

Trolley voor touchscreens

Verslag afstudeerstage



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

Verslag afstudeerstage

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

I. Voorwoord

Dit verslag beschrijft de Afstudeerstageperiode bij het bedrijf Vogel's in Eindhoven van februari tot en met juni 2018. Het doel van de stage is om ervaring op te doen, nieuwe kennis vergaren en te laten zien dat ik voldoende competenties bezit om in werktuigbouwkunde af te studeren. De stage is in opdracht van Vogel's Research & Development. De opdracht was om een nieuwe trolley voor grote touchscreens te ontwerpen en engineeren.

Graag wil ik Vogel's, in het bijzonder de stagebegeleider van het bedrijf Paul Grolle, bedanken voor de kans die ze mij boden om hier stage te mogen lopen. Daarnaast wil ik graag alle collega's bedanken voor de goede hulp en fijne samenwerking. Ook wil ik de stagebegeleider, Marco van Kooten, van Fontys bedanken voor zijn begeleiding in deze periode. Tot slot een bedankje aan al mijn vrienden en familie voor de steun en goede raad.

II. Samenvatting/Summary

Nederlands

De trolleys voor touchscreens creëren met het huidige design struikelgevaar voor de gebruikers. Dit is de aanleiding dat Vogel's een nieuwe trolley wil ontwerpen die dit probleem oplost. In dit verslag wordt beschreven hoe het resultaat van dit project is behaald.

Het verslag begint met de onderzoeksfase. Eerst is er onderzoek gedaan naar het bedrijf Vogel's. Zo is het duidelijk geworden welke punten zij belangrijk vinden in het design. Verder is er onderzoek gedaan naar de touchscreens die eraan komen te hangen en de trolley zelf.

Na het onderzoek zijn er concepten gegenereerd. Eerst is er een programma van eisen en wensen opgesteld samen met productmanagement. Hierna zijn er ideeën/concepten bedacht. Dit is gedaan met behulp van de verschillende methodieken, Functieanalyse, TRIZ-methode en de morfologische kaart. Uiteindelijk waren er drie potentiële concepten over waarvan er één is uitgekozen. Dit is in samenwerking met Productmanagement en met behulp van de Kesselringmethode beslist.

Het gekozen concept heeft het struikelprobleem opgelost door de poten van de voet in te korten en de breedte van de trolley instelbaar te maken voor schermen tussen 65" – 100". Zo kunnen de poten van de trolley altijd op de rand van verschillende maten schermen worden gepositioneerd. Hierdoor is de constructie altijd net zo breed als het scherm. Naast het oplossen van struikelgevaar zorgt dit ook voor meer stabiliteit bij het dragen van het scherm.

De trolley zal bestaan uit een volledig nieuw ontworpen voet met daarop bestaande kolommen en ophanging van Vogel's. In de engineeringsfase is er berekend met de hand en via FEM-analyses welke afmetingen en onderdelen er nodig zijn om de trolley aan de veiligheidseisen te laten voldoen. Met de resultaten zijn er keuzes gemaakt voor de verschillende onderdelen om zo een werkend prototype te kunnen produceren. Door gebrek aan tijd, worden er een aantal aanbevelingen gedaan om het prototype verder te verbeteren.

Om het project af te ronden worden er technische tekeningen van de onderdelen en een schatting van de kostprijs gemaakt.

English

The trolleys for touchscreens create, with the current design, tripping hazards for the user. This is the cause why Vogel's wants to create a new trolley which solves the problem. This report describes the path to completion of the project.

In the research-phase it starts by examining the Vogel's Design specifications. Finding out what parts about the design they find important and what safety requirements all their products must have. There trolleys and the touchscreens which are to be attached to it have also been researched.

After researching, the concept-phase starts. First, together with product management, the program of wishes and requirements. After this the ideas and concepts were generated. This has been done with the help of several methods: Function-analysis, TRIZ-method and the Morphological Chart. Finally, after thinning down the concepts to three, one was chosen with the help of product management and the Kesselring-method

The chosen concept has solved the tripping-problem shortening of the feet and by making the trolley adjustable to the width of the screens. The range of the adjustability are screens from 65" – 100" width. This way the feet will always be positioned at the edge of different size screens within the range, thus the construction of the trolley will be as wide as the screen it carries. Besides solving the tripping-problem, this will also make the construction more stable.

The trolley will be made from a new designed foot with on top of it existing columns and screen suspension of Vogel's. In the engineering-phase the dimensions and parts to be used are calculated by hand and with FEM-analysis. With the results the parts to be used in the trolley were chosen to create a working prototype which meets the requirements set by Vogel's. At the end there are some recommendations for the future of the trolley. This couldn't be included in the project because of the lack of time.

To conclude the project, technical drawings and a cost estimate of the trolley were made.

III. Verklaring van echtheid

Opgesteld door FHTenL Examencommissie, September 2017

Ik, ondergetekende, verklaar hierbij dat ik dit document, evenals onderliggend werk/werkstukken, zonder ondersteuning of hulp van anderen, anders dan die afkomstig van de door de opleiding aan mij toegewezen docentbegeleider, heb samengesteld en geschreven. Dit is mijn eigen werk en ik alleen ben verantwoordelijk voor de inhoud, de organisatie en de totstandkoming van dit document en onderliggend werk / werkstukken.

Ik verklaar hierbij de instructies te hebben gelezen die de opleiding heeft opgesteld voor zowel het opstellen als het indienen van documenten / werkstukken. Ik begrijp dat dit document en de onderliggende werkstukken niet beoordeeld worden en niet in aanmerking komen voor het toekennen van studiepunten indien wordt vastgesteld dat de totstandkoming ervan niet conform de instructies en deze verklaring van echtheid is geschied.

Daarnaast verklaar ik dat ik geen plagiaat heb gepleegd. Ik heb dus geen (digitaal of geprint, vertaald of origineel) materiaal, opgesteld door anderen, overgenomen, of geparafraseerd (ideeën, data, tekstgedeeltes, figuren, diagrammen, tabellen, opnames, video's, codes, ..) zonder de correcte en volledige citaatvermelding en de correcte en volledige referentie van de bron(nen). Ik begrijp dat dit document en de onderliggende werkstukken niet beoordeeld worden en niet in aanmerking kunnen komen voor het toekennen van studiepunten indien wordt vastgesteld dat er sprake is van plagiaat.

Naam: Bo Bron
Studentnummer: 2200573
Plaats / Datum: Deurne, 6 juni 2018
Handtekening:



Inhoudsopgave

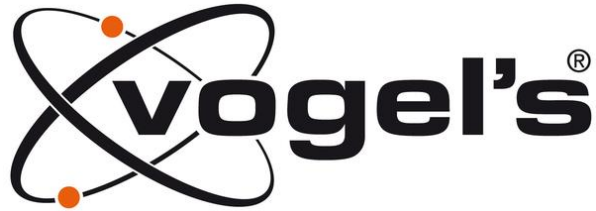
I.	Voorwoord	i
II.	Samenvatting/Summary	ii
III.	Verklaring van echtheid	iv
1	Achtergrondinformatie	1
1.1	Het bedrijf Vogel's	1
1.2	Aanleiding van de opdracht.....	2
1.3	Opdrachtschrijving	2
1.4	Verwachte resultaten	2
1.5	Aanpak.....	2
2	Onderzoeksfase	3
2.1	Vogel's	3
2.2	TÜV-eisen/Kwaliteitseisen Vogel's	4
2.3	Grote touchscreens (IFP's)	5
2.3.1	Algemene informatie IFP's	5
2.3.2	Voordelen & nadelen van IFP's	6
2.4	Trolleys	7
2.4.1	De huidige trolley van Vogel's	7
2.4.2	Trolleys concurrenten.....	8
2.5	Struikelgevaar	8
2.5.1	Struikelgevaar Elimineren	8
2.5.2	Onderzoek gebruiksgebied	9
2.6	Waar liggen de kansen voor Vogel's	9
3	Conceptfase	10
3.1	Onderzoek concept	10
3.1.1	Programma van Wensen	10
3.1.2	Programma van Eisen	10
3.1.3	Functionanalyse trolley.....	11
3.1.4	TRIZ-methode	11
3.1.5	Morfologische kaart	12
3.2	3 Gekozen concepten	13
3.2.1	Concept 1.....	13
3.2.2	Concept 2.....	13
3.2.3	Concept 3.....	14
3.3	Gekozen concept	15

4	Engineersfase	16
4.1	FMEA	17
4.2	Uitwerken basis-dimensies/krachten.....	18
4.2.1	Diepte van de voet	18
4.2.2	Krachten op de voet	19
4.2.3	Andere vorm voet.....	20
4.3	Profielkeuze voet.....	21
4.4	Wielkeuze	21
4.5	Bevestigingsplaat wielen-voet.....	23
4.6	Bevestigingsplaat kolom-profiel.....	24
4.7	Boutberekening kolom-voet plaat	25
4.8	Lasberekeningen voet verstek.....	25
4.9	Hoekplaatjes van de “Connect-it” (ophanging).....	26
4.10	Verbindingsstuk van de poten.....	26
4.10.1	Accessoiresbak	27
4.10.2	Montage accessoiresbak aan verbindingsplaat.....	29
4.11	Details in het design	30
4.11.1	Wielen verzonken in het profiel	30
4.11.2	Deksel van de accessoiresbak.....	31
4.11.3	Kabelmanagement	32
4.12	Controle van de Bar (PFB3419)	33
4.13	Stuklijst van de trolley	34
5	Kostprijscalculatie.....	35
6	Resultaat	36
7	Aanbevelingen.....	37
8	Literatuurlijst.....	38

1 Achtergrondinformatie

1.1 Het bedrijf Vogel's

Vogel's (zie Figuur 1) is de marktleider in Europa met het produceren van steunen/bevestigingen voor audio- en videoapparatuur of producten. Er zijn op moment 120 mensen in dienst op verschillende locaties rondom de wereld.



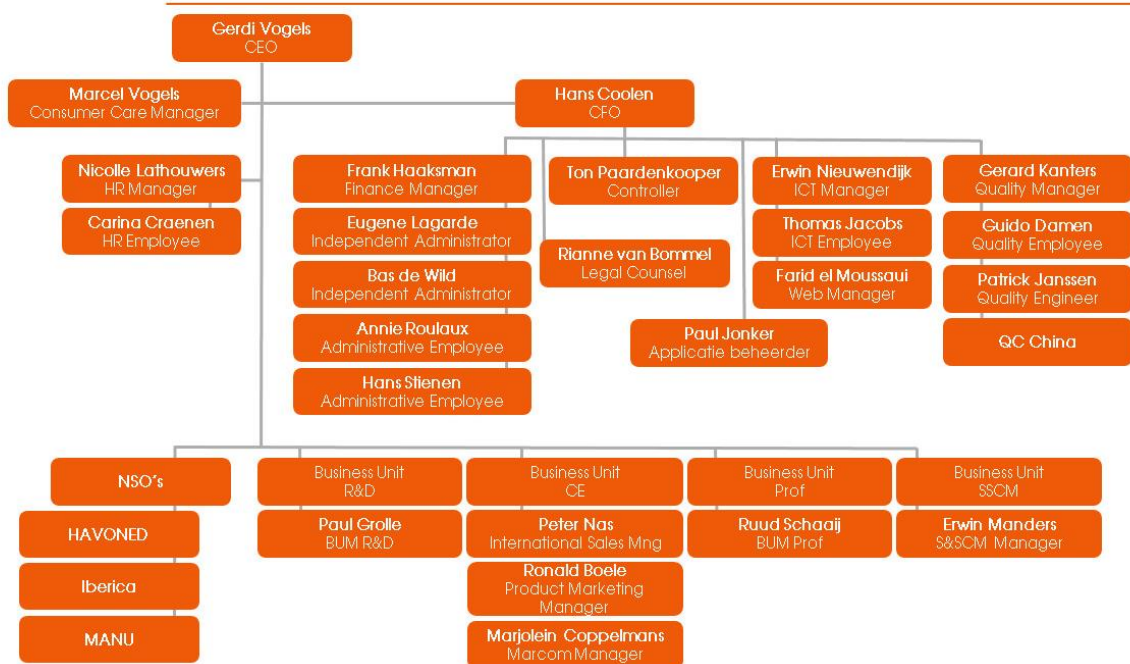
Figuur 1 Logo van Vogel's.

Jaarlijks worden er circa 1,5 tot 2 miljoen producten geproduceerd. Deze zijn zowel voor de consumenten - als de professionele markt. De productie van deze producten wordt uitbesteed aan verschillende bedrijven. Dit zorgt voor een hogere kwaliteitsgarantie en meer flexibiliteit in productietechnieken. Ook kan Vogel's zich dan meer richten op haar sterke punten.

Naast het verbeteren van de producten is Vogel's ook bezig met het verbeteren van haar positie in de markt met zicht op de toekomst. Zo zijn er in dit jaar drie bedrijven overgenomen, waaronder, Marmitek BV, Lucodex BVBA en een meerderheidsbelang van de concurrent Smart Metals.



Holding



Figuur 2 Organisatie overzicht Vogel's

De stage zal plaatsvinden binnen de R&D afdeling en zal zich dan richten op de Professionele markt van Vogel's.

1.2 Aanleiding van de opdracht

Op dit moment produceert Vogel's voor haar professionele markt trolleys voor beeldschermen. Uit de feedback van de gebruikers van de huidige trolleys van Vogel's kwam naar voren dat de gebruikers struikelen over de poten. De poten van de huidige trolley steken ver uit in de richting van de gebruiker om te zorgen dat de constructie stabiel blijft staan. De voet is geoptimaliseerd voor gebruik van verschillende kolommen. Bij de langste kolom moet de voet stabiel staan. Hierdoor is de voet langer dan nodig bij gebruik van een kleinere kolom.

Dit zorgt er echter voor dat de poten in de weg liggen, bij gebruik van een kleinere kolom, wanneer het scherm bediend wordt. De gebruikers staan dicht op het scherm omdat deze bediend wordt door aanraking. Tijdens dit gebruik wordt er niet omlaag gekeken waar ze staan. Dit kan gevaarlijke situaties creëren in verband met struikelgevaar. Daarnaast zijn de trolleys toe aan een design verandering. De huidige trolleys van Vogel's hebben een ruwe stijl gericht op functie, niet op design.

1.3 Opdrachtomschrijving

De opdracht van Vogel's is om een nieuwe trolley, geoptimaliseerd voor touchscreens, te ontwerpen en engineeren bestemd voor de professionele markt. De trolley moet een nieuw design krijgen waar bestaande onderdelen, modulair op gemonteerd kunnen worden. De trolley moet het probleem van de feedback van de gebruikers, struikelgevaar tijdens het gebruik, hebben opgelost. Daarbij moet het ook voldoen aan de veiligheidseisen.

1.4 Verwachte resultaten

Het in te leveren resultaat van het project is een technisch werkend prototype van het concept, inclusief productontwerp. De technische onderdelen van het concept moeten worden uitgewerkt met de volgende punten:

- Sterkte/stijfheidsberekeningen.
- Technische tekeningen.
- Inschatting kostprijscalculatie.

1.5 Aanpak

Om de kwaliteit van het project te waarborgen is er eerst een planning gemaakt. Verder is er iedere maandagochtend om 10 uur een gesprek met de stagebegeleider van Vogel's gepland. Hierin wordt de voortgang van het project besproken, waar het project staat met betrekking tot de planning en worden er verdere plannen voor de rest van de week gemaakt.

2 Onderzoeksfase

In deze fase van de stage is er gekeken naar het bedrijf Vogel's. Het is belangrijk om te onderzoeken hoe zij te werk gaan en wat voor producten ze produceren.

Verder is er ook gekeken naar nieuwe technieken en producten in de markt op het gebied van touchscreens en trolleys. Op deze manier is meer kennis verkregen over de branche en de vraag van de gebruiker. Zo is het mogelijk om te kunnen bepalen waar de kansen liggen voor Vogel's.

2.1 Vogel's

Vogel's produceert steunen en beugels voor de audio- en videomarkt. Dit doen ze voor beide de consumentenmarkt als de professionele markt.

Consumentenmarkt (niet van toepassing op dit project)

Voor de consumentenmarkt biedt Vogel's voor elke tv een innovatieve oplossing. De producten worden getest onder strenge TÜV-eisen. Hierdoor kan Vogel's een gegarandeerde kwaliteit beloven en dus levenslange garantie bij de producten bieden. Zelf hebben ze geen winkels, hierdoor worden de producten via grote winkelketens aan de consument verkocht.

Professionele markt

Vogel's maakt ook producten voor de professionele markt. Denk hier bijvoorbeeld aan hotels, onderwijs en de Retail. Voor deze markten leveren ze kwaliteit en betrouwbaarheid. Ze produceren innovatieve producten door design en functie te combineren in één product. De betrouwbaarheid wordt gegarandeerd door intensief te testen met de strengste industriënormen (TÜV-eisen).

Designfilosofie

Om een goed product te ontwerpen/engineeren voor Vogel's is het van belang om te weten wat hun ontwerp-DNA is. Zo wordt het nieuwe product herkenbaar voor de klanten/gebruikers en is het eenvoudig te integreren in de huidige productlijn. De vijf pijlers van de designfilosofie van Vogel's zijn (Vogel's, N.B.):

- Gebruiksgemak
- Design
- Innovatie
- Betrouwbaarheid
- Eenvoudige montage

De volledige uitleg van deze pijlers is te vinden in bijlage 1.

2.2 TÜV-eisen/Kwaliteitseisen Vogel's

Om de betrouwbaarheid van de producten te garanderen worden deze grondig getest met TÜV-eisen (Grolle, 2010). De eisen waar het product aan moet voldoen zijn met TÜV samengesteld. Op de volgende punten wordt het product geëvalueerd om bij goedkeuring vervolgens een certificaat te krijgen (zie Figuur 3).

- Product markering (m.b.t. type & belasting capaciteit)
- Snij - en plet gevaar
- Belastingcapaciteit
- Duurtest
- Stabiliteitstest
- Muurbevestiging test
- Kabelcontrole (radii van de kabels)
- Product markering (m.b.t. identificatie etiket)



Figuur 3 TÜV-certificaat Vogel's

(Zie bijlage 2 voor volledige uitleg van de TÜV-eisen).

Voor dit project, om een werkend prototype te ontwerpen, zijn de punten: Belastingcapaciteit en stabiliteitstest het meest van belang. Deze eisen zijn voor de professionele markt:

Belastingcapaciteit I

De producten worden getest met een belasting van 2x het maximale aangegeven gewicht voor een minimaal 1 uur durende test. De test zal gebeuren in de meest ongunstige belasting positie. Tijdens deze test mag het product niet scheuren, breken of plastisch vervormen.

Belastingcapaciteit II

Voor de professionele markt worden de producten getest met "Load capacity S5". In deze test worden de producten belast met 5x het maximale aangegeven gewicht voor minimaal 1 uur tijd. Tijdens de test mag het product niet scheuren of breken. Er mag wel plastische vervorming optreden.

Stabiliteitstest

Deze test geldt alleen voor de staander producten van Vogel's. Hierin moeten de producten in de meest ongunstige positie en belasting op een helling van 10 graden kunnen staan. In deze situatie mag de staander/trolley in geen enkele richting omvallen.

2.3 Grote touchscreens (IFP's)

2.3.1 Algemene informatie IFP's

Grote touchscreens, ook wel Interactive Flat Panel, genoemd (hierna als IFP genoemd) worden veel gebruikt in het onderwijs en de professionele markt. Op moment zijn er veel IFP-producenten die elk hun eigen scherm produceren. Hierdoor is de diversiteit zeer groot. Dit wil niet zeggen dat elk scherm totaal anders is. De meeste schermen hebben een aantal overeenkomsten op het gebied van montage en dimensies. Zo zijn IFP's gemiddeld tussen de 65" en 100" beelddiagonaal. De randen van de schermen (zie 'x' in Figuur 4) zijn niet dikker dan 8 cm. Hierdoor verschilt een vergelijkbaar scherm van een andere producent niet meer dan 16 cm in de breedte.



Figuur 4 Voorbeeld "Interactive Flat Panel".

Touchscreens zijn over het algemeen zwaarder dan normale tv's. Een tv van 65" weegt rond de 25kg. Een IFP van dezelfde grootte weegt ongeveer 50kg. De grootste IFP's wegen al snel 140kg. Er hoeft geen nieuwe ophangmethode ontworpen te worden voor deze schermen. Dit komt omdat alle producenten gebruik maken van VESA.

VESA

VESA staat voor Video Electronics Standards Association (Ergowerken, N.B.). Het is een universele maatvoering voor het bevestigingspatroon aan de achterzijde van de schermen (zie Figuur 5). Er zijn verschillende soorten VESA-maten voor diverse schermen. De maten geven aan wat de afstand tussen de schroefgaten horizontaal en verticaal zijn. Deze manier van universeel maken zorgt ervoor dat het scherm altijd opgehangen kan worden door een beugel die dezelfde VESA-maat ondersteunt, mits die beugel het gewicht van het scherm kan dragen. VESA gaat alleen over de afstand tussen de gaten voor de schroeven, niet over het gewicht.



Figuur 5 VESA-montagepunten.

2.3.2 Voordelen & nadelen van IFP's

Voordelen

IFP's bieden in elke markt voordelen, maar één springt er bovenuit; dit is de educatiemarkt. Hierin heeft een IFP een aantal voordelen afkomstig van een aantal bronnen (pcdreams, 2016) (Cöp, 2014). Uit alle voordelen volgens de bronnen is de belangrijkste waar rekening mee gehouden kan worden in het ontwerp van de trolley:

- Connectiviteit met externe apparaten
Mobiele apparaten (laptops, tablets en mobieltjes) kunnen eenvoudig worden gekoppeld met het scherm door middel van een kabel of soms draadloos.

In het ontwerp van de trolley moet er rekening gehouden worden met de verbinding van veel externe apparaten aan het scherm. Dit wil zeggen dat de trolley ruimte moet bieden om deze te kunnen opbergen/plaatsen. Dit is een wens geworden van product management.

Nadelen

Naast voordelen heeft een IFP ook nadelen (Hutt, 2017) (N.B., 2015). Ook hieruit kunnen een aantal van de punten worden verholpen door het ontwerp van de trolley. De meest belangrijkste punten uit de bronnen zijn:

- Bereikbaarheid
Door de verschillende leeftijden van de gebruikers kan niet iedereen bij de bovenkant van het scherm komen (met name kinderen). Dit geldt vooral voor schermen die vast op de muur worden bevestigd.
- Leesbaarheid
Wanneer het touchscreen wordt gebruikt als presentatie-middel dan is het voor de mensen achterin soms lastig te lezen vanwege het formaat en de hoogte van het scherm. Een 100" scherm is groot, maar niet zo groot als een volwaardig schoolbord.
- Struikelgevaar
Door de hoge aanschafprijs van het scherm wordt een vaste montage het liefst vermeden. Daarom wordt een trolley aangeschaft om het geheel zo mobiel mogelijk te houden. Zo zijn er minder schermen nodig. Om de constructie van de trolley stabiel te houden worden de poten breed geplaatst. Dit geeft tijdens het gebruik struikelgevaar.
- Kabels
Bij het gebruik van een touchscreen voor het onderwijs kunnen er veel kabels zijn die mogelijk in de weg liggen bij gebruik of vervoer. Ook kunnen jongere leerlingen ermee gaan spelen wat niet de bedoeling is.
- Ruimtegebrek voor accessoires
Naast het scherm is er geen ruimte voor eventueel een laptop, toetsenbord, muis of afstandsbediening. Hierdoor worden de lessen of presentaties onderbroken omdat de gebruiker van het bord moet weg lopen om één van de accessoires te pakken.

Deze punten kunnen worden opgelost door het ontwerp van de trolley en zullen dus ook meegenomen worden in de wensen en eisen van het de trolley.

2.4 Trolleys

2.4.1 De huidige trolley van Vogel's

De huidige trolley van Vogel's (zie Figuur 6) hebben een aantal punten waar de gebruikers feedback op hebben gegeven.

- **Struikelgevaar**

De poten van de trolley hebben vanwege de wielen en profielen een hinderlijke hoogte. Daarbij zijn deze poten ook nog gepositioneerd in het gebruiksgebied van het scherm waardoor er struikelgevaar kan ontstaan. Het gebruiksgebied is gedefinieerd in bijlage 4. De reden dat de poten aan de voorzijde, onder het scherm, uitsteken is om stabiliteit te geven. De voet is modulair waardoor er verschillende kolommen op kunnen worden gemonteerd. Het moet aan de veiligheidseisen voldoen bij lange en korte kolommen. Om deze reden zijn de poten van de voet lang en dus hinderlijk wanneer er kleinere kolommen op worden gemonteerd.

- **Houvast bij transport**

De kolommen zijn in het midden van de trolley gepositioneerd waardoor dit niet bereikbaar is voor de gebruiker. Tijdens het transporteren van het scherm moeten de gebruikers de trolley vooruitduwen door vast te houden aan het scherm. Dit is niet de bedoeling omdat hierdoor krachten op het scherm komen waar het niet voor gemaakt is.



Figuur 6 Voorbeeld trolley van Vogel's.

Deze trolley heeft een aantal onderdelen die gebruikt moeten worden bij het nieuwe ontwerp. Dit zijn de kolommen PUC27 reeks en het "Connect-it" systeem waarmee het scherm aan de kolommen wordt gemonteerd.

PUC27 reeks

PUC 27 (zie Figuur 7) staat voor een type kolom die variaties heeft in de lengte:

- PUC2715: 1500 mm.
- PUC2718: 1800 mm.
- PUC2720: 2000 mm.

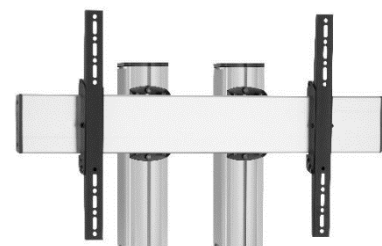


Figuur 7 PUC27XX kolom

Het scherm wordt, met het "Connect-it systeem", aan deze kolom gemonteerd doormiddel van schroefklemmen. Dit is mogelijk op elke gewenste hoogte (instelbaar). Hierna is het scherm gefixeerd op die hoogte. De kolommen hebben ingebouwde kabelmanagement van top tot teen door gebruik van een deursysteem over de gehele lengte aan beide zijanten. De nieuwe trolley moet voor de PUC2715 geoptimaliseerd worden. De andere kolom lengtes moeten er ook op passen, maar hiervoor mogen de eisen aangepast worden.

"Connect-it" systeem

Dit systeem bestaat uit een aantal hoekplaatjes, een extrusie-profiel en ophang strippen voor aan het scherm (zie Figuur 8). De plaatjes zijn zo gemaakt dat deze op elke soort kolom van Vogel's kunnen worden gemonteerd. Hieraan kan het extrusie-profiel gemonteerd worden. De ophangstrippen worden aan de achterzijde van het scherm geschroefd (in de VESA-gaten). Deze zijn zo ontworpen dat ze aan het extrusie-profiel kunnen worden geklikt.



Figuur 8 Connect-it

2.4.2 Trolleys concurrenten

Om te kijken waar Vogel's voordeel kan halen ten opzichte van de concurrenten is er een concurrentenanalyse gemaakt (zie bijlage 3). Er zijn telkens twee trolleyproducten, per merk, gekozen die in de tabel worden geplaatst. Er is één trolley voor de grote, zware beeldschermen (groter dan 65") gekozen en één voor de lichtere, kleinere beeldschermen (kleiner dan 65"). Met deze gegevens zijn er twee gemiddeldes getrokken (één van de lichte en één van de zwaardere variant). Zo is het mogelijk om te zien waar Vogel's voordeel kan behalen ten opzichte van de concurrentie.

De vergeleken producten van de verschillende concurrenten hebben veel overeenkomsten en slechts een paar verschillen. Er is bijvoorbeeld een verschil in de wijze waarop het scherm in hoogte wordt veresteld. Bij de één gebeurt dit handmatig en bij de ander elektrisch. Ook heeft de één wel en de ander geen kabelmanagement of ruimte voor accessoires.

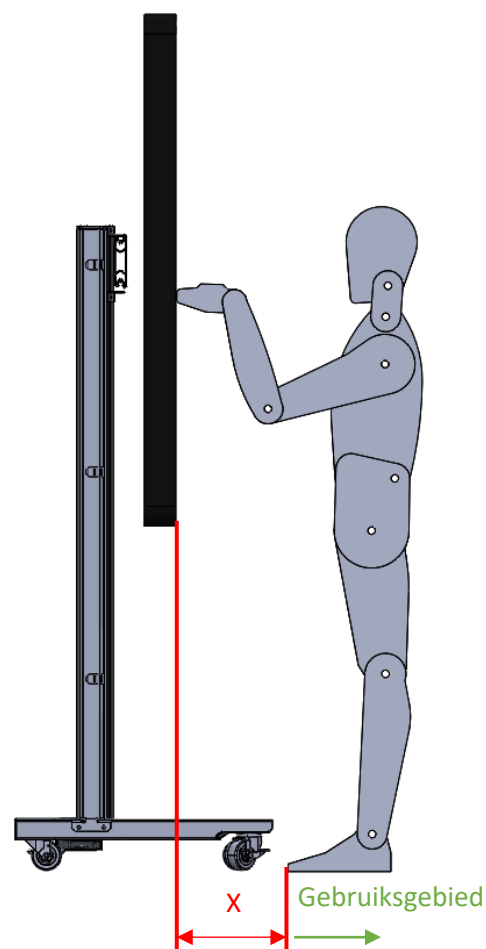
Uit de tabel van bijlage 2 blijkt dat er weinig concurrenten zijn die een stekkerdoos en een vorm van kabelmanagement in de trolley hebben verwerkt. Ook zijn er veel trolleys die geen ruimte hebben voor het bevestigen van een plankje waar eventueel een laptop of accessoires op kunnen worden geplaatst. Wanneer deze punten in de nieuwe trolley worden meegenomen kan Vogel's hiermee haar voordeel op doen ten opzichte van de concurrentie.

2.5 Struikelgevaar

2.5.1 Struikelgevaar Elimineren

Struikelgevaar compleet elimineren is niet mogelijk omdat het een trolley is dat stabiel moet staan (aan de TÜV-eisen moet voldoen). Als de gebruiker geen struikelgevaar wilt hebben dan moet het een vaste muur oplossing of een hangende oplossing kiezen. Bij een trolley moeten de poten ergens gepositioneerd staan.

Wel kan er gezocht worden naar een oplossing dat het probleem zo veel mogelijk elimineert. Zo kan er gekeken worden waar een persoon tijdens het gebruik van een touchscreen zich positioneert. Als dit bekend is dan kan een trolley zo ontworpen worden dat er geen onderdelen in dit gebied komen en zo geen struikelgevaar creëert tijdens het gebruik.



Figuur 9 Afstand gebruiker tot scherm

2.5.2 Onderzoek gebruiksgebied

Samen met productmanagement is er gekeken naar de positie waar de gebruiker van een touchscreen staat bij het gebruik ervan. Niemand staat met zijn neus op het scherm. Er is ondervonden, door een inschatting te maken, dat een afstand van ca. 300 mm. tot het scherm acceptabel is voor gebruik van een touchscreen. Om dit te verifiëren is er een test gedaan met een aantal collega's.

Er is getest waar gebruikers van een touchscreen staan en lopen wanneer zij het scherm gebruiken (zie bijlage 4). Tijdens het gebruik werd de afstand gemeten van teen tot scherm dat de gebruiker van het touchscreen stond (zie X in Figuur 9). Zo is het mogelijk om de maximale uitstekende lengte van de poten te bepalen. Het resultaat dat hieruit naar voren kwam is dat de poten niet verder dan 310 mm. vanaf het scherm mogen uitsteken. Deze lengte wordt dus ook meegenomen in de engineering van de trolley.

Verder is er ook gekeken naar de manier waarop de gebruikers naar de zijkant van het scherm stappen. Dit gebeurt bijvoorbeeld bij presentaties of lesgeven. Er is te zien dat het been dat het dichtst bij de kant is waar de gebruiker naar toe wilt draaien het draaipunt is. Dit is tevens ook het punt waar de gebruikers van de test bleven staan. Ze gingen niet dichterbij het scherm staan omdat zij naast het aankijken van het publiek ook nog het scherm wilden zien.

Deze test zal opnieuw uitgevoerd worden met het prototype om te vragen en te zien of gebruikers hinder ervaren van de nieuwe trolley prototype tijdens het gebruik van het scherm.

2.6 Waar liggen de kansen voor Vogel's

Uit het kopje "2.3.2 Voordelen en nadelen van IFP's" zijn een aantal punten naar voren gekomen die opgelost kunnen worden met het ontwerp van de trolley. Naast het oplossen van het struikelgevaar en de houvast bij de trolleys van Vogel's, is het gewenst dat er zo min mogelijk kabels in de weg en het zicht hangen; en er ruimte is voor accessoires.

In de concurrentenanalyse zijn er ook een aantal punten naar voren gekomen waar Vogel's zich kan onderscheiden. Zo zijn er weinig trolleys die een ingebouwde stekkerdoos hebben. Verder is er nogmaals naar voren gekomen dat vrijwel geen trolleys ruimte hebben voor accessoires (afstandsbediening, laptop, pennen, etc.).

3 Conceptfase

3.1 Onderzoek concept

Voor het vormen van een concept zijn er een aantal eisen en wensen gesteld. Dit is in samenwerking met VPN (Vogel's Professional Nederland) en VPI (Vogel's Professional International) uitgevoerd; algemene term is Productmanagement. Zij hebben direct contact met de klant en weten dus welke klachten er zijn bij de huidige producten. Zo weten ze dus ook wat er gewenst en geëist wordt bij een nieuwe trolley. Eerst is er een "Programma van Wensen" opgesteld. Na het inschatten van de haalbaarheid wordt het "Programma van Eisen" opgesteld en vastgelegd.

3.1.1 Programma van Wensen

1. Het scherm is in hoogte verstelbaar.
2. De trolley bezit een stekkerdoos of ruimte voor montage van een stekkerdoos die internationaal bruikbaar is.
3. Maak gebruik van de reeks kolommen PUC2715, PUC2718, PUC2720. Bij het gebruik van de langere kolommen mogen de eisen van de bedrijfsbelasting worden gereduceerd.
4. De kolommen PUC27 reeks moeten uitwisselbaar zijn met LINAK elektrisch verstelbare kolommen.
5. Engineer het product met installatiegemak in het achterhoofd. Een product moet met zo min mogelijk gereedschap/handelingen te monteren/installeren zijn.
6. Ontwerp en engineer een handvat voor het vervoeren van de trolley. Zo hoeft de gebruiker niet aan het scherm te trekken/duwen.
7. Maar ruimte voor het plaatsen van accessoires in of op de trolley
8. De voet van de trolley moet ontworpen zijn zodat er ook elektrische verstelbare zuilen op passen.
9. Target-kostprijs van de totale trolley is 300 euro.

3.1.2 Programma van Eisen

1. De trolley moet voldoen aan de TÜV-eisen voor de professionele markt (zie bijlage 2).
2. Van de constructie worden sterkte/stijfheidsberekeningen gemaakt om te kijken of deze voldoen aan de TÜV-eisen.
3. De trolley mag geen struikelgevaar creëren tijdens gebruik van het scherm. Dit wil zeggen dat er geen enkel deel van de constructie in het gebruiksgebied mag liggen (zie bijlage 4 voor definitie gebruiksgebied).
4. De trolley draagt schermen tussen de 65" en de 100" diagonale grootte.
5. De trolley moet schermen van minimaal 50kg en maximaal 160kg kunnen dragen.
6. De trolley wordt voor touchscreens geoptimaliseerd, maar het moet ook andere schermen kunnen dragen, zolang deze binnen de range van 65" tot en met 100" blijven en niet de 160kg overschrijden.
7. De trolley wordt geoptimaliseerd voor PUC2715 kolommen van 150 cm. hoog.
8. De trolley moet door een standaard deur passen.
9. De trolley moet een minimale VESA-maat hebben van 400x400mm. Maximaal is niet van toepassing bij gebruik van het bestaande "Connect-it" systeem.
10. De trolley moet over een deurdorpel, 23mm hoog, kunnen rijden.
11. De trolley beschikt over 4 zwenkwielen. Wanneer er geen verankering op het systeem is bevestigd moeten minimaal 2 van deze wielen geremd zijn.
12. De kostprijscalculatie wordt berekend met een productieaantal van 750 stuks per jaar.

13. Maak gebruik van het bestaande “Connect-it”-systeem voor modulair gebruik van ophangstelsel en accessoires. Denk hierbij aan laptop-houders, speakers naast het scherm, camera boven het scherm en bestaande constructiedelen.
14. De trolley heeft een kabel-loos design. Alle kabels van het scherm en de computer moeten in het frame, uit het zicht worden verwerkt.
15. De onderdelen van de trolley moeten gedemonteerd op een Europallet passen (1200 mm x 800 mm).
16. De wielen van de trolley moeten uitwisselbaar zijn met dopjes zodat de trolley ook in een staander kan transformeren.

3.1.3 Functieanalyse trolley

Met behulp van een functieanalyse (zie bijlage 5) is er gezocht naar de basisfunctie van de trolley. Na het vinden hiervan is er gevraagd hoe deze functie kan worden uitgevoerd. Dit is gedaan door een “Hoe?”-vraag te stellen. Zo komen alle functies die een trolley heeft naar voren en kunnen hier direct oplossingen, manieren van uitvoeren, voor worden gevonden.

Uit de analyse komt naar voren dat de basisfunctie van de trolley is: Het geven van gebruiksgemak aan de gebruiker. De basisfunctie is dus niet, wat op het begin van dit kopje is gezegd, het transporteren van het scherm. Aan deze functie is de “Hoe?”-vraag gesteld. Zo zijn de andere functies gevonden en kunnen daarvoor mogelijkheden bedacht worden om deze uit te voeren.

Al deze gevonden functies (gemarkeerd in het blauw, bijlage 5) samen met de verschillende oplossingen daarvoor (gemarkeerd in het groen, bijlage 5) zijn in de morfologische kaart geplaatst zodat er concepten van gemaakt kunnen worden.

De gevonden functies van de trolley zijn:

- Scherm verstellen in hoogte
- Scherm in hoogte fixeren
- Verplaats scherm in horizontaal vlak
- Scherm fixeren in horizontaal vlak
- Stabiliteit geven aan scherm
- Ruimte maken voor accessoires
- Wegwerken van kabels

Het struikelprobleem kan niet worden opgelost met een functieanalyse omdat het geen functie is, maar een probleem. Voor het oplossen hiervan wordt een TRIZ-analyse geraadpleegd.

3.1.4 TRIZ-methode

TRIZ, Theory of Inventive Problem Solving, is een methodiek voor het oplossen van problemen. De manier van werken met TRIZ is simpel. Het specifieke probleem wordt eerst in een algemeen probleem vertaald. Dan wordt er gekeken welke oplossingen er op moment voor het algemene probleem zijn. Hierna wordt er gekeken of dat de gevonden oplossingen ook zijn toe te passen op het specifieke probleem (Oxford Creativity, N.B.). Met deze methode is het gemakkelijk om systematisch ideeën te genereren waar normaliter niet op gekomen wordt (zie bijlage 6 voor uitleg van de werking van TRIZ).

Resultaten

Met behulp van de TRIZ-methode is er gezocht naar een manier om het probleem “struikelgevaar” bij de trolley op te lossen (zie bijlage 6.4 voor resultaten). Hieronder worden drie interessante gevonden oplossingen genoemd:

- 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 te schoren. Plaats iets op de poten zodat men er tegenaan loopt i.p.v. erover te struikelen.
- 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.
- Maak van de trolley een staander met een dunne grondplaat. Een plaat creëert geen struikelgevaar. Gebruik een intermediair, bijvoorbeeld een hondje/trolley, om de constructie te verplaatsen naar andere locaties.

De beste en meest realistische gevonden oplossingen voor het probleem “struikelgevaar” zijn in de morfologische kaart (bijlage 7) gezet.

Naast oplossingen vinden voor het valprobleem is TRIZ ook gebruikt voor andere aspecten van de trolley. Denk aan de transporteerbaarheid, verstelbaarheid in verticaal vlak en stabiliteit. Oplossingen hiervoor zijn op dezelfde manier als voor het struikelprobleem gevonden. Ook hiervan zijn weer de meest interessante oplossingen vervolgens in de morfologische kaart gezet zodat er concepten van gemaakt kunnen worden.

3.1.5 Morfologische kaart

Een morfologische kaart is een methode voor het ontwikkelen van concepten. Met deze kaart is het mogelijk om, op een overzichtelijke manier, alle functies met de daarbij behorende oplossingen naast elkaar te zetten. Zo kunnen er lijnen getrokken worden die allen een concept vormen.

Voor de trolley is er ook een morfologische kaart gemaakt (zie bijlage 7). De functies met de daarbij behorende oplossingen komen voort uit de voorgaande TRIZ- en Functie-analyse. Hiermee zijn er een tal van schetsen gemaakt waaruit gekozen kan worden (zie bijlage 8 voor een aantal van de schetsen). In de bijlage zijn drie lijnen zichtbaar die elk een concept vormen.

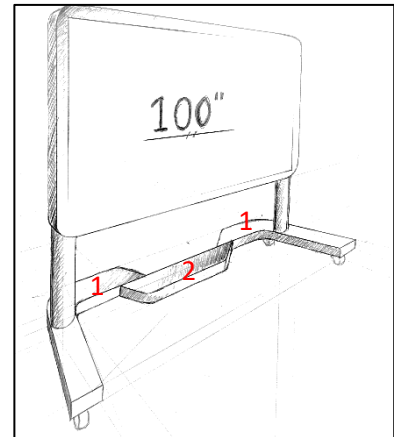
Concept 1, Blauwe lijn:	Breed geplaatste kolommen + instelbare breedte
Concept 2, Rode lijn:	Breed geplaatste kolommen niet instelbare breedte
Concept 3, Groene lijn:	Platte plaat met geleide-wielen

Deze drie zijn gekozen door de schetsen te trechteren tot drie realistische innovatieve concepten. Dit is in samenwerking met Productmanagement gedaan. De concepten zijn nog verder uitgewerkt door te kijken en spelen met functie en design.

3.2 3 Gekozen concepten

3.2.1 Concept 1

- Breedte van de voet is instelbaar.
Het concept is instelbaar door de buitenste profielen (zie 1 in Figuur 10) op de gewenste positie te verbinden met het middelste profiel (zie 2 in Figuur 10). De poten kunnen hierdoor bij elk formaat tussen de 65 - en 100 inch precies op de rand van het scherm, buiten het gebruiksgebied, worden gepositioneerd. Dit, samen met het inkorten van de poten, zorgt ervoor dat het probleem struikelgevaar tijdens het gebruik van het scherm wordt opgelost.
- Op deze profielen komen, zoals gewenst, de bestaande kolommen PUC27 reeks.
- De trolley maakt gebruik van het "Connect-it systeem" die het scherm draagt.



Figuur 10 Concept 1 ontwerp

Pluspunten

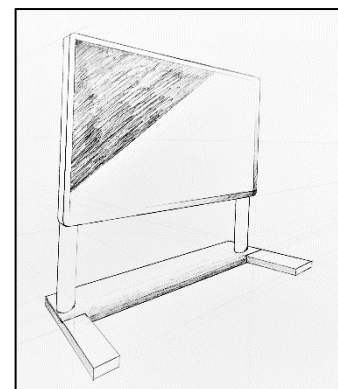
- Instelbaar in de breedte. Hierdoor kunnen de poten bij elk type scherm buiten het gebruiksgebied worden geplaatst.
- Fris design volgens productmanagement.
- Mogelijkheid tot modulair gebruik voor andere producten.
- Stabiel bij gebruik van het scherm doordat de kolommen breed staan gepositioneerd.
- Gebruik van inkoop(zwenk)wielen.
- Meer ruimte voor accessoires door het tussenstuk.
- Stekkerdoos kan in het tussenstuk worden verwerkt.
- Door gebruik van kokers is kabelmanagement mogelijk zonder extra onderdelen.

Minpunten

- Door het instellen van de breedte wordt het product complexer.
- Het instellen van de breedte maakt de productiekosten duurder.
- Het instellen in de breedte maakt de constructie instabieler.

3.2.2 Concept 2

- De voet van de trolley bestaan uit één deel dat een vaste breedte heeft (zie Figuur 11). Deze is gelijk aan de breedte van het grootste scherm dat eraan mag hangen (100 inch). Net als bij 'Concept 1' worden de poten van de trolley ingekort om struikelgevaar op te lossen.
- Ook op dit frame komen de bestaande kolommen PUC27 reeks.
- De trolley maakt gebruik van het "Connect-it systeem" die het scherm draagt.



Figuur 11 Concept 2 ontwerp

Pluspunten

- Zeer stabiel bij transporteren door minimaliseren onderdelen.
- Eenvoudig product door onderdelen te minimaliseren.
- Door gebruik van standaard profielen eenvoudig te produceren.

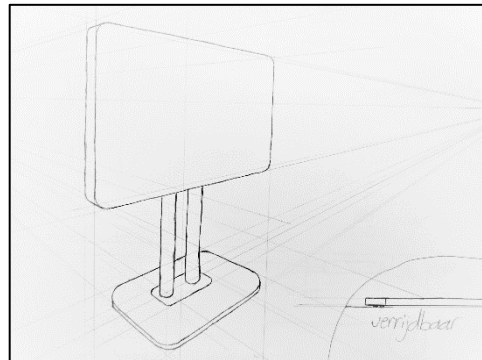
- Gebruik van inkoop(zwenk)wielen.
- Mogelijkheid tot modulair gebruik voor andere producten.
- Door de eenvoud is de productie goedkoop.
- Door gebruik van kokers is kabelmanagement mogelijk zonder extra onderdelen.

Minpunten

- Design lijkt veel op de huidige trolleys van Vogel's
- Niet instelbaar in de breedte waardoor de poten bij het gebruik van een groter scherm nog voor het gebruiksgebied liggen en niet ernaast.

3.2.3 Concept 3

- De voet bestaat uit een vlakke plaat met daaronder 4 platte zwenkwielen (zie Figuur 12). Deze zijn opgebouwd met kruislagers en geleide-wielen. Zo heeft de voet een totale hoogte van 40 mm.
- Op de plaat komen, zoals gewenst, de bestaande kolommen PUC27 reeks.
- De trolley maakt gebruik van het "Connect-it systeem" die het scherm draagt.



Figuur 12 Concept 3 ontwerp

Pluspunten

- Zeer strak design volgens productmanagement.
- Zeer stabiel vanwege lage wielbasis.
- Mogelijkheid tot modulair gebruik voor andere producten.
- Stabiel door lage wielbasis

Minpunten

- Complexe montage door veel onderdelen.
- Door het vele aantal onderdelen duur om te produceren.
- Geen gebruik van standaard profielen/inkoop-onderdelen
- Het wiel moet zelf gemaakt worden (geen inkoop), prijs van de trolley ligt hoger.
- Extra onderdeel nodig voor kabelmanagement in de voet.

3.3 Gekozen concept

Met behulp van de Kesselring-methode (zie bijlage 9) en productmanagement is er één van de drie hiervoor genoemde concepten uitgekozen. Dit concept zal verder uitgewerkt worden in de engineersfase.

Eerst werden de 3 verder uitgewerkte concepten beoordeeld door productmanagement. Zij hebben toen hun voorkeur bij concept 1 gelegd. De punten die zij beter vonden bij dit concept ten opzichte van de andere waren:

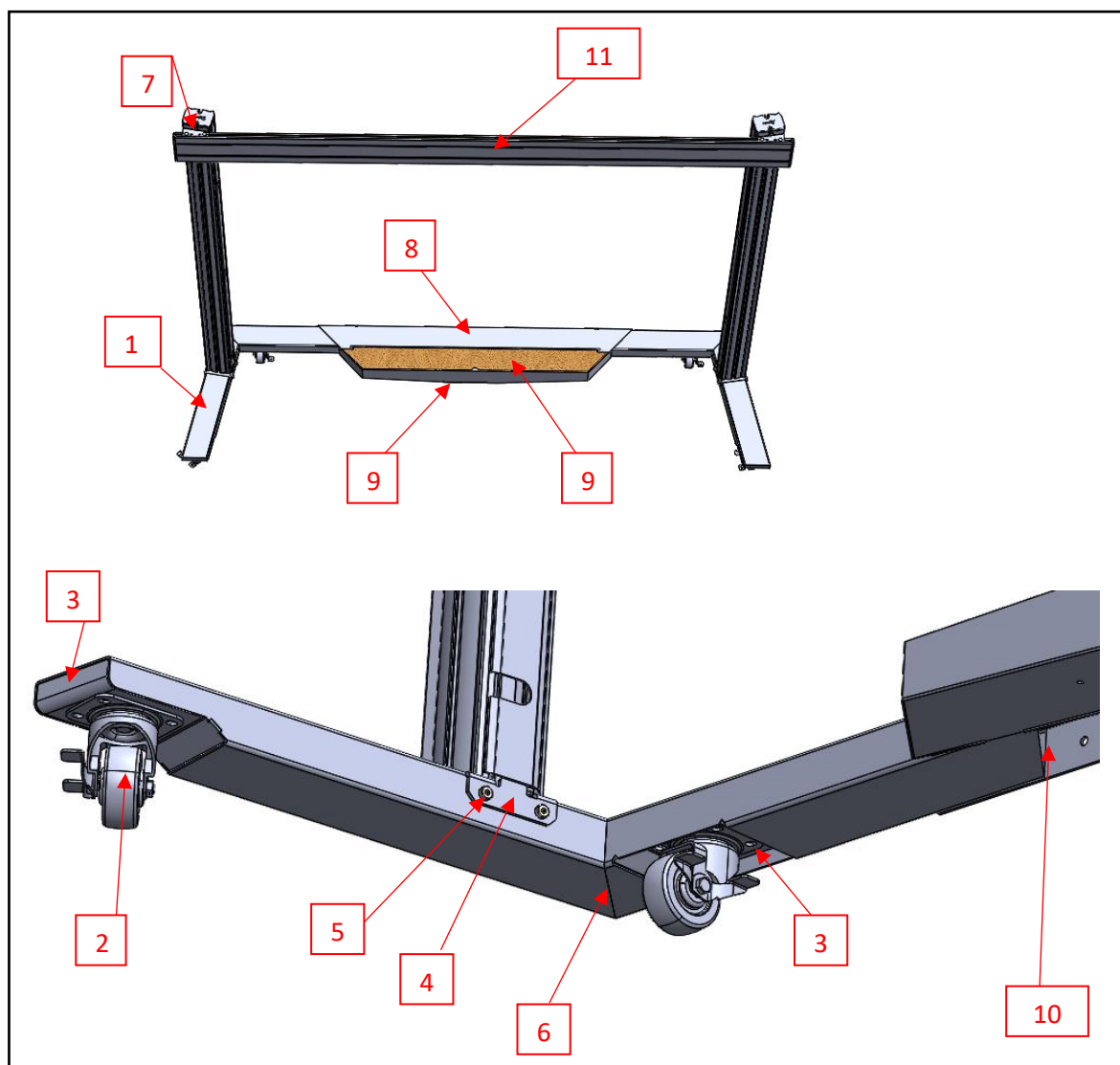
- Flexibiliteit met de instelbare breedte
- Ruimte voor accessoires door de bak in het midden
- Stekkerdoos in de trolley integreren i.p.v. erop of er tegenaan

Hierna is de Kesselring-methode van deze drie concepten gemaakt. Er is bewust gekozen om deze methode na de keuze van de opdrachtgever te maken om zo hun onaangetaste mening te verkrijgen. Uit de analyse kwam concept 1 als beste naar voren en concept 3 het slechtste. Omdat Productmanagement ook voor het eerste concept heeft gekozen is er geen actie ondernomen. Wanneer een andere als beste naar voren kwam in de analyse, dan zou er opnieuw aan tafel gezeten worden om zo te proberen de keuze van productmanagement te veranderen.

Met het resultaat van de keuze kan het project de volgende fase, de engineersfase, ingaan. Hierin wordt concept 1 verder uitgewerkt tot een werkend prototype.

4 Engineersfase

De volgende punten hieronder (zie Figuur 13) zijn in de Engineersfase, met behulp van berekeningen & FEM-analyses uitgewerkt:



Figuur 13 Punten die in de engineersfase worden uitgewerkt

Nr.	Kop	Titel
1	4.3	Profielkeuze voet
2	4.4	Wielkeuze
3	4.5	Bevestigingsplaat wielen-voet
4	4.6	Bevestigingsplaat kolom-profiel
5	4.7	Boutberekening kolom-voet plaat
6	4.8	Lasberekening voet verstek
7	4.9	Hoekplaatjes van de "Connect-it" (ophanging)
8	4.10	Verbindingsstuk van de poten
9	4.10.1	Accessoiresbak
10	4.11.3	Kabelmanagement
11	4.12	Controle van de Bar (PFB3419)

Verder zijn er een aantal andere punten uitgewerkt die te maken hebben met dimensies voor de veiligheidseisen.

4.1 FMEA

Om erachter te komen wat er allemaal verkeerd kan gaan en wat de gevolgen ervan zijn bij het ontwerp van de trolley, is er een FMEA (Failure Mode Effect Analysis) gemaakt. Het is een belangrijk onderdeel bij het ontwerpen van een product, maar door een beperkte tijd voor het project is er gekozen voor een beknopte analyse op functieniveau (zie bijlage 10).

Hierbij worden de functies uit de functieanalyse in de FMEA-analyse gezet. Er wordt gekeken wat en waar er allemaal iets fout kan gaan bij de functies van de trolley. Aan de hand van de resultaten zullen er aanpassingen worden gemaakt aan het ontwerp.

Hieronder staan een drietal faal modus, uit de FMEA, die onacceptabel zijn met de daar bijbehorende oplossingen:

- Bij transport raakt het scherm beschadigd.
Potentiele oorzaak: Ophanging breekt af
Oplossing: Sterkte & stijfheidsberekeningen maken met veiligheidsfactor van het profiel + extensief testen van het onderdeel

Potentiele oorzaak: Niet genoeg voorspankracht aan schroef ophanging aan de kolom
Oplossing: Installateur goed informeren over benodigde voorspankracht + goed informeren over de benodigde gereedschap.

- Tijdens transport breekt, scheurt of plastisch vervormd een of meerder wielen.
Potentiele oorzaak: Te hoge belasting op het wiel
Oplossing: Caster kiezen met een bedrijfsbelasting die hoger ligt dan 2x het te dragen gewicht (veiligheidsfactor).

Potentiele oorzaak: Botsing met een laag gefixeerd object tijdens transport
Oplossing: Caster kiezen met een bedrijfsbelasting die hoger ligt dan 2x het te dragen gewicht (veiligheidsfactor).

- Met gebruik van elektrische kolommen kan er elektrocutiegevaar ontstaan.
Potentiele oorzaak: Bedrading van de elektrische kolommen zijn open gesneden door scherpe randen in de voet.
Oplossing: Duidelijk specificeren bij de productie dat er geen scherpe randen in de binnenzijde van het profiel mogen zijn in verband met lassen. Dit moet goed worden gecontroleerd bij levering van het product.

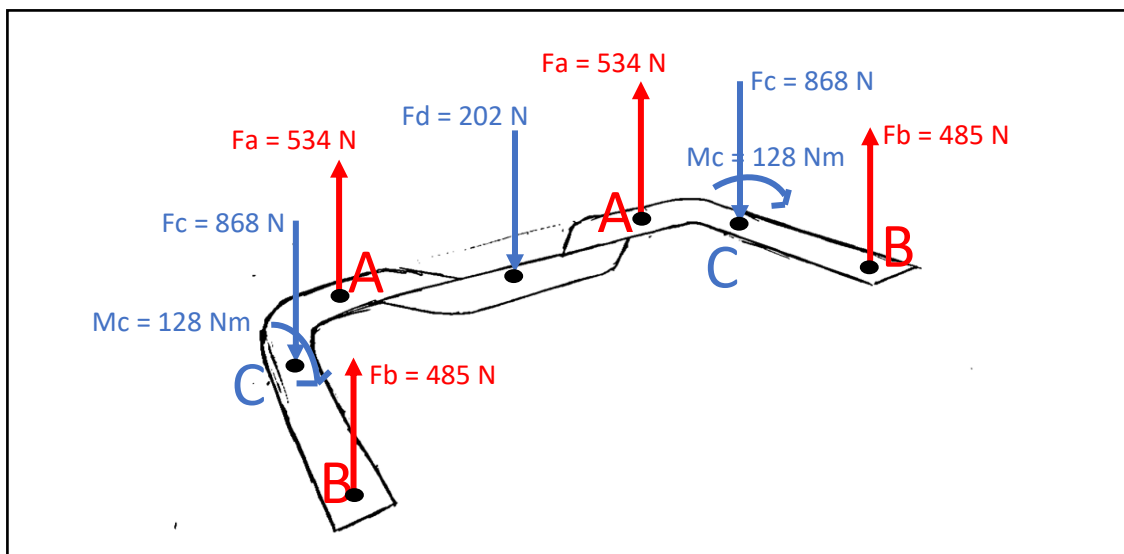
4.2.2 Krachten op de voet

Om erachter te komen welke krachten er op de voet werken is hier een berekening van gemaakt. Deze krachten worden uiteindelijk gebruikt bij keuzes van onderdelen en bij verdere berekeningen. Dit maakt het verder werken overzichtelijker en het voorkomt dat een berekening dubbel wordt gemaakt.

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
Voet	650	50	25	140	20.6

Figuur 15 Constanten voor berekening krachten

Met de gegevens uit Figuur 15 werken de volgende actie (blauw) en reactie (rood) krachten op de voet (zie Figuur 16):



Figuur 16 Actie- en Reactiekrachten op de voet

De berekeningen zijn met een normale (1x) maximale belasting gemaakt. De volledige berekeningen van deze krachten staan in bijlage 12.

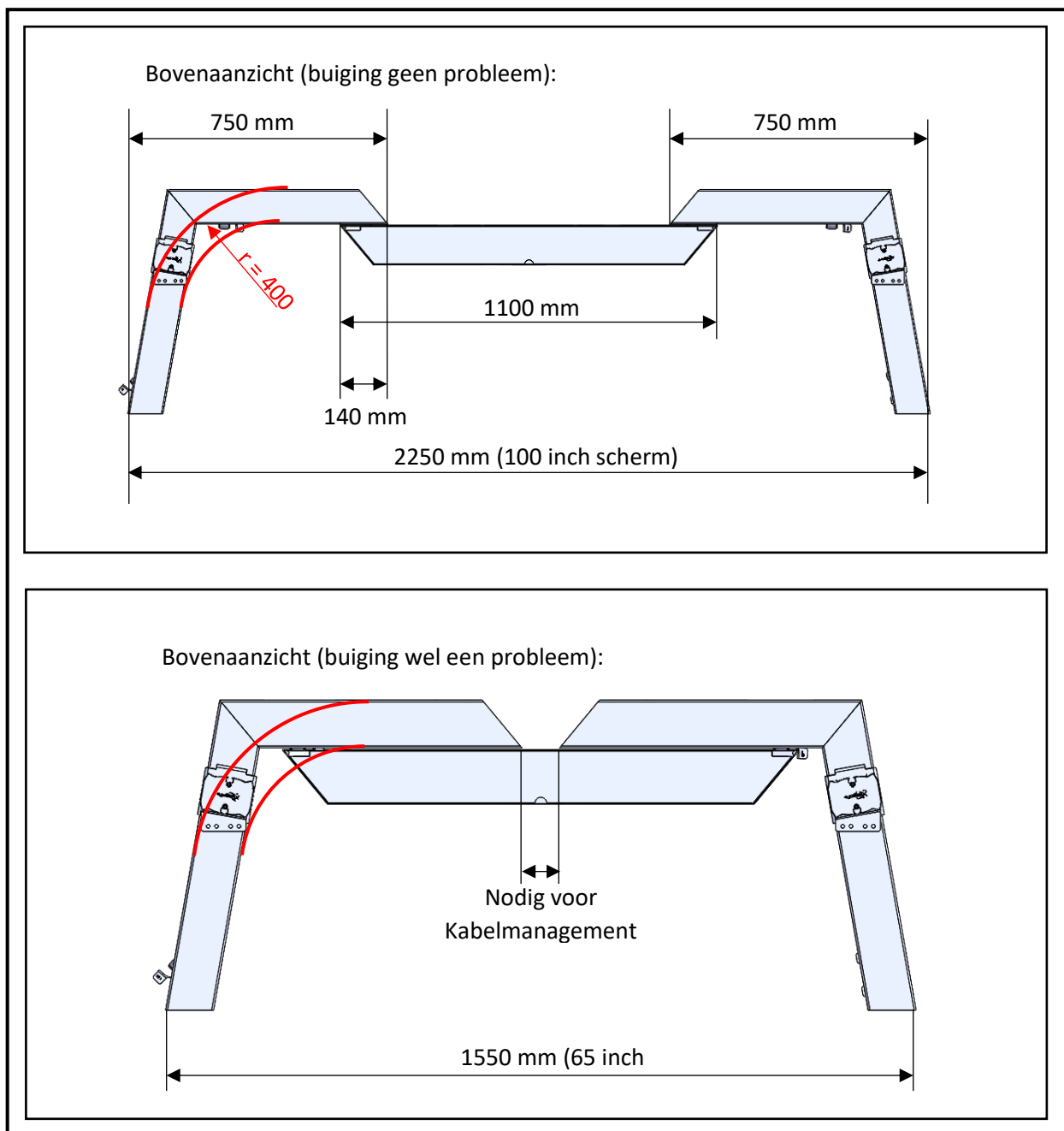
De punten A & B staan voor de plaatsing van de wielen. De punten C zijn de punten waar de kolommen met de voet verbonden zijn. Kracht F_d ontstaat vanuit het gewicht van de voet zelf en is gepositioneerd op het zwaartepunt van de voetconstructie.

4.2.3 Andere vorm voet

Het originele concept, bestaande uit 2 gebogen profielen, is niet mogelijk vanwege dimensie beperkingen.

- Een 100" scherm heeft een breedte van 2250 mm.
- Een 65" scherm heeft een breedte van 1500 mm.
- Minimale buigradius van een profiel is $4 * D = 4 * 100 = 400$ mm

Bij gebruik van een gebogen profiel zal de trolley niet ingesteld kunnen worden voor de kleinst toegestane schermen. De reden hiervoor is omdat het profiel dan het middenstuk kruist (zie Figuur 17). Er moest meer ruimte komen voor het middenstuk zodat ook de afmetingen van de 65 inch schermen kunnen worden behaald. Om deze reden is het profiel opgesplitst in twee delen die vervolgens verstek aan elkaar worden gelast.



Figuur 17 Bovenaanzicht voet met uitleg vormverandering gebogen naar verstek

4.3 Profielkeuze voet

Het profiel dat gekozen is voor de voet van de trolley is een rechthoekig koker profiel van 100x50x2 mm. Er zijn een aantal redenen waarom dit profiel gekozen is, zie hieronder:

- De maat, 100 mm breed, is nodig om de PUC27 reeksen te kunnen accommoderen. Deze kolommen zijn zelf ook 100 mm breed. Voor het design en het productiegemak is deze breedte maat dus nodig
- De maat, 50 mm hoog, is nodig voor de kabelmanagement. Een maat lager, 30 mm hoog, is ook mogelijk met de huidige krachten; maar dan past de stroomkabelaansluiting (C13 aansluiting) voor in de schermen er niet meer doorheen. Dan zullen er meer onderdelen nodig zijn om de trolley van kabelmanagement te voorzien.
- De dikte maat is 2 mm omdat dit het dunste is dat besteld kan worden. Deze maat is tevens genoeg om de krachten te kunnen dragen die op de trolley komen (zie bijlage 13 & 14 voor de berekeningen van de doorbuiging en spanningen).
- Het is een standaard handelsprofiel waardoor de kostprijs daalt.

4.4 Wielkeuze

Rekening houdend met de wensen en eisen van productmanagement (4 zwenkwielen en geremd) is er gekozen voor de “LoPro 2 series low profile casters met zij-slot” van Colson (Colson, 2018).

De keuze is gemaakt door te kijken naar de maximale belasting en de afmetingen van het wiel.

Hieronder staan een aantal specificaties die van belang zijn:

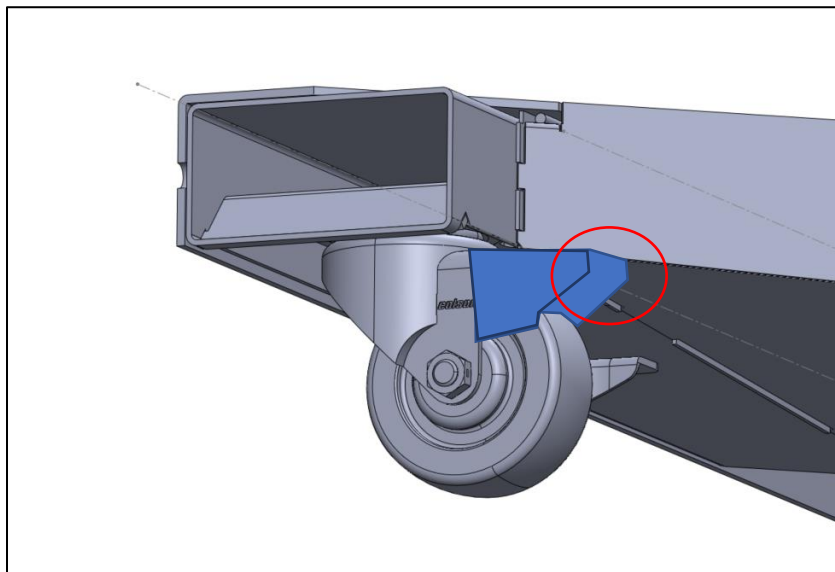
Product nummer	2.03689.54 BRK3	
Wieldiameter	76	mm
Bevestigingsplaat afmetingen	95 x 70	mm
Bouwhoogte	102	mm
Max. belasting	95.3	kg
Wiel materiaal	Hard rubber	
Remmechanisme	Zij-slot rem	

Uit de berekening van “4.2.2 krachten op de voet” is af te lezen dat het maximale gewicht dat één wiel moet dragen is 534 N. Dit staat ongeveer gelijk aan 54 kg. Één wiel kan volgens Colson ongeveer 95 kg dragen. Volgens de veiligheidseisen van TÜV mag er geen breuk, scheur of plastische vervorming plaatsvinden bij een belasting van 2x het maximale aangegeven gewicht.

2x 54 kg = 108 kg. > 95 kg draagvermogen van het wiel. Het wiel heeft vanuit Colson ook veiligheidsfactoren, dus werd er gevraagd aan Colson of er bij 9 kg overbelasting al plastische vervorming op zal treden. Het antwoord dat zij gaven was nee. Omdat deze overbelasting alleen bij de test zal gebeuren en niet zal voorkomen bij gebruik voldoen de wielen aan de veiligheidseis.

Het is ook mogelijk een wiel met een kleinere diameter te gebruiken. Hier is bewust niet voor gekozen omdat kleinere wielen minder goed rollen dan grote wielen. Met een ongeveer 200 kg trolley is er dus gekozen voor een maatje groter.

De reden dat er gekozen is voor een zij-slot, is vanwege het gebrek aan ruimte bij de achterwielen. Wanneer de trolley ingesteld is voor het kleinste scherm, 65 inch, dan zal het wiel niet 360 graden kunnen draaien bij een traditionele rem (zie Figuur 18, in het blauw getekend). De bak in het midden zou, vanwege het verlagen van de hoogte van het profiel, in het draaigebied van de rem komen (zie Figuur 18, rode cirkel). Met een zij-slot is dit niet het geval.

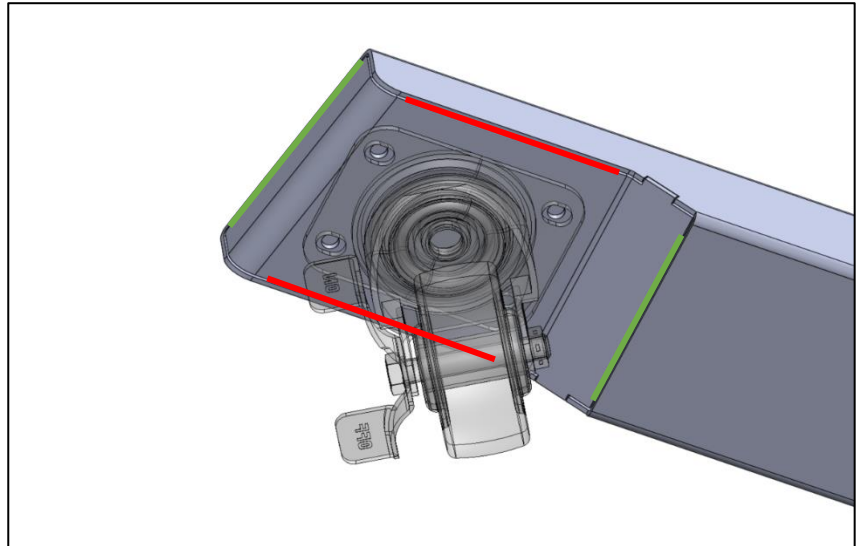


Figuur 18 Rem achterop het zwenkwiel (in het blauw) snijdt in het onderdeel ervoor.

4.5 Bevestigingsplaat wielen-voet

Het wiel wordt met een aparte plaat aan de voet verbonden door deze te lassen. Bij de voorste wielen zal het voorste deel uit het profiel worden gelaserd. In deze uitsparing wordt het plaatje, met het wiel daarop geschroefd, geplaatst en vast gelast (zie Figuur 19, lijnen rood en groen). De rode lijn wordt meegenomen in de berekening om de dikte van het plaatje te berekenen. De groene lijn wordt verwaarloosd en gezien als afdichtlas om een gemakkelijkere berekening te maken met een ongunstigere situatie.

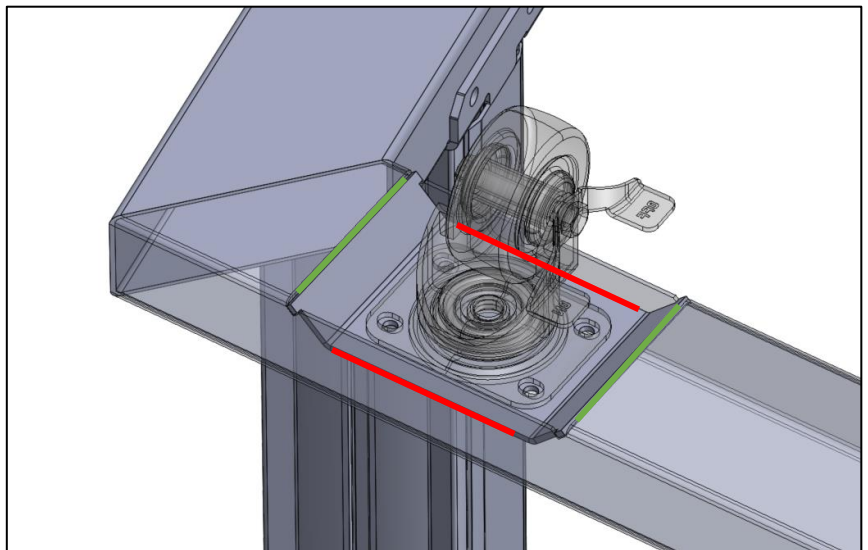
Uit deze berekening komt naar voren dat het plaatje een dikte van minimaal 2,1 mm. moet hebben met materiaal S235C (zie bijlage 15 voor berekening). Dit is berekend met een belasting-factor 2x het maximale aangegeven gewicht als veiligheidseis.



Figuur 19 Onderaanzicht zwenkwielen voor

Bij de achterste twee wielen wordt er net als bij de voorste een deel uit het profiel gelaserd (zie ook bij hoofdstuk "4.4.1 Wielen verzonken in het profiel". In deze uitsparing wordt weer het plaatje met de wielen erin gelast (zie Figuur 20). Ook hierbij worden de rode lijnen meegenomen in de berekeningen en de groene worden verwaarloosd.

Het achterste plaatje is net zo breed en heeft net zo lange lassen, 100mm. (rood gekleurd) als de voorste. Hierdoor is de situatie hetzelfde als bij de voorste wielen en kunnen dus dezelfde berekeningen gebruikt worden.



Figuur 20 Onderaanzicht zwenkwielen achter

Er is gekozen voor lasdikte van $a = 2$ mm. dik (zie bijlage 16 voor de berekening). De lassen zullen bestaan uit korte stukjes van 10mm per keer. Dit is om te voorkomen dat het materiaal gaat vervormen.

Voor meer informatie over deze plaatjes zie de technische tekeningen in bijlage 21.

4.6 Bevestigingsplaat kolom-profiel

Om de PUC27 reeks kolommen aan de voet te verbinden wordt een extra plaat gebruikt. De reden dat hiervoor gekozen is, is om meer installatiegemak te creëren. De kolommen moeten altijd van onder worden vastgeschroefd aan een product. Dit is lastig voor een installateur om alleen te doen vanwege de grote en het gewicht van de onderdelen.

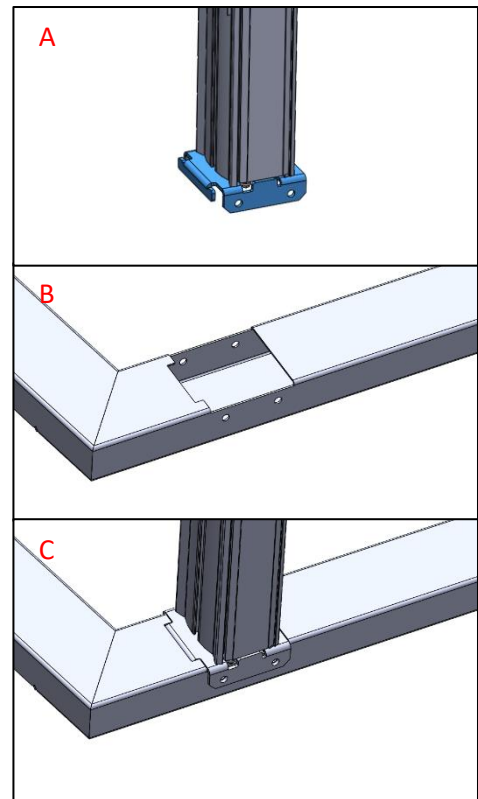
Met een verbindingsplaatje kan de installateur eerst het kleine plaatje aan de kolom bevestigen (zie Figuur 21A, blauw is verbindingsplaatje). Hierna wordt de kolom op de voet gezet, waar een deel uit is gelaserd (zie Figuur 21B), en kan deze vanaf de zijkant worden vastgeschroefd (zie Figuur 21C). Zo hoeft de voet niet opgetild te worden tijdens de installatie en kan dit door één persoon worden uitgevoerd.

Het verbindingsplaatje wordt uitgesneden met de laser en vervolgens gezet zodat het om het profiel heen past (voor meer informatie zie technische tekening in bijlage 21).

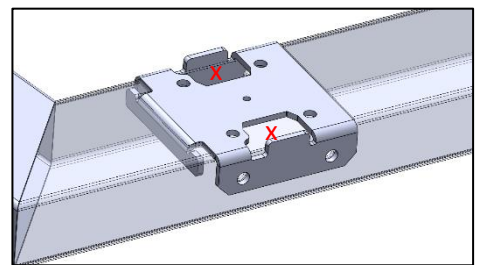
De grotere gaten in de plaat, gemarkeerd met een 'x' in Figuur 23, zijn voor de doorvoer van de kabels.

Het plaatje heeft meerdere iteratie slagen omdat het niet voldeed aan de eisen (zie Figuur 22 voor de evolutie). Dit is bepaald met behulp van FEM-analyses. Hierbij is gerekend met 2x het maximale aangegeven gewicht dat de trolley mag dragen (zie bijlage 17 voor FEM-analyses).

Wanneer de klant elektrisch verstelbare kolommen op de trolley wilt plaatsen wordt dit plaatje vervangen voor een aangepaste versie ervan. Deze heeft dezelfde afmetingen, dikte en kabelmanagementgaten. Het enige verschil is dat de gaten voor het verbinden van de kolom op een ander positie worden gelaserd.



Figuur 21 Montage kolom op de voet met behulp van bevestigingsplaat



Figuur 23 Verbindingsplaat Kolom-voet

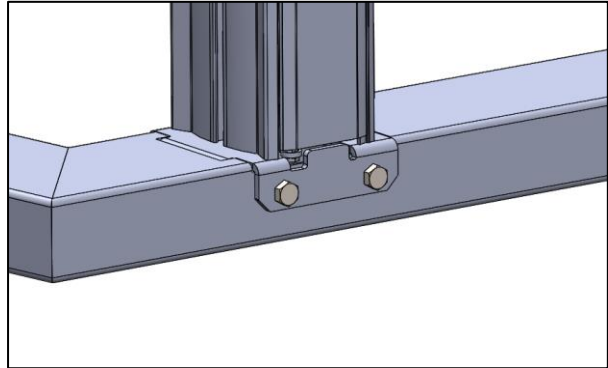
1	2	3
- Plaat dikte 3 mm - Plaat ligt verzonken in het profiel (bovenkant plaat gelijk aan bovenkant profiel)	- Plaat dikte 3 → 4 mm - Gat voor kabelmanagement kleiner gemaakt → lijf in de zetting langer (zie rode lijn in afbeelding 2).	- Plaat dikte 4 mm - Extra zetting op het plaatje → raakt het profiel aan de onderzijde → Extra opsluiting → meer stijfheid

Figuur 22 Evolutie verbindingsplaat kolom-voet

4.7 Boutberekening kolom-voet plaat

Het verbindingsplaatje, met daarop de kolom, wordt door een installateur op de voet geschroefd (zie Figuur 24). Hierdoor moet er rekening gehouden worden dat die persoon geen gereedschap bij heeft om een voorspanningskracht op de bout te zetten. Er is gekozen voor M8 om zoveel mogelijk bouten in de trolley hetzelfde te houden. Dit verhoogd het installatiegemak omdat er zo minder gereedschap nodig is om de trolley te monteren.

Uit de berekening (zie bijlage 18) is naar voren gekomen dat een minimale boutkwaliteit van 5.8 vereist is, met gebruik van bout M8, om aan de veiligheidseisen te voldoen. De krachten op de bout kunnen volledig worden opgevangen zonder dat er afschuiving optreedt. Dit komt omdat de spanningen in de bout in het vloeigebied blijven. Er is zoals hiervoor uitgelegd alleen op afschuiving gelet en niet op druk/trekspanning in de bout.



Figuur 24 Boutverbinding bevestigingsplaat

4.8 Lasberekeningen voet verstek

Met dezelfde formule als in bijlage 16, lasberekening voor verbindingsplaat van de wielen, is de minimale dikte las berekend waarmee de profielen 1 en 2 met elkaar worden verbonden (zie Figuur 26). De minimaal benodigde dikte van deze las is 0.04 mm. Omdat dit minder dan het toegestane dikte is, zal er gelast worden met dikte 2 mm.

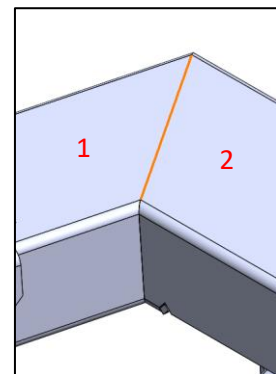
Het resultaat is berekend met de formule in de tabel hieronder, Figuur 25.

Met formule:		
$\sigma_{\text{toelaatbaar}} = (F / A)$ Met $A = a * L$ Met $F = \text{Flas}$	→	$A = \text{Flas} / \sigma_{\text{toelaatbaar}}$ $a * L_{\text{las}} = \text{Flas} / \sigma_{\text{toelaatbaar}}$ $a = (\text{Flas} / \sigma_{\text{toelaatbaar}}) / L_{\text{las}}$
Met constanten:		
Kracht op de las:	F =	485 N
Kracht met veiligheidsfactor 5	Flas =	485 * 5 = 2425 N
Toelaatbare spanning	$\sigma_{\text{toelaatbaar}} =$	207 N/mm ²
Diagonale lengte profiel 50°	L =	100 / cos(50) = 156 mm.
Lengte van de las	Llas =	2 * 156 = 312 mm.
Calculatie:		
Minimale dikte las	a =	(2425 / 207) / 312 = 0.04 mm

Figuur 25 Berekening lasdikte tussen de profielen van de voet

- De kracht Flas, is de kracht op punt H uit bijlage 12.
- De toelaatbare spanning is van materiaal S235 uit Roloff/Matek tabel 6-6.
- Voor de lengte van de las is 2x de diagonale lengte (hoek van 50°) van het profiel genomen.

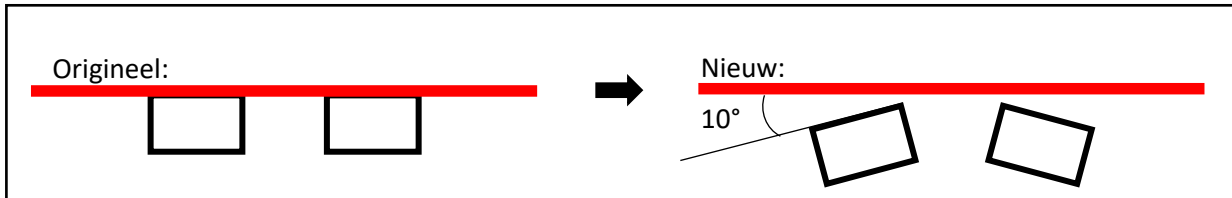
De las mag aan de binnenzijde van het profiel niet uitsteken. Als dit wel gebeurd kunnen er scherpe randen ontstaan, hierdoor is er kans dat kabels open gesneden worden. Aan de buitenzijde zal al het excessieve materiaal (het materiaal dat boven het profiel uitsteekt) van het lassen worden weggeslepen voor een afgewerkt resultaat.



Figuur 26 lasnaad (oranje) tussen de profielen 1 & 2

4.9 Hoekplaatjes van de “Connect-it” (ophanging)

De poten van de trolley staan onder een hoek van 10°. Omdat de kolommen evenwijdig aan de poten staan, is de hoek hiervan hetzelfde (zie Figuur 27, Rode streep = scherm, zwart vierkant = kolom). Om deze reden kunnen de bestaande hoekplaatjes die de bar aan de kolom verbinden niet meer gebruik worden.



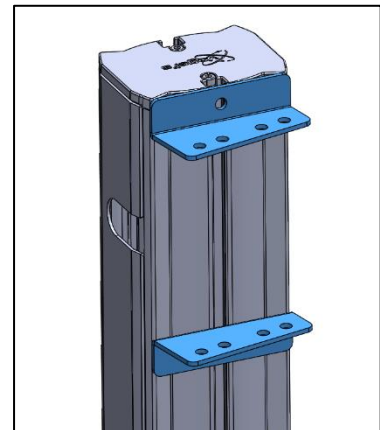
Figuur 27 positie kolommen (zwart) t.o.v. het scherm (rood)

Er zullen nieuwe lipjes bij de trolley geleverd moeten worden (zie Figuur 28 in het blauw). Deze zullen dezelfde 90° zetting krijgen, maar de zetlijn komt onder een hoek van 10° te liggen. Met behulp van FEM-analyses is er gekeken of dat deze nieuwe plaatjes voldoen aan de veiligheidseisen van TÜV.

Het resultaat van de analyse, uit bijlage 19, is:

- Maximale Stress in het plaatje: 105 N/mm²
- Maximale Verplaatsing in het plaatje: 0.01 mm

105 N/mm² < 235 N/mm², dus met een belasting van 5x het maximale aangegeven gewicht blijven de spanningen in het lipje in het vloeigebied. Er zal dus geen plastische vervorming optreden in deze situatie, dus voldoen deze lipjes.

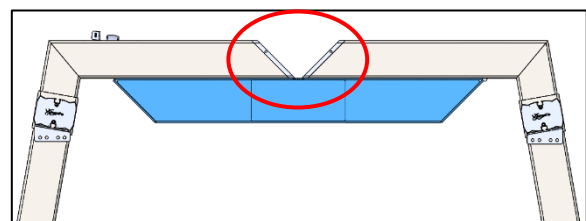


Figuur 28 Nieuwe lipjes voor de ophanging

4.10 Verbindingsstuk van de poten

Het verbindingsstuk van de poten was in het originele concept tegelijkertijd een bak voor accessoires (zie blauw in Figuur 29). Deze bak had meerdere gaten aan de achterzijde waarmee de poten van de trolley op de gewenste breedte eraan geschroefd konden worden. Dit design gaf een aantal problemen in de productie en de constructie:

- De bouten waarmee de poten aan de bak worden geschroefd zitten in het zicht wanneer erin wordt gekeken. Deze zitten tevens ook in de weg bij het opbergen van accessoires. De niet gebruikte gaten zijn ook zichtbaar wanneer er in de bak wordt gekeken.
- De bak moet de poten bij elkaar houden, dus ook de krachten opvangen, waardoor het van dikker plaatmateriaal moet worden gemaakt. Dit maakt de productie duurder omdat er veel zettingen in bak zitten.
- De bak wordt uit één plaat gemaakt. Hierdoor zullen er veel zettingen op één onder komen. Dit maakt de productie lastiger. Hierdoor is het een duur onderdeel in vergelijking met de andere van de trolley.
- Productmanagement vond de “V” opening die gecreëerd werd bij een breedte van 65” schermen niet mooi (zie Figuur 29, rode cirkel). Dit zou afgedekt moeten worden met een nieuw onderdeel.



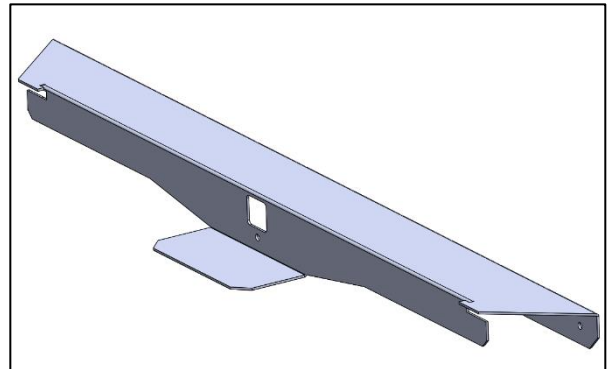
Figuur 29 Blauw = verbindingsstuk + accessoiresbak. Rode cirkel = 'V' uitsparing bij breedte van 65" schermen

Om de punten hiervoor op te lossen is het volgende aangepast:

1. Een aparte plaat die de poten van de trolley bij elkaar houdt voor de instelbare breedte.
2. De bak voor accessoires opdelen in 2 onderdelen.

Verbindingsplaat voor instelbare breedte

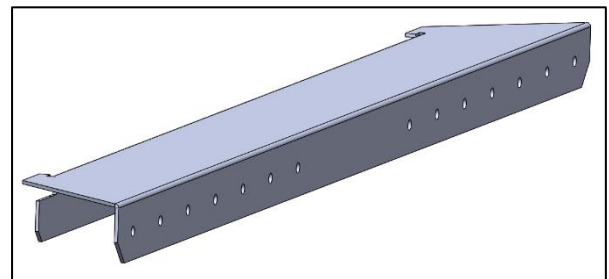
Om de trolley in de breedte te kunnen instellen is er een aparte plaat ontworpen (zie Figuur 30). Deze wordt gelaserd en vervolgens 3x gezet. De plaat heeft een U-vorm die over de poten heeft schuift. Verder heeft dit onderdeel de gaten, waar de bouten in gaan, voor het instellen van de breedte aan de achterzijde (zie Figuur 31). Op deze verbindingsplaat wordt de bak voor accessoires gemonteerd (zie Figuur 32, transparant).



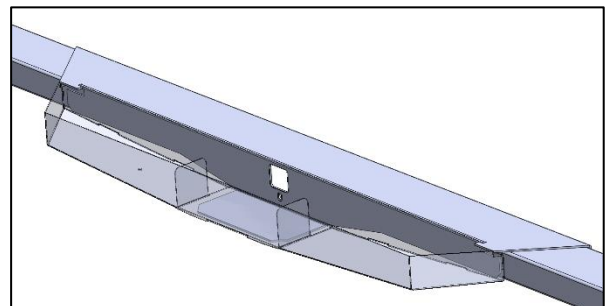
Figuur 30 Verbindingsplaat poten van de voet

Voordelen:

- De verbindingsplaat vangt de krachten op → bak kan dus van een dunnere plaat worden gemaakt → goedkopere productie & zet radius kan kleiner
- Bouten voor het instellen van de breedte uit direct zicht (alleen zichtbaar van achteren).
- Bouten zitten niet meer in de bak voor accessoires → meer ruimte in de bak → minder uitstekende delen in de bak
- De "V" opening die gecreëerd werd bij een breedte van 65" schermen is door deze verbindingsplaat afgedekt.



Figuur 31 Achterzijde verbindingsplaat poten van de voet

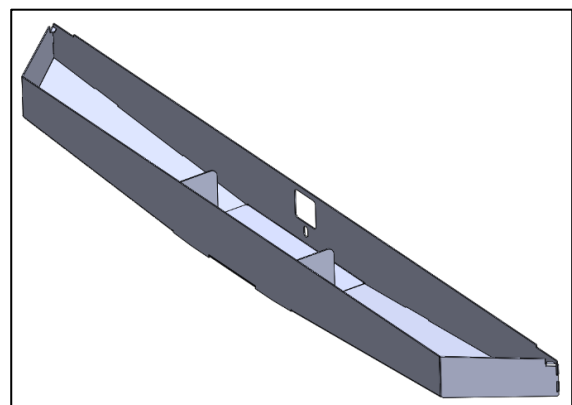


Figuur 32 plaatsing accessoiresbak op verbindingsplaat

4.10.1 Accessoiresbak

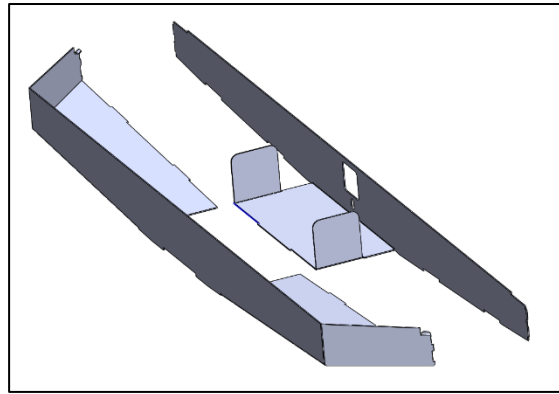
De functie instellen van de trolley in de breedte wordt overgenomen door de verbindingsplaat (zie hierboven Figuur 30). Hierdoor kan de bak voor accessoires puur worden ontworpen voor het opbergen van accessoires en kabels (zie Figuur 33). Het vierkante gat in het midden is voor de doorvoer van de kabels (kabelmanagement).

- De plaatdikte van de bak is gereduceerd van 3 naar 1,5 mm. Hierdoor zijn er kleinere buigradii mogelijk en wordt de productie goedkoper.
- De bak wordt niet meer gebruikt om de poten van de trolley te verbinden. Hierdoor zijn de gaten voor de instelbare breedte verplaatst naar de verbindingsplaat (zie Figuur 31). De bak ziet er nu strakker uit en kan met één bout worden gemonteerd.



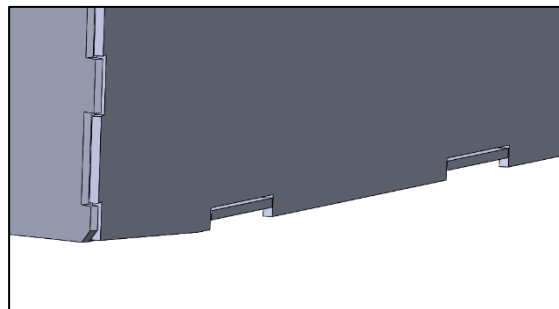
Figuur 33 Accessoiresbak

De bak is opgedeeld in 2 delen die worden gezet, vervolgens tegen elkaar aan geschoven en vast gelast (zie Figuur 34). Het voordeel van opdelen is dat de productie dan eenvoudiger is. Wanneer de bak uit één plaat wordt geproduceerd, zijn er 6 zettingen nodig waarvan de laatste weinig ruimte hebben om de messen te plaatsen. Daarbij zullen er nog 2 schotten in gelast moeten worden. Nu is er voor één plaat 3 en de ander 4 zettingen nodig, incl. de tussenschotten. Hierbij is meer ruimte beschikbaar om de bewerkingen uit te voeren.



Figuur 34 Deze losse sheet metal delen vormen samen de accessoiresbak

De platen zijn gemaakt zodat beide onderdelen gemakkelijk in elkaar kunnen worden geplaatst. Dit is gerealiseerd door uitsparingen te laseren in de uiteindes van de wanden. In deze uitsparingen past het andere onderdeel met uitstekende punten (zie Figuur 35). Hierdoor is de productie makkelijker gemaakt zodat er minder kans ontstaat op fouten.



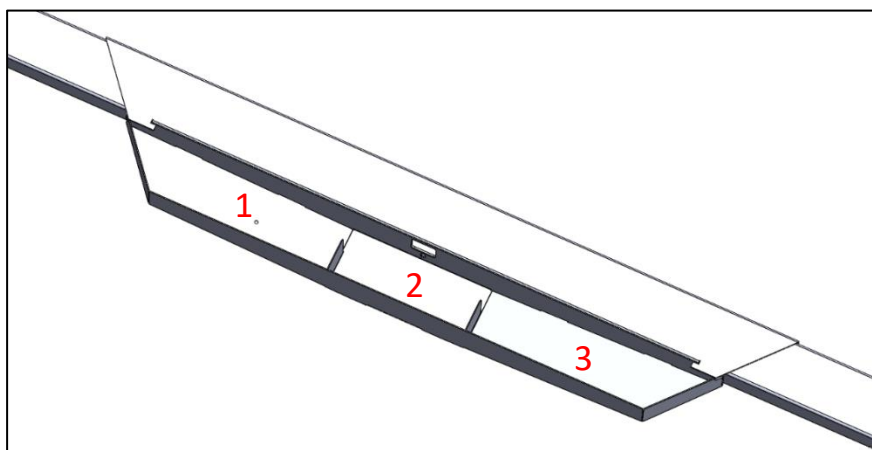
Figuur 35 sheet metal onderdelen schuiven in elkaar voor eenvoudige montage

Het midden van de bak ligt dieper dan der zijanten. Dit komt omdat de stekkerdoos met de daarin gestoken stekkers er anders niet in passen.

Accessoires in de bak

De Bak heeft in dit design drie compartimenten (zie Figuur 36). Het middelste deel, deel 2, is gereserveerd voor een stekkerdoos. Het linker en rechter deel 1 & 3 zijn voor het opbergen van accessoires en kabels.

- Er is gekozen voor de stekkerdoos: Bachmann STEP (Bachmann, N.B.). Dit is een modulair product dat buiten internationale stekkeraansluitingen ook internet, usb en hdmi aansluiting modules heeft.
- Bij gebruik van elektrische kolommen van LINAK kan het aansturingskastje (Linak, N.B.) in deel 1 van de bak worden gemonteerd (zie Figuur 36).
- Deel 3 van de bak zal altijd vrij blijven voor accessoires (zie Figuur 36).

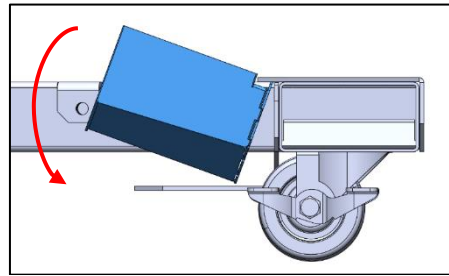


Figuur 36 Compartimenten in de accessoiresbak

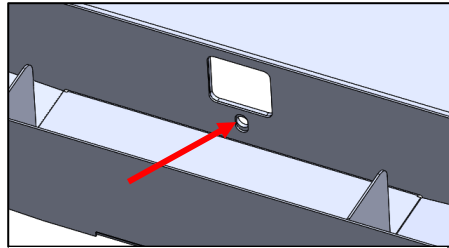
4.10.2 Montage accessoiresbak aan verbindingssplaat

De montage van de bak gaat in twee stappen. Hiermee wordt de bak in alle richtingen opgesloten:

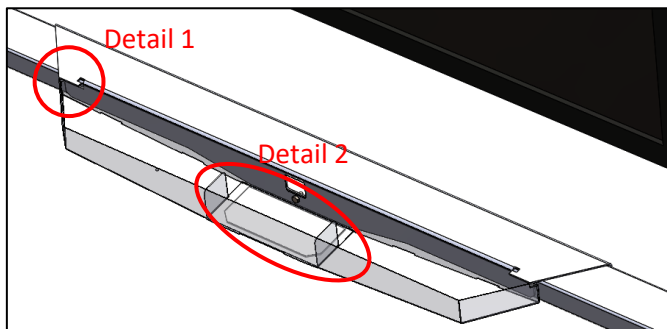
1. De bak moet gekanteld in het verbindingsstuk worden gestoken (zie Figuur 37). De reden hiervoor is omdat het van onder moet grijpen.
2. Schroef de bak, van binnenuit, met één bout vast aan het verbindingsstuk (zie Figuur 38, rode pijl).



Figuur 37 Plaatsing accessoiresbak

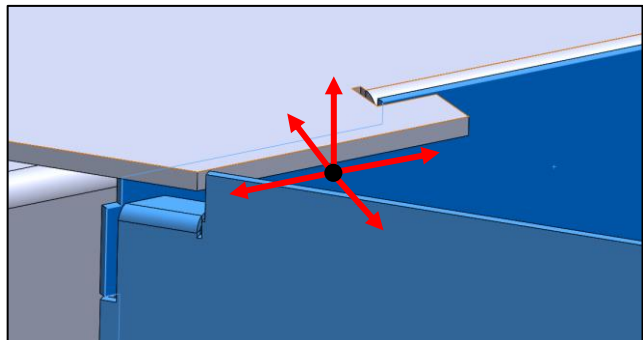


Figuur 38 Schroefgat om accessoiresbak vast te zetten (rode pijl)



Detail 1:

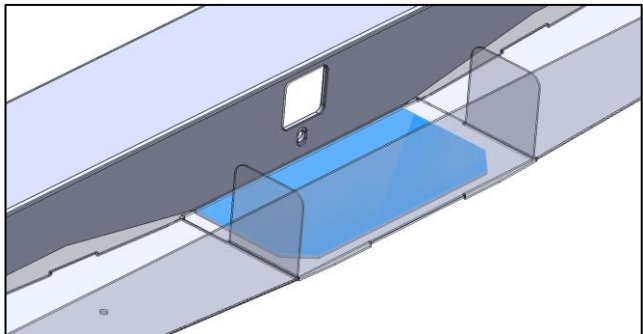
De verbindingssplaat heeft een uitstekend deel links en rechts dat om de bak heen haakt (zie Figuur 39 voor detail linkerhoek). De haken aan de linker en rechterkant sluiten samen de bak op in de richting: omhoog, naar voren, naar achteren links en rechts (zie rode pijlen in Figuur 39).



Figuur 39 Detail voor opsluiten bovenzijde bak

Detail 2:

Wanneer de gebruiker een stekker in de stekkerdoos duwt, komt er kracht op de bak te staan. Om deze kracht op te vangen is de verbindingssplaat aangepast zodat deze naar voren steekt. Op dit vlak (zie Figuur 40 in het blauw) komt de bak te rusten. De verbindingssplaat is van een dikkere plaat gezet en kan dus meer kracht verdragen. Dit sluit tevens de bak op in de richting naar beneden.



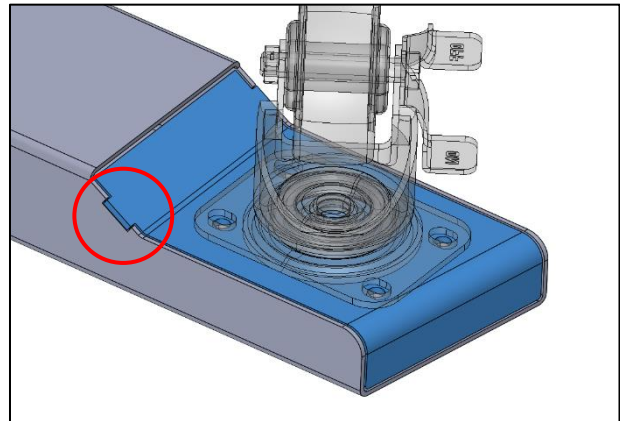
Figuur 40 Uitstekend deel verbindingssplaat waar accessoiresbak op rust

4.11 Details in het design

4.11.1 Wielen verzonken in het profiel

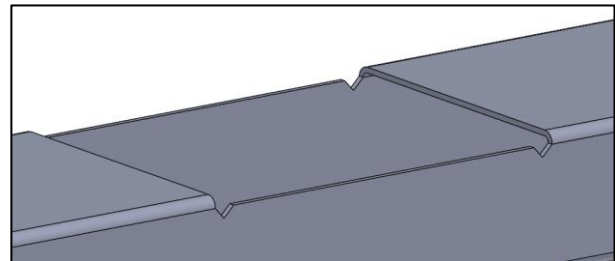
Om de voet van de trolley zo laag mogelijk te maken zijn de wielen 20 mm in het profiel verzonken.

Voor de montage van de wielen aan de voorzijde is er een deel uit het profiel gelaserd. Er wordt een extra uitsparing in het profiel gelaserd. Hier kan het gezette plaatje met de twee uitstekende delen in vallen (zie Figuur 41 rode cirkel). Dit maakt het productieproces makkelijker waardoor de kans op fouten in de productie verkleind wordt. Vervolgens wordt het plaatje vast gelaserd en kan het wiel erop worden geschroefd.

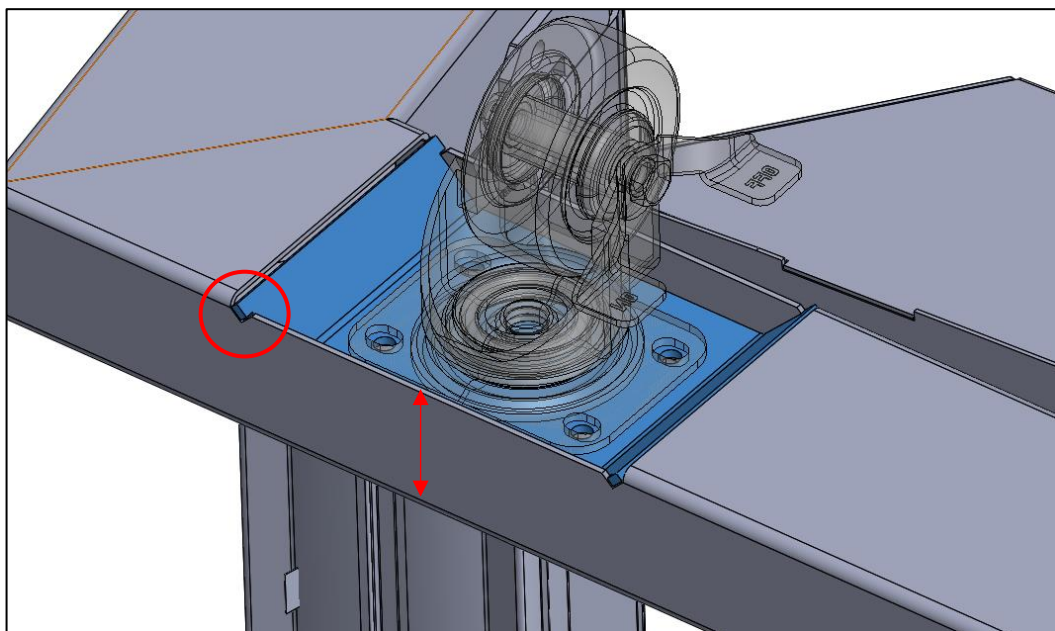


Figuur 41 Detail plaatsing verzonken verbindingsplaat voorwiel

Bij de achterwielen wordt hetzelfde principe toegepast, alleen wordt er minder uit het profiel weggelaserd (zie Figuur 42). Zo behouden de wanden, die de buigspanningen vooral moeten opvangen, ongeveer dezelfde hoogte (zie Figuur 43, rode pijl). Dit is om de koker zo stijf mogelijk te houden. In het gat wordt een gezette plaat gelegd die met uitstekende uiteindes op de wanden van het profiel leunen (zie Figuur 43, rode cirkel). Zo kan het plaatje gemakkelijk en altijd op dezelfde positie worden vast gelast. Ook hierbij verkleind dit de kans op productiefouten.



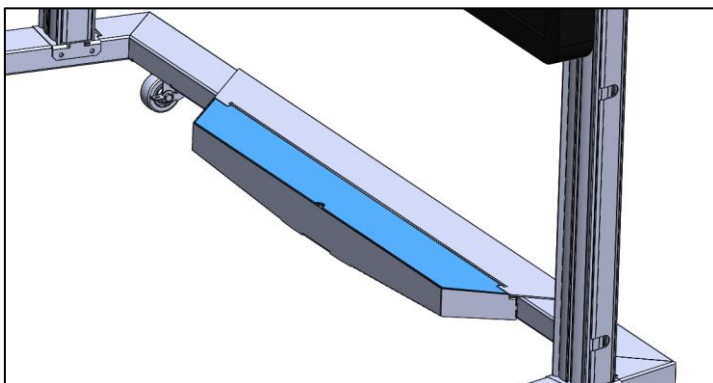
Figuur 42 Snede in de voet voor de achterwielen



Figuur 43 Overzicht plaatsing verbindingsplaat achterwielen.

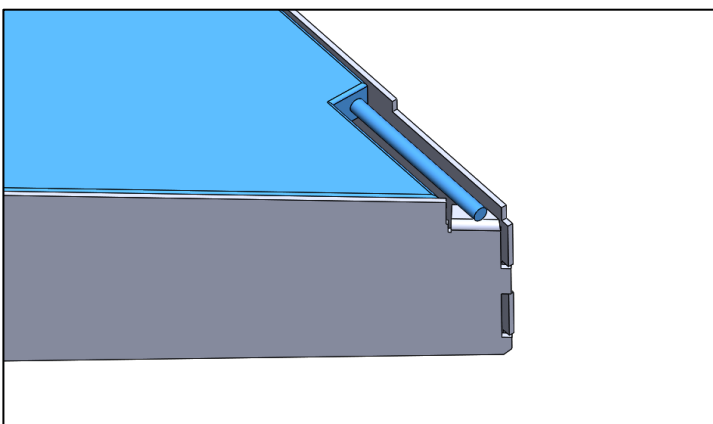
4.11.2 Deksel van de accessoiresbak

Om design redenen is er gekozen voor een houten deksel voor op de accessoiresbak. Na het spelen met hout-samples is de keuze gemaakt om eikenhout te gebruiken. De klep komt verzonken in de bak te liggen (zie blauw voor de klep in Figuur 44).



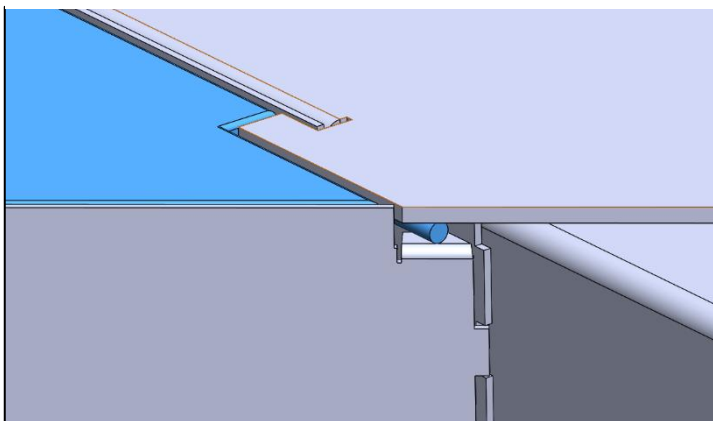
Figuur 44 Deksel van de accessoiresbak

Om de klep te plaatsen wordt deze eerst in de bak gelegd (zie Figuur 45). Hierna wordt de bak met klep erin aan de verbindingsplaat bevestigd volgens de instructies in hoofdstuk 4.10.2 “montage accessoiresbak aan verbindingsplaat”.



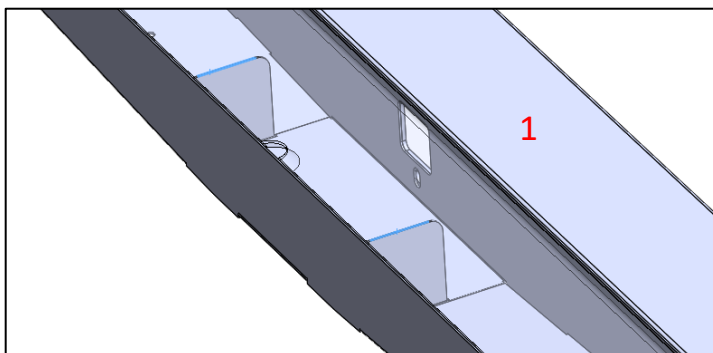
Figuur 45 Detail klep in de hoek

Als de bak aan de trolley is gemonteerd dan ligt de klep opgesloten tussen deze onderdelen en kan het alleen nog open en dicht draaien (zie Figuur 46).



Figuur 46 Opsluiting van de klep

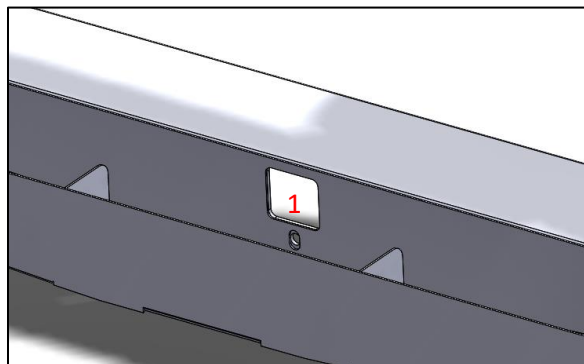
De klep steunt in een dichte positie op de tussenschotjes in de bak (zie Figuur 47, blauwe lijnen). Zo ligt deze evenwijdig aan vlak 1 in Figuur 47.



Figuur 47 Klep (doorzichtig) steunt op de tussenschotjes

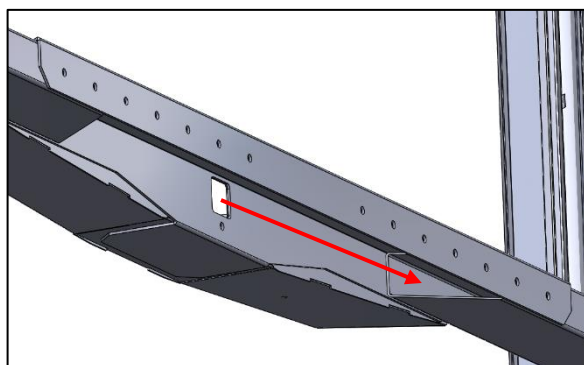
4.11.3 Kabelmanagement

Een belangrijke feature van de trolley is kabelmanagement. Het scherm dat aan de trolley komt te hangen moet van stroom worden voorzien zonder dat er kabels in het zicht hangen. Er mag één kabel uit de trolley komen om in een stopcontact te steken. Dit is de stroomkabel van het stekkerblok.



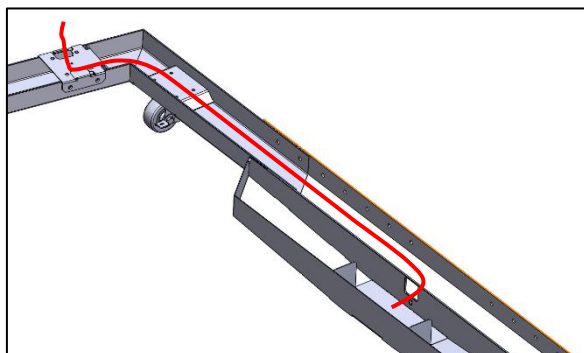
Figuur 48 Gat kabelmanagement in de bak

Om het kabelmanagement te realiseren is er gekozen om een stekkerdoos in de trolley te verwerken. Er is gekozen voor de Bachmann STEP, modulaire stekkerdoos. Deze wordt in het midden van de accessoiresbak geplaatst. Hiervandaan wordt de kabel via gat 1 in Figuur 48 uit de bak, in één van de poten geduwd (zie rode pijl in Figuur 49). Het profiel is aan de achterzijde open waardoor er voldoende ruimte is om de kabel doorheen te duwen.



Figuur 49 Kabeldoorvoer van accessoiresbak naar poot

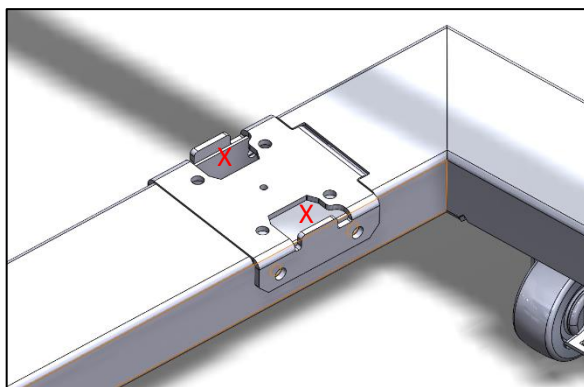
De kabel wordt, met behulp van een trekveer, door het profiel getrokken tot onder de kolom (zie Figuur 50 voor een doorsnede van het profiel, rode pijl is de weg die de kabel moet afleggen). De reden dat hier een trekveer wordt gebruikt is vanwege de bocht die de kabel moet maken zonder enige geleiding. Een trekveer is stugger, gestroomlijnder en lichter waardoor deze er wel goed doorheen gaat. Met een houtjes-touwjes model is het doorvoeren van de trekveer getest.



Figuur 50 Kabelweg in de trolley (doorsnede van de voet)

De kabel moet door de grote gaten van het verbindingsplaatje Kolom-voet (zie X in Figuur 51) omhoog. Als deze door het plaatje omhoog gaat in één van de gaten, kan de kabel volledig in de kolom door naar het scherm worden gevoerd (Kolom heeft ingebouwde kabelmanagement). Eenmaal bij het scherm kan de kabel uit de kolom worden gehaald om in het scherm te worden gestoken.

Zo kunnen de kabels volledig uit het zicht gehouden worden.



Figuur 51 Kabelmanagement doorvoer gaten in verbindingsplaat kolom-voet

4.12 Controle van de Bar (PFB3419)

De modulaire onderdelen, die op de trolley worden bevestigd, voldoen al aan de eisen voor de bestaande producten van Vogel's. Er is één onderdeel dat anders wordt bevestigd. Hierdoor zal deze opnieuw moeten worden gecontroleerd om te kijken of het in de nieuwe situatie ook aan de veiligheidseisen voldoet.

PFB3419 (Ophanging):

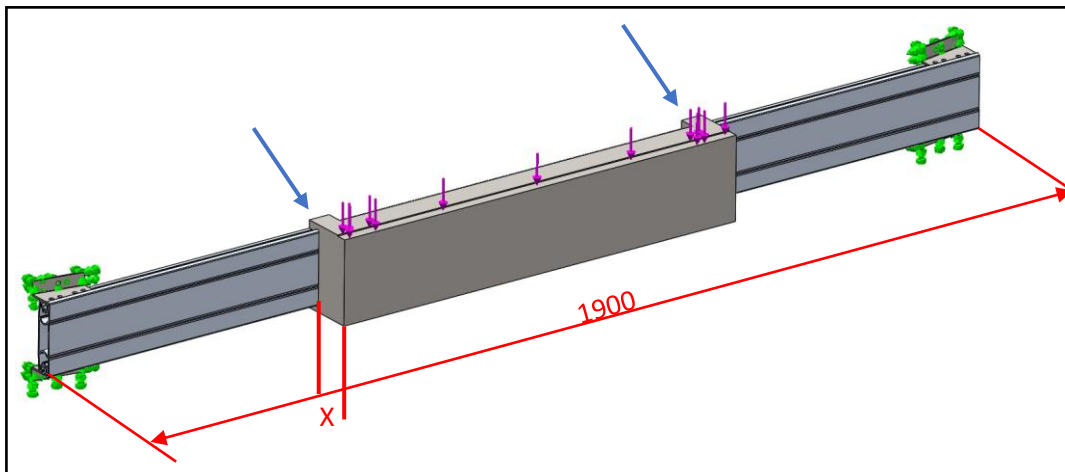
Origineel wordt deze bar vastgeklemd op drie locaties (zie Figuur 52). Met het design van de trolley is de middelste verbinding niet mogelijk (zie Figuur 52, rode cirkel). Om erachter te komen of de bar zonder deze verbinding nog voldoet aan de veiligheidseisen in is er een FEM-analyse van gemaakt. Het materiaal van de bar is aluminium 6060 T66 met een toelaatbare spanning van 160 N/mm^2 .



Figuur 52 PFB3419, 'Connect-it' bar

De test is uitgevoerd volgens Figuur 53. Het grote blok, in het midden, moet het scherm + ophangstrips voorstellen. De kracht op het blok (paarse pijlen in Figuur 53) is het gewicht van het scherm + ophangstrips. Deze kracht is gepositioneerd op 70 mm van de bar af (zie X in Figuur 53). Dit is ongeveer de afstand waar het gewicht van het scherm en de strips aangrijpt. Het blok is verbonden aan de bar op 2 punten (zie blauwe pijl in Figuur 53). Deze punten simuleren de VESA-breedte van 800 mm. Met een belasting van 2x het maximale aangegeven gewicht, $2 \times 160 = 320 \text{ kg} + 1 \times 5 \text{ kg}$ strips, is de uitkomst (zie bijlage 20 voor FEM-resultaten):

- Maximale stress in de bar: 50 N/mm^2
 $50 \text{ N/mm}^2 < 160 \text{ N/mm}^2$ dus voldoet met een belasting van 2x maximale gewicht
- Maximale verplaatsing van de bar: $0,8 \text{ mm}$



Figuur 53 FEM Simulatie opstelling

4.13 Stuklijst van de trolley

De trolley bestaat uit de volgende onderdelen:

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	Hoekplaat PFB-oophanging Links	2	S235C	3	Zwart
14	TLB02	Hoekplaat PFB-oophanging Rechts	2	S235C	3	Zwart

Nieuwe oplevering:

Nr.	Onderdeel	Omschrijving	Aantal stuks	Materiaal	Dikte [mm]	Finish/afwerking
15	AR01	Assembly rechter deel	1	S235C	-	-
16	AL01	Assembly linker deel	1	S235C	-	-
17	TAB03	Assembly accessoires bak	1	S235C	-	-
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	Hoekplaat PFB-oophanging Links	2	S235C	3	Zwart
14	TLB02	Hoekplaat PFB-oophanging 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

Zie bijlage 21 voor de samenstellings- en technische tekeningen van de onderdelen van de voet van de trolley.

5 Kostprijscalculatie

Om een schatting van de kostprijs te maken is er samen met de afdeling inkoop besproken hoe, welke onderdelen moeten worden geproduceerd en ingekocht. Met de productieaantal van 750 stuks per jaar is de kostprijs van de trolley geschat op 315 euro (zie Figuur 54, hieronder). Dit ligt 15 euro boven de target-kostprijs van € 300 en schiet dus net iets boven de wens uit. Het resultaat is voor productmanagement gelegd en werd goedgekeurd. Om de kostprijs omlaag te halen kan het onderdeel TAK01, klep van de bak, van een ander materiaal worden gemaakt (bijvoorbeeld: van hout naar metaal of plastic). Hierdoor zal de kostprijs onder de 300 euro komen en dus aan de wens voldoen.

Nr.	Onderdeel	Omschrijving	Aantal stuks	Prijs per stuk	Prijs totaal
1	TP01	Plaat gezet achterwiel	2	€ 6.00	€ 12.00
2	TP02rev2	Plaat gezet midden kolom rev2	2	€ 8.00	€ 16.00
3	TP03L	Plaat gezet L-voorwiel	1	€ 5.00	€ 5.00
4	TP03R	Plaat gezet R-voorwiel	1	€ 5.00	€ 5.00
5	TTL01	Koker links achter	1	€ 12.00	€ 12.00
6	TTL02	Koker links voor	1	€ 12.00	€ 12.00
7	TTR01	Koker rechts achter	1	€ 12.00	€ 12.00
8	TTR02	Koker rechts voor	1	€ 12.00	€ 12.00
9	TAB01	Accessoires bak deel 1	1	€ 20.00	€ 20.00
10	TAB02	Accessoires bak deel 2	1	€ 20.00	€ 20.00
11	TPV01	Verbindingsstuk voet	1	€ 20.00	€ 20.00
12	TAK01	Klep van de bak	1	€ 27.00	€ 27.00
13	TLB01	Hoekplaat PFB-opanging Links	2	€ 2.00	€ 4.00
14	TLB02	Hoekplaat PFB-opanging Rechts	2	€ 2.00	€ 4.00
-	Zwenkwielen	Colson LoPro series 2 + sidelock	4	€ 6.00	€ 24.00
-	T327027_03	PUC2715 Kolom	2	€ 27.41	€ 54.82
-	T318825	PFB3419 Ophangbar	1	€ 43.36	€ 43.36
-	Stekkerdoos	Bachmann STEP	1	€ 11.00	€ 11.00
Totaal:					€ 314.18

Figuur 54 Kostprijscalculatie trolley

6 Resultaat

Na het engineeren van het concept is het volgende prototype tot stand gekomen. De nieuwe trolley voor touchscreens bestaat uit een nieuw ontworpen voet met bestaande onderdelen, zoals de kolommen (PUC2715 en het “Connect-it” systeem). De trolley bestaat uit:

- Rechthoekige koker profielen 100 x 50 x 2 mm (zie kop 4.3).
- Kolommen zijn op de rand van het scherm gepositioneerd.
- Poten zijn verkort & breder gezet in vergelijking met de bestaande trolleys van Vogel's. Hierdoor liggen de poten buiten het gebruiksgebied van een touchscreen (zie kop 2.5.2). Zo is er dus geen struikelgevaar meer tijdens het gebruik van een touchscreen.
- De trolley beschikt over 4 zwenkwielen “Lopro series 2” van Colson (zie kop 4.4).
- Kolommen worden met een tussenplaatje op de voet gemonteerd (rekening houden met montagegemak) (zie kop 4.6).
- De voet is geoptimaliseerd voor bevestiging van de PUC27 reeks kolommen.
- Aan de kolommen komt een “Connect-it” systeem.
- PUC27 reeks kolommen zijn uitwisselbaar voor elektrisch verstelbare kolommen van LINAK.
- De trolley is instelbaar in de breedte (65” – 100”) door de poten te verbinden met een tussenstuk. De verbinding zal met bouten en moeren worden gerealiseerd (zie kop 4.10).
- De volledige constructie van de trolley beschikt over kabelmanagement.
- De trolley beschikt over een accessoiresbak.
- In de accessoiresbak zit een modulaire stekkerdoos, Bachmann STEP, verwerkt.
- Bij gebruik van elektrisch verstelbare kolommen kan de control-box in de accessoiresbak worden verwerkt.
- Klep van accessoiresbak is voor het design van eikenhout gemaakt.
- Kostprijs van de trolley is ongeveer 293 euro en voldoet hiermee aan de wens.

De trolley zal, naast de eikenhouten klep, volledig zwart worden. Op de klep en de bestaande onderdelen van Vogel's na, zal de voet volledig van S235C worden gemaakt. Zie hieronder in Figuur 55 voor een render van de trolley. Zie Bijlage 22 voor meer detail renders.



Figuur 55 Render prototype trolley

7 Aanbevelingen

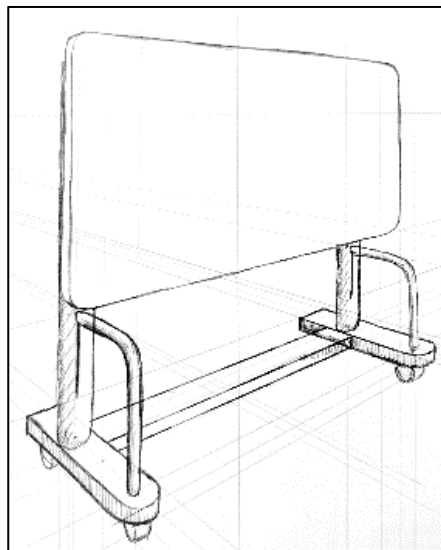
2 zwenkwielen & 2 bokwielen

Uit de FMEA is naar voren gekomen dat het transporteren van de trolley op 4 zwenkwielen gevaarlijke situaties kan creëren. Door de zware belasting van de trolley kan het tijdens het vervoeren onbestuurbaar worden. Dit kan verholpen worden door met meer dan één persoon de trolley te verplaatsen. Het nadeel is dat er altijd twee personen nodig zijn om deze actie uit te voeren. Het kan ook worden opgelost door twee bokwielen en twee zwenkwielen te plaatsen. Zo kan één persoon altijd de trolley duwen en sturen. Het nadeel van deze oplossing is dat de trolley bewegingsvrijheid mist, maar de gebruiker krijgt er wel controle voor terug.

Schoren van de poten

Door de poten van de voet te schoren is het struikelgevaar aan de voorzijde van het scherm volledig geëlimineerd. De gebruikers kunnen niet meer over de poot struikelen omdat zij dan tegen de schoring aan lopen (schoring ongeveer heuphoogte). Het zal verbonden worden aan de voet en de kolom (zie Figuur 56) als optie voor de trolley.

De schoring kan tevens ook als plank worden gebruikt om accessoires op te zetten. Het onderdeel moet dan afneembaar worden. Zo kan het wegdraaien van de kolom en transformeren in een plank om bijvoorbeeld een laptop erop te plaatsen. Dit kan vooral van pas komen bij presentaties. Zo heeft de schoring een dubbele functie.



Figuur 56 Schoringen op de voet

Specificaties bij langere PUC27 kolommen

Omdat de trolley is geoptimaliseerd voor PUC2715 kolommen zal deze niet aan de kanteleisen van TÜV kunnen voldoen wanneer er langer kolommen op worden bevestigd, zoals de PUC2718 en PUC2720. De wens van Productmanagement was dat deze kolommen ook op de trolley bevestigd konden worden.

Bij montage van deze kolommen zou de voet van de trolley 6 cm. moeten worden verlengd. De verlenging heeft geen invloed op het probleem struikelgevaar omdat dit aan de achterzijde zal plaats vinden, niet richting de gebruiker. Met deze verlenging kan de trolley met de verschillende kolommen het volgende gewicht dragen en nog steeds aan de kanteleis voldoen (dit is berekend door de waardes in bijlage 11 aan te passen):

- PUC2715 kolommen: 160 kg
- PUC2718 kolommen: 100 kg
- PUC2720 kolommen: 70 kg

Bij een verlenging van de voet, met 6 cm, is deze niet meer geoptimaliseerd voor de kleinste PUC2715 kolommen. Het voordeel is dat er dan wel andere lengtes kolommen op gemonteerd kunnen worden. Om deze reden wordt dit onderwerp vermeld bij de aanbevelingen.

8 Literatuurlijst

Bachmann. (N.B.). *STEP*. Opgehaald van Bachmann:

<https://www.bachmann.com/en/products/power-distribution/step/>

Bytheway, C. W. (2007). Discovering Functions. In C. W. Bytheway, *FAST Creativity & Innovation* (pp. 17-54). Florida: J.Ross.

Colson. (2018). *Caster*. Opgehaald van Colson: <http://www.colsoncaster.com/caster/2-series-lopro/>

Cöp, J. (2014). *Digitaal schoolbord*. Opgehaald van Wij-leren: <https://wij-leren.nl/digitaal-schoolbord.php>

Creativity, O. (N.B.). *40 principles*. Opgehaald van Oxford Creativity: <https://www.triz.co.uk/how/40-principles>

Ergowerken. (N.B.). *Wat is VESA?* Opgehaald van Ergowerken:

<https://www.ergowerken.nl/service/wat-is-vesa/>

Grolle, P. (2010). *VPS 90.007 TÜV-veiligheidseisen*. Eindhoven: Vogel's.

Heijden, M. v. (2017, oktober 26). What is TRIZ? Eindhoven, Noord-Brabant, The Netherlands. Opgehaald van Oxford Creativity.

Hutt, M. (2017, mei 25). *Whiteboard*. Opgehaald van ezTalks:

<https://www.eztalks.com/whiteboard/disadvantages-of-interactive-whiteboards.html>

Karen Gadd. (N.B.). *Contradictions-matrix*. Opgehaald van Oxford Creativity:

<https://www.triz.co.uk/how/contradictions-matrix>

Linak. (N.B.). *cbd6s*. Opgehaald van Linak: <https://www.linak.com/products/control-boxes/cbd6s/>

N.B. (2015). *Digitale schoolborden*. Opgehaald van Wikibooks:

https://nl.wikibooks.org/wiki/Onderwijstechnologie/Klastechnologie/Digitale_schoolborden

Oxford Creativity. (N.B.). *What is TRIZ?* Opgehaald van Oxford Creativity:

<https://www.triz.co.uk/what>

pcdreams. (2016, november 27). *Pros and Cons of using a digital, interactive whiteboard*. Opgehaald van pcdreams: <https://pcdreams.com.sg/smart-board-pros-and-cons-of-using-a-digital-interactive-whiteboard-in-the-classroom-2/>

Vogel's. (N.B.). *Waarom Vogel's*. Opgehaald van Vogels: <https://www.vogels.com/nl-nl/c/waarom-vogels>