

Trolley voor touchscreens

Bijlages



Naam:	Bo Bron
Student nummer:	2200573
Email adres:	b.bron@student.fontys.nl
Mobiele nummer:	06-27342388
School:	Fontys Hogeschool Venlo
Opleiding:	Werktuigbouwkunde

Deurne, juni 2018

Trolley voor touchscreens

Bijlages

Bedrijf:	Vogel's Hondsruglaan 93 5628 DB Eindhoven 040-2647400
Stagebegeleider Fontys:	Marco van Kooten M.vankooten@fontys.nl 0885074799
Stagebegeleider bedrijf:	Paul Grolle Manager R&D P.Grolle@vogels.com 040-2647466
Stageperiode:	1 februari 2018 – 30 juni 2018
Plaats, maand en jaar:	Deurne, juni 2018
Gecommitteerde:	René van Weert

Inhoudsopgave

1	Bijlage 1: Designfilosofie Vogel's.....	1
2	Bijlage 2: TÜV-eisen Vogel's.....	2
3	Bijlage 3: Concurrenten analyse.....	4
4	Bijlage 4: Test struikelgevaar	5
5	Bijlage 5: Functieanalyse	6
6	Bijlage 6: TRIZ-Analyse	10
6.1	Hoe werkt TRIZ?	10
6.2	Probleemspecificatie.....	10
6.2.1	Specifiek probleem	10
6.2.2	Idealiteit	11
6.2.3	Bronnen.....	12
6.2.4	Beperkingen/randvoorwaarden	13
6.2.5	Functies	14
6.2.6	Contradicties	14
6.2.7	Probleemdefinitie	14
6.3	Bijlage 7: Resultaten TRIZ.....	15
6.4	Oplossingen bedenken.....	16
7	Bijlage 7: Morfologische kaart	17
8	Bijlage 8: Schetsen/Ideeën voor de trolley	18
9	Bijlage 9: Kesselring-methode.....	19
10	Bijlage 10: FMEA.....	20
11	Bijlage 11: Berekening hellen & minimale voetdiepte.....	25
12	Bijlage 12: Krachten op de voet	26
13	Bijlage 13: Berekening doorbuiging van de voet.....	27
14	Bijlage 14: Berekening spanningen in de voet	28
15	Bijlage 15: Berekening hoogte bevestigingsplaatje wielen.....	29
16	Bijlage 16: Berekening lasdikte verbindingsplaat wielen	30
17	Bijlage 17: FEM-analyse van het kolom-voet plaatje	31
18	Bijlage 18: Boutberekening verbindingsplaat kolom-voet.....	35
19	Bijlage 19: FEM-analyse lipjes ophanging	36
20	Bijlage 20: FEM-analyse PFB-bar ophanging	37
21	Bijlage 21: Technische tekeningen	38
22	Bijlage 22: Detail-renders van prototype trolley.....	57

1 Bijlage 1: Designfilosofie Vogel's

Gebruiksgemak

Het product moet gebruiksvriendelijk zijn, maar daar begint het niet mee. Bij Vogel's start het gebruiksgemak al bij het uitpakken tot het gebruiken van het product. Wanneer het product in gebruik is, moet het flexibel, comfortabel en vlot zijn. Zo creëren ze een perfecte wisselwerking tussen de producten van Vogel's en apparaten zonder te bezuinigen op de kwaliteit.

Design

Voor het design is het van belang dat wanneer er naar het product gekeken wordt men er een goed gevoel bij krijgt. Alleen dan is het volgens Vogel's een goed ontwerp. Dit geldt voor beide, zowel de montage als het gebruik. De producten moeten op een intuïtieve manier bij de gebruikers zijn/haar situatie of interieur passen/integreren.

Innovatie

Vogel's is constant aan het innoveren om zo met de techniek mee te gaan. De producten moeten vernieuwend zijn ten opzichte van de oude en/of concurrenten producten. Innovatie is nooit een op zichzelf staand doel. De beste innovaties zijn logisch en comfortabel. Het moet een toegevoegde waarde zijn voor de gebruiker.

Betrouwbaarheid

Betrouwbaarheid is een eis dat hoog in het vaandel staat bij Vogel's. Het is van belang dat de gebruiker zich nooit zorgen hoeft te maken over de veiligheid van het apparaat en zichzelf. Deze betrouwbaarheid bereiken ze door middel van grondig testen van het product met de strengste TÜV-eisen. Voorkomen is beter dan achteraf herstellen of vernietigen. Dit heeft als gevolg dat er een extreem lage uitvalpercentage is.

Eenvoudige montage

Tijdens de ontwikkeling van de producten wordt er rekening gehouden met de eenvoud van het monteren. Denk hierbij aan zo min mogelijk gereedschap, niet schroeven, één persoons montage etc. De beleving van het product begint al bij de montage, daarom wordt hier veel aandacht aan geschonken. Naast de montage die soepel moet verlopen bij de consumentenmarkt, is dit ook gewenst in de professionele markt. De installateurs hebben een stem in de keuze van de producten. Wanneer zij een voorkeur hebben voor een bepaald merk dan wordt dit zeker meegenomen in de keuze van het management.

2 Bijlage 2: TÜV-eisen Vogel's

Voordat het product een TÜV-certificaat krijgt, moet het eerst getest en gecontroleerd worden op de volgende punten:

Product marking

Het product moet gemarkeerd worden met de volgende informatie:

- Producent
- Distributeur
- Vogel's Products BV. Hondsruglaan 93, 5628DB Eindhoven, Nederland
- Product type
- Maximale belasting.

Snij- & pletgevaar

Het is niet toegestaan dat het product scherpe randen heeft die verwondingen kunnen veroorzaken (richtlijn minimale radius is R0,2mm.). Het pletten en snijden van handen en vingers mag ten alle tijden niet gebeuren. Let hiervoor op de toegankelijkheid van bewegende delen. Het is aanbevolen een minimale afstand tussen twee bewegende delen van 25mm voor vingers en 100mm voor handen te hanteren. Alle bereikbare profieleindes moeten worden bedekt.

Belasting capaciteit I

Het product moet twee maal het maximale aangegeven gewicht kunnen dragen voor minimaal 1 uur zonder te falen. Het product moet getest worden in de meest ongunstige positie. Aan het einde van de test moeten de componenten vrij zijn van breuken, scheuren of plastische vervormingen. Alle bevestigingsmaterialen moeten volledig intact blijven. In geval van niet-metalen dragende componenten zal het product voor een periode van 24 uur moeten worden getest.

Belasting capaciteit II

Consumenten markt

Het product moet drie maal het maximale aangegeven gewicht kunnen dragen voor minimaal 1 uur zonder te falen. Het product moet getest worden in de meest ongunstige positie. Aan het einde van de test moeten de componenten vrij zijn van breuken en scheuren. Hier mag wel plastische vervorming plaats vinden. Alle bevestiging materialen moeten volledig intact blijven. In geval van niet-metalen dragende componenten zal het product voor een periode van 24 uur moeten worden getest.

Professionele markt

Het product moet vijf maal het maximale aangegeven gewicht kunnen dragen voor minimaal 1 uur zonder te falen. Het product moet getest worden in de meest ongunstige positie. Aan het einde van de test moeten de componenten vrij zijn van breuken en scheuren. Hier mag wel plastische vervorming plaats vinden. Alle bevestiging materialen moeten volledig intact blijven. In geval van niet-metalen dragende componenten zal het product voor een periode van 24 uur moeten worden getest.

Duurtest

Componenten die betrokken zijn met een kantel functie worden getest op een levenscyclus van minimaal 1000 herhalingen. Voor alle andere componenten in het product is een minimale levenscyclus van 5000 herhalingen geëist. Componenten die gebruikt worden voor kalibratie van het systeem (lage gebruiksfrequentie) worden minimaal 100 keer getest. De test moet worden uitgevoerd met de maximaal aangegeven lading en minimaal 80% van de maximale slag. Na de test moeten de componenten vrij zijn van breuken. Alle primaire functies van het product moeten intact blijven.

Stabiliteitstest

Trolleys en staanders moeten een stabiliteitstest aankunnen waarbij ze op een schuine oppervlakte van minimaal 10 graden in elke richting kunnen blijven staan zonder om te vallen. Dit wordt getest met de maximale toegestane belasting en alle accessoire bevestigd in de meest ongunstige positie. De trolleys en staanders moeten de overbelasting uit capaciteit I & II kunnen weerstaan.

Muur bevestiging test

Wanneer de montage-onderdelen voor de muur fixatie onderdelen zijn, van het product, zal er een calculatie moeten worden gemaakt volgens figuur 6. Het materiaal van de muur voor de berekening is niet geperforeerd kalksteen.

Kabel controle (radii van de kabels)

Het product mag geen schade aan de voedings- en datakabels veroorzaken tijdens normaal gebruik. Een minimale radius van R1,5mm is vereist om het beschadigen van deze kabels te voorkomen.

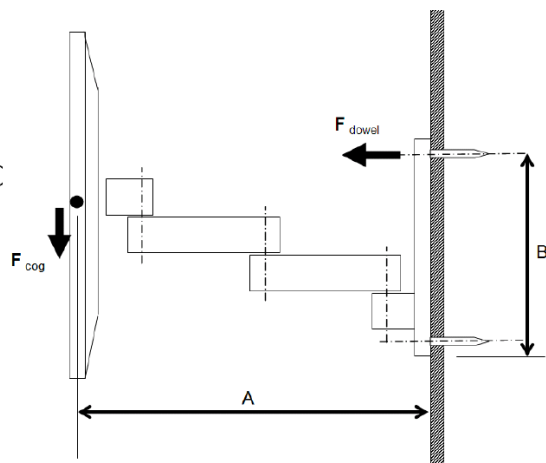
Product markering (m.b.t. identificatie etiket)

De vereiste markeringen voor aanpassingen, installatie enz. moeten duidelijk leesbaar en duurzaam zijn. Duurzaamheid wordt getest door 15 seconden met stof + water en 15 seconden met stof + terpentine te wrijven.

Product identificatie labels (zoals track & trace) moeten duidelijk leesbaar zijn. Voor het testen van de duurzaamheid van deze labels zijn geen specifieke eisen gesteld.

$$F_{\text{cog}} \times V \times A / B \leq F_{\text{dowel}}$$

- F_{cog} = rated load screen (kg) x 9,81 m/s² (N)
- F_{dowel} = Specified pullout force dowel support (N)
- A = distance from wall to centre of gravity screen (mm)
- B = distance between dowel and lower edge wall plate (mm)
- V = safety factor dowel = 7



3 Bijlage 3: Concurrenten analyse

Concurrenten analyse

Trolley for 'Interactive Flat Panel' touchscreens

Date: 12/02/2018
Name: Bo Bron

Omschrijving:

In deze analyse worden de trolley producten, voor touchscreens, van concurrenten met elkaar vergeleken (Bronnen in literatuurlijst). Op deze manier wordt het snel duidelijk welke producten met welke functies er op dit moment op de markt zijn. Zo kan er te weten komen in welke vlakken Vogel's zich kan onderscheiden ten opzichte van de concurrentie.

Bedrijf	Product	Max. draaggewicht [kg]	Min. Scherm [Inch]	Max. Scherm [Inch]	Hoogte verstelbaar (Zo ja, Hoe?)	Min. hoogte [hart] [cm]	Max. Hoogte [hart] [cm]	Kantelbaar	Max. Hoek [°]	Hoe verplaatbaar * = Incl. locking castors	Stekkerdoos	Kabelloos design	VESA range [mm]	Plateau
Electrovision	A195A	50	32	32	65 Ja, handmatig	N.B.	180	Ja, fixed met pinne	5/15 voorover	Met castors*	Nee	Nee	Up to 600 x 400	Ja
	A195AA	50	32	32	65 Ja, handmatig	N.B.	180	Nee	-	Met castors*	Nee	Nee	Up to 600 x 400	Ja
Btech	B78504	70	N.B.	70	Nee	-	-	Nee	-	Met castors*	Nee	Ja	Up to 600 x 400	Nee
	B78506	130	65	120	Nee	-	-	Nee	-	Met castors*	Nee	Ja	Up to 1100 x 730	Nee
PeerlessAV	SR598-HUB	136	55	55	98 Ja, handmatig	N.B.	152	Ja, met schroefje	-5/5 zijwaarts	Met castors*	Nee	Ja	Up to 1200 x 600	Nee
	SR575K	80	32	75	Nee	-	-	Ja	0/90 voorover	Met castors*	Nee	Ja	Up to 600 x 400	Nee
Unicol	AV/MT7PZX1	75	57	70	Ja, gemotoriseerd	110	180	Nee	-	Met castors*	Nee	Ja	Up to 700 x 500	Nee
	TCAVT	120	N.B.	110	Nee	-	-	Nee	-	Met castors*	Nee	Ja	Up to 1200 x 600	Ja
Smart Media Solution	FMT031001	120	N.B.	N.B.	Ja, gemotoriseerd	80	146	Nee	-	Met castors*	Nee	Ja	Up to 800 x 400	Nee
	SMS X FH M	50	40	55	Nee	N.B.	180	Nee	-	Met castors*	Ja	Ja	Up to 800 x 400	Ja
Audipack	FSW-ATLAS-X1	85	N.B.	100	Ja, handmatig	140	161	Nee	-	Met castors*	Nee	Ja	Up to 600 x 400	Nee
	FSW-ATLAS	30	N.B.	65	Ja, handmatig	148	159	Nee	-	Met castors*	Nee	Ja	Geen VESA / L&SS	Nee
Chief	LPDIU	80	N.B.	N.B.	Ja, gemotoriseerd	120	160	Nee	-	Met castors*	Nee	Ja	Up to 900 x 400	Nee
	LPAUB	90.7	40	80	Ja, handmatig of boor	127	177	Nee	-	Met castors*	Nee	Ja	Up to 800 x 400	Ja
Ergoxs	EFF5300Z	180	N.B.	N.B.	Ja, gemotoriseerd	120	186	Nee	-	Met castors*	Ja	Ja	Up to 800 x 400	Nee
	EFK6200ELZ	70	N.B.	N.B.	Ja, gemotoriseerd	69	136	Ja	0/90 voorover	Met castors*	Ja	Ja	Up to 800 x 400	Nee
Smart metals	062.2870	100	55	86	Ja, gemotoriseerd	104	170	Nee	-	Met castors*	Nee	Ja	Up to 900 x 400	Nee
	062.1720	60	N.B.	65	Ja, handmatig	N.B.	N.B.	Nee	-	Met castors*	Nee	Ja	Geen VESA / 170x 140	Nee
Gemiddelde (licht)	-	63	39	68	Ja, handmatig	114	170	Nee	-	Met castors*	Nee	Ja	Up to 600 x 400	Nee
Gemiddelde (zwaar)	-	119	58	103	Ja, gemotoriseerd	113	163	Nee	-	Met castors*	Nee	Ja	Up to 900 x 400	Nee

4 Bijlage 4: Test struikelgevaar

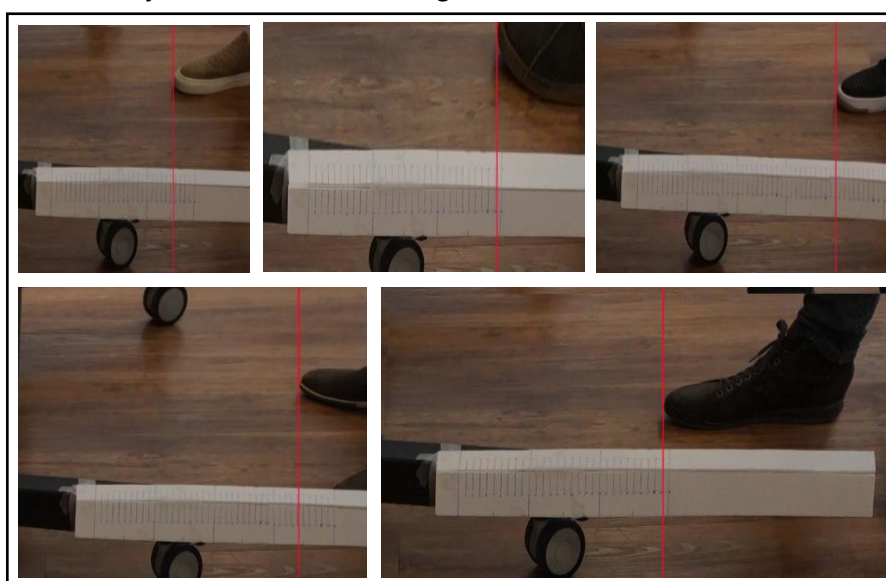
Er is een test met een aantal collega's gedaan om erachter te komen waar zij staan, ten opzichte van het scherm, bij het gebruik van een touchscreen. Met de resultaten is het mogelijk om de maximale voetdiepte te bepalen zonder dat de poten in de weg liggen bij het gebruik van het scherm.

Uit deze test is naar voren gekomen dat zij gemiddeld 31 cm van het scherm af staan (zie X in figuur 1). Alles rechts van de afstand X wordt gezien als gebruiksgebied. Hierin mag geen enkel onderdeel van de trolley zich bevinden.

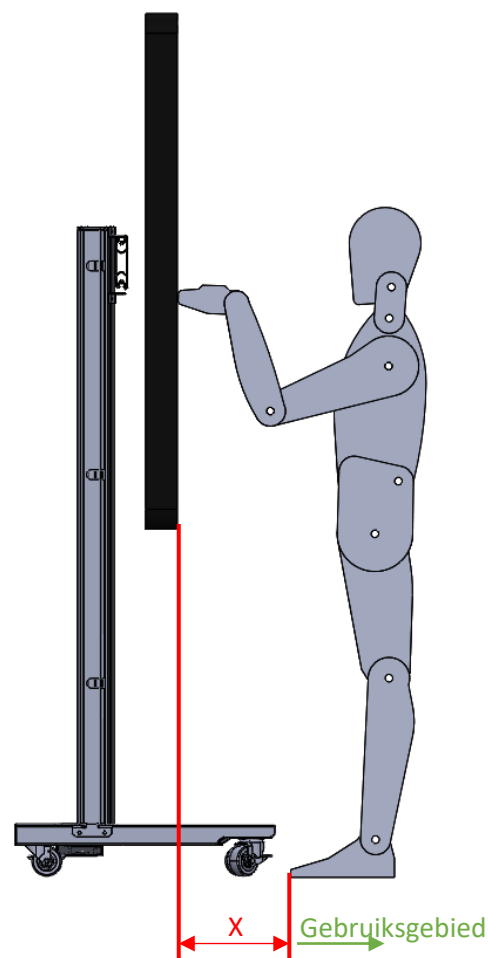
De test is volgens figuur 3 opgesteld. De proefpersonen kregen als instructie wat te tekenen en dit te presenteren aan (denkbeeldige) personen achter zich. Ondertussen zijn er foto's en video's gemaakt van de positionering ten opzichte van het scherm (zie figuur 2). De resultaten zijn:

Persoon:	Afstand:	
1	26	cm
2	34	cm
3	40	cm
4	29	cm
5	29	cm
6	26	cm
7	31	cm
Gemiddelde:	31	cm

De afstand is gemeten door een hulpstuk, met meetwaarden, op de poot van een trolley te plaatsen. Zoals hieronder (zie figuur 2 voor een aantal van de foto's) te zien is zijn er foto's genomen en is er een rode lijn getrokken om te zien hoever zij van het scherm af staan. Deze waarden zijn in de tabel hierboven gezet.



Figuur 2 voorbeeld meetresultaten



Figuur 1 Afstand gebruiker tot het scherm + aanduiding gebruiksgebied



Figuur 3 testopstelling

5 Bijlage 5: Functieanalyse



Function Analysis

To get started copy on of the examples in the tab or use the blank template.

Subject Name

Trolley voor 'Interactive Flat Panel' schermen (grote touchscreens)

Team Members

Bo Bron

Description of the main function of the subject

Gebruiksgemak is de eenvoud waarmee iets te gebruiken is.

Initial Functions

- *Geven van gebruiksgemak
- Positioneren scherm
- Hoogte verstellen scherm
- Stabiliteit geven scherm
- Plaatsen accessoires

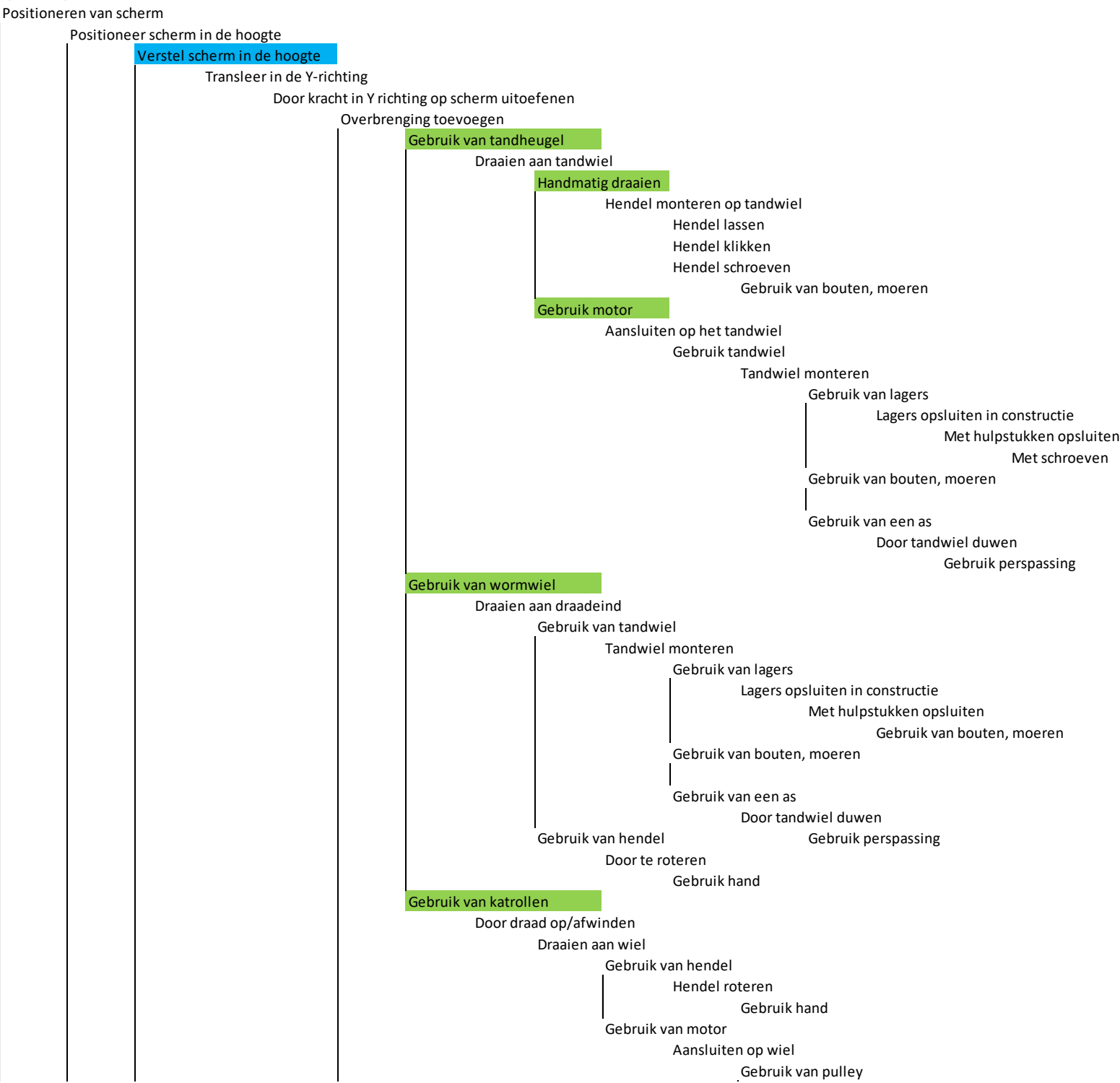
* = Initial Basic Function

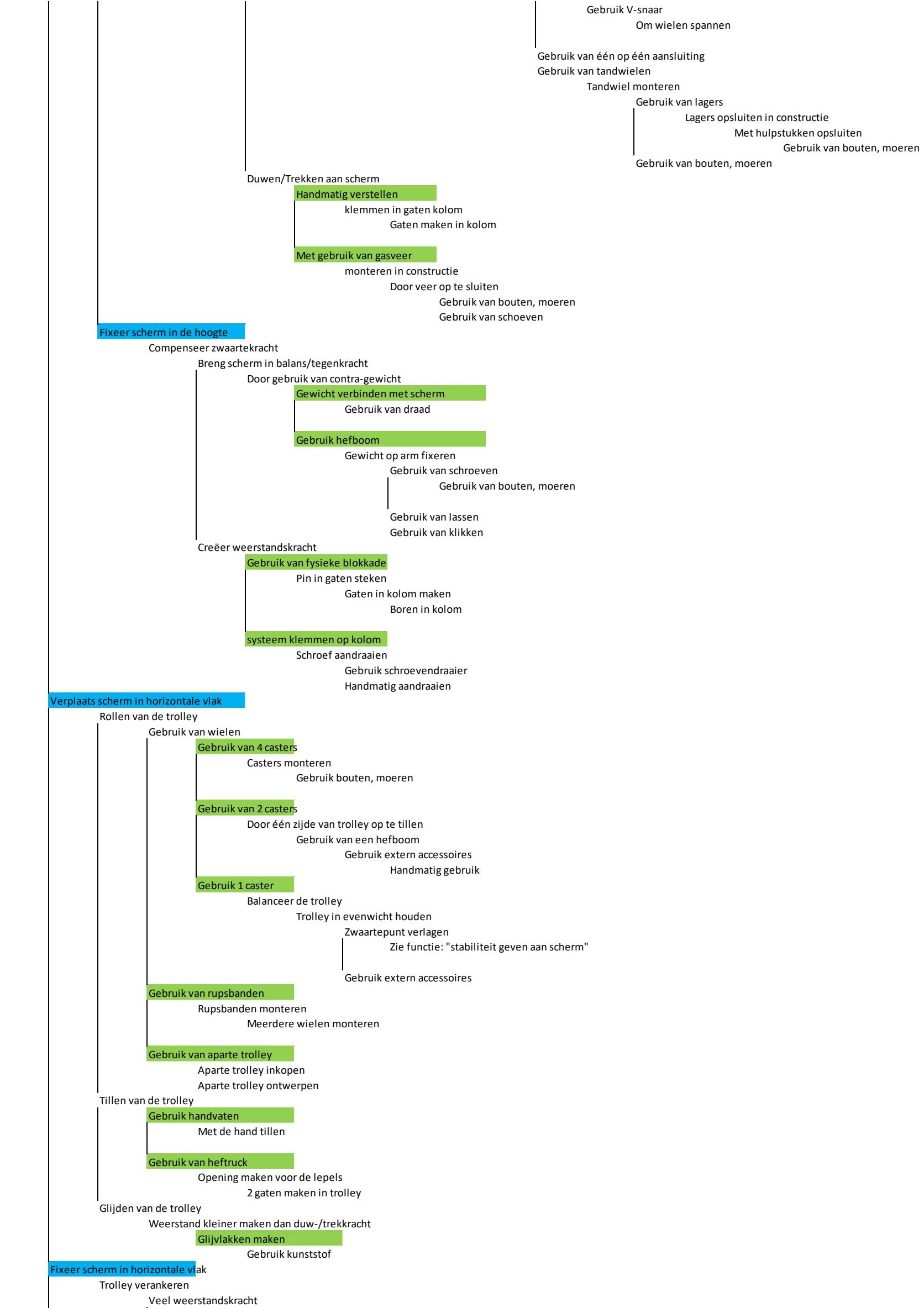
Basic Function

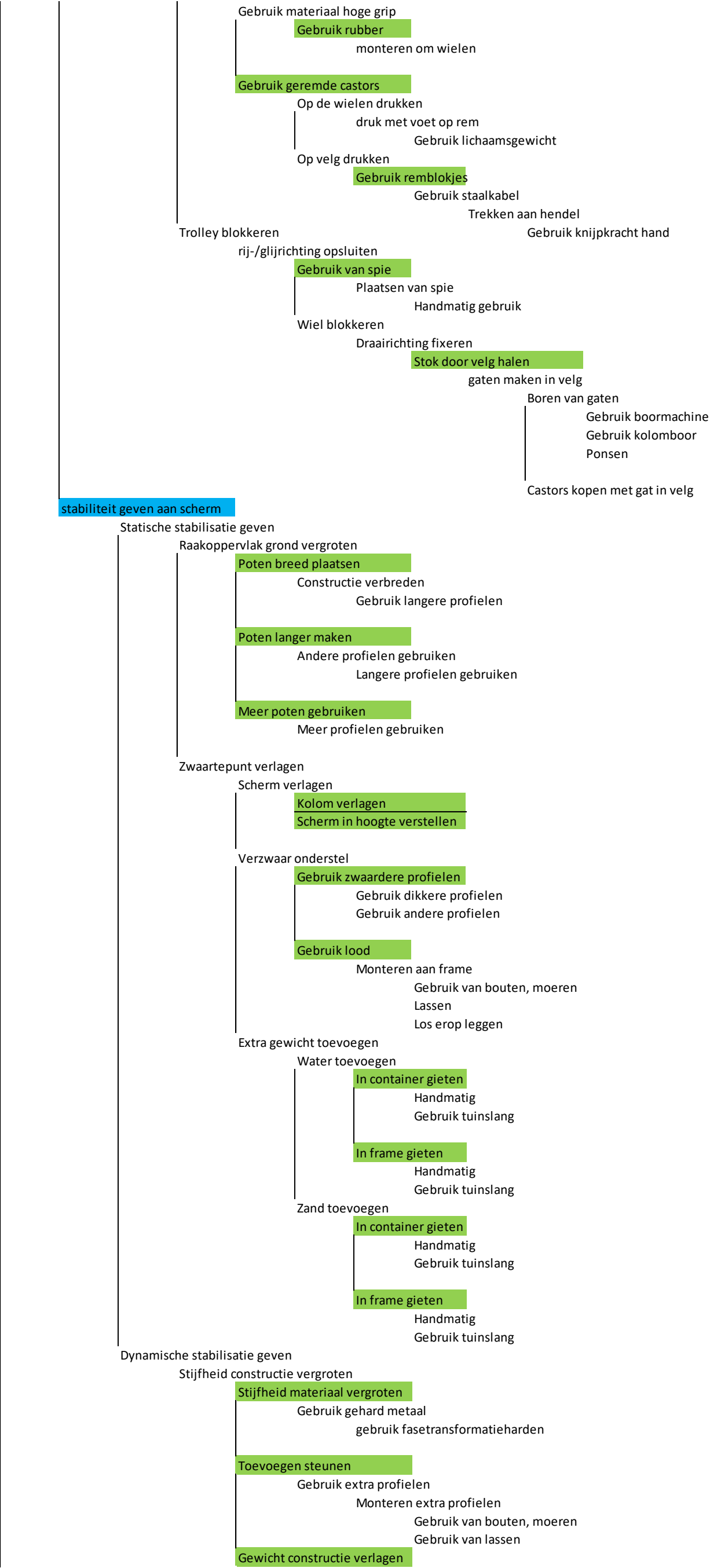
Geven van gebruiksgemak

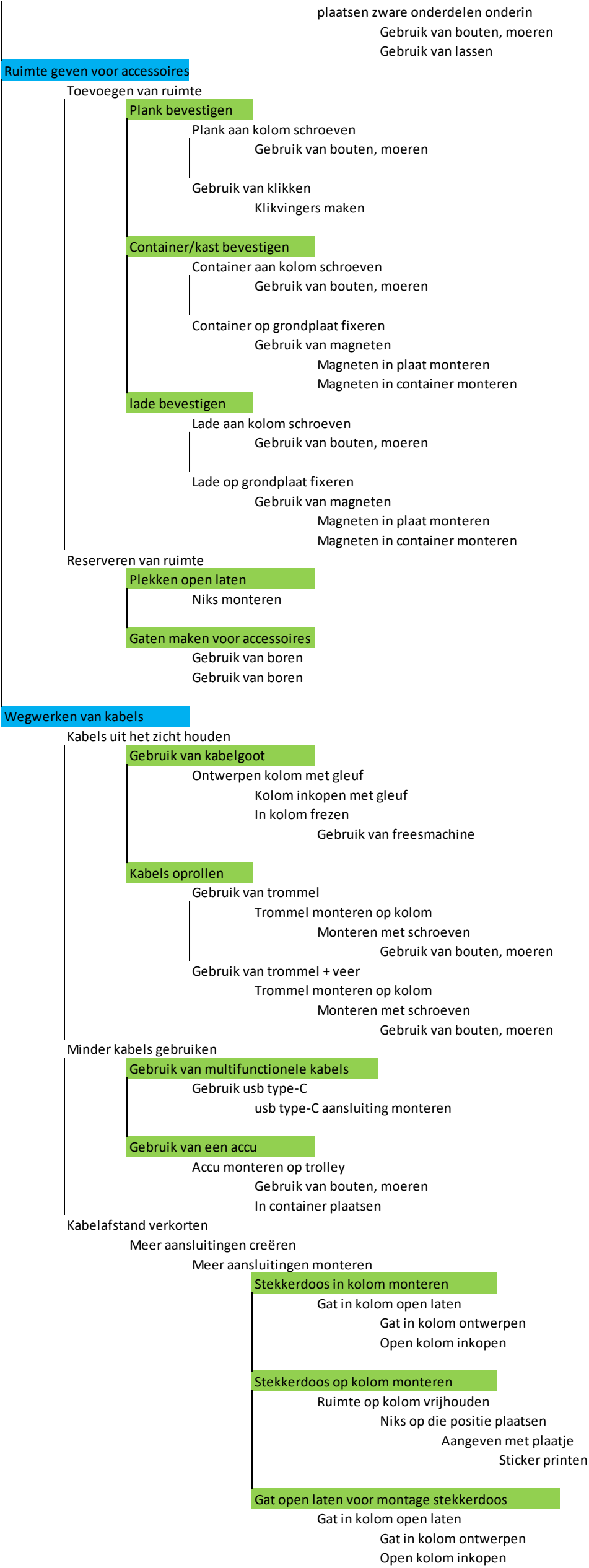
Function Analysis

Geven van gebruiksgemak









6 Bijlage 6: TRIZ-Analyse

6.1 Hoe werkt TRIZ?

Om een TRIZ-analyse uit te voeren wordt er eerst een specifiek probleem geformuleerd door middel van een template. Hierin worden een aantal vragen gesteld die het vinden van het probleem, met de daar bijbehorende relaties, vergemakkelijkt. Wanneer het probleem gevonden is kan de TRIZ-analyse worden uitgevoerd.

Het probleem met de relaties die erbij horen worden nu in de contradictie-matrix (Karen Gadd, N.B.) gezet. De contradictie-matrix is een tabel met verschillende eigenschappen die verbeterd en verslechterd kunnen worden. Wanneer de ene eigenschap wordt verbeterd, gaat dit ten koste van de andere. Deze twee punten worden vervolgens tegen elkaar afgezet waardoor er een aantal cijfers afgelezen kunnen worden. Deze cijfers verwijzen naar de “40 principes”.

De “40 principes” (Creativity, N.B.) laat manieren voor het oplossen van problemen zien. De cijfers die uit de contradictie-matrix komen verwijzen naar deze oplossingen. Met de verschillende manieren van oplossen die verkregen zijn is het nu de taak van de gebruiker om te kijken of dat deze oplossingen ook zijn toe te passen op zijn/haar specifieke probleem. De methode is een frisse manier van denken om, systematisch, op vindingrijke oplossingen te komen.

6.2 Probleemspecificatie

In dit deel van de TRIZ-analyse wordt het probleem die van toepassing is op het project geformuleerd.

6.2.1 Specifiek probleem

Probleemomschrijving:

Tijdens het gebruik van IFP's, Interactive Flat Panels (grote touchscreens), struikelen de gebruikers over de poten van de trolley.

Ideeën parkeren

- Poten breder plaatsen zodat deze niet in gebruiksgebied liggen.
- Zwaartepunt verleggen waardoor de poten onder het scherm geplaatst kunnen worden.
- De trolley vervangen voor een staander (heeft een platte voet) en dan een aparte trolley ontwerpen om de staander te vervoeren.

Structureren met de volgende punten.

- Idealiteit
- Bronnen
- Beperkingen en randvoorwaarden
- Functies
- Contradicties
- Probleemdefinitie

6.2.2 Idealiteit

Wie zijn er allemaal bij de case betrokken en wat is de meest ideale situatie?

Voor wie?

Wat?

Producent	↔	Geen gereedschap wisselen.
Assembleren fabriek	↔	Zo min mogelijk onderdelen.
Product ontwerper	↔	Gebruik van modulaire onderdelen.
Productmanager	↔	Zo goedkoop mogelijk.
Distributeur	↔	Zo laag mogelijke kostprijs.
Sales	↔	Zo laag mogelijke kostprijs.
Inkoper	↔	Gebruik van dezelfde onderdelen.
Gebruiker trolley	↔	Geen struikelgevaar.

6.2.3 Bronnen

Welke 'bronnen' zijn er in en om het systeem, wat is er beschikbaar, welke bronnen zijn bruikbaar, welke schadelijk, wie zijn er betrokken, wat werd er vroeger gebruikt en wat is (mogelijk) in de toekomst?



6.2.4 Beperkingen/randvoorwaarden

Welke beperkingen/randvoorwaarden zijn er, wat zijn de *bottlenecks*, wat moet hetzelfde blijven, welke componenten moeten aanwezig/afwezig zijn? Wat zijn de huidige en toekomstige beperkingen/randvoorwaarden?

-----	Trolley	TÜV-eisen
-----	Poten	Geen struikelgevaar
-----	Wielen	-----
Verleden	Heden	Toekomst

6.2.5 Functies

Beschrijf de functies van die van toepassing zijn op het project. De hoofd- en de sub-functies, de positieve, de schadelijke, de overdadige, de onvoldoende, de missende functies. Bijvoorbeeld het positioneren van gereedschap, het inklemmen van een werkstuk, het slijten van een onderdeel, etc.

Werkwoord

Dragen
Bewegen
Positioneren
Stabiliseren
Rollen
Verankeren

Zelfstandig naamwoord

Trolley
Trolley
Trolley
Trolleypten
Wielen
Wielen

6.2.6 Contradicties

Beschrijf de contradicties die van toepassing zijn op het project. Als er iets moet worden bereikt, moet er een parameter verbeteren, maar een andere parameter houdt dit tegen. Bijvoorbeeld je wilt het gewicht van een onderdeel verminderen maar de sterkte houdt je tegen.

Wat willen we verbeteren?

Struikelgevaar/Veiligheid

Wat verslechtert er?

Stabiliteit
Verplaatsbaarheid
Complexiteit
Kosten
Design

6.2.7 Probleemdefinitie

Maak een samenvatting van de voorgaande onderwerpen en schrijf deze uit in een alles omvattende werktitel, alinea of oneliner (ca. 30 woorden).

De poten van de trolley zorgen voor gevaarlijke situaties (struikelgevaar). Het oplossen van het probleem heeft een negatieve invloed op de stabiliteit en mobiliteit van de trolley. Hierdoor kunnen de TÜV-eisen niet worden behaald.

6.3 Bijlage 7: Resultaten TRIZ

De probleemanalyse geeft aan dat het verbeterpunt struikelgevaar is. Struikelgevaar staat niet in de contradictie-matrix omdat dit te specifiek is. Punten die er wel onder kunnen vallen zijn:

- 5, *area of moving object*
- 6, *area of stationary object*
- 12, *shape*

De eigenschappen die, gekozen met behulp van de probleemanalyse, verslechteren zijn:

- 13, *Stability of the object's composition*
- 36, *Device complexity*

Deze punten zijn voor dit project uit de contradictie-matrix gehaald (Karen Gadd, N.B.). Wanneer de verbeter- en de verslechter punten elkaar kruisen geeft dit een aantal cijfers (zie figuur 7). Deze cijfers staan elk voor een oplossing van het probleem. Met de betekenis uit de "40 principes" (Creativity, N.B.) zijn de gevonden cijfers:

1: Segmentatie. Verdeel een systeem in aparte delen of secties.

2: Wegnemen. Haal het probleem-onderdeel uit de constructie.

4: Asymmetrie. Verander de vorm van symmetrisch naar asymmetrisch.

11: Bufferen. Introduceer *back-ups* om in noodgevallen de betrouwbaarheid van een object te compenseren.

13: Andersom. Gebruik een tegengestelde actie om het probleem op te lossen. Zet bewegende delen vast, en maak vaste objecten beweegbaar.

14: Curven. Keer rechte hoeken of platte oppervlakten om in curven. Gebruik rollers, ballen, spiralen, koepels.

16: Een beetje meer, een beetje minder. Indien precies de juiste hoeveelheid van een actie moeilijk te behalen is, gebruik dan meer of minder om het probleem te elimineren.

18: Mechanische vibratie. Veroorzaak dat een object trilt of vibreert.

24: Intermediair. Gebruik een intermediair tussen twee objecten, systemen of acties. Denk bijvoorbeeld aan een plectrum voor een gitaar.

28: Mechanische vervanging. Vervang een bestaand middel door een iets dat gebruik maakt van een ander zintuig (optisch, akoestisch, smaak, gevoel of reuk).

29: Pneumatisch en hydraulisch. Gebruik gassen en vloeistoffen in plaats van vaste delen of systemen.

31: Poreuze materialen. Maak een object poreus of voeg poreuze elementen toe. Introduceer gaten, holle ruimten of uitsparingen.

35: Parameter veranderingen. Verander een fysieke staat van een object. Verander de graad van flexibiliteit. Verander de eisen die gesteld zijn aan het ontwerp.

36: Fase overgangen. Maak gebruik van fenomenen die plaatsvinden tijdens overgangsfase.

38: Verrijkte oxidanten. Vervang atmosferische lucht met zuurstof verrijkte lucht.

39: Trage atmosfeer. Vervang een normale omgeving door een trage. Voeg neutrale delen of vertragende elementen toe aan een object of systeem.

40: Samengestelde materialen. Wijzig van uniforme naar samengestelde (meerdere) materialen, waar ieder materiaal geoptimaliseerd is aan bepaalde functionele vereisten.

Improve this one without making this one worse

Parameters

		Stability of the object's composition	Device complexity
		13	36
5	Area of moving object	11 2 13 39	14 1 13
6	Area of stationary object	2 38	1 18 36
12	Shape	35 40 24 31	16 29 1 28

39 Technical

Figuur 4 Relevante punten uit de contradictie tabel tegen elkaar gekruist.

6.4 Oplossingen bedenken

Uit de bij 9.5.2 gevonden manieren van oplossen kan er nu worden gekeken of dat deze toepasbaar zijn op het probleem “struikelgevaar”. Sommige van deze oplossingen zullen minder relevant zijn omdat er is gekeken met een algemene bril.

Om te voorkomen dat de bijlage een verslag op zich wordt, zijn niet alle gebruikte eigenschappen gedocumenteerd in deze bijlage. Er worden dus ook maar een aantal oplossingen hieronder genoemd. De beste oplossingen zijn te zien in de morfologische kaart.

Oplossingen:

- (1,2) Deel de poten op zodat deze weggenomen kunnen worden. Dit voorkomt struikelen.
- (1,2) Deel de poten op zodat deze weggedraaid kunnen worden. Zo draaien ze uit het gebruiksgebied van het scherm.
- (4) Maak het frame asymmetrisch zodat het zwaartepunt verder naar achter komt te liggen. Zo kunnen de poten onder het scherm geplaatst worden en kan er niet meer over worden gestruikeld.
- (4) Maak het frame asymmetrisch zodat deze één poot mist. Wanneer de zijde met de poot tegen de muur wordt geplaatst ontstaat er een vrije loop omdat de andere zijde geen poot heeft.
- (13) Gebruik in plaats van poten een plaat. Hiermee wordt er wel een nieuw probleem gecreëerd, maar het punt struikelen is wel opgelost.
- (16,35) Zet de poten breder uit elkaar zodat deze naast het scherm komen te staan. Hierdoor kan er niet over de poten gestruikeld worden tijdens gebruik.
- (24,35) Maak van de trolley een staander met een dunne grondplaat. Dit creëert geen struikelgevaar meer. Gebruik een intermediair, bijvoorbeeld een hondje/trolley, om de constructie te verplaatsen naar andere locaties.
- (13) In plaats van de poten die wegschuiven, zal het scherm naar voren schuiven terwijl het frame op dezelfde positie blijft staan. Dit verplaatst het gebruiksgebied voor de poten waardoor er niet meer over gestruikeld kan worden.
- (16) Als de poten nog hoger worden gemaakt dan kan er niet over gestruikeld worden. Hiermee kan er alleen tegenaan gelopen worden. Dit idee evolueerde zich door de poten de schoren. Plaats iets op de poten zodat men er tegenaan loopt i.p.v. struikelen.
- (16,35) Uit het idee van grotere poten is een nieuw idee ontstaan. Een plaat op de poten leggen waarop gelopen kan worden (soort podium idee). Het verhogen van het gebruiksgebied zodat deze boven op de poten ligt.

7 Bijlage 7: Morfologische kaart



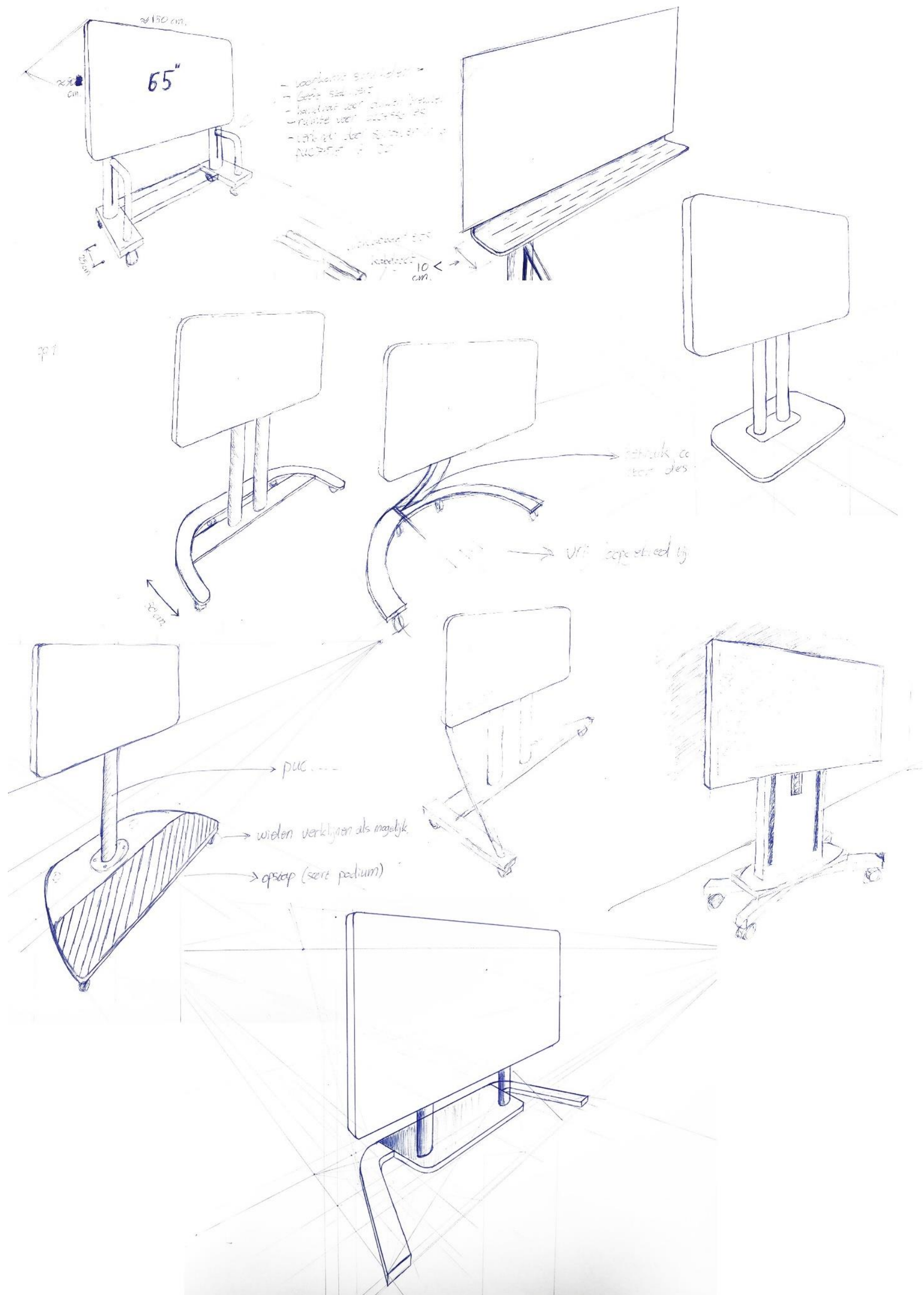
Morphological Chart

Trolley for 'Interactive Flat Panel' touchscreens

Date: 26 February 2018
Name: Bo Bron

	Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution 4	Solution 5	Solution 6	Solution 7	Solution 8	Solution 9	Solution 10
Transporteren	Gebruik 4 Casters 	Gebruik 2 casters 	Gebruik 1 caster 	Rupsband 	Tillen 	Slepen/glijden 	Trolley 	Heftruck 	Omni-directional casters 	Geleiderollen
Hoogte verstellen	Gasveer 	Klemmen 	Tandheugel 	katrol 	wormwiel 	Torsieveer 	Schroefklemmen 			
Manier van hoogte verstellen	Gemotoriseerd 	Handmatig 	hydraulisch 							
Hoogte fixeren	Contragewicht aan draad 	Contragewicht met hefboom 	Gebruik pin 	Met een schroef klemmen 						
verankeren horizontale verplaatsing	spie 	klemmen wielvelg (fiets) 	wiel vast schroeven 	Stok door velg steken 	klemmen op band (castors remmen) 	remschijf 	Deurstopper idee 	Leveling casters 		
Ruimte maken voor accessoires	plankje 	container 	hangen 	la'tje/lade 						
Verwerken van stekkerdoos	inbouw (gat open laten) 	opbouw (ruimte vrij laten) 	in het frame verwerkt 							
Wegwerken van kabels	Kabelgoot in frame 	Kabel oprol systeem 	Gebruik van accu 	Multifunctionele kabel 						
Stijfheid constructie vergroten	Gebruik ander materiaal 	wanden verengen in de richting van de kracht 	Toevoegen steunpunten 	Zwaartepunt constructie verlagen 	Extra wanden toevoegen 					
Frame in breedte verstelbaar	Niet 	Telescopisch schuiven 	Telescopisch schroeven (draaien) 	Overlappen 	Scharnieren 					
Stabilisatie geven aan scherm	Poten breed plaatsen 	Onderstel verzwaren met lood 	Onderin zwaardere profielen gebruiken 	Scherm laag plaatsen 	Kolom verlagen 	Poten langer maken 	Meer poten gebruiken 	Extra gewicht toevoegen op frame 	Extra gewicht toevoegen in frame 	Verankering aan de muur of grond
Geen struikelgevaar	poten buiten gebruiksgebied 	poten onder het scherm houden 	poten wegklapbaar 	poten inschuifbaar 	plaat op poten (podium) 	ipv. poten, plaat gebruiken 	F1 idee, (deels optillen, deels op wielen) 	Poten schoren 	Goot onder scherm 	Plaat + golfas poten voor vervoeren

8 Bijlage 8: Schetsen/Ideeën voor de trolley



9 Bijlage 9: Kesselring-methode



expanding experiences

Kesselring methode

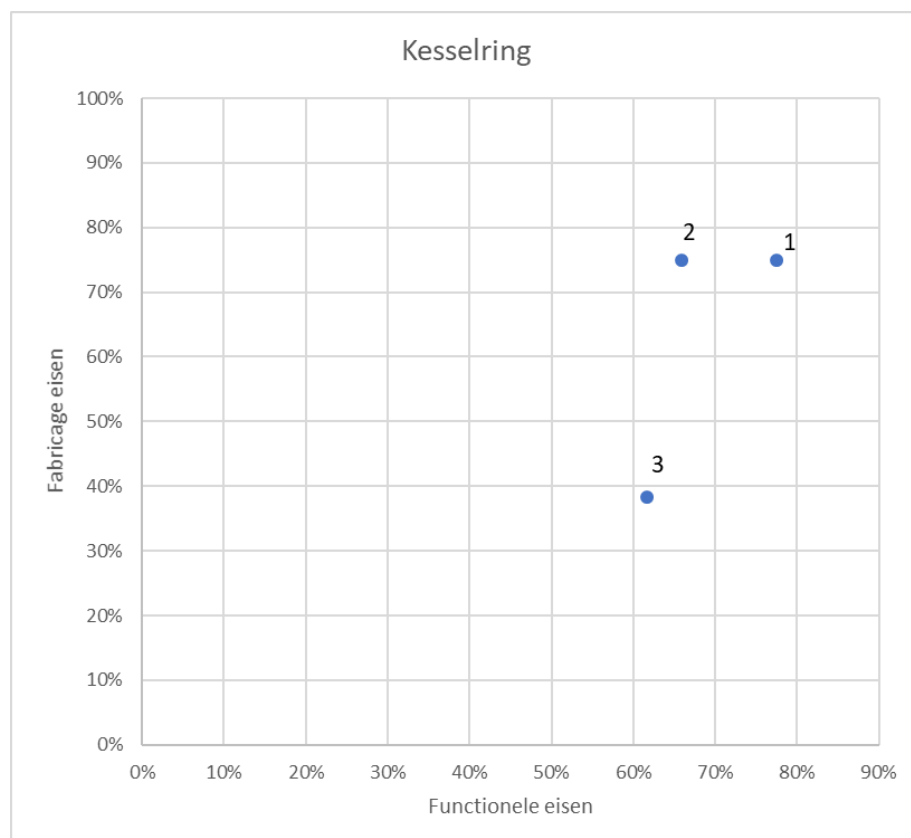
Trolley for 'Interactive Flat Panel' touchscreens

Date: 20 March 2018

Name: Bo Bron

Eisen Functionele	Waarde	Concept 1 <i>Trolley breed instelbaar</i>		Concept 2 <i>Trolley niet instelbaar</i>		Concept 3 <i>Trolley vlakke plaat</i>		Totaal
		Score	Totaal score	Score	Totaal score	Score	Totaal score	
Design	3	5	15	3	9	5	15	15
Struikelgevaar	5	4	20	2	10	2	10	25
Modulair	2	4	8	4	8	4	8	10
Stabiliteit	5	4	20	4	20	4	20	25
Produceerbaarheid	4	3	12	3	12	2	8	20
Verplaatsbaarheid	3	4	12	4	12	3	9	15
Complexiteit product	2	3	6	4	8	2	4	10
Totaal:		27	93	24	79	22	74	120
Procenten:		---	78%	---	66%	---	62%	100%

Eisen Fabricage	Waarde	Concept 1 <i>Trolley breed instelbaar</i>		Concept 2 <i>Trolley niet instelbaar</i>		Concept 3 <i>Trolley vlakke plaat</i>		Totaal
		Score	Totaal score	Score	Totaal score	Score	Totaal score	
Kosten	3	3	9	3	9	1	3	15
Materiaal	2	4	8	4	8	3	6	10
(man) Uren	3	4	12	4	12	2	6	15
Haalbaarheid	4	4	16	4	16	2	8	20
Totaal:		15	45	15	45	8	23	60
Procenten:		---	75%	---	75%	---	38%	100%



10 Bijlage 10: FMEA

FMEA Ref.	Item	Potential failure mode	Potential cause(s) / mechanism	Phase	Local effects of failure	Next higher level effect	System Level End Effect	(P) Probability (estimate)	(S) Severity	(D) Detection (estimate)	Risk level P*S*D	Actions for further Investigation / evidence	Mitigation / Requirements	Single point of failure	(P) Probability (estimate)	(S) Severity	(D) Detection (estimate)	Risk Level P*S*D
1.1.1	Verplaats scherm in horizontaal vlak	Trolley kan niet meer rollen	Te veel wrijving in de lager	Gebruik	Lager kan niet meer draaien	Trolley niet meer verplaatsbaar	Functie van de trolley, verplaats scherm in horizontaal vlak, niet meer uitvoerbaar.	3	8	3	72	-						
1.1.2			Te veel wrijving tussen het wiel en de grond	Gebruik	Wiel kan niet meer draaien	Trolley niet meer verplaatsbaar	Functie van de trolley, verplaats scherm in horizontaal vlak, niet meer uitvoerbaar.	2	8	5	80	-						
1.1.3			Productiefout van het wiel	Gebruik	Lager klemd, te veel wrijving	Trolley niet meer verplaatsbaar	Functie van de trolley, verplaats scherm in horizontaal vlak, niet meer uitvoerbaar.	2	8	3	48	-						
1.1.4			Wiel vervormt door te veel belasting	Gebruik	Vormverandering wiel/Onderdelen van het wiel klemmen	Trolley niet meer verplaatsbaar	Trolley stuck on fixed place, function of the trolley disabled.	5	8	2	80	-						
1.2.1		Scherf raakt beschadigd	Ophanging breekt	Gebruik	Extrusieprofiel breekt/scheurt	Verlies ondersteuning ophanging scherm	Scherf valt omlaag	2	10	8	160	Sterkte- & stijfheidberekeningen maken van het profiel + extensief testen	FEM-berekeningen + Werktuigbouwkundige	Ophanging kan de spanningen niet aan	1	10	8	80
1.2.2			Niet genoeg voorspankracht aan schroef ophanging	Installatie	Schroef heeft niet genoeg wrijving met de kolom	Ophanging valt omlaag	Scherf valt omlaag	2	10	8	160		Goed informeren benodigde kracht + goed gereedschap meenemen	Niet genoeg wrijving tussen de onderdelen	1	10	8	80
1.3.1		Trolley wordt onbestuurbaar	Rijden op oneven grond	Gebruik	Wiel zoekt eigen weg in de grond	Trolley rijdt niet in de richting van duwen	Trolley verliest functie verplaatsen scherm, oncontroleerbaar + kans op schade op scherm	2	7	7	98							
1.3.2			Zwenkwiel blokkeert in één richting	Gebruik	Wiel draait niet mee met duwrichting van de gebruiker	Trolley rijdt niet in de richting van duwen	Trolley verliest functie verplaatsen scherm, oncontroleerbaar + kans op schade op scherm	2	7	6	84							
1.3.3			4 zwenkwielen	Gebruik	Trolley heeft vrije rolrichtingen	Trolley rolt niet in een rechte lijn	Transporteren is lastig en kan gevaarlijke situaties veroorzaken	9	5	3	135	Testen met prototype	Gebruik 2 bokwielen en 2 zwenkwielen	Trolley onbestuurbaar	2	5	3	30
1.4		Wiel breekt/scheurt/vervormd plastisch	botsing met een laag (hoogte van het wiel) gefixeerd object tijdens transport	Gebruik	Kracht op het wiel is groter dan het kan weerstaan	Wiel breekt/scheurt/vervormd plastisch	Verlies van functie "verplaatsen in horizontaal vlak". Verlies van stabiliteit	2	8	8	128	Testen met prototype	Andere wielkeuze met een hogere maximale belasting	Onderdelen in het wiel	2	8	2	32
1.5		Profiel voet breekt/scheurt/vervormd plastisch	botsing met een laag (hoogte van het wiel) gefixeerd object tijdens transport	Gebruik	kracht op het profiel is groter dan het kan weerstaan	Profiel voet breekt/scheurt/vervormd plastisch	Verlies van structurele sterkte en stabiliteit.	2	9	3	54	-						

FMEA Ref.	Item	Potential failure mode	Potential cause(s) / mechanism	Phase	Local effects of failure	Next higher level effect	System Level End Effect	(P) Probability (estimate)	(S) Severity	(D) Detection (estimate)	Risk level P*S*D	Actions for further Investigation / evidence	Mitigation / Requirements	Single point of failure	(P) Probability (estimate)	(S) Severity	(D) Detection (estimate)	Risk Level P*S*D
1.6		bout van plaatverbinding kolom op voet laat los	botsing met een laag (hoogte van het wiel) gefixeerd object tijdens transport	Gebruik	Kracht op de bout is groter dan het kan weerstaan	Bout breekt/scheurt/vervormd plastisch	Verlies van structurele sterkte en stabiliteit.	2	9	3	54	-						
2.1.1	Fixeer scherm in horizontaal vlak	Remmen van trolley falen	Klemsysteem van rem laat los	Stationair	Remplaat klemt zichzelf niet meer op slot	Wiel is vrij om te bewegen	Minder totale wrijvingskracht om trolley gefixeerd op locatie te houden	2	5	8	80	-						
2.1.2			Klemplaat van de rem breekt af	Stationair	Plaat kan geen wrijving creëren op het wiel	Wiel is vrij om te bewegen	Minder totale wrijvingskracht om trolley gefixeerd op locatie te houden	2	5	8	80	-						
2.1.3			Niet genoeg wrijving tussen klemplaat en wiel	Stationair	Klemkracht om plaat op zijn plek te houden verzwakt	Wiel is vrij om te bewegen	Minder totale wrijvingskracht om trolley gefixeerd op locatie te houden	2	5	8	80	-						
3.1	Verstel scherm in de hoogte	Ophanging niet instelbaar in Y richting	Schroef past niet in geleiding kolom	Installatie	Lipjes kunnen niet bevestigd worden	Bar kan niet bevestigd worden	Scherf kan niet bevestigd worden aan trolley	1	8	1	8	-						
3.2		Slechte installatie door installateur	Falen van schroeven/klemmen, bar aan kolom	Installatie	Niet genoeg wrijving tussen lipjes van de bar en kolom	Ophanging + scherm valt omlaag	Scherf raakt beschadigd/defect & de functie "instellen van hoogte" is niet mogelijk	2	10	8	160		Goed informeren benodigde kracht + goed gereedschap meenemen	Niet genoeg wrijving tussen de onderdelen	1	10	8	80
4.1	Fixeer scherm in de hoogte	Slechte installatie	Falen van schroeven/klemmen, bar aan kolom	Installatie	Niet genoeg wrijving tussen lipjes van de bar en kolom	Ophanging + scherm valt omlaag	Scherf raakt beschadigd/defect & de functie "instellen van hoogte" is niet mogelijk	2	10	8	160		Goed informeren benodigde kracht + goed gereedschap meenemen	Niet genoeg wrijving tussen de onderdelen	1	10	8	80
4.2		Lipje connectie tussen bar en kolom faalt	Door Hoge belasting	Gebruik	Plastische vervorming van lipje	Ophanging + scherm gaan hellen	Verlies van stabiliteit + Verlies van stijfheid trolley	2	9	3	54	-						
4.3.1		De kolommen gaan hellen/doorbuigen	De belasting is te hoog voor de kolommen	Gebruik	Plastische vervorming van kolommen	Ophanging + scherm gaan hellen	Verlies van stabiliteit + Verlies van stijfheid trolley	2	9	3	54	-						
4.3.2			Verbindingsplaat tussen de kolom en voet vervormd door te hoge belasting	Gebruik	Plastische vervorming van verbindingsplaat	Ophanging + scherm + kolommen gaan hellen	Verlies van stabiliteit + Verlies van stijfheid trolley	3	8	3	72	-						
4.4.1		Instellen hoogte niet meer mogelijk	Schroeven te vast gedraaid	Installatie	Wrijving tussen de bout en lipje van de ophanging te groot	Bout zit klem op gefixeerde hoogte	Verlies van functie "instellen in hoogte"	2	6	8	96	-						
4.4.2			Schroeven dol gedraaid	Installatie	Vormverlies op de kop van de bout	Schroef/bout zit vast op gefixeerde hoogte	Verlies van functie "instellen in hoogte"	2	6	8	96	-						

FMEA Ref.	Item	Potential failure mode	Potential cause(s) / mechanism	Phase	Local effects of failure	Next higher level effect	System Level End Effect	(P) Probability (estimate)	(S) Severity	(D) Detection (estimate)	Risk level P*S*D	Actions for further Investigation / evidence	Mitigation / Requirements	Single point of failure	(P) Probability (estimate)	(S) Severity	(D) Detection (estimate)	Risk Level P*S*D
5.1.1	Stabiliteit	Trolley valt om	Trolley staat op een helling	Gebruik	Zwaartepunt trolley ligt voorbij het kantelpunt	Verlies van evenwicht	Verlies van stabiliteit, Trolley valt om, creeërt gevaarlijke situaties	3	9	3	81	-						
5.1.2			Er wordt met grote kracht tegen het scherm aan geduwd	Gebruik	Zwaartepunt trolley ligt voorbij het kantelpunt	Verlies van evenwicht	Verlies van stabiliteit, Trolley valt om, creeërt gevaarlijke situaties	2	9	8	144	Testen kantelpunt	Zwaartepunt verlagen of berekenen minimale lengte van de voet voor de TÜV-eis en die toepassen.	Trolley valt om	2	9	4	72
5.1.3			botsing met een laag (hoogte van het wiel) gefixeerd object tijdens transport	Gebruik	Zwaartepunt trolley ligt voorbij het kantelpunt	Verlies van evenwicht	Verlies van stabiliteit, Trolley valt om, creeërt gevaarlijke situaties	2	9	3	54	-						
5.2.1		Trolley raakt in eigenfrequentie	De ondergrond van de trolley creeërt trillingen tijdens transport die in de eigenfrequentie liggen	Gebruik	Stijfheid van de onderdelen is te laag	De constructie gaat veren	Verlies stabiliteit trolley & stijfheid constructie	1	8	9	72	-						
5.2.2			De gebruiker raakt het scherm in (eigen)frequentie aan	Gebruik	Stijfheid van de onderdelen is te laag	De constructie gaat veren	Verlies stabiliteit trolley & stijfheid constructie	2	8	5	80	-						
5.3.1.1		Schermbeweegt te veel	Te grote tolerantie tussen de onderdelen	Design	Schermbeweegt bij gebruik/aanraking	Zwaartepunt verplaatst zich binnen de constructie	Trolley wordt instabiel	4	7	3	84	-						
5.3.1.2					Verlies constructiestijfheid	Verlies stabiliteit van de trolley	Trolley wordt instabiel	4	7	3	84	-						
5.3.2			Slechte installatie onderdelen door installateur	Installatie	Te veel speling tussen de onderdelen	Verlies stabiliteit van de trolley	Trolley wordt instabiel	2	7	8	112		Installateur goed informeren over de producten + goed gereedschap meenemen	Te veel speling, los zittende onderdelen	2	7	4	56
5.4		Het gewicht van het scherm is groter dan wat is toegestaan	Installateur verkeerd scherm opgehangen	Installatie	Onderdelen gaan plastisch vervormen	Verlies stijfheid & stabiliteit trolley	Trolley wordt instabiel	1	8	8	64	-						
6.1.1	Ruimte geven voor accessoires	Accessoires bak kan niet gepositioneerd worden	Boutgaten zitten niet goed op één lijn	Installatie	Bout past niet door de gaten	Bak kan niet verankerd worden	Bak laat los van de trolley. Spullen in de bak kunnen beschadigd raken	2	6	2	24	-						
6.1.2			Bak past niet tussen uitsparingen tussenstuk	Installatie	Bak heeft één verbinding met tussenstuk	bak heeft mogelijkheid tot bewegen bij belasting	Accessoires bak verliest stabiliteit en spullen in de bak kunnen beschadigd raken	2	5	2	20	-						
6.2		Niet genoeg ruimte voor accessoires	Accessoires bak te small gedimensioneerd	Installatie	Aansturingsdoos voor elektrische kolommen past niet.	Elektrische kolommen kunnen niet aangestuurd worden	Optie van montage elektrische kolommen is niet meer mogelijk	1	5	2	10	-						
6.3		Accessoires bak scheurt of breekt	Door te hoge belasting	Gebruik	Lasnaden laten los	Wanden van de bak komen los te liggen	Accessoires in de bak raakt beschadigd	1	6	3	18	-						

FMEA Ref.	Item	Potential failure mode	Potential cause(s) / mechanism	Phase	Local effects of failure	Next higher level effect	System Level End Effect	(P) Probability (estimate)	(S) Severity	(D) Detection (estimate)	Risk level P*S*D	Actions for further Investigation / evidence	Mitigation / Requirements	Single point of failure	(P) Probability (estimate)	(S) Severity	(D) Detection (estimate)	Risk Level P*S*D
6.4.1		Deksel accessoires bak past niet in het frame	Bak heeft te nauwe tolerantie	Installatie	Deksel kan niet dicht worden gemaakt	Accessoires in de bak komen bloot te liggen	Esthetiek van de trolley is minder afgewerkt. Er is kans op beschadiging van de accessoires zelf.	2	5	2	20	-						
6.4.2			Deksel heeft een te ruime tolerantie	Installatie	Deksel kan niet dicht worden gemaakt	Accessoires in de bak komen bloot te liggen	Esthetiek van de trolley is minder afgewerkt. Er is kans op beschadiging van de accessoires zelf.	2	5	2	20	-						
6.5.1		Elektrocutie-gevaar door het accessoires	Bedrading van de elektrische kolommen liggen bloot	Gebruik	Draad wordt opengesneden door scherpe randen profiel	Elektrisch draad raakt metalen frame van de trolley aan	Frame komt onder stroom te staan	2	10	8	160	Kwaliteitscontrole profielen. Geen scherpe randen	Duidelijk specificeren dat er geen scherpe randen in de binnenzijde van het profiel mogen liggen.	bij lassen en randen van het profiel	2	10	2	40
6.5.2			Behuizing aansturingsdoosje van de elektrische kolommen is kapot	Gebruik	Elektrisch draad raakt metalen frame van de trolley aan	Frame komt onder stroom te staan	Creëert gevaarlijke situaties voor de gebruiker	1	10	8	80	-						
6.5.3			Stekkerdoos lekt stroom	Gebruik	Accessoiresbak komt onder stroom te staan	Trolley komt onder stroom te staan	Creëert gevaarlijke situaties voor de gebruiker	1	10	8	80	-						
6.5.4			Bedrading van de stekkerdoos ligt bloot	Gebruik	Draad wordt opengesneden door scherpe randen profiel	Accessoiresbak komt onder stroom te staan	Trolley komt onder stroom te staan	2	10	8	160	Kwaliteitscontrole profielen. Geen scherpe randen	Duidelijk specificeren dat er geen scherpe randen in de binnenzijde van het profiel mogen liggen.	bij lassen en randen van het profiel	2	10	2	40
6.6.1		Elektrocutie-gevaar door de accessoires bak	Scherpe randen in de bak	Gebruik	Bedrading scheurt open	Trolley komt onder stroom te staan	Creëert gevaarlijke situaties voor de gebruiker	2	10	3	60	-						
6.6.2			Te weinig ruimte in de bak	Gebruik	Kabels moeten scherpe radius maken door proppen in smalle ruimte	Kabels raken beschadigd	Kans op elektrocutiegevaar. Functies/opties trolley kunnen niet uitgevoerd worden	3	9	3	81	-						
7.1.1	Wegwerken van de kabels (kabelmanagement)	Kabels passen niet door het profiel	Gatdiameter te klein gedimensioneerd	Installatie/Gebruik	Kabels kunnen niet doorgevoerd worden	Kabels moeten buitenom, in het zicht, worden geleid	Verlies functie van kabelmanagement	2	7	3	42	-						
7.1.2			Ruimte in het profiel te klein voor kabeldoorvoer	Installatie/Gebruik	Kabels kunnen niet doorgevoerd worden	Kabels moeten buitenom, in het zicht, worden geleid	Verlies functie van kabelmanagement	2	7	3	42	-						

FMEA Ref.	Item	Potential failure mode	Potential cause(s) / mechanism	Phase	Local effects of failure	Next higher level effect	System Level End Effect	(P) Probability (estimate)	(S) Severity	(D) Detection (estimate)	Risk level P*S*D	Actions for further Investigation / evidence	Mitigation / Requirements	Single point of failure	(P) Probability (estimate)	(S) Severity	(D) Detection (estimate)	Risk Level P*S*D
7.2		Kabels steken uit boven de accessoires bak	Niet genoeg ruimte voor alle kabels in de bak	Gebruik	Klep van de accessoires bak kan niet dicht	Kabels in het zicht	Verlies functie van kabelmanagement	3	6	4	72	-						
7.3		Kabels kunnen het scherm niet bereiken	Te korte kabels bij het scherm geleverd	Installatie	Scherp heeft geen toegang tot stroom	Scherp niet opereerbaar	Verlies functie van trolley	3	8	4	96							0
7.4.1		Kabels creëren elektrocutie gevaar	Scherpe randen in het profiel	Gebruik/Installatie	Bedrading scheurt open	Trolley komt onder stroom te staan	Creëert gevaarlijke situaties voor de gebruiker	2	10	3	60	-						
7.4.2			Productiefout van de kabel	Gebruik	Kabel ligt bloot in de trolley	Trolley komt onder stroom te staan	Creëert gevaarlijke situaties voor de gebruiker	1	10	2	20	-						
7.4.3			Ruimte in het profiel te klein voor kabeldoorvoer	Gebruik/Installatie	De kabel moet een te scherpe radius maken	Kabels raken beschadigd	Kans op elektrocutiegevaar. Functies/opties trolley kunnen niet meer uitgevoerd worden	2	9	2	36	-						

11 Bijlage 11: Berekening hellen & minimale voetdiepte

Berekening hellen & minimale voetdiepte

		Lengthe	Hoogte	Gewicht	Zw. X	Zw. Y
		L [mm]	H [mm]	m [kg]	Zw [mm]	Zw [mm]
1	Voet	650	50	20.6	510	103
2	Kolom	80	1500	12	437	878
3	Ophanging	65	120	5	364.5	1528
4	Scherf	80	1300	160	292	1528
5	Afstand kolom t.o.v. nulpunt	437	-	-	-	-
6	Voet-scherfstand	252	-	-	-	-
7a	Hoogte caster	-	78	-	-	-
7b	Hoogte as wiel	-	40	-	-	-
8	Kantelpunt - nul afstand rechts	80	-	-	-	-
9	Kantelpunt - nul afstand links	80	-	-	-	-
10	Hoogte Zw. Scherm	-	1528	-	-	-

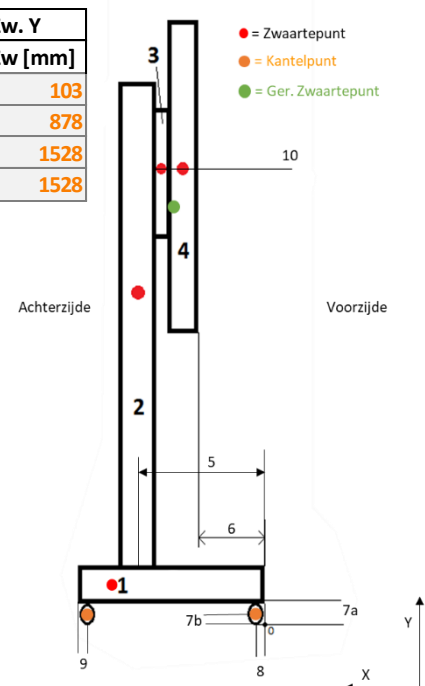
Gecombineerde zwaartepunt constructie formule:

$$X_{zw}, Y_{zw} = \frac{m_1 \cdot Z_{w1} + m_2 \cdot Z_{w2} + m_3 \cdot Z_{w3} + m_4 \cdot Z_{w4}}{(m_1 + m_2 + m_3 + m_4)}$$

Gereduceerde zwaartepunt

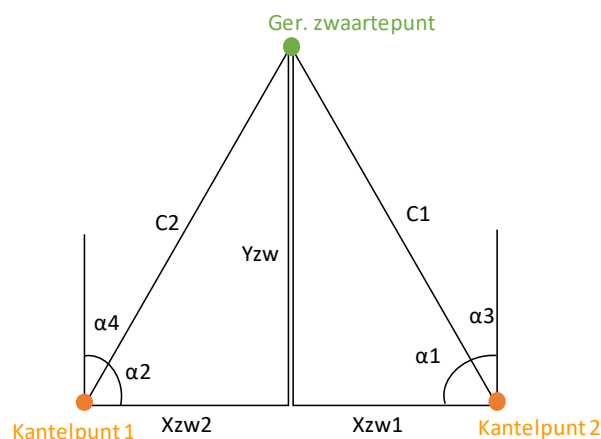
Xzw. totaal: 325 mm

Yzw. totaal: 1340 mm



Hoeveel graden kan het systeem kantelen zonder om te vallen?			
Xzw1:	Xzw. Totaal - "Wielnulaafstand 8"	=	245 mm
Xzw2:	(L. voet) - (Xzw1 + "kantelpunt 8" + "kantelpunt 9")	=	245 mm
⁽¹⁾ Yzw:	Yzw. Totaal - "Hoogte as wiel 7b"	=	1300 mm
Lijn C1:	$(Y_{zw}^2 + X_{zw1}^2)^{1/2}$	=	1323 mm
Lijn C2:	$(Y_{zw}^2 + X_{zw2}^2)^{1/2}$	=	1323 mm
Hoek α1:	$\sin^{-1}(Y_{zw} / \text{Lijn C1})$	=	79.31 °
Hoek α2:	$\sin^{-1}(Y_{zw} / \text{Lijn C2})$	=	79.34 °
Kantelmogelijkheid α3:	90 - Hoek α1	=	10.69 °
Kantelmogelijkheid α4:	90 - Hoek α2	=	10.66 °
Goedkeur of Afkeur?:			= Goedkeur

⁽¹⁾: Voor de lijn "Yzw" wordt het gereduceerde zwaartepunt verticaal tot aan het kantelpunt gemeten. Het kantelpunt is de as van het wiel, NIET het raakvlak met de grond. De as-hoogte van het wiel wordt dus van het gereduceerde zwaartepunt afgetrokken.



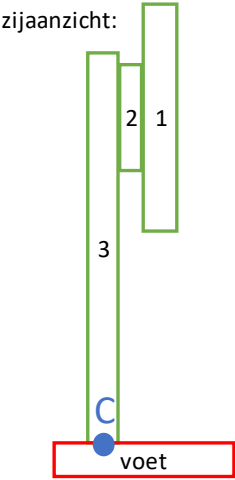
12 Bijlage 12: Krachten op de voet

Berekening (reactie)krachten op de voet

Constanten	Breedte	Hoogte	Zwaartepunt y	Zwaartepunt x	Gewicht
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[Kg]
[1] Scherm	80	1300	1400	200	160
[2] Ophanging	80	100	1400	120	5
[3] Kolom	80	1500	750	40	12

Constanten	Zijaanzicht	Vooraanzicht
	[mm]	[mm]
I	90	125
II	150	882
III	400	882
IV	50	125

Calculaties					
Zwaartepunt x-as t.o.v. punt C	$Zw.x. = \sum (Zwx * m)_{\text{onderdelen}} / (\sum m_{\text{onderdelen}})$	=	146.9	mm	
Zwaartepunt y-as t.o.v. punt C	$Zw.y. = \sum (Zwy * m)_{\text{onderdelen}} / (\sum m_{\text{onderdelen}})$	=	1355.9	mm	
Totale massa	$m = \sum m_{\text{Onderdelen}}$	=	177	kg	
Kracht F op punt C	$F_c = (m * 9,81) / 2$	=	868	N	
Moment om C	$Mc = F_c * Zw.x.$	=	127530	Nmm	

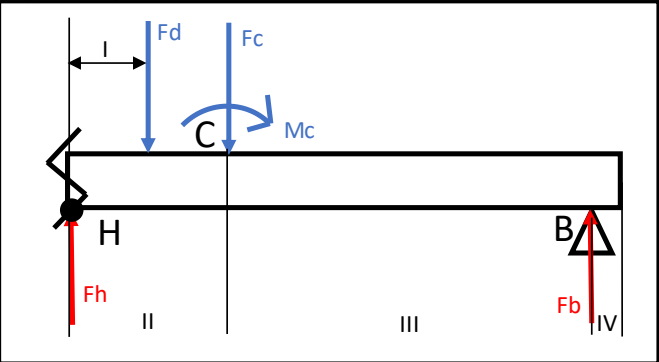


Constanten	Breedte	Hoogte	Zwaartepunt y	Zwaartepunt x	Gewicht
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	m [Kg]
Voet	650	50	25	90	20.6

Calculatie			
Gewicht van de voet	$F_d = 9.81 * m_{\text{voet}} / 2 \text{ poten}$	=	101 N

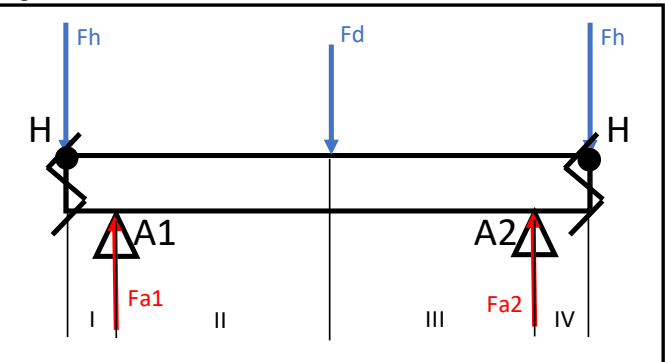
Voor de berekening is de constructie versimpeld en in drieën gedeeld (zie figuur 3). De twee delen aan de buitenzijden zijn identiek en worden berekend volgens figuur 1. Het middelste deel wordt berekend volgens figuur 2.

Figuur 1: zijaanzicht



Punt B is het voorste wiel van de trolley. Deze is aan beide kanten hetzelfde. De kracht Fh is de inwendige kracht in punt H

Figuur 2: vooraanzicht



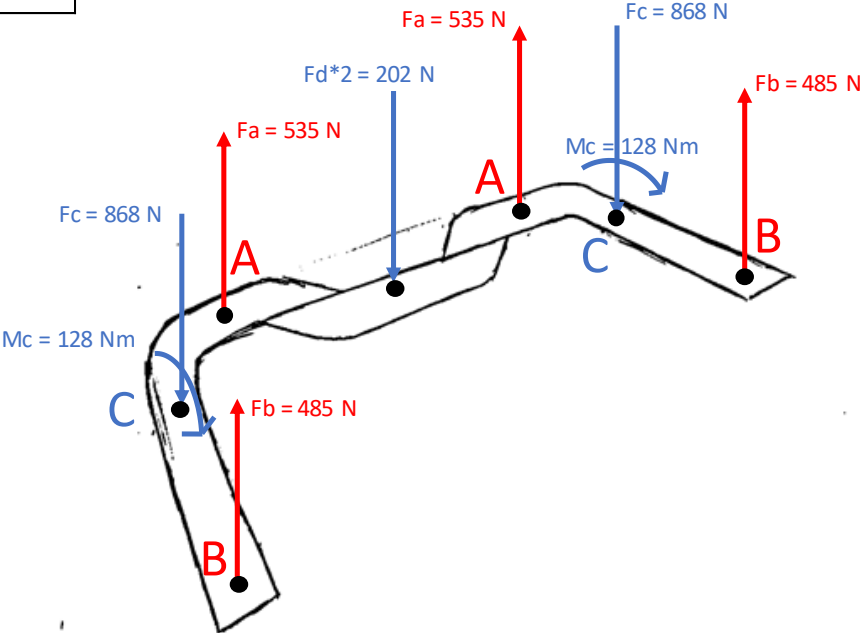
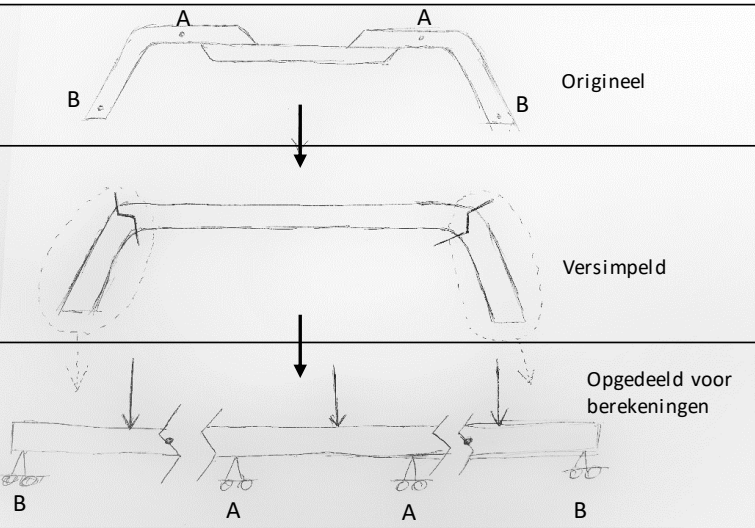
De punten A1 en A2 zijn de achterste wielen van de trolley. De kracht Fh is de inwendige kracht in punt H.

Calculaties			
Zijaanzicht reactiekrachten van B en punt H		Vooraanzicht reactiekrachten van A1 en A2	
$\sum Fy = 0 \rightarrow Fh + Fb - Fc - Fd = 0$		$\sum Fy = 0 \rightarrow Fa1 + Fa2 - (2 * Fh) - Fd = 0$	
$\sum Mh = 0 \rightarrow -Fd * I - Fc * II + Fb * (II + III) - Mc = 0$		$\sum Ma1 = 0 \rightarrow -Fd * II - Fh * (II + III + IV) + Fh * I + Fa2 * (II + III) = 0$	
$Fb = ((Fd * I) + (Fc * II) + Mc) / (II + III)$		$Fa2 = (Fd * II + (Fh * (II + III + IV)) - Fh * I) / (II + III)$	
$Fh = Fc + Fd - Fb$		$Fa1 = 2 * Fh + Fd - Fa2$	
Kracht F in punt B, Fb =	485 N	Kracht F in punt A1, Fa1 =	535 N
Kracht F in punt h, Fh =	485 N	Kracht F in punt A2, Fa2 =	535 N

Resultaten			
Kracht op 3d vlak in punt A	Fa =	535	N
Kracht op 3d vlak in punt B	Fb =	485	N

	= Actiekracht
	= Reactiekracht

Figuur 3: vereenvoudigen constructie voor berekeningen



De punten A & B zijn de wielen van de trolley

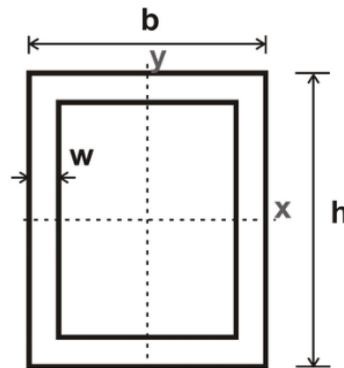
13 Bijlage 13: Berekening doorbuiging van de voet

Berekening doorbuiging koker profiel

Constanten				
Materiaal	m	-	=	Staal
Lengte	L	[mm]	=	650
Hoogte	H	[mm]	=	50
Breedte	B	[mm]	=	100
Dikte	w	[mm]	=	2
Elasticiteitsmodulus	E	[N/mm ²]	=	210000
Veiligheidsfactor	s	[-]	=	2
*Kracht * veiligheidsfactor s	P	[N]	=	1736
**Kr. locatie vanaf steun recht	b	[mm]	=	200
Kracht - steunpunt links	a	[mm]	=	450
Kracht - steunpunt rechts	b	[mm]	=	200

*: Kracht 'P' uit bijlage 12 "krachten op de voet"

**: Afstand bepaald uit bijlage 12 "krachten op de voet"



Traagheidsmoment x	I_x	[mm ⁴]	=	$\frac{(B \cdot H^3) - ((B - (2 \cdot w)) \cdot (H - (2 \cdot w))^3)}{12}$
--------------------	-------	--------------------	---	--

Traagheidsmoment y	I_y	[mm ⁴]	=	$\frac{(H \cdot B^3) - ((H - (2 \cdot w)) \cdot (B - (2 \cdot w))^3)}{12}$
--------------------	-------	--------------------	---	--

Traagheidsmoment x	I_x	[mm ⁴]	=	262979
Traagheidsmoment y	I_y	[mm ⁴]	=	775179

Max. doorbuiging x-x vlak	f	[mm]	=	-0.13
Max. doorbuiging y-y vlak	f	[mm]	=	-0.04

Toegestane hoekverdraaiing	Θ_{max}	[°]	=	0.5 (Eis vanuit Vogel's)
Hoekverdraaiing profiel	Θ_1	[°]	=	-0.0006
Hoekverdraaiing profiel	Θ_2	[°]	=	0.0008
$\Theta_1 < \Theta_{max}$ & $\Theta_2 < \Theta_{max}$			=	Goedgekeurd

Hellingen en doorbuigingen van opgelegde balken		
Balk	Helling	Doorbuiging
	$\theta_1 = \frac{-Pab(L+b)}{6EIL}$ $\theta_2 = \frac{Pab(L+a)}{6EIL}$	$v \Big _{x=a} = \frac{-Pba}{6EIL} (L^2 - b^2 - a^2)$

14 Bijlage 14: Berekening spanningen in de voet

Spanningsberekening profiel van de voet

Constanten	Breedte	Hoogte	Zwaartepunt y	Zwaartepunt x	Gewicht
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[Kg]
scherm	80	1300	1400	200	160
ophanging	80	100	1400	120	5
kolom	80	1500	750	40	12

Constanten	Zijaanzicht
	[mm]
I	90
II	150
III	400
IV	50

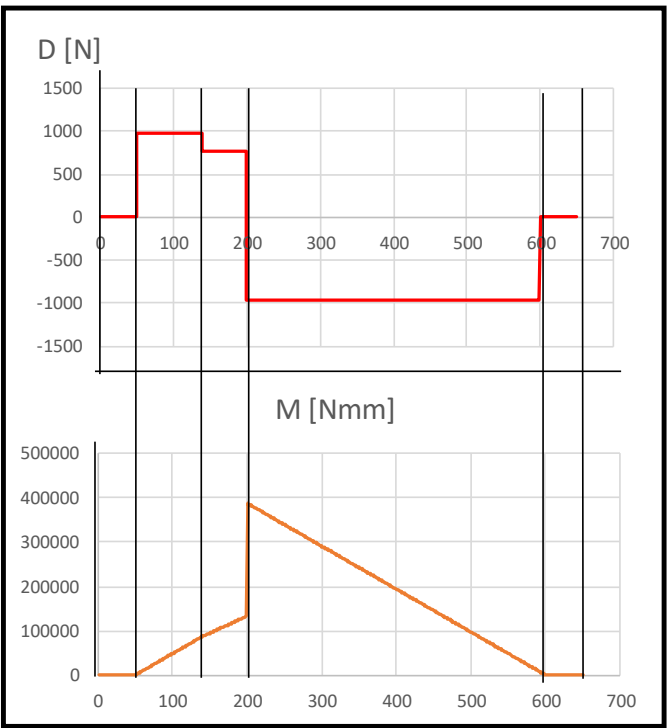
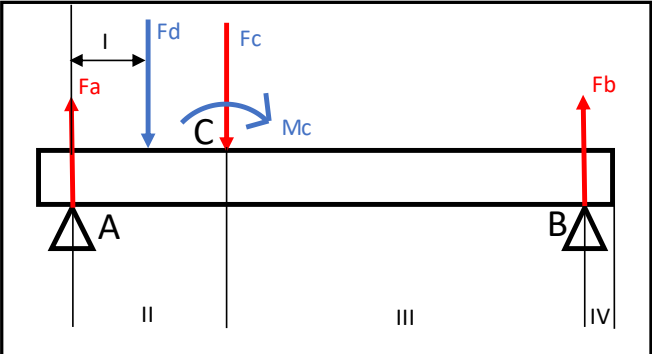
Constanten	Breedte	Hoogte	dikte
	[mm]	[mm]	[mm]
Buisprofiel	100	30	2
Veiligheidsfactor	2		

Calculaties					
Zwaartepunt x-as t.o.v. punt C	$Zw.x. = \sum (Zwx * m)_{\text{onderdelen}} / (\sum m_{\text{onderdelen}})$	=	146.9	mm	
Massatraagheid voet	$I = ((1/12) * b * h^3) - ((1/12) * (b - (2 * w)) * (h - (2 * w))^3)$	=	84392	mm ⁴	
Totale massa	$m = \sum m_{\text{Onderdelen}}$	=	177	kg	
Kracht F op punt C	$F_c = (m * 9,81) / 2 * \text{Veiligheidsfactor}$	=	1736	N	
Moment om C	$M_c = ((m * 9,81) / 2) * Zw.x.$	=	255060	Nmm	

Constanten	Breedte	Hoogte	Zwaartepunt y	Zwaartepunt x	Gewicht
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	m [Kg]
Voet	650	50	25	90	20.6

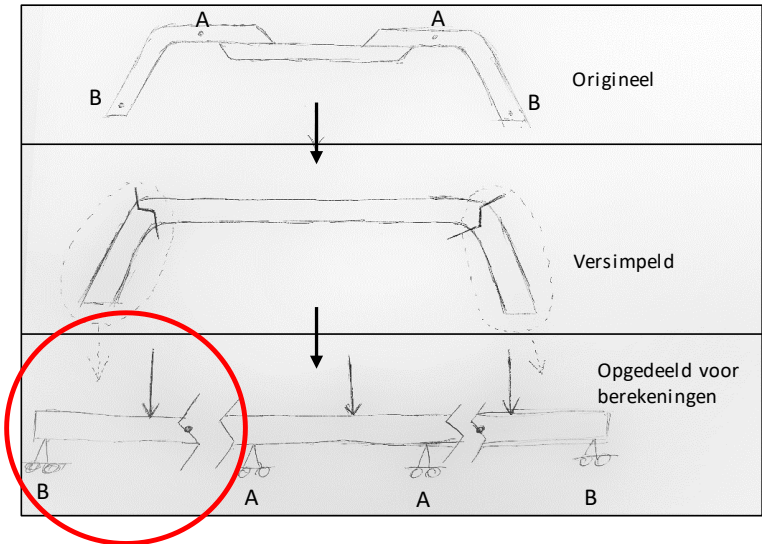
Calculatie					
Gewicht van de voet	$F_d = 9.81 * m_{\text{voet}} / 2 *$	=	202	N	

Berekening van de constructie rode cirkel in figuur 3.



Calculaties krachten	
Reactiekrachten van A en B	
$\sum F_y = 0 \rightarrow F_a + F_b - F_c - F_d = 0$	
$\sum M_a = 0 \rightarrow -F_c * II + F_b * (II + III) - M_c - (F_d * (V - I)) = 0$	
$F_b = ((F_d * (V - I)) + (F_c * II) + M_c) / (II + III)$	
$F_a = F_c + F_d - F_b$	
Kracht F in punt B, Fb =	969 N
Kracht F in punt A, Fa =	969 N

Calculaties buigspanning		
Mmax =	387331	Nmm
Buigspanning $\sigma = (M_{\text{max}} * e) / I =$	69	N/mm ²
Max buigspanning voet =	235	N/mm ²
$\sigma < \sigma_{\text{max}}$	Goed	
Buigspanning σ met factor 5 = $(M_{\text{max}} * e) / I =$	127	N/mm ²
$\sigma < \sigma_{\text{max}}$ met factor 5	Goed	



Figuur 1: constructie versimpeld, rode cirkel wordt uitgerekend.

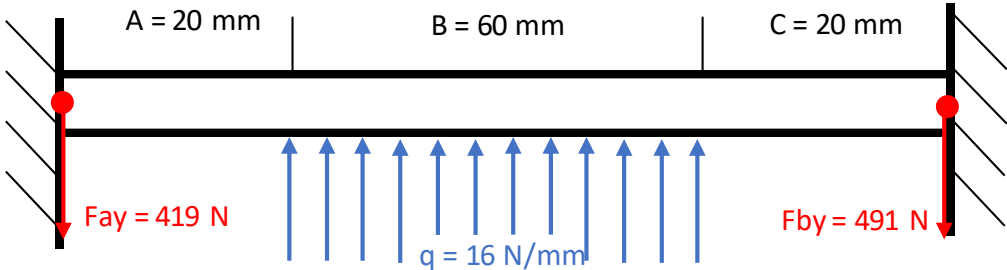
15 Bijlage 15: Berekening hoogte bevestigingsplaatje wielen

Berekening bevestigingsplaat voor wielen

Constante	Lengte	Breedte	Dikte	Vloeigrens:	Trekgrens:
	L [mm]	Bpl [mm]	d [mm]	$\sigma_{\text{toelaatbaar}}$ [N/mm ²]	$\tau_{\text{toelaatbaar}}$ [N/mm ²]
Plaat:	200	100	3	235	360

Constante	
*Gewicht per wiel:	54.4 kg
A	20 mm
B	60 mm
C	20 mm
Veiligheidsfactor	2 [-]

*Gewicht per wiel uit berekening: "krachten op de voet"

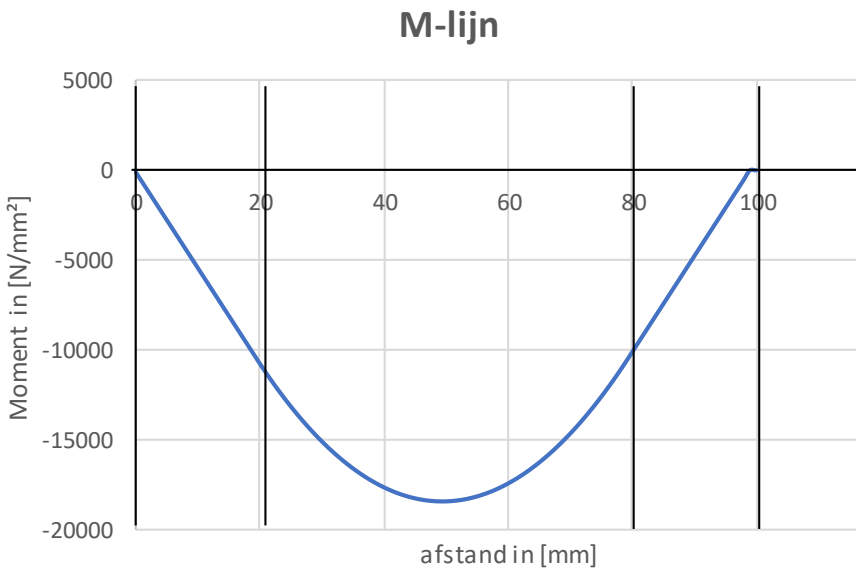
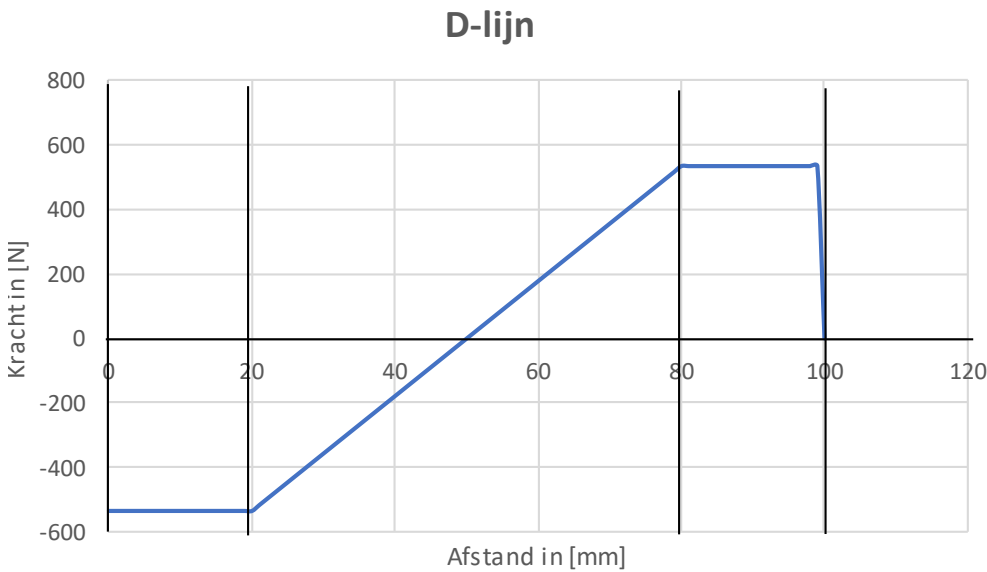


Calculaties				
Belasting per wiel:	$F_{\text{wiel}} =$	Gewicht per wiel * 9.81 * veiligheidsfactor	=	1067 N
Verdeelde belasting	$q =$	F_{wiel} / B	=	18 N/mm
Kracht B:	$F_{\text{by}} =$	$(q * (B_{\text{pl}} / 2) * B) / B_{\text{pl}}$	=	534 N
Kracht A:	$F_{\text{ay}} =$	$F_{\text{wiel}} - F_{\text{by}}$	=	534 N
Traagheidsmoment plaat:	$I_{\text{plaat}} =$	$(1/12) * B_{\text{pl}} * d^3$	=	225 mm ⁴
Dmax:		534 N		
Mmax:		18411 Nmm		

Calculaties				
Max Buigspanning met dikte 3mm:	$\sigma_{\text{buig}} =$	$(M_{\text{max}} * 0,5 * d) / I_{\text{plaat}}$	=	123 N/mm ²
Max buigspanning < Sigma toelaatbaar:		$\sigma_{\text{buig}} < \sigma_{\text{toelaatbaar}} \rightarrow 118,5 \text{ N/mm}^2 < 235 \text{ N/mm}^2$	=	Goedgekeurd
Max trekspanning:	$\tau_{\text{max}} =$	Met veiligheidsfactor 5	=	282 N/mm ²
Max trekspanning < $\tau_{\text{toelaatbaar}}$:		$\tau_{\text{max}} < \tau_{\text{toelaatbaar}} \rightarrow 282 \text{ N/mm}^2 < 360 \text{ N/mm}^2$	=	Goedgekeurd

Andersom gerekend:
Wat is de minimale dikte van de plaat met een Vloeigrens van 235 N/mm ²

Calculaties				
Mimimale hoogte buiging:	$d_{\text{min buig}} =$	$\sqrt{((M_{\text{max}} * (0.5 / ((1 / 12) * B_{\text{pl}}))) / \sigma_{\text{toelaatbaar}})}$	=	2.2 mm
Minimale hoogte trek:	$d_{\text{min trek}} =$	$((1.5 * D_{\text{max}}) / \tau_{\text{toelaatbaar}}) / d$	=	0.02 mm
Minimale benodigde hoogte:	$d_{\text{min}} =$		=	2.2 mm



16 Bijlage 16: Berekening lasdikte verbindingsplaat wielen

Berekening lasdikte plaatjes wielen

Constanten:

*Kracht	F =	535 N
Afstand wiel uit het midden	X =	26.5 mm
Veiligheidsfactor	s =	2 [-]
Toelaatbare lasspanning s235	$\sigma_{\text{toelaatbaar}}$ =	207 N/mm ²
**Laslengte	L =	40 mm

Calculatie:

Moment om punt P	$M_p = F * X * s$	=	28355 Nmm
Kracht op punt P	$F_p = F * s$	=	1070 N
$\sum F = 0 = -F_{a,las} - F_{b,las} + F_p = 0$			
$\sum M_a = 0 = F_p * (100/2) + M_p - F_{las} * 100 = 0$			
$F_{las} = (F_p * (100/2) + M_p) / 100$			
$F_{b,las} =$		=	819 N
$F_{a,las} =$		=	251 N
Maximale kracht op één van de lassen	$F_{las,max} =$	=	819 N

Met formule:

$\sigma_{\text{toelaatbaar}} = (F / A)$	$\rightarrow$	$A = F_{las,max} / \sigma_{\text{toelaatbaar}}$
$A = a * L$		$a * L = F_{las,max} / \sigma_{\text{toelaatbaar}}$
$F = F_{las}$		$a = (F_{las,max} / \sigma_{\text{toelaatbaar}}) / L$

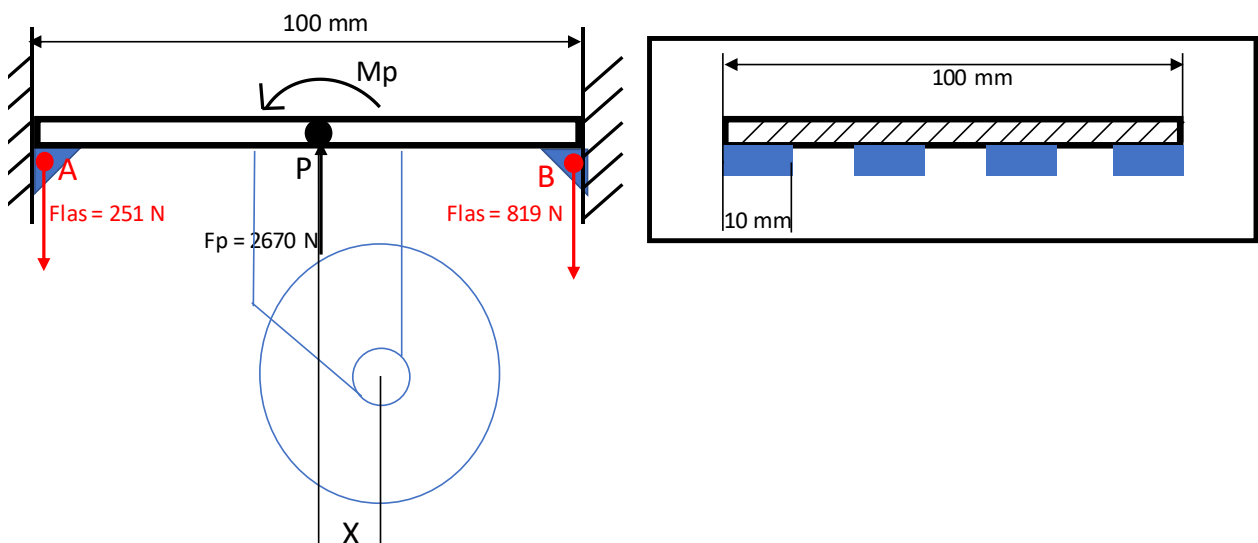
Calculatie:

Minimale lasdikte:	a =	0.1 mm
***Kies minimale lasdikte:	a =	2 mm

*: Kracht uit bijlage 12 "kracht op de voet"

** : De laslengte bestaat uit stukjes van 4x 10 mm. Dit om vervorming van het lassen zoveel mogelijk te voorkomen.

***: Minimale lasdikte uit de las-richtlijnen Roloff/Matek theorieboek 6.16



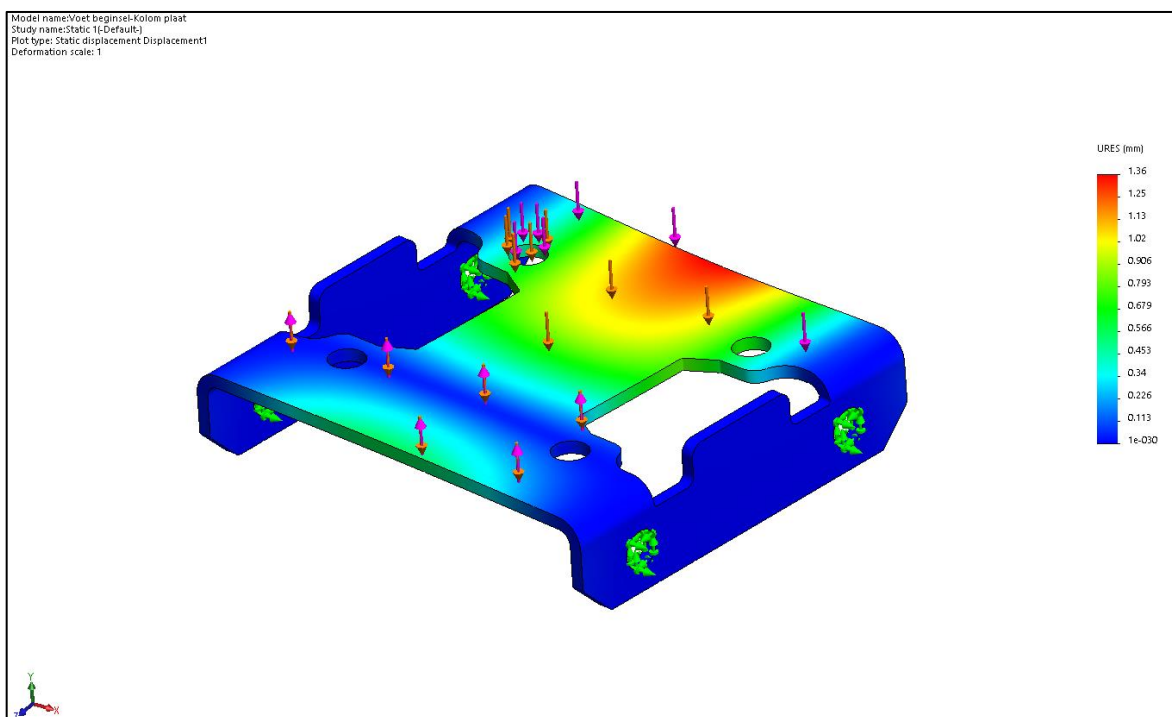
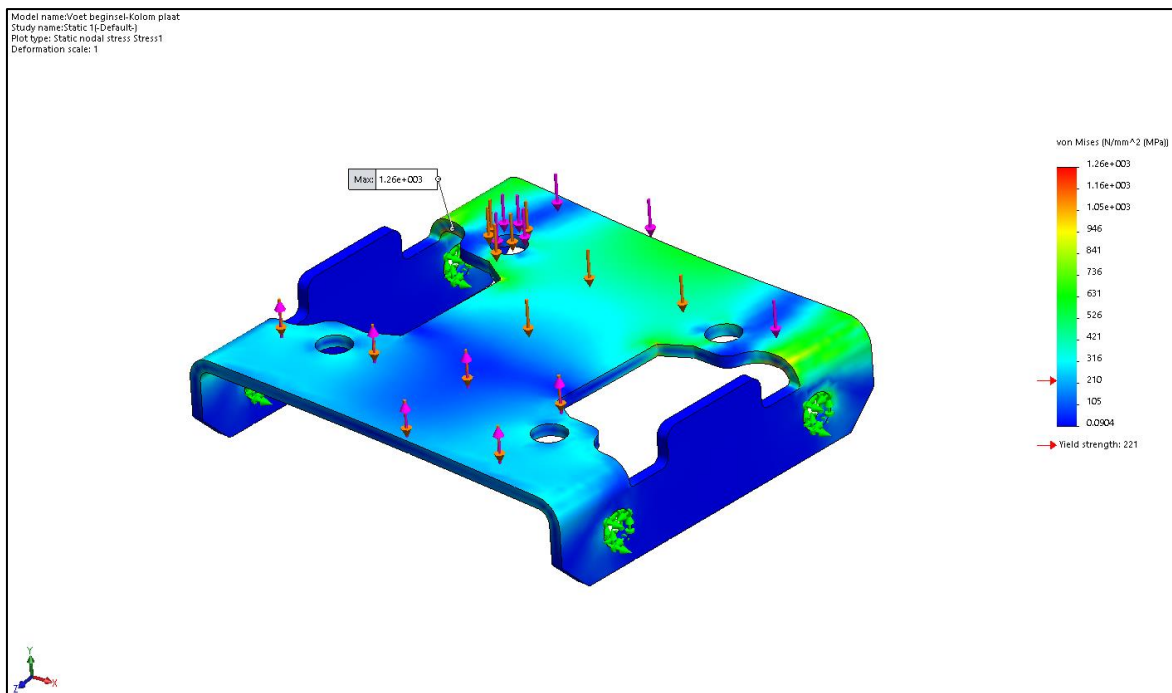
17 Bijlage 17: FEM-analyse van het kolom-voet plaatje

De analyse is in een ongunstige situatie berekend met een belasting van 2x het maximale aangegeven gewicht dat de trolley mag dragen.

- $177 \text{ kg} / 2 \text{ plaatjes} * 2 \text{ veiligheidsfactor} = 177 \text{ kg}$ belasting
- Moment uit berekening bijlage 12 $\rightarrow 128 \text{ Nm} * 2 = 256 \text{ Nm}$
- Materiaal berekening "Plain carbon steel"

Versie 1 van het plaatje

Met dit design voldoet het plaatje niet aan de eisen omdat het de spanningen buiten het vloeigebied komen, dus gaat plastisch vervormen.

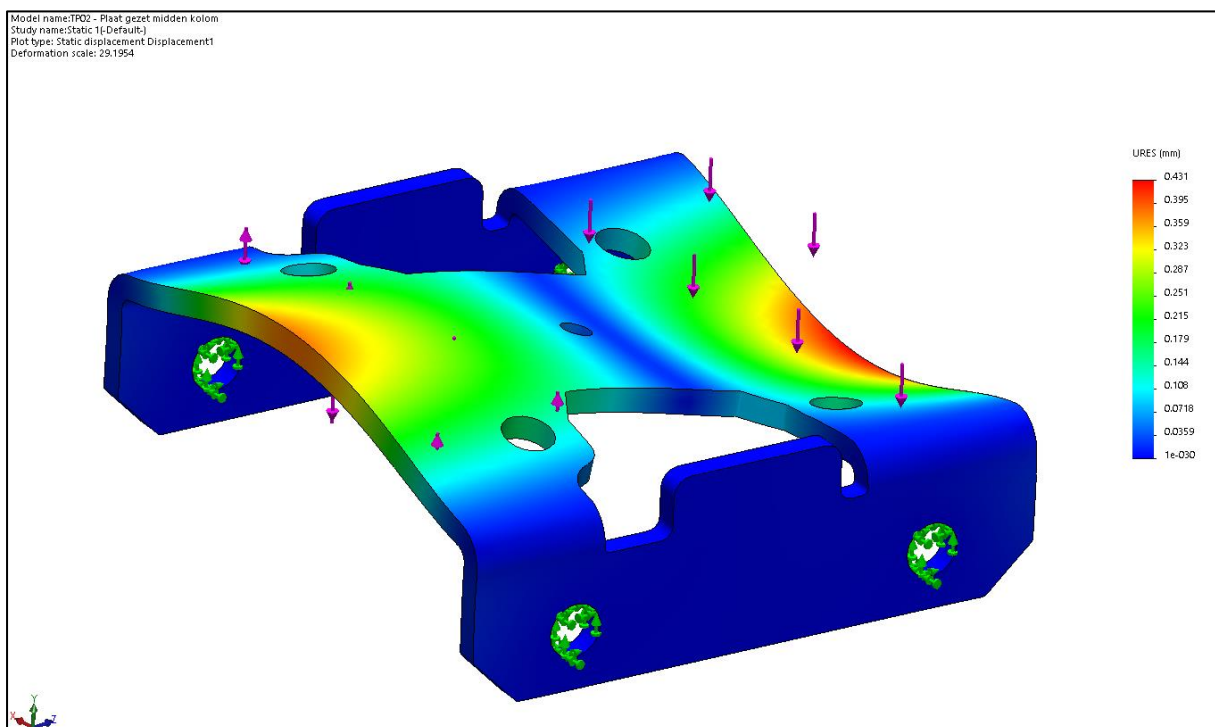
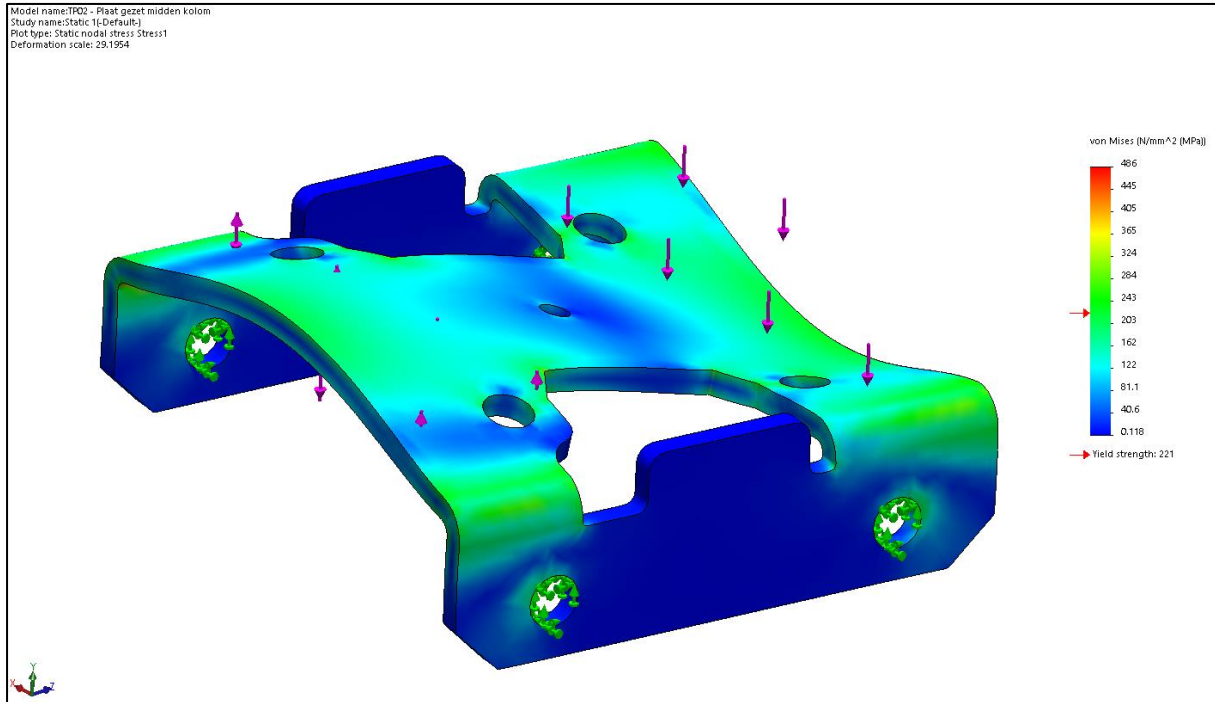


Versie 2 van het plaatje

Aanpassing: Plaatje 1 mm dikker maken (van 3 mm naar 4 mm).

Gat voor kabelmanagement kleiner maken → lijf zetting wordt langer → plaatje wordt stijver

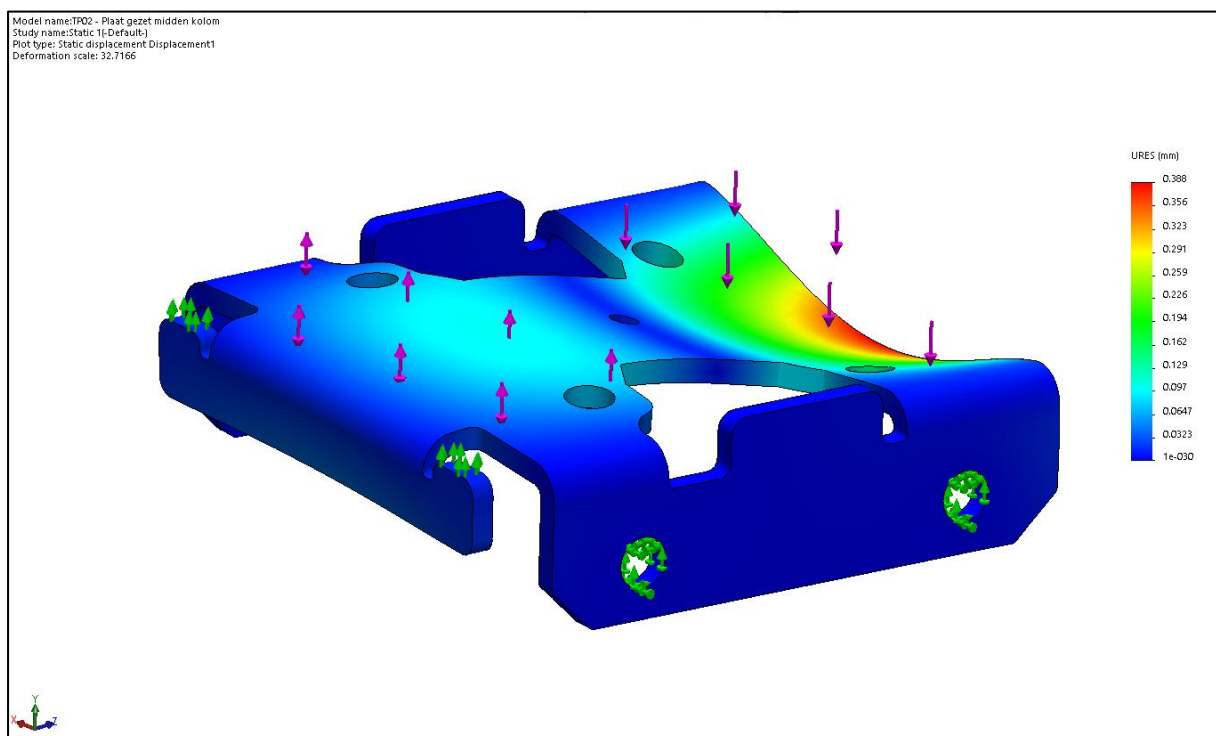
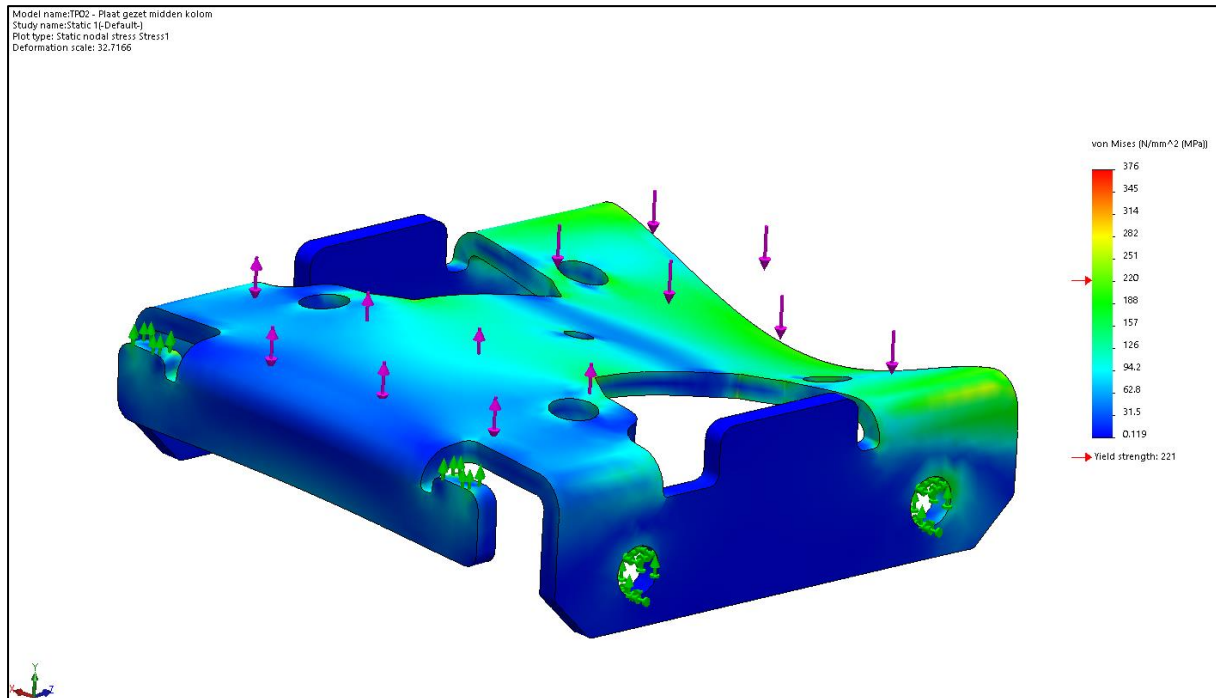
De aanpassingen maken de resultaten van het plaatje beter, maar voldoen nog steeds niet aan de eis.



Versie 3 van het plaatje

Aanpassing: Extra zetting dat in het profiel klemt.

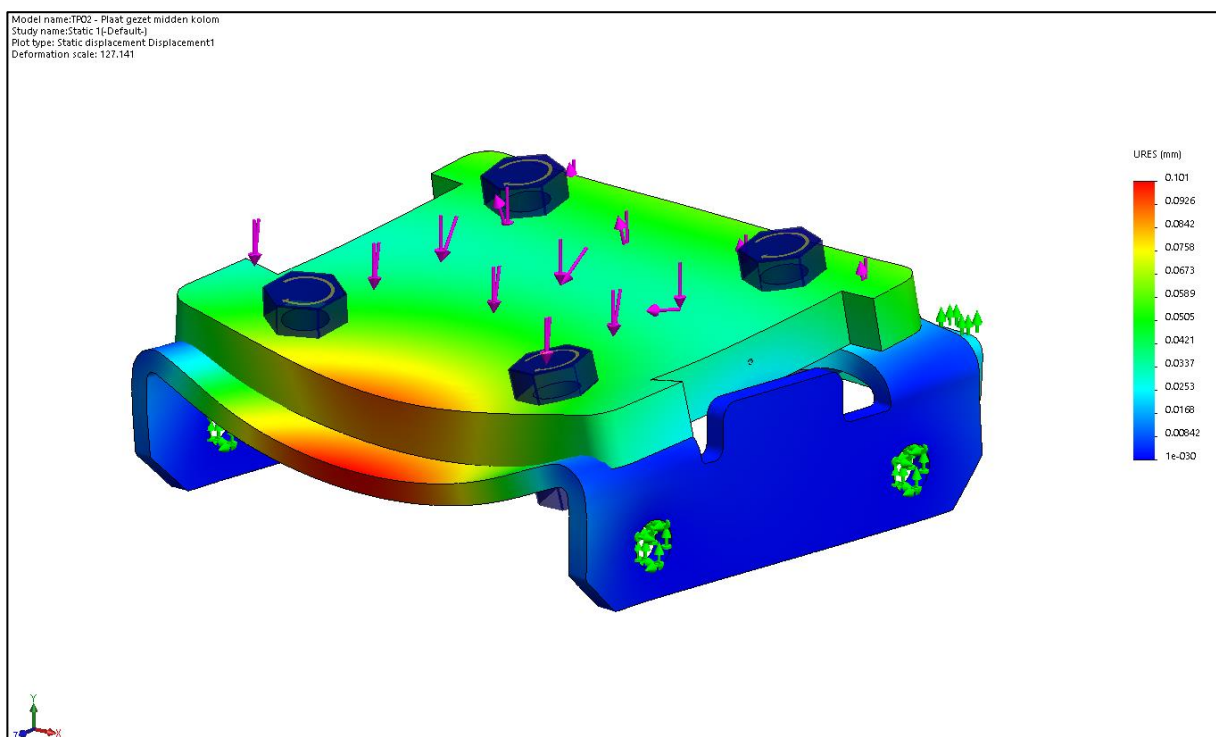
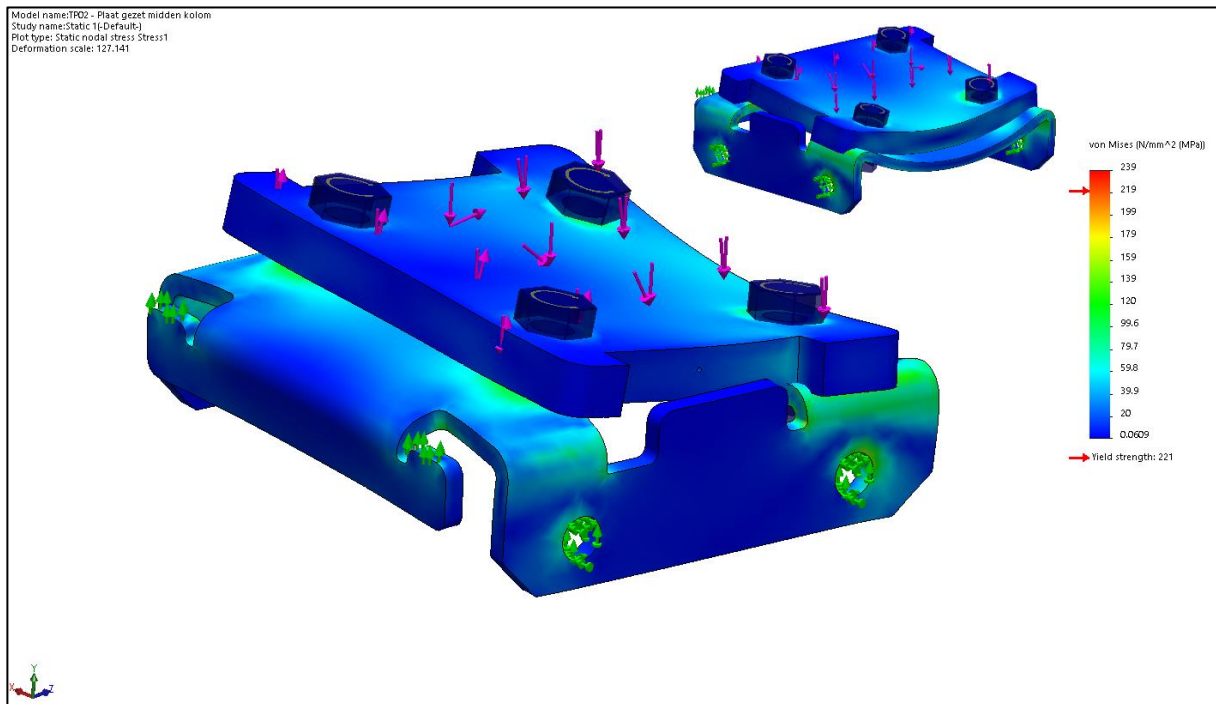
Het resultaat van deze analyse is verbeterd ten opzichte van versie 2. De waarde van de stress in het materiaal ligt op de rand van het vloeigebied en is dus discutabel. Het is mogelijk dat het plaatje in het prototype, in een realistischere situatie, wel voldoet door binnen het vloeigebied te blijven. Om dit te testen wordt er een nieuwe analyse gemaakt met een realistischere situatie.



Versie 3 van het Plaatje, realistische situatie

In de voorgaande analyses is er met een zeer ongunstige situatie gerekend. In het prototype wordt de kolom PUC2715 op het plaatje gemonteerd dat een bepaald raakoppervlak heeft. De kolom wordt gesimuleerd door een plaat die dezelfde raakoppervlakte heeft op het plaatje te schroeven. Met deze nieuwe situatie wordt de simulatie opnieuw uitgevoerd.

Het materiaal van de prototype is S235C waarvan de vloeigrens hoger ligt dan in deze analyse. Met deze resultaten (zie figuur ...) voldoet het plaatje aan de eisen van TÜV. Het hele plaatje kleurt groen tot, de waarde die onder het vloeigebied ligt. Het rood, dat boven het vloeigebied ligt, is een klein puntje in de hoek van een zetting. Deze kan verwaarloosd worden.



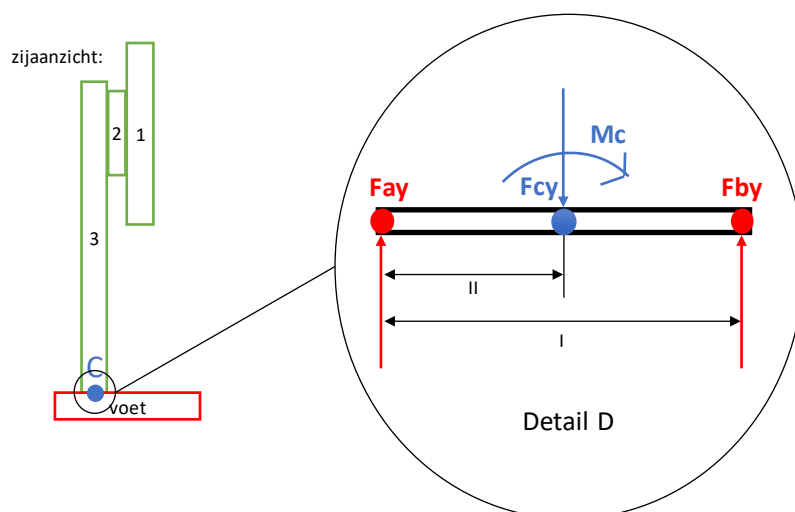
18 Bijlage 18: Boutberekening verbindingen plaat kolom-voet

Benodigde boutkwaliteit berekening

Constanten	Breedte	Hoogte	Zwaartepunt y	Zwa	Gewicht
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[Kg]
[1] Scherm	80	1300	1400	200	160
[2] Ophanging	80	100	1400	120	5
[3] Kolom	80	1500	750	40	12
Veiligheidsfactor	5	[-]			
Boutdiameter	8	mm			
Profiel dikte	2	mm			
Plaatdikte verbindingstuk	4	mm			

Constanten	Zijaanzicht
	[mm]
I	64
II	32

Calculaties					
Zwaartepunt x-as t.o.v. punt C	$Zw.x. = \sum (Zwx * m)_{\text{onderdelen}} / (\sum m_{\text{onderdelen}})$	=	146.9	mm	
Zwaartepunt y-as t.o.v. punt C	$Zw.y. = \sum (Zwy * m)_{\text{onderdelen}} / (\sum m_{\text{onderdelen}})$	=	1315.9	mm	
Totale massa	$m = \sum m_{\text{Onderdelen}}$	=	177	kg	
Kracht F op punt C	$F_c = (m * 9,81) / 2_{\text{voeten}} / 2_{\text{bouten}} * \text{Veiligheidsfactor}$	=	2170	N	
Moment om C	$M_c = ((m * 9,81) / 2_{\text{voeten}} / 2_{\text{bouten}}) * Zw.x. * \text{Veiligheidsfactor}$	=	318825	Nmm	



Calculaties		
van detail D		
$\sum F_y = 0 \rightarrow F_{ay} + F_{by} - F_{cy} = 0$		
$\sum M_a = 0 \rightarrow -F_{cy} * II + F_{by} * I - M_c = 0$		
$F_b = ((F_{cy} * II) + M_c) / I$		
$F_a = F_c - F_b$		
Kracht F in punt B, Fb =	6067	N
Kracht F in punt A, Fa =	-3896	N
Fmax	6067	N

Controle boutkwaliteit		
3.6	180 N/mm ²	Niet OK
4.6	240 N/mm ²	Niet OK
4.8	320 N/mm ²	Niet OK
5.6	300 N/mm ²	Niet OK
5.8	400 N/mm ²	OK

Boutkwaliteit 5.8 voldoet!

Calculaties spanningen in profiel-voet (handvast gemonteerd)				
Afschuiving bouten	$\tau_a = F_{\max} / A \rightarrow F_{\max} / ((\pi/4) * d^2)$	=	120.7	N/mm ²
Stuik in bouten	$\sigma_d = F_{\max} / A \rightarrow F_{\max} / (d * s)$	=	379.2	N/mm ²

Calculaties spanningen in verbindingen plaat kolom-voet (handvast gemonteerd)				
Afschuiving bouten	$\tau_a = F_{\max} / A \rightarrow F_{\max} / ((\pi/4) * d^2)$	=	120.7	N/mm ²
Stuik in bouten	$\sigma_d = F_{\max} / A \rightarrow F_{\max} / (d * s)$	=	189.6	N/mm ²

19 Bijlage 19: FEM-analyse lipjes ophanging

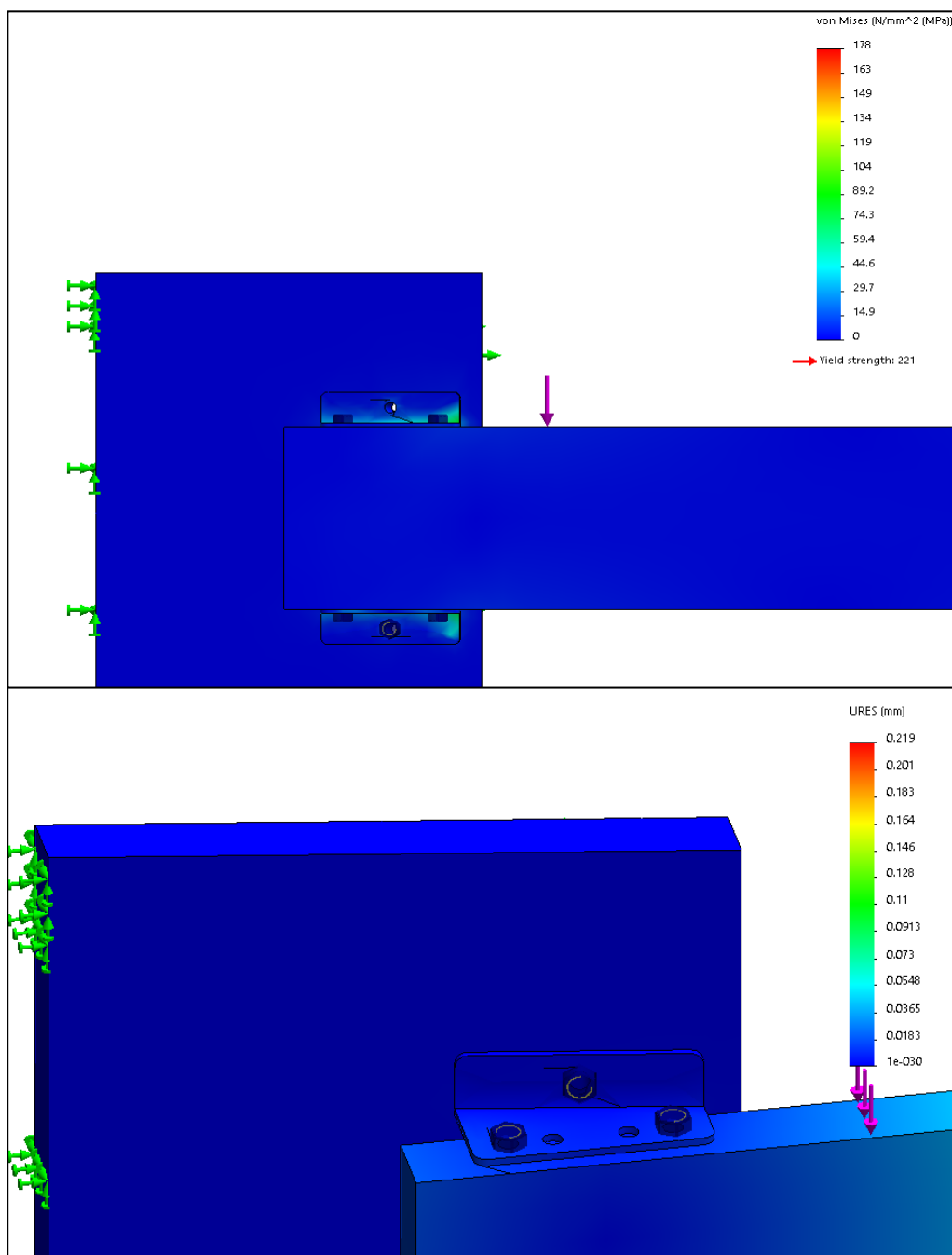
De FEM-analyse is gemaakt in de volgende situatie:

- 5x het maximale belasting gewicht: $5 * 160 \text{ kg} = 800 \text{ kg}$
- Materiaal: Plain carbon steel (werkelijk materiaal is S235)

Resultaten:

- Maximale stress in het lipje: 105 N/mm^2
- Maximale verplaatsing in het lipje : 0.01 mm

$105 \text{ N/mm}^2 < 235 \text{ N/mm}^2 \rightarrow$ De lipjes zullen niet plastisch vervormen bij een veiligheidsfactor 5x (terwijl plastisch vervormen wel is toegestaan). De lipjes voldoen aan de eis. Het rood in de afbeelding is zijn kleine puntjes in de zetting die verwaarloosd kunnen worden.

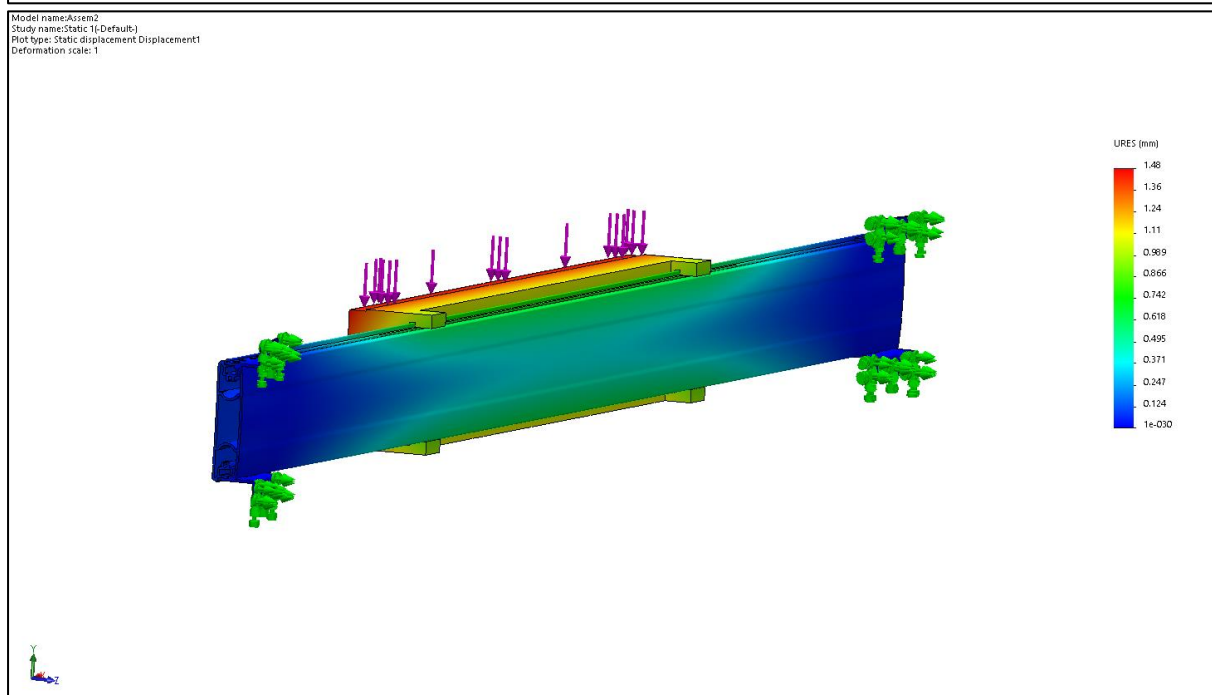
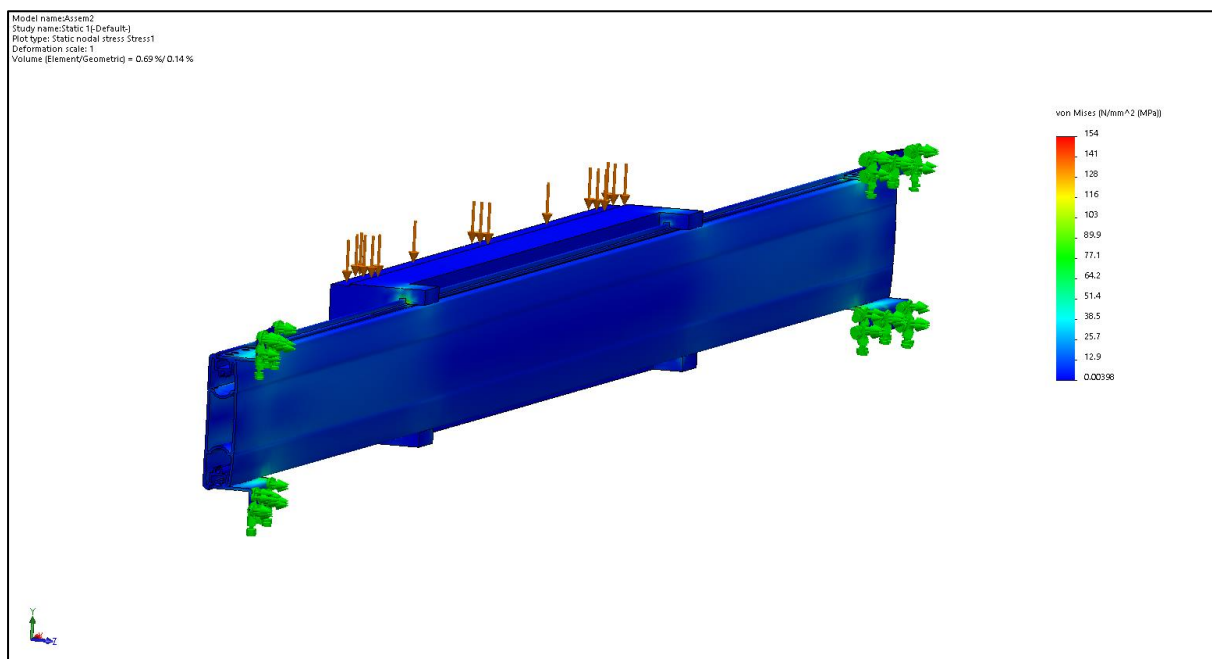


20 Bijlage 20: FEM-analyse PFB-bar ophanging

Hieronder staan de resultaten uit de FEM-analyse van de bar. De kracht op het blok (zie paarse pijlen in het figuur hieronder) is 2x het maximale gewicht van $2 \times 160 = 320 \text{ kg}$. Dit moet het scherm + de ophanging voorstellen. De bar zelf is van aluminium 6060 T66 gemaakt en heeft een maximale toelaatbare stress van 160 N/mm^2 . De raakpunten van het blok met de bar simuleren de ophangstrippen die op VESA-breedte 800mm zijn gepositioneerd. Uit deze analyse komt naar voren dat:

- Maximale stress in de bar: 50 N/mm^2
- Maximale verplaatsing in de bar: 0,8 mm

$50 \text{ N/mm}^2 < 160 \text{ N/mm}^2$ dus de bar voldoet aan de eisen.



21 Bijlage 21: Technische tekeningen

Alle nieuwe losse onderdelen:

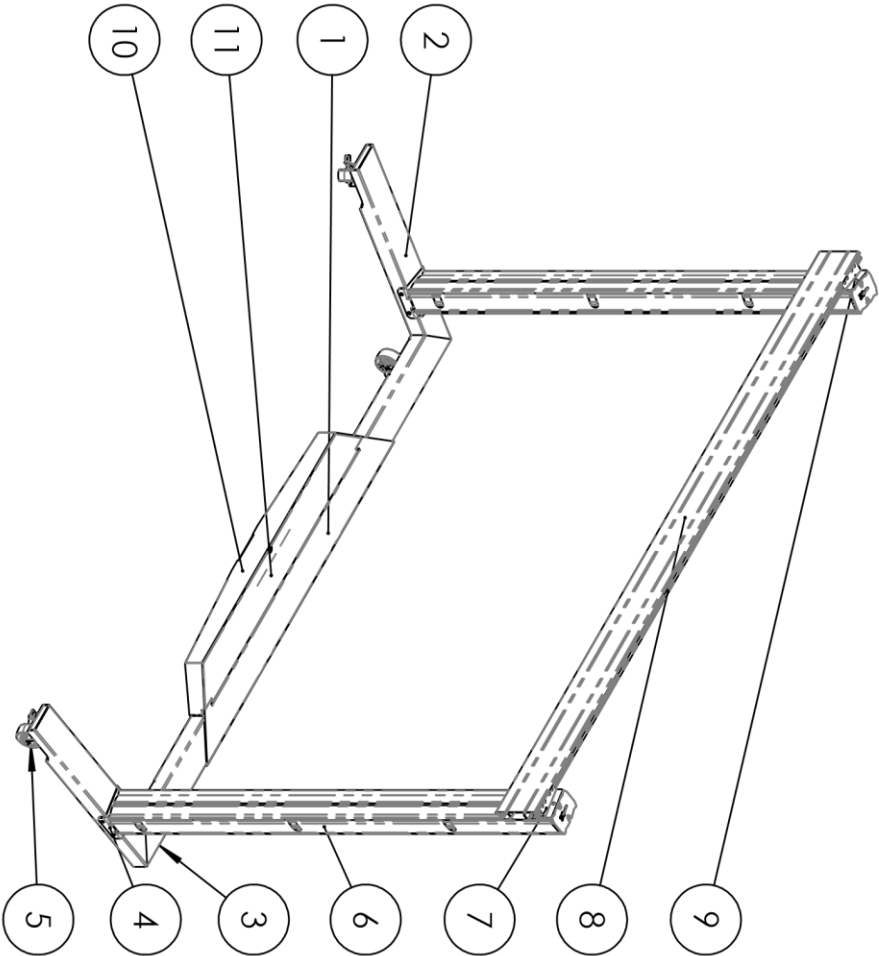
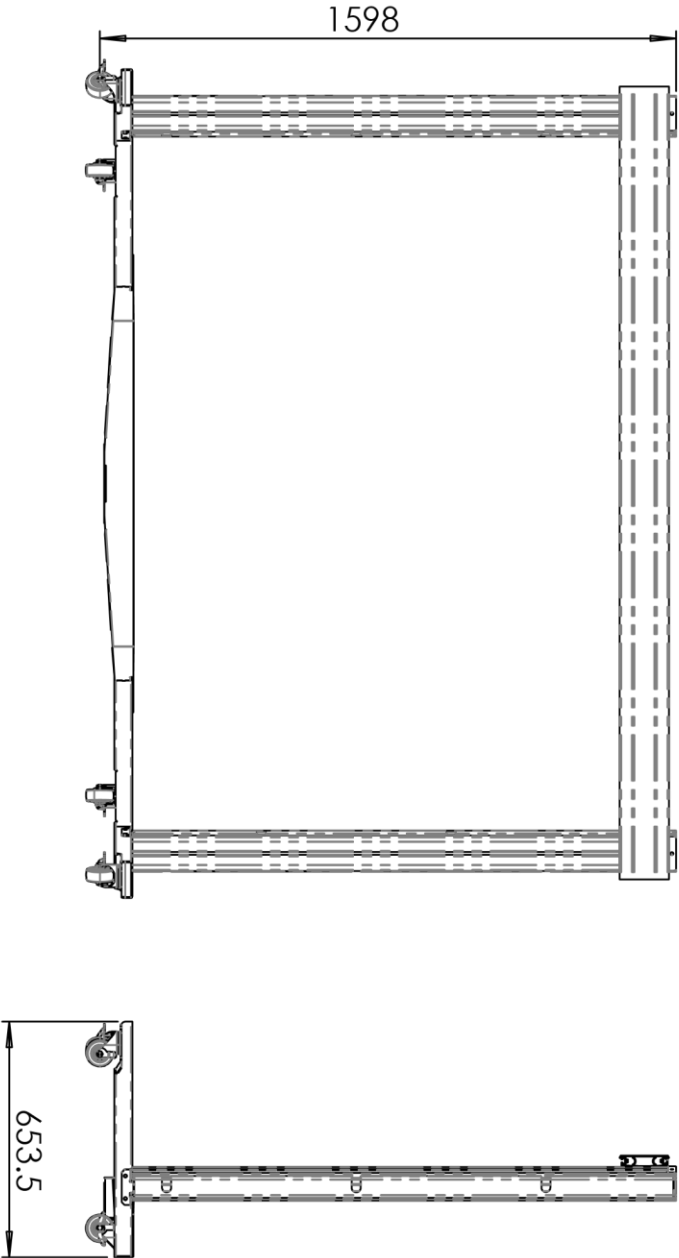
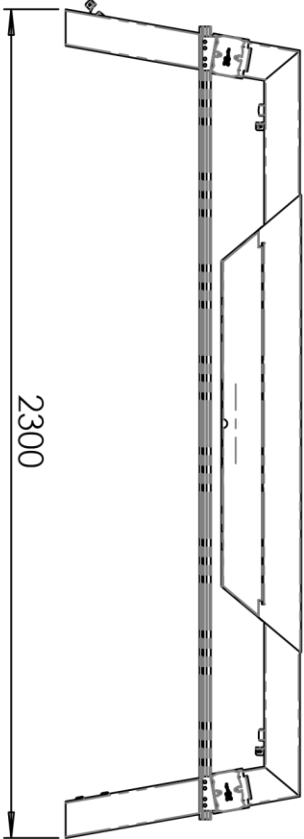
Nr.	Onderdeel	Omschrijving	Aantal stuks	Materiaal	Dikte [mm]	Finish/afwerking
1	TP01	Plaat gezet achterwiel	2	S235C	3	Zwart poedercoat
2	TP02rev2	Plaat gezet midden kolom rev2	2	S235C	4	Zwart poedercoat
3	TP03L	Plaat gezet L-voorwiel	1	S235C	3	Zwart poedercoat
4	TP03R	Plaat gezet R-voorwiel	1	S235C	3	Zwart poedercoat
5	TTL01	Koker links achter	1	S235C	2	Zwart poedercoat
6	TTL02	Koker links voor	1	S235C	2	Zwart poedercoat
7	TTR01	Koker rechts achter	1	S235C	2	Zwart poedercoat
8	TTR02	Koker rechts voor	1	S235C	2	Zwart poedercoat
9	TAB01	Accessoires bak deel 1	1	S235C	1,5	Zwart poedercoat
10	TAB02	Accessoires bak deel 2	1	S235C	1,5	Zwart poedercoat
11	TPV01	Verbindingsstuk voet	1	S235C	3	Zwart poedercoat
12	TAK01	Klep van de bak	1	Eikenhout	10	Geschuurd
13	TLB01	Lipje PFB-opanging Links	2	S235C	3	Zwart
14	TLB02	Lipje PFB-opanging Rechts	2	S235C	3	Zwart

Nieuwe oplevering:

Nr.	Onderdeel	Omschrijving	Aantal stuks	Materiaal	Dikte [mm]	Finish/afwerking
15	AR01	Assembly rechter deel	1	S235C	-	-
		TTR01	1	S235C	2	Zwart poedercoat
		TTR02	1	S235C	2	Zwart poedercoat
		TP03R	1	S235C	3	Zwart poedercoat
		TP01	1	S235C	3	Zwart poedercoat
16	AL01	Assembly linker deel	1	S235C	-	-
		TTL01	1	S235C	2	Zwart poedercoat
		TTL02	1	S235C	2	Zwart poedercoat
		TP03L	1	S235C	3	Zwart poedercoat
		TP01	1	S235C	3	Zwart poedercoat
17	TAB03	Assembly accessoires bak	1	S235C	-	-
		TAB01	1	S235C	1,5	Zwart poedercoat
		TAB02	1	S235C	1,5	Zwart poedercoat
2	TP02rev2	Plaat gelaserd & gezet	2	S235C	4	Zwart poedercoat
11	TPV01	Verbindingsstuk voet	1	S235C	3	Zwart poedercoat
12	TAK01	Klep van de bak	1	Eikenhout	10	Geschuurd
13	TLB01	Lipje PFB-opanging Links	2	S235C	3	Zwart
14	TLB02	Lipje PFB-opanging Rechts	2	S235C	3	Zwart

Bestaande onderdelen:

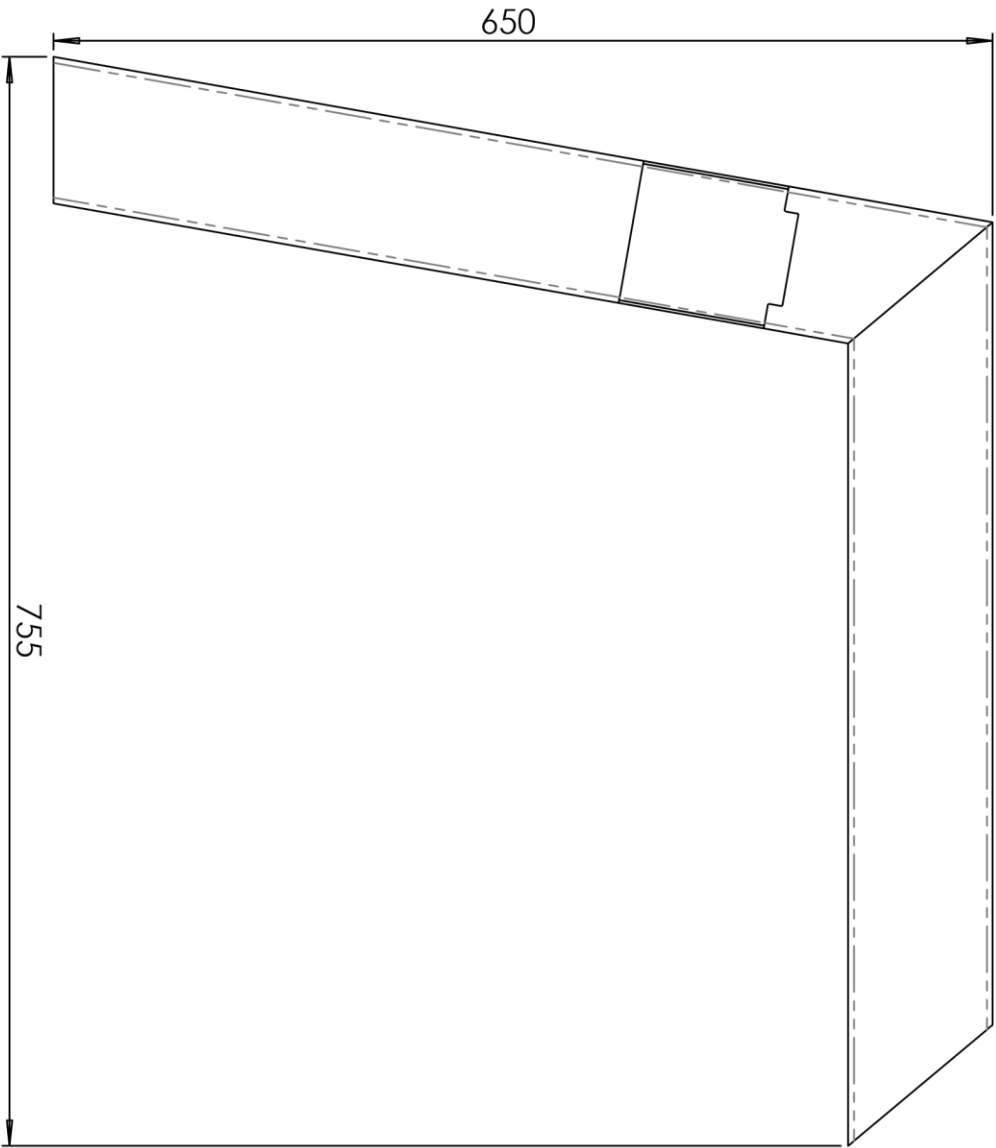
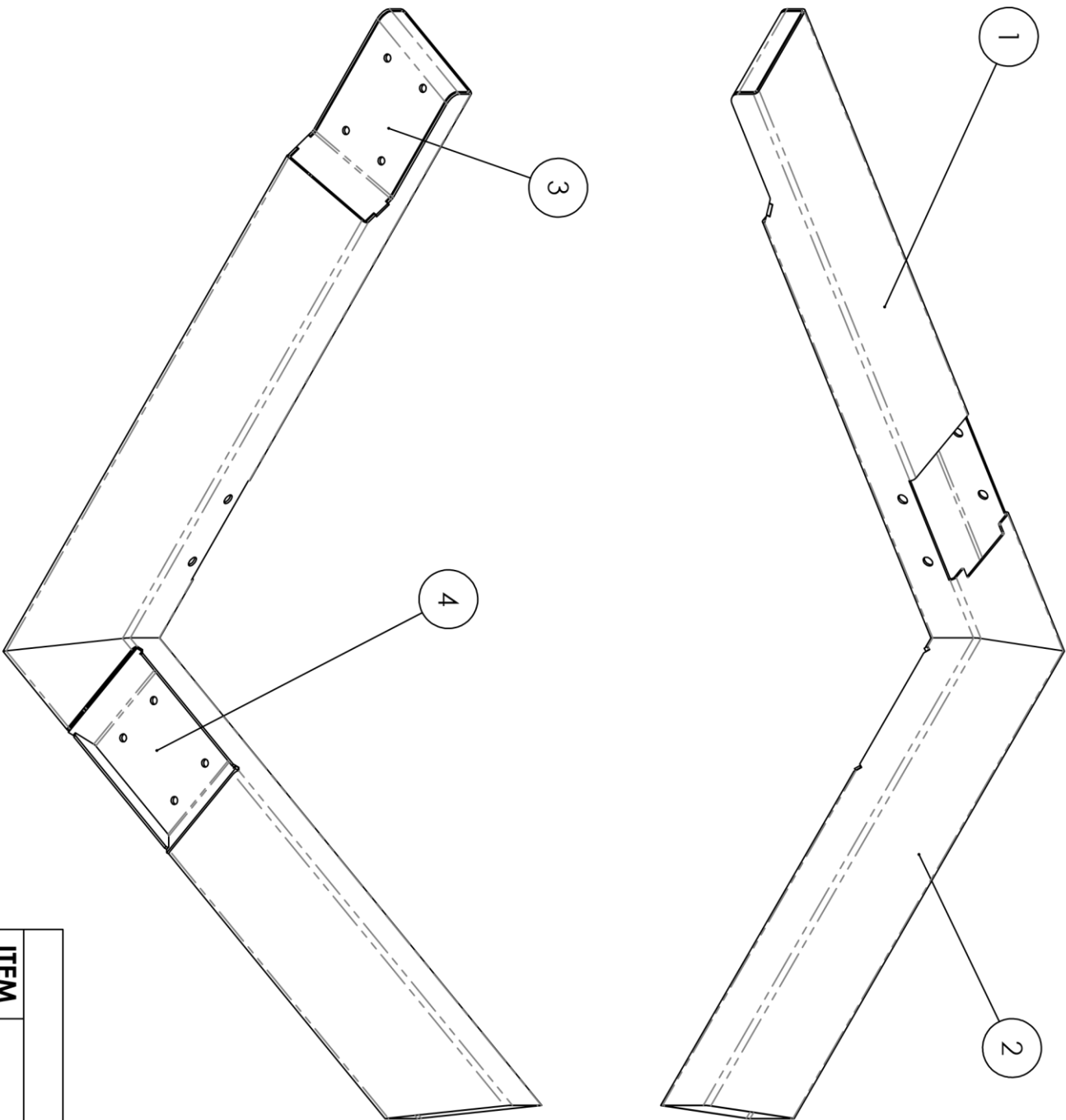
Nr.	Onderdeel	Omschrijving	Aantal stuks	Materiaal	Dikte [mm]	Finish/afwerking
-	T327027_03	PUC2715 Kolom	2	ALU	-	Zwart
-	T318825	PFB3419 Ophangbar	1	ALU	-	Zwart
-	T430309	PFS3204 Ophang-strips	2	S235C	-	Zwart



This item list is for reference only			
ITEM	QTY	DESCRIPTION	NUMBER
1	1	TPV01 - Verbindingsstuk voet	11
2	1	AR01 - Assembly rechter deel	15
3	1	AL01 - Assembly linker deel	16
4	2	TP02rev2 - Plaat gezet midden kolom rev2	2
5	4	LoPro 2 series caster 2.03689.54 BRK3 (Colson)	---
6	2	PUC2715 kolom T327027_03	---
7	2	TLB01 - Lipje PFB-opanging Links	13
8	1	PFB3419 Ophangbaar T318825	---
9	2	TLB02 - Lipje PFB-opanging Rechts	14
10	1	TAB03 - Assembly accessoiresbak	17
11	1	TAK01 - Klep van de bak	12

General tolerancing			Scale: 1:20	Original date: 31-05-2018
Material:			Dimension:	mm Release date:
In compliance with VPS 30.001.07				
		Title:	ATT01 - Assembly trolley	
Drawn: BBron		Drawing no. 18	Rev. 00	A3
Approved:				Sheet 1 of 1

This document is the property of Vogel's and may not be copied nor sold without Vogel's consent



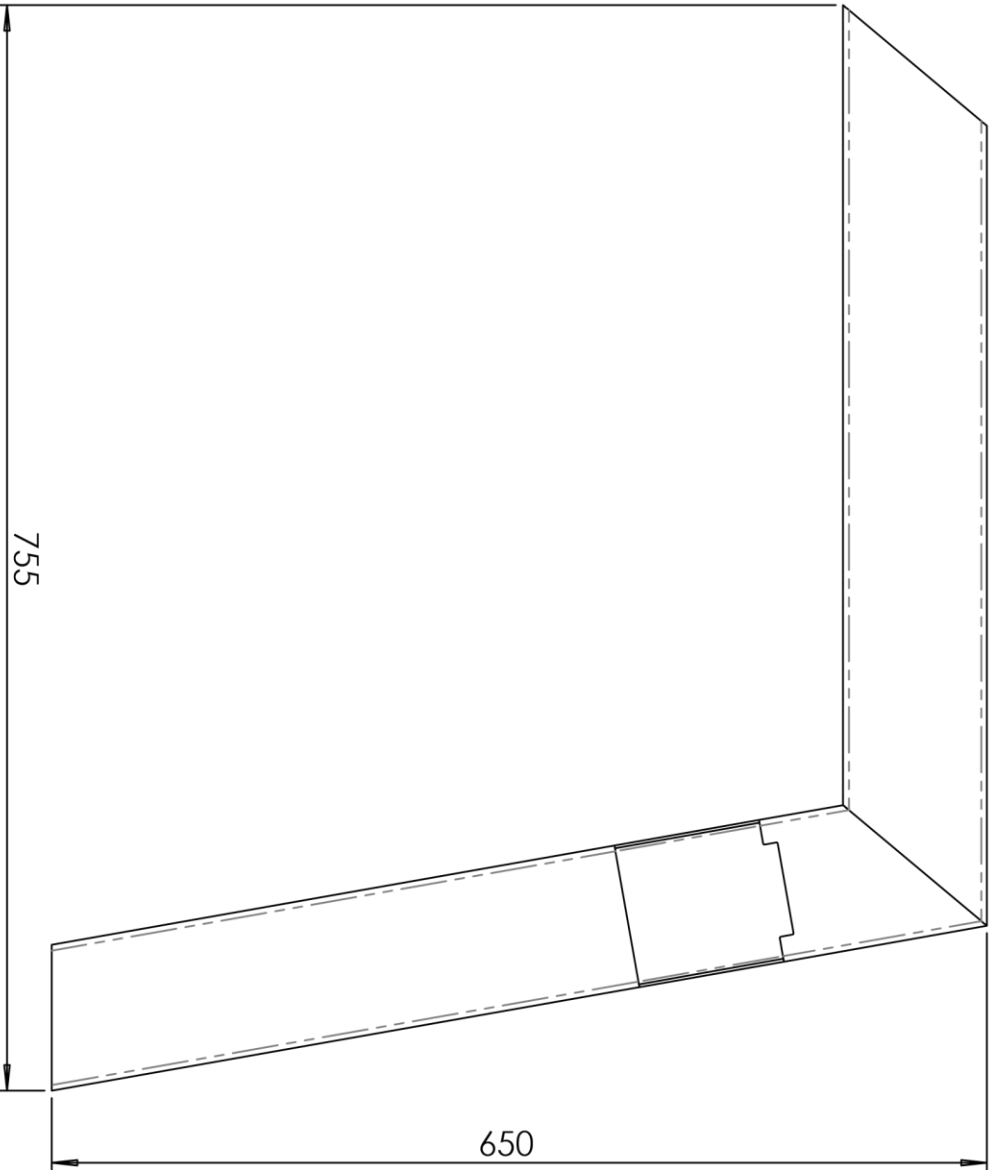
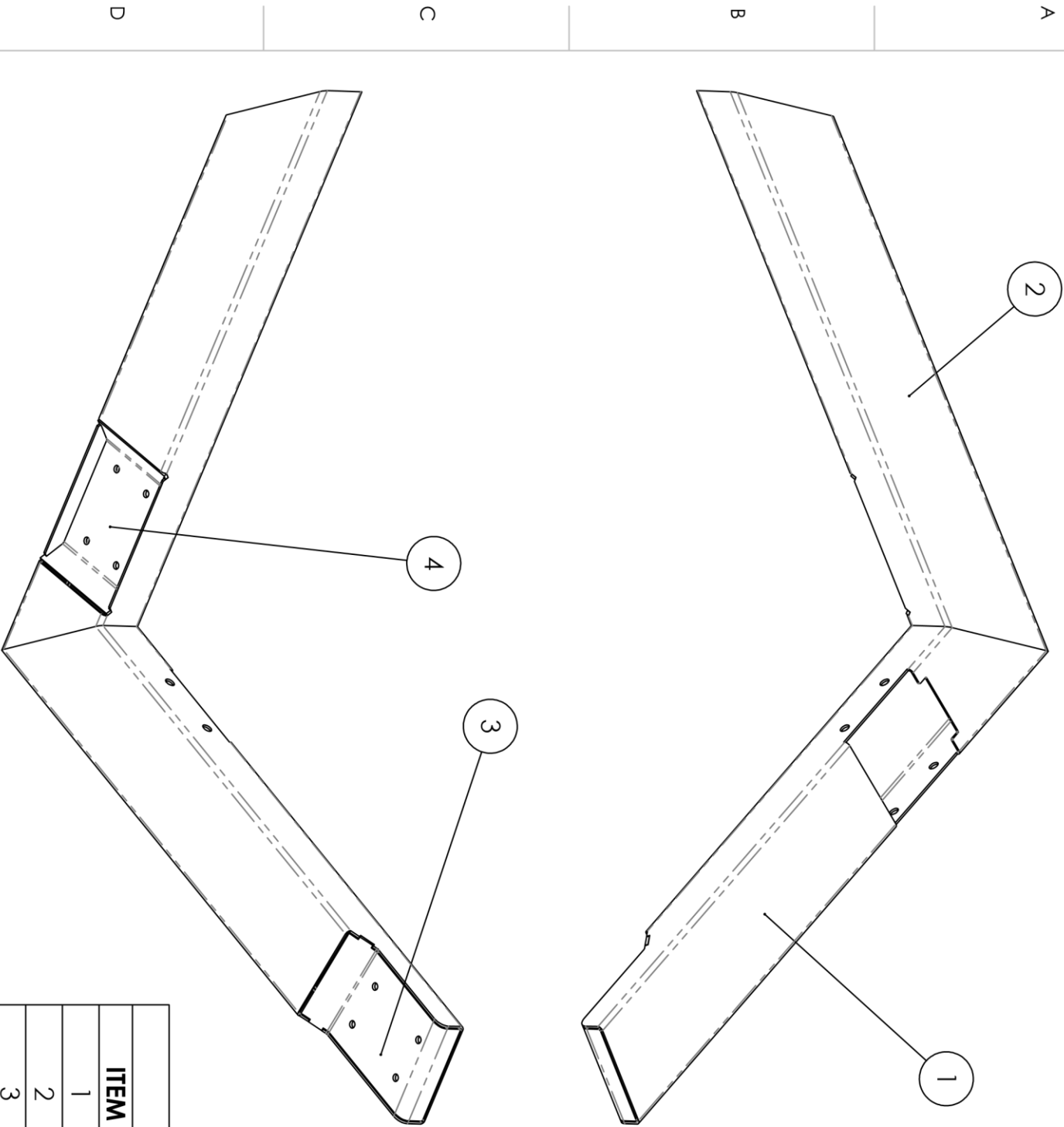
All parts need to be welded together in the positions shown in the drawings on the left.
Use weld thickness: a = 3 mm.

This item list is for reference only. BOM is leading.			
ITEM	QTY	DESCRIPTION	NUMBER
1	1	Koker rechts voor 100 x 50 x 2 mm	8
2	1	Koker rechts achter 100 x 50 x 2 mm	7
3	1	Plaat gezet R-voorwiel 3mm	4
4	1	Plaat gezet achterwiel 3mm	1

General tolerancing		Scale: 1:5	Original date: 01/05/2018
		Dimension: mm	Release date:

Material: All S235C In compliance with VPS 30.001.07

		Title:	AR01 - Assembly Rechter deel		
Drawn:	BBron	Drawing no.	15	Rev.	00
Approved:				A3	Sheet 1 of 1



All parts need to be welded together in the positions shown in the the drawings on the left.
Use weld thickness: a = 3 mm.

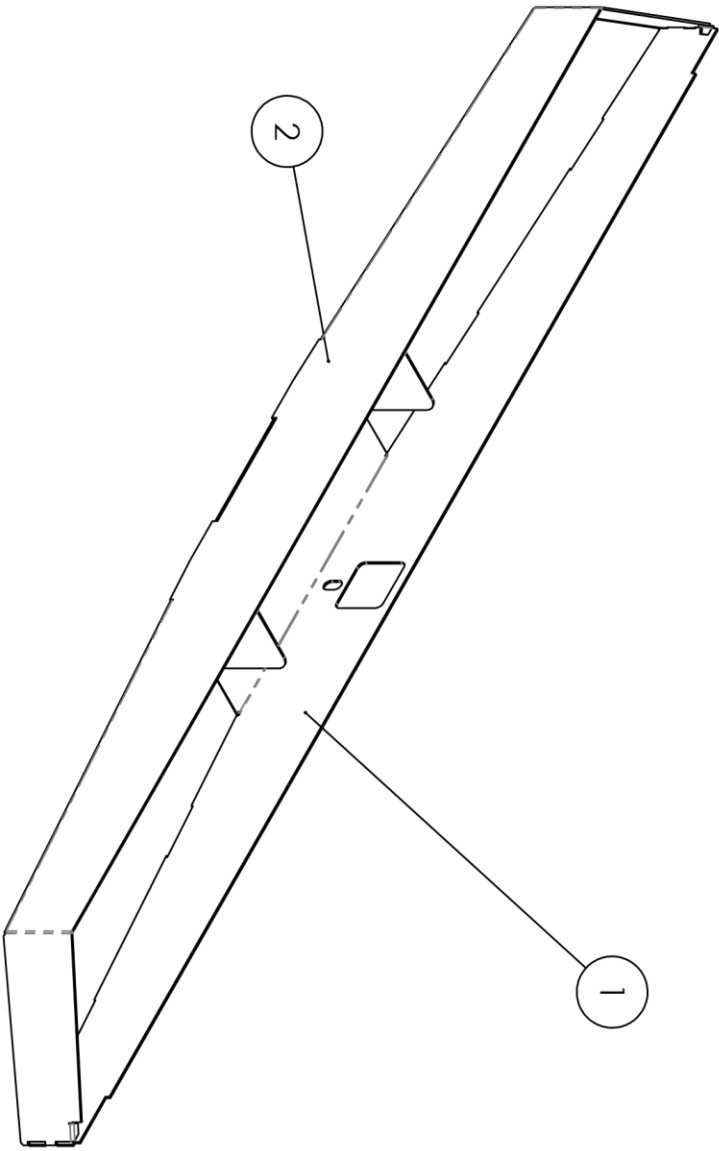
This item list is for reference only. BOM is leading.			
ITEM	QTY	DESCRIPTION	NUMBER
1	1	Koker links voor 100 x 50 x 2 mm	6
2	1	Koker links achter 100 x 50 x 2 mm	5
3	1	Plaat gezet L-voorwiel 3mm	3
4	1	Plaat gezet achterwiel 3mm	1

General tolerancing		Scale: 1:5	Original date: 01/05/2018
		Dimension: mm	Release date:

Material: All S235C

In compliance with VPS 30.001.07

Title:		AL01 - Assembly linker deel	
Drawn: BBron		Drawing no. 16	Rev. 00
Approved:			A3
			Sheet 1 of 1



De 2 bakken aan elkaar lassen
met lasdikte: 2mm

This item list is for reference only. BOM is leading.			
ITEM	QTY	DESCRIPTION	NUMBER
1	1	TAB01 - Accessoires bak deel 1 Plaat 1,5mm	9
2	1	TAB02 - Accessoires bak deel 2 Plaat 1,5mm	10

General tolerancing			Scale: 1:5	Original date: 07-05-2018		
Material: S235C			Dimension:	mm Release date:		
		In compliance with VPS 30.001.07				
		Title: TAB03 - Assembly Accessoires bak				
Drawn: BBron	Drawing no. 17		Rev. 00	A3	Sheet 1 of 1	
Approved:						

1

2

3

4

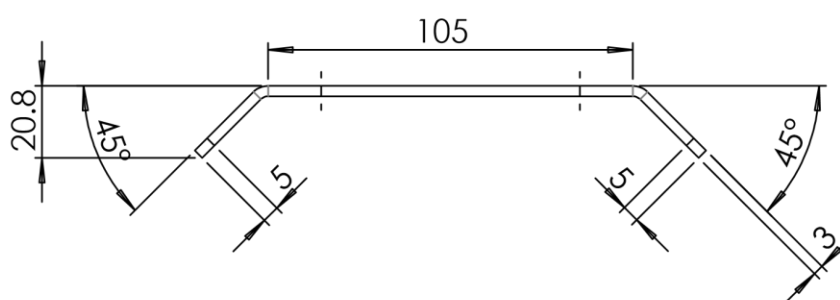
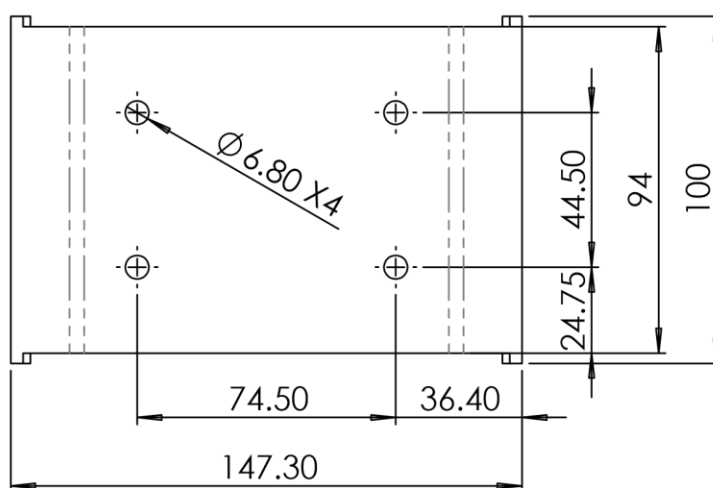
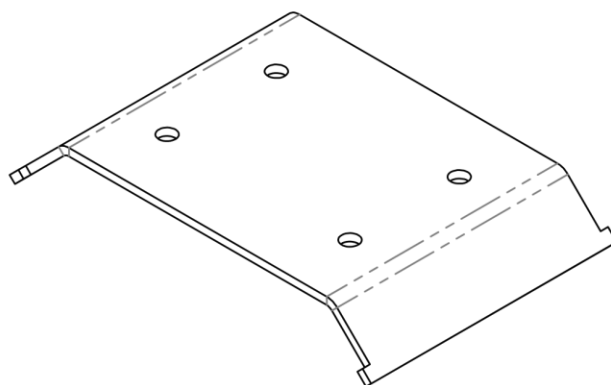
A

B

C

D

E

General
tolerancingScale:
Dimensions:1:2
mmOriginal date: 01/05/2018
Release date:

Material: S235C

In compliance with VPS 30.001.07



Title:

TP01 - Plaat gezet achterwiel

Drawn: BBron

Drawing no.

1

Rev.

00**A4**

Sheet

1 of 1

Approved:

This document is the property of Vogel's and may
not be copied nor sold without Vogel's consent

1

2

3

4

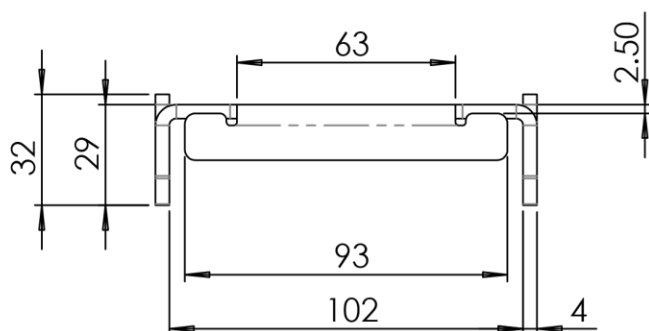
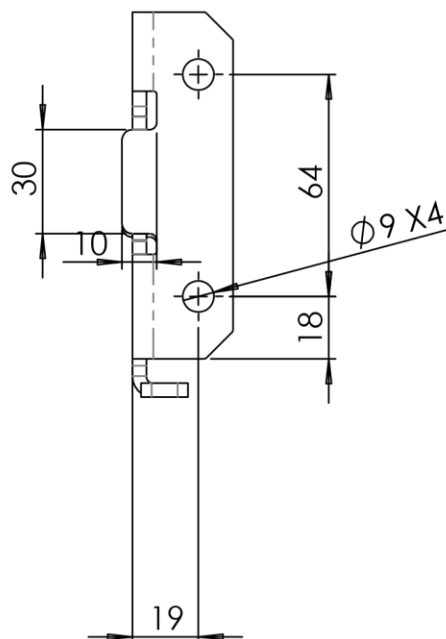
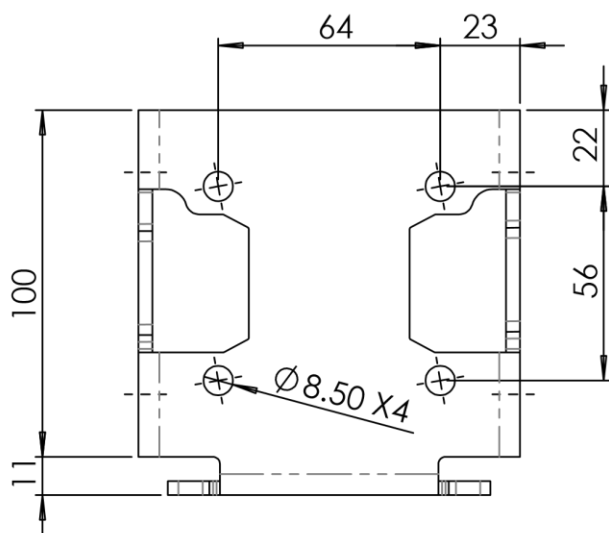
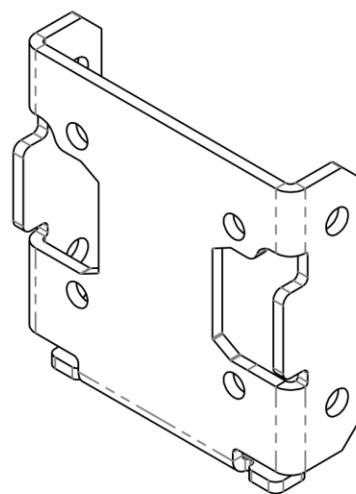
A

B

C

D

E

General
tolerancingScale:
Dimensions:1:2
mmOriginal date: 01/05/2018
Release date:

Material: S235C

In compliance with VPS 30.001.07



Title:

TP02 - Plaat gezet midden kolom

Drawn: BBron

Drawing no.

2

Rev.

02**A4**

Sheet

1 of 1

Approved:

This document is the property of Vogel's and may
not be copied nor sold without Vogel's consent

1

2

3

4

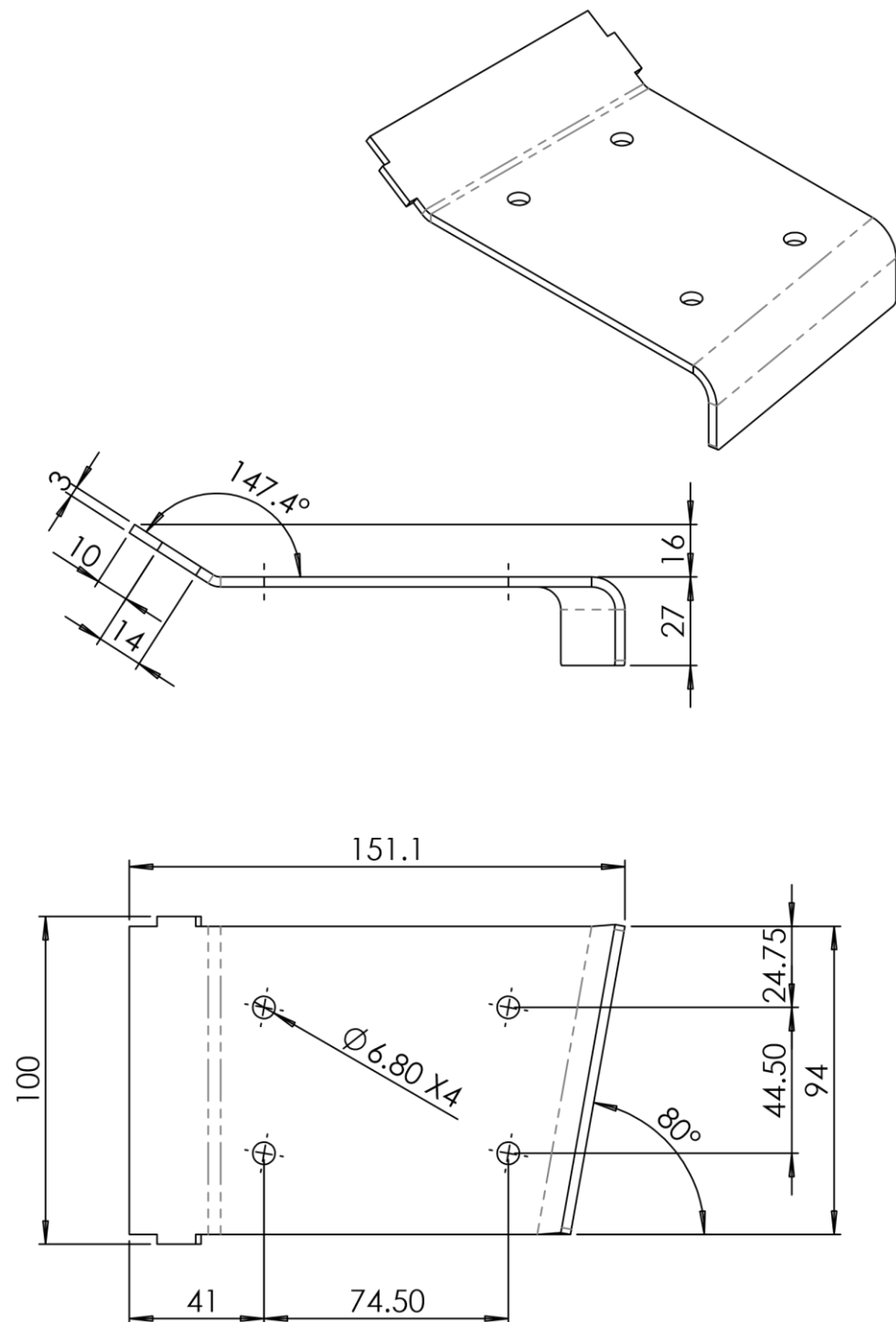
A

B

C

D

E

General
tolerancingScale:
Dimensions:1:2
mmOriginal date: 01/05/2018
Release date:

Material: S235C

In compliance with VPS 30.001.07



Title:

TP03L - Plaat gezet Voorwiel

Drawn: BBron

Drawing no.

3

Rev.

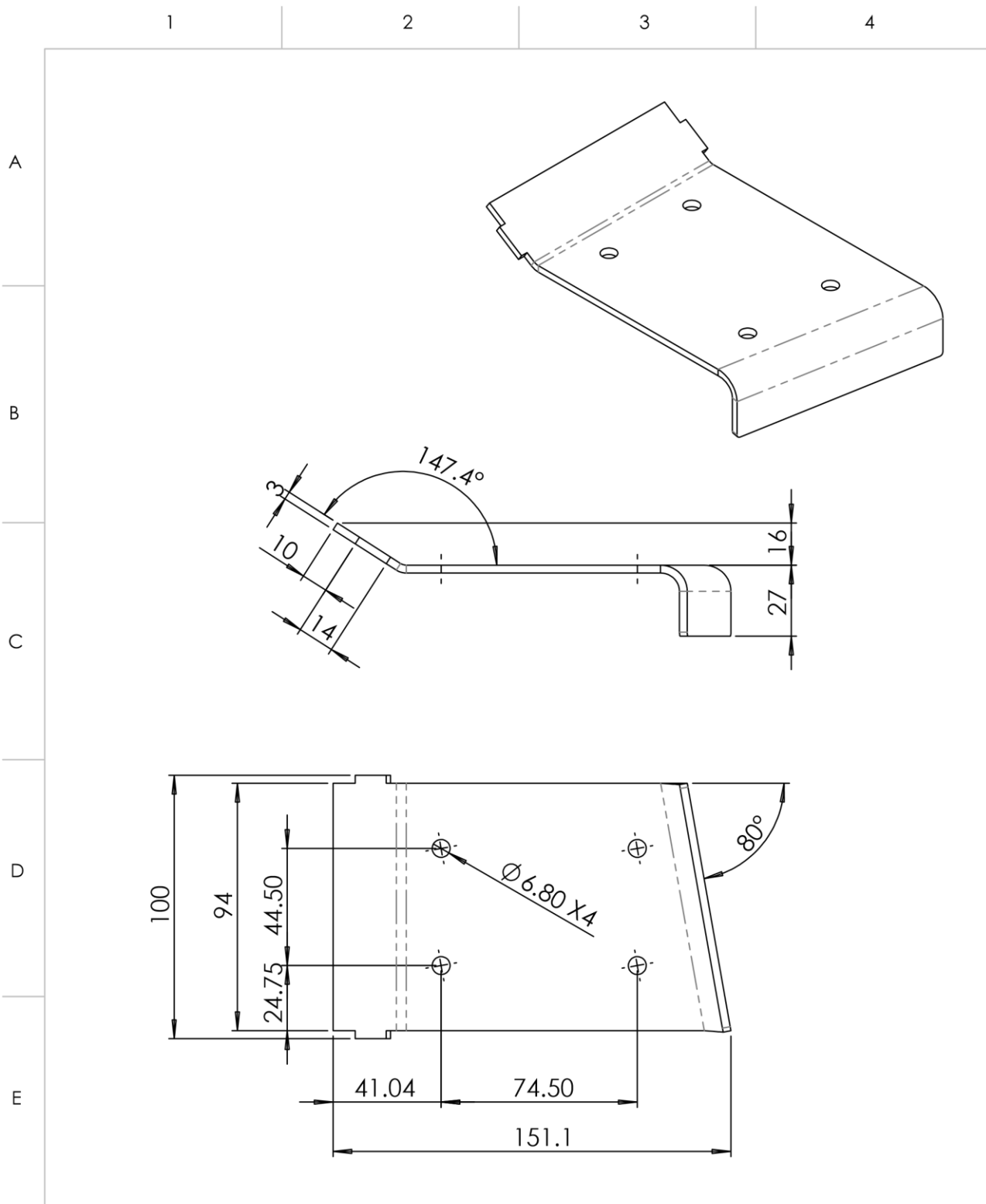
00**A4**

Sheet

1 of 1

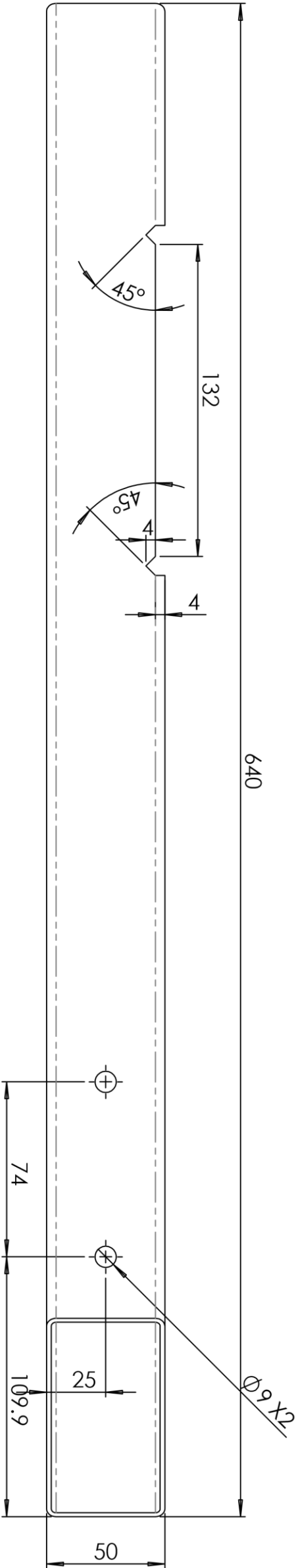
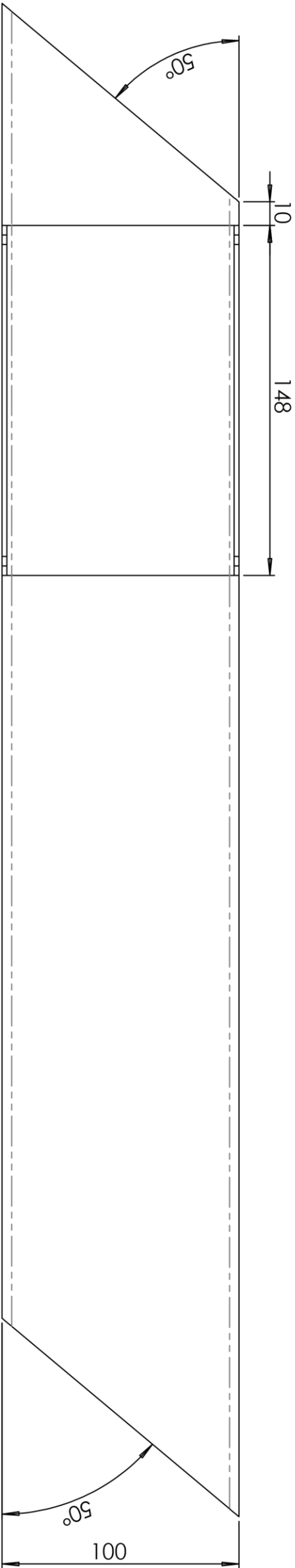
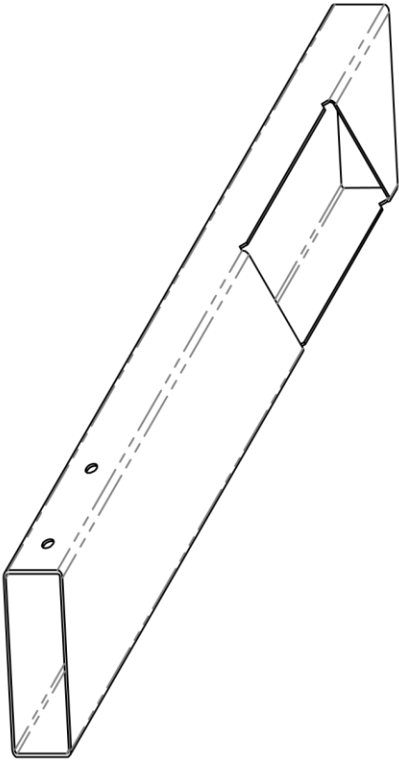
Approved:

This document is the property of Vogel's and may
not be copied nor sold without Vogel's consent



General toler	
---------------	--

This document is the property of Vogel's and may not be copied nor sold without Vogel's consent

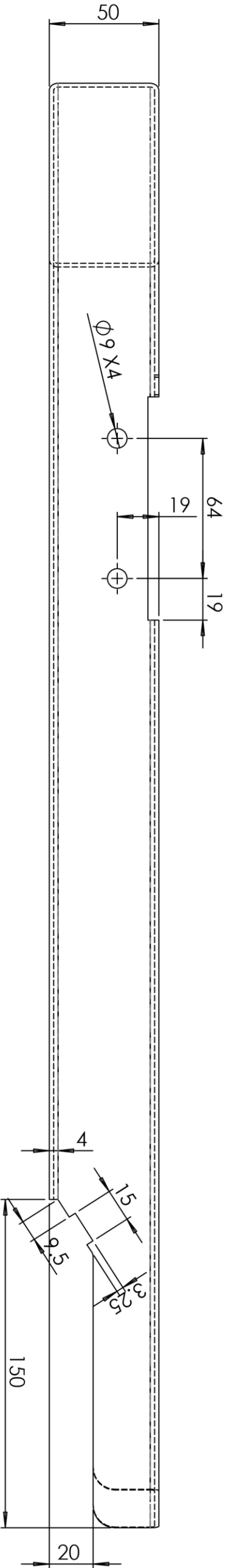
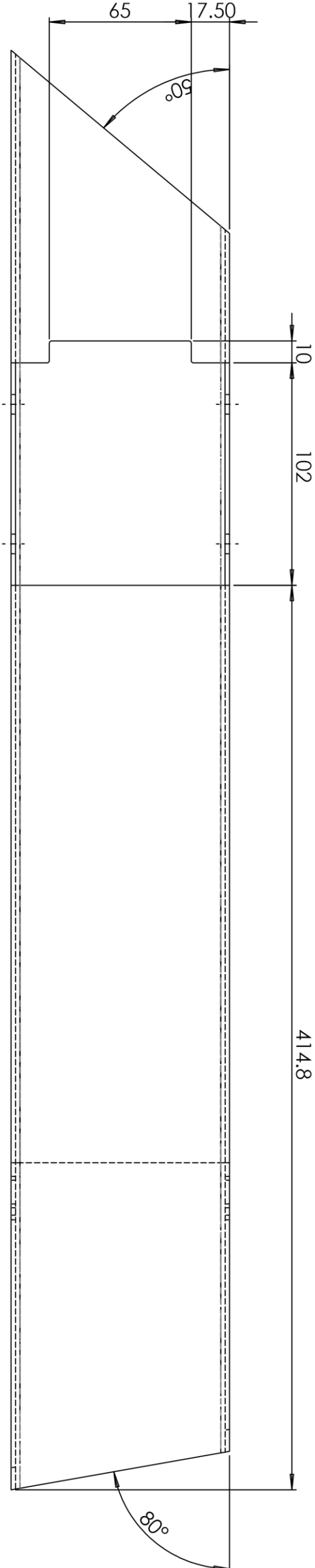
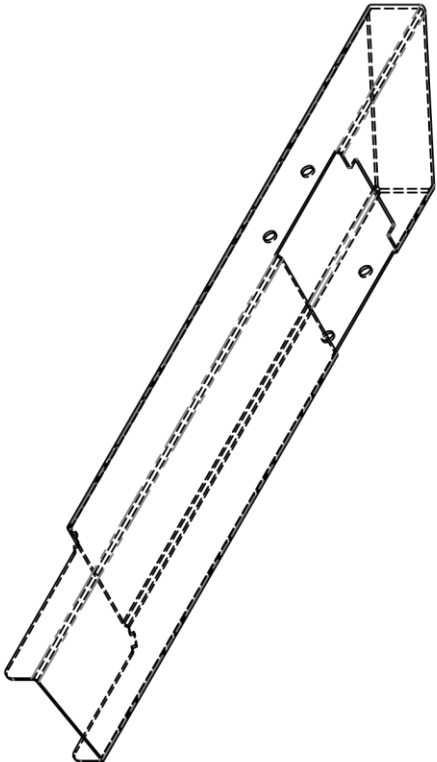


Rechthoek-profiel: 100 x 50 x 2 mm

General tolerancing			Scale:	1:2	Original date: 01/05/2018
Material: S235C			Dimension:	mm	Release date:
In compliance with VPS 30.001.07					
			Title:		
Drawn: BBron			TR01 - Koker rechts achter		
Approved:			Drawing no. 7		
			Rev. 00	A3	Sheet 1 of 1

This document is the property of Vogel's and may not be copied nor sold without Vogel's consent

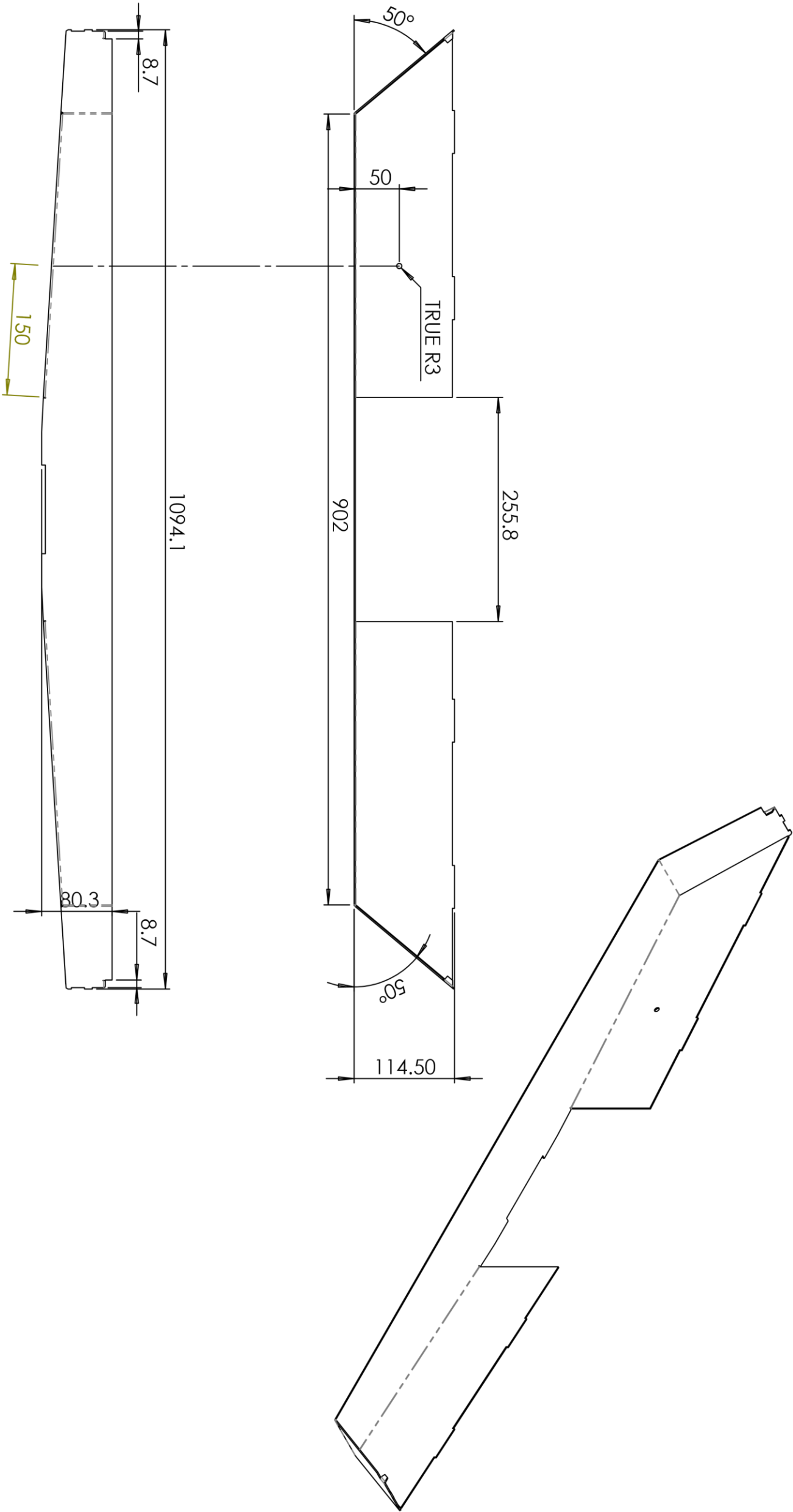
1234567



Rechthoek-profiel: 100 x 50 x 2 mm

General tolerancing		Scale: 1:2	Original date: 01/05/2018
Material: S235C		Dimension: mm	Release date:
In compliance with VPS 30.001.07			

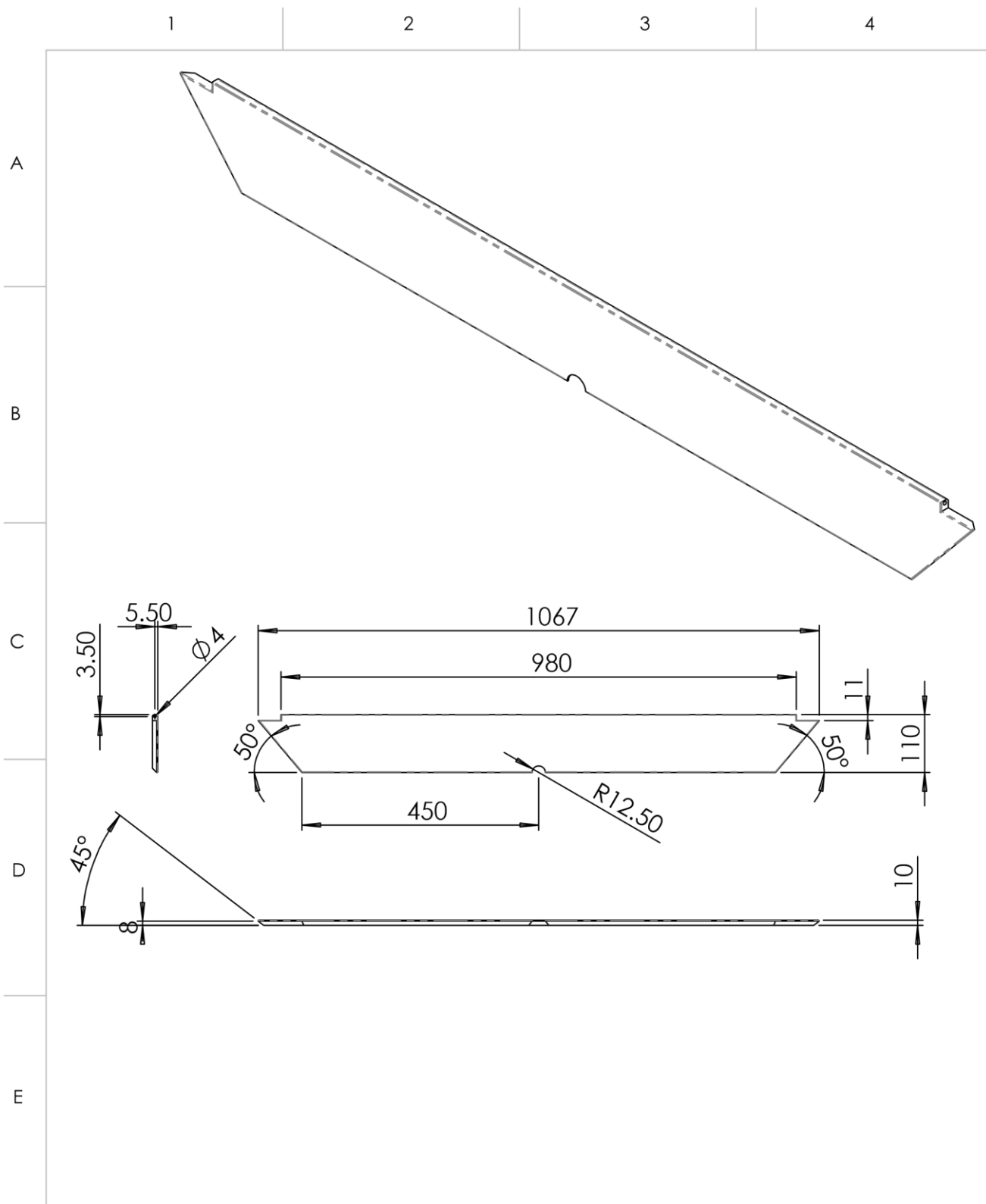
		Title: TTR02 - Koker rechts voor	
Drawn: BBron	Drawing no. 8	Rev. 00	A3
Approved:		Sheet 1	Of 1



Plattdikte: 1,5 mm

General tolerancing		Scale:	1:5	Original date: 07-05-2018
Material: S235C		Dimension:	mm	Release date:
In compliance with VPS 30.001.07				
		Title:		
Drawn: BBron		Drawing no. 10		
Approved:		Rev. 00 A3		
		Sheet 1 of 1		

TAB02 - Accessoires bak deel 2



General tolerancing		Scale: 1:10 Dimensions: mm	Original date: 31-05-2018 Release date:
Material: Eikenhout		In compliance with VPS 30.001.07	
		Title: TAK01 - Klep van de bak	
Drawn: BBron	Drawing no. 12	Rev. 00	A4 Sheet 1 of 1
Approved:			

This document is the property of Vogel's and may not be copied nor sold without Vogel's consent

1

2

3

4

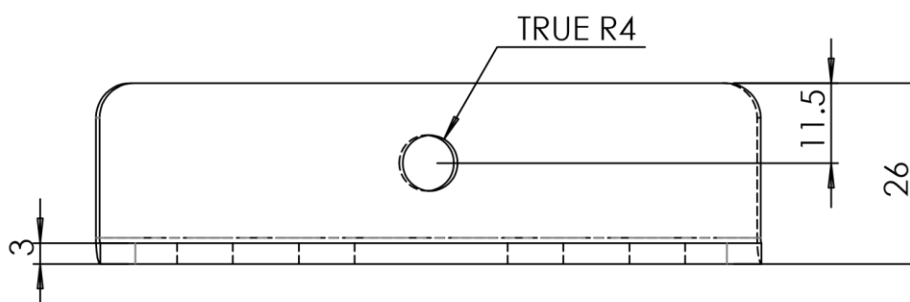
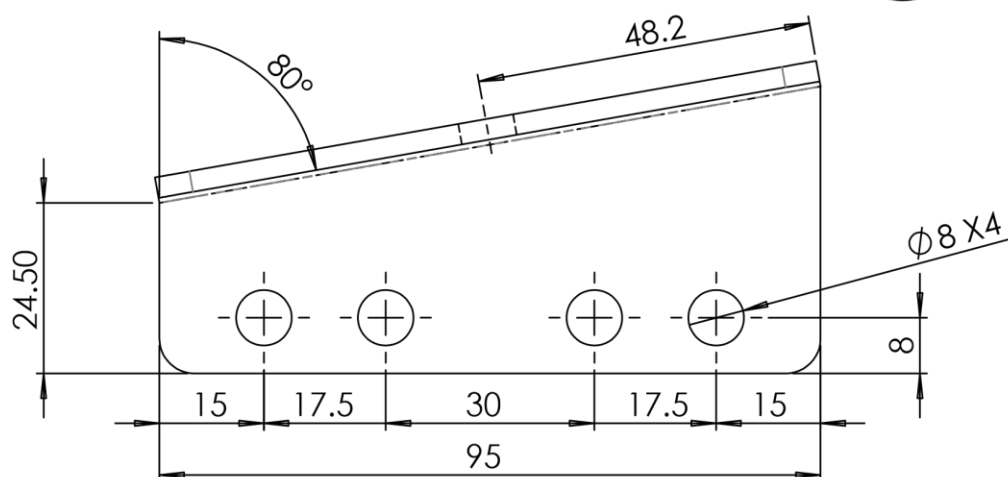
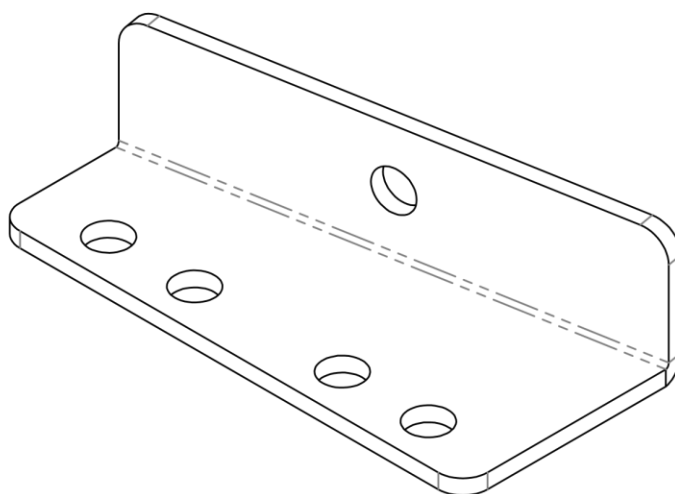
A

B

C

D

E



Plaatdikte: 3 mm

General
tolerancing



Scale:
Dimensions:

1:1
mm

Original date: 31-05-2018
Release date:

Material: S235C

In compliance with VPS 30.001.07



Title: **TLB01 - Hoekplaatje PFB-ophanging Links**

Drawn: BBron

Drawing no. **13**

Rev. **00**

A4

Sheet

1 of 1

Approved:

This document is the property of Vogel's and may not be copied nor sold without Vogel's consent

1

2

3

4

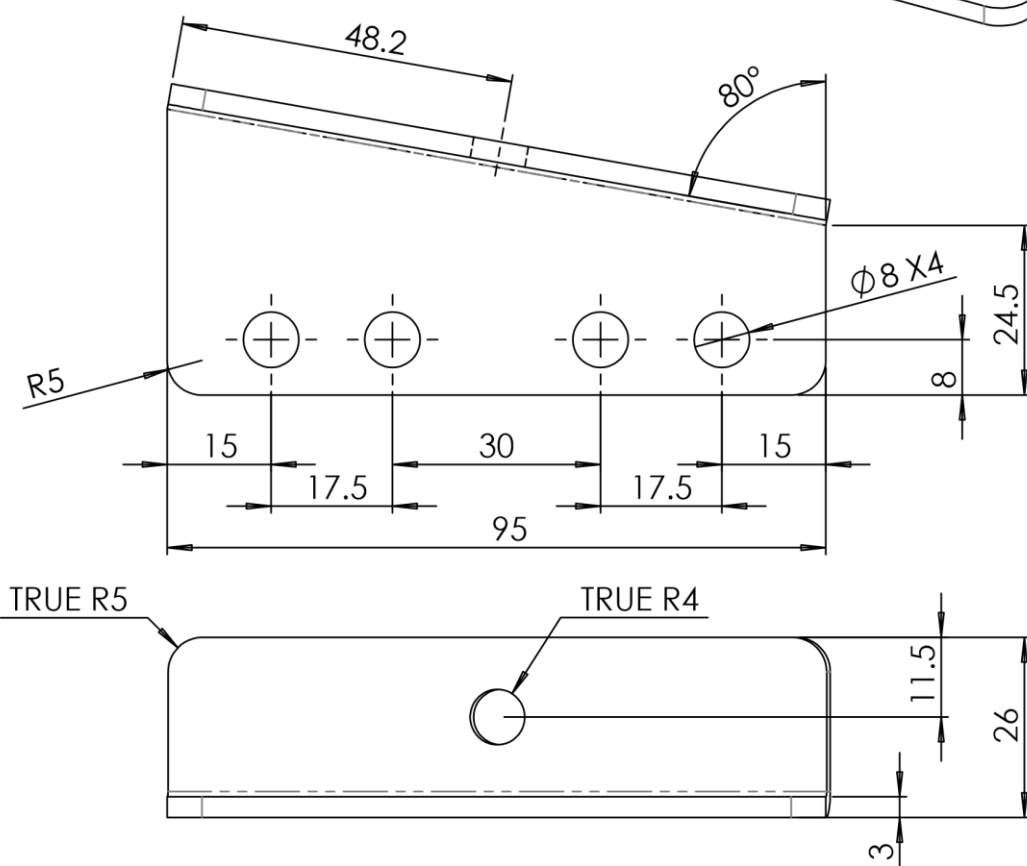
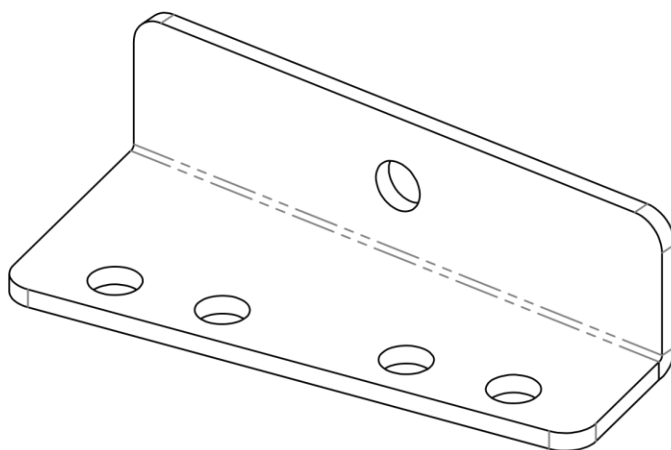
A

B

C

D

E



Plaatdikte: 3 mm

General
tolerancing



Scale:
Dimensions:

1:1
mm

Original date: 31-05-2018
Release date:

Material: S235C

In compliance with VPS 30.001.07



Title:

TLB02 - Hoekplaatje PFB-opanging Rechts

Drawn: BBron

Drawing no.

14

Rev.

00

A4

Sheet

1 of 1

Approved:

This document is the property of Vogel's and may not be copied nor sold without Vogel's consent

22 Bijlage 22: Detail-renders van prototype trolley

