

Bachelor opdracht:

# Ontwerp van een trike



**Universiteit Twente**  
*de ondernemende universiteit*

Universiteit Twente  
Faculteit der Construerende Technische Wetenschappen  
Postbus 217  
7500 AE Enschede  
Tel. (053)4899111

**Bachelor opdracht:**  
Ontwerp van een trike

**Uitgevoerd door:**

H.M. Kraaijvanger

**Bestemd voor:**

*Begeleiders:*  
J. Vrielink  
Ir. G.M. Bonnema

*Examinator:*  
Prof. dr. ir. R. ten Klooster

Datum van publicatie: 9 februari 2007  
Aantal pagina's: 63  
Aantal bijlagen: 7  
Oplage: 4

## Samenvatting

De opdracht is uitgevoerd voor Flevobike Technology, een bedrijf dat micro-mobiliteitsproducten ontwikkelt en vooral gespecialiseerd is in ligfietsen. Zij hebben een opdracht om een driewielige ligfiets te ontwerpen die gebaseerd is op de GreenMachine, een tweewielige ligfiets die het bedrijf ontwikkeld en produceert. De Greenmachine is een volledig onderhoudsarme fiets, doordat de ketting binnen het frame loopt, zodat zowel de berijder als de onderdelen van de fiets schoon blijven. De te ontwerpen driewieler zal diezelfde kenmerken moeten krijgen. Tevens is het doel de fiets in een later ontwerpstadium te kunnen voorzien van een volledige omhulling, zodat ook bij slecht weer de berijder droog blijft. Al met al een fiets die voor dagelijks gebruik ingezet zal moeten worden voor doeleinden als forensen, tourtochten en vakanties.

In het marktonderzoek is naar voren gekomen dat te ontwerpen trike sterk onderhevig is aan concurrentie. De trike zal uniek zijn door bovengenoemde punten en zo dus de concurrentie voor moeten blijven. Door de specificaties van concurrerende fietsen op een rijtje te zetten zijn ontwerpkeuzes gemaakt waaraan de te ontwerpen trike zal moeten voldoen.

Vervolgens is een onderdelenonderzoek uitgevoerd. In dit onderzoek zijn de onderdelen van de GreenMachine onderzocht op bruikbaarheid voor de trike. Uit dit onderzoek is naar voren gekomen dat 77 % van de onderdelen direct bruikbaar is.

Nadat de onderdelen in kaart zijn gebracht is de benodigde bodemvrijheid onderzocht. Met een vereenvoudigd 3D model en een opgestelde formule is berekend wat de benodigde bodemvrijheid zal moeten zijn bij het nemen van verschillende obstakels. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de bodemvrijheid 10 cm moet worden.

De ontwerpkeuzes voor de stuurgeometrie en de statische wielgeometrie zijn verkregen uit de gelijknamige onderzoeken. De stuurgeometrie zal moeten worden geconstrueerd door middel van fuseebesturing volgens het Ackermann principe. De statische wielgeometrie is onderhevig aan verschillende componenten als toespoor en uitspoor, caster, naloop, camber en K.P.I. Veel van deze componenten staan in verband met elkaar en bepalen hoe een driewieler zal gaan sturen.

Een programma van eisen is opgesteld aan de hand van de resultaten die in de voorgaande onderzoeken zijn verkregen. Volgens dit eisenpakket

zijn vier concepten voorgelegd aan de opdrachtgever. In overleg met de opdrachtgever is de keuze gemaakt het vierde concept uit te werken tot een detailontwerp. Argumenten voor deze keuze zijn een laag zwaartepunt, de mogelijkheid om verschillende onderdelen te combineren in één nieuw deel waardoor kosten bespaard kunnen worden en de toekomstvisie om onderdelen in de toekomst te gaan spuitgieten in magnesium.

Voordat in detail het ontwerp in CAD is uitgewerkt zijn eerst het zwaartepunt, de kettinglijn, de stuurmanier en de fuseemanier bepaalt. Uit de zwaartepuntberekening is bepaald waar de zitting moet komen om de fiets zo stabiel mogelijk te maken. De kettinglijn is gekozen aan de hand van twee concepten. Hierbij is de grote van de gebruikte kettingrol bepalend. Van de drie al bekende stuurmanieren is een keuze gemaakt om gebruik te maken van een direct stuur doordat deze voordelen biedt in de kosten, spelingevoeligheid, stabiliteit en veiligheid voor de berijder.

Nadat bovenstaande keuzes bekend zijn is het CAD model gemaakt. Het CAD model is in detail uitgewerkt als basis voor het prototype. Het model en het prototype zijn vervolgens getoetst aan het programma van eisen. Op een paar kleine punten na voldoet het ontwerp aan de opgestelde eisen. Voor de eisen die niet gehaald zijn is een oplossing gegeven of is aangegeven waarom de haalbaarheid niet nagestreefd kan worden.

Ondanks dat het prototype geslaagd is zijn toch nog een aantal verbeterpunten waarneembaar. Er zijn aanbevelingen gedaan voor delen van de middenbrug, de stuurinrichting en de vormgeving van het frame.

Tot slot zijn er nog twee accessoires ontworpen; een fietscomputersteun en een wielkast.

## Inhoudsopgave

<b>Samenvatting .....</b>	<b>3</b>
<b>Inhoudsopgave.....</b>	<b>4</b>
<b>Verklarende woordenlijst .....</b>	<b>6</b>
<b>Voorwoord.....</b>	<b>7</b>
<b>Inleiding.....</b>	<b>8</b>
<b>1 Flevobike Technology .....</b>	<b>9</b>
1.1 <i>Huidige producten.....</i>	9
1.2 <i>Opdrachtomschrijving.....</i>	10
1.3 <i>Doel voor Flevobike.....</i>	10
1.4 <i>Assemblage.....</i>	10
1.5 <i>Verkooppunten.....</i>	10
1.6 <i>Doelgroep.....</i>	10
1.7 <i>Omschrijving van de fiets.....</i>	11
<b>2 Marktonderzoek .....</b>	<b>12</b>
2.1 <i>Specificaties.....</i>	13
2.2 <i>Gebruikerservaringen.....</i>	13
2.3 <i>Conclusie.....</i>	13
2.4 <i>Ontwerpkeuzes.....</i>	13
<b>3 Onderdelenonderzoek .....</b>	<b>15</b>
3.1 <i>Modulesysteem.....</i>	15
3.2 <i>Onderdelen .....</i>	15
3.3 <i>Conclusie .....</i>	15
3.4 <i>Ontwerpkeuzes.....</i>	15
<b>4 Bodemvrijheid .....</b>	<b>16</b>
4.1 <i>Ontwerpkeuzes.....</i>	17
<b>5 Stuurgeometrie van een driewieler .....</b>	<b>18</b>
5.1 <i>Ontwerpkeuze .....</i>	19
<b>6 Statische wielgeometrie .....</b>	<b>20</b>
6.1 <i>Ontwerpkeuzes .....</i>	21
<b>7 Programma van eisen.....</b>	<b>22</b>
<b>8 Concepten .....</b>	<b>23</b>
8.1 <i>Concept 1.....</i>	23
8.2 <i>Concept 2.....</i>	24
8.3 <i>Concept 3.....</i>	25
8.4 <i>Concept 4.....</i>	26
8.5 <i>Conceptkeuze .....</i>	27
<b>9 Zwaartepunt .....</b>	<b>28</b>
9.1 <i>Zwaartepunt van de fiets.....</i>	28
9.2 <i>Zwaartepunt van het lichaam.....</i>	29
<b>10 Kettinglijn .....</b>	<b>30</b>
10.1 <i>Concept 1.....</i>	30
10.2 <i>Concept 2.....</i>	31
10.3 <i>Conceptkeuze .....</i>	31
<b>11 Stuurmanieren .....</b>	<b>32</b>
11.1 <i>Kruiskoppeling .....</i>	32
11.2 <i>Direct stuur .....</i>	32
11.3 <i>Onderstuur .....</i>	33
11.4 <i>Ontwerpkeuze .....</i>	33
<b>12 Fuseemanieren .....</b>	<b>34</b>
12.1 <i>Ontwerpkeuze .....</i>	34

<b>13 Conceptdetallering .....</b>	<b>35</b>
13.1 <i>Middenbrug</i> .....	35
13.2 <i>Kettingrollen</i> .....	37
13.3 <i>Voorwielophanging</i> .....	39
13.4 <i>Voorpoten</i> .....	41
13.5 <i>Stuurinrichting</i> .....	42
13.6 <i>Stuur concept 1</i> .....	43
13.7 <i>Stuur concept 2</i> .....	43
13.8 <i>Stuur concept 3</i> .....	44
13.9 <i>Stuur concept 4</i> .....	44
13.10 <i>Stuurconcept ontwerpkeuze</i> .....	45
13.11 <i>Stoel</i> .....	46
13.12 <i>Veer- en stoelophanging</i> .....	46
13.13 <i>Framebuis</i> .....	47
<b>14 Totaalconcept .....</b>	<b>48</b>
<b>15 Prototype .....</b>	<b>50</b>
<b>16 Concepttoetsing .....</b>	<b>55</b>
<b>17 Aanbevelingen .....</b>	<b>57</b>
17.1 <i>Middenbrug</i> .....	57
17.2 <i>Stuurinrichting</i> .....	57
17.3 <i>Vormgeving</i> .....	58
<b>18 Accessoires .....</b>	<b>60</b>
18.1 <i>Computersteun</i> .....	60
18.2 <i>Computersteun concept 1</i> .....	60
18.3 <i>Computersteun concept 2</i> .....	60
18.4 <i>Computersteun conceptkeuze</i> .....	61
18.5 <i>Spatbord</i> .....	61
18.6 <i>Spatbord concept 1</i> .....	61
18.7 <i>Spatbord concept 2</i> .....	61
18.8 <i>Spatbord concept 3</i> .....	62
18.9 <i>Spatbord conceptkeuze</i> .....	62
<b>19 Bronvermelding .....</b>	<b>63</b>

## Verklarende woordenlijst

CAD	= Computer Aided Design, het ontwerpen van producten met behulp van de computer.
CAM	= Computer Aided Manufacturing, het fabriceren van producten met behulp van de computer.
CNC freesbank	= Computer Cumercial Control freesbank, een computergestuurde freesbank.
Human Powered Vehicles (HPV)	= Verzamelterm voor alle mensaangedreven voer-, vaar- en vliegtuigen.
Micro-mobiliteitsproducten	= Kleine transportmiddelen als skeelers, schaatsen, rolstoelen steppen, fietsen etc.
Trekkende part	= Het deel van de ketting dat tijdens de trapbeweging strak staat en de trapbeweging overbrengt op een tandwiel.
Trike	= Een driewelige ligfiets met twee voorwielen en één achterwiel.
Slappe part	= Het deel van de ketting dat terug loopt naar het bracket.
Stroomlijn	= Een omhulsul die over een fiets heen zit en zorgt voor verbeterde aërodynamische eigenschappen en de berijder beschermt tegen weersinvloeden.
Velomobiel	= Een fiets die (vrijwel) geheel overdekt is en meestal op drie wielen rijdt.

## Voorwoord

In ongeveer 12 weken is deze bachelor opdracht uitgevoerd. In deze periode heb ik voor het eerst zelfstandig binnen een bedrijf aan een opdracht mogen werken. Het verloop hiervan is voorspoedig gegaan, waardoor binnen deze tijd een compleet concept in CAD en vervolgens een werkend prototype is vervaardigd. Het resultaat heeft bij alle belanghebbende partijen een tevreden gevoel achter gelaten en ik als ontwerper kan naast het tevreden gevoel ook trots zijn op het eindresultaat.

Dit resultaat zou ik niet hebben bereikt zonder de steun van een aantal mensen die ik graag wil bedanken.

Ten eerste mijn opdrachtgever en begeleider Johan Vrielink. Hij heeft mij de mogelijkheid gegeven deze opdracht te mogen uitvoeren en heeft mij hierin ondersteund binnen het bedrijf.

Andre, Erwin en Arjan Vrielink wil ik graag bedanken voor het meedenken tijdens het ontwerpproces. Wanneer ik een probleem ondervond heb ik dit altijd met hen kunnen bespreken om tot een goede oplossing te komen. Daarnaast wil ik hen bedanken voor het meehelpen fabriceren van het prototype.

En als laatste wil ik mijn begeleider vanuit de universiteit, Maarten Bonnema, bedanken voor de begeleiding voor de totstandkoming van dit verslag.

Marten Kraaijvanger  
Enschede, februari 2007

## Inleiding

In Nederland wordt veel gebruik gemaakt van de fiets. Deze wordt voor verschillende doeleinden ingezet. Het fietsenbestand varieert van de stadsfiets, racefiets en mountainbike tot de minder gangbare ligfiets. Toch wordt de ligfiets een steeds bekender verschijnsel en wordt deze ook steeds meer geaccepteerd in het huidige straatbeeld. Binnen Nederland zijn bijna dertig producenten van ligfietsen welke alle verschillende modellen produceren. Eén van die modellen is de trike, waar tevens dit verslag over zal gaan.

De opdracht is uitgevoerd bij Flevobike Technology te Dronten. Dit bedrijf is gespecialiseerd in het ontwikkelen en produceren van ligfietsen. Het bedrijf heeft op het moment van schrijven twee fietsen in productie en is geïnteresseerd in het vergroten van het assortiment met een derde ligfiets welke een trike zal moeten zijn.

De totstandkoming van de trike zal in stappen verlopen. Er zal begonnen worden het bedrijf te omschrijven. Samen met een opdrachtomschrijving en een doelgroepomschrijving zal een beeld gecreëerd worden waar de te ontwerpen trike in grote lijnen aan moet voldoen. Hierna volgt een onderzoeksfase. In dit deel zal een marktonderzoek worden uitgevoerd. Er zal worden onderzocht welke onderdelen van de twee al in productie zijnde fietsen herbruikbaar zijn.

En een onderzoek naar de benodigde bodemvrijheid zal uitgevoerd worden. De onderzoeksfase zal worden afgerond met een onderzoek over de stuurgeometrie van een driewieler en de statische wielgeometrie.

Naar aanleiding van de ontwerpkeuzes die gemaakt zijn in de verschillende onderzoeken zal een programma van eisen worden opgesteld. De ontwerp fase is dan aangebroken. In deze fase zullen concepten worden bedacht en in overleg met de opdrachtgever één concept worden gekozen dat in detail zal worden uitgewerkt tot een prototype.

Het prototype zal vervolgens getoetst worden aan het programma van eisen waaruit naar voren zal komen in hoeverre aan de opgestelde eisen is voldaan en wat er nog veranderd moet worden om aan de eisen te voldoen.

Na de toetsing van het concept zullen aanbevelingen worden gegeven aan onderdelen van het concept die wel voldoen aan de eisen maar verbeterd kunnen worden.

Als afsluiting zal als toegift een tweetal accessoires worden ontworpen die de fiets completer zullen doen maken.

## 1 Flevobike Technology

Flevobike is een bedrijf dat zich bezig houdt met het ontwikkelen en produceren van micro-mobiliteitsproducten. Hieronder vallen onder andere rolstoelen, skeelers en schaatsen, maar ook fietsen en ligfietsen. Alle producten vallen onder Human Powered Vehicles (HPV).

Flevobike Technology streeft naar realisatie van hoogwaardige, onderhoudsarme producten. Er wordt gestreefd steeds meer de kwaliteit van de autotechniek te evenaren. Dit willen ze bereiken door onder andere de onderdelen schoon te houden tijdens het gebruik, het streven naar toepassing van lichtgewicht materialen en het fabricageproces automatiseren door onderdelen te gaan spuitgieten van bijvoorbeeld magnesium. Flevobike is bekend geworden door het ontwikkelen van ligfietsen en heeft hierin bijna 20 jaar ervaring en kennis opgebouwd. Het bedrijf werkt samen met grote fabrikanten (Giant, Gazelle, Batavus) aan nieuwe technieken op fietsgebied. Flevobike heeft daardoor vele patenten op hun naam staan.

Naast de ontwikkeling is binnen het bedrijf ook ruimte voor het vervaardigen van prototypes. Het bedrijf heeft een eigen werkplaats waar de nieuwe bevindingen te vervaardigen zijn. Tevens wordt deze werkplaats gebruikt voor de fabricage van de huidige producten.

### 1.1 Huidige producten

De huidige producten die Flevobike vervaardigt zijn de GreenMachine (figuur 1.1.1) en de Versatile (figuur 1.1.2). De GreenMachine is een tweewielige ligfiets die onderhoudsarm is doordat de ketting volledig binnen in het frame loopt. Zo krijgen regen en modder geen kans om bij de ketting te komen, waardoor onderdelen vele malen minder slijten en de levensduur dus toeneemt. De Greenmachine is de enige open ligfiets op de markt die een volledig gesloten aandrijving heeft. Deze is verkregen door twee kettinglopen toe te passen. De eerste loopt vanaf de trapas naar de naafversnelling van Rohloff. En de tweede loopt vanaf de naafversnelling naar het achterwiel.

De fiets is volledig in een CAD-programma ontworpen en de onderdelen worden vervaardigd door computergestuurde machines. Mede hierdoor zijn de onderdelen van grote precisie en hoogwaardige kwaliteit.



*Figuur 1.1.1 Flevobike GreenMachine*

De Versatile is een volledig gesloten driewielige ligfiets, ook wel velomobiel genoemd. Het voordeel van een velomobiel ten opzichte van andere fietsen is het verhoogde comfort door de overkapping waardoor onder alle weersomstandigheden droog gefietst kan worden. Daarbij geeft de overkapping van de fiets een betere aerodynamica, waardoor met dezelfde kracht hogere snelheden gehaald kunnen worden. Ook bij deze fiets is de ketting volledig ingesloten en dus onderhoudsarm. De fiets is gericht op mensen die een veelzijdige, praktische velomobiel willen rijden. Hierbij zijn comfort, goede rijeigenschappen en veiligheid belangrijke speerpunten in de ontwikkeling van de fiets geweest.



Figuur 1.1.2 Flevobike Versatile

## 1.2 Opdrachtomschrijving

Flevobike ziet een markt voor een fiets die tussen de GreenMachine en de Versatile in zal komen te zitten. Het zal een driewielige onderhoudsarme ligfiets moeten worden die gebaseerd zal zijn op de GreenMachine met als extra optie dat deze fiets voorzien kan worden van een overkapping. Hierdoor zal de "open" driewieler in een simpele handeling om te vormen zijn tot een velomobiel. De bachelor opdracht is begrensd tot het ontwerp van enkel de driewieler. Tijdens de ontwikkeling zal er rekening gehouden worden met de overkapping. Deze zal als extra accessoire zo goed mogelijk toegepast moeten kunnen worden. De overkapping zelf zal tijdens deze opdracht niet ontworpen worden.

Het ontwerp van de trike zal in de vorm van dit verslag worden aangeleverd. Tevens zal een prototype gemaakt worden van het gekozen tot in detail uitgewerkte concept. Het eindresultaat zal in circa twaalf weken gerealiseerd moeten worden.

## 1.3 Doel voor Flevobike

Door de ontwikkeling van deze derde onderhoudsarme ligfiets, in dit geval een driewieler, zal een nieuwe doelgroep worden aangesproken en dus de afzetmarkt worden vergroot. Dit zal leiden tot een toename van de omzet en zal de continuïteit van het bedrijf bevorderen.

## 1.4 Assemblage

De assemblage van de producten worden uitbesteed. De Versatile wordt geassembleerd door Ligfietsshop Tempelman te Dronten. De GreenMachine wordt geassembleerd door Briets. Deze firma is tevens in Dronten gevestigd. De te ontwerpen driewieler zal, wanneer deze in productie zal gaan, ook door Briets geassembleerd worden.

## 1.5 Verkooppunten

De Versatile wordt alleen verkocht via Ligfietsshop Tempelman. De GreenMachine wordt verkocht door elf ligfietsdealers door heel Nederland. Wanneer de driewieler in productie zal gaan, zal hoogstwaarschijnlijk de fiets bij dezelfde elf dealers worden toegevoegd tot het assortiment.

## 1.6 Doelgroep

De doelgroep van de fiets zijn mensen die veel kilometers fietsen en de fiets dagelijks gebruiken. De doelgroep vindt de gezondheid belangrijk en ziet dit in de vorm van onder andere dagelijks bewegen. Na een dag hard werken zal de doelgroep dit dagelijks bewegen zien in de vorm van fietsen richting huis. Men zal de fiets gebruiken voor woon-werkverkeer, toertochten en vakanties. De doelgroep zal de fiets dan elke dag inzetten, men zal niet kiezen voor een ander vervoersmiddel wanneer er slecht weer op komt is. De afstand voor woon-werkverkeer zal per persoon verschillend zijn. Gemiddeld zal deze afstand voor een enkele reis tussen de 10 en 25 kilometer zijn.

De leeftijd van de doelgroep zal liggen tussen 20 en 70 jaar. De doelgroep zal geografisch vooral in West-Europa gevestigd zijn.

De doelgroep zal vooral bestaan uit mensen met een gemiddeld inkomen. Door te fietsen zullen zij de auto laten staan en hierdoor kosten besparen. De doelgroep ziet de voordelen van de fiets ten opzichte van de huidige driewielers en is bereid hier een hoger bedrag voor te betalen, doordat de hogere aanschafkosten zichzelf terug zullen verdienen door de langere levensduur van de onderdelen.

## 1.7 Omschrijving van de fiets

Om in te kunnen spelen op de markt zal een vernieuwend product ontworpen moeten worden. De te ontwerpen driewieler zal een meerwaarde moeten krijgen ten opzichte van de huidige trikes. Deze meerwaarde zal bereikt worden doordat de fiets een volledig van de omgeving afgesloten ketting zal bevatten. Zo krijgen zand en andere vuilheid geen kans de ketting en tandwielen te bevuilen en zal daarom de levensduur hiervan aanzienlijk vergroot worden. Doordat de ketting volledig is ingesloten zal de gebruiker tijdens het fietsen geen contact kunnen hebben met de ketting. Dus zowel de ketting als de gebruiker blijft schoon. Opspattend water zal tegengehouden worden met een spatbord dat aangepast is voor een driewieler waardoor ook opzij spattend water zal worden tegen gehouden.

Een ander uniek punt zal de toe te voegen stroomlijn zijn. Door de fiets te voorzien van een stroomlijn zal de gebruiker beschermd worden tegen weersinvloeden. Tevens kunnen door gebruik te maken van de stroomlijn aërodynamische voordelen verkregen worden. Door een isolerend materiaal te kiezen voor de stroomlijn zal tevens het geluid gedempt worden. De huidige gestroomlijnde fietsen zijn vervaardigd uit een materiaal met slecht geluidsdempende eigenschappen wat tot gevolg heeft dat de fietsen veel lawaai maken bij slechte ondergronden. Door het toepassen van een afneembare stroomlijn zal een fiets ontstaan die tussen een trike en een velomobiel in zit. Men kan zelf kiezen of men open of dicht wil fietsen. De kap zal bestaan uit losse delen die aan elkaar verbonden kunnen worden met bijvoorbeeld een rits. Zo kan de kap stap voor stap opgebouwd worden en zal deze, wanneer deze niet gebruikt wordt, eenvoudig op te bergen zijn. Doordat de stroomlijn niet de fiets hoeft te dragen, wat bij de huidige velomobielen wel vaak het geval is, kan een licht en minder stijf materiaal worden toegepast voor de stroomlijn, waardoor de totale fiets lichter zal worden dan de huidige velomobielen. Een spatbord hoeft bij toepassing van de stroomlijn niet noodzakelijk te zijn wanneer deze wordt geïntegreerd in de stroomlijn.

## 2 Marktonderzoek

Tijdens een Internet zoektocht bleek dat er al heel wat trikes met twee voorwielen gemaakt zijn. Van vele zelfbouwprojecten tot productiefietsen. Doordat niet de tijd beschikbaar is om alle fietsen te bestuderen is de keuze gemaakt alleen de trikes op een rij te zetten die in Nederland verkrijgbaar zijn. Dit is tevens het grootste afzetgebied van Flevobike dus wordt meteen duidelijk met welke trikes de te ontwerpen driewieler zal moeten concurreren.

De trikes die in Nederland verkrijgbaar zijn, zijn onder te verdelen in verschillende groepen, namelijk fun & stunt, tour en race.

Fun & stunt	KMX X (figuur 2.3) KMX ST
Tour	AVD Windcheetah Clubsport Catrike Pocket Catrike Road Catrike Speed HP Velotechniek Scorpion (figuur 2.2) Ice Trice Q Ice Trice T Optima Rider Optima Rhino ST Optima Rhino FS
Race	AVD Windcheetah Supersport AVD Windcheetah Hypersport Catrike 700 (figuur 2.1) Ice Trice S

Tabel 2.1 Trikes onderverdeeld in groepen



Figuur 2.1 Catrike 700 uit de groep Race



Figuur 2.2 HP Scorpion uit de groep Tour



Figuur 2.3 KMX X uit de groep Fun & stunt

## 2.1 Specificaties

De te ontwerpen trike zal binnen de groep van tourfietsen moeten vallen. Daarom zal ook alleen deze groep worden bekeken. De extreme waarden en de gemiddelden van deze fietsen staan in tabel 2.1.1 weergegeven. Een tabel met alle gegevens van alle fietsen is terug te vinden in bijlage A.

	Gemiddeld	Minimum	Maximum
<b>Zithoogte</b>	22,1 cm	16,5 cm	31,7 cm
<b>Zithoek</b>	39,9 graden	33 graden	49 graden
<b>Brackethoogte:</b>	36,8 cm	34 cm	41 cm
<b>Verschil zithoogte met brackethoogte</b>	10,8 cm	6,3 cm	21,6 cm
<b>Bodemvrijheid</b>	8,4 cm	5,7 cm	14 cm
<b>Wielbasis</b>	103,1 cm	94 cm	112 cm
<b>Spoorbreedte</b>	73,8 cm	65 cm	80 cm
<b>Draaicirkel</b>	4,6 m	3,9 m	5,8 m
<b>Wielmaat voor</b>	Verschillende maten: vooral 20 inch (406) en eenmaal 16 inch (355) en eenmaal 16 inch (349)		
<b>Wielmaat achter</b>	Verschillende maten: 20 inch (406 en 451) en 26 inch (599)		
<b>Vering voor</b>	Alleen de Optima Rhino FS is voorzien van een hydraulisch gedempt veerelement		
<b>Vering achter</b>	Verschillend van geen vering tot elastomeer rubber of hydraulisch veerelement		
<b>Materiaal frame</b>	Verschillende materialen: vooral aluminium en eenmaal RVS		
<b>Stuurmanier</b>	Verschillende stuurmechanismen: onderstuur, direct stuur of kruiskoppeling		
<b>Gewicht</b>	16,3 kg	12,2 kg	21 kg
<b>Vanaf prijs (Euro)</b>	2449,-	1695,-	3580,-

Tabel 2.1.1 Gemiddelden en extreme specificaties

## 2.2 Gebruikerservaringen

De gebruikerservaringen voor de tourfietsen zijn verschillend. Er is een grote groep mensen waarneembaar die de fiets gebruikt als een forens fiets. De fiets wordt dan in weer en wind ingezet om op de plaats van bestemming te kunnen komen. Ook wordt de fiets ingezet voor het maken van tourtochten van meer dan 100 kilometer. Tevens is een groep waarneembaar die de fiets gebruikt voor het maken van fietsvakanties. Voor hen is het belangrijk dat de fiets geschikt is voor zowel vlak- als heuvelachtig gebied. Het kunnen meenemen van bagage wordt in hun geval ook zeker als een pré gezien. Maar ook voor het kunnen doen van een boodschap is de mogelijkheid tot bagage meenemen handig.

## 2.3 Conclusie

Wanneer binnen de groep tourfietsen wordt gekeken zijn kleine verschillen waarneembaar. Veel groter zijn de verschillen tussen de verschillende groepen. Wel zijn binnen de groep per onderdeel uitschieters te zien. Qua uiterlijk zijn verschillen waarneembaar in de manier van sturen en de stoel. De stoel wordt toegepast als kunststof kuip en als een frame waartussen een doek is opgespannen en is bij alle trikes losneembaar. Enkel bij de Catrikes is de stoel niet losneembaar doordat deze onderdeel is van het frame van de fiets. Een ander opvallend kenmerk is dat alle trikes een versnelling hebben in de vorm van een derailleur.

## 2.4 Ontwerpkeuzes

De te ontwerpen driewieler zal moeten concurreren met de bovenstaande tourfietsen. Daarom zullen nu een aantal ontwerpkeuzes worden vastgelegd.

### Zithoogte

De zithoogte zal kleiner moeten worden dan 26 cm, alle fietsen, behalve de Ice Trice T, hebben een zithoogte van 26 cm of lager.

### Zithoek

De zithoek zal net als bij de GreenMachine verstelbaar moeten zijn over een hoek van 30 tot 50 graden.

### Verschil zithoogte met brackethoogte

De fiets zal in een later ontwerpstadium voorzien moeten kunnen worden van een stroomlijn. Belangrijk hierbij is het verschil tussen de zithoogte en de brackethoogte. Dit zal namelijk de baan beschrijven die de benen

zullen maken bij een trapbeweging. Deze baan zal het frontaal oppervlak bepalen en zo dus de luchtweerstand. Ook zal het zicht naar voren een belangrijke rol spelen. Wanneer een stroomlijn is toegevoegd mag deze het zicht naar voren niet dusdanig belemmeren dat het een gevaar wordt de fiets te besturen. Tijdens het ontwerp van de Versatile is hier onderzoek naar gedaan en is een optimum vastgesteld van 19 cm verschil tussen zit- en brackethoogte. Bij de te ontwerpen driewieler zal dit verschil daarom ook worden aangehouden.

#### *Bodemvrijheid en wielbasis*

De bodemvrijheid en wielbasis zullen worden behandeld in hoofdstuk 4.

#### *Spoorbreedte*

De spoorbreedte bepaalt de zijdelingse stabiliteit van de fiets.

Echter moet de fiets ook gemakkelijk door een deur passen. En zal rekening moeten worden gehouden met de aerodynamica in verband met de toe te voegen stroomlijn.

Artikel 5 lid 4 van hoofdstuk 2 paragraaf 1 uit de publicatie "Verkeersborden en Verkeersregels in Nederland uitgegeven door het Ministerie van Verkeer en Water in 1990 zegt het volgende:

"Bestuurders van fietsen op meer dan twee wielen en fietsen met aanhangwagen, die met inbegrip van de lading breder zijn dan 0,75 meter, mogen de rijbaan gebruiken."

Uiteraard is dit niet geldig wanneer explicet wordt aangegeven dat het verboden is te fietsen op de rijbaan en wanneer van hogere hand wordt aangegeven niet te mogen fietsen op de rijbaan. In alle andere gevallen is het wel toegestaan en kan hier dus gebruik van worden gemaakt bij de driewieler wanneer deze breder is dan 0,75 meter. Daarom zal gestreefd worden naar een fiets die iets breder is dan 0,75 meter.

#### *Draaicirkel*

De draaicirkel van de fiets bepaalt de wendbaarheid bij lage snelheden. Om goed te kunnen keren is een kleine draaicirkel vereist. De Versatile heeft een draaicirkel van 6 meter. De grootste draaicirkel van de trikes is 5,8 meter. De draaicirkel van de te ontwerpen trike zal daarom ook binnen de 6,0 meter moeten zijn.

#### *Vering voor*

Samen met de opdrachtgever is de keuze gemaakt geen voorvering toe te passen in de driewieler. Het weglaten van de voorvering zal het ontwerp qua stuurgeometrie doen versimpelen. In een later stadium zal altijd nog een vering kunnen worden toegepast op de fiets. Voor nu is dit nog van weinig belang doordat eerst gekeken zal moeten worden of er überhaupt een driewieler, die gebaseerd is op de GreenMachine, gerealiseerd zal kunnen worden.

#### *Gewicht*

De fiets zal maximaal 21 kg mogen wegen.

#### *Vanaf prijs*

De prijs van de fiets is nog niet bekend, wel zou een schatting gemaakt kunnen worden op basis van de prijs van de GreenMachine. Deze kost momenteel 3420 Euro. Voor de driewieler zal meer materiaal nodig zijn en tevens zal het materiaal bewerkt moeten worden. De fiets zal ruw geschat ongeveer 4000 en 4500 Euro gaan kosten.

### 3 Onderdelenonderzoek

Om tijd en kosten te kunnen besparen voor het ontwerp van de driewieler is een onderdelenonderzoek uitgevoerd. Hieruit moet naar voren komen welke onderdelen rechtstreeks toegepast kunnen worden in de te ontwerpen driewieler. Ook zal gekeken worden welke onderdelen aangepast moeten worden om bruikbaar te kunnen zijn.

Als laatste zal vervolgens duidelijk worden welke onderdelen volledig nieuw ontworpen moeten worden.

Doordat de te ontwerpen driewieler gebaseerd zal zijn op de GreenMachine zal alleen naar de onderdelen van deze fiets een uitvoerig onderzoek worden uitgevoerd.

Wanneer in een later ontwerpstadium een probleem wordt ondervonden die opgelost zal kunnen worden met een onderdeel van de Versatile, dan zal dit specifieke onderdeel genoemd worden. Voor zover is dit nog niet noodzakelijk, dus zal nu alleen de Greenmachine worden behandeld.

#### 3.1 Modulesysteem

De Greenmachine is opgebouwd uit modules. Deze modules bestaan uit twee freesdelen die exact op elkaar passen. Één van de twee freesdelen is het deel waar de onderdelen van de fiets op gemonteerd worden, het andere deel is een deksel waardoor de aandrijving opgesloten wordt. Het zijn als het ware een doos en een deksel die samen een gesloten systeem opleveren. Bij de assemblage wordt hier goed gebruik van gemaakt. Alle onderdelen kunnen namelijk gemonteerd worden en direct volledig worden afgesteld. Wanneer dit gebeurd is, kan het deksel er op en is de ketting volledig ingesloten.

#### 3.2 Onderdelen

De onderdelen zullen als assemblies worden weergegeven. De afbeeldingen van de assemblies en de onderdelen tabel staan in bijlage B. De nummers die bij de onderdelen staan komen overeen met de nummers in de tabel. Ook staat in de tabel vermeld of het onderdeel bruikbaar is of niet, of dat deze aangepast dient te worden.

#### 3.3 Conclusie

Wanneer de GreenMachine uitgangspunt wordt voor het ontwerp van een driewieler zijn 77 % van de onderdelen herbruikbaar. Van 12 % is de bruikbaarheid van de onderdelen afhankelijk van ontwerpkeuzes in het verdere ontwerptraject. 6 % van de onderdelen dienen aangepast te worden om bruikbaar te kunnen zijn in de driewieler en slechts 5% van

de onderdelen is onbruikbaar. In de berekening zijn bouten, moeren en ringen niet meegerekend.

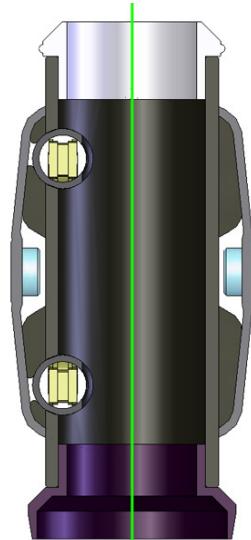
#### 3.4 Ontwerpkeuzes

##### Vlak van de ketting

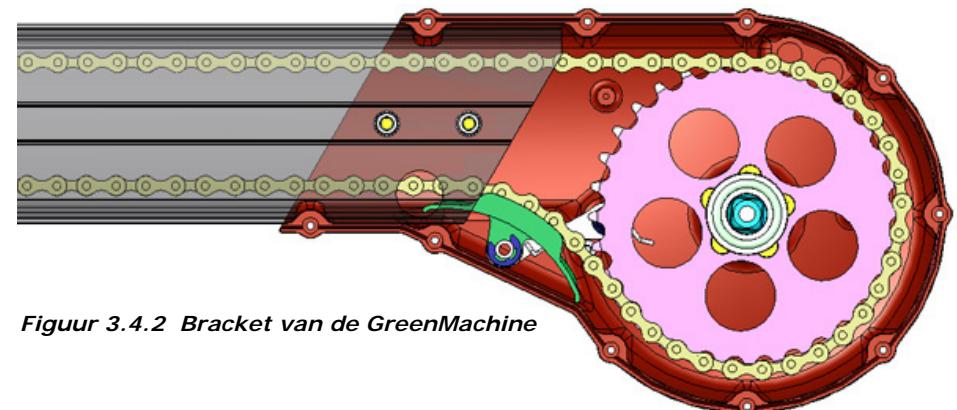
Bij de GreenMachine zit het balhoofd door de framebus heen. De ketting moet langs het balhoofd lopen, waardoor deze uit het middenvlak komt te liggen (figuur 3.4.1, de ketting is geel). De ketting ligt bij de GreenMachine 16 mm uit het midden. Bij de driewieler zal dit ook het geval moeten zijn, zodat de trapas, kettingspanner en de Rohloffnaaf bruikbaar zijn.

##### Teruggaande ketting

De kettingspanner bij de trapas is zo ontworpen dat het slappe part van de ketting parallel loopt met de framebus (figuur 3.4.2). Voor het kunnen toepassen van de kettingspanner dient bij de driewieler de teruggaande ketting ook parallel te lopen met de framebus.



*Figuur 3.4.1  
Doorsnede van het  
balhoofd van de  
GreenMachine*



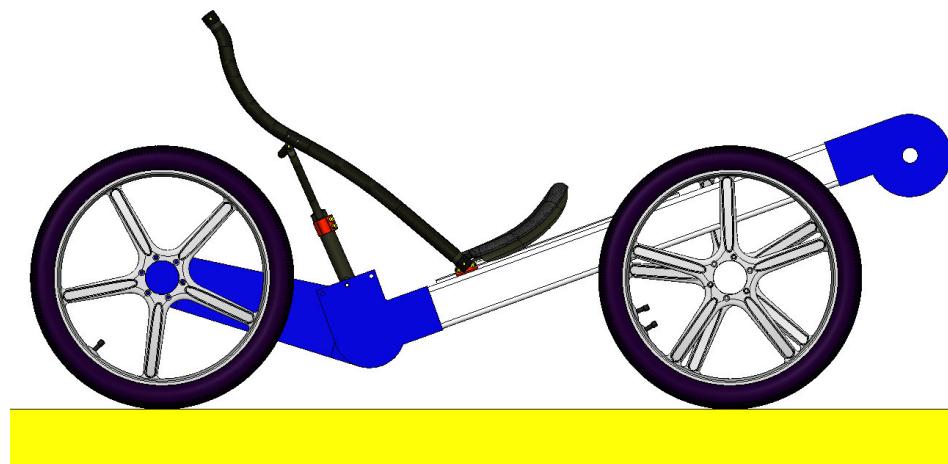
*Figuur 3.4.2 Bracket van de GreenMachine*

## 4 Bodemvrijheid

Bij een driewieler zal het zitje zo dicht mogelijk bij de grond zitten in verband met de stabiliteit van de fiets. Echter is er een minimum. De fiets zal over kleine oneffenheden in de weg moeten kunnen rijden. Ook moet het mogelijk zijn om over kleine obstakels (van maximaal 8 cm hoog) te rijden zonder dat de fiets beschadigd.

Om in beeld te brengen wat voor gevolg verschillende bodemvrijheden hebben is een simpel 3D model gemaakt van een driewieler (figuur 4.1). De driewieler bestaat uit een aantal versimpelde onderdelen van de Greenmachine. De driewieler heeft een wielbasis van 110 cm.

Van de fiets zijn vier waarden gemeten, namelijk een stoep oprijden, van een stoep afrijden, een drempel oprijden en een drempel afrijden. Tijdens de test is de fiets een bodemvrijheid meegegeven en vervolgens zijn de waarden opgehoogd totdat deze de onderkant van de fiets raken. De waarden zijn genoteerd en in tabel 4.1 weergegeven. De waarden vertellen welke obstakels genomen kunnen worden bij verschillende hoogten van de achterbrug.



Figuur 4.1 Versimpeld 3D model van een driewieler

Bodemvrijheid (cm)	Stoep op (cm)	Stoep af (cm)	Drempel op/af (hoek, graden)
8,0	12,7	22,5	18,5
9,0	14,3	25,2	21
10,0	15,9	27,8	23
11,0	17,6	30,4	25,5
12,0	19,3	33,0	28

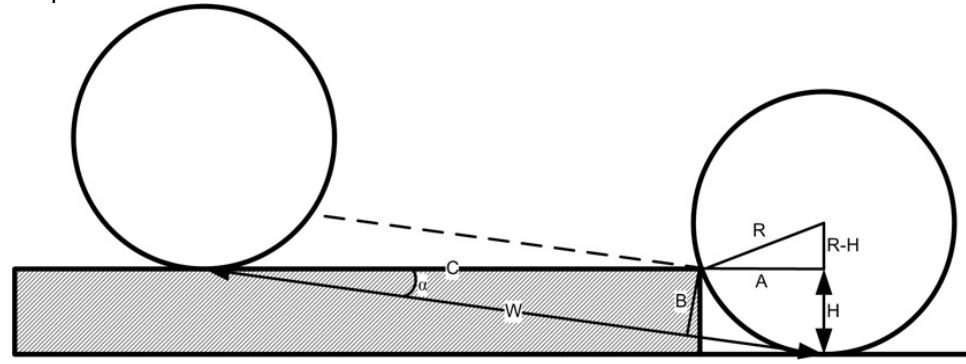
Tabel 4.1 Maximale stoephoogte en stoephoeck

Zoals te zien is in tabel 4.1 bepaalt de onderkant van de achterbrug de benodigde bodemvrijheid. In figuur 4.1 is een hoek waarneembaar tussen de achterbrug en de framebus. Wanneer echter de framebus horizontaal zal lopen zullen geheel andere waarden voor de benodigde bodemvrijheid ontstaan. De bepalende factor zal in dat geval het snijpunt worden van de framebus met het wiel. Het kritieke punt bevindt zich dan direct achter de wielen (figuur 4.2).



Figuur 4.2 Kritieke punt bij een horizontale framebus

Met de volgende formules kan de bodemvrijheid worden bepaald die nodig is bij invoering van de variabelen stoephoogte en wielbasis. Hierbij wordt uitgegaan dat de onderkant van het frame volledig horizontaal loopt.



$$A = \sqrt{R^2 - (R - H)^2}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{H}{W} \quad \alpha = \sin^{-1}\left(\frac{H}{W}\right)$$

$$C = W \cos(\alpha) - A$$

$$B = C \sin(\alpha)$$

$$B = \left( W \cos\left(\sin^{-1}\left(\frac{H}{W}\right)\right) - \sqrt{(R^2 - (R - H)^2)} \right) * \frac{H}{W}$$

Waarbij

$R$  = straal wiel (25,5 cm)

$W$  = Wielbasis

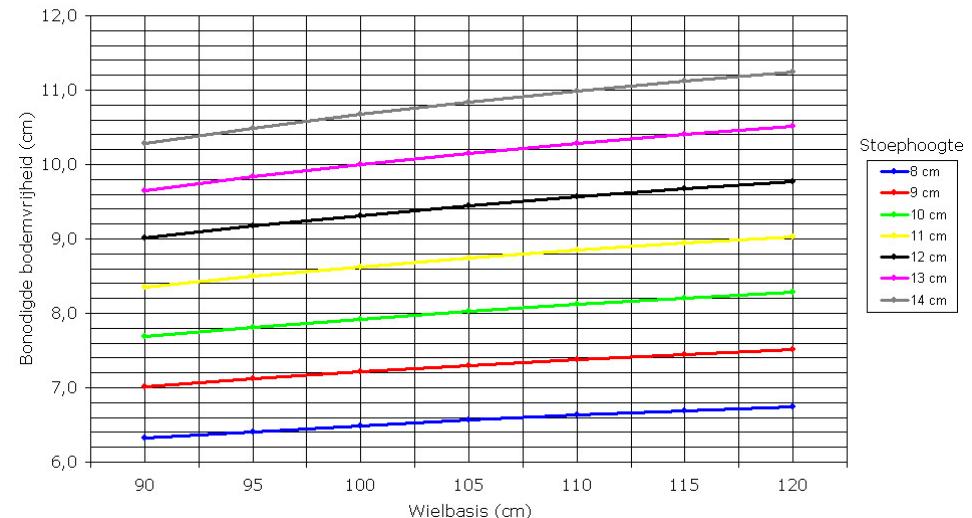
$H$  = Hoogte stoep

$B$  = Benodigde bodemvrijheid

		Wielbasis (cm)						
		90	95	100	105	110	115	120
Hoogte stoep (cm)	8	6,3	6,4	6,5	6,6	6,6	6,7	6,7
	9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,5
	10	7,7	7,8	7,9	8,0	8,1	8,2	8,3
	11	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	9,0
	12	9,0	9,2	9,3	9,4	9,6	9,7	9,8
	13	9,7	9,8	10,0	10,1	10,3	10,4	10,5
	14	10,3	10,5	10,7	10,8	11,0	11,1	11,2

Tabel 4.2 Benodigde bodemvrijheid bij variabele wielbasis en stoephoogte

#### Benodigde bodemvrijheid bij variabele wielbasis en stoephoogte



Grafiek 4.1 Benodigde bodemvrijheid bij variabele wielbasis en stoephoogte

#### 4.1 Ontwerpkeuzes

Een stoep varieert in Nederland sterk qua hoogte. Er zijn stoepen gemeten van 8 cm hoog maar ook van 11 tot 12 cm hoog. Doordat er geen wet is voor de hoogte van een stoep zal als eis gesteld worden dat de fiets van een stoep van maximaal 12 cm hoog af moet kunnen worden geleid, zonder dat de onderkant van de fiets de stoep zal raken. Dit zal bereikt worden wanneer de bodemvrijheid hoger zal zijn dan 9,0 cm bij een wielbasis van 90 cm. En 9,8 cm bij een wielbasis van 120 cm (tabel 4.2 en grafiek 4.1). Door een bodemvrijheid te kiezen die groter is dan 9,8 cm zal worden voldaan aan de eis. Er zal dus gekozen worden voor een bodemvrijheid van 10 cm, zo blijft er iets marge over bij het op en af gaan van een stoep van 12 cm.

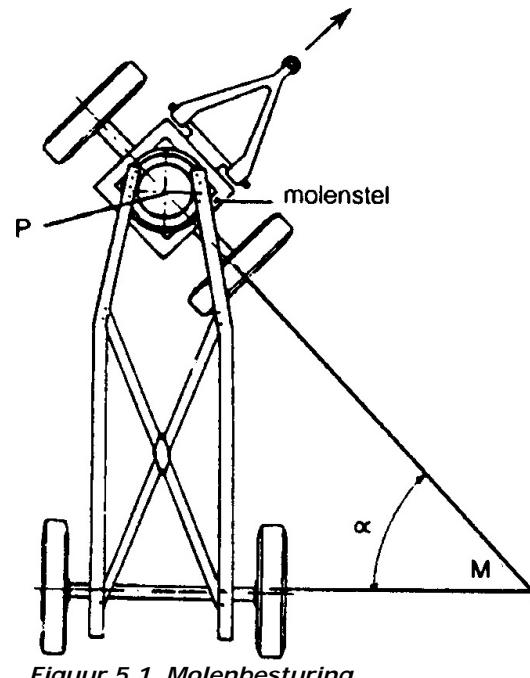
Voor de wielbasis zal gekozen worden voor 110 cm, dan is de wielbasis iets groter dan de gemiddelde trike uit het marktonderzoek en dus minder zenuwachtig bij het nemen van obstakels.

Voor de hoogte van de achterbrug zal gelden dat deze groter moet zijn dan 8,0 cm om van een stoep te kunnen rijden van 12 cm hoog en het kunnen passeren van obstakels van minimaal 8,0 cm hoog.

## 5 Stuurgeometrie van een driewieler

Een driewieler is niet zomaar een tweewieler waar een extra wiel bijgeplaatst wordt. Het stuurprincipe van een driewieler verschilt enorm ten opzichte van een tweewieler. Er zijn immers twee wielen die de fiets een bocht moeten doen maken en dit brengt een andere geometrie met zich mee.

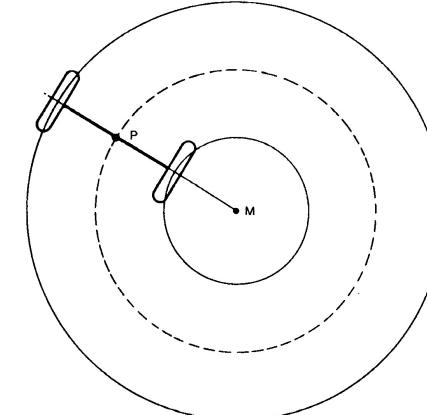
Volgens Mom (1989), van de Walle (2000) en Lesbrief Ackermann principe (www) zullen, wanneer met een driewieler met twee voorwielen een bocht genomen wordt, de twee voorwielen beide een cirkel beschrijven. Deze cirkels zijn niet gelijk, het buitenste wiel zal een bocht moeten maken met een grotere radius dan die van de binnenbocht. De middelpunten van de cirkels moeten op elkaar liggen om te voorkomen dat de wielen gaan wrakken in de bocht. Om dit te kunnen bereiken zijn twee stuurprincipes bekend. De eerste is de molenbesturing (figuur 5.1).



Figuur 5.1 Molenbesturing

Bij deze besturing zijn de navanen van de beide voorwielen op één as bevestigd. Deze as is draaibaar om zijn middelpunt P. Wanneer een bocht genomen wordt zullen de wielen verdraaien rond het middelpunt

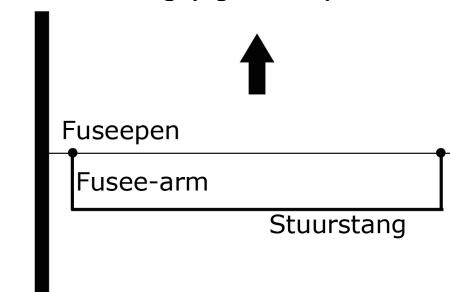
van de as en dus dezelfde hoek maken, terwijl de radii van beide hoeken niet gelijk zijn en de middelpunten samenvallen (figuur 5.2).



Figuur 5.2 Draaicirkel bij molenbesturing

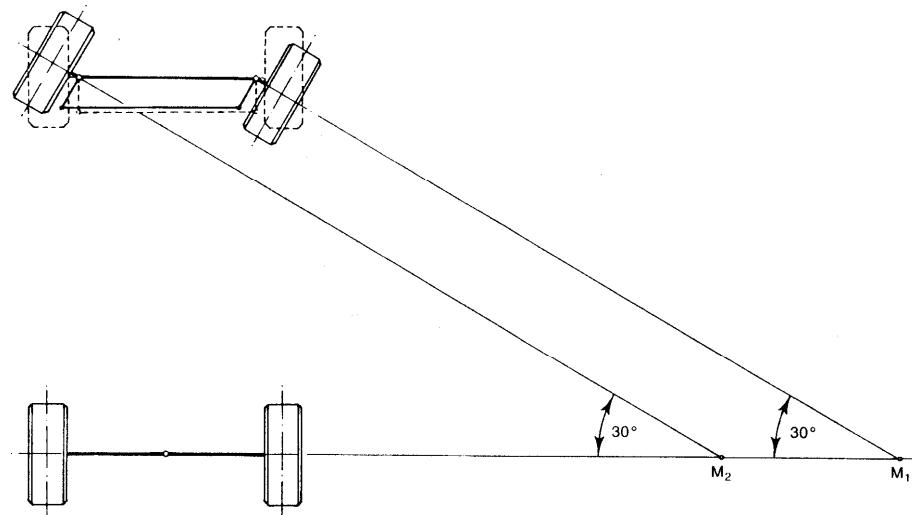
Een molenbesturing zal niet praktisch zijn voor de te ontwerpen driewieler door de ruimte die noodzakelijk is voor het principe. Tevens is het sturen een stuk zwaarder dan bij het alternatief; fuseebesturing.

Bij fuseebesturing sturen de wielen rond de fuseepen, de fuseepen is vervolgens verbonden met een fusee arm. Tussen de fuseearmen van beide wielen zit een stuurstang (figuur 5.3).



Figuur 5.3 Onderdelen van fuseebesturing

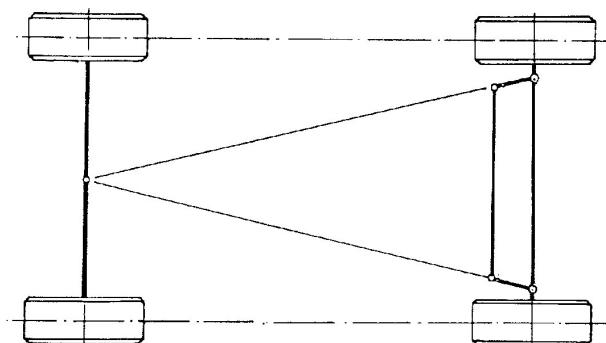
Wanneer beide fuseearmen parallel lopen ten opzichte van elkaar en er wordt een bocht genomen, dan zal het volgende waarneembaar zijn (figuur 5.4).



Figuur 5.4 Stand van de wielen bij parallelle fusee-armen

Te zien is dat bij het nemen van de bocht de twee wielen dezelfde hoek zullen maken. Wanneer het verlengde van de assen van de voorwielen het verlengde van de as van het achterwiel snijden, is te zien dat de voorwielen geen gemeenschappelijk middelpunt hebben. De wielen gaan min of meer schuivend in plaats van rollend door de bocht. Om dit te voorkomen zal het Principe van Ackermann worden toegepast.

Bij dit principe trekt men vanuit het hart van de fuseepennen een denkbeeldige lijn naar het midden van de achtersas (figuur 5.5). De fusee-armen moeten in dezelfde richting komen te liggen als deze twee lijnen.

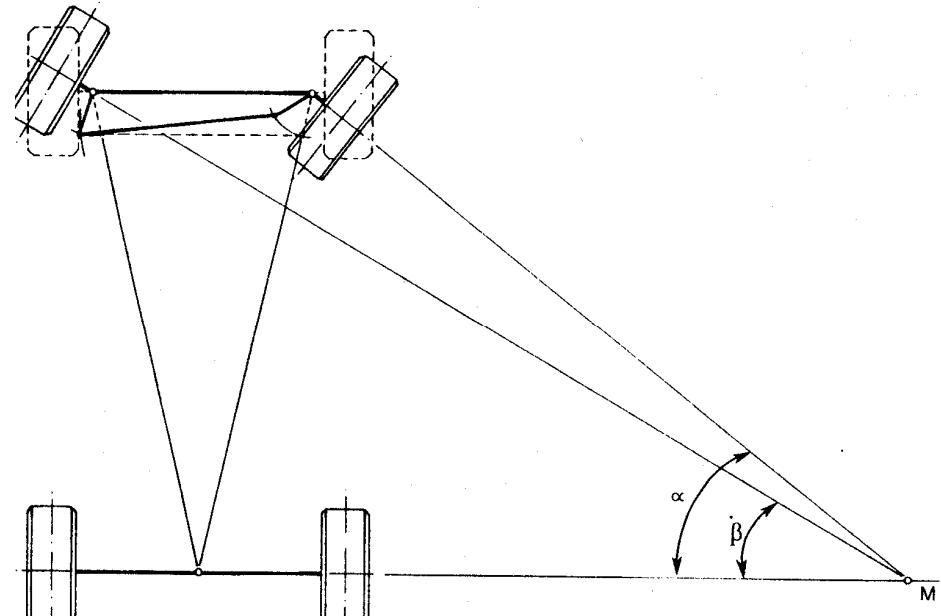


Figuur 5.5 Toepassing van het Ackermann principe

Hierdoor zal het binnenste wiel bij het nemen van een bocht onder een grotere hoek verdraaien dan het buitenste wiel.

Het verlengde van de as van het linker wiel en het verlengde van de as van het rechter wiel snijden het verlengde van de achtersas in M. De schuine stand van de fusee armen wordt bepaald door de wielbasis en spoorbreedte van het voertuig.

De wielen beschrijven nu cirkels met één gemeenschappelijk middelpunt (figuur 5.6). Hierdoor schuiven de wielen niet meer over het wegdek bij het nemen van bochten, maar rollen ze, waardoor de bandenslijtage minder en de besturing lichter zal zijn.



Figuur 5.6 Wielstanden bij toepassing van het Ackermann principe

### 5.1 Ontwerpkeuze

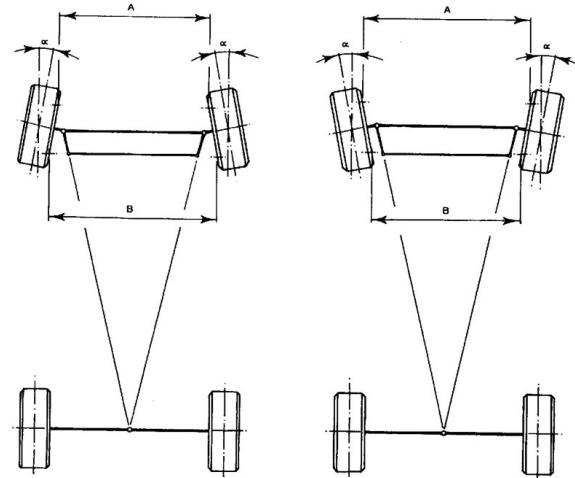
Voor de te ontwerpen driewieler zal gekozen worden voor fuseebesturing volgens het principe van Ackermann. Deze kan veel compacter geconstrueerd worden dan een molenbesturing. Bij de molenbesturing is de kans groot dat het lichaam van de berijder in de buurt van de wielen komt, waardoor de stuuruitslag belemmerd wordt. De fuseebesturing is een beter alternatief waarmee zuiver rollen van de wielen door bochten goed benaderd kan worden.

## 6 Statische wielgeometrie

De fuseepennen kunnen verschillende hoeken en standen aannemen welke alle invloed zullen hebben op het rijgedrag van de fiets.

### Toespoor en uitspoor

Toespoor is het verschijnsel dat de wielen aan de voorkant iets naar binnen staan. Uitspoor is het omgekeerde, de wielen staan aan de voorkant iets naar buiten (figuur 6.1). Bij het rechtuit rijden is het de bedoeling dat de wielen parallel aan elkaar lopen, zodat geen wringen van de banden met het wegdek ontstaat. Om dit te verkrijgen zal de stuurstang iets ingekort of verlengd kunnen worden.



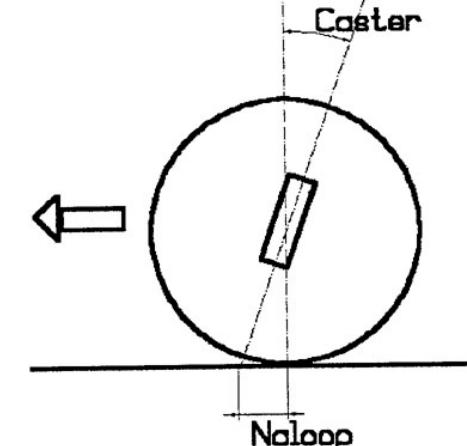
Figuur 6.1 Toespoor (links) en uitspoor (rechts)

### Caster en naloop

In het zijaanzicht van de fiets kan de hartlijn van de fuseepen een hoek aannemen ten opzicht van de verticaal. Ook wel Caster genoemd. Het snijpunt van de hartlijn van de fuseepen met het wegdek komt nu iets voor het snijpunt van de loodlijn door het wiel met het wegdek te liggen. Deze hoek veroorzaakt een naloop (figuur 6.2).

Wanneer de fiets vooruit zal rijden zal het wiel de fiets volgen. Hoe groter de naloop hoe meer de neiging dat het wiel de fiets zal volgen. De naloop heeft ook invloed op het stuurgedrag. Wanneer gekozen wordt voor een grote naloop, zal het sturen zwaar verlopen. De fiets wil vooruit en de wielen willen de fiets volgen, waardoor de kracht die nodig is om

de wielen te doen verdraaien groter is. Een kleine naloop zal tot gevolg hebben dat de fiets lichter zal sturen. Echter bij hard remmen bestaat er de kans dat het wiel om zal slaan, met alle gevolgen van dien.



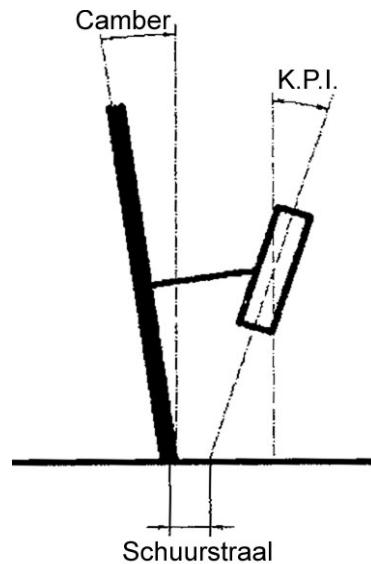
Figuur 6.2 Caster en naloop

### Camber

Het camber is de hoek die het wiel maakt in het vooraaanzicht van de fiets ten opzichte van de verticaal (figuur 6.3). Het camber heeft bij fietsen weinig invloed op het stuurgedrag van de fiets. Bij auto's is het camber van groter belang door het vlakke loopprofiel van de band. Een fietsband is rond en zal vanzelf wel inslijten. Tevens is onderzoek gedaan door Velomobiel.nl (www) naar de rolweerstand van banden met een verschillend camber. Tot een hoek van 15 graden is geen significante toename van de weerstand van de banden waarneembaar. Daarboven neemt de rolweerstand progressief toe. Door een hoekstand te kiezen zal de band bij het nemen van een bocht in radiale richting beter worden belast. Tevens kan de spoorbreedte van de fiets toenemen terwijl de totale breedte van de fiets gelijk blijft. Doordat de assen van de wielen niet meer buiten de fiets uitsteken maar in het verticale vlak van band en as kan vallen. Gevolg is dat de fiets stabiever wordt. Tevens kan bij het toevoegen van een stroomlijn een aerodynamisch voordeel gehaald worden, doordat het frontaal oppervlak kleiner kan worden.

### K.P.I.

De K.P.I. (King Pin Inclination) is de hoek die de hartlijn van de fusée maakt in het vooraanzicht ten opzichte van de verticaal (figuur 6.3). Een grote K.P.I. bevordert de rechtuitstand van de wielen. Echter wanneer een grotere K.P.I. gekozen wordt, bij gebruik van een naloop, zal bij het sturen de fiets bij het ene wiel omhoog komen en bij het andere wiel omlaag gaan, doordat de hartlijn van de fusée een kegel zal beschrijven ten opzichte van het wegdek. Een K.P.I. van nul graden is ideaal. De fiets zal de keurig op dezelfde hoogte blijven bij het insturen. De rechtuitstand van de wielen wordt dan veroorzaakt door de naloop.



*Figuur 6.3 Camber, K.P.I. en schuurstraal*

### Schuurstraal

De schuurstraal is de afstand tussen de raaklijn van de band met het wegdek tot de geprojecteerde hartlijn van de fusée met het wegdek (figuur 6.3). De schuurstraal is de momentarm die ontstaat bij remmen en het overrijden van oneffenheden in het wegdek. Om dit moment zo klein mogelijk te houden is het van belang om de schuurstraal nul te kiezen. Ook wel centerpointbesturing genoemd. Wanneer het camber van de fusée en het caster van het wiel gekozen zijn zal vervolgens de K.P.I. hierop afgesteld kunnen worden zodat centerpointbesturing ontstaat. Hierbij zal gestreefd worden de K.P.I. zo klein mogelijk te houden. Dit kan geëvenaard worden door de fusée hoger te plaatsen.

## 6.1 Ontwerpkeuzes

Het kiezen van de juiste hoeken van de fusée en het wiel is veelal een gevoelskwestie. Uit ervaring zal moeten blijken of de gekozen hoeken de gewenste resultaten opleveren. De Versatile heeft deze cyclus ook moeten doorlopen om tot een goed sturende fiets te komen. Hoewel de Versatile een andere ophanging van de wielen heeft dan de te ontwerpen driewieler zal krijgen, kunnen toch de basishoeken van de ophanging worden afgekeken.

De Versatile heeft de volgende dimensies:

- Naloop van 2,5 cm (caster is dan 5,6 graden)
- Camber van 5,0 graden
- Schuurstraal van 0,0 cm
- De K.P.I. van 0,0 cm

De K.P.I. van 0,0 cm is mogelijk doordat gebruik wordt gemaakt van een McPherson ophanging. Bij de te ontwerpen driewieler is dit niet het geval doordat geen gebruik zal worden gemaakt van een voorvering. Voor de te ontwerpen driewieler zal gestreefd worden de K.P.I. zo klein mogelijk te houden.

## 7 Programma van eisen

### Algemeen

- De fiets moet voldoen aan de voertuigreglementen geldend vanaf 16 juni 1994, afdeling 9 opgesteld door de overheid.  
Zie bijlage C.
- De fiets moet gebaseerd zijn op de GreenMachine.
- De fiets moet mogelijkheid bieden een stroomlijn toe te voegen.
- De fiets moet een volledig ingesloten aandrijfsysteem bevatten.
- De fiets zal moeten passen binnen de filosofie van Flevobike.
- Er zullen zo veel mogelijke onderdelen van de Greenmachine gebruikt moeten worden, mits vervanging of een herontwerp van een onderdeel een beter resultaat oplevert.

### Gebruik

- De instap van de fiets moet gemakkelijk zijn.
- Bij het instappen mogen er geen onderdelen in de baan van het gaan zitten begeven.
- Het moet mogelijk zijn de fiets van een stoep af te geleiden zonder dat het frame de stoep raakt.
- Het moet mogelijk zijn om bagage te vervoeren.
- De berijder moet tijdens het fietsen schoon blijven.

### Fabricage

- Freesdelen mogen geen ondersnijdingen bevatten.
- Freesdelen moeten zo ontworpen worden dat deze zonder al te veel aanpassingen goedkoop gespuitgiet kunnen worden.

### Dimensies

- Er moeten drie framematen verkrijgbaar zijn, namelijk small, medium en large.
- Er moeten drie stoelmaten verkrijgbaar zijn, namelijk small, medium en large.
- De maximale afmetingen mogen 250 x 80 x 70 cm (L x B x H) zijn.
- De zithoogte mag maximaal 26 cm zijn.
- De zithoek moet verstelbaar zijn van 30 tot 50 graden.
- Het verschil tussen de zit- en brackethoogte moet bij de framemaat medium 19 cm zijn.
- De bodemvrijheid achter de wielen moet 10,0 cm zijn.
- De bodemvrijheid van de achterbrug moet minimaal 8,0 cm zijn.
- De wielbasis moet 110,0 cm zijn.

- De draaicirkel mag maximaal 6,0 meter zijn.
- De breedte van de fiets moet tussen 75 en 80 cm liggen.
- De fiets hoeft geen voorvering te krijgen.
- De fiets mag maximaal 21 kg wegen.
- De fiets mag voor de consument maximaal 4500 Euro kosten.
- De stoel moet over 16,0 cm verschuifbaar zijn over de glijstrip.
- De teruggaande ketting moet, in het zijaanzicht, parallel lopen met de framebus.
- Bij gebruik van een kettingrol zal deze een zo groot mogelijke diameter moeten hebben.
- Het zwaartepunt van de fiets met berijder moet op minder dan 1/3 achter de voorwielen liggen.
- Het trekkende part van de ketting moet volledig in lijn liggen.
- Het slappe part van de ketting moet zo veel mogelijk in lijn liggen.

### Wens

- Zithoogte zo klein mogelijk.

### Stuurgeometrie

- De fiets moet fusée besturing hebben volgens het Ackermannprincipe.
- Het camber moet 5 graden zijn.
- De K.P.I. moet zo klein mogelijk zijn.
- De naloop moet 2,5 cm zijn.
- Het caster moet 5,6 graden zijn.
- De schuurstraal moet 0 mm zijn (Centerpoint besturing).
- Toe- en uitspoor dienen gecorrigeerd te kunnen worden.

### Assemblage

- Bij assemblage van de fiets moeten alle onderdelen eerst in de basiskap kunnen worden bevestigd voordat het deksel wordt geplaatst.
- Bij assemblage moet de ketting volledig kunnen worden afgesteld voordat het deksel wordt geplaatst.

### Vormgeving

- Vormgeving moet passen binnen het huidige assortiment van Flevobike.
- Het ontwerp moet zo clean mogelijk worden, wanneer onderdelen samengevoegd kunnen worden zal dit moeten gebeuren, tenzij daardoor de werking verslechtert.

## 8 Concepten

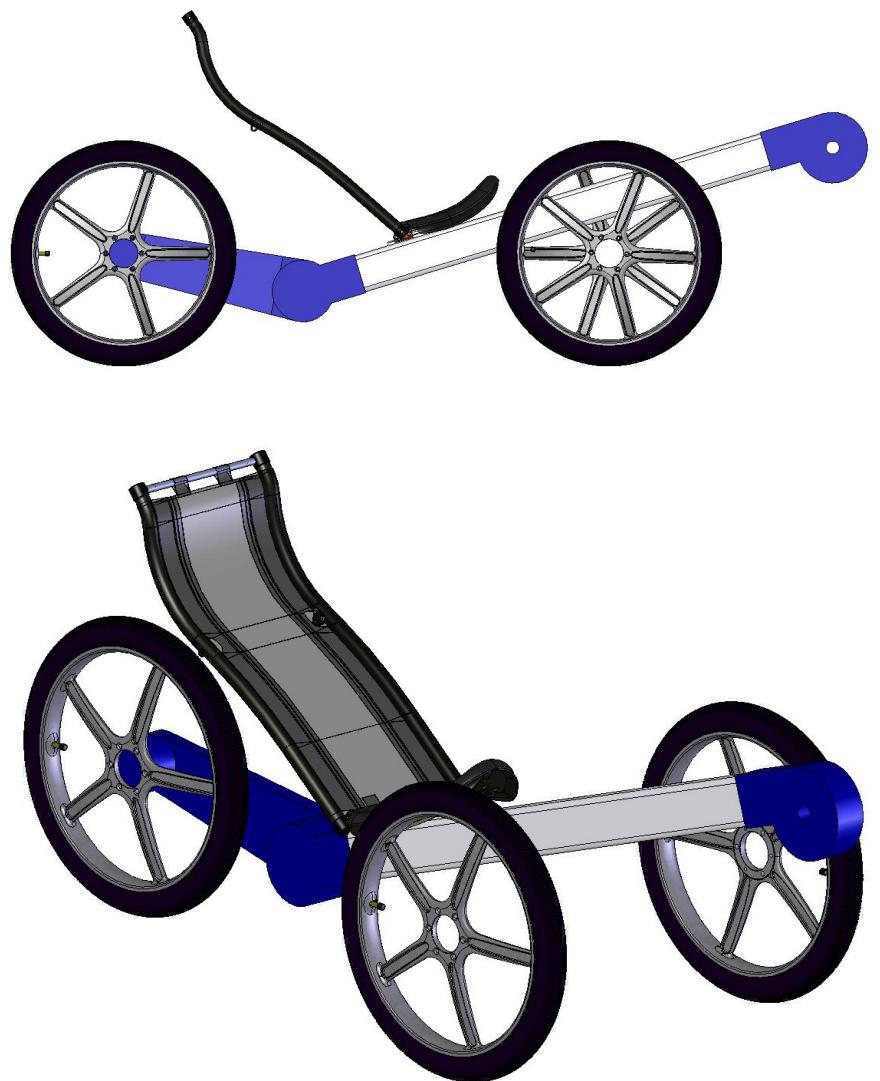
In dit hoofdstuk staan de concepten die gemaakt zijn. De concepten zijn voorgelegd aan de opdrachtgever en samen met hem is vervolgens een keuze gemaakt voor verdere uitwerking. De concepten zijn opgebouwd uit vereenvoudigde onderdelen, puur om het principe en de hoofdlijnen van het concept weer te geven. Alleen de stoel en de wielen zijn direct overgenomen van de GreenMachine en dus gedetailleerd weergegeven. De overige onderdelen zijn in blokkenvorm weergegeven.

### 8.1 Concept 1

Het eerst concept is een concept waarbij zo veel mogelijk onderdelen van de GreenMachine gebruikt worden (figuur 8.1).

Voordeel hiervan is dat veel tijd in het ontwerptraject bespaard kan worden. Door onderdelen te gebruiken van de GreenMachine zullen kosten per onderdeel voor fabricage gedrukt worden. Een ander voordeel is dat er veel bodemvrijheid ontstaat. Hierdoor zal minder snel een obstakel geraakt worden. Tevens zal wanneer de stoel naar voren wordt geschoven de bestuurder meer tussen de wielen komen te zitten, wat de zijdelingse stabiliteit doet vergroten.

Nadeel van dit concept is de zithoogte, deze komt de zijdelingse stabiliteit van de fiets niet ten goede. Doordat de stoel verschuifbaar is over de framebus zal de zithoogte verder toenemen naarmate de stoel verschoven wordt richting de trapas. Hierdoor zal het zwaartepunt hoger komen te liggen en dus de zijdelingse stabiliteit doen afnemen. Tevens zal bij hard remmen de fiets de neiging hebben om voorover te gaan hellen.



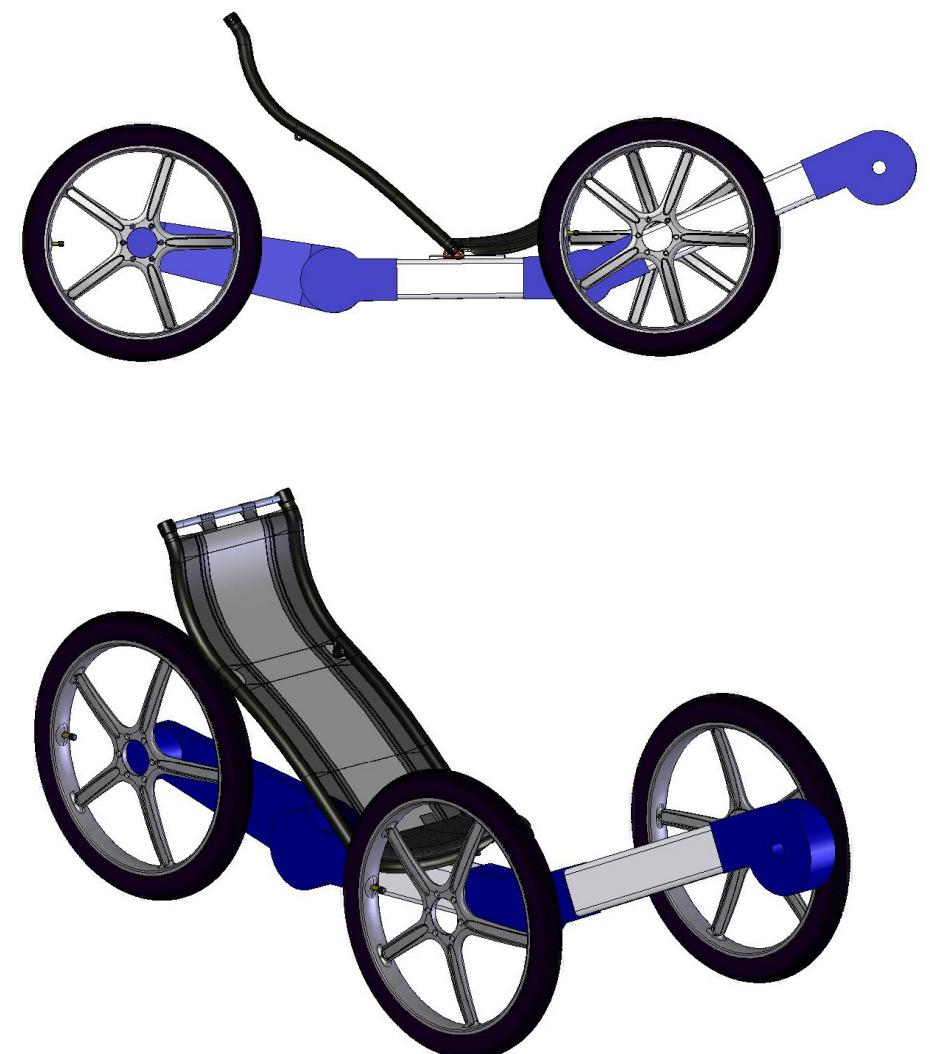
Figuur 8.1 Concept 1

## 8.2 Concept 2

Het tweede concept is voorzien van een extra component van twee freesdelen (figuur 8.2). Hierdoor zal de zithoogte aanzienlijk afnemen. De ketting zal in dit concept een hoek moeten maken. Dit is te realiseren door gebruik te maken van een geleiderol of een tussenas.

Voordeel van dit concept is dat de zithoogte lager is dan bij concept 1, de stabiliteit zal hierdoor groter zijn. Ook de stoel zal dezelfde hoogte behouden wanneer deze verschoven wordt over de framebus.

Nadeel van dit concept is dat er twee nieuwe freesdelen moeten worden vervaardigd, dit zal kosten met zich meebrengen. Tevens zal, doordat de ketting een hoek moet maken, energie verloren gaan in de overbrenging. Bij gebruik van een tussenas zal de ketting gedeeld worden in het nieuwe freesdeel. Er zal een ketting lopen van het voorblad bij de trapas naar de as in het freesdeel en een ketting vanaf de as in het freesdeel naar de versnellingsnaaf. In het laatste geval zal een extra kettingspanner moeten worden ingebouwd en zal de trapas moeten worden aangepast doordat het trekkende deel van de ketting niet meer in lijn loopt. Bij gebruik van een geleiderol is een extra kettingspanner niet nodig. Hierbij zal gestreefd moeten worden naar een zo groot mogelijke kettingrol in het trekkende part, omdat dan de oppervlakte druk op de rol zo klein mogelijk blijft en dus minder energie verloren gaat.

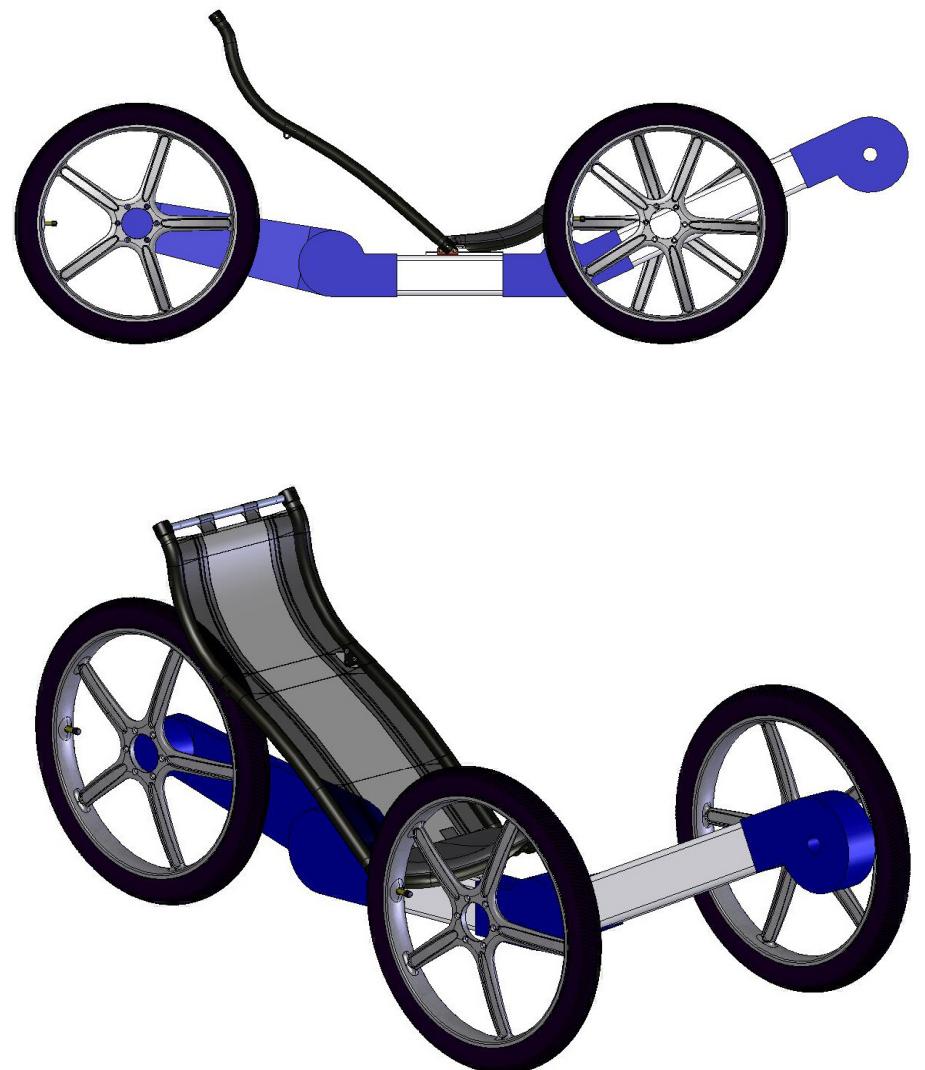


Figuur 8.2 Concept .2

### 8.3 Concept 3

Concept 3 lijkt veel op concept 2. In concept 3 is de zithoogte verkleind ten opzichte van concept 2 (figuur 8.3). Dit is gerealiseerd door het component bij de naaf aan te passen. Door de framebuis uit het centrum van de naaf te leggen kan een aantal centimeters aan zithoogte gewonnen worden. De kettinglijn zal hetzelfde lopen als in concept 2.

Nadeel van dit concept is echter dat er vier extra freesdelen gemaakt moeten worden.



*Figuur 8.3 Concept 3*

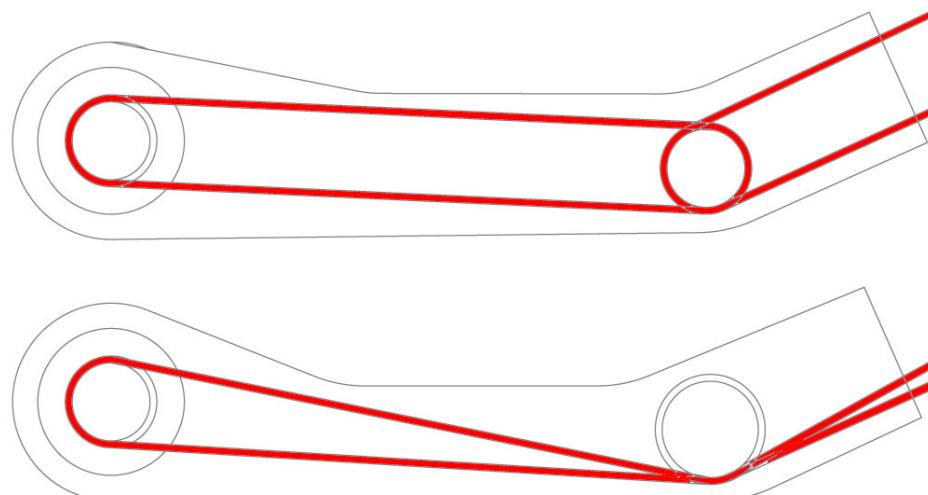
#### 8.4 Concept 4

Concept 4 is een oplossing voor het nadeel van concept 3. De vier freesdelen worden vervangen door twee grote freesdelen (figuur 8.4.2). In deze delen kunnen zowel de framebuis als de stoelbevestiging worden geïntegreerd. De zithoogte zal gelijk zijn aan die van concept 3.

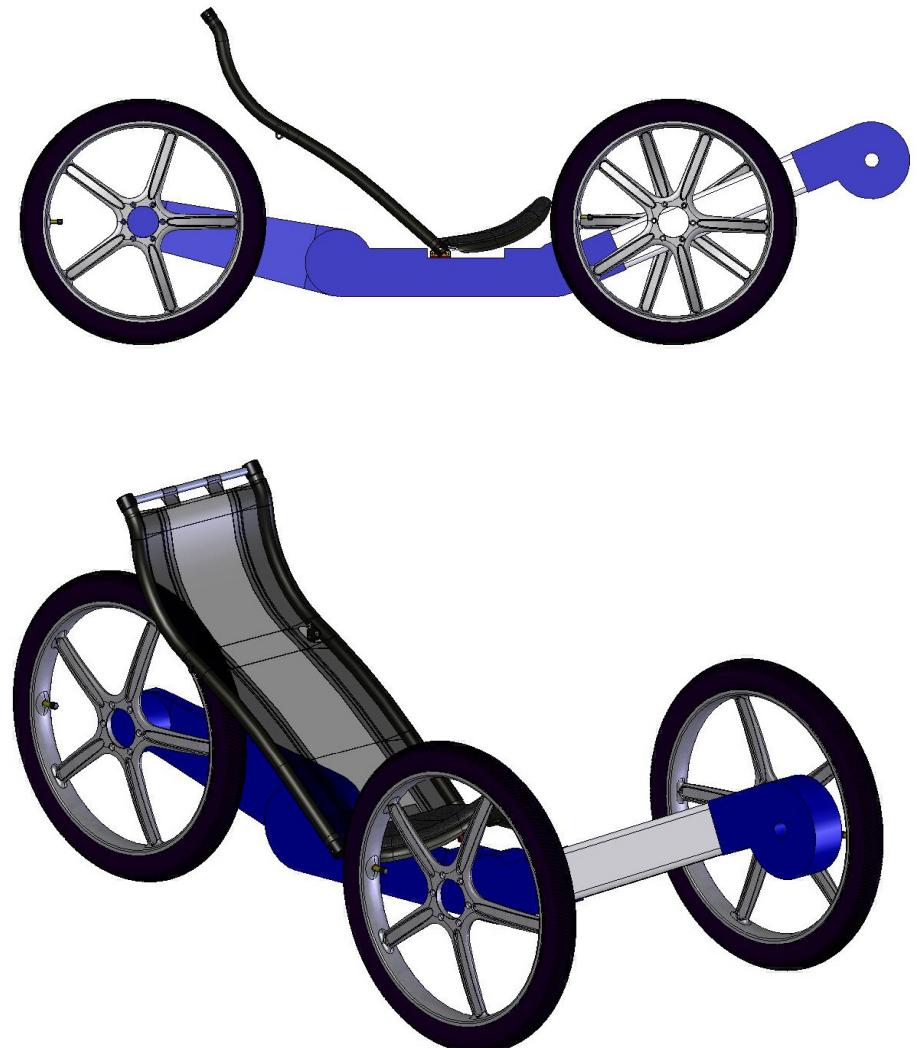
Nadeel van deze oplossing is dat de freesdelen relatief groot worden. Doordat de delen gefreesd worden uit vol materiaal gaat veel materiaal verloren.

Voordeel van dit concept is het kunnen integreren van verschillende componenten in één groot component. Op deze manier kunnen kosten bespaard worden voor fabricage van de vervangende componenten. Tevens staat in de planning dat de freesdelen in de toekomst gespuitgiet zullen worden van magnesium. Dit zal de fabricagekosten enorm drukken, doordat er geen materiaal verloren gaat.

De ketting kan net als in concept 2 en 3 doormiddel van een geleiderol of tussenas de hoek realiseren. In dit concept zal de voorkeur worden gegeven aan een geleiderol, omdat de ketting daardoor lager kan komen wat tot gevolg heeft dat de stoel ook lager kan komen (figuur 8.4.1).



*Figuur 8.4.1 Het freesdeel met een tussenas (boven) en met een geleiderol (onder)*



*Figuur 8.4.2 Concept 4*

## 8.5 Conceptkeuze

Samen met de opdrachtgever is kritisch gekeken naar bovenstaande concepten. Hierbij kwamen dezelfde punten naar voren als vermeld bij de concepten. Concept 1 valt al snel af vanwege de hoge zitpositie. De opdrachtgever wil een stabiele fiets, en dit kan concept 1 niet waarmaken.

Concept 2, 3 en 4 lijken meer op elkaar en de keus tussen deze concepten is dan ook minder eenvoudig. Bij deze concepten moet de ketting een hoek maken. De benodigde onderdelen om dit te realiseren zullen bij alle drie de concepten gelijk zijn. De zithoogte varieert wel iets. Concept 2 zal een iets hoger zwaartepunt hebben dan concept 3 en 4. Concept 2 zal daardoor minder stabiel zijn. Echter moet voor deze kleine winst aan zithoogte bij concept 3 wel een extra component vervaardigd worden. Hierdoor zullen extra kosten gemaakt moeten worden.

Wanneer gekozen moet worden tussen concept 2 en 3 zal de voorkeur gegeven worden aan concept 2, omdat de toename van de kosten de opdrachtgever niet heeft doen overtuigen van de kleine afname van het hoogteverschil.

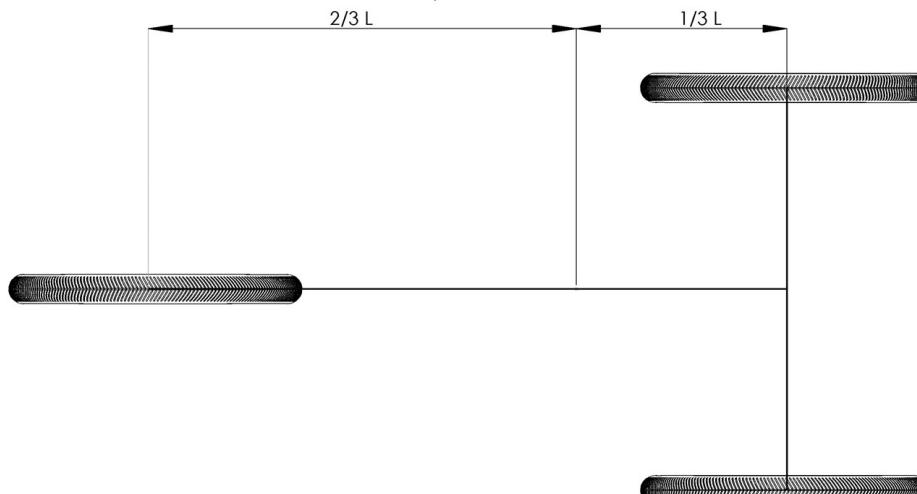
Dit is bij de keuze tussen concept 2 en 4 wel het geval, omdat de framebus en de bevestiging van de stoel geïntegreerd kunnen worden. Op deze manier kunnen de bespaarde kosten worden omgezet naar een duurder vervangend freesdeel. Mocht de fiets op de markt gezet worden, zullen de freesdelen in eerste instantie uit massief aluminium worden gefreesd. De verwachting is dat de freesdelen in de toekomst vervangen zullen worden door magnesium spuitgietdelen. Naar verwachting zullen de kosten lager worden wanneer overgestapt wordt op deze techniek.

Mede door het lage zwaartepunt, de mogelijkheid onderdelen te kunnen vervangen door deze te integreren in de freesdelen als ook de toekomstvisie tot magnesium spuitgietdelen heeft de opdrachtgever de voorkeur gegeven aan concept 4.

In de volgende hoofdstukken zal dan ook concept 4 worden gebuikt als model voor een gedetailleerde ontwerp.

## 9 Zwaartepunt

Voor een driewieler is de ligging van het zwaartepunt van groot belang. De regel zegt dat bij een driewieler met twee wielen vóór het zwaartepunt op maximaal 1/3 van de wielbasis ten opzichte van de voorwielen moet liggen (figuur 9.1). Zo is de druk op de voorwielen altijd iets groter dan op het achterwiel. Bij de te ontwerpen fiets is deze afstand dus 1/3 van 110 cm  $\approx$  36,7 cm.



Figuur 9.1 Zwaartepunt ten opzichte van de wielbasis

Doordat de stoel verschuifbaar wordt over het frame zal de grootste zwaartekracht (die van het lichaam) het zwaartepunt doen verschuiven. De fiets zal in drie verschillende framelengten beschikbaar worden, hierdoor zal voor elke framelengte het zwaartepunt moeten worden berekend.

### 9.1 Zwaartepunt van de fiets

Om er achter te komen waar het zwaartepunt van de fiets zich zal bevinden, en daarmee ook te kunnen berekenen waar de stoel moet komen, zijn de onderdelen van de GreenMachine gewogen en in een tabel verwerkt. Daarna zijn in de tekeningen van de kettinglijn van hoofdstuk 10 de afstanden van het zwaartepunt van de verschillende onderdelen ten opzichte van een vast punt gemeten. Als vast punt is de as van de voorwielen gekozen. Wanneer het zwaartepunt van het onderdeel zich links van het vaste punt begeeft is de afstand negatief

gekozen. Bevindt het zwaartepunt van het onderdeel zich aan de rechterkant van het vaste punt, dan is de afstand tot het vaste punt positief gekozen. Door deze afstanden maal de massa bij elkaar op te tellen en daarna te delen door de totale massa is het zwaartepunt van de fiets berekend. De zwaartepunten van de korte-, midden- en lange framemaat zijn afgerond respectievelijk 36, 35 en 33 cm, allen achter de voorwielen.

De gewenste ligging van het zwaartepunt van het lichaam is te berekenen met de volgende formule:

$$Z_l = \frac{(M_f * M_t) * (Z_t - Z_f)}{M_l * M_t} + \frac{1}{3} * W$$

Waarbij

$Z_l$  = Zwaartepunt van het lichaam tov voorwielen (cm)

$Z_f$  = Zwaartepunt van de fiets tov voorwielen (cm)

$Z_t$  =  $Z_l + Z_f$  (cm)

$M_f$  = Massa van de fiets (kg)

$M_l$  = Massa van het lichaam (kg)

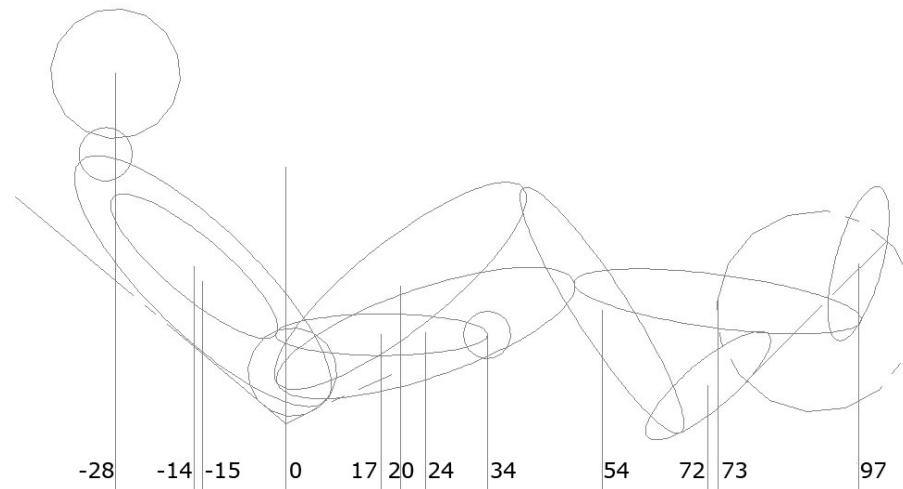
$M_t = M_f + M_l$  (kg)

$W$  = Wielbasis (cm)

Wanneer voor  $M_l$  voor de korte-, midden, en lange framelengte respectievelijk 60, 75 en 90 kg worden gekozen zal de afstand van het lichaam ten opzichte van het zwaartepunt afgerond 37 cm worden. Deze afstand is vrijwel ongevoelig voor variatie van massa van het lichaam bij de verschillende framelengten. Wanneer iemand van 70 kg op een fiets met een lang frame zou zitten dan zal de afstand afgerond ook 37 cm worden. Dit geldt ook voor een persoon met een lichaamsge wicht van 100 kg op een fiets met een kort frame. De stoel zal in uiterste verre stand moeten staan wanneer het zwaartepunt van het lichaam zich op 37 cm achter de voorwielen begeeft. De volledige berekening staat in bijlage D weergegeven.

## 9.2 Zwaartepunt van het lichaam

Het zwaartepunt van het lichaam is op dezelfde manier te berekenen als het zwaartepunt van de fiets. De zwaartepunten van de lichaamsdelen worden gemeten ten opzichte van een vast punt. Als vast punt wordt nu het snijpunt tussen het zitvlak en de rugleuning gekozen (figuur 9.2.1).



**Figuur 9.2.1 Afstanden (cm) van de zwaartepunten van de lichaamsdelen ten opzichte van een vaste punt**

Met de volgende formule kan het zwaartepunt van het lichaam berekend worden:

$$Z_l = \frac{\sum (M * X)}{\sum M}$$

Waarbij

$M$  = Massa van het lichaamsdeel

$X$  = afstand tot vaste punt

In tabel 9.2.1 zijn de zwaartepunten van het lichaam ten opzichte van het vaste punt berekend. De afmetingen van het lichaam zijn volgens Dataset Dutch adults Population DINED (20-60 jaar) ([www](#)), waarbij de gemiddelde waarden voor de man zijn gekozen. Massa's van de verschillende lichaamsdelen zijn toegepast volgens van de Walle (2000).

Lichaamsdeel	Massa (kg)	X (cm)	Massa * X
Hoofd	5,6	-28	-156,8
Romp	32	-14	-448
Linker bovenarm	2,3	-15	-34,5
Rechter bovenarm	2,3	-15	-34,5
Linker onderarm	1,8	17	30,6
Rechter onderarm	1,8	17	30,6
Linker hand	0,5	34	17
Rechter hand	0,5	34	17
Linker bovenbeen	8,6	20	172
Rechter bovenbeen	8,6	24	206,4
Linker onderbeen	4	54	216
Rechter onderbeen	4	73	292
Linker voet	1,5	72	108
Rechter voet	1,5	97	145,5
<b>Totaal</b>	<b>75</b>		<b>561,3</b>

**Tabel 9.2.1 Berekening waar het zwaartepunt van het lichaam zich moet begeven**

Het zwaartepunt van het lichaam bevindt zich afgerond op  $561,3/75 = 7,5$  cm vanaf het vaste punt.

Het snijpunt van zitvlak en rugleuning zal zich daarom op  $37 + 7,5$  cm  $\approx$  45 cm vanaf de voorwielen moeten begeven.

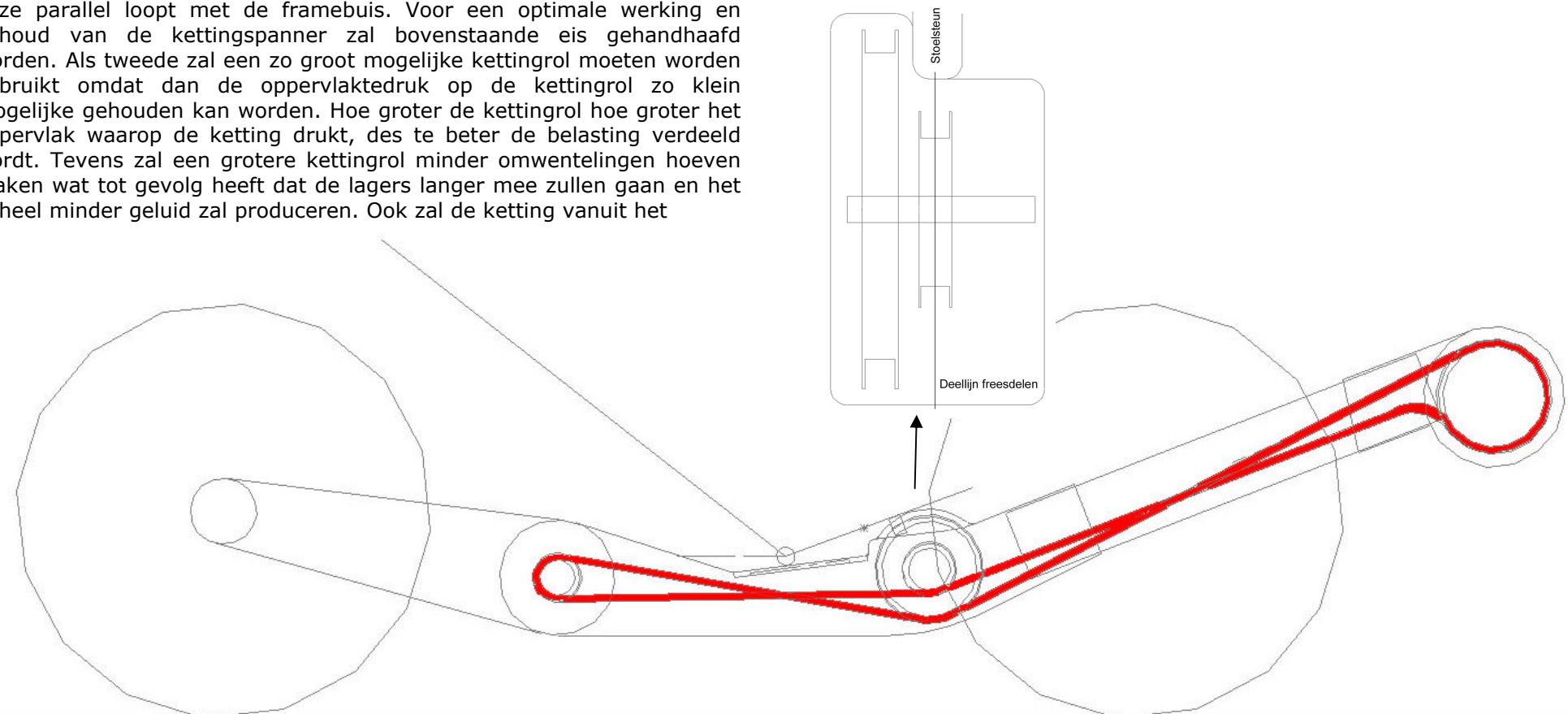
## 10 Kettinglijn

Nu het concept gekozen is kan de kettinglijn worden bepaald. Zoals gezegd bij de concepten zal gekozen worden voor een kettingrol in plaats van een tussenas, omdat in dat geval de ketting lager kan lopen en daarmee de zithoogte kleiner wordt. Bij een tussenas dient de trapas aangepast te worden doordat anders trekkende deel van de ketting niet in lijn loopt. Tevens zal bij een tussenas ook een extra kettingspanner nodig zijn. Bij het ontwerp van de kettinglijn zal rekening gehouden moeten worden met een aantal punten. Ten eerste zal het slappe part van de ketting, in het zijaanzicht, parallel moeten lopen met de framebus, omdat de kettingspanner ontworpen is met de gedachte dat deze parallel loopt met de framebus. Voor een optimale werking en behoud van de kettingspanner zal bovenstaande eis gehandhaafd worden. Als tweede zal een zo groot mogelijke kettingrol moeten worden gebruikt omdat dan de oppervlaktedruk op de kettingrol zo klein mogelijke gehouden kan worden. Hoe groter de kettingrol hoe groter het oppervlak waarop de ketting drukt, des te beter de belasting verdeeld wordt. Tevens zal een grotere kettingrol minder omwentelingen hoeven maken wat tot gevolg heeft dat de lagers langer mee zullen gaan en het geheel minder geluid zal produceren. Ook zal de ketting vanuit het

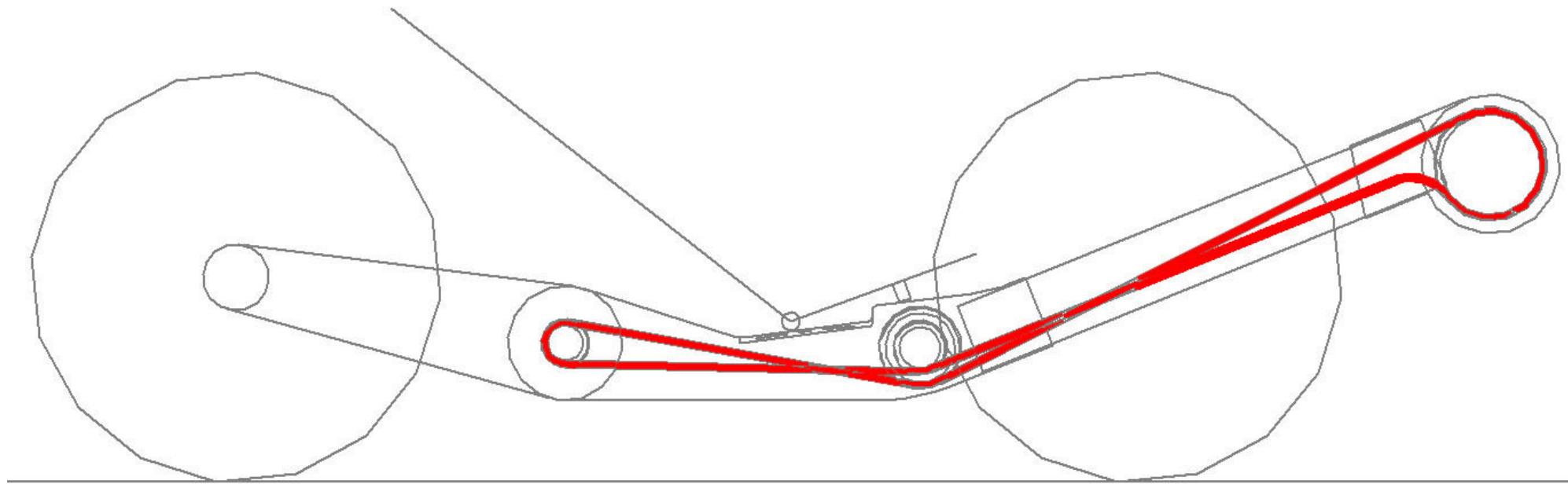
bovenaanzicht niet door het midden van de framebus mogen lopen. De ketting moet 16 mm uit het centrum liggen omdat de trapas en de naaf volgens deze richtlijn zijn ontworpen.

### 10.1 Concept 1

Bij het eerste concept is de geleiderol zo groot mogelijk gekozen. Doordat de rol tussen de stoel en de minimale bodemvrijheid moet komen zullen deze de uiterste roldiameter bepalen. Het freesdeel zal een uitsparing krijgen waar de rol dan in past (figuur 10.1.1).



Figuur 10.1.1 Kettinglijn van concept 1 met een doorsnede tekening bij de kettingrol



*Figuur 10.2.1 Kettinglijn van concept 2*

## 10.2 Concept 2

Bij concept 2 is de geleiderol binnen het freesdeel gehouden (figuur 10.2.1). Dit heeft tot gevolg dat de geleiderol kleiner wordt dan in concept 1.

## 10.3 Conceptkeuze

Het freesdeel is een belangrijk punt bij de keuze van het concept voor de kettinglijn. De freesdelen van de GreenMachine zijn zo ontworpen dat deze gemakkelijk gespuitgiet kunnen worden. Concept 1 voldoet daar niet aan. Door de ondersnijding is dit concept niet lossend wanneer gebruik wordt gemaakt van een open-dicht matrijs. Om dit op te lossen zal bij concept 1 de deellijn van de twee freesdelen ter hoogte van de grote kettingrol moeten begeven. Bij de stoelgeleider is echter gewenst dat het freesdeel in het midden wordt gedeeld. Hierdoor zal een freesdeel ontstaan dat verschillende hoogten zal bevatten en dus uit meer volume moet worden gefreesd. Hierdoor zal veel materiaal verspaand moeten worden en dus verloren gaan.

Bij concept 2 zullen de freesdelen in het centrum kunnen worden gedeeld. De delen worden dus uit een kleiner volume gefreesd dan bij concept 1. Hierdoor zal minder materiaal verloren gaan en zal de fabricagetijd korter zijn. De onderdelen worden dus goedkoper. Tevens is het mogelijk om een lossend product te maken met een open-dicht matrijs wanneer de fabricage over gaat op spuitgieten. De keuze zal daardoor uitgaan naar concept 2.

## 11 Stuurmanieren

Er zijn drie manieren om de driewieler te doen sturen. Namelijk door middel van een kruiskoppeling met bovenstuur, direct stuur op de fusees, of een onderstuur.

### 11.1 Kruiskoppeling

Een kruiskoppeling lijkt op een cardan-as. De as kan in een aantal richtingen vrij bewegen, bij een verdraaiing van de as en bij het bewegen van het stuur naar links en rechts, wordt een rotatie doorgegeven. Door de kruiskoppeling te combineren met een balhoofd, twee stuurstangen en een stuur ontstaat een stuurmechanisme (figuur 11.1.1).

Voordeel van een kruiskoppeling is dat het een compact geheel vormt. Tevens is het frontaal oppervlak klein, doordat de armen zich grotendeels voor het lichaam kunnen bevinden. Nadeel van dit systeem is de moeilijke instap. Wanneer men plaats wil nemen op de fiets zal eerst het stuur naar voren geklappt moeten worden. Ook is bij het nemen van bochten de steun aan het stuur gering. En komen bij het sturen grote krachten op de kruiskoppeling waardoor deze kans op speling kan krijgen.

### 11.2 Direct stuur

Een direct stuur is een stuur dat direct is aangesloten op de fusee (figuur 11.2.1). door het stuur naar links of naar rechts te bewegen zal een stuuruitslag waarneembaar zijn. Voordeel van dit systeem is de compactheid van het geheel. Om dit systeem werkend te maken zijn slechts een aantal relatief kleine onderdelen nodig. Een ander voordeel is dat het systeem vrijwel ongevoelig is voor speling. In tegenstelling tot gebruik van de kruiskoppeling geeft een direct stuur wel steun bij het nemen van bochten. Ook is het stuur gemakkelijk in te stellen naar de behoeften van de berijder. Het principe geeft geen moeilijkheden bij het instappen. Nadeel is dat het frontaal oppervlak iets groter is dan bij gebruik van een kruiskoppeling. En dit stuurprincipe is alleen toepasbaar bij ongeveerde voorwielen.



*Figuur 11.1.1 Kruiskoppeling met in detail het technisch principe (rechtsboven)*



*Figuur 11.2.1 Direct stuur*

### 11.3 Onderstuur

Een onderstuur is zoals het woord al zegt een stuur dat ergens onderdoor loopt. Bij ligfietsen bevindt het stuur zich onder de stoel. Mogelijkheden voor de plaatsing van een onderstuur zijn dan tussen de stoel en het frame (figuur 11.3.1) of onder het frame (figuur 11.3.2).

Voordeel van dit systeem is dat het stuur veel steun geeft bij het nemen van bochten en dat de instap relatief makkelijk is. Nadelen van dit principe zijn dat meer onderdelen nodig zijn om het systeem te realiseren. Instellingsmogelijkheden zijn gering, maar zijn wel te realiseren door onderdelen toe te voegen die dit mogelijk maken. De bodemvrijheid neemt af door het stuur onder het frame te plaatsen. Het systeem kan spelinggevoelig zijn.

### 11.4 Ontwerpkeuze

Het onderstuur doet lomp overkomen en heeft meer nadelen dan voordelen. De voordelen die dit stuurprincipe heeft zijn ook realiseerbaar met een direct stuur. Het kruiskoppelingstuur heeft als grote nadeel dat de instap lastig is en de steun in bochten is gering. Voordeel van dit systeem is wel het kleinere frontaal oppervlak. Echter is een goede steun belangrijker voor de veiligheid van de bestuurder, dan een kleiner frontaal oppervlak. Een nadeel van de kruiskoppeling en het onderstuur is dat de stuurbeweging met de armen doormiddel van twee stuurstangen doorgevoerd wordt aan de fusie-armen. Door deze overbrenging zijn meer onderdelen nodig dan bij een direct stuur waardoor de spelinggevoeligheid toeneemt. Daarom is de keuze gevallen voor de directe besturing. Visueel is dit de best ogende methode van sturen, er zijn slechts weinig onderdelen nodig. De instelmogelijkheden zijn groot, het systeem is vrijwel ongevoelig voor speling en geeft goede steun bij het nemen van bochten. Tevens is de instap eenvoudig, het stuur zal niet in de weg zitten bij het op- en afstappen van de fiets.



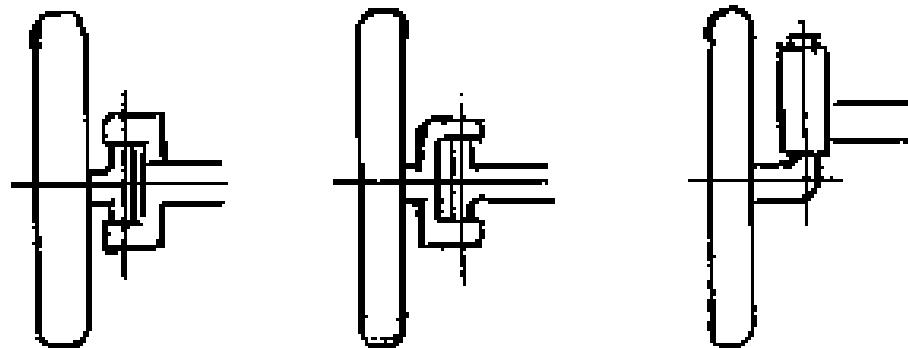
*Figuur 11.3.1 Onderstuur dat boven het frame loopt*



*Figuur 11.3.2 Onderstuur dat onder het frame loopt*

## 12 Fuseemanieren

De ophanging van de fusee kan op drie verschillende manieren kunnen geschieden (figuur 12.1).



*Figuur 12.1 Drie mogelijke fuseemanieren*

De lagering in de fusee zal zorgen voor een soepele hoekverdraaiing van het wiel bij het sturen. Het lager dient ook krachten in zowel de X-, Y-, als Z-richting te kunnen opvangen. Een geschikt lager voor de eerste en tweede manier zullen kegellagers zijn. Ook kan een balhoofdlagering voor de eerste en tweede manier toegepast worden, echter zijn er wel onnodig veel inklemmingen nodig om dit te kunnen realiseren. Voor de derde manier zal ook een traditioneel lager van een balhoofd gebruikt worden. Balhoofdlagering is berekend op de krachten die kunnen ontstaan tijdens het fietsen en is dus geschikt voor toepassing in de te ontwerpen driewieler.

### 12.1 Ontwerpkeuze

De derde optie heeft als bijkomend voordeel dat de K.P.I. kleiner gekozen kan worden dan bij manier één en twee. Dit zal de stuureigenschappen van de fiets ten goede komen. Daarom zal gekozen worden gebruik te maken van manier drie.

## 13 Conceptdetaillering

In dit hoofdstuk wordt in stappen beschreven hoe de detaillering van het gekozen concept uitgewerkt is tot een eindconcept. Daarbij zijn keuzes toegepast die in eerdere hoofdstukken zijn toegelicht. De verschillende deelconcepten staan in figuur 13.1 weergegeven. Wanneer voor een functie meerdere mogelijkheden gevonden zijn zal aan de hand van een redenering die gebaseerd zal zijn op maakbaarheid, stijfheid en sterkte of een kostenbesparing een keuze worden gemaakt.

De doorsnedetekeningen en exploded views die in dit hoofdstuk te zien zijn, zijn voorzien van kleuren. Deze kleuren hebben de volgende betekenis:

Groen: lager

Roze: ring

Geel: bout

Paars: bus

Rood: zekерingsring

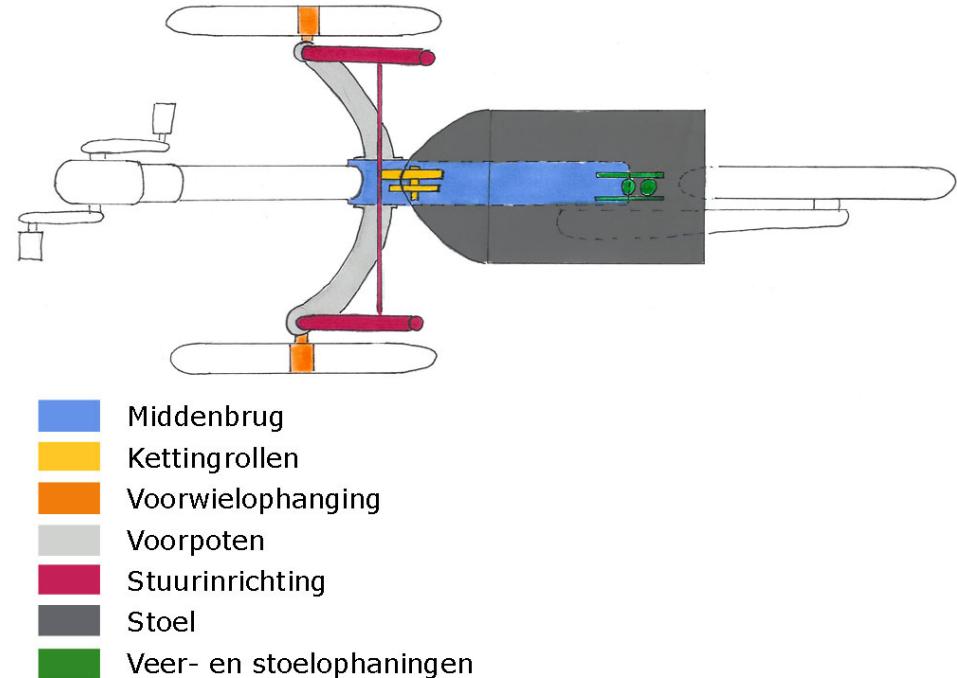
Overige kleuren hebben geen directe betekenis, deze zijn enkel toegebracht voor het onderscheiden van onderdelen.

### 13.1 Middenbrug

De middenbrug zal bestaan uit twee freesdelen. De middenbrug zelf en het deksel die de middenbrug zal afsluiten. Voor de middenbrug is de linker achterkap van de GreenMachine gebruikt en deze is aangepast voor de trike. Voor het prototype is gekozen om de middenbrug zo vlak mogelijk te houden. Hierdoor zijn de freesdelen het gemakkelijkst en goedkoopst te fabriceren. In een later stadium is het altijd nog mogelijk om de middenbrug vorm te geven. Voor een prototype is dit van ondergeschikt belang en is daarom achterwege gelaten. In figuur 13.1.2 staan de verschillende onderdelen van de middenbrug weergegeven.

#### Glijstrip

Na de buitencontour te hebben gemodelleerd is de glijstrip voor de stoelbevestiging erin getekend. Deze is zo geplaatst dat het verste punt zich op 45 cm afstand achter de as van de voorwielen begeeft. Hierdoor wordt aan de eis, gevonden uit het zwaartepunt onderzoek, voldaan. De glijstrip zal iets omhoog lopen, hierdoor zal de ondersteuning van de zitting hoger komen te liggen waardoor dus meer ruimte gecreëerd wordt voor een grotere kettingrol.



Figuur 13.1 Deelconcepten

De afmetingen van de glijstrip zijn overgenomen van de GreenMachine, zodat de stoel zonder aanpassingen bevestigd kan worden. De stoel kan daardoor over 16 cm worden verschoven. Doordat de stelblokken van de stoel 4 cm lang zijn, zal de netto verschuiving van de stoel 12 cm zijn.

#### Nokken voor de bouten

Vervolgens zijn nokken geplaatst voor de afdichtbouten. In dit freesdeel zal schroefdraad getapt worden. In het middenbrugdeksel zal alleen een gat komen, zodat het deksel met behulp van bouten aan de middenbrug kan worden bevestigd. Bij de glijstrip en de ondersteuning van de zitting zijn nokken die buiten de contour vallen niet mogelijk, deze delen moeten vlak blijven. Daarom zijn de bevestigingspunten daar binnen de middenbrug geplaatst.

#### Klempunten voor de kettingbus

In de middenbrug zal de ketting beschermd worden door een kettingbus. Deze kettingbus zal geklemd worden in buisklemmen die bevestigd worden aan de middenbrug. De klempunten zijn zo geplaatst dat het

trekkende part van de ketting volledig in lijn loopt. Het slappe part van de ketting moet een hoek maken, zodat het klempunt bij de naaf hoger gelegen is dan bij de kettingrol. Hierdoor ontstaat een schuinstand van de ketting.

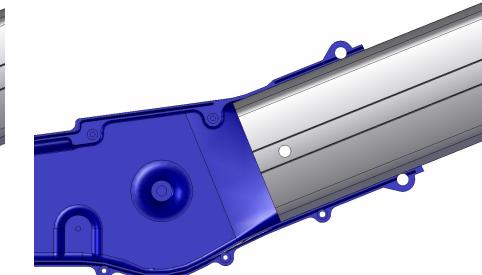
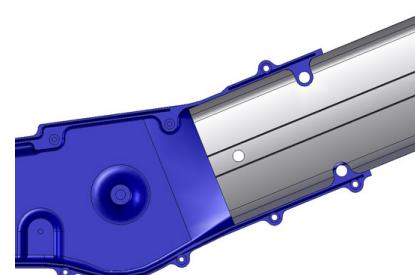
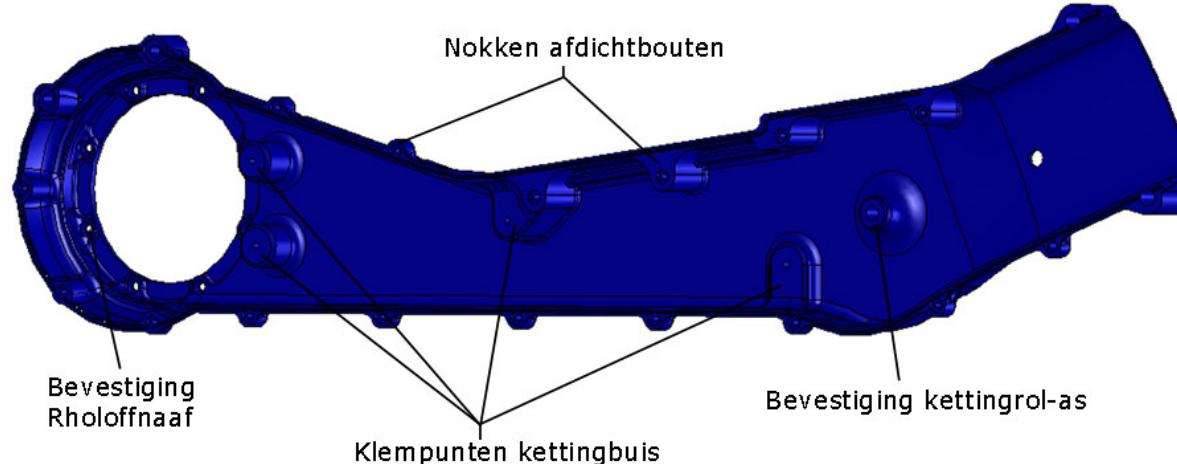
#### *Ophanging voorpoten*

Tot slot is de middenbrug voorzien van een bevestigingspunt voor de voorpoten. Hier is een mogelijkheid getekend die achteraf veranderd is. De eerste mogelijkheid zal als eerst worden genoemd. Daarna zal de gekozen bevestiging van de voorpoten worden beschreven.

Belangrijk bij het ontwerp van de ophanging van de voorpoten is dat rekening gehouden moet worden met de ketting. Deze mag de bouten die zorgen voor de inklemming niet raken. De voorpoten zullen op drie plaatsen worden ingeklemd, dit om krachten in zowel X- als Y-richting op te kunnen vangen.

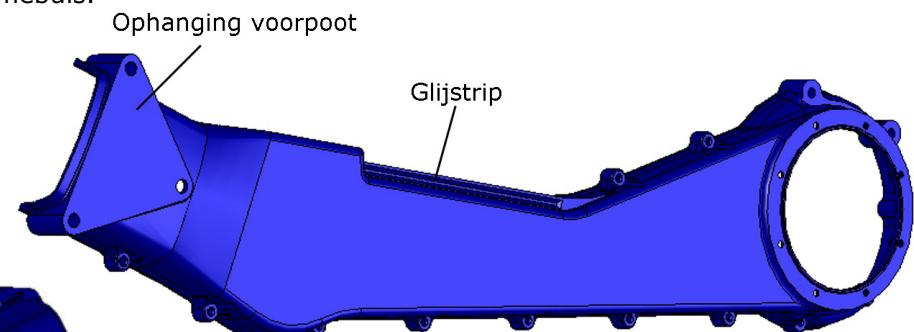
Tevens zal bij de bovenste en onderste bout een verhoging in het freesdeel komen zodat geen ruimte ontstaat voor onderdelen om te vervormen door de inklemming. Bij de middelste bout wordt dit opgelost door het plaatsen van een vulbus in de framebuis. De vulbus zal verlijmt worden met de framebuis.

Een groot nadeel bij deze ophanging is dat de framebuis op de punten waar de bouten zullen komen, uitgehapt moeten worden (figuur 13.1.1 links). Hierdoor zal de buis zwakker worden, en laat dat nou net op een kritiek punt zijn, namelijk aan het einde van de inklemming. Om vervorming van de buis te voorkomen is daarom een andere mogelijkheid getekend waarbij wel de stijfheid van de framebuis behouden blijft.



Figuur 13.1.1 Manieren voor de voorpotenophanging

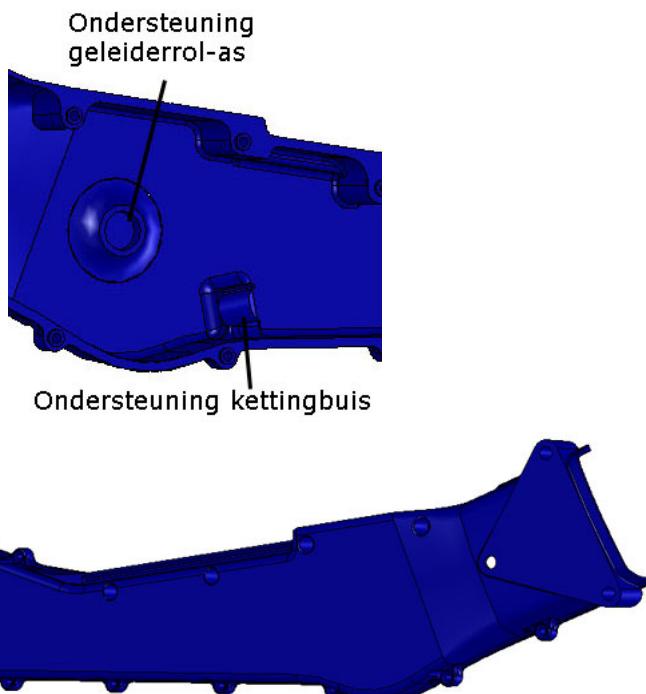
Bij de gekozen ophanging zullen de bouten niet binnen de middenbrug vallen maar er buiten liggen figuur 13.1.1 (rechts). Voordeel hiervan is dat de poten een groter oppervlak krijgen om krachten op te vangen. Maar nog belangrijker, de framebuis hoeft niet voorzien te worden van ongewenste uitsparingen. De centrale bout zal wel behouden blijven. Deze zal moeten voorkomen dat de framebuis kan verschuiven binnen de framebuis.



Figuur 13.1.2 Onderdelen van de middenbrug

### Middenbrug deksel

Het deksel is vrijwel hetzelfde opgebouwd als de middenbrug basis. Deze is enkel gebaseerd op de Rohloff framekap. Ook deze zal worden voorzien van de glijstrip en de ogen voor de afdichtbouten. Het deksel zal het geheel afsluiten. In het deksel is een extra steunpunt geplaatst voor de kettingbus van het trekkende part zodat deze beter op zijn plek zal blijven. Tevens is een steunpunt geplaatst voor de vulbus die verderop besproken wordt (figuur 13.1.3).



Figuur 13.1.3 Middenbrugdeksel

### 13.2 Kettingrollen

De kettingrol voor het trekkende part is zo groot mogelijk gekozen. Dit in verband met de lagere oppervlakte druk bij een grotere diameter van de rol. Er kan gekozen worden om het oppervlak van de rol vlak te houden. Echter is bij een vlakke rol de oppervlakte druk groot. Om deze druk per oppervlakte eenheid te verkleinen is een kettingrol ontworpen met tanden waar de ketting in valt. Zo ontstaat een tandwiel zoals een tandwiel van een derailleur. Belangrijke ontwerpregel is dat het hart van de bussen van de ketting 12,7 mm uit elkaar liggen. De tanden van de kettingrol moeten dus ook 12,7 mm uit elkaar liggen. Tevens is de diameter van de bussen van belang, deze is 7,75 mm. De kettingrol kan 21 tanden bevatten zodat deze binnen de middenbrug past.

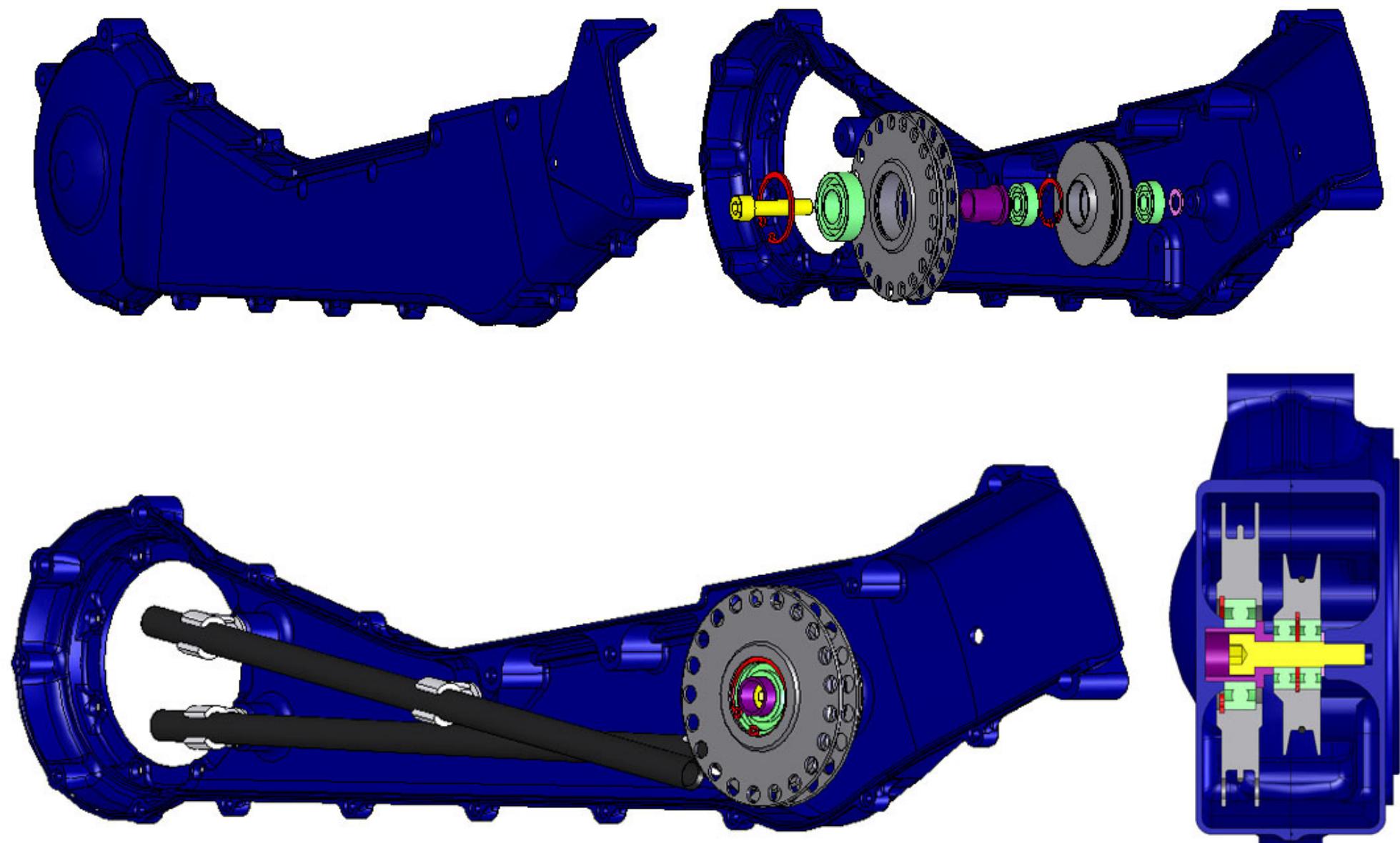
Voor het slappe part zal de kettingrol gebruikt worden die ook in de Versatile wordt toegepast. Het slappe part kan voorzien worden van een kleinere rol, de kracht die de ketting uitoefent doordat een hoek gemaakt moet worden is vele malen kleiner dan bij het trekkende part.

#### Lager kettingrol

Voor de lagering zal een zo groot mogelijk lager gekozen worden. De lagers van de kleine rol zijn 15 mm groot. Het lager voor de kettingrol in het trekkende part zal onderhevig zijn aan grotere krachten. Deze kunnen opgevangen worden door een lager dat groter is. Het lager dat gebruikt zal worden voor de grote kettingrol is gelijk aan die van de trapas.

#### Vulbus middenbrug

De vulbus is noodzakelijk doordat lagers worden gebruikt met een verschillende binnendiameter. Door deze op dezelfde as te laten steunen wordt een vulbus toegepast. Er is gekozen het lager van de grote kettingrol te verlijmen met de vulbus. Op deze manier is een extra inklemming niet noodzakelijk. Enkel zal met een zekeringssring verschuiving van het lager voorkomen worden. De vulbus zorgt tevens voor de juiste afstand tussen de grote en kleine kettingrol en kan daardoor onderdelen als ringen vervangen. De volledige middenbrug staat afgebeeld in figuur 13.2.



Figuur 1 Exploded view van de middenbrug (boven), inhoud van de middenbrug (linksonder) en een doorsnede van de kettingrollen en bevestiging (rechtsonder)

### 13.3 Voorwielophanging

#### *Naaf*

De naaf van de voorwielen zal verschillen van die van de GreenMachine. De GreenMachine maakt namelijk nog gebruik van een tweezijdig opgehangen voorwiel. De voorwielen van de driewieler zullen enkelzijdig worden opgehangen, dus de naaf zal aangepast moeten worden. Voor de naaf zal de buitencontour van de achternaaf gebruikt worden, deze is wel ontworpen voor enkelzijdige ophanging. Enkel het binnenwerk zal aangepast moeten worden.

De naaf is voorzien van twee lagers. De binnering van de lagers steunen tegen een lagerbus, zodat deze worden gefixeerd en dus niet naar binnengedrukt kunnen worden bij het inklemmen.

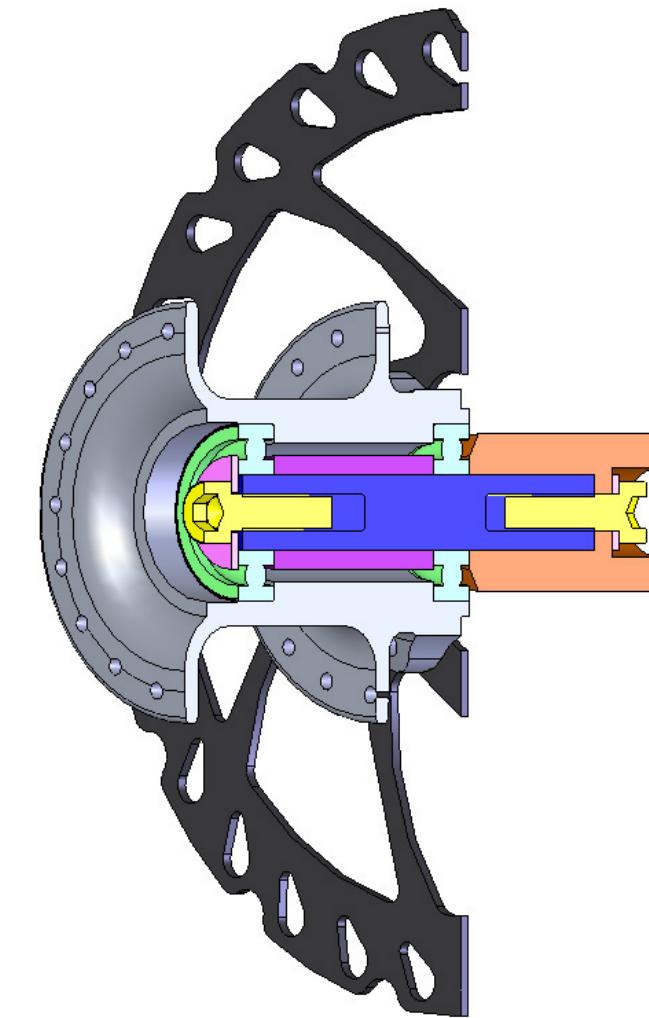
De naaf wordt vervolgens bevestigd aan de wielas (blauw), welke valt in een wielasbus (bruin) waarin de wielas wordt geborgd met een M6 bout (figuur 13.3.1).

#### *Balhoofd*

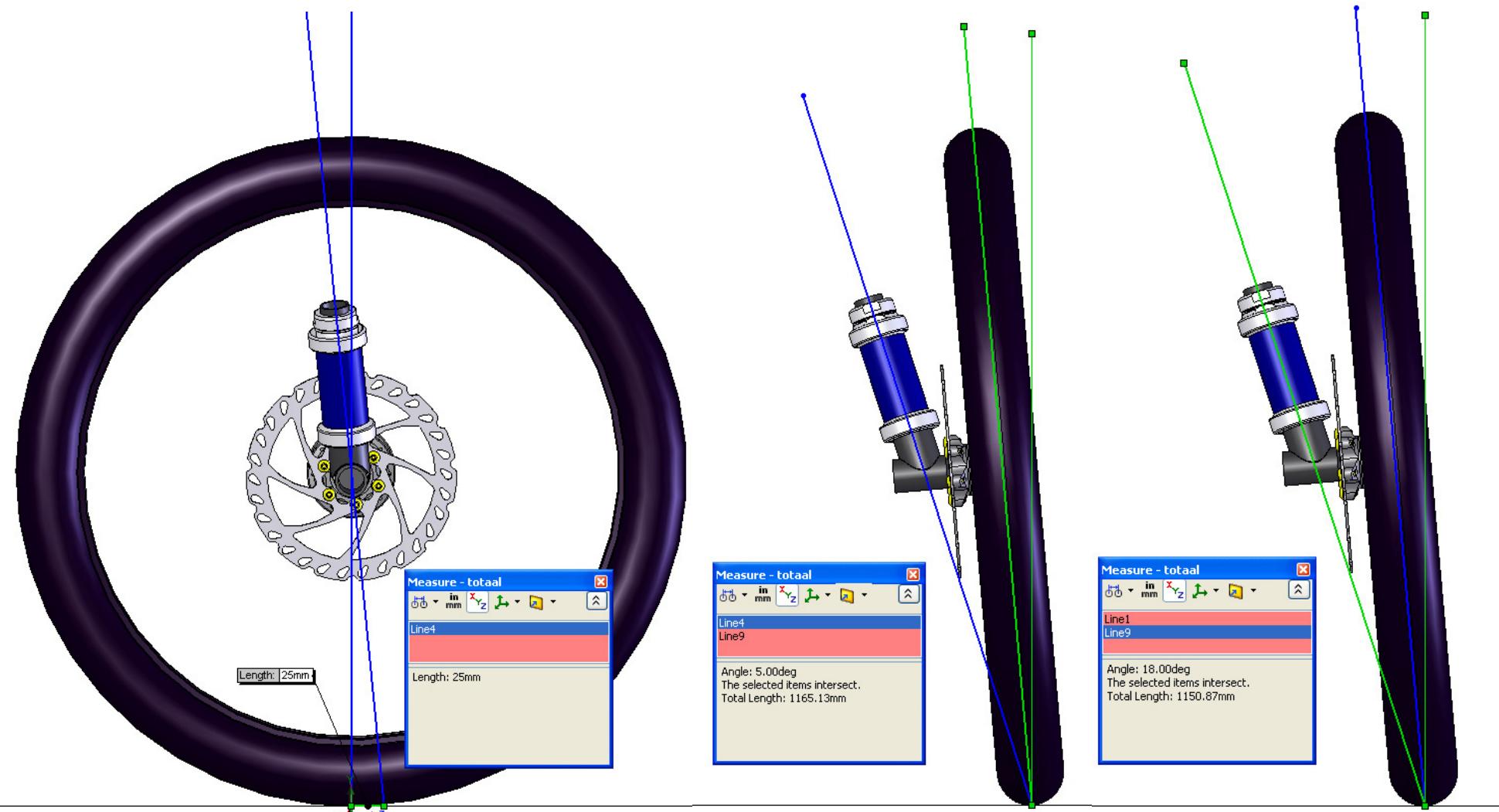
Voor het balhoofd is een één inch balhoofd gekozen. De GreenMachine maakt gebruik van een groter balhoofd. Voor de driewieler kan een kleiner balhoofd gekozen worden doordat de momentarm, bijvoorbeeld tijdens het remmen, vele malen kleiner is. Getracht is het balhoofd zo dicht mogelijk bij de wielas te plaatsen om de momentarm zo klein mogelijk te houden.

#### *Fuseepen*

Uit paragraaf 6.2 is naar voren gekomen dat de fuseepen zo geplaatst moet worden dat er een naloop van 2,5 centimeter en een camber van 5,0 graden wordt geëvenaard en dat de K.P.I. zo verticaal mogelijk is (figuur 13.3.3). Het zo verticaal mogelijk kiezen van de fuseepen zal afhankelijk zijn van de ruimte die daarvoor beschikbaar is. De remschijf is de beslissende factor in dit geval. Zoals te zien in figuur 13.3.3 zal de K.P.I. 18 graden worden. Een kleinere hoek is mogelijk, echter zal daardoor de momentarm op de lagering ook toenemen. De fuseepen zal onder de juiste hoeken worden gelast aan de wielasbus.



Figuur 13.3.2 Doorsnede van de naaf



Figuur 13.3.3 Naloop (links), camber (midden) en K.P.I. (rechts)

### 13.4 Voorpoten

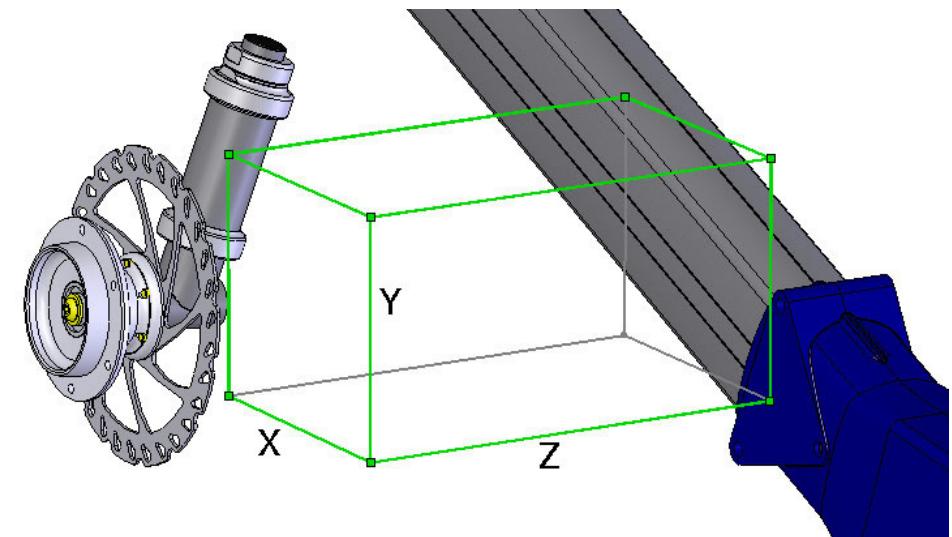
De voorpoten zullen de overbrugging vormen tussen de wielophanging en de middenbrug.

#### *Flens van de voorpoten*

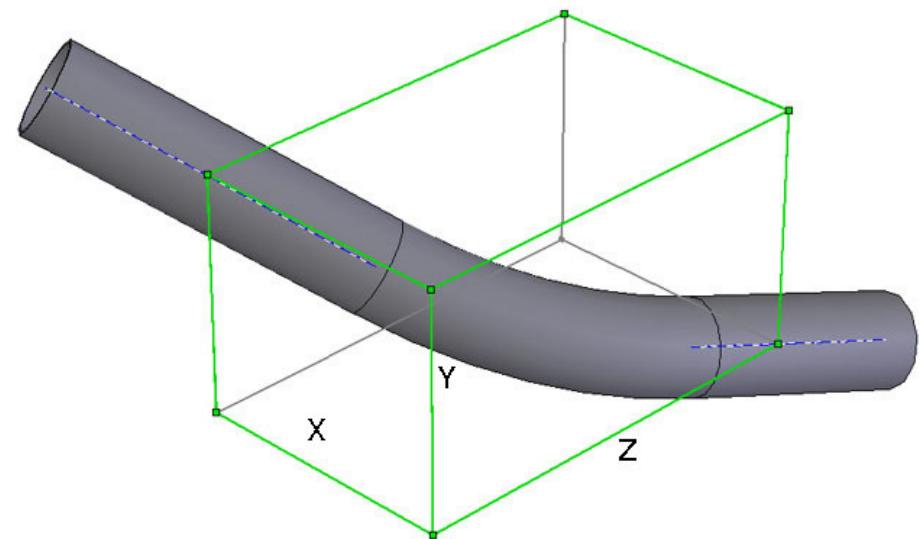
De flensen van de voorpoten worden bevestigd tegen de middenbrugdeksel. De flensen zijn gelijk aan de het oppervlak dat getekend is op de middenbrug. Door middel van M8 bouten en moeren zullen de flensen worden geklemd tegen de middenbrug. Doordat bij de punten van de inklemming geen holle ruimten zijn, zal een totale fixatie ontstaan.

#### *Voorpoten*

De voorpoten zullen gelast worden aan de flensen. Voor het prototype was geen mogelijkheid een buis te buigen met een diameter groter dan 25 mm, daarom is een framebuis gebruikt van een oud model van Flevobike, de 50/50. Deze buis heeft een radius van 300 mm over een hoek van 32 graden en heeft een diameter van 48 mm en een wanddikte van 1,5 mm. Als eis is gesteld dat de totale breedte van de fiets tussen 75 en 80 cm moeten komen te liggen. Wanneer het centrum van de navan van de voorwielen 70 cm uit elkaar liggen, zal door de schuinstand van de wielen een totale breedte bereikt worden die iets groter is dan 75 cm. Met dit gegeven kunnen nu de afstanden bepaald worden die de voorpoten moeten overbruggen. Door op te meten in het model wat de afstand is van het centrum van de flens tot aan het centrum van het balhoofd zijn de X, Y, en Z waarden bepaald die de buis moet overbruggen (figuur 13.4.1). Hierdoor zal een kubus ontstaan met ribben gelijk aan de gemeten X, Y, en Z waarden waar de buis binnen moet vallen (figuur 13.4.2).

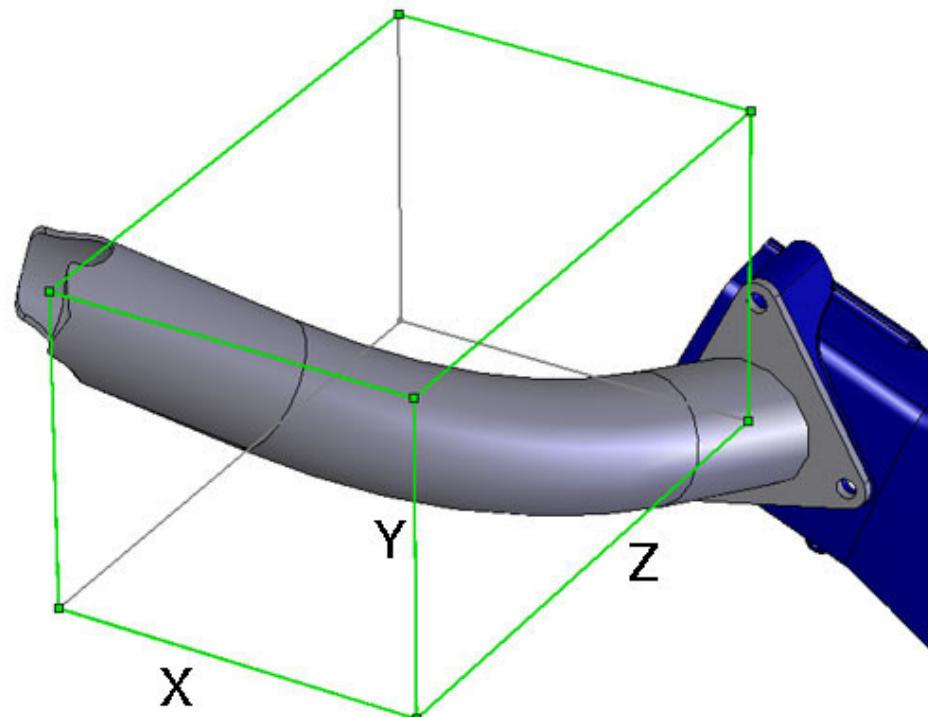


Figuur 13.4.1 De te overbruggen afstand voor de voorpoten uitgedrukt in X, Y, en Z



Figuur 13.4.2 De framebuis van de Flevobike 50/50 passend binnen de X, Y en Z waarden

Door de buis af te zagen op het snijpunt van de hoek van de kubus en de as van de buis, zal op dat punt de flens gelast moeten worden. Aan de andere kant van de buis zal een uitsparing onder de juiste hoeken gemaakt moeten worden op het snijpunt van de hoek van de kubus en de as van de buis (figuur 13.4.3). Deze uitsparing zal een diameter moeten krijgen van 35 mm, zodat vervolgens de balhoofdbuis gelast kan worden aan de buis.



Figuur 13.4.3 De bevestiging van de flens en de uitsparing voor het balhoofd

### 13.5 Stuurinrichting

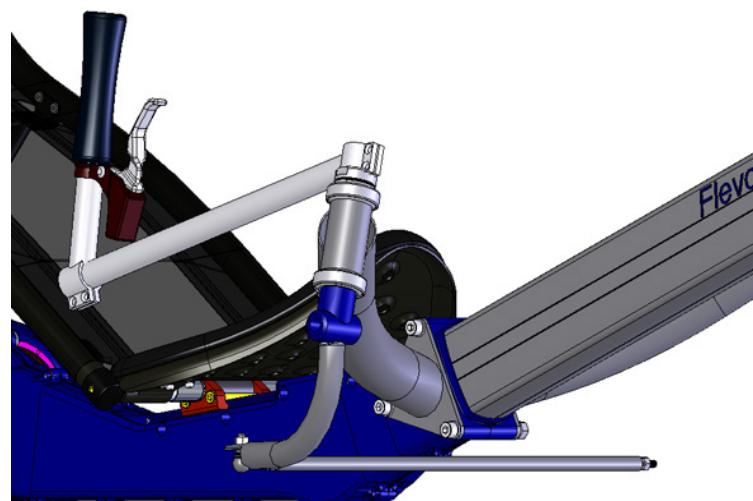
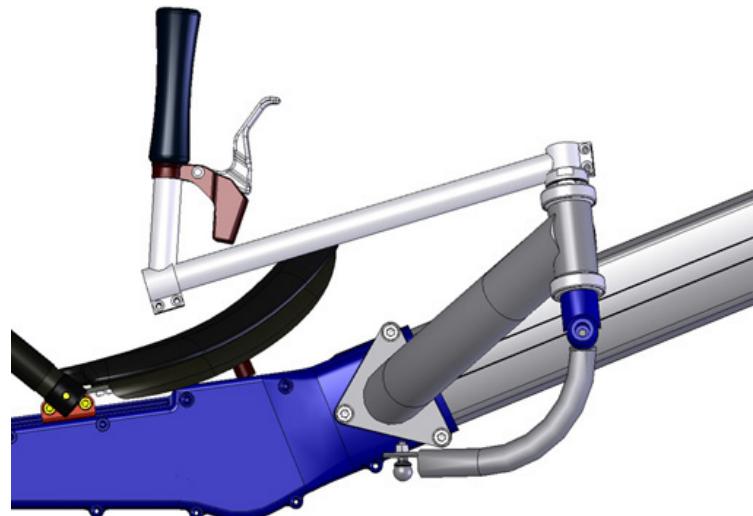
Voor het stuur is het van belang dat deze aan te passen is in lengte. Ieder mens is anders en prefereert een eigen instelling. Doordat de stoel verschuifbaar is over de glijstrip, waardoor de afstand ten opzichte van het stuur kan variëren, is het mede van belang dat het stuur instelbaar wordt. De stoel kan een netto verschuiving van 12 cm maken, de stuurverstelling moet daarom ook minimaal 12 cm zijn. Om de juiste hoek en afstand van de handvatten te verkrijgen is een klein testje gedaan. Er is een proefpersoon gevraagd om op een GreenMachine te gaan zitten en net te doen of deze een onderstuur bevat. Door deze natuurlijke aannname van de proefpersonen is vastgesteld dat de onderkant van de handvatten zich ongeveer 14 cm boven het zitvlak moeten begeven ter hoogte van de helft van de zitting. Zichtbaar is dat de hand daarbij een kleine hoek van ongeveer 10 graden aanneemt ten opzicht van de verticaal.

Voor de stuurstang is het van belang dat deze genoeg bewegingsvrijheid heeft bij het sturen. Wanneer ingestuurd zal worden zal de stuurstang namelijk naar voren bewegen. Tevens zullen de plaatjes waar de stuurbekogels op bevestigd worden volgens het Ackermann principe moeten worden geconstrueerd. Ook mag bij het op- en afstappen van de fiets de stuurstang niet op een dusdanige plaats mogen zitten zodat dit het op- en afstappen doet vermoeilijken. Een geschikte plaats voor de stuurstang is daarom ter hoogte van de voorpoten.

Voor het stuur zijn op de volgende pagina verschillende concepten uitgewerkt.

### 13.6 Stuur concept 1

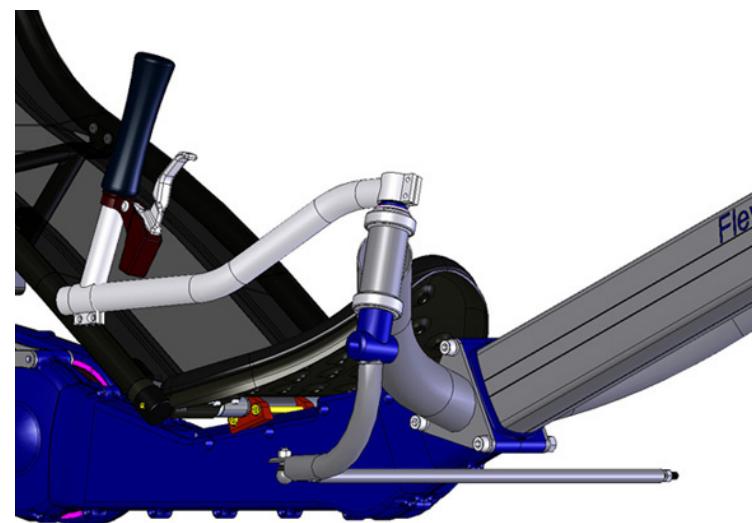
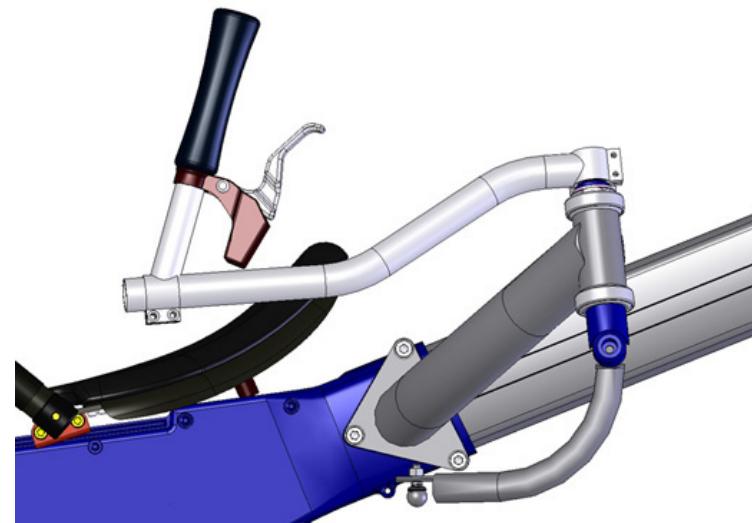
Het eerste concept is een stuur dat door middel van een klemblok wordt bevestigd aan de fuseepen (figuur 13.6.1). De stuurarm kan een rechte buis worden waar een buisje voor het handvat op geklemd kan worden. De fuseearm en de spoorstang zullen onder het frame vallen.



*Figuur 13.6.1 Stuur concept 1*

### 13.7 Stuur concept 2

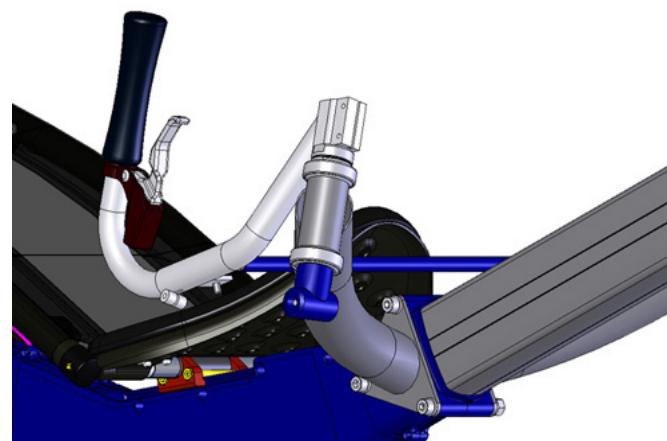
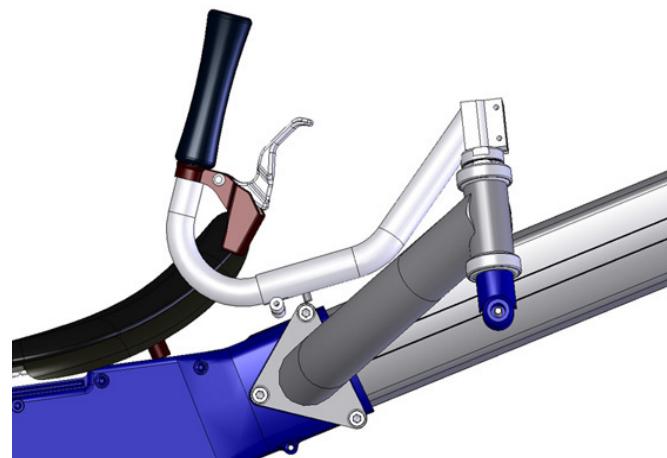
Het tweede concept lijkt sterk op bovengenoemd concept. Enkel is de stuurarm nu gebogen zodat deze eleganter oogt (figuur 13.7.1).



*Figuur 13.7.1 Stuur concept 2*

### 13.8 Stuur concept 3

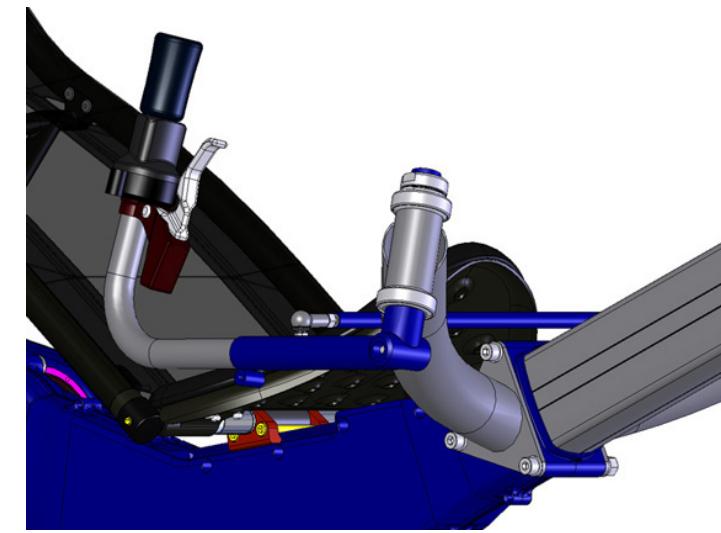
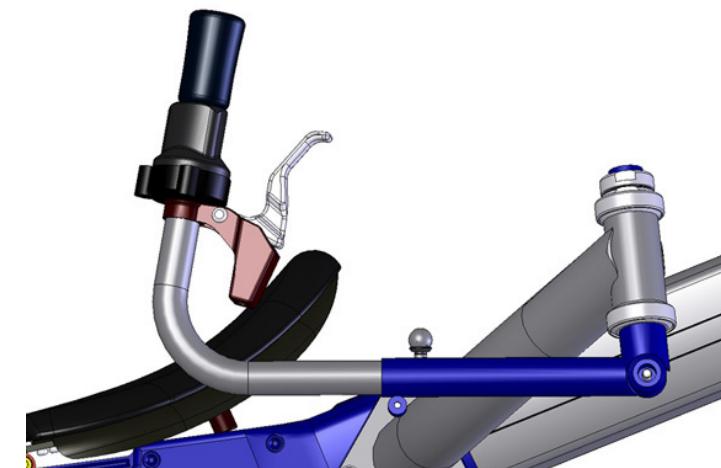
Het derde concept heeft een dubbele functie. Door de stuurarm en de fuseearm samen te laten vallen, zullen minder onderdelen nodig zijn om de stuuringrichting te kunnen realiseren (figuur 13.8.1). Op de stuurarm worden plaatjes gelast waar de stuurstangkogels aan bevestigd kunnen worden. De stuurstang valt boven het frame zodat tijdens het fietsen er geen objecten achter kunnen blijven haken. Het handvat valt in dit concept in de stuurarm, hierdoor zal bij het verkorten van de arm geen uitstekende delen ontstaan zoals bij concept 1 en 2.



Figuur 13.8.1 Stuur concept 3

### 13.9 Stuur concept 4

In dit concept is de stuurarm niet geklemd boven op de fuseepen maar wordt deze gelast aan de wielasbus (figuur 13.9.1). De stuurarm kan zo ongebogen blijven, wat de maakbaarheid ten goede komt. Tevens valt ook in dit concept het handvat binnen de stuurarm. Door het inbusboutje los te draaien zal het stuur te verstellen zijn.



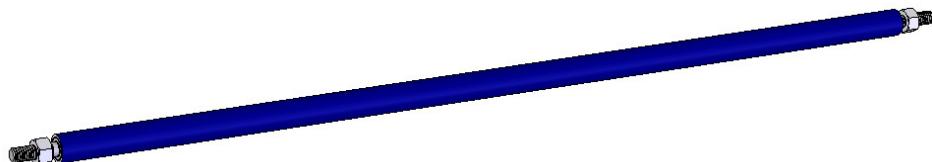
Figuur 13.9.1 Stuur concept 4

### 13.10 Stuurconcept ontwerpkeuze

Gekozen is om met het laatste concept te gebruiken. Deze combineert de stuurarm en de fuseearm tot één geheel. De maakbaarheid is goed. En doordat de stuurarm gelast zal worden aan de wielasbus bestaat de mogelijkheid om de remadaptor te integreren binnen het concept. Zo zal de stuurarm drie functies vervullen en zijn minder onderdelen nodig zodat de fiets cleaner doet overkomen.

#### *Stuurstang*

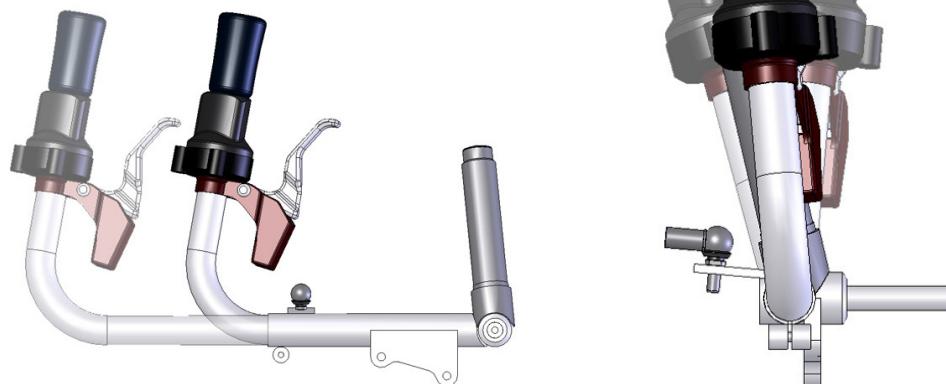
De stuurstang zal bestaan uit een buis waar aan beide zijden een inbusbout wordt ingelast (figuur 13.10.1). De stuurstang zal vervolgens in de stuurokogels worden gedraaid en geborgd worden met een moer. De stuurstang is tevens belangrijk voor het uitlijnen van de wielen. Door de stuurstang langer of korter te maken is het mogelijk toe- of uitspoor te kunnen corrigeren.



Figuur 13.10.1 Stuurstang

#### *Stuurverstelling*

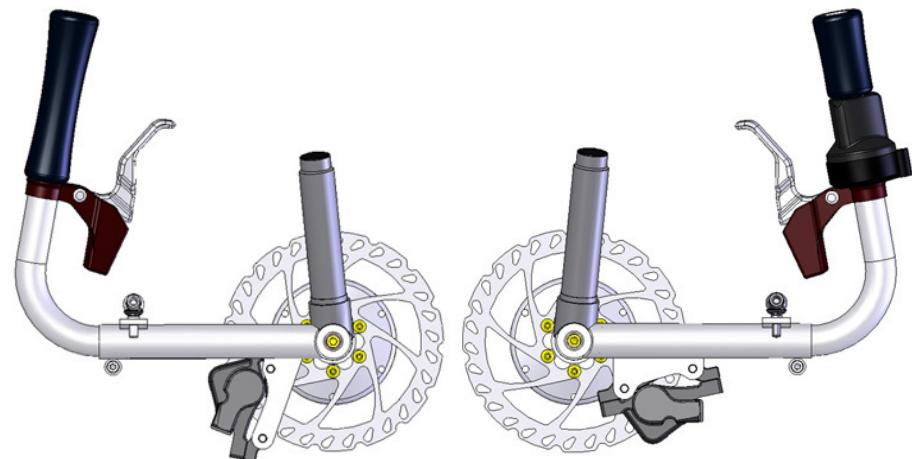
Het stuur kan verlengd worden en worden geroteerd (figuur 13.10.2). De maximale verlenging is 12 cm. Er zal altijd 3 cm van de buis van het handvat ingeklemd moeten blijven.



Figuur 13.10.2 Verlenging van het stuur (links) en rotatie (rechts)

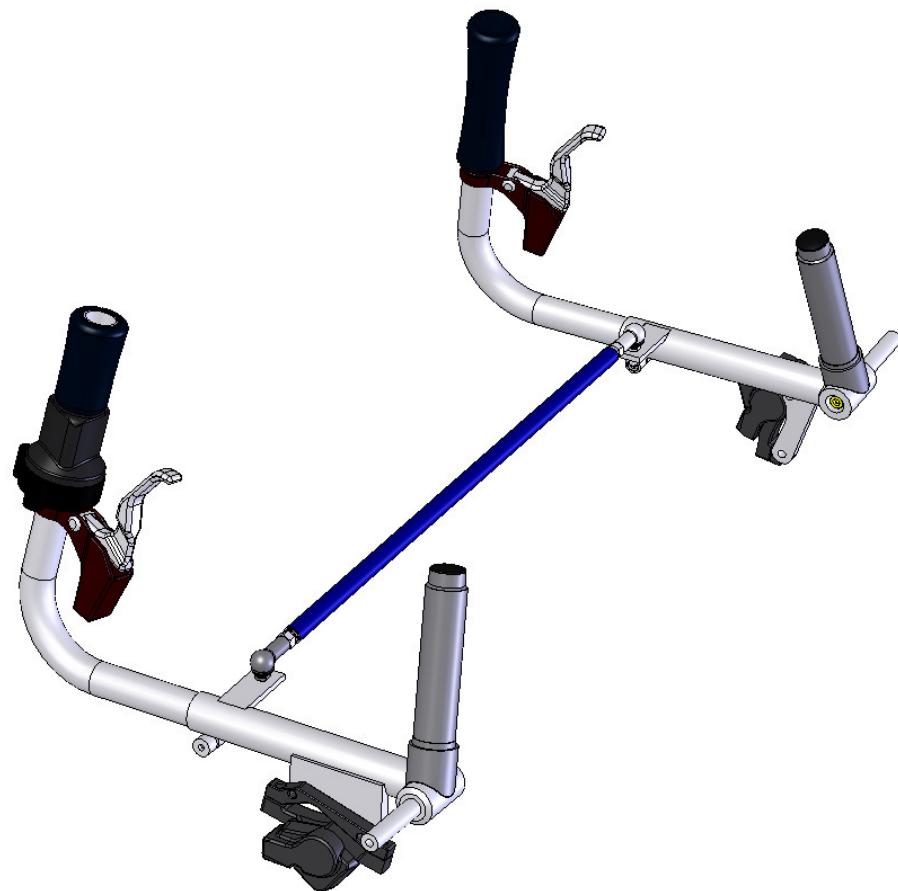
#### *Remadaptor*

De schijfrem is ontworpen om links van het wiel te kunnen bevestigen. Een schijfrem op een driewieler zal bij het linkerwiel een probleem opleveren. De remadaptors kunnen voor links en rechts niet gelijk zijn (figuur 13.10.3). Daarnaast is van belang de standaardbematingen aan te houden die de fabrikant van de remmen voorschrijft. Zie ook bijlage E.



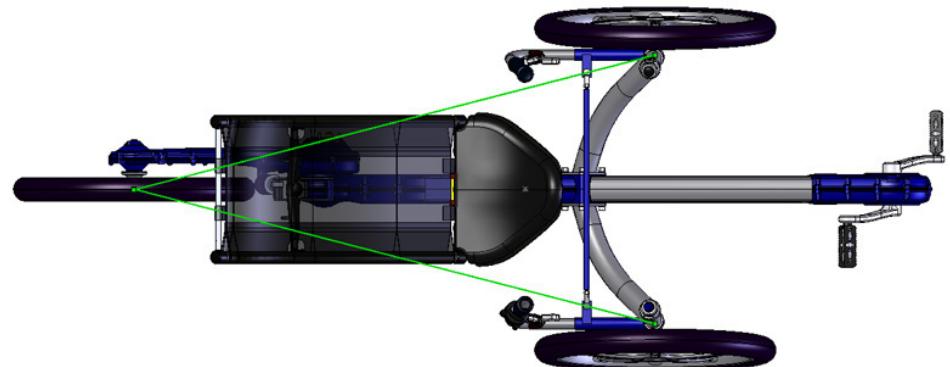
Figuur 13.10.3 Remadaptor linkerrem (links) en rechterrem (rechts)

De volledige stuurinrichting staat in figuur 13.10.4 weergegeven.



*Figuur 13.10.4 De volledige stuurinrichting*

In het bovenaanzicht is waarneembaar dat voldaan wordt aan het Ackermann principe (figuur 13.10.5).



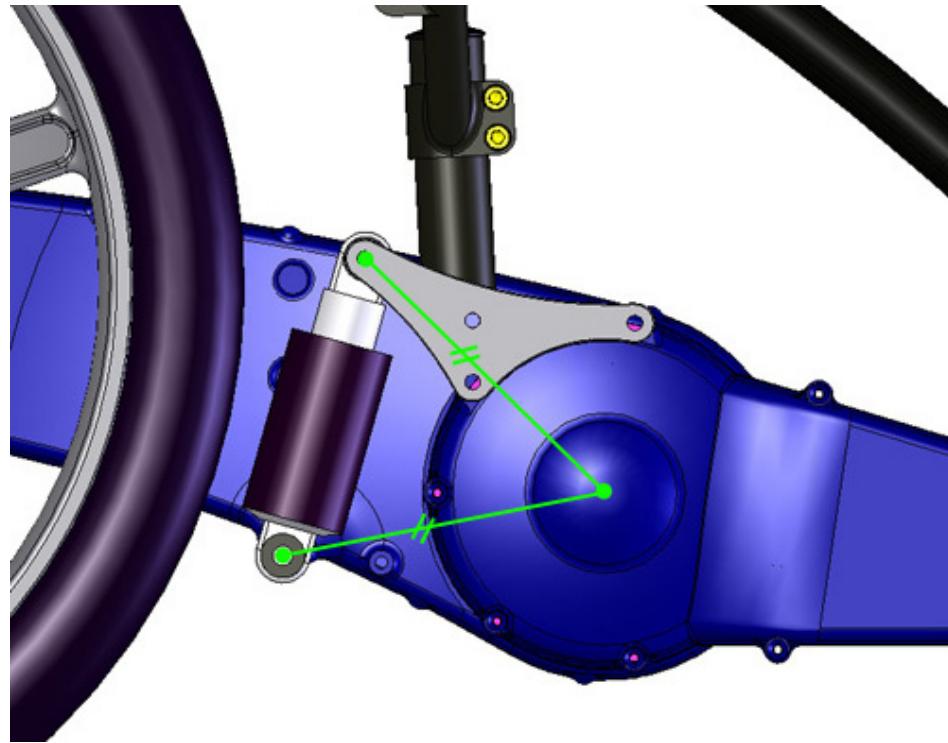
*Figuur 13.10.5 Constructielijnen voor de aantonning dat voldaan wordt aan het Ackermann principe*

### 13.11 Stoel

De stoel zal onaangepast kunnen worden toegevoegd. Enkel de middenspanner is tijdens het ontwerpproces aangepast door Flevobike, daarbij is er rekening mee gehouden dat deze op de trike gebruikt kan worden. Ook is het met deze nieuwe middenspanner mogelijk een bagagedrager te bevestigen. Voor het prototype zal deze nieuwe middenspanner dan ook gebruikt worden. De hoekverstelling van de stoel zal verstelbaar moeten zijn tussen 30 en 50 graden. De verstelbuis zal, bij gebruik van de nieuwe spanner 11,5 cm lang moeten worden. De hoekverstelling is nu afhankelijk van de schetsplaten waar zowel de achterveer als de verstelbuis aan gemonteerd worden.

### 13.12 Veer- en stoelophanging

Bij het ontwerp van de schetsplaten moet rekening gehouden worden met het veerelement. Deze dient axiaal in te veren. Dit betekent dat de afstanden van boven- en onderkant van de veer tot aan het draaipunt, de draaikrans, gelijk moeten zijn (figuur 13.12.1). De schetsplaten zullen voor het prototype gefreesd worden. In de toekomst zal dit een lasersnijwerk kunnen zijn. De GreenMachine maakt gebruik van een lange veer. Doordat de knik tussen de achterbrug en de middenbrug groter is dan bij de GreenMachine is de lange veer niet bruikbaar voor de trike wanneer de afstanden tot het draaipunt gelijk zullen zijn en een grote hoekverstelling gerealiseerd dient te worden. Daarom zal een kleinere veer worden toegepast die aanwezig is binnen Flevobike.



Figuur 13.12.1 De veer- en stoelophanging

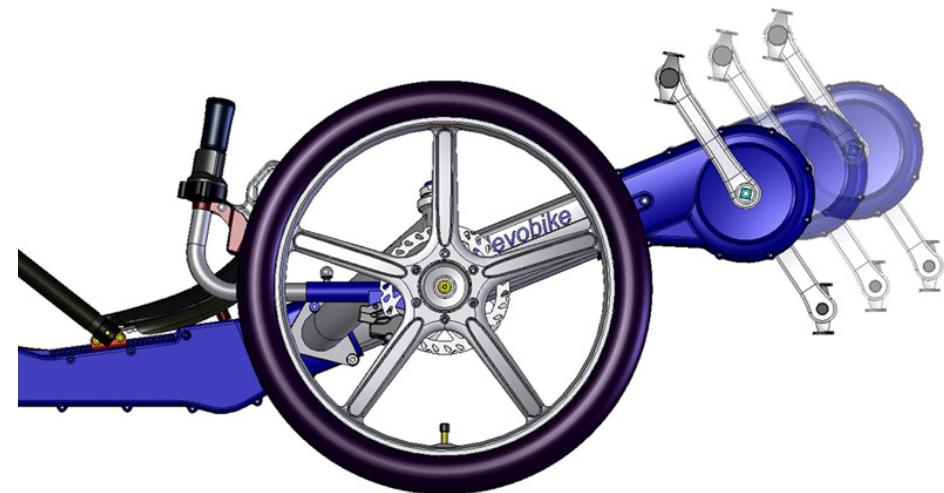
#### Hoekverstelling

De stelbuis is zo geplaatst dat deze de grootste hoekverstelling mogelijk maakt. Daarbij is rekening gehouden met de kracht die de middenspanner dient op te vangen tijdens het fietsen. Wanneer het bevestigingspunt van de stelbuis namelijk te ver naar voren wordt geplaatst heeft dat als gevolg dat de stoel als een harmonica naar onder wordt gedwongen. Daarom is getracht het bevestigingspunt zo ver mogelijk naar achter te plaatsen.

De hoekverstelling die mogelijk is, is 31,7 tot 45,3 graden. Deze voldoet dus net niet aan de opgestelde eis van 30 tot 50 graden hoekverstelling. Wanneer een grotere hoek gewenst is zal een langere stelbuis toegepast kunnen worden.

#### 13.13 Framebus

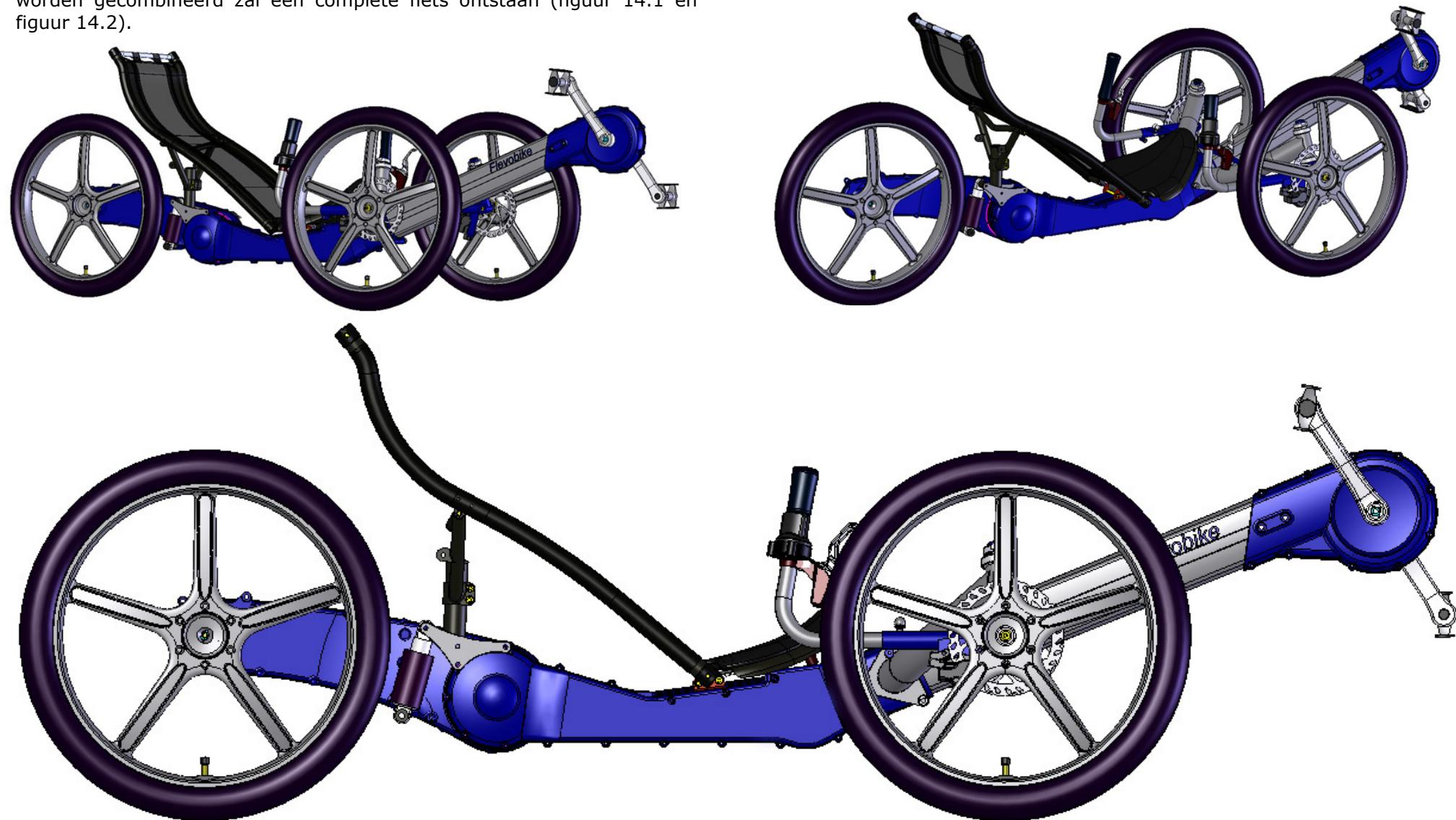
De framebus wordt overgenomen van de GreenMachine, enkel zal deze op maat moeten worden gemaakt en voorzien moeten worden van een extra gat voor de bout die er door heen zal vallen. De framebus zal in drie lengten verkrijgbaar worden (figuur 13.13.1). De framebuslengten zullen voor het korte, middel en lange frame respectievelijk 530 mm, 600 mm en 670 mm moeten zijn. Deze waarde is verkregen door bij de GreenMachine de afstand van de glijstrip tot aan de trapas te meten. Door deze waarden toe te passen in de trike zullen de lengten van de framebuizen als bovenstaand moeten worden. Voor het prototype zal een lange framebus worden gebruikt.



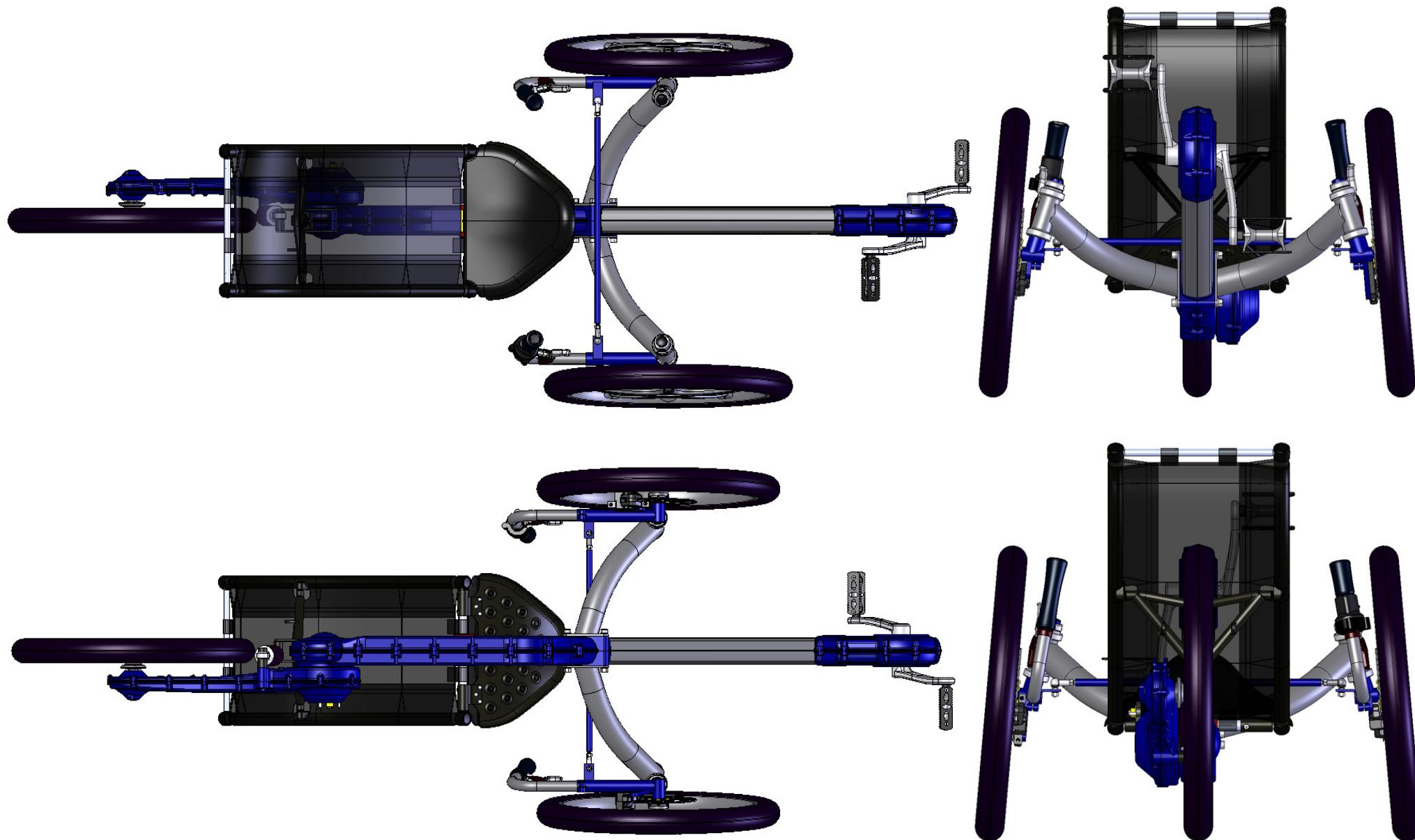
Figuur 13.13.1 De drie verkrijgbare framelengten

## 14 Totaalconcept

Het concept is steeds in deelconcepten behandeld. Alle deelconcepten zijn voorzien van een werkende oplossing. Wanneer alle deelconcepten worden gecombineerd zal een complete fiets ontstaan (figuur 14.1 en figuur 14.2).



*Figuur 14.1 Het totale concept*



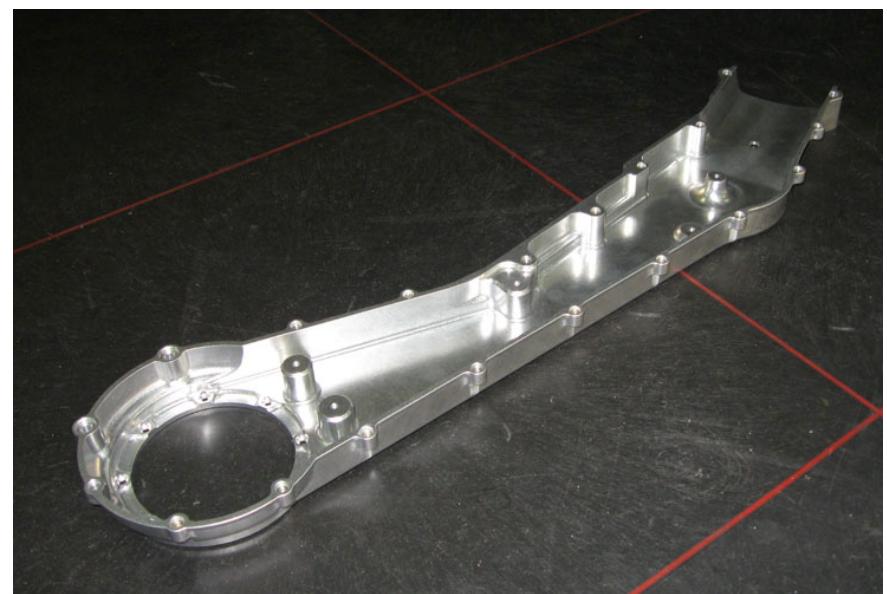
*Figuur 14.2 Bovenaanzicht (linksboven), onderaanzicht (linksonder), vooraanzicht (rechtsboven) en het achteraanzicht (rechtsonder)*

## 15 Prototype

Om het prototype te kunnen vervaardigen zijn verschillende productietechnieken gebruikt. De middenbrug bijvoorbeeld is omgezet van een CAD tekening naar een CAM bewerking en vervolgens volledig geautomatiseerd met een CNC freesbank gefreesd. Het massieve aluminium is aangeleverd in twee blokken. Beide blokken van 12,5 kg zijn verspaand tot de middenbrug en de middenbrug deksel, die na het verspanen respectievelijk nog 0,80 en 0,66 kg wegen. Na het verspanen zijn de delen getrommeld om het oppervlak te schuren en de bramen te verwijderen (figuur 15.1).



*Figuur 15.1 Het massieve blok aluminium (linksboven), het aluminium tijdens de freesbewerking (linksonder), de middenbrug in de trommelmachine (rechtsboven) en de middenbrug wanneer deze getrommeld is (rechtsonder)*



De werkplaatsstekeningen van alle onderdelen staan in bijlage F.

De productiemethoden van alle onderdelen die vervaardigd zijn staan in bijlage G vermeld. Tevens zijn de materialen die gebruikt zijn vernoemd.

Nadat de onderdelen vervaardigd zijn, zijn nog een aantal lasbewerkingen noodzakelijk. Lassen zijn te vinden tussen de fuseepen, wielasbus en stuurarm. Aan de stuurarm zijn vervolgens de Ackermann nokken en de verstelnok van de stuurstang gelast.

De stuurstang is voorzien van schroefdraad aan beide zijden. In de stuurstang zijn aan beide zijden inbusbouten gelast.

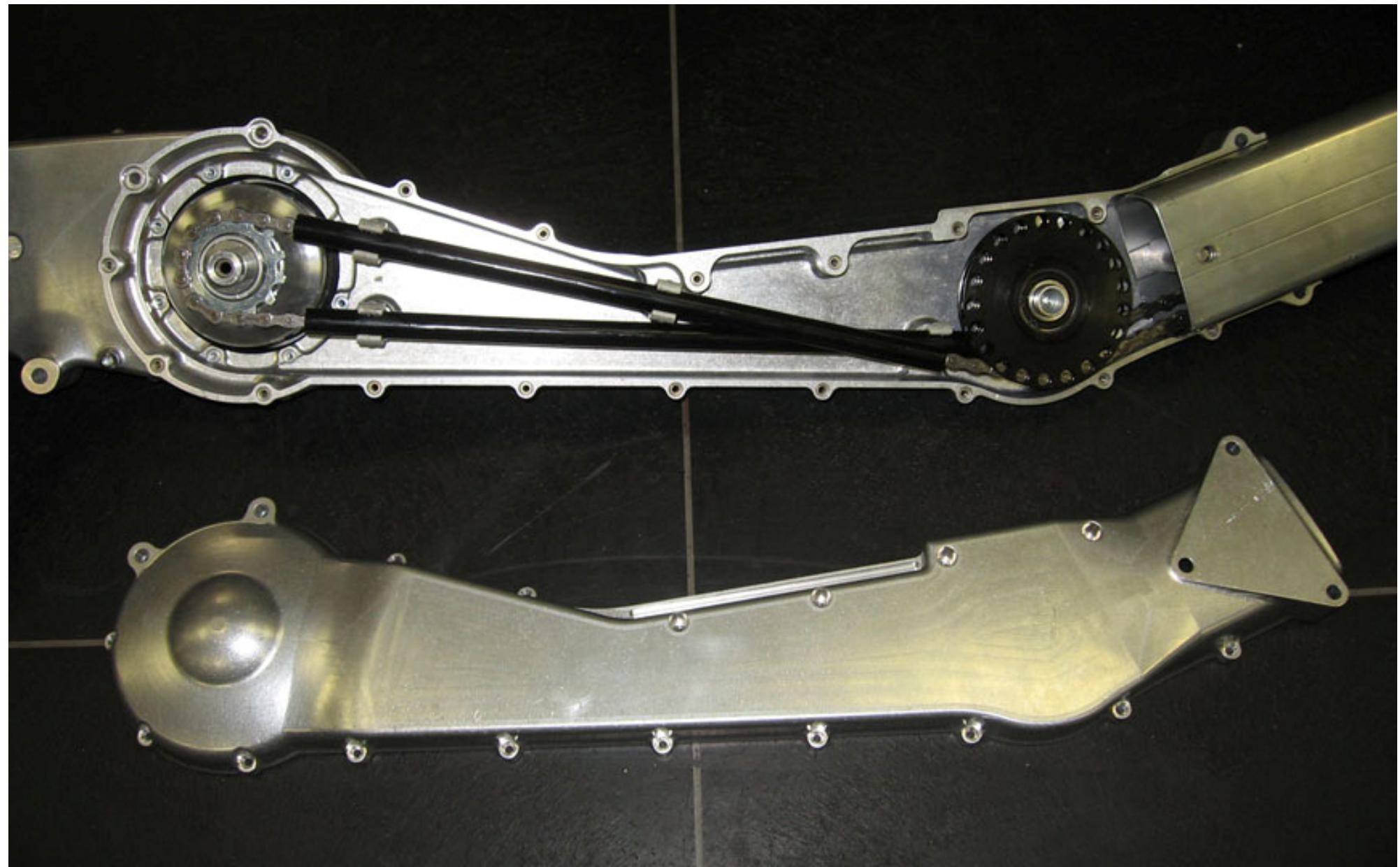
De laatste lasbewerking is te vinden bij de voorpoten. Daar zijn de flens en de balhoofdbuis gelast aan de voorpoot (figuur 15.2).

De overige onderdelen worden allen ingeklemd door middel van bouten en moeren.

In afbeelding 15.3, 15.4 en 15.5 staat het prototype weergegeven.



*Figuur 15.2 Rechtervoorpoot*



*Figuur 15.3 De middenbrug*



*Figuur 15.4 Zijaanzicht van het prototype*



*Figuur 15.5 3D Aanzicht van het prototype*

## 16 Concepttoetsing

Tijdens de conceptvorming is steeds rekening gehouden met de eisen die opgesteld zijn. In dit hoofdstuk zal getoetst worden aan de eisen. Wanneer aan de gestelde eis wordt voldaan zal deze niet vernoemd worden. Enkel de eisen die niet volledig vervuld zijn zullen worden besproken. Tevens zal aangegeven worden welke oplossingen mogelijk zijn om wel aan de eis te voldoen of waarom de opgestelde eis niet haalbaar blijkt.

### Algemeen

- De fiets moet voldoen aan de voertuigreglementen geldend vanaf 16 juni 1994, afdeling 9 opgesteld door de overheid.

### Artikel 5.9.39

Van fietsen op meer dan twee wielen en fietsen met zijspanwagen moet de rem of één van de remmen in aangezette toestand kunnen worden vastgezet, tenzij een afzonderlijke vastzetinrichting aanwezig is.

Aan deze eis wordt nog niet voldaan. Dit is echter eenvoudig op te lossen door de fiets te voorzien van een remhendel die vergrendeld kan worden.

### Artikel 5.9.54 1a

De rode retroreflector moet zijn aangebracht: bij fietsen met één achterwielen tussen de bagagedrager en het spatbord, dan wel bij afwezigheid van een bagagedrager op het spatbord op een hoogte van niet minder dan 0,35 m en niet meer dan 0,90 m boven het wegdek, dan wel onder het zadel.

Bij een ligfiets is dit een lastig verhaal. De stoel van de driewieler is voorzien van een lip waar een achterlicht met retroreflector aan bevestigd kan worden. Dan zal de reflector binnen de gestelde hoogten vallen alleen zal deze zich niet begeven op het spatbord. Wel kan aangenomen worden dat de retroreflector deels onder het stoeltje valt. Echter is dit een stoel en geen zadel. Wanneer gesteld wordt dat de stoel zadel genoemd kan worden zal voor een groot deel aan de eis voldaan worden.

### Gebruik

- Het moet mogelijk zijn bagage te vervoeren.

Het prototype voldoet nog niet aan deze eis doordat geen bagagedrager is geplaatst. Binnen Flevobike is men bezig een geschikte bagagedrager te ontwikkelen voor de GreenMachine, die waarschijnlijk ook toepasbaar wordt op de driewieler.

- De berijder moet tijdens het fietsen schoon blijven.

De fietser blijft schoon van kettingvet. Echter heeft de berijder wel last van opspattend water van de voorwielen. Dit kan opgelost worden door gebruik te maken van speciale spatborden. In hoofdstuk 18 zal het ontwerp hiervan worden besproken.

### Dimensies

- De zithoek moet verstelbaar zijn van 30 tot 50 graden.

Doordat stijfheid van de fiets gewenst is, is het van belang de stelbuis van de stoel zo ver mogelijk naar links te plaatsen. Echter is een beperkende factor de ophanging van het veerelement. Er is gestreefd de stelbuis zo te plaatsen dat de hoekverstelling zo groot mogelijk is bij een behouden stijfheid van het geheel. De hoekverstelling die dan mogelijk is, is 31,7 tot 45,3 graden. De maximale waarde kan wel vergroot worden door een langere stelbuis toe te passen.

- De draaicirkel mag maximaal 6,0 meter zijn.

Wanneer met het prototype gestuurd wordt, komt de nok van de stuurstang tegen de voorpoot aan waardoor de stuuruitslag beperkt wordt. De draaicirkel wordt daardoor 7,0 meter. Dit is opgelost door de nokken verder naar achter te plaatsen en de stuurarm een hoek te geven ten opzichte van de horizontaal. De draaicirkel is daardoor afgenummerd tot 5,8 meter.

- De fiets mag maximaal 21 kg wegen.

Het prototype weegt 22 kg. Echter zal gewicht bespaart kunnen wanneer bijvoorbeeld de voorpoten van aluminium zullen worden en dundere banden worden toegepast. Zo kan al snel een kilo gewonnen worden en aan de eis voldaan worden.

#### *Vormgeving*

- De vormgeving moet passen binnen het huidige assortiment van Flevobike.

Het prototype is zo ontworpen dat deze goedkoop en snel te produceren is. Freesdelen zijn daarom vlak gehouden, dit is in strijd met de vormgeving die het consumentenproduct zal moeten krijgen. De freesdelen zullen een gebogen oppervlak moeten krijgen. Ook de flensbevestiging van de voorpoten aan de middenbrug doet lomp overkomen en voldoet daarmee niet aan de eis. In hoofdstuk 17 zal voor de vormgeving een aanbeveling worden voorgelegd.

## 17 Aanbevelingen

Het concept kan op een aantal punten verbeterd worden, zowel technisch als op het gebied van vormgeving.

### 17.1 Middenbrug

#### *Ophanging stoel*

De glijstrip van de stoel zal verbreed kunnen worden. De stoel dient wel aangepast te worden, de glijbus van de onderspanner zal langer moeten worden. De glijstrip kan dan ongeveer 8 cm breed worden, waardoor de ophanging van de stoel stijver wordt.

#### *Zittingsteun op de middenbrug*

Op de GreenMachine wordt de zitting ondersteund door een rubber. Op de driewieler is een extra bus tussen het rubber en de zitting noodzakelijk om de zitting een juiste hoek te geven. In afbeelding 17.1.1 is te zien dat er nog ruimte vrij is tussen de zitting en de middenbrug. Wanneer de middenbrug verhoogd wordt kan een kortere bus worden toegepast onder de zitting, waardoor het geheel stijver wordt. De ondersteuning van de middenbrug kan 6 mm hoger komen. Tevens is dan meer ruimte beschikbaar voor een grotere kettingrol voor het trekkende part.



Figuur 17.1.1 De ruimte tussen de zitting en middenbrug (links) en de stoelsteun (rechts)

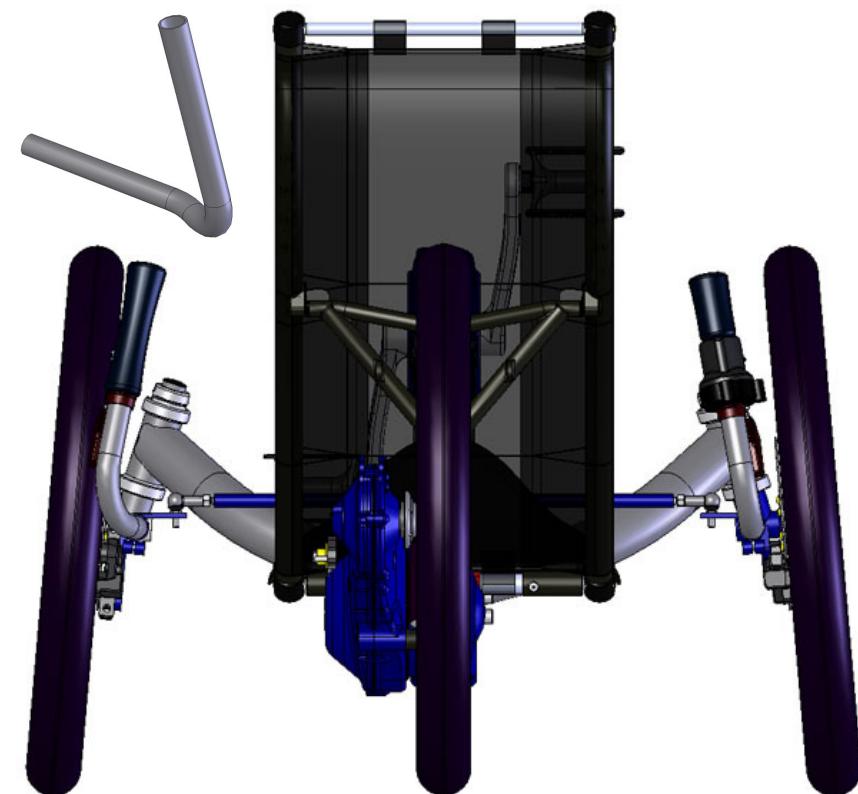
#### *Bevestiging van de schetsplaten van de achterveer*

De plaats van bevestiging van de schetsplaten op de middenbrug is bij het prototype onveranderd gebleven ten opzichte van de GreenMachine. Hierdoor is alleen een korte veer toepasbaar. Wanneer de ophanging van de schetsplaten verschoven wordt zal het kunnen zijn dat de veer van de GreenMachine wel toepasbaar wordt op de driewieler.

### 17.2 Stuurinrichting

#### *Handvatten*

De handvatten blijken te dicht op het lichaam te zitten. Wanneer een breder persoon de fiets bestuurt, zit deze vrijwel klem tussen de twee stuurhandvatten. De mogelijkheid om de stuurhandvatten verder naar buiten te draaien biedt een oplossing, maar deze is niet voldoende. Een tweede mogelijkheid is de handvatbuis aan te passen. Wanneer de handen achter de wielen geplaatst zullen worden, zal meer ruimte ontstaan voor bestuurders met bredere heupen (figuur 17.2.1).



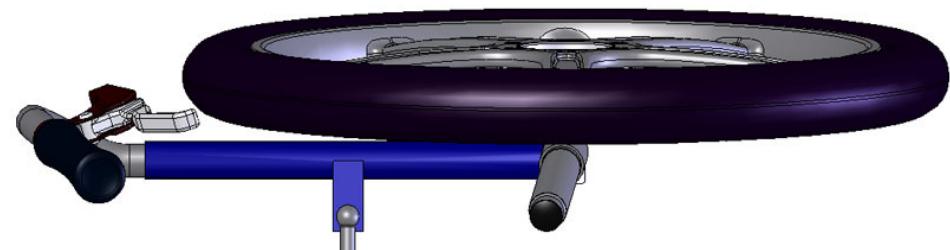
Figuur 17.2.1 De nieuwe handvatbuis (linksboven) en de ruimte die ontstaat bij gebruik van de nieuwe handvatbuis aan de linker kant ten opzicht van de oude aan de rechterkant

### *Stuurstangnokken en voorpoten*

Het prototype kon in eerste instantie niet voldoen aan een draaicirkel kleiner dan 6,0 meter. Het probleem is opgelost door de nokken verder naar achter te plaatsen. Het probleem kan ook opgelost worden door de vorm van de voorpoten anders te kiezen. Voor het prototype was enkel een oude framebuis van een oud model beschikbaar. Wanneer een productie fiets wordt gefabriceerd zal de buis niet door Flevobike gebogen worden, maar door een extern bedrijf. Hierdoor zal meer ontwerp vrijheid ontstaan en kan dus rekening gehouden worden met de stuuruitslag.

### *Stuurarm*

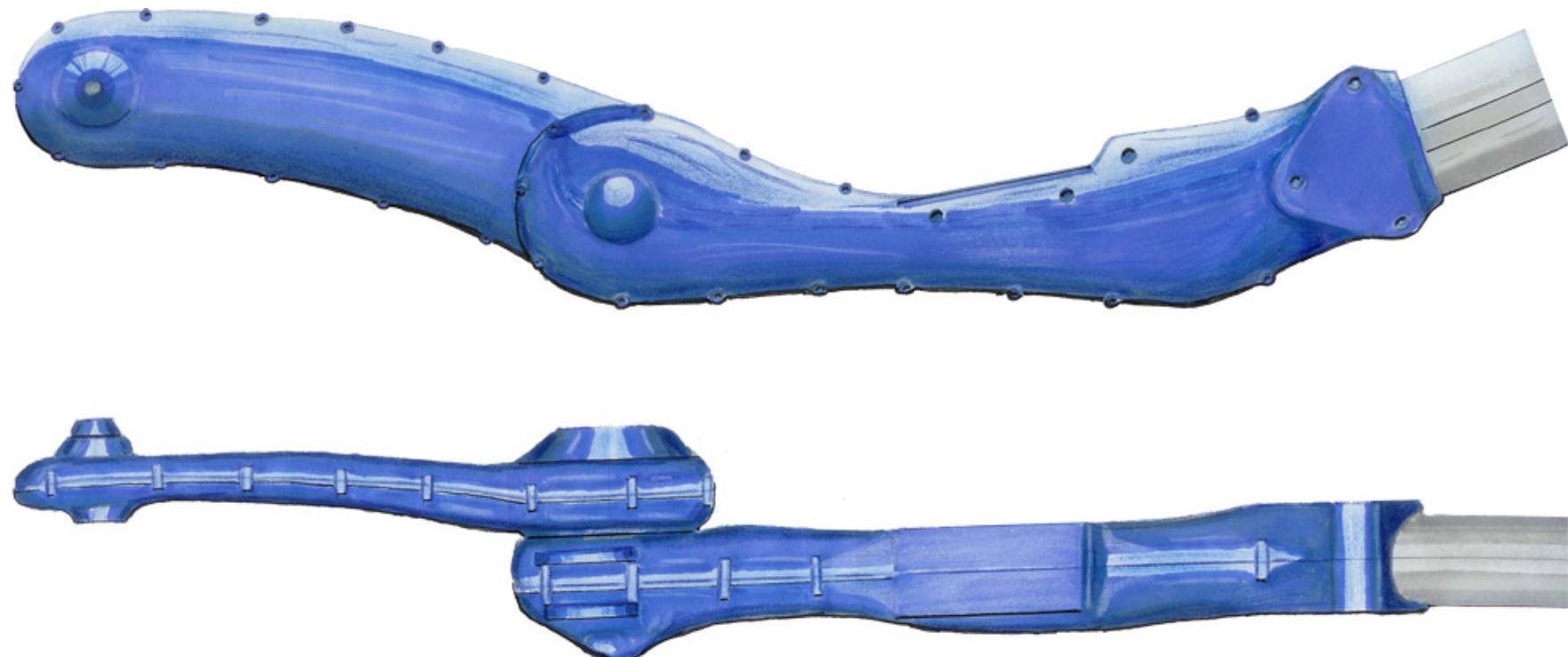
Doordat de stuurhandvatten aangepast zijn kan de stuurarm langer worden (figuur 17.2.2). Waardoor meer ruimte ontstaat voor bevestiging van de stuurstangnokken.



*Figuur 17.2.2 Verlengde stuurarm*

### **17.3 Vormgeving**

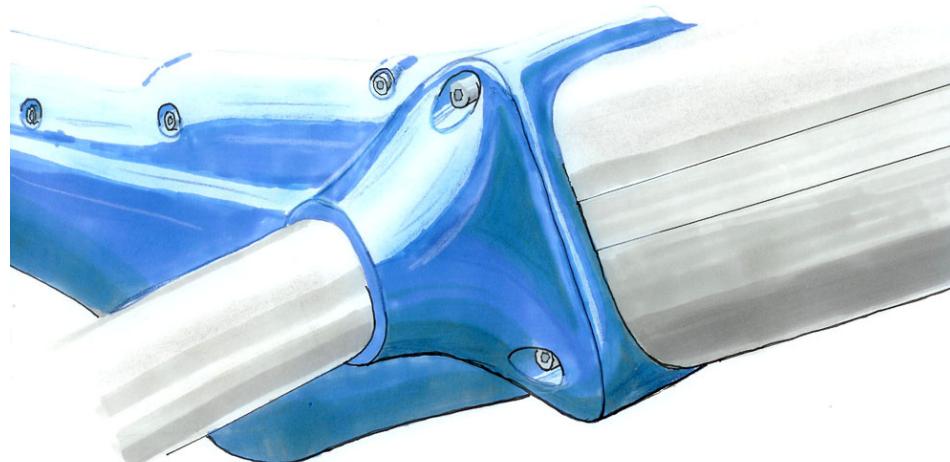
De vormgeving van de freesdelen dient vloeiender te verlopen wanneer men aan de vormgevingseisen wil voldoen. De vloeiende lijnen van de achterbrug zijn doorgevoerd in de middenbrug waardoor de achterbrug en middenbrug meer één geheel wordt en eleganter doet ogen (figuur 17.3.1).



*Figuur 17.3.1 Handtekening met vloeiendere belijning van de middenbrug*

*Ophanging voorpoten*

De ophanging van de voorpoten zal qua uiterlijk kunnen veranderen door de flensen te vervangen door freesdelen. Deze freesdelen zullen vloeiend aan moeten sluiten aan de middenbrug zodat één geheel ontstaat. De voorpoot zal dan in het freesdeel verlijmd worden (figuur 17.3.2).



*Figuur 17.3.2 Handtekening van de voorpootophanging waarbij de flens is vervangen door een freesdeel*

## 18 Accessoires

Om de fiets completer te maken zijn een aantal accessoires te bevestigen. Daarbij kan gedacht worden aan een hoofdsteun voor een comfortabelere zitpositie, een bagagedrager, een computersteun voor bevestiging van een fietscomputer en een spatbord voor de voorwielen. In dit hoofdstuk zullen de laatste twee worden uitgewerkt.

### 18.1 Computersteun

Op de trike is geen geschikte plek om direct een fietscomputer te plaatsen. Fietscomputers zijn ontworpen om geplaatst te worden op een stuur met een buisdiameter van 22 mm. De enige buis met deze diameter is de gebogen handvatbuis, echter is deze plek niet geschikt doordat het zicht van de berijder op de computer dan minimaal is.

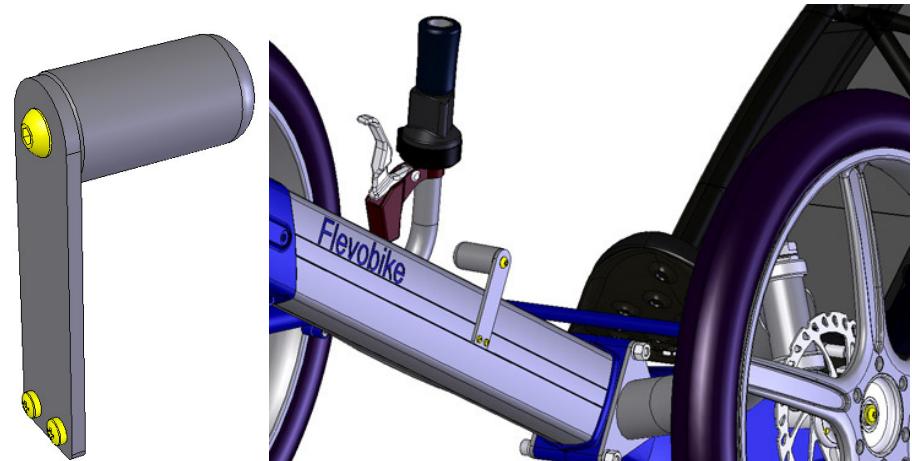
Voor de computer steun zijn een aantal punten van belang die in de vorm van eisen kunnen worden weergegeven.

De computersteun:

- Moet binnen handbereik van de berijder geplaatst kunnen worden.
- Moet binnen het gezichtsveld van de berijder geplaatst kunnen worden.
- Mag de fietsbeweging van de berijder niet beïnvloeden.
- Moet binnen het bereik van de sensor geplaatst kunnen worden.
- Moet eenvoudig te plaatsen zijn.
- Moet zonder lassen te bevestigen zijn.
- Moet met zo min mogelijk handelingen te bevestigen zijn.
- Moet eenvoudig te produceren zijn.
- Moet goedkoop te produceren zijn.

### 18.2 Computersteun concept 1

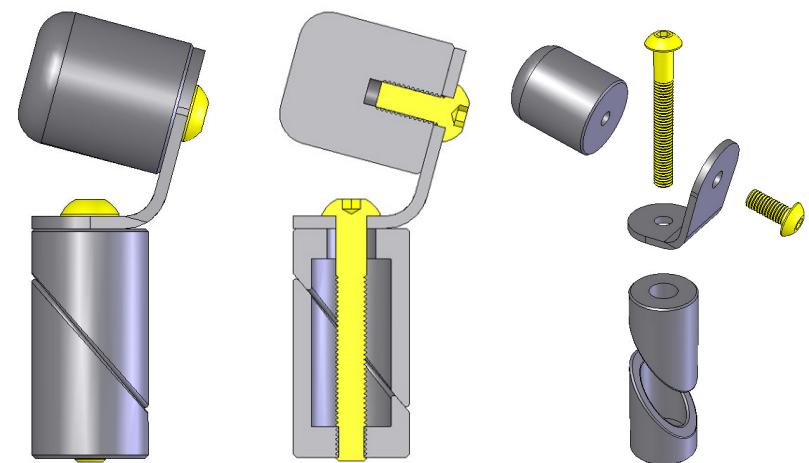
Vaak wordt bij ligfietsen de computersteun op het frame geplaatst, waardoor de computer tussen de benen valt (figuur 18.2.1). Dit concept voldoet echter niet aan de eisen. De computer zal niet binnen het gezichtsveld van de berijder vallen en de berijder kan er ook moeilijk bijkomen doordat de computer zich tussen de benen begeeft, waardoor het tevens de fietsbeweging van de berijder kan beïnvloeden.



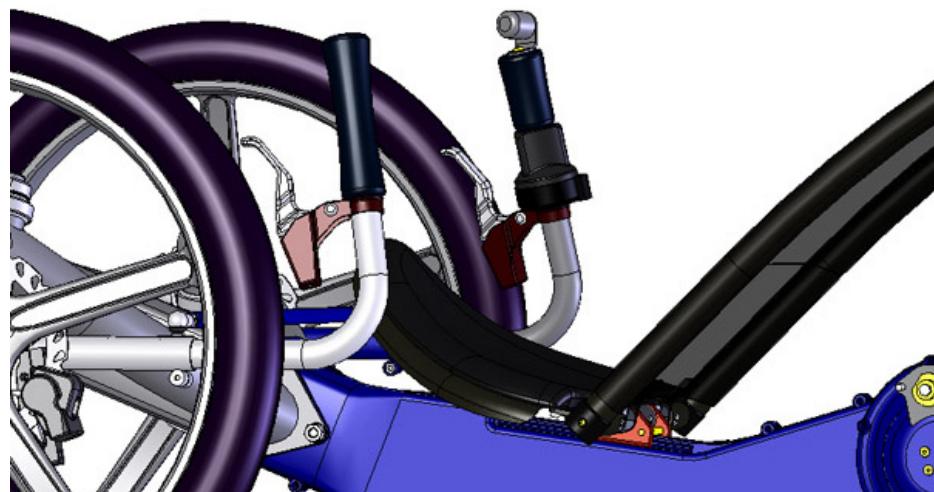
Figuur 18.2.1 Computersteun concept 1 (links)  
en bij toepassing op de trike (rechts)

### 18.3 Computersteun concept 2

Concept 2 zal wel aan de eisen voldoen. De steun zal in de handvatbuis geklemd worden (figuur 18.3.1 en figuur 18.3.2), waardoor altijd goed zicht op de computer mogelijk is. Tevens kan de draad van de computer in de handvatbuis worden weggewerkt. Dit concept bestaat echter wel uit meer onderdelen en zal dus duurder zijn om te produceren.



Figuur 18.3.1 Computersteun concept 2 (links),  
doorsnede (midden) en exploded view (rechts)



Figuur 18.3.2 Toepassing van computersteun concept 2 op de trike

#### 18.4 Computersteun conceptkeuze

Gekozen is voor concept 2, deze voldoet op alle punten. Concept 1 scoort alleen beter op de kosten voor productie doordat het concept uit minder onderdelen bestaat. De overige eisen worden vele malen beter vervuld door concept 2. Concept 2 is gemaakt en op de trike bevestigd.

#### 18.5 Spatbord

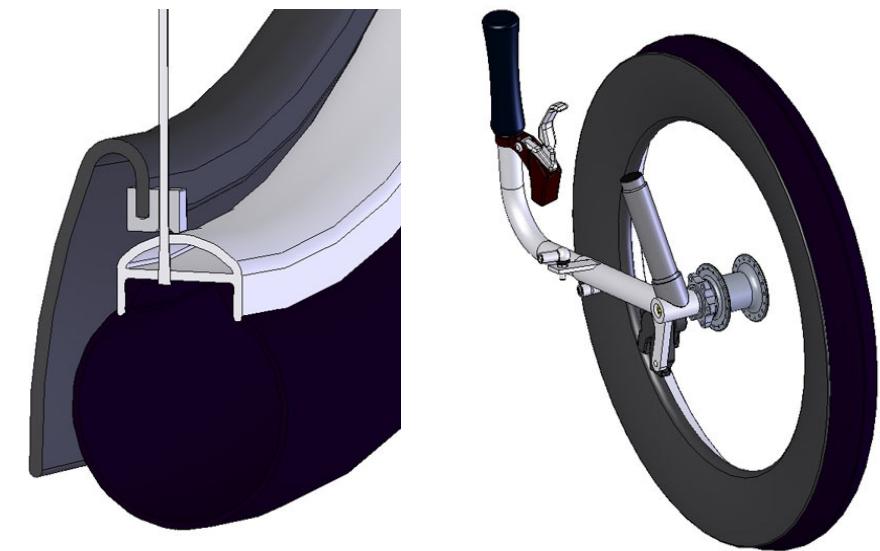
De wielkast moet weersbescherming bieden voor de berijder. Naast het opspattende water is het bij een driewieler ook van belang dat het water niet opzij kan spatten, doordat daar de berijder zich begeeft. Tevens zal het regenwater van het spatbord kunnen druppelen en bij zijwind kunnen opwaaien tegen de berijder. Ook voor het spatbord zijn eisen opgesteld.

Het spatbord moet:

- De berijder beschermen tegen opspattend water.
- De berijder beschermen tegen opzij spattend water.
- De berijder beschermen tegen opzij waaiend water.
- Gemakkelijk te produceren zijn.
- Goedkoop te produceren zijn.
- Onbeschadigd blijven bij het in aanraking komen van obstakels van maximaal 8 cm hoog.

#### 18.6 Spatbord concept 1

Voor het spatbord zal hetzelfde spatbord worden gebruikt als het achterspatbord. Hierdoor wordt het opspattende water goed tegengehouden. Bescherming tegen opzij spattend water zal voorkomen worden door middel van spaakclipjes en een spatlap te verbinden met het wiel (figuur 18.6.1). De spatlap zal meedraaien met het wiel.



Figuur 18.6.1 Doorsnede van spatbord concept 1 (links) en de toepassing op een wiel (rechts)

#### 18.7 Spatbord concept 2

Het tweede concept is een wielkast. Het onderdeel kan in zijn geheel gerubberperst worden in aluminium, doordat het concept lossend is. Ter bescherming en afronding van het spatbord is een rubberprofiel over de buitenrand geschoven. Aan de binnenzijde van de wielkast is een rand mee geperst zodat omhoog gekomen water via deze rand naar beneden wordt geleid en dus niet door de wind opzij kan worden geblazen richting de berijder. Aan de onderzijde van de wielkast wordt voorkomen dat er water opzij kan spatten (figuur 18.7.1).



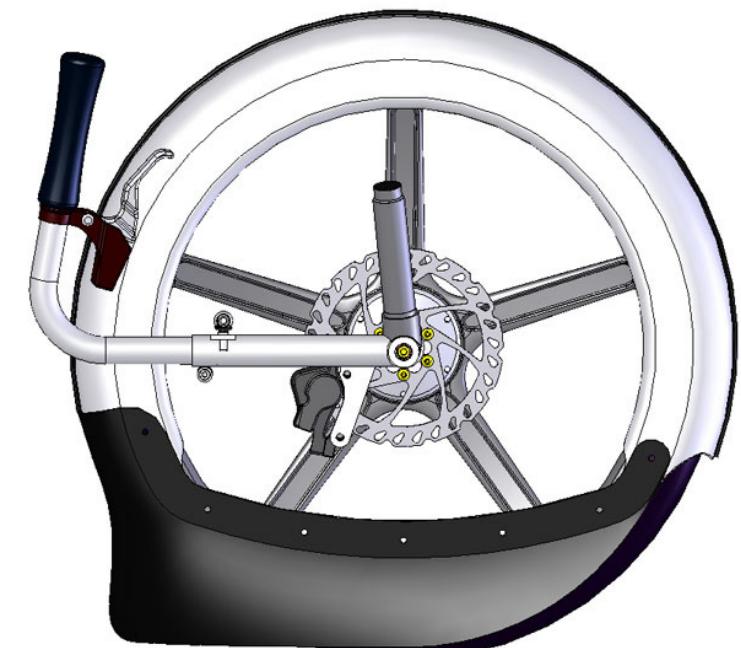
Figuur 18.7.1 Spatbord concept 2 (links) en de binnenrand (rechts)

### 18.8 Spatbord concept 3

Het derde concept lijkt sterk op concept 2. De onderzijde is vervangen door een rubberen lap die aan de wielkast wordt bevestigd door middel van popnagels (figuur 18.8.1). De rubberen lap voorkomt, doordat deze flexibel is, beschadiging wanneer langs een obstakel gereden wordt. De wielkast kan voor zowel het linker- als het rechterwiel gelijk zijn. Enkel de rubberen lap zal voor links en rechts gespiegeld zijn.

### 18.9 Spatbord conceptkeuze

De spatlap in concept 1 heeft hoge productiekosten doordat niet gebruik kan worden gemaakt van een open dicht matrijs. Tevens vormt de lap een nieuw probleem. Doordat deze water vasthouwt dat opzij spat en de lap dezelfde rotatie volgt als het wiel, zal het water loslaten van de lap en wederom omhoog sputten. Concept 2 en 3 hebben hier geen problemen mee. Voorkeur wordt gegeven aan concept 3 doordat deze niet beschadigd bij het in aanraking komen van een object. De rubber lap zal vervormen en weer terug gaan naar de originele staat. Tevens kan dezelfde matrijs worden gebruikt voor het linker- en rechterwiel. Alle concepten dienen met stangen worden opgehangen aan de stuuriinrichting. Bevestigingsmogelijkheden zijn; in de fuseepen en aan de stuurarm wanneer deze voorzien wordt van bevestigingsnokken.



Figuur 18.8.1 Spatbord concept 3 (linksboven), vooraanzicht (rechtsboven) en zijaanzicht (onder)

## 19 Bronvermelding

### **Boeken**

Mom, G.P.A., 1989, "De Automobiel", Handboek voor autobezitters, monteurs en technici, Kluwen Technische Boeken BV, Deventer-Antwerpen

Walle, van der, F., 2000, "Ontwerpstudie: een driewelige gestroomlijnde ligfiets", Gent

### **Internet**

#### *Ligfietsproducenten*

Flevobike Technology

<http://www.flevobike.nl/>, bezocht op 25-9-2006

AVD Windcheetah

<http://www.windcheetah.co.uk/>, bezocht op 27-9-2006

Catrike

<http://www.catrike.com/>, bezocht op 27-9-2006

HP Velotechnik

<http://www.hpvtechnik.com/>, bezocht op 27-9-2006

Ice Trice

<http://www.ice.hpv.co.uk/>, bezocht op 27-9-2006

KMX Karts

<http://www.kmxkarts.co.uk/>, bezocht op 27-9-2006

Optima Cycles

<http://www.optima-cycles.nl/>, bezocht op 27-9-2006

Velomobiel.nl

<http://www.velomobiel.nl/>, bezocht op 6-10-2006

### *Overige*

Techniek in nieuwe dimensies Venlo

[http://www.tindvenlo.nl/download/leerjaar\\_1/concept\\_car/Lesbrief\\_Ackermann\\_principe.doc/](http://www.tindvenlo.nl/download/leerjaar_1/concept_car/Lesbrief_Ackermann_principe.doc/), bezocht op 6-10-2006

Pete Eland's web pages

<http://www.eland.org.uk/>, bezocht op 6-10-2006

Steering of tricycles

<http://www.velomobile.de/GB/Technique/Steering/steering.html/>, bezocht op 6-10-2006

Dataset Dutch adults Population DINED (20-60 jaar)

[http://www2.io.tudelft.nl/research/ergonomics/tools/nl/antropometric\\_tools/1d\\_data,dined2004,304#tabledata/](http://www2.io.tudelft.nl/research/ergonomics/tools/nl/antropometric_tools/1d_data,dined2004,304#tabledata/), bezocht op 13-11-2006

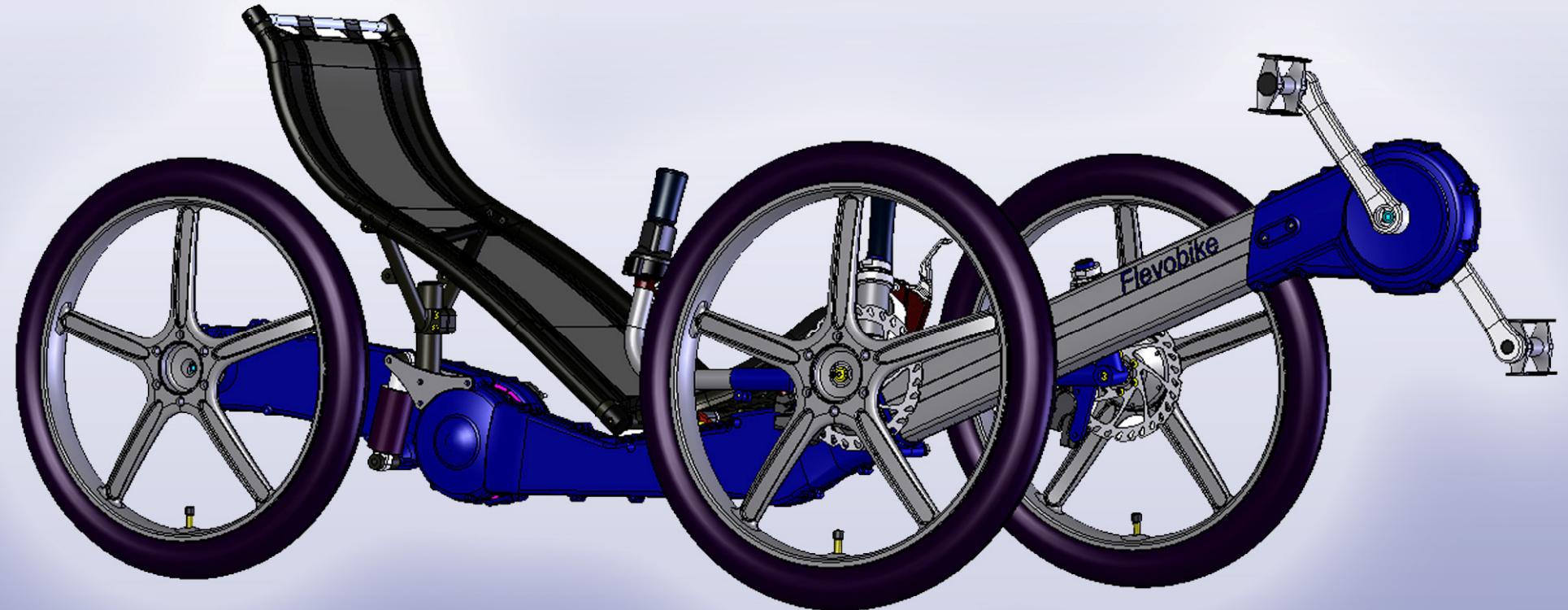
Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990

[http://www.verkeerenwaterstaat.nl/Images/RVV\\_2006\\_tcm195-160624.pdf/](http://www.verkeerenwaterstaat.nl/Images/RVV_2006_tcm195-160624.pdf/), bezocht op 6-10-2006

Wet- en regelgeving, voertuigreglementen

<http://wetten.overheid.nl/>, bezocht op 8-10-2006

# Bijlage



Bachelor opdracht:

## Ontwerp van een trike



**Universiteit Twente**  
*de ondernemende universiteit*

## Inhoudsopgave

<b>Bijlage A Trikes .....</b>	<b>3</b>
<b>Bijlage B Onderdelen .....</b>	<b>6</b>
<b>Bijlage C Voertuigreglementen .....</b>	<b>30</b>
<b>Bijlage D Zwaartepuntberekening .....</b>	<b>32</b>
<b>Bijlage E Remadaptor .....</b>	<b>35</b>
<b>Bijlage F Werkplaatsstekeningen .....</b>	<b>36</b>
<b>Bijlage G Productiemethoden .....</b>	<b>52</b>

## Bijlage A Trikes

Groep	Merk	Model	Zithoogte (cm)	Zithoek (graden)	Brackethoogte (cm)	Bodemvrijheid (cm)	Wielbasis (cm)	Spoorbreedte (cm)
Fun & stunt	KMX	X	16	48	30	7,5	94	73
	KMX	ST	16	48	30	7,5	94	73
	Gemiddeld		16	48	30	7,5	94	73
	Minimum		16	48	30	7,5	94	73
	Maximum		16	48	30	7,5	94	73
Tour	AVD Windcheetah	Clubsport	20	Onbekend	Onbekend	Onbekend	106	65
	Catrike	Pocket	20,3	45	35,6	7,6	94	70
	Catrike	Road	22,2	39	35,6	7,6	96,5	70
	Catrike	Speed	16,5	33	38,1	5,7	99	70
	HP Velotechniek	Scorpion	24	33-42	34-39	Onbekend		78
	Ice Trice	Q	20	37-44	34	8,2	100	70/80
	Ice Trice	T	31,7	42-49	38	17,7	100	80
	Optima	Rider	26	38-43	41	14	112	79
	Optima	Rhino ST	20	38-41	36	8	110	76
	Optima	Rhino FS	20	38-41	36	8	110	76
Race	Gemiddeld		22,1	39,9	36,8	8,4	103,1	73,8
	Minimum		16,5	33	34	5,7	94	65
	Maximum		31,7	49	41	14	112	80
	AVD Windcheetah	Supersport	25	Onbekend	Onbekend	Onbekend	106	Onbekend
	AVD Windcheetah	Hypersport	25	Onbekend	Onbekend	Onbekend	108	Onbekend
	Catrike	700	17,8	27	40,6	5,7	114,3	70
	Ice Trice	S	20,9	25-32	36	6,8	122	70
	Gemiddeld		22,2	27,0	38,3	6,3	112,6	70,0
	Minimum		17,8	27,0	36,0	5,7	106,0	70,0
	Maximum		25,0	27,0	40,6	6,8	122,0	70,0

Groep	Merk	Model	Draaicirkel (m)	Wielmaat voor	Wielmaat achter	Vering voor	Vering achter	Materiaal frame
Fun & stunt	KMX	X	Onbekend	305	507	Nee	Nee	Staal
	KMX	ST	Onbekend	305	406	Nee	Nee	Staal
	Gemiddeld			n.v.t.	n.v.t.			
	Minimum			305	406			
	Maximum			305	507			
Tour	AVD Windcheetah	Clubsport		406	559	Nee	Nee	Aluminium
	Catrike	Pocket	4,2	355	406	Nee	Nee	Aluminium
	Catrike	Road	4,7	406	406	Nee	Nee	Aluminium
	Catrike	Speed	4,3	349	451	Nee	Nee	Aluminium
	HP Velotechniek	Scorpion	3,9	406	406	Nee	Nee	Aluminium
	Ice Trice	Q	5,8	406	406	Nee	Elastomeer	Aluminium
	Ice Trice	T	4,6	406	406	Nee	Hydraulisch	Aluminium
	Optima	Rider	Onbekend	406	559	Nee	Hydraulisch	RVS
	Optima	Rhino ST	4,8	406	406	Nee	Hydraulisch	Aluminium
	Optima	Rhino FS	4,8	406	406	Hydraulisch	Hydraulisch	Aluminium
Race	Gemiddeld		4,6	n.v.t.	n.v.t.			
	Minimum		3,9	349	406			
	Maximum		5,8	406	559			
	AVD Windcheetah	Supersport	Onbekend	406	559	Nee	Nee	Aluminium/ carbon fibre
	AVD Windcheetah	Hypersport	Onbekend	406	559	Nee	Nee	Carbon fibre
	Catrike	700	455	349	622	Nee	Nee	Aluminium
	Ice Trice	S	600	406	406	Nee	Hydraulisch	Aluminium
	Gemiddeld		527,5	391,8	536,5			
	Minimum		455,0	349,0	406,0			
	Maximum		600,0	406,0	622,0			

Groep	Merk	Model	Stuurprincipe	Gewicht (kg)	Verschil bracket-zithoogte	Vanaf prijs (€)	Website
Fun & stunt	KMX	X	Direct	19,5	14	899	<a href="http://www.kmxkarts.co.uk">www.kmxkarts.co.uk</a>
	KMX	ST	Direct	19,5	14	1199	<a href="http://www.kmxkarts.co.uk">www.kmxkarts.co.uk</a>
	Gemiddeld			19,5	14	1049	
	Minimum			19,5	14	899	
	Maximum			19,5	14	1199	
	AVD Windcheetah	Clubsport	Kruiskoppeling	15	Onbekend	3580	<a href="http://www.windcheetah.co.uk">www.windcheetah.co.uk</a>
Tour	Catrike	Pocket	Direct	12,2	15,3	1695	<a href="http://www.catrike.com">www.catrike.com</a>
	Catrike	Road	Direct	14,1	13,4	1775	<a href="http://www.catrike.com">www.catrike.com</a>
	Catrike	Speed	Direct	13,2	21,6	1855	<a href="http://www.catrike.com">www.catrike.com</a>
	HP Velotechniek	Scorpion	Onderstuur	16,4	Onbekend	2388	<a href="http://www.hpvvelotechniek.com">www.hpvvelotechniek.com</a>
	Ice Trice	Q	Onderstuur	16,7	14	2464	<a href="http://www.ice.hpv.co.uk">www.ice.hpv.co.uk</a>
	Ice Trice	T	Onderstuur	16,2	6,3	2490	<a href="http://www.ice.hpv.co.uk">www.ice.hpv.co.uk</a>
	Optima	Rider	Onderstuur	21	15	2355	<a href="http://www.optima-cycles.nl">www.optima-cycles.nl</a>
	Optima	Rhino ST	Onderstuur	18	16	2695	<a href="http://www.optima-cycles.nl">www.optima-cycles.nl</a>
	Optima	Rhino FS	Onderstuur	20,5	16	3195	<a href="http://www.optima-cycles.nl">www.optima-cycles.nl</a>
	Gemiddeld			16,3	14,7	2449,2	
	Minimum			12,2	17,5	1695	
	Maximum			21	9,3	3580	
Race	AVD Windcheetah	Supersport	Kruiskoppeling	14,5	Onbekend	4075	<a href="http://www.windcheetah.co.uk">www.windcheetah.co.uk</a>
	AVD Windcheetah	Hypersport	Kruiskoppeling	12,7	Onbekend	4850	<a href="http://www.windcheetah.co.uk">www.windcheetah.co.uk</a>
	Catrike	700	Direct	15	22,8	2170	<a href="http://www.catrike.com">www.catrike.com</a>
	Ice Trice	S	Onderstuur	16,9	15,1	2388	<a href="http://www.ice.hpv.co.uk">www.ice.hpv.co.uk</a>
	Gemiddeld			14,8	16,1	3370,8	
	Minimum			12,7	18,2	2170,0	
	Maximum			16,9	15,6	4850,0	

## Bijlage B Onderdelen

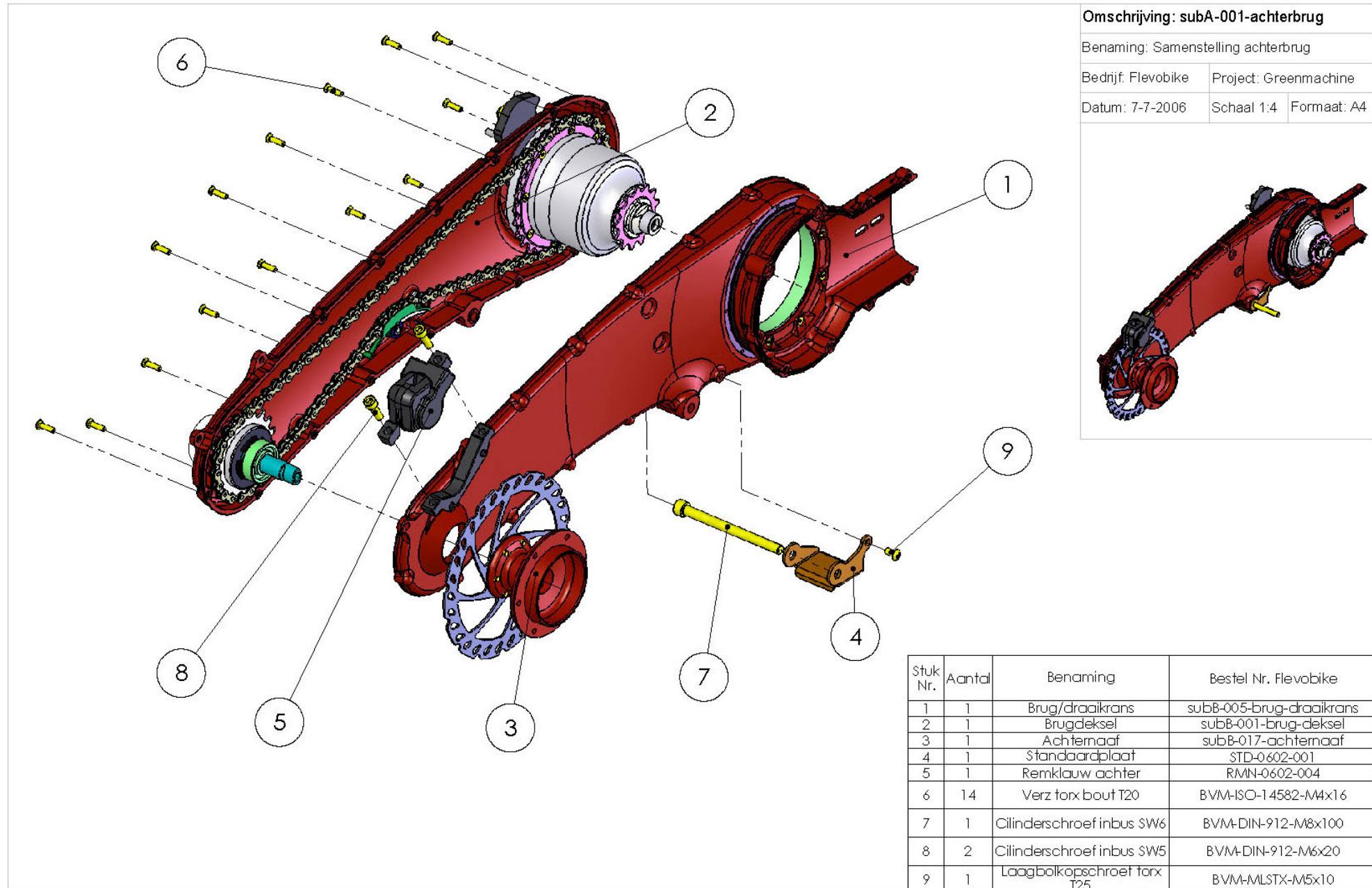
Assembly	Stuk nr	Aantal	Benaming	Bruikbaar/bruikbaar/Aanpassen
Achterbrug	1	1	Brug/draaikrans	Afhankelijk van conceptkeuze
	2	1	Brugdeksel	Bruikbaar
	3	1	Achternaaf	Bruikbaar
	4	1	Standaardplaat	Onbruikbaar
	5	1	Remklauw achter	Bruikbaar
	6	14	Verz. Torx bout T20 M4x16	Bruikbaar
	7	1	Cilinderschroef inbus SW6 M8x100	Onbruikbaar
	8	2	Cilinderschroef inbus SW2 M6x20	Bruikbaar
	9	1	Laagbolkopschroef torx T25 M5x10	Onbruikbaar
Stoel	1	1	Zitting/onderspanner	Zie "Stoel onderspanner"
	2	1	Stoelbuis links	Zie "Stoelbuis links"
	3	1	Stoelbuis rechts	Zie "Stoelbuis rechts"
	4	1	Stoel bovenspanner	Zie "Stoel bovenspanner"
	5	1	Zitversteller/middenspanner	Zie "Stoel middenspanner"
	6	1	Zitschuim	Bruikbaar
	7	1	Dekje	Bruikbaar
Frame-bracket	1	1	Frame	Zie "Framebuis"
	2	1	Bracket	Zie "Bracket"
	3	1	Ketting voor	Aanpassen in lengte
	4	2	Laagbolkopschroef torx T30 M6x12	Bruikbaar
Rohloff framekap	1	1	Achterkap rechts	Afhankelijk van conceptkeuze
	2	1	Glijlager	Bruikbaar
Achterveer	1	1	Achterveer	Bruikbaar
	2	2	Schetsplaat veer/stoel	Aanpassen
	3	1	Cilinderschroef inbus SW5 M6x55	Bruikbaar
	4	1	Zelfborgende moer M6	Bruikbaar

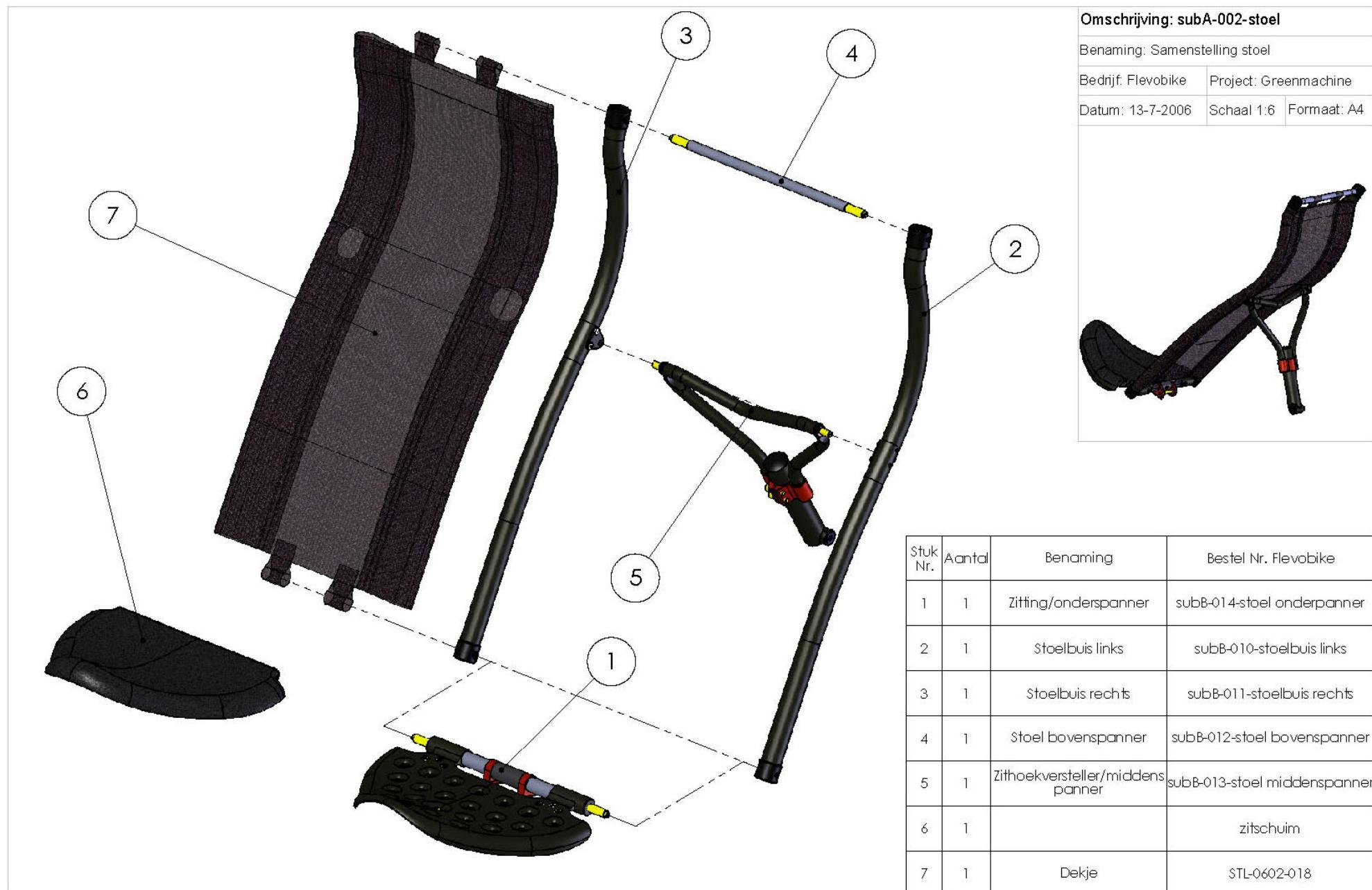
Assembly	Stuk nr	Aantal	Benaming	Bruikbaar/Onbruikbaar/Aanpassen
Stuur	1	1	Klapstuurstuk onder	Onbruikbaar
	2	1	Klapstuurprop boven	Onbruikbaar
	3	1	Stuurbus	Afhankelijk van stuurmanierkeuze
	4	1	Stuurlengte-stelbuis	Afhankelijk van stuurmanierkeuze
	5	1	Stuur	Afhankelijk van stuurmanierkeuze
	6	1	Handvat links	Bruikbaar
	7	1	Bel	Bruikbaar
	8	2	Glijlager	Onbruikbaar
	9	1	Remgreep links	Bruikbaar
	10	1	Remgreep rechts	Bruikbaar
	11	1	Handvat rechts	Bruikbaar
	12	1	Laagbolkopschroef torx T40 M8x35	Onbruikbaar
	13	1	Zelfborgende moer M8	Onbruikbaar
	14	1	Rohloff draigreep	Bruikbaar
	15	2	Cilinderschroef inbus SW5 M6x25	Afhankelijk van stuurmanierkeuze
	16	2	Cilinderschroef inbus SW4 M5x20	Onbruikbaar
	17	1	Stelschroef inbus SW4 M8x20	Onbruikbaar
Brugdeksel	1	1	Brugdeksel	Bruikbaar
	2	1	Achterbrug Rohloffkap	Bruikbaar
	3	1	Schakelarm	Bruikbaar
	4	1	Kogellager	Bruikbaar
	5	1	Achteras lagerkap	Bruikbaar
	6	1	PV-38 ketting achterbrug	Bruikbaar
	7	1	Assembly Spanner achter	Zie "Spanner achter"
	8	1	Assembly Rohloffnaaf	Zie "Rohloffnaaf"
	9	1	Assembly Achteras	Zie "Achteras"
	10	3	Laagbolkopschroef torx T25 M5x10	Bruikbaar
	11	5	Verz. Torx bout T20 M4x10	Bruikbaar
	12	1	Asborgring	Bruikbaar
	13	1	Lamellenstop 15	Bruikbaar
	14	4	Verz. Torx bout T20 M4x10	Bruikbaar
	15	1	Laagbolkopschroef torx T30 M6x12	Bruikbaar

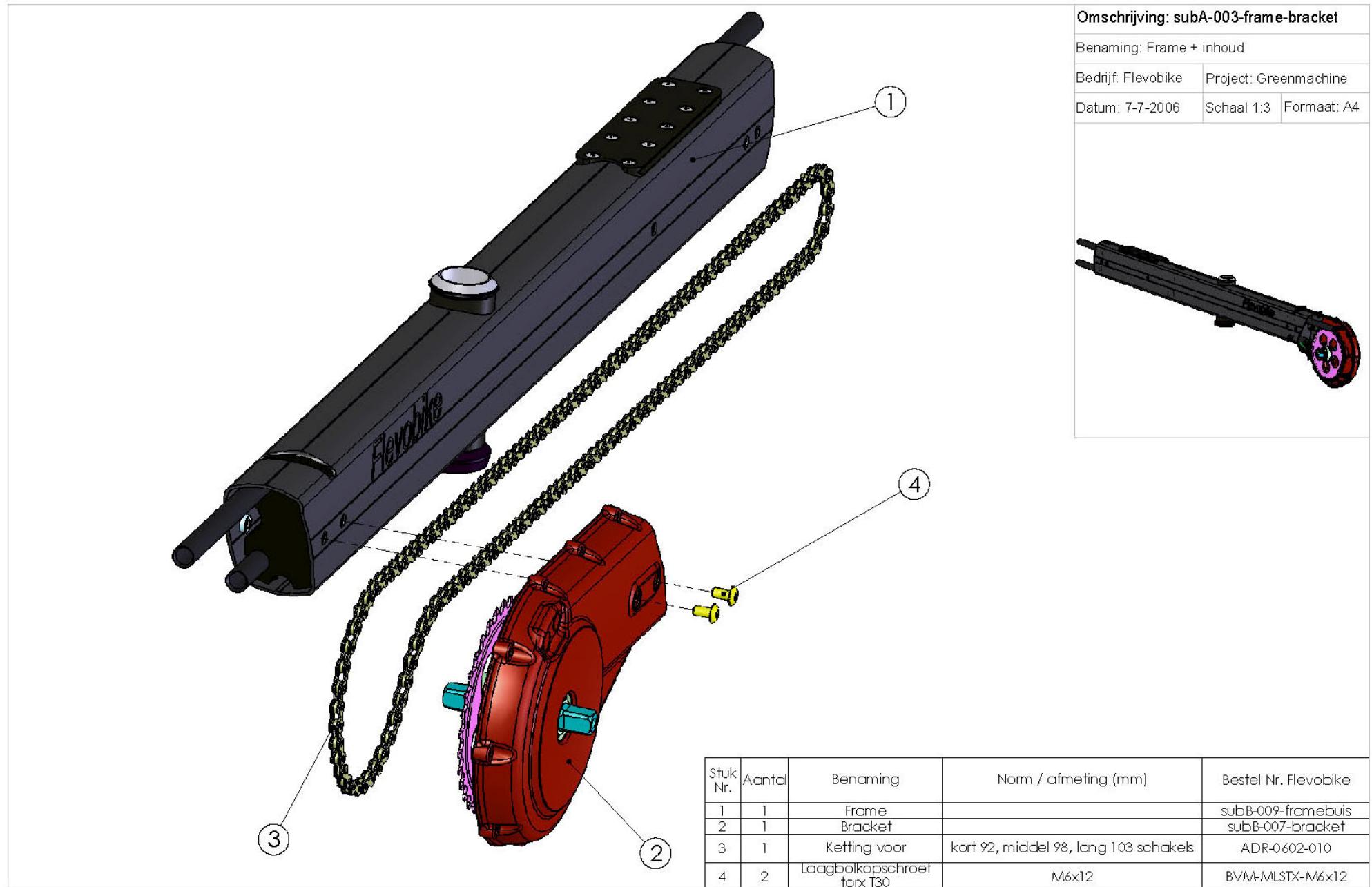
Assembly	Stuk nr	Aantal	Benaming	Bruikbaar/Onbruikbaar/Aanpassen
Brug-draaikrans	1	1	Draaikralslager brugdeel	Bruikbaar
	2	1	Draaikralslager achterkapdeel	Bruikbaar
	3	1	Draaikralslager montagedeel	Bruikbaar
	4	1	Draaikrals keerring	Bruikbaar
	5	1	Achterbrug	Bruikbaar
	6	1	Achterkap links	Afhankelijk van conceptkeuze
	7	1	IS remadapter achter	Bruikbaar
	8	1	Verz. Torx bout T30 M6x16	Bruikbaar
	9	8	Verz. Torx bout T20 M4x20	Bruikbaar
Bracket	1	1	Bracketkap links	Bruikbaar
	2	1	Klemring as	Bruikbaar
	3	1	Assembly Trapas	Zie "Trapas"
	4	1	Assembly Spanner voor	Zie "Spanner voor"
	5	1	Cilindrische pen	Bruikbaar
	6	1	Torx parker 3x10	Bruikbaar
Framebuis	1	1	Buiten balhoofdbuis	Afhankelijk van stuurkeuze
	2	1	Stoelgeleider strip	Afhankelijk van conceptkeuze
	3	3	Kettingbuis schuim	Afhankelijk van kettinglijnkeuze
	4	1	Balhoofd ondercup	Afhankelijk van balhoofdkeuze
	5	1	Balhoofd bovencup	Afhankelijk van balhoofdkeuze
	6	10	Popnagel	Afhankelijk van conceptkeuze
	7	1	Framebuis	Aanpassen op lengte
	8	10	Ronde inpersmoer	Bruikbaar
	9	1	Kettingslang boven	Aanpassen op lengte
	10	1	Kettingslang onder	Aanpassen op lengte
Stoelbuis links	1	2	Meubeldop 25	Bruikbaar
	2	1	Stoelbuis spanblokje	Bruikbaar
	3	2	Popnagel	Bruikbaar
	4	1	Stoelbuis links	Bruikbaar

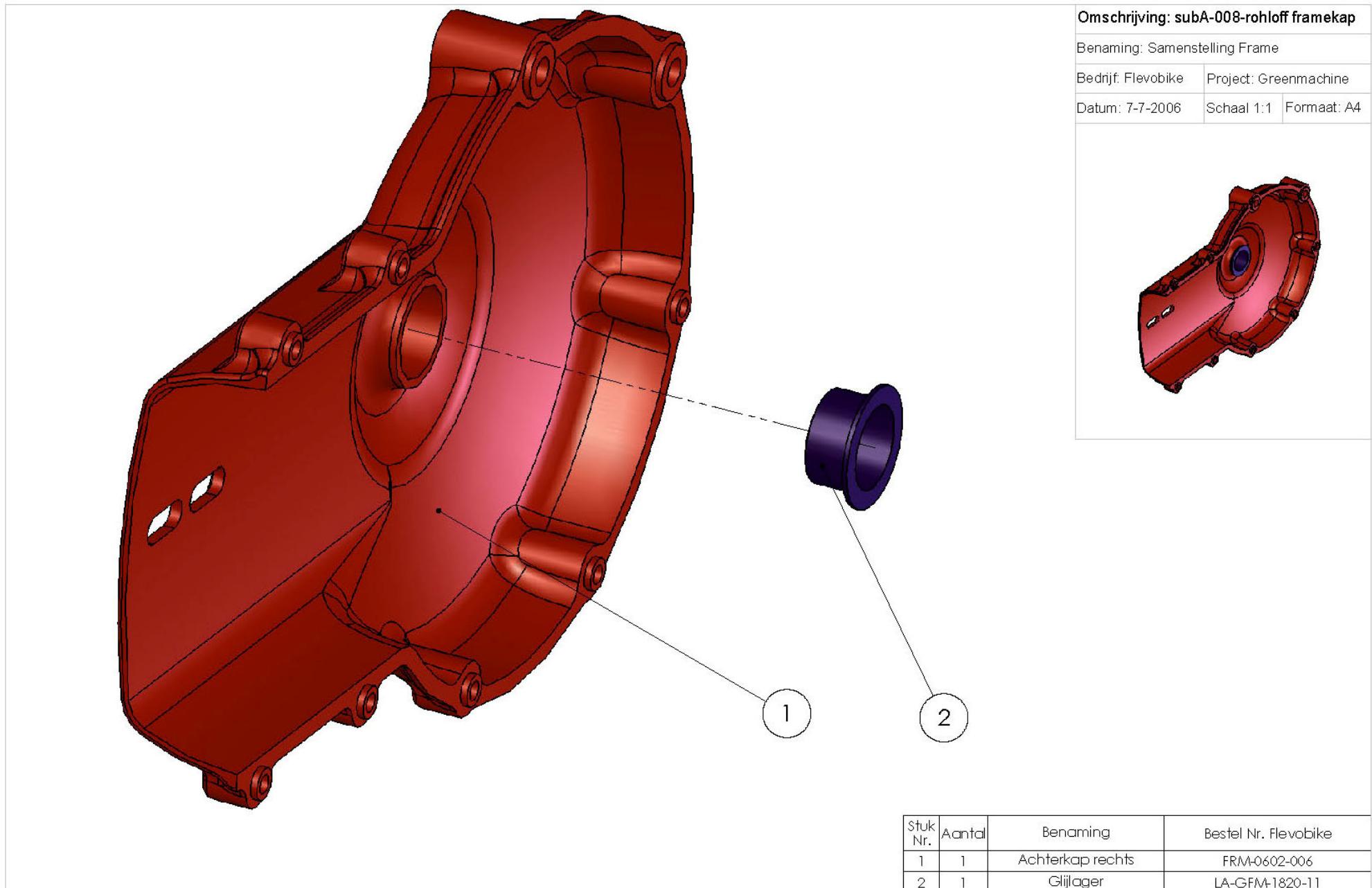
Assembly	Stuk nr	Aantal	Benaming	Bruikbaar/Onbruikbaar/Aanpassen
Stoelbuis rechts	1	2	Meubeldop 25	Bruikbaar
	2	1	Stoelbuis spanblokje	Bruikbaar
	3	2	Popnagel	Bruikbaar
	4	1	Stoelbuis links	Bruikbaar
Stoel bovenspanner	1	1	Stoel bovenspanner buis	Bruikbaar
	2	2	stelschroef inbus SW5 M10x50	Bruikbaar
Stoel middenspanner	1	1	Middenspanner stoel	Bruikbaar
	2	2	Blindklinkmoer M10x17	Bruikbaar
	3	2	Zithoekstelbuis L+R	Aanpassen
	4	1	Zithoek spanblok	Bruikbaar
	5	1	Zithoekstelbuis	Bruikbaar
	6	1	Rubber dop	Bruikbaar
	7	2	Glijlager	Bruikbaar
	8	2	Stelschroef inbus SW5 M10x45	Bruikbaar
	9	2	Shimring	Bruikbaar
	10	2	Cilinderschroef inbus Sw5 M6x20	Bruikbaar
Stoel onderspanner	1	1	Onderspannerbuis	Bruikbaar
	2	1	Glijbus onderspanner	Bruikbaar
	3	1	Stelblok links	Bruikbaar
	4	1	Stelblok rechts	Bruikbaar
	5	2	Zitbevestiging L+R	Bruikbaar
	6	7	Popnagel	Bruikbaar
	7	1	Zitting	Bruikbaar
	8	1	Trillingdempers	Bruikbaar
	9	1	Laagbolkopschroef torx T30 M6x8	Bruikbaar
	10	1	Cilinderschroef inbus SW5 M6x60	Bruikbaar
	11	2	Stelschroef inbus SW5 10x50	Bruikbaar

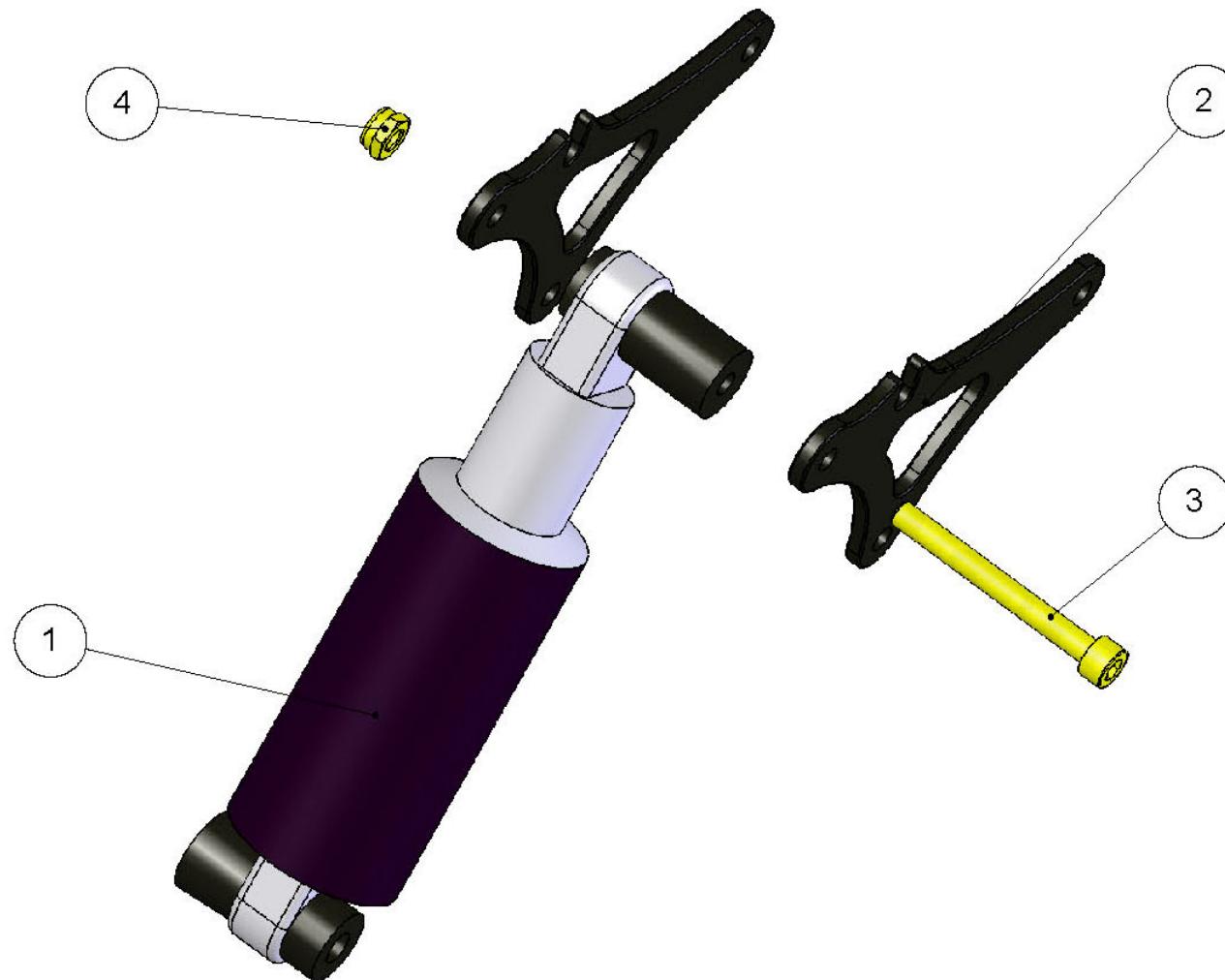
Assembly	Stuk nr	Aantal	Benaming	Bruikbaar/Onbruikbaar/Aanpassen
Spanner achter	1	1	Kettingspanner arm	Bruikbaar
	2	1	Kettingspanner	Bruikbaar
	3	1	Spannerveer	Bruikbaar
	4	2	Glijlager	Bruikbaar
	5	1	Asborgring	Bruikbaar
Spanner voor	1	1	Kettingspanner arm	Bruikbaar
	2	1	Kettingspanner	Bruikbaar
	3	1	Spannerveer	Bruikbaar
	4	2	Glijlager	Bruikbaar
	5	1	Asborgring	Bruikbaar
Achteras	1	1	Achtersas	Bruikbaar
	2	1	Freewheel 18T	Bruikbaar
	3	1	Kogellager	Bruikbaar
Rohloffnaaf	1	1	n.v.t.	Bruikbaar
	2	1	Kettingblad 29T	Bruikbaar
	3	1	Glijlagerbus	Bruikbaar
	4	1	Kettingblad 13T	Bruikbaar
	5	1	Onderdeel Roloffnaaf	Bruikbaar
	6	1	Onderdeel Roloffnaaf	Bruikbaar
	7	1	Onderdeel Roloffnaaf	Bruikbaar
	8	2	Onderdeel Roloffnaaf	Bruikbaar
	9	2	Onderdeel Roloffnaaf	Bruikbaar
	10	1	Onderdeel Roloffnaaf	Bruikbaar
	11	16	Verz torx bout T20 M4x16	Bruikbaar
	12	1	Rohloffnaaf	Bruikbaar
Trapas	1	1	Trapas	Bruikbaar
	2	1	Kettingblad 32T	Bruikbaar
	3	2	Kogellager	Bruikbaar
	4	5	Verz. Torx bout T25 M5x10	Bruikbaar











Omschrijving: subA-020-achterveer

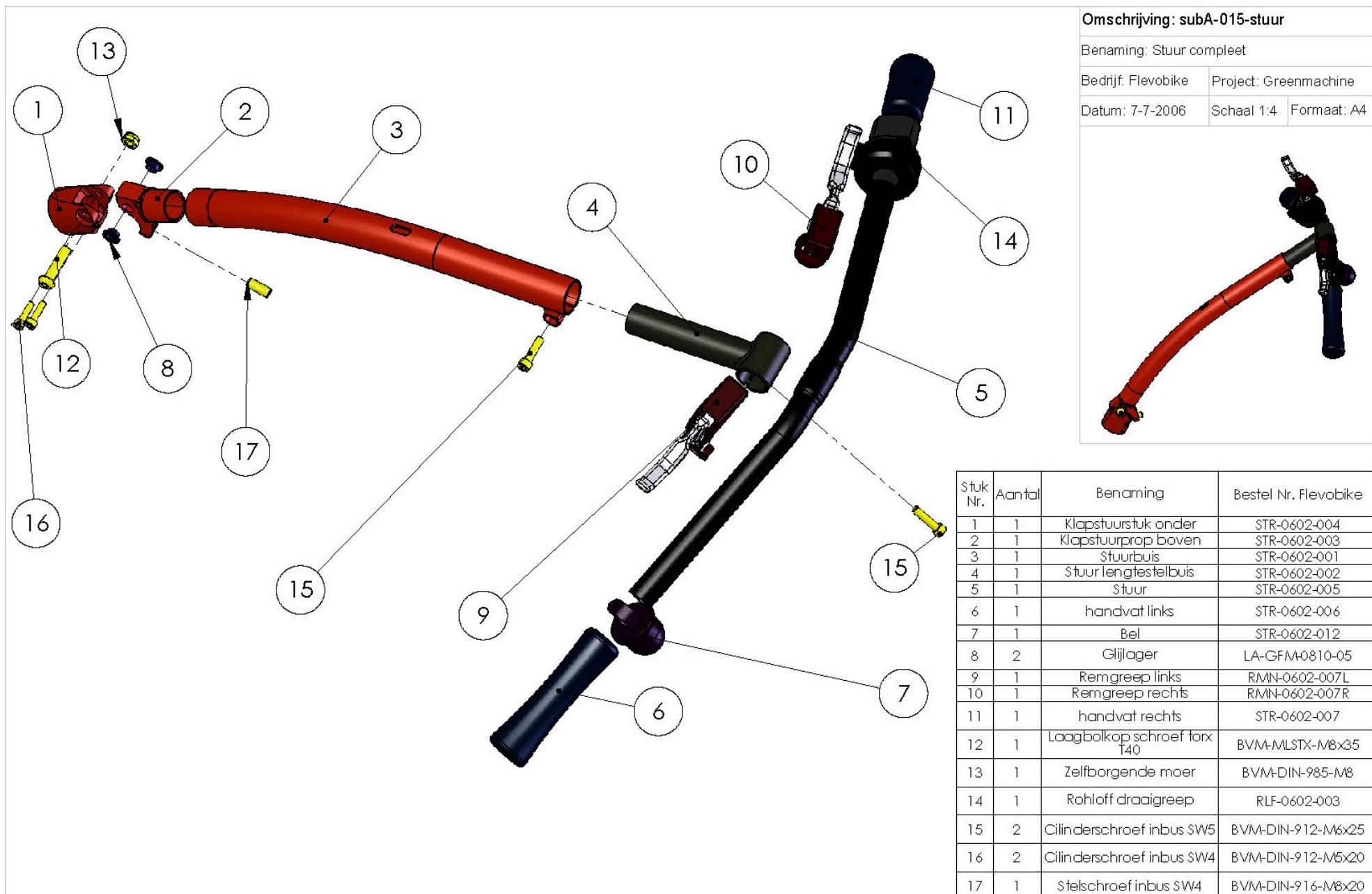
Benaming: Achterveer met schetsplaten

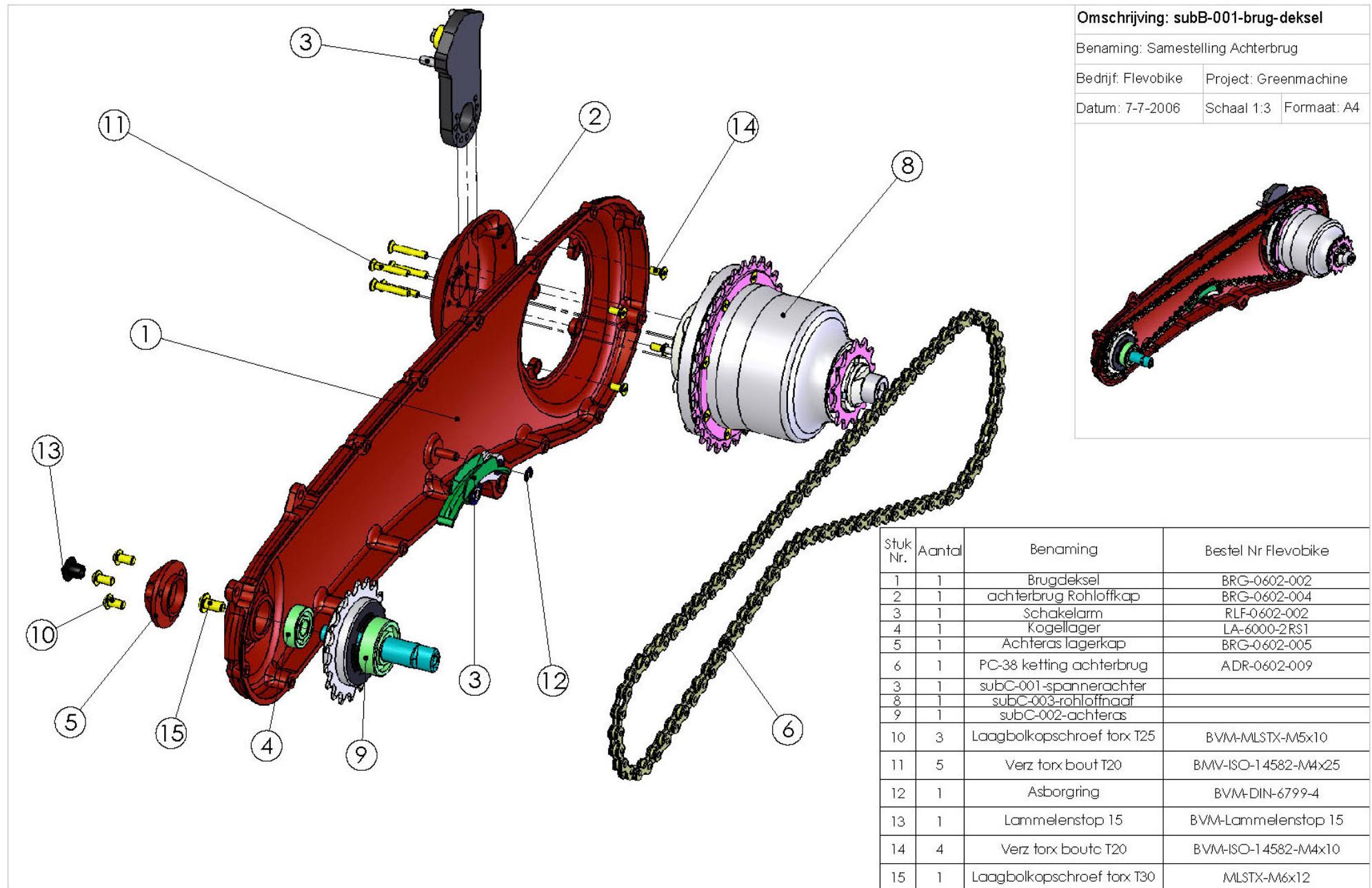
Bedrijf: Flevobike Project: Greenmachine

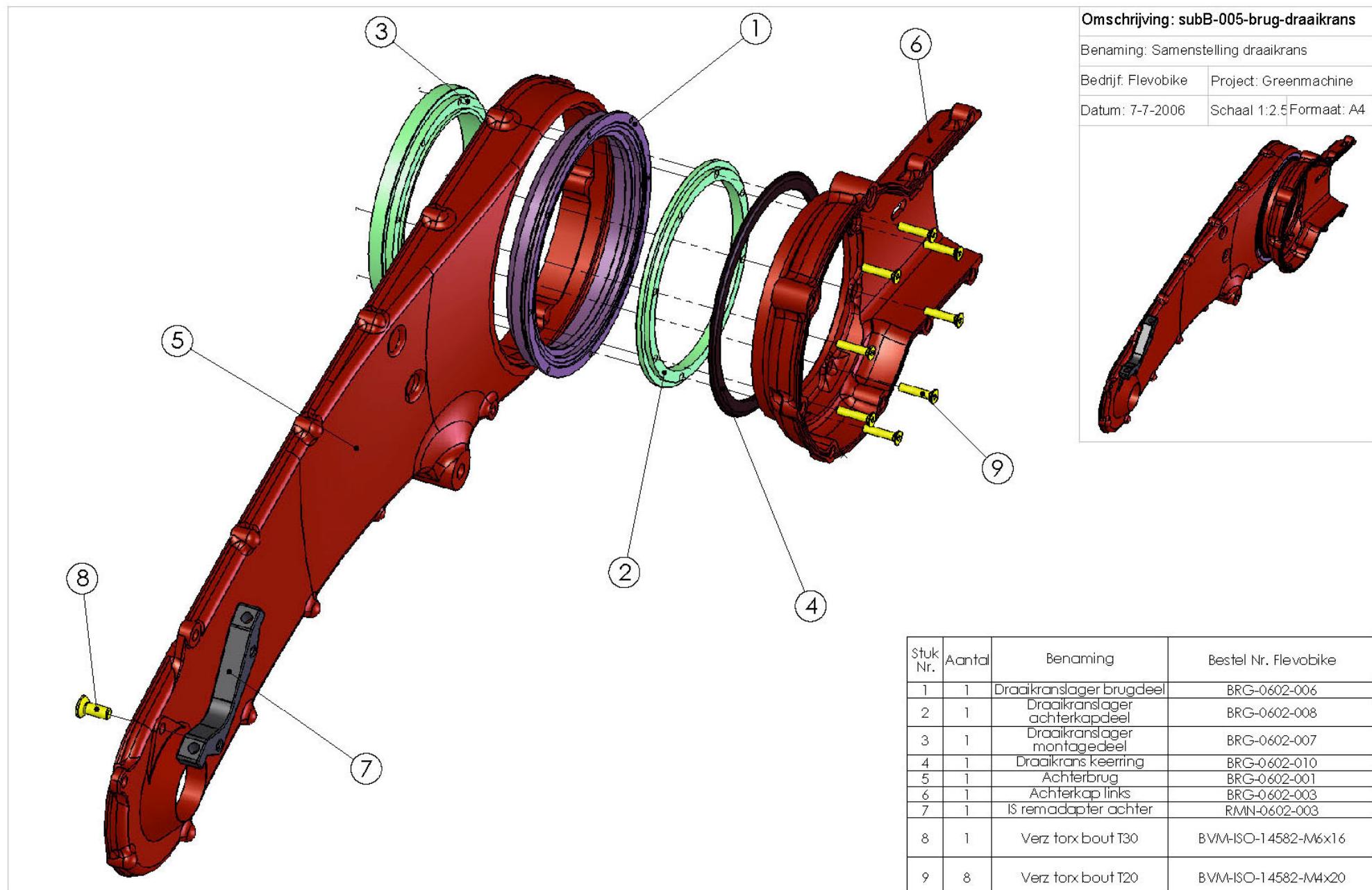
Datum: 7-7-2006 Schaal 1:1.5 Formaat: A4

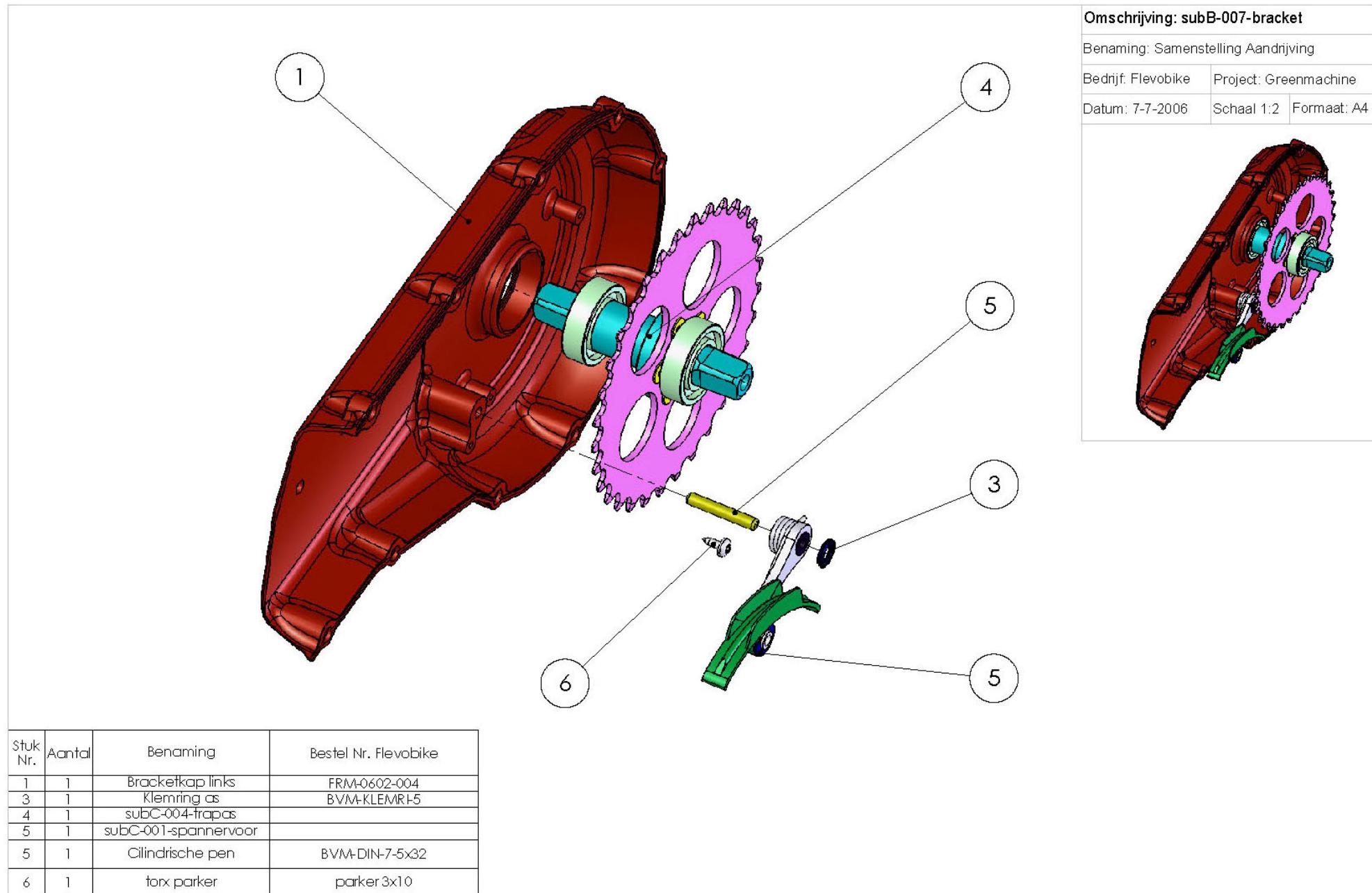


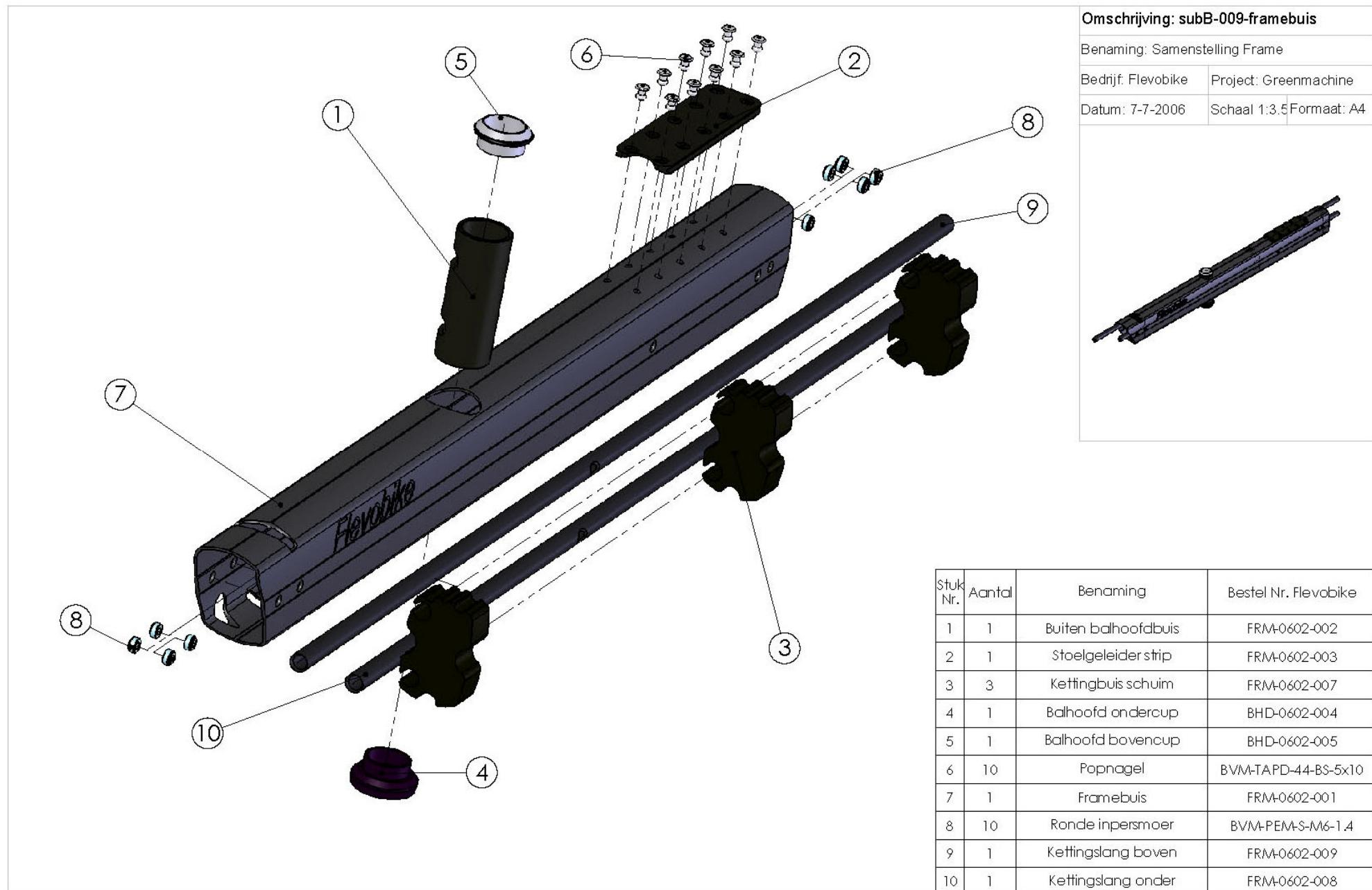
Stuk Nr.	Aantal	Benaming	Bestel Nr. Flevobike
1	1	Achterveer	AVG-0602-002
2	2	Schetsplaat veer/stoel	AVG-0602-001
3	1	Cilinderschroef inbus SW5	BVM-DIN-912-M6x55
4	1	Zelfborgende moer	BVM-DIN-985-M6

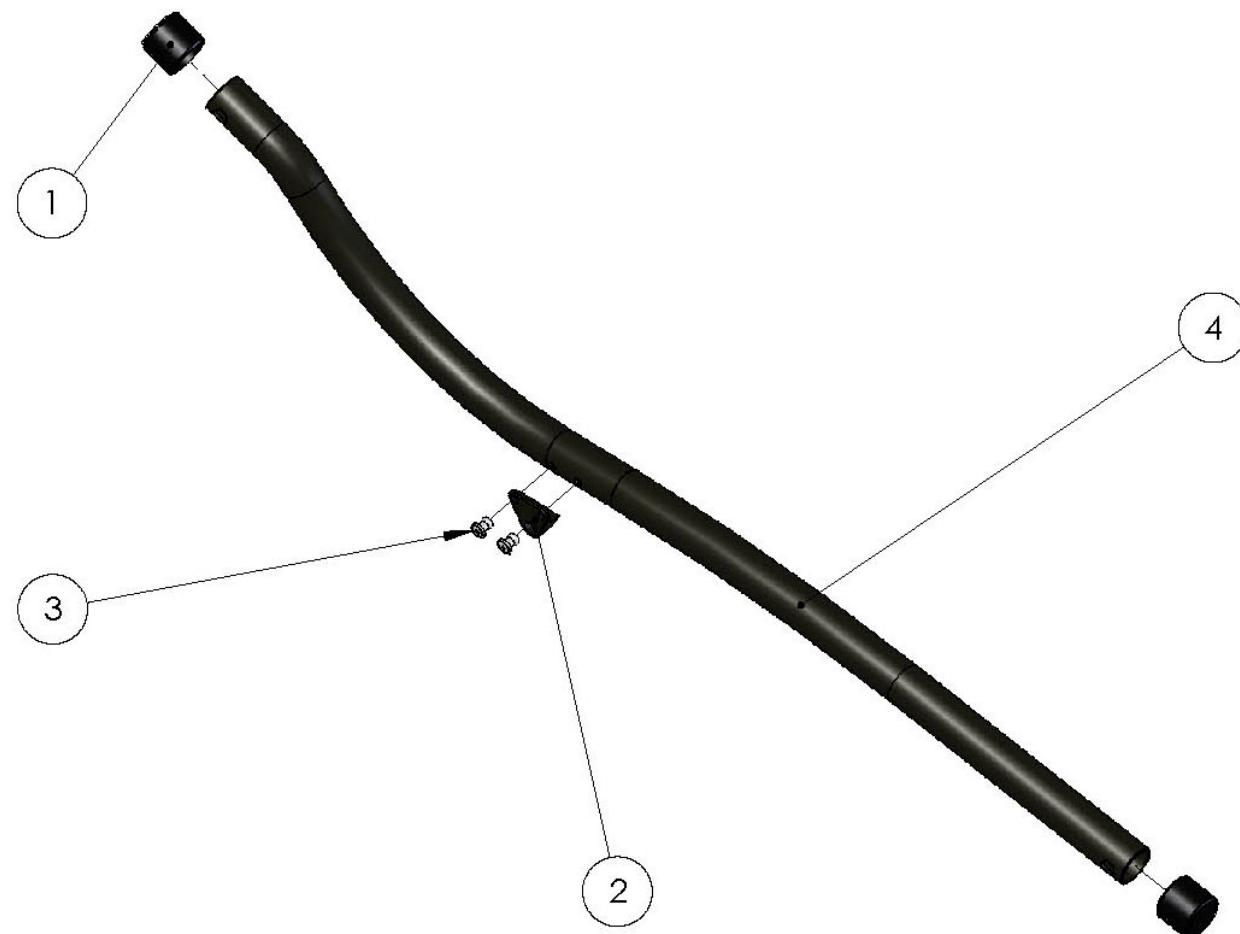












**Omschrijving:** subB-010-stoelbuis links

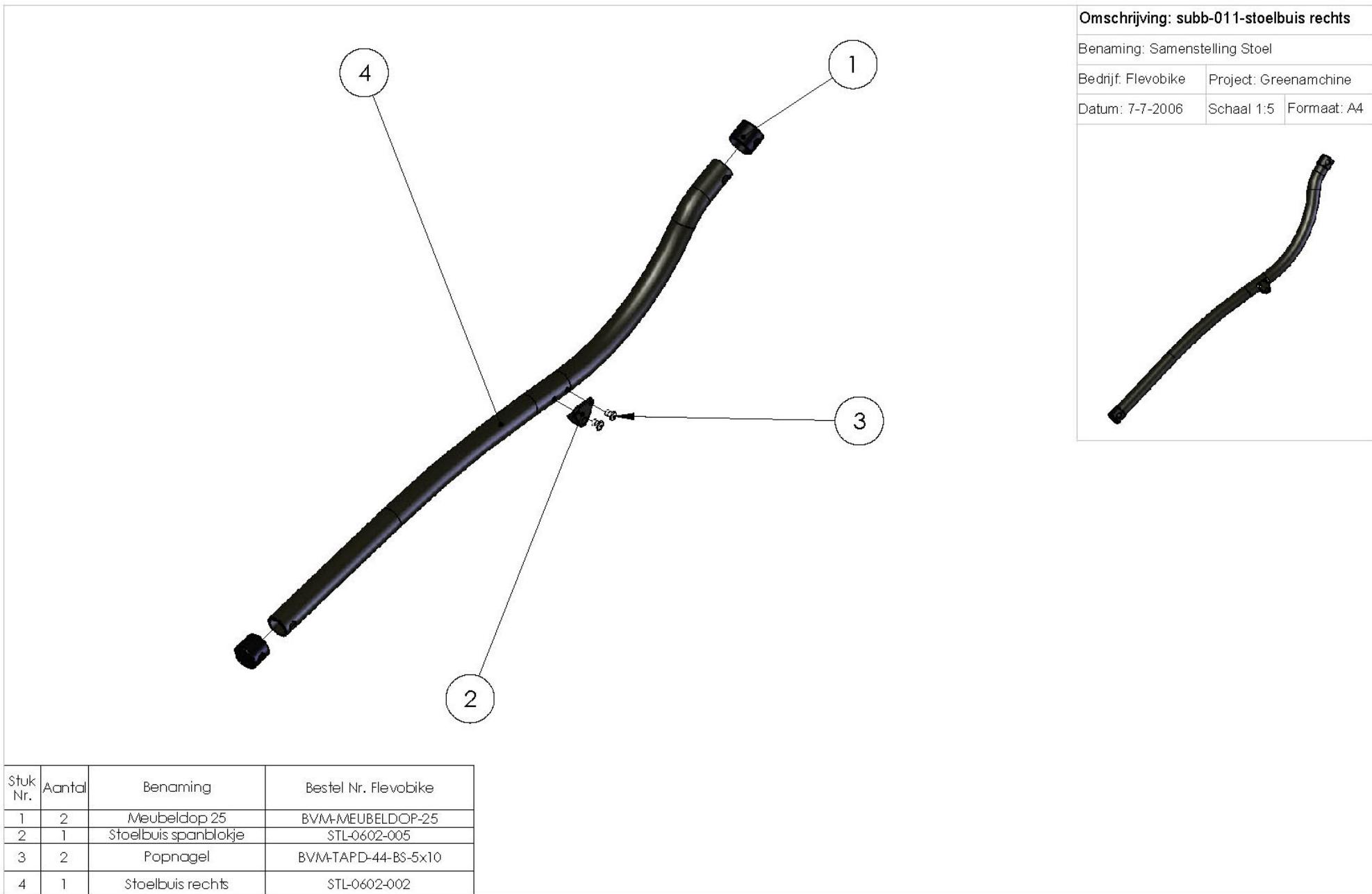
Benaming: Samenstelling Stoel

Bedrijf: Flevobike Project: Greenmachine

Datum: 7-7-2006 Schaal 1:4 Formaat: A4



Item Nr.	Aantal	Benaming	Bestelnr. Flevobike
1	2	Meubeldop 25	BVM-MEUBELDOP-25
2	1	Stoelbuis spanblokje	STL-0602-005
3	2	Popnagel	BVM-TAPD-44-BS-5x10
4	1	stoelbuis links	STL-0602-001

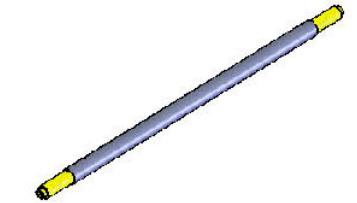
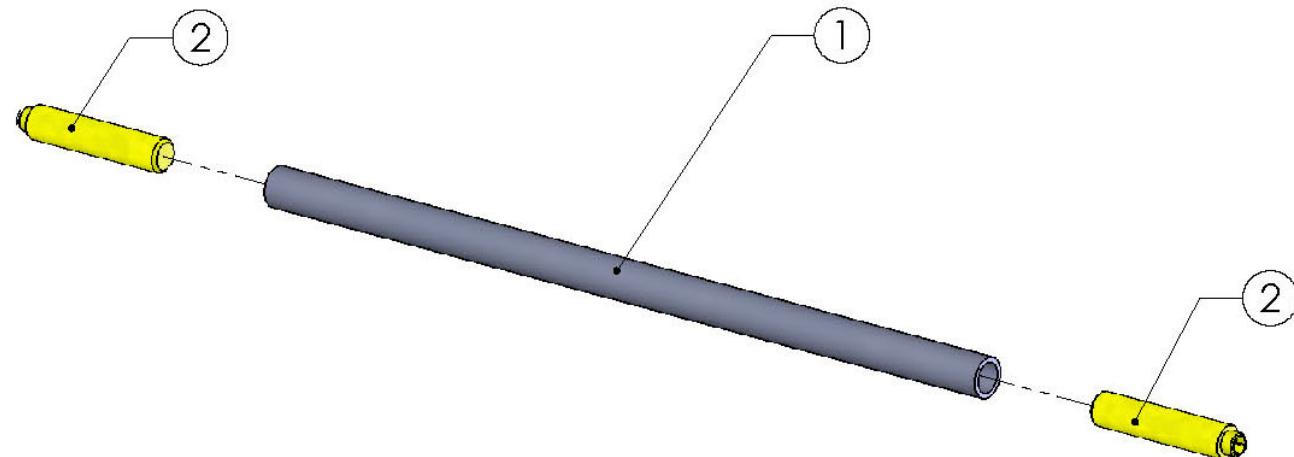


Omschrijving: subB-012-stoel bovenspanner

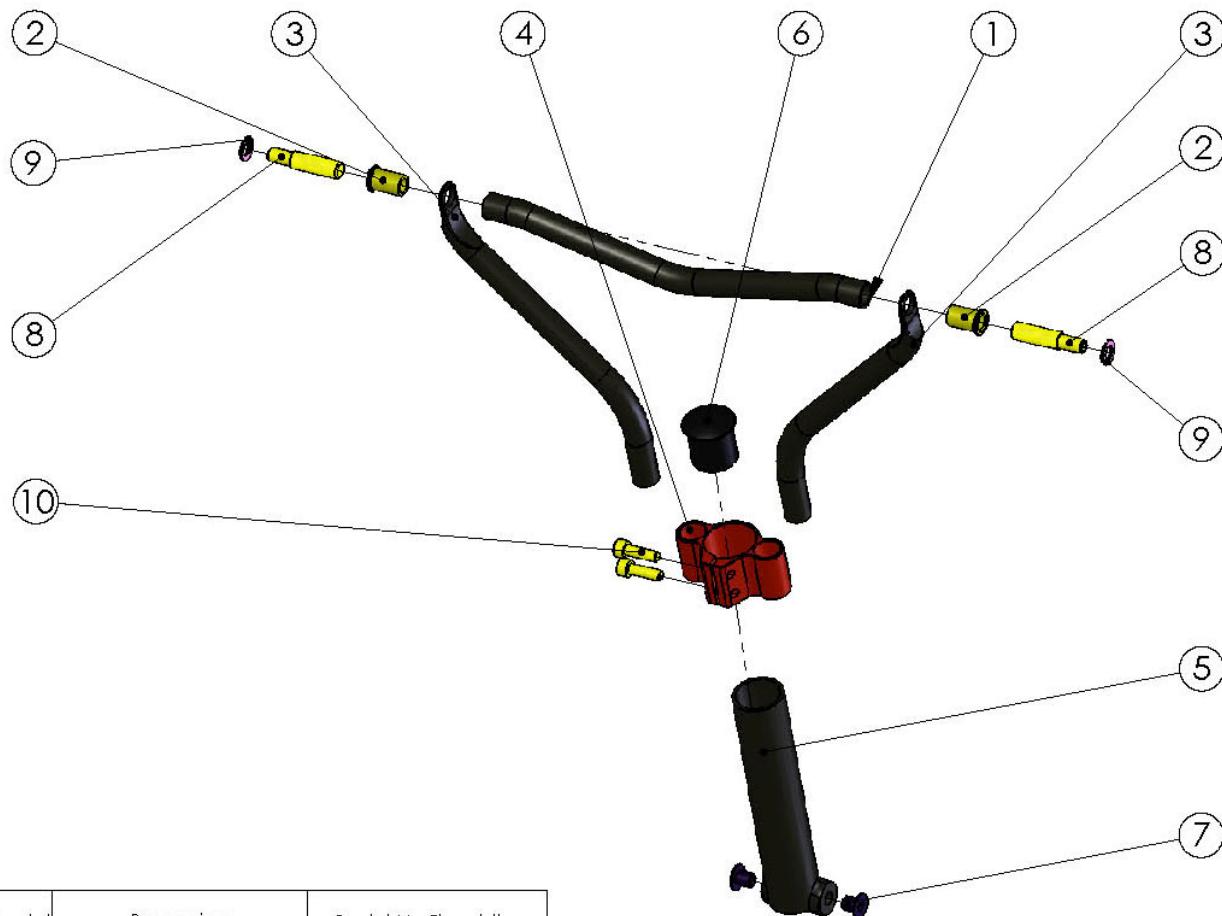
Benaming: Bovenspanner Stoel

Bedrijf: Flevobike Project: Greenmachine

Datum: 7-7-2006 Schaal 1:2 Formaat: A4



Stuk Nr.	Aantal	Benaming	Bestel Nr. Flevobike
1	1	Stoel bovenspanner buis	STL-0602-009
2	2	Stelschroef inbus SW5	BVM-DIN-916-M10x50



Stuk Nr.	Aantal	Benaming	Bestel Nr. Flevobike
1	1	Middenspanner stoel	STL-0602-015
2	2	Blindklinkmoer	BVM-POPBC-M10x17
3	2	Zithoekstelbus L+R	STL-0602-007
4	1	Zithoek spanblok	STL-0602-006
5	1	Zithoekverstelbus	STL-0602-008
6	1	rubber dop	STL-0602-004
7	2	Glijlager	LA-GFM-0608-10
8	2	Stelschroef inbus SW5	BVM-DIN-916-M10x45
9	2	Shimring	BVM-DIN-988-8x14x1
10	2	Cilinderschroef inbus SW5	BVM-DIN-912-M6x20

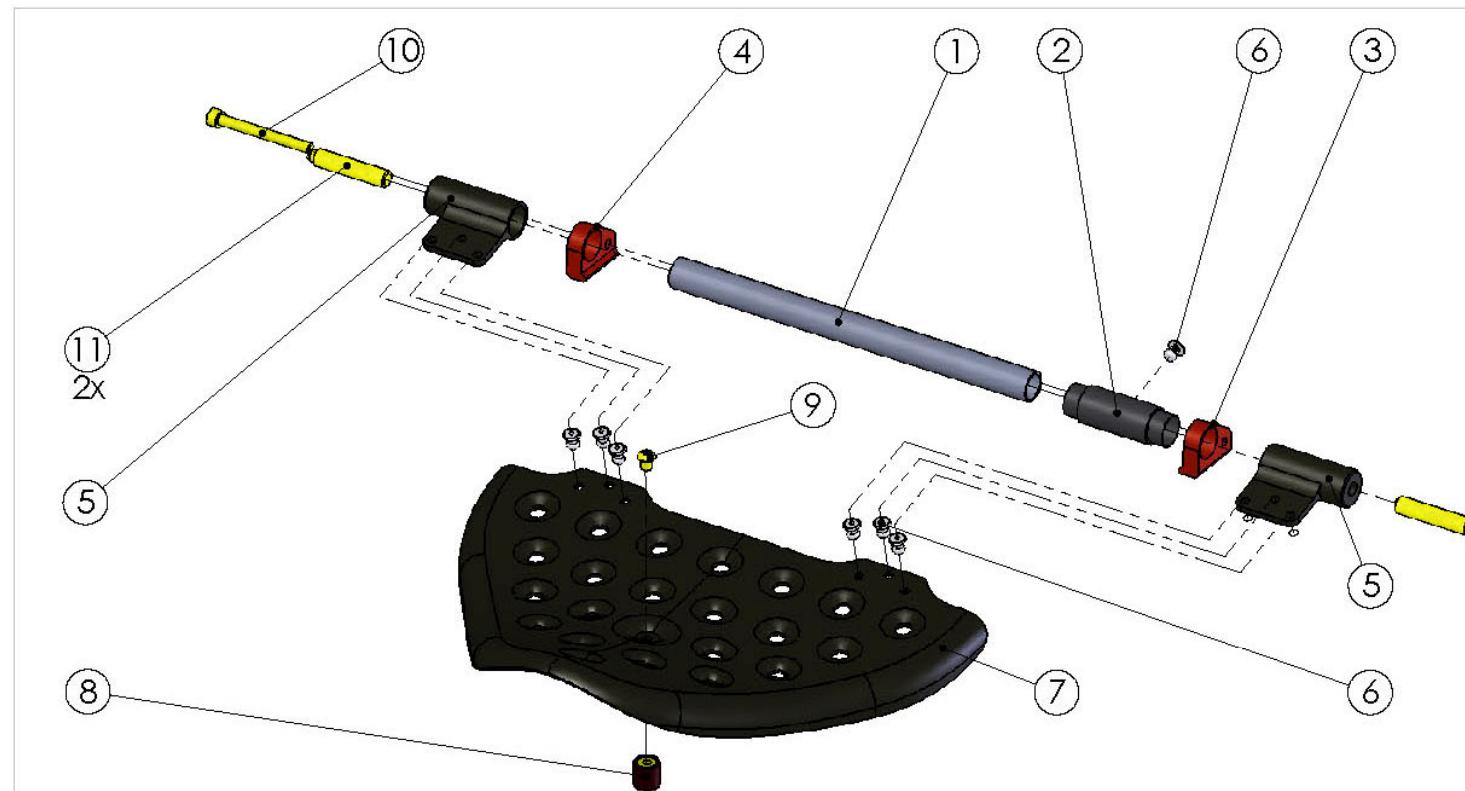
Omschrijving: subB-013-stoel middenspanne

Benaming: Middenspanner/zithoekversteller

Bedrijf: Flevobike Project: Greenmachine

Datum: 7-7-2006 Schaal 1:4 Formaat: A4



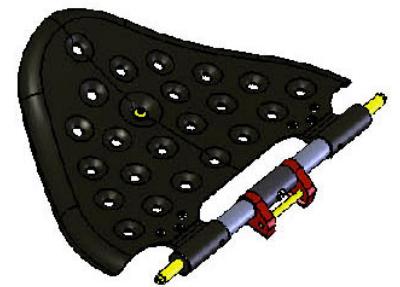


Omschrijving: subB-014-stoel onderpanner

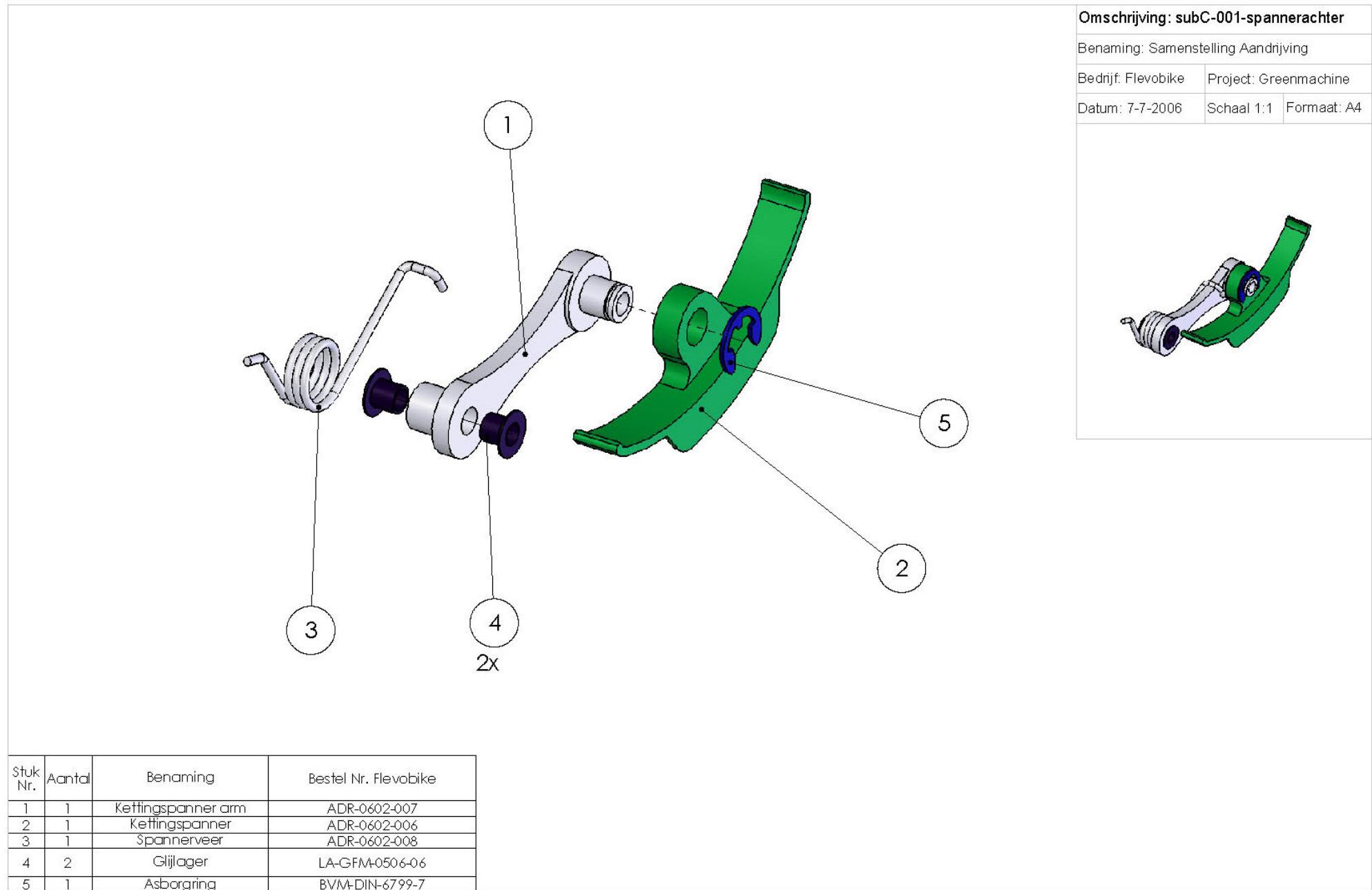
Benaming: Stoelonderspanner/zitdeel

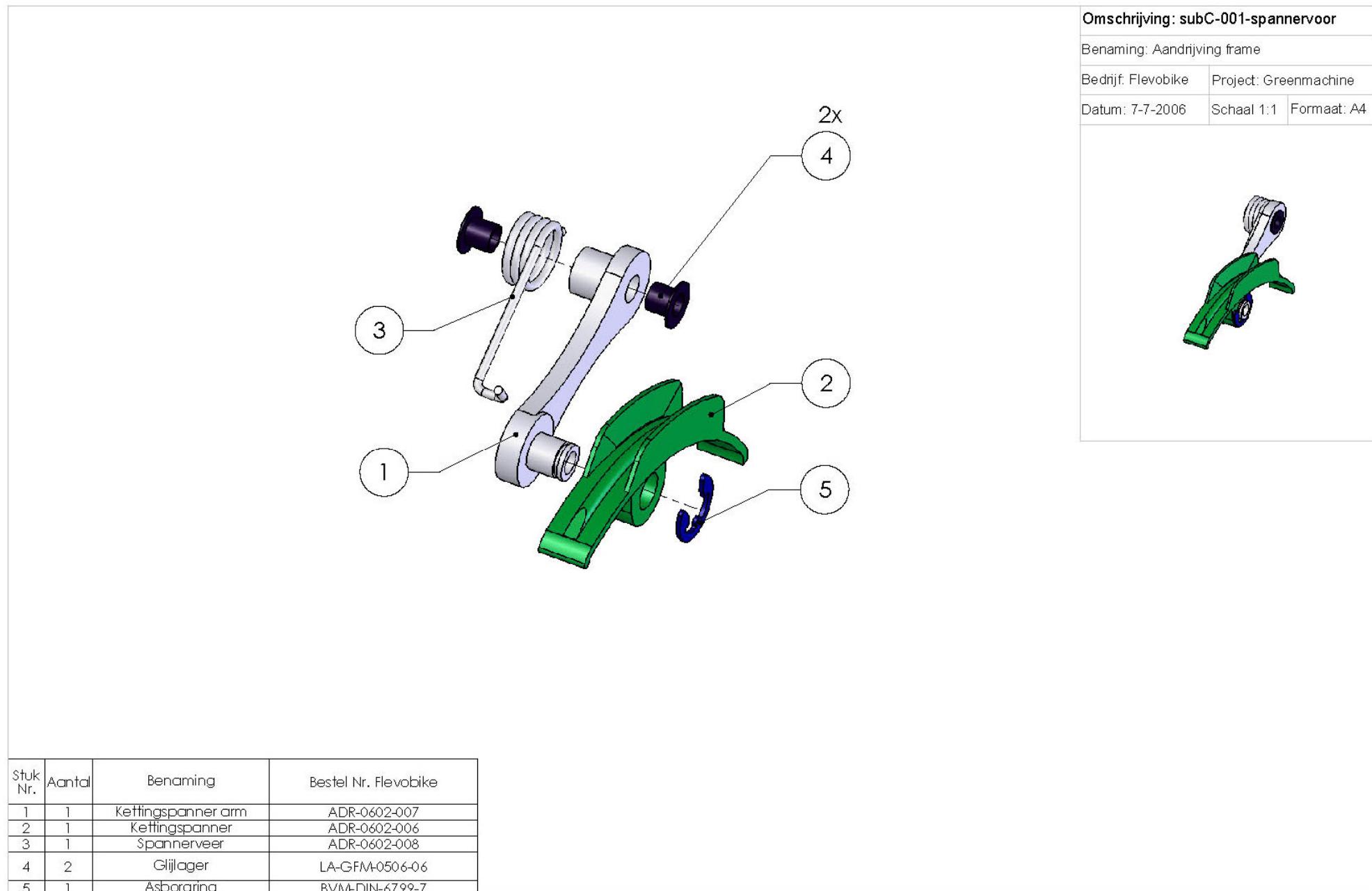
Bedrijf: Flevobike Project: Greenmachine

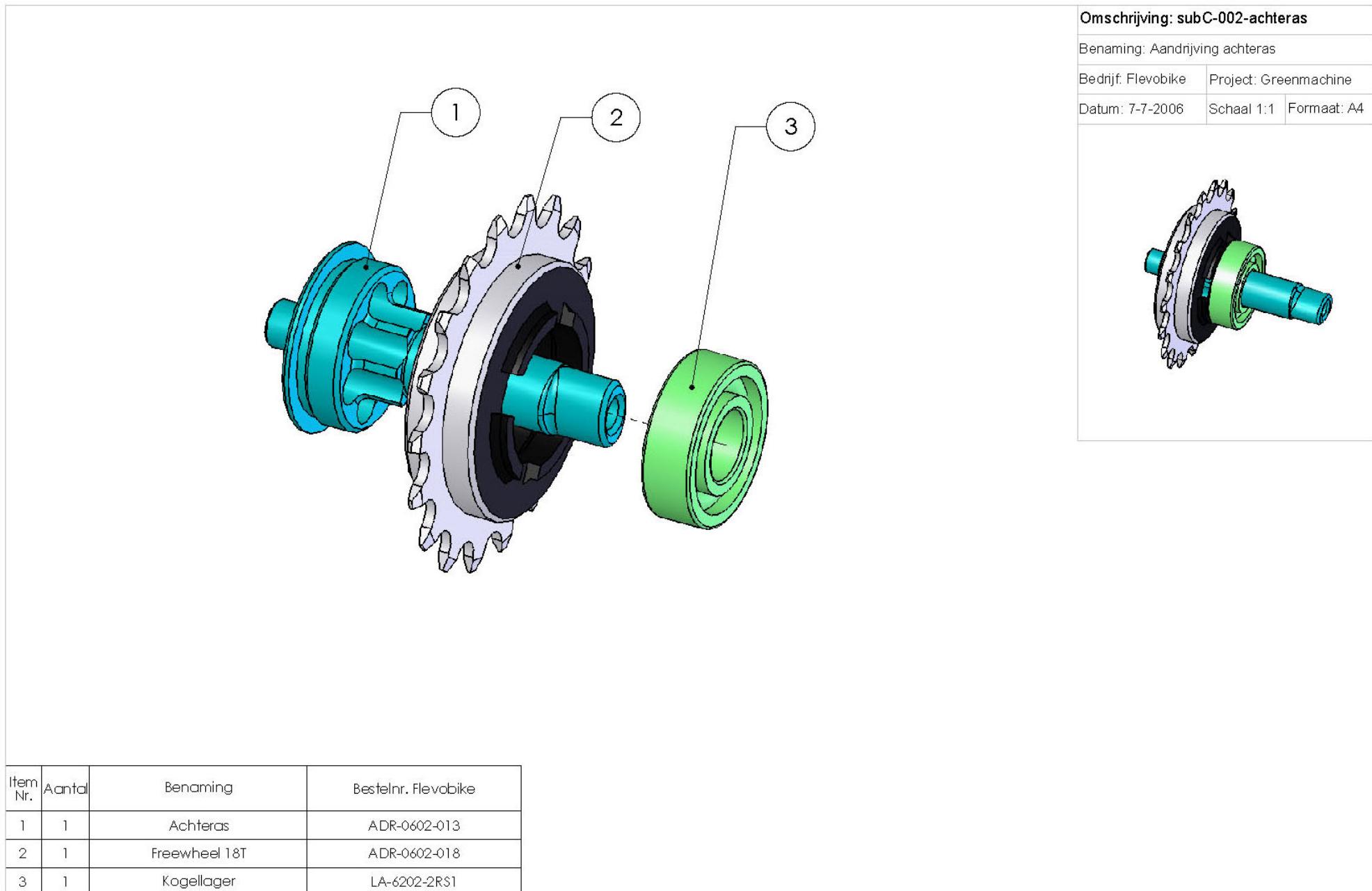
Datum: 7-7-2006 Schaal 1:4 Formaat: A4

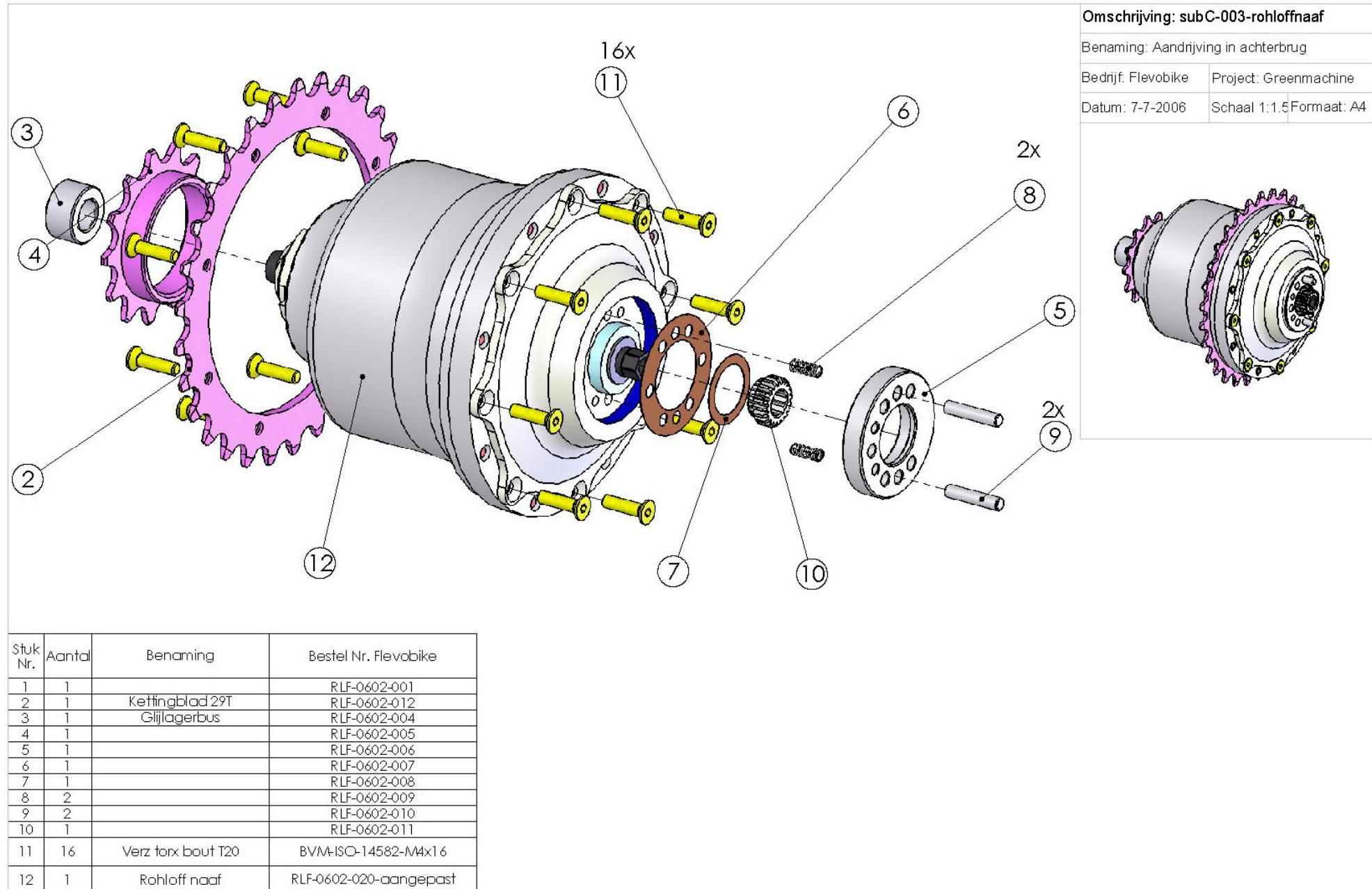


Stuk Nr.	Aantal	Benaming	Bestel Nr. Flevobike
1	1	Onderspannerbus	STL-0602-010
2	1	Glijbus onderspanner	STL-0602-016
3	1	Stelblok links	STL-0602-011
4	1	Stelblok rechts	STL-0602-012
5	2	Zitbevestiging L+R	STL-0602-013
6	7	Popnagel	BVM-TAPD-44-BS-5x10
7	1	Zitting	STL-0602-017
8	1	Trillingdempers	STL-0602-029
9	1	Laagbolkopsschroef torx T30	BVM-MLSTX-M6x8
10	1	Cilinderschroef inbus SW5	BVM-DIN-912-M6x60
11	2	Stelschroef inbus SW5	BVM-DIN-916-M10x50









## Bijlage C Voertuigreglementen

Wij Beatrix, bij de gratie Gods, Koningin der Nederlanden, Prinses van Oranje-Nassau, enz. enz. enz.

Op de voordracht van Onze Minister van Verkeer en Waterstaat van 2 juli 1992, nr. RW 126565, Hoofddirectie van de Waterstaat, Hoofdafdeling Bestuurlijke en Juridische Zaken; Gelet op de Wegenverkeerswet 1994; De Raad van State gehoord (advies van 11 maart 1993, nr. W09.92.0298); Gezien het nader rapport van Onze Minister van Verkeer en Waterstaat van 10 juni 1994, nr. RW 176564, Hoofddirectie van de Waterstaat, Hoofdafdeling Bestuurlijke en Juridische Zaken; Hebben goedgevonden en verstaan:

### **Voertuigreglement, Afdeling 9. Fietsen**

#### **§ 1. Algemene bouwwijze van het voertuig**

##### *Artikel 5.9.3*

Het frame van fietsen mag:

- niet zodanig zijn vervormd,
- geen zodanige breuken of scheuren vertonen,
- niet zodanig door corrosie zijn aangetast, dat de stijfheid en sterkte ervan in gevaar worden gebracht.

#### **§ 2. Afmetingen en massa's**

##### *Artikel 5.9.6*

Fietsen op twee wielen mogen niet breder zijn dan 0,75 m.

Fietsen op meer dan twee wielen en fietsen met zijspanwagen mogen niet breder zijn dan 1,50 m.

#### **§ 7. Stuurinrichting**

##### *Artikel 5.9.29*

- Fietsen moeten zijn voorzien van een deugdelijke stuurinrichting.
- De voor de overbrenging van de stuurkrachten noodzakelijke onderdelen moeten deugdelijk zijn bevestigd.
- De voorvork van fietsen mag geen zodanige breuken of scheuren vertonen en niet zodanig door corrosie zijn aangetast, dat vervorming optreedt.

#### **§ 8. Reminrichting**

##### *Artikel 5.9.38*

- Fietsen moeten zijn voorzien van een goed werkende rem.
- Fietsen met uitsluitend velgremmen moeten zijn voorzien van twee goed werkende afzonderlijke remmen, waarmee twee wielen kunnen worden geremd.

##### *Artikel 5.9.39*

Van fietsen op meer dan twee wielen en fietsen met zijspanwagen moet de rem of één van de remmen in aangezette toestand kunnen worden vastgezet, tenzij een afzonderlijke vastzetinrichting aanwezig is.

#### **§ 9. Carrosserie**

##### *Artikel 5.9.46*

De trappers van fietsen moeten deugdelijk zijn bevestigd en zijn voorzien van een stroef oppervlak.

##### *Artikel 5.9.48*

Fietsen mogen geen scherpe delen hebben die in geval van botsing gevaar voor lichamelijk letsel voor andere weggebruikers kunnen opleveren.

#### **§ 10. Verlichting, lichtsignalen en retroreflectorende voorzieningen**

##### *Artikel 5.9.51*

- Fietsen op twee wielen moeten zijn voorzien van:
  - een niet-driehoekige rode retroreflector aan de achterzijde van het voertuig;
  - witte of gele retroreflectoren aan de wielen;
  - vier ambergele of gele retroreflectoren aan de trappers.
- Fietsen op meer dan twee wielen moeten zijn voorzien van: een niet-driehoekige rode retroreflector aan de achterzijde van het voertuig;

- a. een naar voren gerichte witte retroreflector indien de fiets breder is dan 0,75 m en is voorzien van één voorwiel;
- b. witte of gele retroreflectoren aan de wielen;
- c. vier ambergele of gele retroreflectoren aan de trappers.

#### *Artikel 5.9.52*

Zijspanwagens, verbonden aan een fiets, moeten zijn voorzien van:

- a. een niet-driehoekige rode retroreflector aan de achterzijde van het voertuig;
- b. een witte of gele retroreflector aan het wiel.

#### *Artikel 5.9.54*

1. De rode retroreflector moet zijn aangebracht:
  - a. bij fietsen met één achterwiel tussen de bagagedrager en het spatbord, dan wel bij afwezigheid van een bagagedrager op het spatbord op een hoogte van niet minder dan 0,35 m en niet meer dan 0,90 m boven het wegdek, dan wel onder het zadel;
  - b. bij fietsen met twee achterwielen aan de uiterste linkerzijde, op een hoogte van niet minder dan 0,35 m en niet meer dan 0,90 m boven het wegdek;
  - c. bij zijspanwagens aan de uiterste buitenzijde, op een hoogte van niet minder dan 0,35 m en niet meer dan 0,90 m.
2. De in artikel 5.9.51, tweede lid, onderdeel *b*, genoemde witte retroreflector moet zijn aangebracht aan de uiterste linkerzijde van het voertuig.
3. De witte of gele retroreflectoren aan de wielen moeten de omtrek van het wiel volgen en op of zo dicht mogelijk bij de velg zijn aangebracht, zodanig dat zij aan beide zijkanten van het voertuig zichtbaar zijn.

#### *Artikel 5.9.55*

1. De in de artikelen 5.9.51 en 5.9.52 bedoelde retroreflectoren mogen niet zijn afgeschermde.
2. De in de artikelen 5.9.51 en 5.9.52 bedoelde retroreflectoren mogen geen gebreken vertonen die de retroreflectie beïnvloeden.
3. De niet-driehoekige rode retroreflectoren en de witte of gele retroreflectoren aan de wielen moeten zijn voorzien van een door Onze Minister bekendgemaakt goedkeuringsmerk.

#### *Artikel 5.9.57*

1. Fietsen op twee wielen en fietsen op drie wielen met één voorwiel mogen zijn voorzien van een licht aan de voorzijde.
2. Fietsen op meer dan twee wielen met twee voorwielen mogen zijn voorzien van twee lichten aan de voorzijde.
3. Fietsen mogen zijn voorzien van een achterlicht dat is voorzien van een door Onze Minister bekendgemaakt goedkeuringsmerk.
4. Fietsen mogen zijn voorzien van:
  - a. een naar voren gerichte witte retroreflector indien deze niet reeds ingevolge artikel 5.9.51 verplicht is;
  - b. ambergele retroreflectoren aan de zijkanten van het voertuig.
5. Zijspanwagens, verbonden aan een fiets, mogen zijn voorzien van:
  - a. een naar voren gerichte witte retroreflector;
  - b. ambergele retroreflectoren aan de zijkanten van het voertuig.
6. Fietsen en zijspanwagens mogen zijn voorzien van extra witte retroreflecterende voorzieningen aan de voorzijde, extra niet-driehoekige rode aan de achterzijde en extra ambergele aan de zijkanten van het voertuig.

#### *Artikel 5.9.60*

De witte retroreflector op de zijspanwagen moet zijn aangebracht aan de uiterste buitenzijde.

#### *Artikel 5.9.64*

1. Fietsen mogen niet zijn voorzien van verblindende verlichting.
2. Fietsen mogen niet zijn voorzien van knipperende verlichting.

#### *Artikel 5.9.65*

Fietsen mogen niet zijn voorzien van meer lichten en retroreflecterende voorzieningen dan in de artikelen 5.9.51, 5.9.52 en 5.9.57 is voorgeschreven of toegestaan.

## **§ 12. Diversen**

#### *Artikel 5.9.71*

Fietsen moeten zijn voorzien van een goed werkende bel.

## Bijlage D Zwaartepuntberekening

Kort frame				
Afstand achterkant glijstrip tot bracket (mm)			870	
Onderdeel	Gewicht (kg)	Aantal	Afstand t.o.v. voorwiel (mm)	Gewicht * aantal * afstand t.o.v. voorwiel
Achterbrug	1,771	1	-700	-1239,7
Framebuis	0,925	1	16	14,8
Naaf	1,618	1	-700	-1132,6
Remklauw	0,26	2	0	0
Stoel	1,72	1	-500	-860
Stuur	1	1	-150	-150
Tandwiel voor	0,285	1	365	104,025
Tandwiel achtersas	0,358	1	-1100	-393,8
Trappers +cranck	0,938	1	365	342,37
Veer	0,455	1	-650	-295,75
Voorkap	0,707	1	330	233,31
Achterwiel	1,4	1	-1100	-1540
Voorwielen	1,642	2	0	0
Middenbrug	1,5	1	-450	-675
Balhoofd voorwielen	1	2	0	0
Ketting	0,2 kg/m	3,5	-330	-231
Voorpoten	1	1	-200	-200
Totaal	16,779			-6023,35
Zwaartepunt fiets t.o.v. voorwiel (mm)			-359	
Zwaartepunt totaal t.o.v. voorwiel (mm)			-367	
Zwaartepunt mens t.o.v. voorwiel (mm)			-369	

Midden frame				
Onderdeel	Gewicht (kg)	Aantal	Afstand t.o.v. voorwiel (mm)	Gewicht * aantal * afstand t.o.v. voorwiel
Achterbrug	1,771	1	-700	-1239,7
Framebus	0,925	1	50	46,25
Naaf	1,618	1	-700	-1132,6
Remklauw	0,26	2	0	0
Stoel	1,72	1	-500	-860
Stuur	1	1	-150	-150
Tandwiel voor	0,285	1	431	122,835
Tandwiel achtersas	0,358	1	-1100	-393,8
Trappers +cranck	0,938	1	431	404,278
Veer	0,455	1	-650	-295,75
Voorkap	0,707	1	400	282,8
Achterwiel	1,4	1	-1100	-1540
Voorwielen	1,642	2	0	0
Middenbrug	1,5	1	-450	-675
Balhoofd voorwielen	1	2	0	0
Ketting	0,2 kg/m	3,5	-300	-210
Voorpoten	1	1	-200	-200
Totaal (kg)	16,779			-5840,69
Zwaartepunt fiets t.o.v. voorwiel (mm)			-348	
Zwaartepunt totaal t.o.v. voorwiel (mm)			-367	
Zwaartepunt mens t.o.v. voorwiel (mm)			-371	

Lang frame				
Onderdeel	Gewicht (kg)	Aantal	Afstand t.o.v. voorwiel (mm)	Gewicht * aantal * afstand t.o.v. voorwiel
Achterbrug	1,771	1	-700	-1239,7
Framebus	0,925	1	86	79,55
Naaf	1,618	1	-700	-1132,6
Remklauw	0,26	2	0	0
Stoel	1,72	1	-500	-860
Stuur	1	1	-150	-150
Tandwiel voor	0,285	1	533	151,905
Tandwiel achtersas	0,358	1	-1100	-393,8
Trappers +cranck	0,938	1	533	499,954
Veer	0,455	1	-650	-295,75
Voorkap	0,707	1	500	353,5
Achterwiel	1,4	1	-1100	-1540
Voorwielen	1,642	2	0	0
Middenbrug	1,5	1	-450	-675
Balhoofd voorwielen	1	2	0	0
Ketting	0,2 kg/m	3,5	-270	-189
Voorpoten	1	1	-200	-200
Totaal	16,779			-5590,94
Zwaartepunt fiets t.o.v. voorwiel (mm)			-333	
Zwaartepunt totaal t.o.v. voorwiel (mm)			-367	
Zwaartepunt mens t.o.v. voorwiel (mm)			-373	

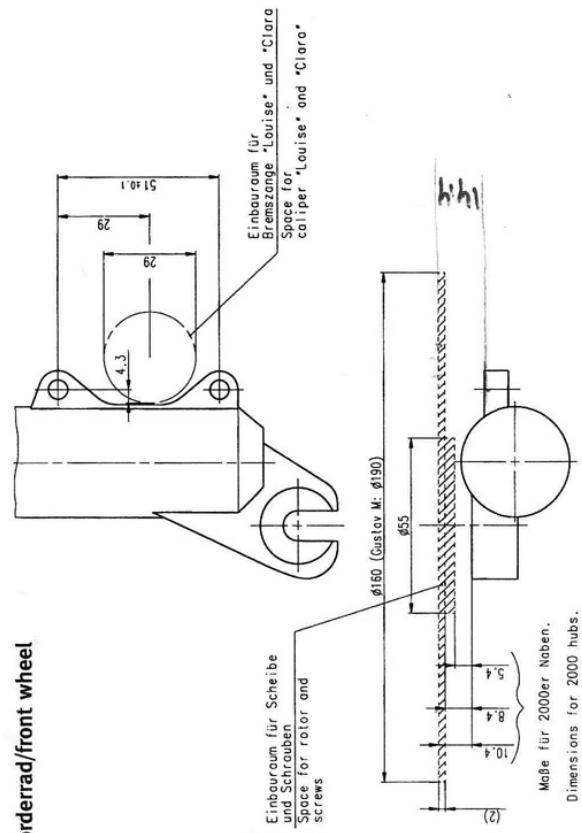
## Bijlage E Remadaptor

M A G U R A I N T E R N E T D O W N L O A D



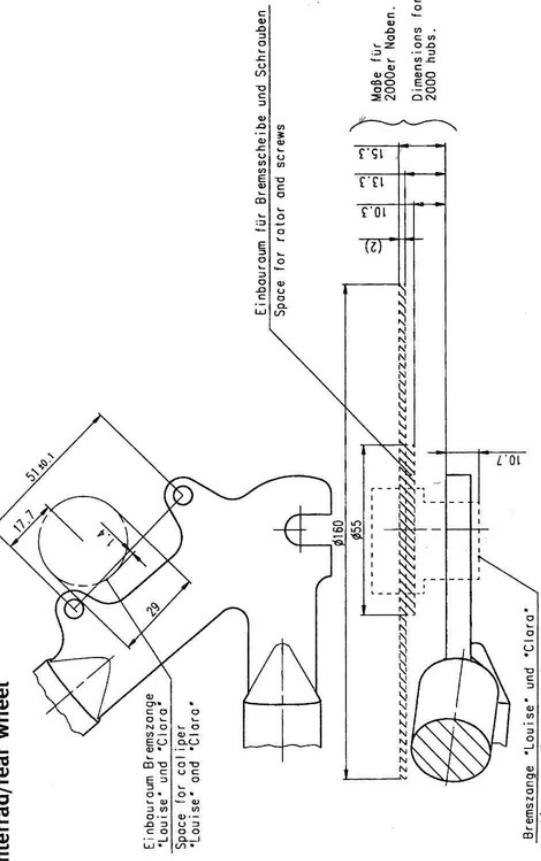
### MAGURA-spezifischer Einbauraum Internationaler Standard 2000 MAGURA specific dimensions International Standard 2000

Vorderrad/front wheel

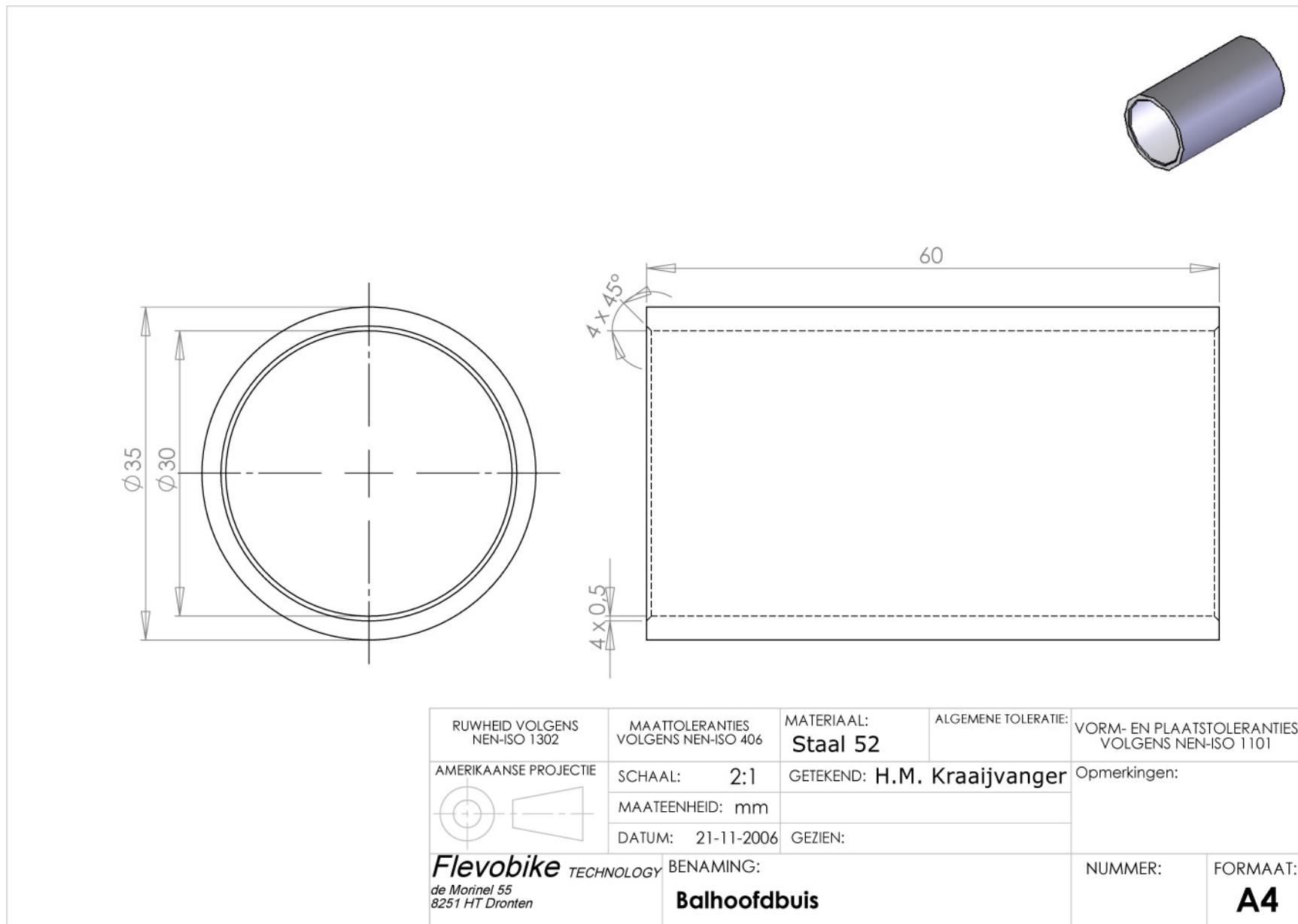


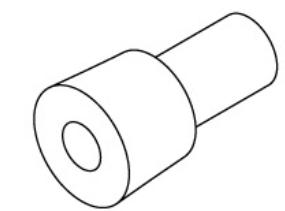
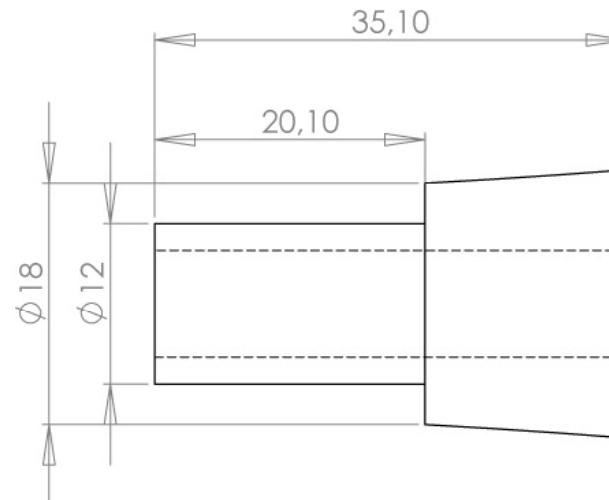
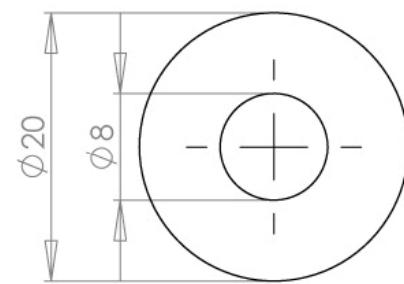
Bachelor opdracht  
H.M. Kraaijvanger

Hinterrad/rear wheel

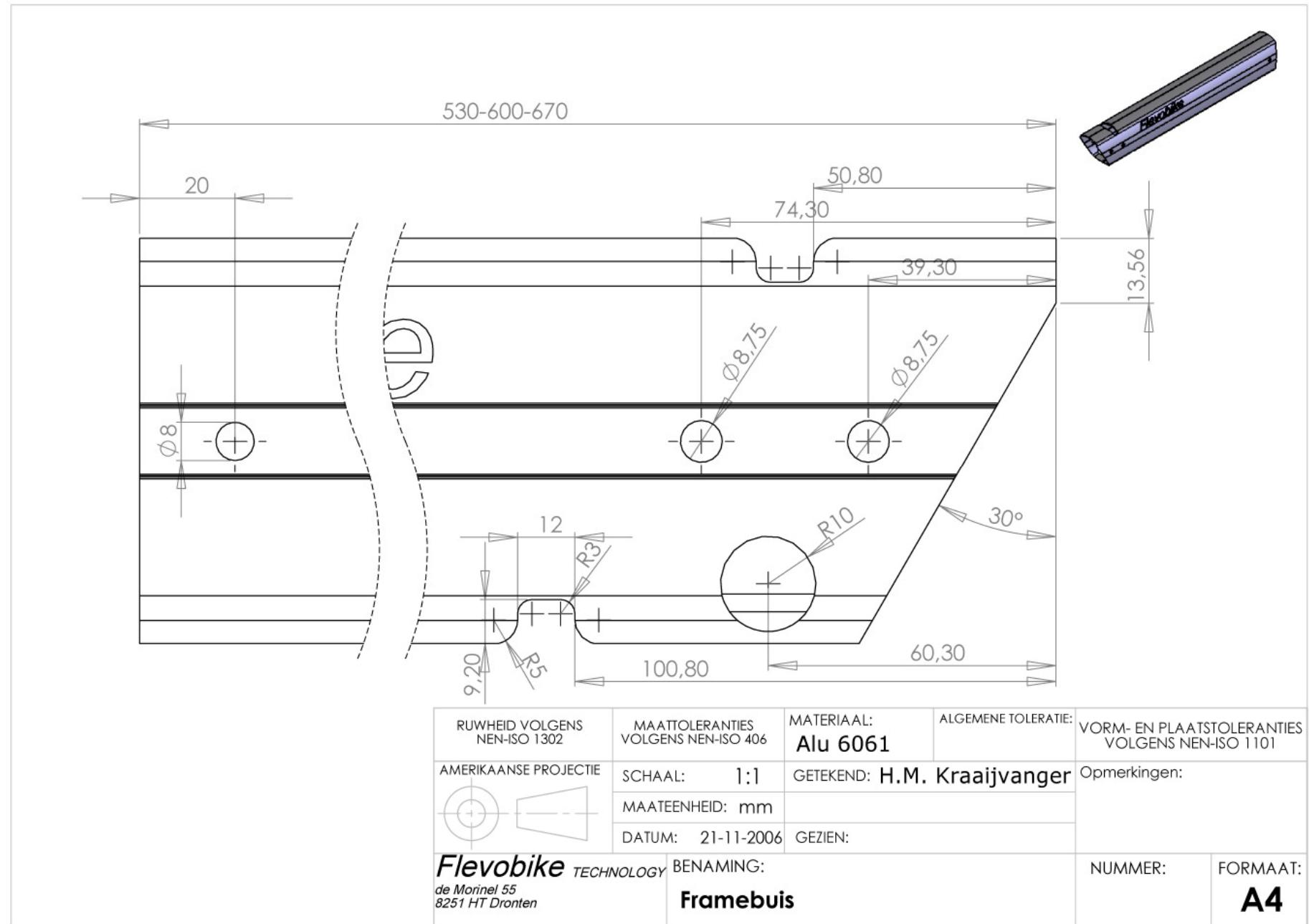


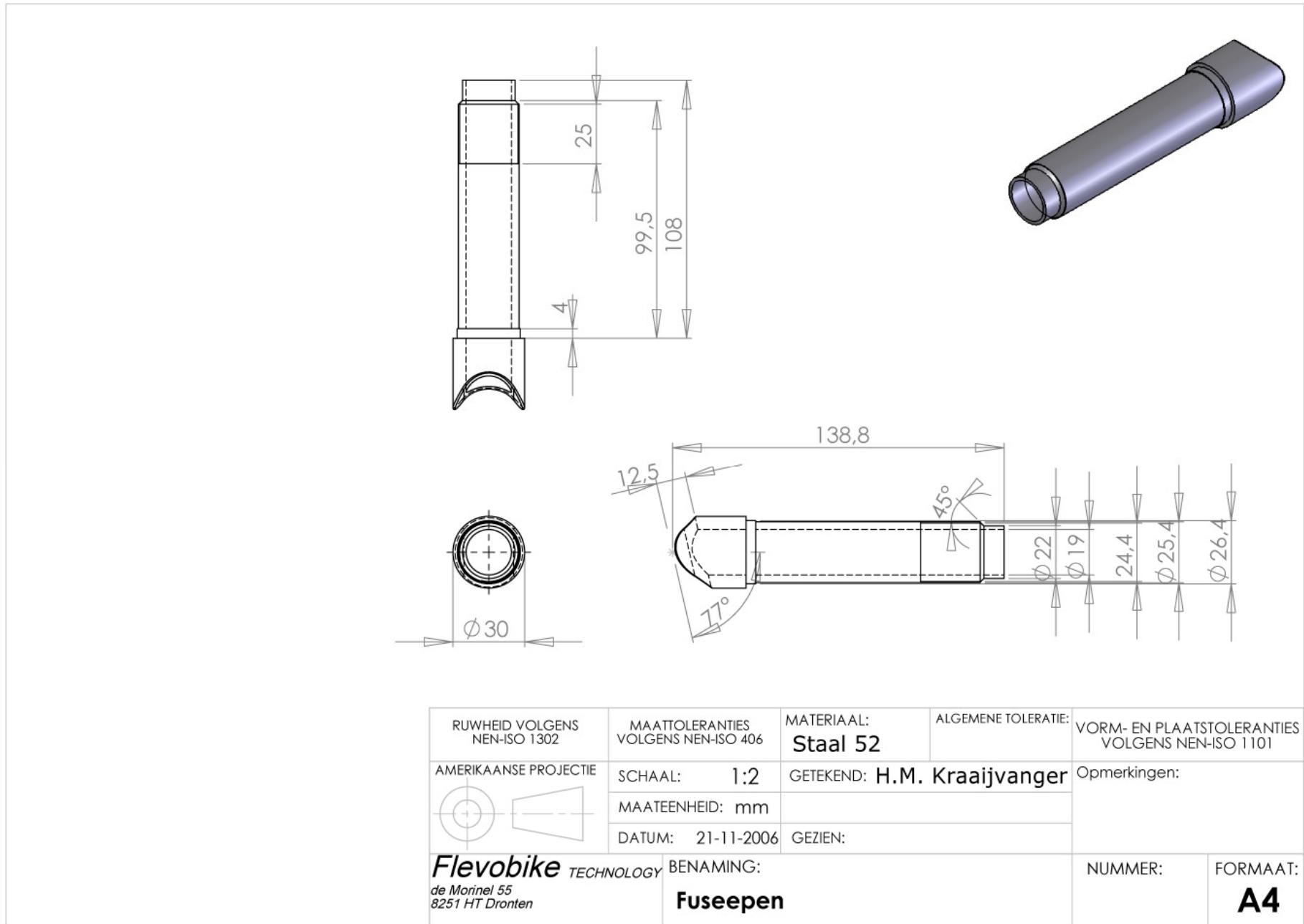
## Bijlage F Werkplaatstekeningen

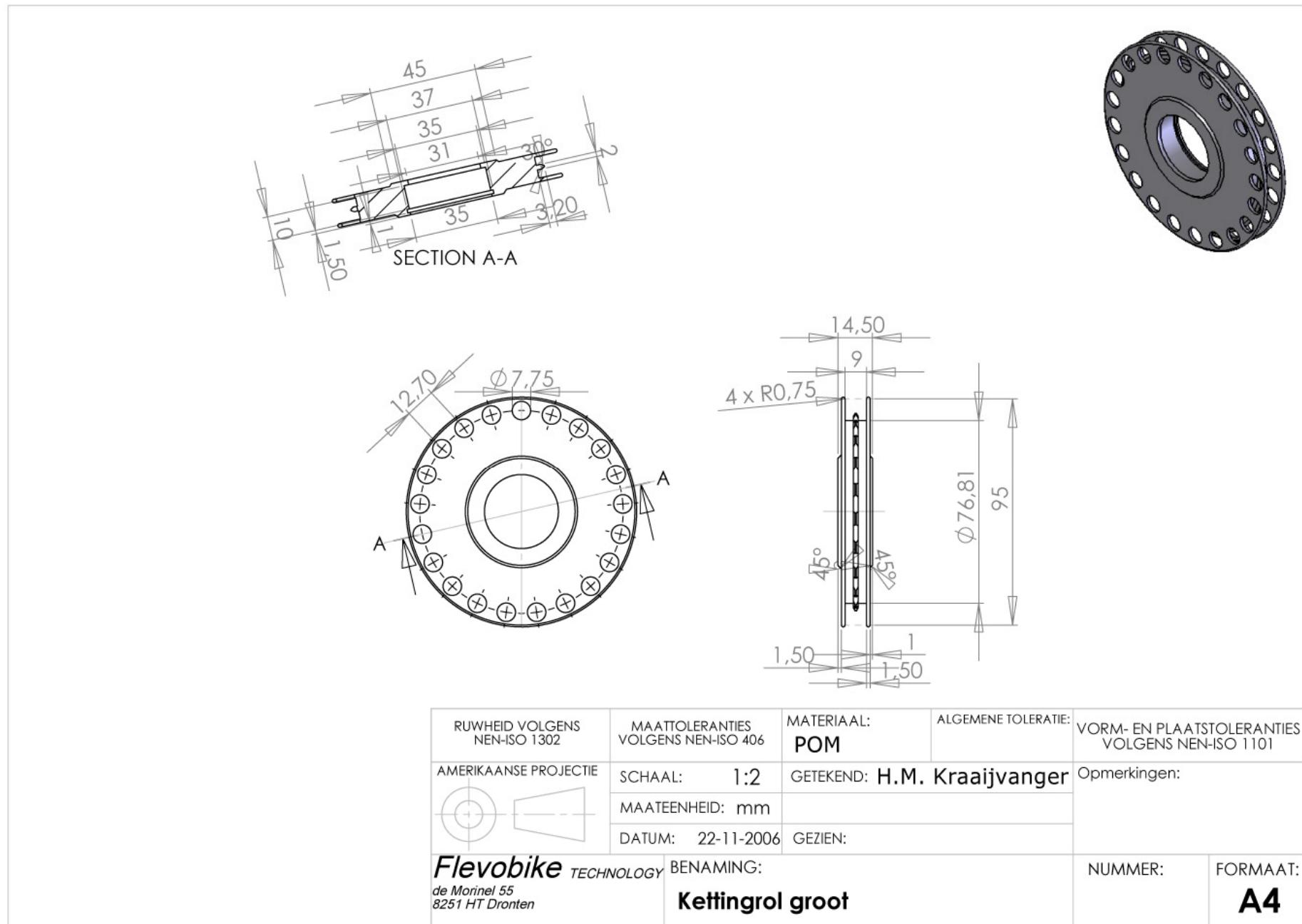


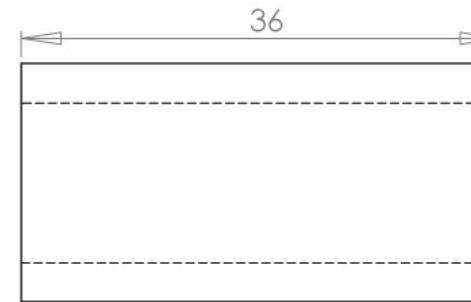
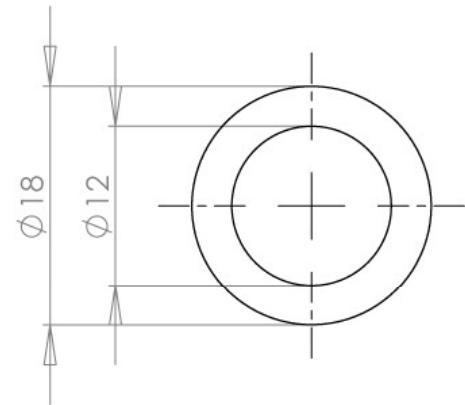
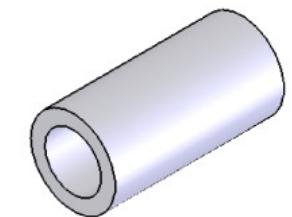


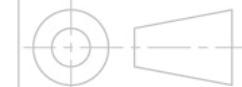
RUWHEID VOLGENS NEN-ISO 1302	MAATTOLERANTIES VOLGENS NEN-ISO 406	MATERIAAL: <b>Alu 6061</b>	ALGEMENE TOLERATIE:	VORM- EN PLAATSTOLERANTIES VOLGENS NEN-ISO 1101
AMERIKAANSE PROJECTIE 	SCHAAL: 2:1	GETEKEND: <b>H.M. Kraaijvanger</b>	Opmerkingen:	
	MAATEENHEID: mm			
	DATUM: 27-11-2006	GEZIEN:		
<b>Flevobike</b> TECHNOLOGY de Morinel 55 8251 HT Dronten			BENAMING: <b>Bus achterveer</b>	NUMMER: FORMAAT: <b>A4</b>

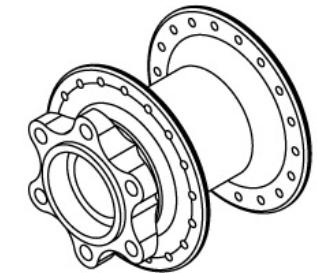
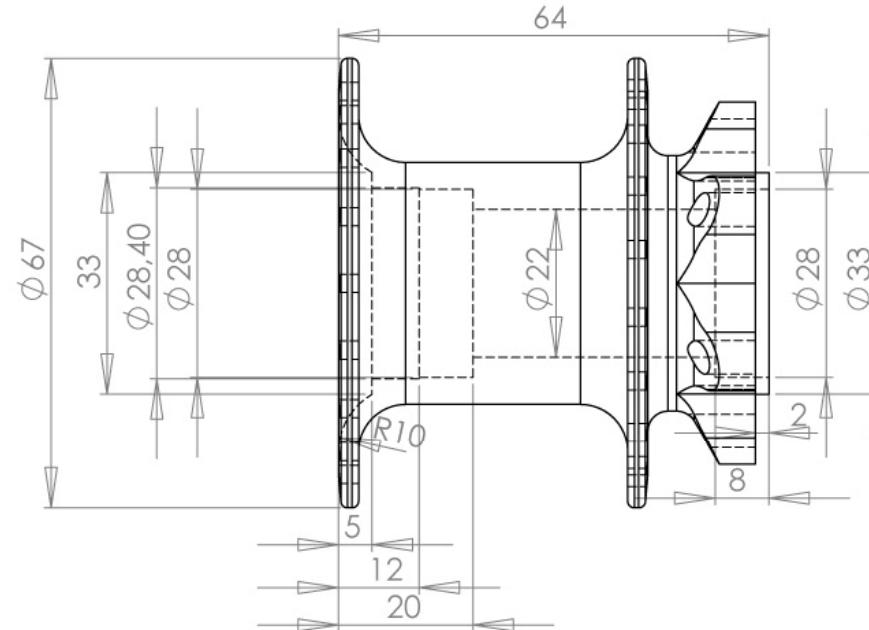


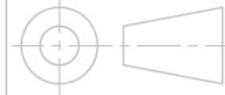


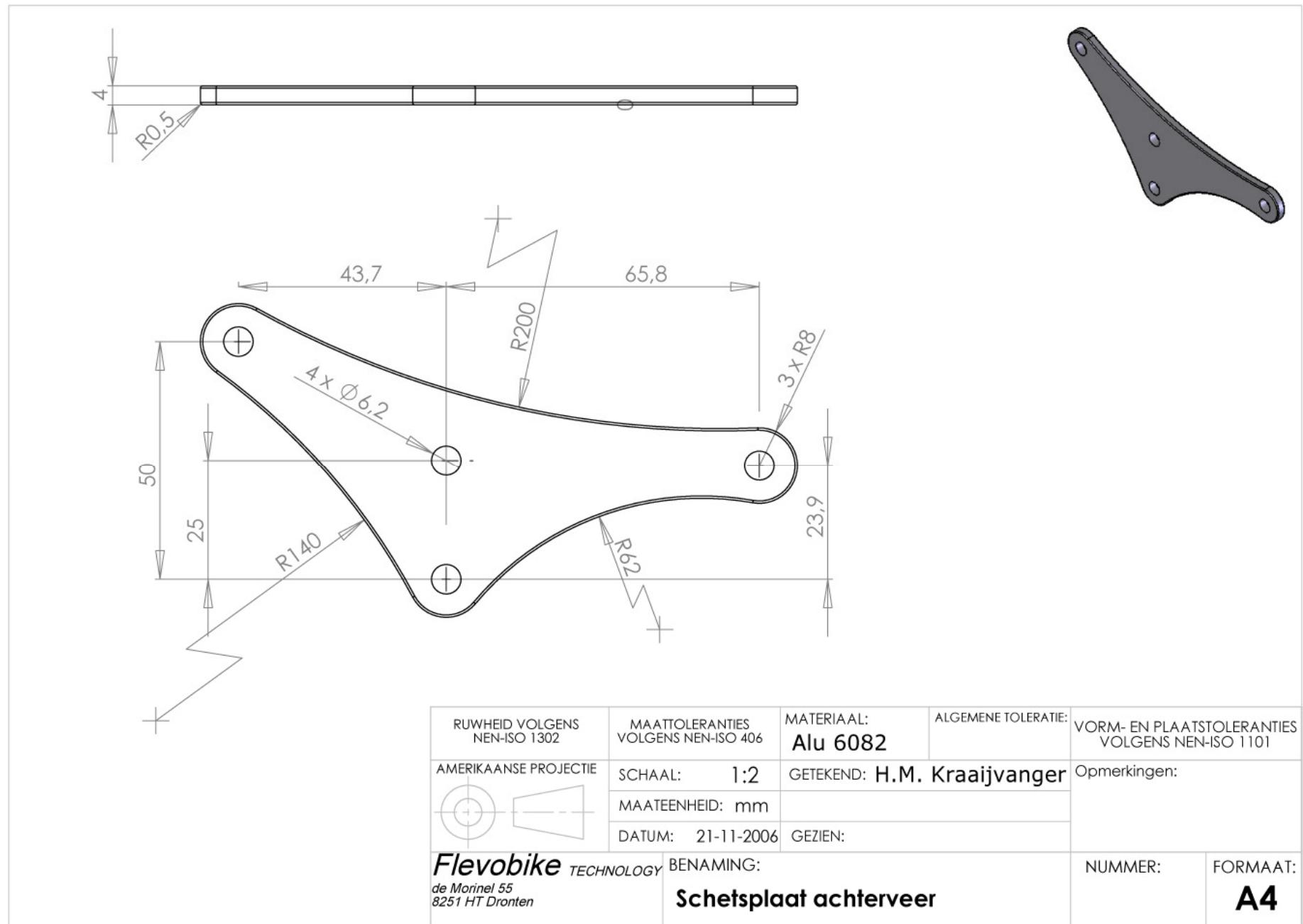


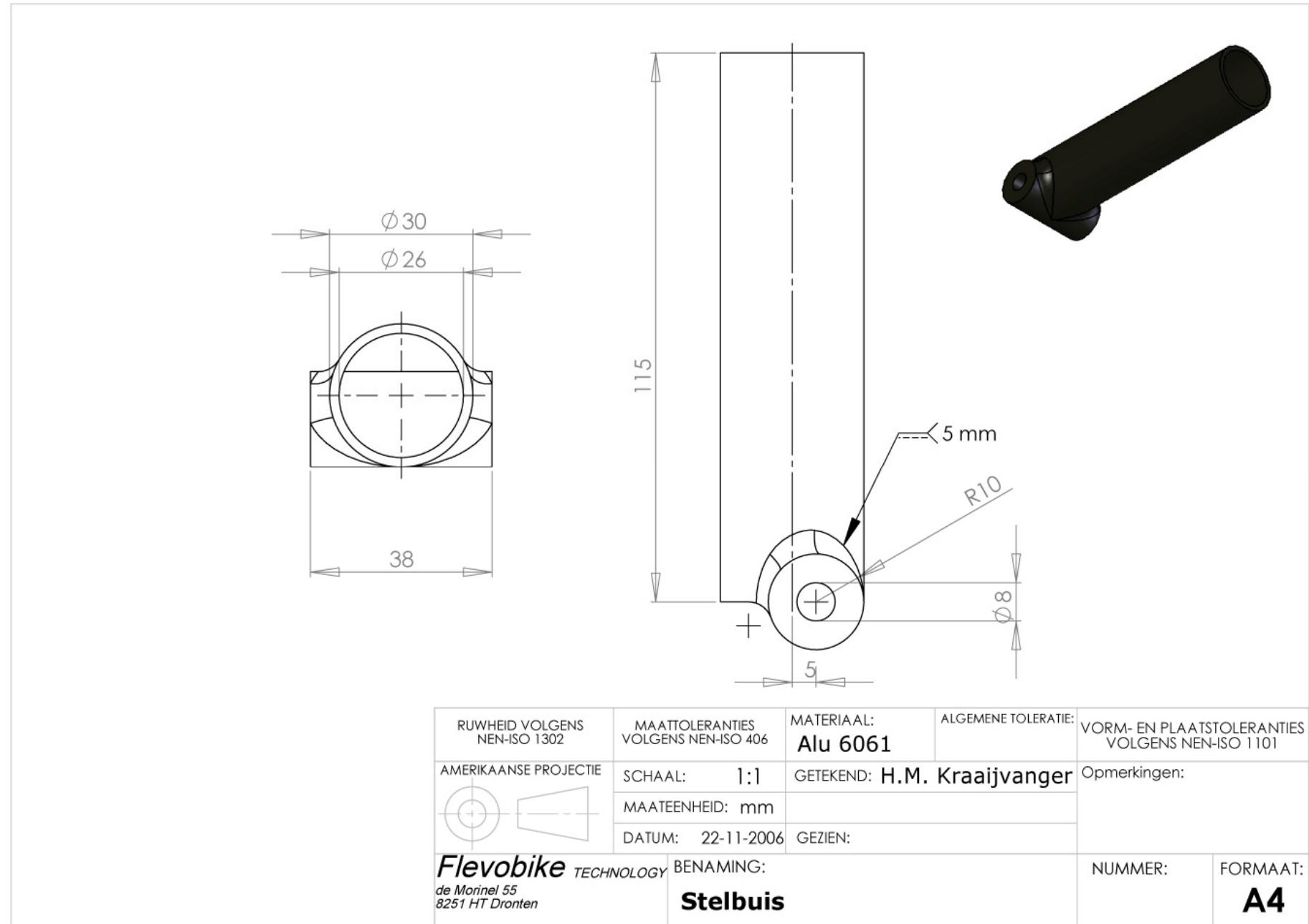


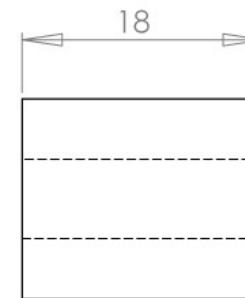
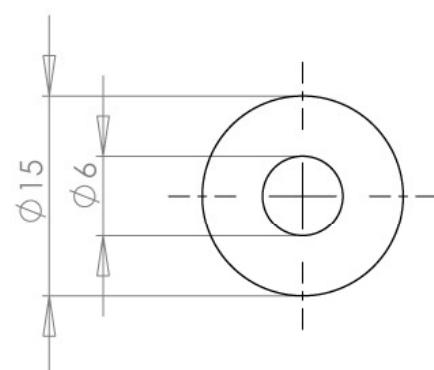
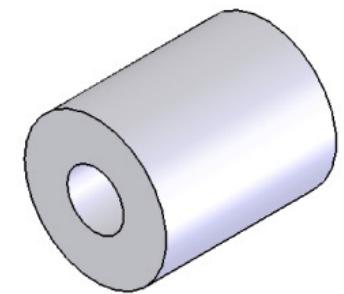
RUWHEID VOLGENS NEN-ISO 1302	MAATTOLERANTIES VOLGENS NEN-ISO 406	MATERIAAL: <b>Alu 6061</b>	ALGEMENE TOLERATIE:	VORM- EN PLAATSTOLERANTIES VOLGENS NEN-ISO 1101
AMERIKAANSE PROJECTIE 	SCHAAL: 2:1	GETEKEND: <b>H.M. Kraaijvanger</b>	Opmerkingen:	
	MAATEENHEID: mm			
	DATUM: 21-11-2006	GEZIEN:		
<b>Flevobike</b> TECHNOLOGY de Morinel 55 8251 HT Dronten			BENAMING: <b>Lagerbus</b>	NUMMER: FORMAAT: <b>A4</b>



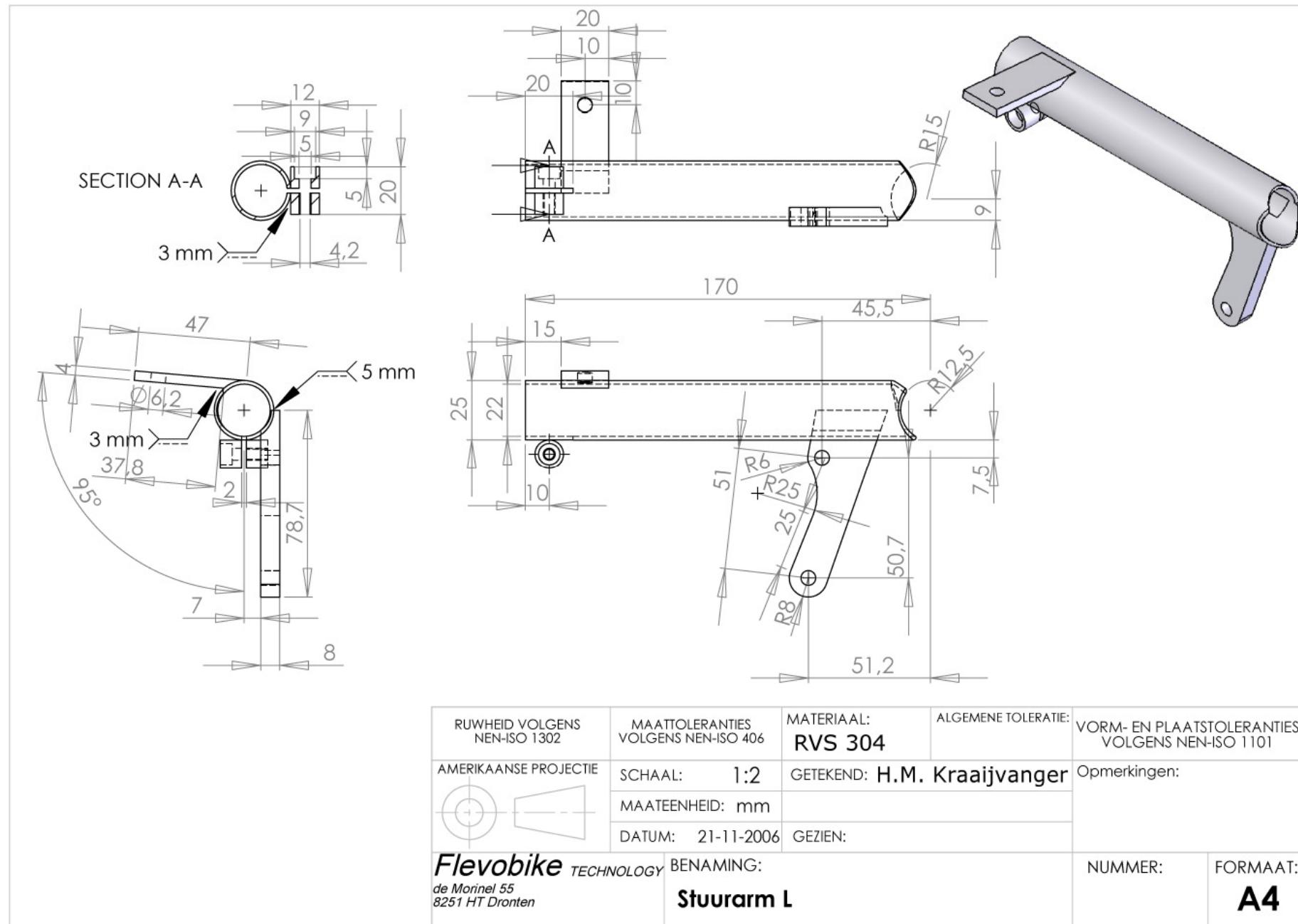
RUWHEID VOLGENS NEN-ISO 1302	MAATTOLERANTIES VOLGENS NEN-ISO 406	MATERIAAL: <b>Alu 6061</b>	ALGEMENE TOLERATIE: VORM- EN PLAATSTOLERANTIES VOLGENS NEN-ISO 1101
AMERIKAANSE PROJECTIE 	SCHAAL: 1:1	GETEKEND: <b>H.M. Kraaijvanger</b>	Opmerkingen: Buitenmaten volgens eenzijdige achternaaf, waarbij de lagersteun weggelaten wordt.
	MAATEENHEID: mm		
	DATUM: 27-11-2006	GEZIEN:	
<b>Flevobike</b> TECHNOLOGY de Morinel 55 8251 HT Dronteren	BENAMING: <b>Naaf</b>	NUMMER:	FORMAAT: <b>A4</b>

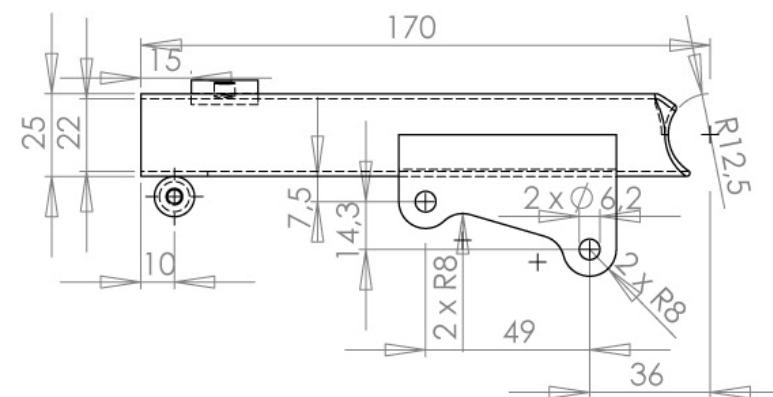
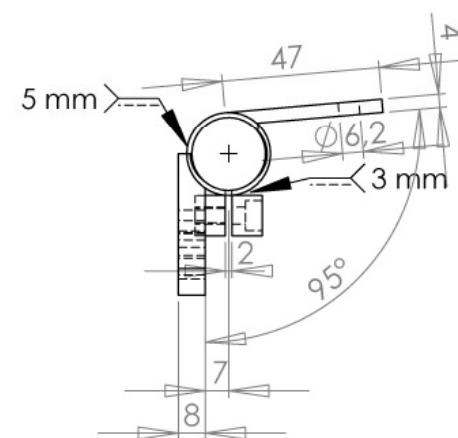
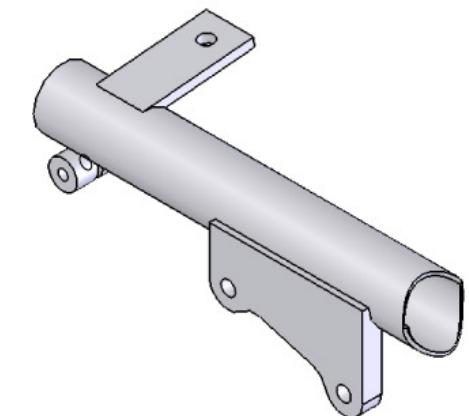
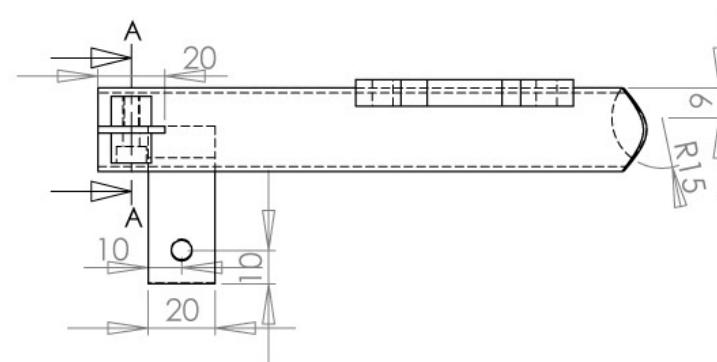
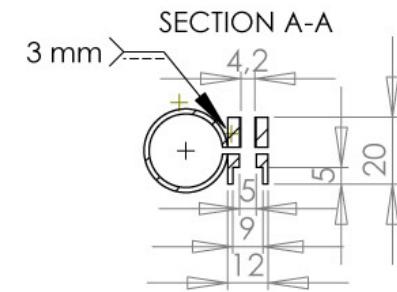


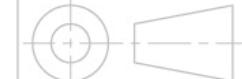


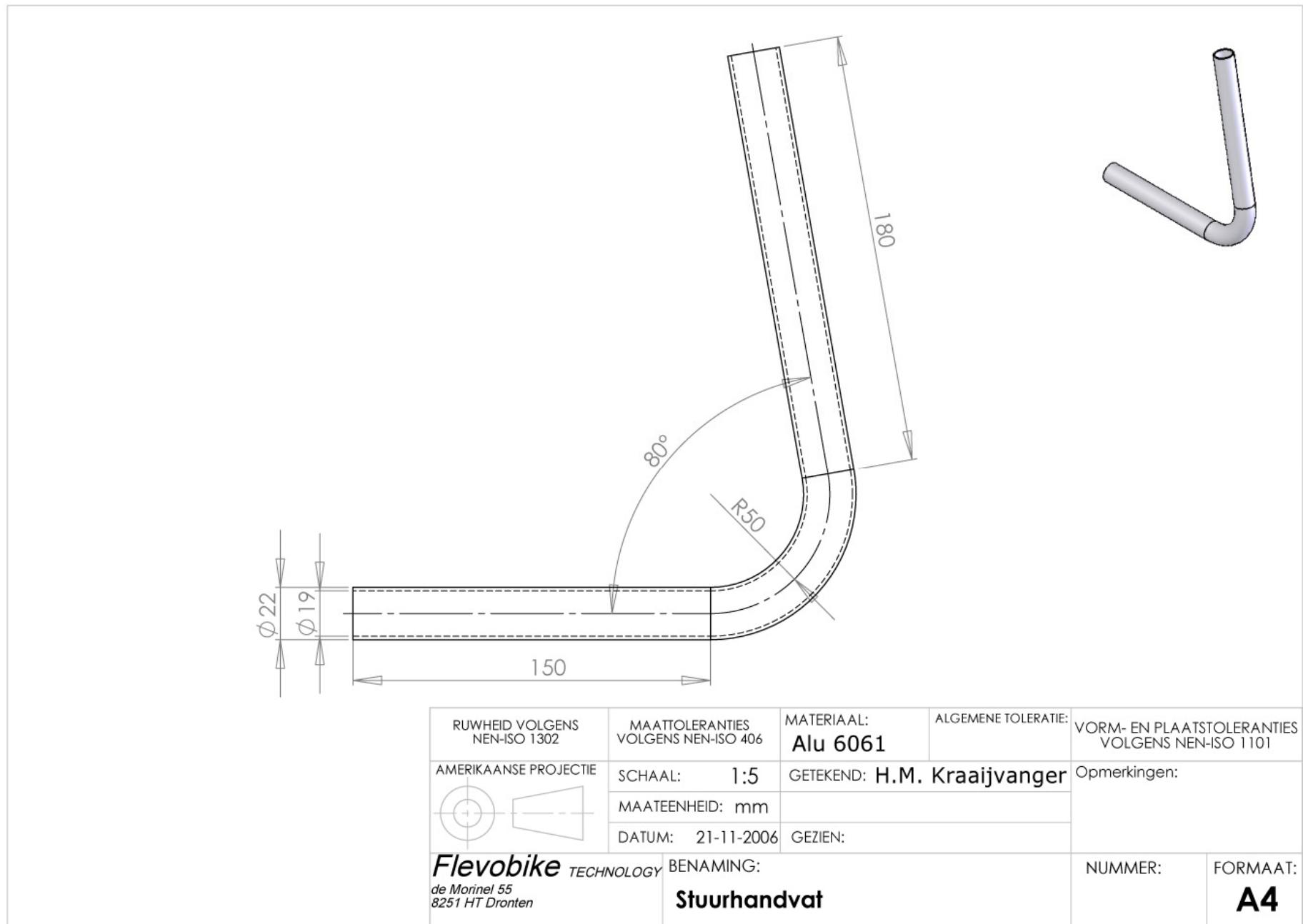


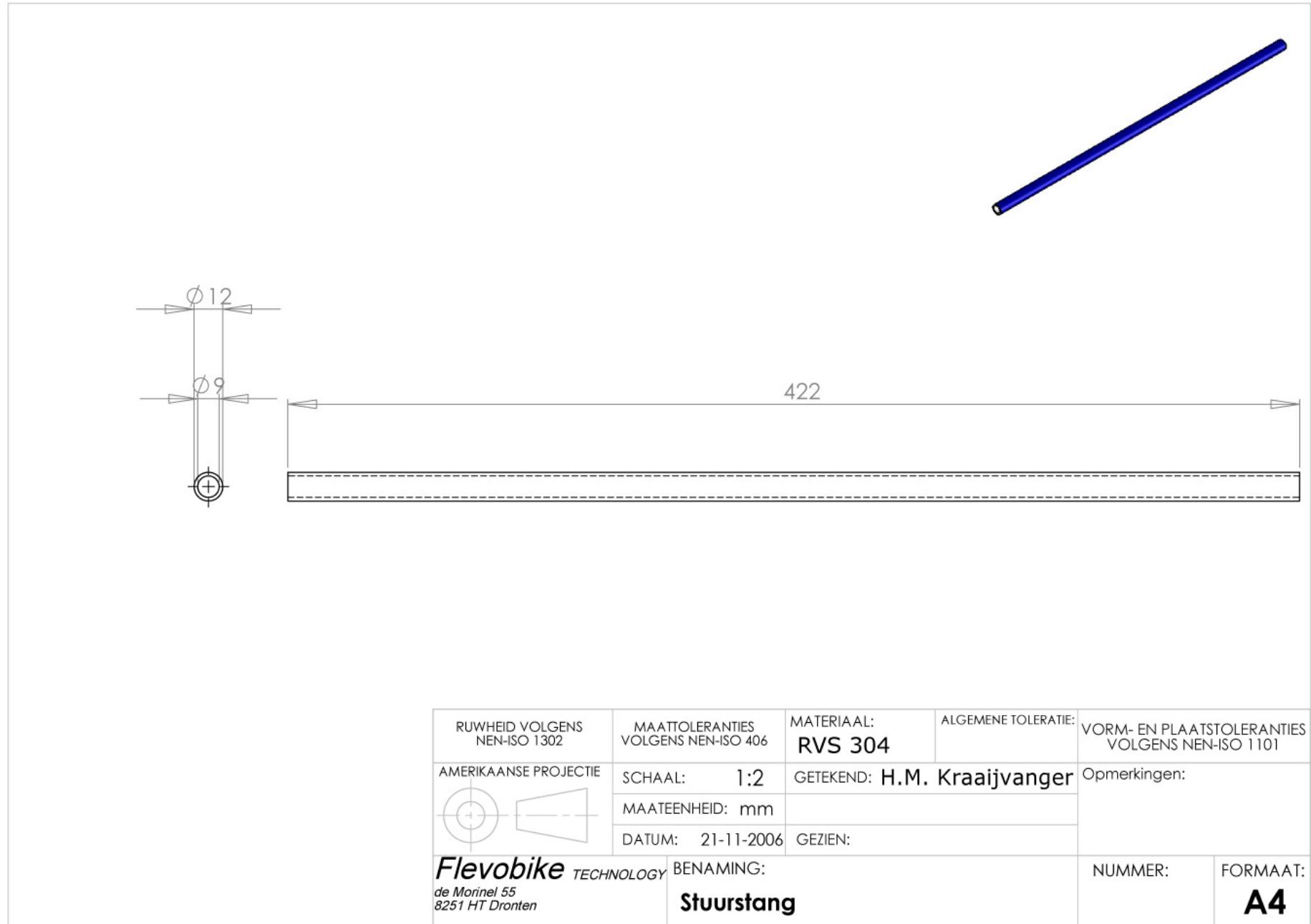
RUWHEID VOLGENS NEN-ISO 1302	MAATTOLERANTIES VOLGENS NEN-ISO 406	MATERIAAL: <b>Alu 6061</b>	ALGEMENE TOLERATIE:	VORM- EN PLAATSTOLERANTIES VOLGENS NEN-ISO 1101
AMERIKAANSE PROJECTIE 	SCHAAL: 2:1	GETEKEND: H.M. Kraaijvanger	Opmerkingen:	
	MAATEENHEID: mm			
	DATUM: 21-11-2006	GEZIEN:		
<b>Flevobike</b> TECHNOLOGY de Morinel 55 8251 HT Dronten			BENAMING: <b>Stoelsteun</b>	NUMMER: FORMAAT: <b>A4</b>

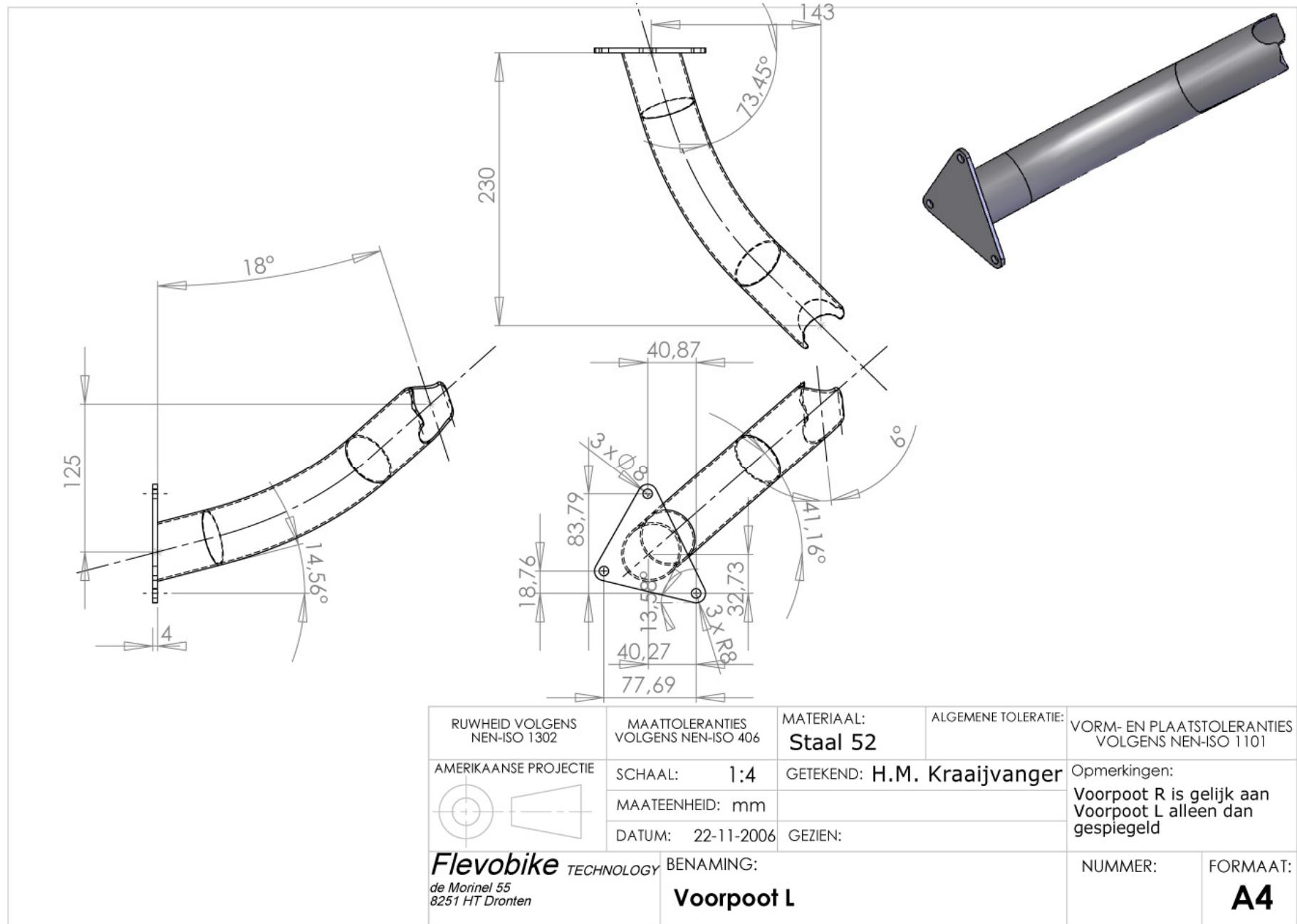


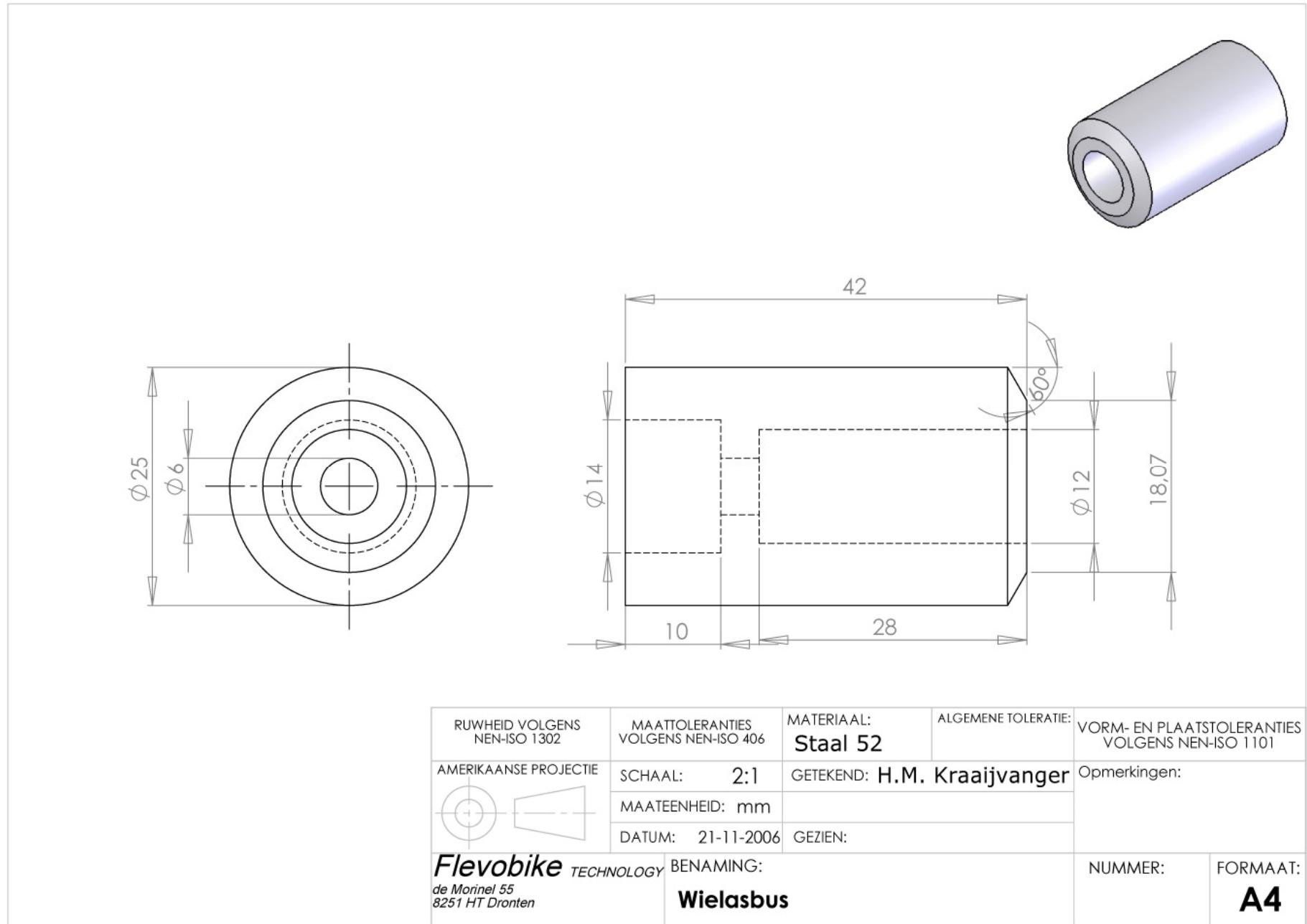


RUWHEID VOLGENS NEN-ISO 1302	MAATTOLERANTIES VOLGENS NEN-ISO 406	MATERIAAL: <b>RVS 304</b>	ALGEMENE TOLERATIE:	VORM- EN PLAATSTOLERANTIES VOLGENS NEN-ISO 1101
AMERIKAANSE PROJECTIE 	SCHAAL: 1:2	GETEKEND: H.M. Kraaijvanger	Opmerkingen:	
	MAATEENHEID: mm			
	DATUM: 21-11-2006	GEZIEN:		
<b>Flevobike</b> TECHNOLOGY de Morinel 55 8251 HT Dronteren			BENAMING: <b>Stuurarm R</b>	NUMMER: FORMAAT: <b>A4</b>









## Bijlage G Productiemethoden

Onderdeel	Materiaal	Productiemethode	Nabewerking
Ackermann nokken	RVS 304	Zagen en boren	Afbramen
Balhoofdbuis	Staal 52	Zagen en draaien	
Flens voorpoot	Staal 52	CNC frezen	
Framebuis	Alu 6061	Zagen en CNC frezen	
Fuseepen	Staal 52	Draaien en frezen	
Handvatbuis	Alu 6061	Zagen en buigen	Afbramen
Kettingbuis	Nylon 6/10	Snijden	
Kettingrol groot	POM	Draaien en CNC frezen	
Lagerbus	Alu 6061	Draaien	
Middenbrug	Alu 6082	CNC frezen	Trommelen
Middenbrug deksel	Alu 6082	CNC frezen	Trommelen
Naaf voorwielen	Alu 6061	Draaien en CNC frezen	
Remadaptor	Staal 52	CNC frezen	
Schetsplaat achterveer	Alu 6082	CNC frezen	
Stelbuis stoel	Alu 6061	Zagen	Afbramen
Stoelbus	Alu 6061	Draaien	
Stuurarm	RVS 304	Zagen en frezen	
Stuurstang	RVS 304	Zagen, draaien, lassen	
Verstelnok stuurstang	RVS 304	Zagen, draaien, tappen	
Voorpoot	Staal 52	Zagen, CNC Frezen en lassen	
Voorwiel as	CrMo 40	Draaien	
Vulbus framebuis	Alu 6061	Draaien	
Vulbus middenbrug	Alu 6061	Draaien	
Wielasbus	Staal 52	Draaien	