



ManTo

Ergonomisk design af hvilestol

Titelblad

Aalborg Universitet
Arkitektur og Design, 5. semester

Titel: ManTo - Ergonomisk design af hvilestol
Tema: Transparens
Periode: 4. september 2006 - 4. januar 2007
Gruppe: 11

Vejleder: Bente Dahl Thomsen
Bivejleder: Jørgen Kepler

Oplagstal: 10
Sidetal: 94

Synopsis

I dette 5. semesters projekt udarbejdes en hvilestol med udgangspunkt i et konkurrenceoplæg fra hvilestolsfabrikanten A.P. Furniture A/S (A.P.).

Stolen er udformet under temaet funktionel, strukturel og æstetisk transparens. Dette kombineres med oplevelsen af stolen på flere abstraktionsniveauer vha. Donald A. Normans teorier og Erik Lerdahl's værdi og visionsbaserede metode. Derudover anvendes Henrik Dahls Minervamodel til at visualisere en konkret målgruppe.

Gennem projektet er der hovedsageligt arbejdet med udgangspunkt i ergonomiske principper. Disse principper er fremkommet gennem undersøgelser af allerede eksisterende møbler, samt gennem flere forsøg vha. en funktionsmodel i 1:1.

Rapporten beskriver processen gennem de tre hovedfaser: Program, Koncept og Konceptdetaljering og uddyber de valg, der er foretaget i disse faser.

Endeligt konkluderes det at der er formgivet en skulpturel stol, der er baseret på et nyskabende funktionsprincip.

Allan Ranch

Andreas Hammershøj Olesen

Kristian Trier Winther Villadsen

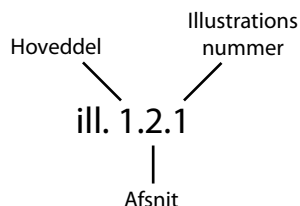
Thais Pedersen

Thomas Broen

Læsevejledning

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

Henvisninger til illustrationer er angivet som:



Ved henvisninger til appendiks og bilag anvendes samme model: (se appendiks 1.1.1). Appendiks og bilag forefindes på den medfølgende CD.

CD'en indeholder desuden rapporten i pdf-format og en lang række billeder fra de forskellige processer i projektet. Eksempelvis billeder og tegninger fra fremstilling af 1:1 model. På CD'en forefindes desuden 3D-modeller af stolen, GANTT skema og detaljerede beregninger.

Rapporten er inddelt i flere hoveddele:

I første del af rapporten præsenteres produktets form, funktion og detaljer, som de ville blive præsenteret i en salgsbrochure. Denne præsentation er hovedsageligt visuel og beskriver ikke produktet i detaljer.

Herefter påbegyndes procesbeskrivelsen inklusiv program og koncept. Denne del beskriver og dokumenterer den projektmæssige tilgang ved hjælp af konkrete eksempler fra gruppens arbejde.

Efterfølgende præsenteres selve produktet i detaljer ud fra ergonomi, æstetik, tekniske parametre osv.

Afslutningsvis konkluderes og perspektiveres der på projektet som samlet proces.

Forord

Stolens navn, ManTo er opstået af to associationer. Det ene til insektet mantodea, en knæler. Et mere nutidigt navn er valgt i form af ManTo, der signalerer at stolen er designet til manden.

Gennem projektet har der været kontakt til mange personer og virksomheder, som har været behjælpelige med besvarelse af spørgsmål og vejledning indenfor områder, som gruppen ikke har et tilstrækkeligt kendskab til.

Mange tak til Per Villadsen, Trier Christensen Maskinfabrik for hjælp med udarbejdelse af model.

Mange tak til A. P. Furniture A/S for vejledning under projektet.

Mange tak til Kinnarps for udlån af cylinder.

Indholdsfortegnelse

Produktpræsentation	4	Koncept	47
		Ergonomi	48
Projektoverblik	12	Vippefladesystem	49
Indledende arbejde	13	Vippefunktion	51
Projektets struktur	14	Formparametre	52
Arbejdsmetode	15	Formudtryk	53
Program	17	Konceptdetaljer	55
Indledning	18	Indledning	56
A.P. Furniture A/S	19	Systematisk skitsering	57
Ergonomi	20	Gravko vs. havestol	58
Fremtid - Megatrends	21	Den valgte form	59
Stemning	22	3D-skitsering	60
Brugsscenarier	24	Skitsering	61
Markedsregistrering	25	Funktionsmodel	62
Målgruppe	26	Præsentationsmodel	66
Problemformulering	27	Aktivering af gascylinder	67
Vision	28	Brug af beregninger	68
Fremgangsmåde	29	Produktion og materialer	69
Indhold	30	Konklusion	73
Konceptudarbejdelse	33	Produktpræsentation	74
Indledning	34	Form	75
Den visionsbaserede model	35	Ergonomi – oplevelse og funktion	76
Værdimission	36	Eksplotationsdiagram	78
Interaktionsvision	37	Detaljer	80
Designspecifikation	38	Tekniske tegninger	82
Formgivning	39	Beregninger	84
Idegenerering	40	Pakning	90
Forsøg	41	Priser	91
Funktionsprincipper	42	Konklusion	92
Form follows function	43	Perspektivering	93
Formundersøgelse med modeller	44	Referencer	94

Produktpræsentation



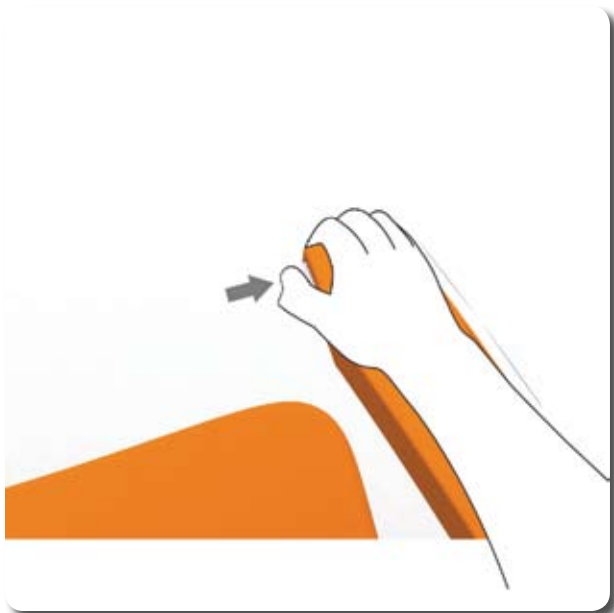
Autencitet

Stellet er opbygget i aluminium, der kan leveres i et væld af forskellige farver og overfladebehandlinger.

Stolen kan betrækkes med højkvalitets tekstiler eller læder i en vifte af forskellige farver.



Funktion



Ved et tryk på knappen lænes ryglænet tilbage i et jævnt tempo. Ryglænet kan stoppes undervejs ved at slippe knappen igen.



Nakkestøtten kan justeres trinløst afhængig af, om stolen anvendes til læsning, tv, afslapning eller lignende.



Ergonomi



Vippepladerne sikrer, at ryggen får den rette støtte i alle stillinger.



Stolen kan lænes tilbage for en mere afslappende stilling.

Pause



Standby



Individualitet





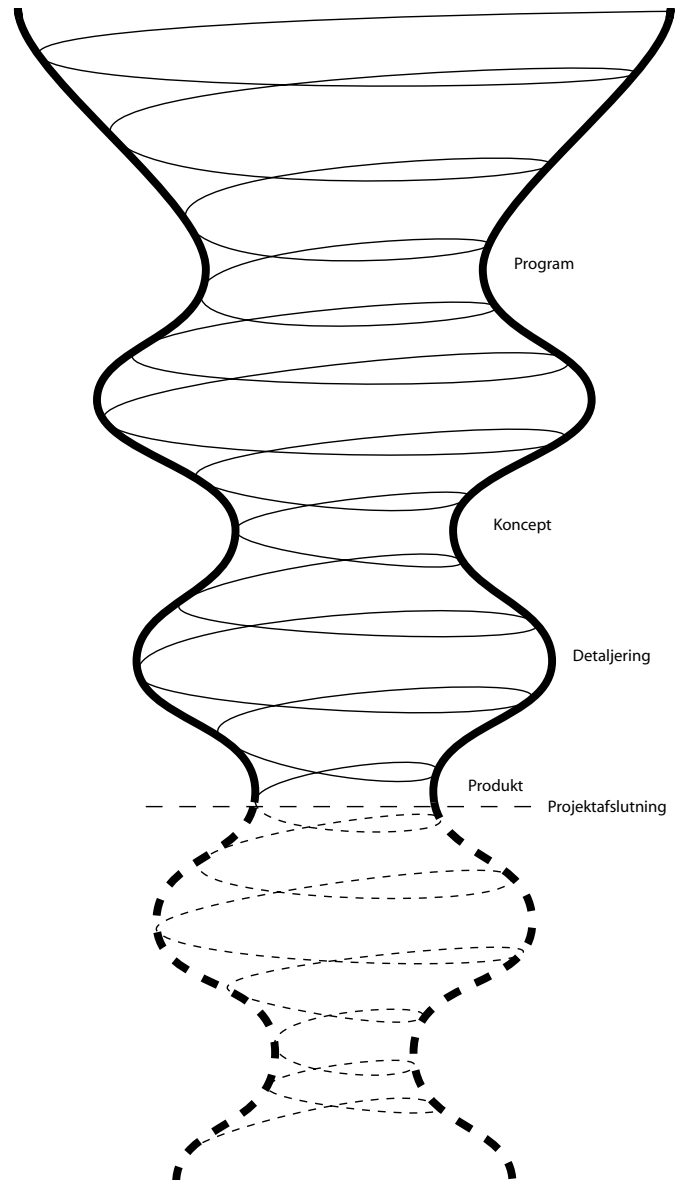
Projektoverblik

I det følgende beskrives processen fra projektarbejdets start til udarbejdelsen af selve programmet, og desuden beskrives det overordnede metodiske afsæt for hele projektarbejdet.

Projektforløbets divergerende og konvergerende processer er illustreret som en avanceret tragtmodel (ill. 2.1.1). Inden udarbejdelsen af programmet foregår en bred informationssamling indenfor projektets ydre rammer, hvorefter forskellige elementer udvælges og undersøges i en konvergerende proces. Dette udmunder i en kortlægning af projektets problemstillinger i et program. Efter udarbejdelsen af programmet undersøges valg og muligheder igen i en divergerende proces osv. Dette sker i form af udarbejdelsen af en række forskellige koncepter.

Alle disse processer er iterative (illustreret ved spiralen) - altså revurderes valg løbende og holdes op mod tidligere erfaringer. Eksempelvis indarbejdes erfaringer fra konceptudviklingsfasen i selve programmet. Programmet bliver hermed et såkaldt rullende program. [Agger 1993]

Projektet afsluttes med et konkret produkt - dog ikke i en så færdig grad, at det kan sættes direkte i produktion. Herefter vil projektet normalt fortsætte i en iterativ proces med tests, revurderinger, prototyper osv. indtil produktet er produktionsmodent.



ill. 2.1.1

Indledende arbejde

I den indledende fase i projektet anvendes forskellige metoder til idégenerering, dokumentering osv.

Indledningsvis laves der en brainstorm for at opstille mulighederne i projektet (ill. 2.2.1). Dermed anskueliggøres flere arbejdsområder, hvor en del bearbejdes gennem projektet. Brainstormen baseres på Ole Striims [2000] principper om at fremstille en masse ideer for derefter at skære de dårlige væk. Blandt andet udvikles brainstormen ved hjælp af associations-teknikken [Striim 2000] for at skabe nye og anderledes ideer, som ikke lige umiddelbart vil fremkomme i en traditionel brainstorm.



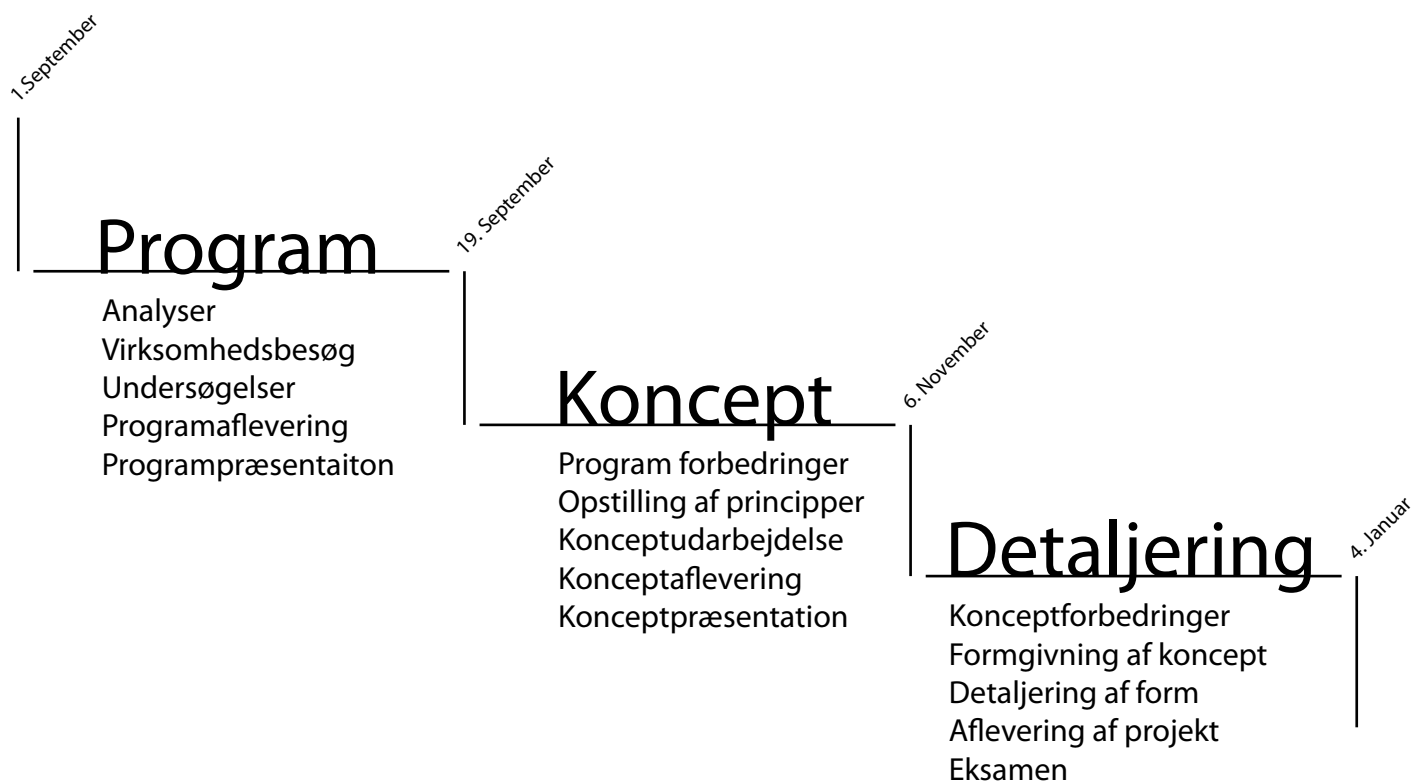
ill. 2.2.1

Projektets struktur

Som det ses af tidsplanen (ill. 2.3.1), er projektet overordnet inddelt i tre faser, som hver afsluttes med en præsentation for vejledere, A.P. og andre studerende. Udover et overordnet overblik anvendes der løbende gennem projektet et GANTT-skema (appendiks 2.3.1).

Der føres gennem projektet en dagbog, som dokumenterer møder, diskussioner og valg, der er foretaget i projektet. Derudover dokumenteres processen også vha. billeder, logbog samt en skitsemappe, som er organiseret efter dato.

Projektperioden styres af skiftende ugentlige ledere samt referenter, så alle gennemgår organiseringsrollen. Denne projektstyring udføres blandt andet i form af overordnede statusmøder, dagsmøder og gruppesamarbejds-møder.



ill. 2.3.1

Arbejdsmetode

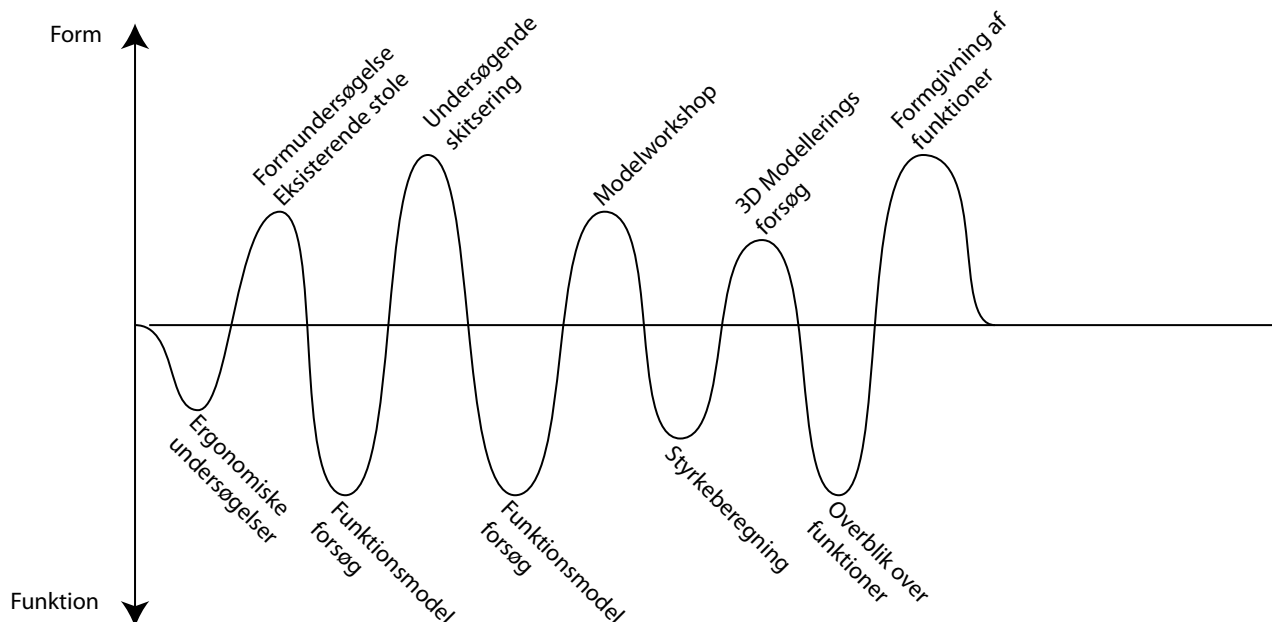
Gennem projektet har det været et mål at arbejde med både form og funktion, for at produktet giver et indtryk af at begge områder er blevet gennemarbejdet. Denne fremgangsmåde er vist på ill. 2.4.1, hvor man kan se nogle af de faser der er gennemgået. Det skal bemærkes at identiske faser ikke er skrevet på, hver gang de er brugt, men blot en enkelt gang, for at illustrere hvor på form/funktions skemaet de er placeret.

Denne opdeling af form og funktion kommer af, at der i hovedtræk er arbejdet ud fra en eller flere problemstillinger, som er fundet gennem undersøgelser og forsøg, hvorefter der er arbejdet med at finde en løsning på disse problemstillinger.

Deraf kommer det, at formen delvist er fremkommet ud fra funktionen. Det betyder at hver eneste gang, der er et ele-

ment, der skal formgives, er der visse fysiske forhold, som skal overholdes. På den måde er formgivningsprocessen blevet styret gennem projektet.

Efterhånden som projektet nærmer sig sin afslutning, fremkommer der flere og flere krav, som stolen skal opfylde. Dette er både form-, styrke- og funktionsmæssige krav, hvoraf en stor del fremgår af designspecifikationen, som er blevet udviklet løbende gennem projektet.



ill. 2.4.1

Program



Programmet diskuterer og definerer rammerne og den valgte retning for projektet. Det indeholder en beskrivelse af fokuspunkter og målsætninger. Desuden vil der blive beskrevet, hvordan projektet gribes an metodisk og begrundelsen herfor. Programmet er et såkaldt rullende program, som udvikles undervejs i projektet.

Indledning

Projektet tager udgangspunkt i, at der skal skabes en hvilestol for firmaet A.P. Furniture A/S. A.P. er en dansk møbelfabrik, som har et udvalg af lænestole på markedet under navnet Dreamseat. De har et ønske om at skabe noget nyt, for at udvide deres marked. A.P. vil gennem projektet udøve vejledning gennem kritik, besvarelse af spørgsmål, virksomhedsbesøg osv.

Transparens

Det overordnede tema for projektet er transparens. Transparensbegrebet anvendes som nøgleord til at analysere eksisterende værker samt til at opstille retningslinier for den designmæssige formgivning.

Ved **Funktionel transparens** forstås, om brugeren nemt kan aflæse funktionen i produktet. Et eksempel på en transparent funktion er eksempelvis en gyngestol (ill. 3.1.1). Det er af selve formen direkte udtrykt, at stolen ikke kan stå stabilt og derfor må vippe.

Strukturel transparens vil sige, at produktets opbygning let kan aflæses. Gerrit Rietvelds Zig Zag Chair (ill. 3.1.2) er et godt eksempel på strukturel transparens. Det er let at aflæse, hvordan stolen er opbygget.

Æstetisk transparens indebærer, at der er en sammenhæng mellem stolens æstetiske udtryk og dens kvaliteter. Hermed forstås også, at stolens design er ærligt, og at det er umiddelbart gennemskueligt, hvilke æstetiske egenskaber, den besidder. Objekter kan besidde meget forskellige æstetiske udtryk, som eksempelvis Ribbon Chair (ill. 3.1.3), som har et enkelt, flydende og harmonisk udtryk.



ill. 3.1.1 Gyngestol



ill. 3.1.2 Zig Zag Chair



ill. 3.1.3 Ribbon Chair

A.P. Furniture A/S

A.P. Furniture A/S blev grundlagt i 1963, og lige fra begyndelsen har godt håndværk og kvalitet været en hjørnesten, og dette kan ses gennem de produkter, de laver. Hvilestolene er af høj kvalitet og dette kommer til udtryk gennem den håndværksmæssige detalje og gennem de materialer, der bruges. Ligeledes fremgår det af stolens lange levetid – ofte længere end 20 år, hvorefter nogle blot vælger at få ombetrukket stolene. Størstedelen af sortimentet er lavet i samarbejde med arkitekten Søren Østergaard, som har lagt en vis linje i designet. A.P.'s stole er i de fleste tilfælde meget traditionelle, dog med den undtagelse, at størstedelen af stolene kan tilpasses individuelt efter den enkelte brugers behov.

SWOT analyse:

For at undersøge hvilken type virksomhed A.P. er, er der udarbejdet en SWOT-analyse - **S**trengths, **W**eaknesses, **O**pportunities, and **T**hreats [Wikipedia 2006A]. SWOT-analysen hjælper til at kortlægge virksomheden og vurdere den på forskellige parametre.

Der er identificeret flere punkter, som kan kategoriseres som **styrker**. Heriblandt håndværksmæssig kvalitet, service, individualisering og ergonomi. Modsat har virksomheden også nogle **svagheder**, der skal rettes op på. Virksomhedens image er ikke særligt veldefineret i præsentationsmaterialet, på hjemmesiden osv.. Derudover er produktionskapaciteten forholdsvis lav, så et pludseligt øget salg kan sætte virksomheden under pres. Pga. manglende innovation har produktsortimentet ikke ændret sig væsentligt gennem årene. Dette skyldes især, at stort set alle stole er lavet ud fra samme princip.

Virksomheden har også en række potentielle **muligheder**. A.P. kan med fordel udnytte nye markeder, nye materialer eller udnytte trends for at øge omsætningen. Ligeledes har virksomheden mulighed for at udnytte brugen af underleverandører.

Modsat har virksomheden især på disse punkter også en række **trusler** fra billig produktion i østen, konkurrerende produkter, ligesom de kan have problemer med at følge trends, som pludseligt kan ændre kundernes ønsker. Ligeledes kan det også være et problem, at A.P. er afhængige af underleverandører, da de ikke har eget lager eller egen produktion (se appendiks 3.2.1 for uddybet SWOT-analyse).

A.P. har opstillet en række krav til designet af hvilestolen (ill. 3.2.2), som behandler nogle af de muligheder der er identificeret i SWOT-analysen. Det ønskes eksempelvis at fremstille noget nyskabende, som både i kraft af en lavere kostpris og et anderledes design skal give virksomheden fornyelse og succes. Det kræves dog samtidig, at produktet kan passe ind i en serieproduktion, og at produktet bygger på virksomhedens nuværende værdier.

Formelle krav:

- Hvilestol med separat fodskammel til boligområdet i private hjem. Skal også kunne sælges uden fodskammel.
- Alder +35
- Kontraktmarked (opholdsarealer, hotel foyer, forkontorer)
- Skulpturelt design (ikke autreret)
- Ergonomi (AnyBody)
- Variable muligheder med effekter (skift af udseende uden grundbase ændres)
- Egnede til serieproduktion
- Kostpris 3000,00 incl. læder

III. 3.2.2 Formelle krav

Ergonomi

Formålet med dette afsnit er at definere ergonomi som begreb, og hvordan ergonomi anskues gennem projektet.

Ergonomi er et meget vidtrækkende begreb. Det er i projektet valgt at arbejde både med den fysiske ergonomi og den kognitive ergonomi.

Fysisk ergonomi defineres som objekters dimensionering i forhold til den menneskelige krop. Denne ergonomi er hovedsageligt baseret på antropologiske undersøgelser og er dokumenteret grundigt. Punkter hvor denne antropologiske tilgang er praktisk at gå ud fra er netop i dimensioneringen af de forskellige elementer, hvortil menneskets krop skal passe. I forbindelse med projektet er det valgt at arbejde ud fra målene på 80% af befolkningen, hvilket giver et godt udgangspunkt for dimensioneringen af stolen.

Kognitiv ergonomi handler i højere grad om, hvordan brugeren interagerer med produktet. Dvs. områder som oplevelsen af et produkt og hvor intuitivt et produkt er at bruge. Et produkt kan blandt andet gennem udformningen kommunikere, hvordan det skal bruges.

A.P. Furniture laver stole, hvor der er meget fokus på den fysiske ergonomi. Ergonomien er undersøgt og udviklet bl.a. gennem brug af AnyBody projektet, hvor muskelbelastninger kan simuleres og analyseres. I forhold til den kognitive ergonomi er A.P. Furnitures produkter relativt lette at bruge, men kræver i visse tilfælde tilvænning fra brugerens side.

Hvis der ses på ergonomi i forhold til transparens er det hovedsageligt den kognitive ergonomi, der vil være fokus på. Hvis et produkt er behandlet i forhold til at det skal være intuitivt, kan det ses som at det er transparent og gennemsigtigt. Denne tilgang til transparens vil blive behandlet gennem projektet.

Fremtid - Megatrends

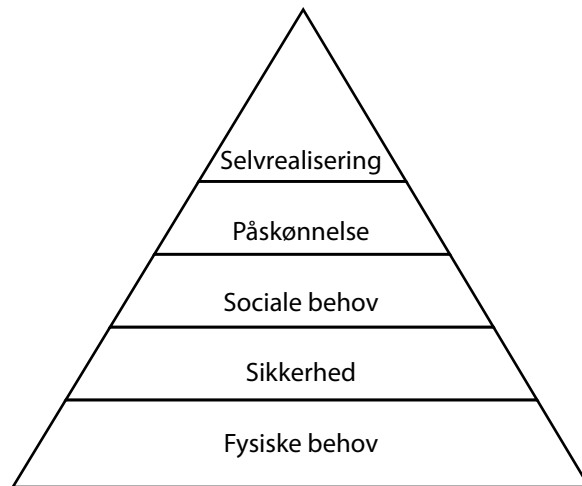
For at illustrere hvordan det kan forestilles, at fremtidens samfund ser ud, er der set på, hvilke tendenser, der er i udviklingen. Specielt megatrends har en stor betydning for fremtidens udvikling (Disse er skrevet med fed).

Immatriel velstand er en af disse megatrends [Ditlevsen 2006]. Dette er en tendens, der går imod, at personer i den vestlige verden i højere grad går efter at få højere immaterielle behov dækket. Dette skyldes i høj grad, at der er en større og større del af befolkningen, der har fået dækket de mere basale behov ifølge Maslow's behovspyramide (ill. 3.4.1). Tendensen tyder på, at denne befolkningsgruppe vil blive større i løbet af de nærmeste år. Det betyder, at folk ud over produktet også vil have dækket mere avancerede behov såsom at få en oplevelse eller følelse af produktet.

Digitaliseringen har imidlertid gjort verdenen mindre og gjort det muligt at skaffe alverdens information ved et tryk på en knap. Dette betyder, at folk dagligt bliver bombarderet med ny information, der skal tages stilling til - ofte på meget kort tid. Det kan give mange nye muligheder, men kan på samme tid medføre, at mennesker generelt bliver mere stressede og har behov for at komme væk fra hverdagens stress.

Ligeledes gør den øgede **individualisering**, at man i højere grad selv bliver nødt til at tage stilling til ting, som tidligere var givet. Man vælger selv sit liv, sine omgivelser og træffer generelt selv sine egne beslutninger. Med dette kommer en meget større frihed for individet, som følges af et større ansvar.

På fremtidens arbejdsmarked, hvor arbejdsprocesser i stort omfang bliver automatiseret, bliver den enkelte medarbejders **viden og kompetencer** det vigtige. Det er viden, der inno-verer og skaber nye arbejdspladser og nye markeder. Endnu engang betyder det, at den enkelte person har mere magt og større ansvar. Med fremtidens **netværk** vil medarbejderne have direkte kontakt til lederne og direktørerne og derigennem få større indflydelse. Der er ikke længere den samme form for autoriteter og hierarki på arbejdsmarkedet eller hjemmet – alle er lige og med til at træffe beslutninger.



ill. 3.4.1 Maslows behovspyramide

Stemning

Formålet med disse sider er at illustrere stemninger og værdier hos brugergruppen ved hjælp af billeder og nuancerende ord. Der opstilles hermed en fælles forståelse af præferencerammen for projektets løsning, altså en form for succeskriterium for stolen. Den skal passe ind i det beskrevne miljø og passe til den beskrevne bruger for at være succesfuld.



Elegant og stilfuld

Afslapning og ro





Pause og komfort



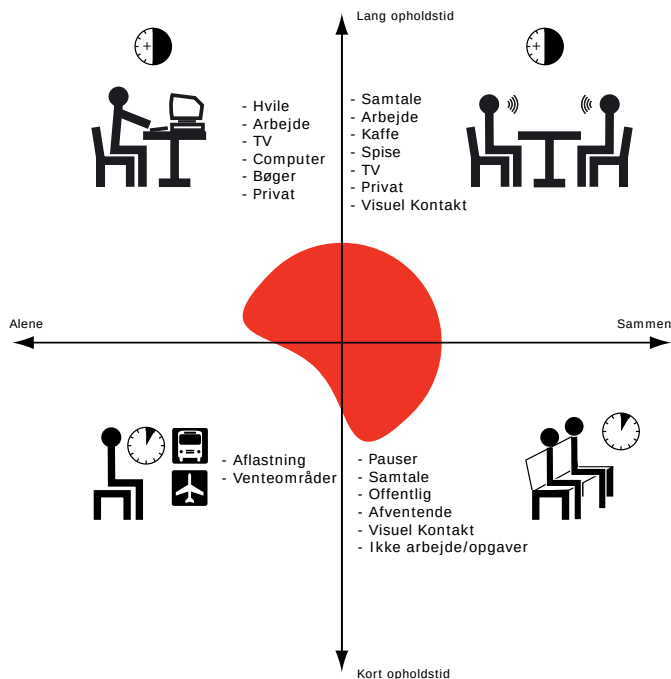
Familie og hygge



Brugsscenarier

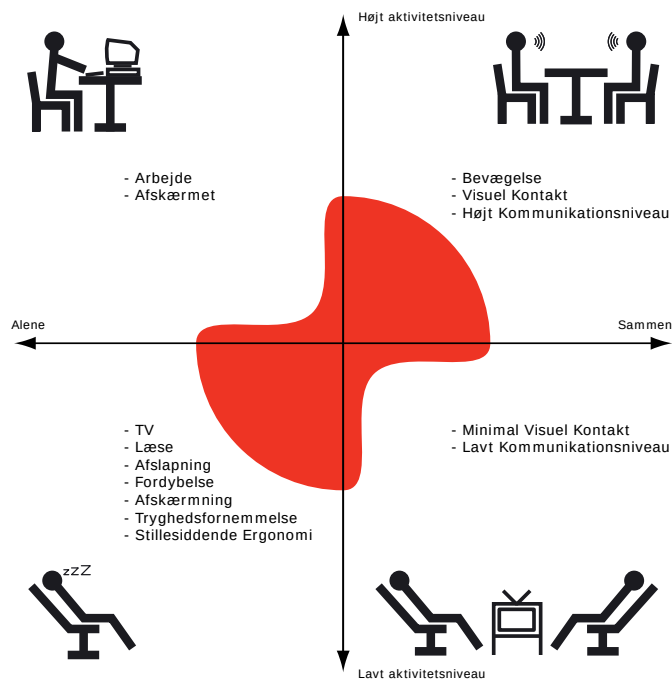
For at få en bedre idé om hvor gruppens interesseområde ligger, er der arbejdet med nogle simple scenarier. Det hjælper til at belyse, hvilke brugssituationer, der eksisterer for lænestole. Altså en slags kortlægning af hvilke formål, der er med stolene og dermed af hvilke egenskaber, de skal besidde.

Det første scenariet (ill. 3.6.1) opstilles efter alene/sammen og kort/lang opholdstid ud fra en vurdering af, at disse to parametre har høj indflydelse på, hvilken type hvilestol, der skal designes. Herefter opstilles en række aktiviteter, som plottes ind i skemaet. Den røde markering viser det område, som findes mest interessant at behandle. En kort opholdstid alene er eksempelvis ikke særligt interessant, da det har et meget lavt behov for ergonomi, mulighed for kommunikation/afgrænsning osv.



ill. 3.6.1 Brugsscenarier

Herefter opstilles et andet, udledt scenariet (ill. 3.6.2), hvor parametrene alene/sammen stilles overfor højt/lavt aktivitetsniveau. Det vurderes, at aktivitetsniveau er en mere relevant parameter. Den røde markering viser igen det område, der findes mest interessant at behandle. Markeringen er placeret, hvor brugeren stiller flest og mest interessante krav til produktet. Det er eksempelvis højt aktivitetsniveau (arbejde) sammen med andre, hvor ergonomi, bevægelse, visuel kontakt, højt kommunikationsniveau osv. sætter høje krav til udformningen af en hvilestol. Dette gør designprocessen interessant og mere udfordrende.



ill. 3.6.2 Brugsscenarier

Markedsregistrering

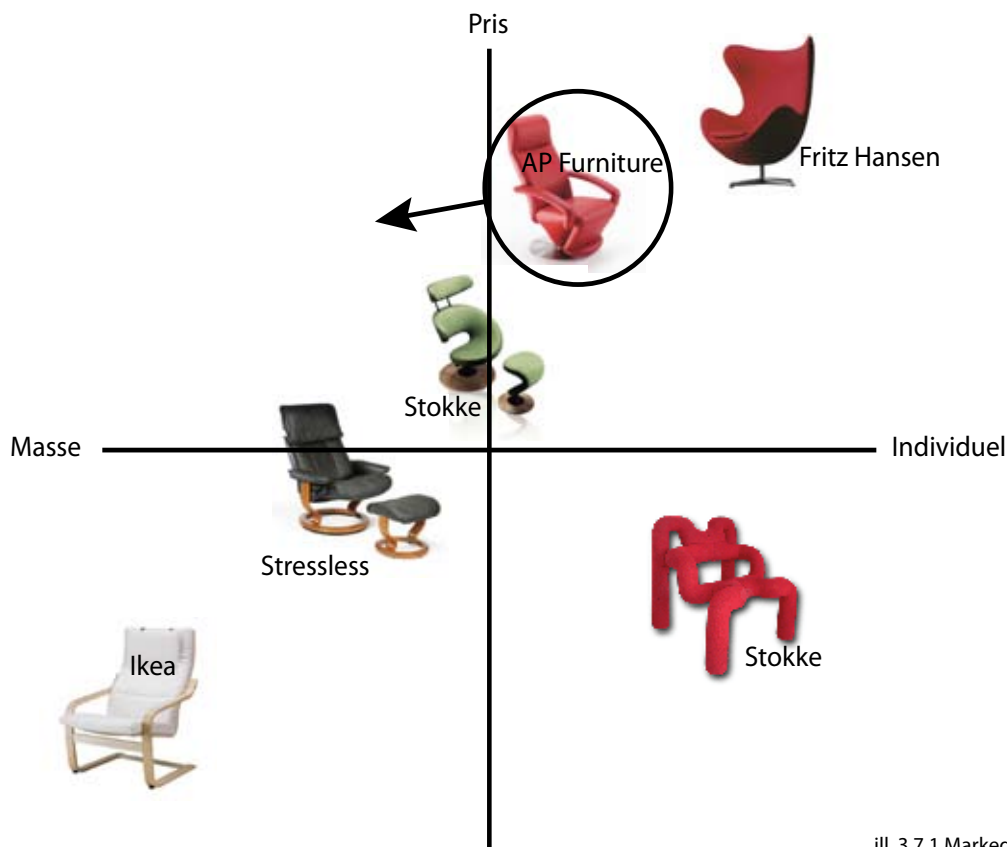
Som et led i at kortlægge eksisterende produkter på markedet udføres en markedsanalyse i form af besøg hos forskellige møbelhandlere. Blandt andet registreres forskellige forhold for transparens og en række andre parametre (funktioner, ergonomi, æstetik, pris, tekniske løsninger etc.).

I et forsøg på at kortlægge A.P.'s position i forhold til resten af markedet udarbejdes et koordinatsystem med pris langs den lodrette akse og masse vs. Individuel på den vandrette akse (ill. 3.7.1). A.P.'s produkter er altså placeret i nærheden af den højeste prisklasse og fremstilles ikke med mængden for øje. Den nye stol kunne forestilles at henvende sig mere til mængden og med en lavere pris end hidtidige produkter (markeret med pil).

Dermed kunne man forestille sig et åbnet marked, hvor forbrugere kunne erhverve sig et billigere produkt fra A.P., uden at produktet er af lavere kvalitet eller har dårligere egenskaber.

Stolene tæt på A.P. anses som værende firmaets umiddelbare konkurrenter – altså hvilke stole, der ellers er tilegnet vores målgruppe.

Udover en placering af A.P.'s produkter på markedet giver registreringen et billede af, hvordan transparens er behandlet i andre stole på markedet. Hermed opnås også en forståelse for, hvad funktionel, strukturel og æstetisk transparens kan indebære.



ill. 3.7.1 Markedsregistrering

Målgruppe

Ud fra brugsscenarierne og moodboardet udarbejdes en målgruppespecifikation. Det forsøges at præcisere denne målgruppe og målgruppens behov ved at anvende Henrik Dahl's Minervakort, som er et analyseredskab, der er yderligere beskrevet i "Hvis din nabo var en bil" [Dahl 1997].

Udgangspunktet for Minerva-metoden tager afsæt i antropologen Mary Douglas opdeling i fire livsstilssegmenter. Opdelingen i de fire livsstilssegmenter er illustreret i form af et "værdikort", der er resultatet af interviews og data indsamlet fra forskellige fokusgrupper. Værdikortet er behjælpeligt til at kunne identificere sig med en givet målgruppe, hvis eksempelvis ting som uddannelse, økonomi, interesser og beskæftigelse kendes.

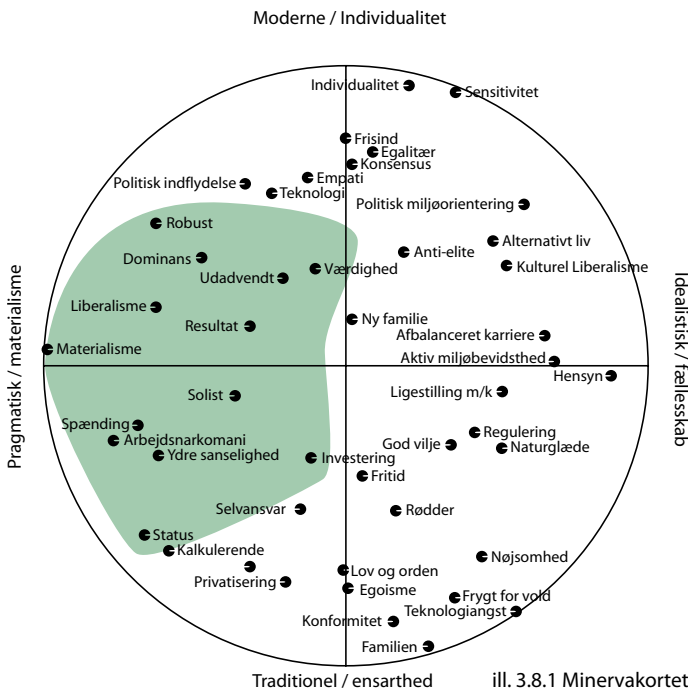
Måden, hvorpå værdikortet skal forstås, er gennem en opdeling med horisontal og en vertikal akse, der deler værdicirklen i fire lige store dele. Disse dele navngives efter verdenshjørnerne. Den vertikale akse strækker sig fra moderne/individualitet i nord til traditionel/ensartethed i syd, mens den horisontale akse inddeler værdikortet med nøgleordene pragmatisk/materialisme i vest til idealistisk/fællesskab i øst.

Benytter vi Minerva-modellen, vil placeringen af hele vores fiktive målgruppe i værdikortet være en "vestlig" placering (ill. 3.8.1).

Aspekter som materialisme, robust, værdighed, udadvendt og status skaber et billede af en målgruppe, der er rede til at betale de ekstra kroner for et produkt, der falder i deres smag og samtidig signalerer, at de har et økonomisk overskud og derfor har sans for produkter af en vis kvalitet. Disse opdelinger er hovedsageligt relevante for den vestlige verden, men det betyder dog ikke, at et eventuelt produkt ikke kan henvende sig til andre verdensdele. Altså kunne en sekundær målgruppe bestå af en befolkningsgruppe med en anden geografisk placering.

Målgruppen består af to primære grupper. Den ene, det private marked, har nogle andre behov end kontraktmarkedet (opholdsarealer, hotel foyer og forkontorer). Eksempelvis forventes det at behovene mht. brugsscenarierne i højere grad placeres i det sydvestlige hjørne (ill. 3.8.1).

Kontraktmarkedet har i højere grad behov for et eksklusivt produkt, der kan udtrykke kontraktmarkedets ideologi og ansigt udadtil. Stolen skal kunne placeres i flere forskellige miljøer, men fælles er stadig, at den skal opfylde alle kravene fra brugsscenarierne. Dog kunne det forventes, at det nordøstlige hjørne (ill. 3.8.1) i højere grad ville være relevant i forbindelse med møder, arbejde osv.



ill. 3.8.1 Minervakortet

Problemformulering

I problemformuleringen redegøres for hovedproblemerne i projektet, og den faglige udfordring beskrives. Afslutningsvis formuleres et konkret problem, som vil være omdrejningspunktet for projektet.

Den faglige udfordring i projektet er blandt andet, at der designes ud fra reelle producentkrav. A. P.'s krav bringer reelle problemstillinger ind i designprocessen. Med dette menes der specielt designmæssige parametre såsom økonomi, indsigt i produktionsmetoder, materialer osv. Endeligt skal produktet præsenteres for A.P. ved projektets afslutning.

Helt produktkonkret bliver det udfordrende at lave en stol til det private hjem, der på samme tid kan sælges på kontraktmarkedet (hotel, foyer, kontor). Dette kan eksempelvis gøres gennem flere variationsmuligheder for stolen, således at der er mulighed for individualisering og på samme tid lave en stol, der kan passe til en bred gruppe af brugere.

Yderligere er det et mål at overholde kostprisen på kr. 3.000, der er opstillet af A.P. Med dette in mente vil der bl.a. blive arbejdet med forskellige materialer som plast, metal og kompositmaterialer, der kan opfylde dette - eventuelt også gennem minimering af materialer og konstruktion.

Hvordan skabes en hvilestol, som henvender sig til det private marked og hvordan gøres denne ergonomisk i forhold til siddestilling og brug?

Der vil i henhold til projektets tema blive lagt vægt på transparens, bl.a. gennem let aflæselighed og brugervenlighed.

Afgrænsning

A.P. opfordrer til at være kreative og nyskabende, men opgiver samtidig en forholdsvis lav kostpris, og dermed kan det få konsekvenser for kompleksiteten af konstruktionen, materialetyper og mængden af disse.

Der afgrænses fra at udarbejde specifikke motoriserede løsninger så som elevationssystemer, da dette ikke ligger inde for de økonomiske grænser for projektet. Det skal dog gerne være muligt senere at inkorporere sådanne systemer, så en eventuel dyrere og mere udstyrsrig model er mulig.

Individuel tilpasning kunne opfyldes i form af eksempelvis paneler, nakkestøtter, fodskamler, borde osv., men der vil i projektet kun udarbejdes få eksempler på disse for at illustrere, at en stol kan tilpasses det individuelle behov.

Der vil ikke være fokus på produktionsmetoder og videreudvikling af disse.

Vision

Visionerne for projektet er nogle subjektive værdier, som ikke umiddelbart er målbare (ill. 3.11.1).

Det tilstræbes, at brugeren skal få en oplevelse af produktet – både ved syn og ved brug. Produktet skal give brugeren en behagelig og afslappende følelse (**Brugeroplevelse**) og skal være intuitiv at bruge (**Interaktion mellem bruger og stol**). Funktioner skal være tydelige og lette at gennemskue. Alt i alt skal stolen kunne bruges, uden at der først skal læses en manual.

Sidst ønskes det, at se på brugen af forskellige nye materialer (**Funktionelle og praktiske visioner**), for på den måde at undersøge, hvilke materialer, der kan bruges til det ønskede formudtryk, eller om materialerne eventuelt kan påvirke stolens form. Det ønskes også i den forbindelse at minimere materialeforbruget for at få en lavere pris. Det ønskes, at stolen skal være let gennemskuelig i forhold til de strukturelle aspekter.

Brugeroplevelse



Interaktion mellem bruger og stol



Funktionelle og praktiske visioner

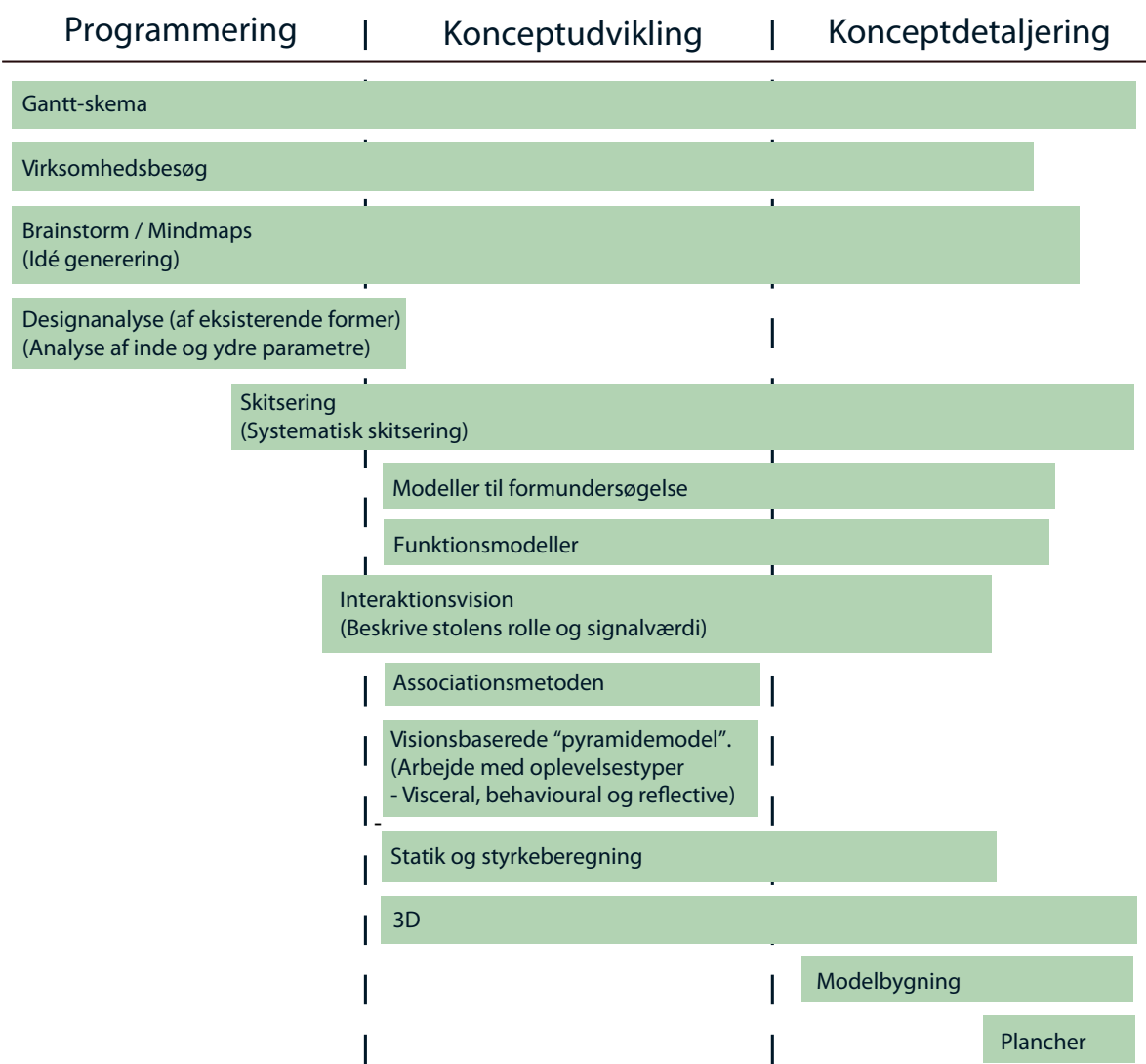
ill. 3.11.1 Visioner

Fremgangsmåde

For at skabe et overblik over de metoder og redskaber, der anvendes gennem projektet, er der opstillet et aktivitetsdiagram (ill. 3.12.1).

Diagrammet anskuer et udsnit af de forskellige processers påbegyndelse og afslutning i forhold til de overordnede projektmæssige milepæle.

Diagrammet indeholder et overblik over metoder, redskaber og teknikker, der anvendes. Eksempelvis anvendes i konceptudviklingsfasen modelbygning som redskab til form- og systemundersøgelser samt den værdi- og visionsbaserede metode [Tollestrup 2004] som ramme for formgivningen.



ill. 3 .12.1 Fremgangsmåde

Indhold

I afsnittet beskrives indholdet af projektet ud fra PE-kurser og overordnede emner.

Ergonomi og produktstyring inddrages i projektet for at involvere ergonomiske betragtninger i produktet. Desuden indeholder kurset en introduktion til programmet Anybody, som kan anvendes til simulering af kroppens muskelbelastninger i stolen.

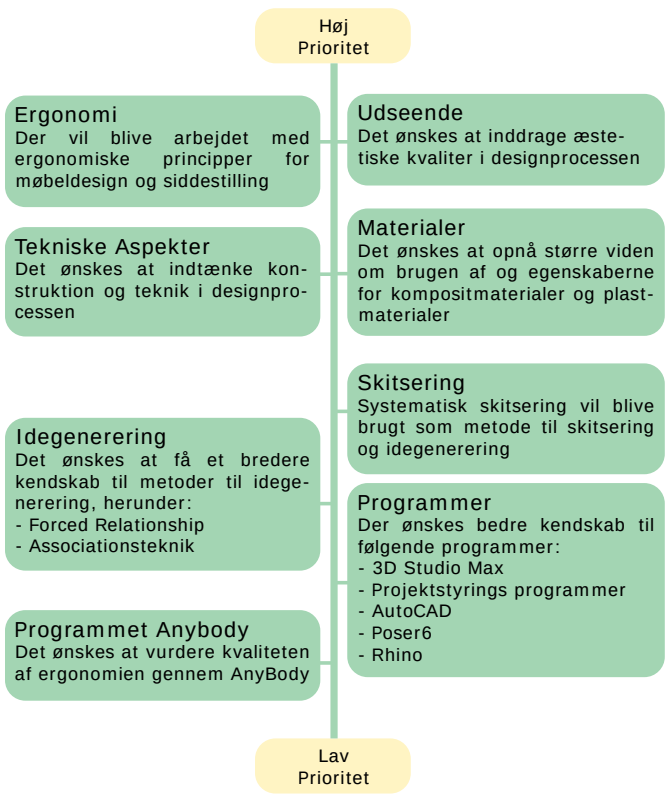
Kurset **Materialer og form – metal** introducerer ikke nye og alternative materialer, men kan anvendes i forbindelse med konstruktion af indre elementer osv.

Det ønskes at inddrage kurserne **Bygningskonstruktion** og **Konstruktion og styrkelære** så tidligt i designprocessen som muligt, for at sikre, at der bliver et samspil mellem form, funktion og konstruktion, frem for at trække konstruktive bestemmelser ned over resultatet efterfølgende. Fra kurset Bygningskonstruktion vil der desuden blive inddraget beregningseksempler og metoder, der kan være relevante for projektet.

Det tektoniske kan inddrages eksempelvis ved at foretage overslagsberegninger og senere se specifikt på en detalje og lave en mere detaljeret tektonisk styrkeberegning. Altså skal der tidligt laves beregninger, der kan have betydning for dimensionering og udformning af stolen. Derfor vil der også blive set på, hvilke materialer, der eventuelt kan arbejdes med, og hvordan det kan påvirke designet.

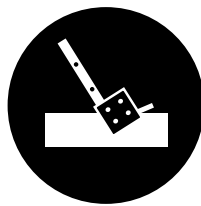
Kurset **Udstillingsarkitektur og formidling** ønskes at blive anvendt i forbindelse med formidlingen af det endelige produkt – både i form af reelle og digitale modeller af selve produktet og dets kontekst. Idet der samarbejdes med en reel virksomhed, har vi en unik mulighed for at træne en realistisk formidling af vores design. Man kan også forestille sig, at kurserne vil give udbytte i forhold til at udarbejde markedsføringsmateriale.

For projektets indhold opstilles et prioriteringsskema (ill. 3.13.1) for projektindholdet efter højeste og laveste prioritet. Denne opstilling er ikke absolut, men kan anses som vejledende i henhold til hvilke emner, der har fokus.



ill. 3.13.1 Prioritetsdiagram

Konceptudarbejdelse



I de følgende afsnit beskrives processen fra programudarbejdelsen til det endelige koncept. De anvendte metoder og redskaber præsenteres og anvendes - det være sig de bagvedliggende overvejelser omkring projektet, skitseprocesser, arbejdsmetoder mv.

Indledning

Med afsæt i "Emotional design: Why we love (or hate) everyday things" af Donald A. Norman beskrives forskellige typer oplevelser i forbindelse med design. Dette anvendes i beskrivelsen af Erik Lerdahls visionsbaserede model for at give et metodisk overblik for konceptudarbejdelsesfasen.

Norman [2004] klassificerer oplevelser i forbindelse med design i tre forskellige typer: *Visceral*, *Behavioral* og *Reflective*.

Visceral oplevelser er ikke-fornuftsbase-rede og umiddelbare indtryk. Dette element kan eksempelvis klassificeres som en "wow-faktor"; noget, der umiddelbart vækker meget positive følelser og følelser af at være imponeret hos brugeren. Oplevelsen er biologisk baseret, men er samtidig i høj grad afhængig af personens situation, kultur, humør osv. Oplevelsen er derfor meget individuel og kan variere meget.

Behavioural (adfærdsmæssig) design omhandler brugen af produktet, og hvor succesfuldt dette er. Et produkt kan på visceral-niveauet vække en masse forskellige positive associationer, men det nytter ikke noget, hvis ikke produktet fungerer tilstrækkeligt godt. Hovedelementerne i behavioural design er bestående af forståelighed, funktion, brugervenlighed og psykisk følelse, som fremkaldes ved brug (kognitiv design). Godt "behavioural" design bør være menneskeligt orienteret, med fokus på forståelse og tilfredsstillelse af behovene fra dem, der rent faktisk anvender produkterne [Norman 2004, s. 81].

Oplevelser af **Refleksiv** karakter er på højeste abstraktionsniveau. I et produkt kan det være egenskaber såsom branding, kultur, betydning af produktet eller brugen. Dette kan eksempelvis være en følelse, der fremkaldes hos en person eller et signal, der sendes om en person, når produktet bruges (branding). I forbindelse med A.P.'s møbler vil branding være til stede i form af eksklusivitet, prestige osv. Det refleksive niveau kan påvirke en persons opførsel (behaviour), eksempelvis på erfaringsbasis ved at forudsige fejl, men ikke direkte i en ukendt situation.

For at skabe et vellykket design ses det som en nødvendighed at behandle produktet ud fra alle disse forskellige oplevelser, så produktet skaber gode oplevelser på alle niveauer ved alle former for interaktion med brugeren. Dermed er produktet mere attraktivt og har en højere salgsværdi.

Jacob Jensens alarm-ur (ill. 4.1.1) er et eksempel på en ikke vellykket behandling af alle de forskellige oplevelser. En bruger beskriver produktet som værende noget, hun ville "dø for at eje" på grund af dets æstetiske kvaliteter (en visceral oplevelse). Desværre er produktet så umuligt at forstå anvendelsen af (behavioural design), at hun simpelthen ikke kan få sig selv til at købe det (refleksiv adfærd). [Norman 2006]

Jacob Jensen uret er altså behandlet hovedsageligt på et visceralt niveau, men fejler som god oplevelse, da de andre niveauer halter nærmest fatalt.



ill. 4.1.1 Jacob Jensen Alarm-ur

Den visionsbaserede model

Erik Lerdahls visionsbaserede model anvendes i projektet for at skabe en bevidst sammenhæng mellem alle aspekter af produktet. I de følgende afsnit redegøres der for anvendelsen af denne.

Den visionsbaserede model (ill. 4.2.1) inddeler et produkts aspekter i 4 forskellige abstraktionsniveauer fra det konkrete til det abstrakte.

Det spirituelle niveau beskriver intentionen med et produkt - de bagvedliggende værdier og filosofier. Det er altså den bagvedliggende årsag til at produktet overhovedet eksisterer, formål osv.

Det kontekstuelle niveau beskriver det kontekstuelle niveau, hvor produktet kan opfattes som en social aktør. Produktet påvirker altså det omkringværende miljø. Produktets rolle skal defineres igennem symboler og stil, der er tillagt.

Det principielle niveau fokuserer på produktets konceptuelle egenskaber; produktets idé i form af et system bestående af strukturer, elementer og principper for funktion og konstruktion.

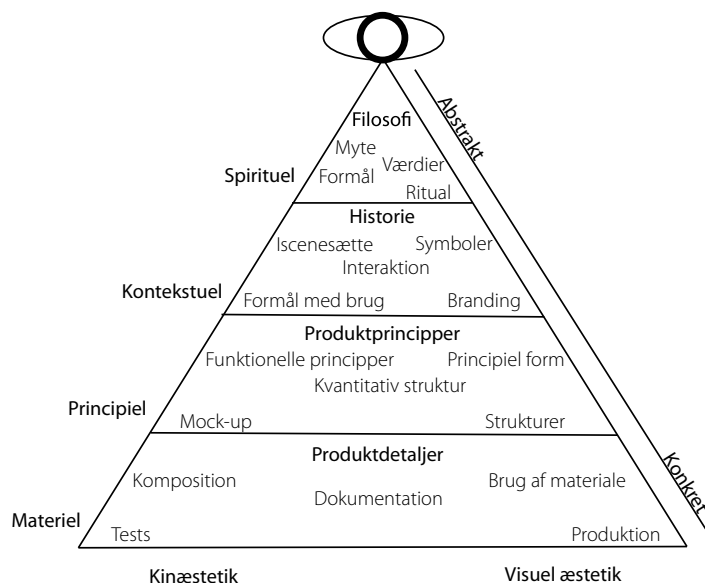
Det materielle niveau er det laveste abstraktionsniveau, hvor produktets konstruktion, materialer og produktion ville blive forklaret. Produktet betragtes her som resultatet af en produktionsproces. Med andre ord beskriver det materielle niveau, hvor alle de andre niveauer skal komme til udtryk.

Ydermere opdeles pyramiden langs en lodret akse fra det kinæstetiske til det æstetiske. Altså henholdsvis interaktion med produktet (funktion, komposition osv.) versus produktets visuelle egenskaber (materiale, produktion osv.). [Tollestrup 2004]

Pyramidemodellen går altså fra et immaterielt niveau til det konkrete og denne model kan også til dels påføres designprocessen af stolen. Først defineres formålet med produktet (og til dels det kontekstuelle niveau) i form af et program. Konceptudviklingen detaljerer det kontekstuelle og principielle niveau og det materielle niveau bearbejdes i form af en konceptdetaljer.

Vurderes den visionsbaserede model i henhold til Normans betragtninger om oplevelse af design vil visceral design forholde sig til de laveste abstraktionsniveauer af modellen. Behavioural design forholder sig til det kontekstuelle og principielle niveau. Reflective design forholder sig til det øverste niveau af modellen. Altså et bagvedliggende værdisæt, som kan reflekteres over. I værdi- og visionsbaseret formgivning kommer et sådant værdisæt ofte til udtryk i form af en værdimission for at skabe en fælles forståelse for formålet med at produktet eksisterer. På samme måde opstilles en interaktionsvision, som skaber en ide om, hvordan produktet interagerer med sine omgivelser og opleves af brugeren (det kontekstuelle niveau). Ofte anvendes en såkaldt nuancering (en række uddybende ord) til yderligere at specificere interaktionsvisionen [Tollestrup 2004].

Det opfattes at et produkt, der er behandlet dybdegående på alle niveauer af den visionsbaserede models niveauer anses for at være et gennearbejdet produkt.



ill. 4.2.1 Den visionsbaserede model

Værdimission

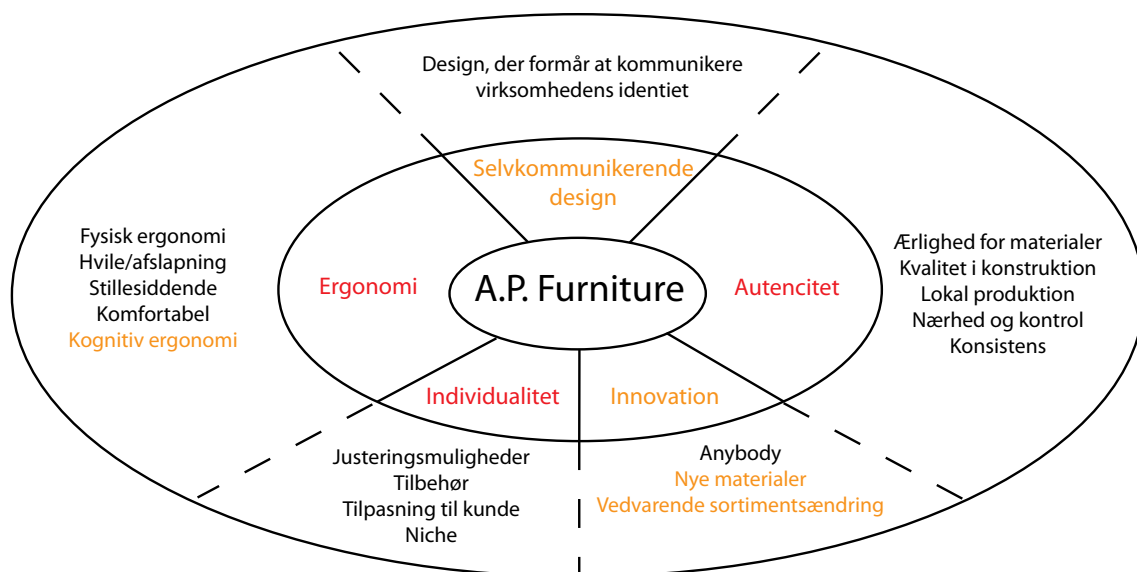
Formålet med at anvende den værdi- og visionsbaserede metode er, at design-teamet får en fælles referenceramme for projektet og dermed en enighed om, hvad produktets formål og interaktion skal være. Referencerammen anvendes under den mere konkrete formgivning. I det følgende præsenteres værdimissionen og herefter interaktionsvisionen.

Værdimissionen for hvilestolen fremkommer af flere forskellige faktorer. Heriblandt har aktørernes ønsker (A.P. og design-teamet) indvirkning. Den basale årsag til at fremstille en hvilestol er at skabe afslappende forhold for brugeren. Brugeren, samt en række andre parametre, er på forhånd fastsat. Et af succeskriterierne for produktet er, at A.P. kan drage nytte af produktet, projektet eller hente inspiration herfra.

Profilen for A.P. blev til dels fastlagt ved hjælp af SWOT-analysen og gennem undersøgelser af virksomhedens eksisterende produkter og løsninger. På baggrund af virksomhedens eksisterende, men knapt så definerede, identitet, skabes et nyt identitetsgrundlag. Det forsøges at anvende dette identitetsgrundlag som en slags værdimission. De værdier, produktet skal besidde, er altså de værdier, som A.P. besidder, skal besidde eller de værdier, der skal styrkes.

Metoden til at fremstille virksomhedens identitetskomponenter (Corporate Identity Components - CIC) er dels baseret på erfaringer fra blandt andet Bang & Olufsen (B&O) og andre virksomheder. B&O opstillede i 1970'erne 7 CIC's som et forsøg på at kortlægge en ny identitet for firmaet og dermed ændre markedspositioneringen [Dalgaard 2003]. Identitetskomponenterne var i høj grad baseret på virksomhedens eksisterende værdier. Udformning af virksomhedens identitet virker måske banal og ligetil, men bevidstheden om at gennemarbejde alle komponenterne i et givet produkt giver en fasttømret opfattelse af firmaet, og det findes især vigtigt for et firma, hvor *eksklusivitet, kvalitet og konsistens* er nøgleord.

Denne øvelse er i A.P.s tilfælde udmundet i 5 værdigrundlag: *Autencitet, Ergonomi, Innovation, Individualitet* og *Selvkommunikerende Design* (ill. 4.3.1). De eksisterende værdier (sort tekst) suppleres med styrkede (rød) eller nye værdier (orange). Eksempelvis ønskes det at arbejde med intuitivt design og dermed funktionel transparens (kognitiv ergonomi) og øge innovationen på parametre såsom nye materialer og anderledes konstruktioner. Dog skal virksomhedens nuværende kvaliteter (essensen af identiteten) bevares på områder som høj kvalitet i materialer og konstruktion, god fysisk ergonomi osv.



Virksomhedens identitetskomponenter ill. 4.3.1

Interaktionsvision

Interaktionsvisionen for projektet er en kombination af to elementer; En kiropraktor (ill. 4.4.1) og en seng (ill 4.4.2).

Derudover anvendes nuancering (beskri- vende ord) og illustrering af de to elemen- ter for at specificere interaktionsvisionen yderligere.



Designspecifikation

Designspecifikationen er lavet for at give et overblik over, hvilke udefrakommende krav, der skal opfyldes, og hvordan disse krav prioriteres i projektet. Prioriteringen af kravene er lavet, dels ud fra projektets tema – transparens – og dels ud fra gruppens læringsmål.

Stolens primære målgruppe er det private marked. Sekundært henvender stolen sig også til kontraktmarkedet i form af hoteller, kontormiljøer og lignende.

Der skal tages højde for, hvilke signaler stolen sender rent udtryksmæssigt, og ligeledes skal den være god at sidde i i længere tidsperioder.

Derfor arbejdes der, som tidligere beskrevet, med en kombination af form og funktion.

I skemaet (ill. 4.5.1) er der opstillet krav, som det vurderes, at brugeren har til en hvilestol. Disse er videre omsat til mere målbare krav, som er vægtet med en karakter fra 1-5, hvor 5 er meget vigtig. I skemaet (ill. 4.5.2) er kravene fra A.P. opstillet og ligeledes omsat til målbare krav, som er vægtet fra 1-5. Fig. 1-4 er at finde i appendiks 4.5.1 – 4.5.4.

Brugerkrav	Omsat til	Vægtning
Stolen skal være holdbar	Stolen skal kunne holde et vist antal år (fig. 1)	****
Stolen skal passe til flere mennesker	Stolen laves så den passer til en vis procentdel af befolkningen (fig 2)	**
Man skal sidde godt i stolen	Der skal tages højde for antropologiske aspekter, samt ergonomi i forhold til muskelbelastning	*****
Stolen skal være let at rengøre	Man skal kunne støvsuge under stolen Støv skal ikke kunne samles på utilgængelige steder Stolens materiale skal kunne rengøres/vedligeholdes	**
Stolen skal være flytbar	Stolen skal veje et vist antal kilo (fig. 3) eller være mulig at flytte uden at løfte	**
Stolen skal være flot	Stolen skal tilpasses den specifikke målgruppes æstetiske værdier	*****

ill. 4.5.1

A.P. Furnitures krav	Omsat til	Vægtning
Stolen skal være relativt billig at producere	Kostpris på omkring 3.000 kr. (fig. 4) Minimere materialeforbruget	****
Stolen skal gerne have et skulpturelt udseende	Skulpturelt udseende (subjektivt)	***
Stolen skal være ergonomisk at sidde i	Stolen skal testes gennem forsøg	*****
Stolen skal være egnet til serieproduktion	Stolen skal designes, så den kan serieproduceres	*****
Stolen skal være egnet til kontraktmarkedet	Stolen skal passe til mange forskellige personer Stolen skal være let at vedligeholde Stolen skal passe ind i konteksten	****
Stolen skal være egnet til det private marked	Stolen skal være individuel i forhold til ergonomi og udseende og skal passe ind i konteksten	*****

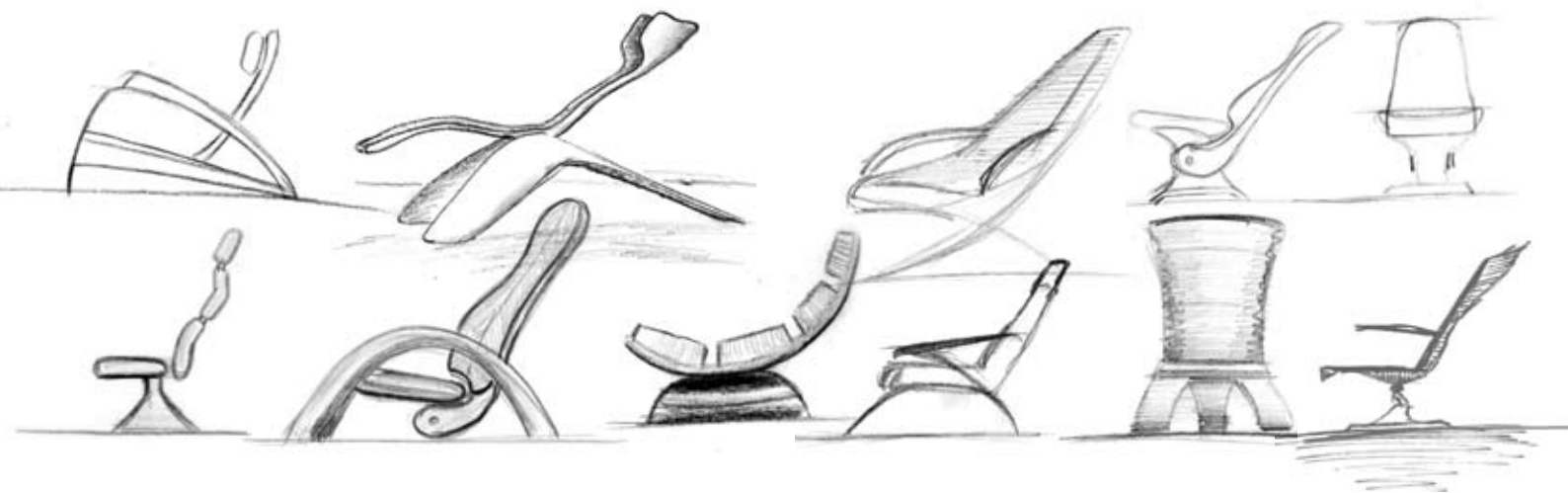
ill. 4.5.2

Formgivning

I de følgende afsnit beskrives formgivningsprocessen og systemudviklingen indtil det færdigudviklede koncept.

Indledningsvis præsenteres skitser fra opstartsfasen efterfulgt af forsøg og systemundersøgelser i form af arbejdsmodeller. Herefter præsenteres forslag til den konceptuelle form for systemet. Afsnittene beskriver ikke den komplette formgivning og alle overvejelser, men beskriver eksempler fra formgivningsprocessen.

Den indledende skitsering foretages ikke ud fra nogen bestemt metode, men som fri skitsering for at lade alle idéer strømme uden begrænsninger (ill. 4.6.1).



ill. 4.6.1

Idegenerering

Som en yderligere katalysator i den indledende idégenerering anvendes associationsteknikken [Ole Striim 2000], som skaber en række tilfældige ord ved hjælp af en såkaldt associationskæde (ill. 4.7.3). Teknikken består af flere trin, hvor de enkelte ord kombineres med en fokusering – i dette tilfælde en hvilestol. Herefter forsøges der at skabe en form for forced relationship [Tollestrup 2004] mellem ordene og en hvilestol, for at bryde det monotone og skabe nye og interessante idéer. Forced relationships anvendes hovedsageligt på de laveste abstraktionsniveauer af Lerdahls visionsbaserede model. Eksempelvis "kranstolen" (ill. 4.7.2) eller "skibstolen" (ill. 4.7.4 og 4.7.6) hvor relationen består af de principielle (konstruktion) og materielle niveauer (udspændt sejldug).



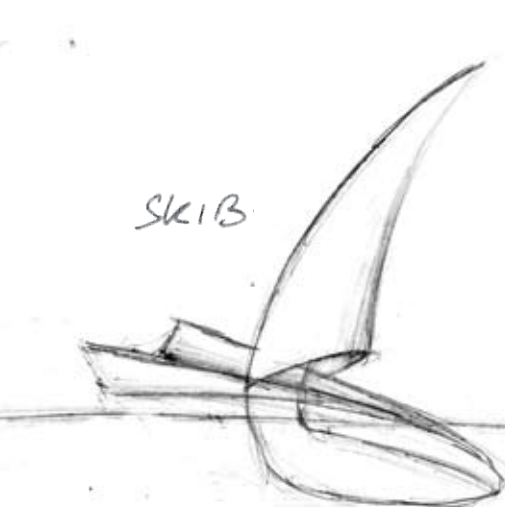
ill. 4.7.1



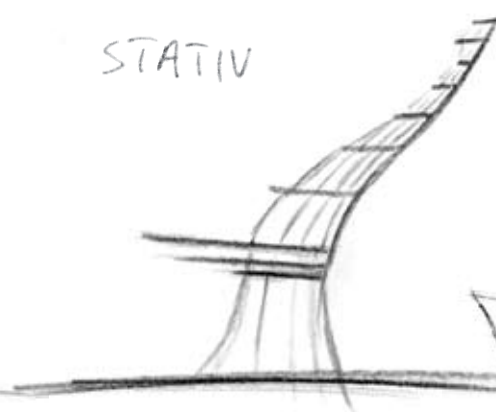
ill. 4.7.2

VAT - VATPIND - VASKEMASK - KUGLELEJER - MASKINE
KRAN - HAVN - SKIB - STÅL - STATIV - TØJ -
MODE - MÆRKEVARE - PRESTIGE - LAMBORGHINI - GUL

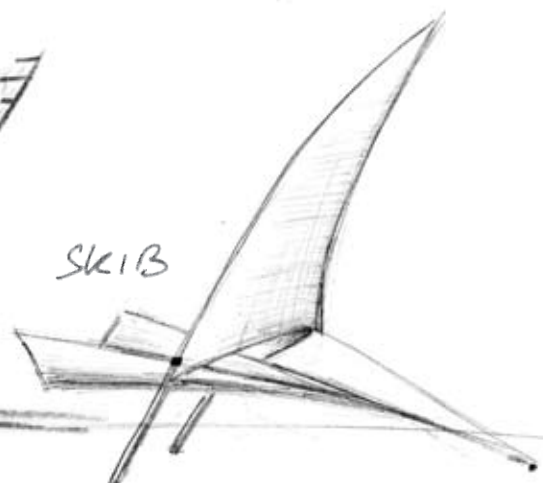
ill. 4.7.3



ill. 4.7.4



ill. 4.7.5



ill. 4.7.6

Forsøg

Ud fra skitser og andre ergonomiske overvejelser opstår der igennem projektet en lang række spørgsmål om, hvordan kroppen fungerer. Disse spørgsmål forsøges blandt andet besvaret ved hjælp af skitseringer og simple forsøg.

Et af disse forsøg er en undersøgelse af, hvordan ryggen bevæger sig i forhold til ryglænet fra tilbagelænet til oprejst position.

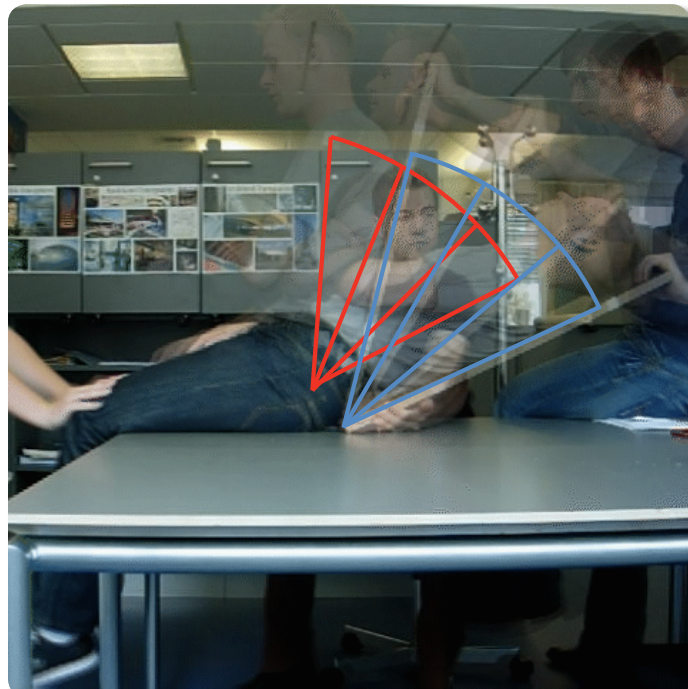
Under registreringerne (besøg hos møbelhandlere, A.P.'s møbler osv.) opfattes det som et irritationsmoment, når tøjet eksempelvis trækkes op, og ryggens støttepunkter forskydes.

Problemet undersøges via et simpelt forsøg. Billedet (ill. 4.8.1) er en kombination af stillbilleder, der viser ryggens bevægelse ud fra foruddefinerede punkter på kroppen (skulder og lænd), og tilsvarende punkter fastsat på den plade, der støtter ryggen.

Ryggen bevæges ikke bare om et bestemt omdrejningspunkt, idet omdrejningspunktet ændres, når ryggen rejses op eller lægges ned. Ryggens muskulatur ændrer sig, og ryggen rettes mere ud. På grund af det ændrede omdrejningspunkt danner skulderpunkterne ikke tilnærmelsesvist en cirkel (rød bue) i modsætning til ryglænet (blå bue), hvis bevægelse danner en cirkel. Forsøget indikerer, at ryggen har et tilnærmet omdrejningspunkt, som er placeret under hoften (ill. 4.8.1).

Derudover ses det af forsøget, at når ryggen har et andet omdrejningspunkt end ryglænet, vil ryggen lave en forskydning (afstanden mellem den blå og røde bue), så eventuelle støttepunkter (lænde-, nakke- og skulderstøtter) flyttes i forhold til ryggen.

Dette problem kan umiddelbart løses på to måder; at personen flytter sig i stolen efter at have lænet sig tilbage, eller at stolen kompenserer for forskydningen. Dette kan eksempelvis ske ved at lave et andet omdrejningspunkt for ryglænet.

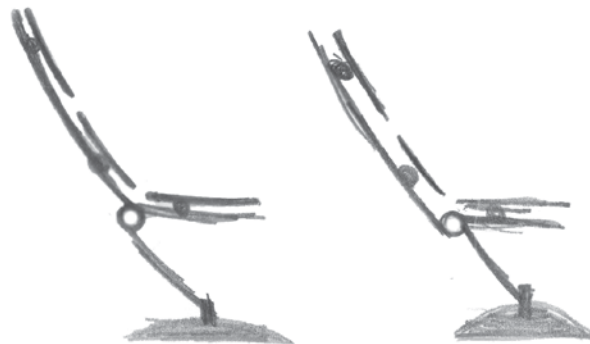


ill. 4.8.1 Forsøg

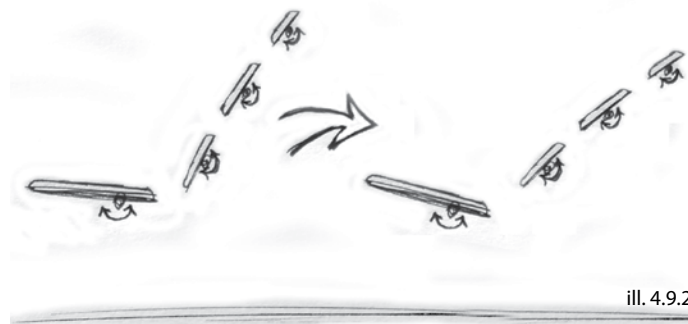
Funktionsprincipper

Omdrejningspunkt

På baggrund af forsøget opstilles en hypotese om, at et andet omdrejningspunkt for ryglænet vil kunne løse problemet med, at ryglænet forskydes i forhold til ryggen. Derfor opstilles et funktionsprincip, hvor omdrejningspunktet placering ændres (ill. 4.9.1).



ill. 4.9.1



ill. 4.9.2

Vippeplader

Derudover undersøges et funktionsprincip, hvor sædet og ryglænet består af en række paneler, der kan vippe (ill. 4.9.2). Formålet med pladerne er, at de kan justere sig i forhold til kroppen, så kroppen støttes i flere stillinger.

Arbejdsmodel

Undersøgelser af ergonomiske principper ved hjælp af skitser og forsøg kan være et udmærket udgangspunkt, men de forbliver spekulationer i sammenligning med mock-up's af forsøgene, så overvejelserne kan afprøves i 1:1.

Derfor udarbejdes en 1:1 principmodel, hvorpå omdrejningspunktet for ryglænet kan ændres i meget små trin (ill. 4.9.3). Erfaringerne fra forsøg og skitsering anvendes i udformningen af principmodellen.

Desuden inkorporeres vippepladesystemet i modellen med mulighed for at justere pladernes omdrejningspunkt.



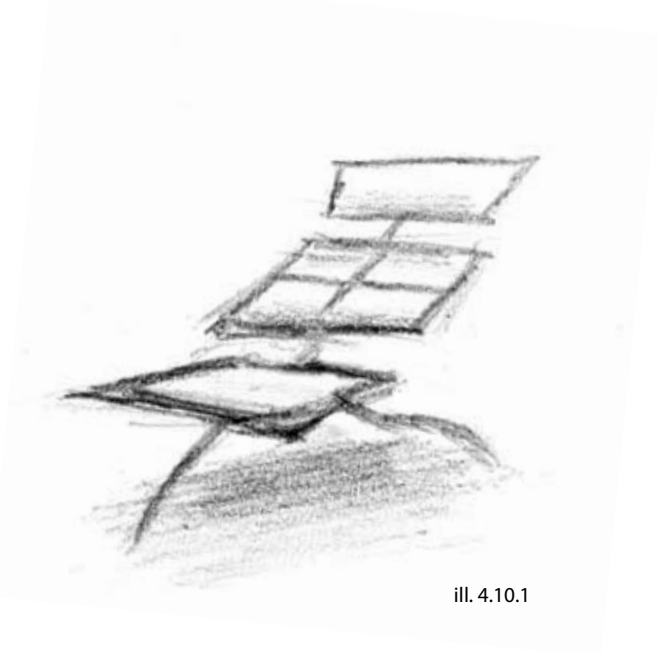
ill. 4.9.3

Form follows function

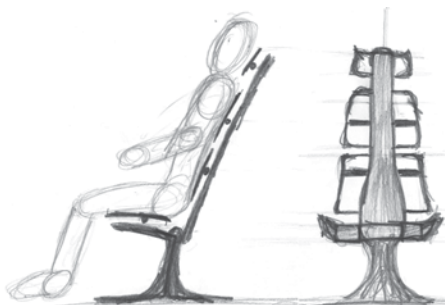
Funktionsprincippet med et ændret omdrejningspunkt for ryglænet og vippepladerne ønskes videreført i alle fremtidige skitseringer. Funktionsprincipperne definerer altså "rammerne" for formgivningsprocessen.

Herunder ses forskellige forsøg på at inkorporere funktionsprincippet i forskellige former – eller mere præcist at lade formerne opstå ud fra funktionsprincippet. Selvom stolene har meget forskellige udtryk, så har de alle omdrejningspunktet og vippeplader til fælles. Eksempelvis har "comanchestolen" (ill. 4.10.3) et meget kantet og aggressivt udseende, hvor "havestolen" (ill. 4.10.6) har svungne linier og et spinkelt udseende.

Skitserne skal ses som et udpluk af den samlede formgivningsproces.



ill. 4.10.1



ill. 4.10.2



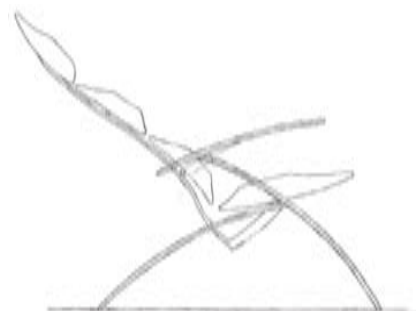
ill. 4.10.3



ill. 4.10.4



ill. 4.10.5



ill. 4.10.6

Formundersøgelse med modeller

Som et led i at undersøge former ved hjælp af modelbygning afholdes en workshop med fremstilling af modeller i mindre skala (1:5-1:10) blandt andet ved hjælp af slaglodning. Formålet er at visualisere skitser i 3 dimensioner for at få en øget forståelse for formen. Samtidig er det formålet, at modelbygningen skal inspirere til tekniske overvejelser vedrørende konstruktion, funktion, samling osv (ill. 4.11.1).

Workshoppen udmunder i flere forskellige modeller, hvoraf to beskrives her.



ill. 4.11.1

Den ene (ill. 4.11.2) er et stel, der bærer to vippeplader (sæde og ryglæn), hvor især stellet dynamiske linieføring er interessant. Stellet linier står i god kontrast til de mere stringente siddeflader.

Under udarbejdelsen af modellen erfares det, at stellet er besværligt at udarbejde. Dette gælder også en anden type af samme form, hvor stellet består af en skal (ill. 4.11.3).

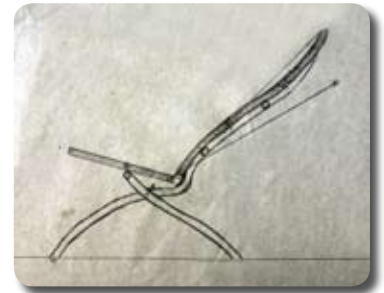


ill. 4.11.2



ill. 4.11.3

Den anden stol er konstrueret med tre ben, og fire vippeplader danner ryggen (ill. 4.11.4 og 4.11.5). Vippepladerne er delt i fire for at give dem et mere svævende udtryk og for at eksponere konstruktionen, der bærer ryggen. Linien fra rygkonstruktionen fortsættes ud i det forreste ben. Desuden er benene udført, så de skaber en illusion af, at de fortsætter ned igennem gulvet. Konstruktionen med tre ben giver stolen nogle interessante æstetiske kvaliteter, men samtidig er stolen svær at gøre stabil.



ill. 4.11.4



ill. 4.11.5

Begge stole har interessante kvaliteter. Den trebenede stol er mere gennemført i henhold til funktionsprincippet, men begge stole formår at have et meget harmonisk udtryk.

Koncept



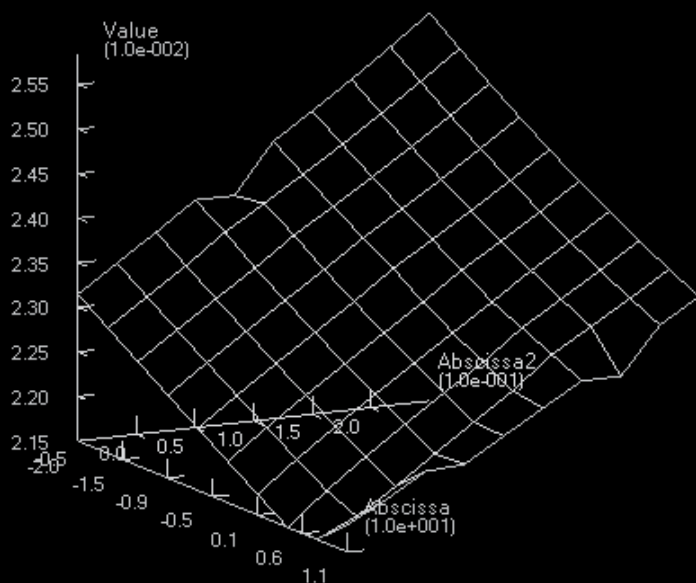
På de følgende sider præsenteres det bærende koncept. Hermed menes hvilke overordnede principper og udtryk, der arbejdes videre med under konceptdetaljeringen.

Der anskueliggøres eventuelle problemstillinger, der skal re-searches for mulige løsninger, eksempelvis indenfor konstruktion, materialer, økonomi, transparens osv.

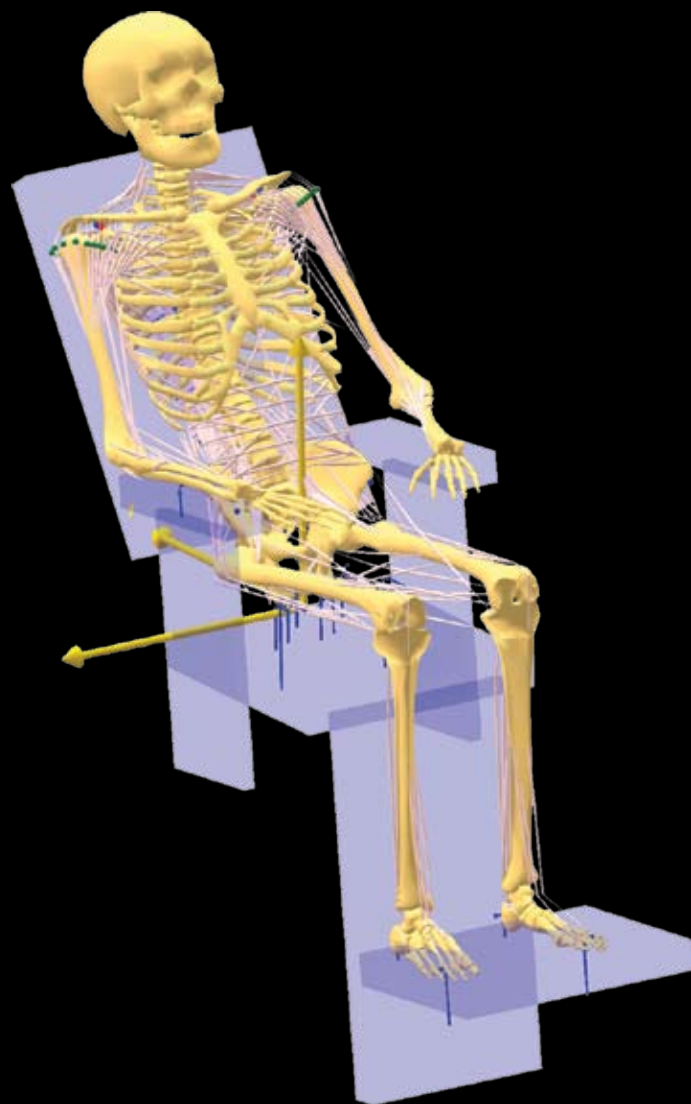
Ergonomi

Gennem optimering i programmet AnyBody findes frem til flere forskellige siddestillinger, hvor testpersonen slapper mest af i musklerne (ill. 5.2.1 og 5.2.2) – dette skal ligeledes efterprøves vha. forsøg. Programmet bruges mest af alt til at finde en optimal vinkel mellem sæde og ryg (i forhold til afslapning/minimal muskelbelastning)

Det kræver en omprogrammering af programmet at lave en ny 3D model af det aktuelle princip i flere positioner, og hvorvidt dette er muligt vil blive undersøgt nærmere. AnyBody skal endvidere bruges til at underbygge nogle valg. Bl.a. i forhold til valg og fravalg af nakkestøtte, armlæn og benstøtte.



ill. 5.2.1 Eksempel på resultater fra AnyBody



ill. 5.2.2 Figur fra AnyBody

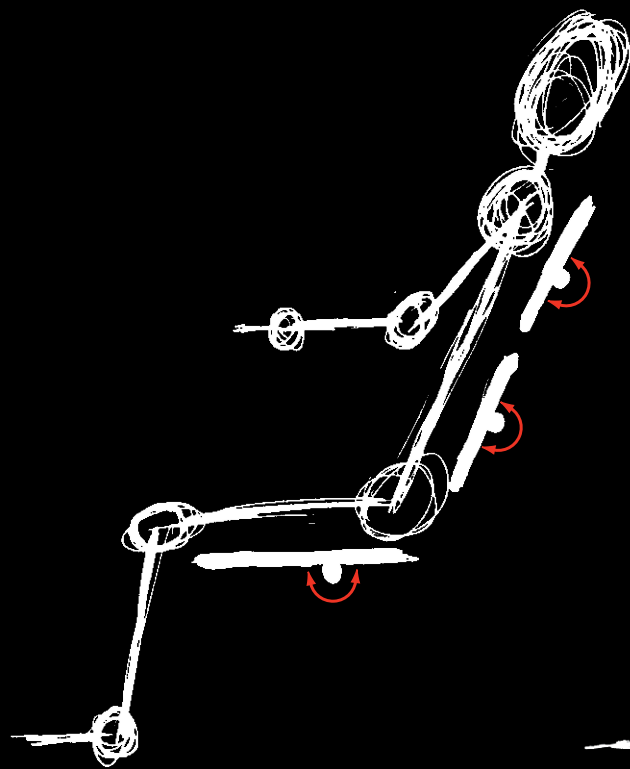
Vippefladesystem

Konceptet er et system, hvor sædet består af en række vippeflader. Formålet med vippefladerne er, at stolen tilpasses den enkelte brugers siddestilling og kropsbygning og dermed laves en dynamisk ergonomi, som tilpasses brugssituationen.

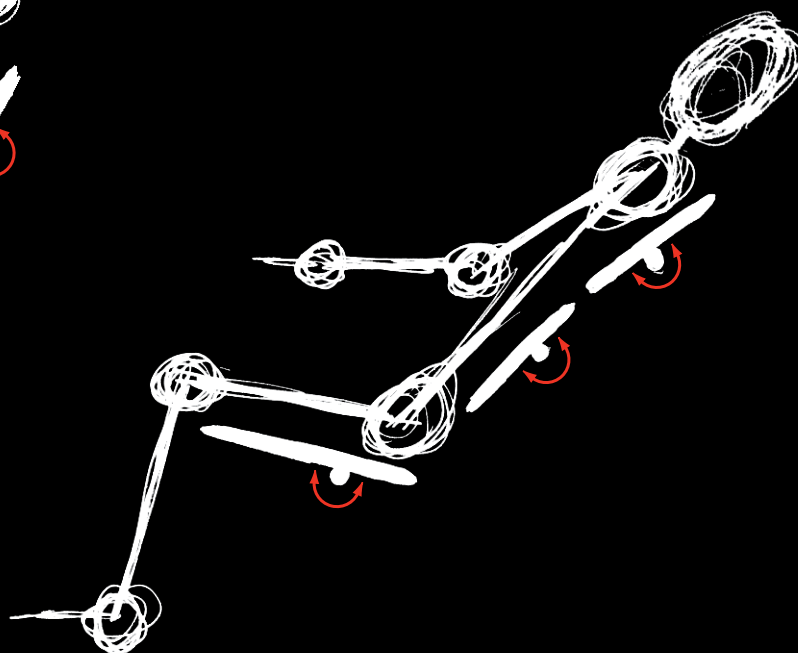
Ryglænet er delt op i to dele, da menneskets ryg er fleksibel og med mere end en flade giver det mulighed for et mere tilpassende sæde.

For at systemet skal fungere i praksis er placeringen af fladerne og deres vippepunkter kritisk.

Vippepunktet skal placeres korrekt i forhold til "tyngdepunktet" af den understøttede kropsflade, så de støtter både i oprejst og liggende stilling (ill. 5.3.1 og 5.3.2).



ill. 5.3.1



ill. 5.3.2

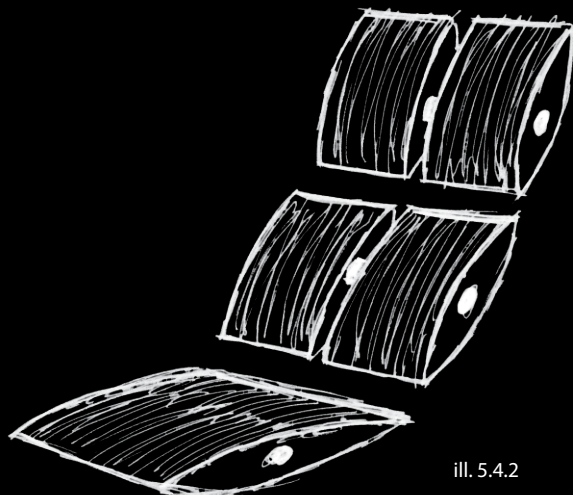
Den optimale placering af vippefladerne og deres dimensionering forsøges defineret ved hjælp af en arbejdsmodel (ill. 5.4.1).

Modellen gør det muligt at flytte vippepunktet for fladerne i forhold til ryggen og at flytte vippepunktet i forhold til selve fladen. Dermed kan den optimale position estimeres.

En mulighed er også at opdele rygfladerne, således at stolen får en større fleksibilitet. Om det overhovedet er behageligt, at læne sig op af to flader, med rygsøjlen i midten, skal naturligvis efterprøves ved hjælp af modelforsøg (ill. 5.4.2).



ill. 5.4.1



ill. 5.4.2

For at gøre ryglænet mere fleksibelt, overvejes det at opdele sæderyggens flader midtpå.

Vippesystemet medfører en række problematikker. Placeringen af vippefladerne og omdrejningspunktet kan være svært at definere helt korrekt. Desuden kan det blive problematisk at få systemet til at passe til flere forskellige brugere. En eventuelt justeringsfunktion kan blive aktuel.

Tidligere forsøg viser, at vippefunktionen - omend velfungerende - stadig skal justeres og modificeres, for at fungere efter hensigten. Eventuelt via en form for modstand, så især siddefladen ikke vipper for let.

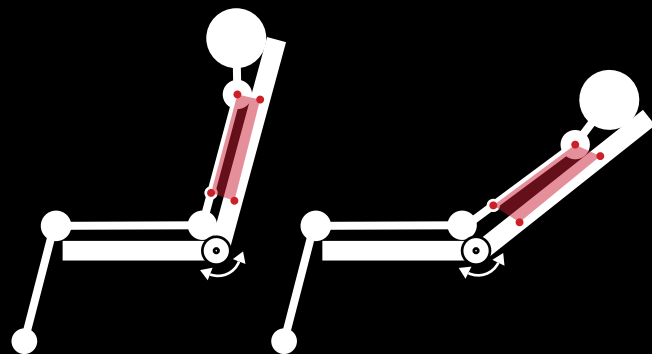
Vippefunktion

Problem

Et problem, der er observeret ved lænestole, er, at når sædet lægges ned, bliver trøjen trukket op ad ryggen. Dermed skal kroppen flyttes, for at man sidder komfortabelt igen. Et andet problem ved at lægge stolen ned er, at afstanden fra nakken til nakkestøtten øges, hvorved denne skal justeres, efter brugeren har ændret stilling.

Forskydning

Diagrammet (ill. 5.5.1) viser, hvordan ryggen flytter sig i forhold til ryglænet på en lænestol, der har ryglænet monteret på normal vis. Det ses, at punkterne på ryggen forskydes i forhold til punkterne på ryglænet, hvorved de danner et parallelogram.



ill. 5.5.1

Funktionsmodel

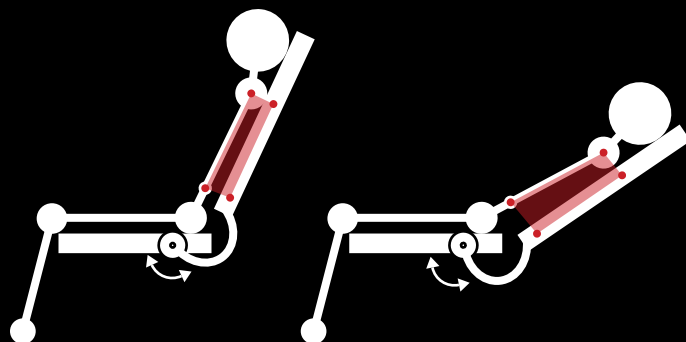
For at løse dette problem, kan omdrejningspunktet for ryglænet ændres på arbejdsmodellen (ill. 5.5.2). Herved er der fundet en placering, så der opstår en minimal forskydning mellem personens ryg og ryglænet.



ill. 5.5.2

Løsning

Diagrammet (ill. 5.5.3) viser, hvordan forskydningen kan mindskes ved at flytte ryglænets omdrejningspunkt. Her er punkterne stadig overfor hinanden og danner et mere rektangulært område. Dette resulterer dog i et forstørret mellemrum mellem lænd og lændeplade, men dette kompenseres for, ved at sædet og lændestøtten vipper.



ill. 5.5.3

Formparametre

Formen i konceptet følger i høj grad funktionen. Den er baseret på de førnævnte principper mht. vippeflader og ryglæn, hvilket betyder, at der pga. disse funktioner eksisterer nogle begrænsninger. Det skyldes, at funktionerne skal have en vis bevægelsesfrihed.

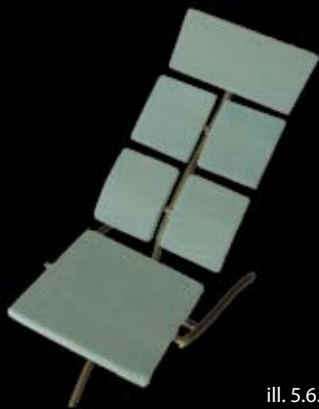
Eftersom ryglænets hældning skal kunne indstilles uafhængigt af siddefladen, er det nødvendigt at adskille disse flader fra hinanden. Dette hjælper også til at gøre stolen mere gennemskuelig. Ligeledes skal formen understrege de bevægelige dele, så det ikke kommer som en overraskelse for brugeren, hvilke dele der er bevægelige.

Ergonomiske hensyn er i høj grad også bestemmende for, hvordan de forskellige elementer i stolen formgives. Eksempelvis har armlæn, og placeringen af disse, en stor betydning for muskelbelastningen i ryg og skuldre, ligesom placeringen af ryg og nakkestøtte også har betydning for dette. Derfor vil formen blive tilpasset disse funktioner. Det betyder eksempelvis, at formen på sæde, armlæn, rygplader og evt. nakkestøtte

vil være bestemt ud fra ergonomiske aspekter, men samtidig også æstetiske overvejelser. På den måde søges det også at gøre stolen transparent ved at understrege funktionen.

På arbejdsmodellen (ill. 5.6.1 og 5.6.2) er der arbejdet med både funktion og form på samme tid. Rygstykket, der holder vippepladerne, er formet organisk, så den følger rygsøjlen. På den måde tages der også højde for, at skulderstøtten skal være placeret længere tilbage end lændestøtten, som det blev udledt af forsøg. Ligeledes er svajet og krumningen på hhv. skulderpladen og lændestøtten udformet efter menneskekroppen. På modellen er det også valgt at lave et organisk understel, som følger vippefladernes organiske former, og som på samme tid opfylder de krav, der er til ryglænets omdrejningspunkt og pladernes frie bevægelser.

Formen (ill. 5.6.2) er ikke endelig og kan blive ændret på alle de beskrevne parametre. Fælles for fremtidige former vil dog være principperne og systemet, der opbygger konceptet.



ill. 5.6.1



ill. 5.6.2

Formudtryk

Det er observeret, at ergonomiske stole har en tendens til at få et meget funktionspræget udseende, som ofte minder om en kontorstol.

En kontorstol (ill. 5.7.2) og en hvilestol (ill. 5.7.1) består af de samme elementer: siddeflade, rygflade og armstøtter, men de dækker vidt forskellige behov og har forskellige udtryk.

En hvilestol består typisk af elementer, der opfordrer til afslapning (polstring, hældning, højde, bredde osv.), hvor en kontorstol med sit højere slanke look opfordrer til en mere oprejst arbejdsstilling. Typisk er en kontorstol af et mere funktionspræget udseende, hvor håndtag osv. ikke er gemt væk.

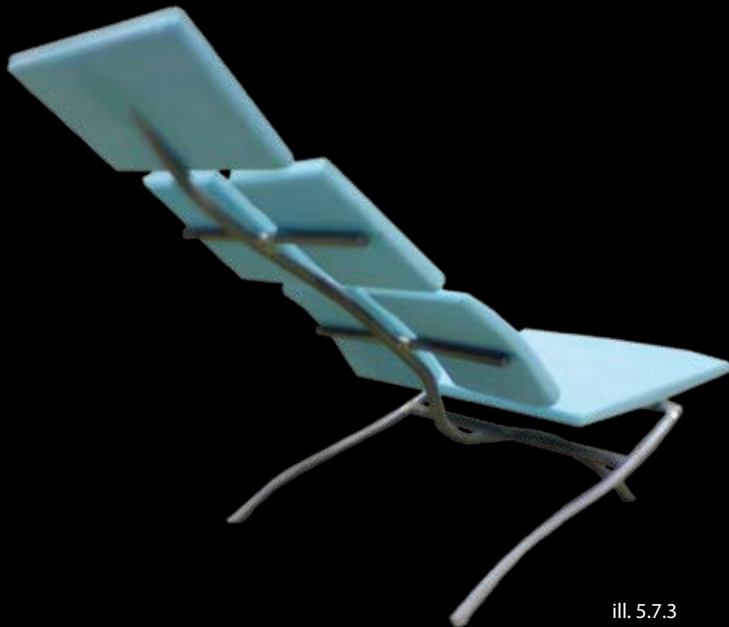
Virkemidlerne, for at adskille udseendet af en hvilestol fra en kontorstol, er altså eksempelvis parametre som proportionering (bredde/højde/dybde), sædehøjde, tilbehør osv.



ill. 5.7.1



ill. 5.7.2



ill. 5.7.3

Vores vision er at skabe en funktionel-æstetisk stol, der er let at anvende - f.eks. med den velkendte brugerinteraktion fra kontorstolen, kombineret med hvilestolens behagelige formsprog.

Det ønskes at arbejde med alternative materialer, så en anderledes transparent konstruktion, udtryk og formsprog opnås.

Programmet AnyBody anvendes til at finde en så afslappende stilling så muligt. Her tænkes der på konkrete grænsevinkler mellem ryglæn og sæde, samt afstanden mellem de forskellige elementer stolen ønskes opbygget af. Dette suppleres med arbejdsmodeller.

I den videre formgivning anvendes blandt andet skitser og 3D-modellering som et dynamisk værktøj til at afprøve ændringer af stolen.

Konceptdetaljering



I de følgende afsnit dokumenteres detaljeringen af konceptet og dermed udarbejdelsen af det endelige produkt. Der præsenteres metoder og redskaber, som er brugt i processen, og de designmæssige valg detaljeres, præsenteres og argumenteres for.

Indledning

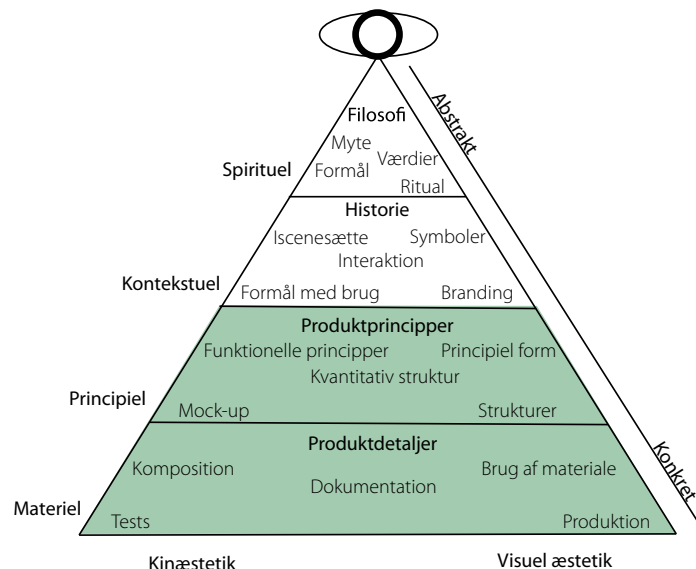
I de følgende afsnit præsenteres detaljeringen af konceptet. Der er benyttet en lang række metoder og redskaber, som hver især præsenteres undervejs. Dog er beslutningsprocesserne stadig defineret ud fra en række udvælgelseskriterier.

De forskellige løsninger bestemmes ud fra en række prioriterede kriterier. Det gælder alt lige fra skitser med designforslag til de mindste og meget præcise detaljer som eksempelvis lejer og diverse samlinger - dvs. både på det principielle (produktprincipper) og materielle (produkt detaljer) niveau af Lerdahls [2000] visionsbaserede model (ill. 6.1.1). Projektet behandler især ergonomiske parametre og overvejelser, men i lige så høj grad de æstetiske overvejelser. Derfor falder det naturligt, at produktets "wow-faktor" skal være imponerende på netop disse parametre.

Det mere abstrakte begreb, "wow-faktor", beskrives som en positiv følelse, som vækkes hos køberen, hvis stolen er imponerende. Wow-faktoren skal altså bestå af et samspil mellem æstetik og ergonomi. Det er essentielt, at de ergonomiske (og dermed funktionelle) overvejelser kommunikerer i salgsøjeblikket.

På det mere materielle niveau foretages beslutninger også ud fra de mere tekniske parametre såsom styrkemæssige forhold, produktionsproces, kostpris osv. Heriblandt helt ned i de mindste produkt detaljer så som materialer, bearbejdning, overflader osv.

Vurderingerne ud fra de forskellige ovenstående kriterier er i så høj grad som muligt baseret på en metodisk tilgang og allerede eksisterende viden (fra kurser og lignende). Samtidig er der dog i flere situationer tale om beslutninger, der er taget med baggrund i rationelle vurderinger.

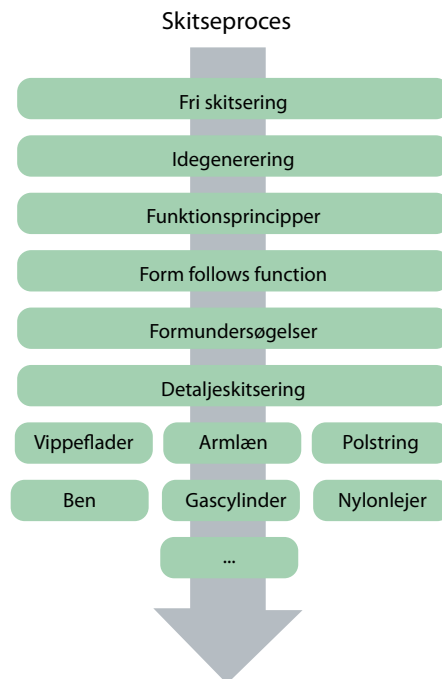


ill. 6.1.1 - Lerdahls visionsbaserede model

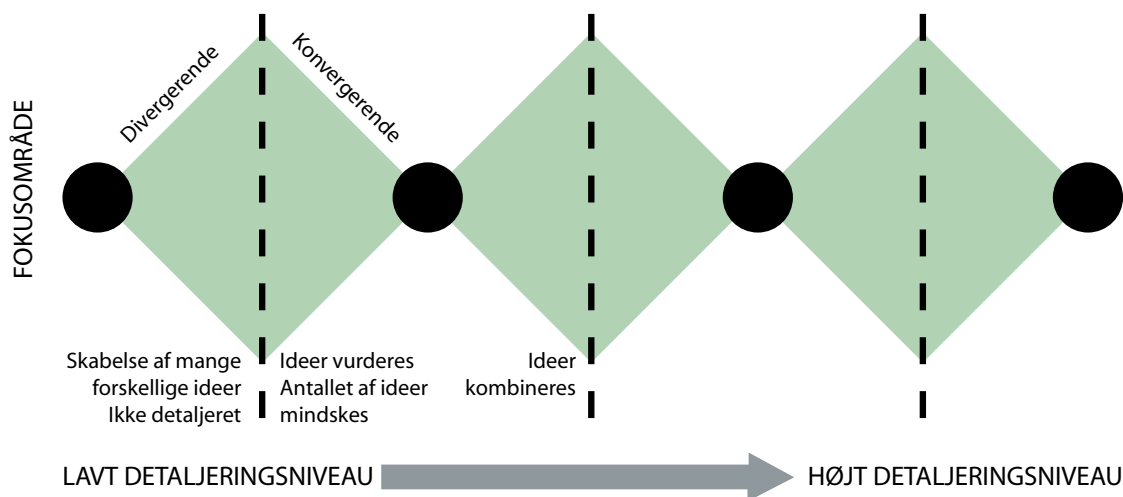
Systematisk skitsering

Konceptet og detaljeringen er, sideløbende med skitseprocessen, blevet udviklet gennem en iterativ proces. I dette afsnit vil der blive redegjort for, hvordan metoden systematisk skitsering er brugt i processen.

Systematisk skitsering handler grundlæggende om at bruge blyant og papir til at dokumentere, visualisere og fortælle om ideer. Der bruges skitsering til at undersøge forskellige former og systemer på et ikke særlig dybdegående niveau, for dernæst at udvælge de bedste ideer til at arbejde videre på og evt. kombinere flere ideer (ill. 6.2.1). Denne proces foregår i en divergerende og konvergerende proces. Som det ses på ill. 6.2.2, skitseres der i starten meget løst på vidt forskellige ideer og løsninger (divergerende). Derefter vurderes disse skitser ud fra nogle kriterier, som skal opfyldes, og der udvælges ideer, der skal arbejdes videre med (konvergerende). Herefter vil der igen blive eksperimenteret med at kombinere flere af disse ideer og evt. føre dette til nye ideer, som i denne proces bearbejdes mere end den forrige fase og vurderes ud fra nogle opstillede kriterier. Denne proces fortsættes, indtil der eksisterer nogle meget gennearbejdede skitseforslag, som der herefter kan arbejdes videre med og detaljeres.



ill. 6.2.1 Skitseprocessen



ill. 6.2.2 Processen i systematisk skitsering

Gravko vs. havestol

I begyndelsen af konceptdetaljeringen stod valget mellem to typer stel, der i gruppen blev omtalt som minigravkoen og havestolen (ill. 6.2.3 og 6.2.4), da de gav associationer til disse objekter.

De blev stillet over for hinanden og vurderet ud fra udseende, udtryk, wow-faktor, funktion, produktion, styrkemæssige forhold, materialer, og kostpris ud fra velbegrundede gæt.

Vha. systematisk skitsering blev der arbejdet videre med de positive træk fra disse to skitser. Det resulterede i skitser, hvor der blev arbejdet med at integrere armlænet med stellet, og på samme tid søge at indarbejde stemplet i formen til brug ved tilbagelænnelsesfunktionen. Derudover blev der skitseret på, hvordan det var muligt at gøre ryggen mere stabil. Ligeledes blev der skitseret på stole med en mere enkel linjeføring. Desuden forsøgte det at kombinere de positive elementer fra de forskellige skitser. Eksempelvis er de brede ben fra stellet på minigravkoen overført til havestolen.



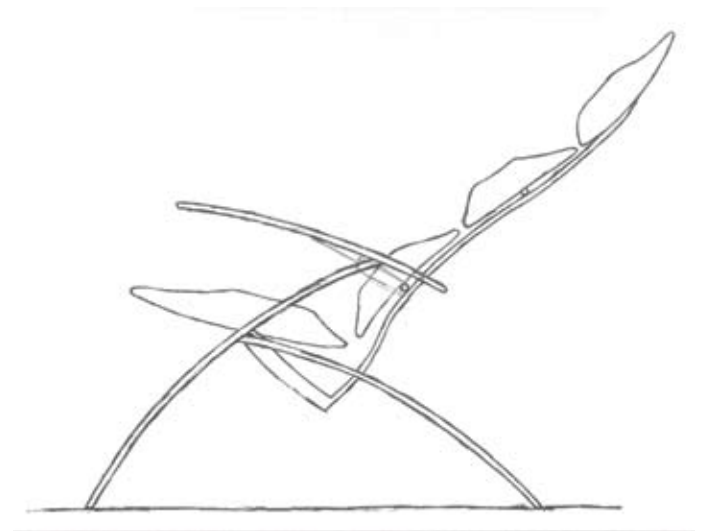
ill. 6.2.3 Minigravko



Anderledes, nyt udtryk
Lavt tyngdepunkt
Tydelig tilbagelænnelsesfunktion
Sammenhæng mellem ryg og stel



Svær at konstruere mht. stempel
Ustabil ryg
Armlæn påmonteret, ikke integreret
Falsk visualisering af drejefunktion



ill. 6.2.4 Havestol



Integreret armlæn
Sammenhæng mellem ryg og stel
Simpel linjeføring
Svævende udtryk

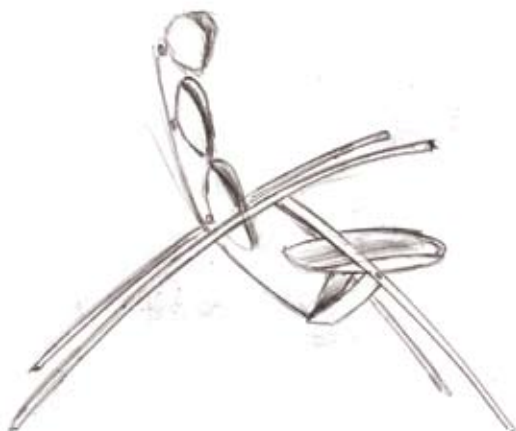


Havestols-udtryk
Ustabil ryg
Problemer med montering af stempel
Svag konstruktion

Den valgte form



ill. 6.2.5



ill. 6.2.6



ill. 6.2.7 Det valgte udseende

På ill. 6.2.5 og 6.2.6 ses det, at der er arbejdet med at integrere armlænet med benene, som det er tilfældet på havestolen. Derudover er der også skitseret på at skabe det samme lette udtryk, som havestolen besidder, og kombinere det med det stabile og robuste udtryk, som minigravkøen har, hvor den ser ud, som om den står solidt på jorden.

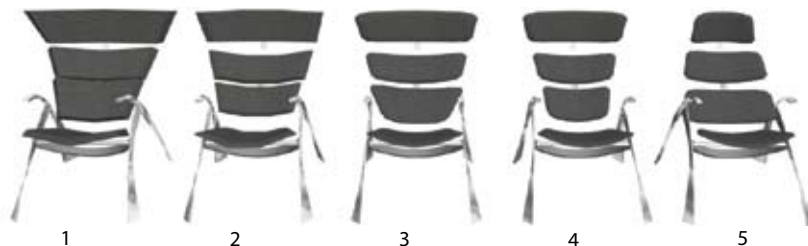
Der er tegnet videre ud fra ill. 6.2.7, hvor det blev vurderet, at armlænet er integreret på en måde, hvor det passer med formen. Derudover er der arbejdet med at lave stellet, så det består af ben, der er bøjet og roteret på samme tid (ill. 6.2.7). Disse former kommer fra minigravkøens stel, blot med den forskel at de er lavet af plader frem for profiler med varierende tykkelser. Dette giver stolen en dynamisk form.

3D-skitsering

Der er brugt 3D-modellering til at undersøge forskellige løsningsmuligheder. Denne proces bliver uddybet i dette afsnit.

Udformning af vippepladerne

Vippepladernes form undersøgt i 3D ved at lave 5 stole med forskellige udformninger af vippepladerne. Herefter er stolene brugt i diskussionen, hvor det er muligt at se stolene i forskellige perspektiver, hvilket gør, at det er lettere at forholde sig til formen. Pladernes form er valgt ud fra, hvordan den spiller sammen med formen på stellet. Stol 1 og 2 (ill. 6.3.1) bliver for skarpe i kanterne, hvor nr. 4 og 5 bliver for slanke, så stolen mister "hvilestolens" udtryk. Nr. 3 har nogle former, der står i kontrast til det skarpe stel og ser harmoniske og komfortable ud.



ill. 6.3.1 Modellering af rygplader

Samling mellem armlæn og forben

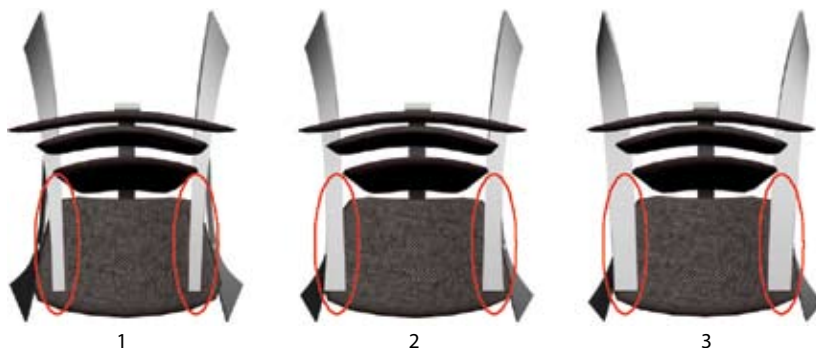
Samlingen mellem armlæn og forben er vurderet ud fra 3 modeller. Her undersøges hvordan placeringen påvirker funktion og udtryk. Ved at sætte samlingen ved kanterne (1 og 3) (ill. 6.3.2), er der mulighed for at lave en svejsning, der skjuler samlingen. Modsat vil der opstå en stor torsions-spænding, hvis en person sætter sig på armlænet. Det blev valgt at placere samlingen i midten (2). Dels for at give plads til at sædet kan bevæge sig, og dels for at armlænene ikke er placeret for langt fra hinanden.



ill. 6.3.2 Placering af samling mellem armlæn og forben

Udformning af armlæn

Der er til udformningen af armlæn skitseret 3 mulige løsninger i 3D. Billede 1 og 3 med ens bredde på hele armlænet. På billede 2 er der arbejdet med, at armlænet er bredere yderst på armlænet, men bliver smallere ved samlingen med forbenet. Denne udformning giver et samspil med resten af "bagbenet" og forbenet samtidig med at bredden er ergonomisk acceptabel.



ill. 6.3.3 Udformning af armlæn

Skitsering

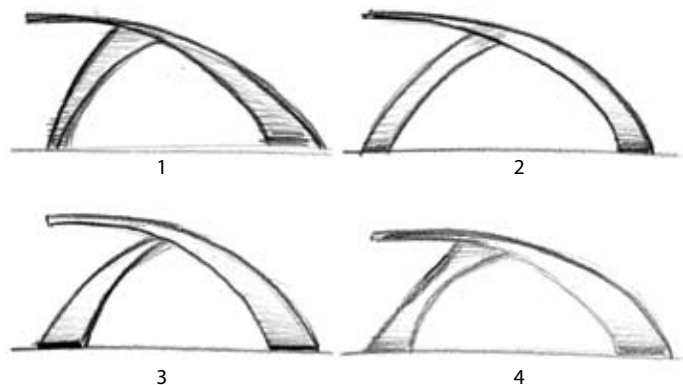
I dette afsnit vil der blive uddybet detaljer ved stolen, som er udformet ved hjælp af skitsering.

Udformning af forben

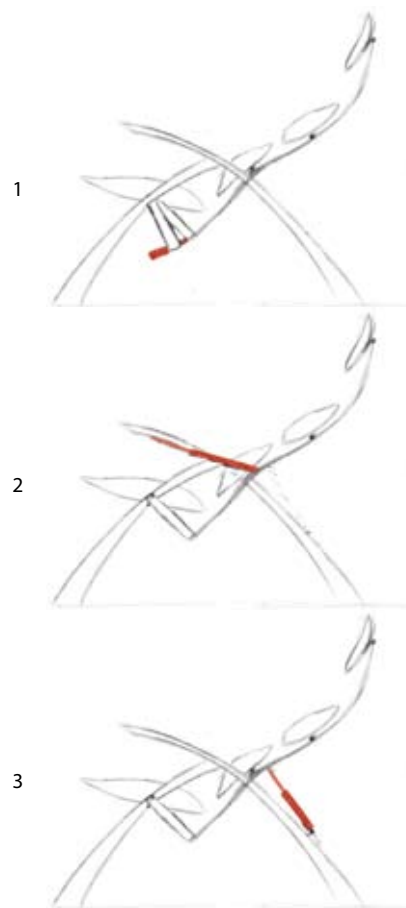
Udformningen af forbenet er baseret på undersøgelser ved hjælp af skitser. På ill. 6.4.1 er der vist et udsnit af disse skitser. Forbenene er sat sammen med bagbenene for at få et indtryk af, hvordan formerne spiller sammen med hinanden. Det er valgt at arbejde videre med forslag nr. 3, hvor bredden på foden af forbenet er i samme dimensioner som bagbenet. Ligeledes er det valgt at lave forbenet, så det er lige så bredt som armlænet, der hvor de to er sat sammen.

Placering af gascylinder

Placeringen af gascylinderen er vurderet ud fra flere aspekter såsom kraftpåvirkning, transparens og betjening. På billede 1 (ill. 6.4.2) er cylinderen fastgjort under sædet. Denne placering er uigennemskuelig, og der vil være tale om relativt store kraftpåvirkninger i dette område. Dermed skulle en meget kraftig cylinder anvendes. Ligeledes bidrager denne placering af stemplet ikke til stabiliteten på ryggen. Foruden denne løsning er det også overvejet at placere en gascylinder i hver side under armlænene, som er fastmonteret på ryglænet (billede 2). Her vil cylinderen være mere synlig, og funktionen vil blive mere transparent. Dog er der den ulempe, at begge cylindre skal aktiveres simultant, hvilket vurderes som værende problematisk brugsmæssigt og teknisk. Endelig er det overvejet at placere gascylinderen direkte på rygsøjlen og ned til en tværstiver mellem bagbenene. Dette gør funktionen meget synlig og tilfører derudover stabilitet til rygsøjlen. Ud fra tekniske og transparens-mæssige overvejelser vælges det at anvende den sidstnævnte løsning (billede 3).



ill. 6.4.1 Udformning af forben

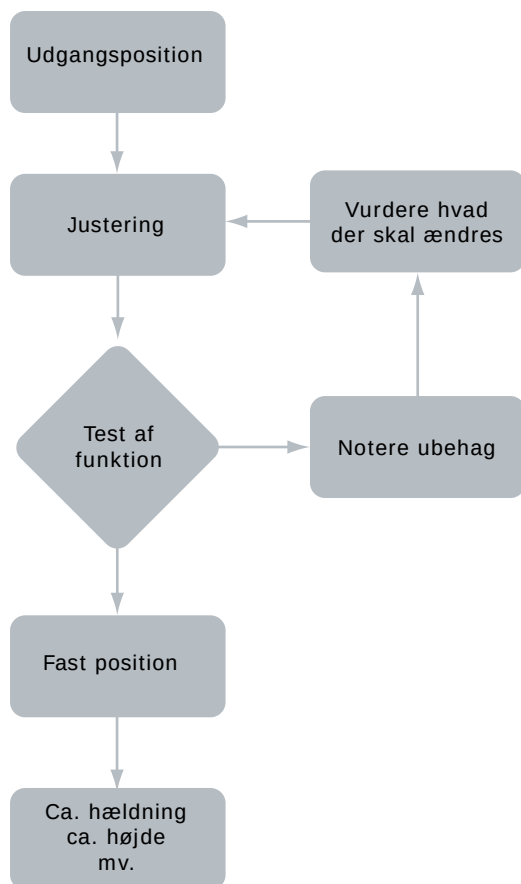


ill. 6.4.2 Placering af gascylinder

Funktionsmodel

Gennem hele projektet er beslutninger omkring siddestilling baseret på modelforsøg, hvor der har været mulighed for det. Det vil sige, at praktisk taget hele siddestillingen er gennemprøvet ved hjælp af modelforsøg i skala 1:1. Omdrejningspunkternes placering, sidde- og rygflader, udformning af rygsøjlen, armlænenes placering og form samt stemplets placering blev bestemt ud fra den ønskede siddestilling. Disse forsøg beskrives på følgende sider.

Ved forsøgene er der taget udgangspunkt i metoden, der er beskrevet ved ill. 6.5.1. Formålet med dette er at notere de ændringer, der foretages ved forsøgene og hvad de ændrer ved eksempelvis ergonomen og oplevelsen.



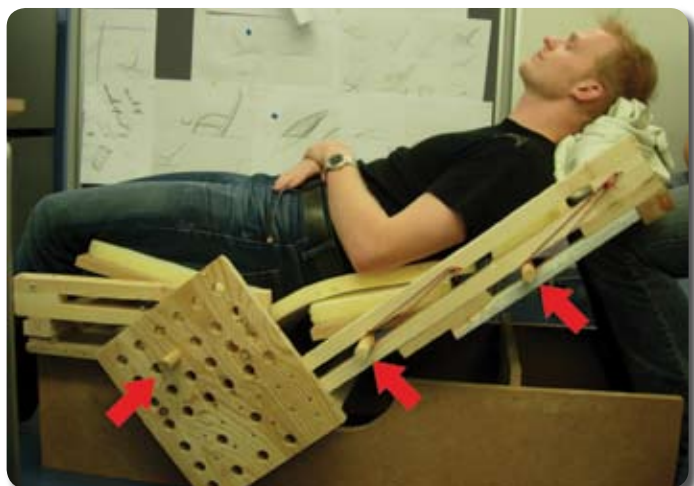
ill. 6.5.1 Fremgangsmåde ved forsøg

Omdrejningspunkter

Omdrejningspunkterne for både ryglæn og vippeplader er bestemt vha. funktionsmodellen. På denne er der mulighed for at ændre positionen for omdrejningspunkter og vippepunkter (ill. 6.5.2). Gennem forsøgene er der fundet nogle præcise værdier for, hvor alle omdrejningspunkternes placering. Dette er efterfølgende sat op i et koordinatsystem. Det er disse opmålinger, der ligger til grund for dimensioneringen af stolen. Det første punkt der blev fastsat var, hvilken akse sædet og rygsøjlen skulle dreje om. Dernæst er placeringen af rygpladerne blevet bestemt ud fra forsøg.

Rygsøjlels udformning

Rygsøjlels udformning er blevet bestemt ud fra omdrejningspunkternes placering i koordinatsystemet. Ud over at omdrejningspunkterne har faste positioner, skal der også være en vis frigang, for at vippepladerne har den krævede bevægelsesfrihed. Vinklen, der definerer denne frigang, er udledt af forsøgene.



ill. 6.5.2 Forsøg med omdrejningspunkter, hvor de markerede akser kan flyttes

Armlænenes form og placering

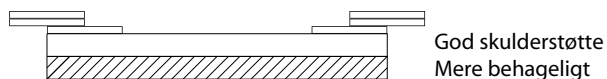
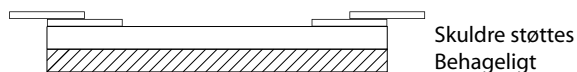
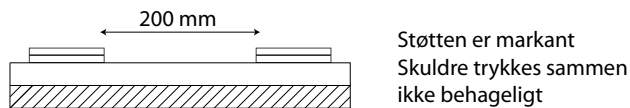
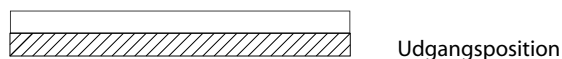
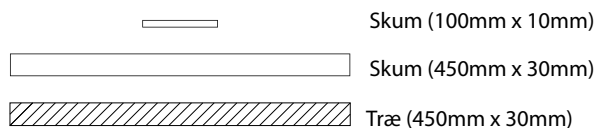
Krumning og endelig bredde på armlænet er ligeledes fundet gennem forsøg på modellen. Der er lavet flere variationer af armlænet med forskellige krumninger (ill. 6.5.3) for at sikre, at armene har kontakt til armlænet, både når man sidder i oprejst position og i tilbagelænet position. Derudover er der ved samme forsøg fundet en specifik længde på armlænet, samt en bredde på dette. Det har ved forsøget været en prioritet, at det er muligt at betjene knappen til gascylinderen både fra opretsiddende og tilbagelænet position, så det er nemt at komme op af stolen.

Den fundne krumningsradius er sat ind i det samme koordinatsystem som omdrejningspunkterne, og krumningen på stellet er efterfølgende lavet til at følge den samme radius, så der skabes en sammenhæng i formen, og så armlænet fremstår integreret.

Sidde- og rygflader

Krumningen af ryg- og sædeflader er fremkommet gennem forsøg med forskellige lag skum, som fremgår af ill. 6.5.4 (Flere resultater fra skumforsøg ses i appendiks 6.5.1). Skummets tykkelse er løbende ændret og noteret, så der opnås et overblik over, hvilken virkning skumtykkelsen har på forskellige positioner. Eksempelvis blev det hurtigt klart, at for meget tryk direkte på rygsøjlen var ubehageligt, ligesom intet tryk på rygsøjlen også var ubehageligt. På samme vis var det heller ikke behageligt med meget tryk yderst på skuldrene, hvilket førte til, at det ikke var muligt at slappe af i skuldrene. På den måde er sædets krumning undersøgt systematisk, og det er vurderet undervejs, hvordan formen på sædet skal være.

Elementer til forsøg



ill. 6.5.3 Forsøg med armlæn

ill. 6.5.4 Proces ved valg af krumning på ryg- og sædeplader

Gipsforsøg

For at give et indtryk af, hvordan ryggen er formet, er der lavet gipsafstøbninger af sæde, lænd og ryg (ill. 6.5.5 og 6.5.6). Resultaterne af dette forsøg underbygger resultaterne ved skumforsøgene.

Krumningerne på alle vippepladerne er estimeret ud fra både skumforsøg og gipsforsøg.

Selve forsøget forløb ved at fylde en stor plasticpose med leca-nødder. Herefter satte forsøgspersonen sig på posen, og ved hjælp af vacuum fra en støvsuger fastholdt nødderne formen, imens et aftryk blev formet med gips.



ill. 6.5.5 Fremstilling af gipsafstøbninger



ill. 6.5.6 Gipsafstøbninger af sæde, lænd og skulder

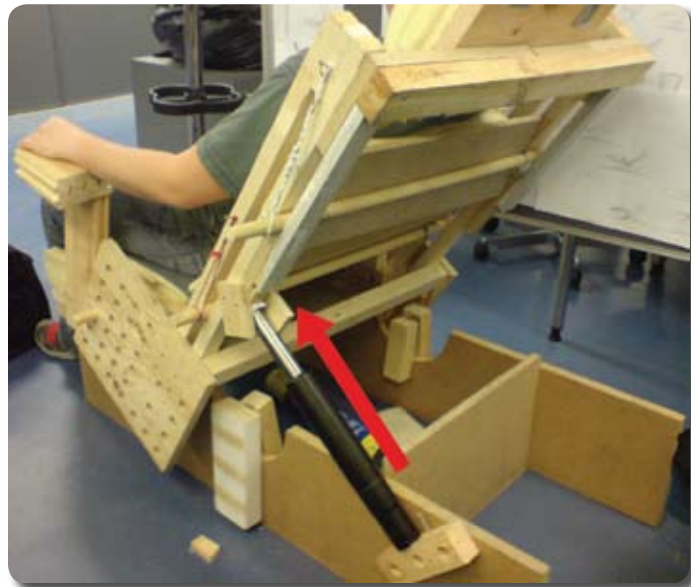
Placering af gascylinder

For at undersøge hvilke kræfter, der skal til for at flytte ryglænet fra tilbagelænet position til opretsiddende position, er der lavet forsøg med en pneumatisk gascylinder (ill. 6.5.7). Der er under forsøget eksperimenteret med forskellige angrebsvinkler på ryglænet for at estimere, hvor på stellet gascylinderen skal fastgøres.

Med stemplet placeret højt på ryglænet skal der bruges meget kraft for at lægge cylinderen ned, men samtidig bidrager det til, at det er nemmere at komme op af stolen. En høj placering kræver, at cylinderen skal have en stor vandring, eftersom fastgøringspunktet på ryglænet får en større radius i forhold til omdrejningspunktet.

Ved en placering nærmere lændestøtten skal der ikke bruges ekstra kræfter på at lægge ryggen ned - man skal blot læne sig bagover. Gascylinderen bidrager stadig til, at det er lettere at komme op af stolen. Cylinderen skal gerne placeres lavt på ryggen, så størrelsen på denne minimeres. Cylinderen vil ikke virke efter hensigten, hvis den bliver placeret for lavt i forhold til omdrejningspunktet.

Gennem forsøg er cylinderen blevet vurderet til at yde en modstand på 400N. Det forventes, at der vil være mindre friktion på det endelige produkt, når der bliver lavet bedre lejer, og cylinderen påvirker ryglænet direkte på midten. Derfor vurderes det, at der skal benyttes en gascylinder, der yder en modstand ca 250N til 300N. Dette er desuden underbygget gennem en beregning af den krævede cylinderkraft, hvor resultatet er, at den skal yde omkring 220N for at rejse ryglænet op.



ill. 6.5.7 Forsøg med gascylinderens angrebsvinkel

Præsentationsmodel

For at få et indtryk af formen og skalaen på stolen, er der bygget en præsentationsmodel i 1:1, som har alle de funktioner, den rigtige stol skal have. Processen ved skabelsen af denne beskrives i dette afsnit.

Arbejdet med at lave en præsentationsmodel (ill. 6.6.2) har givet et stort indblik i, hvilke processer der skal til for at lave den samlede stol. Inden produktionen af præsentationsmodellen er der lavet tekniske tegninger af de enkelte dele (appendiks 6.6.1). Til stellet er det beregnet, hvordan den udfoldede profil af benene vil være, inden disse bliver valset. Stellet er herefter skåret ud ved laserskæring, og profilerne er herefter forsøgt valset for at få den rigtige form. Efterfølgende er alle delene af stolen samlet og svejset (ill. 6.6.1).

Lejerne til vippepladerne er udarbejdet som nylonlejer i præsentationsmodellen for at undersøge, om den rette modstand kan opnås. Disse er justeret manuelt til at give den ønskede modstand i omdrejningspunkterne. Ved en eventuel produktion skal der findes en mere præcis størrelse på disse lejer, så de giver en mere ensartet modstand.

Præsentationsmodellen adskiller sig fra den rigtige stol på nogle punkter. Eksempelvis er modellen af praktiske årsager lavet af 4 mm stålplader frem for 12 mm aluminium. Dette skyldes til dels, at det ikke har været muligt at finde en valse, der kan bukke 12 mm aluminium på den ønskede måde, dels at ingen i gruppen har erfaring med TIG-svejsning.

Behovet for at lave tekniske tegninger til modellen har endvidere betydet, at der er arbejdet mere detaljeret med mange konstruktive og tekniske problematikker.

En løsning, det ikke har været muligt at integrere i modellen, er udløsermekanismen til gascylinderen. Her er der brugt en standard udløser (ikke monteret på ill. 6.6.2), som ikke er lavet direkte til stolen. Derfor passer denne ikke ind i stolens formsprog. Til tilbagelænsfunktionens anvendes en gascylinder på 300N, men med mulighed for at skifte til en cylinder med en anden styrke, hvis dette viser sig at være nødvendigt efter monteringen af alle vippepladerne.

Vippepladerne er ikke færdiggjorte ved tryk af rapporten, hvorfor disse ikke er illustreret på præsentationsmodellen. Pladerne vil blive formet ud fra gipsafstøbningerne, som modificeres til dette formål.



ill. 6.6.1 Samling af stellet



ill. 6.6.2 Præsentationsmodellen uden vippeplader

Aktivering af gascylinder

Knappen skal på en intuitiv og simpel måde udløse den cylinder, der gør, at ryggen kan lægges ned og rejses op igen. Knappen skal placeres således, at den er logisk at bruge og let at komme til, både når brugeren er opretholdende og tilbage. Eftersom kanten af armlænet benyttes i mange tilfælde, når brugeren skal ned i og op af stolen, er det naturligt at placere knappen, så hånden ikke skal flyttes yderligere for at aktivering. Ud fra dette vælges det, at knappen kan være placeret yderst på armlænet.

Knappens udformning

På ill. 6.7.1 er der arbejdet med at lave en knap, der er frontbetjent, således at der er adgang til den ved almindeligt brug af armlænet. På den måde vil brugeren også kunne aktivere cylinderen, når han trækker sig op af stolen. Det vil være en ulempe, at brugeren skal trække for at aktivere knappen i en situation, hvor han skal læne sig tilbage.

Ved at lave knappen topbetjent, som det er tilfældet på ill. 6.7.2, er det på alle tidspunkter ved brug af stolen, muligt at se hvor knappen sidder. Dette er en god kvalitet i forhold til, at gøre brugen af knappen mere gennemskuelig. Dog virker det igen unaturligt, at der skal trykkes ned på knappen, når ryggen skal lænes tilbage.

Modsat den topbetjente knap, vil en knap placeret under armlænet (ill. 6.7.3) virke mere naturlig at benytte i form af at man så griber omkring armlænet ved aktivering. Dog er denne placering ikke hensigtsmæssig i forhold til at gøre funktionen mere transparent. På den måde kan det være svært for første gangsbrugere at gennemskue funktionen.

Derfor er det valgt at lave en sidebetjent knap (ill. 6.7.4), som er synlig for brugeren i alle positioner, og som meget naturligt kan aktiveres med tommelfingeren, uden at hånden skal flyttes fra armlænet. Desuden er det valgt at placere knappen på højre armlæn, da størstedelen (85%-90%) af mennesker er højrehåndede [Wikipedia 2006C].



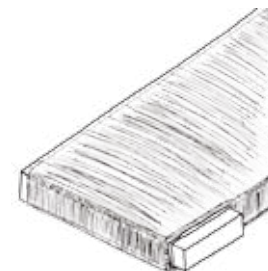
ill. 6.7.1 Front-betjent knap



ill. 6.7.2 Top-betjent knap



ill. 6.7.3 Under-betjent knap



ill. 6.7.4 Side-betjent knap

Brug af beregninger

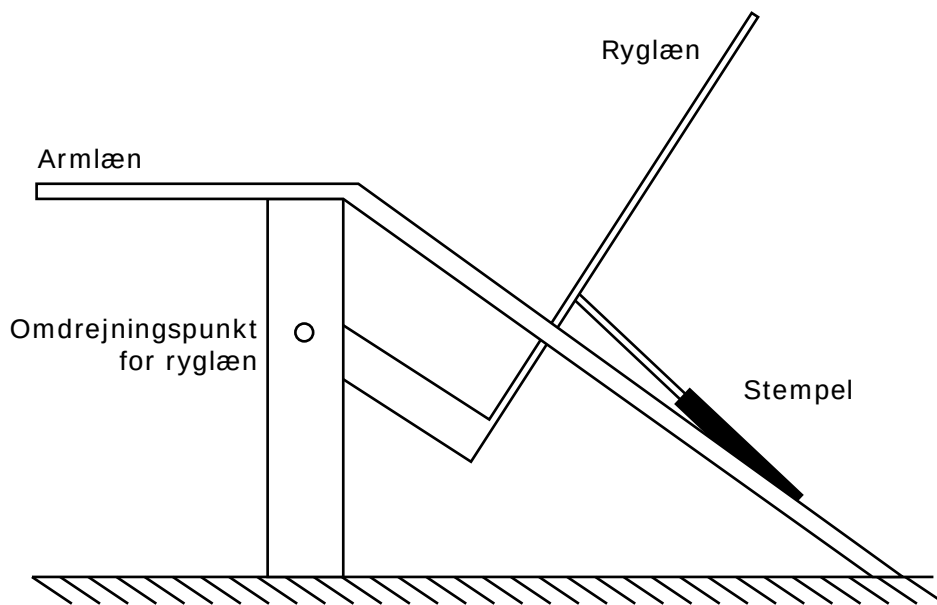
Gennem processen har løbende beregninger haft stor betydning for, hvordan problemstillingerne er blevet løst. Beregningerne er blevet brugt til at træffe valg om, hvilke materialer, der skal anvendes ud fra bl.a. styrke, vægt og stivhed. Nogle af disse krav er opstillet i kravspecifikationen.

Derudover giver beregninger forståelse for realistiske minimumsdimensioner på visse konstruktive detaljer. Dimensioneringen af materialerne er ofte sket ud fra udtryksmæssige betragtninger. Dog er minimumsdimensioner altid overholdt. Beregningerne anvendes ligeledes til at bestemme gascylinders dimensioner og egenskaber.

For at kunne regne på stolens konstruktive detaljer, er det nødvendigt at simplificere formerne på stolen. Derfor regnes der hovedsageligt på rektangulære og cirkulære tværsnit, som bjælker. Dette ses på ill. 6.8.1. Her er formen på stolen simplificeret, så det er muligt at foretage overslagsberegninger.

Disse overslag er også baseret på visse antagelser om, hvilke kræfter der virker i de forskellige situationer, bl.a. med udgangspunkt i forsøg og de tests, som en stol skal igennem for at blive BIFMA godkendt. BIFMA er en organisation, der opstiller en række standarder for forskellige belastningsmæssige krav til brugssituationer for stole (se bilag 6.8.1 for BIFMA krav).

Der regnes i projektet kun på statiske systemer, underbygget af diverse kurser. Der er ikke regnet på dynamiske laster.



ill. 6.8.1 Simplificeret model til beregninger.

Produktion og materialer

I dette afsnit beskrives, hvilke materiale- og produktionsmæssige valg, der er foretaget i forhold til stolen. Udvælgelsesmetoden tager bl.a. udgangspunkt i kurset Materiale og form, som omhandler metodisk materialevalg i forhold til fremstillingsprocesser, bearbejdningsmuligheder og styrkeegenskaber.

Stel og ryglæn

Til stellet er der i hovedtræk overvejet fire forskellige konstruktionsmaterialer; stål, aluminium, træ og glasfiber. Glasfiber vurderes at være for omkostningstungt ved fremstillings- og støbningsprocessen, da der er en del manuelt arbejde involveret ved støbning og forarbejdning. Derudover er der tale om en relativt kompleks form, som skal sammensættes i ét stykke, for at bevare glasfiberens styrkemæssige fordele. Desuden vil der også være brug for at indstøbe flere andre materialer i glasfiberen, som eksempelvis vippelejer og hængsler. Af denne grund er glasfiber fravalgt.

Træ er et andet materiale, som stellet kan konstrueres af. Det bliver stadig brugt i mange nye og moderne møbler, og der er utroligt mange anvendelsesområder for træ i møbelproduktion. Eksempelvis Steam-bent chair, der udforsker og ud-

fordrer træ som materiale (ill. 6.9.1). I forhold til den ønskede form vil det være muligt at lave de forskellige dele af stellet i formspændt træ, og på samme tid opnå en acceptabel styrke med relativt små dimensioner. Ved en konstruktion i træ er der nogle problematikker i forhold til de steder, hvor de forskellige dele skal samles. Ligesom med en glasfiberkonstruktion er det heller ikke muligt at lave hele stolen i træ alene, pga. de samme vippelejer og hængsler. Ligeledes er det en dyr proces at få fremstillet en form til formspænding af træ, bl.a. da det vil kræve mindst 5 forskellige forme at lave stellet. Træ har generelt også et varmt og blødt udtryk, som det vurderes ikke vil fremhæve stolens former på den helt rigtige måde. Dette bl.a. pga. større rundingsradier og overfladetekstur. Derfor er træ også fravalgt som konstruktionsmateriale til stellet.

Stål blev fravalgt tidligt i processen pga. dets lave styrke/vægtforhold. Stellet til stolen vil i massivt stål komme til at veje 50-60 kg. Det er vurderet, at stellet skal laves i et massivt materiale, da det er fysisk umuligt at valse stellet med profiler. En valset profil skulle fremstilles som enkeltelementer, som efterfølgende skulle svejdes sammen med tilhørende øget fremstillingspris.



ill. 6.9.1 Steam-bent chair, Marc Newson

Aluminium er et fornuftigt alternativ til stål med et relativt højt styrketal i forhold til vægten, hvor stellet kun vil komme til at veje omkring ca. 20 kg.

Ved at lave stellet i aluminium er der mulighed for at få lavet de forskellige former til stellet relativt billigt i plader, vha. f.eks. plasma-, vand- eller laserskæring. Ligeledes er der mulighed for at valse stellet i den ønskede form vha. en CNC valse, der kan valse i to dimensioner. Støbning af stellet i aluminium har også været undersøgt, men muligheden er ikke ønskværdig, da processen har høje omkostninger og kræver megen efterbehandling af eksempelvis overflader. Støbt aluminium har også en væsentligt lavere styrke end aluminium, der er formet eksempelvis ved valsning.

Det er muligt at samle aluminiumsstykkerne med TIG svejsning, som giver en stærk og jævn overflade. Aluminium er et versatilt materiale i forhold til overfladebehandling, og af disse årsager findes det anvendeligt til fremstilling af stolens stel.

Aluminium findes i mange forskellige legeringer, hvor en legering med magnesium sandsynligvis vil være mest relevant, da den ikke ændrer svejsbarheden og anodiserbarheden og samtidig øger styrken [Larsen 2006].

Aluminium efterbehandles eksempelvis ved hjælp af anodisering – en proces, hvor oxidhinden i overfladen øges kunstigt. Processen øger overfladens egenskaber i forhold til korrosion og slid og kan ændre overfladens udseende eksempelvis ved en samtidig indfarvning (ill. 6.9.3). Anodisering kan tilføjes overflader, som allerede er behandlet mekanisk (børstning, polering, glasblæsning osv.) (ill. 6.9.2) eller kemisk (bejdsning, elpolering) til den ønskede tekstur. Overfladen behandles inden anodisering (ill. 6.9.2), og anodiseres derefter for at opnå en overflade med tekstur samt eventuelt indfarvet overflade, der er stærk og modstandsdygtig.

Der er også mulighed for, at overfladebehandle aluminium ved eksempelvis maling, pulverlakering eller andre lignende processer.



ill. 6.9.2 Børstet aluminium



ill. 6.9.3 Aluminium farvet ved anodisering

CNC-valsning

Benene, som stellet består af, skal vales i en valse, der både kan tilføre formen en bue og samtidig en form for "twist" af emnet. Denne slags valse er ikke umiddelbart tilgængelig, men systemet er i sig selv ikke specielt kompliceret. Det er forsøgt at udtænke en valseteknik, der kan bøje emnet i den ønskede form (ill. 6.9.4).

Eftersom teknikken ikke umiddelbart er fundet tilgængelig, kan processen forventes at have høje omkostninger. Valseteknikken fremstår dog ikke umiddelbart som specielt avanceret, og udviklingen af en sådan teknik kunne være en mulighed.



ill. 6.9.4 Valseteknik

Bagplader til vippeplader

Det er ønsket, at bagsiden af vippepladerne skal have en jævn overflade, som på samme tid kan være dobbeltkrum. Derudover er det også et krav, at bagpladerne tilfører en vis stabilitet til vippepladerne, således at de ikke giver efter, når de bliver påvirket af kroppen. Der er set på forskellige materialer til disse plader. Heriblandt forskellige plastmaterialer, træ og glasfiber.

Glasfiber har gode styrkemæssige egenskaber i forhold til almindelige plastmaterialer, men prisen for forarbejdning i et lille stykantal og fire forskellige pladdestørrelser vurderes til at være for høj.

Træ er også et egnet materiale til at lave dobbeltkrumme overflader, hvis disse ikke har alt for store krumninger. Problematikken er her den samme, som i tilfældet med stellet. Det vil være en dyr fremstilling pga. støbeforme til 4 forskellige plader, ligesom træet ikke signalerer de ønskede æstetiske kvaliteter.

Pladerne fremstilles i stedet ved vacuumformning. Denne proces kan gennemføres relativt billigt med støbeforme i MDF eller aluminium. Det er muligt at forme dobbeltkrumme overflader. For at få en stiv konstruktion er det nødvendigt at lave en plade som polstringen kan sidde på, samt en afstivning i form af en stålramme, for derefter at lave en plade, som sidder på bagsiden. Vippeledet vil så blive monteret bag på denne plade. Pladen kan evt. laves i polycarbonat eller ABS-plast med et væld af muligheder for forskellige teksturer eller tokomponente materialer og dermed overflader.

Sprøjtstøbning har været overvejet, men processen er for dyr i forhold til antallet af emner og deres størrelse.

Lejer/omdrejningspunkter

Lejerne har en række forskellige parametre, som skal opfyldes. Der skal være en vis modstand i leddene, for at rygpladerne ikke hænger løst og ligeledes i sædet, så dette også føles stabilt. Derudover skal leddene være slidstærke for at holde til mange gentagne bevægelser uden ændret modstand.

Der er vurderet flere forskellige typer lejer, heriblandt nylon- og bronzelejer. Nylonlejer (ill. 6.9.5) vurderes at have en tilstrækkelig friktion mod stål til at kunne opfylde formålet. Desuden er nylonlejer relativt billige og lette at fremstille. Nylonlejer kræver ikke vedligeholdelse eller nogen form for smøring, er langtidsholdbare og lydløse ved brug. Det vil ydermere være muligt at justere friktionen vha. en pinol-skrue, der trykker lejet sammen om emnet, det skal rotere om. På (ill. 6.9.6) ses samlingen af lejet.

Til vippeleddet i sædet er der arbejdet specifikt med, hvordan sædet kan stabiliseres, så brugeren ikke vil vippe uventet tilbage. En mulighed er at benytte en torsionsfjeder, som yder en modstand, når sædet vippes og som på samme tid vil gøre, at sædet bliver rettet op til vandret position efter brug. Dog har det ved forsøg vist sig, at sædet altid vil komme til at stå i en vandret position, når en person har rejst sig fra stolen. Derfor er det valgt også at lave sædet med et nylonleje med en passende modstand. Det er fastsat, at sædet hovedsageligt skal vippes ved brug af kropsvægt, og derfor skal modstanden være relativt stor i forhold til de andre lejer på rygpladerne. Ydermere er der lavet en begrænsning, som gør at sædet kun kan vippe til vandret, hvis det bliver påvirket på forkanten. Denne begrænsning medfører en torsionsspænding i tværstiveren.



ill. 6.9. 5 Nylonleje



ill. 6.9.6 Nylonleje. Set fra venstre: akse, bagpladebeslag, nylonrør, rygsøjlebeslag og bagpladebeslag

Konklusion

I dette projekt er der i høj grad arbejdet med at formgive ud fra en funktionel tilgangsvinkel. Arbejdet med fysiske modeller har været meget afgørende for formgivningen og dimensioneringen af den endelige stol. De fysiske modeller er tidskrævende, men oftest kan de også anvendes på flere forskellige niveauer i formgivningen. Funktionsmodellen, som er bygget i projektet, har været brugt til at foretage mange valg i forhold til funktionerne. Formmæssigt har 3D modeller ligeledes spillet en stor rolle, da det har været hurtigere at lave disse modeller, hvor resultatet kan ses med det samme og kan ændres efter behov. Disse modeller har den store fordel, at de kan laves i flere ens kopier, hvor der kan foretages enkelte små ændringer, som kan vurderes side om side med mange andre varianter. For at få et reelt indtryk af formen er det nødvendigt at arbejde med fysiske modeller på samme tid. Dels for at se formen med rigtige lys- og skyggeforhold, dels for at se produktet i rigtig skala. Dette er også grunden til, at det blev valgt at lave en 1:1 model af stolen. Dog blev modellen begrænset af, hvilke muligheder gruppen havde for at bygge denne. Det var ønsket at lave en fungerende 1:1 model, som det endelige produkt skulle se ud, men dette var ikke muligt med de værktøjer og den tid, der var til rådighed. Modellen opfylder dog stadig det primære formål – nemlig at illustrere stolens størrelse og funktionalitet.

Kurser

Kurserne på dette semester har haft stor indvirkning på formgivningen af denne stol. Eksempelvis har de materiale og produktionstekniske kurser givet et indblik i forskellige fremstillingsprocesser og materialeegenskaber for metal og plastik. Især de reelle produktionsovervejelser i forhold til pris, antal osv. har været anvendelige i en vurdering af de valgte fremstillingsprocesser.

Produktpræsentation



Form

Stolens form består hovedsageligt af skarpe og markante linjer. Disse er fremkommet af designmæssige valg, som blandt andet er baseret på produktionsteknikker og processer. Ved at bruge CNC udskæring vil der naturligvis forekomme nogle meget skarpe kanter, som det ønskes at bevare i formsproget, da de, gennem lys og skygger, bidrager til at fremhæve stolens harmoniske form og linier. Der er dog af hensyn til brugeren lavet en rundingsradius på kanterne på 0.5mm. Dette sikrer, at personer ikke kommer til skade, samtidig med at kanterne fremstår meget skarpe.

Ses der på stolens overordnede opbygning, kan der drages paralleller til exo-skeletter fra insektverdenen, hvor der er en hård skal/struktur (ben og rygsøjle), som beskytter noget mere blødt og skrøbeligt (sidde- og rygplader). Denne association til bionik er der ikke direkte blevet arbejdet ud fra i projektet, men netop exo-skelet-sammenligningen er blevet nævnt i flere sammenhænge, og af personer der ikke har været involveret i projektet.

Det enkle stel gør det lettere at aflæse stolens struktur, og gennemskue hvordan den er opbygget. Der findes ikke overflødige former og ornamentering på stolen. Alle dele tjener et formål, og dette bidrager yderligere til stolens enkelthed.

På trods af, at der kun er brugt de nødvendige elementer, fremstår stolen alligevel kompleks i formen pga. overfladerne, der bøjer og drejer i flere dimensioner på en måde, der ikke ses særlig ofte på stole. Det er også dette, der gør, at stolen virker skulpturel, på den måde, at den skiller sig ud. I en almindelig dagligstue vil stolen komme til at skille sig ud til trods for den lille størrelse, stolen har i forhold til mange andre møbler.

I forhold til A.P.'s nuværende sortiment, er stolen markant anderledes i formsproget - det være sig både i stolens overordnede form (og funktionsprincip) men også detaljer, materialer osv.

Et eksempel herpå er cylinderens indvirkning på stolens udtryk. I stedet for at forsøge at gemme cylinderen væk, da dens udseende umiddelbart kan være ucharmerende og maskinelt, er den behandlet for at tilføre elegance ved farve og overflade. Dermed bliver cylinderen en unik, transparent detalje frem for et klodset forsøg på at gemme den væk.

Ergonomi – oplevelse og funktion

I følgende afsnit sættes der fokus på oplevelsen af produktet i forhold til både ergonomi og brugervenlighed. Til dette tages der udgangspunkt i Donald A. Norman's behaviour, visceral og reflective design.

Brug af knappen

Knappen er gennemskueligt placeret på stolen (ill. 7.2.1). Brugeren vil derfor se den, når han kommer tæt på stolen, og det vil opfattes, at den har en funktion (visceral). Det er ikke direkte synligt, hvad der sker, når der bliver trykket på knappen, men brugeren vil gennem reflektiv tankegang vide, at der sker noget, når den bruges. På den vis vil brugeren hurtigt erfare, hvilken funktion knappen er knyttet til. Den kinæstetiske oplevelse af knappen er, at brugeren mærker, at det er en solid og robust knap, som giver feedback, når den bliver brugt, i form af at gascylinderen aktiveres.



ill. 7.2.1 Knap



ill. 7.2.2 Gascylinder

Oplevelse af tilbagelænsfunktion

Det opfattes visuelt af stolens opbygning, at ryglænet kan bevæge sig. Dette skyldes en vis strukturel og funktionel transparens, der kommer af gascylinderens tydelige placering (ill. 7.2.2). Gascylinderen er ikke en del af den "faste" konstruktion. Dette ses blandt andet af fæstningspunkterne, og fordi en del af cylinderen er blankt rustfrit stål. Den kinæstetiske oplevelse af tilbagelænsfunktionen vil måske virke fremmed til at begynde med, og må derfor være forbundet med en vis mængde usikkerhed. Brugeren vil dog hurtigt få en følelse af, at stolen er tryk at bruge pga. den jævne bevægelse, som gascylinderen giver. Det vil give et indtryk af komfort og robusthed, som er en værdi brugeren oplever som noget positivt (ill. 7.2.3). Brugeren vil også pga. lyden fra gascylinderen få associationer til hæve-/sænkefunktionen fra en kontorstol, som virker velkendt og dermed tryk.

Reflektivt vil brugeren efter første gang vide, at et tryk på knappen medfører, at ryggen bliver lænet tilbage, og eftersom funktionen i sig selv er robust, vil det ikke medføre ubehag i fremtidige situationer.



ill. 7.2.3 Tilbagelænsfunktion

Vippepladerne

Når stolen ses forfra, kan det være svært at aflæse, at vippepladerne rent faktisk kan vippe. Ses stolen fra en vinkel bagfra vil omdrejningspunkterne på rygsøjlen være meget synlige, og det ses, at vippepladerne kan bevæge sig omkring disse punkter. Ligeledes kan det ses, at sædet sidder på en aksel. Dette betyder dog ikke, at vippefunktionen er mere synlig. Det er overvejet at lave vippepladerne mere transparente, så funktionen lettere kan gennemsues, men dette vil påvirke stolens udseende meget og til dels også ergonomien.

For at gøre brugen af stolen mere behagelig, er der indbygget en modstand i alle omdrejningsled, som er præcis så lette at dreje, at vippepladerne uden problemer kan påvirkes af kroppens vægt, men samtidig så hårde, at de ikke virker usikre og løse. Dette gøres med henblik på at give et indtryk af stabilitet og robusthed. Uden modstanden ville vippepladerne altid gå tilbage til den nederste position (ill. 7.2.4), og stolen ville fremstå mere rodet. Med modstanden vil vippepladerne altid sidde i den sidst anvendte stilling. Ud over modstanden i vippepladerne er der anvendt begrænsninger i lejerne, så eksempelvis sædet ikke kan rotere hele vejen rundt, og vippepladerne på ryglænet ikke vipper ind i rygsøjlen og laver skader på lakeringen. Dermed tilfører vippepladerne et skiftende, men styret element til udtrykket.

Opsummering

Ud fra et refleksivt synspunkt kræver stolen en form for tilvænning. Brugeren er ikke vant til, at alle flader på en stol kan vippe, og dette kan evt. komme som en overraskelse for førstegangsb brugere af stolen. Men når brugeren har prøvet stolen første gang, vil det falde naturligt, hvordan man skal bruge stolen, og hvordan den reagerer, når man sætter sig i den. En situation, hvor dette har en stor betydning, er i salgsøjeblikket. Hvis brugeren får en ubehagelig førstegangsoplevelse, vil der være større sandsynlighed for, at han vælger at købe en anden stol. Hermed ikke sagt, at stolen ikke kan anvendes uden instruktioner, men det vil være vigtigt at understrege, hvordan stolen fungerer.

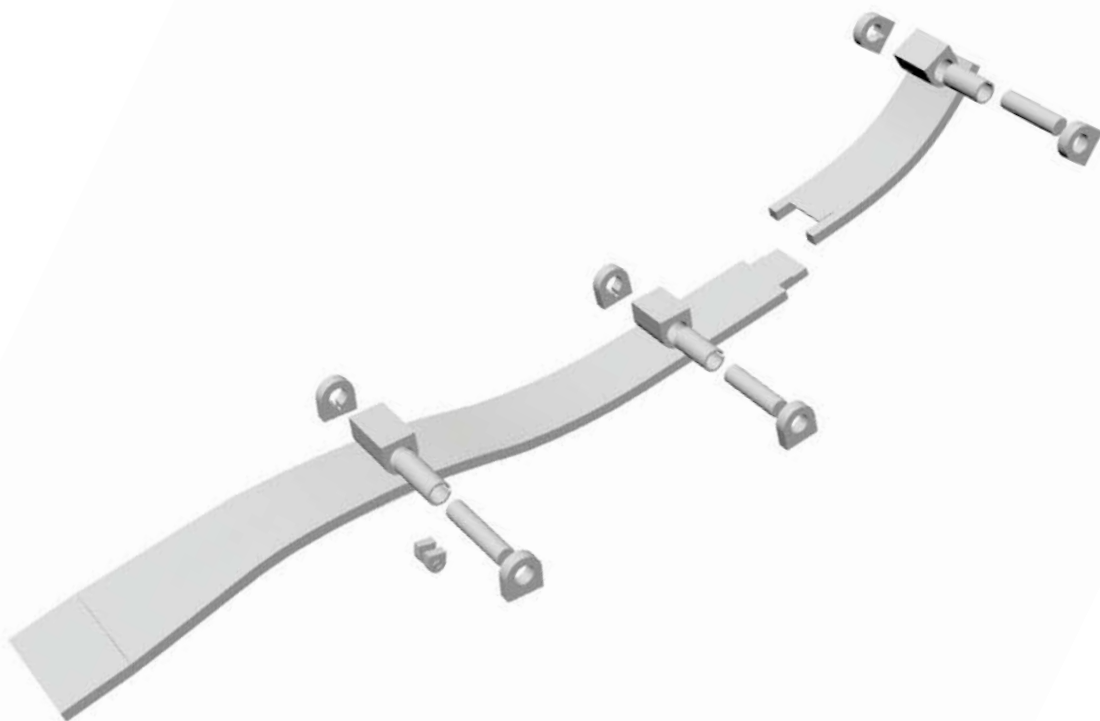
Et andet scenarium, hvor funktionerne kan være et problem, er, hvis der er små børn, der bruger "fars stol". De er ikke på samme måde forsigtige, når de sidder (eller står) i en stol. På den måde er stolen ikke beregnet til, at den bruges af små børn. Stolens ergonomi er desuden dimensioneret efter en voksen mand (ill. 7.2.3), og derfor kan det være problematisk for personer, der falder udenfor målgruppen, at anvende stolen.



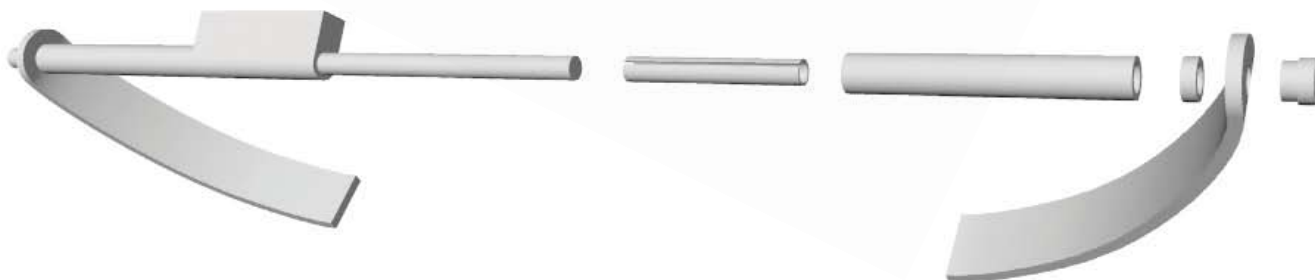
ill. 7.2.4 Løst siddende vippeplader uden modstand

Eksplotionsdiagram





Rygsøjle



Aksel og lejer under sæde

Detaljer



ill 7.4.1

Skum

Inden stolen betrækkes, beklædes fladerne med koldskum med en høj densitet. Pladernes form og vippefunktion muliggør en minimeret skumtykkelse, da form og vippefunktion også er med til at give støtte.

Stof

Alle betrukne flader på stolen består som udgangspunkt af microfiber (ill. 7.4.1). Microfiber er slidstærkt, nemt at rengøre og fås i en række forskellige farver (bilag 7.4.1 og 7.4.2). Stolen kan også betrækkes med andre materialer og har den fordel at arealet, der skal betrækkes er forholdsvis lille.



ill 7.4.2

Samlinger

Samling af de forskellige overordnede komponenter (eksempelvis ben) foregår ved TIG-svejsning, som skaber en ensartet samling uden brud (ill. 7.4.2). Samlinger er ikke umiddelbart placeret synligt.



ill 7.4.3

Overflader

Aluminium er et mangefoldigt materiale mht. overfladebehandling. Stellet kan børstes, anodiseres, eloxeres eller males for at opnå mange forskellige farver og teksturer (ill. 7.4.3).

Eftersom vippepladernes bagplade fremstilles ved vacuumformning, medfører det mange muligheder for overflader, da teksten kan påføres materialet før selve formningen af emnet. Dermed kan produktionen let omstilles til forskellige overflader.



ill 7.4.4

Nakkestøtte

Nakkestøttens position defineres af et vippeled bag vippefladen samt et lavere placeret led, der flytter hele fladen frem og tilbage. Positionen er yderst flexibel og kan tilpasses en lang række forskellige behov (ill. 7.4.5).



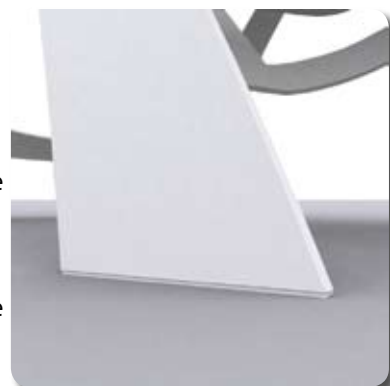
ill 7.4.5

Kanter:

Stolen har afrundede kanter, så kanten ikke er skarp (0,5 mm rundingsradius).

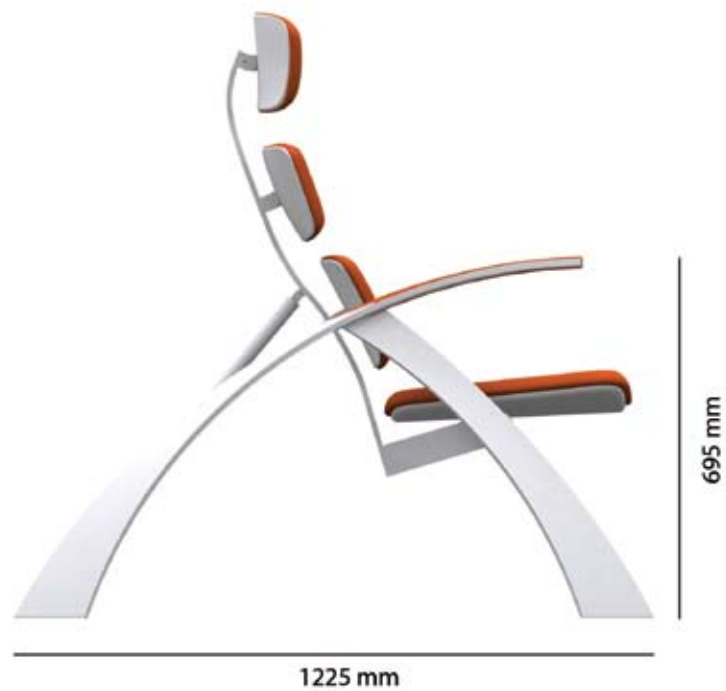
Fod:

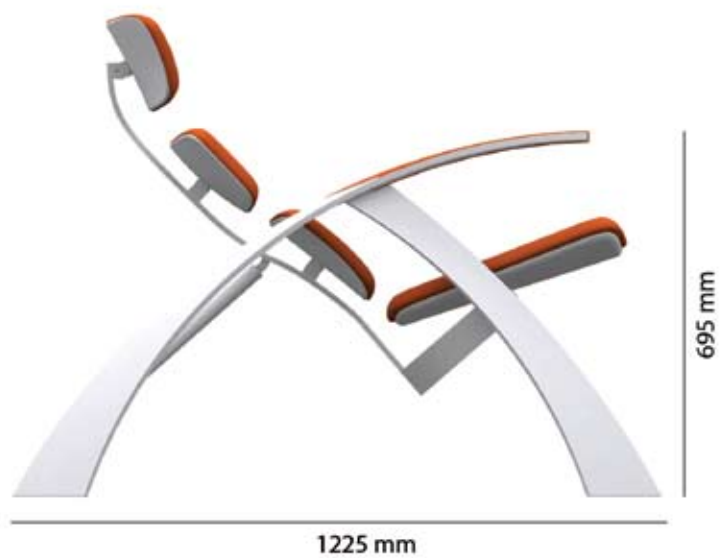
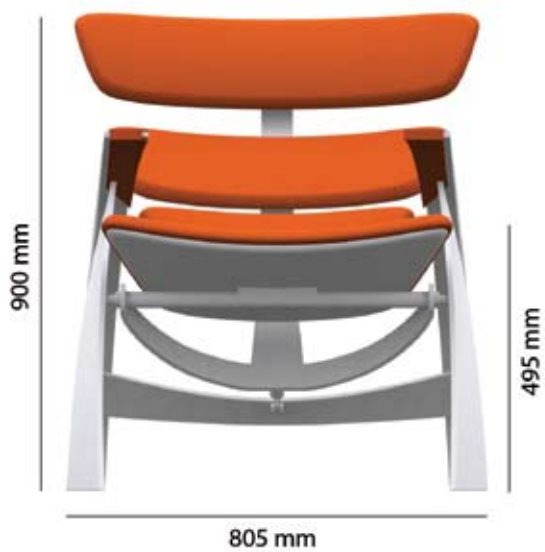
En afslutning i nylon bevirker at stolen ikke ridser gulvet ved brug og flytning (ill. 7.4.6).



ill 7.4.6

Tekniske tegninger





Tegningerne er ikke målfaste.

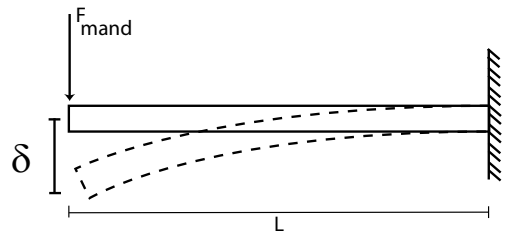
ill. 7.5.2

Beregninger

Beregninger på armlæn

Scenarium

En mand på 100 kg sætter sig på armlænet og påfører armlænet en kraft på 982N ($100\text{kg} \cdot 9,82 \text{ m/s}^2$)



L: 390 mm

b: 60 mm

h: 12 mm

F: Kraft
m: Masse
L: Længde af armlæn
b: Bredde af armlæn
h: Godstykkelse, armlæn
I: Inertimoment
M: Moment
 σ : Spænding
E: Elasticitetsmodul
 δ : Nedbøjning

For at kunne regne den maksimale spænding og den maksimale nedbøjning ved denne påvirkning af armlænet er det nødvendigt at regne inertimomentet og momentet ved indspændingen.

Inertimoment	$I = \frac{b \cdot h^3}{12}$	$I = 8,64 \times 10^3 \text{ mm}^4$
Moment	$M = F_{\text{mand}} \cdot L$	$M = 382,98 \text{ Nm}$
Maksimal spænding	$\sigma_{\text{max}} = \frac{M \cdot \frac{h}{2}}{I}$	Resultat: <u><u>$\sigma_{\text{max}} \approx 266 \text{ MPa}$</u></u>

Efter udregning af inertimoment og moment kan den maksimale spænding i bjælken findes vha. E-modulet

Elasticitetsmodul $E = 70000 \text{ MPa}$

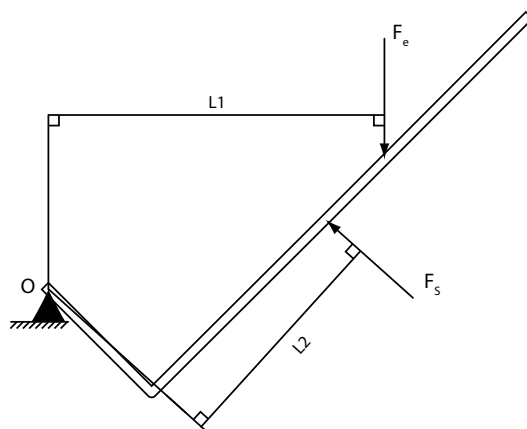
Maksimal nedbøjning	$\delta_b = \frac{F_{\text{mand}} \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I}$	Resultat: <u><u>$\delta_b = 0,032 \text{ m}$</u></u>
---------------------	--	---

Da både den maksimale spænding og den maksimale nedbøjning er relativt høj, er der efterfølgende regnet på profiler med større inertimoment. Der er regnet på et profil med større dimensioner, samt på profiler, hvor der er påsat en flange for at øge inertimomentet. Med en godstykkelse, der bliver øget fra 12 mm til 15 mm, mindskes spændingen til 170 MPa i stedet for 265 MPa, hvilket anses for mere acceptabelt. Disse udregninger kan ses i appendiks 7.6.1.

Beregning på stempelkraft

Fremgangsmåde

Først beregnes kraften af stemplet der er påkrævet for at opnå ligevægt. Derefter beregnes den maksimale vægt stemplet kan flytte ved en stempelkraft på 300N.



$L_1 = 534 \text{ mm}$ (af læst fra 3D-model)
 $L_2 = 377 \text{ mm}$ (af læst fra 3D-model)
 w : vægt af ryglænet
 F_e : Kraftpåvirkning fra egenvægt
 F_s : Stempelkraft
 M_o : Moment omkring O

Stemplet skal yde en kraft, der gør det muligt at ryglænet kan gå fra opretstående til tilbagelænet position alene ved brug af kropsvægt. Modsat er det også vigtigt, at kraften er tilstrækkeligt stor til at rejse ryglænet op efter brug.

Kraft fra egenvægt: $F_e = 150 \text{ N} - (15 \text{ kg} \cdot 9,82 \text{ m/s}^2 \approx 150 \text{ N})$

Momentligevægt $\Sigma M_o = 0 = F_e \cdot L_1 + F_s \cdot L_2$

Stempelkraften $F_s = \frac{F_e \cdot L_1}{L_2}$

Resultat: $F_s \approx 212 \text{ N}$

Det betyder, at stemplen mindst skal yde ca 250N for at være sikker på, at det kan rejse ryggen op. Det er valgt at bruge et stempel på 300N til dette formål. Det vil også gøre det lettere at rejse sig op fra stolen. Det beregnes efterfølgende, hvor tungt ryglænet maksimalt må veje, når stemplet yder denne kraft.

Stempelkraften $F_s = 300 \text{ N}$

Omskrivning af momentligevægt $F_e = \frac{F_s \cdot L_2}{L_1}$

$F_e = 211,798 \text{ N}$

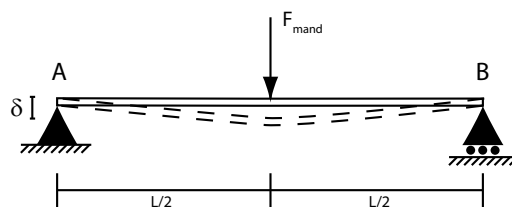
Maksimal vægt af ryglænet $w = \frac{F_e}{9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$

Resultat: $w \approx 21,6 \text{ kg}$

Beregning på tværstiver

Scenarium

En mand på 100 kg sætter sig på stolen og påfører dermed tværstiveren med en kraft på 982N (100kg · 9,82 m/s²)



L: 650 mm

d: 25 mm

L: Længde af cylinder
d: diameter af cylinder
m: masse
 F_{mand} : Kraft påført af mand
I: Inertimoment
 M_{max} : Maksimalt moment
 σ_{max} : Maksimal spænding
 δ : Maksimal nedbøjning
E: Elasticitetsmodul

For at kunne regne den maksimale spænding og den maksimale nedbøjning af armlænet er det nødvendigt at regne Inertimoment og moment.

Inertimoment for et cirkulært profil $I = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$ $I = 1,917 \times 10^4 \text{ mm}^4$

Maksimalt moment $M_{max} = F_{mand} \cdot \frac{L}{2}$ $M_{max} = 319,15 \text{ Nm}$

Maksimal spænding $\sigma_{max} = \frac{M_{max} \cdot \frac{d}{2}}{I}$ Resultat: $\sigma_{max} \approx 208 \text{ MPa}$

Efter udregning af inertimoment og moment kan nedbøjningen i bjælken findes.

Elasticitetsmodul (Stål) $E = 210000 \text{ MPa}$

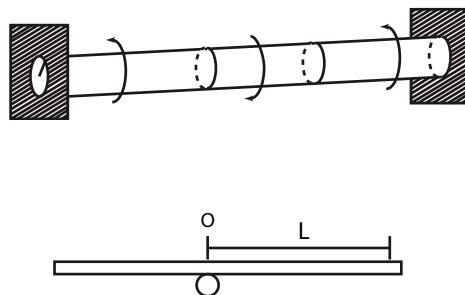
Maksimal udbøjning $\delta = \frac{F_{mand} \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I}$ Resultat: $\delta = 1,395 \text{ mm}$

Da både den beregnede spænding og nedbøjning er relativt høj, er der regnet på et profil med større tværsnit. Der er risiko for at lejet vil låse sig fast ved brug, hvis nedbøjningen bliver for stor. Ved at regne ud fra en nedbøjning på 0,5 mm som anses som mere acceptabel fås det, at diameteren på tværstiveren bliver 32 mm. Spændingen ved denne diameter bliver således 99 MPa. Se app. 7.1 for udregninger.

Beregning af torsion på tværstiver

Scenarium

En mand på 100 kg stiller sig på sædet og påfører tværstiveren et moment.



T: Torsion

L: Afstand fra tværstiver til yderkant af sæde

I_p : Inertimoment, polærekoordinater

F: Kraft

r: radius af tværstiver

$\tau_{\max}$: Maksimale torsion

$$r = 1 \text{ cm}$$

$$L = 0,22 \text{ m}$$

Til at beregne torsionen i tværstiveren beregnes momentet ud fra afstanden L.
L er afstanden fra omdrejningspunktet til kanten på sædet, hvor kraften påføres.

$$\text{Moment:} \quad T = F \cdot L = 1000\text{N} \cdot 0,22\text{m}$$

$$T = 220\text{Nm}$$

$$\text{Inertimoment:} \quad I_p = \frac{\pi}{2} r^4 = \frac{\pi}{2} (0,01\text{m})^4$$

$$I_p = 1,5708 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

Efter udregning af inertimoment og moment regnes den maksimale torsionskraft.

$$\tau_{\max} = \frac{T \cdot r}{I_p} = \frac{220\text{Nm} \cdot 0,01\text{m}}{1,5708 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4} = \underline{\underline{140 \text{ MPa}}}$$

Da stål kan modstå en torsion på 210 til 350 MPa afhængig af kvaliteten, er tværstiveren vurderet som tilstrækkeligt dimensioneret forhold til torsion.

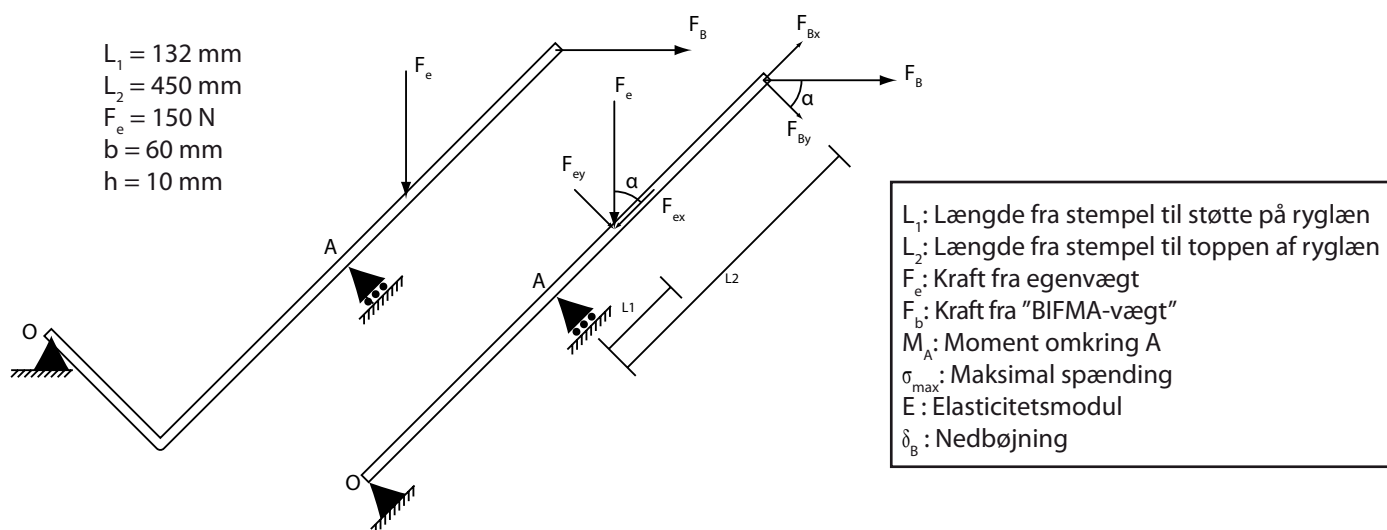
Beregninger på BIFMA-krav

The Business and Institutional Furniture Manufacturer's Association (BIFMA) udvikler industrielle standarder til tests af kommercielle møbler. BIFMA standarden har til formål at give producenter og evt. købere et fælles værktøj til at evaluere parametre som sikkerhed og holdbarhed [Lifetime 2002]. Her regnes der kun på test nr. 1 og 2.

Test nr. 1

Stolen fastspændes, og det tilføres en kraft på 150 pund direkte bagud på ryglænet over en periode på et minut.

Stolen består testen, hvis der ikke forekommer strukturelle skader på stolen og den ikke mister funktionsdygtigheden.



For at kunne regne den maksimale spænding og nedbøjningen af ryglænet, er det nødvendigt at regne et Inertimoment og et Moment. Før dette kan ske, er det nødvendigt at projicere de forskellige kræfter ned før et Moment omkring punktet A kan regnes.

Moment	$F_B = 150 \text{ lb} \cdot 9.82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	$F_B = 668.142 \text{ N}$
Egenvægtskraftens komponent i Y-aksens retning	$F_{ey} = F_e \cdot \cos 45(\text{deg})$	$F_{ey} = 106.066 \text{ N}$
"BIFMA"-kraftens komponent i Y-aksens retning	$F_{By} = F_B \cdot \cos 45(\text{deg})$	$F_{By} = 472.447 \text{ N}$
Moment omkring punktet A	$M_A = F_{ey} \cdot L_1 + F_{By} \cdot L_2$	$M_A \approx 227 \text{ Nm}$

For at beregne den maksimale spænding og nedbøjningen af ryglænet findes inertimomentet

$$\text{Inertimoment} \quad I_{\text{egen}} = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad I_{\text{egen}} = 5 \times 10^3 \text{ mm}^4$$

$$\text{Elasticitetsmodul for stål: } E_{\text{stål}} = 70000 \text{ MPa}$$

$$\text{Maksimal spænding} \quad \sigma_{\text{max}} = \frac{M_A \cdot \frac{h}{2}}{I_{\text{egen}}} \quad \text{Resultat: } \sigma_{\text{max}} = \underline{\underline{226,602 \text{ MPa}}}$$

$$\text{Udbøjning} \quad \delta_B = \frac{F_{\text{ey}} \cdot L_1^3}{3 \cdot E \cdot I_{\text{egen}}} + \frac{F_{\text{By}} \cdot L_2^3}{3 \cdot E \cdot I_{\text{egen}}} \quad \text{Resultat: } \delta_B = \underline{\underline{0,041 \text{ m}}}$$

Test nr. 2

Stolen fastspændes og påføres en vægt på 250 pund direkte på ryggen. Fremgangsmåden er den samme som forsøg nr. 1 - dog består stolen testen, hvis blot der ikke forekommer pludselige strukturelle ændringer i konstruktionen. Stolen må godt miste funktionsdygtigheden under testen.

$$F_B = 250 \text{ lb} \cdot 9.82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad F_B = 1,114 \times 10^3 \text{ N}$$

$$F_{\text{By}} = F_B \cdot \cos 45(\text{deg}) \quad F_B = 787,412 \text{ N}$$

$$M_A = F_{\text{ey}} \cdot L_1 + F_{\text{By}} \cdot L_2 \quad M_A = 368,336 \text{ Nm}$$

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{M_A \cdot \frac{h}{2}}{I_{\text{egen}}} \quad \sigma_{\text{max}} \approx \underline{\underline{368 \text{ MPa}}}$$

$$\delta_B = \frac{F_{\text{ey}} \cdot L_1^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{F_{\text{By}} \cdot L_2^3}{3 \cdot E \cdot I} \quad \delta_B = \underline{\underline{0,069 \text{ m}}}$$

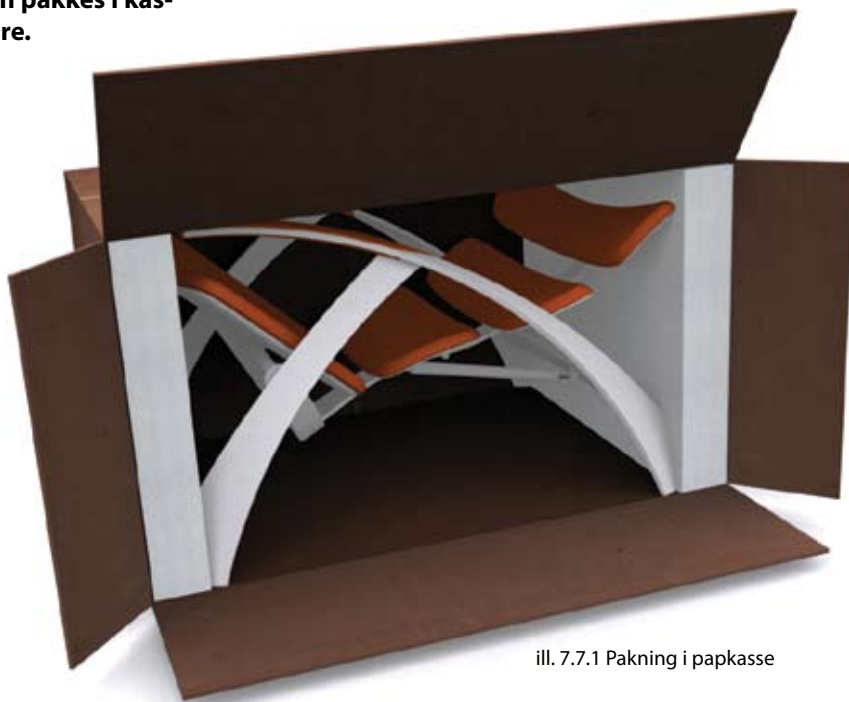
Det vurderes ud fra disse beregninger, at der ud fra den høje spænding vil være en sandsynlighed for, at der forekommer brud i konstruktionen, da flydespændingen for aluminium ligger mellem 300 og 500 MPa. Hvorvidt disse brud vil være pludselige kan dog ikke umiddelbart forudsiges.

Pakning

For at illustrere hvordan stolen kan transporteres til forhandlere, er det her vist, hvordan stolen kan pakkes i kasser, og hvordan disse kan pakkes i containere.

Indpakning i papkasse

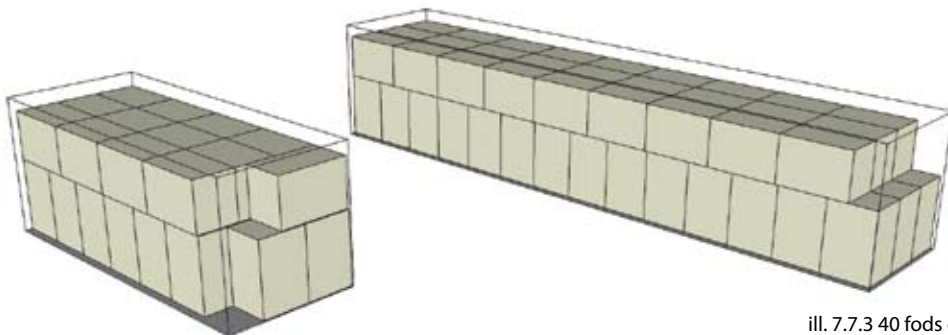
Stolen beskyttes under transport i en papkasse, hvori den er fastholdt i alle hjørner med polystyren (ill. 7.7.1). Cylinderen er afmonteret fra ryglænet, så dette kan lægges ned i kassen. Efter udpakning skal cylinderen blot monteres på ryglænet med en enkelt bolt, hvorefter stolen er fuldt funktionel.



ill. 7.7.1 Pakning i papkasse

Pakning i container

Der er ved beregningen taget udgangspunkt i hhv. 20 og 40 fods ISO containere. Ud fra dimensionerne på disse er det beregnet, at der kan være 33 pakkede stole i en 20 fods container og 69 stole i en 40 fods container (ill. 7.7.2 og 7.7.3).



ill. 7.7.2 20 fods container

ill. 7.7.3 40 fods container

Priser

Produktionspris

A.P. har defineret en vejledende produktionspris på 3000 kr. For at kunne give en aktuel ca. pris på lænestolen, er der på basis af vurderinger fra KP Pladeindustri, Br. Klee og Trier Christensen Maskinfabrik beregnet en produktionspris (ill. 7.8.1). Produktionsprisen er beregnet ud fra et antal stole på 1000 stk. Prisen indebærer de forskellige materialer (udskæring, stempel og valsning) samt samling, montering og efterbehandling (polstring og maling). Priserne på polstring, maling og vacuum-formning er baseret på korte undersøgelser og velkvalificerede gæt. Kostprisen beregnes til 3527 kr.

Der er mange usikkerheder forbundet med kostprisen. Især afhænger denne af antal, og af om stolen kan produktionsmodnes, så produktionsprocessen kan blive tilstrækkeligt effektiv.

Vejledende udsalgspris

Det skønnes, at den vejledende udsalgspris er 250 procent af produktionsprisen. Det vil sige, at en salgspris vil ende på omkring 9.000 kr. Selve fragtpriisen til eksempelvis Kina er ca. 1200 kr. pr. stol i en 20 fods container. Hertil skal så beregnes logistik, omkostninger ved salg osv.

Vurderet af firma

Gascylinder med aktivator og kabel:	150 kr.
Laserskæring af ben ryg og bue under sæde:	677 kr.
Fabrikation af lejer og diverse dele + valsning, svejsning og montering af stol:	2000 kr.
Egne vurderinger	
Vakuumbremning af indvendige og udvendige plastplader til rygplader:	100 kr.
Polstring af stol med stof og skum:	400 kr.
Overfladebehandling (maling):	200 kr.

Produktionspris ialt:

3527 kr.

ill. 7.8.1 Samlet produktionspris

Konklusion

Projektets tema, transparens, har været en interessant formgivningsparameter, der har påvirket projektet i høj grad. Fortolkningen af begrebet transparens har bidraget positivt til idéer og designmæssige valg.

I projektet anvendes program og koncept som metode for styring af projektet. Denne metode har ikke været anvendt i et projekt før, og udarbejdelsen samt vedligeholdelsen af det "rullende" program har krævet stor fokus fra projektets mere konkrete arbejde.

Programmet har især været anvendt i et forsøg på at definere produktets egenskaber, inden det egentlig er formgivet. Heriblandt hvilken oplevelse, produktet skal skabe. Begrebet oplevelse er kortlagt vha. Normans teorier om oplevelsestyper. Herefter er det i samspil med værdi- og visionsbaserede teorier defineret, hvordan produktet skal opleves. Hermed formgives et produkt, der er behandlet bevidst på alle abstraktionsniveauer.

I programmet er projektets rammer defineret, men selve produktet er kortlagt som idé i form af et koncept. Opstillingen af et koncept, der indebærer et funktionsprincip, har i dette projekt medført formgivningen af en markant, anderledes, ergonomisk stol. Funktionsprincippet har defineret den formgivende proces, og har bevirket, at der er skabt en stol ud fra en funktion, uden at funktionen er blevet forringet under transformationen fra koncept til produkt. Samtidig har konceptets overvejelser omkring form og en succesfuld formgivningsproces ikke været betydeligt begrænset af det definerede funktionsprincip.

I den konkrete formgivning har flere forskellige metoder og redskaber været anvendt. Samspillet mellem disse metoder er essentiel i forhold til, om formgivningsprocessen bliver succesfuld. Processen har i høj grad været dynamisk ud fra det synspunkt, at processerne ofte har suppleret hinanden. Dette kan bl.a. ses ud fra, at delene først er skitseret i hånden ud fra forskellige idéskabende processer, så opbygget i 3D og derefter er parametre ændret for at få den ønskede løsning. Undervejs er disse overvejelser holdt op mod eller inspireret af tekniske forhold såsom styrkemæssige forhold, produktion osv.

De løbende tekniske overvejelser har haft stor indvirkning på

stolens dimensioner, og disse overvejelser har bevirket, at stolens æstetik og funktion ikke efterfølgende skal modificeres.

Mange af stolens detaljeringer er dog stadig konceptuelle. Eksempelvis mangler gas-cylinderen en præcisering af konstruktion, og den bagerste tværstiver på stolen har endnu ikke en endelig form. Samtidig er der heller ikke formgivet nogen fodskammel til stolen, men hvis projektet fortsatte, ville områder som disse have fokus.

Der er skabt en stol, som har markant anderledes formsprog, principper, funktioner og detaljeringer i sammenligning med A.P. nuværende møbler. A.P.'s identitet er anvendt i formgivningen, og det betyder, at stolen, på trods af sit anderledes formudtryk, passer ind i A.P.'s produktlinie.

Det er nu op til A.P. at vurdere, om stolens skulpturelle design med anderledes funktionsprincipper er for autreret til en udvidelse af deres sortiment.



Perspektivering

I projektet er der blevet arbejdet med program som en metode til at skabe overblik over projektet, og få grundlæggende retningslinjer på plads. At bruge programmet som metode til at indlede et projekt fungerer godt. Det kræver dog en forståelse for, hvordan et program skal anvendes. Denne forståelse er udviklet gennem projektførelsen, ved at der er opstået situationer, hvor valg er meget lettere at træffe, når programmet har afdækket området tilfredsstillende. Tilsvarende har valg været svære at træffe, når programmet har været utilstrækkeligt. Derfor er programmet undervejs ændret, hvor der har været behov for det, så programmet kan bruges aktivt i koncept og detaljeringsfasen.

Et af elementerne i programmet, som netop hjælper til at træffe designmæssige valg i projektet, er en specifik målgruppe og beskrivelse af konteksten, hvori produktet skal være.

Dette er ofte et område, der udvikles løbende i startfasen af et projekt, hvis en specifik målgruppe ikke fremgår af designbriefet, eller hvis produktet skal passe ind i en eksisterende produktlinje, hvormed målgruppen indirekte er defineret.

Det vurderes, at program og koncept som metode vil blive anvendt i fremtidige projekter, hvor det på de senere semestre vil blive udbygget med de faser, der følger efter konceptet, som f.eks. metoder til valg af fremstillingsteknikker og produktionsmodning. Det betyder, at programmering og konceptudvikling, i fremtidige projekter, vil foregå over en kortere periode, hvilket generelt kræver et større projektoverblik.

Det overordnede tema, transparens, har haft indvirkning på projektet i høj grad. Ikke kun i de konkrete formgivningssituationer, hvor en funktion, konstruktion eller æstetisk overvejelse har været vurderet, men også i de indledende overvejelser for projektførelsen. Bevidstheden om det overordnede tema har ændret projektet i forhold til en tilgang uden et tema. Et tema er altså et udmærket redskab til at frembringe alternative tankegange og løsningsovervejelser til et projekt.

Samspillet, mellem de mange forskellige metoder og redskaber i formgivningen gennem projektet, har bidraget til et produkt, der har været anskuet fra mange forskellige synspunkter. Bevidstheden om hvilke metoder, der er bedst egnede i en given situation, er yderst relevant. Eksempelvis har anvendelsen af modeller for funktionsprincipper i 1:1 bidraget til, at produktet har yderst realistiske overvejelser vedrørende ergonomiske overvejelser og størrelsesforhold. Samtidig ville produktets form aldrig have været lige så bearbejdet uden grundig undersøgelse gennem ændring af forskellige formparametre i 3D-modeller. Det er altså i fremtidige projekter et spørgsmål om at anvende disse erfaringer om, hvilke metoder, der er relevante i en given situation, og dermed opnå en effektiv og vidtrækkende formgivningsproces.

Gennem projektet har overslagsberegninger været anvendt i høj grad. Beregninger løbende i en proces fremhæver eventuelle konstruktive og funktionelle egenskaber, som kan påvirke produktets udseende. Dermed opnås en bevidsthed om produktets begrænsninger og muligheder, der opstår af disse beregninger. I fremtidige projekter vil beregninger og tekniske overvejelser følge processen længere og længere mod en egentlig produktion af produktet. Altså vil det være muligt at skabe et design, hvorpå produktionsmodning har en minimal ubevidst indvirkning.

Referencer

Agger, Steen 1993, *Kompendium til Kursus i Programmerings- og skitseringsmetodik*

Dahl, H. 1997, *Hvis din nabo var en bil*, Akademisk forlag a/s

Dalgaard, Ole (ed) 2003, *Bang og Olufsen 1960-1990, Fra kvalitetsmærke til internationalt ikon*, Hovedland, Viborg

Ditlevsen, Christine 2006, *Forelæsning om fremtidsforskning, 5. september 2006*, Institut for fremtidsforskning

Fussel, Paul 1983, *Stratum models of class*, [Online]

http://en.wikipedia.org/wiki/Social_class#Stratum_models_of_class

Larsen, R. Michael 2006, *Forelæsning om stål og aluminium*, AAU, Aalborg

Lifetime products 2002, *BIFMA standards*, UT, USA

Norman, D. 2004, *Emotional design: why we love (or hate) everyday things*, Basic books, NY, USA

Norman, D. 2006 *Emotional Design: People and Things*, [Online]

http://www.jnd.org/dn.mss/emotional_desig.html

Riis, Vita 2001, *Design gennem 200 år*, analyse og vurdering af design, Gyldendal uddannelse, København

Striim, O. 2000, *Kreativ Problemløsning og praktisk ideudvikling*, 2nd edn, Gyldendals Boghandel, Denmark

Tollestrup, C. 2004, *Value and Vision-based Methodology in Integrated Design PhD.*, AAU, Aalborg

Wikipedia 2006A, *SWOT Analysis*, [Online]

http://en.wikipedia.org/wiki/SWOT_analysis

Wikipedia 2006B, *Definition af ergonomi*, [Online]

<http://en.wikipedia.org/wiki/Ergonomics>

Wikipedia 2006C, *Statistik om befolkningen*, [Online]

http://en.wikipedia.org/wiki/Right_handed

Illustrationsliste

Hvis ikke andet er angivet, anvendes egne illustrationer.

s. 9 <http://www.presse.samsung.de>

3.1.1, 3.1.2 & 3.1.3 Google images

s. 22-23 Adobe Stock Photos

4.3.1 Jacob Jensen alarm-ur <http://www.jacob-jensen-design.dk>

4.3.2 Pyramidemodell - Tollestrup, C. 2004, *Value and Vision-based Methodology in Integrated Design PhD.*, AAU, Aalborg

4.4.1 <http://www.takarolodge.com/images/gallery/woman-massage.jpg>

4.4.2 <http://www.leesinclair.co.uk/bed%20web04.jpg>

5.7.1 & 5.7.2 Google images

6.9.1 Lefteri, Chris 2005, *Materials for inspirational design* – Wood, UK

6.9.3 <http://www.hai.dk/Files/u1/pyramide.jpg>

7.4.2 <http://www.cryenco.com/images/photos/shop18.jpg>

