

BACHELOR OPDRACHT

Herontwerp Rolling Cart

Dirk Wissink - s1235648
Exerion Precision Technology Uft
Industrieel Ontwerpen (CTW)
Universiteit Twente

Dit verslag is het resultaat van de bachelor eindopdracht van de opleiding Industrieel Ontwerpen aan de Universiteit Twente. De opdracht is uitgevoerd bij Exerion Precision Technologie Uft bv..

Opleiding:

Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente
Faculteit Construerende Technische
Wetenschappen (CTW)

Auteur:

Dirk Bernard Gert Wissink
s1235648
d.b.g.wissink@student.utwente.nl
+31 6 57 60 26 11

Opdrachtgever:

Exerion Precision Technology bv
De Hogenkamp 16
7071 EC Uft
+31 315 689 555

Begeleider:	E.E.G. Hekman
Tweede examiner:	M.B. de Rooij
Bedrijfsbegeleider:	Adri Grefhorst
Begindatum:	19-09-2016
Einddatum:	23-12-2016

Voorwoord

Voor u ligt het ontwerpverslag van mijn bachelor eindopdracht. Met deze opdracht wordt de bachelor opleiding Industrieel ontwerpen aan de Universiteit Twente afgerond. De opdracht is uitgevoerd bij Exerion Precision Technology in Ulft.

Het doel van de opdracht is het herontwerpen van een serie carts die gebruikt worden in ziekenhuizen. Door in het herontwerp van de serie zoveel mogelijk standaardcomponenten op te nemen kan er een kostenverlaging worden gerealiseerd. Dit verslag beschrijft de stappen die ondernomen zijn om tot het eindresultaat te komen.

De eerste stap naar de praktijk was verhelderend en heeft mij geholpen bij het maken van keuzes voor de toekomst.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2	5. Detaillering	46
Summary	3	5.1 Column	47
1. Inleiding	4	5.2 Voet	48
1.1 Actoren	5	5.3 Accessoires	50
1.2 Aanleiding	6	5.4 Werkblad	51
1.3 Doelstelling	6	5.5 Handvat	53
1.4 Productomschrijving	7	6. Eindconcept	54
1.5 Deeltaken	8	6.1 Overzicht Productserie	55
2. Analyse	10	6.2 Assemblage	56
2.1 Gebruikers	11	6.3 Stuklijst	58
2.2 Gebruiksomgeving	11	7. Conclusies & Aanbevelingen	62
2.3 Marktanalyse	13	7.1 Conclusie	63
2.4 Huidige Serie	14	7.2 Aanbevelingen	65
2.5 Apparaten	15	Referenties	66
2.6 Standaardisatie	17	Bijlage	72
2.7 Productlevenscyclus	18	Bijlage A - Vestigingen Exerion	73
2.8 Ergonomie	19	Bijlage B - Gebruikers	74
2.9 Vormgeving	20	Bijlage C - IEC 60601	75
2.10 Programma van eisen	20	Bijlage D - Marktanalyse	76
3. Ideegeneratie	22	Bijlage E - Richtlijn Duw/trek kracht	77
3.1 Deeloplossingen	23	Bijlage F - Philips Producten	78
3.2 voet	24	Bijlage G - Programma van eisen	79
3.3 Column	26	Bijlage H - Ideeschetsen	83
3.4 Bevestigingen	26	Bijlage I - Wielen	87
3.5 Bevestigingsplaat	28	Bijlage J - Morfologisch Schema	88
3.6 Integreren	29	Bijlage K - Bepaling weegfactor concepten	89
3.7 Conclusie Ideefase	29	Bijlage L - Aluminium hoofdgroepen	90
4. Concepten	30	Bijlage M - Ontwerprichtlijnen Extrusie	91
4.1 Concept 1	32	Bijlage N - Ontwerprichtlijnen spuitgieten	92
4.2 Concept 2	35	Bijlage O - Telescoopgeleider	93
4.3 Concept 3	37	Bijlage P - Productiekosten	94
4.4 Concept 4	39	Bijlage Q - FEM-analyse	98
4.5 Conceptkeuze	40		
4.6 conclusies Conceptfase	43		

Samenvatting

Exerion Precision technology is een toeleverancier van sheet metal onderdelen, gelaste frames en functionele samenstellingen. Kenmerkend voor deze systemen is de hoge positie nauwkeurigheid. Exerion werkt samen met onder andere Philips met betrekking tot het ontwerp en de manufacturing van producten.

De aanleiding voor deze afstudeeropdracht is een Request for quotation (RFQ) van Philips voor het herontwerp van een serie van Rolling carts voor in ziekenhuizen. Exerion stelt voor om door middel van standaardisatie een kostenverlaging te realiseren.

Het ontwerpdoel is het standaardiseren van de huidige serie Rolling cart zonder dat dit ten koste gaat van de functionaliteit, kwaliteit en herkenbaarheid van de rolling cart. Zowel het uiterlijk als de functies van de verschillende carts uit de bestaande productserie verschillen van elkaar. Door zoveel mogelijk standaardcomponenten te gebruiken in de serie, is de serie Rolling carts goedkoper, efficiënter en aantrekkelijker voor zowel de klant als de producent.

Het eindresultaat van de opdracht is een modulaair ontwerp. Door het modulaire karakter van het ontwerp zijn er verschillende varianten van de cart beschikbaar en kan de uitvoering worden aangepast aan de wensen van de klant. In tegenstelling tot de huidige carts van Philips is

De ontworpen cart geschikt voor het ondersteunen van verschillende soorten Philips apparaten, zoals monitoren, cardiografen en ventilatoren. Door kleine aanpassingen te doen kan de gemonteerde apparatuur verwisseld worden. Daarnaast zijn de onderdelen die bevestigd zijn aan de column, zoals de tray en mand, verstelbaar in hoogte.

Summary

Exerion Precision technology is an industrial management organisation that develops high-quality modules and systems. Characteristic for these systems is the high degree of position accuracy. Exerion works with Philips concerning the design and manufacturing of different products.

The occasion of this bachelor assignment is a Request for Quotation (RFQ) for the redesign of a series of medical carts used in hospitals. Exerion proposes that by the means of a standardization a cost reduction should be realised.

The goal of this project is the standardization of the series rolling carts, without the loss of the functionality, quality and the recognizability of the product. The appearance and the functionality of the current carts within the product-series differ a lot. By the means of using standard-components, the production of the series can be cheaper, more efficient and more appealing for both the producer and the customer.

The final result is a modular design. because of the modular nature of the design, there are several variants of the cart available and the composition can be adjusted to the customer requirements. In contrast to the current Philips carts, the designed cart is suitable for supporting various types of Philips devices, such as monitors, cardiographs and ventilators. By making small adjustments, the mounted

equipment can be changed. In addition, the parts that are attached to the column, such as the tray and basket, are adjustable in height.

1

Inleiding

In het eerste hoofdstuk wordt het onderwerp van het project ingeleid. De opdrachtgever wordt besproken, het ontwerpprobleem wordt toegelicht de aanleiding en de doelstelling van het project worden vermeld. Uiteindelijk worden de verschillende deeltaken beschreven die ondernomen moeten worden om tot het eindresultaat te komen.

1.1 Actoren

Exerion Precision Technology

Exerion Precision Technology (figuur 1) is een toeleverancier van sheet metal onderdelen, gelaste frames en functionele samenstellingen en heeft vestigingen in Ulft (Nederland), Sternberk (Tsjechië), Penang (Maleisië) en Rochester (Verenigde Staten) (voor de omschrijvingen van de verschillende vestigingen zie bijlage A). Onderdeel van de strategie van Exerion is het ontwikkelen van producten met een hogere toegevoegde waarde die de klanten van Exerion in hun toepassingen/markten kunnen gebruiken. Door producten met hogere toegevoegde waarde te leveren wordt Exerion unieker en kunnen ze een betere marktpositie veroveren. Exerion is gespecialiseerd in de documentprocessing, medische & analytische, semiconductor en de industriële markt.

Het vakgebied van Exerion beslaat frame-

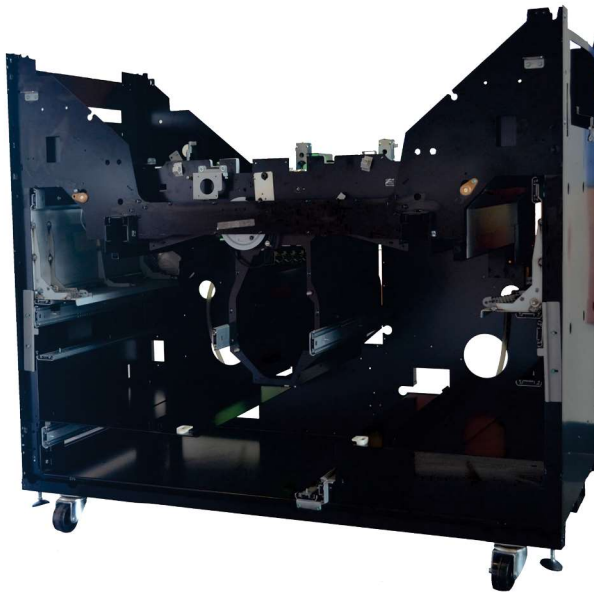


figuur 1 - Exerion Precision Technology bv. Logo

bouwkennis in het algemeen (zie figuur 3 voor een voorbeeld van een frame van Exerion), in combinatie met papiergeleidingsprocessen, robotica en maltechnieken. De manufacturing binnen Exerion omvat de productie van positie kritische componenten en structuren (voornamelijk plaat en buis) in kleine tot middelgrote series. Productieprocessen zoals ponsen, pons-lasereen, kanten, persen, klinkprocessen, (gerobotiseerd) Mig-Tig lassen (figuur 2), reiniging en metingen zijn binnen Exerion vertegenwoordigd. De productieprocessen zijn specifiek geautomatiseerd en hierdoor geschikt voor efficiënte en flexibele productie (ook in kleine/middelgrote series). Ook de assemblage



figuur 2 - Robot lassen



figuur 3 - Frame

van de modules en systemen is onderdeel van het werk van Exerion. De huidige producten van Exerion voor de medische markt worden gebruikt voor chemische en/of biomedische testen. In de Medische markt is Exerion momenteel echter op zoek naar producten die met name in het traject na de diagnose zijn gepositioneerd, zodat er een betere marktpositie veroverd kan worden.

Philips

Philips is een Nederlands elektronica concern en produceert onder andere consumentenelektronica, lampen en medische apparatuur. Philips Healthcare is onderdeel van Royal Philips Electronics en is actief in meer dan 100 landen, maar Nederland blijft een van de meest belangrijke landen op dit gebied.

Philips Healthcare is een aanbieder van verschillende klinische specialismen en heeft als doel het bieden van efficiëntere en betere zorg met een zo best mogelijke ervaring voor de patiënt. Philips Healthca-

re is gespecialiseerd in klinische aspecten van de zorg zoals anesthesie, cardiologie, spoedeisende hulp, radiologie, respiratoire zorg voor thuis, neonatale zorg en slaapapneu. Daarnaast heeft Philips Healthcare niet-klinische specialismen zoals healthcare management, data analyse en AED-oplossingen.

In 2012 was Healthcare goed voor 40 procent van de totale omzet van Philips. Vooral producten voor in ziekenhuizen spelen hierbij een belangrijke rol, Philips werkt dan ook intensief samen met veel ziekenhuizen.

1.2 Aanleiding

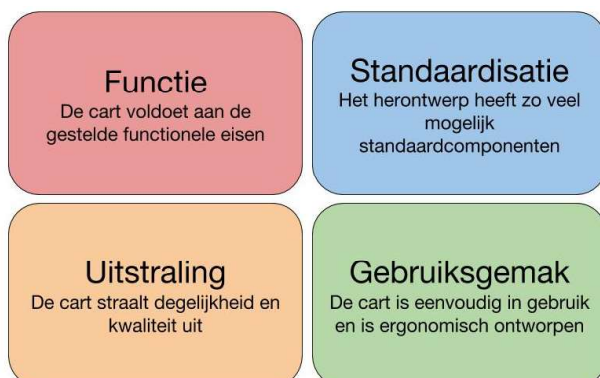
Exerion heeft in het verleden samengewerkt en werkt nog steeds nauw samen met Philips met betrekking tot het ontwerp en de productie van verschillende producten. De aanleiding voor deze afstudeeropdracht is een Request for quotation (RFQ) van Philips voor het herontwerp van een serie van Rolling carts voor in ziekenhuizen. Exerion stelt voor om door middel van standaardisatie een kostenverlaging te realiseren.

1.3 Doelstelling

Het doel van de opdracht is het maken van een herontwerp van de huidige productserie rolling carts van Philips voor in ziekenhuizen. Door standaardisatie van de verschillende uitvoeringen van de rolling carts dienen de kosten verlaagd te worden. Uiteindelijk wordt er een modulair ontwerp gepresenteerd, dat bestaat uit zo veel mogelijk standaardcomponenten. De functies van de huidige serie moeten in het herontwerp behouden blijven en het eindontwerp moet voldoen aan het door

Philips gestelde programma van eisen

Tijdens het herontwerp moet voorkomen worden dat het uiteindelijke product ‘over-designed’ is. Dit wil zeggen dat toegevoegde onderdelen, design of materialen weinig tot geen effect hebben op de uiteindelijke functionaliteit van de cart. Hierdoor zouden de kosten hoger komen te liggen dan daadwerkelijk nodig is en door de klant wordt verwacht. De eisen voor het herontwerp zijn door Philips vastgelegd en dit programma van eisen dient als richtlijn tijdens het ontwerpen. Door enkel de functionaliteiten toe te voegen aan het ontwerp die in het PvE zijn vermeld, wordt voorkomen dat het ontwerpdoel uit het oog verloren raakt. Zo kan het praktisch zijn dat de cart in hoogte verstelbaar is, maar deze extra functionaliteit is niet noodzakelijk en wordt niet als eis gesteld. Daarnaast moeten er afwegingen gemaakt gaan worden tussen esthetiek, functionaliteit en kosten. Over het algemeen geldt dat een fraai vormgegeven cart functioneel kan zijn, maar dat het vaak duurder is. Dezelfde functionaliteit kan ook bereikt worden terwijl er erg veel kosten bespaard kunnen worden. Figuur 4 geeft de ontwerpdoelen van dit project weer.



figuur 4 - Ontwerpdoelen

1.4 Productomschrijving

De huidige productserie Rolling carts (voor een voorbeeld van een cart zie figuur 5) bestaat uit verschillende karren die medische apparatuur zoals verschillende soorten ventilatoren, en monitoren ondersteunen. Daarnaast bieden de Carts mogelijkheden tot het opbergen van spullen en het bevestigen van accessoires.

De Rolling carts worden gebruikt in ziekenhuizen en andere zorginstellingen en wordt daarom gezien als medische accessoire. De gebruiksomgevingen nemen van wegen veiligheidsoverwegingen specifieke eisen met zich mee. De Carts moeten gemakkelijk te manoeuvreren zijn door hectische ruimtes, zoals operatiekamers. Aangezien de apparatuur vaak in



figuur 5 - Philips cart

hectische omstandigheden wordt gebruikt moet de cart de functionaliteit van de apparatuur zo goed mogelijk ondersteunen. Daarnaast moet de carts gemakkelijk en goed schoon te maken zijn, zodat infecties van de patiënten voorkomen kunnen worden.

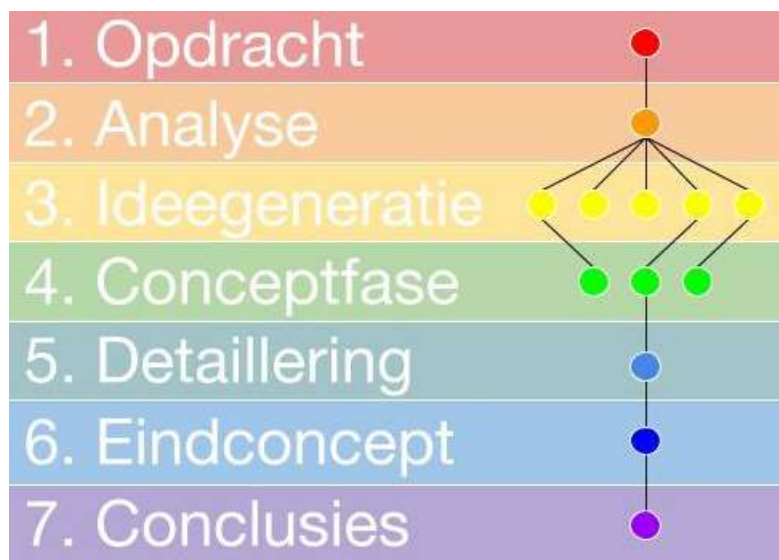
De gebruikers van de cart zijn uitsluitend professionals, zoals ademhalingstherapeuten, verpleegkundigen, artsen en biomedische technici. De Cart wordt dus niet door de patiënten zelf gebruikt.

1.5 Deeltaken

Er gaat een serie Rolling carts ontworpen worden, waarbij het belangrijk is dat de verschillende uitvoeringen van de Rolling cart zoveel mogelijk standaardcomponenten bevatten.

Figuur 6 geeft het projectverloop en de indeling van dit verslag weer. Om de eerder genoemde doelstelling te bereiken zijn de volgende deeltaken te onderscheiden:

- Analyse van de doelgroep
- Analyse gebruiksomgevingen
- Analyse huidig ontwerp
- Bepaling (vernieuwde) eisen van het herontwerp
- Deeloplossingen genereren voor ontwerp problemen
- Uitwerking en keuze van verschillende deeloplossingen
- Ontwikkeling eindontwerp (technische tekeningen, CAD-model en productiemethoden)
- Testen eindontwerp (aan de hand van het Programma van Eisen)
- Kostenbepaling en haalbaarheidsstudie.
- Conclusies en aanbevelingen



figuur 6 - Projectverloop

2

Analyse

Tijdens de analyse fase wordt als eerste de gebruiker en de gebruiksomgeving geanalyseerd en er vindt een marktanalyse plaats. Vervolgens wordt het huidige product en de bijbehorende apparatuur belicht. Verder wordt kort ingegaan op de productlevenscyclus van de cart en de ergonomie. De analysefase resulteert in een uitgebreid programma van eisen.

2.1 Gebruikers

De Rolling cart wordt uitsluitend gebruikt door opgeleide clinici, werkend in ziekenhuizen of zorginstellingen (zie bijlage B). De belangrijkste gebruikersgroepen van de Rolling cart zijn ademhalingstherapeuten, verplegers en artsen. Daarnaast zullen ook de biomedische technici in aanraking komen met de rolling cart. Het product wordt niet door de patiënten zelf gebruikt.

Ademhalingstherapeut

Een ademhalingstherapeut begeleidt patiënten met ademhalingsproblemen, zoals kortademigheid of stembandverlamming als gevolg van long- of hartproblemen. Het is de taak van ademhalingstherapeuten om problemen met betrekking tot de ademhaling te identificeren en te behandelen. Ze werken vooral in operatie kamers en op de eerste hulp, maar ook in verzorgingshuizen. De ventilator (of beademingsapparaat) is het belangrijkste apparaat dat gebruikt wordt in het werk van de ademhalingstherapeut. Dit medische apparaat voorziet de patiënt, die niet (of slecht) kan ademen, van zuurstof (of een mengsel van lucht en zuurstof) en voert de door de patiënt geproduceerde koolstofdioxide af.

Verpleger

Een verpleger of verpleegkundige houdt zich bezig met verpleegkundige zorg zoals wassen, aankleden, verzorgen, maar ook met de observatie van de patiënt. Verdere taken van verplegers zijn het geven van injecties, wondverzorging, het monitoren van de gezondheid van de patiënten, het inbrengen van een sonde of katheter en het geven van meer gespecialiseerde

zorg. De Rolling cart zal door de verpleger vooral gebruikt worden in relatie tot het monitoren van de status van de patiënt

Arts

Artsen stellen diagnoses, onderzoeken en behandelen patiënten. Artsen voeren lichamelijke controles uit waarna ze een behandelplan opstellen. Afhankelijk van hun specialisatie voeren ze een ingreep uit of verwijzen ze de patiënt door naar een specialist of chirurg. Artsen werken doorgaans in ziekenhuizen of andere klinische instellingen, waar ze samenwerken met verpleegkundigen, assistenten en andere artsen.

Biomedische technicus

Een biomedische technicus zorgt ervoor dat de medische apparatuur op een juiste manier functioneert. De belangrijkste taken zijn het installeren, kalibreren, repareren en het preventief uitvoeren van onderhoud van geavanceerde medische apparatuur. Ze werken met apparaten zoals echografie machines, defibrillatoren, monitoren etc. De biomedische technici zullen er voor zorgen dat de Rolling cart op een juiste manier wordt geassembleerd en zorgen voor het bijhouden van het eventuele onderhoud van de Rolling cart.

2.2 Gebruiksomgeving

De Rolling cart zal vooral gebruikt gaan worden in ziekenhuizen op de intensive care unit (ICU), de post-anesthesie care Unit (PACU) en op de eerste hulp. Daarnaast zal de Rolling cart vervoerd worden tussen de gebruikslocaties en opgeslagen worden in de opslagruimte van ziekenhuizen. De rolling cart zal gebruikt gaan worden in ruimtes met relatief weinig

ruimte, zoals in patiënten- en operatiekamers (figuur 7). Ziekenhuizen kunnen erg hectische omgevingen zijn, in stressvolle situaties is het erg belangrijk dat het professionele medische personeel snel en foutloos kan reageren. Medische apparatuur en accessoires bieden vaak ondersteuning aan de zorggevers in deze situaties. De vormgeving van producten gebruikt in ziekenhuizen is ondergeschikt aan de functionaliteit, precisie en veiligheid van de producten. De belangrijkste eigenschappen van medische hulpmiddelen is dat het product betrouwbaar is onder alle omstandigheden. Daarnaast is het erg belangrijk dat de levensloop langer is dan bij overige consumenten producten (minimaal 15 jaar). Over het algemeen zijn medische apparaten multifunctioneel en makkelijk te transporteren. Medische apparaten worden steeds

slimmer en betrouwbaarder en kunnen de taken steeds beter uitvoeren. Hierdoor neemt de complexiteit van de gebruikte medische technologie toe. Voor effectief gebruik is het dan ook steeds belangrijker dat het product goed ontworpen is en dat de omgevingsfactoren worden meegenomen in het ontwerp. Bovendien is het erg belangrijk dat de rolling cart eenvoudig schoongemaakt kan worden, aangezien de Rolling cart gebruikt moet kunnen worden in steriele omgevingen. Hierdoor wordt de kans op infecties van de patiënt geminimaliseerd. De omgevingen waarin de Rolling cart wordt gebruikt brengen specifieke en strenge eisen met zich mee. De Rolling cart is geclassificeerd als medische accessoire en moet daarom voldoen aan de wetgeving van IEC 60601-1 3e editie (zie bijlage C).



figuur 7 - Gebruiksomgeving

2.3 Marktanalyse

Op de huidige markt is al een grote verscheidenheid aan medische carts en stands te vinden (zie bijlage D). De functionaliteit van deze carts verschilt heel erg en de carts worden in veel verschillende situaties toegepast. Zo zijn er carts die monitoren, ventilatoren, opslagmogelijkheden, robot armen en overige medische apparatuur ondersteunen. In Figuur 8 is een overzicht te zien van verschillende carts en stands. Het onderscheid tussen een cart en een stand is moeilijk te maken. In figuur 8 bevindt zich links op de horizontale as een stand, verder naar rechts neemt de complexiteit toe en kan er gesproken worden over een cart. Naast de complexiteit nemen verder naar rechts

op de horizontale as ook de mogelijkheden wat betreft de functionaliteit, modulariteit en de kosten toe. De goedkoopste stands zijn al verkrijgbaar vanaf 100 euro, terwijl de duurste carts enkele duizenden euro's kan kosten.

Meticulous Research (2015) voorspelt dat de markt van medische carts en werkstations tussen 2015 en 2020 met 15,7% zal stijgen en daarmee in 2020 €4992,5 miljoen zal bedragen. Deze groei is volgens het onderzoek vooral te danken aan een groeiende focus voor de veiligheid van de patiënten en de efficiëntie van de zorg, het toegenomen gebruik van toegepaste technologie in de zorg en de groeiende importantie van een snelle en eenvoudige toegang tot medische benodigdheden en apparatuur.



figuur 8 - Marktanalyse

2.4 Huidige Serie

De Huidige serie carts wordt hieronder beschreven. Per cart is er een korte toelichting gegeven. Er is vernoemd wat de belangrijkste onderdelen van het product zijn, welke apparatuur aan de cart bevestigd kan worden en wat de jaarlijkse oplage is.



figuur 9 - Trilogy Cart

Trilogy Cart

De Philips Trilogy Cart (figuur 9) wordt gebruikt in combinatie met de Trilogy 100 ventilator. De Cart bestaat uit een geëxtrudeerde metalen pijp, gelaste metalen voet en een mand van metaaldraad. De onderdelen zoals de mand worden met behulp van klemmen aan de metalen pijp bevestigd. Er worden jaarlijks 3000-4000 stuks geproduceerd.

ceerd



figuur 10 - Ventilator Cart

Hospital Ventilator Cart

De Hospital Ventilator Cart (figuur 10) bestaat uit een spuitgegoten top frame, geëxtrudeerde column, gegoten metalen voet en een mand van metaaldraad. De Cart biedt de mogelijkheid tot de bevestiging van the Respirationics V60 ventilator. De ventilator kan door middel van een bevestigings-



figuur 11- Athena Cart

plaat bevestigd worden. Er worden jaarlijks 3000-4000 stuks geproduceerd.

Athena

De Philips Athena (figuur 11) bestaat uit een met gasinjectie spuitgegoten top frame, spuitgegoten laden en opslagtrays, geëxtrudeerde column, mand van metaaldraad, spuitgegoten behuizing van de voet en een gelaste metalen frame met interne structuur. De Cart biedt de mogelijkheid tot het monteren van de PageWriter TC70 Cardiograph. Er worden jaarlijks 1000 stuks geproduceerd.



figuur 12 - TC50 cart

TC50 Cart

De Philips TC50 Cart (figuur 12) bestaat uit een met gasinjectie spuitgegoten top frame, spuitgegoten laden en opslagtrays, geëxtrudeerde column, mand van metaaldraad, spuitgegoten behuizing van de voet en een frame in de voet met interne structuur. De Cart biedt de mogelijkheid tot het monteren van de PageWriter TC50 Cardiograph. Er worden jaarlijks 2500 stuks geproduceerd.



figuur 13 - Roll stand kit 1

Roll Stand Kit 1

De roll stand 1 (figuur 13) bestaat uit spuitgegoten handvat, geëxtrudeerde metalen pijp, gegoten metalen voet. De roll stand kan gebruikt worden in combinatie met SureSigns vs3, sureSigns vm1 en SureSigns VS2i/VS2+. Er worden jaarlijks 9000 stuks geproduceerd.



figuur 14 - Roll stand kit 2

Roll Stand Kit 2

De roll stand Kit 2 (figuur 14) is de premium versie van de roll stand Kit 1 en kan in combinatie met dezelfde apparatuur gebruikt worden. De roll stand bestaat uit spuitgegoten handvat, spuitgegoten opslagtray, geëxtrudeerde metalen pijp, gegoten metalen voet en een montage adapter. Er worden jaarlijks 3000 stuks geproduceerd.



figuur 15 - Roll stand kit 3

Roll Stand Kit 3

De roll stand kit 3 (figuur 15) bestaat uit spuitgegoten handvat, mand van metaaldraad, geëxtrudeerde metalen pijp, gegoten metalen voet, montage adapter, tegengewicht en een FMS mount (furniture

mounting system).

De roll stand biedt de mogelijkheid tot het monteren van de IntelliVue MP40/50/60/70. Er worden jaarlijks 500 stuks geproduceerd.



figuur 16 - Roll stand kit 4

Rollstand Kit 4

De roll stand (figuur 16) bestaat uit een spuitgegoten handvat, mand van metaaldraad, geëxtrudeerde metalen pijp en gegoten metalen voet. De roll stand biedt de mogelijkheid tot het monteren van de intellivue mp5. Er worden jaarlijks 1300 stuks geproduceerd

2.5 Apparaten

De cart dient verschillende apparaten te kunnen ondersteunen. De huidige apparaten die de cart dient te ondersteunen worden hieronder kort beschreven. Daarnaast moet de cart ook geschikt zijn voor toekomstige medische apparaten van Philips. Het technische dossier van de apparaten die gebruikt gaan worden in combinatie met de Rolling cart moeten geüpdatet worden, zodat de Rolling cart officieel als accessoire wordt herkend.

Respironics V60-ventilator

Het Respironics v60-beademingsapparaat (figuur 17) ondersteunt en verbetert de ademhaling van mensen die mechanische beademing nodig hebben, zoals mensen met een ademhalingsstoornis,



figuur 17 - v60 Ventilator

chronische respiratoire insufficiënte of obstructieve slaapapneu, en geïntubeerde patiënten. Het apparaat wordt gebruikt in ziekenhuizen of andere institutionele omgevingen en wordt altijd gebruikt onder het toezicht van gekwalificeerd medisch personeel, zoals artsen, verpleegkundigen en ademhalingstherapeuten. Het niet-invasieve beademingsapparaat is bedoeld voor volwassenen en pediatrische patiënten van tenminste 20 kg.

Trilogy Ventilator

In tegenstelling tot het Respirationics v60-beademingsapparaat zijn de trilogy-ventilatoren (100/200/202) (figuur 18) geschikt voor thuisgebruik, ziekenhuisomgevingen en op andere zorglocaties. De ventilatoren bieden zowel volwassenen als kinderen invasieve en niet-invasieve ademhalingsbijstand.



figuur 18 - Trilogy Ventilator



figuur 19 - SureSign monitor

SureSign

De SureSign monitoren (VS2/2+/3/4, VM1/4/6/8) (figuur 19) meten de fysiologische parameters van de patiënt zoals de bloeddruk,

hartslag, de hoeveelheid zuurstof in het bloed en de lichaamstemperatuur. De monitor is geschikt voor volwassenen patiënten en de pediatrische en neonatale zorg.



figuur 20 - IntelliVue monitor

IntelliVue

De Philips Intellivue (MP5/20/3040/50/60/70) monitor (figuur 20) is een patiëntbewakingsmonitor en verschaft informatie over de patiënten. De serie monitoren zijn bedoeld voor chirurgische, cardiale, medische en neonatale zorgomgevingen. De IntelliVue monitort onder andere de hartslag, frequentie van de ademhaling, saturatie, bloeddruk en de temperatuur van de patiënt.



figuur 21- Pagewriter cardiograph

PageWriter Cardiograph

De PageWriter (TC50/70) Cardiograph (figuur 21) is bedoeld voor elektrocardiogram (ECG) tests. De PageWriter Cardiograph laat de elektrische activiteiten van het hart zien. Bij hartproblemen, zoals druk op de borst of hartziekten, kan de PageWriter Cardiograph helpen verklaren waar de problemen vandaan komen. De PageWriter Cardiograph wordt ingezet om er achter komen of de hartkamers niet

te dik zijn, of medicijnen goed werken, of er eventuele bijeffecten van de medicijnen zijn, hoe in het lichaam geïmplementeerde mechanische apparaten zoals pacemakers werken en de PageWriter Cardiograph bekijkt de algemene gezondheid van het hart, zoals de bloeddruk, de cholesterolwaarden en eventuele erfelijke hartziekten. De testen met de PageWriter Cardiograph wordt altijd uitgevoerd onder begeleiding van gekwalificeerd medisch personeel, zoals artsen en verpleegkundigen.

2.6 Standaardisatie

Het ontwerpdoel is het standaardiseren van de huidige serie Rolling cart zonder dat dit ten koste gaat van de functionaliteit, kwaliteit en herkenbaarheid van de rolling cart. Zowel het uiterlijk als de functies van de verschillende carts uit de bestaande productserie verschillen van elkaar. Door zoveel mogelijk standaardcomponenten te gebruiken in de serie, is de serie Rolling carts goedkoper, efficiënter en daarnaast ook aantrekkelijker voor zowel de klant als de producent. Daarnaast zal het ontwerpproces van nieuwe producten sneller verlopen.

Er kunnen kosten worden bespaard door dezelfde onderdelen te gebruiken. Hierdoor kan er gebruik gemaakt worden van dezelfde productieprocessen. Daarnaast wordt de assemblage vereenvoudigd door het kleinere aantal onderdelen. Verder wordt door de reductie van de verschillende onderdelen de kans op fouten verminderd.

Het voorraad beheer van de fabrikant wordt eenvoudiger doordat er minder

verschillende onderdelen zijn. Afnemers wensen steeds kortere levertijden van producten of losse onderdelen, standaardcomponenten zijn makkelijker op voorraad te houden en kunnen door standaardisatie sneller geleverd worden.

Het nadeel van standaardisatie is dat het ontwerpproces wordt gelimiteerd tot de beschikbare onderdelen. Hierdoor wordt de vormgeving beperkt. Verder zal bij het ontwerp van nieuwe producten opnieuw vastgehouden moeten worden aan de standaardisatie, aangezien het voordeel van de standaardisatie anders weg is.

Het eindproduct wordt gezien als een systeem opgebouwd uit verschillende subsystemen, met elk een eigen functie. De verschillende subsystemen zijn toepasbaar voor verschillende carts. Pas in een laat stadium worden de verschillende subsystemen samengevoegd en zo kan er een product geleverd worden dat specifiek door de klant gevraagd is en voldoet aan de specifieke eisen van de klant.

2.7 Productlevenscyclus



Productie:

Aandachtspunten: Kosten, productiemethoden, materialen, afwerking
Stakeholders: Producent(en), engineers, medewerkers fabriek



Transport:

Aandachtspunten: Belastingen verpakkingen, logistieke problemen
Stakeholders: Transportmedewerkers, producent, klant, medewerkers fabriek



Opslag:

Aandachtspunten: voorraadbeheer, efficiënte verpakkingen
Stakeholders: Magazijnmedewerkers, eigenaar product



Installatie:

Aandachtspunten: kwaliteit, moeilijkheid van installatie, tijdsduur, veiligheid
Stakeholders: Biomedisch technici, eigenaar product



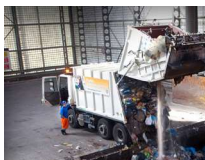
Gebruik

Aandachtspunten: Arbeidsomstandigheden, gebruiksomgeving, onderhoud, wisselen apparatuur, veiligheid
Stakeholders: Eindgebruiker, patiënt, biomedisch technici, eigenaar product



Demontage

Aandachtspunten: Moeilijkheid van installatie, tijdsduur, veiligheid, gebruik gereedschap
Stakeholders: biomedische technici, eigenaar product



Afvalverwerking

Aandachtspunten: Milieu, recyclebaar, veiligheid
Stakeholders: Eigenaar Product, afvalverwerker

figuur 22 - Productlevenscyclus

2.8 Ergonomie

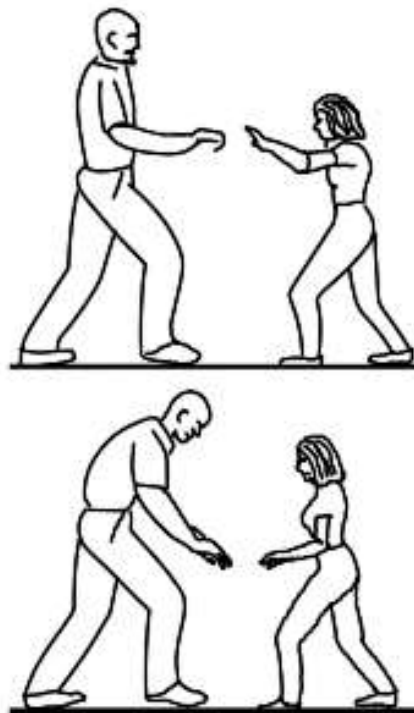
De ergonomie van de cart bepaalt voor een groot gedeelte hoe de eindgebruiker de cart beoordeeld. Het is daarom belangrijk om vroegtijdig in het ontwerp richtlijnen op te stellen met betrekking tot de ergonomie. Problemen met betrekking tot het voortbewegen van de cart, het zicht en de houding van de gebruikers moeten te allen tijden voorkomen worden.

Duwen/trekken

Vanuit stilstand is er een kracht nodig om de cart in beweging te brengen. Deze kracht is altijd hoger dan de benodigde kracht om de cart in beweging te houden. Dit komt voor een gedeelte doordat de traagheid van de cart overwonnen moet worden, daarnaast is de kracht gerelateerd aan de acceleratie van de cart. De benodigde kracht is afhankelijk van de weerstand van de wielen en de belasting van de Cart. De keuze voor de juiste wielen is dan ook erg belangrijk. Het is belangrijk dat de cart mobiel is en makkelijk te manoeuvreren is. De keuze voor de juiste casters zal voor een gedeelte het succes van de cart bepalen. Door de opdrachtgever zijn er een aantal eisen bepaald met betrekking tot de casters van de cart, zo liggen de afmetingen tussen de 76,2 en 127mm, is het oppervlak duurzaam en zacht, hebben ten minste twee

casters remmen en zijn de wielen niet gefixeerd in bepaalde richtingen. Om het duwen en trekken te vergemakkelijken is het belangrijk dat de wielen zo min mogelijk weerstand ondervinden.

Voor het duwen en trekken ontbreken wettelijke grenswaarden, maar geldt er een ergonomische richtlijn van maximaal 30 kilogram bij het starten of afremmen van de beweging en 20 kilogram voor het in stand houden van de beweging (voor een compleet overzicht van de richtlijnen met betrekking tot duwen en trekken zie bijlage E). De krachten kunnen beter geleverd worden tijdens het duwen dan tijdens het trekken van een cart, aangezien tijdens het duwen de geleverde kracht beter verdeeld kan worden over het hele lichaam en staan de schouders tijdens het duwen in een gunstigere positie dan tijdens het trekken.



figuur 23 - Plaatsing handvat

Plaatsing handvat

De plaatsing en het ontwerp van het handvat speelt ook een beïnvloedende rol. Het duwen en trekken dient bij voorkeur met twee handen te gebeuren tussen heup en schouder hoogte, het handvat dient dan ook zodanig ontworpen te worden dat de gebruiker de cart voort kan bewegen met een natuurlijke houding. Horizontale handvaten kunnen voor kleinere medewerkers te hoog zijn of voor grotere medewerkers te laag (figuur 23). Een verticaal handvat kan hiervoor een oplossing

bieden, aangezien het handvat dan door alle medewerkers op een juiste hoogte vastgepakt kan worden. In dit geval dienen er wel twee verticale handvaten te zijn, wanneer de handen boven elkaar geplaatst dienen te worden op slechts één handvat dit ten koste gaat van de duwkracht en het sturen dan moeizamer gaat.

Het handvat dient zodanig ontworpen te worden dat de druk zich niet concentreert op één deel van de hand, het handvat mag geen scherpe randen hebben, de gebruiker moet het handvat stevig vast kunnen houden, dit wil zeggen dat de vingers en de palm van de hand in contact moet staan met het handvat, de vingers mogen elkaar niet overlappen en het handvat moet breed genoeg zijn voor de gehele hand.

2.9 Vormgeving

Zoals al eerder vermeld, is de vormgeving bij medische apparatuur/accessoires minder belangrijk dan de functionaliteit en het bedieningsgemak. De vormgeving wordt echter wel steeds belangrijker en hier worden steeds hogere eisen aan gesteld. De vormgeving en de afwerking worden namelijk gezien als een afspiegeling van de kwaliteit van het uiteindelijke product. De vormgeving en de uitstraling zijn voor een gedeelte bepalend voor hoe een product beoordeeld en of het gekocht wordt. De vormgeving dient aan te sluiten bij de gebruiksomgeving, andere medische producten en de huidige productserie rolling cart van Philips. De gebruikte kleuren bij veel van deze producten zijn licht grijs en licht blauw en de producten hebben veel ronde vormen (zie bijlage F).

2.10 Programma van eisen

Door de opdrachtgever is er een groot aantal eisen bepaald voor het herontwerp van de Rolling cart. Daarnaast heeft de analysefase geresulteerd in nieuwe eisen. Het volledige overzicht van het programma van eisen is terug te vinden in bijlage G. In het volledige overzicht zijn de eisen onderverdeeld in wettelijke, functionele, fysieke, aan prestatie en veiligheid gerelateerde- en commerciële eisen. De Rolling cart moet de functies van de gebruikte accessoires optimaal kunnen ondersteunen.

Daarnaast zal de Rolling cart en de bevestigde accessoires ondersteuning bieden aan een grote verscheidenheid aan patiënten en zal gebruikt worden op meerdere locaties. De Rolling cart zal dan ook meerdere functies moeten hebben en makkelijk te vervoeren zijn. De belangrijkste eisen zijn hieronder genoemd:

Programma van Eisen (PvE)

- Na de assemblage moet de rolling cart op zijn minst één methode bieden tot het bevestigen/verwijderen van de huidige en de in de toekomst gebruikte apparatuur.
- De rolling cart heeft een gefixeerd platform waaraan de desbetreffende apparaten door middel van een bevestigingsmogelijkheid gemonteerd kan worden.
- Alle versies van de rolling cart mogen het gewicht van 15kg niet overschrijden.
- De hoogte van het platform ligt tussen de 94cm en 110 cm.
- De voet is tussen 45,72cm en 63,5 cm.
- De column moet aan de voet bevestigd kunnen worden.

- Er moeten minimaal 4 wielen aan de voet bevestigd kunnen worden.
- De wielen zijn tussen 7,62cm en 12,7 cm (diameter) en hebben een duurzaam zacht oppervlak
- Ten minste twee wielen hebben remmen.
- Wielen zijn niet gefixeerd in een bepaalde richting.
- De rolling cart heeft een ergonomisch handvat.
- De rolling cart moet de volgende onderdelen kunnen bevatten al dan niet met behulp van optionele montage-mogelijkheid:
 - Werkblad
 - Philips Ventilatoren/monitoren/cardiografen
 - Tray
 - Mand van metaaldraad
 - Handvat
 - Patiënt Interface Module (PIM)
 - Kabelhaak
 - Lade
- De mand en tray zijn open en hebben een opslagcapaciteit van 300 kubieke inches (4,92 liter)
- De hoogte van de mand/tray moet verstelbaar zijn
- De mand en trays moet minimaal 4 kilogram kunnen ondersteunen
- De cart moet de mogelijkheid hebben om er een zuurstof- en stroomkabel aan te bevestigen.
- De rolling cart wordt gepoedercoat of geverfd met de Philips kleur met ID 10710 licht grijs.
- De rolling cart wordt gemaakt van materialen die bestand zijn tegen corrosie
- Het product en alle accessoires moeten schoongemaakt kunnen worden(-zonder schade) met: Mild wasmiddel of zeepwater, 10% bleek oplossing (10% bleek, 90% water), 70% Isopropyl alcohol, en Super Sani Cloth Wipes (25% ammonium chloride).
- Bij de rolling cart is niet gebruikelijk gereedschap toegevoegd.
- De rolling cart is zodanig ontworpen dat deze binnen 15 minuten geassembleerd kan worden.
- De rolling cart moet een mogelijkheid bieden voor het bevestigen van de accessoires.
- De rolling cart mag geen scherpe hoeken of randen hebben.
- Externe onderdelen kunnen niet verwijderd worden zonder gereedschap
- De cart moet in staat zijn vier keer de hoogste combinatie van het gewicht van de apparatuur, accessoires en spullen kunnen dragen.

3 Idee generatie

Tijdens deze fase van het project worden er deeloplossingen gegenereerd voor verschillende ontwerpproblemen. Deze oplossingen zullen kort worden toegelicht en zullen de basis vormen voor de conceptrichtingen en het uiteindelijke ontwerp. Er wordt in dit hoofdstuk vooral aandacht besteed aan het ontwerp van de voet, column, de verschillende bevestigingsmogelijkheden en de mogelijkheden tot het integreren van verschillende onderdelen.

3.1 Deeloplossingen

Bij het herontwerp van de serie worden de Trilogy Carts en de Roll Stands gezien als hetzelfde product. De functies van de Rolling cart en de roll stand komen in veel opzichten overeen en een groot aantal onderdelen van de huidige productserie kunnen op dezelfde manier benaderd worden (bijvoorbeeld de voet, column, bevestigingen van het handvat, tray, mand, etc.). De uitdaging voor het herontwerp is om er voor te zorgen dat er een modulair ontwerp tot stand komt met zo veel mogelijk overeenkomende standaardcomponenten.

Gedurende deze fase van het project worden er verschillende deeloplossingen gegenereerd voor de ontwerpproblemen die hieronder beschreven worden.

Voet

Voor de huidige productserie geldt dat de carts en stands allemaal verschillende voeten hebben. De vormgeving, productieprocessen en de bevestigingsmethoden voor de bestaande voeten zijn verschillend en hebben vier, ofwel vijf wielen. Het herontwerp zal hier verandering in brengen. De voet zorgt voor de stabiliteit van de cart.

Wanneer de gebruiker de cart verplaatst en wanneer er spullen zijn opgeslagen in de trays mag de cart niet omvallen. Als er verschillende uitvoeringen van de voet gebruikt moeten worden, in verband met het zwaartepunt van de verschillende versies van de carts, dienen de verschillende uitvoeringen van de voet uit zo min mogelijk (standaard)onderdelen te bestaan. Verder is het belangrijk dat er een keuze wordt

gemaakt of de Cart vier of vijf wielen gaat hebben, hoe de voet geproduceerd kan worden en welke mogelijke bevestigingsmogelijkheden er gebruikt kunnen worden om de voet aan de column (en de wielen aan de voet) te bevestigen.

Column

De verschillende uitvoeringen van de cart moeten in het herontwerp dezelfde column krijgen. De huidige productserie heeft verschillende columns, die allemaal op een andere wijze geproduceerd worden. Aan de column worden de verschillende accessoires bevestigd. Deze accessoires moeten eenvoudig aan de column bevestigd (en weer verwijderd) kunnen worden.

Bevestigingsmogelijkheden

Tijdens deze fase van dit project gaat er ook gekeken worden naar verschillende bevestigingsmogelijkheden voor de tray, mand, zuurstofflessen, handvat en de kabels. De onderdelen moeten gemakkelijk (met behulp van gereedschap) aan de column bevestigd kunnen worden. Het type bevestiging is afhankelijk van de gekozen column en het ontwerp van de verschillende onderdelen.

Bevestigingsplaat

De verschillende apparaten (de monitoren en ventilatoren) moeten aan de basis bevestigd kunnen worden. Dit gebeurt door middel van een bevestigingsplaat. De cart moet een bevestigingsplaat bevatten waarmee de verschillende apparaten (eventueel met nog een specifieke bevestiging voor elk apparaat) bevestigd kunnen worden aan de basis van de cart. Het ontwerp van deze bevestigingsplaat zal niet tot in detail worden uitgewerkt gedurende dit project.

Tray/handvat/mand

Door de opdrachtgever wordt geëist dat er een tray, handvat en een mand aan de column bevestigd kan worden. Deze onderdelen worden met behulp van bijgeleverde gereedschap aan de column bevestigd en zijn zodanig ontworpen dat ze op dezelfde manier aan de column bevestigd kunnen worden. Hierdoor kan het totaal aantal onderdelen gereduceerd worden.

Integratie onderdelen

Tijdens de ideegeneratie wordt er ook gekeken naar de eventuele mogelijkheid tot het integreren van verschillende onderdelen, dit resulteert in een reductie van het aantal onderdelen. Zo kunnen het werkblad en het handvat geïntegreerd worden, het handvat of werkblad kan gebruikt worden als een mogelijkheid tot kabel management en kan een tray ook gebruikt worden als lade.

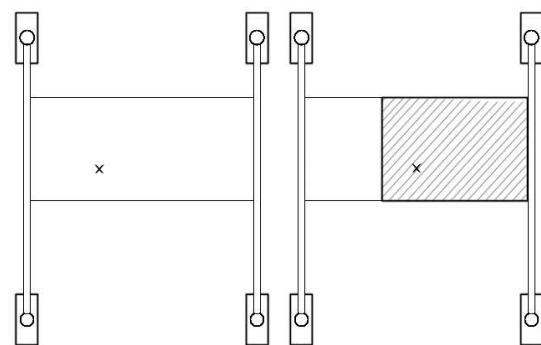
Verbetering maakbaarheid

Om de maakbaarheid van de cart te verbeteren is het belangrijk dat een aantal ontwerp aspecten worden meegenomen vanaf het begin van het ontwerpproces. Zo moet er vanaf het begin worden nagedacht over de uiteindelijke materiaalkeuze, de minimalisatie van de hoeveelheid bevestigingen, symmetrie in het ontwerp, het voorkomen van gelaste onderdelen die ook gevormd kunnen worden en de mogelijkheden/beperkingen die de jaarlijkse oplage van de onderdelen met zich meebrengen.

3.2 voet

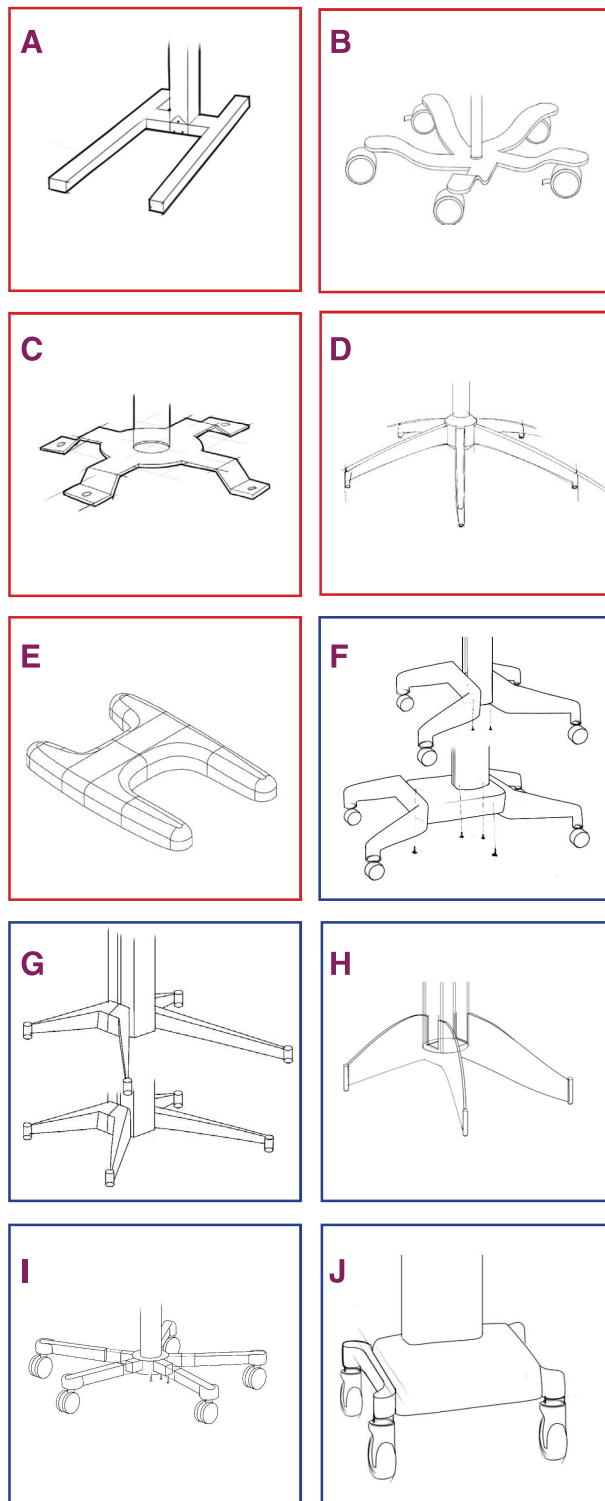
Figuur 25 geeft mogelijke ontwerpen weer voor de voet van de cart (voor een compleet overzicht van de vormstudie zie bijlage H). De voet moet er voor zorgen dat alle mogelijke uitvoeringen van de (volledig uitgeruste) cart stabiel genoeg zijn en niet omvallen wanneer de cart geduwd wordt, op een helling staat of beladen is.

Eventueel kan er een extra gewicht worden toegevoegd aan de voet, zodat het zwaartepunt van de cart lager komt te liggen en minder makkelijk omvalt. Ook als het zwaartepunt van de volledig uitgeruste cart niet in het midden ligt kan er een gewicht (het gearceerde gebied in figuur 24) worden toegevoegd aan de voet dat er voor zorgt dat het zwaartepunt weer in het midden komt te liggen. Een andere manier waardoor het zwaartepunt verplaatst kan worden is door middel van een column die verder naar voren of achteren geplaatst kan worden.



x Zwaartepunt

figuur 24 - Zwaartepunt cart



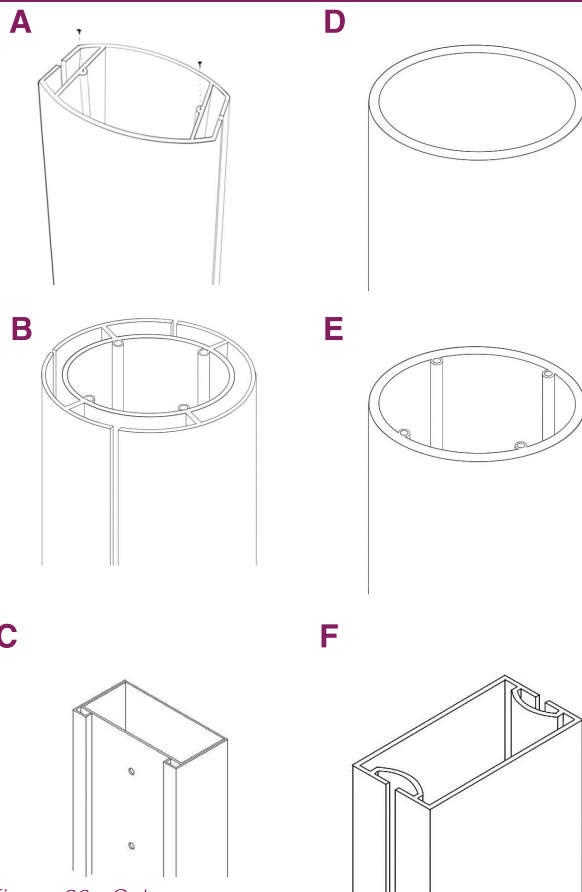
figuur 25 - Verschillende oplossingen voor de voet van de Cart

In de figuren weergegeven op deze bladzijde is er een onderscheid gemaakt tussen voeten die verstelbaar zijn (blauwe omlijning) en voeten die niet verstelbaar zijn (rode omlijning). Bij de verstelbare voeten kunnen de 'poten', of een tweetal poten, vervangen worden. Hierdoor kan, afhankelijk van de gemonteerde apparatuur en accessoires, een voet met een groter oppervlak worden gecreëerd, waardoor de cart stabiel wordt.

Voor de keuze voor het aantal wielen moeten er afwegingen worden gemaakt tussen de maakbaarheid, kosten en de stabiliteit van de voet. De cart wordt stabiel naarmate er meer poten worden toegevoegd. De kosten zullen echter toenemen door het extra onderdeel. Daarnaast geldt over het algemeen dat onderdelen met een hoek van 90 graden gemakkelijker te maken zijn. Bovendien wordt de cart niet zijwaarts geduwd vanwege de positionering van het handvat. Hierdoor vallen de voordelen van een 5-potige voet gedeeltelijk weg (zie bijlage I).

De vormgeving van de voet is vanzelfsprekend sterk afhankelijk van de gekozen productiemethoden. Tijdens het genereren van deeloplossingen wordt er al rekening gehouden met de mogelijkheden en beperkingen van bepaalde productiemethoden. Zo is er bijvoorbeeld bij gasinjectie spuitgieten van kunststoffen veel meer ontwerpvrijheid dan wanneer er met sheet metal wordt gewerkt.

3.3 Column



figuur 26 - Columns

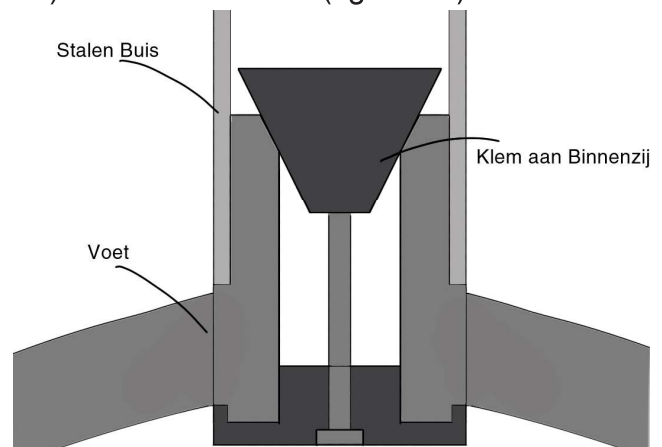
De column van de cart dient als ophanging voor de verschillende onderdelen en accessoires. De bevestiging van de onderdelen aan de column is afhankelijk van de vorm van de column.

In figuren 26 A,B,E en F zijn geëxtrudeerde columns met een externe structuur weergegeven. Door middel van de sleuven aan de buitenkant van de column kunnen de onderdelen bevestigd worden. De sleuven bevinden zich over de hele lengte van de column, hierdoor kan de hoogte van de accessoires versteld worden.

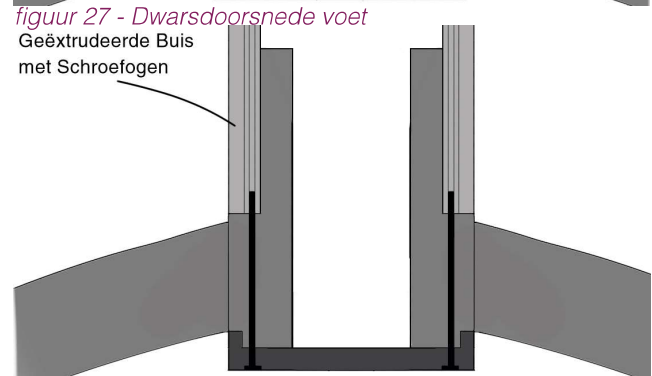
Door middel van de schroefogen aan de binnenkant van de column kunnen de

voet en de bevestigingsplaat aan de column vastgeschroefd worden.

In figuren 26 D en E is een column weergegeven zonder externe structuur. De onderdelen moeten met behulp van klemmen aan de column bevestigd worden. Om de voet en de bevestigingsplaat te bevestigen kan er gebruikt worden gemaakt van een klem aan de binnenzijde (figuur 27) of met schroeven (figuur 28).



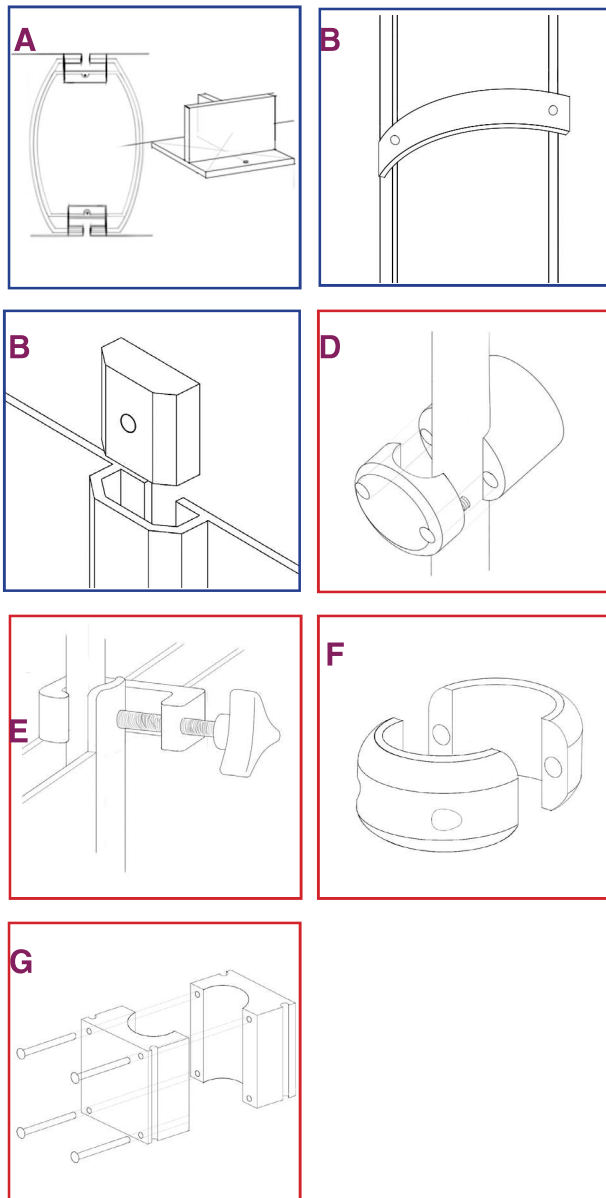
figuur 27 - Dwarsdoorsnede voet
Geëxtrudeerde Buis
met Schroefogen



figuur 28 - Dwarsdoorsnede voet

3.4 Bevestigingen

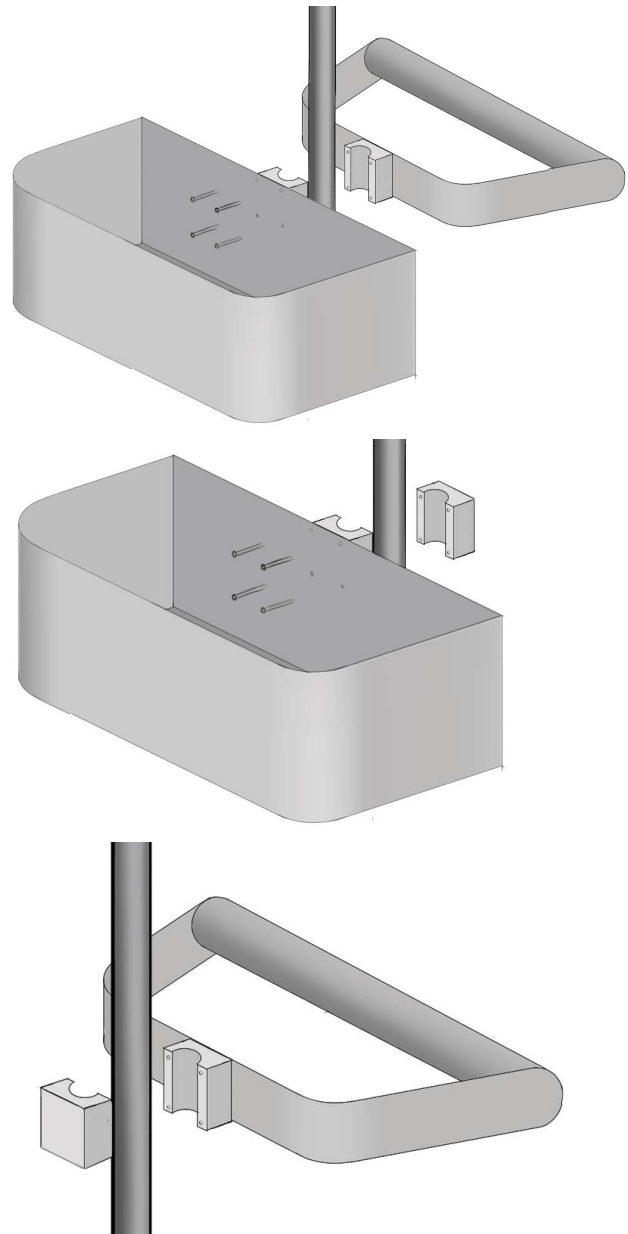
Door de opdrachtgever is er als eis gesteld dat de onderdelen met behulp van gereedschap bevestigd en verwijderd dienen te worden. De bevestigingen maken gebruik van klemmen, aangezien de hoogte van onderdelen verstelbaar moet kunnen zijn.



figuur 29 - Bevestigingsmogelijkheden

Figuur 29 geeft mogelijke oplossingen weer voor de bevestigingen van de verschillende onderdelen (zoals de tray, mand, handvat, etc.) aan de bases met sleuven aan de buitenkant (figuren met blauwe omlijning). Door de schroeven vast te draaien klemt de bevestiging zich vast aan de binnenkant van de column. De figuren met rode omlijning kunnen bevestigd worden aan de buizen, met behulp van een klem aan de buitenkant van

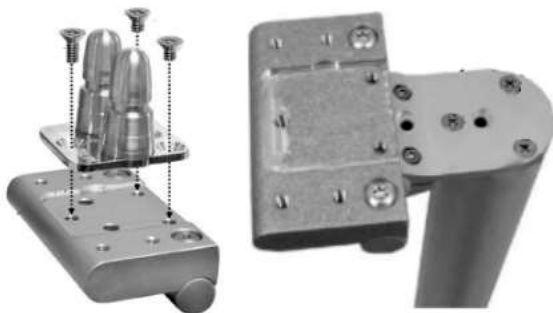
de column. De klem zal eventueel geïntegreerd moeten worden in de tray, handvat, en zuurstoffleshouder. Voor een mogelijke oplossing voor de integratie van de klemmen met het handvat en tray (zie figuur 30). De ideeschetsen voor de bevestigingen zijn terug te vinden in bijlage H.



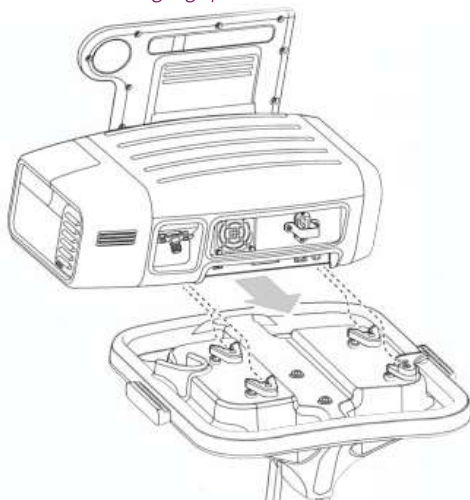
figuur 30 - Bevestiging aan Column

3.5 Bevestigingsplaat

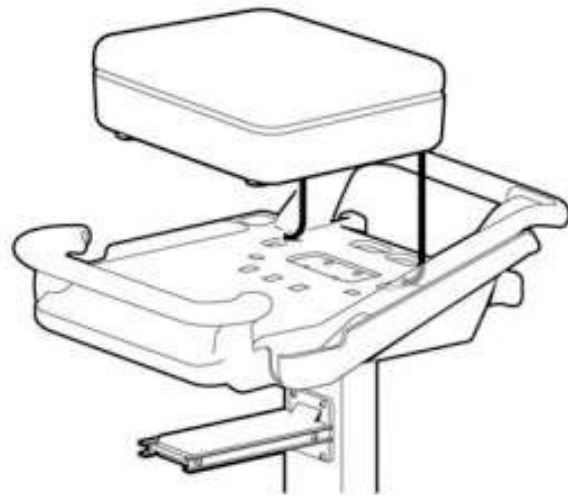
Voor elk apparaat geldt dat dit apparaat op een specifieke manier aan de cart bevestigd moet worden. De Intellivue en de SureSign monitoren kunnen met een bevestigingsplaat (verschilt voor elk type monitor) direct aan de column bevestigd worden (figuur 31). De ventilatoren en de Pagewriters worden op een specifiek werkblad gemonteerd (figuren 32 en 33). De huidige productserie bevat drie verschillende soorten werkbladen. Elk type apparaat kan slechts op één bijbehorend werkblad gemonteerd worden. Het herontwerp zal slechts één werkblad en één type bevestigingsplaat bevatten, waarop alle apparaten bevestigd worden.



figuur 31 - Bevestigingsplaat

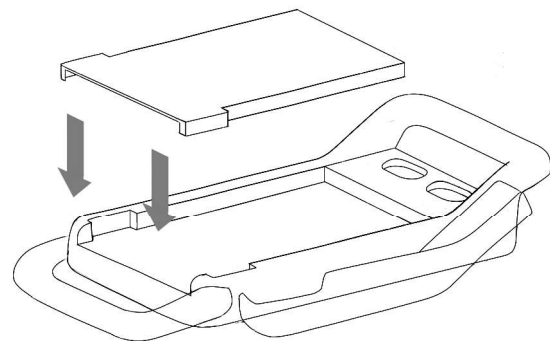


figuur 32 - Bevestiging van de Ventilator



figuur 33 - Bevestiging van de Pagewriter

Voor een vormstudie van de werkbladen zie bijlage H. De complexiteit van de werkbladen verschilt erg en bepaalt hoe de werkbladen geproduceerd kunnen worden. Een relatief eenvoudig werkblad zou van sheet metal gemaakt kunnen worden terwijl de complexere vormen spuitgegoten moeten worden (eventueel met gasinjectie voor de handvaten).

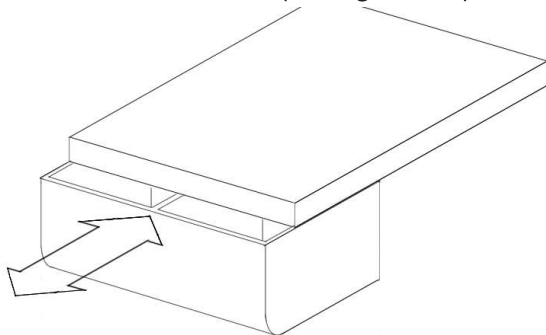


figuur 34 - Mogelijke oplossing bevestiging

Figuur 34 geeft een uitkomst weer uit de vormstudie. Aan het werkblad wordt een adapterplaat gemonteerd. Deze adapterplaat dient als bevestiging voor de verschillende apparaten.

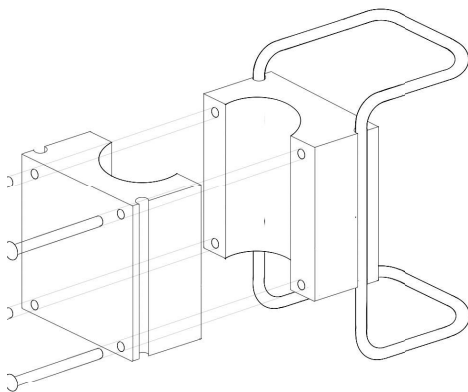
3.6 Integreren

Om het totaal aantal onderdelen van de productserie te verminderen wordt er gekeken of er onderdelen geïntegreerd kunnen worden. Uit de eerdere vormstudies blijkt al dat de handvaten in het werkblad geïntegreerd kunnen worden. Daarnaast kan het werkblad ook dienen als opslagtray of kan er een ladegeleider aan worden gemonteerd zodat de trays als lade kunnen functioneren (zie figuur 35).



figuur 35 - Tray fungeert als lade

Figuur 36 geeft weer hoe de bekabeling geordend kan worden door middel van een beugel aan de bevestigingen van de verschillende accessoires. Daarnaast kan de kabel management eenvoudig in de andere onderdelen geïntegreerd worden, zoals door of langs de column en door gaten in het werkblad.



figuur 36 - Kabel haak geïntegreerd in klem

3.7 Conclusie Ideefase

Het resultaat van de ideegeneratie is een grote verscheidenheid aan mogelijke oplossingen voor de verschillende ontwerp-problemen. Een aantal van deze ideeën worden meegenomen in de concepten die in de volgende fase van dit project ontwikkeld gaan worden. Het morfologisch schema in bijlage J en het overzicht van bijlage H geven een overzicht van de gegenereerde ideeën in deze fase.

De belangrijkste te onderscheiden deelproblemen zijn het ontwerp van de voet, column, bevestigingsmogelijkheden, werkblad en de bevestigingsplaat. Bij de concepten worden verschillende mogelijke columns als uitgangspunt genomen voor het ontwerp, aangezien het ontwerp van de voet en de bevestigingen afhankelijk is van de vorm van de column. En de geometrie van de column bepaalt of de accessoires bevestigd worden met een klem aan de buitenkant de column of aan de binnenzijde.

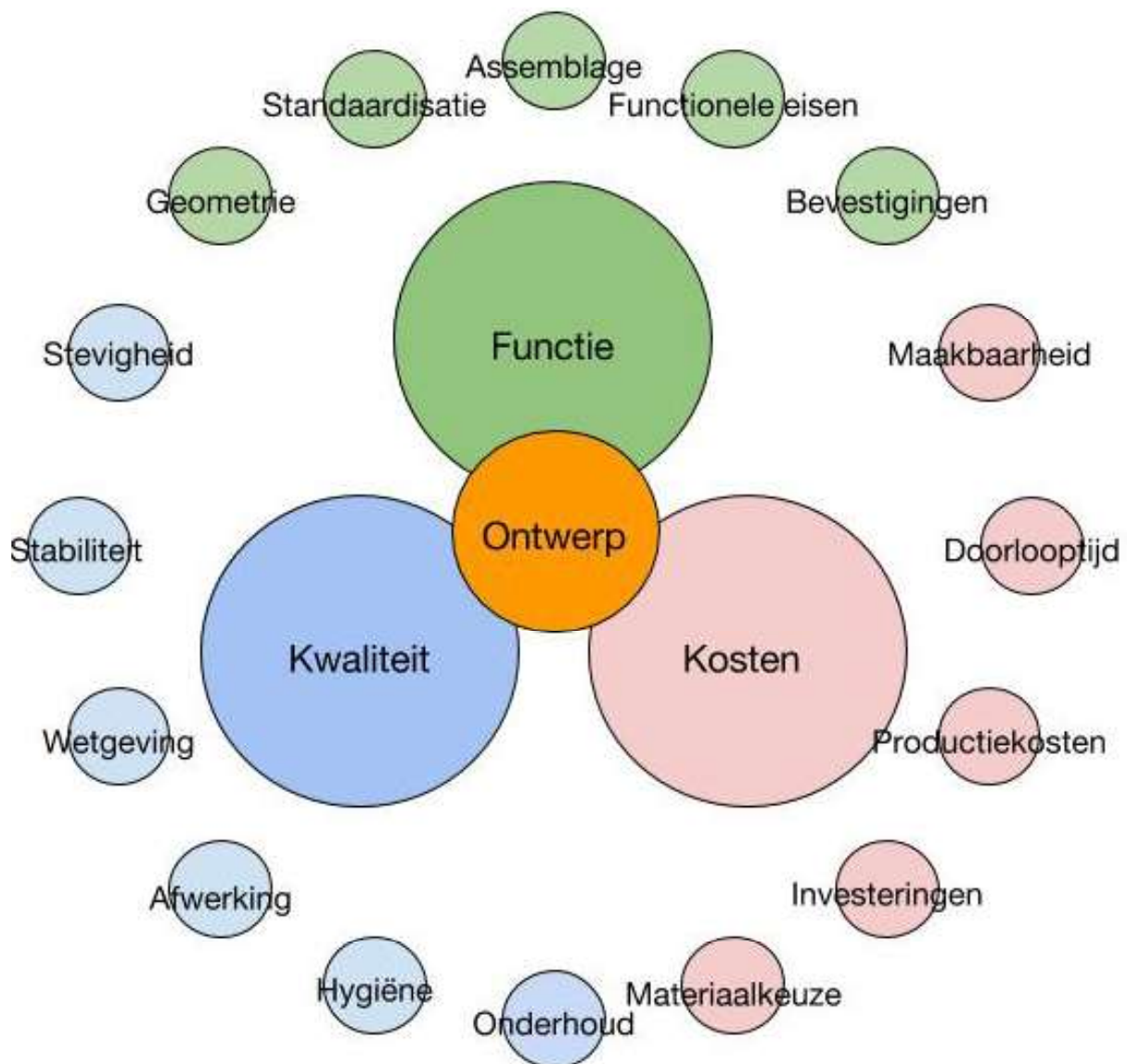
De verschillende concepten die in de conceptfase ontwikkeld gaan worden zijn modulaire ontwerpen. Dat wil zeggen dat het bestaat uit verschillende universele onderdelen die voor meerdere concepten toepasbaar kunnen zijn. De uiteindelijke conceptkeuze kan om die reden ook een combinatie van de verschillende concepten zijn.

4 Concepten

Een selectie van ideeën uit de vorige fase worden gedurende de conceptfase tot op een gedetailleerder niveau uitgewerkt. Er worden in totaal drie conceptrichtingen gekozen. Aan het einde van de conceptfase wordt een keuze gemaakt voor één concept. Dit concept zal in de detailleringsfase verder worden uitgewerkt.

De Idee generatie heeft een brede verzameling mogelijke oplossingen opgeleverd die bruikbaar kunnen zijn voor het uiteindelijke ontwerp van de gestandaardiseerde serie carts. In dit hoofdstuk worden ideeën, waarvan wordt verwacht dat ze bruikbaar kunnen zijn om tot het uiteindelijke ontwerp te komen, omgezet in verschillende concept richtingen. Verschillende aspecten uit de vorige fase van dit project worden meegenomen om tot de concepten te komen.

Met behulp van tekeningen, CAD-modellen en tekstuele omschrijvingen worden de concepten gepresenteerd. Uiteindelijk wordt aan het einde van deze fase aan de hand van opgestelde criteria een keuze gemaakt voor één concept. Dit concept zal hierna gedetailleerder uitgewerkt en eventueel verbeterd worden. De belangrijkste aspecten waar de concepten op beoordeeld zullen gaan worden zijn weergegeven in figuur 37. Deze criteria zijn onderverdeeld in drie categorieën, namelijk kosten, kwaliteit en functie.



figuur 37 - Beoordelingscriteria

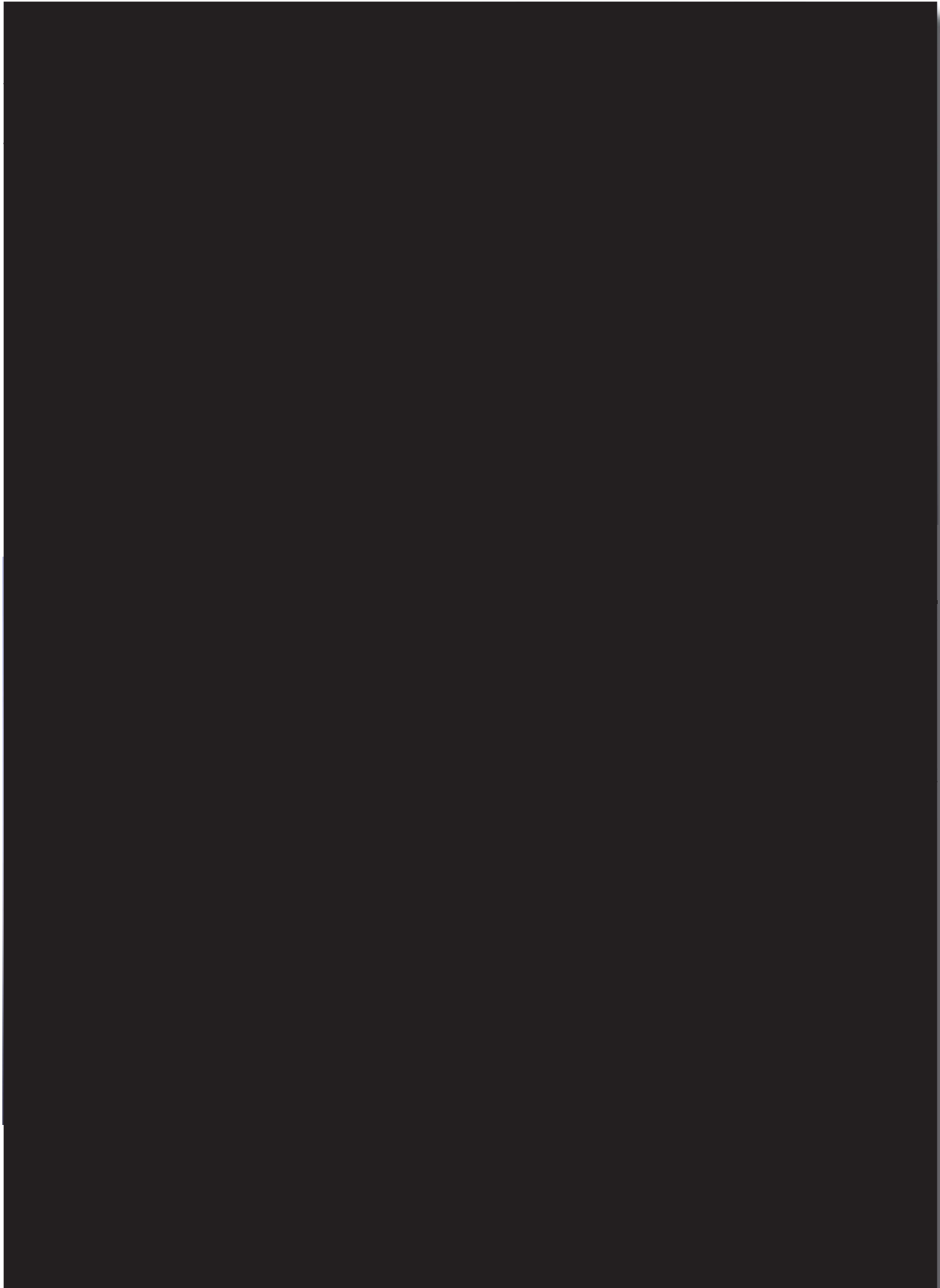
4

1. Introduction

figure 05 – concept 1

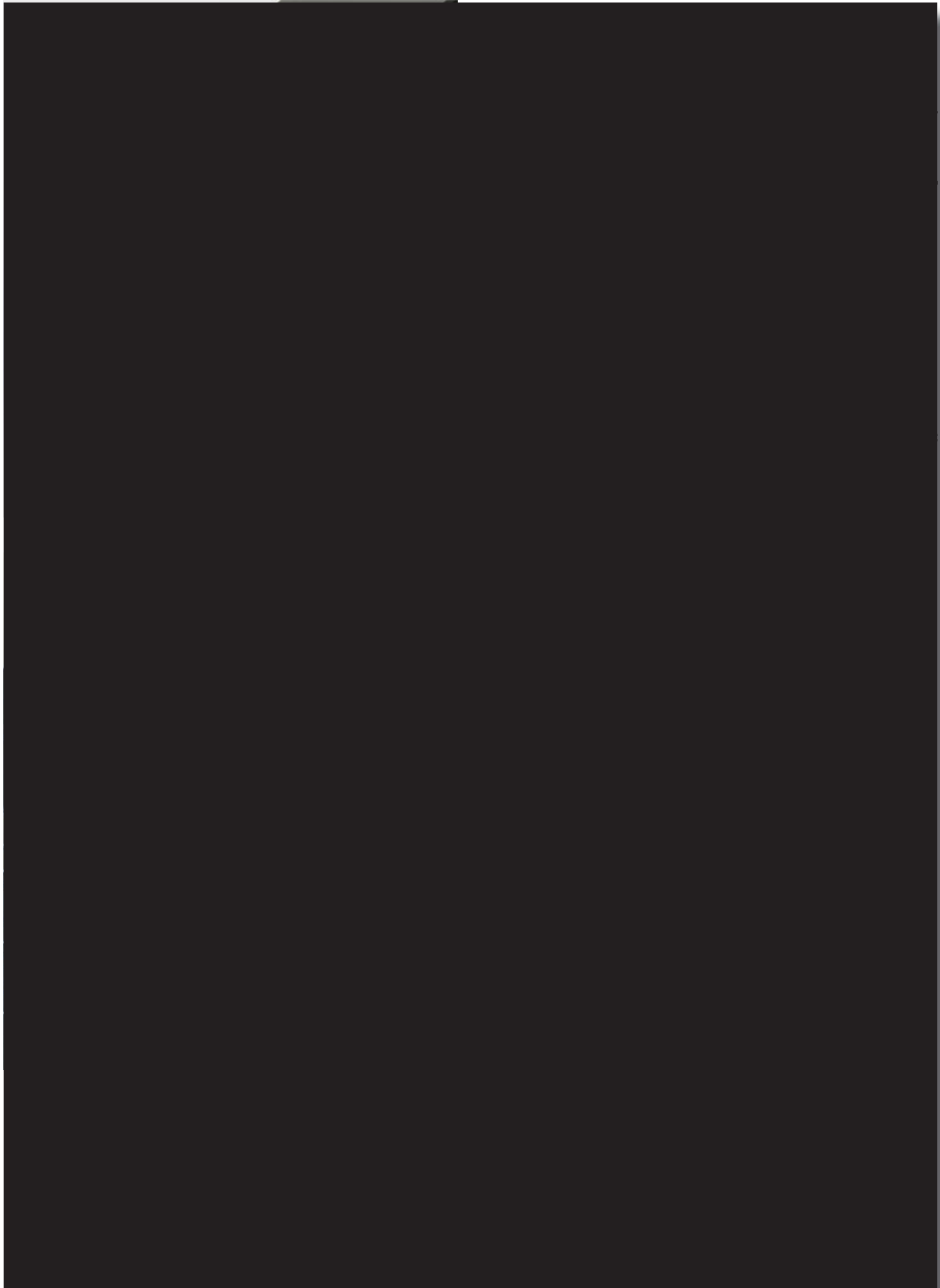


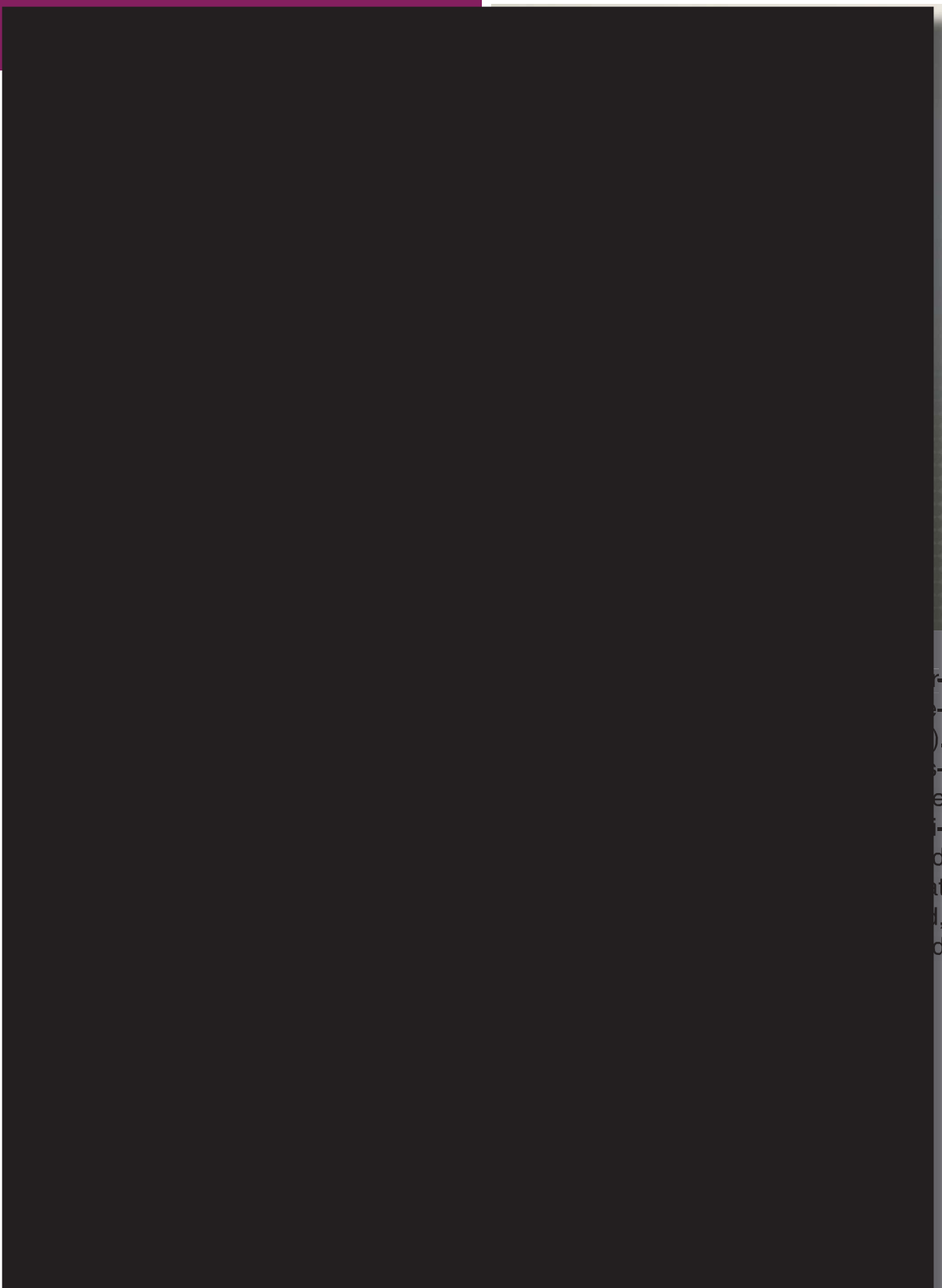
figuur 4.1 - Doorsnede voet





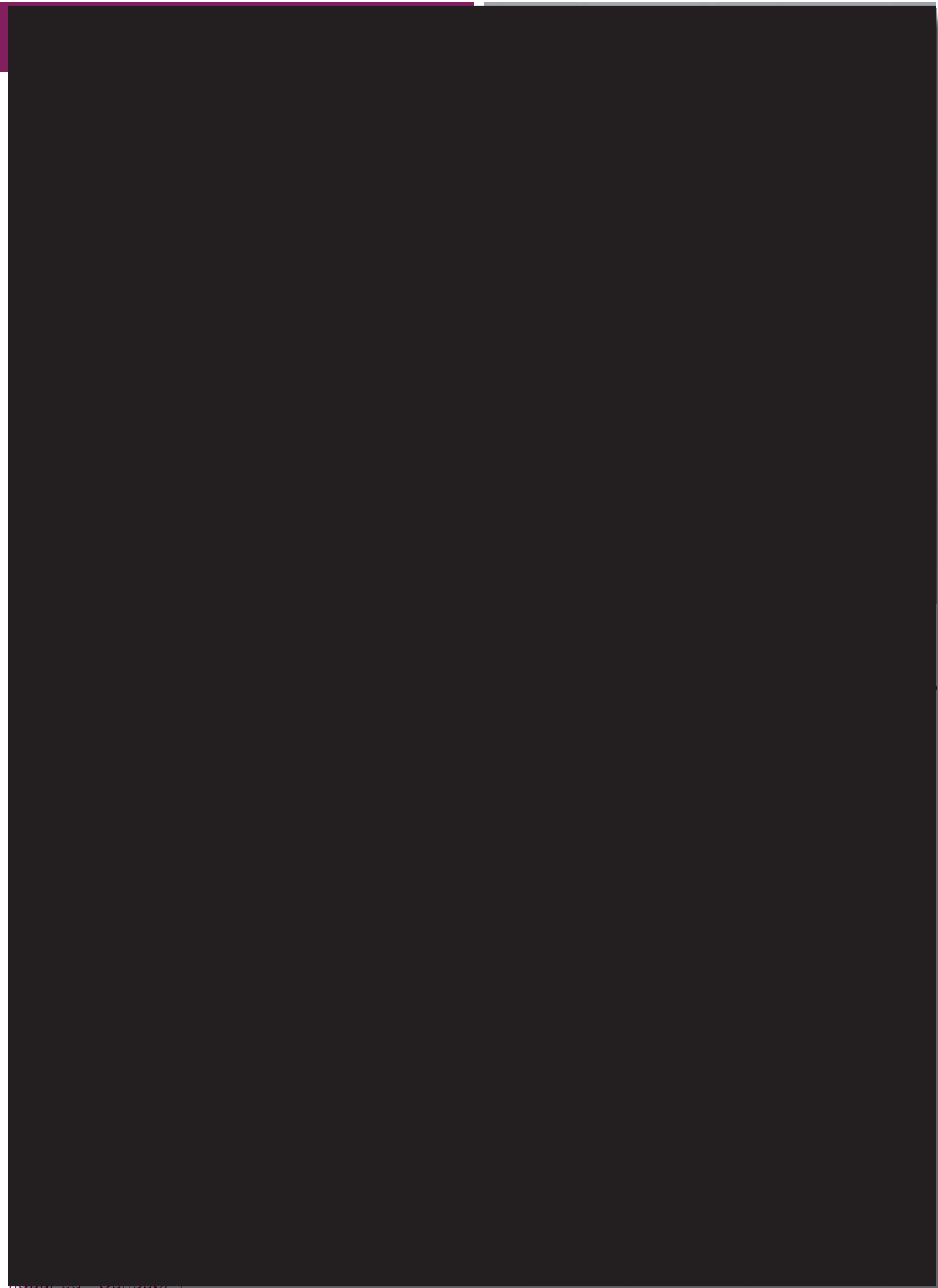
figuur 45 - Concept 2







figuur 51 - Concept 3



ingdruce - Concept 1





	Weeg-Factor	Concept 1	Concept 2	Concept 3	Concept 4
1. De cart is snel te assembleren	4	1	3	3	3
2. Alle versies van de cart zijn licht van gewicht	2	3	3	2	1
3. Alle versies van de cart zijn compact en nemen weinig ruimte in beslag	14	3	2	2	2
4. De cart is sterk en stabiel genoeg	20	1	3	2	2
5. De cart is in staat om alle accessoires te kunnen ondersteunen.	18	3	3	3	3
6. De serie carts heeft zoveel mogelijk standaardcomponenten	12	1	3	3	3
7. Het totaal aantal onderdelen is zo laag mogelijk	6	1	2	2	2
8. De cart is eenvoudig te produceren	16	2	3	2	2
9. De cart heeft geen scherpe randen of holtes waar vuil achter kan blijven zitten	10	2	2	2	2
10. De cart ziet er aantrekkelijk uit	8	2	2	2	2
Totaal	-	212	284	254	252

1 = voldoet slecht

2 = voldoet gedeeltelijk

3 = voldoet goed

figuur 56 - Toetsing van de concepten aan de hand van de belangrijkste eisen

4.6 conclusies Conceptfase





cepten wordt voor het grootste gedeelte bepaald door de functie. Gedurende de detailleringsfase dient er echter meer nadruk te liggen op de vormgeving van de cart, zodat het beter past binnen het product aanbod van Philips. Dit resulteert in rondere vormen van de verschillende onderdelen. De gekozen kleurcombinatie van het eindontwerp is licht-grijs en blauw.

5

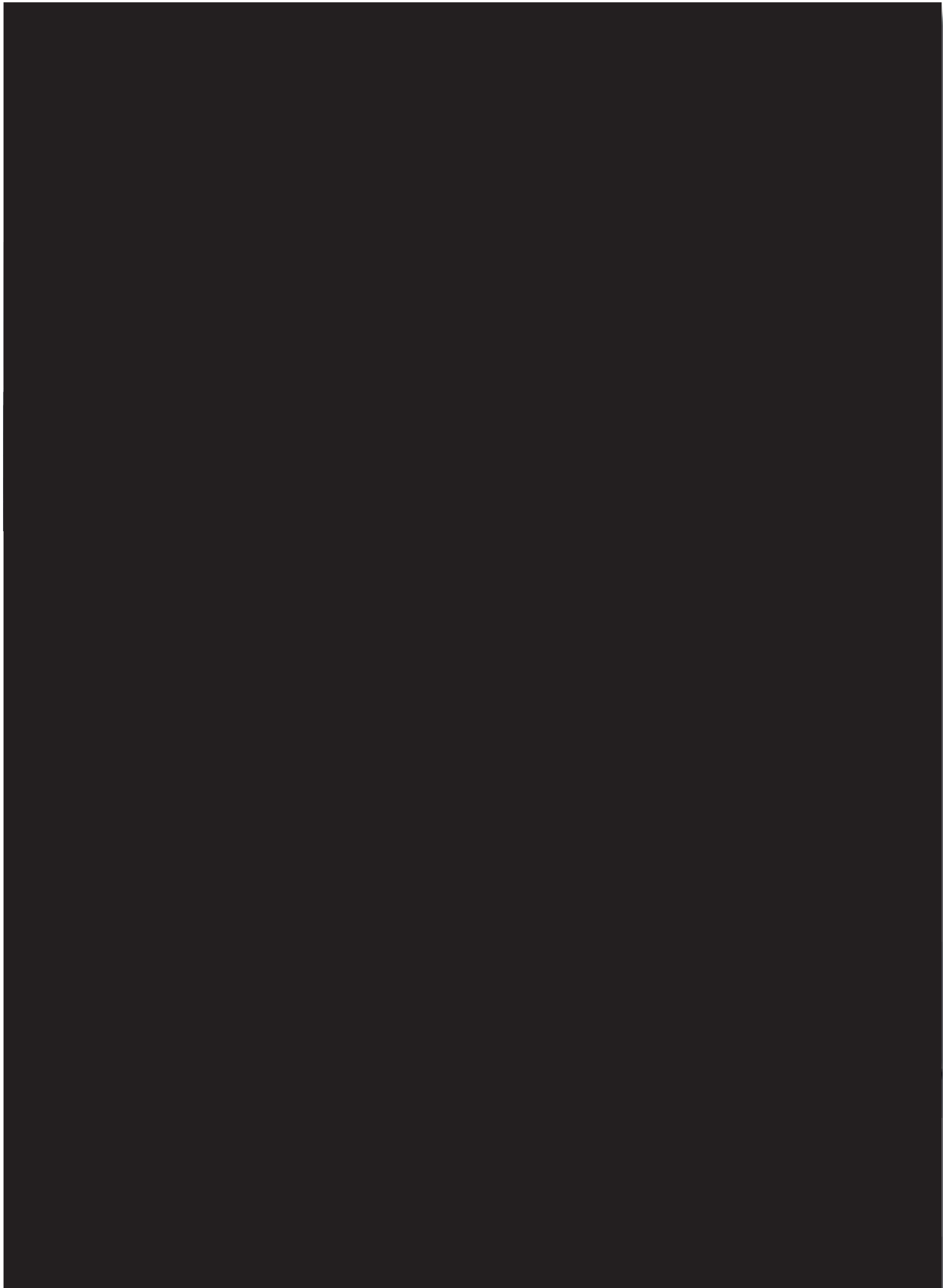
Detaillering

Nadat in de conceptfase verschillende concepten zijn ontwikkeld en er een keuze is gemaakt om concept 2 als uitgangspositie te gebruiken voor het detailontwerp, wordt het gekozen concept gedurende de detailleringsfase verder uitgewerkt. Het gekozen concept wordt onderworpen aan verbeteringen en het ontwerp wordt gedetailleerder uitgewerkt. Daarnaast wordt er dieper ingegaan op de productieprocessen, materiaalkeuze en de afwerking.

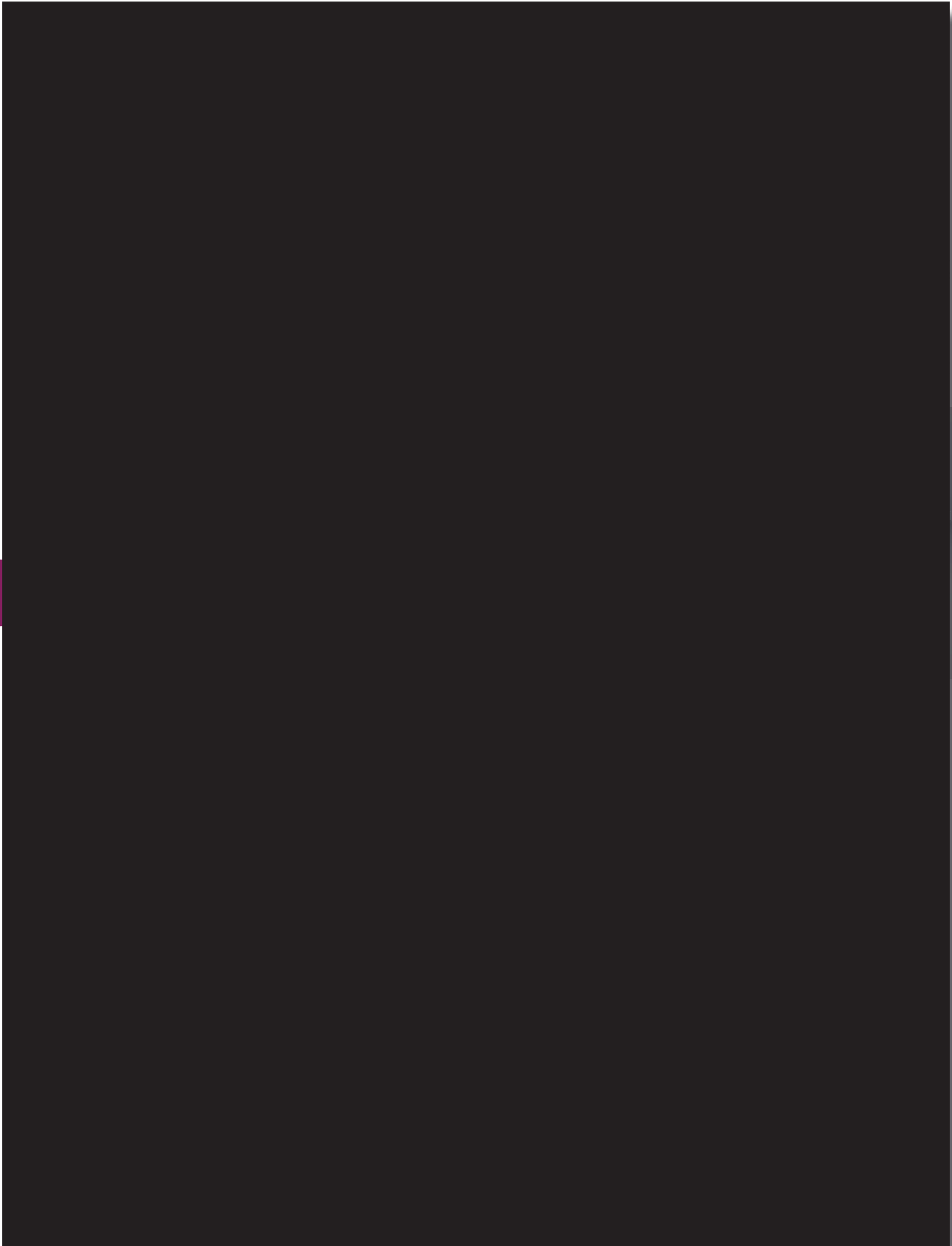


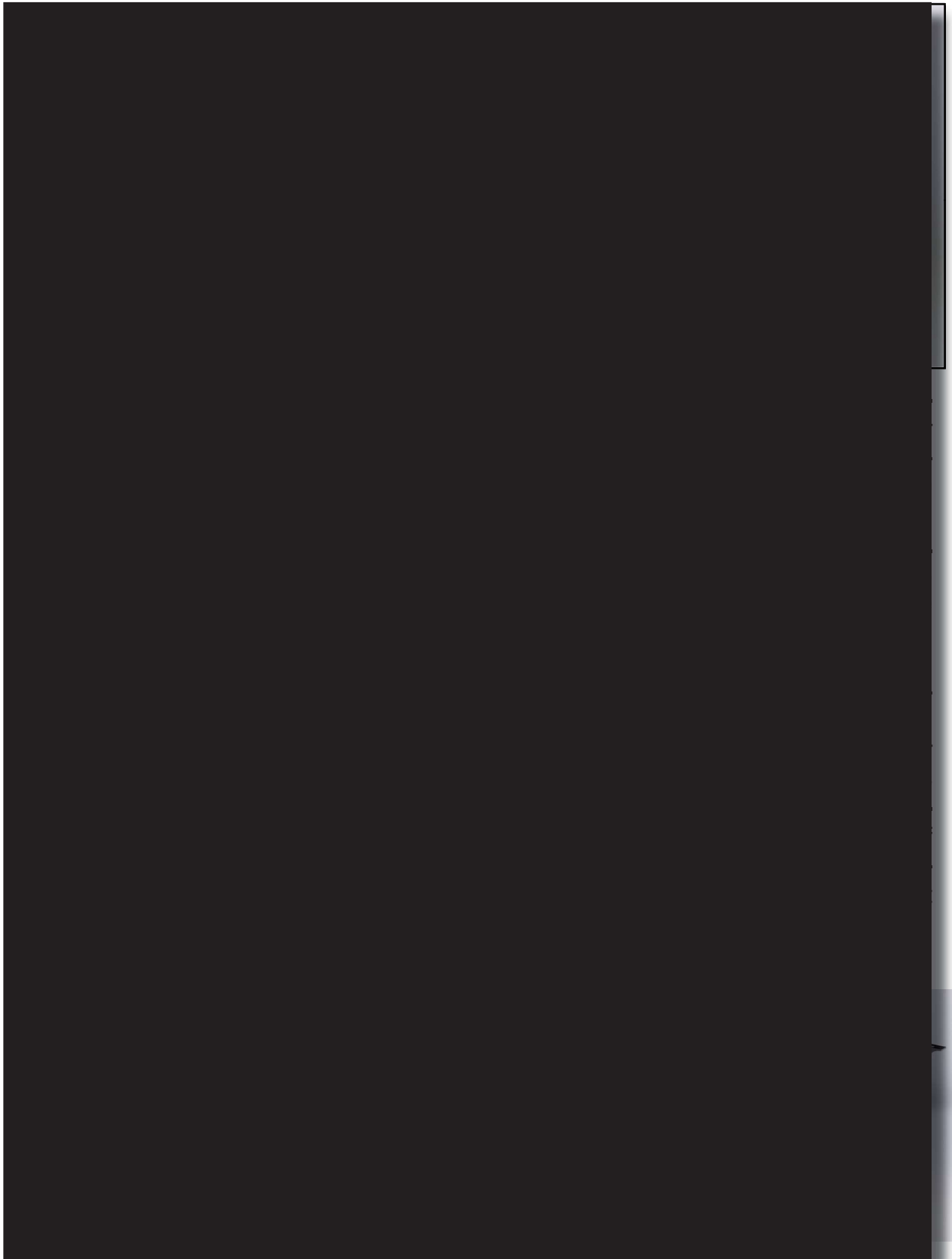
Figure 37 - Geextrudeerde kolom

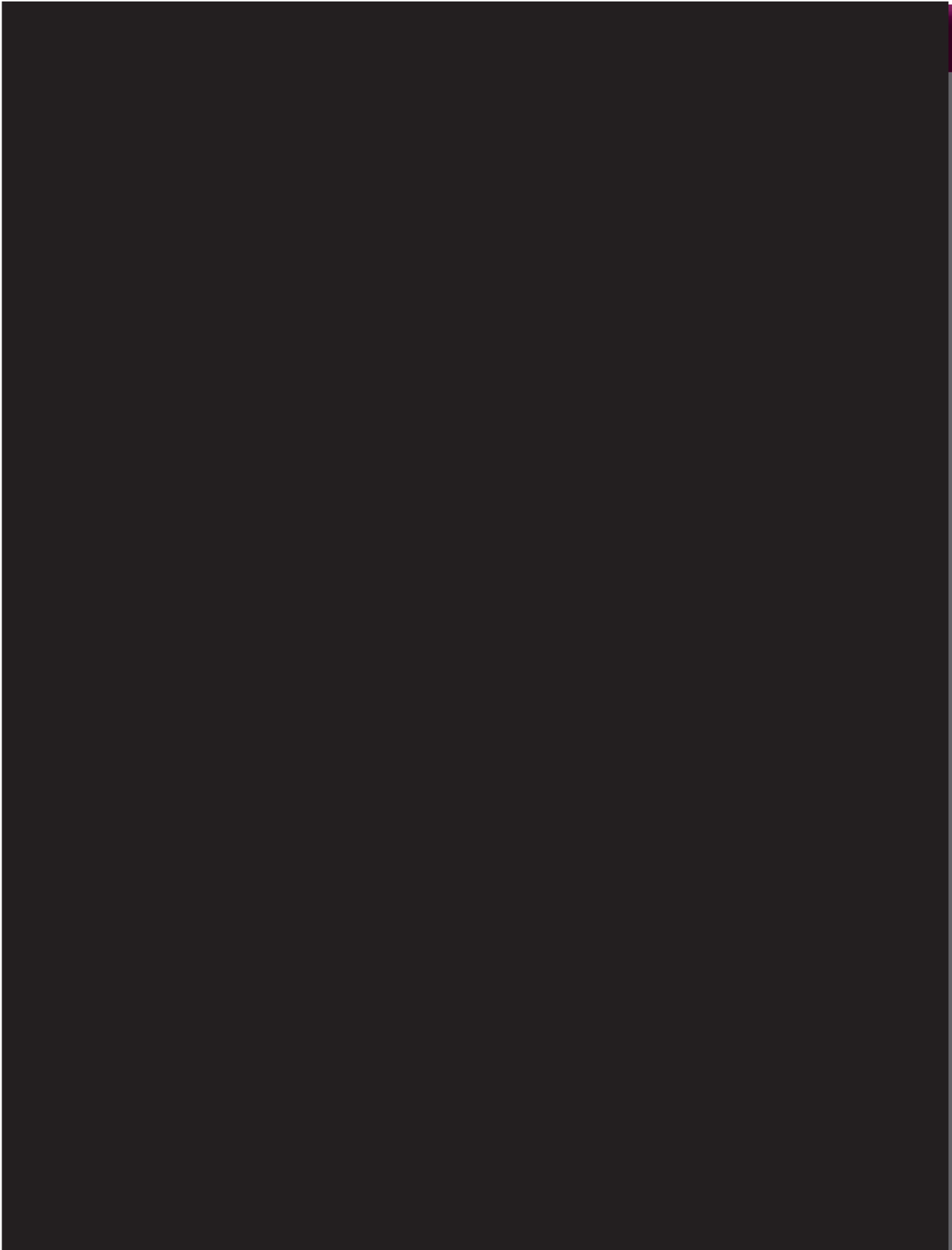










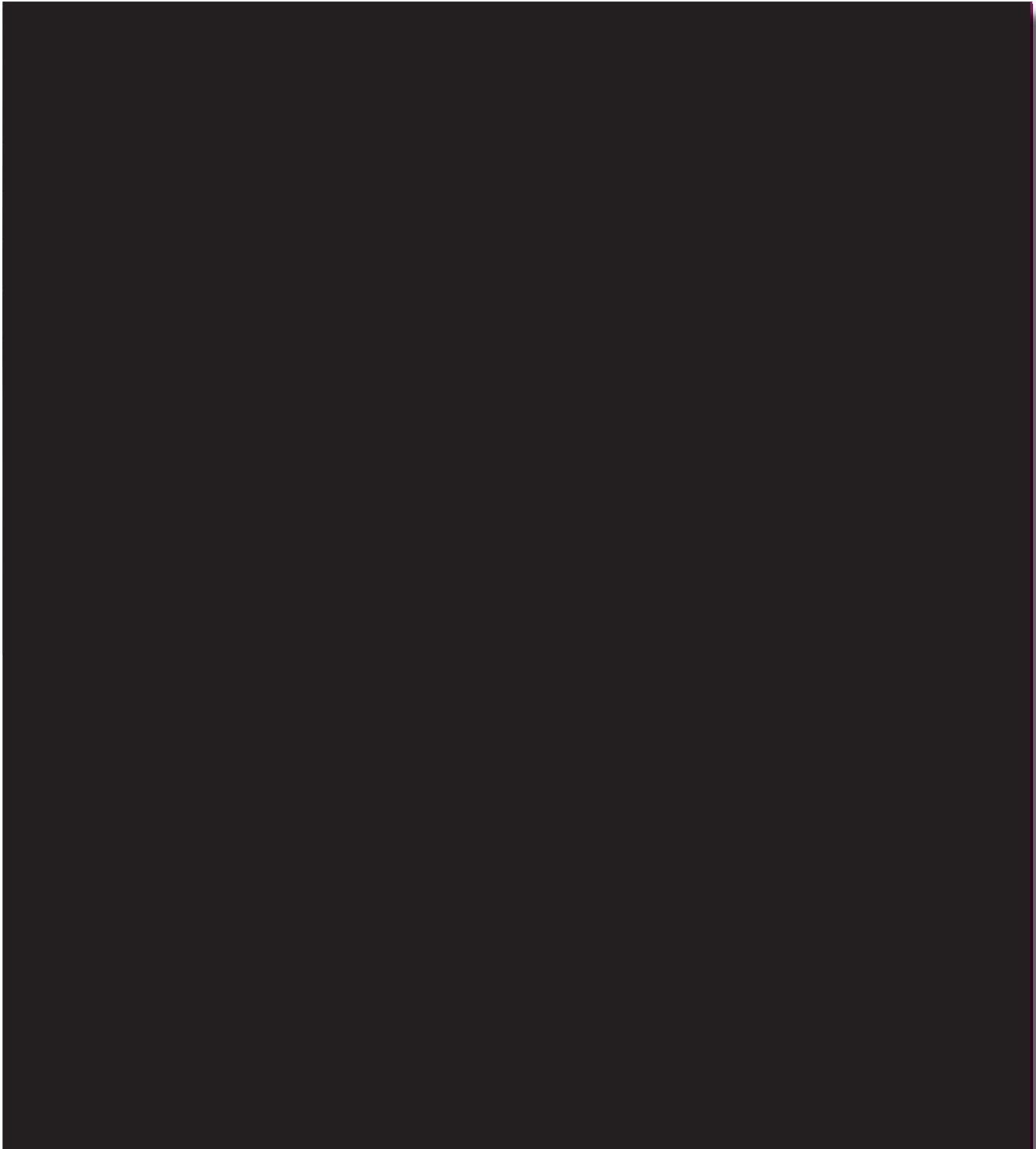


6

Eindconcept

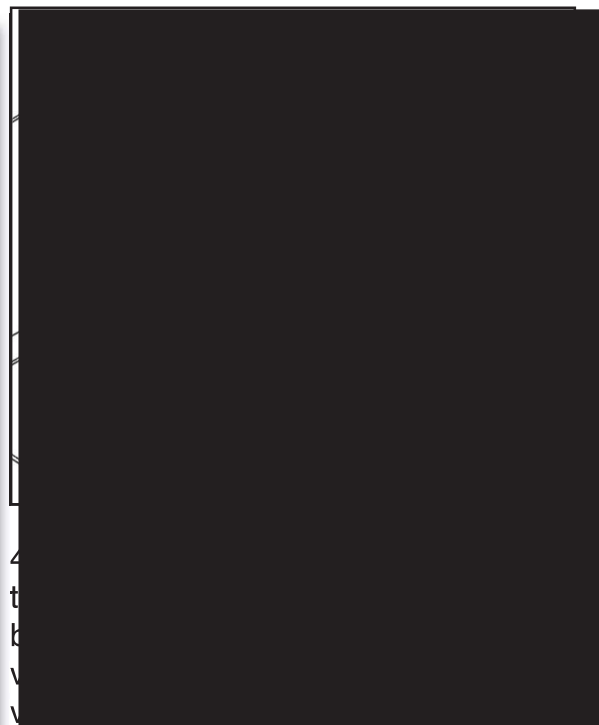
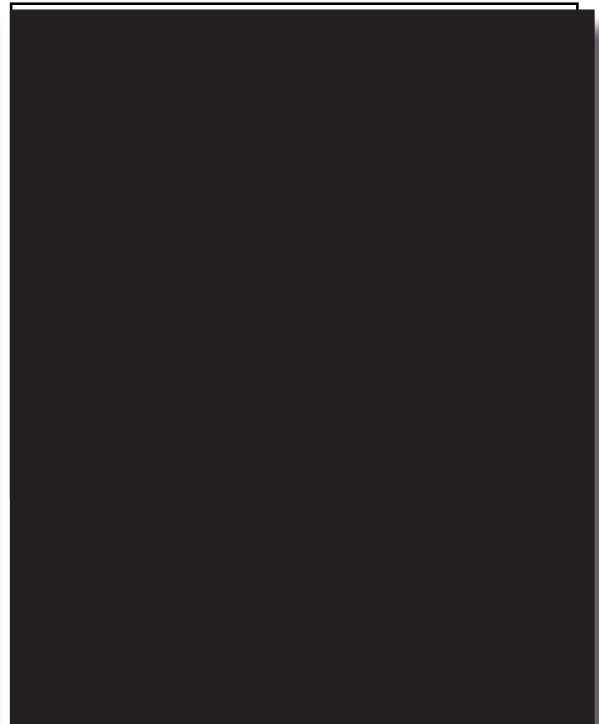
In deze fase van het project wordt er een overzicht gegeven van het eindconcept. Dit gebeurt aan de hand van gerenderde afbeeldingen (figuur 76), assemblage instructies, een lijst met alle onderdelen (figuur 78), sterkteberekeningen en een schatting van de totale productiekosten.

6.1 Overzicht Productserie

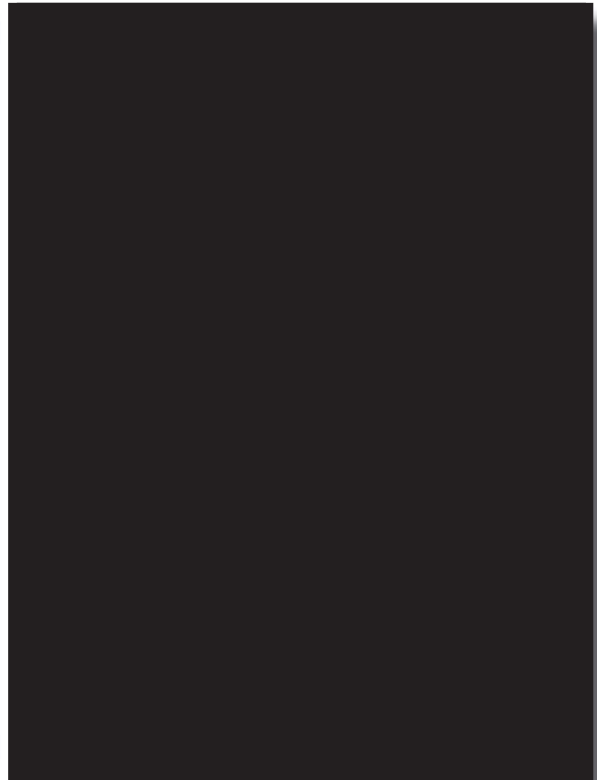


figuur 77 - Afmetingen Cart

6.2 Assemblage



plaatst.



6.3 Stuklijst



Figuur 70 - Stuklijst





bijlage Q geven aan waar in het ontwerp deze waarden optreden.

De veiligheidsfactor is de verhouding tussen de optredende spanningen en de maximaal toegestane spanningen dat het materiaal kan hebben voordat het plastisch gaat vervormen. De veiligheidsfactor geeft dus aan hoeveel sterker het onderdeel is dan gewoonlijk nodig zou zijn voor de beoogde belasting. De resultaten van de eindige elementen methode tonen aan dat de tray, voet en het werkblad geen plastische vervormingen zullen vertonen wanneer deze belast worden met vier keer de hoogste combinatie van het gewicht van de apparatuur, accessoires en spullen. Daarnaast blijkt uit de analyse dat het werkblad maximaal 3,78mm, de tray 0,95mm en de voet 2.86mm zal vervormen op het moment dat het belast wordt met vier maal het maximale gewicht.

Sterkteberekening

Tot dusver is het nog onduidelijk of de cart in staat is om vier keer de hoogste combinatie van het gewicht van de apparatuur, accessoires en spullen te kunnen dragen. Om te berekenen of het ontwerp sterk genoeg is is er een eindige elementen analyse uitgevoerd op de voet, tray en het werkblad (zie bijlage Q). In figuur 79 zijn de laagste veiligheidsfactoren, de maximale rek en de maximale spanningen van de onderdelen weergegeven. De plots in

	Veiligheidsfactor Min. (-)	Max. rek (-)	Max. verplaatsing (mm)	Max. spanning (N/mm ²)
Tray	2,51	0,010	0,95	16,7
Werkblad	6,16	0,012	3,78	6.81
Voet	5,79	0,014	2,86	35,6

figuur 79 - Resultaten Eindige Elementen Analyse

7

Conclusies & Aanbevelingen

Ten slotte worden er in het laatste hoofdstuk conclusies getrokken en verdere aanbevelingen gedaan. Aan de hand van het programma van eisen wordt het ontwerp getoetst.

7.1 Conclusie

Het ontwerpdoel is het standaardiseren van de huidige serie Rolling carts zonder dat dit ten koste gaat van de functionaliteit, kwaliteit en herkenbaarheid van de rolling cart. Zowel het uiterlijk als de functies van de verschillende carts uit de bestaande productserie verschillen van elkaar. Door zoveel mogelijk standaardcomponenten te gebruiken in de serie, is de serie Rolling carts goedkoper, efficiënter en aantrekkelijker voor zowel de klant als de producent.

Het eindresultaat van de opdracht is een modulaair ontwerp. Door het modulaire karakter van het ontwerp zijn er verschillende varianten van de cart beschikbaar en kan de uitvoering worden aangepast aan de wensen van de klant. In tegenstelling tot de huidige carts van Philips is de ontworpen cart geschikt voor het ondersteunen van verschillende soorten Philips apparaten, zoals monitoren, cardiografen en ventilatoren. Door kleine aanpassingen te doen kan de gemonteerde apparatuur verwisseld worden. Daarnaast zijn de onderdelen die bevestigd zijn aan de geëxtrudeerde column, zoals de trays en manden, verstelbaar in hoogte.

De functies van de huidige serie moeten in het herontwerp behouden blijven. Om te testen of het herontwerp voldoet wordt het ontwerp getoetst door middel van de belangrijkste eisen van het door Philips gestelde programma van eisen:

Fysieke eisen

- De mand en tray zijn open en hebben een grotere opslagcapaciteit dan de voorgeschreven 4,92 liter.

- De zwaarste versie van de rolling cart is 9,6kg (niet beladen) en overschrijdt het maximale gewicht van 15kg niet.
- De hoogte van het platform ligt tussen de 94cm en 110 cm (100,08cm).
- De afmetingen van de voet zijn 46,0 bij 56,4 cm en overschrijden de maximale afmeting van 63,5 cm niet.
- De tray is in staat om minimaal vier keer de maximale belasting van vier kilogram te ondersteunen zonder dat het plastisch vervormd.
- De cart is in staat om vier keer de hoogste combinatie van het gewicht van de apparatuur, accessoires en spullen kunnen dragen.

Functionele eisen

- De rolling cart is in staat zijn of de volgende onderdelen te kunnen bevatten met behulp van de geboden montage-mogelijkheden:
 - Werkblad
 - Philips Ventilatoren/monitoren/cardiografen
 - Tray
 - Mand van metaaldraad
 - Handvat
 - Patiënt Interface Module (PIM)
 - Kabelhaak
 - Lade
- De rolling cart biedt methoden tot het bevestigen/verwijderen van de huidige en de in de toekomst gebruikte apparatuur.
- De rolling cart heeft een gefixeerd platform waaraan de desbetreffende apparaten door middel van een bevestigingsmogelijkheid gemonteerd kan worden.
- De column kan aan de voet bevestigd kunnen worden.
- De cart heeft vier wielen (twee met

rem en twee zonder.

- De wielen hebben een diameter van 10cm en overschrijden de maximale diameter van 12,7 cm dus niet. De wielen hebben een duurzaam en zacht oppervlak. Daarnaast zijn de wielen niet gefixeerd in een bepaalde richting
- De rolling cart heeft een ergonomisch handvat.
- De hoogte van de mand/tray is verstelbaar.
- De metalen onderdelen van de rolling cart wordt gepoedercoat in de voorgeschreven kleur (licht grijs).
- De cart bestaat uit materialen die bestand zijn tegen corrosie.
- Het product en alle accessoires kunnen schoongemaakt worden (zonder schade) met: Mild wasmiddel of zeepwater, 10% bleek oplossing (10% bleek, 90% water), 70% Isopropyl alcohol, en Super Sani Cloth Wipes (25% ammonium chloride).
- Bij de rolling cart is niet gebruikelijke gereedschap toegevoegd.
- Het is onduidelijk of de rolling cart binnen vijftien minuten geassembleerd kan worden.
- De cart heeft geen scherpe hoeken of randen hebben.
- Externe onderdelen kunnen niet verwijderd worden zonder gereedschap.



figuur 80 - Rolling Cart

Uit de toetsing blijkt dat de cart voldoet aan de belangrijke fysieke en functionele eisen, van een aantal eisen is het echter nog niet bekend of de cart er aan voldoet. Gedurende dit project is nog niet gebleken of de carts voldoen aan de IEC-voorschriften, de commerciële eisen en de wettelijke eisen.

Bovendien zijn een aantal optionele accessoires not niet behandeld. De cart heeft echter wel de bevestigingsmogelijkheid tot het bevestigen van de desbetreffende optionele accessoires.

Daarnaast is het twijfelachtig of met het huidige ontwerp de richtprijs van €80 gerealiseerd kan worden.

7.2 Aanbevelingen

Dit project beslaat slechts de beginstadia van het ontwerpproces. Voordat het product daadwerkelijk gerealiseerd kan worden dienen er nog veel stappen ondernomen te worden. Een medische cart is een vrij complex product dat verschillende expertisen vereist. Voor het doorontwikkelen van het product zal er een team moeten worden opgesteld bestaande uit experts met verschillende achtergronden.

Het maken van een functionerend prototype op ware grote zou een belangrijke volgende stap zijn in het ontwerpproces. Met behulp van het prototype kan het ontwerp getest worden op de functionaliteit en kwaliteit. De tests tonen aan of de cart sterk genoeg is, eenvoudig in gebruik is en of het product voldoet aan specifieke eisen. Aan de hand van deze test kan het ontwerp worden geanalyseerd en eventueel verbeterd worden.

Om een zo groot mogelijke functionaliteit te bereiken met het huidige ontwerp zullen er diverse overige onderdelen en accessoires ontworpen kunnen worden die geschikt zijn voor deze productserie. Voorbeelden van mogelijke accessoires zijn trays/manden met verschillende afmetingen, zuurstoffles houders, adapterplaten voor apparatuur en ondersteunende armen.

De productiekosten die in dit verslag zijn vermeld zijn slecht globale schattingen en geven geen nauwkeurige afspiegeling van de werkelijkheid. Aangezien ze gebaseerd zijn op industriestandaarden mogen de geschatte productiekosten slechts worden gezien als richtlijn. De productiekosten zullen verder onderzocht moeten worden om tot een realistischer kosten schatting te kunnen komen. Allereerst moet worden bepaald wie de verschillende onderdelen gaat produceren. Dit onderdeel is gedurende het project niet onderzocht. Zodra blijkt dat de productiekosten te hoog komen te liggen zal er een kostenverlaging gerealiseerd moeten worden. Dit kan aan de hand van een materiaalreductie. Uit de sterkteberekeningen blijkt namelijk dat het ontwerp de beoogde belastingen kan dragen zonder plastisch te vervormen.

Voordat de verschillende onderdelen in productie gaan dienen de onderdelen geanalyseerd en doorontwikkeld te worden. Voor spuitgegoten onderdelen dienen er 3d-simulaties te worden uitgevoerd. Hierdoor kunnen eventuele problemen met betrekking tot de maakbaarheid van de onderdelen in een vroeg stadium aan het licht komen. Hetzelfde geldt voor de ge-extrudeerde column.

8 Referenties

- 123test. (2016). Beroep ademhalingstherapeut - uitgebreide taakomschrijving, competenties en persoonlijkheidsprofiel. Geraadpleegd van <https://www.123test.nl/beroepen/beroep-ademhalingstherapeut/>

- Aluminiumcentrum. (2016). Ontwerpen in extrusieprofielen. Geraadpleegd van [http://www.aluminiumcentrum.nl/aluminiumcentrum.nl/files/Doc/Aluminium/Infobladen 2011/ontwerpen_in_extrusieprofielen.pdf](http://www.aluminiumcentrum.nl/aluminiumcentrum.nl/files/Doc/Aluminium/Infobladen%202011/ontwerpen_in_extrusieprofielen.pdf)

- Anderson, D. M. (2016). PART STANDARDIZATION. Geraadpleegd van <http://www.halfcostproducts.com/Standardization.htm>

- Arbo Vakbase. (2015, September 29). Artikel - ARBO Vakbase. Geraadpleegd van, from <http://www.arbovakbase.nl/artikel/duwen-en-trekken-11427.html>

- Beademingsapparaat. (n.d.). Geraadpleegd van <https://nl.wikipedia.org/wiki/Beademingsapparaat>

- Bonvoisin, J. J. J (2016), A systematic literature review on modular product design, Journal of Engineering Design 27(7):488-514 0954-4828

- CannonCarts. (n.d.). ERGONOMICS - CannonCarts. Geraadpleegd van, from <http://www.cannoncarts.com/wp-content/uploads/2012/08/Ergonomics.pdf>

- CES edupack 2016. (2016). Cambridge: Granta Design Limited.

- Darcor Casters and Wheels (2015). Guide to Workplace ergonomics. geraadpleegd op 25-10-2016. <http://darcor.com/wp-content/uploads/2015/01/Workplace-Ergonomic-Guide-Darcor-Final-January-2015.pdf>

- Eger, A.O., 2004, “Productontwerpen”, LEMMA BV, Utrecht

- Kurjhekar, P. (2016) Design for Standardization. Geraadpleegd van <http://dfmpro.geometricglobal.com/2016/07/28/design-for-standardization/>

- G. H. (1998, March). Simulation of Gas-Assisted Injection Moulding. Geraadpleegd van <http://www.mate.tue.nl/mate/pdfs/52.pdf>

- GCX. (2007). DU-PH-0062-60 Rev A - images.philips.com. Retrieved from http://images.philips.com/is/content/PhilipsConsumer/Campaigns/Hc20140401_DG/Documents/mounting-solutions/HCMNT206-Installation-Note-for-989803153021.pdf

- Geertsma, P. (2013). Wat is Poedercoaten en hoe wordt poedercoating aangebracht?. geraadpleegd van <http://www.technischwerken.nl/kennisbank/techniek-kennis/wat-is-poedercoaten-en-hoe-wordt-poedercoating-aangebracht/>
 - Hansen, M. (2005, augustus). Gas-Assist Injection Molding: An Innovative Medical Technology. Geraadpleegd van http://www.mack.com/wp-content/uploads/2015/03/Gas-Assist_Injection_Molding.pdf
 - Healthcarestudies. (2016, October). Respiratoire Zorgprogramma, Tampa, Verenigde Staten 2016/2017. Geraadpleegd van <http://www.healthcarestudies.nl/Respiratoire-Zorgprogramma/USA/HCC/>
- Heim, H. -. (2015). Specialized injection molding techniques. Specialized injection molding techniques (pp. 1-247) Geraadpleegd van www.scopus.com
- Hogeschool Zeeland. (2014). Spuitgiet richtlijnen. Geraadpleegd op, 28-11, 2016, van <https://www.stuvia.nl/doc/126068/spuitgiet-richtlijnen>
- HUI. (2016). Cart Smart Blog | HUI Custom Medical Carts. Geraadpleegd van <http://www.medicalcarts.org/blog>
 - HUI (2016). What You Need to Know About 60601-1 Third Edition for Medical Carts. geraadpleegd van http://www.medicalcarts.org/60601-1-medical-carts-cheat-sheet?__hssc=261139794.2.1481288494704&__hstc=261139794.db42ffd546d093b-96fa967aa994d65b5.1476792102802.1481108978626.1481288494704.18&__hsfp=1770665511&hsCtaTracking=061816e4-75f3-4cf5-9a06-fe83de2e7fab%7C-8575d9e2-1a1b-469d-b3fe-0473ccbccc3aa
 - Kals, H.J.J., 2003, “Industriële productie,” Het voortbrengen van mechanische producten, ten Hagen & Stam uitgevers, Den Haag
 - Kurjhekar, P. (2016) Design for Standardization. Geraadpleegd van <http://dfm-pro.geometricglobal.com/2016/07/28/design-for-standardization/>
 - Medical Device & Diagnostic Industry, M. H. (2005, August). Gas-Assist Injection Molding - Mack. Geraadpleegd op October, 2016, van http://www.mack.com/wp-content/uploads/2015/03/Gas-Assist_Injection_Molding.pdf
 - Meticulous Research (2015) Global Medical Carts/Workstations Market Outlook: 2015-2020

- Nederlands Normalisatie-instituut, oktober 2006, “NEN-EN-IEC 60601-1, Medical electrical equipment - part 1: General requirements for basic safety and essential performance (IEC 60601-1:2005, IDT)”, NEN, Delft
- NVZ. (2011). Convenant - Veilige toepassing van medische technologie in het ziekenhuis. Utrecht: Nederlandse Vereniging van Ziekenhuizen (NVZ), Nederlandse Federatie van Universitair Medische Centra (NFU), Revalidatie Nederland
- Onkenhout & Onkenhout B.V. (2016). Telescoopgeleiders. geraadpleegd van <https://www.onkenhout.nl/telescoopgeleiders.html>.
- Philips Healthcare. (2016). View details of Philips PageWriter TC50. Geraadpleegd van <http://www.usa.philips.com/healthcare/product/HC860310/pagewriter-tc50-cardiograph>
- Philips Healthcare (2016). Philips Healthcare I Patient Monitoring. Geraadpleegd van http://www.usa.philips.com/healthcare/resources/recycling-passports/patient_monitoring
- Philips Healthcare. (n.d.). Details of Philips IntelliVue MP5/MP5T Philips Roll Stand Mount. Geraadpleegd van <http://www.usa.philips.com/healthcare/product/HCMNT206/intellivue-mp5mp5t-philips-roll-stand-mount-mounting-solution>
- School of Technology and Management, Polytechnic Institute of Leiria (2016). Gas-assisted injection. Geraadpleegd op 21 November, 2016, van http://webhotel2.tut.fi/projects/caeds/tekstit/mould/mould_gas_assisted_inj.pdf
- University of Illinois (2009). Hot Extrusion Feature Based Cost Model. Geraadpleegd van https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/16501/Hot_Extrusion_FBC_Model.xlsm?sequence=4
- Vaders, E. (2016, 27 september). Extrusie van Aluminium. Geraadpleegd van <http://aluknowledge.com/tag/extrusie-legeringen/>

Afbeeldingen

figuurnummer

1. Documentatie Opdrachtgever
2. Documentatie Opdrachtgever
3. Documentatie Opdrachtgever
4. Afbeelding gemaakt met Google Drawings
5. Documentatie Opdrachtgever
6. Afbeelding gemaakt met Google Drawings
7. Collage gebruiksomgeving
 1. <http://www.alamy.com/> geraadpleegd op 17-10-2016
 2. <http://thehospitallocation.co.uk/> geraadpleegd op 17-10-2016
 3. <https://www.olvg.nl/> geraadpleegd op 17-10-2016
 4. <http://www.cleantotaal.nl/> geraadpleegd op 17-10-2016
8. Collage marktanalyse
 1. <http://www.pavillionmedical.com/> geraadpleegd op 17-10-2016
 2. <http://www.imedicalapps.com/> geraadpleegd op 17-10-2016
 3. <http://www.medicalexpo.com/> geraadpleegd op 17-10-2016
 4. <http://www.afcindustries.com/> geraadpleegd op 17-10-2016
 5. <http://www.ergotron.com/> geraadpleegd op 17-10-2016
 6. <http://www.cybernetman.com/> geraadpleegd op 17-10-2016
 7. <http://www.toshiba-medical.eu/> geraadpleegd op 17-10-2016
- 9 t/m 17 Documentatie Opdrachtgever
17. <http://www.philips.nl/healthcare/product/HCNOCTN96/respironics-v60-noninvasive-ventilator>)
18. <http://www.philips.nl/healthcare/product/HCNOCTN98/respironics-trilogy-202-ventilator>. Geraadpleegd op 17-10-2016
19. <http://www.philips.nl/healthcare/product/HC863283/suresigns-vs4-vital-signs-monitor>. Geraadpleegd op 17-10-2016
20. <http://www.philips.nl/healthcare/product/HC862135/intellivue-mp20-and-mp30-bedside-patient-monitors>) Geraadpleegd op 17-10-2016
21. <http://www.usa.philips.com/healthcare/product/HC860315/pagewriter-tc70-cardiograph> Geraadpleegd op 17-10-2016
22. Manufacturing <http://www.nabasoft.com/products/manufacturing-system/> geraadpleegd op 17-10-2016
 Transport: <http://dezam.com.pl/transport-2/transport/> geraadpleegd op 27-10-2016
 opslag: <http://pakket-versturen.com/opslag-en-overslag/> geraadpleegd op 27-10-2016
 Installatie: <https://www.imperial.ac.uk/bioengineering> geraadpleegd op 27-10-2016
 Gebruik: <http://www.ergotron.com/ProductsDetails/tabid/65/PRDID/598/Default.aspx> geraadpleegd op 27-10-2016

demontage: <http://www.panoston.nl/co-creators/processen/assemblage> geraadpleegd op 27-10-2016
afvalverwerking <http://www.arendaoomen.com/serie/7/6/9> geraadpleegd op 27-10-2016

- 31. GCX Mounting Assembly Installation Guide Philips IntelliVue MP5/20/30/40/50/60/70, MX400/450/500/550/600/700/800 Roll Stand Mounting Kit, geraadpleegd op 17-10-2016
- 32. PageWriter TC70/TC50 Cardiograph INSTRUCTIONS FOR USE, Philips, geraadpleegd op 17-10-2016
- 33. PageWriter TC70/TC50 Cardiograph INSTRUCTIONS FOR USE, Philips, geraadpleegd op 17-10-2016
- 74. GCX Mounting Assembly Installation Guide Philips IntelliVue MP5/20/30/40/50/60/70, MX400/450/500/550/600/700/800 Roll Stand Mounting Kit, geraadpleegd op 17-10-2016

9

Bijlage

Bijlage A - Vestigingen Exerion	73
Bijlage B - Gebruikers	74
Bijlage C - IEC 60601	75
Bijlage D - Marktanalyse	76
Bijlage E - Richtlijn Duw/trek kracht	77
Bijlage F - Philips Producten	78
Bijlage G - Programma van eisen	79
Bijlage H - Ideeschetsen	83
Bijlage I - Wielen	87
Bijlage J - Morfologisch Schema	88
Bijlage K - Bepaling weegfactor concepten	89
Bijlage L - Aluminium hoofdgroepen	90
Bijlage M - Ontwerprichtlijnen Extrusie	91
Bijlage N - Ontwerprichtlijnen spuitgieten	92
Bijlage O - Telescoopgeleider	93
Bijlage P - Productiekosten	94
Bijlage Q - FEM-analyse	98

Bijlage A - Vestigingen Exerion

Exerion Ulft Netherlands

Design and engineering
Sheet metal art production
Robotic welding Precision frames



Olomouc Czech Republic

High end assembly
Sheet metal art production
Robotic welding Precision frames
Sheet metal Covers



ACM Penang Malaysia

High end assembly
Sheet metal art production
High end machining
Robotic welding Precision frames



ACM Changshu China

High end assembly
Sheet metal art production
Robotic welding Precision frames



Bijlage B - Gebruikers

Operator/User	Gender	Age	Anthropometry	Language	Health	Training	Use Environment	Tasks
Respiratory Therapist (RT)	M/F	Adult	5'tile Japanese female to 95% US male	Country of installation plus possible English as second language	Possible age-related vision degradation. Possible color deficiency.	Qualified RT, trained clinician.	Hospital ICU (Adult, Pediatric), PACU, ward and ER, or in other healthcare institutional settings such as long term care facilities. The cart may be in clean room inventory or storage area. Bedside applications may include spacious ICU pods, isolation rooms or areas with restricted space. Within-hospital transport only. Illumination: very low to high, ambient and/or controllable, e.g., night viewing in darkened room, natural window backlighting and overhead illumination glare sources. Transport: surface irregularities.	Wheeling cart from storage to care area or between care areas. Locking casters to prevent inadvertent movement. Adapting optional accessories
Registered Nurse (RN)	M/F	Adult	5'tile Japanese female to 95% US male	Country of installation plus possible English as second language	Possible age-related vision degradation. Possible color deficiency.	Qualified nurse, trained clinician.	Hospital or other healthcare institutional settings: ICU (Adult/Pediatric, PACU, and ER. Patient room, patient circuit & wall-gas connections/linkages. Illumination: very low to high, ambient and/or controllable, e.g., night viewing in darkened room, natural window backlighting and overhead illumination glare sources.	
Medical Doctors (MD)	M/F	Adult	5'tile Japanese female to 95% US male	Country of installation plus possible English as second language	Possible age-related vision degradation. Possible color deficiency.	Qualified medical doctor, trained clinician	Hospital or other healthcare institutional settings: ICU (Adult/Pediatric, PACU, and ER. Patient room. Restricted space/footprint, patient circuit & wall-gas connections/linkages. Illumination: very low to high, ambient and/or controllable, e.g., night viewing in darkened room, natural window backlighting and overhead illumination glare sources.	
Biomedical Technician	M/F	Adult	5'tile Japanese female to 95% US male	Country of installation plus possible English as second language	Possible age-related vision degradation. Possible color deficiency.	None – User refers to IFU for guidance.	BioMed department or hospital unit.	Unpacking and assembly (if applicable)

Bijlage C - IEC 60601

Clausule	Clause name	Clause Intent	Sample Test Performed
9.4.2.1	Stability in Transport Mode	Is the cart stable enough during the normal transport position	With casters in a locked position on
9.4.2.2	Stability in non transport mode	Is the cart stable enough during normal non transport position	With casters in a locked position on a 5 degree incline does the cart tip over?
9.4.2.3.	Stability from horizontal and downward Force	Will the cart tip over from normal pushing, leaning or resting on it?	Does the cart tip over, while in normal use and a force equal to 15% of it's weight in any direction
9.4.3.1	Instability from unwanted Lateral Movement in Transport Mode	Are the casters strong enough to hold on a incline in transport mode?	With casters in locked position on a 10 degree incline, does the cart move more than 50mm?
9.4.3.2	Instability from Unwanted Lateral Movement in Non Transport Mode	Are the casters strong enough to hold on an incline in a non transport mode?	With casters in locked position on a 5 degree incline, does the cart move more than 50 mm?
9.4.2.4.3	Movement Over a Threshold	Will the cart tip over when going over a threshold at a slow speed?	Can the can go over a 10 mm threshold at a speed = to .8 m/s (meters per second)?
9.4.2.4.2	Force For Propulsion Test	Does the cart strain someone to keep it moving?	Can the cart continue to move with a force less than 200N (20,4kg)?
7.1.3	Durability of Marking Test	Will cart warning information deceals wear off?	Using various specified chemicals and for a specified amount of time, did the labels become unreadable or begin to detach?
15.3.5	Rough Handling – Shock Test	Does the cart have enough structural integrity to withstand damage?	Can the cart withstand damage that doesn't pose a risk after running into and descending off a 40 mm threshold and running into the side of a door frame?
9.8.2	Tensile Safety Factor	Are the materials that have been chosen strong enough?	Brittle materials require a higher safety factor than ductile materials e.g. Cast Aluminum vs. Mild Steel.

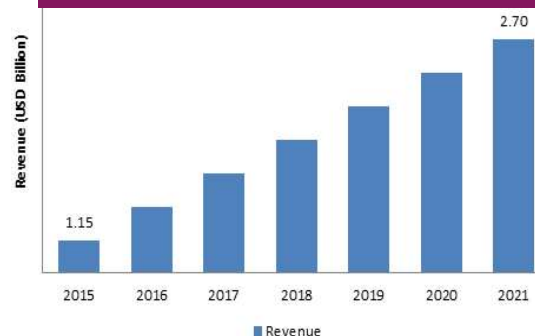
(Overgenomen uit What You Need to Know About 60601-1 Third Edition for Medical Carts. door HUI (2016))

Bijlage D - Marktanalyse

Belangrijkste Spelers



Inkomsten



Stakeholders

- Productiebedrijven
- Computerindustrie
- Zorginstellingen
- Regelgevers
- Beroepsorganisaties
- Professionele gezondheidszorgers
- Onderzoeksinstituten
- Overheden

Medische Carts



Midmark



Rubbermaid



Capsa Solutions



Ergotron



Enovate



Onyx



Omnicell



AMD



Altus



Anthro

Bron: Meticulous Research (2015)

Bijlage E - Richtlijn Duw/trek kracht

verplaatsingsafstand	Frequentie									
	10/min		5/min		1/min		12/uur		1/8 uur	
	AK	VK	AK	VK	AK	VK	AK	VK	AK	VK
2 meter	160	80	180	100	200	140	D240	D160	D300	D200
							T200	T160	T200	T200
8 meter			140	60	200	100	200	140	D260	D180
									T200	T180
15 meter					180	80	200	120	200	140
30 meter					160	60	180	100	200	120
60 meter							160	60	200	100

Krachten in Newton, AK = Aanzetkracht, VK = Volhoudkracht, D = Duwkracht, T = Trekkkracht

Bijlage F - Philips Producten



Bijlage G - Programma van eisen

Programma van Eisen

1.1 Wettelijke eisen

- De rolling cart is geclassificeerd als medische accessoire en moet hierdoor voldoen aan de regelgeving van IEC 60601-1 3e editie.
- Het technische dossier van de apparaten die gebruikt gaan worden in combinatie met de rolling cart moeten geüpdatet worden, zodat de Rolling cart officieel als accessoire wordt herkend.

1.2 Functionele eisen

- Na de assemblage moet de rolling cart op zijn minst één methode bieden tot het bevestigen/verwijderen van de huidige en de in de toekomst gebruikte apparatuur, zonder dat hier gereedschap voor nodig is.
- De rolling cart heeft een gefixeerd platform waaraan de desbetreffende apparaten door middel van een bevestigingsmogelijkheid gemonteerd kan worden.

1.3 Fysieke- en prestatie eisen

1.3.1 gewicht

- Alle versies van de rolling cart mogen het gewicht van 15kg niet overschrijden.

1.3.2 Hoogte

- De hoogte van het platform ligt tussen de 94cm en 110 cm.

1.3.3 Sterkte

- De sterkte van de rolling cart moet voldoen aan de regelgeving van IEC 60601-1:2011 editie 3.1 – Medical Electrical Equipment part 1: general requirements for Basic safety 9.8.2.
- De cart moet in staat zijn vier keer de hoogste combinatie van het gewicht van de apparatuur, accessoires en spullen kunnen dragen.
-

1.3.4 Voet

- De voet is tussen 45,72cm en 63,5 cm.
- De column moet aan de voet bevestigd kunnen worden.
- Er moeten minimaal 4 wielen aan de voet bevestigd kunnen worden.

1.3.5 Wielen

- De wielen zijn tussen 7,62cm en 12,7 cm en hebben een duurzaam zacht oppervlak(rubber).
- Ten minste twee wielen hebben remmen.
- Wielen zijn niet gefixeerd in een bepaalde richting.

1.3.6 Handvat

- De rolling cart heeft een ergonomisch handvat.

1.3.7 Mand

- De mand is open en heeft een opslagcapaciteit van 300 kubieke inches (4,92 liter)
- De hoogte van de mand moet verstelbaar zijn
- De mand moet minimaal 4kg kunnen ondersteunen

1.3.8 Kabels

- De cart moet de mogelijkheid hebben om een zuurstof- en stroomkabel te bevestigen.

1.3.9 Label

- Etikettering en markeringen (inclusief CE-markering) worden door de producent meegeleverd.
- Bij het product worden de instructies voor het assembleren, bevestigen van de accessoires en de schoonmaak richtlijnen meegeleverd.
- Bij het product wordt een lijst met erkende accessoires aangeleverd.
- De rolling cart wordt getransporteerd in verpakkingen die geschikt zijn voor het eventuele terugzenden van het product.
- De verpakking van de rolling cart moet twee keer slagen voor een ISTA-2A shipping test.

1.3.10 Verf/afwerking

- De rolling cart wordt gepoedercoat of geverfd met de Philips kleur met ID 10710 licht grijs.
- De rolling cart wordt gemaakt van materialen die bestand zijn tegen corrosie.

1.3.1 Schoonmaken

- Het product en alle accessoires moeten schoongemaakt kunnen worden (zonder schade) met: Mild wasmiddel of zeepwater, 10% bleek oplossing (10% bleek, 90% water), 70% Isopropyl alcohol, en Super Sani Cloth Wipes (25% ammonium chloride)
- Er mogen geen holtes/hoeken zijn waar vloeistoffen en/of vuil achter blijft zitten.

1.3.12 Assemblage

- Bij de rolling cart is niet gebruikelijke gereedschap toegevoegd.
- De rolling cart is zodanig ontworpen dat het binnen 15 minuten geassembleerd kan worden.

1.3.13 Onderhoud

- Belangrijke onderdelen van de rolling cart dienen los aangeschaft te kunnen worden door de gebruiker.

1.3.14 Ontwerp onderbrenging accessoires

- De rolling cart moet een mogelijkheid bieden voor het bevestigen van de acces-

soires.

1.3.15 Ondersteunde accessoires

- De rolling cart moet in staat zijn of de volgende accessoires te kunnen bevatten al dan niet met behulp van optionele montage beugels:
 - Werkblad
 - Philips Ventilatoren/monitoren/cardiografen
 - Tray
 - Mand van metaaldraad
 - Handvat
 - Patiënt Interface Module (PIM)
 - Kabelhaak
 - Lade
 - Werkoppervlak
 - Zuurstof Monitor
 - Aerogen verstuiver
 - Circuit ondersteunende arm
 - Bevochtiger
 - Zuurstof tank regulatoren
 - Helix uitadem ventiel (toekomstige eis)
 - Zuurstof tank
 - Waterzakken
 - Maskers

1.4 Veiligheidseisen

1.4.1 scherpe randen en losse onderdelen

- De rolling cart mag geen scherpe hoeken of randen hebben.
- Externe onderdelen kunnen niet verwijderd worden zonder gereedschap

1.4.2 IEC 60601-1 voorschriften

- De montage beugels voor de accessoires van de Cart moeten voldoen aan de eisen van IEC60601-1 voor opgehangen massa's
- De rolling cart moet voldoen aan de eisen van IEC 60601-1 3e editie (zie bijlage ...).

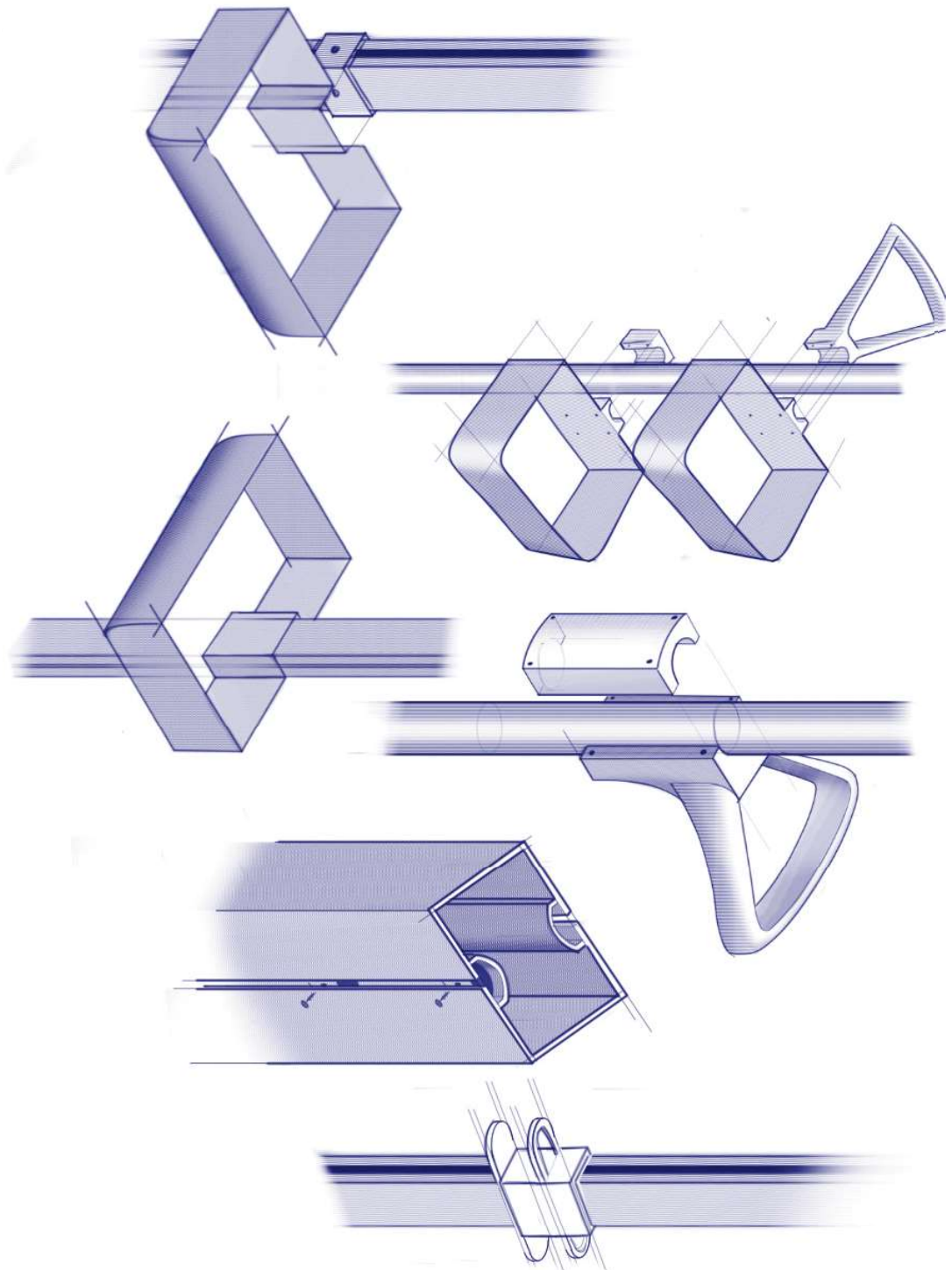
1.4.3 Mechanische vibratie en schokbestendigheid

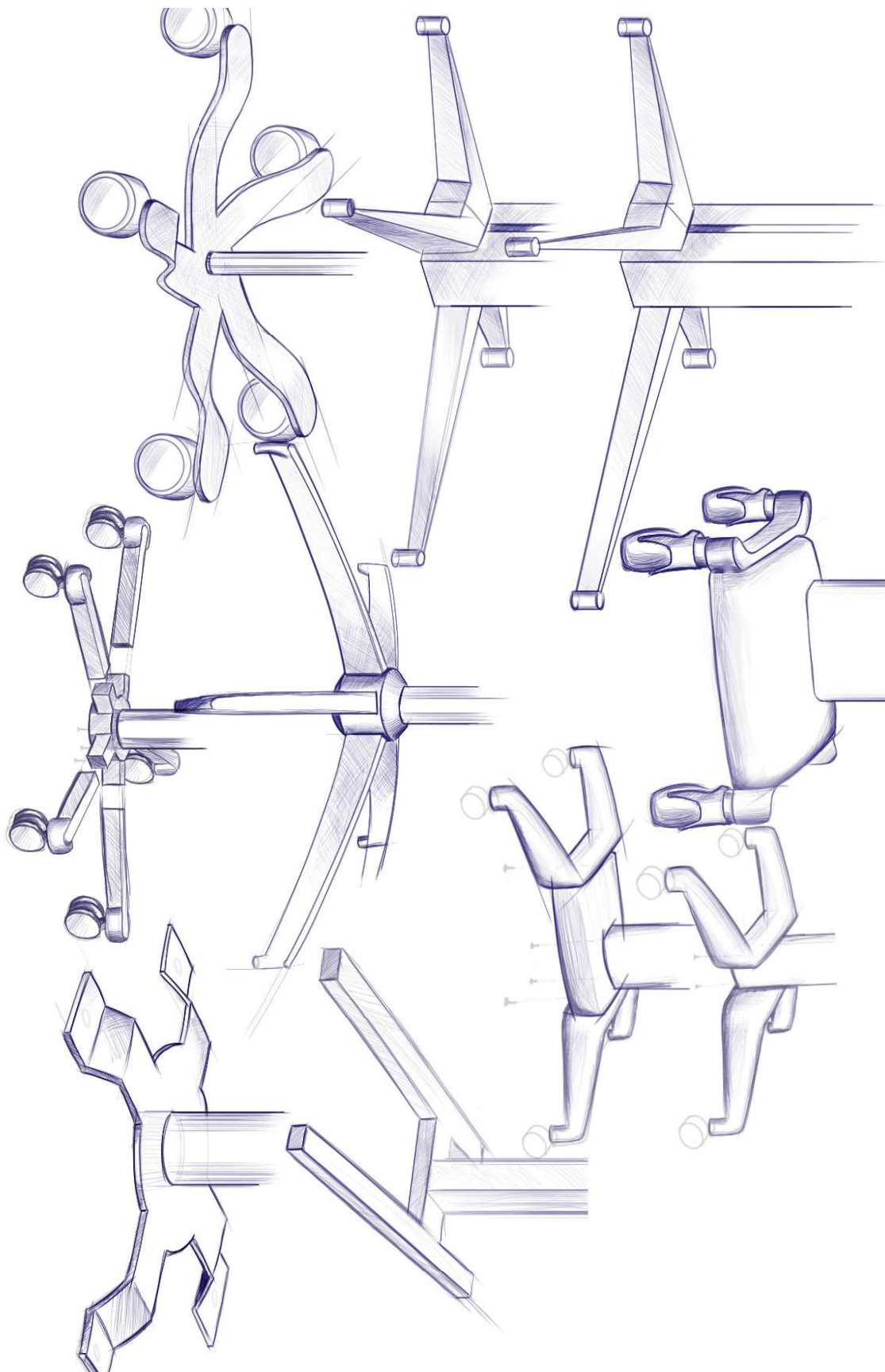
- De rolling cart moet voldoen aan de regelgeving van IEC 60068-2-27:2008 en IEC 60028-2-64:2008 (zie bijlage ...)

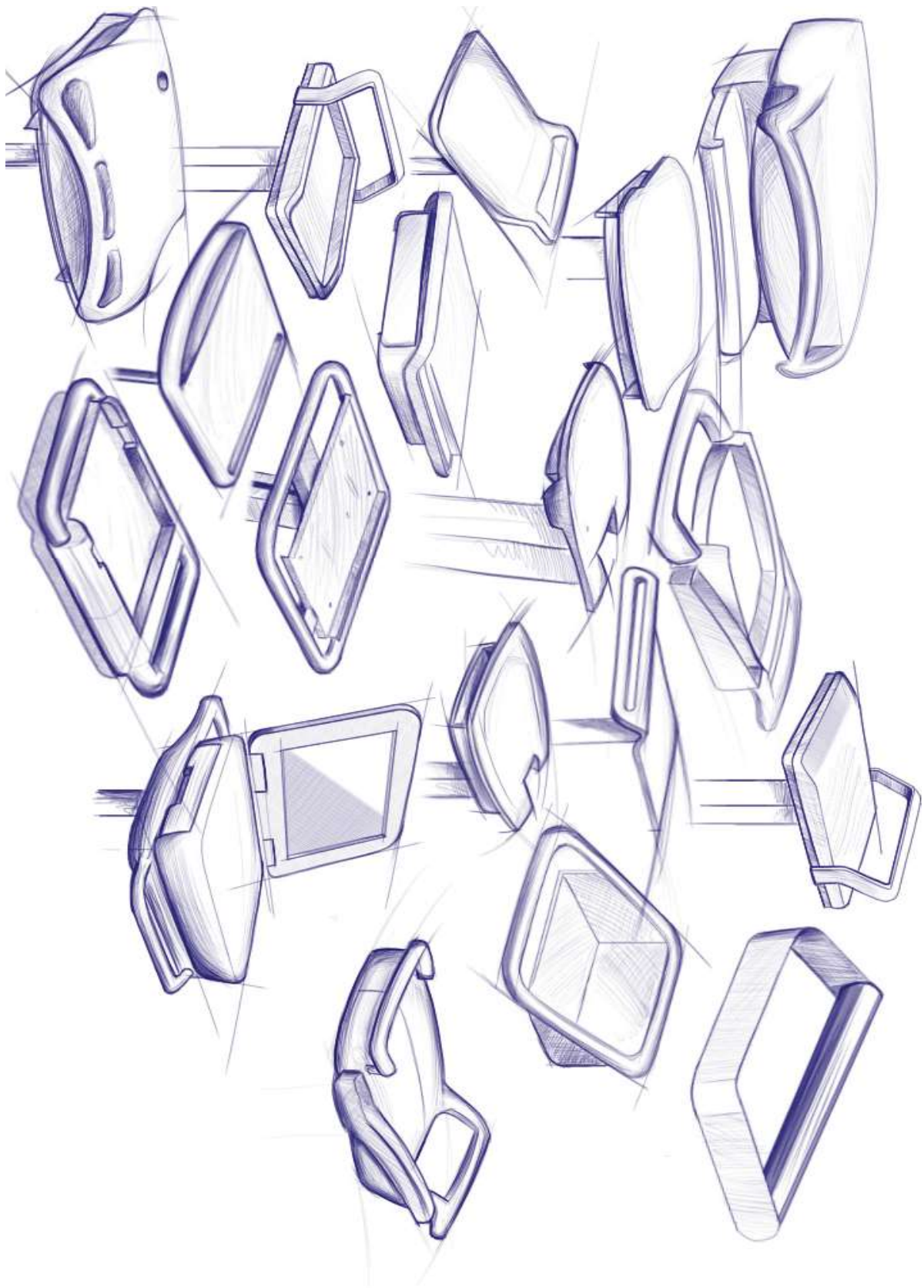
1.5 Commerciële eisen

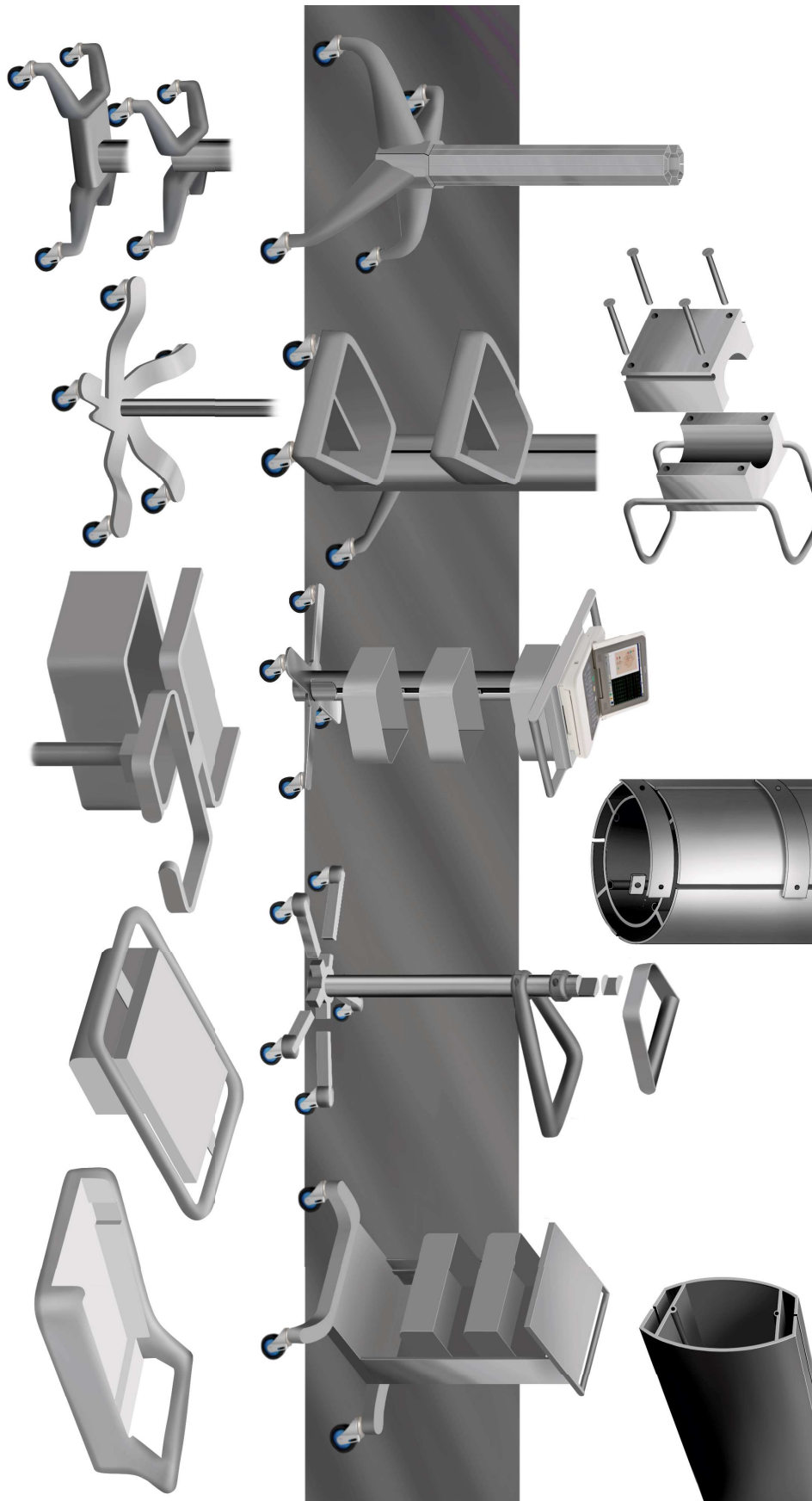
- Er geldt één prijs (de laagste) voor alle locaties.
- Er zal een jaarlijkse schatting gegeven worden voor de productie van alle betrokken fabrieken, maar bestellingen mogen gebeuren vanaf verschillende locaties gedurende het jaar.
- Verzendlocaties: Andocer, Boeblingen, Shenzhen.
- Leverancier mag producten opslaan in fabrieken of opslagplaatsen zodat er een snelle service support kan zijn.
- Leverancier moet kosteloos binnen 24 tot 48 uur hulp kunnen geven in het geval van het falen van het product bij Philips. De keuze voor eventuele vervanging of reparatie moet bij Philips liggen.
- Philips eist complete kosten transparantie wat betreft de productiekosten.
- De leverancier kan eventueel door Philips onderworpen worden aan richtlijnen voor prijsverbeteringen.

Bijlage H - Ideeschetsen

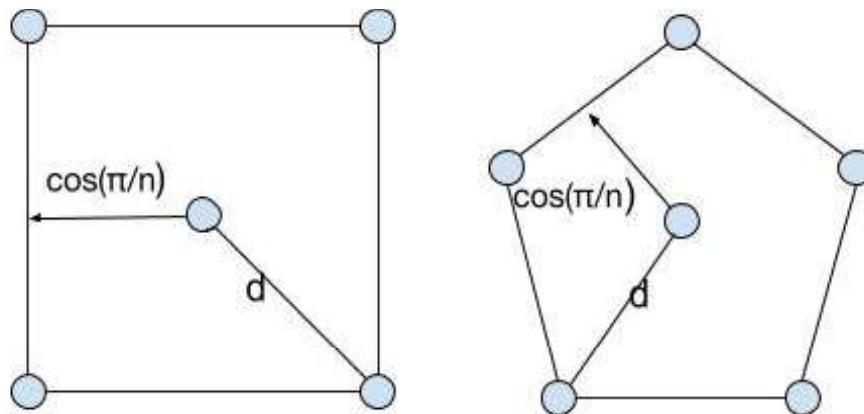








Bijlage I - Wielen



n =aantal poten

De ratio tussen de lengte van de poten en de kortste afstand tot de rand:

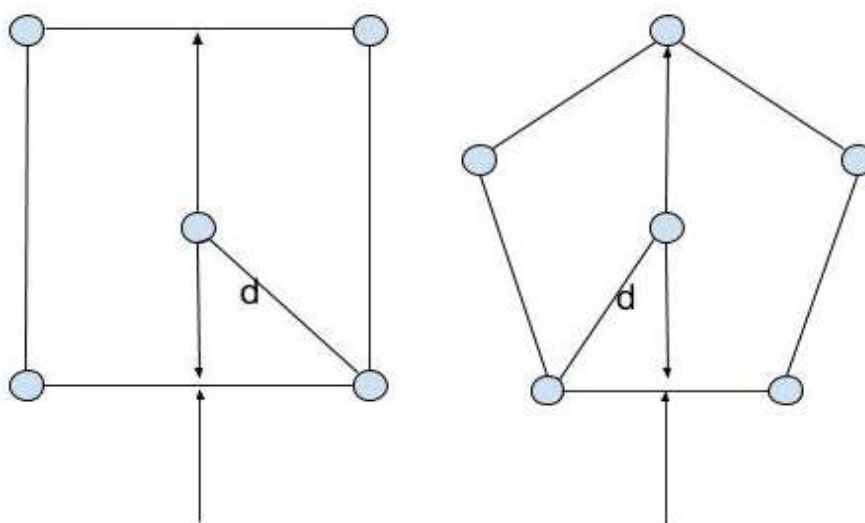
2 poten: 0

3 poten: 0.5

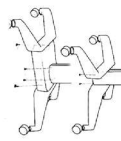
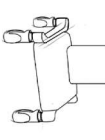
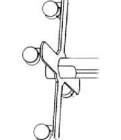
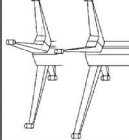
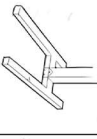
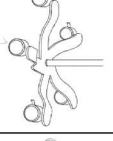
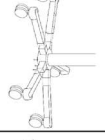
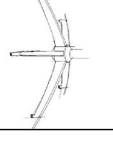
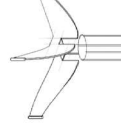
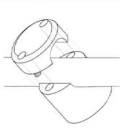
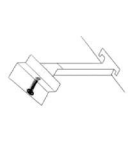
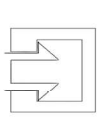
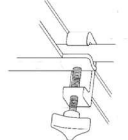
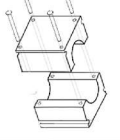
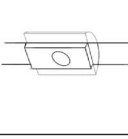
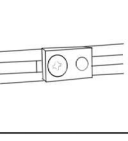
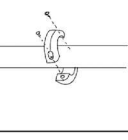
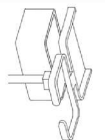
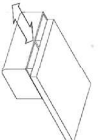
4 poten: ~ 0.71

5 poten: ~ 0.81

Door de positionering van het handvat (pijl) wordt de cart niet in zijwaartse richting geduwd. De afstand tussen het middelpunt en de rand verschilt in dit geval niet tussen een cart met vier of 5 wielen



Bijlage J - Morfologisch Schema

Column	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
Voet										
Bevestiging										
Werkblad										
Integratie Onderdelen										

Bijlage K - Bepaling weegfactor concepten

	Eis 1	Eis 2	Eis 3	Eis 4	Eis 5	Eis 6	Eis 7	Eis 8	Eis 9	Eis 10	(Totaal + 1)*2
Eis 1	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Eis 2	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Eis 3	1	1	-	0	0	1	1	0	1	1	14
Eis 4	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	20
Eis 5	1	1	1	0	-	1	1	1	1	1	18
Eis 6	1	1	0	0	0	-	1	0	1	1	12
Eis 7	1	1	0	0	0	0	-	0	0	0	6
Eis 8	1	1	1	0	0	1	1	-	1	1	16
Eis 9	1	1	0	0	0	0	1	0	-	1	10
Eis 10	1	1	0	0	0	0	1	0	0	-	8

De bepaling van de weegfactor van de verschillende eisen gebeurt door de verschillende eisen tegen elkaar op te wegen. Zodra de horizontale eis belangrijker is dan de verticale eis krijgt de eis één punt. De totale weegfactor is het aantal punten +1. De totale hoeveelheid punten is vermenigvuldigd met 2, zodat er grotere verschillen ontstaan tussen de verschillende concepten.

Bijlage L - Aluminium hoofdgroepen



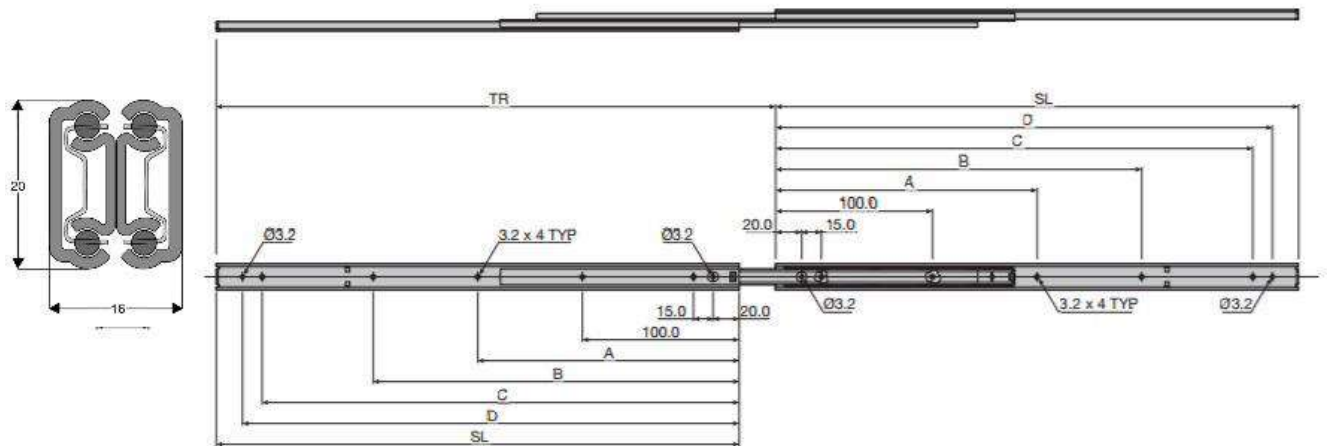
Bijlage M - Ontwerprichtlijnen Extrusie

Ontwerprichtlijnen geëxtrudeerde producten		
Nr.	Aandachtspunt	Richtlijn
1	Verschil in Wanddikte	Er dient zo weinig mogelijk variatie te zitten tussen de dikten van de verschillende wanden.
2	Dikte/straal van hoeken	Scherpe hoeken zorgen voor hoge krachtconcentraties, dus hoeken moeten afgerond worden
3	Holtes	Massieve profielen zijn gemakkelijker te produceren, aangezien de matrijs van massieve profielen eenvoudiger en goedkoper is. Een hollow profiel is wel torsiestijver.
4	Symmetrie	Probeer het ontwerp symmetrisch te houden
5	Diameter	Diameter omschrijvende cirkel dient zo klein mogelijk te zijn
6	Toegevoegde functies	Extrusie biedt de mogelijkheid tot het integreren van functies (denk aan schroefogen, verbindingen).

Bijlage N - Ontwerprichtlijnen spuitgieten

Ontwerprichtlijnen Spuitgegoten producten		
Nr.	Aandachtspunt	Richtlijn
1	Verschil in Wanddikte	Er dient zo weinig mogelijk variatie te zitten tussen de dikten van de verschillende wanden. Hierdoor kunnen zinken, kromgetrokken wanden en achtergebleven spanningen voorkomen worden. Reguliere wanddiktes zijn tussen de 2 en de 4 mm.
2	Dikte/straal van hoeken	Scherpe hoeken zorgen voor hoge krachtconcentraties, hoeken mogen daardoor niet dunner zijn dan de wand van het spuitgegoten onderdeel. De binnenkant van de hoek heeft een straal van minimaal anderhalf keer de materiaaldikte.
3	Dikte van de wand	Voorkom dikke wanden. Dit reduceert de koelingstijd, versnelt de cyclustijd en reduceert het totale gewicht. Hierdoor valt de kostprijs lager uit.
4	Lossing Matrijs	Het product moet eenvoudig uit de matrijs verwijderd kunnen worden. Hoeken moeten hierdoor een kleine helling hebben (conus). Des te langer een wand des te groter de helling moet zijn.
5	Afmeting en vorm van de ribben	Ribben mogen een maximale dikte hebben van 0,5 tot 0,6 keer de wanddikte. Ook voor de ribben geldt dat er een helling moet zijn in verband met het lossen.
6	Toegevoegde functies	Spuitgieten biedt de mogelijkheid tot het integreren van functies (denk aan scharnieren, klikverbindingen).
7	Stijfheid	Er kan een grotere stijfheid worden gerealiseerd door op de juiste plekken ribben aan te brengen.
8	De plaatsing van bossen	De cilinders waarin bijvoorbeeld schroeven worden aangebracht mogen niet tegen de wand van het product aankomen. De dikte van de boss mag niet meer dan 60% van de wanddikte bedragen.
9	Vloeiing	Wanneer de druk in een matrijs te klein is krijgt de kunststof kans om af te koelen.
10	Stijfheid van de vorm	Door gekromde wanden te gebruiken wordt er een grotere stijfheid gerealiseerd.

Bijlage O - Telescoopgeleider



Bestelnummer per paar	mm						kg	
	SL	TR	A	B	C	D	W	L
190422	150	156	-	-	95.0	110.0	0.32	15
199255	200	231	-	-	145.0	160.0	0.43	17
190715	250	280	-	-	195.0	210.0	0.55	19
190716	300	329	-	160.0	245.0	260.0	0.67	20
190282	350	379	-	210.0	295.0	310.0	0.79	20
190341	400	428	-	260.0	345.0	360.0	0.90	18
199269	450	477	205.0	310.0	395.0	410.0	1.02	16
190964	500	526	230.0	360.0	445.0	460.0	1.15	13

SL: Lengte geleider

W: Gewicht geleiders per paar in kg

TR: Uitschuiflengte geleider

L: Belasting per paar

- Om de aangegeven maximale belasting te bereiken, dienen alle montageposities gebruikt te worden.
- Voor montage worden M4/4 mm schroeven aanbevolen, met een max. kophoogte van 1.8 mm en max. kop ø5.6 mm.
- Alleen geschikt voor verticale montage.