HÖGSKOLAN SKÖVDE

Institutionen för teknik och samhälle

EXAMENSARBETE

Utveckling av rullstolsunderrede för individsanpassade sittsystem

Development of an undercarriage to a wheelchair for individually adapted seating systems.

Examensarbete inom ämnet integrerad produktutveckling
Kandidatnivå, 15 poäng C-nivå.
Vårterminen 2007

Danniél Magnusson
Patrik Lundmark

Handledare: Dan Högberg
Examinator: Lennart Y Ljungberg

Intyg

Denna uppsats har 2007-09-05 lämnats in av Danniél Magnusson och Patrik Lundmark till Högskolan i Skövde som uppsats för erhållande av betyg på sextiopoängsnivån inom ämnet integrerad produktutveckling.

Vi intygar att vi för allt material i denna uppsats som inte är vårat eget arbete har redovisat källan och att vi inte – för erhållande av poäng - har innefattat något material som vi redan tidigare har fått tillgodoräknat inom våra akademiska studier.

Submitted by Danniél Magnusson and Patrik Lundmark to University of Skövde as a Bachelor Degree Project at the School of Technology and Society.

We certify that all material in this Bachelor Degree Project which is not our own work has been identified and that no material is included for which a degree has previously been conferred on us.

Danniél Magnusson Patrik Lundmark

Sammanfattning

I denna rapport redovisas arbetsgången för produktutvecklingen av ett rullstolsunderrede med nya design- och konstruktionslösningar. Det slutliga konceptet är ett underrede med två centrala konstruktionslösningar; en hydraulcylinder som medger vertikal sitthöjdsjustering, samt en vaggfunktion i sittplattan som medger ökad balans vid vinkeljustering. Samtliga funktioner på underredet har anpassats för att erbjuda ett enklare och renare ramverk.

Abstract

This report covers the work procedure for the product development of an undercarriage to a wheelchair, featuring new design- and constructional solutions. The final concept is an undercarriage with two main constructional solutions; a hydraulic cylinder supporting vertical height adjustments and a function which enables the occupant to be tilted forwards or backwards whilst maintaining posture stability. All functions for the undercarriage have been adapted to offer a simpler and cleaner framework.

Förord

Denna rapport har utförts genom ett samarbete med Anatomic SITT AB och vi vill därför ta tillfället i akt att tacka alla berörda personer på företaget och i synnerhet rikta ett tack till Bo Eriksson, Lena Eriksson, Pär Nordberg, Richard Eriksson, Eric Bark och Björn Fransson. Vi vill även passa på att tacka Fredrik Jolheim och Ismael Frisk för stimulerande diskussioner inom och utanför samtalsämnet produktutveckling, examinator Lennart Y Ljungberg och inte minst vår handledare Dan Högberg som utgjort ett stort stöd under hela arbetet. Till sist vill vi även rikta ett stort tack till Ronny Magnusson vars hjälp vid prototypframtagningen varit ovärderlig.

Innehållsförteckning

1. INLEDNING 6

1.2 BAKGRUND 6
1.3. FÖRETAGET 6

2. UPPDRAGSBESKRIVNING 7

2.1 UPPGIFTEN 7
2.2 MÅLSÄTTNING 7
2.3 TYPER AV RULLSTOLAR 7
2.4 TYPISKA BRUKAREN 9
2.5 TERMINOLOGI 10
2.6 REFERENSMODELL 12
2.7 INITIAL KRAVSPECIFIKATION 13
2.8 AVGRÄNSNINGAR 14

3. KOMPLETTERANDE INFORMATIONSINSAMLING 14

3.1 INTERVJUER 14
3.2 KONKURRENTER 15

4. PROJEKTETS DELAR 17

4.1 HÖJDJUSTERBAR SITTPLATTA 17
4. 2 TILTVINKEL PÅ SITTPLATTA 0 TILL -40° 17
4.3 VAGGFUNKTION I SITTPLATTA, TYNGDPUNKTSFÖRFLYTTNING 18
4.4 RAMVERKET 18
4.5 FLYTTBARA DRIVHJULSPOSITIONER 19
4.6 STÄLLBAR KÖRBÅGE 19
4.7 MODULSYSTEM 19

5. IDÉGENERERING- OCH UTVÄRDERINGSMETODER 19

5.1 BRAINWRITING 19
5.2 BRAINSTORMING 20
5.3 SCAMPERS VARIATIONSMETOD 20
5.4 MORFOLOGISK TABELL 20
5.5 PUGHS KONCEPTVALSMATRIS 21

6. KONCEPT PÅ DE OLIKA DELARNA 21

6.1 HÖJDJUSTERBAR SITTPLATTA 21
6.2 TILTVINKEL PÅ SITTPLATTA 0 TILL -40° OCH VAGGFUNKTION 24
6.3 RAMVERKET 28
6.4 DRIVHJULSUPPHÄNGNING 30
6.5 LÄNKHJUL 33
6.6 FÄRGVAL 33

7. RESULTAT 35

8. DISKUSSION 41

9. REFERENSER 42

10. FÖRTECKNING ÖVER BILAGOR 44

1. Inledning

Detta examensarbete är det avslutande momentet på designingenjörsutbildningen vid Högskolan i Skövde och innefattar framtagning av ett nytt rullstolsunderrede inom komfortrullstolar i samarbete med Anatomic SITT AB och omfattar 15 poäng på C-nivå inom ämnet integrerad produktutveckling.

Syftet med examensarbetet är att studenterna självständigt, under handledning, tillämpar de kunskaper som förvärvats under utbildningen och därigenom driver och löser ett projekt åt ett företag. Examensarbetet redovisas genom denna tekniska rapport.

Rapporten inleds med en bakgrund av problemet och vilka behov som önskvärt bör tillfredsställas genom det nya underredet. Rapporten redovisar därefter vilka metoder som använts vid idégenerering och utvärdering, och hur dessa senare utvecklats till det slutliga konceptet. Den största delen av examensarbetet har varit idégenerering, skissande och 3D-modellering. Rapporten avslutas med slutsats och diskussion.

1.2 Bakgrund

Företaget Anatomic SITT AB har sin kompetens inom specialanpassade sittsystem och har därför nischat in sig gentemot personer med svårare sittproblem. I dagsläget köper företaget in underreden från en underleverantör, men önskar utvidga sitt produktsortiment och erbjuda underreden som är bättre avstämda för de egentillverkade sittsystemen och därigenom förhoppningsvis vinna ytterligare marknadsandelar.

1.3. Företaget

Anatomic SITT AB etablerades 1988 och har många års erfarenhet och samlad kompetens när det gäller att finna lösningar för barn, ungdomar och vuxna med svåra sittproblem. Företagets affärsidé är att utveckla och producera funktionella sitt- och ståhjälpmedel för barn, ungdomar och vuxna. Idag finns Anatomic SITT AB i 21 länder med dotterbolag i Tyskland, Norge och Danmark. Grundstommen i produktsortimentet är de individuellt formade sitsarna, Anatomic Sits, där brukaren blir avgjuten efter sin individuella kroppsform vilket således möjliggör en funktionell sittställning. Denna lösning är ofta den enda möjliga för brukare med svår sittproblematik.

2. Uppdragsbeskrivning

2.1 Uppgiften

Uppgiften är att utveckla ett nytt rullstolsunderrede med nya konstruktionslösningar samt en ny attraktiv design som också medger fler inställningsmöjligheter. Rullstolsunderredet anpassas som en komfortrullstol vilket ofta innebär att brukaren har problematik med muskelspänningar, rygg eller leder och därmed oftast är i behov av hjälp utifrån, exempelvis en assistent.

2.2 Målsättning

Målsättningen med projektet är att efter genomfört arbete presentera ett koncept som genom unika funktionslösningar och nytänkande formgivning fortfarande kan identifieras som ett stabilt och säkert komfortrullstolsunderrede. Underredet ska kännas exklusivt men fortfarande enkelt att använda och därmed tilltala en stor målgrupp. Arbetet koncentreras till aspekter såsom funktion, användarvänlighet och formgivning med förhoppning att kunna appliceras och användas i företagets framtida projekt, som delar eller helt koncept.

2.3 Typer av rullstolar

För att kunna tillgodose brukares olika behov erbjuder marknaden ett brett sortiment av handikapphjälpmedel, på rullstolssidan finns allt från enklare stolar till helt individanpassade system. Samtliga stolar kan dock i grova drag delas in i tre grupper, aktiva rullstolar, komfortrullstolar och eldrivna rullstolar.

Aktiva rullstolar

Den aktiva stolen tillhör de enklare manuella rullstolarna och har i grundutförandet mer sparsamt med funktioner (figur 1). Enklare tillbehör såsom fotstöd, stänkskydd, tramprör och tippskydd finns dock för montering av och på, för att bättre anpassa produkten till brukaren.

Figur 1. Aktiv rullstol, modellen heter R2 och tillverkas av Quickie [Medical center respiratory].

Komfortrullstolar

Komfortrullstolen kännetecknas av att sitsen är mer ergonomiskt utformad och av att underredet eller ramverket innehåller fler funktioner och inställningsmöjligheter än de aktiva stolarna (figur 2). Komfortstolarna är försedda med funktioner som ger brukaren möjlighet att ändra sittställning och lämpar sig därmed för brukare med svårare sittproblem. Funktioner som skiljer komfortrullstolen mot den aktiva stolen är exempelvis vinkeljustering, nackstöd och bättre inställningsmöjligheter för assistenten. Komfortrullstolen finns att tillgå både som manuell och eldriven.

Figur 2. Komfortrullstol av märket HandiNor, modellen heter HandiVipp [Handinor].

Eldrivna rullstolar

Eldrivna rullstolar är precis som namnet antyder en rullstol vars hjul drivs med hjälp av en elmotor (figur 3). Funktionen tillåter brukare att själva förflytta rullstolen i önskad riktning, brukare som kanske annars inte har den fysiska möjligheten. Eldrivna stolar finns i flertal utföranden för att passa inne- och utemiljöer, och utrustas i allt från enklare till luxuösa funktioner liknande komfortrullstolarnas.

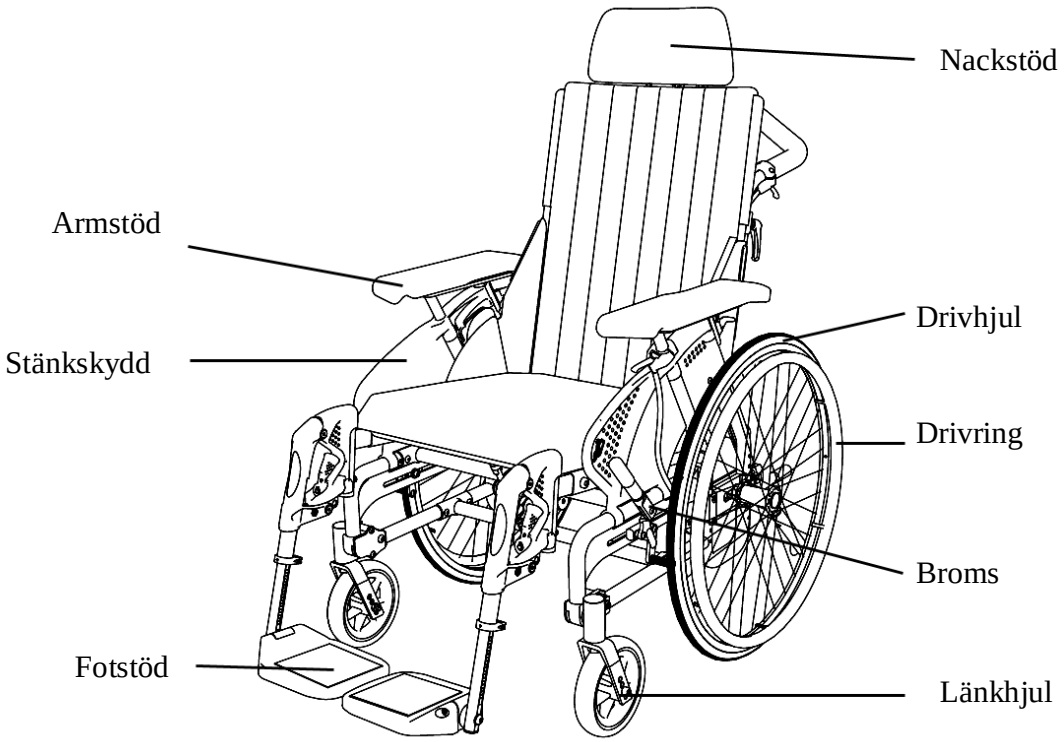
Figur 3. Elektrisk rullstol av märket Pride, modellen heter Jazzy Jet 3 Ultra Power Chair [American wheelchairs].

2.4 Typiska brukaren

Kunderna hos Anatomic SITT är ofta brukare med väldigt svåra sittproblem och ett behov av individuellt anpassade hjälpmedel, med funktioner för både aktivitet och vila. Problemen är ofta relaterade till rygg, leder eller muskelspänningar och innebär oftast också ett behov av en assistent. Då handikappen ofta är stora hos den tilltänkta brukaren har många av rullstolens funktionslösningar anpassats med avseende på assistenten istället för brukaren, för att underlätta för både brukare och assistent. Målgruppen för projektets underrede är vuxna användare med nämnda problem där längd, vikt och likaså ålder varierar kraftigt och därför ger en väldigt bred målgrupp.

2.5 Terminologi

Listan på önskvärda funktionskrav för det nya underredet behandlar ett flertal facktermer, vilka förklaras i figur 4 och figur 5.



Figur 4. Rullstolen Emineo [Handicare].

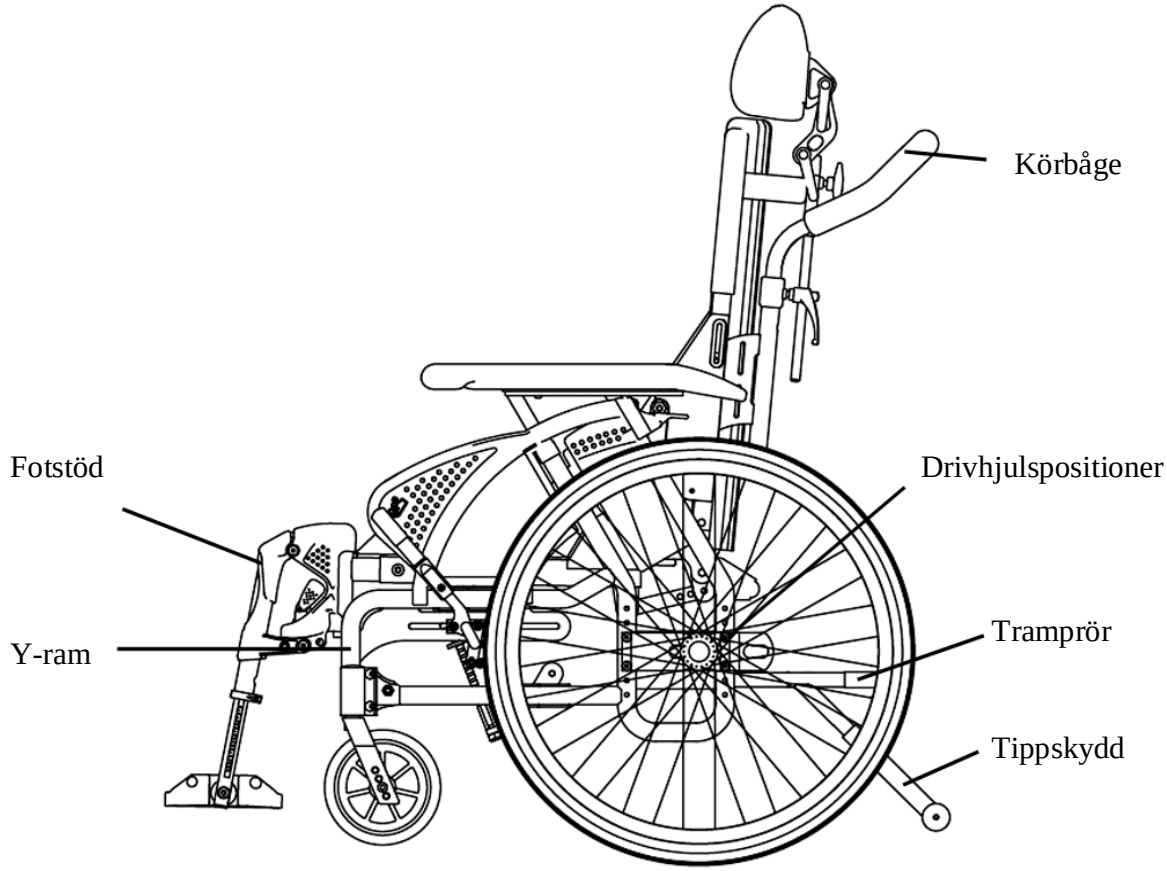
Hydraulik – Vätskedriven konstruktion med avsikten att överföra och/eller styra energi.

Tilt – Tippfunktion som vinkeljusterar sittställningen hos brukaren, från upprätt läge till liggande.

Vaggfunktion – Funktion i sittplatta som förflyttar tyngdpunkten för bibehållen balans vid vinkeljustering av brukaren.

Länkhjul – Främre hjulpar, fullt roterbara och med en betydligt mindre diameter än drivhjulen.

Drivhjul – Bakre hjulpar på underredet, ofta försedd med en yttre ring (drivring) för att ge brukaren möjlighet att själv kunna förflytta underredet.



Figur 5. Rullstolen Emineo [Handicare].

Drivhjulspositioner – Funktion för att ändra drivhjulens position på ramverket, för anpassning av balans och drivhjulens storlek.

Y-ram – Del på ramverket som förflyttar länkhjulen utåt för att undvika sammanstötning med fotstöden.

Körbåge – Styrstag placerat bakom sitsryggen.

Transportfäste – Yta på chassi eller ramverk för fastspänning av underredet vid fordonstransport.

Tramprör – Fotanordning placerad nertill på ramverkets baksida för att enligt hävarmsprincip underlätta tippning av underredet bakåt.

Tippskydd – Anordning som förhindrar brukaren från att välta stolen bakåt.

2.6 Referensmodell

Inför projektstarten var det önskvärt att projektet inte var styrt av ramar kring de underreden och existerande funktionslösningar som redan fanns i företagets sortiment. Anatomic SITT valde dock att överlämna en referensmodell där kritiska mått kunde hämtas vid behov, för att underlätta vid måttsättning och passning av olika detaljer. Referensmodellen är ett av de underreden som Anatomic SITT i dagsläget erbjuder sina kunder inom samma målgrupp som projektets (se figur 6).

Figur 6. Referensmodell från Anatomic SITT.

2.7 Initial kravspecifikation

Innan arbetet startades upp fördes både en skriftlig och muntlig dialog med Anatomic SITT AB för att ta fram en initial kravspecifikation som tydligt beskrev vad som ska ingå i underredet. De yttre och inre måttkraven hämtades ur referensmodellen, såsom bredd och sitthöjd. På grund av omfattningen av alla nya funktioner i underredet gjordes det mindre justeringar av den initiala kravspecifikationen under arbetets gång.

Funktioner (krav)

Tiltvinkel, 0 till -40°
Fällbart körhandtag
Vinkelställbar körbåge, Djup, bredd, höjd, vinkel
Höjdjusterbar körbåge, Vinkel, höjd
Höj-sänkbar sittplatta ca 100 mm
Lättrullande gummihjul
Flyttbara bakhjul, olika höjd + framåt/bakåt
Y-ram
Körhandtag standard
Djupjusterbar sittplatta ca 50-60 mm
Flyttbara drivhjulspositioner
Drivhjul: 12,20,22,24"
Vaggfunktion i sittplatta, bibehållen balans
Länkhjul: 6,7"
Ställbar vinkel på länkhjul

Funktioner (önskvärt)

Maxvikt på underredet ~17 kg

Tillbehör

Parkeringsbroms
Transportfästen
Tramprör
Armstöd
Tippskydd
Vadstöd
Fotstöd, helt/delat
Sittsystem
Bord
Spiderhjul
Ekerskydd
Stänkskydd

2.8 Avgränsningar

Arbetet fokuseras kring rullstolsunderredets innovativa funktionslösningar där aspekter som miljö, tillverkning och ekonomi inte prioriteras.

3. Kompletterande informationsinsamling

3.1 Intervjuer

Innan arbetet inleddes införskaffades litteratur och artiklar inom ämnet för att ge ökad kunskap kring funktionshindrade och befintliga hjälpmedels för- och nackdelar. Vidare söktes information kring dagens produkter och trender på marknaden. Sökandet skedde i första hand på Internet men kompletterades med besök hos hjälpmedelscentralen i Skövde vars verksamhetsidé är att bedriva effektiv och leverantörsneutral hjälpmedelsverksamhet med fokus på kundnytta, kompetens och ekonomi [Hjälpmedelscentralen Västra Götaland, 2007]. I samband med besöket intervjuades även delar av personalen som fick uttrycka sina önskemål och krav för en väl fungerande rullstol, både för brukare men också för assistenten (se bilaga 1 för frågeformulär).

Följande anteckningar är de mest betydande delarna som noterades i samband med ett besök hos hjälpmedelscentralen i Skövde under uppstarten av arbetet och diskussionen med dessa två anställda arbetsterapeuter har fungerat som ett stöd vid anpassning av funktioner till underredet. Vid diskussionen användes en referensmodell av typen komfortrullstol.

Önskvärda funktioner hos underredet

Bra balans vid vinkeljustering av stolsryggen, förflyttning horisontellt vid vinkeljustering.

Möjlighet att vinkla handtaget så att både vertikalt och horisontellt handgrepp kan erhållas (olika synpunkter på vilket som var skönast).

Stora möjligheter till justeringar på styret (pga. längdförhållanden osv.)

Bättre och enklare reglage. (Problem uppstod då olika funktioner skulle ställas in/testas).

Möjlighet att montera bort fotstöd på ett enkelt sätt.

Höj och sänkbar, så mycket som möjligt.

Stabil.

Lättkörd.

Snyggare (Då båda de tillfrågade intervjupersonerna tyckte att referensmodellen vi diskuterade kring var väldigt ful, om ändå helt ok funktionsmässigt.)

3.2 Konkurrenter

Sverige har idag ca 30 000 rullstolsberoende människor i samhället [Nationalencyklopedin, 2007]. Behovet av handikappsanpassade hjälpmedel är därmed stort, varför det finns ett flertal tillverkare inriktade på rullstolar och underreden.

En av dessa tillverkare är ***Etac Sverige AB*** som inriktar sig på att vara en marknadsledande samarbetspartner inom svensk hjälpmedelsförsörjning [Etac Sverige, 2007]. Etac erbjuder ett brett sortiment av handikapphjälpmedel, däribland komfortstolar med både el och manuell drift (figur 7 visar en komfortrullstol från Etac Sverige AB).

Figur 7. Komfortrullstol [Etac Sverige AB].

Invacare AB är ett företag som erbjuder såväl elektriska som manuella komfortrullstolar (se figur 8 för en av Invacare AB:s komfortrullstolar). Målsättningen är att marknadsföra och leverera kvalitetsprodukter med tonvikt på design till förmånliga priser [Invacare AB, 2007].

Figur 8. Komfortrullstol [Invacare AB].

Permobil stoltserar med att de sätter standarden för elektriska rullstolar med det bredaste och mest genomtänkta sortimentet där varje stol är framtagen genom ett samarbete mellan brukare, arbetsterapeut och säljkonsulent för att anpassas efter brukarens behov vad gäller storlek, sittställning och funktionalitet [Permobil, 2007] (figur 9 visar en elektrisk komfortrullstol från Permobil AB).

Figur 9. Elektrisk komfortrullstol [Permobil AB].

Handicare A/S är Norges största och därför mycket betydande leverantör av medicinsk teknisk utrustning och inredning till sjukhus såsom exempelvis operationsbord och sängar. Företaget finns representerad på den svenska marknaden som dotterbolaget Handicare AB, säljare av Handicares egenutvecklade rullstolar [Handicare A/S, 2007] (figur 10 visar en komfortrullstol från Handicare AB).

Figur 10. Komfortrullstol [Handicare AB].

4. Projektets delar

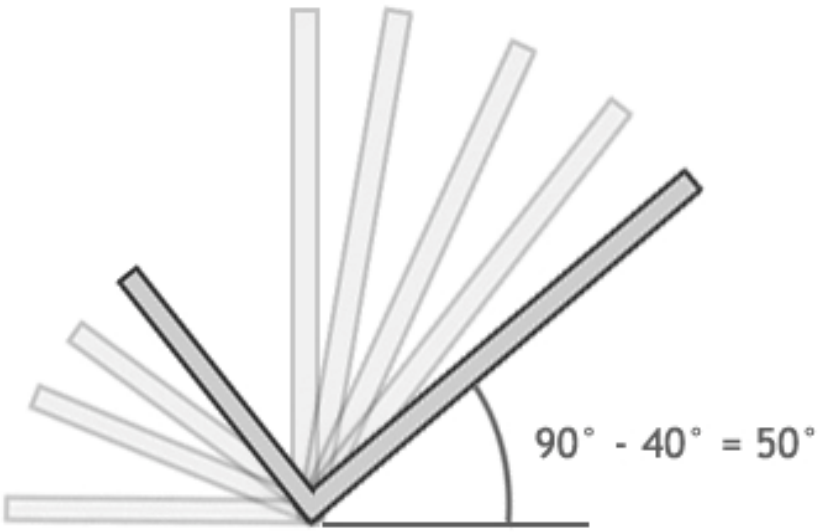
För att hitta väl fungerande lösningar på de enskilda problemområdena i rullstolsunderredet, och samtidigt göra det möjligt att bygga underredet som ett modulsystem, valde vi att identifiera de funktioner i underredet som prototypen kommer att byggas kring och arbeta med dessa separat, för att sedermera gå vidare med de individuella lösningsförslagen och sammanställa till ett slutligt fungerande koncept. En ytterligare anledning var att sitsen monteras i efterhand på underredet, vilket innebär att eventuella funktionslösningar inte kan integreras i själva sitsen.

4.1 Höjdjusterbar sittplatta

Behovet av en vertikal justering uppkommer exempelvis när brukaren placerar sig vid bordsytor av olika höjd, behöver nå ett föremål placerat högt upp, eller för att lättare interagera med barn på deras nivå. Kravet från Anatomic SITT är en höjdjusteringsmöjlighet på minst 10 centimeter.

4. 2 Tiltvinkel på sittplatta 0 till -40°

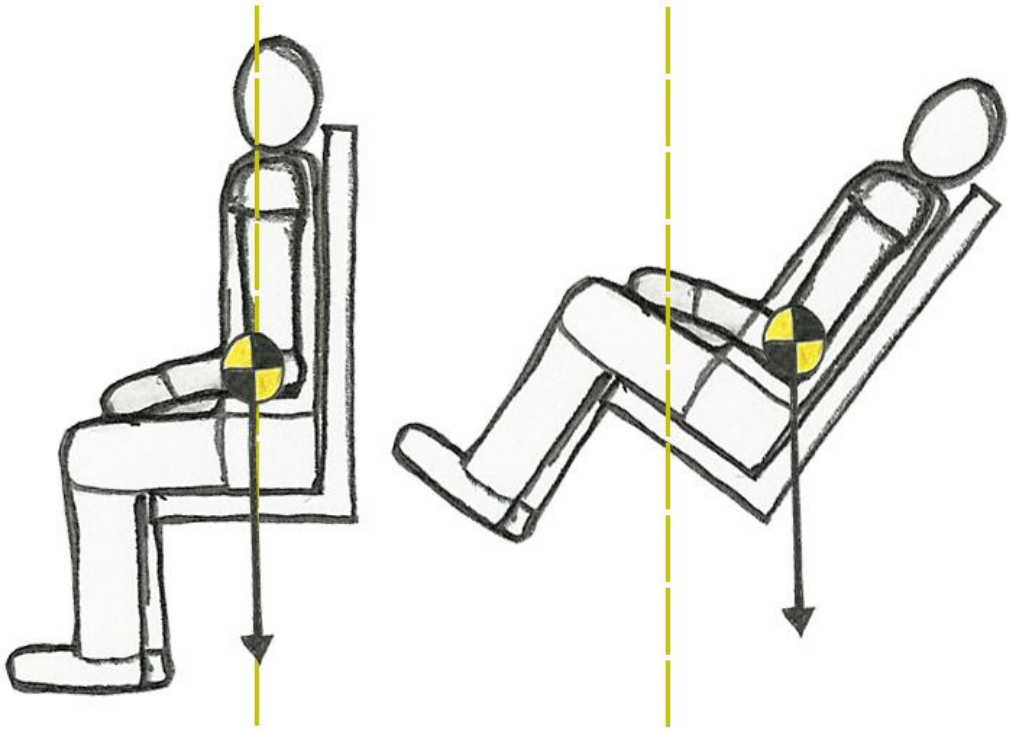
Genom att medge möjlighet att variera sittpositionen för brukare med svåra sittproblem går det att förebygga och lindra muskelspänningar, kramper, långvarig belastning på samma kroppspunkter och erbjuda vilomöjlighet. Det är därför önskvärt med en lösning som tillåter vinkeljustering av brukaren ända ner till -40° (se figur 11). Rörelsen förbättrar lungfunktionen och blodcirkulationen hos brukaren samt ger större möjlighet till aktivitet [Bo Eriksson, 2007].



Figur 11. Önskad tiltvinkel på sittplattan.

4.3 Vaggfunktion i sittplatta, tyngdpunktsförflyttning

Vid förändring av brukarens lutning genom tiltning, förflyttas tyngdpunken bakåt vilket ökar risken för att underredet blir instabilt och välter bakåt (se figur 12). För att förhindra det behövs en lösning som förflyttar brukaren framåt, horisontellt, samtidigt som sittplattan vinkeljusteras.



Figur 12. Förflyttning av tyngdpunkten vid tiltning utan vaggfunktion.

4.4 Ramverket

Många rullstolar på marknaden idag har ett underrede sammansatt som ett fackverk. Fördelen med ett fackverk är att vikten kan hållas nere, samtidigt som den har en mycket god hållfasthet. Fackverkens egenskaper ger goda möjligheter att klara vikt- och hållfasthetskraven, men ändå skapa en egen identitet genom en unik färg- och formgivning. Vid utformningen av ramverket fanns en vision att förenkla konstruktionen och därmed ge underredet ett luftigare och sportigare uttryck.

4.5 Flyttbara drivhjulspositioner

När rullstolsunderredet anpassas för brukaren behöver drivhjulen kunna justeras vid olika höjd- och längdlägen för att ge underredet optimal balans för den enskilda brukaren. Drivhjulen positioneras i stort sett endast vid inprovningen av underredet för brukaren genom val av lämplig drivhjulsposition (se figur 5).

4.6 Ställbar körbåge

Rullstolsunderredets många inställningsmöjligheter erfordras för att kunna positionera sitsen korrekt för brukaren. Körbågen bör därför kunna justeras i olika riktningar för att dels inte ligga emot sitsen, men också för att assistenten skall kunna anpassa körbågen till en behaglig arbetsposition (se variant av körbåge i figur 5). I dagsläget använder Anatomic SITT en standardlösning för körbågen, vilken vi också rekommenderades att använda.

4.7 Modulsystem

Genom att tillverka prototypen som ett modulsystem kan de olika delarna i produkten bytas ut mot delar med liknande eller motsvarande funktion, utan större påverkan på den totala konstruktionen. Detta medger till exempel en möjlighet att alternera mellan en hydraulisk och elektrisk lösning vid höjningen av sittplattan.

5. Idégenerering- och utvärderingsmetoder

Idégenereringensfasens syfte är att generera ett stort antal lösningsförslag på de identifierade problemområdena. För att inte fastna för de lösningar som tycks ligga närmast till hands användes ett flertal kreativitetsstimulerande metoder där målet är att tänka ut så många alternativa lösningsförslag och principer för de olika delproblemen som möjligt, samt hur de olika komponenterna i produkten kan placeras i relation till varandra. Målet med metodanvändningen är att finna den bästa lösningen som uppfyller kravspecifikationen [Cross, 2000].

5.1 Brainwriting

Brainwriting bygger på att skapa bildserier där det avses att på kort tid skissa ner de tankegångar föregående bild ger och föra idégenereringen vidare, för att slutligen nå fram till en bra grundidé för ett koncept [Wright, 1998]. Metoden kan tillämpas med både bilder och text men har sin styrka i det visuella som tillför nya tankevinklar kring problemområdet. I vårt fall användes mestadels en modifierad variant av metoden då vi endast var två personer, istället för det rekommenderade antalet på fyra till åtta individer. Vid ett antal tillfällen tillämpades metoden på fyra personer, då ytterligare två designingenjörsstudenter deltog vid idégenereringen.

5.2 Brainstorming

Vid brainstorming genereras nya lösningsförslag genom utbyte av idéer mellan deltagarna, både skriftligt och muntligt. Metoden har ingen strikt uppbyggnad utan ger deltagarna frihet att diskutera och utveckla idéerna åt det håll som känns mest lämpligt. Metoden går med fördel att nyttja vid skapandet av nya idéer, men är också användbar vid utveckling av redan existerande lösningsförslag [Wright, 1998].

5.3 Scampers variationsmetod

Scamper är en kreativitetsmetod vars syfte är att få fram nya idéer [Baxter, 1995]. Varje enskild bokstav i ordet ”scamper” står för olika metoder att framställa nya idéer ur den ursprungliga idén (Substitute, combine, adapt, modify, put to other purposes, eliminate, reverse). Metoden har sina fördelar när det finns behov av att hitta nya lösningsvarianter på den ursprungliga idén, utan att fastna i detaljer. Scamper har dock sina nackdelar då en del förslag tenderar att sväva ut för mycket och blir därmed svåra att tillämpa på produkten.

5.4 Morfologisk tabell

Syftet med en morfologisk tabell är att lista de funktioner som produkten kommer att innehålla (se exempel i figur 13). Genom att lista generella lösningsförslag för dessa funktioner går det sedan att kombinera samman ett konceptförslag med ett flertal lösningsförslag på de enskilda funktionerna. Den morfologiska tabellen har sina fördelar i att det går snabbt och enkelt att generera nya idéer och lösningar [Cross, 2000].

Höja/sänka sittplatta	Hydraulik	Elektricitet	Handkraft	Utväxling/Hävarm
Vinkeljustering	Skruvreglage	Vaggfunktion med spår	Rotation med två spår	
Drivning	Manuell	Eldriven		
Tumstorlek drivhjul	12”	20”	22”	24”
Lösningsförslag 1:	Elektrisk höj- och sänkbar sittplatta som vinkeljusteras med skruvreglage. Drivs med 22’’ stora hjul, manuellt.			
Förslag på lösning 2:	Sittplatta som höjs och sänks av handkraft med vaggfunktion för vinkeljustering. Drivhjulen på 24’’ drivs med el.			

Figur 13. Exempel på morfologisk tabell där lösningsförslagens väg illustreras i tabellen genom pilar.

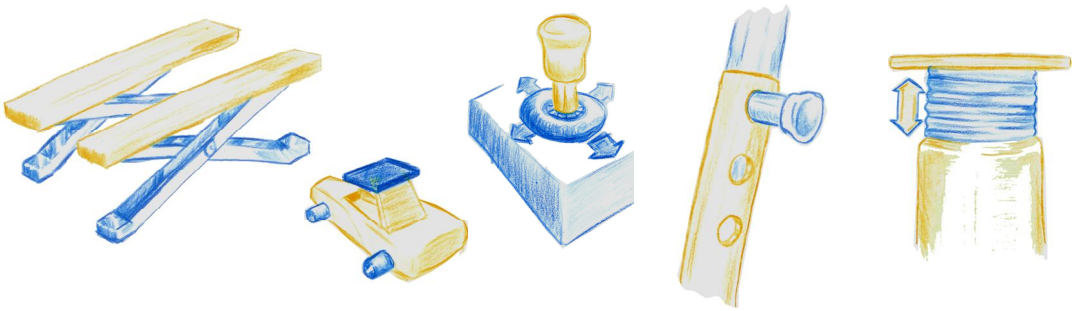
5.5 Pughs konceptvalsmatris

Då många problemområden i produkten kan lösas genom ett flertal olika lösningsvarianter är det viktigt att kunna urskilja vilket koncept som är det mest lämpade för ändamålet. Pughs konceptvalsmatris identifierar styrkor och svagheter genom att samtliga koncept betygssätts gentemot ett utvalt koncept [Pugh, 1991]. Om ett av koncepten erhåller en högre slutpoäng än datumet blir detta koncept det nya datumet och proceduren upprepas. Konceptens styrkor bör sedan, om möjligt, kombineras till nya koncept och på nytt utvärderas [Hiort af Ornäs, 2004].

6. Koncept på de olika delarna

6.1 Höjdjusterbar sittplatta

Även om behovet av en vertikal justering kan förekomma ofta, exempelvis för att hamna i rätt höjd gentemot bordsskivor eller för att lättare kunna interagera med barn på deras nivå, så var det inget krav från Anatomic SITT att höjdjusteringen ska kunna ske med brukaren i rullstolen. För att inte begränsa alternativen på ett tidigt stadium brainstormades både alternativet utan brukare i stolen, men också med brukaren sittandes vid operationen. Genom att främst använda brainwriting samt brainstorming togs ett antal koncept fram med höj- och sänkfunktion för sittplattan (figur 14).



Figur 14. Konceptförslag för höjdjustering av sittplatta.

Efter diskussion med Anatomic SITT kunde båda parter sedermera konstatera att en lösning där brukaren kan vara sittandes i rullstolen medan höjning/sänkning sker vore den mest idealiska lösningen av de två. Därmed begränsades alternativen till de lösningsförslag som på något sätt gav assistenten hjälp med att lyfta brukarens vikt vid höjning av sittplattan.

De olika sätten att ge assistenten lyfthjälp vid höjningsmomentet som valdes att utvärdera vidare var: hydraulik, elektronik, tryckluft, utväxling och roterande elmotor. Vid utvärderingen användes Pughs konceptvalsmatris med ett sifferintervall på -3 till +3, där tre ät det bästa värdet och -3 således det sämsta. Alternativen utvärderades sedan för de olika parametrarna: ljudnivå, skötsel/underhåll, estetik, användarvänlighet, tydlighet, vikt, säkerhet, stabilitet, stabilitet vid uppfällt läge, vibrationer och ekonomi för underhåll. Figur 15 visar den slutliga konceptvalsmatrisen där det motordrivna lösningsalternativet

uteslutits då det i tidigare konceptvalsmatriser erhållit för låga poäng för att kunna anses vara möjligt som ett eventuellt lösningsförslag för höjdjusteringen.

	Elektricitet	Hydraulik (referens-alternativ)	Tryckluft	Utväxling
Ekonomi underhåll	-2	0	0	-1
Ljudnivå	0	0	-3	0
Skötsel/ underhåll	-2	0	0	-2
Estetik	0	0	-2	-1
Användar-vänlighet	0	0	-2	-2
Tydlighet	0	0	0	-1
Vikt	0	0	0	2
Säkerhet	0	0	-2	-1
Stabilitet, användande	0	0	-2	0
Vibrationer	0	0	-1	0
Totalt	**-3**	**0**	**-12**	**-6**

Figur 15. Utvärderingens slutliga matris.

Vid utvärderingens slut stod det klart att de två överlägset bästa lösningarna var hydraulik och elektricitet. Hydraulikens fördelar gentemot den elektriska är framför allt det minskade underhållet av batterier (laddning) som en elektrisk lösning kräver, samt en miljöaspekt där batterier inte får så höga poäng. En hydraulcylinder använder sig oftast av hydraulolja som arbetande medium, men varianter med vanligt vatten är under utveckling och kan därför betraktas som en framtida miljövänligare lösning [Danfoss, 2007]. En ytterligare anledning till valet av hydrauliken framför den elektriska var möjligheten för Anatomic SITT att vinna erfarenhet av en ny metod som ännu inte testats fullt ut. Vi valde dock att inte begränsa oss till den ena metoden, utan lämnade utrymme att alternera mellan de två olika varianterna genom att bygga underredet som ett modulsystem.

Vid valet av lämplig hydraulcylinder undersöktes möjligheten att använda en teleskopiskt verkande cylinder (se figur 16) och därmed erhålla en lång slaglängd samtidigt som cylindern har kort längd vid hopskjutet läge. Då de flesta hydraulcylindrar är individuellt anpassade efter sitt ändamål bör det undersökas närmare huruvida en teleskopisk hydraulcylinder skulle kunna fungera till underredet, och då främst med hänsyn till styrningen i cylindern som måste prioriteras då underredet bör upplevas stabilt. Styrning bör alltså vara integrerat i cylindern. Hänsyn vid val av hydraulcylinder bör också tas till ekonomi, vikt, storlek och slaglängd.

Då en hydraulisk cylinder kräver en utomstående kraft för att utföra den önskade operationen valde vi att placera en fotpedal längst ner på den hydrauliska cylindern. Höj- och sänkfunktionen blir därmed anpassad för assistenten vilket var önskvärt i de intervjuer som föregick starten av projektet. Lösningen kan liknas vid en frisörstol där brukaren pumpas upp till vald höjdnivå och sedan sänks med hjälp brukarens vikt. Dock bör hydraulcylindern i detta fall ha en inbyggd returfjäder för att på så vis kunna återföra kolven till ursprungsläget utan att brukaren är sittandes i stolen.

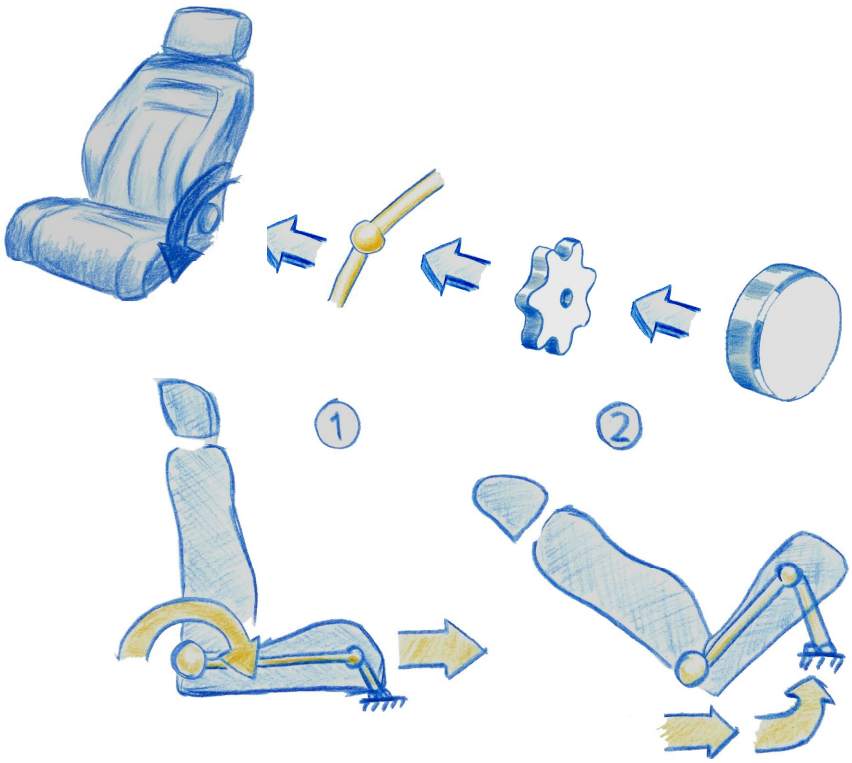
Figur 16. Teleskopiskt verkande cylindrar [NIKE hydraulics].

6.2 Tiltvinkel på sittplatta 0 till -40° och vaggfunktion

Efter att ha identifierat de olika funktionerna runt sitsen togs ett beslut att försöka sammanföra de två funktionerna tiltning och tyngdpunktsförflyttning, för att eliminera onödiga moment och därmed säkerställa en skönare vinkeljustering för brukaren. Idégenereringsfasen mynnade ut i fem koncept värda att gå vidare med.

Koncept 1

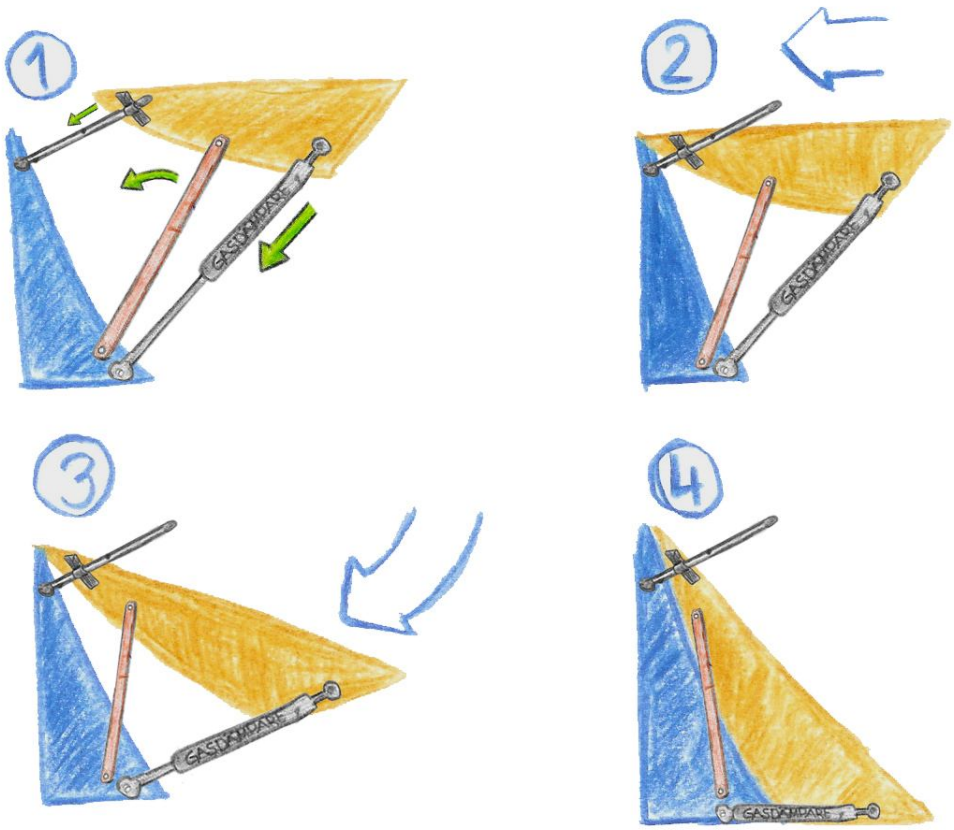
Konceptet vinkeljusterar brukaren med hjälp av ett skruvreglage som placeras utmed stolens ena sida. Konstruktionen bygger på att ett kugghjul fästs på reglagets baksida löpandes i en horisontell kuggbana. Till kugghjulet kopplas ett ledat stag, fast inspänd vid stolens främre del. Genom att vrida på reglaget trycks staget ihop och kröks vid leden, varpå sitsen tiltas bakåt samtidigt som stolen förs framåt (se figur 17). Nackdelen med konceptet är att vinkeljusteringen kan bli trög och svåråtkomlig för brukare och assistent.



Figur 17. Koncept 1, vinkeljustering och tyngdpunktsförflyttning med hjälp av reglage.

Koncept 2

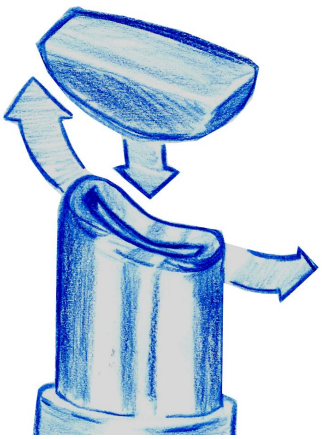
Koncept 2 styrs av att assistenten anbringar en kraft, genom att trycka ner körbågen varpå en gasdämpare trycks samman. Samtidigt som gasdämparen pressas ihop, hjälper en led och en styrning till att föra sittplattan framåt mot en kloss vars form vinkeljusterar sitsen (se figur 18). Muntlig diskussion kring konceptet resulterade i att konstruktionen ansågs kräva för hög noggrannhet för att fungera satisfierande.



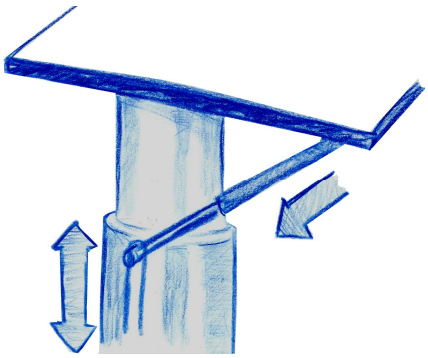
Figur 18. Koncept 2, vinkeljustering och tyngdpunktsförflyttning enligt klossprincip.

Koncept 3

I ett försök att sammanföra den tänkta höj- och sänkfunktionen, med tilt- och vaggfunktionen utvecklades koncept nummer 3. Konceptet bygger på att cylindern för höjning och sänkning modifieras likt en bågig backe med ett spår i centrum. Tilten består i detta fall av en motsvarande bågig kloss som löper i spåret med plan ovansida för montering av sittplattan (se figur 19). Genom att föra klossen uppför backen vinkeljusteras sittplattan från horisontellt läge till önskad tiltvinkel, samtidigt som spårets längd förflyttar tyngdpunkten framåt. Placeringen av gasdämparen som krävs för att stödja konstruktionen, samt för att erhålla en bekvämare tilt, fästs med ena änden på sitsens undersida och den andra löpandes i ett spår eller bana placerad på hydraulcylinderns yttersida. Infästningen i hydraulcylindern tillåter gasdämparen att följa med när sitsen höjs eller sänks, vilket krävs för att vinkeljustering skall vara möjlig oberoende av vilken höjd brukaren befinner sig på (se figur 20). Konceptet har en nackdel i att spåret som klossen löper i eventuellt kan kärva, vilket resulterar i att funktionen blir svårtiltad.



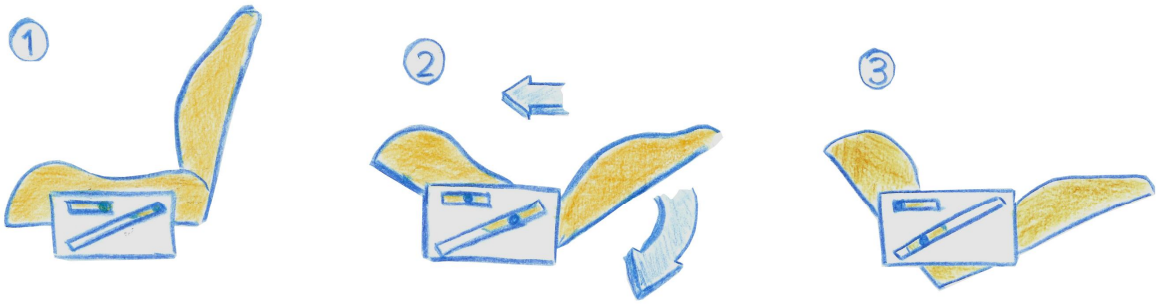
Figur 19. Hydraulisk cylinder med modifierad topp där en kloss löper i spåret.



Figur 20. Fastpänning av gasdämpare på hydraulkolven.

Koncept 4

I koncept 4 löper sitsen i två spår, ett horisontellt som medger förflyttning av tyngdpunkten framåt, samt ett diagonalt som vinkeljusterar brukaren (figur 21).

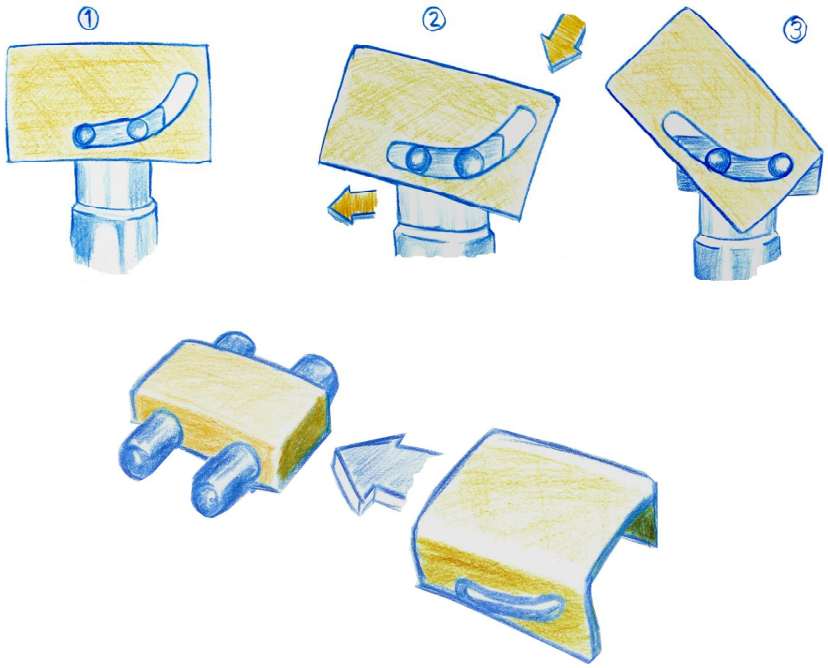


Figur 21. Koncept 4, tilt och tyngdpunktsförflyttning med hjälp av spår.

Det är dock önskvärt att konstruktionen inte sträcker sig ovanför sittplattan och därmed hindrar att somliga produkter av Anatomic SITTs formgjutna sittsystem kan monteras.

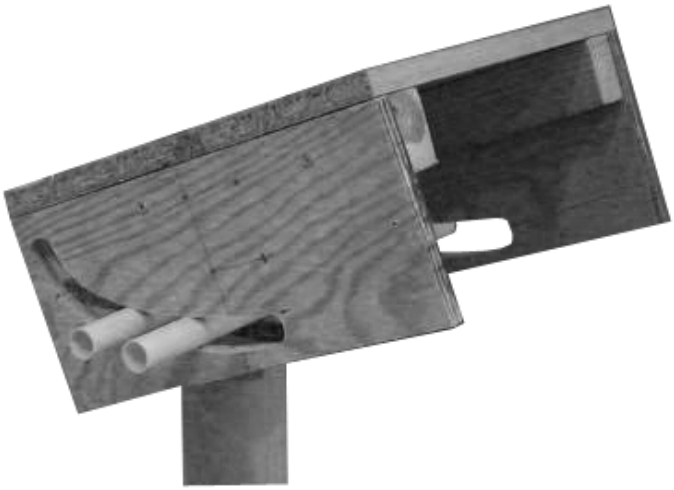
Koncept 5

Koncept nummer fem består av en box med två genomgående stag som löper i en utskuren bana i sittplattan. Den utskurna banan är konstruerad så att den vid tiltning både flyttar tyngdpunkten framåt samt vinkeljusterar sitsen (figur 22). Konceptet har utvecklats under arbetets gång, från att till en början haft endast ett stag vilket naturligt bidrog till att sittplattan inte kunde fixeras.



Figur 22. Koncept 5, tiltning och tyngdpunktsförflyttning med spår och stag.

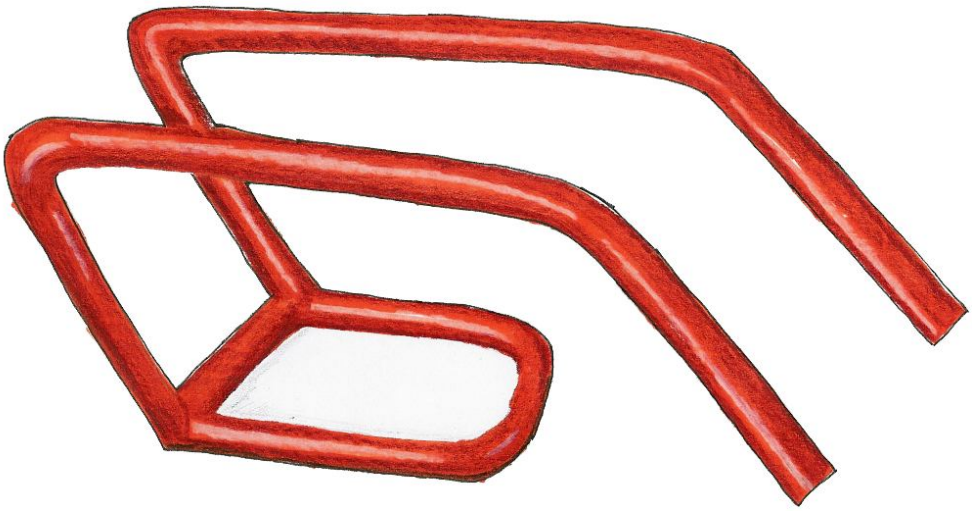
Efter diskussion med Anatomic SITT fattades beslutet att gå vidare med koncept nummer fem då det ansågs att konceptet hade störst potential att utvecklas och dessutom inte krävde någon yttre påverkan på vare sig sits eller hydraulik. För att undersöka möjligheten att finna en stabil konstruktion gjordes en enklare modell (figur 23). Modellen konstruerades så att stagen kunde flyttas i olika riktningar längs banan för att testa när tilten kändes skönast. Det visade sig att tiltningen blev stabilare och behagligare om avståndet mellan stagen ökades. Om stagen hamnade för nära varandra blev tilten istället ostabil och svårtiltad.



Figur 23. Modell för kontroll av tilt.

6.3 Ramverket

Huvuduppgiften för ramverket är att tillåta hjulupphängning för drivhjul och länkhjul och dessutom hålla den hydrauliska cylindern på plats. Förutom dessa funktionskrav ska underredet förmedla en känsla av enkelhet och sportighet hos betraktaren. Efter tankeverksamhet och diskussioner kring utformningen av ramverket ritades ramen upp, efter framtagna skisser (figur 24), i CAD-programmet Pro/ENGINEER wildfire. Detta gav möjligheten att se ramverket från alla betydande vinklar och också direkt se vilka justeringar som behövde göras.



Figur 24. Skiss på ramverket.

Då ett enkelt och stilrent intryck av underredet eftersträvades var det viktigt att minimera antalet rör i konstruktionen. För ramverkets form hämtades en stor del inspiration från sportbilsindustrin där bilmodellerna ofta har en låg profil med en sluttande kurva vid fronten (figur 25). Utformningen av ramverket, som fäster bakom hydraulikdelens botten och sveper fram mot länkhjulen, ger ramverket ett intryck av sportighet och enkelhet likt den som ofta återfinns hos sportbilar.

För att stadga upp svepet och öka hållfastheten i ramen placeras ett stöd bakom hydraulikcylindern. Stödet kamoufleras sedan genom färgsättningen, vilken blir densamma som hydraulikcylindern.

Genom denna utformning av underredet kunde också en högre markfrigång än minimikravet erhållas, men ändå tillåta brukaren att komma nära marken i det lägsta läget. Utformningen har också en stor fördel i att rullstolens volym blir betydligt mindre än referensmodellens, vid exempelvis transport av rullstolen.

Figur 25. Supersportbilen Koenigsegg CCX [Koenigsegg Automotive AB].

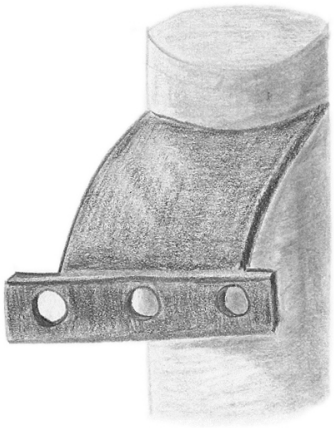
6.4 Drivhjulsupphängning

Drivhjulens positionering ställs in vid utprovning av underredet för att erhålla korrekt tyngdpunkt och önskad sitthöjd för den enskilda brukaren. Den valda drivhjulspositioneringen ändras inte förrän nästa gång rullstolsunderredet balanseras.

Då vi kommit fram med ett koncept på underredets utformning kunde vi anpassa drivhjulsupphängningen efter denna. Genom brainstorming utformades ett antal lösningsförslag där fokus låg på diskret utformning i ett försök att frångå de varianter på marknaden där samtliga drivhjulspositioner exponeras samtidigt. Vi valde att gå vidare med två koncept som sedermera kom att utvecklas till det slutliga konceptförslaget för drivhjulsupphängningen.

Koncept 1

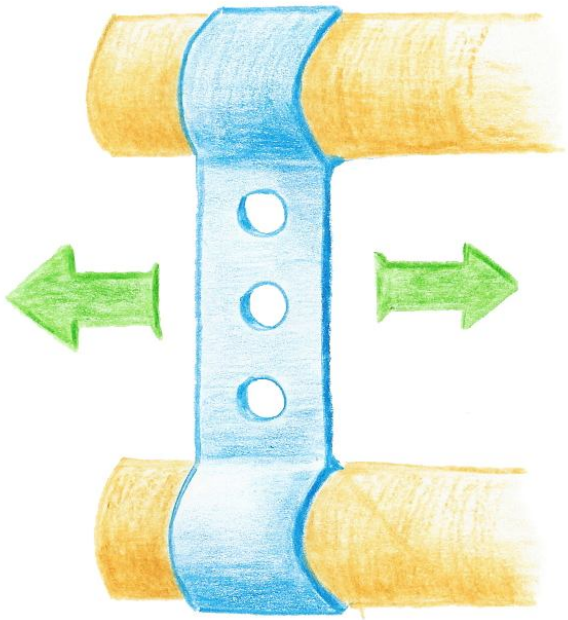
Drivhjulsupphängningen är i koncept 1 monterat på ett vertikalt rör där positioneringen gjorts tillgänglig genom en horisontal platta som förskjutits ut från sitt fäste för att skapa ett avstånd ifrån rullstolens chassi (figur 26). Upphängningen ska sedan kunna justeras i höjdled genom att fästet lösgörs och höjdjusteras. Idéerna till lösningsförslaget framkom i ett tidigare skede under projektet och kom därför inte att följa rörkonstruktionens utseende.



Figur 26. Koncept 1 för drivhjulsupphängningen.

Koncept 2

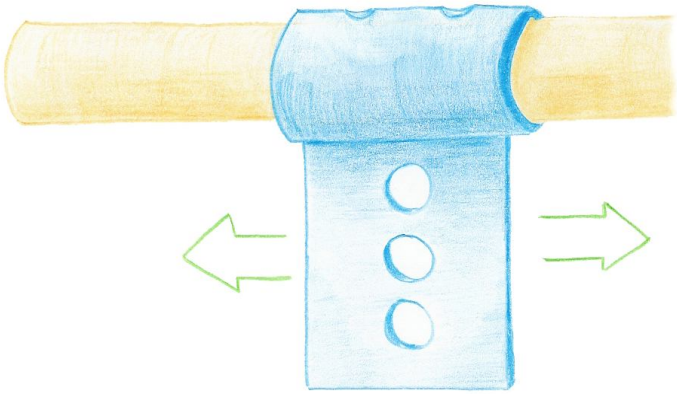
Drivhjulsupphängningen i koncept 1 följer rörkonstruktionen i ramverket med nackdelen att det blir en vinkel mellan övre och undre infästningen. Det var dock oklart hur stor denna vinkel skulle komma att bli under idégenereringen då koncept 2 togs fram. Koncept 2 består av en vertikal smal platta med två infästningar som kan horisontaljusteras genom förflyttning längs ramverket (figur 27).



Figur 27. Koncept 2 för drivhjulsupphängningen.

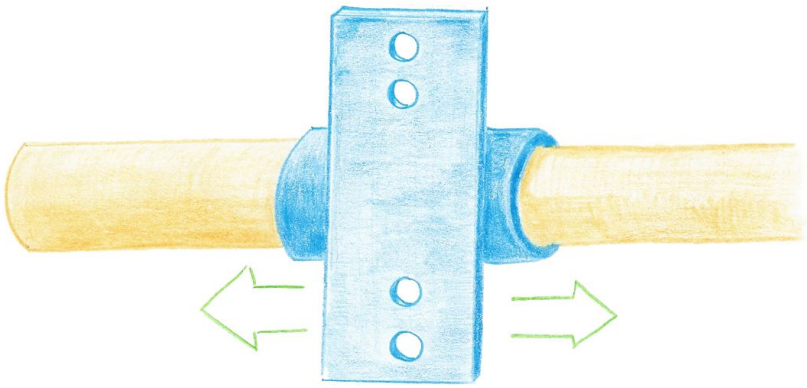
Koncept 3 – vidareutveckling av tidigare koncept

Vid utvärdering av de två koncepten konstaterades att båda hade klara fördelar samtidigt som nackdelarna betvingade en vidareutveckling av koncepten. Tanken var att förenkla koncepten och endast utnyttja det översta svepet, då vinkeln blir alldeles för stor mellan de två rören i ramverket. Konceptförslag 1 utgår ifrån ett vertikalt monterat rör medan konceptförslag 2 har en rörkonstruktion likt ramverkets. Genom att kombinera de båda lösningsförslagen till ett tredje koncept erhålls ett lösningsförslag där konstruktionens infästning i konceptförslag ett utnyttjas och ”svepet” i ramverket inte behöver brytas av med ett vertikalt rör, som i konceptförslag 2.



Figur 28. Koncept 3 för drivhjulsupphängningen.

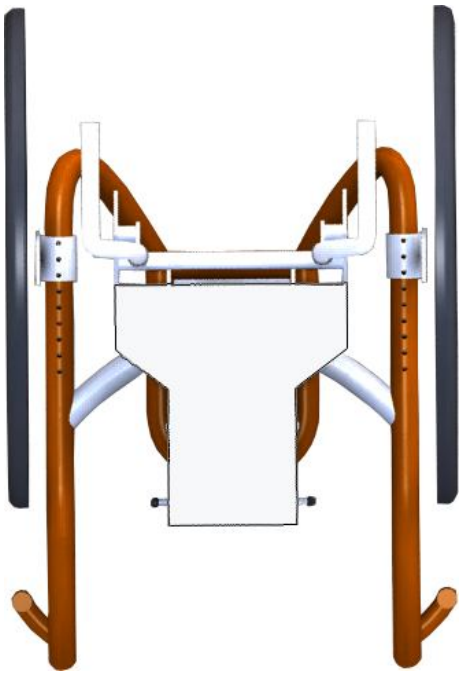
Koncept 3 har ett rör som omsluter svepet. På röret sitter en platta vertikalt placerad och därmed kan höjden av hjulets placering väljas. Röret kan sedan glida längs svepet och skruvas fast vid det valda läget (figur 28). Genom att montera en solid stav inuti svepet med frästa spår går det sedan att skruva fast upphängningen på vald position. För att ytterligare minimera detaljer i ramverket flyttas hålen för fastsättningen av upphängningen till ovansidan av ramverket. Efter vidareutveckling av konceptet placerades hålen för drivhjulsupphängningen på båda sidor om svepet pga. höjden på svepet (figur 29).



Figur 29. Ytterligare utveckling av koncept 3.

6.5 Länkhjul

Denna komponent väljs ur Anatomic SITT standardsortiment. Efter utvärdering av ramverket valdes lämplig positionering och vinkel av länkhjulen gentemot denna. Länkhjulen vinklas ut mot sidorna av ramverket för att förhindra kollision med fotstöden som i vissa fall sitter monterade på sitsen (figur 30). Vinklingen utåt låter ramverkets svep behålla sin rena och enkla form, istället för att de yttre ändarna kröks som en y-ram.



Figur 30. Vy ovanifrån av underredet som visar vinklingen för länkhjulen.

6.6 Färgval

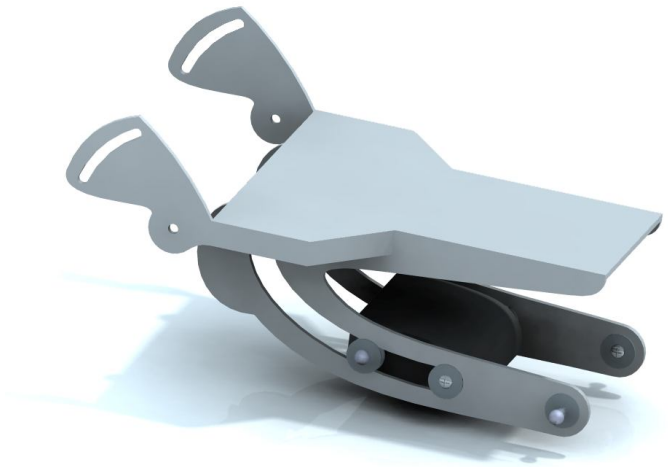
De flesta rullstolsunderreden på marknaden, och i synnerhet komfortrullstolar, är neutralt färgade i svart eller gråtoner, dels för att kunna användas av olika brukare med olika kön, ålder och intressen, men också för att populariteten hos olika färger skiftar med åren. Hos prototypen önskar vi ändå förstärka dess identitet och framhäva vissa funktioner med hjälp av färgvalet, och då i synnerhet ”svepet”, som får en djuporange färg. Inspirationen till färgvalet kommer från orangea produkter vilka kan tänkas uppfattas som sportiga och fräscha (se figur 31). Hydraulcylindern färgas silvergrå, liksom stödet bakom, samt hjulupphängningen och sittplattan, detta för att tona ner dessa detaljer i konstruktionen och ge underredet ett renare uttryck.

Figur 31. Från vänster till höger: Koeniggsegg CCR [Koenigsegg Automotive AB], Kawasaki zx6r [Kawasaki], ipod shuffle [Apple] och Sony Ericsson W960i [Sony Ericsson].

7. Resultat

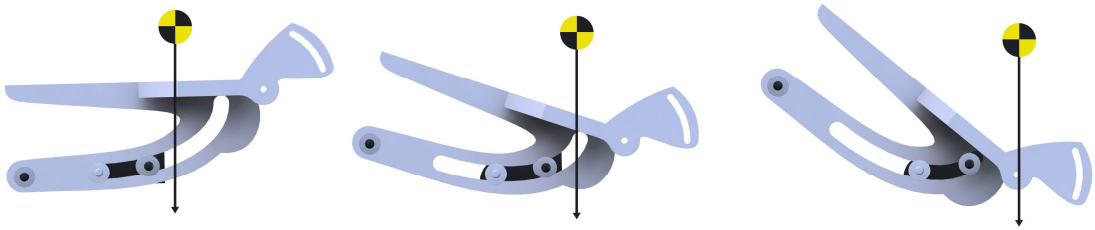
Figur 32. Det slutliga konceptet.

Det slutliga konceptet (figur 32) har efter hopsättning av samtliga delar och funktioner förbättrats ytterligare utseendemässigt. Exempelvis har tiltplattan fått ett mer avskalat och rent utseende då mycket av det överflödiga materialet tagits bort runt slitsen. Tiltplattans sida har försetts med en rund form, som bryter av sidans linje för att göra formen mer attraktiv och för att ge plats åt en eventuell logotyp. Även mycket av sidornas material har skalats av till förmån för både utseendet och ytterligare viktreducering (se figur 33).



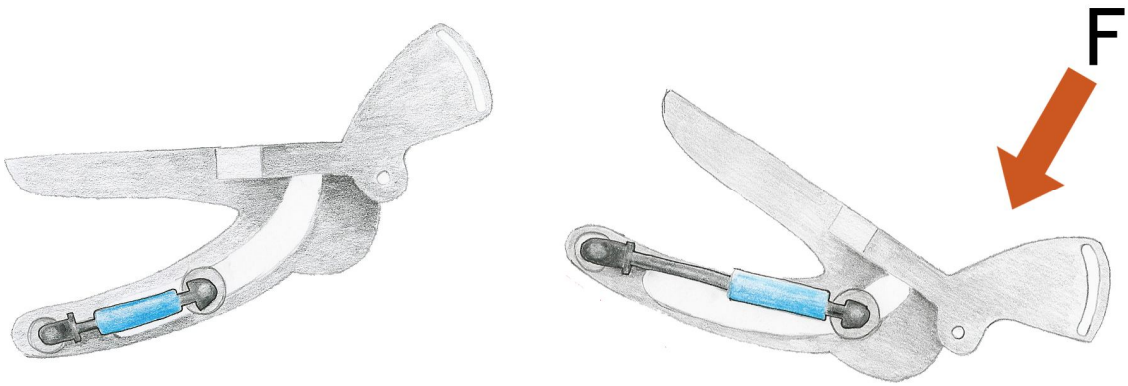
Figur 33. Tiltplattans slutliga utseende.

Vid vinkeljustering flyttas inte tyngdpunkten bakåt tack vare sittplattans konstruktion vilket motverkar obalans i underredet och ger en känsla av högre stabilitet för både brukare och assistent (figur 34).



Figur 34. Tyngdpunktsläge vid olika tiltlägen.

För låsning av tilten placeras två stycken dragande, blockerbara gasdämpare, anpassade med mått och dragande moment efter brukarvikten på tiltplattans yttre sidor (figur 35), monterade på de kulleder som kan ses i figur 33.



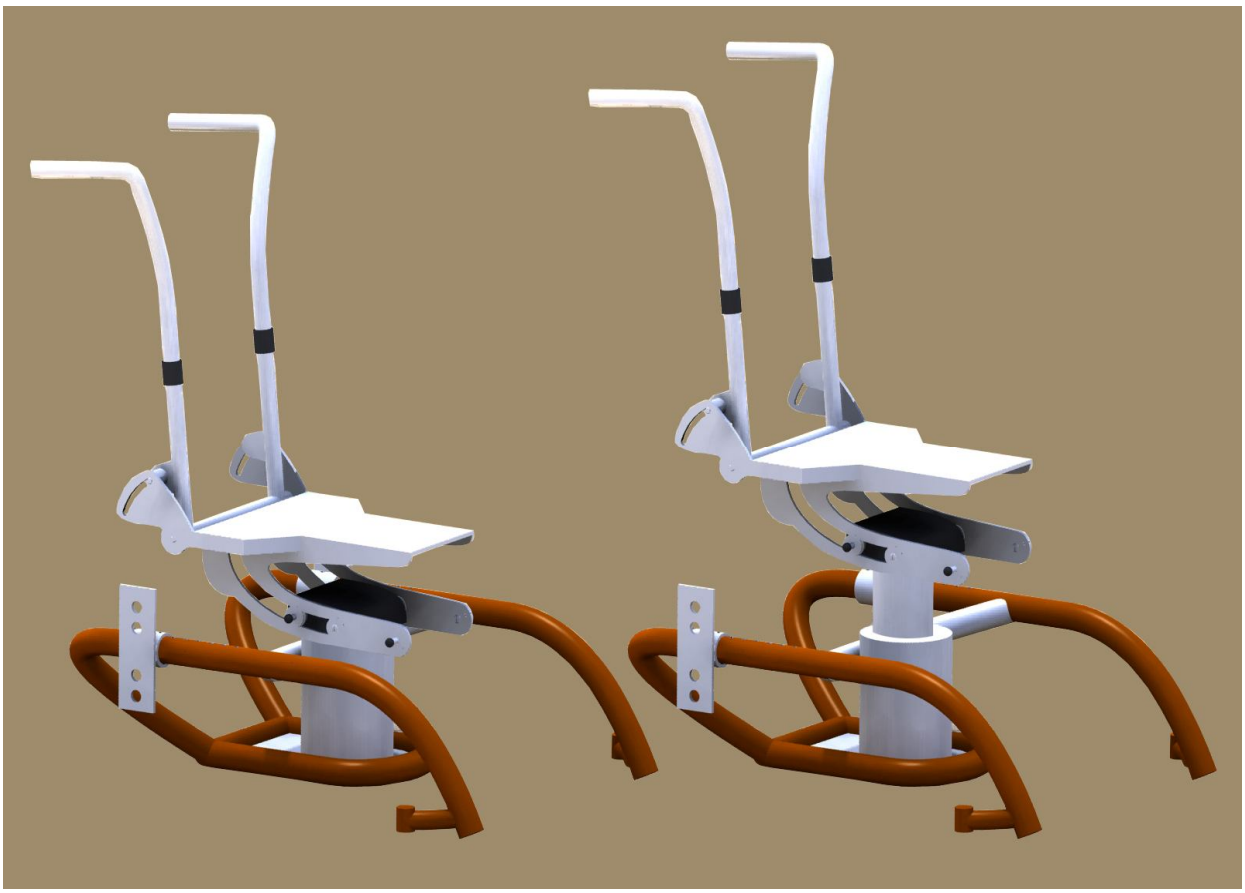
Figur 35. Gaskolven monterad på tiltplattan, till vänster i ursprungligt läge och till höger i tiltat läge.

För att underlätta glidningen för tiltplattan är glidpluggar monterade i spåret, vilket kan ses i figur 36. Gasdämparen manövreras av assistenten med hjälp av ett reglage (se figur 37) fastsatt på underredets körbåge, som med gasdämparens funktion gör det möjligt att låsa tilten i ett steglöst läge.

Figur 36. Tiltplattans glidpluggar vilka underlättar glidning i spåret.

Figur 37. Reglage för manövrering av gasdämpare [Bansbach].

Tiltplattans vertikala justering styrs med hjälp av en hydraulisk cylinder och principen för höjdjusteringen visas i figur 38. Den maximala höjdjusteringen beror på valet av hydraulcylinderns slaglängd.



Figur 38. Hydraulcylindern i nedfällt läge till vänster och uppfällt läge till höger.

Figur 39 visar det slutliga utseendet hos rullstolsunderredet med monterade driv- och länkhjul av standardmodell.

Figur 39. Underredet med monterade driv- och länkhjul.

Figur 40, 41 och 42 visar den fysiska prototypen med driv- och länkhjul monterade på underredet.

Figur 40. Underredet med monterat sittsystem.

Figur 41. Underredet i tiltat läge.

Figur 42. Underredet i hopfällt läge.

8. Diskussion

Projektet har genomförts med målet att ta fram ett nytt rullstolsunderrede med ett antal önskvärda funktioner som vanligtvis sällan finns representerade på ett och samma underrede. De svåraste bitarna i arbetet var således att få dessa funktioner att fungera tillsammans och fortfarande kunna bygga underredet som ett modulsystem.

Efter konstaterande av arbetets stora omfattning lades fokus på att ta fram ett underrede med de viktigaste funktionerna väl fungerande tillsammans, samtidigt som mycket av detaljarbetet och tillbehören till underredet fick läggas åt sidan.

Stora delar av projektet hade blivit betydligt enklare vid valet av elektricitet istället för en manuell, mekanisk lösning för sittplattans vertikaljustering. Vi känner ändå att vi tog rätt beslut då vi till slut kunde hitta en satisfierande lösning som dessutom har många fördelar gentemot elektricitet, exempelvis minskat underhåll.

Vid fortsatt utveckling av underredet bör även de delar som tas ur standardsortimentet ses över för att bättre komplettera det övriga konceptet. Det är exempelvis önskvärt att kunna ändra mellan vertikalt och horisontellt grepp på körbågen, då åsikterna om vilket som är skönast skiljer sig mellan samtliga tillfrågade intervjupersoner. Vidare bör även reglagen hos körbåge och övriga komponenter skiljas genom t ex färgkodning eller ytbeläggning för att tydliggöra vilket reglage som hör till vilken funktion. För att ytterligare förtydliga för användaren bör också liknande beslag användas där samma slags moment utförs, exempelvis hos ett vridreglage. Många av dagens modeller har olika reglage för samma funktion vilket kan göra användaren konfunderad kring beslagets funktion.

Från företagets sida fanns ingen möjlighet att få fram en prototyp i korrekt material för tester och utvärderingar, likväl konstruerades en enklare prototyp som visade tänkbara komplikationer på drivhjulsupphängningen. Prototypen visade att drivhjulsupphängningen utsätts för stora krafter och moment som kan komma att behöva stabiliseras, förstärkas och styvas upp. Eftersom det har varit av hög prioritet för oss att hålla ramverket så estetiskt rent och enkelt som möjligt, önskar vi att stabilisering av ramverket görs stegvis för att om möjligt undvika oönskade stag. Förslagsvis är en första korrigering av drivhjulsupphängningen att öka bredden på materialet som sluter kring ramverkets svep och fördela kraften över fler hål, än de två som användes hos prototypen. I samband med detta är det önskvärt att storleken på bultarna eller sprintarnas som placeras vertikalt för låsning, ökas till största tillåtna diameter. Vidare kan drivhjulsupphängningen förstärkas genom placering av stag på vardera sidan. Förslagsvis placeras dessa stag från drivhjulsupphängningen och rakt ner i ramverkets bottenplatta, vilket bidrar till att drivhjulsupphängningen blir mer vridstyv, men också att ramverket blir mer stabilt. Eftersom stagen minskar momentet vid svepets infästning i bottenplattan, som uppstår när brukaren sätter sig i sitsen.

Vid vidareutveckling av konceptet bör ramverket givetvis kompletteras med nödvändigheter som; tramprör, tippskydd, låsning av drivhjul, reflexer och transportfäste.

9. Referenser

American wheelchairs. (2007). Tillgänglig på Internet:
http://www.americanwheelchairs.com/specjet3ultra.shtml
[Hämtad 2007-04-03].

Apple. (2007). Tillgänglig på Internet:
http://images.apple.com/euro/ipodshuffle/includes/01/gallery/images/galleryindock20070130.jpg
[Hämtad 2007-06-20].

Bansbach easylift. (2007). Tillgänglig på Internet:
http://www.bansbach.de/com/gasfedern/gasdruckfedern-blockierbar-2.html
[Hämtad 2007-07-26].

Baxter, M. (1995). Product Design: Practical Methods for Systematic Development of New Products. Taylor & Francis. London.

Cross, N. (2000).
Engineering design methods: strategies for product design. John Wiley and Sons Ltd. Chichester.

Danfoss AB. (2007). Tillgänglig på Internet:
http://www.danfoss.com/BusinessAreas/High-pressure_Water_Solutions/Products/Cylinders.htm
[Hämtad 2007-09-01].

Etac Sverige AB. (2007). Tillgänglig på Internet:
http://www.etac.se/External/Page____9.aspx
[Hämtad 2007-04-01].

Handicare A/S. (2007). Tillgänglig på Internet:
http://www.handicare.se/handicare/pages/newspage____82669.aspx
[Hämtad 2007-04-01].

Handinor A/S. (2007). Tillgänglig på Internet:
http://webtemp.telenor.net/handinor.no/hXGYyTMRDYXH.6.idium?RND=0.6396842301671015
[Hämtad 2007-04-03].

Hiort af Ornäs, V. (2007). Opublicerat manuskript.
Institutionen för teknik och samhälle, Högskolan i Skövde.
Tillgänglig på Internet: http://www.his.se/templates/vanligwebbsida1.aspx?id=15600
[Hämtad 2006-10-29].

Hjälpmedelscentralen västra götaland. (2007). Tillgänglig på Internet:
http://www.vgregion.se/vgrtemplates/BildRightPage____53326.aspx

[hämtad 2007-05-25].

Högberg, D. (2006). Riktlinjer för examensarbete i integrerad produktutveckling. Institutionen för Teknik och Samhälle, Högskolan i Skövde.

Invacare AB. (2007). Tillgänglig på Internet:
http://www.invacare.se/invacare/index.php
[Hämtad 2007-04-01].

Kawasaki. (2007). Tillgänglig på Internet:
http://www.kawasaki.com/Products/Detail.aspx?id=205
[Hämtad 2007-06-20].

Koenigsegg Automotive AB. (2007). Tillgänglig på Internet:
http://www.koenigsegg.com/graphics/enlarge/Close_up_front_side_mountai.jpg
[Hämtad 2007-06-20].

Medical center respiratory. (2007). Tillgänglig på Internet:
http://www.medicalcenterrespiratory.com/images/Quickie%20R2.jpg
[Hämtad 2007-04-03].

Nationalencyklopedin. (1992). L. Kebbon, *Handikapp* (s.382). Höganäs: Bra Böcker AB.

Nike hydraulics. (2007). Tillgänglig på Internet:
http://www.nikehydraulics.com/sv/products/search/3/23/
[Hämtad 2007-05-12].

Permobil försäljning & service AB. (2007). Produktkatalog 2006. Tryckeribolaget. Sundsvall.

Pugh, S. (1991). Total design – integrated methods for successful product engineering. Addison Wesley, Workingham.

Sony Ericsson mobile communications AB. (2007). Tillgänglig på Internet:
http://www.sonyericsson.com/spg.jsp?cc=se&lc=sv&ver=4000&template=pip1&zone=pp&pid=10908
[Hämtad 2007-06-20].

Wright, I. (1998). Design Methods in Engineering and Product Design. McGraw-Hill Publishing Co. London.

Personliga kontakter

Eriksson, B. (2007). Anatomic SITT AB.
Stohagsgatan 26, 600 06 Norrköping.

Övrig litteratur

Batavia, M. (1998)
The wheelchair evaluation: a practical guide. Butterworth-Heinemann. Boston.

Copper, R. (1998).
Wheelchair selection & configuration. Demos medical publishing. New York.

Karp, G. (1998).
Choosing a wheelchair. O'Reilly & Associates Inc. Sebastopol.

Mayall, J. (1995).
Positioning in a wheelchair: a guide for professional caregivers of the disabled adult.. C B Slack. New Jersey.

10. Förteckning över bilagor

Bilaga 1. Frågeformulär vid intervju, hjälpmedelscentralen.

Bilaga 2. Pughs konceptvalsmatris på höj- och sänkbar sittplatta.

Bilaga 1
Frågeformulär, hjälpmedelscentralen
Vid frågeställningen låg följande frågor till grund för intervjun.

Vilka egenskaper hos en komfortrullstol är de viktigaste?

Finns det någon funktion som ofta krånglar ofta hos era komfortrullstolar?

Vilka krav och önskemål brukar kunden ha hos en komfortrullstol?

Vilka funktioner bör anpassas till assistenten snarare än brukaren?

Vilken utformning föredrar ni på körbågen?

Vad är de bästa respektive sämsta egenskaperna med de olika modellerna?

Hur viktigt är utseendet på underredet?

Bilaga 2

Höj- och sänkbar sittplatta

Utvärdering med Pughs konceptvalsmatris.

Betygskriterier

Betygsskalan sträcker sig från -3 till +3, där 0 är likvärdigt med datumet som konceptet jämförs gentemot. Verbalt går betygsskalan från; Mycket sämre (-3), klart sämre (-2), lite sämre (-1), likvärdigt (0), lite bättre (+1), klart bättre (+2) och mycket bättre (+3).

	Elektricitet	Hydraulik	Tryckluft	Utväxling	Motordriven (referens-alternativ)
Ekonomi underhåll	3	3	3	3	
Ljudnivå	3	3	3	3	
Skötsel/ underhåll	3	3	3	3	
Estetik	0	0	-1	0	
Användar-vänlighet	2	2	1	2	
Tydlighet	2	2	2	2	
Vikt	3	3	3	3	
Säkerhet	3	3	2	3	
Stabilitet, användande	0	0	-2	0	
Vibrationer	3	3	1	3	
Totalt	**22**	**21**	**14**	**21**	

	Elektricitet (referens-alternativ)	Hydraulik	Tryckluft	Utväxling	Motordriven
Ekonomi underhåll		2	2	1	-3
Ljudnivå		0	-3	0	-3
Skötsel/ underhåll		2	1	0	-2
Estetik		0	-2	-1	-3
Användar-vänlighet		0	-2	-2	-3
Tydlighet		0	0	-2	-3
Vikt		0	0	2	-2
Säkerhet		0	-1	-1	-3
Stabilitet, användande		0	-2	0	0
Vibrationer		0	-1	0	-3
Totalt		**4**	**-8**	**-3**	**-25**

	Elektricitet	Hydraulik (referens-alternativ)	Tryckluft	Utväxling	Motordriven (utesluten)
Ekonomi underhåll	-2		0	-1	
Ljudnivå	0		-3	0	
Skötsel/ underhåll	-2		0	-2	
Estetik	0		-2	-1	
Användar-vänlighet	0		-2	-2	
Tydlighet	0		0	-1	
Vikt	0		0	2	
Säkerhet	0		-2	-1	
Stabilitet, användande	0		-2	0	
Vibrationer	0		-1	0	
Totalt	**-3**		**-12**	**-6**	