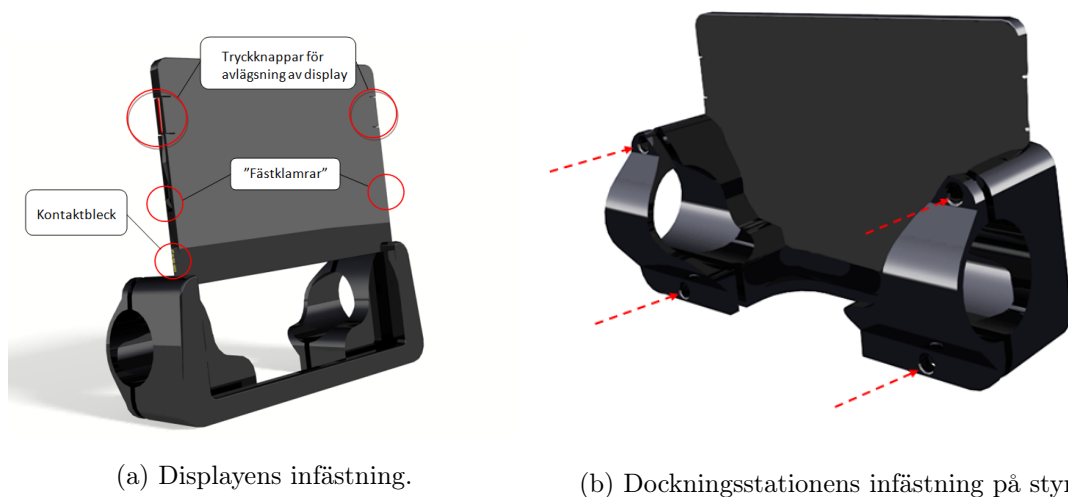
(a) Vy framifrån.

(b) Vy från sidan.

Figur 34: Detaljerad illustration av reglaget.

Displayen har valts att utformas i två moduler. En löstagbar displayenhet samt en dockningsstation som fästs på styret. Infästningen sker med fyra skruvar som dras åt i dockningsmodulens fyra hål, se Figur 35b. Displayen ska vara enkel att avlägsna respektive sätta dit. Den fästs enkelt genom att endast föra in den i spåret där den "klickas" fast. Den avlägsnas genom att två tryckknappar på vardera kortsida trycks in, detta ska gå att göra med en hand. Låsningen släpper då och den kan föras ut. Displayens kontaktbleck

sitter i ena hörnet på ena kortsidan, se Figur 35a. Detta då den där inne ska vara skyddad från väder och vind i stor utsträckning. Anledningen till att displayen valts att utformas i två moduler är framförallt potentiell stöldrisk och väderutsatthet. En lösning med en mer integrerad display, säkert monterad på styret är ett alternativ men detta anses öka hela cykelns attraktion för stöld. Dessutom ges användarna en känsla av säkerhet när de vet att displayen inte är utsatt för väder och stöldrisk. Detta diskuteras dock vidare i Kapitel 7.



Figur 35: Detaljerad illustration av displayen.

Utvärdering av styrets layout

Ett användartest utfördes på tio personer i åldrar spridda mellan 20 och 65 år. De flesta hade även ett visst teknikintresse vilket ligger i linje med elcykelns tilltänkta målgrupp. Antalet testpersoner anses vara tillräckligt eftersom det uppkom en mättnad i svaren hos denna grupp och en större testpanel således inte skulle medföra någon ytterligare spridning i svaren.

Testet utfördes på så sätt att en testperson fick se och känna på den skalenliga modellen av styret som visas i Figur 36. På styret sitter standardkomponenter för helhetskänslan samt enkla modeller över reglage och display som utvärderades genom att testpersonerna fick besvara ett antal öppna frågor kring dessa.



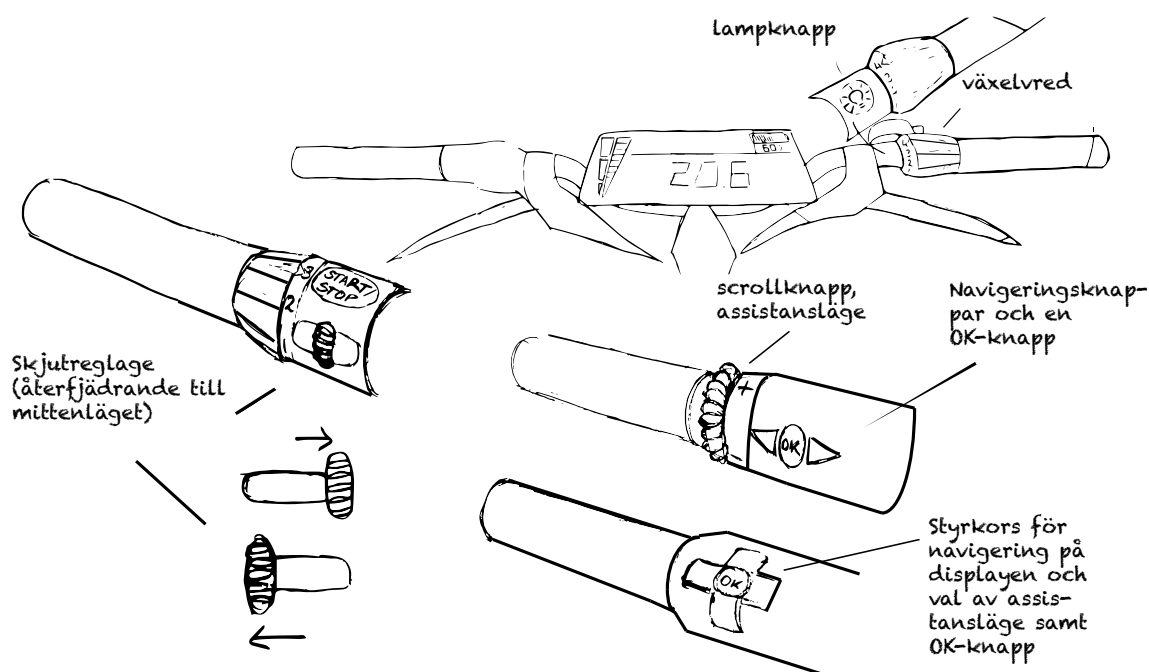
Figur 36: Skalenlig modell av styret

Vidare användes en PowerPoint för att visa displayens användargränssnitt och testpersonen fick besvara fler öppna frågor kring just detta samt hur reglagen skulle användas för att hantera displayen.

Med hjälp av användartesterna framgick att reglaget, som fungerar som en joystick (reglaget fjädrar tillbaka till sitt mittläge men kan föras framåt, bakåt samt i sidled men är utformat som ett hjul) ger upphov till stora missförstånd och svårigheter att styra displayen. Den tydliga formen av ett hjul, gav 60-70% av testdeltagarna en känsla av att reglaget skulle gå att snurra.

Trots de pilar som lagts till reglaget för att indikera möjligheten att styra i sidled, upplevde hälften av de tillfrågade att reglaget endast kunde styras uppåt och nedåt. Pilarna tolkades istället som en indikation på var hjulets mittläge befann sig. Detta medförde även att fem till sex av de tio deltagarna ville bläddra mellan displayens olika funktioner genom att föra reglaget i höjdlid istället för i sidled som det är tänkt.

De åtgärder som skulle behöva göras för att öka förståelsen för hur man interagerar med reglagen är att pilarnas utformning bör ändras så att de inte kan misstas för klamrar samt att valet av reglagets utformning bör ses över då ett hjul uppenbarligen ger fel signaler om hur det är tänkt att kunna styras. I Figur ?? visas de tidiga skisserna på olika lösningar för just reglaget som inte resulterade i den slutliga modellen. Där finns således alternativ till utformning av reglaget, dessa har dock inte testats och utvärderats ytterligare.



Figur 37: Alternativa skisser av styret och dess reglage

Flera utav de funktioner som displayen tillhandahåller; tid, medel- och maxhastighet, kaloriförbrukning, klocka samt raderingsfunktion, var alla enkla att förstå enligt testdeltagarna. Det fanns dock även ett antal olika funktioner som skapade förvirring:

En femtedel av de tillfrågade förstod inte skillnaden mellan distans och total distans och även om resterande testpersoner förstod skillnaden, fanns det en stor osäkerhet kring vem som kan nollställa den totala distansen: Är det cyklisten eller försäljaren?

Stoppfunktionen visade sig vara den funktion som skapar störst förvirring. Nästan en tredjedel av de tillfrågade hade ingen aning om vad funktionen skulle kunna innebära. Fyra av tio kom fram till det korrekta svaret (att "STOP" stoppar den uppmätta tiden och således även slutar mäta övriga funktioner) men de hade ofta fler förslag på vad funktionen kunde innebära. Förslag såsom att motorn stängs av, att displayen själv går till "STOP" när man har cyklat en förinställd sträcka eller bränt ett förinställt antal kalorier och att "STOP"-funktionen räknar ner hur lång tid man har kvar innan man måste börja trampa igen för att inte "stänga av" cykeln var alla idéer om vad "STOP"-funktionen kan innebära.

Efterföljande fråga i användartestet handlade om hur man stoppar tiden (som startar automatiskt). Sju av tio svarade att man går till STOP (korrekt svar) medan tre menade att man endast behöver sluta trampa. Det förekom även teorier om att tiden stoppas tio minuter eller en kvart efter att man kliver av cykeln eller att man stoppar tiden genom att klicka med reglaget när man står på funktionen "TIME". Överlag lyckades de flesta lista ut hur man stoppar tiden efter en stunds fundering men det ansågs krångligt att behöva stega bort till "STOP"-funktionen för att stanna tiden.

Gällande den vänstra stapeln i displayen (assistansläget) lyckades sex av tio komma fram till dess innebörd samt hur det är tänkt att styras (uppåt och nedåt). Bland de övriga rådde delade meningar kring stapelns innebörd men vanligast var att man kopplade samman stapeln till någon utav displayens övriga funktioner, såsom batteritid eller nuvarande hastighet i förhållande till medel- eller maxhastighet.

6 Modellering av back office-systemets funktioner

I det här kapitlet beskrivs back office-systemet och dess funktioner. Då det skiljer sig betydligt från övriga delar av projektet har back office-systemet ett eget kapitel med bakgrund, syfte och tillvägagångssätt för att ta fram det.

6.1 Bakgrund och syfte

Redan innan kandidatgruppen påbörjade arbetet med elcykeltjänsten fanns ett önskemål om ett back office-system som skulle underlätta hanteringen av tjänsten. Till grund för utvecklingen av back office-systemet ligger ett flödesschema, se Bilaga A.18, som i grova drag beskriver olika tjänstescenarier. Flödesschemat har tagits fram av Thomas Nyström, Chalmers, i samråd med Linus Lindgren på Unicykel AB. I flödesschemat bygger back office-systemet på en kunddatabas och en cykeldatabas. Potentiella kunder ska kunna upptäcka och/eller informeras om tjänsten genom Unicykels hemsida, sociala medier, återförsäljare eller olika erbjudanden. Därefter kan de läsa mer om priser, villkor och liknande på Unicykels hemsida eller prova en cykel hos en återförsäljare. Om kunden sedan bestämmer sig för att köpa tjänsten tecknar den ett avtal hos återförsäljaren eller direkt på hemsidan och registreras då i kunddatabasen samtidigt som den tilldelas en cykel från cykeldatabasen.

Back office-systemet ska göra det möjligt att på ett smidigt sätt samordna servicetillfällen för cyklarna genom att skicka ut ett meddelande till återförsäljaren och kunden med lämpligt tidsintervall. Vid service läser återförsäljaren av cyklad distans och för in eventuella komponentbyten som gjorts vid servicetillfället. Dessutom ska det finnas möjlighet för kunden att göra en felanmälan om någonting inte fungerar som det ska. Unicykel AB kan med hjälp av systemet få information om hur kunderna upplever tjänsten, hur cyklarna används och hur olika komponenter slits. För återförsäljaren ska det fungera som ett verktyg som hjälper till vid all hantering av elcykeltjänsten som de kommer i kontakt med. Det här arbetet avgränsas dock till den del av back office-systemet som en kund eller potentiell kund kommer i kontakt med.

En annan önskvärd funktion är enligt flödesschemat att användaren vid uppsägning av tjänsten ska kunna kontrollera cykelns skick och rapportera in till Unicykel AB/återförsäljare. Detta för att snabbt få reda på eventuella reparationer som behöver göras innan den kan ges ut till en ny användare. Det som eftersträvas vid utvecklingen av back office-systemet är ett användarvänligt och funktionellt system som ska underlätta för användaren, återförsäljaren och Unicykel AB. Ett färdigt system kommer inte att utformas utan fokus läggs istället på att visa funktioner som användaren kommer i kontakt med. Funktioner som kan vara önskvärda från Unicykel AB och återförsäljarnas sida kommer dock att ha i åtanke vid utformningen av systemet.

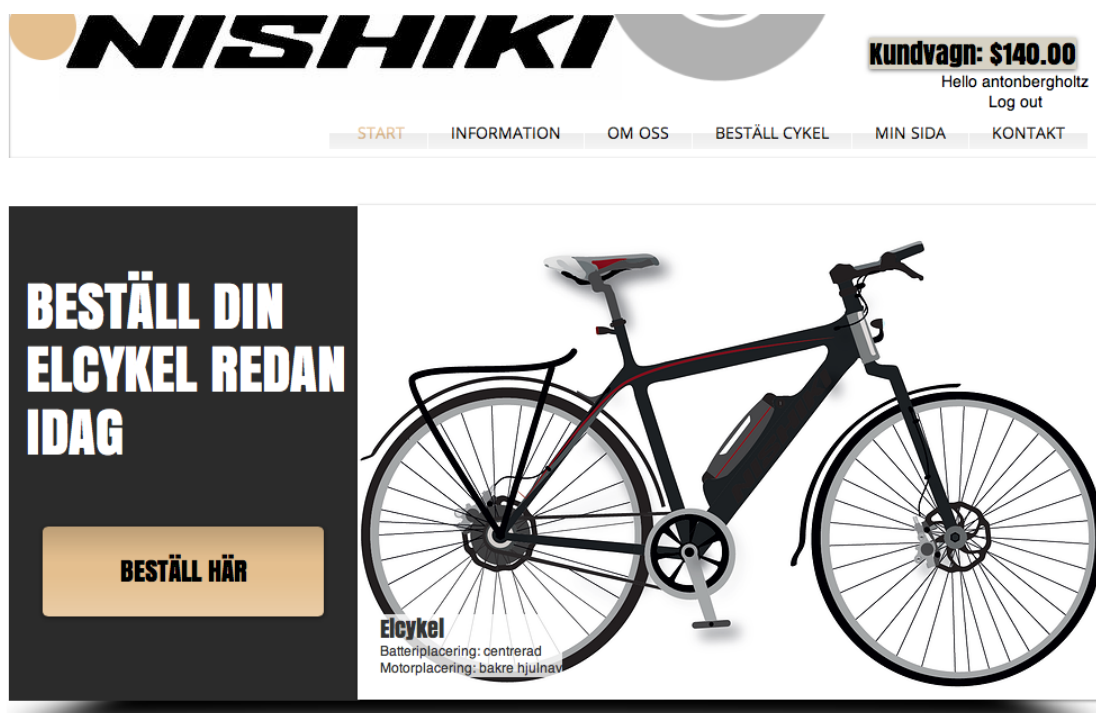
6.2 Utveckling av hemsida för funktionsmodellering

Användaren kommer i kontakt med back office-systemet via Unicykels hemsida, för att demonstrera hur användningen skulle kunna ske görs en hemsida som designas med hjälp av www.wix.com (2013-04-19). Olika användarscenarier har i åtanke vid utformandet av hemsidan och flödesschemat ligger till grund för de flesta, vilka är:

6.2 Utveckling av hemsida för funktionsmodellering

- Leta information om tjänsten.
- Börja abonnera.
- Hantera sitt abonnemang.
- Ställa frågor/hitta återförsäljare.

Utifrån dessa användarscenarier identifieras nödvändiga funktioner och ett förslag på en layout görs. Målet är att få en så lättmanövrerad sida som möjligt där användaren enkelt kan hitta det han/hon letar efter. Nedan förklaras de mest centrala delarna av sidan, se Bilaga A.19 för ett flödesschema över sidans alla funktioner. I Figur 38 syns startsidans layout, längst upp till höger finns en menyrad med flikarna *start*, *information*, *beställ cykel*, *om oss*, *min sida* och *kontakt*. På startsidan finns också plats för reklam, kampanjer, länkar till olika fördjupningsområden och nyheter.



Figur 38: Startside

Om kunden klickar på knappen ”beställ här” under texten ”beställ din elcykel redan idag” kommer han/hon till en ny sida där det går att välja vilken typ av abonnemang som önskas, hur betalning ska ske och eventuellt vilken cykelmodell som önskas (om fler än en finns). I Bilaga A.20, Figur 19, ses ett exempel på hur det ser ut om en företagsbeställning görs. Det går även att komma till denna sida genom att trycka på fliken ”beställ cykel”. När kunden bekräftar sitt köp läggs man till i kunddatabasen och registreras som medlem på hemsidan.

Under fliken ”min sida” ser det ut som i Bilaga A.20, Figur 20. Där går det, om man är en inloggad medlem, att hantera sina uppgifter eller sitt abonnemang, se sin personliga cykeldata eller ändra servicetid. Önskar kunden ändra sin servicetid går det under fliken ”service” att enkelt ändra sin tid genom att välja ett annat ledigt tillfälle i en kalender. Det går även att göra en felanmälan genom att trycka på fliken ”felanmälan”, (Bilaga A.20,

Figur 22), under fliken ”min sida”.

Under flikarna ”om oss”, ”kontakt” (Bilaga A.20, Figur 21) och ”Information” hittas mer information om Unicykel AB, elcykeltjänsten och hur det går att få kontakt med företaget.

För att utvärdera hemsidans funktionalitet testar tre personer hemsidan utifrån ett kundperspektiv och olika iscensatta kundscenarier. Datan från testerna samlas in genom att en person ur kandidatgruppen är närvarande vid testerna och antecknar testpersonens åsikter och tankar om användandet. Intrycket som ges av testpersonerna är att hemsidans funktionalitet får gott betyg. Åsikter har framkommit om att färgvalen kunde gjorts lite bättre då dessa i nuläget upplevs ge ett ”billigt” intryck.

7 Diskussion

I det här avsnittet kommer en utvärdering av metoderna, genomförandet och resultatet att ske. Det kommer även att diskuteras kring om de val som gjorts är relevanta för det slutliga resultatet.

7.1 Intervjuer

Intervjuerna gav främst resultat gällande hur objekten pendlar idag. Att just intervju bil- och kollektivpendlare var bestämt på förhand då dessa ansågs vara den mest troliga målgruppen och det antogs således att detta skulle ge mest relevant information. Dessa antaganden gjordes utifrån en uppfattning om att de som cyklar idag gör det för att de gillar ansträngningen och att de fördelar som en elcykel ger inte gör någon positiv skillnad för dem. Det hade varit intressant att se ett bredare intervjuresultat innehållande kollektiv-, bil-, cykel- samt gångpendlare. Då intervjuerna utfördes utefter tillgänglighet kunde bara en gångpendlare intervjuas. Resultatet var dock likt de övriga men det hade behövt kompletteras med fler intervjuer för att kunna användas.

Resultaten om hur, varför och vad som är positivt respektive negativt med att pendla så som de gör i dagsläget är intressant i ett stort perspektiv. Även om det inte gett så mycket konkreta resultat för just utvecklandet av en conceptcykel. Frågorna om elcykel som komplement gav väldigt varierande resultat då objekten ofta hade svag eller fel uppfattning om hur en elcykel fungerar. Så här i efterhand borde dessa frågor varit mer specifika. Det kan även diskuteras hur reliabelt resultatet, om vad som är viktigt med cyklar generellt, är då det kommer från personer som inte cyklar i vanliga fall.

Flera egna slutsatser har dragits av resultatet, som möjligt kan vara snedvridna, men det har ansetts finnas en hel del dolda meningar i svaren. Framförallt säger många att om de väl ska cykla, får det gärna vara jobbigt eftersom de vill ha motionen. Samtidigt är just denna ansträngning något som trots allt undviks i dagsläget då de intervjuade har valt bort cykeln som transportmedel. Många verkar se elcykeln som ett hjälpmedel, ett sätt att "fuska". Viktigt blir därför att skapa en image för elcyklar i allmänhet som ett bekvämt färdmedel men som även ger motion och inte förknippas med ett hjälpmedel.

Ett bredare intervjuspektra hade varit intressant, framförallt med fler typer av pendlare. Dock märktes en viss mättnad i resultaten. Varför antalet intervjuer som utfördes ändå anses vara tillräckligt.

Hade arbetets avgränsningar bestämts tidigare hade mer direkta frågor kunnat ställas under intervjuerna. De har dock gett en tydlig helhetsbild över området som inte ska underskattas. De borde även ha utförts med en bättre kontinuitet och om möjligt borde objekten valts med större noggrannhet och inte endast utefter tillgänglighet. Missförståndet vid rankningen av egenskaper ledde till att det resultatet inte kunde användas i den utsträckning som var önskad. Antagligen hade det inte uppkommit något missförstånd om de som genomförde intervjuerna hade gjort en testintervju *tillsammans* och diskuterat intervjuernas upplägg istället för att få instruktioner om hur intervjuerna skulle genomföras i textform. En tydligare noggrannhet och samordning i förberedelserna inför intervjuerna samt tydligare instruktioner gentemot intervjupersonerna hade med andra ord kunnat motverka detta. I efterhand har vikten av samordning varit väldigt tydlig. Samtliga intervjuer borde utförts under likadana omständigheter och dokumenteras på likartade sätt för

att undvika snedvridna resultat.

Det bör även reflekteras kring huruvida de intervjuades korrekt respektive inkorrekt ifyllda rangordningar verkligen kan jämföras med varandra - trots konvertering till en gemensam skala. I en inkorrekt ifylld lista tas nämligen ingen hänsyn till hur en viss egenskaps vikt förhåller sig till en annans, vilket egentligen var det resultat som önskades få fram. Å andra sidan har listan med egenskaper utvärderats på otaliga sätt: Korrekt respektive inkorrekt ifyllda var för sig, olika pendlingsalternativ var för sig m.m. och några stora skillnader i resultatet har inte påträffats. Detta talar med andra ord för att den grövre, gemensamma skalan trots allt är tillförlitlig och ger en verklig bild av pendlarnas prioriteringar.

7.2 Batteri och dess placering

Batteriets och hållarens slutliga utseende diskuterades fram inom projektgruppen. Hänsyn togs till hur dessa delar ser ut idag på marknaden och hur Unicykel AB placerat och valt batteri samt hållare. På de flesta elcyklar på marknaden är det jobbigt och trögt att få ur batterier ur dess hållare och dessutom är de ofta otympliga. Utseende och placering blev då viktiga parametrar.

Att batteriet valts att placeras på den lutande stängen upp mot styret från pedalerna sett är för att eftersträva en så låg tyngdpunkt som möjligt. Tyngdpunkten bör vara placerad så lågt och så centrerad det möjligt. Prototypen från Unicykel AB medgav viss ostabilitet i och med batteriets placering under pakethållaren. Detta då cykelramen var hög och batteriet relativt tungt. Det var speciellt vid testning av prototypen som detta fastställdes och var en av de förbättringar som ansågs relevanta.

Batteriet kan ha andra placeringar än det som valts, exempelvis på sadelstängen eller på den översta stängen som går från styret till sadelstängen. Den sistnämnda placeringen medför troligtvis liknande egenskaper som placeringen vid pakethållaren. Att placera batteriet på sadelstågen istället vore en alternativ lösning till det valda konceptet. Genom att ha batteriet där blir tyngdpunkten centrerad på elcykeln och vikten sprids ut över olika höjdnivåer, dock blir inte designen lika tilltalande. Unicykel AB strävar efter att ha ett sportigt utseende på sina cyklar vilket var en av anledningarna till batteriets slutliga placering. Tillsammans med hållaren och batteriets utformning i form utav en cylinder fås helheten att likna en vattenflaska på en hållare. Detta ger intrycket av en elcykel med en integrerad design och en känsla av att den är smidig och lätt samt urskiljer sig från de andra på marknaden.

Utöver prototypen och de andra elcyklar som testats har inte någon elcykel med annan placering av batteriet testats. I och med detta går det därför inte att fastslå med säkerhet om det valda konceptet har optimal placering av batteriet. Fler tester hade varit att föredra för en djupare kontroll av batteriplaceringens konsekvenser.

Förutom att batteriet är utformat som en cylinder är även ett användarvänligt handtag designat på överdelen för att det ska vara enkelt att bära med sig det. Handtaget ska även underlätta isättning och urtagning av batteriet i dess hållare. Lösningen för medtag av batteri hade kunnat lösas på andra sätt, med exempelvis någon typ av rem som åker ut om användaren tar tag i den och lyfter. Att ha någonting som fälls ut eller åker ut skulle medföra att det krävs hålligheter i batteriets skal eller någon typ av enklare gångjärn i plast. Dessa hålligheter har en tendens att fyllas med smuts och väta vilket skulle försämra funktionen hos annordningen. Gångjärn skulle kunna gå av vid oaksamhet eller förslitningar.

Konceptet däremot som har ett integrerat handtag saknar risk för nedsatt funktion på grund av väta eller smuts. Dessutom är det enkelt att ta tag i det och användaren behöver inte lägga stor vikt vid att titta på batteriet utan känner direkt var handtaget finns.

Hållaren är designad för att omsluta batteriet på ett integrerat sätt och på så sätt inte sticka ut för mycket. Hållaren samlar inte smuts eller väta då den har samma lutning som ramen och på så sätt rinner allt av och ner genom det hål som finns i botten. Den skena, de små väggar och låskolvorna som håller batteriet på plats är enkla och funktionella för sitt ändamål. Självfallet hade det gått att lösa hållaranordningen på ett annat sätt med exempelvis någon skena som hade gjort att användaren hade kunnat vinkla ut batteriet och ta det. I och med detta hade det tillkommit fler komponenter som hade kunnat få nedsatt funktion och på sätt ökat risken för fel på cykeln. Annordningen för att hålla batteriet på plats är tänkt att vara enkel men ändå funktionell och med så få delar som möjligt som kan ställa till problem för användaren.

Den fysiska modell som skapats ger en bra känsla på hur det är tänkt att fungera när användaren sätter i batteriet i hållaren. Tester på den här modellen har enbart utförts inom projektgruppen. Tiden för att kunna skapa en tillräckligt omfattande och givande undersökning har inte räckt till och har därför inte utförts. Mer omfattande tester då modellen är monterad på en cykel hade varit att föredra för att utvärdera konceptet ergonomiskt och ur användarsynpunkt.

Det som borde gjorts annorlunda att göra den fysiska modellen mer verklighetstrogen gällande vikt och storlek som inte stämmer helt överens i dess nuvarande utformning. Batteriet och hållaren hade behövt vara aningen större samt vara tyngre. Dessutom hade de två komponenterna behövt utformas i ett hårdare material med finare yta för att göra det möjligt med bättre passform dem emellan. Med dessa förbättringar hade en mer rättvis bild av verkligheten givits. Storleken på batteriet i det slutliga konceptet är inte heller fastställd. Den beror på till stor del på hur långt Unicykel AB vill att användaren ska kunna ta sig på en laddning och kostnad för batteriet. Så som forskningen ser ut inom batteribranschen idag kommer det kunna gå att få en ökad energitäthet på batterierna.

7.3 Design av elcykelstyret

Vid utformning av styret har endast fokus lagts på displaygränssnitt och reglage vilka diskuteras nedan.

Reglage

Valet att utforma reglaget som ett hjul med möjlighet att skjuta det åt sidan, beror på att hjulet har en tydlig form som lätt kan urskiljas med känseln, utan att behöva se på det. Med resultatet från användartesterna bör formen dock ändå ses över eftersom frustrationen över att inte kunna styra i menyn troligen tar mer koncentration ifrån körbanan än att titta på reglaget en extra gång. Det kan dock diskuteras huruvida det är bra utformning ur användarsynpunkt efter en kort men nödvändig inlärningsperiod.

Pilarnas utformning gjordes med avsikt att ge en diskret indikation om reglagets styrmöjligheter, i enlighet med cykelns sportiga uttryck. De visades sig dock vara alltför tvetydiga då de kan misstas för klamrar och tydligare pilar är därför nödvändiga.

Den enda funktion som tagits med vid utformning av reglaget förutom navigering i displayens meny samt ändring av assistanslägen är "*Quick-launch funktionen*". Flera andra funktioner har beaktats men inte tagits med vid den slutliga utformningen. Främst för

att sträva efter så få knappar/reglage och onödiga funktioner som möjligt. Bland annat har cykelns belysning valts att kopplas direkt till batteriet och aktiveras tillsammans med systemet utan att det finns möjlighet att stänga av den. Förutom när systemet stängs av genom att displayen avlägsnas. Anledningen till detta är att minska antalet moment vid användning och användaren slipper då beakta just detta moment. Batteriförbrukningen från en bak- och en framlampa anses så låg att det inte gör någon märkbar skillnad på batterikapaciteten.

Andra funktioner som inte tagits med för att de inte kännts tillräckligt relevanta är bland annat funktionen att ändra ljusstyrkan på displayen, tuta och en reglerbar hastighetsbegränsning/cruise control.

Display

Anledningen till att displayen valts att konstrueras som två olika moduler är den höga stöldrisken, både av display men även hela cykeln då den anses attraktivare ur stöldsypunkt med en display på styret. Ett antagande har gjorts att gemene man känner sig säkrare om det finns möjlighet att ta med sig displayen när cykeln parkerats. Framförallt då det kan ge en känsla av att både display och cykel är mindre utsatt för stöld men även då displayen inte är utsatt för väder. Väderutsattheten spelar alltså också roll i valet, är displayen permanent placerad på styret krävs mer utav konstruktionen och materialet för att den ska vara väderbeständig.

En lösning med en display permanent monterad på styret hade kunnat vara ett alternativ, dock krävs det då att den utformas med en säker anslutning till styret och att den är diskret för att risken för stöld ska vara så liten som möjligt. Det hade dock främjat användarvänligheten då ett moment vid parkering försvinner samt att displayen inte behöver omhändertas och transporteras av användaren då cykeln är parkerad. En annan risk med modulernas utformning som är svår att förutse är eventuell is- och snöbildning i dockningsmodulens spår som försvårar avlägsning. Detta har inte testats och hänsyn måste tas till detta vid vidareutveckling.

Det går att bli tydligare kring vem som kan nollställa den totala distansen genom att informera cyklisten om detta, antingen via en manual eller direkt på displayen men helst via den hemsida som lagrar all information om cyklistens abonnemang och cykelhistorik.

Anledningen till varför funktionen "STOP" är svår att förstå, beror troligen på att man vanligtvis startar och avslutar en funktion på likartat sätt (jämför med hur man startar och stänger av en kamera, TV, dator eller mobiltelefon exempelvis). I denna display startas istället funktionen till synes automatiskt (när man börjar cykla) men avslutas först om användaren aktivt går till STOP. Vidare är vi människor vana vid att en funktion börjar och avslutas omedelbart efter att den aktiva handlingen utförts medans denna display inväntar avslutet i fem sekunder efter sin handling.

Att funktionen är utformad på ett sätt med så pass svag anknytning till cyklistens mentala modell, är på bekostnad av strävan efter så få reglage som möjligt. Anledningen till detta är i sin tur att det ska vara lätt för cyklisten att kunna lokalisera reglagen utan att titta på dem – för att istället kunna fokusera på trafiken. Med fler reglage blir det svårare att särskilja dem.

Antagligen skulle funktionerna TIME och STOP lättare kopplas samman om de var placerade bredvid varandra (då skulle det dessutom gå fortare och kännas lättare att bläddra mellan de två funktionerna) – något som de i dagsläget inte är eftersom det ansågs mer troligt att cyklisten är intresserad av de uppmätta funktionerna än av att genast avsluta sin uppmätta tid när den just startats. Detta är dock något som skulle behöva ses över.

Det kan även tänkas att införandet av en tryckknapp för att avsluta tiden (och därigenom de uppmätta funktionerna) skulle behöva införas – trots att detta kan resultera i att fokus tas ifrån trafiken då cyklisten behöver se vilket reglage som hanteras. Om en sådan knapp skulle läggas till är det dock viktigt att den fungerar både för att starta och stoppa tiden så att systemet stämmer bättre överens med cyklistens mentala modell.

I fasen för konceptgenerering fanns även idéer kring att stoppa tiden på samma sätt som den startas, det vill säga vid interaktion med tramporna. Om tiden startas när användaren börjar trampa, skulle det kunna kännas logiskt att den stoppas när användaren slutar trampa. Detta skulle emellertid ge missvisande resultat vid exempelvis nedförsbackar och rödljus. För användare där logningen är intressant är det intressant att få information om hela resan och inte bara de delar när användaren trampar. Detta är anledningen till varför den idén inte blev verklighet i det framarbetade konceptet.

Att staplarna till vänster i menyn är svåra att förstå beror troligtvis främst på att testdeltagarna saknar en mental modell av en elcykel. Förståelsen för staplarna skulle troligtvis bli betydligt större om deltagarna faktiskt fick interagera med hela elcykeln och således koppla samman förändringen i motstånd med staplarnas lägen. Att det uppstod missförstånd på detta område, behöver alltså inte vara något problem i en verklig användarsituation. Däremot kan det tänkas att åtgärder behöver tas för att öka förståelsen för att stapeln kan styras. Det kan göras genom att utforma hjulet på ett sätt att det istället har samma form som stapeln för att tydligare koppla samman funktionen med rätt reglage.

Överlag är det en stor felkälla att testdeltagarna interagerade med en modell och inte med ett fullt fungerande system. Det råder alltid en osäkerhet i hur mycket kraft en prototyp tål och det är därför troligt att testdeltagarna inte vågade hantera prototypen fullt ut med rädsla att förstöra den. Prototypen är inte heller utformad med lika stor finess som ett färdigt system skulle vara, vilket medförde att möjligheten att styra reglaget i sidled ibland misstogs för att vara en ”skranglig” konstruktion. Att hjulet inte gick att rotera hade troligen inte lett till lika stor frustration om det istället gått att styra mer i höjdlid, något som nu inte gick på grund av prototypens konstruktion.

Vidare visades displayen med en PowerPoint och var således inte kopplad till reglagen. Detta medförde att testdeltagarna inte kunde ”känna sig fram” till hur de skulle styra i displayens meny. Om detta hade varit möjligt, hade betydligt fler kommit underfund med att reglaget kan styras i fyra riktningar istället för två.

7.4 Back office-systemet

Unicykel AB har tidigare inte haft något back office-system men har tillsammans med Chalmers och Viktoria Swedish ICT AB tagit fram ett flödesschema för att kartlägga önskade funktioner. Även om mycket arbete kvarstår för att erhålla ett färdigt system har större delar av kunddelen, det vill säga den del som kunden kommer i kontakt med, behandlats i detta arbete. Genom att flytta funktionerna från flödesschemat till en hemsidelayout blev de mer lättöverskådliga och förbättringar och/eller ytterligare funktioner kunde läggas till.

Vid eventuell vidareutveckling av back office-systemet behöver en kund- och produktdatabas utvecklas samt den del av systemet som Unicykel AB och återförsäljarna kommer i kontakt med. Dessutom behöver delar av hemsidan som utformats ändras då funktioner för vissa delar saknas eller i nuläget endast presenteras som bilder. Funktioner och layout

kan med fördel tas från hemsidan som utvecklats men i det färdiga systemet bör hemsidan och övriga delar göras utanför *www.wix.com* för att inte vara låst till de funktioner som erbjuds där.

Valideringen med testpersonerna som gjordes av back office-systemet visade på god funktionalitet. Den enda negativa kritiken som gavs var på det visuella, exempelvis färgval. Kandidatgruppen upplevde dock att det fanns en viss otydlighet då testpersonerna navigerade bland flikarna, en tydligare struktur bland dessa bör därför eftersträvas.

Testerna hade också kunnat utformas mer vetenskapligt där en tydlig struktur borde finnas, till exempel med ett tillhörande frågeformulär med kryssfrågor. Fördelar med detta hade varit att det gett ett resultat om vad en hel grupp med människor ansåg om samma frågor. Det ska dock sägas att syftet med testerna var att få en övergripande bild av användarvänligheten, därför anses förfarandet ha gett ett tillförlitligt och relevant resultat.

Även ett större antal testpersoner hade varit att föredra för att ge ett rikare resultat. Anledningen till att testerna utfördes av så få personer är då utvärdering gjordes så sent i projektet att det inte fanns tid till att göra en utförligare undersökning. En lärdom att ta med sig av detta till framtida projekt är att lägga större vikt vid en noggrannare planering i början.

8 Slutsats

Syftet kan inte anses vara helt uppnått då projektet inte utvecklat en hel cykel i detalj utan fördjupat sig på vissa komponenter, mer beskrivet under delkapitel *1.4 Avgränsningar*. De mål som ställdes upp innan projektet anses vara uppfyllda då tre helhetskoncept presenterats och ett vidareutvecklats, ett cykelstyre med funktionellt gränssnitt och god användarvänlighet tagits fram, placering av batteri valts för att erhålla goda köregenskaper och en användarvänlig hantering. En layout för back office-systemet har också designats för att visa på dess funktioner.

Projektet har resulterat i digitala 3D-modeller, fysiska modeller och en vetenskaplig rapport med grund i intervjuer och teoretiskt underlag. Modellerna visar på utveckling av befintliga komponenter och deras funktioner för att passa in i ett framtida koncept av Unicykel AB:s elcykel.

Genom undersökningarna har projektgruppen kommit fram till att folk värdesätter framförallt tid när det gäller pendling. Det har även framkommit att de inte riktigt vet vad en elcykel innebär och vilka för- respektive nackdelar den för med sig. I och med detta var det viktigt att designa en elcykel och komponenter som gjorde det enkelt för nya användare att förstå sig på konceptet elcykel men även få vana användare intresserade.

Back office-system

Syftet med utvecklingen av back office-systemet anses vara delvis uppfyllt. Det har resulterat i en struktur och funktion för kundens användande av systemet. Vad som inte har beskrivits i lika stor utsträckning är den administrativa delen. Avgränsningen som sattes upp, att utveckla en hemsidelayout och fastställa önskade funktioner hos denna och inte resultera i ett färdigt system, har varit till stor hjälp med att ge arbetsprocessen en tydligare struktur.

Back office-systemet måste som förstäeligt bestå av en användardel och en administrativ del. En utveckling av båda delar var ej möjlig i mån av tid och projektgruppen valde mot slutet att enbart designa användardelen. Detta då den administrativa delen är betydligt mer komplex och behandlar mer data om varje enskild elcykel. Det medförde att en hemsida/bokningssystem har skapats för användaren, men motsvarande system har inte skapats för återförsäljare och Unicykel AB att administrera cyklar, bokningar och servicetillfällen. I och med detta anses projektmålet för back office-systemet delvis vara uppfyllt.

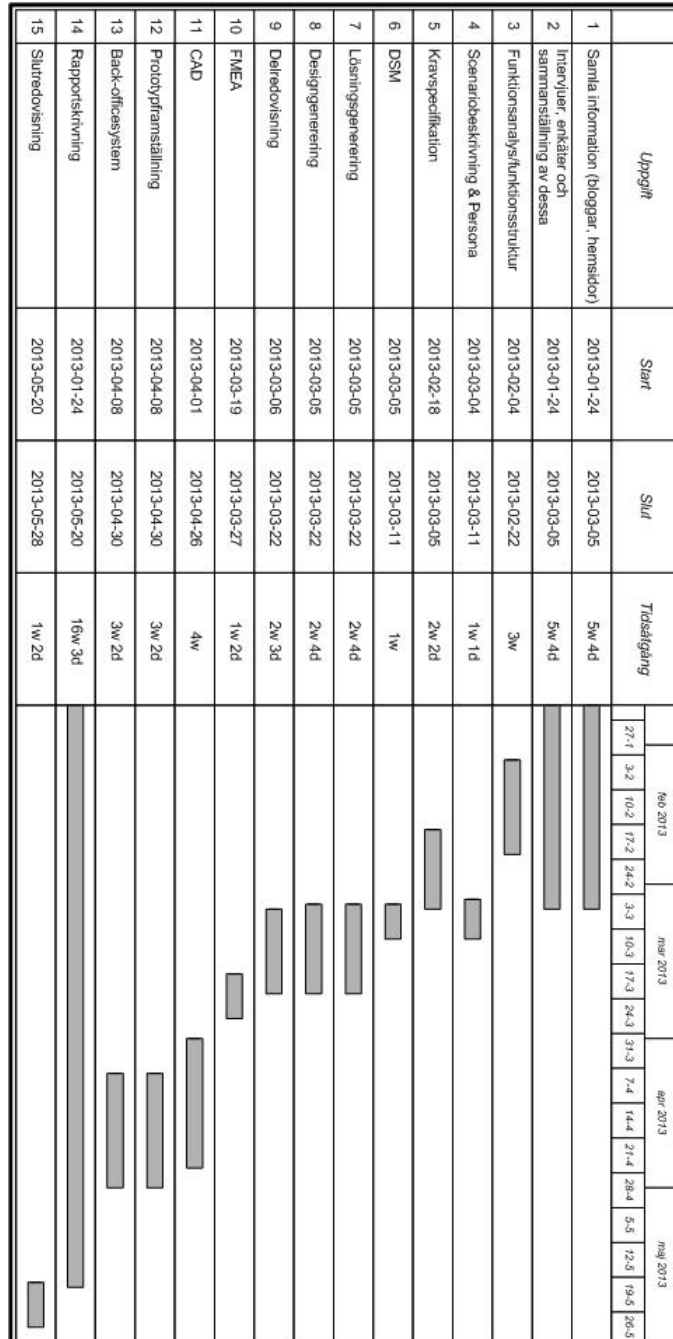
Referenser

- Batteriföreningen (2011). *Litiumjoncellens egenskaper*. URL: <http://batteriforeningen.se/laddningsbara/litium-jon/egenskaper-hos-olika-litiumjonceller-och-batterier/> (Hämtad 2013-03-05).
- Bike, E. (2012). *Electric bike reviews and reports*. URL: <http://www.electricbike.com/lithium-battery/> (Hämtad 2013-04-01).
- Buchmann, I. (2010). *The high-power lithium-ion*. URL: http://batteryuniversity.com/learn/article/the_high_power_lithium_ion (Hämtad 2013 – 02 – 25).
- CyclingTips (2012). *Urban belt drive bikes*. URL: <http://cyclingtips.com.au/2012/02/urban-belt-drive-bikes/> (Hämtad 2013-05-16).
- economist, T. (2013). *Electric bike reviews and reports*. URL: <http://www.economist.com/news/science-and-technology/21571117-search-better-ways-storing-electricity-hotting-up-batteries> (Hämtad 2013-02-27).
- Elektrofahrad-einfach (2009). *Multi fit battery pack*. URL: <http://www.pedelecs.co.uk/forum/electric-bicycles/6760-e-bike-batteries-using-panasonic-18650-cells-any-good.html> (Hämtad 2013-03-13).
- Endless-sphere (2013). *Ebike motors middrive*. URL: <http://endless-sphere.com/w/index.php/EBikeMotorsMiddrive> (Hämtad 2013 – 02 – 26).
- Energimyndigheten (2009). *Omvandling*. URL: <http://www.energikunskap.se/sv/FAKTABASEN/Vad-ar-energi/Energiheter-energimatt-och-omrakningsfaktorer1/> (Hämtad 2013-04-01).
- Foundation, E. M. (2012). *Circular economy*. URL: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/> (Hämtad 2013-03-04).
- Fredriksson, J. (2013). (Diskussion angående elmotorer, 2013-03-13).
- Geographic, N. (2008). *The adventure life with steve casimiro gear review: Swobo's sanchez*. URL: <http://adventureblog.nationalgeographic.com/2008/04/02/gear-review-swo/> (Hämtad 2013-05-16).
- Huang, J. (2008). *Chain or belt drive: which is faster?* URL: <http://www.geek.com/news/belt-drives-to-eventually-replace-bicycle-chains-578237/> (Hämtad 2013-05-16).
- Larsson, F. (2013). *Säkerhetsaspekter på litium-jonbatterier*. Föredrag, Göteborg. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.
- Lindgren, L. (2013). (Diskussion angående kedja, 2013-03-18).
- Moore, G. (2011). *Moore's law*. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Moore's_law *note – news.cnet.com – 1* (Hämtad 2013 – 04 – 01).
- Multimediaproduktion (2011). *Gantt-schema*. URL: <http://sagascafe-multimediaproduktion.blogspot.se/2011/07/gantt-schema.html> (Hämtad 2013-02-25).

- myFC (2011). *myfc provides a reliable, affordable hydrogen fuel cell power source for on demand charging of cell phones and other low power portable electronics away from the grid.* **URL:** <http://www.myfuelcell.se/products/> (Hämtad 2013-02-24).
- Nyman, A. (2013). *Introduktion till amnet bransleceller vs batterier i olika tillämpningar.* Föredrag, Göteborg. Intertek.
- Otto, K. and Wood K, A. (1996). *A reverse engineering and redesign methodology for product evolution.* California, (Hämtad 2013-04-01).
- Sandqvist, W. (2009). *Batterier.* **URL:** <http://www.ict.kth.se/courses/IF1330/online/batterier/index.htm> Kungliga tekniska högskolan, Stockholm, (Hämtad 2013-05-16).
- Suntour, S. (2012). *E-system owners manual.* **URL:** http://www.srsuntour-cycling.com/index.php?screen=mi.downloadareadownloadtyp=owners_manuals_2012downloadyear=owners_manuals_2012 (Hämtad 2013-02-28).
- TheUrbanBike (2011). *Why belt drive bikes?* **URL:** <http://www.theurbanbike.com/?p=417> (Hämtad 2013-05-16).
- TranzX (2012). *Bb sensor.* **URL:** http://tranzxpst.com/main_nav/technology/tranzxpst.html (Hämtad 2013-02-26).
- Velonista (2008). *Kardandrivets från 1903.* **URL:** <http://velonista.se/page/10/> (Hämtad 2013-05-16).
- wheel, G. (2012). *Elcyklar och elmopeder från goodwheel.* **URL:** <http://goodwheel.se/varfor-eldrift/lillabatteriskolan/> (Hämtad 2013-03-01).
- Wolfers, J. (2012). *Recension: En månad med ecoride ambassadör.* **URL:** <http://www.cyklistbloggen.se/2012/05/recension-en-manad-med-ecoride-ambassador/> (Hämtad 2013-04-10).
- Östergrens Elmotor AB (2012). *Nybörjarkurs?! Är inte det här en katalog för proffs?* **URL:** http://www.ee.kau.se/utbildning/kurser/ELGB06/Elmotorer_servomotorer_m.pdf (Hämtad 2013-05-16).

A Bilagor

A.1 Gantt-schema



Figur 1: Gantt-schema

A.2 Intervjufrågor

- Hur pendlar du i dagsläget? Beskriv din resa! (Om man pendlar på olika sätt/har olika destination eller liknande så kan man berätta om det här!)
- Varför åker du som du gör idag? Vilka fördelar har det för dig?
- Hur lång tid tar det för dig att pendla som du gör idag? Vad tar längst tid (ex. vänta på buss, gå till hållplats, hitta parkering...)?
- Hur lång tid får det max ta att pendla?
- Vad är dåligt för dig med att åka som du gör idag?
- Använder du pendlingstiden till att "jobba undan"? Om ja: Hur?
- Hur mycket kostar det för dig att pendla som du gör idag (pris/månad)? Hur känner du inför det? Får det kosta mer?
- Vad behöver du ha med dig när du pendlar? Varför?
- Hur känner du inför att ta (el)cykeln istället för att pendla som du gör i dagsläget? Vad ser du för för- respektive nackdelar med det?
- Vilka egenskaper är viktiga för dig när det kommer till cyklar i allmänhet (funktioner, utrustning, färg mm).

A.3 Egenskaper att rangordna

- Väderskydd.
- Närhet till transportmedel (alltså kort (tids)avstånd mellan ex. hem och färdmedel eller mellan arbetsplats och färdmedel).
- Frånvaro av fysisk ansträngning.
- Frånvaro av psykisk ansträngning.
- Lågt pris.
- Gott samvete.
- Kort restid.
- Lätthet att hitta parkering om färdmedlet kräver det.
- Billigt att parkera om färdmedlet kräver det.

A.4 Konverteringstabell

| Använda siffror vid rangordning: | Omvandling till grövre skala: |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 1-9 | 1-3 |
| 1,2,3 | 1 |
| 4,5,6 | 2 |
| 7,8,9 | 3 |

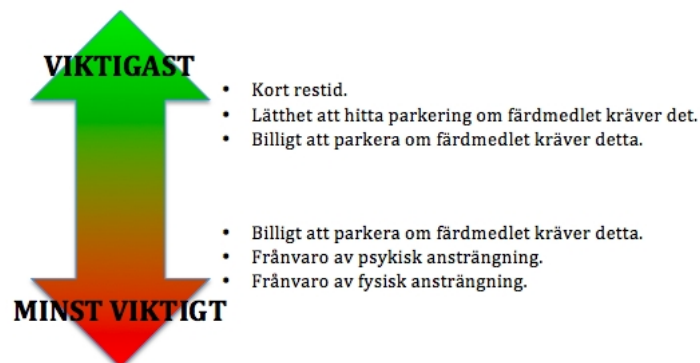
| Använda siffror vid rangordning: | Omvandling till grövre skala: |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 1-8 | 1-3 |
| 1,2,3 | 1 |
| 4,5 | 2 |
| 6,7,8 | 3 |

| Använda siffror vid rangordning: | Omvandling till grövre skala: |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 2-9 | 1-3 |
| 2,3,4 | 1 |
| 5,6 | 2 |
| 7,8,9 | 3 |

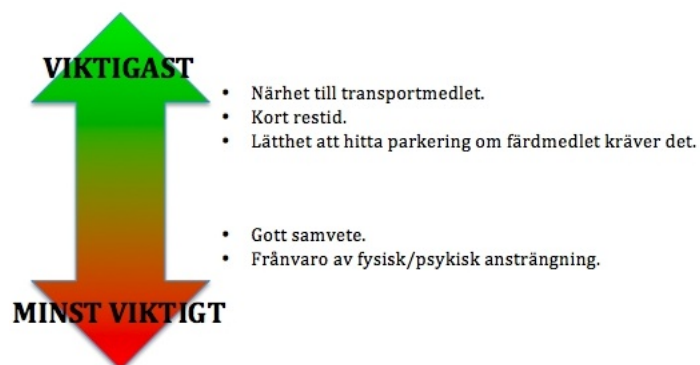
| Använda siffror vid rangordning: | Omvandling till grövre skala: |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 3-9 | 1-3 |
| 3,4 | 1 |
| 5,6,7 | 2 |
| 8,9 | 3 |

| Använda siffror vid rangordning: | Omvandling till grövre skala: |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 1-5 | 1-3 |
| 1,2 | 1 |
| 3 | 2 |
| 4,5 | 3 |

A.5 Pendlarnas prioriteringar från intervjuer



Figur 2: Resultat för bilpendlare.



Figur 3: Resultat för kollektivpendlare.




Figur 4: Resultat oavsett resesätt

| Nr. | Funktion | Kriterier | Målvärde | Krav/Ön skemål | Viktning Intressent | Verifieringsmetod | Påverkar materialval | Exempel på materialtegenskaper |
|------|-----------------------|--|---|----------------|---------------------|--|---|---|
| 1. | Miljö | | | | | | | |
| 1.1 | | Återvinningsbar | | K | Unicykel AB | Kontroll | ja, återvinningsbara material | Återvinningsbart material |
| 1.2 | | Tillverkas av miljövänliga r | | Ö | 2 Unicykel AB | Produktplanering | ja, återvinningsbara material | Återvinningsbart material |
| 2. | Livslängd | | | | | | | |
| 2.1 | | Livslängd | 10 år | K | Unicykel AB | Utmattningsprov, erfarenhet av tidigare modeller | ja, materialkvalité | Stryktålig, Rostbehandlad krypegenskaper, UV-behandlad, resistens mot missfärgadningar |
| 2.2 | | Reparation- och underhållsfri (ej tvätt) | 1 gg(r)/säsong (2ggr/år) | K | Unicykel AB | Utmattningsprov, erfarenhet av tidigare modeller | ja, materialkvalité | Stryktålig, Rostbehandlad krypegenskaper, UV-behandlad, resistens mot missfärgadningar |
| 3. | Underhåll | | | | | | | |
| 3.1 | | Lätt att underhålla | | Ö | 1 Unicykel AB | Test | Ja, lätt att rengöra | Kemikalietylätigt (ska tåla vardagliga rengöringsmedel) |
| 4. | Kostnad | | | | | | | |
| 4.1 | | Tillverkningskostnad | Lägre än den ursprungliga modellen. | Ö | 4 Tillverkare | Beräkningar | ja, tillverkningskostnaden ska ej överstigas, materialval behövs alltså tas med i beräkningarna | Material av låg framtagning- och tillverkningskostnad |
| 4.2 | | Utpris, leasingpris | < 600 kr/mån | Ö | 2 Användare | Produktplanering | | |
| 6. | Prestanda | | | | | | | |
| 6.1 | | Ljudnivå | < 70 db | Ö | 3 Användare | Kontroll | Ja | |
| 6.2 | | El-motor, effekt | <0.25 kW | K | Lagkrav | Kontroll | Nej | |
| 6.3 | | El-motor, hastighet | ej assistera > 25 km/h | K | Lagkrav | Kontroll | Nej | |
| 6.4 | | El-motor, acceleration | 2.5 m/s ² | Ö | 3 Lagkrav | Kontroll | Nej | |
| 6.5 | | Batteri, utmattning | 300 - 500 laddningscykler/livslängd | K | Användare | Produktplanering | Ja | |
| 6.6 | | Batteri, utmattning | > 750 laddning/livslängd | Ö | 2 Användare | Produktplanering | Nej | |
| 6.7 | | Distans | > 40 km | K | Användare | Produktplanering | Nej | |
| 6.8 | | Distans | > 65 km | Ö | 1 Användare | Produktplanering | Nej | |
| 6.9 | | Information från system | Hastighet, batterikapacitet | K | Användare | Produktplanering | Nej | |
| 6.10 | | Information från system | GPS, klocka, assistans, effektläge | Ö | 4 Användare | | Nej | |
| 6.11 | | Bromskapacitet handbroms | 3 m/s ² retardation vid en manöverkraft av högst 196 N | K | Lagkrav | Beräkning eller test | Nej | |
| 6.12 | | Bromskapacitet fotbroms | 3 m/s ² retardation vid en manöverkraft av högst 490 N | K | Lagkrav | Beräkning eller test | Nej | |
| 6.13 | | Responstid för assistans | < 2 sekunder | K | Användare | Test och/eller simulering | Nej | |
| 6.14 | | Växlingsfunktion | >= 5 växlar | K | Användare | Produktplanering | Nej | |
| 6.15 | | Inget motstånd vid | | Ö | 1 Användare | Produktplanering | Nej | |
| 6.16 | | Möjlighet att stänga av elassistans | | K | Användare | Produktplanering | Nej | |
| 6.17 | | Responstid för assistans | < 1 sekund | Ö | 2 Användare | Test och/eller simulering | Nej | |
| 7. | Vikt | | | | | | | |
| 7.1 | | Cykel inkl. motor och batteri | < 25 kg | Ö | 3 Användare | Beräkning, vägning | ja, material kan inte väga för mycket | Material med låg densitet |
| 7.2 | | Portabel transformatorladdare | < 1 kg | Ö | 3 Användare | Beräkning, vägning | ja, material kan inte väga för mycket | Material med låg densitet |
| 7.3 | | Portabelt batteri | < 4 kg | K | Användare | Beräkning, vägning | ja, material kan inte väga för mycket | Material med låg densitet |
| 7.4 | | Portabelt batteri | < 2 kg | Ö | 5 Användare | Beräkning, vägning | ja, material kan inte väga för mycket | Material med låg densitet |
| 8. | Storleksanpassning | | | | | | | |
| 8.1 | | Justerbar sadelhöjd | > 250 mm | K | Användare | Produktplanering | nej | NaN |
| 8.2 | | Justerbar höjd styre | > 100 mm | K | Användare | Produktplanering | nej | NaN |
| 9. | Eстетik och ytfinish | | | | | | | |
| 10.1 | | Utmärkande design | NaN | Ö | 2 Användare | Undersökning | ja, material ska klara av kvalite- och design krav | Produkt ska kunna tillverkas utan spår från tillverkningsprocessen. Stryktåligt, hållfasthet mot termisk differens, krypegenskaper, UV-behandlad, resistens mot missfärgadningar, fin tolerans på ytten |
| 10.2 | | Användarvänlig interaktion med systemet | NaN | Ö | 1 Användare | Undersökning | Nej | NaN |
| 10.3 | | Inte avge vitt ljus bakåt eller rött ljus framåt | NaN | K | Lagkrav | Produktplanering | Ja | NaN |
| 10.4 | | Sportig image | NaN | Ö | 1 Unicykel AB | Produktplanering | Ja | NaN |
| 10 | Material och kvalitet | | | | | | | |
| 11.1 | | UV-bestämdigt | Klara 10 år i solljus | K | Användare | Test, produktplanering | ja | UV-bestämdigt material |
| 11.2 | | Stryktåligt och rostbeständigt material | Tåla väta, temperaturskillnader och salt | K | Användare | Test, produktplanering | ja, material ska tåla väta och temperaturförändringar samt vara tåligt mot salt och dess inverkan | Minimal påverkan på material om det kommer i kontakt med väta, resistens mot missfärgadningar |
| 11.3 | | Material ska ej missfärgas | Utomhusbruk i nordiskt klimat > 10 år | K | Användare | Test, produktplanering | ja | Material som ej missfärgas |
| 11.4 | | Väderbeständig | Utomhusbruk i nordiskt klimat > 10 år | K | Användare | Test, produktplanering | ja | Material som ej missfärgas |
| 11. | Standard och | | | | | | | |
| 12.1 | | CE-märkt | | K | Lagkrav | | ja, ska ej leda ström | NaN |
| 12.2 | | Nettoeffekt | <0.25 kW | K | Lagkrav | | nej | NaN |
| 12.3 | | Hastighet | hjälp upp till 25 km/h | K | Lagkrav | | nej | NaN |
| 12.4 | | Inte vara utrustad med larmanordning | | K | Lagkrav | Produktplanering | Nej | NaN |
| 12.5 | | Vara utrustad med reflexer och lyktor enligt | Se svensk lagstiftning | K | Lagkrav | Produktplanering | Nej | NaN |
| 12.6 | | Vara utrustad med cykellås | | K | Unicykel AB | Produktplanering | Nej | NaN |
| 12.7 | | Vara utrustad med batterilås | | Ö | 1 Unicykel AB | Produktplanering | Nej | NaN |
| 12. | Återtillverkning | | | | | | | |
| | | Moduliserad konstruktion | Utbytbara delar och enkel montering | Ö | 1 Unicykel AB | Produktplanering | Ja | |
| | | Lång livslängd | Beständiga komponenter och material | Ö | 2 Unicykel AB | Produktplanering | Ja | |
| 13. | Användarvänligt | | | | | | | |
| 13.1 | | Lättanvänd | Någon som är 10 år ska kunna använda | Ö | 2 Användare | Test | nej | NaN |
| 13.2 | | Packningsmöjlighet | Minst 1 normalstor väska (300x250x200 mm) eller 10 kg | K | Användare | Produktplanering | nej | NaN |
| 13.3 | | Portabel laddare | 150x100x30 mm och <1 kg | Ö | 2 Användare | Produktplanering | nej | NaN |
| 13.4 | | Möjlighet att ansluta barnstol | Barnstol standardmodell | Ö | 4 Användare | Produktplanering | nej | NaN |
| 13.5 | | Skydda användare mot smuts | | Ö | 2 Användare | Produktplanering | nej | NaN |
| 13.6 | | Ergonomisk konstruktion | Sittställning vid normalt användande | Ö | 3 Användare | Test | nej | NaN |

Bilaga A.7, Figur 6

Konstruktion - FMEA

| | | | | |
|--|--|--------------|--|---|
| Datum: 2013-02-18 | | Anmärningar: | |  |
| Projekt: Design och produktutveckling av elcykel för | | Ver: 2.0 | | |

| Nr | Folkarakteristik | | | Nuvarende tillstånd | | | | | Rekommenderade åtgärder | Ansvarig | Utförand | Åtgärder | | | |
|----|--|--|---|--|-------------|-------------------|-------------------|---------|--|--------------|----------|-------------|-------------------|-------------------|---------|
| | Felmöjlighet | Feleffekt | Felorsak | Kontroll | Felfrekvens | Allvarighets-grad | Upptäcknings-grad | Risktal | | | | Felfrekvens | Allvarighets-grad | Upptäcknings-grad | Risktal |
| 1 | Elmotor fungerar ej | Ingen/nedsatt assistans från motor | Defekt motor | Funktionstest | 3 | 10 | 6 | 180 | Utformning av motor som gynnar motorns livslängd | Projektgrupp | JA | 2 | 10 | 6 | 120 |
| 2 | | | Kopplingar mellan batteri och motor brutet | Mätning | 2 | 5 | 8 | 80 | Elsystemet och övriga kommunikation ska dras inom ramen för minskna risken för slitage | Projektgrupp | JA | 1 | 5 | 8 | 40 |
| 3 | | | Batteriet urladdat | Mätning av batteri | 6 | 3 | 4 | 72 | Minska risken för utladdat batteri genom att informera användaren via cykeldatorn | Projektgrupp | JA | 4 | 3 | 4 | 48 |
| 4 | | | Batteriet ej korrekt inkopplat | Kontroll | 5 | 2 | 4 | 40 | Få en ordentlig "känsla" av att batteriet är inkopplat korrekt | Projektgrupp | JA | 3 | 2 | 4 | 24 |
| 5 | | | Batteriet sönder | Mätning av batteri | 2 | 8 | 7 | 112 | Endast använda batterier av hög kvalitet | Projektgrupp | JA | 1 | 8 | 7 | 56 |
| 6 | | | Batteriet "dött" på grund av utmattnin | Information hur många cykler batteriet har genomgått | 2 | 8 | 5 | 80 | Endast använda batterier av hög kvalitet | Projektgrupp | JA | 2 | 6 | 5 | 60 |
| 7 | | | För tungt lastad | Funktionstest | 4 | 4 | 6 | 96 | Information till användaren om maxbelastning | Projektgrupp | NEJ | | | | |
| 8 | | | Överhettad motor | Utmattningsprov | 2 | 7 | 5 | 70 | Använd batteri enligt instruktioner | Projektgrupp | NEJ | | | | |
| 9 | | | Överhettad batteri | Utmattningsprov | 2 | 8 | 5 | 80 | Använd batteri enligt instruktioner | Projektgrupp | NEJ | | | | |
| 10 | | | Cykeldatorn får inte kontakt med motorn och övriga styrsystem | Funktionstest av prototypcykel | 7 | 10 | 7 | 490 | Konstruera cykeln och dess kabeldragningar så att risken att kontakt imellan komponenter minimeras | Projektgrupp | JA | 3 | 10 | 7 | 210 |
| 11 | | | Cykeldatorn fungerar ej | Kontroll | 2 | 10 | 2 | 40 | - | Projektgrupp | NEJ | | | | |
| 12 | Användaren, cykeln kraschar | Användaren slår sig | Kläder skor etc fastnar runt mellan kedjan och kugghjul | Kontroll av kedjeskydd | 4 | 9 | 3 | 108 | Utformning av effektivt kedjeskydd | Projektgrupp | JA | 2 | 9 | 3 | 54 |
| 13 | | | Tillkommande väskor "kommer in" i hjulet | Kontroll och design av väskor | 3 | 6 | 3 | 54 | - | Projektgrupp | NEJ | | | | |
| 14 | | | Påkörd av annat fordon | Krocktest av cykeln | 4 | 10 | 2 | 80 | Cykla endast på hänvisande cykelställen | | NEJ | | | | |
| 15 | | | Halt underlag | Kontrolltest av olika däck | 2 | 5 | 5 | 50 | | | NEJ | | | | |
| 16 | | | Udda underlag, ex grus och ojämnt underlag | Kontroll av däck | 3 | 5 | 6 | 90 | | | NEJ | | | | |
| 17 | | | Bromsar läser sig | Kontrolltest av bromsarna | 2 | 9 | 4 | 72 | | | NEJ | | | | |
| 18 | | | Bromsarna fungerar ej | Kontrolltest av bromsarna | 2 | 9 | 6 | 108 | | | NEJ | | | | |
| 19 | | | Punka på fram- eller bakdäck | Kontroll av lufttryck samt kvalitet på däcken (gummit slitet?) | 5 | 8 | 4 | 160 | Motverka punktering | | JA | 3 | 10 | 4 | 120 |
| 20 | | | Ramen går av/sönder | Utmaningstest av ramen | 1 | 10 | 4 | 40 | | | NEJ | | | | |
| 21 | | | Cykeln framförs okontrollerat för snabbt | Kontroll | 3 | 6 | 4 | 72 | | | NEJ | | | | |
| 22 | | | Styrsystemet av motorn reglerer fel | Kontroll av utformningen av regleringsystemet som är installerat i cykeldatorn | 1 | 10 | 5 | 50 | | | NEJ | | | | |
| 23 | Cykellampa fram och bak slutar att fungera | Användaren ser inget | Ingen/nedsatt batterikapacitet | Kontroll av spänning från batteriet | 3 | 5 | 2 | 30 | | | NEJ | | | | |
| 24 | | | Lampor sönder | Kontroll | 2 | 5 | 4 | 40 | | | NEJ | | | | |
| 25 | | | Koppling mellan lampor och batteri brutet | Kontroll | 1 | 5 | 3 | 15 | | | NEJ | | | | |
| 26 | Användaren får ergonomiska problem | Användaren väljer att inte använda cykel | Dåliga/knappa personliga inställningsmöjligheter | Undersökning/kontroll | 5 | 8 | 3 | 120 | | | NEJ | | | | |



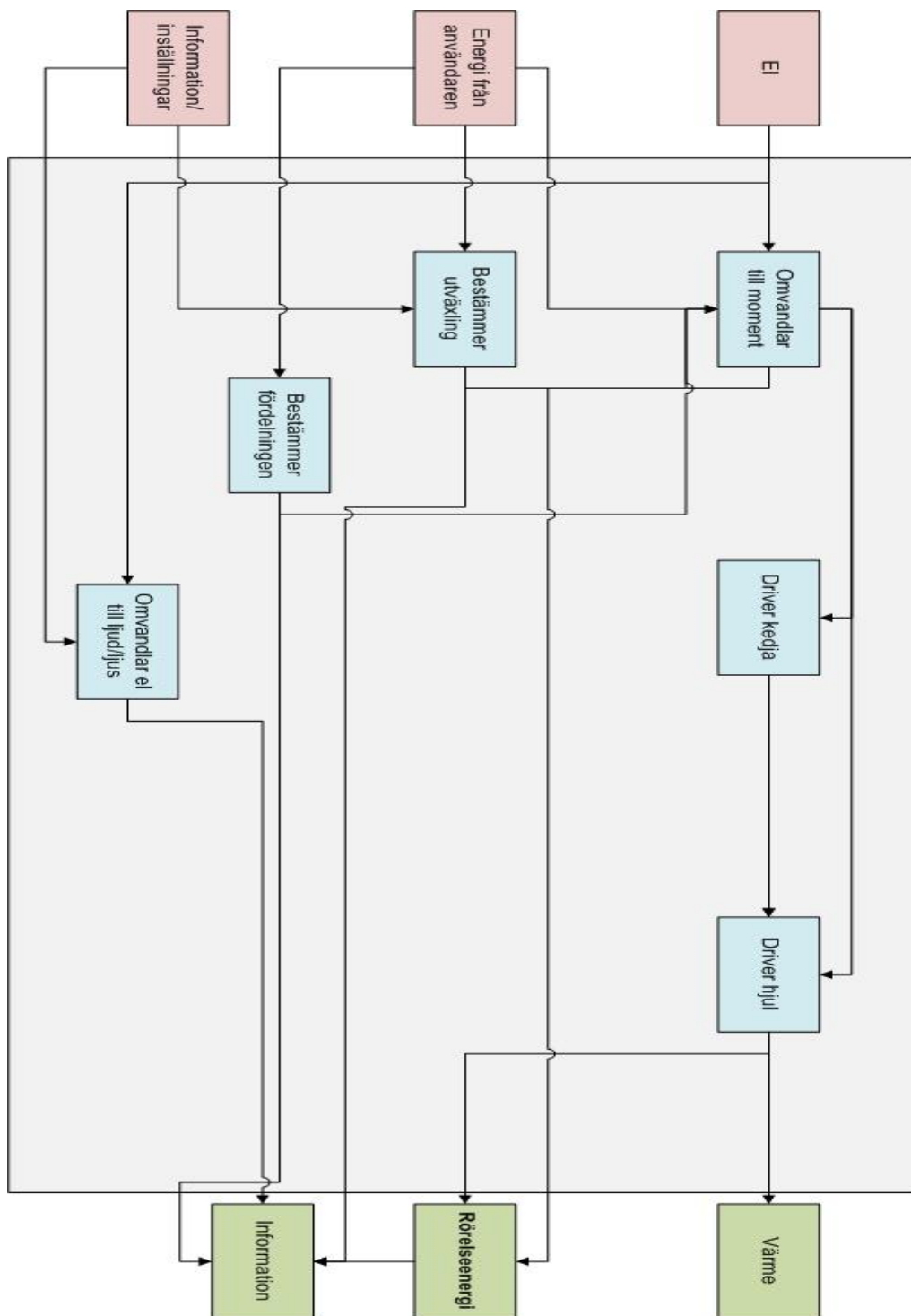
Figur 7: Vanligt fel prototypcykel (rad 10, FMEA): kabel från styrsystemet (inringat i rött) lossnar från skarv till motor. Felet medför att motorn inte spänningssätts och kan därför ej användas.

A.8 Specifikationer för Nishikis prototypcykel

| Specifikationer | |
|-----------------------|--|
| Motor | |
| Typ: | Borstlös DC-motor |
| Effekt: | 250W |
| Spänning: | 36 V |
| Vikt: | 3.0 kg |
| Växlar | |
| System: | Shimano Nexus 7 navväxel. |
| Reglage: | Shimano Rapid Fire reglage med tryckknappar |
| Drivning | |
| Typ: | Kedja |
| Övrigt: | Fast kedjeskydd i plast |
| Bromsar | |
| Typ bak: | Shimano rullbroms BR-IM80 med kylfläns |
| Typ fram: | Shimano V-broms med bromskraftsreducering |
| Reglage: | Handbroms |
| Hjul | |
| Fälg: | Dubbelbottnad aluminiumfälg byggd med förstärkta, smidda, rostfria ekrar |
| Däck: | Schwalbe Marathon Plus med extra punkteringsskydd |
| Utrustning | |
| Pakethållare: | Suntour HESC orginalpakethållare av aluminium med batterifack |
| Skärmar: | Aluminium, lackerade i cykelns färg |
| Lås: | Godkänt ramlås med extra vajer för fastlåsnig av cykeln i fast föremål |
| Belysning: | Integrerad med elsystemet. LED belysning fram och bak. |
| Stöd: | AtranVelo centrummonterat stöd med extra bred fot för elcykel |
| Elsystem | |
| Motorstyrning: | Moment-, och rotations-sensorstyrd assistans |
| Interaktion: | Belyst funktionsdisplay på styret |
| Batteri | |
| Typ: | Litium-Jon |
| Spänning: | 36V |
| Elektrisk laddning | 8Ah |
| Laddtid: | 100% = 2.5 h, 80% = 2.0 h |
| Min antal laddcykler: | 500 st |
| Vikt: | 2.8 kg |
| Ram | |
| Typ: | Aluminium 6061-T6 svetsad |
| Gaffeltyp: | SR Suntour |
| Extra | |
| Styre: | Speedlifter för enkel höjning/sänkning/vridning utan verktyg |
| Vikt | |
| Prototyp: | 25.8 kg |

Tabell 6: Specifikationer för Nishikis prototyp

A.9 Funktionsstruktur



Figur 8: Funktionsstrukturmodell av elcykel

A.10 Morfologisk matris

| Morfologisk matris | | | | | | | |
|---|--|---|--|--|--|-----------------------------------|-----------------------|
| Dokumenttyp: Morfologisk matris Kandidatprojekt: Elcykel Skapad: 2013-02-28 | | | | | | | |
| Delfunktion | Dellösning | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 1 | Elmotortyp | Frikoppling | Låg friktion | Borstlös | Permanentm agnitiserad | | |
| 2 | Motorplacering | Framhjul | Bakhjul | Trampnav | Utanpåliggan de fram | Utanpåliggande bak | |
| 3 | Batterityp | Litium koboltoxid | Bly-syra- batteri | Litium Nickel Magnesium Koboltoxid | Litium järnfosfat | Litium magnesiumoxid | Nickel kadmium |
| 4 | Batteriplacering | Under pakethållare | Bakom sadelstång | På mellan- benen-stång | I ramen | Sidan bakhjul | Framför sadelstång |
| 5 | Effektlägesreglage | Spakar | Handvridregl- age | Knappar | Röststyrning | Touch-skärm | Inget |
| 6 | Laddning av batteri stationärt | Solcell | Bränsleceller | Vägguttag laddar elcykel (batteri kvar på cykeln) | Löstagbart batteri laddas separat | Ingen | |
| 7 | Laddning av batteri under färd | Solcell | Bränsleceller | Elmotor- regenerering | Ingen | | |
| 8 | Image | Sportig | Komfort | Klassisk | Futuristisk | Mountain-bike | Racer |
| 9 | Ramtyp | Herr | Unisex | Dam | | | |
| 10 | Packningsmöjlighet | Cykelkorg bak | Pakethållare bak | Pakethållare fram | Cykelkorg fram | Anslutning av standardbarnstol | Förvaring i/på ram |
| 11 | Batteri-fastsättning | Skjut in i hållare | Vinkla in i hållare | Skruva in i hållare | | | |
| 12 | Displayfunktioner | GPS med kartfunktion | Klocka | Batteri- kapacitet | Färddator - Tripmätare, assistans, effektläge, range | Hastighetsmätare | Lamp- indikator |
| 13 | Informations- och kontrollerdisplay | GPS-dator | Panel med lampor | Mobiltelefon | Cykeldator | | |
| 14 | Handdator-fastsättning | Skjuta in | Vinkla in | Skruva in | Integrerat i ramen | Ingen handdator | Magnet |
| 15 | Bromsar - fram | Skivbroms | Trumbroms | Fälgbroms | Rullbroms | Motorbroms | |
| 16 | Bromsar - bak | Skivbroms | Trumbroms | Fälgbroms | Rullbroms | Motorbroms | Fotbroms |
| 17 | Regleringens olika "effektlägen" | Hjälper till lika mycket men upp till olika hastigheter | Hjälper till olika mycket men alla upp till 25 km/h | Bromsande effekt efter en viss hastighet | | | |
| 18 | Belysning | Navdynamo | "Vanlig" dynamo | Batteridriven (Separat batteri) | Soldriven | Kopplat till batteri | Ingen |
| 19 | Sensortyp (Motorhjälp) | Kraftsensor | Fartsensor | | | | |
| 20 | Drivsystem | Kedja | Kardanaxel | Rem | | | |
| 21 | Kabeldragning | Utanpå ram | I ramen | Spår i ramen | | | |

Figur 9: Morfologisk matris

A.11 Vald helhetslösning klassiskt koncept

| Helhetslösning Klassisk 1 | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|---|---|---|------------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| Dokumenttyp: Helhetslösning klassisk 1 | | | | | | | |
| Kandidatprojekt: Elcykel | | | | | | | |
| Skapad: 2013-02-28 | | | | | | | |
| Delfunktion | Dellösning | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 1 | Elmotortyp | Borstförsedd | Steg | Borstlös | | | |
| 2 | Motorplacering | Framhjul | Bakhjul | Trampnav | Utanpåliggande fram | Utanpåliggande bak | |
| 3 | Batterityp | Litium koboltoxid | Bly-syra-batteri | Litium Nickel Magnesium | Litium järnfosfat | Litium järn fosfat | Nickel kadmium |
| 4 | Batteriplacering | Under pakethållare | Bakom sadelstäng | På mellan-benenstäng | I ramen | Sidan bakhjul | Framför sadelstäng |
| 5 | Effektlägesreglage | Spakar | Handvidreglage-steglågen | Knappar | Röststyrning | Touch-skärm | Inget |
| 6 | Laddning av batteri stationär | Solcell | Bränsleceller | Vägguttag laddar elcykel (batteri kvar på cykeln) | Lösttagbart batteri laddas separat | Ingen | |
| 7 | Laddning av batteri under färd | Solcell | Bränsleceller | Elmotor-regenerering | Ingen | | |
| 8 | Image | Sportig | Komfort | Klassisk | Futuristisk | Mountain-bike | Racer |
| 9 | Ramtyp | Herr | Unisex | Dam | | | |
| 10 | Packningsmöjlighet | Cykelkorg bak | Pakethållare bak | Pakethållare fram | Cykelkorg fram | Anslutning av standardbarnstol | Förvaring i/på ram |
| 11 | Batteri-fastsättning | Skjut in i hållare | Vinkla in i hållare | Skruva in i hållare | | | |
| 12 | Displayfunktioner | GPS med kartfunktion | Klocka | Batterikapacitet | Färdator - Tripmätare | Hastighetsmätare | Lampindikator |
| 13 | Informations- och kontrollerdisplay | GPS-dator | Panel med lampor | Mobiltelefon | Cykeldator | | |
| 14 | Handdator-fastsättning | Skjuta in | Vinkla in | Skruva in | Integrerat i ramen | Magnet | Ingen |
| 15 | Bromsar - fram | Skivbroms | Trumbroms | Fälgbroms | Rullbroms | Motorbroms | |
| 16 | Bromsar - bak | Skivbroms | Trumbroms | Fälgbroms | Rullbroms | Motorbroms | Fotbroms |
| 17 | Regleringens olika "effektlägen" | Hjälper till lika mycket men upp till olika | Hjälper till olika mycket men alla upp till 25 km/h | Bromsande effekt efter en viss hastighet | | | |
| 18 | Belysning | Navdynamo | "Vanlig" dynamo | Batteridriven (Separat batteri) | Soldriven | Kopplat till batteri | Ingen |
| 19 | Sensortyp (Motorhjälp) | Kraftsensor | Fartsensor | Hastighetsensor | | | |
| 20 | Drivsystem | Kedja | Kardanaxel | Rem | | | |
| 21 | Sedeltyp | Bekväm | Sportig | Extra stor sadel för bekvämlighet | | | |
| 22 | Lås | Centrallås - motorn låser cykeln | Skivbromslås | Kedja | Batterilås | Sprintlås | inget |
| 23 | Kabeldragning | Utanpå ram | I ramen | Spår i ramen | | | |

Figur 10: Koncept - klassisk 1

A.12 Vald helhetslösning sportigt koncept

| Helhetslösning Sport 1 | | | | | | | |
|---------------------------------|--|--|---|--|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Dokumenttyp: Morfologisk matris | | | | | | | |
| Kandidatprojekt: Elycykel | | | | | | | |
| Skapad: 2013-02-28 | | | | | | | |
| Delfunktion | Dellösning | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 1 | Elmotortyp | Borstförsedd | Steg | Borstlös | | | |
| 2 | Motorplacering | Framhjul | Bakhjul | Trampnav | Utanpåliggande fram | Utanpåliggande bak | |
| 3 | Batterityp | Litium koboltoxid | Bly-syra-batteri | Litium Nickel Magnesium | Litium järnfosfat | Litium järn fosfat | Nickel kadmium |
| 4 | Batteriplacering | Under pakethållare | Bakom sadelstång | På mellan-benen- stång | I ramen | Sidan bakhjul | Framför sadelstång |
| 5 | Effektlägesreglage | Spakar | Handvridreglage steglågen | Knappar | Röststyrning | Touch-skärm | Inget |
| 6 | Laddning av batteri stationär | Solcell | Bränsleceller | Vägguttag laddar elycykel (batteri kvar på cykeln) | Löstagbart batteri laddas separat | Ingen | |
| 7 | Laddning av batteri under färd | Solcell | Bränsleceller | Elmotor-regenerering | Ingen | | |
| 8 | Image | Sportig | Komfort | Klassisk | Futuristisk | Mountain-bike | Racer |
| 9 | Ramtyp | Herr | Unisex | Dam | | | |
| 10 | Packningsmöjlighet | Cykelkorg bak | Pakethållare bak | Pakethållare fram | Cykelkorg fram | Anslutning av standardbarnstol | Förvaring i/på ram |
| 11 | Batteri-fastsättning | Skjut in i hållare | Vinkla in i hållare | Skruva in i hållare | | | |
| 12 | Displayfunktioner | GPS med kartfunktion | Klocka | Batterikapacitet | Färddator - Tripmätare, | Hastighetsmätare | Lampindikat or |
| 13 | Informations- och kontrollerdisplay | GPS-dator | Panel med lampor | Mobiltelefon | Cykeldator | | |
| 14 | Handdator-fastsättning | Skjuta in | Vinkla in | Skruva in | Integrerat i ramen | Magnet | Ingen |
| 15 | Bromsar - fram | Skivbroms | Trumbroms | Fälgbroms | Rullbroms | Motorbroms | |
| 16 | Bromsar - bak | Skivbroms | Trumbroms | Fälgbroms | Rullbroms | Motorbroms | Fotbroms |
| 17 | Regleringens olika "effektlågen" | Hjälper till lika mycket men upp till olika hastigheter | Hjälper till olika mycket men alla upp till 25 km/h | Bromsande effekt efter en viss hastighet | | | |
| 18 | Belysning | Navdynamo | "Vanlig" dynamo | Batteridriven (Separat batteri) | Soldriven | Kopplat till batteri | Ingen |
| 19 | Sensortyp (Motorhjälp) | Kraftsensor | Fartsensor | Hastighetssensor | | | |
| 20 | Drivsystem | Kedja | Kardanaxel | Rem | | | |
| 21 | Lås | Centrallås - motorn låser cykeln | Skivbromslås | Kedja | Batterilås | Sprintlås | inget |
| 22 | Kabeldragning | Utanpå ram | I ramen | Spår i ramen | | | |

Figur 11: Koncept-sport 1

A.13 Vald helhetslösning framtidskoncept

| Helhetslösning Framtid 1 | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---|---|---|-----------------------------------|--|
| Dokumenttyp: Helhetslösning framtid 1 | | | | | | |
| Kandidatprojekt: Elcykel | | | | | | |
| Skapad: 2013-02-28 | | | | | | |
| Delfunktion | Dellösning | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Elmotortyp | Borstförsedd | Steg | Borstlös | | |
| 2 | Motorplacering | Framhjul | Bakhjul | Trampnav | Utanpåliggande fram | Utanpåliggande bak |
| 3 | Batterityp | Litium koboltoxid | Bly-syra-batteri | Litium Nickel Magnesium Koboltoxid | Litium järnfosfat | Litium jon fosfat Nickel kadmium |
| 4 | Batteriplacering | Under pakethållare | Bakom sadelstäng | Undre rambalk | I ramen | Sidan bakhjul Framför sadelstäng |
| 5 | Effektlägesreglage | Spakar | Handvridreglage-steglagen | Knappar | Röststyrning | Touch-skärm Inget |
| 6 | Laddning av batteri stationär | Solcell | Bränsleceller | Vägguttag laddar elcykel (batteri kvar på cykeln) | Löstagbart batteri laddas separat | Ingen |
| 7 | Laddning av batteri under färd | Solcell | Bränsleceller | Elmotor-regenerering | Ingen | |
| 8 | Image | Sportig | Komfort | Klassisk | Futuristisk | Mountain-bike Racer |
| 9 | Ramtyp | Herr | Unisex | Dam | | |
| 10 | Packningsmöjlighet | Cykelkorg bak | Pakethållare bak | Pakethållare fram | Cykelkorg fram | Anslutning av standardbarnstol Förvaring i/på ram |
| 11 | Batteri-fastsättning | Skjut in i hållare | Vinkla in i hållare | Skruva in i hållare | Integrerat i ramen | |
| 12 | Displayfunktioner | GPS med kartfunktion | Klocka | Batterikapacitet | Färddator - Tripmätare, | Hastighetsmätare Lampindikator |
| 13 | Informations- och kontrollersdisplay | GPS-dator | Panel med lampor | Mobiltelefon | Cykeldator | |
| 14 | Handdator-fastsättning | Skjuta in | Vinkla in | Skruva in | Integrerat i ramen | Magnet Ingen |
| 15 | Bromsar - fram | Skivbroms | Trumbroms | Fälgbroms | Rullbroms | Motorbroms |
| 16 | Bromsar - bak | Skivbroms | Trumbroms | Fälgbroms | Rullbroms | Motorbroms Fotbroms |
| 17 | Regleringens olika "effektlagen" | Hjälper till lika mycket men upp till olika hastigheter | Hjälper till olika mycket men alla upp till 25 km/h | Bromsande effekt efter en viss hastighet | | |
| 18 | Belysning | Navdynamo | "Vanlig" dynamo | Batteridriven (Separat batteri) | Soldriven | Kopplat till batteri Ingen |
| 19 | Sensortyp (Motorhjälp) | Kraftsensor | Fartsensor | Hastighetssensor | | |
| 20 | Drivsystem | Kedja | Kardanaxel | Rem | | |
| 21 | Sadeltyp | Bekväm | Sport | Extra stor sadel för bekvämlighet | | |
| 22 | Lås | Centrallås - motorn låser cykeln | Skivbromslås | Kedja | Batterilås | Sprintlås Inget |
| 23 | Kabeldragning | Utanpå ram | I ramen | Spår i ramen | Trådlöst | |

Figur 12: Koncept framtid 1

A.14 Slutgiltigt koncept



Figur 13: Slutgiltig konceptbild över elcykeln

A.15 Imageboard - Klassisk



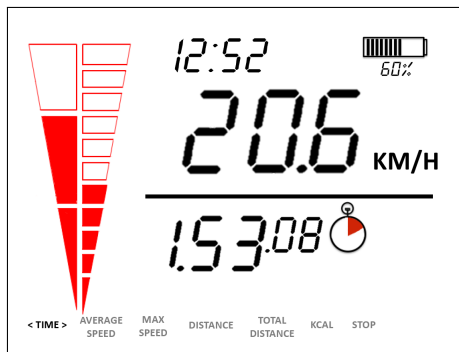
Figur 14: Imageboard - klassiskt koncept

A.16 Imageboard - Sportigt

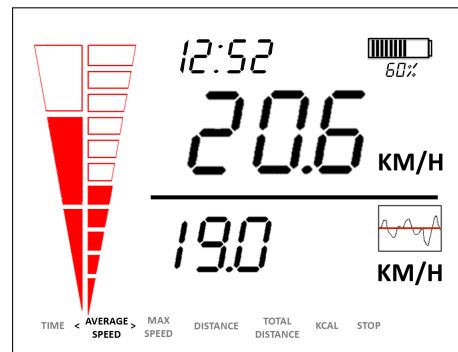


Figur 15: Imageboard - sportigt koncept

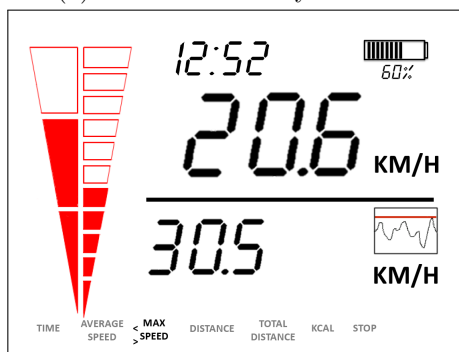
A.17 Displayens gränssnitt vid olika menyval



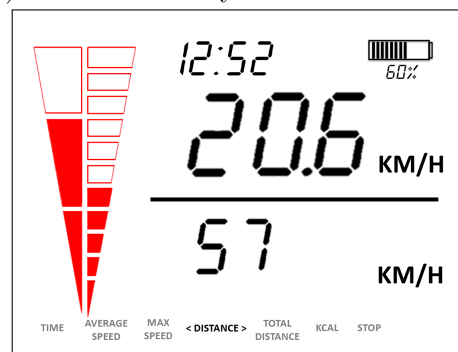
(a) Informationsmeny "TIME".



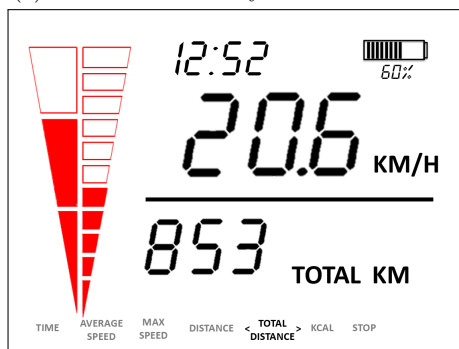
(b) Informationsmeny "AVERAGE SPEED".



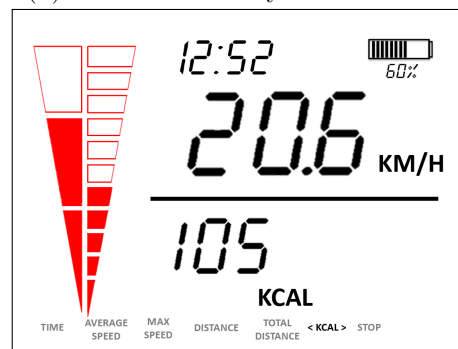
(c) Informationsmeny "MAX SPEED".



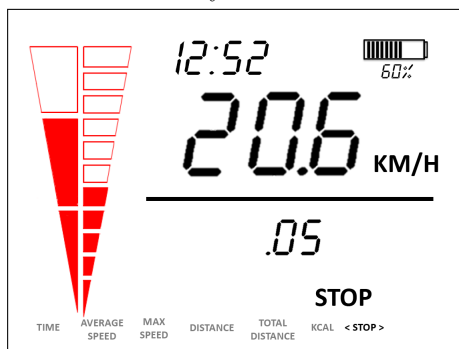
(d) Informationsmeny "DISTANCE".



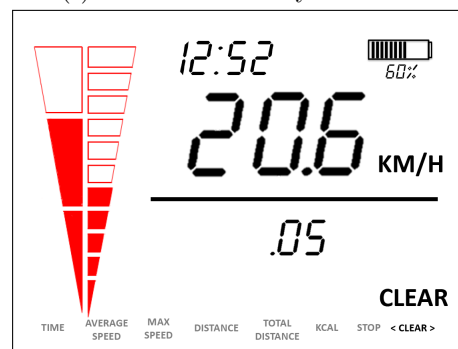
(e) Informationsmeny "TOTAL DISTANCE".



(f) Informationsmeny "KCAL".



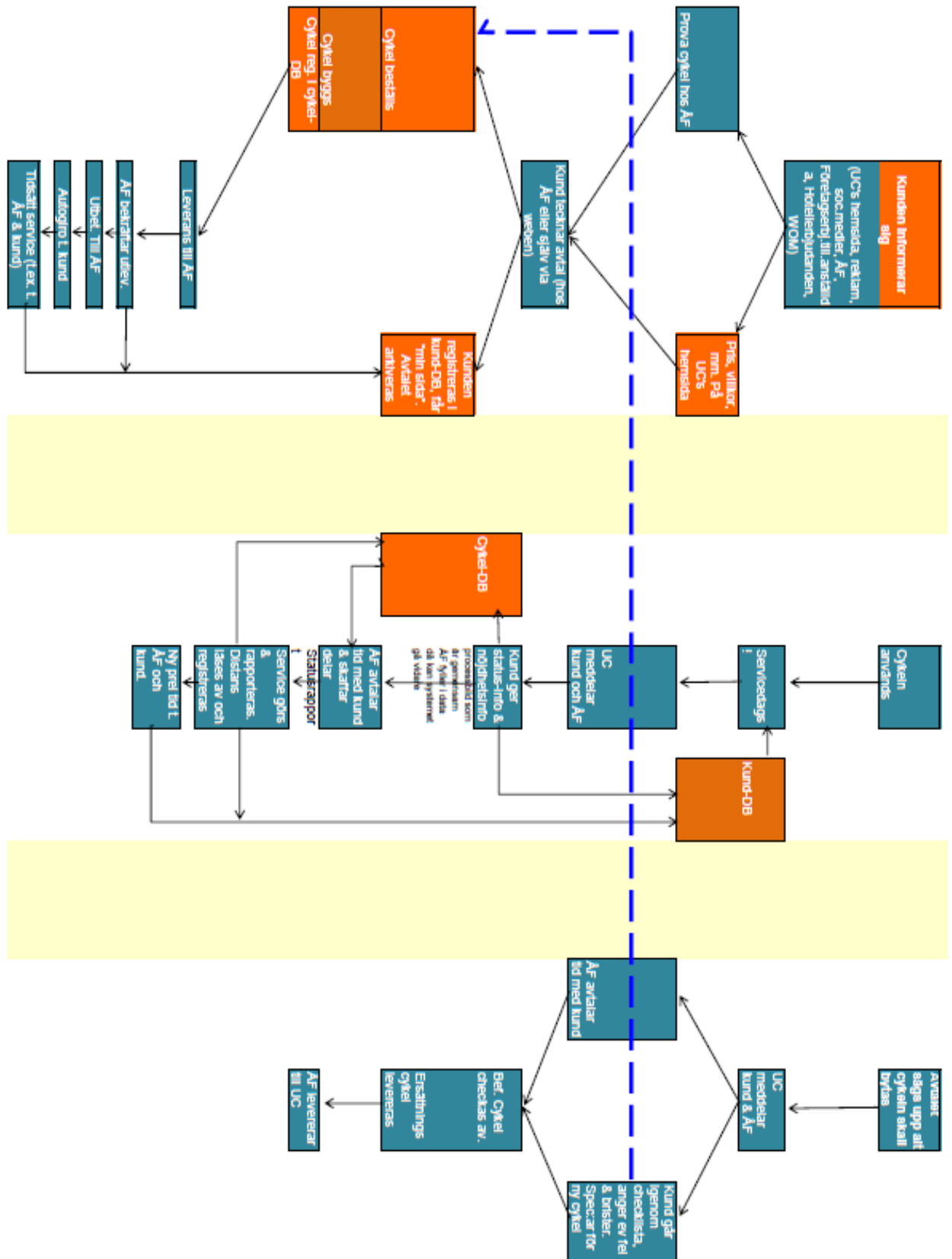
(g) Informationsmeny "STOP".



(h) Informationsmeny "CLEAR".

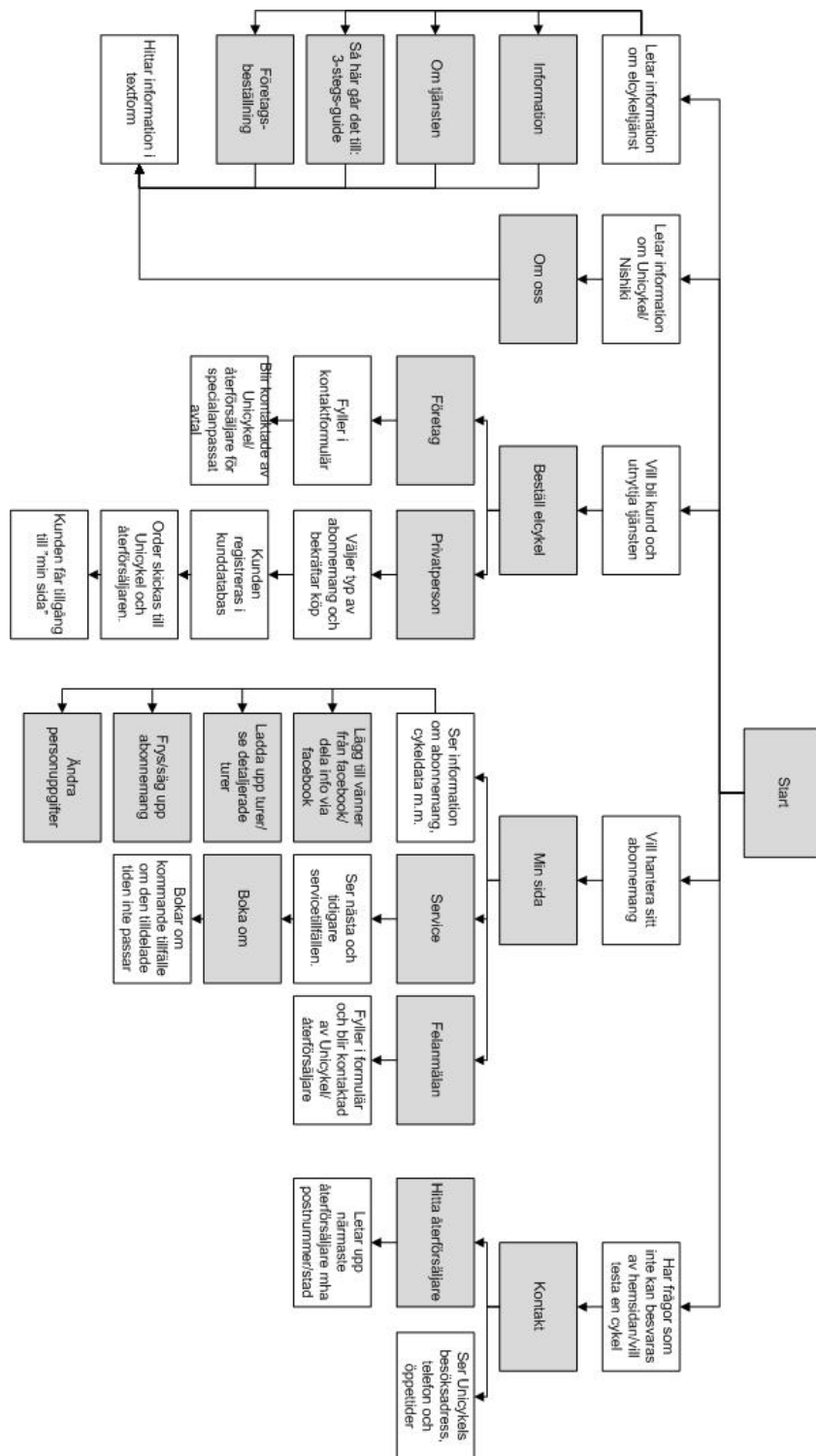
Figur 16: Displayens gränssnitt vid olika menyval.

A.18 Flödesschema Backoffice-system



Figur 17: Flödesschema upprättat 2012-04-25 av Linus Lindgren, Unicykel och Thomas Nyström, Chalmers

A.19 Flödesschema hemsida Back office-system



Figur 18: Flödesschema för hemsidans funktioner. Grå rutor representerar flikar/sidor på sidan och vita rutor representerar kundscenarios.

A.20 Skärmdumpar av back office-systemet

Företagsbeställning

Ofta är det vanans makt som gör att vi tar bilen korta sträckor. Att ersätta korta bilresor med att gå eller cykla är ett bra sätt att spara såväl miljön som pengar, och samtidigt förbättra hälsan. Få dina medarbetare att börja cykla till jobbet redan idag!

50 procent av alla bilresor är kortare än fem kilometer. Samtidigt är bensinförbrukningen och koldioxidutsläppen 35 procent högre de första fem kilometerna. Att cykla eller gå drar däremot ingen energi, orsakar inga föroreningar, bullrar inte och tar liten plats. Detta innebär att det har stor betydelse för miljön om vi kan ersätta en del av de korta bilresorna med att cykla eller gå.

När du går och cyklar får du gratis motion och bättre hälsa på köpet! Genom att cykla och gå regelbundet förbättrar du din syreupptagningsförmåga, presterar man bättre på arbetet eller i skolan, och minskar risken för hjärt- och kärlproblem.

Fyll i formuläret nedan så hör vi av oss till er så snart vi kan för att specialsy ett avtal som passar er verksamhet så bra som möjligt!

Namn

Mobil

Email

Företag

Meddelande

Figur 19: Företagsbeställning.

Min sida

Översikt

cykel uthämtad: 2012-07-21

cyklad sträcka: 32 km

inbetalning: Autogiro 27 varje månad.

Nästa service: 2013-02-15 14.00

Personlig information

Namn: William Falkenström

Gatuadress: Gatan 8

Postadress: 41123 Göteborg

Telefonnummer: 0700123456

Mail: william@mail.com

Mina vänner

| Topp 5 | Cyklad distans |
|------------------------|----------------|
| 1. Anna Andersson | 47 km |
| 2. Pelle Persson | 39 km |
| 3. William Falkenström | 35km |
| 4. Kalle Karlsson | 10 km |

Mitt abonnemang

Medlem sedan: 2012-07-19

Typ av abonnemang: Premium privat.

Övergripande cykeldata

Total cyklad sträcka: 32 km

Total cyklad tid: 6 timmar och 34 minuter.

Maxhastighet: 106 km/h

Medelhastighet: 14 km/h

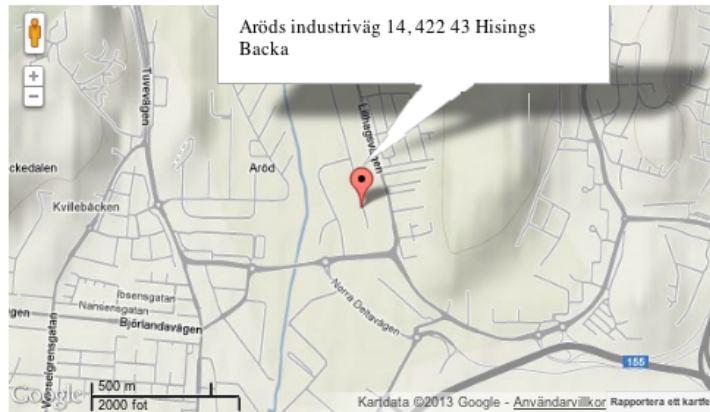
Genomsnittlig assistans: 34 %

Total kaloriförbrukning: 78 565 kcal.

Genomsnittlig kaloriförbrukning per cykeltur: 417 kcal.

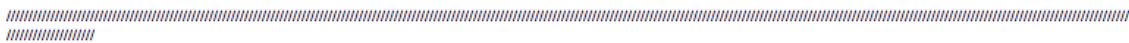
Figur 20: Min sida.

KONTAKT



UNICYKEL AB

Aröds industriväg 14
422 43 Hisings Backa
Tel: 031-50 01 10
Fax: 031-51 03 16
Mail:
info@unicykel.com



Name

Mobile

Email

Message

HAR DU NÅGRA FRÅGOR?

Kontakta oss gärna genom kontaktformuläret till vänster

Figur 21: Kontakt.

Felanmälan

Markera vad din felanmälan gäller:

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Cykeldator | <input type="checkbox"/> Kedja |
| <input type="checkbox"/> Växlar | <input type="checkbox"/> Motor |
| <input type="checkbox"/> Batteri | <input type="checkbox"/> Lås |
| <input type="checkbox"/> Annat | <input type="checkbox"/> Elassistans |

Namn

Mail

Meddelande

Figur 22: Felanmälan.

A.21 Enkät: Hantering av packning och regnkläder vid cykelpendling

1. Hej!

Vi är några studenter ifrån Chalmers som just nu håller på med ett kandidatarbete där stort fokus ligger på cykelpendling.

Vi har några frågor som handlar om hur man hanterar packning och ex. regnkläder när man cykelpendlar och skulle bli väldigt hjälpta om du ville genomföra vår enkät.

Tusen tack för hjälpen!

Fråga 1:

Får du med dig ex. dator, matlåda och träningskläder när du cykelpendlar?

Om JA: Hur? (Svara i kommentarsfältet nedan)

Om NEJ: Varför inte? (Svara i kommentarsfältet nedan)

Svara gärna så utförligt som möjligt.

- JA Beskriv Hur i kommentarsfältet, tack!
- NEJ Förklara Varför i kommentarsfältet, tack!

Kommentarsfält

2. Fråga 2:

Vilken speciell utrustning (ex. regnjacka) använder du när du cyklar i "dåligt" väder? (Beskriv så utförligt som möjligt i kommentarsfältet nedan)

- Cyklar inte i dåligt väder
- Använder ingen speciell utrustning när jag cyklar i dåligt väder
- Den utrustning jag använder när jag cyklar i dåligt väder är:

3. Vilka problem uppstår i samband med cyklande i "dåligt" väder?

4. I dåligt väder: Var lägger du den speciella utrustningen (ex. regnkläder) när du kommit fram till jobbet/skolan/annat, tills dess att du ska åka hem igen?)

(Beskriv så utförligt som möjligt i kommentarsfältet nedan)

- Cyklar som sagt inte i dåligt väder
- Använder ingen speciell utrustning när jag cyklar i dåligt väder
- Jag hanterar den extra utrustningen så här:

Tack så hemskt mycket för din hjälp! Ha en bra dag och cykla försiktigt!

A.22 Personas

A.22.1 Klassisk användare

Anders, 40 år, Mölndal, se Figur 23.

Anders jobbar som lågstadielärare mitt inne i Göteborgs innerstad. Han bor själv i en lägenhet, egentligen inte så långt därifrån men det är lite väl tidskrävande att gå till jobbet. Dessutom skulle det bli för tungt att bära med sig kassarna ända från Ica Maxi, som han stannar till vid på hemvägen i alla fall två gånger i veckan.

Anders uppskattar enkelhet. Han hatar att behöva ta fram manualen för att begripa en ny pryl: Helst ska allt ”bara fungera”. Det är inte så att han är teknikrädd, han vill bara inte fastna i krångliga system när han istället kan lägga energin på sin stora hobby: Konditionsträning. Detta intresse har under de senaste åren fått allt mindre utrymme i Anders liv: När han var yngre tränade han varje dag men med ett heltidsjobb som lärare är det betydligt svårare att få tiden att räcka till.

Eleverna i klass 3A har precis slutat för dagen och Anders återstående arbetsuppgifter kan idag göras hemifrån.

Samtidigt som han sätter på sig cykelhjälmen funderar Anders på om han ska låta hemfärden bli dagens träningspass. Men så kommer han på att kylan där hemma nästan är helt tom och att det nog får bli en sväng förbi storhandeln istället: Det känns inte så lockande att behöva gå omkring alldeles genomsvettig i mataffären.

Han kanske inte hinner med någon träning just idag men då känns det extra skönt att i alla fall få röra lite på sig på hemvägen. Anders är glad över att det värsta av vintern är över så att han kan ta cykeln istället för bussen. Och med tanke på att han bor precis på ”fel sida” om Västtrafiks zongräns gläds han även över att kunna spara några hundralappar extra varje isfri månad.

Det sökta uttrycket som är tänkt att göra Anders nöjd återfinns i Figur 24.

användarens önskade
upplevelse:

SÄKERHET
SMIDIGHET

produktens
uttryck:

TYDLIG
ENKEL
VÄGVISANDE
DISKRET



Figur 23: Anders, 40 år, Mölndal.
Klassisk användare

Figur 24: Expression Assosiation Web, EAW.

A.22.2 Sportig användare

Katarina, 30 år, Hisingen, se Figur 25.

Katarina bor tillsammans med sin man i en lägenhet på Hisingen och jobbar som fotograf på GP. Oftast jobbar hon med händelser runt om i Göteborg så det blir en hel del korta resor i jobbet men allra mest tid blir det på kontoret vid Centralstationen.

Att Katarina fastnade för fotografering beror mycket på kamerornas och redigeringsprogrammets alla smarta funktioner: Hon har alltid tyckt om att sätta sig in i och lära sig ett systems alla finesser – även om det tar tid. Hon vill få full förståelse för en funktion, för att sedan kunna experimentera med tekniken och hitta nya användningsområden. Det passar henne även att branschen är tuff eftersom hon är en riktig tävlingsmänniska.

Utöver sitt arbete, spelar även sport och friluftsliv en stor roll i Katarinas liv och näsan varje helg ger hon sig ut på någon utflykt tillsammans med familjen.

Ännu en sen kväll på kontoret. Så pass sent att bussarna hem går så sällan som med 40 minuters mellanrum. ”Tur att man har cykel...” tänker Katarina när hon packar ner den rätt otympliga kameran i ryggsäcken. ”Och tur att man kan få lite hjälp!” tänker hon när hon ställer in det högsta effektläget och trampar iväg.

Det har varit en lång dag och Katarina är glad att det för en gångs skull inte var något morgonmöte. Då kunde hon nämligen hinna med träningen på vägen till jobbet, ett cykelpass i riktigt högt tempo, och hon hade ändå tid att göra sig i ordning väl framme på arbetsplatsen. Men nu är det som sagt skönt att få lite hjälp med att trampa runt cykeln och eftersom hon har lärt sig att hantera alla finesser till fullo, flyter turen på i exakt det tempo hon önskar, trots att det är en del rödljus och andra hinder att ta hänsyn till i början av hemfärden.

Det sökta uttrycket som är tänkt att göra Katarina nöjd återfinns i Figur 26.



Figur 25: Katarina, 30 år, Hisingen. Sportig användare

användarens önskade
upplevelse:

SMART
FIFFIG
KONTROLL

produktens
uttryck:

SPORTIG
FUNKTIONELL
ÖVERRASKANDE
PRECISION

Figur 26: Expression Association Web