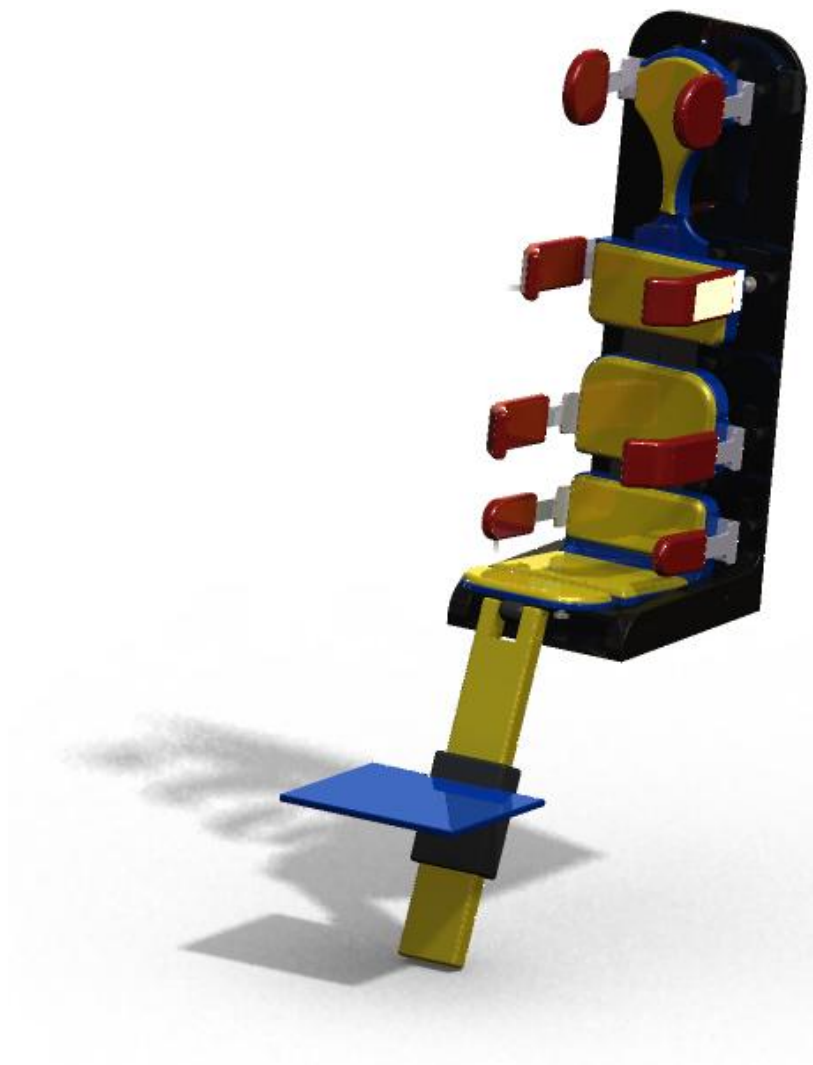


Autostoeltje voor kinderen met houdingsproblematiek

Zitten zonder romp- en hoofdbalans



Auteur: Freek Antonissen

Afstudeerperiode: 08/03/2010 – 16/06/2010

Opdrachtgever: Harting-Bank bv.

Onderwijsinstelling: Haagse Hogeschool

Opleiding: Bewegingstechnologie

Autostoeltje voor kinderen met houdingsproblematiek

Zitten zonder romp- en hoofdbalans

Auteur: Freek Antonissen

Afstudeerperiode: 08/03/2010 – 16/06/2010

Opdrachtgever: Harting-Bank bv.

Instelling: Haagse Hogeschool

Opleiding: Bewegingstechnologie

Docentbegeleider: A. Lagerberg

2^e begeleider: A. Dobbelsteen

Voorwoord

Voor u ligt een scriptie welk het resultaat is van mijn afstudeerperiode voor de opleiding Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool te Den Haag.

In deze scriptie wordt de ontwerpcyclus van een autostoeltje voor kinderen met houdingsproblematiek besproken. Het doel van deze afstudeeropdracht is om een autostoeltje te ontwerpen dat de benodigde steun geeft aan kinderen met houdingsproblematiek. Hierin staan de kanteling van de stoel en de verstelbaarheid van de stoel centraal als gevolg van de evenwichtsreacties die van belang zijn bij deze kinderen.

Er gaan woorden van dank uit naar een ieder die zijn bijdrage heeft gehad aan het uiteindelijke resultaat. Een aantal personen wil ik persoonlijk bedanken voor hun steun tijdens deze afstudeerperiode. Allereerst mijn ouders John en Yvonne Antonissen en mijn broer en zus Thijs en Julijne Antonissen, die mij vooral de laatste weken hebben moeten missen maar mij ondanks alles hebben gesteund. Tevens wil ik mijn huisgenoten bedanken voor de steun en het geduld dat zij vooral tijdens de laatste periode voor mij hadden. Tenslotte een persoonlijk woord van dank voor mijn scriptiebegeleiders A. Lagerberg en L. Leijh voor hun bijdrage aan mijn afstuderen.

Den Haag, januari 2010.

Freek Antonissen

Inhoudsopgave

Samenvatting	6
Inleiding/opdrachtoomschrijving	7
1. Doelgroep	8
2. Marktanalyse	11
2.1 Bestaande stoeltjes	11
2.2 Bevindingen uit de praktijk	12
3. Maatvoering auto's	15
4. Antropometrie	19
6. Houdingsanalyse	22
6.1 Sagitaal aanzicht	22
6.1.1 Extern evenwicht	22
6.1.2 Intern evenwicht	25
6.1.3 Terugkoppeling	29
6.2 Frontaal aanzicht	31
6.2.1 Extern evenwicht	31
6.2.2 Intern evenwicht	33
6.2.3 Verstelling	36
6.2.4 Vorm ondersteuning	37
6.2.3 Bijkomende problemen	38
7. Eisen en wensen	39
8. Ontwerpfase	41
8.1 Concepten	41
8.2 Eindconcept	42
8.3 Solid Works	46
9. Vervaardiging	47
10. Evaluatie	48

11. Discussie.....	50
12. Conclusie	53
13. Bronnen.....	54
14. Bijlagen.....	56
BIJLAGE I: Ziektebeelden	57
BIJLAGE II: Marktanalyse	63
BIJLAGE III: Antropometrie	66
BIJLAGE IV: Bepaling deelzwaartepunt hoofd	68
BIJLAGE VI: Bijkomende problemen	72
BIJLAGE VII: Morfologische kaart	75
BIJLAGE VIII: Concepten	77
BIJLAGE IX: Toetsing Concepten	83
BIJLAGE X: Eindconcept	84
BIJLAGE XI: Principe locking bolt	87
BIJLAGE XII: Vorm rugleuning en zitting	88
BIJLAGE XII: Berekeningen	89
BIJLAGE XIII: Technische tekeningen	96

Samenvatting

Kinderen kleiner dan 1.35 moeten volgens de wet op een zitverhoger of in een autostoeltje vervoerd worden. Dit geldt ook voor kinderen met een meervoudige handicap. Vanuit de Harting-Bank is er opdracht gegeven tot het ontwerpen van een autostoeltje voor de grootste groep gehandicapte kinderen. Deze opdracht is een onderdeel van een grotere opdracht, waarbij gestreefd wordt naar een autostoel die op een rolstoel geschoven kan worden. Het doel van een dergelijke autostoel is dat het kind niet steeds over getild en gefixeerd hoeft te worden. Gezien het feit dat deze opdracht erg breed is, zal in dit rapport enkel de stoel in de auto behandeld worden.

De grootste groep meervoudig gehandicapte kinderen in Nederland zijn kinderen met houdingsproblematiek. Deze kinderen hebben zelf geen of onvoldoende romp en/of hoofdbalans. Dit houdt in dat deze kinderen niet zelfstandig rechtop kunnen zitten. Uit het marktonderzoek is gebleken dat de huidige stoeltjes niet verstelbaar en kantelbaar zijn en zodoende niet de juiste ondersteuning kunnen bieden aan deze doelgroep.

De grootte van een autostoeltje is erg afhankelijk van de beschikbare ruimte in de auto. In dit project is uitgegaan van de tien meest verkochte auto's in Europa. Van deze auto's zijn de van belangzijnde maten opgenomen. Een tweede factor die maatbepalend is voor de stoel, zijn de antropometrische gegevens van het kind. Deze bepalen de voor een groot deel de minimale breedtes, lengtes en hoogtes van de stoel. Nadat al deze maten bekend zijn geworden, is er gekeken naar de richtlijn voor autostoeltjes. Wanneer het stoeltje op de markt gebracht zal worden, moet het stoeltje voldoen aan deze richtlijn. Vervolgens is in de houdingsanalyse gekeken naar de verschillende evenwichtsreacties van het kind tijdens het zit. De evenwichtreacties in het sagitale vlak en het frontale vlak zijn in deze analyse nader belicht. Hieruit is onder andere gebleken dat de stoel minimaal 39,3 graden gekanteld moet worden om ervoor te zorgen dat het kind niet naar voren valt. Ook werden uit deze analyses de posities voor de zijondersteuning bekend. Aan de hand van deze analyses is een plan van eisen en wensen opgesteld.

Tijdens de ontwerpfase is in eerste instantie "out of the box" gedacht. Hierbij wordt het plan van eisen en wensen vergeten, zodat er vrij ontworpen kan worden. Eerst is er een morfologische kaart gemaakt. Uit de morfologische kaart zijn voor de belangrijkste aspecten, zoals kanteling en verstelbaarheid en dergelijke deelconcepten gemaakt. Uit deze deelconcepten zijn vervolgens 3 volwaardige concepten geschetst. Aan de hand van het plan van eisen en wensen is uit deze drie concepten een eindconcept gekozen. Dit eindconcept is doorberekend op buiging en tevens zijn de profielmaten berekend. Vanaf het moment dat alle maten bekend waren, is de stoel in het programma Solid Works getekend. Hierdoor is er een goed visueel beeld ontstaan van het product. Om het product te kunnen evalueren is er een spuugmodel gemaakt op werkelijke grote.

In de evaluatie is het spuugmodel getest op kanteling en verstelbaarheid. Deze punten voldeden beide aan de eisen. Ook is er in de evaluatie gekeken of de stoel in de auto past. Dit was niet het geval. Bij kanteling van de stoel is er geen ruimte meer beschikbaar voor de benen.

Geconcludeerd kan worden dat een autostoel voor kinderen met houdingsproblematiek van ongeveer 10 jaar niet haalbaar is wanneer de gehele stoel gekanteld wordt. Wel is dit een goede basis voor een vervolgonderzoek. In een dergelijk onderzoek dient gekeken te worden op welke manier de kanteling geboden kan worden zodat de stoel wel in de auto past.

Inleiding/opdrachtschrijving

Na mijn stage bij de firma Harting-Bank ging ik op zoek naar een geschikte afstudeeropdracht. Mijn voorkeur ging wederom uit naar een opdracht in de product ontwikkeling. Hiertoe zijn de mogelijkheden binnen Harting-Bank besproken. Een van de probleemstellingen die mij werd voorgedragen was de volgende:

Om kinderen kleiner dan 1,35 meter met de auto te vervoeren zijn zitverhogers en/of autostoeltjes volgens de wet verplicht. Een mogelijke oorzaak voor deze wetgeving is dat de autogordel anders in de nek snijdt. Ook voor kinderen met een meervoudige handicap gelden deze regels. Deze kinderen zijn vaak door uiteenlopende redenen lastig te tillen van de autostoel naar de rolstoel en andersom. Daarbij komt kijken dat deze kinderen na elke transfer opnieuw gefixeerd moeten worden in de stoel. Hierbij moeten ouders vaak half over het kind hangen om dit tot stand te brengen. Om aan deze twee problemen een oplossing te bieden, heeft Harting-Bank het idee om een universele autostoel te ontwikkelen. Deze autostoel moet hierbij in zijn geheel (inclusief kind) een transfer maken van de auto naar de rolstoel. Hierdoor zal het kind niet steeds opnieuw getild en gefixeerd hoeven te worden. Dit is een voordeel voor zowel kind als ouder.

Deze opdracht is echter nog erg breed. Hiertoe wordt de opdracht opgesplitst in 3 deelprojecten. Een deel project zal over de stoel in de auto gaan, een ander deelproject zal over de stoel op de rolstoel gaan, en een derde deelopdracht zal de transfer bespreken. Mijn keuze is uitgegaan naar de stoel in de auto.

De opdracht luidt nu als volgt:

“Ontwerp een autostoel voor de grootste groep meervoudig gehandicapte kinderen in Nederland”

Als eerste stap wordt hiertoe gekeken wat de meest voorkomende meervoudige handicap binnen Nederland is en wat deze kinderen mankeert. Dit wordt besproken in de doelgroep analyse. Hierna wordt er gekeken naar de bestaande autostoeltjes, de meningen van de ouders over de bestaande autostoeltjes en naar de ervaringen van therapeuten met deze autostoeltjes. Vervolgens wordt er gekeken naar de maatvoering van de auto's waarin het stoeltje moet passen. Na deze analyse wordt er gekeken naar de wet voor autostoeltjes. In de houdingsanalyse wordt er gekeken op welke manieren het kind ondersteund moet worden. Uit al deze analyses zal een pakket van eisen en wensen ontstaan. Aan de hand van dit pakket van eisen en wensen zullen er verschillende concepten ontworpen worden. Uit deze concepten komt een eindconcept tot stand. Nadat dit concept in technische tekeningen is omgezet zal de stoel vervaardigd en geëvalueerd worden. Tot slot zal er middels een discussie en conclusie teruggekoppeld worden aan de oorspronkelijke opdracht.

1. Doelgroep

In dit afstudeerproject zal een stoeltje ontwikkeld worden dat geschikt is voor de grootste groep meervoudig gehandicapte kinderen in Nederland, die gebruik maakt van autostoeltjes. Uit contact met verschillende ziekenhuizen en een enkel revalidatiecentrum is gebleken dat de grootste groep kinderen die een aangepast autostoeltje aanvragen, geen of weinig houdingsregulatie hebben (rompen/of hoofdbalans)¹.

De kinderen waarvoor het autostoeltje zal dienen, zullen een gewicht hebben tussen de 9Kg en 36Kg. De ondergrens van 9Kg is representatief voor kinderen vanaf 9 maanden². Deze ondergrens is gekozen omdat kinderen met een leeftijd tussen de 9 maanden en 1 jaar uit de maxi cosi gaan en in een autozitje vervoerd zullen gaan worden¹. De bovengrens van 36Kg is representatief voor kinderen met een leeftijd van 10 jaar. Deze bovengrens is gekozen naar aanleiding van de wet voor kinderzitjes, die stelt dat de zwaarste doelgroep voor kinderzitjes maximaal 36Kg mag wegen.²

Aandoeningen waarbij kinderen vaak een gebrek aan houdingsregulatie hebben zijn Cerebrale parese, het Down syndroom, Rett syndroom en Angelman syndroom. Daarnaast hebben kinderen met verschillende spierziekten ook problemen met houdingregulatie¹. De laatstgenoemde groep zal buiten beschouwing gelaten worden tijdens dit project aangezien vrijwel alle hierbij voorkomende complicaties ook voorkomen bij de eerste vier genoemde¹. Dit betekend echter niet dat de huidige stoeltjes wel goed zijn voor deze groep. De vier zojuist besproken aandoeningen zijn uitgebreid bekeken (bijlage 1: ziektebeelden). Hieronder zal heel kort iets verteld worden over de ziektebeelden alvorens de voor dit project relevante symptomen tegen elkaar uit gezet worden om de verschillen tussen deze aandoeningen te verduidelijken.

Cerebrale parese

Alle hieronder vermelde informatie is afkomstig van de St. Maartenskliniek³, tenzij anders vermeld. Letterlijk vertaald is cerebrale parese een verlamming van de hersenen. Hierbij moet worden opgemerkt dat de hersenen niet verlamd zijn, maar verstoord werken. De verstoorde werking uit zich in deze door de spieren die ongestuurd worden. Alle kinderen met cerebrale parese bewegen zich moeilijk, doordat de aansturing vanuit de hersenen minder goed verloopt⁵. Cerebrale parese is eigenlijk een paraplu term. Binnen de cerebrale parese wordt er onderscheidt gemaakt in de aard van de aandoening. Wanneer het alleen de linker of rechterhelft van het lichaam treft wordt er gesproken van een hemiplegie, wanneer het hele lichaam is aangedaan waarbij vooral de onderste extremiteit is aangedaan spreekt men van een paraplegie. Wanneer het hele lichaam is aangedaan maar de bovenste extremiteit meer of evenveel dan de onderste spreekt met van een tetraplegie. Naast deze onderscheiding wordt er ook onderscheidt gemaakt in een tweetal soorten parese. Hierbij komt de spastische parese het meest voor (75-80%). De andere is een dyskinetische parese. Voor een verdere uitleg omtrent deze verschillen, en voor de meest voorkomende verschijnselen verwijs ik naar bijlage 1.

Het Down Syndroom

Alle hieronder vermelde informatie is afkomstig uit de bronnen 6 en 7 zoals hieronder vermeld, tenzij anders aangegeven.

Kinderen met Down syndroom hebben 3 in plaats van 2 exemplaren van het 21^e chromosoom. Vaak zijn de karakteristieke uiterlijke kenmerken goed zichtbaar. Vaak hebben kinderen met het syndroom

van Down, een ontwikkelingsachterstand op hun leeftijdgenoten. Deze komt zowel lichamelijk als verstandelijk tot uiting. Wat een kindje met dit syndroom kan bereiken verschilt heel erg per kind. Vaak hebben kinderen met het syndroom van Down geen of weinig houdingregulatie. Kinderen met dit syndroom gaan vaak in een spreidzit zitten met hun hoofd in de nek gelegd. Hierbij steunen ze met hun armen op hun benen of de grond. Dit doen ze zodat ze de eerste evenwichtsreactie op kunnen vangen en niet direct om vallen door een gebrek aan co-contracterende spieren. Vaak zijn er symmetrische bewegingspatronen waar te nemen bij deze kinderen. Voor een verdere uitleg omtrent dit syndroom verwijs ik naar bijlage 1 van dit rapport.

Het Rett syndroom

Alle onderstaande informatie is afkomstig van de Rett website⁸ tenzij anders vermeld.

Het Rett syndroom is een ontwikkelingsstoornis van het zenuwstelsel, aan met name de hersenstam. Symptomen verschijnen wanneer het kind een leeftijd heeft bereikt van 6 tot 18 maanden. De ontwikkeling is bij dit syndroom vertraagd waardoor er een verlies optreedt van motorische en communicatieve vaardigheden. Na een stabielere tussenperiode kan de mobiliteit terugvallen door spierzwakte en toenemende scoliose. Na 6 maanden vertraagt de groei van de hoofdomtrek. Voor een verdere uitleg omtrent dit syndroom verwijs ik naar bijlage 1 van dit rapport.

Het Angelman syndroom

Alle onderstaande informatie is afkomstig van de Angelman website⁹ tenzij anders vermeld.

Bij dit syndroom is er sprake van een vertraagde motorische ontwikkeling. In de regel kunnen kinderen met dit syndroom niet los zitten vanaf 12 maanden. Bij deze kinderen is de spierspanning in de romp kleiner dan normaal en die in de ledematen juist groter dan normaal. Hiertoe zal een kindje met het Angelman syndroom ook zijn zithouding ondersteunen met zijn armen. Bij 80% van deze kinderen komt epilepsie en overmatig kwijlen voor. Voor een verdere uitleg omtrent dit syndroom verwijs ik naar bijlage I van dit rapport.

Tabel

Om een duidelijk overzicht te creëren is hieronder een tabel afgebeeld met daarin de relevante problemen.

Verschijselen	Cerebrale parese	Syndroom van Down	Rett Syndroom	Angelman Syndroom
Verstoorde tonusregulatie	✓	✓	✓	✓
Aangetaste hoofdbalans	✓	✓	✗	✗
Slechte handmotoriek	✓	✗	✗	✓
Onvoldoende evenwichtreactie	✓	✓	✓	✓
Spasmen	✓	✗	✗	✓
Ataxie	✓	✗	✓	✓
Niet los kunnen zitten	✓	✗	✓	✓
Overstrekken	✓	✗	✗	✓
Spitsvoet	✓	✗	✓	✗

Kwijlen	✓	✗	✓	✓
Groeistoornis (hoofd)	✓	✗	✓	✓
Epilepsie	✓	✗	✓	✓
Contracturen	✓	✗	✗	✗
Scoliose	✓	✗	✓	✓
Hypdysplasie	✓	✗	✗	✗
Heupluxatie	✓	✗	✗	✗
Kyfose	✗	✗	✓	✗
Incontinentie/obstipatie	✗	✗	✓	✗
Afgeplat achterhoofd	✗	✗	✗	✓
Overgevoelig voor warmte	✗	✗	✗	✓

Tabel 1: Voorkomende verschijnselen per aandoening

Ouders

Naast de kinderen wordt de doelgroep compleet gemaakt door de ouders/verzorgers. Hierbij is het belangrijk rekening te houden met de lichaamsmaten van de ouders evenals met het maximaal te tillen gewicht. Met deze gegevens wordt straks mede bepaald hoe groot en hoe zwaar het stoeltje maximaal mag zijn. In een later stadium van dit project zal dit aangescherpt worden wanneer ook de maten van de auto's bekend zijn. Gesteld wordt dat de doelgroep "ouders" mannen en vrouwen betreft met een leeftijd tussen de 20 en 60 jaar. Deze leeftijden zijn gekozen om de volgende redenen: De doelgroep bevat kinderen van 9 maanden tot ongeveer 10 jaar. Volwassenen kiezen er in de meeste gevallen voor om "ouder" te worden wanneer zij tussen de 20 en 30 jaar zijn. Daarnaast is het zo dat ook bijvoorbeeld het derde kindje van het gezin een aandoeningen kan hebben, en dan zijn de ouders meestal al iets ouder. Wanneer zo'n kindje een jaar of 10 is, heeft de ouder vaak al een leeftijd rond de 45 bereikt. Daarnaast moeten ook jonge opa's en oma's met hun kleinkind en de auto op pad kunnen en vandaar dat er is gekozen voor een bovengrens van 60 jaar. Volgens de NIOSH methode¹⁰ is het maximaal te tillen gewicht 23Kg onder gunstige omstandigheden.

Eisen en wensen

- Het stoeltje moet geschikt zijn voor kinderen tussen de 9Kg en 36Kg
- Het stoeltje moet geschikt zijn voor kinderen met houdingsproblematiek
- Het stoeltje moet geschikt zijn voor kinderen met een verstoorde tonusregulatie
- Het stoeltje moet geschikt zijn voor kinderen met een onvoldoende evenwichtsreactie
- Het stoeltje moet geschikt zijn voor kinderen met spasmen
- Het stoeltje moet geschikt zijn voor kinderen met epilepsie
- Het stoeltje moet geschikt zijn voor kinderen met een groeiachterstand van het hoofd
- Het stoeltje moet geschikt zijn voor kinderen met spitsvoeten
- Het stoeltje moet bestand zijn tegen overmatig kwijlen
- Het stoeltje moet hanteerbaar zijn voor volwassen tussen 20 en 60 jaar
- Het stoeltje mag niet meer wegen dan 23Kg

2. Marktanalyse

2.1 Bestaande stoeltjes

Uit de doelgroep analyse is bekend geworden waar een autostoeltje aan moet voldoen, voor kinderen die niet zelfstandig kunnen zitten.

Daarnaast is uit gesprekken met een ergotherapeut¹ gebleken dat achterover kanteling, zijwaartse steun aan hoofd, bekken en romp, veilige fixatiemiddelen (niet door kinderen zelf open te maken), en de mogelijkheid tot draaien van de autostoel de meest belangrijke aspecten zijn, waaraan een voor de doelgroep geschikt autostoeltje moet voldoen. Dit in het achterhoofd houdende worden hieronder bestaande aangepaste autostoeltjes nader besproken.

De meest verkochten autostoeltjes voor kinderen met een houdingregulatie zijn de: panda swing out evo van de firma r82², en de recaro reha modellen van de firma BCS Recaro³.

De minder verkochte autostoeltjes zijn: Lars⁴ van de firma Otto Bock, Zitzi⁵ van de firma Atlas, Swift⁶ van de firma Huka Products en de Unisafety Swing⁷ van de firma Eblo.

De bestaande aangepaste autostoeltjes zijn met elkaar vergeleken. De tabel op basis waarvan dit is gedaan is terug te vinden in bijlage II. In deze bijlage zijn twee tabellen getoond. In de eerste tabel zullen de meest verkochte stoeltjes besproken worden⁸. De minder verkochte stoeltjes worden besproken in tabel 2.

De criteria waarop de autostoeltjes worden vergeleken zijn gekozen naar aanleiding van de aspecten die uit de doelgroepanalyse gekomen zijn.

In beide tabellen staat in de eerste rij "ECE groep". De richtlijn voor kinderstoeltjes (ECE44/04) verdeelt de kinderstoeltjes over drie groepen. Deze groepen zijn bepaald op basis van lichaamsgewicht. Op deze manier wordt er onderscheidt gemaakt tussen stoeltjes voor de kleinste kinderen en de wat oudere kinderen.

De resultaten uit deze vergelijkingen worden later in dit hoofdstuk besproken.

2.2 Bevindingen uit de praktijk

Een deel van de marktanalyse is om erachter te komen wat de ouders en therapeuten van de huidige stoeltjes vinden en wat ze graag verbeterd willen zien. Eerst wordt in deze paragraaf de mening van de ouders besproken, alvorens de waarnemingen van een ergotherapeut behandeld zullen worden.

Ondervindingen/meningen van de ouders/verzorgers

Naast een opsommingen van de bestaande producten met de goede en minder goede punten daarvan, is het erg belangrijk ook hoogte te nemen van de mening van ouders. Hieronder volgen enkele reacties die ik kreeg via een forum (www.bosk.nl) voor ouders van meervoudig gehandicapte kinderen (uiteraard zijn de namen van de ouders uit privacy overwegingen niet vernoemd):

- Sommige kinderen gebruiken een autostoel als de Panda in combinatie met een zitorthese
- Het zou een ideale uitvinding zijn, vooral voor kinderen van 3-9 jaar. De stoel mag dan uiteraard niet te zwaar worden
- De (veiligheid)stickers aan de buitenkant van de stoel plaatsen in verband met het kwijlen dat veel voorkomt. Kinderen kwijlen en dan wordt het door zo'n sticker erg broeierig op hun wang
- Autostoeltjes staan vaak rechtop, kindje dat niet zelf kan zitten hang dan in de gordels. Een kind dat zelf niet kan zitten moet iets liggend vervoerd worden
- Afwasbaarheid (leer in plaats van stof) mag verbeterd worden. Daarnaast moet nu steeds eerst kind uit de stoel gehaald worden en neergelegd worden op grond, dan stoel in de auto en dan weer het kind in de stoel
- Veel stoeltjes kunnen nog niet genoeg kantelen, waardoor kind met hoofdje uit de zitting komt en naast het stoeltje komt te hangen. Een hoofdbandje accepteert ze niet en dan wurmt ze net zo lang tot het bandje om haar nek hangt. Met 100 kilometer per uur wil je dat niet.

Ervaringen vanuit de ergotherapie

Er heeft een bezoek aan de St. Maartenskliniek plaatsgevonden. Hierbij is er gesproken met een ergotherapeut die de aanvraag van autostoeltjes voor kinderen met een houdingregulatie behandelt¹. Uit dit gesprek kwam vooral naar voren dat er een gemis is binnen de huidige markt aan instelbaarheid per stoeltje. Echter is er (doordat alle kinderen verschillen) met de bestaande producten altijd wel een goede ondersteuning te bieden. Vaak gaat dit wel gepaard met extra opvulkussens etc. Dit verdient niet de voorkeur en daarom is meer instelbaarheid gewenst. De belangrijkste punten waar ondersteuning geboden moet worden zijn de schouders en de bekken. De schouders moeten aan weerszijde ondersteund worden om lateroflexie in de wervelkolom tegen te gaan. Bij het bekken moet er goede ondersteuning geboden worden zodat de vooroverkanteling van het bekken beperkt wordt. Bijvoorbeeld een drempelzitting (fig 1) zorgt ervoor dat het bekken goed naar achter blijven zodat daardoor de juiste ondersteuning geboden kan worden. Door een dergelijke zitting wordt het bekken ten opzichte van de benen al voorover gekanteld.



Figuur 1: Drempelzitting/wigzit

Een ander nadeel aan de huidige markt is dat de gordels vaak bestaan uit meerdere delen. Het is

hierbij dan niet mogelijk de gordels in een klik los te maken in geval van nood. Ook was er de vraag wat er wel of niet gedaan moest worden tegen de spasmen of epileptische aanvallen van een kind. Vaak wordt hier niets tegen gedaan. Wanneer het ernstige spasmen betreft, worden de voeten vaak aan een voetenplaat bevestigd, die mee op en neer veert met de beweging, zodat de voeten een vooraf bepaalde weg afleggen en niet hard tegen de omgeving aan botsen. Te allen tijde moet wel gezorgd worden voor een zachte bekleding ter preventie van letsel.

Wanneer de huidige markt goed bekeken wordt, valt er op dat er weinig stoeltjes opgedeeld zijn in verschillende leeftijdscategorieën in verband met de maatgeving van de stoeltjes. Een enkele stoel is geschikt voor de complete doelgroep en is middels allerlei accessoires aan te passen aan de juiste maat. De voorkeur vanuit de ergotherapie gaat uit naar stoeltjes in verschillende categorieën. Ook moet een stoeltje voor kinderen met houdingsproblematiek kantelbaar zijn. Kinderen hebben zelf niet genoeg spierkracht om hun lichaam in evenwicht te houden en hiertoe moet het lichaam in een stabiele positie worden gehouden. Hierin hangt de mate waarin het stoeltje kantelbaar moet zijn af van het krachtspel dat ervoor zorgt dat de massa van de romp niet voor het steunvlak valt. Op de vraag in hoeverre er naar scoliose gekeken moet worden bij het ontwerpen van een stoeltje werd het volgende antwoord gegeven: Scoliose heeft bij alle kinderen een andere vorm en het is daardoor al moeilijk dit te verwerken in een aanpassing. Veel kinderen hebben daarnaast al een korset aan wanneer de scoliose ernstig is. Sommige kinderen kunnen door een zeer ernstige scoliose niet eens zittend vervoerd worden. In de meeste gevallen levert de scoliose op zo'n jonge leeftijd nog geen beperking op met betrekking tot het zitten. Naast dit gesprek zijn ook de aanwezige stoeltjes bekeken waaronder de bovengenoemde "zitzi" en "panda".

Conclusie van analyses: "bevindingen uit de praktijk" en "bestaande stoeltjes".

Uit de ondervindingen uit beide analyses is gebleken dat veel stoeltjes vrijwel niet verstelbaar zijn. De zitdiepte, de hoogte van de rugleuning en de hoogte van de hoofdsteun zijn instelbaar bij een aantal van de bestaande stoeltjes. De ondersteuning die zorgen dat het "gehandicapte" kind goed gefixeerd wordt zijn niet verstelbaar. Twee van de eerder besproken stoeltjes (Zitzi, Lars) zijn in meerdere maten leverbaar.

De manier waarop de huidige stoeltjes versteld worden en waarmee de benodigde ondersteuning bereikt moet worden is door zitkussens ofwel zitverkleiners te gebruiken. Daarnaast kan zijdelingse ondersteuning geboden worden door verschillende soorten pelotten (opvulkussens). Bij kinderen met geen of weinig houdingregulatie is de ondersteuning van de schouders en het bekken (voorkomen van flexie en rotatie) erg belangrijk. De huidige pelotten zijn niet altijd even stevig en verdient zeker niet de voorkeur en daarom is meer instelbaarheid gewenst.

In dit project zal de verstelbaarheid van het stoeltje dan ook centraal staan.

Zoals zojuist genoemd is er met de huidige accessoires van de verschillende stoeltjes in principe wel voldoende ondersteuning te bieden. Naast de verstelbaarheid van de stoel in diverse richtingen, zullen er meerdere ondersteuning noodzakelijk zijn. Dit hangt echter af van de ernst van de beperking van het kind. Sommige kinderen hebben bijvoorbeeld een extra voetensteun nodig en andere weer polsbandjes in verband met hun spasmen. Deze bestaande ondersteuning voldoen en zullen daarom ook als accessoire gebruikt worden bij de te ontwerpen stoel. Daar waar nodig zal hiermee rekening gehouden worden met betrekking tot bevestiging aan het stoeltje.

Aspecten waarmee geen rekening gehouden is bij de bestaande stoeltjes zijn; een groeiachterstand van het hoofd en overmatig kwijlen. Bij een enkele stoel wordt een accessoire geboden voor kinderen met een spitsvoet maar dit is erg gering.

Vaak laat de ondersteuning van het hoofd te wensen over. Veelal is het hoofd wel beschermd tegen “Side impact” maar is de ondersteuning zelf onvoldoende om een kind uit de betreffende doelgroep de juiste ondersteuning te bieden en zodoende te zorgen dat zijn/haar hoofdje niet gaat “hangen”. Ook voor spasmen is er vrijwel geen ondersteuning. Een enkele fabrikant levert polsbandjes en voetfixatie middelen als accessoire, maar verder is alleen de zachte bekleding ter bescherming dat het kind zich niet bezeert. Hierbij is overigens geen rekening gehouden met de omgeving van de auto waar het kind tegenaan kan slaan en/of schoppen waardoor hij zich bezeren kan.

Sommige stoeltjes hebben de standaard 3-puntsgordel van de auto en sommige een 5-puntsgordel voor het stoeltje zelf om het kind mee te fixeren. Bij de stoeltjes die standaard geen 5-puntsgordel hebben kan deze als accessoire gekozen worden. Een 5-puntsgordel is ook nodig aangezien een 3-puntsgordel niet altijd voldoende ondersteuning geeft en daarnaast ook het stoeltje loskoppelt van de auto wanneer het kind losgemaakt wordt. In dit project wordt verondersteld dat de 3-puntsgordel dient voor de veiligheid en niet voor de ondersteuning! Deze gordel mag wel het stoeltje fixeren aan de auto. Ook zijn niet alle stoeltjes voorzien van een handgreep waarmee ouders het stoeltje kunnen tillen. De draagmogelijkheid voor ouders is wel gewenst maar is van ondergeschikt belang.

Eisen en wensen

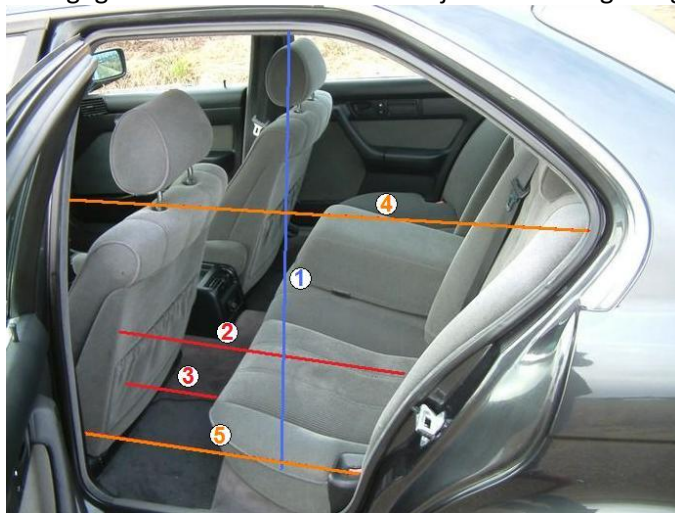
- Eisen:
- Het stoeltje moet voorzien zijn van een 5-puntsgordel ter bevestiging van het kind
 - Te allen tijde moet er in de hele wervelkolom een extenderend (achteroverkantelend) moment aanwezig zijn, zodat het kindje niet naar voren kan vallen.
 - Het stoeltje moet verkrijgbaar zijn in verschillende maten

- Wensen:
- Er moet een draagmogelijkheid voor de ouders beschikbaar zijn

3. Maatvoering auto's

Het huidige marktaanbod van auto's is erg groot. Het is hierdoor vrijwel onmogelijk te stellen dat het autostoeltje dat ontworpen zal worden geschikt moet zijn voor alle auto's. Het analyseren van al deze auto's is al een project op zich. Om deze reden is er voor dit afstudeerproject een selectie auto's gekozen waar het stoeltje in geplaatst moet kunnen worden. Aangezien autostoeltjes die in Nederland verkocht worden moeten beschikken over een Europees keurmerk, wordt er gekeken naar de tien in 2009 meest verkochte personenauto's in Europa¹. Door voor deze auto's te kiezen zal de afzetmarkt groter kunnen zijn.

Van deze auto's zijn in onderstaande figuren en tabel de afmetingen van de zittingen en de portieren weergegeven. De auto's staan hierbij in willekeurige volgorde.

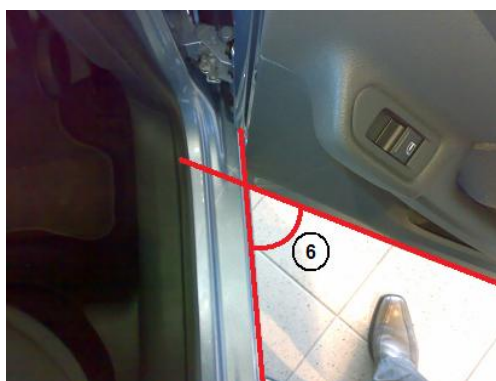


Figuur 2: Auto-maatvoering

	1	2	3	4	5	6
VW Golf ²	80	74	27	81	56	65°
VW Polo ²	75	56	20	70	55	75°
Ford Fiesta ³	72	68	28	74	54	64°
Ford Focus ³	76	70	21	76	60	65°
Peugeot 207 ⁴	70	60	20	66	56	71°
Opel Corsa ⁵	78	66	24	76	54	64°
Opel Astra ⁵	79	70	26	88	59	65°
Fiat Punto ⁶	79	64	21	79	58	68°
Fiat Panda ⁶	77	57	12	67	53	67°
Renault Clio ⁵	72	61	17	84	57	67°

Maten in cm, cijfers in tabel representatief voor die in fig2 en 3

Tabel 2: Maatvoering auto's



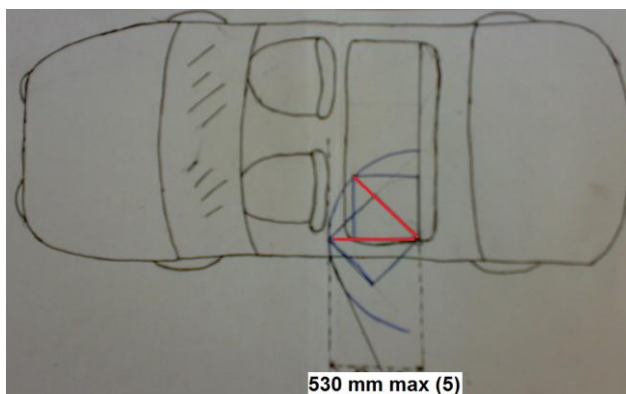
Figuur 3: Hoek bepaling portier

Hieronder een legenda voor de figuren 2 en 3.

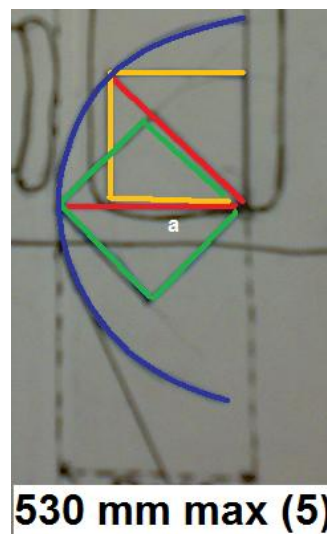
1. Dit is de kleinste verticale afstand tussen de zitting en de bovenrand van het portier.
2. Dit is de horizontale afstand tussen de rugleuningen van beide stoelen.
3. Dit is de horizontale afstand tussen de voorkant van de zitting en rugleuning van voorste stoel.
4. Dit is de maximale horizontale afstand tussen voorste rand van portier en achterste rand portier.
5. Dit is de horizontale afstand tussen voorste- en achterste rand van portier ter hoogte van de zitting
dit omdat de stoel op deze hoogte de auto in geplaatst moet worden.
6. Dit is de maximale hoek waaronder het portier geopend kan worden

Alle maten zijn direct van de auto opgemeten. Anders ging dit bij de hoek waaronder het portier maximaal geopend kan worden. Om deze hoek te bepalen is van alle auto's de deur maximaal geopend en daarna is er een foto gemaakt van bovenaf. Met behulp van deze foto's is uiteindelijk de hoek bepaald. In bovenstaand figuur (fig 3) is zo'n foto te zien. Er zijn in elke foto twee lijnen getekend; een langs de opening van de auto en een langs de deur. De hoek tussen deze lijnen is gemeten. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de foto's van bovenaf gemaakt zijn. De kans dat hierbij de camera niet helemaal loodrecht op de ondergrond is gericht is zeer aannemelijk. Hiertoe kan de gemeten hoek iets afwijken van de werkelijke hoek.

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de maximale hoogte van het stoeltje (vanaf autozitting bekeken) 700mm mag zijn. Bij benadering mag de diepte van de voetensteun 120mm zijn. Deze maat is bij benadering omdat deze sterk afhankelijk is van de positie van de bestuurderstoel. De gemeten maten zijn gebaseerd op de stand van de stoel in de garages. Volgens de verkopers was dit meestal een neutrale stand. De lengte en breedte van de stoel zijn afhankelijk van de hoek waaronder het portier maximaal geopend mag worden. In onderstaande figuren is dit verduidelijkt. Vervolgens zullen deze maten nader bepaald worden.



Figuur 4: Draaibaarheid stoeltje



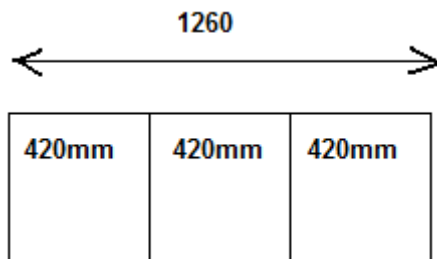
Figuur 5: Draaibaarheid stoeltje vergroot

In bovenstaande figuren is een auto afgebeeld met daarin enkele toegevoegde lijnen. Dit is ter verduidelijking in het tweede figuur iets groter afgebeeld. Ook zijn in de tweede figuur de kleuren aangepast. De gele lijnen representieren het stoeltje in de normale stand, dat wilt zeggen naar de bestuurdersstoel gericht. Hierbij is de schuine rode lijn de diagonaal. De groene lijnen representieren het stoeltje wanneer deze naar buiten geroteerd wordt. Wederom is hierbij de rode lijn (die in het figuur als horizontaal afgebeeld is) de diagonaal. Zoals duidelijk mag zijn, is de diagonaal de langste afstand van het stoeltje wanneer dit in 2d van bovenaf bekeken wordt. Deze afstand moet dan ook vrij te draaien zijn in de auto maar ook buiten de auto. Het stoeltje zal met het oog op het eindproduct uit de auto gedraaid en geschoven moeten worden om daarna op een rolstoel geplaatst te kunnen worden. Dit is dan ook de reden waarom het stoeltje draaibaar moet zijn in de auto. Aangezien nog niet bekend is via welke weg het stoeltje in het uiteindelijke product (met rolstoel en al), uit de auto gedraaid en geschoven zal worden, wordt er nu gekozen voor een draaipunt op de zitting, direct achter de achterrand van het portier (zie figuur 4). Er wordt voor dit draaipunt gekozen, omdat de afstand van de rode diagonaal "a" (figuur 5) hierbij het kortste zal zijn.

Wanneer het draaipunt verder in de auto gekozen zal worden zal de afstand van deze lijn groter zijn. Deze lijn staat representatief voor de diagonaal van de stoel. Met het draaipunt op deze plek zal voorkomen worden dat het stoeltje niet in de auto past. Binnen de auto is de kortste afstand waarlangs het stoeltje gedraaid moet worden, de afstand tussen de achterrand van het portier (waar het draaipunt zich bevindt) tot aan de voorrand van het portier. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat de bestuurdersstoel naar voren geschoven kan worden, zodanig dat deze zich achter de voorste rand van het portier bevindt. De afstand is nu gelijk aan afstand 5 uit tabel 2.

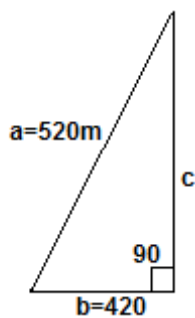
De diagonaal mag dus maximaal 530 mm zijn (nummer 5 uit figuur 2). In dit geval zou het stoeltje langs de rand van het portier schuiven. Om dit te voorkomen wordt er minimaal geacht dat de diagonaal van het stoeltje een centimeter korter is dan deze afstand. De diagonaal van het stoeltje mag nu maximaal 520mm zijn.

Nu bekend is wat de diagonaal van het stoeltje maximaal mag zijn in de auto, moet er ook gekeken worden of dit mogelijk is bij het geopende portier. De kleinste maximale hoek waaronder het portier geopend kan worden is 64° (tabel 2 nummer 6). In de figuren 3 en 4 is de deur ook getekend onder deze hoek. Wanneer de diagonaal van het stoeltje doorgetrokken wordt (blauwe lijn in figuur 5), wordt duidelijk dat deze voor het portier van de auto langs loopt. Ook dit scheelt niet veel, maar met de centimeter in mindering zal de stoel het portier niet raken. Nu is bekend dat de diagonaal van het stoeltje maximaal 520mm is. Uit navraag bij de bovengenoemde dealers werd bekend dat de breedte van de achterbank gemiddeld 1260mm is. Wanneer het stoeltje in de auto staat moeten de tweede en derde persoon op de achterbank normaal kunnen zitten. Hiertoe mag het stoeltje niet breder zijn dan 1 zitplek. Een zitplek is dus 420mm breed (figuur 6).



Figuur 6: Breedte achterbank

Nu de diagonaal en de breedte bekend zijn, kan de maximale lengte van de stoel berekend worden. In figuur 7 is de huidige situatie geschetst. In deze situatie is a de diagonaal van het stoeltje met een lengte van 520mm. Lijn b is de breedte van de zitting zoals hierboven bepaald is. Dit is de maximale breedte van de stoel. De lengte c is de bijbehorende diepte van de stoel. Deze moet berekend worden. De waarde van c is berekend met de formule $a^2 = b^2 + c^2$. Lengte c is dan 306,6mm. Dit is echter een van de vele mogelijkheden. De lengte en breedte van de stoel zijn van elkaar afhankelijk. Bij het ontwerp mag de diagonaal niet meer dan 520mm zijn en de breedte niet meer dan 420mm.



Figuur 7: geschetste situatie

De zithoek tussen rugleuning en de zitting van de achterbank is ook van belang in dit project, evenals de hoek waaronder de zitting ten opzichte van de wereld geplaatst is. Deze hoeken verschillen erg bij auto's. Om deze reden zijn deze hoeken alleen bij de kleinste auto (Volkswagen Polo) gemeten.



Figuur 8: hoeken zitting

Zoals in figuur 8 te zien is, is de hoek tussen de rugleuning en de zitting 94 graden en de hoek waaronder de zitting staat ten opzichte van de wereld is 19 graden.

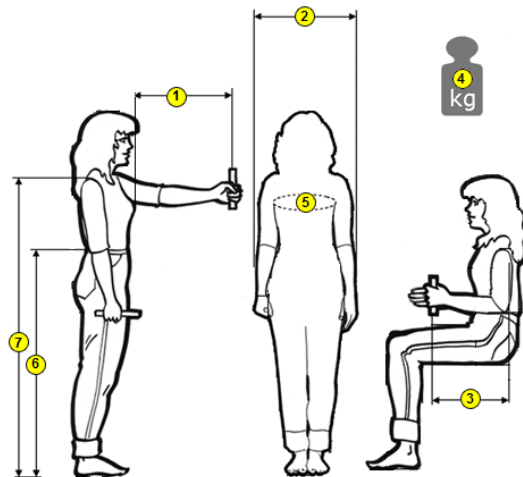
Eisen en wensen

Eisen:

- Maximale hoogte van stoeltje (excl. voetensteun) is 700mm
- Maximale diepte voetensteun 120mm
- Maximale diagonaal van de stoel is 520mm
- Maximale breedte van de stoel is 420mm
- De hoek tussen zitting en rugleuning van het deel dat op de achterbank staat moet 94 graden zijn
- De benodigde kanteling voor het kind moet met 19 graden verminderd worden

4. Antropometrie

Alle hieronder vermelde informatie is afkomstig van de website van de TU Delft¹, tenzij anders vermeld. Hieronder zal een tabel volgen met de meest relevante antropometrische gegevens voor de ouders.

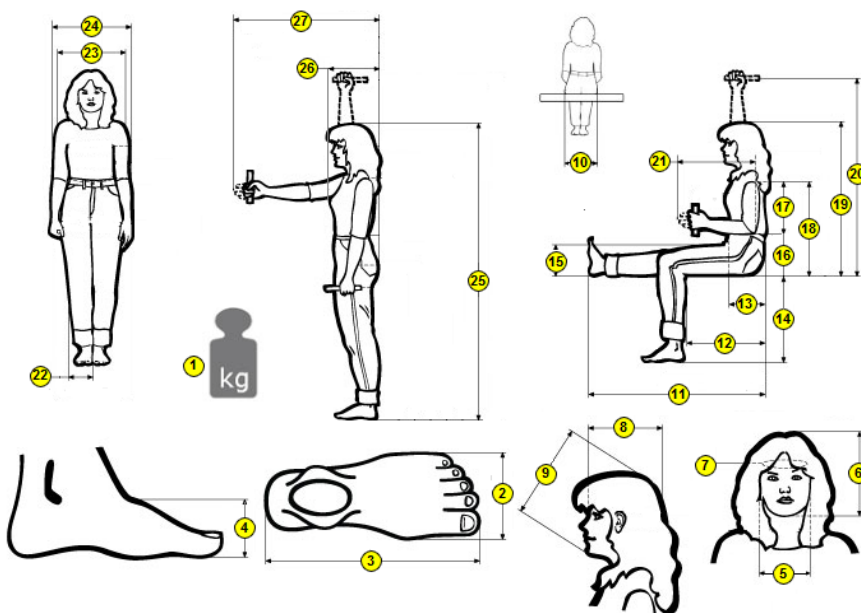


Figuur 9: Tekening maten

Maat nr.	P95 Man	P5 Vrouw
1	474	376
2	563	386
3	395	294
4	23	23
5	1184	810
	(p95 vrouw)	
6	1231	950
7	1619	1265

Tabel 3: Overzicht maten in mm

Hieronder zal eenzelfde soort tabel volgen met gegevens van kinderen. Hierbij moet worden opgemerkt dat de maten van kinderen tot 2 jaar vrijwel niet te vinden zijn, omdat deze leeftijdscategorie erg onderhevig is aan variëteit. Voor die maten is er daarom gekeken naar de kleinste maten van de testdummies die TNO gebruikt bij de keuringen². Voor de kinderen uit groep 9-10 is er gekozen voor percentiel 80. Dit omdat 20% van de kinderen uit deze doelgroep zwaarder is dan 36Kg en langer dan 1,35 meter. Voor de doelgroep 2-3 is gekozen voor percentiel 5. Voor de kinderen tot 1 jaar is er een percentiel van 50. Dit omdat er geen andere cijfers bekend zijn. In onderstaande tabel zijn slechts de belangrijkste maten weergegeven. In Bijlage III, is de complete tabel te vinden waarin alle in figuur 10 aangegeven maten vermeld zullen staan.



Figuur 10: Tekening maten

Zoals uit het marktonderzoek naar voren is gekomen, is er een voorkeur voor meerdere maten stoelen, zodat de stoelen betere ondersteuning kunnen bieden. De cijfers in bijlage III tabel A, onderbouwen dit. Als voorbeeld het verschil van bil-knieholte lengte (nr.14): dit verschil is 275mm. Dit resulteert in een stoeltje, verstelbaar over een afstand van 27,5cm! Dit komt de stevigheid van de constructie niet ten goede. Daarnaast is het vrijwel niet te voorkomen dat er in de kleinste positie stukken frame uit zullen steken waaraan een klein kindje met spasmen zich kan bezeren.

Er zal er gekozen worden voor 2 maten. Zoals beschreven, verdient 1 maat niet de voorkeur. Bij 3 maten, zoals bij sommige bestaande stoeltjes dwing je ouders al snel tot een 3 malige aanschaf. Dit kan ouders ervan weerhouden het stoeltje aan te schaffen. Hierom wordt er gekozen voor 2 maten. Hiermee zal het product toegankelijk blijven voor de ouders en zal het stoeltje tevens goed verstelbaar zijn.

Hieronder zal een tabel met de maatvoering per stoeltje getoond worden. Het eerste stoeltje zal geschikt zijn voor kinderen van 9 maanden tot 5 jaar en het tweede stoeltje is geschikt voor kinderen van 5 tot ca. 10 jaar (36Kg, zie hierboven). Hierbij is enige overlap ingecalculeerd, zodat er voor alle kinderen een geschikte stoel is. Hiervoor is voor stoel 1 uitgegaan van kinderen met de leeftijd tussen 5 en 6 jaar, en voor de grootste stoel is hierbij uitgegaan voor kinderen met een leeftijd tussen de 4 en de 5 jaar. Ook bij deze tabel geldt dat hier slechts de meest belangrijke maten zijn weergegeven en dat de rest terug te vinden is in de tabel uit bijlage III.

Maat	Stoel 1 9 mnd – 5 jaar Maten in mm	Stoel 2 5 jaar- ca.10 jaar Maten in mm
1: lichaamsgewicht	9 – 21	18 - 36
5: hoofdbreedte	125 - 138	137 - 147
8: hoofddiepte	166 - 184	181 - 193
10: zitbreedte	166 - 223	215 - 279
12: bil-knieholte lengte	145 – 318	289 - 420
13: buikdiepte	125 – 163	157 - 210
14: knieholte hoogte	125 – 307	279 - 408
15: dijbeenhoogte	70 – 85	81 - 113
16: elleboog-zitvlak	135 - 160	157 - 201
17: bovenarmlengte	145 – 223	208 - 268
18: schouderhoogte	280 – 383	363 - 477
19: kruin-zitvlak hoogte	450 - 635	604 - 762
23: schouderbreedte	170 - 280	268 - 342
24: breedte over ellebogen	216 – 289	285 - 345
26: borstdiepte	102 - 146	140 - 176

Tabel 4: Maatvoering per stoeltje

Eisen en wensen

- Stoeltje mag maximaal 23Kg wegen
- Afstand van draagpunt van het stoeltje tot

buikzijde ouder maximaal 376mm

- Maximale breedte stoeltje is 386mm
- De verschillende maten stoeltjes samen moeten toegankelijk zijn voor de hele doelgroep
- Er moeten twee maten stoelen voor de doelgroep zijn
- De stoelen moet verstelbaar zijn naar de maten uit de tabel 8 en bijlage 2.

5. Normen/richtlijnen

De richtlijn voor autostoeltjes is de norm ECE 44/04¹. Autostoeltjes in Europa moeten aan deze nieuwste richtlijn voldoen. Ook het in dit project te ontwerpen stoeltje moet aan deze eisen voldoen.

De universele autostoel dient op de bijrijderstoel en de achterbank geplaatst te kunnen worden. Isofix als enige bevestiging in de auto is niet toegestaan bij universele autostoeltjes. Naast de vergrendeling als afgebeeld in figuur 11, moet er ook een support leg of een haak die achter de rugleuning wordt vastgezet gemonteerd worden. Een voorbeeld van Isofix is te zien in fig 11²⁺⁴. Een support leg mag alleen gebruikt worden bij semiuniversele of autospecifieke autostoelstoeltjes. De te ontwerpen stoel zal universeel worden en mag daarom geen support leg gebruiken.



Figuur 11: ISOfix systeem (links de standaard bevestiging en rechts de bevestiging middels haak achter de stoel).

Vervolgens zijn er allerlei eisen betreffende markeringen, waarschuwingen en labels opgenomen in deze richtlijn. Natuurlijk zal deze stoel hier ook aan moeten voldoen, maar deze worden nu buiten beschouwing gelaten.

Het materiaal van het stoeltje moet voldoen aan enkele normen: Cen Safety of Toys part 3(1982) in verband met giftigheid. Deze norm geldt alleen voor stoeltjes voor kinderen uit groep 1. Aangezien dit stoeltje ook voor die kinderen geschikt moet zijn dient rekening gehouden te worden met deze norm. In verband met de vlambaarheid moet het stoeltje voldoen aan de norm ECE Consolidated Resolution on the Construction of Vehicles (RE3). Verder moeten de materialen bestand zijn tegen corrosie. Om aan deze eisen te voldoen wordt er in dit project gekozen om gebruik te maken van de nu gebruikte materialen binnen deze branche.

Veel eisen gaan over veiligheid en met name over de gordels en wat er wel en niet mag gebeuren met de stoel bij een aanrijding. Hiertoe zal er gebruik gemaakt worden van de bestaande gordels en vergrendelingen.

De belangrijkste punten die uit deze richtlijn komen zijn:

- Het stoeltje moet de benodigde ondersteuning geven in elke positie, zonder begrenzers.
- Kans op beschadiging door scherpe randen voor alle gebruikers en de omgeving minimaliseren.
- Slijtage van de gordels door scherpe randen voorkomen
- Alle monteerbare onderdelen zijn zo ontworpen dat risico op foute montage voorkomen wordt, net als het gebruik. Het moet direct duidelijk zijn hoe het werkt ivm noodsituaties.
- Rugleuning minimaal 500mm hoog
- Doorbuiging maximaal 2 mm

Eisen en wensen

- De stoel moet voldoen aan de Europese norm voor autostoeltjes: ECE R44/04

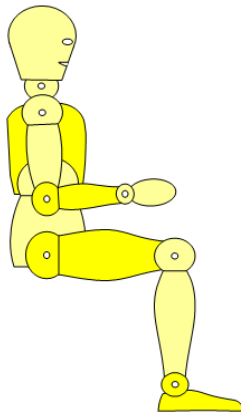
6. Houdingsanalyse

Uit voorgaande analyses is naar voren gekomen dat de doelgroep niet zelfstandig kan zitten. De kinderen uit de doelgroep hebben vaak geen evenwichtsbalans en missen daardoor de controle over hun spieren om kleine houdingsveranderingen te compenseren. In dit hoofdstuk zullen de evenwichtsreacties van de doelgroep besproken worden.

Wanneer een kind in een stoel zit, kunnen we deze van sagitaal en frontaal aanzicht beschouwen. In beide gevallen dienen ondersteuning ervoor te zorgen dat de kinderen veilig en rechtop kunnen blijven zitten. In dit hoofdstuk wordt er per aanzicht gekeken hoe deze ondersteuning geboden moet worden.

6.1 Sagitaal aanzicht

Wanneer een kind in een stoel zit van een sagitaal aanzicht bekeken wordt, is de volgende situatie te zien:

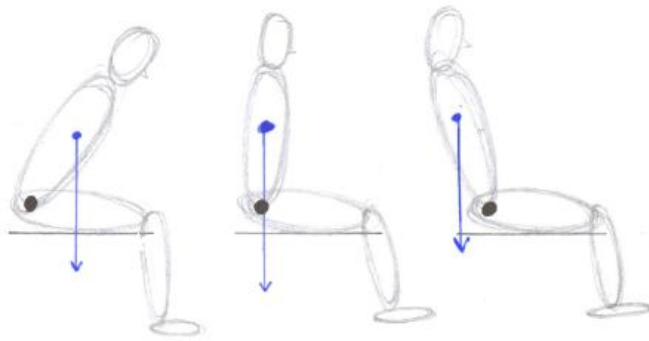


Figuur 12: Sagitaal aanzicht van zittend kind

Vanuit deze situatie kan het lichaam voorover en/of achterover kantelen. Deze kantelingen komen tot stand door evenwichtsreacties. Hierin is onderscheid te maken tussen interne en externe evenwichtsreacties.

6.1.1 Extern evenwicht

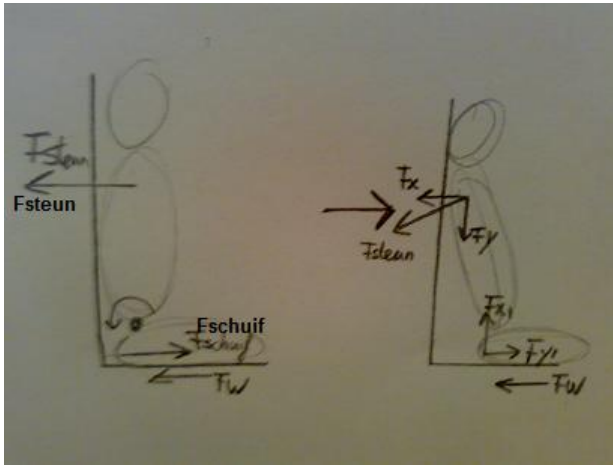
Het externe evenwicht beschrijft de krachten in de wereld. In dit geval is dit het hele lichaam ten opzichte van de stoel. Voorbeelden van krachten die hierbij een rol spelen zijn krachten die werken bij het versnellen of vertragen van de auto. Wanneer een auto versneld zal de romp van het kind in de autostoel gedrukt worden. Wanneer de auto vertraagd zal de romp van het kind van de stoel af bewegen. Dit komt doordat massa traag is. Daarnaast zijn er vele andere factoren waardoor er een houdingsverandering in sagitaal vlak plaats kan vinden. Hieronder wordt bekeken wat er nu precies gebeurt wanneer de romp naar voren of achteren beweegt.



Figuur 13: omvallen door projectie lichaamszwaartepunt

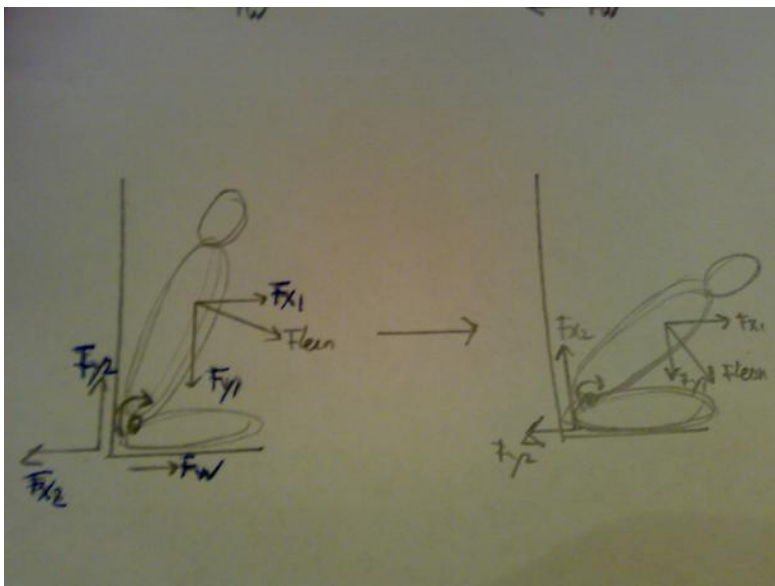
In figuur 13 zijn drie situaties te zien. In alle drie de situaties stelt de zwarte punt het draaipunt van de romp voor. De middelste situatie valt het lichaamszwaartepunt (de blauwe lijn) precies boven het draaipunt. In deze situatie is er een evenwicht. In de rechter situatie valt het lichaamszwaartepunt achter het draaipunt. Ten gevolge hiervan zal de romp achteroverkantelen ten opzichte van dit draaipunt. In de linker situatie valt het lichaamszwaartepunt voor het draaipunt. Hiertoe zal de romp ten opzichte van het draaipunt naar voren kantelen. Een kind zonder houdingsproblematiek beschikt over voldoende stabiliserende en co-contracterende spieren om het lichaamszwaartepunt te sturen en zodoende toch rechtop blijven zitten. Een kind met houdingsproblematiek kan zoals in voorgaande analyses gebleken is, zijn spieren niet goed sturen en hierdoor ook niet compenseren. Dit leidt tot een situatie waarbij in het gunstigste geval het kind achterover kantelt en tegen de rugleuning van de stoel aan leunt, en in het ergste geval tot de situatie dat het kind voorover kantelt en niet meer zelfstandig rechtop kan komen te zitten. Om dit te voorkomen dient ervoor gezorgd te worden dat het lichaamszwaartepunt altijd achter het draaipunt valt, zodat het kind een achteroverkantelend moment ondervindt en daarmee tegen de rugleuning van de stoel blijft liggen.

Naast deze voor- of achterover kanteling is er nog een bewegingsmogelijkheid in dit sagitaal aanzicht, namelijk het transleren van het bekken. Deze beweging komt tot stand uit voorgaande situaties. Wanneer het lichaamszwaartepunt achter het draaipunt valt, zal zoals hiervoor is gebleken de romp achteroverkantelen. De romp leunt dan tegen de rugleuning van de stoel aan. Als gevolg hiervan zal het bekken een translatie in tegengestelde richting ondervinden (Fschuif in figuur 14). In deze situatie wordt de afstand tussen lichaamszwaartepunt en draaipunt weliswaar vergroot, maar ook glijdt het kind ten gevolge hiervan uit zijn stoel. Echter moet hierbij wel in het begin de wrijvingskracht overwonnen worden.



Figuur 14: translatie van het bekken bij achteroverkanteling van de romp

Bij vooroverkanteling van de romp gebeurt het tegenovergestelde (figuur 15).

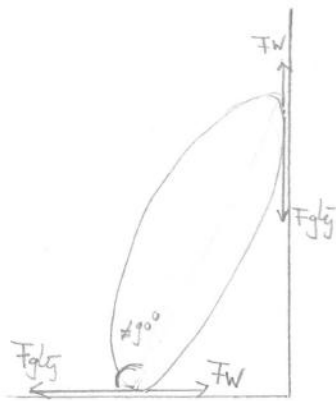


Figuur 15: translatie van het bekken bij voorover kanteling van de romp

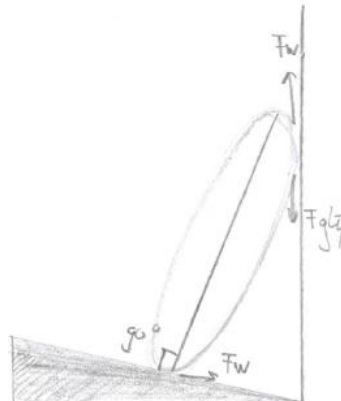
Hierbij leunt de romp voorover, wat een naar achter translerend effect van het bekken als gevolg heeft. In principe is het naar achter schuiven van het bekken goed. Hierdoor wordt de anteflexie mogelijkheid in het art. coxae verminderd. Echter valt het kind hierbij wel naar voren en dat is niet gewenst.

Er zijn twee manieren om deze houdingsveranderingen tegen te gaan. De eerste mogelijkheid is door een wigkussen te gebruiken en de tweede mogelijkheid is door de gehele stoel te kantelen. Wanneer de hele stoel gekanteld wordt, moet deze onder een hoek gekanteld worden waarbij het lichaamsswaartepunt achter het draaipunt valt. Om deze hoek te bepalen dient er naar de interne evenwichtreacties gekeken te worden. Hier wordt dan ook in de volgende paragraaf verder op ingegaan. De werking van een wigkussen heeft effecten op zowel de interne als de externe evenwichtreacties. Voor de externe evenwichtsreactie wordt er gelet op de wrijvingskracht en de projectie van het lichaamsswaartepunt.

Een en ander wordt uitgelegd aan de hand van figuur 16 en figuur 17



Figuur 16: zonder wigkussen



Figuur 17: met wigkussen

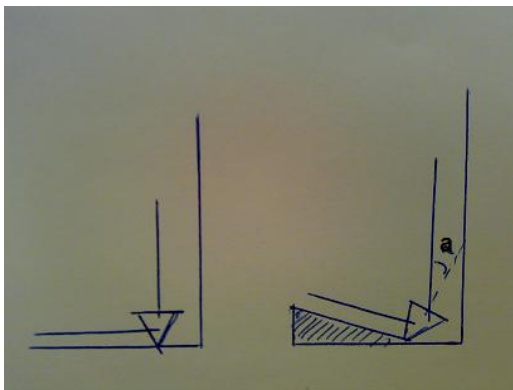
Een voordeel van de wigzit is dat het kind niet vooruit kan glijden ten gevolge van de wrijvingskracht. Wanneer er een horizontale zitting gekozen wordt, zorgt de wrijvingskracht tussen stoel en kind ervoor dat het kind niet om valt. Aangezien het kind vrijwel nooit recht op de zitting zit zal de wrijvingskracht ervoor moeten zorgen dat het kind niet omvalt (figuur 16). Dit komt omdat de kracht niet loodrecht op de zitting geprojecteerd is. Wanneer er een wigkussen wordt geplaatst zodanig dat het kind hier haaks op zit (figuur 17), zal het kind wel kunnen blijven zitten. Dit komt omdat de reactiekracht nu loodrecht op het wigkussen staat.

Een nadeel van een wigkussen is dat nog steeds het lichaamszwaartepunt voor het draaipunt kan vallen. Hiertoe zal het kind nog steeds een voorover kantelend moment ondervinden.

6.1.2 Intern evenwicht

De wigzit heeft zoals zojuist besproken ook consequenties voor het interne evenwicht.

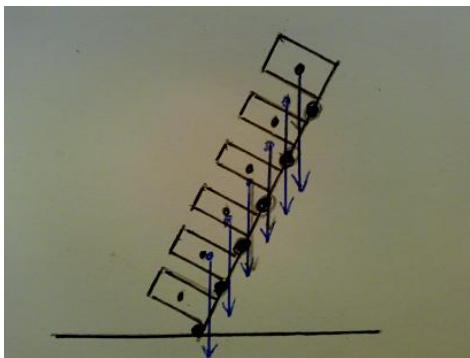
Een wigzit wordt onder de benen geplaatst, met als doel een lichte flexie van de benen in het art. coxae. Dit heeft als gevolg dat je met het bekken meer naar achter gaat zitten (tegen de rugleuning van de stoel) waardoor een lichte lordose ontstaat lumbaal in de wervelkolom. Dit heeft een grotere stabiliteit als gevolg. De lichte lordose zorgt er immers voor dat er een deel van de vooroverkanteling van de wervelkolom ten opzichte van het bekken al verbruikt is (figuur 18). In figuur 18 is links de situatie zonder wigkussen te zien. Let hierbij goed op de positie van de wervelkolom ten opzichte van het bekken. In de rechter situatie is een wigzit aangebracht. Te zien is nu dat de wervelkolom ten opzichte van het bekken in een lichte lordose staat. De hoek α is nu de mogelijkheid tot voorover kanteling die beperkt is door deze wigzit.



Figuur 18: kanteling van het bekken door wigzit

Daarnaast is een ander nadeel dat er met een wigzit geen rekening gehouden wordt met het hoofd van het kind. Kinderen uit de doelgroep hebben immers ook geen hoofdbalans. De wigzit is niet ideaal te noemen voor dit probleem.

Er zal dus gekeken moeten worden naar de andere mogelijkheid. De kanteling van de totale zitting. Een groot voordeel hierbij is dat er tegelijkertijd rekening gehouden kan worden met het hoofd van het kind. Waar het in de externe evenwichtsvergelijking ging om een draaipunt, gaat het in de interne evenwichtsvergelijking om veel meer draaipunten. De wervelkolom bestaat uit 7 cervicale wervels, 12 thoracale wervels en 5 lumbale wervels. Dat zijn totaal 24 wervels en dus ook 24 draaipunten. Bij al deze draaipunten moet het bovenliggende totale deelzwaartepunt achter dit draaipunt vallen. Een feit is, dat wanneer het hoogste draaipunt voldoet aan deze voorwaarde, dat dan in de rest van de wervelkolom ook hieraan voldaan wordt. Dit wordt bewezen in figuur 19



Figuur 19: kanteling in wervelkolom.

In bovenstaand figuur is de wervelkolom ter verduidelijking van bovengenoemd feit, versimpeld tot een in een rechte lijn liggende hoeveelheid wervels. In werkelijkheid liggen de wervels niet precies op een lijn. In figuur 19 is te zien dat de deelmassa van de bovenste wervel voor zijn draaipunt ligt, maar bij de onderste wervels is te zien dat de deelzwaartepunten van hun bovenliggende massa's wel achter hun draaipunt vallen. Vanaf de derde wervel van boven valt het lichaamszwaartepunt in dit voorbeeld achter het draaipunt. Te zien is dat bij alle lager gelegen wervels hetzelfde gebeurt.

Het bovenste draaipunt van de wervelkolom is het atlanto-occipitale gewricht. Zoals hierboven bewezen, zal wanneer het zwaartepunt van het hoofd achter dit gewricht valt, overal in de wervelkolom een achteroverkantelend moment werken.

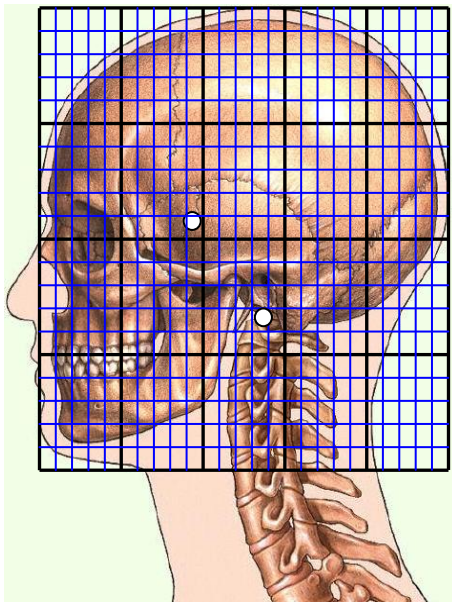
Om de hoek te bepalen waaronder deze situatie zich voordoet zijn twee punten van groot belang. Dit zijn het draaipunt van het hoofd ten opzichte van de wervelkolom en het deelzwaartepunt van het hoofd. Het draaipunt van het hoofd ten opzichte van de wervelkolom is het art. atlanto occipitale¹. Het deelzwaartepunt van het hoofd bepalen is lastiger daar er weinig informatie hierover te vinden is. In bijlage IV zal het deelzwaartepunt van het hoofd nader bepaald worden.

Nu de ligging van beide punten bekend is, kan er met behulp van de uit het hoofdstuk antropometrie verkregen maten bepaald worden wat de onderlinge afstanden zijn tussen deze twee punten. De maten in onderstaande tabel (tabel 5) zijn hiervoor van belang.

	9 maanden – 5 jaar	5jaar – 10 jaar
Hoofdhoogte	155 mm	214 mm
Hoofddiepte	166 mm	193 mm

Tabel 5: Maatvoering doelgroep

Vervolgens zijn beide punten in een figuur aangeduid. Dit figuur is op een raster geplaatst zodat een duidelijk overzicht van de onderlinge verhouding tussen Sella turrica en het draaipunt van het hoofd ontstaat. Dit is te zien in figuur 20².



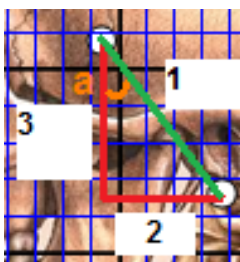
Met behulp van het raster in nevenstaand figuur kunnen onderlinge horizontale en verticale afstand tussen de twee punten bepaald worden. Het kleinste kind van de doelgroep heeft een hoofdhoogte van 155mm en een hoofddiepte van 166mm. Het grootste kind van de doelgroep heeft respectievelijke maten van 214mm en 193mm. Met deze gegevens kan berekend worden hoe groot elk hokje is, en met dit gegeven zijn de onderlinge afstanden bepaald.

Figuur 20: Schedel op raster

De horizontale afstand (nr 2 in figuur 21²) is voor de kleinste en de grootste kinderen respectievelijk 25.365mm en 35.055mm. De verticale afstand (nr 3 in figuur 21) is respectievelijk 36.72mm en 42.84 mm.

Door het toepassen van de stelling van pythagoras (het gaat hier immers om een rechthoekige driehoek) wordt de schuine zijde (nr 1 in figuur 21) bepaald. Dit is in dezelfde volgorde als hierboven respectievelijk 44.63mm en 55.35mm.

Nu deze gegevens bekend zijn kan de hoek (a in figuur 21) bepaald worden door het gebruiken van de cosinus en de bekende zijden. Voor de kleinste kinderen uit de doelgroep bedraagt deze hoek afgerond naar boven 34,64 graden en voor de grootste kinderen is deze 39,29 graden.



Figuur 21: onderlinge afstanden

Onderlinge verstelling zitting-rugleuning

Nu bekend is hoeveel graden de stoel minimaal moet kantelen om alle deelswaartepunten achter hun draaipunt te houden, is er nog een vraagstuk binnen de interne evenwichtsvergelijking niet opgelost. Dit betreft de hoekverstelling tussen zitting en rugleuning.

Hierbij wordt er gekeken of het voor de doelgroep nodig is om een verstelbaarheid te realiseren tussen de rugleuning en de zitting van het autostoeltje. De complete analyse is terug te vinden in bijlage V.

Uit deze analyse is gebleken dat deze verstelling niet nodig is. Hieruit zijn dan ook geen eisen gesteld.

6.1.3 Terugkoppeling

Nu de evenwichtsproblemen in het sagitale vlak behandeld zijn, kan er teruggekoppeld worden naar de bestaande stoeltjes. Hieronder een tabel (tabel 6) met de bestaande stoeltjes en hun hoekverstelling (alleen van de stoeltjes waarvan de verstelling bekend is).

Stoel	Panda	Reha Monza	Young Sport	Reha Start	Lars	Swift
Kantelverstelling	15-38°	Middels wigkussens en dus erg verschillend	Beperkt maar fabrikant kan geen cijfers geven	Middels wigkussens en dus erg verschillend	Tot 25°	Tot 13°

Tabel 6: terugkoppeling naar marktanalyse

Uit het marktonderzoek kwam naar voren dat alle fabrikanten van deze stoeltjes beweren dat de stoeltjes geschikt zijn voor kinderen die zelf niet kunnen zitten. Hier vallen ook kinderen zonder hoofdbalans onder. Verder is er alleen gekeken naar de stoeltjes met dezelfde doelgroep (maximaal gezien). Uit bovenstaande gegevens in combinatie met mijn hoekberekening blijkt dat geen enkel stoeltje werkelijk voldoet voor kinderen zonder hoofdbalans, aangezien de stoeltjes niet voldoende kunnen kantelen. Hierbij moet wel vermeld worden dat het “panda” stoeltje heel dicht tegen de benodigde hoek aanzit, en daarmee de meeste kinderen wel goede ondersteuning biedt. Gezien het feit dat het bepalen van de benodigde hoek erg lastig is omdat er geen duidelijk deelswaartepunt van het hoofd is, kan het zo zijn dat de panda stoel wel volledig voldoet.

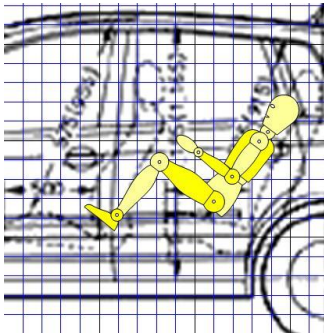
Nu de benodigde hoek bekend is zal er gekeken worden of die ook past in de auto's.

Eerst zijn de maten van het grootste kind uit de doelgroep uit het hoofdstuk antropometrie gekoppeld aan het model en is deze het maximaal aantal graden (39,3) gekanteld (fig 22).

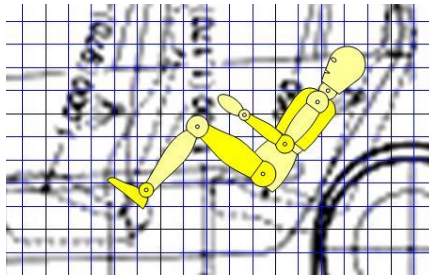


Figuur 22: Model 39 graden achterover gekanteld

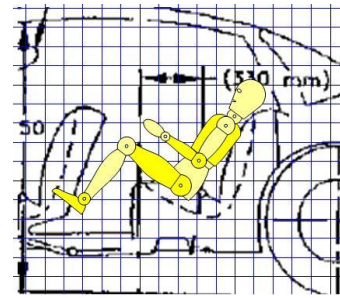
Nu is de houding bekend van het kind in de auto. Nu moet er nog gekeken worden of dit ook daadwerkelijk in de auto gaat passen. Hiervoor is gekeken naar de blauwdrukken van de in dit project behandelde auto's³. Deze auto's zijn ook via een raster op de juiste schaal gezet en vervolgens is het menselijk model hierin geplaatst om te kijken of dit past. Hieronder een drietal (kleinste, grootste en een middelste) voorbeelden. Dit is te zien in onderstaand figuur (figuur 23)



Volkswagen Polo (kleinste)



Volkswagen Golf (grootste)



Opel Corsa (een middelste)

Figuur 23: Model in auto's

Bij al deze auto's is te zien dat de onderbenen en vooral de voeten door de bestuurdersstoel heen zouden moeten steken in deze situaties. Echter zijn in deze situaties bij alle drie de modellen de onderbenen ten opzichte van de bovenbenen 90 graden gebogen. Aangenomen kan worden dat de benen bij deze kinderen (gezien de vaak aanwezige lage tonus) geen 90 graden gebogen zijn maar een beetje afhangen, wanneer de stoel gekanteld is. Wanneer dit het geval is zullen de voeten niet door de bestuurdersstoel heen hoeven en kan de benodigde hoek gehaald worden. Nu is het zo dat wanneer het kind een spasme heeft dat hij alsnog tegen de bestuurdersstoel aan schopt. Hier zal in het hoofdstuk "compatibele voorzieningen" verder naar gekeken worden.

Een zeer belangrijke toevoeging op dit hoofdstuk is het volgende: Al het hier bovenstaande is berekend onder gewone omstandigheden. Hierbij is geen rekening gehouden met versnellen of vertragen van de auto. Een fixatievest of een andere toevoeging op het stoeltje zal zorg dragen dat het kind na een standsverandering in de oude stand terugkomt in het stoeltje. Daarnaast moet worden opgemerkt dat de autogordels zorg dienen te dragen voor de veiligheid. De stand van het stoeltje is in deze een ondersteuning!

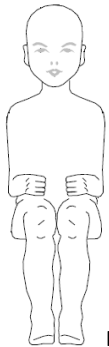
Eisen en wensen

- De stoel moet minimaal 39,3 graden gekanteld worden
- De stand van de stoel zorgt voor ondersteuning en is niet voor veiligheid bij aanrijdingen.
- De onderbenen/voeten dienen middels een voetenplaat een vooraf vastgelegde weg af te leggen bij spasmen en/of epilepsie. Dit door verwonding aan de bestuurdersstoel te voorkomen.

6.2 Frontaal aanzicht

In deze paragraaf zal gekeken worden naar de posities van de ondersteuning en de verstelbaarheid van deze ondersteuning. Tevens zal er kort naar de vorm van de ondersteuning gekeken worden.

Wanneer er een zittend kind in frontaal vlak bekeken wordt, beschouwen we een situatie als afgebeeld in figuur 24.



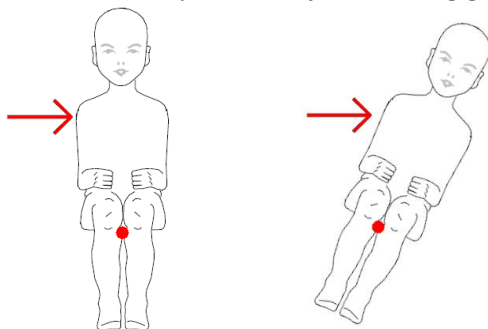
Figuur 24⁴: frontaal aanzicht

Om een kind in deze positie te laten zitten, is er een extern evenwicht en een intern evenwicht nodig.

6.2.1 Extern evenwicht

Het externe evenwicht beschrijft de krachten in de wereld. In dit geval is dit het hele lichaam ten opzichte van de stoel. Voorbeelden van krachten die hierbij een rol spelen zijn krachten die werken bij het door de bocht rijden van een auto of een zijdelingse aanrijding, maar ook wrijvingskrachten tussen de stoel en het kind. Eerst zullen de zijdelinkse krachten besproken worden.

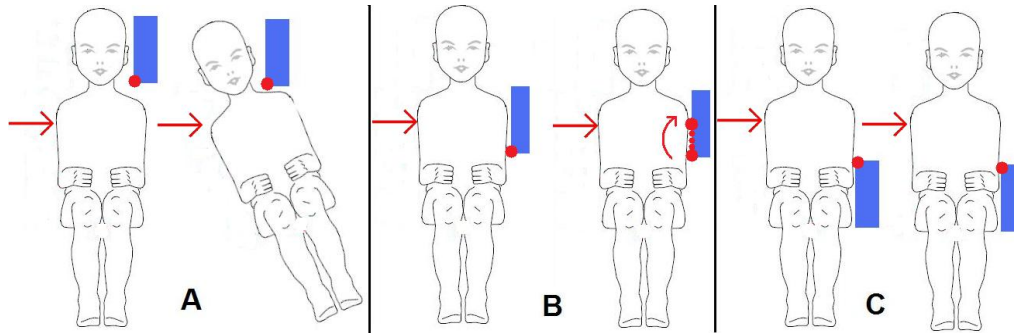
Wanneer er nu een zijdelinkse kracht op het kind zou werken zal het kind verschuiven en/of kantelen om het rotatiepunt dat bij benadering gelegen is zoals aangegeven in figuur 25.



Figuur 25: zijdelingse kracht

Om in dit geval een evenwicht te creëren zal er aan de zijkant waar de kracht niet werkt een steun gemaakt moeten worden, die een reactiekracht levert tegengesteld aan de zijdelinkse kracht. Op welke positie deze steun moet komen is echter nog niet bekend.

De steun kan op verschillende posities geplaatst worden met bij elke positie een andere reactie. In figuur 26a,b en c is dit voor verschillende posities uitgebeeld.



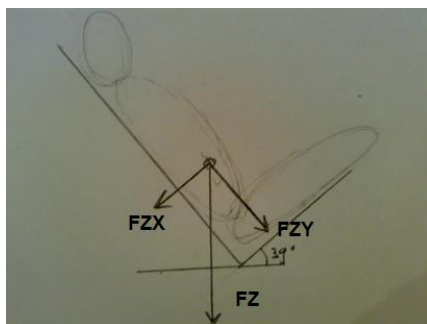
Figuur 26: steun op verschillende posities

Zoals te zien is in situatie A schuift het kind onder de ondersteuning door. Dit komt omdat de resulterende kracht onder het draaipunt tussen het kind en de ondersteuning valt. In situatie B lijkt het tegenovergestelde te gebeuren. Hierbij werkt de resulterende kracht boven het draaipunt tussen kind en ondersteuning, en zal het kind wederom om dit draaipunt kantelen. Echter zal dit draaipunt langs de pelot mee naar boven kruipen totdat de resulterende kracht op een lijn licht met het draaipunt en er een evenwichtssituatie is ontstaan. Bij deze situatie is het echter erg afhankelijk waar de resulterende kracht aangrijpt. Wanneer deze aangrijpt onder het draaipunt zal een situatie ontstaan als in figuur A. In situatie C kan het kind niet opzij schuiven. Wel zou het kind om het draaipunt en daarmee over de ondersteuning kunnen kantelen wanneer er enkel aan een zijde een ondersteuning bevindt. Wanneer er aan beide zijden een ondersteuning is kan het kind ook niet kantelen doordat die beweging wordt tegengehouden door de tweede ondersteuning. Hierdoor blijft ook het bekken van het kind in de juiste positie. Een goede stabiliteit van het bekken in de stoel is erg belangrijk, omdat het kind bij houdingsveranderingen niet over voldoende spierkracht beschikt in de compenserende spieren. Wanneer het bekken zou verschuiven zal het kind zijn stabiliteit in de stoel verliezen en als gevolg daarvan zijn houding niet kunnen waarborgen. Met betrekking tot het externe evenwicht dient er dus een ondersteuning geplaatst te worden aan weerszijde van het lichaam ter hoogte van het bekken.

Nu moet worden opgemerkt dat in dit project een autostoel behandeld wordt die kantelbaar is. De hoek waaronder de stoel gekanteld is, speelt ook een grote rol in de mate van zijwaartse kanteling van het kind. Hieronder wordt dit nader uitgelegd.

In onderstaande figuren (fig 27 en fig 28) zijn twee situaties weergegeven. Hierbij is het enige verschil de kanteling van de stoel. In fig 27 is de stoel 39 graden gekanteld en in fig 28, 10 graden.

In beide gevallen wordt er uitgegaan van een kind met een massa van 360 Newton en van een wrijvingscoëfficiënt van 0.2.



Figuur 27: stoel 39 graden gekanteld



Figuur 28: stoel 10 graden gekanteld

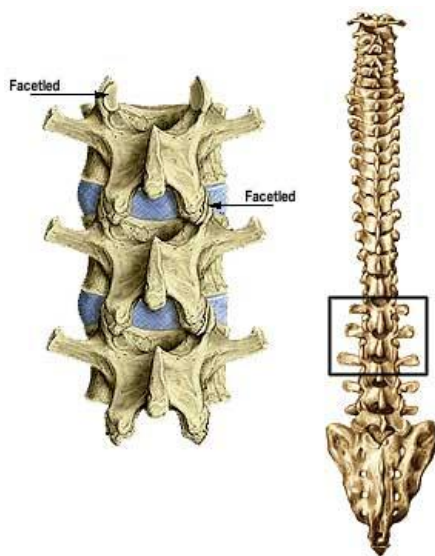
In figuur 33 zal ten gevolge van een grote hoek de FZY component minder zijn dan bij een kleinere hoek zoals in fig 34. In fig 33 is de FZY component 279.8N en in fig 34 is deze 354.5N.

De FZY component is de kracht die langs de rugleuning loopt. Wanneer deze kracht groter is, zal bij een kleine hoekstandsverandering van de wervelkolom, een kanteling makkelijker tot stand gebracht worden. Tevens speelt ook de wrijvingskracht een rol. Er was gesteld dat de wrijvingscoëfficiënt 0.2 is. Bij fig 33 is de FZX component 226.6N en bij fig 34 is deze 62.5N. De wrijvingskracht is FZX vermenigvuldigd met de wrijvingscoëfficiënt. Bij fig 33 levert dit een kracht van 45.32N op en bij fig 34, 12,5N. Deze kracht belemmert de neiging tot kanteling. Hoe groter deze kracht is des te moeilijker zal een zijwaartse kanteling worden. Deze kracht is het grootst bij de situatie met een kanteling van 39 graden. Om deze twee redenen zal bij een stoel die meer gekanteld is een mindere neiging tot kanteling zijn dan bij een minder gekantelde stoel. Dit onderbouwt tevens dat kanteling van de stoel ten gunste komt van de stabiliteit van een kind, zoals in de vorige paragraaf geschreven stond.

6.2.2 Intern evenwicht

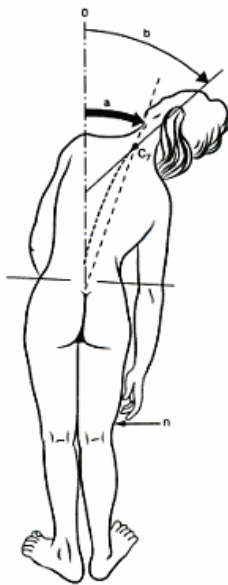
Alle hieronder vermelde informatie is ontleend uit het boek: Bewegingsleer, deel 3, de romp & wervelkolom.⁵

Het interne evenwicht beschrijft de krachten rond elk gewricht. De gewrichten die in deze beschouwing een rol spelen zijn de gewrichten waarin lateroflexie van de wervelkolom toegelaten wordt. Dit zijn de zygapofyseale gewrichten (fig 29)⁶. Deze gewrichtjes zitten tussen alle corpora vertebra (wervellichamen).

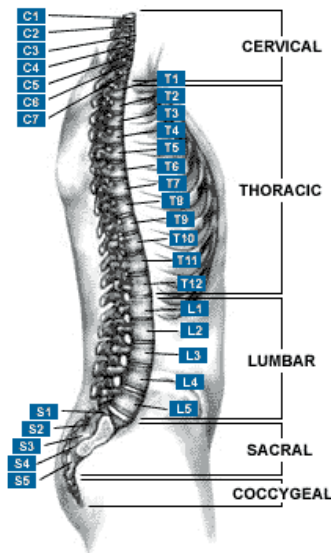


Figuur 29¹⁴: Art. zygapofyseaal gewrichten

De lateroflexie is per gewricht erg gering en is leeftijdsafhankelijk. Bij volwassenen is er gemiddeld een bewegingsuitslag van 20°-30° waar te nemen. Met de leeftijd neemt de bewegingsuitslag af. De bewegingsuitslag is maximaal bij kinderen met een leeftijd tussen de 2 en 13 jaar. De totale uitslag bij deze kinderen is ongeveer 62° (fig 36)². De totale hoekuitslag wordt gevormd door alle hoekuitslagen per gewricht bij elkaar te tellen. Zoals te zien is in fig 30 geeft pijl a de hoekuitslag op lumbaal niveau aan en geeft b de totale hoekuitslag aan, inclusief de hoekuitslag in de cervicale wervels.



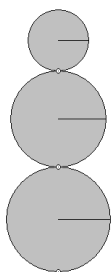
Figuur 30: Lateroflexie in wervelkolom (b is 62°)



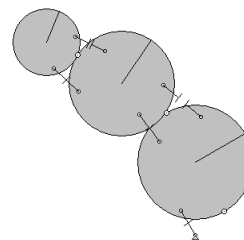
Figuur 31: wervelkolom

Lumbaal is de grootste bewegingsuitslag te vinden tussen L3 en L4 (figuur 31)¹⁴. Hier is de bewegingsuitslag maximaal 16° op jonge leeftijd. Tussen de wervels C2 (axis) en C3 is er een lateroflexie van 5° waarneembaar en tussen C0 (occipitale) en C1 (atlas) is er een uitslag van 3° waarneembaar. Totaal is dit 8°.

Nu bekend is dat er in de gehele wervelkolom lateroflexie plaatsvindt, moet er nog bepaald worden op welke positie de ondersteuning moet plaatsvinden. Hiertoe is het belangrijk te weten wanneer er lateroflexie plaatsvindt. Zoals in vorige paragraaf besproken, zal er lateroflexie plaatsvinden wanneer er een uitwendige kracht op het lichaam werkt. In deze paragraaf hebben we het echter over de interne krachten. In werkelijkheid bestaat de wervelkolom uit meerdere wervels (7 cervicale wervels, 12 thoracale wervels en 5 lumbale wervels). In de volgende beschouwing wordt er aan de hand van een versimpelde weergave geredeneerd. Hierbij wordt de wervelkolom als drie delen beschouwd. Deze drie delen zijn alleen in evenwicht wanneer hun draaipunten precies boven elkaar liggen (fig 32).



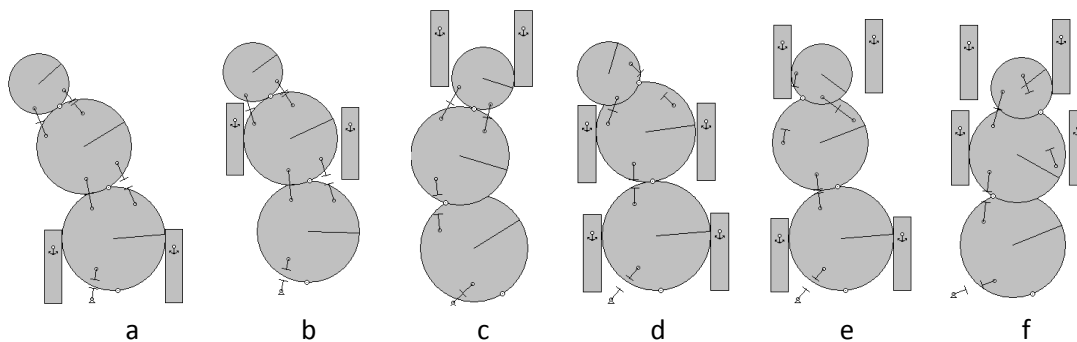
Figuur 32: Draaipunten boven elkaar



Figuur 33: Draaipunten niet boven elkaar

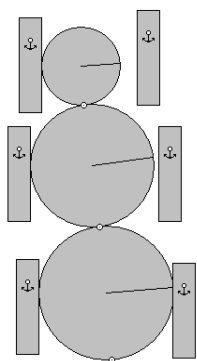
Wanneer de draaipunten niet precies boven elkaar liggen zal het lichaam naar links of rechts kantelen. Deze kanteling zal plaatsvinden totdat alle gewrichten in hun uiterste stand zijn (maximum close-packed position). Dit is te zien in fig 33.

Om te voorkomen dat kinderen (ongewild) in hun stoel gaan “hangen” zijn ondersteuning nodig. In onderstaande figuren worden steeds op een andere plek ondersteuning aangeboden.



Figuur 34: Ondersteuning op verschillende posities

Uit voorgaande bleek dat de grootste lumbale hoekuitslag plaatsvindt tussen L3 en L4. Dit is ter hoogte van de navel en vlak boven de crista iliaca. Wanneer hier een ondersteuning geplaatst wordt, is de situatie in figuur 34a gecreëerd. In deze situatie blijkt dat er nog steeds lateroflexie plaatsvindt in de hogere segmenten van de wervelkolom. In figuur 34b is er een ondersteuning in het midden van de wervelkolom geplaatst. Hierbij blijkt dat het lichaam onder de steun door wilt schuiven. In figuur 34c is een ondersteuning naast het hoofd geplaatst. Hierbij is te zien dat het lichaam ook onder deze ondersteuning door wilt schuiven. Tevens is deze situatie levensgevaarlijk voor kinderen omdat ze op deze manier hun nek kunnen breken. Uit deze situaties blijkt dat er meerdere ondersteuning nodig zijn. In figuur 34d is een combinatie van twee lage ondersteuning. Hierbij blijft er lateroflexie in het bovenste gedeelte mogelijk. In fig 34e is een andere combinatie getekend. Hieruit blijkt dat het lichaam tussen de steunen door wilt schuiven. In fig 34f schuift het lichaam ook onder de ondersteuning door. Wanneer alle drie de ondersteuning geboden worden, word de situatie in fig 35 gecreëerd.



Figuur 35: Met drie ondersteuning aan weerszijden

Uit dit figuur blijkt dat het lichaam netjes rechtop blijft zitten. Er zijn zelfs geen close-packed positions in de gewrichten nodig voor deze houding. Wanneer er goed gekeken wordt naar bovenstaande beschouwing kan men tot de conclusie komen dat er in principe voor elk draaipunt een ondersteuning nodig is. Nu bestaat de wervelkolom zoals eerder beschreven uit meerdere wervels en daarmee meerdere draaipunten, en is het vrijwel niet haalbaar zoveel ondersteuning te bieden. Wat wel kan is ondersteuning bieden die meerdere draaipunten “bedekken”. Zo kan er een ondersteuning ter hoogte van de bekken, een ter hoogte van de elleboog, een ter hoogte van de schouders en een naast het hoofd geboden worden. Doordat deze allemaal meerdere draaipunten

bedekken zijn er nog enkele gewrichtjes over die hun close-packed position kunnen halen. Deze uitslag zal zoals in bovenstaand figuur erg klein en daarmee verwaarloosbaar zijn. De noodzaak van de ondersteuning is ten slotte om het kind rechtop te laten zitten.

Een groot voordeel van meerdere steunen boven een enkele of dubbele steun is dat er een specifiekere ondersteuning geboden kan worden. Ook kan hiermee een betere ondersteuning geboden worden aan kinderen met een scoliose. Uit de doelgroepanalyse is gebleken dat dit veel voorkomt binnen de doelgroep en uit de marktanalyse is gebleken dat hier nog geen aandacht aan is besteed binnen het huidige marktaanbod.

6.2.3 Verstelling

De maten die hieronder genoemd worden zijn afkomstig uit het hoofdstuk antropometrie en de overige maten uit de Europese richtlijn voor autostoeltjes¹.

Concluderend uit bovenstaande zijn er aan weerszijde van het lichaam 4 ondersteuning nodig.

- Een pelot ter hoogte van het bekken.
breedte: 215-279 verstelling: 32mm beide kanten
hoogte: 70-106 Verstelling: vaste pelot met hoogte van min 106mm vanaf zitting
- Een pelot ter hoogte van de navel en vlak boven de crista iliaca.
breedte: 285-345 verstelling: 30mm beide kanten
hoogte: 157-201 verstelling: 44mm hoog-laag
- Een pelot ter hoogte van de schouders.
breedte: 268-342 verstelling: 37mm beide kanten
hoogte: 363-477 verstelling: 114mm - 44mm(vorige pelot)= 70mm
- Een pelot naast het hoofd.
breedte: 137-187* verstelling: 25mm beide kanten
hoogte: 604-762 verstelling: 158mm - 114mm(vorige pelotten)= 44mm

*: De verstelbaarheid alleen voor het hoofd is 5mm. Tevens kan het voorkomen dat kinderen een redressiehelm dragen. Deze zijn op maat gemaakt en hebben dus geen vaste maten. Ook moet er enige ruimte tussen het hoofd en het pelot zitten om zweten en daardoor broeierigheid te voorkomen. Hierom is de verstelling aan elke zijde met 20mm vermeerderd.

Terugkijkend naar het hoofdstuk “bevindingen uit de praktijk”, sluit deze conclusie aan bij hetgeen de ergotherapeut van de St. Maartenskliniek ook vertelde. Deze therapeut vertelde ook dat er bij kinderen met een beperkte houdingsregulatie ondersteuning geboden dient te worden ter hoogte van het bekken, het middel, de schouders en het hoofd.

6.2.4 Vorm ondersteuning

Nu de positie van de ondersteuning bekend zijn, moet nog bepaald worden welke vorm de pelotten dienen te hebben. De meest gangbare pelotten zijn de gebogen pelotten (links in figuur 36) en de standaard pelotten (rechts in figuur 36).



Figuur 36⁷: Pelotten van de firma R82

Voor dit project wordt uitgegaan van bestaande pelotten. De bestaande pelotten voldoen in hun functie en om deze reden wordt er van deze pelotten uitgegaan in dit project. De keuze moet gemaakt worden, tussen standaard pelotten en gebogen pelotten. Het meest ideale zou zijn wanneer beide pelotten op de stoel bevestigd konden worden zodat de gebruiker zelf kan kiezen. In dit project zal een zeer beknopte keuze gemaakt worden tussen deze twee pelotten. Dit omdat beide pelotten op de stoel gemonteerd moeten kunnen worden. De standaard pelotten geven evenals de gebogen pelotten de vereiste ondersteuning tegen lateroflexie omdat beide pelotten parallel aan het kind bevestigd worden. Het voordeel van gebogen pelotten boven standaard pelotten is dat deze ook enige ondersteuning biedt wanneer het kind naar voren dreigt te vallen. De doelgroep in dit project heeft een beperkte houdingregulatie waardoor de neiging naar voren te vallen groot is. Aan het begin van dit hoofdstuk is bepaald dat de stoel hiertoe kantelbaar moet zijn. Zelfs wanneer de stoel gekanteld is kan er een situatie voorkomen waarbij het kind naar voren dreigt te vallen. Wanneer gebogen pelotten enigszins kunnen bijdrage deze vooroverkanteling te voorkomen is dat gewenst. Om deze reden wordt dan ook gekozen voor gebogen pelotten. In dit project wordt verder uitgegaan van het uitgebreide aanbod van R82 pelotten. Hier wordt tijdens de ontwerpfase verder op ingegaan.

Eisen:

- Alle pelotten moeten aan weerszijde van het lichaam komen
- Pelot ter hoogte van het bekken met een breedte verstelling van 32mm
- Pelot ter hoogte van het bekken, met een hoogte vanaf de zitting van 36mm
- Pelot vlak boven crista iliaca met een breedte verstelling van 30mm
- Pelot vlak boven crista iliaca, 157mm vanaf de zitting en 44mm in hoogte te verstellen
- Pelot ter hoogte van de schouders met een breedte verstelling van 37mm
- Pelot ter hoogte van de schouders, met de bovenzijde 363mm boven zitting en 70mm te verstellen
- Pelot naast het hoofd met een breedte verstelling van 25mm
- Pelot naast het hoofd, met bovenzijde op 604mm vanaf de zitting en 44mm verstelbaar

Wensen:

- Gebogen en standaard pelotten van de firma R82 moeten op de stoel passen

6.2.3 Bijkomende problemen

Uit marktonderzoek is gebleken welke ondersteuning geboden worden per stoeltje. Ook bleek uit dit onderzoek dat de voorzieningen vaak als accessoire worden aangeboden. Veel van deze ondersteuning voldoen echter wel. In dit project wordt dan ook uitgegaan van die accessoires.

Wanneer er gekeken word welke ondersteuning nu nog niet besproken zijn in dit rapport, word duidelijk dat dit ondersteuningen betreft voor: Spasmen, epilepsie, spitsvoet, kwijlen, groeiachterstand hoofd.

Uiteindelijk moet de stoel ook aan deze aspecten voldoen om geschikt te zijn voor de doelgroep. Hiertoe is dan ook onderzoek gedaan, welke terug te vinden is in bijlage VI. Hieronder zal een zeer beknopte samenvatting van deze analyse gegeven worden.

Tegen spasmen worden zoals uit het marktonderzoek is gebleken geen aanpassingen geboden. Enkel zachte bekleding zal het kind hierbij tegen beschadigingen helpen. Er bestaan zoals uit deze analyse is gebleken wel degelijk middelen om de invloed van een spasme te verminderen. Een van die middelen is een meeverende voetenplaat de ook bij een autostoeltje gebruikt kan worden. Wanneer een dergelijke voetenplaat groot genoeg gemaakt wordt zullen hier ook orthesen op kunnen zoals een enkel-voet orthese. Door deze mogelijkheid kunnen er accessoires geboden worden voor kinderen met spitsvoeten. Ten behoeve van het kwijlgedrag kan er een antizweet hoes over de stoel geplaatst worden of kan er een circulatiesysteem gecreëerd worden, al dan niet door middel van het materiaal. Kinderen met groeiachterstand dragen vaak een redressiehelm zodat hun schedel zo normaal mogelijk kan groeien en minder door druk belast wordt. Hiertoe moeten kinderen met een dergelijk helmpje ook in de stoel passen.

Eisen en wensen

- Er moet een antizweet hoes over de stoel kunnen
- Er moet een circulatiesysteem in de stoel kunnen (al dan niet door middel van materiaal)
- Er moet een meeverende voetenplaat op de stoel gemonteerd kunnen worden
- Er moet op de "gewone" voetensteun een enkel-voet orthese geplaatst kunnen worden.
- Er moet een kindje met een redressiehelm in de autostoel kunnen

7. Eisen en wensen

In deze paragraaf zullen alle eisen en wensen die van belang zijn voor het ontwerp nog eens overzichtelijk opgesomd worden. Aan het einde van elk hoofdstuk staan alle eisen die uit het betreffende hoofdstuk voortgekomen zijn vermeld.

Schuingedrukte en onderrstreepte regels zijn wensen

Doelgroep

- Het stoeltje moet geschikt zijn voor kinderen tussen de 9Kg en 36Kg
- Het stoeltje mag niet meer wegen dan 23Kg

Marktonderzoek & Bevindingen uit de praktijk

- Er moet een draagmogelijkheid voor de ouders beschikbaar zijn

Maatvoering auto's

- Maximale hoogte van stoeltje (excl. voetensteun) is 700mm
- Maximale diepte voetensteun 120mm
- Maximale diagonaal van de stoel is 520mm
- Maximale breedte van de stoel is 420mm
- Hoek zitting - rugleuning van het deel dat op de achterbank staat moet 94 graden zijn
- De benodigde kanteling voor het kind moet met 19 graden verminderd worden

Antropometrie

- Afstand van draagpunt van het stoeltje tot buikzijde ouder maximaal 376mm
- Maximale breedte stoeltje is 386mm
- De verschillende maten stoeltjes samen moeten toegankelijk zijn voor de hele doelgroep
- Er moeten twee maten stoelen voor de doelgroep zijn
- De stoel moet verstelbaar naar de maten uit de tabel 3 en bijlage 2.

Normen/richtlijnen

- De stoel moet voldoen aan de Europese norm voor autostoeltjes: ECE R44/04

Houdingsanalyse

Sagitaal aanzicht

- De stoel moet minimaal 39,3 graden gekanteld worden
- De onderbenen/voeten dienen middels een voetenplaat een vooraf vastgelegde weg af te leggen bij spasmen en/of epilepsie. Dit door verwonding aan de bestuurdersstoel te voorkomen.

Frontaal aanzicht

- Alle pelotten moeten aan weerszijde van het lichaam komen
- Pelot ter hoogte van het bekken met een breedte verstelling van 32mm
- Pelot ter hoogte van het bekken, met een hoogte vanaf de zitting van 36mm
- Pelot vlak boven crista iliaca met een breedte verstelling van 30mm
- Pelot vlak boven crista iliaca, 157mm vanaf de zitting en 44mm in hoogte te verstellen
- Pelot ter hoogte van de schouders met een breedte verstelling van 37mm

- Pelot ter hoogte van de schouders, met de bovenzijde 363mm boven zitting en 70mm te verstellen
- Pelot naast het hoofd met een breedte verstelling van 25mm
- Pelot naast het hoofd, met bovenzijde op 604mm vanaf de zitting en 44mm verstelbaar
- Gebogen en standaard pelotten van de firma R82 moeten op de stoel passen

Vorm rugleuning en zitting

Bijkomende problemen

- Er moet een antizweet hoes over de stoel kunnen
- Er moet een circulatiesysteem in de stoel kunnen (al dan niet door middel van materiaal)
- Er moet een meeverende voetenplaat op de stoel gemonteerd kunnen worden
- Er moet op de “gewone” voetensteun een enkel-voet orthese geplaatst kunnen worden.
- Er moet een kindje met een redressiehelm in de autostoel kunnen.

Eis vanuit opdrachtgever*

- Design for assembly, zodanig ontwerpen dat de assemblage zo makkelijk mogelijk is
- Design for production, zodanig ontwerpen dat de productie zo snel en goedkoop mogelijk is

*: Deze eisen zijn pas later in het project toegevoegd aan de opdracht en zodoende is hier weinig aandacht aan besteed tijdens de ontwikkeling van het product.

8. Ontwerpfase

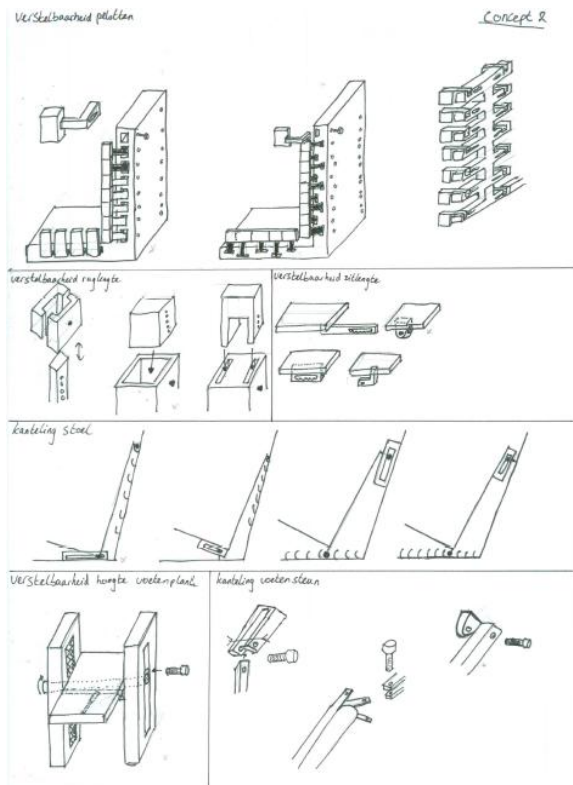
In dit hoofdstuk wordt het ontwerpproces besproken. Hierbij zal er vooral aandacht uitgaan naar de kanteling en de verstelbaarheid van de stoel, omdat de focus tijdens dit project op deze punten gericht was. In de ontwerpfase zal verder niet gekeken worden naar de vorm van de pelotten of de zitting van de stoel. Deze onderdelen zijn in eerdere analyses behandeld en de conclusie daaruit was dat er gebruik gemaakt zal worden van bestaande producten. Hierbij worden zittingen op maat van de stoel gemaakt en zijn er meerdere pelotten mogelijk.

Vanwege de beperkte tijd voor dit project zal er in deze fase verder gewerkt worden met het grootste stoeltje(stoel 2) zoals bepaald in het hoofdstuk antropometrie. De reden van deze keuze is vanwege het feit dat wanneer de grootste stoel in de auto past en aan de eisen voldoet, de kleinere stoel dat ook zal doen.

Gebleken is dat de stoel moet kantelen. Dit kan alleen zonder autoaanpassingen, wanneer de stoel uit twee onderdelen bestaat. Te weten de stoel zelf en het onderdeel ten opzichte waarvan de stoel kantelt. Deze twee delen in de auto in elkaar zetten zal veel kracht vergen in een betrekkelijk kleine ruimte. Hiertoe zullen deze twee delen aan elkaar ontworpen worden en ook als een geheel op de rolstoel gemonteerd kunnen worden. Deze hoeven dus niet los te koppelen zijn. De transfer van de auto naar de rolstoel wordt in dit project buiten beschouwing gelaten en zal in een vervolgproject verder bekeken worden. In dit project wordt dus alleen naar de stoel in de auto gekeken.

8.1 Concepten

Als eerste is er gekeken naar welke aspecten belangrijk zijn bij het ontwerpen. Voor deze aspecten is een morfologische kaart gemaakt, welke te vinden is in bijlage VII. De punten die hierin zijn behandeld zijn; hoe iets te geleiden, te kantelen te verstellen en te bevestigen is. Ook hoe een hoek bepaald kan worden, hoe er veiligheid geboden kan worden en hoe de verstelbaarheid geboden kan worden is in dit overzicht meegenomen. Vervolgens zijn er keuzes uit de morfologische kaart gemaakt voor de belangrijkste onderdelen waaruit de stoel moet bestaan. Hierdoor is er per onderdeel van de stoel een selectie ontstaan, waarmee verschillende variaties mogelijk zijn. Zo is bijvoorbeeld de verstelbaarheid met bepaalde elementen op meerdere manieren toe te passen. Hiervoor zijn verschillende kleine concepten gemaakt. Een voorbeeld hiervan is te zien in figuur 37. Deze tekeningen zijn per concept te vinden in bijlage VIII. Van deze verschillende mogelijkheden is er per onderdeel 1 gekozen, waardoor er een totaalconcept ontstaat. Dit is voor drie concepten gedaan, waardoor er drie totaalconcepten zijn ontstaan. Deze zijn te vinden in bijlage 5.



Figuur 37: Kleine concepten

8.2 Eindconcept

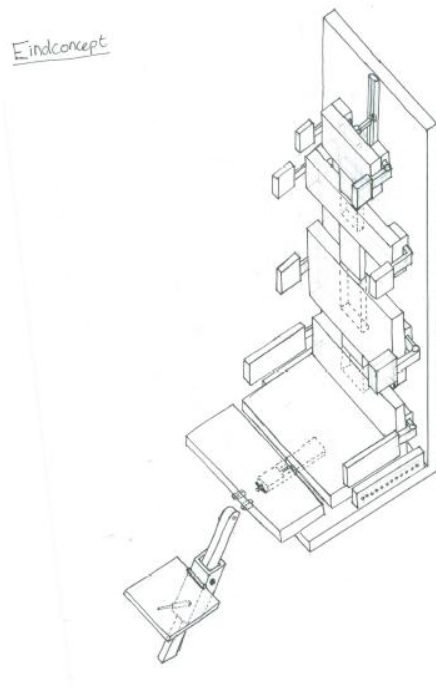
De drie totaalconcepten zijn vervolgens getoetst aan de eisen en wensen. Met behulp van deze toetsing is uiteindelijk tot een eindconcept gekomen. Bij deze toetsing zijn enkel de tot nu toe te toetsen eisen en wensen gebruikt. Een overzicht van deze toetsresultaten is te vinden in bijlage IX.

Uit deze toetsing is gebleken dat concept 3 het meest “nee” gescoord heeft. De concepten 1 en 2 scoren ongeveer gelijk. Hiertoe is er overleg geweest met de opdrachtgever, die design for assembly en design for production in deze fase doorslaggevend vond. Op deze punten scoort concept 1 beter.

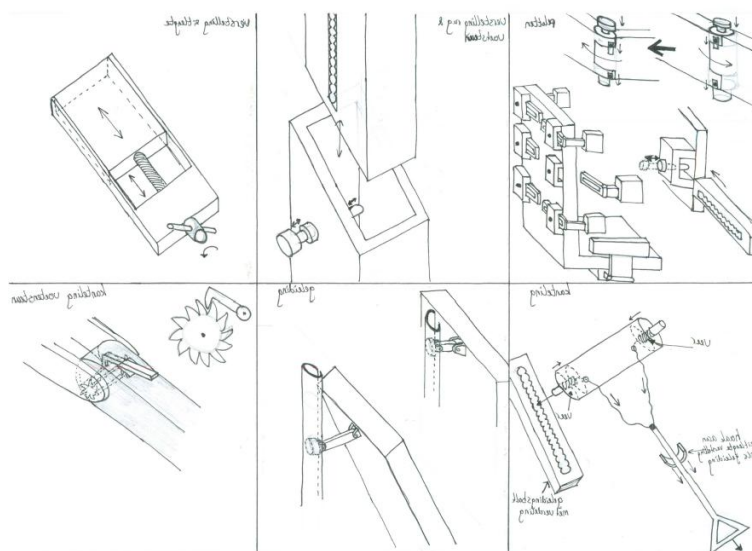
Aan de hand van ditzelfde overleg zijn enkele punten uit concept 1 veranderd om productie technische en/of veiligheidsredenen.

Bij concept 1 is nu nog geen voetplaat die mee kan veren. Dit wordt opgelost door onder de voetenplaat een demper te plaatsen, zoals dit ook is gedaan in concept 2. Ook de hoogte verstelling is vervangen door een verstelling die veiliger voor het kind is. Bij de houding de verstelling kan bij kinderen met langer haar, het haar in het schroefdraad komen te zitten, wat kan leiden tot vervelende verwondingen. Er wordt nu gekozen voor een verstelling middels het locking bolt systeem. Deze is ook gebruikt in concept 3. Een groot voordeel van dit systeem is dat wanneer de gebruiker zou vergeten de verstelling te vergrendelen, dat dit systeem dat zelf zal doen. In bijlage IX wordt dit principe nader uitgelegd. Ditzelfde principe wordt ook op de andere verstellingen toegepast, zodat er een soort verstelling blijft en het zodoende de kans op verkeerde montage verkleint. Dit komt tevens ook het productie proces ten goede. Dit omdat er nu meerdere malen eenzelfde handeling moet uitgevoerd te worden in plaats van meerdere verschillende handelingen. Tevens zal het in elkaar zetten van de stoel hierdoor makkelijker worden. Alle delen kunnen uit elkaar gehaald worden en in elkaar gezet worden in een makkelijke handeling. Een andere

belangrijke verstelling is de kanteling van de stoel. In principe voldoet dit systeem aan de eisen. Een nadeel hiervan is dat de gebruiker altijd over de stoel heen moet buigen om alle pinnen te ontgrendelen. Dit is zeker in een kleinere auto lastig. Er is nu gekozen voor een systeem dat ook bij bestaande autostoeltjes gebruikt wordt. Hiertoe wordt er onder de zitting aan een koord getrokken. Vervolgens zullen de buitenste pinnetjes die de stoel vergrendelen naar binnen getrokken worden waardoor de stoel te verplaatsen is. Wanneer het touw wordt losgelaten zoeken de pinnetjes zoals bij de locking bolt wederom hun eigen gat. Gezien de veiligheid is dit ook een groot voordeel. In onderstaande figuren is het eindconcept afgebeeld met de details tekeningen van de verstellingen. Deze zijn tevens in Bijlage X te vinden. De werking van de verstelbaarheden is in bijlage XI uitgelegd aan de hand van een figuur en tekst.



Figuur 38: Eindconcept



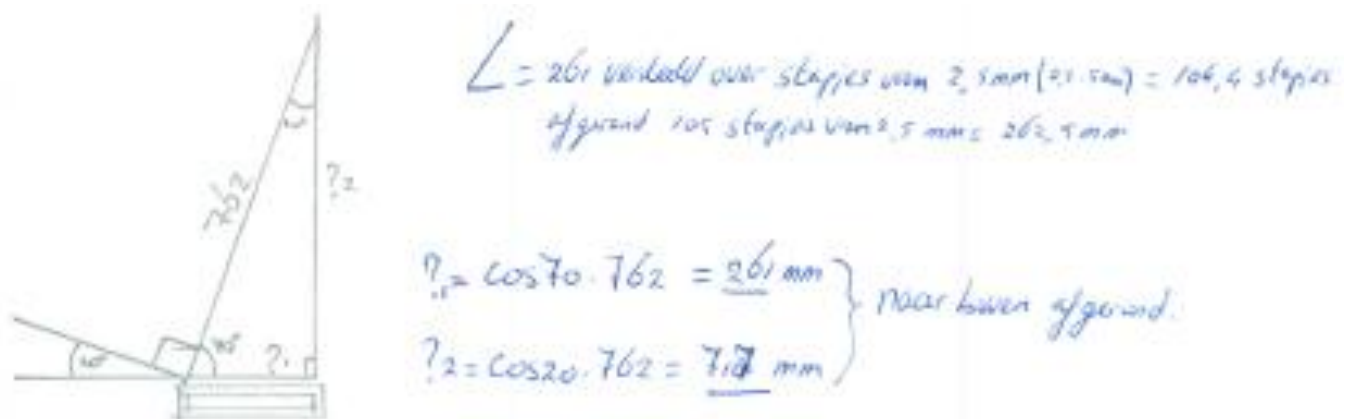
Figuur 39: Detailtekeningen

Nu bekend is hoe de stoel eruit moet komen te zien, moet er gekeken worden naar de vorm die de rugleuning en de zitting dienen te hebben. Voor de rugleuning moet er een keuze gemaakt worden tussen gebogen en rechte rugplaten. Voor de zitting kan gekozen worden voor contourzittingen, op maat gemaakte zittingen of rechte zittingen. In bijlage XII is de volledige beredenering voor de volgende keuze terug te vinden.

De voornaamste reden waarop de keuze voor de rugleuning gebaseerd is, is de volgende; Bij een gekromde rugleuning zullen kleine kinderen dieper in de stoel zitten dan grotere kinderen. Dit als gevolg van de kromming van de rugleuning. Dit heeft erg grote invloed op de positie van de ondersteuning. Daarbij is de bevestiging van de ondersteuning veel lastiger bij een gekromde rugleuning dan bij een rechte rugleuning. Voor de zitting geldt een ongeveer zelfde verhaal. De doelgroep verschilt heel erg in antropometrische gegevens. Hiertoe zal een contourzitting niet mogelijk zijn. Nu kan er een op maat gemaakt kussen in de stoel, of er wordt een rechte zitting gemaakt van schuimdelen. Een voordeel van deze tweede mogelijkheid is dat hierbij een soort contourzitting gecreëerd kan worden door de lichaamsvormen van het kind zelf. Een uitgebreidere uitleg hierover is te lezen in bijlag X. Als extra eisen tijdens de ontwerpfase wordt er nu gesteld dat de rugleuning recht dient te zijn evenals de zitting.

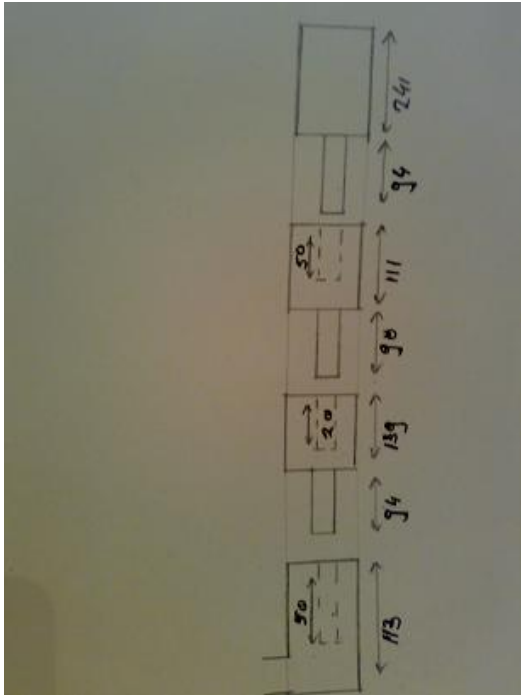
Nu bekend is hoe het concept eruit moet komen te zien, kan er aan de hand van de bekende maten berekend worden hoe dik de profielen moeten zijn. Een aantal maten zijn vanuit de antropometrische gegevens bekend. Zo is bijvoorbeeld de hoogte en de breedte van de achterplaat bekend. Middels de uit de richtlijn verkregen maximale doorbuiging kan het profiel van deze achterplaat bepaald worden. Dit is op eenzelfde manier gedaan voor de overige maten van het eindconcept. Dit betreft erg veel berekeningen en daartoe zullen deze in bijlage XIII terug te vinden zijn.

Vervolgens is berekend hoe lang de geleiding bovenin moet zijn. Ook is berekend hoe lang de weg moet zijn die onderaan in de geleiding moet worden afgelegd, om onder de gewenste hoek te komen. Bekend is de hoek waaronder het kind minimaal gekanteld moet zij. Dit is 39 graden. Ook bekend is dat de autostoel ten opzichte van de wereld al 19 graden gekanteld is. Hiertoe moet de stoel nog een kanteling ondergaan van 20 graden. Dit is in figuur 40 weergegeven.



Figuur 40: Kantelhoek

Ook bekend is de maatvoering van de locking bolts. De pin van deze vergrendelingen hebben een diameter van 5mm. Tevens is uit de houdingsanalyse bekend wat de verstellingen van de pelotten moeten zijn. Uit de antropometrie is bekend wat de hoogte verstellingen moeten zijn. Dit is in simpele weergave te zien in figuur 41.



Figuur 41: Hoogteverstelling

Met deze maten is berekend hoeveel stapjes er per verstelling gemaakt moeten worden. Dit is steeds de minimale verstelling gedeeld door 2,5. Alles is hierbij naar boven afgerond. 2,5 komt tot stand als gevolg van de diameter van de locking bolt die 5 mm is. De gaten zullen elkaar steeds voor de helft overlappen, zodat er een soort golfpatroon ontstaat.

Bij alle berekeningen is er gebruik gemaakt van ABS (een kunststof) of staal. Deze materialen worden in de huidige stoeltjes ook gebruikt en voldoen dus al aan de eisen gesteld als in de richtlijn. Hiervan is de E-modules gebruikt om de berekeningen te kunnen maken.

Als wens was er gesteld dat alle standaard en gebogen pelotten van de firma R82 op de stoel moesten passen. Deze pelotten zullen dus niet opnieuw ontworpen worden. Wel zijn de maten van deze pelotten gebruikt ten behoeve van diens verstelling. Hieruit is onder andere bepaald hoe groot de insteek moet zijn achter de leuning, waar de breedteverstelling plaatsvindt.

Met betrekking tot de voetensteun, zal daar nog meer analyse naar gedaan moeten worden. Bijvoorbeeld welke orthesen hierop gemonteerd moeten kunnen worden. Hoe je spitsvoeten het beste kunt ondersteunen en hoe sterk de demper moet zijn. Hiertoe zal deze in dit project verder buiten beschouwing gelaten worden. Wel zal hij in Solid works getekend worden wat betreft de maatvoering.

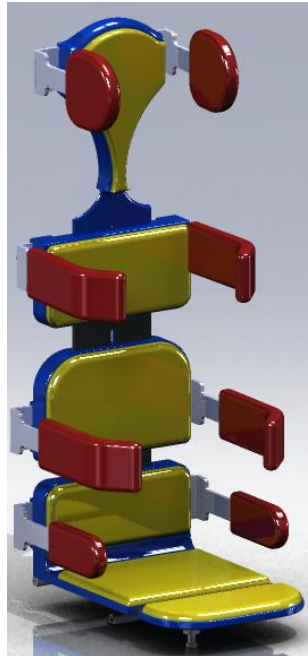
8.3 Solid Works

Nu alle maten bekend zijn, kan de stoel in Solid works getekend worden. Hier is de gehele stoel in Solid Works getekend, dat wilt zeggen inclusief de voetensteun en de pelotten.

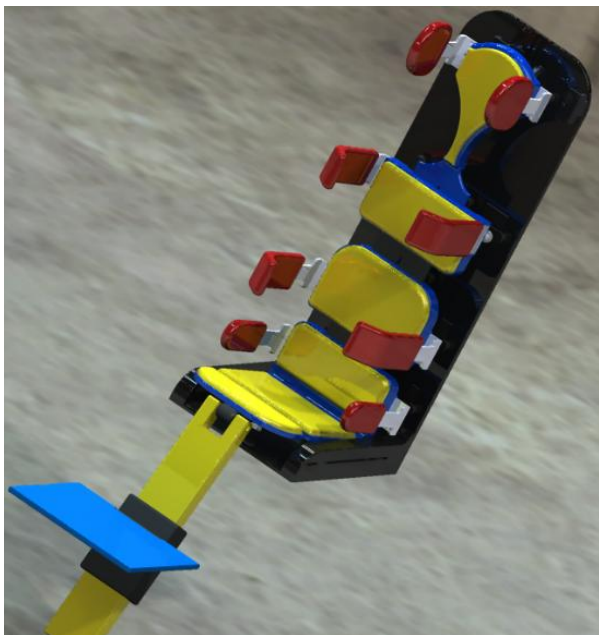
De stoel bestaat uit 2 grote delen die aan elkaar bevestigd zijn. Te weten de achterplaat en de zitting zelf. In onderstaande figuren zijn deze los en tezamen afgebeeld.



Figuur 42: Achterplaat



Figuur 43: Zitting



Figuur 44: Totale assembly van de stoel

De bouwtekeningen van alle losse onderdelen zijn te vinden in bijlage XIV.

9. Vervaardiging

Nadat de hele stoel in Solid Works getekend is, moest deze nog vervaardigd worden. Helaas was er te weinig tijd over in verband met de te halen deadline om een volwaardig prototype te maken. Om deze reden is er gekozen om een spuugmodel te maken. Het spuugmodel dient hierbij de stoel op reële grote te laten zien, en dient te tonen hoe de verstellingen werken. Hierbij wordt niet aan het design gedacht.

Een stevig en zeer goed te bewerken materiaal hiervoor is hout. Echter zal wanneer het spuugmodel van hout gemaakt moet worden veel werk afhankelijk zijn van de werkplaats. Gezien de geringe tijd is er een kleine kans dat dit af zal komen indien alles op maat gezaagd moet worden. Een ander materiaal dat redelijk stevig is en goed te bewerken is foamboard. Dit materiaal kan gesneden worden. Met een kleine handboor zijn gaten te boren en daarmee is al veel werk dat anders in de werkplaats moet gebeuren verricht. Om deze reden is het spuugmodel dan ook van foamboard gemaakt.

Tijdens het maken van het model bleek dat de locking bolts erg duur te zijn in aanschaf. Om deze reden zal het model hierin afwijken. In plaats van een locking bolt is er nu gekozen voor een losse pin. Het enige verschil is dat de pin nu niet zelfstandig terugschiet. Om de verstelling verder te tonen is dit geen belemmering. Ook de kantelverstelling zal mede door deze reden afwijken. Een andere oplossing zal gebruikt worden in het model om de werking van de kanteling te laten zien. Het doel van dit model is uiteindelijk om te kijken of de stoel met zijn werkelijke maten ook daadwerkelijk in de kleinste auto past, en of de verstelling werken zoals verwacht wordt.

In onderstaande figuren enkele foto's van het uiteindelijke model.



Figuur45: breedte verstelling



Figuur 45: Achterplaat



Figuur 47: kleine stand



Figuur 48: grote stand

10. Evaluatie

In dit hoofdstuk zal de stoel getoetst worden aan het plan van eisen en wensen dat uit de analyse is gebleken. De eisen waaraan de stoel niet voldoet staan hieronder aangegeven.

- Maximale hoogte van stoeltje (excl. voetensteun) is 700mm
- Maximale diepte voetensteun 120mm
- De stoel moet minimaal 39.3 graden gekanteld worden

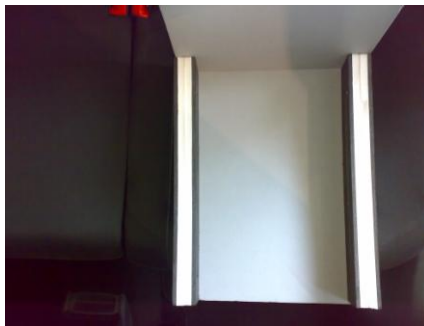
De wensen waaraan de stoel niet voldoet zijn:

- *Er moet een draagmogelijkheid voor de ouders beschikbaar zijn*

Naast het beoordelen aan de hand van deze lijst van eisen en wensen, is het spuugmodel ook getest. Hierbij is gekeken of de stoel ook daadwerkelijk in de auto past, en of de verstelling wel daadwerkelijk werken zoals de bedoeling is. Hieronder enkele foto's betreffende de passing van de stoel in de auto.



Figuur 49: Achterplaat in de auto



Figuur 50: bovenaanzicht achterplaat

In figuur 49 en 50 is te zien dat de achterplaat goed op de achterbank van de auto geplaatst kan worden. Hierbij is de zitting niet breder dan een zitplek, zoals als eis vermeld was. De achterplaat heeft echter een lengte van 762mm. De afstand tussen de zitting en de bovenkant van het portier is maximaal 700mm. Hiertoe is de achterplaat niet rechtop uit de auto te schuiven. Dit zou wel wenselijk zijn met het oog op het uiteindelijke ontwerp waarbij de stoel uit de auto geschoven moet gaan worden.



Fig 51: Klein rechtop



Fig 52: klein gekanteld



Fig 53: Groot rechtop

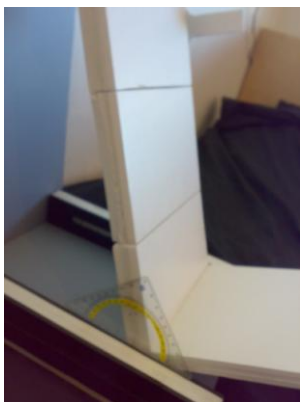


Fig 54: Groot gekanteld

In de figuren 51 en 52 is de kleine positie van de stoel afgebeeld. Dit is de kleinste positie van de grote stoel. Hierbij is er genoeg ruimte voor de benen wanneer de stoel rechtop staat (figuur 53). Deze ruimte wordt aanzienlijk verminderd wanneer de stoel gekanteld wordt. Dit is te zien in figuur 54. Voor de kleine kinderen moet hier in verband met de knieën ten minste een vrije ruimte van 66mm overblijven. Dit zou in deze situatie net passen. Echter is dit al erg krap.

In de figuren 66 en 67 is de grote stoel in de auto te zien. Voor de grootste kinderen moet een vrije ruimte voor de benen zijn van minimaal 80mm. In rechtop staande houding zal dit net niet lukken. Wanneer de stoel gekanteld wordt is er zelfs helemaal geen ruimte meer vrij voor de knieën. Naast de passing in de auto is ook de werking van de verstelling getest. Gesteld mag worden dat het principe werkt. Door de vervaardiging komt dit in het model niet overal tot uiting. Het is wel duidelijk dat de pin van de locking bolt in het profiel blijft haken en zodoende niet opzij geschoven kan worden. Wanneer deze pin uit het profiel getrokken wordt kan er wel vrije geschoven worden. Wat betreft de kantelverstelling is er gekeken of de stoel daadwerkelijk de beoogde kanteling haalt. Dit is gedaan door de hoek tussen de achterkant van het stoeltje ten opzichte van de wereld te meten, terwijl de achterplaat gelijk gesteld is aan de wereld.

Figuren 55 en 56 laten de stoel in de kleine stand zien.



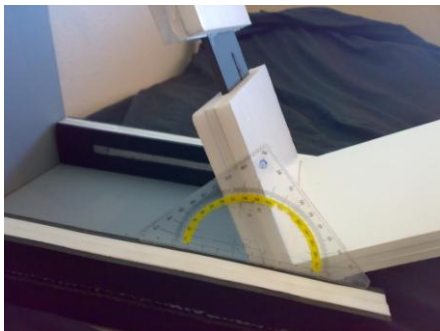
Figuur 55: kanteling kleine stoel



Figuur 56: Hoekuitslag kleine stoel

Zoals te zien is, haalt de kleine stoel 24 graden ten opzichte van de achterplaat. De achterplaat staat zelf al 19 graden gekanteld, dus dit geeft een totale hoekuitslag van 43°.

Figuren 60 en 61 laten de stoel in de grote stand zien.



Figuur 60: kanteling grote stoel



Figuur 61: Hoekuitslag grote stoel

Uit de bovenstaande figuren blijkt dat de grote stoel een hoekuitslag ten opzichte van de achterplaat heeft van 28 graden. Daarbij komt de hoek van de achterplaat ten opzichte van de auto. Dit geeft een totale hoekuitslag van 47 graden. Hiermee voldoet de stoel ruimschoots aan de benodigde kanteling.

11. Discussie

Uit de evaluatie is gebleken dat de stoel aan enkele eisen niet voldoet, en dat een eis niet getest is. In dit hoofdstuk worden hiervoor verklaringen gegeven. Daarnaast zullen verbeterpunten voor een vervolgproject aangedragen worden.

De stoel mag niet meer wegen dan 23Kg. Deze eis is niet getest aangezien de stoel niet van het werkelijke materiaal gemaakt is. De stoel bestaat grotendeels uit het kunststof ABS, wat erg licht is. Onder andere de verstellingen zijn gemaakt van aluminium en staal. Vanwege de beperkte tijd is het niet gelukt per profiel het gewicht te berekenen. Zodoende is er ook geen totaal gewicht van de stoel bepaald. Wanneer dit project een vervolg krijgt, zal dit verder uitgewerkt moeten worden.

De maximale hoogte van de stoel mag 700mm zijn. De stoel heeft uiteindelijk een totale hoogte van 762mm. Deze lengte komt door afstand tussen kruin en zitvlak van het grootste kind uit de doelgroep. De stoel kan hierdoor niet rechtop uit de auto geschoven worden. Een kind buigt meestal iets naar voren wanneer hij uit de auto stapt. Kinderen met houdingsproblematiek kunnen niet naar voren leunen om zodoende de auto in en uit te kunnen, omdat ze de controle over hun spieren niet hebben. Hiertoe zal de autostoel in gekantelde positie uit de auto geschoven moeten worden. Dit zal in een vervolg onderzoek naar het transfersysteem verder onderzocht moeten worden.

De maximale diepte van de voetensteun mag 120mm zijn. Dit als gevolg van de ruimte in de auto. De oudste kinderen uit de doelgroep hebben een afstand tussen knieholte en de onderkant van de voet van 408mm. Vaak zetten de kinderen hun voeten niet loodrecht op de vloer van de auto. Kinderen zetten hun voeten vaak schuin naar voren en een beetje onder de stoel van de bestuurder of rijder. Wanneer de stoel gekanteld is, kunnen de voeten niet onder de stoel geplaatst worden. De voeten kunnen vanwege de kanteling zelfs niet of in mindere mate schuin naar voren gebracht worden wanneer kinderen met houdingsproblematiek al hiertoe in staat zijn. In een vervolg onderzoek moet hier meer aandacht aan besteed worden.

Uit de evaluatie is gebleken dat de stoel zelf wel kantelbaar is tot minimaal 39°. De stoel is zelfs 47° kantelbaar ten opzichte van de wereld. De eis voldoet echter niet. Wanneer het grootste kind in de gekantelde stoel zit (in de auto) kan het zijn benen niet kwijt. Ook dit is uit de evaluatie gebleken. Een verklaring hiervoor kan gezocht worden in het feit dat het draaipunt van de stoel naar voren verplaatst bij de kanteling. Hierbij verplaatsen de onderbenen omhoog. Dit resulteert in een groter horizontaal bereik. Echter is hier in de analyse enige rekening mee gehouden toen er gekeken is of de stoel in een auto past. Een andere verklaring voor het feit dat het nu niet past, is de afstand tussen de achterplaat en de rugleuning. In verband met de geleiding zit hier een afstand tussen, waarmee geen rekening is gehouden tijdens de analyse toen er gekeken werd of de stoel paste.

Het is niet haalbaar het kind met een totale stoelkanteling veilig te vervoeren. In een verder onderzoek moet gezocht worden naar een mogelijkheid waarbij de benodigde kanteling van het kind gehaald word, zodoende dat het wel in de auto past.

Naast de discussiepunten die uit de evaluatie tot stand zijn gekomen, zijn er nog enkele discussiepunten waar tegenaan gelopen is. Deze zullen hieronder nader besproken worden.

De opdracht was in eerste instantie het ontwerpen van een stoel voor de grootste groep gehandicapte kinderen in Nederland. Echter bleek deze opdracht nog erg breed waardoor er gekozen is de nadruk te leggen op de verstelbaarheid en kantelbaarheid. Aspecten als de ideale zitvorm, materiaal en dergelijke zijn hierdoor minder aan bod gekomen.

Bij de berekening voor het profiel van de rugverstellingen is uitgegaan van een opgelegde breedte. De breedte waarvan uitgegaan is, is 137mm. Dit is echter de breedte voor het hoofd. De rest van het lichaam is breder. Als gevolg hiervan kan er een dunner profiel gekozen worden voor de rugleuning. In een vervolgstudie zal opnieuw naar deze berekeningen gekeken moeten worden. Dit leidt vervolgens tot een lager gewicht van de stoel. Daarnaast zal dit een minimaal verschil geven in de totale diepte van de stoel. Bij dezelfde berekeningen is uitgegaan van aluminium als materiaal. Wanneer er bijvoorbeeld staal gebruikt zal worden, kan de stoel kleiner gemaakt worden. Gevolg hiervan is echter dat de stoel zwaarder zal worden.

De hoofdsteen is relatief nog erg lang. Deze maat is nu gebaseerd op de hoofdhoogte van het kind. Echter steunt het kind niet met zijn gehele hoofd tegen de hoofdsteen. In een vervolgonderzoek moet nader onderzocht worden wat de functionele lengte voor de hoofdsteen is. Dat wilt zeggen, de lengte waar tegen het kind daadwerkelijk leunt.

De ondersteuning ter hoogte van de heup, is nu bevestigd aan de rugzijde. Beter zou zijn om deze onder de zitting te plaatsen, omdat er dan een minder groot moment op werkt. Dit is echter niet mogelijk omdat de ondersteuning anders voor de kantelverstelling langs loopt.

Bij het bepalen van de benodigde kanteling is er uitgegaan van een schedel van een volwassen persoon. Op basis hiervan de benodigde kanteling bepaald. Een kinderschedel heeft een andere vorm van het hoofd en hierdoor ook een andere verhouding tussen zwaartepunt en draaipunt van het hoofd. Een herberekening met een kinderschedel (bijlage XV) laat zien dat ten gevolge hiervan de benodigde kanteling toeneemt met 2°. Daarnaast is er bij de berekening van deze kanteling geen rekening gehouden met het versnellen/vertragen van de auto. Dit speelt wel degelijk een rol bij het bepalen van de benodigde kanteling. Door het vertragen van de auto zal het kind immers naar voren neigen. Dit kan opgelost worden door een harnas aan te brengen. Een harnas is een soort gordel. Dit harnas zorgt er vervolgens voor dat het kind niet voorover zal kantelen. Hier dient verder onderzoek naar gedaan te worden in een vervolgstudie.

Op gebied van veiligheid en montage kunnen de rugstukken in verkeerde volgorde gemonteerd worden. Alle onderdelen (bekken, middel, schouder en hoofd) hebben eenzelfde profielvorm en kunnen daardoor allemaal in elkaar steken. Dit kan opgelost worden door verschillende profielvormen te gebruiken. Dit leidt ertoe dat er slecht een mogelijk is om de stoel te monteren.

In dit project was er geen tijd over om een kostprijs analyse uit te voeren. Deze analyse is erg afhankelijk van verschillende factoren. Het aantal te produceren producten is onbekend en speelt een grote rol in het bepalen van de kostprijs. Daarnaast zijn er machines nodig en mallen voor de productie. Een reële indicatie kan bij gebrek aan kennis niet gemaakt worden.

De zitting van het stoeltje is nu massief. In werkelijkheid zal dit een zachte zitting zijn. Het zachte gedeelte van de zitting is in dit ontwerp niet meegenomen. Een reden daarvan is omdat niet bekend

is hoe dik deze zitting zal moeten worden. Echter kan er materiaal bespaard worden zoals in bovenstaande discussie punten te lezen was. Dit kan elkaar opheffen. Zodat de netto dikte van de stoel het zelfde blijft.

Het spuugmodel heeft een andere manier van verstellen dan in werkelijkheid zal zijn. De verstelling zelf is goed te demonstreren met het spuugmodel. De werking van het verstelmecanisme is echter niet duidelijk in kaart gebracht.

De discussiepunten die zojuist besproken zijn, zijn allemaal punten die voor verbetering vatbaar zijn in een vervolgonderzoek. Er zijn ook discussiepunten die juist positief zijn. Zo moet bijvoorbeeld de stoel, met het oog op het totale project, uit de auto op een rolstoel te plaatsen zijn. Ook in de rolstoel heeft dit kind een kanteling van de stoel nodig om niet voorover te kantelen. Hiertoe kan in een vervolgproject gekeken worden hoe de totale stoel met achterplaat overgezet kan worden naar een rolstoel. Een ander punt is dat het eindconcept tijdens het ontwerpen veranderd is op een punt. De verstelling van de zitting was eerst middels schroefdraad. Nu is deze verstelling ook middels een locking bolt gemaakt. Hiervoor is gekozen zodat alle verstellingen hetzelfde zijn. Dit vergroot het gebruiksgemak. En komt ten goede aan het productieproces en assemblageproces.

Scoliose komt veel voor binnen de doelgroep. Tot dusver is er in de autostoeltjes nog niets dat hier een goede ondersteuning bij geeft. Middels de verschillende ondersteuning en elk zijn eigen verstelmogelijkheid, is er een betere ondersteuning te bieden voor elke scoliose patiënt.

12. Conclusie

In dit hoofdstuk wordt het resultaat van dit project teruggekoppeld aan de opdrachtomschrijving.

De opdracht luidde als volgt:

“Ontwerp een autostoel voor de grootste groep meervoudig gehandicapte kinderen in Nederland.”

De grootste groep meervoudig gehandicapte kinderen in Nederland zijn kinderen met houdingsproblematiek. Deze kinderen hebben zelf geen of onvoldoende romp en/of hoofdbalans. Uit het marktonderzoek is gebleken dat de huidige stoeltjes niet verstelbaar zijn en zodoende niet de juiste ondersteuning kunnen bieden. In de houdingsanalyse zijn naar de evenwichtsreacties van het kind, in verschillende vlakken gekeken. Aan de hand daarvan is bepaald waar de ondersteuning geboden dienen te worden en hoever de stoel gekanteld dient te worden. Doordat de stoel ontworpen is aan de hand van deze eisen voldoet de stoel in dat opzicht aan de opdracht.

De opdracht is echter een autostoel te ontwerpen. Dat de stoel op zichzelf voldoet betekend niet dat er aan de opdracht voldaan is. Tijdens de evaluatie is gebleken dat het stoeltje niet in de auto past. De stoel kan weliswaar gekanteld worden in de auto, maar er is te weinig ruimte over de benen. De stoel is dus niet geschikt voor in de auto op dit moment.

Geconcludeerd kan worden dat een autostoel voor kinderen met houdingsproblematiek van ongeveer 10 jaar niet haalbaar is wanneer de gehele stoel gekanteld wordt. Wel is dit een goede basis voor een vervolgonderzoek. In een dergelijk onderzoek dient gekeken te worden op welke manier de kanteling geboden kan worden zodat de stoel toch in de auto past.

13. Bronnen

Doelgroep

- ¹: Sophia kinderziekenhuis afd. revalidatie, Beatrix kinderziekenhuis afd. ontwikkelingsneurologie, Maartenskliniek, De Hoogstraat
- ²: ECE 44/04, Europees keurmerk voor autostoeltjes; TNO industrie en techniek -afdeling keuringen
- ³: www.maartenskliniek.nl
- ⁴: Prof. Dr. M. Hadders-Algra, Hoogleraar ontwikkelingsneurologie UMCG, Beatrix kinderziekenhuis
- ⁵: www.bosk.nl
- ⁶: www.downsyndroom.tripod.com
- ⁷: www.downsyndroom.nl
- ⁸: www.rett.nl
- ⁹: www.angelmansyndroom.nl
- ¹⁰: www.arbobondgenoten.nl

Marktanalyse

- ¹: L. Draaisma, ergotherapeut St. Maartenskliniek
- ²: www.R82.nl
- ³: www.bcsrecaro.nl
- ⁴: www.ottobock.nl
- ⁵: www.atlas-rehab.nl
- ⁶: www.pgbgids.nl
- ⁷: www.stoelen.nl
- ⁸: P. van de Laar, ergotherapeut Sophia revalidatie Kinderafdeling; L. Draaisma, ergotherapeut St. Maartenskliniek; M.L. Vestjens, ergotherapeut Revalidatiecentrum De Hoogstraat

Maatvoering auto's

- ¹: De telegraaf, wo 20 jan 2010
- ²: Volkswagen dealer: Wittebrug, Donau 120 2491 BC DEN HAAG
- ³: Ford dealer: Ardea Auto Den Haag, Mercuriusweg 92516 AW Den Haag
- ⁴: Peugeot dealer: Van Alphen, Kerketuinenweg 18 2544 CW DEN HAAG
- ⁵: Opel dealer: Het Motorhuis Den Haag, Binckhorstlaan 125 2516 BA Den Haag
- ⁶: Fiat dealer: Autobedrijf Preuninger Kerketuinen, Kerketuinenweg 12 2544CW

Antropometrie

- ¹: www.dined.io.tudelft.nl
- ²: ECE 44/04, Europees keurmerk voor autostoeltjes; TNO industrie en techniek -afdeling

Houdingsanalyse

- ¹: Sabotta, atlas van de menselijke anatomie deel 1
- ²: www.biologiepagina.nl
- ³: <http://carblueprints.narod.ru>
- ⁴: ECE 44/04, Europees keurmerk voor autostoeltjes; TNO industrie en techniek -afdeling
- ⁵: Bewegingsleer, deel 3, de romp & wervelkolom, I.A. Kapandji, Bohn Stafleu von Loghum

(H1.17, H3.22, H5.8)

⁶: http://www.pmc-roosendaal.nl/content_97.asp

⁷: www.r82.nl

Normen en richtlijnen

¹: ECE 44/04, Europees keurmerk voor autostoeltjes; TNO industrie en techniek -afdeling

²: www.britax.co.uk

³: Arbo, preventiemedewerker – een praktische handleiding; P.J. Diehl, H. Koenders; 4^e druk 2009

⁴: www.fotelik.info

14. Bijlagen

BIJLAGE I: Ziektebeelden

BIJLAGE II: Marktanalyse

BIJLAGE III: Antropometrie

BIJLAGE IV: Bepaling deelzwaartepunt hoofd

BIJLAGE V: Onderlinge verstelling zitting-rugleuning

BIJLAGE V: Bijkomende problemen

Bijlage VI: Morfologische kaart

BIJLAGE VII: Concepten

BIJLAGE VIII: Toetsing Concepten

BIJLAGE VIII: Eindconcept

BIJLAGE IX: Principe Locking bolt

BIJLAGE IX: Vorm rugleuning en zitting

BIJLAGE IX: Berekeningen

BIJLAGE X: Technische tekeningen

BIJLAGE XI: Herberekening kanteling

BIJLAGE I: Ziektebeelden**Cerebrale parese**

Alle hieronder vermelden informatie is afkomstig vanuit de St. Maartenskliniek¹ tenzij anders is aangegeven.

Een flink deel van de doelgroep “kinderen met geen of weinig houdingregulatie” valt onder de diagnose “cerebrale parese”. Ongeveer 1 op de 500 levend geborene heeft deze aandoening. Van deze kinderen heeft ruwweg 20% een zodanig ernstige vorm dat de houdingsregulatie danig is aangedaan². Uit gegevens van het CBS blijkt dat er de afgelopen 8 jaar gemiddeld 195.627 kinderen levend geboren zijn per jaar. Dat resulteert in 392 kinderen met cerebrale parese per jaar, waarvan er 79 een dusdanig ernstige vorm hebben dat hun houdingregulatie danig is verstoord. Deze cijfers worden ook onderbouwd door de St. Maartenskliniek.

Cerebrale parese is een bewegingsstoornis, op basis van een circulatiestoornis van de hersenen. Een deel van de hersenen functioneert niet of anders dan normaal door beschadiging. -Wanneer een volwassen persoon een ongeluk krijgt en bijvoorbeeld een CVA daaraan overhoudt, wordt er ook wel gesproken van een Cerebrale parese. Het is daarom beter in dit project uit te gaan van de Engelse term: Cerebral Palsy. De Engelse term is meer gereserveerd voor kinderen. - De beschadiging is vaak ontstaan door; zuurstof gebrek voor de geboorte, vroeggeboorte, te laag geboortegewicht of bijvoorbeeld een ziekte tijdens de zwangerschap. Deze aandoening is niet progressief. Er wordt van cerebrale parese gesproken wanneer de beschadiging ontstaan is voor, tijdens of in het eerste jaar na de geboorte. Alle kinderen met cerebrale parese bewegen zich moeilijk als gevolg van de bewegingsstoornis, doordat de aansturing vanuit de hersenen minder goed verloopt.³

Cerebrale parese is eigenlijk een paraplu term. Binnen cerebrale parese zijn er nog verschillende soorten. Een eerste onderscheidt kan er gemaakt worden in de aard van de aandoening. Hierbij is er onderscheidt te maken in diplegie, quadriplegie en hemiplegie. Hieronder zullen deze vormen beschreven worden.

Diplegie/paraplegie:

Hierbij is het hele lichaam aangedaan, maar de onderste extremiteiten meer dan de bovenste extremiteiten.

Formeel wordt er gezegd dat of alleen de armen, of alleen de benen zijn aangedaan.

Kenmerken:

- verhoogde tonus in benen, tijdens bewegen, emoties en pijn
- hoofdbalans & controle over armen dikwijls licht aangetast
- handmotoriek niet optimaal
- Spraak kan normaal zijn
- wisselend of voortdurend scheelzien is mogelijk
- onvoldoende evenwicht- en opvangreacties van de benen

Quadriplegie/tetraplegie:

Hierbij is het hele lichaam aangedaan, de bovenste extremiteiten meer of evenveel als de onderste.

- Kenmerken:
- verhoogde tonus in het hele lichaam tijdens bewegen, emoties en pijn
 - assymetrische afwijking
 - slechte hoofdbalans en oogcoördinatie
 - meestal is de basisspierspanning in romp laag en is er spasticiteit in de extremiteiten
 - opricht-, evenwicht- en opvangreacties onvoldoende
 - aanzienlijke aantasting van de hand en mond motoriek

Hemiplegie:

Hierbij zijn de arm en het been van één lichaamshelft aangedaan. Meestal is hierbij de bovenste extremiteit ernstiger dan de onderste aangedaan.

- Kenmerken:
- verhoogde tonus aan aangedane zijde (arm, been en romp) tijdens bewegen, emoties, pijn
 - evenwicht- en opvangreacties onvoldoende aan aangedane zijde
 - regelmatig komen gedragsstoornissen en leerstoornissen voor

Bij elk van bovenstaande vormen is er ook nog een onderscheid te maken in een spastische cerebrale parese of een dyskinetische cerebrale parese. Deze zullen hieronder behandeld worden.

Spastische cerebrale parese:

Deze vorm komt het meeste voor, 75-80%. Spasticiteit is een snelheidsafhankelijke weerstand bij passief bewegen (of bewogen worden) en wordt veroorzaakt door een overactiviteit van reflexen (vaak wanneer iemand iets wilt gaan ondernemen, met iets bezig is, bij opwindning of bij andere emoties). Dit leidt tot een krampachtige verhoging van de spierspanning bij bewegen. Hierbij is de onderlinge samenwerking tussen spieren niet zoals deze hoort te zijn.

Vaak zie je ook bij rust of bij langzaam bewegen een verhoogde spierspanning (hypertonie).

Daarnaast zie je ook een parese, zwakte van spieren en toeneembare vermoeibaarheid. Selectief bewegen (het gericht aanspannen van spieren) is moeilijk, hierdoor verlopen bewegingen stroef en/of moeizaam en kost het veel inspanning. Dit heet ataxie. Soms is er gips of een spalk nodig om spieren langdurig te rekken (als gevolg van de langdurige spasmen), zodat geen bewegingsmogelijkheden verloren gaan.

Dyskinetische cerebrale parese:

Deze vorm komt veel minder vaak voor dan spastische cerebrale parese. Deze vormt komt in 6-7% van de gevallen voor. Een kenmerk van deze vorm zijn de onwillekeurige bewegingen. Dyskinetische cerebrale parese is te verdelen in twee soorten; hyperkinetische cerebrale parese ofwel chorea athetose en dystone cerebrale parese.

Hyperkinetische cerebrale parese (chorea athetose): hierbij zijn er met name ogenschijnlijk doelloze en oncontroleerbare bewegingen, ook in rust. Hierbij kan er sprake zijn van athetose (geen vaste houding). Dit zijn langzame bewegingen met opbouw van spierspanning, vooral in de onderarmen, onderbenen, handen en voeten. Er kan ook sprake zijn van een chorea (snelle schuddende en schokkende bewegingen), vooral in het gelaat, armen en de benen.

Dystone cerebrale parese: deze vorm kent langzame draaiende bewegingen en een sterk wisselende spierspanning met neiging tot hypertonie (verhoogde spierspanning). Dit neemt toe bij verandering van houding of in reactie op prikkels (bijvoorbeeld geluiden, schrikken of emoties) en uit zich vaak in het strekken van de romp, armen en benen.

Hieronder zullen de vroege verschijnselen en daarna de veel voorkomende problemen van cerebrale parese in het algemeen beschreven worden.

Vroege verschijnselen bij cerebrale parese:

- tonusregulatie stoornis: stoornis in de spierspanning
- tekenen van een te lage spierspanning (hypotonie):
 - headleg: het achterblijven van het hoofd, bij het aan de armen optrekken tot zit.
 - niet los kunnen zitten, zitten met een erg gebogen rug.
 - “slipping through” bij oppakken onder de armen (door de handen glijden)
 - kikkerhouding bij het liggen op de rug; benen naar buiten gedraaid, knieën gebogen, plat op de onderlaag.
- tekenen van een te hoge spierspanning (hypertonie):
 - overstrekken
 - strekken en/of scharen van de benen, onder andere bij het oppakken onder de armen
 - voortdurend in een vuist houden van een of beide handjes, vooral met de duim in de vuist
 - spitsvoetstand, staan en lopen op de tenen (komt niet altijd door hypertonie)
- afwijkende motoriek of motorische ontwikkeling:
 - weinig of weinig gevarieerde bewegingen
 - ongecontroleerde bewegingen
 - geen of onvoldoende hoofdbalans voor de leeftijd
 - vertraagde ontwikkeling, later of niet bereiken van mijlpalen (omrollen, loszitten, staan, lopen etc)
 - in plaats van kruipen: tijgeren, billen schuiven of kikkeren/hoppen (armen en vervolgens benen tegelijk naar voren plaatsen ipv afwisselend links en rechts)
 - achterblijven van een lichaamshelft, dit gebeurt voor de leeftijd van 12 maanden
 - voorkeur voor linker- of rechterhand
 - afwijkend looppatroon, bijvoorbeeld lopen op de tenen, lopen met gebogen of juist gestrekte knieën, vaak struikelen en vallen
 - langzame handelingen, slechte oog/hand coördinatie

Hierbij moet worden opgemerkt dat niet alle kinderen die dit vertonen ook cerebrale parese hebben. Sommigen hebben geen cerebrale parese maar DCD (Development coordination disorder).

Veel voorkomende problemen bij cerebrale parese:

- kwijlen, door verminderde mondmotoriek
- voedingsprobleem, door verminderde mondmotoriek en reflux (terugstroom maag naar slokdarm)
- spraakproblematiek, hierbij wordt vaak het hele lichaam aangespannen om te spreken, door verminderde mondmotoriek
- problemen met zien, 40% heeft dit waarvan 9-10% ernstig. Bij 50% komt scheelzien voor
- problemen met gehoord, ca.5-7% heeft een ernstige vorm van doofheid aan beide oren
- groeiprobleem, hangt samen met voedingsprobleem. Aangedane ledematen groeien langzamer, dit valt het meest op bij hemiparese (arm en/of been van de aangedane zijde is korter en voet/hand kleiner)
- leerstoornis & verstandelijke beperking, verhoogde kans op een leerstoornis. 25% heeft normale intelligentie, 50% is moeilijk lerende en 25% heeft een verstandelijke beperking. Hemiparese en spastische diplegie functioneren over het algemeen beter.
- epilepsie, heeft ongunstig effect op verstandelijk functioneren. Tetraparese 50-75%, hemiparese 40-50%, diplegie 15-30%. In 70-80% van de gevallen ontstaat dit voor het 7^e levensjaar, waarbij bij tetraparese dit gemiddeld het vroegst begint. Bij 50% is dit goed te behandelen met medicatie.
- vorming van contracturen door lang in dezelfde houding te blijven t.g.v. spasmen & rolstoel.
- vorming van een scoliose, door een verstoorde balans in spierspanning van de spieren die de wervelkolom stabiliseren kan er een zijwaartse vergroeiing van de wervelkolom optreden. Komt bij ca. 25% voor. kan onder andere problemen geven met zitten. De behandeling gebeurt door een orthopedisch chirurg
- heupdysplasie en hypluxatie, kinderen met een vertraagde motorische ontwikkeling die op latere leeftijd gaan lopen, lopen een verhoogd risico op heupdysplasie (achterblijvende of afwijkende ontwikkeling van het heupgewricht). Daarnaast is er een verhoogd risico op heupluxatie (heupkop volledig uit de heupkom) Dit risico is het grootst bij kinderen met neiging tot scharen van de benen ten gevolge van spasmen.

Als laatste worden hieronder de veel gebruikte hulpmiddelen genoemd bij cerebrale parese:

- aangepaste schoenen, confectieschoeisel, enkelvoet-orthese, tegen spitsvoetjes
- krukken & "eifeltjes" (krukken met 3 of 4 poten), rolatoren, rolstoelen (handbewogen en electrisch)
- Zitvoorzieningen, bij onvoldoende rompbalans is er vaak een indicatie voor een aangepaste stoel omdat een gewone stoel onvoldoende ondersteuning biedt.
- hand- polsspalken, aangepaste gebruiksvoorzieningen (bestek,pen,schaar0, specifieke typmachines of laptops, aangepaste besturing voor de pc, nachtspalken voor het oprekken van spieren, communicatieve hulpmiddelen.

Het Down syndroom

Alle hieronder informatie is afkomstig uit de bronnen; 4,5, zoals in de bronvermelding beschreven. Jaarlijks worden er ongeveer 275 baby's met het syndroom van Down geboren. Deze kinderen hebben dan 3 in plaats van 2 exemplaren van het 21^e chromosoom. Vaak zijn de karakteristieke uiterlijke kenmerken goed zichtbaar. Daarnaast is bijna de helft van deze kinderen geboren met een hartafwijking. Deze wordt veelal operatief hersteld. Kinderen met het syndroom van Down hebben

vaak een ontwikkelingsachterstand op hun “gezonde” leeftijdsgenoten. Dit uit zich zowel verstandelijk als lichamelijk. Er is een grote variëteit in hetgeen een kindje met dit syndroom kan bereiken.

Over het algemeen kan er gesteld worden dat kinderen met het syndroom van Down een verlaagde houdingstonus hebben (verlaagde spieractiviteit). Zonder stabiele hoofdbalans kunnen deze kinderen niet stabiel zitten. Er is vaak onvermogen tot het heffen van de ledematen van de ondergrond en soms ontbreekt het aan flexie activiteit van de romp, en overstrekken van de romp. Deze onderdelen zijn samen te noemen als houdingregulatie stoornissen en worden met hypotonie (slappe spieren) in verband gebracht, met als gevolg een gebrek aan stabiliserende co-contracties rond de schouder- en heupgewrichten. Een kind van 22 maanden heeft bijvoorbeeld problemen bij het uitreiken van zijn armen. Ter compensatie wordt de houding gestabiliseerd door de bovenarm tegen de borst te fixeren.

Bij 47,8% van de kinderen met het Down syndroom blijkt dat de beenpositie tijdens het zitten op de grond abnormaal is. Het gaat hierbij om een statische zithouding, waarbij de houding wordt gestabiliseerd door het verbreden van de basis (spreidzit/kleermakerszit), en door met gestrekte armen op de bovenbenen of de grond steun te nemen. Bij deze zithouding worden rompverlenging en romprotaties niet waargenomen. De gewichtsverplaatsing wordt ondersteund door de armen en benen. De rompextensie is matig ontwikkeld en het hoofd wordt hierdoor ter ondersteuning regelmatig in de nek gelegd. Er is een gebrek aan zijzit en het ontbreekt aan een houdingsvariatie. Als oorzaak voor deze zithouding wordt een gebrek aan evenwicht en stabiliteit genoemd in combinatie met hypertonie.

Wanneer er gekeken wordt naar de mobiliteit rondom de zithouding, is duidelijk te zien dat deze kinderen een groter steunvlak nodig hebben. Dit creëren deze kinderen door in spreidzit te gaan zitten. Door deze houding aan te nemen vangen zij de eerste evenwichtreactie op, zodat ze niet direct omvallen. Daarnaast is het zo dat wanneer ze hun linkerhand willen uitsteken, dat ze dan beide handen uitsteken. Dit doen ze om hun evenwicht te bewaren. Kinderen met het syndroom van Down laten een compensatoir bewegingspatroon zien dat zicht veelal uit in symmetrische bewegingspatronen. Als oorzaak hiervoor wordt een verlaagde houdingstonus gegeven, al dan niet in relatie met aspecten van houdingsregulatie stoornissen zoals het gebrek aan oprichten, gebrek aan evenwicht en insufficiëntie van de stabiliserende co-contracties rond de gewrichten. Wanneer deze kinderen in een stoeltje zitten is het dus zaak hun zijdelinkse bewegingsmogelijk te ondersteunen zodat ze niet kunnen omvallen.

Het Rett syndroom

Alle onderstaande informatie is afkomstig van de Rett website⁶ tenzij anders vermeld.

Het Rett syndroom komt voor bij 1 op de 10.000 tot 23.000 geboren meisjes en is extreem zeldzaam bij jongens. Er zijn nu ongeveer 200 gevallen bekend in Nederland. Het Rett syndroom is een ontwikkelingsstoornis van het zenuwstelsel, aan met name de hersenstam. Symptomen verschijnen wanneer het kind een leeftijd heeft bereikt van 6 tot 18 maanden. De ontwikkeling is bij dit syndroom vertraagd waardoor er verlies optreedt van motorische en communicatieve vaardigheden (verlies van spraak en loopvermogen). Hierna volgt een stabielere periode waarin apraxie (onvermogen tot handelen), epilepsie en scoliose de hoofdrol spelen. Uiteindelijk kan de mobiliteit terugvallen door spierzwakte, stijfheid en toenemende scoliose. Na 6 maanden vertraagt de groei

van de hoofdomtrek. De eerste 6-18 maanden is de ontwikkeling echter normaal.

Samengevat zijn de symptomen die bij dit syndroom komen kijken: Dyspraxie (moeilijk aansturen van lichaamsbewegingen), lage tonus (slapheid), handen klappen/wringen/in mond stoppen, scoliose, epilepsie, bruxisme (tandenknarsen), kleine hoofdomtrek, niet kunnen lopen/zitten, spitsvoeten, verkrampde spieren, slechte bloedsomloop, kleine voeten, kyfose, hypotonie, incontinentie, obstipatie (verstopping ontlasting) en kwijlen.

Het Angelman syndroom

Alle onderstaande informatie is afkomstig van de Angelman website⁷ tenzij anders vermeld.

Het Angelman syndroom is een vrij jong syndroom. Bij dit syndroom is er sprake van een vertraagde motorische ontwikkeling. 1 op de 20.000 levendgeborene heeft dit syndroom in Nederland. Pas in het tweede of derde levensjaar kan de diagnose gesteld worden. In de regel kunnen kinderen met dit syndroom niet los zitten vanaf 12 maanden. Bij deze kinderen is de spierspanning in de romp kleiner dan normaal en die in de ledematen juist groter dan normaal. Hiertoe zal een kindje met het Angelman syndroom ook zijn zithouding ondersteunen met zijn armen. Andere symptomen bij dit syndroom zijn: Geen gevaar zien, grove/lompe motoriek, brachycefalie (afgeplat achterhoofd), versterking van de reflexen, epilepsie (80%), scoliose, hoofdgroei blijft achter op rest van lichaam (80%), kwijlen, overgevoelig voor warmte, versterkte reflexen aan benen, armen omhoog houden met gebogen ellebogen (met name bij lopen).

Bij al deze aandoeningen geldt, dat de kinderen normaal gesproken bij evenwichtsreacties asymmetrisch moeten corrigeren. Dit kunnen ze niet door gebrek aan rompstabiliteit (voornamelijk gebrek aan rotatie mogelijkheid in de romp). Deze kinderen kunnen alleen symmetrisch corrigeren.

Bronnen

- ¹: www.maartenskliniek.nl
- ²: Prof. Dr. M. Hadders-Algra, Hoogleraar ontwikkelingsneurologie UMCG, Beatrix kinderziekenhuis
- ³: www.bosk.nl
- ⁴: www.downsyndroom.tripod.com
- ⁵: www.downsyndroom.nl
- ⁶: www.rett.nl
- ⁷: www.angelmansyndroom.nl

BIJLAGE II: Marktanalyse

	Panda Swing Out EVO³ 	Recaro Reha Young expert plus⁴ 	Recaro Reha Monza⁴ 	Recaro Reha Young sport⁴ 	Recaro Reha Start⁴ 
ECE Groep	1-3	1	2-3	1-3	1-3
Verkrijgbaar in meerdere maten	4	Nee	Nee	Nee	Nee
Achteroverkanteling	Ja	Ja, in 1 positie	accessories	accessoire, standaard voor groep 1, 1 stand	accessoire
Draaibaar	Ja	Nee	accessories	accessories	accessories
Fixatie door kind te openen	Ja	Nee	Nee	Nee	accessoire
Op voorstoel of achterbank	Beide	Beide	Beide	Beide	Beide
Isofix	Nee	Ja	Ja	Nee	Nee
Soort gordel	5 puntsgordel	5 puntsgordel	5 puntsgordel	5 punts groep 1. 3 punts rest	5 puntsgordel
Verstelbaar	Nee	Nee, alleen hoofdsteun icm harnas te verstellen. verder alleen met zitverkleiners	Hoofdsteun in 11 standen in hoogte. Hoofdsteun naar slaappositie. Verder alleen met zitverkleiners	Hoofdsteun in 3 hoogte. Verstelbare rughoogte. Verder alleen met zitverkleiners.	11 standen hoogte rugleuning, 3 standen schoudersteun, 6 standen lengte zitting
Voetensteun	Ja	accessoire	accessoire	accessoire	accessoire
Bescherming tegen epilepsie, spasmen, overstrekkings en ataxie	dmv zachte bekleding en accessoires	zachte bekleding	zachte bekleding	zachte bekleding	zachte bekleding
Rekening houden met groeiachterstand hoofd	Nee	Nee	In beperkte mate door luchtkussen	nee	Nee
Bestand tegen overmatig kwijlen	Nee*	Nee*	Ja, door middel van luchtcirculatie	Nee*	Nee*

			in stoel*		
Rekening houden met spitsvoet	accessoire	Nee	Nee	Nee	Nee
Voor kinderen die niet zelf los kunnen zitten	Ja	Ja	ja	Ja	Ja
Zijwaarste ondersteuning; hoofd, bekken, romp aanwezig	Ja hoofd: veel bew.vrijheid bekken: goed romp: ondiepe steun te verbeteren met accessoires	Ja alles met extra opvulmogelijkheid voor de kleine reiziger	Ja, grote zijwangen en extra zijpolstering en hoofd dmv geïntegreerd luchtkussen	Ja, hoofd heeft veel ruimte nog, goede romp ondersteuning dmv grote wangen en extra zijpolsteringen. Bekken goed	Zeer matig. extra met accessoires maar dat is zeer gering. Wel heeft het geïntegreerde speakers zodat hoofd recht blijft. Ook grote zijwangen en een ingebouwde kreukelzone
Heeft een handvat	Nee	Ja	Nee	Ja	Nee,
Weegt minder dan 23Kg	18-20Kg	11Kg	6Kg	8kg	Ca. 10Kg

Tabel A: Meest verkochte autostoeljes

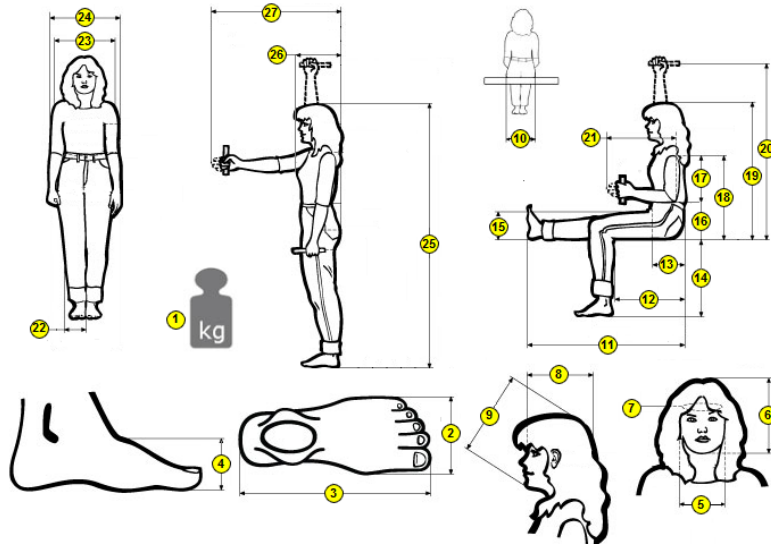
	Otto bock lars⁵ 	Atlas Zitzi⁶ 	Huka Products Swift⁷ 	Eblo Unisafety Swing⁸ 
ECE Groep	1-3	1-3	3	1-3
Verkrijgbaar in meerdere maten	Ja, 2-6 jaar en 4-10 jaar	Ja 2, 9-36Kg en 15-36Kg	Nee	Ja, draaibaar (tot 25kg) en niet draaibaar tot 36kg
Achteroverkanteling	Ja, tot 25°	ja	Ja, 4 standen	ja
Draaibaar	ja	Accessoire (dan geen verstelbaarheid meer, alleen ruglengte)	Ja, 90 graden	Ja 90 graden linksom en 90 graden rechtsom
Fixatie door kind te openen	Ja	Ja	ja	Ja
Op voorstoel of achterbank	Beide	Beide	Achterbank zodat stoel meeveert	Beide
Isofix	Nee	nee	nee	Nee

Soort gordel	3 puntsgordel, 5 als accessoires	3 puntsgordel, verder accessoires	5 puntsgordel	5 puntsgordel
Verstelbaar	Zitbreedte, -diepte, ruglengte en onderbeenlengte	Lengte rugleuning en zitting, zithoek, benen naar abductie en naar beenlengte verstelbaar	Alleen middels opvulkussens.	Alleen middels opvulkussens
Voetensteun	Ja	accessoire	accessoire	accessoire
Bescherming tegen epilepsie, spasmen, overstrekkingsen en ataxie	Matig, harde randen in de buurt waaraan kind zich kan verwonden, zoals onder de stoel en de voetensteun	Redelijk, naast het been zit een hendel, verder dmv zachte bekleding veilig	Slecht, naast de kussens zijn de kunstof randen onbeschermd waardoor kind zich daaraan kan bezeren	Ja dmv zachte bekleding
Rekening houden met groeiachterstand hoofd	Nee	Nee	Nee	Klein beetje door verschillende hoofdkussens (pelotten)
Bestand tegen overmatig kwijlen	Nee*	Nee*	Nee*	Ja, door middel van afneembare wasbare hoezen en eventueel incontinentiemateriaal, alle delen ook los verkrijgbaar
Rekening houden met spitsvoet	Nee	Nee	Nee	Nee
Voor kinderen die niet zelf los kunnen zitten	Ja	Ja	Nee, wel voorkomen van onderuitglijden middels materiaal	ja
Zijwaarste ondersteuning; hoofd, bekken, romp aanwezig	Allerlei accessoires om zeer goede ondersteuning te bieden, maar is niet standaard	Nee, alleen dmv accessoires en ook die beperkt, wel zijdelings rompsteun en bekkenband aanwezig	Slecht, stoel is te groot en alleen met kussens te verkleinen. Wanneer kind iets naar voren leunt valt het naast de stoel. Schouderondersteuning wel voldoende.	Doormiddel van ruime aanbod accessoires perfecte ondersteuning te bieden, zonder accessoires is stoel erg groot.
Heeft een handvat	Nee	Nee	Nee	nee
Weegt minder dan 23Kg	Max 23,7	8 Kg	-	-

Tabel B: minder verkochte autostoeltjes

*: Dit is erg afhankelijk van het feit of er een plastic laagje achter de stof zit. Hiermee wordt vaak gesjoemeld, dus kan er geen objectief antwoord op gegeven worden. Ventilatie is goed tegen kwijl.

BIJLAGE III: Antropometrie



Figuur A: Antropometrie

Maat	NL kinderen 2-3 jaar gemengd, P5	NL kinderen 9-10 gemengd, P80	NL kinderen 9 mnd gemengd, P50	Vershil
1: lichaamsgewicht	12	36	9	27
2: voetbreedte	52	85		
3: voetslengte	132	226		
4: voethoogte	47	84		
5: hoofdbreedte	124	147	125	22
6: hoofdhoogte	155	214		
7: diameter hoofd	474	547		
8: hoofddiepte	163	193	166	27
9: afstand kruin-kin	195	237		
10: zitbreedte	168	279	166	113
11: bil-voet lengte	455	832		
12: bil-knieholte lengte	215	420	145	275
13: buikdiepte	129	210	125	85
14: knieholte hoogte	199	408	125	283
15: dijbeenhoogte	65	113	70	43
16: elleboog-zitvlak	125	201	135	66
17: bovenarmlengte	174	268	145	123
18: schouderhoogte	300	477	280	197
19: kruin-zitvlak hoogte	509	762	450	312
20: reikhoogte	613	1061		
21: elleboog-vingertop	215	392		
22: kniebreedte	56	85		
23: schouderbreedte	217	342	170	172
24: breedte over ellebogen	232	345	216	129
25: lichaamslengte	859	1456		
26: borstdiepte	117	176	102	74
27: reikdiepte	576	1045		

Tabel A: Maten horende bij figuur A

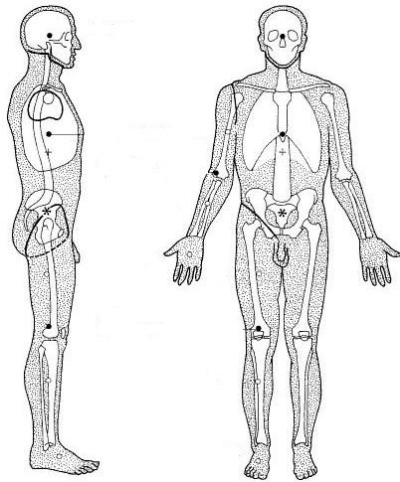
Maat	Stoel 1 9 mnd – 5 jaar	Stoel 2 5 jaar- ca.10 jaar
1: lichaamsgewicht	9 – 21	18 - 36
2: voetbreedte	52 - 71	67 - 85
3: voetlengte	132 - 180	169 - 226
4: voethoogte	47 - 65	62 - 84
5: hoofdbreedte	125 - 138	137 - 147
6: hoofdhoogte	155 - 196	188 - 214
7: diameter hoofd	474 - 520	514 - 547
8: hoofdtepte	166 - 184	181 - 193
9: afstand kruin-kin	195 - 220	215 - 237
10: zitbreedte	166 - 223	215 - 279
11: bil-voet lengte	455 - 667	613 - 832
12: bil-knieholte lengte	145 – 318	289 - 420
13: buikdiepte	125 – 163	157 - 210
14: knieholte hoogte	125 – 307	279 - 408
15: dijbeenhoogte	70 – 85	81 - 113
16: elleboog-zitvlak	135 - 160	157 - 201
17: bovenarm lengte	145 – 223	208 - 268
18: schouderhoogte	280 – 383	363 - 477
19: kruin-zitvlak hoogte	450 - 635	604 - 762
20: reikhoogte	613 - 847	786 - 1061
21: elleboog-vingertop	215 - 308	291 - 392
22: kniebreedte	56 - 71	68 - 85
23: schouderbreedte	170 - 280	268 - 342
24: breedte over ellebogen	216 – 289	285 - 345
25: lichaamslengte	859 - 1165	1084 - 1456
26: borstdiepte	102 - 146	140 - 176
27: reikdiepte	576 - 812	757 - 1045

Tabel B: uiteindelijke maten

Kanttekening bij deze tabel is dat de minimale maten voor stoeltje 1 gebaseerd zijn op twee verschillende leeftijdscategorieën. Daar waar de maten bekend waren van de leeftijdscategorie van 9 maanden zijn deze gebruikt. Helaas zijn hier weinig gegevens over en dus was het noodzaak de rest van de gegevens te vullen met de waarden van kinderen vanaf 2 jaar. Erg veel zal dit niet verschillen aangezien de bekende maten ook niet veel van elkaar afwijken. Maat 21 is nader bepaald met www.dinbelg.be aangezien deze maten niet beschikbaar waren op de wensite van de TU Delft.

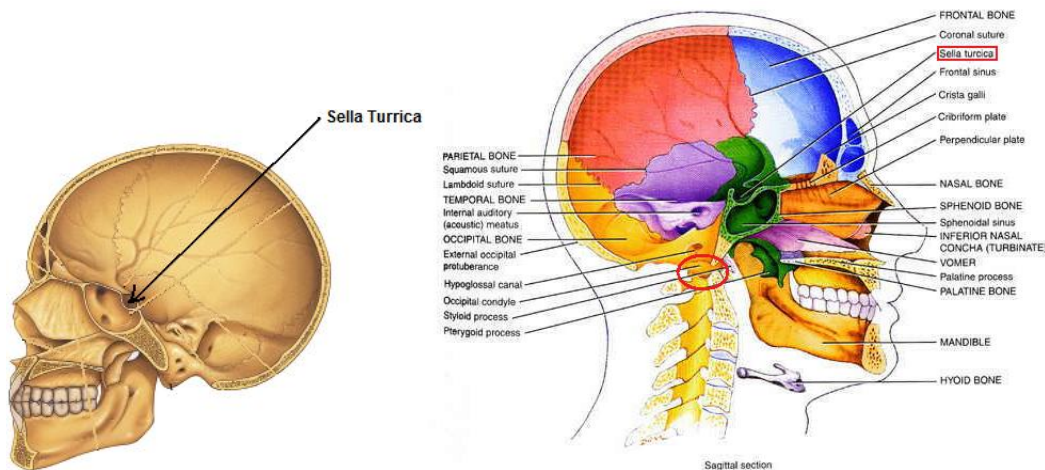
BIJLAGE IV: Bepaling deelzwaartepunt hoofd

Volgens de Amerikaanse onderzoeker Dempster kan het lichaamszwaartepunt van het menselijk lichaam alleen bij benadering vastgesteld worden^a. Dit komt volgens hem door de onregelmatige vorm van het menselijke lichaam en de samenstelling van verschillende weefsels met verschillende gewichten. Dit geldt ook voor het zwaartepunt van het hoofd. Wanneer er gekeken wordt naar het deelzwaartepunt van het hoofd volgens Dempster (fig 20) blijkt dat deze in het midden van het hoofd ligt.



Figuur 20: Deelzwaartepunten volgens Dempster

Echter is dit onwaarschijnlijk gezien het hoofd een onregelmatige vorm heeft. Naast de gegevens van Dempster is er vrijwel geen andere informatie over dit deelzwaartepunt te vinden. Uit navraag bij een leraar van de vakgroep Beweging en Analyse^b, blijkt dat volgens hem het deelzwaartepunt ligt ter hoogte van de Sella turcica. Over dit deelzwaartepunt is nog weinig theorie te vinden. Toch is er een bron waaruit tevens blijkt dat het deelzwaartepunt op de hoogte van de Sella turcica ligt^c. De sella turcica is een zadelvormige holte midden in het hoofd dat de hypofyse beschermt. Dat het deelzwaartepunt van frontaal gezien nagenoeg in het midden van het hoofd ligt is een feit daar waar het hoofd symmetrisch is en de Sella turcica ook in het midden van de schedel terug te vinden is. Nog onbekend is de positie ten opzichte van de sagitale zijde. In de figuur 21^d is de Sella turcica aangegeven ten opzichte van de schedel. Dit deelzwaartepunt ligt meer voor de hand dan het zwaartepunt dat Dempster omschreef. Dit gezien het feit dat de frontale zijde van het hoofd groter is dan de dorsale zijde. Hiertoe zal het deelzwaartepunt ook iets meer naar voren liggen en dus voor de wervelkolom vallen in plaats van precies daarboven waar Dempster vanuit gaat. Echter blijft dit een benadering van het deelzwaartepunt.



Figuur 21: Projectie Sella turrica

Figuur 22: Projectie Sella turrica en art atlanto occipitale

Wanneer we dit figuur plaatsen op het figuur waarbij de hoofdomtrek ook is afgebeeld krijgen we een reëel beeld waaruit af te leiden is waar het Sella turrica precies ligt. Dit is te zien in fig 22^e.

Bronnen

^a: Vorm en bewegen, prof. Dr. A.H.M. Lohman, 11^e druk 2008, Bohn Stafleu van Loghum

^b: A. Lagerberd, docent beweging en analyse aan de Haagsche hogeschool.

^c: Elsevier Journal of Biomechanics, nr 42 2009; Physical properties of the human head: Mass, Center of gravity and moment of inertia; N.Yoganandan, F.A. Pintar, J. Zhang, J.L. Baisden.

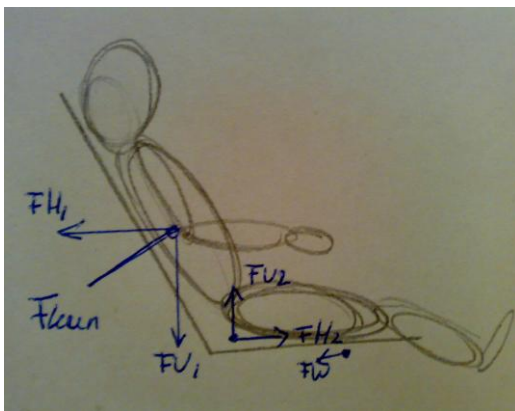
^d: <http://img.sparknotes.com/figures/E/eb57ee3c0bbce61d887722fc5931002b/skull.jpg>

^e: <http://tmjc.com.ne.kr/tmj/info/drinfo/images/tm6-4.jpg>

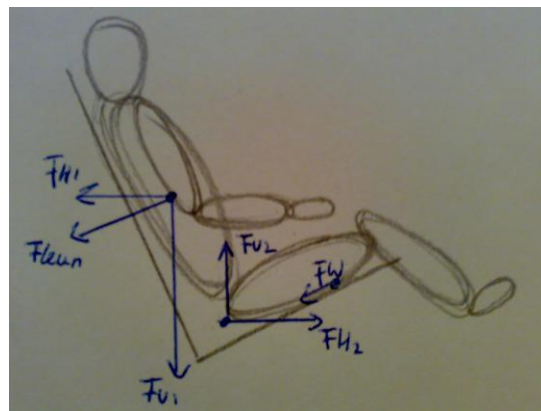
BIJLAGE V: Onderlinge verstelling zitting-rugleuning

Uit literatuur^a blijkt dat te veel fysieke stabiliteit vermoeidheid veroorzaakt tijdens zit. Wanneer de rugleuning naar achter gekanteld wordt zal er minder fysieke stabiliteit nodig zijn om te blijven zitten, omdat het aanwezige moment rond de heup zorgt voor een achteroverkanteling van de wervelkolom om het bekken. Echter is dit moment al aanwezig zonder de zitting en de leuning onderling te verstellen. Wanneer de stoel gekanteld wordt zoals eerder geschreven, zal er een dergelijk moment aanwezig zijn. In dit project zal om deze reden een onderlinge verstelbaarheid niets toevoegen. Een dergelijke functie op deze stoel zou voor kinderen met geen of weinig houdingregulatie zelfs averechts werken. Dit wordt hieronder verder uitgelegd.

Zoals hierboven beschreven is zal wanneer de hoek tussen de rugleuning en de zitting meer dan 90 graden is, de wervelkolom ten opzichte van het bekken naar achteren kantelen. Hierdoor leunt de wervelkolom tegen de rugleuning aan. Door deze spanning zal het bekken licht omhoog en naar voren bewegen wat resulteert in een naar voren schuivende beweging^b. In onderstaande figuren is dit voor beide situaties weergegeven. In figuur 26 de stoel waarbij de rugleuning ten opzichte van de zitting is gekanteld en in figuur 27 de stoel die in zijn geheel is gekanteld.



Figuur 26: leuning tov zitting gekanteld



Figuur 27: hele stoel gekanteld

In beide figuren is het krachterspel weergegeven. Hierbij is de kracht waarmee de persoon tegen de rugleuning leunt ontbonden. Ook uit deze ontbinding blijkt dat de persoon hierdoor naar voren en omhoog beweegt zoals in het boek ergonomic seating is beschreven^b. Hierbij zijn vooral de krachten F_{h2} en F_w van belang. Zoals te zien is in het eerste figuur staan F_{h2} en F_w gelijk maar tegenovergesteld aan elkaar gericht. Dit betekent dat wanneer F_{h2} groter is dan F_w de persoon naar voren schuift. In het tweede figuur zijn deze krachten niet gelijk gericht. Om tot deze situatie te komen moet eerst F_{h2} ontbonden worden, waardoor het component gelijk gericht maar tegenovergesteld aan F_w kleiner wordt. Hierdoor zal de kans verkleinen dat F_{h2} groter wordt dan F_w . Conclusie hieruit is dan ook dat het vooruit schuivende effect kleiner zal zijn bij een geheel gekantelde stoel dan bij een kanteling tussen rugleuning en zitting.

Voor de veiligheid is het van belang dat kinderen met hun heup naar achter blijven zitten^c en dus niet gaan verschuiven. Dit omdat kinderen niet in staat zijn middels spierkracht de nieuwe positie te waarborgen en anders dus uit de stoel zullen glijden. Tevens zullen de ondersteuning die de stoel biedt niet meer op de juiste plek gegeven worden wanneer de positie van het kind veranderd.

Kijkend naar de bestaande autostoeltjes is er ook waarneembaar dat deze geen onderlinge verstelbaarheid bieden (zie hoofdstuk marktonderzoek). Tevens zal, kijkend naar het hoofdstuk maatvoering, deze aanpassing ook niet passen in de auto's. Er is nu al in de figuren te zien dat er vrijwel geen ruimte is. Zeker in de kleinere auto's niet. Te bedenken dat het kind als gevolg van de stoel nog iets omhoog en naar voren zal komen wordt duidelijk dat dit erg krap gaat worden en in veel gevallen niet kan.

Een dergelijke verstelling is uit bovenstaande analyse niet nodig en mogelijk gebleken.

Bronnen

^a: Ergonomic seating, A true challenge – wheelchair seating & mobility principles; B. Engstrom, 2002 Posturalis Books, H 1 blz 13

^b: Ergonomic seating, A true challenge – wheelchair seating & mobility principles; B. Engstrom, 2002 Posturalis Books, H 2 blz 52

^c: Ergonomic seating, A true challenge – wheelchair seating & mobility principles; B. Engstrom, 2002 Posturalis Books, H 2 blz 53

BIJLAGE VI: Bijkomende problemen

Als eerste wordt er gekeken naar spasmen en epilepsie. Bij de bestaande stoeltjes wordt er weinig aandacht besteed aan dit aspect. Dit bleek uit de marktanalyse. Wat er nu geboden wordt zijn zachte bekleding tegen het verwonden aan de harde randen van de stoel. Verder heeft een enkel stoeltje een extra accessoire zoals een polsbandje of een enkelbandje, dat de pols respectievelijk voet tegenhoudt bij een spasme. Uit verdere marktanalyse blijken er wel systemen te bestaan voor rolstoelen, waarbij de voetenplaat meeveert bij een kindje met een spasme. Onder andere de firma's Veldink¹ en Adremo² fabriceren deze voetenplaten. De firma Adremo heeft zelfs een meeverende rugleuning. Een voorbeeld van een dergelijke voetensteun en rugleuning is te zien in figuur 43 en 44.



Figuur 43: meeverende voetensteun van Adremo²



Figuur 44: meeverende rugleuning van adremo²

Door deze ondersteuning, worden bij een kind dat spasmen heeft de bewegingen geremd en geleid toegelaten. Hierdoor kan de energie toch worden kwijtgeraakt voor het kind en kan het door de geleide beweging zichzelf niet bezeren tegen omringende objecten zoals de bestuurdersstoel. De rugleuning veert mee om te voorkomen dat het kind bij een spasmen uit de stoel glijdt of zich hard tegen de heupriem aanduwt. Door deze aanpassingen zal er minder schifting van de spasmen plaatsvinden omdat de spanning in een beweging weg kan vloeien². Uit navraag bij de firma Adremo zelf bleek echter dat deze aanpassing onder de zitting van de stoel gemaakt is en dat dit om die reden niet bij een autostoeltje toegepast kan worden. Daarnaast is er rondom rolstoelen genoeg ruimte om de stoel naar achter te laten veren. Deze ruimte is niet in de auto aanwezig en ook dit zal dan een probleem zijn. Hiertoe is besloten van de rugleuning af te zien. Tot nu toe is deze aanpassing er alleen nog voor rolstoelen. Beide firma's waren echter niet bereid mee te werken die voor autostoeltjes te ontwerpen. De maatvoering van deze steunen wilden beide firma's ook niet delen.

Opgemerkt moet worden dat er nog niets gedaan is aan de handen die zich ook kunnen bezeren bij een spasme. In principe zal er standaard niets op de stoel gemaakt worden voor deze ondersteuning. Echter kan er als accessoire gebruik gemaakt worden van een polsbandje zoals deze ook bij de firma R82 geleverd kan worden bij rolstoelen.

Hier hoeft verder geen uitsparing of iets dergelijks voor gemaakt te worden.

Natuurlijk zijn er ook kinderen met een spitsvoet. Voor deze kinderen is er een mogelijkheid om een voetensteun te plaatsen die aangepast is voor kinderen met een spitsvoet. Dit is een soort enkel-voet orthese die op de voetenplaat bevestigd is. Bijvoorbeeld de autostoel Panda EVO heeft een enkelfixatie als accessoire. Deze enkelfixatie wordt middels een bandje, onder de voetplaat vastgezet. Hierdoor kan de fixatie niet in verticale richting verplaatsen en werkt het als een enkel-voet orthese (fig 45).



Figuur 45: Enkelfixatie bandjes

Enig nadeel is wel dat een dergelijke oplossing tegen een spitsvoet niet mogelijk is in combinatie met bovengenoemde aanpassing tegen spasmen. Bij een spitsvoet staat de voet in plantair flexie. Met een hulpmiddel tegen een spitsvoet, zoals bijvoorbeeld de enkelfixatie hierboven afgebeeld, probeer je de plantair flexie te voorkomen. Bij de flexibele voetensteun wordt juist door middel van het plantair flecterend vermogen een mee verend effect gecreëerd bij spasmen. Dit probleem is een project op zich en zal dus niet in dit project behandeld worden. In dit project wordt er uitgegaan van een van beide oplossingen als mogelijkheid.

Naast de hiervoor besproken bewegingsproblematiek hebben kinderen uit de doelgroep ook last van overmatig kwijlen en een groeiachterstand van het hoofd. Hieronder zullen de bestaande oplossingen hiervoor besproken worden.

Vanwege een voorkeurshouding leunen kinderen veelal met hun hoofd naar een voorkeurshouding. Hierdoor kan een groeistoornis van het hoofd ontstaan. Doordat de druk niet gelijk verdeeld is zal de schedel als reactie op de druk anders groeien dan gewenst. Om deze groeistoornis te voorkomen dient het hoofd een alle kanten evenveel belast te worden, zodat de schedel regelmatig kan groeien. Wanneer dit in een autostoeltje verwezenlijkt zou worden en de auto een zijdelinkse aanrijding zou krijgen heeft een kindje geen bewegingsvrijheid met zijn hoofd ten opzichte van zijn wervelkolom omdat zijn hoofd helemaal ingesloten is in verband met de druk. Hierdoor is er een zeer reële kans op schade aan de nekwervels. Dit is dan ook geen optie voor het kinderstoeltje. Een redressiehelm (fig 46). Wordt gebruikt bij kinderen die al een groeiachterstand hebben. Met behulp van deze helm wordt er druk gegeven op de gehele schedel behalve bij de afplatting, daar is ruimte over gelaten⁴. Hierdoor wordt er een verdeelde druk opgelegd waardoor het hoofdje groeit zoals wensbaar is. Voor gebruik van een dergelijke helm kan wel rekening gehouden worden bij het ontwerpen van de stoel. Uit de antropometrie is gebleken dat de stoel een grote variëteit aan instelbaarheden zal bevatten. Door deze instelbaarheden kan er in plaats van aan het hoofd ook aan de helm

ondersteuning gegeven worden. Hiertoe is dus geen extra aanpassing aan de stoel nodig.



Figuur 46: redressiehelm

Overmatig kwijlen is het laatste probleempuntje waar we in dit hoofdstuk naar zullen kijken. Uit het marktonderzoek is gebleken dat er slechts bij twee stoeltjes wat gedaan is tegen overmatig kwijlen. Zo is bij de Recaro Reha Monza⁵ een luchtcirculatie in de stoel aanwezig om zo natte plekken sneller te laten drogen en zodat het niet plakkerig/broeierig wordt. Daarentegen is het kwijlprobleem bij de Unisafety Swing van de firma Eblo⁶ opgelust door middel van verwijderbare hoezen om de stoel. Deze hoezen kun je makkelijk van de stoel af halen en vervolgens wassen. Zo kan er altijd een tweede hoes meegenomen worden met een langere reis zodat de hoes tussentijds verschoond kan worden en thuis worden ze gewassen. In het autostoeltje zal een combinatie van deze twee gebruikt worden. Hierdoor zal tijdens de reis zoveel mogelijk middels circulatie het zweet afgevoerd worden en kan de over de stoel geplaatste (extra) hoes gewassen worden na gebruik.

Bronnen

¹: www.veldink.com

²: www.adremo.nl

³: www.r82.nl

⁴: <http://www.azm.nl/zorgcentra/zorgcentra/schedelenaangezicht>

⁵: www.bcsrecaro.nl

⁶: www.stoelen.nl

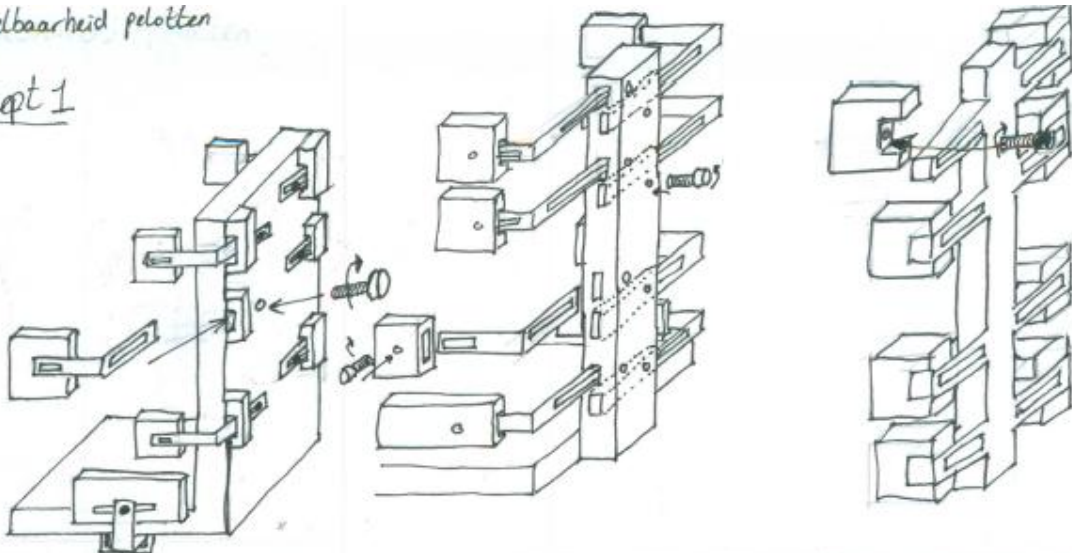
Hoe ondersteunen	Zonder steuningspeloton incl. rugleuning of zitting	afzonderlijke pelot op belangrijkste punten	heel veel kleine pelotten	1 punt voor rugleuning en zitting	Losse pelotten	onderdeel van de leuning
gelden	gordijnrails idee	profiel in profiel	door gesloten profiel	tussen wielotjes als boomstam	over wielotjes	maanvormige geleiding
Kantelen	om een as	over een bal	instoken (bv. achter haakje)			
dempende/verende werking	demper	veer	niets			

BIJLAGE VIII: Concepten

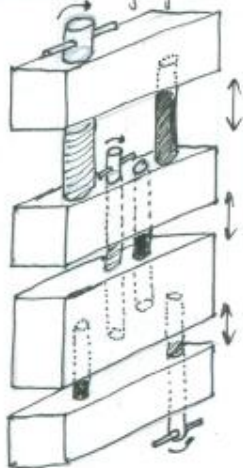
Concept 1

Verstelbaarheid pelotten

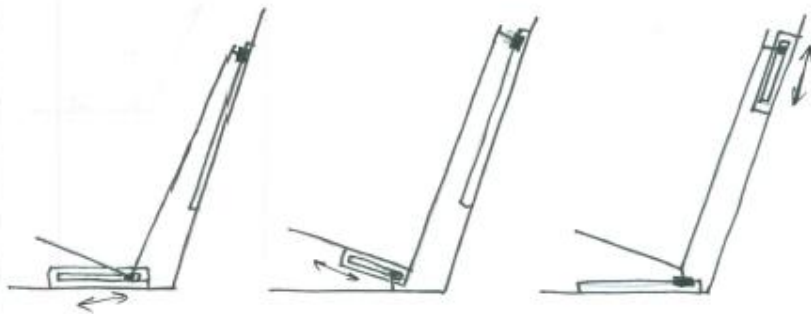
Concept 1



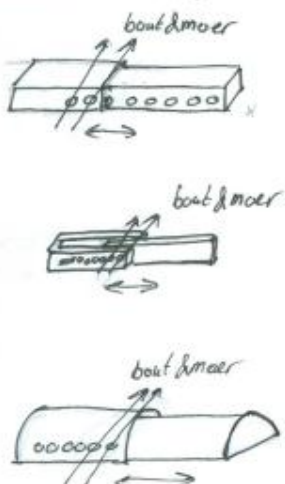
Verstelbaarheid ruglengte



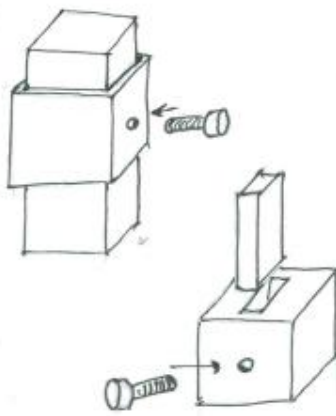
kanteling stoel



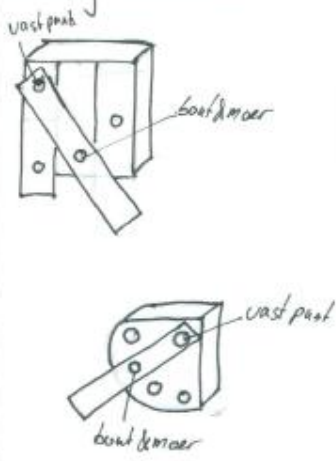
Verstelbaarheid zitlengte



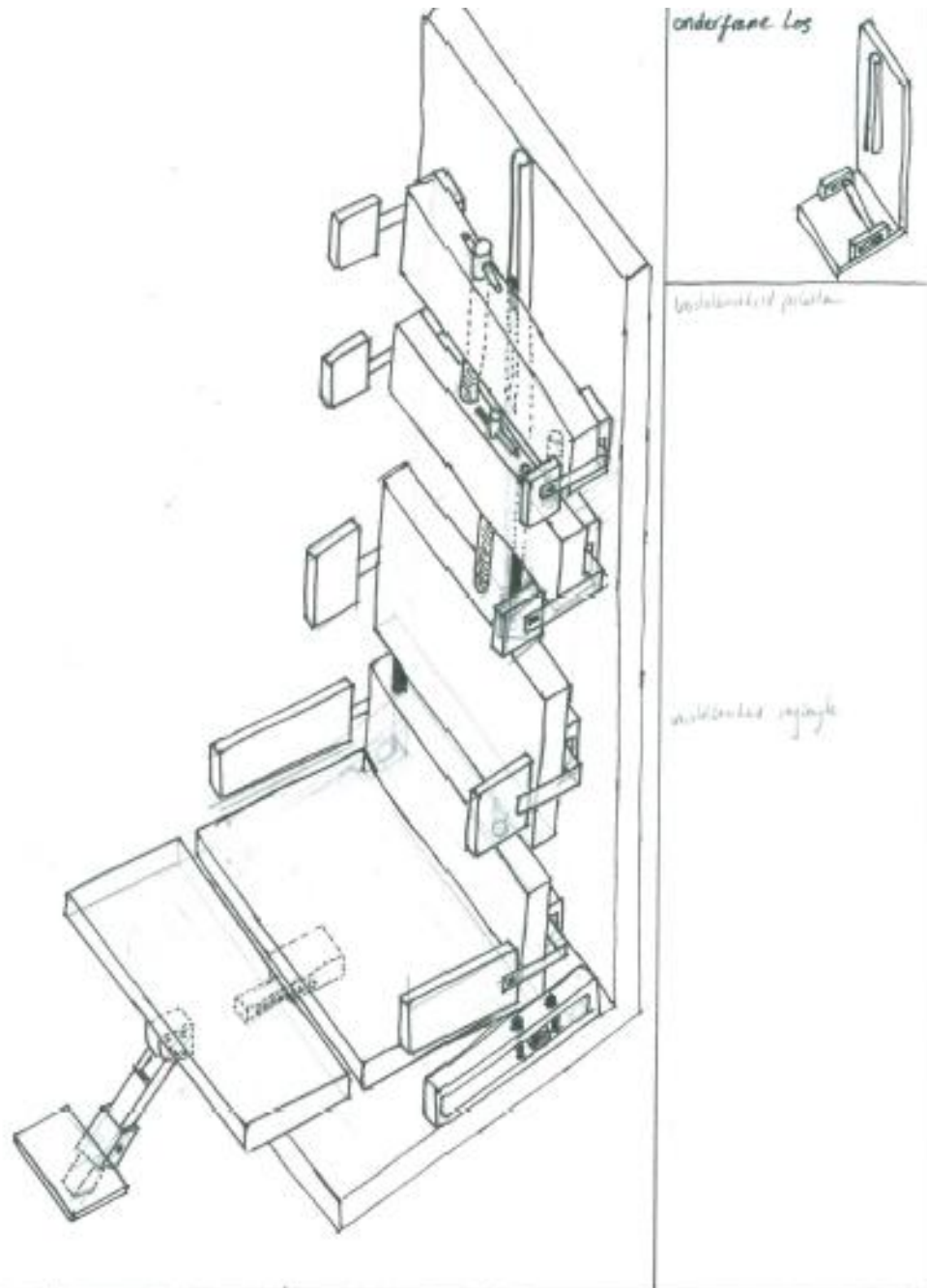
Verstelbaarheid hoogte voetenplank



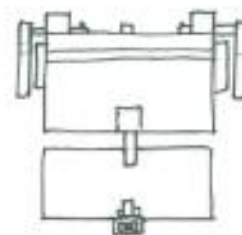
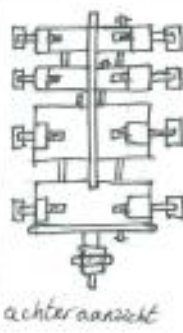
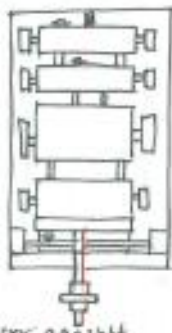
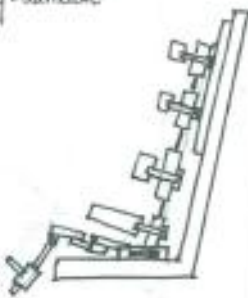
kanteling voetensteun



Concept 1

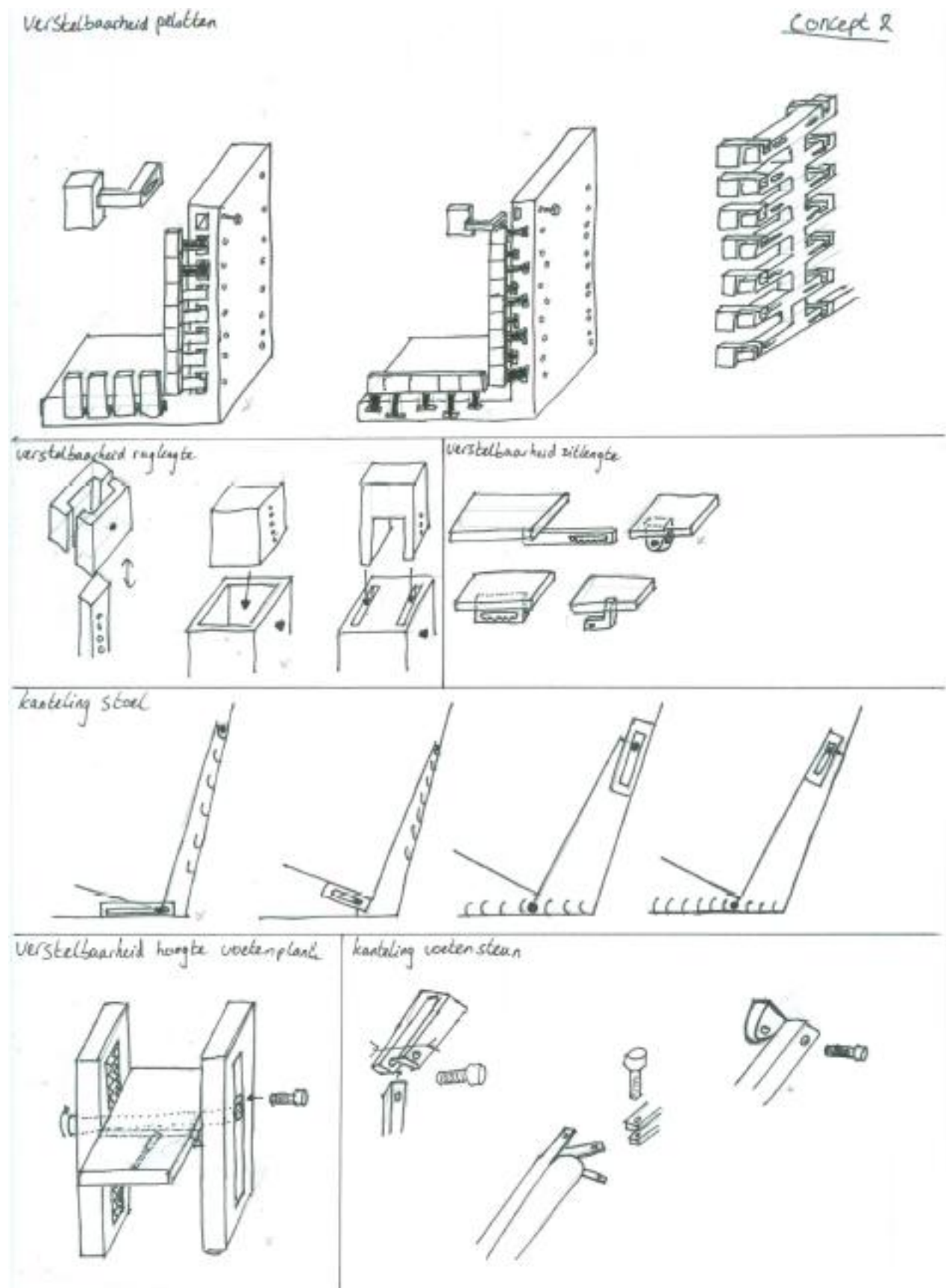


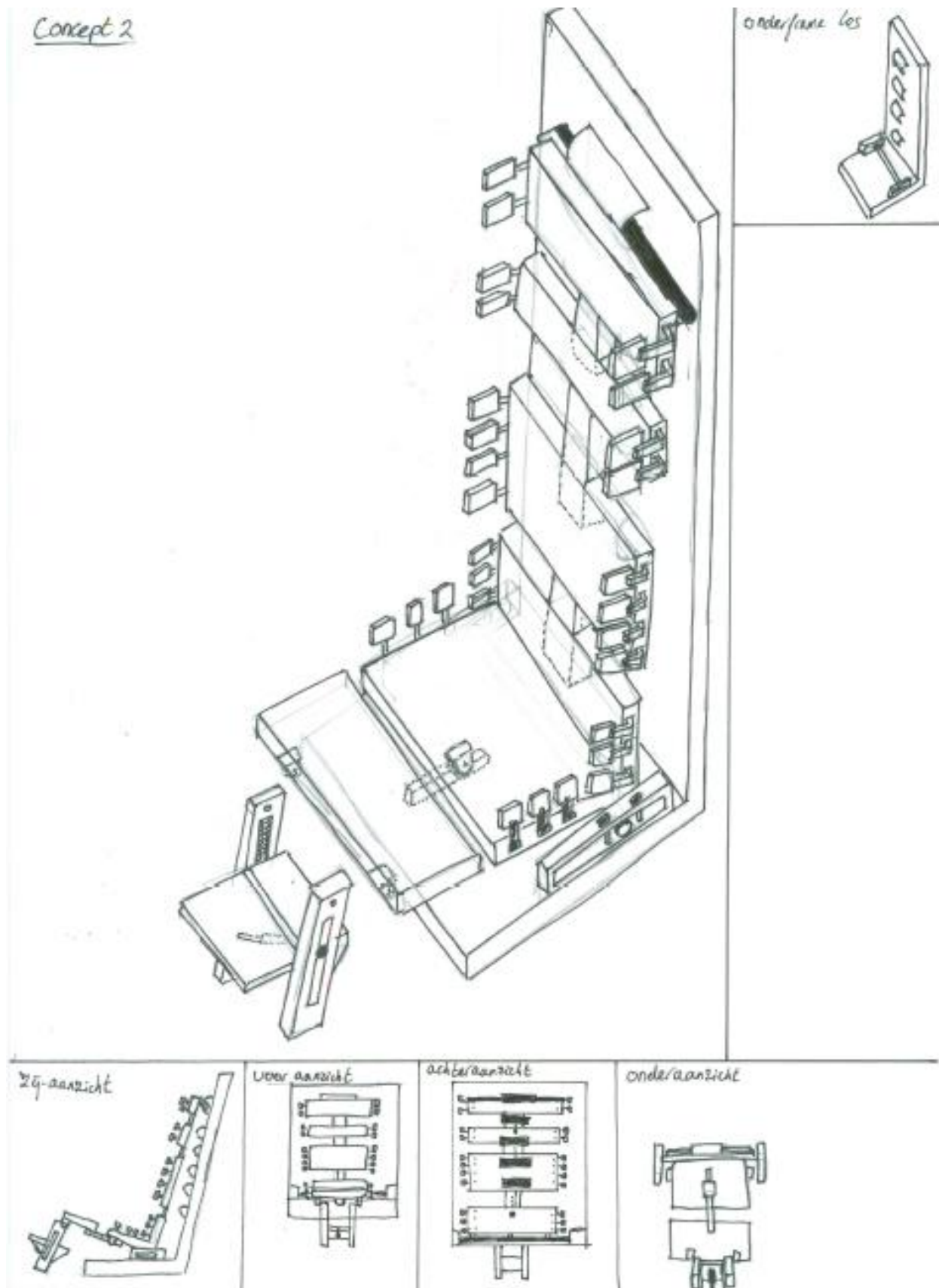
z.g.-aanzicht



Onderaanzicht

Concept 2

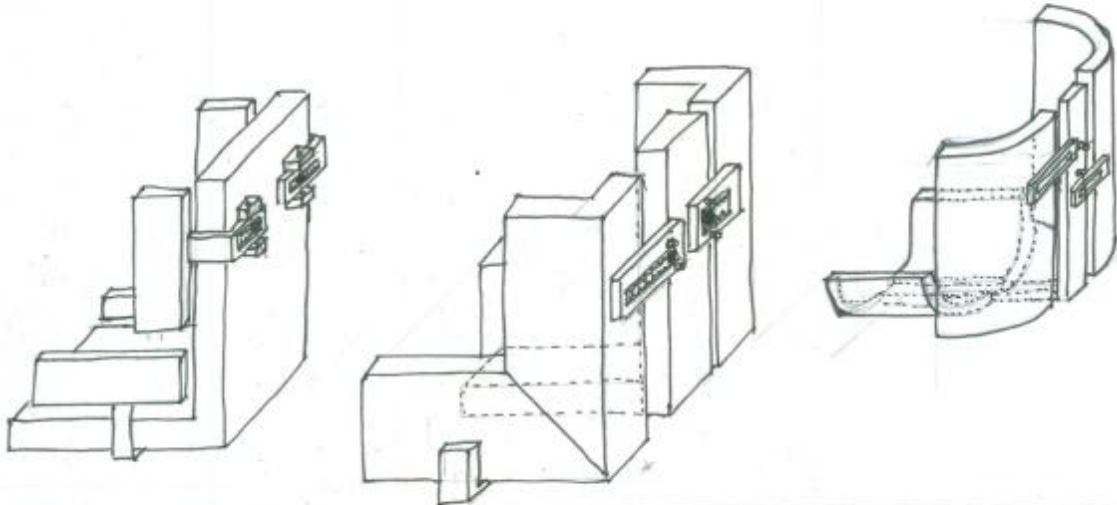




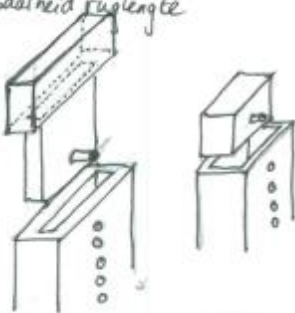
Concept 3

Verstelbaarheid pelotten

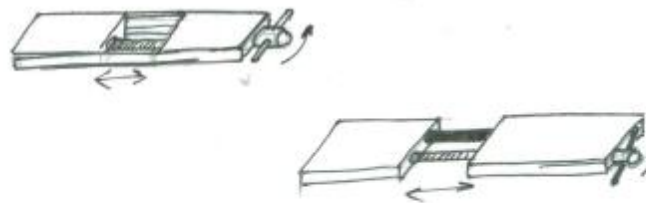
Concept 3



Verstelbaarheid ruglengte



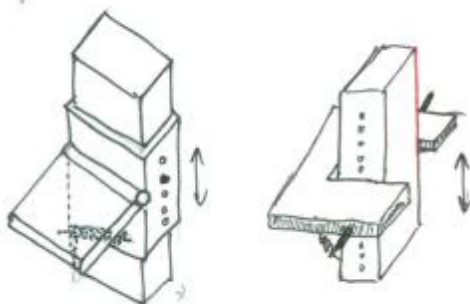
Verstelbaarheid zitlengte



Kanteling stoel



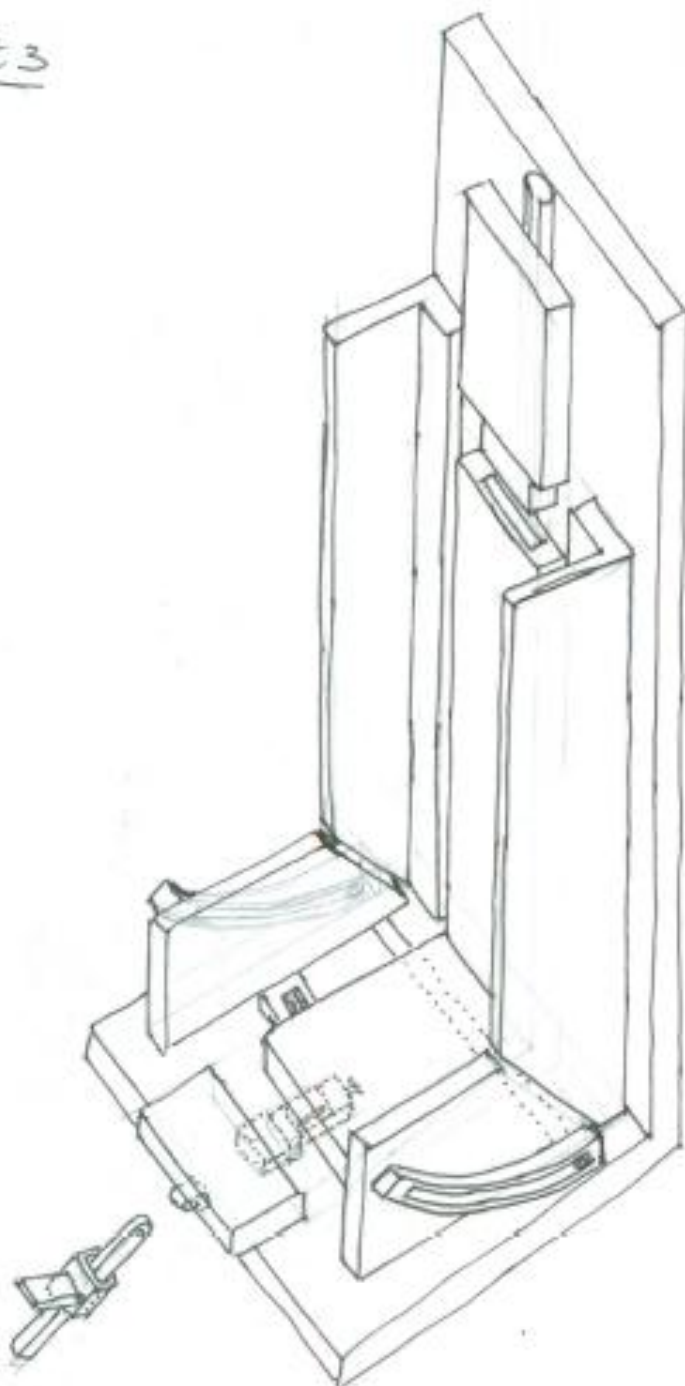
Verstelbaarheid hoogte voetplank



Kanteling voetensteun



Concept 3



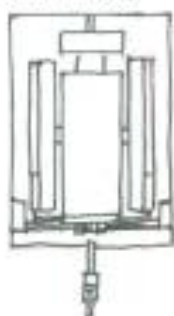
onderaanloos



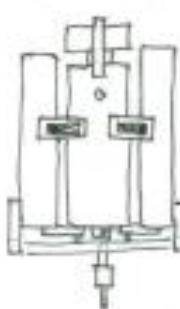
zij aanzicht



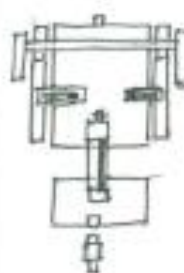
vooraanzicht



achter aanzicht



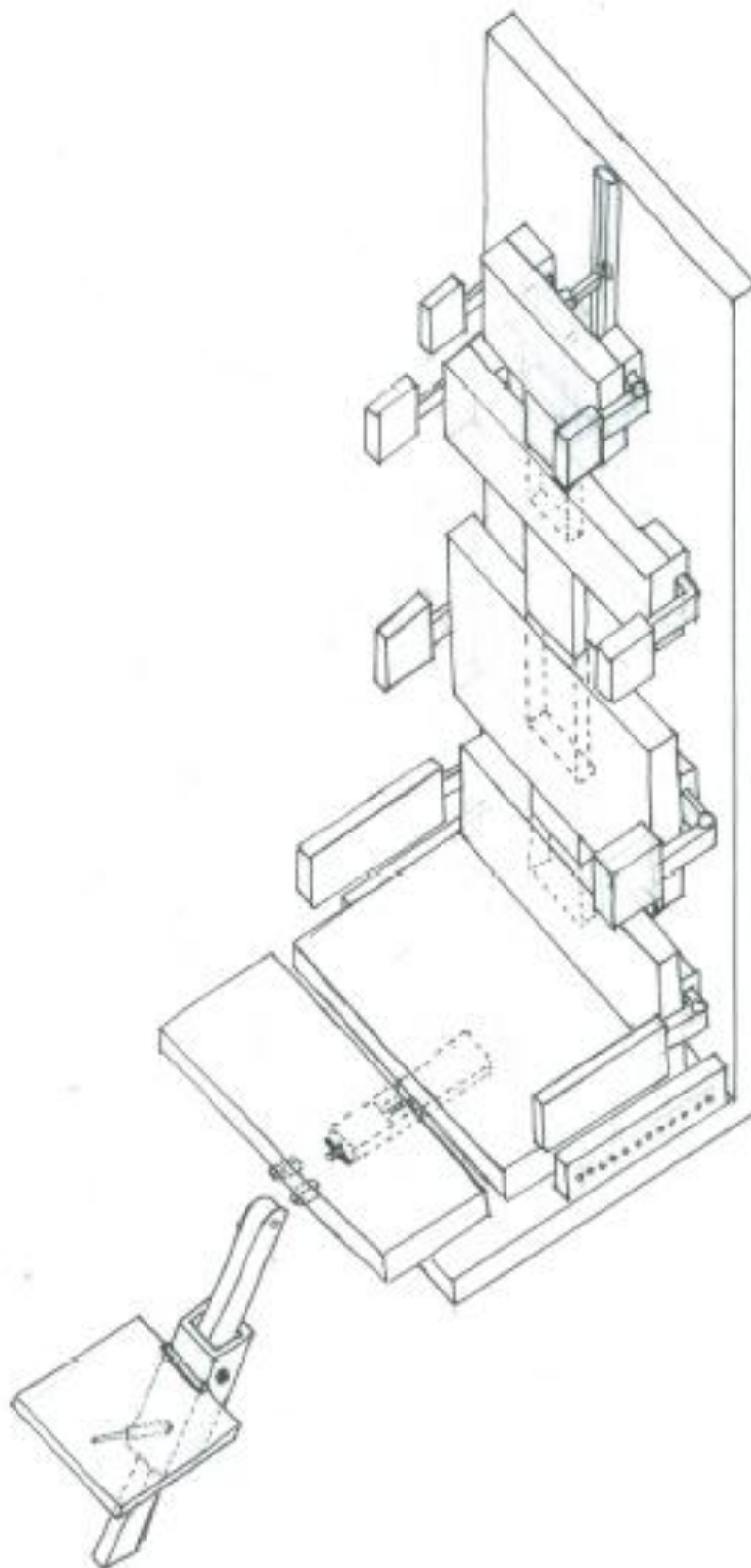
onderaanzicht



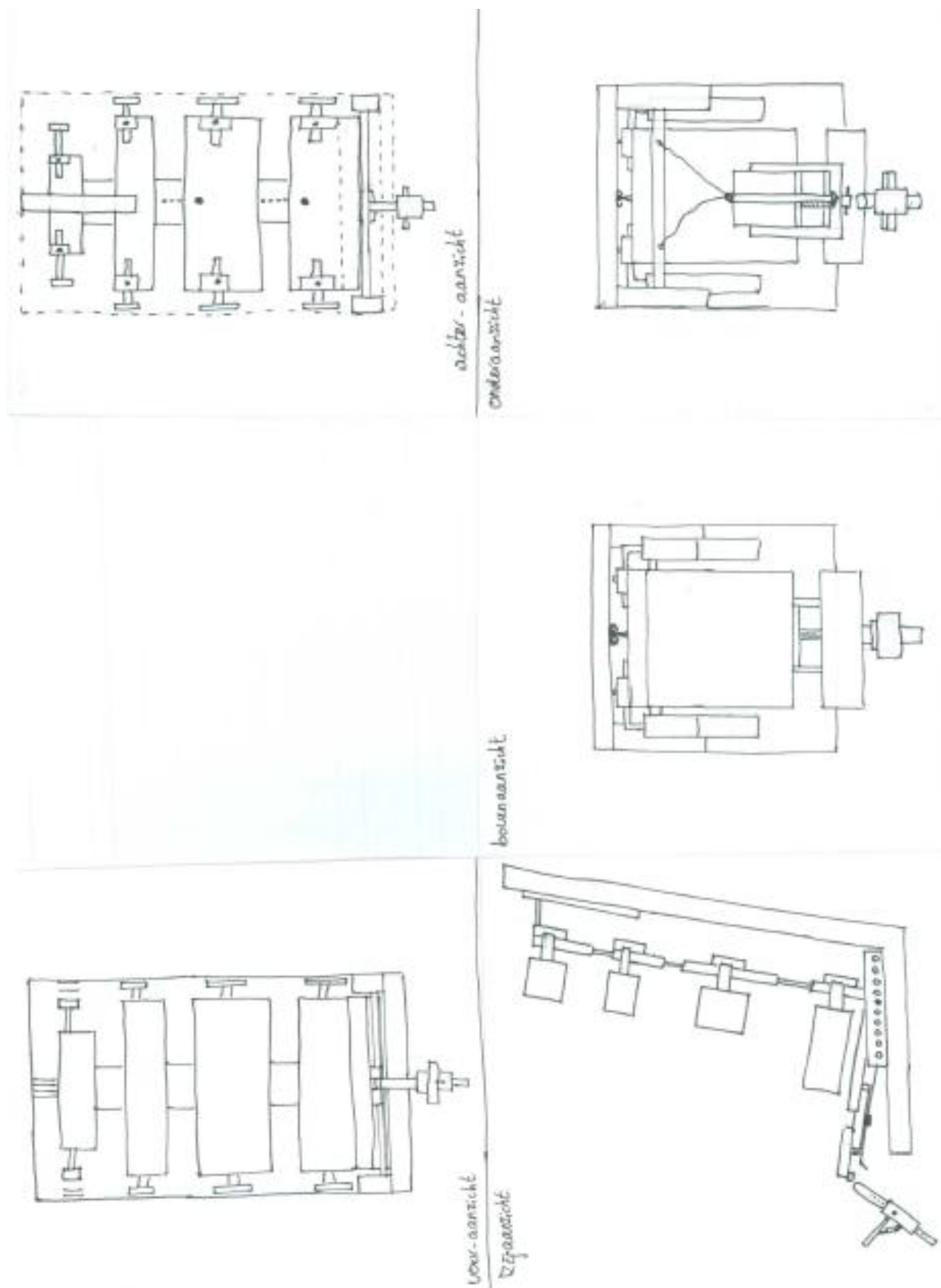
BIJLAGE IX: Toetsing Concepten

CONCEPT	1	2	3
De onderbenen/voeten dienen middels een voetenplaat een vooraf vastgelegde weg af te leggen bij spasmen en/of epilepsie. Dit door verwonding aan de bestuurdersstoel te voorkomen.	<i>ja</i>	<i>ja</i>	<i>ja</i>
Alle pelotten moeten aan weerszijde van het lichaam komen	<i>ja</i>	<i>ja</i>	<i>Ja</i>
Pelot ter hoogte van het bekken met een breedte verstelling van 32mm	<i>Ja</i>	<i>ja</i>	<i>Nee</i>
Pelot ter hoogte van het bekken, met een hoogte vanaf de zitting van 36mm	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Nee</i>
Pelot vlak boven crista iliaca met een breedte verstelling van 30mm	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Nee</i>
Pelot vlak boven crista iliaca, 157mm vanaf de zitting en 44mm in hoogte te verstellen	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Nee</i>
Pelot ter hoogte van de schouders met een breedte verstelling van 37mm	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Nee</i>
Pelot ter hoogte van de schouders, met de bovenzijde 363mm boven zitting en 70mm te verstellen	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Nee</i>
Pelot naast het hoofd met een breedte verstelling van 25mm	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Nee</i>
Pelot naast het hoofd, met bovenzijde op 604mm vanaf de zitting en 44mm verstelbaar	<i>ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Nee</i>
Er moet een antizweet hoes over de stoel kunnen	<i>Ja</i>	<i>lastig</i>	<i>Ja</i>
Er moet een meeverende voetenplaat op de stoel gemonteerd kunnen worden	<i>nee</i>	<i>ja</i>	<i>Ja</i>
Er moet op de "gewone" voetensteun een enkel-voet orthese geplaatst kunnen worden.	<i>ja</i>	<i>ja</i>	<i>Ja</i>
Er moet een kindje met een redressiehelm in de autostoel kunnen.	<i>ja</i>	<i>ja</i>	<i>Ja</i>
Design for assembly, zodanig ontwerpen dat de assemblage zo makkelijk mogelijk is	<i>redelijk</i>	<i>slecht</i>	<i>Goed</i>
Design for production, zodanig ontwerpen dat de productie zo snel en goedkoop mogelijk is	<i>redelijk</i>	<i>slecht</i>	<i>Goed</i>
<u>Er moet een draagmogelijkheid voor de ouders beschikbaar zijn</u>	<i>nee</i>	<i>nee</i>	<i>Nee</i>
<u>Gebogen en standaard pelotten van de firma R82 moeten op de stoel passen</u>	<i>ja</i>	<i>ja</i>	<i>nee</i>

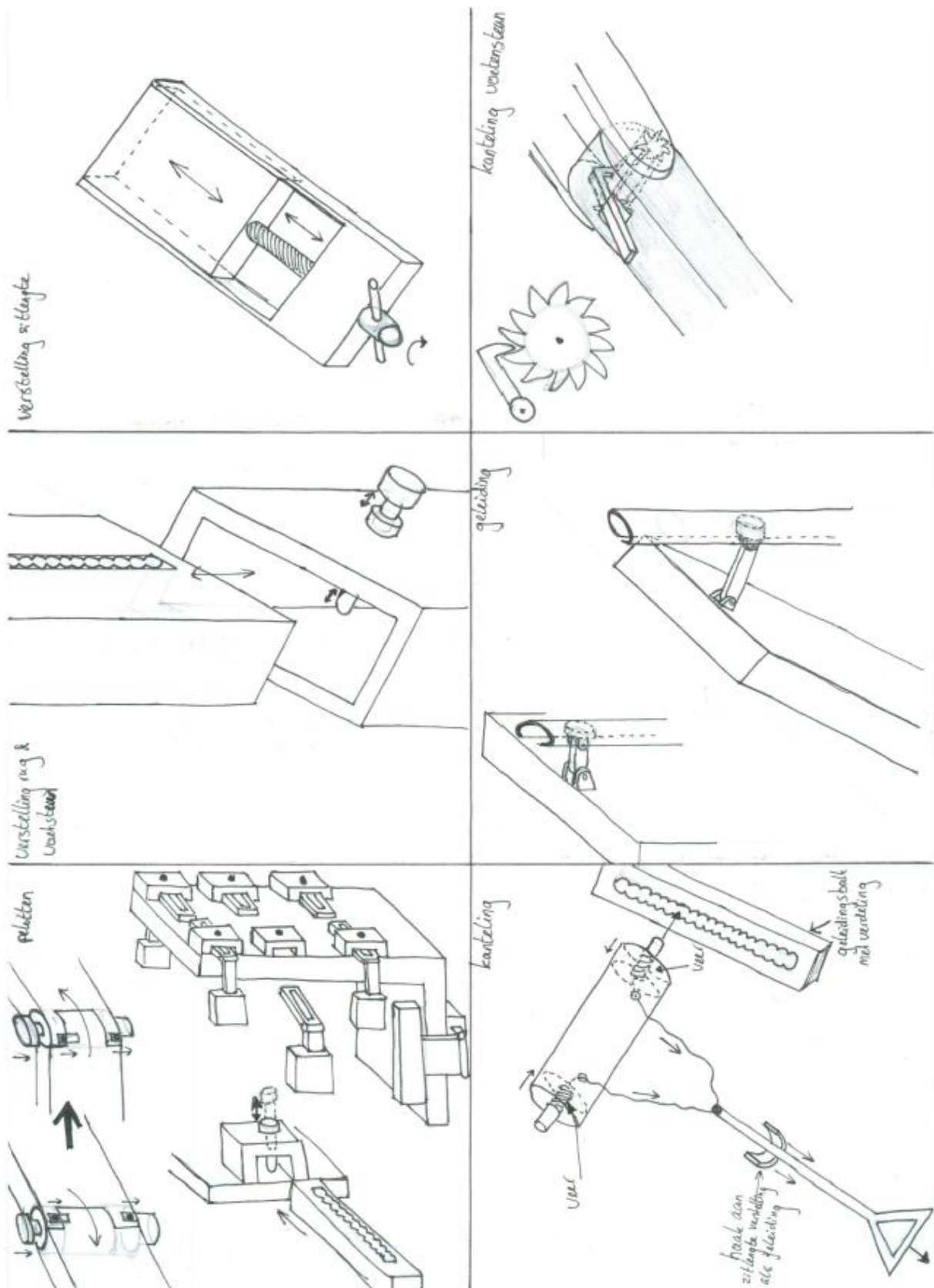
BIJLAGE X: Eindconcept

Eindconcept

totaal schets



aanzichten

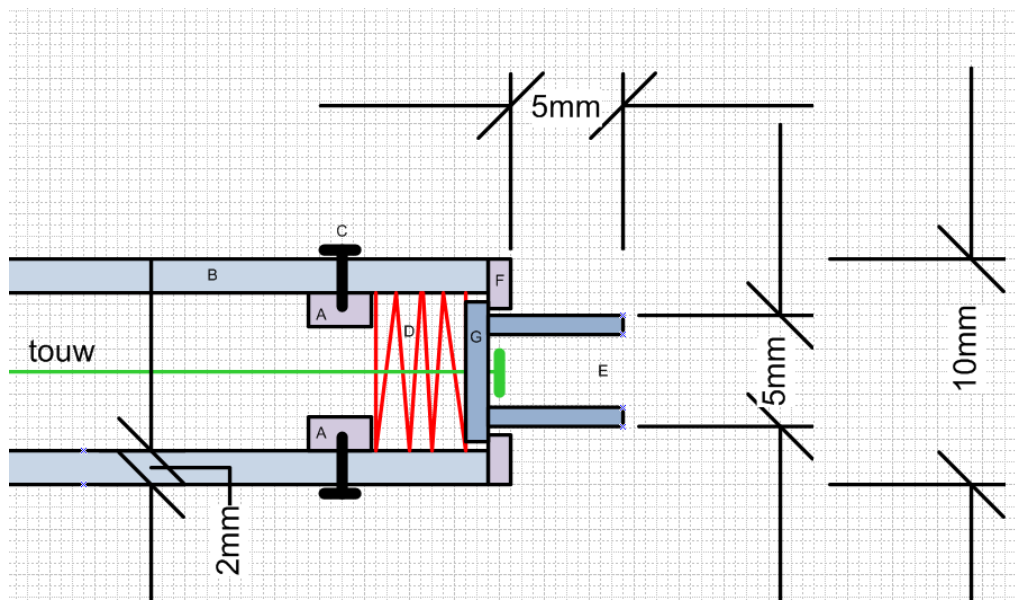


detailtekeningen

BIJLAGE XI: Principe locking bolt

In deze bijlage wordt het principe van een locking bolt uitgelegd. Dit principe wordt ook toegepast in het kantelmechanisme. Dit mechanisme is iets ingewikkelder, en om die reden leg ik het principe op basis van dat systeem uit.

Het kantelmechanisme bestaat uit een holle buis. In onderstaand figuur is dit B. Daarin is een ring (A) gemonteerd. Deze is vastgezet door middel van schroefjes (C). Aan de buitenkant zijde van de ring wordt een veer geplaatst (D). Vervolgens zijn er aan weerszijde van de holle buis (in dit figuur enkel een zijde afgebeeld) staafjes met een buitendiameter van 5mm gemonteerd. Op dit staafje is een rond plaatje gemonteerd waar een gaatje in zit voor het touw. Dit plaatje heeft een diameter, gelijk aan de binnendiameter van buis b. Vervolgens wordt er op de uiteinden van de holle buis een ringetje geplaatst dat de buis verder afsluit. Wanneer nu aan het touw getrokken wordt, wordt het staafje tegen de veer aan naar binnen gedrukt. De veer is in dit geval op spanning gebracht. Doordat het staafje nu naar binnen gehaald is, is het mechanisme ontgrendeld en kan het verschoven worden. Wanneer het touw losgelaten wordt, zal door de werking van de veer het staafje weer naar buiten geduwd worden. Deze zoekt zijn eerst mogelijke gat waarin hij zich verankert. Nu kan het mechanisme niet meer verplaatst worden.



Figuur A: Dwarsdoorsnede kantelmechanisme

Op eenzelfde manier werkt een standaard locking bolt ook. Echter wordt hier een staafje door een huls getrokken. Hier wordt dus niet met een touw gewerkt.

BIJLAGE XII: Vorm rugleuning en zitting

Als eerste zal er gekeken worden naar de vorm van de rugleuning. Wanneer er naar de stoeltjes uit de marktanalyse gekeken wordt, is er te zien dat een enkele stoel een gebogen rugleuning heeft en de andere allemaal een rechte leuning hebben. In principe kwam er uit de marktanalyse naar voren dat er met de vorm van de rugleuning niets mis is. Eventueel kan er zelfs een op maat gemaakte bekleding gemaakt worden waardoor deze een bepaalde vorm kan krijgen. Daarnaast zal een voorgevormde rugleuning problemen geven bij de brede doelgroep gezien het feit dat de jongere kinderen een andere positie van de krommingen hebben dan de oudere kinderen. Tevens geeft een dergelijke kromming problemen bij de montage aangezien de pelotten die voor de ondersteuning moeten zorgen moeilijker te bevestigen zijn. Middels de pelotten wordt tevens wel de kuipvorm gecreëerd. Door de pelotten afzonderlijk in te stellen kan er ook betere ondersteuning gegeven worden en op die manier kan de rugleuning enigszins gevormd worden. Conclusie hieruit is dat de rugleuning recht moet zijn en dat er meerdere pelotten moeten zijn in plaats van 1 grote pelot, zodoende dat hierdoor de ondersteuning verbeterd wordt.

Vervolgens zal er naar de zitting gekeken worden. Er bestaan vlakke zittingen maar ook contour zitting of op maat gemaakte zittingen. De laatste van deze drie laten we in dit project buiten beschouwing omdat het hier gaat om een stoeltje dat universeel is en voor een bredere doelgroep dan 1 persoon. Wanneer er naar de bestaande stoeltjes gekeken wordt, besproken als in het hoofdstuk marktanalyse, valt op dat het merendeel van de stoeltjes een rechte zitting heeft. Echter is er een drietal met een al dan niet lichte contourzitting (Recaro start 2.0 Reha, Recaro Young expert plus en de Zitzi). Waar eerder gebleken is dat een achterovergekanfelde zitting zorgt voor een achteroverkantelend moment van de bekken, daar versterkt een contourzitting dit effect doordat deze lager is onder het bekken¹. Echter speelt hierbij hetzelfde probleem op als bij de rugleuning. De doelgroep heeft een grote variatie in beenlengte en daardoor moet de zitting verstelbaar zijn. Wanneer de zitting instelbaar is zal dit niet gaan met een contour zitting aangezien de contour dan misvormd zal worden. Een oplossing hiervoor is er echter wel. Een soort contourzitting kan gecreëerd worden met een combinatie van schuimen².

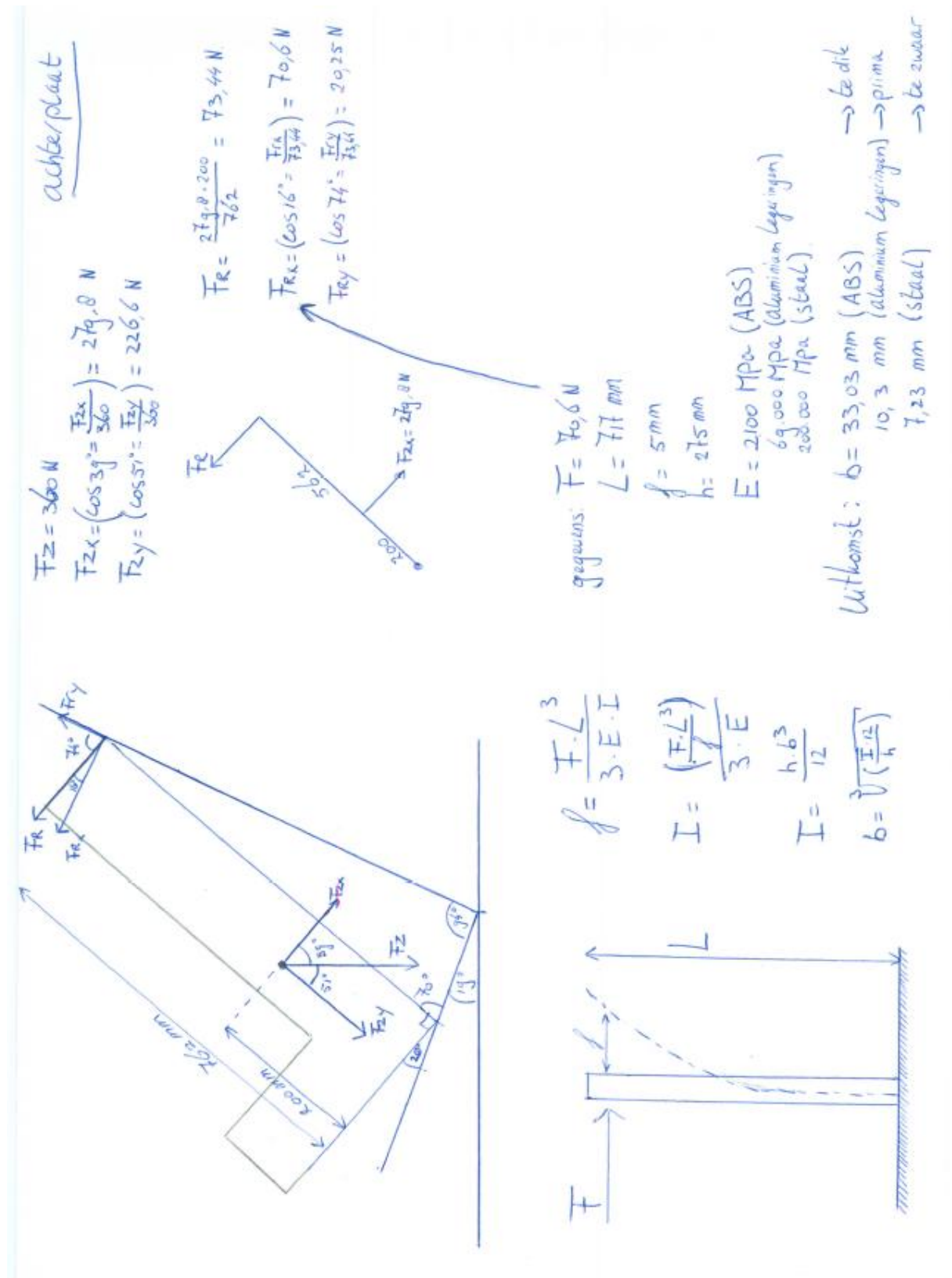
Hierbij dient er gekozen te worden voor een schuimsoort dat zich zeer langzaam aanpast en veranderende lichaamsmaten. Op deze manier “groeit” de zitting mee met het kind. Een voorbeeld van een dergelijk schuimsoort is traagschuim. Daarnaast dient er een schuimsoort gebruikt te worden dat een goede luchtcirculatie heeft en daardoor zorgt kan dragen voor de transpiratie en het overmatige kwijlen van de doelgroep. De bestaande contourzittingen bestaan uit dergelijke schuimen.

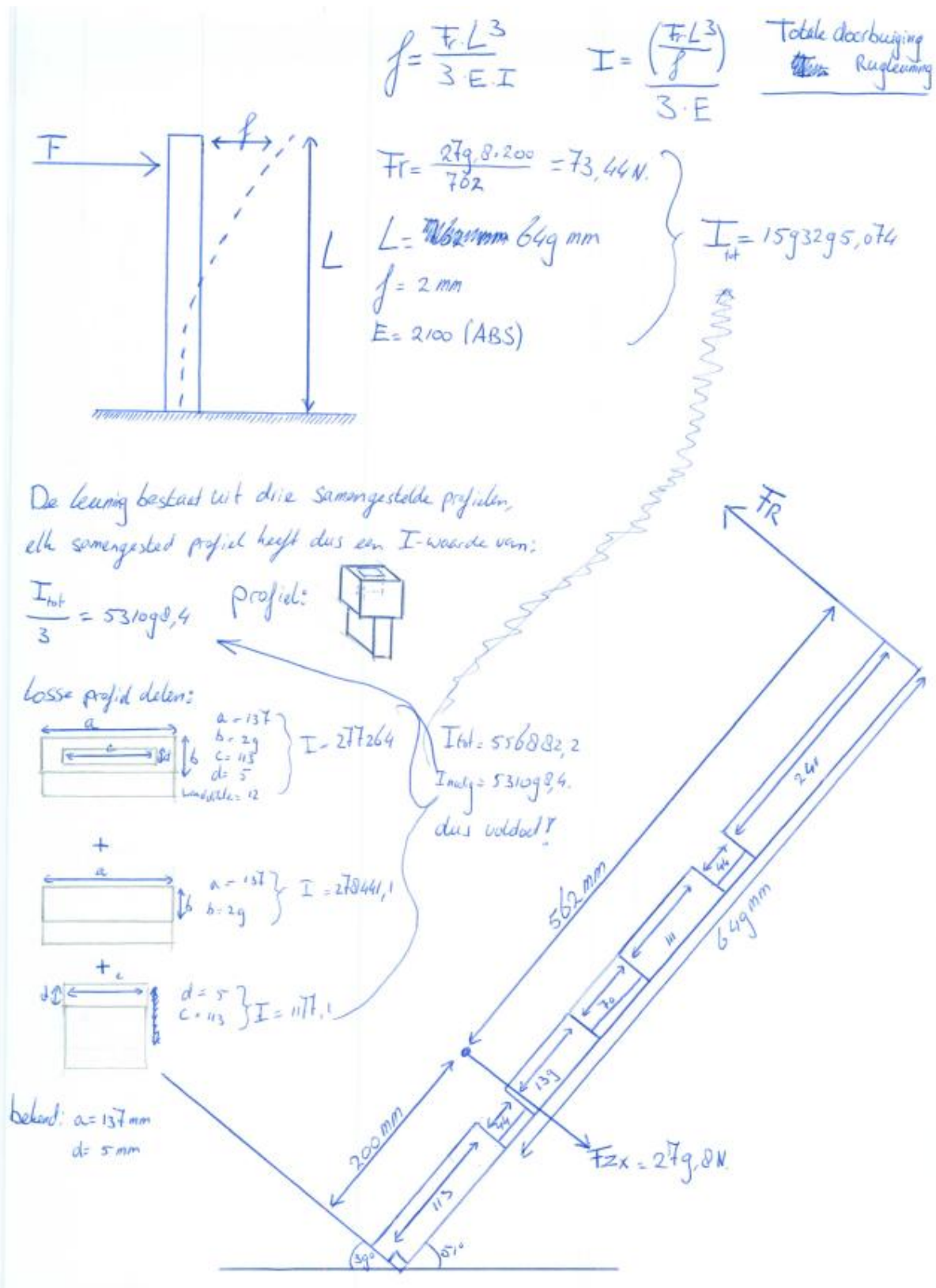
Bronnen

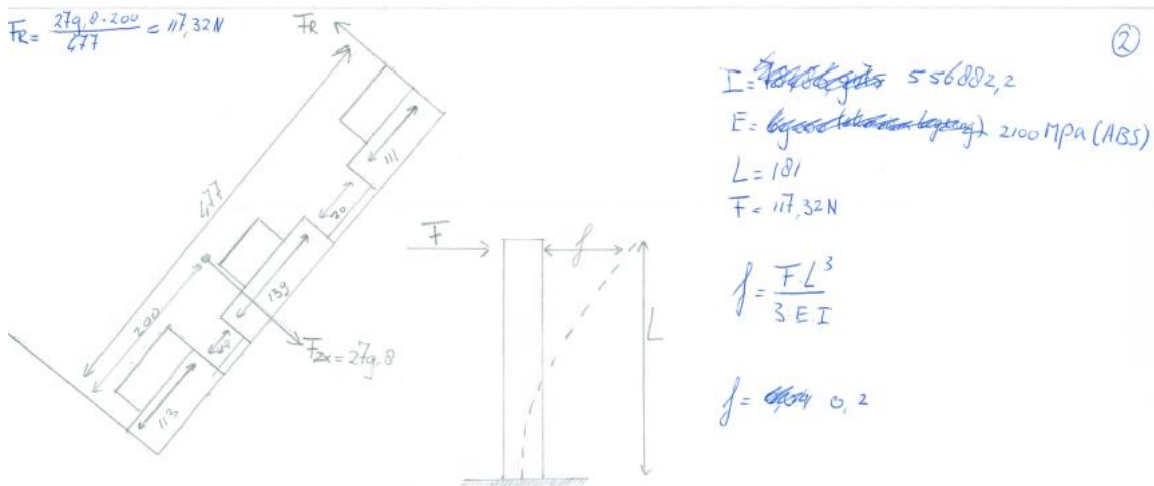
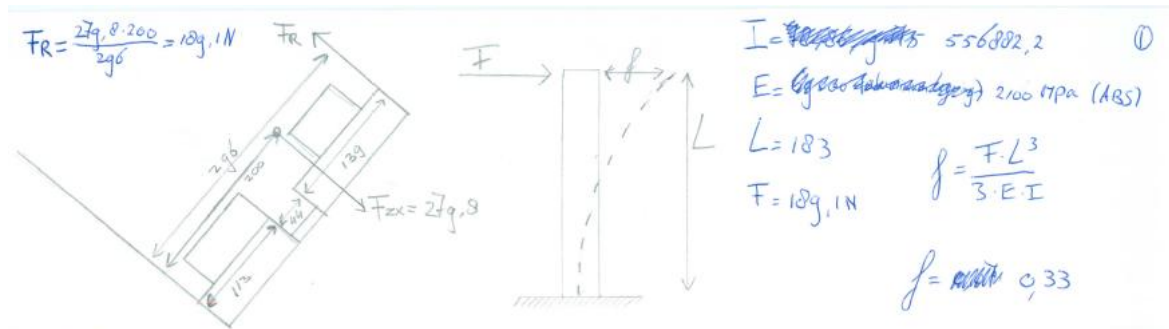
¹: www.rehab.nl/zorgprofessional/producten/modulairassortiment/matrixxzsysteem/zittingen

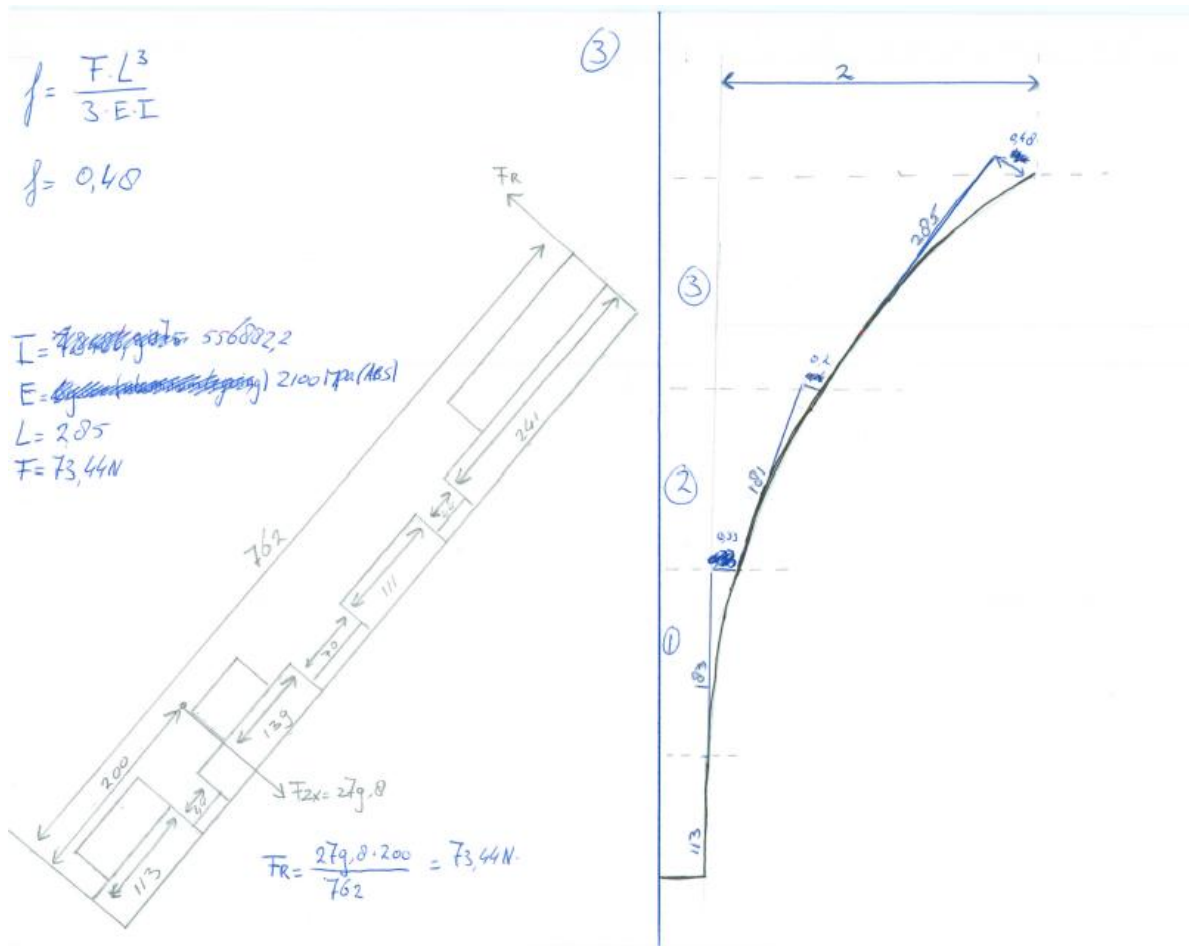
²: www.traagschuim.info

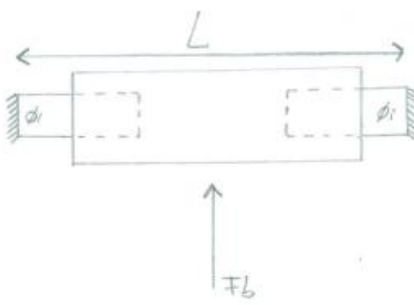
BIJLAGE XII: Berekeningen











$$f = \frac{F \cdot L^3}{192 \cdot E \cdot I}$$

$$I = \frac{(F \cdot L^3)}{192 \cdot E}$$

$\phi_i = 5$
 $f = 2$
 $E = 200000 \text{ MPa (staal)}$
 $L = 225$
 $F_b = 856,43 \text{ N}$
 (zie uitleg hieronder)

kantdas

$I = 127,02$
 twee buitenste ^{staafjes} ~~massieve~~ zijn massieve ^{staafjes} ~~massieve~~

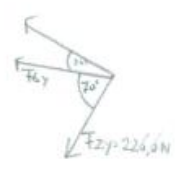
$\odot d \rightarrow I = \frac{\pi \cdot d^4}{64} ; \frac{\pi \cdot 5^4}{64} = 30,7$
 $I_{\text{middelstaafjes}} = 127,02 - (2 \cdot 30,7) = 65,62$

$\odot \textcircled{D} \rightarrow I = \frac{\pi}{64} \cdot (D^4 - d^4)$
 $d = \phi_i \rightarrow I = \frac{\pi}{64} \cdot (D^4 - 5^4)$
 $D^4 - 5^4 = 1336,8$
 $D^4 = 5^4 + 1336,8$
 $D^4 = 1961,8 \Rightarrow D = 6,65$
 gangbare maat voor $D = 8 \text{ mm}$

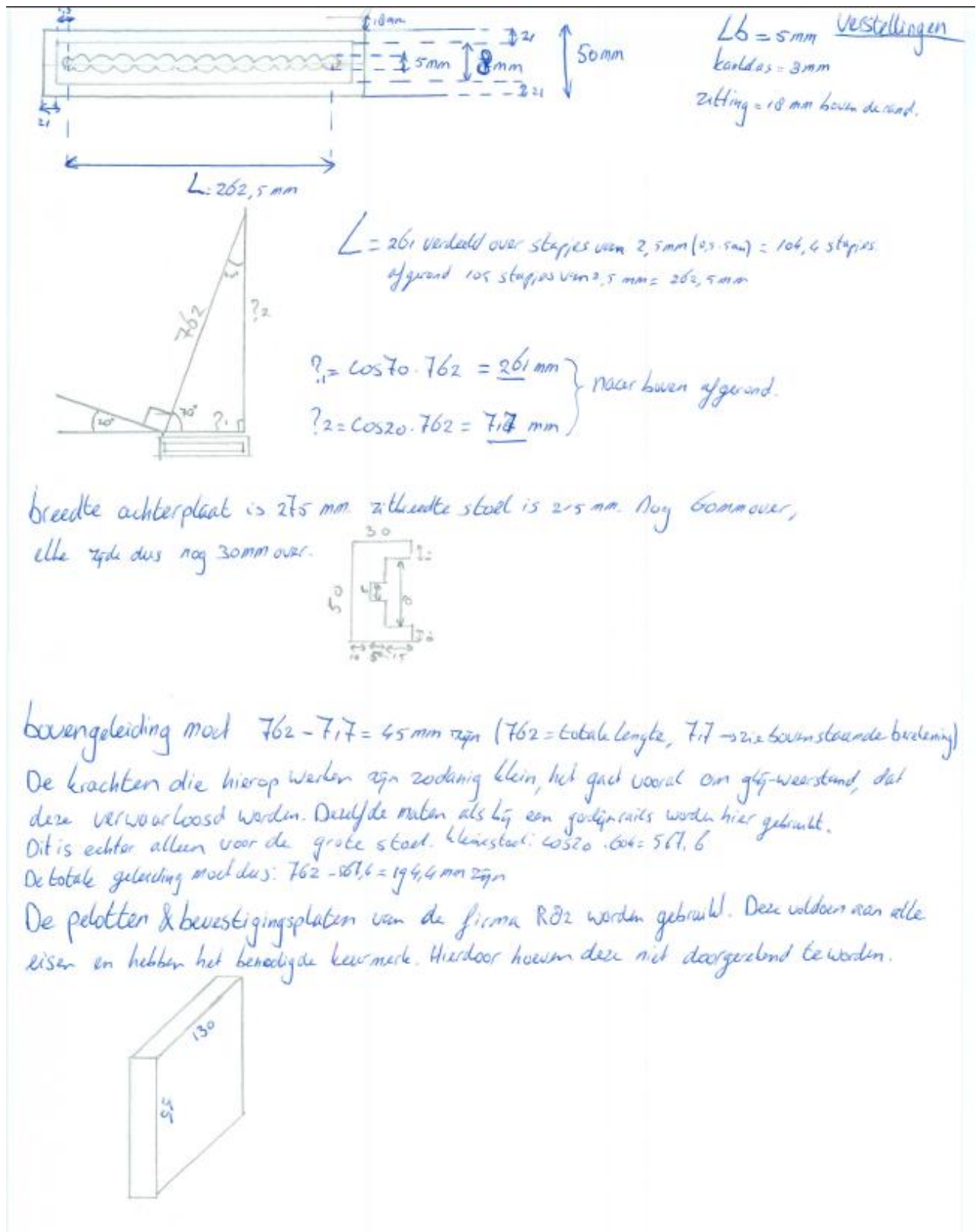


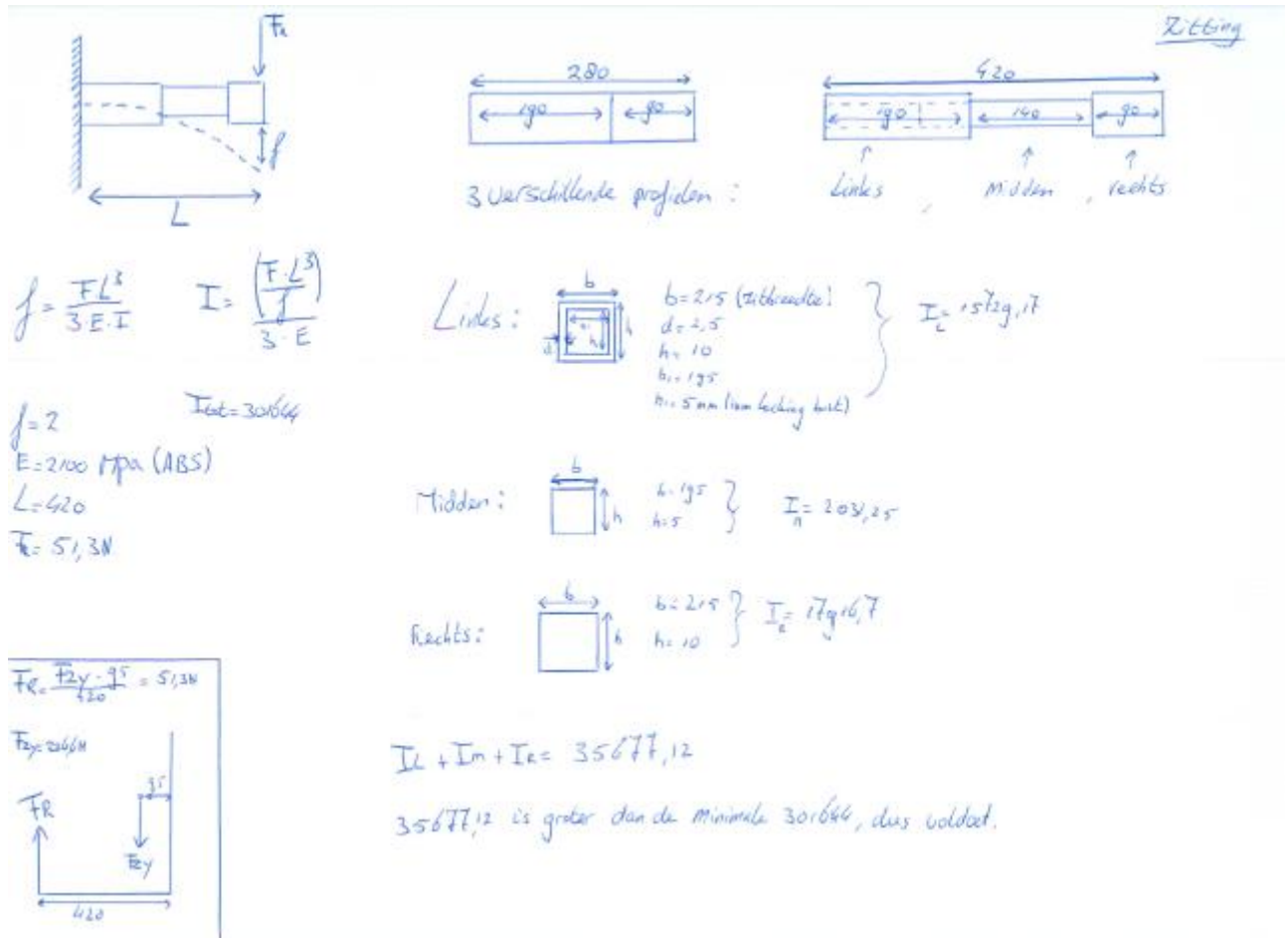
$\sum F_x = 0$
 $279,8 - 73,44 - F_x = 0$
 $F_x = 206,36$
 $F_{bx} = \cos 20 \cdot F_x$
 $F_x = 193,9 \text{ N}$

&



$F_{by} = \frac{226,6}{\cos 70}$
 $F_{by} = 662,53$
 $F_{bx} + F_{by} = F_b$
 $193,9 + 662,53 = 856,43$





Technical drawing of a chair backrest (achterplaat) showing three views: front, side, and top.

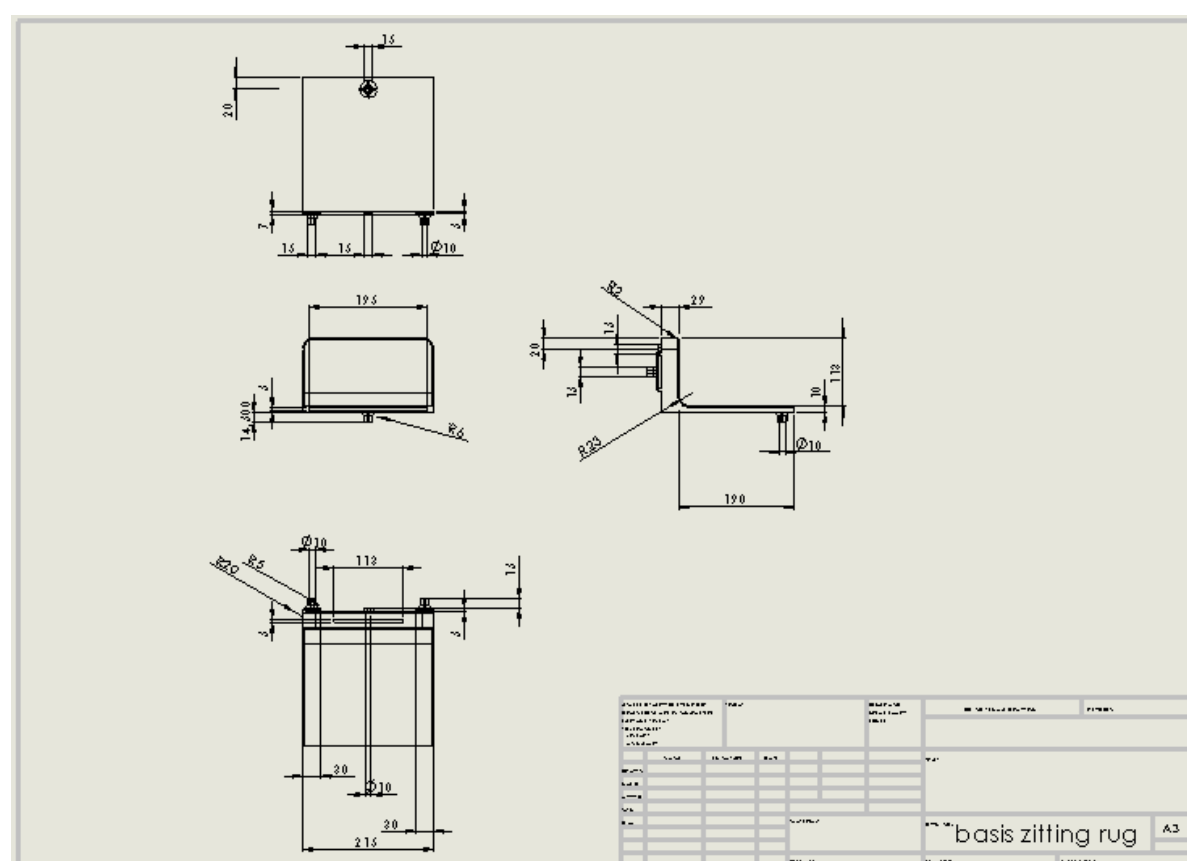
Front View: Shows a rectangular backrest with a rounded top. The width is 20 units on each side of the central panel. The height is 310 units.

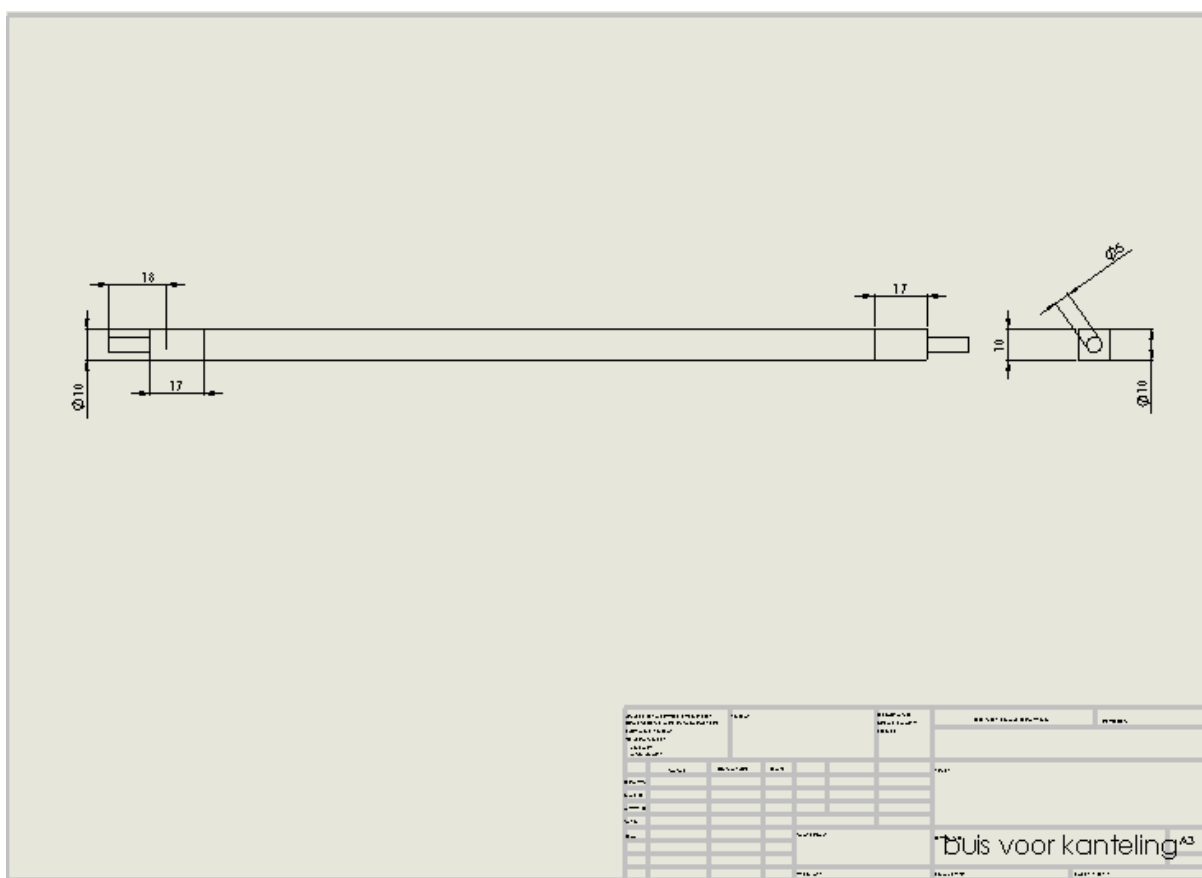
Side View: Shows the profile of the backrest. The total height is 762 units. The top edge has a radius of R75. The backrest is 200 units high from the top edge to the start of the main panel. The main panel is 262,5 units high. The bottom edge has a radius of R2. The width of the main panel is 226,506 units. The bottom edge has a radius of R50. The backrest is 10,2 units wide at the top. The bottom edge has a radius of R30. The backrest is 15 units wide at the top. The bottom edge has a radius of R2.

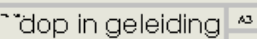
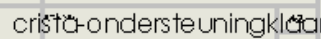
Top View: Shows the rectangular base of the backrest. The width is 215 units and the height is 275 units. The backrest is 1 unit wide at the top. The bottom edge has a radius of R2.

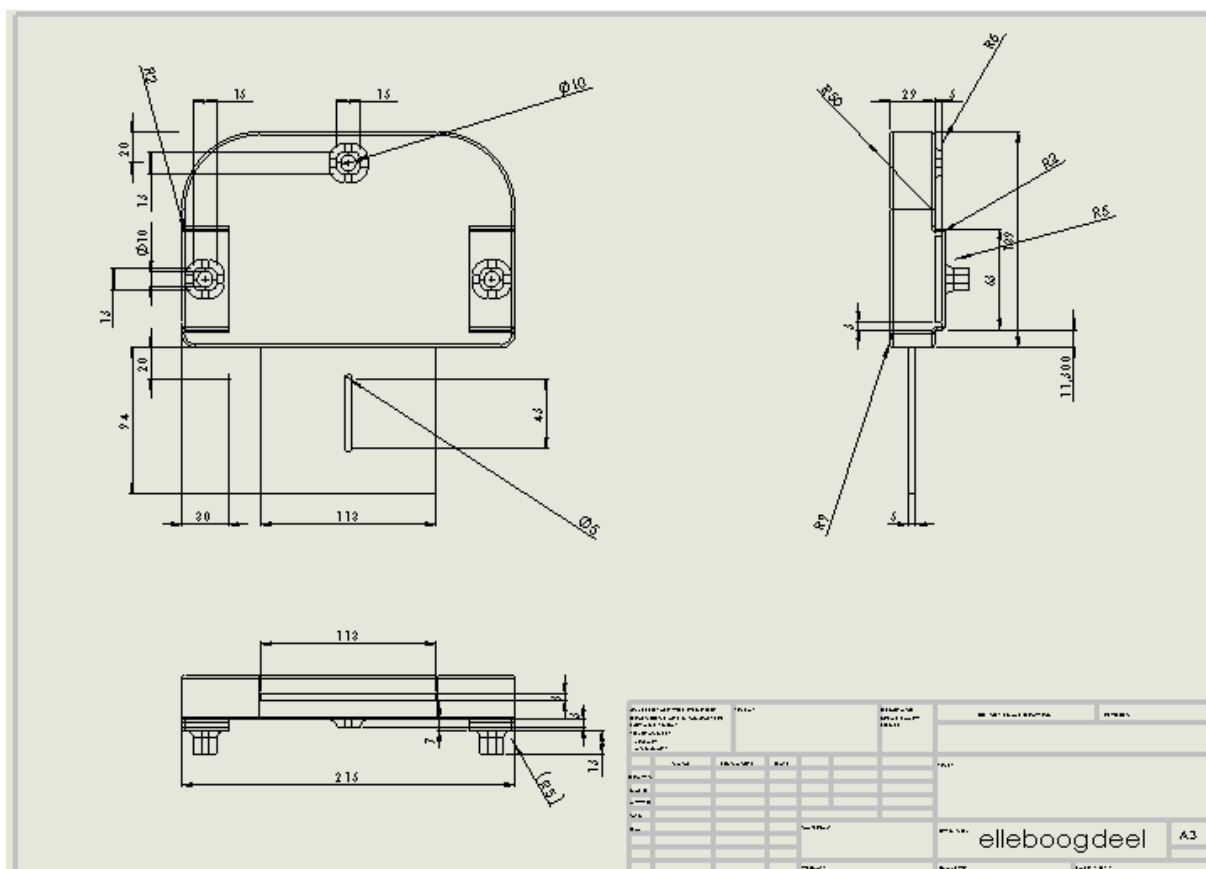
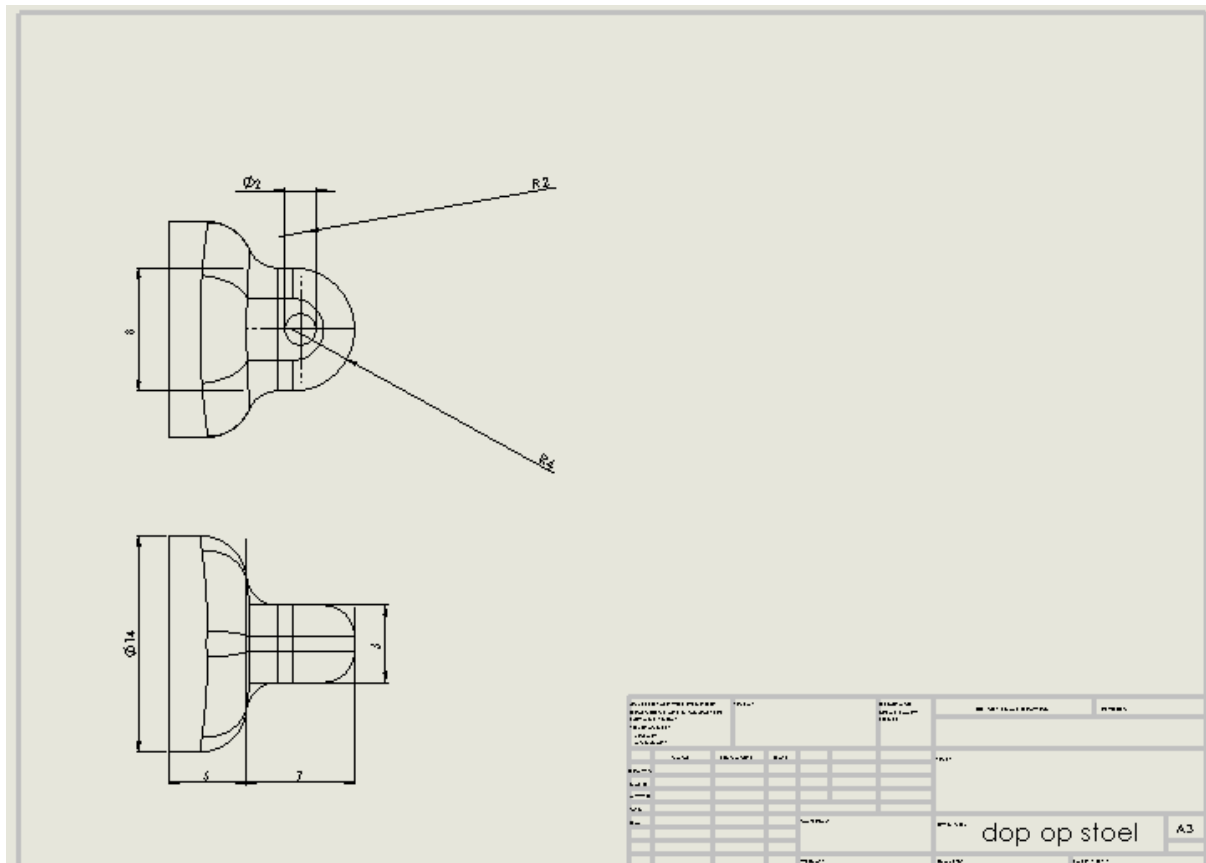
Table:

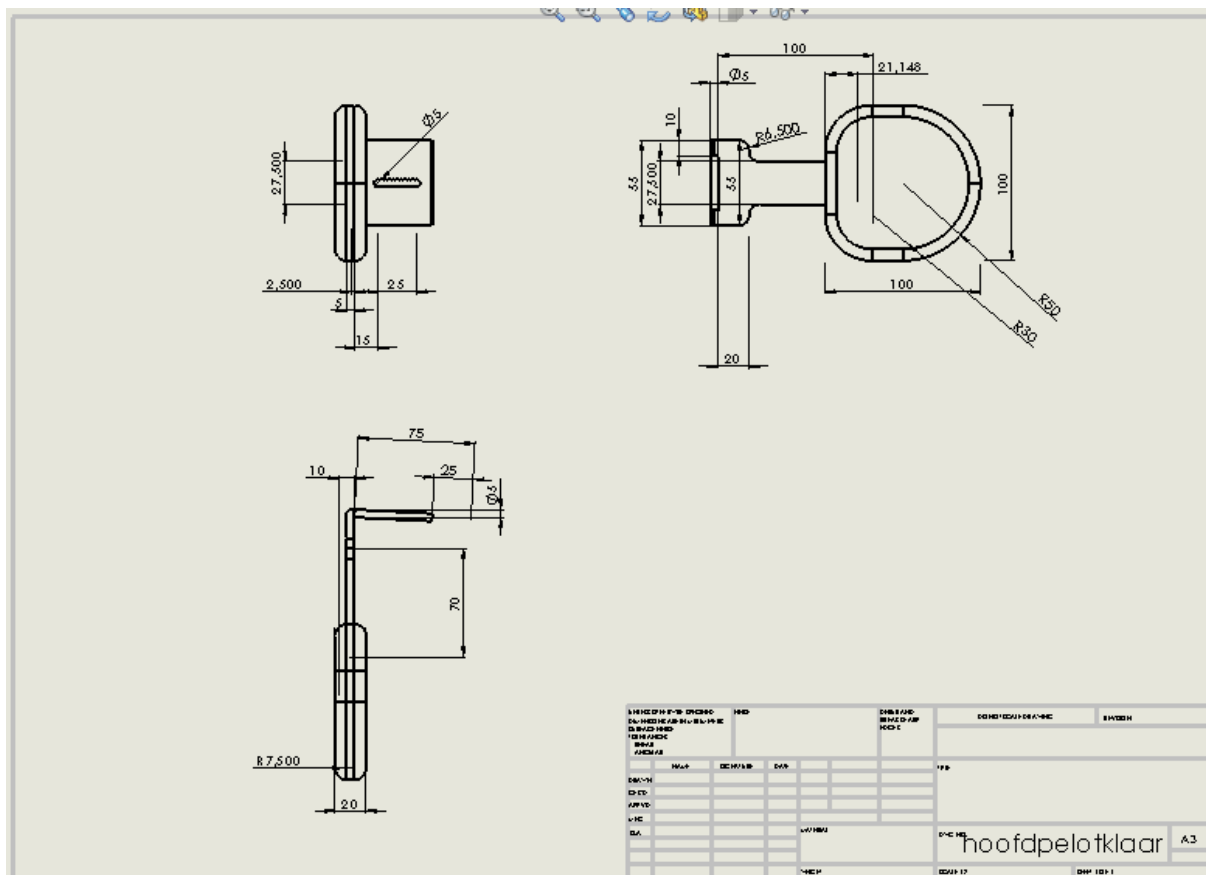
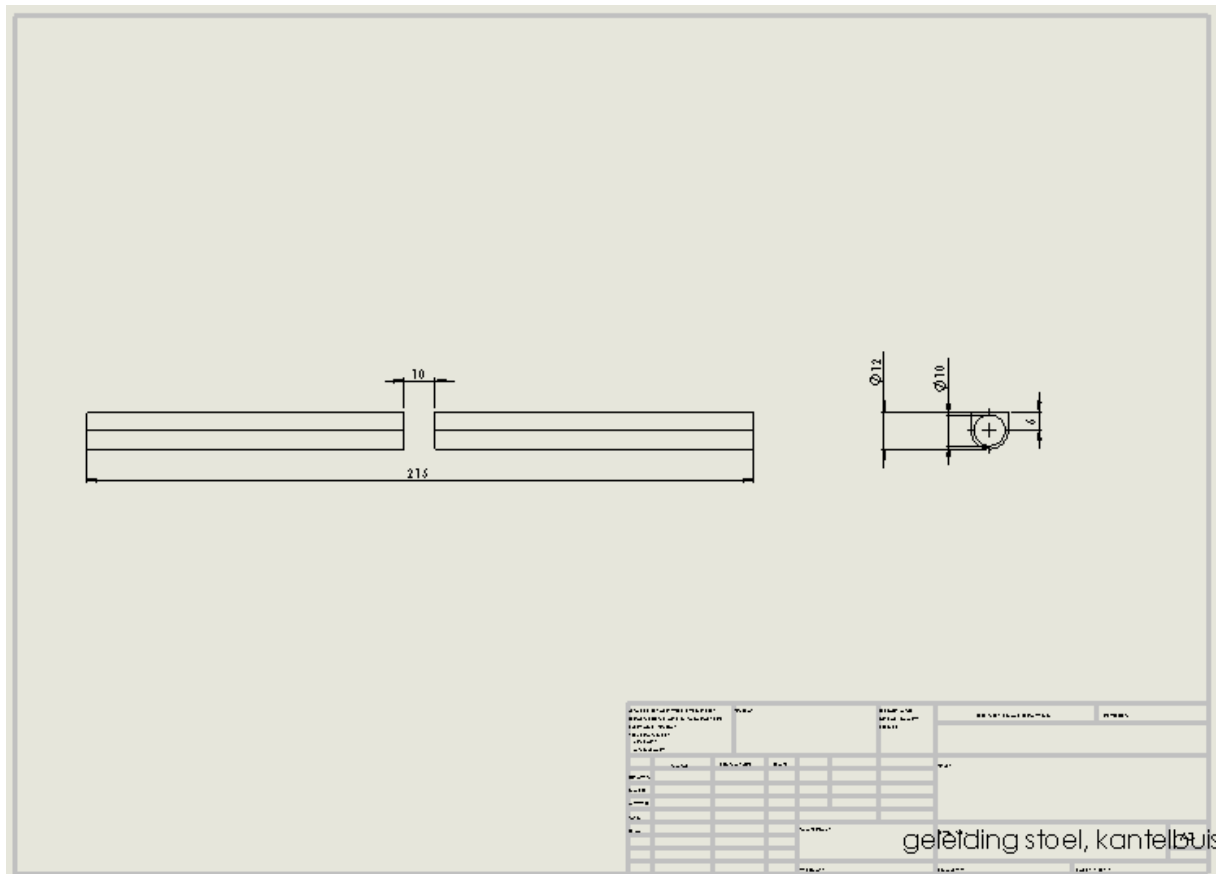
Achterplaat		Achterplaat		Achterplaat	
№	Naam	№	Naam	№	Naam
1	Achterplaat	2	Achterplaat	3	Achterplaat
4	Achterplaat	5	Achterplaat	6	Achterplaat
7	Achterplaat	8	Achterplaat	9	Achterplaat
10	Achterplaat	11	Achterplaat	12	Achterplaat
13	Achterplaat	14	Achterplaat	15	Achterplaat
16	Achterplaat	17	Achterplaat	18	Achterplaat
19	Achterplaat	20	Achterplaat	21	Achterplaat
22	Achterplaat	23	Achterplaat	24	Achterplaat
25	Achterplaat	26	Achterplaat	27	Achterplaat
28	Achterplaat	29	Achterplaat	30	Achterplaat
31	Achterplaat	32	Achterplaat	33	Achterplaat
34	Achterplaat	35	Achterplaat	36	Achterplaat
37	Achterplaat	38	Achterplaat	39	Achterplaat
40	Achterplaat	41	Achterplaat	42	Achterplaat
43	Achterplaat	44	Achterplaat	45	Achterplaat
46	Achterplaat	47	Achterplaat	48	Achterplaat
49	Achterplaat	50	Achterplaat	51	Achterplaat
52	Achterplaat	53	Achterplaat	54	Achterplaat
55	Achterplaat	56	Achterplaat	57	Achterplaat
58	Achterplaat	59	Achterplaat	60	Achterplaat
61	Achterplaat	62	Achterplaat	63	Achterplaat
64	Achterplaat	65	Achterplaat	66	Achterplaat
67	Achterplaat	68	Achterplaat	69	Achterplaat
70	Achterplaat	71	Achterplaat	72	Achterplaat
73	Achterplaat	74	Achterplaat	75	Achterplaat
76	Achterplaat	77	Achterplaat	78	Achterplaat
79	Achterplaat	80	Achterplaat	81	Achterplaat
82	Achterplaat	83	Achterplaat	84	Achterplaat
85	Achterplaat	86	Achterplaat	87	Achterplaat
88	Achterplaat	89	Achterplaat	90	Achterplaat
91	Achterplaat	92	Achterplaat	93	Achterplaat
94	Achterplaat	95	Achterplaat	96	Achterplaat
97	Achterplaat	98	Achterplaat	99	Achterplaat
100	Achterplaat	101	Achterplaat	102	Achterplaat
103	Achterplaat	104	Achterplaat	105	Achterplaat
106	Achterplaat	107	Achterplaat	108	Achterplaat
109	Achterplaat	110	Achterplaat	111	Achterplaat
112	Achterplaat	113	Achterplaat	114	Achterplaat
115	Achterplaat	116	Achterplaat	117	Achterplaat
118	Achterplaat	119	Achterplaat	120	Achterplaat
121	Achterplaat	122	Achterplaat	123	Achterplaat
124	Achterplaat	125	Achterplaat	126	Achterplaat
127	Achterplaat	128	Achterplaat	129	Achterplaat
130	Achterplaat	131	Achterplaat	132	Achterplaat
133	Achterplaat	134	Achterplaat	135	Achterplaat
136	Achterplaat	137	Achterplaat	138	Achterplaat
139	Achterplaat	140	Achterplaat	141	Achterplaat
142	Achterplaat	143	Achterplaat	144	Achterplaat
145	Achterplaat	146	Achterplaat	147	Achterplaat
148	Achterplaat	149	Achterplaat	150	Achterplaat
151	Achterplaat	152	Achterplaat	153	Achterplaat
154	Achterplaat	155	Achterplaat	156	Achterplaat
157	Achterplaat	158	Achterplaat	159	Achterplaat
160	Achterplaat	161	Achterplaat	162	Achterplaat
163	Achterplaat	164	Achterplaat	165	Achterplaat
166	Achterplaat	167	Achterplaat	168	Achterplaat
169	Achterplaat	170	Achterplaat	171	Achterplaat
172	Achterplaat	173	Achterplaat	174	Achterplaat
175	Achterplaat	176	Achterplaat	177	Achterplaat
178	Achterplaat	179	Achterplaat	180	Achterplaat
181	Achterplaat	182	Achterplaat	183	Achterplaat
184	Achterplaat	185	A		

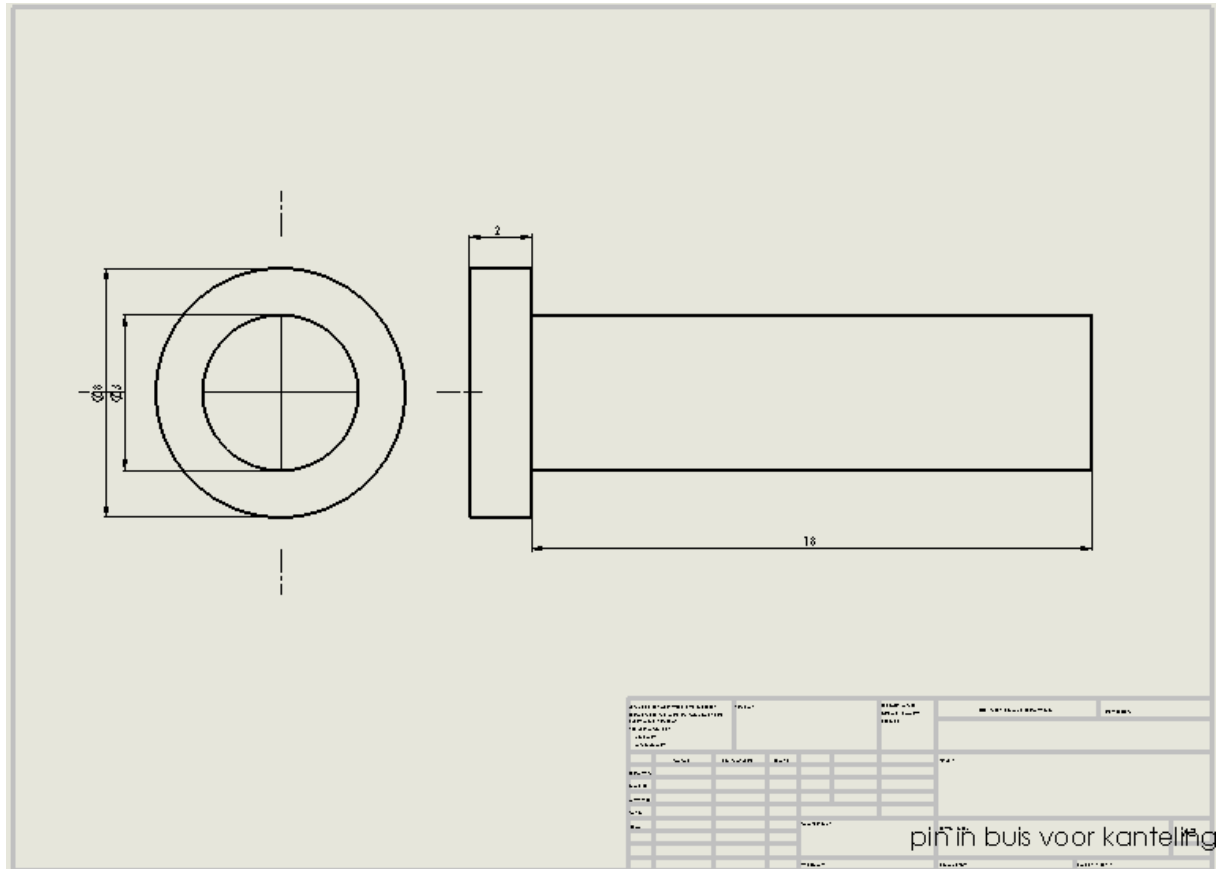
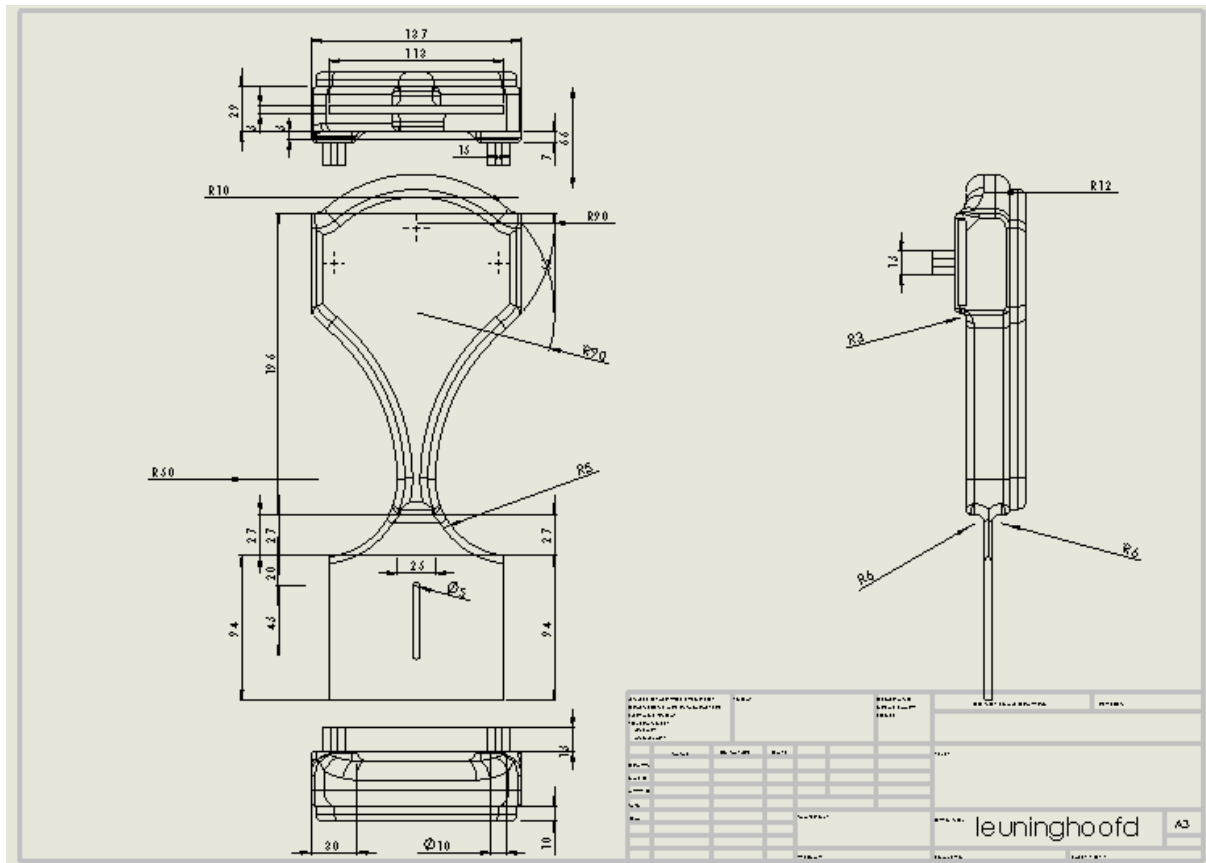


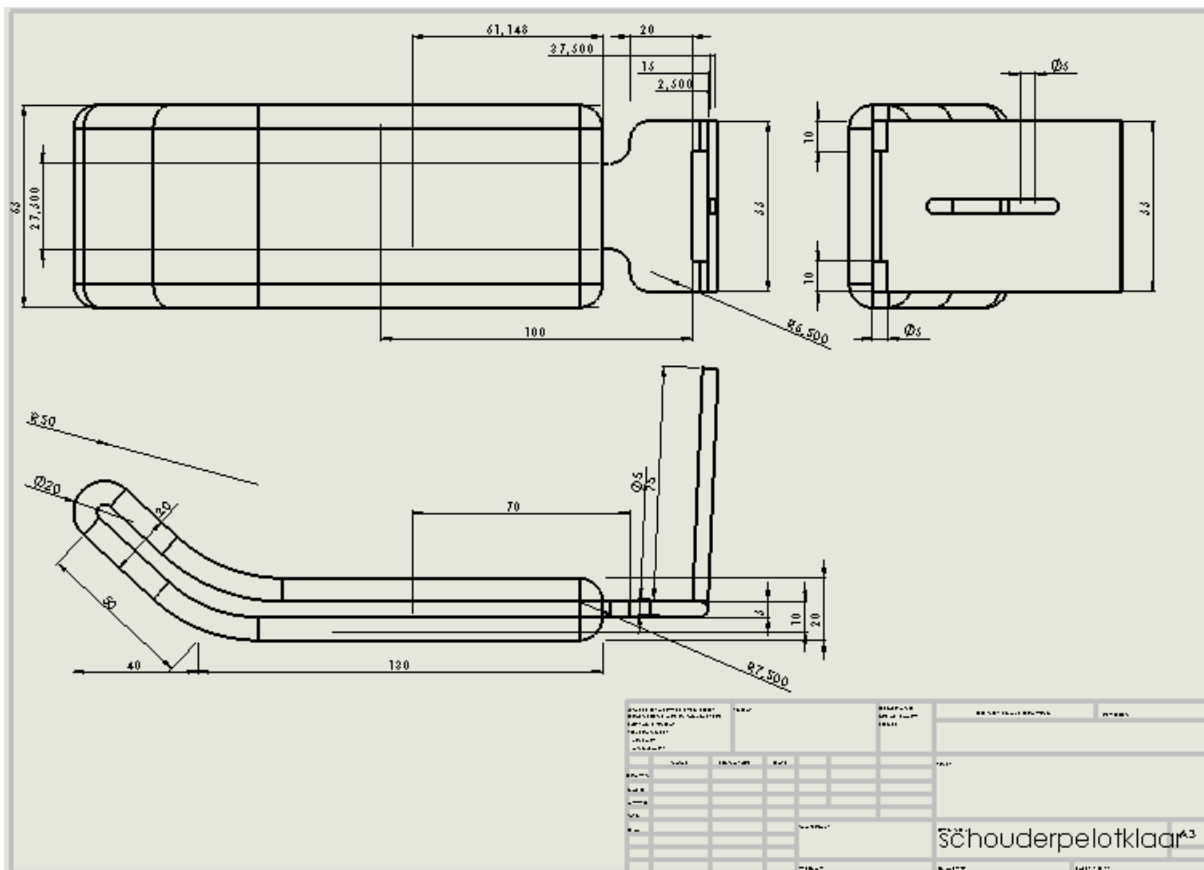
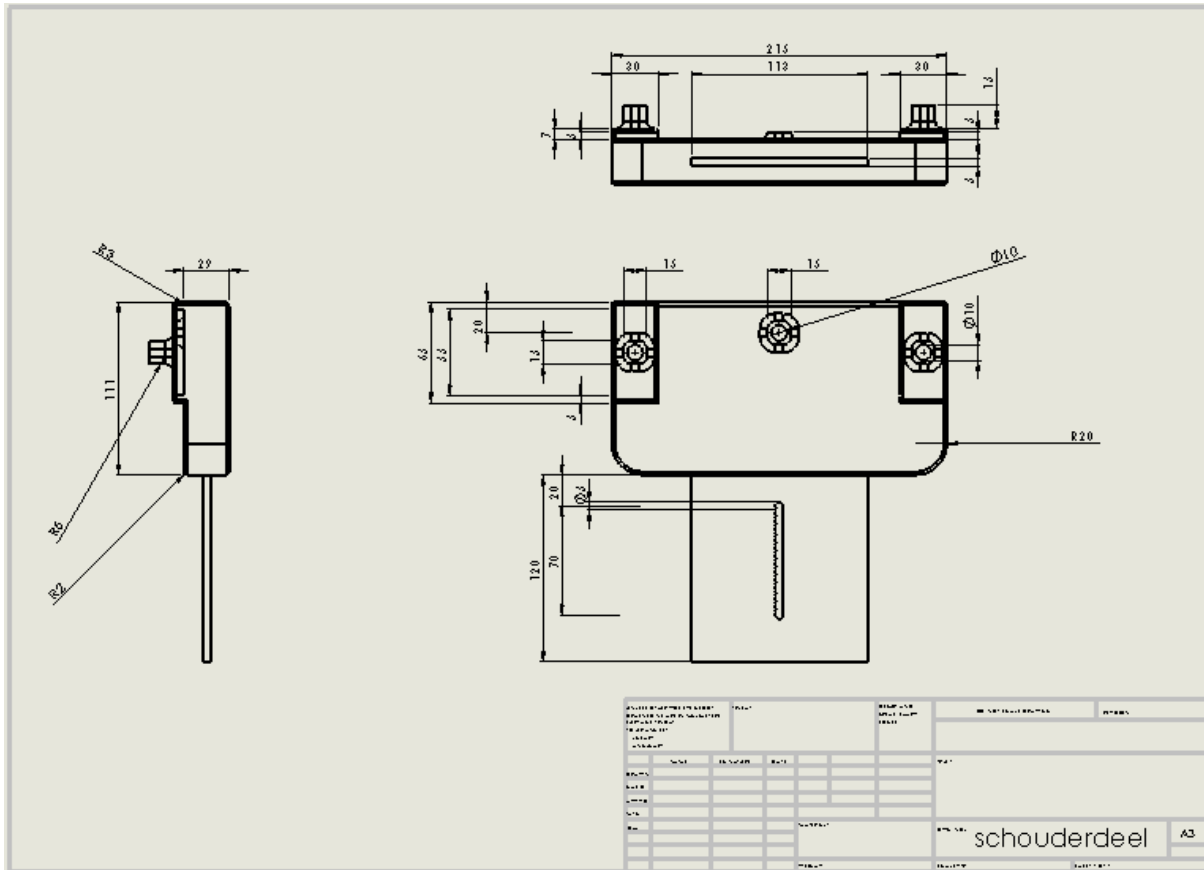


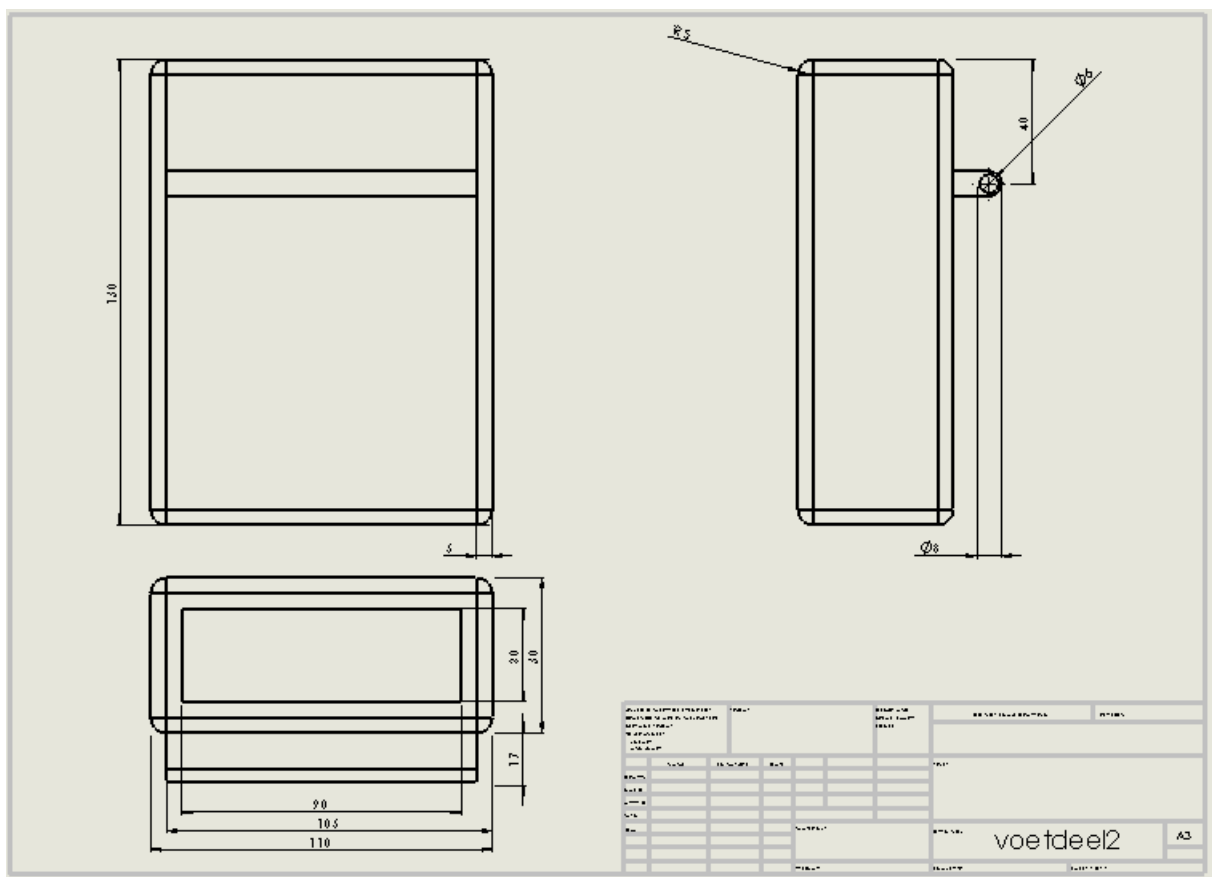
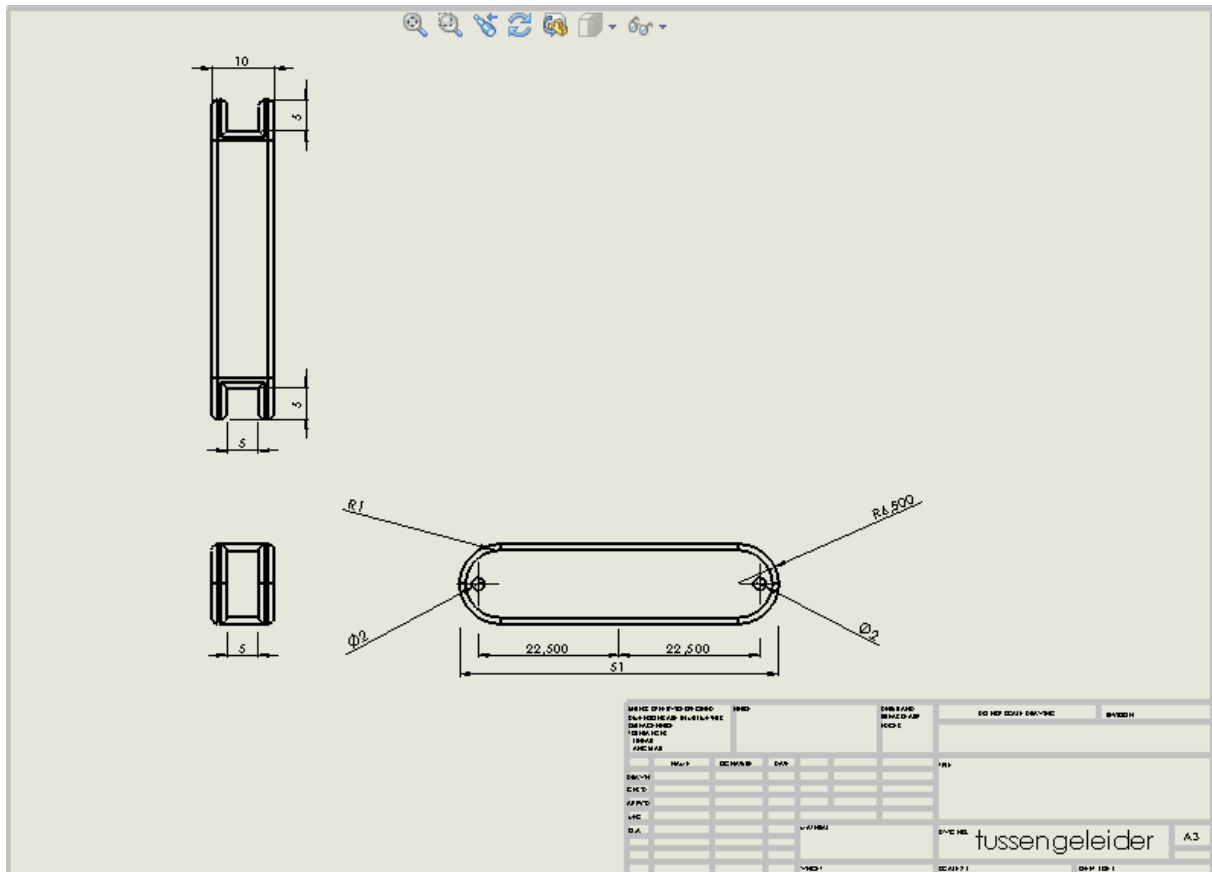


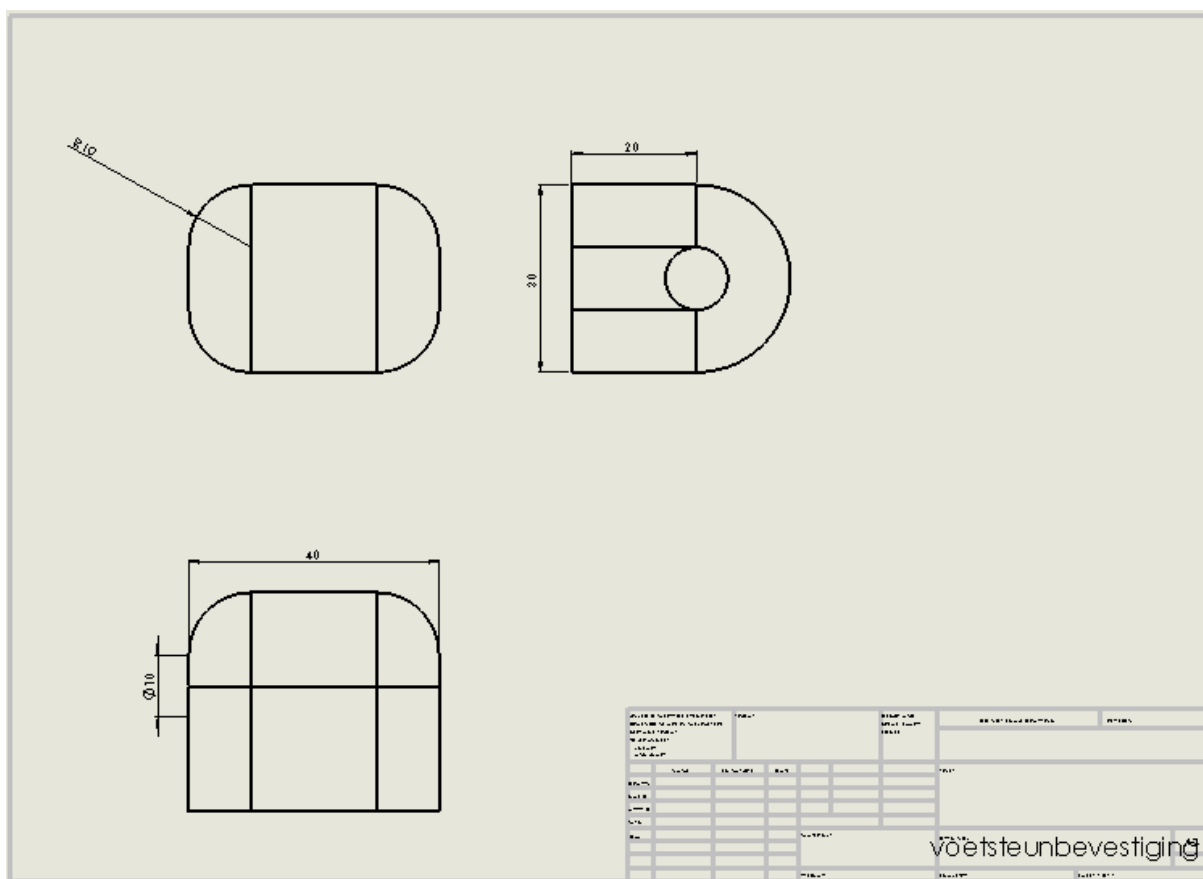


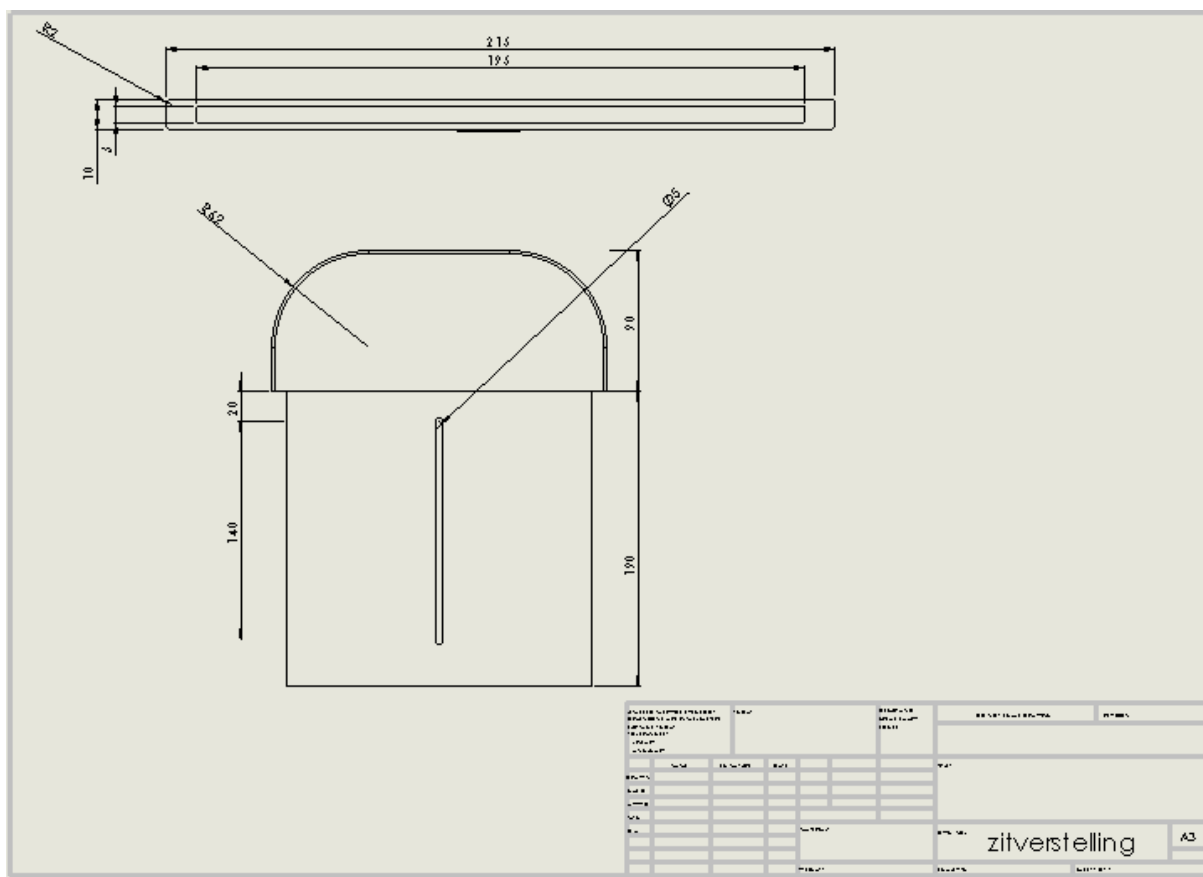








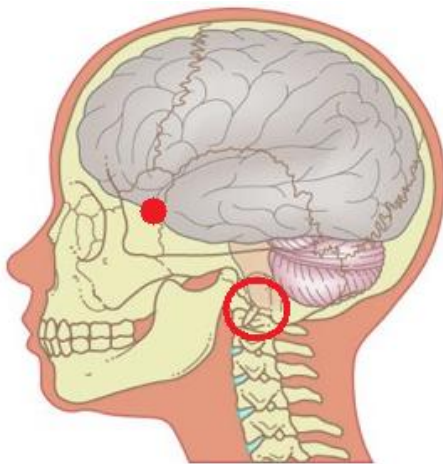




BIJLAGE XIV: Herberekening kanteling

Zoals uit de discussie is gebleken, is er bij de berekeningen voor de benodigde kanteling uitgegaan van een schedel van een volwassen persoon. Echter heeft de schedel van een 2 jarig kind een andere vorm dan de schedel van een 6 jarig kind. Beide hebben weer een andere vorm schedel dan een volwassen persoon. In dit project is in de ontwerpfase met het grootste stoeltje verder gewerkt. Deze stoel is geschikt voor kinderen vanaf ongeveer 5 tot 10 jaar. Hieronder zal met een schedel van een zes jarige opnieuw de berekening uitgevoerd worden. Er wordt nu uitgegaan van een 6 jarige schedel, omdat die van een 5 jarige niet gevonden kon worden.

Net als in de houdingsanalyse, wordt hier in onderstaand figuur (figuur A)*, de positie weergegeven van het sella turcica en van het art. atlanto occipitale. Dit is respectievelijk met een stip en een cirkel gedaan.



Figuur A: Projectie Sella turcica en art atlanto occipitale

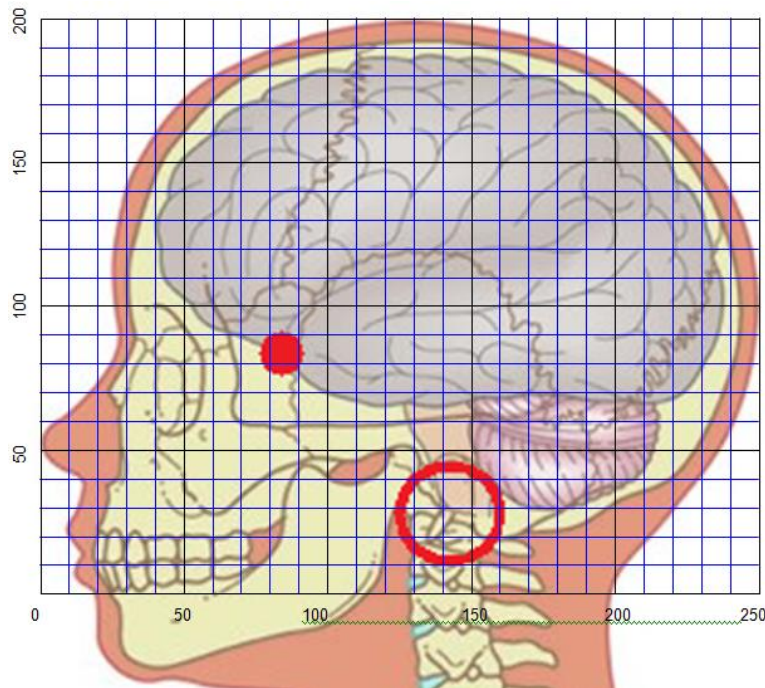
Nu kan er met behulp van de uit het hoofdstuk antropometrie verkregen maten bepaald worden wat de onderlinge afstanden zijn tussen deze twee punten. Hiertoe zullen eerst van de kleinste en grootste personen uit de doelgroep enkele maten in onderstaande tabel (tabel a) genoteerd worden.

	9 maanden – 5 jaar	5jaar – 10 jaar
Hoofdhoogte	155 mm	214 mm
Hoofddiepte	166 mm	193 mm

Tabel a: Maatvoering doelgroep

Wanneer bovenstaand figuur op een raster geplaatst wordt krijgen we een duidelijk overzicht van de onderlinge verhouding tussen Sella turrica en het draaipunt van het hoofd, aangezien de hoofdhoogte en breedte vanuit bovenstaande tabel bekend zijn.

Dit is te zien in figuur B.



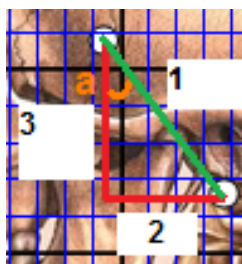
Figuur B: Schedel op raster

Met behulp van het raster in bovenstaand figuur kunnen onderlinge horizontale en verticale afstand tussen de twee punten bepaald worden.

Het kleinste kind van de doelgroep heeft een hoofdhoogte van 155mm en een hoofddeepte van 166mm. Het grootste kind van de doelgroep heeft respectievelijke maten van 214mm en 193mm. Met deze gegevens kan berekend worden hoe groot elk hokje is, en met deze gegevens zijn de onderlinge afstanden bepaald.

De horizontale afstand (nr 2 in figuur C) is voor de kleinste en de grootste kinderen respectievelijk 36.52mm en 42.46mm. De verticale afstand (nr 3 in figuur C) is respectievelijk 42.625mm en 50.85 mm. Door het toepassen van de stelling van pythagoras (het gaat hier immers om een rechthoekige driehoek) wordt de schuine zijde (nr 1 in figuur C) bepaald. Dit is in dezelfde volgorde als hierboven respectievelijk 56.13mm en 66.25mm.

Nu deze gegevens bekend zijn kan de hoek (a in figuur C) bepaald worden door het gebruiken van de cosinus en de bekende zijden. Voor de kleinste kinderen uit de doelgroep bedraagt deze hoek afgerond naar boven 41 graden en voor de grootste kinderen is deze 40 graden naar boven afgerond. Erg opvallend is dat de hoek bij kleine kinderen groter is dan bij de oudere kinderen. Een verklaring hiervoor kan heel goed in de vorm van het hoofd te vinden zijn.



Figuur C: onderlinge afstanden

*: http://www.dorlingkindersley-uk.co.uk/nf/ClipArt/Image/0,,239033_1582347_00.html