# Duurzaam afvalbeheer op intensieve zorgen

Quinten Hensbergen

Interne promotor: Prof. Dr. Els Du Bois
Interne co-promotor: Dr. Charlotte Harding
Externe promotor: Annelies Casteleyn




Universiteit Antwerpen

Masterproef
2de master productontwikkeling 2025-2026



# Dankwoord

De masterthesis die momenteel voor u ligt, is het resultaat van 8 maanden hard werk. Desondanks was deze masterthesis niet mogelijk geweest zonder een aantal mensen in het bijzonder. In eerste instantie had ik graag prof. dr. Els Du Bois willen bedanken voor haar rol als promotor binnen dit project, geen enkele moeite was te veel en het enthousiasme waarmee ze promotor is, is al snel overgeslagen op mezelf. Daarnaast had ik ook interne co-promotor dr. Charlotte Harding willen bedanken voor alle expertise en tijd die ze met mij heeft willen delen ondanks haar drukke jaar met betrekking tot haar doctoraat.

Vervolgens had ik graag ZAS Middelheim in het algemeen, maar vooral externe promotor Annelies Casteleyn willen bedanken voor het fijne project en de constante ondersteuning waarop ik steeds kon rekenen. Daarbij komend worden ook verpleegkundigen Ellen Bursten en Emma De Coninck bedankt voor de telkens hartelijke ontvangst op de afdeling intensieve zorg ZAS Middelheim en hun expertise en ervaringen die ze met me deelden gaandeweg.

Finaal had ik graag, samen met alle andere professoren die deel uitmaken van de opleiding productontwikkeling, prof. Rob Linders willen bedanken voor de begeleiding en het vertrouwen in mij de afgelopen vijf jaar. Ook aan al mijn vrienden, medestudenten, familie en vriendin, dank jullie wel, zonder jullie was dit traject een stuk lastiger geweest en had het resultaat nooit geweest wat het momenteel is.

Bedankt,
Quinten Hensbergen

# Abstract

Ziekenhuizen dragen als sector aanzienlijk bij aan de mondiale uitstoot van broeikasgassen, en de afdeling intensieve zorgen vertegenwoordigt daarbinnen een van de meest afvalintensieve omgevingen. Een interne afvalaudit op de intensieve zorgafdeling (INZO) van ZAS Middelheim bracht aan het licht dat 46% van het afval foutief werd gesorteerd, waarbij de stroom risicohoudend medisch afval (RMA) de grootste afwijking vertoonde: slechts 41% van het ingezamelde RMA-volume bleek effectief risicohoudend. Dit sorteerfalen veroorzaakt naar schatting 23,1 ton extra $CO_2$-uitstoot per jaar op de betreffende afdeling, en kost ZAS Middelheim jaarlijks circa €11.452 aan vermijdbare verwerkingskosten. Extrapolatie naar alle Belgische ziekenhuizen suggereert een jaarlijkse extra uitstoot van ongeveer 1.904 ton $CO_2$.

Aan de hand van de Double Diamond-methode werd een multidisciplinair onderzoek opgezet om de onderliggende oorzaken van de foutieve afvaltriage te analyseren. Kwalitatieve dataverzameling via contextanalyses en observaties op de afdeling leidde tot een clusteranalyse waaruit vijf centrale probleemfactoren naar voren kwamen: motivatie en gedrag, onzekerheid, tijds- en werkdruk, risico-aversie en een gebrek aan geschikte afvalopties. Hierop steunend werd een productdefinitie opgesteld als leidraad voor de verdere ontwikkeling.

In de conceptfase werden drie oplossingspaden onderzocht, waarna op basis van ontwerpvrijheid en contextonafhankelijkheid gekozen werd voor de ontwikkeling van een volledig nieuwe, modulaire verzorgingskar: Recurite. Dit product integreert de functies van een klassieke verzorgingskar met geïntegreerde opvangmogelijkheden voor niet-risicohoudende afvalstromen zoals PMD, karton en nRMA. Risicohoudend medisch afval wordt bewust uit de verzorgingskar geweerd, een keuze die ook door de afdeling ziekenhuishygiëne van ZAS Middelheim werd onderschreven. Het ontwerp benadrukt ergonomie, intuïtief gebruik, reinigbaarheid en een minimale cognitieve belasting voor zorgverleners, zodat correct sorteren niet langer afhankelijk is van extra motivatie of tijd.

Het finaal ontwerp werd herhaaldelijk geverifieerd met stakeholders op de afdeling intensieve zorgen, de afdeling ziekenhuishygiëne en aangrenzende afdelingen zoals hartchirurgie en spoed. Uit deze verificaties bleek dat Recurite het meest waardevol is voor verpleeg- en intensieve zorgafdelingen, en minder geschikt voor de spoedcontext. Een businessplan en go-to-marketstrategie onderbouwen de commerciële haalbaarheid van het product, met een verwachte break-even binnen de eerste operationele jaren.

Dit onderzoek toont aan dat een ontwerpgedreven aanpak, waarbij afvalbeheer geïntegreerd wordt in de fysieke workflow van de zorgverlener, een concrete en schaalbare bijdrage kan leveren aan duurzamer afvalbeheer in de Belgische zorgsector.

# Verklarende woordenlijst

## INZO
INZO verwijst naar de afdeling intensieve zorgen.

## nRMA
nRMA is de afkorting van niet-risicohoudend medisch afval. Deze afvalstroom wordt beschreven als afvalstoffen die ontstaan bij de medische behandeling, maar die geen bijzonder risico voor milieu of gezondheid inhouden en dus geen RMA zijn (De Groof et al., 2021).

## PMD
De afvalstroom die plastic, metaalverpakkingen en drankkartons omvat.

## RMA
RMA staat voor risicohoudend medisch afval en zijn afvalstoffen die een bijzonder risico inhouden doordat ze een microbiologische of virale besmetting, een vergiftiging of een verwonding met zich kunnen meebrengen, of afvalstoffen die om ethische redenen een bijzondere behandeling vereisen (De Groof et al., 2021).

## Slokhopper
Dit is een toestel aanwezig in de verzorgingsbox waarin vloeistoffen die in de riolering mogen, kunnen worden doorgespoeld. Bloed en medicatieresten mogen hier absoluut niet in worden doorgespoeld.

## Pulpmateriaal
Pulpmateriaal verwijst naar  sanitaire wegwerpartikelen zoals bedpannen, urinalen en niervormige bekken, vervaardigd uit geperst papiercellulose. Na gebruik worden deze artikelen verwerkt in een verpulveraar, waarbij het materiaal samen met de vloeibare inhoud wordt fijngemalen en afgevoerd via de riolering.

## Peelpack
Een peelpack is een tweedelige verpakking die veel gebruikt wordt voor steriel medisch materiaal. De verpakking bestaat uit een papieren zijde en een transparante polyethyleenfolie die van elkaar kunnen worden afgetrokken om het steriele materiaal te ontsluiten. Beide componenten zijn afzonderlijk recycleerbaar: de papieren zijde behoort tot de kartonfractie, de folie tot de PMD-fractie.

# Inhoudstafel


**Abstract** 4

**01. Problematiek** 8

1.1 Stand van zaken 9
1.2 Plan van aanpak 10

**Deel 1: Onderzoek- en productdefinitie**

**02. Methode** 14

2.1 Data-verzameling 14
2.2 Data-analyse 15

**03. Context analyse** 15

**04. Clusteranalyse** 17

4.1 Motivatie en gedrag 18
4.2 Onzekerheid 19
4.3 Tijds- en werkdruk 20
4.4 Risico-aversie 21
4.5 Gebrek aan opties 22

**05. Discussie** 22

**06. Economische analyse** 24

6.1 Exploratief businessmodel 24

**07. Synthese** 25

7.1 Productidee 25
7.2 Design drivers 26
7.3 Product architectuur 26
7.4 Specificaties 27

**Deel 2: Systeemontwerp & conceptontwikkeling**

**08. Oplossingspaden** 30

**State of the art** 32

**09. Deelproblemen** 33

9.1 Dimensionering 36
9.2 Freedom To Operate 36

**Select-4-Care** 37

**10. Conceptgeneratie** 38

10.1 Concept 1 38
10.2 Concept 2 40
10.3 Concept 3 42

**11. Verificatie** 45

11.1 Synthese 46

**12. Finaal concept** 48

12.1 Block-outs 50
12.2 Finaal concept 52

**Deel 3: Finaal ontwerp**

**13. Ontwerpevolutie** 56

13.1 Keuze tussen monitor en tablet 56
13.2 Medicatielade 56
13.3 Vormelijke evolutie 57

**14. Materialisatie** 58

**15. Finaal ontwerp** 60

15.1 Overzicht 60
15.2 Afvalbeheer 62
15.3 Zorgverlening 66
15.4 Labelling & intuïtief karakter 68
15.5 Dimensionering en ergonomie 70
15.6 Gebruik en features 72

**16. Technische uitwerking** 76

16.1 Bill Of Materials 76
16.2 Productietechnieken 80
16.3 Assemblageproces 82
16.4 Elektronische componenten 86
16.5 Technische verificatie 88
16.6 Dimensionering 90

**17. Verificatie** 92

17.1 Ontzorg 92
17.2 INZO ZAS Middelheim 1 93
17.3 Ziekenhuishygiëne 94
17.4 Hartchirurgie en spoed 95
17.5 INZO ZAS Middelheim 2 96

**Deel 4: Branding & businessplan**

**18. Branding** 98

18.1 Merknaam 98
18.2 Logo 98

**19. Businessplan** 100

19.1 Problematiek 100
19.2 Waarom nu? 101
19.3 TAM, SAM, SOM 102
19.4 Concurrentie 102
19.5 Benchmark 103
19.6 Product 104
19.7 Businessplan en go-to-marketstrategie 104

**Deel 5: Synthese**

**20. Terugkoppeling** 112

**21. Future research** 113

**Figurenlijst** 116

**Referenties** 117

**Bijlagen** 120

# 01. Problematiek

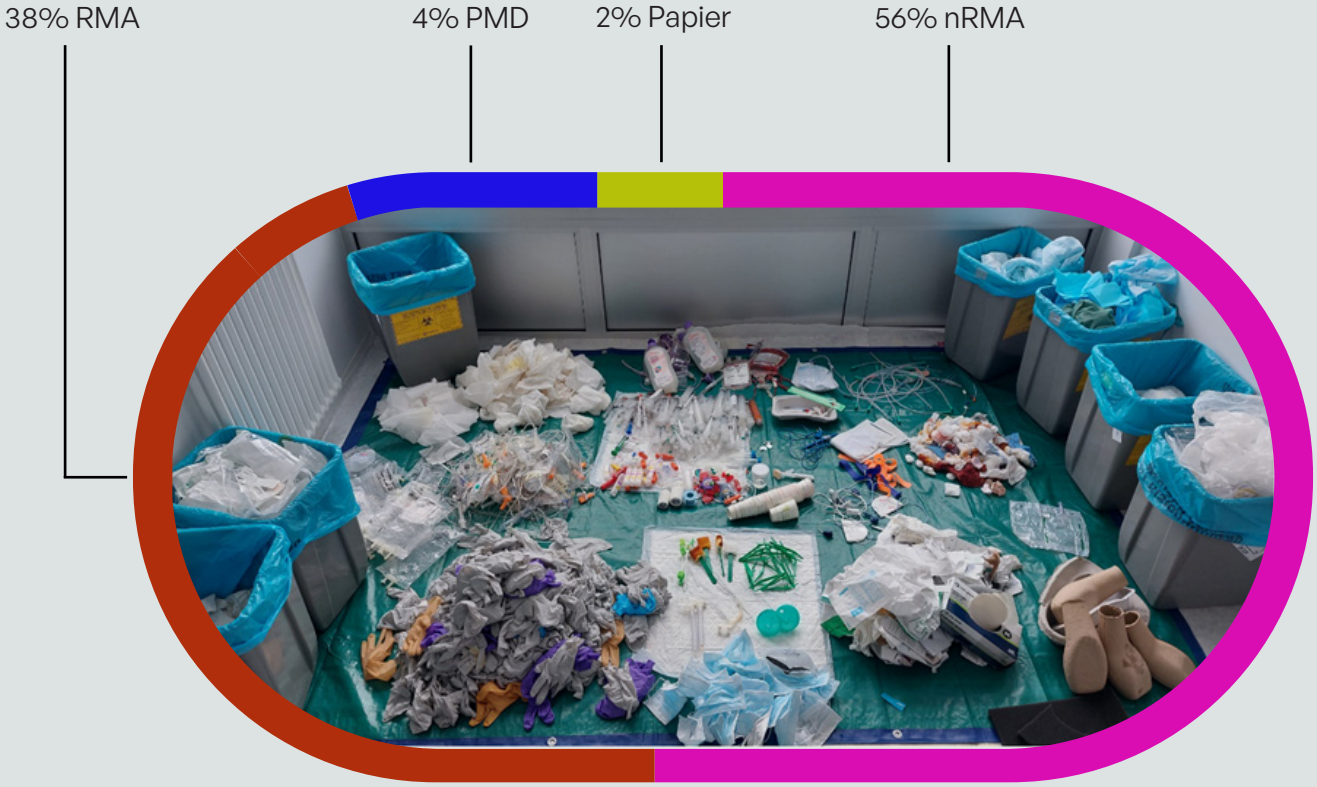
Tegen 2050 streeft de Europese Unie naar klimaatneutraliteit, dit impliceert dat de netto-uitstoot van broeikasgassen in alle sectoren tot nul moet worden gereduceerd (European Commission, 2019). De zorgsector vormt hierop geen uitzondering en is momenteel verantwoordelijk voor circa 4 tot 5% van de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen (Rodríguez-Jiménez et al., 2023). Deze ecologische voetafdruk en de groeiende aandacht voor duurzaamheid tonen de urgentie van duurzame interventies (Health Care Without Harm et al., 2019).

Binnen ziekenhuizen is de afdeling intensieve zorgen een van de meest materiaal- en afvalintensieve omgevingen. De continue zorgbehoeften van patiënten leiden tot een hoog gebruik van single-use materialen en dus tot aanzienlijke afvalvolumes (Prasad et al., 2022). Door de diversiteit aan afvalstromen en de structureel hoge tijds- en werkdruk wordt afval bovendien vaak foutief gesorteerd (Ferreira et al., 2024).

In België zette ZAS Middelheim, na een interne afvalaudit op de intensieve zorgafdeling, een project rond duurzaam afvalbeheer op (Casteleyn & Green Team INZO Middelheim, 2024). Uit deze 24-uren-audit (figuur 1) bleek dat 46% van het afval verkeerd werd gesorteerd, met een bijzonder grote afwijking in de stroom van risicohoudend medisch afval (RMA): minder dan de helft van het ingezamelde materiaal bleek effectief risicohoudend.

Het huidige sorteergedrag veroorzaakt naar schatting 23,1 ton extra $CO_2$-uitstoot op de intensieve zorgen[1] van ZAS Middelheim. Extrapolatie suggereert dat Belgische ziekenhuizen hierdoor jaarlijks ongeveer 1.904 ton extra $CO_2$ uitstoten. De verwerking van RMA kost bovendien €1,34/kg, wat deze stroom tot de duurste maakt. Correct sorteren zou ZAS Middelheim op jaarbasis circa €11.452 kunnen besparen.

Dit onderzoek richt zich op het verbeteren van afvaltriage binnen intensieve zorgen. Aangezien hier duidelijke ecologische en economische winst kan worden geboekt, is het aannemelijk dat gelijkaardige interventies ook op andere ziekenhuisafdelingen potentieel waardevol zijn (E. De Coninck, persoonlijke communicatie, 8 oktober 2025).




Figuur 1: Resultaten van de 24-uren afvalaudit op de afdeling intensieve zorgen binnen ZAS Middelheim.
Bron: Casteleyn & Green Team INZO Middelheim (2024).

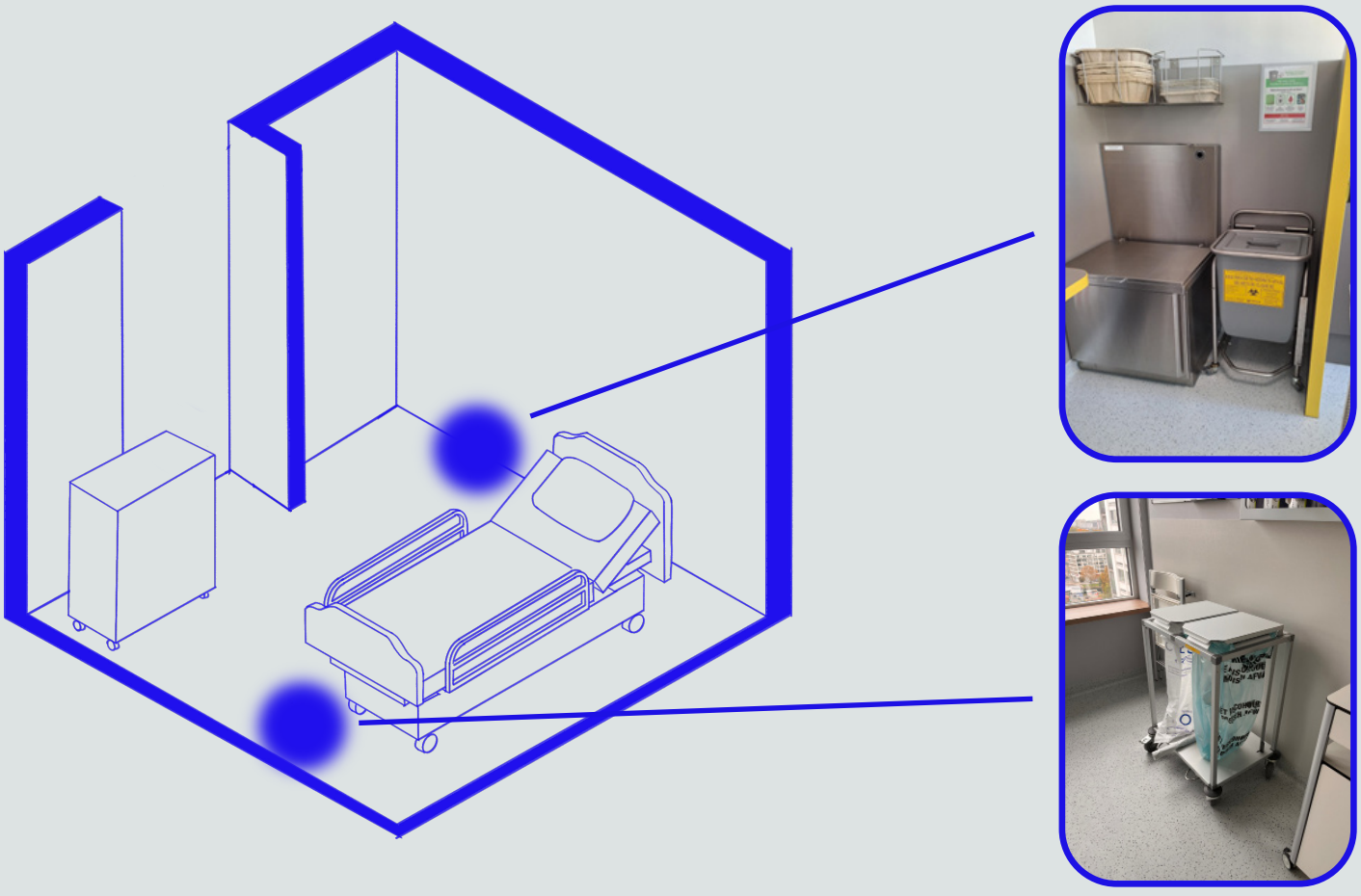
[1] Eigen berekeningen op basis van Casteleyn & Green Team INZO Middelheim, 2024.

# 1.1 Stand van zaken

De onderzoeks- en productdefinitie van dit project is gebaseerd op een intern afvalonderzoek dat werd uitgevoerd op de intensieve zorgafdeling van ZAS Middelheim (Casteleyn & Green Team INZO Middelheim, 2024). Tijdens deze audit werden gedurende 24 uur op alle drie de INZO-afdelingen al het afval verzameld, gelabeld en geanalyseerd. Zo werd bepaald in welke afvalstroom het materiaal thuishoorde.

Uit deze analyse bleek dat, bij een totaal volume van 116 kg, 70% van het ingezamelde PMD effectief tot de PMD-stroom behoorde. Voor nRMA bedroeg dit percentage 60%. De grootste afwijking werd echter vastgesteld binnen de stroom risicohoudend medisch afval (RMA): slechts 41% van het ingezamelde materiaal voldeed aan de criteria voor risicohoudend afval. Dit impliceert dat 59% van het RMA-volume eigenlijk thuishoort in andere, minder kostbare en ecologisch minder belastende afvalstromen. Binnen het interne rapport wordt deze foutieve sortering toegeschreven aan de ruimtelijke organisatie van de verzorgingsbox. Zoals geïllustreerd in figuur 2, staat het RMA-vat in de 'vuile hoek', naast de slokhopper, terwijl de nRMA-zak zich aan de tegenoverliggende zijde van de ruimte bevindt. Hierdoor vereist het correct sorteren van bijvoorbeeld een leeggegoten urinezak (nRMA), altijd een extra beweging naar de andere kant van de kamer. In de praktijk leidt dit ertoe dat dergelijke items om redenen van gemak en tijdsdruk frequent in het RMA-vat terechtkomen.

Hoewel de interne audit een nuttige eerste verklaring biedt, kan de ruimtelijke schikking niet de enige oorzaak zijn. Dit wordt onderzocht in het verdere onderzoek.



Figuur 2: Verzorgingsbox met plaatsing van nRMA-zak en RMA-vat in de 'vuile hoek'.
Bron: Casteleyn & Green Team INZO Middelheim (2024).

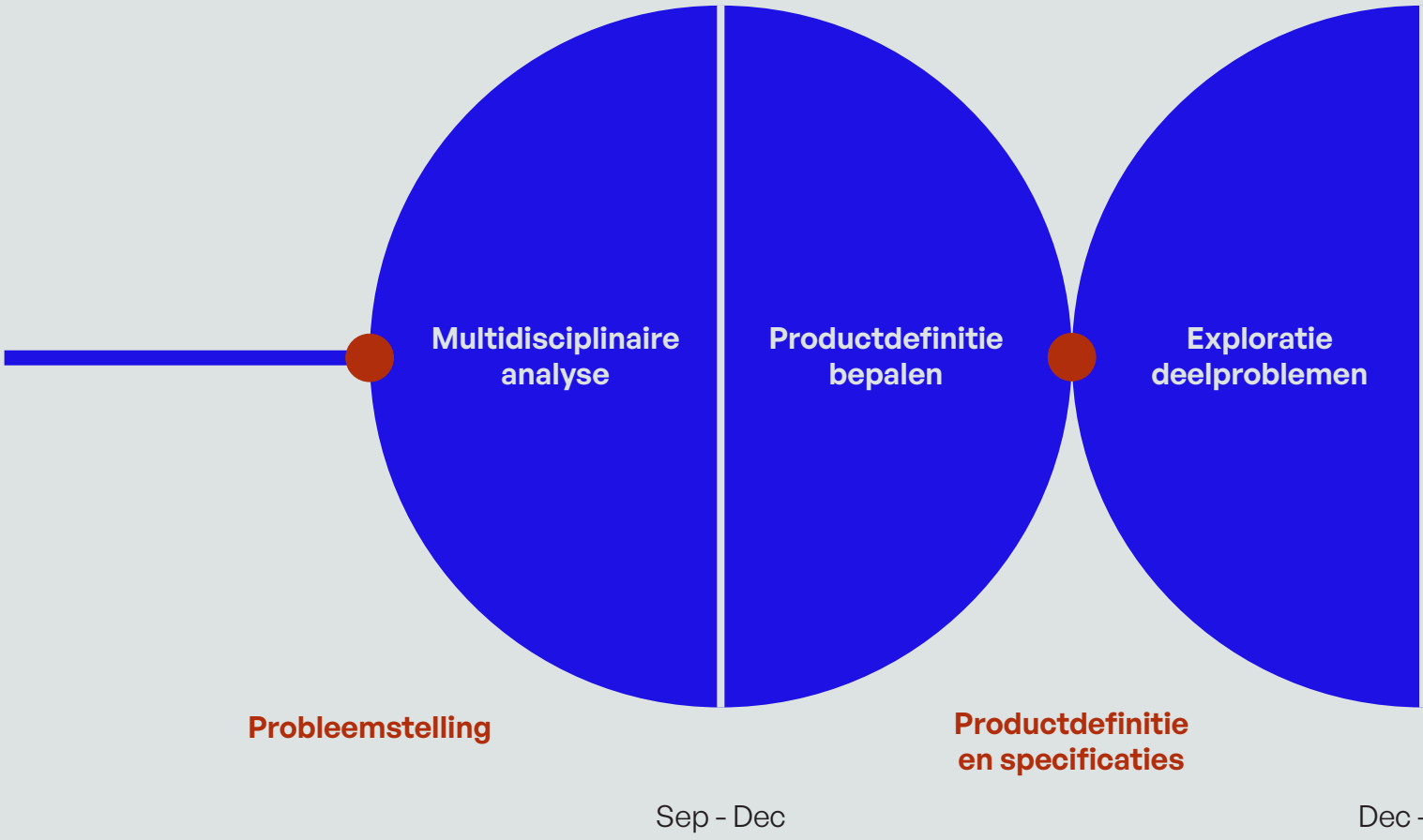
# 1.2 Plan van aanpak

De volledige masterthesis wordt opgesplitst in drie subdelen die samen de structuur van de Double Diamond volgen. Dit ontwerpmodel beschrijft een afwisseling tussen onderzoek en ontwerp, waarbij telkens een divergerende fase wordt gevolgd door een convergerende fase waarin keuzes worden gemaakt en conclusies worden getrokken.

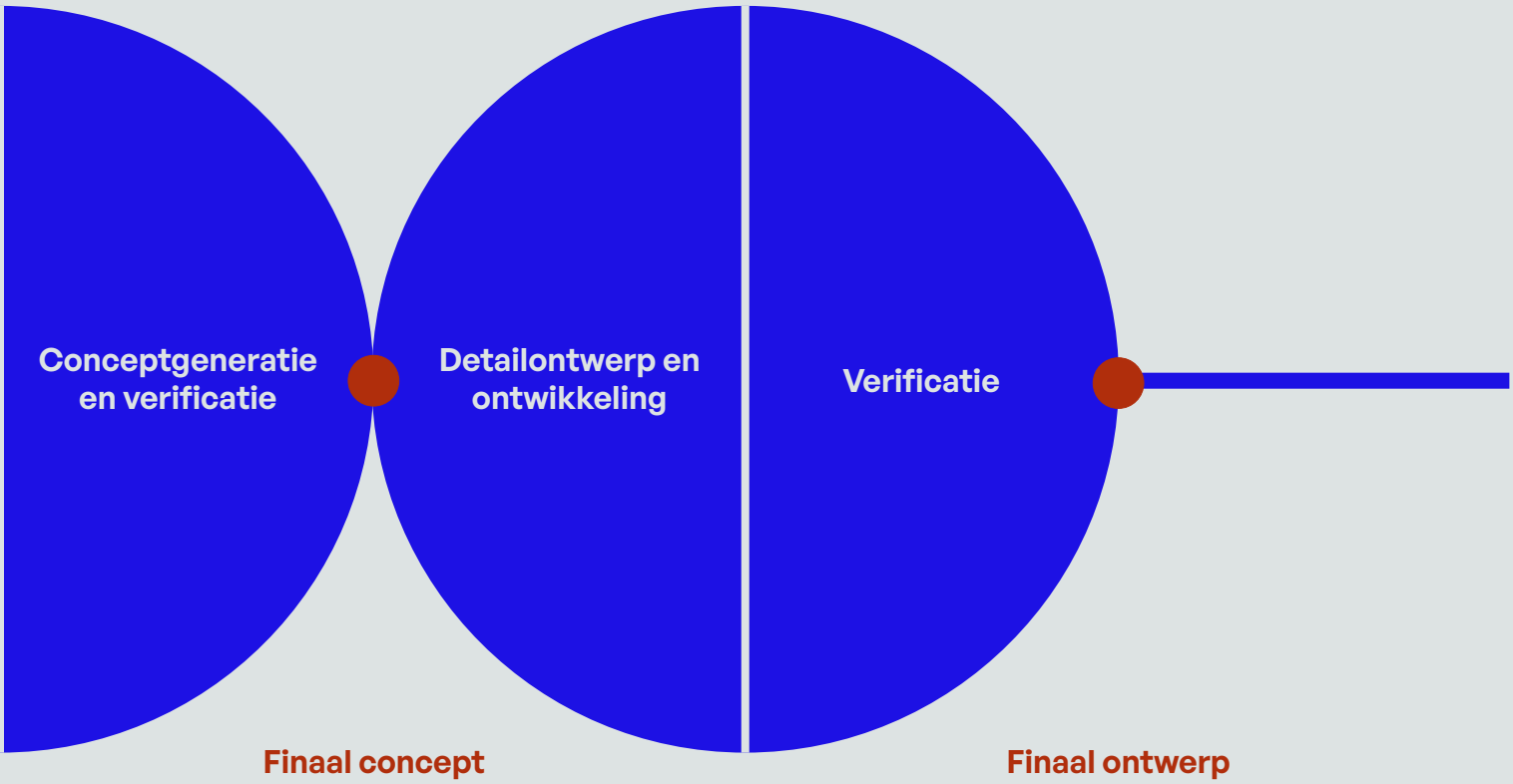
Het eerste deel omvat de onderzoeks- en productdefinitiefase. In deze multidisciplinaire onderzoeksfase wordt nagegaan welke factoren aan de basis liggen van de problematiek en hoe deze elkaar beïnvloeden. De gehanteerde onderzoeksmethode wordt verder toegelicht in hoofdstuk 02. Op basis van de verkregen inzichten worden vervolgens productspecificaties en ontwerpvereisten opgesteld die richting geven aan de verdere ontwikkeling van de oplossing.

In het tweede deel verschuift de focus naar de conceptontwikkeling. Hierbij wordt eerst gedivergeerd aan de hand van verschillende oplossingspaden en concepten, die vervolgens via verificaties worden afgetoetst in het werkveld. De verzamelde feedback vormt de basis voor een convergerende fase waarin een onderbouwd finaal concept wordt geselecteerd.

Het derde en laatste deel omvat de verdere uitwerking van dit concept tot een finaal ontwerp. Gedurende deze fase wordt het ontwerp herhaaldelijk geverifieerd en verfijnd op basis van feedback van stakeholders en andere belanghebbenden. Het volledige plan van aanpak wordt weergegeven in figuur 3.




Figuur 3: Plan van aanpak


Conceptgeneratie en verificatie
Detailontwerp en ontwikkeling
Verificatie
Finaal concept
Finaal ontwerp

- Mar

Mar - Jun

# Deel 1

# Onderzoeks- & productdefinitie



# 02. Methode

Dit interdisciplinair, kwalitatief onderzoek verkent menskundige, technische en contextuele factoren die foutieve afvaltriage op intensieve zorgafdelingen beïnvloeden. Het project vertrok vanuit een interne afvalaudit in ZAS Middelheim, die zowel de probleemstelling als eerste databron vormde. Door meerdere kwalitatieve methoden te combineren, werd triangulatie bereikt en de validiteit verhoogd. Het onderzoek vond plaats op drie doelgericht geselecteerde intensieve zorgafdelingen, ZAS Middelheim, UZ Leuven en ZAS Sint-Vincentius, om verschillende organisatorische contexten te vergelijken.

## 2.1 Data-verzameling

### 2.1.1 Auditanalyse & desk research

De interne afvalaudit van ZAS Middelheim werd geanalyseerd om een eerste beeld te krijgen van foutpatronen, afvalvolumes en afwijkende stromen. De verkregen auditresultaten van UZ Leuven werden hier later aan toegevoegd. Deze documenten werden niet kwantitatief verwerkt, maar dienden als vertrekpunt voor het bepalen van relevante onderzoeksthema's. Parallel werd literatuuronderzoek uitgevoerd naar ziekenhuisafvalbeheer, gedragsfactoren in zorgcontexten, risicoperceptie, workflowontwerp en tijdsdruk. Deze theoretische basis ondersteunde zowel de interpretatie van de auditresultaten als de opzet van observaties en interviews.

### 2.1.2 Diepte-interviews

Om verschillende perspectieven te capteren, werden semigestructureerde interviews afgenomen met hoofdverpleegkundigen, een duurzaamheidscoördinator en een diensthoofd Preventie en Milieu. De interviews werden niet opgenomen maar gedocumenteerd via uitgebreide nota's. Ze boden inzicht in organisatorische processen, risico-inschattingen, verantwoordelijkheden en praktische beperkingen, en fungeerden als belangrijke aanvulling op de observatiedata.

### 2.1.3 Observaties

Observaties vormen de kern van het veldwerk. In samenwerking met een doctoraatsonderzoeker gespecialiseerd in observaties binnen de medische context werd een observatieplan (bijlage 1) opgesteld om gedrag, context, workflow en materiaalgebruik systematisch te registreren. De observaties werden uitgevoerd op basis van één centrale onderzoeksvraag:

> "Hoe wordt afval momenteel gescheiden en afgevoerd binnen de afdeling intensieve zorgen, en op welke punten verloopt de scheiding tussen de verschillende afvalstromen fout?"

Deze vraag bepaalde de focus van het observatieproces en bepaalde welke handelingen, situaties en afvalinteracties tijdens het veldwerk systematisch in kaart werden gebracht.

Er werden vier observaties uitgevoerd: twee in ZAS Middelheim, één in UZ Leuven en één in ZAS Sint-Vincentius. Daarnaast vond een aanvullende observatie plaats in het recyclagepark van ZAS Middelheim om het vervolgtraject van afval te begrijpen. De observaties maakten discrepanties zichtbaar tussen formele richtlijnen en feitelijke handelingen, en waren cruciaal voor het identificeren van gedragspatronen en contextuele belemmeringen.

### 2.1.4 Kwalitatieve bevraging

Na de eerste observatie in ZAS Middelheim werd een kwalitatieve bevraging via Qualtrics afgenomen bij verpleegkundigen van de intensieve zorgafdeling, aangezien zij het grootste deel van de afvalafdanking uitvoeren en hun gedrag gevalideerd moest worden. Observaties in andere ziekenhuizen waren minder uitgebreid en dienden enkel ter vergelijking; een bredere steekproef was daarom niet vereist.

In totaal vulden 30 verpleegkundigen de anonieme vragenlijst in. De enquête bevatte twaalf voornamelijk halfopen meerkeuzevragen om gewoontes, percepties, onzekerheden en noden rond afvaltriage te onderzoeken. De bevraging had twee doelen: (1) de bevindingen uit de eerste observatie valideren en (2) bijkomende gedragsmatige en contextuele factoren identificeren. De volledige vragenlijst is opgenomen in bijlage 2.

### 2.1.5 Interdisciplinaire samenwerking

Er werd samengewerkt met een doctoraatsonderzoeker die langdurig producthergebruik bestudeert, om te onderzoeken of haar circulair-designframework binnen dit project kon worden toegepast. Ter afronding werd een oefenpresentatie gegeven aan zorgverleners en andere stakeholders als vorm van member checking, om de herkenbaarheid en juistheid van de resultaten te bevestigen.

## 2.2 Data analyse

De gegevens uit de observaties, interviews, audits en de bevraging werden met elkaar vergeleken. Door overeenkomsten en verschillen te identificeren, kwamen vijf terugkerende thema's naar voren die de belangrijkste oorzaken van foutieve afvaltriage beschrijven. Deze thema's vormden de basis voor een clusteranalyse waarbij er opportuniteiten werden aangeduid voor de verdere synthese en productdefinitie.

# 03. Context analyse

De context van afvalbeheer op intensieve zorgen vormt een cruciale basis voor het begrijpen van foutieve afvaltriage. Deze analyse steunt op observaties in de zorgomgeving, aangevuld met inzichten uit het recyclagepark, en richt zich op de vier afvalstromen waarin effectief verbetering mogelijk is: RMA, nRMA, PMD en papier & karton.

### 3.1.1 Ontstaan en locaties van afval

Afval ontstaat voornamelijk tijdens drie kernactiviteiten op de afdeling: het uitvoeren van zorg aan de patiënt, het openen van verpakkingen en het voorbereiden van materialen. Dit afval ontstaat op drie locaties:

1. **De verzorgingsbox**: Hier ligt de patiënt en worden de meeste zorgverrichtingen uitgevoerd. Het merendeel van het medisch afval ontstaat in deze ruimte.

2. **De medicatieruimte**: In deze ruimte bereiden verpleegkundigen medicatie en materialen voor, waarbij verpakkingen, ampullen en wegwerpmateriaal worden afgedankt.

3. **De gang**: Hier wordt voornamelijk PMD en papier & karton afgedankt, vaak afkomstig uit de verpleegpost. Uit observaties en interviews blijkt dat dit de plaatsen zijn waar triagefouten het frequentst voorkomen.

### 3.1.2 Afvalstromen en logistiek

1. **RMA** wordt ingezameld in speciale vaten die moeten worden gesloten en verzegeld volgens strikte veiligheidsprotocollen.

2. **Naalden en scherp materiaal** worden afzonderlijk afgedankt in kleine naaldcontainers. Deze worden nadien in RMA-dozen geplaatst. Dit kan omdat naaldcontainers als lekvrij worden beschouwd.

3. **nRMA en PMD** worden verzameld in afvalzakken die door housekeeping worden opgehaald.

4. **Papier & karton** wordt verzameld in kleinere bakken die regelmatig worden geledigd in een rolcontainer in de centrale afvalruimte.

Na consolidatie in de centrale afvalruimte wordt het afval overgenomen door supply chain. Zij transporteren alle stromen naar het recyclagepark voor verdere behandeling. Het gehele systeem wordt weergegeven in figuur 4.

### 3.1.3 Stakeholders

Het afvalbeheer op intensieve zorgen is een gedeelde verantwoordelijkheid waarbij verschillende profielen een specifieke rol vervullen:

1. **Verpleegkundigen** zijn de primaire stakeholders en produceren tijdens hun zorgtaken het grootste aandeel van het afval. Hun handelingen hebben een directe en substantiële impact op het algemene sorteergedrag.

2. **Zorgkundigen** ondersteunen verpleegkundigen bij zorgtaken en dragen daarnaast bij aan de orde en netheid op de afdeling. Zij zijn verantwoordelijk voor de afvoer van RMA-vaten, naaldcontainers en papier & karton naar de centrale afvalruimte. Hun rol situeert zich voornamelijk in de organisatie en consolidatie van afvalstromen.

3. **Housekeeping** staat in voor de schoonmaak van de afdeling en neemt binnen het afvalproces vooral de afvoer van nRMA en PMD op zich. Ze zijn verantwoordelijk voor de dagelijkse ophaling en zijn niet bezig met de vulgraad van de zakken.

4. **Supply chain** is verantwoordelijk voor het definitieve transport van alle afvalstromen naar het recyclagepark. Zij beheren zowel de toevoer van materialen als de afvoer van afval, en vormen zo de laatste interne schakel in het afvalproces.

Hoewel **patiënten** zelf niet actief betrokken zijn bij het afvalbeheer, worden zij in dit onderzoek beschouwd als tertiaire stakeholder. Bij het ontwikkelen van mogelijke oplossingen moet immers worden gegarandeerd dat zij er geen hinder ondervinden.

Artsen produceren slechts een beperkte hoeveelheid afval op intensieve zorgen. Zij worden daarom gelijkgesteld aan verpleegkundigen, al spelen zij een minder bepalende rol in het proces.

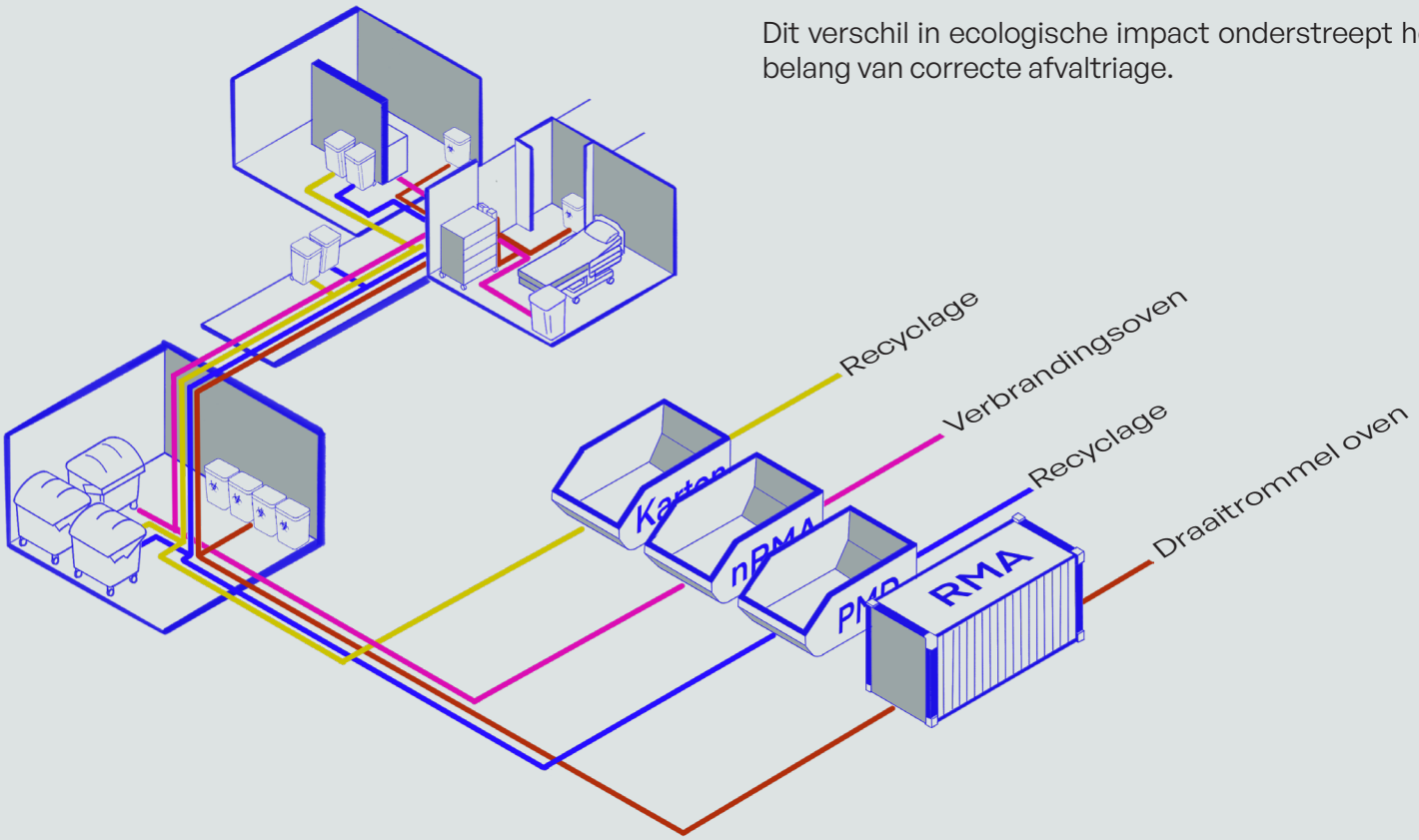
### 3.1.4 Verwerkingstechnieken

Wanneer supply chain het afval naar het recyclagepark heeft gebracht, wordt het opgehaald door een externe verwerkingspartner die de vier relevante afvalstromen verwerkt. PMD en papier & karton worden volledig gerecycleerd en veroorzaken daarbij geen directe $CO_2$-uitstoot.

Niet-risicohoudend medisch afval wordt verbrand in een conventionele oven, met een geschatte uitstoot van ongeveer 2,5 kg $CO_2$ per kilogram afval (Vanmeerbeeck & Werecircle, 2025).

Risicohoudend medisch afval vereist een intensievere behandeling: het wordt verbrand in een draaitrommeloven die het afval onder hoge temperatuur steriliseert. Deze methode heeft een hogere milieu-impact, met een uitstoot van ongeveer 3,0 kg $CO_2$ per kilogram RMA volgens de afvalaudit van UZ Leuven (Vanmeerbeeck & Werecircle, 2025).

Dit verschil in ecologische impact onderstreept het belang van correcte afvaltriage.




*Figuur 4: Overzicht van het logistieke afvalsysteem*

### 3.1.5 PMD op intensieve zorgen

Een belangrijk evolutief element in ziekenhuisafvalbeheer is de recente uitbreiding van de PMD-fractie, waardoor sinds ongeveer vijf jaar ook niet-gecontamineerde ziekenhuisverpakkingen in deze stroom mogen worden ingezameld. Correct PMD-scheiden vermijdt $CO_2$-uitstoot en maakt recyclage mogelijk. De interne afvalaudit van UZ Leuven bevestigt dit potentieel. In hun nRMA-stroom werden aanzienlijke hoeveelheden niet-gecontamineerde polyethyleen-, polypropyleen- en polyethyleentereftalaatfracties teruggevonden, materialen die in principe perfect recycleerbaar zijn en dus thuishoren in de PMD-fractie.

Een bijkomende opportuniteit betreft de wijdverspreide aanwezigheid van peelpacks, tweedelige verpakkingen bestaande uit een papieren zijde en een polyethyleenfolie. Beide componenten zijn afzonderlijk volledig recycleerbaar, op voorwaarde dat ze worden gescheiden en vervolgens in de juiste afvalstroom worden afgedankt.

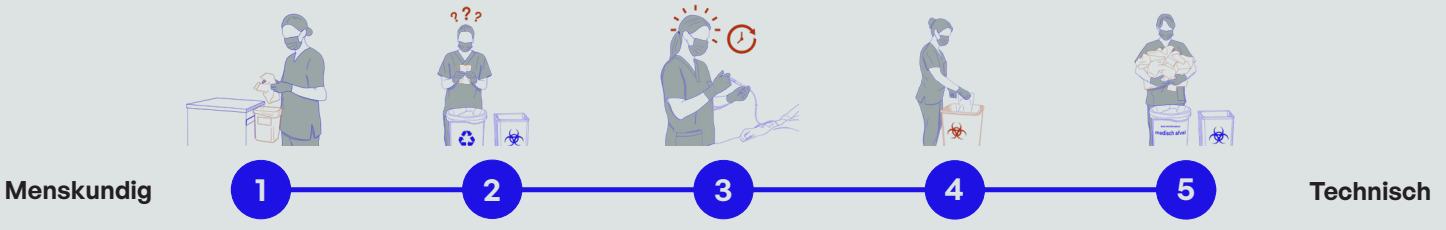
In de huidige zorgcontext is dit moeilijk: correct sorteren vraagt extra handelingen en geschikte containers, die vaak ontbreken. Door tijdsdruk en infrastructuurtekorten worden deze materialen bijna nooit juist gesorteerd, waardoor veel potentieel PMD-afval onterecht in de nRMA-stroom belandt.

# 04. Clusteranalyse

De resultaten van dit onderzoek worden gepresenteerd aan de hand van een clusteranalyse, die de uiteenlopende factoren achter foutieve afvaltriage op intensieve zorgen structureert. In totaal werden vijf clusters gedefinieerd, die samen het complexe samenspel van menskundige, organisatorische en technische oorzaken weerspiegelen.

Zoals weergegeven in figuur 5 bevinden de clusters zich op een spectrum van menskundig tot technisch.

Hieronder worden de vijf clusters afzonderlijk besproken. Per cluster worden de relevante factoren toegelicht, gevolgd door opportuniteiten voor het ontwerpproces. Deze vormen aandachtspunten die richting geven aan het ontwikkelen van een oplossing die rekening houdt met de specifieke dynamieken binnen elke cluster.




*Figuur 5: schaling van de clusters*

# 4.1 Motivatie & gedrag

Binnen deze cluster worden de meest mensgerelateerde factoren besproken die een invloed hebben op het correcte sorteren van afval op de afdeling intensieve zorgen. Uit het onderzoek blijkt dat motivatie, aandacht, verantwoordelijkheid en sociale context een belangrijke rol spelen in het dagelijkse sorteergedrag van zorgverleners.

### 4.1.1 Gebrek aan intrinsieke motivatie

Een eerste gedragsbepalende factor is het gebrek aan intrinsieke motivatie om correct te sorteren. Literatuur toont aan dat intrinsieke motivatie essentieel is voor duurzaam gedrag, waaronder afvaltriage (Steg & Vlek, 2009); zonder die motivatie hebben fysieke of organisatorische ingrepen slechts beperkt effect. Uit de bevraging en interviews met hoofdverpleegkundigen blijkt dat een deel van de medewerkers weinig motivatie voelt om afval actief te scheiden. Dit werd duidelijk zichtbaar in de antwoorden op de vraag: “Zie je bepaalde gewoontes of ‘snelle oplossingen’ die gebruikt worden om afval af te danken?”, waarin verschillende respondenten shortcut-gedrag beschreven.

### 4.1.2 Verantwoordelijkheidsgevoel

Uit de eigen onderzoeksgegevens blijkt eveneens dat afvalbeheer niet als een gedeelde verantwoordelijkheid wordt ervaren. Hoewel bepaalde medewerkers spontaan duurzaam gedreven initiatieven nemen, houden deze vaak niet lang stand door een gebrek aan draagvlak binnen het team.

Dit wijst op een beperkte betrokkenheid, waardoor initiatieven rond correct sorteren moeilijk gedragen en bestendigd worden.

### 4.1.3 Onvoldoende aandacht rond afvalbeheer

Daarnaast blijkt dat afvalbeheer in het algemeen weinig aandacht krijgt op de afdeling intensieve zorgen. Hoewel dit begrijpelijk niet tot de kerntaken van een zorgverlener behoort, is enige aandacht wel noodzakelijk wanneer men een duurzame verbetering in sorteergedrag wil realiseren. Uit de praktijk blijkt echter dat sorteren vaak een onbewuste of ondergeschikte handeling wordt.

### 4.1.4 Beperkte sociale controle

Ook beperkte sociale controle beïnvloedt het sorteergedrag. Mensen vermijden onethisch of ongewenst gedrag wanneer zij zich bekeken voelen (Kobis et al., 2019), maar in de praktijk is die sociale observatie op intensieve zorgen vrijwel afwezig. Zorgverleners werken vaak individueel in een ruimte, waardoor ze elkaars sorteergedrag nauwelijks opmerken.

## Opportuniteiten

- **Extrinsieke motivatie toevoegen.**
- **Het imago van afvalbeheer binnen het team verschuiven.**

### 4.1.5 Persona’s

Deze menskundige cluster focust op individueel gedrag. Om dit in een later stadium beter te kunnen inschatten, werden drie persona’s (figuur 6,7,8) opgesteld die het algemene gebruikersgedrag kunnen helpen voorspellen tijdens de verificatie van de concepten.

## Tom, de zorggerichte verpleegkundige:

- Sterk gefocust op directe patiëntenzorg; alles moet snel en efficiënt.
- Ervaart afvalbeheer als tijdverlies en laagste prioriteit.
- Gelooft dat afval uiteindelijk toch op één hoop belandt.
- Handelt vooral routinematig, zonder stil te staan bij sorteerrichtlijnen.
- Is bereid om beter te sorteren als het hem geen extra tijd kost.



*Figuur 6: persona 1*

### Sarah, de pragmatische multitasker:

- Probeert bewust om afval correct te sorteren wanneer de werkdruk het toelaat.
- Maakt regelmatig fouten tijdens piekmomenten door tijdsdruk en vermoeidheid.
- Voelt zich soms onzeker over de juiste afvalstroom.
- Staat open voor duidelijkere instructies en visuele reminders.
- Erkent het belang van duurzaamheid, maar ziet het niet altijd als haalbaar in de praktijk.



*Figuur 7: persona 2*

### Caroline, de duurzame voorvechter:

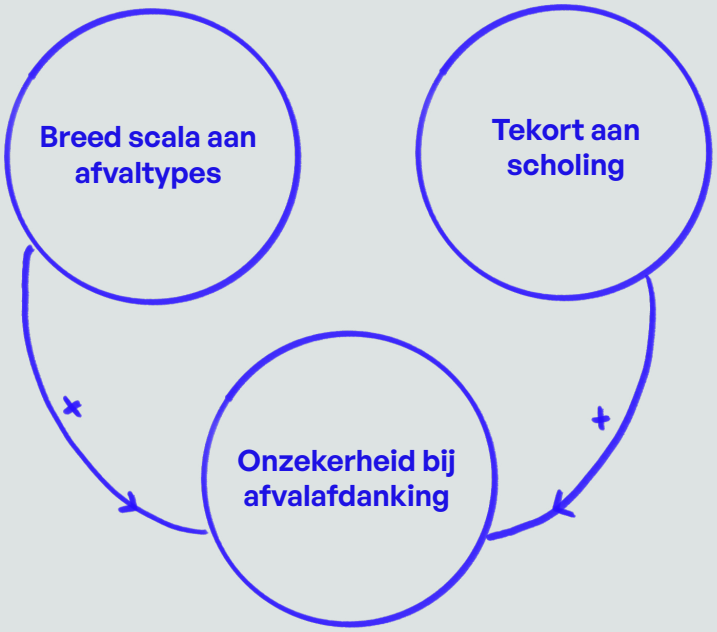
- Hecht veel belang aan correcte afvalsortering en duurzaamheid op de werkvloer.
- Neemt extra stappen om afval goed te scheiden, zelfs tijdens druktes.
- Spreekt collega's vriendelijk aan en helpt hen bij twijfel.
- Zoekt actief naar manieren om milieu-impact binnen de afdeling te verminderen.
- Gelooft dat goed sorteren zowel haalbaar als essentieel is voor kwalitatieve zorg.



*Figuur 8: persona 3*

# 4.2 Onzekerheid

De tweede cluster focust op de onzekerheid die zorgverleners ervaren bij het afdanken van afval. Deze cluster bevat een duidelijk causaal verband: zowel het brede scala aan afvaltypes als het gebrek aan scholing versterken de twijfel en onduidelijkheid over de juiste afvalstroom. Dit verband wordt schematisch weergegeven in figuur 9.




*Figuur 9: causaal verband tussen factoren binnen cluster 2*

## 4.2.1 Breed scala aan afvaltypes

Een eerste bron van onzekerheid is het grote aantal materialen en instrumenten dat tijdens de zorg wordt gebruikt. Door deze brede variatie is het voor verpleegkundigen moeilijk om telkens de juiste afvalstroom te bepalen, zeker omdat veel producten uit meerdere componenten bestaan of risicovolle onderdelen bevatten. Tijdens observaties bleek bijvoorbeeld dat infuusleidingen soms worden verknipt om de naald in het RMA-vat te deponeren en de rest bij nRMA te plaatsen, zorgvuldig, maar tijdrovend en vaak onhaalbaar in een stressvolle intensievezorgcontext.

### 4.2.2 Tekort aan scholing

Uit literatuur blijkt dat een gebrek aan opleiding een belangrijke rol speelt in foutieve afvaltriage (Ferreira et al., 2024; Sundberg et al., 2024). Binnen de context van dit onderzoek werd deze bevinding bevestigd door zowel de eigen observaties als de kwalitatieve bevraging.

Vooral tijdsgebrek blijkt een cruciale reden waarom scholing rond afvalbeheer beperkt aanwezig is. Uit de bevraging blijkt dat 37% van de respondenten aangeeft dat er te weinig kennis is over afvalbeheer. Ook bij de vraag “Wat zou er verbeterd kunnen worden volgens jou?” kwam de nood aan bijkomende educatie regelmatig terug. Hiermee wordt duidelijk dat het ontbreken van voldoende scholing een belangrijke bron van onzekerheid vormt.

### 4.2.3 Onzekerheid bij afvalafdanking

De combinatie van een breed scala aan afvaltypes en een tekort aan scholing leidt tot een derde factor: twijfel en onduidelijkheid over welk type afval in welke container thuishoort. De vele materialen zorgen voor verwarring, waardoor zorgverleners vaak gokken naar de juiste afvalstroom. Deze twijfel draagt rechtstreeks bij aan sorteerfouten, wat zowel ecologische als operationele gevolgen heeft. De onzekerheid vormt daarmee een centraal element in het huidige afvalbeheerprobleem op de afdeling intensieve zorgen.

#### Opportuniteiten

- **Heel duidelijke instructies aanbieden.**
- **De mogelijkheid geven om snel te verifiëren**
- **Een systeem ontwikkelen waar duidelijke scholing een deel van uitmaakt.**

## 4.3 Tijds- en werkdruk

De derde cluster bevat de factoren die het vaakst werden genoemd. De zorgsector kampt al jaren met hoge werkdruk en aanhoudende personeelstekorten (Kuhlmann, 2025), wat ook het dagelijkse afvalbeheer beïnvloedt. Deze cluster omvat twee elementen: de structureel hoge tijds- en werkdruk en het automatisch, vaak onbewust uitvoeren van handelingen tijdens het afdanken van afval.

### 4.3.1 Tijds- en werkdruk

De eerste factor binnen deze cluster betreft de hoge tijds- en werkdruk op de afdeling intensieve zorgen. Dit is een fenomeen dat ook bevestigd wordt in de literatuur (Ferreira et al., 2024). Zorgverleners geven aan dat er te weinig tijd is om overal bij stil te staan, waardoor bepaalde handelingen snel moeten worden uitgevoerd. In acute situaties, waarin patiënten directe zorg nodig hebben, mag er geen tijd verloren gaan aan afvaltriage. De beperkte beschikbare tijd vormt daardoor een barrière voor bewust sorteren.

### 4.3.2 Automatisme en onbewustheid

De tweede factor verwijst naar het automatisch en onbewust handelen onder tijdsdruk, zoals geobserveerd in ZAS Middelheim. Wanneer zorgverleners haast hebben, vallen zij sneller terug op routines (Franco et al., 2025), zeker bij handelingen die al jarenlang op dezelfde manier worden uitgevoerd. Daardoor wordt afvalafdanking vaak een automatische handeling, waarbij niet altijd bewust wordt nagedacht.

#### Opportuniteiten

- **De mogelijkheid geven om afvalbeheer uit te stellen.**
- **Een intuïtieve oplossing aanbieden.**

# 4.4 Risico-aversie

De vierde cluster draait om risico-aversie: zorgverleners vermijden mogelijke gevaren en beschouwen afval daardoor sneller als risicohoudend. Zij willen uitsluitend handelen op een manier die veilig en hygiënisch aanvoelt, begrijpelijk gezien de aard van de afdeling, maar dit leidt er tegelijk toe dat afval soms onterecht in het RMA-vat terechtkomt. Risico-aversie blijft daarom een belangrijk aandachtspunt binnen dit project.

### 4.4.1 Veilig en toch risicohoudend

Een eerste factor is dat veel niet-risicohoudend afval toch in het RMA-vat terechtkomt uit veiligheid. Uit literatuur blijkt dat zorgverleners sneller geneigd zijn om afval als risicovol te classificeren wanneer zij onzeker zijn over mogelijke besmetting (Andeobu et al., 2022; Udayanga et al., 2023). Deze tendens werd bevestigd in zowel de observaties als eigen veldonderzoek. Het gaat vaak om afval dat bebloed is maar niet lekkend is, en dus niet als risicohoudend beschouwd hoeft te worden, of om materiaal dat in contact kwam met lichaamssappen waarbij zorgverleners een verhoogd infectierisico percipiëren.

### 4.4.2 ‘Vies’, gepercipieerd als gevaarlijk

Een tweede factor is dat afval dat als ‘vies’ wordt ervaren, ook vaak als gevaarlijk wordt geïnterpreteerd. Tijdens de observaties werd vastgesteld dat bedpannen of urinalen gevuld met feces regelmatig in het RMA-vat terechtkomen, hoewel dit afval eigenlijk bestemd is voor de verpulveraar. Een bijkomende subfactor betreft de beperkte ruimte in de verzorgingsboxen: er is nauwelijks plaats om vuil pulpmateriaal tijdelijk te stockeren, verdere zorgen te verlenen en het afval nadien mee te nemen naar de verpulveraar in de vuile utility. Om die reden wordt dit afval vaak in het RMA-vat gedeponeerd. Dit gedrag is dus niet louter perceptiegedreven, maar mede contextueel bepaald.

### 4.4.3 Ziekenhuishygiëne en patiënten-zorg als nr. 1 prioriteiten

Een derde en essentieel element binnen deze cluster is dat ziekenhuishygiëne en patiëntenzorg altijd voorrang krijgen. Dit lijkt vanzelfsprekend, maar vormt een cruciale factor in de verdere uitwerking van het project. Onder geen enkele omstandigheid mag de voorgestelde oplossing de indruk wekken dat hygiëne of patiëntveiligheid minder belangrijk wordt geacht dan correcte afvaltriage (Sahiledengle, 2019). Zorgverleners, maar ook stakeholders zoals housekeeping en supply chain, moeten vertrouwen hebben dat de oplossing hun primaire taken ondersteunt in plaats van belemmert.

## Opportuniteiten

- Een oplossing creëren die veiligheid en hygiëne uitstraalt.
- Een tijdelijke opvangplek voor vuil pulpmateriaal voorzien.
- Een oplossing voorzien die de zorg van de patiënt altijd vooropstelt.

# 4.5 Gebrek aan opties

De laatste cluster binnen deze analyse is de meest technisch gerichte. Ze heeft betrekking op het feit dat zorgverleners in de huidige context over onvoldoende fysieke opties beschikken om afval correct af te danken. Niet alle afvalstromen hebben een container op de plaats waar het afval wordt geproduceerd, wat leidt tot praktische beperkingen en foutieve sortering. De cluster omvat drie onderliggende factoren.

### 4.5.1 Tekort aan containers voor sub-stromen

Tijdens de observaties werd duidelijk dat sommige substromen geen specifieke plaats hebben, waardoor ze noodgedwongen in een meer algemene stroom terechtkomen. Een vaak terugkerend voorbeeld is dat van gele polypropyleen beschermingsschorten. In bepaalde gevallen, bijvoorbeeld bij isolatiepatiënten, vormen deze schorten een aanzienlijk volume, terwijl ze, mits niet-gecontamineerd, perfect recycleerbaar zijn. Deze vaststelling kwam niet enkel naar voren in de eigen observaties, maar werd ook bevestigd in de afvalaudit uitgevoerd bij UZ Leuven (Vanmeerbeeck & Werecircle, 2025).

### 4.5.2 De afwezigheid van containers

Een tweede factor is de afwezigheid van specifieke containers, zoals PMD- of papiercontainers, in de verzorgingsbox. Uit onderzoek bleek duidelijk dat verpleegkundigen een behoefte ervaren aan zulke containers op de plaats waar afval effectief ontstaat. Op dit moment is daar echter onvoldoende ruimte voor. De fysieke omgeving van de verzorgingsbox laat het niet toe om meerdere afvalstromen naast elkaar te voorzien, waardoor afval vaak in de dichtstbijzijnde container belandt, ongeacht de afvalstroom.

### 4.5.3 Logistieke grenzen

Een derde factor betreft de logistieke grenzen van het ziekenhuis. Tijdens het interview met het diensthoofd Preventie en Milieu van UZ Leuven werd benadrukt dat het ziekenhuis, om operationeel te kunnen blijven functioneren, gebonden is aan beperkingen op vlak van mankracht en fysieke ruimte.
Deze logistieke realiteit maakt het onmogelijk om voor elke specifieke afvalstroom een aparte container te voorzien. Het verwerken van een groot aantal gescheiden stromen vraagt personeel, plaats en tijd, middelen die niet onbeperkt beschikbaar zijn.

### Opportuniteiten

- **Een modulaire oplossing creëren, met een juiste verhouding tussen volume en gecreëerde afvalstroom.**

# 05. Discussie

Het volledige onderzoek werd uitgevoerd in nauwe samenwerking met ZAS Middelheim en bouwt verder op de afvalaudits die daar en in UZ Leuven werden gerealiseerd. Tijdens de laatste observatie, uitgevoerd op de afdeling intensieve zorgen van ZAS Sint-Vincentius, kwam echter een belangrijke contextuele nuance naar voren. De afdeling werd gekenmerkt door een uitzonderlijk hoge werkdruk, met te veel patiënten en te weinig zorgpersoneel. De sfeer was bedrukter en de focus lag volledig op het garanderen van veilige en tijdige zorg. In deze omstandigheden bleek er nauwelijks ruimte om stil te staan bij afvalbeheer of om deel te nemen aan projecten rond duurzaamheid.

Deze observatie maakte duidelijk dat ziekenhuizen in hun aanpak en prioritering verschillen. ZAS Middelheim en UZ Leuven bleken sterk duurzaamheidsgericht en bereid om actief mee te werken aan initiatieven rond afvaloptimalisatie. Sint-Vincentius bevond zich aan de andere kant van het spectrum: de zorgcontext domineerde zo sterk dat afvalbeheer voornamelijk werd gezien als een bijkomende belasting.
Om dit contrast helder te duiden, wordt binnen dit onderzoek een onderscheid gemaakt tussen duurzaam ingestelde ziekenhuizen en zorg ingestelde ziekenhuizen. Dit onderscheid zegt niets over de kwaliteit van zorg, maar over de mate waarin afvalbeheer en duurzaamheid als onderdeel van de zorgcultuur worden beschouwd.

**Duurzaam ingestelde ziekenhuizen integreren afvalbeheer expliciet in hun dagelijkse routines en zien het als een bijkomende vorm van kwaliteitszorg.**

**Zorg ingestelde ziekenhuizen beschouwen afvalbeheer eerder als een niet-essentiële taak die onder hoge werkdruk gemakkelijk naar de achtergrond verdwijnt.**

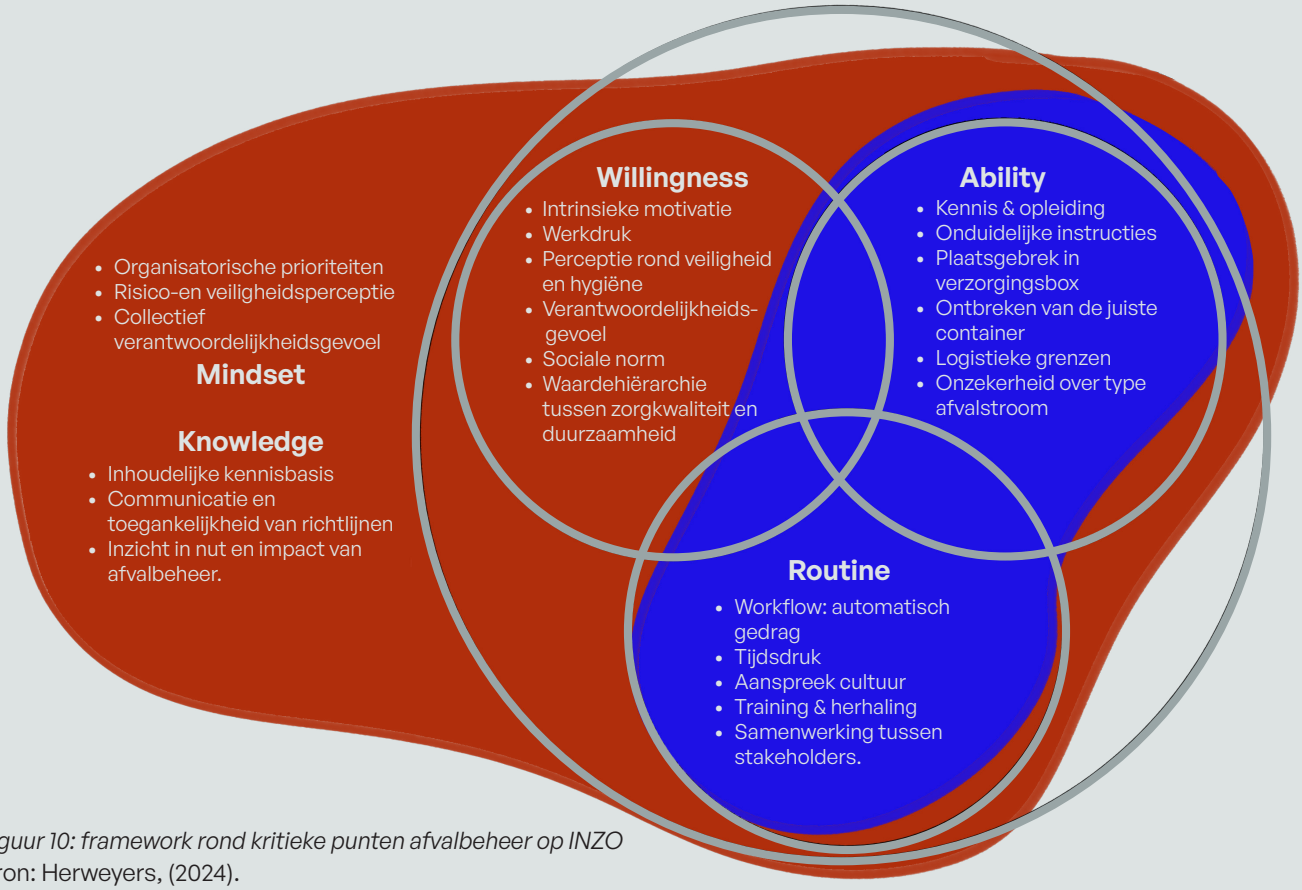
Dit onderscheid bood een noodzakelijke basis om het framework van dr. L. Herweyers te kunnen toepassen. Haar oorspronkelijke model, ontworpen om kritieke factoren voor het langdurig hergebruik van producten te identificeren, werd binnen dit onderzoek vertaald naar een framework dat inzicht geeft in de prioriteiten die moeten worden meegenomen bij het ontwerpen van een duurzame oplossing voor afvaltriage. De grote cirkel in het model omvat productgerelateerde elementen, de omringende factoren (zoals mindset en knowledge) hebben betrekking op de gebruiker.

Het framework, figuur 10, werd verder verfijnd na een diepte-interview met dr. Herweyers. In de huidige vorm geeft het duidelijk weer waar interventies moeten worden geplaatst voor beide ziekenhuisprofielen.

De rode zone duidt de noodzakelijke interventiepunten aan voor zorg ingestelde ziekenhuizen. Hier moet zowel worden ingezet op producteigenschappen als op gebruikersgerichte factoren zoals kennis, motivatie en mindset.

De blauwe zone toont waar de focus kan liggen voor duurzaam ingestelde ziekenhuizen, waar willingness, mindset en knowledge al sterker aanwezig zijn. Voor deze groep volstaat het in principe om vooral in te grijpen op routine en ability.

Voor het verdere onderzoek werd ervoor gekozen beide groepen als doelgroep te beschouwen. Aangezien een oplossing die werkt in zorg ingestelde ziekenhuizen ook zal werken in duurzaam ingestelde ziekenhuizen, door de inherente overlap in noden, wordt zo een breed toepasbare en robuuste interventie ontwikkeld.




*Figuur 10: framework rond kritieke punten afvalbeheer op INZO*
Bron: Herweyers, (2024).

# 06. Economische analyse

## 6.1 Exploratief businessmodel

Voor de economische analyse binnen dit deel van de masterthesis werd via een exploratieve AI-analyse een eerste potentieel businessmodel opgesteld. Deze analyse bood inzichten in mogelijke waardeproposities, inkomstenmodellen en marktsegmenten, en vormde een eerste economisch kader voor het project. Het betreft een verkennende oefening die in deze fase als richtinggevend wordt beschouwd, maar nog drastisch kan wijzigen op basis van verdere validatie. Het definitieve businessmodel wordt uitgewerkt in deel 4 van deze masterthesis.

De oplossing bestaat uit een geïntegreerd drieluik van een fysiek product, een digitaal platform en een datagedreven dienstlogica. Het fysieke onderdeel is een intuïtieve afvalmodule die correcte triage binnen de verzorgingsbox ondersteunt. Daarnaast biedt een digitale applicatie zorgverleners real-time inzicht in de vulgraad van afvalstromen en informatie over de juiste categorie voor specifieke materialen. Deze app ondersteunt niet alleen het sorteergedrag, maar fungeert ook als instrument voor structurele monitoring. Het gecombineerde gebruik van module en app genereert operationele data, die worden geanalyseerd om rapportages, audits en bijscholingen te ontwikkelen.

Dit creëert waarde voor ziekenhuizen én afvalverwerkers. De verkennende analyse toont aan dat een hybride businessmodel het meest geschikt is: een éénmalige aankoop voor het fysieke product, gecombineerd met een schaalbaar SaaS-abonnement voor software, datarapportage, monitoring en periodieke audits. Op basis van deze data kunnen experten bijkomende consultancy aanbieden.

Een relevante referentiespeler binnen deze markt is Sensoneo, een bedrijf dat sensoren en digitale platformen aanbiedt die het vulniveau van afvalvaten monitoren en data genereren om de afvalophaling te optimaliseren. Hoewel Sensoneo waardevolle inzichten levert in afvalvolumes en ophalingsprocessen, beperkt haar oplossing zich tot monitoring en logistieke optimalisatie. Het voorkomt echter geen sorteerfouten. De voorgestelde oplossing binnen deze masterproef onderscheidt zich net doordat zij zich richt op het actief reduceren van foutieve afvaltriage, door fysieke, digitale en datagedreven interventies te combineren. Hierdoor biedt het businessmodel een unieke meerwaarde die verder gaat dan bestaande initiatieven op de markt.

### Key Partners

Afvalverwerkers
- Marketing
- Toegang tot klanten
- Integraties fysieke afvalvaten - en zakken
- Data-uitwisseling

Ziekenhuisgroepen

Producenten

### Key Activities
- Ontwikkeling van hardware en software
- Data-analyse
- Rapportage
- Trainingen
- Consultancy
- Partnerships onderhouden
- Pilootprojecten in ziekenhuizen

### Key Resources
- Ontwerp & IP hardware
- Softwareplatform
- Data-analyse algoritmes
- Domeinkennis
- Partnerships met afvalverwerkings-bedrijven

### Value proposition

Ziekenhuizen
- Reductie foutief gesorteerd afval
- Intuïtieve oplossing die sorteren vereenvoudigt
- Realtime inzicht in afvalbeheer
- Gerichte, data-gedreven training en procesoptimalisatie
- Betere infectiecontrole
- Tijdswinst

Afvalverwerker
- Betere voorspelbaarheid van afvalvolumes
- Hogere kwaliteit van afvalstromen

### Customer Relationships
- Data-gedreven opvolging
- Training & onboarding
- After-sales relaties
- Consultative selling

### Channels
- Directe verkoop
- Netwerken en zorgbeurzen
- Jaarlijkse auditmeetings
- In-app rapporten

### Customer segments

Ziekenhuizen
- Focus op intensieve zorgen
- Later uit te breiden naar andere afdelingen
- Preventiediensten
- Duurzaamheidsteams

### Cost structure
- Ontwikkeling en uitbesteding productie van hardware
- Software ontwikkeling
- Salarissen
- Installatiekosten
- Data-infrastructuur
- Marketing & sales
- Training & scholingsmateriaal

### Revenue streams
- Intuïtieve sorteeroplossing per verzorgingsbox (éénmalige verkoop)
- Jaarlijks SaaS-abonnement: schaalbaar op basis van de afdeling
- Consultancy & training: data-gedreven interventies op basis van software data.
- Partnerships: data delen met afvalverwerkingsbedrijven

*Figuur 11: Business model canvas eigen productidee*

### 6.1.2 Inschatting financieel model

Deze schatting focust zich op de ontwikkeling van het hardware gedeelte en laat de ontwikkeling van software buiten beschouwing op dit moment.




### 6.1.3 Invloed op het ontwerp

De invloed van het beoogde businessmodel op de ontwerpkeuzes is beperkt maar wel relevant. Het fysieke product moet robuust, duurzaam en onderhoudsvriendelijk zijn, met eenvoudig vervangbare onderdelen om continu gebruik te garanderen en de operationele belasting voor het ziekenhuis te beperken. Hierdoor kan de service zich richten op workflowoptimalisatie en bijscholing, eerder dan op frequente technische interventies.

Om de targetkost van 35% te benaderen, moet het product worden geoptimaliseerd voor modulaire, efficiënte assemblage.

Voor het digitale luik is het van belang om functionele terughoudendheid te hanteren: de software mag geen overdaad aan opties bevatten en moet vermijden dat ze wordt “overontwikkeld”. In lijn met de behoeften van zorgverleners moet het platform snel, intuïtief en minimaal belastend zijn, zodat het enkel de noodzakelijke handelingen ondersteunt op het moment dat ze vereist zijn.

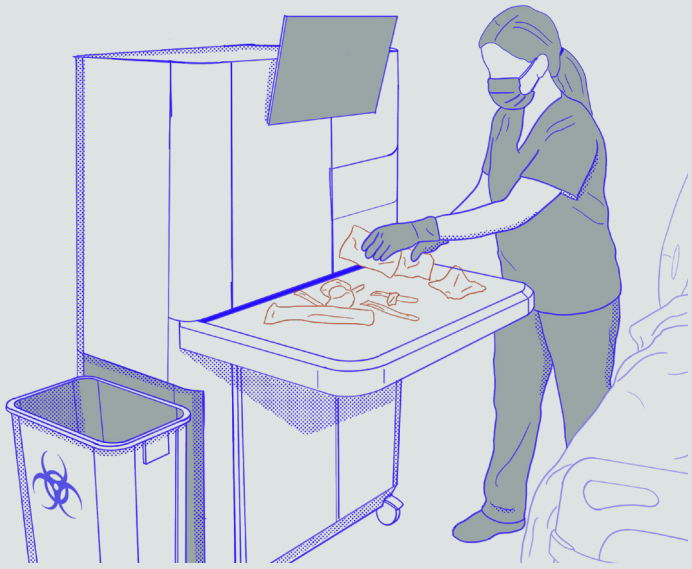
# 07. Synthese

## 7.1 Productidee

De huidige productdefinitie luidt als volgt:

**“Een intuïtieve, veilige afvaloplossing die het zorgpersoneel helpt bij het dagelijkse afvalbeheer door het wegnemen van twijfel, het verhogen van de efficiëntie en die vooral ondersteunend werkt en zo de patiënt en de zorg van de patiënt op één plaatst.”**

In figuur 12 wordt een eerste conceptuele verbeelding van deze oplossing weergegeven. Het product bestaat uit een fysieke Planet Care-module, die de zorg voor de planeet expliciet naast de zorg voor de patiënt positioneert. Daarnaast voorziet het systeem, zoals geïllustreerd in de figuur, in een aanvullende Patient Care-module. Deze functie maakt het mogelijk om het afvalbeheer van de afvalstromen die het grootste volume vertegenwoordigen (PMD, nRMA en papier & karton) tijdelijk uit te stellen in situaties van verhoogde tijdsdruk of acute zorgnoden. Wanneer de werkdruk opnieuw afneemt, kan het afval op een gepast moment correct worden



*Figuur 12: Mogelijke voorstelling oplossing*

# 7.2 Design drivers

## 7.2.1 Veiligheid

De oplossing moet volledig veilig zijn voor patiënten en werknemers . Ze mag geen risico op contaminatie creëren, geen broeihaarden veroorzaken en moet volledig voldoen aan de bestaande hygiëne- en veiligheidsnormen in de zorgomgeving.

## 7.2.2 Intuïtief gebruik

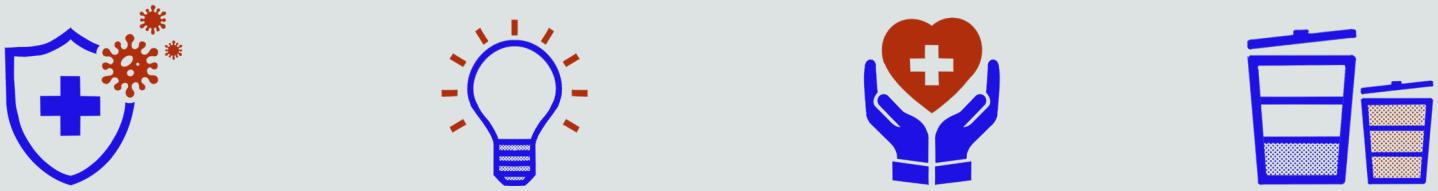
Het systeem moet zorgverleners vanzelfsprekend begeleiden naar correct afvalbeheer, zonder extra cognitieve belasting. Vooral tijdens het afdanken moet het ontwerp snelle en foutloze interacties mogelijk maken.

## 7.2.3 Patiëntenzorg als eerste prioriteit

De oplossing mag de kernactiviteit, kwalitatieve patiëntenzorg, nooit verstoren. Ze moet naadloos aansluiten op de bestaande workflow, zonder vertragingen of hinder, waarbij patiëntveiligheid centraal blijft staan.

## 7.2.4 Efficiëntie in afvalbeheer

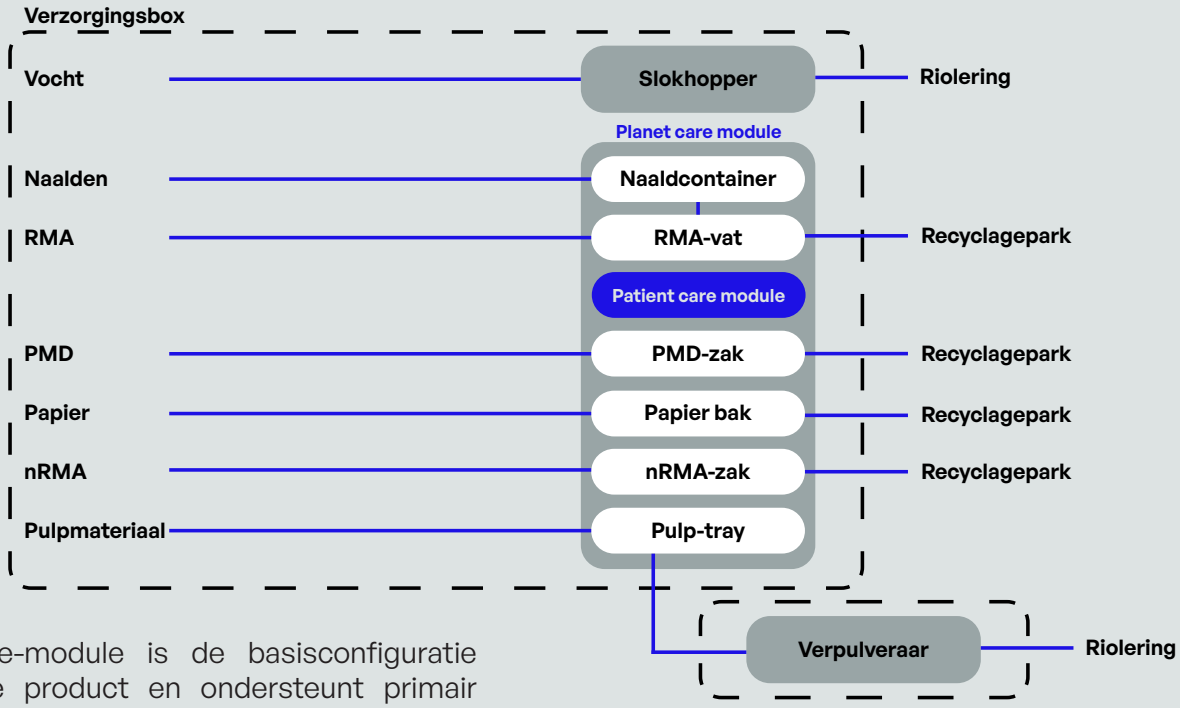
De oplossing moet afvalstromen efficiënt ondersteunen, onder meer via duidelijke weergave van vulniveaus om onnodig weggooien te vermijden. Dit bevordert duurzaamheid en optimaliseert logistieke en operationele processen.



*Figuur 13: Design drivers*

# 7.3 Product architectuur

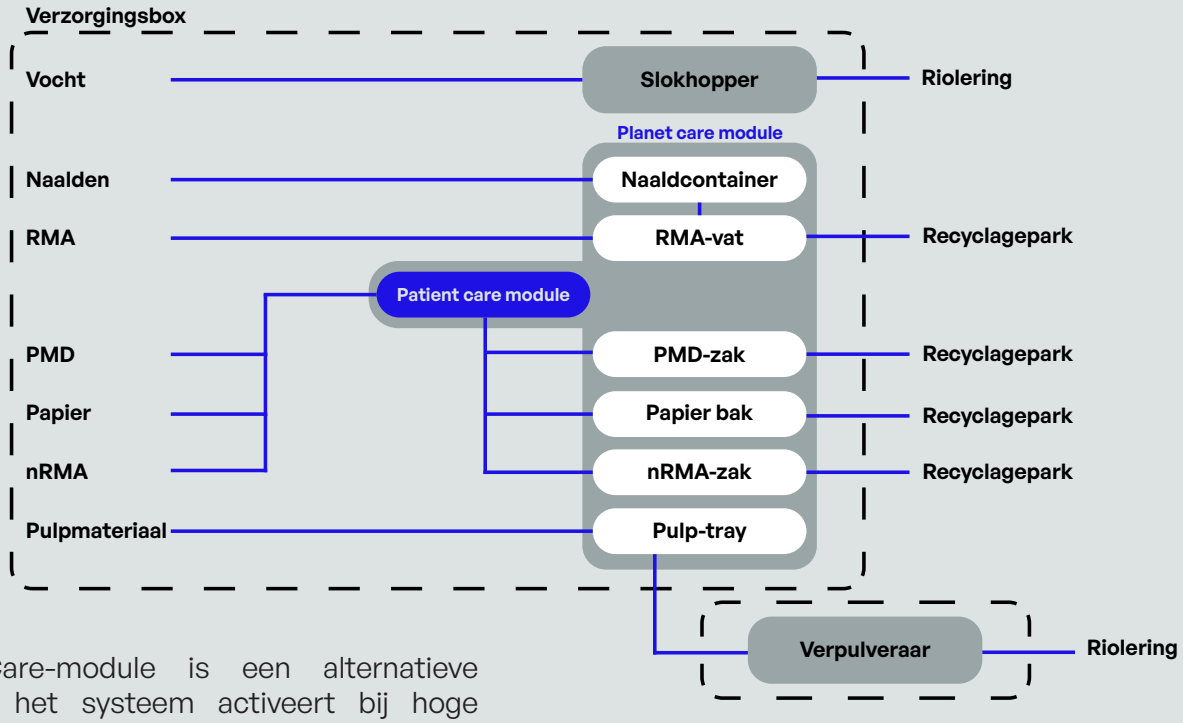
## 7.3.1 Planet-Care module




De Planet Care-module is de basisconfiguratie van het fysieke product en ondersteunt primair correct afvalbeheer. Dit gebeurt via een intuïtieve positionering van de juiste recipiënten, zodat zorgverleners snel en zonder twijfel de correcte afvalstroom kunnen kiezen.

*Figuur 14: Product architectuur - Planet Care module*

### 7.3.2 Patient-Care module




De Patient Care-module is een alternatieve vormstand die het systeem activeert bij hoge werkdruk. In deze modus kunnen risicoloze afvalstromen snel en tijdelijk worden opgevangen, zodat zorgverleners hun aandacht volledig op de patiënt kunnen richten.

*Figuur 15: Product architectuur - Patient Care module*

# 7.4 Specificaties

### 7.4.1 Te Ontwikkelen Items

#### Fysiek

1. Een systeem dat ervoor zorgt dat zorgverleners snel hun afval kwijt kunnen tijdens de verzorging van een patiënt.
2. Een systeem dat intuïtieve sortering van het gecreëerde afval mogelijk maakt.
3. Een systeem dat aan te passen is aan de noden/wensen van een specifiek ziekenhuis.
4. Een systeem dat eenvoudig te reinigen is.
5. Een systeem dat voor alle stakeholders makkelijk te gebruiken is.
6. Een systeem dat veilig is.
7. Een systeem dat geen extra logistieke druk met zich meebrengt.

#### Digitaal

8. Een systeem dat twijfel bij de zorgverlener wegneemt.
9. Een systeem dat de zorgverlener stimuleert om te sorteren.
10. Een systeem dat aangeeft hoeveel plek er nog in een bepaalde container zit.

### 7.4.2 Pakket van eisen

#### Veiligheid en regelgeving

- Het product voldoet aan de ADR-richtlijnen met betrekking tot het afdanken van RMA.
- Het product moet het zorgpersoneel in staat stellen om RMA binnen de drie seconden, zonder extra handelingen, af te danken.
- Het product beschikt over een systeem dat ervoor zorgt dat er geen broeihaarden voor ziektekiemen ontstaan binnenin het product.

## Gebruik en ergonomie

- Het plaatsen en uithalen van afvalcontainers- of zakken moet éénvoudig door alle stakeholders kunnen worden uitgevoerd.
- Het product beschikt over een Patient-Care module die gebruikt kan worden om niet-gevaarlijk afval op kwijt te kunnen wanneer er gebrek aan tijd of nood aan extra focus voor de zorgen van de patiënt nodig is.
- Het systeem maakt gebruik van heldere, grafische, aanwijzingen, om het intuïtief sorteren te faciliteren.
- Het product moet zodanig ontworpen zijn dat alle handelingen waarbij afval wordt gedeponeerd plaatsvinden tussen 90 cm en 120 cm boven de vloer (NBN-EN ISO 14738:2009).
- Alle bedieningspunten (handmatig of voetgestuurd) moeten zich binnen een comfortabele horizontale reikwijdte van 45–55 cm bevinden (NBN-EN ISO 14738:2009; Delft University of Technology, z.d.).

## Context

- Het product is modulair zodat ziekenhuizen zelf hun oplossing kunnen samenstellen op basis van hun manier van werken.
- Het systeem moet binnen 1 meter van de verzorgingsplek inzetbaar zijn zonder hinder voor apparatuur of zorgverleners.
- Het product maakt gebruik van alle verschillende containers (RMA, naaldcontainers) en zakken (PMD, nRMA) zoals die werden waargenomen tijdens de observaties.
- Het product moeten beschikken over een optie om vuil pulpmateriaal tijdelijk te deponeren alvorens de zorgverlener die meeneemt voor verpulvering.

## Techniek

- Het systeem stelt de stakeholders in staat om het volume van de de afvalcontainers te raadplegen.
- Alle mechanische functies moeten met één hand of één voet uitvoerbaar zijn.
- Het product moet éénvoudig gereinigd kunnen worden en mag geen naden of kieren bezitten waarachter vuil zich kan ophopen.
- Het product moet verrijdbaar zijn binnen de verzorgingsbox.
- Het product moet éénvoudig demonteerbaar zijn voor dieptereiniging.

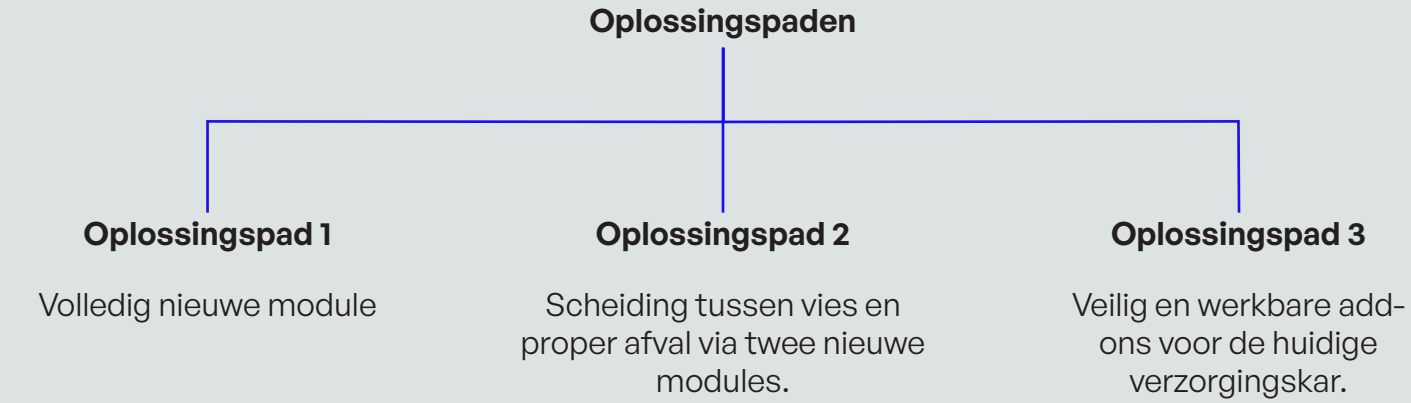
# Deel 2

# Systeemontwerp & conceptgeneratie



# 08. Oplossingspaden

Op het einde van deel 1 werd het onderzoek afgesloten met een eerste productarchitectuur. Deze architectuur schetste hoe een mogelijke oplossing voor de problematiek rond afvalbeheer op intensieve zorgen opgebouwd zou kunnen worden. Aangezien het project zich op dat moment echter nog in een relatief vroeg stadium bevond, werd beslist om deze architectuur opnieuw open te trekken en meerdere oplossingsrichtingen te onderzoeken. Op basis hiervan werden drie verschillende oplossingspaden gedefinieerd (figuur 16).




*Figuur 16: Oplossingspaden*

## Oplossingspad 1

Het eerste oplossingspad bouwt verder op het initiële uitgangspunt van een volledig nieuwe verzorgingsmodule. Deze module zou alle relevante afvalstromen integreren en zorgverleners in staat stellen om afval eenvoudig en gecontroleerd af te danken en te verwijderen.

Omdat het hier om een volledig nieuw product gaat, ontstaat er maximale ontwerpvrijheid. Hierdoor hoeft geen rekening gehouden te worden met bestaande productarchitecturen of zeer specifieke contexteigenschappen, zoals de zogenaamde 'vuile hoek' binnen de patiëntenkamers van intensieve zorgen ZAS Middelheim (zie hoofdstuk 1.1). Daarnaast creëert deze aanpak ook de mogelijkheid om een oplossing te ontwikkelen die breder inzetbaar is dan enkel binnen ZAS Middelheim.

## Oplossingspad 2

Het tweede oplossingspad werd ontwikkeld vanuit een risico-averse benadering, waarbij een expliciete opsplitsing wordt gemaakt tussen 'proper' en 'vuil' afval. Deze terminologie zal ook in het verdere verloop van deze masterthesis gehanteerd worden. Met 'vuil' afval wordt binnen deze context verwezen naar afvalstromen die potentieel kunnen lekken. In de praktijk gaat het hierbij voornamelijk over RMA, nRMA en naalden waarop zich mogelijk nog bloedresten bevinden. Deze opsplitsing focust niet rechtstreeks op besmettings- of prikgevaar, maar op het vermijden van contaminatie van werkvlakken, opbergzones en verzorgingsmateriaal.

Het oplossingspad bestaat uit twee afzonderlijke modules: een verzorgingsmodule die het verzorgingsmateriaal combineert met proper afval zoals karton en PMD, en een tweede module specifiek voor de opvang van vuil afval, waaronder RMA en vervuild nRMA. Door deze opsplitsing blijven alle relevante afvalstromen geïntegreerd binnen de workflow van de zorgverlener, zonder dat potentieel lekkend afval zich in hetzelfde product bevindt als het verzorgingsmateriaal. Binnen de context van ZAS Middelheim zou deze tweede module zich positioneren in de 'vuile hoek' van de patiëntenkamer, waar momenteel reeds het RMA-vat aanwezig is.

## Oplossingspad 3

Het derde oplossingspad vertrekt vanuit de bestaande verzorgingskar van fabrikant Belintra. In de huidige situatie worden hier reeds een naaldcontainer en een kleine nRMA-container aan bevestigd via een DIN-railsysteem, zoals weergegeven in figuur 17. Ook in het UZ Gent zijn ze momenteel volop aan het experimenteren met de aanhechting van afvalcontainers op verzorgingskarren aan de hand van hetzelfde systeem (A. Casteleyn, persoonlijke communicatie, 26 januari 2026).

Hoewel deze oplossingen functioneel zijn, werden ze tijdens het onderzoek vaak ervaren als tijdelijke of weinig geïntegreerde toevoegingen. Daarnaast zorgt de bevestiging via DIN-rails voor extra randen, hoeken en moeilijk reinigbare zones waarin vuil en bacteriën zich potentieel kunnen ophopen.

Oplossingspad 3 focust daarom op het ontwikkelen van geïntegreerde add-ons voor bestaande verzorgingskarren. Binnen deze piste ligt de nadruk op laagdrempelige en kostenefficiënte oplossingen die de bestaande workflow ondersteunen zonder in te boeten op veiligheid en hygiëne.



*Figuur 17: DIN-railsysteem aan de huidige verzorgingskar*

## Conclusie

Om tussen de drie oplossingspaden een keuze te kunnen maken, werd overleg gepleegd met promotor Els Dubois en extern co-promotor Annelies Casteleyn. Uit deze gesprekken werd duidelijk dat oplossingspad 1 de meest relevante piste vormde. De doorslaggevende factoren hierbij waren de grote ontwerpvrijheid en de contextonafhankelijkheid die dit oplossingspad met zich meebrengt.

Er werd daarom beslist om verder te werken rond een volledig nieuwe module die over volgende functionaliteiten moet beschikken:

- De mogelijkheid om modulair opgebouwd te worden afhankelijk van de noden van een specifieke afdeling of ziekenhuis.
- De mogelijkheid om een RMA-vat, nRMA-zak, karton-, PMD- en naaldcontainer te integreren
- De mogelijkheid om pulpmateriaal tijdelijk te stockeren gedurende ongeveer 15 minuten.
- De mogelijkheid om afvalstromen en compartimenten af te sluiten.
- Een patient care module die het mogelijk maakt om bepaalde afvalstromen tijdelijk op te slaan tot na de verzorging van de patiënt.
- De mogelijkheid om alle inhoud van de huidige verzorgingskar te integreren. Een eenvoudige en intuïtieve werking voor alle betrokken stakeholders.

Aangezien deze nieuwe module eveneens de huidige verzorgingskar zal vervangen, zal het ontwerp ook de bestaande functionaliteiten en features van dit product moeten overnemen. Daarom wordt in het hoofdstuk State of the Art kort ingegaan op de huidige verzorgingskar en haar werking.

# State of the art

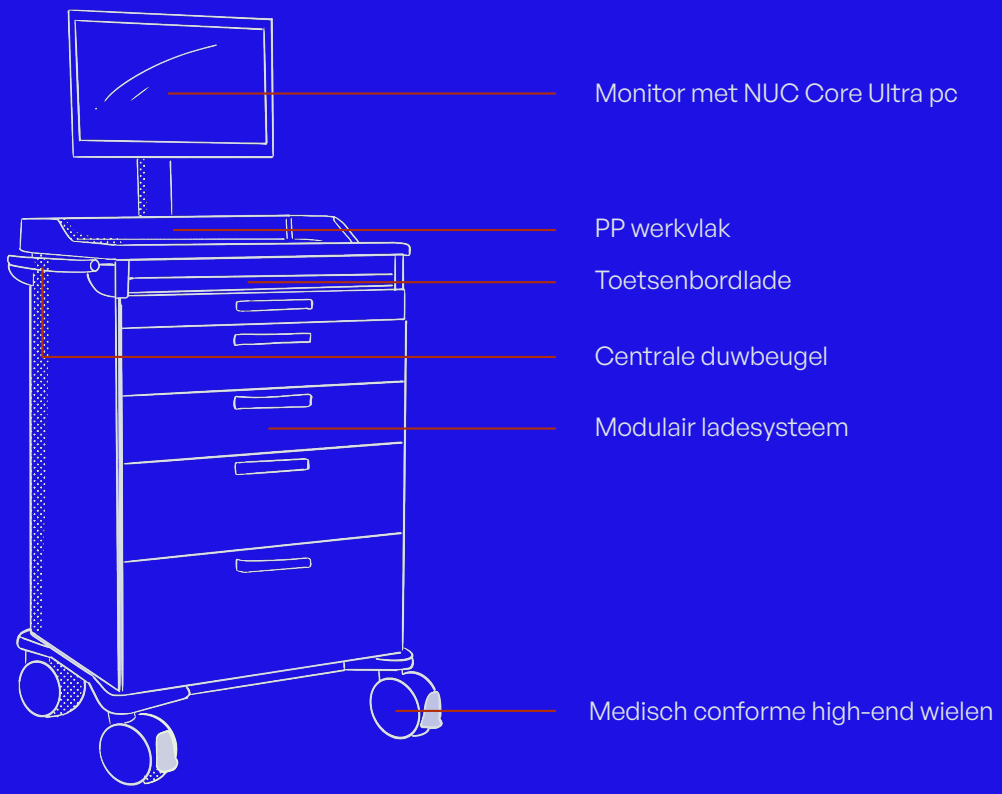
De verzorgingskar die momenteel gebruikt wordt op de afdeling intensieve zorgen van ZAS Middelheim, net zoals in verschillende andere Belgische ziekenhuizen, is de Medicart van de Belgische producent Belintra (figuur 18). Dit product vormt binnen deze masterthesis de belangrijkste benchmark voor het ontwerp van Recurite.

De Medicart is in zekere mate personaliseerbaar aan de hand van bijkomende features en verschillende configuraties. De belangrijkste functionaliteit van het product is het ondersteunen van de zorgverlener tijdens de voorbereiding en uitvoering van zorg aan het bed van de patiënt. In de lades aan de voorzijde van het product wordt verzorgingsmateriaal opgeslagen in modulaire manden die via tussenschotten flexibel kunnen worden ingedeeld.

Daarnaast beschikt het gebruikte model over een monitor, computer en batterypack die via een netsnoer opgeladen kunnen worden. Op het scherm na worden alle elektronische componenten geïntegreerd in het achterste gedeelte van het product, de zogenaamde backpack.

Tot slot beschikt de Medicart over een duwbeugel en vier bokwielen van het merk Tente. Deze wielen zijn specifiek ontworpen om te voorkomen dat vuil zich ophoopt in de wielassen, wat de levensduur en onderhoudsvriendelijkheid van het product ten goede komt. In figuur 17 wordt een overzicht gegeven van de Medicart en haar belangrijkste features.

Het huidige ontwerp wordt echter door verschillende stakeholders kritisch onthaald binnen het werkveld. Uit de observaties in deel 1 van deze masterthesis bleek onder meer dat het werkblad van de Medicart door veel verpleegkundigen als te hoog wordt ervaren en dat het product, eenmaal volledig gevuld, erg zwaar wordt in gebruik. Daarnaast vormen het ladesysteem met zijn vele kantjes en randen, de toegevoegde DIN-rails en de loshangende kabels van monitor, toetsenbord en muis aandachtspunten op vlak van hygiëne en gebruiksgemak. Deze elementen tonen aan dat verschillende aspecten van de huidige verzorgingskar voor verbetering vatbaar zijn.




*Figuur 18: Medicart Belintra en features*

# 09. Deelproblemen

Vooraleer de verschillende deelproblemen van het gekozen systeem worden besproken, moeten de benodigde afvalstromen eerst gekwantificeerd worden in termen van volume. Deze volumes vormen een belangrijke randvoorwaarde voor de verdere dimensionering van het product.

### RMA: 30 liter

Voor de RMA-fractie wordt gekozen voor een vat van 30 liter in plaats van 50 liter. Uit gesprekken met duurzaamheidscoördinator en extern co-promotor Annelies Casteleyn bleek dat, wanneer afval correct wordt gesorteerd, er geen specifieke nood is aan een groter RMA-volume. Daarnaast neemt een 50 liter-vat aanzienlijk meer ruimte in binnen het ontwerp, wat de totale omvang van de oplossing negatief zou beïnvloeden.

### nRMA: 60 liter

Voor nRMA wordt een volume van 60 liter voorzien. Dit komt overeen met het volume van een standaard nRMA-zak, zoals die momenteel ook aanwezig is in de verzorgingsbox. Om de bestaande workflow niet onnodig te verstoren, is het wenselijk om voor deze afvalstroom een gelijkaardige capaciteit te behouden.

### PMD en karton: ca. 15 liter per fractie

De PMD- en kartonfractie hoeven niet dezelfde capaciteit te hebben als RMA en nRMA. Deze containers worden voornamelijk gebruikt voor het opvangen van peelpacks en ander verpakkingsmateriaal dat tijdens de voorbereiding van zorg ontstaat. Aangezien er binnen de patiëntenkamer geen grote verpakkingen worden geopend, wordt een volume van ongeveer 15 liter per fractie als voldoende beschouwd.

### Naaldcontainer: 4 liter

Voor de naaldcontainer wordt het gebruikelijke volume van 4 liter behouden. Dit volume sluit aan bij de huidige praktijk binnen deze afdeling en vraagt daarom geen verdere aanpassing.

### Deelproblemen

De deelproblemen die binnen dit oplossingspad naar voren kwamen, zijn divers en werden verzameld in een morfologische kaart (tabel 1). Deze methode maakte het mogelijk om voor elk deelprobleem verschillende oplossingsrichtingen te onderzoeken en nadien te combineren tot volwaardige concepten.

Voor een aantal deelproblemen werden afzonderlijke exploraties uitgevoerd, terwijl andere aspecten iteratief werden onderzocht aan de hand van brainstormsessies en snelle schetsmatige analyses. Hieronder volgt een overzicht van de verschillende deelproblemen die opgelost moesten worden om tot de uiteindelijke conceptvorming te komen.



Op de meeste deelproblemen werd geïtereerd aan de hand van schetsen en bijkomend onderzoek naar bestaande producten en oplossingen binnen andere contexten. Toch bleek het binnen deze fase van het ontwerpproces ook waardevol om externe ontwerpers, met weinig tot geen voorkennis van het project, mee te laten nadenken over specifieke deelproblemen. Dit gebeurde aan de hand van twee afzonderlijke brainstormsessies, elk met een eigen focus en aanpak.

## Brainstorm intuïtief karakter

De eerste brainstorm werd georganiseerd met eerstejaars masterstudenten Productontwikkeling. Hoewel zij beschikken over ontwerptechnische kennis, bleek het moeilijk om de complexe context van intensieve zorgen volledig uit te leggen binnen een beperkte tijdspanne van anderhalf uur. Daarom werd bewust gekozen om te werken rond een contextonafhankelijk deelprobleem: hoe kan intuïtief duidelijk gemaakt worden welk type afval in welke container hoort?
Dit vraagstuk sluit nauw aan bij het deelprobleem rond intuïtiviteit en visuele communicatie binnen het product. Om relevante input te genereren, werd het probleem vertaald naar vier alternatieve contexten die telkens een eigenschap van intensieve zorgen weerspiegelden: een sterrenkeuken, waar snelheid en efficiëntie centraal staan; een advocatenkantoor, waar weinig intrinsieke motivatie tot sorteren aanwezig is; een kleuterschool, waar eenvoud essentieel is; en Apple Park, waar technologie een dominante rol speelt. De resultaten van deze brainstorm worden weergegeven in figuur 19. De meest relevante en terugkerende inzichten werden nadien opgenomen in de morfologische kaart.

## Brainstorm veiligheidsgarantie

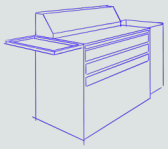
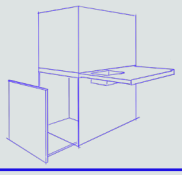
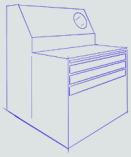
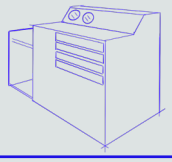
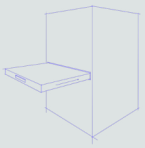
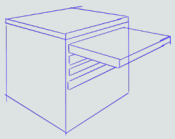
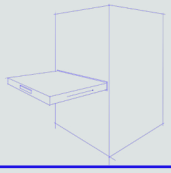
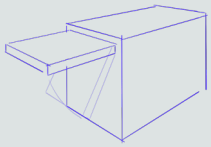
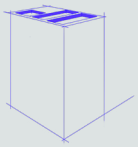
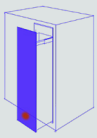
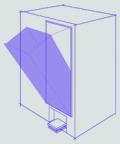
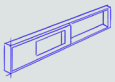
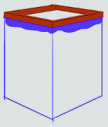
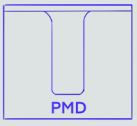
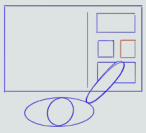
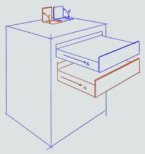
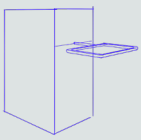
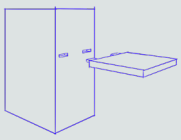
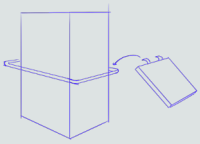
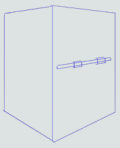
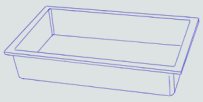
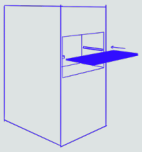
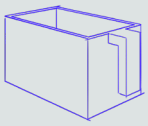
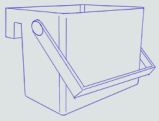
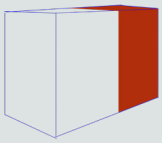
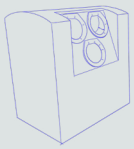
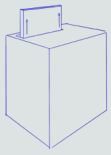
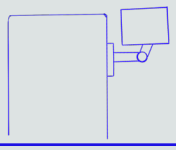
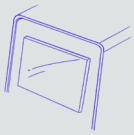
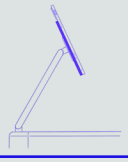
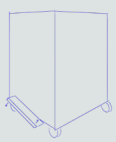
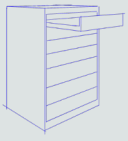
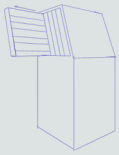
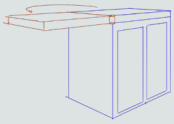
Een tweede brainstormsessie werd georganiseerd met medestudenten uit dezelfde consultgroep. Aangezien zij gedurende het volledige academiejaar betrokken waren bij het project, beschikten zij over voldoende achtergrondkennis om gerichter mee te denken. Binnen deze sessie lag de focus voornamelijk op veiligheidsgarantie binnen het product. Het combineren van gesteriliseerd verzorgingsmateriaal en afvalstromen binnen één systeem vormde immers een bijzonder delicaat vraagstuk binnen de context van intensieve zorgen. De resultaten van deze brainstorm (figuur 20) varieerden van technologische oplossingen tot meer mechanische en structurele ingrepen. Ook hier werden de meest relevante ideeën geïntegreerd in de morfologische kaart.



*Figuur 19: Resultaten brainstorm rond intuïtief karakter*



*Figuur 20: Resultaten brainstorm rond veiligheidsgarantie*

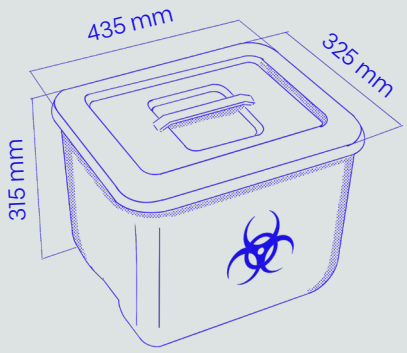
| | Optie 1 | Optie 2 | Optie 3 | Optie 4 | Optie 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Opbouw modules + schikking containers |  |  |  |  |  |
| Patient care module |  |  |  |  | |
| Toegang tot containers |  |  |  | | |
| Systeem dat de vulgraad toont |  |  | Ultrasone sensor | Gewichts-sensor | |
| Intuïtief karakter en aanduidingen |  |  |  |  | |
| Pulptray (bevestiging aan de module) |  |  |  |  |  |
| Pulptray (systeem) |  |  |  |  | |
| Veiligheids-garantie |  |  |  | Modulaire wanden (Kewlox) | |
| Integratie en plaatsing van scherm |  |  |  |  |  |
| Remsysteem |  |  | Eén centraal remsysteem | Elk wiel een aparte rem | |
| Integratie van schuiven |  |  |  |  | |

*Tabel 1: Morfologische kaart*

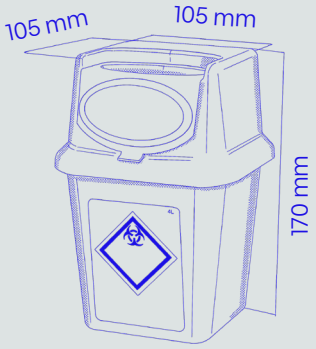
# 9.1 Dimensionering

Vooraleer het ontwerp verder uitgewerkt kon worden, moesten eerst de afmetingen van de verschillende te integreren componenten bepaald worden. Deze afmetingen vormden namelijk de minimale ruimtevereisten waarrond het product verder gedimensioneerd werd. Het overzicht in figuur 21 toont dat het RMA-vat van 30 liter heeft afmetingen van 435 × 325 × 315 mm, terwijl de naaldcontainer van 4 liter (105 × 105 × 170 mm) aansluit bij de huidige praktijk binnen ZAS Middelheim. Ook de nRMA-zak van 60 liter (600 × 800 mm) werd gebaseerd op de standaardzak die momenteel gebruikt wordt in de verzorgingsbox. Tot slot werden de verzorgings-compartimenten met afmetingen van 600 × 400 mm afgestemd op het volume van de huidige Medicart.

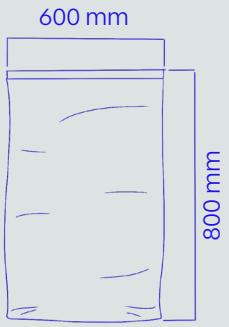
**RMA-vat 30L**



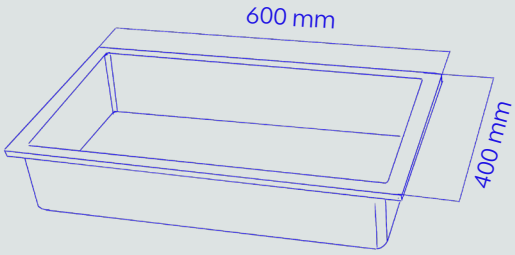

**Naaldcontainer 4L**




**nRMA-zak 60L**




**Verzorgingsmateriaal: ABS compartimenten**




*Figuur 21: Nominale afmetingen afvalcontainers*

# 9.2 Freedom to operate

In deze masterthesis wordt er weinig tot geen aandacht aan besteed, maar gedurende het ontwerptraject werd er ook een freedom to operate onderzoek uitgevoerd met als focus verzorgingskarren. De conclusie die dit onderzoek met zich meebracht is dat binnen deze sector vaak een combinatieclaim op producten wordt gelegd, claims die geen specifieke mechanismes of vormen vastleggen, maar wel hoe bepaalde compartimenten en functies zich tot elkaar verhouden. Aangezien er een nieuw ontwerp wordt gemaakt waarin afvalinzameling een grote rol speelt, wat nog niet eerder op de markt kwam en het onderzoek geen risicovolle patenten opleverde, kan er een vrijheid van handelen geconcludeerd worden. Bij interesse kan dit onderzoek met de lezer gedeeld worden.

# Select-4-Care

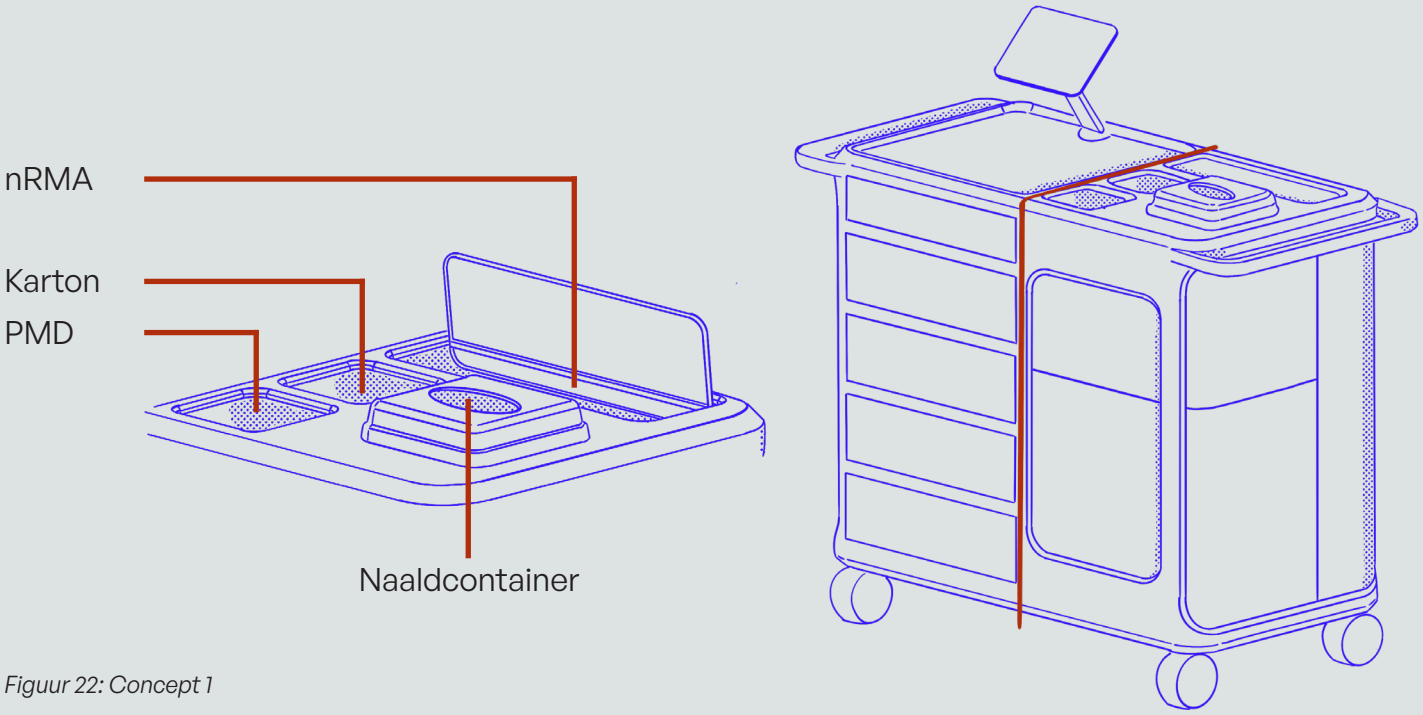
Een bijkomende factor die het ontwerp mede zal sturen, is het Select-4-Care project. Dit project is een samenwerking tussen verschillende ziekenhuizen, maatwerkbedrijven, afvalverwerkers en het Reuselab van de Universiteit Antwerpen, en richt zich op de inzameling van materialen die normaal gezien worden afgedankt, maar mits decontaminatie herbruikbaar of volledig recycleerbaar zijn. De focus ligt hierbij op kunststofproducten die na decontaminatie recycleerbaar zijn, metalen materialen, instrumenten en apparaten. De bedoeling is om deze stromen aan de bron in te zamelen en via een derde partij, zoals een maatwerkbedrijf, te decontamineren en uit te sorteren. Het project beoogt zo een patroon te doorbreken en circulaire initiatieven in de zorgsector te ondersteunen die anders tegen de logistieke grenzen van het ziekenhuis oplopen.

Ook op de afdeling intensieve zorgen is er aanzienlijk potentieel voor de inzameling van dergelijke producten. Een specifiek recipiënt of zak die deze stroom faciliteert, ontbreekt echter nog. Vanuit ZAS Middelheim en het Reuselab werd dan ook de vraag gesteld om in het te ontwikkelen product de mogelijkheid te voorzien om deze stroom op te vangen, in de praktijk gaat het om een extra volume waarin een Select-4-Care recipiënt geplaatst kan worden. Een bijkomende bevestiging van dit potentieel kwam naar voren tijdens de observatie in UZ Leuven, waar op de afdeling intensieve zorgen de zogenaamde ‘paarse zak’ werd geïntroduceerd: een zak waarin één specifiek product wordt ingezameld met het oog op recyclage. Dit gegeven, in combinatie met de vraag vanuit het Select-4-Care project, leidde tot een nieuwe vereiste voor het product: het voorzien van een ruimte van circa 30 liter die door de desbetreffende afdeling of het ziekenhuis zelf kan worden ingevuld.

# 10. Conceptgeneratie

## 10.1 Concept 1

Het eerste concept (figuur 22), samengesteld op basis van de morfologische kaart, maakt gebruik van een verticale opsplitsing tussen het afvalgedeelte en het verzorgingsgedeelte. Aan de rechterzijde van de gebruiker bevindt zich alles wat met afvalafdanking te maken heeft, terwijl de linkerzijde is voorbehouden aan het verzorgingsgedeelte. Om zowel veiligheid als werkgemak te faciliteren, werden voor het afdanken en uithalen van afval verschillende mechanismen voorzien. Alle afvalcontainers en -lades bieden afscherming ten opzichte van elkaar en van het verzorgingsgedeelte, waardoor elke mogelijke overdracht van gevaarlijk afval binnen het product wordt uitgesloten.




*Figuur 22: Concept 1*

### PMD en karton

PMD en karton worden het dichtst bij het verzorgingsgedeelte gepositioneerd. Dit is een bewuste keuze, ingegeven door het feit dat al het verzorgingsmateriaal uit de kar verpakt is in peelpacks. Zoals aangehaald in deel één bieden deze verpakkingen een aanzienlijk recyclagepotentieel, op voorwaarde dat beide componenten volledig van elkaar worden gescheiden. Door karton en PMD onmiddellijk aan de bron aan te bieden, wordt het correct sorteren van deze verpakkingen structureel gefaciliteerd. Beide fracties worden vertegenwoordigd met een volume van circa 15 liter.

### nRMA

nRMA bevindt zich achteraan het werkvlak, toegankelijk via een push-to-open deksel. Deze positionering is strategisch gekozen omwille van het feit dat de nRMA-fractie in de praktijk de breedste opvangstroom vormt voor niet-risicohoudend medisch afval. Bij twijfel, tijdsdruk of verminderde motivatie belandt afval dat eigenlijk elders thuishoort, frequent in deze fractie. Door de nRMA achteraan te positioneren, wordt de zorgverlener impliciet aangezet om even langer na te denken over de juiste bestemming van het desbetreffende afval. Het uithalen van de nRMA-zak gebeurt via een push-to-open front aan de rechterzijkant van het product, waarbij de volledige lade zich bij aanraking richting de gebruiker opent (figuur 23).

## RMA

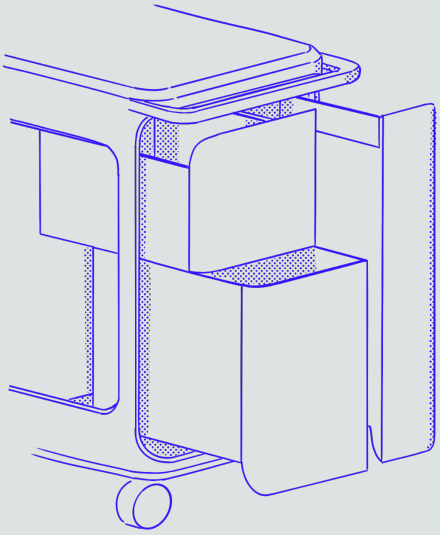
RMA wordt onderaan het product geplaatst in een push-to-open lade die een RMA-vat van 30 liter opneemt. Hierbij wordt een mechanisme voorzien waarbij het deksel van het RMA-vat pas opent nadat de lade volledig is uitgetrokken, en waarbij de lade pas kan worden gesloten nadat het deksel opnieuw vergrendeld is. Op die manier wordt een dubbele afscheiding van het risicohoudend afval ten opzichte van de rest van het product gegarandeerd.

## Naaldcontainer

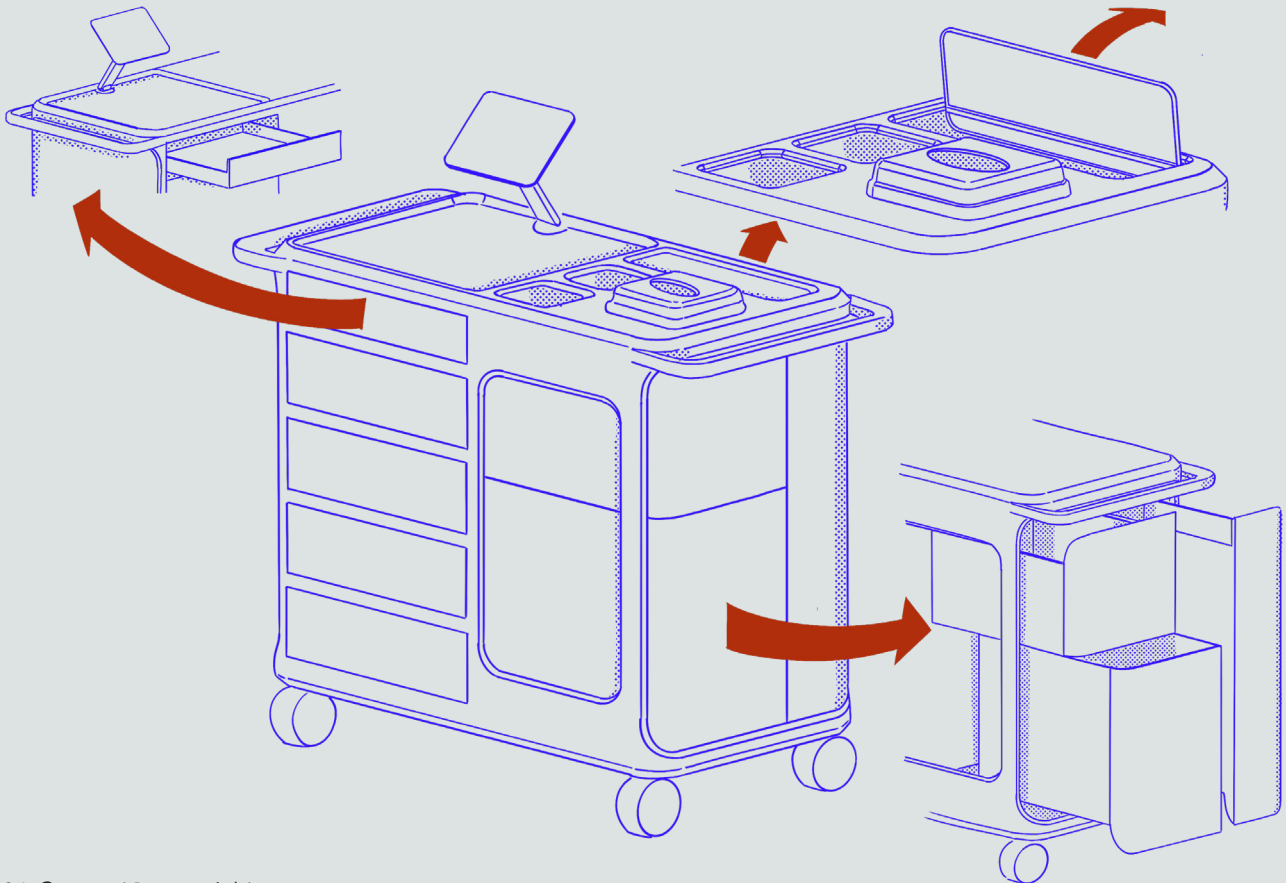
De naaldcontainer wordt in het bovenvlak gepositioneerd, naast de karton- en PMD-fractie, op de grootste afstand van zowel de gebruiker als het verzorgingsgedeelte. Deze plaatsing is om twee redenen gemotiveerd: enerzijds moet worden voorkomen dat eventueel lekvocht op het werkvlak terechtkomt, anderzijds moet te allen tijde worden vermeden dat een gebruiker vanuit de centrale positie voor het verzorgingsgedeelte over een naaldcontainer moet reiken. Uitstekende naalden leveren in dat geval een reëel letselrisico op, met bijhorende contaminatiegevaren. In dit concept wordt de naaldcontainer eenvoudig uitgehaald door deze verticaal omhoog te trekken.

## Pulpmateriaal

Pulpmateriaal wordt tijdelijk opgevangen in een pulptray, een kunststof bakje dat aan zowel de linker- als rechterzijde van de duwbeugel kan worden aangebracht. Vanuit de logica van de vuile zijde van het product wordt de pulptray bij voorkeur rechts geplaatst. In een verder ontwerpstadium dient een structurele of grafische ingreep te verduidelijken welke zijde hiervoor bestemd is.



*Figuur 23: Concept 1 - detailbeeld*

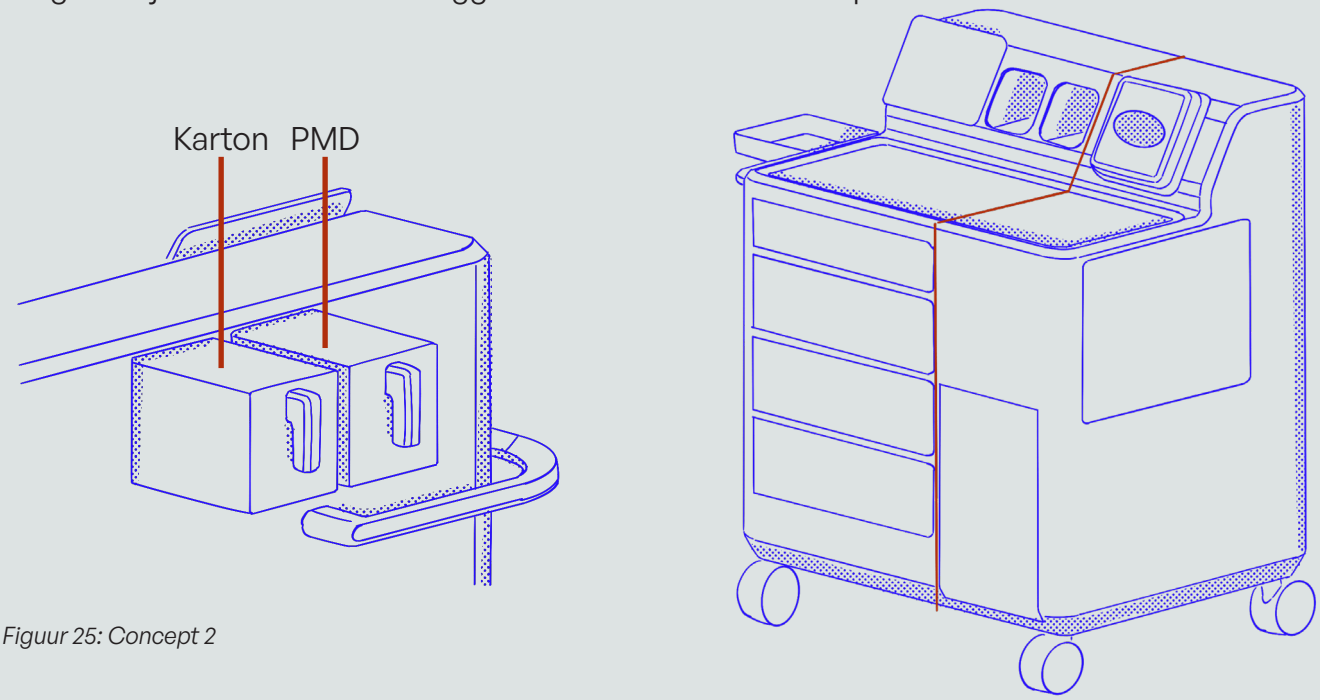


*Figuur 24: Concept 1 - overzicht*

# 10.2 Concept 2

Het tweede concept, ontwikkeld op basis van de morfologische kaart en weergegeven in figuur 25, maakt gebruik van zowel een verticale als horizontale opsplitsing tussen afvalstromen en verzorgingsmateriaal. Aan de rechterzijde van het product bevinden zich alle vuile afvalfracties. Voor de centrale werkpositie van de verpleegkundige worden de PMD- en kartonfractie gepositioneerd. In vergelijking met concept 1 is dit ontwerp compacter in de breedte, maar groter in de hoogte.

Het achterste gedeelte van het product maakt gebruik van een afschuining van 45°, waarop eveneens de monitor of iPad wordt geplaatst. Hoewel een vaste kijkhoek niet in iedere situatie ideaal is, wordt een kijkhoek van ongeveer 45° binnen de ergonomische literatuur beschouwd als comfortabel voor langdurig gebruik (Grandjean et al., 1983). De schuine positionering draagt daarnaast bij aan de toegankelijkheid van de achterliggende functies binnen het product.




*Figuur 25: Concept 2*

## PMD en karton

Binnen dit concept worden de PMD- en kartonfractie rechtstreeks voor de gebruiker gepositioneerd. Net zoals bij het eerste concept is dit gebaseerd op het principe dat afval afkomstig van verzorgingsverpakkingen onmiddellijk aan de bron moet kunnen worden afgedankt. De openingen van beide fracties worden onder een hoek van 45° geplaatst, waardoor de handeling van het afdanken intuïtiever en ergonomischer zou moeten aanvoelen.

Beide containers kunnen langs de achterzijde van het product worden ingeschoven en verwijderd aan de hand van een geïntegreerd handvat. Op die manier blijft het onderhoud en vervangen van de afvalstromen gescheiden van het centrale verzorgingsgedeelte.

## nRMA

De nRMA-fractie bevindt zich aan de rechterzijde van het product, aangezien deze binnen de interne logica van het concept beschouwd wordt als onderdeel van de ‘vuile’ zijde van de verzorgingskar. In een met de rechtervoet te openen push-to-open lade worden twee afzonderlijke containers geïntegreerd. Eén daarvan is bestemd voor nRMA, terwijl de tweede container, zoals verder besproken in het hoofdstuk Select-4-Care, bedoeld is voor een bijkomende afvalstroom.

De lade (figuur 26) blijft geopend zolang de gebruiker hier nood aan heeft en kan nadien met een eenvoudige aanraking opnieuw gesloten worden. Op die manier wordt enerzijds snelle toegankelijkheid voorzien, terwijl anderzijds vermeden wordt dat de gebruiker voortdurend handmatig lades moet openen en sluiten tijdens verzorgingshandelingen.

## RMA

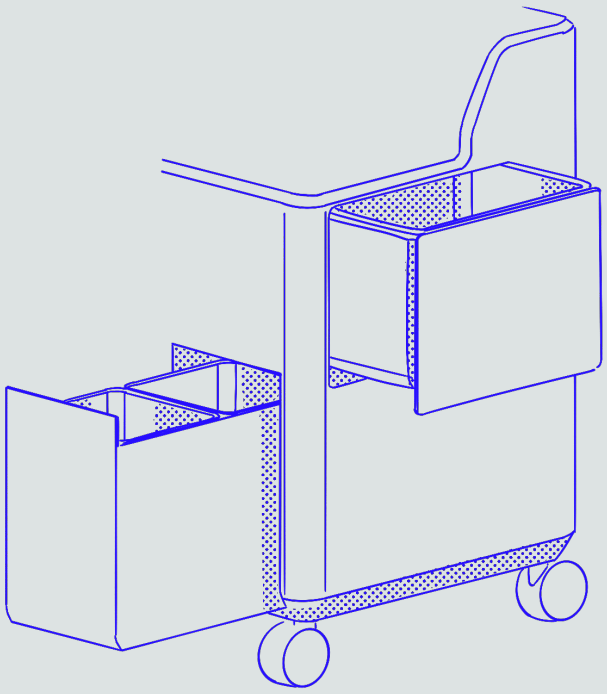
Het RMA-vat wordt, gelijkaardig aan concept 1, bediend langs de rechterzijde van het product. Binnen dit concept wordt de lade geopend aan de hand van een voetpedaal. Deze keuze is gebaseerd op het principe dat het RMA-compartiment hierdoor niet langer geopend blijft dan strikt noodzakelijk.

Ook binnen dit concept moet een mechanisme ontwikkeld worden waarbij de lade eerst volledig opent alvorens het deksel van het RMA-vat toegankelijk wordt. Omgekeerd moet het deksel eerst volledig gesloten zijn alvorens de lade opnieuw kan worden dichtgeschoven. Op die manier ontstaat opnieuw een dubbele fysieke afscheiding tussen het risicohoudend afval en de rest van het product.

## Naaldcontainer

De naaldcontainer wordt onder een hoek van 45° geïntegreerd in het achterste gedeelte van het product, opnieuw aan de rechterzijde. Hierdoor blijft een duidelijke scheiding behouden tussen 'vuile' en 'propere' functies binnen de verzorgingskar. De container kan eenvoudig verwijderd worden door deze uit het product te trekken.

De gekozen positionering zorgt er bovendien voor dat gebruikers niet over de naaldcontainer heen moeten reiken om andere afvalfracties te bereiken.



*Figuur 26: Concept 2 - detailbeeld lades*

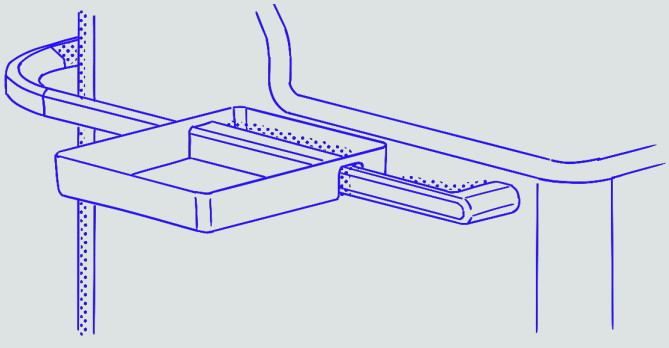
Daarnaast ondersteunt de hoek van 45° het verwijderen van naalden van spuiten, aangezien de beweging van de gebruiker beter aansluit op de vormgeving van de container.

Een aandachtspunt binnen dit concept is echter dat de richting waarin aan de container wordt getrokken om deze uit het product te verwijderen, overeenkomt met de richting waarin kracht wordt uitgeoefend tijdens het verwijderen van naalden. In verdere ontwerpstadia zal daarom onderzocht moeten worden hoe een bijkomende structurele vergrendeling of blokkering geïntegreerd kan worden die voorkomt dat de container ongewenst loskomt tijdens gebruik.

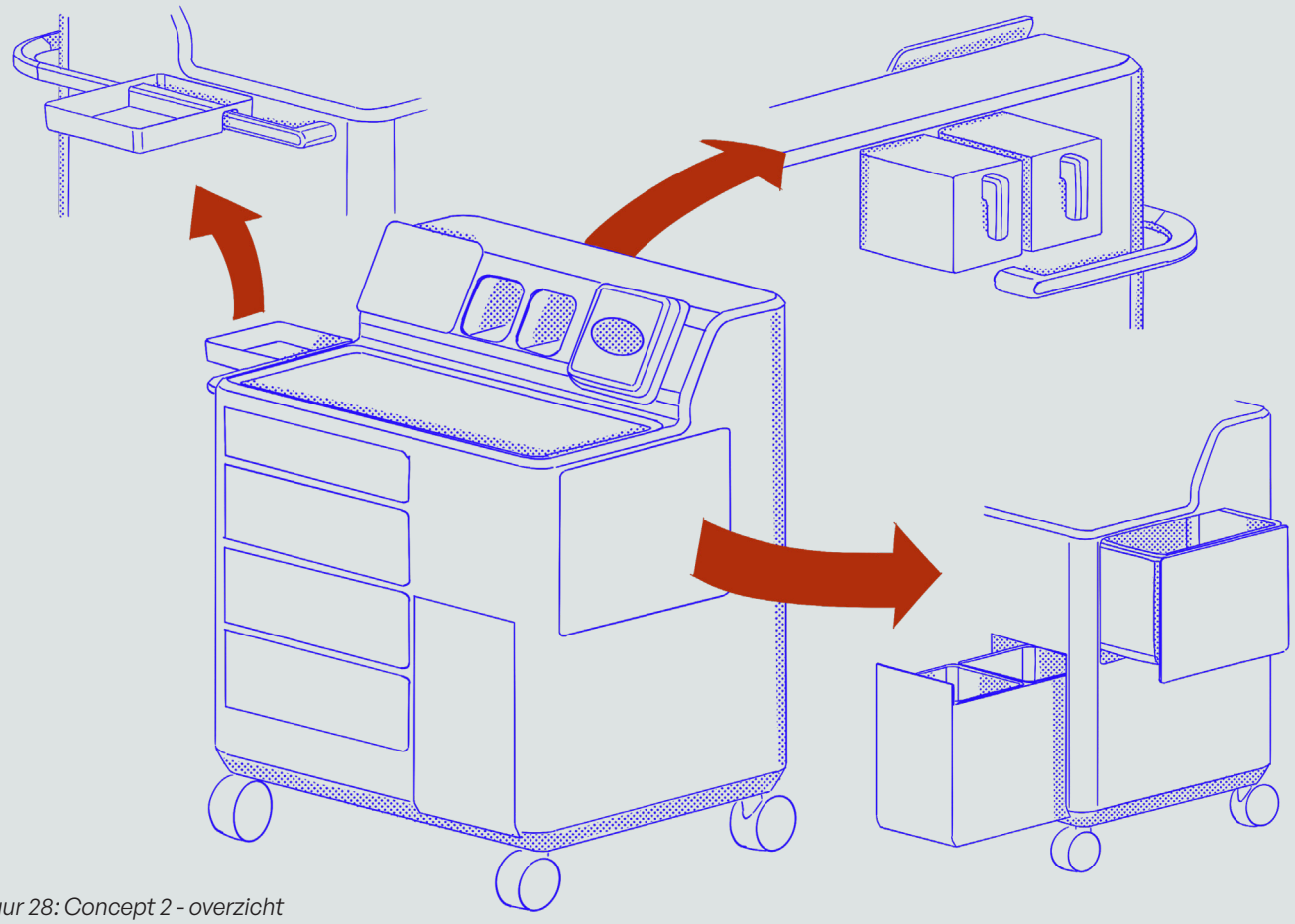
## Pulpmateriaal

Ook binnen dit concept wordt pulpmateriaal tijdelijk opgevangen in de eerder beschreven pulptray. Door de omvang van het RMA-vat van 30 liter ontstaat echter onvoldoende ruimte aan de rechterzijde van het product om hier eveneens een hangbeugel te integreren (figuur 27).

Hierdoor wordt de pulptray noodgedwongen aan de linkerzijde van het product geplaatst. Hoewel dit functioneel mogelijk blijft, is deze positionering minder consistent met de interne logica van het ontwerp, waarbij de rechterzijde expliciet als 'vuile' zijde wordt beschouwd. Indien dit concept verder wordt uitgewerkt, zal onderzocht moeten worden hoe deze configuratie verder geoptimaliseerd kan worden.



*Figuur 27: Concept 2 - detailbeeld pulptray*



*Figuur 28: Concept 2 - overzicht*

# 10.3 Concept 3

Het derde en laatste concept binnen deze fase maakt enkel gebruik van een horizontale opsplitsing tussen het afvalgedeelte en het verzorgingsgedeelte. Alle afvalgerelateerde functies worden achteraan in het product geplaatst, waardoor de volledige voorzijde kan worden voorbehouden voor de verzorging van de patiënt. Deze opbouw vertrekt vanuit het principe dat de primaire zorgactiviteit maximaal vrij en toegankelijk moet blijven.

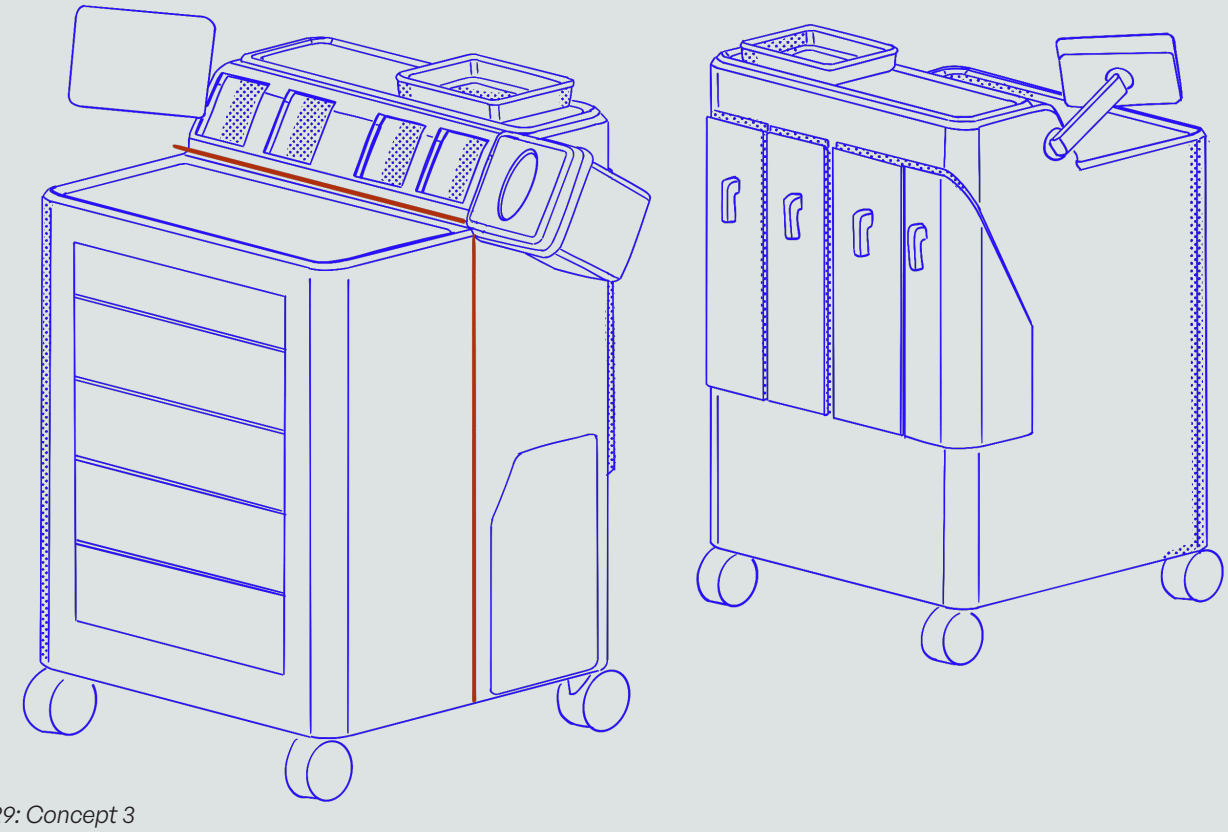
Om het product compact te houden, wordt de naaldcontainer bevestigd op een DIN-rail, zoals ook in de huidige situatie vaak gebeurt. Ook de monitor of iPad wordt zijdelings bevestigd, zodat het centrale werkvlak zo weinig mogelijk wordt ingenomen door bijkomende componenten.

### PMD, karton, nRMA en extra stroom

Binnen dit concept worden PMD, karton, nRMA en een bijkomende afvalstroom volgens hetzelfde principe geïntegreerd. De openingen van de vier afvalrecipiënten bevinden zich telkens in het schuine achtervlak van het product. Van links naar rechts worden respectievelijk de PMD-, karton-, nRMA- en bijvoorbeeld Select-4-Care-fractie gepositioneerd.

Alle vier de containers kunnen langs de achterzijde van het product worden verwijderd aan de hand van een geïntegreerd handvat. Om het gebruik en de opvolging efficiënter te maken, zouden de containers vervaardigd kunnen worden uit een translucide materiaal. Hierdoor kan in één oogopslag worden ingeschat hoe vol een container reeds is. Dit is binnen dit concept bijzonder relevant, aangezien de PMD- en kartonfractie een groter volume krijgen dan in de voorgaande concepten. Daardoor hoeven deze stromen vermoedelijk niet dagelijks geledigd te worden, maar blijft een duidelijk visueel overzicht van de vulgraad noodzakelijk.

De toegang tot de containers is in de huidige schetsfase weergegeven als een open inwerpopening voor elk van de vier afvalstromen. In een verdere uitwerking zal echter absoluut onderzocht moeten worden hoe deksels of afsluitmechanismen geïntegreerd kunnen worden, zodat hygiëne, geurbeperking en contaminatiepreventie voldoende gewaarborgd blijven.



*Figuur 29: Concept 3*

## RMA

Het RMA-vat bevindt zich, gelijkaardig aan concept 1 en 2, aan de rechterzijde van het product. Het vat wordt geplaatst in een afzonderlijke lade die opnieuw werkt via een push-to-open mechanisme. Omwille van de lage positionering van deze lade dient dit mechanisme met de voet bediend te worden.

Ook binnen dit concept is er nood aan de ontwikkeling van een mechanisme waarbij het deksel van het RMA-vat pas opent nadat de lade volledig is uitgetrokken. Omgekeerd moet het deksel opnieuw gesloten zijn voordat de lade kan worden dichtgeschoven. Deze opeenvolging is noodzakelijk om een veilige en gecontroleerde afscheiding van het risicohoudend afval te garanderen.

## Naaldcontainer

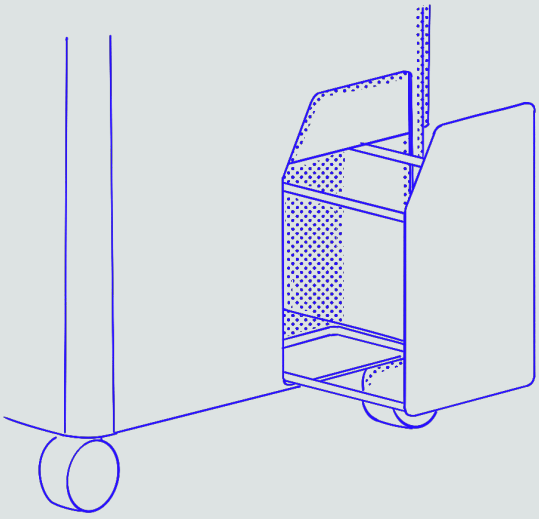
Zoals eerder vermeld, wordt de naaldcontainer aan de rechterzijde van het product bevestigd op een DIN-rail. Door plaatsgebrek en de noodzaak om de totale omvang van het product te beperken, werd ervoor gekozen om de bestaande bevestigingslogica van naaldcontainers aan verzorgingskarren over te nemen.

De positionering van de container wordt wel aangepast. De naaldcontainer wordt onder dezelfde hoek geplaatst als de afschuining van het product, namelijk 45°. Deze keuze volgt dezelfde redenering als bij concept 2: de schuine stand ondersteunt het verwijderen van naalden van spuiten en voorkomt dat gebruikers over de container heen moeten reiken om andere functies te bereiken.

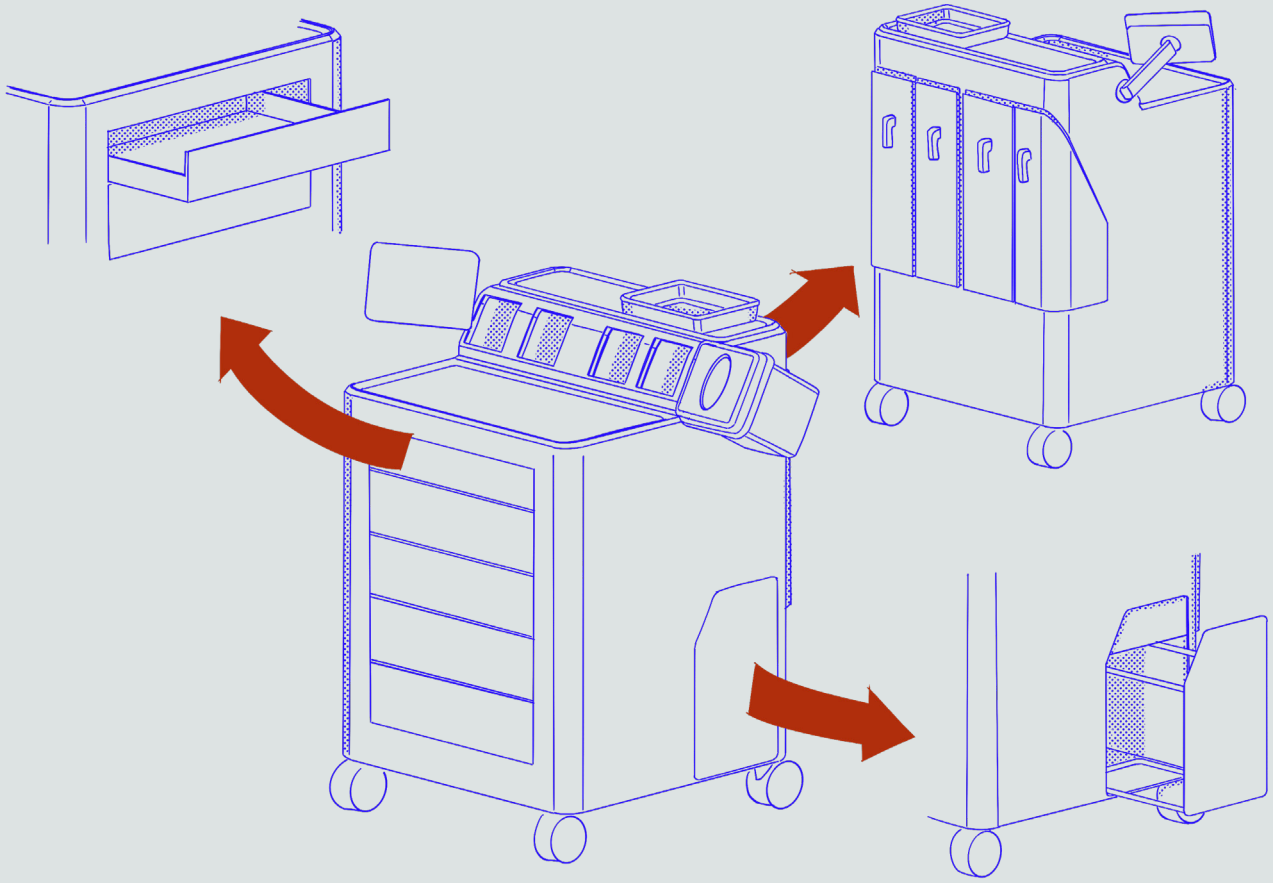
## Pulpmateriaal

Ook binnen dit concept wordt pulpmateriaal tijdelijk opgevangen in een afzonderlijke pulptray. In tegenstelling tot de voorgaande concepten is hiervoor geen bijkomende beugel noodzakelijk. De pulptray kan bovenop het product worden geplaatst, waardoor het systeem eenvoudiger en compacter blijft.

Zoals weergegeven in de schetsen, zouden rondom deze zone wel opstaande randen moeten worden voorzien. Deze voorkomen dat de pulptray tijdens het verplaatsen of gebruiken van de verzorgingskar van het product kan schuiven.



*Figuur 30: Concept 3 - detailbeeld*



*Figuur 31: Concept 3 - overzicht*

# 11. Verificatie

Om de drie concepten in de praktijk te verifiëren, werd een tweeledige verificatiemethode toegepast. Zowel fysiek als digitaal werden de concepten voorgesteld aan twee verpleegkundigen van ZAS Middelheim en twee duurzaamheidscoördinatoren, waaronder extern promotor Annelies Casteleyn. Tijdens deze verificatie werden gesprekken en discussies gevoerd rond de sterke en zwakke punten van elk concept. Daarnaast vulden de deelnemers evaluatieformulieren in die later als basis dienden voor de verwerking van deze sessie.

## Low-fidelity prototypes

Om de dimensionering en ruimtelijke verhouding van de concepten te evalueren, werden low-fidelity prototypes vervaardigd uit karton (figuur 32). Deze prototypes visualiseerden de globale volumes en verhoudingen van de drie concepten. Elk prototype werd opgebouwd rond een houten skelet waarop kartonnen panelen werden bevestigd. Dit skelet creëerde voldoende structurele rigiditeit om de modules op wielen te plaatsen.

De gebruikte wielen hadden een hoogte van 50 mm, waarmee reeds rekening werd gehouden tijdens de dimensionering van de verschillende concepten. Naast het visualiseren van de volumes dienden de prototypes ook om de positie van de gebruiker ten opzichte van het product en de verschillende afvalstromen te verifiëren. Dankzij het mobiele karakter van de prototypes kon bovendien eenvoudig onderzocht worden hoe de verzorgingskarren zich verhielden tot de beschikbare ruimte binnen de verzorgingskamer.

## Virtual reality

Aangezien de kartonnen prototypes beperkt waren in detaillering, werd aanvullend gebruikgemaakt van een digitale verificatiemethode. Alle drie de concepten werden in vereenvoudigde vorm gemodelleerd in SolidWorks en vervolgens via een Meta Quest 3-bril weergegeven in augmented reality.

Met behulp van het programma Gravity Sketch werden de modellen op ware schaal in de ruimte geprojecteerd, waardoor deelnemers zich vrij rond het virtuele product konden bewegen binnen de context van de verzorgingskamer. Terwijl één deelnemer de headset gebruikte, konden de overige deelnemers via een extern scherm volgen wat er precies gebeurde.

Deze verificatiemethode werd voornamelijk ingezet om de positionering van schuiven, lades en componenten verder af te stemmen. Daarnaast bood de digitale omgeving de mogelijkheid om reeds een eerste indruk te geven van mogelijke detaillering, materiaalgebruik en afwerking. De augmented reality-opstelling functioneerde daarbij vooral als hulpmiddel om een totaalbeeld van elk concept te creëren en hierover gerichte discussies met de deelnemers te voeren.

In figuur 33 wordt een screenshot getoond van hoe dit er uitzag voor de deelnemers.



*Figuur 32: Low-fidelity prototypes respectievelijk concept 1, 2 en 3*

# 11.1 Synthese

De verificatie vond plaats op donderdag 26 februari op de afdeling intensieve zorgen van ZAS Middelheim. Op basis van de gesprekken, discussies en verwerking van de evaluatieformulieren (bijlage 3) kwamen drie belangrijke thema's naar voren die een significante invloed hebben gehad op het verdere verloop van deze masterthesis.

### 'Vuil' afval in een propere verzorgingskar

Een eerste belangrijk discussiepunt tijdens de verificatie was de ervaren contradictie tussen het verzamelen van vuil afval en het opslaan van proper verzorgingsmateriaal binnen éénzelfde verzorgingskar. Vooral de integratie van de RMA- en nRMA-fractie werd hierbij kritisch bekeken.

Bij concept 1 en 3 werd het bijvoorbeeld als problematisch ervaren dat de nRMA-fractie zich achteraan in het product bevond. Hierdoor zou de gebruiker in bepaalde situaties met potentieel lekkend afval over het propere werkvlak moeten bewegen. Dit werd door de deelnemers als onhygiënisch en vrijwel onaanvaardbaar beschouwd binnen de context van intensieve zorgen.

Daarnaast werd bij concept 2 en 3 aangehaald dat zorgverleners tijdens het voorbereiden van zorg rechtstreeks zicht hadden op verschillende afvalstromen. Ook dit creëerde een mentale en hygiënische barrière. Hoewel deze configuraties logisch waren vanuit een functionele of ruimtelijke benadering, bleek uit de verificatie dat de perceptie van netheid en scheiding binnen een zorgomgeving minstens even belangrijk is als de feitelijke functionele werking van het product.

### Integratie van het RMA-vat

Een tweede, en wellicht meest dominante, discussiepunt tijdens de verificatie was de integratie van het RMA-vat in het product. Meer dan de helft van de volledige verificatiesessie draaide rond deze problematiek. Een eerste bezorgdheid had betrekking op veiligheid. De context waarin het product gebruikt zou worden, namelijk intensieve zorgen, werd beschouwd als te delicaat om bijkomende risico's te introduceren.

De aanwezigheid van risicohoudend afval binnen de verzorgingskar werd daarom door verschillende deelnemers als een belangrijke barrière ervaren.

Daarnaast bracht de verificatie een bijkomend inzicht naar voren dat nog niet expliciet aan bod kwam tijdens het voorgaande onderzoek, namelijk het overaanbod aan RMA-vaten binnen ZAS Middelheim. Doordat zich op vrijwel iedere kamer een afzonderlijk RMA-vat bevindt, vaak rechtstreeks naast de slokhopper, ontstaat volgens de deelnemers een situatie waarin sneller afval binnen deze fractie terechtkomt. Tijdens observaties in ziekenhuizen zoals ZAS Sint-Vincentius en UZ Leuven Gasthuisberg werd vastgesteld dat daar een beperkter aantal RMA-vaten aanwezig is, waardoor zorgverleners kritischer omgaan met wat effectief als risicohoudend afval wordt beschouwd.

Tijdens de discussie werd bovendien geconcludeerd dat, wanneer afval correct wordt gesorteerd, het effectieve volume risicohoudend medisch afval relatief beperkt blijft. Volgens verschillende deelnemers zijn zorgverleners binnen ZAS Middelheim in zekere mate "verwend" geraakt door de continue aanwezigheid van RMA-vaten, wat mogelijk een bijkomende factor vormt binnen de huidige problematiek rond foutieve afvaltriage. Dit aspect kan bestempeld worden als een emergent finding.

Ook ergonomische aspecten werden aangehaald. De gebruikte RMA-vaten van 30 liter blijken, eenmaal volledig gevuld, reeds aanzienlijk zwaar te zijn. Hierdoor werd betwijfeld of de integratie van dergelijke vaten in een mobiel product de ergonomie daadwerkelijk zou verbeteren.

Tot slot werd ook de ruimtelijke impact van het RMA-vat binnen het product besproken. Hoewel tijdens de conceptfase reeds werd overgeschakeld van 50-liter- naar 30-liter-vaten om de omvang van het product te beperken, bleek tijdens de verificatie dat bepaalde types afval slechts net binnen een 50-liter-vat passen. Dit impliceert dat een verdere verkleining van deze fractie in de praktijk mogelijk problematisch wordt.

## Tablet versus monitor

Een derde belangrijk discussiepunt betrof het gebruik van een tablet in plaats van een klassieke monitoropstelling. Binnen de eerste concepten werd gekozen voor een tablet die bevestigd werd op een magnetische houder. Deze keuze was enerzijds gebaseerd op kostprijs, maar anderzijds ook op de mogelijkheid om het toestel eenvoudig los te koppelen en mobiel te gebruiken aan het bed van de patiënt.

De reacties hierop waren verdeeld. Verschillende deelnemers uitten twijfels over de integratie van een tablet binnen de huidige workflow. Daarbij werden factoren aangehaald zoals leeftijd, vertrouwdheid met digitale systemen, gebruikte software en de nood aan bijkomende scholing. Daarnaast gaven verschillende gebruikers aan dat zij de voorkeur blijven geven aan een computermuis om efficiënt door patiëntendossiers te navigeren.

Tegelijkertijd werd ook positieve feedback gegeven op deze piste. Vooral de beweegbare arm waarop het toestel bevestigd werd, werd als ergonomisch interessant ervaren. Daarnaast werd aangehaald dat een tablet eenvoudiger te reinigen is dan een traditioneel toetsenbord, wat binnen een zorgcontext een belangrijk voordeel vormt. De verificatie genereerde aanzienlijk meer feedback dan aanvankelijk verwacht werd en benadrukte opnieuw de complexiteit van de context van intensieve zorgen.

De prototypes en VR-modellen werden positief onthaald, maar tegelijk ook zeer kritisch geëvalueerd door de deelnemers.

De uitgebreide discussies, die uiteindelijk meer dan anderhalf uur uitliepen, maakten duidelijk welke aspecten binnen de verschillende concepten als waardevol werden beschouwd en welke elementen fundamentele barrières creëerden binnen de zorgcontext. Op basis hiervan werd beslist om uitsluitend de sterkste eigenschappen van elk concept mee te nemen naar een nieuw hybride concept, waarin de belangrijkste noden en verwachtingen van de afdeling verder geïntegreerd zouden worden.

## Medicatielade

Tijdens de verificatie werd door de deelnemende verpleegkundigen aangehaald dat de huidige verzorgingskar onvoldoende mogelijkheden biedt om reeds opgetrokken medicatie veilig te stockeren. In de praktijk belanden spuiten met medicatie daardoor vaak tijdelijk op het werkblad of zelfs in de bovenste lade wanneer er bezoek aanwezig is op de kamer. Volgens de Belgische wetgeving moeten dergelijke medicatiespuiten echter vergrendeld en veilig opgeborgen kunnen worden, iets waarvoor momenteel geen geschikte oplossing aanwezig is. Hoewel dit onderwerp slechts kort aan bod kwam tijdens de verificatie, werd beslist om deze problematiek mee te nemen naar het finale ontwerp.



*Figuur 33: Snapshot van een opname met de Meta Oculus 3 tijdens de verificatie*

# 12. Finaal concept

De verificatie, zoals toegelicht in het vorige hoofdstuk, heeft een grote invloed gehad op het verdere verloop van het ontwerpproces. De feedback maakte duidelijk dat verschillende fundamentele aspecten van de oorspronkelijke concepten onvoldoende aansloten bij de realiteit van de intensieve zorgcontext. Hierdoor werd beslist om opnieuw vanuit het systeemniveau te vertrekken alvorens verdere vormelijke uitwerking plaatsvond.

Op basis van de verzamelde inzichten werd eerst een nieuw systeem ontwikkeld en structureel uitgedacht, waarna pas werd gestart met de vormgeving ervan.

Dit nieuwe, finale systeem wordt in dit hoofdstuk toegelicht.

Het systeem bestaat uit twee afzonderlijke fysieke modules. Enerzijds wordt een nieuw type verzorgingskar ontwikkeld die de zorgverlener tijdens het uitvoeren van zorg in staat stelt om snel en intuïtief niet-risicohoudend afval af te danken. Anderzijds wordt een afzonderlijke behuizing ontwikkeld voor de RMA-fractie.

## Module 1: Verzorgingskar voor niet-risicohoudend afval

De eerste module vormt de centrale verzorgingskar en moet ondersteuning bieden tijdens de dagelijkse workflow van de zorgverlener. Op basis van de verificatie werden hiervoor een aantal harde eisen gedefinieerd die richtinggevend zijn voor het verdere ontwerp.

Het ontwerp moet beschikken over een tablet of monitor. Aangezien hierover tijdens de verificatie aanzienlijke verdeeldheid bestond, zal deze keuze in een later stadium verder onderbouwd en definitief vastgelegd worden.

Het ontwerp moet minstens dezelfde hoeveelheid verzorgingsmateriaal kunnen bevatten als de huidige verzorgingskar.

Het ontwerp moet beschikken over een afzonderlijke medicatielade waarin reeds opgetrokken medicatie veilig en afgesloten kan worden bewaard.

Het ontwerp moet ongeveer 5 liter aan karton- en PMD-volume kunnen opvangen. Deze capaciteit is specifiek bedoeld voor verpakkingsmateriaal dat rechtstreeks ontstaat tijdens het openen van verzorgingsmateriaal uit de kar.

Het ontwerp moet voorzien in een geïntegreerde naaldcontainer.

Het ontwerp moet de mogelijkheid bieden om tot 30 liter nRMA af te danken. Dit volume werd bewust gehalveerd ten opzichte van de eerdere concepten. Hiervoor werden twee redenen geïdentificeerd. Enerzijds mag het product ergonomisch niet te zwaar worden door een te grote afvalcapaciteit binnen één fractie. Anderzijds werd tijdens de verificatie beslist dat er binnen ZAS Middelheim bijkomend een afzonderlijke nRMA-zak naast de slokhopper geplaatst zal worden.

Deze beslissing is gebaseerd op het feit dat verschillende afvaltypes, zoals infuuszakken, pulpmateriaal en andere recipiënten die vloeistoffen bevatten die in de slokhopper mogen worden weggegoten, technisch gezien tot de nRMA-fractie behoren. Hoewel deze materialen niet risicohoudend zijn, blijven het wel lekkende afvalstromen. Hierdoor werd het wenselijk geacht om hiervoor een afzonderlijke en rechtstreeks toegankelijke afvalmogelijkheid te voorzien naast de slokhopper.

Het ontwerp moet daarnaast ruimte voorzien voor een bijkomende afvalstroom van ongeveer 30 liter. Zoals eerder aangehaald, zou dit bijvoorbeeld de Select-4-Care-fractie kunnen zijn.

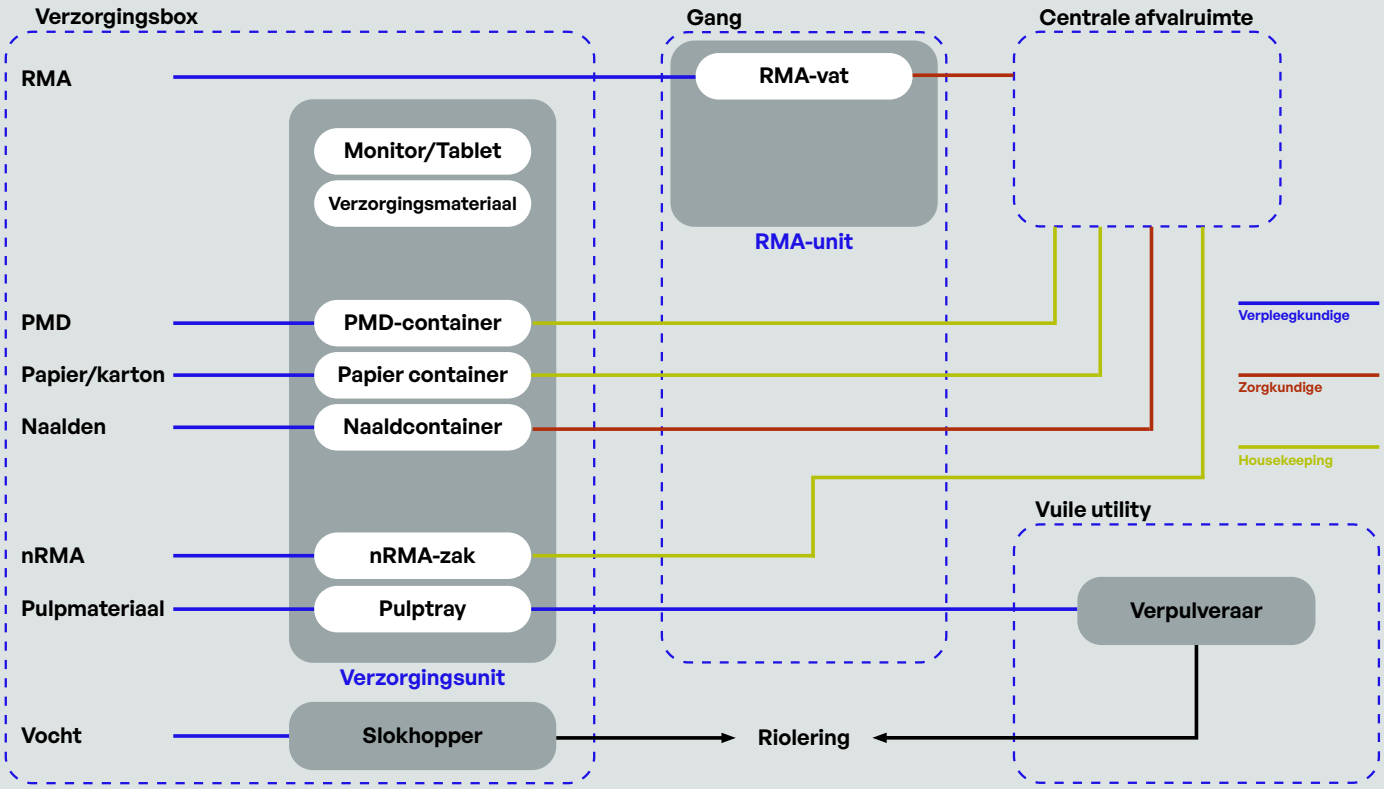
Tot slot moet het ontwerp de mogelijkheid bieden om vuil pulpmateriaal gedurende ongeveer 15 minuten tijdelijk te stockeren alvorens dit naar de verpulveraar wordt gebracht.

## Module 2: Behuizing voor RMA-vaten

Het tweede onderdeel van het systeem bestaat uit een afzonderlijke omkasting voor RMA-vaten. Tijdens de verificatie werd, na uitgebreide discussie, beslist om de RMA-fractie niet langer te integreren in de verzorgingskar zelf. Deze beslissing werd genomen omwille van zowel mentale barrières als reële veiligheids- en hygiënerisico's.

Zoals reeds aangehaald in het vorige hoofdstuk, bleek bovendien dat er op de afdeling intensieve zorgen van ZAS Middelheim momenteel een overaanbod aan RMA-vaten aanwezig is. Daarom werd beslist om meer aansluiting te zoeken bij de werkwijze van ziekenhuizen zoals UZ Leuven Gasthuisberg en ZAS Sint-Vincentius, waar gewerkt wordt met strategisch gepositioneerde RMA-units verspreid over de afdeling. De tweede module vormt daarom een afzonderlijke behuizing voor deze RMA-vaten. De unit moet veiligheid en gecontroleerd afvalbeheer uitstralen, zonder dat het risicohoudend afval rechtstreeks zichtbaar wordt voor zorgverleners, patiënten of bezoekers. Daarnaast moet de behuizing eenvoudig toegankelijk blijven, moet het RMA-vat ergonomisch verwijderd kunnen worden en moet de vormgeving visueel aansluiten bij de verzorgingskar.

Het volledige systeem wordt schematisch weergegeven in figuur 34.




*Figuur 34: Nieuw concept systeemoverzicht*

# 12.1 Block-outs

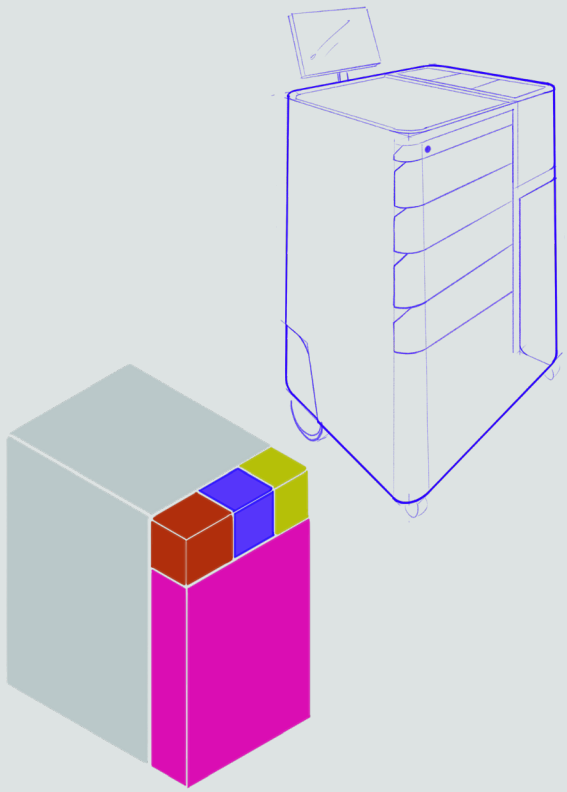
Voor de verdere uitwerking van het systeem werden drie verschillende block-outs ontwikkeld. Elk van deze volumestudies onderzocht op een andere manier hoe de gevraagde functies en volumes geïntegreerd konden worden binnen het product.

Per block-out werden vervolgens vormschetsen opgesteld (bijlage 4), waarna telkens één concept en één bijkomende vormvariant verder werden uitgewerkt.

### Block-out 1

In block-out één (figuur 35) bevinden zich alle afvalfracties aan de rechterkant, wat een duidelijke opsplitsing mogelijk maakt tussen het verzorgingsgedeelte en het afvalgedeelte. De kleinere fracties: PMD, karton en de naaldcontainer, bevinden zich bovenaan het werkvlak en zijn langs de bovenkant te bedienen. De naaldcontainer is volledig aan de achterzijde gepositioneerd, opnieuw om te vermijden dat de gebruiker over de naaldcontainer zou moeten rijken om een andere fractie of functie te bereiken en zich hierbij potentieel zou kunnen kwetsen.

In het roze deel zijn de twee 30 liter-fracties: nRMA en Select-4-Care, samengenomen. Dit volume dient richting de gebruiker te openen. In figuur 36 werd een beeld geschetst van hoe deze module er potentieel uit zou kunnen zien wanneer vormgegeven.

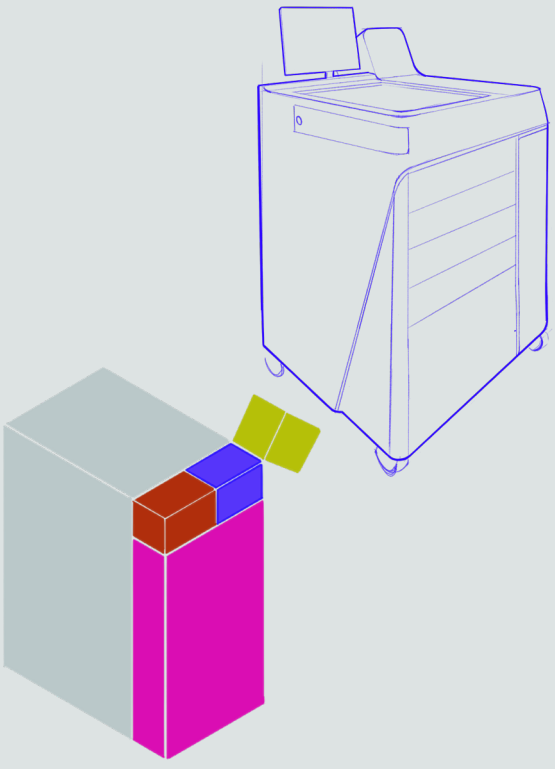


*Figuur 35 en 36: Block-out 1 en vormvariant*

### Block-out 2

In de tweede ontwikkelde block-out (figuur 37) wordt er gelijkaardig te werk gegaan als bij de eerste. De grootste verschillen zijn het feit dat de PMD- en kartonfractie een groter volume hebben gekregen maar nog steeds hun positie aan de bovenkant bewaren, en dat de naaldcontainer verder naar achteren in het product wordt gepositioneerd. Op deze manier kan de naaldcontainer onder een hoek worden geplaatst, waardoor verpleegkundigen hun naalden onder een hoek kunnen afbreken in plaats van loodrecht op het werkvlak, wat een duidelijke ergonomische verbetering inhoudt (Lin & McGorry, 2009).

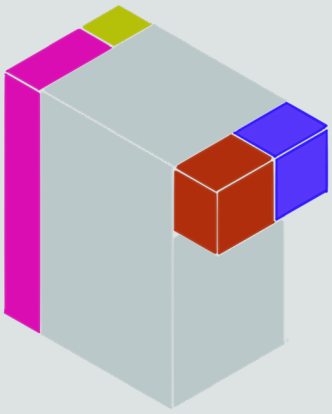
Ook hier werd een concept ontwikkeld (figuur 36) om een realistischer beeld te geven van een mogelijke uitwerking. Duidelijk is echter dat de naaldcontainer het product merkelijk groter maakt, wat niet bepaald wenselijk is.



*Figuur 37 en 38: Block-out 2 en vormvariant*

## Block-out 3

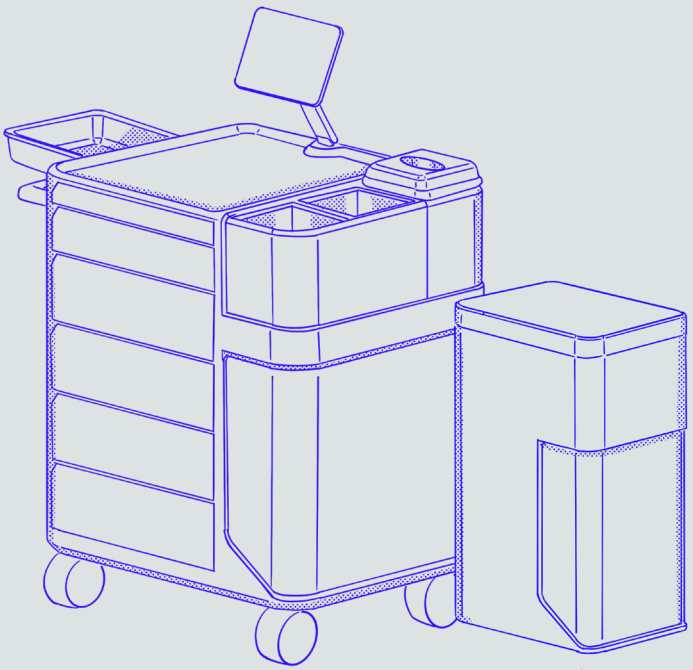
De derde block-out (figuur 39) verschilt meer van de vorige twee, in die zin dat er een opsplitsing wordt gemaakt tussen afval dat in aanraking is geweest met de patiënt: nRMA en de naaldcontainer, en afval dat dat niet is geweest: PMD en karton. De nRMA-fractie en de naaldcontainer worden aan de linkerkant van het product geplaatst, terwijl PMD en karton rechts worden geplaatst. De derde block-out werd ontwikkeld om te differentiëren, maar is niet verder uitgewerkt omdat het niet wenselijk is om steriel verzorgingsmateriaal in het grijze gedeelte te sandwichen tussen afvalfracties, ongeacht hun aard. Er zal dus verder worden geïtereerd op block-out 1 en 2.



*Figuur 39: Block-out 3*

# 12.2 Finaal concept

Voor het finale concept werd ervoor gekozen om verder te werken op basis van block-out 1 en het bijhorende concept. De verschillen tussen beide block-outs bleken tijdens de evaluatie beperkt, terwijl het behouden van een zo compact mogelijk product als belangrijke ontwerpdoelstelling naar voren kwam. In de schetsen in figuren 40 en 41 worden de belangrijkste features van het ontwerp toegelicht en wordt een eerste totaalbeeld gegeven van hoe de nieuwe verzorgingskar, samen met de bijhorende RMA-unit, eruit zou kunnen zien.



*Figuur 40: Finaal concept*

### nRMA-lade

Het ontwerp beschikt over een grote push-to-open lade aan de rechterzijde waarin zowel de nRMA-fractie als de vrij in te vullen afvalfractie geïntegreerd worden. De lade wordt zodanig ontworpen dat deze gedurende langere tijd open kan blijven staan tijdens gebruik en nadien met een eenvoudige aanraking opnieuw gesloten kan worden.

### PMD-en kartoncontainer

De PMD- en kartonfractie worden samen geïntegreerd in het bovenvlak van het product. Beide containers kunnen worden verwijderd via een scharnierende klep die over de recipiënten schuift. In de huidige schetsen zijn deze fracties nog weergegeven als open inwerpopeningen zonder afsluiting. De verdere ontwikkeling van een geschikt deksel- of afsluitsysteem zal meegenomen worden naar de volgende ontwerpfase.

### Ingewerkte naaldcontainer

De naaldcontainer wordt volledig geïntegreerd in het product en kan verticaal worden ingeschoven en verwijderd. Door de container volledig in te werken, wordt vermeden dat losse naalden of spuiten in het product terechtkomen en daar potentieel contaminatie of broeihaarden veroorzaken.

### Intuïtief karakter

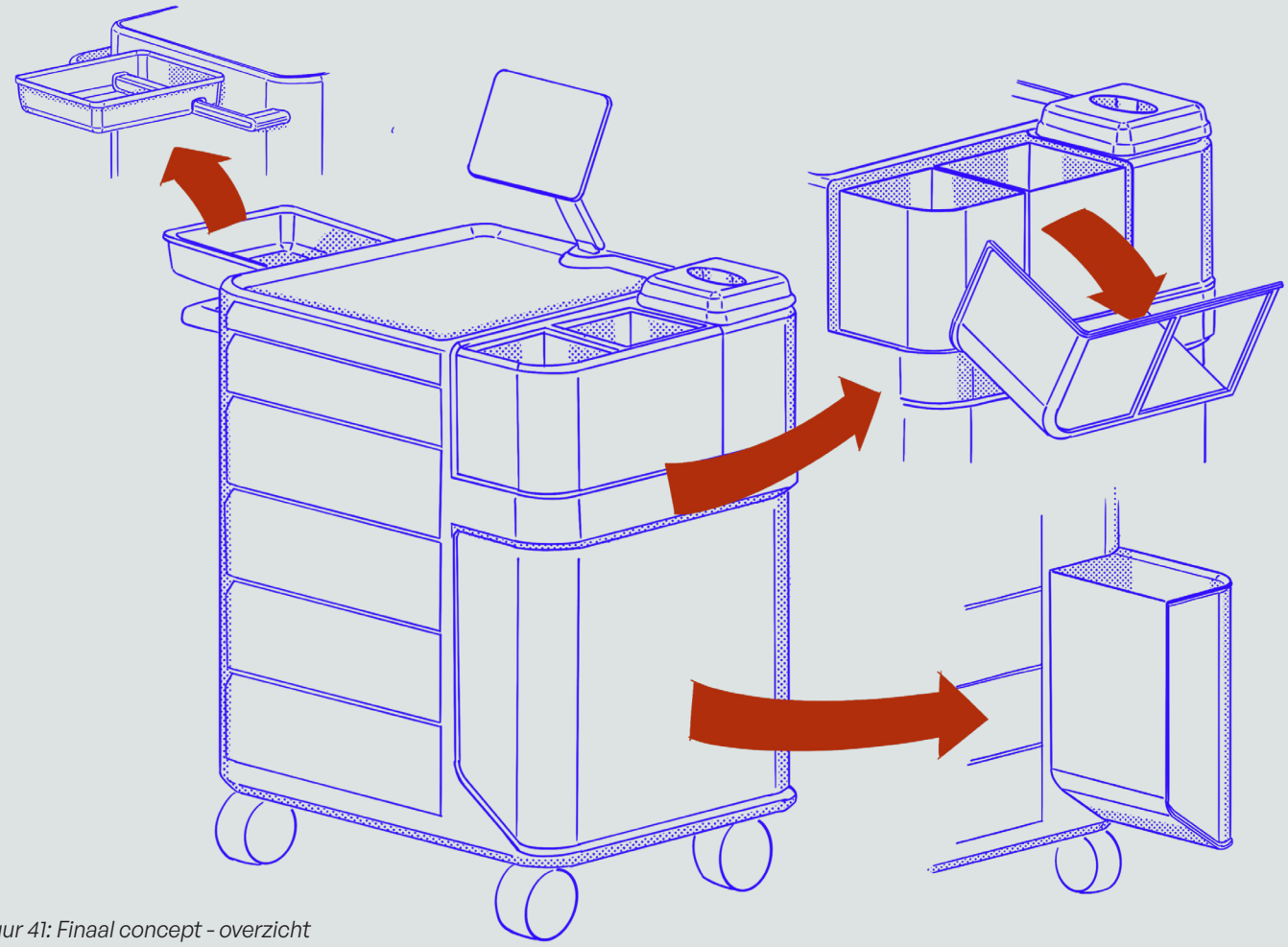
De concrete uitwerking van het intuïtief karakter, kleurgebruik, iconografie en grafische aanduidingen, wordt bewust uitgesteld naar deel 3. Deze elementen zijn sterk afhankelijk van de definitieve vorm, materialen en oppervlaktebehandeling van het product, waardoor het weinig zinvol is deze nu reeds vast te leggen.

### Pulptray

De pulptray wordt opnieuw bevestigd aan een hangbeugel die eveneens functioneert als duwbeugel. Omwille van het scharnierende systeem van de PMD- en kartonfractie wordt deze beugel ditmaal aan de linkerzijde van het product geplaatst. Aangezien pulpmateriaal slechts tijdelijk aanwezig is binnen de workflow, werd deze positionering als aanvaardbaar beschouwd. Toch blijft ook dit aspect nood hebben aan verdere optimalisatie in de volgende ontwerpstadia.

### RMA-unit

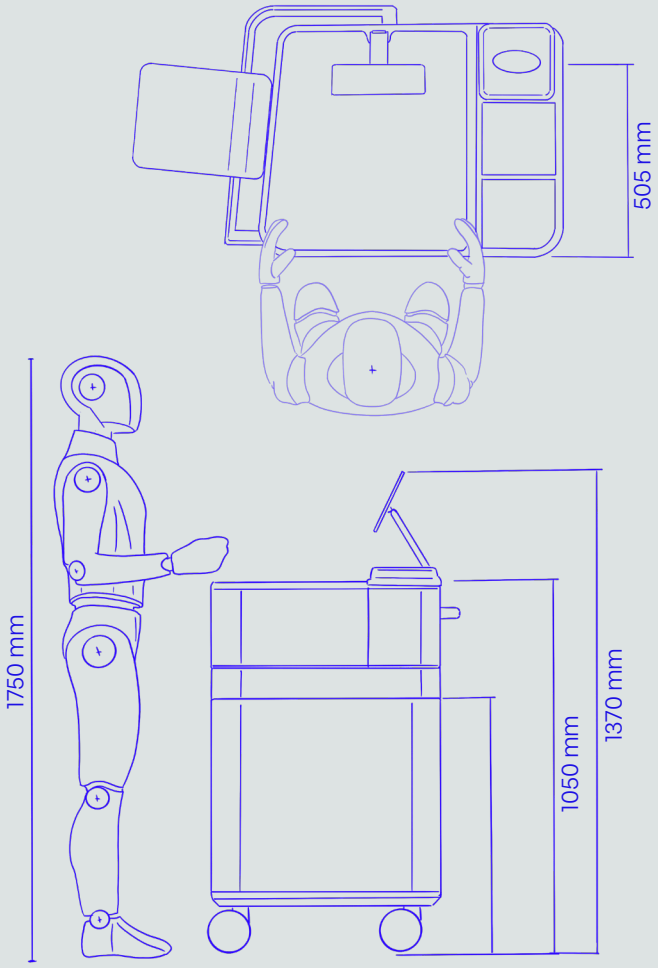
Tot slot werd eveneens een afzonderlijke RMA-unit vormgegeven. Deze sluit visueel aan bij de verzorgingskar, maar werd binnen deze fase nog niet verder technisch uitgewerkt. Voor het verdere verloop van deze masterthesis zal de focus voornamelijk liggen op de verdere ontwikkeling van de verzorgingskar, waardoor de RMA-unit voorlopig beperkt blijft tot een conceptuele schets.



*Figuur 41: Finaal concept - overzicht*

## Ergonomie

Finaal worden in figuur 42 en 43 dimensioneringen aan het product toegevoegd die het product op ergonomisch vlak staven en die absoluut dienen te worden meegenomen bij verdere uitwerking. De hoogte van het werkblad is met 100 millimeter verlaagd ten opzichte van de huidige verzorgingskar van fabrikant Belintra, die momenteel wordt gebruikt op de afdeling intensieve zorgen van ZAS Middelheim. De hoogte bedraagt nu 1050 millimeter, wat door (“NEN EN 527 Werktafel En Bureau”, z.d.) wordt beschouwd als een ergonomische werkhoogte voor de P5-P95-groottes van zowel mannen als vrouwen. Het verste punt waarnaar moet worden gereikt is de naaldcontainer, die zich op 550 millimeter van de centrale positie van de gebruiker bevindt. Deze reikdiepte wordt volgens (Motmans, 2017) niet als ergonomisch kwetsend beschouwd, zolang de reiktijd niet langer dan 120 seconden bedraagt.




*Figuur 42 en 43: Finaal concept - ergonomie werkvlak en reikdiepte*

# Deel 3

## Finaal ontwerp



# 13. Ontwerpevolutie

In dit hoofdstuk worden enkele ontwerpkeuzes kort toegelicht om de overgang tussen het finale concept en het finale ontwerp te verduidelijken. Eerst wordt de keuze tussen een monitor en een tablet besproken, gevolgd door de positionering van de medicatielade binnen het ontwerp. Tot slot wordt de evolutie van het 3D-model weergegeven in figuur 44 tot 52 om aan te tonen welke ontwikkeling het ontwerp heeft doorgemaakt tussen conceptfase en finaal ontwerp, en binnen welke tijdspanne deze evolutie plaatsvond.

## 13.1 Keuze tussen monitor en tablet

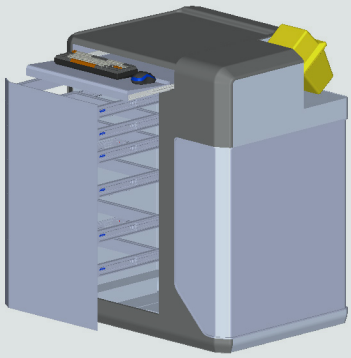
Omdat er tijdens de conceptverificatie met verpleegkundigen en duurzaamheidscoördinatoren veel twijfel bestond rond de keuze tussen een tablet en een monitor, werd beslist om deze beslissing verder te onderbouwen aan de hand van een bevraging. Deze werd verspreid binnen de afdelingen intensieve zorgen van ZAS Middelheim en ZAS Cadix. In totaal vulden 29 respondenten de kwalitatieve bevraging in.

Uit de resultaten bleek dat slechts 3% van de respondenten het wenselijk vond om uitsluitend met een tablet of iPad te werken tijdens het uitvoeren van de zorg. De meeste voorkeur ging enerzijds naar een klassieke monitor met toetsenbord en muis, goed voor 48% van de antwoorden, en anderzijds naar een touchscreen scherm waarbij eveneens gebruikgemaakt kan worden van een toetsenbord en muis, goed voor 41% van de antwoorden. Op basis van deze resultaten werd gezocht naar een middenweg tussen beide voorkeuren. Uiteindelijk werd gekozen voor een 24 inch touchscreen monitor van de Zuid-Koreaanse fabrikant Beacon. Deze fabrikant ontwikkelt specifiek schermen voor medische toepassingen, maar biedt deze aan tegen een meer democratische prijs dan verschillende Europese concurrenten. Het systeem wordt daarnaast gecombineerd met een toetsenbord en muis. Hiermee sluit de oplossing aan bij de twee meest gekozen voorkeuren, die samen 89% van de antwoorden vertegenwoordigen. Deze keuze combineert de vertrouwdheid van een klassieke monitoropstelling met een beperkte vorm van touchbediening. Zo blijft het systeem herkenbaar voor verpleegkundigen, terwijl de interactie minder afhankelijk wordt van toetsenbord en muis. De volledige bevraging met resultaten is terug te vinden in bijlage 5.

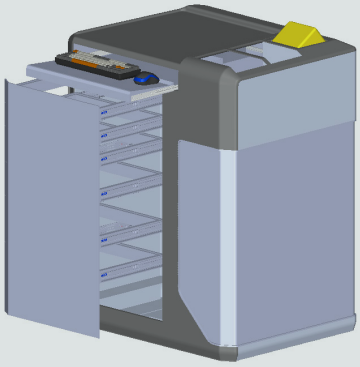
## 13.2 Medicatielade

De medicatielade, een minder uitgebreid besproken aspect uit de vorige fase, werd in eerste instantie voorzien als lade aan de voorzijde van het product, boven het verzorgingsmateriaal. Achteraf beschouwd bleek deze positionering echter minder wenselijk. De medicatielade heeft namelijk als functie om reeds voorbereide medicatie overzichtelijk zichtbaar te houden voor de verpleegkundige, zodat steeds duidelijk blijft welke medicatie reeds werd toegediend en welke nog toegediend moet worden. Hierdoor zal de lade gedurende langere tijd geopend blijven tijdens het uitvoeren van de zorg. Om die reden werd beslist om de lade niet langer aan de voorzijde, maar aan de linkerzijde van het product te positioneren. Deze zijde bevindt zich bovendien het verst verwijderd van het afvalgedeelte, wat bijkomend bijdraagt aan de veiligheid, hygiëne en overzichtelijkheid van het systeem. In hoofdstuk 15 wordt de uiteindelijke technische uitwerking van de medicatielade verder besproken.

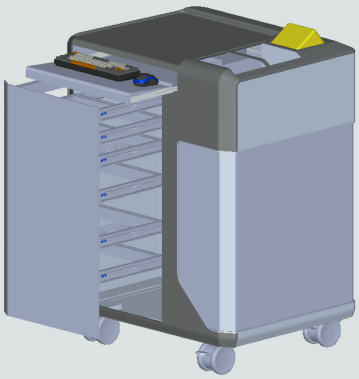
# 13.3 Vormelijke evolutie



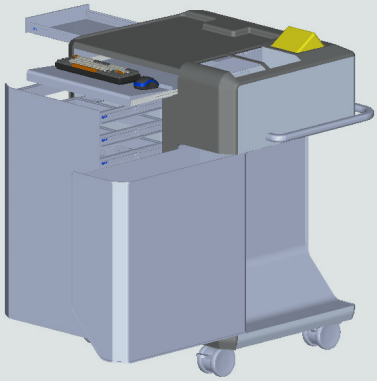
31/03/2026



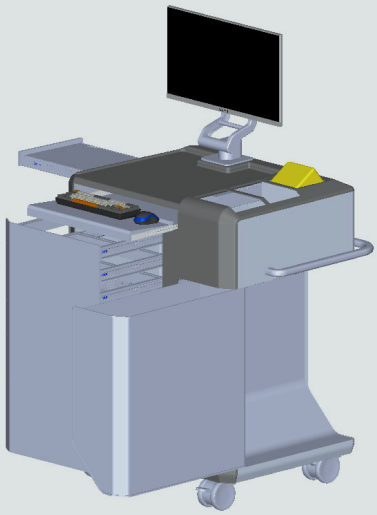
01/04/2026



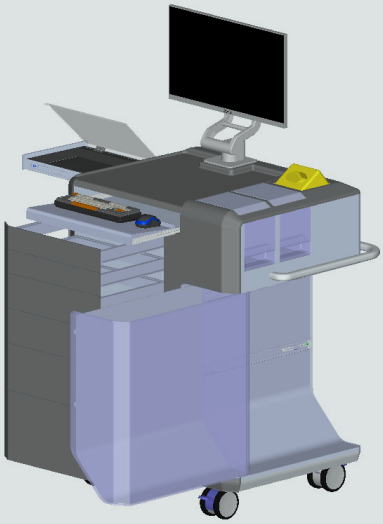
03/04/2026



08/04/2026



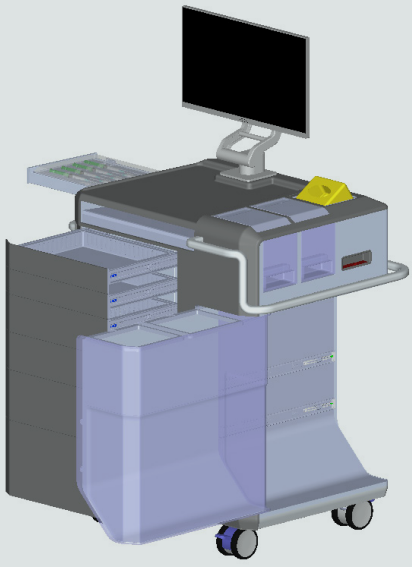
10/04/2026



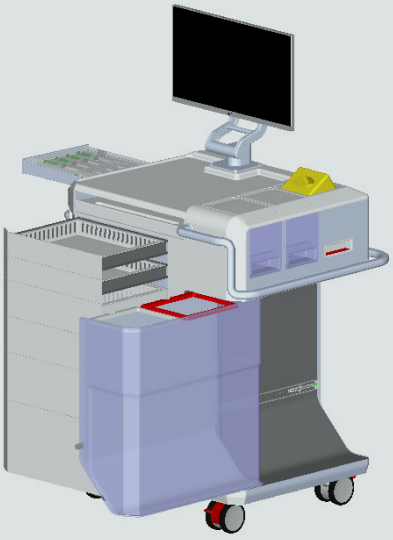
24/04/2026



07/05/2026



08/05/2026



09/05/2026

*Figuur 44-52: Vormevolutie Solidworksmodel over de ontwikkelingsfase heen*

# 14. Materialisatie



*Figuur 53: Polypropyleen voorwand en aluminium achterwand*

Tijdens de laatste fase van de ontwerpuitwerking werd duidelijk dat de behuizing van het product uit twee hoofdonderdelen zou bestaan. Enerzijds is er een voorwand die de voorzijde en bovenzijde van de kar samenbrengt. Anderzijds is er een achterwand die de achterzijde, rechterzijde en linkerzijde omvat. Deze tweedeling maakte het noodzakelijk om niet alleen de materiaalkeuze, maar ook de verbinding tussen beide onderdelen kritisch te onderzoeken.

Na overleg met professor Van Doorselaer werd in eerste instantie onderzocht of beide onderdelen als kunststofschelpen vacuümgevormd konden worden. Deze productietechniek sloot aan bij de gewenste afgeronde vormtaal en leek geschikt voor de relatief beperkte oplage van het product. De belangrijkste uitdaging lag echter in de bevestiging van beide schelpen. Omwille van reinigbaarheid en hygiëne was het niet wenselijk om zichtbare bevestigingselementen aan de buitenzijde te voorzien. Dergelijke verbindingen creëren bijkomende randen en naden waar vuil en bacteriën zich kunnen ophopen.

Deze bevestigingsproblematiek werd vervolgens besproken met professor Linders. Een eerste mogelijke oplossing bestond uit spuitgieten, omdat hierbij interne snapverbindingen en mounting bosses rechtstreeks in het onderdeel geïntegreerd kunnen worden. Deze piste werd echter niet weerhouden. Op basis van de eerder uitgewerkte marktinschatting (deel 4) bleek dat de potentiële Belgische afzetmarkt binnen intensieve zorgen ruim onder de oplage ligt waarbij spuitgieten economisch interessant wordt.

Daarom werd gekozen voor een hybride opbouw (figuur 53): een vacuümgevormde kunststof voorwand in combinatie met een aluminium achterwand. Deze oplossing is kostenefficiënter dan spuitgieten en sluit beter aan bij de verwachte productievolumes. Bovendien is aluminium geschikt voor de achterwand, aangezien dit onderdeel hoofdzakelijk een dragende en structurele functie vervult. Op die manier worden de vormvrijheid en reinigbaarheid van kunststof gecombineerd met de stijfheid en bevestigingsmogelijkheden van aluminium.

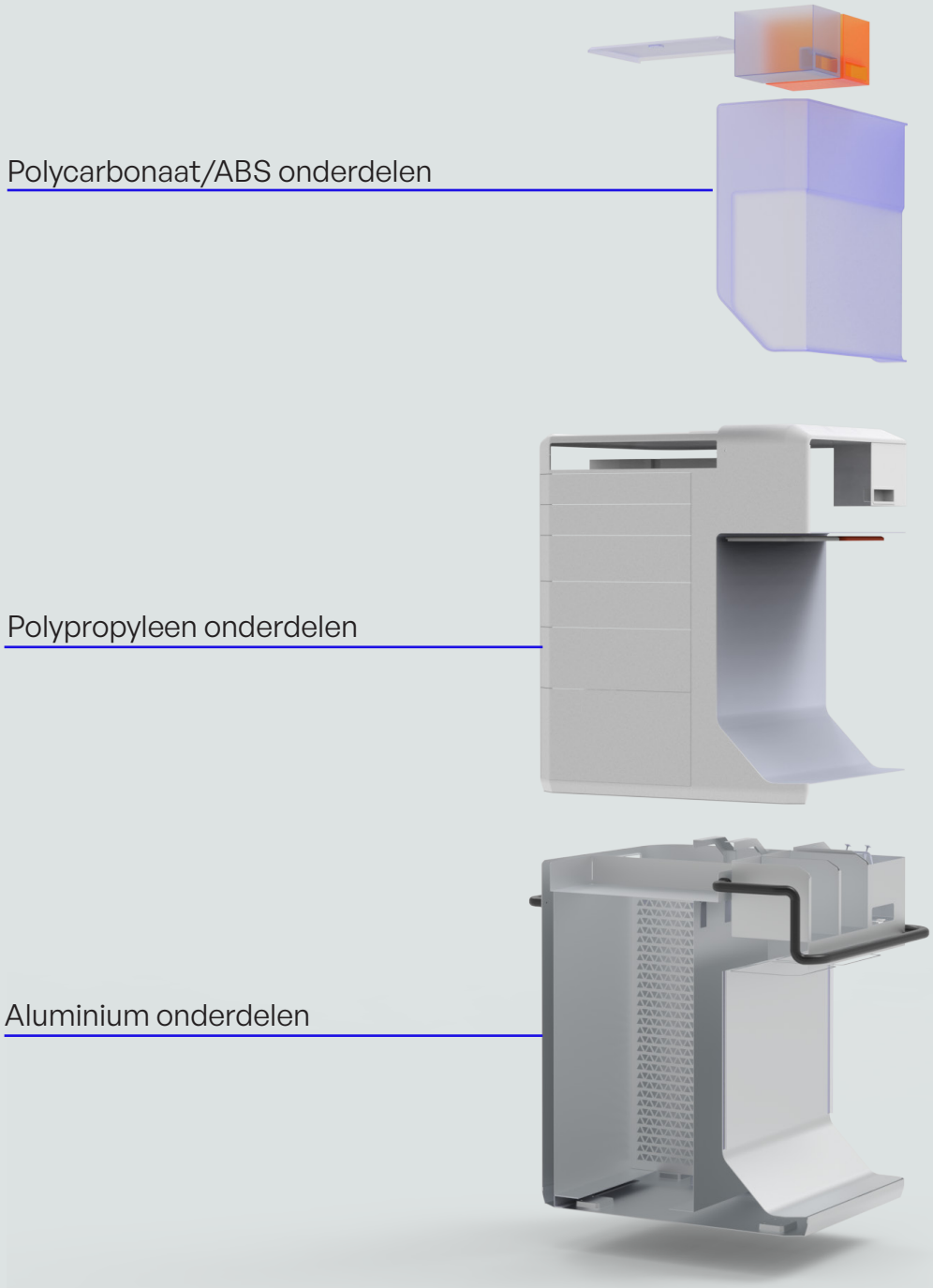
Op basis van deze technische afweging werd hoofdzakelijk gekozen voor twee basismaterialen: polypropyleen en aluminium. Polypropyleen wordt toegepast voor de vacuümgevormde voorwand en andere kunststofonderdelen die vaak worden aangeraakt of gereinigd. Het materiaal is geschikt voor vacuümvormen en beschikt bovendien over een goede bestendigheid tegen chemische reinigingsmiddelen. Hierdoor sluit het aan bij de hygiënische eisen van een zorgomgeving.

Aluminium wordt gebruikt voor de achterwand en andere dragende componenten. Dit materiaal maakt het mogelijk om een rigide maar relatief lichte structuur te creëren waaraan mechanische elementen, geleiders en andere onderdelen betrouwbaar bevestigd kunnen worden. Op die manier vervult aluminium vooral een structurele functie, terwijl polypropyleen wordt ingezet voor de zichtbare, afgeronde en eenvoudig reinigbare oppervlakken.

Naast deze twee hoofdmaterialen worden enkele componenten uitgevoerd in een frosted afgewerkte kunststof. Deze onderdelen moeten toelaten om de vulgraad van bepaalde recipiënten van buitenaf te controleren, zonder dat de inhoud volledig zichtbaar wordt. Tijdens het overleg met professor Van Doorselaer werd polycarbonaat hiervoor als mogelijke optie besproken, aangezien dit materiaal vaak wordt gebruikt om een dergelijk translucide effect te verkrijgen.

De chemische bestendigheid van polycarbonaat bleek echter een aandachtspunt. Uit verder materiaalonderzoek, weergegeven in bijlage 6, bleek dat polycarbonaat gevoelig kan reageren op ammoniak-gebaseerde reinigingsmiddelen. Aangezien dergelijke producten binnen een zorgomgeving kunnen voorkomen, werd onderzocht hoe de chemische bestendigheid verhoogd kon worden. Daarom werd gekozen voor een blend van polycarbonaat en ABS. Deze combinatie behoudt de gewenste slagvastheid en frosted afwerking, terwijl de chemische bestendigheid verbetert ten opzichte van zuiver polycarbonaat. Een overzicht van het finale ontwerp met betrekking tot de materialisatie is te zien in figuur 54.

**Overzicht**




*Figuur 54: Exploded opbouw in functie van materialisatie*

# 15. Finaal ontwerp

## 15.1 Overzicht

Het finale ontwerp bestaat uit een modulaire verzorgingskar die correcte afvaltriage rechtstreeks aan het bed van de patiënt ondersteunt (figuur 55 en 56). Het systeem combineert de functie van een klassieke verzorgingskar met geïntegreerde opvangmogelijkheden voor geselecteerde afvalstromen. Op die manier wordt afvalbeheer niet als een afzonderlijke handeling naast de zorg geplaatst, maar geïntegreerd in de bestaande workflow van de verpleegkundige.

Het ontwerp vertrekt vanuit de inzichten uit de conceptverificaties, waaruit bleek dat afvalstromen enkel in de verzorgingskar geïntegreerd kunnen worden wanneer veiligheid, hygiëne en perceptie van netheid gewaarborgd blijven. Daarom werd een duidelijke scheiding gemaakt tussen verzorgingsmateriaal en afvalfracties. Risicohoudend medisch afval wordt niet langer in de verzorgingskar opgenomen, terwijl niet-risicohoudende afvalstromen zoals PMD, karton en nRMA wel geïntegreerd worden op plaatsen waar ze tijdens de zorg effectief ontstaan.

De kar beschikt over afzonderlijke zones voor verzorgingsmateriaal, PMD, karton, nRMA, een vrij in te vullen bijkomende afvalfractie, een ingewerkte naaldcontainer en een tijdelijke pulptray. Daarnaast werden verschillende ergonomische en hygiënische verbeteringen geïntegreerd, zoals een verlaagd werkvlak, geïntegreerde kabelgeleiding, gesloten oppervlakken en een intuïtieve positionering van de verschillende functies (figuur 57).

Het ontwerp bouwt verder op de bestaande manier van werken binnen intensieve zorgen, maar probeert tegelijk de belangrijkste beperkingen van de huidige verzorgingskar weg te nemen. De nadruk ligt daarbij op eenvoudige interacties, minimale extra handelingen, reinigbaarheid en het verminderen van twijfel tijdens afvalafdanking. Correct sorteren wordt hierdoor niet afhankelijk gemaakt van extra motivatie of tijd, maar wordt zoveel mogelijk ondersteund door de fysieke opbouw van het product.



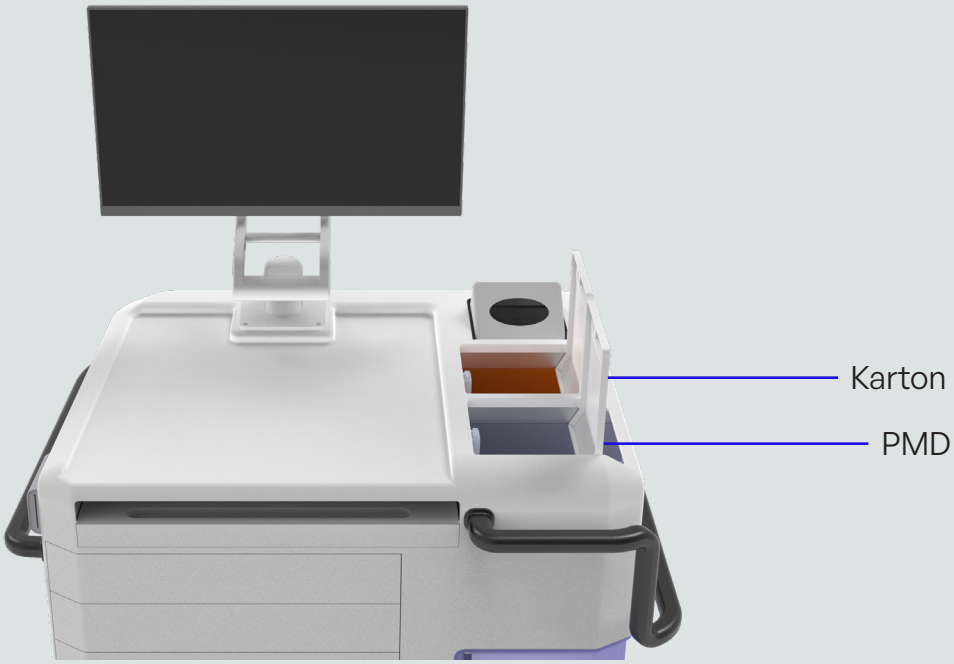
*Figuur 55 en 56: Frontaal- en links achteraanzicht nieuw ontwerp*



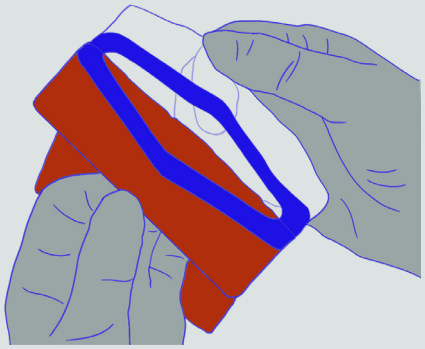

*Figuur 57: Nieuw ontwerp met aanduiding van belangrijkste features*

# 15.2 Afvalbeheer

## PMD & Karton




*Figuur 58: Render PMD en Karton open - frontaal*



*Figuur 59: Openen van peelpack*

De PMD- en kartonfractie worden geïntegreerd in het bovenvlak van het ontwerp, aangezien deze afvalstromen steeds als volledig proper beschouwd worden. Beide fracties worden afgeschermd door een push-to-open deksel dat zich, eenmaal geopend, loodrecht ten opzichte van het werkvlak positioneert. Voor dit deksel werd gekozen voor wit polypropyleen, zowel omwille van esthetische redenen als de chemische bestendigheid van het materiaal.

Het openingsmechanisme maakt gebruik van een magnetische push latch van het merk Sugatsune, waarbij de magneet geïntegreerd zit in het deksel en het drukmechanisme zich in de behuizing bevindt.

Om het deksel vervolgens automatisch in een loodrechte positie te brengen, worden twee torsieveren toegepast.

De containers waarin PMD en karton worden ingezameld, worden vervaardigd uit een blend van polycarbonaat en ABS met een frosted afwerking (figuur 60). Hierdoor blijft de inhoud gedeeltelijk zichtbaar en kan in één oogopslag ingeschat worden hoe vol de respectievelijke containers zich bevinden. Om overengineering te vermijden, werd bewust gekozen voor eenvoudig uitschuifbare containers met intuïtieve handvaten. Eenmaal verwijderd kunnen deze snel geledigd worden door housekeepingpersoneel en nadien eenvoudig terug in het product geschoven worden.

Beide fracties hebben een netto-inhoud van 5L, wat voldoende is aangezien deze dagelijks geledigd zullen worden (E. De Coninck, persoonlijke communicatie, 16 april 2026).



*Figuur 60: PMD- en kartoncontainer*

## nRMA & extra 30L

De nRMA-lade bevindt zich aan de rechterzijde van het product en biedt plaats aan twee afzonderlijke afvalfracties: een nRMA-fractie en een bijkomende vrij in te vullen fractie van ongeveer 30 liter. Deze tweede fractie kan bijvoorbeeld gebruikt worden voor Select-4-Care of voor een andere afvalstroom die door het ziekenhuis zelf wordt bepaald.

De lade wordt vervaardigd uit een blend van polycarbonaat en ABS met een frosted afwerking. Hierdoor blijft zichtbaar hoe vol de respectievelijke afvalzakken zijn, zonder dat de inhoud volledig zichtbaar wordt. Hoewel de zakken niet in alle renders worden weergegeven, is het de bedoeling dat beide fracties worden ingezameld in standaard 30L-afvalzakken.

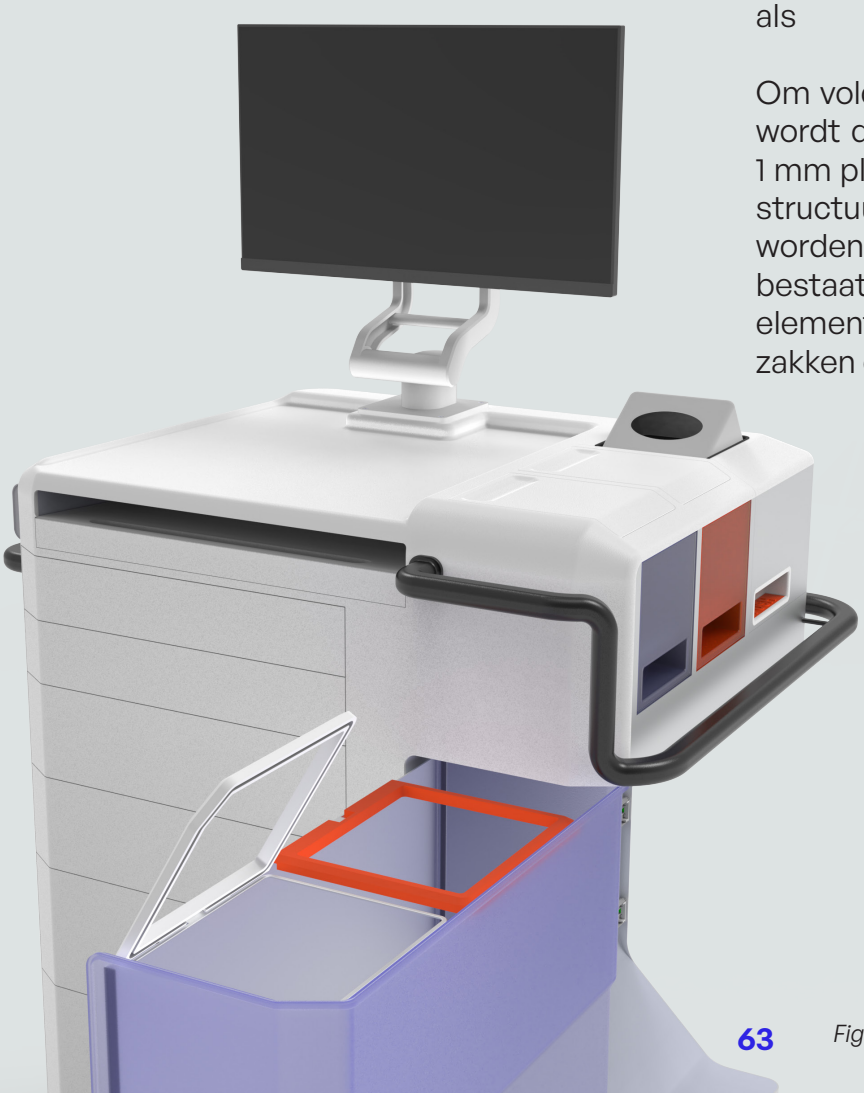
De lade maakt gebruik van een push-to-open systeem en blijft geopend zolang de zorgverlener hier nood aan heeft. De bediening wordt op kniehoogte geplaatst, zodat de lade niet met de hand geopend moet worden. Figuur 61 toont hoe dit er dan uitziet.



*Figuur 61: Render nRMA-lade open - rechts*

Deze keuze komt voort uit verificaties met ziekenhuishygiëne, waarbij manueel contact met mogelijk gecontamineerde afvalcompartimenten als onwenselijk werd beschouwd.

Om voldoende structurele sterkte te garanderen, wordt de achterwand van de lade vervaardigd uit 1 mm plaataluminium. Hieraan wordt de dragende structuur bevestigd waaraan de afvalzakken worden opgehangen. De bovenste afwerking bestaat uit twee scharnierende polypropyleen elementen met kleurcodering (figuur 62), zodat de zakken eenvoudig vervangen kunnen worden.



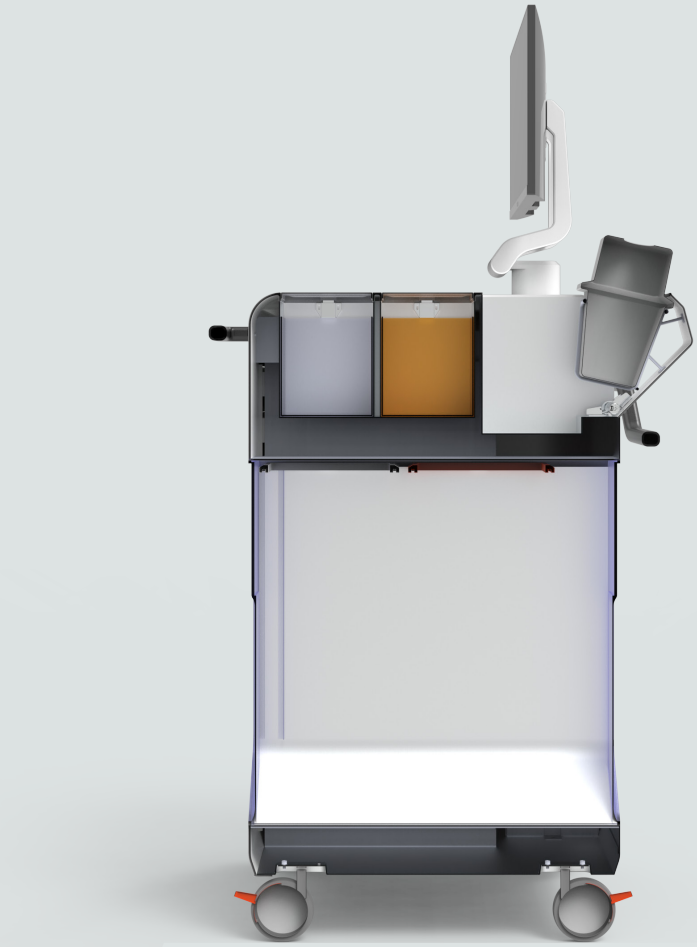
*Figuur 62: Render nRMA-lade open - rechtsvoor*

## Ingewerkte naaldcontainer

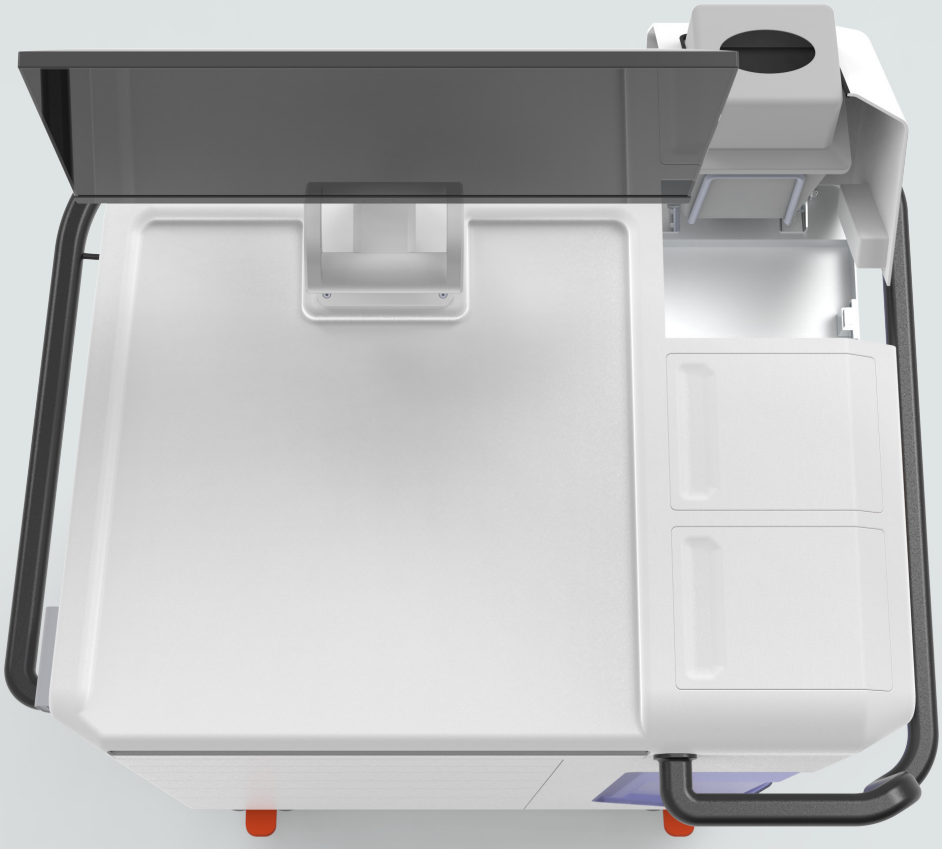
De naaldcontainer werd volledig ingewerkt zoals voorgesteld in deel 2 van deze masterthesis. Een positieve vaststelling tijdens de technische uitwerking was dat het onder een hoek plaatsen van de naaldcontainer uiteindelijk minder ruimte innam dan aanvankelijk verwacht. Hierdoor kon de container gekanteld geïntegreerd blijven binnen het ontwerp.

Wanneer het systeem gesloten is, bevindt de naaldcontainer zich volledig verzonken in het oppervlak. Hierdoor wordt vermeden dat naalden of spuiten in het product kunnen vallen. Om deze afsluiting verder te garanderen, werd rondom de opening een rubberen afdichting voorzien.

Door op het handvat te drukken opent het geheel onder een hoek van 45° aan de hand van een magnetische push-latch en pre-loaded scharnieren. Het gelaste frame dat de omkapping en de naaldcontainer samenhoudt, kantelt hierbij mee waardoor de container eenvoudig rechtop gezet en verwijderd kan worden. Op dezelfde manier kan nadien ook een lege naaldcontainer opnieuw geplaatst en afgesloten worden. In figuur 63 en 64 wordt getoond hoe dit er dan uitziet wanneer de naaldcontainer wordt uitgehaald.



*Figuur 63: Render naaldcontainer uithalen - sectie*



*Figuur 64: Render naaldcontainer uithalen - boven*

## Pulptray

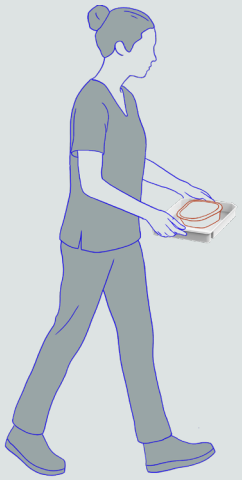
Om tijdelijk vuil pulpmateriaal te stockeren, wordt gebruikgemaakt van een afzonderlijke pulptray (figuur 67). Deze wordt aan de rechterzijde van het product bevestigd aan de omringende beugel. De tray is bedoeld als tijdelijke opvang tijdens of vlak na een zorgmoment, wanneer de verpleegkundige het pulpmateriaal niet onmiddellijk naar de vuile utility kan brengen (figuur 65).

De pulptray wordt vervaardigd uit polypropyleen, omwille van de chemische bestendigheid, het lage gewicht en de reinigbaarheid. Na de zorg wordt de tray meegenomen naar de vuile utility, waar het pulpmateriaal in de verpulveraar verwerkt wordt (figuur 66).

De gebruikte tray kan daar worden achtergelaten voor reiniging of vervangen worden door een gereinigd exemplaar. Zo blijft het systeem bruikbaar binnen verschillende hygiëneprocedures en kan elke afdeling bepalen hoe strikt het wissel- en reinigingsproces georganiseerd wordt.



*Figuur 65: Een vuile bedpan in de pulptray plaatsen*



*Figuur 66: Pulptray naar de vuile utility verplaatsen*



*Figuur 67: Render pulptray*

# 15.3 Zorgverlening

## Ladesysteem



*Figuur 68: Render ladesysteem*

Het ladesysteem (figuur 68) van het ontwerp is eigenlijk volledig modulair over een hoogte van 800mm. Dit wil zeggen dat afdelingen of klanten volledig zelf kunnen bepalen hoe ze deze 800mm gaan invullen. De hoogtes van de verschillende lades zijn afhankelijk van de manden die benodigd zijn. Het ontwerp is afgestemd op de manden van concurrent Belintra, dit omwille van twee redenen: enerzijds zou het ziekenhuizen in staat stellen om hun huidige lades te recupereren en te hergebruiken in het nieuwe ontwerp, anderzijds is er dan een zekerheid dat er voldoende opslagruimte is voor verzorgingsmateriaal. Daarbuiten zijn de manden ook eenvoudig op te splitsen aan de hand van tussenschotjes. Op die manier krijgt elk element wat hier hoort een eigen plek. De manden variëren tussen de 50mm en 200mm.

De lades zijn ook hier te openen via een Sugatsune push-to-open mechanisme waardoor minimale aanraking genoodzaakt is en er geen uitwendige kantjes en randjes worden gecreëerd door handvaten etc.

## Keyboardlade

De keyboardlade kan manueel worden uitgetrokken aan de hand van een uitsparing waarin de gebruiker de vingers kan plaatsen. De geleiders die de lade naar buiten begeleiden, beschikken over een kliksysteem waardoor de uitgeschoven positie tijdelijk vastgehouden kan worden. De volledige toetsenbordlade werd daarnaast onder een hoek van 5° gefreesd, wat theoretisch bijdraagt aan een ergonomischere werkhouding tijdens het gebruik.

Om esthetische redenen wordt de lade vervaardigd in met polypropyleen gecoat hout, zo kan het onderdeel alsnog gefreesd worden en behoudt het de esthetische bijdrage tot het geheel. Figuur 69 toont hoe de keyboardlade eruit ziet in bovenaanzicht.



*Figuur 69: Render keyboardlade - bovenaanzicht*

## Medicatielade

De medicatielade (figuur 71), die als vereiste voortkwam uit de conceptverificatie in de vorige fase, wordt aan de linkerzijde van het product gepositioneerd. Om een uniforme interactie binnen het ontwerp te behouden, maakt ook deze lade gebruik van een Sugatsune push-to-open mechanisme.

De lade zelf bestaat uit twee geplooide aluminium onderdelen die aan elkaar worden gelast. Hierin wordt vervolgens een vacuümgevormd polypropyleen inzetstuk geplaatst waarin spuiten overzichtelijk gepositioneerd kunnen worden.



*Figuur 70: Render medicatielade - close-up open*

Dankzij deze productietechniek kan eenvoudig gevarieerd worden in zowel het type als het aantal spuiten dat opgeslagen moet worden.

Om de medicatie bijkomend af te schermen, wordt de lade afgesloten met een frosted afgewerkte klep die eveneens geopend wordt via een magnetische push latch. Deze klep (figuur 70) zorgt er bovendien voor dat de lade enkel gesloten kan worden wanneer ze volledig dichtgeklapt is, wat de veiligheid tijdens gebruik verhoogt.

Aangezien medicatie volgens de Belgische wetgeving vergrendeld moet kunnen worden wanneer geen verpleegkundige aanwezig is, wordt gebruikgemaakt van een HID-badgelezer in combinatie met een elektromechanisch slot. Een verdere technische uitwerking van dit systeem wordt besproken in hoofdstuk 16.4.



*Figuur 71: Render medicatielade - open*

# 15.4 Labelling & intuïtief karakter

Om het gebruik van het product zo intuïtief mogelijk te maken, werd bijkomende aandacht besteed aan labelling en visuele communicatie. De aanduidingen worden op strategische plaatsen aangebracht en zorgen ervoor dat de werking van de verzorgingskar sneller begrijpbaar wordt voor de gebruiker. Op die manier draagt de labelling bij aan de verdere afwerking en finalisering van het ontwerp.

Tijdens de voorlaatste verificatie op de afdeling intensieve zorgen van ZAS Middelheim (hoofdstuk 17.2) werd gekozen voor een oranje accentkleur binnen het product. Een eerste alternatief bestond uit een geelgroene accentkleur, maar uit de verificatie bleek dat deze kleur reeds gebruikt wordt voor afval afkomstig uit quarantaine. Om mogelijke verwarring te vermijden, werd uiteindelijk gekozen voor de oranje accentkleur, zoals weergegeven in figuur 72.

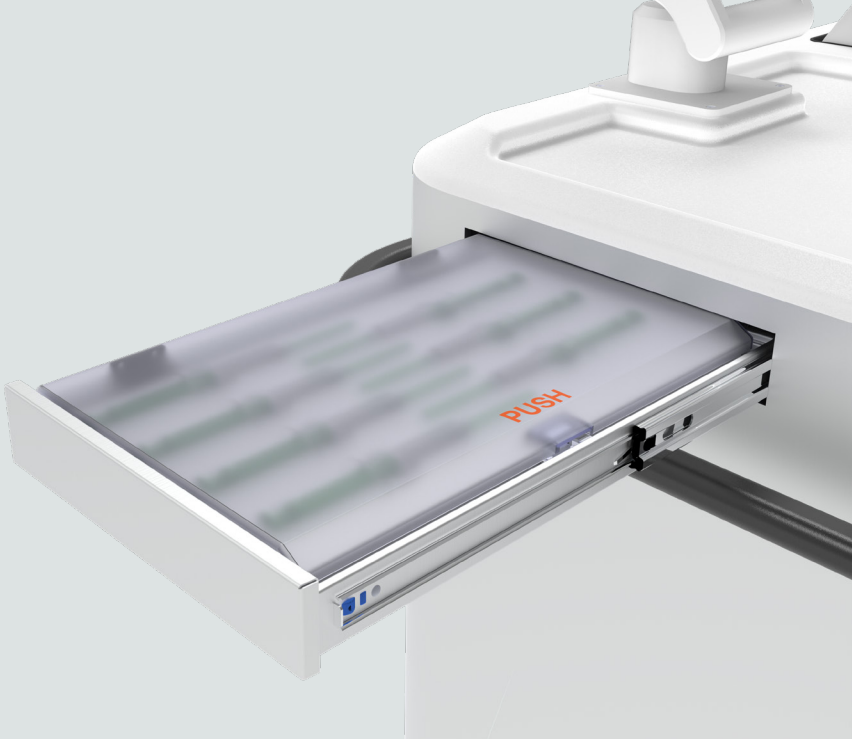
De belangrijkste elementen die intuïtief herkenbaar moeten zijn, zijn de manier waarop componenten geopend worden en de specifieke afvalstroom die zich in een recipiënt bevindt. Om dit te ondersteunen werden aanduidingen zoals “PMD”, “Papier”, “nRMA” en “S4C” (Select-4-Care) op het product aangebracht. Bij de nRMA- en S4C-fractie werd daarnaast een grafische aanduiding toegevoegd die toelaat om snel in te schatten hoe vol een recipiënt reeds gevuld is.




*Figuur 72: Render intuïtief karakter en labelling*

Ook op de medicatielade wordt bijkomende labelling aangebracht (figuur 73). De vorm van de frosted klep die deze lade afsluit, zou namelijk kunnen suggereren dat de gebruiker de klep moet opentrekken.

In werkelijkheid wordt ook deze klep geopend via een mechanisch systeem met een Sugatsune magnetische push-latch, waardoor de gebruiker op de bovenzijde van de klep moet drukken om het mechanisme te activeren. Om verwarring tijdens het gebruik te vermijden, wordt bijkomende labelling voorzien die de correcte interactie duidelijk communiceert.




*Figuur 73: Render intuïtief karakter medicatielade - close-up*

Als laatste bijkomende ingreep wordt ook binnenin de nRMA-lade opnieuw gebruikgemaakt van duidelijke aanduidingen van de verschillende afvalstromen (figuur 74). Uit observaties bleek namelijk dat binnen de afdeling intensieve zorgen van ZAS Middelheim het principe “hoe meer visuele aanduidingen, hoe beter” sterk aanwezig is wanneer het gaat over correcte afvalsortering.

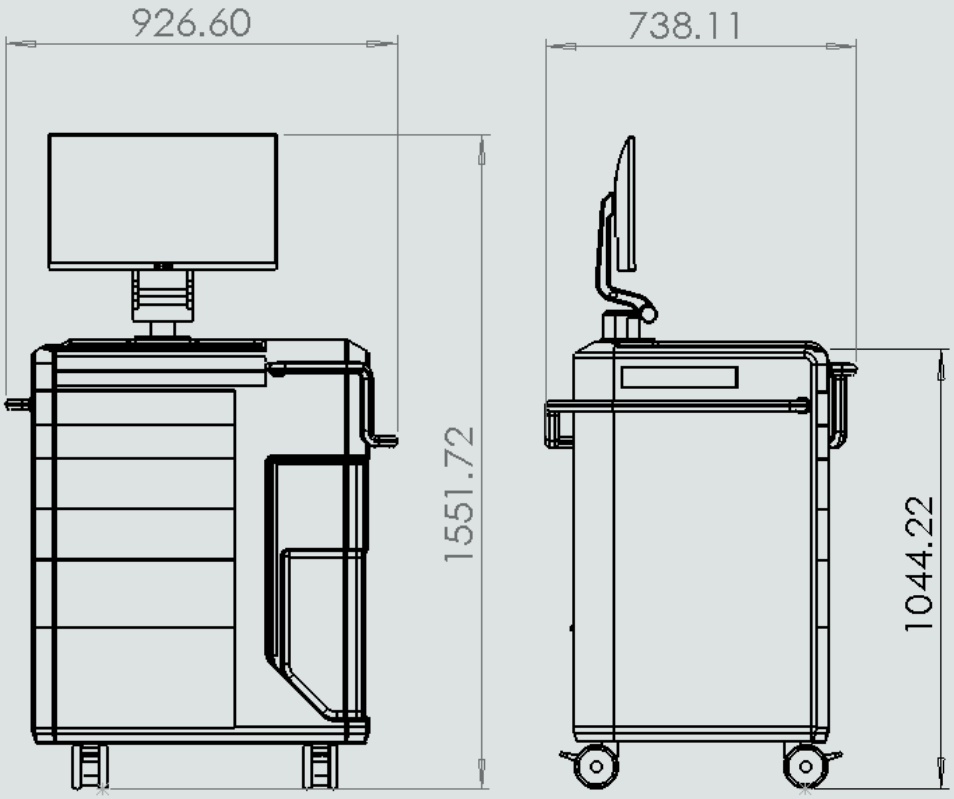
Beide fracties worden daarom niet enkel aangeduid aan de hand van tekst, maar ook via een gekleurde beugel die de afvalzak op zijn plaats houdt. Deze kleurcodering kan bovendien aangepast worden afhankelijk van de wensen en standaarden van een specifiek ziekenhuis of afdeling. Op de beugels wordt vervolgens opnieuw de afkorting van de desbetreffende afvalstroom aangebracht in een contrasterende kleur, zodat de verschillende recipiënten snel en intuïtief herkenbaar blijven.




*Figuur 74: Render intuïtief karakter nRMA-lade*

# 15.5 Dimensionering en ergonomie

## 15.5.1 Algemene dimensionering




In figuur 75 worden de globale nominale afmetingen van het ontwerp weergegeven. De meer gedetailleerde dimensionering en technische maatvoering zijn terug te vinden in hoofdstuk 16.6.

*Figuur 75: Globale nominale afmetingen ontwerp*

## 15.5.2 Ergonomische werkpositie

De werkpositie aan de verzorgingskar werd ergonomisch verbeterd ten opzichte van het benchmarkproduct, de Medicart van Belintra. Het werkvlak bevindt zich nu op een hoogte van 105 cm, wat overeenkomt met de ondergrens voor ergonomische werkbladen voor staand gebruik volgens de NEN-EN 527-norm (“NEN EN 527 Werktafel en Bureau”, 28 mei 2026). Hierdoor wordt het werkvlak ergonomisch toegankelijker dan bij het benchmarkproduct, waarbij het werkblad zich op 110 cm bevindt, wat volgens dezelfde bron boven de aanbevolen grens ligt.

Om het werkstation verder ergonomisch te optimaliseren, werd gekozen voor een in hoek verstelbare monitormount van de Duitse fabrikant CIM Med. In neutrale positie bevindt de bovenzijde van de monitor zich op 155 cm hoogte (figuur 76 en 77), waarmee volgens ergonomische richtlijnen een gemixte populatie tussen 20 en 60 jaar oud bediend kan worden.

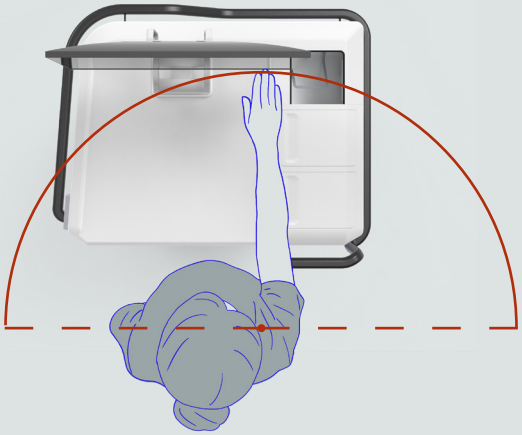


*Figuur 76 en 77: Render werkpositie*

### 15.5.3 Reikdiepte

De ergonomische reikdiepte werd reeds besproken in deel 2 van deze masterthesis en is sterk tijdsafhankelijk. Volgens ergonomische richtlijnen is het niet wenselijk om gedurende langer dan 120 seconden verder dan 50,5 cm te reiken (Motmans, 2017).

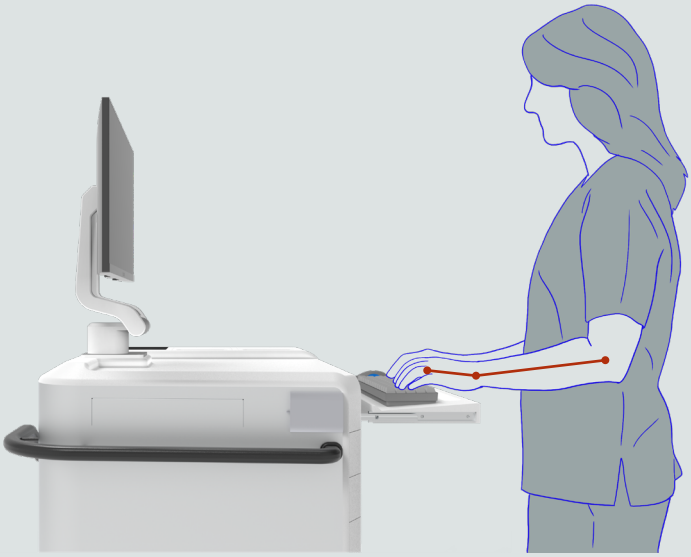
In figuur 78 wordt deze reikafstand grafisch weergegeven vanuit het schoudergewricht. De naaldcontainer bevindt zich binnen deze zone, waardoor het afdanken van naalden ergonomisch toegankelijk blijft tijdens het uitvoeren van de zorg.



*Figuur 78: Render reikafstand over het product*

### 15.5.4 Ergonomische keyboardlade

De keyboardlade wordt onder een licht dalende tilthoek van 5° gepositioneerd (figuur 79). Deze keuze hangt samen met de hoogte van de lade, die zich op 95 cm van de grond bevindt en overeenkomt met het vijfde percentiel van de ellebooghoogte voor een gemixte populatie tussen 20 en 60 jaar oud (DINED, z.d.). Door de lade licht te kantelen, wordt de hoek tussen pols en voorarm verkleind, wat volgens ergonomische richtlijnen de belasting op het polsgewricht vermindert (CUergo: Neutral Posture Typing, z.d.). Op die manier wordt het ergonomisch karakter van het werkstation verder verbeterd.



*Figuur 79: Render ergonomische impact keyboardlade*

### 15.5.5 Kniehoogte nRMA-lade

De nRMA-lade werd zodanig ontworpen dat deze geopend kan worden zonder gebruik van de handen. Binnen de huidige zorgcontext is het namelijk gebruikelijk om afvalrecipiënten met de voet of knie te bedienen, aangezien handmatig contact vanuit hygiënisch en veiligheidsstandpunt als onwenselijk wordt beschouwd.

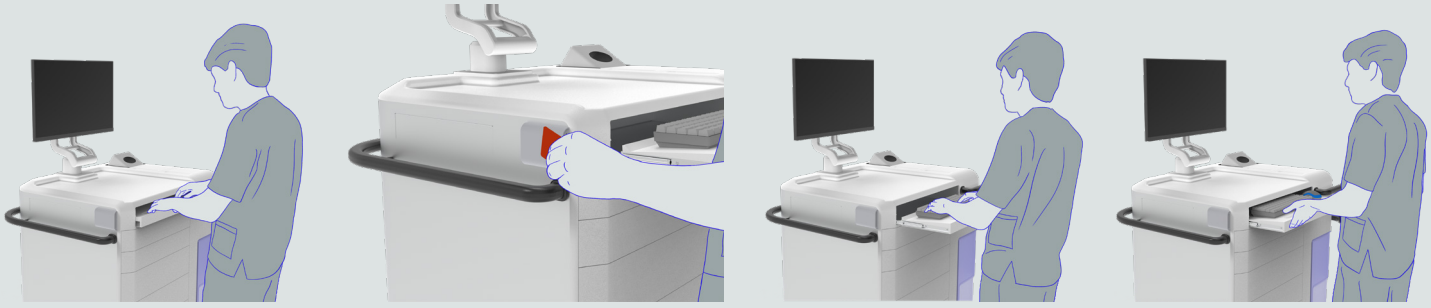
Om dit mogelijk te maken, werden de twee push-to-open geleiders in de onderste helft van de lade gepositioneerd. Hierdoor kan de lade zowel met de knie als met de voet geopend worden, terwijl onbedoelde bediening met de hand zoveel mogelijk vermeden wordt. In figuur 80 wordt getoond hoe de lade met de rechtervoet geopend zou kunnen worden.



*Figuur 80: Render nRMA lade openen met de rechtervoet*

# 15.6 Gebruik en features

## Patiëntendossier raadplegen



*Figuur 80 - 83: Renders gebruiksscenario patiëntendossier raadplegen*

Figuur 80 tot en met 83 toont een eerste gebruiksscenario waarbij het patiëntendossier wordt geraadpleegd. De keyboardlade wordt uitgeschoven door de vingers te klemmen in een dieper gelegen uitsparing. Wanneer de lade volledig uitgeschoven is, klikken de geleiders vast. Vervolgens logt de verpleegkundige zich in via de HID-badgelezer aan de rechterzijde van het product. Dankzij de tilthoek van 5° kan vervolgens ergonomisch gewerkt worden in het patiëntendossier. Na gebruik wordt de lade eenvoudig gesloten door erop te duwen.

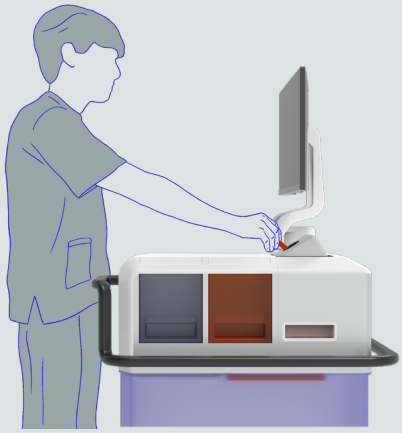
## Verzorgingsmateriaal uithalen



*Figuur 84 en 85: Renders gebruiksscenario verzorgingsmateriaal uithalen*

Figuur 84 en 85 focussen op het uithalen van verzorgingsmateriaal. Om een lade te openen, drukt de gebruiker licht op het front van de desbetreffende lade. Vervolgens opent deze zich automatisch, waarna het verzorgingsmateriaal eenvoudig uitgenomen kan worden. Na gebruik wordt de lade opnieuw gesloten door ze licht naar binnen te duwen.

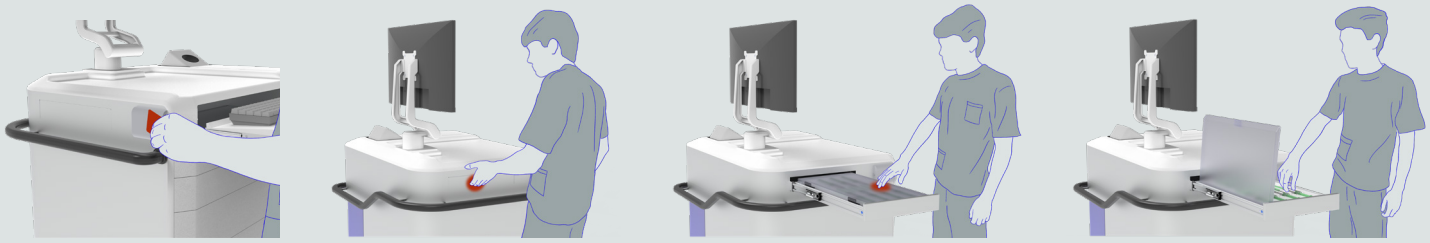
## Naalden of scherp materiaal afdanken



*Figuur 86: Render naald afbreken - zijaanzicht*

Het afdanken van naalden en ander scherp materiaal wordt nog steeds gefaciliteerd aan de hand van een naaldcontainer. Deze bevindt zich achteraan het product en is volledig geïntegreerd in het ontwerp. Door de hoek die de naaldcontainer vormt met het bovenvlak, kan een naald op ergonomische wijze van de spuit worden afgeschoven (figuur 86).

## Medicatie uithalen



*Figuur 87 - 90: Renders gebruiksscenario medicatie uithalen*

In figuur 87 tot en met 90 wordt getoond hoe de medicatielade functioneert. Eerst wordt de lade ontgrendeld door de personeelspas te scannen aan de HID-badgelezer. Zodra het slot ontgrendeld is, kan de lade geopend worden door op het front te drukken, waarna de push-to-open geleiders de lade automatisch uitschuiven. Vervolgens dient de kunststof klep geopend te worden. Ook hier wordt gebruikgemaakt van een magnetische push latch, waardoor enkel op de zone boven het mechanisme gedrukt moet worden. De lift-assist scharnieren openen de klep vervolgens volledig, waarna de medicatie eenvoudig uitgenomen kan worden. Na gebruik wordt de klep terug gesloten en wordt de lade rustig naar binnen geduwd. De lade terug vergrendelen gebeurt na een bepaalde tijd of bij het opnieuw scannen van de personeelspas.

## nRMA afdanken



*Figuur 91-93: Renders gebruiksscenario nRMA afdanken*

Zoals reeds toegelicht in het vorige hoofdstuk, wordt de nRMA-lade geopend door met de knie of voet op het front van de lade te drukken (figuur 91). Eens geopend worden de twee recipiënten, nRMA en bijvoorbeeld de Select-4-Care-fractie, overzichtelijk gepresenteerd aan de gebruiker. Hierdoor kan afval dat ontstaat aan het werkblad of tijdens de verzorging van de patiënt snel en eenvoudig worden afgedankt (figuur 92). Na gebruik kan de lade opnieuw met de knie of voet worden gesloten (figuur 93). De gebruikte push-to-open geleiders van Sugatsune vereisen hiervoor slechts een lichte duw, waarna de lade automatisch volledig sluit.

## PMD/ Karton afdanken



*Figuur 94 - 96: Renders gebruiksscenario PMD/karton afdanken*

In figuur 94 tot en met 96 wordt het afdanken van PMD en karton getoond. Deze afvalstromen zijn voornamelijk afkomstig van verpakkingen die tijdens de verzorging uit het verzorgingsgedeelte worden genomen. Om toegang te krijgen tot de respectievelijke containers, drukt de gebruiker op de zone boven de magnetische push latch. Om deze interactie intuïtiever te maken, werd een verdiept vlak in het deksel geïntegreerd. Na activering openen de torsieveertjes het deksel automatisch en blijft het openstaan zolang nodig. De verpakking kan vervolgens worden afgedankt in de juiste container, die herkenbaar is aan zijn kleurcodering. Na gebruik kan het deksel eenvoudig terug worden dichtgedrukt.

## Zak in de nRMA-lade vervangen



*Figuur 97 - 99: Renders gebruiksscenario zak in de nRMA-lade vervangen*

Om een volle afvalzak te vervangen, wordt eerst de nRMA-lade geopend. Vervolgens wordt de beugel omhoog geklapt (figuur 97). Deze beugel scharniert rond een aluminium as met een nauwsluitende passing, waardoor voldoende wrijving ontstaat om de beugel in open positie te houden zonder dat deze onder invloed van de zwaartekracht terug dichtvalt. Zodra de beugel geopend is, kan de volle zak eenvoudig worden verwijderd en een nieuwe zak worden geplaatst (figuur 98). Door de beugel vervolgens terug over het aluminium frame te klappen, wordt de nieuwe zak opnieuw stevig op zijn plaats gehouden (figuur 99).

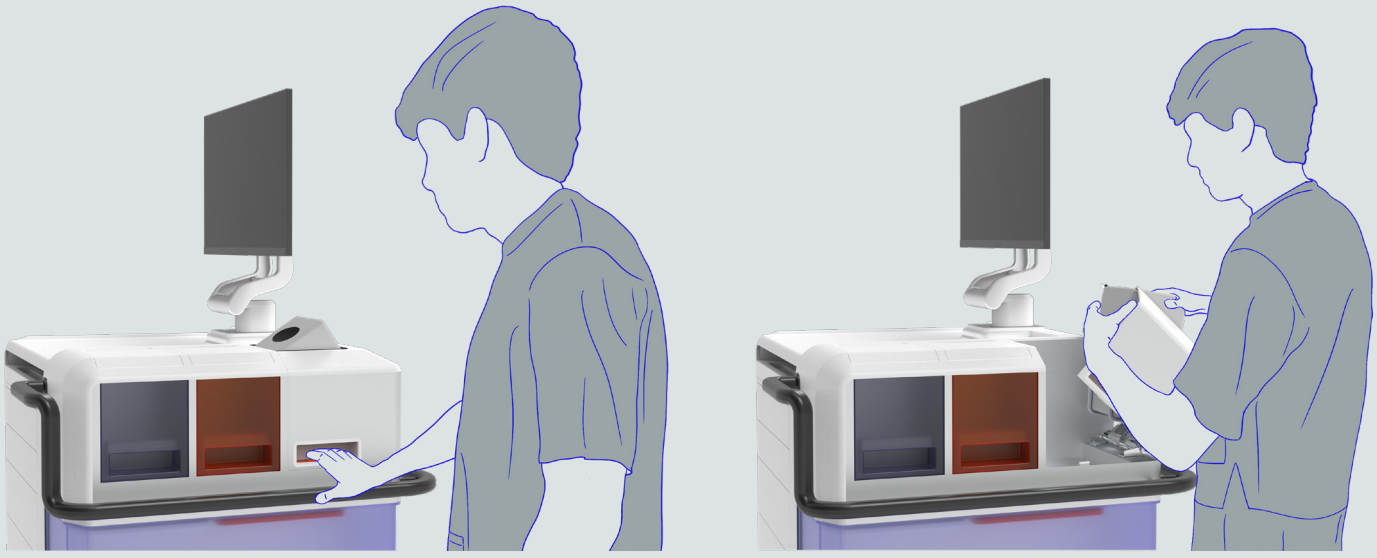
## PMD- en kartoncontainer legen



*Figuur 100 - 102: Renders gebruiksscenario PMD-container legen*

Het uithalen en ledigen van zowel de PMD- als kartoncontainer werd bewust zo eenvoudig mogelijk gehouden. In de praktijk zullen deze afvalstromen voornamelijk door zorgkundigen of housekeeping worden afgevoerd. Figuur 100 tot en met 102 toont hoe de container eenvoudig uit het product kan worden geschoven, geledigd kan worden in een grotere afvalrecipiënt, zoals een papierbak of PMD-zak op de gang, en vervolgens opnieuw in het product kan worden teruggeschoven. Dankzij de geïntegreerde handvaten en de afwezigheid van complexe mechanismen verloopt deze handeling snel en intuïtief.

## Naaldcontainer vervangen



*Figuur 103 en 104: Renders gebruiksscenario naaldcontainer verwisselen*

Als laatste wordt in figuur 103 en 104 getoond hoe een volle naaldcontainer vervangen wordt. Door op het rubberen onderdeel met de geëmbosseerde aanduiding “PUSH” te drukken, wordt de behuizing geopend via een combinatie van een magnetische push latch en lift-assist scharnieren. Hierdoor kantelt het geheel tot het bovenvlak van de naaldcontainer rechtop staat. De volle naaldcontainer kan vervolgens eenvoudig uit het frame worden genomen en vervangen worden door een leeg exemplaar. Door de behuizing terug naar beneden te drukken, wordt het systeem opnieuw gesloten en vergrendeld.

# 16. Technische uitwerking

## 16.1 Bill of materials

De bill of materials (BOM) geeft een overzicht van de belangrijkste onderdelen van het finale ontwerp. Per onderdeel worden het aantal, het materiaal en de voornaamste productietechniek weergegeven. Tabel 2 toont welke onderdelen specifiek geproduceerd moeten worden en welke standaardcomponenten aangekocht kunnen worden. Zo vormt de BOM de basis voor de verdere technische uitwerking en assemblage van het product.

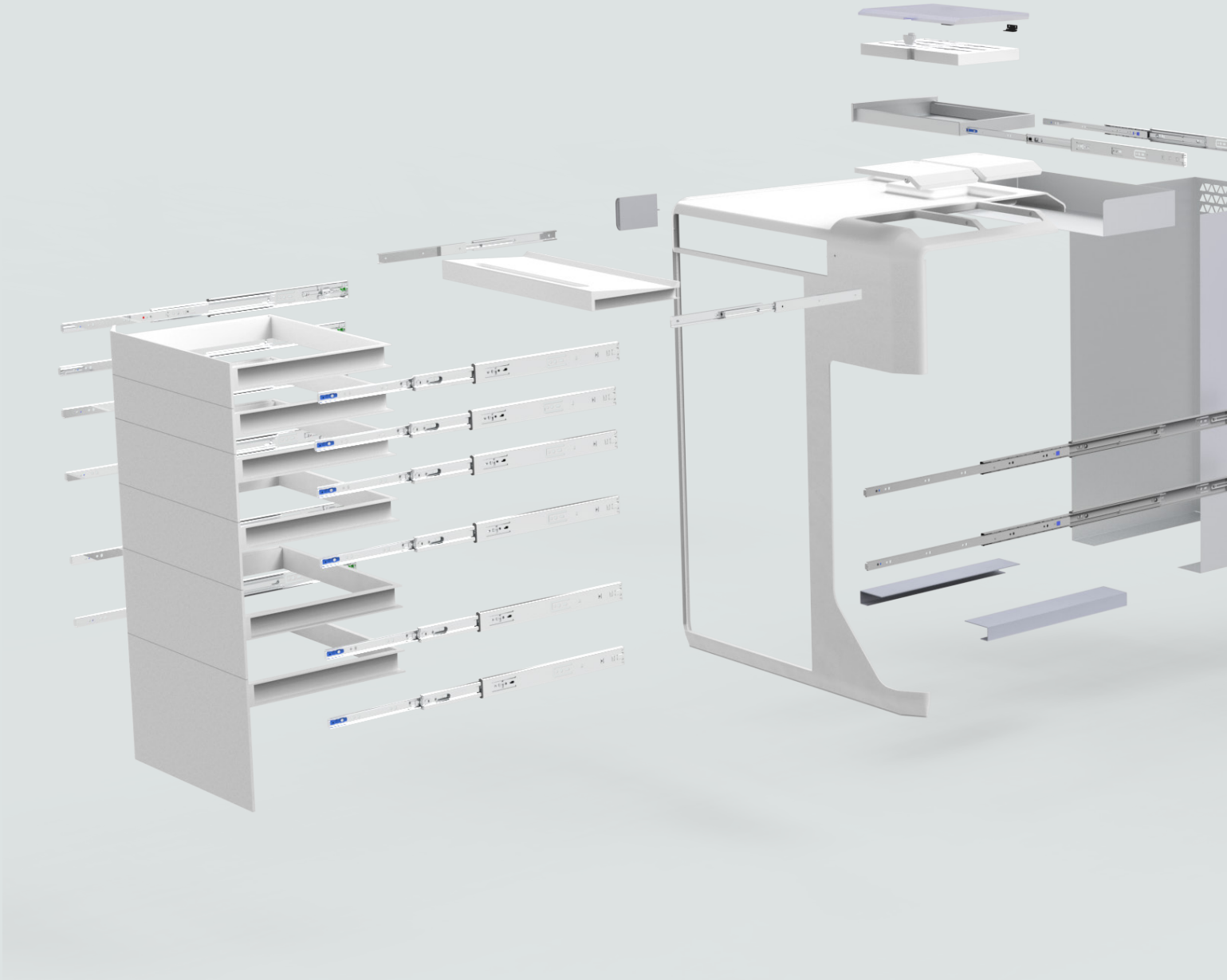
| Onderdeel | Aantal | Materiaal | Productietechniek |
|---|---|---|---|
| 01. Voorwand | 1 | Polypropyleen | Vacuümvormen |
| 02. Ladefront 80mm | 2 | Polypropyleen | Vacuümvormen |
| 03. Ladefront 120mm | 2 | Polypropyleen | Vacuümvormen |
| Ladefront 160mm | 1 | Polypropyleen | Vacuümvormen |
| Ladefront 240mm | 1 | Polypropyleen | Vacuümvormen |
| Structuur lades | 6 | Polypropyleen | Spuitgieten |
| Keyboardlade | 1 | Polypropyleen + hout | Folielaminering |
| Behuizing naaldcontainer | 1 | Polypropyleen | Vacuümvormen |
| Deksel PMD/Karton | 2 | Polypropyleen | Spuitgieten |
| Push omhulsel | 1 | Polypropyleen | Vacuümvormen |
| Binnenkant nRMA-lade | 1 | Polypropyleen | Vacuümvormen |
| Insert medicatielade | 1 | Polypropyleen | Vacuümvormen |
| Beugel nRMA | 1 | Polypropyleen | Spuitgieten |
| Beugel Select-4-Care | 1 | Polypropyleen | Spuitgieten |
| Pulptray | 1* | Polypropyleen | Spuitgieten |
| nRMA-lade | 1 | PC + ABS blend | Vacuümvormen |
| Klep medicatielade | 1 | PC + ABS blend | Spuitgieten |
| PMD/Karton container | 2 | PC + ABS blend | Spuitgieten |
| Achterwand | 1 | Aluminium | Plooien + walsen + lassen |

*Tabel 2: BOM*

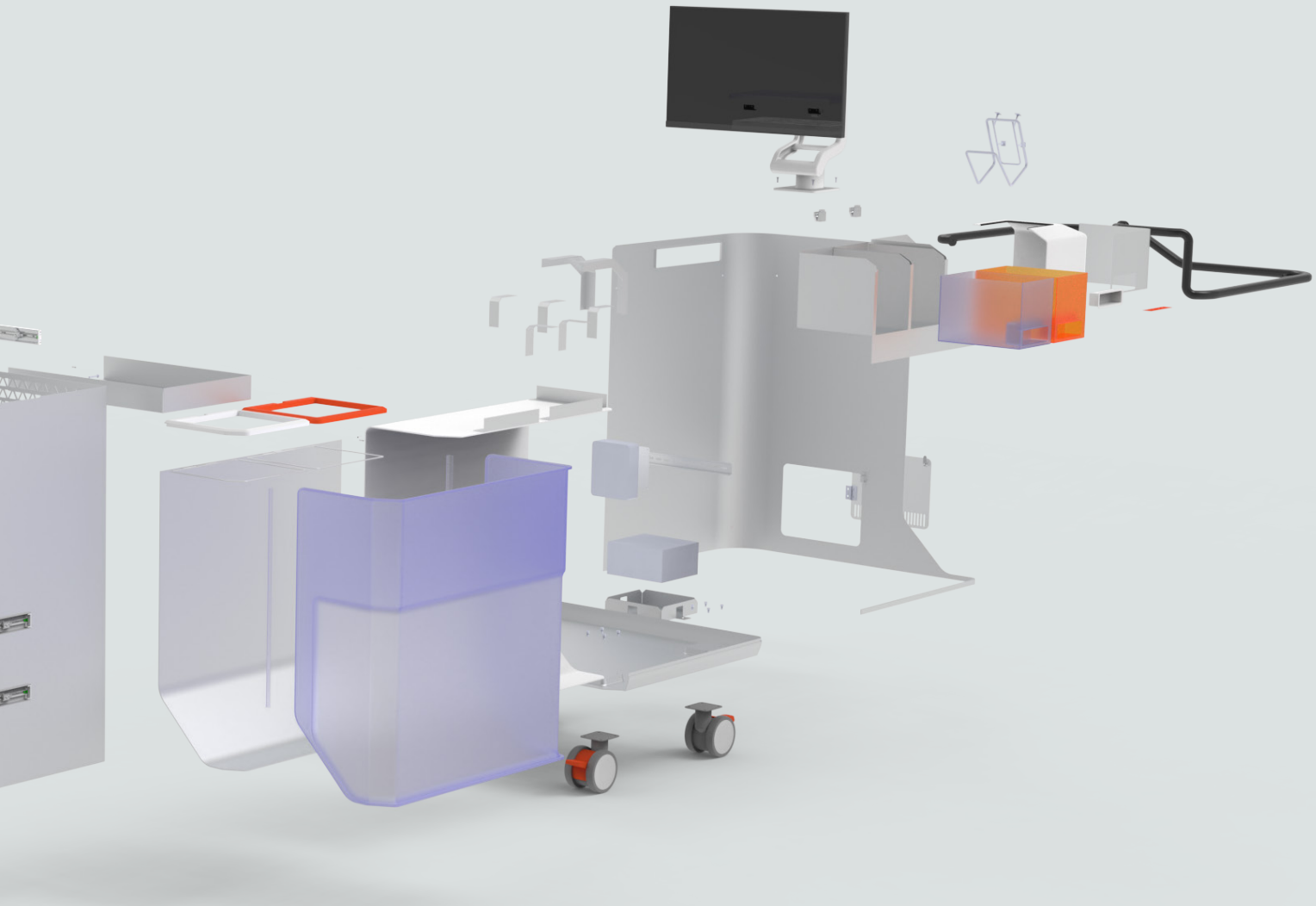
| | | | |
|---|---|---|---|
| Bodemplaat | 1 | Aluminium | Dieptrekken |
| Verhoger | 2 | Aluminium | Plooien |
| Draagstructuur lades | 1 | Aluminium | Plooien + lasersnijden |
| Behuizing keyboardlade | 1 | Aluminium | Plooien |
| Medicatielade | 1 | Aluminium | Plooien + lassen |
| Behuizing medicatielade | 1 | Aluminium | Plooien |
| Batterijhouder | 1 | Aluminium | Plooien |
| Achterkant nRMA-lade | 1 | Aluminium | Plooien + lassen |
| Duwbeugel | 1 | Aluminium | Extrusie + 3D-plooien |
| Frame naaldcontainer | 1 | Aluminium | 3D-plooien |
| Sugatsune magnetic push latch | 4 | n.v.t. | n.v.t. |
| Sugatsune 550mm PTO-set | 1 | n.v.t. | n.v.t. |
| Sugatsune 300mm PTO-set | 6 | n.v.t. | n.v.t. |
| Sugatsune 400mm PTO-set | 1 | n.v.t. | n.v.t. |
| Sugatsune 200mm slider-set | 1 | n.v.t. | n.v.t. |
| Sugatsune pre-loade mini hinges | 2 | n.v.t. | n.v.t. |
| Beacon 24” monitor | 1 | n.v.t. | n.v.t. |
| NUC Core ultra 5 mini PC | 1 | n.v.t. | n.v.t. |
| LifePO 480 Wh batterij | 1 | n.v.t. | n.v.t. |
| HID Omnikey 5422 | 1 | n.v.t. | n.v.t. |
| CIM Med monitor mount | 1 | n.v.t. | n.v.t. |
| Tente wielenset | 1 | n.v.t. | n.v.t. |
| Dichtingsrubber naaldcontainer | 1 | EPDM | n.v.t. |
| Raspberry Pi 3 | 1 | n.v.t. | n.v.t. |
| Solenoïdeslot | 1 | n.v.t. | n.v.t. |
| COW DC-DC converter | 1 | n.v.t. | n.v.t. |

### 16.1.1 Exploded view

De geëxplodeerde weergave (figuur 105) toont de volledige opbouw van de verzorgingskar en geeft inzicht in de manier waarop de verschillende onderdelen en subassemblies zich tot elkaar verhouden. Het ontwerp is opgebouwd rond twee hoofdstructuren, een vacuümgevormde polypropyleen voorwand en een aluminium achterwand, die samen de dragende basis vormen waarop alle overige componenten worden bevestigd. De weergave maakt duidelijk hoe het product modulair is samengesteld: verschillende subassemblies, zoals de nRMA-lade, de naaldcontainerbehuizing en het ladesysteem, worden als afzonderlijke eenheden opgebouwd en vervolgens geïntegreerd in de hoofdstructuur. In totaal omvat het ontwerp 29 specifiek ontwikkelde componenten en 14 aankooponderdelen.



*Figuur 105: Render exploded view*

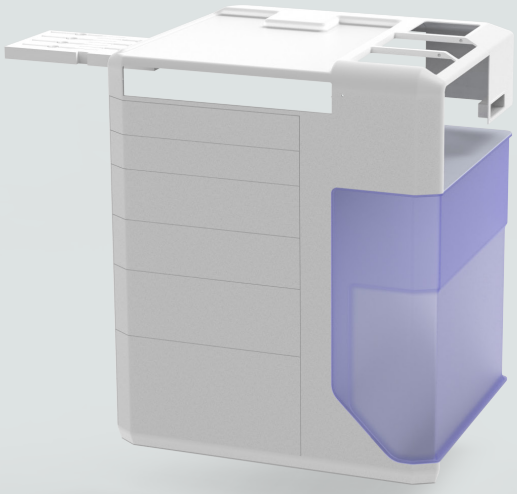


# 16.2 Productietechnieken

## 16.2.1 Kunststofverwerkingstechnieken

### Vacuümvormen

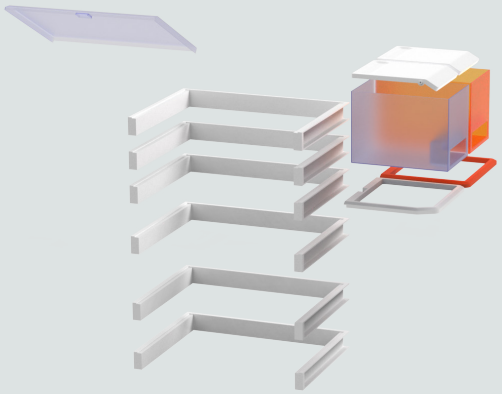
Vacuümvormen wordt toegepast voor de grotere kunststofonderdelen, zoals de voorwand, ladefronten en enkele afschermende componenten. Deze techniek laat toe om relatief grote, afgeronde vormen te realiseren en is goed combineerbaar met polypropyleen. Daarnaast sluit vacuümvormen beter aan bij de verwachte oplage van het product, aangezien de malinvestering lager ligt dan bij spuitgieten. Alle vacuümgevormde onderdelen worden getoond in figuur 106.



*Figuur 106: Render gethermoformeerde onderdelen*

### Spuitgieten

Spuitgieten wordt enkel toegepast wanneer onderdelen meerdere keren terugkeren of wanneer een hogere maatnauwkeurigheid en detaillering vereist zijn. Dit geldt onder meer voor de structuur van de lades en de deksels van de PMD- en kartonfractie. Voor grotere onderdelen werd deze techniek vermeden omwille van de hogere matrijskost, maar voor kleinere functionele componenten blijft spuitgieten technisch zinvol. Een overzicht van de onderdelen die op deze manier worden geproduceerd is weergegeven in figuur 107.

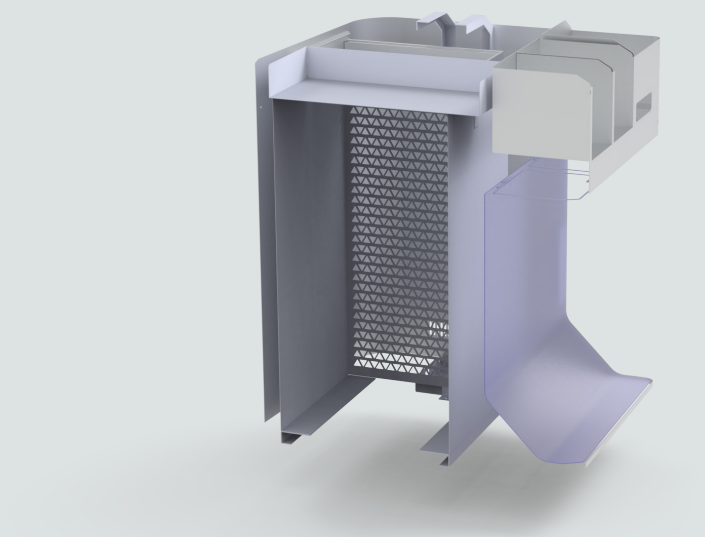


*Figuur 107: Render spuitgegoten onderdelen*

## 16.2.2 Metaalverwerkingstechnieken

### Plooien

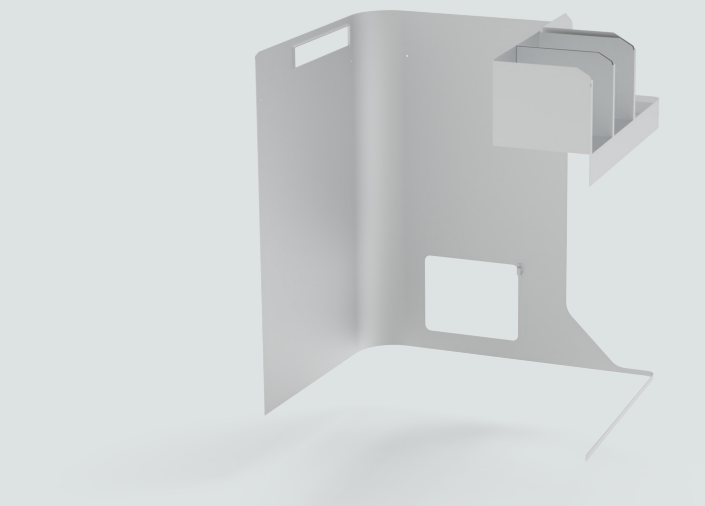
Plooien wordt gebruikt voor verschillende aluminium onderdelen binnen het ontwerp (figuur 108). Deze techniek is relatief eenvoudig en kostenefficiënt te realiseren en maakt het mogelijk om plaatmateriaal om te vormen tot stijve, structurele componenten. Hierdoor kunnen onderdelen zoals behuizingen, houders en dragende elementen worden geproduceerd zonder de constructie onnodig complex te maken.



*Figuur 108: Render geplooide onderdelen*

### Walsen

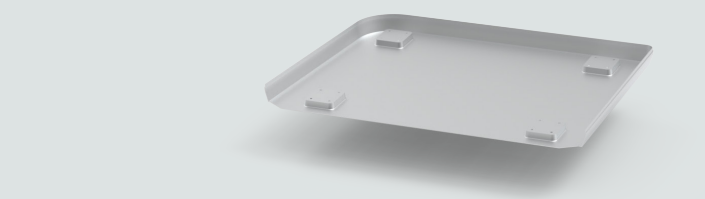
Walsen wordt enkel toegepast voor de grote afronding van 100 mm op de achterwand, te zien in figuur 109. Deze radius kan niet op een conventionele manier geplooid worden zonder de vorm of materiaalintegriteit te verstoren. Door dit deel te walsen kan de gewenste afgeronde vorm toch gerealiseerd worden, terwijl de achterwand haar structurele functie behoudt.



*Figuur 109: Render gewalste afronding achterwand*

### Dieptrekken

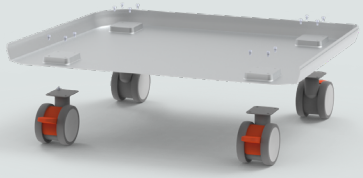
Dieptrekken wordt enkel toegepast voor de bodemplaat van het product (figuur 110). Deze techniek maakt het mogelijk om een stijve, afgeronde basisvorm uit één plaatdeel te vervaardigen. Daardoor ontstaat een sterke en relatief lichte onderzijde die de globale structuur van de verzorgingskar ondersteunt zonder dat meerdere losse plaatdelen samengevoegd moeten worden.



*Figuur 110: Render diepgetrokken bodemplaat*

# 16.3 Assemblageproces *Figuur 111 - 126*

**1**



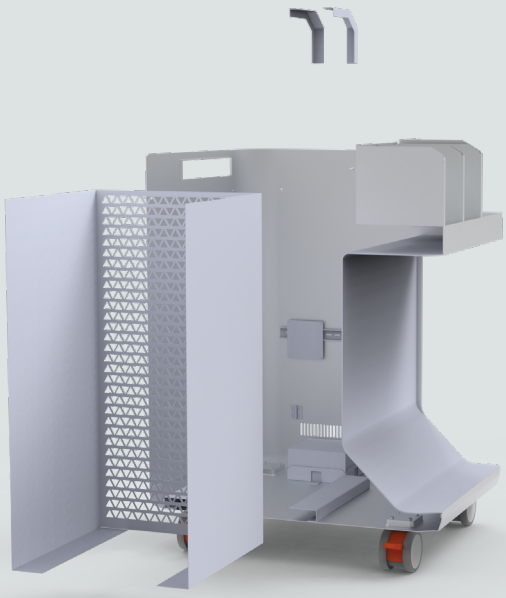
**Stap 1:**
Onderdelen: Tente wielen, bodemplaat
*bout-moerverbinding (M3)*

**2**



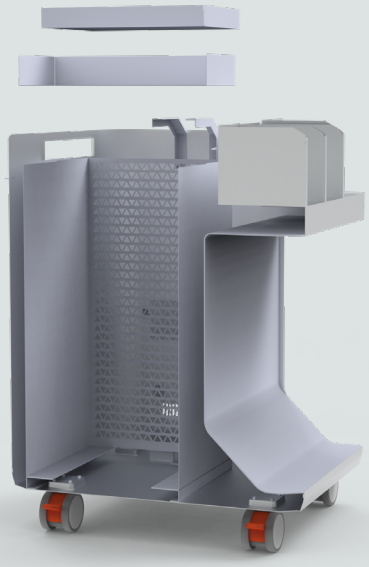
**Stap 2:**
Onderdelen: Aluminium achterwand
*Lip & groove, laststiften*

**5**



**Stap 5:**
Onderdelen: Draagstructuur lades, U-profielen
*Bout-moerverbinding (M4), lasstiften*

**6**



**Stap 6:**
Onderdelen: Behuizing keyboardlade, behuizing medicatielade
*Bout-moerverbinding (M3)*

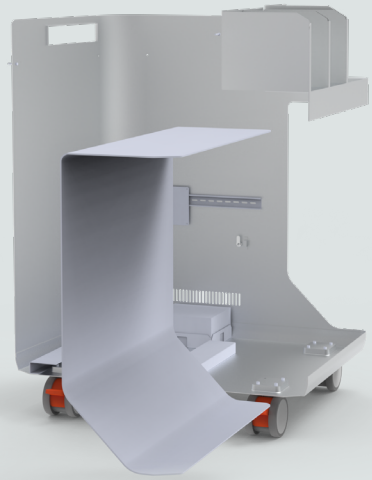
*Figuur 111 - 118: Renders assemblage stap 1 - 8*

## 3



**Stap 3:**
Onderdelen: Verhogers, batterijhouder
*Bout-moerverbinding(M3/4)*

## 4



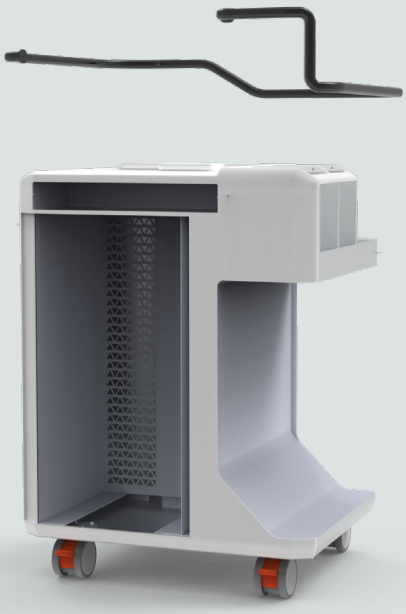
**Stap 4:**
Onderdelen: Binnenkant nRMA-lade, L-profielen
*Lasstiften (L-profiel op aluminium), verzonken bout-moerverbinding (L-profiel op PP)(M3)*

## 7



**Stap 7:**
Onderdelen: Voorwand
*Passing, lasstiften in combinatie met moeren*

## 8



**Stap 8:**
Onderdelen: Duwbeugel
*M4-bout in tapgat*

# 9



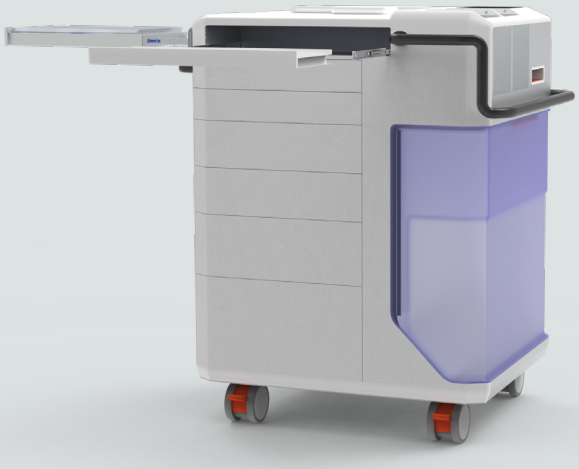
**Stap 9:**
Onderdelen: Sugatsune sliders en push latches
*M3-bouten in tapgaten*

# 10



**Stap 10:**
Onderdelen: Subassembly naaldcontainer
*Verzonken bout-moerverbinding (M3)*

# 13



**Stap 13:**
Onderdelen: Subassembly medicatielade, keyboardlade
*Bout-moerverbindingen (M3), M3-bouten in tapgaten*

# 14



**Stap 14:**
Onderdelen: Deksels en container PMD en Karton
*Passing*

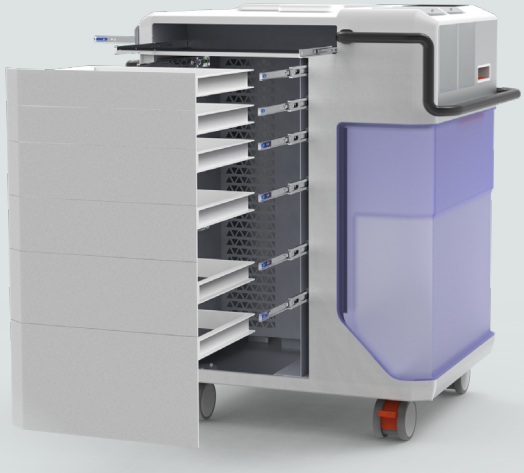
*Figuur 119 - 126: Renders assemblage stap 9 - 16*

## 11



**Stap 11:**
Onderdelen: Subassembly nRMA-lade
*Bout-moerverbinding (M3)*

## 12



**Stap 12:**
Onderdelen: Subassembly lades
*M3-bouten in tapgaten*

## 15



**Stap 15:**
Onderdelen: CIM Med monitor mount, monitor
*Verzonken M3-bouten in tapgaten*

## 16



# 16.4 Elektronische componenten

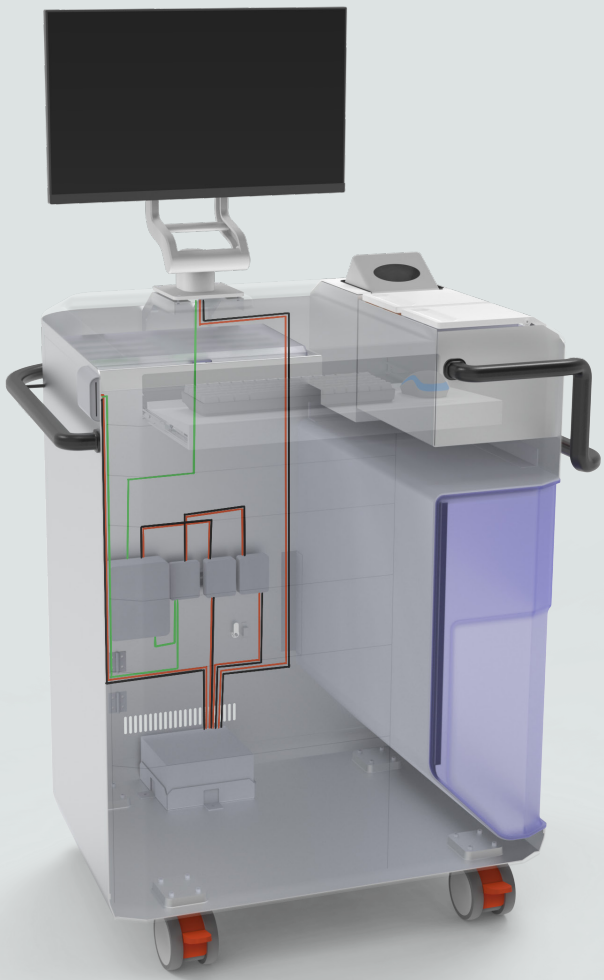
De elektronische componenten binnen het ontwerp hebben twee hoofdfuncties: het bieden van toegang tot het patiëntendossier en het veilig vergrendelen van de medicatielade. Om de interactie met het product zo eenvoudig mogelijk te houden, werd ervoor gekozen om beide functionaliteiten te combineren binnen één systeem. De HID-badgelezer wordt daardoor niet alleen gebruikt om in te loggen op het patiëntendossier, maar ook om de medicatielade te ontgrendelen en opnieuw te vergrendelen.

De basis van het systeem wordt gevormd door een $LiFePO_4$-batterij met een capaciteit van 480 Wh. Deze batterij kan opgeladen worden via een conventioneel stopcontact, waarbij een COW-controller de netspanning omzet naar de vereiste laadspanning. Vanuit de batterij worden vervolgens de verschillende elektronische componenten van stroom voorzien. Componenten die op 12 V werken, zoals de monitor en het solenoïdeslot, worden rechtstreeks aangesloten. Voor componenten die een andere spanning vereisen, worden DC-DC-converters gebruikt.

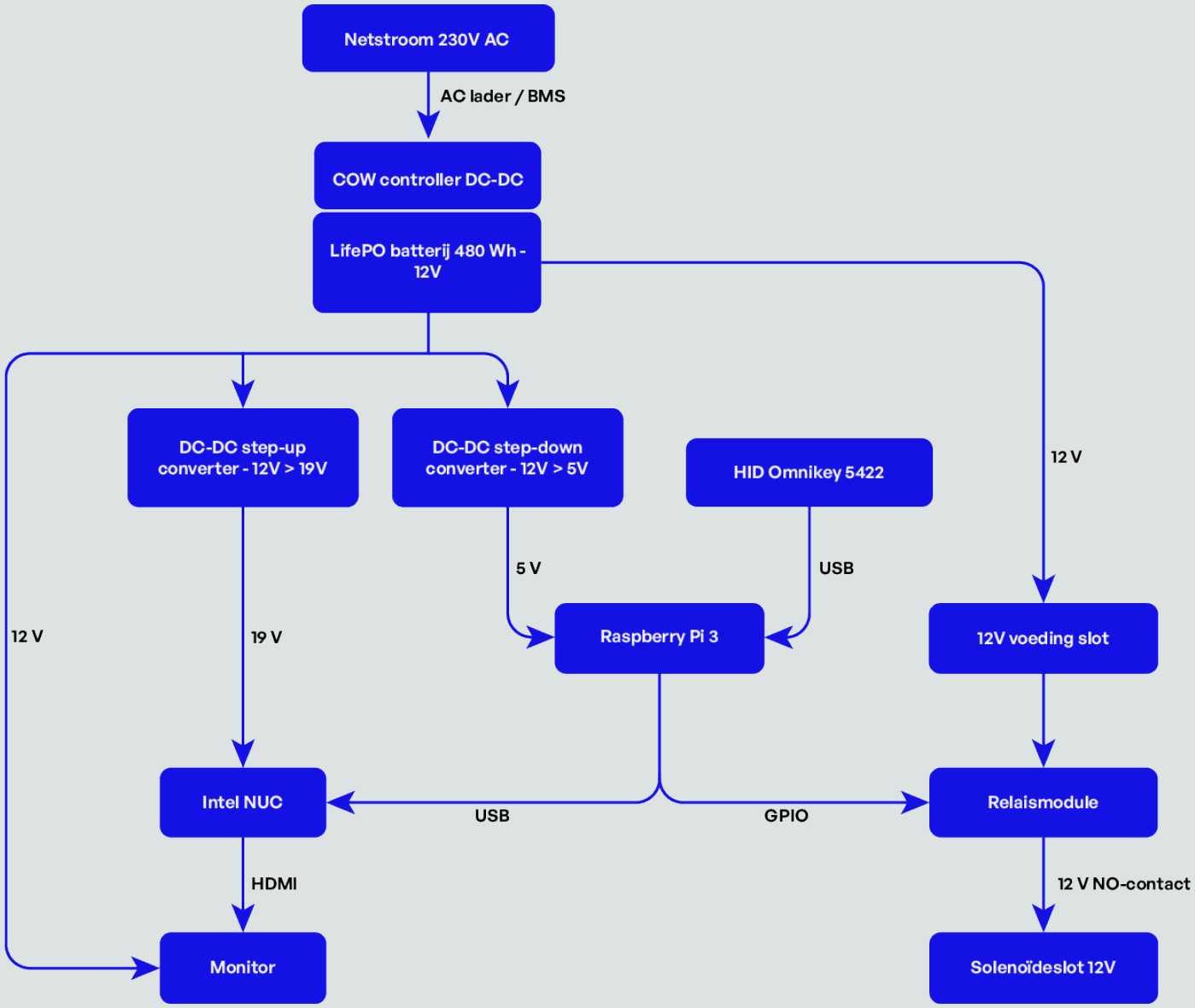
Zo wordt de Intel NUC Core Ultra 5 gevoed op 19 V en staat deze in voor de verwerking van gebruikersgegevens en de aansturing van de 24 inch Beacon-monitor. Daarnaast wordt een Raspberry Pi 3 geïntegreerd die als schakel fungeert tussen de HID-badgelezer, de Intel NUC en het solenoïdeslot. Omdat de Raspberry Pi op 5 V werkt, wordt hiervoor een afzonderlijke step-down converter voorzien die de spanning van 12 V naar 5 V omzet.

De keuze voor deze configuratie werd gemaakt om zowel economische als praktische redenen. Een gespecialiseerd elektronisch badgeslot zou aanzienlijk duurder zijn dan een Raspberry Pi 3 in combinatie met een standaard solenoïdeslot. Bovendien kan gebruikgemaakt worden van het bestaande badgesysteem van het ziekenhuis, waardoor geen bijkomende toegangsmiddelen moeten worden voorzien voor het personeel.

Wanneer een badge wordt gescand, wordt de informatie eerst doorgestuurd naar de Intel NUC, waar gecontroleerd wordt of de gebruiker over de juiste toegangsrechten beschikt. Indien de authenticatie succesvol verloopt, ontvangt de Raspberry Pi een bevestigingssignaal en stuurt deze op zijn beurt een signaal naar het solenoïdeslot, waardoor de medicatielade ontgrendeld wordt. Op dezelfde manier kan de lade nadien opnieuw vergrendeld worden. In figuur 127 wordt de voorgestelde lay-out van de elektronische componenten en interne bekabeling weergegeven, exclusief de externe stroomtoevoer.



*Figuur 127: Render interne elektronische lay-out*




*Figuur 128: Elektronisch schema*

In het schema hierboven (figuur 128) wordt de volledige werking van het elektronische systeem en de interactie tussen de verschillende componenten nogmaals schematisch weergegeven. In tegenstelling tot de voorgaande figuren wordt hierbij ook de externe stroomtoevoer opgenomen die gebruikt wordt voor het opladen van de batterij.

In de visualisaties en renders die in deze masterthesis worden getoond, is de oplaadkabel nergens zichtbaar. Bij een verdere ontwikkeling van het ontwerp zal daarom bijkomende aandacht besteed moeten worden aan de integratie en opslag van deze kabel binnen het product, zodat ook dit aspect op een gebruiksvriendelijke en esthetische manier wordt opgelost.

# 16.5 Technische verificatie

## 16.5.1 Crashtest

Voor de eerste van twee technische verificaties in Solidworks simulation werd de structurele sterkte van het ontwerp onderzocht. Hoewel een verzorgingskar in normale omstandigheden slechts beperkt belast wordt, kan deze binnen de context van intensieve zorgen wel onderhevig zijn aan incidentele impactbelastingen. Daarom werd een botsing tegen een vlakke muur gebruikt als uitgangspunt voor de simulatie.

Er werd uitgegaan van een gebruiker die de verzorgingskar met een snelheid van 2 m/s voortduwt. Het eerste contact met de muur vindt plaats ter hoogte van de onderste rechterzijde van de omringende beugel. Op basis van een contacttijd van 0,075 s werd de impactkracht berekend aan de hand van een impulsberekening.

Formule:
$F = (m \cdot \Delta v)/\Delta t$

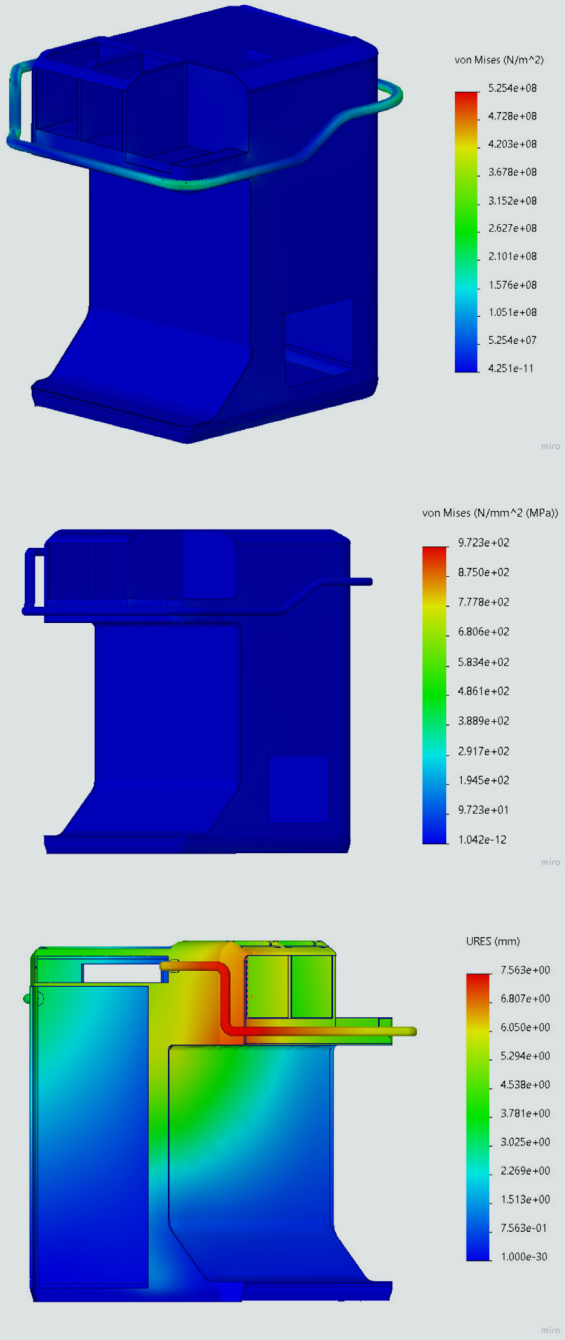
Oplossing:
$F = (45\ kg \cdot 2\ m/s)/0.075s$
$F = 1200N$

Gegevens:
m = 45 kg
Δv = (2 m/s - 0 m/s) = 2 m/s
Δt = 0.075 s

De eerste simulatie op het toenmalige model leverde een maximale spanning van 5,25 × $10^2$ $N/mm^2$ op, wat ruim boven de vloeigrens van het gekozen aluminium 3.0205 ligt (figuur 129). Daarnaast werd een maximale verplaatsing van 117 mm vastgesteld. Beide resultaten werden als onaanvaardbaar beschouwd en maakten duidelijk dat de constructie onvoldoende stijf was voor de vooropgestelde belastingssituatie.

Na vijf iteraties waarbij werd geëxperimenteerd met grotere afrondingen en variaties in wanddikte, werd in overleg met professor Linders beslist om bijkomende spaken te voorzien tussen de omringende beugel en het hoofdvolume van het product. Deze spaken hebben als doel het buigend moment op de beugel op te vangen en de krachten efficiënter naar de hoofdstructuur af te leiden. De spaken worden aan de beugel gelast en met M4-bouten bevestigd aan de achterwand van het product.

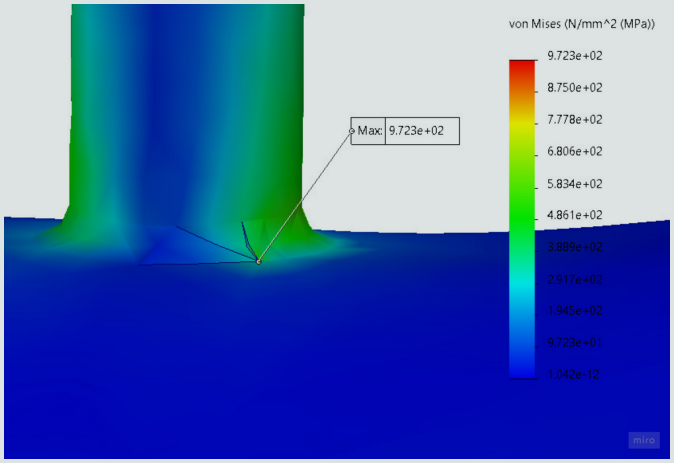
Naast deze ingreep werd ook de wanddikte van de beugel verdubbeld, werd er een andere legering gekozen en werden aan beide uiteinden verstevigingsplaten toegevoegd. Hierdoor werd het contactoppervlak met zowel de voor- als achterwand vergroot, wat de globale stijfheid van de constructie verder ten goede kwam.




*Figuur 129 - 131: Screenshot Solidworks crashtest*

Door deze aanpassingen werd enkel nog een spanningspiek waargenomen op één lokaal punt waar twee meshelementen samenkomen (figuur 132). In overleg met professor Linders werd vastgesteld dat het hier om een numerieke singulariteit gaat en niet om een reëel structureel probleem. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de aangebrachte ontwerpaanpassingen wel degelijk een significante verbetering van de constructie hebben opgeleverd.

Ook de maximale verplaatsing daalde aanzienlijk, van 117 mm naar 7 mm (figuur 131). Gezien deze vervorming optreedt gedurende een zeer korte impactperiode van slechts 0,075 s, wordt deze als aanvaardbaar beschouwd voor de vooropgestelde belastingssituatie.



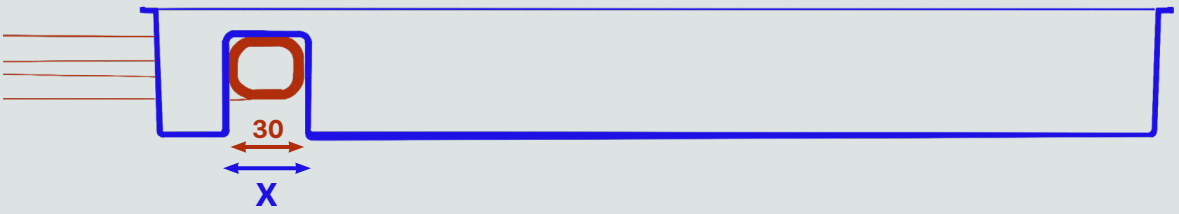

*Figuur 132: Aanduiding singulariteit*

## 16.5.2 Balans pulptray

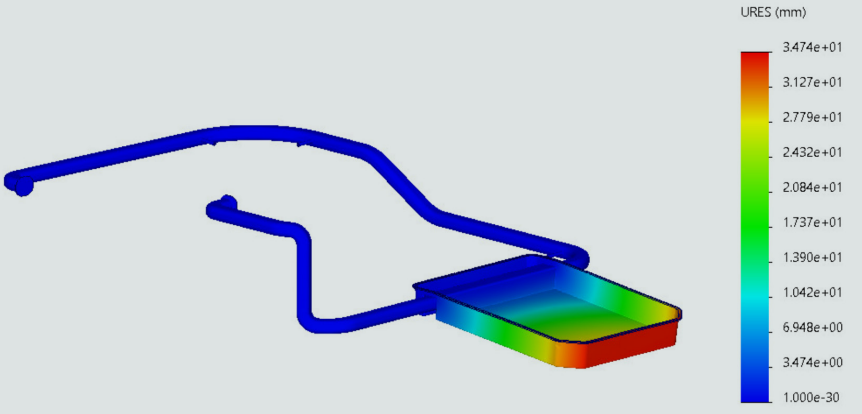
De tweede technische verificatie focust op de vormgeving van de pulptray. Wanneer deze aan de beugel wordt bevestigd en gevuld wordt met pulpmateriaal, ontstaat er een kantelmoment rond het aanhechtingspunt tussen tray en beugel. Om te vermijden dat de tray met inhoud op de grond terecht komt, werd onderzocht hoeveel speling tussen beide componenten mogelijk is alvorens de tray instabiel wordt.

Voor deze analyse werd uitgegaan van een belasting van 4 kg pulpmateriaal, wat met een zwaartekracht van 10 N/kg overeenkomt met een kracht van 40 N die verdeeld wordt over het bodemvlak van de pulptray. Tijdens de simulatie werd gevarieerd in de afstand X (figuur 133). Pas vanaf een speling van 10 mm trad een large displacement op, wat erop wijst dat de tray in deze configuratie zou kantelen.

Op basis van deze resultaten werd gekozen voor een opening van 32 mm (figuur 134). Deze afmeting biedt voldoende speling om de pulptray eenvoudig aan en af te haken, terwijl er tegelijkertijd voldoende veiligheidsmarge behouden blijft om kantelen te voorkomen.

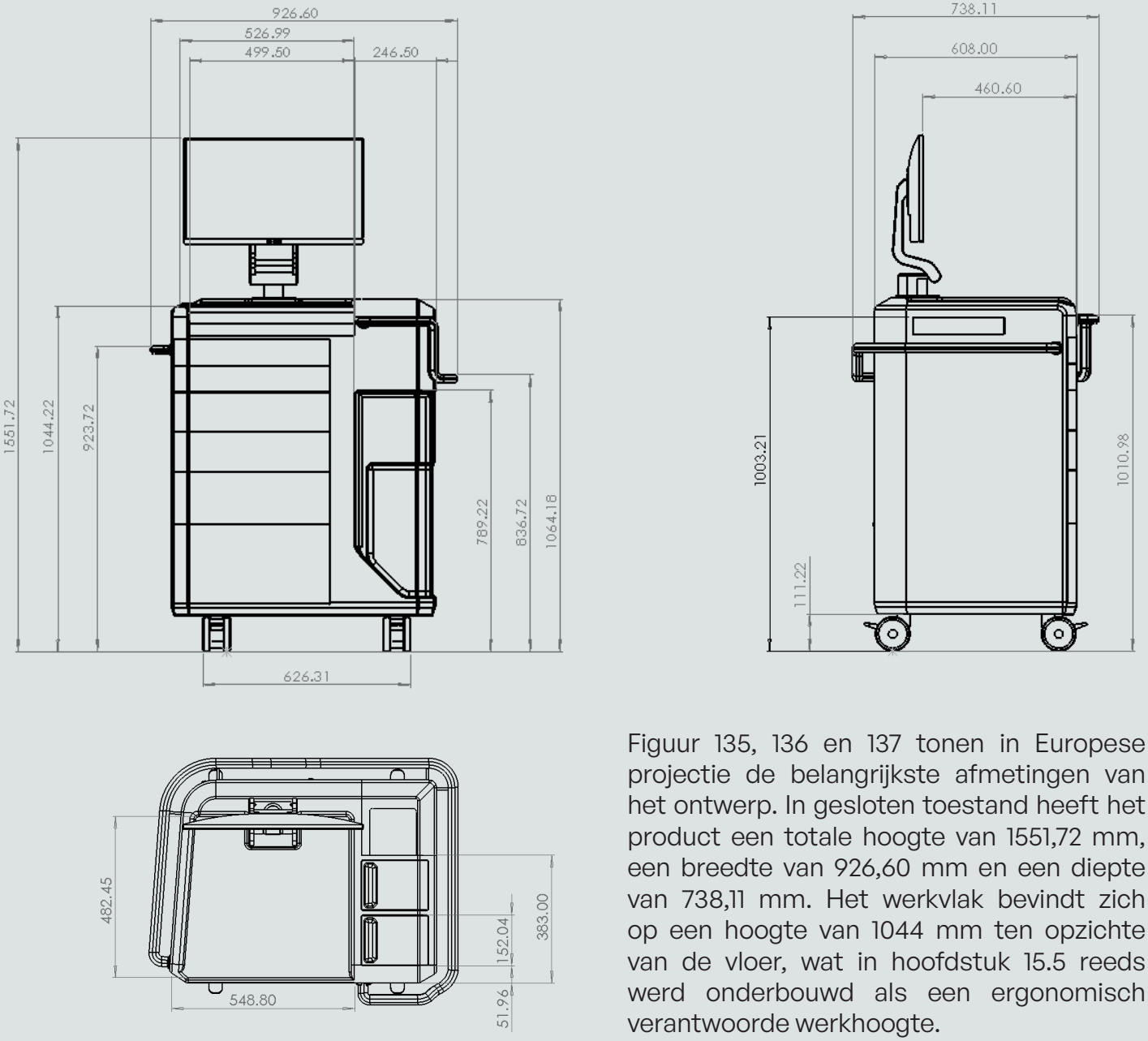



*Figuur 133: Schematische voorstelling pulptray*




*Figuur 134: Screenshot Solidworks resultaat pulptray balans bij 32 mm*

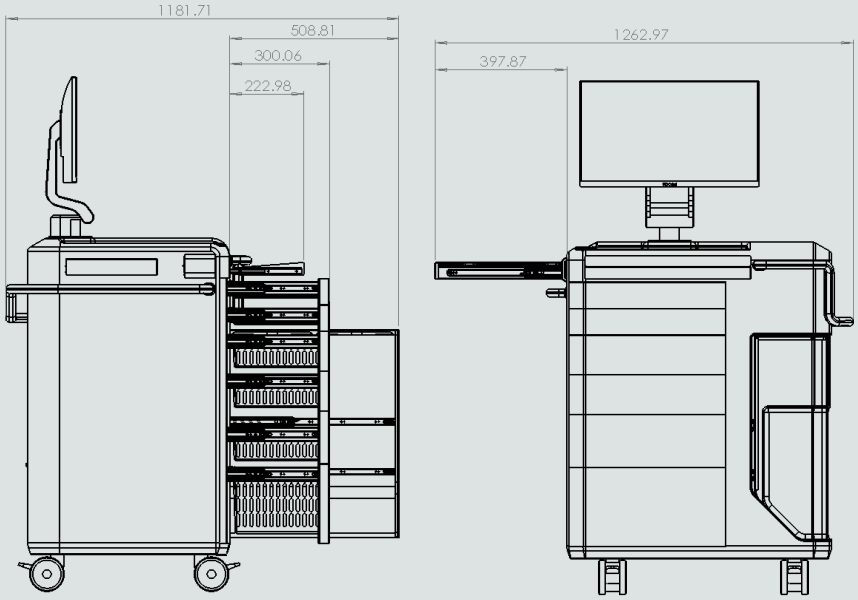
# 16.6 Dimensionering




*Figuur 135-137: Dimensionering ontwerp volgens Europese projectie*

Figuur 135, 136 en 137 tonen in Europese projectie de belangrijkste afmetingen van het ontwerp. In gesloten toestand heeft het product een totale hoogte van 1551,72 mm, een breedte van 926,60 mm en een diepte van 738,11 mm. Het werkvlak bevindt zich op een hoogte van 1044 mm ten opzichte van de vloer, wat in hoofdstuk 15.5 reeds werd onderbouwd als een ergonomisch verantwoorde werkhoogte.

Figuur 138 en 139 tonen de belangrijkste afmetingen van het ontwerp wanneer alle lades geopend zijn. Hieruit blijkt onder meer dat de medicatielade ongeveer 400 mm uitschuift, terwijl de nRMA-lade een maximale uitschuiflengte van 550 mm bereikt. Deze afmetingen werden gekozen om voldoende toegankelijkheid en overzicht te bieden zonder de gebruiker onnodig te hinderen tijdens het uitvoeren van de zorg.




*Figuur 138 en 139: Dimensionering ontwerp - lades open*

# 17. Verificaties

In dit hoofdstuk worden de verificaties besproken die plaatsvonden gedurende de laatste fase van het ontwerpproces. Deze verificaties werden op verschillende momenten uitgevoerd en hebben elk afzonderlijk bijgedragen aan de verdere ontwikkeling van het ontwerp richting het finale model. Om de informatie overzichtelijk te bundelen, worden alle verificaties in dit hoofdstuk samengebracht. Per verificatie wordt toegelicht wat het doel was, welke inzichten werden verkregen en welke invloed deze hadden op de uiteindelijke ontwerpbeslissingen.

## 17.1 Ontzorg

De omvangrijkste verificatie binnen deze masterthesis vond plaats op 29 april tijdens een presentatie en workshop georganiseerd in het kader van het project Ontzorg. Dit project is een initiatief van het ReuseLab van de Universiteit Antwerpen in samenwerking met VIL, een organisatie die zich focust op logistieke innovatie en supplychainoplossingen. Ontzorg bouwt verder op het eerder besproken Select-4-Care-project en onderzoekt hoe circulaire zorghubs kunnen bijdragen aan het reduceren van de afvalberg binnen ziekenhuizen, terwijl zorginstellingen maximaal ontzorgd worden.

De workshop bracht een breed en divers publiek van ongeveer dertig stakeholders samen. Onder de aanwezigen bevonden zich vertegenwoordigers van VIL en het ReuseLab van de Universiteit Antwerpen, duurzaamheidscoördinatoren van ZAS en UZA, producenten van medisch materiaal, hoofdverpleegkundigen en vertegenwoordigers van afvalpartners waaronder OVAM. Aangezien het ontwerp reeds voorzag in de mogelijkheid om onder andere de Select-4-Care-stroom in te zamelen, bood deze workshop een geschikte gelegenheid om het project en het ontwerp voor te stellen aan een publiek met relevante en uiteenlopende expertise.

Op het moment van deze verificatie waren de belangrijkste ontwerpbeslissingen reeds genomen en lag de focus voornamelijk op verfijning en detaillering. Daarom werd bewust gekozen voor een open vraagstelling: ‘Wat ziet u dat ik niet zie?’. Na een presentatie van vijftien minuten werd gedurende ongeveer een uur feedback verzameld aan de hand van een interactieve workshop.

De deelnemers konden hun opmerkingen, ideeën en bedenkingen noteren binnen drie categorieën: Ideeën die ik toevoeg, Impact die ik zie en Vragen die ik me stel (figuur 140).

De algemene ontvangst van het project was positief. De meeste vragen en opmerkingen hadden betrekking op de ergonomie en veiligheid van het ontwerp, thema’s die gedurende het volledige onderzoeks- en ontwerptraject reeds frequent aan bod kwamen. Deze feedback bevestigde het belang van beide aspecten en vormde een bijkomende motivatie om deze verder te onderbouwen in zowel het ontwerp als de uiteindelijke communicatie ervan.

Vanuit de categorie Ideeën die ik toevoeg kwamen enkele gerichte suggesties naar voren. Een terugkerend idee was de integratie van een scansysteem dat automatisch zou kunnen herkennen tot welke afvalstroom een bepaald stuk afval behoort. Hoewel dit concept door verschillende deelnemers als interessant werd beschouwd, werd tijdens de discussie geconcludeerd dat de ontwikkeling van een betrouwbaar herkenningsmodel binnen de complexe context van ziekenhuisafval momenteel weinig realistisch is. De grote variatie aan materialen, contaminatiegraden en gebruikssituaties maakt dergelijke automatisering immers bijzonder uitdagend. Een logische tegenvraag die hierbij aansloot, betrof de opleiding van het personeel: hoe wordt zorgpersoneel getraind om een dergelijk systeem correct te bedienen? Deze vraag bevestigde het belang van een intuïtief en laagdrempelig ontwerp dat weinig tot geen specifieke training vereist. Daarnaast werd voorgesteld om het naaldcontainerframe modulair te ontwerpen, zodat ook alternatieve types naaldcontainers hierin zouden passen.

Tot slot werd de mogelijkheid geopperd om het product in hoogte verstelbaar te maken. Na afweging van de economische haalbaarheid werd geconcludeerd dat een dergelijke aanpassing de productiekost onevenredig zou verhogen ten opzichte van de meerwaarde die het biedt.

Vanuit de categorie Vragen die ik me stel werden ook opmerkingen gemaakt over de ergonomie van het product en werd de vraag gesteld naar een fysiek prototype op ware grootte, wat de concrete behoefte aantoont aan verdere ontwikkeling van het concept richting een productieklare versie.




*Figuur 140: A1-poster Ontzorg workshop*

# 17.2 INZO ZAS Middelheim 1

Deze verificatie vond plaats op 6 mei op de afdeling intensieve zorgen van ZAS Middelheim. Het doel van deze sessie was om enkele resterende ontwerpkeuzes te evalueren en bijkomende feedback te verzamelen over onderdelen die op dat moment nog niet volledig uitgewerkt waren.

Het ontwerp werd positief onthaald door de deelnemende verpleegkundigen. Zowel de positionering van de verschillende afvalstromen als de voorziene volumes werden als logisch en voldoende beoordeeld. De verificatie richtte zich daarom voornamelijk op twee aspecten die op dat moment nog in uitwerking waren: de medicatielade en de labelling van het product.

Wat de medicatielade betreft, bleek uit de gesprekken dat verpleegkundigen momenteel vaak geen geschikte plaats hebben om reeds opgetrokken medicatie tijdelijk te stockeren. In de praktijk worden spuiten daarom regelmatig op het werkblad geplaatst of tijdelijk opgeborgen in een bovenste lade wanneer er bezoek aanwezig is op de kamer. De deelnemers gaven aan vooral nood te hebben aan een vaste, overzichtelijke en veilige plaats waar medicatie zichtbaar blijft zonder het overzicht te verliezen. Op basis van deze feedback werd beslist om de lade te voorzien van ruimte voor acht spuiten. Daarnaast werd aangehaald dat de gewenste configuratie kan verschillen tussen ziekenhuizen, waardoor een zekere mate van flexibiliteit binnen het ontwerp wenselijk blijft.

Een tweede aandachtspunt was de labelling van het ontwerp. Hiervoor werden twee kleurvarianten en twee ontwerpstijlen voorgelegd (figuur 141 - 144). De geelgroene variant werd minder geschikt bevonden, omdat deze sterk gelijkt op de kleur van afvalzakken die gebruikt worden voor afval afkomstig van patiënten in quarantaine. Om mogelijke verwarring te vermijden, werd gekozen voor de oranje accentkleur. Daarnaast werd aangegeven dat de kleuren en grafische elementen idealiter aangepast kunnen worden aan de huisstijl van een specifiek ziekenhuis, een mogelijkheid die in de verdere uitwerking werd behouden.

Ook de vormgeving van de labelling werd geëvalueerd. Hoewel de meer speelse variant positief werd onthaald, bleek de voorkeur uit te gaan naar een soberder ontwerp waarin de informatie sneller afleesbaar is. Aangezien de labelling voornamelijk dient om afvalstromen en vulgraden duidelijk te communiceren, werd eenvoud als de meest functionele oplossing beschouwd. Tot slot werd benadrukt dat afvalstromen bij voorkeur op meerdere plaatsen binnen het product worden aangeduid. Deze redundantie sluit aan bij de huidige praktijk op de afdeling en vermindert de kans op sorteerfouten. De algemene conclusie van de verificatie was dat de voorgestelde labelling een duidelijke meerwaarde biedt, terwijl het ontwerp door zijn kleurgebruik, vormgeving en opbouw reeds een sterk intuïtief karakter bezit.




*Figuur 141-144: Renders opties intuïtief karakter en labelling*

# 17.3 Ziekenhuishygiëne

Een verificatie die vroeger in het proces plaatsvond, maar een grote invloed had op het verdere ontwerp, was de sessie met de afdeling ziekenhuishygiëne van ZAS Middelheim op 21 april. Tijdens deze verificatie werd het project en het ontwerp toegelicht aan een panel van zeven medewerkers, waarna feedback werd verzameld over mogelijke risico's en aandachtspunten.

De algemene ontvangst van het ontwerp was positief. De aanwezigen beschouwden de voorgestelde oplossing als bruikbaar binnen de ziekenhuiscontext en bevestigden dat de gemaakte ontwerpkeuzes grotendeels in lijn lagen met de hygiëne-eisen van de afdeling. De beslissing om de RMA-fractie uit de verzorgingskar te verwijderen werd daarbij expliciet als een positieve en veiligheidsgerichte keuze bestempeld, mede ingegeven door de vaststelling dat de continue aanwezigheid van RMA-vaten in de patiëntenkamer bijdraagt aan foutieve afvaltriage, zoals eerder toegelicht in deel 1 van deze masterthesis.

Het belangrijkste aandachtspunt had betrekking op de nRMA-lade. Op dat moment in het ontwerpproces kon deze lade nog met de hand geopend worden, wat door de deelnemers als onwenselijk werd beschouwd. Om direct contact met mogelijk gecontamineerde oppervlakken te vermijden, werd voorgesteld om de push-to-open geleiders lager in de constructie te positioneren. Hierdoor wordt bediening met de hand bemoeilijkt en kan de lade hoofdzakelijk met knie of voet geopend worden. Deze aanpassing werd vervolgens doorgevoerd in het ontwerp.

Daarnaast werden vragen gesteld over de chemische bestendigheid van de rubberen afdichting die de naaldcontainer afsluit. Naar aanleiding hiervan werd bijkomend materiaalonderzoek uitgevoerd. Op basis van Missi (2024) en de Rubber Chemical Resistance Guide (z.d.) werd uiteindelijk gekozen voor EPDM-rubber. Dit materiaal wordt frequent toegepast binnen medische omgevingen en biedt voldoende weerstand tegen de reinigingsmiddelen en chemicaliën waarmee het product tijdens zijn levensduur in contact kan komen.

Een bijkomende suggestie betrof de integratie van een houder voor alcoholgel. Binnen ZAS Middelheim is deze op de afdeling intensieve zorgen niet noodzakelijk, aangezien alcoholgel reeds per patiëntenkamer voorzien is. In andere ziekenhuiscontexten kan dit echter wel relevant zijn. Hoewel deze suggestie niet verder werd uitgewerkt in het huidige ontwerp, beschikt het product over voldoende ruimte aan de zij- en achterkant om een dergelijke houder in een latere fase te integreren zonder de basisopbouw te wijzigen.

# 17.4 Hartchirurgie en spoed

In de laatste fase van deze masterthesis werd onderzocht in welke mate het ontwerp ook inzetbaar zou zijn op andere ziekenhuisafdelingen. Het product werd bewust modulair ontworpen, waardoor bepaalde features eenvoudig kunnen worden toegevoegd of weggelaten en afvalstromen aangepast kunnen worden aan de noden van een specifieke afdeling. Om deze hypothese af te toetsen, werden twee online gesprekken via Teams georganiseerd: enerzijds met E. Opdenbergh, hoofdverpleegkundige van de afdeling hartchirurgie, en anderzijds met J. Kloen en C. Van de Ven, respectievelijk verpleegkundige en diensthoofd op de afdeling spoed van ZAS Sint-Vincentius.

Tijdens het gesprek met E. Opdenbergh werd onderzocht hoe het ontwerp zou kunnen functioneren binnen de context van hartchirurgie. Ook op deze afdeling wordt gebruikgemaakt van de Medicart van Belintra en worden vergelijkbare tekortkomingen ervaren. Een belangrijk aandachtspunt was het cable management van toetsenbord en muis. Hoewel deze componenten oorspronkelijk netjes geïntegreerd worden in de bestaande verzorgingskar, blijkt in de praktijk dat defecte onderdelen snel worden vervangen, waardoor kabels opnieuw zichtbaar worden op en rond het werkvlak. Dit wordt als onwenselijk ervaren vanuit zowel gebruiksgemak als veiligheid. Naar aanleiding van deze feedback werden twee bijkomende ontwerpingrepen doorgevoerd. Enerzijds werd gekozen voor draadloze randapparatuur, waardoor externe bekabeling grotendeels verdwijnt. Anderzijds werd aan de achterzijde van het product een onderhoudsluik voorzien dat toegankelijk is via een universele sleutel. Achter dit luik worden de elektronische componenten op een DIN-rail gemonteerd, waardoor onderhouds- en vervangingswerkzaamheden eenvoudiger uitgevoerd kunnen worden.

Daarnaast werd feedback gegeven op het oorspronkelijke openingsmechanisme van de PMD- en kartoncontainers. In de toenmalige uitvoering draaiden de deksels rond een centrale as en werden ze gesloten gehouden met magneten. Volgens E. Opdenbergh nam deze oplossing onnodig veel volume in beslag binnen de containers. Daarom werd het mechanisme herwerkt door gebruik te maken van een magnetische push latch en door het rotatiepunt naar de buitenzijde van het product te verplaatsen. Tot slot werd aangegeven dat de afdeling hartchirurgie geen nood heeft aan een medicatielade, aangezien de verzorgingskarren daar niet patiëntgebonden zijn. Deze functionaliteit kan binnen de modulaire opbouw van het ontwerp eenvoudig worden weggelaten, wat de bredere inzetbaarheid van het systeem bevestigt.

Het gesprek met J. Kloen en C. Van de Ven leidde tot een andere conclusie. Na een korte voorstelling van het ontwerp en de onderliggende problematiek werd duidelijk dat de werking van een spoedafdeling fundamenteel verschilt van die van afdelingen zoals intensieve zorgen of hartchirurgie. Concreet werd tijdens het gesprek de verzorgingskar die op de spoedafdeling gebruikt wordt, erbij gehaald. Dit bleek een fundamenteel ander type product te zijn, aangepast aan de specifieke workflow van een spoedcontext. Hierdoor bleek de meerwaarde van het voorgestelde systeem binnen deze context beperkt. Er werd dan ook geconcludeerd dat een product zoals Recurite beter geschikt is voor verpleeg- en intensieve zorgafdelingen, en minder voor gebruik op een spoedafdeling. Deze bevinding vormt een relevante afbakening voor de verdere go-to-marketstrategie van het product, zoals besproken in deel 4 van deze masterthesis.

# 17.5 INZO ZAS Middelheim 2

Om het project af te sluiten, werd op 21 mei een laatste verificatie georganiseerd op de afdeling intensieve zorgen van ZAS Middelheim. In tegenstelling tot de voorgaande verificaties lag de focus hierbij niet langer op het verzamelen van feedback of het identificeren van bijkomende ontwerpaanpassingen, maar op de evaluatie van de algemene acceptatie van het finale ontwerp door de beoogde gebruikersgroep.

Aan deze verificatie namen vier verpleegkundigen deel die gedurende het volledige onderzoeks- en ontwerptraject niet betrokken waren geweest. Deze keuze was bewust: door te werken met deelnemers zonder voorkennis van het project konden de bevindingen als een meer objectieve beoordeling van het ontwerp beschouwd worden, los van de evolutie die het gedurende de voorbije maanden had doorgemaakt.

Aangezien het binnen de scope van deze masterthesis niet haalbaar was om een functioneel prototype op ware grootte te realiseren, werd opnieuw gebruikgemaakt van augmented reality in een lege patiëntenkamer. Op die manier konden de deelnemers het ontwerp toch op schaal ervaren binnen de context waarvoor het ontwikkeld werd.

De reacties waren overwegend positief. De deelnemende verpleegkundigen gaven aan dat de belangrijkste pijnpunten die gedurende het onderzoekstraject werden geïdentificeerd op een doordachte manier werden aangepakt binnen het finale ontwerp. Aangezien het ontwerp op dit punt reeds vastlag en de feedback geen nieuwe kritische aandachtspunten naar voren bracht, werden op basis van deze verificatie geen bijkomende ontwerpwijzigingen doorgevoerd. Deze laatste verificatie bevestigde daarmee dat het ontwerp aansluit bij de verwachtingen en noden van de beoogde gebruikersgroep.

# Deel 4

# Branding & businessplan



# 18. Branding

## 18.1 Merknaam

Binnen het kader van deze masterthesis wordt eveneens verwacht dat studenten nadenken over hoe en onder welk merk hun oplossing in de markt gebracht zou kunnen worden. Om deze oefening te ondersteunen, werd een eerste merkidentiteit ontwikkeld waaronder zowel het fictieve bedrijf als het project gepositioneerd kunnen worden.

Voor dit project werd gekozen voor de merknaam Recurite. Deze naam vormt een samentrekking van verschillende kernwaarden die centraal staan binnen zowel het bedrijf als het product. De naam verwijst enerzijds naar recycleren (Re-), anderzijds naar genezen of zorg (-cur-), en tot slot naar veiligheid en zekerheid (-curite).

In het kader van de businesspitch werd eveneens een bijhorende slagzin ontwikkeld:

**“Re*curite*, because healing people shouldn’t cost the planet’s health.”**

Daarnaast werd een beperkt freedom-to-operate-onderzoek uitgevoerd, waaruit bleek dat de merknaam momenteel nog beschikbaar is.

## 18.2 Logo

Het logo dat bij dit merk hoort (figuur 145) stelt in abstracte vorm het product voor in bovenaanzicht. Het betreft een tweeledig logo, net zoals het product zelf, waarbij de linkerzijde verwijst naar het verzorgingsgedeelte en de rechterzijde naar de verschillende afvalstromen die binnen het systeem geïntegreerd kunnen worden. Deze opsplitsing wordt bijkomend versterkt door het kleurgebruik wanneer logo en merknaam gecombineerd worden toegepast. Daarbij krijgt de Re- in Recurite dezelfde kleur als het afvalgedeelte van het logo, waardoor de link met recyclage en afvalbeheer expliciet wordt benadrukt.



*Figuur 145: Logo Recurite*

Binnen de visuele identiteit wordt voornamelijk gebruikgemaakt van een wisselwerking tussen blauw, grijs en wit. Deze kleuren werden gekozen om enerzijds een medische en betrouwbare uitstraling te creëren, maar anderzijds ook rust, netheid en professionaliteit uit te stralen.

Ter samenvatting wordt het volledige merk, met alles wat erbij hoort, nog eens weergegeven in een brandboard (figuur 146).

Recurite

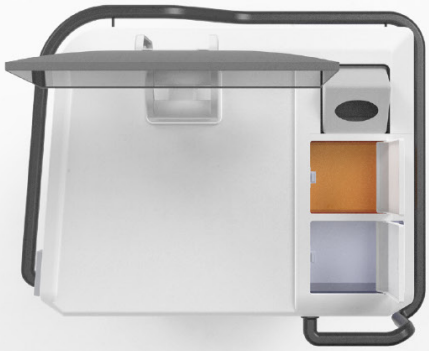
#1d1e4

#ffffff

#99a5a6

#dde3e3

"Een intuïtieve, *veilige* afvaloplossing die het zorgpersoneel helpt bij het dagelijkse afvalbeheer door het *wegnemen van twijfel*, het *verhogen van de efficiëntie* en die vooral *ondersteunend* werkt en zo de patiënt en de zorg van de patiënt op één plaatst."









*Figuur 146: Brandboard Recurite*

# 19. Businessplan

Om het businessplan van Recurite toe te lichten, wordt gebruikgemaakt van de slides die ontwikkeld werden voor de businesspitch. Elke slide wordt toegelicht in de mate van noodzaak, zodat aan de hand van deze presentatie duidelijk wordt hoe het businessmodel achter Recurite is opgebouwd.

## 19.1 Problematiek

De problematiek waarop Recurite zich richt, bestaat uit verschillende onderliggende factoren. Deze factoren zijn rechtstreeks afkomstig uit de clusteranalyse die werd uitgevoerd in deel 1 van deze masterthesis en vormen samen de oorzaak van de huidige situatie binnen het afvalbeheer op intensieve zorgen. De cijfers die op deze slide worden weergegeven, zijn geëxtrapoleerd op basis van de afvalaudits van ZAS Middelheim, UZ Leuven en het totale aantal intensieve zorgbedden in België.

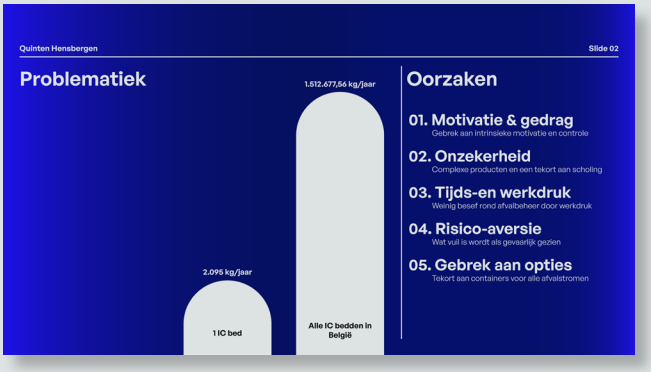
Op basis van deze extrapolatie wordt geschat dat jaarlijks ongeveer twee ton afval per intensievezorgbed foutief wordt gesorteerd. Voor België komt dit overeen met ongeveer 1.512 ton foutief gesorteerd afval per jaar binnen de context van intensieve zorgen. De volledige problematiek, samen met de oorzaken en gevolgen ervan, wordt uitgebreid toegelicht in het eerste deel van deze masterthesis.

De problematiek brengt daarnaast ook verschillende opportuniteiten met zich mee, zoals weergegeven in figuur 148. Een eerste opportuniteit situeert zich op economisch vlak. Door correcte afvaltriage te faciliteren, zouden ziekenhuizen hun kosten voor afvalverwerking op intensieve zorgen potentieel met ongeveer 42% kunnen reduceren.

Daarnaast vermindert correcte sortering ook de kans op boetes ten gevolge van foutieve afvaltriage. Hoewel hiervoor geen concrete cijfers beschikbaar zijn, bleek uit gesprekken met extern co-promotor Annelies Casteleyn dat dergelijke boetes effectief worden uitgeschreven en dus potentieel vermeden kunnen worden door correcter afvalbeheer.

Een derde opportuniteit situeert zich binnen duurzaamheid. Indien correcte afvaltriage structureel verbeterd kan worden, zou de $CO_2$-uitstoot afkomstig van afvalverwerking op intensieve zorgen met ongeveer 23% gereduceerd kunnen worden. Zoals reeds aangehaald in hoofdstuk 1, is de zorgsector verantwoordelijk voor ongeveer 4 tot 5% van de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen. Hoewel deze reductie slechts één onderdeel vormt binnen een bredere verduurzaming van de zorgsector, toont ze wel aan dat afvalbeheer een relevante bijdrage kan leveren aan deze transitie.







*Figuur 147 en 148: Businesspitch slide 1 en 2*

De cijfers die aan deze opportuniteiten gekoppeld worden, blijven echter theoretische extrapolaties gebaseerd op een scenario van perfecte afvaltriage. In de praktijk zullen menselijke fouten steeds blijven bestaan. Recurite heeft daarom niet als doel om foutieve afvaltriage volledig uit te sluiten, maar wel om het percentage sorteerfouten zo sterk mogelijk te reduceren. Door het ontbreken van een volledig functioneel prototype was het binnen deze masterthesis echter nog niet mogelijk om deze potentiële reductie concreet te kwantificeren.

De volgende slide (figuur 149) geeft een kort overzicht van hoe Recurite deze problematiek juist wilt gaan oplossen. Door het geven van de productdefinitie en een eerste beeld van hoe de oplossing er fysiek zal uitzien, wordt er een eerste blik op de oplossing geworpen.



*Figuur 149: Businesspitch slide 3*

# 19.2 Waarom nu?

Los van de opportuniteiten die eerder reeds werden aangehaald, worden in figuur 150 nog drie bijkomende beweegredenen beschreven waarom ziekenhuizen zouden investeren in een systeem zoals Recurite.

Een eerste drijfveer is de European Green Deal, opgesteld op 11 december 2019. Deze Europese strategie stelt dat Europa tegen 2050 klimaatneutraal moet zijn en dat de netto-uitstoot van broeikasgassen tegen 2030 met 55% gereduceerd moet worden. Om deze doelstellingen te behalen, worden geleidelijk aan nieuwe Europese richtlijnen en verordeningen geïmplementeerd die hun weg vinden naar nationale wetgevingen. Een voorbeeld hiervan is de nieuwe PPWR-verordening, die onder meer ziekenhuizen verplicht om beter inzicht te verwerven in de samenstelling van hun afvalstromen. Recurite ondersteunt ziekenhuizen hierbij door correcte afvaltriage te faciliteren en zo het creëren van duidelijk gescheiden monostromen mogelijk te maken.

Een tweede beweegreden is het ontbreken van bestaande oplossingen die correcte afvalsortering rechtstreeks aan het bed van de patiënt faciliteren. Zowel dit project als de feedback die tijdens de afgelopen maanden werd verzameld vanuit ziekenhuizen zoals UZ Leuven en UZ Antwerpen tonen aan dat hier effectief nood aan bestaat binnen de zorgsector.



*Figuur 150: Businesspitch slide 4*

Tot slot bouwen ziekenhuizen die vandaag investeren in duurzame afvaloplossingen een strategische voorsprong op. Verwacht wordt dat de regelgeving rond afvalbeheer en duurzaamheid de komende jaren enkel strenger zal worden, waardoor ook de vraag naar ondersteunende systemen voor correct afvalbeheer verder zal toenemen.

# 19.3 TAM SAM SOM

Om de Serviceable Obtainable Market (SOM) van Recurite te bepalen, werd eerst gekeken naar de Total Addressable Market (TAM) en de Serviceable Addressable Market (SAM).

Voor de bepaling van de TAM werd gebruikgemaakt van een marktanalyse van Precedence Research. Volgens deze bron wordt de globale markt voor verzorgingskarren in 2026 geschat op ongeveer 4,62 miljard USD, wat overeenkomt met ongeveer 3,9 miljard euro. Een gelijkaardige analyse van Mordor Intelligence kwam tot een vergelijkbare schatting, zij het ongeveer 300 miljoen euro lager.

Voor de bepaling van de SAM waren minder directe marktgegevens beschikbaar, waardoor een bottom-upanalyse noodzakelijk werd. Hiervoor werd gekeken naar het aantal intensievezorgunits binnen een selectie van West-Europese landen waarvan verwacht wordt dat marktpenetratie relatief haalbaar is omwille van hun sterke focus op duurzaamheid en gezondheidszorg. Op basis van onderzoek van Berger et al., waarin het aantal IC-units per Europees land tijdens de COVID-19-pandemie werd weergegeven, werden de aantallen voor België, Nederland, Frankrijk, Duitsland, Denemarken en Oostenrijk samengenomen. Dit resulteerde in een totaal van 45.113 intensievezorgunits.

Wanneer dit aantal vermenigvuldigd wordt met de geschatte verkoopprijs van €6.500 per systeem, ontstaat een Serviceable Addressable Market van ongeveer 293 miljoen euro.

De keuze voor deze specifieke landen is daarbij niet willekeurig. Enerzijds speelt geografische nabijheid een belangrijke rol binnen de exportlogica van het project. Anderzijds tonen cijfers van Eurostat (2023) aan dat deze landen relatief hoge zorguitgaven per capita hebben en een groter aandeel van hun bruto binnenlands product investeren in gezondheidszorg en zorginfrastructuur.




*Figuur 151: Businesspitch slide 5*

Finaal werd ook de Serviceable Obtainable Market bepaald. Hiervoor werd opnieuw bottom-up geredeneerd. België telt momenteel ongeveer 1.978 intensievezorgunits. Recurite stelt zich als doel om binnen de eerste drie jaar ongeveer 17% van deze markt te bereiken. Dit komt overeen met ongeveer 300 verkochte systemen aan een verkoopprijs van €6.500 per product, wat resulteert in een geschatte SOM van ongeveer 1,9 miljoen euro.

# 19.4 Concurrentie




*Figuur 152: Businesspitch slide 6*

Voor de concurrentieanalyse werd een overzicht opgesteld van de huidige markt voor verzorgingskarren binnen West-Europa (figuur 152). Deze geografische afbakening werd gekozen omdat de go-to-marketstrategie van Recurite zich gedurende de eerste tien jaar voornamelijk op deze regio zal focussen.

Binnen deze markt zijn verschillende relevante spelers actief, waarbij opvallend is dat vrijwel alle grote producenten gevestigd zijn in West-Europa. Een eerste speler is Malvestio, een Italiaans bedrijf dat zich naast verzorgingskarren ook richt op de ontwikkeling van ziekenhuisbedden en andere medische infrastructuur.

Een gelijkaardige positionering wordt ingenomen door Schmitz Healthcare, een Duitse fabrikant van zowel verzorgingskarren als behandeltafels. Ook Favero, eveneens gevestigd in Italië, ontwikkelt verzorgingskarren als onderdeel van een breder aanbod aan zorgmeubilair.

Een meer gespecialiseerde speler binnen deze markt is Villard Medical. Dit bedrijf wordt binnen deze analyse als relevanter beschouwd omdat hun activiteiten grotendeels geconcentreerd zijn rond de ontwikkeling van verzorgingskarren, terwijl dit bij de eerder vermelde bedrijven slechts één onderdeel vormt van een uitgebreider productportfolio.

De belangrijkste concurrent voor Recurite is echter Belintra, een Belgisch bedrijf dat zich sterk specialiseert in verzorgingskarren en actief is binnen zowel Europa als Noord-Amerika. Binnen het kader van deze masterthesis wordt Belintra daarom beschouwd als de benchmark en voornaamste referentiespeler binnen de markt.

Om de concurrentiële positionering van deze bedrijven te analyseren, werden de verschillende spelers geplaatst binnen een assenstelsel. Op de horizontale as werden gebruiksgemak en functionele performantie weergegeven. Hiervoor werd voornamelijk gekeken naar de best verkochte modellen van de verschillende bedrijven, samen met factoren zoals functionaliteiten, uitstraling en beschikbare werkoppervlakte.

Op de verticale as werd het duurzaamheidsaspect geplaatst. Hierbij werd onderzocht in welke mate de producten ondersteuning bieden voor afvalbeheer of andere duurzame toepassingen integreren binnen hun ontwerp. Uit deze analyse bleek dat enkel Malvestio expliciet inzet op afvalbeheer via hun Linkar-model.

Daarnaast werd tijdens het onderzoeks- en productdefinitietraject van deze masterthesis vastgesteld dat op Belintra-verzorgingskarren regelmatig DIN-rails worden gemonteerd waarop kleine afvalcontainers bevestigd kunnen worden. Aangezien deze oplossing echter niet standaard door Belintra zelf wordt aangeboden, wordt dit binnen deze analyse niet beschouwd als een geïntegreerde duurzaamheidsfunctie van het product.

Wanneer alle spelers binnen het assenstelsel gepositioneerd worden, ontstaat een duidelijke opportuniteitsruimte binnen het eerste kwadrant. Dit is de positie waarop Recurite zich strategisch richt. Zoals reeds eerder aangehaald, bestaat er momenteel nog geen product dat correcte afvalsortering rechtstreeks aan het bed van de patiënt faciliteert. Recurite positioneert zich daarom als een eerste speler die marktconform gebruiksgemak combineert met geïntegreerde ondersteuning voor duurzame afvaltriage binnen de context van intensieve zorgen.

# 19.5 Benchmark

Deze slide (figuur 153) vergelijkt het nieuwe Recurite-model met de Medicart IT van Belintra, die binnen deze masterthesis als benchmarkproduct wordt beschouwd. Zowel het Belintra-model als het Recurite-concept worden uitgebreid toegelicht in respectievelijk deel 2 en deel 3 van deze masterthesis.

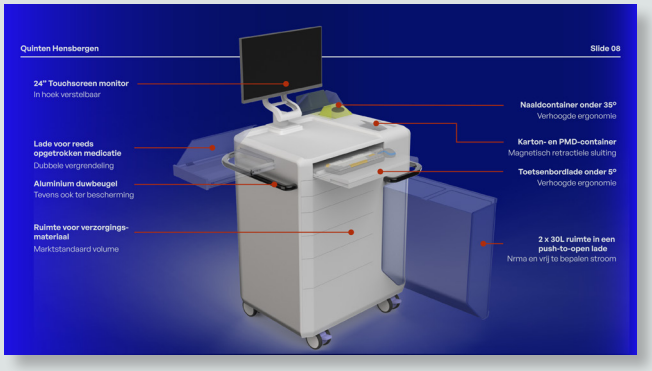
In vergelijking met de Medicart IT positioneert Recurite zich als een duurzamer alternatief dat sterker inzet op ergonomie, veiligheid en geïntegreerd afvalbeheer. Het ontwerp faciliteert correcte afvaltriage rechtstreeks aan het bed van de patiënt en maakt daarbij gebruik van een meer gesloten en egaal productoppervlak, wat de hygiëne en veiligheid ten goede komt.




*Figuur 153: Businesspitch slide 7*

# 19.6 Product

Op slide 8 (figuur 154) worden de belangrijkste features van het ontwerp kort en bondig toegelicht. Binnen deze paragraaf wordt hier niet verder op ingegaan. Een uitgebreidere toelichting van de verschillende functies en ontwerpkeuzes is terug te vinden in deel 3 van deze masterthesis.



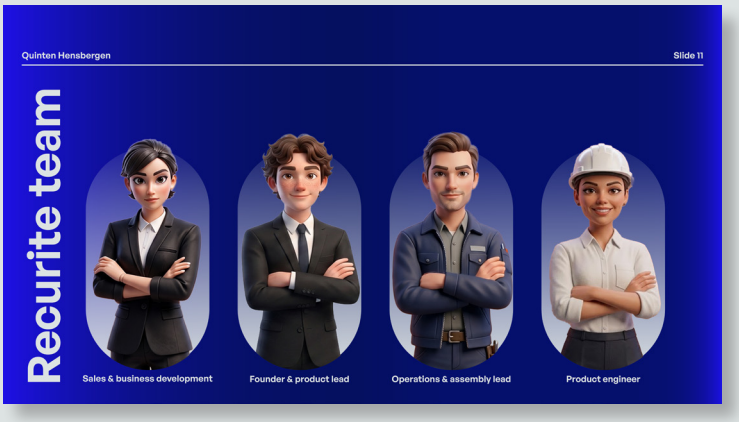

*Figuur 154: Businesspitch slide 8*

# 19.7 Businessplan en go-to-marketstrategie










*Figuur 155 - 157: Businesspitch slide 9, 10 en 11*

In dit hoofdstuk worden het businessplan, de bijhorende financiële inzichten en de go-to-marketstrategie van Recurite besproken. De overeenkomstige slides uit de businesspitch (figuur 155 - 157) worden hierbij kort aangehaald, maar in het verdere verloop van dit hoofdstuk aangevuld met bijkomende documenten, berekeningen en tabellen.

## Productiekost

Vooraleer een businessplan kon worden opgesteld, moest eerst een duidelijk beeld gevormd worden van de productiekost van één Recurite-verzorgingskar. Binnen deze berekening werd een onderscheid gemaakt tussen enerzijds de materiaalkost van een onderdeel en anderzijds de effectieve productiekost die nodig is om het onderdeel te vervaardigen. De materiaalkost is afhankelijk van de marktprijs van het gebruikte materiaal en het gewicht van het onderdeel, terwijl de productiekost bepaald wordt door factoren zoals het aantal plooien, benodigde lasertijd, lasnaden en andere productiehandelingen.

In totaal bestaat het product uit 29 specifiek ontwikkelde componenten en 14 aankooponderdelen. Binnen de eerste categorie variëren de productiekosten per onderdeel tussen €0,18 en €67,30. Deze grote spreiding wordt voornamelijk veroorzaakt door twee factoren. Enerzijds worden de matrijs- en malkosten niet rechtstreeks doorgerekend per onderdeel, maar opgenomen binnen de afschrijvingen.

Anderzijds hebben de omvang van het onderdeel en de bijhorende materiaalkost een significante invloed op de uiteindelijke productieprijs.

De aankooponderdelen bevinden zich binnen een andere prijscategorie en kunnen verder onderverdeeld worden in twee groepen. Een eerste grote groep bestaat uit mechanische componenten van de Japanse fabrikant Sugatsune. De functionaliteiten van deze onderdelen werden reeds toegelicht in deel 3 van deze masterthesis, maar hun prijszetting werd tot op heden nog niet besproken. Sugatsune positioneert zich als een high-end producent van onder andere push-to-open sliders en pre-loaded scharnieren. Net omwille van deze hoge kwaliteitsstandaard werd bewust voor deze leverancier gekozen.

In totaal bevat het product voor ongeveer €420 aan Sugatsune-componenten, na toepassing van de OEM-korting (Original Equipment Manufacturer). Voor de berekeningen werd aangenomen dat deze korting gemiddeld 40% bedraagt voor alle aankooponderdelen.

De tweede grote categorie aankooponderdelen omvat de elektronische componenten die toegang geven tot het digitale patiëntendossier. Het gaat hierbij concreet over een 24-inch monitor van de Zuid-Koreaanse fabrikant Beacon, een NUC Core Ultra 5 mini-pc en een LiFePO4-batterij met een capaciteit van 480 Wh. Samen vertegenwoordigen deze drie componenten, zelfs na OEM-korting, een kostprijs van ongeveer €2.123,40.

Met een totale geschatte productiekost van €3.180 zijn deze elektronische componenten verantwoordelijk voor ongeveer 66% van de totale productieprijs van het product. Dit toont aan dat vooral de integratie van digitale infrastructuur een significante invloed heeft op de uiteindelijke kostprijs van de verzorgingskar. De volledige kostanalyse van het product is terug te vinden in bijlage 7.

## Businessplan

Nu de productiekost bepaald werd, kon het businessplan verder worden uitgewerkt. Omwille van de relatief hoge productiekost per unit was het noodzakelijk om een businessmodel te kiezen dat voldoende cashflow genereert om de productie van nieuwe systemen mogelijk te maken. Vanuit die redenering werd gekozen voor een klassiek verkoopmodel (asset sale).

Hoewel leasing- of abonnementsmodellen zorgen voor recurrente inkomsten, werd verwacht dat deze inkomstenstroom te traag zou groeien om op korte termijn voldoende kapitaal te verzamelen voor de productie van bijkomende units. Door de verzorgingskarren rechtstreeks te verkopen aan ziekenhuizen, ontstaat sneller financiële ruimte om nieuwe producten te produceren en verder te investeren in de uitbouw van het bedrijf.

Binnen dit model wordt de productie van de verschillende onderdelen uitbesteed aan externe leveranciers.

Deze bedrijven beschikken over de nodige infrastructuur, expertise en productietechnieken om componenten op bestelling te produceren aan een constante kwaliteit. De finale assemblage van de verzorgingskar zou daarentegen wel intern gebeuren. Hiervoor werden verschillende redenen geïdentificeerd. Enerzijds wordt verwacht dat de kunststofonderdelen niet bij dezelfde fabrikant geproduceerd zullen worden als de aluminium componenten. Anderzijds zal Recurite vermoedelijk werken met variabele en relatief beperkte oplages, waardoor centrale assemblage efficiënter wordt. Tot slot zou het transport van volledig geassembleerde units aanzienlijk duurder zijn dan het intern samenstellen van het product aan de hand van afzonderlijk aangeleverde componenten.

## Prijzetting

Aangezien Recurite zich richt op ziekenhuizen, situeert het businessmodel zich volledig binnen een B2B-context. Binnen de zorgsector verlopen aankopen echter grotendeels via aanbestedingen. Dit betekent dat ziekenhuizen zelf tenders uitschrijven waarop verschillende aanbieders kunnen reageren met een offerte. Voor een start-up vereist dit een proactieve marktbenadering en vormt het bovendien een bijkomende uitdaging om eerste bestellingen binnen te halen.

Om competitief te kunnen opereren binnen deze markt, moest een realistische prijszetting bepaald worden. Tijdens deze fase van de masterthesis bleek het echter moeilijk om correcte prijsinformatie te verkrijgen van vergelijkbare producten, zoals de volledig uitgeruste Medicart van Belintra. Verschillende distributeurs bieden dergelijke producten uitsluitend aan op basis van offerteaanvraag, zonder publieke prijsvermelding.

Na het opvragen van meerdere offertes werd telefonisch contact gelegd met een salesmanager van Belintra. Tijdens dit gesprek werd aangegeven dat de prijs van een Medicart sterk afhankelijk is van de gekozen configuratie, maar dat een volledig uitgeruste verzorgingskar gemiddeld ongeveer €6.000 kost.

Op basis van deze benchmark werd beslist om het Recurite-systeem te positioneren aan een verkoopprijs van €6.500 per unit. Ondanks deze beperkte meerprijs biedt Recurite bijkomende functionaliteiten en duurzame meerwaarde, zoals reeds toegelicht in slide 7.

De combinatie van geïntegreerd afvalbeheer, ergonomische optimalisaties en ondersteuning voor correcte afvaltriage vormt hierbij de belangrijkste onderscheidende factor ten opzichte van bestaande producten binnen de markt. Op basis van deze prijszetting wordt een brutomarge van ongeveer 49% gerealiseerd.

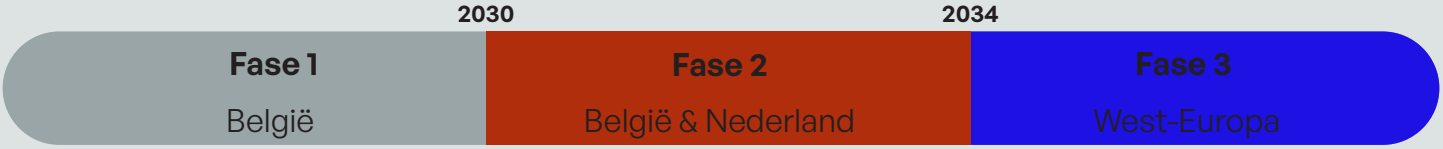
Binnen dit scenario wordt Recurite beschouwd als een onafhankelijke start-up die via externe investeringen autonoom probeert overheidsaanbestedingen en tenders binnen te halen. Zoals eerder aangehaald, vormt dit echter een uitdagende marktcontext. Belintra bezit momenteel een zeer sterke positie binnen België en fungeert als leverancier voor een groot deel van de Belgische ziekenhuizen.

Daarom werd ook een alternatief groeiscenario overwogen waarbij Recurite zou functioneren als spin-off van Belintra. In ruil voor innovatie en aandelenparticipatie zou Recurite in dit scenario toegang krijgen tot bijkomend kapitaal, marktkennis en naamsbekendheid. Hierdoor zou de marktpenetratie aanzienlijk versneld kunnen worden en zou het voor een jonge onderneming eenvoudiger worden om toegang te krijgen tot de sterk competitieve zorgmarkt.

## Go-to-marketstrategie

De go-to-marketstrategie van Recurite wordt onderverdeeld in drie opeenvolgende fases, telkens gespreid over een periode van ongeveer drie jaar (figuur 158). Binnen elke fase wordt zowel de geografische focus als de doelgroep stelselmatig uitgebreid.

In de eerste fase ligt de focus volledig op de Belgische markt voor intensieve zorgen. Concreet is het de bedoeling om tegen het derde jaar ongeveer 17% van alle verzorgingskarren binnen Belgische intensievezorgafdelingen te hebben vervangen of aangevuld met verzorgingskarren van Recurite. Om dit marktaandeel te bereiken, zouden ongeveer 13 middelgrote tot grote ziekenhuizen bediend moeten worden, met een gemiddelde afname van 25 units per ziekenhuis.




*Figuur 158: Go-to-market overzicht*

Binnen deze eerste fase wordt bewust gefocust op grotere universitaire ziekenhuizen. Deze keuze is gebaseerd op het feit dat universitaire ziekenhuizen naast een zorgfunctie ook een onderzoeks- en innovatieopdracht hebben. Hierdoor wordt verwacht dat zij sneller bereid zullen zijn om innovatieve en duurzame pioniersproducten te adopteren. Deze redenering wordt ondersteund door de missie en visie van de Raad van Universitaire Ziekenhuizen van België.

Vanaf het vierde jaar verschuift de focus naar de Nederlandse markt. Deze uitbreiding is enerzijds gebaseerd op de geografische nabijheid, maar anderzijds ook op de grotere en toegankelijkere zorgmarkt in Nederland. Daarnaast is het Nederlandse aanbestedingssysteem minder strikt georganiseerd dan het Belgische systeem, aangezien enkel universitaire ziekenhuizen verplicht gebruik moeten maken van formele aanbestedingsprocedures.

Bovendien start eind 2026 in Nederland een uitvoeringsprogramma dat de verduurzaming van zorg en welzijn actief stimuleert. Hierdoor wordt verwacht dat ook binnen de Nederlandse zorgsector de vraag naar duurzame oplossingen verder zal toenemen. Binnen deze tweede fase blijft de focus voornamelijk gericht op intensievezorgafdelingen.

Vanaf fase drie, ongeveer zeven jaar na opstart, wordt deze focus verder uitgebreid. Zoals reeds aangehaald in deel 3 van deze masterthesis, werd de verzorgingskar van Recurite modulair opgebouwd. Hierdoor kan het ontwerp, op basis van voorafgaand onderzoek naar de noden van specifieke afdelingen, relatief eenvoudig aangepast worden aan andere zorgcontexten en afvalstromen.

Met deze flexibiliteit als uitgangspunt zullen vanaf fase drie ook andere afdelingen, zoals heelkunde en algemene verpleegafdelingen, actief benaderd worden. Tegelijkertijd wordt de geografische focus verder uitgebreid richting West-Europa. Vanuit de eerder bepaalde Serviceable Addressable Market wordt verwacht dat hier een aanzienlijk potentieel aanwezig is voor duurzame zorgoplossingen zoals Recurite.

## Financieel plan

Voor het financieel plan van Recurite werden drie verschillende scenario's opgesteld. Een eerste scenario vormt het basisscenario, waarin uitgegaan wordt van een realistische marktpenetratie. Daarnaast werd een bullscenario ontwikkeld, waarin de verkoop bovengemiddeld groeit, en een bearscenario waarbij de marktpenetratie trager verloopt dan verwacht.

Binnen alle drie de scenario's wordt gekeken naar de eerste vijf boekjaren na opstart van het bedrijf. In tabel 3 worden deze scenario's gekwantificeerd aan de hand van het aantal verkochte units per jaar en het bijhorende groeipercentage.

| | Base | | Bear | | Bull | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | # | % | # | % | # | % |
| 2027 | 50 | | 30 | | 75 | |
| 2028 | 100 | 100 | 45 | 50 | 150 | 100 |
| 2029 | 175 | 75 | 68 | 50 | 300 | 100 |
| 2030 | 263 | 50 | 101 | 50 | 525 | 75 |
| 2031 | 394 | 50 | 152 | 50 | 788 | 50 |

*Tabel 3: Salesscenario's*

De kosten die werden meegenomen om de geprojecteerde resultaten voor de drie scenario's te berekenen, kunnen worden opgesplitst in twee grote categorieën. Enerzijds zijn er de eenmalige opstartkosten die noodzakelijk zijn alvorens Recurite operationeel van start kan gaan. Deze initiële investeringen bedragen in totaal ongeveer €247.000 en worden lineair afgeschreven over de eerste vijf boekjaren. In tabel 4 wordt een overzicht gegeven van deze investeringen en de bijhorende afschrijvingstermijnen.

| | Totale kost | Spreiding | Afschrijving/jaar |
|---|---|---|---|
| **Mallen afgeschreven op 3 jaar** | - €52.000 | 3 jaar | €17.333 |
| **Mallen afgeschreven op 5 jaar** | - €45.000 | 5 jaar | €9.000 |
| **Inrichting atelier** | - €50.000 | 5 jaar | €10.000 |
| **Patent** | - €100.000 | 5 jaar | €20.000 |

*Tabel 4: Afschrijvingen*

Naast deze initiële investeringen zijn er de recurrente operationele kosten, die jaarlijks terugkeren en grotendeels afhankelijk zijn van het aantal verkochte systemen. Deze operationele kosten kunnen verder onderverdeeld worden in vier categorieën.

Een eerste categorie omvat de Cost of Goods Sold (COGS). Deze kosten zijn rechtstreeks gekoppeld aan het productievolume en worden berekend door het aantal verkochte units te vermenigvuldigen met de productiekost per verzorgingskar. Bovenop de eerder bepaalde productiekost van €3.180 wordt bijkomend een overheadkost van €250 per unit gerekend voor onder andere transport, verpakking en logistieke verwerking. Hierdoor bedraagt de totale COGS per verkocht systeem €3.430.

Een tweede belangrijke kostencategorie betreft de infrastructuurkosten, waaronder de huur van een kantoorruimte, assemblageatelier en magazijn. Aangezien deze kosten sterk afhankelijk zijn van locatie en marktomstandigheden, werd hiervoor gewerkt met een gefundeerde aanname. Voor een operationele ruimte geschikt voor een team van vier personen, inclusief assemblage- en opslagcapaciteit, wordt een jaarlijkse huurkost van €120.000 voorzien. Deze kost blijft behouden zolang het jaarlijkse verkoopvolume onder de 250 units blijft. Vanaf het moment dat een volgend veelvoud van 250 verkochte systemen wordt bereikt, wordt aangenomen dat bijkomende ruimte noodzakelijk wordt. Om deze schaalvergroting op te vangen, wordt telkens €60.000 toegevoegd aan de jaarlijkse infrastructuurkost.

De derde, en tegelijk grootste, operationele kost bestaat uit personeelskosten. Ook hiervoor werden verschillende aannames gemaakt op basis van het verwachte groeitraject van Recurite. Zoals weergegeven in slide 11 start het bedrijf met een team van vier medewerkers: een sales lead verantwoordelijk voor business development, een assembly lead, een engineer en de founder in de rol van product lead.

De personeelsstructuur groeit mee met het aantal verkochte systemen. Zo wordt aangenomen dat per bijkomende 250 verkochte units jaarlijks een extra sales lead noodzakelijk wordt. Daarnaast wordt per ongeveer 100 te assembleren verzorgingskarren een bijkomende assembly lead voorzien. De engineerfunctie wordt gradueel afgebouwd naarmate het product verder productierijp wordt. Vanaf het derde boekjaar wordt deze functie daarom nog slechts voor 50% meegerekend binnen de personeelskost.

De rol van founder en product lead blijft gedurende de volledige projectieperiode behouden als voltijdse functie. Binnen het financieel plan wordt hiervoor ook een volwaardig loon voorzien. Hoewel in de praktijk verwacht wordt dat de founder zichzelf tijdens de eerste jaren beperkt of geen loon zal uitkeren, werd ervoor gekozen dit wel mee op te nemen binnen de financiële projecties om het model robuuster en realistischer te maken bij eventuele uitval of vervanging.

Naast de brutolonen worden bijkomende personeelsgebonden kosten meegerekend, waaronder kantoormateriaal, telefonie en opleidingen. Deze kosten schalen proportioneel mee met het aantal medewerkers.

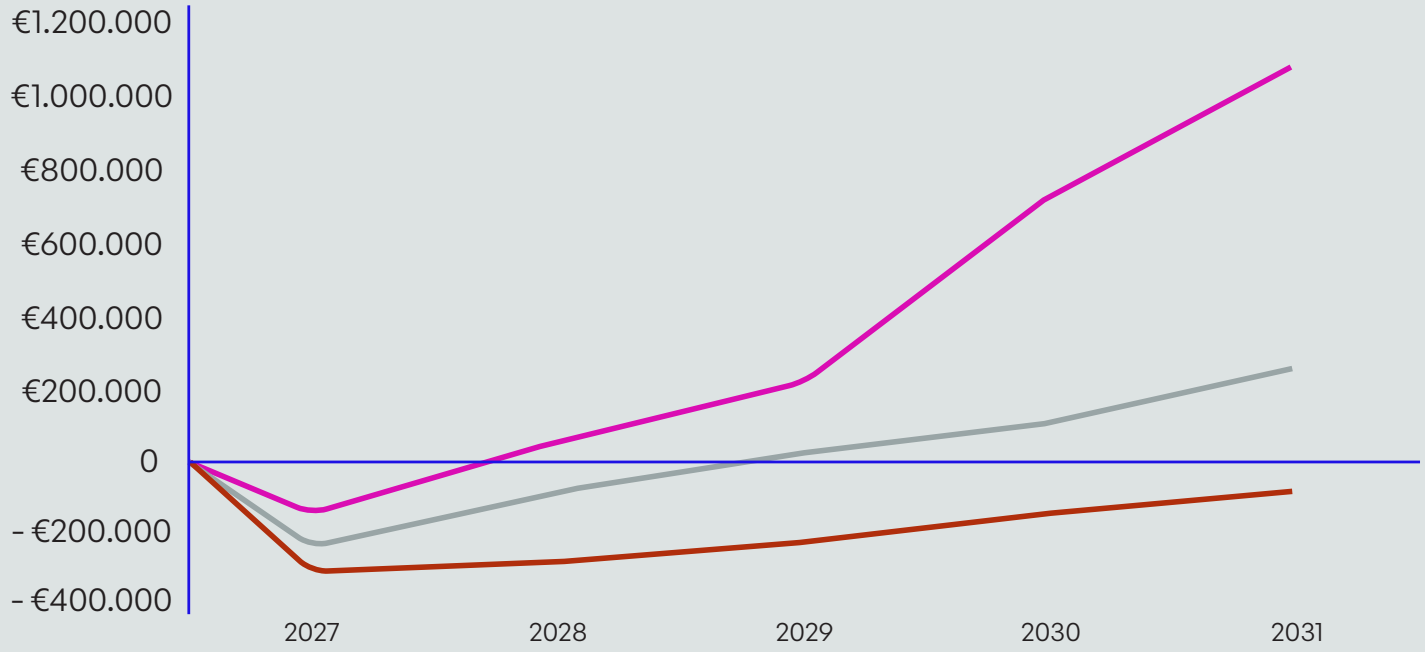
De laatste kostencategorie omvat de algemene overheadkosten. Hieronder vallen onder andere juridische ondersteuning, accountancykosten en IP-gerelateerde uitgaven. Samen bedragen deze overheadkosten ongeveer €19.000 op jaarbasis. Om inflatie te simuleren worden deze kosten jaarlijks geïndexeerd aan 104% van het voorgaande boekjaar.

Nu alle kosten gekend zijn, kunnen de geprojecteerde resultaten berekend worden. Hiervoor werd gebruikgemaakt van een gedetailleerd financieel model in Excel, aangeleverd door de faculteit Bedrijfseconomie. Voor elk van de drie scenario's werd een afzonderlijke financiële projectie opgesteld. De volledige berekeningen zijn terug te vinden in bijlage 8.

In tabel 5 en figuur 159 wordt een overzicht gegeven van de verwachte financiële evolutie van Recurite gedurende de eerste vijf boekjaren, gebaseerd op het basis-, bull- en bearscenario. De cijfers die worden getoond stellen de cash flow voor.

| | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
|---|---|---|---|---|---|
| Base | - €223.970 | - €82.985 | €32.008 | €111.426 | €257.688 |
| Bear | - €294.370 | - €263.985 | - €217.420 | - €140.482 | - €74.297 |
| Bull | - €129.970 | €57.850 | €227.114 | €722.351 | €1.082.454 |

*Tabel 5: Cashflow boekjaar 1 t/m 5 in Euro's*




*Figuur 159: Grafiek cashflow boekjaar 1 t/m 5 in Euro's*

Op basis van deze geprojecteerde resultaten kan verwacht worden dat Recurite binnen het basisscenario vanaf het derde boekjaar licht winstgevend wordt. Tegen dat moment zou eveneens de vooropgestelde Belgische marktpositie van ongeveer 17% bereikt moeten worden.

De grafiek toont daarnaast aan dat zelfs binnen het bearscenario een positieve financiële evolutie zichtbaar blijft. Indien deze trend zich verder doorzet, kan verwacht worden dat Recurite vanaf boekjaar 7 à 8 winstgevend wordt.

## Business model canvas

Om het businessmodel af te ronden, wordt in figuur 160 een samenvattend Business Model Canvas weergegeven waarin de belangrijkste onderdelen van het businessmodel overzichtelijk worden samengebracht.

### Key Partners

**Afvalverwerkers**
- Marketing
- Toegang tot klanten
- Integraties fysieke afvalvaten - en zakken
- Data-uitwisseling

**Ziekenhuisgroepen**
- Eerste klanten
- Pilootprojecten

**Leveranciers (Belintra NV)**

### Key Activities
- Ontwikkeling van modulaire verzorgingskarren
- Ontwerp en engineering
- Assemblage
- Verkoop via aanbestedingen en tenders
- Onderzoek naar afvaloptimalisatie

### Key Resources
- Ontwerp & IP hardware
- Productiepartners
- Domeinkennis
- Relaties met ziekenhuizen en zorgnetwerken

### Value proposition
- Correcte afvaltriage rechtsreeks aan de bron
- Potentiële reductie van afvalkosten met 42%
- Potentiële reductie van $CO^2$-uitstoot met 23%
- Ergonomischer en veiliger ten opzichte van de huidige verzorgingskarren
- Ondersteuning van de Europese duurzaamheids-doelstellingen en PPWR verordening
- Geïntegreerde afvalstromen zonder verstoring van workflow

### Customer Relationships
- Langetermijnrelaties via aanbestedingen
- Co-creatie met ziekenhuizen
- Demonstraties en businesspitches
- Ondersteuning tijdens implantatie

### Channels
- Directe verkoop aan ziekenhuizen
- Overheids-aanbestedingen en tenders
- Businesspitches
- Pilootprojecten
- Zorgnetwerken

### Customer segments
- Intensieve zorg-afdelingen
- Universitaire ziekenhuizen
- Belgische ziekenhuizen (fase 1)
- Nederlandse ziekenhuizen (fase 2)
- West-Europese ziekenhuizen (fase 3)
- Later uitbreidbaar naar andere afdelingen

### Cost structure
- Productiekost per unit €3.180
- Elektronische componenten als grootste kost (ca. 66%)
- Assemblagekosten
- Personeelskosten
- Infrastructuur en atelier
- Patent- en IP-kosten
- Mallen en tooling
- Transport, verpakking en logistiek

### Revenue streams
- Rechtstreekse verkoop (asset sale) van verzorgingskarren aan €6.500 per unit.
- Mogelijke toekomstige uitbreiding binnen Europa
- Eventuele samenwerking/spin-off constructie met Belintra NV

*Figuur 160: Business Model Canvas Recurite*

## Investering en call to action

De laatste slide (figuur 161) van de businesspitch sluit af met een duidelijke boodschap. Aangezien ZAS Middelheim zowel de initiatiefnemer van dit project als begeleidende partner is, kan verwacht worden dat zij de eerste klant van Recurite zullen vormen.

Om Recurite operationeel te kunnen opstarten, is echter een aanzienlijk startkapitaal noodzakelijk. Op basis van de eerder besproken financiële projecties en Excelberekeningen wordt geschat dat een initiële investering van ongeveer €700.000 vereist is.

Dit budget omvat de eenmalige opstartkosten, de ontwikkeling van eerste prototypes, de initiële productiekosten, de loonkosten van het team gedurende het eerste werkingsjaar en de €247.000 aan initiële investeringen die later zullen worden afgeschreven.




*Figuur 161: Businesspitch slide 12*

In ruil voor deze investering van €700.000 ontvangt de investeerder 37% van het bedrijf. Dit percentage is gebaseerd op een pre-moneywaardering van €1.200.000, wat volgens (Paillard, 2026) als een conservatieve inschatting beschouwd kan worden voor een start-up binnen deze fase van ontwikkeling.

# Deel 5

## Synthese



# 20. Terugkoppeling

## Design drivers

In deel 1 van deze masterthesis werden een pakket van eisen en vier design drivers opgesteld die richting gaven aan de verdere ontwikkeling van het ontwerp. Deze design drivers werden gedurende het volledige traject meegenomen en zijn dan ook duidelijk terug te vinden in het finale product.

De eerste design driver betreft veiligheid. Het ontwerp werd zodanig ontwikkeld dat externe bevestigingsmethodes zoveel mogelijk vermeden worden. Hierdoor ontstaan minder plaatsen waar vuil, stof of bacteriën zich kunnen ophopen. Daarnaast werd het werkvlak voorzien van afrondingen met een minimale straal van 10 mm om reiniging te vereenvoudigen. Om bestand te zijn tegen de reinigingsmiddelen die binnen ziekenhuizen gebruikt worden, werd bovendien gekozen voor polypropyleen als voornaamste kunststof. Verder wordt zowel fysiek als functioneel een duidelijke scheiding gemaakt tussen het verzorgingsgedeelte en het afvalgedeelte van het product, waardoor het risico op contaminatie van verzorgingsmateriaal tot een minimum wordt beperkt.

De tweede design driver was intuïtief gebruik. Correcte afvalsortering kan enkel worden gefaciliteerd wanneer het product voor de gebruiker onmiddellijk begrijpbaar is. Daarom werd ingezet op een combinatie van kleurcodering, labelling en consistente interacties. Daarnaast werden subtiele vormelementen toegevoegd, zoals verdiepte drukvlakken op de deksels van de PMD- en kartoncontainers, die de gebruiker intuïtief begeleiden in het gebruik van het product. Ook het herhaaldelijk toepassen van gelijkaardige openingsmechanismen draagt bij aan een herkenbare en eenvoudige gebruikerservaring.

De derde design driver stelde dat de verzorging van de patiënt steeds centraal moet staan. Deze doelstelling vertaalt zich voornamelijk in de globale opbouw van het ontwerp. Door afvalbeheer dichter bij de bron te brengen en verschillende handelingen te vereenvoudigen, wordt de cognitieve belasting van de verpleegkundige verlaagd. Hierdoor kan meer aandacht uitgaan naar de eigenlijke zorgverlening. Daarnaast maken de openstaande PMD-, karton- en nRMA-compartimenten het mogelijk om afval tijdelijk te verzamelen zonder bijkomende handelingen, wat potentieel tijd vrijmaakt voor patiëntenzorg.

De laatste design driver focust op efficiëntie in afvalbeheer. Deze wordt enerzijds gerealiseerd door de verschillende afvalstromen rechtstreeks aan de verzorgingskar te integreren, waardoor onnodige verplaatsingen tussen afvalrecipiënten vermeden worden. Anderzijds werd ook aandacht besteed aan het efficiënt ledigen van de recipiënten. Door gebruik te maken van translucente polycarbonaat/ABS-componenten kan de vulgraad van verschillende afvalstromen vanop afstand worden ingeschat. Hierdoor hoeven recipiënten niet langer preventief geledigd te worden en kunnen ze maximaal benut worden alvorens vervangen of afgevoerd te worden.

## TOI's en specificaties

De te ontwikkelen items die in hoofdstuk 07 werden vooropgesteld, zijn gedurende het ontwerpproces verder geëvolueerd. Niet alle elementen werden uiteindelijk op dezelfde manier vertaald naar het finale ontwerp, maar de onderliggende doelstellingen bleven wel richtinggevend. Wanneer de verschillende TOI's worden afgetoetst aan het eindresultaat, kan gesteld worden dat het ontwerp:

1. Zorgverleners in staat stelt om tijdens de verzorging van een patiënt snel en eenvoudig afval af te danken.
2. Het intuïtief sorteren van afval faciliteert door de verschillende afvalstromen fysiek te integreren in het product.
3. Aanpasbaar is aan de noden en wensen van een specifieke afdeling of ziekenhuis dankzij de modulaire opbouw.
4. Rekening houdt met reinigbaarheid door een doordachte vormgeving, afgeronde oppervlakken en een geschikte materiaalkeuze.

5. Zowel tijdens de zorgverlening als tijdens de logistieke verwerking van afval eenvoudig in gebruik is.
6. Veilig is voor zowel patiënten als zorgverleners door de scheiding tussen verzorgings- en afvalgedeelte en de integratie van potentieel risicovolle afvalstromen.
7. Geen bijkomende logistieke druk creëert, aangezien de afvalstromen op een vergelijkbare manier worden ingezameld als in de huidige situatie.
8. Twijfel bij gebruikers reduceert door duidelijke keuzes, kleurcoderingen en visuele aanduidingen.
9. Zorgverleners stimuleert om correct te sorteren doordat de verschillende afvalstromen zich rechtstreeks aan de bron bevinden.
10. Op een fysieke en visueel toegankelijke manier inzicht geeft in de beschikbare capaciteit van de verschillende afvalrecipiënten.

Hoewel het uiteindelijke ontwerp enorm verschilt van de mogelijke oplossing die werd getoond in hetzelfde hoofdstuk, kan geconcludeerd worden dat de vooropgestelde doelstellingen in grote mate gerealiseerd werden binnen het finale ontwerp.

Ook aan de vooropgestelde specificaties met betrekking tot veiligheid en regelgeving, gebruik en ergonomie, context en techniek wordt in grote mate voldaan. Het ontwerp werd gedurende het volledige traject meermaals geverifieerd bij relevante stakeholders, waardoor de verschillende eisen konden worden afgetoetst en waar nodig bijgestuurd. Op basis van deze verificaties kan geconcludeerd worden dat het finale ontwerp niet alleen tegemoetkomt aan de functionele vereisten, maar ook aansluit bij de praktische, ergonomische en veiligheidsgerelateerde verwachtingen van de beoogde gebruikers en de ziekenhuiscontext waarin het zal worden ingezet.

# 21. Future research

De volgende stappen binnen dit onderzoekstraject vloeien voort uit de beperkingen van de huidige scope en werden gaandeweg bevestigd door enthousiaste reacties van deelnemers aan de verificaties in het veld.

Een eerste en meest urgente stap betreft de ontwikkeling van een fysiek, functioneel prototype op ware schaal. Binnen de scope van deze masterthesis was het niet haalbaar om een dergelijk prototype te realiseren, waardoor kwantitatieve testen in een reële zorgomgeving achterwege bleven. De ontwikkeling van zo'n prototype zou het mogelijk maken om tijdswinst bij de zorgverlening, reductie van sorteerfouten en gebruiksvriendelijkheid te meten onder werkelijke omstandigheden op de afdeling intensieve zorgen. Deze data zijn niet alleen wetenschappelijk relevant, maar vormen ook een noodzakelijke onderbouwing voor potentiële investeerders die een bewezen meerwaarde verwachten alvorens in het initiatief te participeren.

Daarnaast dient het afvalbeheer op andere ziekenhuisafdelingen op een vergelijkbare wijze bestudeerd te worden als in dit onderzoek. Hoewel de verificaties met de afdeling hartchirurgie en spoedgevallen een eerste inzicht bieden in de bredere toepasbaarheid van Recurite, volstaat dit niet om gefundeerde ontwerpbeslissingen te nemen voor andere contexten. Een diepgaand onderzoek naar de specifieke afvalstromen, workflows en stakeholderdynamieken op afdelingen zoals heelkunde, geriatrie en algemene verpleging is noodzakelijk om te bepalen welke modulaire aanpassingen vereist zijn alvorens het product operationeel ingezet kan worden buiten de intensievezorgcontext.

Een laatste onderzoeksrichting sluit aan bij het Ontzorg-project van het ReuseLab van de Universiteit Antwerpen, waarbinnen Recurite reeds werd voorgesteld aan een breed stakeholderpubliek. Het Ontzorg-project onderzoekt hoe circulaire zorghubs kunnen bijdragen aan het reduceren van de afvalberg binnen ziekenhuizen, waarbij zorginstellingen maximaal worden ontzorgd op logistiek en operationeel vlak. Recurite sluit hier op een natuurlijke wijze bij aan: door afvalstromen zoals de Select-4-Care-fractie reeds aan de bron in te zamelen en te scheiden, kan het product fungeren als een schakel in een bredere circulaire infrastructuur die verder reikt dan de verzorgingsbox. Toekomstig onderzoek zou kunnen verkennen hoe de integratie van Recurite binnen dit ecosysteem concreet vormgegeven kan worden, en in welke mate de gegenereerde afvaldata, over volumes, sorteerpatronen en fractiesamenstellingen, kunnen worden ingezet om de logistieke optimalisatie van dergelijke hubs te ondersteunen. Daarbij rijst ook de vraag hoe de samenwerking tussen ziekenhuizen, maatwerkbedrijven en afvalverwerkers gestructureerd moet worden om de circulaire meerwaarde van ingezamelde stromen effectief te realiseren. Een vervolgtraject binnen het Ontzorg-project biedt hiervoor een geschikte onderzoekscontext, mede gezien de reeds opgebouwde relaties met relevante partners zoals VIL en OVAM.

# Figurenlijst, Referenties & Bijlagen



# Figuren & tabellen


Figuur 1: Resultaten van de 24-uren afvalaudit op de afdeling intensieve zorgen binnen ZAS Middelheim
Figuur 2: Verzorgingsbox met plaatsing van nRMA-zak en RMA-vat in de 'vuile hoek'
Figuur 3: Plan van aanpak
Figuur 4: Overzicht van het logistieke afvalsysteem
Figuur 5: Schaling van de clusters
Figuur 6: Persona 1
Figuur 7: Persona 2
Figuur 8: Persona 3
Figuur 9: Causaal verband tussen factoren binnen cluster 2
Figuur 10: Framework rond kritieke punten afvalbeheer op INZO
Figuur 11: Business model canvas eigen productidee
Figuur 12: Mogelijke voorstelling oplossing
Figuur 13: Design drivers
Figuur 14: Product architectuur - Planet Care module
Figuur 15: Product architectuur - Patient Care module
Figuur 16: Oplossingspaden
Figuur 17: DIN-railsysteem aan de huidige verzorgingskar
Figuur 18: Medicart Belintra en features
Figuur 19: Resultaten brainstorm rond intuïtief karakter
Figuur 20: Resultaten brainstorm rond veiligheidsgarantie
Figuur 21: Nominale afmetingen afvalcontainers
Figuur 22: Concept 1
Figuur 23: Concept 1 - detailbeeld
Figuur 24: Concept 1 - overzicht
Figuur 25: Concept 2
Figuur 26: Concept 2 - detailbeeld lades
Figuur 27: Concept 2 - detailbeeld pulptray
Figuur 28: Concept 2 - overzicht
Figuur 29: Concept 3
Figuur 30: Concept 3 - detailbeeld
Figuur 31: Concept 3 - overzicht
Figuur 32: Low-fidelity prototypes respectievelijk concept 1, 2 en 3
Figuur 33: Snapshot van een opname met de Meta Oculus 3 tijdens de verificatie
Figuur 34: Nieuw concept systeemoverzicht
Figuur 35 en 36: Block-out 1 en vormvariant
Figuur 37 en 38: Block-out 2 en vormvariant
Figuur 39: Block-out 3
Figuur 40: Finaal concept
Figuur 41: Finaal concept - overzicht
Figuur 42 en 43: Finaal concept - ergonomie werkvlak en reikdiepte
Figuur 44-52: Vormevolutie Solidworksmodel over de ontwikkelingsfase heen
Figuur 53: Polypropyleen voorwand en aluminium achterwand
Figuur 54: Exploded opbouw in functie van materialisatie
Figuur 55 en 56: Frontaal- en links achteraanzicht nieuw ontwerp
Figuur 57: Nieuw ontwerp met aanduiding van belangrijkste features
Figuur 58: Render PMD en Karton open - frontaal
Figuur 59: Openen van peelpack
Figuur 60: PMD- en kartoncontainer
Figuur 61: Render nRMA-lade open - rechts
Figuur 62: Render nRMA-lade open - rechtsvoor
Figuur 63: Render naaldcontainer uithalen - sectie
Figuur 64: Render naaldcontainer uithalen - boven
Figuur 65: Een vuile bedpan in de pulptray plaatsen
Figuur 66: Pulptray naar de vuile utility verplaatsen
Figuur 67: Render pulptray
Figuur 68: Render ladesysteem
Figuur 69: Render keyboardlade - bovenaanzicht
Figuur 70: Render medicatielade - close-up open
Figuur 71: Render medicatielade - open
Figuur 72: Render intuïtief karakter en labelling
Figuur 73: Render intuïtief karakter medicatielade - close-up
Figuur 74: Render intuïtief karakter nRMA-lade
Figuur 75: Globale nominale afmetingen ontwerp
Figuur 76 en 77: Render werkpositie
Figuur 78: Render reikafstand over het product
Figuur 79: Render ergonomische impact keyboardlade
Figuur 80: Render nRMA lade openen met de rechtervoet
Figuur 80-83: Renders gebruiksscenario patiëntendossier raadplegen
Figuur 84 en 85: Renders gebruiksscenario verzorgingsmateriaal uithalen
Figuur 86: Render naald afbreken - zijaanzicht
Figuur 87-90: Renders gebruiksscenario medicatie uithalen
Figuur 91-93: Renders gebruiksscenario nRMA afdanken
Figuur 94-96: Renders gebruiksscenario PMD/karton afdanken
Figuur 97-99: Renders gebruiksscenario zak in de nRMA-lade vervangen
Figuur 100-102: Renders gebruiksscenario PMD-container legen
Figuur 103 en 104: Renders gebruiksscenario naaldcontainer verwisselen
Figuur 105: Render exploded view
Figuur 106: Render gethermoformeerde onderdelen
Figuur 107: Render spuitgegoten onderdelen
Figuur 108: Render geplooide onderdelen
Figuur 109: Render gewalste afronding achterwand
Figuur 110: Render diepgetrokken bodemplaat
Figuur 111-118: Renders assemblage stap 1-8
Figuur 119-126: Renders assemblage stap 9-16
Figuur 127: Render interne elektronische lay-out
Figuur 128: Elektronisch schema
Figuur 129-131: Screenshot Solidworks crashtest
Figuur 132: Aanduiding singulariteit
Figuur 133: Schematische voorstelling pulptray
Figuur 134: Screenshot Solidworks resultaat pulptray balans bij 32 mm
Figuur 135-137: Dimensionering ontwerp volgens Europese projectie
Figuur 138 en 139: Dimensionering ontwerp - lades open
Figuur 140: A1-poster Ontzorg workshop
Figuur 141-144: Renders opties intuïtief karakter en labelling
Figuur 145: Logo Recurite
Figuur 146: Brandboard Recurite
Figuur 147 en 148: Businesspitch slide 1 en 2
Figuur 149: Businesspitch slide 3
Figuur 150: Businesspitch slide 4
Figuur 151: Businesspitch slide 5
Figuur 152: Businesspitch slide 6
Figuur 153: Businesspitch slide 7
Figuur 154: Businesspitch slide 8
Figuur 155-157: Businesspitch slide 9, 10 en 11
Figuur 158: Go-to-market overzicht
Figuur 159: Grafiek cashflow boekjaar 1 t/m 5 in Euro's
Figuur 160: Business Model Canvas Recurite
Figuur 161: Businesspitch slide 12

Tabel 1: Morfologische kaart
Tabel 2: Bill of Materials (BOM)
Tabel 3: Salesscenario's
Tabel 4: Afschrijvingen
Tabel 5: Cashflow boekjaar 1 t/m 5 in Euro's

# Referenties


Affordofe, M., Udofia, E. A., Akyeampong, E., Koranteng, F. O., Tettey, P., Botwe, P. K., Andoh, T., Peprah, E. K., Attah, H. Y., Tabong, P., Boateng, G., & Quansah, R. (2025). Knowledge and practice of solid healthcare waste management among waste handlers in hospitals in Southern Ghana: A qualitative study. BMC Public Health, 25(1), 702. https://doi.org/10.1186/s12889-025-21874-6

Afval in de gezondheidszorg. (z.d.). Website NL. Geraadpleegd 30 september 2025, van https://ovam.vlaanderen.be/afval-in-de-gezondheidszorg

Andeobu, L., Wibowo, S., & Grandhi, S. (2022). Medical Waste from COVID-19 Pandemic—A Systematic Review of Management and Environmental Impacts in Australia. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(3), 1381. https://doi.org/10.3390/ijerph19031381

Arredamenti per strutture ospedaliere—Malvestio. (z.d.). Geraadpleegd 27 april 2026, van https://malvestio.it/

Belintra—Logistical solutions for healthcare. (z.d.). Belintra. Geraadpleegd 27 april 2026, van https://belintra.com/

Berger, E., Winkelmann, J., Eckhardt, H., Nimptsch, U., Panteli, D., Reichebner, C., Rombey, T., & Busse, R. (2022). A country-level analysis comparing hospital capacity and utilisation during the first COVID-19 wave across Europe. Health Policy (Amsterdam, Netherlands), 126(5), 373-381. https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2021.11.009

Bouckaert, N. (2025). Organisatie en financiering van intensieve zorg in België.

Casteleyn, A., & Green Team INZO Middelheim. (2024). Resultaten afvalscan IZ Middelheim [Intern rapport]. ZAS Middelheim.

CDC. (2024, mei 3). I. Regulated Medical Waste. Infection Control. https://www.cdc.gov/infection-control/hcp/environmental-control/regulated-medical-waste.html

CO2 emissions performance of new passenger cars in Europe. (2024, december 16). https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/co2-performance-of-new-passenger

Corbin, L., Hoff, H., Smith, A., Owens, C., Weisinger, K., & Philipsborn, R. (2022). A 24-hour waste audit of the neuro ICU during the COVID-19 pandemic and opportunities for diversion. The Journal of Climate Change and Health, 8, 100154. https://doi.org/10.1016/j.joclim.2022.100154

CUergo: Neutral Posture Typing. (z.d.). Geraadpleegd 29 mei 2026, van https://ergo.human.cornell.edu/AHTutorials/typingposture.html

De Groof, M., Schelfhout, K., OVAM, Havermans, T., Casteleyn, A., Tanghe, C., Devriese, H., Marjaux, E., Sijmons, M., Mettepenningen, C., Nimmegeers, T., Hermans, D., Vandenbussche, G., Van Elzen, N., Dumitrescu, I., Coornaert, E., Baert, S., Beyl, E., Raeymaekers, P., . . . Van Praet, W. (2021). Handleiding beheer van afvalstoffen in de gezondheidszorg. OVAM. https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/52232

Delft University of Technology, Faculty of Industrial Design Engineering. (z.d.). DINED – Dutch anthropometric database. Geraadpleegd op 24 november 2025, van https://dined.io.tudelft.nl

Dingemanse, J. (2026, maart 13). Welke boetes krijg je bij verkeerde afvalstroomscheiding? De Afvalbak. https://devuilbak.be/kennisbak/welke-boetes-krijg-je-bij-verkeerde-afvalstroomscheiding/

EPDM Basics: Chemical Compatibility and Important Benefits You Need to Know. (2021, september 20). Official Apple Rubber Blog. https://www.applerubber.com/blog/epdm-basics-chemical-compatibility-and-important-benefits-you-need-to-know/

Evliya Felek, B. N., Karadağ Erkoç, S., Özçelik, M., & Yörükoğlu, D. (2025). Impact of waste segregation training on medical and recyclable waste in an operating theater a quasi experimental study. Scientific Reports, 15(1), 18430. https://doi.org/10.1038/s41598-025-02797-z

Favero Health Projects—HOME-en. (z.d.). Geraadpleegd 27 april 2026, van https://www.favero.it/en

Ferreira, M. J. C., Ventura, C. A. A., Valadares, G. V., da Silva, T. P., da Silva, L. J., & Silva, Í. R. (2024). Complexities of nursing in healthcare waste management in hospitals. Revista Brasileira de Enfermagem, 77(6), e20230391. https://doi.org/10.1590/0034-7167-2023-0391

Franco, C., Galdi, G., & Nicolli, F. (2025). The role of time in pro-environmental behaviours uptake: The case of waste sorting in Italy. Journal of Economic Interaction and Coordination, 1-37. https://doi.org/10.1007/s11403-025-00467-x

Grandjean, E., Hünting, W., & Pidermann, M. (1983). VDT Workstation Design: Preferred Settings and Their Effects. Human Factors, 25(2), 161-175. https://doi.org/10.1177/001872088302500203

Health-care waste. (z.d.). Geraadpleegd 10 oktober 2025, van https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste?utm_source=chatgpt.com

Herweyers, L. (2024). Designing long-term reuse: Uncovering motivators and barriers to sustained use of reusable alternatives to single-use products [University of Antwerp]. https://doi.org/10.63028/10067/2043990151162165141

Ibrahim, M., Kebede, M., & Mengiste, B. (2023). Healthcare Waste Segregation Practice and Associated Factors among Healthcare Professionals Working in Public and Private Hospitals, Dire Dawa, Eastern Ethiopia. Journal of Environmental and Public Health, 2023, 8015856. https://doi.org/10.1155/2023/8015856

Injectienaalden in een naaldcontainer van 4 liter | Veolia Belgium. (z.d.). Veolia Webshop. Geraadpleegd 6 november 2025, van https://shop.veolia.be/nl/injectienaalden/naaldcontainer-4l-naalden

International Organization for Standardization. (2009). NBN-EN ISO 14738: Safety of machinery — Anthropometric requirements for the design of workstations. ISO.

Knussen, C., & Yule, F. (2008). "I'm Not in the Habit of Recycling"The Role of Habitual Behavior in the Disposal of Household Waste. Environment and Behavior - ENVIRON BEHAV, 40, 683-702. https://doi.org/10.1177/0013916507307527

Kobis, N., Lingen, S., Dores Cruz, T., Iragorri Carter, D., van Prooijen, J. W., Righetti, F., & Lange, P. (2019). The Look Over Your Shoulder: Unethical Behaviour Decreases in the Physical Presence of Observers. https://doi.org/10.31234/osf.io/gxu96

Koninklijk Besluit van 30 september 2020 houdende de bereiding en de aflevering van geneesmiddelen en het gebruik en de distributie van medische hulpmiddelen binnen verzorgingsinstellingen. (2020). Belgisch Staatsblad. https://etaamb.openjustice.be/nl/koninklijk-besluit-van-30-september-2020_n2020031582.html

Kuhlmann, E. (2025). The health workforce crisis in the European Union.

Lee, S. M., & Lee, D. (2022). Effective Medical Waste Management for Sustainable Green Healthcare. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(22), 14820. https://doi.org/10.3390/ijerph192214820

Lin, J.-H., & McGorry, R. (2009). One-Handed Pull Strength Capacity for the Male Population. In Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting Proceedings (Vol. 53). https://doi.org/10.1518/107118109X12524444080350

Missi, E. (2024, oktober 25). EPDM – Chemical Resistance Chart. Darwin Microfluidics. https://blog.darwin-microfluidics.com/epdm-chemical-resistance-chart/

Mordor Intelligence. (2026, januari 12). Medical Carts Market Size, Trends Analysis, Growth & Outlook | 2031. Mordor Intelligence. https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/medical-carts-market

Motmans, R. (2017, september 21). Reikafstand. Ergonomie site. https://www.ergonomiesite.be/reikafstand/

NEN EN 527 werktafel en bureau: Norm en eisen. (z.d.-a). Ergonomiespecialist. Geraadpleegd 23 mei 2026, van https://ergonomiespecialist.nl/arbo-normen-werkplek/nen-en-527/

on, P. M. H. (2016, mei 26). 8 Types of Business Models & the Value They Deliver. Harvard Business School. https://online.hbs.edu/blog/post/types-of-business-models

OVAM. (z.d.). Afval in de gezondheidszorg. Geraadpleegd op 30 september 2025, van https://ovam.vlaanderen.be/afval-in-de-gezondheidszorg

Padmanabhan, K. K., & Barik, D. (2019). Health Hazards of Medical Waste and its Disposal. Energy from Toxic Organic Waste for Heat and Power Generation, 99-118. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102528-4.00008-0

Paillard, S. (2026, maart 25). Startup Valuation: Methods, Benchmarks, and How to Negotiate. Sesamers. https://sesamers.com/insights-news/startup-valuation-guide/

Prasad, P. A., Joshi, D., Lighter, J., Agins, J., Allen, R., Collins, M., Pena, F., Velletri, J., & Thiel, C. (2022). Environmental footprint of regular and intensive inpatient care in a large US hospital. The International Journal of Life Cycle Assessment, 27(1), 38-49. https://doi.org/10.1007/s11367-021-01998-8

Precedence Research. (2024, januari 11). Medical Carts Market Size Estimated to Reach USD 11.68 Bn by 2032. GlobeNewswire News Room. https://www.globenewswire.com/news-release/2024/01/11/2807793/0/en/Medical-Carts-Market-Size-Estimated-to-Reach-USD-11-68-Bn-by-2032.html

Quttainah, M. A., & Singh, P. (2024). Barriers to Sustainable Healthcare Waste Management: A Grey Method Approach for Barrier Ranking. Sustainability, 16(24), 11285. https://doi.org/10.3390/su162411285

Regulation (EU) 2025/40 of the European Parliament and of the Council of 19 December 2024 on Packaging and Packaging Waste, Amending Regulation (EU) 2019/1020 and Directive (EU) 2019/904, and Repealing Directive 94/62/EC (Text with EEA Relevance) (2024). http://data.europa.eu/eli/reg/2025/40/oj

Rodríguez-Jiménez, L., Romero-Martín, M., Spruell, T., Steley, Z., & Gómez-Salgado, J. (2023). The carbon footprint of healthcare settings: A systematic review. Journal of Advanced Nursing, 79(8), 2830-2844. https://doi.org/10.1111/jan.15671

Rolewicz-Kalińska, A. (2016). Logistic Constraints as a Part of a Sustainable Medical Waste Management System. Transportation Research Procedia, 16, 473-482. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.11.044

Rubber Chemical Resistance Guide. (z.d.). Geraadpleegd 30 mei 2026, van https://eriks.com/en/tools/rubber-chemical-resistance-guide.html

RUZB-CHAB. (z.d.). RUZB-CHAB. Geraadpleegd 20 mei 2026, van http://www.univ-hospitals.be/

Sahiledengle, B. (2019). Self-reported healthcare waste segregation practice and its correlate among healthcare workers in hospitals of Southeast Ethiopia. BMC Health Services Research, 19(1), 591. https://doi.org/10.1186/s12913-019-4439-9

SCHMITZ | Medical furniture | Made in Germany | SCHMITZ. (z.d.). Geraadpleegd 27 april 2026, van https://schmitz-medical.com/en/

Schultz, K. L., Batten, D. M., & Sluchak, T. J. (1998). Optimal viewing angle for touch-screen displays: Is there such a thing? International Journal of Industrial Ergonomics, 22(4-5), 343-350. https://doi.org/10.1016/S0169-8141(97)00087-5

See, K. C. (2023). Improving environmental sustainability of intensive care units: A mini-review. World Journal of Critical Care Medicine, 12(4), 217-225. https://doi.org/10.5492/wjccm.v12.i4.217

Steg, L., & Vlek, C. (2009). Encouraging pro-environmental behaviour: An integrative review and research agenda. Journal of Environmental Psychology, 29(3), 309-317. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2008.10.004

Sundberg, F., Baid, H., & Israelsson-Skogsberg, Å. (2024). A mountain of waste created daily: A thematic analysis of environmental sustainability experiences of postgraduate intensive care nursing students. BMC Nursing, 23(1), 679. https://doi.org/10.1186/s12912-024-02347-4

Sürme, Y., Maraş, G., & Aydin Akbuğa, G. (2025). Environmental sustainability, medical waste management, energy and medicine consumption of the surgical intensive care nurses: A qualitative study. Nursing in Critical Care, 30(1), 27-36. https://doi.org/10.1111/nicc.13150

The European Green Deal—European Commission. (z.d.). Geraadpleegd 27 april 2026, van https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

Udayanga, L., Sahana, L., Perera, A., Ranasinghe, K., & Ranathunge, T. (2023). Knowledge, perceptions and practices on healthcare waste management and associated occupational health hazards among healthcare professionals in the Colombo District, Sri Lanka: A cross-sectional study. Frontiers in Public Health, 11, 1215648. https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1215648

Vanmeerbeeck, W., & Werecircle. (2025). Afvalanalyse UZ Leuven ICU1 [Rapport].

Villard Médical: Le mobilier médical fabriqué en France. (z.d.). Geraadpleegd 27 april 2026, van https://www.villard-medical.com/

World Health Organization. (2014). Safe management of wastes from health-care activities (Y. Chartier, J. Emmanuel, U. Pieper, A. Prüss, P. Rushbrook, R. Stringer, W. Townend, S. Wilburn, & R. Zghondi, Eds.; 2nd ed.). WHO Press.

Y., C., J., E., & U., P. (2014). Safe Management of Wastes from Health-care Activities: A Practical Guide (2nd ed). World Health Organization.

ZAS. (z.d.). Duurzaamheid: Werken aan de kwaliteit van morgen | Ziekenhuis aan de Stroom [ZAS]. Geraadpleegd 30 september 2025, van https://www.zas.be/over-zas/kwaliteit/duurzaamheid-werken-aan-de-kwaliteit-van-morgen

Zhao, W., van der Voet, E., Huppes, G., & Zhang, Y. (2009). Comparative life cycle assessments of incineration and non-incineration treatments for medical waste. The International Journal of Life Cycle Assessment, 14(2), 114-121. https://doi.org/10.1007/s11367-008-0049-1

## Verklaring gebruik AI-hulpmiddelen

Voor dit dossier werd gebruikgemaakt van ChatGPT (OpenAI, 2024) uitsluitend als taalondersteunend hulpmiddel, met name voor het academisch verwoorden en herformuleren van door de auteur aangeleverde tekst. Het hulpmiddel heeft geen nieuwe inhoud gegenereerd en geen bijdrage geleverd aan de conceptuele, empirische of theoretische ontwikkeling van deze paper.

De gebruikte prompt hiervoor:
‘Kan u deze tekst academisch herschrijven zonder toevoeging van extra inhoud, het verzinnen van bronnen en het overschrijden van het aantal woorden?’

# Bijlagen

## Bijlage 1: Observatieplan

Onderzoeksvraag
Hoe wordt afval momenteel gescheiden en afgevoerd binnen de afdeling intensieve zorgen, en op welke punten verloopt de scheiding tussen de verschillende afvalstromen fout?
Subvragen

- Hoe verloopt het traject van elke individuele afvalstroom (van ontstaan tot afvoer) binnen de verzorgingsbox en op de afdeling intensieve zorgen?
- Welke afdeling komt er in aanraking en is verantwoordelijk voor de afdanking van welke afvalstroom?
- Welke handelingen stellen zorgverleners bij het wegwerpen van elke afvalstroom, en welke afvalstromen komen het vaakst met elkaar in contact?
- Welke omgevingsfactoren beïnvloeden de correcte afvalscheiding?
- Welke patronen, gewoontes of shortcuts lijken bij te dragen tot foutieve afvalscheiding?
- Welke eigen initiatieven, met betrekking op het afdanken van bepaalde afvalstromen, hebben er ooit al bestaan? Ondervonden deze succes?

a) Routines, regels, rollen en relaties

Routines

- Welke afvalhandelingen keren het vaakst terug bij dagelijkse zorgtaken?
- In de verzorgingsbox: welke handelingen komen het vaakst voor met afval als resultaat?
- Op welke momenten van de dag wordt het meeste afval geproduceerd?
- Hoeveel aandacht of tijd besteden verplegers aan afvalscheiding tijdens hun handelingen?
- Zijn er zichtbare routines die leiden tot foutieve afvalscheiding?

Regels

- Aan welke veiligheidsvoorschriften moet er voldaan worden tijdens het afdanken/afvoeren van afval of een bepaalde afvalstroom?
- Zijn er specifieke regels per afvalstroom?
- Wordt er soms bewust afgeweken van de regels, en waarom (bv. gemak, tijdsdruk, onduidelijkheid)?
- Volgt iedereen de regels op dezelfde manier, of bestaat hier soms onenigheid over?
- Worden collega's aangesproken op fout gedrag, of niet?
- Wordt het opvolgen van deze regels gecontroleerd? Indien ja, hoe?

Rollen

- Wie (stakeholder) gooit het afval weg in de voorziene of foute recipiënt? Wie creëert welke afvalstroom?
- Welke stakeholder verzamelt en voert welke afvalstroom af?
- Is het duidelijk wie voor welke afvalstroom verantwoordelijk is?
- Voelen zorgverleners zich betrokken bij correct afvalbeheer, of eerder niet?
- Vindt er veel communicatie plaats tussen de verschillende stakeholders als het gaat over de afdanking van een afvalstroom?

Relaties

- Wordt afvalscheiding besproken in het team (formeel of informeel)?
- Hoe reageren collega's op elkaar bij foutief afvalgebruik?
- Hoe verloopt de communicatie over volle bakken, afvalophaling, of tekorten aan containers?
- Wordt afvalbeheer als een gedeelde verantwoordelijkheid ervaren?
- Hoe worden conflicten of problemen opgelost?

b) Acties, reacties en interacties

- Welke concrete handelingen stellen zorgverleners bij het wegwerpen van afval?
- Hoe reageren zorgverleners wanneer een afvalbak vol is, ontbreekt of moeilijk bereikbaar is?
- Wat gebeurt er wanneer een zorgverlener merkt dat afval verkeerd wordt weggegooid?
- Hoe communiceren teamleden onderling over afvalscheiding tijdens het werk?
- Hoe beïnvloeden collega's elkaars gedrag rond afval (positief of negatief)?
- Welke samenwerking is zichtbaar tussen zorg- en logistiek personeel bij de afvoer van afval?

c) UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology) model toegepast

Prestatieverwachting

- In welke mate tonen zorgverleners dat ze het nut of belang van correcte afvalscheiding inzien?
- Zijn er momenten waarop zorgverleners correct scheiden omdat ze geloven dat dit bijdraagt tot een vlottere werking, veiligheid of ecologie?

Inspanningsverwachting

- Hoe ervaren zorgverleners de praktische haalbaarheid van afvalscheiding tijdens hun zorgtaken (tijd, toegankelijkheid, gemak)?
- Wordt correct scheiden vermeden of vereenvoudigd door tijdsdruk, onhandige plaatsing of gebrek aan middelen?

Sociale invloed

- In welke mate laten zorgverleners zich leiden door het gedrag of de verwachtingen van collega's of leidinggevenden bij afvalscheiding?

Faciliterende omstandigheden

- Welke hulpmiddelen of omstandigheden (zoals infrastructuur, materiaal, ondersteuning, opleiding) vergemakkelijken of belemmeren correct afvalbeheer?

# Bijlage 2: Vragen kwalitatieve bevraging

**Vraag 1:**
Ik stem ermee in om deel te nemen aan het onderzoek
Ik verkies liever niet deel te nemen aan het onderzoek

**Vraag 2:**
*Duid aan welke types afval er voor jou bij elk statement horen. (De respondent kan per statement één of meerdere afvaltypes aanduiden.)*

Afvaltypes:
RMA – nRMA – Pulpmateriaal/urinalen – Batterijen – PMD – Papier/karton – Injectienaalden – Medicatieglas – Gebruikte instrumenten – Geen enkel type afval

Statements:

Van dit type afval weet ik dat ik het altijd in de juiste bak/zak gooi.
Van dit type afval weet ik dat ik het in de rapte wel eens fout durf weg te gooien.
Voor dit type afval wandel ik de afdeling door om het weg te gooien.
Van dit type afval weet ik nooit echt goed waar het thuishoort.

**Vraag 3:**
*In welke mate zijn volgens jou de verantwoordelijkheden rond afvalbeheer (tussen verpleging, zorgkundigen, housekeeping en supply chain) duidelijk verdeeld?*

Helemaal duidelijk
Grotendeels duidelijk
Niet altijd duidelijk
Helemaal onduidelijk

**Vraag 4:**
*Wie is er volgens jou het meest verantwoordelijk voor het correct sorteren van afval op de afdeling?*

De verpleegkundigen
De zorgkundigen
Housekeeping
Supply chain
Anderen:

**Vraag 5:**
*Heb je ooit onduidelijkheid ervaren over wat te doen met een bepaald type afval?*

Vaak, dan gaat het over (type afval):
Soms, dan gaat het over (type afval):
Zelden, maar als het voorkomt is het (type afval):
Nooit

**Vraag 6:**
*Wat gebeurt er meestal met afval tijdens piekmomenten of bij tijdsdruk?*

Wordt even opzij gezet tot later
Wordt sneller maar minder zorgvuldig weggegooid
Wordt correct verwerkt ondanks drukte
Hangt af van de persoon of de situatie
Ik doe het anders, namelijk:

**Vraag 7:**
*Welke afvalstromen zie je het vaakst samen in dezelfde zak/container belanden?*

nRMA en PMD
nRMA en RMA
PMD en RMA
Papier en nRMA
Anderen:

**Vraag 8:**
*Wat maakt correct sorteren volgens jou het moeilijkst?*

Tijdsdruk
Te weinig plaats
Onduidelijke aanduidingen
De juiste bak/zak is niet aanwezig waar ik het afval wil weggooien
Niet voldoende kennis van de sorteerregels
Gewoonte / routine
Geen specifiek probleem

**Vraag 9:**
*Heb je het gevoel dat er voldoende informatie of vorming is rond afvalscheiding?*

Ja, zeker
Grotendeels wel
Eerder niet
Helemaal niet

**Vraag 10:**
*Hoe beoordeel je de huidige inrichting van afvalcontainers op de afdeling (plaats, herkenbaarheid, bereikbaarheid)?*

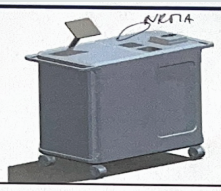
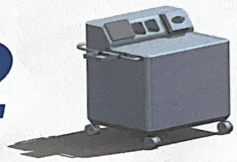
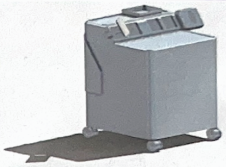
Goed georganiseerd
Redelijk, maar kan beter
Eerder verwarrend
Onpraktisch

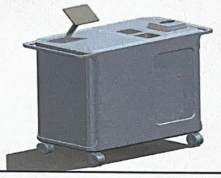
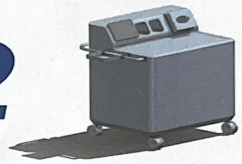
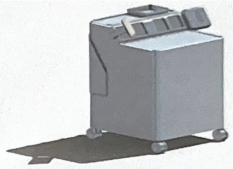
**Vraag 11:**
*Wat zou er volgens jou verbeterd kunnen worden?*

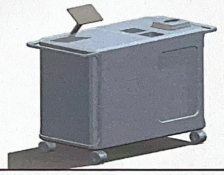
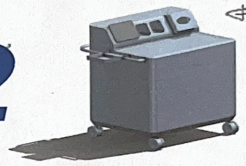
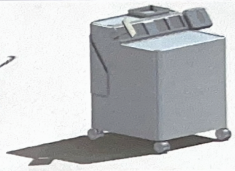
**Vraag 12:**
*Wat maakt het volgens jou moeilijk om afval correct te sorteren tijdens het werk?*

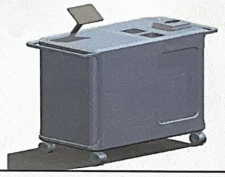
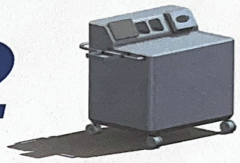
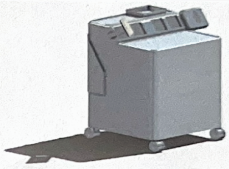
**Vraag 13:**
*Zie je bepaalde gewoontes of 'snelle oplossingen' die vaak gebruikt worden bij het weggooien van afval?*

# Bijlage 3: Evaluatieformulieren verificatie

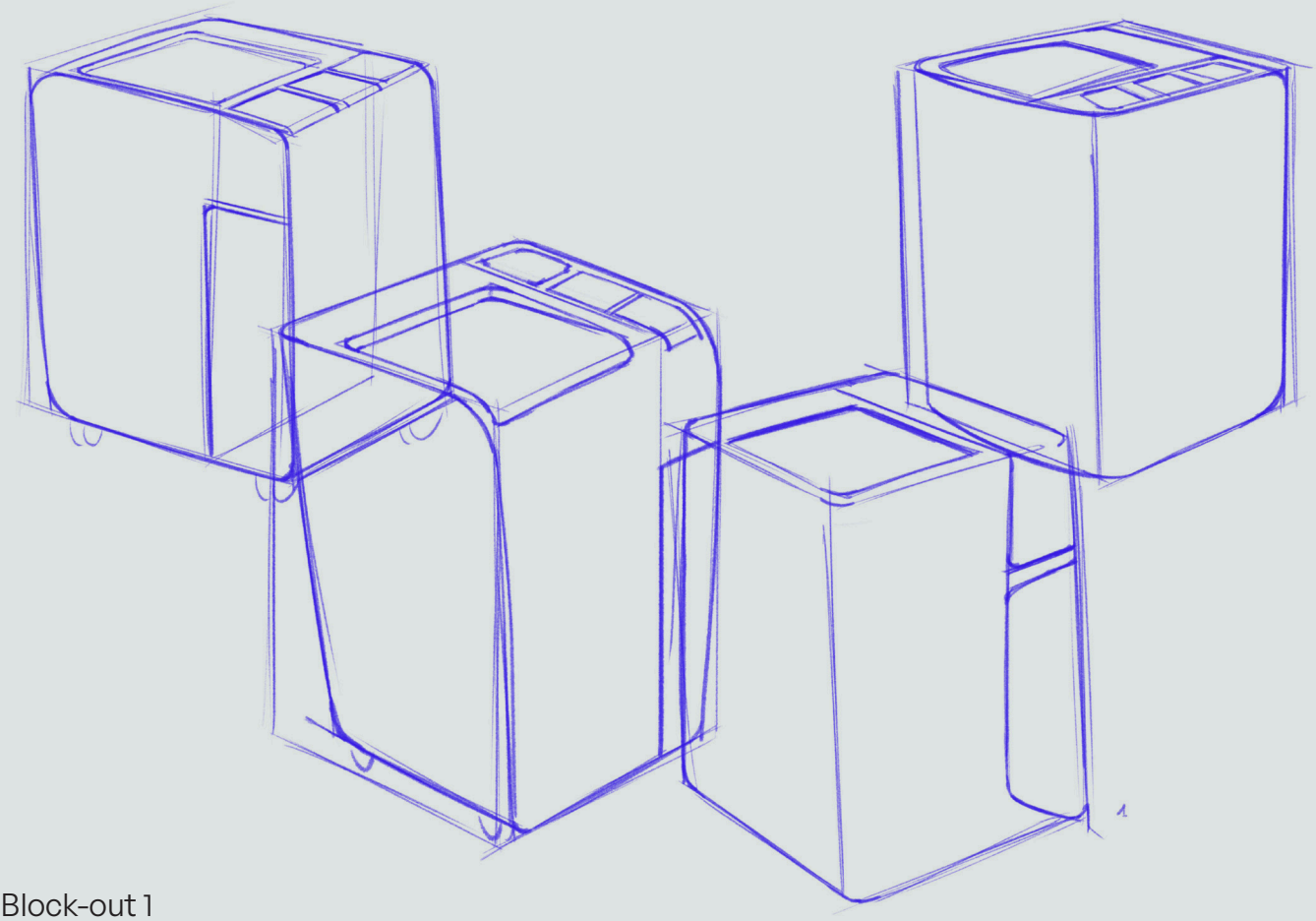
| Concept Verificatie | 1  | 2  | 3  |
|---|---|---|---|
| Volume geheel (score op 10) | 8 | 5 | 7 |
| Positie schuiven, lades, pedalen (score op 10) | 10 + extra RHA Bellina kan (6 schuiven) | 10 | 10 |
| Positie gaten (afvalstromen) (score op 10) | 10 | 8 | 6 |
| Positie gebruiker (score op 10) | 8 | 8 | 7 |
| Grootte werkvlak (score op 10) | groot genoeg 10 | 5 | 10 |
| Notities | - werkblad groot genoeg, mag zelf wat kleiner, zou ook de zijn | - veel te groot verbruik. (lengte)<br>- 7 RHA in lade | - lelijk<br>- PC/tablet te ver<br>↳ arm zou voor goed zitten |

| Concept Verificatie | 1  | 2  | 3  |
|---|---|---|---|
| Volume geheel (score op 10) | 7/10 Veel groter dan huidige kar | 8/10 Quasi huidige kar? iets dieper en breder | 10/10 Quasi huidige kar iets dieper |
| Positie schuiven, lades, pedalen (score op 10) | 10/10 links lijkt logisch ← | 10/10 → | 10/10 OK ij |
| Positie gaten (afvalstromen) (score op 10) | 10/10 | 10/10 | 10/10 |
| Positie gebruiker (score op 10) | 8/10 | 8/10 | 10 8/10 Compacter alles lijkt dichterbij |
| Grootte werkvlak (score op 10) | 10/10 | 8/10 Nogal groot | 9/10 |
| Notities | ? Is RHA module echt nodig ? ← | → | |

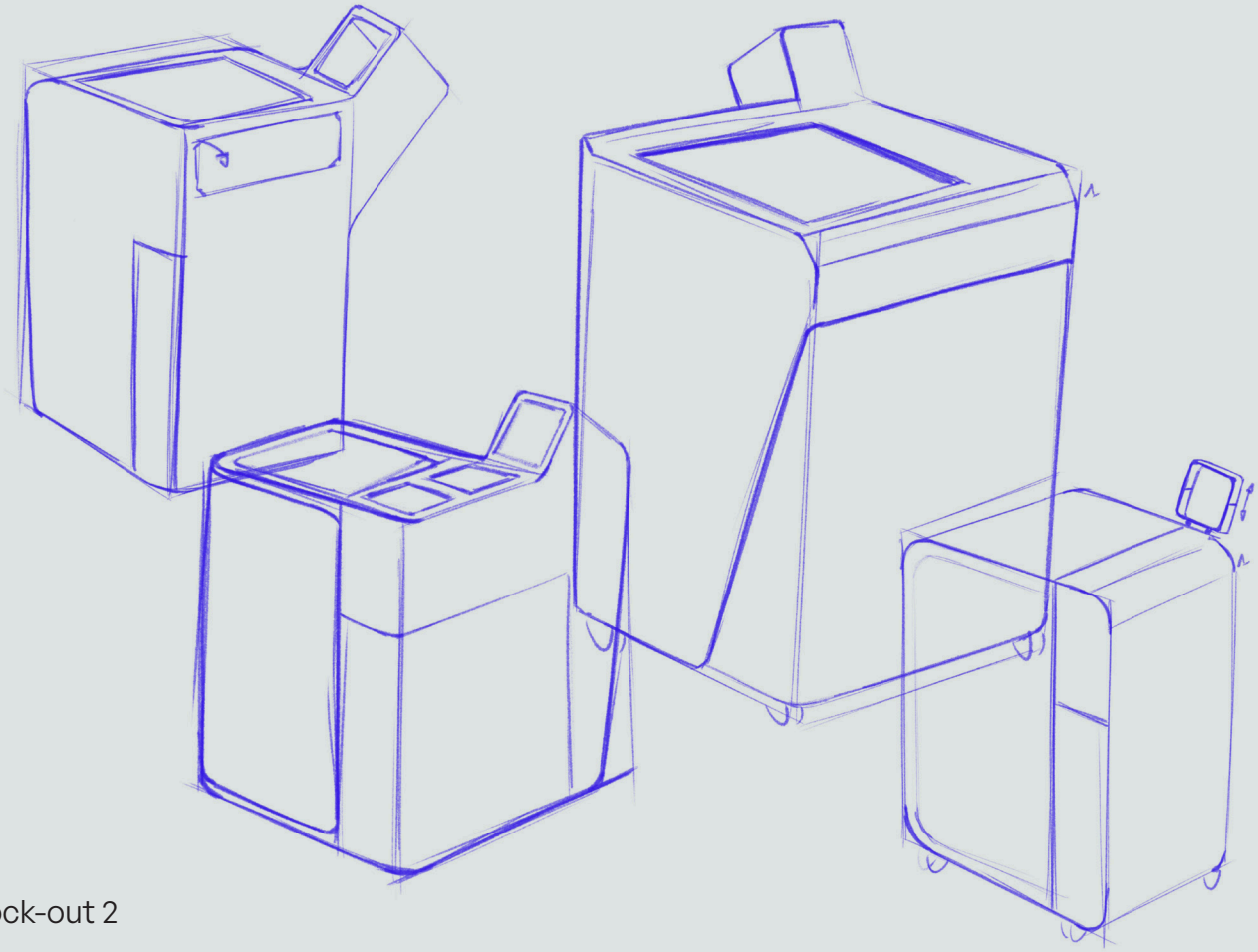
| Concept Verificatie | 1  | 2  | 3  |
|---|---|---|---|
| **Volume geheel (score op 10)** | 8/10 | 5/10 | 7/10 |
| **Positie schuiven, lades, pedalen (score op 10)** | 8/10 | 8/10 | 8/10 |
| **Positie gaten (afvalstromen) (score op 10)** | 8/10 vuil - proper beter gescheiden kan is in de breedte nog in te breiden (RMA weg) | 5/10 gevoelsmatig, afval over proper werkvlak tot | 5/10 → idem |
| **Positie gebruiker (score op 10)** | 8/10 | 6/10 je kijkt op het afval + scherm staat te ver | 7/10 je kijkt enkel op proper afval |
| **Grootte werkvlak (score op 10)** | 8/10 | 6/10 | 7/10 |
| **Notities** | | | |

| Concept Verificatie | 1  | 2  | 3  |
|---|---|---|---|
| **Volume geheel (score op 10)** | Te breed (7) | Mag iets minder breed (8) | Te diep (4) |
| **Positie schuiven, lades, pedalen (score op 10)** | | NRMA IN LADE MET SCHUIF? LIEVER OOK GAT | |
| **Positie gaten (afvalstromen) (score op 10)** | 9 | 8 | Te diep op werkvlak 6 |
| **Positie gebruiker (score op 10)** | 8 (OPEN BLIK) | 7 (ziet? HOGERE) KAR + PC ARM | 6 |
| **Grootte werkvlak (score op 10)** | 9 | 8 | 6 |
| **Notities** WERKBLAD ONDERSCHEIDEN VAN AFVAL DEEL. | ZONDER RMA/NRMA DEEL VEEL POTENTIEEL. GAT VOOR NAALDCONTAINER TMD EN NRMA VOORAAN KLEPJE VOOR PAPIER? | | |

# Bijlage 4: Vormschetsen block-out 1 & 2



Block-out 1



Block-out 2

# Bijlage 5: Bevraging monitor vs. tablet

**Vraag 1:**
Ik stem ermee in om deel te nemen aan het onderzoek
Ik verkies liever niet deel te nemen aan het onderzoek

**Vraag 2:**
*Wat is uw functie op de afdeling intensieve zorgen?*

Verpleegkundige 86%
Zorgkundige 5%
Housekeeping
Supply chain
Overige: 8%
- Hoofdverpleegkundige
- Leidingevende
- Kwaliteitscoördinator

**Vraag 3:**
*Hoe vaak gebruikt u de verzorgingskar tijdens uw werkdag?*

Meerdere keren per uur 54%
Meerdere keren per shift 30%
Enkele keren per shift 5%
Zelden 11%
Andere:

**Vraag 4:**
*Hoeveel jaren ervaring heeft u al reeds in de zorg?*

1-5 14%
5-10 14%
10-20 41%
20+ 32%

**Vraag 5:**
*Hoe makkelijk vindt u het momenteel om met de monitor (scherm) en het toetsenbord te werken?*

Likertschaal van 1 tot en met 10

Detractor 28%
Passive 48%
Promotor 24%

**Vraag 6:**
*Welke functionaliteiten missen volgens u wanneer u de huidige monitor (scherm) met toetsenbord moet gebruiken?*

Touchscreen 24%
Verstelbaarheid van hoek en afstand van het scherm 38%
De mogelijkheid om het scherm tot bij de patiënt mee te nemen 34%
Andere: 31%

**Vraag 7:**
*Welke interface zou volgens u het meest praktisch zijn op een verzorgingskar?*

Een tablet/iPad (toucscreen) 17%
Een monitor met toetsenbord en muis 59%
Geen sterke voorkeur 24%

**Vraag 8:**
*Voor welke taken zou touchscreen volgens u beter werken? (meerder opties mogelijk)*

Snelle registratie 21%
Navigeren door de software 10%
Minder plaats nodig op de kar 31%
Een verstelbare arm waarop het scherm geplaatst kan worden 14%
Eenvoudiger te reinigen 24%
Mogelijkheid om tablet af te halen en patiëntendossier te raadplegen los van de verzorgingskar 45%
Ik denk niet dat touchscreen beter is 41%
Andere: 7%

**Vraag 9:**
*Wat zouden volgens u de nadelen kunnen zijn van een tablet/Ipad?*

Moeilijker om lange input te typen 76%
Ik zou niet weten hoe het werkt 0%
Batterijbeheer van alle Ipads 48%
Kans op beschadiging 55%
Kans op het verliezen ervan 55%
Ik zie geen nadeel 3%
Andere: 24%

**Vraag 10:**
*Stel dat u de ideale verzorgingskar mag ontwikkelen, dan heeft die:*

Een tablet/Ipad 3%
Een monitor (scherm) met toetsenbord en muis 48%
Combinatie (tablet/Ipad + toetsenbord) 41%
Andere: 7%

# Bijlage 6: Chemische bestendigheid PC



## Chemische bestendigheid polycarbonaat

Er zijn ontelbaar veel chemische elementen die via de omgeving of via werkzaamheden in contact kunnen komen met de polycarbonaat platen. De chemische bestendigheid van polycarbonaat is afhankelijk van het element en van de toegepaste concentratie.

Onderstaande lijst mag niet als volledige worden beschouwd.

| Chemicaliën | Concentratie | Resistent |
|---|---|---|
| Accuzuur | – | goed |
| Aceton | – | niet |
| Acetyleen | – | goed |
| Acrylonitril | – | niet |
| Aftap olie | – | goed |
| Ajax afwasmiddel | – | goed |
| Allyl-alcohol | – | beperkt |
| Aluin (kalium) | – | goed |
| Aluminium Chloride | verzadigd | goed |
| Aluminium Oxalaat | – | goed |
| Aluminium Sulfaat | verzadigd | goed |
| Ammonia water | – | niet |
| Ammoniak (Gas) | – | niet |
| Ammoniak (Waterig) | – | niet |
| Ammoniumcarbonaat | – | beperkt |

| Chemicaliën | Concentratie | Resistent |
|---|---|---|
| Ammoniumchloride | – | goed |
| Ammoniumfloride | – | niet |
| Ammoniumnitraat | – | goed |
| Ammoniumsulfaat | verzadigd | goed |
| Ammoniumsulfide | – | niet |
| Amyl Acetaat | – | niet |
| Amyl Alcohol | – | beperkt |
| Aniline | – | niet |
| Antimoon Titaantrichloride | verzadigd | goed |
| Arseenzuur | 20% | goed |
| Automatische omschakeling vet | – | goed |
| Autowassen | – | beperkt |
| Azijn | – | goed |
| Azijnzuur | 10% | goed |
| Azijnzuur | 25% | beperkt |

| Chemicaliën | Concentratie | Code |
|---|---|---|
| Baby lotion | – | goed |
| Bariumchloride | – | goed |
| Benzaldehyde | – | niet |
| Benzeen | – | niet |
| Benzine | – | niet |
| Benzoëzuur | – | niet |
| Benzylalcohol | – | niet |
| Bergzout | verzadigd | goed |

| Chemicaliën | Concentratie | Code |
|---|---|---|
| Bloed en bloed plasma | – | goed |
| Boorzuur (Natriumtetraboraat) | – | goed |
| Borax | – | goed |
| Boter | – | goed |
| Boterzuur | – | niet |
| Broom | – | niet |
| Broombenzeen | – | niet |
| Butaan | – | goed |



| | | |
|---|---|---|
| Betadine | – | goed |
| Bier | – | goed |
| Bietensiroop | – | goed |
| Bleekmiddel | – | goed |

| | | |
|---|---|---|
| Butylacetaat | – | niet |
| Butylalcohol | – | goed |
| Butyleen glycol | – | goed |
| | | |

| Chemicaliën | | Code |
|---|---|---|
| Cacao | – | beperkt |
| Calcium Hypochloriet | – | goed |
| Calcium zeep-vet | – | goed |
| Calciumchloride | verzadigd | goed |
| Calciumnitraat | – | goed |
| Carbol | – | niet |
| Chloorbenzeen | – | niet |
| Chloorgas (droog) | – | beperkt |
| Chloorgas (natte) | – | niet |
| Chloroform | – | niet |

| Chemicaliën | | Code |
|---|---|---|
| Chocolade | – | goed |
| Chrome aluin | verzadigd | goed |
| Chroomzuur | 20 % | goed |
| Citroenzuur | 10 % | goed |
| Coca Cola | – | beperkt |
| Cresol | – | niet |
| Cupritchloride | verzadigd | goed |
| Cyclohexaan | – | goed |
| Cyclohexanol | – | beperkt |
| Cyclohexanon | – | niet |

| Chemicaliën | | Code |
|---|---|---|
| DDT | – | goed |
| Diamyl Ftalaat | – | niet |
| Dieselolie | – | goed |
| Dietylether (Ethylether) | – | niet |
| Dimethyl Formaldehyde (DMF) | – | niet |

| Chemicaliën | | Code |
|---|---|---|
| Dimethyl Sulfoxide (DMSO) | – | niet |
| Dioxaan | – | niet |
| Diphenylpyrazole 5.3 | – | beperkt |
| Doctyl ftalaat | – | beperkt |
| | | |

| Chemicaliën | | Code |
|---|---|---|
| Ethanal (Aceetaldehyde) | – | niet |
| Ethanol (ethyl alcohol) | Puur | beperkt |
| Ethanol (ethylalcohol en water) | 96 % | goed |
| Ethyl bromide | – | niet |

| Chemicaliën | | Code |
|---|---|---|
| Ethylacetaat | – | niet |
| Ethyleen chloride | – | niet |
| Ethyleen Chlorodyrine | – | niet |
| Ethyleendichloride | – | niet |



| | | |
|---|---|---|
| Ethyl-amine | – | niet |

| | | |
|---|---|---|
| Ethyleenglycol (antivries) | – | beperkt |

| Chemicaliën | | Code |
|---|---|---|
| Fenol | – | niet |
| Ferrichloride | verzadigd | goed |
| Ferro-sulfaat | – | goed |
| Formaline | 10 % | goed |
| | | |
| **Chemicaliën** | **Resistent** | **Code** |
| Glucose | – | goed |
| Glutaaraldehyde | 50 % | goed |
| Glycerine | – | goed |

| Chemicaliën | | Code |
|---|---|---|
| Fosforzuur | 10 % | goed |
| Freon (overig) | – | niet |
| Freon TF | – | goed |
| | | |
| | | |
| **Chemicaliën** | **Resistent** | Code |
| Glycerol | – | goed |
| Glycol | – | goed |
| Groentesappen | – | goed |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Heptaan | – | goed |
| Hexaan | – | goed |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Hydrazine | – | niet |
| | | |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Inkt (algemeen) | – | goed |
| Isoamylalcohol (3-methyl-1-butanol) | – | beperkt |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Isopropyl alcohol (isopropanol) | – | goed |
| | | |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Jodium | – | niet |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Jodium (Lodine) | 5 % | goed |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Kalium Aluminum Alum (Sulfaat) | verzadigd | goed |
| Kalium Bichromate | – | goed |
| Kalium Bromate | – | goed |
| Kalium Bromide | – | goed |
| Kalium Chloride | verzadigd | goed |
| Kalium Cyanide | – | niet |
| Kalium Dichromate | verzadigd | goed |

| Chemi | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Kalkoplossing of -pasta (2%) | – | goed |
| Kamfer olie | – | niet |
| Kaneel | – | goed |
| Kerosine | – | goed |
| Ketchup | – | goed |
| Keuken handschoenen | – | niet |
| Koffie | – | beperkt |



| Kalium Hydroxyde | – | niet |
|---|---|---|
| Kalium Metabisulfite | 4 % | goed |
| Kalium Nitraat | verzadigd | goed |
| Kalium Perchlorate | 10 % | goed |
| Kalium Permanganaat | 10 % | goed |
| Kalium Persulfate | 10 % | goed |
| Kalium Rhodanide | verzadigd | goed |
| Kalium Sulfaat | verzadigd | goed |
| Kaliumacetaat | – | beperkt |

| Kooldioxide gas (vochtig) | – | goed |
|---|---|---|
| Koolmonoxide | – | goed |
| Koolstof bi-sulfiet | – | niet |
| Koolstof disulfide | – | niet |
| Koningswater | – | beperkt |
| Koper chloride | verzadigd | goed |
| Kopersulfaat | verzadigd | goed |
| Kwik / kwikzilver | – | niet |
| Kwik chloride | verzadigd | niet |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Lachgas | – | goed |
| Lakken en verdunners | – | goed |
| Lijnzaadolie | – | goed |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Likeuren | – | goed |
| Locite (metaallijm) | – | goed |
| Ligroin (Petroleum benzine) | – | goed |

| Chemicaliën | Resis | Code |
|---|---|---|
| Machine oliën | – | goed |
| Magnesium-sulfaat | verzadigd | goed |
| Magnesiumchloride | verzadigd | goed |
| Mangaan-sulfaat | verzadigd | goed |
| Margarine | – | goed |
| Mayonaise | – | goed |
| Melk | – | niet |
| Melkzuur | 20 % | goed |
| Methanol (Metyl alcohol) | Puur | beperkt |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Methaan | – | goed |
| Methaanzuur (mierenzuur) | | |
| Methyl cellusolve | – | niet |
| Methyl Ethyl Keton (MEK) | – | niet |
| Methylamine | – | goed |
| Methyleen chloride | – | niet |
| Methylmethacrylaat | – | niet |
| Mosterd | – | goed |
| Motorolie (algemeen) | – | goed |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Natrium Hypochloriet | 5 % (Chloor) | goed |
| Natrium Nitraat | – | niet |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Natrium Carbonaat (kristalsoda) | verzadigd | goed |
| Natrium Chlomaat | – | goed |

| | | |
|---|---|---|
| Natrium Sulfaat | Verzadigd | goed |
| Natrium Sulfide | – | niet |
| Natrium Thiosulfaat | – | goed |
| Nafta Stanisol ? | – | goed |
| Natrium Bisulfaat | verzadigd | goed |
| Natrium Bisulfiet | verzadigd | goed |

| | | |
|---|---|---|
| Natrium Chloraat | – | goed |
| Nikkel Sulfaat | – | niet |
| Nitrobenzeen | – | goed |
| Nitropropane | – | goed |
| Nootmuskaat | – | niet |
| | | |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Oliezuur | – | niet |
| Ontstoppingsmiddel | – | niet |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Oxaalzuur | 10 % | goed |
| Ozon | – | goed |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Paprika | – | goed |
| Pentaan | – | beperkt |
| Peper | – | beperkt |
| Perchlooretheen | – | goed |
| Petroleum/aardolie | – | beperkt |
| Perchloric zuur (gebonden) | 10 % | niet |
| Phosphorous Pentoxide | 25 % | beperkt |
| Phosphorous Trichloride | – | niet |
| Plamuur (stopverf) | – | goed |
| Plantaardige oliën | – | goed |
| Polyethyleen | – | goed |
| Polyethyleen Glycol | – | goed |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Perchloric zuur (gebonden) | 10 % | niet |
| Petroleum | – | goed |
| Petroleum Ether | – | beperkt |
| Petroleum olie (verfijnd) | – | goed |
| Potas / Kaliloog | – | niet |
| Phosphorous Oxychloride | – | goed |
| Propaan | – | goed |
| Propargyl Alcohol | – | goed |
| Propionzuur | 20 % | goed |
| Propionzuur (gebonden) | | niet |
| Propyl Alcohol (1-Propanol) | – | goed |
| Pyridine | – | niet |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Remvloeistof | – | niet |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| | | |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Salpeterzuur | 20 % | goed |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Spijsolie | – | goed |



| | | |
|---|---|---|
| Silicofluoric zuur | 30 % | goed |
| Silicone olie | – | goed |
| Silicone vet/smeer | – | goed |
| Sla olie | – | goed |
| Smeerolie (algemeen) | – | goed |
| Spaanse peper | – | niet |
| Spekvet (bakvet) | – | goed |

| | | |
|---|---|---|
| Spindel olie | – | goed |
| Steenkoolgas | – | goed |
| Styreen | – | niet |
| Suiker | verzadigd | goed |
| Sulfurous zuur | 10 % | niet |
| Sulfuryl chloride | – | niet |
| | | |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Tabak | – | goed |
| Terpentijn | – | beperkt |
| Terpineol | – | niet |
| Tetra | – | niet |
| Tetrahydrofuraan | – | niet |
| Tetralin | – | niet |
| Thiofeen | – | niet |
| Tijm | – | goed |
| Tinnen chloride | – | goed |
| Titaan Tetrachloride | – | goed |
| Tolueen | – | niet |
| Titaan Tetrachloride | – | goed |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Titaan Tetrachloride | – | goed |
| Tolueen | – | niet |
| Toverhazelaar (huidverzorging) | – | goed |
| Traangas | – | beperkt |
| Transformator olie | – | goed |
| Trichloroethyl fosfaat | – | beperkt |
| Trichloroethylamine | – | niet |
| Tricresyl phosphite | – | niet |
| Transformator olie | – | goed |
| Trichloroethyl (fosfaat) | – | beperkt |
| Trichloroethylamine | – | niet |
| Tricresyl phosphite | – | niet |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Vacuümpomp olie | – | goed |
| Vanille | – | goed |
| Vanilline | – | goed |
| Vaseline | – | goed |
| Vernis | – | niet |
| Versnellingsbakolie | – | goed |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Vet (algemeen automotive) | – | goed |
| Vis en visolie | – | goed |
| Vlees | – | goed |
| Vloeizuur (waterstoffluoride) | 20 % | goed |
| Vloer reiniger | – | goed |
| Vruchtensappen en -pulp | – | goed |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|



| | | |
|---|---|---|
| Uien | – | goed |
| | | |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Wasmiddel (algemeen) | – | beperkt |
| Wasmiddelen | – | goed |
| Waterstofperoxide | 30 % | goed |
| Waterstofsulfide | – | goed |

| | | |
|---|---|---|
| Ureum | – | goed |
| | | |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Wijn, Whisky, Wodka, Rum, Cognac | – | goed |
| Wijnsteenzuur | 30 % | goed |
| Wonderolie | – | goed |
| Worcestersaus | – | goed |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Xyleen | – | niet |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| | | |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Zeep (ivoor) | – | goed |
| Zeewater (gedemineraliseerd) | – | goed |
| Zetmeel | – | goed |
| Zinkchloride | – | goed |
| Zinkoxide | – | goed |
| Zinksulfaat | – | goed |

| Chemicaliën | Resistent | Code |
|---|---|---|
| Zinkstearaat | – | goed |
| Zilvernitraat | – | goed |
| Zout | – | goed |
| Zuiveringszout | verzadigd | goed |
| Zwaveldamp (gas) | – | goed |
| Zwavelzuur | <50<br>50-70 | goed<br>beperkt |

Belangrijk:
Wij wijzen op het gevaar van toepassing polycarbonaat in combinatie met PVC-houdende afdichtingen (weekmakers) en Silicone met azijn. Polycarbonaat is niet bestand tegen deze middelen.

# Bijlage 7: Kostenanalyse

| Onderdeel | Aantal | Beschrijving | Productietechniek | Materiaal | Oppervlakte (m²) | Gewicht (Kg) | Kostprijs | Prijs per Kg (€) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Voorwand | 1 | Voorwand van het product | Lasersnijden + vacuümvormen | PP | 1.6 | 2.4 | 38.36 | 1.4 |
| Ladefront 80mm | 2 | Ladefronten voor manden 50mm | Vacuümvormen | PP | | 0.2 | 0.28 | 1.4 |
| Ladefront 120mm | 2 | Ladefronten voor manden 100mm | Vacuümvormen | PP | | 0.26 | 0.364 | 1.4 |
| Ladefront 160mm | 1 | Ladefront voor manden 100mm in het midden | Vacuümvormen | PP | | 0.35 | 0.49 | 1.4 |
| Ladefront 240mm | 1 | Ladefront voor mand 200mm | Vacuümvormen | PP | | 0.56 | 0.784 | 1.4 |
| Structuur lades | 6 | Draagstructuur voor de manden, wordt bevestigd op ladefronten | Spuitgieten | PP | | 0.28 | 0.392 | 1.4 |
| Keyboardlade | 1 | Stuk waar keyboard en muis op worden gepositionieerd | Frezen | PP | | 2.1 | 2.94 | 1.4 |
| Behuizing naaldcontainer | 1 | Hoofdafscherming van naaldcontainer naar de rest van het product | Lasersnijden + vacuümvormen | PP | | 0.27 | 0.378 | 1.4 |
| Deksel PMD/Karton | 2 | Deksels voor zowel PMD als karton-fractie | Spuitgieten | PP | | 0.071 | 0.0994 | 1.4 |
| Push-omhulsel | 1 | Insert in behuzing naaldcontainer om opening te faciliteren | Vacuümvormen | PP | | 0.05 | 0.07 | 1.4 |
| Binnenkant nRMA-lade | 1 | Scheiding tussen nRMA-lade en de rest van het product | Vacuümvormen | PP | | 1.64 | 2.296 | 1.4 |
| Insert medicatielade | 1 | Onderdeel medicatielade waarin spuiten geplaatst kunnen worden | Vacuümvormen | PP | | 0.25 | 0.35 | 1.4 |
| Omkapping nRMA | 1 | Omkapping van frame waarin nRMA-zak wordt geplaatst | Spuitgieten | PP | | 0.11 | 0.154 | 1.4 |
| Omkapping S4C | 1 | Omkapping van frame waarin S4C-zak wordt geplaatst | Spuitgieten | PP | | 0.115 | 0.161 | 1.4 |
| Pulptray | 1 | Tray waarin pulpmateriaal gedurende 15min kan gestockeerd worden | Spuitgieten | PP | | | 0 | 1.4 |
| nRMA-lade | 1 | Buitenkant van nRMA-lade waar nRMA en S4C-stroom in komt | Vacuümvormen | PC + ABS | | 1.89 | 3.969 | 2.1 |
| Cover medicatielade | 1 | Bescherming van opgetrokken medicatie in de medicatielade | Spuitgieten | PC + ABS | | 0.106 | 0.2226 | 2.1 |
| PMD/Karton container | 2 | Containers voor zowel PMD-fractie, als karton-fractie | Spuitgieten | PC + ABS | | 0.34 | 0.714 | 2.1 |
| Achterwand | 1 | Achterwand van het product | Plooien + walsen + lassen | Alu | | 7.54 | 67.16 | 4 |
| Bodemplaat | 1 | Bodemplaat van het product | Dieptrekken | Alu | | 2.8 | 11.2 | 4 |
| Verhoger | 2 | Onderdeel dat de draagstructuur van de lades op de juiste hoogte plaatst | Plooien | Alu | | 0.27 | 4.08 | 4 |
| Draagstructuur lades | 1 | Plaatmateriaal waarop lades en sliders worden bevestigd | Plooien + laseren | Alu | | 2.44 | 22.76 | 4 |
| Keyboardlade behuizing | 1 | Behuizing waarin keyboardlade wordt geschoven | Plooien | Alu | | 0.47 | 7.88 | 4 |
| Medicatielade | 1 | Lade waarin insert medicatielade wordt geplaatst | Plooien + lassen | Alu | | 0.568 | 26.772 | 4 |
| Behuizing medicatielade | 1 | Behuizing waarin medicatielade wordt geschoven | Plooien | Alu | | 0.5 | 8 | 4 |
| Batterijhouder | 1 | Houdt batterij gefixeerd | Plooien | Alu | | 0.2 | 6.8 | 4 |
| Achterkant nRMA-lade | 1 | Achterwand van de nRMA-lade waarop sliders worden bevestigd | Plooien + lassen | Alu | | 2.46 | 30.34 | 4 |
| Duwbeugel | 1 | Beugel die rondom het product loopt | Extrusieprofiel + 3D plooien | Alu | | 2 | 23 | 4 |
| Frame naaldcontainer | 1 | Beugel die naaldcontainer vasthoudt | Plooien van ronde extrusieprofielen | Alu | | 0.1 | 3.4 | 4 |
| **Aankooponderdelen** | | | | | **Stukprijs (€)** | **OEM-korting** | | |
| Sugatsune magnetic push latch | 4 | | | | 11 | 40% | 26.4 | |
| Sugatsune 550mm PTO-slider set | 1 | | | | 128 | 40% | 76.8 | |
| Sugatsune 300mm PTO-slider set | 6 | | | | 68 | 40% | 244.8 | |
| Sugatsune 200mm slider set | 1 | | | | 18 | 40% | 10.8 | |
| Sugatsune 400mm PTO-slider set | 1 | | | | 104 | 40% | 62.4 | |
| CIMMed monitor mount | 1 | | | | 435 | 40% | 261 | |
| Beacon 24" monitor | 1 | | | | 1124 | 40% | 674.4 | |
| Dichtingrubber naaldcontainer | 1 | | | | / | | | |
| NUC Core Ultra 5 mini PC | 1 | | | | 1165 | 40% | 699 | |
| LifePO4 480Wh batterij | 1 | | | | 1250 | 40% | 750 | |
| HID Omnikey 5422 | 1 | | | | 75 | 40% | 45 | |
| Sugatsune pre-loaded mini-hinge set | 2 | | | | 15 | 40% | 18 | |
| Tente wielen set | 1 | | | | 80 | 40% | 48 | |
| | | | | | | | **3180.016** | |

# Bijlage 8: Financieel plan

## Base scenario

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sales (base)** | INPUT | | | 325,000 | 650,000 | 1,137,500 | 1,706,250 | 2,559,375 |
| Product direct cost (COGS) excluding personnel | INPUT | 35% | | -171,500 | -343,000 | -600,250 | -900,375 | -1,350,563 |
| Operational costs not COGS | CALC | | | (47,470) | (45,285) | (53,221) | (61,183) | (76,403) |
| total direct and non direct cost (excl manag and pers | CALC | | - | *(218,970)* | *(388,285)* | *(653,471)* | *(961,558)* | *(1,426,966)* |
| | | | | | | | | |
| Huur magazijn en atelier (ca. 400m²) | INPUT | s pos number) | | 120,000 | 120,000 | 120,000 | 180,000 | 180,000 |
| Personnel cost - activated R&D | CALC | - | | 210,000 | 224,700 | 332,021 | 453,266 | 694,722 |
| | | | | | | | | |
| **Activation of investments** | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| *New investments* | CALC | | - | 247,000 | - | - | - | - |
| | | | | | | | | |
| Depreciation investments Y-1 | CALC | | | - | 56,333 | 56,333 | 39,000 | 39,000 |
| Depreciation new investments | CALC | | - | 56,333 | - | - | - | - |
| (total of depreciation) | CALC | | - | 56,333 | 56,333 | 56,333 | 39,000 | 39,000 |
| | | | | | | | | |
| *ACTIVATION OF R&D* | CALC | | | | - | - | - | - |
| | | | | | | | | |
| **Total of new investments** | CALC | | - | 247,000 | - | - | - | - |
| Total of depreciation investments Y-1 | CALC | | - | - | 56,333 | 56,333 | 39,000 | 39,000 |
| Total of Depreciation new investments | CALC | | - | 56,333 | - | - | - | - |
| **total of depreciation** | CALC | | - | 56,333 | 56,333 | 56,333 | 39,000 | 39,000 |
| book value | | | | 190,667 | 134,333 | 78,000 | 39,000 | 0 |
| | | | | | | | | |
| Owners equity | INPUT | | | 700,000 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | Investments | € | | | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | new | | | 247,000 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | depreciation new | | | 56,333 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Depreciation Y-1 | | | 0 | 56,333 | 56,333 | 39,000 | 39,000 |
| | | Total | | | **56,333** | **56,333** | **56,333** | **39,000** | **39,000** |
| | | activated | | | 190,667 | 134,333 | 78,000 | 39,000 | 0 |
| | | | | | 2027 | | 2028 | | 2029 |
| | | | | | depre | saldo | depre | saldo | depre |
| 1 | Mallen afgeschreven op 3 jaar | 2027 | 52,000 | 33% | 17,333 | 34,667 | 17,333 | 17,333 | 17,333 |
| 2 | Mallen afgeschreven op 5 jaar | 2027 | 45,000 | 20% | 9,000 | 36,000 | 9,000 | 27,000 | 9,000 |
| 3 | Inrichting atelier | 2027 | 50,000 | 20% | 10,000 | 40,000 | 10,000 | 30,000 | 10,000 |
| 4 | Patent | 2027 | 100,000 | 20% | 20,000 | 80,000 | 20,000 | 60,000 | 20,000 |
| | | | 247,000 | | 56,333 | 190,667 | 56,333 | 134,333 | 56,333 |

| **Personnel** | € | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TOTALS | FTE | 4.0 | 3.5 | 4.5 | 5.5 | 7.5 | **210,000** | **224,700** | **332,021** | **453,266** | **694,722** |
| Management | | | | | | | **130,000** | **139,100** | **148,837** | **159,256** | **275,267** |
| | FTE | | | | | | | | | | |
| General Management | | **1.0** | **1.0** | **1.0** | **1.0** | **1.0** | **50,000** | **53,500** | **57,245** | **61,252** | **65,540** |
| CEO | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| COO | 2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CFO | 3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Founder/product lead | 4 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 50,000 | 53,500 | 57,245 | 61,252 | 65,540 |
| Marketing / Economics | | **1** | **1** | **1** | **1** | **2** | **80,000** | **85,600** | **91,592** | **98,003** | **209,727** |
| | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Marketeer/sales | 2 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 80,000 | 85,600 | 91,592 | 98,003 | 209,727 |
| | 3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Projectteam | | | | | | | **80,000** | **85,600** | **183,184** | **294,010** | **419,455** |
| | FTE | | | | | | | | | | |
| R&D / Product Development | | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| Engineer | 1 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 100,000 | 53,500 | 57,245 | 61,252 | 65,540 |
| manager | 2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| project manager | 3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| junior | 4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Production & Engineering | | **1** | **1** | **2** | **3** | **4** | **80,000** | **85,600** | **183,184** | **294,010** | **419,455** |
| | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Assembly lead | 2 | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 80,000 | 85,600 | 183,184 | 294,010 | 419,455 |
| project manager | 3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| junior | 4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Projected Balance | I | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Item | REF | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| other fixed assets | A1 | | | | | | |
| R&D after depreciation | A2 | | | | | | |
| Fixed assets = vaste activa | A=A1+A2 | - | 190,667 | 134,333 | 78,000 | 39,000 | 0 |
| Inventories | B | - | | | | | |
| Accounts receivables | C | - | 26,712 | 53,425 | 93,493 | 140,240 | 210,360 |
| Other receivables | D | - | | | | | |
| Cash | E | - | 184,320 | 60,707 | 30,850 | 70,208 | 219,523 |
| Current assets = vlottend actie | =B+C+D+E | - | 211,032 | 114,131 | 124,343 | 210,448 | 429,882 |
| **Assets = activa** | G=F+A | - | 401,699 | 248,465 | 202,344 | 249,448 | 429,882 |
| Capital | H | - | 700,000 | 700,000 | 700,000 | 700,000 | 700,000 |
| Reserves | I | - | (280,303) | (419,622) | (443,947) | (371,520) | (152,833) |
| Own Equity | J=H+I | - | 419,697 | 280,378 | 256,053 | 328,480 | 547,167 |
| Long Term debt | K | - | - | - | - | - | - |
| Current Equity | L=K+J | - | 419,697 | 280,378 | 256,053 | 328,480 | 547,167 |
| Short term debts | M | - | - | - | - | - | - |
| Accounts payable | N | - | (17,998) | (31,914) | (53,710) | (79,032) | (117,285) |
| Other payabels | O | - | | | | | |
| Total of short term debts | P=M+N+O | - | (17,998) | (31,914) | (53,710) | (79,032) | (117,285) |
| **Liabilities = passiva** | Q=P+L | - | 401,699 | 248,465 | 202,344 | 249,448 | 429,882 |
| Working Capital | R=J-A | - | 229,030 | 146,045 | 178,053 | 289,480 | 547,167 |
| Working Capital Needs | S=B+C-N | - | 44,710 | 85,338 | 147,203 | 219,272 | 327,644 |
| **CASH situation net** | T=R-S | - | 184,320 | 60,707 | 30,850 | 70,208 | 219,523 |
| balance check | Verificatior | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

| Projected Results | € | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Item | REF | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| Turnover | A | 325,000 | 650,000 | 1,137,500 | 1,706,250 | 2,559,375 |
| Purchases | B | (171,500) | (343,000) | (600,250) | (900,375) | (1,350,563) |
| Gross Margin | C=A+B | 153,500 | 307,000 | 537,250 | 805,875 | 1,208,812 |
| Operational Cost | D | (47,470) | (45,285) | (53,221) | (61,183) | (76,403) |
| Management Fee | E | (120,000) | (120,000) | (120,000) | (180,000) | (180,000) |
| Cost of Personnel | F | (210,000) | (224,700) | (332,021) | (453,266) | (694,722) |
| Depreciation | G | (56,333) | (56,333) | (56,333) | (39,000) | (39,000) |
| Total Operational Costs | H=D+E+F+G | (433,803) | (446,318) | (561,575) | (733,449) | (990,124) |
| Total Operational Costs without ir | H'=H-G | *(377,470)* | *(389,985)* | *(505,242)* | *(694,449)* | *(951,124)* |
| (operational cash cost) | | | | | | |
| Earning before interest and taxes | I=C-H | (280,303) | (139,318) | (24,325) | 72,426 | 218,688 |
| Financial cost/revenue | J | - | - | - | - | - |
| Pre-tax income | K=I+J | (280,303) | (139,318) | (24,325) | 72,426 | 218,688 |
| Corrected pre tax income | | (280,303) | (419,622) | (443,947) | (371,520) | (152,833) |
| Cumulated pre tax income | | (280,303) | (419,622) | (443,947) | (371,520) | (152,833) |
| Income taxes | L | - | - | - | - | - |
| Net income = winst na belasting | M=K+L | (280,303) | (139,318) | (24,325) | 72,426 | 218,688 |
| Appropriation of income | M | (280,303) | (139,318) | (24,325) | 72,426 | 218,688 |
| Renumeration of shareholders Y+ | N | - | - | - | - | - |
| Reserves | O=M-N | (280,303) | (139,318) | (24,325) | 72,426 | 218,688 |
| Generated Contribution | P=M+G | (223,970) | (82,985) | 32,008 | 111,426 | 257,688 |
| Cash Flow (EBIT - Depreciation) | Q=I-G | (223,970) | (82,985) | 32,008 | 111,426 | 257,688 |

## Bear scenario

| Variables and assumptions | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Define reference year (year before operations start) | | | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | |
| **Sales (bear)** | INPUT | | | 180,000 | 270,000 | 405,000 | 607,500 | 911,250 | |
| Product direct cost (COGS) excluding personnel | INPUT | 35% | | -96,000 | -144,000 | -216,000 | -324,000 | -486,000 | |
| Operational costs not COGS | CALC | | | (47,470) | (45,285) | (45,991) | (46,723) | (51,848) | |
| total direct and non direct cost (excl manag and pers | CALC | | - | *(143,470)* | *(189,285)* | *(261,991)* | *(370,723)* | *(537,848)* | |
| Huur magazijn en atelier (ca. 400m²) | INPUT | s pos number) | | 120,000 | 120,000 | 120,000 | 120,000 | 120,000 | |
| Personnel cost - activated R&D | CALC | - | | 210,000 | 224,700 | 240,429 | 257,259 | 327,699 | |
| **Activation of investments** | | | | | | | | | |
| *New investments* | CALC | | - | 247,000 | - | - | - | - | |
| Depreciation investments Y-1 | CALC | | | - | 56,333 | 56,333 | 39,000 | 39,000 | |
| Depreciation new investments | CALC | | - | 56,333 | - | - | - | - | |
| (total of depreciation) | CALC | | - | 56,333 | 56,333 | 56,333 | 39,000 | 39,000 | |
| *ACTIVATION OF R&D* | CALC | | | | - | - | - | - | |
| **Total of new investments** | CALC | | - | 247,000 | - | - | - | - | |
| Total of depreciation investments Y-1 | CALC | | - | - | 56,333 | 56,333 | 39,000 | 39,000 | |
| Total of Depreciation new investments | CALC | | - | 56,333 | - | - | - | - | |
| **total of depreciation** | CALC | | - | 56,333 | 56,333 | 56,333 | 39,000 | 39,000 | |
| book value | | | | 190,667 | 134,333 | 78,000 | 39,000 | 0 | |
| Owners equity | INPUT | | | 700,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

| **Personnel** | € | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TOTALS | FTE | 4.0 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 4.0 | 210,000 | 224,700 | 240,429 | 257,259 | 327,699 |
| Management | | | | | | | 130,000 | 139,100 | 148,837 | 159,256 | 170,403 |
| | FTE | | | | | | | | | | |
| General Management | | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 50,000 | 53,500 | 57,245 | 61,252 | 65,540 |
| CEO | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| COO | 2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CFO | 3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Founder/product lead | 4 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 50,000 | 53,500 | 57,245 | 61,252 | 65,540 |
| Marketing / Economics | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 80,000 | 85,600 | 91,592 | 98,003 | 104,864 |
| | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Marketeer/sales | 2 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 80,000 | 85,600 | 91,592 | 98,003 | 104,864 |
| | 3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Projectteam | | | | | | | 80,000 | 85,600 | 91,592 | 98,003 | 157,296 |
| | FTE | | | | | | | | | | |
| R&D / Product Development | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Engineer | 1 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 100,000 | 53,500 | 57,245 | 61,252 | 65,540 |
| manager | 2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| project manager | 3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| junior | 4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Production & Engineering | | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 80,000 | 85,600 | 91,592 | 98,003 | 157,296 |
| | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Assembly lead | 2 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.5 | 80,000 | 85,600 | 91,592 | 98,003 | 157,296 |
| project manager | 3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| junior | 4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Projected Balance | I | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |
| Item | REF | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| | | | | | | | |
| other fixed assets | A1 | | | | | | |
| R&D after depreciation | A2 | | | | | | |
| Fixed assets = vaste activa | A=A1+A2 | - | 190,667 | 134,333 | 78,000 | 39,000 | 0 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Inventories | B | - | | | | | |
| Accounts receivables | C | - | 14,795 | 22,192 | 33,288 | 49,932 | 74,897 |
| Other receivables | D | - | | | | | |
| Cash | E | - | 132,943 | (142,204) | (376,696) | (542,758) | (655,757) |
| Current assets = vlottend actie | =B+C+D+E | - | 147,738 | (120,013) | (343,408) | (492,827) | (580,860) |
| | | | | | | | |
| **Assets = activa** | G=F+A | - | 338,405 | 14,321 | (265,408) | (453,827) | (580,860) |
| | | | | | | | |
| Capital | H | - | 700,000 | 700,000 | 700,000 | 700,000 | 700,000 |
| Reserves | I | - | (349,803) | (670,122) | (943,875) | (1,123,356) | (1,236,653) |
| Own Equity | J=H+I | - | 350,197 | 29,878 | (243,875) | (423,356) | (536,653) |
| | | | | | | | |
| Long Term debt | K | - | - | - | - | - | - |
| Current Equity | L=K+J | - | 350,197 | 29,878 | (243,875) | (423,356) | (536,653) |
| | | | | | | | |
| Short term debts | M | - | - | - | - | - | - |
| Accounts payable | N | - | (11,792) | (15,558) | (21,533) | (30,470) | (44,207) |
| Other payabels | O | - | | | | | |
| Total of short term debts | P=M+N+O | - | (11,792) | (15,558) | (21,533) | (30,470) | (44,207) |
| | | | | | | | |
| **Liabilities = passiva** | Q=P+L | - | 338,405 | 14,321 | (265,408) | (453,827) | (580,860) |
| | | | | | | | |
| Working Capital | R=J-A | - | 159,530 | (104,455) | (321,875) | (462,356) | (536,653) |
| Working Capital Needs | S=B+C-N | - | 26,587 | 37,749 | 54,821 | 80,402 | 119,104 |
| | | | | | | | |
| **CASH situation net** | T=R-S | - | 132,943 | (142,204) | (376,696) | (542,758) | (655,757) |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| balance check | Verification | 0.0 | 0.0 | (0.0) | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

| Projected Results | € | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| Item | REF | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| | | | | | | |
| Turnover | A | 180,000 | 270,000 | 405,000 | 607,500 | 911,250 |
| Purchases | B | (96,000) | (144,000) | (216,000) | (324,000) | (486,000) |
| Gross Margin | C=A+B | 84,000 | 126,000 | 189,000 | 283,500 | 425,250 |
| | | | | | | |
| Operational Cost | D | (47,470) | (45,285) | (45,991) | (46,723) | (51,848) |
| Management Fee | E | (120,000) | (120,000) | (120,000) | (120,000) | (120,000) |
| Cost of Personnel | F | (210,000) | (224,700) | (240,429) | (257,259) | (327,699) |
| Depreciation | G | (56,333) | (56,333) | (56,333) | (39,000) | (39,000) |
| Total Operational Costs | H=D+E+F+G | (433,803) | (446,318) | (462,753) | (462,982) | (538,547) |
| Total Operational Costs without ir | H'=H-G | *(377,470)* | *(389,985)* | *(406,420)* | *(423,982)* | *(499,547)* |
| (operational cash cost) | | | | | | |
| Earning before interest and taxes | I=C-H | (349,803) | (320,318) | (273,753) | (179,482) | (113,297) |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Financial cost/revenue | J | - | - | - | - | - |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Pre-tax income | K=I+J | (349,803) | (320,318) | (273,753) | (179,482) | (113,297) |
| | | | | | | |
| Corrected pre tax income | | (349,803) | (670,122) | (943,875) | (1,123,356) | (1,236,653) |
| Cumulated pre tax income | | (349,803) | (670,122) | (943,875) | (1,123,356) | (1,236,653) |
| | | | | | | |
| Income taxes | L | - | - | - | - | - |
| | | | | | | |
| Net income = winst na belasting | M=K+L | (349,803) | (320,318) | (273,753) | (179,482) | (113,297) |
| | | | | | | |
| Appropriation of income | M | (349,803) | (320,318) | (273,753) | (179,482) | (113,297) |
| Renumeration of shareholders Y+ | N | - | - | - | - | - |
| Reserves | O=M-N | (349,803) | (320,318) | (273,753) | (179,482) | (113,297) |
| | | | | | | |
| Generated Contribution | P=M+G | (293,470) | (263,985) | (217,420) | (140,482) | (74,297) |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Cash Flow (EBIT - Depreciation) | Q=I-G | (293,470) | (263,985) | (217,420) | (140,482) | (74,297) |

# Bull scenario

| Variables and assumptions | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Define reference year (year before operations start) | | | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| **Sales (bull)** | INPUT | | | 487,500 | 975,000 | 1,950,000 | 3,412,500 | 5,118,750 |
| Product direct cost (COGS) excluding personnel | INPUT | 35% | | -240,000 | -480,000 | -960,000 | -1,680,000 | -2,520,000 |
| Operational costs not COGS | CALC | | | (47,470) | (49,650) | (67,681) | (82,873) | (109,688) |
| total direct and non direct cost (excl manag and pers | CALC | | - | *(287,470)* | *(529,650)* | *(1,027,681)* | *(1,762,873)* | *(2,629,688)* |
| Huur magazijn en atelier (ca. 400m²) | INPUT | s pos number) | | 120,000 | 120,000 | 180,000 | 180,000 | 240,000 |
| Personnel cost - activated R&D | CALC | - | | 210,000 | 267,500 | 515,205 | 747,276 | 1,166,608 |
| **Activation of investments** | | | | | | | | |
| *New investments* | CALC | | - | 247,000 | - | - | - | - |
| Depreciation investments Y-1 | CALC | | | - | 56,333 | 56,333 | 39,000 | 39,000 |
| Depreciation new investments | CALC | | - | 56,333 | - | - | - | - |
| (total of depreciation) | CALC | | - | 56,333 | 56,333 | 56,333 | 39,000 | 39,000 |
| *ACTIVATION OF R&D* | CALC | | | | - | - | - | - |
| **Total of new investments** | CALC | | - | 247,000 | - | - | - | - |
| Total of depreciation investments Y-1 | CALC | | - | - | 56,333 | 56,333 | 39,000 | 39,000 |
| Total of Depreciation new investments | CALC | | - | 56,333 | - | - | - | - |
| **total of depreciation** | CALC | | - | 56,333 | 56,333 | 56,333 | 39,000 | 39,000 |
| book value | | | | 190,667 | 134,333 | 78,000 | 39,000 | 0 |
| Owners equity | INPUT | | | 700,000 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Personnel | | € | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TOTALS | | FTE | 4.0 | 4.0 | 6.5 | 8.5 | 12.0 | **210,000** | **267,500** | **515,205** | **747,276** | **1,166,608** |
| Management | | | | | | | | **130,000** | **139,100** | **240,429** | **257,259** | **380,131** |
| | | FTE | | | | | | | | | | |
| General Management | | | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | **50,000** | **53,500** | **57,245** | **61,252** | **65,540** |
| CEO | 1 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| COO | 2 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CFO | 3 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Founder/product lead | 4 | | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 50,000 | 53,500 | 57,245 | 61,252 | 65,540 |
| Marketing / Economics | | | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | **80,000** | **85,600** | **183,184** | **196,007** | **314,591** |
| | 1 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Marketeer/sales | 2 | | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 2.0 | 3.0 | 80,000 | 85,600 | 183,184 | 196,007 | 314,591 |
| | 3 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Projectteam | | | | | | | | **80,000** | **128,400** | **274,776** | **490,017** | **786,478** |
| | | FTE | | | | | | | | | | |
| R&D / Product Development | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| Engineer | 1 | | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 100,000 | 53,500 | 57,245 | 61,252 | 65,540 |
| manager | 2 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| project manager | 3 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| junior | 4 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Production & Engineering | | | 1 | 2 | 3 | 5 | 8 | **80,000** | **128,400** | **274,776** | **490,017** | **786,478** |
| | 1 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Assembly lead | 2 | | 1.0 | 1.5 | 3.0 | 5.0 | 7.5 | 80,000 | 128,400 | 274,776 | 490,017 | 786,478 |
| project manager | 3 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| junior | 4 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Projected Balance | I | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |
| Item | REF | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| | | | | | | | |
| other fixed assets | A1 | | | | | | |
| R&D after depreciation | A2 | | | | | | |
| Fixed assets = vaste activa | A=A1+A2 | - | 190,667 | 134,333 | 78,000 | 39,000 | 0 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Inventories | B | - | | | | | |
| Accounts receivables | C | - | 40,068 | 80,137 | 160,274 | 280,479 | 420,719 |
| Other receivables | D | - | | | | | |
| Cash | E | - | 259,334 | 257,210 | 363,254 | 637,234 | 1,090,822 |
| Current assets = vlottend actie | =B+C+D+E | - | 299,402 | 337,347 | 523,528 | 917,714 | 1,511,541 |
| | | | | | | | |
| **Assets = activa** | G=F+A | - | 490,069 | 471,680 | 601,528 | 956,714 | 1,511,541 |
| | | | | | | | |
| Capital | H | - | 700,000 | 700,000 | 700,000 | 700,000 | 700,000 |
| Reserves | I | - | (186,303) | (184,787) | (14,006) | 401,607 | 1,027,680 |
| Own Equity | J=H+I | - | 513,697 | 515,213 | 685,994 | 1,101,607 | 1,727,680 |
| | | | | | | | |
| Long Term debt | K | - | - | - | - | - | - |
| Current Equity | L=K+J | - | 513,697 | 515,213 | 685,994 | 1,101,607 | 1,727,680 |
| | | | | | | | |
| Short term debts | M | - | - | - | - | - | - |
| Accounts payable | N | - | (23,628) | (43,533) | (84,467) | (144,894) | (216,139) |
| Other payabels | O | - | | | | | |
| Total of short term debts | P=M+N+O | - | (23,628) | (43,533) | (84,467) | (144,894) | (216,139) |
| | | | | | | | |
| **Liabilities = passiva** | Q=P+L | - | 490,069 | 471,680 | 601,528 | 956,714 | 1,511,541 |
| | | | | | | | |
| Working Capital | R=J-A | - | 323,030 | 380,880 | 607,994 | 1,062,607 | 1,727,680 |
| Working Capital Needs | S=B+C-N | - | 63,696 | 123,670 | 244,741 | 425,373 | 636,858 |
| | | | | | | | |
| **CASH situation net** | T=R-S | - | 259,334 | 257,210 | 363,254 | 637,234 | 1,090,822 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| balance check | Verificatior | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

| Projected Results | € | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| Item | REF | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| | | | | | | |
| Turnover | A | 487,500 | 975,000 | 1,950,000 | 3,412,500 | 5,118,750 |
| Purchases | B | (240,000) | (480,000) | (960,000) | (1,680,000) | (2,520,000) |
| Gross Margin | C=A+B | 247,500 | 495,000 | 990,000 | 1,732,500 | 2,598,750 |
| | | | | | | |
| Operational Cost | D | (47,470) | (49,650) | (67,681) | (82,873) | (109,688) |
| Management Fee | E | (120,000) | (120,000) | (180,000) | (180,000) | (240,000) |
| Cost of Personnel | F | (210,000) | (267,500) | (515,205) | (747,276) | (1,166,608) |
| Depreciation | G | (56,333) | (56,333) | (56,333) | (39,000) | (39,000) |
| Total Operational Costs | H=D+E+F+G | (433,803) | (493,483) | (819,219) | (1,049,149) | (1,555,296) |
| Total Operational Costs without ir | H'=H-G | *(377,470)* | *(437,150)* | *(762,886)* | *(1,010,149)* | *(1,516,296)* |
| (operational cash cost) | | | | | | |
| Earning before interest and taxes | I=C-H | (186,303) | 1,517 | 170,781 | 683,351 | 1,043,454 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Financial cost/revenue | J | - | - | - | - | - |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Pre-tax income | K=I+J | (186,303) | 1,517 | 170,781 | 683,351 | 1,043,454 |
| | | | | | | |
| Corrected pre tax income | | (186,303) | (184,787) | (14,006) | 669,345 | 1,043,454 |
| Cumulated pre tax income | | (186,303) | (184,787) | (14,006) | 669,345 | 1,043,454 |
| | | | | | | |
| Income taxes | L | - | - | - | (267,738) | (417,382) |
| | | | | | | |
| Net income = winst na belasting | M=K+L | (186,303) | 1,517 | 170,781 | 415,613 | 626,072 |
| | | | | | | |
| Appropriation of income | M | (186,303) | 1,517 | 170,781 | 415,613 | 626,072 |
| Renumeration of shareholders Y+ | N | - | - | - | - | - |
| Reserves | O=M-N | (186,303) | 1,517 | 170,781 | 415,613 | 626,072 |
| | | | | | | |
| Generated Contribution | P=M+G | (129,970) | 57,850 | 227,114 | 454,613 | 665,072 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Cash Flow (EBIT - Depreciation) | Q=I-G | (129,970) | 57,850 | 227,114 | 722,351 | 1,082,454 |


Universiteit
Antwerpen