

**Project Ostrich:
Ontwerp en vervaardiging
van een universele borststeun
in opdracht van Aanpassingen.nl**

*een onderzoek naar het effect
van werken met een borststeun*

Sander Weerheim (20060564)
Aanpassingen.nl
Afstudeerperiode: 5 januari 2015 – 18 juli 2015
Opleiding Bewegingstechnologie
Haagse Hogeschool

Sander Weerheim (20060564)
Aanpassingen.nl
Haagse Hogeschool
sanderweerheim@gmail.com

Afstudeerperiode: 5 januari 2015 – 18 juli 2015
Afstudeerbegeleiders: Begeleider 1 : dhr. Ing. M. Vermeulen
Begeleider 2 : dhr. Ir. M. van der Ent

Opleiding Bewegingstechnologie
Haagse Hogeschool

VOORWOORD

Dit verslag is geschreven naar aanleiding van mijn afstuderen als student Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool.

Het afstuderen bevat een project dat in opdracht van het bedrijf Aanpassingen.nl is uitgevoerd van januari 2015 tot juli 2015 waarbij dit verslag als leidraad voor de beoordeling geldt. Voltooing van het afstuderen en het volledige curriculum levert de titel ingenieur (ing) of Bachelor of Science (BSc) op.

Dit verslag is bestemd voor de beoordelingscommissie, mijn begeleiders en de opdrachtgever van dit project.

De inhoud van dit rapport is puur informatief. Het beschrijft de aanleiding, voorbereiding en uitwerking van het ontwerpen van een borststeun die door mensen die tijdens werkzaamheden in een voorovergebogen houding zitten, met als hoofdzakelijk doel rug- en in mindere mate nekklachten verhelpen en/of voorkomen. De titel 'Ostrich', wat Engels is voor struisvogel, heeft dit project na afloop gekregen door de enigszins gelijkende vorm die de op een kruk gemonteerde borststeun heeft met dit dier. Dit rapport kan bij een gerelateerd project of vervolgstudie dienen als informatiebron.

Tenslotte vermeld ik dat dit project nooit tot stand had kunnen komen zonder de hulp van beide begeleiders van dit project. Ik wil Marc Vermeulen van Aanpassingen.nl en Martijn van der Ent van de opleiding Bewegingstechnologie bedanken voor hun inhoudelijke hulp en morele steun van begin tot eind.

Den Haag, april 2015



INHOUDSOPGAVE

Voorwoord.....	5
Samenvatting.....	9
1 Inleiding.....	11
1.1 Afstudeerproject.....	12
1.2 Opdrachtgever.....	13
1.3 Opdracht.....	14
2 Analysefase.....	17
2.1 Doelgroeponderzoek.....	18
2.2 Marktonderzoek.....	23
2.3 Octrooionderzoek.....	26
2.4 Bewegingsanalyse.....	29
2.5 Eisen en wensen.....	32
3 Ontwerpfase.....	33
3.1 Ontwerpmethodiek.....	34
3.2 Onderdelen.....	36
3.3 Concepten.....	43
3.4 Eindconcepten.....	47
4 Vervaardigingsfase	51
4.1 Eindconcepten.....	52
4.2 SolidWorks.....	52
4.3 Stuklijst.....	55
4.4 Productie.....	55
4.5 Custom onderdelen prototype.....	57
5 Testfase.....	59
5.1 Globale test.....	60
5.2 Gebruikers test.....	63
6 Conclusie.....	65
7 Discussie.....	67
Literatuurlijst.....	69
Bijlagen.....	71
Bijlage I.....	72
Bijlage II.....	79
Bijlage III.....	81
Bijlage IV.....	87
Bijlage V.....	93
Bijlage VI.....	95
Bijlage VII.....	99
Bijlage VIII.....	101

SAMENVATTING

Het Haagse ontwerp bureau Aanpassingen.nl, dat gespecialiseerd is in het ontwerpen van op maat gemaakte aanpassingen en hulpmiddelen, kreeg van een tandarts de opdracht een hulpmiddel te ontwerpen dat rug- en nekklachten reduceert. Deze klachten ontstaan door de voorovergebogen werkhouding die de tandarts tijdens het behandelen van patiënten aanneemt. Een borststeun is voor deze situatie de beste oplossing. De tandarts kan met behulp van een borststeun tijdens het werken met het bovenlichaam afsteunen waardoor de last op rug en nek af zal nemen of zelfs zal verdwijnen. Deze borststeun zal dan wel zo ontworpen moeten worden dat deze geen belemmering vormt voor de uit te voeren werkzaamheden.

Deze scriptie geeft een verslag van een onderzoek naar het meest ideale ontwerp voor een borststeun, het ontwerpen ervan en het testen van het prototype. In het onderzoek naar het meest ideale ontwerp is door middel van een doelgroeponderzoek de doelgroep voor dit product in kaart gebracht. Op basis van het doelgroeponderzoek is bepaald dat de borststeun ontworpen wordt voor mensen in een zittende werksituatie. Om een beeld te krijgen van bestaande borststeunen zijn een uitgebreid markt- en octrooionderzoek gedaan. Hieruit blijkt dat een universele borststeun, die te monteren is op verschillende krukken of stoelen, nog niet bestaat. Aan de hand van een bewegingsanalyse is bepaald wat de beste vorm voor het steunkussen van de borststeun is. Dit deel van het product is het contactpunt van de gebruiker met de borststeun en bepaald in grote mate de bewegingsvrijheid. Door een compact steunkussen te gebruiken dat contact maakt met de borst en het bovenste deel van de buikspieren blijven de schoudergewrichten vrij en zal de gebruiker niet in gehinderd worden tijdens het werken.

Voor het komen tot een ontwerp voor het prototype zijn de bottom-up en top-down ontwerpmethodes gebruikt. Deze methodes werken goed voor dit project omdat zo in eerste instantie breed nagedacht wordt over de oplossingen voor de verschillende onderdelen van de borststeun en vervolgens bepaald wordt welke oplossingen de beste combinatie (concept ontwerp) vormen voor het uiteindelijke ontwerp. De twee beste concept ontwerpen, concept Notch en concept Stroke, zijn in het CAD-programma SolidWorks uitgewerkt. Vervolgens zijn van beide concepten prototypes geproduceerd om te testen welk concept het beste werkt. Uit een globale test blijkt dat het systeem van het Notch concept de kracht van een afsteunde gebruiker op het steunkussen niet volledig op kan vangen. Het prototype van het Stroke concept is daarom gekozen als concept waar de gebruikerstesten mee uitgevoerd zijn.

Het Stroke prototype is gedurende een aantal weken door drie verschillende bedrijven getest, hieruit viel te concluderen dat de borststeun aan de meeste eisen voldoet en de last van de rug- en nekspieren wegneemt. Ook is duidelijk geworden dat de meeste mensen moeite hebben met het werken met een borststeun omdat zij hun gebruikelijke manier van werken toch moest aanpassen.

1 Inleiding

De Dikke van Dale:

in·lei·ding (de; v; meervoud: inleidingen; verkleinwoord: inleidinkje) eerste gedeelte van bv. een boek waarin het onderwerp in grote lijnen wordt aangegeven

1.1 Afstudeerproject

1.2 Opdrachtgever

1.3 Opdracht

1.1 Afstudeerproject

Voor het afstuderen aan de opleiding Bewegingstechnologie is gezocht naar een opdracht waarvan de focus op ontwerpen ligt en welke uitgevoerd kan worden in opdracht van een bedrijf. De focus op het ontwerpen is voor mij belangrijk omdat, mijn interesse in die richting ligt en ik daar in de toekomst verder mee wil. Tijdens mijn gehele studie heb ik mij volledig gericht op ontwerpen door het lopen van stages, het volgen van keuzevakken en het volgen van een minor.

Via een medestudent kwam ik terecht bij het ontwerpbureau Aanpassingen.nl in Den Haag. Daar was een stage/afstudeerplaats beschikbaar en kon ik al snel langskomen voor een gesprek. Tijdens de kennismaking werk me de opdracht voor het ontwerpen van een borststeun aangeboden. Niet alleen het bedrijf, ook de opdracht sprak mij erg aan. Ik was erg verheugd toen ik een week na de kennismaking te horen kreeg dat ik de opdracht mocht uitvoeren en ik van start kon gaan met mijn afstudeerproject.

1.2 Opdrachtgever

Aanpassingen.nl

Ontwerpbureau Aanpassingen.nl uit Den Haag is de opdrachtgever. Marc Vermeulen, oprichter en eigenaar van het bedrijf is zelf afgestudeerd Bewegingstechnoloog. Aanpassingen.nl, dat voorheen onder de naam Movi actief was, staat bekend als een typisch Bewegingstechnologie-bedrijf omdat de producten die het bedrijf ontwikkelt perfect met de productontwikkelingstak van de opleiding overeenkomen. Gestart in 2003 onder de naam Movi en in 2008 verder gegaan onder de meer toonaangevende naam Aanpassingen.nl heeft het bedrijf al tal van aanpassingen en hulpmiddelen ontwikkeld op verschillende gebieden. Zo houdt het bedrijf zich bezig met werkplekaanpassingen, het ontwerpen en vervaardigen van aanpassingen en hulpmiddelen voor gehandicapten en de ontwikkeling van ergonomische producten. Aanpassingen.nl is gevestigd in de Caballero Fabriek in Den Haag en is actief door heel Nederland.



Afbeelding 1.2.1 Logo Aanpassingen.nl

Producten

Enkele producten die ontwikkeld zijn door Aanpassingen.nl

CardPuller: Pin-hulpmiddel en pinpashouder in één voor mensen met reuma e.d.



Afbeelding 1.2.2 Aanpassingen.nl
Cardholder

Flexdrempe: De oplossing voor mensen die in een rolstoel of scootmobiel die moeite hebben met drempels



Afbeelding 1.2.3 Aanpassingen.nl
Flexdrempe

Universele rompsteun: Bied steun aan mensen die t.g.v. rompinstabiliteit moeite hebben met in een stoel zitten.



Afbeelding 1.2.4 Aanpassingen.nl
Rompsteun

Caballero Fabriek

Het bedrijvenpand 'De Caballero Fabriek' op de Binckhorst in Den Haag heeft zijn naam te danken aan de sigarettenfabrikant die vroeger in het pand gevestigd zat. In het pand, dat een zogehete multifunctioneel bedrijfsverzamelgebouw is, zijn hoofdzakelijk innovatieve, creatieve en culturele bedrijven gevestigd. Door de stimulering van kruisbestuiving tussen de verschillende bedrijven binnen het pand hangt er een rustige, inspirerende sfeer. Een hele leuke locatie waar je als stagiair een goede inkijk krijgt in het bedrijfsleven.

1.3 Opdracht

De opdracht zoals deze op voorhand geformuleerd is door Aanpassingen.nl wordt in dit hoofdstuk beschreven. Doordat de opdracht is voortgekomen uit een probleemstelling zijn er een aantal doelstellingen aan verbonden.

Probleemstelling

Al een aantal keer is bij Aanpassingen.nl het probleem voorgelegd van mensen die in hun werksituaties last krijgen van hun rug, doordat zij een aantal van de werk gerelateerde verrichtingen met een voorovergebogen bovenlichaam moeten uitvoeren. Dit probleem kan op worden gelost door tijdens het werken gebruik te maken van een borststeun. Deze zijn echter nauwelijks verkrijgbaar op de markt van ergonomische producten.

Opdracht

De opdrachtgever heeft de opdracht als volgt geformuleerd:

"Ontwerp en vervaardig een universele borststeun die het bovenlichaam ondersteunt bij een voorovergebogen werksituatie."

Door gebruik te maken van een borststeun moeten bepaalde handelingen langer en met minder lichamelijke klachten uit te voeren zijn. De borststeun moet universeel toepasbaar zijn bij verschillende werkzaamheden (verschillende beroepen). Een belangrijk punt hierin is de verstelbaarheid van het geheel. Er moet nagedacht worden over de toepasbaarheid bij staand en zittend werken. Uiteindelijk zal er gekomen moeten worden tot een veilig en solide hulpmiddel, met een professionele uitstraling.

Opdracht eisen en wensen

Aan de uitwerking van de opdracht heeft de opdrachtgever een aantal eisen en wensen gesteld. Deze eisen worden hieronder uitgebreid beschreven.

Opdrachteis 1: Universeel toepasbaar

Universeel toepasbaar wil zeggen dat de borststeun op verschillende manieren toe te passen is. De opdrachtgever bedoelt daarmee dat de borststeun op verschillende stoelen, krukken of andere systemen gemonteerd kan worden.

Opdrachteis 2: Verstelbaarheid

De borststeun moet in verschillende opzichten verstelbaar zijn. Zo moet de hoogte van het steunkussen ingesteld kunnen worden op de door de gebruiker gewenste hoogte. Ook moet de hoek van de borststeun aangepast kunnen worden aan de lichaamshouding die de werksituatie van de gebruiker vraagt.

Opdrachteis 3: Veilig en Solide

De te ontwerpen borststeun is een gebruiksproduct en moet veilig zijn in gebruik. De borststeun mag nauwelijks hinder veroorzaken tijdens het werken en mag geen scherpe randen of onderdelen bevatten die de gebruiker kunnen verwonden. Daarnaast moet de borststeun de volledige kracht op kunnen vangen die een gebruiker uitoefent bij het afsteunen.

Opdrachtwens 1: Wegklapbare steun

Een wens van de opdrachtgever is dat de gebruiker op een simpele en snelle manier de borststeun weg kan klappen of terug kan zetten zodat deze geen belemmering vormt bij activiteiten waarbij de steun niet gebruikt wordt.

Opdrachtwens 2: Materiaal keuze

De opdrachtgever wil dat de te ontwerpen borststeun dezelfde professionele en industriële uitstraling heeft als de andere producten van Aanpassingen.nl. Mits het ontwerp dit toe laat zal de borststeun van dezelfde materialen gemaakt moeten worden als de andere producten namelijk, roestvrij staal en zwart kunststof.

2 Analysefase

De Dikke van Dale:

**ana·ly·se (de; v; meervoud: analyseren, analyses)
ontbinding van een stof of van gegevens in de
samenstellende bestanddelen (tegenstelling: synthese)**

2.1 Doelgroeponderzoek

2.2 Marktonderzoek

2.3 Octrooionderzoek

2.4 Bewegingsanalyse

2.5 Eisen en wensen

2.1 Doelgroeponderzoek

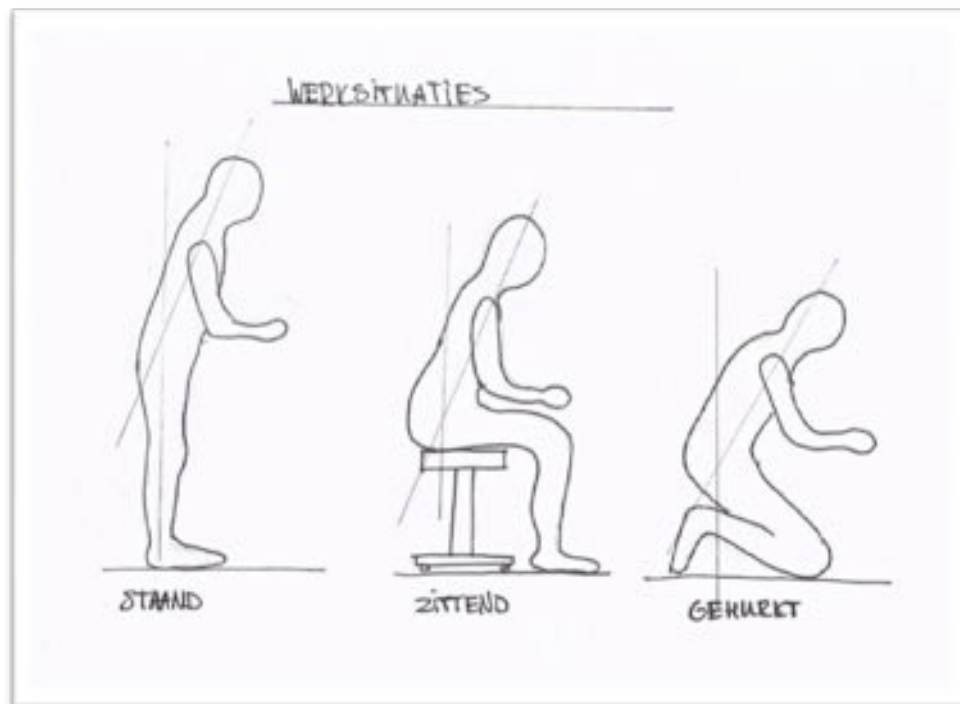
Het product kan alleen slagen als deze de gebruiker voorziet in zijn behoeftes. Om als ontwerper goed zicht te krijgen op de behoeftes van de gebruiker kan een doelgroeponderzoek uitgevoerd worden.

Doelgroep

De te ontwerpen borststeun zal gebruikt worden door mensen die een beroep uitoefenen waarbij zij een voorovergebogen werkhouding aan moeten nemen terwijl ze met hun handen het werk uitvoeren. De term 'voorovergebogen werkhouding' omvat een houding waarbij anteflexie in het heupgewricht, SI-gewricht, wervelkolom of een combinatie van deze gewrichten plaatsvindt. De hoekstanden en positionering van de armen kan per situatie verschillen, zelfs bij het zelfde beroep, en zal binnen het doelgroeponderzoek buiten beschouwing worden gelaten. De gehele doelgroep bestaat uit verschillende werksituaties (beroepen) en lichaamshoudingen, met als enige overeenkomst dat het werk met voorovergebogen bovenlichaam uitgevoerd wordt. Hierdoor worden ook de schouders en nek extra belast.

Lichaamshoudingen

Allereerst wordt de doelgroep onderverdeeld in drie verschillende lichaamshoudingen; staand, zittend en gehurkt (zie afbeelding 2.1.2), waarbij de hoekstand van de heupen en knieën per houding verschillend is. Bij de staande houding is hoekstand in de heupen en in de knieën 0° . Voor de zittende situatie geldt dat de persoon in kwestie op een stoel, kruk of zitting zit. In deze situatie is hoekstand in de heupen ongeveer 90° en kan de hoekstand van de knieën variëren van 70° tot 110° . Bij de gehurkte situatie ligt de hoekstand van de heupen tussen 45° en 80° , de hoekstand van de knieën is maximaal op ongeveer 130° .



Afbeelding 2.1.2 Werksituaties: zij aanzichten staand, zittend en gehurkt.

Werksituaties

Het begrip 'beroep' is niet specifiek genoeg om een de verschillende lichaamshoudingen af te bakenen. Bijvoorbeeld: iemand die in een laboratorium werkt, een laborant, kan immers microbioloog maar ook chemicus zijn. Daarom wordt de term 'werksituatie' gebruikt om duidelijk aan te geven op welk deel van de doelgroep welke lichaamshouding van toepassing is. De werksituaties die in het doelgroeponderzoek besproken worden sluiten aan bij veel voorkomende beroepen. Toch is de ene werksituatie specifiekker dan de ander. Er wordt aangenomen dat bij iedere werksituatie dezelfde houding langere tijd gehandhaafd moet worden.

Uitgebreide beschrijvingen van de bestaande producten die in onderstaande teksten genoemd staan zijn terug te vinden in het marktonderzoek op bladzijde 18.

Staande werksituatie

Automonteur

De werkhouding van een automonteur is zeer Afwisselend. Echter, als er werk verricht moet worden aan de bovenzijde van het motorblok moet de monteur een voorovergebogen werkhouding aannemen terwijl hij naast of voor de auto staat (zie afb. 2.1.2). Kenmerkend aan deze houding is dat de knieën noodgedwongen geëxtendeerd zijn en dat de monteur met een hand moet steunen om de houding te handhaven.



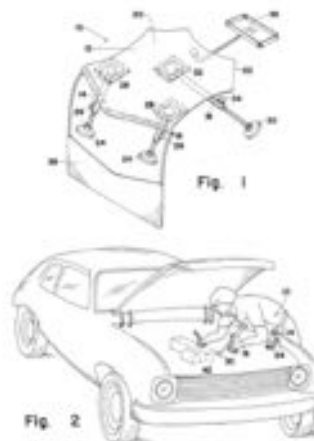
Afbeelding 2.1.2 automonteur

Bestaande producten

In afbeelding 2.1.3 is een zijaanzicht van wat lijkt op een buik/heupsteun voor automonteurs. De monteur staat op een verhoging en hangt met een voorovergebogen bovenlichaam boven het motorblok van de auto. Afbeelding 2.1.4 komt uit een octrooi van wat lijkt op een borststeun voor monteurs. In dit geval leunt de monteur met zijn benen tegen de auto aan en rust de borst op een plaat die met drie poten op verschillende plaatsen van het motorblok steunt.



Afbeelding 2.1.3 bestaande lichaamssteun voor automonteurs



Afbeelding 2.1.4 octrooi van een bestaande lichaamssteun voor monteurs

Zittende werksituatie

Laboratoriumwerk

Laboratoriumwerk omvat vele beroepen zoals bloedanalist in het ziekenhuis, maar ook microbioloog in een onderzoekslab. De overeenkomst tussen al deze beroepen is dat de werksituatie hetzelfde is. Het werk wordt uitgevoerd vanachter een bureau terwijl men op een stoel of kruk zit. Het werken met een microscoop zorgt ervoor dat men langere tijd voorovergebogen moet werken (zie afbeelding 2.1.5).



Afbeelding 2.1.5 laboratoriumwerk met een microscoop

Tandarts

Het werk van een tandarts wordt de hele dag in dezelfde houding uitgevoerd; zittend op een kruk met een voorovergebogen rug om goed in de mond van de patiënt te kunnen kijken. Afhankelijk van de verschillende behandelingen werkt een tandarts de hele dag, weliswaar afwisselend, vrij intensief met de armen waarbij de rug en nek voorovergebogen zijn (afbeelding 2.1.6). Interessant is dat veel tandartsen de Dynamic stoel/kruk van BQE (zie afbeelding 2.2.4) gebruiken. Dit is een ergonomische stoel die speciaal voor tandartsen is ontworpen.



Afbeelding 2.1.6 werkhouding van een tandarts

Kantoormedewerker

Het begrip kantoormedewerker omvat alle beroepen waarbij iemand de meeste werkzaamheden achter een bureau uitvoert. Dit zijn meestal werkzaamheden waarbij een computer of telefoon veelvuldig gebruikt wordt (zie afbeelding 2.1.7). Kantoormedewerkers zitten vaak langere tijd, soms wel de hele dag, in de zelfde houding en bewegen vrij weinig waardoor het aannemen van een verkeerde houding soms onvermijdelijk is.



Afbeelding 2.1.7 kantoormedewerker

Fysiotherapeut

Een fysiotherapeut is tijdens zijn werk dynamisch bezig en verricht activiteiten in veel verschillende houdingen waaronder zitten op een kruk met voorovergebogen bovenlichaam (zie afbeelding 2.1.8). Bij sommige behandelingen moeten de fysiotherapeut langdurig voorover gebogen werken.



Afbeelding 2.1.8 fysiotherapeut

Tatoeëerder

Een tatoeëerder werkt de hele dag met een voorovergebogen rug en voert heel precies werk uit waardoor de nek meestal geflecteerd wordt om goed zicht op de tatoeage te houden (afbeelding 2.1.9). Het zetten van een tatoeage kan soms wel zes uur in beslag nemen. Net als laboratoriummedewerkers zitten deze kunstenaars langere tijd in dezelfde voorovergebogen houding waardoor de kans op lichamelijke klachten groot is.



Afbeelding 2.1.9 Tatoeëerder

Bestaande producten

In afbeelding 2.1.10 is een laboratoriummedewerker te zien die haar werk uitvoert terwijl ze op de Capisco stoel met rug- of borststeun van het merk Hag (afb. 2.2.3) zit. De Salli chest support (zie afbeelding 2.1.11) lijkt ideaal voor een zittende werksituatie en zou kunnen volstaan voor iemand die laboratoriumwerk doet. Maar ook de Real 2000 (zie afbeelding 2.1.12) is ontworpen voor het uitvoeren van degelijk werk. De Support chair van RH chairs (zie afbeelding 2.2.2) zou voor deze werksituatie ook oplossing kunnen bieden.

Al deze borststeunen zouden in theorie voor alle andere zittende werksituaties gebruikt kunnen worden. Afhankelijk van de werkomgeving en de persoonlijke voorkeur zou de ene borststeun beter geschikt kunnen worden bevonden dan de ander.



Afbeelding 2.1.10 Hag Capisco stoel



Afbeelding 2.1.11 Salli chest support



Afbeelding 2.1.12 Real 2000 kruk met borststeun

Gehurkte werksituatie

Vloerenlegger (tegels, vloerbedekking, laminaat)

Mensen die voor hun beroep vloerenleggen werken vooral in gehurkte houding op de grond. Tijdens het werken is de rug voorovergebogen en zijn bovenbenen en knieën geflecteerd (zie afbeelding 2.1.13). De volledige lichaamshouding van een vloerenlegger is erg dynamisch. Door deze dynamische houding en het actieve werk neemt iemand in deze werksituatie onbewust snel de verkeerde houding aan. Afhankelijk van wat voor een soort vloer er gelegd wordt worden de armen ook belast. Deze belasting is bijvoorbeeld veel hoger bij marmeren vloertegels dan bij kliklaminaat.



Afbeelding 2.1.13 Vloerenlegger

Bestaande producten

Een product dat het lichaam ondersteunt tijdens het werken in een gehurkte werksituatie is de Racatac Chest Support. Dit product zorgt voor stabiliteit door het lichaam te ondersteunen op drie verschillende punten maar is ook voorzien van wieltjes voor mobiliteit tijdens het werk. Een uitgebreide omschrijving en een afbeelding van dit product zijn terug te vinden in hoofdstuk 2.2 Marktonderzoek.

Conclusie

Na het uitvoeren van het doelgroeponderzoek wordt geconcludeerd dat het onmogelijk is één borststeun te ontwerpen voor alle drie de werksituaties omdat de staande, zittende en gehurkte houding in essentie te veel van elkaar verschillen.

In overleg met de opdrachtgever wordt naar aanleiding van het doelgroeponderzoek (en ook het octrooionderzoek) bepaald dat de borststeun alleen voor de zittende werksituatie ontworpen zal worden. Deze situatie is de meest voorkomende werksituatie wat maakt dat het product markttechnisch gezien meer kans van slagen heeft. Ook is het universele segment van de opdracht beter toe te passen op bureaustoelen of krukken dan andere werkondersteunende producten als karretjes of plateaus.

Doelgroep eisen

Uit het doelgroeponderzoek vloeien twee eisen voort:

Doelgroep eis 1:

De borststeun moet ontworpen worden voor beroepen waarbij in een zittende werksituatie gewerkt wordt.

Doelgroep eis 2:

De borststeun moet gemonteerd kunnen worden op bureaustoelen en krukken met een gasveer.

2.2 Marktonderzoek

Het marktonderzoek is onderdeel van de analysefase. Het zal een duidelijk beeld geven van de relevante producten die momenteel op de markt verkrijgbaar zijn. Het is belangrijk om te weten welke producten reeds bestaan om te zorgen dat de borststeun zich onderscheidt van de concurrentie. De borststeun mag niet alleen om octrooi redenen niet op bestaande steunen lijken, maar ook is het belangrijk om aan te kunnen tonen waarom deze geschikter voor de gebruiker is dan de concurrentie. Als er geen duidelijke reden is om voor de borststeun van Aanpassingen.nl te kiezen in plaats van een bestaande steun, is de kans van slagen aanzienlijk kleiner.

Voor het marktonderzoek is geanalyseerd welke producten er op dit moment op de markt verkrijgbaar zijn. Voor zover mogelijk is gekeken naar de eigenschappen van de verschillende producten. De verschillende borststeunen die hieruit naar voren komen zijn wederom in de drie verschillende werksituaties onderverdeelt.

Staande werksituatie

Voor een staande werksituatie zijn nauwelijks borststeunen te verkrijgen. De borststeun in afbeelding 2.1.3 is ontworpen voor automonteurs. De gebruiker staat op een verhoging en naast de borst worden ook de buik, heup en bovenbenen ondersteund bij dit product. Het gebruik van deze borststeun zorgt voor een goede positionering boven het motorblok van de auto. De foto van dit product is het enige dat hierover gevonden is. Productspecificaties zoals; merk, maten of prijs zijn niet bekend.

Zittende werksituatie

Voor de zittende werksituaties zijn een aantal verschillende producten te verkrijgen die voorzien zijn van een borststeun. Een zittende werksituatie is een meer gebruikelijke werksituatie waardoor hier meer producten voor verkrijgbaar zijn dan voor de staande of gehurkte houding.

Borststeun REAL

- Product: REAL 2000, types 2621, 2624 en 2625
- Fabrikant: Mercado Medic (Zweden)
- Sector: Werkplek, ergonomische producten

Fabrikant Mercado Medic levert tal van ergonomisch ontworpen stoelen en krukken. Een aantal van hun modellen zijn ook met borststeun te verkrijgen. De krukken in afbeelding 2.2.1

zijn onder andere voorzien van hoek- en hoogteverstelling en wieltjes.



Afbeelding 2.2.1: REAL type 2621, 2624, 2625

Borststeun RH

- Product: RH Support 4545
- Fabrikant: RH Chairs (Zweden)
- Sector: Ergonomische bureau- en werkstoelen

De Support serie van RH zijn stoelen die speciaal ontworpen zijn voor mensen die een dynamische werkhouding hebben. Het 4545 model (afb. 2.2.2) is voorzien van een borststeun. Verder is dit type vrij compact met standaard gasveer en voetkruis.



Afbeelding 2.2.2: RH Support 4545 in twee verschillende uitvoeringen.

Borststeun Salli

- Product: Salli Chest Support
- Fabrikant: Salli (Finland)
- Sector: Ergonomische bureau- en werkstoelen

Het Finse bedrijf Salli heeft naast een uitgebreid assortiment zadelkrukken één borststeun, de Chest Support (afb. 2.2.11). De borststeun wordt compleet met zadelkruk geleverd en is in hoogte en hoek verstelbaar.



Afbeelding 2.2.3 Hag Capisco 8126

Borststeun Hag

- Product: Hag Capisco 8126
- Fabrikant: Hag (Noorwegen)
- Sector: Ergonomische bureau- en werkstoelen

De Capisco 8126 (afb. 2.2.3) stoel van Hag is een werkstoel waarvan de rugleuning ook als borststeun gebruikt kan worden. De zitting is zo gevormd dat je er in vier verschillende richtingen op kan zitten. De rugleuning kan voor de slanke vorm ook als borststeun dienen. Daarnaast is de stoel voorzien van een standaard hoogte- en hoekverstelling.



Afbeelding 2.2.4 BQE Dynamic

BQE Dynamic

Tijdens uitvoeren van het marktonderzoek kwam ook de Dynamic kruk van het Nederlandse bedrijf BQE naar voren (afbeelding 2.2.4). Dit is een ergonomische kruk speciaal ontworpen voor tandartsen.

Gehurkte werksituatie

Een gehurkte werksituatie komt slechts bij een klein aantal beroepen voor waardoor hier maar nauwelijks producten voor op de markt zijn. De enige borststeun voor de gehurkte werksituatie die gevonden is is de Racatac Chest Support (afbeelding 2.2.5).

Borststeun Racatac

- Product: Racatac Chest Support
- Fabrikant: Racatac Products inc. (VS)
- Sector: Bouw, vloerwerk.



Afbeelding 2.2.5 Racatac Chest Support

De Chest Support van het in de Verenigde Staten gevestigde bedrijf Racatac lijkt mensen die werken in een gehurkte situatie de ideale ondersteuning te geven. Het product ondersteunt het lichaam op drie vast punten maar zorgt daarnaast doormiddel van wieltjes ook voor de nodige mobiliteit tijdens het werken

Conclusie marktonderzoek

Alle borststeunen die verkrijgbaar zijn worden standaard met specifieke stoel of kruk geleverd. Een universele borststeun, die op verschillende producten gemonteerd kan worden, is nog niet verkrijgbaar. Bij het ontwerpen van een universele borststeun voor de opdrachtgever hoeft geen directe rekening worden gehouden met de bestaande producten. Het verschil in ontwerp tussen deze producten is te groot.

2.3 Octrooionderzoek

Het marktonderzoek biedt een goede kijk op welke producten er op dit moment op de markt verkrijgbaar zijn, maar een octrooionderzoek laat zien welke concepten er de afgelopen decennia serieus uitgewerkt en geregistreerd zijn. Een octrooi (of patent) geeft de eigenaar hiervan het exclusieve recht tot het produceren of verkopen van een specifieke technische vinding.

Een octrooionderzoek is allereerst nuttig om te zorgen dat er niet iets ontworpen wordt dat al bestaat. Mocht dat wel gebeuren dan heeft het product minder kans van slagen en kan dit op gerechtelijk gebied problemen opleveren. Daarnaast werkt het vaak inspirerend voor een ontwerper om te zien wat voor verschillende oplossingen al bedacht zijn.

Database

Via de website van het Nederlandse octrooiencentrum (nl.espacenet.com) kan in de digitale octrooi database gezocht worden naar octrooien van over de hele wereld. In de database kan worden gezocht op woorden die in de titel van een octrooi voorkomen maar ook op classificatiecode. Ieder octrooi is voorzien van een aantal relevante classificaties. De database is opgedeeld in de honderden globale hoofdclassificaties die weer onderverdeelt zijn in gedetailleerde subclassificaties. Hierdoor kunnen zelfs de meest specifieke producten in een categorie worden in gedeeld en zo ook weer gemakkelijk terug gevonden worden.

Bij het zoeken naar relevante borststeun octrooien komen classificaties A47 (meubels) en vervolgens A47C (stoelen) als meest belangrijke naar voren. Classificaties A61B (chirurgisch materiaal) en A61G (vervoersmiddelen voor patiënten) bleken ook resultaat op te leveren. De verschillende relevante octrooien hebben allemaal meerdere specifieke classificaties aan zich verbonden. Deze zijn terug te vinden in tabel 2.3.

Classificatiecode	Omschrijving
A47C1	Chairs adapted for special purposes
A47C7	Parts, details or accessories of chairs or stools
A47C9	Stools for specified purposes
A47C16	Rests or supports for feet, legs, arms, back, or head
A61B19/00J	Supports for surgeons, e.g. chairs, hand supports
A61G15	Operating chairs for dental and massage

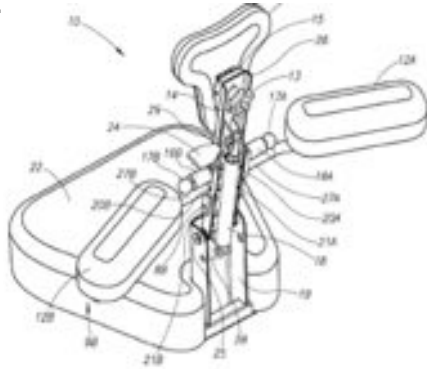
Tabel 2.3 Classificatiecodes met bijbehorende omschrijving

Relevante octrooien

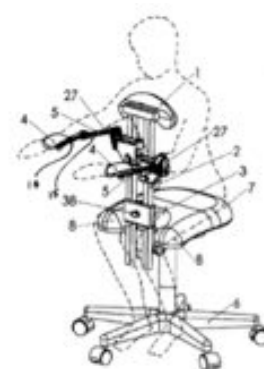
Het overgrote deel van de octrooien dat tijdens het octrooionderzoek in de online database gevonden is heeft geen relevantie tot dit project. Uiteindelijk zijn er 21 octrooien bestudeerd waarvan er zes interessant genoeg zijn om input te vormen voor de ontwerpfase. Deze zes worden in dit hoofdstuk kort beschreven, voor de volledige octrooien verwezen naar bijlage I.

Octrooi Koehler

Het in de Verenigde Staten geregistreerde octrooi van Randal Koehler is onderverdeeld in de classificaties A47C 31/00 (accessoires voor o.a. stoelen) en A47C 7/54 (ondersteuning voor armen). Het octrooi bevat het ontwerp van een zitting met verstelbare borst- en armsteunen (zie afb. 2.3.1). De borststeun heeft uitgebreide instellingsmogelijkheden om volledig aangepast te worden aan het lichaam van de gebruiker.



Afbeelding 2.3.1 Octrooi Koehler



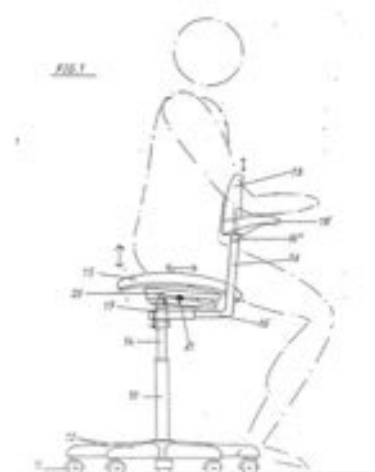
Afbeelding 2.3.2 Octrooi Kokam

Octrooi Kokam

Het octrooi van Kokam is geregistreerd in Canada en beschrijft een borst- en armondersteunend apparaat dat op verschillende manieren versteld en toegepast kan worden (afbeelding 2.3.2). Het octrooi valt onder classificaties A47C 7/54 (ondersteuning voor armen) en A47C 7/00 (onderdelen en accessoires voor stoelen en krukken).

Octrooi Bordewieck

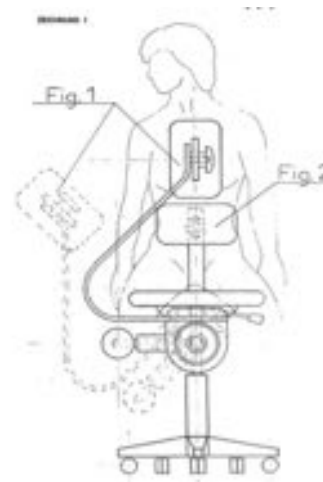
Het in Duitsland geregistreerde octrooi van Bordewieck is onderverdeeld in classificatie A61G 15/00 (operatie- en tandartsstoelen) en bevat het ontwerp van een werkstoel met een rugleuning die ook als borststeun gebruikt kan worden (afbeelding 2.3.3). Het systeem is ook voorzien van armsteuntjes die gebruikt kunnen worden als de borststeun gebruikt wordt.



Afbeelding 2.3.3 Octrooi Bordewieck

Octrooi Kavnik

Het octrooi van Kanik is in Duitsland geregistreerd en illustreert het ontwerp van een werkstoel met rugleuning en een wegklapbare borststeun (afbeelding 2.3.4). Het octrooi valt onder classificaties A61G 15/12 (speciale steunen voor operatie- en tandartsstoelen). Deze stoel klemt het lichaam van de gebruiker in tussen de rugleuning en de borststeun om voor stabiliteit te zorgen.



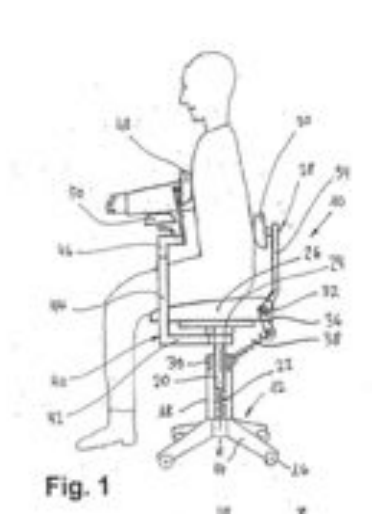
Afbeelding 2.3.4 Octrooi Kavnik

Octrooi Ulrich

Het in de Verenigde Staten geregistreerde octrooi van Ulrich is onderverdeeld in classificatie A47C 7/00 (onderdelen en accessoires voor stoelen en krukken). Het octrooi bevat een ontwerp van een werkstoel met een speciaal verstelbare rugleuning en een wegdraaisysteem met daarop borst- en armsteunen (afbeelding 2.3.5).

Octrooi Serber

Het octrooi van Serber is in de Verenigde Staten geregistreerd en illustreert een bureaustoel waarvan de rugleuning ook als borststeun gebruikt kan worden. Het octrooi valt onder classificaties A47C 7/00 (onderdelen en accessoires voor stoelen en krukken) en A47C 7/50 (voet- en beensteunen voor stoelen en krukken). De leuning/steun is zo gevormd dat de armen er ook op kunnen leunen (afbeelding 2.3.6). Het ontwerp in dit octrooi vertoont veel gelijkenissen met de Capisco stoel van Hag (afbeelding 2.1.10 en 2.1.19) maar of dit octrooi hier daadwerkelijk bij hoort is niet bekend.



Afbeelding 2.3.5 Octrooi Ulrich



Afbeelding 2.3.6 Octrooi Serber

Conclusie

Uit het octrooionderzoek valt te concluderen dat er geen universele borststeunen geregistreerd zijn. Er bestaan wel veel verschillende borststeunsystemen, waarvan sommige voorzien van een wegklapsysteem. Het is mogelijk dat bepaalde van deze systemen op meerdere stoelen of krukken te monteren zijn.

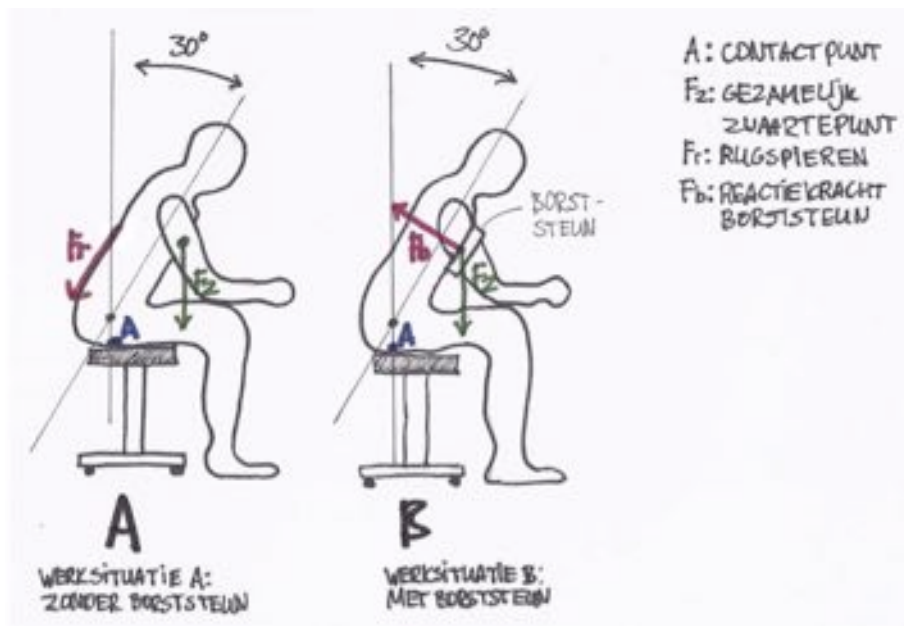
2.4 Bewegingsanalyse

Om de borststeun in ergonomisch opzicht zo optimaal mogelijk te ontwerpen is het belangrijk om een bewegingsanalyse uit te voeren. Allereerst moet in kaart worden gebracht waarom werken met een borststeun de last op de rug verkleint. Daarnaast zijn de positionering van het steunkussen op de het lichaam van de gebruiker en fysiologie van het lichaam op de plaats waar contact is met het kussen belangrijke punten om te analyseren.

Krachtanalyse

Doormiddel van het uittekenen van het krachterspel tijdens de zittende werksituatie kan uitworden gelegd waarom werken met een borststeun de last op de rug ontnemt.

In afbeelding 2.4.1 zijn twee zittende werksituaties weergegeven waarbij in situatie A zonder borststeun en in situatie B met borststeun gewerkt wordt. Door de voorovergebogen werkhouding (hoek van 30 graden ten opzichte van rechtop zitten) komt het gezamenlijke zwaartepunt van romp, hoofd en armen verder van het contactpunt met de zitting (punt A) af te liggen. Het gezamenlijke zwaartepunt (F_z) wordt in situatie A opgevangen door de rugstreckende spieren (F_r) die in het lumbale deel van de rug liggen. Klachten aan deze spieren (onderrug) krijgen mensen door gedwongen met een voorovergebogen bovenlichaam te werken. In situatie B steunt het lichaam af op de borststeun waardoor een gesloten keten ontstaat. De borststeun vangt het gezamenlijke zwaartepunt (F_z) op waardoor reactiekracht F_b ontstaat en de last op de rugstreckende spieren afneemt.



Afbeelding 2.4.1 Krachterspel tijdens voorovergebogen werkhouding

Bewegingsvrijheid

Bij het ontwerpen van de borststeun staat voorop dat de gebruiker geen hinder mag ondervinden tijdens het gebruik ervan. Dit wil zeggen dat de gebruiker niet dusdanig in zijn of haar bewegingsvrijheid beperkt mag worden. Daarbij moet wel gesteld worden dat de gebruiker in het begin niet volledig zal kunnen presteren omdat hij of zij waarschijnlijk niet gewend is om met een borststeun te werken en hier eerst aan moet wennen.

Om te zorgen dat de gebruiker geen hinder ondervindt moet de borststeun in zijn geheel zo compact mogelijk ontworpen worden. Hierbij wordt uitgegaan van een normale zithouding. Het is niet wenselijk dat de gebruiker in een andere houding moet gaan zitten als de borststeun gebruikt wordt. Bijvoorbeeld omdat de knieën verder uit elkaar moeten staan of dat de armen niet in alle richting volledig gestrekt kunnen worden. Het steunkussen zal hier een belangrijk onderdeel bij spelen.

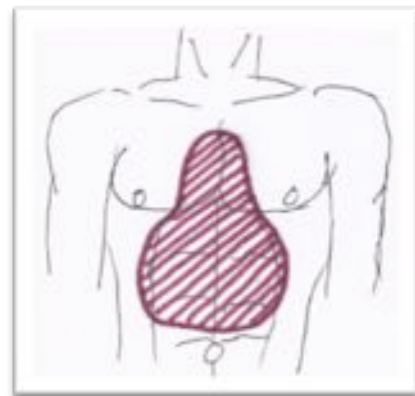
Het steunkussen zal het contactpunt met de gebruiker vormen. Dit onderdeel van de borststeun moet enerzijds een dusdanig groot steunoppervlak hebben dat de borst van de gebruiker goed ondersteund wordt maar mag anderzijds niet zo groot zijn dat de armen niet meer volledig kunnen adduceren. Als het steunoppervlak te klein is zal de drukverdeling op de borst niet groot genoeg zijn en wordt de druk per vierkante centimeter te hoog. Het minimale steunoppervlak is daarom vast gesteld op 300 cm². Als het steunkussen te groot is wordt de bewegingsvrijheid van de gebruiker belemmerd. Het articulatio humeri en de clavicula moeten daarom helemaal vrij blijven. Een ideaal steunoppervlak ligt op en rondom het sternum waarbij ook delen van de costae en de musculus rectus abdominis betrokken worden.

Steunvorm onderzoek

Om te onderzoeken wat de optimale steunvorm en positie is zal een uitgebreide analyse uitgevoerd moeten worden van de druk op de borst tijdens het werken in voorovergebogen houding. Echter, omdat bij dit project de nadruk op de ontwerpfase ligt is besloten dit niet te doen. Om toch inzicht te krijgen in wat voor druk er optreedt in deze situatie is gezocht naar literatuur of artikelen die relevante informatie bevat. Het zoeken naar artikelen via de websites van Pubmed en Google Scholar heeft helaas niets opgeleverd. Daarom is in overleg met de opdrachtgever besloten om de meest ideale steunvorm te bepalen aan de hand van steunkussens van bestaande borststeunen.

Tijdens de analysefase zijn negen verschillende steunkussens van bestaande borststeunen en octrooien gevonden. Deze zijn allemaal geanalyseerd op vorm, grote en positie van het steunvlak. Het steunkussen van de RH support (afb. 2.2.2) heeft de meest optimale steunvorm. In afbeelding 2.4.3 is de steunvorm van de RH support borststeun afgebeeld. Deze borststeun lijkt het meest optimaal om de volgende redenen:

- Het art. humeri en de clavicula zijn volledig vrij
- Steun op sternum, costae en m. rectus abdominalis.
- Steunoppervlak van 432 cm².
- Kan gebruikt worden door mannen en vrouwen

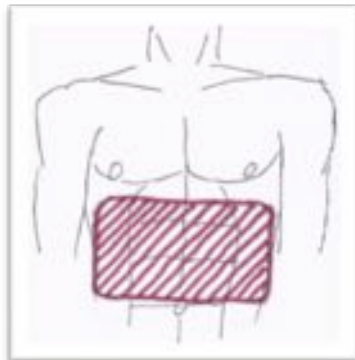


Afbeelding 2.4.3 Steunvlak steunkussen RH Support

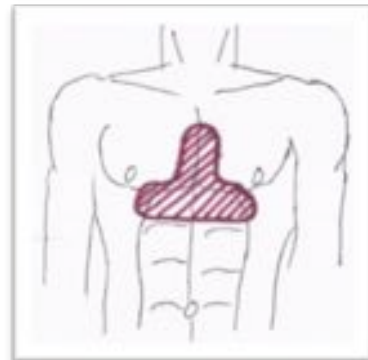
Drie andere steunkussens waarvan de steunvorm niet als optimaal geacht wordt zijn de kussens van Kokam (afbeelding 2.4.4), REAL 2625 (afbeelding 2.4.5) en Ulrich (afbeelding 2.4.6). De borststeun van het octrooi Kokam steunt niet helemaal op de thorax en is te breed waardoor schouders niet volledig vrij zijn. Bij het steunkussen van de 2625 borststeun van REAL zijn de schouders wel helemaal vrij maar ligt het steunvlak veel te laag op het bovenlichaam. Het steunvlak van de borststeun van octrooi Ulrich is wel goed gepositioneerd maar is veel te klein.



Afbeelding 2.4.4 steunvlak borststeun octrooi Kokam



Afbeelding 2.4.5 steunvlak borststeun REAL 2625



Afbeelding 2.4.6 steunvlak borststeun octrooi Ulrich

Een volledig overzicht van de positionering van alle verschillende steunkussens van octrooien en borststeunen is terug te vinden in bijlage II.

2.5 Eisen en wensen

Het totale pakket van eisen en wensen bestaat uit de opdrachteisen die door de opdrachtgever opgesteld zijn (zie blz. 11) en eisen die voortkomen uit de analysefase (hfd. 2), de onderzoekseisen. Deze eisen en wensen vormen de input voor de ontwerpfase.

Opdrachteisen en wensen

Aan de hand van de eisen die voorkomen uit het doelgroeponderzoek wordt opdrachteis 1: Universeel toepasbaar, enigszins aangepast. De Borststeun wordt niet meer voor alle werksituaties maar alleen de zittende houding ontworpen. Daardoor zal deze niet meer volledig universeel toepasbaar zijn maar alleen op het merendeel van alle stoelen en krukken gemonteerd kunnen worden. Opdrachteis 1 wordt aangepast en als volgt geformuleerd:

Opdracht eis 1: Universeel toepasbaar

De borststeun moet op 75% procent van alle bestaande bureaustoelen en (werk)krukken gemonteerd kunnen worden.

Onderzoekseisen

Uit het onderdeel bewegingsvrijheid van de analysefase komen twee onderzoekseisen voort die toegevoegd worden aan de lijst van eisen en wensen.

Bewegingsvrijheid

Opdrachteis 4

Het steunkussen moet dusdanig gevormd zijn dat zowel het art. humeri als de clavicula vrij blijven zodat de gebruiker volledige bewegingsvrijheid heeft met de armen.

Opdrachteis 5

Het steunvlak van het steunkussen moet op het sternum en deels op costae en m. rectus abdominalis liggen om voor een optimale drukverdeling te zorgen.

3 Ontwerpfase

Dikke Van Dale:

ont·werp (het; o; meervoud: ontwerpen)

omschreven plan; schets: het ontwerp van de nieuwe kerk

3.1 Ontwerpmethodiek

3.2 Onderdelen

3.3 Concepten

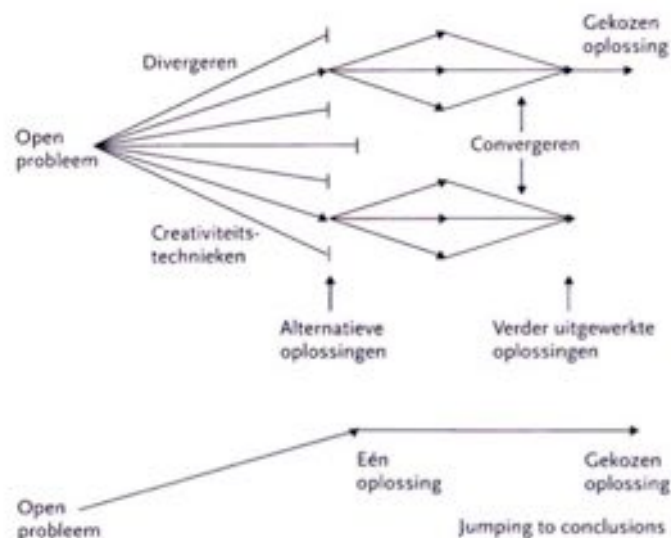
3.4 Eindconcepten

3.1 Ontwerpmethodiek

Bij ieder ontwerpproces wordt een bepaalde methode gehanteerd die als leidraad dient om op een efficiënte manier tot een resultaat te komen. Er bestaan vele verschillende ontwerpmethodes (ontwerpstrategieën) die ieder op verschillende ontwerpprocessen van toepassing zijn.

De ontwerphandleiding van de opleiding Industrieel Product Ontwerpen (IPO) aan de Haagse Hogeschool omschrijft welke fases studenten van die opleiding bij hun projecten moeten doorlopen. Bij projecten van de opleiding IPO draait het om integraal ontwerpen. Dit betekent dat gedurende het gehele project tijdens iedere fase gekeken wordt naar alle aspecten van een industrieel product. Omdat bij projecten voor de opleiding Bewegingstechnologie een duidelijke tweedeling wordt gemaakt tussen de analyse en het ontwerpen en/of vervaardigen zal deze methode voor dit project niet letterlijk overgenomen worden. Wel worden andere elementen die in de IPO Ontwerphandleiding uitgelegd worden gebruikt om de ontwerpfase voor dit project structuur te geven.

In de IPO Ontwerphandleiding worden de fases ideeontwikkeling en conceptualisering omschreven. Deze onderdelen samen vormen voor dit project de ontwerpfase. De verschillende stappen die voor beide fases opgesteld zijn worden in dit project ook gevolgd maar in een andere volgorde en op een manier die voor de opleiding Bewegingstechnologie relevant is. Het proces dat per stap gehanteerd wordt bestaat uit divergeren en convergeren (zie afbeelding 3.2.1). Voor het divergeren zal de top-down methode gebruikt worden en voor het convergeren de bottom-up methode. De combinatie en volgorde van deze methodes zorgt ervoor dat eerst een duidelijk beeld van het product met de verschillende onderdelen geschetst kan worden om vervolgens tot de beste combinatie van de diverse oplossingen voor de verschillende onderdelen te komen.



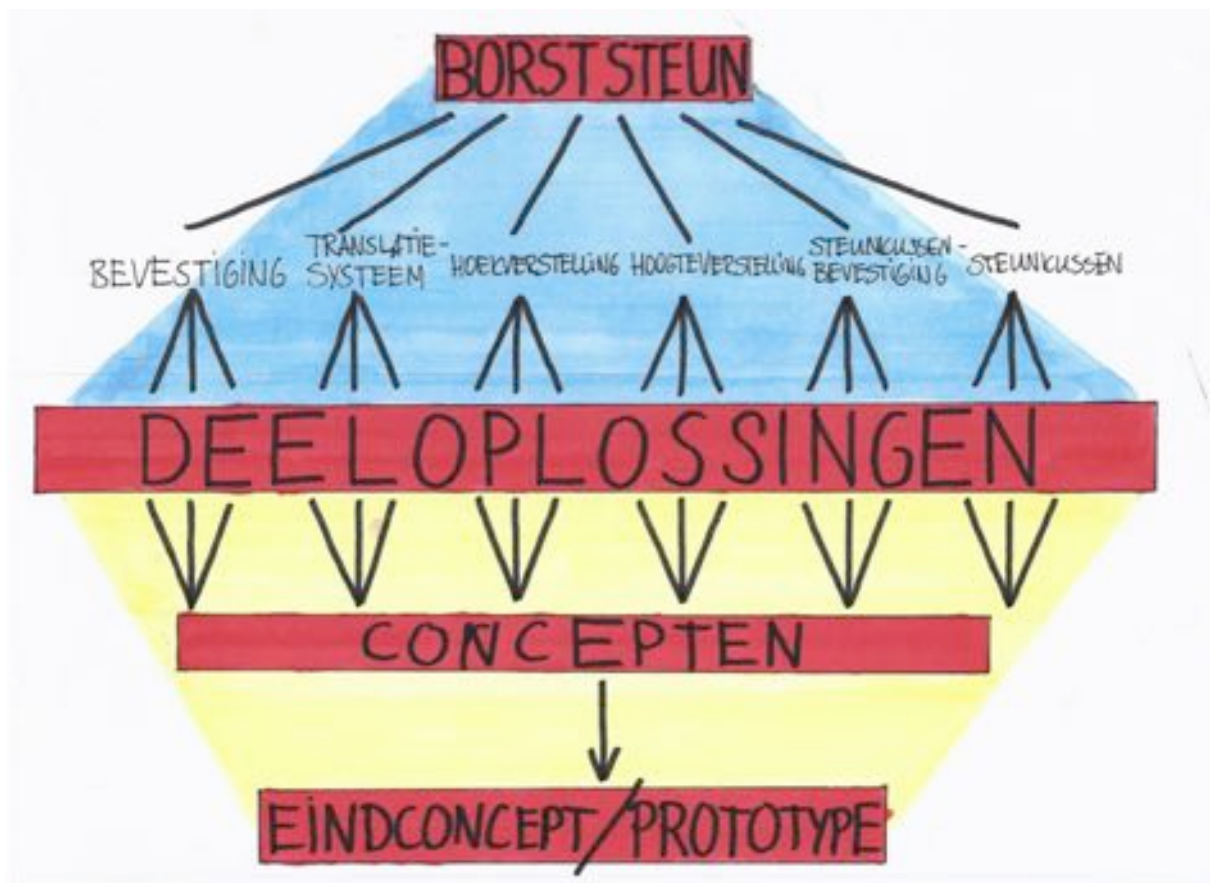
Afbeelding 3.1.1 Denkproces met divergeren en convergeren.
Bron: IPO Ontwerphandleiding

Top-down methode

De top-down methode werkt volgens het principe dat vanuit de basis elementen van het product naar meerdere details wordt toegewerkt. Dat betekent voor dit project dat eerst gekeken wordt uit welke onderdelen de borststeun allemaal zal bestaan. Daarna wordt voor alle verschillende onderdelen nagedacht over mogelijke oplossingen. Aan het eind van de top-down methode zal er een breed scala aan verschillende deeloplossingen liggen. In afbeelding 3.1.2. stelt het blauwe vlak de top-down methode voor.

Bottom-up methode

De bottom-up methode werkt het tegenovergesteld van de top-down methode. De verschillende aparte onderdelen worden nu samen gevoegd tot één ontwerp. Voor dit project betekent dit dat er gekeken wordt naar welke verschillende onderdelen bij elkaar passen en wat de beste combinatie oplevert om uit te werken tot prototype. De deeloplossingen, die voortkomen uit de top-down methode, zijn de input voor de bottom-up methode. De deeloplossingen worden samen gevoegd tot concepten waar vervolgens het beste concept van wordt bepaald. Het beste concept wordt het eindconcept en wordt uitgewerkt tot prototype.



Afbeelding 3.1.2 Schema ontwerpmethode. Blauw: top-down methode, geel: bottom-up methode.

3.2 Onderdelen

De borststeun is opgedeeld in zes onderdelen die tijdens de top-down fase ieder afzonderlijk uitgewerkt worden in verschillende concepten.

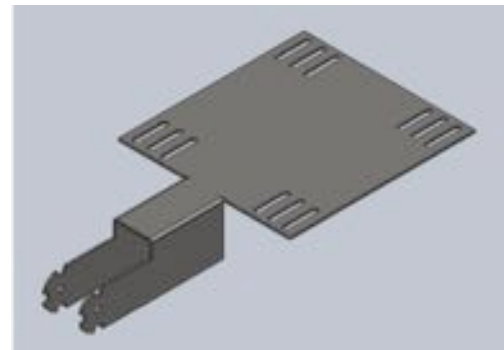
Bevestiging

De bevestiging is het onderdeel dat de borststeun met de stoel of kruk verbindt. Dit deel maakt dat de borststeun voldoet aan ontwerpeis 1 en zal universeel op meerdere bestaande krukken of stoelen te bevestigen zijn. Daarnaast zal dit onderdeel flinke krachten te voorduren krijgen, omdat dit deel het verste van het steunpunt (het contactpunt) afligt waardoor de moment arm het grootst is.

Bevestiging concepten

Zittingdrager

De bevestiging van de borststeun aan de stoel of kruk kan via de zittingdrager. De zittingdrager is het onderdeel dat de zitting aan de gasveer bevestigt. Dit is een plaat met aan de bovenzijde een aantal gaten, waardoor er verschillende soorten zittingen aan bevestigd kunnen worden. Aan de onderkant bevindt zich een buis waar de gasveer invalt en waar het systeem is gemaakt om de hoek en de hoogte van de zitting in te stellen. Een plaat die voorzien is van sleuven op een aantal plaatsen wordt tussen de zittingdrager en de zitting geplaatst als bevestiging voor de borststeun (zie afbeelding 3.3.1). Er zal in dit geval een analyse gedaan moeten worden naar de exacte locatie van gaten in verschillende zittingdragers.



Afbeelding 3.3.1 Bevestiging concept zittingdrager in Solidworks

Gasveer

Een andere manier om de borststeun te bevestigen aan een stoel of kruk is bevestiging aan de gasveer. De gasveer is het onderdeel waarmee de hoogte van de zitting aangepast kan worden maar het zorgt ook voor vering (zie afbeelding 3.3.2). Gasveren zitten tegenwoordig op nagenoeg alle stoelen en krukken die verkrijgbaar zijn. Een gasveer in een stoel of kruk werkt niet anders dan zoals in tal van andere constructies het geval is. Een gasveer bestaat uit twee onderdelen; de cilinder en de uitschuivende zuiger. Na kort onderzoek waarbij van tien bureaustoelen de zuiger van de gasveer is opgemeten blijkt dat deze negen keer een diameter van 28 mm heeft. Het overgrote deel van de gasveerzuigers heeft dan ook dezelfde diameter, waardoor de bevestiging van de borststeun ook aan de gasveer van een stoel of kruk een valide optie is. Een buisklem kan een manier zijn voor een gasveer bevestiging.



Afbeelding 3.3.2 Gasveer in een bureaustoel

Translatiesysteem

Het onderdeel van de borststeun dat voor de translatie van de steun zorgt, het translatiesysteem, is het meeste complexe maar ook het belangrijkste van alle onderdelen. Het translatiesysteem moet ervoor zorgen dat de borststeun voldoet aan ontwerpeis 3 die de gebruiker de keus geeft om de borststeun wel of niet te gebruiken tijdens het werk zonder daar veel moeite voor te hoeven doen. Het translatiesysteem moet de gebruiker ten goede komen door niet te complex te zijn en vooral soepel te werken.

Translatiesysteem concepten

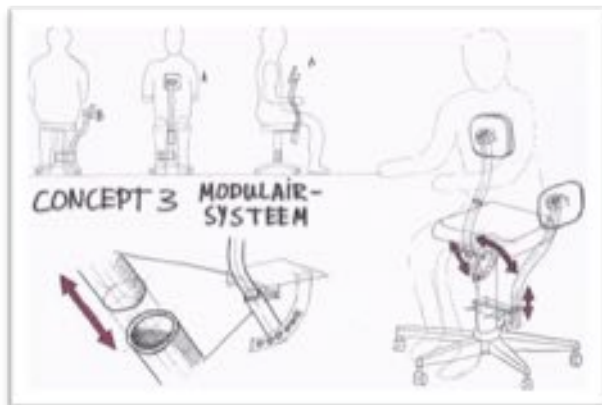
Er zijn voor het translatiesysteem tal van concepten te verzinnen. De mate waarin een concept compact is en vloeiend beweegt bepaalt of het een goede oplossing is. De borststeun moet de gebruiker niet in de weg zitten tijdens het werken en moet gemakkelijk weg te klappen zijn.

Modulair

Bij het translatiesysteemconcept 'modulair' wordt het steun deel van de borststeun ontkoppeld van de rest van het systeem als deze niet gebruikt hoeft te worden. De steun moet zich binnen handbereik bevinden en gemakkelijk terug te koppelen zijn als de gebruiker deze weer nodig heeft. In afbeelding 3.3.4 is de werking en positionering van het translatiesysteemconcept 'modulair' weergegeven.

Telescoopgeleiding

Het concept 'telescoopgeleiding' is te vergelijken met een uitschuifbare standaard of antenne, maar dan is deze radiaal gebogen. In ingeschoven stand bevindt de steun zich onder de zitting van de stoel en in uitgeschoven stand staat de steun in de steunpositie ter hoogte van de borst van de gebruiker. In afbeelding 3.3.5 is de werking en positionering van het translatiesysteemconcept 'telescoopgeleiding' weergegeven.



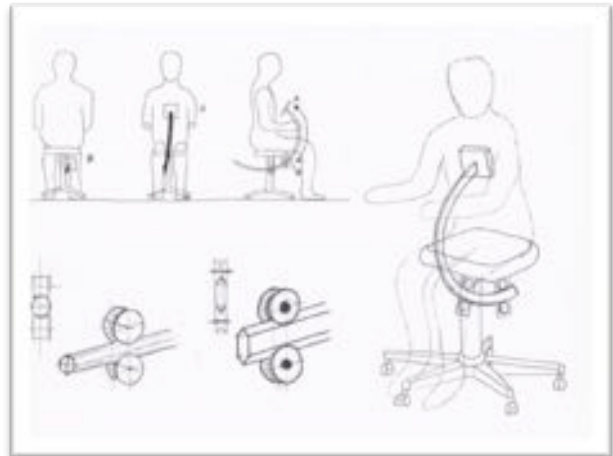
Afbeelding 3.3.4 Translatie concept modulair-systeem. Zie bijlage III.



Afbeelding 3.3.5 Translatie concept telescoopgeleiding. Zie bijlage III.

Rolgeleiding

Bij het concept 'rolgeleiding' rolt een radiaal gebogen rail langs vier vaste rollers van de ingeklapte naar de steunpositie. Deze rollers bevinden zich onder de zitting. Bij ingeklapte positie steekt de rail uit achter de zitting. De vorm van de rail komt overeen met de vorm van de rollers waardoor de rail niet zijwaarts kan roteren. In afbeelding 3.3.6 is de werking en positionering van het translatiesysteemconcept 'rolgeleiding' weergegeven.



Afbeelding 3.3.6 Translatie concept rolgeleiding.
Zie bijlage III.

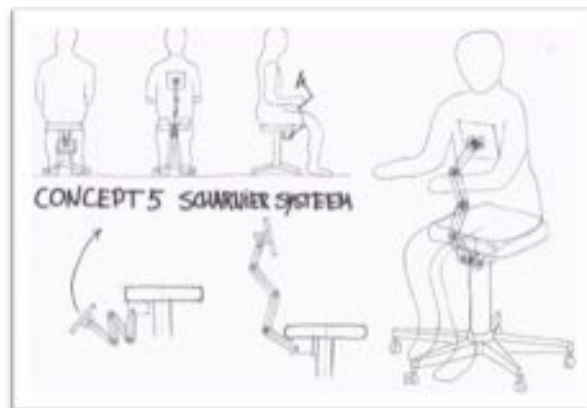
Scharnier

Het concept 'scharnier' lijkt op de werking van een blindscharnier. Dit is een scharnier dat meerdere draaipunten heeft. In afbeelding 3.3.7 is de werking van een blindscharnier van een tafelblad weergegeven. Bij een normaal scharnier roteert het losse deel om één as om het vaste deel heen, maar bij een blindscharnier roteert en transleert het losse deel van het vaste deel af door één vaste en twee bewegende assen. Een dergelijk scharnier bestaat ook uit vier delen in plaats van twee zoals bij een standaard scharnier. Blindscharnieren worden vaak voor deuren en tafelbladen gebruikt en heten zo omdat ze verborgen zitten in het vaste en draaiende paneel.



Afbeelding 3.3.7 Werking van een blindscharnier. Links: dicht, midden: half dicht, rechts: open.

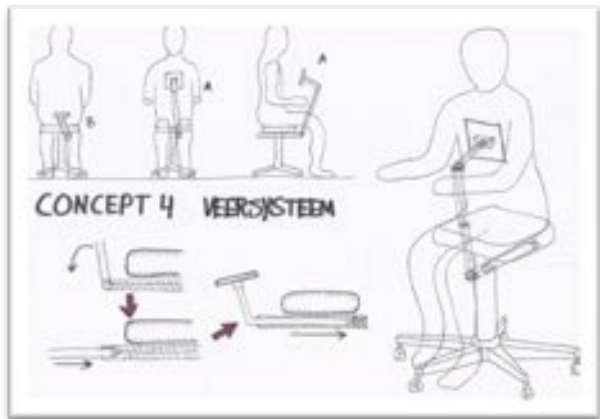
Bij het translatiesysteemconcept 'scharnier' verplaatst de steun van de ingeklapte positie naar de steunpositie door een aantal armdelen die net als bij een blindscharnier langs elkaar draaien en schuiven. In afbeelding 3.3.8 is de globale werking van het translatiesysteemconcept 'scharnier' weergegeven.



Afbeelding 3.3.8 Translatie concept scharnier.
Zie bijlage III.

Veersysteem

Een veersysteem waarbij een veer voor het inschuiven van de borststeun zorgt is ook een optie voor het translatiesysteem. Bij dit systeem kan de buis waar het steunkussen op bevestigd is door dezelfde pasvorm volledig inschuiven in de buis die zich onder de zitting bevindt. De veer zorgt ervoor dat de buis naar achter getrokken wordt. Als de gebruiker de borststeun wil gebruiken trek hij deze aan het steunkussen naar voren tot hij niet meer verder kan en draait hem naar zich toe. In afbeelding 3.3.9 is de globale werking van het translatiesysteemconcept 'veersysteem' weergegeven.



Afbeelding 3.3.9 Translatie concept veersysteem. Zie bijlage III.

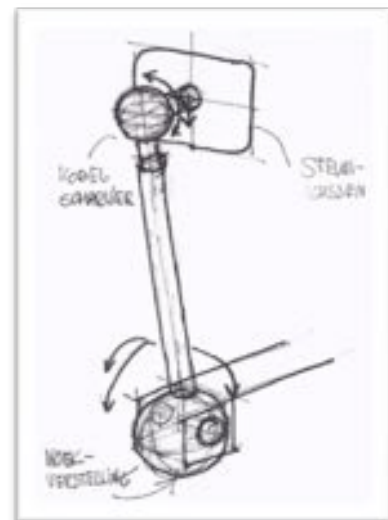
Hoekverstelling

Het onderdeel dat de hoekverstelling mogelijk maakt moet zorgen dat de gebruiker eenvoudig de hoekstand van de borststeun kan aanpassen.

Hoekverstelling concepten

Kogelscharnier

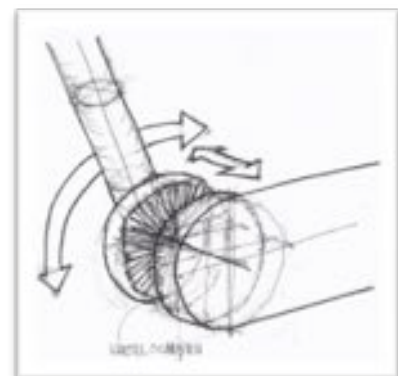
Een kogelscharnier maakt beweging rondom meerdere assen mogelijk. Zo kan de borststeun bij gebruik van een kogelscharnier niet alleen naar voor en achter, maar ook zijwaarts bewegen. Een kogelscharnier kan op twee plaatsen in de constructie gebruikt worden. Als een kogelscharnier onder de zitting of direct achter de steun gebruikt wordt kan deze voor een hoekverstelling zorgen. Direct achter het steunkussen kan een kogelscharnier voor een kleine hoekverstelling zorgen, een soort fine-tuning. Ter hoogte van de zitting kan de hoekverstelling van het gehele systeem gerealiseerd worden. In afbeelding 3.3.10 is het kogelscharnier concept schetsmatig weergegeven.



Afbeelding 3.3.10 Hoekverstelling concept kogelscharnier. Zie bijlage III.

Tandscharnier

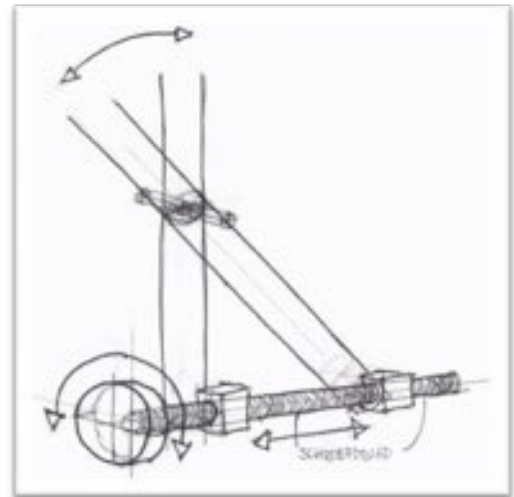
Een tandscharnier bestaat uit twee identieke kartelschijven die precies op elkaar passen. Als deze in elkaar geklemd worden vallen de kartels in elkaar en kunnen de schijven niet meer draaien. Bij een tandscharnier kan de hoekverstelling eenvoudig en vrij precies ingesteld worden. Dit systeem is zeer eenvoudig te fixeren. In afbeelding 3.3.11 is het tandscharnierconcept schetsmatig weergegeven.



Afbeelding 3.3.11 Hoekverstelling concept tandscharnier. Zie bijlage III.

Schroefdraad

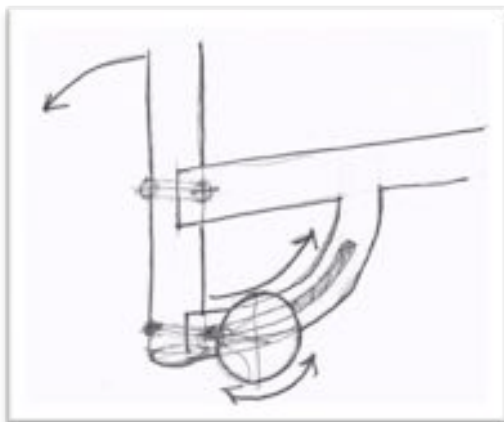
Als voor de hoekverstelling het schroefdraadconcept gebruikt wordt kan de gebruiker met één draaiknop zeer precies de gewenste hoek instellen. In afbeelding 3.3.12 is het schroefdraadconcept schetsmatig weergegeven.



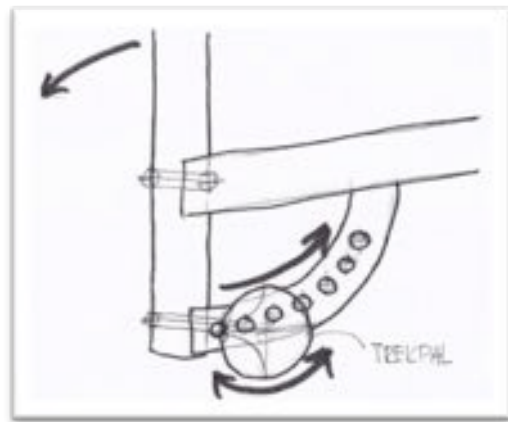
Afbeelding 3.3.12 Hoekverstelling concept schroefdraad. Zie bijlage III.

Klem

De hoekverstelling kan ook gerealiseerd worden in de vorm van een klemconstructie. Dit kan op talloze manieren die uiteindelijk op hetzelfde neerkomen namelijk. Als de gewenste hoek is opgezocht, wordt de constructie samen geklemd waardoor deze niet meer kan bewegen. De grote van de contactvlakken van de onderdelen die tegen elkaar aangedrukt worden bepaalt hoe stevig de klem constructie is. In afbeelding 3.3.13 is het klemconcept weergegeven.



Afbeelding 3.3.13 Hoekverstelling concept klem. Zie bijlage III.



Afbeelding 3.3.14 Hoekverstelling concept trekpal. Zie bijlage III.

Hoogteverstelling

Een deel van ontwerp 2 is de aanpasbaarheid aan de lichaamslengte van de gebruiker. Het onderdeel voor de hoogteverstelling moet ervoor zorgen dat de gebruiker het steunkussen eenvoudig op de gewenste hoogte kan positioneren. Hoogteverstelling kan trapsgewijs (met vaste punten) of traploos gerealiseerd worden.

Hoogteverstelling concepten

Klemring met draaiknop

Een klemring kan traploos op de gewenste hoogte worden vast geklemd door een draaiknop en hoeft bij het niet gebruiken van de borststeun niet verplaatst te worden, zodat de instelde hoogte altijd hetzelfde blijft.

Drukpal

Hoogteverstelling met een drukpalsysteem is trapsgewijs en komt vrij veel voor omdat dit systeem stevig en eenvoudig in gebruik is.

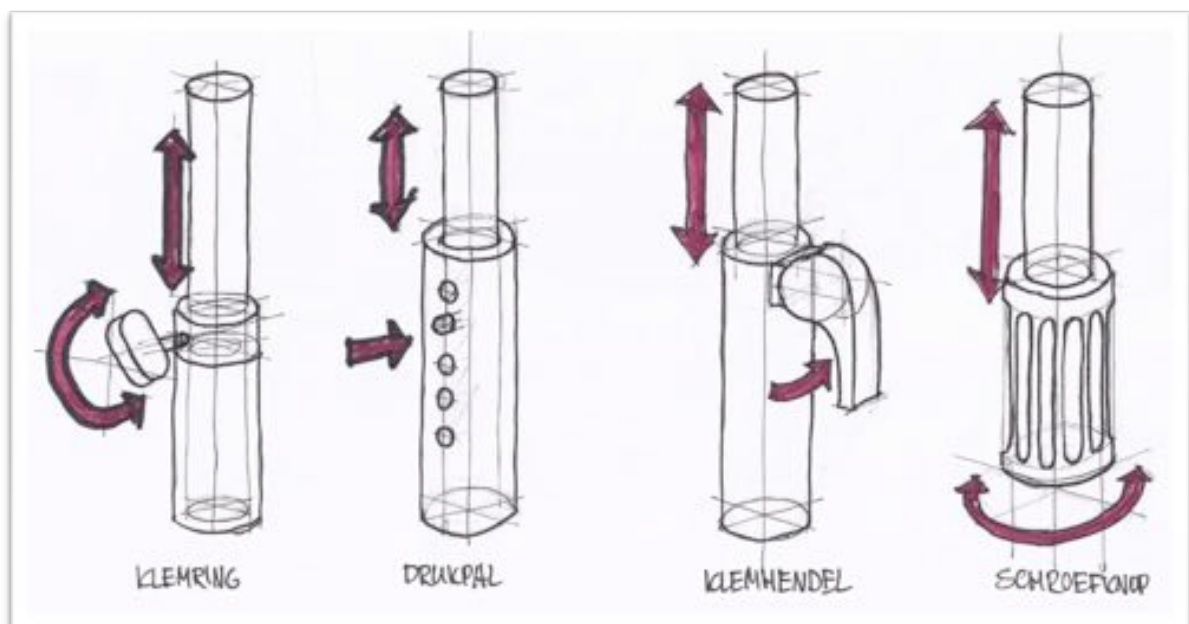
Klemhendel

De hoogteverstelling wordt gerealiseerd door een klemsysteem met een klemhendel en is traploos en kan op verschillende manieren toegepast worden. Een klemsysteem kan, net als de klem met draaiknop, worden gebruikt als ring, maar ook als klem die om het gehele systeem kan worden ingeklemd.

Schroefknop

Een schroefknop voor hoogteverstelling is traploos en komt vaak voor in plastic bezemstelen en microfoon standaards. Het systeem kan alleen worden toe gepast op een rond buis en is voorzien van een geheugen.

In afbeelding 3.3.15 zijn de vier verschillende hoogteverstelling concepten schetsmatig uitgetekend.



Afbeelding 3.3.15 Hoogteverstelling concepten. Zie bijlage III.

Steunkussenbevestiging

Het punt waar het steunkussen aan de constructie bevestigd wordt is het steunkussenbevestigingsonderdeel en moet voor het laatste deel van eis 3 zorgen. Dit onderdeel moet de gebruiker bewegingsvrijheid geven.

Steunkussen bevestiging concepten

Vaste hoek

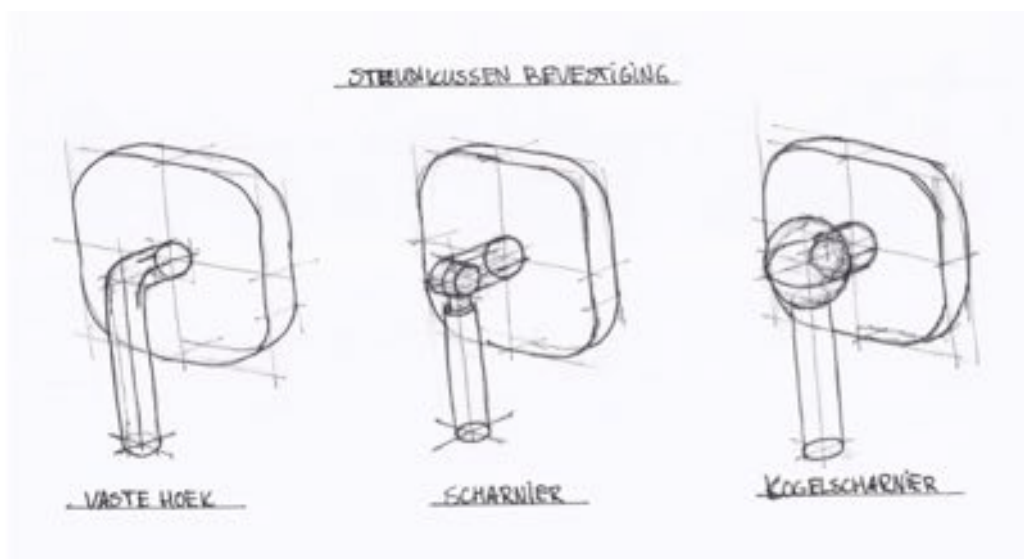
Als voor het steunkussen een vaste hoek wordt gebruikt kan deze niet meedraaien met de bewegingen van de gebruiker. Wel is dit een stevige oplossing.

Scharnier

Een scharnier maakt mogelijk dat het steunkussen in één richting mee kan bewegen met de gebruiker. Afhankelijk van het soort scharnier is dit in horizontale of verticale richting mogelijk.

Kogelscharnier

Door het gebruik van een (haaks)kogelscharnier om het steunkussen op het systeem te monteren kan het steunkussen in diverse richting meebewegen met de houding van de gebruiker.



Afbeelding 3.3.16 Steunkussen bevestiging concepten: vaste hoek, scharnier en kogelscharnier. Zie bijlage III.

Steunkussen

Het losse Support steunkussen van RH (afb. 3.3.17) lijkt de beste optie voor een steunkussen, zo blijkt uit het steunvorm onderzoek (blz. 26). Voor zelf ontwikkelen van een nieuwe steunkussen is binnen de gestelde tijd van dit project geen ruimte.



Afbeelding 3.3.17 RH support steunkussen

3.3 Concepten

Conceptkeuze

Om tot een totaalconcept voor de borststeun te komen moet van alle onderdelen een concept uitgekozen worden. Deze keuzes zijn samen met de opdrachtgever gemaakt op grond van haalbaarheid en kennis van bestaande mogelijkheden.

Bevestiging

Voor de bevestiging van de borststeun is voor het concept 'gasveer' gekozen. Dit concept is gemakkelijker te ontwerpen dan het concept 'zittingdrager'. Het overgrote deel van de gasveerzuigers hebben dezelfde diameter waardoor er maar één passende oplossing moet worden ontworpen. Voor bevestiging volgens het concept 'zittingdrager' moet er rekening worden gehouden met tal van maten en vormen van zittingdragers van verschillende fabrikanten.

Conceptkeuze: Concept gasveer

Translatiesysteem

Alle vier de concepten voor het translatiesysteem zijn zeer aandachtig bekeken en uitgedacht omdat deze op voorhand allemaal goede ideeën lijken te zijn.

Telescoop- en railgeleiding

Om de haalbaarheid van de telescoop- en railgeleiding concepten te bepalen is het bedrijf Rollon benaderd. Rollon produceert en levert tal van geleidingssystemen, hoofdzakelijk voor de machinebouw (afbeelding 3.4.1). Na uitleg over de werking van de borststeun en het zien van de tekeningen van beide concepten bevestigde een vertegenwoordiger van het bedrijf dat de concepten niet haalbaar zijn. Het concept 'telescoop' concept is niet haalbaar omdat een radiaal gebogen telescopsysteem niet goed werkt en daarom niet bestaat. Rolgeleiding is wel mogelijk maar niet geschikt en te duur voor de te ontwerpen borststeun. Sommige onderdelen die Rollon levert zijn te zwaar en/of te duur voor toepassing op de borststeun.



Afbeelding 3.4.1 Catalogus telescoopgeleiding systemen Rollon

Scharnier systeem

Het concept 'scharnier' lijkt in eerste instantie een goed concept voor het translatiesysteem omdat het voor de gebruiker gemakkelijk te bedienen en compact is. Er zitten alleen te veel, veelal bewegende, onderdelen aan die nog niet in soortgelijke producten toegepast zijn waardoor het uitvinden van een dergelijk systeem te complex zal zijn.

Modulair

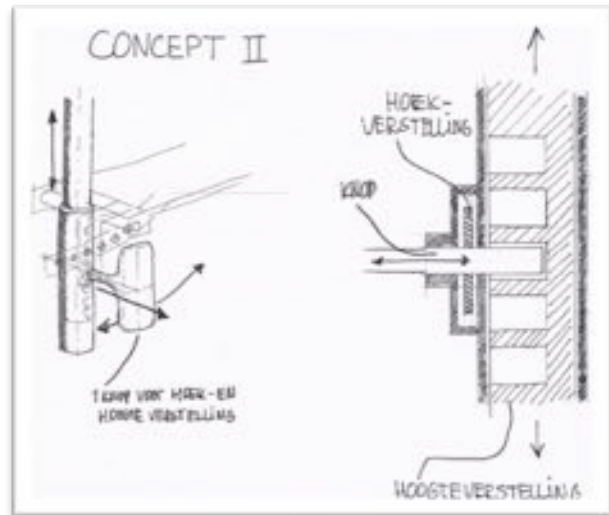
Het concept 'modulair' voor het translatiesysteem is het beste van alle concepten omdat deze voor het minst hinder zorgt tijdens het in gebruik nemen van de borststeun. In tegenstelling tot de andere concepten werkt het concept 'modulair' niet met slecht één (door het systeem) geleide beweging maar moet de gebruiker zelf het steungedeelte loskoppelen en verplaatsen. Omdat de andere concepten constructief niet mogelijk zijn of niet goed zullen werken, weegt het verminderde gebruiksgemak van dit concept op tegen de andere opties.

Conceptkeuze: modulair concept

Hoek- en hoogteverstelling

In veel gevallen van de afzonderlijke hoek- en hoogteverstelling concepten kunnen deze gecombineerd worden tot één concept waar beide verstellingen in verwerkt zitten. Een voorbeeld hiervoor is concept 4 (afbeelding 3.4.3) waarin voor de hoekverstelling het concept schroefdraad en voor de hoogteverstelling het concept schroefknop gebruikt zijn. In sommige gevallen kan één concept ook gebruikt worden voor beide

verstellingen. Voor concept 2 (afbeelding 3.4.2) zijn voor zowel de hoek- als de hoogteverstelling concept trekpal gebruikt en samengevoegd tot één combinatieconcept. Uit de afzonderlijke hoek- en hoogteverstelling concepten zijn zes combinatieconcepten gevormd die op grond van zeven criteria, waaronder uitstraling en gebruikersgemak, beoordeeld zijn. Per criterium is een beoordeling van + of - toegekend. In tabel 3.1 is per criterium de beoordeling en omschrijving en van ieder concept het eindoordeel weergegeven. In bijlage IV zijn tekeningen van alle zes de combinatieconcepten terug te vinden.



Afbeelding 3.4.2 Hoek- en hoogteverstelling concept 2: trekpal combinatie. Zie bijlage IV

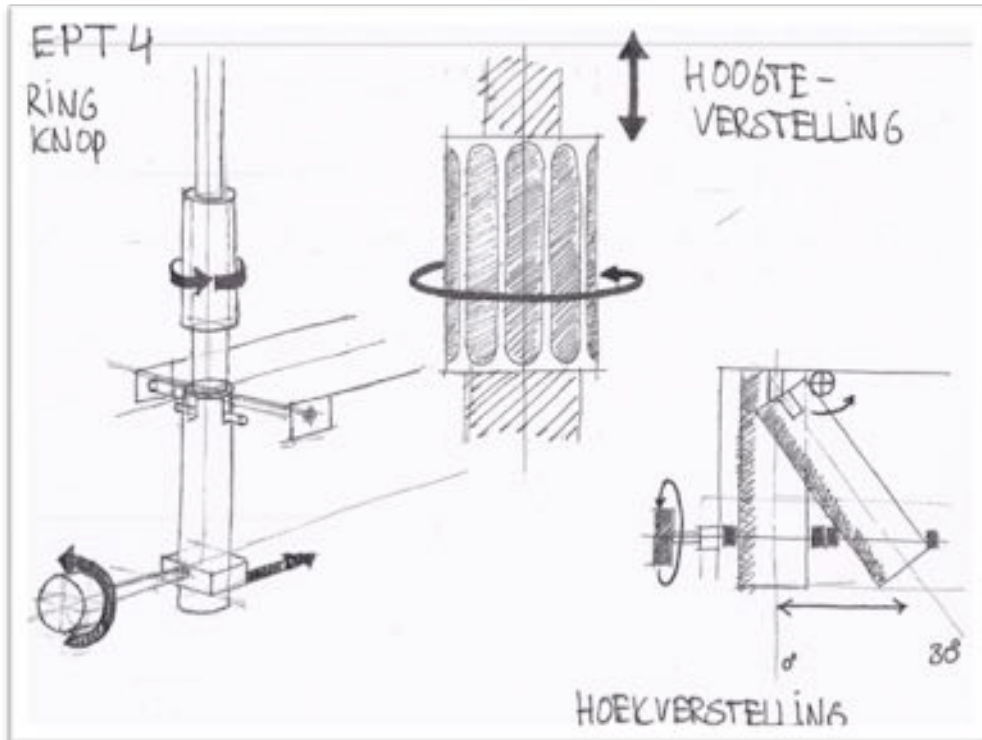
Onderdeel	Concepten						Omschrijving onderdeel
	1	2	3	4	5	6	
Uitstraling	-	+	-	+	+	+	
Bedieningsgemak	+	+	+	+	+	+	+ : instelling met 1 handeling - : instelling met meer dan 1 handeling
Gebruikersgemak	-	+	+	+	-	+	+ : zonder kracht te bedienen - : veel kracht nodig voor bediening
Instelbaarheid hoogte	-	+	-	+	+	+	+ : traploze instelling - : trapsgewijs instelling
Instelbaarheid hoek	+	+	-	+	+	+	+ : traploze instelling - : trapsgewijs instelling
Geheugen	-	+	+	+	-	+	+ : geheugen in hoogte en/of hoekverstelling - : geen geheugen
Constructie	+	+	+	+	-*	+	+ : constructie kan reactiekrachten opvangen - : constructie kan de reactiekrachten niet opvangen
Productie	+	+	+	+	+	+	+ : onderdelen zelf produceren of inkopen - : onderdelen op maat laten maken
Totaal score	-2	8	2	8	2	8	

Tabel 3.1 Beoordelen combinatieconcepten 1-6.

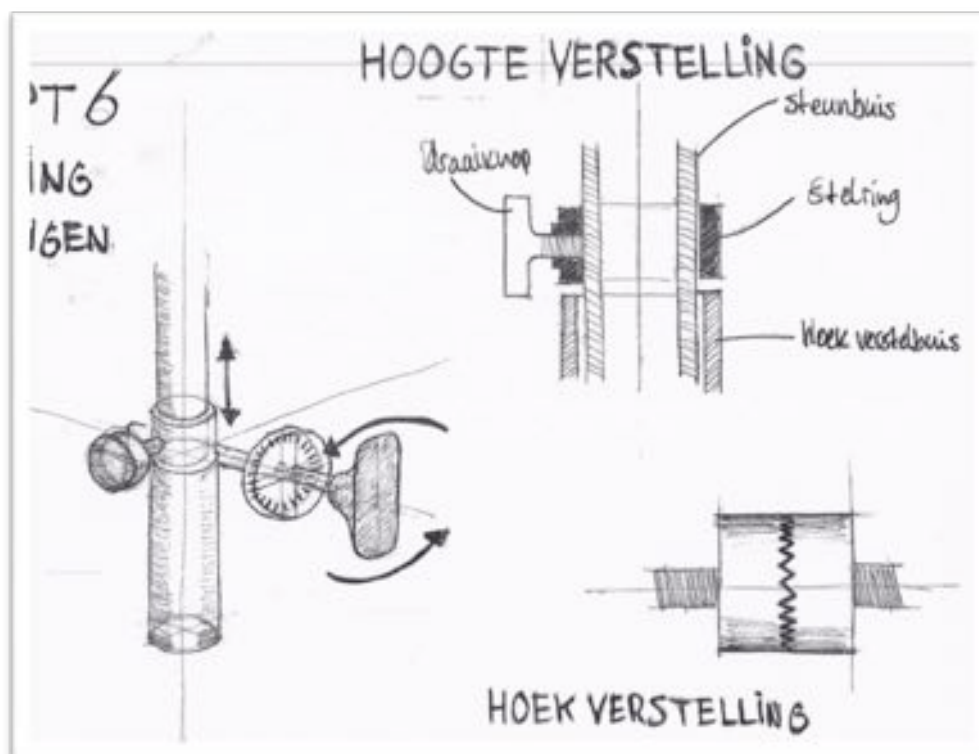
* Het is niet bekend of de constructie van concept 5 stevig genoeg is.

Uit de beoordeling zijn drie combinatieconcepten gekomen met een score van 8, namelijk concept 2, 4 en 6. Concept 4 en 6 (zie afbeelding 3.4.3 en 3.4.4) zullen verder uitgewerkt worden tot eindconcepten. Concept 2 scoort weliswaar even hoog als concept 4 en 6 maar is complexer om te produceren en wordt daarom niet gekozen als optioneel eindconcept.

Conceptkeuze: combinatieconcept 4 en 6



Afbeelding 3.4.3 Hoogte- en hoekverstelling concept 4. Zie bijlage IV



Afbeelding 3.4.4 Hoogte- en hoekverstelling concept 6. Zie bijlage IV

Steunkussen bevestiging

Voor de steunkussenbevestiging is het concept 'kogelscharnier' gekozen. Een haaks kogelscharnier is de beste optie omdat het steunkussen dan ten opzichte van het borststeunsysteem in beperkte mate de bewegingen van het lichaam van de gebruiker volgt.

Conceptkeuze: kogelscharnier

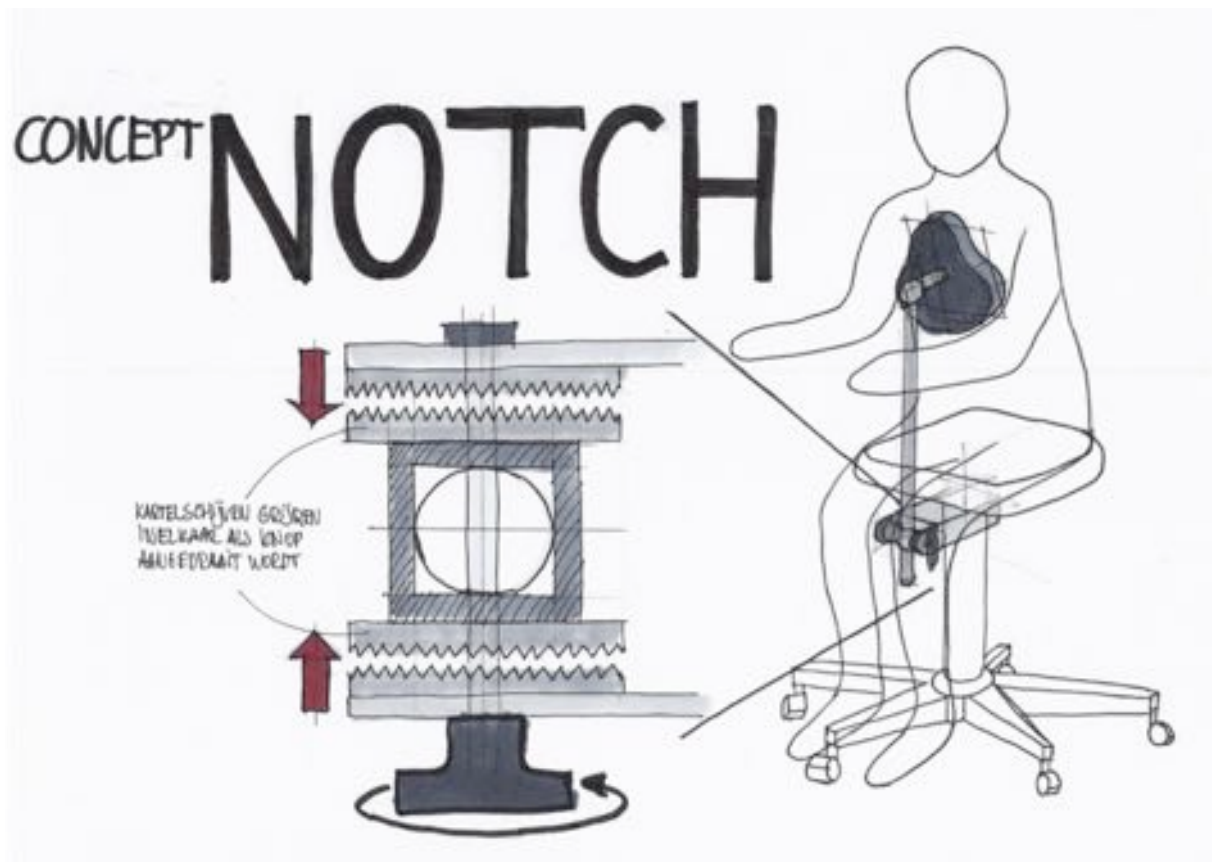
Steunkussen

In overleg met de opdrachtgever is besloten om het losse Support steunkussen van RH (afb. 3.3.17) aan te schaffen en het ontwerp van het prototype hier waar nodig op af te stemmen. De conceptkeuze is in dit geval dus al gemaakt.

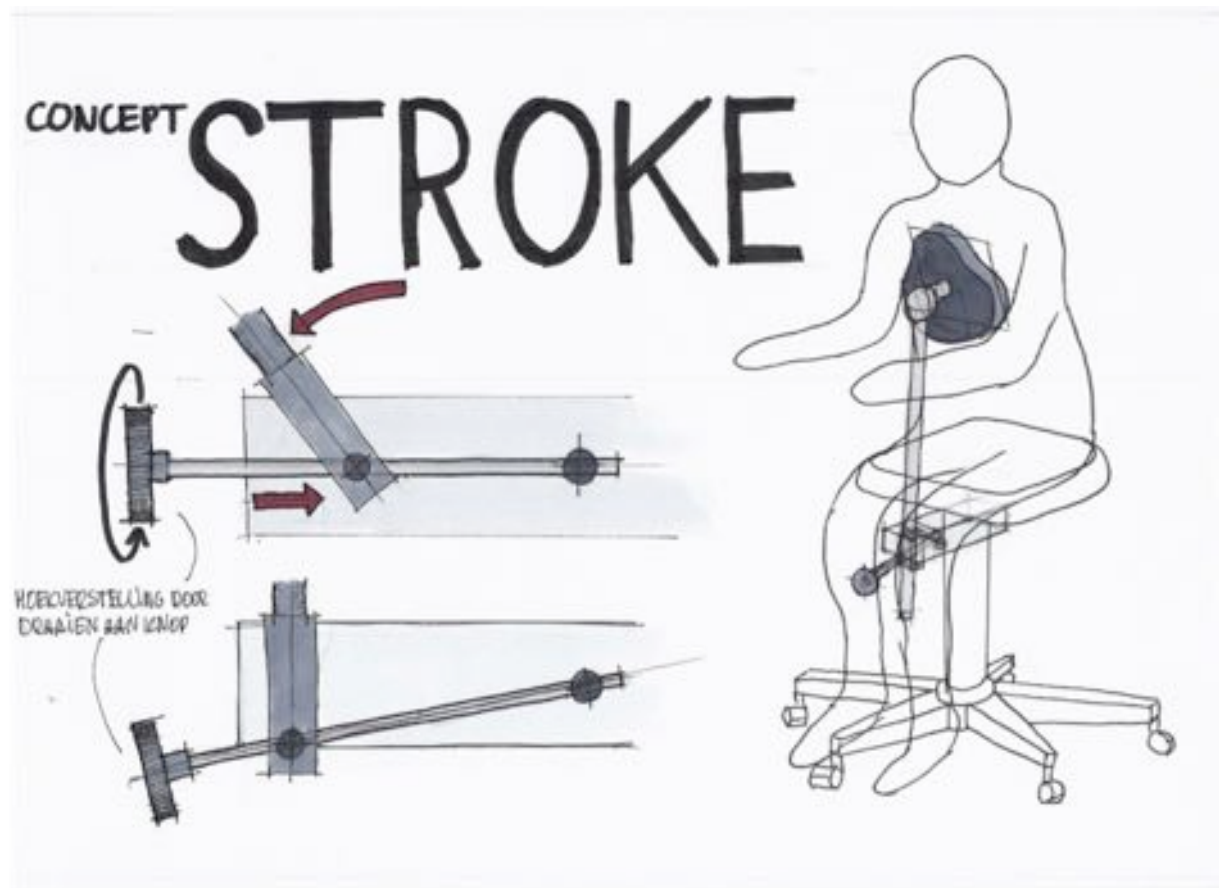
3.4 Eindconcepten

Gedurende het brainstormen over mogelijke concepten voor de onderdelen van de borststeun is in grote lijnen al nagedacht over het ontwerp van het prototype. Binnen het beeld dat hierbij van het prototype geschetst is moeten de gekozen conceptoplossingen samengevoegd worden en het ontwerp voor het prototype vormen. Voor alle verschillende onderdelen van de borststeun, behalve de hoekverstelling, is één conceptkeuze gemaakt. Voor de hoogteverstelling zijn ook twee conceptkeuzes gemaakt. Uiteindelijk wordt voor het stelringontwerp van hoogte- en hoekverstelling concept 6 verkozen boven het knelringontwerp van hoogte- en hoekverstelling concept 4. Er zullen twee prototypes ontworpen worden met als enige verschil het hoekverstelling onderdeel. Bij het ene prototype zal het concept 'tandscharnier' toegepast worden en bij de ander het concept 'schroefdraad'.

In overleg met de opdrachtgever is besloten om het prototype zo te construeren dat alleen van het hoekverstelling onderdeel twee verschillende delen gemaakt hoeven te worden. Zo hoeven er niet twee volledige prototypes gemaakt te worden en kan er uiteindelijk gemakkelijker getest worden. Het prototype met het concept 'tandscharnier' krijgt de naam Concept Notch (Engels voor inkeping) en het prototype met het concept 'schroefdraad' wordt concept Stroke (Engels voor slag) genoemd. Voor een uitgebreidere verklaring voor de benaming wordt verwezen naar de tekst onder het kopje hoekverstelling op pagina 43. In afbeeldingen 3.5.1 en 3.5.2 zijn tekeningen van beide concepten weergegeven.



Afbeelding 3.5.1 Concept Notch



Afbeelding 3.5.2

Onderdelen

Bevestiging

De bevestiging aan de gasveer van de stoel of kruk wordt gevormd door inklemming met een Stauff-blok (zie afbeelding 3.5.3). Dit is een bevestigingsblok dat uit twee identieke stukken met beide een halfronde vorm bestaat en wordt normaal gesproken gebruikt om pijpleidingen te monteren. Het Stauff-blok zit bevestigd aan het verbindingsbalkonderdeel van de borststeun. Deze balk bestaat uit twee delen; een vast stuk dat door het Stauff-blok met de gasveer verbonden wordt en een schuivend deel waar het hoekverstellingsysteem aan vast zit.



Afbeelding 3.5.3 Stauff-blok

Hoekverstelling

Het hoekverstelling systeem van de borststeun is bevestigd aan het schuivende deel van de verbindingbalk. Deze schuivende functie zorgt voor diepteverstelling en kan gefixeerd worden op de gewenste afstand van de gasveer. Hierdoor kan de borststeun op stoelen en krukken met zittingen van verschillende grootte gemonteerd worden. Van dit onderdeel worden twee verschillende exemplaren gemaakt; het concept Notch en het concept Stroke.

Concept Notch

Voor concept Notch is het concept 'tandscharnier' voor het hoekverstellingmechanisme gebruikt. De naam Notch, Engels voor inkeping of gleuf, verwijst naar de tanden of inkepingen op de twee schijven die ervoor zorgen dat het systeem in de gewenste hoek ingesteld kan worden en daarin blijft staan. Een dergelijk systeem wordt ook gebruikt in bekkenstands van drumstellen, zie afbeelding 3.5.4.



Afbeelding 3.5.4 hoekscharnier bekkenstand

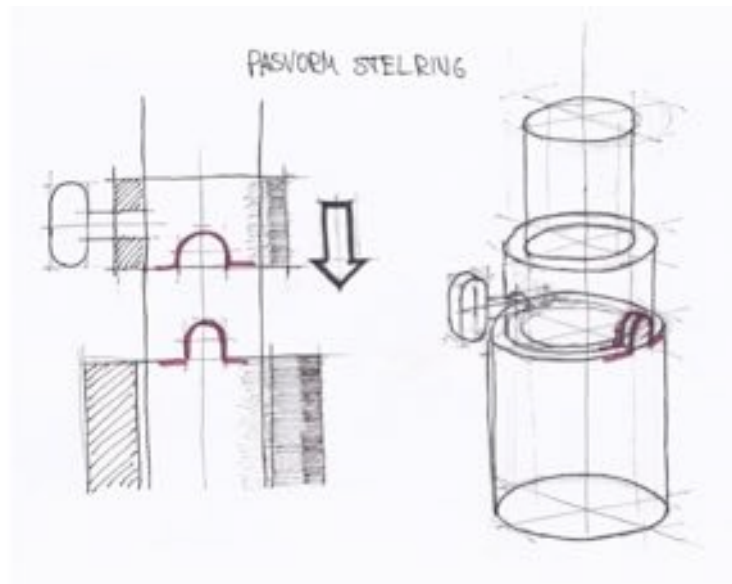
Concept Notch werkt volgens een systeem waarbij door aan één knop te draaien de twee kartelschijven naar elkaar toe of van elkaar bewegen. Als de schijven van elkaar af staan, kan de gewenste hoekstand voor de borststeun ingesteld worden. Als de schijven naar elkaar toe verplaatsen vallen de tanden door hun gehoekte vorm precies in elkaar en kunnen ze niet meer draaien, waardoor de hoekstand gefixeerd is.

Concept Stroke

De hoekverstellingen voor concept Stroke wordt gevormd door een draaiknop en dankt de naam Stroke aan de slag die de gebruiker aan de knop moet geven om het systeem te verstellen. In het Engels betekent stroke namelijk slag. De gebruiker heeft bij dit concept maar één hand nodig om de hoek te verstellen. De draaiknop is bevestigd aan een lang stuk schroefdraad waar, doordat de constructie twee draaipunten heeft, zich een bus met schroefdraad overheen kan verplaatsen. Deze bus is verbonden met een ander onderdeel waardoor het gehele systeem draait.

Hoogteverstelling

De hoogteverstelling wordt gevormd door een stelring die met een draaiknop op de gewenste hoogte op de stelbuis vastgezet kan worden. Door de pasvorm van de stelring, die aansluit op de vorm van het hoekverstellingonderdeel van beide concepten, kan deze niet draaien, zie afbeelding 3.5.5.



Afbeelding 3.5.5 Pasvorm stelring

Steunkussen bevestiging

Het steunkussen zal met een haaks kogelscharnier (afbeelding 3.5.6) bevestigd worden aan de stelbuis. De stelbuis vormt de verbinding tussen het steunkussen en het hoekverstellingsysteem. Met de diepte, hoogte en hoekinstelling van het systeem moet de gebruiker het steunkussen in nagenoeg iedere gewenste positie kunnen zetten. Het toepassen van een haaks kogelscharnier zorgt voor nog een extra (zeer minimale) instelling van het steunkussen. Het haakse kogelscharnier maakt mogelijk dat het steunkussen om drie assen kan bewegen waardoor deze de bewegingen van de romp volgt tijdens het werken.



Afbeelding 3.5.6 Haaks kogelscharnier

Steunkussen

Het ingekochte steunkussen biedt de mogelijkheid om deze te monteren op een daarvoor ontworpen systeem. Helaas past het haakse kogelscharnier hier niet op. Om deze alsnog passend te maken zal het steunkussen enigszins aangepast moeten worden.

4 Vervaardigingsfase

Dikke Van Dale:

**ver·vaar·di·gen (vervaardigde, heeft vervaardigd)
samenstellen, maken**

4.1 Eindconcepten

4.2 SolidWorks

4.3 Stuklijst

4.4 Productie

4.5 Assemblage prototype

4.1 Eindconcepten

In grote lijnen staat nu vast hoe beide eindconcepten ontworpen en geconstrueerd zullen worden. Om alle onderdelen goed en in één keer in elkaar te laten passen moeten de concepten tot op detailniveau uitgewerkt worden. Dit gebeurt in SolidWorks.

De opdrachtgever stelt geld beschikbaar voor de productie van de speciale onderdelen van de twee prototypes. Deze onderdelen worden in SolidWorks gemodelleerd om vervolgens de bouwtekeningen ervan naar de fabrikant op te kunnen sturen. Voor de overige kleine onderdelen zoals het bevestigingsmateriaal wordt gekeken wat er binnen het bedrijf op voorraad is. Ook deze onderdelen zullen in SolidWorks nagemaakt worden om te zorgen dat alles perfect op elkaar aansluit.

4.2 SolidWorks

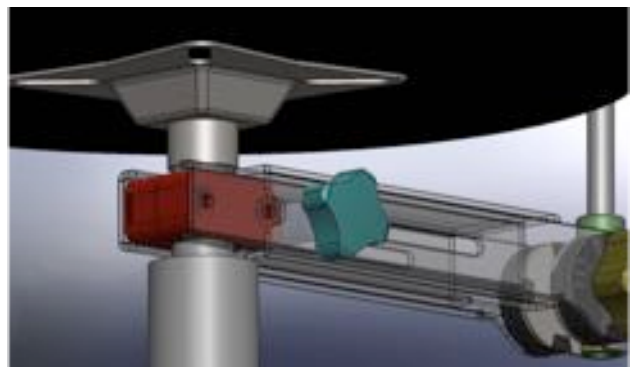
Beide eindconcepten zijn uitgewerkt en gemodelleerd in SolidWorks. Dit is nodig om de bouwtekeningen te genereren die de fabriek nodig heeft om de speciale onderdelen te produceren, maar ook om eventuele fouten in het ontwerp te ontdekken. In deze fase kunnen er nog gemakkelijk aanpassingen aan het ontwerp gedaan worden.

Onderdelen

Alle onderdelen van het prototype zijn in SolidWorks gemodelleerd en op een zelf ontworpen kruk bevestigd. Een aantal onderdelen zal kort toegelicht worden aan de hand van screenshots van het Solidworks model. Voor een volledige lijst van alle gebruikte onderdelen wordt verwezen naar hoofdstuk 4.3 waar de stuklijst te vinden is.

Stauffblok

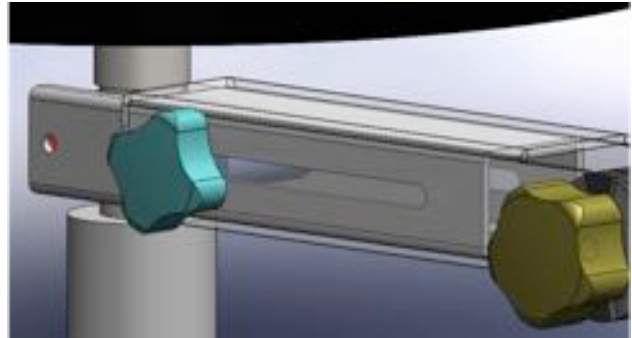
In afbeelding 4.2.1 is de zitting van de kruk van onderaf weergegeven waardoor het Stauffblok onderdeel, dat rood gekleurd is, goed zichtbaar is. Beide onderdelen van de verbindingbalk zijn transparant weergegeven waardoor goed te zien is hoe het Stauffblok voor een naadloze verbinding met de gasveer zorgt.



Afbeelding 4.2.1 SolidWorks screenshot Stauffblok.
Zie bijlage VI.

Diepte instelling

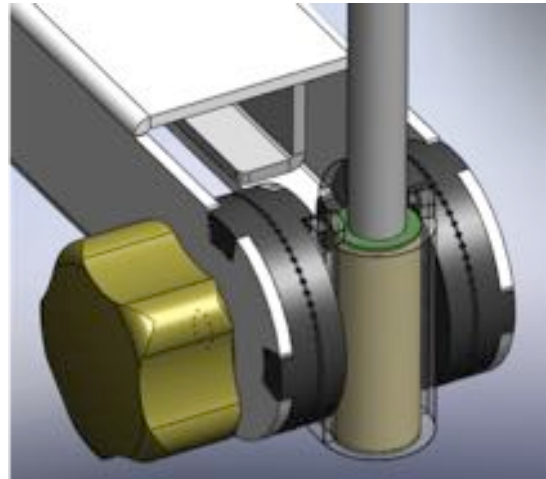
De diepte instelling van de borststeun is weergegeven in afbeelding 4.2.2. Het schuivende deel van de verbindingbalk is transparant weergegeven waardoor de lange geul in het vaste deel duidelijk zichtbaar is. Door de blauwe knop, die met het schuivende deel mee beweegt, los en vast te draaien kan de juiste diepte instelling ingesteld worden.



Afbeelding 4.2.2 SolidWorks screenshot diepteinstelling
Zie bijlage VI.

Glijlager

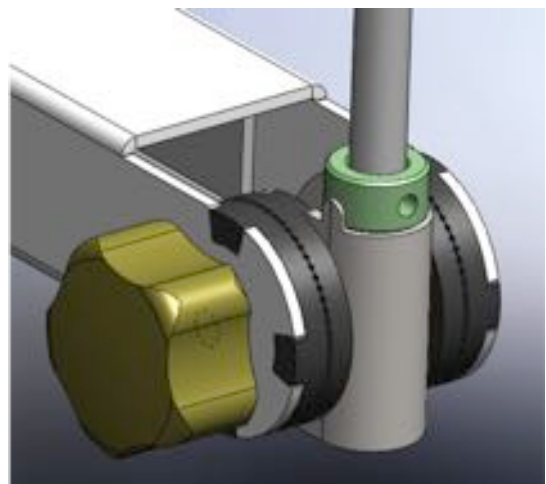
De glijlager zorgt ervoor dat de steunbuis soepel en eenvoudig in het hoekverstellingsysteem geplaatst kan worden. In afbeelding 4.2.3 is onderdeel N1 transparant weergegeven waardoor de glijlager (groen), die in buis N3 (bruin) bevestigd is, goed zichtbaar is. De glijlager is gemaakt van hardplastic waardoor de metalen steunbuis er soepel langs glijdt. De juiste diameter zorgt voor een perfecte omsluiting zonder speling.



Afbeelding 4.2.3 SolidWorks screenshot
glijlager. Zie bijlage VI.

Stelring

Het stelringonderdeel, lichtgroen weergegeven in afbeelding 4.2.4, wordt vastgezet op de steunbuis. De steunbuis is het onderdeel van de borststeun waar het steunkussen op gemonteerd wordt en deze verbindt met het hoekverstellingsysteem. Als de steunbuis in het hoekverstellingsysteem gezet wordt (modulair systeem) zorgt de stelring voor de hoogteverstelling en het geheugen daarvan. Door de gelijke pasvorm van de stelring en onderdeel N1 (grijs in afbeelding 4.2.4) kan de stelbuis niet draaien.



Afbeelding 4.2.4 SolidWorks screenshot stelring.
Zie bijlage VI.

Concept Notch

In afbeelding 4.2.5 is een SolidWorks render van concept Notch weergegeven. In deze afbeelding is de borststeun op een kruk gemonteerd. Door de kleine groene knop los en vast te draaien kan de diepte instelling van het systeem worden aangepast aan de grote van de zitting. Door de grote groene knop los te draaien kan de gewenste hoek ingesteld worden en door deze vast te draaien kan deze hoek vastgezet worden. Beide knoppen zijn in deze rendering ter verduidelijking groen gekleurd, maar zullen voor het prototype zwart zijn.



Afbeelding 4.2.5 SolidWorks Render Concept Notch.
Zie bijlage VI

Concept Stroke

Een SolidWorks render van concept Stroke is weergegeven in afbeelding 4.2.6 en net als concept Notch in afbeelding 4.2.5 gemonteerd op een kruk. Ook bij dit concept hebben een aantal onderdelen andere kleuren dan in werkelijkheid bij het prototype het geval zal zijn. Door de bruin gekleurde knop te draaien verplaatst de blauwe cilinder zich over de groene as waardoor de hoekstand van het steunkussen verandert.



Afbeelding 4.2.6 SolidWorks Render Concept Stroke. Zie bijlage VI.

4.3 Stuklijst

Om een goed overzicht te krijgen van de verschillende onderdelen is een stuklijst (bill of materials) opgesteld. In deze lijst is weergegeven welke onderdelen er allemaal nodig zijn voor het assembleren van beide prototypes. Zo geeft de lijst van ieder onderdeel de hoeveelheid, de prijs, de leverancier en eventueel het artikelnummer aan. In tabel 4.3.1 is het deel van de stuklijst weergegeven waar de verschillende onderdelen van de gasveerbevestiging in staan. In bijlage VII is gehele stuklijst weergegeven.

onderdeel	aantal	prijs p/st	totaal prijs		leverancier	artikelnr.	Opmerking
Gasveerbevestiging							
Behuizing NS (plaatwerk)	1,00	€ 35,89	€ 35,89		Dortun S.R.O		
Stauffblok 428 AL - alu 28mm	1,00	€ 8,28	€ 8,28		Eriks	850942	
Bout M6 x 60	2,00	€ 0,38	€ 0,76		Gerritse	385258	
Moer M6	2,00	€ 0,02	€ 0,04		Gerritse	355135	
Sluitring M6	2,00	€ 0,07	€ 0,14		Gerritse	356804	
Stergreep M8 (klein)	1,00		€ 0,00	recycle	Kipp		
Schroefdraad M8 ~60	1,00		€ 0,00	recycle	Gerritse		
Spacer 8 x 18 x 40	1,00		€ 0,00		Skiffy	005 611 59902	
Sluitring M8	1,00	€ 0,08	€ 0,08		Gerritse	356806	

Tabel 4.3.1. Deel gasveerbevestiging van de stuklijst.

4.4 Productie

In overleg met de opdrachtgever is voor de productie van het prototype het Slowaakse productie bedrijf Dortun benaderd.

Dortun

Het bedrijf Dortun s.r.o. is een productiebedrijf gevestigd in Slowakije dat gespecialiseerd is het bewerken en nabewerken van metaal. Het bedrijf produceert aan de hand van moderne productietechnieken zoals; lasersnijden, CNC frezen, buigen, etc. tal van producten als meubels, stellingkasten, leidingen en machineonderdelen. Voor meer info over het bedrijf Dortun: www.kovo-vyroba.sk.

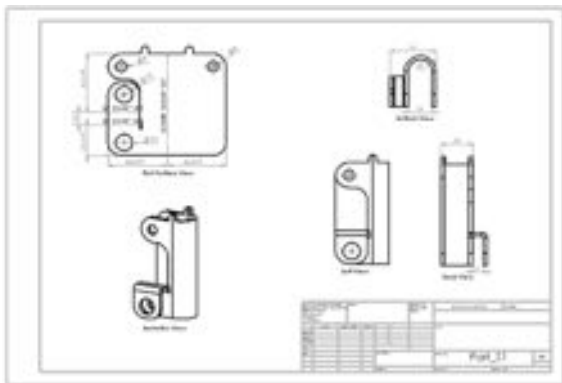
In totaal zullen vijf onderdelen van beide prototypes door het Slowaakse productiebedrijf gemaakt worden. In tabel 4.4.1 zijn de vijf onderdelen, met onderdeel codes, weergegeven. De onderdelen zijn voorzien van codes om de communicatie met het productiebedrijf te verduidelijken.

Onderdeel	Onderdeel code	Bouwtekening
Buisplaat concept Stroke	S1	Afb. 4.4.1
Buisplaat concept Notch	N1	Afb. 4.4.2
Behuizing concept Stroke	S2	Afb. 4.4.3
Behuizing concept Notch	N2	Afb. 4.4.4
Behuizing gasveerbevestiging	NS1	Afb. 4.4.5

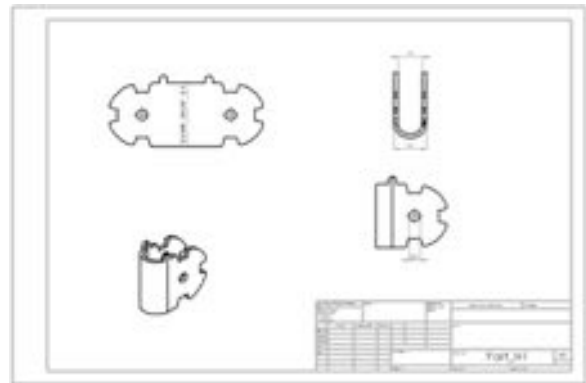
Tabel 4.4.1 Overzicht van geproduceerde onderdelen met bijbehorende onderdeel codes

Bouwtekeningen

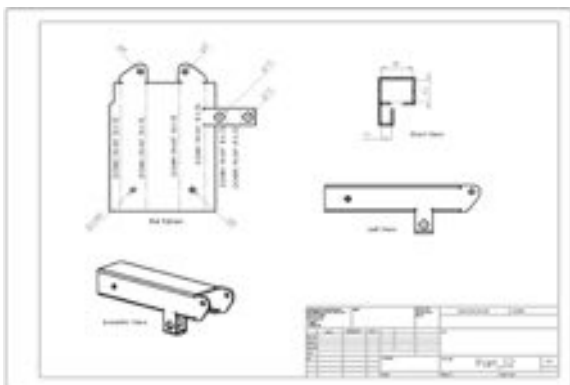
De vijf speciale onderdelen worden geproduceerd aan de hand van bouwtekeningen die in SolidWorks gemaakt zijn. Op bouwtekeningen is terug te vinden in welke vorm en met welke dimensies het staalplaat uitgesneden moet worden, maar ook op welke plaats en hoever het metaal gebogen moet zijn. Afbeelding 4.4.1 t/m 4.4.5 geven de bouwtekeningen in het klein weer. In bijlage VIII zijn de tekeningen op volledige grote terug te vinden.



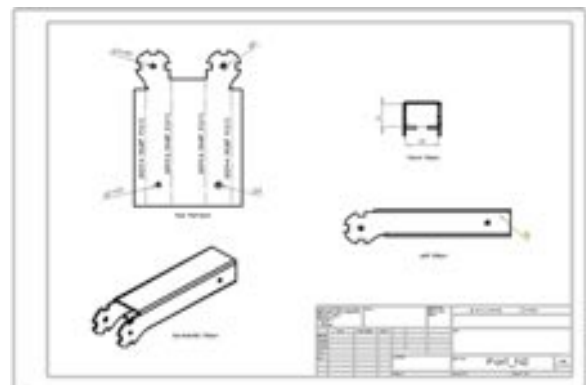
Afbeelding 4.4.1 SolidWorks bouwtekening S1



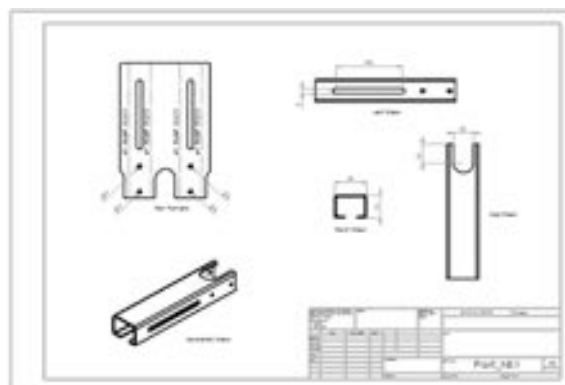
Afbeelding 4.4.2 SolidWorks bouwtekening N1



Afbeelding 4.4.3 SolidWorks bouwtekening S2



Afbeelding 4.4.4 SolidWorks bouwtekening N2



Afbeelding 4.4.5 SolidWorks bouwtekening NS1

Lasinstructie

Bij de onderdelen buisplaat Stroke (S1) en buisplaat Notch (N1) moet in het gebogen stuk plaatstaal een buis gelast worden. Hierin worden de glijlagers in gemonteerd en zal uiteindelijk de steunbuis geplaatst worden. Het lassen van deze twee buisstukken wordt ook gedaan door het productiebedrijf. Om duidelijk te maken waar de buisstukken precies op de speciale onderdelen gelast moeten worden zijn samen met de bouwtekeningen ook lasinstructies meegestuurd (afbeelding 4.4.6 en 4.4.7). In de lasinstructies is met blauwe lijnen nauwkeurig aangegeven waar de buisstukken vast gelast moeten worden.



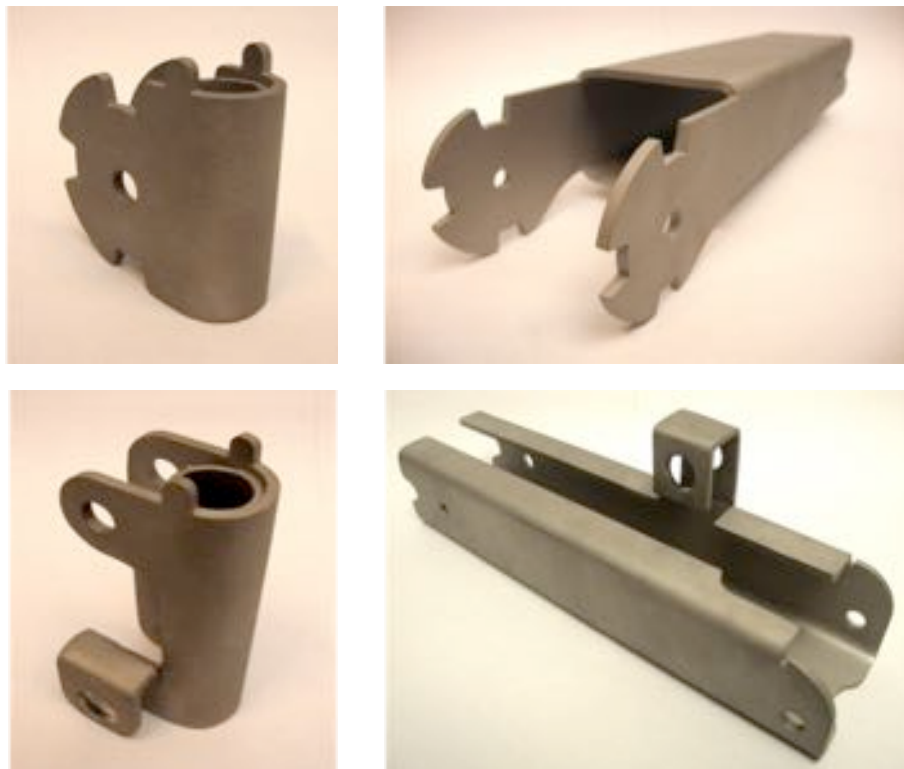
Afbeelding 4.4.6 Lasinstructie onderdeel S1



Afbeelding 4.4.7 Lasinstructie onderdeel N1

4.5 Custom onderdelen prototype

In afbeelding 4.4.8 zijn de losse onderdelen N1, N2, S1 en S2 zoals deze door het productiebedrijf gemaakt zijn weergegeven.



Afbeelding 4.4.8 Linksboven: onderdeel N1, rechtsboven: onderdeel N2, linksonder: onderdeel S1 en rechtsonder: onderdeel S2.

5 Testfase

Dikke Van Dale:

test (de; m; meervoud: test, testen)

1 toetsing van de kennis, het karakter enz van personen;

2 toetsing van de kwaliteit van zakenomschreven plan; schets:
het ontwerp van de nieuwe kerk

5.1 Globale test

5.2 Gebruikers test

5.1 Globale test

Door beide prototypes te onderwerpen aan een aantal globale tests als;

- op verschillende krukken monteren
- verstellen in hoek en hoogte
- grote kracht uitoefenen op het systeem
- bewegingsvrijheid tijdens afsteunen

wordt bepaald of deze aan bepaalde eisen voldoen. Als dit het geval is kan er uitgebreider getest worden om te kijken of de borststeun ook daadwerkelijk aan alle eisen voldoet.

Omdat de twee prototypes een aantal dezelfde onderdelen hebben (bijvoorbeeld de gasveer bevestiging en het steunkussen) worden bepaalde eisen voor beide concepten niet apart behandeld. Dit zijn de gecombineerde eisen.

Gecombineerde eisen en wensen

- **Eis 1 Universeel toepasbaar**
Het Stauff blok dat het behuizingsonderdeel met de gasveer van de kruk verbindt, zit, als deze volledig vast gedraaid wordt, zo stevig vast dat er geen beweging meer in zit. De halfronde vormen van de Stauff blok onderdelen omsluiten de ronde zuiger van de gasveer perfect (zie afbeelding 5.1.1).
- **Eis 4 Vorm steunkussen**
Het RH Support steunkussen, dat gemonteerd zit op de borststeun, is zo gevormd dat zowel het art. humeri als de clavicula volledig vrij blijven waardoor de gebruiker volledige bewegingsvrijheid heeft.
- **Eis 5 Vorm steunvlak**
Mits het steunkussen op de juist hoogte is ingesteld ligt het steunvlak precies op het sternum, de costae en de m. rectus abdominalis.
- **Wens 1 Wegklapbare steun**
Voor beide prototypes geldt dat de steun in zoverre wegklapbaar is dat de gebruiker deze met één beweging weg kan halen uit de steunpositie. De steun moet dan nog wel ergens neergelegd worden.
- **Wens 2 Materiaal keuze**
Nagenoeg alle onderdelen van beide prototypes zijn gemaakt van roestvrij staal en zwart plastic. De onderdelen die dat niet zijn, zoals het steunkussen, hebben een soort gelijke kleur.



Afbeelding 5.1.1 Bevestiging behuizing deel aan gasveer voor Stauffblok inklemming.

Prototype Notch

- **Eis 2 Verstelbaar**

De diepte instelling van het behuizingsonderdeel werkt goed en simpel. Het los en vast draaien kost weinig kracht en is vrij in te stellen. De hoogte instelling doormiddel van de stelring werk ook zeer goed. De stelring is gemakkelijk op de gewenste hoogte te brengen en vast te zetten door deze vast te draaien. Zowel de diepte als de hoogte instelling zijn ook voor het Stroke prototype gebruikt.

De hoekverstelling van het Notch prototype door de vier kartelschijven werkt goed. Door middel van het los draaien van de stelknop worden de schijven niet meer tegen elkaar gedrukt en kan de gewenste hoek ingesteld worden. Als de knop vast gedraaid wordt vallen de kartelschijven perfect in elkaar en is de hoekverstelling vastgezet (zie afbeelding 5.1.2).

- **Eis 3 Veilig en solide**

De borststeun bevat geen scherpe hoeken of randen en is veilig te gebruiken. Ook is het ontwerp zeer compact waardoor de gebruiker nauwelijks hinder ondervindt (zie afbeelding 5.1.3).

De hoekverstelling van het Notch prototype is niet sterk genoeg om in iedere hoekstand alle kracht van het steunen van de gebruiker op te vangen. Als de steun in een hoek van 30 graden vastgezet wordt schiet deze door op het moment dat er op het steunkussen geleund wordt.



Afbeelding 5.1.2 Prototype Notch; Kartelschijven van hoekverstelling systeem



Afbeelding 5.1.3 Prototype Notch; Compacte ontwerp zorgt nauwelijks voor hinder

Prototype Stroke

- **Eis 2 Verstelbaar**

De diepte instelling van het behuizingsonderdeel is hetzelfde als van prototype Notch en krijgt dezelfde beoordeling voor deze eis als op blz. 54.

De hoekverstelling van het Stroke prototype door de draaiknop en het schroefdraad werkt goed (zie afbeelding 5.1.4). Door de draaiknop rechtsom te draaien wordt de hoekstand van de steun ten opzichte van het lichaam vergroot en als linksom gedraaid wordt verkleind. De hoekstand snel aanpassen is niet mogelijk omdat hoekverandering per slag klein is.

- **Eis 3 Veilig en solide**

Ook het Stroke prototype bevat, net als het Notch prototype, geen scherpe hoeken of randen en is veilig te gebruiken. Dit prototype is minder compact dan het Notch prototype omdat de draaiknop naar voren uitsteekt (zie afbeelding 5.1.5).

De hoekverstelling van het Stroke prototype is, in tegenstelling tot het Notch prototype, sterk genoeg om in iedere hoekstand alle kracht van het steunen van de gebruiker op te vangen.



Afbeelding 5.1.4 Prototype Stroke; hoekverstelling systeem



Afbeelding 5.1.5 Prototype Stroke; de draaiknop steekt enigszins naar voren uit

5.2 Gebruikerstest

Na het uitvoeren van de globale test is besloten voor de gebruikerstest alleen het Stroke prototype te gebruiken omdat de hoekverstelling van het Notch prototype niet sterk genoeg is. Het uitvoeren van een gebruikerstest is essentieel voor het slagen van een product of prototype. De gebruiker heeft mogelijk een andere kijk op een product en het gebruik ervan dan de ontwerper. Een gebruiker kan na een uitgebreide test vaak goed aangeven wat er niet of juist wel goed is aan het product. De ontwerper kan deze feedback gebruiken om eventuele aanpassingen op het ontwerp toe te passen.

De borststeun is getest door fysiotherapeuten, een tandarts en mensen die in een cleanroom precisiewerk uitvoeren. De beroepen/werksituaties vereisen verschillende werkhoudingen en werkintensiteit waardoor deze test een brede uitkomst oplevert. Bij het afleveren van de borststeun bij de testpersonen is de montage en het gebruik toegelicht. Bij het ophalen is het testen met de gebruiker(s) geëvalueerd.

Test fysiotherapeuten praktijk

Het Stroke prototype is een week getest door verschillende fysiotherapeuten bij fysiotherapiepraktijk Koning & Mandema aan de Prins Hendrikstraat in Den Haag. In deze praktijk zijn op verschillende dagen van de week ruim tien therapeuten actief die allemaal verschillende behandelmethoden toepassen. Bij de zittende handelingen is de borststeun gebruikt terwijl deze op een zadelkruk gemonteerd was (zie afbeelding 5.2.1).

Conclusie fysiotherapeut

De fysiotherapeuten vonden het werken met de borststeun niet allemaal even prettig. In sommige werkhoudingen vonden zij het moeilijk om hun lichaamshouding aan te passen aan het werken met de borststeun. Zij werken al jaren volgens dezelfde manier waardoor verandering of aanpassing van de houding tijd en moeite kost. Het is daarom goed als de fysiotherapeuten voor langere tijd (langer dan één week) met de borststeun zouden werken. Met het instellen van de juiste hoek en hoogte hadden zij geen moeite.

Test tandarts

Het Stroke prototype is twee weken getest door mevrouw Kruizinga in tandartsenpraktijk Kruizinga aan de Benoordenhoutseweg in Den Haag. In haar praktijk voert mevrouw Kruizinga alle gangbare behandelingen uit die van een normale tandarts verwacht kunnen worden zoals routinecontroles, gaatjes boren en foto's maken. De borststeun is voor deze test gemonteerd op de Dynamic ergonomische kruk van BQE (zie afb. 2.2.4) die mevr. Kruizinga dagelijks gebruikt. De borststeun is twee weken getest.



Afbeelding 5.2.1 Het Stroke prototype gemonteerd op een zadelkruk bij fysiotherapiepraktijk Koning & Mandema.

Conclusie tandarts

Tijdens de testperiode heeft de tandarts met plezier de borststeun gebruikt. De ondersteuning die de borststeun geeft tijdens het voorovergebogen werken is voldoende. De tandarts gaf aan dat het instellen van de gewenste hoekstand vrij gemakkelijk ging, maar dat zij wel even moest zoeken naar de juiste hoek. Er kwamen wel drie duidelijke punten van kritiek naar voren. Ten eerste had de tandarts een opgesloten gevoel omdat de Dynamic kruk ook een klein steunkussen voor de rug heeft (zie afbeelding 2.2.4). Het werken met zowel een borst- als een rugsteun gaf haar het gevoel dat ze niet gemakkelijk van de kruk af kon stappen. Ten tweede was de steunkussenbevestiging te diep waardoor deze af en toe in de weg zat en tegen de behandelstoel aanstootte. Dit komt hoofdzakelijk door het gebruik van het kogelscharnier. En ten derde werd het modulaire aspect van de borststeun als hinderlijk ervaren. Het in één handeling demonteren van het steunbuis onderdeel wordt door de tandarts gezien als een handeling die te veel tijd in beslag neemt.

Geconcludeerd kan worden dat het werken met de borststeun voor een tandarts als functioneel ervaren wordt. Of het gebruik van de borststeun ook praktisch is kan uitgebreider onderzocht worden. Het kan namelijk goed dat de tandarts nog moet wennen aan een andere werkwijze.

Test composiet werk

Het bedrijf Airborne International heeft het Stroke prototype zes weken getest. Bij dit bedrijf dat gespecialiseerd is in composiet materialen voor de lucht- en ruimtevaart industrie werken mensen die in een cleanroom precisiewerk uit moeten voeren. Een cleanroom is een extreem schone ruimte waar alleen mensen in stofvrije pakken in mogen werken. Dit werk is enigszins vergelijkbaar met het werken in een laboratorium alleen werken deze mensen aan grote composiet onderdelen waar hoofdzakelijk precisiewerk aan moet gebeuren. Dit gebeurt voor sommige onderdelen de hele dag onafgebroken in een voorovergebogen houding. Gedurende de test periode hebben zes mensen ieder één week met de borststeun gewerkt.

Conclusie composiet werk

Vier van de zes test personen hebben de borststeun niet een hele week gebruikt. Zij vonden het werken met de borststeun onhandig. De borststeun belemmerde het werk dat zij moesten uitvoeren. De andere twee personen vonden de borststeun niet hinderlijk maar hadden wel moeite met het instellen van de juiste hoekstand. Voorafgaand aan de testperiode is aan een van de teammanagers bij Airborne uitgelegd hoe de borststeun werkt en gemonteerd moet worden. Bij het ophalen bleek dat de werknemers die de test uitgevoerd hebben niet goed geïnstrueerd waren over het werken met het prototype. Bij een eventuele vervolgtest bij Airborne moeten de werknemers zelf geïnstrueerd worden door de testafnemer, in dit geval de opdrachtgever.

6 Conclusie

Voor dit project zijn in opdracht van Aanpassingen.nl twee prototypes voor een universele borststeun ontworpen, gefabriceerd en getest. Het doel was om een borststeun te ontwikkelen voor mensen die in een voorovergebogen houding werken en daardoor last van hun rug en/of nek krijgen. Voor en na de analysefase van dit project zijn een aantal eisen en wensen opgesteld waar beide prototypes uiteindelijk aan zou moeten voldoen.

Eisen en wensen

Aan het eind van dit project kan geconcludeerd worden dat het Stroke prototype, in tegenstelling tot het Notch prototype, voldoet aan alle eisen en wensen. Het Notch prototype voldoet niet aan eis 3 (veilig en solide) omdat het hoekverstellingsysteem niet sterk genoeg is om de kracht, die optreedt bij afsteunen, op kan vangen. De kartelschrijven worden door alleen de draaiknop niet stevig genoeg in elkaar gedrukt. Een ander (inklem)systeem (bijv. klemhendel, zie afbeelding 3.3.15) om het systeem los of vast te klemmen kan wellicht een oplossing bieden. Voor het Stroke prototype geldt dat de hoekverstelling niet los of vast gedraaid kan worden en het daarom geen last heeft van een falende inklemfunctie. Beide hoekverstellsystemen zijn gemakkelijk en zeer precies in te stellen.

De mate waarin het prototype voldoet aan wens 1, het wegklapbaar zijn van de steun, is minimaal. De wegklapbare mogelijkheid werd door de opdrachtgever voor aanvang van het project omschreven als het wegschuiven of rollen van de steun waardoor de gebruiker deze heel gemakkelijk weg zou kunnen doen als er niet afgesteund hoeft te worden (zie 3.3 Onderdelen – Translatiesysteem). Echter is gebleken dat een degelijk systeem onhaalbaar is (zie 3.4 Conceptkeuze – Translatiesysteem). De steun is uiteindelijk wel wegklapbaar, de gebruiker kan de steun immers gewoon weghalen als deze niet gebruikt hoeft te worden, maar heeft geen vast ‘weggeklapte’ positie.

Het prototype is gemakkelijk in hoek, hoogte en diepte te verstellen waardoor het aantal werksituaties, gebruikers en stoelen of krukken waar de borststeun voor, door of mee gebruikt kan worden eindeloos lijkt. Hierdoor is het prototype niet alleen universeel toepasbaar (eis 1) maar ook te gebruiken voor tal van beroepen en door mensen van verschillende lengtes en lichaamsbouw waardoor de borststeun door de opdrachtgever aan tal van klanten aan geboden kan worden.

Door het RH Support steunkussen, dat de ideale vorm heeft (zie 2.4 Bewegingsanalyse – Steunvorm onderzoek), ondersteunt de borststeun de gebruiker op een comfortabele en niet belemmerende manier.

Tijdens de gebruikerstest (5.2 Gebruikerstest) is gebleken dat de borststeun het werken in een voorovergebogen situatie voelbaar lichter en dus prettiger maakt. Dit kan bij veel mensen in eerste instantie niet direct merkbaar zijn. Het werken met de borststeun vereist namelijk wel een aanpassing van de algehele werkhouding. Gebruikers kunnen hier moeite mee hebben. Dit komt vaak vooral omdat zij zo gewend zijn aan de houding die (vaak al jaren) tijdens het werken aangenomen wordt dat men zich daar niet meer bewust van is en een verandering opmerkt. De gebruiker moet zich daarom wel openstellen voor het gebruik van een borststeun.

Aanbeveling

Na het voltooien van dit project zijn er een aantal aanbevelingen die naar de opdrachtgever gedaan kunnen worden. Deze aanbevelingen zijn interessant voor de opdrachtgever als besloten wordt met dit project verder te gaan. Dit kan zijn door de prototypes uit te werken en in productie te laten gaan of door opnieuw naar de ontwerpen te kijken en deze aan te passen waar nodig.

Aanbeveling 1: Uitgebreide gebruikstest

Ondanks dat de gebruikerstest die voor dit project uitgevoerd is duidelijke resultaten geeft is een tweede, meer uitgebreid gebruikstest zeer aan te raden. De testpersonen zouden zich bewust moeten zijn van het feit dat zij zichzelf tijd moeten geven om aan het werken met een borststeun te wennen. Daarnaast zou de testperiode verlengt moeten worden naar minimaal één maand omdat gebleken is dat één week te kort is.

Aanbeveling 2: Alternatief hoekverstelling systeem

Ruim nadat het ontwerp voor de prototypes af was passeerde bij toeval een concept voor een ander hoekverstelling systeem de revue. Een systeem dat gebruikt wordt bij de verstelling van de hoekstand van rugleuningen van bureaustoelen (afbeelding 6.1). Bij dit systeem wordt het scharnier vast gezet door een aantal metalen plaatjes strak tegen elkaar aan te drukken. Door het gebruik van meerdere plaatjes heeft het systeem een zeer groot wrijvingsoppervlak en kan het veel kracht opvangen. Dit systeem zou ook in het hoekverstellingsysteem van de borststeun gebruikt kunnen worden.



Afbeelding 6.1 Rugleuning systeem bureaustoel

Aanbeveling 3: Steunbeugel voor losse steun

Om de wegklapfunctie van de borststeun te verbeteren kan een systeem ontworpen worden waar het weggeklapte deel van de borststeun in bevestigd kan worden. Op deze manier kan de gebruiker de losse steunbuis met steunkussen makkelijk wegzetten als deze niet gebruikt hoeft te worden. Een voorbeeld voor een dergelijk systeem is een beugel aan de zij- of achterkant van de kruk of stoel.

Aanbeveling 4: Steunbuis met grotere diameter

Het steunbuisonderdeel van het prototype is gemaakt van een RVS staf met een diameter van 12 mm. Er zou gekozen moeten worden voor een staf met een diameter van 14 of 16 mm. Dit om te voorkomen dat de steunbuis na verloop van tijd zal gaan buigen door het vele gebruik.

7 Discussie

Aan het eind van dit project kunnen er een aantal op- en aanmerkingen gemaakt worden op onderdelen die anders of beter hadden gekund. Deze punten vormen gezamenlijk de discussie voor dit project. In volgorde van dit rapport zullen, bij welke onderdelen dit nodig is, de verbeterpunten of aanvullingen genoemd en uitgelegd worden.

Analysefase

Een aantal onderdelen van de analysefase zou meer kracht bijgezet kunnen worden door uitgebreidere onderzoeken te doen.

De krachtanalyse (blz. 24) is alleen op basis van studiemateriaal van de opleiding Bewegingstechnologie op papier uitgevoerd. Om exact te weten welke spieren tijdens de voorovergebogen werkhouding aangespannen zijn kan een EMG-onderzoek (elektromyografie) uitgevoerd worden. Met behulp van elektrodes kan een EMG-onderzoek nauwkeurig aantonen welke spieren aanspannen tijdens het werken met of zonder borststeun in een voorovergebogen werkhouding.

De mate waarin de borststeun de bewegingsvrijheid van de gebruiker beperkt kan geanalyseerd worden aan de hand van een uitgebreid gebruikersonderzoek. Bij een dergelijk onderzoek moet de testpersoon zijn/haar werkzaamheden afwisselend uitvoeren met verschillende steunkussens om duidelijk aan te geven welke een belemmering vormen en welke niet.

Voor het steunvorm onderzoek is gezocht naar relevante literatuur. Door de beperkte tijd hiervoor is er niets nuttigs gevonden. Literatuur omtrent een onderwerp als 'druk op de borstkas tijdens voorover afsteunen' moet echter wel bestaan. Het vinden van dergelijke artikelen moet een duidelijk beeld geven van wat er zoal bij het afsteunen op een borststeun komt kijken.

Vooropgesteld moet worden dat voor dit project de nadruk lag op het ontwerp en niet op het analyseaspect. De verschillende discussiepunten voor de analysefase zijn vooral te wijden aan een tekort aan tijd voor dit deel van het project.

Ontwerpfase

Aan het begin van de ontwerpfase is vooral gefocust op het bedenken van nieuwe systemen voor de hoekverstelling van de borststeun. Dat er nog een alternatief hoekverstellingsysteem na de ontwerpfase werd gevonden is hier mogelijk het gevolg van. Als tijdens de brainstormsessie, die in het begin van de ontwerpfase plaatsvond, meer gekeken was naar welke systemen er al bestaan was dit waarschijnlijk niet gebeurd.

Testfase

De reden dat een aantal testpersonen moeite had met het werken met een borststeun lag hoofdzakelijk aan het feit dat zij zichzelf niet te tijd gaven om aan deze andere werkhouding te wennen. Het is moeilijk om mensen die al jaren lang op dezelfde manier of in dezelfde houding werken, dat op een prettige manier te laten veranderen. Mensen zijn immers gewoontedieren en dat kwam tijdens de verschillende gebruikerstesten nog eens naar voren. Door de testpersonen hier voorafgaand aan de test van bewust te maken had dit wellicht enigszins veranderd kunnen worden.

Literatuurlijst

IPO Ontwerphandleiding 07-08

BIJLAGEN

Bijlage I Octrooien

Bijlage II Steunkussens

Bijlage III Deelconcepten

Bijlage IV Combinatieconcepten (6 verschillende tekeningen)

Bijlage V Eindconcepten

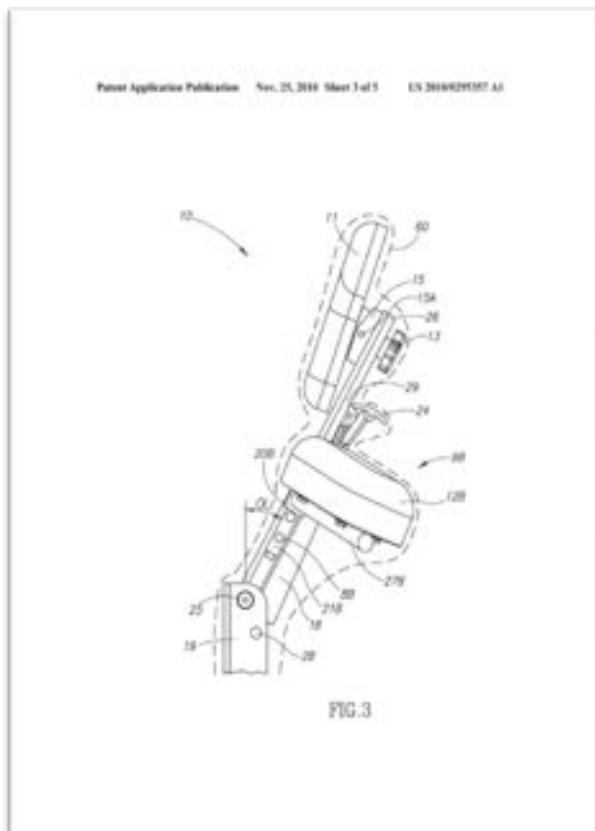
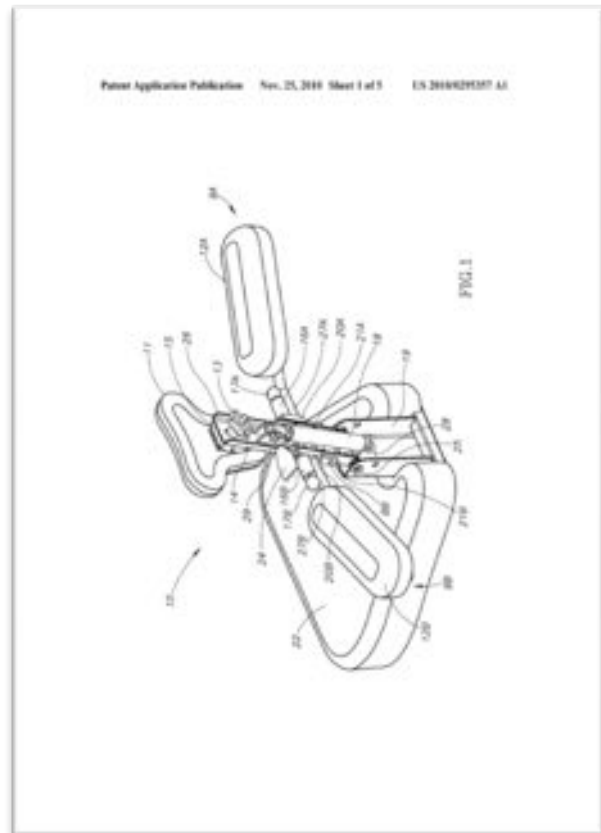
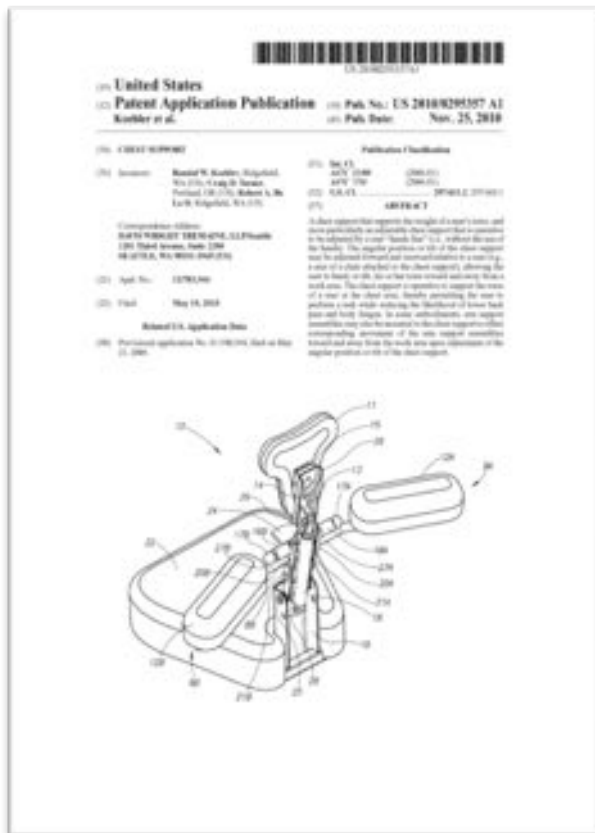
Bijlage VI SolidWorks screenshots

Bijlage VII Stuklijst

Bijlage VIII SolidWorks bouwtekeningen

Bijlage I Octrooien

Octrooi Koehler



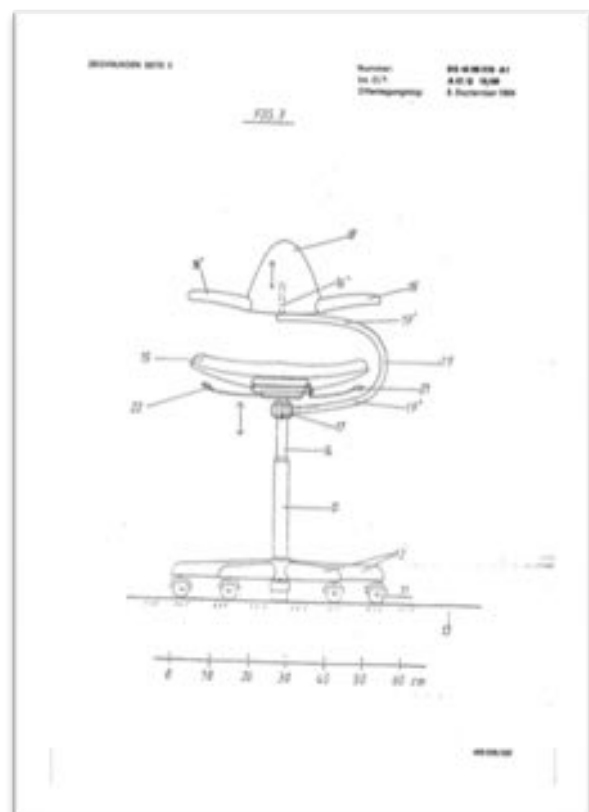
Octrooi Kokam

(70) 	Canadian Intellectual Property Office Office de la Propriété intellectuelle du Canada 44, Avenue du Commerce Ottawa, Ontario	Office de la Propriété intellectuelle du Canada 44, Avenue du Commerce Ottawa, Ontario	(71) CA 2 383 399 (51) G01D 11/00 (52) G01D 11/00	(72) A1
(73)	(21) 2 383 399 (22) 1994.03.01			
(74) 2 383 399	(75) 2 383 399	(76) 2 383 399	(77) 2 383 399	
(78) 2 383 399	(79) 2 383 399	(80) 2 383 399	(81) 2 383 399	

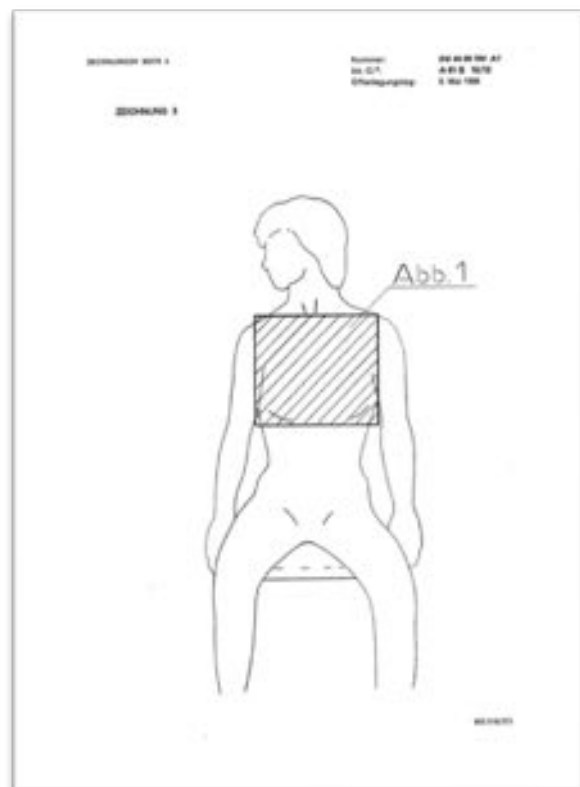
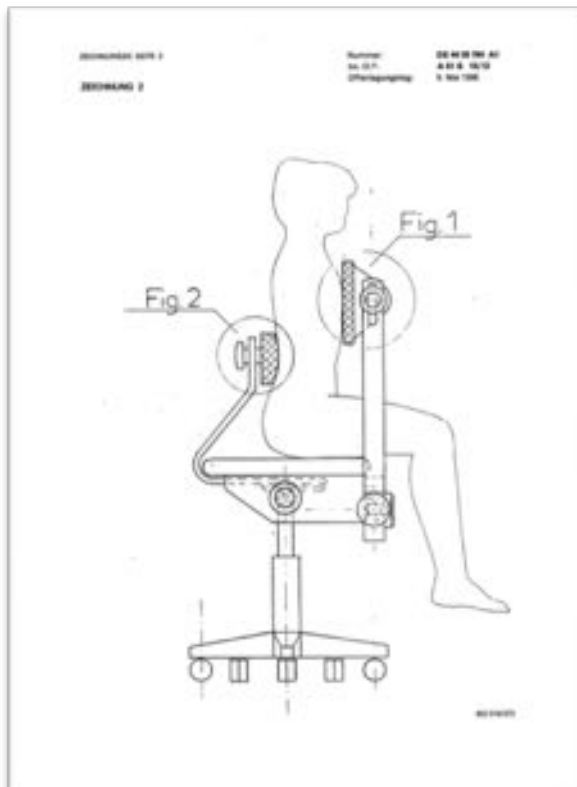
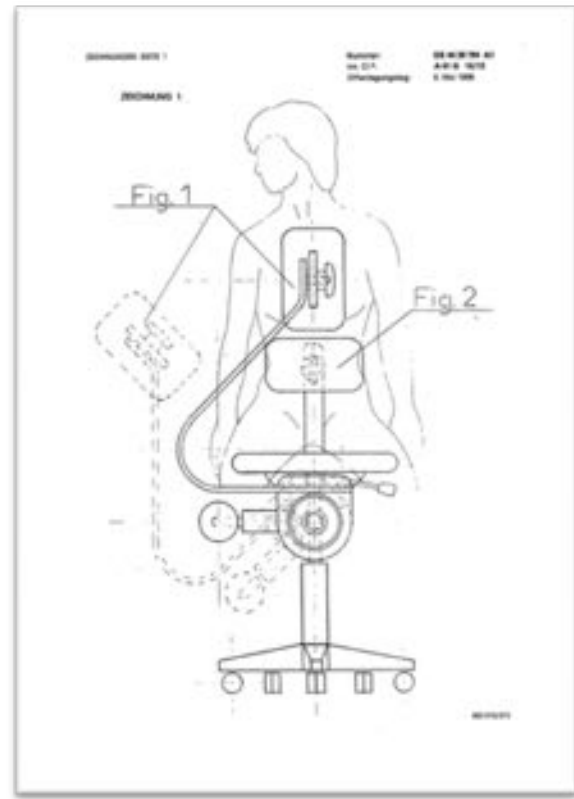
[illegible]

Fig. 2 is a perspective view of the chair assembly. It shows a five-spoke base (1) with casters (2) at the ends of the spokes. A central column (3) rises from the base. A seat (4) is mounted on the column. A backrest (5) is attached to the rear of the seat. An armrest (6) is connected to the side of the seat. A footrest (7) is attached to the front of the seat. Various adjustment mechanisms and components are labeled with numbers: 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

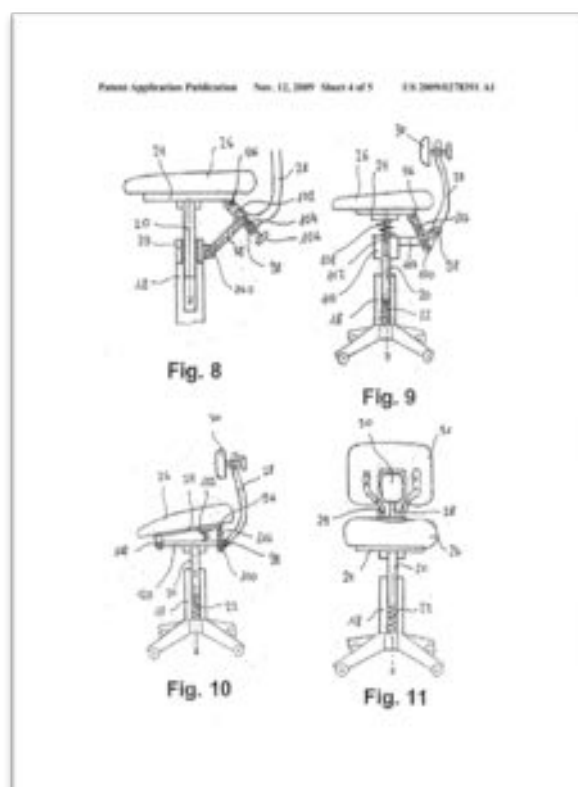
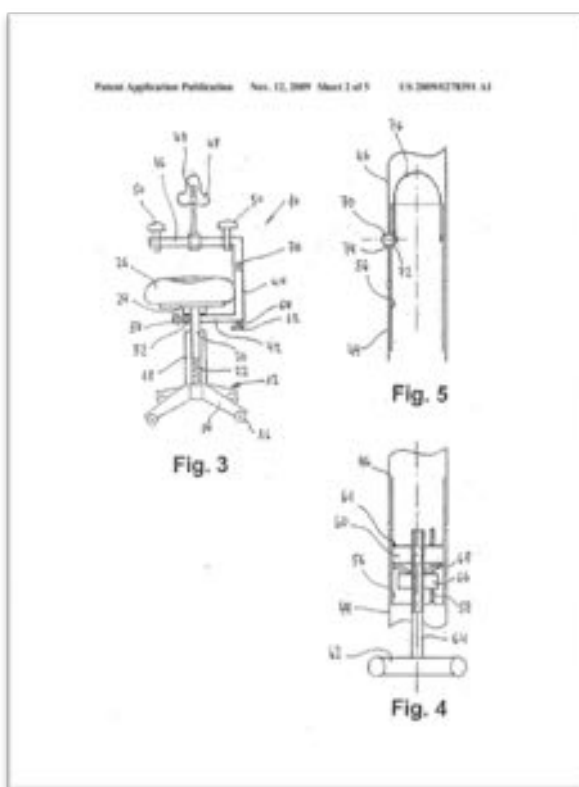
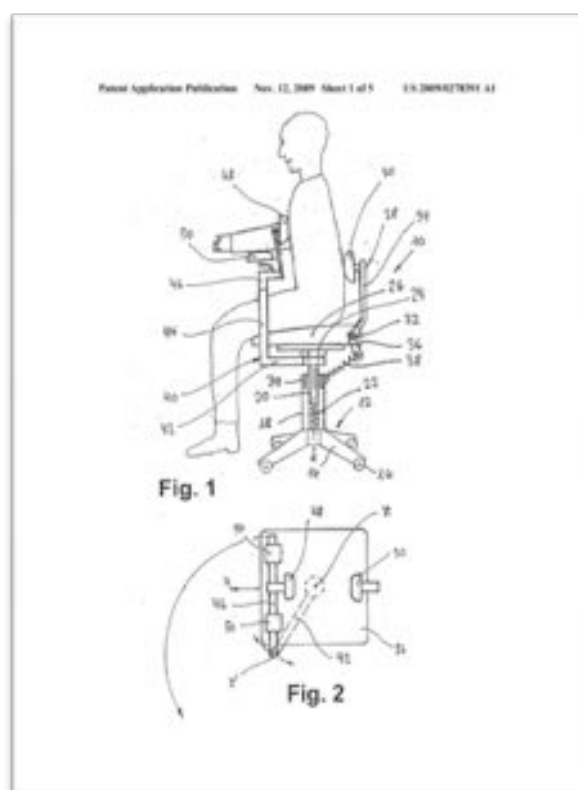
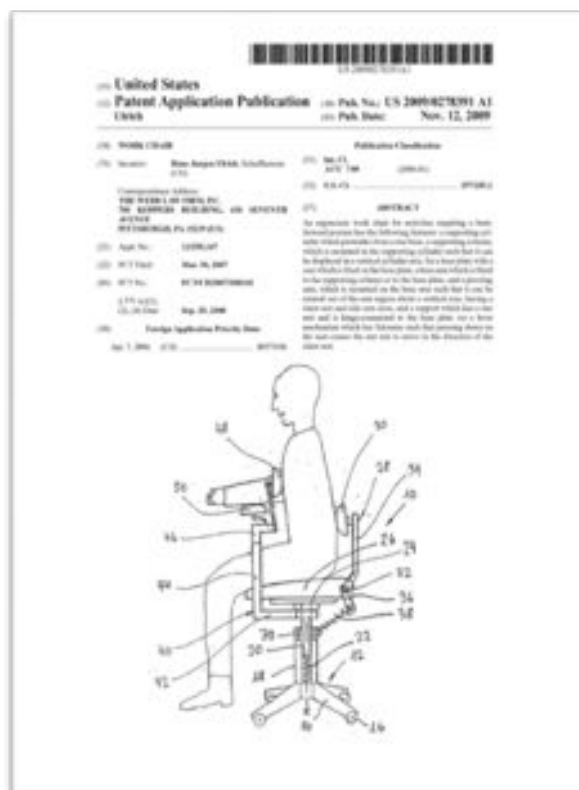
Octrooi Bordewick



I.D Octrooi Kavnik



I.E Octrooi Ulrich



I.F Octrooi Serber

United States Patent

Number

Patent Number: 4,832,407

Date of Patent: May 25, 1989

(24) VARIABLE POSITION CHAIR AND

METHODS

(25) Invention: Stuart Surber, 300 Glen View, St.

St. Louis, Missouri, Calif. 63025

(26) Appl. No.: 06,848

(27) Filed: Nov. 27, 1987

(28) Pub. No.: 4,832,407 A1

(29) U.S. Cl.: 297,485; 297,500

(30) Field of Search: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(31) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(32) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(33) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(34) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(35) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(36) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(37) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(38) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(39) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(40) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(41) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(42) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(43) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(44) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(45) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(46) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(47) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(48) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(49) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(50) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(51) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(52) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(53) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(54) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(55) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(56) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(57) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(58) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(59) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(60) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(61) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(62) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(63) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(64) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(65) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(66) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(67) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(68) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(69) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(70) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

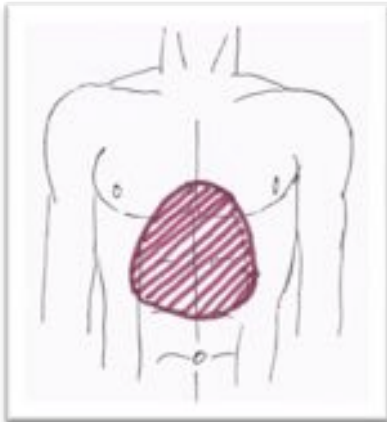
(71) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(72) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

(73) References Cited: 297,485; 297,500; 297,501; 297,502

Bijlage II

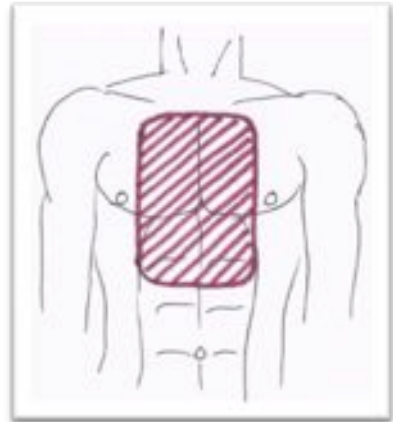
Steunvlakvormen



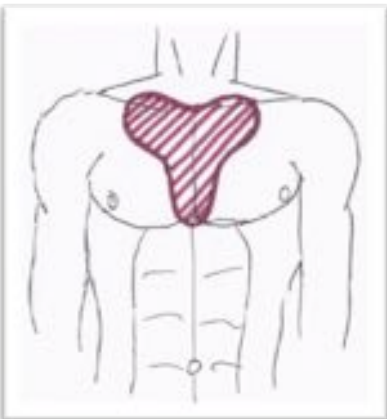
Afbeelding BII.1 Bordewieck



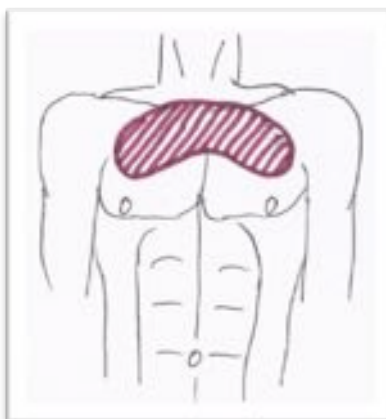
Afbeelding BII.2 Capisco



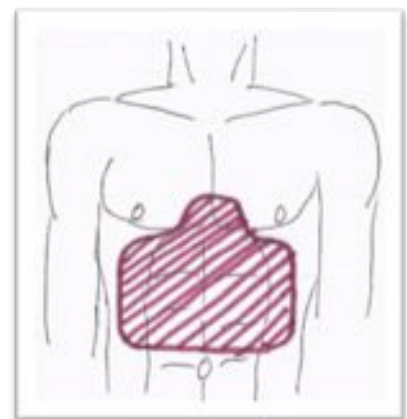
Afbeelding BII.3 Kavnik



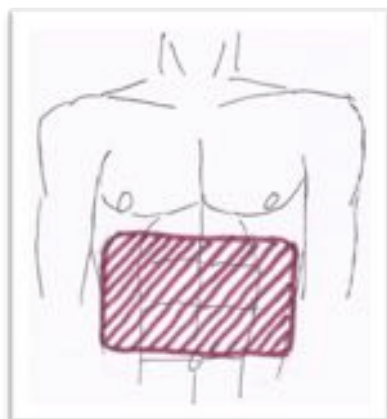
Afbeelding BII.4 Koehler



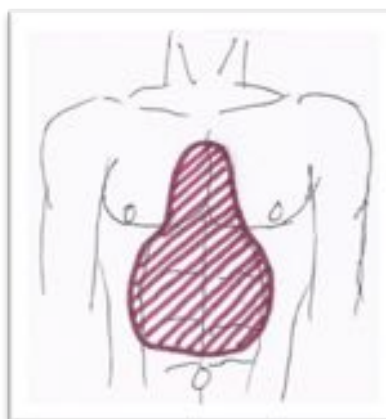
Afbeelding BII.5 Kokam



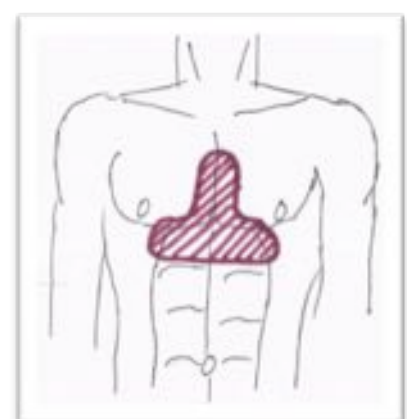
Afbeelding BII.6 Real 2624



Afbeelding BII.7 Real 2625



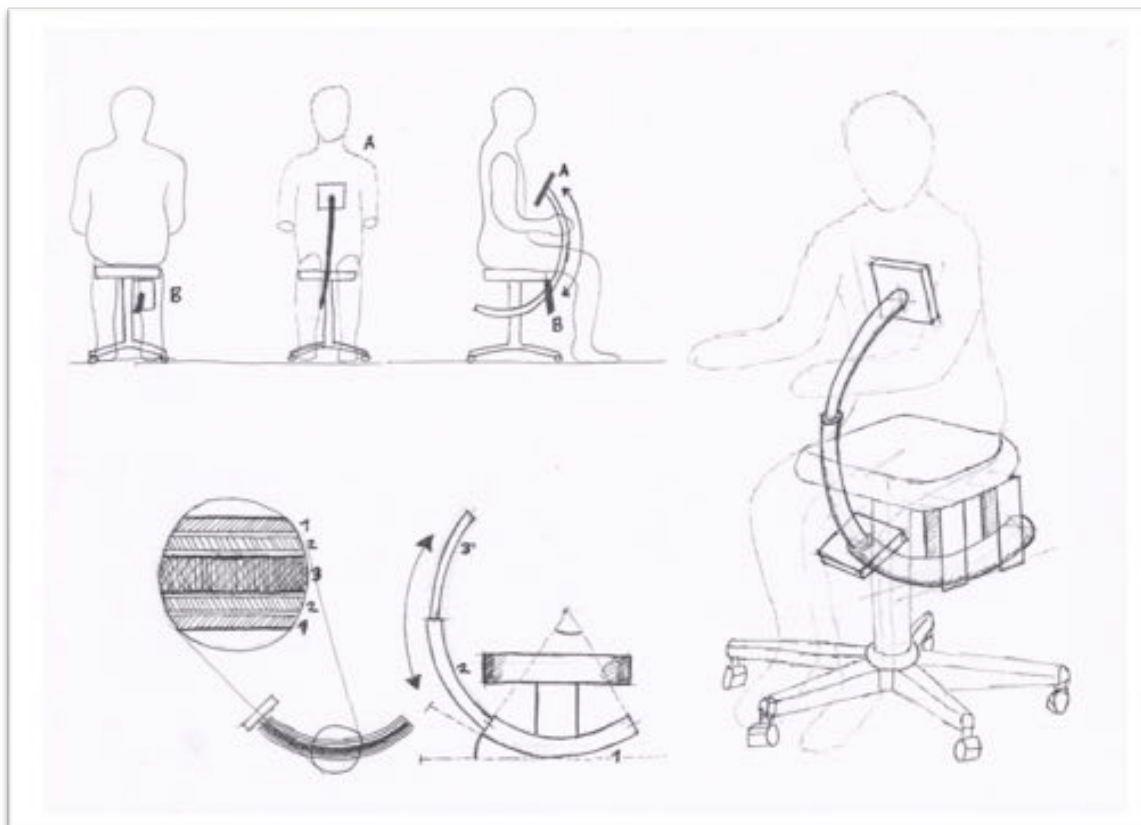
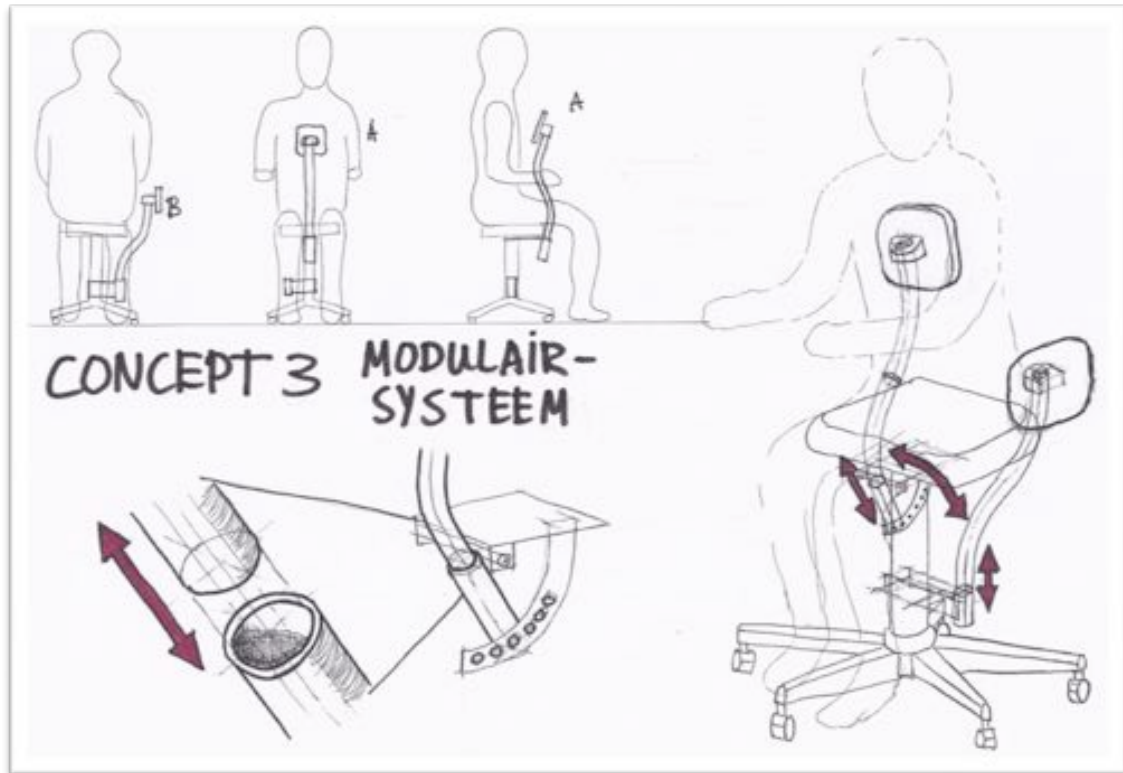
Afbeelding BII.8 RH Alternativ

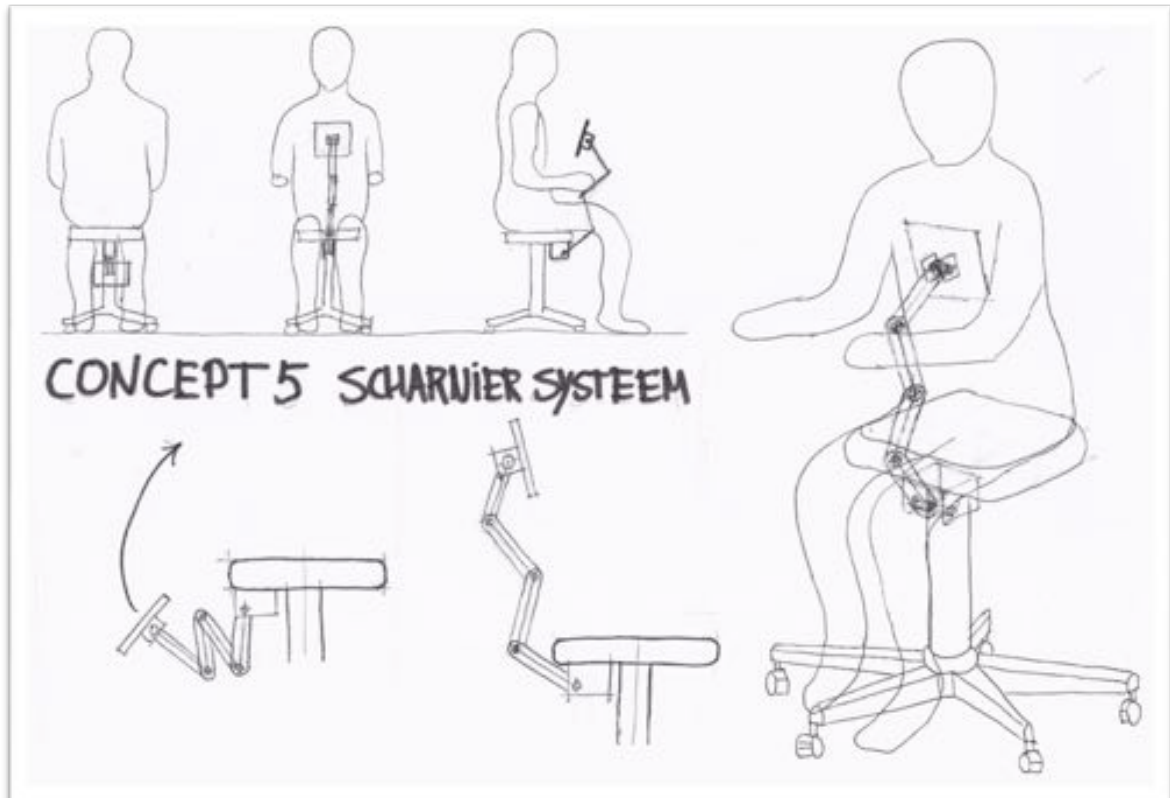
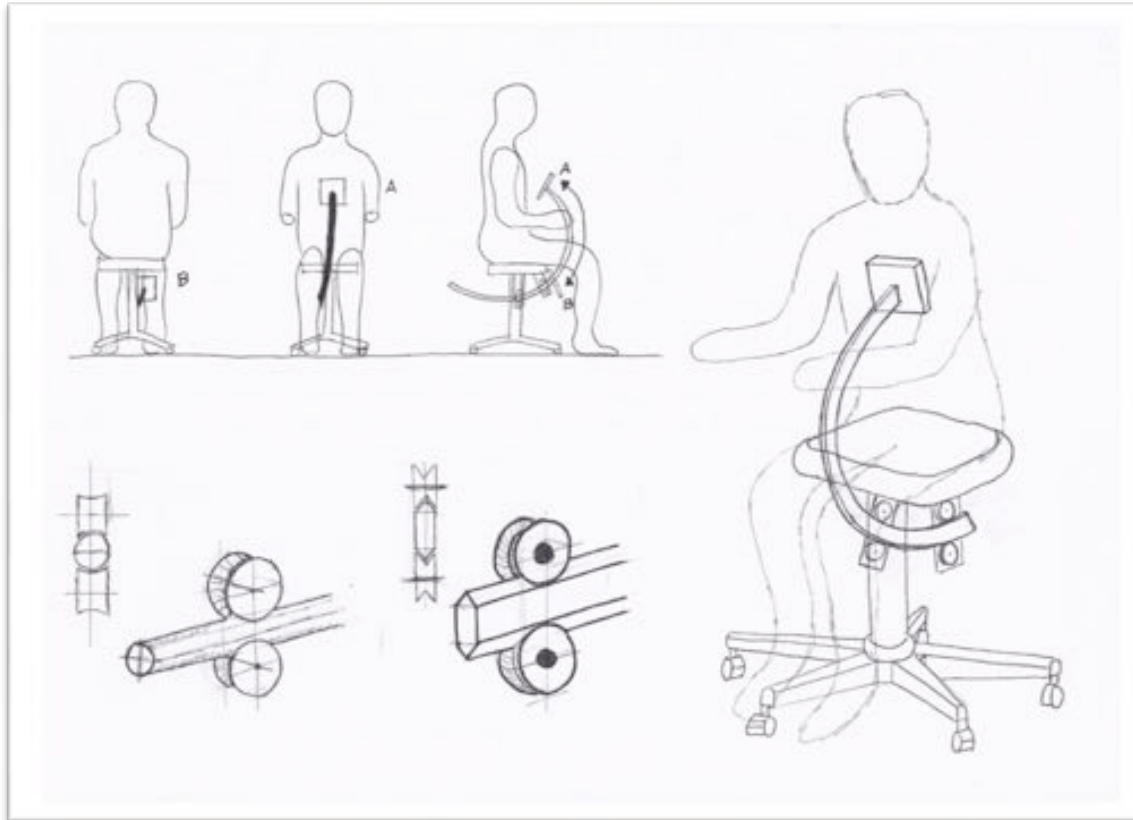


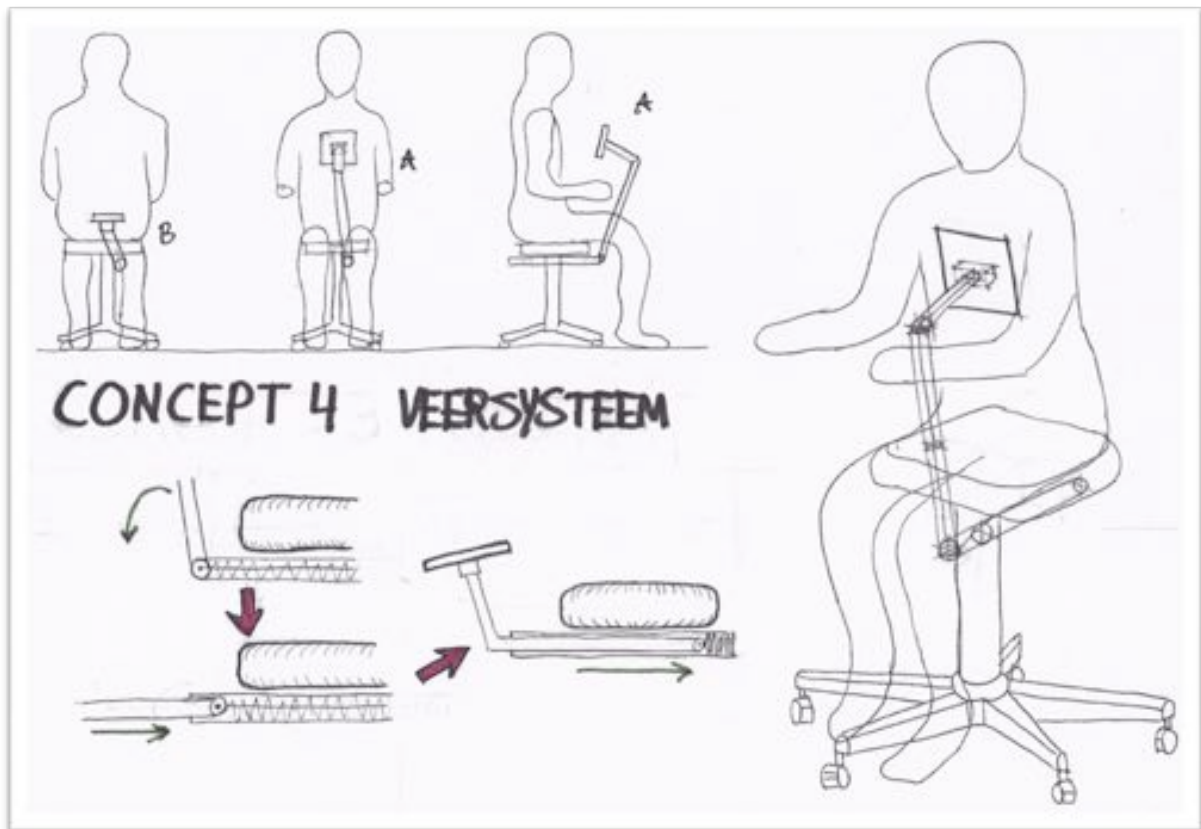
Afbeelding BII.9 Ulrich

Bijlage III Deelconcepten

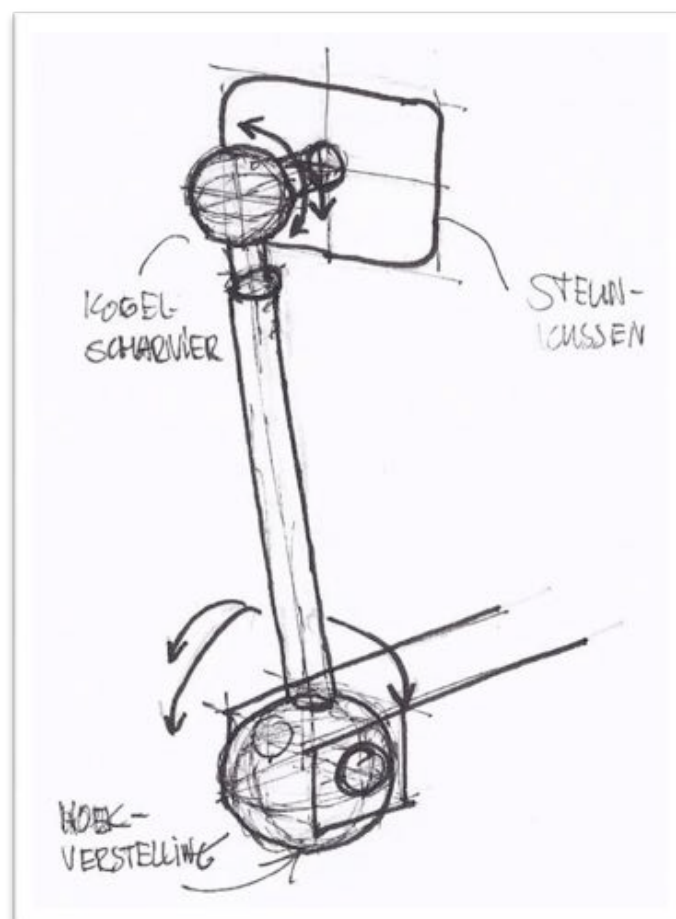
Translatie systemen

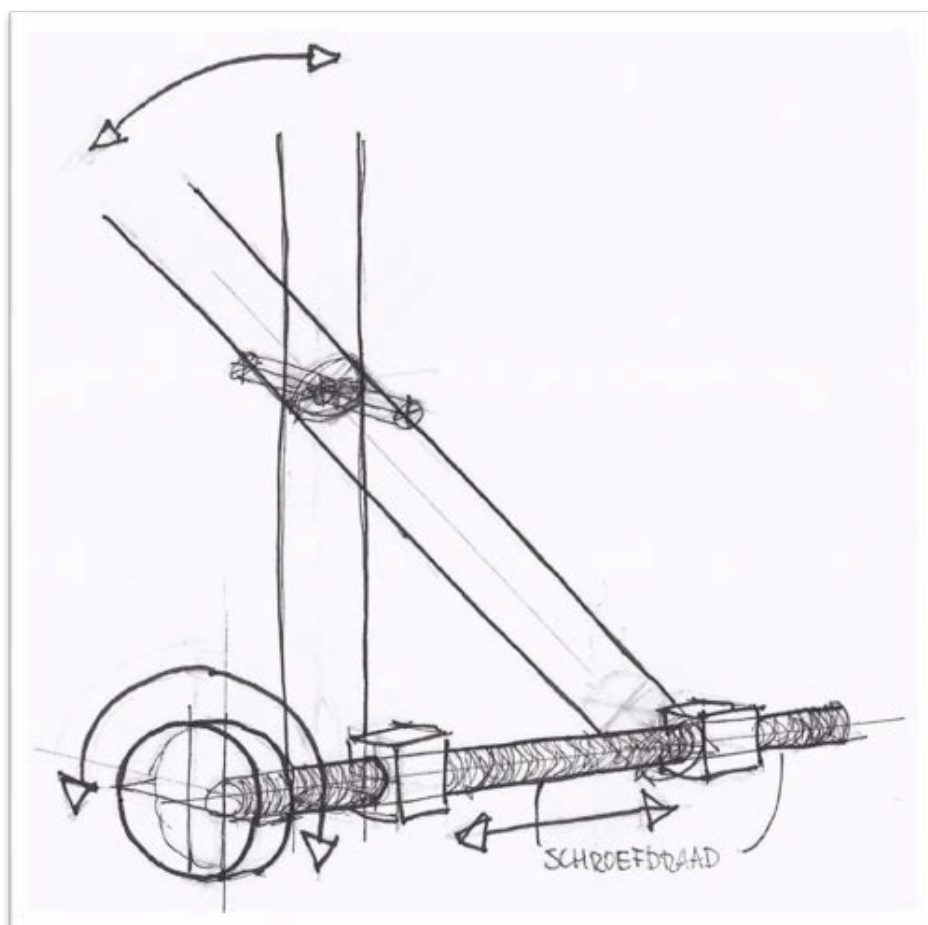
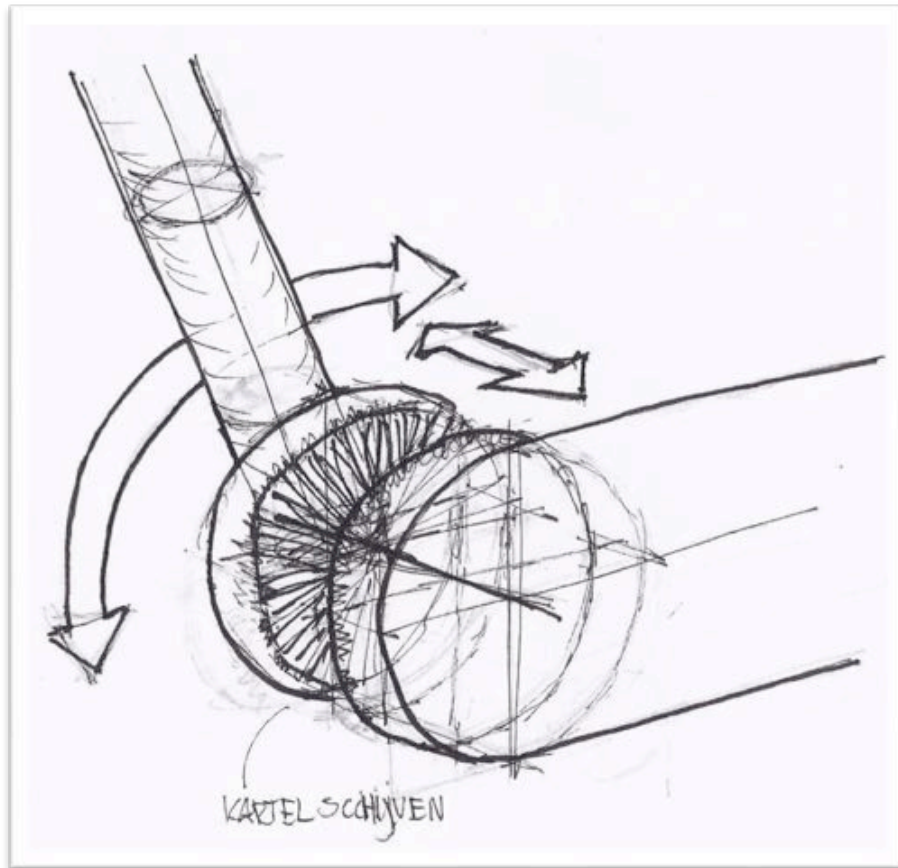


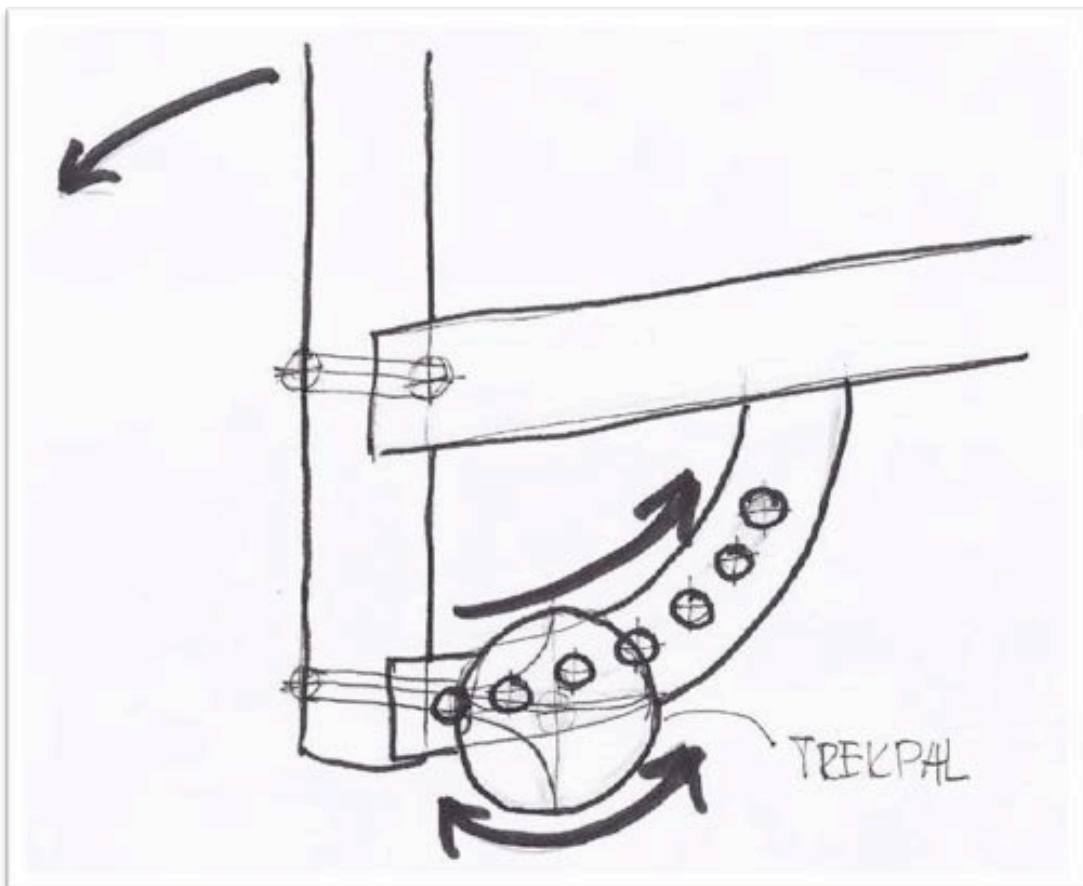
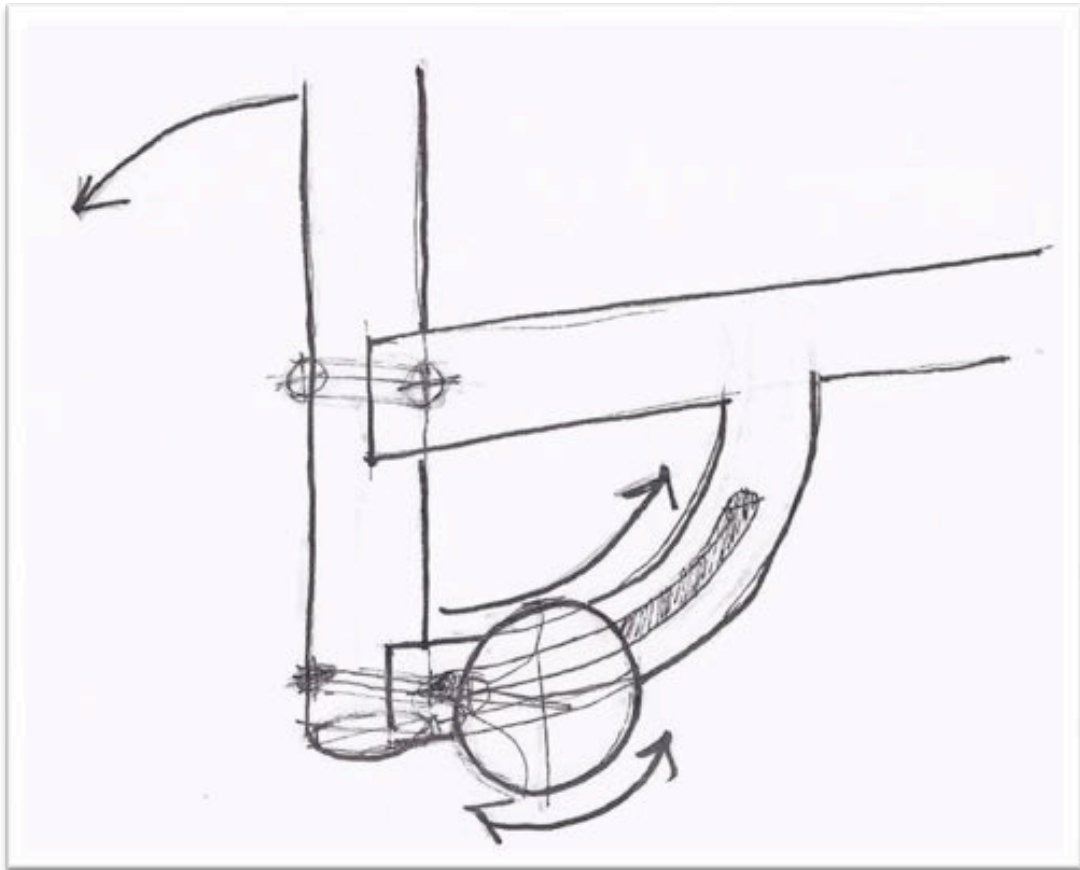




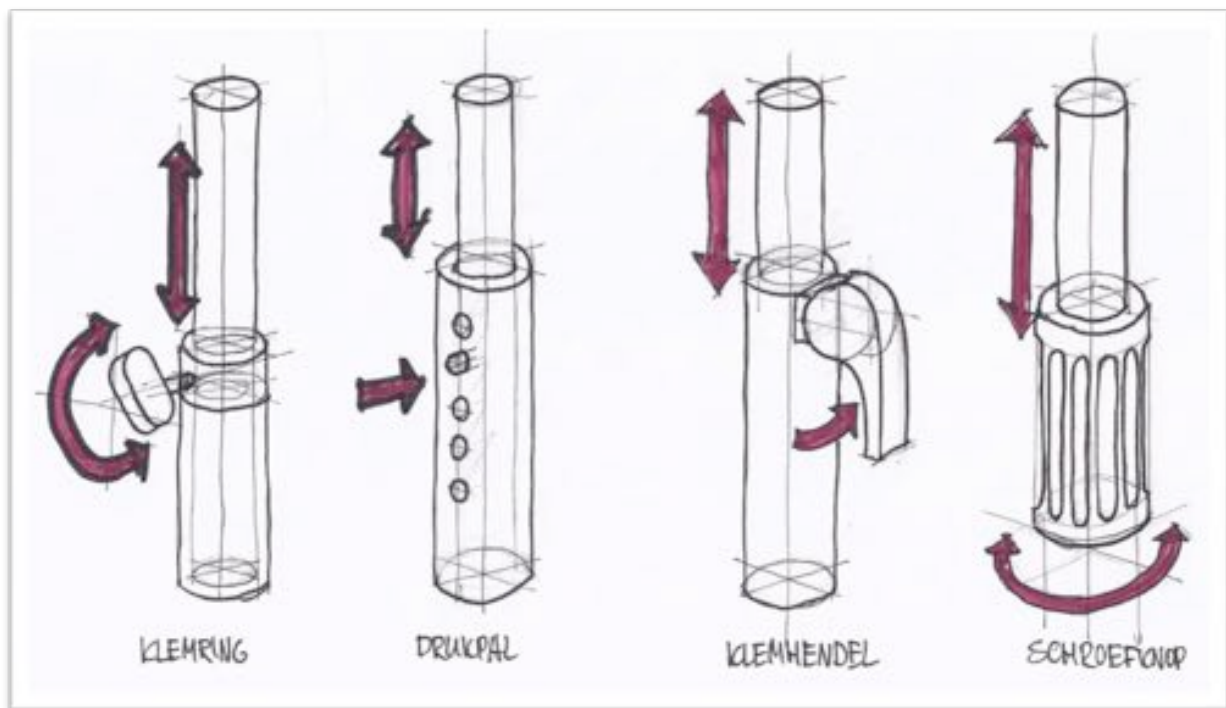
Hoekverstelling systemen



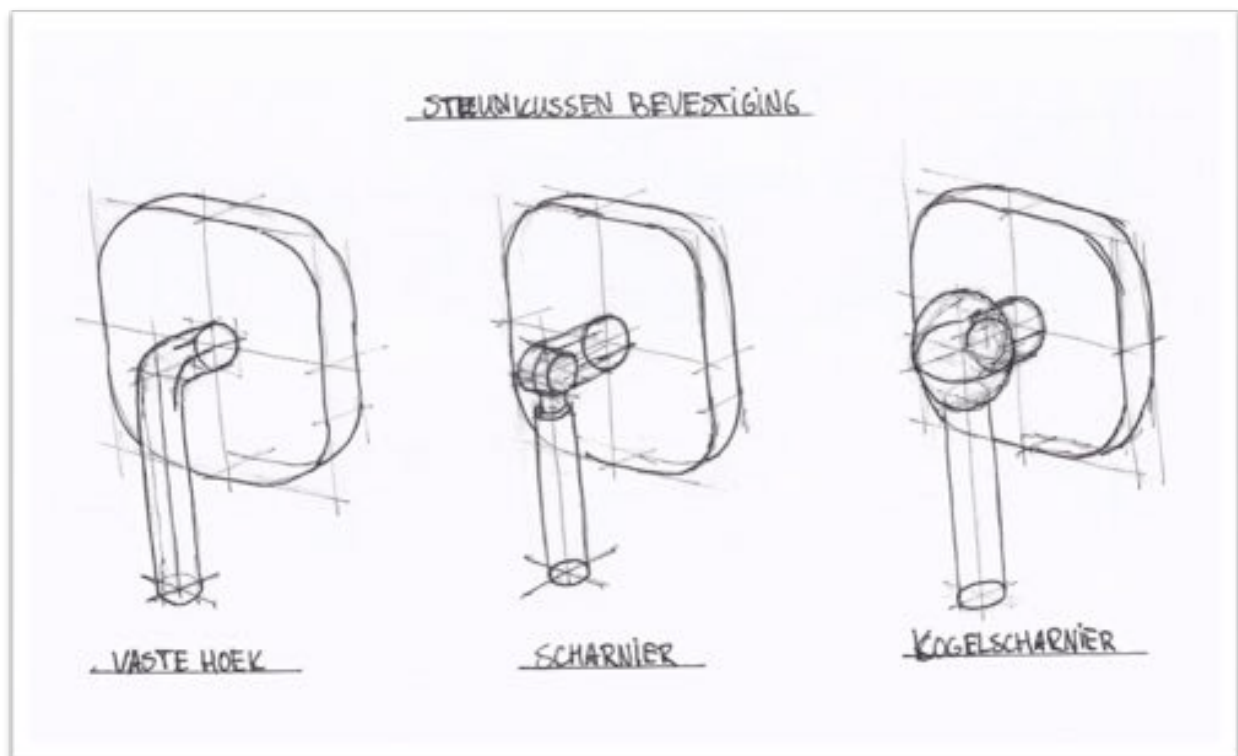




Hoogte verstelling systemen

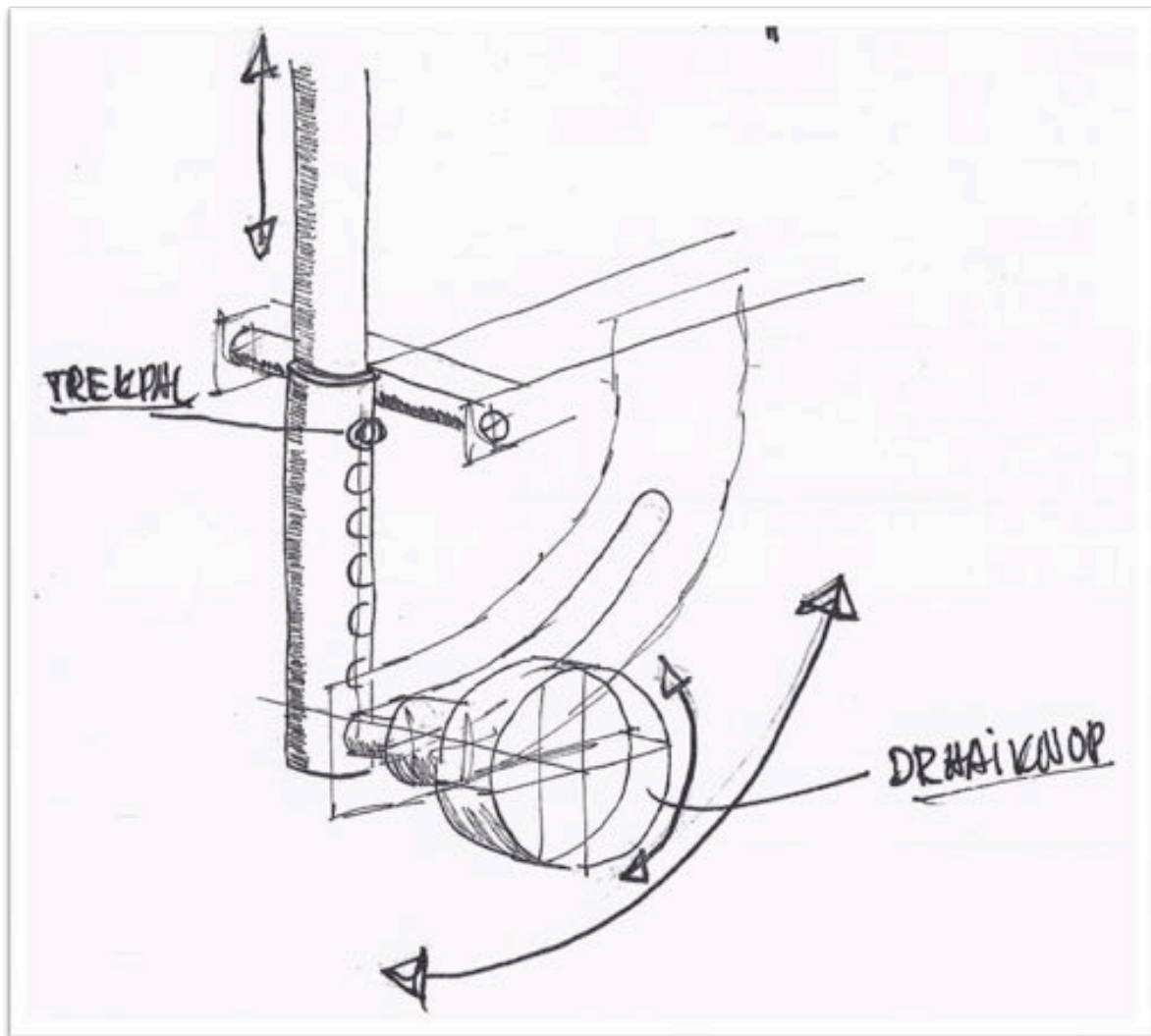


Steunkussen bevestigingen

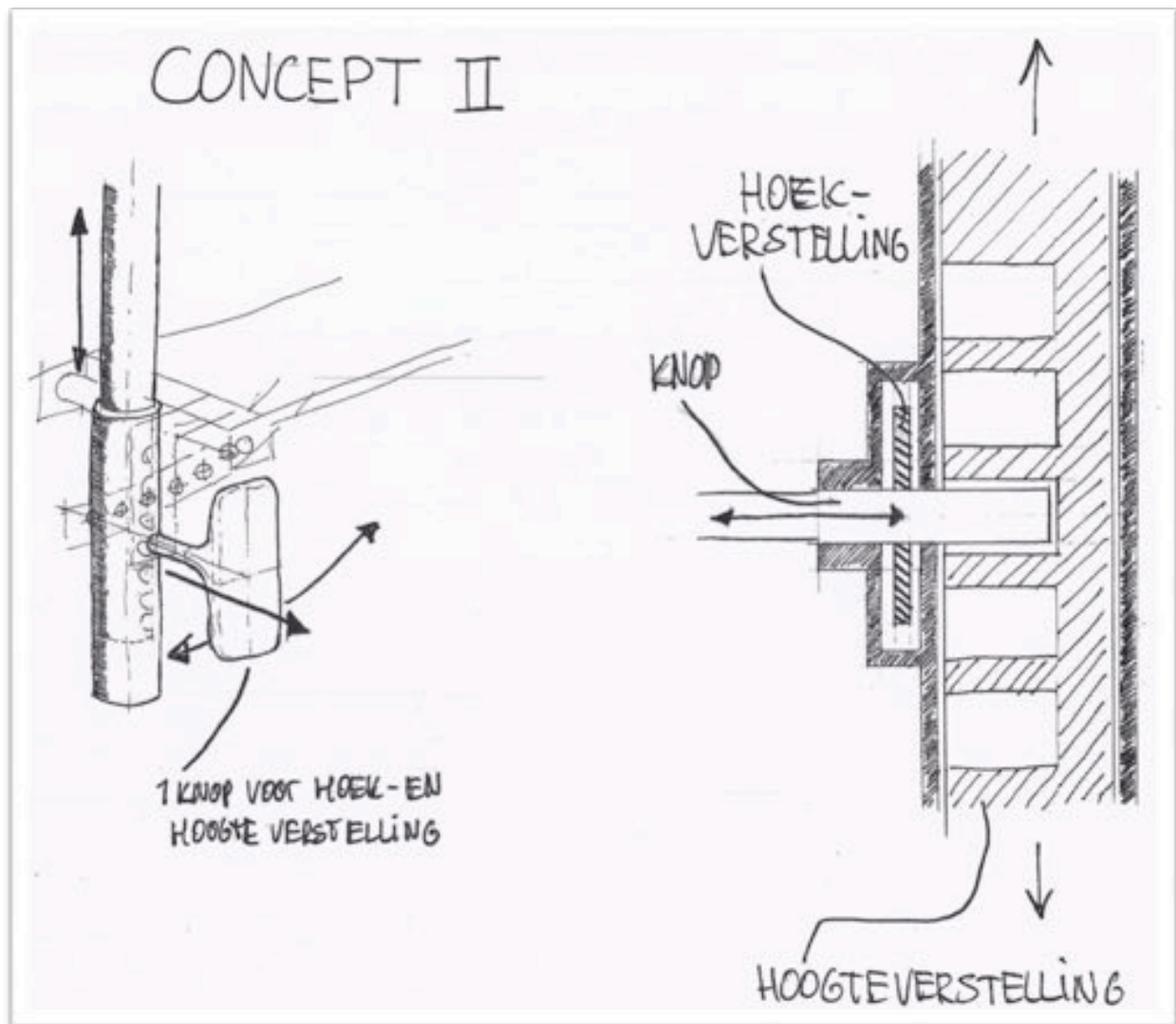


Bijlage IV Combinatieconcepten

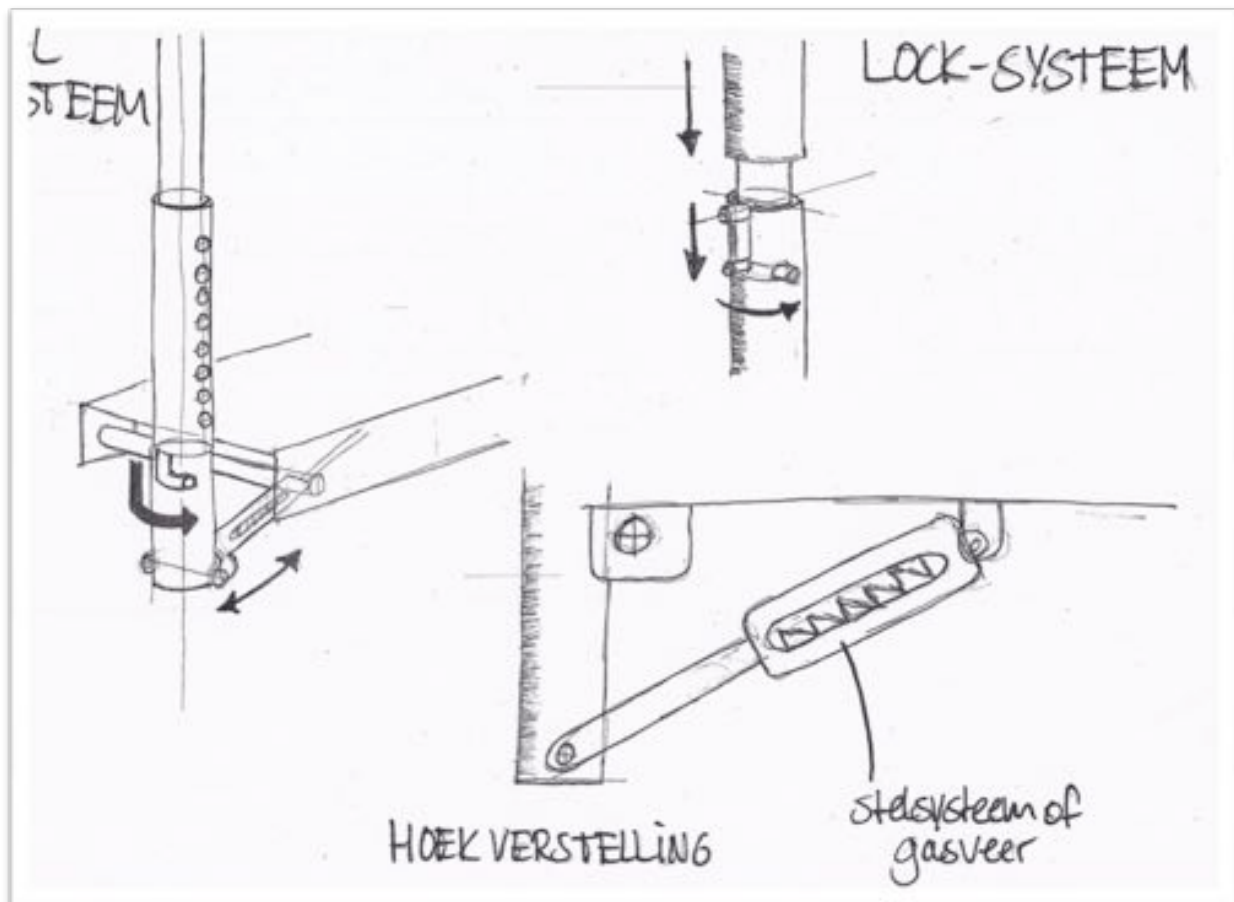
Combinatieconcept 1



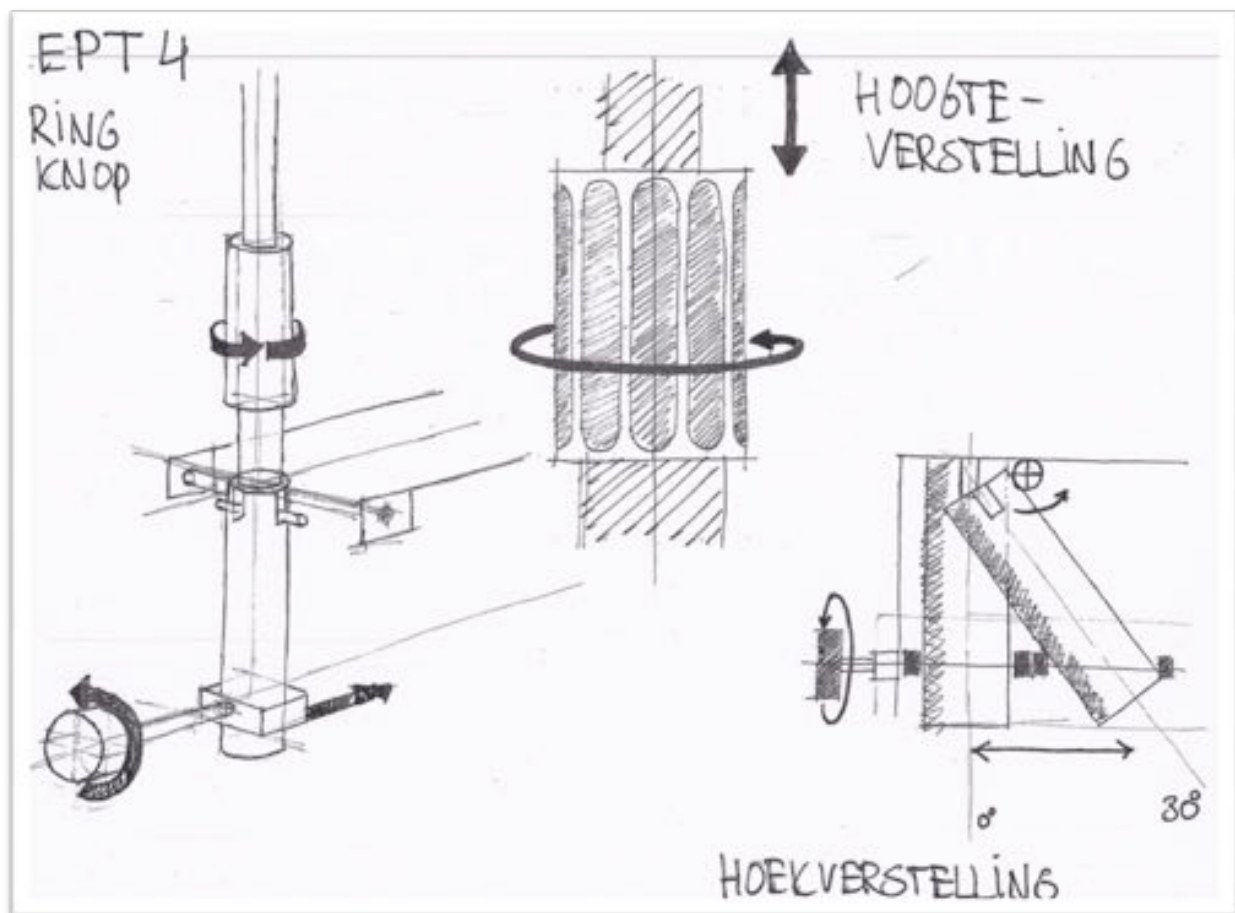
Combinatieconcept 2



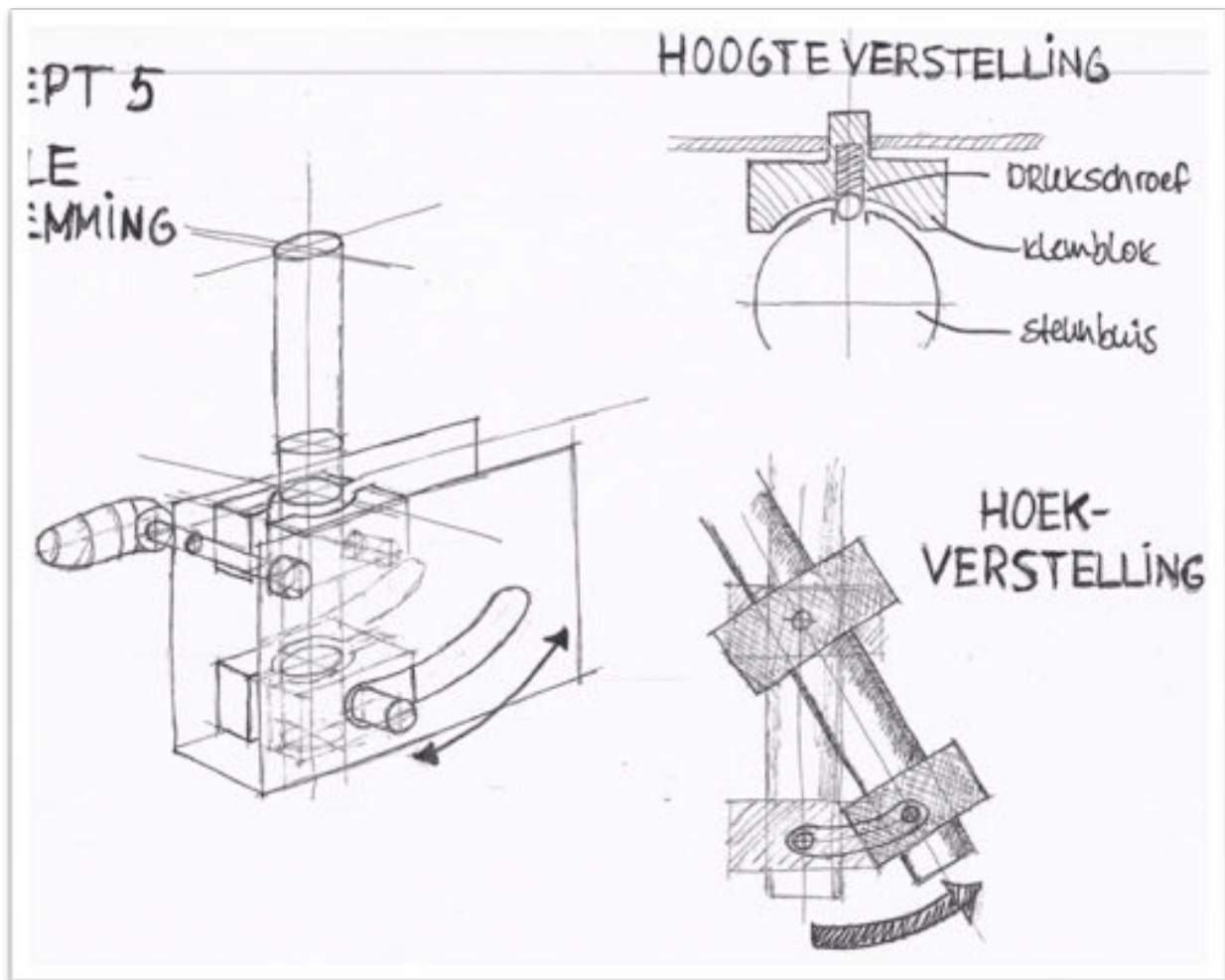
Combinatieconcept 3



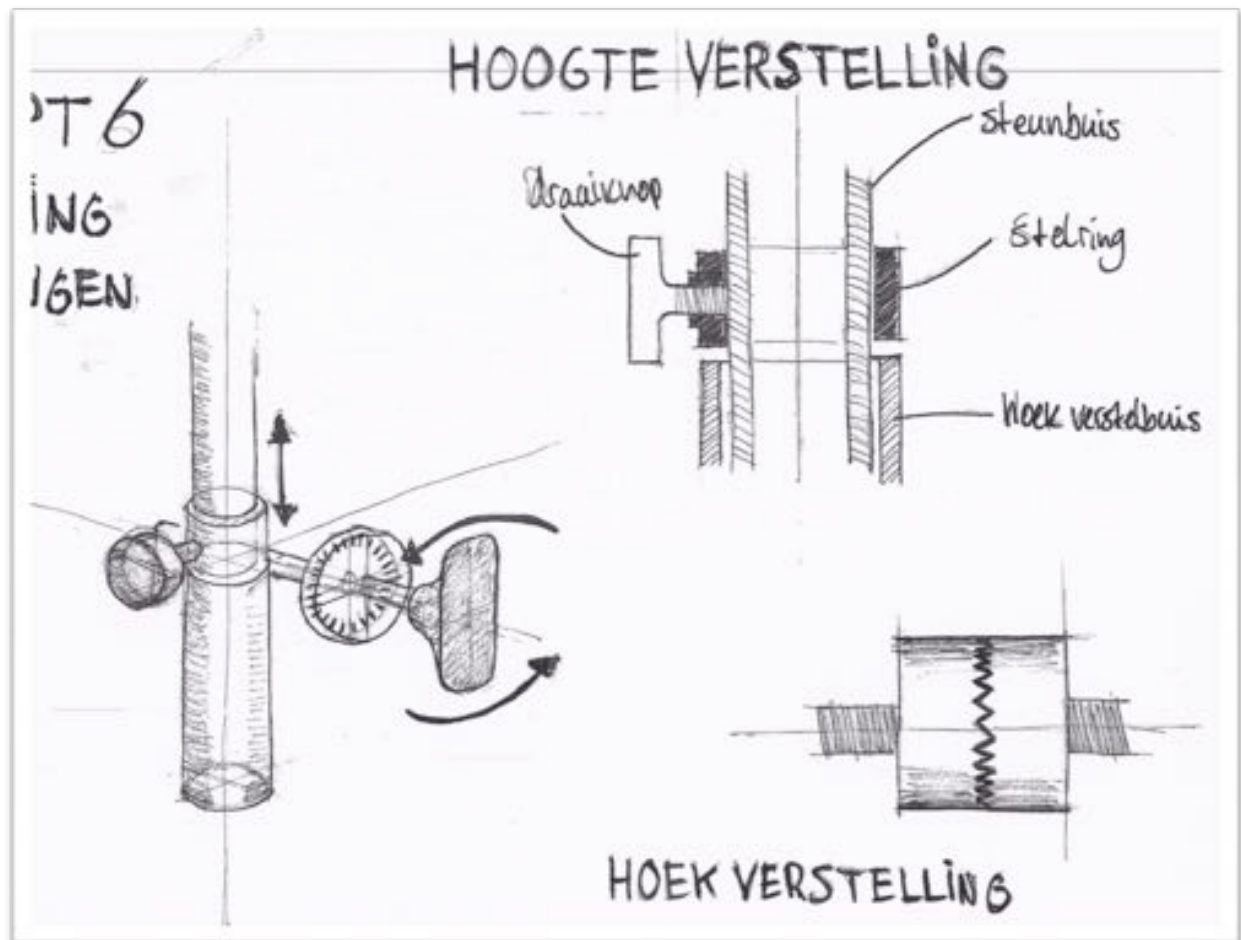
Combinatieconcept 4

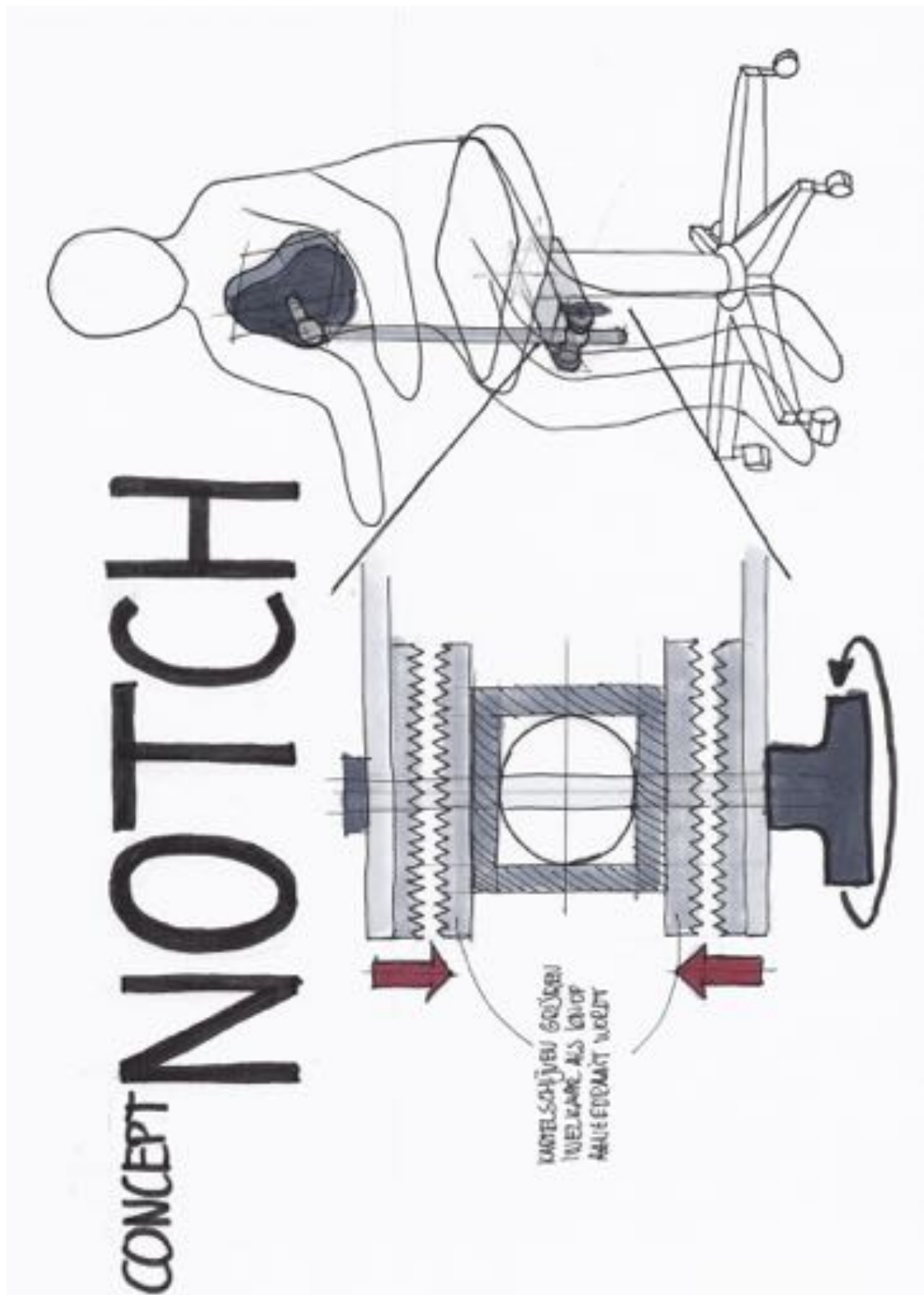


Combinatieconcept 5

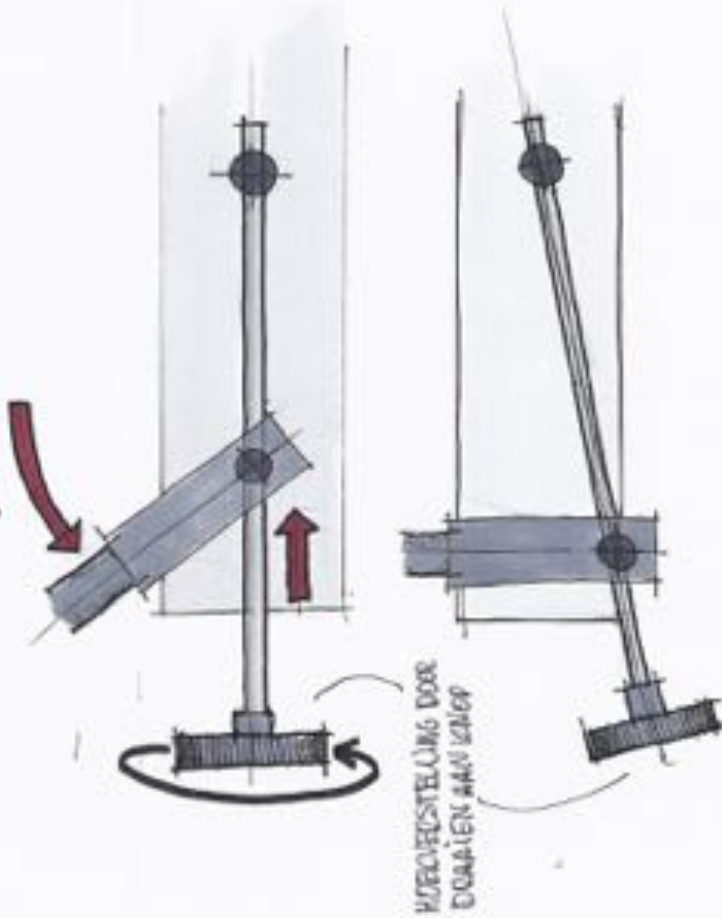
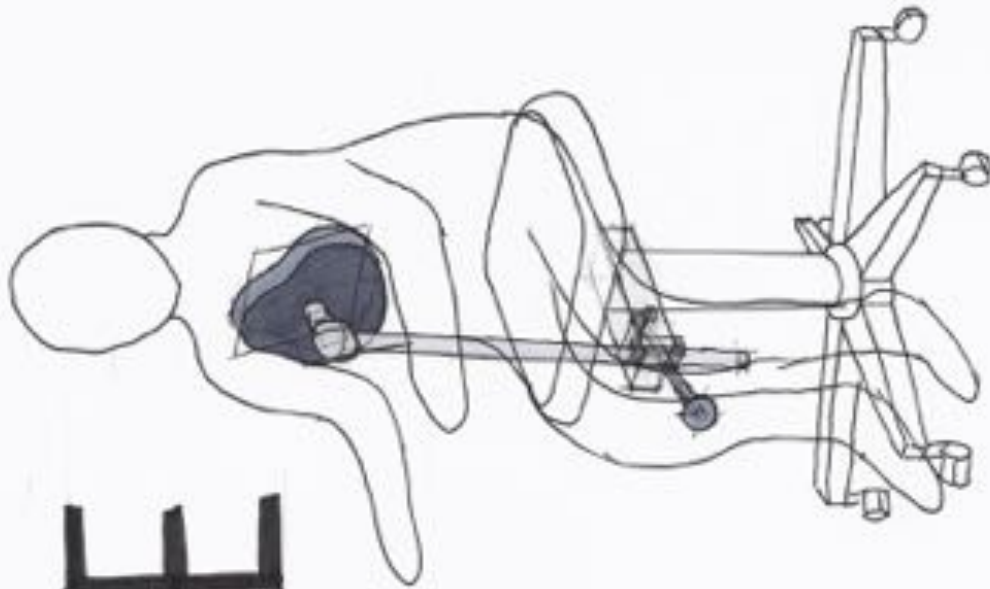


Combinatieconcept 6



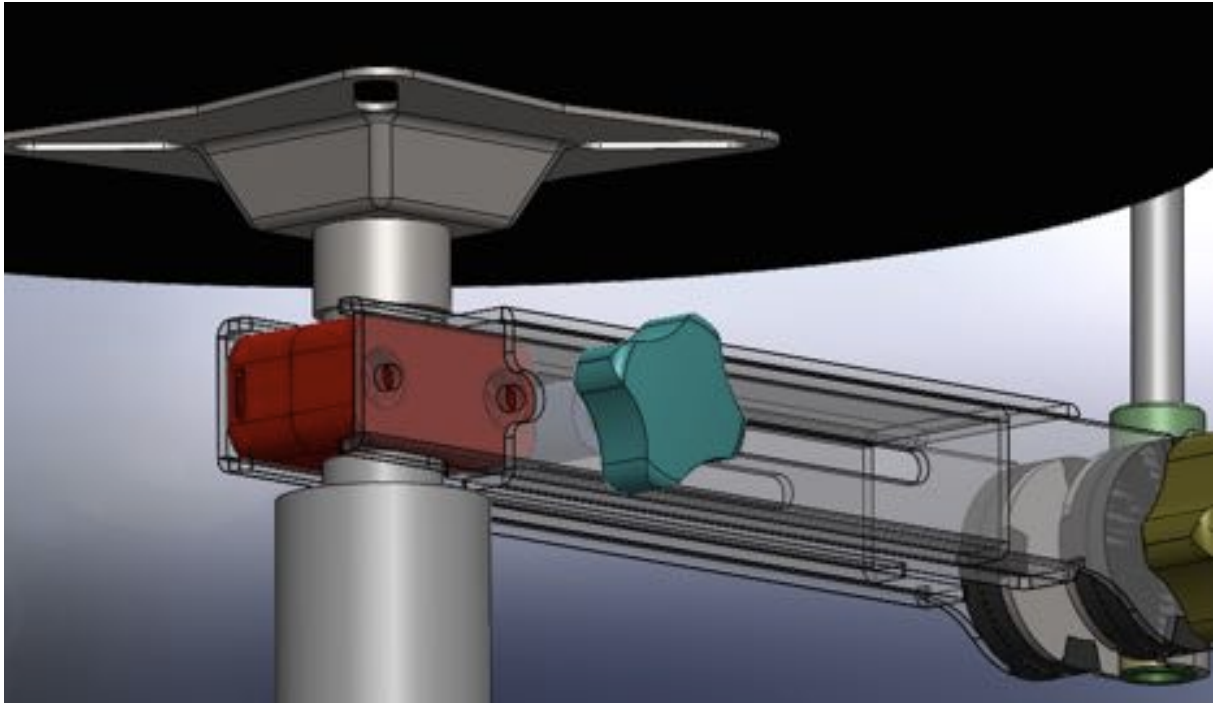


CONCEPT STROKE

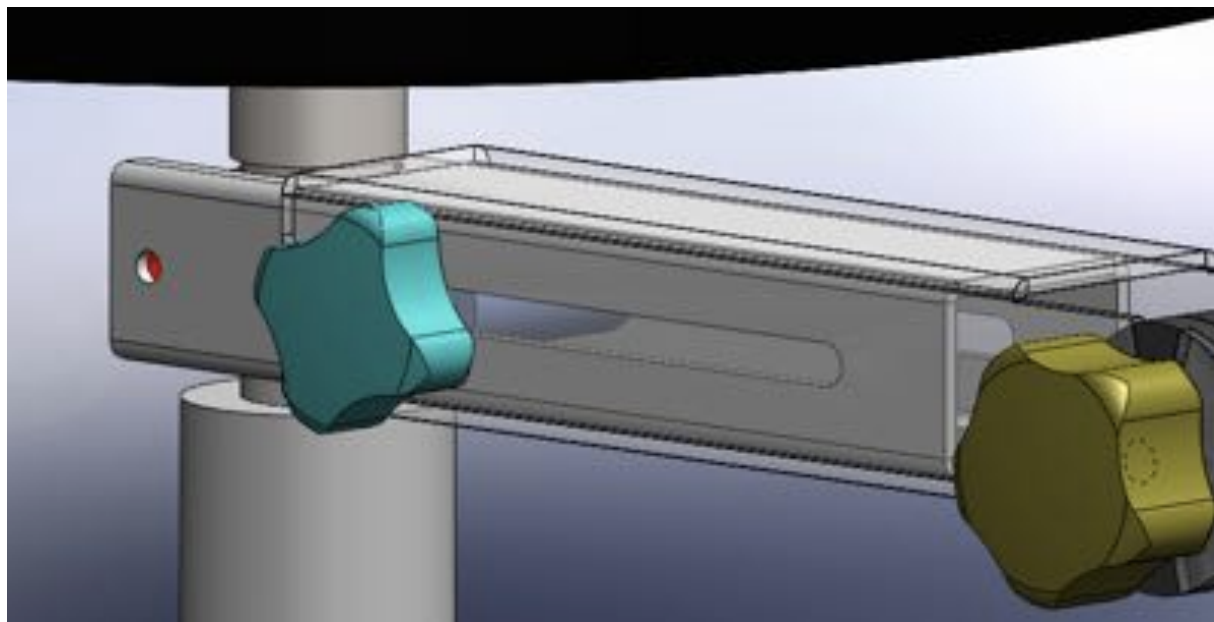


Bijlage VI SolidWorks screenshots

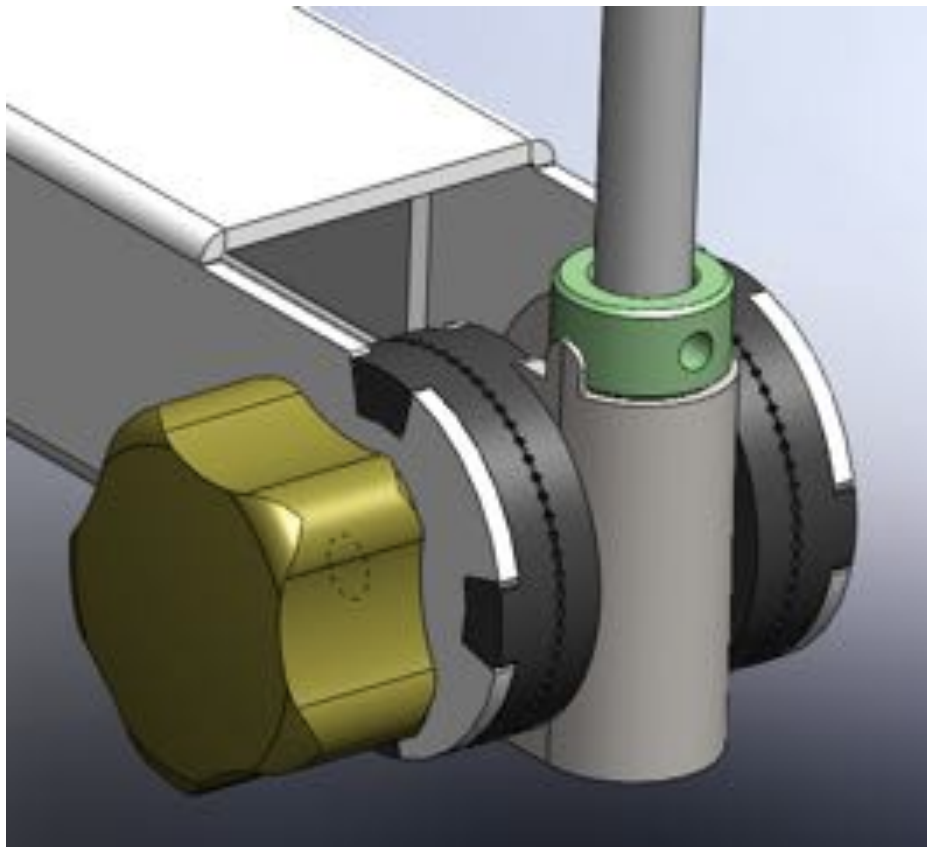
SolidWorks screenshot Stauffblok



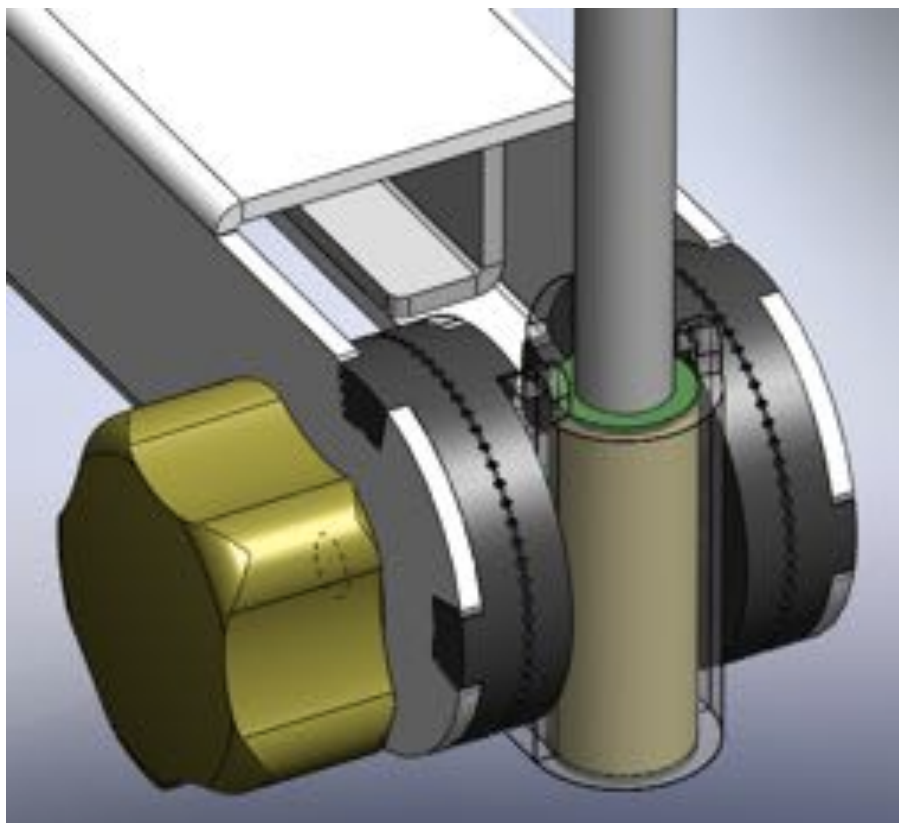
SolidWorks screenshot diepteinstelling



SolidWorks screenshot stelring



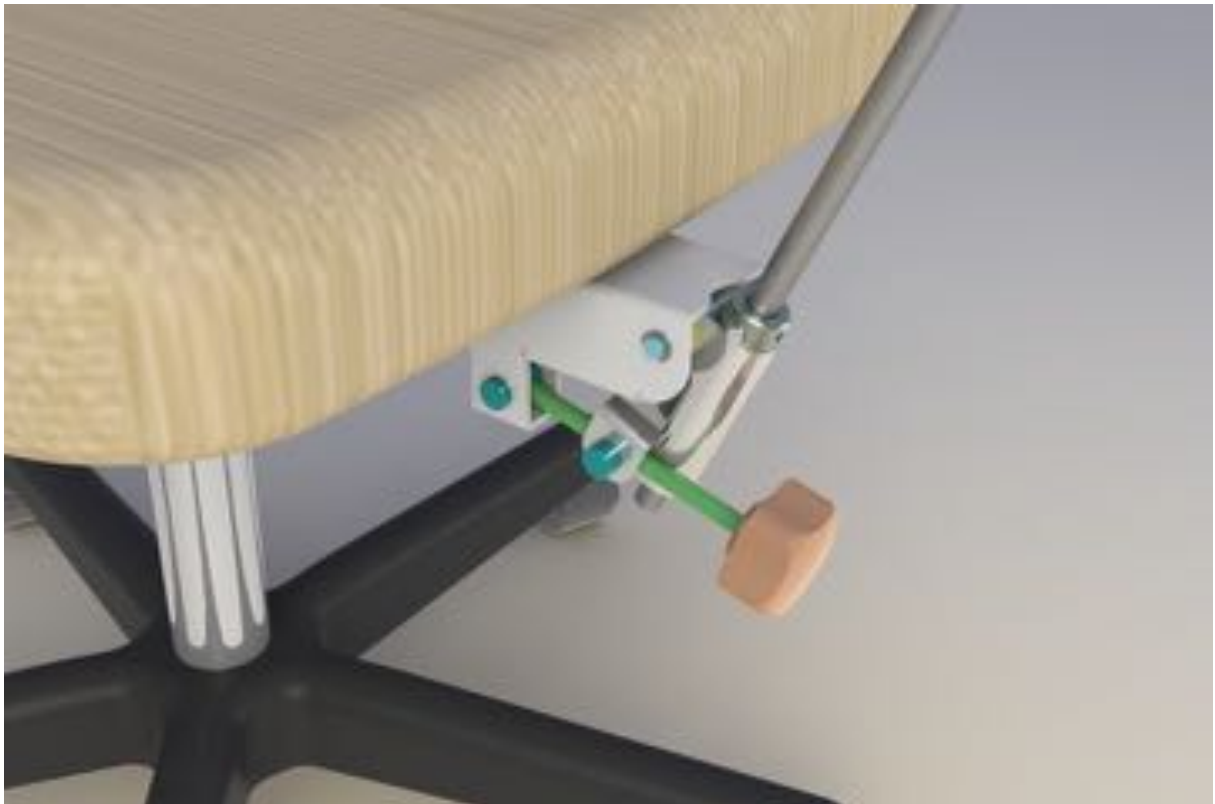
SolidWorks screenshot glijlager



SolidWorks screenshot Notch prototype



SolidWorks screenshot Stroke prototype

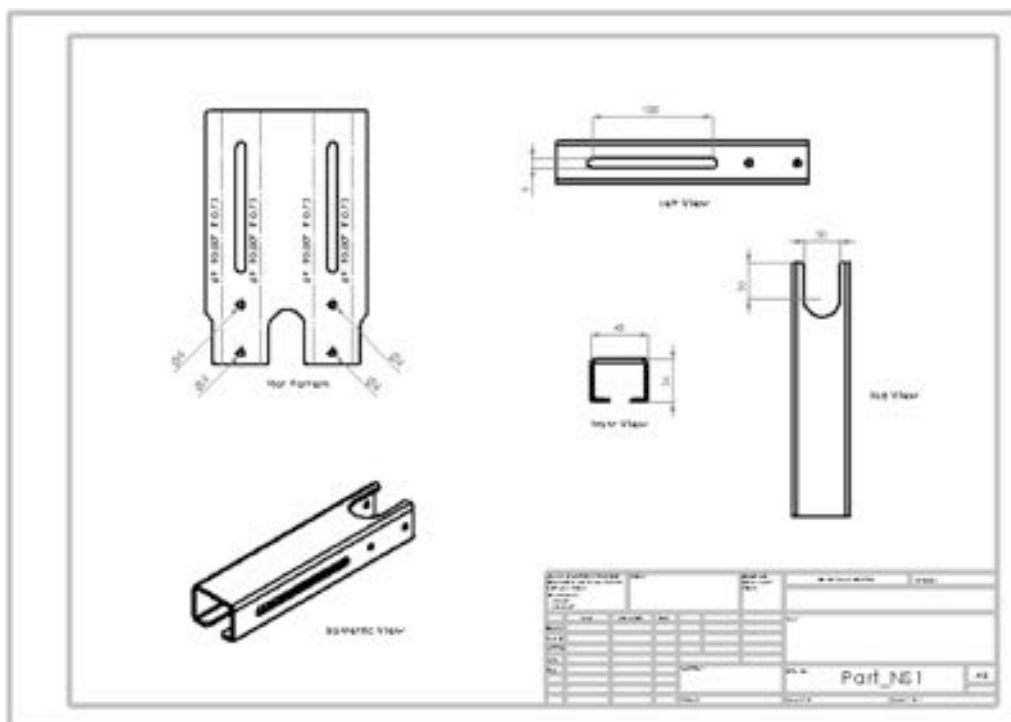


Bijlage VII Stuklijst

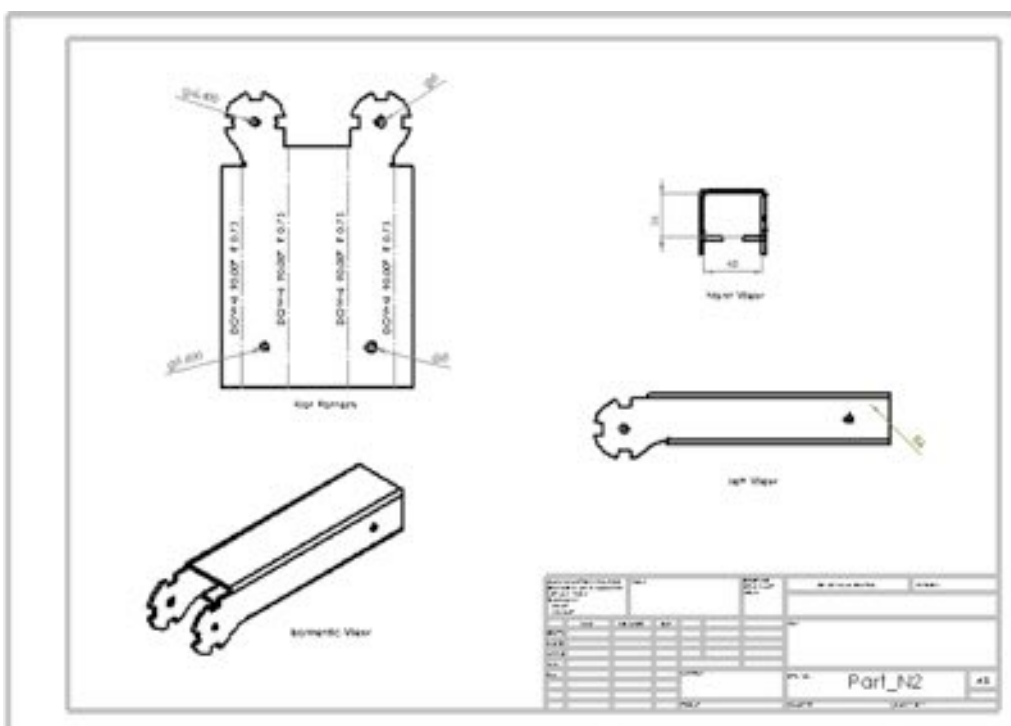
list of materials Borststeun

onderdeel	aantal	prijs p/st	totaal prijs	leverancier	artikelnr.	Opmerking
Gaavebevestiging						
Behuizing N5 (plaatwerk)	1,00	€ 35,89	€ 35,89	Dortun S.R.O		
Stauffblok 428 AL - alu 28mm	1,00	€ 8,28	€ 8,28	Eriks	850942	
Bout M6 x 60	2,00	€ 0,38	€ 0,76	Gerritse	385258	
Moer M6	2,00	€ 0,02	€ 0,04	Gerritse	355135	
Slutring M6	2,00	€ 0,07	€ 0,14	Gerritse	356804	
Stengreep M8 (klein)	1,00		€ 0,00	recycle Kipp		
Schroefdraad M8 ~60	1,00		€ 0,00	recycle Gerritse		
Spacer 8 x 18 x 40	1,00		€ 0,00	Skiffy	005 611 59902	
Slutring M8	1,00	€ 0,08	€ 0,08	Gerritse	356806	
Notchstelsysteem						
Behuizing N2 (plaatwerk)	1,00	€ 36,55	€ 36,55	Dortun S.R.O		
Buisplaat N1 (plaatwerk)	1,00	€ 25,05	€ 25,05	Dortun S.R.O		
Buis N3	1,00		€ 0,00	Dortun S.R.O		
Kartelschijfsysteem set a 4 stuks	1,00	€ 15,59	€ 15,59	Inova Revalidatie	IKS K40	
Sterkgreep M8 (groot)	1,00		€ 0,00	recycle Kipp		
Schroefdraad M8 ~70	1,00		€ 0,00	recycle Gerritse		
Slutring M8	1,00	€ 0,08	€ 0,08	Gerritse	356806	
Glijlager	2,00		€ 0,00	aanw		Van rompsleun
Stroeksysteem						
Behuizing S2 (plaatwerk)	1,00	€ 41,79	€ 41,79	Dortun S.R.O		
Buisplaat S1 (plaatwerk)	1,00	€ 30,09	€ 30,09	Dortun S.R.O		
Buis S3	1,00		€ 0,00	Dortun S.R.O		
As 8 x 60 (onbewerkt)	1,00		€ 0,00			Gleuven draaien
Borgring 6mm	2,00		€ 0,00	Fabory	D6799 CIRCLIP	
Spacer 8 x 18 x 10	2,00		€ 0,00	Skiffy	005 598 059902	
Glijlager	2,00		€ 0,00	aanw		Van rompsleun
Stengreep M8 (groot)	1,00		€ 0,00	recycle Kipp		
Schroefdraad M8	1,00		€ 0,00			
Moer M8	1,00		€ 0,00	Gerritse		
Bus draad	1,00		€ 0,00	recycle		
Bus	1,00		€ 0,00	recycle		
Slutring M13			€ 0,00			
Steun						
Borststeunkussen	1,00	€ 79,00	€ 79,00	Ergotech		
Kogelscharnier	1,00		€ 0,00			
Steunbuis	1,00		€ 0,00			Van rompsleun
Stellring + Klemgrip	1,00		€ 0,00	Pennings / Kipp	07805-101201	Van rompsleun
		totaal	€ 273,34			

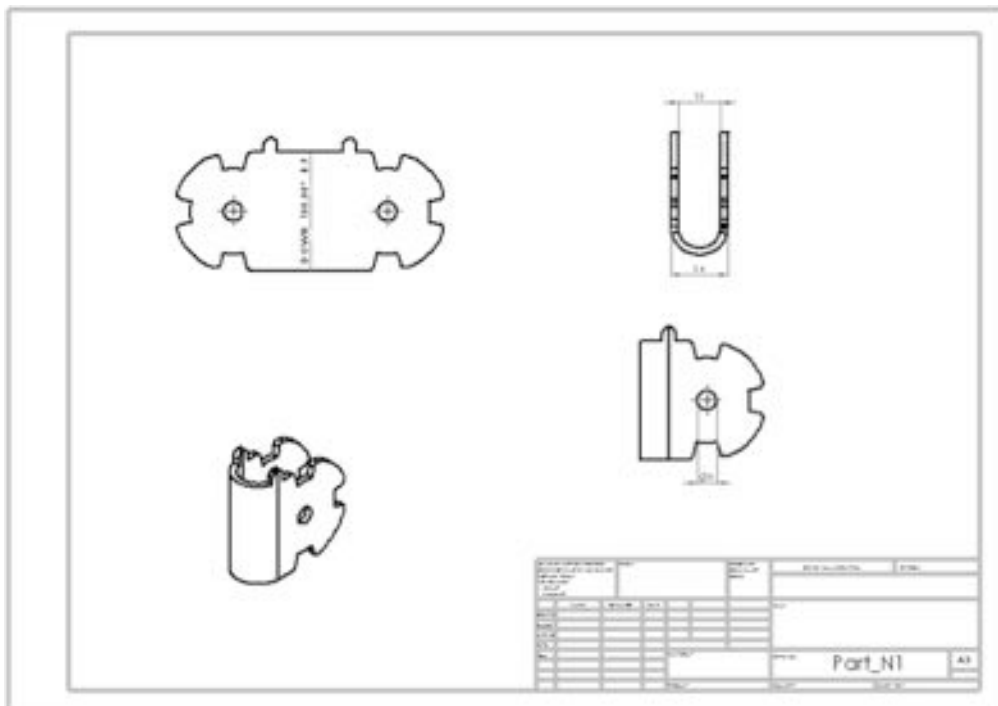
Bijlage VIII SolidWorks Bouwtekeningen



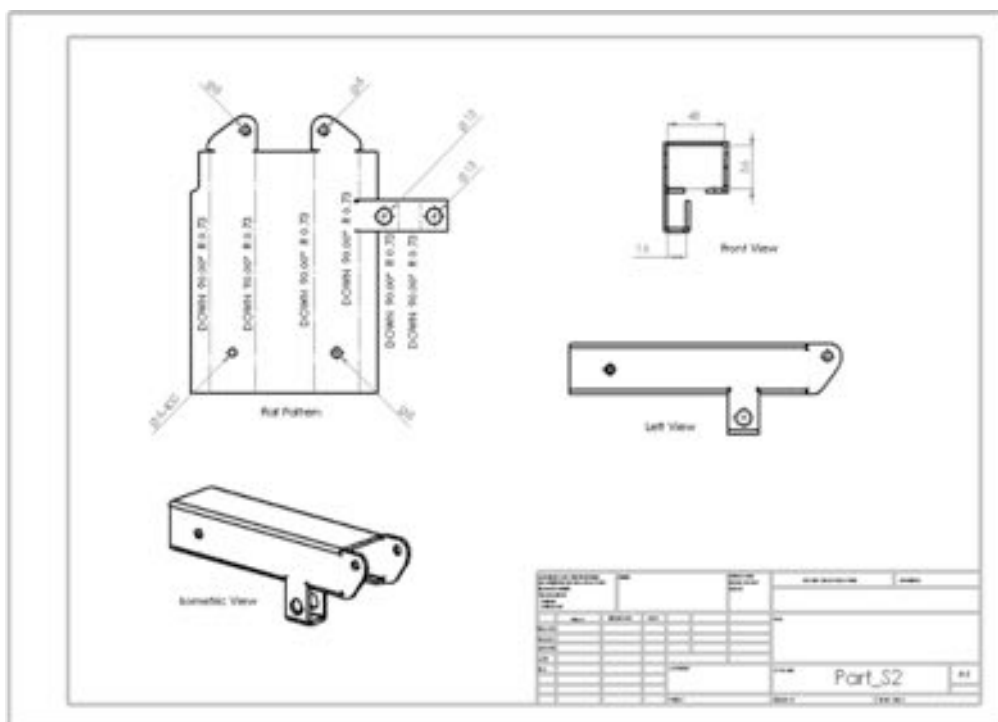
Afbeelding BVIII.1 Bouwtekening Onderdeel NS



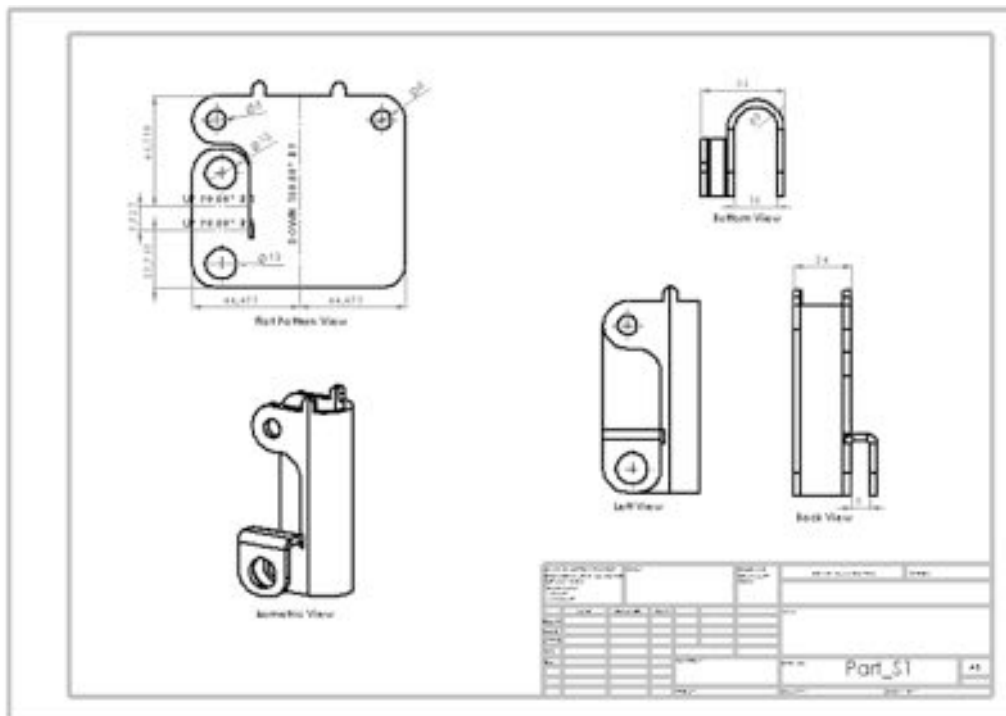
Afbeelding BVIII.2 Bouwtekening onderdeel N2



Afbeelding BVIII.3 Bouwtekening onderdeel N1



Afbeelding BVIII.4 Bouwtekening onderdeel S2



Afbeelding BVIII.5 Bouwtekeningen onderdeel N1