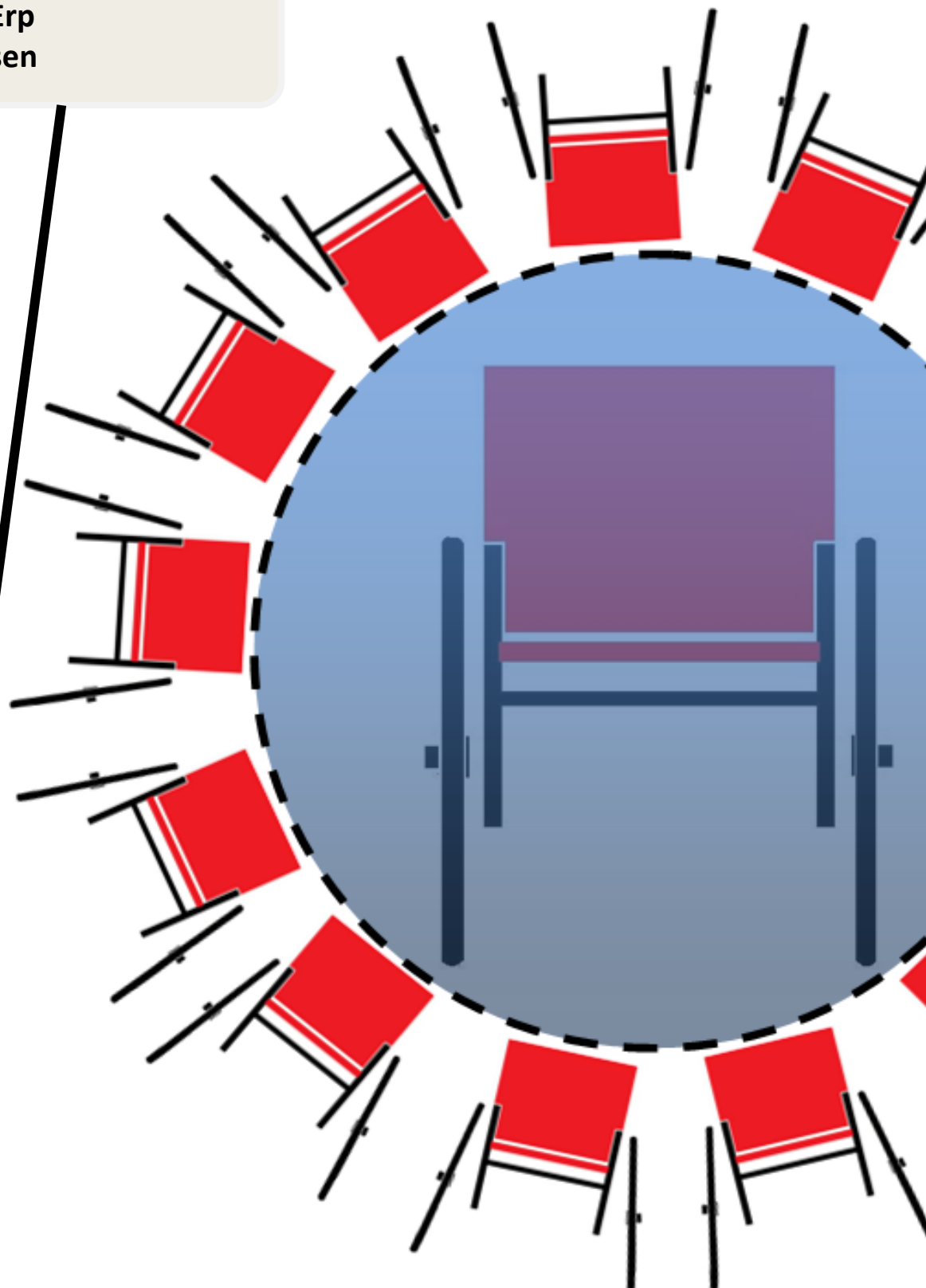


Camberverstelmechanisme

Afstudeerverslag

Caspar van Erp
Peter Meussen



Afstudeerverslag

CAMBERVERSTELMECHANISME

Auteur: Caspar van Erp
Peter Meussen

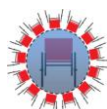
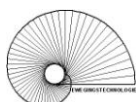
Plaats: Den Haag

Datum: 17-06-09

Organisatie: Haagse hogeschool
Harting-Bank

Interne begeleiding drs. R. van der Doef
drs J.J. de Morree

Externe begeleiding Ir. D. Verhoefen



Voorwoord

Dit verslag is geschreven naar aanleiding van de afstudeerperiode van de opleiding Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool.

De afstudeeropdracht is ontstaan in samenwerking met Harting-Bank in Den Haag. Harting-Bank B.V. is een landelijk opererende leverancier en serviceorganisatie op het gebied van revalidatie-hulpmiddelen, zorgvoorzieningen en zorgproducten.

Dit afstudeerverslag is bedoeld voor iedereen die interesse heeft in verbeteringen op het gebied van de rolstoel en interesse heeft in de uitgevoerde werkzaamheden tijdens de afstudeerperiode.

Voor het inwinnen van informatie is er tijdens dit afstudeerproject contact gezocht met een aantal mensen. Naar allen gaat een groot woord van dank uit voor de informatie en expertise die zij met ons deelden en voor hun enthousiasme voor ons afstudeerproject.

In het bijzonder bedanken wij:

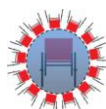
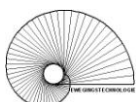
Dhr. Ir.D. Verhoeven, Harting-Bank. Wij danken hem voor de betrokkenheid tijdens de afstudeerperiode en voor zijn kennis op het gebied van productontwikkeling.

Dhr. P. Kroon, Harting-Bank. Wij danken hem voor de betrokkenheid tijdens de afstudeerperiode en voor zijn kritische blik tijdens de brainstormsessies.

Ten slotte willen wij Dhr. drs. R. van der Doef en Dhr. drs. J.J. De Morree bedanken voor de goede begeleiding en tips gedurende de afstudeerperiode.

Den Haag, juni 2009

Caspar van Erp
Peter Meussen

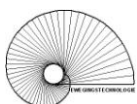


Inhoudsopgave

1.	Inleiding.....	7
2.	Analyse	9
2.1.	Doelgroep.....	9
2.2.	Marktonderzoek.....	9
2.3.	Rolstoel.....	11
2.4.	De Camberhoek.....	12
2.4.1.	Het steunvlak.....	12
2.4.2.	Richtingsstabiliteit	13
2.4.3.	Richtingsstabiliteit op een helling	14
2.4.4.	Effecten van het dalen van de achteras	14
2.4.4.1.	Stabiliteit	15
2.4.4.2.	Effect op de zwenkwielen	15
2.4.4.3.	Toe-spoor en uit-spoor	15
2.4.4.4.	Plaatsing van de wielen.....	16
2.5.	Bewegingsbaan	17
2.6.	Wrijving achterwielen	18
2.7.	Krachten rolstoelgebruiker	18
2.8.	Aansturingsgebied mechanismen	19
3.	Eisen en wensen	21
4.	Ontwerp	22
4.1.	Camberhoek veranderen (mechanisme 1).....	22
4.1.1.	Mechanisme positie	22
4.1.2.	Morfologische kaart	22
4.1.3.	Geleidingsbanen vertaald naar rolstoelframe.....	23
4.1.4.	Rotatiemechanisme.....	24
4.1.5.	Kogelverbinding.....	25
4.1.6.	Blokkering.....	25
4.1.7.	Plaats van blokkering op cambermechanisme	27
4.1.8.	Ontwerp cambermechanisme	28
4.2.	Hefmechanisme (mechanisme 2).....	29
4.2.1.	Morfologische kaart	29
4.2.2.	Hefboom mechanisme op rolstoelframe	29
4.2.3.	Krachtspel hefmechanisme	30
4.2.4.	Blokkering.....	32
4.2.5.	Ontwerp hefmechanisme.....	33
5.	Eind ontwerp camberverstelmechanisme	34
6.	Testen.....	36
6.1.	SolidWorks	36
6.2.	Cosmos	37
6.2.1.	Camberverstelmechanisme sterkte- en stijfheidanalyse	37



6.2.2.	Hefmechanisme sterkte- en stijfheidanalyse	38
7.	Evaluatie	40
8.	Discussie	42
9.	Conclusies.....	44
10.	Literatuurlijst	45
	Bijlage I Morfologische kaart.....	
	Bijlage II Morfologische kaart voor- en nadelen	
	Bijlage III Technische tekeningen	
	Bijlage IV Tekeningen Cosmos.....	





Samenvatting

In Nederland maken ongeveer 100.000 personen¹ gebruik van een rolstoel¹. Het grootste deel van deze groep maakt in het dagelijks leven gebruik van een rolstoel zonder camberstand of met een lichte camberstand (1 graden tot 3 graden). De actieve rolstoel gebruikers maken buiten huis vaak gebruik van een rolstoel met een grotere camberstand om de wendbaarheid en de stabiliteit te vergroten. Om de voordelen van de kleine camberstand en de grote camberstand samen te voegen, wordt er een camberverstelmechanisme ontworpen, zodat de rolstoelgebruiker zelf zonder gebruik van gereedschap de camberstand te verstellen.

Om een goed beeld te krijgen van de mogelijkheden en de problemen die dit project met zich meebrengt is er een marktonderzoek gehouden en is de doelgroep bepaald. Hierna is gekeken naar de effecten die een camberstand veroorzaakt op de rolstoel en op het rijgedrag. Ook is er bepaald wat een rolstoelgebruiker voor kracht kan genereren om een mechanisme te kunnen aansturen en is de gewenste bewegingsbaan van het wiel geanalyseerd tijdens het gaan van 0 graden naar 12 graden camber. Ook zijn de mogelijke aansturingspunten bepaald.

Uit de analyse zijn de volgende eisen en wensen voortgekomen. Aan de hand van deze eisen en wensen worden de mechanismen ontworpen.

Het ontwerp van dit afstudeerproject, wordt in twee delen beschreven. Het eerste deel bestaat uit de ontwerpfase van het cambermechanisme. Het tweede deel bestaat uit de ontwerpfase van het hefmechanisme.

De mechanismen bestaan uit verschillende onderdelen. Deze onderdelen maken een bepaalde ontwikkeling door. Omdat de onderdelen elkaar beïnvloeden is er voor gekozen om deze stap voor stap te analyseren en te ontwerpen om uiteindelijk op een eindontwerp te komen. In de morfologische kaart zijn de verschillende hoofdonderdelen bepaald.

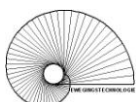
Het eindontwerp is tot stand gekomen na het combineren van de ontworpen onderdelen. Er worden verschillende aanzichten getoond om de lezer een duidelijk beeld te geven van het eindontwerp.

In hoofdstuk 6 wordt er gekeken of het ontwerp voldoet aan de in SolidWorks meetbare eisen welke zijn gesteld aan het mechanisme. In de eerste test is er gekeken naar de werking van het mechanisme. Hier komt uit dat bij 12 graden camber de bovenkant van het achterwiel 1,42 mm te weinig daalt en dat de onderkant van het achterwiel 2,5 mm teveel naar buiten gaat. In de tweede test is er met behulp van Cosmos gekeken naar de sterkte en stijfheid van de zwaarst belaste onderdelen. Hier komt uit dat alle onderdelen sterk genoeg zijn.

Het camberverstelmechanisme wordt geëvalueerd aan de hand van de gestelde eisen en wensen. De eisen welke niet behaald zijn direct gevolg van het te weinig dalen van de bovenkant van het achterwiel in 12 graden camber.

Het camberverstelmechanisme veroorzaakt een camberhoek van 0 graden en 12 graden. Dit zijn maar twee hoeken waar een rolstoelgebruiker uit kan kiezen. Het zou van toegevoegde waarde kunnen zijn wanneer uit meerdere hoeken is te kiezen. In dit afstudeerproject is bewust gekozen om geen verstellingen mogelijkheid te integreren in het ontwerp, omdat de afstudeerperiode daar te kort voor is. Wanneer er een vervolgon ontwerp zou komen op het eindontwerp, zouden deze verstellingen wel kunnen worden meegenomen.

In de evaluatie is te lezen dat het wiel niet de gewenste daling en zijwaartse beweging maakt. In

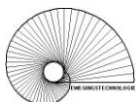




de testfase is geconstateerd dat het geleidingsmechanisme correct werkt. Dit kan duiden op een meetfout tijdens een maatopname van de bestaande onderdelen van de REA Viking 703.

Na gekeken te hebben naar bestaande camberverstelmechanismen, is geconcludeerd dat geen enkel bestaand systeem door de rolstoelgebruiker vanuit de rolstoel zelf te verstellen is.

Wanneer de wielen van een rolstoel naar een camberstand gebracht worden, laat dit de achteras van de rolstoel dalen. Dit heeft invloed op het rijgedrag van de rolstoel. Huidige verstelmechanismen houden hier geen rekening mee.





1. Inleiding

In Nederland maken ongeveer 100.000 personen gebruik van een rolstoel¹. Het grootste deel van deze groep maakt in het dagelijks leven gebruik van een rolstoel zonder camberstand of met een lichte camberstand (1 graden tot 3 graden)

De camberstand wordt voornamelijk toegepast in de sportwereld. Zo is de camberstand al niet meer weg te denken uit de autosportwereld. De voorwielen van bijvoorbeeld een Formule 1 auto worden in een camberstand gezet om met een zo hoog mogelijke snelheid door de bocht te kunnen racen. In de gehandicapte tennissport wordt gebruik gemaakt van een grote camberhoek (15°), omdat er korte explosieve bewegingen worden uitgevoerd. Hierdoor kan de rolstoel gemakkelijk omvallen, wanneer er geen gebruik wordt gemaakt van een camberstand. Ook vergroot de camberhoek het steunvlak van de rolstoel, waardoor de gebruiker verder zijwaarts kan leunen, zonder dat het gezamenlijke zwaartepunt van de gebruiker en de rolstoel buiten het steunvlak valt. Hierdoor zou de rolstoel om vallen. In de handbikesport worden hoogstens enkele graden camberhoek toegepast, omdat hier vaak lange afstanden moeten worden overbrugd en een grotere camberhoek ook meer rolwrijving met zich meebrengt. Door toch een lichte camberhoek te gebruiken wordt de richtingsstabiliteit van de handbike alsnog verbeterd.



Afb. 1-1 Rolstoeltennis²

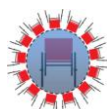
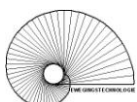
Ook in het Algemene Dagelijkse Leven (ADL) kan er zeker voordeel gehaald worden uit een camberstand. Helaas komt het nog steeds voor dat doorgangen van deuren of vaste elementen binnen een gebouw te smal zijn voor rolstoelgebruikers met een camberstand. In deze gevallen zou het handig zijn om de camberstand te kunnen verkleinen, zodat deze obstakels beter genomen kunnen worden.

Om deze reden zal een permanent vertelbare camberhoek een toevoeging op de ADL rolstoel kunnen zijn, zodat de voordelen van een ADL-rolstoel (een smalle rolstoel) gecombineerd kunnen worden met de voordelen van een camberrolstoel (meer wendbaarheid en stabiliteit). Omdat de rolstoelgebruiker zelf het beste kan inschatten wanneer de verstelling noodzakelijk is, of in ieder geval een toevoeging is op de situatie die ontstaat, moet de rolstoelgebruiker het mechanisme zelf kunnen verstellen en dit in een zo kort mogelijke tijd kunnen volbrengen. De tijd die het kost om de rolstoel te verstellen is van belang bij de mate van gebruik. Door deze tijd zo kort mogelijk te maken zal de rolstoelgebruiker het mechanisme vaker gaan gebruiken, en minder snel tot twijfel overgaan bij situaties die moeilijk in te schatten zijn. Geacht wordt dat de verstelling maximaal 15 seconde mag duren.

Elektrische onderdelen worden in dit ontwerp niet toegelaten omdat deze geregeld onderhoud nodig hebben, opgeladen dienen te worden en daarmee de rolstoelgebruiker onnodige handelingen moet uitvoeren.

De afstudeeropdracht luidt: "Ontwerp een mechanisme waarbij de rolstoelgebruiker zelf de camberhoek van 0 graden naar 12 graden kan verstellen, zonder dat de rolstoelgebruiker de rolstoel hoeft te verlaten, hulp krijgt of gereedschap dient te gebruiken."

Er bestaat een grote diversiteit in het aantal te verstellen camberhoeken die door de rolstoelleveranciers worden aangeboden. In overleg met de Harting-Bank is besloten om een mechanisme te ontwerpen waar uitgegaan wordt van een camberhoek van 0 graden naar 12 graden. Deze keuze is ontstaan door de vele jaren expertise binnen Harting-Bank op het gebied van de camberstand. De Harting-Bank eist dat de rolstoel die wordt uitgevoerd met het camber verstelmechanisme is te gebruiken door personen van maximaal 150kg.





In dit verslag wordt er gesproken over het cambermechanisme. Hier wordt het mechanisme mee bedoeld die de wielen naar een camberstand brengt. Met het hefmechanisme wordt het mechanisme bedoeld, wat er voor zorgt dat de achterwielen van de grond laten komen. Deze twee mechanismen vormen samen het camberverstelmechanisme.

Eis 1: Het camberverstelmechanisme moet door de rolstoelgebruiker te gebruiken zijn zonder hulp of gereedschap.

Eis 2: Het camberverstelmechanisme moet te gebruiken zijn met handkracht.

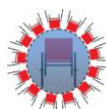
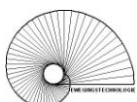
Eis 3: Het camberverstelmechanisme moet te gebruiken zijn zonder toevoegingen van elektrische onderdelen.

Eis 4: Het camberverstelmechanisme moet te verstellen zijn van 0 graden naar 12 graden.

Eis 5: De rolstoel die wordt uitgevoerd met het camber verstelmechanisme is te gebruiken door personen van maximaal 150kg.

Wens 1: Het camberverstelmechanisme zal in drie handelingen te verstellen zijn.

Wens 2: Het camberverstelmechanisme moet in 15 seconde te gebruiken zijn.





2. Analyse

Om een goed beeld te krijgen van de mogelijkheden en de problemen die dit project met zich meebrengt is er een marktonderzoek gehouden en is de doelgroep bepaald. Hierna is gekeken naar de effecten die een camberstand veroorzaakt op de rolstoel en op het rijgedrag. Ook is er bepaald wat een rolstoelgebruiker voor kracht kan genereren om een mechanisme te kunnen aansturen en is de gewenste bewegingsbaan van het wiel geanalyseerd tijdens het gaan van 0 graden naar 12 graden camber. Ook zijn de mogelijke aansturingspunten bepaald.

2.1. Doelgroep

De doelgroep betreft actieve rolstoelgebruikers tussen de 18 en 65 jaar, die dagelijks gebruik willen maken van de voordelen van de breedte van een normale rolstoel en de extra stabiliteit en wendbaarheid van een rolstoel met camberstand. Voor deze leeftijdsgroep is gekozen, omdat zich binnen deze groep de meeste actieve rolstoelgebruikers bevinden.

De rolstoelgebruiker dient zelf instaat te zijn om met de hand de camberstand te kunnen veranderen. Hiervoor dient de rolstoelgebruiker tijdens het zitten in een rolstoel een trekkracht te kunnen opbrengen van 120N en een duwkracht te kunnen opbrengen van 144N (zie paragraaf 2.7).

2.2. Marktonderzoek

Rolstoelfabrikanten bieden verschillende mogelijkheden tot het verstellen van de camberhoek van rolstoelen. In de meeste gevallen zijn dit toepassingen die één keer zijn te verstellen door de fabrikant zelf. In de meeste gevallen bestaat er geen enkele instelbaarheid na het verkrijgen van de rolstoel of is dit te ingewikkeld voor gebruikers wanneer deze niet technisch zijn onderlegd. Bestaat deze verstelbaarheid wel dan is de rolstoelgebruiker niet in staat zelf deze verstelling uit te voeren. In alle gevallen is de rolstoelgebruiker genooddacht om de rolstoel te verlaten.

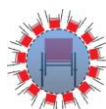
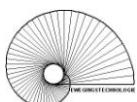
In tabel 1.2-1 worden enkele type rolstoelen met verstelbare camberhoek opgesomd.

Fabrikant	Camberhoek	Toepassing
Quickie TI ³	0°, 2°, 4°, 8°	Camberbuis in frame
BRAVO racer ⁴	0°, 3°, 6°, 9°	Camberbuis in frame
Activator Sport ⁵	0° - 20°	Camberframe
Panthera S2 U2 ⁶	0°, 2,2° 4°	Camberbuis in frame
Voyager ⁷	0°, 3°, 6°, 9°, 12°, 15°	Camberbuis in frame
Start M5 Comfort ⁸	0°, 2,5°	Camberplaat
A-4 Ultra Lightweight Wheelchair ⁹	0°, 3°, 6°, 9°	Camberbuis in frame
Top End Terminator Titanium ¹⁰	0°, 3°, 6°, 9°, 12°, 15°, 18°, 20°	Camberbuis in frame
Kuschall K4 ¹¹	0°, 3°, 6°, 9°	Camber-as
Invacare A-4 ¹²	0°, 3°, 6°, 9°, 12°	Camber door draaien van as

Tabel 2.2-1 Fabrikanten met verschillend aan te bieden camberhoeken + camber toepassingen.

De camberhoeken die het meest worden toegepast bij ADL-rolstoelen zijn de 0 graden tot 3 graden hoeken. Bij de recreatieve rolstoelen en sportrolstoelen variëren de camberhoeken tussen de 0 graden tot 20 graden. Dit is afhankelijk van de bezigheid (tennis, basketbal e.d.) die wordt uitgevoerd.

De tijd die het verstellen van de camberhoek kost loopt uiteen. Geen enkele camberverstelling is in minder dan 30 seconde te verkrijgen. Dit komt door het feit dat de rolstoelgebruiker de rolstoel moet verlaten om de camberhoek te verstellen.





Bevestiging van het wiel op de rolstoel verschilt per rolstoelfabrikant, er bestaan verschillende toepassingen om het wiel naar de camberhoek te brengen. Er worden zes manieren besproken die fabrikanten van rolstoelen aanbieden om de wielen in een camberhoek te zetten.

Camberbuis in frame³

In het frame wordt een buis bevestigd die de twee achterwielen aan het frame koppelt. De buis is in een camberhoek gezet waar de wielassen in worden geklikt. Er is maar één camberhoek in te stellen. Deze toepassing wordt veel gebruikt voor de ADL-rolstoelen. Om de camberhoek te veranderen moet deze buis worden verwisseld door de rolstoelleverancier. De constructie is erg sterk maar zonder hulp kan de camberstand niet worden bereikt. Het veranderen van de camberhoek kost te veel tijd.



Afb. 2.2-1 Camberbuis in frame

Camberframe⁵

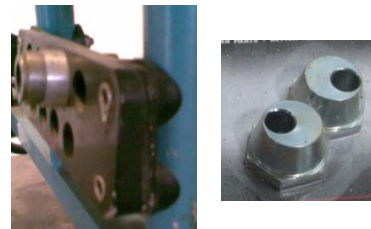
Dit is een mechanisme waarbij de camberhoek is geïntegreerd in het frame. De frames zijn uitgevoerd met verschillende camberhoeken die niet verstelbaar zijn. In de gehandicapten sport worden deze camberframes het meest gebruikt. De geïntegreerde camberhoek in het frame geeft de rolstoel een stijf geheel en is daarmee ideaal om de extreme krachten op te vangen die tijdens de sport op de rolstoel komen.



Afb. 2.2-2 Camberbuis in frame

Camberplaat/moer.⁸

Het camberblok of de moer wordt het minst toegepast om de camberhoek in te stellen. Door op de asbevestigingsplaat een extra schroef of extra camberplaat met hoek te bevestigen kan de aspen hierin onder een bepaalde hoek worden geplaatst.



Afb. 2.2-3 Camberplaat/moer

Camber-as.¹¹

De as van het wiel bezit een aankoppelingsdeel dat op het frame is te bevestigen. De camberhoek is wel in te stellen maar voor elke verandering is een ander aankoppelingsdeel nodig. Ook is deze verandering van de camberhoek niet mogelijk zonder het verlaten van de rolstoel.



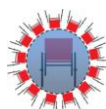
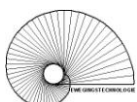
Afb. 2.2-4 Camberas

Camber draai-as.¹²

De camberstand is te bereiken door de binnentube te draaien. Hierdoor komt de as schuin te liggen waardoor de camberhoek is bereikt. De camberstand is in te stellen maar niet door de rolstoelgebruiker tijdens het zitten in de rolstoel.

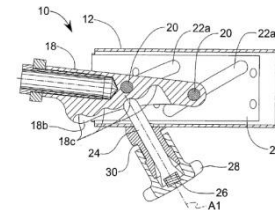


Afb. 2.2-5 Camber draai-as



Cambertube/Angle adjustable camber.¹³

Dit is een systeem waarbij het mechanisme in het frame is bevestigd. Door middel van een geleiding wordt het wiel naar de verschillende camberhoeken versteld. Door een plug uit te trekken kunnen verschillende standen worden bereikt. Het mechanisme is in het frame bevestigd. Het wiel wordt zowel geroteerd als getransleerd. Het systeem is schokgevoelig, moeilijk bij te bereiken en niet vanuit de rolstoel te bedienen.



Afb. 2.2-6 Cambertube

Alle camberstandveranderingen hebben het bijkomende effect dat het frame van de rolstoel daalt. In paragraaf 2.4.4 wordt dit effect uitvoerig besproken.

De verschillende cambermechanismen komen mede voort uit de verschillende rolstoelframes. Elke rolstoelfabrikant heeft een eigen idee over de opbouw van de rolstoel.

Om voor elk type rolstoel een permanent instelbare camberhoek te ontwerpen is een onmogelijke taak. Er zou voor elk type frame een andere constructie moeten worden ontworpen om het systeem te bevestigen. Ook is er veel variatie in ruimte onder de rolstoelzitting. Er wordt daarom in dit afstudeer project uitgegaan van één type rolstoel: REA Viking 703.

Wielophanging

Vrijwel alle rolstoelen worden uitgevoerd met een quick-release mechanisme. Dit is een mechanisme waarbij het wiel in één handeling is los te koppelen van het rolstoelframe.

Het quick-release mechanisme wordt onder andere toegepast om het wiel op een simpele manier te ontkoppelen zodat de rolstoel makkelijk kan worden meegenomen in bijvoorbeeld een achterbak van een auto. Het quick-release mechanisme wordt op vrij wel alle rolstoel gebruikt die in de wereld te koop zijn.

Eis 6: Het bevestigen van het wiel aan de rolstoel moet worden gedaan met een quick-release mechanisme.

2.3. Rolstoel

De analyse is gebaseerd op een rolstoel die de Harting-Bank in Den Haag levert. Dit is de REA Viking 703 LX.

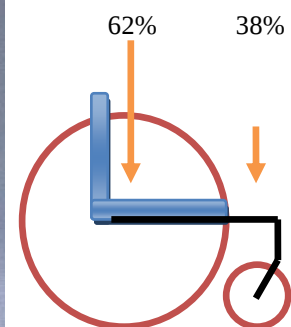
De REA 703 LX heeft een semirigide opvouwbaar frame.

De gepolsterde zitting is een onderdeel van het frame.

De rugsteun is voorzien van een aparte lendenstuk door middel van een elastische band.



Afb. 2.3-1: REA Viking 703 LX



Afb. 2.3-2 Gewichtsverdeling

De rug wordt gestabiliseerd door een afneembare rug fixatiestang.

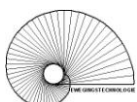
De rolstoel is uitgerust met afneembare duwhandvatten.

De achterwiel bevestigingsplaat biedt instelbare achterwiel keuzeposities.

De quik-release achterwielen zijn snel en eenvoudig uit te nemen. De beensteunen zijn zwenkbaar en, evenals de armsteunen, afneembaar.

De REA 703 LX heeft trapdoppen in combinatie met parkeersteunen en hoog gemonteerde remmen. De REA Viking 703 LX beschikt over een gewichtsverdeling van 63%-37%.

Eis 7: De krachtenberekening zal uit moeten gaan van een gewichtsverdeling van 63-37.





De achterwielen zijn bevestigd op twee verticale stalen buizen die onderdeel zijn van het frame van de rolstoel. Het wiel zit doormiddel van een quick-release mechanisme vast op de as-bevestigingsplaat. Deze plaat is door middel van vier bevestigingspunten (vier bouten) bevestigd aan het rolstoelframe. De positie van de as-bevestigingsplaat is niet variabel.



Afb. 2.3-3: As-bevestigingsplaat

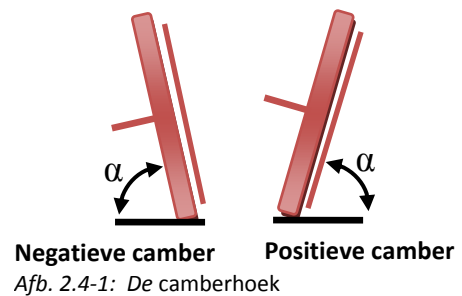
Eis 8: De huidige bevestigingspunten voor de achterwielen van het rolstoelframe REA Viking 703 worden als uitgangspunt genomen voor het bevestigen van het cambermechanisme.

Eis 9: Het ontwerp moet worden gebaseerd op een rolstoelframe van het type: Rea Viking 703.

2.4. De Camberhoek

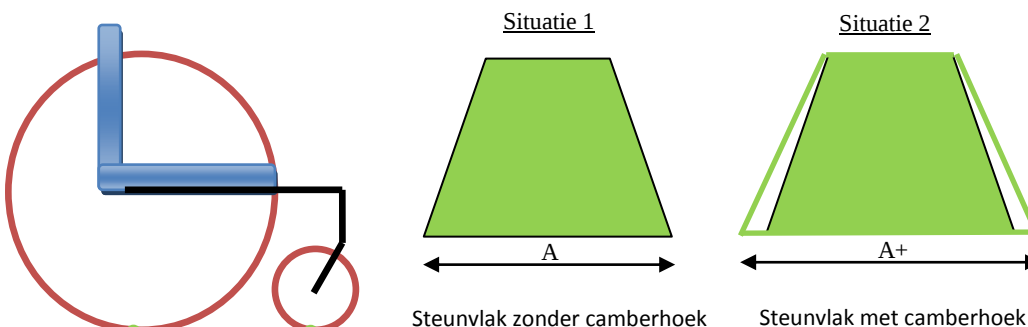
De camberhoek is de hoek(α) welke het wiel maakt met de ondergrond. Wanneer het wiel haaks op de ondergrond staat, is de camberhoek 0. Wanneer de bovenkant van het wiel, van voren gezien, naar buiten staat gericht, wordt er gesproken van een positieve camber. Wanneer de bovenkant van het wiel, van voren gezien, naar binnen staat gericht, wordt er gesproken van een negatieve camber. Voor de toepassing in dit ontwerp zal uit worden gegaan van een negatieve camberhoek.

In dit verslag spreken we over een 0 graden camberhoek waarneer het wiel in 90° staat ten opzichte van de grond. Bij 12 graden camberhoek is het dus in werkelijkheid 78° ten opzichte van de ondergrond.

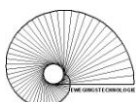


2.4.1. Het steunvlak

De contactpunten tussen de twee achterwielen en de twee voorwielen met de ondergrond vormt het steunvlak van de rolstoel. Het steunvlak is de plaats waar de reactiekracht aangrijpt. Door een camberhoek in te stellen zullen de contactpunten verder van elkaar af komen te liggen. Een verandering in camberhoek geeft een verandering in steunvlak en daarmee een verandering in rijgedrag van de rolstoel, waar in de volgende paragrafen verder op in zal worden gegaan.



Afstand A geeft de afstand weer tussen de twee achterwielen in situatie 1. Afstand A+ geeft de afstand weer tussen de twee achterwielen in situatie 2 waar een camberhoek is ingesteld. Het veranderen van het steunvlak komt enkel door de achterwielen, de voorwielen veranderen namelijk niet.





Het veranderen van de camberhoek heeft effect op het frame, het steunvlak en de breedte van de rolstoel. De verandering is te zien in de hieronder getoonde tabel 2.4.1-1.

Camberhoek graden	Contactpunt (A+) mm	Breedte rolstoel (B) mm	Top van wiel (C) mm	Grond oppervlak mm ²	Steunvlak %
0	560	652	0	190400	100
3	621	711	0.8	211140	111
6	682	769	3.2	231880	122
9	743	827	7.2	252620	133
12	803	884	12.8	273020	143

Tabel 2.4.1-1 Invloed camberhoek

De rolstoel wordt 884 mm breed. Dit is het laagste punt van de beide aandrijfhoepels wanneer de camberhoek 12 graden wordt ingesteld.

De top van het wiel daalt met 12.8 mm wanneer de camberhoek verandert van 0 graden naar 12 graden.

Het steunvlak neemt daarmee met 143% vergroot.

Eis 10: De top van het wiel moet in 12 graden camber 12.8 mm dalen

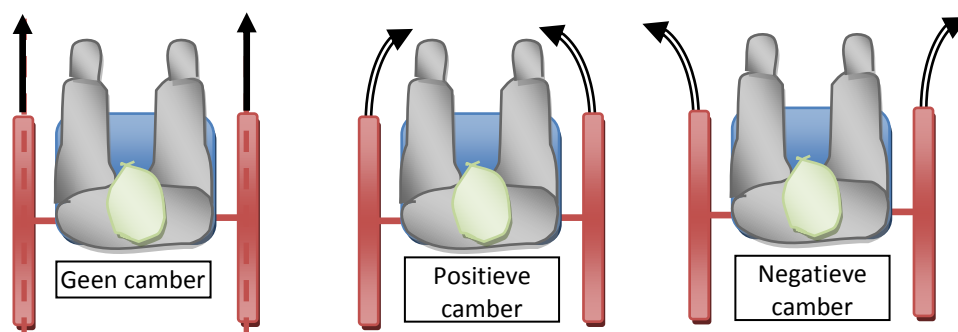
Eis 11: Het contactpunt van het achterwiel met de grond moet 121.5 mm naar buiten

2.4.2. Richtingsstabiliteit

Wanneer het achterwiel in negatieve camber staat, heeft dit een positieve invloed op de richtingsstabiliteit. Dit komt doordat de rolstoel meer op de zijkant van de banden gaat rijden en hierdoor een kortere baan gaat volgen. De rolstoel is hierdoor geneigd om in een rechte lijn te blijven rijden, doordat het linker- en het rechterwiel naar elkaar toe draaien. Dit is prettig voor lange afstanden, omdat er minder gecorrigeerd hoeft te worden om de rolstoel in de gewenste richting te houden.

Wanneer het achterwiel in positieve camber staat, levert dit richtingsinstabiliteit op. Dit komt doordat het linker en rechter wiel van elkaar af draaien. De rolstoel wil hierdoor makkelijk de bocht insturen en is hierdoor bijna niet in een rechte lijn te rijden¹³.

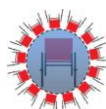
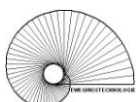
De camberhoek heeft ook een klein effect op de rolwrijving. Wanneer het wiel tien graden



Afb. 2.4.2-1 Richtingsstabiliteit op vlakke ondergrond (bovenaanzicht).

gekanteld staat met de ondergrond, dan neemt de rolwrijving met vijf procent toe¹⁴.

Eis 12: Het frame mag niet in hoogte veranderen ten opzichte van de ondergrond.



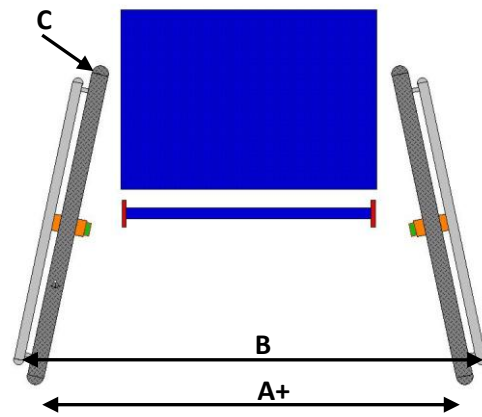


2.4.3. Richtingsstabiliteit op een helling

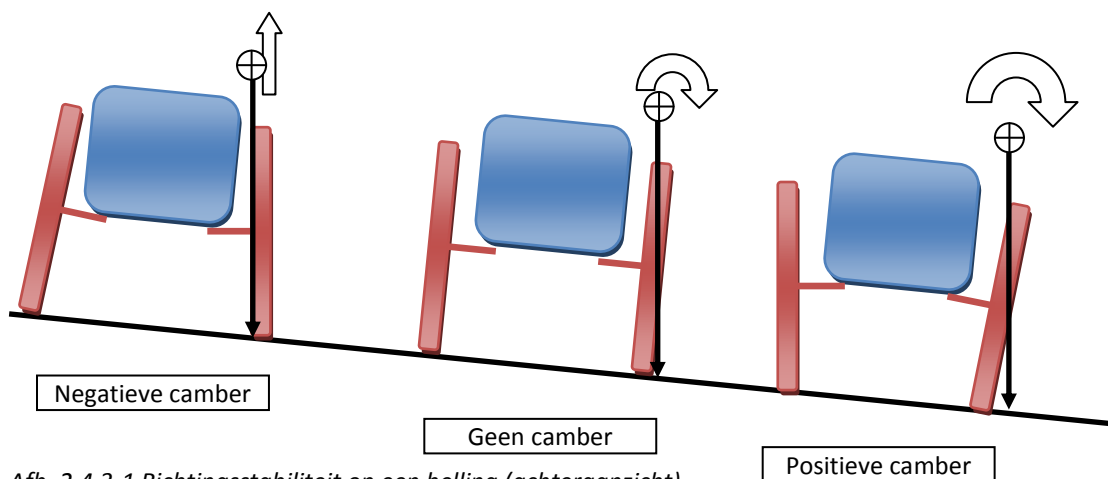
Rolstoelgebruikers komen geregeld in aanraking met hellingen. Dit komt ondermeer doordat de stoep vaak licht aflopend naar de straatkant is gemaakt, om de afwatering te bevorderen.

Helaas is het rijden op een helling nog een hele opgave. Om op een helling rechtuit te kunnen rijden, zal men de hoepel aan de bovenzijde van de helling moeten slepen en de hoepel aan de onderzijde van de helling aandrijven. Dit moet worden gedaan om het draaimoment richting de onderkant van de helling op te heffen.

Het draaimoment richting de onderkant van de helling ontstaat doordat het onderste wiel een rotatiepunt is voor het gezamenlijke zwaartepunt van de gebruiker en de rolstoel. Dit kan echter beperkt worden door het bovenlichaam zo veel mogelijk richting het aandrijf wiel te brengen (het wiel aan de onderzijde van de helling). Daarnaast speelt ook de richtingsstabiliteit (paragraaf 2.4.2) een rol. Hierdoor hebben rolstoelen met een positieve camber of geen camber eerder de neiging om naar de richting van de afgrond te draaien.



Afb. 2.4.1-3 Vooraanzicht rolstoel



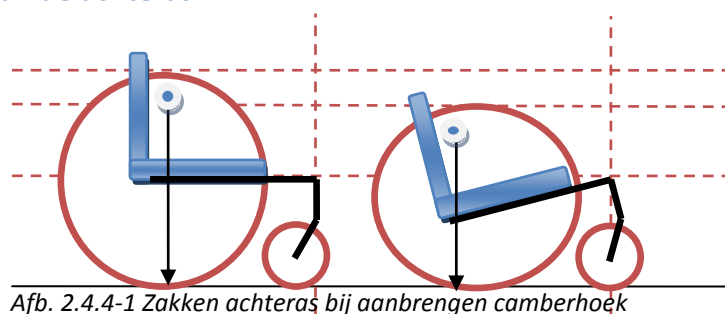
Afb. 2.4.3-1 Richtingsstabiliteit op een helling (achteraanzicht)

Hierbij speelt mee dat een rolstoel met een negatieve camber een groter steunvlak heeft, dan een rolstoel zonder camber. Door het grotere steunvlak zal het gezamenlijke zwaartepunt minder snel buiten het steunvlak vallen, wanneer de gebruiker in de richting van de afgrond leunt.

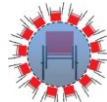
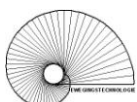
In het artikel "Effects of side slope on wheelchair performance"¹⁵ wordt de weerstand getest op een helling van twee graden en een rolstoel met een camber van drie en nul graden. Het resultaat van deze test geeft aan dat de rolstoel met 3 graden camber 12% minder weerstand ondervond dan de rolstoel met nul graden tijdens het rijden over de helling.

2.4.4. Effecten van het dalen van de achteras

Wanneer een rolstoel in camberstand wordt gebracht, zal hiermee de achteras van de rolstoel dalen, doordat de assen van de wielen naar beneden worden gericht. Dit heeft tot gevolg dat de zitting van de rolstoel licht achterover kantelt



Afb. 2.4.4-1 Zakken achteras bij aanbrengen camberhoek





en hiermee het lichaamszwaartepunt mee naar achter brengt. Hierdoor is er een groter gevaar dat de rolstoel achterover zal kantelen.

2.4.4.1. Stabiliteit

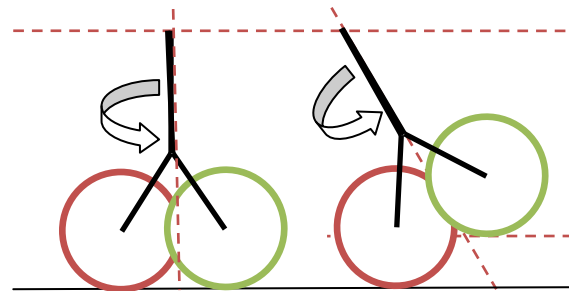
Wanneer de rolstoel op deze wijze in camberstand is gebracht, zal dit tot gevolg hebben dat de rolstoel in achterwaartse richting minder stabiel is. Dit levert meer instabiliteitsongelukken op naar achter (40% in camber tegen 27% zonder camber). Echter neemt de stabiliteit in voorwaartse en zijwaartse richting toe en levert hierdoor minder instabiliteitsongelukken op. (17% met camber tegen 28% zonder camber)¹⁶

In tabel 2.4.1-1 is te zien wat de verticale verplaatsing is bij de verschillende camberhoeken. De aandrijfhoepel zal naarmate de camberhoek groter wordt lager komen te liggen. Dit verkort het traject waarop de gebruiker de rolstoel kan aandrijven. In tabel 2.4.1-1 is weergegeven hoeveel de aandrijfhoepel en daarmee het aandrijfpunt daalt. Er is hierbij uitgegaan van het hoogste punt op de hoepel (afb. 2.4.1-3 C).

Eis 13: De achteras mag niet van hoogte veranderen.

2.4.4.2. Effect op de zwenkwielen

Wanneer de achteras van de rolstoel in hoogte veranderd, heeft dit ook effect op de draaizin van de zwenkwielen aan de voorkant van de rolstoel. Normaal gesproken staat de zwenkas van de voorwielen loodrecht op de ondergrond. Hierdoor kunnen de wielen vrij draaien om de zwenkas. Wanneer de achteras van de rolstoel in hoogte veranderd, komt de zwenkas van de rolstoel onder een hoek te staan. Wanneer de wielen nu om de as draaien, zullen deze horizontaal gezien in hoogte veranderen. Dit levert extra weerstand op bij het rijden en veroorzaakt schommelen van de rolstoel tijdens het draaien van de zwenkwielen. Dit effect wordt weergegeven in afbeelding 1.4.4.2-1.



Afb. 2.4.4.2-1 Effect zakken achteras op draaizin zwenkwielen(zijaanzicht)

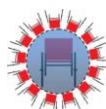
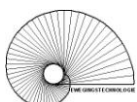
Dit effect wordt weergegeven in afbeelding 1.4.4.2-1.

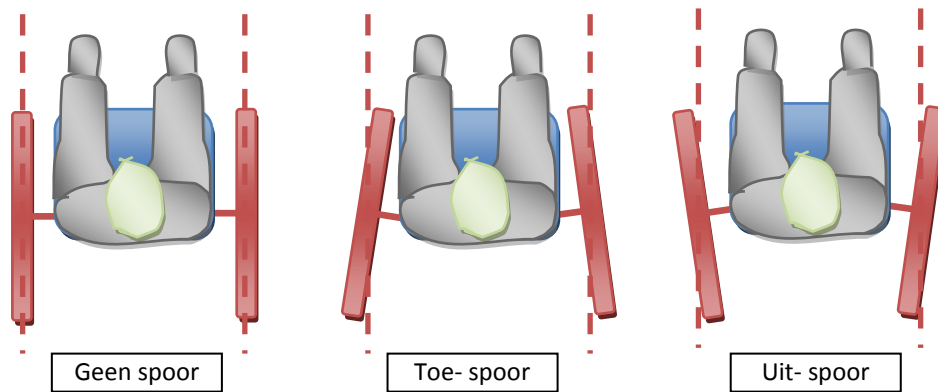
Eis 14: De as van de zwenkwielen moet haaks blijven staan op de ondergrond

2.4.4.3. Toe-spoor en uit-spoor

Wanneer de afstand tussen de voorste punten van het linker- en rechterwiel (dus niet het bovenste punt!) niet gelijk is aan de afstand tussen de achterste punten van het linker- en rechterwiel, spreekt men van toe-spoor of van uit-spoor (zie afbeelding 1.4.4.3-1 Toe-uit-spoor). Uit-spoor kan ontstaan wanneer de rolstoel een camberhoek krijgt, zonder dat de voorwielen hieraan aangepast worden of de achteras in hoogte wordt bijgesteld. Hierdoor kantelt de rolstoel licht achterover en ontstaat er uit-spoor. Uit-spoor heeft tot effect dat de rolstoel instabiel wordt. De rolstoel zet makkelijk een bocht in en het is daardoor moeizaam om in een rechte lijn te rijden. Doordat de wielen niet recht vooruit wijzen, levert dit extra rolwrijving op.¹⁴

Bij toe-spoor is de afstand aan de voorkant van de wielen kleiner dan de afstand tussen de wielen aan de achterkant. Toe-spoor heeft tot effect dat de rolstoel in de zelfde baan wil blijven. Voor rechtdoor rijden is dit handig, maar de rolstoel wil minder makkelijk sturen. Doordat de wielen niet echt vooruit wijzen, levert dit extra rolwrijving op.





Afb. 2.4.4.3-1 Toe- uit-spoor

Wanneer een rolstoel zelfs maar 2 graden afwijking heeft van de precieze uitlijning (geen spoor), neemt de wrijving van de band met de ondergrond al met 50% toe. Door de extra wrijving, neemt ook de slijtage op de banden toe¹⁴.

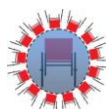
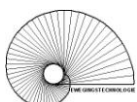
Eis 15: De rolstoel mag geen sporing krijgen.

2.4.4.4. Plaatsing van de wielen

De meeste oude ADL-rolstoelen hebben de achterwielen ongeveer onder het verlengde van de rugleuning zitten. Dit heeft tot gevolg dat de gewichtsverdeling over de wielen een verhouding heeft van 60-40. Dit wil zeggen dat 60% van het totaal gewicht van de gebruiker en de rolstoel zelf op de achterwielen staat. 40% van het totaal gewicht zit op de voorwielen. Wanneer de druk op de voorwielen te groot is, ontstaat er een grote rolweerstand. Moderne rolstoelen hebben deze verhouding op 80-20 liggen en actieve sportieve rolstoelen hebben zelfs een verhouding van 90-10. Door de verminderde rolweerstand is er een grote mobiliteitswinst te behalen.

Bij de gewichtsverdelingverhouding van 60-40 is het ook moeilijker om op een aflopende helling te rijden. Bij een 2 graden aflopend wegdek, kost het rijden maar liefst twee keer zo veel energie vergeleken met een 80-20 verhouding¹⁷. De verhouding tussen de gewichtsverdeling is te beïnvloeden door de achterwielen naar voren of naar achteren te plaatsen.

Een voordeel van het naar voren plaatsen van de wielen, is te behalen bij het aandrijven van de wielen. Doordat de wielen verder naar voren staan, hoeven de armen minder ver te retroflecteren bij het aandrijven van de rolstoel.



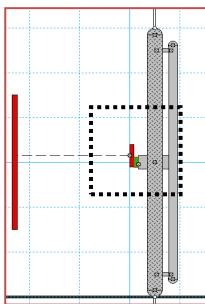


2.5. Bewegingsbaan

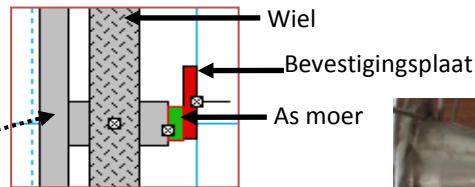
De as van het wiel is de belangrijkste factor voor het te ontwerpen mechanisme.

Wanneer het wiel naar 12 graden camber wordt gezet zal het wiel een bepaalde baan moeten afleggen.

De bewegingsbaan die wordt gevolgd is weergegeven aan de hand van drie punten (●●●) die op de asmoer zijn aangegeven in Interactive Physics (afb. 2.5-6). Deze moer bevindt zich tussen de as-bevestigingsplaat en het wiel. (afb. 2.5-1)



Afb. 2.5-1 Wiel in Interactive Physics



Afb. 2.5-2 Uitvergroting moer in Interactive Physics

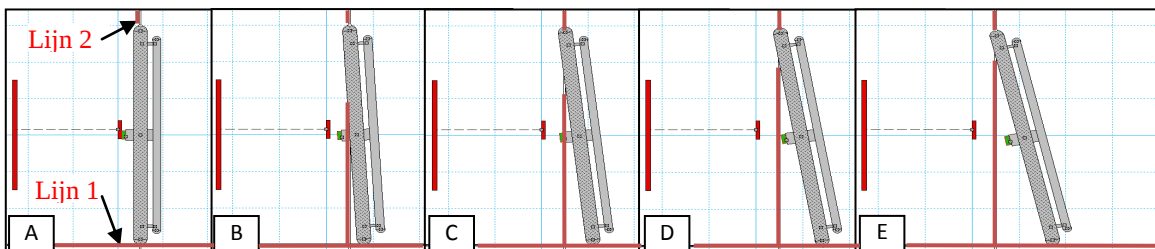


Afb. 2.5-3 Naaf achterwiel met tussen moer

In Interactive Physics is het wiel van de rolstoel getekend identiek aan de werkelijkheid.

De hieronder getoonde situaties uit Interactive Physics toont de verschillende camberhoeken.

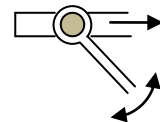
Camberhoeken :A= 0° B= 3° C= 6° D= 9° E= 12°



Afb. 2.5-4 Bewegingsbaan wiel

Het wiel kan alleen transleren langs lijn 1 (afb. 2.5-4)) waar een rotatiepunt (afb. 2.5-5) is bevestigd en transleert langs lijn 2 (afb. 2.5-4), waar een rotatiepunt is gevestigd op de top van het wiel.

Met rotatiepunt wordt een punt bedoeld dat langs één lijn transleert en kan roteren.

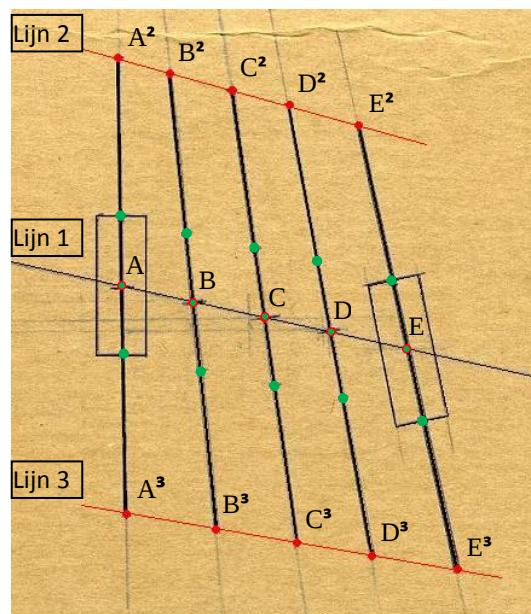


Afb. 2.5-5 Rotatiepunt

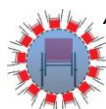
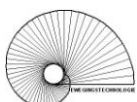
Door het wiel in een bepaalde hoek (0,3,6,9,12) te zetten kan het wiel maar één positie innemen omdat het is gefixeerd langs de twee lijnen. Wanneer de moer wordt gevolgd is te zien welke baan deze maakt. (afb. 2.5-6)

De punten A,B,C,D en E die de moer voorstellen zijn aan elkaar geschakeld waardoor er een lijn ontstaat. De punten A,B,C,D en E zijn de middelpunten van de moer. In de analyse wordt bepaald dat de rolstoel wielen een camberhoek van 0° en 12° moeten halen. Om een duidelijk beeld te krijgen over het verloop van de drie punten die op de moer zijn gezet zijn de graden 3,6 en 9 ook meegenomen.

De punten A,B,C,D en E zijn verlengt naar A²,B². C², D², E² en A³, B³, C³, D³, E³. De punten zijn vanaf



Afb. 2.5-6 Bewegingsbaan as

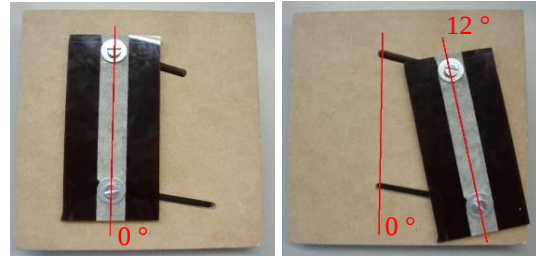




lijn 1 50mm naar lijn 2 en 50 mm naar lijn 3 verlengd. Hier is voor gekozen, omdat een kleine bewegingsbaan veel moeilijker te analyseren is dan een grote bewegingsbaan en dus de nauwkeurigheid van de meting ten goede zal komen. Door deze punten 2 en 3 aan elkaar te verbinden ontstaan er twee lijnen. Deze lijnen vormen de basis voor het cambermechanisme.

De bewegingsbanen zijn overgenomen op een houtenvlak waarvan een model is gemaakt. Dit model is gemaakt om te kijken of in werkelijkheid ook de 12 graden is te halen en of dit systeem veel speling heeft binnen de geleidingsbanen, wat schommelen van het blok kan opleveren.

In praktijk is gebleken dat de bewegingsbaan van 0 graden tot 12 graden precies overeenkomt met de uitgevoerde beweging in Interactive Physics en de schommeling verwaarloosbaar klein is.



Afb. 2.5-7 Model bewegingsbaan as

Eis 16: De geleidingsbanen moet ervoor zorgen dat de as gelijktijdig roteert, transleert en daalt.

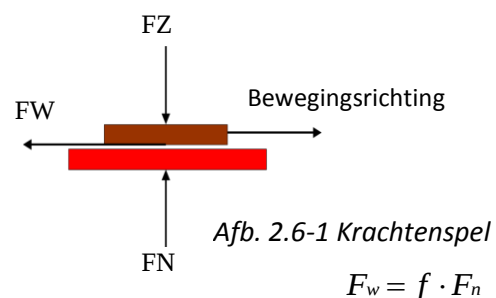
2.6. Wrijving achterwielen

De camberstand is makkelijker te veranderen wanneer de wrijving tussen het wiel en het oppervlak minimaal is of tot nul wordt teruggebracht.

Het verstellen van de camberhoek veroorzaakt een translatie van het contactpunt tussen het achterwiel en het oppervlak. Doordat de rolstoelgebruiker en rolstoel een grote kracht loodrecht op het oppervlakte (normaalkracht F_n) genereren is het voor de rolstoelgebruiker erg moeilijk om dit contactpunt door middel van handkracht te verplaatsen.

Verminderen van de wrijving kan worden opgelost door de F_n te verlagen of wrijvingscoëfficiënt te verlagen¹⁸.

De normaalkracht kan niet worden verlaagd maar wanneer deze wordt weggenomen door bijvoorbeeld het wiel geen contact meer te laten maken met het oppervlak, is er geen wrijving meer.



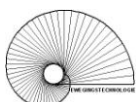
Eis 17: Tijdens het verstellen van de camberhoek moeten de achterwielen van de grond geheven worden, zodat deze geen contact meer hebben met de ondergrond.

2.7. Krachten rolstoelgebruiker

Een belangrijke factor voor het gebruik van het mechanisme zijn de krachten die kunnen worden gegenereerd. Deze krachten zijn bepaald aan de hand van de gegevens zoals beschreven in de Dined-tabellen. De krachten worden bepaald aan de hand van de positie van de persoon en de mate van gebruik. Over de gebruikersfrequentie is weinig bekend. Er is namelijk nog geen dergelijk mechanisme op de markt. Er is gekozen voor 1 x per uur.

Om een zekere bescherming in te bouwen is een vermenigvuldigingsfactor mee genomen.

Hoewel er een verschil bestaat tussen vrouwen en mannen wat betreft vermenigvuldigingsfactor, is er gekozen voor de vermenigvuldigingsfactor van vrouwen: 80%¹⁹.





De grafiek toont bij B (duwkracht) 180N : het duwen met één arm tegen een handvat tijdens het zitten met rugleuning. De grafiek toont bij G (trekkracht) 150N: het trekken met één arm aan een handvat tijdens het zitten tegen een rugleuning.

Duwkracht= 180N * 80% = 144N.

Trekkracht= 150N * 80% = 120N.

Duwen met één arm	Zitten met rugleuning		B
Trekken met één arm	Zitten met voetsteun		G

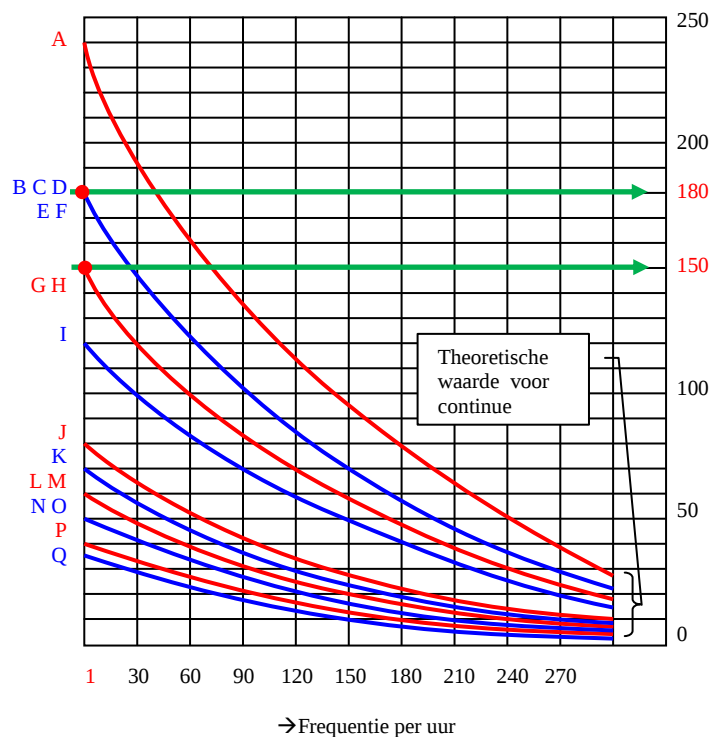
Tabel 2.7-1 .Positie rolstoelgebruiker

Eis 18: Het verstellen van de camberhoek mag maximaal 144 N duwkracht per arm kosten.

Eis 19: Het verstellen van de camberhoek mag maximaal 120 N trekkracht per arm kosten.

Vermenigvuldigingsfactor	% vrouwen	% mannen
1.0	80	95

Tabel 2.7-2 .Vermenigvuldiging factor



Grafiek 2.7-1 .Handkrachten lijn

2.8. Aansturingsgebied mechanismen

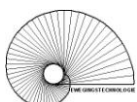
Met het aansturingsgebied wordt de plek op de rolstoel bedoeld die met de hand te bereiken is door de rolstoelgebruiker.

De positie van het aansturingsgebied is bepaald door een combinatie te maken van lichaamsmaten en beschikbare ruimte op het rolstoelframe.

De rolstoelgebruiker wordt geacht om de twee mechanismen met de hand aan te sturen.

Het bereik van de hand is bepaald uit gegevens van de Dined-tabellen²⁰. Vanaf de schouderhoogte is bepaald welk gebied de hand kan bereiken.

De gegevens betreft een gemengde groep van 18-65 jaar, welke is beschreven in paragraaf 2.1





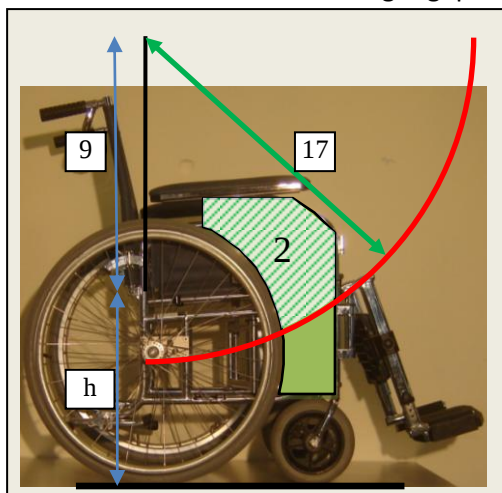
Nr.	maat (in mm)	P1	P5	Gem.	P95	P99	SD
9	schouderhoogte	515	538	594	650	673	34
17	reikdiepte	651	685	767	850	884	50

Tabel 2.8-1 Dined tabel²⁰

Het groene gebied geeft de ruimte aan die beschikbaar is op de rolstoel om aansturing voor een mechanisme te plaatsen.

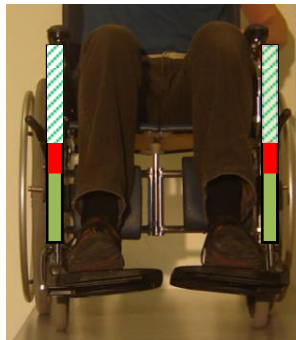
Gebied 2 is in het zijaanzicht het gebied dat in aanmerking komt om de aansturingmechanismen te positioneren.

In vooraanzicht 2 is een geel gebied weergegeven waar ruimte beschikbaar is en waar de rolstoelgebruiker bij kan komen. Dit gebied is ideaal om mechanisme 1 aan te sturen omdat het mechanisme ook onder de zitting is gepositioneerd.

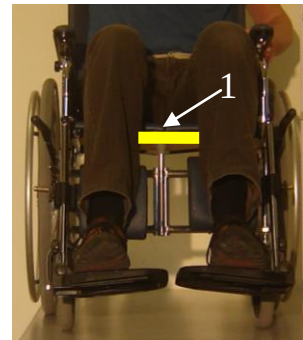


Zij aanzicht

Afb. 2.8-1 Aansturingplekken



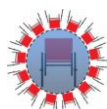
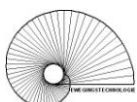
Voor aanzicht 1



Voor aanzicht 2

Eis 20: Cambermechanisme wordt onder de zitting geplaatst en in gebied 1 aangestuurd.

Eis 21: Hefmechanisme wordt aangestuurd in vlak 2.





3. Eisen en wensen

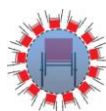
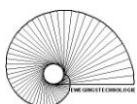
Uit de analyse zijn de volgende eisen en wensen voortgekomen. Aan de hand van deze eisen en wensen worden de mechanismen ontworpen.

Eisen

1. Het camberverstelmechanisme moet door de rolstoelgebruiker te gebruiken zijn zonder hulp of gereedschap.
2. Het camberverstelmechanisme moet te gebruiken zijn met handkracht.
3. Het camberverstelmechanisme moet te gebruiken zijn zonder toevoegingen van elektrische onderdelen.
4. Het camberverstelmechanisme moet te verstellen zijn van 0 graden naar 12 graden.
5. De rolstoel die wordt uitgevoerd met het camberverstelmechanisme is te gebruiken door personen van maximaal 150kg.
6. Het bevestigen van het wiel aan de rolstoel moet worden gedaan met een quick-release mechanisme.
7. De huidige bevestigingspunten voor de achterwielen van het rolstoelframe REA Viking 703 worden als uitgangspunt genomen voor het bevestigen van het cambermechanisme.
8. Het ontwerp moet worden gebaseerd op een rolstoelframe van het type: Rea Viking 703.
9. De rolstoel mag geen positieve camber hebben.
10. De top van het wiel moet in 12 graden camber 12.8 mm dalen.
11. Het contactpunt van het achterwiel met de grond moet 121.5 mm naar buiten.
12. Het frame mag niet in hoogte veranderen ten opzichte van de ondergrond.
13. De as van de zwenkwielen moet haaks blijven staan op de ondergrond
14. De rolstoel mag geen sporing krijgen.
15. De krachtenberekening zal uit moeten gaan van een gewichtsverdeling van 62-38.
16. De geleidingsbanen moet ervoor zorgen dat de as gelijktijdig roteert, transleert en daalt.
17. Tijdens het verstellen van de camberhoek moeten de achterwielen van de grond geheven worden, zodat deze geen contact meer hebben met de ondergrond.
18. Het verstellen van de camberhoek mag maximaal 144 N duwkracht per arm kosten.
19. Het verstellen van de camberhoek mag maximaal 120 N trekkracht per arm kosten.
20. Cambermechanisme wordt onder de zitting geplaatst en in gebied 1 aangestuurd.
21. Hefmechanisme wordt aangestuurd in vlak 2.

Wensen

1. Het camberverstelmechanisme zal in drie handelingen te verstellen zijn.
2. Het camberverstelmechanisme moet in 15 seconde te gebruiken zijn.





4. Ontwerp

Het ontwerp van dit afstudeerproject, wordt in twee delen beschreven. Het eerste deel bestaat uit de ontwerpfase van het cambermechanisme, het tweede deel bestaat uit de ontwerpfase van het hefmechanisme.

De mechanismen bestaan uit verschillende onderdelen. Deze onderdelen maken een bepaalde ontwikkeling door. Omdat de onderdelen elkaar beïnvloeden is er voor gekozen om deze stap voor stap te analyseren en te ontwerpen om uiteindelijk op een eindontwerp te komen. In de morfologische kaart zijn de verschillende hoofdonderdelen bepaald.

4.1. Camberhoek veranderen (mechanisme 1)

Het cambermechanisme moet een combinatie vormen van een mechanisme dat zowel translatie als rotatie moet veroorzaken om de gewenste afstand en hoek te behalen. Twee mechanismen die dit kunnen bereiken zijn mechanismen die bestaan uit verschillende stangen of geleidingen. Het geleidingsmechanisme is in dit geval het mechanisme waar het ontwerp op zal worden gebaseerd.

De combinatie van twee geleidingsbanen die niet parallel lopen aan elkaar en de vaste afstand tussen de geleidingspunten maakt dat het te geleiden deel maar op één enkele manier door de geleiding is te loodsen. Om het mechanisme in beweging te brengen is daarom geen vast bekrachtigings punt nodig. Het krachten spel binnen een geleidingsmechanisme heeft veel voordelen in tegenstelling tot een stangenstelsel. Ook de nauwkeurigheid van een stangenstelsel is voor een mechanisme waar veel verschillende veranderde krachten en bewegingen op rusten funest. In Interactive Physics is een vierstangenstelsel getekend en gekeken wat de invloeden zijn van de stangen. Om van 0 graden naar 12 graden te bewegen is een uiterst nauwkeurige combinatie nodig tussen de verschillende stangen en ophang punten. Wanneer een stang wordt verlengd met 0.1 millimeter verandert dit de beweging zodanig dat de camberhoek niet de 12 graden haalt. Omdat een stangenstelsel uit meerdere stangen bestaat is de kans erg groot dat er een verkeerde camberhoek uitkomt.

4.1.1. Mechanisme positie

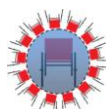
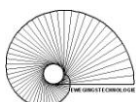
De ruimte tussen het frame en het wiel is schaars. De uitslag die het wiel maakt en daarmee het mechanisme, is breder dan de ruimte tussen het wiel en het frame. Voor het cambermechanisme is een bevestiging buiten het frame hierdoor niet aan de orde. De ruimte onder de zitting is ideaal om een mechanisme te positioneren. In de eerste plaats zal de rolstoelgebruiker geen last hebben van het mechanisme omdat het op een plek is bevestigd waar de rolstoelgebruiker geen gebruik van maakt, uitgaande van een rolstoel die geen inklap of opvouwfunctie bezit. In de tweede plaats komen de twee mechanismen voor het rechter en linker wiel dicht bij elkaar te liggen waardoor het makkelijker wordt om de mechanismen gelijktijdig te kunnen bedienen.



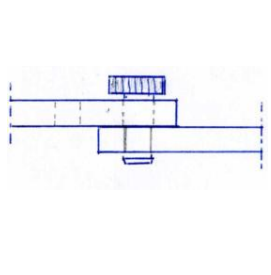
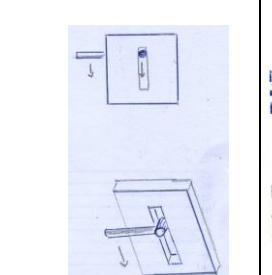
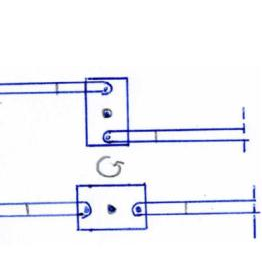
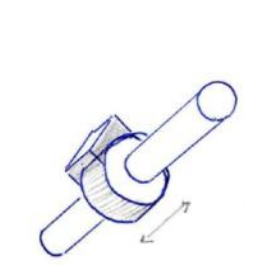
Afb. 4.1.1-1 As bevestigingsplaat

4.1.2. Morfologische kaart

Voor het ontwerp is een morfologische kaart opgesteld. De resultaten hiervan zijn terug te vinden in bijlage 1: morfologische kaart. Hierna zijn voor elk element op de morfologische kaart voor- en nadelen beschreven (zie bijlage 2: Morfologische kaart voor- en nadelen). Uit de morfologische kaart zijn elementen samengevoegd om tot een ontwerp te komen. De samengevoegde elementen zijn weergegeven in tabel 4.1.2-1.





Blokkeren	Geleiding	Verstellen/Aansturen	Aansturen gebruiker
			
Vergrendelingspin	Gleuf	Rotatiemechanisme	Translatie

Tabel 4.1.2-1 Morfologische kaart

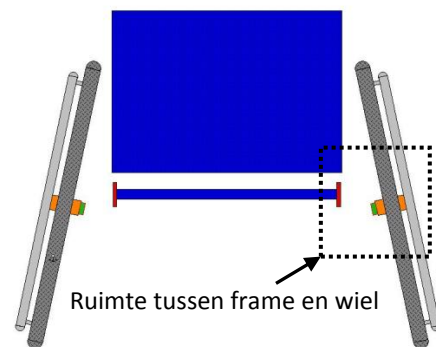
Om het mechanisme vast te zetten is gekozen voor een vergrendelingspin. De vergrendelingspin wordt omhoog gehaald door een knijpmechanisme op de besturingshendel. Door het knijpmechanisme te gebruiken kan de schijf vrij bewegen waardoor het mechanisme is te verstellen en naar de volgende zekering wordt verplaatst zodat het mechanisme op slot staat. Het cambermechanisme zal aangestuurd worden door een soort rotatiemechanisme. Hierbij zitten 2 stangen op een vaste plaats, op een schijf gemonteerd. Wanneer deze wordt geroteerd, zullen beide stangen evenveel verplaatsen. Hierdoor kunnen beide wielen gelijktijdig worden veresteld.

Door gebruik te maken van een dubbele geleiding kunnen beide wielen gelijktijdig worden geroteerd, naar beneden gebracht en naar buiten worden verplaatst. De plaatsing van de gleuven tegenover elkaar bepalen hoe en wanneer de wielen gaat roteren naar camber. Verder heeft deze geleiding ook het voordeel dat de krachtrichting van de aandrijfstaaf niet noodzakelijk in de richting van de gewenste beweegrichting hoeft te staan.

Aan de draaischijf zit een hendel verbonden. Wanneer de hendel wordt aangestuurd, zal de schijf een kwartslag draaien, waardoor de uitslag van 0 naar 12 graden camber wordt behaald. De bediening door de gebruiker zal plaatsvinden door middel van het bewegen van een hendel die wordt ingeduwd (translatie) aan een handvat.

4.1.3. Geleidingsbanen vertaald naar rolstoelframe

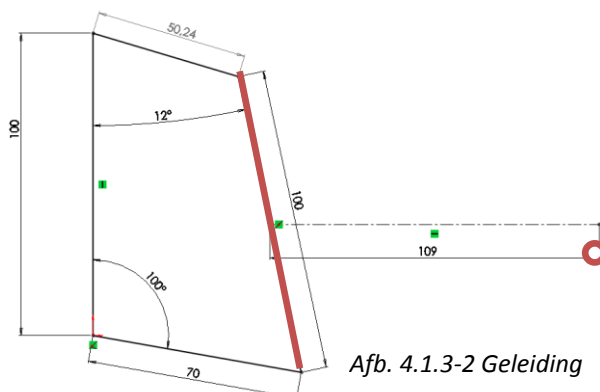
Nu de geleidingsbanen (hst.2.5 bewegingsbaan) bekend zijn, is er gekeken waar deze moeten worden gepositioneerd op de rolstoel zodat het wiel volgens deze banen naar de camberhoek kan worden veresteld. Wanneer het wiel in 12 graden camber wordt gezet ontstaat er ruimte tussen het frame en het wiel (afb. 4.1.3-1) Deze ruimte moet worden overbrugd om het mechanisme doormiddel van de geleidingen werkbaar te maken.



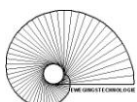
Afb. 4.1.3-1 Ruimte frame/wiel

Ten eerste is bepaald wat de lengte is tussen het wiel en het frame. Er is namelijk gekozen om het mechanisme binnen het frame te plaatsen. Er is gekeken hoe dicht de geleidingsbanen bij het frame kunnen komen.

De ruimte die beschikbaar is onder de zitting om de toekomstige geleidingsbanen te kunnen plaatsen ligt 109 mm (horizontaal) vanaf de moer.



Afb. 4.1.3-2 Geleiding





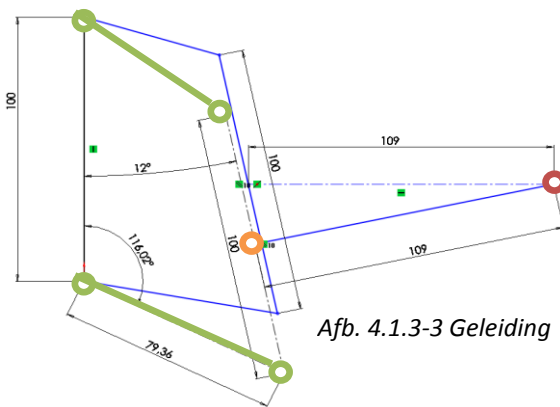
De beginpunten van beide geleidingen dienen boven elkaar te liggen, omdat hier de as op 90 graden moet staan. De eindpunten van de geleiding moeten zo gepositioneerd zijn dat de lijn tussen de twee eindpunten onder een hoek van 12 graden moet staan (rode lijn in afb. 4.1.3-2).

Door de geleiding in de eerder beschreven manier te tekenen en de lengte hierin uit te zetten op een horizontale lijn, kan het punt worden bepaald waar de as moet eindigen. Dit is aangegeven met de rode punt in afbeelding 4.1.3-2.

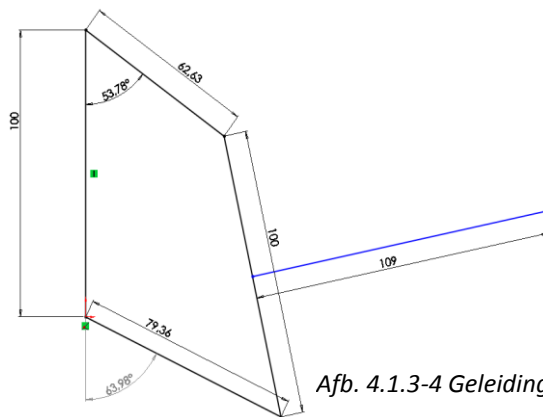
Door vanaf dit punt een lijn te trekken welke haaks op de lijn van 12 graden loopt, is te zien waar de nieuwe lijn van 12 graden moet komen. Dit is aangegeven met de oranje punt in afbeelding 4.1.3-3.

Nu kan de lijn van 12 graden hier haaks op getekend worden. Tussen de uiteinden van deze lijn en de beginpunten van de geleiding (groene punten) kan nu de baan van de geleiding getekend worden (groene lijn in afbeelding 4.1.3-3)

In afbeelding 4.1.3-4 is het model weergegeven wat is ontstaan. Dit zijn de afmetingen die worden gebruikt waardoor de moer/wiel op de juiste hoogte en afstand van het frame komt te liggen, wanneer het achterwiel in 0 graden en in 12 graden camber staat.



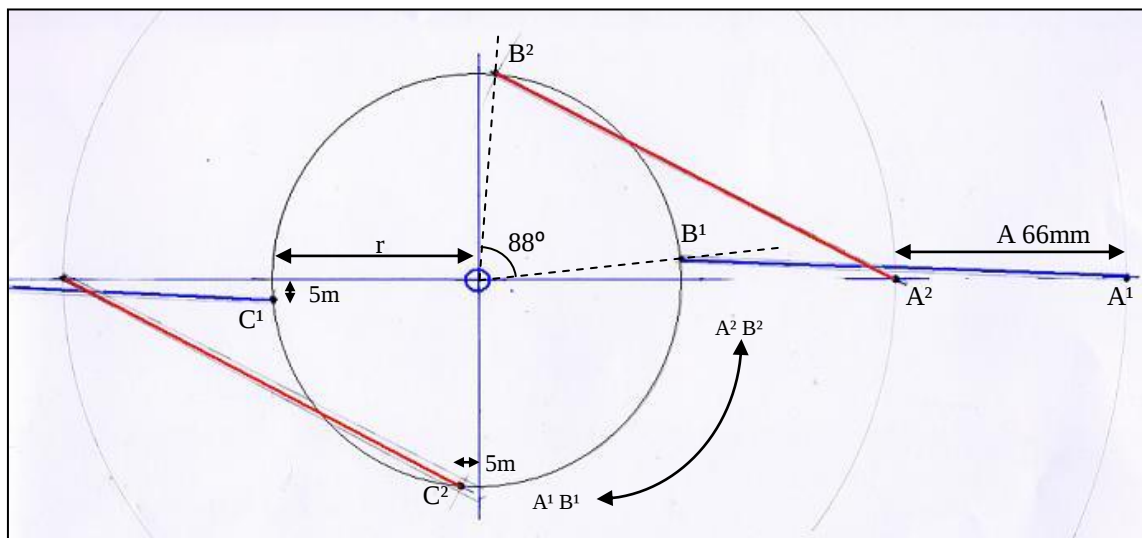
Afb. 4.1.3-3 Geleiding



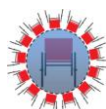
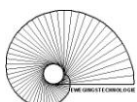
Afb. 4.1.3-4 Geleiding

4.1.4. Rotatiemechanisme

Het cambermechanisme dient te worden aangestuurd door de rolstoel gebruiker op een zo'n simpel mogelijke manier en in zo weinig mogelijke handelingen. Het uitgangspunt van het aansturingmechanisme is het geleidingsmechanisme. De afstand die het geleidingsmechanisme horizontaal maakt is aangegeven in afbeelding 4.1.4-1 met afstand A (66mm). Afstand A geldt voor zowel het linker als het rechter mechanisme. Doordat deze twee elkaar tegenwerken is een



Afb. 4.1.4-1 Draaischijf met camberverstelling





cirkel een goede uitkomst om deze twee kanten tegelijkertijd te bedienen. De straal van de cirkel is bepaald aan de hand van de afstand A, en van daaruit de baan van punt B¹ naar B² en C¹ naar C².

B¹ en C¹ staan bij 0° (blauwe lijnen) niet op een horizontale lijn met het centrum van de cirkel.

De rode lijn geeft de verbindingstang weer tussen de cirkel en het cambermechanisme wanneer de camberhoek 0 graden bedraagt. De blauwe lijn geeft de verbindingstang weer tussen de cirkel en het geleidingsdeel wanneer de camberhoek 12 graden bedraagt.

De straal r van de cirkel is 70mm. Wanneer de cirkel 88 graden roteert zal afstand A 66mm zijn. Dit is de verplaatsing van het geleidingsdeel dat nodig is om het wiel van 0 naar 12 graden camberhoek te krijgen. De verbinding tussen het geleidingsdeel en de schijf wordt gevormd door een staaf met aan het uiteinde een kogelverbinding. De plek waar de kogelverbinding op de schijf wordt gepositioneerd (B en C) is 5mm naast de middellijn. Wanneer de kogelverbinding precies op deze middellijn zou worden gepositioneerd dan staat het mechanisme bij een camberhoek van 12 graden op slot. Er is dan een evenwicht ontstaan omdat de krachten precies tegen elkaar in liggen.

4.1.5. Kogelverbinding

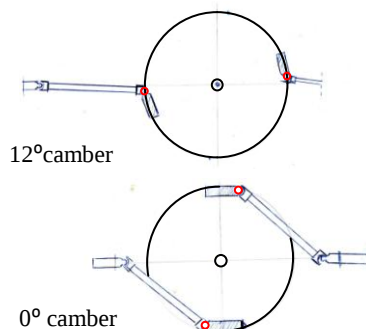
Het aan te sturen punt op de schijf maakt een translatie en een rotatie door.

Dit is op te lossen door tussen het aandrijfmechanisme en het geleidingmechanisme een kogelverbinding te plaatsen.

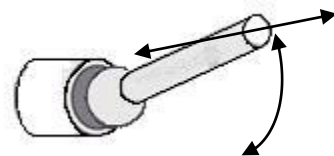
De kogelverbinding is een overbrenging die uitsluitend mogelijk is wanneer het om een aan te sturen deel gaat dat een vaste baan of geleiding bezit.



Afb. 4.1.5-1 Kogelverbinding



Afb. 4.1.5-2 Werking met kogelverbinding



Afb. 4.1.5-3 Translatie + rotatie

4.1.6. Blokkering

De blokkering van het cambermechanisme is gebaseerd op een combinatie van een handrem, een remkabel en een vergrendelingspin (indexing plungers²¹).



handrem



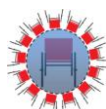
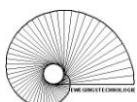
remkabel



vergrendelings

Afb. 4.1.6-1 Blokkering

De ring staat in contact met de handrem door middel van een remkabel. Wanneer de rem wordt ingedrukt zal de remkabel die bevestigd is aan de ring, de vergrendelingspin uit de inkeping op

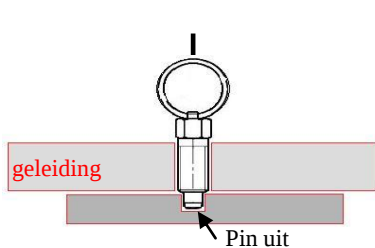




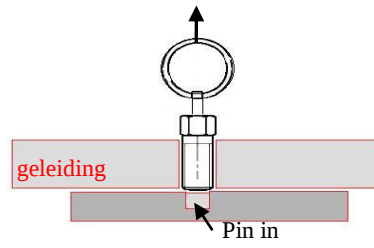
de schijf trekken, waardoor de schijf vrij kan roteren. Hierdoor is het cambermechanisme te verstellen. In situatie 1 (afb. 4.1.6-2) is er geen beweging mogelijk tussen de schijf en de plaat. In situatie 2 (afb. 4.1.6-3) is dit wel mogelijk.

In de vergrendelingspin is een veer bevestigd, die op het moment dat de handrem los wordt gelaten, de pin in de inkeping terug schiet.

De vergrendelingspin is doormiddel van schroefdraad bevestigd aan de geleiding die aan het



Afb. 4.1.6-2 Vergrendelingspin Situatie 1



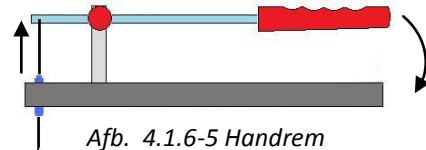
Afb. 4.1.6-3 Vergrendelingspin Situatie 2



Afb. 4.1.6-4 Remkabel

De remkabel (afb. 4.1.6-4) is de verbinding tussen de ring en de handrem. De remkabel bestaat uit een staaldraad met daaromheen een omhulsel. Het omhulsel houdt altijd dezelfde lengte ongeacht de vorm. Ook de bevestigingspunten (A afb. 4.1.6-6 en B afb. 4.1.6-7) blijven op dezelfde plek. Hierdoor is de staaldraad vrij te bewegen zonder dat de afstand tussen de bevestigingspunten verandert. Het maakt dus niet uit of de handrem op een onderdeel wordt bevestigd wat beweegt. Een voorbeeld is een fiets met een handrem. De fiets remt altijd ongeacht of het stuur wordt gedraaid of niet.

De handrem werkt volgens een hefboom principe. Wanneer er in de rem wordt geknepen zal de kabel aangetrokken worden en de ring omhoog trekken.

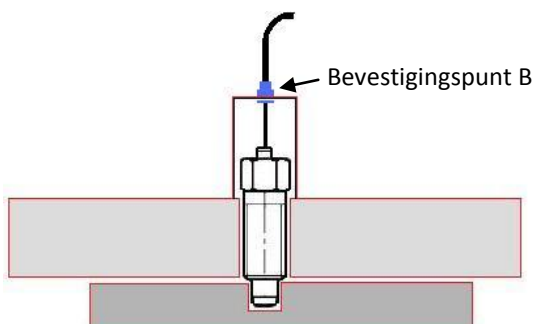


Afb. 4.1.6-5 Handrem

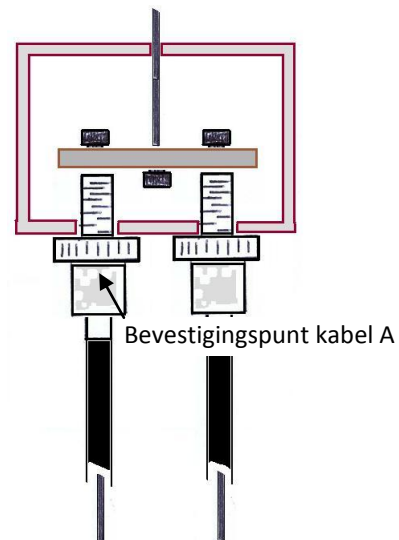
De kabel die uit de handrem komt moet worden gesplitst om de twee vergrendelingspinnen te kunnen bedienen.

In de behuizing stuurt de kabel, die doormiddel van de handrem wordt aangestuurd, de twee kabels aan, die naar de vergrendelingspin gaan.

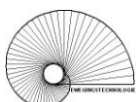
Om het mechanisme zo compact mogelijk te maken is de ring, die aan de vergrendelingspin zit weggelaten en is de kabel direct aan de pin bevestigd. Het huis om de pin zorgt voor bevestiging van de kabel. Dit is noodzakelijk omdat de kabel dan vrij kan bewegen zonder dat het mechanisme wordt beïnvloed.



Afb. 4.1.6-7 Vergrendelingspin



Afb. 4.1.6-6 Kabelbehuizing

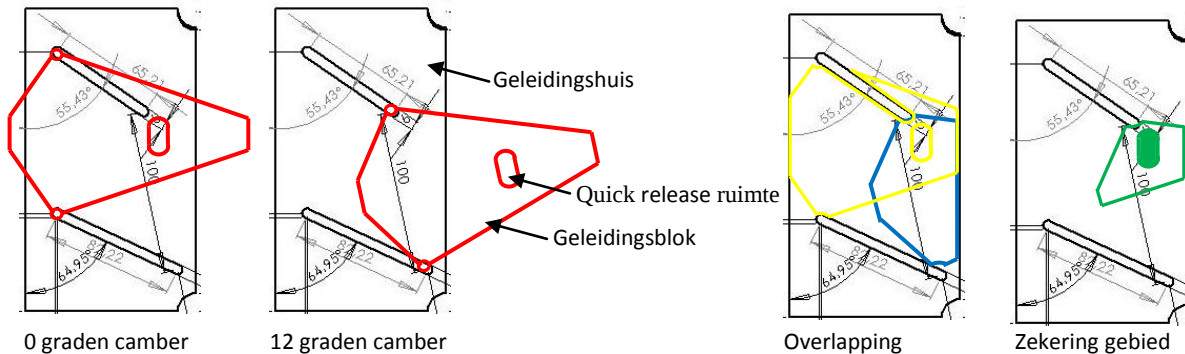




4.1.7. Plaats van blokkering op cambermechanisme

Het blokkeren van het cambermechanisme zal plaatsvinden op het geleidingsdeel.

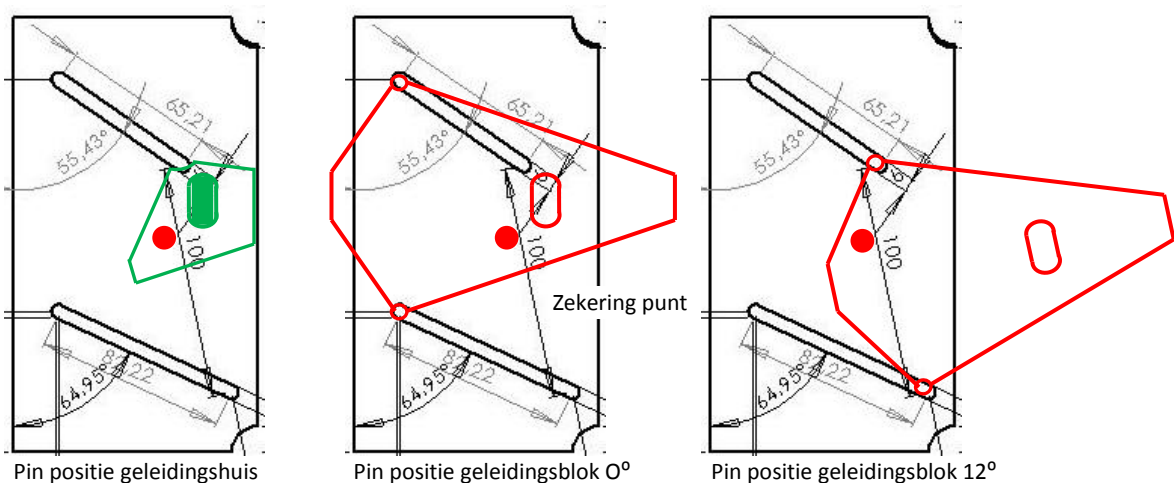
Het geleidingsblok kan maar op één manier door het geleidingshuis bewegen. Door hier één extra punt aan toe te voegen door middel van een vergrendelingspin, zal het mechanisme op slot staan en is er geen beweging meer mogelijk. Door de blokkering op het geleidingshuis te plaatsen wordt de besturing van de geleiding niet belast wanneer het mechanisme op slot staat. Om het cambermechanisme te kunnen belasten in 0 graden en 12 graden, zal het geleidingsblok op 2 plaatsen geblokkeerd moeten kunnen worden door middel van de vergrendelingspin. Doordat er maar één vergrendelingspin wordt gebruikt die in twee inkepingen moet vallen is het belangrijk dat dit precies wordt uitgemeten. De vergrendelingspin moet namelijk bij 0 graden en 12 graden precies in de inkeping vallen.



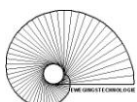
Afb. 4.1.7-1 Geleidingsmechanisme

Afb. 4.1.7-2 Blokkering gebied

Het gele gebied geeft weer waar het geleidingsblok in contact staat met het geleidingshuis wanneer het geleidingsblok in 0 graden staat. Het blauwe gebied geeft weer waar het camberblok in contact staat met het geleidingshuis wanneer het geleidingsblok in 12 graden staat. Het groene gebied is de ruimte die de gele en de blauwe plek samen vormen op het geleidingshuis. In dit gebied wordt de vergrendelingspin bevestigd. De vergrendelingspin heeft een diameter van 8mm.



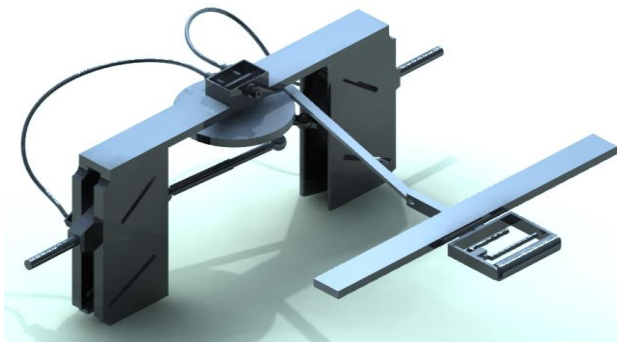
Afb. 4.1.7-3 Zekering punt





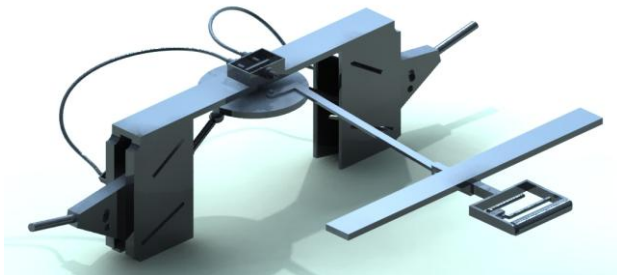
Ontwerp cambermechanisme

In afbeelding 4.1.8-1 is het eindontwerp van het cambermechanisme weergegeven in 0 graden. In het geleidingshuis zijn de sleuven van de geleiding weergegeven, waar het geleidingsblok in hangt. De pinnen aan de buitenkant van het geleidingsblok zijn de assen met het quick release systeem van het wiel, welke niet is weergegeven in deze tekening. Het blokkeringsmechanisme zit in deze tekening aan de achterzijde van het geleidingshuis en is dus niet zichtbaar.



Afb. 4.1.8-1 Cambermechanisme in 0 graden camber (aезien van links voor)

In afbeelding 4.8.1-2 staat het cambermechanisme in 12 graden camber. In vergelijking met afbeelding 4.8.1-1 is te zien dat het handvat is uitgetrokken en de draaischijf is geroteerd. Hierdoor heeft de aandrijfstang het geleidingsblok door het geleidingshuis geduwd.

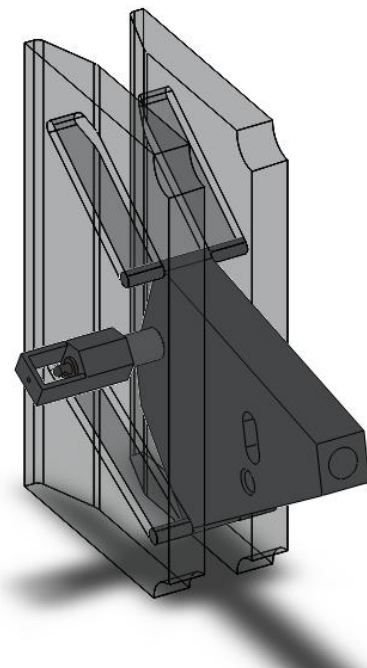


Afb. 4.8.1-2 Cambermechanisme in 12 graden camber (aезien van links voor)

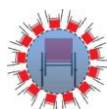
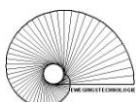
In afbeelding 4.8.1-3 is het geleidingshuis te zien met daarin het geleidingsblok in 12 graden camber. Het geleidingsblok is geblokkeerd door de vergrendelingspin.

Aan de achterkant van het geleidingshuis is te zien dat er een V-vormige inkeping zit. Dit is gedaan zodat de aandrijfstang, welke met een kogelverbinding bevestigd zit aan de draaischijf en het geleidingsblok, ongestoord het geleidingsblok door tot het eind van de geleiding kan duwen.

Linksvoor in het geleidingsblok is de uitsparing voor het quick release mechanisme te zien met daaronder het gat voor de vergrendelingspin. De vergrendelingspin zit in deze tekening in het tweede blokkeringsgat. De randen van de blokkeringsgaten van het geleidingsblok zijn afgevlakt onder een hoek van 45 graden. Ook de vergrendelingspin heeft de voorzijde afgehoekt onder 45 graden, zodat de vergrendelingspin en het blokkeringsgat zelf centeren.



Afb. 4.8.1-3 Geleidingshuis met geleidingsblok in 12 graden camber geblokkeerd met de vergrendelingspin



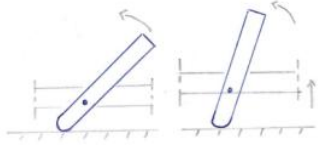
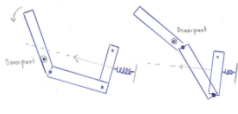
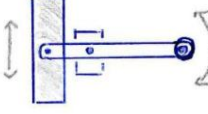
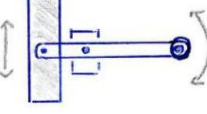


4.2. Hefmechanisme (mechanisme 2)

Om de wrijving tussen het wiel en de ondergrond op te heffen is er een mechanisme nodig dat het contact tussen beiden opheft. De uitkomst hiervoor is een hefmechanisme dat direct op de rolstoel is bevestigd.

Het mechanisme zal het gewicht van de rolstoelgebruiker en de rolstoel moeten kunnen optillen door middel van handkracht. Er wordt voor dit mechanisme een trek- en duwkracht gebruikt omdat het mechanisme het contact tussen grond en wielen opheft om het wiel wrijvingloos naar camberstand te kunnen brengen. Hierna moet het mechanisme de rolstoel op de grond zetten om weer te kunnen rijden. Het opheffen zal uitgevoerd worden door duwkracht, het laten zakken van de rolstoel zal uitgevoerd worden door trekkracht. In paragraaf 2.7 is beschreven dat een rolstoelgebruiker een grotere duwkracht kan uitvoeren dan trekkracht. Het is echter onmogelijk om met één hand deze kracht te overwinnen. Er moet dus worden gezocht naar een hefmechanisme, dat de last verminderd door bijvoorbeeld een kracht vergroot. Enkele mechanismen die kracht vergroten zijn katrollenmechanismen en hefbomenmechanismen. Katrollen zijn ingewikkelde constructies die zijn gebaseerd op trek krachten. Hefbomen zijn simpele krachtvergroters die duwkrachten en trekkrachten genereren. Het hefmechanisme wordt uitgevoerd met een hefboomprincipe. Om een hefboommechanisme te kunnen ontwerpen zijn een aantal zaken noodzakelijk: Plek, waar de rolstoelgebruiker het mechanisme kan aansturen, bevestigingspunt op het frame, input kracht naar output kracht, gewenste uitslagen en blokkering van het mechanisme.

4.2.1. Morfologische kaart

Omhoog brengen wielen	Blokkeren	Bekrachtigen	Aansturing gebruiker
			
Hefboom	Rolstoelrem	Draaien / roteren	Hendel + hefboom

Tabel 4.2.1-1 Morfologische kaart

Voor het omhoog brengen van de rolstoel, wordt gekozen voor een hefboom. De hefboom kan gebruikt worden als krachtvergroter. Doordat de poten roterend op de grond komen, zal de rolstoel zich licht naar achteren verplaatsen. Dit kan doordat de zwenkwielen vooraan vrij kunnen bewegen. De rolstoel hoeft niet geremd te worden wanneer deze op de poten staat.

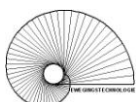
Het mechanisme wordt vastgezet door een rolstoelrem-constructie. Deze constructie trekt zichzelf met behulp van een krachterspel (hst. 4.2.4) in een slotstand.

Het mechanisme zal bekrachtigd worden door middel van een hefboomconstructie en een hendel.

De samenstelling van de morfologische kaart is ontstaan na het afwegen van de voor- en nadelen die in de bijlage 2: Morfologische kaart voor- en nadelen zijn te vinden.

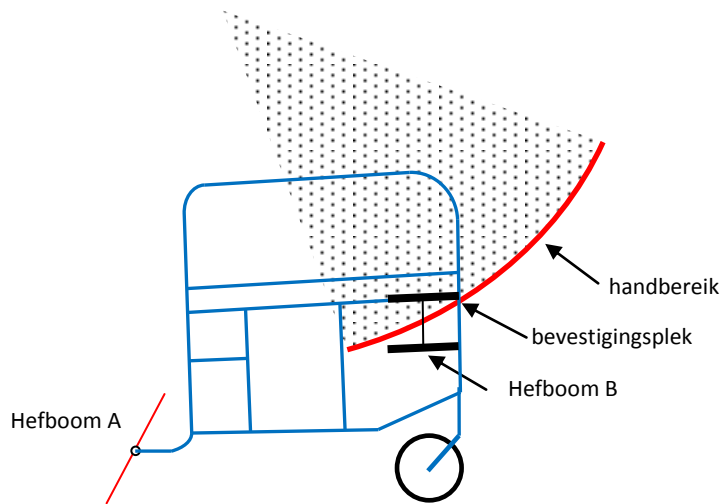
4.2.2. Hefboom mechanisme op rolstoelframe

Om een hefmechanisme te ontwerpen zijn er twee punten op het rolstoel frame die vast staan. Hefboom A is het draaipunt voor hefboom A en hefboom B is het draaipunt voor hefboom B.





Het aankoppelpunt voor de aandrijving wordt op de aangegeven buis bevestigd. Deze plek wordt normaal gebruikt om de rolstoelrem te bevestigen. In dit ontwerp wordt de rem van de wielen niet meegenomen. Doordat de wielen in camberstand komen te staan valt de bandoppervlakte buiten het bereik van de rem.



Afb. 4.2.2-1 Hefboom punten

Het rotatiepunt van de aanstuurhefboom wordt 65mm naar beneden

geplaatst. Hierdoor kan er worden gekozen voor een langere hefboomdeel boven het rotatiepunt. Er is ook bepaald dat het aanstuurdeel binnen het frame moet vallen. Hierdoor heeft de rolstoelgebruiker weinig last van het aanstuurgedeelte.

4.2.3. Krachtenspel hefmechanisme

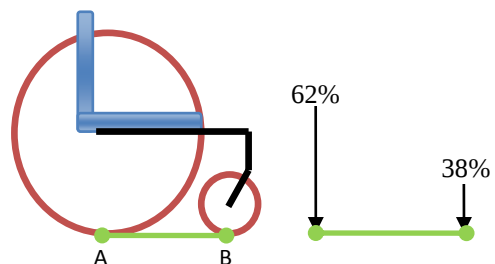
Gewicht rolstoel: 200 N.

Maximale gewicht rolstoelgebruiker: 1500N.

Gewichtsverdeling: voorwielen 38% - achterwielen 62%.

Gewichtsverdeling is gemeten met een veerunster.

Maakt: FZ op achterwiel is 1054 N, FZ op voorwiel is 646 N.



Omdat de achterwielen alleen maar het contact hoeven te verliezen met de grond zullen de achterwielen maar één centimeter hoeven te stijgen. Een stijging van een millimeter is al genoeg om de wrijving op te lossen. Er wordt echter uitgegaan van een centimeter stijging omdat men te maken krijgt met inveren van de banden door het gewicht van de rolstoelgebruiker en de rolstoel. Een marge is dus gewenst. Tijdens het optillen fungeren de voorwielen als draaipunt B.

Doordat de achterwielen vervangen zijn door poten, zal de rolstoel niet kunnen gaan rollen en hoeven de voorwielen niet te worden geremd. Tijdens het heffen kan punt B transleren + roteren totdat het hefboommechanisme niet meer verder kan.

Om te berekenen hoeveel kracht er nodig is om de rolstoelwielen van de grond te krijgen is er een krachten berekening gedaan.

Punt A is het punt waar de rolstoel wordt opgetild. Punt A is het uiterste punt op het frame, het zorgt voor de langste arm: 485mm. Het moment om B=0. Moment = kracht * arm. Wanneer de arm groter wordt zal de benodigde kracht afnemen.

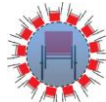
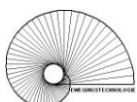
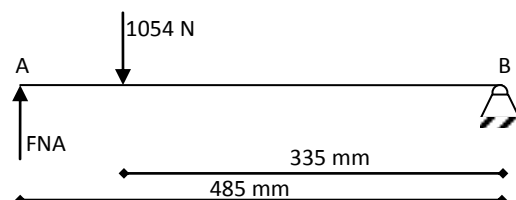
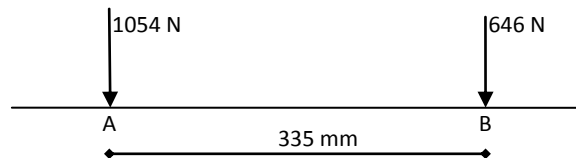
Normaal kracht in A is berekend door:

$$\sum M \text{ t.o.v. } B = 0$$

$$1054 * 335 = 353090 \text{ Nmm}$$

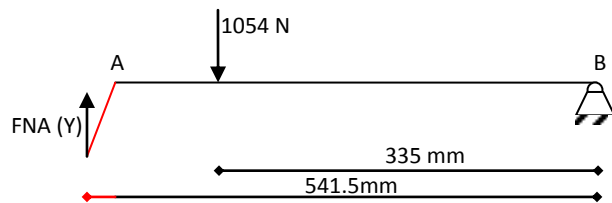
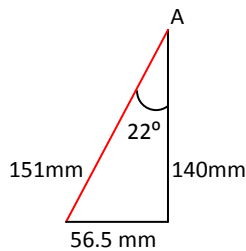
$$F_{NA} * 485 = 353090 \text{ Nmm}$$

$$F_{NA} = 728 \text{ N}$$





Er wordt gekeken wat er gebeurt als er een schuine balk wordt toegepast die in 22° staat. De 22° is ontstaan door dat er geëist is dat de achterwielen stijgen met 11mm. De 22° zorgt ervoor dat de arm ten opzichte van punt B wordt verlengd.



F totaal in A is berekend door:

$$\sum M \text{ t.o.v. } B = 0$$

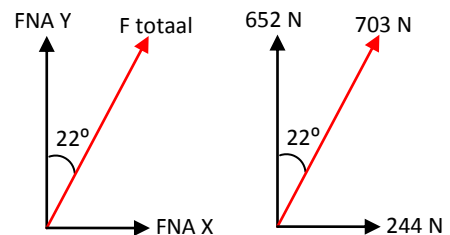
$$1054 \cdot 335 = 353090 \text{ Nmm}$$

$$F_{NAY} \cdot 541.5 = 353090 \text{ Nmm}$$

$$F_{NAY} = 652 \text{ N}$$

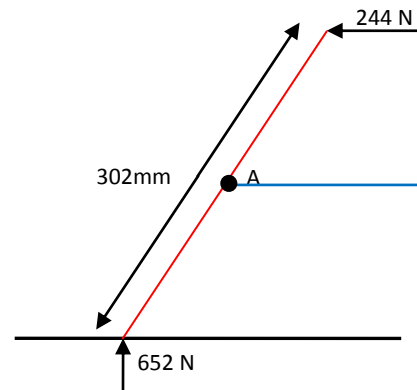
$$F_{NAX} = 244 \text{ N} \rightarrow \sin(22) \cdot F_{NAY}$$

$$F_{\text{totaal}} = 703 \text{ N} \rightarrow \cos(22) \cdot F_{NAY}$$



Punt A heeft een loodrechte afstand van 140mm tot aan het grondvlak. Wanneer de hefboom 151mm lang is, zal deze de rolstoel laten scharnieren om punt B wanneer deze loodrecht op de grond komt te staan. Punt A zal dan omhoog komen zoals punt A'.

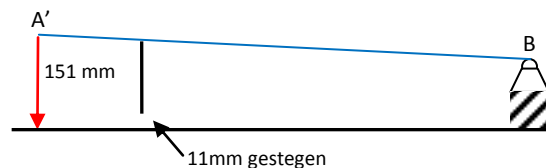
Hefboom (rode lijn) toepassen geeft de volgende situatie wanneer er een 1:1 verhouding wordt gebruikt:



In de statische situatie is er 244N nodig in X richting.



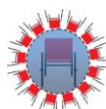
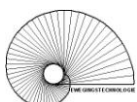
Om punt A te laten stijgen rond punt B is dus meer kracht nodig. Uitgegaan wordt van 250N.



Er zal een hefboomverhouding moeten worden gezocht zodat de 244 naar 144 N of minder kan worden verkleind. Het hefmechanisme bestaat uit twee hefboommechanismen, zodat er ook twee verkleiningsfactoren kunnen worden toegepast. Op hefboom A wordt echter een verhouding 2:3 toegepast. Dit betekent dat de kracht wordt vergroot naar 441N. Wanneer het hefmechanisme niet wordt gebruikt moet er genoeg ruimte zijn tussen de ondergrond en het hefmechanismedeel dat tijdens het gebruik in contact komt. Door een 2:3 verhouding toe te passen zal er tussen dit deel en de grond genoeg ruimte overblijven.

Duwkracht maximaal is 144N. Hefboom A = 2:3 waarbij 3 = 244N en 2 = 366N, hefboom B = 1:3.2 waarbij 1 = 366N en 3 = 122 N

In paragraaf 2.7 is geëist dat de rolstoelgebruiker maximaal 144N duwkracht met één arm en maximaal 120N trekkracht met één arm kan genereren. Dit betekent dat de benodigde duw- en trekkracht is te verdelen over de twee achterwielen. Hierdoor kan de gebruiker met 73N duwkracht per hand het hefmechanisme bedienen.





4.2.4. Blokkering

De blokkering van het hefmechanisme wordt uitgevoerd met een remmechanisme dat is geïntegreerd op hefboommechanisme B (afb. 4.2.2-1). Het is gebaseerd op de rolstoelrem. Hierdoor worden twee onderdelen uit de morfologische kaart gecombineerd om het de rolstoelgebruiker makkelijker te maken.

In afbeelding 4.2.4-1 is het blokkeringsmechanisme schematisch weergegeven.

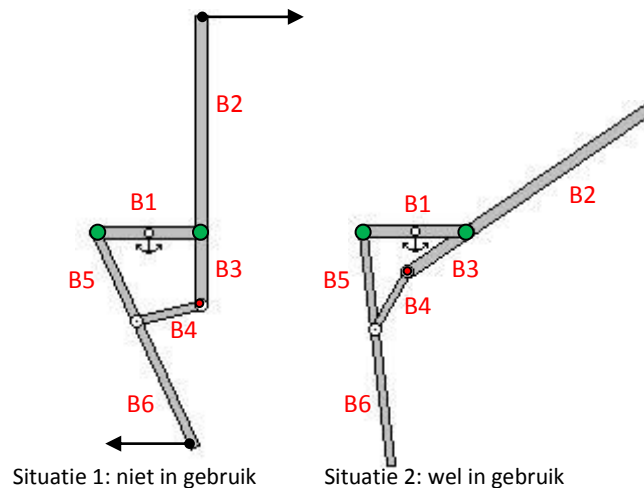
Het blokkeringsmechanisme is opgebouwd uit vier stangen: stang B1, stang B2+B3, stang B4 en stang B5+B6.

B1 is een stang waarmee het blokkerings mechanisme is bevestigd op het frame. Stang B2+B3 vormt de stang die de rolstoelgebruiker bedient om het achterwiel op te tillen. Stang B5+B6 vormt de stang die de kracht richting hefboom A (afb. 4.2.2-1) stuurt. Stang B4 is de verbidingsstang tussen stang B2+B3 en stang B5+B6.

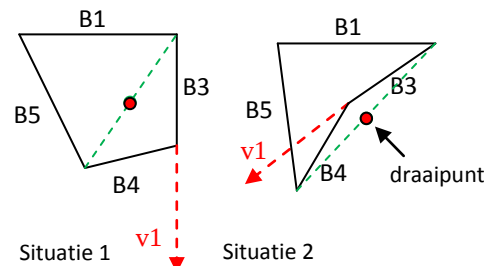
In situatie 1 is stang B5 vrij te bewegen omdat hefboom A nog niet in contact staat met de grond. Hierdoor is er ook beweging mogelijk tussen stang B3 en stang B4.

Wanneer het hefmechanisme in gebruik is veranderen de posities van de stangen waardoor het mechanisme "op slot" slaat. Dit komt door het feit dat in situatie 2 (afb. 4.2.3-2), waar het

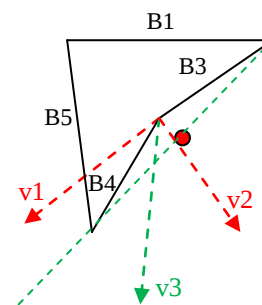
blokkeringsmechanisme vereenvoudigd is weergegeven, de vector achter het draaipunt valt. Wanneer dit gebeurt staat het mechanisme "op slot". Stang B5 staat namelijk tijdens het optillen van de achterwielen vast. Omdat stang B1 altijd vaststaat kunnen de twee stangen B3 en B4 niet van elkaar bewegen. De blokkering is op te lossen wanneer de rolstoelgebruiker stang B2+B3 naar zich toe trekt. Hierdoor zal stang B5+B6 hefboom A aansturen. Er wordt hierdoor een extra vector v2 toegevoegd. De twee vectoren (v1 en v2) vormen een vector v3, die voor het draaipunt valt waardoor het hefmechanisme vrij kan bewegen.



Afb. 4.2.4-1 Blokkeringsmechanisme



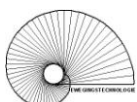
Afb. 4.2.4-2 Blokkerings krachten



Afb. 4.2.4-3 Blokkerings krachten

De stangen B2+B3 en B5+B6 fungeren als hefboomen die de duw- en trekkracht kunnen verminderen zoals in paragraaf 3.2.2 is besproken. Stang B2+B3 is de hefboom die de verhouding 1:3 kan vormen. Dit is echter beschreven wanneer stang B2+B3 direct in contact staat met hefboom A (4.2.2-1). Dit is niet het geval omdat stang B5+B6 tussen stang B2+B3 en hefboom A zit.

Door het blokkeringsprincipe te combineren met het hefboommechanisme ontstaat een hefboom (stang B5+B6) die de kracht vergroot. De verhouding is namelijk B5 staat tot B5+B6.



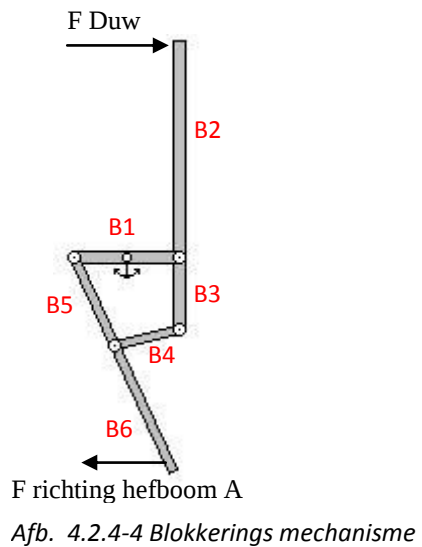


Dit komt neer op de verhouding 1:2, waardoor de kracht die wordt geleverd door stang B2+B3 wordt gehalveerd.

Om het achterwiel op te tillen is de volgende situatie ontstaan:

F richting hefboom A is 122N want het betreft één wiel. Stang B5+B6 vergroot deze kracht naar 244N door de verhouding 1:2. Stang B2+B3 bezit de verhouding 3:1. De kracht die stang B4 genereert op stang B2+B3 wordt verkleind naar F Duw: 81N

De rolstoelgebruiker moet meer duwkracht genereren om de achterwielen op te tillen dan in paragraaf 4.2.3 is uitgevonden. In deze paragraaf is ondervonden dat de rolstoelgebruiker 73N duwkracht moet genereren om de achterwielen van de grond te heffen. Door de blokkering toe te voegen aan het hefboommechanisme wordt de duwkracht die nodig is om het achterwiel op te tillen 8N groter namelijk 81N. De 81N blijft binnen de eis welke gesteld is in paragraaf 2.7 en is gesteld 144N duwkracht per arm.



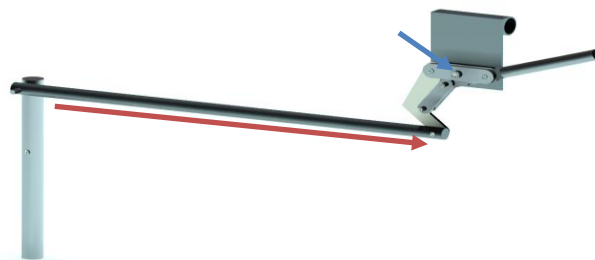
4.2.5. Ontwerp hefmechanisme

In afbeelding 4.2.5-1 staat het eindontwerp van het hefmechanisme, welke hier in opgeheven stand staat. De poot staat in dit geval niet op de grond. Halverwege de poot (links in de afbeelding) zit de rotatie as.

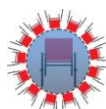
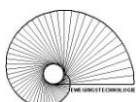


Afb. 4.2.5-1 Hefmechanisme in zijaanzicht los van de grond

In afbeelding 4.2.5-2 staat het hefmechanisme op de grond. De hendel staat in deze afbeelding in de slotstand tegen de pin in het midden van het bovenste plaatje (bij de blauwe pijl). Doordat de staaf tussen de poot en het hefmechanisme kracht uitoefent op het hefmechanisme, blijft deze in de slotstand geduwd.



Afb. 4.2.5-2 Hefmechanisme in zijaanzicht staand op de grond





5. Eind ontwerp camberverstelmechanisme

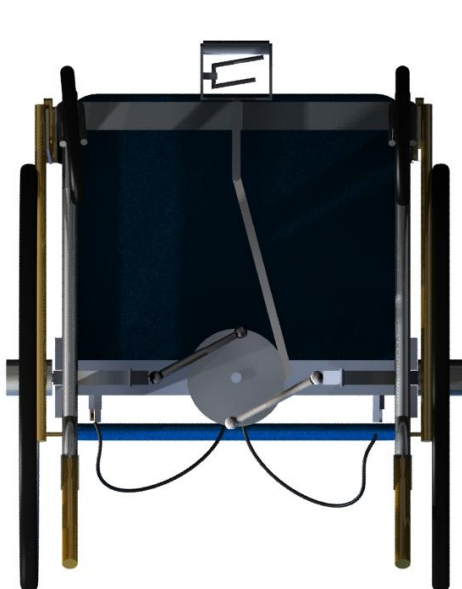
Het eindontwerp is tot stand gekomen na het combineren van de ontworpen onderdelen. Er worden verschillende aanzichten getoond om de lezer een duidelijk beeld te geven van het eindontwerp. In bijlage 3: Technische tekening worden de technische tekeningen weergegeven van alle onderdelen.



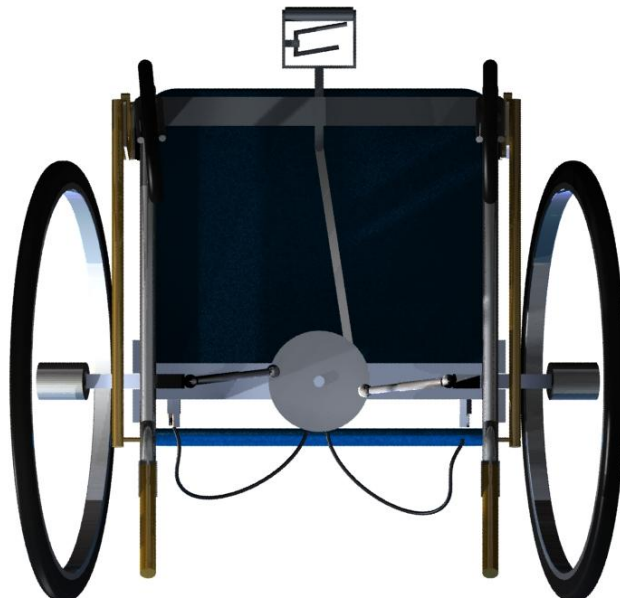
Afb. 5-1 Vooraanzicht camber 0



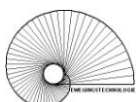
Afb. 5-2 Vooraanzicht camber 12



Afb. 5-3 Onderaanzicht 0 graden



Afb. 5-4 Onderaanzicht 12 graden camber





Afb. 5-5 Zijaanzicht Hefstelsysteem – niet geheven



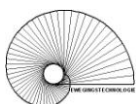
Afb. 5-6 Zijaanzicht Hefstelsysteem – opgeheven



Afb. 5-7 Isometrisch 0 graden camber



Afb. 5-8 Isometrisch 12 graden camber





6. Testen

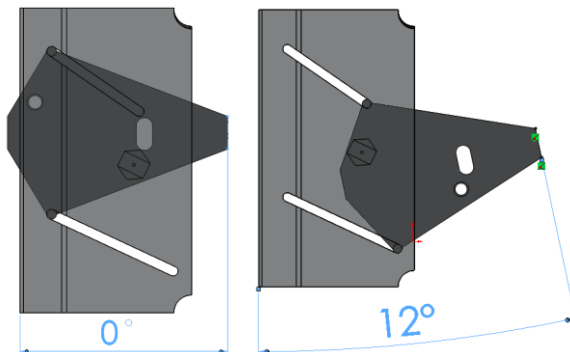
In dit hoofdstuk wordt er gekeken of het ontwerp voldoet aan de in SolidWorks meetbare eisen welke zijn gesteld aan het mechanisme. In de eerste test is er gekeken naar de werking van het mechanisme en in de tweede test is er met behulp van Cosmos gekeken naar de sterkte en stijfheid van de zwaarst belaste onderdelen.

6.1. SolidWorks

Met SolidWorks is gekeken of gestelde eisen aan het ontwerp gehaald zijn. Hierbij is gekeken naar het aantal graden camber, de daling van de top van het wiel en de verplaatsing van het contactpunt van het wiel met de ondergrond.

Behalen van de graden

In SolidWorks is er gekeken of met het gemaakte geleidingshuis het geleidingsblok de stand van 0 graden en de stand van 12 graden kan maken.



Afb. 6.1-1 Cambergeleiding in 0 en 12 graden

Top van het wiel

Uit de Solidworks tekeningen is de daling van het top van het wiel bepaald. De daling is minder dan de gestelde 12.8mm, zoals te zien is in afbeelding 6.1.2-1. De daling welke nu wordt bereikt aan de top van het wiel is 11.38 mm. Dit is een verschil van 1.42 mm.



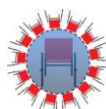
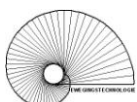
Afb 6.1-2 Daling top van

Contactpunt wiel met ondergrond

Hierbij is er gekeken naar hoever het contactpunt van het wiel naar buiten gaat bij de standsverandering van 0 naar 12 graden. Hierbij was geeist dat het wiel 121.5 mm naar buiten zou moeten verplaatsen. In afbeelding 6.1.3-1 is te zien dat het wiel 124 mm naar buiten verplaatst. Dit is een verschil van 2.5 mm.



Afb 6.1-2 Naar buiten verplaatsing contactpunt





6.2. Cosmos

Om te bepalen of het ontwerp sterk genoeg is, is er met behulp van Cosmos een sterkte- en stijfheidsanalyse gehouden. Alle afbeeldingen, welke in de hier opvolgende tekst zijn geplaatst zijn in groot formaat terug te vinden in bijlage 4: Tekeningen Cosmos.

6.2.1. Camberverstelmechanisme sterkte- en stijfheidsanalyse

Bij het cambermechanisme zal er gekeken worden naar 0 graden en naar 12 graden camber. In deze situaties zal het mechanisme geblokkeerd zijn door de pen, welke door het bewegende blok wordt gestoken.

De condities van de testen zijn als volgt:

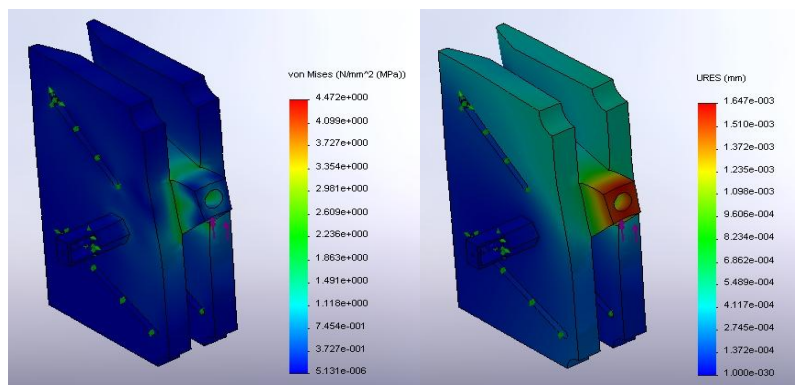
Voor de belasting wordt uitgegaan van 855N. Dit omdat een persoon van 150Kg en de rolstoel van 21Kg samen 171Kg of 1710N op de achterwielen kunnen staan. Dit getal zal door tweeën gedeeld moeten worden voor de belasting per wiel.

De kracht van 855N wordt op de binnenkant van de asbevestiging gezet. Dit omdat hier het wiel op het mechanisme zal drukken.

Het mechanisme wordt op slot gezet door de blokkeringspen. Deze heeft de beperking van een scharnier gekregen. Verder hebben ook de geleidingsstaven de beperking van een scharnier gekregen. De geleidingsleuven hebben de beperking van een schuivend oppervlak.

Het geleidingshuis, het blok en het blokkeringsmechanisme zijn van Aluminium AL99,9 gemaakt. De blokkeringspen is van FE520 gemaakt.

Hoewel de verplaatsingen zeer groot lijken in de afbeeldingen, geven de afbeeldingen juist een overdreven weergave van de werkelijkheid.



Afb. 7.2.1-1 Krachtenanalyse uit Cosmos voor de belasting, verplaatsing en de spanning bij 0 graden camber

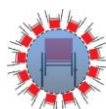
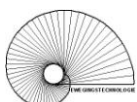
Belasting 0 graden camber.

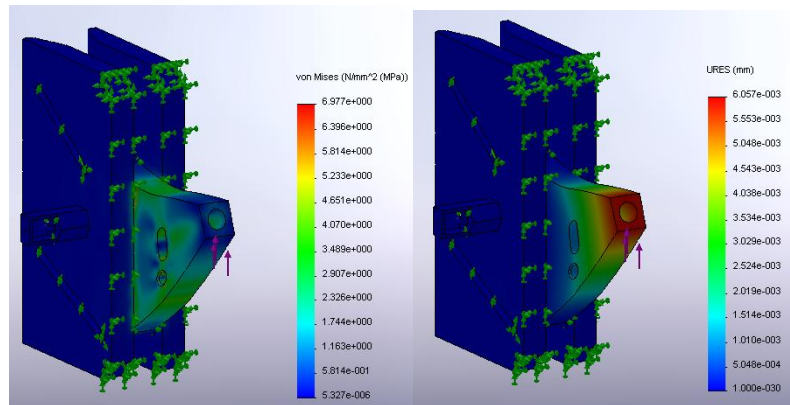
Wanneer nu naar de afbeelding wordt gekeken kan hieruit opgemaakt worden dat de belasting in het materiaal op het hoogste gedeelte, namelijk het blok, rond de $2,6 \text{ N/mm}^2$ zit. Dit is ruim toelaatbaar voor het gebruikte aluminium, waarvan de toegestane belasting 50 N/mm^2 bedraagt.

Verplaatsing 0 graden camber.

Wanneer er gekeken wordt naar de verplaatsing van het materiaal, is dit zeer minimaal te noemen met $0,0016 \text{ mm}$ op het uiterste punt van het blok.

Hieruit kan weer opgemaakt worden dat het cambermechanisme voldoende belastbaar is.





Afb. 7.2.1-2 Krachtenanalyse uit Cosmos voor de belasting en verplaatsing 12 graden camber

Belasting 12 graden camber.

In 12 graden camber is de belasting op het blok en de geleiding maximaal $2,4 \text{ N/mm}^2$ en valt hiermee ruim binnen de toelaatbaarheid voor aluminium. Ook nu is de belasting om het blokkeringsmechanisme minimaal te noemen.

Verplaatsing 12 graden camber.

In 12 graden camber is de verplaatsing in het materiaal maximaal $0,003 \text{ mm}$. Deze verplaatsing is minder dan 1 mm en daarom verwaarloosbaar.

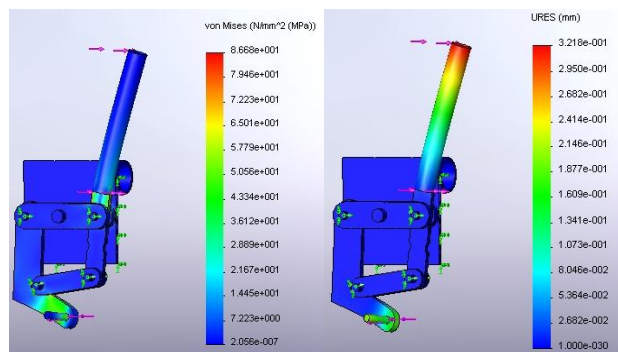
6.2.2. Hefmechanisme sterkte- en stijfheidanalyse

Het hefmechanisme moet sterk genoeg zijn om de rolstoel van de grond te kunnen tillen.

De condities van de test zijn als volgt:

Aan de onderkant van het mechanisme wordt er getrokken met een kracht van 244 N . Dit is de kracht welke geleverd moet worden om de rolstoel op te tillen. Bovenaan wordt er een kracht geleverd van 140 N . Dit is de kracht welke geleverd wordt wanneer de rolstoel met één hand opgetild wordt. Hiermee is dan ook direct gekeken of dit mechanisme sterk genoeg is om de rolstoel vanaf één zijde aangestuurd op te tillen.

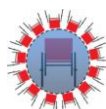
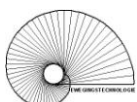
De plaatjes, de hendel en de achterplaat zijn van Aluminium AL99,9 gemaakt. De assen van het mechanisme zijn van FE520.



Afb. 7.2.2-1 Krachten analyse uit Cosmos voor de belasting, verplaatsing en de spanning in het hefmechanisme

Belasting.

In de afbeelding voor de belasting is te zien dat deze het hoogst is aan de onderkant. Hier staat dan ook de grootste kracht op het mechanisme. Hoewel de belasting hier het grootst is, is deze 40 N/mm terwijl dit maximaal 50 N/mm mag zijn. Dit betekent dat het bochtje onder aan het hefmechanisme te zwak is. Dit kan opgelost worden door FE360 te nemen als materiaal in plaats van AL99,9. FE360 mag tot 370 N/mm belast worden en zal dan ruim volstaan aan de eisen.

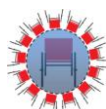
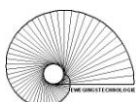


**Verplaatsing.**

De grootste verplaatsingen vinden plaats in het handvat en aan de onderkant van het mechanisme. In het handvat is de verplaatsing echter maximaal 0,32 mm en aan de onderkant van het mechanisme is dit 0,18 mm. Deze verplaatsingen zijn minder dan een millimeter en daarom toelaatbaar. De kracht in het onderste deel van het mechanisme zou beter op te vangen zijn door de bevestiging niet middels een uitstekende as uit te voeren, maar door deze in een sleuf van de tussenstang te laten vallen. Hierdoor is dit onderdeel aan twee zijden ingeklemd en zal hier nog minder door kunnen vervormen.

Conclusie Cosmos

Wanneer naar de krachtenanalyse uit Cosmos gekeken wordt, is direct op te maken dat het ontwerp sterk genoeg is gemaakt op het bochtprofiel in het hefmechanisme na. Beter zou nog zijn om het ontwerp zo te maken dat er minder materiaal nodig is. Dit kan wat betreft krachten en zal het geheel lichter maken, wat toch van belang is op een rolstoel. Het bochtje in het hefmechanisme zal wel van sterker materiaal gemaakt moeten worden.





7. Evaluatie

Het camberverstelmechanisme wordt geëvalueerd aan de hand van de gestelde eisen en wensen uit hoofdstuk 3.

Eisen

1. *Het camberverstelmechanisme moet door de rolstoelgebruiker te gebruiken zijn zonder hulp of gereedschap.*

Doordat de gebruiker de achterwielen kan optillen met het hefmechanisme is de gebruiker in staat om zelfstandig de camberstand te veranderen. Het product is in SolidWorks getest. Uit deze test is gebleken dat de twee mechanismen te gebruiken zijn wanneer de aansturingpunten worden gebruikt.

2. *Het camberverstelmechanisme moet te gebruiken zijn met handkracht.*

De aanstuurpunten van het cambermechanisme en hefmechanisme zijn met de hand te bereiken.

3. *Het camberverstelmechanisme moet te gebruiken zijn zonder toevoegingen van elektrische onderdelen.*

Het camberverstelmechanisme werkt volgens een mechanisch principe. Er worden geen elektrische onderdelen of toepassingen gebruikt.

4. *Het camberverstelmechanisme moet te verstellen zijn van 0 graden naar 12 graden.*

Met behulp van het SolidWorks model is positief getest en het wiel kan in zowel 0 graden als 12 graden staan.

5. *De rolstoel die wordt uitgevoerd met het camberverstelmechanisme is te gebruiken door personen van maximaal 150kg.*

In Cosmos is een sterkte- en stijfheidsanalyse uitgevoerd. Hieruit is gebleken dat de mechanismen verwaarloosbare verplaatsingen en spanningen genereren in het materiaal. Het mechanisme is sterk genoeg voor een rolstoelgebruiker van 150kg.

6. *Het bevestigen van het achterwiel aan de rolstoel moet worden gedaan met een quick release mechanisme.*

In het geleidingsblok is haaks op de as een uitsparing gemaakt, zodat het quick release mechanisme te gebruiken is.

7. *De huidige bevestigingspunten voor de achterwielen van het rolstoelframe REA Viking 703 worden als uitgangspunt genomen voor het bevestigen van het cambermechanisme.*

De gehele analyse is gebaseerd op de REA Viking 703. Het camberverstellingmechanisme is ontworpen naar de afmetingen van het rolstoelframe van de REA Viking 703.

8. *Het ontwerp moet worden gebaseerd op een rolstoelframe van het type: Rea Viking 703.*

Het camberverstelmechanisme is ontworpen naar de afmetingen van het rolstoelframe van de REA Viking 703.

9. *De rolstoel mag geen positieve camber hebben.*

Doordat het frame 1.42 mm te weinig daalt, zal de rolstoel een zeer kleine positieve camber krijgen.

10. *De top van het wiel moet in 12 graden camber 12.8mm dalen.*

Uit SolidWorks is gebleken dat het wiel 11.38 mm daalt. Dit is 1.42 mm minder dan gesteld.

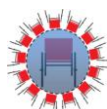
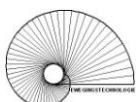
11. *Het contactpunt van het achterwiel met de grond moet 121.5 mm naar buiten.*

Het contactpunt van het achterwiel met de grond gaat 124mm naar buiten. Dit is een verschil van 2.5 mm.

12. *Het frame mag niet in hoogte veranderen ten opzichte van de ondergrond.*

Aan deze eis is niet voldaan, doordat het achterwiel 1.42 mm minder daalt dan gesteld, waardoor het frame ter hoogte van de achteras 1.42 mm zal dalen.

13. *De as van de zwenkwielen moet haaks blijven staan op de ondergrond.*





Doordat het wiel 1.42mm te weinig daalt, zal ook de as van de zwenkwielen niet haaks op de ondergrond blijven staan.

14. De rolstoel mag geen sporing krijgen.

Doordat het wiel 1.42 mm te weinig daalt, zal de rolstoel een minimale negatieve sporing krijgen

15. De krachtenberekening zal uit moeten gaan van een gewichtsverdeling van 62-38.

De krachtenberekening is gebaseerd op de 62-38 gewichtsverdeling.

16. De geleidingsbanen moeten ervoor zorgen dat de as gelijktijdig roteert, transleert en daalt.

Dit is gesimuleerd in SolidWorks. Het resultaat hiervan is terug te vinden in afbeelding 6.1-1

17. Tijdens het verstellen van de camberhoek moeten de achterwielen van de grond geheven worden, zodat deze geen contact meer hebben met de ondergrond.

Wanneer het hefmechanisme wordt gebruikt is dit het geval. Dit is te zien in afbeelding 5-5 en 5-6.

18. Het verstellen van de camberhoek mag maximaal 144N duwkracht per arm kosten.

Het verstellen van de camberhoek van de rolstoel is een te verwaarlozen kracht, aangezien de banden van de grond geheven zijn. De duwkracht welke nodig is voor het opheffen van de rolstoel is berekend op 81N per arm en is dus lager dan de gestelde 144N

19. Het verstellen van de camberhoek mag maximaal 120N trekkracht per arm kosten.

Het verstellen van de camberhoek van de rolstoel is een te verwaarlozen kracht, aangezien de banden van de rolstoel van de grond geheven zijn. De trekkracht welke nodig is om de rolstoel weer naar de grond te brengen is eveneens 81N per arm en valt dus binnen de gestelde 120N per arm.

20. Cambermechanisme wordt onder de zitting geplaatst en in gebied 1 aangestuurd.

Doordat het cambermechanisme op één punt aan te sturen is, is het mogelijk om de aansturing in gebied 1 te plaatsen.

21. Hefmechanisme wordt aangestuurd in vlak 2.

Hefmechanisme wordt aangestuurd in gebied 2.

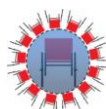
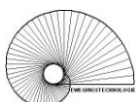
Wensen

1. Het camberverstelmechanisme zal in drie handelingen te verstellen zijn.

Handeling één betreft het aansturen van het hefmechanisme, zodat de achterwielen van de grond worden getild. Handeling twee betreft het ontkoppelen van het geleidingsmechanisme en tegelijkertijd het aansturen van het cambermechanisme en het blokkeren in 12 graden. Handeling drie betreft het dalen van de achterwielen tot aan de ondergrond.

2. Het camberverstelmechanisme moet in 15 seconde te gebruiken zijn.

Deze wens is niet getest, omdat er geen prototype is gebouwd. Er wordt echter wel verwacht dat de drie handelingen rond de 15 seconden kunnen worden uitgevoerd.





8. Discussie

Wanneer de rolstoel wordt uitgevoerd met het camberverstelmechanisme is er geen mogelijkheid tot remmen. De rem is in de eerste plaats niet te gebruiken bij een camberverstelling naar 12 graden omdat het wiel niet meer in contact komt met de rem. In de tweede plaats wordt in dit ontwerp de rem verwijderd om plaats te maken voor het hefmechanisme. Een alternatief voor de rem zou een naafrem kunnen zijn die in de meeste gevallen al wordt gebruikt bij rolstoelen die zijn uitgevoerd met een camberstand.

Doordat de rolstoel in camberstand minder stabiel is in achterwaartse richting, waardoor deze makkelijker achterover kantelt, kan er overwogen worden om een extra zwenkwiel achter te plaatsen.

Tijdens dit afstudeerproject is een eerste ontwerp ontstaan dat veel verschillende krachten aan zou moeten kunnen.

Het ontwerp is buiten het digitaal testen (Cosmos/SolidWorks) niet getest in werkelijkheid.

Het gebruikersonderzoek onder rolstoelgebruikers heeft in de eerste weken van het afstuderen plaats gevonden. Er is een enquête gestuurd naar 50 personen die in het dagelijks leven gebruik maken van een rolstoel zonder of met een lichte camberhoek en tijdens het sporten gebruik maken van een camberstand (3 graden tot 20 graden). De reacties op de enquête waren dusdanig weinig dat er besloten is om het gebruikersonderzoek niet mee te nemen in dit afstudeerproject.

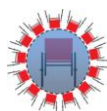
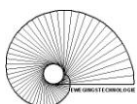
Tijdens het zoeken naar een geschikt mechanisme om de gewenste beweging te geleiden voor het cambermechanisme is er in eerste instantie gekeken naar een stangen stelsel. Na uitvoerige analyse is gebleken dat deze vorm van geleiding te gevoelig is voor onnauwkeurigheid. Wanneer er namelijk één stang enkele tiende millimeters verschilt zal de gewenste beweging met enkele graden verschillen. Wanneer er een stangenstelsel wordt gebruikt zal het mechanisme erg op de proef worden gesteld door de verschillende krachten van buitenaf. De stangen samen moeten de hele kracht dragen.

Het camberverstelmechanisme veroorzaakt een camberhoek van 0 graden en 12 graden. Dit zijn maar twee hoeken waar een rolstoelgebruiker uit kan kiezen. Het zou van toegevoegde waarde kunnen zijn wanneer uit meerdere hoeken is te kiezen. In dit afstudeerproject is bewust gekozen om geen verstelmogelijkheid te integreren in het ontwerp, omdat de afstudeerperiode daar te kort voor is. Wanneer er een vervolgonwerp zou komen op het eindontwerp, zouden deze verstellingen wel kunnen worden meegenomen.

In de evaluatie is te lezen dat het wiel niet de gewenste daling en zijwaartse beweging maakt. In de testfase is geconstateerd dat het geleidingsmechanisme correct werkt. Dit kan duiden op een meetfout tijdens een maatopname van de bestaande onderdelen van de REA Viking 703.

In de literatuur is niet terug gevonden waardoor de camberhoek de rolstoel veel wendbaarder maakt dan een rolstoel zonder camberhoek.

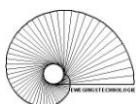
Het hefmechanisme wordt nog onvoldoende omhoog geklapt tijdens het rijden. Hierdoor kan tijdens het rijden over obstakels hinder worden ondervonden doordat het mechanisme het





obstakel kan raken. Een mogelijke oplossing kan gezocht worden in de wijze waarop de poot wordt ingeklapt.

Er is in het ontwerp gekozen om de twee achterwielen tegelijker tijd te verstellen. Hierdoor is het onmogelijk geworden om het frame opvouwbaar te maken. Wanneer er toch voor wordt gekozen om het frame opvouwbaar te maken zou dit de stevigheid van het camberverstelmechanisme negatief beïnvloeden.





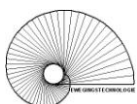
9. Conclusies

Na gekeken te hebben naar bestaande camberverstelmechanismen, is geconcludeerd dat geen enkel bestaand systeem door de rolstoelgebruiker vanuit de rolstoel zelf te verstellen is.

Wanneer de wielen van een rolstoel naar een camberstand gebracht worden, laat dit de achteras van de rolstoel dalen. Dit heeft invloed op het rijgedrag van de rolstoel. Huidige verstelmechanismen houden hier geen rekening mee.

Doordat er in het ontwerp voor is gekozen om het frame niet in hoogte te laten veranderen wordt het rijgedrag van de rolstoel niet negatief beïnvloed.

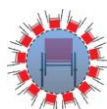
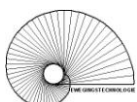
Het ontwerp van het verstelmechanisme is een goede basis voor het doorontwikkelen van een camberverstelmechanisme.





10. Literatuurlijst

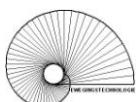
- 1 Vergeer, E. Image (<http://www.esthervergeer.nl>). Beijing, 2008.
- 2 van Abeck, Dr. F.W.A., *Handboek dwarslaesierevalidatie*. 2^e druk, Zeist, 2007.
- 3 South West Medical. (<http://www.quickie-wheelchairs.com>). (toegang maart 2009)
- 4 Otto Bock Mobility. (<http://www.handy-wijzer.nl/viewproduct.asp?OID=254061>). (toegang maart 2009)
- 5 TNS Revalidatie service. (http://www.tnsrijen.nl/rolstoelen2_sport.asp). (toegang maart 2009).
- 6 Panthera Production AB. (<http://www.panthera.se/>) (toegang maart 2009)
- 7 Otto Bock Mobility. (http://www.ottobock.com/cps/rde/xchg/ob_com_en/hs.xsl/1260.html?id=teaser2). (toegang maart 2009).
- 8 Otto Bock Mobility. (<http://www.handy-wijzer.nl/viewproduct.asp?OID=253950>). (toegang maart 2009).
- 9 Allegro Medical. (<http://www.allegromedical.com/wheelchairs-c540/ultra-lightweight-c3759.html>). (toegang maart 2009).
- 10 Invacare Corporation. (http://www.invacare.com/cgi-bin/imhqprd/inv_catalog/prod_cat_detail.jsp?s=0&prodID=TEDTI). (toegang maart 2009).
- 11 Invacare Corporation, Kuschall AB. ([http://doclibrary.invacare.nl/Office/Europe/Marketing/MktDocNL.nsf/VALLMDocument/079AAD8290CB3CB1C12570D9003271BB/\\$File/KSerie_2006_NL.pdf](http://doclibrary.invacare.nl/Office/Europe/Marketing/MktDocNL.nsf/VALLMDocument/079AAD8290CB3CB1C12570D9003271BB/$File/KSerie_2006_NL.pdf)). (toegang maart 2009).
- 12 Invacare Corporation. (http://www.spinlife.com/files/Invacare_A-4Series.pdf). (toegang maart 2009).
- 13 Schreiber, Philip H, Lindquist, Steven L, Killebrew, Allen. Sunrise Medical HHG Inc. USA, 2005. (<http://www.patentstorm.us/patents/7249773/description.html>).
- 14 Van der Woude, L.H.V., Meijs, P.J.M., Van der Grinten, B.A., De Boer, Y.A., *Ergonomics of manual wheelchair propulsion*. Italy, 1993
- 15 Clifforde E., Brubaker, PH .D., Colina. McLaurin, Sc .D., Irenes. McClay, M .S., *Effects of side slope on wheelchair performance*. Virginia, 1986.
- 16 Trndel G, Kirby RL, Ackroyd-Stolarz SA, Kirkland S, *Effects of rear-wheel camber on wheelchair stability*, Arch Phys Med Rehabil 1997;78:78-81.
- 17 Engström, B. *Ergonomie Sitzen im rollstuhl*. Germany, 2001.
- 18 Jullens, A., *College 1 MCOT module 10*, Den Haag, 2008.
- 19 Broeren, B., *Antropometrie*, Den Haag, 2007.
- 20 Dr.Hein A.M., Daanen, Arno J. ,Krul, Dr. Johan F.M. Molenbroek, *TU Delft: Geron-project* (<http://dined.io.tudelft.nl/en,dined2003>). Delft , 2003.
- 21 Drabbe Industriële machineonderdelen. (www.drabbe.nl) (toegang mei 2009)



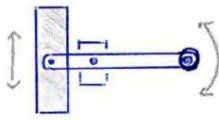
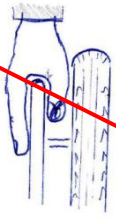
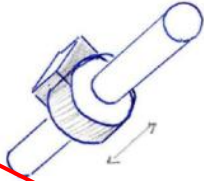
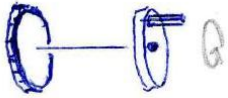


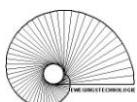
Bijlage I Morfologische kaart

Cambermechanisme				
Blokkeren				
	Zekeringspin systeem	Snelspanner	Grasmaaier verstelling	Contra verstelling
Blokkeren				
	Tandwiel	Karte-/terugveer systeem		
Geleiding				
	Stangen stelsel	Gleuf	Stang	Zwaluwstaart
Geleiding			Cambertube met verstelbare achterashoogte	
	Actuator	Combi geleiding stangenstelsel		
Verstellen / Aansturen				
	Rotatie systeem	Schuiven	Draaien	Hand



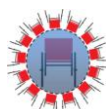
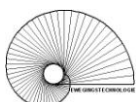


Aansturing gebruiker				
	Hendel met hefboom	Hand	Translatie	Draaien (Zwengel)

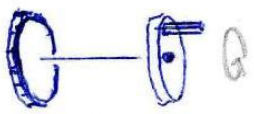


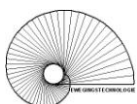


Hefmechanisme				
Omhoog brengen wiel				
	Hefboom	Schroefdraad	Automatisch UP	Tandwiel
Blokkeren				
	Grasmaaier verstelling	Rotatie systeem	Rolstoelrem	Handrem
Blokkeren				
	Zelfremmend schroefdraad	Snelspanner	Zekeringspin	
Bekrachtiging				
	Cardanas	Tandwiel – 2 delen	Tandwiel – 1 deel	Draai / Roteren
Bekrachtiging				
	Hendel (translatie)			





Aansturing gebruiker				
	Zwengel	Hendel		





Bijlage II Morfologische kaart voor- en nadelen

Cambermechanisme.

1. Blokkeren.

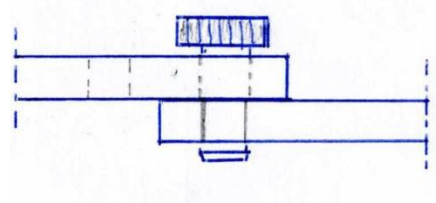
1.1. Zekeringspin.

Omschrijving: Het systeem wordt vergrendeld door een pin door 2 platen te laten gaan.

Voordeel: Altijd op de zelfde plek vast te zetten.

Wanneer het pin systeem beschikt over een veer schiet de pin terug.

Nadeel: Platen moeten precies uitgelijnd worden.



1.2. Snelspanner.

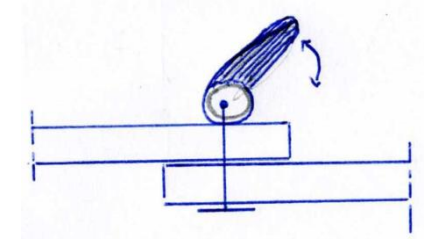
Omschrijving: Zit om 2 buizen heen en kan gemakkelijk 2 delen samen klemmen.

Voordeel: Snel los en vast te maken.

Verticale krachten goed op te vangen.

Nadeel: Niet altijd op de zelfde plek vast te zetten.

Krachten in horizontale richting zijn niet goed op te vangen.



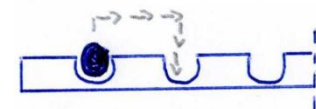
1.3. Grasmaaier verstelling.

Omschrijving: De hendel moet naar onder gedrukt worden om te verplaatsen en wordt met een veer naar boven gedrukt, zodat deze in de inkepingen in de plaat valt.

Voordeel: Snel te verstellen.

Op vaste plekken vast te zetten.

Nadeel: Systeem moet precies goed zijn afgesteld, er kan namelijk niet gespeeld worden met de plaats waar je deze vastzet.



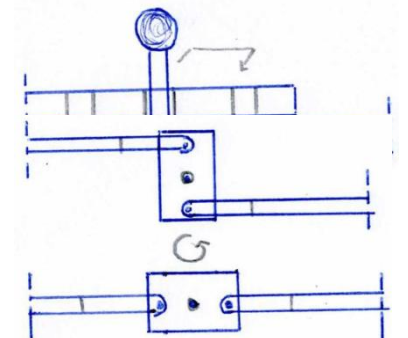
1.4. Contra systeem recht versus systeem links.

Omschrijving: Beide kanten van het verstel mechanisme komen tegenover elkaar te staan. Hierdoor heffen de krachten elkaar op.

Voordeel: Minder krachten te overkomen.

Altijd op de zelfde plek vast te zetten.

Nadeel: Systeem moet precies goed uitgelijnd worden.



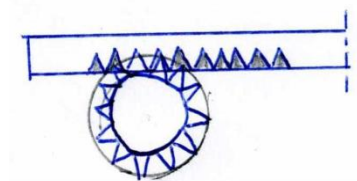
1.5. Tandwiel/wrijving (zelfremmend schroefdraad).

Omschrijving: Een zelf remmend schroefdraad, zoals bij een bankschroef.

Voordeel: Wanneer dit losgelaten wordt, kan deze ook niet terug schieten.

Een niet precieze montage kan opgevangen worden door het schroeven.

Nadeel: Niet altijd op precies de zelfde plek vast te zetten.



1.6. Kartelsysteem / Terugveersysteem.

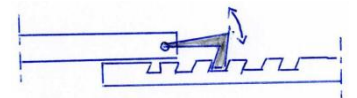
Omschrijving: Een haakje met een veer moet handmatig omhoog gebracht worden. Wanneer deze losgelaten wordt, wordt deze door de veer in een kartelrail gedrukt, waardoor deze niet meer te verplaatsen is.

Voordeel: Wanneer dit wordt gelaten, remt het direct.

Snel te verstellen.

Verstelbaarheid.

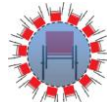
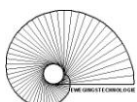
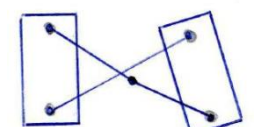
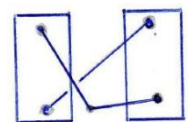
Nadeel: Niet altijd op de zelfde plek vast te zetten.



2. Geleiding.

2.1. Stangen stelsel.

Omschrijving: Door middel van 4 stangen.





Voordeel: Bijna elke stand is te bereiken.

Nadeel: Systeem is erg gevoelig. 0,5 mm verplaatsing van de ophanging van een stang kan al 0.5 graden afwijking in het wiel geven.

2.2. Anton Gleuf.

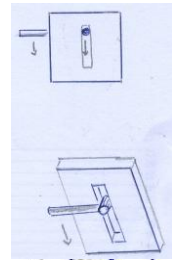
Het wiel wordt d.m.v. een geleiding naar een vastgesteld punt geleid.

Omschrijving: 1 of 2 gleuven geleiden een object over een vastgelegde baan.

Voordeel: Baan is vooraf vastgelegd.

Twee delen zullen altijd in contact blijven met elkaar door de zwaluw hoek.

Nadeel: Baan moet vooraf precies zijn uitgelijnd.

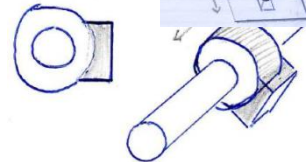


2.3. Stang.

Omschrijving: baan wordt geleid door de vorm van de stang door een opening in een plaat.

Voordeel: Baan staat vast.

Nadeel: Combinatie van rotatie en translatie is alleen mogelijk als de ring niet precies aansluit, dus een grotere diameter heeft. Dus niet nauwkeurig.



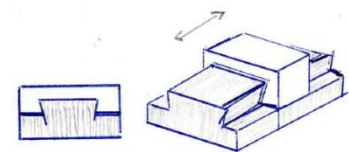
2.4. Zwaluwstaart.

Omschrijving: Baan wordt geleid over een zwaluwstaart verbinding.

Voordeel: Baan staat vast.

Nadeel: een combinatie van een rotatie en translatie is onmogelijk.

Door het grote contactoppervlak is er ook veel wrijving.

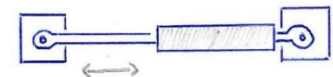


2.5. Actuator.

Omschrijving: Beweging wordt geleid door een stang die uitschuift.

Voordeel: Baan staat vast.

Nadeel: Stang is gevoelig voor doorbuiging.

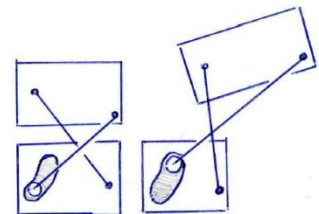


2.6. Combinatie vierstangen stelsel en geleiding.

Omschrijving: de baan is vastgelegd door een geleiding. Het 4stangenstelsel zorgt voor de beweging.

Voordeel: De beweging is vastgelegd door de geleiding. Altijd zelfde eindstand haalbaar.

Nadeel: De geleiding neemt ruimte in beslag



2.7 Cambertube met in hoogte verstelbare achteras.

Omschrijving: Een cambertube om de camber te verstellen. En een achteras welke omhoog en omlaag versteld kan worden.

Voordeel: Een bestaande cambertube kan worden gebruikt.

Nadeel: De achteras moet apart versteld worden.

3. Verstellen / aansturen.

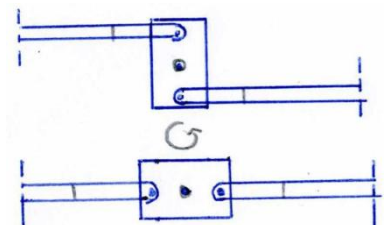
3.1. Rotatie systeem.

Omschrijving: Beide kanten van het verstel mechanisme komen tegenover elkaar te staan. Hierdoor heffen de krachten elkaar op.

Voordeel: Minder krachten te overkomen.

Altijd op de zelfde plek vast te zetten.

Nadeel: Systeem moet precies goed uitgelijnd worden.

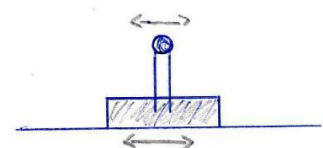


3.2 Schuiven.

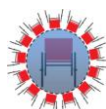
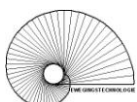
Omschrijving: voorwerp transleren over een vooraf gestelde baan.

Voordeel: kracht hoeft niet in richting van beweging te worden gegenereerd. Systeem stuurt zichzelf.

Nadeel: wrijving.



3.3 Draaien.



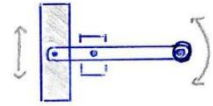


Omschrijving: voorwerp roteren over een vooraf gestelde baan.

Voordeel: Hefboom toe te passen.

Kracht hoeft niet in richting van beweging te worden gegenereerd.

Nadeel: Systeem stuurt zichzelf, roterende beweging moet men nog omzetten in translatie.



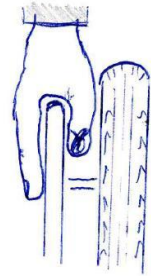
3.4 Hoepel bekrachtiging (met handkracht optillen of duwen).

Omschrijving: Met de hand optillen en omlaag duwen van het wiel

Voordeel: Geen aanstuur mechanisme nodig.

Nadeel: Kan geen gebruik gemaakt worden van kracht vergroter.

Wielen moeten apart van elkaar versteld worden.



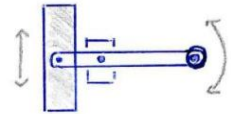
4. Het aansturen van de gebruiker.

4.1. Hendel draaien met draaischijf.

Omschrijving: een hendel welke naar links en naar rechts gedraaid moet worden.

Voordeel: Kracht vergroter toe te passen

Nadeel: Rotatie beweging moet om worden gezet naar translatie.



4.2. Met de hand omhoog of omlaag (wiel).

Omschrijving: Met de hand het wiel omhoog of omlaag.

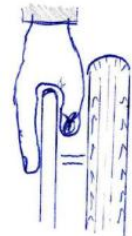
Voordeel: Geen hendels te gebruiken.

Geen hendels in de weg.

kracht hoeft niet in richting van beweging worden gegenereerd. Systeem stuurt zichzelf.

Nadeel: Kan geen kracht vergroters gebruiken.

Kan de wielen niet tegelijkertijd verstellen.

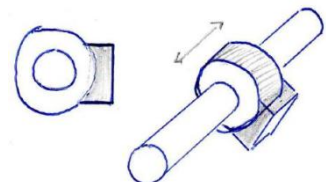


4.3. Translatie.

Omschrijving: baan wordt geleid door de vorm van de stang door een opening in een plaat.

Voordeel: Baan staat vast.

Nadeel: Combinatie van rotatie en translatie is alleen mogelijk als de ring niet precies aansluit, dus een grotere diameter heeft. Dus niet nauwkeurig.



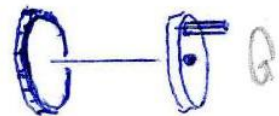
4.4. Draaien (zwengel).

Omschrijving: Verstellen via een draaiende beweging.

Voordeel: Verplaatsing hand is klein

kracht hoeft niet in richting van beweging worden gegenereerd. Systeem stuurt zichzelf.

Nadeel: Geen kracht vergroter moeilijk te produceren en kwetsbare overbrenging.



Hefmechanisme.

5. Het omhoog brengen van de rolstoel.

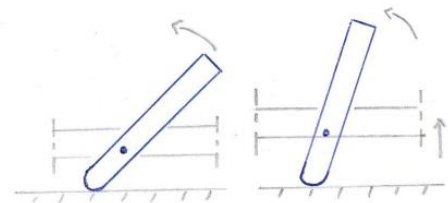
5.1. Hefboom.

Omschrijving: Hefboomconstructie..

Voordeel: Kan gebruik maken van krachtvergroters

Nadeel: Heeft ruimte nodig om in te bewegen.

Grote uitslag om kleine beweging te genereren.



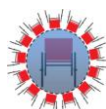
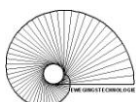
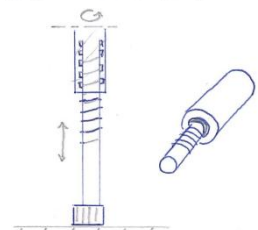
5.2. Schroefdraad.

Omschrijving: Rolstoel omhoog door schroefdraad te draaien in koker.

Voordeel: Zelf remmend.

Kracht naar beneden gericht.

Nadeel: veel roteren voor kleine uitslag.





5.3. Automatisch –up.

Omschrijving: Doormiddel van een kantel mechanisme de rolstoel omhoog wippen

Voordeel: Gemakkelijk te bedienen

Nadeel: Kan niet vanuit stilstand. Systeem komt neer op het overschrijden van evenwicht, systeem moet bekrachtigd worden door zwaartepunt veranderingen.

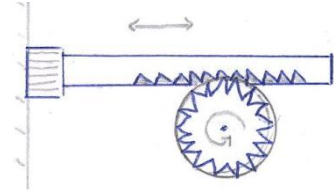
5.4 Tandwiel.

Omschrijving: Draaiend tandwiel brengt staaf naar beneden

Voordeel: Kracht vergroot toe te passen.

Nadeel: Alleen verticale beweging.

Veel beweging voor kleine uitslag.



6. Vastzetten van het mechanisme in de twee standen.

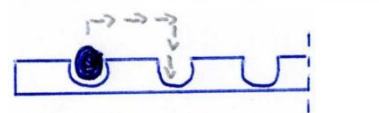
6.1. Grasmaaier mechanisme.

Omschrijving: De hendel moet naar onder gedrukt worden om te verplaatsen en wordt met een veer naar boven gedrukt, zodat deze in de inkepingen in de plaat valt.

Voordeel: Snel te verstellen.

Altijd op de zelfde plek vast te zetten.

Nadeel: Systeem moet precies goed zijn afgesteld, er kan namelijk niet gespeeld worden met de plaats waar je deze vastzet.



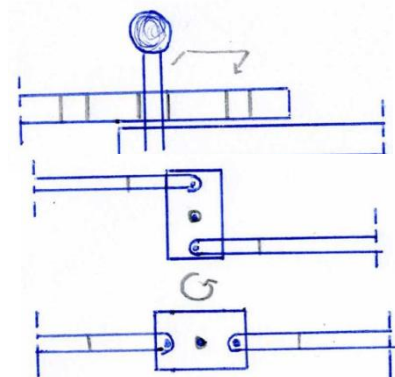
6.2. Contra systeem recht versus systeem links.

Omschrijving: Beide kanten van het verstel mechanisme komen tegenover elkaar te staan. Hierdoor heffen de krachten elkaar op.

Voordeel: Minder krachten te overkomen.

Altijd op de zelfde plek vast te zetten.

Nadeel: Systeem moet precies goed uitgelijnd worden.

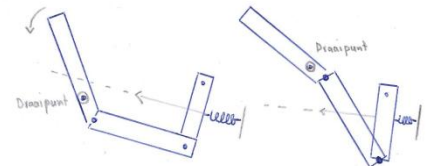


6.3. Rolstoel rem.

Omschrijving: Verstel mechanisme met systeem rolstoelrem.

Voordeel: Systeem houdt zichzelf in evenwicht.

Nadeel: Wanneer de rem wordt onderbroken kan dit een grote kracht veroorzaken op de handel.

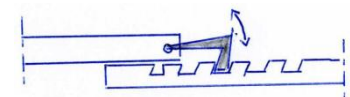


6.4. Handrem.

Omschrijving: Hendel kan bewogen worden om omhoog te brengen, maar er moet eerst een knop worden ingedrukt om de rolstoel te laten zakken.

Voordeel: Kan niet per ongeluk naar beneden gaan.

Nadeel: Er moet een veersysteem zijn om de pin terug te laten vallen.

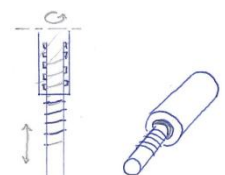


6.5. Zelfremmend schroefdraad.

Omschrijving: Door de vorm van het schroefdraad draait deze niet automatisch terug tegen weerstand.

Voordeel: Blijft staan, wanneer er geen kracht meer wordt uitgeoefend.

Nadeel: Kan niet zelfstandig zakken.

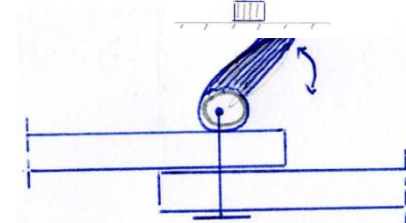


6.6. Snelspanner.

Omschrijving: Zit om twee buizen heen en kan gemakkelijk twee delen samen klemmen.

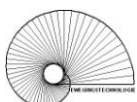
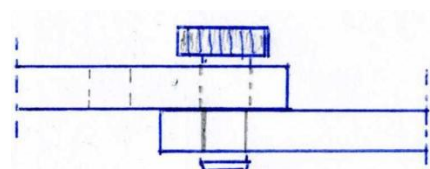
Voordeel: Snel los en vast te maken.

Nadeel: Niet altijd op de zelfde plek vast te zetten.



6.7. Zekeringspin.

Omschrijving: Het systeem wordt vergrendeld door een pin door twee platen te laten gaan.





Voordeel: Altijd op de zelfde plek vast te zetten

Nadeel: Platen moeten precies uitgelijnd worden

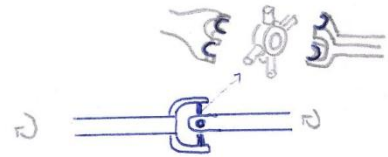
7. Bekrachtigen van het mechanisme.

7.1. Cardanas → pootje met schroefdraad uitdraaien.

Omschrijving: D.m.v. een cardanas verbinding de kracht overbrengen.

Voordeel: Kan roteren en om een hoek gaan.

Nadeel: Veel bewegende delen.

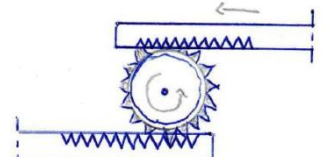


7.2. Tandwiel → 2 delen uit elkaar.

Omschrijving: Één draaiend tandwiel beweegt twee delen uit elkaar.

Voordeel: Eén punt aan sturen voor twee kanten bekrachtiging.

Nadeel: Asymmetrisch systeem.

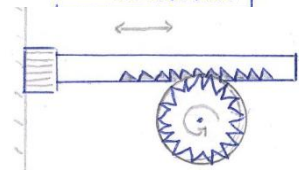


7.3. Tandwiel → 1 deel verschuift.

Omschrijving: Één draaiend tandwiel beweegt één deel van zich af.

Voordeel: Blijft staan, wanneer er geen kracht meer wordt uitgeoefend.

Nadeel: Kan niet zelfstandig zakken.

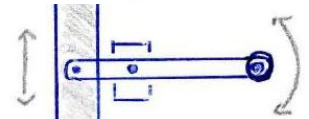


7.4. Hendel → rotatie.

Omschrijving: Door een hendel te roteren.

Voordeel: Krachtvergroter toe te passen.

Nadeel: Uitsluitend rotatie beweging, nog omzetten naar translatie.



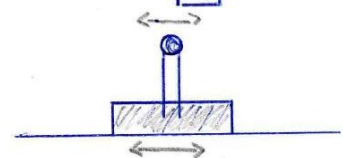
7.5. Hendel → translatie.

Omschrijving: Door hendel te transleren.

Voordeel: kracht hoeft niet in richting van beweging te worden gegenereerd. Systeem stuurt zichzelf.

Nadeel: Geen kracht vergroter toe te passen.

Wrijving.



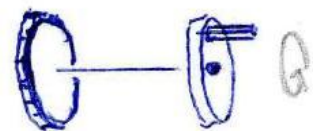
8. Aansturing door de gebruiker.

8.1. Zwengel.

Omschrijving: Handvat ronddraaien

Voordeel: Bediening blijft dicht bij de gebruiker

Nadeel: Niet op alle delen van de cirkel beweging evengoed te bekrachtigen

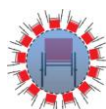
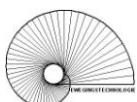
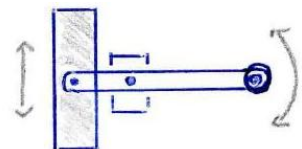


8.2. Hendel.

Omschrijving: Aan een hendel trekken of duwen

Voordeel: Één soort beweging

Nadeel: Lengte van de hendel





Bijlage III Technische tekeningen

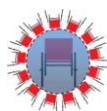
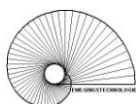
Onderdelenlijst

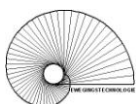
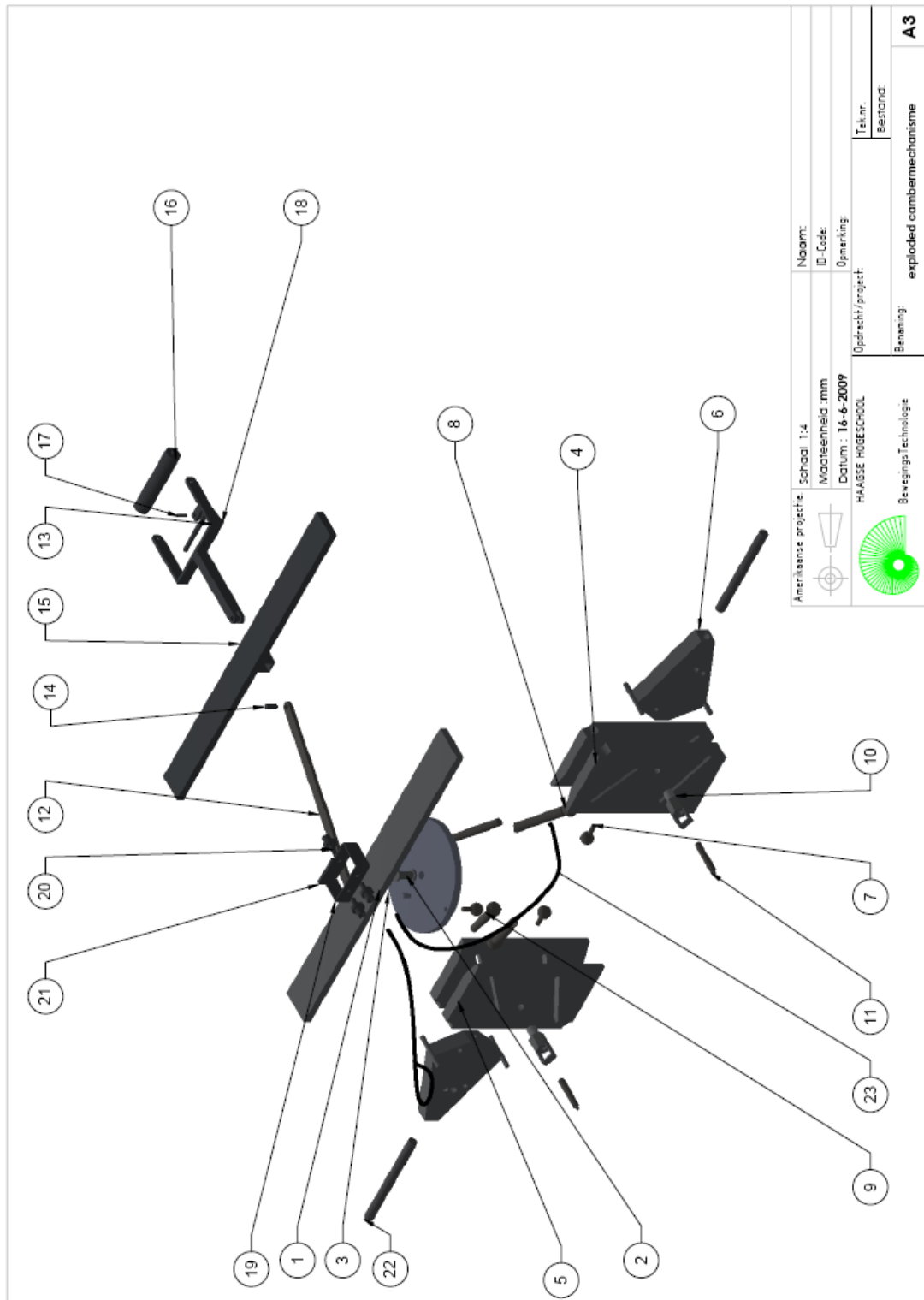
Cambermechanisme

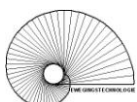
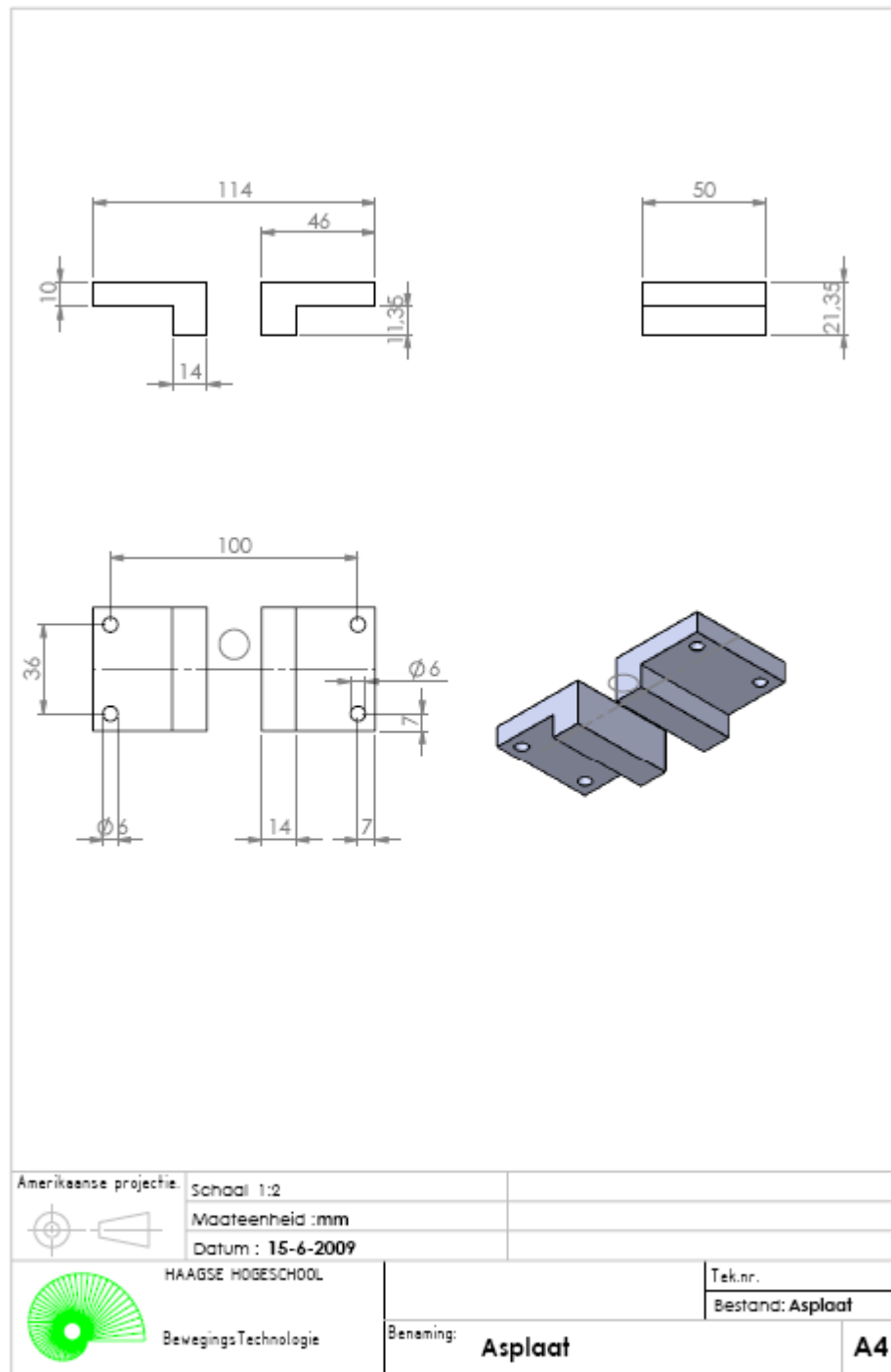
Nummer	Onderdeel	Materiaal	aantal
	Bevestigingsplaat		
1	achter	Al 99,9	1
2	As draaischijf	Al 99,9	1
3	Draaischijf	Al 99,9	1
4	Geleidingshuis rechts	Al 99,9	1
5	Geleidingshuis links	Al 99,9	1
6	Camberblok	Al 99,9	1
7	Kogel	Fe 520	4
8	Aandrijfstang 1	Al 99,9	2
9	Aandrijfstang 2	Al 99,9	2
10	Blokkeringshuis	Al 99,9	2
11	Blokkeringspen	Fe 520	2
12	Aanstuurstang	Al 99,9	1
13	Handvat	Al 99,9	1
	Handvat aandrijving		
14	pen	Fe 520	1
15	Bevestigingsplaat voor	Al 99,9	1
16	Handvat rol	Al 99,9	1
17	Handrem pin	Fe 520	1
18	Handrem	Al 99,9	1
19	Remkabel splitter	Al 99,9	1
20	Remkabel verstelling	Al 99,9	3
	Tussenblok		
21	kabelsplitter	Al 99,9	1
22	As wiel	Fe 520	2
23	Remkabel	PBT	2

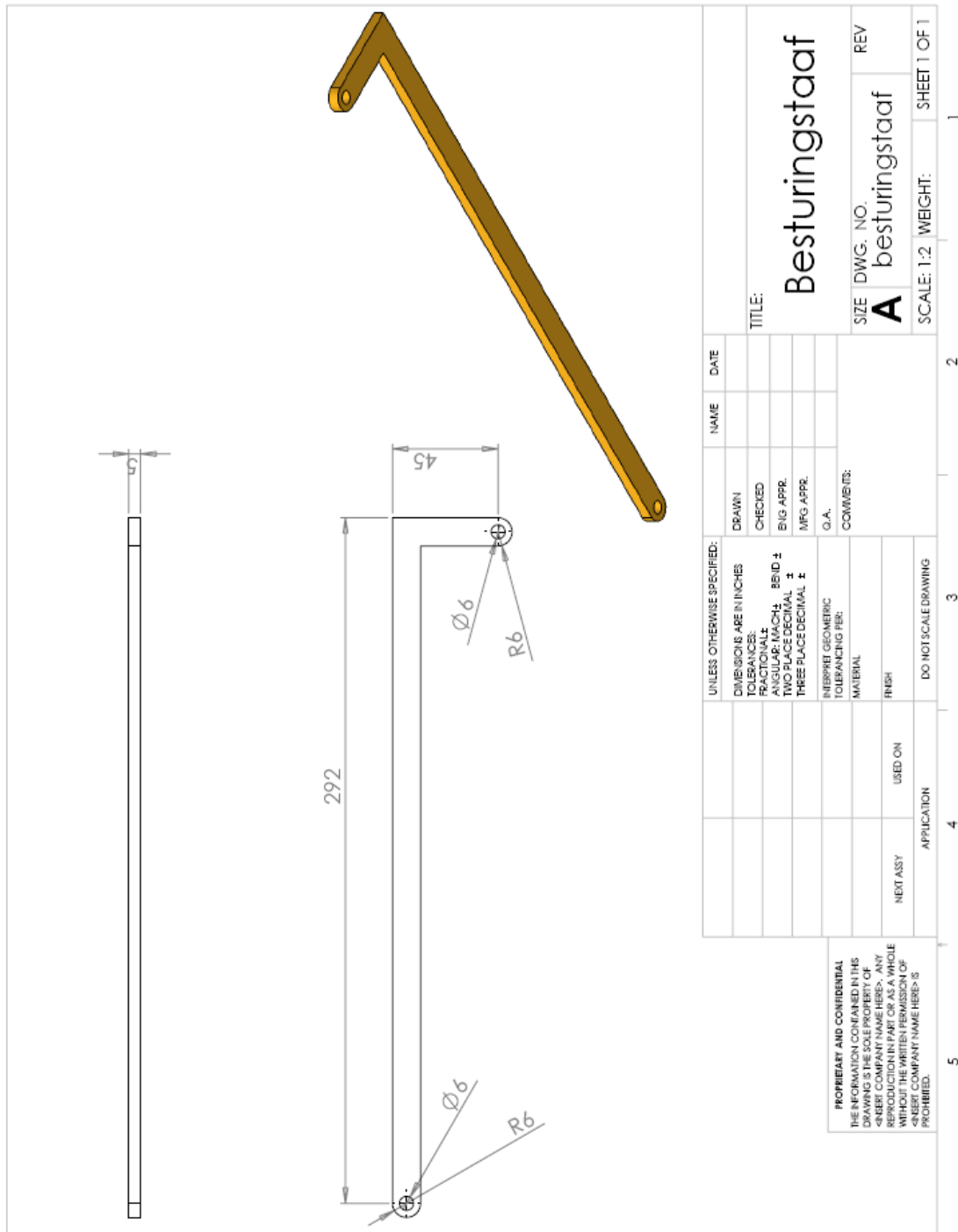
Hefmechanisme

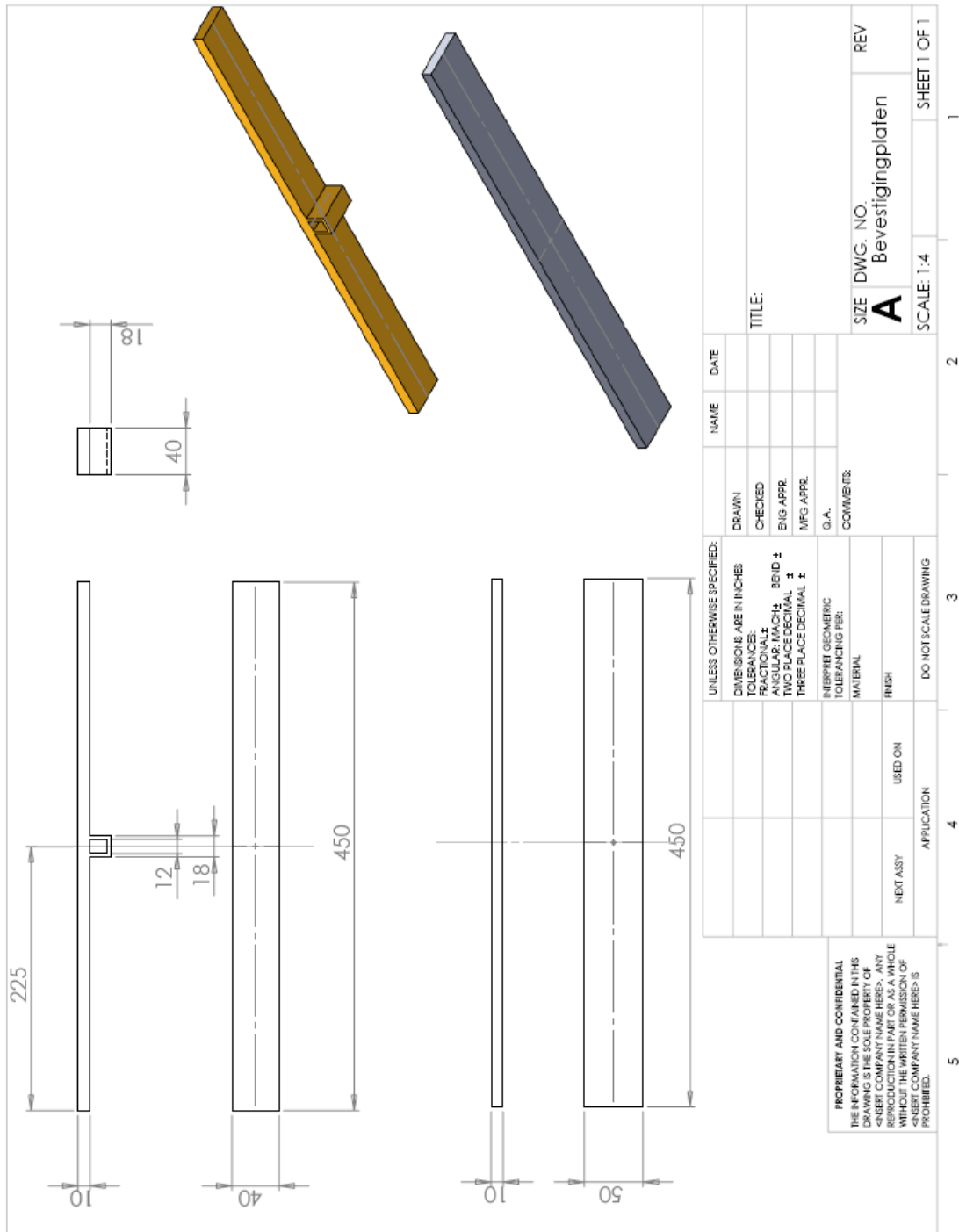
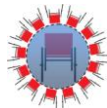
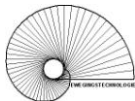
nummer	Onderdeel	Materiaal	Aantal
	Ophang		
1	hefmechanisme	Al 99,9	1
2	Plaatje 1	Fe 360	2
3	Hendel	Fe 360	1
4	Bochtje	Fe 360	1
5	Rempin	Fe 520	1
6	Tussenplaatje	Fe 260	2
7	As pin hefmechanisme	Fe 520	5
8	Tussenstaaf	Al 99,9	1
9	As poot	Fe 520	1
10	Poot	Al 99,9	1

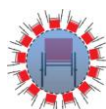
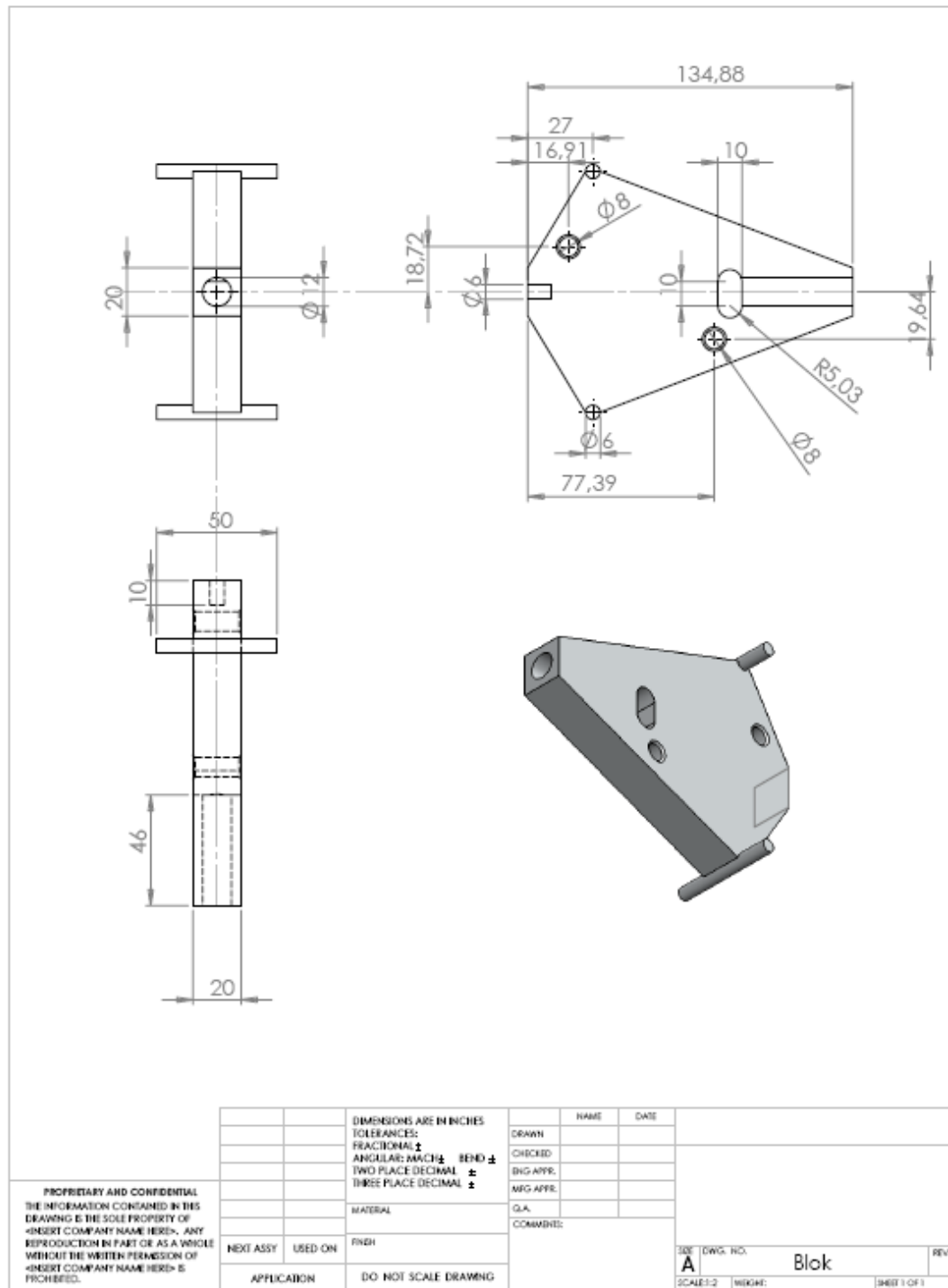


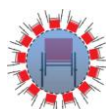
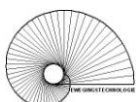
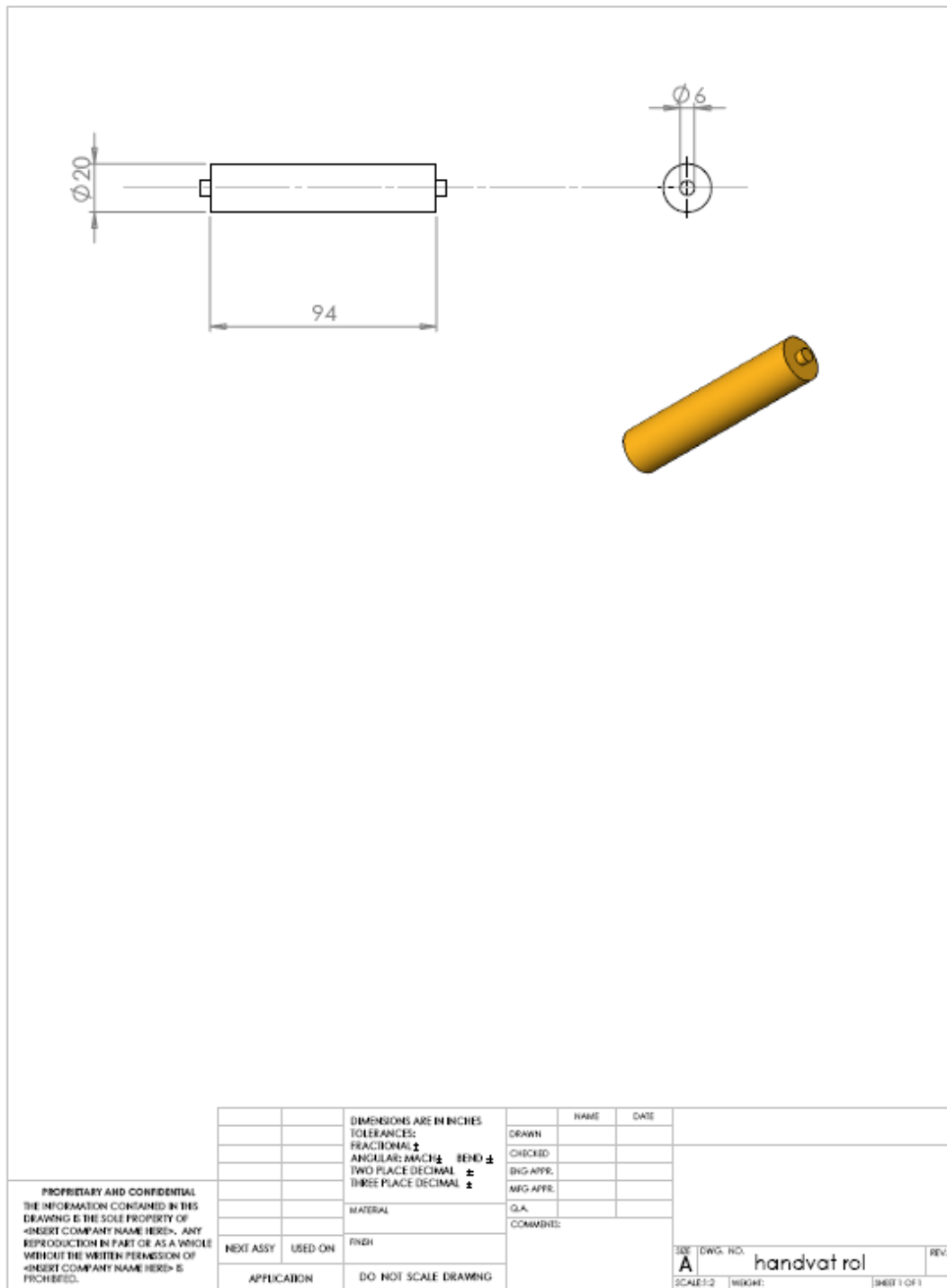


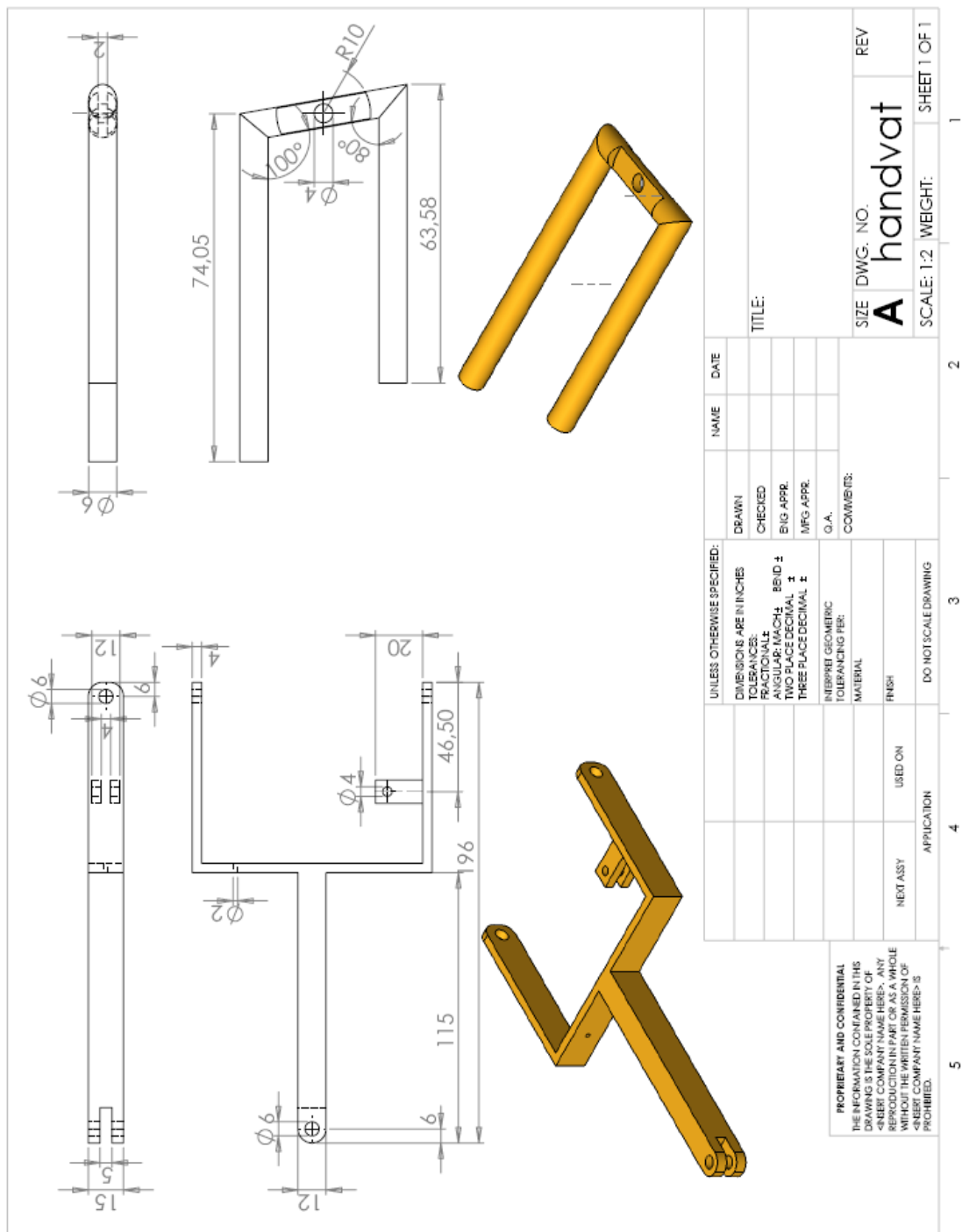


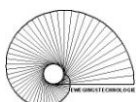
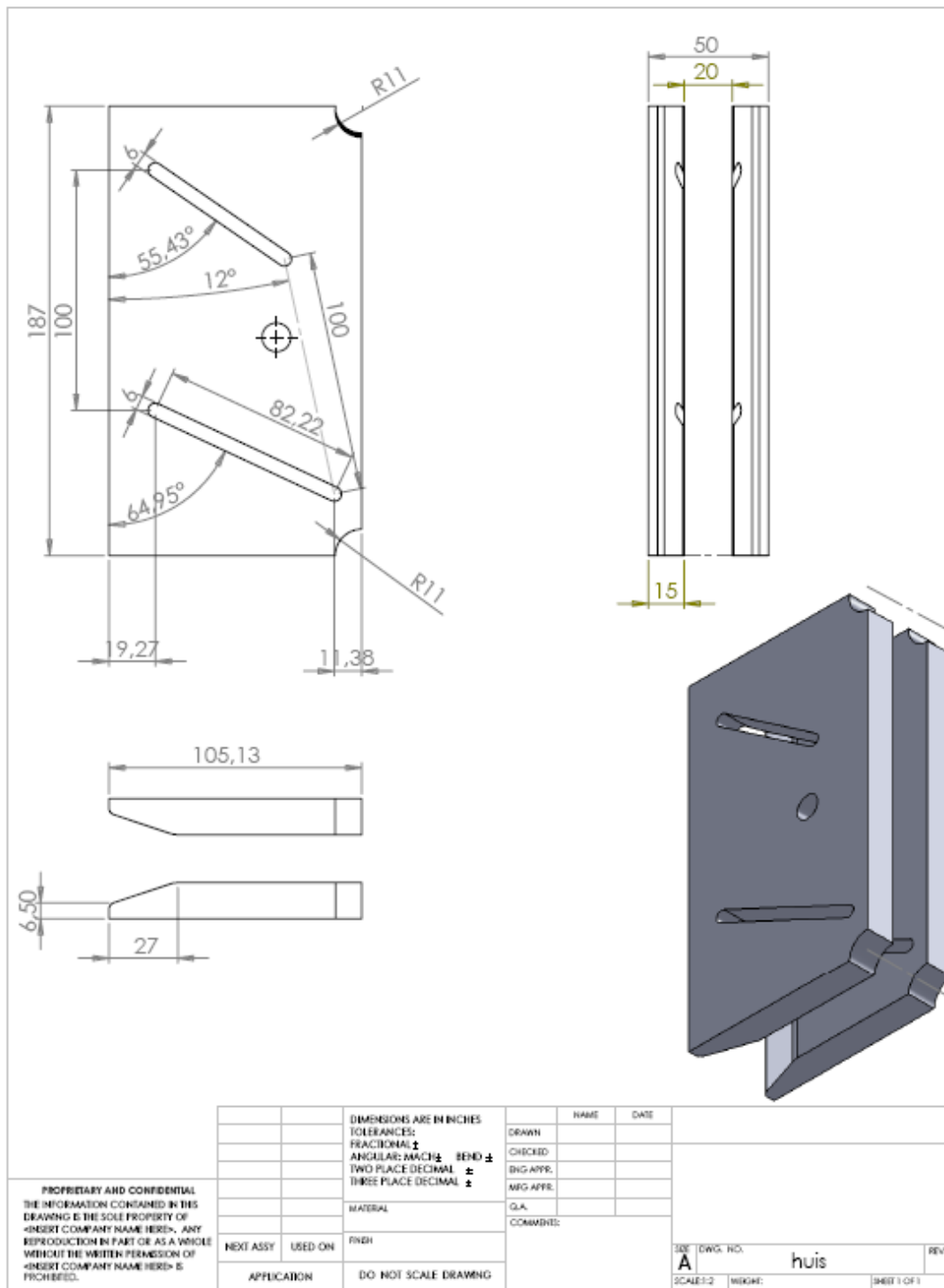


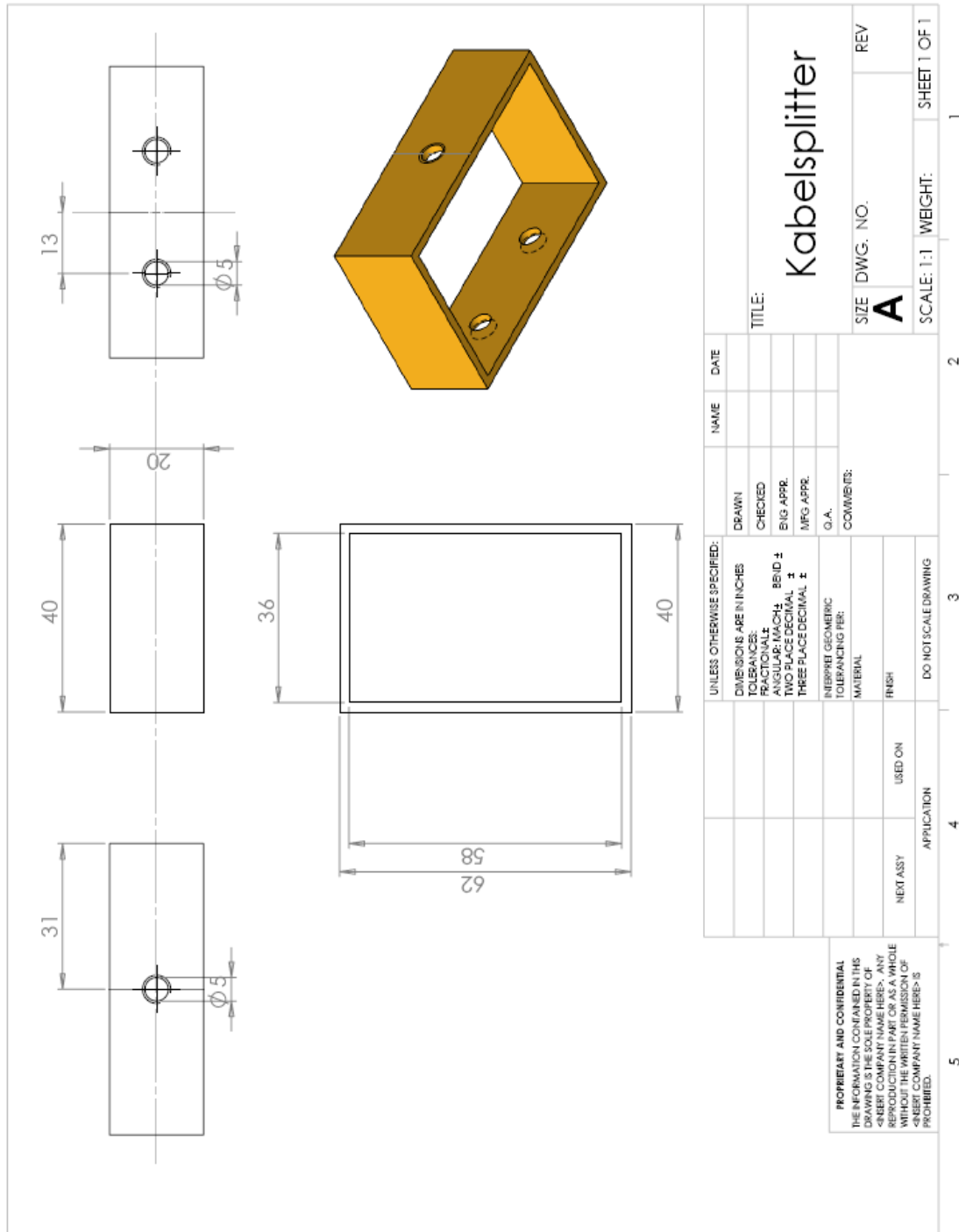
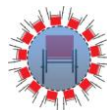
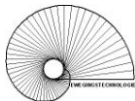


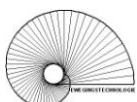
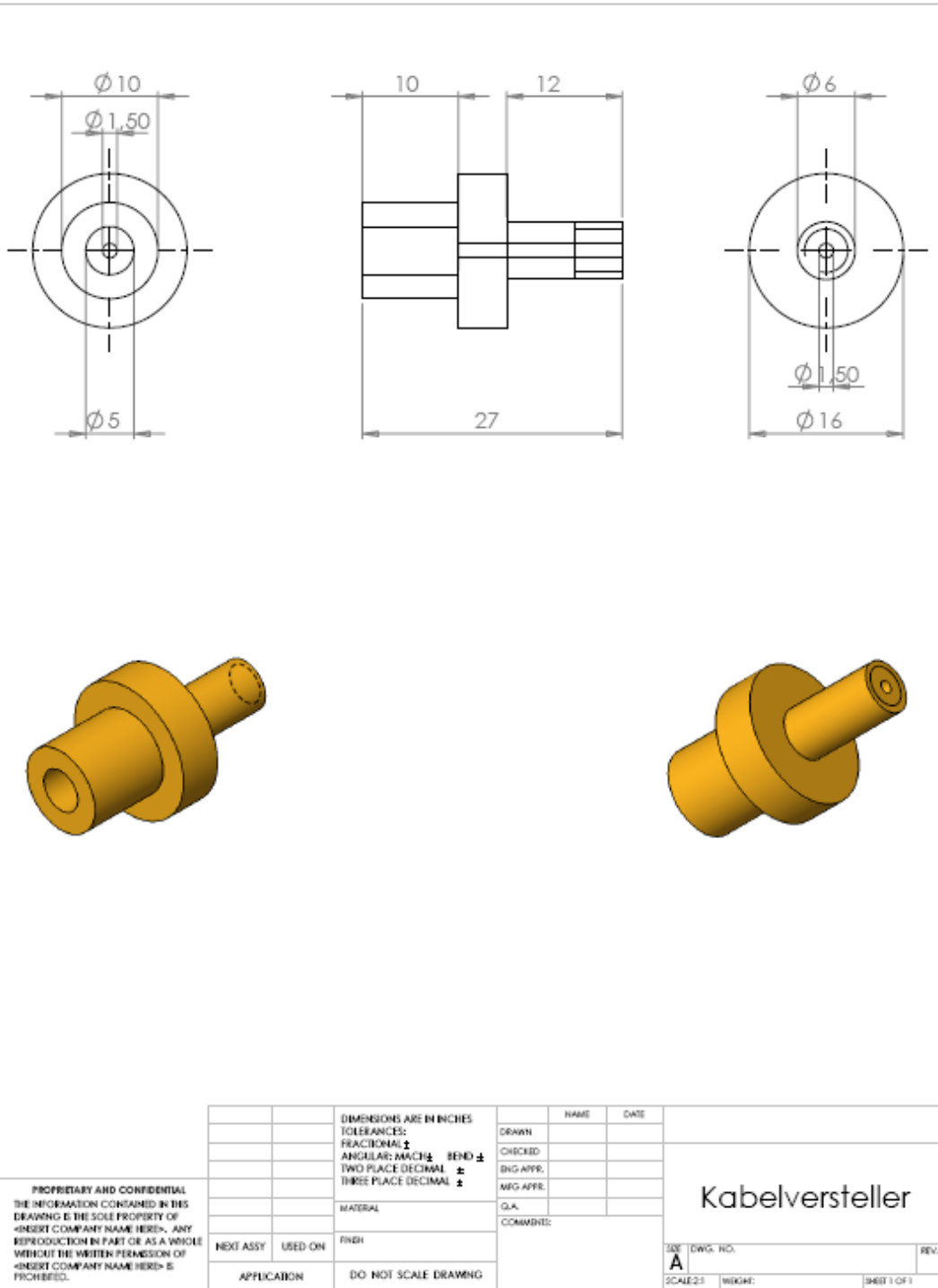


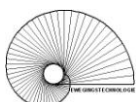
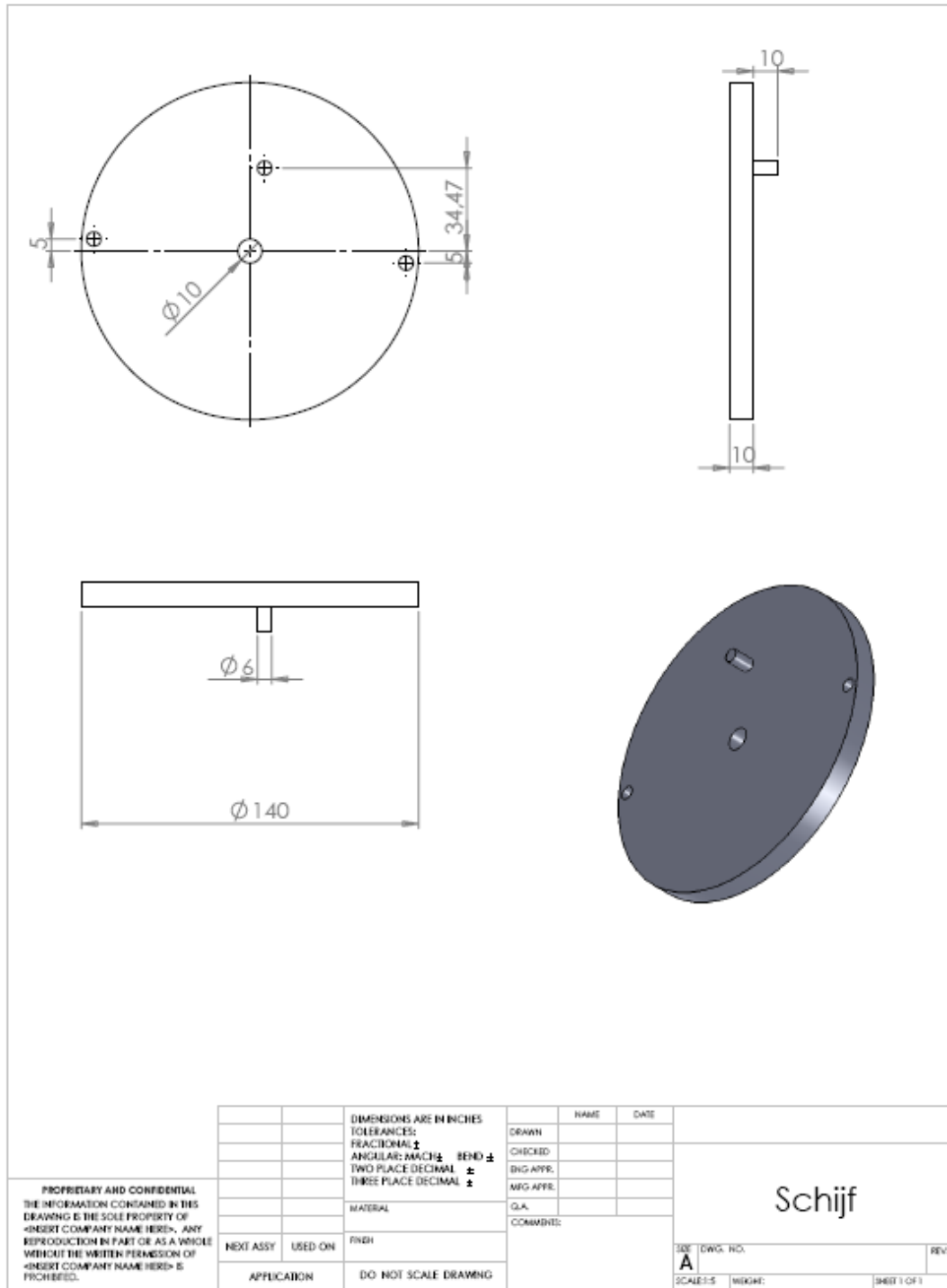


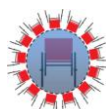
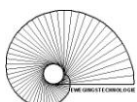
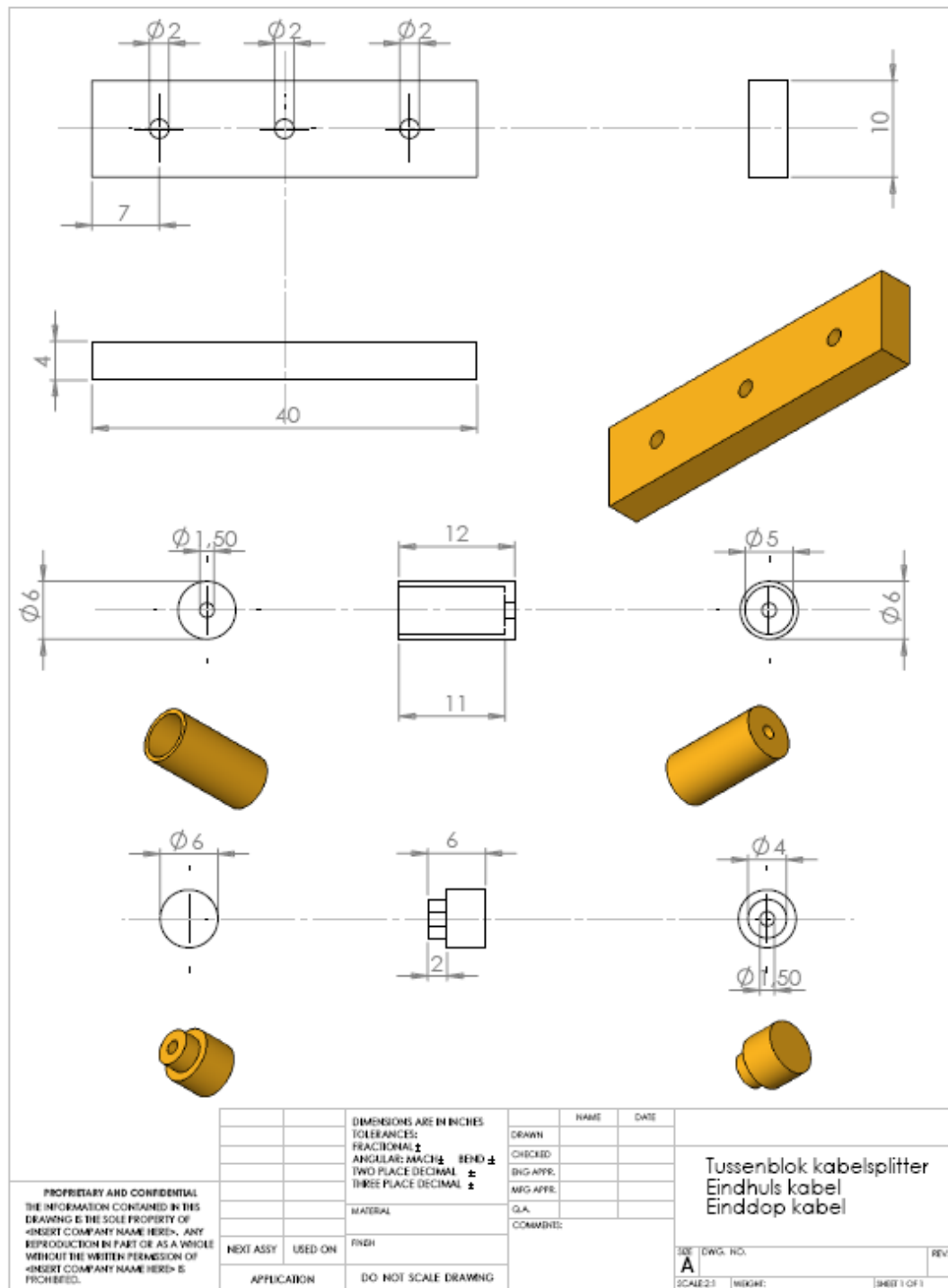


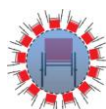
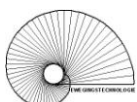
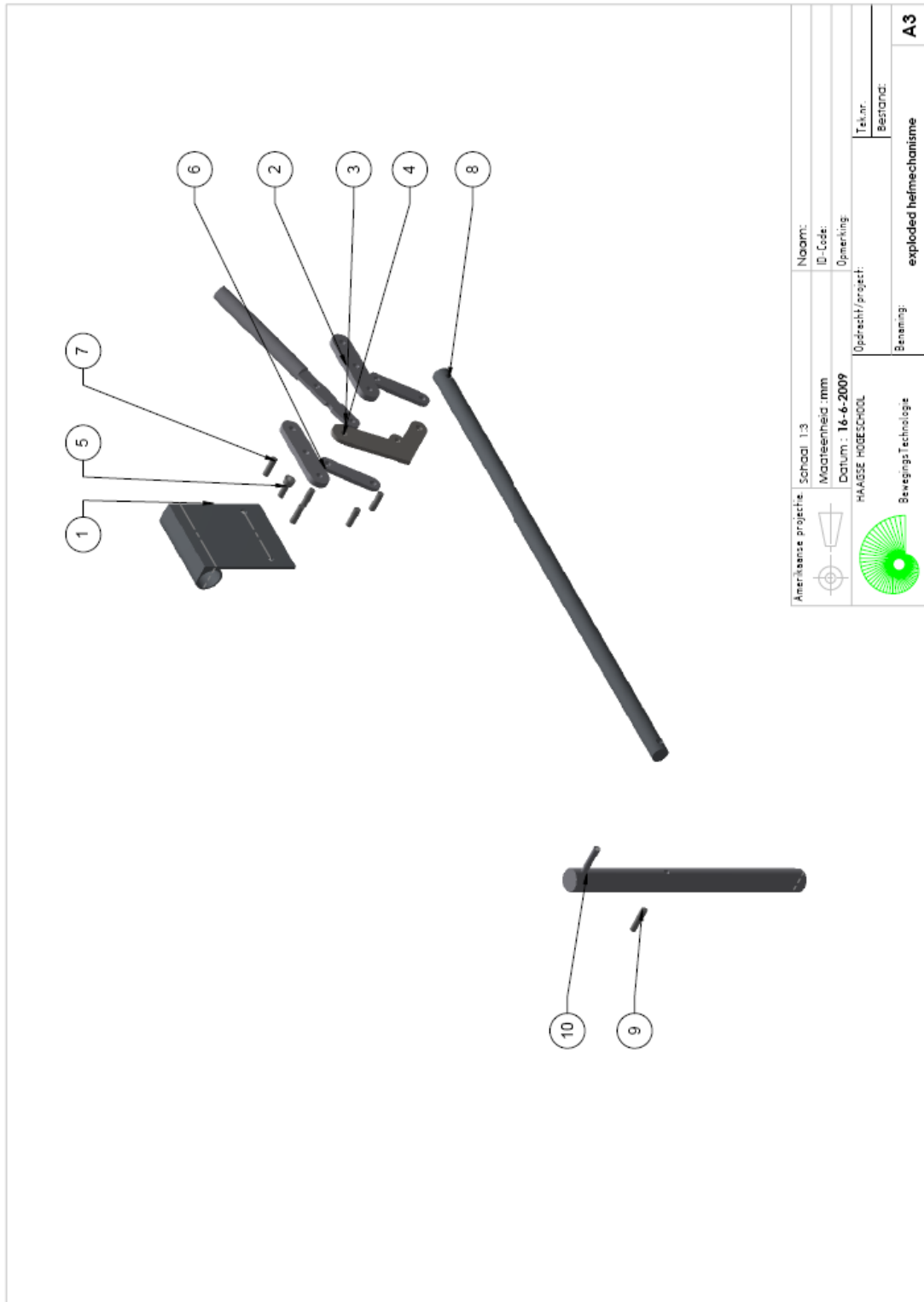


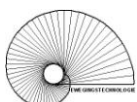
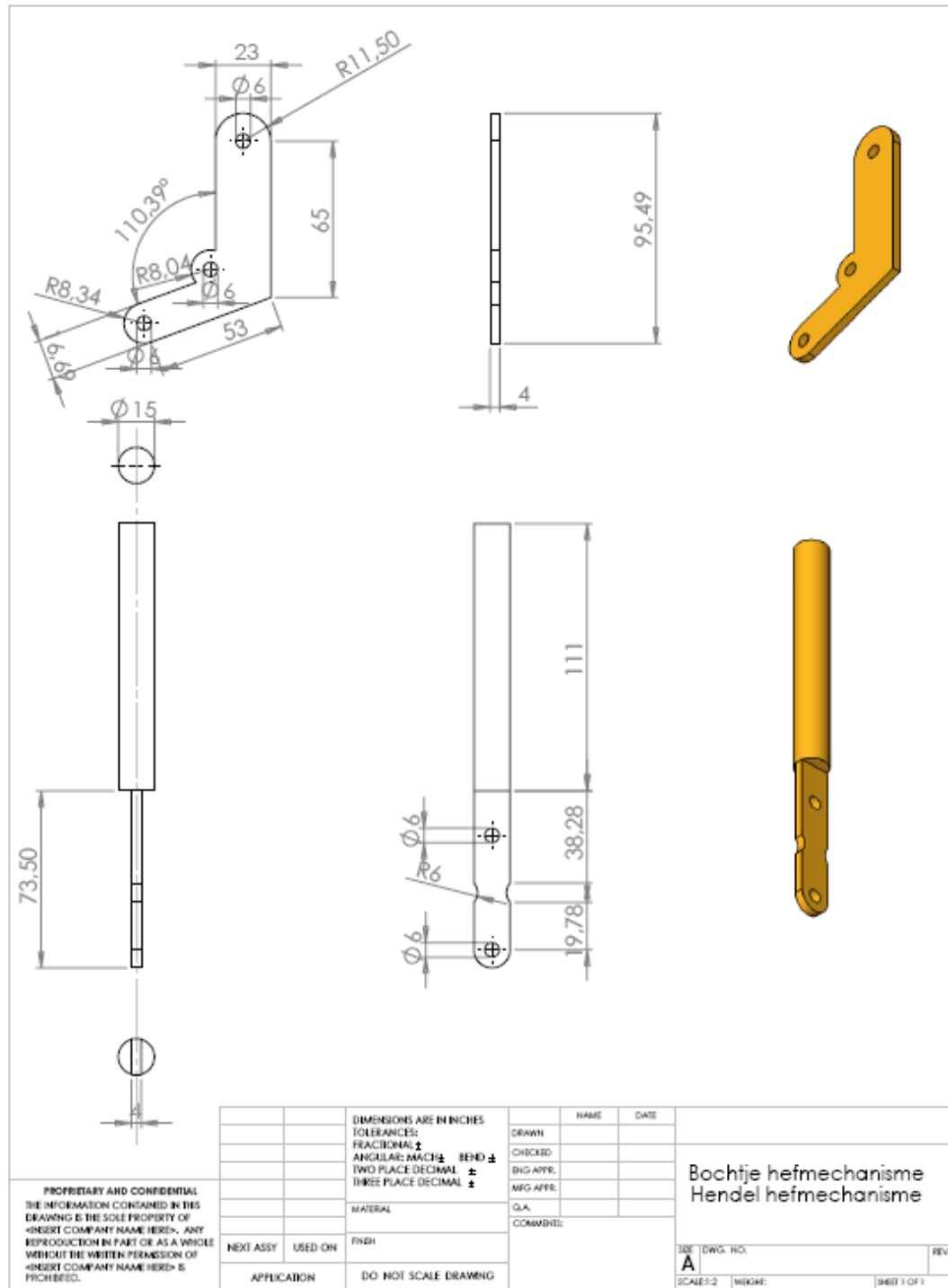


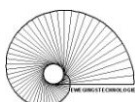
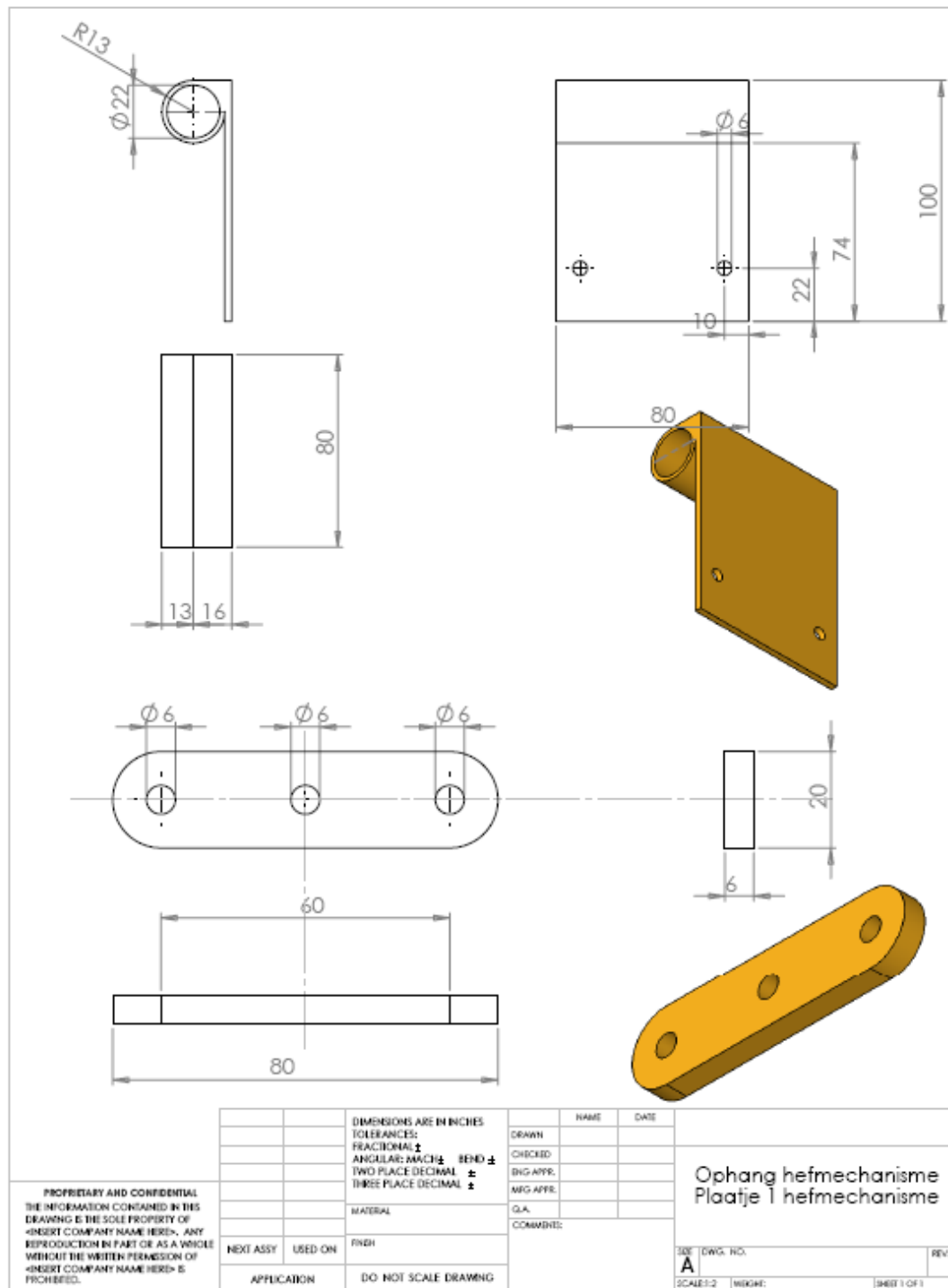


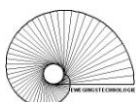
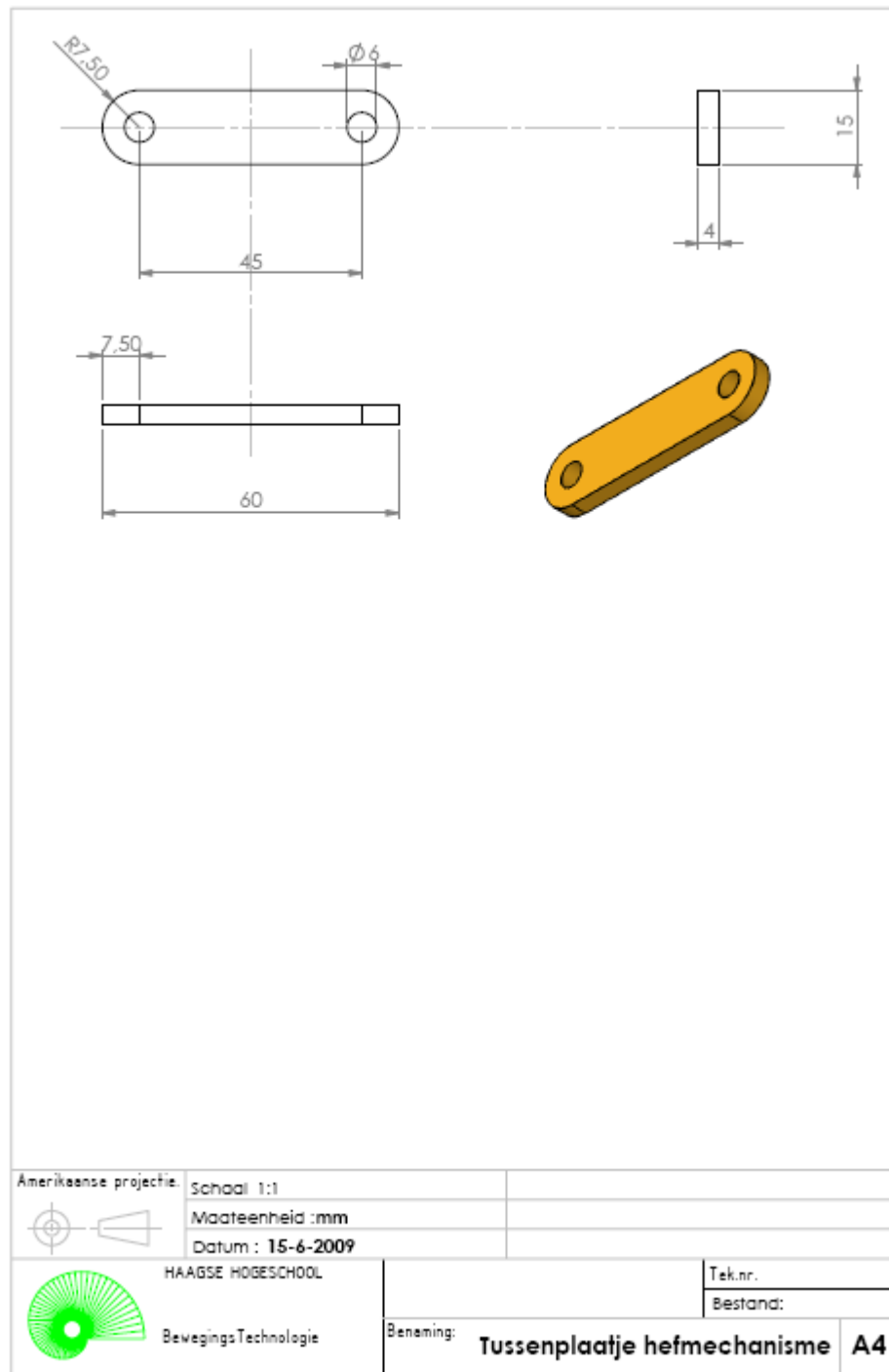


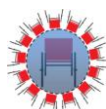
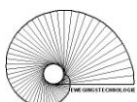
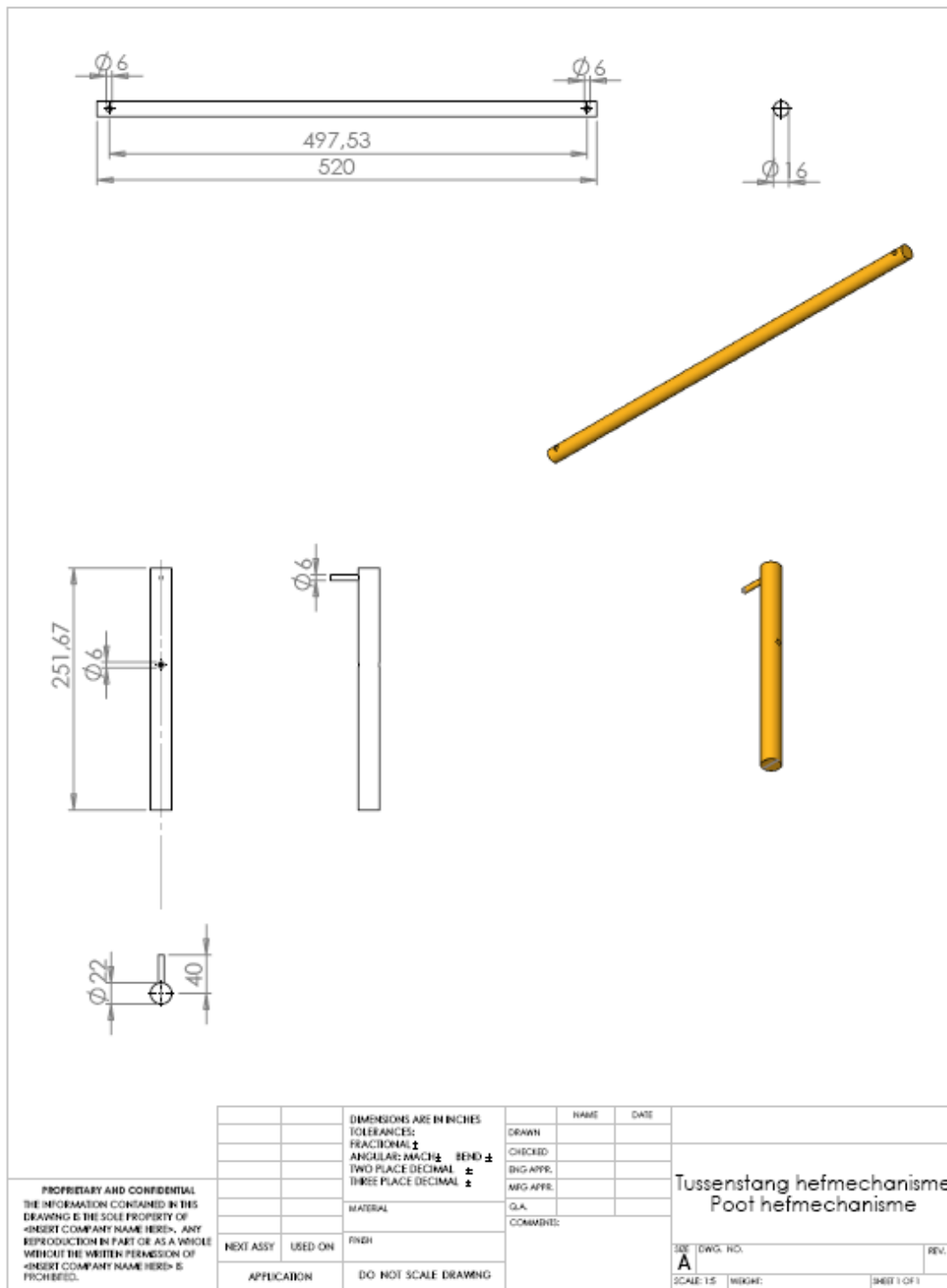


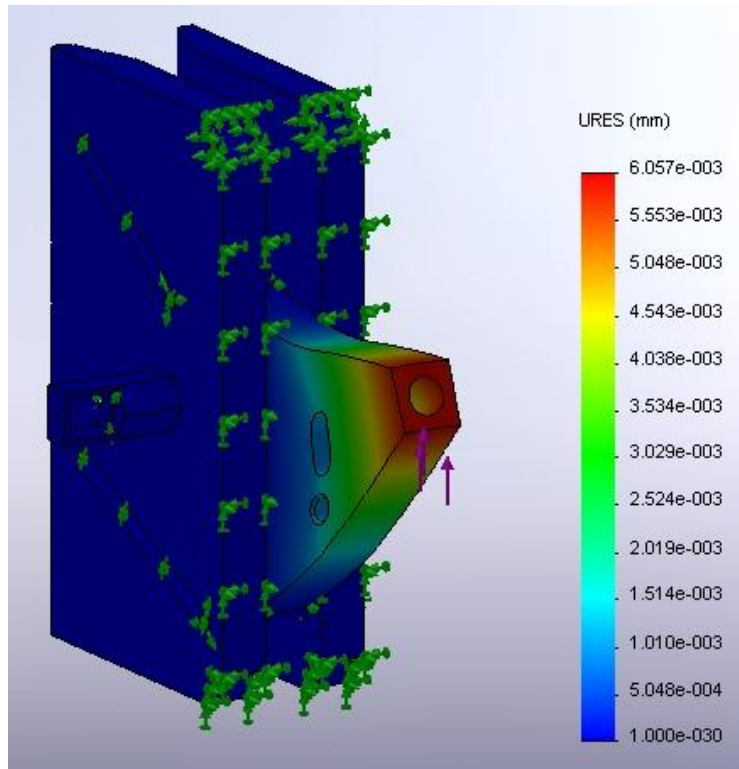
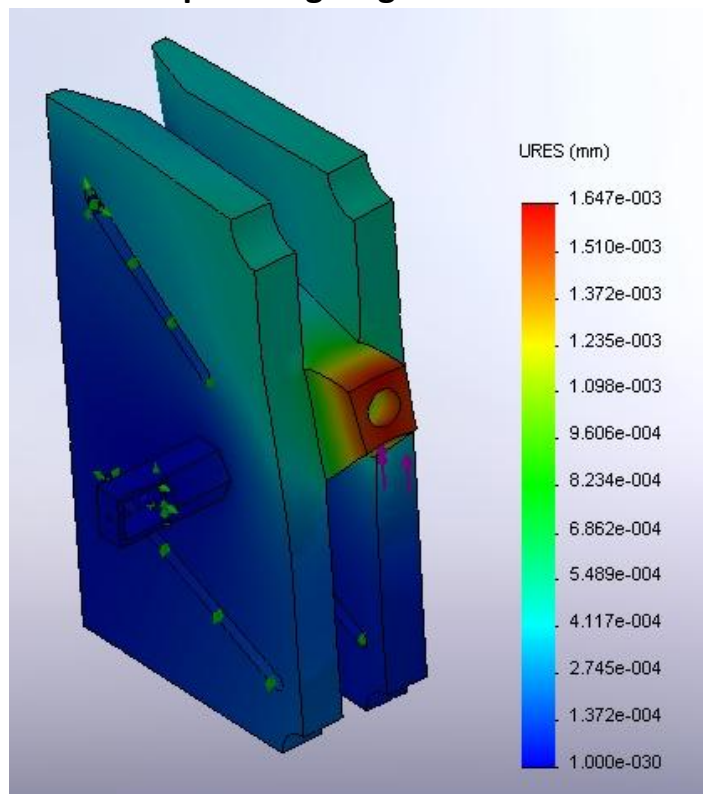
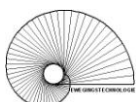


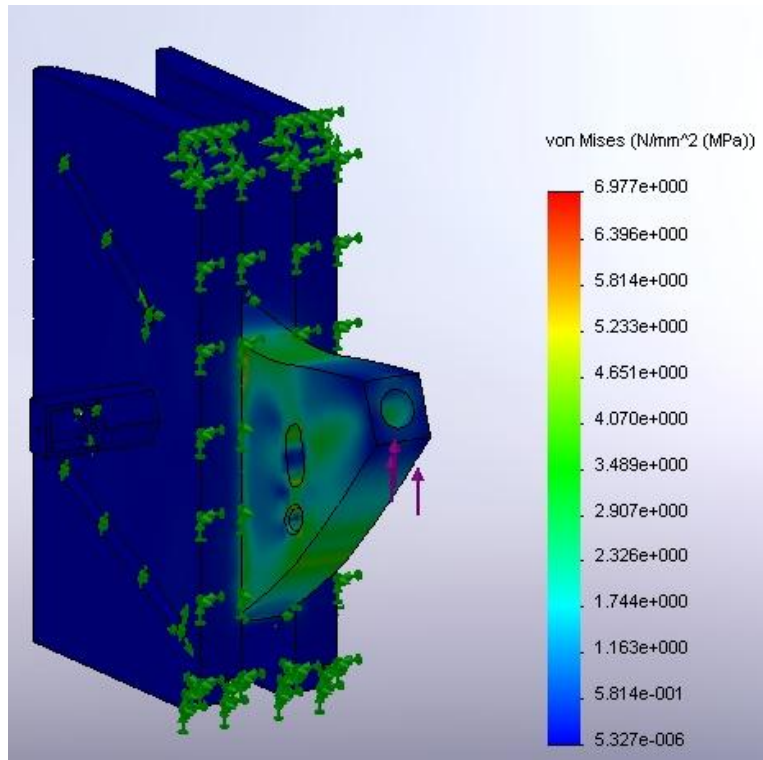




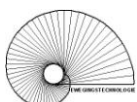
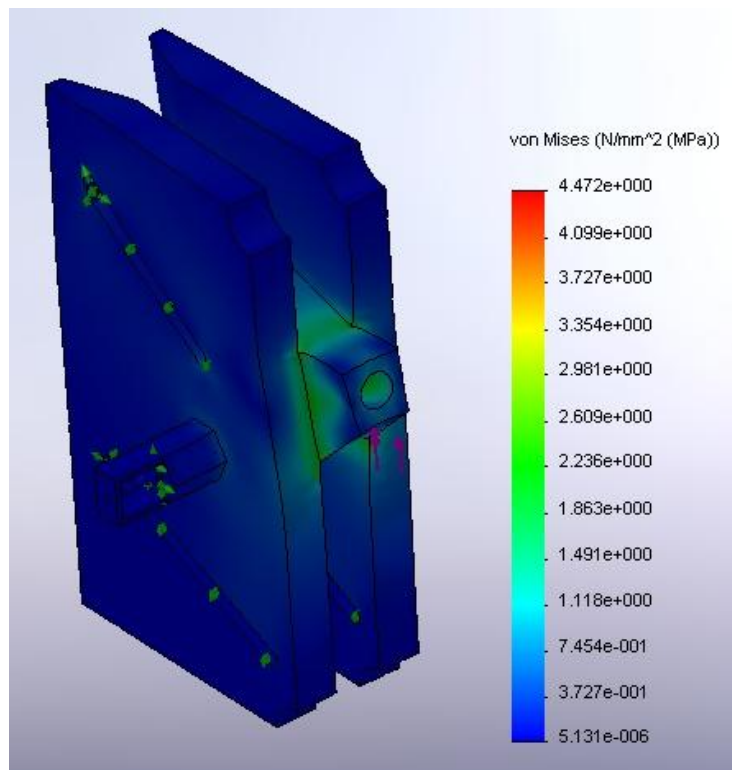




**Bijlage IV Tekeningen Cosmos****Verplaatsing 0 graden camber****Verplaatsing 12 graden camber****Belasting 0 graden camber**

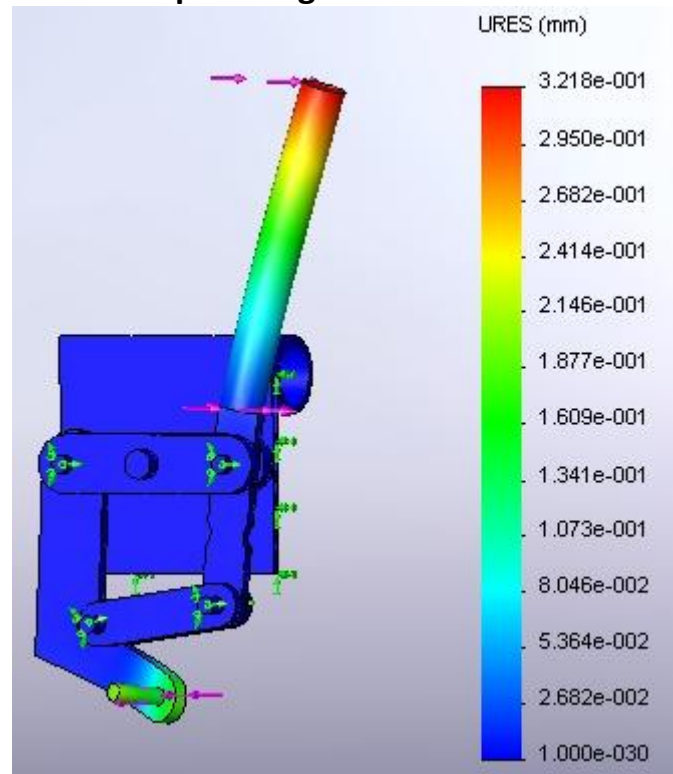


Belasting 12 graden camber





Verplaatsing Hefmechanisme



Belasting Hefmechanisme

