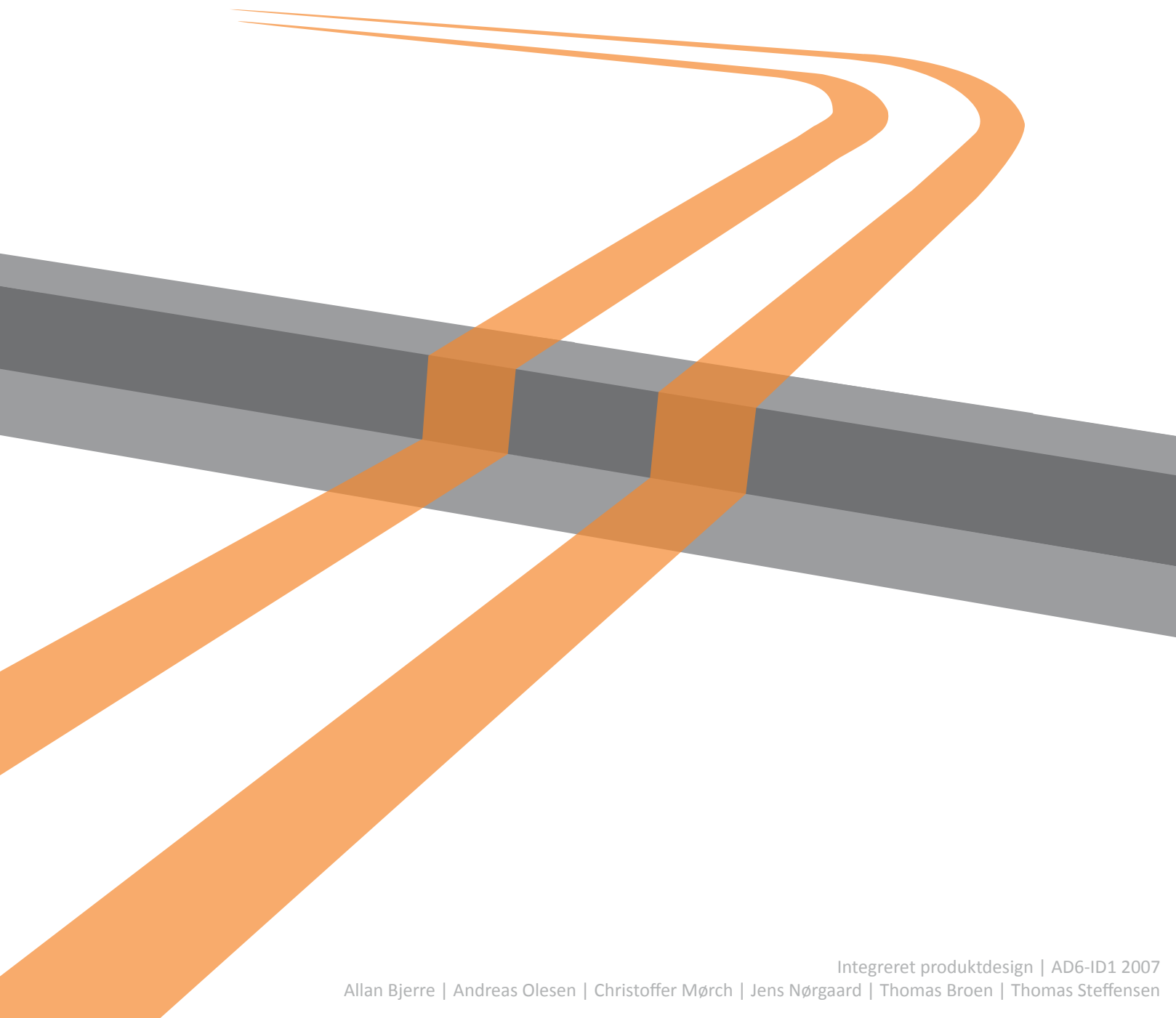


Wheel

Step

Procesrapport



Titelblad

Synopsis

Aalborg Universitet

Arkitektur og Design, 6. Semester - Industriel Design

Titel: Wheel Step

Tema: Integreret Produktdesign

Periode: 1. februar – 23. maj 2007

Gruppe: ad6-id1

Vejleder: Nicola Morelli

Bivejleder: Jørgen Kepler

Sidetæl: 103

I dette 6. Semesters projekt udarbejdes en løsning, der gør det muligt for en kørestol at overkomme et trin. Projektet tager udgangspunkt i et oplæg om at øge handicappedes mobilitet i det danske samfund.

Den første fase indbærer et program, hvor omfanget af tilgængelighedsproblemer registreres ved hjælp af analyser af databaser, situated interviews med kørestolsbrugere og going native øvelser. Samtidig analyseres trappetrin, eksisterende kørestole og lignende løsninger for at danne et overblik over problemer og muligheder i projektet. At overkomme et trin øger mængden af tilgængelige bygninger med op mod 100%.

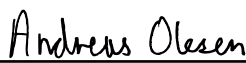
På denne baggrund formuleres et problem; at designe en løsning, der kan øge mobiliteten for paraplegikere, som samtidig forholder sig til kørestoles æstetik.

Herefter følger en designfase, hvor forskellige ideer skabes ved hjælp af Ole Striims kreative teknikker og undersøges ved hjælp af Lego Technic modeller og 1:1 arbejdsmodeller. Eskild Tjalves produktarkitektur-diagram anvendes til at danne overblik over løsningernes delfunktioner og deres samspil i en helhed.

Afslutningsvis præsenteres Wheel Step, der ved hjælp af simple mekaniske systemer giver en kørestol mulighed for at overkomme et trin. Wheel Step er et kit, der kan monteres på eksisterende kørestole, som forholder sig til kørestolenes æstetik og linieføring.



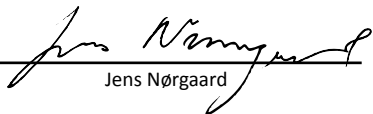
Allan Bjerre



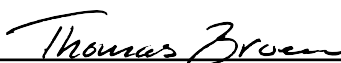
Andreas Olesen



Christopher Sørensen



Jens Nørgaard



Thomas Broen



Thomas Steffensen

Program

Forord

Gennem projektet har flere personer og virksomheder været behjælpelige med besvarelse af spørgsmål og vejledning. Der skal rettes en særlig tak til:

Aase Kvolbæk, Gitte og Knud Rune.

Jacob Buus Andersen for oplæg og inspiration

Peter Libak fra Wolturnus A/S

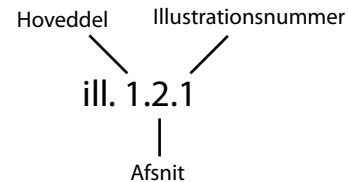
Inga Fryd fra hjælpemiddeldepotet, for råd, vejledning og udlån af kørestole til projektet.

Old Games Pub og Designværkstedet i Aalborg for udlån og lokaler og facader.

Læsevejledning

I denne rapport anvendes kildehenvisning efter Harvard-metoden ved henvisning til litteratur, hjemmesider osv.

Henvisninger til illustrationer er angivet som følgende:



Ved henvisninger til appendix og bilag anvendes samme metode.

I de forskellige afsnit er grå bokse placeret, der indeholder beskrivelse af dertilhørende metoder.

Metodeboks

Procesrapporten er bygget således op, at programmet med registreringer og foregående undersøgelser findes som det første. Herefter beskrives konceptudviklingen og til sidst detaljering af produktet. En nærmere beskrivelse af det endelige produkt er at finde i produktrapporten.

Indholdsfortegnelse

Program

Titelblad	3	Wolturnus A/S	26
Synopsis	3	Wolturnus W5	
Forord		Opsummering	28
Læsevejledning		Afgrænsning	29
Indledning	8	In scope	
		Out of scope	
Fremgangsmåde	10	Problemformulering	31
Forundersøgelser	12	Forudsætninger	
Tilgængelighed		Vision	
Det Gode Liv		Målgruppe	32
Going Native	14	Aktører	
Forberedelse		Personas	33
Offentlige rum		Målsætning	34
Situated Interview	16	Krav til kørestolen	
Tilgængelighed		Krav til trinfunktionen	
Socialt		Den visionsbaserede model	35
Funktionelt		Værdimission	36
Opsummering		Interaktionsvision	37
Trinregistrering	18	Udbytte af kurser	38
Produktregistrering	20	Kontakter	39
Olympia kørestol		Kørestolsbrugere	
Delkomponenter		Andre	
Benchmarking		Faseplan	40
Opsummering		Opsamling på program	42
Eksisterende løsninger	24		
Ibot			
Step-Climbing Wheelchair			
Opsummering			

Konceptudvikling

Fri skitsering	44
Idéskabelse	45
Funktionsmodeller	46
Papmodeller	47
Retrofit eller hel kørestol	48
Hel kørestol	
Retrofitting	
Opsummering	
Forsøg med trin	49
Baghjulet oppe på trinnet	
Forhjulet oppe på trinnet	
Oversigt over og valg af principper	51
Udvikling og test af principper	54
Arbejdsmodeller	55
Workshop	64
Fremgangsmåde	
Udførelse	
Opsamling	
Perspektivering	
Valg af koncept	68
Den valgte løsning	
Konceptet	69
Udvidet målsætning	70
Krav til trinfunktionen:	

Detaljer

Morfologisk analyse	74
Stang	75
Bremse og fastgørelse	77
Håndtag	78
Gribeklods	79
Udløser til klods	80
Placering af ekstra forhjul	80
Fjederbelastning	81
Udløser	81
Type af ekstra forhjul	82
Tilpasning	83
Retrofitting - afgrænsning	
Eksisterende kørestole	
Dimensionering	84
Produktion	94
Opsamling	
Løsningen	96
Fremstilling af prototype	97
Konklusion	98
Processen	
Produktet	
Perspektivering	100
Cd	101
Litteraturliste	102
Illustrationsliste	103

Indledning

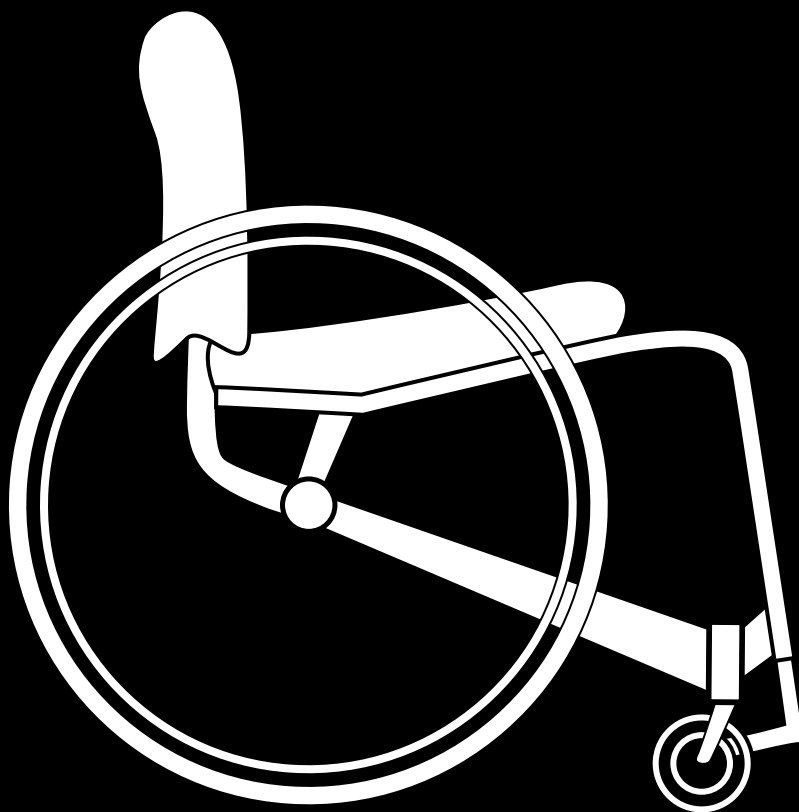
Dette 6.semester projekt beskæftiger sig med hovedtemaet "Integreret Produktdesign" og der fokuseres på undertemaet "Design til sundhedssektoren". Der arbejdes specifikt med design af en løsning, der kan få en kørestol til at forcere mindre arkitektoniske barrierer, hvor der taget udgangspunkt i brugers behov. Brugeren inddrages direkte i designprocessen, for på den måde nå frem til et produkt som brugeren kan relatere til.

Programmet anvendes som et værktøj til at undersøge og dokumentere relevante problemstillinger ved hjælp af forskellige registreringer og på den måde nå frem til en problemformulering. Efter udarbejdelsen af programmet anvendes det som udgangspunkt for designprocessen. Programmet indeholder desuden tidsplan samt en oversigt over udbyttet af de tilhørende kurser.

Baggrund

Projektet tager udgangspunkt i et oplæg fra Jacob Buus Andersen fra "Institut for Sundhedsvidenskab og Teknologi" (som af fortrolighedsmæssige årsager ikke er inkluderet i rapporten) og bygger på data fra tilgængelighedsdatabasen som er udarbejdet af rygmarvsskadede i Danmark. Projektet rummer derudover aspekter som relaterer sig til de kurser der er tilknyttet semestret.

Program



Program

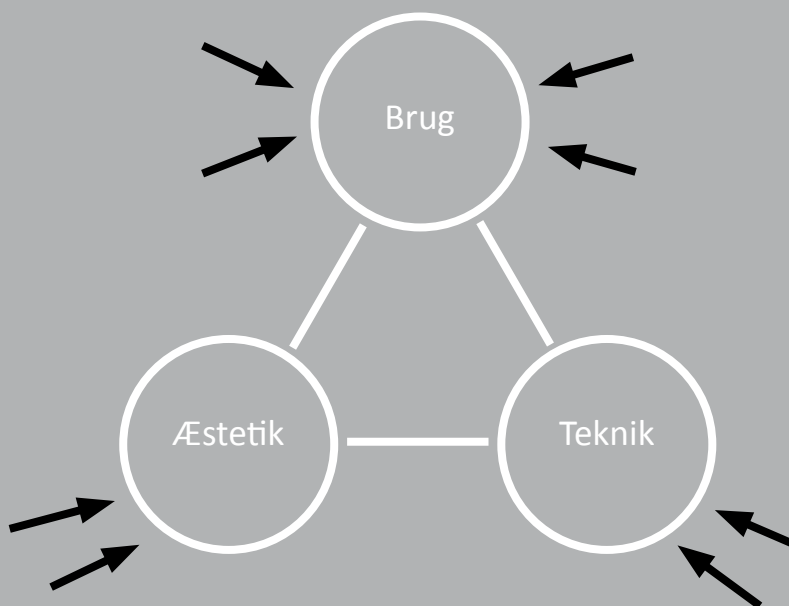
Frengangsmåde

Afsnittet vil kort beskrive de overordnede metodikker og deres anvendelse i projektet.

Projektets hovedemne er integreret produktdesign. Dette indebærer, at alle designaspekter skal i spil og tilsammen skabe en helhed. Primært fokuseres der på de tre aspekter: brug, teknik og æstetik. Det er dog også vigtigt at se produktet som en del af et system og en bærer af et værdisæt. De forskellige aspekter bliver behandlet igennem de tre faser: registrering, bearbejdning og integrering.

Faserne bruges skiftende under hele projektet, dog vil det meste af registreringsarbejdet ligge i starten af projektet. Til at angribe de forskellige aspekter er der behov for en række metoder, som kan anvendes i specifikke sammenhænge. Nedenstående diagrammer lister metoderne og deres anvendelsesområder op. Undervejs i procesrapporten vil de forskellige metoder blive nærmere beskrevet efterhånden som de anvendes.

Registrering



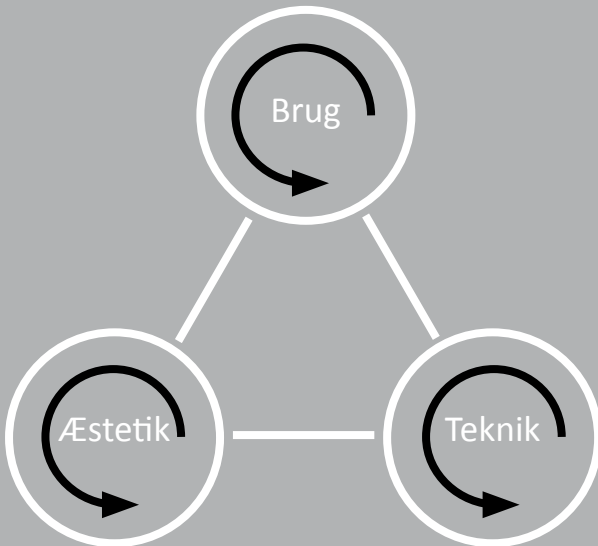
Metoder

- Observation
- Interview
- Going native
- Benchmarking
- Personas/arketyper
- Generel informations- og videnssøgning (internettet, bøger, artikler mm.)

ill. 1.2.1

Registreringsfasen har til formål at indsamle den viden, der skal ligge til grund for idégenereringen. Jo bedre en viden, der bliver indsamlet her, jo bedre bliver grundlaget for de efterfølgende faser.

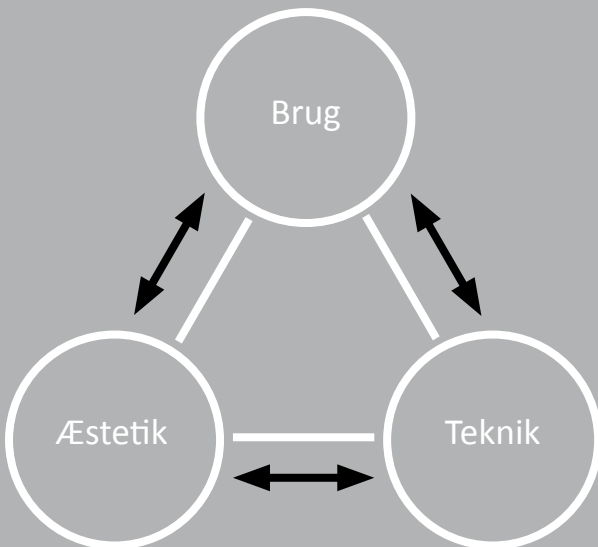
Bearbejdning



ill. 1.2.2

I denne fase bliver de forskellige aspekter bearbejdet enkeltvis, så forholdene i de enkelte aspekter spiller sammen.

Integrering



ill. 1.2.3

Integreringsfasen arbejder på tværs af niveauer ved at holde de enkelte aspekters krav op imod de andre aspekter. Målet er at nå frem til et produkt, hvor de enkelte aspekter tilsammen udgør en helhed.

Metoder

- Systematisk skitsering
- Shapeboards
- Moodboards
- Brugertest
- Kreative teknikker
- Produktarkitektur
- Morfologisk analyse
- Konzeptudvælgelsesteknikker
- Den visionsbaserede model

Program

Forundersøgelser

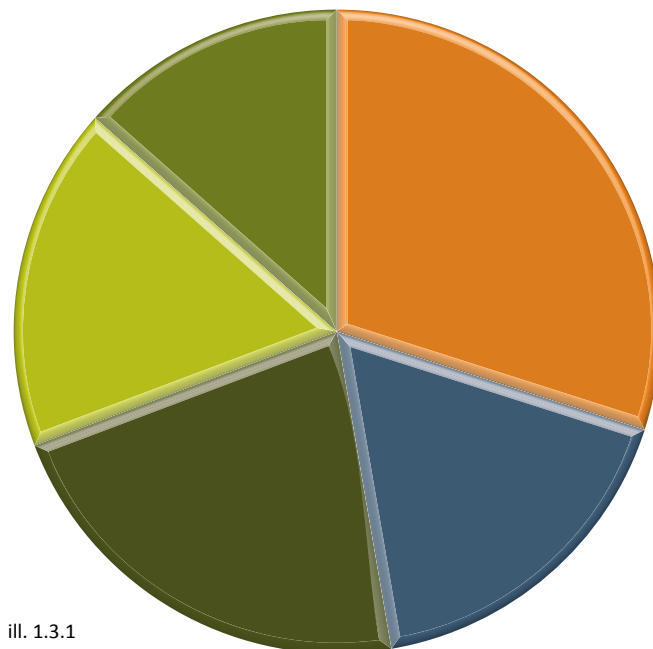
Tilgængelighed

Ved at undersøge adgangsforholdene, for mennesker i kørestole, i de større danske byer, viser det sig at tilgængeligheden bliver forøget kraftigt hvis brugeren er i stand til at forcere barrierer på over 15 cm. Undersøgelserne bygger på "Databasen for tilgængelighed", der er udarbejdet af "Rygmarvsskadede i Danmark", som er en del af Dansk Handicap Forbund. Databasen inddeler offentlige bygninger i 5 klassifikationer, som afspejler hvor gode adgangsforholdene er for folk i kørestol. Alle bygninger er dog ikke indberettet til databasen, men den giver et godt billede af situationen for kørestolsbrugere i det offentlige rum. Resultaterne indberettes af kørestolsbrugere og kan derfor være påvirket af deres holdning til problemerne og deres omfang.

Databasen er inddelt i 8 fokusområder som er Parkering, Adgang til sted, Indre Niveauforskelle, Toiletter, Indretning, Kørestolspladser, Bad og Værelse med seng. Her er fokusområderne "Adgang til sted" og "Indre niveauforskelle" relevante i sammenhæng med forcering af et trin. I diagrammet er det specielt tallene for klasse 4 og 5 der er vigtige. Dette er de bygninger, som det er muligt for kørestolsbrugere at komme uhindret omkring i. Bygningerne med klasse 2 og 3 forhold og til dels klasse 1 forhold, er de bygninger, hvor det kan gøre en stor forskel, hvis kørestole er i stand til at forcere et trin. Det betyder at, hvis kørestolsbrugere kan forcere et trin kan deres tilgængelighed blive forøget meget. I RYK databasen er der som nævnt kun tale om bygninger. Derudover er der også trin i byrummet og i mange hjem, hvor det kan være en fordel at kunne forcere trin.

Dette ses som en motiverende faktor for arbejdet med en kørestol, der på en eller anden vis giver brugeren mulighed for at forcere et normalt trappetrin.

Se afsnittet "Tilgængelighed" under "Appendiks" på den vedlagte cd for dokumentation for ovenstående undersøgelse.



- Klasse 5:
Bygninger helt uden niveauforskelle. Kørestolsbrugere kan følge samme gangarealer som gående.
- Klasse 4:
Bygninger, med specielle niveaufri gangruter for kørestolsbrugere.
- Klasse 3:
Bygninger med trappelifte eller flytbare ramper.
- Klasse 2:
Bygninger med niveauforskelle, hvor trinene er max 15 cm.
- Klasse 1:
Bygninger med niveauforskelle, hvor der er trin på mere end 15 cm.

Program

[RYK, 2007]

Det Gode Liv

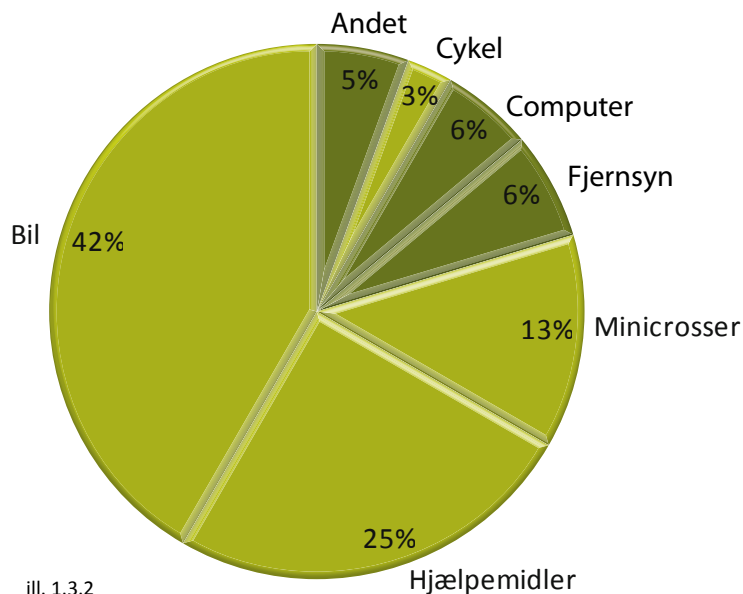
Det Gode Liv, er en undersøgelse udført af Dansk Handicap Forbund (DHF), hvor man forsøger at skabe et overblik over, hvilke aspekter der har betydning for handicappedes livskvalitet. Undersøgelsen er baseret på 125 spørgeskemaundersøgelser samt 10 interviews med personer som repræsenterer en del af de 12.500 personer, som er medlem af DHF. Ud af de adspurgte, er ca. 50 % kørestolsbrugere. Derfor kan der drages nogle paralleller til det aktuelle projekt, hvor der kun arbejdes med kørestolsbrugere.

I undersøgelsen drages der flere konklusioner på, hvad der har afgørende betydning for livskvaliteten. Ud over de sociale og personlige aspekter er der også visse materielle forhold, der har stor betydning for livskvaliteten. Samlet set mener 60-70 % at transportmidler er den vigtigste materielle faktor, der fremmer deres livskvalitet.

Ligeledes viser det sig, at handicappede generelt har et stort ønske om at blive anerkendt og stillet på lige fod med andre i samfundet. Derfor fremgår det også af undersøgelsen at et punkt som tilgængelighed er utroligt vigtigt. Ved spørgsmålet om hvor forbedringer er ønskværdige, er tilgængelighed den klart vigtigste for 42 % af de adspurgte, hvor sagsbehandlingen er det næst vigtigste punkt med 18 %. Den væsentligste grund til at tilgængelighed er så højt prioriteret er at det er så svært at komme rundt og det, at være afhængig af offentlige transportmidler ikke er ønskværdigt.

Se afsnittet "Tilgængelighed" under "Appendiks" på den vedlagte cd for dokumentation for ovenstående undersøgelse.

[DHF, 2007]



Diagrammet viser, hvilke materielle ting, der er med til at forbedre handicappedes livskvalitet. De dele der er fremhævet i diagrammet har alle med transport og tilgængelighed at gøre.

Going Native

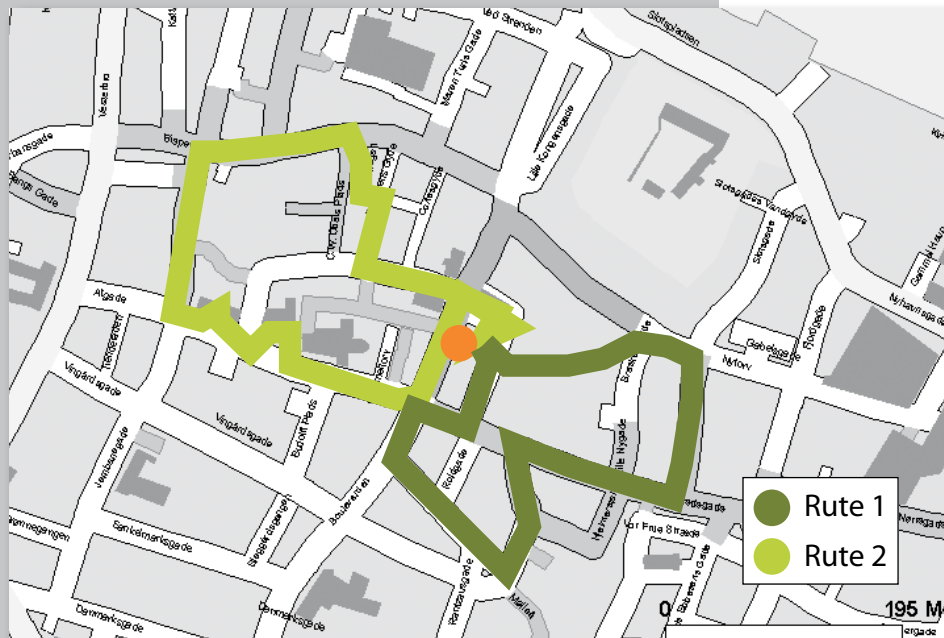
I forbindelse med at opdage og undersøge ukendte problematikker ved anvendelse af kørestole afprøves det at køre i kørestol. Øvelsen foretages indledningsvis med to kørestole, der er stillet til disposition af hjælpemiddeldepotet.

Formålet med metoden er primært at prøve at sætte sig i brugerens sted. Dette gør at man får en ide om hvilke problemstillinger brugeren oplever i sin hverdag. Da metoden kun er en simulering af en virkelig situation, bør der i de fleste tilfælde suppleres med en efterfølgende iagttagelse af en rigtig bruger, hvis dette er muligt. Metoden virker godt som en forberedelse til et møde med en rigtig bruger, da man i større grad kan relatere til de problemer brugeren har eller ikke har. Derudover kan metoden belyse problemstillinger som brugeren måske ikke er bevidst om. Disse kan f.eks. være problemstillinger brugeren overser, betragter som ubetydelige eller overkommer pr. refleks.

[Jakobsen, 2007]

Forberedelse

Før rollen som rygmarvsskadede (paraplegiker) påtages, lægges der en plan over hvilken rute rundt i byen der følges. Der planlægges to ruter med samme formål, begge går gennem gågaderne for at se på adgangsforhold i butikker. Der registreres løbende nye problemer. Hele forløbet filmes og registreres med noter og billeder.



ill. 1.5.1 Kort over de to ruter, der undersøges for tilgængelighedsproblemer

Program

Offentlige rum

Vejarbejde

ill. 1.5.2



Ved vejarbejde tvinges kørestolsbrugere ofte til at forcere kantsten, dette er ofte ubekvemt og i visse tilfælde umuligt.

Butikker

ill. 1.5.3



For at få adgang til butikker er der i mange tilfælde niveauforskelle i indgangen. Et trin på over 15 cm kan være meget svært at forcere i en kørestol.

Døre

ill. 1.5.4



Det er ofte besværligt at komme ind gennem de fleste butiksdøre, da man skal presse døren til siden samtidig med at man skal køre gennem døren

Kantsten

ill. 1.5.5



Forcing af kantsten er ofte besværligt, og er de over ca. 15 cm er det så godt som umuligt at komme over dem.

Hældning

ill. 1.5.6



Forcing af ramper eller andre steder med hældning er hårdt for armene.

2 trin eller flere

ill. 1.5.7



Trapper er umulige at forcere i en almindelig kørestol.

Brosten

ill. 1.5.8



Ved kørsel på brosten møder hjulene stor modstand, hvilket medfører at stolen er meget svær at styre.

Situated Interview



ill. 1.6.1 & ill. 1.6.2

Gitte (ø) og Aase (n)

Situated interview er en interviewmetode, hvor brugeren interviewes i sin vante kontekst. På den måde skabes et bedre billede af brugerens handlinger sammenlignet med et traditionelt interview udenfor konteksten. Det giver brugeren en bedre mulighed for at forklare, hvor der opstår problemer, ved direkte at vise det fysisk. Ved at filme de givne situationer kan problemstillingerne bearbejdes efterfølgende. Dette kan give adgang til sticky-information, hvor brugeren enten handler af vane eller ikke ser problemet.

Det følgende afsnit er en dokumentation af et situated interview i Aalborg midtby med Aase og Gitte som begge er rygmarvsskadede.

[Jakobsen, 2007]

Tilgængelighed

Det der mest af alt adskiller de rygmarvsskadede fra raske mennesker er tilgængelighed. Især i det offentlige rum kan det volde store problemer og er et konstant irritationsmoment. I butikker er der ofte et trin ved indgangen, som er til stor gene for folk i kørestol. Trin

der er højere end 10 cm, er meget svære at forcere i en kørestol, selv for øvede brugere. For paraplegikere hvor lammelsen er opstået højt oppe på rygsøjlen, kan selv de mindste trin volde problemer, da de ikke er i stand til at holde balancen. Dette kan f.eks. skyldes at de er lammet i mavemuskulaturen, og derfor ikke kan flytte på deres tyngdepunkt. Folk er som regel hurtige til at tilbyde deres hjælp, men ofte er det meget ubehageligt for kørestolsbrugeren at blive hjulpet. Ofte er folk meget voldsomme og tænker ikke på, hvordan det er at sidde i stolen. Hvis den handicappede har dårlig balanceevne kan det resultere i, at vedkommende falder ud af stolen. Nogle steder må kørestolsbrugere opgive at få adgang til bygninger. Det gælder især fredede bygninger, hvor der ikke må installeres handicapflitter.

Det er til stor gene for en kørestolsbruger at køre på et ujævnt underlag. Dette kan f.eks. være brosten, grus eller sand på vejen, der bevirker at kørestolen trækker til den ene side eller er meget svær at styre. Meget små skrå hældninger medfører også at stolen ikke kører lige.

Der er også problemer med offentlige transportmidler for handicappede. Det kan for det første være svært at komme ind i en bus, men ofte er det ikke det største problem. Fastspændingsteknikkerne i de fleste busser er så dårlige, at det ofte er meget ubehageligt at køre i bus, siddende i en kørestol. Det kan være svært at holde sig fast, og man mister let balancen.



ill. 1.6.3

".. de kigger på dig – det kan du være evigt forvisset om – du kan ikke bare gøre noget uden at folk de lægger mærke til dig."



ill. 1.6.4

"Det ser virkelig bare grimt ud, og du kan se hvor beskidt bremsen er."



ill. 1.6.5

"Jeg ville undersøge om der var en rampe ved at ringe til dem – hvis ikke der var en ville jeg selvfølgelig skifte bank."



ill. 1.6.6

"Hvis du f.eks. har varer på skødet og du kører på sådan noget som det her, så vælter det hele for dig"



ill. 1.6.7

"..jeg forstår slet ikke tankegangen med at lave sådan noget som det her"



ill. 1.6.8

"Der er mange der reagerer hurtigt og gerne vil hjælpe os – men vi vil jo helst selv."



ill. 1.6.9

"Det der trin er nok ca. det maksimale af, hvad jeg kan komme op af"

Socialt

Socialt føler kørestolsbrugere sig handicappede. En af de væsentlige grunde er, at de ikke er i øjenhøjde med andre mennesker. De føler ofte, at de befinder sig i børnehøjde og bliver set ned på, hvilket kan virke ydmygende. Ligeledes kan det være ydmygende at være meget afhængig af andre personer i visse situationer.

Funktionelt

Funktionelt er der en række problemer med kørestolene. Bremserne er ofte placeret så man kan få fingrene i klemme i dem hvis man glemmer at slå dem helt ind. Dette problem kan let løses men er tilsyneladende et problem på mange kørestole.

Håndremmene som man griber fat i for at køre, er som oftest lavet af aluminium. Dette medfører at remmene bliver meget kolde, hvis temperaturen er lav og at man derfor hurtigt får kolde hænder. Var disse remme f.eks. lavet af plastik ville man modsat få brændemærker i hånden ved en længerevarende bremsning. Eksempelvis på vej ned af en hældning. De fleste kørestole på markedet er meget stive i konstruktionen, hvilket medfører at det kan give kraftige stød i ryggen hvis der køres over ujævnheder.

Opsummering

For de fleste paraplegikere er det meget vigtigt, at deres kørestol er let. Derudover er det også vigtigt, at den er meget enkelt og diskret. Mange er meget bevidste om, hvordan de ser ud i stolen og betragter den som en form for påklædning. Da de er så bevidste omkring udseendet af deres stol, foretrækker de en stol der er rengøringsvenlig.

Det er vigtigt for brugeren, at stolen har en lille venderadius, da dette øger deres tilgængelighed i flere tilfælde. Derudover foretrækker de også stole der har meget lille rullemodstand.

Der er en stigende tendens til at handicappede ønsker specialfremstillede stole, eller på anden vis stole med et unikt udseende, for på den måde at kunne skille sig ud fra andre handicappede.

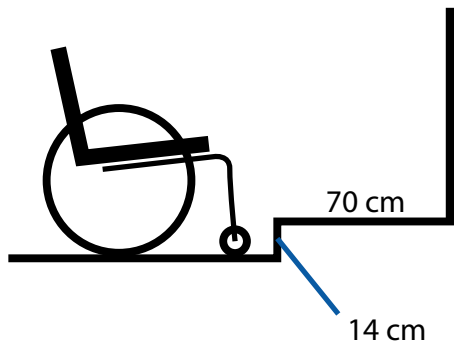
Program

Trinregistrering

Denne registrering af trin er lavet for at få en fælles forståelse for, hvilke typer trin man kan møde i det offentlige rum. De viste trin er valgt for at eftervise, hvilke forskellige problematikker der er registreret.



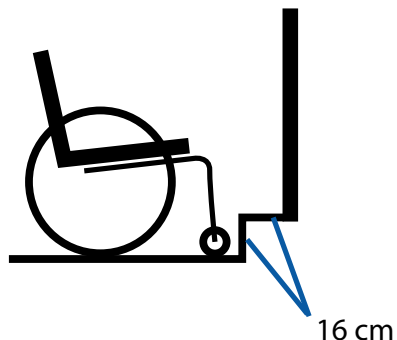
ill. 1.7.1



Indgang til butik fra gågade, hvor der er plads til kørestolen oppe på det andet niveau.



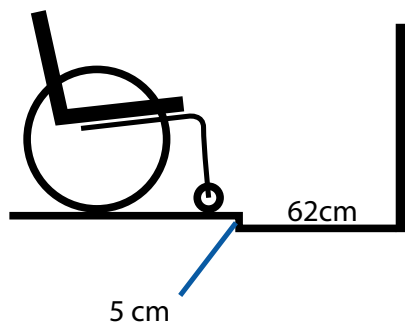
ill. 1.7.2



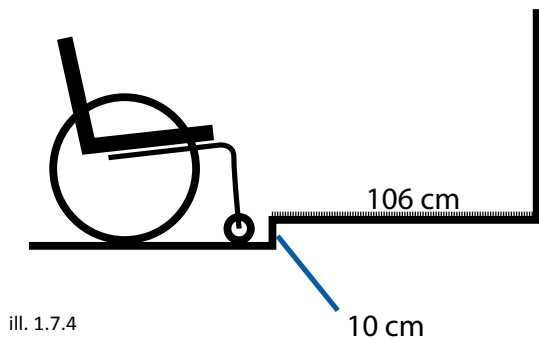
Indgang til lejlighedskompleks hvor døren kommer umiddelbart efter trinnet.



ill. 1.7.3

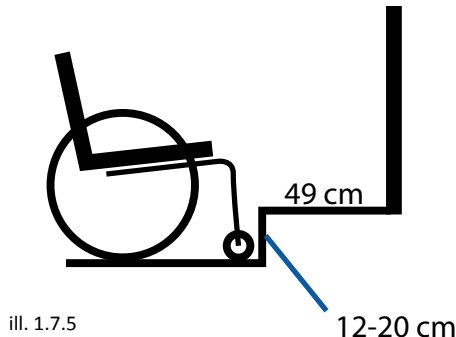


Indgang hvor trinnet til butikken går lidt nedad.



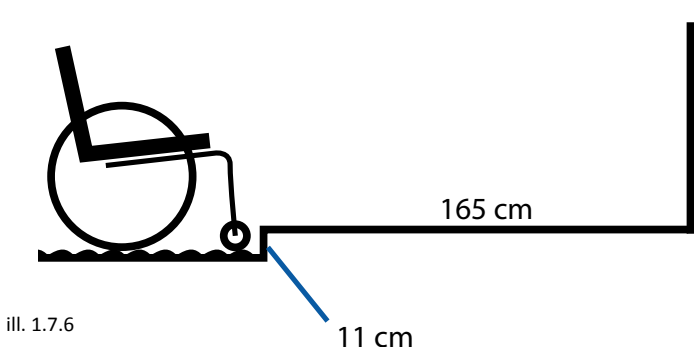
Dette trin er ved en gade med en hældning, hvilket gør, at trinnets højde stiger mod den ene side.

ill. 1.7.4



Her er der god plads oppe på trinnet, og der er en blød måtte, som forhjulene kan sætte sig fast i.

ill. 1.7.5



Brostenene her gør at gaden er meget ujævn og svær at køre på.

ill. 1.7.6

Gennem registreringen er det erfaret, at der er mange trin, hvor der ikke er meget plads på det andet niveau. Overfladerne på niveauerne er meget forskellige og det kan give problemer for kørestolsbrugeren. Desuden registreres det, at der er mange forskellige trin, der stiller høje krav til løsningens alsidighed.

Produktregistrering

Olympia kørestol

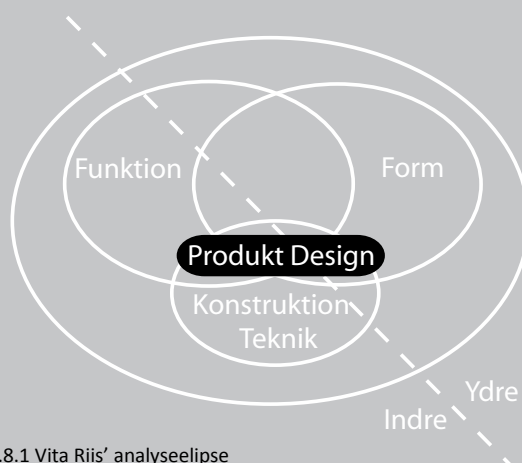
Som et led i at forstå opbygningen af en kørestol analyseres kørestolen Olympia. Formålet er at forstå, hvordan funktion, form og konstruktion/teknik forholder sig i kørestolen. Dermed opnås en forståelse for funktioner, stabilitet, effektivitet, ergonomi, konstruktion, tekniske løsninger, dimensionering og hvordan disse har indvirkning på det æstetiske udtryk.

Olympia henvender sig til handicappede, der har en forholdsvis høj grad af førlighed. Derfor er der ikke specielt mange komplicerede støtteanordninger på stolen.

Analyse og vurdering af design

Kørestolen analyseres ved hjælp af Vita Riis's analyseskema for produkt design, der kategoriserer produkter ud fra form, funktion og konstruktion/teknik. Analysemetoden tilpasses dog analyse af kørestole. Ved at analysere produktet i enkeltdele opnås en bedre forståelse for sammenspillet mellem komponenterne og deres betydning for hinanden. Vita Riis klassificerer ved hjælp af ellipsemodellen form, funktion og konstruktion/teknik efter indre/ ydre dimension.

[Riis, 2001]



ill. 1.8.1 Vita Riis' analyseellipse

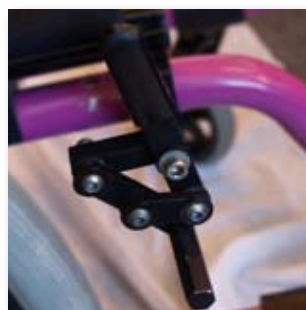
Form, funktion og teknik

Det der karakteriserer stolen er formen fra den arketypiske kørestol. Rørkonstruktionen med håndtag, rygstøtte, hjul, fodhvilere og forhjul gør at man identificerer den som en kørestol. Især rammen bærer præg af billig og simpel produktion, da den består af standardprofiler som er ubearbejdede og enten svejset eller boltet sammen (se ill. 1.8.4).

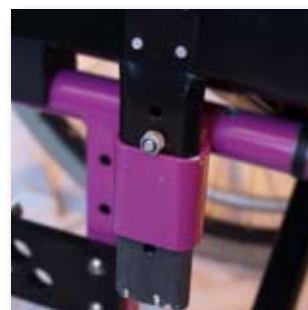
Alene detaljen omkring bremsen er sammensat med 6 bolte som stikker ud, hvilket vidner om lavteknologisk produktion (se ill. 1.8.2).

Man kan direkte aflæse på stolen at den kan justeres til forskellige brugere, da der er huller i rammen så sædehøjden kan justeres op og ned (se ill. 1.8.5).

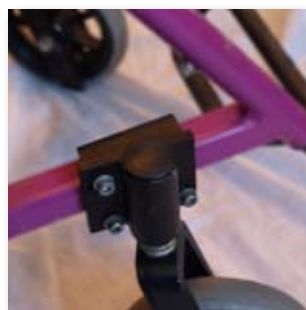
Rent æstetisk er stolens udseende meget komplekst. De primære elementer er de to store hjul, sædet og rammen der bærer personen, men der er ikke nogen klar æstetisk sammenhæng mellem disse elementer, hvilket gør at stolens udtryk virker usammenhængende. Det komplekse udtryk skyldes i høj grad den manglende bearbejdning af detaljerne samt at især rammen består af standardprofiler som ikke umiddelbart har nogen sammenhæng med resten af stolen.



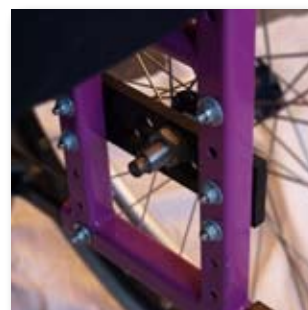
ill. 1.8.2 Bremsen vidner om lavteknologisk produktion



ill. 1.8.3 Boltene stikker ud flere steder.



ill. 1.8.4 Rammen består af ubearbejdede standardprofiler.



ill. 1.8.5 Man kan vha. hullerne aflæse, at stolen kan justeres til forskellige brugere.

Delkomponenter

Sæde

Udspændt lærred uden polstring. Suppleres ofte med en ekstra siddepude.

Rammen

Lavet i firkantede og runde aluminiumsprofiler som er svejset sammen. Består af et kryds under sædet der afstiver konstruktionen og bidrager til at rammen kan klappes sammen. Der er meget slør i konstruktionen.

Bremser

Bremsen påvirkes med hånden og presses fremad. Den låser hjulet ved at presse på dækket så kørestolen fikseres. Der er bremse i begge sider.

Fodstøtte

Virker som stabilisator for rammen. Kan frigøres så stolen kan klappes sammen. Belagt med en skridsikker overflade.

Forhjul

Massive gummi hjul. Bevirker at kørestolen ikke vælter. Kan dreje frit omkring en aksel.

Rygstøtte

Udspændt lærred uden polstring. Lærredet er viklet om rammen og nittet sammen.

Hjulskærme

Sørger for at brugeren ikke kommer i kontakt med hjulet. Kan justeres op og ned og udskiftes med armlæn.

Hjælpehåndtag

Bruges af en hjælper når kørestolsbrugeren skal op ad en kantsten eller en rampe. Modvirker at brugeren slår ryggen i jorden hvis han/hun vælter bagover. Håndtagene kan justeres op og ned.



ill. 1.8.6 Olympia kørestolen

Hjul

Massivt gummi hjul monteret på egerfælg. Hjulet yder friktion mod underlaget og virker støddabsorberende. Hjulet er monteret med Quick-release så hjulet kan afmonteres ved transport.

Håndrem

Bruges til at drive kørestolen fremad og bremse. Håndremmen er fremstillet i aluminium så brugeren ikke brænder hænderne ved nedbremsning.

Program

Benchmarking

Fremgangsmåde

Gennem en kategorisering af eksisterende kørestole på markedet, ønskes det at få et kendskab til hvilke forskellige typer kørestole der findes. Produkterne stilles op i et koordinatsystem, hvor akserne er hhv. simpelt/komplekst udtryk og mange/få funktioner. Dette bruges til at opdele kørestolene i typer og senere til at udvælge, hvilket område der arbejdes med i projektet.

De udvalgte stole er for at undersøge de mest markante, inden for de enkeltes placering og dermed få en nærmere forståelse for de forskellige typer kørestole, som findes på markedet.



Cheetah

Cheetah stolen har et simpelt udtryk og på samme tid mange funktioner. Kørestolen har mange justeringsmuligheder, så den kan tilpasses den enkelte bruger, som hovedsageligt er børn.

ill.1.9.1



LEVO

Levo har den funktion, at brugeren kan komme op i stående position. Netop på grund af denne funktion fremstår stolen også mere kompliceret, da der er mange bevægelige dele.

ill.1.9.2

Simpelt udtryk

Mange funktioner

Få funktioner



Top End Crossfire T6

Denne kørestol har et meget simpelt udtryk, da stellet består af få elementer. Der er på denne model ikke monteret ekstraudstyr, som eksempelvis hjulafskærmning og håndtag til eventuelle hjælpere

ill.1.9.3



The Tank Chair

Denne kørestol kan klare mange forhindringer og besværligt terræn, hvilket gør den meget funktionel til netop det formål. Udtrykket er meget teknisk og kompliceret og giver associationer til militære køretøjer.

ill.1.9.4



Legend

Legend ses som en meget alsidig kørestol, som kan tilpasses mange forskellige brugere med forskellige handicaps. Netop på grund af de mange justeringsmuligheder og meget ekstraudstyr, får stolen et komplekst udtryk. Kørestolen er hovedsageligt lavet til at en hjælper eller lignende skubber stolen, frem for at brugeren selv er aktiv.

ill.1.9.5

Opsummering

Ud fra denne gennemgang af forskellige typer kørestole, er der dannet et overblik over, hvilke produkter der findes. Gennem analysen er der skabt en forståelse for hvilke problemer, der er forsøgt løst og hvordan dette er gjort på forskellige typer kørestole. Ligeledes er der opnået en forståelse for, hvordan tekniske løsninger har en effekt på kørestolens simplicitet og kompleksitet rent udtryksmæssigt. Der ses tydeligt at der er en tendens til, at jo flere tekniske elementer som er inkorporeret i produktet, jo mere komplekst bliver udtrykket.



Komplekst udtryk

Wolturnus Basketball

Denne kørestol er lavet specielt med sport i fokus. Dette ses bl.a. gennem de skrå hjul, hvilket giver mere stabilitet ved høj fart. Stolen kommer til at se kompleks ud pga. de ekstra forstærkninger og andre tekniske løsninger, som er nødvendige i en sportskørestol.

ill.1.9.6



Eksisterende løsninger

Afsnittet beskriver de eksisterende produkter, der kan forcere trin. Formålet med afsnittet er at lære mere om, hvordan produkterne løser problemerne.

Ibot

Ibot er en elektrisk kørestol, der er udviklet af Dean Kamen, som også har designet det tohjulede køretøj Segway. Kørestolen kan, udover at forcere et enkelt trin, også forcere trapper og balancere på to hjul.

Ibot overkommer et trin ved at en motor løfter de to forreste hjul, når en sensor registrerer, at den er tæt på trinnet. Når den løfter hjulene, sørger det indbyggede gyroskop for, at kørestolen ikke kan vælte. Hvis brugeren skal ned af trinnet igen, sænker kørestolen automatisk de to forreste hjul. Ibot kan forcere op til 13 cm høje trin, hvilket burde være nok til at komme over de fleste kantsten men ikke trin ind til butikker.

Hvis brugerne af kørestolen skal bruge kørestolen til at køre op af trapper, er det næsten kun paraplegikere, der både mentalt og fysisk er i stand til at kunne holde kørestolen oprejst imens. Så kørestolen er især henvendt til denne gruppe. Desværre bevirker motoriseringen af køretøjet, at paraplegikere ikke har muligheden for at drive kørestolen ved egen kraft, hvilket de ellers sætter stor pris på at kunne. Prisen på kørestolen er ca. 26.000 dollars (ca. 145.000 kr.), hvilket er meget for en kørestol beregnet til paraplegikere, hvor prisen på en kørestol normalt ligger mellem 10.000 og 25.000 kr. [Wikipedia B, 2007 & iBot, 2007]



ill. 1.10.1 Ibot i brug.



ill. 1.10.2 Ibot - en elektrisk kørestol.



ill. 1.10.3 Ibot balancerer på to hjul vha. gyroskoper.



ill. 1.10.4 Ibot på vej op af trapper.

Step-Climbing Wheelchair

Løsningen er en modificeret kørestol, hvor baghjulet er flyttet bagud, der er mindre hjulradius og der er et ekstra sæt forhjul. Systemet er udviklet af de to canadiske gymnasieelever Michael Ehman & Colby Mainil.

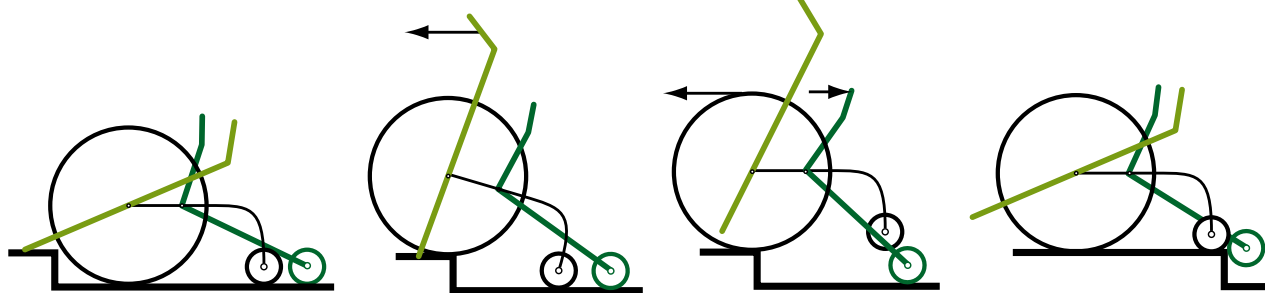
Step-Climbing Wheelchair består af tre simple mekaniske løftestænger, som gør, at kørestolsbrugeren selv kan løfte sig op over et trin. To af stængerne sidder fast på navet på hvert af de store hjul. Når kørestolsbrugeren kommer til et trin, bliver stængerne foldet ud, og spidserne af stængerne sættes ned på trinnet. Den tredje stang hives ud fra sin position under kørestolen. På enden af denne stang sidder der et hjul. Så løfter kørestolsbrugeren den bagerste del af kørestolen op med de to bagerste stænger, og derefter løftes forenden med den forreste stang, så brugeren kan rulle stolen helt op på trinnet. Brugeren slår stængerne ind igen og kan køre videre. Systemet kan forcere trin på op til 18 cm, hvilket er nok til stort set alle kantsten og de fleste enkelttrin. Hvordan kørestolsbrugeren kommer ned af trinnet igen, er ikke dokumenteret.

Kørestolen er beregnet til handicappede, som har førlighed nok i overkroppen til at kunne håndtere løftestængerne. Selve løftet kræver ikke særligt store kræfter i overarmen pga. det moment, stængerne skaber. Fordelene ved systemet er, at det



ill. 1.10.5 Step-Climbing Wheelchair i brug.

ikke gør brug af motorer og heller ikke vejer særligt meget, hvilket er faktorer, som paraplegikere lægger meget vægt på. Dog er det tydeligt at se, at selve systemet er påsat og derfor rent formmæssigt ikke passer ind i resten af kørestolen. Desuden er den stærkt modificerede kørestol ikke praktisk anvendelig ved normal kørsel. [Manningawards, 2007]



ill. 1.10.6 Princippet bag Step-Climbing Wheelchair

Opsummering

Forcering af trapper er en kompleks opgave, som rent teknisk er løst med lbot-kørestolen. Løsningen er dog ikke forenelig med mange af paraplegikerens andre krav som vægt, æstetik og kontrol over kørestolen. Ud fra en vurdering af tid og kompleksitet i forbindelse med dette projektforsøg er det urealistisk at arbejde videre med den problemstilling der hedder forcering af trapper.

Undersøgelsen af de eksisterende løsninger viser, at det er muligt at lave et fungerende system, der både er let, billigt, sikkert og samtidig lader brugeren bibeholde den fulde kontrol over kørestolen. Udfordringen ligger i at få integreret systemet i resten af kørestolen, hvilket er en problemstilling Step-Climbing Wheelchair ikke har løst.

Wolturnus A/S

Der er indgået et samarbejde med kørestolsproducenten Wolturnus A/S ud fra en forhåbning om indsigt i produktion og design af håndbyggede kørestole, samt en ekspertvurdering af gruppens problemløsning. Dette foregår i form af en række møder under projektet med Peter Libak, medstifter i firmaet. Peter vil være behjælpelig i afslutningsfasen af projektet i forbindelse med fremstilling af en prototype.

Wolturnus A/S fremstiller forskellige former for kørestole. Produktionen foregår i Nibe og er specialiseret i at fremstille enkle kørestole i aluminium med lav vægt. Firmaet har 7 års erfaring indenfor kørestolsfremstilling og der produceres i dag omkring 750 stole om året, hvor ca. 50 % går til eksport.

En af Wolturnus' store forcer er at have flere kørestolsbrugere ansat både i produktionen og som sælgere. Sammen med en række test-brugere giver det en hands-on erfaring, som skaber et design, hvor brugerens ønsker er i fokus.

Hver eneste stol er skabt til den enkelte bruger og derfor er

forskellige indstillingsmekanismer og andre funktioner nødvendige. Dermed opnås en meget let og optimeret stol med lav rullemodstand.

Kørestolene er lavet af en stærk aluminiums legering, 7020, som er svejsbar. Denne type aluminium forarbejdes med produktionsmetoder, hvor der specialformes store rør med lille godstykkelse. Rammen udglødes for at mindske spændinger i materiale og svejsninger, hvorefter overfladen anodiseres, som giver en meget hård overflade.

Produkttyper

Wolturnus producerer flere typer stole: Hverdagskørestole, børnekørestole, sportskørestole, håndcykler og andre specialløsninger.

Der fokuseres på hverdagskørestolene, da det er denne type kørestole der bliver brugt i det urbane miljø. Der tages udgangspunkt i W5 kørestolen, som er Wolturnus' mest solgte stol til paraplegikere.



ill. 1.11.1 Wolturnus W5 Dalton



ill. 1.11.2 Wolturnus Antaras håndcykel



ill. 1.11.3 Wolturnus Rugby Defence kørestol

Program

Wolturnus W5

Modellen W5 er den mest solgte fra Wolturnus, der specielt egner sig til paraplegikere på grund af dens lave vægt, stive konstruktion og enkelte design. Stolen kan tilpasses specielt til kunden så der opnås maksimal komfort og køreglæde.

Formsprog

Hvis man sammenligner stolen med andre kørestole har den et meget enkelt formsprog. Den skrå stiver der går ud til forhjulene (fremhævet med orange) gør at stolen ser dynamisk ud. Den aftegner en skrå linje når man ser stolen fra siden, og vriddet i røret understreger den visuelle dynamik på en raffineret måde. Især forarbejdningen af dette rør er med til at give stolen et særligt udtryk. Det ses tydeligt at producenten har gjort sig overvejelser på det æstetiske niveau.

Stolen bærer præg af en meget høj bearbejdning af detaljerne især svejsningerne mellem rørene er meget flot udført. Generelt kan det siges at stolens udseende er meget enkelt og diskret.



ill. 1.11.4 Den skrå stiver (markeret med orange) understreger stolens dynamik

Konstruktion:

konstruktionen på W5 er en fast ramme, der medvirker til en høj styrke og stabilitet.

Sæde:

Sædet på W5 er betrukket med behageligt microfiber og materialet er i høj kvalitet, så siddekomforten er i top.

Dæk:

W5 har dæk med slanger, der giver lav rullemodstand. Et punkteret dæk lappes som et cykelhjul.

Stel:

Stellet er fremstillet af højstyrke aluminium og kan anodiseres i farve efter eget ønske.

Forhjul:

Der kan anvendes almindelige rulleskøjtehjul på W5 (se. ill. 1.11.4). De har lav rullemodstand og er lette at fremskaffe.

Fodstøtte:

Fodstøtten er en simpel rørkonstruktion, der kan justeres op og ned.



ill. 1.11.5 Wolturnus W5

Program

Opsummering

Tilgængelighed

- Ved at give paraplegikere muligheden for at forcere et almindeligt trappetrin forøges deres tilgængelighed markant.
- 60 -70 % af alle paraplegikere anser transportmidler for at være den vigtigste faktor, der fremmer deres livskvalitet.

Going Native

- Trin på over 10 cm er meget svære at forcere i en kørestol.
- Ganske få butikker har gode adgangsforhold uden brug af rampe.
- Brosten er besværlige at køre på.

Situated Interview

- Udseendet af kørestolen betyder meget for paraplegikere.
- De ønsker antallet af dele på deres kørestole begrænset til et minimum.
- De foretrækker selv at klare problemer frem for at blive hjulpet af andre.
- Ujævnt underlag giver problemer.
- Paraplegikere føler sig socialt hæmmede da de ikke er i øjenhøjde med andre mennesker.
- Der er en stigende tendens til at paraplegikere får specialfremstillede kørestole.

Trinregistrering

- Der er mange forskellige trin, typer og overflader, hvilket sætter høje krav til at løsningen er alsidig i forhold til niveauforskelle, overflader osv.

Analyse af kørestol

- Stolens balancepunkt er vigtigt for førligheden.
- Lav totalvægt på stolen er vigtig for brugerens mobilitet.
- Stolens berøringsflader betyder meget for brugeren.

Benchmark

- Der er tendens til at stolens udtryk bliver mere komplekst jo flere funktioner den har.
- Målet er en stol der har et simpelt æstetisk udtryk, men rummer en funktion der øger tilgængeligheden.

Eksisterende løsninger

- IBOT består af et voldsomt mekanisk system, der virker. Desværre er systemet så stort og komplekst at paraplegikere sandsynligvis ikke ville anvende det.
- Den canadiske "step climbing wheelchair" fungerer kun på en kraftigt modificeret kørestol, som ikke er specielt anvendelig ved normalt brug.

Wolturnus A/S

- Der er en attraktiv mulighed for at samarbejde med Wolturnus A/S.
- Wolturnus har en enestående viden, som er yderst relevant i forbindelse med vurdering af løsningsforslag og produktion af en prototype.

Afgrænsning

In scope

I projektet er det primære fokus at arbejde med forbedring af tilgængeligheden for paraplegikere i det offentlige rum.

Der arbejdes med at nå frem til et mekanisk princip i kørestolen, så den kan forcere et normalt trin. Mekanismen skal ikke gøre brug af elektricitet, da dette vil medføre at stolen skal have batteri, hvilket vil forøge stolens totalvægt markant og komplicere løsningen.

Der skal arbejdes med enkelthed i stolens æstetik da dette er vigtigt for brugerne.

Der fokuseres på at udbyttet af de tilhørende PE-kurser kan inddrages og bruges aktivt i designprocessen.

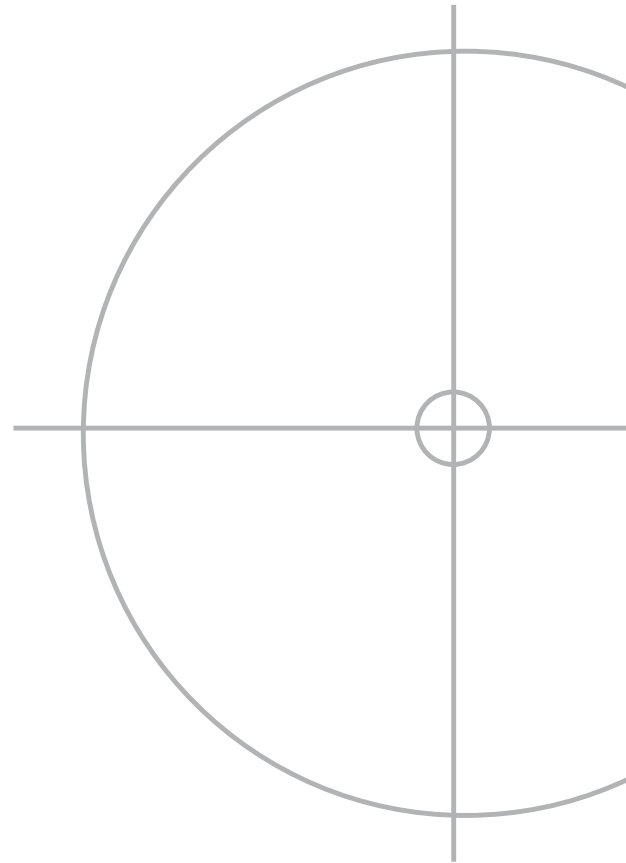
Out of scope

Projektoplægget fra Jacob Buus Andersen anses som inspiration til projektet, og ikke som krav, der skal opfyldes. Der arbejdes derfor ikke med at forcere flere trin, da de tekniske problematikker i denne sammenhæng kan være meget komplicerede.

Der designes ikke til mentalt handicappede paraplegikere, da det er vigtigt at brugeren besidder dømmekraft i den situation, hvor et trappetrin skal forceres.

Der fokuseres som udgangspunkt ikke på et internationalt marked.

I forhold til siddeergonomi tages der udgangspunkt i Wolturus' W5 kørestol.



Program

Problemformulering

Med udgangspunkt i kørestolen, hvordan øges tilgængeligheden for paraplegikere i deres hverdag?

Hvordan integreres denne ekstra funktionalitet med kørestolens æstetiske fremtoning?

Forudsætninger

I forbindelse med projektet er der en række faktorer som anses for nødvendige for at projektet kan fuldføres:

Det er en forudsætning at det lykkes at finde et mekanisk princip der virker og er tilstrækkeligt sikkert til anvendelse i sammenhæng med en kørestol. Princippet skal derudover være intuitivt at bruge.

Samarbejdspartnere i form af brugere og en producent er vigtige i forbindelse med projektet. Da temaet er brugercentreret design, er det vigtigt at partnerne er villige til at samarbejde for at få en god dialog i gang. Samtidig er samarbejdspartnere vigtige i forhold til at forstå brugergruppens situation.

Vision

I dag er kørestolsbrugere generelt dårligt stillede med hensyn til adgangsforholdene til mange steder i dagens samfund. Det er små ting, som gående ikke lægger mærke til i hverdagen, som gør forskellen for en kørestolsbruger. Et enkelt trappetrin på 10-20 cm, som ofte findes ind til butikker, caféer og boliger, kan gøre det meget besværligt, eller i visse tilfælde umuligt at passere uden hjælp.

Derfor er det en vision i projektet at opnå en løsning, der kan gøre dagligdagen lettere for kørestolsbrugere. Det ønskes at øge livskvaliteten for personer der enten har et medfødt fysisk handicap eller har fået det senere i livet pga. en sygdom eller ulykke. Dét, at være i stand til at deltage i samfundet på lige fod med andre er noget, som kan hjælpe denne gruppe af mennesker til (atter) at blive integreret i samfundet. Ved at øge mulighederne vil kørestolsbrugerne være mindre hæmmede og blive mere aktive i hverdagen.

Det er en vision at give kørestolsbrugerne en højere grad af selvstændighed, som kan bidrage til en større selvsikkerhed og følelse af at være uafhængig af andre mennesker.

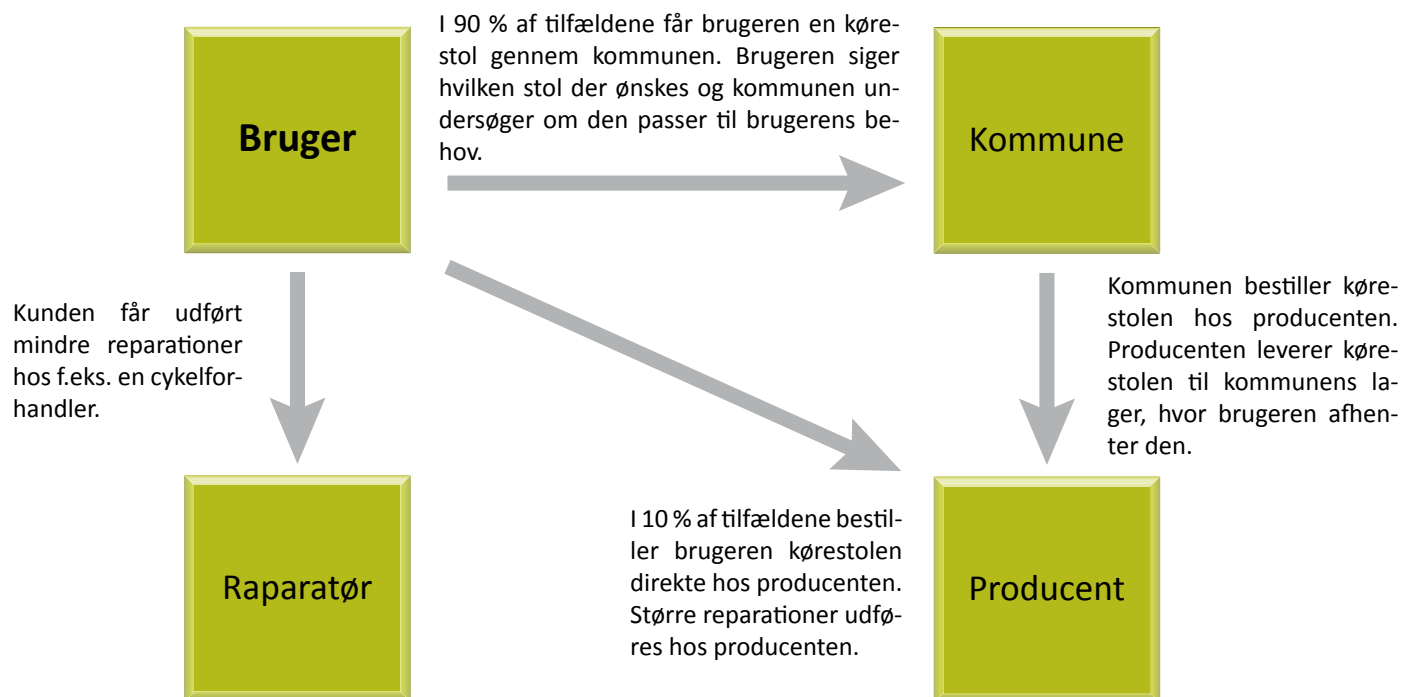
Målgruppe

Målgruppen er opstillet med baggrund i de foregående undersøgelser. Dvs. at den er baseret på oplysninger fra foreningen for rygmarvsskadede i Danmark, DHF's undersøgelse "Det gode liv", samt interviews med to paraplegikere. Ved hjælp af disse oplysninger opstilles et generelt billede af den målgruppe der arbejdes med.

Projektet udarbejdes primært med paraplegikere med en alder på mellem 18 og 50 år som målgruppe. Det forventes, at de fleste personer i denne målgruppe er i en fysisk form, så de kan forcere et trin vha. egen muskelkraft. Det er erfaret gennem undersøgelserne at mange paraplegikere fører et meget aktivt og socialt liv på trods af deres handicap. Størstedelen af dem fungerer normalt i samfundet og det at kunne udføre opgaver i dagligdagen uden hjælp fra andre er vigtigt for dem. Det er ligeledes vigtigt at kørestolen ikke fremhæver handicappet og dermed tager fokus fra personen. Andre kørestolsbrugere med lignende førtilighed vil dog i lige så høj grad være målgruppen.

Aktører

For at få overblik over hvorledes køb foregår i forbindelse med anskaffelsen og serviceringen af en kørestol, vises her et skema hvor sammenhængen mellem de væsentligste aktører er anskueliggjort (ill. 1.17.1).



ill. 1.17.1 Diagram, der viser de væsentligste aktører.

Personas

Anders Hansen



ill. 1.18.1

- 25 år
- Motorcykelulykke
- 3 år i kørestol
- Sammen med jævnaldrende venner
- Under uddannelse
- Har ikke bil

Mette Kvist



ill. 1.18.2

- 46 år
- Rideulykke som 11-årig
- 35 år i kørestol
- Meget aktiv i foreninger
- Udfører frivilligt arbejde
- Førtidspensioneret
- Ejer en stationcar
- Gift, ingen børn

Kristian Sørensen



ill. 1.18.3

- 38 år
- Biluheld
- 9 år i kørestol
- Dyrker handicap sport
- Ansat i skånejob
- Bor i større by
- Motionerer meget
- Gift, har to børn

Personas

Ved brug af personas opstilles én eller flere fiktive brugere, som indgår i den valgte målgruppe. På den måde gøres brugeren og dennes omgivelser mere håndgribelig for gruppen såvel som for udenforstående personer. Det er lettere at relatere til en realistisk karakter i forhold til facts og data om en brugergruppe. På den måde er det muligt for læseren at finde referencer til personer han kender – evt. personer, som direkte indgår i målgruppen.

Senere i forløbet kan de forskellige personas benyttes til en form for rollespil, hvor nogle i gruppen påtager sig rollen som en af de opstillede karakterer. På denne måde kan der fremkomme vinkler og syn på problemstillinger der vil lede videre løsningskoncepter og ideer til projektet på et højere niveau.

[Wikipedia B, 2007]

Målsætning

Målsætningen beskriver de overordnede krav til kørestolen og funktionen, som skal få brugeren op ad et trin. De kvantitative krav opstilles senere i rapporten.

Indledningsvis er der opstillet en række kvalitative krav for både en kørestol generelt og for en eventuel funktion som skal gøre stolen i stand til køre op ad et trin. Til at benævne hvilken type krav der er tale om er Noriaki Kanos model for brugerpreferencer. På den måde inddeles kravene i tre kategorier (se ill. 1.19.1). De **basale** faktorer skal være opfyldte. Hvis ikke dette er tilfældet vil det skabe utilfredshed med produktet. **Performance** faktorer, øger tilfredsheden alt efter hvor høj en grad faktoren er opfyldt. **Excitement** faktorer er faktorer som brugeren ikke forventer at finde i produktet. En sådan faktor vil altid øge tilfredsheden med produktet. [Kano, 1984]

Krav til kørestolen

Must be:

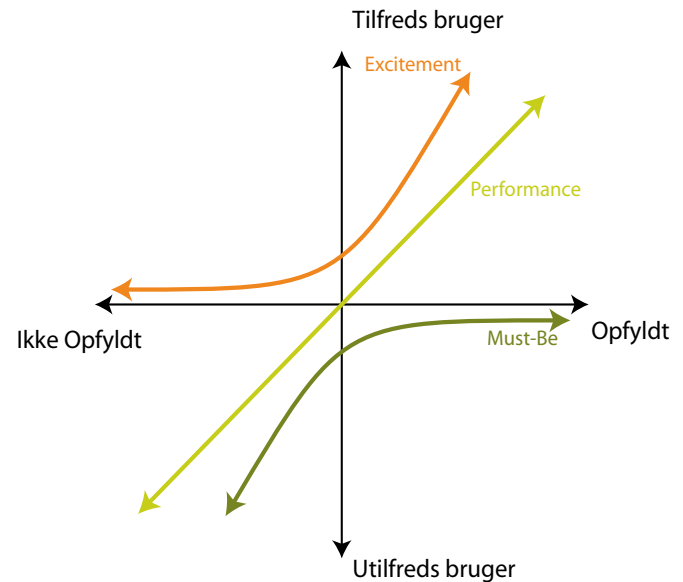
- Kørestolen må ikke være for tung
- Kørestolen skal have en lav rullemodstand
- Man skal sidde godt i kørestolen
- Kørestolen skal kunne serviceres ved eksisterende "servicecentre"
- Kørestolen skal give brugeren en følelse af tryghed
- Produktet skal kunne køre gennem en 70 cm bred dør
- Produktet skal kunne bære en bruger på op til 120 kg.
- Produktet skal kunne sættes ind i kabinen på en bil.

Performance:

- Kørestolen må ikke være meget teknisk at se på
- Kørestolen skal være intuitiv at bruge
- Produktet skal øge tilgængeligheden
- Kørestolen skal være billig
- Stellet skal holde til minimum 6 års brug.
- Andre dele, med undtagelse af dæk, slanger, forhjul og lejer, skal holde til minimum 3-6 års brug.

Excitement:

- Kørestolen skal kunne forcere et trin



ill. 1.19.1 Noriaki Kanos model for brugerpreferencer.

Krav til trinfunktionen

Must be:

- Funktionen skal være sikker at betjene

Performance:

- Funktionen skal kunne udføres på kort tid
- Funktionen må ikke forøge kostprisen væsentligt
- Funktionen skal foregå flydende
- Funktionen skal være komfortabel at bruge
- Funktionen skal være intuitiv at betjene
- Funktionen skal kunne udføres manuelt af brugeren
- Funktionen må kun tilføre en minimal vægt til kørestolen
- Funktionen skal let kunne monteres på en kørestol
- Funktionen skal være let at rengøre
- Funktionen skal ikke tilføre unødigt kompleksitet til kørestolen

Den visionsbaserede model

Erik Lerdahls visionsbaserede model anvendes gennem projektet for at skabe en bevidst sammenhæng mellem alle aspekter af produktet og for at sikre at projektgruppen har en fælles opfattelse af produktets immaterielle værdier.

På de efterfølgende to sider præsenteres værdimissionen og interaktionsvisionen i form af billeder og nuancerende ord, der definerer og billederne yderligere.

Værdimissionen og interaktionsvisionen er formet ud fra overvejelser som er udmundet af de forskellige registreringer samt der er lavet en form for undersøgelse, hvor gruppens medlemmer prøvede selv at sætte sig ind i brugerens sted, og dermed finde de værdier frem som ønskes at blive taget videre til produktet. Derfor er værdimissionen og interaktionsvisionen lavet så vidt muligt ud fra brugernes ønsker og værdier. De er taget med for visuelt at illustrere, hvilke værdier der ønskes at blive indarbejdet i det endelige produkt, dermed kan produktet holdes op mod værdimissionen og interaktionsvisionen i senere faser.

Den visionsbaserede model

Erik Lerdahls visionsbaserede model (ill. 1.22.3) opdeler et produkts aspekter i fire abstraktionsniveauer fra det abstrakte til det konkrete: spirituel, kontekstuel, principiel og materiel. Den visionsbaserede model synliggør den skiftende opmærksomhed mellem de forskellige niveauer, som der arbejdes med i et projekt. Modellen sikrer, at de immaterielle værdier bliver kendt af hele projektgruppen og derfor bliver en integreret del af projektet. Der bliver altså en bevidst sammenhæng mellem alle aspekter af produktet.

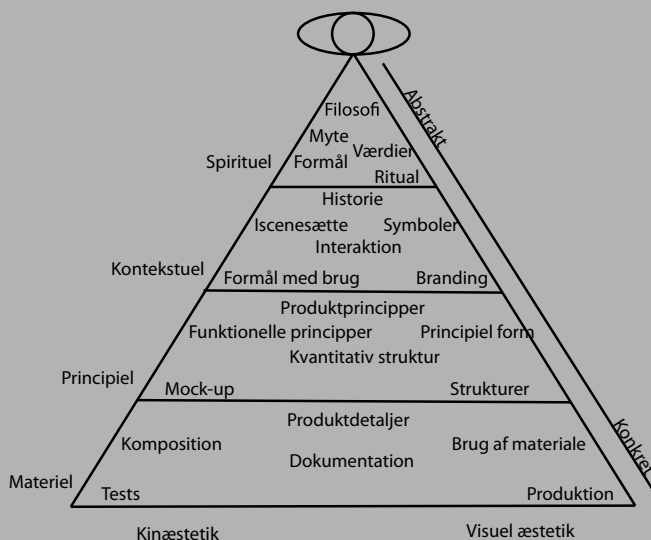
I starten af projektet bevæger designgruppen sig mest på de abstrakte niveauer, mens der i slutningen af projektet bliver fokuseret på produktets principper og detaljer.

Indholdet på de abstrakte niveauer beskrives vha. de to milepæle: værdimission (det spirituelle niveau) og interaktionsvision (det kontekstuelle niveau).

Værdimissionen beskriver det overordnede mål med produktet. Dette er selve årsagen til at produktet eksisterer.

Interaktionsvisionen fortæller, hvordan produktet interagerer med brugeren og omgivelserne. Ofte består visionen af et antal metaforer, som hver uddybes med en kort tekst og et billede – en nuancering.

[Tollestrup, 2004]



ill. 1.20.1 Den visionsbaserede model.

Værdimission

Frihed

Kørestolen skal øge brugerens tilgængelighed og dermed give en følelse af frihed.



ill. 1.21.1

Kontrol

Brugeren skal føle at der er fuld kontrol over kørestolen.



ill. 1.21.2

Fællesskab

Både brugeren og andre skal føle at brugeren er en del af fællesskabet på lige fod med alle andre.



ill. 1.21.3

Program

Interaktionsvision

Intuitivt, simpelt, letaf læseligt
Som et ur på væggen.



ill. 1.22.1

Integreret, diskret, efter behov
Som et par briller



ill. 1.22.3



ill. 1.22.2

Alsidig, robust, komfortabel
Som et par vandresko



ill. 1.22.4

Balance, lethed, kontrol
som i et Samurai-sværd.

Udbytte af kurser

I det følgende redegøres for anvendelsen af de forskellige kurser i forbindelse med at designe en kørestol.

Integreret produkt design

Kurset anvendes gennem alle faser og introducerer hovedprojektets tema samt forskellige relevante metoder i forhold til at analysere, og bearbejde forskellige designmæssige problemstillinger.

Intelligente digitale produktmodeller

Kurset anvendes til modellering og visualisering af skitser, ideer og det færdige produkt vha. CAD-programmet SolidWorks.

Konstruktion og design

Kurset anvendes til overslagsberegninger samt endelig dimensionering af produktets forskellige elementer, materialevalg osv. herunder også slidstyrker, legeringer og udmattelse.

Derudover forventes kurset også at blive anvendt til udformningen af kørestolens mekaniske principper såsom dimensionering af motorer og kinematiske systemer.

Mekatronik

Projektet rummer mange muligheder for mekatroniske problemstillinger. Disse problemstillinger afprøves og undersøges blandt andet ved hjælp af Lego Mindstorms og kan anvendes som inspiration og til afprøvning af mekaniske systemer.

Plast og kabinetdesign

Kurset anvendes i forbindelse med valg af materialer og produktionsproces især med fokus på betjeningspaneler, berøringsflader, sikkerhed eller forskellige former for indkapslinger af produktets elementer. Herved betragtes både funktionelle, tekniske og æstetiske parametre.

Produkt og interface

Kurset introducerer User Centred Design og forskellige metoder herunder. Eksempelvis analyseredskaber til registrering af brugere og brugerforhold gennem forskellige observations-teknikker. Derudover vil kurset være relevant i forhold til konceptet og de efterfølgende faser i forhold til designmæssige metoder.

Produktvisualisering, produktanalyse og optimering

Kurset anvendes i skitseringsfasen og gennem hele projektet i forbindelse med visualisering af ideer og koncepter internt i gruppen samt vurdering af disse ideer og koncepter.

Program

Kontakter

Kørestolsbrugere

**Birgitte Pedersen**

51 år (f. 1956)

Blev påkørt for 35 år siden, og fik til følge brud i L1 og L2 lændehvirvel, hvilket vil sige hun har førlighed i mavemusklerne og dermed god balance.

Hun har indtil nu arbejdet meget med politik omkring handikappede på frivillig basis, dog som fuldtidsarbejde.

Anvendes i projektet til: Situated interview, bruger feedback.

ill. 1.24.1

**Aase Kvolbæk**

54 år (f. 1953)

Faldt på vejen for 25 år siden. Hun fik sit brud ved 12 brysthvirvel og L1 lændehvirvel, det vil sige hun har førlighed i mavemusklerne.

Aase arbejder som tilgængeligheds-konsulent for handikappede.

Anvendes i projektet til: Situated interview, bruger feedback.

ill. 1.24.2

**Knud Rune Andersen**

44 år (f. 1962)

Skadet ved motorcykel solouheld. Brækket ryggen i brysthøjde med komplet paraplegi til følge.

Uddannet i Kommunikation, arbejder med undervisning og som kommunikationsmedarbejder for I.H. Aalborg (Idrætsforeningen for handikappede i Aalborg).

Anvendes i projektet til: Situated interview, bruger feedback.

ill. 1.24.3

Andre

**Jacob Buus Andersen**

Lektor ved Institut for Sundhedsvidenskab og Teknologi og Center for Sanse-Motorisk Interaktion, AAU

Bruges til vejledning, oplæg og til feedback i design fasen.

ill. 1. 24.4

**Inga Fryd**

Leder af hjælpemiddeldepotet, Aalborg Kommune

Anvendes i projektet til anskaffelse af kørestole samt råd og vejledning mht. rekvirering af kørestole og kommunal disponering af midler.

ill. 1. 24.5

**Peter Libak - Wolturnus A/S**

Er behjælpelig med råd og vejledning mht. erfaring ved brug, design og fremstilling af håndbyggede kørestole.

ill. 1. 24.6

Faseplan

Afsnittet beskriver projektforløbets forskellige faser. Fasernes indhold beskrives igennem følgende punkter:

Formål

Formålet med hver fase. Formålene er delt op efter de tre parametre brug, æstetik og teknik.

Metoder

De fremgangsmåder, der anvendes til at bearbejde de forskellige parametre.

Output

Resultatet af hver fase.

0: Emneformulering

1. februar 2007 - 7. marts 2007

Formål

Brug

At få udarbejdet en projekttitel og dermed en fælles forståelse for projektemnet og formål.

Den forventede målgruppe og samarbejdspartner/e

Teknik

Stikord om tekniske områder, der forventes at være relevante at fokusere på i projektet.

Æstetik

En formodning om vægtning og retning af det æstetiske i projektet.

Metoder

Opsøgning af kontakter indenfor sundhedssektoren.

Output

En emneformulering og konkrete vejledere samt samarbejdspartnere.

1: Forundersøgelse og program

7. marts 2007 - 23. marts 2007

Formål

Brug

At formulere en uddybelse af emnet.

Opstille problemer og visioner for projektet, samt en faseoversigt der viser hvilke faser som skal gennemgås og hvilke mulige metoder der hører til hvilke faser.

Udvidet beskrivelse af brugergruppen/erne eller en beskrivelse af personas.

Teknik

En registrering af de typiske tekniske principper og anvendte teknologier ved nuværende og beslægtede produkter, hvoraf det teknologiske niveau anslås.

En beskrivelse af mulige teknologier, som der er en tanke om kunne viderebringes i projektet.

Æstetik

Der undersøges tidligere produkter som kan være styrende for den æstetiske retning. Deraf beskrives en æstetisk vision/retning for produktet som understøttes af moodboard og shapeboard.

Der vil indgå en undersøgelse af materialer, overflader, farver og grafik, som vil kunne bruges til at understøtte det endelige produkt.

Metoder

Observation

Interview

Hands-on

Benchmarking

Aktør-matrice

Personas/arketyper

Generel informations- og videnssøgning (internettet, bøger, artikler mm.)

Output

Et program som kan justeres i gennem det senere forløb, men være styrende og grundlæggende for resten af projektet.

2: Konzeptudarbejdelse

23. marts 2007 - 2. april 2007

Formål

Brug

Et eller flere forslag på skitseniveau, som viser de overordnede principper, der kan føres videre til et konkret forslag.

Teknik

Forslagets tekniske og konstruktionsmæssige principper formidles med fordele og ulemper.

Æstetik

Skitser der beskriver æstetiske/semiotiske principper, der har været bragt i spil, eller som ønskes bearbejdet i videre projektforslag.

Metoder

Systematisk skitsering

Moodboards

Shapeboards

Ole Striims kreative teknikker

Eskild Tjalves produktarkitektur

Morfologisk analyse

Erik Lerdahls visionsbaserede model

Output

Et koncept der gør at gruppen har en fælles forestilling om hvilken retningen der arbejdes i inden for brug, teknik og æstetik.

3: Konceptdetajling

2. april 2007 - 4. maj 2007

Formål

Brug

Et produkt som kan illustreres gennem 3-dimensionelle tegninger og modeller.

At kunne afprøve modeller vha. forskellige metoder på deciderede brugere.

Teknik

Der argumenteres for de udvalgte konstruktive/tekniske principper, samt der understreges hvilke problematikker som vil kunne være.

Produktions metoder vil blive undersøgt og samlingsprincipper for relevante komponenter.

Æstetik

Eksempler på den udvalgte æstetiske retning er integreret i procesforslaget. Herunder semiotiske/formmæssige og forståelsesmæssige forhold, samt refleksioner over produktidentitet i forhold til bruger og øvrig kontekst.

Metoder

Systematisk skitsering

Scenariespil

Usecases

Brugertest

Ole Striims kreative teknikker

Eskild Tjalves produktarkitektur

Morfologisk analyse

Output

En gennearbejdet ide som kan bringes videre i projektet.

4: Produktdetaljering

4. maj 2007 - 23. maj 2007

Formål

Brug

Slutresultatet fra skitsefasen skal i denne fase finjusteres.

Der vil fokuseres på enkle detaljer for at præcisere og afslutte produktet som en helhed.

Teknik

Relevante detaljer vil beregnes på mht. styrke og materialevalg, som også vil blive lavet en mere dybdegående vurdering/forsøg af.

Beskrivelse af de overordnede tekniske principper for væsentlige komponenters virke og deres samspil i brug.

Æstetik

Her arbejdes der med detaljerne i forhold til de æstetiske principper, som vil blive arbejdet på vha. 3D programmer og fysiske modeller samt materialeprøver.

Produktet gennemgås i eftervises i konteksten og i samspil med bruger/e vedrørende helheden og detaljer.

Metoder

Systematisk skitsering

Scenariespil

Usecases

Brugertest

IDEO Metodekort

Ole Striims kreative teknikker

Eskild Tjalves produktarkitektur

Morfologisk analyse

Ulrich & Eppinger's konceptudvælgelsesteknikker

Finite element

Output

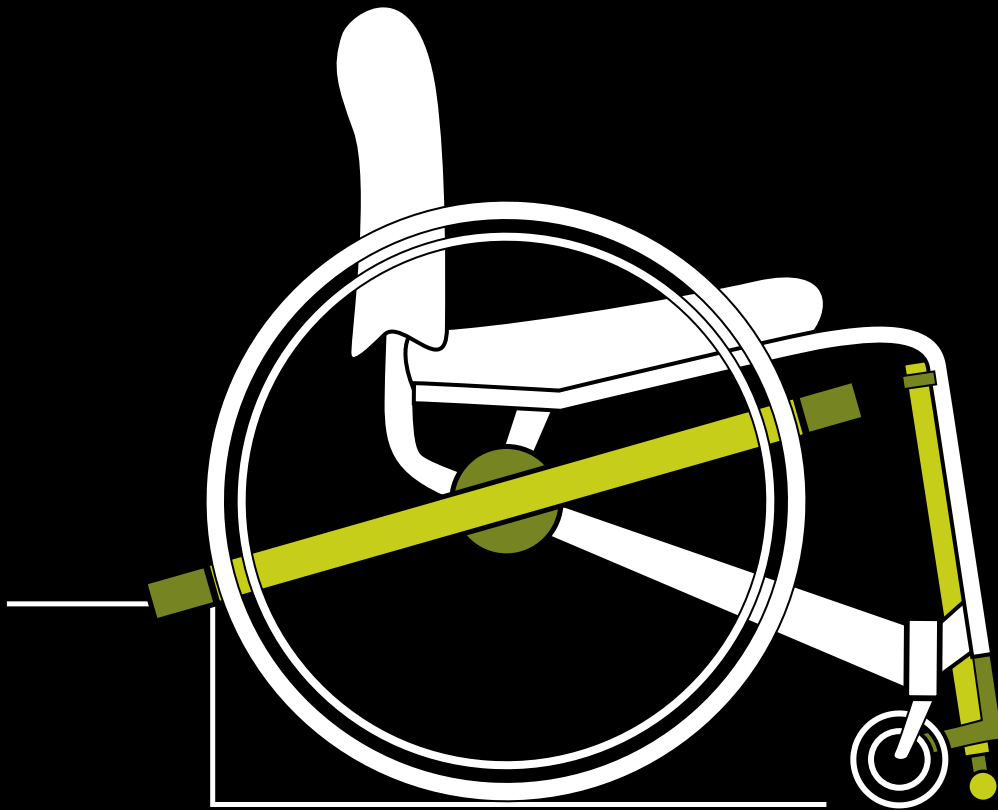
Et fuldt gennearbejdet produkt som er visualiseret i målfaste 3- og 2-dimensionelle tegninger.

Opsamling på program

Gennem programmet er grundlaget for projektet dokumenteret og det er specificeret, hvilke problemstillinger der arbejdes med. Ud fra undersøgelserne om tilgængelighed og registreringerne er det verificeret, at det er et reelt problem for handicappede at komme rundt i hverdagen. Derfor sættes der fokus på at løse nogle af disse problemer. Et af de tilgængelighedsproblemer, der er observeret, er, at der ikke skal store trindhøjder til, før at det bliver besværligt eller umuligt at passere trinnet i en kørestol uden en hjælper. På samme tid er det vigtigt for kørestolsbrugere, at de er selvstændige. De vil gerne gøre tingene selv, hvis det er muligt, for på den måde at være mere ligestillede med andre mennesker.

I programmet er problemerne afdækket og i de efterfølgende afsnit vil der være fokus på at finde løsningsforlag til de fundne problemer. I denne fase skal der fokuseres på både de brugsmæssige, tekniske og æstetiske aspekter.

Konzeptentwicklung

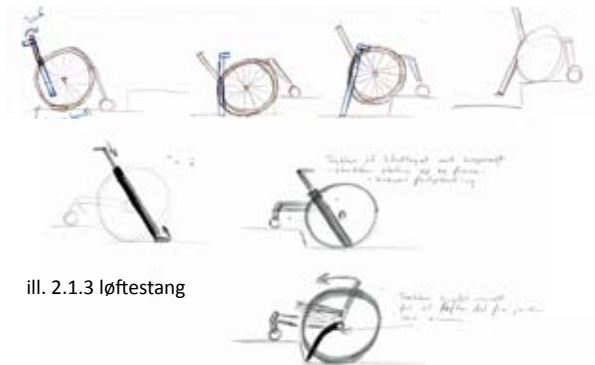


Konceptudvikling

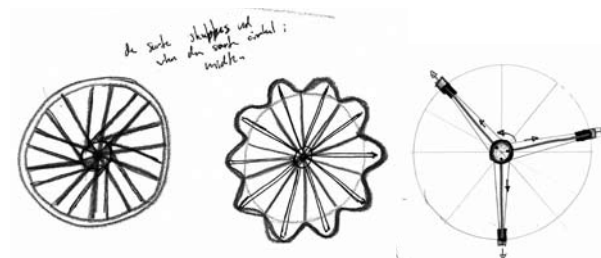
Fri skitsering

Efter at programmet har givet en fælles formuleret forståelse for, hvilken retning projektet går i, påbegyndes konceptudviklingen. Overgangen fra program til koncept, sker ved brug af forskellige metoder, der kan sætte gang i den kreative problemløsning.

For at komme i gang med skitseringen, tegnes der først frit med udgangspunkt i en kørestol der kan forcere et trin. Der skitseres på principper og idéer, som er vidt forskellige for at få alle idéer ned på papir inden den mere fokuserede skitseringsfase. På den måde deles de mange idéer og alle bliver inspireret af disse. Efterfølgende skitseres der mere målrettet.



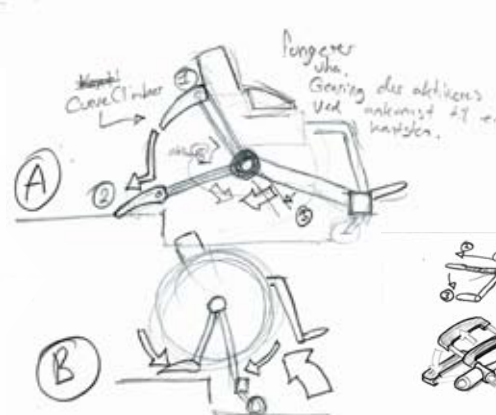
ill. 2.1.3 løftestang



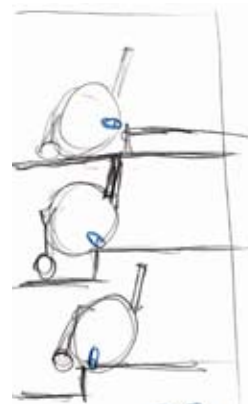
ill. 2.1.4 Gribeklods



ill. 2.1.7 jetpack



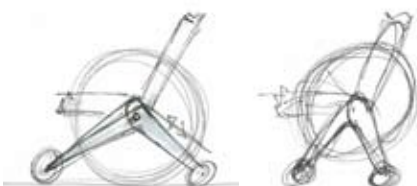
ill. 2.1.5 Gribeklods/sakseløft



ill. 2.1.8 løftestang/sakseløft



ill. 2.1.2 Grip hook



ill. 2.1.6 Sakseløft



ill. 2.1.1 ekspandabelt hjul

Idéskabelse

Efter den frie skitsering anvendes Ole Striims associations- teknik til at skabe en masse nye og anderledes idéer.

Fokusering

Først fastsættes en fokusering, som skal holde fokus for meto- den efter dannelsen af ordkæden:

Hvordan overkommes et trin på 15 cm i kørestol?

Ordkæde

Herefter genereres en ordkæde, der starter med et tilfældigt ord, og derefter ord der har en form for relation til ordet før.

Associationskæde – Sammenfatning

Den genererede ordkæde holdes op mod gruppens førnævnte fokusering. Med udgangspunkt i hvert ord i ordkæden skabes der en masse ideer til hvordan et trin på 15 cm kan overkom- mes. Dette er til tider en meget udfordrende, da det kan kræ- ve en meget abstrakt tankegang. Dette resulterer i en liste, som der er vist et udkast af herunder (ill. 2.1.9). Hele listen kan ses under "Ordkæde" i "Appendiks" på den vedlagte cd.

Idéudvikling

Herefter skitseres der på udvalgte idéer og idéer, der er opstå- et undervejs, videreudvikles. Der laves en tegningsskabelon i målestok for at få en idé om de eksisterende proportioner på en kørestol ud fra en Wolturnus W5. På den måde er det let- tere at sammenligne løsningerne.

Associationsteknik

Metoden associationsteknik er lavet af Ole Striim og er et værktøj til at skabe mange og vidt forskellige idéer. Først fast- sættes der et fokusområde for idégenereringen. Så laves der en ordkæden. Ordkæden starter med et tilfældigt ord. Heref- ter skrives et nyt ord, som associerer til det foregående. Dette fortsætter til der er ca. 20 ord. Med baggrund i fokuseringen og ordkæden dannes nye idéer. Disse idéer er meget overord- nede og kan senere blive uddybet i meget højere grad. Men formålet med teknikken er indledningsvis at skabe mange idéer, som efterfølgende kan sorteres. [Striim, 2000]

Ord fra Ordkæden Genererede idéer

Banan

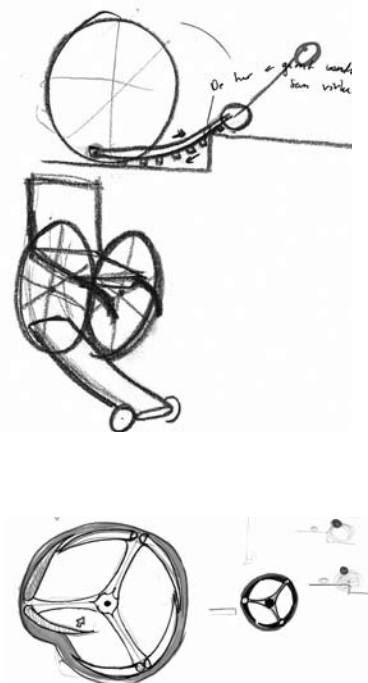
- Rampe, der kan rulles ud, evt. omkring hjulet
- Glide op af trinnet

4-hjulstrækker

- Træk på alle fire dæk
- Differentiale
- Bælteketøj
- 16 hjul
- Hjul består kun af små hjul
- Store hjul
- 4-hjuls styring
- Individuel styring af alle hjul
- Høj/lav gearing

Dæk

- Ændring af friktion
- Luft/massivt
- Selvoppustelige dæk/ ændring af dæktryk
- Støddæmpning
- Område med større ballon/dæmpning
- Udskiftning af dæk
- Pigdæk



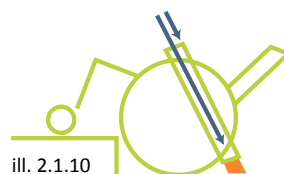
ill. 2.1.9 Uddrag af resultaterne fra associationsteknikken.

Funktionsmodeller

Resultatet af skitsefaserne ender ud i en række funktionsprincipper, som efter grundig skitsering og diskussion, afprøves i simple Lego Technic modeller (ill. 2.1.10 – 2.1.15) for at efterprøve om systemerne fungerer som forventet. Herefter vurderes de enkelte forslag i et pointsystem (ill.2.1.16) før disse viderebringes til næste niveau. Disse principper præsenteres til 1. statusseminar.

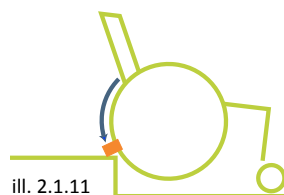
Princip 1 - Trykstang

Fungerer ved at et simpelt stempel eller en stang skyder bag ud af kørestolen og løfter brugeren og stolens baghjul op over trinnet.



Princip 2 - Gribeklods.

Øger friktionen mellem trin og hjul og kørestolen kan trækkes op ved at trække i hjulet.



Princip 3 - Kollapsabelt hjul

Denne løsning gør, at hjulet kolliderer, når det rammer trinnet. Derved får hjulet fat i trinnet, og brugeren kan, ved at trække i hjulet, hive sig op over trinnet.



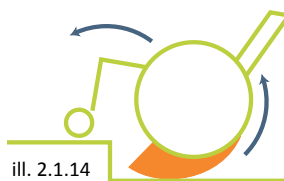
Princip 4 – Sakseløft

Ved at trække et ekstra hjul ind under det bagerste hjul løftes kørestolen og brugeren op på højde med trinnet og det bliver muligt at køre direkte ind på trinnet.



Princip 5 - Ændring af hjulradius

Løfter hele stolen op i en glidende bevægelse.



Princip 6 - Transportabel rampe

Der udlægges en rampe, som gør kørestolen i stand til at forcere trinnet.



Papmodeller

Løftestang					
Overgang (sker det flydende)					
Tid	30 s				5 s
Fysiske krav til brugeren					
Vægt (max 15 kg)					
Eftermontering					
Rengøring					
Simplicitet					
Sikkerhed					
Balance					
Inkorporeret i kørestolen					
Komfort					

Gribeklods					
Overgang (sker det flydende)					
Tid	30 s				5 s
Fysiske krav til brugeren					
Vægt (max 15 kg)					
Eftermontering					
Rengøring					
Simplicitet					
Sikkerhed					
Balance					
Inkorporeret i kørestolen					
Komfort					

Kollapshjul					
Overgang (sker det flydende)					
Tid	30 s				5 s
Fysiske krav til brugeren					
Vægt (max 15 kg)					
Eftermontering					
Rengøring					
Simplicitet					
Sikkerhed					
Balance					
Inkorporeret i kørestolen					
Komfort					

Saksen					
Overgang (sker det flydende)					
Tid	30 s				5 s
Fysiske krav til brugeren					
Vægt (max 15 kg)					
Eftermontering					
Rengøring					
Simplicitet					
Sikkerhed					
Balance					
Inkorporeret i kørestolen					
Komfort					

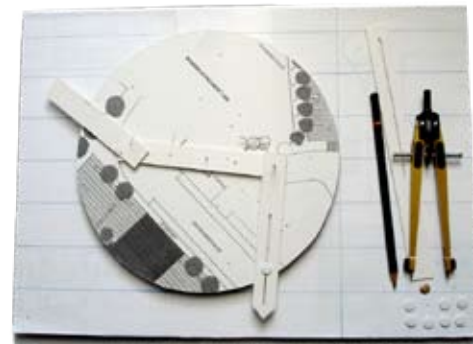
Ændring radius					
Overgang (sker det flydende)					
Tid	30 s				5 s
Fysiske krav til brugeren					
Vægt (max 15 kg)					
Eftermontering					
Rengøring					
Simplicitet					
Sikkerhed					
Balance					
Inkorporeret i kørestolen					
Komfort					

Flytbar rampe					
Overgang (sker det flydende)					
Tid	30 s				5 s
Fysiske krav til brugeren					
Vægt (max 15 kg)					
Eftermontering					
Rengøring					
Simplicitet					
Sikkerhed					
Balance					
Inkorporeret i kørestolen					
Komfort					

For at få en idé om hvordan de mekaniske systemer fungerer, er der lavet papmodeller og lignende, som kinematikmodeller. På den måde kan bevægelser i de forskellige principper observeres og der fås et bedre overblik end der eksempelvis opnås ved brug af diagrammer og det er hurtigere at lave end 3D-modeller til simulering af bevægelser. (ill. 2.1.17 – ill. 2.1.19) Bilag på CD – videoklip.



ill. 2.1.17
Papmodel 1



ill. 2.1.18
Papmodel 2



ill. 2.1.19
Plexiglasmodel 1

Retrofit eller hel kørestol

I processen er det erfaret at nogle af de fremkomne løsningsforslag kan monteres på allerede eksisterende kørestole. Derfor undersøges det, hvorvidt designet skal omhandle en hel kørestol eller en løsning, der kan tilpasses eksisterende stole. Afsnittet belyser fordele og ulemper ved de to retninger.

Hel kørestol

Ved design af en komplet kørestol er der større mulighed for at løsningen bliver integreret i kørestolen – både i forhold til æstetiske parametre som f.eks. linjeføring, overgange og materialer.

Ulempen ved denne retning er bl.a., at projektets bearbejdningsgrad bliver meget mindre, fordi der skal arbejdes med en hel kørestol. Desuden vil løsningen kræve mange flere ressourcer fra en producents side, da en ny kørestolsmodel skal i produktion. Chancen for, at kørestolen overhovedet kommer i produktion og samtidig kan blive tilgængelig for alle paraplegikere, er derfor ikke så stor.

Retrofitting

Hvis løsningen kan tilpasses til eksisterende kørestole, har det den fordel, at løsningen kan blive mere gennemarbejdet. Løsningen vil ved projektafslutning være mere produktionsmoden. Desuden vil en retrofitting kunne ramme en meget stor del af markedet, fordi den kan monteres på eksisterende modeller. Det vil både gøre det nemt for producenter, der ikke skal lave om på deres produktion, og samtidig vil paraplegikere kunne købe løsningen til deres nuværende kørestol.

Faren ved at gå i denne retning er, at det kan være svært at få løsningen integreret både teknisk og æstetisk til mange forskellige kørestole. Kørestolene er langt fra ens, så det er nødvendigt at teste, hvor stor en procentdel af de eksisterende kørestole løsningen kan tilpasses til.

Opsummering

Retrofitting er den retning, der arbejdes videre med. Det er muligt at komme mest muligt i dybden med projektet, og denne løsning har de største muligheder for at ændre kørestolsmarkedet.

Da projektgruppen samarbejder med kørestolsproducenten Wolturnus A/S, vælges deres W5-kørestol som udgangspunkt for løsningen. Denne kørestol minder om en stor del af de kørestole, som bruges af paraplegikere. Senere vil der blive taget nærmere stilling til, i hvor stor grad den fremkomne løsning kan tilpasses andre kørestolsmærker.

Konceptudvikling

Forsøg med trin

Lego- og pap-funktionsmodellerne har den ulempe, at de hverken har de rigtige dimensioner, den rigtige skala, den rigtige vægt eller det rigtige tyngdepunkt. Til at teste funktionsmodellerne i den rigtige skala er der derfor konstrueret en platform med en trindhøjde på 21,5 cm.

Forsøgene med de rigtige kørestole viser meget klart, at mange af funktionsmodellerne slet ikke harmonerer med virkeligheden. For det første er afstanden imellem de forreste og de bagerste hjul meget mindre på en kørestol end på de fleste af modellerne. Desuden er forhjulene på modellerne også proportionalt for store i forhold til baghjulene. Disse forskelle påvirker, at kørestolen kommer til at stå i en meget skrå vinkel,

hvor tyngdepunktet ligger helt forkert. Derved er der risiko for, at brugeren mister balancen og vælter ud af stolen. For at principperne fra funktionsmodellerne skal kunne fungere, er det derfor nødvendigt, at tyngdepunktet kan justeres.

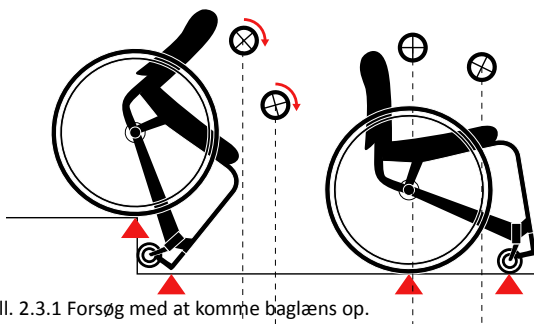
Nedenfor ses to figurer der giver et overblik over hvorledes tyngdepunkt og understøtningspunkter forholder sig i forhold til hinanden når et trin skal forceres, dog skal det nævnes at tyngdepunktets placering er vurderet ud fra et skøn.

Forsøgene med de rigtige kørestole har gjort det klart, at netop tyngdepunktet er svært at arbejde med uden at afprøve principperne på egen krop. Derfor lægges der i afprøvningsfasen stor vægt på at afprøve, om principperne virker i praksis.



Baghjulet oppe på trinnet

Det væsentligste problem ses i denne situation, hvor kørestolen står med baghjulene oppe på trinnet og forhjulene nede. Her ses det tydeligt, at sædes hældning bliver meget skrå, hvilket medfører at brugeren falder ud af stolen.

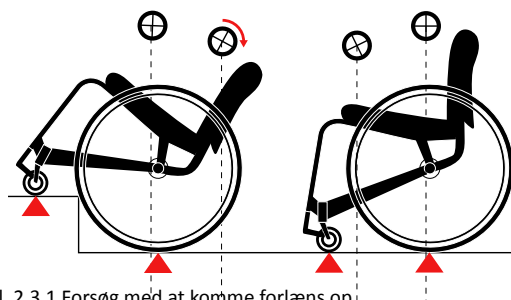


ill. 2.3.1 Forsøg med at komme baglæns op.



Forhjulet oppe på trinnet

Hvis kørestolen står med forhjulene oppe på trinnet, kan brugeren godt blive siddende i sædet. Men tyngdepunktet er så langt tilbage, at brugeren bliver nødt til at sidde helt foroverbøjet for ikke at vælte.



ill. 2.3.1 Forsøg med at komme forlæns op.

Overblik og valg af principper

Afsnittet klarlægger de forskellige rækkefølger hvori de tre delfunktioner (løft af baghjul, løft af forhjul og justering af balance) kan udføres. Desuden tages Eskild Tjalves produktarkitektur-diagram i brug (se metodebeskrivelse). På nuvæ-

rende tidspunkt er produktet i fasen "Delfunktioner og midler". Derfor kortlægges de forskellige delfunktioner og deres midler i et funktion-middeltræ.

Produktarkitektur

Metoden deler et produkts tilblivelse op i forskellige stadier og beskriver en række måder at generere løsningsforslag på de forskellige stadier. Opstillingen sikrer, at de overordnede principper i en konstruktion er på plads, før der arbejdes med detaljerne. Til at vurdere forslagene anvendes de kriterier, der bliver opstillet i problemanalysen.

Hovedfunktioner

Dette er én eller flere funktioner, der meget overordnet beskriver, hvad produktet skal kunne. Hovedfunktionerne bestemmes ud fra en foregående problemanalyse.

Delfunktioner og midler

I denne fase splittes hovedfunktionerne op i delfunktioner. I fasen arbejdes der med at finde midler til at løse disse delfunktioner ved brug af et funktion-/middeltræ og en efterfølgende morfologisk analyse.

Principiel struktur

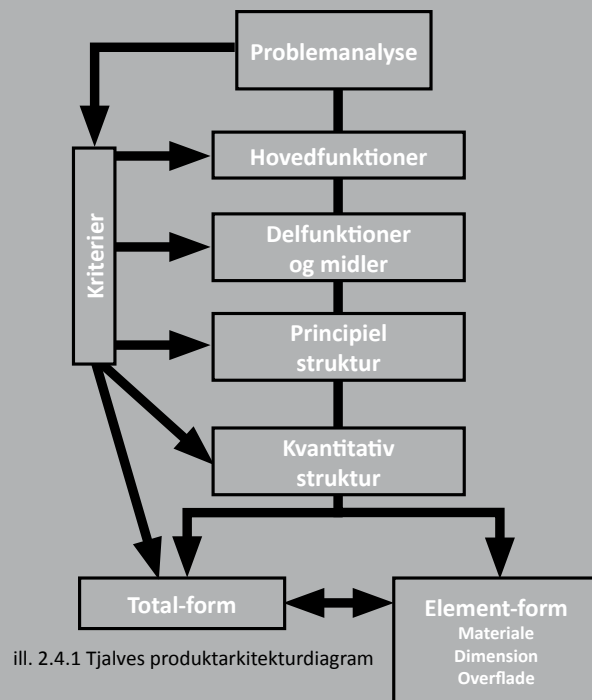
Fasen bruges til at opstille forskellige løsningsforslag ved at sammenkoble forskellige midler - et fra hver delfunktion. Løsningsprincipperne kan udtrykkes med blokdiagrammer, principtegninger og andre forenklede tegninger. I denne fase er endnu ikke taget stilling til "kvantiteter" som dimensioner, rumlig placering osv.

Kvantitativ struktur

Den kvantitative struktur udtrykker løsningen på et niveau, hvor der er taget stilling til elementernes rumlige placering, og samtidig er der specificeret vigtige karakteristiske parametre for de enkelte elementer.

Total-form

Totalformen udvikles sideløbende med elementernes



ill. 2.4.1 Tjalves produktarkitekturdiagram

form. Her fokuseres der meget på samspillet mellem de enkelte elementer.

Element-form

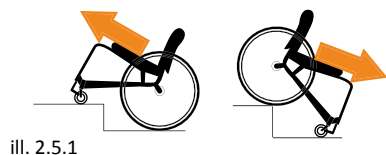
Udformningen af hvert enkelt element indebærer beslutninger om materiale, dimension, overflade, tolerance og fremstillingsteknologi.

[Tjalve, 1976]

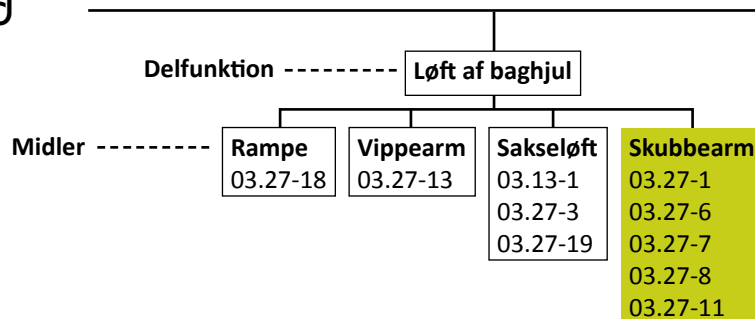
Oversigt over og valg af principper

Alle de midler, der er markeret med grønt i skemaet, er taget videre fra de indledende skitseringsrunder. Disse principper er herefter testet vha. arbejdsmodeller. Under hvert "middel" er der listet alle de skitser, der omhandler det aktuelle middel. Skitserne ligger under "Skitser" på den vedlagte cd.

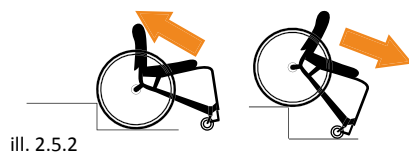
Forlæns op - Forlæns ned



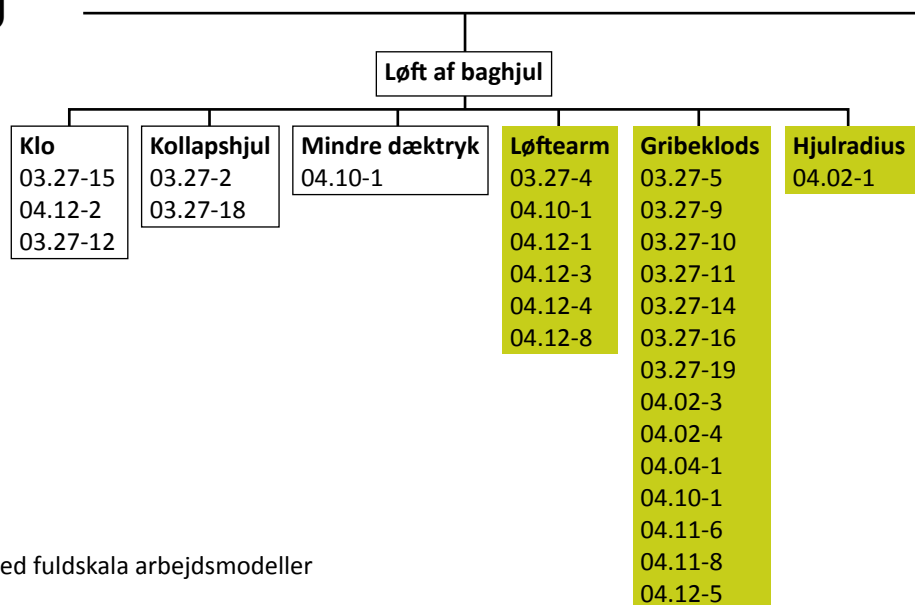
ill. 2.5.1



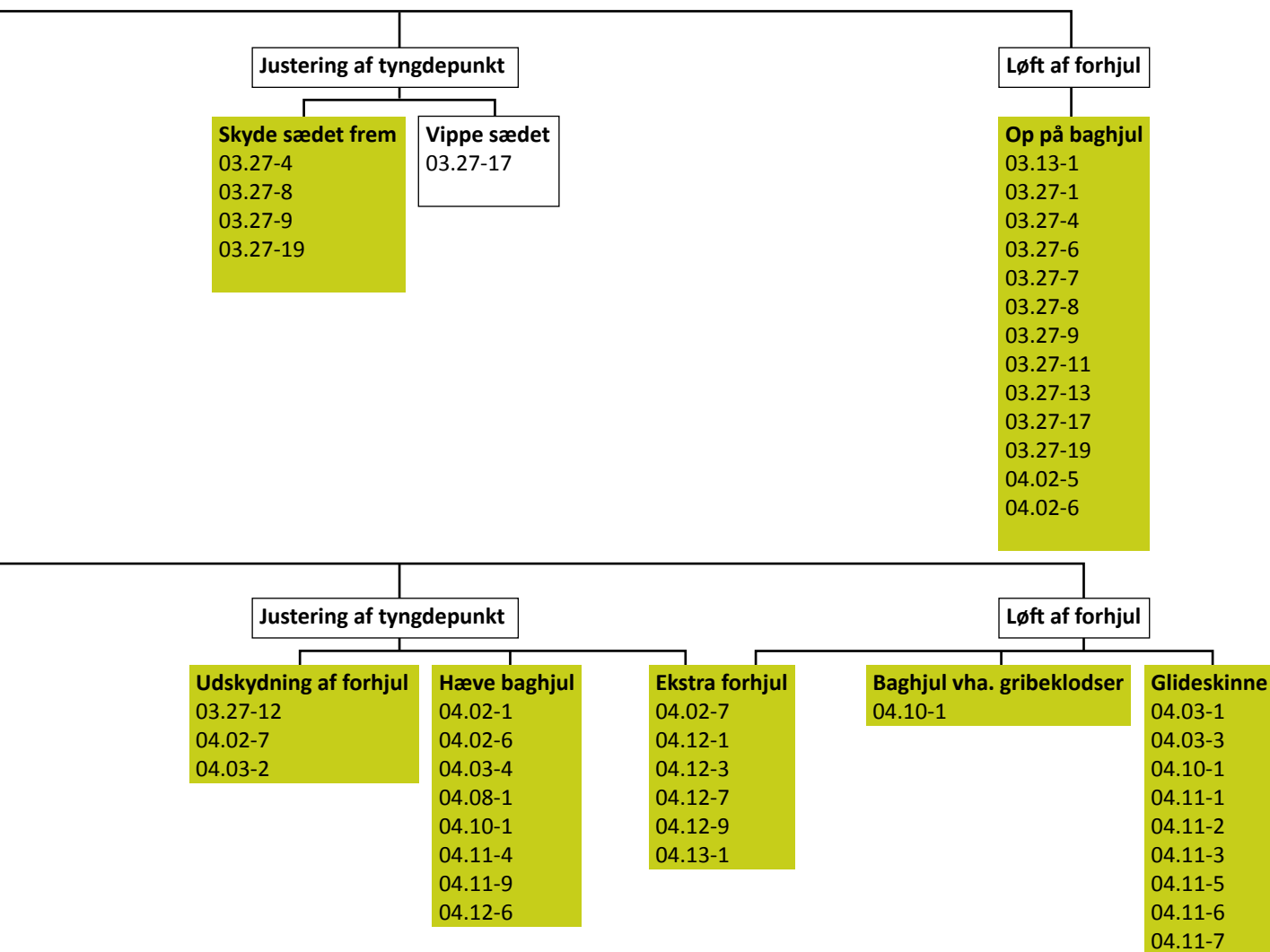
Baglæns op - Forlæns ned



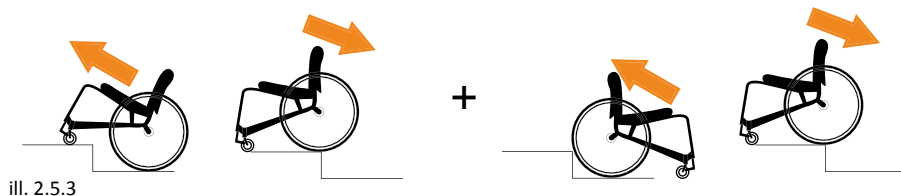
ill. 2.5.2



Konceptudvikling



Forlæns op - Baglæns ned + Baglæns op - Baglæns ned



ill. 2.5.3

Disse rækkefølger anses for at være meget usikre, da brugeren ikke vil føle sig tryk ved at skulle køre baglæns ned af trinnet. Derfor arbejdes der slet ikke videre med disse to muligheder.

Udvikling og test af principper

Det efterfølgende afsnit beskriver, hvordan processen med at udvikle og teste de udvalgte principper har fundet sted.

Til at strukturere hele processen er der anvendt systematisk skitsering, som der kan læses mere om i metodeboksen herunder.

Igen gennem processen er der fokuseret mest på, hvordan kørestolen kommer op af trinnet. De fleste paraplegikere kan godt selv komme ned af et trin, mens den største udfordring ligger i at komme op på trinnet. Dermed er det ikke udelukket, at den fremkomne løsning ikke skal være til hjælp på vejen ned, men denne del af problemet er vægtet mindre.

For at vise den proces der er fortaget omkring de forskellige delfunktioner, vil de følgende sider præsentere arbejdet med de forskellige delfunktioner én efter én i den rækkefølge, der er nævnt til højre.

Forlæns op

Når brugeren vil forlæns op af et trin er følgende fremgangsmåde bedst:

- Løft af forhjul
- Justering af balance
- Løft af baghjul

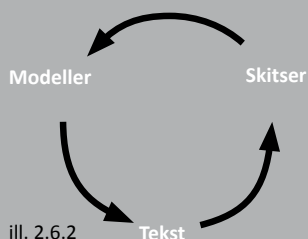
Baglæns op

Når brugeren kører baglæns op, udføres delfunktionerne mest hensigtsmæssigt i rækkefølgen:

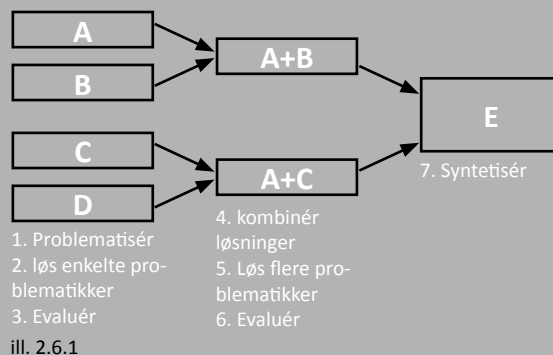
- Justering af balance
- Løft af baghjul
- Løft af forhjul

Systematisk skitsering

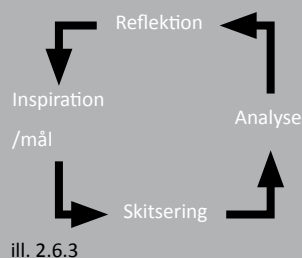
Systematisk skitsering handler grundlæggende om at bruge skitser, ord og modeller som dialog- og løsningsgenererende værktøj. Samtidig er metoden også med til, på en systematisk måde, at visualisere og dokumentere de løsninger, der skabes undervejs i processen.



Det er vigtigt, at problemet ansues fra flere perspektiver. Dette gøres ved at bruge en bred vifte af visualiseringsmåder, som bestemmes efter hvad der passer bedst til opgaven.



I systematisk skitsering arbejdes der med ét problem af gangen, hvorefter de individuelle løsninger syntetiseres gennem en længere proces.



Systematisk skitsering er en iterativ proces, hvor der hele tiden skiftes mellem at skabe, analysere og evaluere idéer for til sidst at revurdere målene, hvorefter en ny skitseringsrunde kan begynde.

[Tollestrup, 2005]

Konceptudvikling

Arbejdsmodeller

De første forsøg med at placere en kørestol på et trin på 21 cm har med tydeligt vist, at de fundne principper ikke kan evalueres vha. små funktionsmodeller. Derfor er alle de udvalgte principper, som præsenteres i næste afsnit, efterprøvet vha. arbejdsmodeller i fuld skala.

Arbejdsmodellerne er alle lavet ved at tage ud i værkstederne og fremstille nogle simple dele, der bruges til at lave modifikationer på de tre kørestole, som projektgruppen har til rådighed. De fleste af modellerne har taget et par timer eller derunder at fremstille. Den tid er givet godt ud, da modellerne har været uundværlige i arbejdet med at efterprøve løsninger.



ill. 2.7.1 Modificering af kørestol



ill. 2.7.2 Modificering af kørestol



ill. 2.7.3 Fremstilling af dele til en arbejdsmodel.

Konceptudvikling

Forlæns - løft af forhjul

Op på baghjulene

Forsøg har vist, at hvis der køres forlæns op, så kan brugeren selv løfte sig op på to hjul og løfte forhjulene op på det 21 cm høje trin.

Fordele

Løsningen medfører, at der ikke skal laves nogen mekanisme til at få forhjulene op.

Ulemper

Det 21 cm høje trin er noget af det højeste, som brugeren kan løfte forhjulene op på, før kørestolen vælter. Derfor står brugeren meget ustabil i denne position.



ill. 2.8.1 Brugeren kan selv løfte forhjulene op men skal læne sig helt fremover for ikke at miste balancen.



ill. 2.8.2 Brugeren kan let holde balancen på to hjul, hvis forhjulene ikke skal løftes for højt op.

Forlæns op - Justering af balance

Flytning af sæde

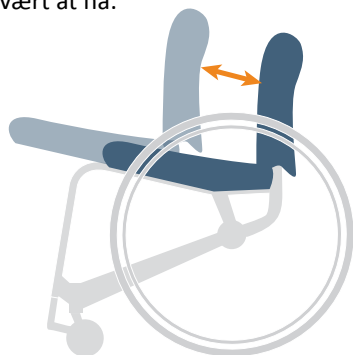
Ved denne løsning skydes sædet fremad, dermed flyttes brugerens tyngdepunkt mere over på forhjulene. Princippet er testet ved at forsøgspersonen har sat sig længere frem i sædet på den eksisterende stol.

Fordele

Når sædet skydes frem, lægges meget af brugerens vægt over på forhjulene. Det bevirker, at det er meget nemmere at trække baghjulene med op.

Ulemper

Forsøget viste, at brugeren bliver meget dårligt placeret i forhold til at trække i hjulene, da hjulene kommer langt bagud, hvor det er svært at nå.



ill. 2.8.3 Flytning af sædet.



ill. 2.8.4 Brugeren har svært ved at trække i håndremmene i denne position.



ill. 2.8.5 Flytningen af sædet flytter balancen ind over trinnet, så brugeren nemmere kan flytte baghjulene med op.

Forlæns op - Løft af baghjul

Skubbearm

I dette princip monteres der en stang på kørestolen som brugeren kan bruge til at skubbe sig op af trinnet ved at løfte sin egen vægt.

Fordele

Princippet er forholdsvis simpelt, og stangen kan udformes så den indgår i stellet, og på den måde fremstår mindre synlig.

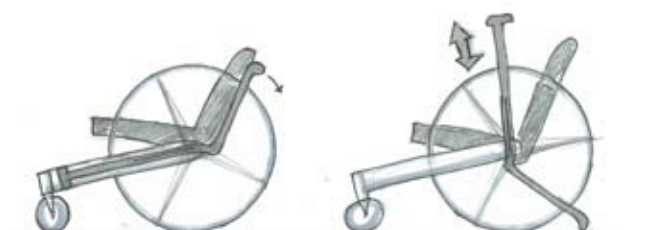
Ulemper

Efter de første hurtige forsøg med to træpinde står det klart, at der skal bruges for mange kræfter, da brugeren skal løfte hele sin egen vægt og stolens vægt. Efter dette forsøg udvikles et andet princip, hvor stangen består af 3 forbundne led, hvor kræfterne overføres ved hjælp af et vægtstangsprincip. På denne måde kan brugeren trække i stedet for at skubbe, hvilket er lettere. Problemet er dog, at vandringen på skubbearmen skal være større. Dette er problematisk da kørestolens baghjul skal flyttes næsten 40 cm ved et trin på 21 cm.

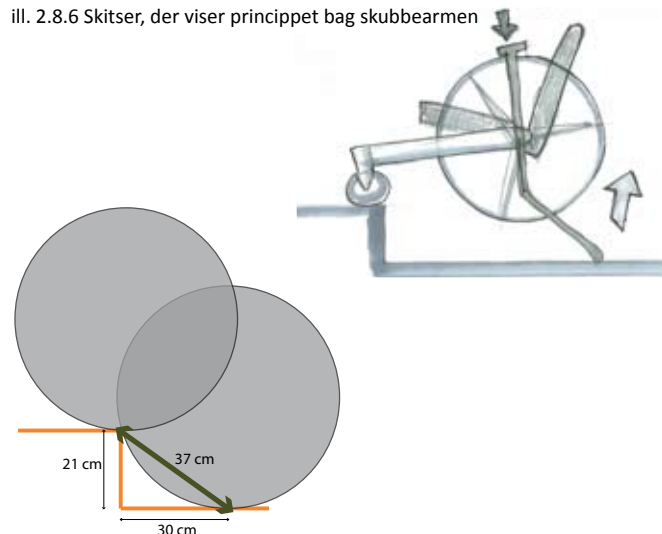
Dette princip fungerer slet ikke, hvilket betyder, at der ikke kan laves nogen samlet løsning til at løfte sig forlæns op på et trin. Det er simpelthen for svært at løfte baghjulene op på trinnet.



ill. 2.8.8 Brugeren skal løfte hele sin egen vægt plus stolens vægt, hvilket er næsten umuligt.



ill. 2.8.6 Skitser, der viser princippet bag skubbearmen



ill. 2.8.7 Skubbearmen skal flytte baghjulet mindst 37 cm for at komme op på trinnet.



ill. 2.8.9 En videreudvikling af skubbearmen, der gør brug af vægtstangsprincippet.

Baglæns op – Løft af baghjul

Ændring af hjulradius

Ved at ændre på hjulets radius hæves kørestolens baghjul fra jorden, når brugeren drejer på hjulene. Princippet er testet ved at sætte to krumme træplader på kørestolens hjul.

Fordele

Fordelen ved dette princip er, at selve bevægelsen sker meget flydende og uden, at brugeren skal bruge specielt mange kræfter

Ulemper

Udførelsen af dette princip kræver, at brugeren er i stand til meget nøjagtigt at udmåle den afstand fra trinnet, der er nødvendig for at ramme trinnet på det tidspunkt, hvor hjulets er løftet helt op. Forsøgene viste, at det er meget svært.



ill. 2.9.1 De første skitser vedr. ændring af hjulradius.



ill. 2.9.2 Forsøg med træskiver, der ændrer kørestolens hjulradius.

Gribeklods

Gribeklodsens monteres på hjulet, så brugeren kan løfte baghjulet op ved at trække i remmene. På arbejdsmodellen er der monteret en simpel trækklods, som virker efter hensigten.

Fordele

Denne løsning er et meget simpelt system, som hverken vejer eller fylder meget. Klodsens kan sidde på hjulet konstant eller påmonteres, når der er brug for den.

Ulemper

Det er forholdsvis svært at få styret baghjulene ind til trinnet, så begge klodser kommer til at sidde helt nede ved trinnet og har fat på samme tid.

Kombination

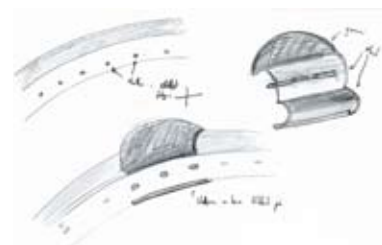
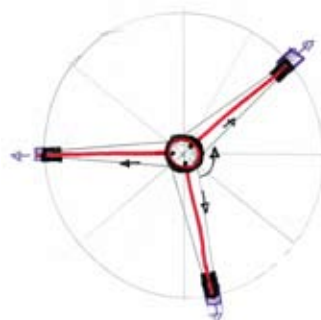
Når baghjulene er kommet op, kan klodsens bruges til at få brugeren op at balancere på baghjulene, så forhjulene kan hives med op. Dette er beskrevet nærmere i afsnittet "Baglæns op: løft af forhjul".



ill. 2.9.3 Gribeklods tapet fast til hjulet.



ill. 2.9.4 Forsøg med klods.



ill. 2.9.5 De første skitser til udformning af gribeklodsens.

Konceptudvikling

Løftestang

Som et alternativ til at trække i hjulene kan der også monteres en stang på hjulakslen, hvorpå der sidder et håndtag. Brugeren placerer kørestolen helt henne ved trinnet og trækker så i begge løftestænger, som får fat på trinnet og trækker baghjulene op på dette. Hvis brugeren ved et uheld kommer til at slippe stængerne, sørger en "omvendt håndbremse" for, at stængerne låser fast til kørestolen, så den ikke falder ned. Bortset fra bremsen er princippet afprøvet med en arbejdsmodel og fungerer helt efter hensigten.

Fordele

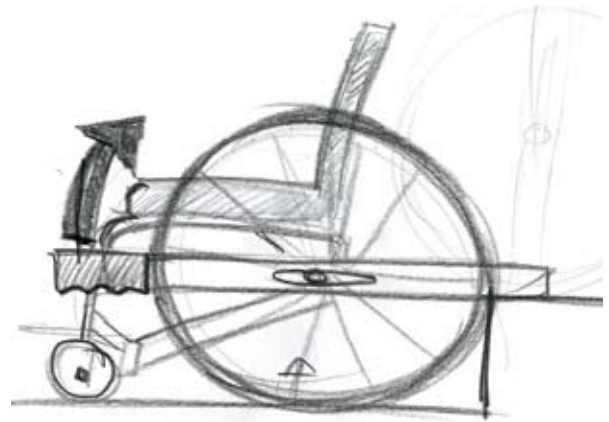
Der er flere fordele ved dette princip. For det første er der ingen problemer i at få kørestolen ordentligt placeret ved trinnet, da løftestængerne roterer uafhængigt af hjulet. Kørestolen er også nem at hive op, da løftestangen kan gøres lang, så det giver mere moment. Samtidig kan armen slås ned til et punkt, hvor den løfter baghjulene lidt. Derved vil den virke som en bremse.

Ulemper

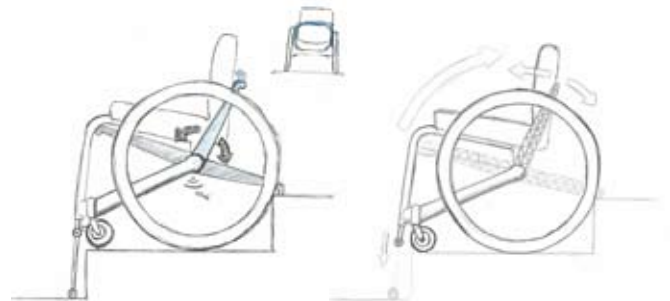
Den største ulempe ved dette system er, at den kommer til at udvide bredden på kørestolen en smule, hvilket kan give problemer med at komme ind af døre.

Kombination

Denne løsning kan kombineres med en hvilken som helst af de andre principper til løsning af de andre delfunktioner.



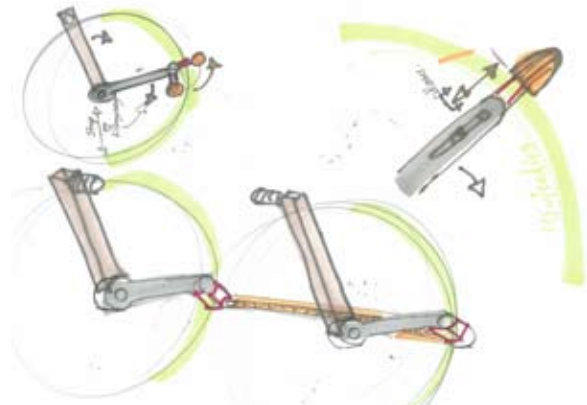
ill. 2.9.6 Indledende skitse af løftestangen.



ill. 2.9.7 Løftestangen i kombination med ekstra forhjul.



ill. 2.9.9 Test af løftestangsprincippet i kombination med ekstra forhjul.



ill. 2.9.8 Løftestangen, hvor en tværgående stang giver en større gribeblade på trinnet.

Baglæns op – Justering af balance

Flytning af baghjul

Funktionen har til formål at skyde baghjulet op, så tyngdepunktet flyttes længere ned mod hjulakslen. De fleste af skitserne omhandler en arm, hvor i hjulet sidder ude i enden, hvorved brugeren så kan dreje armen og løfte hjulet som er vist på billedet til højre. Dette er også løst ved at baghjulene som midlertidigt sidder fastkoblet til armen kan drejes rundt og derved flytte tyngdepunktet imens trinnet forceres. Dette system er vist ved de nederste illustrationer på denne side.

Systemet er testet ved montering af en plade med en masse huller i, så hjulene kan flyttes op til den ønskede position.

Fordele

Fordelen ved princippet er, at der er en meget lille risiko for at vælte til siden, hvilket er problemet ved flere af de andre løsninger. Fordelen skyldes, at tyngdepunktet flyttes tættere på hjulakslen, hvilket gør det nemmere at styre balancen.

Ulemper

Der er blevet klart, at systemet indeholder mange led og akser, hvilket kan medføre slør. Der opstår især slør ved baghjulene. Det er heller ikke fordelagtigt, at modifikationen i sig selv og især i kombination med de andre deløsninger gør hele processen meget lang og kompleks.

Kombination

Hvis dette princip skal gøre at kørestolen kan komme op over trinnet skal der påmonteres en skinne ved forhjulene, der gør at man kan trække forhjulene med op. Derudover skal der en gribeklods eller en løftestang på, som kan trække kørestolens bagende op.

Der er også lavet forsøg med at kombinere flytningen af baghjulet med løftet af bagenden. Systemet virker ved at løftestangen til løft af bagenden kobles til armen, som skyder baghjulene. Derved kommer hele løftet kommer til at foregå i én bevægelse. Desværre passer timingen imellem de to bevægelser ikke efter hensigten.



ill. 2.9.9 Flytning af baghjulet kombineret med løftestangen.



ill. 2.9.10 Flytning af baghjulet får kørestolen til at stå mere lige, når den kører op på trinnet.



ill. 2.9.11 3D-illustration af princip for flytning af baghjul.



ill. 2.9.12 Når hjulet drejes, flyttes baghjulet op.

Konceptudvikling

Udskydning af forhjul

Grunden til, at en normal kørestolen vil vælte på vej op af et trin, er at afstanden mellem for- og baghjul er alt for kort. I dette princip skydes forhjulene længere ud, så kørestolen står i en bedre vinkel.

Fordele

Løsningen opretholder den samme balance, som hvis forhjulene er i normal position. Selve mekanismen er ikke særligt kompleks, og der kræves ikke en masse kræfter, da forhjulene kun bliver flyttet i den vandrette akse.

Ulemper

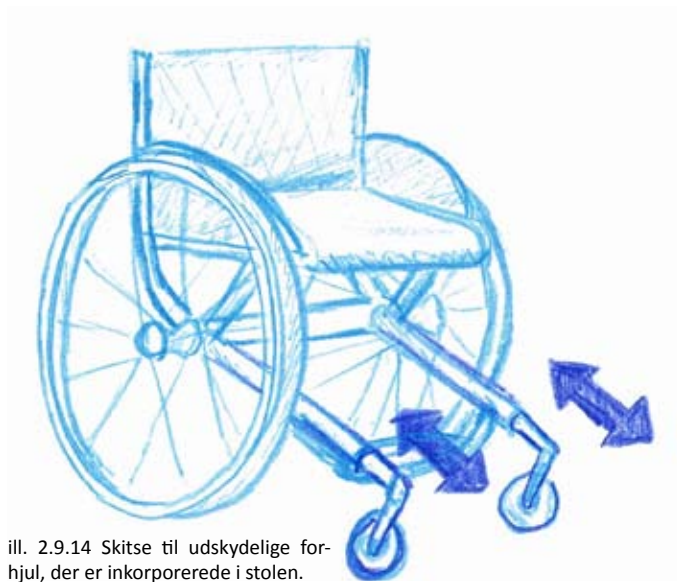
Forhjulene skal flyttes meget langt ud, før kørestolen kommer til at stå i en acceptabel vinkel, hvor brugeren ikke kan falde ud. Derudover skal den kombineres med to andre løsninger, som kan løfte baghjul og forhjul.

Kombination

Udskydningen af forhjulene kan kombineres med en gribe-kreds eller løftestang og en glideskinne.



ill. 2.9.13 Udskydning af forhjulene gør kørestolen længere, så balancen forbedres.



ill. 2.9.14 Skitse til udskydelige forhjul, der er inkorporerede i stolen.

Ekstra forhjul

Dette princip løser hele to delfunktioner. Derfor er løsningen beskrevet på næste side, som omhandler løft af forhjulet.

Baglæns op – Løft af forhjul

Ekstra forhjul

I stedet for at flytte på baghjulene kan en forskydning af tyngdepunktet fås ved i stedet at skyde et par ekstra forhjul ned. Samtidig kan kørestolen hvile på de ekstra forhjul, så de eksisterende forhjul kan køre ind over trinnet.

Der er mange muligheder for at skyde et ekstra sæt forhjul ned. Der kan skydes en stang op i de eksisterende profiler, som bruges til at holde fodstøtten med. En anden mulighed vil være at montere et sæt rørprofiler ved siden af de eksisterende profiler. Disse kan være hydrauliske cylindre eller fjederpåvirkede stænger som kan slås ind og ud. På den måde får brugeren hjælp til at løfte forenden, så kørestolens tyngdepunkt kan forskydes.

Fordele

Princippet giver flere fordele. For det første løser princippet både problemet med at forskyde tyngdepunktet og problemet med at løfte forhjulene. Dette er det eneste princip, der har løst to delfunktioner på én gang. Desuden gør de ekstra forhjul, at brugeren igennem hele processen har fire kontaktpunkter på jorden. Princippet virker ligeledes når brugeren skal ned igen, så derved kommer kørestolen ned af trinnet på en sikker måde. Da de fleste kørestole til paraplegikere er opbygget med en næsten identisk fodstøtte, er der en god mulighed for at integrere dette princip i en fodstøtte, som nemt kan tilpasses mange forskellige fabrikater. (se side 60)

Ulemper

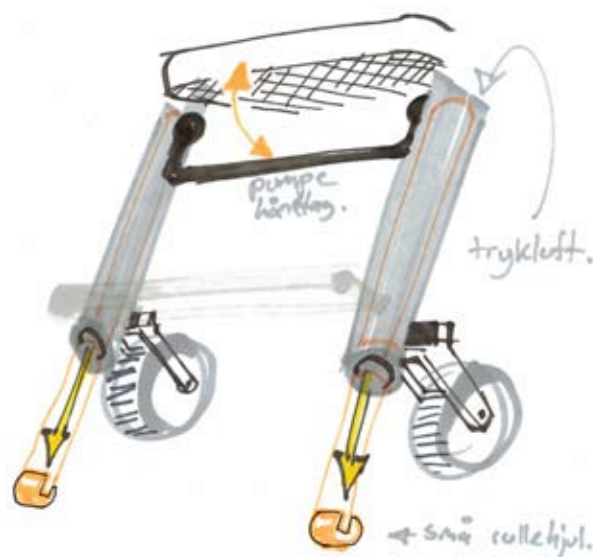
Når de ekstra forhjul bliver skudt ud, flyttes brugerens tyngdepunkt længere bagud, så det bliver dårligere. I situationen er brugeren derfor nødt til at læne sig forover for at kunne holde balancen i stolen.

Kombination

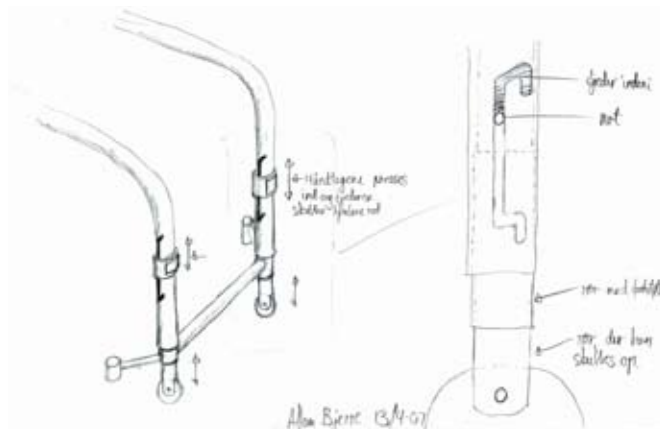
Løsningen kan fungere sammen med gribeklodserne eller løftearmen, som begge er simple systemer.



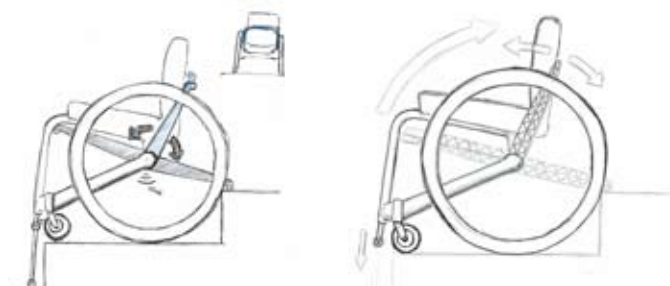
ill. 2.9.15 Ekstra forhjul kombineret med gribeklods



ill. 2.9.17 Pneumatisk udskydning af forhjul



ill. 2.9.19 Fjederbelastet udskydning af forhjul.



ill. 2.9.18 De udskydelige forhjul kombineret med løftearmene.

Konceptudvikling

Op på baghjul vha. gribeklodser

Hvis baghjulene er monteret med et par gribeklodser, så kan brugeren løfte forhjulene op ved at bruge gribeklodserne som stopklodser og vippe sig op på de to baghjul. Det kræver, at brugeren kan bakke et stykke tilbage, før forhjulene sænkes ned på trinnet.

Fordele

Princippet løser to problemer på én gang.

Ulemper

Ved trin er der ofte også en dørtærskel et stykke inde på trinnet. Denne dørtærskel kan brugeren ikke køre over, hvis kørestolen samtidig skal balancere på de to baghjul.



ill. 2.9.20 Brugeren kan løfte kørestolen op på to hjul og køre baglæns, indtil forhjulene er med oppe.

Glideskinne

Princippet fungerer ved, at der monteres en skinne under kørestolen. Denne skinne presser den forreste del af kørestolen opad, når brugeren trækker kørestolen bagud.

Fordele

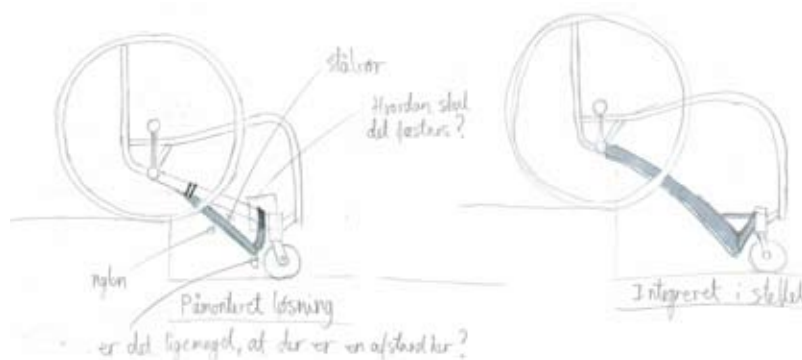
Skinnen reducerer antallet af handlinger, som brugeren skal udføre, da forenden automatisk trækkes op, når brugeren kører bagud.

Ulemper

Monteringsmulighederne for skinnen er meget forskellige, fordi tværstangen fra bagakslen til forhjulene ikke er ens på alle kørestolsmærker. Nogle kørestole har slet ikke denne tværstang. Samtidig vil skinnen mindske kørestolens frihøjde, da skinnen skal gå helt ned til det nederste af forhjulene. Derved vil kørestolen kunne komme til at sidde fast på f.eks. høje dørtærskler.



ill. 2.9.21 Glideskinne, der automatisk hiver forhjulene med op, når brugeren kører baglæns.



ill. 2.9.23 Glideskinnen kan enten være påmonteret eller integreret i stellet.

Workshop

Formålet med brugerworkshoppen er først at verificere de problemstillinger, som er fundet i registreringsfasen. Dernæst præsenteres de forskellige løsninger for brugeren, som evaluerer løsningerne. Derudover ønskes det at få inputs fra brugeren om, hvilken æstetik, der skal arbejdes med.

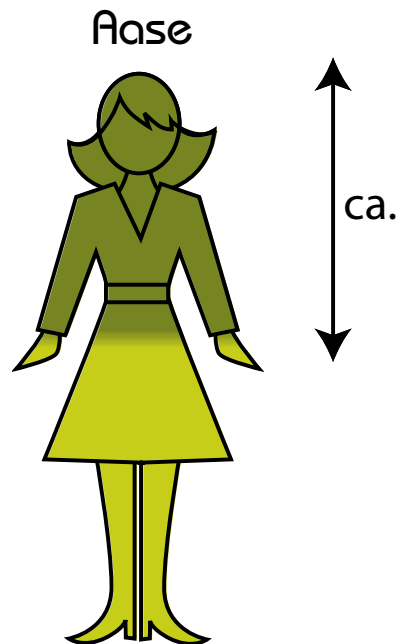
Kørestolsbrugere

Aase

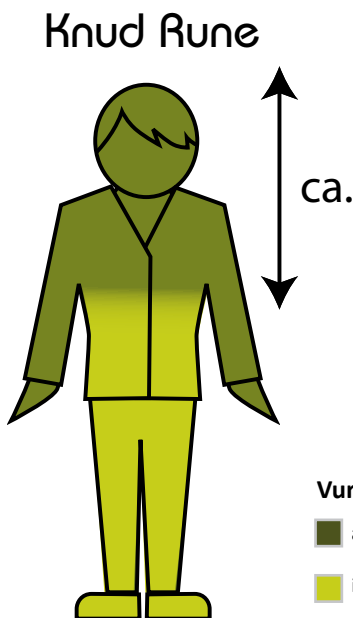
Aase er paraplegiker og er til dagligt tilgængelighedskonsulent. Med baggrund i dette er der visse aspekter gruppen skal være opmærksom på under workshoppen. Dels at hun formentlig vil vurdere ideer og koncepter generelt for brugergruppen, frem for sig selv. Dette kan være positivt i forhold til hendes relativt brede viden om andre handicaps og tilgængelighed. Samtidig er det også en ulempe, at der ikke kun bliver taget stilling til problematikkerne fra hendes eget synspunkt, fordi hun i produktet kan fokusere på problemer, som ikke er relevante for den valgte målgruppe.

Knud Rune

Knud Rune er ligeledes paraplegiker, men han har en lammelse, der sidder højere på rygsøjlen. Det betyder at han ikke har nogen førlighed i maveregionen og som følge heraf ikke har så god en balance. Eksempelvis skal han have fat i ryglænet eller hjulet, hvis han læner sig til siden eller fremover, for at kunne komme op i stolen igen. Derfor indgår han ikke i den primære målgruppe, men Knud Rune har som paraplegiker en stor viden om, hvordan man kommer omkring i en kørestol og, hvilke problematikker der eksisterer.



ill. 2.10.1 Aases førlighed.



ill. 2.10.2 Knud Runes førlighed.

Konceptudvikling

Frengangsmåde

Forud for workshoppen forberedes materiale, der anvendes til at introducere brugerne til projektet og gøre dem opmærksom på de problemer som er observeret. Dette er bl.a. billedmateriale fra "Going Native"-registreringen og resultaterne fra de udførte "Situational Interviews". De problemer, som dette projekt forsøger at løse, præsenteres, så brugerne bliver fokuseret på netop disse problemer. Ligeledes præsenteres interaktionsvisionen for at undersøge om brugerne er enige i visionerne.

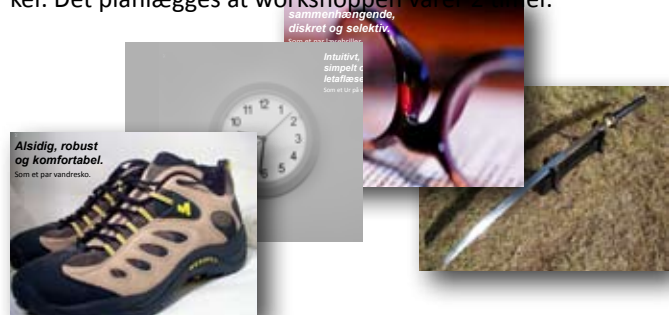
Dernæst præsenteres videosekvenser og illustrationer af de løsninger, der er afprøvet gennem forsøg. Formålet er at få brugernes reaktion på de forskellige løsninger og gerne kommentarer til hvad der er godt og dårligt ved løsningerne. Videosekvenserne er nødvendige for at brugerne får en forståelse for principperne. Videoerne kan ses på den vedlagte cd under "Film"

Flere af de præsenterede løsninger er på forhånd fraserteret af gruppen, men brugeren gives en mulighed for selv at identificere problemerne. På den måde får brugerne lov til at vise deres store viden, hvilket gør dem mere interesserede og de føler sig mere inddraget i workshoppen.

Inden workshoppen forberedes flere forskellige skitser, der illustrerer de løsninger der arbejdes med. Dette giver brugerne en idé om, hvordan løsningerne kan se ud. 3D illustrationer er udeladt da brugerne af høflighedsårsager kan have svært ved at kritisere ting der virker for gennemarbejdede.

Ud fra brugernes feedback evalueres løsningerne og eventuelle alternative løsninger diskuteres. På den måde får gruppen et bedre grundlag for at udvælge en løsning til den efterfølgende detaljeringsfase.

Efterfølgende anvendes billedkort (ill. 2.10.15) til at motivere brugerne til at sætte ord på, hvordan interaktionen med produktet skal være og eventuelt, hvilke formsprog de foretrækker. Det planlægges at workshoppen varer 2 timer.

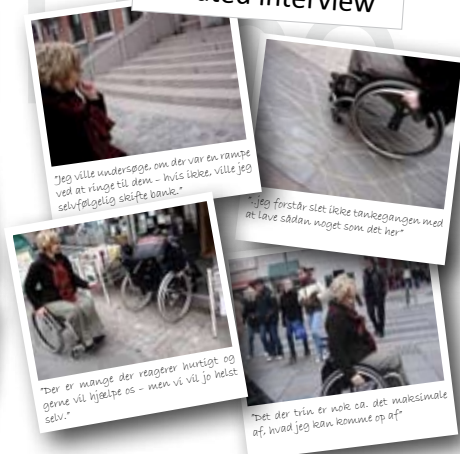


ill. 2.10.3 - ill. 2.10.4 - ill. 2.10.5 - ill. 2.10.6 Interaktionsvisionerne.

Going native



Situated interview



ill. 2.10.7 - ill. 2.10.13



ill. 2.10.14 Udførelsen af de forskellige løsningsprincipper præsenteres på video. Videoerne kan ses på den vedlagte cd.



ill. 2.10.15 Billedkortene skal hjælpe deltagerne med at sætte fyldestgørende ord på ønsker og krav til løsningen.

Konceptudvikling

Udførelse

Begge brugere verificerer at de observerede problemer er reelle problemer for dem. Der er dog den undtagelse, at der er visse tilfælde, hvor de godt kan komme op af trin, hvis omstændighederne er helt rigtige. F.eks. er det muligt at komme op af et trin på op til 20 cm, hvis der er en dørkam at tage fat i (ill. 2.10.16) og der ikke er et dørtrin eller et tæppe som forhindrer forhjulene i at komme op. Derudover kan brugerne nemt springe ned af trin, som at komme op af det, men dette kan med tiden medføre rygproblemer.

Interaktionsvisionen er let forståelig for de to brugere. Dog giver samuraisværdet (ill. 2.10.18) ikke de tilsigtede associationer, men dette opvejes af de beskrivende ord.

Efterfølgende vurderes flere af løsningerne vha. video. Først vises løsninger, som allerede er forkastet af gruppen. Disse frasorteres af workshopdeltagerne med den grund at de under udførelse ikke ser sikre nok ud og kræver at brugeren har en meget god balance.

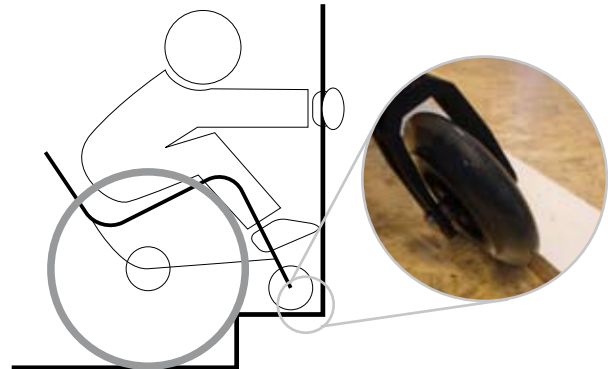
Løsningen med at bruge en løftestang til at trække sig op af trinnet vurderes af Aase og Knud Rune til at være den sikreste og bedste løsning.

Sikkerheden er meget vigtig. Det værste tilfælde er, hvis brugeren falder forlæns ud af stolen, da deres ben er meget skrøbelige og måske vil brække, hvis de lander på dem.

Til spørgsmålet om hvorvidt de ekstra forhjul skal sidde på stellet eller mellem benene på kørestolsbrugeren, svares der at det vil være fint hvis stangen monteres mellem benene. (se ill. 3.6.1 og 3.6.2) *"Der kan de jo ikke genere nogen."*

Angående den tid det tager at udføre handlingen at komme op af et trin: *"Der gør det ikke noget at det tager lidt tid, når alternativet er at man slet ikke kommer op."* Det vil normalt også tage tid at finde en person, der kan hjælpe.

Herefter forsøges det at finde inspiration til formsproget og interaktionen med mekanismen vha. billedkortene. Dette giver ikke noget reelt output, da det viser sig at være en abstrakt øvelse, hvor det er svært at holde fokus. Dog startede det en diskussion om æstetik. Eksempelvis blev det klart at brugerne ikke kun ønskede ekstrem minimalisme, men hvis mekanismen kunne tilføre en linje til stolen, ville det også være særdeles interessant.



ill. 2.10.16 Forcering af trin ved hjælp af dørkarm.



ill. 2.10.17 Gruppens egne initierende undersøgelser, præsenteres for at give et indblik i egne fortolkninger af problemer.

Afbalanceret, let og kontrollerbart.

Som et Samuraisværd i hænderne på en samurai



Samuraisværdet gav brugerne de forkerte associationer, og derfor lægges der vægt på at denne del af interaktionsvisionen bliver forklaret præcist med ord.

ill. 2.10.18

Konceptudvikling

Efter den planlagte del af workshoppen insisterer Knud Rune på at prøve forsøgsmodellen. Det lykkedes ham at komme op ad trinet og ligeledes at komme ned ad det igen på trods af hans handicap.

Åse og Knud Rune er meget interesseret i at have endnu et møde senere i projektforsløbet. Eventuelt i forbindelse med afprøvning af en prototype.

Opsamling

Gennem workshoppen blev de identificerede problemstillinger bekræftet af deltagerne. Generelt var begge deltagere positivt overraskede og udtrykte en forbavselse over hvor let dette problem kunne løses.

Til trods for at Knud Rune ligger udenfor den valgte målgruppe kunne han godt bruge forsøgsmodellen. Han læner sig dog bagover, hvilket blot gør det endnu sværere at komme op ad trinet, fordi vægten flyttes til baghjulene. Men det verificeres at princippet fungerer og det besluttet at der arbejdes videre med dette princip.

Perspektivering

Workshoppen bar præg af at ligne et udvidet interview frem for en egentlig workshop, da der ikke var så meget idégenerering fra brugernes side. Det var mere en opfølgning på projektet. Ved senere workshops vil der fokuseres mere på at inddrage brugeren i idégenereringen. Dette kunne være ved at lade brugeren føre ordet i højere grad eller eksempelvis tage andre metoder i brug. Som eksempelvis at tage bedre toolkits i brug for at hjælpe med formgivningen. Dette kunne f.eks. være forskellige redskaber som engangskameraer eller postits til notering af problemer i hverdagen, eller genstande som de kan relatere til på forskellig vis. Det vil også være en god ide at bede deltagerne om at tage objekter med, som de synes om, for at have et udgangspunkt for at diskutere ting som funktionalitet og æstetik.



ill. 2.10.19

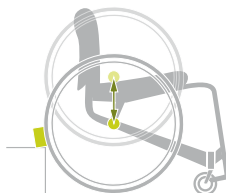


ill. 2.10.20

Konceptudvikling

Valg af koncept

Dette afsnit beskriver kort evalueringen af de fire løsningsforslag, som er præsenteret for brugerne under workshoppen. Blandt disse fire forslag vælges den løsning, der efterfølgende detaljeres. De forskellige principper forklares i de foregående afsnit.



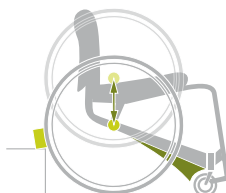
Gribeklods kombineret med flytning af baghjul

Løsningen er forholdsvis simpel. Men det er problematisk, at der ved baghjulet opstår slør pga. de mange led. Desuden er det ikke hensigtsmæssigt, at brugeren skal bakke, balancerende på baghjulene for at få forhjulene med op.



Flytning af baghjul kombineret med løftestang

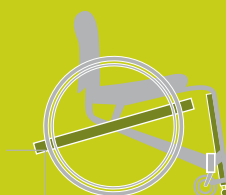
Denne løsning er fordelagtig, da brugeren kan udføre flere funktioner på én gang. Men desværre kan udførelsen af funktionerne ikke synkroniseres rigtigt. Også her skal brugeren køre baglæns, balancerende på to hjul for at få forhjulene med op.



Flytning af baghjul kombineret med gribeklods og glideskinne

Udførelsen af funktionen foregår nemt og sikkert, fordi glideskinnen sørger for konstant kontakt med underlaget. Systemet består dog af mange elementer og flere ulemper, som f.eks. stor gnidningsmodstand mellem trin og skinne.

Den valgte løsning

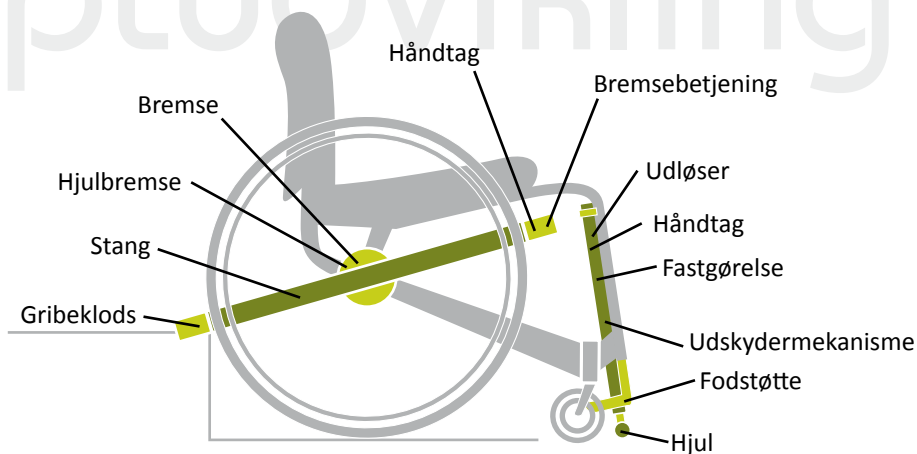


Ekstra forhjul kombineret med løftestang

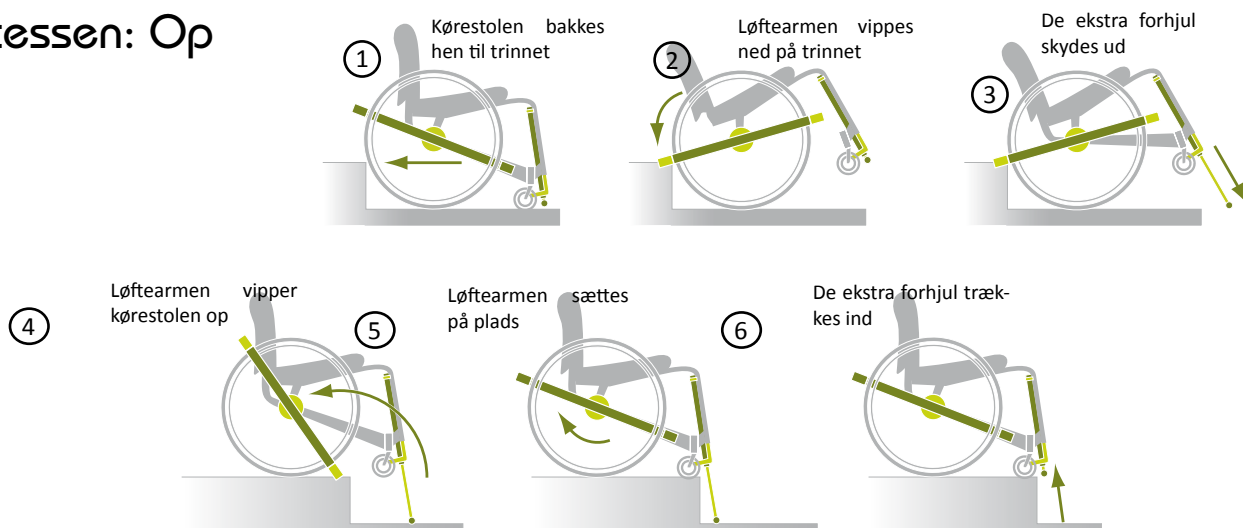
Denne løsning er et meget simpelt princip, hvor de ekstra forhjul både justerer balancen og løfter de almindelige forhjul op på trinnet. Da løftestængerne kan køre frit i forhold til baghjulene, har brugeren ikke besvær med at bakke rigtigt hen til trinnet. Løftestængerne kan desuden erstatte hjulbremsen.

Konceptet

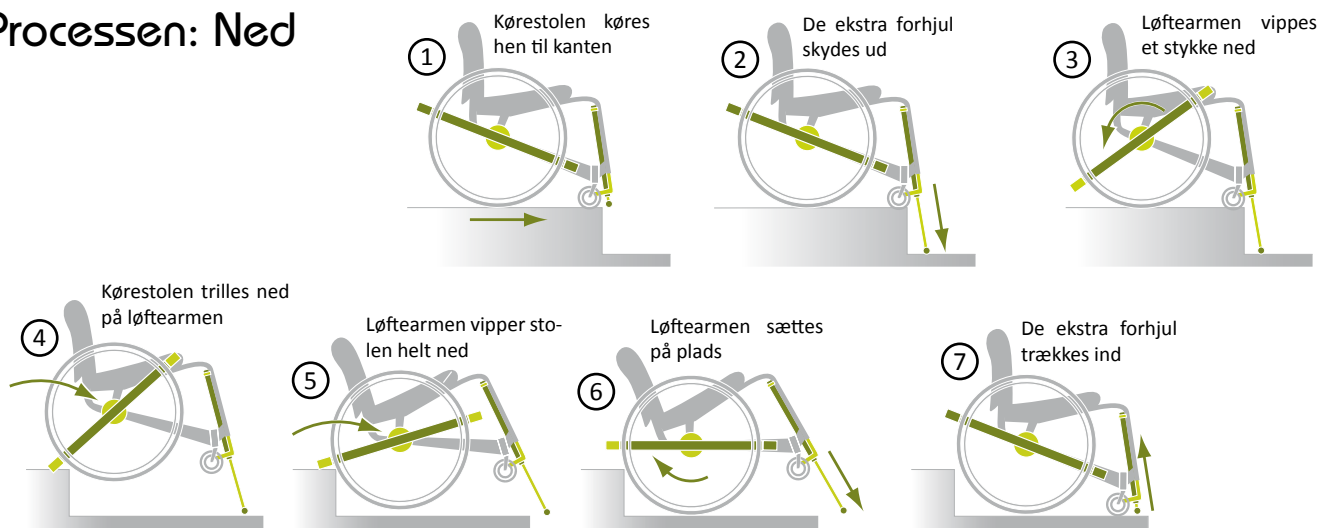
Siden beskriver, hvordan konceptet fungerer, og hvilke komponenter, som løsningen forventes at bestå af. På nuværende tidspunkt i processen er der ikke taget endelig stilling til komponenternes udformning og placering. Derfor skal illustrationerne kun ses som principskitser.



Processen: Op



Processen: Ned



Udvidet målsætning

Den udvidede målsætning beskriver de mere detaljerede krav til kørestolen og funktionen, som skal få brugeren op ad et trin. Kravene anvendes i designprocessen som styrende parameter.

Krav til trinfunktionen:

Must be:

- Den ekstra del må ikke tilføje over 2 kg til kørestolen
- Kørestolens hjul i fronten skal kunne forcere brosten på 1 cm. i højden
- Funktionen i fronten må højst placere 0,5 kg ekstra på forhjulene
- Dele, der slides op indenfor 6 år skal kunne udskiftes ved eksisterende "servicecentre"
- Produktet skal kunne køre gennem en 70 cm bred dør
- Den ekstra funktion må tilsammen ikke forøge kørestolens bredde med mere en 5 cm.
- Produktet skal kunne bære en bruger på op til 120 kg.
- Der skal max trykke med 1 kg for at udløse udskydemekanismen
- Der skal max løfte 10 kg for at hive udskyderarmen ind igen
- Brugeren må max løfte 1/3 af brugerens egen vægt pr. arm, til at forcere trinnet mht. gribestængerne.
- Der skal altid være mindst tre punkters understøtning under forceringen af trinnet
- Løftet skal kunne stoppes på alle tidspunkter

Performance:

- Stellet skal holde til minimum 6 års brug
- Andre dele, med undtagelse af dæk, slanger, forhjul og lejer, skal holde til minimum 3-6 års brug.
- Den ekstra funktion må højst tilføje 3000 kr. til kørestolens pris
- Funktionen skal kunne udføres på 20 sek.
- Funktionen skal bestå af elementer, som hovedsageligt kan produceres hos Wolturnus A/S eller købes hos underleverandører
- Håndtaget på løftestangen skal kunne betjenes på de 110 grader som løftet tager
- Gribestangens modbremse skal kunne holde en bruger på 120 kg
- Hjulbremsen skal kunne holde en bruger på 120 kg
- Der skal være fysisk respons når elementerne bruges
- Funktionen skal kunne udføres manuelt af brugeren
- Funktionen skal let kunne monteres vha. alm. håndværktøj
- Systemet skal kunne passe til alle Wolturnus W5 kørestole og gerne andre fastramme-kørestole
- Funktionen skal kunne rengøres med en klud

Excitement:

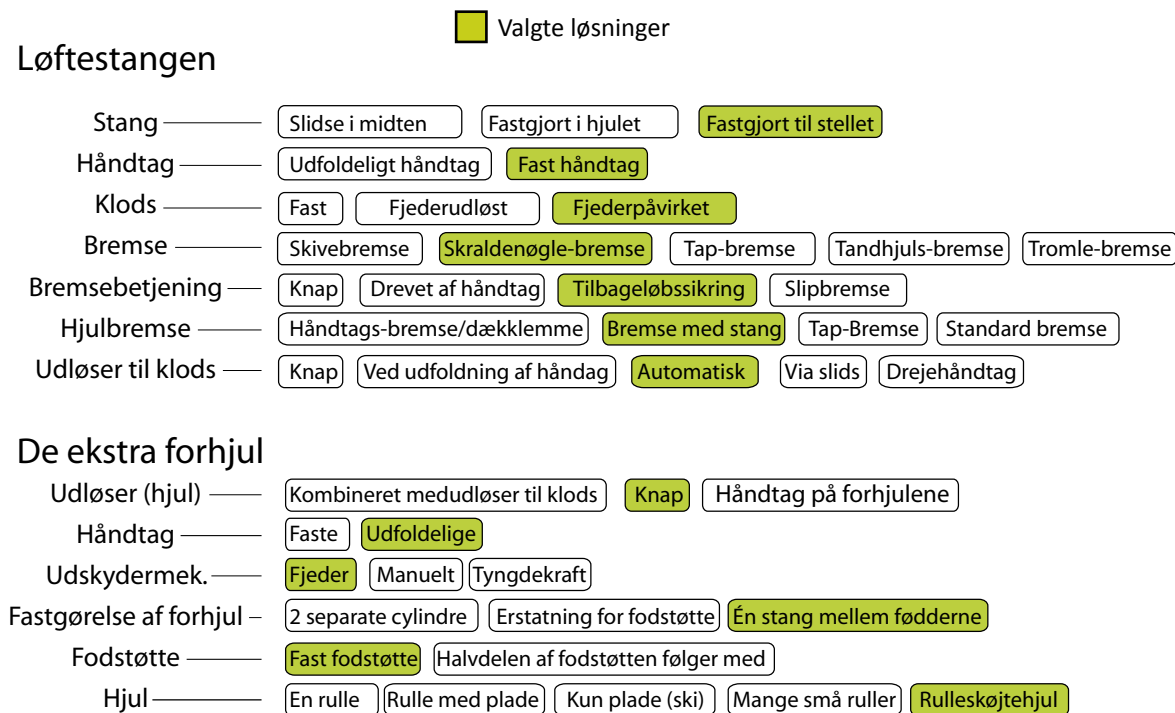
- Funktionen skal kunne forcere trin på op til 21 cm.

Detaljeriing



Morfologisk analyse

Dette afsnit beskriver, hvad der ligger til grund for de løsninger der er valgt til produktet på detaljeniveau. Afsnittet giver et overblik over de væsentligste problematikker der arbejdes med. Da princippet for forceringen af trinnet er fastlagt, udforskes mulighederne for de forskellige detaljer. I diagrammet herunder er mulighederne listet som et morfologisk skema. Skemaet er inddelt i to hoveddele: de ekstra hjul i forenden og løftestangen ved baghjulet.



ill. 3.1.1.1 Morfologisk analyse, der viser de forskellige detaljeringsmuligheder.

Stang

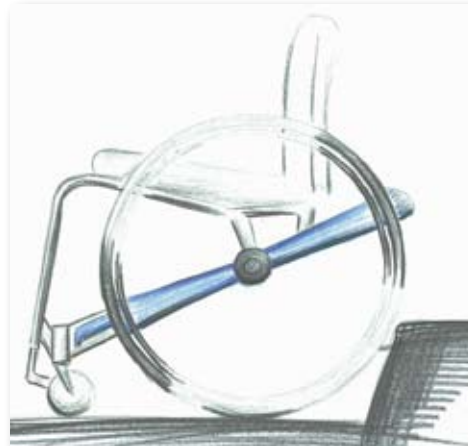


Indledningsvis søges der at nå ind til et formsprog for løftestangen. Brugere har i workshoppen givet udtryk for, at stolen gerne må se hurtigt ud. Derfor arbejdes der med at få stangen til at virke som en dynamisk linje. Stangen skal retrofittes til Wolturnus W5. Denne kørestol har et ovalt rør der går fra bagakslen frem til forhjulene. Dette rør tilføjer netop en dynamisk linje til stolen, da den skråner fremad. Derfor er det hensigtsmæssigt at lade stangen følge røret på Wolturnus W5.



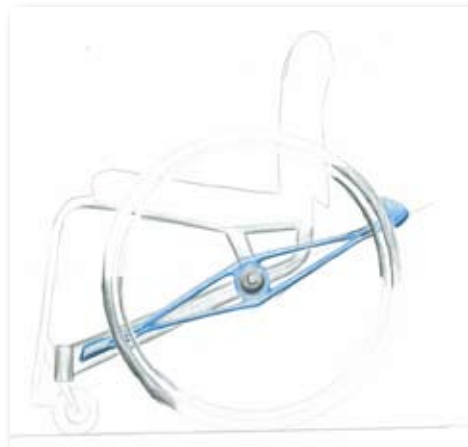
ill. 3.2.1 Wolturnus W5 set fra siden.

Der er blevet skitseret ud fra at stangen skal understøtte den dynamiske linje, som allerede eksisterer i kørestolen, samtidigt ønskes det at løftestangens formsprog kan gå i samspil med hjulets form.



ill. 3.2.5 Dynamisk stang, der samtidig harmonerer med hjulets form

Efter en kort skitseringsrunde bliver det klart, at en rørkonstruktion vil være fordelagtig til løftestangen. Dette gør at den direkte anvender stolens æstetik samtidig med at konstruktionens vægt kan holdes meget lav. Derudover er det en teknik som de allerede bruger ved produktionen af W5 kørestole.



ill. 3.2.5 En rørkonstruktion vil være fordelagtig, da den direkte anvender kørestolens æstetik og samtidig er meget stærk.

Detaljer



Den indledende skitsering udmunder i fire konkrete former som fremstilles i 1:1 i mdf-plade. Disse modeller bruges til at vurdere, hvordan formen harmonerer med resten af stolens form. De fire modeller behandler fire forskellige temaer:

- 1: Harmoni med hjulet og symmetri
- 2: Rotation, symmetri
- 3: Dynamik, asymmetri
- 4: Letvægtskonstruktion i rør, symmetri

Modellerne gør det muligt at vurdere sammenhængen mellem stangen og kørestolen i fuld skala.

Efter vurderingen bliver det klart at letvægtskonstruktionen i rør (symmetri) giver det bedste resultat. Formen virker dynamisk når man ser den fra siden på grund af de kurvede linjer omkring hjulets nav og når den forlænger linjen fra tværstiveren giver den et udtryk af fremadrettet bevægelse. Derudover virker den let og mere transparent end de andre former. Netop denne transparens er vigtig set fra brugernes vinkel, da de vægter et diskret udtryk højt.

Konstruktivt er det en god løsning, da denne udformning giver det største inertimoment, hvor momentet er størst. Dette skyldes flytningsbidraget der kommer af afstanden mellem de to rør inde ved navet.



ill. 3.2.6

1: Harmoni med hjulet og symmetri

Denne løsning giver et godt sammenspil med hjulet. Det virker godt at der er hul i konstruktionen inde ved navet. Dette giver et let udtryk. Den virker dynamisk på grund af linjerne der skråner ud fra navet.



ill. 3.2.7

2: Rotation, symmetri

Symmetrien med hjulet virker godt og giver associationer til en propel. Dette forstærker oplevelsen af hjulets rotation visuelt. Formen virker tung og bastant grundet tykkelsen ved fælgen. Konstruktivt virker løsningen irrationel, da stangen har det laveste inertimoment der hvor momentet er størst.



ill. 3.2.8

3: Dynamik, asymmetri

Formen virker meget dynamisk grundet de skrå linjer der er vinklet forskelligt. Asymmetrien i formen giver en yderligere visuel spænding sammenlignet med de andre symmetriske former. På den måde udtrykker denne form også fart.



ill. 3.2.9

4: Letvægtskonstruktion i rør, symmetri

Denne løsning virker let og luftig og har et godt samspil med hjulet. Konstruktionen i rør er stiv og let på samme tid.

Bremse og fastgørelse



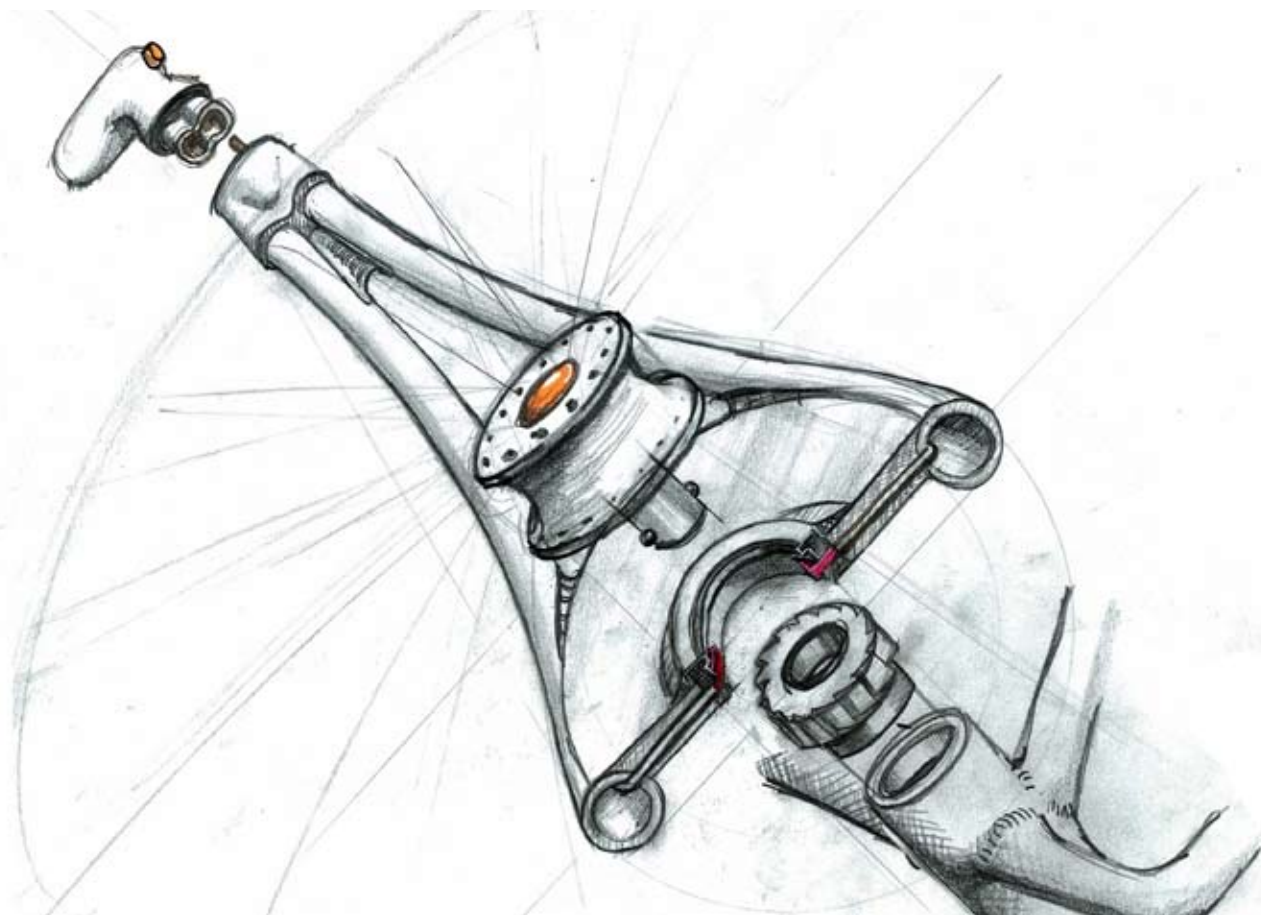
I forbindelse med at brugeren løfter sig op af trinnet er det vigtigt at brugeren har mulighed for at stoppe handlingen hvis der er brug for det. Derfor indarbejdes der en tilbageløbssikring i stangen, der gør at stangen kun kan rotere den ene vej, medmindre en knap holdes inde. Dette gør, at brugeren kan slippe håndtaget midt i et løft ved en uforudset hændelse eller f.eks. åbne en dør midt i løftet.

Til denne sikring anvendes princippet fra en skraldenøgle. Ved en overslagsberegning findes det at sikringen skal kunne tåle et moment på ca. 120 Nm hvilket ikke anses som et problem da der findes momentnøgler med skralde der kan klare 340 Nm.

Den præcise udformning af de bevægelige dele i tilbageløbssikringen detaljeres ikke yderligere, da der er tale om et kendt princip der kan inkorporeres i stangen uden at fylde for meget.



ill. 3.3.1 Der anvendes samme princip som i en skraldenøgle til at lave tilbageløbssikringen på løftearmen.



ill. 3.3.2 Princippet viser en skitse på, hvordan skralden kan inkorporeres i løftearmen. Denne detalje er ikke yderligere detaljeret, da den nøjagtige udformning afhænger af den skralde, der vælges til løsningen.

Håndtag

Håndtagets udformning er vigtig når brugeren skal løfte sig op over trinnet. Da håndtagets vandring er ca. 110 grader er det vigtigt at hånden vender rigtigt så håndleddets mobilitet udnyttes korrekt. Ved forsøg kan det konkluderes at et håndtag der står vinkelret på stangen er væsentligt bedre end et håndtag der går ud i samme retning som stangen. Overfor er listet tre muligheder for forskellige håndtag.



ill. 3.4.1

Håndtag i samme retning som stangen.

Håndtaget bevirker at man har rigtig godt fat i starten af løftet, men vinklen på håndtaget er ikke god i slutningen af løftet da håndleddet ikke er mobilt i den retning.



ill. 3.4.2

Håndtag i samme retning som hånddremmen.

Denne løsning relaterer sig direkte til den bevægelse en kørestolsbruger anvender for at bevæge sig. Grebet har den ulempe at kraftoverførslen mellem hånd og håndtag sker ved gnidningsmodstand. Derfor skal man klemme meget hårdt om håndtaget.



ill. 3.4.3

Håndtag vinkelret på stangen.

Håndtaget sørger for at udnytte håndleddets mobilitet rigtigt. Man har fat med et kraftgreb i starten af løftet og kan holde ved håndtaget gennem hele løftet. Efter test af de forskellige løsninger findes denne løsning bedst.

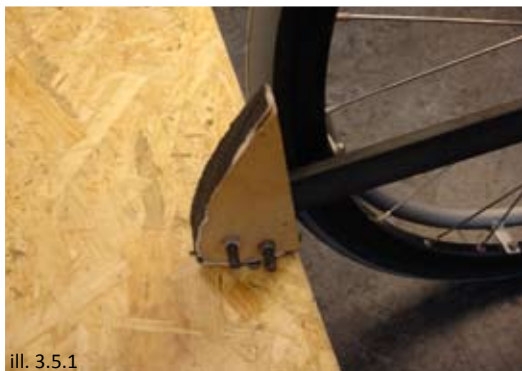


ill. 3.4.4

Gribeklods

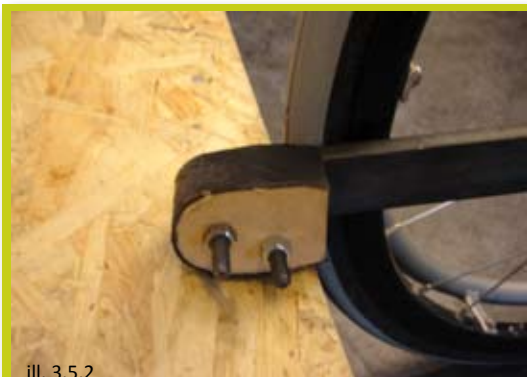


Ved udformning af klodsen på løftearmen, er der mange aspekter der skal overvejes. Der er gennem forsøg konstateret, at udformningen af klodsen har meget at sige i forhold til, hvor godt den får fat i trinnet. Længen på klodsen gør, at jo længere den bliver, des mere sikker er løftet, men dette har også den virkning at armen bliver længere og pga. at klodsen skaber et større moment bliver det hårdere for brugeren at udføre løftet.



ill. 3.5.1

Udformningen af klodsen har også meget at sige i forhold til funktionen af klodsen. Der er som på billedet arbejdet med at når man har forceret trinnet, så hjælper udformningen på klodsen til i den sidste del af løftet så overgangen bliver mere flydende. Formen på denne klods videreudvikles, da den er for iøjefaldende og formen ikke hjælper hensigtsmæssigt under løftet.

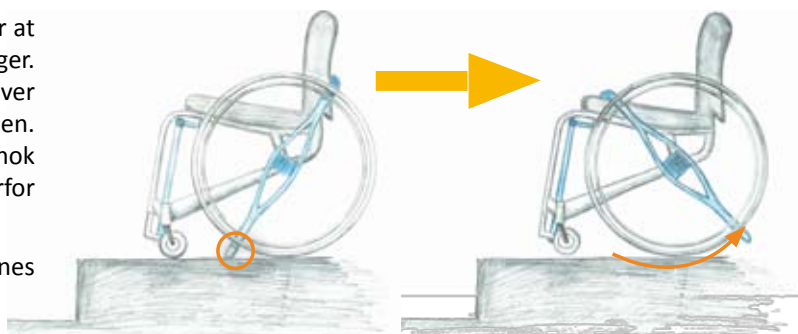


ill. 3.5.2

Klodsen på illustrationen er en videreudvikling af den foregående, her er der arbejdet på at gøre klodsen mindre, og dermed også gøre den mindre synlig.

Efter løftet er klodsens placering foran det store hjul. For at få klodsen tilbage er der arbejdet med forskellige løsninger. Indledningsvis er løsningen, at brugeren skal køre hen over gribeklodsen for at få den tilbage til udgangspositionen. Men efter forsøg viser det sig, at det er svært at tilføre nok kræfter når stangen er i en position bag skuldrene. Derfor arbejdes der videre med løsninger på dette problem.

Dette ender ud i tre ideer til, hvordan klodsen kan fjernes når den skal tilbage i udgangspunktet.



ill. 3.5.3 Klodsen skal trækkes tilbage til sit udgangspunkt. Dette er svært, når håndtaget er i den ugunstige position bag skuldrene.

Udløser til klods



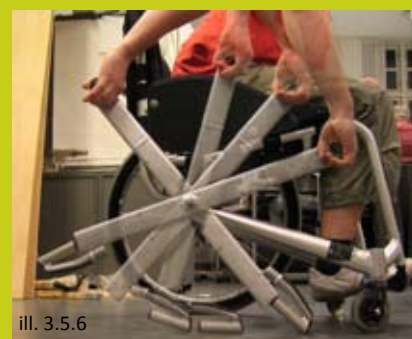
ill. 3.5.4

I denne løsning er klodsens fjederbelastet indeni, så klodsens automatisk skubbes ind, når armen står i en bestemt vinkel.



ill. 3.5.5

Denne løsning består af en klods, der skubbes ud eller ind, samtidig med at håndtaget i den anden ende af stangen foldes ud eller ind.



Dette princip vælges som den endelige løsning. Denne klods kan kun tage kræfter i den ene retning. Dette gør, at den folder sig sammen, når armen trækkes tilbage på plads. Klodsens fjederbelastet, så den selv folder ud igen.

Placering af ekstra forhjul



Til placeringen af de ekstra forhjul på kørestolen er der to forslag, som der er arbejdet videre med. Den første er to stænger, som går ned og holder de ekstra forhjul. Fordelen ved denne løsning er at hjulene bliver støttet godt, og den kan monteres ved de to stænger, som er i fronten på kørestolen. Men denne løsning giver også en tungere konstruktion og en meget synlig løsning.

ill. 3.6.1



ill. 3.6.2

Ved den anden løsning som tages videre i projektet, er der kun én stang, som går ned og holder de ekstra forhjul. Her placeres stangen i midten, og den kan derfor gemmes væk mellem brugerens ben, hvilket giver en mindre synlig konstruktion. Konstruktionen er også nemmere at få tilpasset flere kørestole, fordi den ikke er afhængig af udformningen af de to stænger i fronten af kørestolen. Løsningen er også lettere. Dermed stilles der dog også større krav til en ene stang mht. de belastninger, den skal optage.

Detaljer

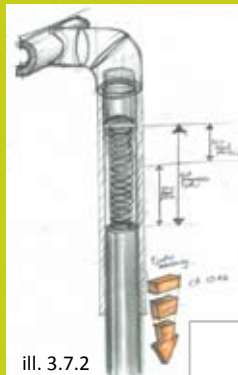
Fjederbelastning



Indledningsvis er det tiltænkt, at røret, der skal udskydes i fronten, kun virker vha. tyngdekraften, således at røret falder ud, når brugeren udløser mekanismen. Røret vil da blive helt skudt ud, når kørestolen vippes op på to hjul. Der er dog problemer med at røret let kan kile sig fast, når tolerancerne er små.



Den første løsning arbejder med en gascylinder, som automatisk kan skyde de ekstra hjul ud. Denne løsning vil dog give en markant vægtforøgelse pga. den tunge gascylinder.



Den anden løsning gør brug af en fjeder, der hjælper til med at skyde de ekstra forhjul ud. Dette princip er simpelt og samtidig meget lettere end gascylinderen. Derfor vælges denne løsning.

Udløser

For at de ekstra forhjul kan komme ud, skal der være en udløser, som kan aktivere fjederen i røret og dermed skubbe forhjulene ud.

Der er flere krav til denne detalje, da den er monteret på stolen mellem fødderne. Den må ikke fylde særlig meget, og må ikke kunne skade brugerens ben. Den skal være sådan udformet, at brugeren kan få ordentligt fat, når hjulene skal slås op igen og fjederen skal presses sammen inde i røret.



En anden type udløser, er et slags rør der er uden om det yderste rør, hvilket gør at den er godt integreret i stangen. Dog er det ikke muligt at gribe særlig godt fast i dette, da hænderne vil glide mens stangen trækkes op.



Der er arbejdet med forskellige løsninger, så som et håndtag man slår ud og dermed kan brugeren få et godt greb. Problemet med denne løsning er at håndtaget bliver stort og ikke særlig bekvemt.



Den sidste løsning er et håndtag, som slutter omkring røret, når det ikke er i brug. Dette håndtag kan så slås ud, når stangen skal trækkes op, og dermed vil brugeren få et godt greb til at udføre dette. Denne løsning er taget med videre i projektet.

Detaljer

Type af ekstra forhjul



Ved detaljeringen af forenden, er den del, der skal skydes ud meget vigtig. Eftersom dette produkt vil blive brugt mange steder og i forskellige miljøer i det urbane rum, er det vigtigt at tage højde for de belægninger, som kørestolen vil blive brugt på. Der arbejdes med to løsninger som kan køre på forskellige belægninger.



ill. 3.9.1

I den første løsning er de to ekstra forhjul erstattet af en plade, som kan glide henover underlaget og komme over mindre ujævnheder. Der er gennemført nogle forsøg, hvor det relativt let kan lade sig gøre at trække pladen hen over jorden. Dog giver det problemer, hvis der er større ujævnheder, såsom brosten eller andre ujævne belægninger, som pladen kan sidde fast i.



ill. 3.9.2

I den anden løsning bruges der i stedet små rulleskøjtehjul. Disse hjul kører relativt let på de fleste overflader, hvilket er erfaret gennem forsøg. Med disse hjul er det muligt at køre på brosten og andre ujævne overflader, uden at hjulene sidder fast eller blokerer. Derudover har det den fordel at der kan købes nye hjul i sportsforretninger og lignende.

Det er valgt at bruge løsningen med hjulene, da de fungerer bedst på varierende underlag.

Tilpasning

Retrofitting - afgrænsning

I dette afsnit undersøges, hvor vidt produktet kan tilpasses andre eksisterende kørestole på markedet.

Produktet er afgrænset til kørestole foretrukket af paraplegikere, derved forstås fastrammekørestole. Kørestole med specifikke funktioner frasorteres; hospitalkørestole, strand kørestole, ekstremsports kørestole, cykelstole, standing-up kørestole osv.

Eksisterende kørestole

Eksisterende kørestole (blandt andet fra benchmarkundersøgelsen) vurderes i forhold til Woltturnus W5, om det er muligt at montere produktet.

Produktet kan monteres på flere forskellige stole. Dog er det nødvendigt med forskellige modificeringer på enkelte stole. Evt. kan basiskomponenter i systemet fremstilles og specielle beslag til forskellige stole udarbejdes og dermed undgås at modificere hele systemet for at tilpasse det til en ny type stol.



ill. 3.10.1

Strandkørestol



ill. 3.10.2

Standing up kørestol



ill. 3.10.3

Cheeta : børnekørestol

ill. xxx - fravalg pga. specialfunktioner der i sidste ende ville modarbejde formålet med produktet.



ill. 3.10.4 - Assyst Maxima

Produktet kan monteres på denne stol, da den har det tværgående rør under sædet og den faste fodstøtte.

19 mm rør overalt på stolen gør det med muligt at montere med få tilpasninger af diverse monteringsclips.



ill. 3.10.5 - "Gitano"

Systemets gribearme kan monteres på denne kørestol uden problemer. Stangen i fronten er dog mere kompleks, da der ikke er en fodstøtte.

For at få produktet til at passe til denne kørestole vil der skulle laves en speciel fodstøtte.



ill. 3.10.6 - "TiLite Evo"

På denne kørestol kan gribearmene let monteres. Men derimod vil der være et problem med monteringen af stangen i fronten, da fodstøtten er en flade istedet for to rør.

En udskiftning eller modificering af fodstøtten ville altså være nødvendig.



ill. 3.10.7 - "Spotaidd"

Denne kørestol vil produktet nemt kunne tilpasses uden nogle ændringer af produktet.

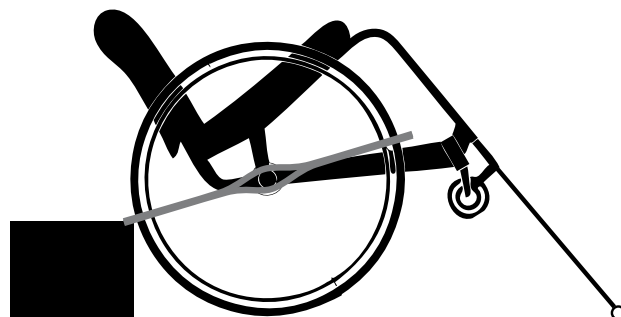
Dimensionering

Det overordnede system

Det tidspunkt, hvor løftearmen og udskydningsstangen er udsat for de største belastninger, er i den situation, hvor udskyderstængerne er skudt ud, og brugeren lige præcis har løftet kørestolens baghjul fra underlaget.

I den situation har kørestolen et fast understøtningspunkt ved gribeblødsen (Punkt A) og et løst understøtningspunkt ved de små forhjul under udskyderstangen (Punkt D).

Belastningen på de to stænger kommer fra vægten af kørestolen og dens bruger. Den samlede masses tyngdepunkt ligger lige over det bevægelige led ved hjulakslen (Punkt B). Brugeren holder baghjulene løftet ved at holde fast i løftearmen, hvilket skaber et moment i punkt B.



ill. 3.11.1

Situationen, hvor baghjulene er løftet fra jorden

Belastninger

Personvægt + vægt af kørestol:

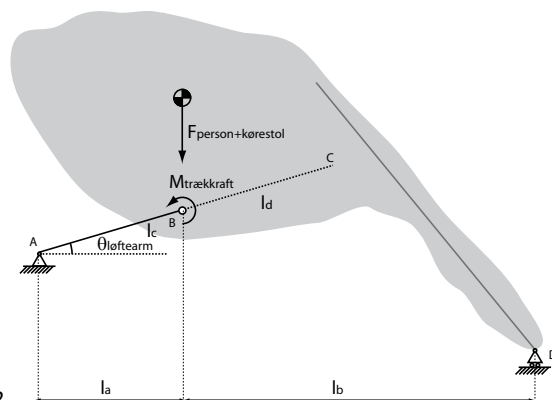
$$m_{\text{Personvægt} + \text{vægt}} := 120\text{kg} + 10\text{kg}$$

$$m_{\text{Personvægt} + \text{vægt}} = 130\text{ kg}$$

Personens tyngdekrafts belastning på den ene halvdel af kørestolen:

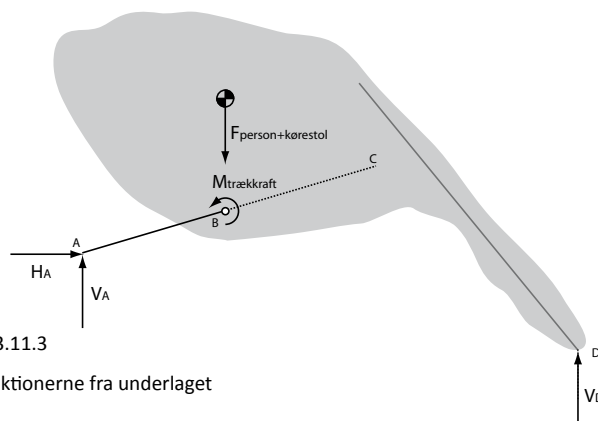
$$F_{\text{Personvægt} + \text{vægt}} := \frac{m_{\text{Personvægt} + \text{vægt}} \cdot g}{2}$$

$$F_{\text{Personvægt} + \text{vægt}} = 0.637 \cdot \text{kN}$$



ill. 3.11.2

Kørestolen er understøttet ved løftearmen og det ekstra forhjul. Brugeren holder i løftearmen og skaber det moment der holder baghjulene over jorden.



ill. 3.11.3

Reaktionerne fra underlaget

Detaljer

Længder og vinkler

Løftearmens vinkel i forhold til vandret:

$$\theta_{\text{løftearm}} := 15\text{deg}$$

Armens længde fra centrum af hjulet ud til gribeklodsens kontakt med trinnet:

$$l_c := 35\text{cm}$$

Den vandrette afstand fra centrum af hjulet ud til gribeklodsens kontakt med trinnet:

$$l_a := \cos(\theta_{\text{løftearm}}) \cdot l_c$$

$$l_a = 0.338\text{ m}$$

Den vandrette afstand fra centrum af hjulet ud til forskydningsstangens kontakt med underlaget:

$$l_b := 67\text{cm}$$

Armens længde fra centrum af hjulet ud til håndtaget:

$$l_d := 35\text{cm}$$

Reaktioner

Lodret reaktion på det ene lille forhjul:

$$\Sigma M_A := 0 \quad \begin{array}{l} \text{(Momentlignevægt omkring punktet A)} \\ \text{(Positiv i urets retning)} \end{array}$$

$$-V_D \cdot (l_a + l_b) + F_{\text{belastning}} \cdot l_a := 0$$

$$V_D := \frac{F_{\text{Personvægt}} + \text{vægt} \cdot l_a}{(l_a + l_b)}$$

$$V_D = 0.214 \cdot \text{kN}$$

Udregnet i kilo:

$$m_B := \frac{V_D}{g}$$

$$m_B = 21.799\text{ kg}$$

Næsten det samme, som vi vejede os frem til, så resultaterne er realistiske.

Lodret reaktion på den ene løftearm:

$$\Sigma V := 0\text{N} \quad \begin{array}{l} \text{(Lodret kraftlignevægt)} \\ \text{(Positiv retning op)} \end{array}$$

$$V_A + V_D - F_{\text{belastning}} := 0\text{N}$$

$$V_A := F_{\text{Personvægt}} + \text{vægt} - V_D$$

$$V_A = 0.424 \cdot \text{kN}$$

Udregnet i kilo:

$$m_A := \frac{V_A}{g}$$

$$m_A = 43.201\text{ kg}$$

Næsten det samme, som vi vejede os frem til, så resultaterne er realistiske.

Vandret reaktion på den ene løftearm:

$$\Sigma H := 0\text{N} \quad \begin{array}{l} \text{(Vandret kraftlignevægt)} \\ \text{(Positiv retning mod højre)} \end{array}$$

$$H_B := 0\text{N}$$

Momentet i punktet B

Det nødvendige moment, som løftearmen skal yde for at holde baghjulene over underlaget:

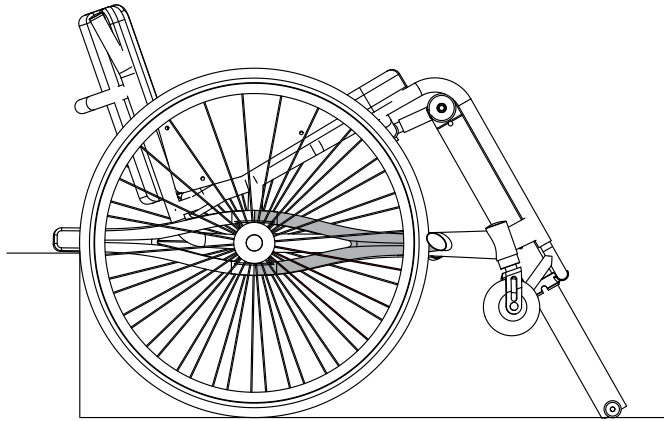
$$\Sigma M_B := 0 \quad \begin{array}{l} \text{(Momentlignevægt omkring punktet B)} \\ \text{(Positiv i urets retning)} \end{array}$$

$$V_A \cdot l_a - M_{\text{løftearm}} := 0$$

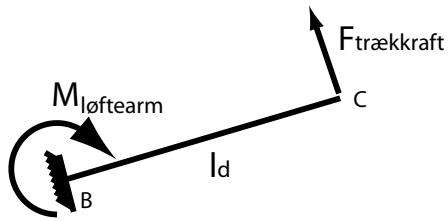
$$M_{\text{løftearm}} := V_A \cdot l_a$$

$$M_{\text{løftearm}} = 143.228 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

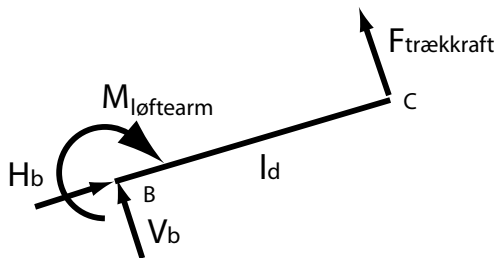
Detaljer



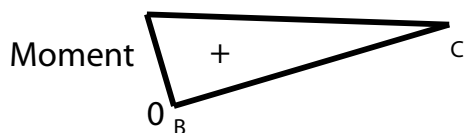
ill. 3.11.4 Løftearmen, der dimensioneres.



ill. 3.11.5 Det statiske system.



ill. 3.11.6 Reaktionerne.



ill. 3.11.7 Momentkurven.

Løftearmen

Løftearmens statiske system

Hvis vi betragter den øverste halvdel af løftearmen, så virker den som en indspændt bjælke, hvor brugerens trækkraft skaber et moment i bjælken.

Den nødvendige trækkraft

Den nødvendige kraft, som brugeren skal yde med hver arm for at holde baghjulene over underlaget:

$$\Sigma M_B := 0 \quad \begin{array}{l} \text{(Momentligevægt omkring punktet B)} \\ \text{(Positiv i urets retning)} \end{array}$$

$$F_{\text{trækkraft}} \cdot l_d - M_{\text{løftearm}} := 0$$

$$F_{\text{trækkraft}} := \frac{M_{\text{løftearm}}}{l_d}$$

$$F_{\text{trækkraft}} = 0.409 \cdot \text{kN}$$

Denne kraft svarer til at skulle løfte en vægt på:

$$m_{\text{trækkraft}} := \frac{F_{\text{trækkraft}}}{g}$$

$$m_{\text{trækkraft}} = 41.729 \text{ kg}$$

Detaljer

Inertimoment

Løftearmen dimensioneres ud fra bøjningsspændingen i armen ved punkt B, da momentkurven er på sit højeste her.

Tværsnittet består af to ovale rør. På et stykke af løftearmen er der svejst en pladeformet skraldemekanisme imellem rørene. Ved at udelade denne plades inertimoment sikres det, at denne dimensionering også er gældende på det stykke af løftearmen, hvor der ingen plade er.

Det ovale rørs tværsnitsdimensioner:

$$R_a := 11\text{mm}$$

$$R_b := 7.5\text{mm}$$

$$t_{\text{rør}} := 1.5\text{mm}$$

Rørets egeninertimoment:

$$I_{\text{rør}_e} := \frac{\pi [R_b \cdot R_a^3 - (R_b - t_{\text{rør}}) \cdot (R_a - t_{\text{rør}})^3]}{4}$$

$$I_{\text{rør}_e} = 3.8 \times 10^3 \cdot \text{mm}^4$$

Rørets tværsnitsareal:

$$A_{\text{rør}} := \pi \cdot [R_a \cdot R_b - (R_a - t_{\text{rør}}) \cdot (R_b - t_{\text{rør}})]$$

$$A_{\text{rør}} = 80.111 \cdot \text{mm}^2$$

Flytningsafstanden:

$$a_{\text{flytning}} := 46\text{mm}$$

Rørets inertimoment med flytningsbidrag:

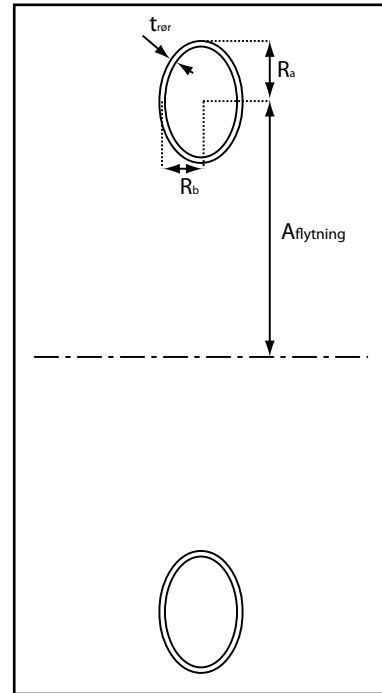
$$I_{\text{rør}} := I_{\text{rør}_e} + a_{\text{flytning}}^2 \cdot A_{\text{rør}}$$

$$I_{\text{rør}} = 1.733 \times 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

Det samlede inertimoment:

$$I_{\text{løftearm_samlet}} := I_{\text{rør}} \cdot 2$$

$$I_{\text{løftearm_samlet}} = 3.466 \times 10^5 \cdot \text{mm}^4$$



ill. 3.11.8 løftearmens tværsnit, hvor momentet er størst.

Modstandsmoment

Afstanden fra tyngdeaksen ud til de yderste fibre:

$$e_{\text{afstand}} := 57\text{mm}$$

$$W_{\text{løftearm}} := \frac{I_{\text{løftearm_samlet}}}{e_{\text{afstand}}}$$

$$W_{\text{løftearm}} = 6.081 \times 10^3 \cdot \text{mm}^3$$

Bøjningsspændingen

Der dimensioneres ud fra bøjningsspændingen

Beregnet bøjningsspænding:

$$\sigma_{\text{løftearm}} := \frac{M_{\text{løftearm}}}{W_{\text{løftearm}}}$$

$$\sigma_{\text{løftearm}} = 23.553 \cdot \text{MPa}$$

Detaljer

Flødning

Tilladelig bøjningsspænding:

$$\sigma_{\text{løftearm_till}} := 285 \text{ MPa}$$

Aluminium 7020 (Hatch, 1984, p. 192)

Beregnet sikkerhedsfaktor

$$N_{\text{sikkerhed}} := \frac{\sigma_{\text{løftearm_till}}}{\sigma_{\text{løftearm}}}$$

$$N_{\text{sikkerhed}} = 12.101$$

Udmattelsesbrud

Antallet af belastninger per dag er bestemt ud fra et "worst-case" scenarie hvor brugeren hver dag skal forcere et trin i følgende situationer:

1. Ud af bolig
2. Ind på arbejdsplads
3. Ud af arbejdsplads til frokost
4. Ind på arbejdsplads efter frokost
5. Ud af arbejdsplads
6. Ind i butik for at handle
7. Ud af butik
8. Ind i bolig
9. Ud af bolig for at besøge ven
10. Ind i bolig

Det er svært at estimere, hvor ofte brugeren vil gøre brug af produktet, da produktet har mulighed for at ændre brugerens handlemønstre radikalt. Opstillingen af scenariet vil dog under alle omstændigheder tilnærme sig et brugsmønster. Dette scenarie er bestemt ud fra et "worst-case"-scenarie, hvor brugeren bor i en bolig med et trin ud til gaden, og hvor der også er et trin ind til brugerens arbejdsplads.

Antal belastninger i dens levetid på 6 år

$$N_{\text{levetid}} := 10 \cdot 365 \cdot 6$$

$$N_{\text{levetid}} = 2.19 \times 10^4$$

Brudstyrken:

$$\sigma_{\text{ut}} := 372 \text{ MPa} = 53.954 \cdot \text{ksi}$$

Den ukorrigerede brudstyrke ved $5 \cdot 10^8$ belastninger

$$S_{f\text{at}5E8} := 130 \text{ MPa} \quad \text{da } \sigma_{\text{ut}} \geq 330 \text{ MPa}$$

(Norton, 2000, p. 332)

Både overfladefaktoren og pålidelighedsfaktoren bruges normalt til stål. Derfor er der sandsynligvis en forskel i disse data i forhold til data for aluminium, hvilket giver en usikkerhed i resultaterne.

Overfladefaktoren: maskinbearbejdet

$$C_{\text{surf}} := 0.81 \quad (\text{Norton, 2000, p. 350})$$

Pålidelighedsfaktoren er sat til 99,99 %. Denne faktor er sat så højt, fordi et brud vil kunne forårsage stor skade på brugeren, og fordi et brud i ét enkelt produkt vil skabe utryghed omkring brugen af produktet.

Pålidelighedsfaktoren: (pålidelighed på 99,99%)

$$C_{\text{reliab}} := 0.702 \quad (\text{Norton, 2000, p. 353})$$

Den korrigerede brudstyrke ved $5 \cdot 10^8$ belastninger

$$S_{f\text{at}5E8} := C_{\text{surf}} \cdot C_{\text{reliab}} \cdot S_{f\text{at}5E8}$$

$$S_{f\text{at}5E8} = 73.921 \cdot \text{MPa}$$

Denne faktor bruges til at lave den korrigerede Wöhlerkurve:

(Se "Wöhlerkurve - Løftearm" i "Appendiks" på cd'en)

Brudstyrke ved slutningen af produktets levetid:

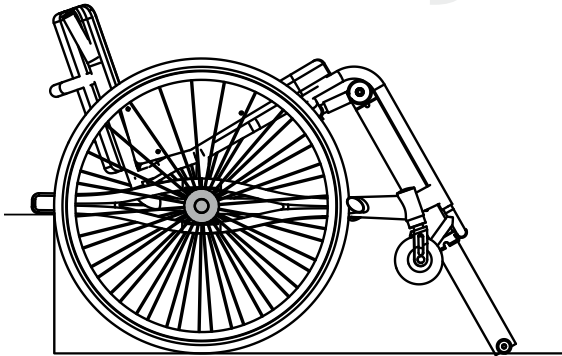
$$\sigma_{\text{løftearm_ut_till}} := 152 \text{ MPa} \quad \text{Belastninger: } 2.19 \cdot 10^4 \quad (\text{Aflæst på Wöhlerkurven})$$

Beregnet sikkerhedsfaktor

$$N_{\text{sikkerhed}} := \frac{\sigma_{\text{løftearm_ut_till}}}{\sigma_{\text{løftearm}}}$$

$$N_{\text{sikkerhed}} = 6.454$$

Detaljer



ill. 3.11.9 Skraldefunktionens placering.

Skraldefunktionen

Skraldefunktionens statiske system

Hvis brugeren slipper løftearmene, mens baghjulene er løftet, så slår skraldefunktionen til. Derved giver skraldefunktionen det moment, der skal til for at holde baghjulene løftet. Afsnittet undersøger, om skralden kan holde til den forventede belastning

Beregnet sikkerhedsfaktor

Momentet i skralden svarer til det moment, som løftearmen skulle give:

$$M_{\text{skralde}} := M_{\text{løftearm}}$$

$$M_{\text{skralde}} = 1.432 \times 10^5 \cdot N \cdot \text{mm}$$

Tilladeligt moment i skralden:

$$M_{\text{skralde_till}} := 340 \times 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Skralden, som beskrives her, er fra et stykke værktøj. Det er sikkert muligt at få en skralde, som er meget stærkere, hvis det er nødvendigt. Skralden kan ses her:

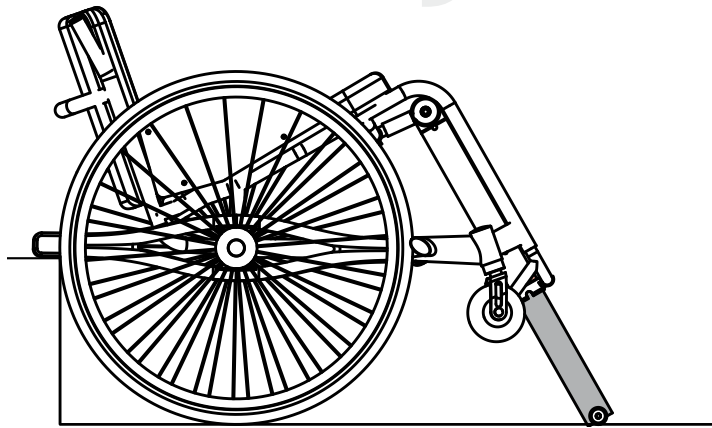
<http://www.toolworld.dk/store.php?ctrl=100501&pno=65279&pointer=0>

Sikkerhedsfaktor:

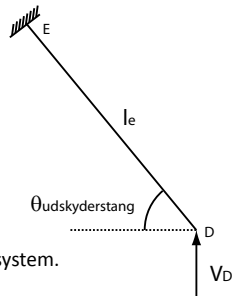
$$N_{\text{sikkerhedsfaktor}} := \frac{M_{\text{skralde_till}}}{M_{\text{skralde}}}$$

$$N_{\text{sikkerhedsfaktor}} = 2.374$$

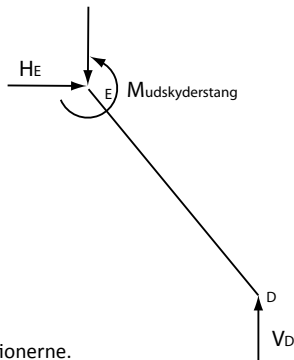
Detaljer



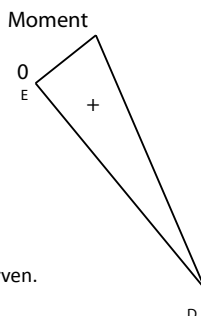
ill. 3.11.10 Udskyderstangen, der dimensioneres.



ill. 3.11.11 Det statiske system.



ill. 3.11.12 Reaktionerne.



ill. 3.11.13 Momentkurven.

Udskyderstangen

Udskyderstangens statiske system

Udskyderstangen er fastholdt i dens holder som en indspændt bjælke. Det moment, som reaktionerne i underlaget skaber, optages derfor gennem indspændingen. Momentet er også størst ved indspændingen.

Længder og vinkler

Stangens længde fra holderens udmundning til tværakslen:

$$l_e := 30\text{cm}$$

Stangens vinkel i forhold til vandret:

$$\theta_{\text{udskyderstang}} := 50^\circ$$

Reaktionskræfterne, som virker på de to forhjul, forplantes op i udskyderstangen:

$$V_G := 2 \cdot V_D$$

$$V_G = 0.428 \cdot \text{kN}$$

Momentet i punktet E

Momentet ved indspændingen i punktet E

$$\Sigma M_E := 0 \quad \begin{array}{l} \text{(Momentlignevægt omkring punktet E)} \\ \text{(Positiv i urets retning)} \end{array}$$

$$M_{\text{udskyderstang}} - V_G \cdot \cos(\theta_{\text{udskyderstang}}) \cdot l_e := 0$$

$$M_{\text{udskyderstang}} := V_G \cdot \cos(\theta_{\text{udskyderstang}}) \cdot l_e$$

$$M_{\text{udskyderstang}} = 8.245 \times 10^4 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$$

Horizontal reaktion ved indspændingen:

$$\Sigma H := 0 \quad \begin{array}{l} \text{(Vandret kraftlignevægt)} \\ \text{(Positiv retning mod} \end{array}$$

$$H_E := 0 \text{N} \quad \begin{array}{l} \text{højre)} \end{array}$$

Vertikal reaktion ved indspændingen:

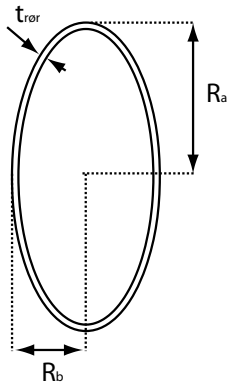
$$\Sigma V := 0 \quad \begin{array}{l} \text{(Lodret kraftlignevægt)} \\ \text{(Positiv retning op)} \end{array}$$

$$V_D - V_E := 0$$

$$V_E := V_D$$

$$V_E = 213.773 \text{ N}$$

Detaljer



ill. 3.11.14 Udskyderstanges tværsnit, hvor momentet er størst.

Inertimoment

Udskyderstangen dimensioneres ud fra spændingen i røret ved indspændingen i punkt E, da momentkurven er på sit højeste her.

Det ovale rørs tværsnitsdimensioner:

$$R_a := 24\text{mm}$$

$$R_b := 11.5\text{mm}$$

$$t_{\text{rør}} := 2.4\text{mm}$$

Rørets egeninertimoment:

$$I_{\text{uds_e}} := \frac{\pi \left[R_b \cdot R_a^3 - (R_b - t_{\text{rør}}) \cdot (R_a - t_{\text{rør}})^3 \right]}{4}$$

$$I_{\text{rør_e}} = 3.8 \times 10^3 \cdot \text{mm}^4$$

Modstandsmoment

Afstanden fra tyngdeaksen ud til de yderste fibre:

$$e_{\text{afstand}} := R_a$$

$$e_{\text{afstand}} = 24 \cdot \text{mm}$$

$$W_{\text{udskyderstang}} := \frac{I_{\text{uds_e}}}{e_{\text{afstand}}}$$

$$W_{\text{udskyderstang}} = 2.201 \times 10^3 \cdot \text{mm}^3$$

Bøjningsspænding

Der dimensioneres ud fra bøjningsspændingen

Beregnet bøjningsspænding:

$$\sigma_{\text{udskyderstang}} := \frac{M_{\text{udskyderstang}}}{W_{\text{udskyderstang}}}$$

$$\sigma_{\text{udskyderstang}} = 37.452 \cdot \text{MPa}$$

Tilladelig bøjningsspænding:

$$\sigma_{\text{udskyderstang_till}} := 285\text{MPa}$$

Aluminium 7020 (Hatch, 1984, p. 192)

Beregnet sikkerhedsfaktor

$$N_{\text{sikkerhed}} := \frac{\sigma_{\text{udskyderstang_till}}}{\sigma_{\text{udskyderstang}}}$$

$$N_{\text{sikkerhed}} = 7.61$$

Udmattelsesbrud

Materialet og antallet af belastninger er det samme som på løftearmen, så udskyderstangen får samme brudstyrke ved slutningen af produktets levetid:

$$\sigma_{\text{udskyderstang_ut_till}} := \sigma_{\text{løftearm_ut_till}}$$

$$\sigma_{\text{udskyderstang_ut_till}} = 152 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Belastninger: } 2.19 \cdot 10^4$$

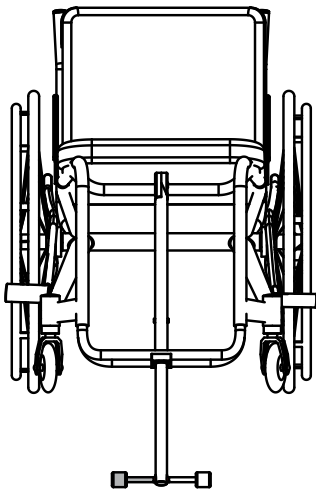
(Se "Wöhlerkurve - Udskyderstang" i "Appendiks" på cd'en)

Beregnet sikkerhedsfaktor

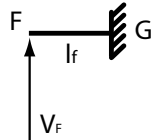
$$N_{\text{sikkerhed}} := \frac{\sigma_{\text{udskyderstang_ut_till}}}{\sigma_{\text{udskyderstang}}}$$

$$N_{\text{sikkerhed}} = 4.058$$

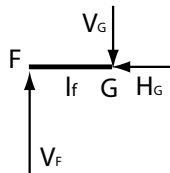
Detaljer



ill. 3.11.15 Hjulakslen, der dimensioneres.



ill. 3.11.16 Det statiske system.



ill. 3.11.17 Reaktionen.



ill. 3.11.18 Momentkurven.

Hjulakslen

Der dimensioneres efter den situation, hvor forenden kun står på ét af de to ekstra forhjul, så den ene halvdel af hjulakslen er belastet dobbelt så meget.

Belastningen på det ene forhjul:

$$\Sigma V := 0$$

$$V_F - V_G := 0$$

$$V_F := V_G$$

$$V_F = 427.547 \text{ N}$$

Længder og vinkler

Akslens længde fra det ene forhjul til indspændingen

$$l_f := 70 \text{ mm}$$

Momentet i punktet F

Momentet i akslen ved punkt F

$$M_{\text{aksel}} := V_F \cdot l_f$$

$$M_{\text{aksel}} = 29.928 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

Inertimoment

Udskyderstangen dimensioneres ud fra spændingen i akslen ved punkt F, da momentkurven er på sit højeste her.

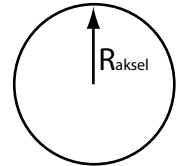
Akslens tværsnitsdimensioner:

$$R_{\text{aksel}} := 7 \text{ mm}$$

Akslens egeninertimoment:

$$I_{\text{aksel_egen}} := \frac{\pi \cdot R_{\text{aksel}}^4}{4}$$

$$I_{\text{aksel_egen}} = 1.886 \times 10^3 \cdot \text{mm}^4$$



ill. 3.11.19 Hjulakslens tværsnit.

Modstandsmoment

Afstanden fra tyngdeaksen ud til de yderste fibre:

$$e_{\text{afstand}} := R_{\text{aksel}}$$

$$e_{\text{afstand}} = 7 \cdot \text{mm}$$

Modstandsmomentet:

$$W_{\text{aksel}} := \frac{I_{\text{aksel_egen}}}{e_{\text{afstand}}}$$

$$W_{\text{aksel}} = 269.392 \cdot \text{mm}^3$$

Flydning

Der dimensioneres ud fra bøjningsspændingen

Beregnet bøjningsspænding:

$$\sigma_{\text{aksel}} := \frac{M_{\text{aksel}}}{W_{\text{aksel}}}$$

$$\sigma_{\text{aksel}} = 111.096 \cdot \text{MPa}$$

Tilladelig bøjningsspænding:

$$\sigma_{\text{aksel_till}} := 415 \text{ MPa}$$

Rustfrit stål: AISI 304HN
(matweb, 2007)

Detaljer

Beregnet sikkerhedsfaktor

$$N_{\text{sikkerhed}} := \frac{\sigma_{\text{aksel_till}}}{\sigma_{\text{aksel}}}$$

$$N_{\text{sikkerhed}} = 3.736$$

Nedbøjning

Ståls elasticitetsmodul

$$E := 210000 \text{ MPa}$$

Den maksimale nedbøjning

$$\delta_B := \frac{V_F \cdot l_f^3}{3E \cdot I_{\text{aksel_egen}}}$$

$$\delta_B = 0.123 \cdot \text{mm}$$

Acceptabel nedbøjning

$$\delta_{B_Acceptabel} := 2 \text{ mm}$$

Udmattelsesbrud

Antallet af belastninger er det samme som på de andre elementer:

$$N_{\text{levetid}} = 2.19 \times 10^4$$

Brudstyrken:

$$\sigma_{\text{ut}} := 725 \text{ MPa} = 105.152 \cdot \text{ksi}$$

Den ukorrigerede brudstyrke ved $5 \cdot 10^6$ belastninger

$$S_e := 0.5 \cdot \sigma_{\text{ut}} \quad \text{da } \sigma_{\text{ut}} < 1379 \text{ MPa}$$

$$S_e = 362.5 \cdot \text{MPa} \quad (\text{Norton, 2000, p. 332})$$

Overfladefaktoren:

$$C_{\text{surf}} := 0.75 \quad \begin{array}{l} \text{Machined)} \\ (\text{Norton, 2000, p. 350}) \end{array}$$

Pålidelighedsfaktoren:

$$C_{\text{reliab}} := 0.702 \quad \begin{array}{l} (\text{pålidelighed på 99,99\%}) \\ (\text{Norton, 2000, p. 353}) \end{array}$$

Den korrigerede brudstyrke ved $5 \cdot 10^6$ belastninger

$$S_e := C_{\text{surf}} \cdot C_{\text{reliab}} \cdot S_e'$$

$$S_e = 190.856 \cdot \text{MPa}$$

Denne faktor bruges til at lave den korrigerede Wöhlerkurve:

(Se "Wöhlerkurve - Aksel" i "Appendiks" på cd'en)

Brudstyrke ved slutningen af produktets levetid:

$$\sigma_{\text{aksel_ut_till}} := 265 \text{ MPa} \quad \begin{array}{l} \text{Belastninger: } 2.19 \cdot 10^4 \\ (\text{Aflæst på Wöhlerkurven}) \end{array}$$

Der dimensioneres også her ud fra bøjningsspændingen. Dog belastningen typisk fordeles på begge forhjul, så momentet |

Beregnet bøjningsspænding:

$$\sigma_{\text{aksel}} := \frac{\frac{M_{\text{aksel}}}{2}}{W_{\text{aksel}}}$$

$$\sigma_{\text{aksel}} = 55.548 \cdot \text{MPa}$$

Beregnet sikkerhedsfaktor

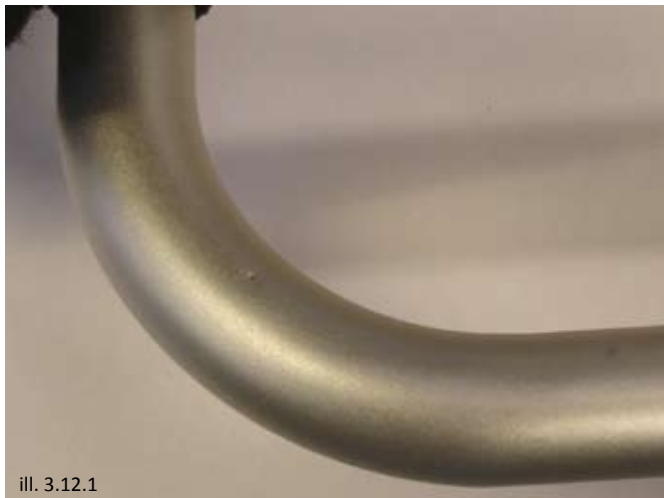
$$N_{\text{sikkerhed}} := \frac{\sigma_{\text{aksel_ut_till}}}{\sigma_{\text{aksel}}}$$

$$N_{\text{sikkerhed}} = 4.771$$

Detailjering

Produktion

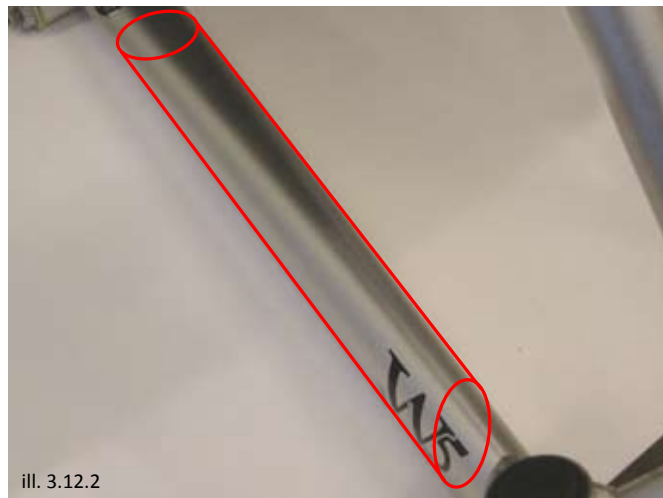
I formgivningsprocessen er der taget udgangspunkt i de processer, der anvendes ved Wolturnus i deres nuværende produktionsanlæg. De processer, der anvendes til fremstillingen af den valgte løsning er bukning, presning, TIG-svejsning, anodisering og limning.



ill. 3.12.1

Bukning

For at de tynde aluminiumsprofiler ikke revner i bukningsprocessen bliver røret udglødet forinden. Ved udglødning fjernes spændingerne i materialet og holdbarheden øges. Herefter bukkes profilet til den ønskede form under opvarmning.



ill. 3.12.2

Presning

Et karakteristisk træk ved Wolturnus W5 stolen er, at røret mellem for- og baghjul er presset i enderne, så det går fra at være højt til at være fladt. Ved denne proces er det vigtigt at profilet udglødes for at undgå revnedannelse.



ill. 3.12.3

Svejsning

Alle svejsningerne på Wolturnus stole er lavet ved TIG-svejsning, hvor profilerne svejses sammen ved at smelte materialet og tilføje noget materiale. TIG-svejsning giver en meget stærk samling.



ill. 3.12.4

Materialer

Wolturnus anvender en aluminiumslegering, 7020 (Al Zn 4.5 Mg1), som har god svejsbarhed, høj styrke og en høj stivhed. Netop dette materiale anvendes også til cykler, motorcykler og fly som bærende konstruktion pga. det høje styrke/vægtforhold.

Detaljer



ill. 3.12.5

Efterbehandling

Alle stel, som bliver lavet ved Wolturnus bliver anodiseret og eventuelt farvet efter kundens ønske. Anodiseringen gør overfladen mere holdbar og beskytter stellet mod korrosion.



ill. 3.12.6

Limning

På den eksisterende Wolturnus W5 stol er der også nogle ståldele der skal fastgøres og som ikke kan svejdes fast. Dette er f.eks. tilfældet med hjulakslen, som er limet fast til stellet.

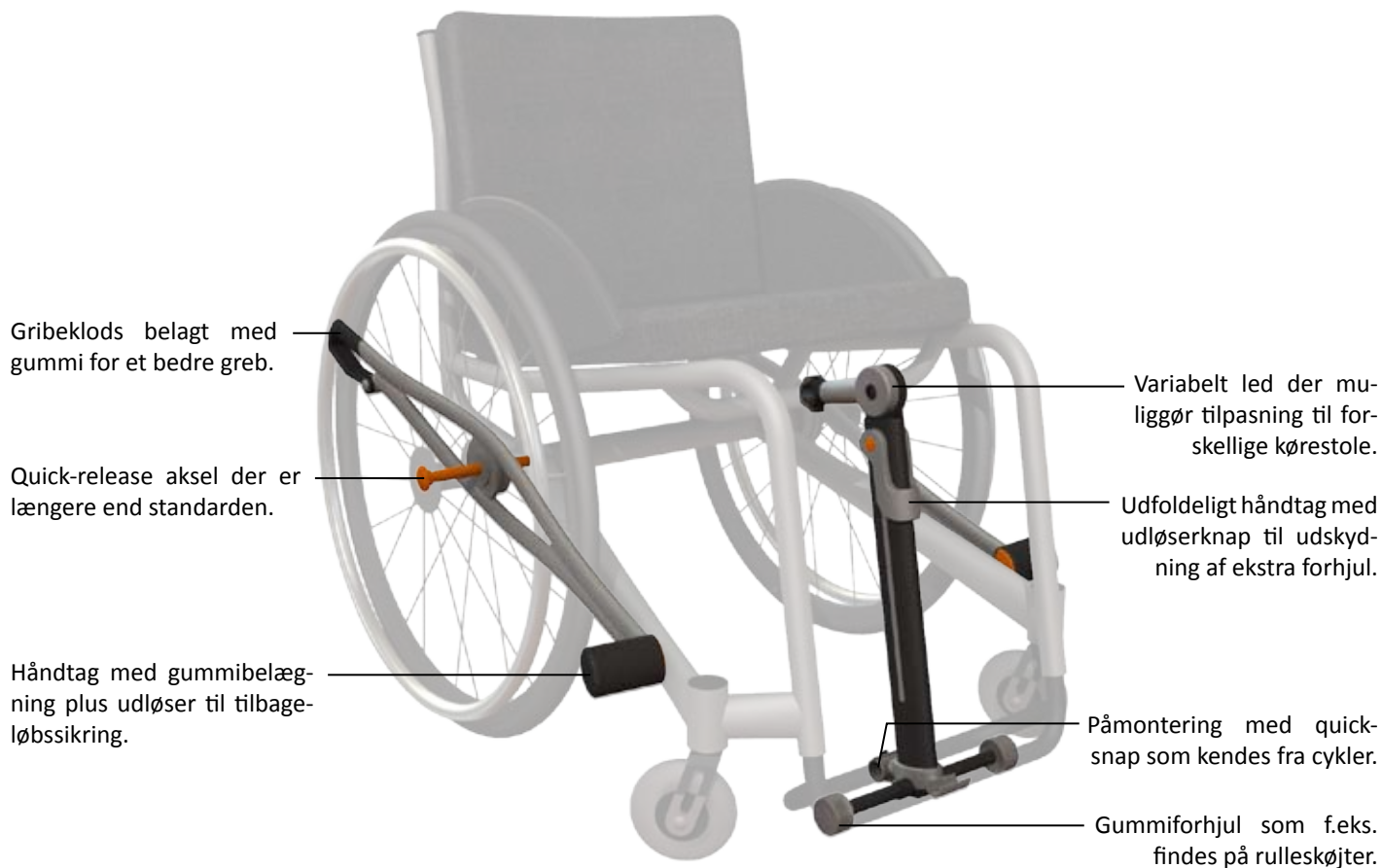
Opsamling

Der lægges vægt på at den opnåede løsning kan produceres ved Wolturnus. Dette afspejles også i designet, hvor der hovedsageligt er brugt rørprofiler, som kan bearbejdes med eksisterende produktionsteknikker. Dette er gjort med henblik på at en prototype kan laves ved Wolturnus, hvor de fleste dele er håndlavede. På den måde kan princippet blive gennemprøvet og der kan laves ændringer, hvor det er nødvendigt, uden at det kommer til at betyde store ændringer i produktionsanlægget. I en fremtidig produktion med et større antal oplag vil mere avancerede produktionsmetoder evt. blive relevante for at erstatte noget af det manuelle arbejde. Disse produktionsmetoder kan eksempelvis være sprøjtstøbning af plastemner og ekstrudering af aluminiumsprofiler.

Detaljer

Løsningen

Her præsenteres den valgte løsning som den ser ud ved projektperiodens afslutning. De nærmere detaljer omkring produktet findes i produktrapporten.



3.12.7 WheelStep moteret på en Woltornus W5 kørestol.

Detaljerings

Fremsstilling af prototype

Efter formen på de forskellige delelementer er fastlagt, begynder en fremsstilling af en prototype i samarbejde med Peter Libak hos Wolturnus. Arbejdet foregår i værkstedet hvor materialer og produktionsanlæg stilles til rådighed.

I tæt samarbejde med Peter Libak arbejdes der videre med de forskellige processer til fremsstilling af produktet. Først fremsstilles en simpel funktionsmodel, der skal bruges til brugertests. Det, at modellen er fremsstillet i det rigtige materiale, giver en klar ide om, hvordan produktet føles at bruge, hvor meget det vejer, og ikke mindst giver det en klar ide om produktets dimensioner.

Der arbejdes videre med produktet efter endt projektperiode for at få indblik i de processer der ligger til grund for produktmodningen.



3.12.8 Prototypen monteret på en Wolturnus W5 kørestol.



3.12.9 Det afmærkes hvor profilerne skal bukes.



3.12.10 Profilerene skæres til, så håndtaget kan svejses på.



3.12.11 Håndtaget TIG-svejses fast på profilet.

Konklusion

Processen

Processen er startet med at undersøge, om der overhovedet er et behov for dette produkt. RYKs tilgængelighedsdatabase har vist, at antallet af tilgængelige steder for handikappede bliver ca. fordoblet, hvis der laves en kørestol, som kan forcere et trin. Undersøgelsen "Det gode liv" viser, at handicappede sætter stor pris på produkter, som øger tilgængeligheden.

Næste fase har haft til formål at undersøge, hvad problemerne er ved at komme op af trin, og hvor problemerne typisk opstår. Projektgruppen har foretaget undersøgelserne alene og sammen med tre paraplegikere, Knud Rune, Aase og Gitte. Disse undersøgelser har givet megen ny viden og har derfor været uundværlige i arbejdet med at forstå brugernes problemer.

Derudover er der foretaget en registrering af eksisterende kørestole og en registrering af, hvilke eksisterende løsninger, der findes til forcering af trin. Disse registreringer har givet projektgruppen et indblik i, hvorfor der ikke tidligere er lavet en anvendelig løsning til at forcere trin ved håndkraft.

Resultatet af alle registreringerne har skabt grundlaget for en problemformulering og en målsætning, der har virket som en styrende parameter igennem hele projektet.

For at sikre, at produktet bliver mere end bare en funktionel løsning, er der arbejdet med Erik Lerdahls visionsbaserede model. Modellen er brugt til at skabe en værdimission og interaktionsvision, som beskriver henholdsvis intentionen og interaktionen med produktet på et abstrakt plan. Den visionsbaserede model har været god til at give projektgruppen en fælles forståelse for de funktionelle og æstetiske værdier, som ligger i produktet.

Konceptgenereringen er startet med fri skitsering og efterfølgende associationsteknik for at generere en masse idéer. Mange af de videreførte idéer er kommet fra fri skitsering. Associationsteknikken har givet en masse vilde idéer. Der er dog kun arbejdet videre med de idéer, der kunne ses en reel mulighed i.

Nogle af de fremkomne idéer er efterfølgende blevet videreudviklet vha. små funktionsmodeller i Lego Technic og som papmodeller. Disse modeller har været uundværlige i arbejdet med at undersøge bevægelserne i de skitserede principper. Dog er modellerne ofte misvisende i forhold til skala og vægt.

Ved at gennemsnøge mulighederne i de første skitser har det vist sig, at løsningen kan laves som retrofitting til en eksisterende kørestol. Derfor er der efterfølgende blevet fokuseret på at lave en løsning, som kan monteres på en eksisterende Woltornus W5 kørestol.

Der er bygget et trin på 21 cm til at teste forskellige løsninger. De første forsøg med trinnet har gjort det klart, at kørestolen kommer til at stå for skævt ved et trin på 21 cm, så løsningen derfor skal indebære en justering af tyngdepunktet.

Efter de indledende idéfaser har projektgruppen skabt et overblik over delfunktionerne og de tilhørende løsningsprincipper. Dette er gjort med Eskild Tjalves funktion-middel diagram. Dette diagram er derefter brugt til at udvælge de principper, som har størst potentiale. Disse principper testes og videreudvikles efterfølgende ved brug af 1:1 arbejdsmodeller. Ingen af arbejdsmodellerne har taget særligt lang tid at lave, men de har været et stærkt værktøj til at give et billede af, hvordan principperne vil fungere.

De bedste principper er præsenteret på en workshop, hvor brugerne Aase og Knud Rune har kommenteret principperne, og hvor Knud Rune har afprøvet en af arbejdsmodellerne. Workshoppens er brugt til at sikre, at der ikke er uforudsete problemer ved løsningerne.

På baggrund af projektgruppens og brugernes evaluering udvælges det endelige koncept, som er bragt videre til en detaljering. Samtidig er kravene i målsætningen blevet revurderet, så de passer til det fremkomne koncept.

I detaljeringen er den morfologiske analyse blevet brugt til at skabe et overblik over de forskellige detaljer, der skal arbejdes med. Efterfølgende er der arbejdet på de enkelte detaljer i en iterativ proces, hvor detaljerne både er bearbejdet enkeltvis og kombineret til en samlet helhed.

Alle komponenterne er dimensioneret, så de kan holde til det forventede antal belastninger. Efter nødvendighed er der regnet på spændinger, udbøjning og udmattelsesbrud for forskellige komponenter.

Samtidig er det overvejet, hvordan løsningen skal produceres. Til slut er der lavet der en prototype, som er brugt til at teste og vise det endelige princip.

Konklusion

Produktet

Processen har skabt et produkt, som øger tilgængeligheden for paraplegikere i deres hverdag. Produktet hedder Wheel-Step og er et kit, som kan monteres på en eksisterende kørestol så den kan forcere et trin. Retrofitting kittet består af to løftearme og to ekstra udskydelige forhjul. Med dette system kan brugeren ved egen kraft løfte kørestolen over et trin på 21 cm i højden. Ifølge statistiske data fra RYK-databasen vil produktet øge tilgængeligheden til offentlige bygninger med ca. 100 %.

Løsningen harmonerer med den æstetiske fremtoning af kørestolen Wolturnus W5, idet Wheel-Step, ligesom W5, består af rørprofiler og samtidig følger de eksisterende linjer på W5-kørestolen.

Det har været et mål, at Wheel-Step ikke må forringe den eksisterende kørestols funktionalitet væsentligt. Når produktet er påmonteret, forøger det kørestolens vægt med ca. 2.4 kg, mens kørestolens bredde forøges med ca. 3 cm. Dette giver en vægtforøgelse på 24 %, mens kørestolen stadig kan køre gennem en dør på 70cm.

Betjeningen af Wheel-Step er både hurtig og nem. Forsøg med prototypen har vist, at forcering af et trin kan udføres på 20-25 sekunder. Beregninger siger, at den nødvendige trækraft til løftet af kørestolen svarer til ca. 1/3 af brugerens vægt, hvilket svarer til 29 kg ved en person på 80 kg. Udskyderstangen skal trækkes ind med en kraft svarende til 10 kg. Afprøvning med prototypen viser, at en bruger sagtens kan trække med denne kraft.

Det er meget vigtigt, at Wheel-Step er sikker at bruge. Under forcering af trinnet har kørestolen derfor altid kontakt til underlaget på fire understøtningspunkter: gribeklodserne og de ekstra forhjul. Dette giver en god sikkerhed, da sandsynligheden for at vælte mindskes. Desuden er gribeklodserne belagt med en skridsikker belægning, så de ikke kan glide af trinnet. Skraldemekanismen er en anden sikkerhedsmekanisme, som låser løftearmen, hvis brugeren ved et uheld slipper håndtaget, eller af anden grund har lyst til at stoppe midt i processen.

Komponenterne i Wheel-Step udsættes for mange og store belastninger. Løftearmen, skralden udskyderstangen og hjulakslen er alle dimensioneret til at kunne holde til belastningerne fra en bruger, som benytter funktionen ti gange hver dag i den forventede levetid på seks år, da dette er det samme

som en kørestol er sat til at kunne holde.

De ekstra forhjul består af almindelige rulleskøjtehjul, så de kan udskiftes, hvis de bliver slidt eller går i stykker.

Kørestolen udsættes for alt slags vejr. Derfor er alle dele enten beskyttet mod skidt eller udformet, så brugeren kan komme til at gøre dem rene med en klud.

Wheel-Step kan monteres på alle Wolturnus W5 kørestole og flere andre fastrammekørestole, som har en tværstang under sædet og en fodstøtte bestående af to parallelle rør. For hver producent skal der laves en holder til udskyderstangen, som passer præcis til producentens type af fodstøtte. Tilpasningen til hver enkelt stol sker ved at justere det led, som holder udskyderstangen fast til tværstangen under sædet. Systemet kan tages af og på vha. nogle håndbetjente låsemekanismer. Montering kan ske, uden at kørestolen skal modificeres.

Løsningen består hovedsageligt af aluminiumsprofiler, som kan produceres hos Wolturnus A/S. Gummiet til gribeklodsen og håndtaget og de færdigproducerede dele som skralden og alle skruerne kan købes hos underleverandører. Dette gør en produktionsopstart billigere, da der fra Wolturnus' side ikke skal investeres i nye produktionsapparater, hvis Wheel-Step skal produceres.

Da Wheel-Step består af forholdsvis billige komponenter, vil produktet ikke blive specielt dyrt. Da produktet samtidig øger brugerens tilgængelighed, vil kommunen, som står for indkøbet, blive nødt til at stille produktet til rådighed, hvis en bruger kræver det.

Wheel-Step løser den opstillede problemstilling, da produktet forcerer trin på op til 21 cm og samtidig harmonerer godt med den eksisterende kørestols æstetik. Produktet opfylder desuden alle punkter i målsætningen til en grad, hvor der ikke har været behov for at indgå store kompromiser. For at produktet kan sættes i produktion, kræves der kun en producent, som er villig til at produktionsoptimere produktet, så det kan komme ud på markedet og hjælpe paraplegikere i deres hverdag.

Perspektivering

Videreudvikling af produktet

I dette projekt er der udarbejdet et forslag til den første produktserie. Produktet er ikke gennemtestet i sin endelige form og kan derfor blive ændret. Disse ændringer kan f.eks. komme i forbindelse med produktionsmodning, forfinelse af funktionerne og sikkerhedsmæssige forhold.

En fremtidig mulighed for at forbedre produktet vil være at integrere funktionen i kørestolen i endnu højere grad. Dermed kan den nuværende forøgelse af kørestolens bredde eventuelt minimeres, og andre faktorer som det funktionelle og æstetiske kan i en højere grad blive integreret i kørestolen.

En ændring af brugerens liv

Produktet giver en reel mulighed for at forbedre kørestolsbrugeres livskvalitet. Løsningen øger kørestolsbrugernes tilgængelighed og gør dem i stand til højere grad at bevæge sig rundt på lige fod med gående personer.

Tilpasning til andre kørestole

Projektet er lavet med udgangspunkt i, at produktet kan monteres på en Woltornus W5 kørestol. Selvom produktet kan passe på andre stole, er der ikke nogen fælles standard, der kan gøre det muligt at lave produktet, så det kan passe på alle kørestole. Det er en mulighed at udarbejde et alsidigt specialbeslag, der kan tilpasses andre stole eller at have flere forskellige beslag, der kan gøre montering på flere stole mulig.

Foruden fastramme kørestolene, som der er lag vægt på i projektet, vil der være mulighed for at tilpasse princippet til eksempelvis motordrevne stole og dermed give andre handicappede mulighed for at få øget deres tilgængelighed.



Cd



Litteraturliste

- Hatch, J.E., 1984, *Aluminum: Properties and physical metallurgy*, Metals Park, Ohio
- Jakobsen, I.V., 2007 - "*Produkt og interface 1*", Forelæsning
- Kano, N., 1984 - *Attractive quality and must-be quality*, The Journal of the Japanese Society for Quality Control, April, pp. 39-48
- Norton, R.L., 2000, *Machine Design: An integrated Approach*, 2nd ed., Prentice Hall
- Riis, V., 2001 - *Design gennem 200 år, Analyse og vurdering af design*, Gyldendal Uddannelse, København
- Striim, O. 2000 - *Kreativ Problemløsning og praktisk ideudvikling*, 2nd ed., Gyldendals Boghandel, Denmark
- Tjalve, E. 1976 - *Systematisk Udformning af Industriprodukter*, Akademisk Forlag
- Tollestrup, C. 2005 - *Systematisk skitsering*, forelæsning på AAU
- Tollestrup, C. 2004 - *Value and Vision-based Methodology in Integrated Design PhD.*, AAU, Aalborg, Arkitektur og Design
- Ulrich, K. T. & Eppinger, S. D. 2003 - *Product design and development*, 3rd ed., McGrawHill
-
- DHF, 2007 - *Undersøgelsen "Det Gode Liv"*, [Online]
www.dhf-net.dk
- iBot, 2007 – *iBot*, [Online]
<http://www.ibotnow.com>
- Manningawards, 2007 – *Manning Awards*, [Online]
<http://www.manningawards.ca/awards/youngcanadians/mehman.shtml>
- Matweb, 2007 – *AISI 304HN* [Online]
<http://www.matweb.com/search/SpecificMaterial.asp?bassnum=MQ304HN>
- Wikipedia A, 2007 - *Personas*, [Online]
<http://en.wikipedia.org/wiki/Personas>
- Wikipedia B, 2007 – *iBot kørestolen*, [Online]
<http://en.wikipedia.org/wiki/IBOT>
- Wolturnus, 2007 – *Wolturnus A/S*, [Online]
www.wolturnus.dk
- RYK, 2007 - *Tilgængelighedsdatabasen*, [Online]
www.ryk.dk

Illustrationsliste

Hvor ikke andet er angivet, er det egne illustrationer.

III. 1.3.1 – Baseret på data fra [RYK, 2007]

III. 1.3.2 – Baseret på data fra [RYK, 2007]

III. 1.9.1 – www.snugseat.com

III. 1.9.2 – www.levo.ch

III. 1.9.3 – www.invacare.com

III. 1.9.4 – www.tankchair.com

III. 1.9.5 – www.usatechguide.org

III. 1.9.6 – www.wolturnus.dk

III. 1.10.1 www.ibotnow.com

III. 1.10.2 www.ibotnow.com

III. 1.10.3 www.ibotnow.com

III. 1.10.4 www.ibotnow.com

III. 1.10.5 www.manningawards.com,

III. 1.11.1 www.wolturnus.dk

III. 1.11.2 www.wolturnus.dk

III. 1.11.3 www.wolturnus.dk

III. 1.11.5 www.wolturnus.dk

III. 1.18.2 – Adobe Stock Photos

III. 1.18.3 – www.flickr.com

III. 1.21.1 – www.flickr.com

III. 1.21.2 – www.flickr.com

III. 1.21.3 – www.flickr.com

III. 1.22.1 – www.flickr.com

III. 1.22.2 – www.flickr.com

III. 1.22.3 – www.flickr.com

III. 1.22.4 – www.flickr.com

III. 2.10.3 – www.flickr.com

III. 2.10.4 – www.flickr.com

III. 2.10.5 – www.flickr.com

III. 2.10.6 – www.flickr.com

III. 2.10.18 – www.flickr.com

III. 3.3.1 - www.stanleyworks.dk

III. 3.10.1 – www.colourswheelchair.com

III. 3.10.2 – www.kebocare.com

III. 3.10.3 – www.snugseat.com

III. 3.10.4 – www.assyst.dk

III. 3.10.5 – www.wolturnus.dk

III. 3.10.6 – www.1800wheelchair.com

III. 3.10.7 – www.sportaid.com

III. 3.12.5 – www.hai.dk

