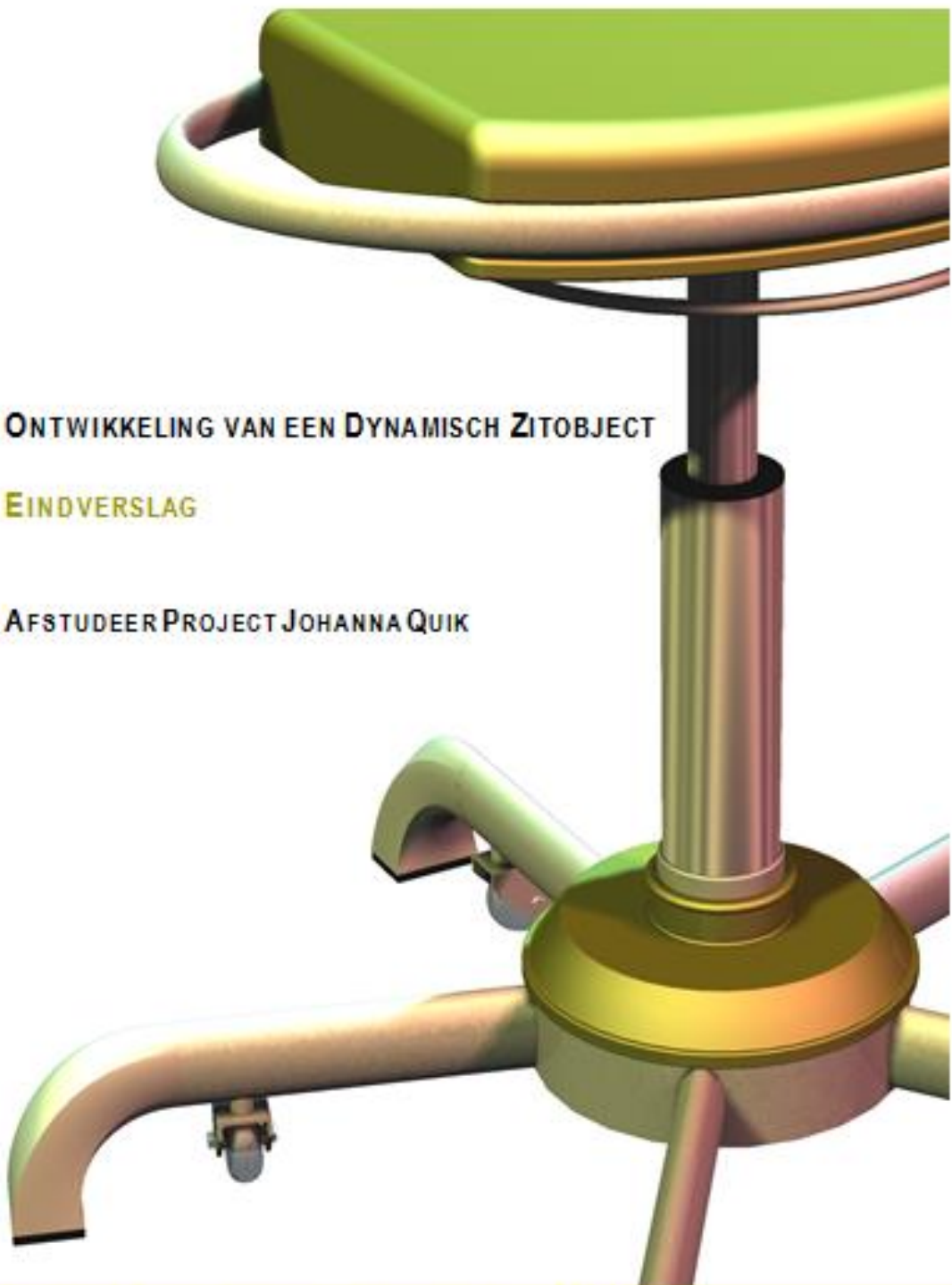


FLEXCHAIR®

ONTWIKKELING VAN EEN DYNAMISCH ZITOBJECT

EINDVERSLAG

AFSTUDEERPROJECT JOHANNA QUIK



FACULTEIT INDUSTRIEEL ONTWERPEN TU DELFT
Delft, 2 augustus 2002

BEGELEIDING TU DELFT: DR. IR. J.F.M. MOLENBROEK,
L.H. WARTENBERGH, E.J. JEPMA
BEGELEIDING VITAFLEX B.V.: W. DON

Ontwikkeling van een Dynamisch Zitobject

Eindverslag

Afstudeerproject Johanna Quik

Delft, augustus 2002

Begeleiding TU Delft
Dr. Ir. J.F.M. Molenbroek
Ir. L.H. Wartenbergh
E.J. Jepma

Begeleiding Vitaflex B.V.
W. Don

TU Delft
Faculteit Industrieel Ontwerpen

Woord van dank

Ik dank hierbij Johan Molenbroek, voor de leuke en inspirerende gesprekken en voor het feit dat ik altijd bij hem kan aankloppen.

Mijn ouders voor het bespreken van de vele aspecten tijdens dit project en voor het zorgvuldig nakijken van wat ik hier heb neergezet.

Leo omdat hij er is en me laat lachen (en mooie schetsen kan maken).

Johanna

Inhoudsopgave

1	Samenvatting	6
2	Het afstudeerproject	8
2.1	Inleiding	8
2.2	Probleemstelling	8
2.3	Opdracht	9
2.4	Eindresultaten	9
2.5	Methode	9
3	Vitaflex BV	11
4	Ergonomie van het dynamisch zitten	12
4.1	De wervelkolom	14
4.1.1	Tussenwervelschijven	15
4.1.2	Effect van zitten op de wervelkolom	16
4.1.3	Effect C-vorm van de wervelkolom op het lichaam	18
4.2	Agonisten en antagonisten	19
4.3	Musculo-skeletale aandoeningen	19
4.3.1	MSA's van de rug	20
4.3.2	Bovenste extremiteiten	21
4.3.3	Invloed van langdurig zitten	23
4.3.4	Onderste extremiteiten	24
4.4	Invloed van repeterende bewegingen op het spierstelsel	24
4.5	Invloed van de lichaamshouding op de organische functies	25
4.6	Mentale aspecten	25
5	Huidige FlexChair analyse	26
5.1	Product omschrijving	26
5.2	Ervaringen met de FlexChair modellen	27
6	Literatuur onderzoek	29
7	Marktanalyse	31
8	Concurrentie analyse	33
8.1	Vijf generaties kantoorstoelen	33
8.1.1	De Zweedse balansstoel / de kniekruk	34
8.1.2	De krukachtigen	35
8.1.3	De zitbal	36
8.1.4	Motorisch aangedreven stoel	36
8.2	Manieren van zitten met huidige stoelen	38
8.3	Vormgeving van de huidige stoelen	39
8.4	Concurrentie	39
8.4.1	Fabrikanten	39
8.4.2	Vergelijkbare stoelen en krukken	40
8.5	Wetgeving	42
9	Doelgroepen analyse	44
9.1	Doelgroepen indeling op soort werk	44
9.2	Argumentatie Doelgroep Keuze	46
9.3	Gekozen doelgroep: Kappers	46
9.4	Statistische gegevens van kappers	47
9.5	Aangegeven probleempunten en tips door kappers	47
9.6	Collages	48

10	Programma van Eisen & Programma van Wensen	52
10.1	Programma van eisen	52
10.1.1	Ergonomische eisen	52
10.1.2	Constructietechnische eisen	52
10.1.3	Algemene eisen	53
10.1.4	Opdracht eisen	53
10.2	Programma van wensen	54
10.2.1	Ergonomische wensen	54
10.2.2	Constructietechnische wensen	54
10.2.3	Algemene wensen	54
10.2.4	Opdracht wensen	54
11	Aanpak ontwerpproces	55
11.1	Belangrijkste punten PvE en PvW	55
12	Ideeën en Concepten	56
12.1	De Flexchair totaal	57
12.1.1	Schetsen	57
12.1.2	Vormconcepten	58
12.2	Kleurenstudie Ontwerpvoorstel	59
12.3	Zitvlak	60
12.3.1	Ideeën	60
12.3.2	Concepten	62
12.3.3	De opbouw van het zitvlak	63
12.3.4	Fabriceren van het zitvlak	63
12.4	Voet	64
12.5	Scharnierobject	66
12.5.1	Ideeën	66
12.5.2	Concepten	66
12.5.3	Scharnierobject ontwerpvoorstel	67
12.6	Arm-, buik-, rugsteun	70
12.7	Bekleding van het zitvlak	71
12.8	Vulling van het zitvlak	72
12.9	Gasveerbediening	73
12.10	Gasveer	74
12.11	Wielen	75
12.12	Afdekkapjes	77
13	Ontwerpvoorstel	78
13.1	De Flexchair Rendering	78
13.2	Enkele Details	79
13.3	Losse scharnierobjecten	80
13.4	Kostprijs	81
13.5	Hoogte Flexchair	82
13.6	Toetsing aan het PvE en PvW	83
13.6.1	Programma van Eisen	83
13.6.2	Programma van Wensen	84
14	Aanbevelingen	85
15	Evaluatie	86
15.1	Het ontwerpproces in de praktijk van deze opdracht	86
15.2	Het afstudeerproject	87

1 Samenvatting

Het afstudeerproject “Ontwikkeling van een dynamisch zitobject” (de Flexchair) is uitgevoerd door Johanna Quik aan de faculteit Industrieel Ontwerpen aan de TU Delft. De opdracht is gedaan voor het bedrijf Vitaflex B.V. te Hoogvliet.

De afstudeerdocent is Johan Molenbroek van de afdeling Industrial Design richting Ergonomie. De TU mentoren zijn Erik Jepma van de afdeling Industrial Design richting Vormgeving en Leo Wartenbergh van de afdeling Product Innovation Management. De bedrijfmentor is Willem Don. Hij is oorspronkelijk fysiotherapeut, maar is zich later gaan toeleggen op het ontwikkelen van ergonomische producten.

Het bedrijf Vitaflex is opgericht door Willem Don en zijn collega Aad van Opstal. Beide zijn van huis uit fysiotherapeut en zij bedenken vanuit deze hoek geregeld producten om klachten bij mensen te voorkomen. Op die manier is ook het idee voor de Flexchair ontstaan.

Probleem

In onze huidige maatschappij bewegen mensen in het algemeen weinig, en als ze zitten is dat vaak een statische houding. Hierdoor ontstaan bij veel mensen tal van lichaams klachten. Vitaflex heeft een principe bedacht waarbij de persoon tijdens het zitten continu kleine bewegingen maakt (Dynamisch zitten). Dit wordt bewerkstelligd door een kantelmechanisme dat bestaat uit twee scharnierobjecten. De positieve effecten op het gestel van de mens van dit principe zijn nog niet volledig aangetoond en er zijn ook nog geen stoelen/krukken ontworpen om deze nieuwe methode op de markt te brengen.

Opdracht

De opdracht van Vitaflex aan de afstudeerder was breed van karakter. Allereerst moest worden uitgezocht of dynamisch zitten inderdaad beter is voor de mens en wat voor gevolgen dat heeft voor het zitobject.

De markt waarop Vitaflex zich zou gaan richten was nog onduidelijk. Hierdoor was nog geen beeld gevormd over de vormgeving, de afmetingen en de prijs. Er moest dus ook een doelgroep bepaling gedaan worden. Dit deel van de opdracht is in de loop van de analyse fase toegevoegd.

Het zitobject zou tot in alle details uitgewerkt moeten zijn aan het eind van de opdracht, zodat het direct gefabriceerd zou kunnen worden en de markt op zou kunnen. Omdat in de analyse fase bleek dat het vorige punt (de doelgroep) nog niet duidelijk was, is besloten het ontwerp tot op concept niveau uit te werken.

Het principe was door Vitaflex al uitgewerkt in een model. De scharnierobjecten waren echter erg duur, door de toepassing van kogelscharnieren. Gekeken moest worden of het bewegingsprincipe op een goedkopere manier mogelijk zou zijn.

Daarnaast wilde Vitaflex dat de scharnierobjecten los verkocht zouden worden, zodat elke stoel met een gasveer omgebouwd zou kunnen worden tot een Flexchair.

Uitvoering

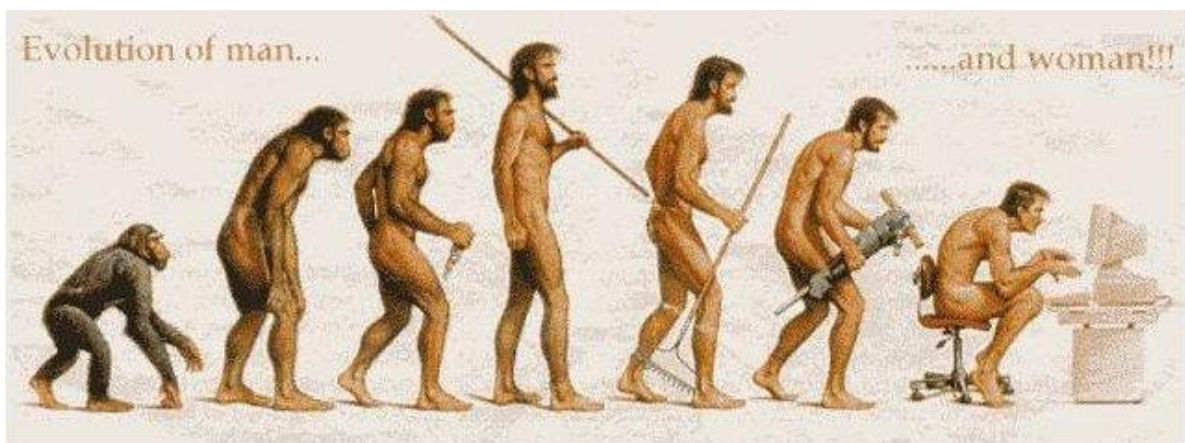
Allereerst is onderzoek naar het effect van dynamisch zitten gedaan middels een literatuurscriptie. Er zijn zeven (voor dit project) bruikbare onderzoeken uitgewerkt en de resultaten daarvan hebben de eisen en wensen voor de Flexchair mede bepaald.

Het bepalen van de doelgroep is gedaan de 'marktanalyse'. Hieruit is een groot aantal bezigheden en beroepen gevonden waarbij men dynamisch zou kunnen zitten. Op deze doelgroepen zou Vitaflex zich later ook kunnen gaan richten. De gekozen doelgroep zijn kappers. De gevolgen hiervan zijn geweest dat de vormgeving modern is, maar wel universeel. Door de kleuren te veranderen kan de Flexchair makkelijk voor een andere doelgroep worden aangeboden.

Het ontwerpvoorstel is gepresenteerd in een 3D computer programma (Solid Works). Hierin zijn de vorm, de kleuren en de afmetingen goed voor te stellen. Van alle onderdelen van de Flexchair is bekend hoe ze gemaakt kunnen worden, hoe ze eruit zien en wat ze kosten. Daarnaast is een werkend prototype gebouwd. Mede aan de hand van het prototype zijn aanbevelingen gedaan over het verdere verloop van het ontwikkelen van de Flexchair. Het goedkoper maken van de scharnierobjecten leek in eerste instantie gelukt te zijn. Bij het bouwen van het prototype kwam echter zulke relevante informatie naar boven, dat kogelscharnieren toch de beste oplossing lijken te bieden.

Het laatste deel van de opdracht (de los te verkopen scharnierobjecten) is onder de loep genomen. Het bleek dat dit in deze formulering onmogelijk zou zijn, omdat de meeste stoelen zo wezenlijk van elkaar verschillen, dat er geen universeel scharnierobject ontworpen zou kunnen worden. Er is wel een voorstel gedaan om het hele onderstel aan te bieden, zodat de omgebouwde stoel in elk geval dynamischer is. In enkele gevallen is het mogelijk ook het bovenste scharnierobject in een andere stoel te plaatsen, dit is afhankelijk van de maten.

Het project is afgesloten met een eindverslag, een prototype en een mondelinge presentatie.



2 Het afstudeerproject

2.1 Inleiding

Voor u ligt het afstudeerverslag met als onderwerp ‘Ontwikkeling van een dynamisch zitobject’. Deze opdracht is afkomstig van het bedrijf Vitaflex.

Het bedrijf Vitaflex is een jong bedrijf dat nieuwe producten ontwikkelt en op de markt brengt. Deze producten zijn gebaseerd op een betere lichaamshouding en lichaamsbeweging. Zo is ook het idee voor de Flexchair ontstaan. Deze stoel is gebaseerd op een bepaald bewegingsprincipe, dat gerealiseerd wordt door twee scharnierobjecten.

Met deze stoel wil Vitaflex inspringen op het feit dat steeds meer mensen klachten ontwikkelen door een verkeerde zithouding tijdens het uitvoeren van hun werk. Momenteel heeft bijvoorbeeld één derde van de IT sector RSI klachten, wat mede een gevolg is van een verkeerde werkhouding.

De Flexchair zal een betere werkhouding stimuleren om zo klachten te voorkomen of te verminderen.

De dienstensector in Nederland groeit en kantoorwerk is aan een aantal ingrijpende veranderingen onderhevig. Oorzaken van deze veranderingen zijn bijvoorbeeld flexibilisering, individualisering, intensivering en telewerken.

Meubelleveranciers reageren hierop verschillend. Er zijn grofweg twee visies. Overheersend is de ‘behoudende visie’. Men springt niet in op bijvoorbeeld de ICT-ontwikkelingen (Informatie en Communicatie Technologie). Het aanbod is reeds voorbereid op de meeste trends en er zijn slechts kleine aanpassingen nodig, zoals het instelgemak, met het oog op flexibilisering. Daarnaast is er een meer ‘vooruitstrevende visie’. Men ziet een vraag naar nieuwe producten (stoelen, werkbladen en werkplaatsen), die zichzelf elektronisch instellen, die aan de kant te zetten zijn en waarin nieuwe ICT kan worden ingebouwd.

De samenstelling van het arbeidsbestand verandert ook veel. De meest duidelijke verandering is de vergrijzing (het aandeel in de totale beroepsbevolking van 55 tot 65-jarigen zal toenemen van 15% in 1999 tot 24% in 2002; Vaas en Smulders, 1999). De tweede ontwikkeling is de toenemende arbeidsparticipatie van vrouwen. Ten derde is er de verwachting dat het aantal allochtonen zal toenemen. En tot slot kan het arbeidsbestand beïnvloed gaan worden, door de stimulering van de overheid tot reïntegratie van arbeidsongeschikten.

Dit alles leidt tot noodzaak van een aanpassing van het meubilair. De standaard kan niet meer zijn ‘de gemiddelde Nederlandse man’. Ideeën hierover zijn dat het meubilair een grotere instelrange krijgt, maar ook dat er bijvoorbeeld nieuwe ‘stoelen’ op de markt komen, gebaseerd op andere zitculturen.

Bron: Trends in de dienstensector en kantoormeubilair – De visie van trendvolgers en trendzetter; Tijdschrift voor Ergonomie augustus 2000; Peter Vink, Frank Krause en Michiel de Looze

2.2 Probleemstelling

Mensen zitten vaak lang in een statische houding. Dit kan tot allerlei klachten leiden. Dynamisch zitten lijkt hiervoor een oplossing te bieden. Het idee achter dynamisch zitten is dat er voortdurend verschillende spieren worden gebruikt in de armen, benen en rug. Hierdoor

krijgt men een betere lichaamshouding en een betere bloedcirculatie en daardoor een verbeterd transport van afval- en voedingsstoffen. Klachten als een zere rug, nek, schouders, hoofdpijn en RSI kunnen hiermee wellicht verminderd en voorkomen worden. Vitaflex heeft een principe voor de manier van bewegen bedacht met behulp van een 'zitobject'. Het bewegen van dit zitobject wordt gerealiseerd door een kantelmechanisme en bestaat uit twee scharnierpunten. Het zitvlak kan hierdoor in alle richtingen bewegen. De rug kan op een flexibele manier zijn S-vorm behouden in plaats van door te zakken naar één kant. De vormgeving, ergonomie en constructie die het zitobject zal gaan krijgen is niet duidelijk. Er is nog geen specifieke doelgroep en de markt is ook niet in kaart gebracht (concurrenten en soortgelijke producten). De huidige manier om de scharnierpunten te maken is behoorlijk duur, vooral omdat de verschillende onderdelen worden ingekocht of (nog duurder) handgemaakt zijn. Of er een rug- of buiksteun op moet komen is nog niet duidelijk. Hoe het zitobject verrijdbaar gemaakt kan worden, zonder dat de bewegingsmogelijkheden ervan verminderen, is nog niet duidelijk. De markt waarop Vitaflex zich gaat richten is nog niet duidelijk. Hierdoor is de vormgeving, de afmetingen en de prijs ook nog niet duidelijk.

2.3 Opdracht

De opdracht van Vitaflex is breed van karakter en veranderde tijdens het ontwerpproces naar aanleiding van de gevonden resultaten.

Ten eerste moet het positieve effect van dynamisch zitten worden aangetoond. Hierna moet een doelgroep worden bepaald aan de hand van een marktanalyse waarna ten slotte een dynamische zitgelegenheid voor deze doelgroep wordt ontworpen gebaseerd op de voorstudie. Er moet worden gekeken of er in plaats van het bedachte kogelprincipe voor dynamisch zitten een goedkoper alternatief gebruikt kan worden.

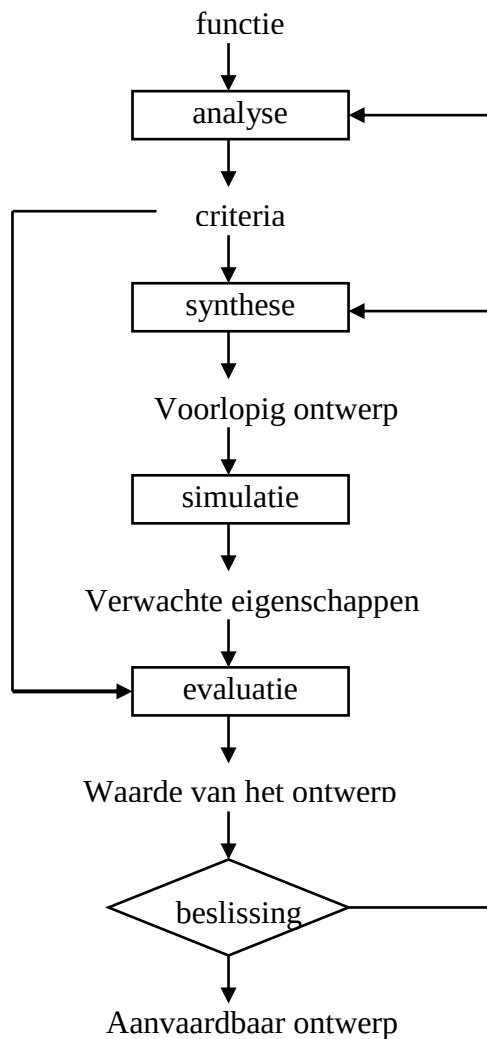
2.4 Eindresultaten

Het resultaat van deze afstudeeropdracht is een bevestiging van de positieve effecten van dynamisch zitten middels een literatuurscriptie, zie Bijlagen. Er is een aantal doelgroepen gevonden en er voor de meest geschikte (de kappers) is een dynamische werkkruk gekozen. De kruk is uitgewerkt tot op conceptniveau en er is een werkend prototype gebouwd. Tot slot is er een afstudeerverslag gemaakt en is er een mondelinge presentatie van het proces gegeven.

2.5 Methode

De ontwerpmethodie die is gehanteerd in dit afstudeerproject is de cyclus van het ontwerpen, zoals deze staat beschreven in "Productontwerpen, structuur en methoden" van N.F.M. Roozenburg en J. Eekels. Tijdens het gehele proces is de cyclus (gedeeltelijk) meerdere malen doorlopen.

De basiscyclus van het ontwerpen



Analyse fase

Hierin worden globale uitspraken over de functie gedaan. Dit kan de volgende gebieden betreffen: techniek, psychologische, sociale en culturele aspecten, ergonomie, vormgeving, concurrentie en concurrerende producten.

Het eindresultaat is een programma van eisen en een programma van wensen, van waaruit je kunt gaan ontwerpen.

Synthese fase

Het genereren van voorlopige productvoorstellen, ontwerpideeën genaamd.

Simulatie fase

Door redeneren en/of modelproeven een oordeel vormen over het gedrag en de eigenschappen van het ontworpen product.

Evaluatie

Het toetsen van de ontwerpideeën. Het bepalen van de waarde en kwaliteit van het voorlopige ontwerp, door ze te vergelijken met het programma van eisen.

Beslissingsfase

Doorgaan met het ontwerpvoorstel of niet. Als het niet goed genoeg bevonden is, begin je weer met een ander idee in de synthese fase.

3 Vitaflex BV

Het bedrijf Vitaflex te Hoogvliet is opgericht in 1997 en er is een viertal mensen werkzaam. De twee eigenaren zijn beide fysiotherapeut en hebben een uitgebreide achtergrondkennis op houdings- en bewegingsmechanismen.

Vitaflex ontwikkelt hulpmiddelen voor gezondheidsinstellingen zoals ziekenhuizen.

Daarnaast is zij tevens leverancier van hulpmiddelen.

Het bedrijf heeft twee hoofdactiviteiten te weten:

Vitaflex *logistiek* met hulpmiddelen voor het verplaatsen van bedden, linnenkarren, endoscopiewagens en dergelijke; Vitaflex *wonen* voor hoog/laag bedden en ander meubilair.

Naast deze twee richtingen is zich nu ook een derde tak aan het ontwikkelen: apparatuur en meubilair voor en vanuit de fysiotherapeutische wereld.

Eén van de nieuwe ideeën is een kantelmechanisme dat toepasbaar is in stoelen. Hierdoor krijgt de gebruiker een dynamische manier van zitten.

Het ontwikkelen van noviteiten ontstaat vanuit de professie van de twee eigenaren. Deze noviteiten hebben een ARBO gericht karakter, m.a.w. het reduceren van ziekteverzuim en een bijdrage leveren aan de volksgezondheid in zijn algemeenheid.

Voor ontwikkeling en testen van nieuwe producten zijn er sterke samenwerkingsverbanden met bedrijven die o.a. gespecialiseerd zijn in besturingssystemen en productontwikkeling.

4 Ergonomie van het dynamisch zitten

In dit hoofdstuk wordt gekeken naar de verschillende ergonomische aspecten, die een rol spelen tijdens het zitten. Ergonomie [ergon=werk, nomie=studie] is “*Wetenschap die de aanpassing van de werkomstandigheden aan de mens bestudeert.*”

Bron: Van Dale Groot woordenboek der Nederlandse taal

In de biomechanica wordt de werking van de krachten op het lichaam behandeld. Aan de hand daarvan kunnen eisen worden opgesteld, waaraan het zitobject moet voldoen.

Stoelen hebben een aantal kenmerken op grond waarvan men voor iedereen kan voorspellen of men er al dan niet comfortabel op kan zitten. Dat betreft dan ontwerpcriteria op basis van biomechanische aspecten, aan de hand waarvan men kan aantonen of meubels goed zijn.

De vormgeving van een zitmeubel bepaalt in hoge mate de lichaamshouding. Een ongunstige houding kan vooral bij langdurig zitten als hinderlijk en vermoeiend worden ervaren. Ontwerp criteria zijn er om dat tegen te gaan.

Verder is het soort werk dat men uitvoert van belang op de lichaamshouding en lichaamsbelasting. Door een verkeerde werkhoogte worden het hoofd en de romp in een voorovergebogen houding gedwongen om het werk goed te kunnen zien. Rugklachten kunnen het gevolg zijn van langdurig optredende eenzijdige en statische belasting. Wanneer men ontspannen zit, is er geen probleem van statische spanning in de spieren.

Bron: Frankel V.H., Nordin M., Snijders C.J., *Biomechanica van het skeletstelsel – grondbeginselen en toepassingen* - 1984

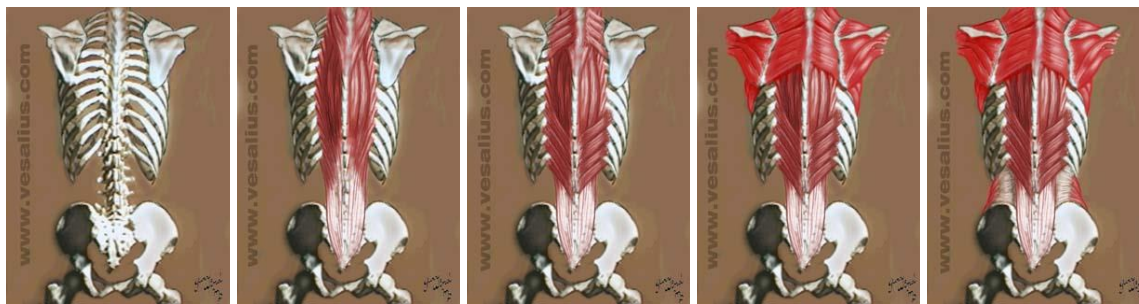
Uit antropometrische hoek kunnen bepalende lichaamsmaten worden verkregen, die een directe invloed kunnen hebben op de grootte van het zitobject.

Lichaamsafmeting	Vrouwen	Mannen
Afstand tussen zitbeenknobbels	136 SD 9	111 SD 6
Heupbreedte	395 SD 34	375 SD 20
Dijbeenhoogte	147 SD 17	141 SD 12
Bil-knieholte diepte	494 SD 32	518 SD 30
Lichaamsgewicht	65 SD 10	76 SD 10
Knieholte hoogte	304 SD 25	457 SD 25

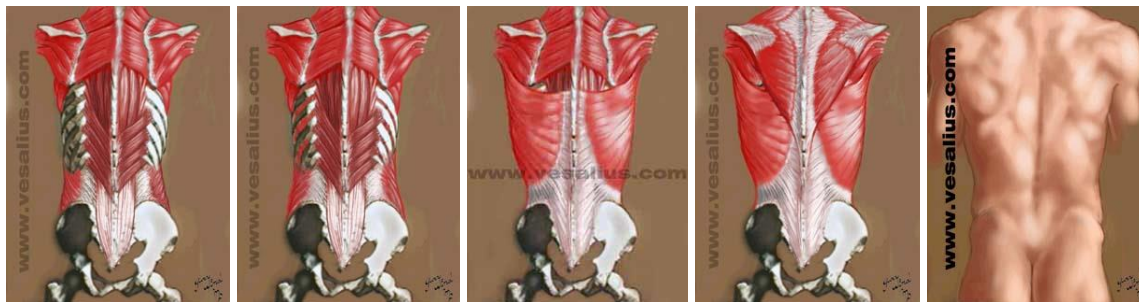
Tabel 1: Antropometrische maten (maten in mm en gewicht in kg)

Door op anatomisch niveau naar de mens te kijken, wordt duidelijk welke spieren, pezen, botten en zenuwen een rol spelen in het klachtenpatroon, dat mensen ontwikkelen door een verkeerde lichaamshouding.

De afbeeldingen op de volgende pagina's laten de gelaagde opbouw van de spiersystemen zien. Deze afbeeldingen kunnen gebruikt worden als referentie in dit verslag.



Skelet M.Erector Spinea M.Erector posterior M.Scapulae M.Serratus anterior en M.Transversus

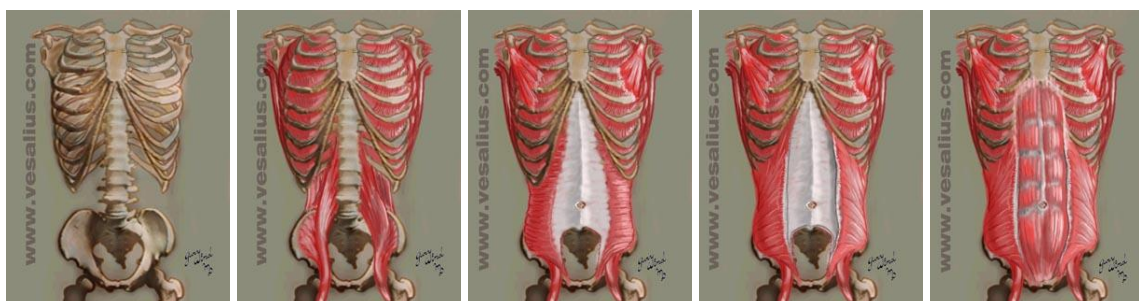


M.Obliquus internus M.Obliquus externus M.Latissimus dorsi M.Trapezius Huid

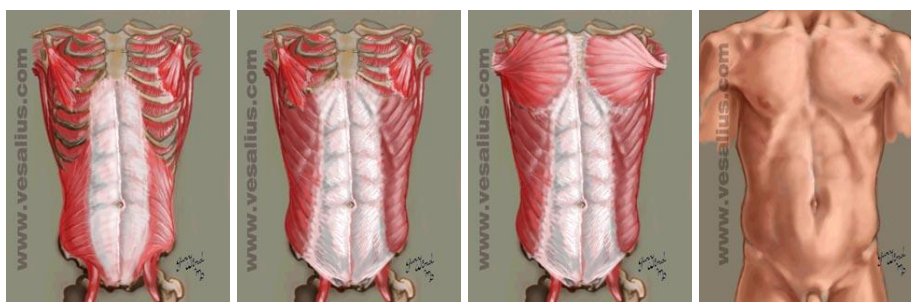
Figuur 4-1

Bron: <http://www.vesalius.com>

Hoewel de klachten eigenlijk altijd aan de achterzijde van de romp optreden, is de voorkant ook erg belangrijk. De antogonische werking, dat wil zeggen: de buik- en borstspieren zorgen ook voor de positie van het lichaam. Als men alleen de rug zou kunnen aanspannen, zou niemand rechtop kunnen staan of zitten.



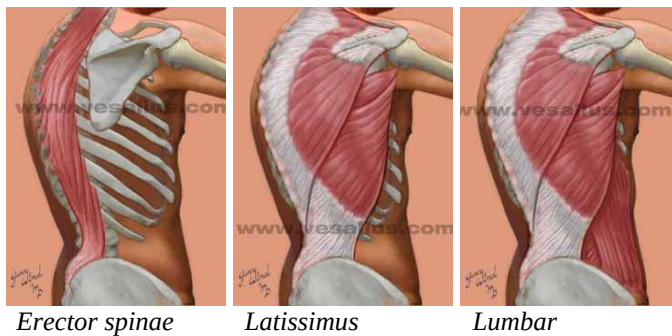
Skelet Quadratus lumborum, psoas, ileacus intercostale spieren tussen de ribben Transversus abdominus and Pectoralis minor Obliquus internus Rectus spier



Aponeurosis van de Obliquus internus Obliquus Externus Pectoralis Major Huid

Figuur 4-2

En de zijkant:



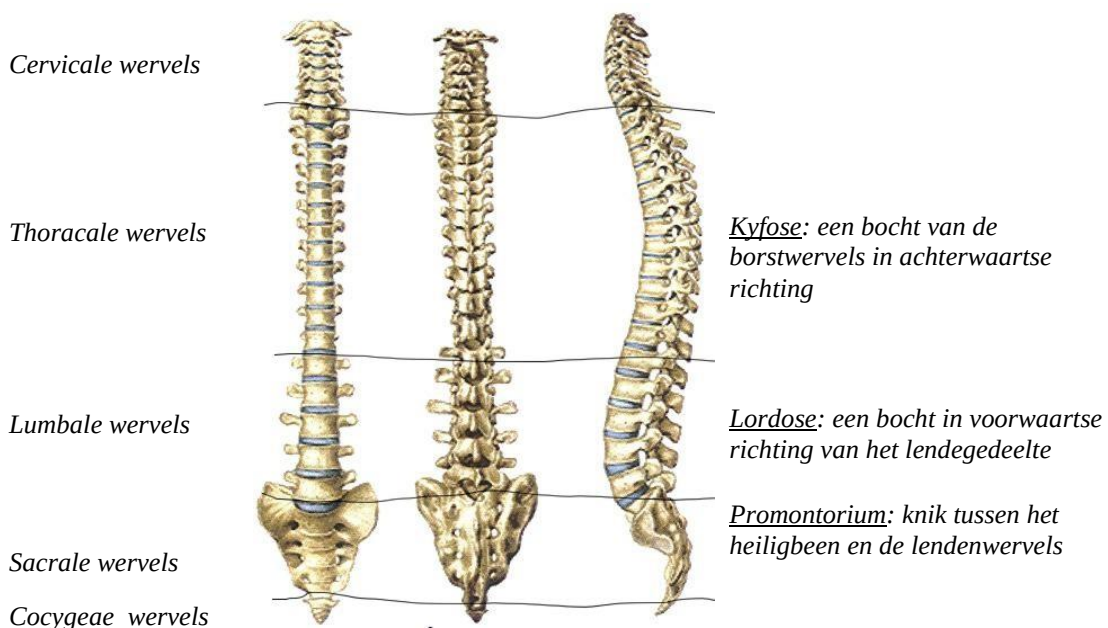
Figuur 4-3

4.1 De wervelkolom

De wervelkolom verbindt het hoofd met het bekken, zodanig dat zij de rechtopstaande houding mogelijk maakt en ondersteunt.

De wervelkolom, ofwel de ruggengraat, wordt onderverdeeld in:

- 7 Halswervels (Vertebrae Cervicales)
- 12 Borstwervels (Vertebrae Thoracicae)
- 5 lendenwervels (Vertebrae Lumbales)
- 5 Heiligbeenwervels (Vertebrae Sacrales)
- 3-5 Staartwervels (Vertebrae Coccygeae)



Figuur 4-4

De neutrale stand van de wervelkolom is duidelijk te zien in het zijaanzicht: de S-vorm. In bovenstaande figuur is aangegeven welke krommingen de S-vorm creëren. In de neutrale stand (S-vorm) is de mens het meest ontspannen en deze positie is dan ook altijd te prefereren. In de staande houding heeft de rug een S-vorm. Zitten verandert de houding fysiologisch gezien ongunstig, de S-vorm vermindert.

4.1.1 Tussenwervelschijven

Een tussenwervelschijf bestaat uit een elastische geleiachtige kern, omgeven door dichte lagen bindweefsel in de vorm van een ring, die twee wervel lichamen met elkaar verbindt. Door de voortdurende druk van het lichaamsgewicht op de wervelkolom gedurende de dag, worden de tussenwervelschijven iets platter. Tijdens een goede nachtrust kunnen de tussenwervelschijven zich herstellen. Het verschil in lichaamslengte 's avonds en 's morgens kan soms wel drie centimeter bedragen.

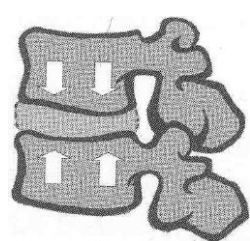
Als gevolg van vochtverlies en het minder worden van de botmassa van de wervellichamen, worden de tussenwervelschijven in de loop van de tijd platter. Daardoor wordt bij het ouder worden de wervelkolom korter.

Bron: Nieuwe Medisch Encyclopedie – Lekturama Rotterdam - ©MCMLXXXI

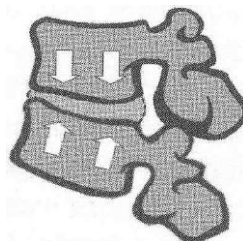
De tussenwervelschijven zijn op te vatten als kleine schokdempers en geven de wervelkolom flexibiliteit. In Figuur 4-5 zijn twee tussenwervelschijven in doorsnede te zien. De wigvorm in het rechter plaatje wordt veroorzaakt door de afvlakking van de wervelkolom. De tussenwervelschijven worden daardoor ongelijkmatig belast en zijn in deze positie extra kwetsbaar. In geval van beschadiging kunnen ernstige klachten optreden. Afvlakking van de wervelkolom dient te worden voorkomen.

De meeste klachten van de wervelkolom treden op ter hoogte van de onderrug. Dat komt doordat het onderste gedeelte van de wervelkolom extra kwetsbaar is. De wervelkolom is op deze hoogte zeer flexibel; de ongunstige buiging treedt het sterkst op in deze regio. De lager gelegen tussenwervelschijven zijn bovendien hoog belast doordat hier relatief veel lichaamsgewicht op rust.

Bron: Andersson, G.B.J., 1980 'The load on the lumbar spine in sitting postures'



Doorsnede van twee tussenwervelschijven waarop een druk wordt uitgeoefend



Doorsnede van twee afgevlakte tussenwervelschijven waarop een druk wordt uitgeoefend

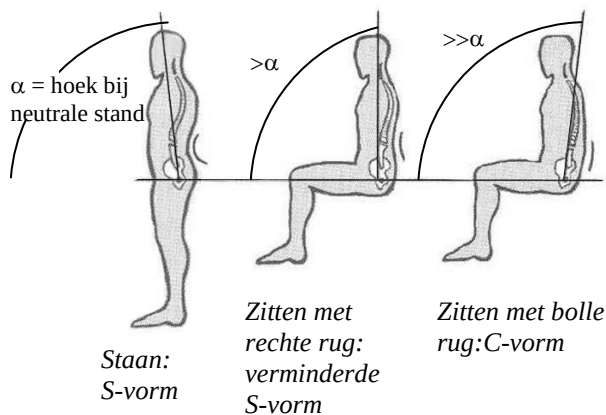
Figuur 4-5

Voor het in een goede conditie houden van de schijven is een voortdurend wisselende belasting nodig. De schijven zelf hebben namelijk geen goede doorbloeding. De uitwisseling van stoffen met de omgeving vindt plaats door de pompende werking van afwisselend hoge en lage belastingen.

Bron plaatjes: Sijpkens I.W.T., Kitzen P.J.C., Barels W., Handboek Mobiel Zitten, in opdracht van Savas Quality Seating 1998

4.1.2 Effect van zitten op de wervelkolom

Tijdens het zitten kantelt het bekken naar achteren, door het verkleinen van de hoek tussen bovenbeen en romp. Omdat het bekken verbonden is met de wervelkolom, buigt de wervelkolom mee met deze kanteling. De natuurlijke holling in de rug vermindert daardoor tijdens het zitten. Afhankelijk van de mate van steun en spieractiviteit zal een vlakke of zelfs bolle stand van de wervelkolom het resultaat zijn (zie Figuur 4-6). Dit heet de C-vorm. De C-vorm wordt in paragraaf 1.4.2 behandeld.



Figuur 4-6

In Figuur 4-7 is deel van de wervelkolom uitvergroot afgebeeld. Hierop is goed te zien hoe de neutrale stand verschilt van de stand bij zitten, met een verminderde lordose.



Figuur 4-7

Bron: Textbook of Anatomy, Churchill Livingstone, A.W.Rogers 1992)

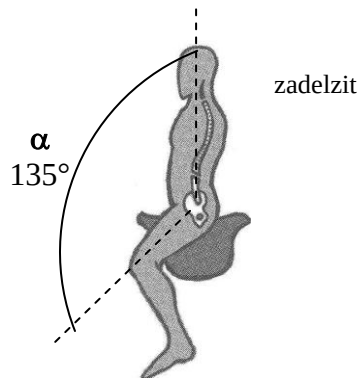
Bron plaatjes: Sijpkens I.W.T., Kitzen P.J.C., Barels W., Handboek Mobiel Zitten, in opdracht van Savas Quality Seating 1998

Bij zithoudingen waarbij de bovenbenen een grotere hoek maken met het bovenlichaam ($>105^\circ$), treedt de afvlakking van de onderrug minder of niet op. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij het zitten in het zadel op een paard. Deze positie van het lichaam impliceert een romp-dijhoek van 135° (zie

Figuur 4-8).

Het lichaamszwaartepunt balanceert in een evenwicht situatie. Het lichaam ondergaat constant schommelingen om het zwaartepunt en probeert deze te compenseren. Zowel neurologisch als musculair gaat het hier om een actieve en dynamische bezigheid. Door de afwisseling tussen inspanning en ontspanning worden spieren meer op uithoudingsvermogen en coördinatie aangesproken dan op een statische kracht.

Bron: Zitten een vergeten activiteit blz. 46 + proefschrift R.Goossens



Figuur 4-8

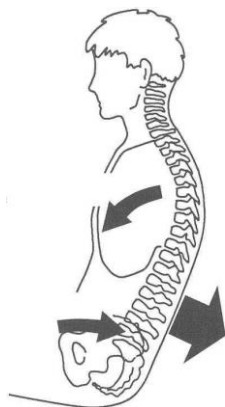
Bron: Textbook of Anatomy, Churchill Livingstone, A.W.Rogers 1992)

Bron plaatje: Savas

De verandering van de stand van het skelet, die optreedt bij het zitten ten opzichte van een staande houding heeft diverse gevolgen. Het belangrijkste gevolg is de extra belasting van de rug. Dit is voornamelijk te wijten aan de belasting op de tussenwervelschijven van de wervelkolom en spieren en banden van de onderrug en de bekken regio. Bij zittend werk is er een verhoogde kans op rugklachten aanwezig. De hamstrings (de spieren aan de bovenzijde van de bovenbenen) hechten aan de onderbenen en aan de achterzijde van het bekken. Door het strekken van de benen trekken de hamstrings het bekken naar achteren.

Bron: Staarink, H.A.M. 1995 'Sitting posture, comfort and pressure' Faculteit van het Industrieel Ontwerpen, TU-Delft)

Het naar achteren kantelen van het bekken en het afvlakken van de wervelkolom kan als comfortabel worden ervaren, omdat in deze positie minder spierspanning nodig is. De positie is echter ongunstig omdat spieren en pezen worden opgerekt (zie Figuur 4-9).



Figuur 4-9

Bron paragraaf: Sijpkens I.W.T., Kitzen P.J.C., Barels W., Handboek Mobiel Zitten, in opdracht van Savas Quality Seating 1998

4.1.3 Effect C-vorm van de wervelkolom op het lichaam

C-vorm van de wervelkolom ontstaat door het naar achteren kantelen van het bekken of door voorover buigen. De lenden wervelkolom maakt een achterwaarts kromming, wat kyfose wordt genoemd (zie Figuur 4.9). Deze kyfose zorgt voor ongelijkmatige en ongunstige belasting van de tussenwervelschijven. Zo'n ongelijkmatige belasting kan in extreme gevallen, zoals met gebogen rug iets zwaars optillen, tot acute beschadigingen van de tussenwervelschijven leiden. De druk in de tussenwervelschijven is bij zitten anderhalf maal hoger dan bij staan. Op den duur leidt dit tot een versneld verlies aan elasticiteit van de tussenwervelschijven, waardoor de beweeglijkheid van de gehele wervelkolom aangetast wordt.

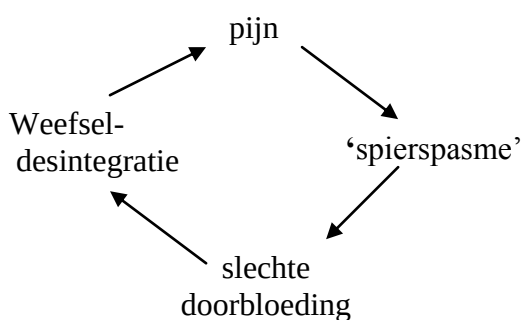
Goed zitten houdt in, dat noch rechtop, noch doorgezakt, noch welke andere zithouding dan ook voldoende waarborg biedt tegen het ontstaan van houdingsklachten, als deze houdingen niet voldoende afgewisseld kunnen worden.

Bron: J.W.Smeets, De werkhouding van kantoorwerkers: zitgewoonten en problemen. Maart 1981, publicatie in : Kantoor en Efficiëntie –special 20 blz. 19-25

4.1.3.1 Niet-ondersteunde C-vorm

Kenmerkend voor de niet-ondersteunde C-vorm is, dat daarvoor in de nek en de rug veel spierkracht nodig is. Is zo'n houding dan bovendien gefixeerd, min of meer star, dan wisselt de spierkracht niet en is er onvoldoende pompwerking, hetgeen kan leiden tot doorbloedingsstoornissen. Dit werkt de ophoping van afvalstoffen en weefseldesintegratie in de hand. Het gevolg hiervan is pijn, wat leidt tot spierspasmen. Daarmee sluit zich een vicieuze cirkel (zie figuur 4-6), omdat zo'n spasme de oorzaak is van doorbloedingsstoornissen. Ook op andere wijze kan men in deze cirkel terecht komen. Zo kunnen spierspasmen ook worden toegeschreven aan kou en stress.

Rechtop zitten is echter ook niet per se gunstig, omdat er sprake is van een aanzienlijke statische spierarbeid, die deze houding vergt en die in feite ook niet lang vol te houden is.



Figuur 4-10

Bron: Frankel V.H., Nordin M., Snijders C.J., Biomechanica van het skeletstelsel – grondslagen en toepassingen – 1984

4.1.3.2 Ondersteunde C-vorm bij het zitten

Deze houding voelt ontspannen, omdat de rugspieren niet zo sterk aangespannen hoeven te worden. De rugspierwerking vermindert naarmate de rug beter ondersteund wordt en vooral naarmate de rugleuning meer naar achteren helt. Vergeleken bij het rechtop zitten tijdens typewerk, is de rugspieractiviteit bij onderuitgezakt zitten in een comfortabele fauteuil vrijwel geheel te verwaarlozen.

Gebleken is echter, dat ook bij het op een normale stoel zitten, een situatie van een volledig ontspannen rugmusculatuur kan voorkomen, namelijk bij geheel doorgezakt, met een ronde rug zitten (niet ondersteunde C-vorm bij zitten). Aan de rugzijde is de mechanische belasting dan voor een groot deel door banden van de rugspieren overgenomen.

De vervelende effecten van het zitten met een kromme rug zijn er echter ook. Het bekken kantelt verder naar achteren, dan bij rechtop zitten (bovenbenen-romp hoek 90°) het geval is. Het naar achteren kantelen van het bekken gaat samen met het naar voren kantelen van de borstkas. Hierdoor komen de rugspieren onder spanning te staan; ze worden langdurig op trek belast, waardoor ze permanent uitgerekt kunnen worden. Dit veroorzaakt rugklachten.

Daarnaast worden de buikorganen samengedrukt, waardoor het functioneren ervan nadelig beïnvloed wordt.

4.1.3.3 C-vorm door voorovergebogen staan

Hoe meer men voorovergebogen staat, des te meer spierspanning is er nodig (elementaire mechanica). Als iemand in voorovergebogen houding tilwerkzaamheden verricht, vereist dit nog meer van de rug. Omdat dit niet met zitten te maken heeft, wordt er in dit verslag niet verder op ingegaan.

Bron: J.W.Smeets, De werkhouding van kantoorwerkers: zitgewoonten en problemen. Maart 1981, publicatie in : Kantoor en Efficiëntie –special 20 blz. 19-25

4.2 Agonisten en antagonist

Bij het bewegen van de ledematen gebruikt men spieren die in twee groepen zijn op te delen. De agonisten en de antagonist. Een agonist is een spier, die een beweging inleidt en uitvoert. Een antagonist is een spier, waarvan de werking tegengesteld is aan die van de agonist. Dit betekent dat wanneer voor een bepaalde beweging een spiergroep wordt aangespannen, de tegengestelde spiergroep automatisch ontspant. Dit is belangrijk voor de ontspanning van belaste spieren. Wanneer de tegengestelde spier wordt aangespannen, zal de (over)belaste spier ontspannen. Dit principe wordt vaak toegepast door fysiotherapeuten. Bij verkeerd gebruik van het lichaam en bij herhaalde bewegingen, krijgen de meeste mensen problemen, omdat één spiergroep verhoudingsgewijs teveel wordt gespannen.

4.3 Musculo-skeletale aandoeningen

‘Musculo-Skeletale Aandoeningen’ (MSA) is een verzamelnaam voor allerlei klachten en aandoeningen, die optreden aan spieren, pezen, peesscheden, gewrichten en zenuwen ten gevolge van uitwendige factoren .

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste MSA's. Dit overzicht is een greep uit de massa aan ziektebeelden, die momenteel bekend is. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de MSA's van de rug en MSA's van de bovenste en onderste extremiteiten.

4.3.1 MSA's van de rug

Deze zijn in twee grote groepen in te delen: de 'functionele rugpijnen' en de 'rugpijnen als gevolg van een medische oorzaak'. Het overgrote deel van de rugpijnen behoort tot de eerste categorie.

Functionele rugpijnen zijn klachten die met het in acht nemen van een aantal preventiemaatregelen kunnen worden voorkomen of verminderd.

De oorzaken van deze rugpijnen zijn bijvoorbeeld:

- ☞ **Slechte algemene conditie:** over het algemeen beweegt men te weinig. Regelmatige beweging is noodzakelijk voor de goede werking van het aanzuigen en uitpersen van water in de tussenwervelschijven.
- ☞ **Verkeerde of langdurig aangehouden houding:** de belasting van de rug wordt in sterke mate bepaald door de lichaamshouding.
- ☞ **Verkeerde bewegingen:** het oprapen van voorwerpen en het opheffen van zware lasten belasten de rug. Bovendien maakt men vaak draaiende bewegingen bij het verplaatsen van voorwerpen.
- ☞ **Trillingen:** hierbij valt te denken aan chauffeurs van vrachtwagens of andere voertuigen of werknemers die trillende gereedschappen hanteren.
- ☞ **Psychologische en emotionele factoren:** wie bijvoorbeeld last heeft van depressies, stress of wie zich ontevreden voelt in zijn werksituatie, loopt meer risico op rugklachten.

Klachten met een medische oorzaak, zijn klachten met een duidelijk aanwijsbare lichamelijke afwijking, die soms (operatief) verholpen kunnen worden. De meest voorkomende rugpijnen als gevolg van een medische oorzaak:

- ☞ **Lumbago:** ook wel 'verschot' of 'spit' genoemd. Het is een acute hevige pijn, meestal aan één kant van de lendestreek. Men heeft het gevoel zich niet meer te kunnen bewegen. Het is het gevolg van een overbelasting door een verkeerde beweging. Wanneer men eenmaal een lumbago heeft gehad is de kans groot dat het zich herhaalt. De remedie is meestal bedrust.
- ☞ **Discus hernia:** door een te grote druk op de tussenwervelschijf kunnen scheurtjes ontstaan in het omhulsel. De geleachtige kern wordt daardoor naar achter geduwd zodat een uitstulping ontstaat. Er ontstaat pijn wanneer de uitstulping bijvoorbeeld drukt op het ruggenmergvlies. Hernia kan over een langere periode ontstaan, door een verkeerde stand van de wervels ten opzichte van elkaar, maar het kan ook acuut ontstaan, door een 'verkeerde' beweging. De beschadigingen herstellen slecht zeer langzaam en een operatieve ingreep is soms noodzakelijk. Preventie is dan ook zeer belangrijk;
- ☞ **Ischias:** wordt gekenmerkt door een uitstralende pijn, die kan uitlopen in het hele been of zelfs tot in de voet. De oorzaak kan een geknelde zenuwwortel zijn, zoals bij een discus hernia, of een overbelasting van de wervelgewrichtjes of een geknelde zenuw in de bil;
- ☞ **Artrose:** de tussenwervelschijf verliest aan veerkracht en dikte door de vorming van botaanwas of slijtage aan de wervels. Artrose maakt deel uit van het verouderingsproces van de rug.

4.3.2 Bovenste extremiteiten

De 'bovenste extremiteiten' omvat alles wat zich bevindt tussen de nek en de vingertoppen. Een veel gehoorde term voor klachten in deze lichaamsgebieden is: RSI (Repetitive Strain Injury). Deze term lijkt beperkt, omdat de nadruk hierbij alleen ligt op het repetitieve karakter van de oorzaak. Inmiddels is de term echter zo ingeburgerd, dat de meeste mensen weten dat RSI een 'paraplu begrip' is.

De klachten kunnen zijn: ongemak, vermoeidheid, stijfheid, gevoelsstoornissen, zwelling, pijn en krachtsverlies. Er kan niet altijd een specifieke diagnose kan worden gesteld.

MSA's van de bovenste ledematen kunnen lokaal voorkomen of diffuus van aard zijn. Voor gelokaliseerde MSA's kan vaker worden vastgesteld, wat de oorzaak is van de klacht, bijvoorbeeld de ontsteking van een bepaalde pees.

De diffuse MSA's zijn moeilijker te vatten. Het gaat om pijnlijke en verzwakte spieren, brandende pijn, tintelingen, etcetera. De precieze plaats en oorzaak van het letsel is dan moeilijk aan te duiden. Diffuse MSA's komen meer voor dan gelokaliseerde MSA's en ze zijn moeilijker te behandelen.

4.3.2.1 *Scalenussyndroom*

De scaleni is een groepje spieren dat vast zit aan de halswervelkolom en aan de bovenste ribben. Bij diep ademen spannen deze spieren aan, maar bij normale activiteiten nauwelijks. Vandaar dat deze spieren ook wel hulpademhalingsspieren genoemd worden, ze heffen de ribben bij speciale omstandigheden zoals niezen, zuchten en hoesten. Het is evenwel bekend dat tijdens computerwerkzaamheden en ook door stress het ademhalingspatroon verandert. De ademhaling vindt dan minder via het middenrif plaats (de buikademhaling) en meer door de ribheffers (de scaleni). Ook neemt de ademfrequentie toe en wordt de ademhaling oppervlakkiger.

Een en ander heeft tot gevolg dat de scaleni tijdens computerwerk en door stress anders en veel langduriger, repeterend aangespannen zijn, dan onder normale omstandigheden het geval is. Door spieren meer te gebruiken worden ze dikker. Als dat bij de scaleni gebeurt, wordt de doorgang voor enkele zenuwen en bloedvaten minder ruim en kunnen inklemmingsverschijnselen optreden. Hierdoor kunnen dan bijvoorbeeld tintelingen in de arm ontstaan. Dit wordt het *scalenussyndroom* genoemd.

Op de hierboven beschreven wijze dragen de scaleni op indirecte wijze bij aan het ontstaan van RSI gerelateerde klachten. Immers de spieren hoeven zelf geen pijn te veroorzaken, maar door afknelling van andere weefsels ontstaan de klachten. Echter, minder bekend is het dat de scaleni ook direct klachten kunnen veroorzaken, en wel door het ontstaan van triggerpoints (Zie bijlage RSI uitleg uitgebreid) in deze spieren. Het is van belang dit goed te onderzoeken omdat deze triggerpoints wel behandelbaar zijn, mits zij op de juiste wijze worden aangepakt. Niet behandeld kunnen dit soort afwijkingen echter jarenlang klachten veroorzaken

Bron: http://www.voorkomrsi.nl/RSI/Pathologie/body_pathologie.html

4.3.2.2 RSI

MSA's van de bovenste ledematen kunnen plots ontstaan, maar meestal is het een langzaam proces. Men onderscheidt drie stadia:

Bron: S.Harinandan Singh; RSI preventie en genezing – met ayurveda therapie 2000

Stadium 1 – beginnende klachten: De klachten zijn in het begin relatief onschuldig. Men krijgt last van lichte tintelingen en vermoeidheid aan de vingers, handen, polsen, armen, nek of schouders. Deze ongemakken treden op tijdens of vlak na het werk en trekken weg met de normale avond- en weekend rust. Deze klachten worden vaak als voorbijgaand beschouwd en de ongemakken zijn draaglijk. Als in deze fase de juiste maatregelen worden genomen, verdwijnende klachten volledig binnen afzienbare tijd.

Stadium 2 – storende klachten: In deze fase doen de klachten zich voor, enkele minuten nadat men met het werk is begonnen. De klachten vormen een belemmering in het verdere werk. Er is geen relatie meer tussen bepaalde activiteiten en klachten, die optreden bij alles wat men doet. De klachten kunnen variëren van lichte tintelingen of brandende tot kloppende en stekende pijn, gepaard gaande met kracht verlies. De vingers, handen, polsen, armen, ellebogen, schouders en nek worden overgevoelig of juist minder gevoelig, soms met doof of slapend gevoel. De klachten gaan na rust niet meer vanzelf weg.

Stadium 3- chronische klachten: In deze fase gaan de klachten niet meer weg. Werk is bijna niet meer mogelijk en eenvoudige dingen kunnen niet zonder pijn worden gedaan. Er is nauwelijks kracht meer in de vingers, handen en armen. De klachten zijn chronisch en vaak onzichtbaar voor de buitenwereld of bij een medisch onderzoek.

RSI klachten Psychisch:

- ☞ vergeetachtigheid
 - ☞ concentratiestoornis
 - ☞ angst
 - ☞ neerslachtigheid
 - ☞ depressieve gevoelens
 - ☞ snelle irritatie
 - ☞ woede uitbarsting
- zie §4.6 voor 'mentale aspecten'*

RSI klachten Fysiek:

- ☞ vermoeidheid
- ☞ dof of beurs gevoel
- ☞ pijnen
- ☞ kracht verlies aan vingers, handen, polsen, armen, ellebogen
- ☞ vermoeid gevoel of pijn aan de nek, schouders, rug, bekken, benen en voeten
- ☞ tintelingen
- ☞ branderigheid

Bron: ACV België vakbond, <http://www.acv-csc.be/msa/msamusclo.htm>

Bron: S.Harinandan Singh; RSI preventie en genezing – met ayurveda therapie 2000

Zie ook de bijlage: Literatuurscriptie; RSI: de huidige stand van kennis en de kennisleemtes geïnterpreteerd

4.3.3 Invloed van langdurig zitten

"Spiervermoeidheid is een voorbijgaande vermindering van het vermogen arbeid te verrichten door voorafgaande activiteit, of het onvermogen een vereiste kracht of belasting vol te houden." (Burgerhout e.a. 1995)

Tijdens (langdurig) zitten worden de rug-, schouder- en nekspieren sterk belast. De anatomie van deze spieren is weergegeven aan het begin van dit hoofdstuk. Het laat zien hoe het lichaam van het skelet af tot en met de huid is opgebouwd. Zo is goed te zien dat de spieren in verschillende lagen aan het skelet vast zitten. Ook is hierin goed te zien welke spieren het zijn, die vaak klachten geven en door welke skeletstand dat gestimuleerd kan worden.

In het hele lichaam zijn er spieren gespannen om te voorkomen dat het skelet in elkaar zakt. Vanwege deze functie spreekt men dan ook van houdingsspieren of posturale spieren. Het ligt voor de hand dat deze spieren verhoudingsgewijs sterk zijn en niet snel vermoeid raken. Ze bezitten veel bloedvaten en worden aldus tot rode spieren gerekend.

De skeletmusculatuur wordt onderverdeeld in twee groepen: de *rode* en *witte* spieren, hetgeen berust op de hoeveelheid myoglobine. Rode spieren bevatten veel myoglobine in de spierweefsels en hebben veel bloedvaten. Omdat de stofwisseling verhoudingsgewijs langzaam verloopt wordt gesproken van *langzame spieren*. De rode spieren heten ook wel *posturale spieren*.

De rode spieren worden geactiveerd wanneer houdingen gehandhaafd moeten worden of wanneer bewegingen weinig kracht vergen. Ze hebben kleine motor eenheden en de vermoeibaarheid is gering. Dit type spierweefsel kan geen kracht leveren als de doorbloeding in de spieren tekortschiet.

Witte spieren bevatten veel minder myoglobine, hebben een kleiner vaatbed en een stofwisseling die sneller en explosief verloopt, zodat men spreekt van *snelle spieren*. Hier is dus primair sprake van een bewegingsfunctie en men spreekt ook wel van *fasische spieren*. De witte spiervezels zijn geschikt voor grote krachten en explosieve kracht leveringen.

4.3.3.1 Verminderde bloedcirculatie

Tijdens de aanspanning van de spier neemt de druk in de spier toe en als gevolg daarvan worden de bloedvaten in spier leeg gedrukt. Hierdoor kan geen nieuw bloed in de gecontraheerde spier komen.

Afwisselend aan- en ontspannen van spieren bevordert aldus de doorbloeding. Bij chronisch verhoogde spanning in een spier valt deze spierpompwerking weg en het spierweefsel fungeert juist als forse weerstand. Uit onderzoek is gebleken dat de doorbloeding in spieren al afneemt bij 10% van de maximum spierspanning en bij 70% spanning is de doorbloeding zelfs geheel gestremd. Het gevolg is dat er te weinig energiestoffen worden aangevoerd en dat er teveel afvalstoffen achterblijven. In de volksmond wordt dit wel verzuring genoemd. Hierdoor worden pijnreceptoren geprikkeld en treedt als reactie extra spieraanspanning op. Hierdoor ontstaat een vicieuze cirkel. De doorbloeding wordt dus slechter, terwijl verhoogde spieractiviteit juist een betere doorbloeding nodig heeft.

Bron: http://www.voorkomrsi.nl/RSI/Pathologie/body_pathologie.html

Bron: Johansson en Sojka 1991

4.3.3.2 Assepoester syndroom

Een andere veelgenoemde verklaring voor overbelasting van spiervezels is de Cinderella-theorie, ook wel Assepoester syndroom genoemd (Hägg, 1991). In de spier worden steeds dezelfde spiervezels aangespannen, waardoor deze vezels overbelast raken.

Hierbij gaat men ervan uit dat bij lage spierbelasting eerst de laagdrempelige (rode) spiervezels worden aangesproken en dat, alleen wanneer de belasting toeneemt, andere vezels volgen. Hierdoor worden deze laagdrempelige spiervezels voortdurend vrijwel maximaal aangesproken, zonder dat herstel mogelijk is. Voor deze vezels geldt dan ook dat zij (evenals Assepoester) de hele dag in touw zijn, waardoor deze langdurig volgehouden zeer lage spierbelasting kan leiden tot beschadigingen van spiervezels en pezen. Door gebrek aan rust kunnen deze beschadigingen niet hersteld worden.

Omdat deze laagdrempelige spiervezels ook bij spierspanning door stress worden aangesproken, kunnen werksituaties met een hoge werkdruk, onvoldoende regel mogelijkheden en beperkte sociale steun (de belangrijkste oorzaken van werk stress) bijdragen aan het optreden van spiervermoeidheid en –beschadigingen door een langdurig volgehouden statische belasting (Westgaard 1997).

Bron: Jan Willen Elkhuisen. Maart 2000, Tijdschrift voor ergonomie: RSI en collageen. Een dynamische visie op statische belasting. (blz. 7)

Bron: Frankel V.H., Nordin M., Snijders C.J., Biomechanica van het skeletstelsel– grondbeginselen en toepassingen – 1984

Bron: zitten een vergeten activiteit blz. 46

4.3.4 Onderste extremiteiten

Langdurig zitten kan leiden tot het opzwellen van de onderste extremiteiten. Door de pompende werking te activeren door bijvoorbeeld te lopen of dynamisch verstelbare voetsteunen te gebruiken, wordt de vochtophoping minder.

Zie de bijlage: Literatuurscriptie; Einer Stranden, Ergonomics 2000, vol 43, nr3, 421 – 433 : Dynamische volume veranderingen bij het zitten in een vaste en een ‘in hoogte beweegbare’ kantoorstoel

4.4 Invloed van repeterende bewegingen op het spierstelsel

Bij repeterende arbeid van de armen met een hoge frequentie, extreme standen van de gewrichten en krachtoefening kunnen vooral overmatige wrijving van pezen in peesscheden, dan wel over botstructuren en druk op spier-, pees-, en zenuwstructuren tot beknelling en ontsteking van deze structuren leiden. Voorbeelden hiervan zijn het carpaal tunnel syndroom, rotator cuff syndroom en verschillende peesontstekingen.

Deze problematiek speelt vooral bij repeterende arbeid in de industrie, zoals assemblagewerk, inpakarbeid en vleesverwerking en kan verergerd worden door verminderde bloedcirculatie als gevolg van statische belasting.

4.5 Invloed van de lichaamshouding op de organische functies

In een voorovergebogen houding wordt de buik- en borstholte ineen gedrukt. De longen kunnen zich minder uitzetten dan normaal, het diafragma is verlaagd, de buikwand ontspant zich zodat de buikorganen naar voren en naar beneden worden gedrukt in plaats van ondersteund te worden. Ademhaling en spijsvertering ondervinden hiervan hinder (Zacharkov 1988, Bamert 1987, Oliveri 1988, Mandal 1976).

Een goede longexpansie is noodzakelijk voor een goede bloedcirculatie om alle organen, spieren en hersenen van zuurstofrijk bloed te voorzien en om tegelijk het veneuze bloed efficiënt af te voeren (Reinhardt 1983). Het is duidelijk, dat wanneer een persoon opgericht zit, zowel de organische functies als de ademhaling beter kunnen verlopen.

Bron: Zitten een vergeten activiteit blz. 42

Bron: http://www.voorkomrsi.nl/RSI/Pathologie/body_pathologie.html

4.6 Mentale aspecten

Pijn, irritatie en slecht zitcomfort kunnen een sterke invloed hebben op de gemoedstoestand. Psychische klachten als overspannenheid en depressiviteit kunnen hierdoor aangewakkerd worden.

Bron: Handboek Mobiel Zitten, Savas

Stress is een dysbalans tussen de belasting en de belastbaarheid en heeft een aantal verschillende symptoom groepen: fysiologische-, psychologische- en gedragssymptomen. Fysiologisch houdt bijvoorbeeld in, veranderingen in de stofwisseling, verhoging van de hartslag, verhoging van de ademhalingsfrequentie, verhoging van de bloeddruk, hoofdpijn en hartklachten. Psychologische factoren zijn onder andere ontevredenheid, spanning, angst, geïrriteerd worden, verveling en aarzeling. De gedragssymptomen zijn bijvoorbeeld meer roken, sneller praten, onrust en slaapproblemen.

Ook motorische onrust kan een uitingvorm van stress zijn. Met betrekking tot zitten kan dit van groot belang zijn. Wanneer iemand de behoefte heeft om te bewegen, maar wordt beperkt in zijn bewegingsvrijheid, kan hij klachten gaan ontwikkelen. Door een meer dynamische zitvorm aan te bieden, wordt tegemoet gekomen aan de wil om te bewegen en zal op deze manier het stressniveau verlaagd worden.

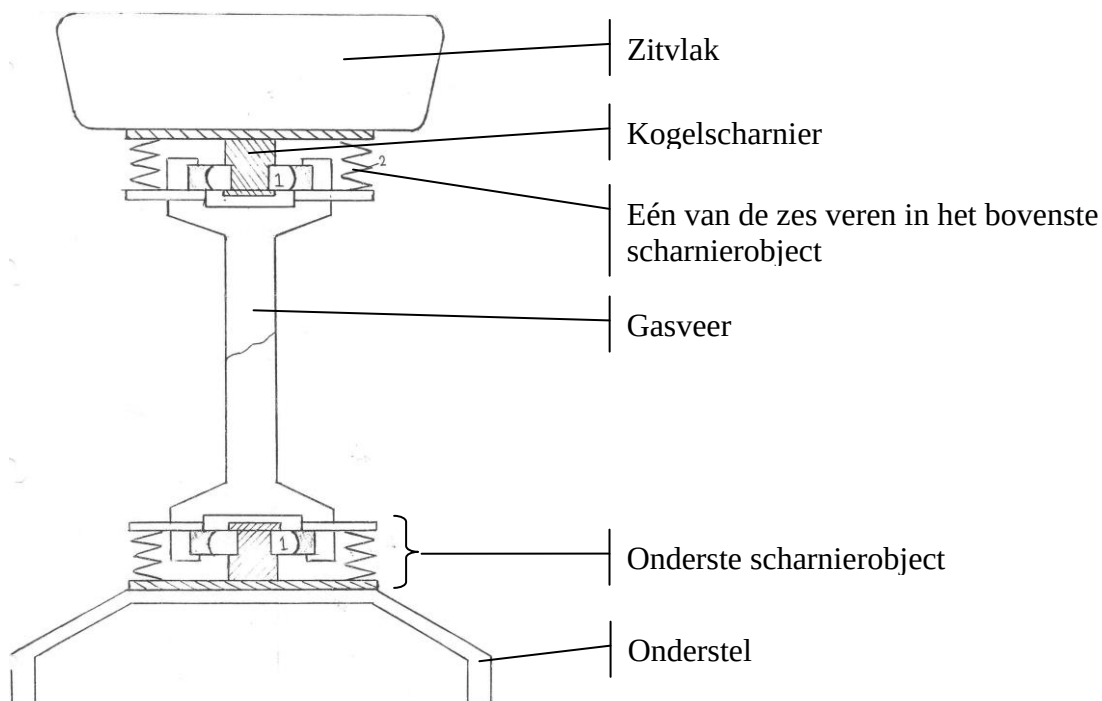
Bron paragraaf: Sijpkens I.W.T., Kitzen P.J.C., Barels W., Handboek Mobiel Zitten, in opdracht van Savas Quality Seating 1998

5 Huidige FlexChair analyse

Vitaflex heeft voor aanvang van dit afstudeerproject geëxperimenteerd met een aantal modellen, dat gebaseerd was op het dynamische zitprincipe. In dit hoofdstuk worden deze modellen omschreven en beoordeeld.

5.1 Product omschrijving

Het model zoals het geotrooieerd is, staat in Figuur 5-1. In deze doorsnede is duidelijk te zien waar de scharnierobjecten zich bevinden. Een scharnierobject bestaat uit twee aluminium schijven met in het midden een kogelscharnier waarom heen zes druk veren staan. Deze veren zorgen ervoor dat de schijven steeds terug weer in het horizontale vlak terugkeren. Dit geeft het ‘wiebel’ effect.

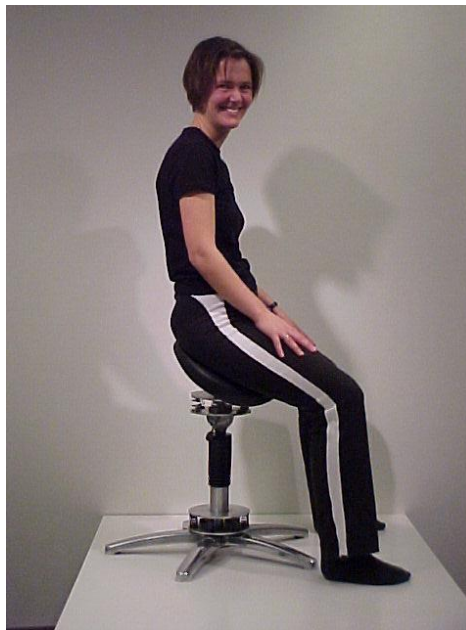


Figuur 5-1

Foto's van de modellen:



Figuur 5-2



Figuur 5-3

Model 1 (Figuur 5.2)

Dit model heeft een plat zitvlak, twee scharnierpunten, geen wieltjes, een korte gasveer en de bovenbeen romphoek is 90 graden. Hij heeft geen wieltjes, omdat de meeste mensen dan niet met de voeten bij de grond kunnen. Hij is met skai bekleed.

Model 2 (Figuur 5.3)

Dit model heeft een skai zadelsit, geen kantelpunt onder zitvlak, wel een kantelpunt boven de stervoet. Op de foto is model 3 afgebeeld. Bij model 2 is het bovenste scharnierobject niet aanwezig. Het model heeft blokkerende wieltjes en een lange gasveer.

Model 3 (Figuur 5.3)

Dit model is gelijk aan model 2, maar heeft onder het zitvlak wel een scharnierobject.

5.2 Ervaringen met de FlexChair modellen

Er hebben ongeveer acht mensen op de verschillende modellen gezeten. Drie mensen hebben alledrie de modellen over een langere tijd (halve dag tot aantal weken) geprobeerd.

Wanneer mensen niet wisten wat voor beweging de stoel geeft, was er vaak eerst een schrikreactie als ze gingen zitten. In het ergonomisch laboratorium lag dan ook een blaadje op de kruk met de waarschuwing: pas op! Beweegt. Als mensen waren ingelicht, was de reactie minder hevig.

De drie mensen die langer op de modellen zaten zijn: Marijke Dekker (Universitair docent TU-Delft), Johan Molenbroek (hoogleraar en afstudeerd docent TU-Delft) en Johanna Quik (afstudeerder I.O. TU-Delft). De modellen zijn in een kantoor situatie gebruikt, wat belangrijk is om in het achterhoofd te houden. In de bijlagen zijn de reacties uitgebreid omschreven. In dit eindverslag worden de conclusies behandeld.

Model 1

Deze kruk heeft geen wielen, waardoor hij moeilijk verplaatsbaar is. Dat was voor iedereen een struikelblok. De bekleding wordt niet positief ervaren. Het is broeierig en geeft onvoldoende weerstand, omdat de skai glad is.

Door het vlakke zitvlak kost het moeite rechtop te zitten, tenzij men het zitvlak naar voren kantelt. Niemand zou dit model als enige “kantoorstoel” willen gebruiken. Het vraagt een behoorlijke inspanning om niet te gaan hangen na verloop van tijd.

Voor zwaardere mensen dan gemiddeld (>70 kg), is dit model te flexibel. Alhoewel dat ook een persoonlijke voorkeur betreft. Sommige zware mensen vinden een heel flexibele kruk juist prettig zitten. De veren in model 1 kraakten, hetgeen door veel mensen als storend werd ervaren.

Model 2

De meeste mensen vinden het zadel onprettig zitten, omdat het pijnlijk is voor de zitknobbels. Vermoedelijk komt dit doordat bij vrouwen de afstand tussen de zitbeenknobbels groter is dan bij mannen. Hierdoor wordt de druk niet recht omhoog uitgeoefend, maar vanuit het midden zijwaarts drukkend.

Het wordt op den duur als vervelend ervaren dat de benen niet naast elkaar gehouden kunnen worden of in een andere positie geplaatst kunnen worden. Hierdoor ontstaat een gevoel van spierpijn.

Dit model heeft geen houvast om hem mee te verplaatsen; dit was was onhandig.

Het model vereist eigenlijk een hoog werkvlak, omdat hij niet laag kan worden gezet. Dit was in een kantooromgeving niet handig, omdat de meeste bureaus niet in hoogte verstelbaar zijn. Zo kwam men met de benen tegen de bureaurand en tijdens gesprekken met mensen op lage stoelen was het hoogte verschil wat vreemd. Iedereen ging in een C-vorm zitten. Voor het verplaatsen zou een handvat handig kunnen zijn.

Model 3

De reacties waren wat positiever dan over model twee. Door het tweede scharnierpunt kon men beter bewegen. Verder waren de klachten betreffende de hoogte, het zadel, het geluid en het verplaatsen nog steeds aanwezig.

Vitaflex heeft ook een klein onderzoek gedaan bij een praktijk voor fysiotherapie in Delft. Elf fysiotherapeuten hebben op model drie gezeten tijdens hun werk. De positieve reactie was, dat men goed rechtop kon zitten. De negatieve reacties waren dat het verplaatsen lastig was en dat de kruk nogal hoog was en dat het zadel niet voor iedereen even prettig zit.

In de Bijlage ‘Ergonomische criteria bij het testen en beoordelen van een stoel’ is aangegeven hoe een stoel (algemeen) beoordeeld kan worden.

6 Literatuur onderzoek

Er is een aantal wetenschappelijke onderzoeken gedaan naar dynamisch zitten en naar klachten in samenhang met zitten. Voor dit afstudeerproject zijn zeven van deze onderzoeken bestudeerd. Van elk onderzoek staat een samenvatting in de bijlagen, alsmede de relevante conclusies voor dit project. Tevens staat in dit hoofdstuk een opsomming van de conclusies, welke zijn gebruikt voor het Programma van Eisen en Wensen, zie Hoofdstuk 10.

S-curve

- ☞ S-vorm wordt goed geacht als zithouding.
- ☞ De S-vorm wordt ondersteund door het zitvlak iets schuin naar voren te kantelen.

Zithoek

- ☞ De bovenbeen-romphoek wordt beter geacht naarmate hij groter is dan 90 graden.

Bewegen

- ☞ Door een constante (trek)belasting op collagene vezels rekken ze uit en functioneren ze niet goed. Hierdoor kunnen tal van klachten ontstaan, zowel aan pezen als spieren als zenuwen.
- ☞ De bindweefsel klachten ontstaan vooral door onvoldoende hersteltijd.
- ☞ Ook door dynamische werkzaamheden kan het bindweefsel beschadigen, indien er onvoldoende hersteltijd is. Dit gebeurt echter minder snel dan bij statische belastingen.
- ☞ Bij 10% van de maximale spierspanning is er onvoldoende doorbloeding van een spier, met als gevolg ophoping van afvalstoffen en prikkeling van de zenuwuiteinden.
- ☞ De taak die men uitvoert is van grote invloed op de hoeveelheid lichaamsbeweging tijdens het werken. Zo zorgt typewerk voor een meer statische houding dan bijvoorbeeld telefoneren.
- ☞ Bij aanspanning van de lage rugspieren op 2% van de maximale spanning, kunnen er al klachten optreden.
- ☞ Dynamische stoelen leiden niet per se tot meer rompbeweging dan vaste stoelen, maar ze hebben wel een gunstig effect op de lengteverandering van de wervel kolom.
- ☞ De bewegingsarmoede zal ook op grotere schaal moeten worden aangepakt, zoals bijvoorbeeld de printer op een andere plaats (verdieping) zetten, zodat bij elke print een stuk gelopen moet worden.
- ☞ Indien mensen de mogelijkheid geboden krijgen, om te bewegen tijdens het zitten, doen ze dat, maar wel heeft iedereen zijn eigen voorkeur (qua soort beweging, frequentie en variatie).
- ☞ De indeling van het werk (zowel op het fysieke als mentale vlak) is van grote invloed op het bewegen.
- ☞ Repeterende arbeid met de armen (vooral met een hoge frequentie), extreme gewrichtsstanden en extreme krachtoefeningen kunnen tot serieuze klachten leiden.
- ☞ Statische (vooral langdurig) kan tot verminderde bloedcirculatie leiden, wat tot serieuze klachten kan leiden.
- ☞ Regelmatig korte pauzes kunnen problemen voorkomen.
- ☞ De duur en intensiteit van bovenstaande ‘onverstandige werkhoudingen’ (lichamelijk en geestelijk) is ook bepalend voor de ernst van de klachten.

Stoel

- ☞ Het is bij dynamische stoelen dat een (individueel) optimum kan worden ingesteld tussen stabiliteit en mobiliteit.
- ☞ De dynamische stoel werkt betere werkhoudingen in de hand (meer afwisseling en goede ondersteuning) dan de kantelstoel.
- ☞ Een stoel die beweging toelaat, stimuleert daarmee het bewegen van de gebruiker. Het is echter geen voorwaarde, want op een statische stoel zou men ook kunnen bewegen.
- ☞ Dankzij het in de hoogte mee bewegende zitvlak wordt de oedeemvorming in de benen minder. Dit komt doordat tijdens het werken de benen bewegen.

Werkomgeving

- ☞ Als het zitobject hoger is dan traditioneel meubilair, zou de tafel ook hoger moeten worden afgesteld.

Mentale werkhouding

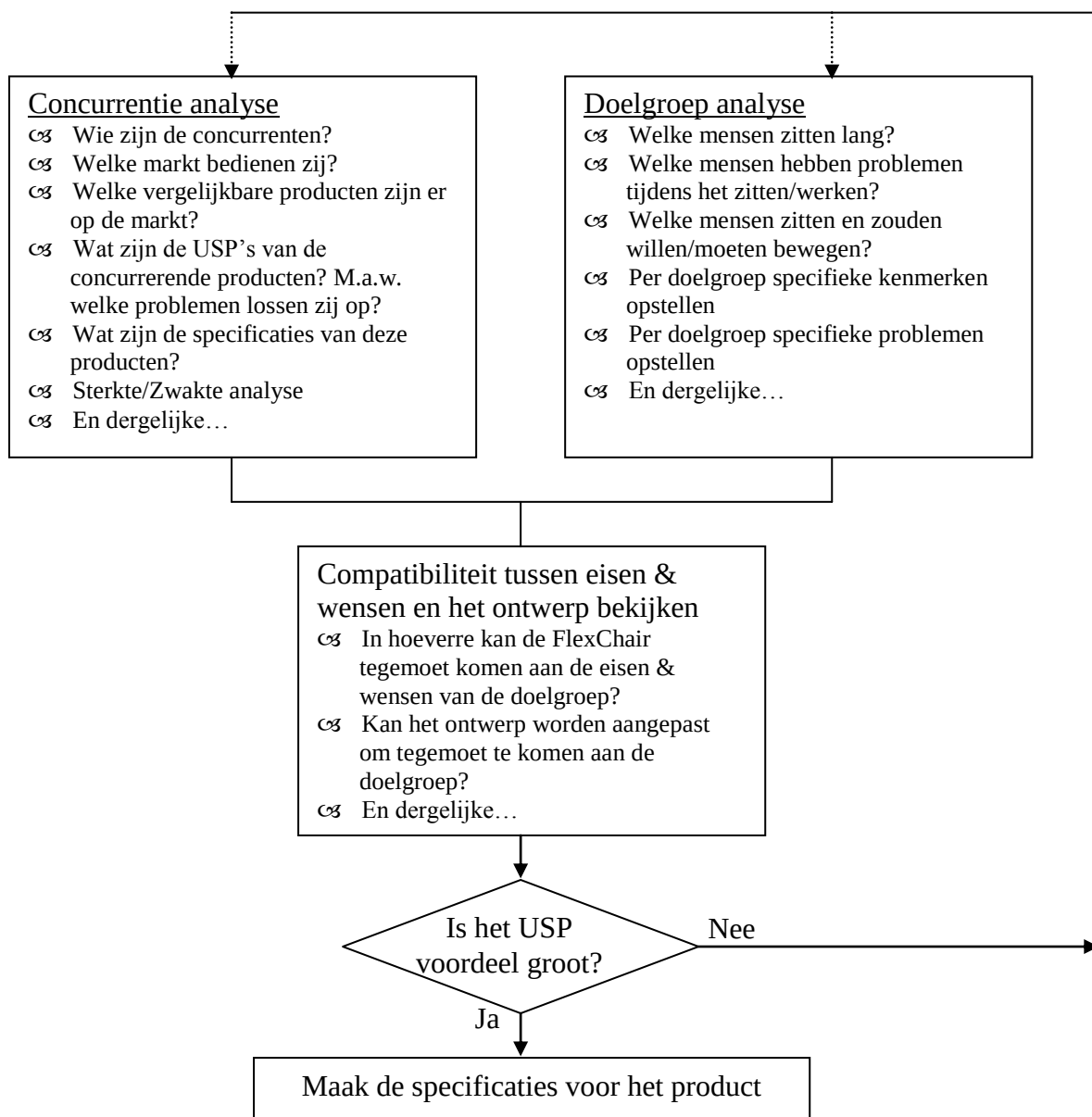
- ☞ Mentale belasting zorgt voor grotere spierspanningen. Dit hoeft niet direct in het werk tot uiting te komen, omdat de arbeidsresultaten hetzelfde zijn. De resultaten voor het lichaam zijn echter ongunstig.
- ☞ Door het aanpakken van een van de factoren, die RSI veroorzaken is het probleem waarschijnlijk niet opgelost. Er is vaak een mentale verandering voor nodig. Misschien dat dynamisch zitten ook voor een andere mentale werkhouding kan zorgen?
- ☞ Stress (door hoge werkdruk, onvoldoende regelmogelijkheden en beperkte vakinhoudeliujke- en sociale steun) kan tot serieuze klachten leiden.
- ☞ De duur en intensiteit van bovenstaande 'onverstandige werkhoudingen' (lichamelijk en geestelijk) is ook bepalend voor de ernst van de klachten.

7 Marktanalyse

De marktanalyse is verlopen volgens onderstaand model. Het is een iteratief proces. Er wordt een doelgroep analyse en een concurrentie analyse uitgevoerd. In onderstaand figuur is te zien welke aspecten daarbij onder andere aan bod komen.

Vanuit deze twee analyses komt een aantal eisen & wensen met betrekking tot de doelgroep en het product. Die worden vervolgens met elkaar vergeleken (compatibiliteit). De Unique Selling Points (USP's) van een product zijn de eigenschappen waarmee het product zich onderscheidt. Dit zijn de eigenschappen die het product tot een goed en gewild product maken voor de doelgroep. Hiermee kan later ook geadverteerd worden.

Als de USP's groot (genoeg) zijn, kunnen de product specificaties opgesteld worden. Als de USP's niet groot genoeg zijn, kan het stromingsdiagram nog eens doorlopen worden.



Figuur 7-1

De concurrentie analyse is omschreven in Hoofdstuk acht en de doelgroep analyse in Hoofdstuk negen. Het Programma van Eisen en het Programma van Wensen staan in Hoofdstuk tien.

In de concurrentieanalyse zijn vergelijkbare stoelen geanalyseerd. Deze stoelen zijn vergelijkbaar qua gebruik, prijs, doelgroep en/of dynamica. Daarnaast is gekeken hoe mensen zitten (Paragraaf 8.2) en naar de vormgeving (Paragraaf 8.3). Voorts zijn de stoelenfabrikanten uit Nederland en Europa in kaart gebracht.

In de doelgroepanalyse is gekozen voor kappers als eerste doelgroep. Dit wil zeggen dat het ontwerpvoorstel dat gedaan is, op kappers gericht is voor wat betreft ergonomie, gebruik, vormgeving en prijs. Vitaflex zal uiteindelijk ook proberen de stoel aan andere doelgroepen te verkopen.

In Hoofdstuk tien zijn de specificaties voor het product samengevat in het Programma van Eisen en Programma van Wensen. De USP's van de Flexchair zijn het feit dat het bewegingsprincipe uniek is, in combinatie met de verplaatsbaarheid en de mogelijkheid om de hoogte in te stellen. Daarnaast kan er op meerdere manieren op de Flexchair gezeten worden en zonder veel inspanning kan men rechtop zitten. Het ontwerpvoorstel wordt in Hoofdstuk veertien behandeld.

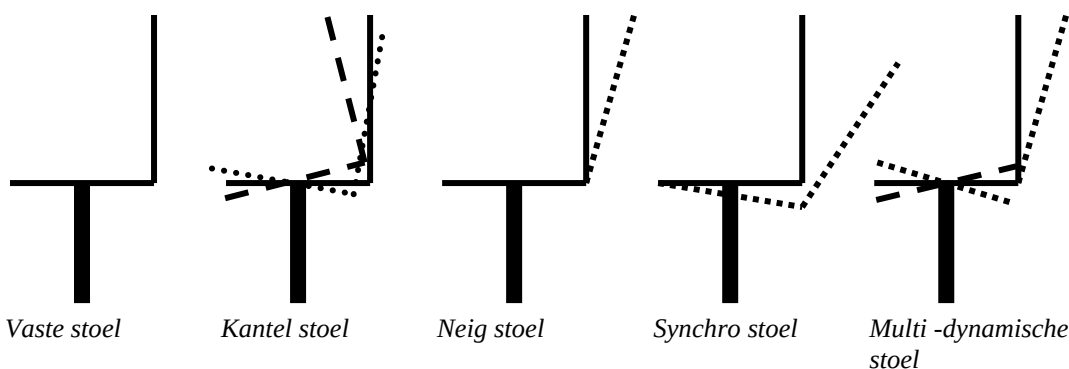
8 Concurrentie analyse

Het doel van de concurrentie analyse is reeds omschreven in Hoofdstuk zeven. De conclusie die getrokken kan worden uit deze analyse is dat er voor de gekozen doelgroep weinig geschikte stoelen op de markt zijn. Verder is gebleken dat het bewegingsprincipe nieuw is. Er zijn geen stoelen op de markt, die op een zelfde manier bewegen.

Bronnen: www.vacature.com (<http://www.vacature.be/scripts/indexpage.asp?headingID=669>);
Dynamiek in kantoorstoelen - Mathilde C.Miedema, Sandra M.Eikhout, Nico J.Delleman - (Tijdschrift voor ergonomie, februari 1999)

8.1 Vijf generaties kantoorstoelen

Om een comfortabele werkhouding te verkrijgen moet de werkplekinrichting afgestemd zijn op de afmetingen van de werknemer(s) en de aard van de uit te voeren handelingen. De werkplekinrichting heeft invloed op de gezondheid, motivatie en productiviteit. Een belangrijk element van de zitwerkplek is de stoel. In de loop van de tijd zijn vijf generaties kantoorstoelen ontworpen, die zich onderscheiden in dynamiek van zitting en rugleuning.



Figuur 8-1

1 ^e generatie	Vaste stoel	Vaste zitting en rugleuning, meestal gefixeerd onder een hoek van 90°
2 ^e generatie	Kantel stoel	Zitting en rugleuning zijn ten opzichte van elkaar gefixeerd, maar kunnen in hun geheel voor- en achterover kantelen
3 ^e generatie	Neig stoel	De heuphoek kan variëren doordat de rugleuning achterover kan kantelen ten opzichte van de zitting
4 ^e generatie	Synchro stoel	De zitting en de rugleuning kunnen voor- en achterover kantelen in een vaste verhouding, meestal 1:2.
5 ^e generatie	Multi dynamische stoel	De zitting en de rugleuning kunnen onafhankelijk van elkaar bewegen.

Tabel 8-1

Bron: *Dynamiek in kantoorstoelen*; Mathilde C.Miedema, Sandra M.Eikhout, Nico J.Delleman; Tijdschrift voor ergonomie, februari 1999



RH® Logic 4

RH® Logic

Leap® chair
Ontwerp: ideo
Bedrijf: Steelcase

Gio® 4150

Figuur 8-2

Bij een bureaustoel moet vooral gelet worden op:

- ☞ **Kantelbaar zitvlak.** Hierdoor kan de houding gemakkelijk te veranderen. Het allernieuwste op dit gebied is het schommelmechanisme. Het zitvlak volgt dan nagenoeg spontaan de bewegingen van het lichaam zonder bijkomende inspanningen.
- ☞ **Verstelbaarheid in de hoogte.** Het zithoogte moet zodanig opgesteld zijn dat de voeten op de grond rusten en de hoek in de knie groter is dan 90.
- ☞ **Aanpasbaarheid van de ziddiepte.** Dit is vooral voor mensen met korte of lange benen belangrijk.
- ☞ Goede bureaustoelen hebben een **verdikking ter hoogte van de lenden**. Er bestaan stoelen met een opblaasbaar lendenstuk dat de gebruiker zelf kan aanpassen.

8.1.1 De Zweedse balansstoel / de kniekruk



Stokke® Kniekruk

Zweedse balansstoel
(Variable Balans®)

Zweedse balansstoel
met rugleuning

Stokke® Kniekru

Håg® Kniekruk

Figuur 8-3

Deze Zweedse balansstoel (Variable Balans®) is ontworpen (door Peter Opsvik) met het oog op het aannemen van een correcte houding.

Het zitvlak van de Zweedse stoel is naar voor gekanteld, een kniesteun belet dat de gebruiker van de stoel afglijdt. Deze combinatie zorgt ervoor dat het lichaamsgewicht verdeeld wordt over de heupen en knieën. De schommelstoel basis zorgt voor meer bewegen tijdens het zitten. Er zijn tal van variaties gemaakt op de Zweedse balansstoel. Ze zijn er met vaste basis (niet schommelend), met een draaivoet, met kantelbare kniesteunen en met een lendensteun.

8.1.2 De krukachtigen



V.l.n.r. Sall® zadelstoel, Håg Capisco® zadelstoel met rugleuning, Gio® 4150, Stokke Move , Ergo Het Zitmobiel®, Zijaanzicht Ergo Het Zitmobiel, Swopper, Swing (Haider)

Figuur 8-4

Er zijn verschillende soorten krukken op de markt, die gebruikt kunnen worden in een werkomgeving. De verschillende krukken hebben elk hun eigen ‘ergonomische voordeel’, wat hieronder nader wordt belicht. De meeste van de hier genoemde krukken staan verder omschreven in Paragraaf 8.4.2.

Een zadelstoel heeft als zitvlak een soort zadel. Er zijn uitsparingen in de zitting waarlangs de benen geplaatst worden. Hierdoor wordt de hoek van de benen ten opzichte van de romp groter en komt de wervelkolom automatisch in de natuurlijke S-vorm, met als gevolg minder spanning in de rug, de nek en de schouders. (Het zadel is ook gebruikt voor de modellen twee en drie van Vitaflex).

Er bestaat ook een extra lendensteun voor deze stoel (zie afbeelding). Hierdoor kan er ook zijwaarts en naar achter geleund worden. Als de stoel ‘achterstevoren’ wordt gebruikt, kan de lendensteun als buiksteun dienen.

De ‘Move’ van Stokke heeft hetzelfde principe als de zadelkruk. Er zijn uitsparingen gemaakt voor de benen. Hij heeft niet de vorm van een zadel, maar van een driehoek (zie foto). Het voetstuk is een bol deel, waardoor hij alle kanten op kan kantelen.

Het voetstuk van 'Ergo het zitmobiel' is hetzelfde principe als de 'Move', het zitvlak is 'normaal', maar onder het zitvlak zit een scharnierpunt, waardoor het zitvlak kantelt ten opzichte van de poot.

De 'Swopper' heeft een groot en beetje bol zitvlak. Er zit een scharnierpunt onder aan de poot. De poot zelf heeft een zware, instelbare vering. Het geheel is gemonteerd op een zware, cirkelvormige voet. Hij is niet eenvoudig te verplaatsen vanwege het hoge gewicht.

8.1.3 De zitbal



Figuur 8-5

De zitbal kan voor verschillende werkzaamheden worden gebruikt. Hij is er in verschillende maten en de grootte die iemand nodig heeft hangt af van de beenlengte. Op verschillende basisscholen zitten de kinderen op dit soort ballen en ook op kantoorwerkplekken worden de ballen gebruikt.

In eerste instantie zal de gebruiker wat last krijgen van de ongetrainde spieren. Meestal wordt de bal afgewisseld met een 'normale' kantoorstoel.

De ballen worden ook gebruikt om er oefeningen mee te doen, vooral in de fysiotherapie- en revalidatie wereld.

8.1.4 Motorisch aangedreven stoel



Prototype elektrisch aangedreven stoel



Mikromotiv® Drabert®

Figuur 8-6

Leo van Deursen (manueel therapeut) heeft samen met zijn zoon Dirk van Deursen (biomechanicus) het Rotary Continuous Passive Motion-systeem (RCPM) bedacht en op de markt gebracht. Dit is een systeem waarbij een elektromotor in kantoorstoelen kan worden geplaatst waardoor het zitvlak kleine roterende bewegingen maakt. Het zitvlak beweegt ongeveer vijf keer per minuut naar links en rechts (de rugleuning draait niet) en de uitwijking is niet meer dan 1 graad. Dit is voldoende om de ruggenwervels in beweging te houden. Die beweging is nodig omdat daardoor de tussenwervelschijven hun voeding krijgen. De voeding van de schijven geschiedt door drukwisselingen, dankzij osmose en diffusie. De kleine draaiingen in de wervels zorgen voor een pompende werking.

Het product dat de van Deursens verkopen is: een kleine oplaadbare accu, een kleine elektromotor en een aantal sensoren die signaleren of er iemand op de stoel zit. Twee bedrijven (Drabert uit Duitsland en Fitform uit Best) hebben het product gekocht en ontwikkelen de stoel eromheen.

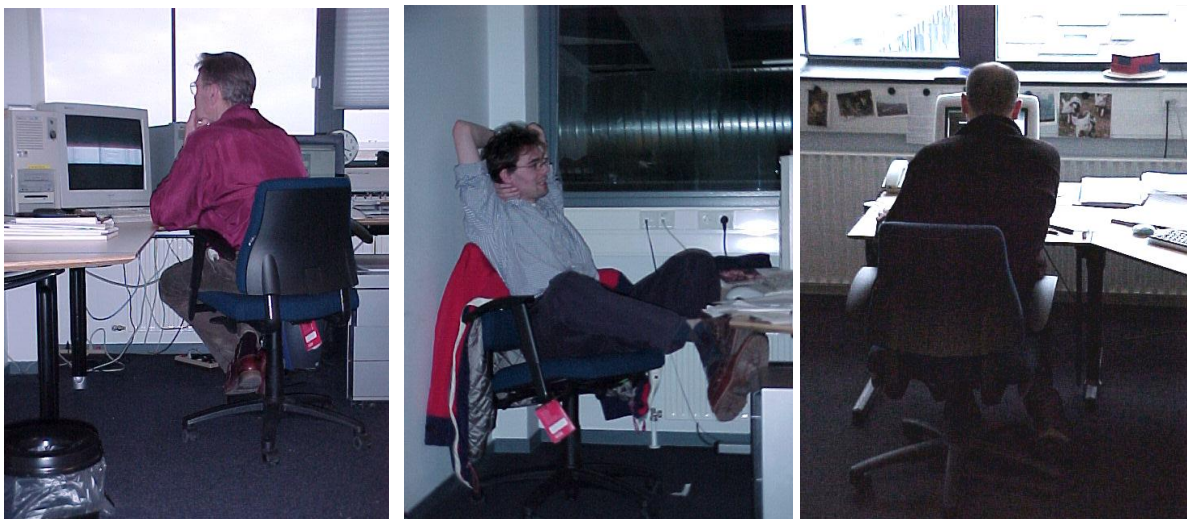
BMW heeft in hun autostoelen ook een opgelegde beweging ontwikkeld: Aktiv Sitz. Dit systeem bestaat uit twee luchtkussentjes in de zitting van de autostoel, die afwisselend worden opgepompt.

Een soortgelijke op lucht gebaseerd 'actief-zit-idee' heet Backcyclor[®]. Dit is een pompje in de rugleuning dat voortdurend pompt en de lucht er weer uit laat. Het is ontwikkeld door het Amerikaanse bedrijf Erogomedics en het wordt toegepast in vliegtuigen en auto's.

8.2 Manieren van zitten met huidige stoelen

Elke stoel lokt een bepaald zitgedrag uit. In een relaxfauteuil bijvoorbeeld gaat men vanzelfsprekend lekker ontspannen zitten of hangen. Daarnaast hangt de manier van zitten ook sterk samen met de persoon die zit. Dit wordt bijvoorbeeld bepaald door het gewicht, de grootte, de situatie, de staat van ontspannenheid en de gesteldheid. Iedereen heeft ervaring met zitten, dus het meeste kan de lezer zich wel voorstellen vanuit de praktijk. Toch zijn hieronder enkele foto's om de verscheidenheid aan te tonen.

De eerste serie laat de verschillende zithoudingen zien op één soort stoel. Deze foto's zijn genomen van medewerkers van de faculteit, terwijl zij aan het werk zijn.



Figuur 8-5: zithoudingen serie 1

De tweede serie laat verschillende zithoudingen zien op (van links naar rechts): de zitbal, dezelfde kantoorstoel als in serie één en op model één van de Flexchair.



Figuur 8-6: zithouding serie 2

8.3 Vormgeving van de huidige stoelen

De vormgeving van stoelen hangt van een aantal factoren af. De ontwerper is natuurlijk erg bepalend, maar ook de doelgroep, het budget, de voorhanden zijnde fabricagemethoden en de stand van de techniek zijn van grote invloed.

Om een geschikte vormgeving van de Flexchair te krijgen, is een aantal collages gemaakt (§10.3) en is gekeken naar wat er op dit moment in de kapperswereld aanwezig is.

De ontwerper moet met al deze factoren rekening houden. Voor de verschillende vormgeving kan gekeken worden naar alle stoelen, die zijn afgebeeld in dit verslag. Hieronder staat een aantal foto's van beroemde stoelen.



Figuur 8-7 : v.l.n.r. Corona Chair, Orange Slice, Whomb Chair, Mushroom Chair, Drop chair

8.4 Concurrentie

8.4.1 Fabrikanten

Vitaflex heeft aangegeven de stoel samen met een stoelenfabrikant te willen ontwikkelen.

Enkele fabrikanten op de Europese markt (in alfabetische volgorde) zijn:

Aeron (luchtstoel van Herman Miller), Alteq, Ambition, Ares Line, Axia, Bêta, BMA, Credo, Comforto, Dauphin, Drabert, Drisag office furniture, Emtek, Gaya, Gio, Girsberger, Gispen, Håg, Höganäs, Interstuhl, Kinnarps, Leolux, RCPM Van Deursen, RH Form, Röder, Savo, Steelcase, Stoeldirect, Stokke.

De fabrikanten en leveranciers, waarmee contact is gelegd tijdens dit afstudeerproject staan in de Bijlage: Contactpersonen.

8.4.2 Vergelijkbare stoelen en krukken

	Tabouret (Starck)	€318 In het echt ziet deze er een beetje goedkoop uit. Grijs en niet zilverkleurig. Licht van gewicht. Geheel van kunststof.		Ponychair	Prijs onbekend (Alteq bv)
	ET (Skylines)	€295		De Barrage	€550 Uitgebouwde zadelstoel.
	Mo-Vie Cutting (Mo-Vie)	€204 Zitvlak is van metaal, wat op den duur pijnlijk is om op te zitten. Ziet er trendy uit.		Move (Stokke)	€267 Gezien bij een manueel therapeut, die er erg tevreden over was. "Past bij mijn drukke karakter." De verbinding tussen de poot en de voet was gebroken. De kruk bleef wel in elkaar hangen.
	Malthuw (Sipek)	€635		Pockey	€220

	Zanzibar (Rexite)	Is in hoogte verstelbaar door op de knop te drukken. Niet makkelijk verplaatsbaar.		Capisco (Håg)	€650 (incl rugleuning)
	Swopper	€ 435 Ziet er mooi uit, zeker voor een kantooromgeving. Is echter behoorlijk zwaar en lastig te verplaatsen, door de afwezigheid van wielen.		Pallone	€150
	Roll-Disc SitFit	Vanaf €232		Ergo SitMobil	Vanaf €255
	Zitwig	€31			

Figuur 8-8: vergelijkbare krukken, de blauw gearceerde stoelen zijn kappersfietsen

8.5 Wetgeving

Nieuwe kantoorinrichting concepten, technologieën en middelen voor communicatie drukken een belangrijke stempel op de werkplek. Om ervoor te zorgen dat mensen veilig en gezond kunnen werken, moeten de eisen in de Arbo-regelgeving voortdurend worden aangepast aan de stand van de techniek.

Dit betekent tevens dat arbo-normen, die ontwerpers van kantoren en fabrikanten van kantoormeubelen veelal gebruiken om te voldoen aan wet- en regelgeving, regelmatig moeten worden herzien en dat er daarnaast ook geheel nieuwe normen moeten worden opgesteld.

NEN staat voor Nederlandse Norm

NEN-EN staat voor 'als Nederlandse norm aanvaarde Europese Norm (EN)'

NPR staat voor Nederlandse praktijkrichtlijn (stelt geen eisen zoals NEN)

NEN 2441

Nieuwe Nederlandse norm voor het ontwerpen en produceren van ergonomisch verantwoorde zit-statafels met de juiste afmetingen. De norm NEN 2441 geeft functionele eisen voor de afmetingen en de uitvoering van kantoorwerktafels voor zittend en staand werk waarbij rekening is gehouden met ergonomische uitgangspunten. De ontwerpnorm is van toepassing op zit-statafels die voor kantoorwerkzaamheden worden gebruikt. NPR 1813 geeft toelichting welk type kantoorwerktafel voor welk gebruiksdoel kan worden toegepast.

NEN 2449

Deze norm geeft functionele eisen voor de afmetingen en de uitvoering van kantoorwerktafels (hierna tafel genoemd), waarbij rekening is gehouden met ergonomische uitgangspunten. De norm is van toepassing op werktafels die in kantoorruimten worden gebruikt. De NPR 1813 geeft toelichting welk type kantoorwerktafel voor welk gebruiksdoel in het kantoor toegepast kan worden. De norm is niet van toepassing op bureaus en tafels die voor speciale werkzaamheden zijn bestemd (bijvoorbeeld voor werk aan balies en loketten en evenmin op lage tafels en andere meubelen die niet behoren tot één van de hierboven genoemde categorieën.

NEN 1812

Deze norm geeft functionele eisen voor de afmetingen en de uitvoering van kantoorstoelen (hierna stoel genoemd), waarbij rekening is gehouden met ergonomische uitgangspunten. De norm is van toepassing op alle typen stoelen die in kantoorruimten worden gebruikt. De NPR 1813 geeft toelichting welk type kantoorstoel voor welk gebruiksdoel in het kantoor toegepast kan worden. De norm is niet van toepassing op stoelen die voor speciale werkzaamheden zijn bestemd (bijvoorbeeld voor werk aan balies, loketten en machines, dat ook staand wordt verricht) en evenmin op leunstoelen, tabourets, en andere stoelen, die niet behoren tot de hierboven genoemde categorie.

De norm 1812 gaat waarschijnlijk ingetrokken worden en hiervoor in de plaats komt dan een Europese norm (NEN-EN).

NPR 1813

Deze NPR geeft toelichting op en aanwijzingen voor het gebruik van de in NEN 1812 en NEN 2449 behandelde kantoormeubelen.

NEN 1824

Deze vernieuwde norm bevat ‘Ergonomische eisen voor de oppervlakte van kantoorvertrekken, zowel voor het traditionele kantoor als voor nieuwe kantoorconcepten’. Denk hierbij aan callcenters en wisselwerkplekken of concentratiewerkplekken. Beschrijft vanuit ergonomisch oogpunt de minimumeisen voor de hoeveelheid vloeroppervlakte van werkplekken in kantoren. Is van toepassing voor alle mogelijke soorten kantoorwerkplekken en kan ook worden toegepast voor de thuiswerkplek.

NEN-EN 1335

Kantoormeubelen;Kantoorstoelen

Deel 1: Afmetingen;Bepaling van de afmetingen

Applies to office work chairs. It specifies dimensions of three types of chairs as well as test methods for their determination.

Deel 2: Veiligheidseisen

Specifies the safety requirements for office work chairs.

Deel 3: Veiligheidsbeproevingen

Specifies the test methods to be applied when testing the safety of office work chairs. The corresponding safety requirements are found in EN 1335-2.

Bron: Piet Bakker NNI 015 2690123

Bron: www.nen.nl

9 Doelgroepen analyse

Een doelgroep een groep mensen waarop een initiatief gericht is. Voor deze afstudeeropdracht was de doelgroep nog niet bekend. Daarom is er een doelgroepen analyse uitgevoerd. In dit hoofdstuk wordt deze analyse nader toegelicht en in Hoofdstuk tien wordt de gekozen doelgroep belicht.

9.1 Doelgroepen indeling op soort werk

Voor de doelgroep analyse zijn tijdens een kleine brainstormsessie de volgende vragen gesteld:

- ☞ Welke mensen zitten lang?
- ☞ Welke mensen werken (geregeld) zittend?
- ☞ Welke mensen hebben problemen met zitten?
- ☞ Bij welke activiteiten zit men?

Hieruit zijn 38 beroepen en bezigheden gekomen. Deze zijn beoordeeld op 10 punten, op de manier van zitten die het werk met zich meebrengt, zoals bijvoorbeeld ‘staat mens veel/weinig op tijdens het werk?’. De overeenkomende punten zijn geclusterd en over het algemeen hadden de beroepen en bezigheden die op één punt hetzelfde scoorden tenminste twee andere punten waarop zij ook hetzelfde scoorden.

Zo zijn acht clusters van beroepen & bezigheden ontstaan. In de onderstaande tabel betekent Zwart: geldt voor allen in de doelgroep; Donkergrijs: geldt voor bijna allen in de doelgroep, Lichtgrijs: geldt voor enkelen in de doelgroep. De nummers die ervoor staan verwijzen naar de tabellen *Doelgroepen Clustering in de Bijlagen*. De onderstaande tabel is het resultaat van de tabellen in de bijlagen. Op basis van deze clustering is een keuze gemaakt voor de doelgroep.

1 Zit op iets anders

autorijder, chauffeur, fietser, paardrijder, rolstoelrijder

- 3 Staat niet op
- 7 Beweegt repeterend tijdens het zitten
- 9 Maakt grote bewegingen tijdens het zitten
- 17 Krachtuitoefening arm midden
- 4 Beweegt voortdurend tijdens het zitten
- 19 Gebruikt de benen tijdens het zitten

- 13 Soms een hoge werkdruk
- 18 Krachtuitoefening arm laag

2 Rustend zitten

Bioscoopbezoeker, restaurant bezoeker, tv kijker

- 3 Staat niet op
- 8 Beweegt afwisselend tijdens het zitten
- 10 Maakt kleine bewegingen tijdens het zitten
- 14 Geen hoge werkdruk

- 6 Beweegt niet tijdens het zitten
- 20 Hoge oogbelasting

3 Klinisch werk

Dokter, laborant, tandarts

- 1 Staat vaak op
- 8 Beweegt afwisselend tijdens het zitten
- 10 Maakt kleine bewegingen tijdens het zitten
- 11 Perioden statisch geconcentreerd werken
- 15 Werk vereist geregeld stil zitten
- 17 Krachtuitoefening arm midden
- 22 Hoge mentale belasting

- 4 Beweegt voortdurend tijdens het zitten
- 20 Hoge oogbelasting

5 Precisiwerk

Datotypist, chirurg, edelsmid, programmeur, schrijver, student op computer, tekenaar/schilder

- 7 Beweegt repeterend tijdens het zitten
- 10 Maakt kleine bewegingen tijdens het zitten
- 11 Perioden statisch geconcentreerd werken
- 17 Krachtuitoefening arm midden
- 20 Hoge oogbelasting

- 15 Werk vereist geregeld stil zitten
- 22 Hoge mentale belasting

- 4 Beweegt voortdurend tijdens het zitten

7 Kantoorwerk

Bankemployee, kantoormedewerker, caissière, secretaresse, doktersassistent

- 10 Maakt kleine bewegingen tijdens het zitten
- 17 Krachtuitoefening arm midden
- 23 Gemiddelde mentale belasting

- 4 Beweegt voortdurend tijdens het zitten
- 7 Beweegt repeterend tijdens het zitten
- 11 Perioden statisch geconcentreerd werken
- 21 Af en toe hoge oogbelasting

- 8 Beweegt afwisselend tijdens het zitten
- 9 Maakt grote bewegingen tijdens het zitten
- 13 Soms een hoge werkdruk

4 Bewegend zitten

Baliemedewerker, drummer, musicus, pottenbakker, grondstewardess, kapper, fysiotherapeut.

- 7 Beweegt repeterend tijdens het zitten
- 10 Maakt kleine bewegingen tijdens het zitten
- 17 Krachtuitoefening arm midden

- 4 Beweegt voortdurend tijdens het zitten
- 19 Gebruikt de benen tijdens het zitten

- 9 Maakt grote bewegingen tijdens het zitten
- 11 Perioden statisch geconcentreerd werken
- 16 Krachtuitoefening arm hoog
- 18 Krachtuitoefening arm hoog

6 Wachten

Kappersklant, patiënt op consult, reiziger, student op college, supporter, wachtende

- 8 Beweegt afwisselend tijdens het zitten

- 14 Geen hoge werkdruk

- 3 Staat niet op
- 6 Beweegt niet tijdens het zitten
- 9 Maakt grote bewegingen tijdens het zitten
- 10 Maakt kleine bewegingen tijdens het zitten

8 Overigen

Kraanmachinist, lopende band medewerker

- 3 Staat niet op
- 9 Maakt grote bewegingen tijdens het zitten
- 10 Maakt kleine bewegingen tijdens het zitten
- 11 Perioden statisch geconcentreerd werken
- 17 Krachtuitoefening arm midden
- 18 Krachtuitoefening arm laag

Uit deze acht clusters is één groep gekozen worden en binnen deze groep is de doelgroep gespecificeerd. De voorkeur van zowel de afstudeerder, van de mentoren, als van Vitaflex gaat uit naar **cluster 4 Bewegend zitten**.

9.2 Argumentatie Doelgroep Keuze

Deze groep beweegt veel tijdens het zitten. Het is niet een groep die gestimuleerd hoeft te worden om te bewegen: dat doen deze mensen al. Ze worden met de kruk juist beter ondersteund tijdens hun bezigheden. De stoel beweegt mee en remt de bewegingen niet af zoals een statische stoel dat wel doet.

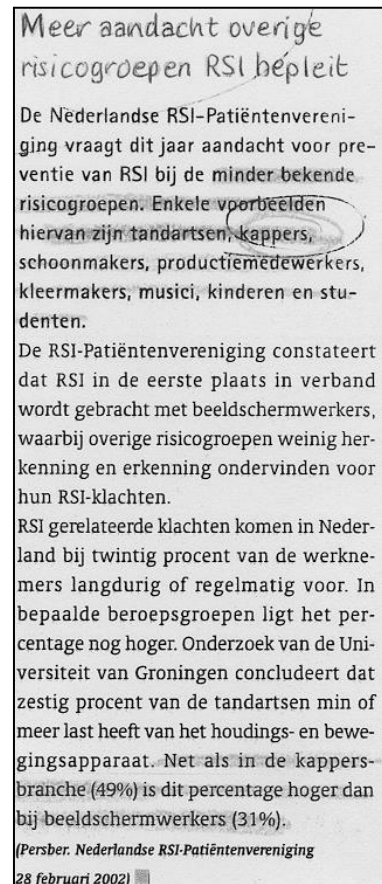
Veel kappers hebben last van rug-, nek-, schouder- en armklachten. Zoals ook in het recente artikel hiernaast nog eens benadrukt wordt (

Figuur 9-1).

Het aanbod van goede krukken voor kappers is op dit moment erg klein. De krukken werken vaak niet prettig en worden vooral op vormgeving of prijs gekozen.

De kapperswereld is sterk op het uiterlijk gericht. Mensen gaan ernaar toe om wat aan hun uiterlijk te doen en kappers geven de klant een stuk imago. Vandaar dat de salons ook erg hun best doen op de inrichting van de zaak. De Flexchair moet er ook goed uit komen te zien, vandaar dat deze doelgroep een goede is om op te richten.

Veel mensen komen in kapsalons en zien de Flexchair. Dit zal de bekendheid te goede komen. (Ter vergelijking komen er meer mensen in kapsalons dan in een fysiotherapiepraktijk.)



Figuur 9-1

9.3 Gekozen doelgroep: Kappers

De kruk is ontworpen voor kappers. De vormgeving, ergonomie, constructie en prijs is hierop afgestemd. De kruk kan later natuurlijk altijd aan andere doelgroepen worden verkocht, indien nodig met enige aanpassingen.

De stoel of kruk waarop kappers zitten tijdens hun werk heet een *kappersfiets*. Gedurende dit ontwerpproces heeft het zitobject de meer algemene naam kruk. Tot op heden zijn er geen dynamische kappersfietsen.

Kappers nemen tijdens hun werk verschillende statische houdingen aan. Ze werken zowel staand als zittend. De Nederlandse kappersbond heeft de aanwezigheid van krukjes voor de kappers verplicht gesteld zodat ze niet de hele dag hoeven te staan. De huidige krukjes zijn niet optimaal. Er is een maat voor iedereen, de vormgeving is matig, er blijven vaak haren hangen in de wieltjes en vaak zitten ze niet “lekker”. Kappers geven liever niet veel geld uit aan de krukjes, maar voor een prettiger werkhouding en een mooi design heeft men vaak wat meer over.

9.4 Statistische gegevens van kappers

In Nederland zijn 33.000 kappers werkzaam. Hiervan is 97 procent vrouw en 54 procent van de kappers is jonger dan 25 jaar. De meest voorkomende klachten van kappers zijn RSI, psychische klachten (ruzie met baas, werkdruk en dergelijke) en ziekte door zwangerschap (tijdens en erna). Deze gegevens betreffen de situatie in mei 2002 te Nederland. Zie Bijlage ‘Statistische gegevens van kappers in Nederland’.

9.5 Aangegeven probleempunten en tips door kappers

Er is een aantal gesprekken gevoerd met kappers bij verschillende kapsalons. Hieruit is een aantal probleempunten en tips aangegeven door de kappers. In de bijlage “Knipsessie bij Kapsalon Sjenkels & Sjenkels” is een gesprek geheel uitgewerkt, inclusief foto’s. De aandachtspunten zijn meegenomen in het Programma van Eisen en Wensen.

Aandachtspunten volgens kappers:

- ☞ Maak de stoel niet te duur, hoewel een mooie vormgeving wel een goede aanleiding is om meer dan € 300 uit te geven.
- ☞ Het is prettig als het zitvlak relatief klein is.
- ☞ Het zitvlak zou een beetje stroef moeten zijn, zodat je er niet vanaf glijdt. (Zacht rubber is fijn, maar misschien niet zo ademend).
- ☞ Zadel is niet zo prettig voor de dijen.
- ☞ Het probleem van de haren in de wieltjes oplossen zou erg prettig zijn.
- ☞ Zouden de accessoires aan de stoel bevestigd kunnen worden? Het is nu vaak zo onhandig om steeds op te moeten staan. (Accessoires: kam, schaar, tondeuse, mes e.a.)
- ☞ De stoel moet makkelijk meebewegen, zonder dat het zitvlak vastgehouden moet worden.
- ☞ Kleine kappers kunnen niet altijd met de voeten bij de grond; voetensteun?

9.6 Collages

Er zijn drie collages gemaakt. Alle drie de collages geven een bepaald gevoel mee en hoeven niet letterlijk geïnterpreteerd te worden. Het gevoel en de sfeer die de collages geven, hebben samen met de vormen en kleuren geïnspireerd bij het ontwerpproces.

De eerste collage betreft het Zitten. Iedereen zit. Iedereen zit op zijn eigen manier. Er zijn veel manieren van zitten. Universeel ↔ Uniek.

De tweede collage is gerelateerd aan de eerste collage. Het gaat hier om de mens. Iedereen is uniek. Iedereen is gelijk. (Zie de tekst “We are all individuals, we are all family”). Kappers geven een stuk identiteit mee door de sfeer in de kapsalon en door het kapsel dat zij creëren. Daarnaast komen er veel mensen in kapsalons en er zullen veel verschillende kappers(sters) op de kappersfiets komen te zitten.

De derde collage laat de omgeving en de vormgeving zien. In kapsalons wordt vaak geprobeerd de omgeving er steriel uit te laten zien (vandaar het vele wit in de collage). Organische vormen zijn gecombineerd met strakke lijnen. Het rode in de collage symboliseert twee aspecten. Enerzijds de mens in de steriele omgeving. Anderzijds de keuze of de kruk moet opgaan in zijn omgeving of dat hij er uit moet springen. Dit wordt voor een groot deel bepaald door de kleur.

10 Programma van Eisen & Programma van Wensen

10.1 Programma van eisen

Het programma van eisen is samengesteld uit verschillende bronnen. Er zijn ergonomische eisen, die voortkomen uit de analysefase en het literatuuronderzoek. Dan zijn er eisen die voortkomen vanuit de brancheorganisatie van kappers. En er zijn wettelijke eisen (Zie Paragraaf 8.5).

In dit programma van eisen zijn de eisen gerangschikt naar de ergonomie, de constructietechnische kant, algemene eisen en opdracht eisen. De eisen die in het achterhoofd zijn gehouden tijdens het ontwerpproces zijn onderstreept. Dit wil niet zeggen dat de andere eisen minder belangrijk zijn, maar deze volgden min of meer uit de basis.

10.1.1 Ergonomische eisen

1. De hoek tussen de bovenbenen en de romp moet tijdens het zitten op de kruk tussen de 110 en 135 graden kunnen zijn.
2. De persoon die op de kruk zit, mag niet in een statische houding kunnen belanden.
3. De zitsteun moet minimaal 20 cm zijn.
4. De kruk moet een zithouding, waarbij de rug in de S-vorm staat, bevorderen.
5. Lichaamsdelen mogen niet onder spanning komen te staan door het zitten op de kruk.
6. De stoel moet de gebruikers ondersteunen in hun bewegingen en zitgedrag.

10.1.2 Constructietechnische eisen

7. Tijdens het zitten mag de kruk niet weg rollen.
8. Geen verwonding of beschadiging aan kleding door aanraking stoeldelen.
9. Beweegbare/verstelbare delen kunnen niet onbedoeld in werking gebracht worden.
10. De geoliede delen moeten afgeschermd zijn.
11. De kruk moet spelings- en trillingsvrij zijn.
12. Een stasteun moet in hoogte verstelbaar zijn tussen de 70 en 85 cm.
13. Bij gebruik van een kruispoot met wielen moet deze beschikken over beremde wielen.
14. De kruk is vrijdbaar (voorzien van 5 zwenkwielen)
15. Het bewegingsprincipe van de kruk moet hetzelfde zijn als in het model.
16. De kruk moet door één persoon te dragen zijn.
17. De kruk moet door één persoon in elkaar te zetten zijn.
18. De kruk moet met één hand en in één beweging te verstellen zijn.
19. De kruk moet door verschillende mensen te gebruiken zijn.
20. Tijdens het kappen mag de kruk niet verrollen.
21. Vuil op de kruk moet afneembaar zijn.
22. Naast het schoonhouden moet er geen of weinig onderhoud aan de kruk nodig zijn.
23. Kapotte onderdelen moeten vervangen kunnen worden.
24. De levensduur van een kruk moet minimaal 5 jaar zijn.
25. Het onderste scharnierobject mag een maximale hoek van 7 graden met de verticale as maken.

26. Het bovenste scharnierobject mag een maximale hoek van 16,4 graden met de horizontale as maken.
27. Indien er gebruik wordt gemaakt van een voet-, rug-, arm- en/of buiksteun, dan moeten deze instelbaar zijn.

10.1.3 Algemene eisen

28. Bij werk dat geheel of gedeeltelijk zittend kan worden uitgevoerd, is een functionele zitgelegenheid (= sta-steun) beschikbaar. (Code van de kapper)
29. Handels moeten voorzien zijn van een functie aanduiding.
30. Als er uitleg nodig is, moet deze in de Nederlandse taal zijn.
31. Het aantal kappersfietsen (stasteunen) is tenminste gelijk aan de helft van het aantal medewerkers plus 1.
32. De kruk zal geheel geassembleerd aangeleverd worden.

10.1.4 Opdracht eisen

33. Tijdens de ontwerpfase moet een prototype gebouwd worden.
34. VitaFlex moet zelf een geschikte producent voor de kruk aantrekken.
35. De verkoopprijs van de kruk zal circa € 410,- zijn.
36. De richtprijs voor de productie is € 100,-.
37. Indien nodig moet er een gebruiksaanwijzing in de Nederlandse taal aanwezig zijn, voor het in- en uit elkaar halen van de kruk en voor het gebruik zelf.

Bron: "Code van de kapper" (Febr. 1999, HBA, Voorburg, ISBN 90-5774-019-2, Hs 2)

Bron: Procesboom en Analyseverslag

10.2 Programma van wensen

10.2.1 Ergonomische wensen

1. Tijdens het zitten op de kruk moet het lichaam zoveel mogelijk in een evenwichtspositie verkeren.
2. De gebruiker van de kruk moet een ontspannen houding kunnen aannemen (vooral de lage rugspieren).
3. De kruk moet een ontspannen zithouding stimuleren.
4. Het gaan zitten en opstaan van de kruk moet makkelijk zijn.

10.2.2 Constructietechnische wensen

5. De kruk moet makkelijk te verplaatsen zijn.
6. Stevige constructie van alle onderdelen.
7. Het is wenselijk dat het zitvlak iets voorover gekanteld kan worden om de S-curve te bevorderen.
8. Er moet een optimum kunnen worden bereikt tussen stabiliteit en mobiliteit.
9. De kruk mag niet makkelijk vies blijven of verkleuren.
10. Haren mogen niet makkelijk aan de kruk blijven hangen.
11. Haren moeten eenvoudig uit het verplaatsingssysteem te verwijderen zijn.
12. Na afdanking moet de kruk zoveel mogelijk in losse onderdelen te demonteren zijn, in verband met de recycling.
13. Als de kruk wordt weggedaan, moet hij zo min mogelijk milieu belastend afval opleveren.
14. Het is wenselijk dat onderdelen of materialen van de kruk hergebruikt kunnen worden.
15. Eenvoudige bediening.

10.2.3 Algemene wensen

16. De stoel moet er voor kappers aantrekkelijk uitzien.
17. De stoel mag meer kosten dan de huidige stoelen (zelfde prijsklasse of hoger).

10.2.4 Opdracht wensen

18. Het bewegingsmechanisme mag anders uitgevoerd worden dan het prototype.

Bron: "Code van de kapper" (Febr. 1999, HBA, Voorburg, ISBN 90-5774-019-2, Hs 2)

Bron: Procesboom en Analyseverslag

11 Aanpak ontwerpproces

Het omschrijven van een ontwerpproces kan op meerdere manieren. De gebruikte methode kan omschreven worden zoals in Paragraaf 2.5 gedaan is. In dit hoofdstuk is het proces beschreven zoals het in de tijd is doorlopen.

Tijdens de afstudeeropdracht is het ontwerpgedeelte als volgt gegaan (chronologisch):

1. De belangrijkste punten uit het PvE en PvW zijn op een rijtje gezet, als basisregels tijdens het ontwerpproces, zie de onderlijnde eisen en wensen in Hoofdstuk 10 en Paragraaf 11.1.
2. Het krukje is opgedeeld in aparte ontwerpdelen, zie Paragraaf 11.3.
3. Er is een brainstormsessie gehouden, waarbij gekeken werd of er met een ander mechanisme ‘gewiebel’ kan worden en hoe een kruk zowel makkelijk te verplaatsen als te fixeren is, zie Bijlagen.
4. Er zijn ideeën geschetst, deze zijn met elkaar vergeleken en er zijn hieruit keuzes gemaakt, zie Hoofdstuk 12.
5. Op conceptueel niveau zijn de keuzes uit de ideefase uitgewerkt en deze hebben tot de definitieve keuzes geleid, zie Hoofdstuk 12.
6. Het ontwerpvoorstel is voorgelegd aan de begeleiders.
7. Het ontwerpvoorstel is verder uitgewerkt als Ontwerpvoorstel, zie Hoofdstuk 13.
8. Er is een prototype gebouwd om te kijken of het ontwerpvoorstel werkt.
9. Als laatste is er een evaluatie gemaakt en zijn er aanbevelingen gedaan over de verdere ontwikkelingen van de kruk.

11.1 Belangrijkste punten PvE en PvW

Dit zijn de eisen en wensen die tijdens het ontwerpproces constant in het achterhoofd gehouden moesten worden. Het uiteindelijke ontwerpvoorstel is aan het complete PvE en PvW getoetst.

- ☞ De hoek tussen de bovenbenen en de romp moet tijdens het zitten op de kruk tussen de 110 en 135 graden kunnen zijn.
- ☞ De zitsteun moet minimaal 20 cm zijn.
- ☞ De kruk moet een zithouding, waarbij de rug in de S-vorm staat, bevorderen.
- ☞ Een steun moet in hoogte verstelbaar zijn tussen de 70 en 85 cm.
- ☞ De kruk is verrijdbaar (voorzien van 5 zwenkwielen)
- ☞ De kruk moet door verschillende mensen te gebruiken zijn.
- ☞ Tijdens het kappen mag de kruk niet verrollen.
- ☞ Vuil op de kruk moet afneembaar zijn.
- ☞ Indien er gebruik wordt gemaakt van een voet-, rug-, arm- en/of buiksteun, dan moeten deze instelbaar zijn.
- ☞ De prijs van de kruk zal ongeveer fl. 900,- (410 €) zijn.
- ☞ Het gaan zitten en opstaan van de kruk moet makkelijk zijn.
- ☞ Eenvoudige bediening.
- ☞ De stoel moet er voor kappers aantrekkelijk uitzien.

12 Ideeën en Concepten

In dit hoofdstuk worden de verschillende ontwerponderdelen en het ontwerp van de complete stoel van ideefase tot ontwerpvoorstel belicht. Hierbij worden de belangrijke keuzes onderbouwd. De ontwikkeling van de onderdelen heeft het ontwerp van andere onderdelen en van de complete stoel beïnvloed en vice versa.

De beslissing om de Flexchair niet op massa fabricage technieken te baseren, heeft een sterke invloed gehad op de ontwikkeling van de stoel.

Sommige ontwerponderdelen (zoals bijvoorbeeld de veren in het scharnierobject) zijn niet vanaf de ideefase ontwikkeld, omdat ze het gevolg zijn van de ontwikkeling van andere onderdelen. (In dit voorbeeld het scharnierobject.)

Er worden verschillende oplossingen gepresenteerd op idee en concept niveau, waarbij de belangrijke keuzes worden onderbouwd.

In een aantal paragrafen zijn de verschillende alternatieven opgesomd en het onderdeel dat gekozen is voor het ontwerpvoorstel is daarbij dik gedrukt.

12.1 De Flexchair totaal

De totale Flexchair is in deze paragraaf op idee niveau en op concept niveau gepresenteerd. De redenen waarom voor een bepaalde richting is gekozen, is ondergebracht in de paragrafen over de losse onderdelen. Dat is de reden waarom in deze paragraaf verder weinig is toegelicht. De keuze voor het zitvlak en de voet is bij de overgang van ideeën naar concepten sterk bepalend geweest. Dit is in de paragrafen 13.3.1, 13.3.2 en 13.4 nader toegelicht.

12.1.1 Schetsen



Figuur 12-1: Ideeschetsen Flexchair totaal

12.1.2 Vormconcepten

Op basis van de keuze voor de verschillende onderdelen en de voor handen zijnde fabricage technieken zijn de volgende zes concepten getekend. . De schetsen laten verschillende oplossingen zien voor de vorm van de voet en de vijf poten, het afdekkapje en de handvatten aan het zitvlak. Ze zijn in verschillende kleuren gepresenteerd. Deze concepten zijn ontstaan door het samenvoegen van de deelontwerpen.

De beargumentering voor de keuze van de onderdelen staat in de paragrafen van de verschillende ontwerponderdelen. Vooral de keuze voor de vorm van het zitvlak en de fabricage technieken van de voet zijn erg bepalend geweest.

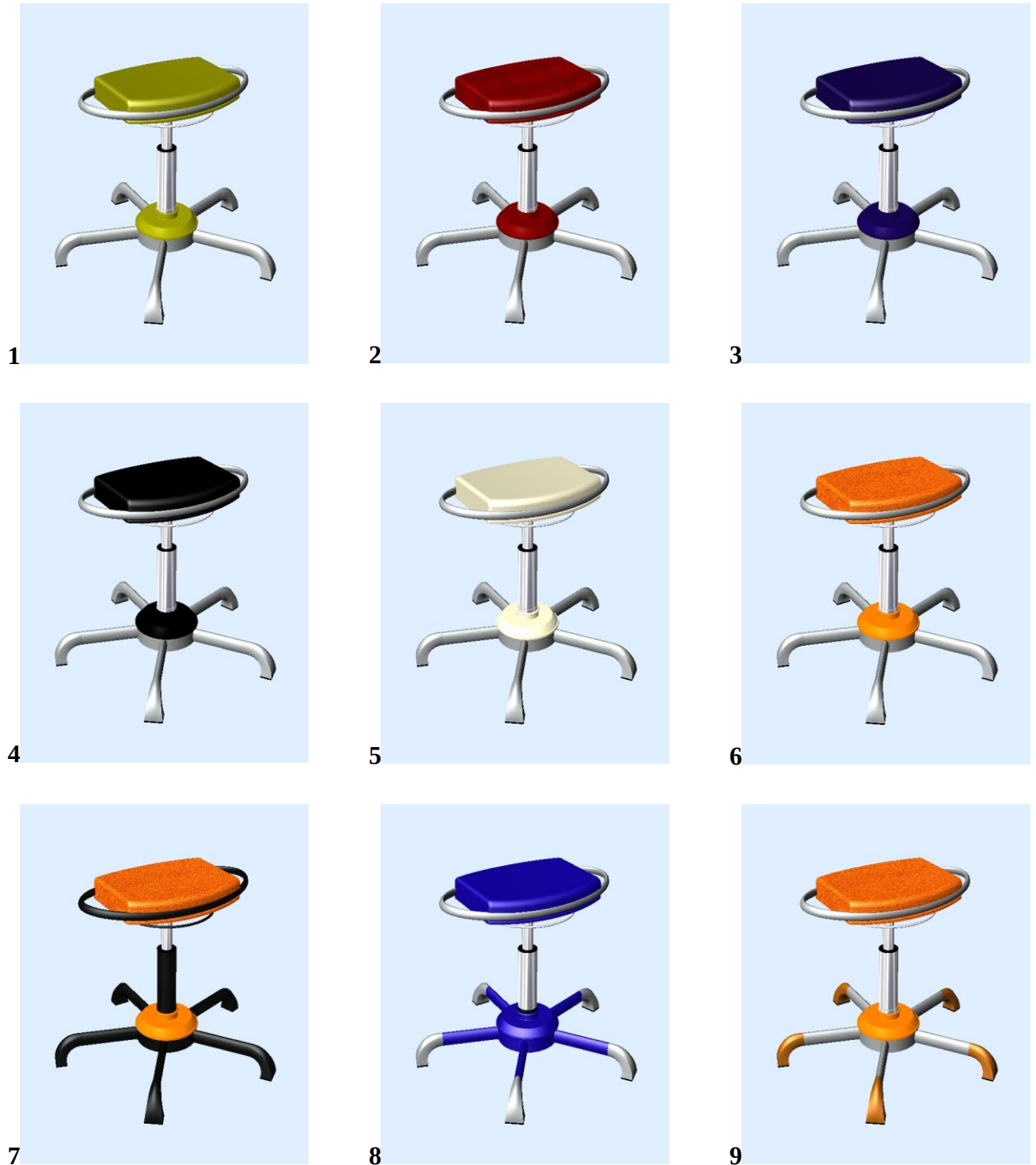
Tijdens de laatste groepsbespreking werden de oplossingen gekozen, zoals die in het oranje concept zijn opgenomen. Deze beslissing is genomen door de afstudeerder, de mentoren en Vitaflex.



Figuur 12-2: Concepten Flexchair totaal

12.2 Kleurenstudie Ontwerpvoorstel

Alle onderdelen kunnen een kleur krijgen. Behalve de gasveer en de gasveerbediening, die zijn in chroom en zwart verkrijgbaar. Alle metalen onderdelen worden gepoedercoat en zijn in alle kleuren verkrijgbaar. De illustraties 1 tot en met 6 geven de stoelen weer zoals ze in de uiteindelijke stoel op de markt voor kappers aangeboden worden. De illustraties 7 tot en met 9 zijn wat speelser en meer geschikt voor andere doelgroepen.

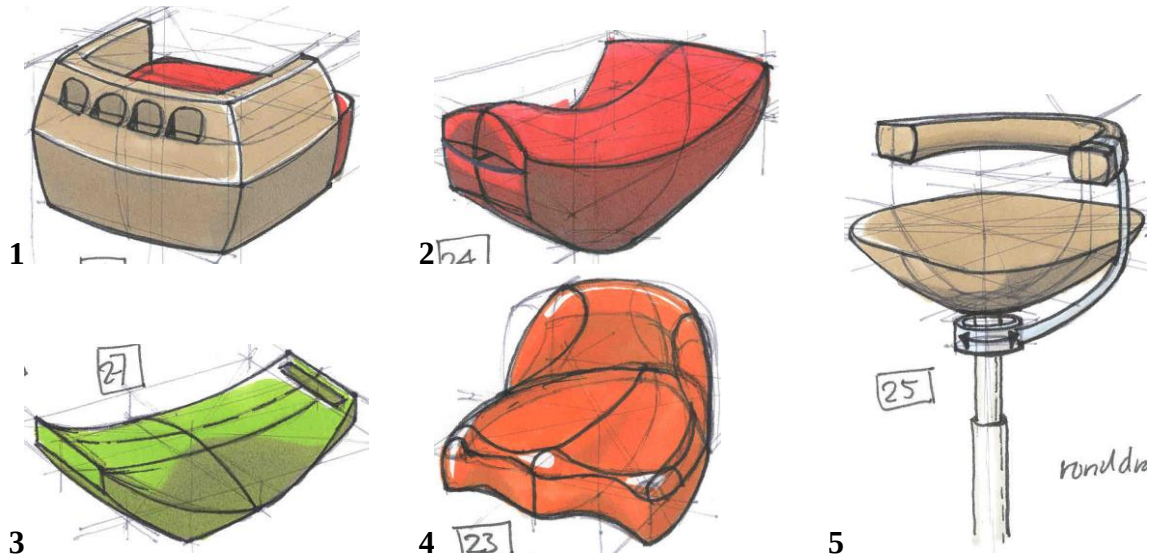


Figuur 12-3

12.3 Zitvlak

12.3.1 Ideeën

De eerste schetsen voor het zitvlak in de ideefase staan hier onder afgebeeld.



Figuur 12-4: Eerste serie schetsten van het zitvlak

De zitvlakken zijn in drie groepen te verdelen:

1. Zitvlak met een geïntegreerde leuning (schetsen 1 en 4)
2. Zitvlak met een zadelvorm (schets 2)
3. Een evenwijdig gevormd zitvlak (schets 3)

Op de zitvlakken uit groep 1 kan men op één manier zitten. Wel kunnen de benen meer of minder wijd geplaatst worden. Op de zadelvorm kan men op één manier zitten, waarbij de benen per definitie gespreid zijn. Op de zitvlakken uit groep drie kan men op twee manieren zitten: als op een normale stoel (met beide benen naar voren) en schrijlings.

Het kunnen zitten op meerdere manieren werkt dynamisch zitten in de hand. Als men op slechts één manier kan zitten, heeft men meer kans op problemen (zie *Bijlage: Literatuurscriptie*).

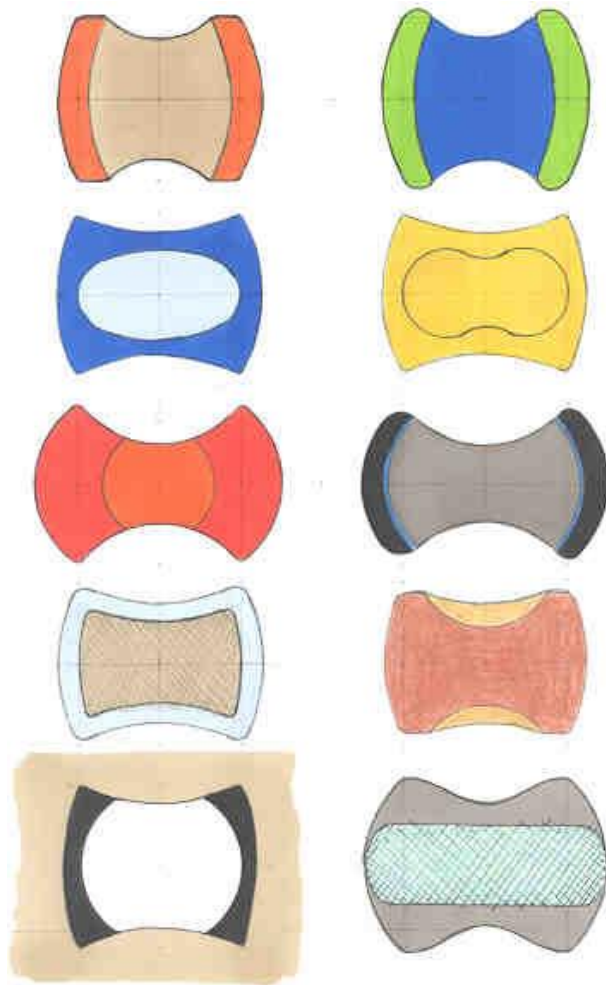
De keuze valt dus op groep drie met twee zitrichtingen waarbij twee verschillende zithoudingen mogelijk zijn.

De 135 graden eis

Dit is eis 1 uit het Programma van Eisen. Deze eis stelt dat de hoek tussen de bovenbenen en de romp tussen de 110 en 135 graden moet kunnen zijn tijdens het zitten. Dit stelt eisen aan het zitvlak. Het zitvlak kan bijvoorbeeld niet te groot zijn, zoals blijkt uit het onderzoek met model 1 van de Flexchair (zie *Bijlage: Onderzoek met de Flexchair*). Daarbij blijkt dat een klein zitvlak niet zo'n extreme kanteling maakt als een groot zitvlak.

De 135 graden hoek wordt ook makkelijker bereikt wanneer de benen naar opzij en tevens naar beneden geplaatst kunnen worden. Een vergelijking hiervoor is het zitten op een normale stoel in verhouding tot het zitten op een paal.

De tweede serie ideeën van het zitvlak zijn smal in het midden en breder naar de zijkanten. Dit leek een prettige vorm te zijn om op beide manier te kunnen zitten. De verschillende kleuren geven delen aan met gel. Gel lijkt namelijk een goede toevoeging te zijn aan het zitvlak, zie Paragraaf 12.8.



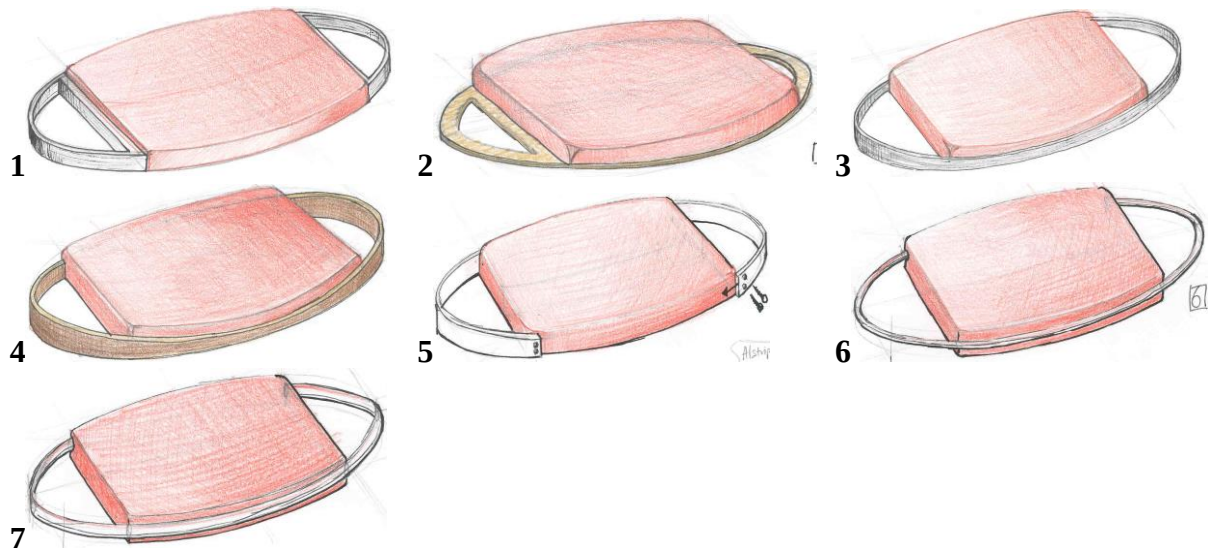
Figuur 12-5: Tweede serie schetsen van het zitvlak

Omdat de vorm van deze zitvlakken al vast leek te liggen, zijn er modellen gemaakt van schuim op schaal 1:1. Hieruit bleek echter dat deze vorm niet lekker zou zitten. In de schrijlingse positie worden de benen bij deze vorm nog verder uit elkaar gedrukt door de uitlopende zijkanten. Daarom is besloten het zitvlak naar de zijkanten af te laten lopen, waardoor een ellips vorm ontstaat.

In deze fase van het ontwerpproces werd door Vitaflex besloten de productie niet op massafabricage te baseren, wat oorspronkelijk het uitgangspunt was. Hierdoor viel een aantal productie technieken af, waaronder spuitgieten van grote onderdelen. Het ontwerp moet per 250, 500 of 1000 stuks gefabriceerd kunnen worden. Er moet dus worden uitgegaan van eenvoudige vervaardigings technieken. Dit is duidelijk zichtbaar in de volgende paragraaf. Elk ontwerp is in principe per stuk te fabriceren.

12.3.2 Concepten

De volgende concepten zijn bedacht voor het zitvlak. Het gekozen concept is nummer 7. Deze is gekozen aan de hand van de gekozen concepten voor de totale stoel. In de onderstaande tabel staat een aantal andere overwegingen.



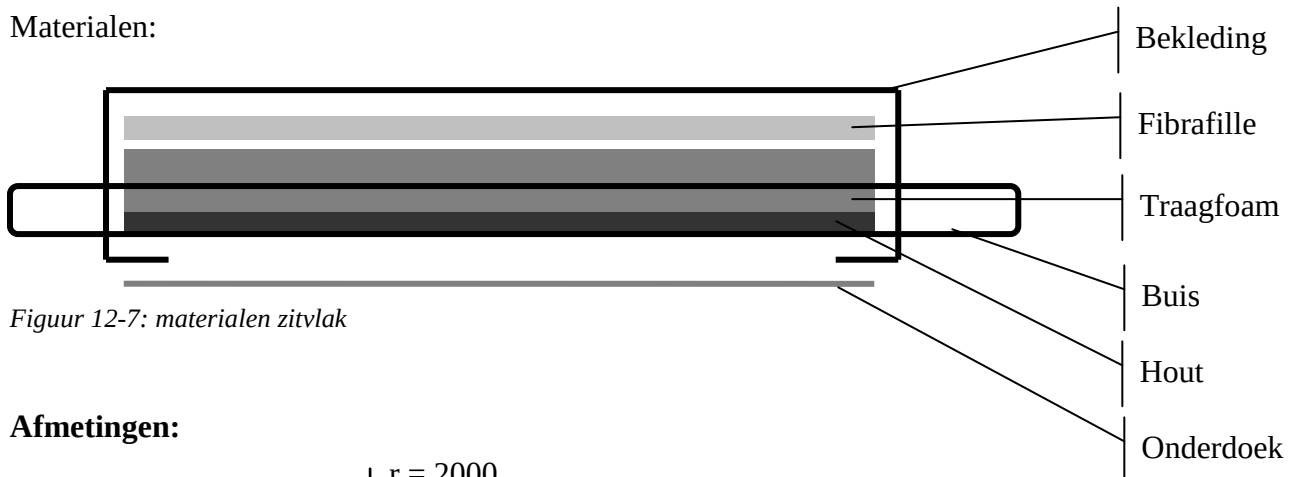
Figuur 12-6: Concepten van het zitvlak

Idee	Omschrijving	Voordelen	Nadelen
1	Losse aluminium handvatten aan het zitvlak geschroefd	Ziet er mooi uit	Duur om de handvatten te maken: buigen, lassen, schuren, lakken.
2	Gebogen houten plaat waarop het zitvlak is vastgeschroefd	‘Makkelijk’ om te maken Het s.o. kan in de onderste plaat verzonken worden	Heel ander uiterlijk, past minder bij kappers Aluminium moet bewerkt worden, zodat het niet te scherp is en niet afgeeft.
3	In ellips vorm gebogen Al-strip om het zitvlak heen	Makkelijker alternatief van idee 1, lijkt er wel op	De strip zou in de hoogte moeten worden gebogen (niet goed voor sterkte) of er zou wat af gezaagd moeten worden; lastig Aluminium moet bewerkt worden, zodat het niet te scherp is en niet afgeeft.
4	In ellips vorm geperste houten strip om het zitvlak heen	Zachtere uitstraling dan metaal.	Een te zachte uitstraling? Persen van het hout is lastig.
5	Aluminium handvatten die aan een houten balkje in de zitting zijn bevestigd.	Makkelijker alternatief van idee 1	Aluminium moet bewerkt worden, zodat het niet te scherp is en niet afgeeft.
6	Ronde buis in ellips vorm om het zitvlak	Is minder hoekig dan een aluminium strip; houdt prettig vast	Buigen van de buis in de juiste vorm en nabewerkingen vereist Afsnijden van de benen?
7	Ellipsvormige buis in ellips vorm om het zitvlak	Idem 6	Buigen van de buis in de juiste vorm en nabewerkingen vereist Afsnijden van de benen?

De nadelen die bij nummer 7 genoemd worden: De moeilijkheid en de kosten van het fabriceren van de buis zijn niet moeilijker of hoger dan die van de andere concepten. Het afsnijden van de benen is opgelost door het zitgedeelte over de buis heen te laten lopen, zie Paragraaf 14.2.

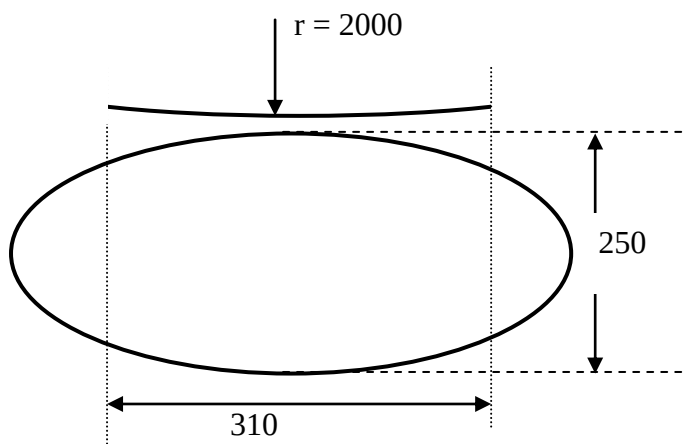
12.3.3 De opbouw van het zitvlak

Materialen:



Figuur 12-7: materialen zitvlak

Afmetingen:



Figuur 12-8: maten zitvlak (in mm)

12.3.4 Fabriceren van het zitvlak

Voor de definitieve vormgeving wordt verwezen naar paragraaf 13.1 en hoofdstuk 14. Voor de bekleding en vulling van het zitvlak wordt verwezen naar de paragrafen 13.5 en 13.6.

De buis die om het zitvlak heen zit, heeft een ellips profiel met afmetingen: hoogte 25 mm, breedte 10 mm en wanddikte 1,5 mm. Voor een stoel is een lengte van circa 1,10 meter nodig.

Het zitvlak is gemaakt van berken fineer en wordt speciaal voor de Flexchair geperst. Hij zal 10 mm dik zijn om voldoende stevigheid te bieden.

Het bovenste scharnierobject wordt aan de houten plaat bevestigd door middel van schroeven. Dit is de standaard manier om een zitvlak aan het onderstel te bevestigen.

Zie de Bijlage Maatschetsen.

12.4 Voet

Voor het maken van een stervoet is een aantal fabricage methoden in combinatie met een aantal materialen voor handen.

In Nederland worden geen stervoeten gefabriceerd. De bedrijven kopen de standaard voeten in en assembleren het zelf. Een andere mogelijkheid is om de fabrikant een ontwerp te geven (of het samen te ontwikkelen) en dan wordt de voet speciaal voor dat bedrijf gemaakt. De opdrachtgever betaald dan wel mee in de ontwikkelingskosten en de matrijskosten (gemiddeld €75.000,-).

Stervoeten moeten aan strenge normen voldoen en moeten eerst gecertificeerd worden, voordat ze op de markt gebracht mogen worden. Er zijn een paar fabrikanten van stervoeten ter wereld en de concurrentie is moordend.

In Europa zijn er in elk geval de volgende fabrikanten:

RGE in Groot-Brittannië, maakt miljoenen sterren per jaar

Bock in Duitsland, niet duur maar volgens de informant niet altijd correct

Druckguss in Duitsland, maakt top kwaliteit producten is duur, maakt voor Vitra

In Taiwan zitten ook veel goede en goedkope producenten. Sterke concurrentie voor Europese bedrijven.

Normaliter wordt een stoel door een team van mensen ontwikkeld. Bij BMA Ergonomics kost dat in manuren 1 miljoen gulden en voor het gereedschap et cetera nog eens 2,5 miljoen gulden. Aan het ontwikkelen van een stervoet op zich is een afstudeeropdracht te wijden.

Fabricage methoden:

- ☞ Kunststof spuitgieten van stervoeten moet in glasgevuld nylon (PA6 30% glasvezel) gedaan worden. Het ziet er mooi uit, maar de materiaal eisen zijn hoog. Er moet bij de constructie erg goed gelet worden op de plaats waar de gasveer in de voet komt. Bij kunststof treedt namelijk altijd wel enige krimp op en het is niet de bedoeling dat de gasveer op de vloer eindigt.
- ☞ Spuitgieten van aluminium (AL2-26 BIN legering). Kosten van een matrijs liggen ook hier rond de €75.000,-. Dit materiaal is licht en sterk.
- ☞ Gieten (eventueel onder lage druk) is ook een mogelijkheid. Wel kost de afwerking van onder andere het oppervlak meer werk dan bij spuitgieten.
- ☞ Lassen van ijzerwerk met daaroverheen een kunststof kap ter afwerking. Het lassen moet erg secuur gebeuren, om te voorkomen dat bijvoorbeeld een poot net iets te hoog of te laag staat. De kap moet eigenlijk gespuitsgiet worden, waarbij de matrijskosten waarschijnlijk niet veel onderdoen voor de kosten van een matrijs voor een hele voet. Vacuümvormen is ook een mogelijkheid voor de kap, waarbij rekening gehouden dient te worden met een lelijk oppervlak en slechte randen.
- ☞ Lage druk gieten en rotatie gieten wordt eigenlijk alleen gebruikt voor unieke of specialistische producten, waarbij de stukprijs relatief hoog ligt.

Aangeraden wordt om de voet te ontwerpen zoals het meest wenselijk wordt geacht en vervolgens deze uit te werken in samenwerking met een gespecialiseerd bedrijf. Hierbij kan het beste uitgegaan worden van het spuitgieten van kunststof of aluminium zoals hierboven beschreven is. Aantal stoelen waarbij de meeste bedrijven zelf een stervoet laten maken, ligt op <100.000 stuks per jaar.

Het bedrijf BMA Ergonomics te Zwolle (tevens leverancier van de Axia kantoorstoelen zoals bij de Faculteit Industrieel Ontwerpen staan) vindt het interessant om met VitaFlex te praten over de stoel en het eventueel uitwerken ervan. Ze zijn zelf importeur en producent van zitmeubilair en hebben als uitgangspunt de ergonomie.

Contactpersoon: Maarten Middelkoop – hoofd Product Ontwikkelingsafdeling – 038 4229322

- ⌘ ring met vijf wielen (onhandig m.b.t. neerzetten voeten)
- ⌘ **stervoet**
- ⌘ spuitgieten
- ⌘ gieten
- ⌘ **lassen**
- ⌘ aluminium
- ⌘ **staal**
- ⌘ RVS
- ⌘ kunststof
- ⌘ kap eroverheen die vacuüm is gevormd
- ⌘ **pootje buiten het wiel** (gietstuk waarmee het buisprofiel wordt afgewerkt en het wieltje in vast wordt gezet)
- ⌘ pootje binnen het wiel
- ⌘ pootje tussen de wielen
- ⌘ **standaard diameter: circa 600 mm**
- ⌘ **buisprofiel, vijf keer 15 cm (elke poot 1 profiel van 15 cm lengte), ellips-vormig, hoogte 40 mm, breedte 25 mm, wanddikte 2mm, staal 52 warm vervaardigd**

Zie de Bijlage Maatschetsen.

12.5 Scharnierobject

Omdat de versie van het scharnierobject zoals het door Vitaflex is bedacht duur is (door toepassing van een kogelgewricht), is gekeken naar goedkopere oplossingen die hetzelfde bewerkstelligen.

12.5.1 Ideeën

Er zijn zes ideeën op een rijtje gezet voor het scharnierobject:

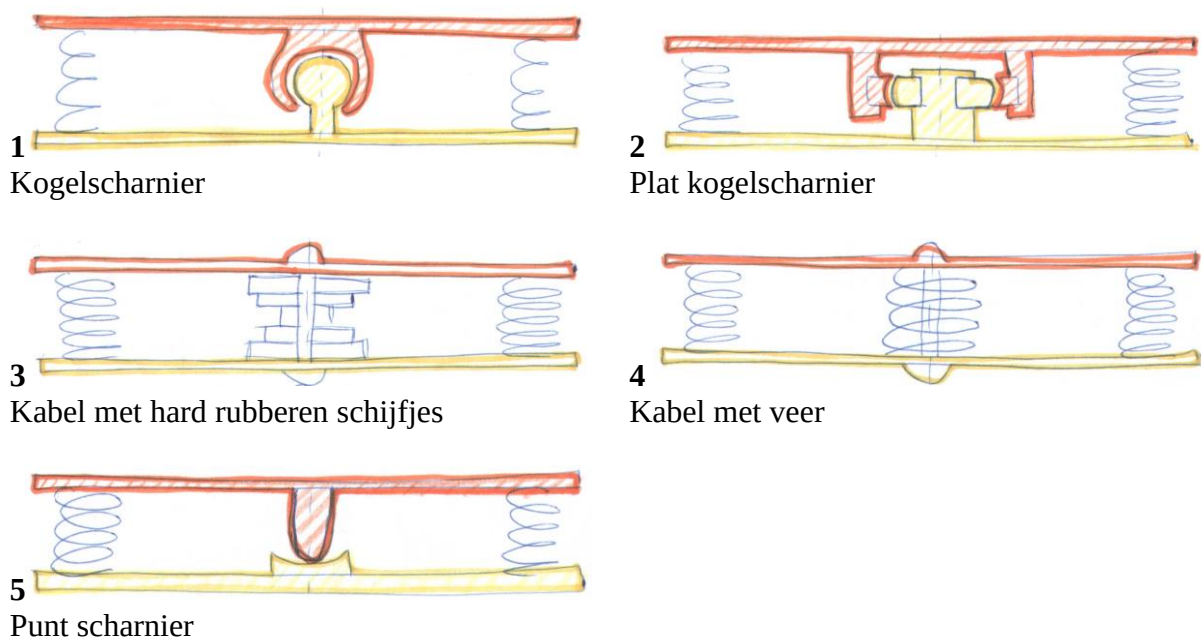
- | | |
|------------------------------------|------------------------|
| 1. Kogelscharnier | 2. Plat kogelscharnier |
| 3. 'Spherical plain trust bearing' | 4. Kruiskoppeling |
| 5. Kabel | 6. Punt kanteling |

Van deze zes ideeën zijn de voor en nadelen op een rijtje gezet. Hieruit bleek dat een plat kogelscharnier sowieso erg goed zou functioneren en goedkoper is dan een kogelscharnier. De nummer drie heeft niet genoeg uitslag (in graden). De kruiskoppeling is erg duur, doordat het grote krachten moet kunnen opvangen. Daarnaast heeft een kruiskoppeling een onhandig kantelpunt, waardoor de uitslag van de bovenste plaat te groot is. Een kabel lijkt een erg sterk en goedkoop alternatief te zijn evenals een puntkanteling.

De keuze aan het eind van de idee fase is daarom gevallen op het uitproberen van de kabel en/of de puntkanteling in het prototype. Mocht daaruit blijken dat het niet werkt, dan kan er altijd worden teruggevallen op de duurdere, maar zeker goede oplossing van het platte kogelscharnier.

12.5.2 Concepten

Er zijn vijf concepten op een rijtje gezet. Op het idee met de kabel zijn twee oplossingen bedacht: nummer 3 met rubberen schijven en nummer 4 met een veer.



Figuur 12-9

De uiteindelijke keuze is gevallen op het kogelscharnier.

Het kogelscharnier (nummer 1) is sowieso goed, ookal is het prijzig. Er is inmiddels een wat goedkoper kogelscharnier gevonden.

Het platte kogelscharnier (nummer 2) viel af omdat het duur is.

Het idee met de kabel en de rubberen schijven is afgefallen, omdat het geheel een grote uitslag van de bovenste plaat naar links en rechts zou geven.

Nummer 4 is afgefallen, omdat ook hier een grote uitslag van van de bovenste plaat naar links en rechts zou ontstaan. Daarnaast zou de grote veer in het midden inzakken als er iemand op de Flexchair gaat zitten. Dit is niet wenselijk.

Nummer 5 valt af, omdat (zoals het nu getekend is) ook hier een grote uitslag van de bovenste plaat naar links en rechts zou ontstaan. Daarnaast is er geen goede oplossing gevonden om het snelle afslijten van de contact oppervlakken te voorkomen.

12.5.3 Scharnierobject ontwerpvoorstel

Voor het scharnierobject is veel rekenwerk gedaan. Hiervoor wordt verwezen naar de Bijlage: Scharnierobject. In deze Bijlage staan ook de beredeneringen.

Het scharnierobject ziet er als volgt uit, zie Figuur .

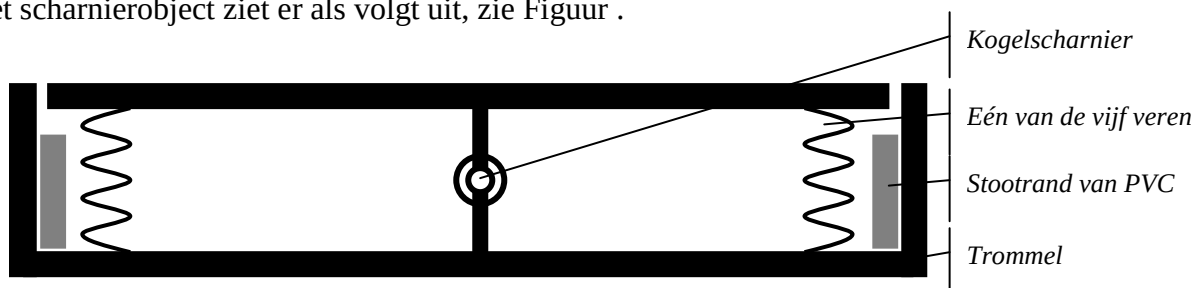


Figure 12-10

12.5.3.1 Onder

- ⌘ in metalen trommel (staal 37), met hoogte 50 mm
- ⌘ verbinding met gasveer dmv een rubberen huls die meebeweegt
- ⌘ met 5 veren rondom het midden
- ⌘ met stootrand van PVC tegen doorzwiepen, met hoogte 13,8 mm
- ⌘ het onderste s.o. heeft een maximale uitslaghoek van 7° , hierdoor is de uitwijking van de veren maximaal 8,35 mm

12.5.3.2 Boven

- ⌘ in trommel van metaal (staal 37), met hoogte 42 mm
- ⌘ tussen metalen platen met rubber eromheen
- ⌘ met 5 à 6 veren
- ⌘ met stootrand van PVC tegen doorzwiepen, met hoogte 22 mm
- ⌘ het bovenste s.o. heeft een uitslaghoek van $16,4^\circ$, hierdoor is de uitwijking van de veren maximaal 20 mm.

12.5.3.3 Stootrand tegen doorzwiepen

- ☞ PS en HDPE zijn beiden kunststoffen die geschikt zouden kunnen zijn voor deze functie, voor wat betreft de sterkte, stijfheid en buigsterkte. Ze zouden echter in de ringvorm gespuitsgiet moeten worden, omdat ze niet erg buigbaar zijn.
- ☞ Een standaard PVC buis, die vaak voor de riolering wordt gebruikt biedt een goede oplossing. Met de maten: buitendiameter = 160 mm en wanddikte = 4 mm, is dit een geschikte buis om op maat te zagen tot een hoogte van 45 mm. Dit moet met een lintzaag gedaan worden.

Bij een standaard lengte van 5 m is de prijs € 10,05 per meter. Per stoel is ongeveer 10 cm nodig, dus de prijs voor dit onderdeel per stoel is € 1,00.

12.5.3.4 Mogelijke veren in het scharnierobject

- ☞ bladveren
- ☞ **drukveren**
- ☞ schotelveer

In het prototype van de stoel zijn drukveren uit een auto gebruikt. Dit zijn erg sterke veren, maar om het vanuit de auto-industrie aan te schaffen is wat omslachtig. Ook is er gedacht om een schotelveer of bladveren te gebruiken.

Hiervoor is de volgende informatie gevonden. Schotelveren zijn gemaakt voor grote en zware constructies en worden ingedrukt bij een gewicht dat het tienvoudige is als dat van een mens. Een schotelveer met een diameter van 14cm kost €27 à €36. Daaromheen moeten dan nog steeds drukveren gebruikt worden om de kanteling om het midden heen op te vangen en om in de neutrale stand terug te komen. De schotelveer wordt dan eigenlijk niet ingedrukt, door het geringe gewicht (100kg).

Bladveren kosten relatief veel geld. Er zijn ontwikkelingskosten mee gemoeid en het repareren is duurder.

Aangeraden wordt om standaard drukveren te gebruiken. Deze kosten niet veel (1 à 2 €/stuk). Bij opgave van de gewenste veerstijfheid en/of breedte en/of hoogte kan er (bijna) altijd een veer worden geleverd.

Onderste scharnierobject

Art.nr. D 129 90

Ø_{uitwendig} = 18,5 mm

Ø_{draad} = 2,5 mm

C = 27,75 N/mm

L = 27,5 mm

L_{geblokkeerd} = 13,8 mm

Materiaal: verenstaal

Prijs bij afname 5 stuks: €4,46 p/s

Prijs bij afname 1000 stuks: €0,58 p/s

Bovenste scharnier object

Art.nr. C 600 081 1750 M

$\varnothing_{\text{uitwendig}} = 15,25 \text{ mm}$

$\varnothing_{\text{draad}} = 2,06 \text{ mm}$

$C = 10,8 \text{ N/mm}$

$L = 44,5 \text{ mm}$

$L_{\text{geblokkeerd}} = 22 \text{ mm}$

Materiaal: verenstaal

Prijs bij afname 5 stuks: €3,29 p/s

Prijs bij afname 1000 stuks: €0,50 p/s

Veren in de wielhuls

Art.nr. C 420 055 0880 M

$\varnothing_{\text{uitwendig}} = 10,7 \text{ mm}$

$\varnothing_{\text{draad}} = 1,4 \text{ mm}$

$C = 9,1 \text{ N/mm}$

$L = 22 \text{ mm}$

$L_{\text{geblokkeerd}} = 11 \text{ mm}$

Materiaal: verenstaal

Prijs bij afname 5 stuks: €3,29 p/s

Prijs bij afname 1000 stuks: €0,50 p/s

$\varnothing_{\text{uitwendig}} = 10,7 \text{ mm}$

$\varnothing_{\text{draad}} = 1,5 \text{ mm}$

$C = 10,4 \text{ N/mm}$

$L = 25,4 \text{ mm}$

$L_{\text{geblokkeerd}} = 12 \text{ mm}$

Materiaal: verenstaal

Prijs bij afname 5 stuks: €3,29 p/s

Prijs bij afname 1000 stuks: €0,50 p/s

12.5.3.5 Kraken van de veren

Het kraken van de veren in model wordt veroorzaakt doordat de veren tegen het alumium van de boven en onderplaat van het scharnierobject ‘wrijven’. Dit is opgelost door hard rubberen hulsjes ertussen te plaatsen. Nu is er minder speling en de veren drukken tegen de huls.

Zie de Bijlage Maatschetsen.

12.6 Arm-, buik-, rugsteun

Tijdens de conceptfase is besloten geen arm-, buik-, rugsteun te maken voor de stoel. Deze steunen zijn nodig als mensen niet in een evenwichtssituatie zitten. Dan hebben mensen namelijk een extra steuntje nodig. Met de Flexchair zit men wel in evenwicht. Het aanbieden van steunen zou het principe van de Flexchair ondermijnen. In de ideefase zijn er wel schetsen met steunen gemaakt, maar deze principes zijn dus niet verder uitgewerkt.

12.7 Bekleding van het zitvlak

In onderstaande tabel is een aantal stoffen dat geschikt zou kunnen zijn voor het zitvlak van een kappersfiets opgesomd.

Naam	Prijs in €/m	Eigenschappen
Alcantara	23 à 37	Lijkt op suède, ademt goed, laat vocht door
Courtisane	50	Lijkt op Alcantara, maar is nog gladder
v.d.Berg	20,90 vanaf 150 m, anders 24,95	Lijkt op suède, ademt goed, laat geen vocht door, heeft een twee keer zo hoge slijtvastheid als Microcare en Alcantara. Brandveilig. Komt circa september 2002 op de markt.
Vescom project meubel bekleding	15 à 30	Soort Skai Veel gebruikt voor kapperstoelen
Skai	15 à 30	Ademt niet zo goed Diverse vormen mogelijk: leder, stof, dessins etc.
Microcare	35 £/m	Suèdeachtig, duur, zacht en soepel, water- en urinedicht, antibacteriologisch en –schimmel behandeld, vlamdovend...
Onderdoek/ non-woven	Onbekend (wel bekend dat het erg goedkoop is)	Afdekken van de onderkant van het zitvlak, standaard geperste stof, kleur: antraciet.

Gekozen is voor de stof van H. v.d.Berg. de stof is redelijk geprijsd. Heeft goede eigenschappen voor de beademing en is tevens waterafstotend. De stof is in zestien kleuren leverbaar. Het zijn de klassiekere kleuren (donder rood, maisgeel, zwart, donker en lichter blauw e.d.).

Inmiddels zijn de heer van de Berg en Vitaflex al met elkaar in overleg gegaan. Dus dat contact is gelegd, wat interessant kan zijn omdat de heer van de Berg bekend is in de kapperswereld en graag mee wil werken.

De breedte van alle bovenstaande stoffen is 140 cm.

Per zitvlak is een stuk stof nodig van 330 mm x 270 mm. Hier van gaan er maximaal 15 uit een lap van 1 meter bij 140 cm.

Berekening:

$1400 / 270 = 5,18$ dus 5 keer

$1000 / 330 = 3,03$ dus 3 keer

Dat is samen $5 \times 3 = 15$ lappen van 330 mm x 270 mm

12.8 Vulling van het zitvlak

☞ Traagfoam

Traagfoam neemt de vorm van het lichaam aan doordat er druk op wordt uitgeoefend. Het is verkrijgbaar in de diktes 3, 4 en 5 cm. Voor het krukje is er 4 à 5 cm nodig. Dit wordt afgedekt met een laag Fibrafille voor een mooi gelijkmatig oppervlak.

Prijzen van traagfoam:

dikte	Prijs in €'s per m ²
3	29,50
4	39,50
5	49,50

De prijs per zitvlak is dan € 49,50 / 9 = € 5,50

☞ Polyether

Prijzen van polyether:

dikte	Prijs in €'s per m ²
1	5,25
2	10,50
3	15,75
5	26,25

De prijs per zitvlak is dan € 26,25 / 9 stuks = € 2,92.

☞ Gel

Voor een zitvlak is een dikte van 8 mm is voldoende om meer grip te hebben. De gel wordt in lappen van 50 x 50 en 50 x 100 cm verkocht. De verkrijgbare diktes zijn: 2, 3, 6 en 9 mm.

dikte	Prijs in €'s bij 50 x 50	Prijs in €'s bij 50 x 100
2	74,20	
3		
6	106,90	192,00
9		231,20

Er is een prijs aanvraag gedaan voor op maatgemaakt PE met daarop direct een laag gel. Dit wordt dan kant en klaar geleverd vanuit Duitsland door de firma Otto Bock.

De prijs per gel zitvlak is dan € 25,45 en voor het PE vlak is dan € 0,4083. Dat is € 25,86 in totaal.

Keuze

Omdat de Flexchair beweegt, is het belangrijk dat het zitvlak veel grip geeft. Een gewoon PE zitvlak geeft niet erg veel grip. Een zitvlak van Traagfoam geeft een stuk meer grip en een zitvlak met gel erin geeft het meeste grip. Echter, het zitvlak met gel is ongeveer vijf keer zo duur.

De keuze valt op Traagfoam vanwege bovenstaande redenen, maar de kostprijs met gel zal ook worden berekend vanwege de hoge kwaliteit. De uiteindelijke keuze is natuurlijk aan Vitaflex.

12.9 Gasveerbediening

- ⌘ hendel
- ⌘ **ring 'hendel'** (ACP International, Ø250 mm, chroom of zwart, art.nr. P404/IST350M)
- ⌘ drukknop dmv kabeloverbrenging
- ⌘ voet schijf

Bij het kiezen van een geschikte bediening voor de hoogte instelling is met een aantal punten rekening gehouden:

- ⌘ Men kan op de Flexchair op veel manieren zitten. Dit houdt in dat de positie van het zitvlak en de persoon die erop zit per zithouding anders is.
- ⌘ Kappers hebben nu het probleem dat ze vaak moeten zoeken naar de hendel, terwijl ze vaak maar één hand vrij hebben.

Er is gekozen voor de ring gasveerbediening, omdat deze van alle kanten van het zitvlak te bedienen is. Een hendel zit altijd maar op één plaats en er moet dan naar gezocht worden. Een drukknop is eveneens minder makkelijk te vinden en de konstruktie achter de knop is niet zo stevig en neemt betrekkelijk veel ruimte in.

De voetschijf is een nieuwe constructie, waarbij een nieuwe gasveer ontworpen is. Deze zou heel geschikt kunnen zijn, omdat men nu geen handen nodig heeft om de stoel in hoogte te verstellen. De voetschijf is echter twee keer zo duur als een normale bediening, vanwege de nieuwe soort gasveer en de voetschijf is niet toe te passen in combinatie met het onderste scharnierobject.

12.10 Gasveer

- ⌘ verschillende lengte maten: 300 mm tot 700 mm en vele maten daartussen in
- ⌘ zwart of chroom (in overeenstemming met gasveer bediening)

Gasveren zijn standaard in veel maten verkrijgbaar en hebben allen dezelfde manier van bevestigen. Ze worden in twee kleuren geleverd: zwart en chroom. De keuze voor de Flexchair valt op chroom. De gasveer die hier is uitgewerkt wordt door ACP International geleverd en heet Topfix Class 4. De prijs is ongeveer € 16,-.

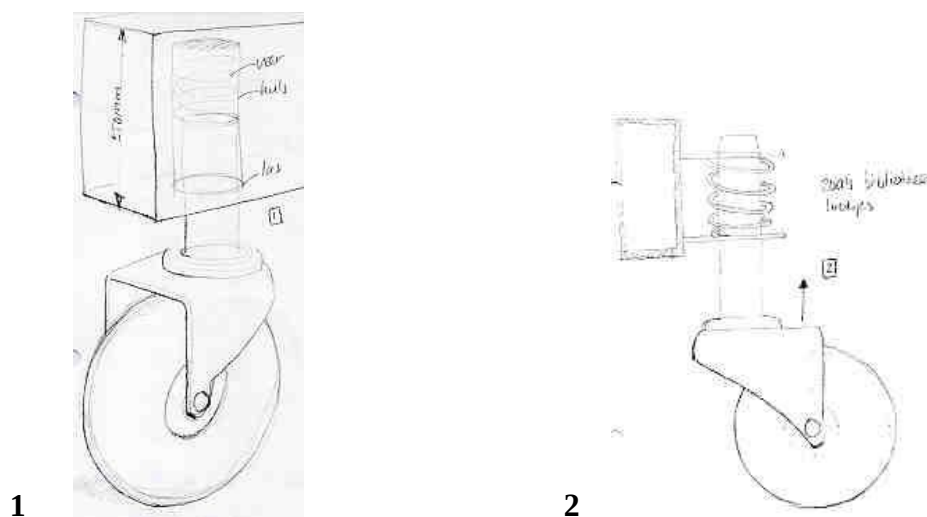
Onderdeel	Lengte in mm
Minimale hoogte kortste gasveer	117,5
Maximale hoogte kortste gasveer	192,5
Minimale hoogte langste gasveer	392,5
Maximale hoogte langste gasveer	587,5

12.11 Wielen

Bij de wielen is het blokkeren door haren een groot probleem in kapsalons, daarom is gekozen voor ‘enkele’ wielen (dat wil zeggen één ‘rijvlak’). Deze kunnen gemakkelijk uit elkaar gehaald worden, zodat de haren verwijderd kunnen worden. Dubbele wielen rijden over het algemeen prettiger, omdat ze twee ‘rijvlakken’ hebben (alle kantoorstoele hebben zulke wielen). Deze kunnen niet uit elkaar gehaald worden en zijn daarom ongeschikt voor een kapsalon.

Er is één soort wielen dat blokkeert, zodra er gewicht op komt te staan. Deze zijn echter dubbel-wielig en hebben een rem erop zitten, waardoor de haren in kapsalon nog meer plaatsen heeft om te blijven hangen.

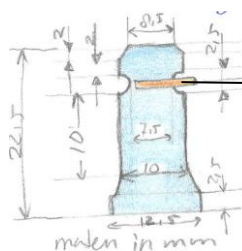
De oplossing hiervoor is gevonden in het volgende principe: zodra er gewicht op de kruk rust, zakken de wielen in het frame en de (extra) poten van de Flexchair komen op de grond. Op het moment dat de poten op de grond staan, staat de Flexchair stabiel en kan er met de kruk gewiebel worden, zie ook Figuur 12.1b en 12.2b. Er zijn twee technische uitwerkingen hiervoor:



Figuur 12-11: ideeën voor het fixeër systeem van de Flexchair

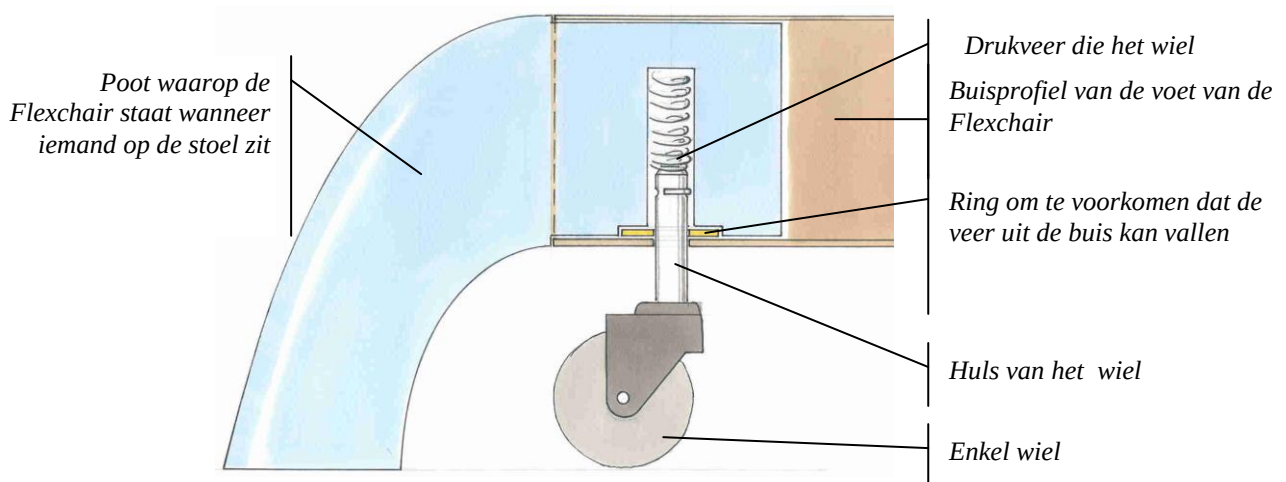
Het eerste idee is gekozen, omdat dit mooier verwerkt kan worden in de het frame van de voet. Daarnaast lijkt het steviger te zijn, omdat het hulsje van het wiel aan alle kanten omsloten is.

Het formaat van het hulsje van het wiel, is standaard, zie Figuur 12-11. Er kunnen dus ook andere wielen ingezet worden, als de stoel in een andere omgeving gebruikt zou worden.



Dit ringetje zorgt ervoor dat het wiel niet uit de buis kan vallen (standaard)

Figuur 12-10: (maat)tekening van het hulsje waarmee wielen worden bevestigd



Figuur 12-113: beschrijving van het fixeer idee van de Flexchair (in deze schets is het wiel ingedrukt)

De poot waarop de Flexchair rust is van gegoten metaal. Hij wordt in het ellips-vormige buisprofiel geschoven. Door het aanbrengen van het wiel, wordt de poot geblokkeerd in de buis en kan er niet meer uitgeschoven worden. Om het wiel aan te kunnen brengen is een cilindervormig gat in de poot meegegoten. In Figuur 12-12 is te zien hoe het principe werkt. Er is een extra ring aangebracht om te voorkomen dat de drukveer uit de poot kan vallen.

De prijs van de poot is nog niet bekend en wordt, zodra de vakantie van de gieterij is afgelopen, toegevoegd aan dit verslag.

12.12 Afdekkapjes

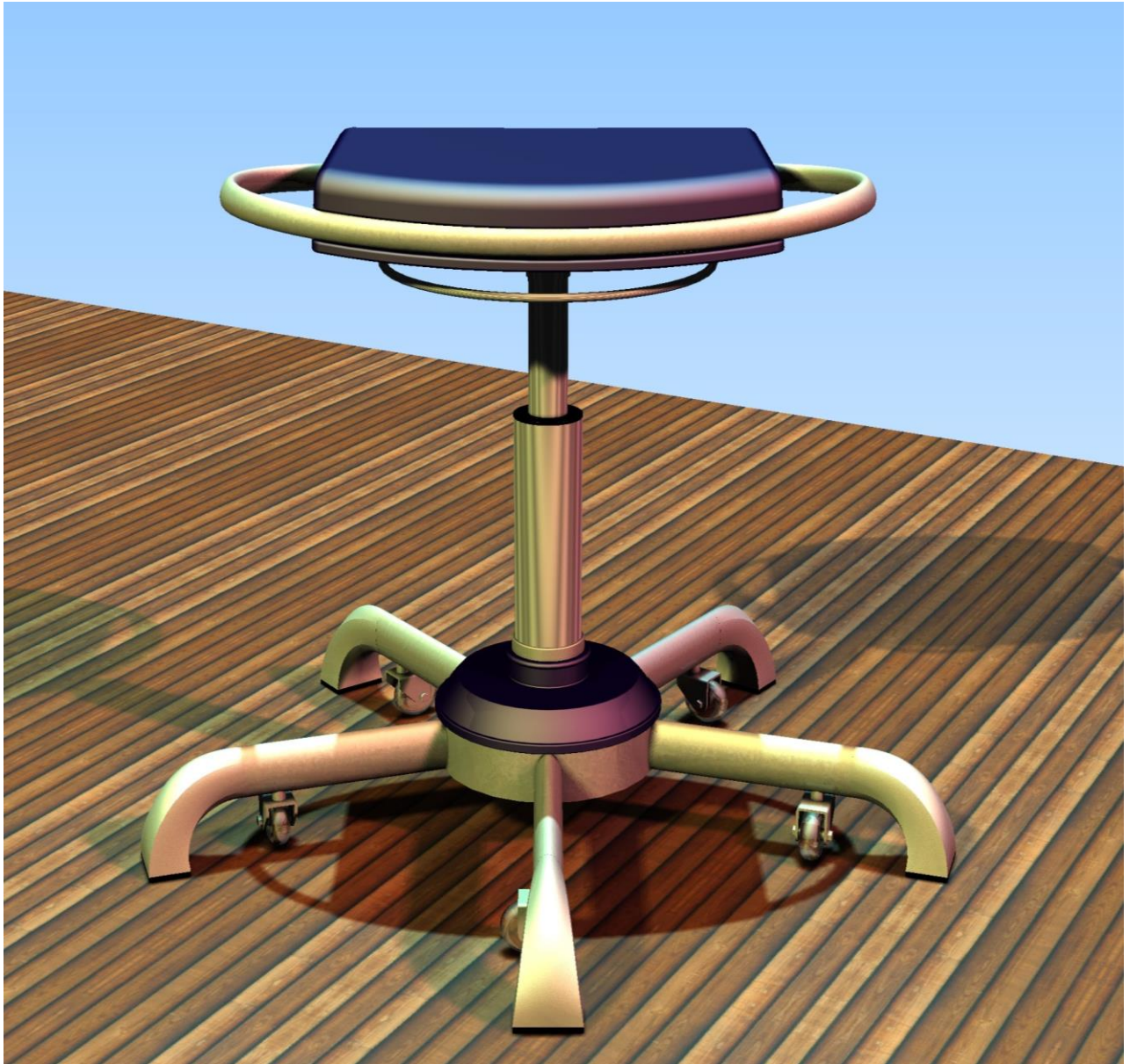
Deze worden van SBR/NBR rubber gemaakt, met een hardheid van 50° Shore A. Een kapje kan in meerdere kleuren geleverd worden. De maattoleranties zijn $\pm 2\%$. De prijs per stuk voor 250 stuks is € 3,54, met aandeel gereedschapskosten € 792,00. De prijs per stuk voor 1000 stuks is € 3,08 met aandeel gereedschapskosten € 1050,00. Het bedrijf is: EBO B.V. Rubber Industrie, zie Bijlage Contactpersonen.

Hoe het bovenste afdekkapje eruit komt te zien is nog niet helemaal duidelijk. Dit is sterk afhankelijk van de ontwikkelingen van het bovenste scharnierobject. De verbinding die mogelijk is met de ring gasveerbediening is daarin het meest bepalend. Na de bouw van het prototype kan hierover meer gezegd worden.

Zie Bijlage Maatschetsen

13 Ontwerpvoorstel

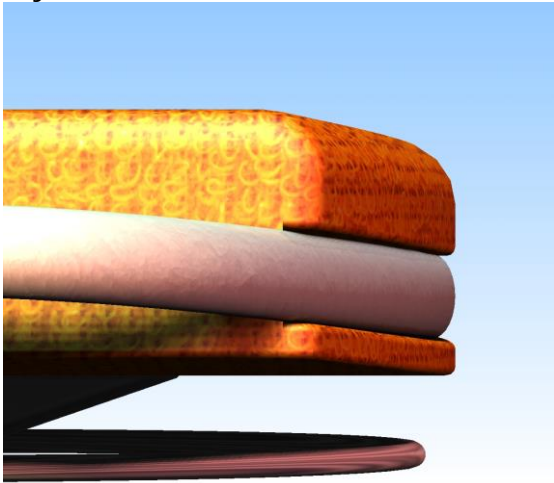
13.1 De Flexchair Rendering



NB: De Flexchair is hier afgebeeld alsof er iemand op zit. Zowel de wielen als de poten raken de vloer.

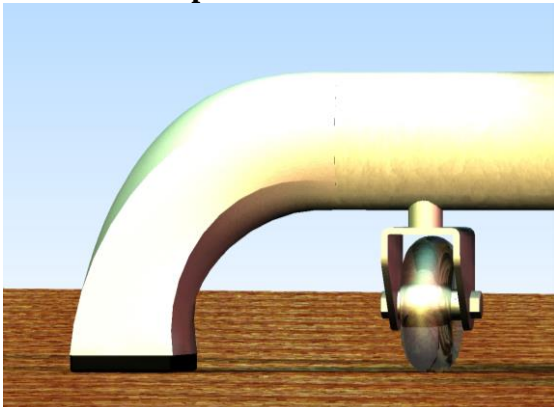
13.2 Enkele Details

Zijaanzicht van het zitvlak



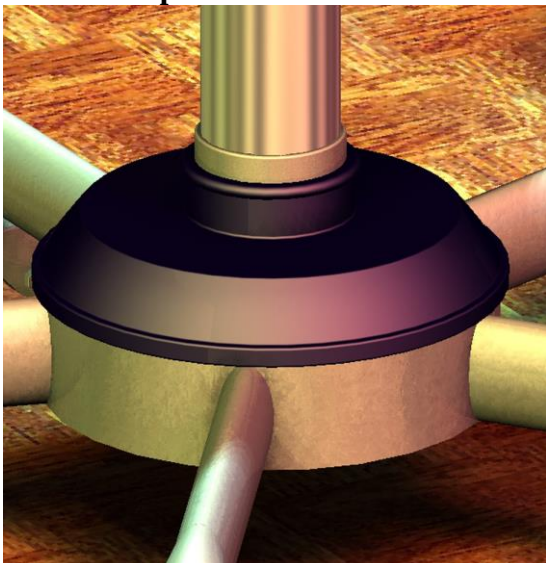
In het zijaanzicht van het zitvlak is duidelijk te zien dat de buis in het zitvlak ligt. Op deze manier zit men nooit op de buis.

Detail van de poot



De huls waaraan het wiel vastzit, fixeert het pootje in het buisprofiel.

De afdekkap



Omdat de afdekkap van flexibel rubber is gemaakt, kan het scharnierobject bewegen en het rubber beweegt mee. De kap beschermt het scharnierobject tegen beschadigen en hij schermt het mechanisme af, zodat mensen zich er niet aan kunnen bezeren.

13.3 Losse scharnierobjecten

Een deel van de afstudeeropdracht betreft het ontwerpen van twee scharnierobjecten (s.o.), die los te koop zijn en op elke willekeurige stoel aangebracht kunnen worden. Het achterliggende doel hiervan is, dat het bewegingsprincipe op elke stoel kan worden toegepast. Zo hoeft de consument geen andere stoel aan te schaffen om toch dynamisch te kunnen zitten. Dit scheelt natuurlijk in de kosten, maar ook is het voor de verschillende smaken qua vormgeving handig.

Na een uitgebreide analysefase in het afstudeerproject is er voor gekozen de stoel te gaan ontwerpen voor kappers. Wel is het wenselijk, dat de kruk zo universeel mogelijk is, zodat ook andere consumentengroepen de kruk kunnen gebruiken.

Als er twee scharnierobjecten ontworpen moeten worden, die ook op andere stoelen gemonteerd kunnen worden, komt men een aantal probleempunten tegen. Het eerste (en belangrijkste) punt is, dat elke stoel anders is. De maat voor de gasveer is bij elke stoel weliswaar gelijk, maar dat is dan ook het enige. De gasveer kan bijvoorbeeld verzonken zijn in de stervoet, terwijl dat bij een andere stoel niet het geval is. Voor de contactpunten van de stoel met de scharnierobjecten geldt dus, dat deze voor vrijwel elke stoel uniek zijn. Het is derhalve niet realistisch om één universeel scharnierobject te willen ontwerpen.

Een ander heikel punt is de vormgeving. De scharnierobjecten zouden allicht in diverse kleuren en/of verschillende materialen kunnen worden aangeboden, maar voor wat betreft de vormgeving zal het heel moeilijk zijn om het er op elke stoel mooi uit te laten zien. Het laatste tegenargument voor de losse scharnierobjecten is de lengte van de bestaande gasveren. Zelfs de kortste gasveer is namelijk meestal te lang als er tussen de voet en het zitvlak ook nog twee scharnierobjecten geplaatst worden. Daarbij beperkt de lengte van de gasveer de instelmogelijkheden van de hoogte.

Wat een oplossing kan bieden is, de twee scharnierobjecten voor één specifieke, reeds bestaande stoel te ontwerpen (bijvoorbeeld het kassucces van Ahrend Kantoormeubelen). Het scharnierobject past dan precies op deze stoel. Eventueel kan deze bestaande stoel iets worden aangepast, zodat toevoeging van de scharnierobjecten gemakkelijk te doen is. Er moet in dit geval wel goed gekeken worden waarom de stoel veel verkocht wordt. Als het de goede prijs is, valt het te betwijfelen of de consument de onderdelen er bij wil kopen. Als het is, omdat de stoel prettig zit, zou de consument de stoel dan wel willen ombouwen? Daarnaast is het de vraag of Vitaflex een samenwerkingsverband zal krijgen met de producent van de populaire stoel.

Een andere oplossing is de scharnierobjecten binnen de kappersfietsenwereld aan te bieden. Het vermoeden hierbij is, dat dan ook een voet erbij verkocht moet worden, omdat de kruk geblokkeerd moet kunnen worden tijdens het zitten. Dit houdt in dat er een nieuw onderstel onder een bestaand zitvlak komt. Zo kunnen kappers hun eigen “zitvlak” houden indien wenselijk qua prijs of vormgeving. Ook hier moet weer aandacht besteed worden aan de aansluiting.

Er valt ook over te denken de kappersfiets op meerdere manieren aan te bieden: als statische kruk, als dynamische kruk en als los onderstel (waarop dan een bestaand zitvlak wordt gemonteerd). Via dit alternatief komt men automatisch bij een logische oplossing: Bied het complete onderstel aan en optioneel het bovenste scharnierobject. Het onderstel kan onder elke stoel geplaatst worden.

13.4 Kostprijs

De kostprijs is berekend aan de hand van prijsaanvragen en enkele schattingen. Deze zijn reeds genoemd in de paragrafen van hoofdstuk 13 en zijn hier samengevoegd voor de totaal prijs. De schattingen zijn aangegeven met een * en er moet vanuit gegaan worden dat de overige prijzen inmiddels gewijzigd kunnen zijn.

Onderdeel	Prijs per stuk bij 250 stoelen (€'s)	Prijs per stuk bij 500 stoelen (€'s)	Prijs per stuk bij 1000 stoelen (€'s)
Afdekkap (2 keer)	7,08	*6,62	6,16
Buisprofiel	2,27	2,27	2,27
Gasveer	*16,00	*16,00	*16,00
(Gasveerbediening ring; zwart)	(4,70)	(4,34)	(3,97)
Gasveerbediening ring; chroom	5,41	4,99	4,57
(Kogelscharnier klein)	(*7)	(*7)	(*7)
Kogelscharnier groot	*9	*9	*9
Lasconus	2,29	2,29	2,29
Scharnierobject rand doorzwiep	1,00	1,00	1,00
Veren (alle veren opgeteld)	1,58	1,58	1,58
Wielen (5 per stoel)	0,79	0,69	0,59
Zitvlak bekleding	1,66	1,66	1,66
Zitvlak hout	6,30	5,95	5,70
Zitvlak vulling Traagfoam	5,50	5,50	5,50
(Zitvlak vulling gel)	(25,86)	(25,86)	(25,86)
Zitvlak buisprofiel	1,39	0,97	0,83
Totaal prijs	60,27 + *30 (poten) = 88,28	58,52 + *30 (poten) = 86,53	57,15 + *30 (poten) = 85,16

13.5 Hoogte Flexchair

Onderdeel	Hoogte in mm			
Zitvlak	60	60	60	60
Bovenste scharnierobject + bediening gasveer	52	52	52	52
Minimale hoogte kortste gasveer	117,5			
Maximale hoogte kortste gasveer		192,5		
Minimale hoogte langste gasveer			392,5	
Maximale hoogte langste gasveer				587,5
Onderste scharnierobject inclusief poten	110	110	110	110
Totale hoogte minimaal korte gasveer	329,5			
Totale hoogte maximaal korte gasveer		414,5		
Totale hoogte minimaal langste gasveer			624,5	
Totale hoogte maximaal langste gasveer				809,5

Voor de kappersbranche is het een vereiste dat de Flexchair tussen de 70 en 80 cm in hoogte instelbaar moet zijn. Dit wordt bereikt door de langste gasveer te kiezen. Voor andere doeleinden zou een lagere gekozen kunnen worden.

13.6 Toetsing aan het PvE en PvW

Het ontwerpvoorstel is hieronder getoetst aan het Programma van Eisen en Wensen. Daar waar het ontwerp goed aan de eis of wens voldoet staan een ✓ en daar waar het ontwerpvoorstel in gebreke blijft staat een – ('minus' teken). Als het nog niet duidelijk is hoe de Flexchair voldoet aan een eis of wens, omdat het nog getest moet worden, staat er een T achter van Test.

13.6.1 Programma van Eisen

1	De hoek tussen de bovenbenen en de romp moet tijdens het zitten op de kruk tussen de 110 en 135 graden kunnen zijn.	✓
2	De persoon die op de kruk zit, mag niet in een statische houding kunnen belanden.	✓
3	De zitsteun moet minimaal 20 bij 20 cm zijn.	✓
4	De kruk moet een zithouding, waarbij de rug in de S-vorm staat, bevorderen.	✓
5	Lichaamsdelen mogen niet onder spanning komen te staan door het zitten op de kruk.	T
6	De stoel moet de gebruikers ondersteunen in hun bewegingen en zitgedrag.	✓
7	Tijdens het zitten mag de kruk niet weg rollen.	T
8	Geen verwonding of beschadiging aan kleding door aanraking stoeldelen.	✓
9	Beweegbare/verstelbare delen kunnen niet onbedoeld in werking gebracht worden.	✓
10	De geoliede delen moeten afgeschermd zijn.	✓
11	De kruk moet spelings- en trillingsvrij zijn.	T
12	Een stasteun moet in hoogte verstelbaar zijn tussen de 70 en 85 cm.	✓
13	Bij gebruik van een kruispoot met wielen moet deze beschikken over beremde wielen.	✓
14	De kruk is verrijdbaar (voorzien van 5 zwenkwielen)	T
15	Het bewegingsprincipe van de kruk moet hetzelfde zijn als in het model.	✓
16	De kruk moet door één persoon te dragen zijn.	✓
17	De kruk moet door één persoon in elkaar te zetten zijn.	✓
18	De kruk moet met één hand en in één beweging te verstellen zijn.	✓
19	De kruk moet door verschillende mensen te gebruiken zijn.	T
20	Tijdens het kappen mag de kruk niet verrollen.	T
21	Vuil op de kruk moet afneembaar zijn.	T
22	Naast het schoonhouden moet er geen of weinig onderhoud aan de kruk nodig zijn.	T
23	Kapotte onderdelen moeten vervangen kunnen worden.	✓
24	De levensduur van een kruk moet minimaal 5 jaar zijn.	T
25	Het onderste scharnierobject mag een maximale hoek van 7 graden met de verticale as maken.	✓
26	Het bovenste scharnierobject mag een maximale hoek van 16,4 graden met de horizontale as maken.	✓
27	Indien er gebruik wordt gemaakt van een voet-, rug-, arm- en/of buiksteun, dan moeten deze instelbaar zijn.	nvt
28	Bij werk dat geheel of gedeeltelijk zittend kan worden uitgevoerd, is een functionele zitgelegenheid (= sta-steun) beschikbaar. (Code van de kapper)	nvt
29	Handels moeten voorzien zijn van een functie aanduiding.	nvt
30	Als er uitleg nodig is, moet deze in de Nederlandse taal zijn.	nvt
31	Het aantal kappersfietsen (stasteunen) is tenminste gelijk aan de helft van het aantal	nvt

	medewerkers plus 1.	
32	De kruk zal geheel geassembleerd aangeleverd worden.	nvt
33	Tijdens de ontwerpfase moet een prototype gebouwd worden.	✓
34	VitaFlex moet zelf een geschikte producent voor de kruk aantrekken.	nvt
35	De verkoopprijs van de kruk zal circa € 410,- zijn.	✓
36	De richtprijs voor de productie is € 100,-.	✓
37	Indien nodig moet er een gebruiksaanwijzing in de Nederlandse taal aanwezig zijn, voor het in- en uit elkaar halen van de kruk en voor het gebruik zelf.	Nvt

13.6.2 Programma van Wensen

1	Tijdens het zitten op de kruk moet het lichaam zoveel mogelijk in een evenwichtspositie verkeren.	✓
2	De gebruiker van de kruk moet een ontspannen houding kunnen aannemen (vooral de lage rugspieren).	✓
3	De kruk moet een ontspannen zithouding stimuleren.	✓
4	Het gaan zitten en opstaan van de kruk moet makkelijk zijn.	✓
5	De kruk moet makkelijk te verplaatsen zijn.	T
6	Stevige constructie van alle onderdelen.	T
7	Het is wenselijk dat het zitvlak iets voorover gekanteld kan worden om de S-curve te bevorderen.	✓
8	Er moet een optimum kunnen worden bereikt tussen stabiliteit en mobiliteit.	T
9	De kruk mag niet makkelijk vies blijven of verkleuren.	T
10	Haren mogen niet makkelijk aan de kruk blijven hangen.	T
11	Haren moeten eenvoudig uit het verplaatsingssysteem te verwijderen zijn.	T
12	Na afdanking moet de kruk zoveel mogelijk in losse onderdelen te demonteren zijn, in verband met de recycling.	✓
13	Als de kruk wordt weggedaan, moet hij zo min mogelijk milieu belastend afval opleveren.	-
14	Het is wenselijk dat onderdelen of materialen van de kruk hergebruikt kunnen worden.	-
15	Eenvoudige bediening.	✓
16	De stoel moet er voor kappers aantrekkelijk uitzien.	✓
17	De stoel mag meer kosten dan de huidige stoelen (zelfde prijsklasse of hoger).	✓
18	Het bewegingsmechanisme mag anders uitgevoerd worden dan het prototype.	✓

14 Aanbevelingen

Vitaflex zal een medeproducent moeten vinden, om de stoel mee op de markt te gaan brengen. De stoel moet nog verder ontwikkeld worden voordat hij gefabriceerd kan worden. Momenteel is het ontwerpvoorstel nog op concept niveau, dit moet tot in alle details uitgewerkt worden.

De stoel moet ook zonder fixeersysteem gemaakt kunnen worden. In dit geval kunnen zelf remmende wielen gebruikt worden. Hoe de poot er dan uit komt te zien is nog niet onderzocht.

Er moet op gelet worden, dat elke nieuwe stervoet die op de markt komt getest en gecertificeerd moet worden.

Omdat tijdens de bouw van het prototype bleek dat het gebruikte kogelscharnier het knikpunt halverwege de hoogte van het scharnierobject heeft liggen, is het aanbeveling waard om toch te kijken naar de diablo die onder aan een surfmast wordt gebruikt. Dit lijkt op concept voorstel nummer 3. Dit idee werd afgeketst omdat het knikpunt zo dicht onder de bovenste plaat van het scharnierobject moet liggen, maar nu blijkt dat het met een kogelscharnier toch ook niet hoger komt te liggen.

Er moet een aantal dingen getest worden, zoals blijkt uit het vergelijken van de stoel met het PvE en PvW in Paragraaf 13.5. Dit betreft de punten met een T als 'score'. Het betreft voornamelijk het testen van het fixeermecanisme voor de kappersuitvoering, materiaal eigenschappen en constructie prestaties.

Er zijn veel contacten gelegd met andere bedrijven, waarvan een aantal waardevol lijkt te zijn voor toekomstige samenwerking, zie Bijlage Contactpersonen. Aangeraden wordt met deze bedrijven contact op te nemen, de naam Vitaflex is bij hen reeds bekend.

15 Evaluatie

15.1 Het ontwerpproces in de praktijk van deze opdracht

Het is bekend dat ontwerpen 2% inspiratie is en 98% transpiratie. Dit komt niet alleen, omdat er veel werk zit in het uitwerken van ideeën, maar ook omdat ontwerpen een nagenoeg continu proces is van het evalueren van alternatieven/opties. Het moge helder zijn dat het onmogelijk is om niet bekende alternatieven/opties in het evaluatieproces te betrekken. Het is voor de ontwerper dan ook cruciaal om in de beginfase van het ontwerpproces zoveel mogelijk alternatieven te leren kennen en zo vroeg mogelijk te evalueren. Echter de praktijk is vaak weerbarstiger. Zo ook in het ontwerpproces waar ik mee bezig was.

De omgang met de opdrachtgever

De opdrachtgever heeft een opdracht neergelegd bij de afstudeerdocent. Deze opdracht is goedgekeurd door de examencommissie en legde de basis voor mijn gehele ontwerpproces. Het is logisch dat naarmate een proces vordert, de kennis toeneemt voor alle partijen.

Hierdoor is de opdrachtgever meerdere malen op de uitgangssituatie teruggekomen. Dit is in dit project een belangrijke rode draad geweest. Nadat een bepaald aspect was uitgewerkt, kwam er een nieuwe vraag/opdracht. Een normale menselijke reactie, maar voor een ontwerper betekent dit kiezen tussen een verlenging van de opdracht of het stellen van prioriteiten.

Hiermee omgaan was niet altijd makkelijk. Een belangrijke oplossing is proberen continu het bedrijf op de hoogte te houden en alle werk dat verzet is te laten zien.

Daarnaast bleek het laten zien van een totaal ontwerp ook erg belangrijk. Tijdens het ontwerpen heb ik zelf altijd een beeld gehad van de combinatie van alle delen, waarmee ik bezig was. Voor het bedrijf kwam dat op het moment dat ik een totaal plaatje (letterlijk) liet zien.

De omgang met de mensen op de werkvloer

Na de ‘groen licht bespreking’ ging ik over tot besprekingen met de technische man om het prototype te bouwen. Het bleek dat in onze voorbesprekingen belangrijke kennis en ervaring (nog) niet aan mij waren verteld. De twijfel om mogelijk te sturend bezig te zijn, weerhield de technische man om zijn eerdere bevindingen met mij te delen. Nu echter de zaken concreet werden en omgezet moesten worden in bouten, moeren en ander materiaal, kwam deze kennis en ervaring wel naar buiten.

Hoe ga je daarmee om?

Als ontwerper heb ik besloten om positief gebruik te maken van die kennis en ervaring en mijn ontwerp er alsnog op aan te passen. Het bleek dat, nu de technische man zich veilig voelde om informatie te verschaffen, de alternatieven/opties zeer snel geëvalueerd konden worden.

Voor het *scharnierobject* heb ik de alternatieven naast elkaar gezet en andere reeds geprobeerde oplossingen heb ik met de technische man besproken. Daaruit bleek dat het kogelgewricht de beste optie is.

Voor de *veren* had de technische man heel eenvoudig met een aantal veren geëxperimenteerd en was tot een conclusie gekomen. Zelf had ik aan de hand van berekeningen een andere veer gekozen. Besloten werd om beiden te gebruiken en in een praktijktest met elkaar te vergelijken.

Tenslotte heb ik de *wieltjes* met elkaar vergeleken en geëvalueerd. Hieruit kwamen twee oplossingen. De eerste was mijn ontwerp voor de kappers. Deze betreft een nieuwe constructie om de wieltjes in de stervoet te laten veren. Voor vele andere toepassingen, buiten de kapperswereld, is er een simpelere oplossing met reeds bestaande zelf-remmende wieltjes. Omdat VitaFlex zich niet uitsluitend op de kapperswereld wil richten, is besloten beide oplossingen te gebruiken.

Toekomst

Allereerst moet je zorgen dat je over alle informatie die de opdrachtgever in huis heeft (met betrekking tot het project) kunt beschikken.

Als ontwerper meen ik dat het extreem belangrijk is, om zo vroeg mogelijk met de ‘man op de werkvloer’ te gaan praten. Deze mensen hebben vaak zoveel praktijkkennis, dat je er erg veel van kunt leren. Het zorgt ervoor dat je niet nog eens het wiel probeert uit te vinden. Je kunt ideeën opdoen door de mogelijkheden van de techniek en materialen van het desbetreffende bedrijf letterlijk te aanschouwen. En zoals reeds genoemd: ga er niet vanuit dat iedereen zich een totaal plaatje kan voorstellen vanuit de deeloplossingen.

15.2 Het afstudeerproject

Aan begin en het einde van het project was het contact met het bedrijf erg leuk en de reacties wederzijds waren positief. Ik heb wel wat moeilijkheden ondervonden (Paragraaf 15.1), maar ik heb er ook op dat vlak veel van geleerd.

Naast het feit dat de afstudeeropdracht erg leerzaam was, heb ik er een soort tweede leertraject naast gehad: leren omgaan en werken met RSI.

Toen ik aan deze afstudeeropdracht begon, had ik er geen idee van dat het zo’n raakvlak had met mijn eigen RSI achtergrond. In de analyse fase heb ik veel informatie, theorieën en onderzoeken gelezen over problemen die mensen kunnen krijgen door een verkeerde (werk)houding (fysiek en/of mentaal). Veel van deze kennis kon ik aan mijn eigen ervaringen koppelen, wat erg leerzaam was.

Ik heb tijdens deze opdracht geleerd te werken op een voor mij nieuwe manier. Ik heb veel met spraakherkenning gewerkt. Heb op verschillende werkplekken en verschillende stoelen gezeten. En ik heb mijn tijd op een efficiëntere manier gebruikt. Het is voor mij een heel goede ervaring om te weten dat ik met RSI toch weer kan functioneren.

Dit project heeft mij de bevestiging gegeven, dat ik graag verder wil groeien als ontwerper.