



Het Ontwerpen van een Fietstrommel

**Bachelor Eindopdracht
Cas van de Goor**

Opdrachtgever: Falco BV
Opleiding: Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente
25-01-2016

Auteur

C.L. van de Goor
Studentnummer: 1384090

Begeleider Falco

B. Wolbers

Begeleider Universiteit Twente

J. M. Unglert

Bachelor Eindopdracht Coördinator

A.P. van den Beukel

Opleiding

Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente
Faculteit Construerende Technische Wetenschappen

Opdrachtgever

Falco B.V.
Weitzelweg 8 7671
EJ Vriezenveen
T: 0546 55 44 44
E: info@falco.nl

Voorwoord

Dit is het verslag van mijn Bachelor Eindopdracht. Met deze opdracht wordt de bacheloropleiding Industrieel Ontwerpen aan de Universiteit Twente afgerond. Ik heb mijn opdracht bij Falco B.V. uitgevoerd. De opdracht bestaat uit het ontwerpen van een fietstrommel. Ik ben blij dat ik deze leuke opdracht bij Falco heb mogen doen. Ik wil graag een aantal mensen bedanken voor hun behulpzaamheid: mijn universiteits-begeleider Johannes Unglert, mijn bedrijfsbegeleider Bas Wolbers en alle werknemers van Falco die mij hebben geholpen, onder anderen Ton Wissink, Harold van der Zwaag, Marc Kosse en Freddy Evers.

Cas van de Goor, januari 2016

Nederlandse samenvatting

Falco is een bedrijf dat straatmeubilair maakt. Het bedrijf wil de vraag naar fietstrommels (afsluitbare en overdekte fietsenstallingen voor ongeveer 2 tot 5 fietsen) beantwoorden. Echter, de huidige fietstrommel van Falco heeft hoge productie kosten en neemt veel ruimte in tijdens transport.

Het doel van deze opdracht is het ontwerpen van een fietstrommel met lagere productie- en transportkosten. Daarnaast wil Falco dat de fietstrommel voldoende inbraakweerstand biedt en door de klant zelf kan worden gemonteerd.

Eisen met betrekking tot de gebruikers zijn vastgesteld door de gebruikers, gebruikssituaties en bestaande fietstrommels te onderzoeken. Daaruit kwamen onder andere de volgende aandachtspunten naar voren: ruimte voor de fietsen, gebruiksgemak van de deur en vormgeving.

Het ontwerpvoorstel bestaat onder andere uit een transport-vriendelijke stapelbare constructie, wanden van geperforeerd metaalplaat, deur met gasveer ondersteuning en slot met tweekantssluiting.

English summary

Falco is a company that makes street furniture. The company wants to respond to the demand for bicycle boxes (lockable bicycle sheds for about 2 to 5 bicycles). However, Falco's current bicycle box has high production costs and takes much space during transport.

The goal of the assignment is to design a bicycle box with lower production and transportation costs. Besides that, Falco wants the bicycle box to have sufficient burglar resistance and to be installable by the customer himself.

User requirements were determined by analyzing the users, contexts of use and existing bicycle boxes. From that analysis the following aspects appeared to require attention: space for bicycles, usability of the door, design and more.

The design proposal consists of a transport-friendly stackable construction, perforated sheetmetal walls, a gas-spring-operated door and a two-point locking mechanism.

Contents

Voorwoord	5
Nederlandse samenvatting	5
English summary	5
1 Inleiding	8
1.1 Opdrachtgever	8
1.2 Aanleiding	8
1.3 Doelstelling	8
1.4 Leeswijzer	8
2 Analyse	9
2.1 Functies van fietsenstallingen	9
2.2 Gebruikssituaties van fietstrommels	9
2.2.1 Fietstrommel als buurtfietsenstalling	10
2.2.2 Fietstrommel als bedrijfsfietsenstalling	10
2.2.3 Fietstrommel als particuliere fietsenstalling	10
2.3 Eisen van Gebruikers	11
2.3.1 Eisen van primaire gebruikers	11
2.3.2 Eisen van secundaire gebruikers	12
2.4 Onderdelen van een fietstrommel	14
2.4.1 Deur	14
2.4.2 Vergrendeling	15
2.4.3 Wanden en dak	15
2.4.4 Fietsenrek	15
2.5 Eisen van Falco	16
2.5.1 Productiekosten	16
2.5.2 Assemblage en installatie	16
2.5.3 Transport	16
2.6 Programma van Eisen en Wensen	17
2.6.1 Eisen van Falco	17
2.6.2 Primair gebruik	17
2.6.3 Secundair gebruik	18
3 Ontwerp	19
3.1 Afmetingen	19
3.2 Vormgeving	20
3.3 Onderdelen	22
3.3.1 Deur	22

3.3.2 Vergrendeling	26
3.3.3 Wanden en dak	29
3.3.4 Fietsenrek	32
3.4 Constructie.....	32
3.4.1 Verbindingen	32
3.4.2 Verankering	32
3.5 Overzicht.....	33
4 Evaluatie.....	34
4.1 Productie kosten	34
4.2 Transport kosten.....	34
4.3 Installatie	35
4.4 Inbraakweerstand	35
4.5 Gebruiksgemak	35
4.6 Vormgeving.....	35
Bronvermelding	36
Bijlagen	38
A. Resultaten van het gebruiksonderzoek	38
A.1 Primaire gebruiker	38
A.2 Secundaire gebruiker	39
B. Contragewicht berekening.....	40
C. Gasveer berekening	42
C.1 Aanpak.....	42
C.2 Gegevens	42
C.3 Ontwerp richtlijnen voor gasveren.....	45
C.4 Gasveer bevestigingspunten	45
C.5 Vergelijkingen	46
C.6 Iteraties	48
C.7 Conclusie	49
D. Koopdelen en productiemethoden.....	50
D.1 Koopdelen	51
D.2 Maakdelen.....	51
E. Kostprijs berekening	52

1 Inleiding

1.1 Opdrachtgever

De opdrachtgever is het bedrijf Falco BV. Het hoofdkantoor is gevestigd in Vriezenveen. Daarnaast heeft Falco een vestiging in Denemarken, Duitsland en Groot Brittannië. Verder is Falco op exclusieve basis vertegenwoordigd in 13 West-Europese landen, in de Verenigde Staten en in Canada. Falco produceert voornamelijk producten voor de openbare buitenruimte, zoals straatmeubilair en fietsparkeer oplossingen. Falco ontwikkelt, produceert, installeert, importeert en exporteert de producten. De klanten zijn overheden, bedrijven, instellingen en particulieren.

1.2 Aanleiding

Falco is specialist in fietsparkeer oplossingen en wil in die productcategorie voorop blijven lopen. Vanuit het buitenland (voornamelijk Scandinavië en Zwitserland) is er een vraag naar fietstrommels. Een fietstrommel is een afsluitbare en overdekte fietsenstallingen voor ongeveer 2 tot 5 fietsen. Falco heeft een dergelijk product in zijn assortiment (de Midi Bike Box, zie Figuur 1). Echter, de Midi Bike Box heeft tekortkomingen. Onder andere heeft de huidige fietstrommel te hoge productie- en transportkosten, en biedt het product onvoldoende inbraakweerstand. Het bedrijf wil daarom een nieuwe fietstrommel op de markt brengen.

1.3 Doelstelling

De opdrachtgever Falco BV wil de vraag naar fietstrommels beantwoorden. Het doel van deze opdracht is het ontwerpen van een nieuwe fietstrommel voor 5 fietsen. Daarbij zijn onder andere de productiekosten, transportkosten en inbraakweerstand belangrijke aandachtspunten. Het eindresultaat is een CAD-tekening die kan worden gebruikt bij de productie van een prototype.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk **Analyse** worden de functies, gebruikssituaties, gebruikers en componenten van fietstrommels beschreven. Verder worden de eisen van Falco toegelicht. Het hoofdstuk sluit af met het programma van eisen. In hoofdstuk **Ontwerp** word het doorlopen ontwerpproces beschreven en worden de gemaakte keuzes onderbouwd. Het hoofdstuk sluit af met een overzicht van het ontwerpvoorstel. In hoofdstuk **Evaluatie** word het ontwerpvoorstel geëvalueerd aan de hand van meest belangrijke eisen.



Figuur 1: De Midi Bike Box (huidige fietstrommel van Falco)

2 Analyse

In dit hoofdstuk worden de functies, gebruikssituaties, gebruikers en componenten van fietstrommels beschreven. Verder worden de eisen van Falco toegelicht. Het hoofdstuk sluit af met het programma van eisen.

2.1 Functies van fietsenstallingen

Afsluitbare en overdekte fietsenstallingen in het algemeen vervullen de onderstaande gebruiksfuncties.

- fiets beschermen tegen diefstal
- fiets beschermen tegen vandalisme
- fiets beschermen tegen weersinvloeden
- fiets beschermen tegen andere beschadigingen, bijv door omvallen
- fietsparkeer-gemak vergroten
- opgeruimde uitstraling geven
- hinderlijk parkeren van fietsen voorkomen

2.2 Gebruikssituaties van fietstrommels

Er zijn verschillende soorten afsluitbare overkapte fietsenstallingen (Figuur 2). Ten eerste zijn er inpandige fietsenstallingen: fietsenstallingen in een gebouw. Ten tweede zijn er 'traditionele' fietsenstallingen: uitbereidbare fietsenstallingen met een omheining en overkapping. Ten derde zijn er fietstrommels: lage fietsenstalling voor ongeveer 2 tot 5 fietsen. Ten slotte zijn er fietskluizen: kleine fietsenstallingen voor 1 fiets. De verschillende soorten fietsenstallingen worden in verschillende situaties gebruikt.

Over het algemeen worden fietstrommels toegepast in situaties waar een 'traditionele' fietsenstalling het beeld te veel verstoort, omdat fietstrommels lager zijn. Verder is de prijs per fietsparkeerplaats in een fietstrommel gemiddeld lager dan in een fietskluis. Daarom hebben fietstrommels de voorkeur boven fietskluizen als individueel stallen niet noodzakelijk is. Verder zijn er vaak geen gebouwen beschikbaar voor inpandige fietstrommels.

Er kunnen drie gebruikssituaties worden onderscheiden: fietstrommels als buurtfietsenstalling, bedrijfsfietsenstalling en particuliere fietsenstalling. Naast die drie gebruikssituaties kan er ook sprake zijn van oneigenlijk gebruik (zie Figuur 3). Fietstrommels worden bijvoorbeeld gebruikt voor het parkeren van scootmobielen (zie bijlage A.2) en kinderwagens of voor het opbergen van tuinmeubilair en speelgoed.



Figuur 2: Inpandige fietsenstalling (links), 'traditionele' fietsenstalling (midden), fietskluizen (rechts).

2.2.1 Fietstrommel als buurtfietsenstalling

Ten eerste worden fietstrommels als buurtfietsenstalling gebruikt. De gemeente zorgt voor buurtfietsenstallingen in buurten waar bewoners geen eigen berging hebben, veel fietsen op straat staan en veel fietsdiefstal voorkomt [Rupprecht Consult]. Er wordt gekozen voor fietstrommels als buurtfietsenstalling als de behoefte aan fietsenstallingen verspreid is, er geen ruimte voor traditionele fietsenstallingen is en inpandige buurtstallingen niet mogelijk zijn [Rupprecht Consult].

2.2.2 Fietstrommel als bedrijfsfietsenstalling

Ten tweede worden fietstrommels gebruikt als bedrijfsfietsenstalling door bedrijven met weinig fietsende werknemers. Een aantal voorbeelden van bedrijven waar fietstrommels worden toegepast zijn scholen, horeca ondernemingen, medische praktijken en bouwbedrijven.

2.2.3 Fietstrommel als particuliere fietsenstalling

Ten derde worden fietstrommels gebruikt als particuliere fietsenstalling. Particulieren kunnen fietstrommels om verschillende redenen gebruiken. Bijvoorbeeld omdat ze geen bergingsruimte hebben, extra bergingsruimte willen of fietsen op een opgeruimde en gemakkelijke manier willen stallen (zie bijlage A.1).



Figuur 3: Oneigenlijk gebruik van Jan Kuipers Fietstrommels.



Figuur 4: Fietsen en fietstrommels in Utrecht.

2.3 Eisen van Gebruikers

2.3.1 Eisen van primaire gebruikers

Een primaire gebruiker is een persoon die een fietstrommel gebruikt om zijn fiets te stallen. De primaire gebruiker eist dat een fietstrommel de basis functies vervult, namelijk beschermen tegen diefstal, vandalisme en weersinvloeden en fietsparkeer-gemak vergroten.

Beschermen tegen diefstal

Falco wil dat de fietstrommel voldoet aan het politiekeurmerk veilig wonen (PKVW) [Centrum voor Criminaliteitspreventie en veiligheid, 2014]. Dat keurmerk stelt dat fietstrommels weerstandsklasse 2 van NEN 5096 moeten hebben en geen openingen mogen hebben waar een fiets doorheen kan. Weerstandsklasse 2 wordt toegekend als de fietstrommel in staat is zelfstandig de prestatie van 3 minuten inbraakwerendheid te halen. Die test wordt uitgevoerd met gereedschapsset A1 en A2 uit NEN 5096 (zie Figuur 5). Voor weerstandsklasse 3 geldt een test van 5 minuten met gereedschapsset A1, A2 en A3.

Met gereedschapsset A1 en A2 kan op de volgende manieren worden ingebroken:

- Hengelen: Het slot wordt ontgrendeld vanuit de binnenkant via een opening.
- Flipperen: Een dagschoot wordt met een pasje terug in de deur geduwd.
- Openbreken: De deur wordt uit het frame geforceerd.
- De Bulgaarse methode: De cilinder wordt afgebroken.
- Wand verwijderen.

Met gereedschapsset A1, A2 en A3 kan op de volgende manieren worden ingebroken:

- Cilindertrekken: De cilinder wordt uit het slot getrokken.
- Nachtschoot doorzagen

Bescherming tegen weersinvloeden

De fietstrommel moet de fiets beschermen tegen weersinvloeden. Uit reacties van gebruikers (zie bijlage A.1) blijkt dat het wordt gewaardeerd als alle zijden van de fietstrommel ook zijn afgesloten, zodat de fiets droog blijft.

Fietsparkeer-gemak vergroten

Het meest genoemde verbeterpunt van fietstrommels is het gebrek aan ruimte in de fietstrommel [Gemeente Utrecht, 2009]. Door de kleine ruimte tussen fietsen is het moeilijk om de fiets te parkeren en is de kans op beschadigingen groot. Ook geven primaire gebruikers aan dat niet alle fietstypen en fiets accessoires in de fietstrommels passen. Kinderzitjes en hoge fietsen blokkeren de deur van de fietstrommel (zie bijlage A.1 en Figuur 6).



Figuur 5: Gereedschapsset A1 (links), A2 (midden) en A3 (rechts).

Het is daarom belangrijk dat een Fietsparkeur norm goedgekeurd fietsenrek [Stichting Fietsparkeur, 2004] in de fietstrommel past. De Fietsparkeur norm specificeert de functionaliteit van een fietsenrek. Het bepaald onder andere het parkeergemak, de kans op schade aan de fiets en de gebruiksgrenzen ten opzichte van fietstypen en componenten.

Verder wordt aangegeven dat het openen en sluiten van fietstrommels (van het type Fietshangar) kan worden verbeterd. Volgens de afdeling Mobiliteit van gemeente Utrecht en de fietsenstallingen beheerder U-stal en Biesieklette zijn de handelingen zwaar waardoor niet iedereen de trommel gemakkelijk kan gebruiken. Daarnaast zegt een primaire gebruiker dat het gemakkelijk zou zijn als de fiets aan de hand kan worden gehouden tijdens het openen en sluiten.

Tenslotte zijn er volgens U-stal regelmatig problemen met dichtgevroren sloten.

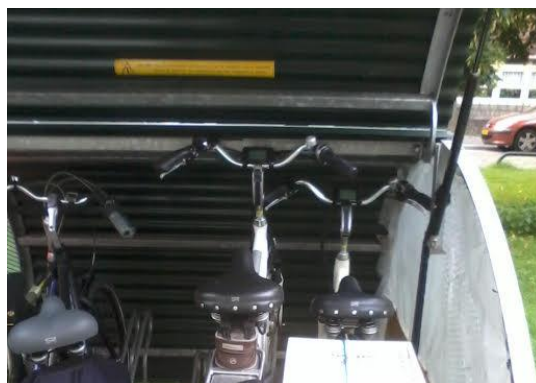
2.3.2 Eisen van secundaire gebruikers

Een secundaire gebruiker is een persoon of organisatie die een fietstrommel niet gebruikt om zijn fiets te parkeren, maar op andere manier bij het product betrokken is. Voorbeelden van secundaire gebruikers van de fietstrommel zijn: gebruikers van de openbare ruimte, gemeenten, beheerders, installateurs, overige bedrijven en instellingen.

Gebruikers van de openbare ruimte

Voor gebruikers van de openbare ruimte is het van belang dat fietstrommels de verkeersveiligheid en sociale veiligheid niet belemmeren [Mobiël 21, 2011]. Daarnaast komt het vaak voor dat bewoners fietstrommels niet in het straatbeeld vinden passen [Gemeente Utrecht, 2009] [Rupprecht Consult]. Deze problemen kunnen deels worden opgelost door de fietstrommel transparant en laag (niet hoger dan een personenauto) te maken en eventueel door het toevoegen van verlichting [Mobiël 21, 2011] [Rupprecht Consult].

Verder kunnen fietstrommels de plaats innemen van autoparkeerplaatsen, waardoor wellicht een tekort aan autoparkeerplaatsen kan ontstaan [Ditewig]. Een mogelijke oplossing is het aanpassen van de fietstrommel, zodat deze op de stoep kan worden geplaatst. Bijvoorbeeld kleinere fietstrommels (zie bijlage A.2) of smallere fietstrommels (waarin fietsen onder een hoek worden geparkeerd) kunnen gemakkelijker op de stoep worden geplaatst.



Figuur 6: Een hoge fiets in een Fietshangar.

Gemeenten

De gemeente zorgt ervoor dat de fietstrommel wordt aangeschaft, verhuurd en onderhouden. Bij het aanschaffen van fietstrommels houdt de gemeente rekening met de prijs per fietsparkeerplaats. Verder is het voor de gemeente belangrijk dat de fietstrommels in verschillende situaties kunnen worden toegepast. Daarom moeten fietstrommels ruimte efficiënt zijn, ruimte-efficiënt bij elkaar kunnen worden geplaatst (zie Figuur 7) , op ongelijke oppervlakten kunnen worden geplaatst (zie Figuur 8) en een ondiepe verankering hebben. Overige aandachtspunten zijn de verplaatsbaarheid, vandalisme bestendigheid, duurzaamheid, veiligheid en impact bij straatwerken. [Mobiel 21, 2011]

Beheerder

Voor de beheerder is het van belang dat de trommel beheers- en onderhoudsvriendelijk is. De fietstrommel moet bijvoorbeeld duurzaam zijn en onderdelen moeten efficiënt kunnen worden vervangen. Ook moet die fietstrommel gemakkelijk kunnen worden schoon gemaakt. Verder word er aangegeven dat chipkaartsystemen de voorkeur hebben boven sleutels [Mobiel 21, 2011].

Installateur

Falco vereist dat de fietstrommel door de klant moet kunnen worden geïnstalleerd. Dat betekent dat het installeren eenvoudig moet worden gemaakt, door bijvoorbeeld het aantal onderdelen te minimaliseren en een duidelijke handleiding te maken.

Andere bedrijven en instellingen

Bedrijven die een fietstrommel voor hun medewerkers aanschaffen, hebben een rol die vergelijkbaar is met gemeenten en beheerders.



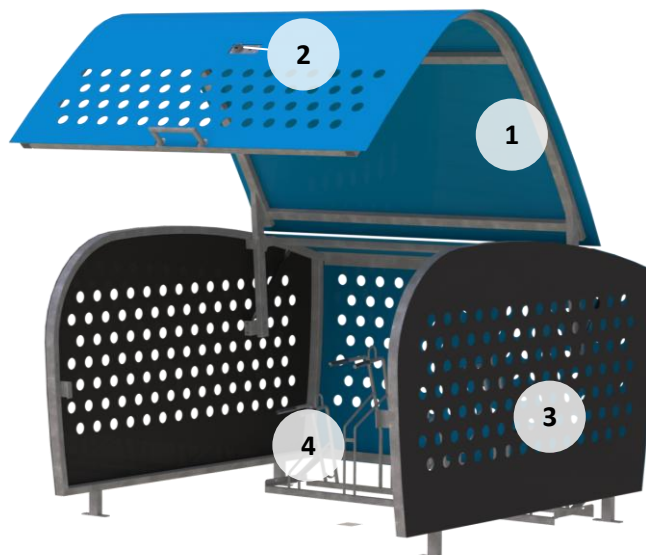
Figuur 7: Verschil ruimte-efficiëntie tussen Midi Bike Box (links) en Lambeth bikehangar (rechts).



Figuur 8: Lambeth bikehangar op ongelijk oppervlak.

2.4 Onderdelen van een fietstrommel

Een fietstrommel kan worden opgedeeld in vier functionele onderdelen (zie Figuur 9). Die onderdelen variëren per fietstrommel. In deze paragraaf wordt die variatie kort beschreven.



Figuur 9: Functionele componenten van een fietstrommel (1: deur, 2: vergrendeling, 3: wanden en dak, 4: fietsenrek).

2.4.1 Deur

Bij een groot deel van de fietstrommels klapt de deur omhoog open. In andere gevallen wordt er gebruik gemaakt van 'broodtrommel deuren', schuifdeuren en roldeuren (zie Figuur 10). Die deuren zwaaien niet naar naar voren uit. Daardoor kunnen de fietstrommels worden toegepast op plekken waar weinig ruimte is. De deur beslaat vaak de voorkant en een deel van de bovenkant van de fietstrommel. Doordat de deur weg klapt of schuift kan de gebruiker zijn fiets plaatsen zonder te hoeven bukken. Bij het openen en sluiten van fietstrommels wordt de gebruiker meestal geholpen door een trek-, torsie- of gasveer.



Figuur 10: (in leesrichting) CycleStore Box Klaver met omhoog-klappende deur, Jan Kuipers fietstrommel met broodtrommeldeur, fietstrommel in Brugge met schuifdeur en Velopa Plectrum met roldeur.

2.4.2 Vergrendeling

De meeste fietstrommels maken gebruik van een slot met twee horizontale sluitstangen. De Midi Bike Box is een uitzondering. Deze heeft een enkele nachtschoot aan de zijkant van de trommel. Verder kunnen in de Secu Bike en Velo-Boxx fietstrommels een elektronisch toegangscontrolesysteem worden geïntegreerd. Omdat fietstrommels een grote deur hebben kan het frame door inbrekers naar buiten worden gebogen. Daardoor worden de sluitstangen uit het frame bevrijd en kan de deur worden geopend. Veel fietstrommels hebben een beveiliging tegen die inbraakmethode.

2.4.3 Wanden en dak

De meeste fietstrommels hebben een extrusie-vormige constructie. Een extrusie vorm heeft in één richting een constante doorsnede. De constructie bestaat uit twee wanden en een aantal dwarsbalken. De capaciteit van de trommel kan worden aangepast door de lengte van de dwarsbalken aan te passen (zie Figuur 11). Het materiaal van de wanden varieert van strekmetaal tot golfplaat. Het materiaal van het dak varieert van Trespa tot transparant polycarbonaat.

2.4.4 Fietsenrek

Een fietsenrek word meestal apart bijgeleverd. Er kan dan worden gekozen uit een fietsenrek met of zonder aanbindbeugel voor hangsloten. De CycleWorks Streetstore en Josta BikeStore fietstrommels hebben fietsenrekken met een goot die de fiets in zijn plek geleid (zie Figuur 11). In dat geval hoeft de gebruiker niet in de fietstrommel te lopen om de fiets in zijn plek te tillen. Omdat de gebruiker niet in de fietstrommel hoeft te zijn kan de deur minder groot zijn



Figuur 11: Velo-Box met verschillende afmetingen (links) en Cycleworks Streetstore met goot (rechts).

2.5 Eisen van Falco

2.5.1 Productiekosten

De kosprijs van de Midi Bike Box is te hoog. Falco wil de verkoopprijs van de fietstrommel verlagen naar €2670 voor de Nederlandse markt en €2000 voor buitenlandse markt. Falco wil een productiekostprijs van ongeveer €960 realiseren.

De Midi Bike Box bestaat uit een stalen frame en kunststof plaatdelen. De kunststof delen worden door een andere fabrikant geproduceerd. Ieder jaar wordt de prijs van die koopdelen met 5% verhoogd. Daardoor is Falco genoodzaakt om de verkoopprijs te verhogen. Echter, de verhoging van de verkoopprijs heeft geleid tot een afname van het aantal verkochte fietstrommels. Voorgaande jaren lag het productieaantal rond 15 fietstrommels per jaar. In 2014 was het productieaantal afgenomen tot 7 fietstrommels. Falco wil daarom zo veel mogelijk onafhankelijk van andere fabrikanten zijn.

2.5.2 Assemblage en installatie

De te ontwikkelen fietstrommel zal deels door Falco worden geassembleerd. Daarna worden de subassemblages gedistributeerd. En tenslotte zal de klant de fietstrommel installeren. Zowel de assemblage door Falco als de installatie door de klant moeten zo eenvoudig mogelijk zijn.

2.5.3 Transport

De Midi Bike Box neemt veel ruimte in tijdens transport. Daarom is het product niet geschikt voor export. Echter, aangezien er veel vraag naar fietstrommels vanuit het buitenland is, is het belangrijk dat de fietstrommel wél geschikt is voor export.

De Midi Bike Box bestaat uit kunststof delen die in twee richtingen gekromd zijn. Daardoor kunnen die delen niet goed worden gestapeld en nemen zij veel ruimte in. Ook zijn gekromde kunststof plaatdelen gevoelig voor beschadigingen. Daarom moeten delen die in twee richtingen gekromd zijn worden vermeden. Het is bijvoorbeeld wel mogelijk om plaatmateriaal vlak te transporteren en gebogen te monteren.

2.6 Programma van Eisen en Wensen

Met behulp van de voorgaande analyse is het programma van eisen opgesteld. Het programma van eisen is opgedeeld in de eisen van falco, primaire gebruikers en secundaire gebruikers.

2.6.1 Eisen van Falco

Kostprijs

1. De kostprijs moet niet meer dan €960 zijn.

Productie

2. De fietstrommel moet door Falco geproduceerd kunnen worden.
3. Een (Fietsparkeur) fietsenrek van Falco moet in de fietstrommel passen.

Transport

4. De fietstrommel moet geschikt zijn voor export.
 - a. De fietstrommel moet een bouw pakket zijn dat gemakkelijk kan worden geïnstalleerd.
 - b. De onderdelen moeten compact kunnen worden getransporteerd.

2.6.2 Primair gebruik

Capaciteit

5. De fietstrommel moet een capaciteit van 4 of 5 fietsen hebben.
6. Wens: Het ontwerp van de fietstrommel kan eenvoudig worden aangepast voor een kleinere of grotere capaciteit.

Bescherming tegen diefstal en vandalisme

7. De fietstrommel moet voldoen aan de norm PKVW G10 [Centrum voor Criminaliteitspreventie en veiligheid, 2014].
 - a. De fietstrommel moet inbraakwerend zijn (weerstandsklasse 2 van NEN 5096 of EN 1627 t/m 1630).
 - b. De fietstrommel mag geen openingen hebben waar een fiets doorheen kan.

Bescherming tegen weersinvloeden

8. De fietstrommel moet de fiets beschermen tegen corrosie als gevolg van regen en vocht.

Gebruiksgemak

9. Een gebruiker moet rechtop kunnen staan terwijl hij zijn fiets in de fietstrommel plaatst.
10. Wens: De gebruiker kan de fietstrommel openen en sluiten terwijl hij zijn fiets aan de hand houdt.

Compatibiliteit

11. In de fietstrommel moeten de fietstypen passen zoals gespecificeerd in bijlage 1A van het Fietsparkeur normstellend document meerlaags fietsparkeren [Stichting Fietsparkeur, 2011].
12. Wens: fietsen met kinderzitjes moeten in de fietstrommel kunnen worden gestald.

2.6.3 Secundair gebruik

Installatie

13. De fietstrommel moet door de klant met standaard gereedschap kunnen worden gemonteerd.
14. De fietstrommel moet minder dan 60 cm beneden het maaiveld kunnen worden verankerd.
15. De fietstrommel moet op ongelijke oppervlaktes kunnen worden geïnstalleerd.
16. De fietstrommel moet een klein oppervlak beslaan, maximaal ter grote van een autoparkeerplaats.
17. Meerdere fietstrommels moeten ruimte-efficiënt bij elkaar kunnen worden geplaatst.
18. Wens: Meerdere fietstrommels moeten materiaal-efficiënt bij elkaar kunnen worden geplaatst.
19. Wens: De fietstrommel moet op zachte ondergrond kunnen worden geïnstalleerd.
20. Wens: Het fietsenrek moet aan de fietstrommel kunnen worden verankerd.

Onderhoud

21. Onderdelen moeten gemakkelijk vervangen kunnen worden.
22. De fietstrommel moet vandalisme bestendig zijn.

Beheer

23. Wens: De fietstrommel moet kunnen worden voorzien van een elektronisch slot.

Verkeersveiligheid en sociale veiligheid

24. De fietstrommel moet een mate van transparantie hebben vergelijkbaar met dat van een gemiddelde personen auto.
25. In de fietstrommel moet voldoende lucht circuleren.
26. De fietstrommel moet niet hoger zijn dan een gemiddelde personen auto (circa 1,5m).
27. Wens: De fietstrommel moet van verlichting worden voorzien.

Vormgeving

28. De fietstrommel moet qua vormgeving in de omgeving passen.
 - a. De fietstrommel moet er in het algemeen aantrekkelijk uit zien.
 - b. De fietstrommel moet er dynamisch uit zien.
 - c. De fietstrommel moet er lichtgewicht en transparant uit zien.

3 Ontwerp

In dit hoofdstuk wordt het doorlopen ontwerpproces beschreven en worden de gemaakte keuzes onderbouwd. Het hoofdstuk sluit af met een overzicht van het ontwerpvoorstel.

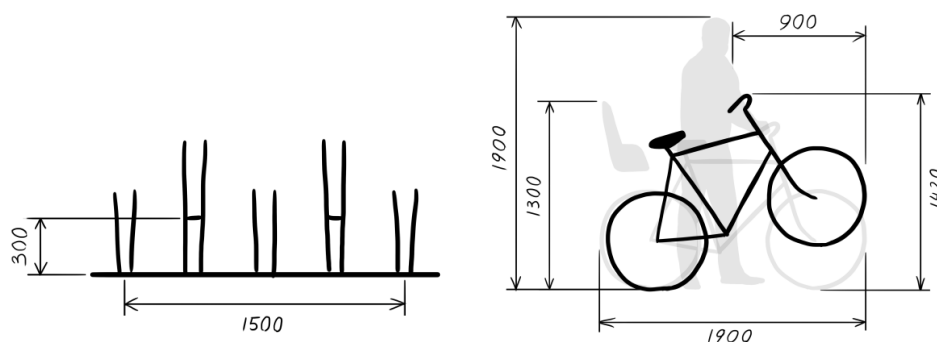
3.1 Afmetingen

In de fietstrommel moeten 5 fietsen conform aan de Fietsparkeurnorm kunnen worden gestald. Daarom moet er een Fietsparkeur goedgekeurd fietsenrek met 5 plaatsen in de fietstrommel passen. Fietsentrekken Falco Sound en Falco Ideaal voldoen aan de fietsparkeernorm. Daarnaast moeten de fietstypen zoals vastgesteld in de Fietsparkeurnorm [Stichting Fietsparkeur, 2011] in de trommel passen.

Het bovenstaande leidt tot de volgende afmetingen:

De breedte van de fietstrommel moet minimaal de afstand tussen de twee uiterste fietsen plus de maximale stuurbreedte zijn ($1500+650=2150\text{mm}$). De lengte van de fietstrommel is afhankelijk van de maximale fietslengte (1870mm). De hoogte van de fietstrommel is afhankelijk van de stuurhoogte (1210mm) en fietsenrekhoogte (300mm). De hoogte van de fietstrommel moet minimaal 1420 zijn. Verder is het wenselijk dat kinderzitjes achter op de fiets ook in de fietstrommel passen. Die hebben op de fiets een hoogte van ongeveer 1300mm. (Zie Figuur 12).

Tenslotte moet de gebruiker de fiets gemakkelijk kunnen parkeren. Er is uitgegaan van een 95ste percentiel Nederlander [DINED (Antropometric Database)]. Die heeft een lengte van ongeveer 1900mm. Voor een comfortabele houding bij het parkeren van de fiets is het wenselijk dat de afstand tussen de persoon en de achterkant van de fietstrommel ongeveer 900mm is. (Zie Figuur 12).



Figuur 12: Relevante afmetingen van fietsenrek Falco Sound en Falco Ideaal (links) en fietsen (rechts).

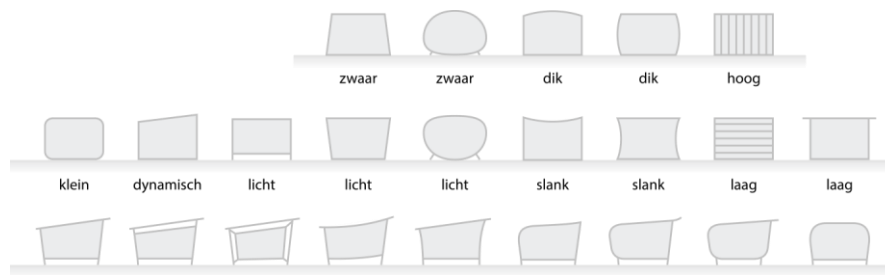
3.2 Vormgeving

Relevante eisen met betrekking tot de vormgeving zijn:

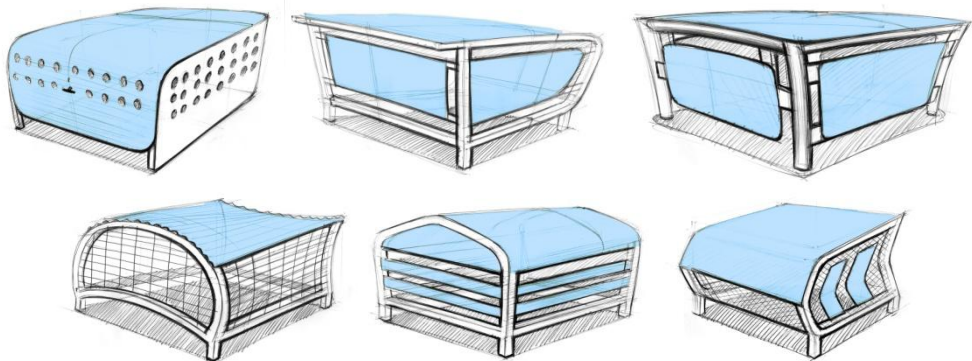
28. De fietstrommel moet qua vormgeving in de omgeving passen.
 - a. De fietstrommel moet er in het algemeen aantrekkelijk uit zien.
 - b. De fietstrommel moet er dynamisch uit zien.
 - c. De fietstrommel moet er lichtgewicht en transparant uit zien.

Naast de esthetische eisen heeft de vormgeving invloed op andere aspecten, zoals produceerbaarheid, transporteerbaarheid, ruimte-efficiëntie en compatibiliteit met fietstypen en fietsaccessoires.

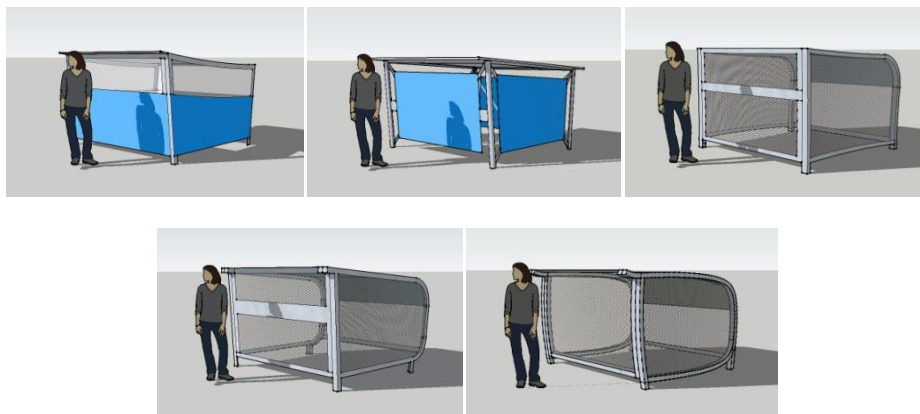
Er zijn een aantal zijaanzichten (zie Figuur 13), schetsen (zie Figuur 14) en 3D visualisaties (zie Figuur 15) gemaakt. Deze zijn aan Falco voorgelegd. Falco geeft de voorkeur aan de een eenvoudige en strakke uitstraling van de eerste schets in Figuur 14. Op deze schets zijn een aantal variaties gemaakt (zie Figuur 16). De voorkeur van Falco en mij gaat uit naar de eerste tekening in Figuur 16. Hoewel, de ronding mogelijk negatieve gevolgen heeft met betrekking tot productie en transport, is het ontwerp naar mijn mening dynamischer en aantrekkelijker dan een ontwerp zonder ronding. Daarom is de eerste tekening gekozen als uitgangspunt.



Figuur 13: Vormstudie van het zijaanzicht.



Figuur 14: Schetsen van een aantal vormen.



Figuur 15: 3D visualisatie van een aantal vormen.



Figuur 16: Verschillende vormen toegepast op de wandbekleding van de eerste schets van Figuur 14.

3.3 Onderdelen

Een fietstrommel kan worden opgedeeld in vier functionele onderdelen (deur, vergrendeling, wanden/dak en fietsenrek). In deze paragraaf is het ontwerpproces van die onderdelen beschreven.

3.3.1 Deur

Twee belangrijke eisen met betrekking tot de deur zijn:

26. De fietstrommel moet niet hoger zijn dan een gemiddelde personen auto (circa 1,5m).
9. Een gebruiker moet rechtop kunnen staan terwijl hij zijn fiets in de fietstrommel plaatst.

Een conventionele deur voldoet niet aan de eisen, omdat de fietstrommel te laag is om er rechtop in te kunnen staan. Het dak moet dus plaats maken voor de gebruiker als de fietstrommel wordt geopend. Aan de hand van dat gegeven zijn een aantal oplossingen overwogen. In Tabel 1 zijn die oplossingen uitgezet tegen relevante eisen.

De **rol- en vouwdeuren** (optie 8, 9 en 10) zijn niet gekozen vanwege de complexiteit van de onderdelen. Rol- en vouwdeuren zijn daardoor duurder en minder robuust.

De **lade en omlaag-klappende deur** (optie 2 en 7) zijn niet gekozen vanwege de grote uitwaai die de deur moet maken. De fietstrommel heeft daardoor veel ruimte nodig.

De **schuifdeur** (optie 7) is niet gekozen omdat niet alle fietsparkeerplaatsen tegelijkertijd toegankelijk zijn.

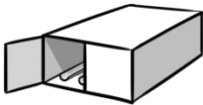
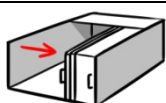
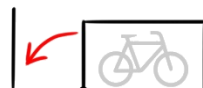
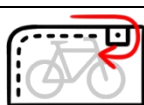
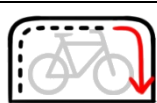
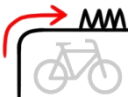
De **broodtrommel deur** (optie 4) is niet gekozen vanwege de beperkte vormvrijheid. Door de vorm kunnen fietsen met kinderzitjes minder goed worden geplaatst.

Het **omhoog-klappend plafond met deuren aan de voorkant** (optie 3) is niet gekozen vanwege de complexiteit en het beperkte gebruiksgemak.

Bij de **fietsgoten met deuren aan de voorkant** (optie 1) wordt de fiets vanaf de ingang in de stalling geleid. Daarom hoeft de gebruiker niet in de fietstrommel te lopen. Optie 1 is niet gekozen vanwege het beperkte gebruiksgemak. Het op slot zetten van de fiets kan namelijk moeilijk zijn, omdat de gebruiker niet in de fietstrommel kan lopen. Verder zwaaien de deuren naar buiten open, waardoor de fietstrommel veel ruimte nodig heeft. Tenslotte worden fietstrommels wel eens zonder fietsenrek gebruikt. Dat is bij optie 1 niet mogelijk, omdat de fietstrommel zonder fietsenrek niet functioneel is.

De **omhoog-klappende deur** (optie 6) deur is wel gekozen omdat deze het beste compromis is tussen complexiteit en gebruiksgemak. Het aantal onderdelen is klein en het openen en sluiten is eenvoudig. Daarnaast is er sprake van veel vormvrijheid.

Tabel 1: Oplossingen voor het openen en sluiten van de fietstrommel uitgezet tegen de eisen

		Eenvoud (kosten)	Gebruik	Installatie	Vormgeving	Overig
	1. Fietsgoten en deur aan de voorkant.	+standaard deuren en vergrendeling -complex fietsenrek	-uitzwaai +enkelhandig gebruik mogelijk	-minder ruimte-efficiënt (i.v.m. uitzwaai)	+veel vormvrijheid	+sterke constructie +gebruik deur bekend -minder flexibel gebruik
	2. Lade waarop fietsen uit de trommel rijden	- complexe constructie -rol verbinding	-uitzwaai -zware handeling	-niet ruimte-efficiënt -niet op ongelijk oppervlak	+veel vormvrijheid	-sterke constructie -niet te openen met fiets aan de hand
	3. Openklappend planfond en deur aan de voorkant	+standaard deuren en vergrendeling -veel onderdelen	-uitzwaai -meer handelingen	-minder ruimte-efficiënt (i.v.m. uitzwaai)	+veel vormvrijheid	+gebruik deur bekend
	4. Broodtrommel-deur	+weinig onderdelen -rolverbinding	+geen uitzwaai +weinig handelingen	-minder ruimte-efficiënt (i.v.m. vorm)	-weinig vormvrijheid	-vorm niet geschikt voor alle fietsaccessoires +welbewezen techniek
	5. Schuifdeur	+weinig onderdelen (geen bekrachtiging) -rolverbinding	+geen uitzwaai +enkelhandig -meer handelingen	+ruimte-efficiënt	+veel vormvrijheid	-niet alle fietsen tegelijk toegankelijk
	6. Omhoogklappen-de deur	+weinig onderdelen +scharnierverbinding	+weinig uitzwaai +weinig handelingen	+ruimte-efficiënt	+veel vormvrijheid	-Ondersteuning nodig bij het openen en sluiten
	7. Omlaagklappen-de deur	+weinig onderdelen +scharnierverbinding -belast onderdeel	-uitzwaai +weinig handelingen	-niet ruimte-efficiënt -niet op ongelijk oppervlak	-weinig vormvrijheid	+sterke constructie -niet openbaar met fiets aan de hand
	8. Roldeur	-veel onderdelen -rol en scharnierverbinding	+geen uitzwaai +weinig handelingen	+ruimte-efficiënt	-minder vormvrijheid	-schade gevoelig -weinig ruimte voor rolbehuizing
	9. Roldeur	-veel onderdelen -rol en scharnierverbinding	+geen uitzwaai +weinig handelingen	+ruimte-efficiënt	-minder vormvrijheid	-schade gevoelig
	10. Vouwdeur	-veel onderdelen -rol en scharnierverbinding	+weinig uitzwaai +weinig handelingen	+ruimte-efficiënt	-minder vormvrijheid	-schade gevoelig

Ergonomie (deur afmetingen en benodigde handkracht)

Het laagste punt van de omhoogklappende deur is zo gekozen dat 95% van de volwassenen er onderdoor kan lopen (zie Figuur 17). 80% van de volwassenen kan bij de open deur. Er moet een uitstekend handvat of een koortje worden toegevoegd om ervoor te zorgen dat 95% van de volwassenen bij de open deur kan.

De fietstrommel moet kunnen worden geopend en gesloten zonder veel kracht uit te oefenen. Met behulp van een eenvoudige gebruikstest (heffen van gewichten) is vastgesteld dat de maximaal toelaatbare handkracht bij het openen en sluiten ongeveer 100N is. Verder is het wenselijk dat de fietstrommel met één hand (en zonder te bukken) kan worden geopend en gesloten.

Krachtondersteuning

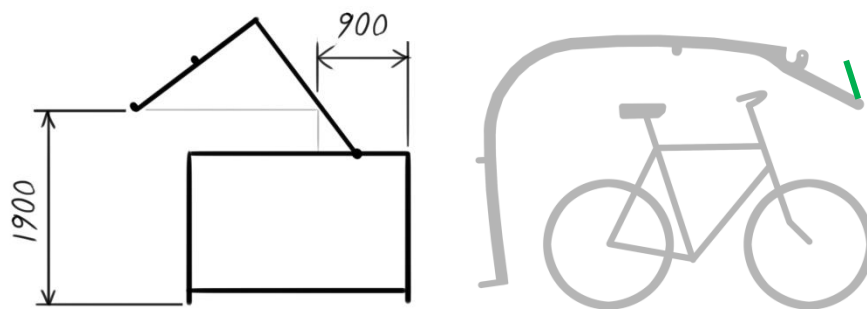
Omdat de deur zwaar is, moet de gebruiker worden ondersteund bij het openen en sluiten. In Tabel 2 zijn voor- en nadelen van oplossingen voor het ondersteunen van het openen en sluiten van de deur weergegeven. Contragewichten nemen meer ruimte in dan gasveren en mechanische trekveren. Dat zorgt voor grotere afmetingen, minder vormvrijheid en belemmert mogelijk de transparantie van de fietstrommel. Verder moet de constructie zwaarder worden uitgevoerd, zodat het extra gewicht kan dragen. Wel zijn contragewichten een vrij goedkope oplossing. Ook is de levensduur van contragewichten, in tegenstelling tot gasveren en mechanische trekveren, vrijwel oneindig. Zie bijlage B voor een korte evaluatie van de toepasbaarheid van contragewichten.

Gasveren en mechanische trekveren nemen, in vergelijking met contragewichten, weinig ruimte in. Een voordeel van gasveren is dat ze aan het eind van de slag als demper werken. Daardoor opent de deur gecontroleerd en zijn er geen extra onderdelen nodig om de beweging te dempen. Ook hebben gasveren gemiddeld een langere levensduur dan mechanische trekveren. Een nadeel van gasveren is dat de gasveerkracht afhankelijk is van de temperatuur. Verder zorgt wrijving ervoor dat de gasveerkracht bij het uitschuiven kleiner is dan bij het inschuiven. Die variaties van de gasveerkracht zorgen voor een variërende open- en sluit-handkracht. Dat kan het gebruiksgemak negatief beïnvloeden.

Er is gekozen voor het gebruik van gasveren, omdat deze minder ruimte innemen dan contragewichten, een dempende werking hebben en een langere levensduur hebben dan mechanische trekveren.

Gasveer berekening

De gasveerbevestigingspunten en gasveercharacteristieken zijn zo gekozen dat de handkracht minimaal is (zie bijlage 42C). Er is gekozen om de gasveer vóór de fietsten te plaatsen (zie Figuur 17). In dat geval kan de gasveer zo worden bevestigd dat deze in ingeschoven toestand een hoek van minder dan 60° met de verticaal maakt. Dat zorgt voor een goede smering en een lange levensduur van de gasveer. Het gewicht van de deur beïnvloedt de grootte van de benodigde handkracht. Een aluminium dak heeft de voorkeur, omdat de benodigde handkracht kleiner is dan bij een stalen dak. In Tabel 3 zijn de handkracht(N)/openingshoek(°)-grafieken en gasveercharacteristieken weergegeven bij een aluminium en stalen dak.



Figuur 17: Afmetingen met betrekking tot de deur van de fietstrommel (links) en gasveerbevestigingspunt (rechts, de gasveer is in groen weergegeven).

Tabel 2: Oplossingen voor het ondersteunen van het openen en sluiten van de deur.

	Kosten (indicatie)	Gebruik	Inbouw	Levens-duur	Overig
Contragewicht	+totaal ca. €30 (beton, katrollen en kabels) -aparte demper nodig	-ongedempt, opent minder gecontroleerd	-Veel ruimte nodig (130kg beton is 54L)	+vrijwel oneindig	-sterkere constructie nodig -minder vormvrijheid
Gasveren	-totaal ca. €90 [FeatherLight BV]	+gedempt, opent gecontroleerd -verschillende kracht bij in- en uitschuiven	+weinig ruimte nodig	+/-20000 tot 40000 cicli	-output kracht verander met 0.4 % per °C
Mechanische trekveren	+totaal ca. €40 -aparte demper nodig	-ongedempt, opent minder gecontroleerd	+vrij weinig ruimte nodig	-10000 cicli	

Tabel 3: Handkracht(N)/openingshoek(°)-grafieken en gasveer karakteristieken bij aluminium en stalen bekleding.

Legenda Stippellijn: handkracht bij openen Doorgetrokken lijn: handkracht bij sluiten Rood: handkracht bij 30°C Zwart: handkracht bij 12°C Blauw: handkracht bij -5°C Oranje: richtlijn maximale handkracht (100N)	
Bekleding: 3mm aluminium plaat Bevestiging 2h (zie bijlage C.4) gasveerkracht $F_{vuit}=2370N$ Bouwserie 14/28 Uitgeschoven en ingeschoven lengte (inclusief aansluitdelen): $L_{uit}=515, L_{in}=315$	Bekleding: 2mm staal plaat Bevestiging 2i (zie bijlage C.4) gasveerkracht $F_{vuit}=3500N$ Bouwserie 20/40 Uitgeschoven en ingeschoven lengte (inclusief aansluitdelen): $L_{uit}=515, L_{in}=315$

3.3.2 Vergrendeling

Twee relevante eisen met betrekking tot de vergrendeling zijn:

7. De fietstrommel moet voldoen aan de norm PKVW G10 .
21. Onderdelen moeten gemakkelijk vervangen kunnen worden.

Slot en cilinder

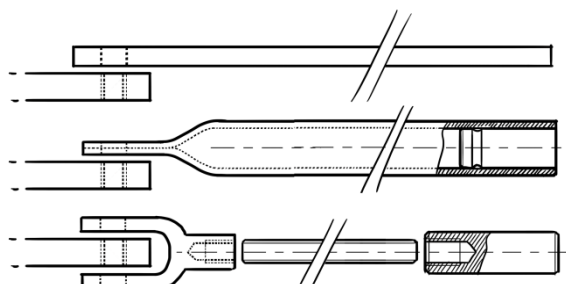
Er is gekozen voor een slot met twee horizontale nachtschoten, omdat deze meer inbraakwerend zijn dan sloten met een enkele nachtschoot. Binnen die categorie kan er onderscheid worden gemaakt tussen sloten waarvan de nachtschoten met een kruk of sleutel worden bediend (zie Figuur 18). Het verschil tussen beide sloten is klein. Bij een krukbediend slot moet eerst de sleutel en daarna de kruk worden omgedraaid. Bij een sleutel bediend slot moet alleen de sleutel worden omgedraaid. Daarnaast is bij een krukbediend slot meestal mogelijk om het slot van binnen uit met de hand te ontgrendelen. Dat is in verband met de inbraakmethode hengelen niet wenselijk. Verder kan bij een krukbediend slot een euro profiel cilinder worden gekozen met het SKG keurmerk. Terwijl sleutelbediende sloten meestal worden geleverd met een ander type cilinder waarvan de inbraakwerendheid niet is bepaald. Daarnaast zijn er voor euro profiel cilinders meer mogelijkheden met betrekking tot elektronische toegangscontrolesystemen. Er kan bijvoorbeeld gebruik worden gemaakt van de iLoq, een elektronisch toegangscontrolesysteem dat geen accu nodig heeft [Bramer, 2015]. Er is gekozen voor een krukbediend garagedeurslot omdat daarbij een standaard euro profiel cilinder met het SKG keurmerk kan worden gekozen.

Sluitstangen

Aan het slot moeten twee sluitstangen worden verbonden. Die stangen fungeren als nachtschoten. Verschillende sluitstangen zijn in Figuur 19 weergegeven. Er is gekozen voor de meest eenvoudige oplossing. Namelijk een stuk platstaal met een gat aan één zijde. De andere oplossing bieden meer weerstand tegen doorzagen, maar zijn complexer.



Figuur 18: Krukbediend garagedeurslot (links) en sleutel bediend roldeurslot (rechts) geschikt voor twee horizontale sluitstangen.



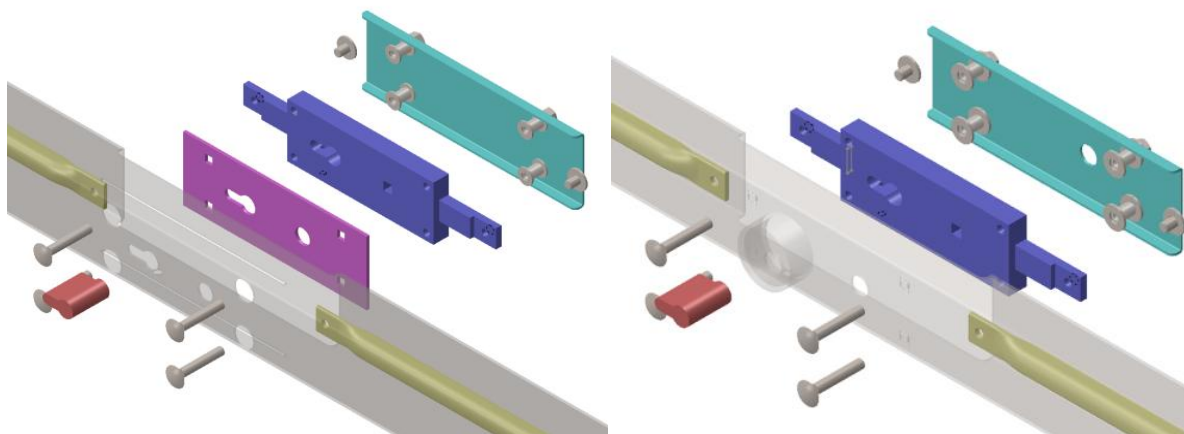
Figuur 19: Verschillende sluitstangen. Het slot is links weergegeven en de nachtschoot rechts. Van boven naar beneden is weergegeven: platstaal met gat; platgeperste buis en hardstalen pen; stelgaffel, draadeind en hardstalen pen met binnendraad.

Slot Assemblage

Het slot kan op verschillende manieren worden geassembleerd. Garagedeursloten kunnen vanuit de binnenkant worden ontgrendeld. De slotkast moet dus worden afgeschermd om hengelen te voorkomen. Verder moeten de sluitstangen niet verbogen kunnen worden. De meest inbraakbestendige oplossing is daarom om de slot assemblage in een kokerprofiel te verwerken.

In Figuur 20 zijn twee mogelijke oplossingen weergegeven. Bij beide oplossingen kan de cilinder en het slot worden vervangen. Bij de linker oplossing wordt een montageplaat op een afstand van de voorste kokerwand in de koker gelast. Het slot wordt met slotbouten op de plaat gemonteerd. Daardoor liggen de slotbouten en de euro profiel cilinder verzonken in het kokerprofiel. De vier gaten in het kokerprofiel (voor de slotbouten) worden bedekt door het plaatmateriaal van de deur. Daardoor zijn de slotbouten niet zichtbaar. Het verzonken cilinderslot voorkomt de Bulgaarse inbraakmethode en de bedekte slotbouten voorkomt het uitboren van de bouten.

Bij de rechter oplossing wordt het slot direct op de koker gemonteerd. Omdat het cilinderslot uit de koker steekt moet een veiligheidsroset op de koker worden gelast om de Bulgaarse inbraakmethode te voorkomen. Verder moet er uitsparing in het plaatmateriaal van de deur worden gemaakt waar de koppen van de bouten doorheen kunnen steken. Er bestaat de kans dat beter uitgeruste inbrekers de slotbouten uitboren, de afschermplaat verwijderen en het slot vanuit de binnenkant ontgrendelen. Toch is er gekozen voor de rechter oplossing, omdat die voldoende inbraakweerstand biedt en het meest eenvoudig is.

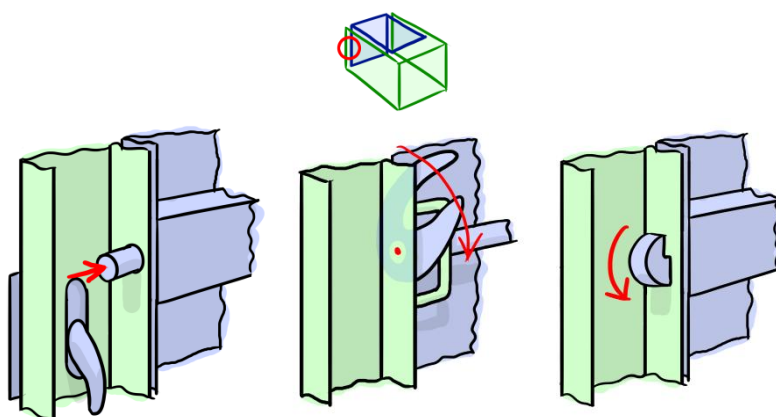


Figuur 20: Mogelijke slot assemblages (grijs: dwarsbalk en verbindingsmateriaal, rood: Euro cilinder, paars: afstandsplaat, blauw: Nemef 1809 garagedeurslot, azuur: afschermingsplaat, geel: sluitstangen)

Beveiliging tegen het verbuigen van het frame

Bij fietstrommels is het frame waarin de deur wordt vergrendeld een zwak punt. Het frame heeft door de grote opening aan de voorkant weinig stijfheid. Als de deur alleen wordt vergrendeld met nachtschoten, dan kan de inbreker de deur openen door het frame naar buiten te buigen. Om openbreken te voorkomen moet het frame en de nachtschoten dus bij elkaar worden gehouden. Dat kan op verschillende manieren worden gerealiseerd.

De SecuBike fietstrommel heeft een sleuf in het frame waar de deur met een pin in valt (zie Figuur 21 en Figuur 22). De Velo-Boxx fietstrommel heeft een beugel aan het frame waar de deur in valt (zie Figuur 22). De Fietshangar fietstrommel heeft een heel ander systeem (zie Figuur 21 en Figuur 22): een onderdeel in de vorm van een vogelbek (deur) valt tegen een stalen lus (frame) en draait. De draaiing van de vogelbek wordt vergrendeld door een slot. Een andere oplossing is het gebruik maken van zwenkschoten (zie Figuur 21). Er is gekozen voor een oplossing vergelijkbaar met dat van de Velo-Boxx, omdat dat de meest eenvoudige oplossing is.



Figuur 21: Beveiliging tegen verbuigen van het frame bij SecuBike (links) en Fietshangar (midden), en met haakvormige nachtschoten (rechts). De deur is in blauw weergegeven, het frame in groen en de ontgrendel-richting met een rode pijl.



Figuur 22: Beveiliging tegen verbuigen van het frame bij SecuBike (links), Velo-Box (midden) en Fietshangar (rechts).

3.3.3 Wanden en dak

Een aantal relevante eisen met betrekking tot de wanden en het dak zijn:

7. De fietstrommel moet voldoen aan de norm PKVW G10 ..
8. De fietstrommel moet de fiets beschermen tegen corrosie als gevolg van regen en vocht.
22. De fietstrommel moet vandalisme bestendig zijn.
23. De fietstrommel moet een mate van transparantie hebben vergelijkbaar met dat van een gemiddelde personen auto.

Verder moeten de wanden en het dak aan de vormgevingseisen voldoen.

In Tabel 4 zijn een aantal veel gebruikte materialen uitgezet tegen de relevante eisen. In deze paragraaf worden de verschillende materialen tegen elkaar afgewogen.

Tabel 4: Materialen voor de wanden en het dak uitgezet tegen de eisen.

		Kosten	Sterk	Water-dicht	Trans-perant	Overig
(Geprofileerd) plaatmetaal		+	+	+	-	
Strekmetaal, geperforeerd plaatmetaal, hekwerk		+	+	-	+	-industriële uitstraling
Polycarbonaat		-	+	+	+	-word snel vuil
Gehard veiligheidsglas		-	-	+	+	-word snel vuil
Trespa		-	+	+	-	+verschillende texturen en kleuren
Hout		+	-	+/-	-	+natuurlijke uitstraling
Tensile textiel		-	-	+	-	-word snel vuil +lichte uitstraling +onderscheidend

De fietstrommel wordt zowel door particulieren als bedrijven en gemeenten aangeschaft. De gebruikersgroepen hebben verschillende eisen met betrekking tot transparantie. Gemeenten stellen een lichtgewicht en transparant uiterlijk op prijs. Er is dan sprake van meer verkeers- en sociale veiligheid en beheerders kunnen misbruik gemakkelijker ontdekken. Daarnaast hebben bewoners minder bezwaar tegen lichte fietstrommels die in het straatbeeld passen. Particulieren hebben juist belang bij een afgesloten fietstrommel. Een afgesloten fietstrommel geeft een opgeruimde uitstraling en een gevoel van privacy en veiligheid. Ook zijn de fietsen dan beter beschermd tegen regen.

Er kan worden gekozen voor een ontwerp dat transparantie en geslotenheid combineert. Ook kan er worden gekozen om de belangen van de grootste gebruikersgroep (bedrijven en gemeenten) voorop te stellen. Nog een andere mogelijkheid is het aanbieden van verschillende soorten wanden, zoals dat bij andere fietsenstallingen van Falco wordt gedaan. Echter, Falco geeft de voorkeur aan een 'one-size-fits-all' oplossing. Er wordt met alle gebruikersgroepen rekening gehouden door transparante en ondoorzichtige materialen te combineren. Bijvoorbeeld polycarbonaat en plaatstaal of geperforeerde en ongeperforeerde plaat (zie Figuur 23).

Vormgeving

Er zijn een aantal verschillende wand- en dak materialen aan Falco voorgelegd (zie Figuur 23). Falco raadt het af om met geprofileerde plaat te werken, omdat het veel op bestaande fietstrommels lijkt en moeilijk is om mooi af te werken. Verder wordt transparant polycarbonaat afgeraden omdat het snel vuil wordt en snel beschadigt. Falco geeft duidelijk de voorkeur aan een combinatie van ongeperforeerde en geperforeerde vlakke plaat. Dat materiaal verhuult de stalen constructie, waardoor de fietstrommel een strakke uitstraling heeft. Combinaties met strekmetaal of hekwerk worden acceptabel gevonden. Er is gekozen voor geperforeerd plaatmetaal.



Figuur 23: Verschillende soorten wandbekleding toegepast op de vorm van de eerste schets van Figuur 14.

Transporteerbaarheid

Er is gekozen voor een vormgeving met een afronding. Daarom moet een gedeelte van het dak gebogen zijn. Dat heeft gevolgen voor de transporteerbaarheid. Het dak kan op verschillende manieren geschikt worden gemaakt voor transport. Ten eerste kan het dak in 3 delen worden getransporteerd, waarvan 1 deel gebogen is. De vlakke delen worden in dat geval onder op de pallet vervoert en het gebogen deel boven op (zie Figuur 24). Ten tweede kan het plaatmateriaal zo worden gekozen dat het door de klant zelf kan worden gebogen. Bijvoorbeeld polycarbonaat plaat, geprofileerd plaatmetaal of dun plaatmetaal kan vlak worden getransporteerd en door de klant worden gebogen. Er is gekozen voor de eerste optie. In dat geval kan er dikker (en dus sterker) plaatmateriaal gebruikt worden, waardoor de fietstrommel beter bestand is tegen vandalisme.

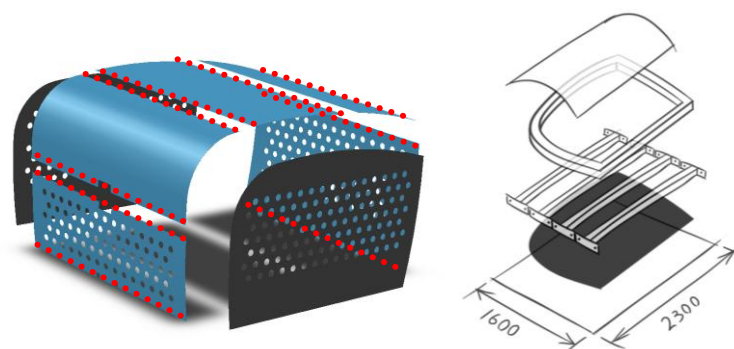
Gewicht

Het gewicht van de deur heeft een grote invloed op de handkracht die nodig is om de deur te openen en sluiten (zie bijlage C.6 en C.7). Het gewicht kan worden verkleind door te kiezen voor aluminium plaat in plaats van staal plaat. Daarnaast kan het gewicht worden verkleind door het plaatmateriaal met hoekprofielen te verstevigen en de plaatdikte te verkleinen.

Bevestiging

De plaatdelen worden aan de kokerprofielen bevestigd door middel van blindklink nagels. Deze kunnen door inbrekers niet gemakkelijk worden verwijderd, in tegenstelling tot zelfborende schroeven.

De meeste plaatdelen moeten door de klant zelf aan de kokerprofielen worden bevestigd (in verband met transporteerbaarheid). De zijwanden kunnen wel door Falco worden geassembleerd. De plaatdelen en kokerprofielen kunnen door Falco worden vorgeboord om de installatie makkelijker te maken (zie rode stippellijnen in Figuur 24). Verder is het, indien er meerdere fietstrommels in de zelfde oplegger worden getransporteerd, wellicht gunstiger om de deur geassembleerd te transporteren. De deuren kunnen dan worden gestapeld om het transport volume te beperken. En de klant hoeft dan minder installatie handelingen uit te voeren.



Figuur 24: Plaatdelen (links) en pallet indeling (rechts)

3.3.4 Fietsenrek

Het is wenselijk dat het fietsenrek aan de fietstrommel kan worden bevestigd. Het fietsenrek hoeft dan niet apart aan de grond te worden verankerd. Zo kan de hoeveelheid onderdelen worden verkleind en het installatiegemak vergroot. Er is gekozen voor een verankering aan de dwarsbalk (zie Figuur 25). Er kunnen verschillende afmetingen fietsenrekken worden verankerd.

3.4 Constructie

Relevante eisen met betrekking tot de constructie zijn:

4. De fietstrommel moet geschikt zijn voor export.
 - a. De fietstrommel moet een bouw pakket zijn dat gemakkelijk kan worden geïnstalleerd.
 - b. De onderdelen moeten compact kunnen worden getransporteerd.

3.4.1 Verbindingen

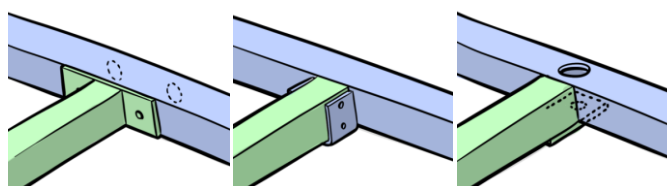
De algemene constructie bestaat uit gebogen (zij-)balken en dwarsbalken. Die onderdelen moeten aan elkaar verbonden worden. Er zijn veel verschillende manieren om die verbinding te bewerkstelligen (zie Figuur 26). De linker oplossing geeft de meest sterke verbinding. De linker oplossing is vergelijkbaar met de rechter oplossing; via een groot gat wordt de bout in het kokerprofiel geplaatst (de kop van de bout steekt dus niet uit), waarna deze wordt vastgedraaid met behulp van een dopsleutel.

3.4.2 Verankering

Er is gekozen voor een verankering door middel van een voetplaat. Daarmee kan de fietstrommel op harde ondergrond en, in combinatie met ankerblokken, op zachte ondergrond worden geïnstalleerd. Bij fietsenstallingen wordt wel eens gebruik gemaakt van stelvoeten. Daarmee kan afschot worden opgevangen. Omdat de fietstrommel klein is, is het hoogteverschil tussen de voeten ook klein. Een stelvoet is daarom niet nodig. Er is gekozen om de poten iets naar binnen te plaatsen, zodat de fietstrommel op smalle parkeerplaatsen over de stoeprand kan worden geplaatst (zie Figuur 25).

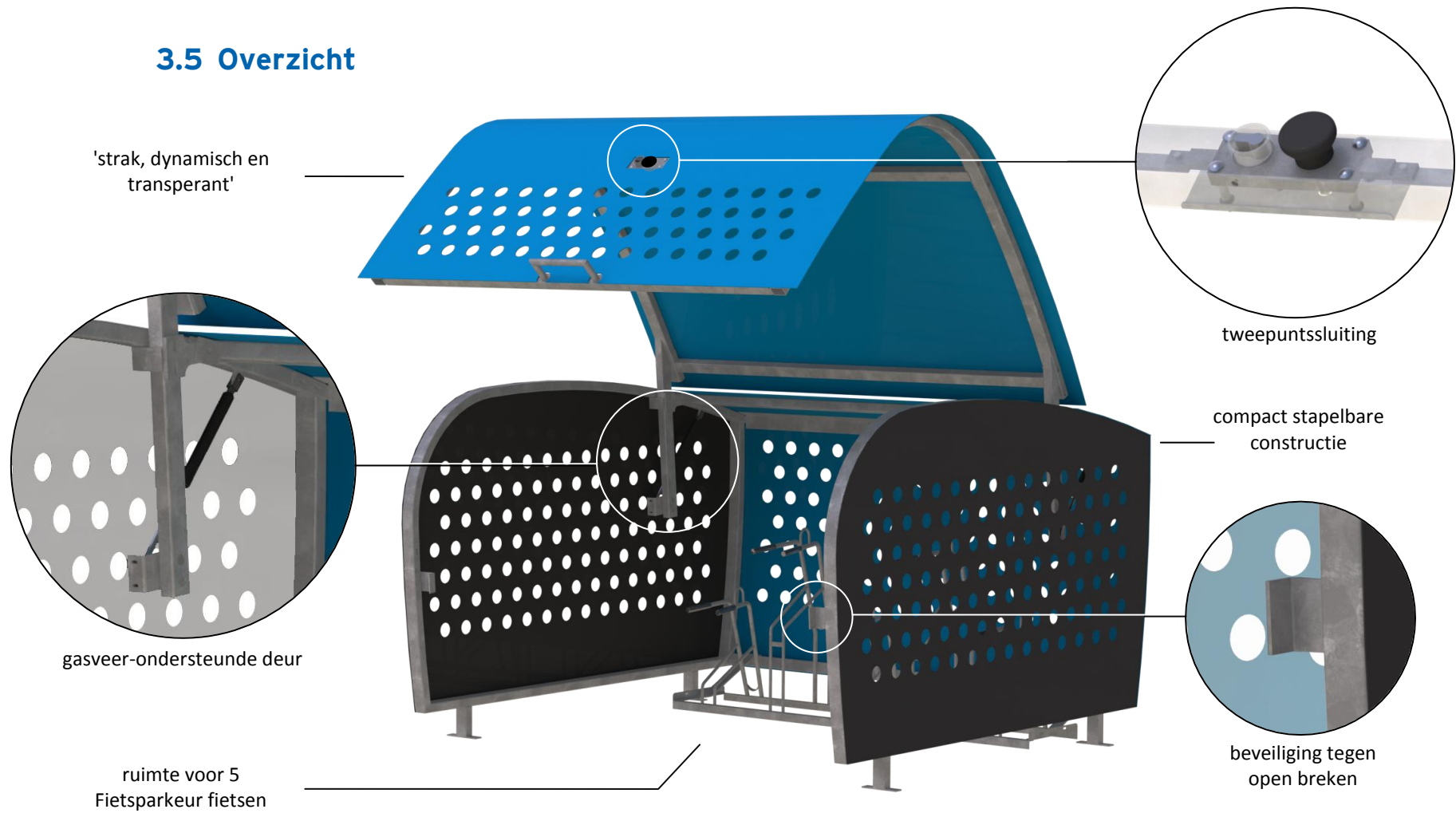


Figuur 25: Fietsenrek verankering aan de achterzijde van de fietstrommel (links en midden) en fietstrommel geplaatst over een stoeprand (rechts).



Figuur 26: Verschillende verbindingen tussen de dwarsbalken (groen) en het zijframe (blauw).

3.5 Overzicht



Figuur 27: Visuele samenvatting van het ontwerpvoorstel.

4 Evaluatie

In dit hoofdstuk wordt het ontwerpvoorstel geëvalueerd aan de hand van meest belangrijke eisen.

4.1 Productie kosten

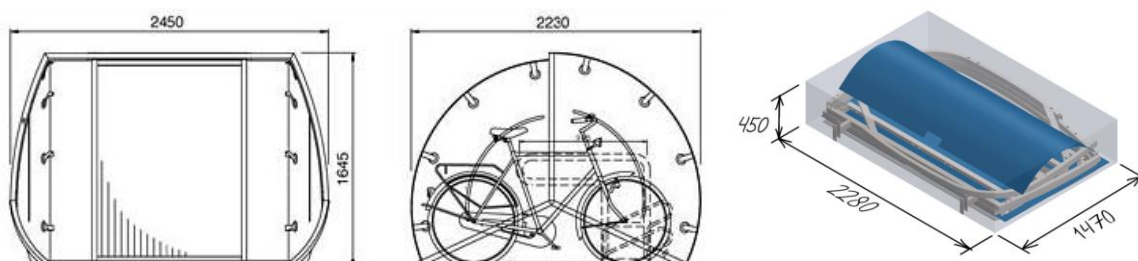
De totale productie kosten worden geschat op €970 (zie bijlage 0). De geschatte kostprijs komt ongeveer overeen met de gewenste kostprijs (€960). Doordat de meeste onderdelen door Falco kunnen worden gemaakt (zie Bijlage D), zijn de kosten beperkt. De geperforeerde plaatdelen moeten worden ingekocht. Er is in verband met vormgevings aspecten (transperant, dynamisch, strak) voor geperforeerde en gebogen plaatdelen gekozen, ondanks dat de productie van die onderdelen moet worden uitbesteed.

4.2 Transport kosten

De kappen van de Midi Bike Box worden geassembleerd getransporteerd en kunnen niet gestapeld worden. Een Midi Bike Box neemt daardoor ongeveer 6m^3 in beslag. Het ontwerpvoorstel kan, in tegenstelling tot de Midi Bike Box, gedeassembleerd worden getransporteerd. Het ontwerpvoorstel neemt daardoor maar $1,5\text{m}^3$ in beslag. Het kleinere volume van het ontwerpvoorstel zorgt voor een transportkosten besparing.

Die besparing kan worden gedemonstreerd aan de hand van het volgende voorbeeld: Transport met een oplegger (13,4x2,55x2,45m) naar een vertegenwoordiger van Falco in Stockholm bedraagt naar schatting €2600 [World Freigh Rates, 2013]. Het volume van een Midi Bike Box past ongeveer 14 keer in de oplegger en het pakket 55 keer. De transportkosten per Midi Bike Box zijn dan €180 en per pakket €50. Er is dus sprake van een kosten besparing van ongeveer €130 per fietstrommel.

Verder past het ontwerpvoorstel op een pallet van 1,6x2,3m. Dat is een gunstige maat, omdat in een oplegger naast het pakket nog twee euro pallets (1,2x0,8m) passen. Dat is niet het geval bij een Midi Bike Box.



Figuur 28: Afmetingen van de Midi Bike Box (links en midden) en een gedeassembleerde fietstrommel (rechts).

4.3 Installatie

Het installatiegemak hangt samen met de transporteerbaarheid. Er is gekozen voor een klein pakket, zodat de transportkosten minimaal zijn. Echter zijn er daardoor zijn meer losse onderdelen en is het installatie gemak kleiner dan een volledig geassembleerde fietstrommel. Het bevestigen van de plaatdelen is bewerkelijk. Een plaat moet worden gepositioneerd, gaten moeten worden geboord en de plaat moet worden bevestigd met blindklinknagels.

4.4 Inbraakweerstand

De fietstrommel moet voldoen aan inbraakweerstandsklasse 2. In het ontwerp is rekening gehouden met de inbreekgereedschapsets die bij weerstandsklasse 2 horen en de inbraakmethoden die met die gereedschapsets kunnen worden toegepast. Bijvoorbeeld is de fietstrommel beveiligd tegen het losbreken van de nachtschoten uit het frame. Of de fietstrommel daadwerkelijk voldoet aan weerstandsklasse 2 kan alleen worden bepaald door een SKG-IKOB beproeving.

4.5 Gebruiksgemak

Gebruiksgemak speelt een rol bij het openen en sluiten van de fietstrommel, en bij plaatsen en uitnemen van de fiets. De sluit- en open-handkrachten van de deur zijn acceptabel. Daarnaast is de deur zo ontworpen dat de gebruiker in de fietstrommel kan lopen en rechtop naast de fiets kan staan terwijl hij de fiets plaatst. Verder passen de fietstypen zoals vastgesteld in de Fietsparkeur norm [Stichting Fietsparkeur, 2011] in de fietstrommel.

4.6 Vormgeving

In het ontwerp is rekening gehouden met vormgevingseisen die gemeenten aan fietstrommels stellen (transperant, lichtgewicht, dynamisch, laag). De geperforeerde wanden geven de fietstrommel een mate van transparantie. Doordat de fietstrommel op pootjes staat, oogt hij naar mijn mening lichter dan de Midi Bike Box. Daarnaast zorgt het asymetrische zijaanzicht voor een dynamisch uiterlijk. Daardoor past hij goed in een straat waar auto's geparkeerd staan. Verder is de fietstrommel 1480mm hoog. Dat is ongeveer 160mm lager dan de Midi Bike Box en lager dan de meeste andere fietstrommels (onder andere de SecuBike, Fietshangar, Velo-Boxx en CycleStore Box). De vormgeving is in samenspraak met Falco tot stand gekomen. Falco gaf de voorkeur aan een strakke vormgeving, waarin de stalen constructie niet zichtbaar is. Ook de Zweedse vertegenwoordiger van Falco was enthousiast over de gekozen vormgeving.



Figuur 29: Ontwerpvoorstel tussen Fietshangar en auto.

Bronvermelding

Bramer, R. (2015). Toegangscontrole Systemen (de Mogelijkheden voor Fietsenstallingen). Enschede: Universiteit Twente.

Broer, K. (sd). Gemeentelijk fietsparkeerbeleid in de woonomgeving. Opgeroepen op september 11, 2015, van fietsberaad.nl: <http://www.fietsberaad.nl/library/repository/bestanden/tsparkerenwoning.doc>

Centrum voor Criminaliteitspreventie en veiligheid. (2014). Handboek Politiekeurmerk Veilig Wonen. Opgeroepen op 2015, van politiekeurmerk.nl: http://www.politiekeurmerk.nl/fileadmin/w/politiekeurmerk_nl/downloads/PKVVW_NB2015_Online.pdf

DINED (Antropometric Database). (sd). Opgeroepen op november 3, 2015, van dined.io.tudelft.nl: <http://dined.io.tudelft.nl/en/database/tool>

Ditewig, R. (sd). Verder met de Fiets (Fietsnota 2002). Opgeroepen op september 11, 2015, van utrecht.nl: https://www.utrecht.nl/images/DSO/Infraprojecten/fiets/Nota_Verder_met_de_fiets_2002.pdf

FeatherLight BV. (sd). Gasveer Berekenen. Opgeroepen op oktober 5, 2015, van gasveerwinkel.nl: http://www.gasveerwinkel.nl/gasveer_berekenen/

Gemeente Utrecht. (2009). Gebruikersonderzoek fietstrommels en buurtstallingen. Opgeroepen op september 11, 2015, van fietsberaad.nl: http://www.fietsberaad.nl/library/repository/bestanden/OnderzoekBuurtstalling_Trommels.pdf

Heijmerink Wagemakers. (sd). Gebruiks- en Onderhoudsinstructies Fietshangar. Opgeroepen op oktober 5, 2015, van fietshangar.nl: http://www.fietshangar.nl/bookcms/files/2e/775_intern_gebruiks_.pdf

Industrial Gas Springs Ltd. (2003-2014). Force P1 & Friction forces. Opgeroepen op december 11, 2015, van industrialgassprings.com: http://www.industrialgassprings.com/uk/calculate_force.asp

Industrial Gassprings Ltd. (sd). Recommendations for Gassprings. Opgeroepen op december 11, 2015, van indgassprings.com: <http://www.indgassprings.com/gas-spring-recommendations.html>

Mobiel 21. (2011). Fiets Suite (Leidraad voor Gemeenten). Opgeroepen op september 11, 2015, van fietsberaad.be: http://www.fietsberaad.be/Kennisbank/Bijlagen/Leidraad%20voor%20gemeenten_def.pdf

Rupprecht Consult. (sd). Bicycle Parking in Residential Areas. Opgeroepen op september 11, 2015, van rupprecht-consult.eu: http://www.rupprecht-consult.eu/uploads/tx_rupprecht/13_PRESTO_Infrastructure_Fact_Sheet_on_Bicycle_Parking_in_Residential_Areas.pdf

SpringMasters BV. (sd). Gasdrukveren. Opgeroepen op december 11, 2015, van Springmasters.nl: <http://www.springmasters.nl/gasveren/gasdrukveren.html>

Stichting Fietsparkeur. (2004, november 10). Normstellend document fietsparkeersystemen (enkellaags). Opgeroepen op september 11, 2015, van fietsersbond.nl: http://www.fietsersbond.nl/sites/default/files/normtekst_enkellaags.pdf

Stichting Fietsparkeur. (2011, oktober 4). Normstellend document meerlaags fietsparkeren. Opgeroepen op oktober 13, 2015, van Fietsparkeur.nl: <http://www.fietsparkeur.nl/normtekst%20dubbellaags.pdf>

World Freight Rates. (2013). Freight Calculator. Opgeroepen op januari 12, 2016, van worldfreightrates.com: <http://worldfreightrates.com/en/freight>

Bijlagen

A. Resultaten van het gebruiksonderzoek

Er is een enquête onder primaire en secundaire gebruikers gehouden. De relevante resultaten zijn hier weergegeven.

A.1 Primaire gebruiker

Gebruiker 1

- Model fietstrommel: Midi Bike Box van Falco.
- Gebruikssituatie: "Fietsenstalling gezin." De fietstrommels zijn een geschikte oplossing in deze gebruikssituatie omdat het een nette oplossing is en er geen garage aanwezig is.
- Belangrijkste reden van gebruik: Bescherming tegen weersinvloeden.
- Pluspunten: "Mooi ontwerp, volledig afsluitbaar, eenvoudig openen en sluiten [...]."
- Verbeterpunten: "Iets breder. Als een fiets voorzien is van een kinderzitje en de fiets iets naar de zijkant leunt in de beugel dan kan de leuning van het zitje de deur klem zetten. Je moet dan de deur op een kier zetten, de fiets de andere kant opduwen en dan pas kan de deur helemaal openen."

Gebruiker 2

- Model fietstrommel: Fietshangar van Heijmerink Wagemakers.
- Gebruikssituatie: Een plek in de fietstrommel word gehuurd.
- Belangrijkste reden van gebruik: Ruimtegebrek, bescherming tegen diefstal en weersinvloeden, stalling dicht bij huis.
- Pluspunten: "De huurprijs, de [groene] kleur, nagenoeg onderhoudsvrij."
- Verbeterpunten: "De afstand tussen de klemmen vergroten zodat je fiets makkelijker te plaatsen of te verwijderen is, 5 fietsen kan gewoon niet dan ontstaat er schade aan de fietsen. Een hoge fiets kan niet in een verhoogde klem geplaatst worden want dan kan de klep van de trommel niet dicht. De zijkanten van de trommel aan de binnenzijde voorzien van een waterdichte afwerking, bijvoorbeeld afdichten met Trespa (onderhoudsvrij). In de trommel een voorziening aanbrengen om de fiets vast te zetten bijvoorbeeld een oog lassen waar een kabelslot door kan, extra bescherming tegen diefstal.

Gebruiker 3

- Model fietstrommel: Fietshangar van Heijmerink Wagemakers.
- Gebruikssituatie: Een plek in de fietstrommel word gehuurd.
- Belangrijkste reden van gebruik: Ruimtegebrek, bescherming tegen diefstal, vandalisme en weersinvloeden.
- Verbeterpunten: "De trommel bevalt goed maar heeft twee nadelen. Er staat een rek in voor 5 fietsen. Als die er ook staan is het te krap. De sturen zitten elkaar in de weg en je moet dan flink duwen en trekken om je fiets op of van zijn plek te krijgen. Ten tweede bevriest het slot bij matige vorst. Mogelijk is dat wel op te lossen met een spray o.i.d. maar ik sta 's ochtends vroeg in de winter af en toe met een fohn de zaak te ontdoen. Niet ernstig maar wel lastig als je haast hebt."

Gebruiker 4

- Model fietstrommel: Fietshangar van Heijmerink Wagemakers.
- Gebruikssituatie: Een plek in de fietstrommel word gehuurd.
- Belangrijkste reden van gebruik: Ruimtegebrek, bescherming tegen diefstal, vandalisme en weersinvloeden.

- Pluspunten: De groene kleur en de vorm zorgen ervoor dat de fietstrommel niet al te veel op valt.
- Verbeterpunten: "Slot minder vorstgevoelig maken (het vries weleens dicht), en als er een hele nieuwe vormgeving gemaakt zou worden: een trommel die je met 1 hand kunt openen (kun je met je andere hand je fiets vasthouden)"

A.2 Secundaire gebruiker

Gemeente Utrecht

- Gebruiker: De gemeente Utrecht is eigenaar van fietstrommels.
- Model fietstrommel: Secubike van BCycle en Fietshangar van Heijmerink Wagemakers
- Gebruikssituatie: "[De fietstrommel] wordt gebruikt door buurtbewoners die niet beschikken over een achterom of berging."
- Belangrijkste reden van gebruik: Bescherming tegen diefstal.
- Andere reden: "In Utrecht staan er enkele voor het gebruik van scootmobiel. Mens die slecht ter been zijn en geen ruimte binnen hebben. Alleen dan kan er maar 1 scootmobiel staan en geen fietsen. Voorheen werd een trommel door de Gemeente geplaatst met ook electra aansluiting (vanuit huis) voor het opladen van de accu."
- Gebruiksgemak: "Ontgrendelen, is bij iedere fietstrommel niet even makkelijk. Wij hebben frommels waar je een sleutel om moet draaien en op de bestaande stang (voor aan de trommel) moet gaan staan. Gezien mijn gewicht 53 kg lukt me dit niet altijd. Oudere mensen (ook met een Handicap is dit niet altijd te doen). Plaatsen en uitnemen: niet altijd makkelijk omdat er veel fietsen zijn met de kratjes voor op (dit mag dan ook niet meer bij ons)."
- Pluspunten: "[Diefstal en vandalisme] is hij perfect voor, zeker met de vele E fietsen tegenwoordig."
- Verbeterpunten: "Makkelijk open en sluiten. Makkelijk in onderhoud. [...] Uit ervaring [is er voor fietstrommels] vaak te weinig ruimte in een straat."

Ustal

- Gebruiker: Ustal beheert fietstrommels in de gemeente Utrecht.
- Model fietstrommel: Secubike van BCycle en Fietshangar van Heijmerink Wagemakers
- Gebruikssituatie: "De fietstrommels worden gebruikt door buurtbewoners. [...] Mensen zonder schuur kunnen zo hun fiets veilig thuis stallen."
- Belangrijkste reden van gebruik: Ruimtegebrek, bescherming tegen diefstal, vandalisme en weersinvloeden.
- Gebruiksgemak: "Veel trommels gaan niet makkelijk open, je moet erg zwaar op de klep steunen om de hendels vrij te kunnen draaien. [...] [Ook] regelmatig problemen met het niet open kunnen krijgen van de trommel [in verband met] dichtgevroren sloten. Door de krappe behuizing levert het plaatsen en uitnemen van fietsen problemen op, met als gevolg kapotte remkabels. [...] Onze ervaringen met de fietstrommels is dat de afmeting als er 5 fietsen in staan, erg krap is, zeker met de huidige fietsen met brede sturen en fietstassen."
- Pluspunten: "De trommels zijn behoorlijk vandalisme bestendig. Geen diefstal uit de trommels gemeld onsbij."
- Verbeterpunten: "Meer ruimte, beter sluitsysteem."

Gemeente Rotterdam

- Gebruiker: De gemeente Rotterdam is eigenaar van fietstrommels.
- Model fietstrommel: Fietshangar van Heijmerink Wagemakers
- Gebruikssituatie: "De gemeente Rotterdam plaats fietstrommels voor bewoners die niet over een eigen berging beschikken."
- Belangrijkste reden van gebruik: "De fietstrommel voorziet in de behoefte aan een veilige en overdekte stalling voor de fiets."
- Verbeterpunten: "De capaciteit wordt beperkt door de afmetingen van de huidige fietstrommel. De trommel is volgens de leverancier geschikt voor 5 fietsen, maar in de praktijk blijkt dit vaak 1 fiets teveel te zijn, mede vanwege afwijkende maatvoeringen van fietsen (o.a. breed stuur). Diefstal vindt af en toe plaats door het openknippen van een zijpaneel."

Biesieklette

- Gebruiker: Biesieklette beheert fietstrommels in de gemeenten Delft, Den Haag en Rijswijk.
- Model fietstrommel: Fietstrommel van Jan Kuipers van en Fietshangar van Heijmerink Wagemakers.
- Gebruikssituatie: "De fietstrommel wordt door de huurder gebruikt."
- Belangrijkste reden van gebruik: Bescherming tegen diefstal en vandalisme.
- Gebruiksgemak: "Het ontgrendelen geeft veel moeite bij gebruikers. vooral bij ouderen, die hebben weinig beenkracht om de stang naar beneden te duwen tijdens het openen."

Aannemer

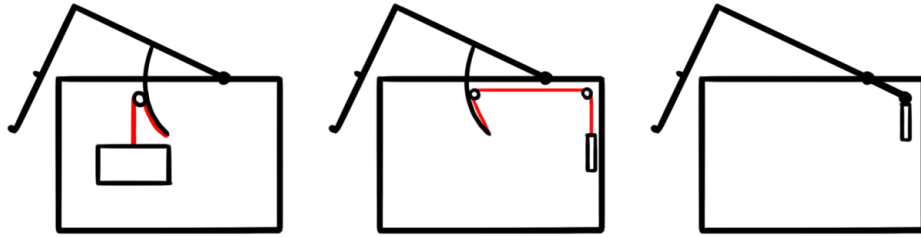
- De aannemer heeft op verzoek van de opdrachtgever fietstrommels laten plaatsen.
- Model fietstrommel: Midi Bike Box van Falco.
- Gebruikssituatie: "De fietstrommels zijn bij een kleinschalig appartementen project toegepast, op verzoek van de opdrachtgever in een beperkte ruimte. [...] er kan gratis van de fietstrommel gebruik worden gemaakt." De fietstrommels zijn een geschikte oplossing in deze gebruikssituatie omdat er weinig plaats buiten is, bewoners een kleine berging hebben en niet inzichtelijk is wat de behoeftes voor de toekomst zijn.
- Pluspunten: "De trommels zijn behoorlijk vandalisme bestendig. Geen diefstal uit de trommels gemeld onsbij."

B. Contragewicht berekening

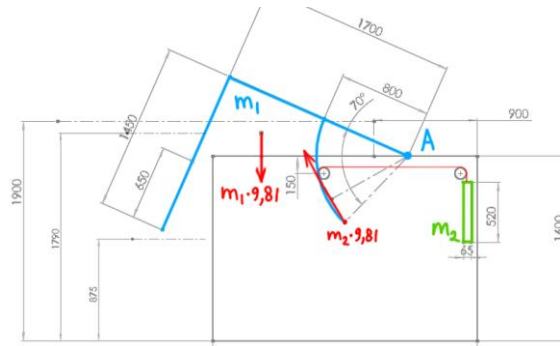
Het doel van deze berekening is het bepalen of er voldoende ruimte is voor een contragewicht dat de deur volgens de eisen kan ondersteunen.

De berekening beruist op een aantal gegevens en aannamen. Contragewichten kunnen op verschillende manieren worden toegepast. De oplossingen met katrollen (zie Figuur 30) hebben de voorkeur. Bij die oplossingen kan er namelijk een (vrijwel) constante kracht kan worden geleverd. Daardoor kan de massa minder groot zijn en opent de deur meer gecontroleerd. De fietstrommel is gemodelleerd zoals weergegeven in Figuur 31. Dat model gaat uit van een gewicht aan de achterkant van de trommel waarvan de kracht via twee katrollen aangrijpt op het einde van een cirkelboog. De radius en hoek van de cirkelboog zijn gekozen, zodat het contragewicht voldoende ruimte heeft om te verplaatsen (de massa verplaatst in dit geval 630mm). De afmetingen van het contragewicht zijn vooraf geschat. Er wordt aangenomen dat de deur een massa van 80kg heeft [Heijmerink Wagemakers] en het verticale en horizontale gedeelte van de

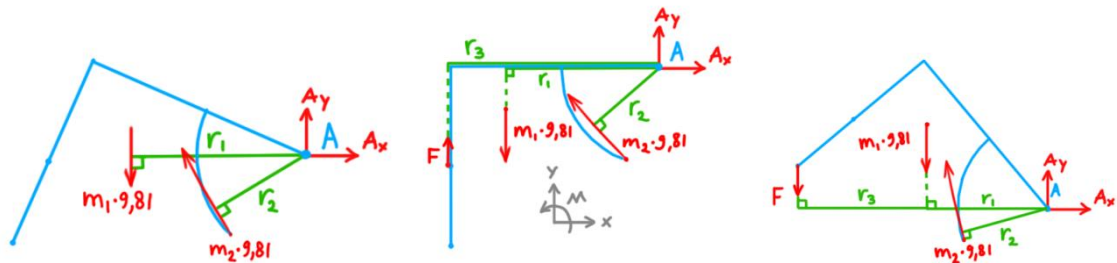
deur de zelfde dichtheid hebben. Verder is het gewenst dat de deur vanaf een bepaald punt zelf openend en zelfsluitend is (zie paragraaf zoveel). Op dat punt moet de deur in evenwicht zijn. Aan de hand van deze gegevens kunnen de vrij lichaam systemen (zie Figuur 32) en de evenwichtsvergelijkingen worden opgesteld. Vervolgens kan de massa van het contragewicht m_2 worden bepaald en de vereiste open- en sluitkracht.



Figuur 30: Mogelijke configuraties van contragewichten.



Figuur 31: Model van fietstrommel met contragewicht.



Figuur 32: Vrij lichaam systeem van de deur: in evenwicht (links) met $r_1=1270\text{mm}$, $r_2=770\text{mm}$, $m_1=80\text{kg}$; in gesloten toestand (midden) met $r_1=1250\text{mm}$, $r_2=700\text{mm}$, $r_3=1700\text{mm}$, $m_1=80\text{kg}$, $m_2=132\text{kg}$ en in open toestand (rechts) met $r_1=1080\text{mm}$, $r_2=780\text{mm}$, $r_3=2210\text{mm}$ $m_1=80\text{kg}$, $m_2=132\text{kg}$.

$$\begin{aligned}\sum M_{A,evenwicht} &= m_1 * 9,81 * r_1 - m_2 * 9,81 * r_2 = 0 \\ &= 80 * 9,81 * 1270 - m_2 * 9,81 * 770 = 0 \\ &\rightarrow m_2 = 132\text{kg} \\ \sum M_{A,gesloten} &= m_1 * 9,81 * r_1 - m_2 * 9,81 * r_2 - F * r_3 = 0 \\ &= 80 * 9,81 * 1250 - 132 * 9,81 * 700 - F * 1700 = 0 \\ &\rightarrow F = 44\text{N} \\ \sum M_{A,open} &= m_1 * 9,81 * r_1 - m_2 * 9,81 * r_2 - F * r_3 = 0 \\ &= 80 * 9,81 * 1080 - 132 * 9,81 * 780 - F * 2210 = 0 \\ &\rightarrow F = 74\text{N}\end{aligned}$$

Het contragewicht heeft dus een massa van ongeveer 130kg. Verder is de kracht die de gebruiker moet uitoefenen om de deur te openen en sluiten respectievelijk (groter dan) 44N en 74N. Die krachten zijn kleiner dan de maximaal toelaatbare handkracht (100N).

De keuze van het materiaal is afhankelijk van de dichtheid en de prijs. Staal heeft een hoge dichtheid (7850kg/m^3), maar is duur. Beton heeft een lagere dichtheid ($\sim 2400\text{kg/m}^3$), maar is goedkoop. Als er wordt uitgegaan van een betonnen contragewicht van 130kg, dan is het volume van het contragewicht 54L. Het contragewicht kan de vorm van een balk aannemen aan de achterkant van de fietstrommel of twee platen aan de zijkanten van de fietstrommel. De afmetingen van een dergelijke balk en plaat zijn bijvoorbeeld respectievelijk $500*60*1800\text{mm}$ of $(2x) 500*60*900\text{mm}$.

C. Gasveer berekening

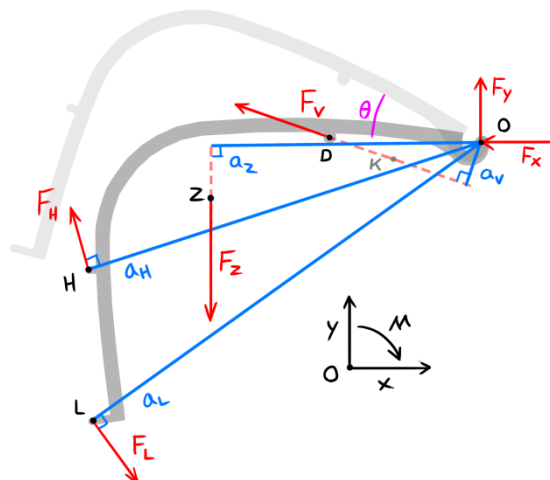
C.1 Aanpak

Het doel van deze berekening is het bepalen van de gasveer bevestigingspunten en de gasveer karakteristieken (kracht, bouwserie, ingeschoven en uitgeschoven lengte). Omdat er meerdere onbekenden zijn, is de berekening iteratief van aard.

Eerst worden de bevestigingspunten, bouwserie, ingeschoven en uitgeschoven lengte geschat. Daarna wordt de handkracht/openingshoek grafiek geplot. De gasveerkracht wordt gekozen, zodat de deur volledig opent en de handkracht bij elke openingshoek acceptabel is. Daarna wordt nagegaan of de geschatte bouwserie die gasveerkracht kan leveren. Als dat niet het geval is, moet een andere bouwserie worden gekozen. Ook als bij geen enkele gasveerkracht de handkracht acceptabel is, moet het proces opnieuw doorlopen worden.

Behalve de genoemde variabelen is er ook gevarieerd met plaatmaterialen en kokerafmetingen. Dat is gedaan om het gewicht van de deur en uiteindelijk de handkracht te minimaliseren.

C.2 Gegevens



Figuur 33: Vrij Lichaam Systeem van de deur.

Overzicht van alle parameters

Tabel 5: Overzicht van alle parameters.

	Symbool	Waarde
Positie van het zwaartepunt	Z	Tabel 7
Positie van de bevestiging van de gasveer op de deur	D	Onbekend
Positie van de bevestiging van de gasveer op het kozijn	K	Onbekend
Positie van het scharnierpunt	O	(0,0)
Openingshoek van de deur	θ	0-53,5°
Handkracht op het hoge handvat	F_H	max. 100N
Handkracht op het lage handvat	F_L	max. 100N
Zwaartekracht	F_Z	Tabel 7
Gasveerkracht	F_V	Onbekend
Krachtarm van F_H	a_H	1824mm
Krachtarm van F_L	a_L	2123mm
Krachtarm van F_Z	a_Z	Vergelijking 6
Krachtarm van F_V	a_V	Vergelijking 9
Gasveerkracht in uitgeschoven toestand (bepaald bij 20°C)	F_{Vuit}	Onbekend
Factor waarmee de kracht toeneemt door indrukking (progressie)	C_P	Tabel 8
Factor waarmee de kracht toeneemt bij indrukken en afneemt bij uitschuiven door wrijving	C_W	Vergelijking 1
Lengte van gasveer in uitgeschoven toestand (inclusief aansluitdelen)	L_{uit}	Onbekend
Lengte van gasveer in ingedrukte toestand (inclusief aansluitdelen)	L_{in}	Onbekend
Factor waarmee de kracht toe- of afneemt door temperatuur verandering	C_T	Vergelijking 2

Zwaartepunt

Tabel 6: Afzonderlijke massa's en zwaartepunten van het plaatmateriaal en het frame. Er zijn verschillende opties voor het plaatmateriaal, plaatdikte en koker afmetingen weergegeven.

Onderdeel	Materiaal	Afmetingen (mm)	Massa (kg)	Zwaartepunt Z(x,y) (mm)
Plaatmateriaal (optie 2)	Aluminium	Dikte: 2	32,95	-1186, -205
Plaatmateriaal (optie 3)	Aluminium	Dikte: 1 en 2 ¹	26,98	-1105, -216
Plaatmateriaal (optie 4)	Staal	Dikte: 1	47,96	-1186, -205
Plaatmateriaal (optie 5)	Staal	Dikte: 2	95,93	-1186, -205
Plaatmateriaal (optie 6)	Staal	Dikte: 1 en 2 ¹	78,53	-1105, -216
Plaatmateriaal (optie 7)	Aluminium	Dikte: 3	49,80	-1183, -206
Frame en overige delen (optie 1)	Staal	Zijbalk: 60x60x3, dwarsbalk: 60x30x2	63,00 ²	-1150, -334
Frame en overige delen (optie 2)	Staal	Zijbalk: 60x40x3, dwarsbalk: 50x40x2 gasveer boven fiets	55,62 ²	-1184, -347
Frame en overige delen (optie 3)	Staal	Zijbalk: 60x40x3, dwarsbalk: 50x40x2 gasveer voor fiets	63,04 ²	-1026, -334

¹ Het sterk gekromde plaatdeel is 1mm en de licht gekromde plaatdelen zijn 2mm.

² De massa van het slot is geschat op 0,45kg en er is rekening gehouden met een massa toename van het frame van 8% door verzinken.

Tabel 7: Gemeenschappelijke massa's en zwaartepunten van het plaatmateriaal en het frame. Er zijn verschillende opties voor het plaatmateriaal en de plaatdikte weergegeven (zie Tabel 6).

Frame	Plaatmateriaal	Massa (kg)	Zwaartepunt $Z_0(x,y)$ (mm)
Optie 1	Optie 1	79,6	-1158, -307
Optie 1	Optie 2	95,95	-1162, -290
Optie 1	Optie 3	89,98	-1136, -299
Optie 1	Optie 4	110,96	-1166, -278
Optie 1	Optie 5	158,93	-1172, -256
Optie 1	Optie 6	141,53	-1125, -269
Optie2	Optie 5	151,55	-1185, -257
Optie2	Optie 7	105,42	-1184, -280
Optie3	Optie 5	158,97	-1123, -256
Optie3	Optie 7	112,84	-1095, -278

Progressie, wrijving en temperatuur

De progressiefactor is afhankelijk de gasveer bouwserie. De progressie factor C_p voor verschillende bouwseries zijn weergegeven in Tabel 8. Er word gerekend met $C_p=0.50$ als de gasveerkracht $F_{Vuit}<2500N$. Er word gerekend met $C_p=0.40$ of $C_p=0.33$ als $F_{Vuit}>2500N$.

Tabel 8: Kracht bereik en progressie factor van verschillende gasveer bouwseries [SpringMasters BV].

Gasveer bouwserie	Kracht bereik (N)	C_p
14/28	150 - 2500	0,50
20/40	300 - 5000	0,40
20/45	250 - 5000	0,33

Er word gerekend met een wrijving van 9% van de gasveerkracht [Industrial Gas Springs Ltd, 2003-2014]. De wrijvingsfactor is dus bij het indrukken en uitschuiven:

Vergelijking 1

$$C_{win} = 1.09; C_{wuit} = 0.91$$

De temperatuur factor kan worden bepaald aan de hand van de minimum en maximum gebruikstemperatuur (zie Vergelijking 2). Er word uitgegaan van een gebruikstemperatuur van -5 tot 30°C.

Vergelijking 2

$$C_{Tmin} = \frac{T_{min} + 273}{20 + 273} = \frac{-5 + 273}{20 + 273} = 0.915$$

$$C_{Tmax} = \frac{T_{max} + 273}{20 + 273} = \frac{30 + 273}{20 + 273} = 1.034$$

C.3 Ontwerp richtlijnen voor gasveren

De volgende richtlijnen zijn van belang bij het ontwerpen van gasveer toepassingen [Industrial Gasspings Ltd]:

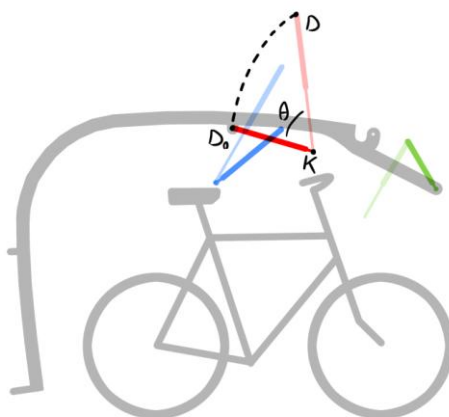
- Voorkom radiale krachten.
 - Zorg ervoor dat de gasveer juist kan worden uitgelijnd.
 - Gebruik waar mogelijk kogelgewrichten of stangkoppen.
 - Zorg ervoor dat de bevestigingen voldoende speling hebben.
 - Zorg ervoor dat fietsen de gasveer niet kunnen blokkeren.
- Zorg voor een goede smering en demping.
 - Plaats de gasveer met de stang naar beneden.
 - Zorg ervoor dat de stang de meeste tijd een hoek van minder dan 60° met de verticaal maakt.
- Zorg ervoor dat de gasveer niet verder kan worden ingedrukt of uitgetrokken dan toegestaan.
- Zorg voor een balans tussen de lengte en de kracht van de gasveer.

C.4 Gasveer bevestigingspunten

De gasveer kan op verschillende manieren worden bevestigd. De gasveer moet zo worden bevestigd dat de fietsen de gasveer niet kunnen blokkeren. Verder moet de gasveer de meeste tijd een hoek van minder dan 60° met de verticaal maken. Ook moet de krachtarm voldoende groot zijn, terwijl de lengte van de gasveer beperkt blijft. Er zijn vier bevestigings opties overwogen:

1. De gasveer word boven de fietsen geplaatst (zie rode gasveer in Figuur 34). In dat geval is de hoek tussen de gasveer en de verticaal ongeveer 70°. De gasveer heeft daardoor een minder goede smering en dus een kortere levensduur.
2. De gasveer word vóór de fietsen geplaatst (zie groene gasveer in Figuur 34). In dat geval kan de gasveer wel onder de juiste hoek worden geplaatst. De deur moet worden verlengt tot achter het scharnier. De constructie is daardoor groter en complexer dan bij optie 1.
3. De fietstrommel word ongeveer 200mm verbreed. In dat geval kan de gasveer wel onder de juiste hoek worden geplaatst (zie blauwe gasveer in Figuur 34). De fietstrommel is minder ruimte-efficiënt en de deur is zwaarder.
4. De fietstrommel word verhoogd. In dat geval kan de gasveer wel onder de juiste hoek worden geplaatst.

Opties 3 en 4 zijn het minst wenselijk. Voor opties 1, 2 en 3 zijn schattingen gemaakt van de bevestigingspunten. Daarbij is rekening gehouden met de beschikbare ruimte en de ontwerprichtlijnen voor gasveren (zie 0). De coördinaten van de bevestigingspunten zijn weergegeven in Tabel 9.



Figuur 34: Mogelijke gasveer bevestigingspunten (optie 1: rood, optie 2: groen, optie 3: blauw).

Tabel 9: Gegevens van geschatte bevestigingspunten.

	$D_0(x,y)$ (mm)	$K(x,y)$ (mm)	L_{uit} (mm)	L_{in} (mm)
Optie 1a	-637, 23	-283, -84	615	365
Optie 1b	-760, 28	-355, -84	715	415
Optie 1c	-517, 16	-218, -84	515	315
Optie 1d	-478, 23	-183, -126	515	315
Optie 1e	-487, 24	-199, -105	515	315
Optie 2a	305, -258	167, -32	415	265
Optie 2b	389, -314	223, -46	515	315
Optie 2c	411, -318	226, -63	515	315
Optie 2d	375, -353	215, -76	515	315
Optie 2e	363, -358	213, -75	515	315
Optie 2f	378, -364	211, -75	515	315
Optie 2g	327, -371	208, -74	515	315
Optie 2h	298, -380	206, -74	515	315
Optie 2i	270, -392	202, -79	515	315
Optie 2j	314, -389	204, -89	515	315
Optie 3a	-350, 0	-669, -264	715	415
Optie 3b	-345, 0	-648, -283	715	415
Optie 3c	-342, 0	-631, -297	715	415
Optie 3d	-287, -6	-571, -244	615	365

C.5 Vergelijkingen

Er moet een momenten evenwicht gelden volgens Vergelijking 3. Uit die vergelijking volgen de open- en sluit-handkracht (zie Vergelijking 4 en Vergelijking 5). De parameters a_H , a_L en F_z zijn constant. De parameters a_z , a_v en F_v kunnen worden geschreven als functie van de hoek θ . Vervolgens kunnen alle parameters in Vergelijking 4 en Vergelijking 5 worden ingevoerd.

Vergelijking 3

$$\sum M_0 = F_H * a_H + F_v * a_v - F_L * a_L - F_z * a_z = 0$$

Vergelijking 4

$$F_L = \frac{F_v * a_v - F_z * a_z}{a_L}$$

Vergelijking 5

$$F_H = \frac{F_z * a_z - F_v * a_v}{a_H}$$

De arm a_z verandert als functie van de hoek θ volgens Vergelijking 6.

Vergelijking 6

$$a_z = \sqrt{(Z_{x0} * \cos\theta + Z_{y0} * \sin\theta)^2}$$

De arm a_v verandert als functie van de hoek θ . De arm a_v kan worden bepaald door Vergelijking 7 (vergelijking van Heron) en Vergelijking 8 aan elkaar gelijk te stellen en alle termen behalve a_v naar de rechter kant te halen. Lijnstukken DK kan vervolgens worden berekend volgens Vergelijking 12 tot Vergelijking 14.

Vergelijking 7

$$A_{ODK} = \sqrt{\frac{o}{2} \left(\frac{o}{2} - DK \right) \left(\frac{o}{2} - OK \right) \left(\frac{o}{2} - OD \right)}$$

met omtrek van driehoek ODK: $o = DK + OK + OD$

Vergelijking 8

$$A_{ODK} = \frac{1}{2} DK * a_v$$

Vergelijking 9

$$a_v = \frac{2 \sqrt{\frac{o}{2} \left(\frac{o}{2} - DK \right) \left(\frac{o}{2} - OK \right) \left(\frac{o}{2} - OD \right)}}{DK}$$

Vergelijking 10

$$DK = \sqrt{(K_x - D_x)^2 + (K_y - D_y)^2}$$

Vergelijking 11

$$D_x = D_{x0} * \cos\theta + D_{y0} * \sin\theta$$

Vergelijking 12

$$D_y = -D_{x0} * \sin\theta + D_{y0} * \cos\theta$$

Vergelijking 13

$$OD = \sqrt{D_{x0}^2 + D_{y0}^2}$$

Vergelijking 14

$$OK = \sqrt{K_x^2 + K_y^2}$$

De benodigde gasveerkracht F_v bij een bepaalde hoek θ is afhankelijk van de gasveerkracht in uitgeschoven toestand F_{vuit} , de mate waarin de gasveer is ingedrukt, de progressiefactor C_p , de wrijvingsfactor C_w , en de temperatuurfactor C_T (zie Vergelijking 15)

Vergelijking 15

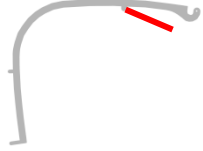
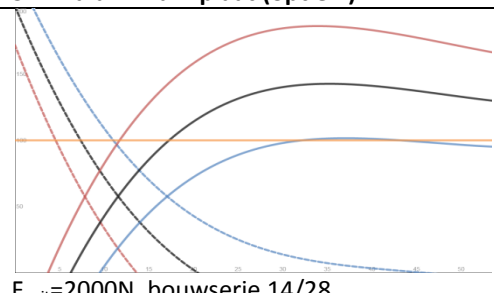
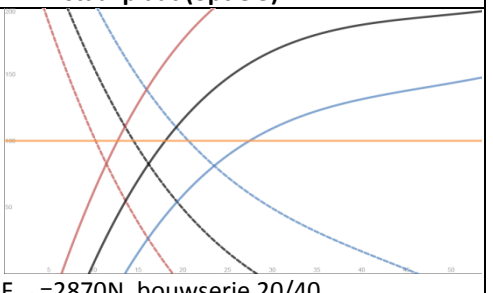
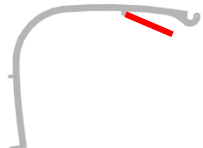
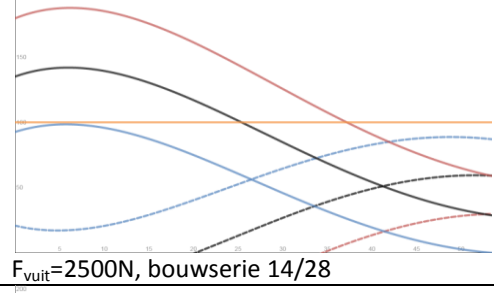
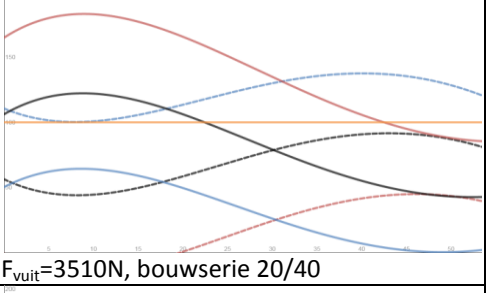
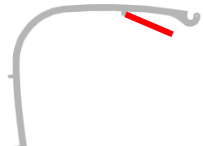
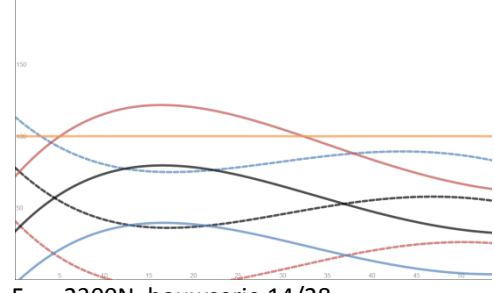
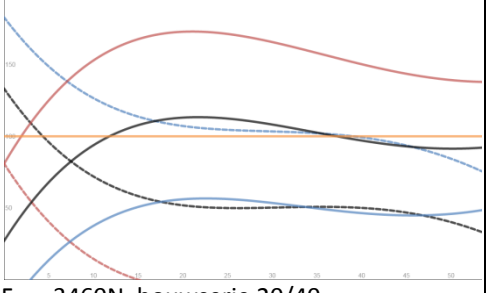
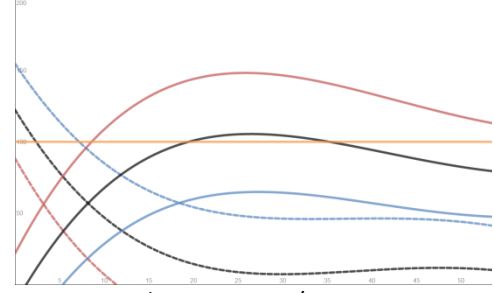
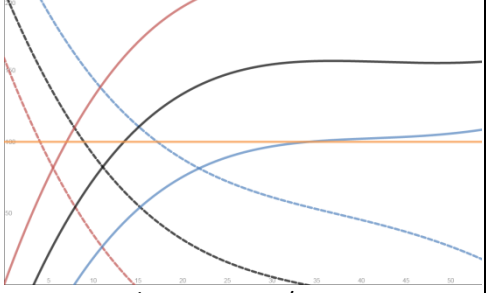
$$F_v = 2 * F_{vuit} * \left(1 + \left(1 - \frac{DK - L_{in}}{L_{uit} - L_{in}} \right) * C_p \right) * C_w * C_T$$

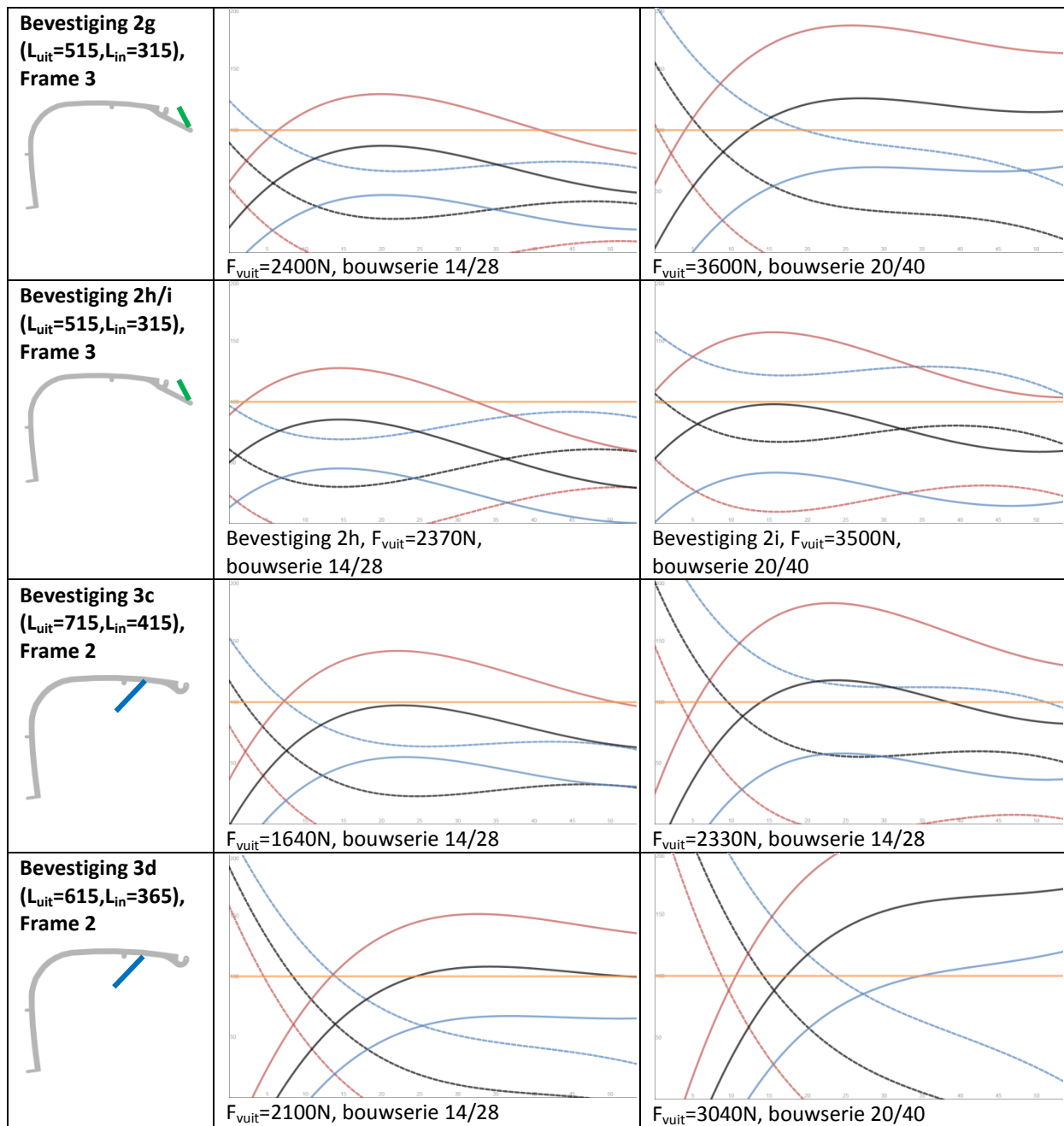
Alle parameters verkregen uit Vergelijking 6 t/m Vergelijking 15 kunnen in Vergelijking 4 en Vergelijking 5 worden ingevoerd.

C.6 Iteraties

Vergelijking 4 en Vergelijking 5 zijn geplot bij verschillende gasveerbevestigingspunten, plaatmaterialen, kokerprofiel afmetingen, gasveerkrachten (F_{vuit}) en omgevingstemperaturen (zie Tabel 10).

Tabel 10: Handkracht(N)/openingshoek(°)-grafieken

Legenda Stippellijn: handkracht bij openen Doorgetrokken lijn: handkracht bij sluiten Rood: handkracht bij 30°C Zwart: handkracht bij 12°C Blauw: handkracht bij -5°C Oranje: richtlijn maximale handkracht (100N)		
	3mm aluminium plaat (optie 7)	2mm staal plaat (optie 5)
Bevestiging 1a ($L_{uit}=615, L_{in}=365$), Frame 2 	 $F_{vuit}=2000N$, bouwserie 14/28	 $F_{vuit}=2870N$, bouwserie 20/40
Bevestiging 1d ($L_{uit}=515, L_{in}=315$), Frame 2 	 $F_{vuit}=2500N$, bouwserie 14/28	 $F_{vuit}=3510N$, bouwserie 20/40
Bevestiging 1e ($L_{uit}=515, L_{in}=315$), Frame 2 	 $F_{vuit}=2300N$, bouwserie 14/28	 $F_{vuit}=3460N$, bouwserie 20/40
Bevestiging 2e ($L_{uit}=515, L_{in}=315$), Frame 3 	 $F_{vuit}=2450N$, bouwserie 14/28	 $F_{vuit}=3650N$, bouwserie 20/40



C.7 Conclusie

Er zijn 4 verschillende gasveerbevestigings opties overwogen (zie bijlage C.4). Er is gekozen voor optie 2, omdat de gasveer in gesloten toestand een hoek van minder dan 60° met de verticaal maakt. Dat zorgt voor een langere levensduur van de gasveer (zie bijlage 0). Bij gasveerbevestigingsoptie 2h (bij een aluminium bekleding) en 2i (bij een stalen bekleding) is de handkracht minimaal. Een aluminium bekleding heeft de voorkeur, omdat de handkrachten kleiner zijn dan bij een stalen bekleding. Uit de bevestigingspunten volgen de gasveer karakteristieken:

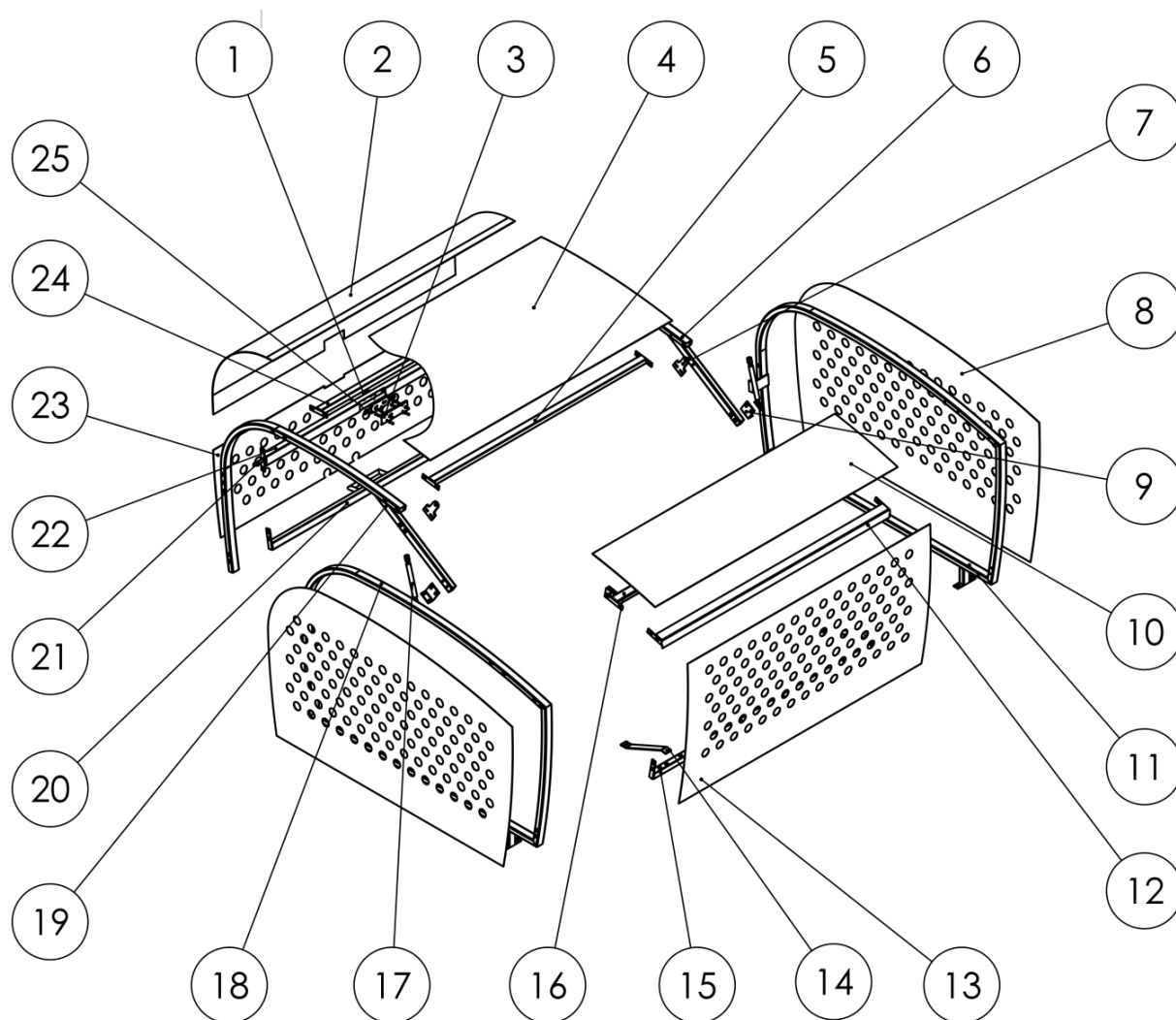
Lengte inclusief aansluitdelen: $L_{uit}=515mm$ en $L_{in}=315mm$
 Bouwserie 14/28 (bij aluminium bekleding) en 20/40 (bij staal bekleding)
 $F_{vuit}=2370N$ (bij aluminium bekleding) en $3500N$ (bij staal bekleding)

D. Koopdelen en productiemethoden

Een eis met betrekking tot de productie is:

2. De fietstrommel moet door Falco geproduceerd kunnen worden.

De productiemethoden van de fietstrommel onderdelen moeten dus afgestemd zijn op de machines die Falco beschikbaar heeft. Falco heeft onder anderen een CNC buizen laser, CNC plasma snijder, CNC walsmachine, rolbuigmachine, zetbank, ponsmachine, knipmachine en lasapparaten. Figuur 35: Exploded view van de fietstrommel. geeft een overzicht van (bijna) alle onderdelen. In deze bijlage wordt kort aangegeven welke onderdelen worden ingekocht en welke onderdelen op welke manier worden geproduceerd.



Figuur 35: Exploded view van de fietstrommel.

D.1 Koopdelen

Falco heeft geen faciliteiten om plaatmateriaal te perforeren. De plaatdelen moeten dus worden uitbesteed. Verder zal het poedercoaten van de plaatdelen en het verzinken van alle andere onderdelen ook door andere bedrijven worden gedaan. Naast de plaatdelen zijn er een aantal standaard onderdelen die moeten worden ingekocht (zie Figuur 36).



Figuur 36: In leesrichting is weergegeven: halve euro profiel cilinder (#1), gasveer (#17), nemef garagedeur slot 1809 (#25), Nemef handvat 3041/4 (#27), Nemef handvat 3072/22 (#28).

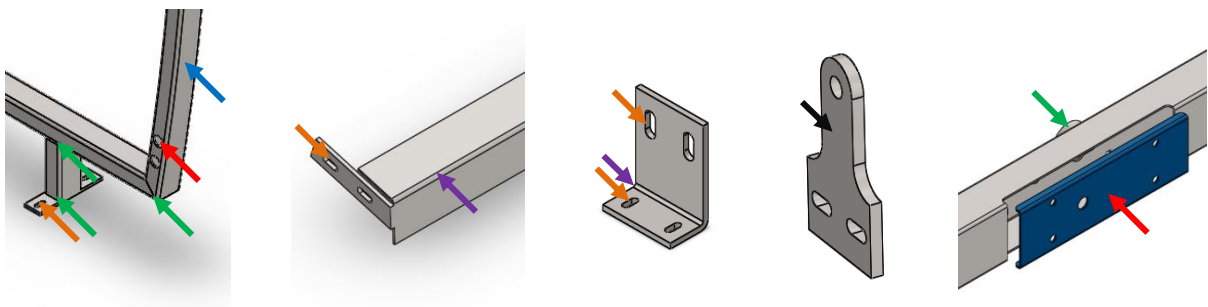
D.2 Maakdelen

Kokerprofielen

De gaten in alle kokerprofielen kunnen worden gemaakt door middel van de buizenlaser die Falco beschikbaar heeft. De gekromde kokerprofielen (#6, #11, #18 en #19) moeten worden gewalst. Aan de kokerprofielen moeten verschillende bevestigingsplaten worden verbonden. Die platen kunnen uit platstaal worden geknipt. Sleuven kunnen worden aangebracht door middel van de ponsmachine die Falco beschikbaar heeft. Daarna kunnen de platen aan de kokerprofielen worden gelast. (zie Figuur 37)

Overige onderdelen

Dwarsbalk #12 kan worden vervaardigd door platstaal te knippen en vervolgens te zetten. De gasveerbevestiging (#9) en fietsenrekverankering (#14) kunnen worden vervaardigd door middel van ponsen en zetten. Het scharnier (#7) kan worden vervaardigd door middel van de plasma snijden afdekplaat van het slot (#3) kan door middel van de buizenlaser uit dwarsbalk #22 worden gesneden. (zie Figuur 37). Plaatdeel 2 wordt gerolbuigd.



Figuur 37: Een aantal onderdelen waarvan de bewerkingen zijn weergegeven met pijlen. Rood: buizenlaser, groen: lassen, blauw: walsen, oranje: ponsen, paars: zetten, zwart: plasmasnijden. In leesrichting is weergegeven: onderdeel #18, #12, #9, #7, #22 en #3.

E. Kostprijs berekening

De kostprijs van de fietstrommel is door Falco berekend (zie Tabel 11). De berekening is gebaseerd op materiaal- en bewerkingskosten. De kosten van alle plaatdelen staan achter onderdeel #2. De totale kostprijs van de trommel is €970.

Tabel 11: Kostprijsberekening
(de kosten van alle plaatdelen zijn weergegeven onder onderdeel 2)

Onderdeel # (zie Figuur 35)	Onderdeel	Aantal	Prijs per stuk (€)	Prijs totaal (€)	Prijs poedercoaten per stuk (€)	Prijs poedercoaten totaal (€)
1	euro profiel cilinder (koopdeel)	1	8,72	8,72		
2	plaat deur ronding (koopdeel)	1	303,30	435,39	34,52	34,52
3	afdekplaat slot	1	2,30	2,30		
4	plaat deur boven (koopdeel)	1	-	-	37,53	37,53
5	dwarsbalk deur achter	1	9,73	9,73		
6	deur zijkant gespiegeld	1	30,65	30,65		
7	scharnier deur	2	2,63	5,26		
8	plaat zijkant (koopdeel)	2	-	-	45,51	91,02
9	bevestiging gasveer deur	2	1,40	2,80		
10	plaat achterboven (koopdeel)	1	-	-	18,62	18,62
11	frame zijkant gespiegeld	1	63,84	63,84		
12	dwarsbalk achterboven	1	13,09	13,09		
13	plaat achter (koopdeel)	1	-	-	36,00	36,00
14	verankering fietsenrek (optioneel)	0	-	-		
15	dwarsbalk achter onder	1	10,52	10,52		
16	dwarsbalk met scharnier	1	18,07	18,07		
17	gasveer (koopdeel)	2	25,00	50,00		
18	frame zijkant	1	63,84	63,84		
19	deur zijkant	1	30,65	30,65		
20	dwarsbalk deur onder	1	18,23	18,23		
21	sluitstang	2	1,41	2,83		
22	dwarsbalk slot	1	28,41	28,41		
23	plaat deur onder (koopdeel)	1	-	-	20,67	20,67
24	dwarsbalk deur boven	1	9,73	9,73		
25	Nemef slot 1809 (koopdeel)	1	20,37	20,37		
26	Bevestigingsmiddelen (koopdelen)	1	30,00	30,00		
27	Nemef handvat 3041/4 (koopdeel)	1	5,00	5,00		
28	Nemef handvat 3072/22 (koopdeel)	1	5,00	5,00		
				732,35		238,36