Het herontwerpen van een Air Cleaner

Bachelor Eindopdracht 2015

Jeroen Vilderman

KIEKENS PRODUCTS

UNIVERSITY OF TWENTE.

Het herontwerpen van een AirCleaner

Bachelor Eindopdracht Industrieel Ontwerpen

Universiteit Twente

Auteur
J. Wildeman
s1352474

Begeleiders Kiekens
M. Hendrikse
P. Jonkman

Begeleider UT
ir. I.F. Lutters-Weustink

Bachelor coördinator
ir. A.P. van den Beukel

Opleiding
Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente
Faculteit Construerende Technische Wetenschappen (CTW)

Opdrachtgever
Kiekens Products
Van der Hoopweg 19
7602 PJ Almelo
+31 (0)546 871 555

Datum afsluitend tentamen: 09-07-2015
Datum publicatie: 03-07-2015
Oplage: 5
Aantal pagina's excl. bijlagen: 37
Aantal bijlagen: 18

Via de universiteit ben ik in aanraking gekomen met Kiekens Products. Na de door het bedrijf ingezonden opdrachtomschrijving en informatie op hun site door te hebben gelezen, heb ik een kennismakingsgesprek bij het bedrijf geregeld. Tijdens dit gesprek werd al gauw duidelijk dat de opdracht nog grotendeels zelf in te vullen was. De opdrachtgever gaf aan dat zich producten in het assortiment bevinden die teveel onnodige kosten met zich meebrengen en dat de opdracht om die reden om een flinke kostenreductie zou moeten gaan binnen een productgroep naar keuze. Daarnaast bleken aspecten als gebruiksgemak en een nieuwe vormgeving van belang.

De vrijheid binnen de opdracht, in combinatie met de uitdagende eisen en het werken bij een bedrijf bestaande uit een engineering afdeling en een fabriek, spraken mij erg aan. Na een korte analyse van de producten bleek de productgroep 'AirCleaners' het meest nodig te zijn aan een volledig herontwerp.

Tijdens het werken aan de opdracht ben ik in contact gekomen met bedrijven variërend van design bureaus in Amersfoort tot dealers in Finland. Dit, in combinatie met de feedback die ik van werknemers binnen Kiekens op mijn werk heb gekregen, was een zeer leerzamer ervaring. Daarnaast was de sfeer op de werkvloer bij Kiekens erg prettig.

Graag wil ik een aantal mensen bedanken. Michiel Hendrikse voor de opdracht en samen met Ilanit Lutters-Weustink de algemene begeleiding en Peter de Koning, Wilbert Willemsen, Richard Veltkamp, Pim Jonkman, Folker Ebbers, Ewald Asbreuk en Harold Oogink voor de feedback tijdens het project. Ten slotte wil ik alle medewerkers van Kiekens bedanken voor de behulpzaamheid en gezellige sfeer.

Jeroen Wildeman,
Juli 2015

INHOUD

Samenvatting 2
1. Inleiding 3
2. Analysefase 4
- 2.1 Het product 4
- 2.2 Marktanalyse 5
- 2.3 Concurrentieanalyse 7
- 2.4 Stijl Kiekens 9
- 2.5 Analyse productie 10
- 2.6 Analyse kosten 11
- 2.7 Analyse stof en filters 12
- 2.8 Ergonomie 13
- 2.9 Gebruikstest 14
- 2.10 Stromingen 15
- 2.11 Programma van eisen 16

3. Perspectieven 17
4. Ideegeneratie 19
- 4.1 Oplossingsrichtingen 19
- 4.2 Ideeën 19
- 4.3 Testen 22
- 4.4 Ideekeuze 22

5. Ontwikkeling 23
- 5.1 Concepten 23
- 5.2 Eindconcept 27

6. Detaillering 29
- 6.1 Inkoopdelen 29
- 6.2 Het eindproduct 31
- 6.3 Productie, assemblage en kosten 33

7. Conclusies en aanbevelingen 36
- 7.1 Conclusies 36
- 7.2 Aanbevelingen 36

8. Bronnen 37

Bijlagen
- A. Vraagstelling 38
- B. Filters 38
  - B1. Soorten filters 38
  - B2. Hergebruik filters 39
  - B3. Normeringenq 39
- C. Collage robuust 40
- D. Input experts, klanten en gebruikers 40
- E. Productiekosten 120H 42
- F. Testen 43
  - F1. Observaties gebruikstest 43
  - F2. Test vorm aanzuigzijde 46
  - F3. Test stof door water 47
- G. Ideegeneratie 48
  - G1. Scenario's 48
  - G2. Ideeën 48
  - G3. Schetsen 49
- H. Tekeningen concepten 53
- I. Inkoopdelen 58
  - I1. Ventilatoren 58
  - I2. Filterkeuze 59
- J. Maattekeningen 60
- K. Renders 72

Nederlandse samenvatting

Kiekens is leverancier van industriële luchttechnische systemen en ventilatoren. Kiekens ontwerpt, ontwikkelt en produceert deze producten voornamelijk zelf. Op dit moment hebben ze diverse dealers in het binnen- en buitenland. Een aantal producten moeten worden herontworpen, omdat de kosten die ontstaan bij het produceren van deze producten relatief hoog zijn. Eén van de producten van Kiekens, de AirCleaner, wordt helemaal niet verkocht en is erg duur om te produceren. Om die reden zal dit product moeten worden herontworpen.

Het doel van dit verslag is om het onderzoeks- en ontwikkeltraject, behorend bij deze opdracht, te beschrijven. Hieronder staat kort per fase beschreven welke stappen er tijdens het uitvoeren van de opdracht zijn ondernomen.

Analysefase
In de analysefase is er allereerst uitgezocht met wie er contact kan worden opgenomen indien er informatie over een bepaald onderdeel nodig is. Vervolgens is er een markt- en concurrentieanalyse uitgevoerd om te achterhalen wat de mogelijkheden met de AirCleaner zijn en hoe de concurrenten hun product gerealiseerd hebben. Naast het onderzoeken van de producten van de concurrenten, zijn deze producten vergeleken met de AirCleaners van Kiekens. Het resultaat hiervan is een overzicht waarin de capaciteit, afmetingen, het gewicht en de prijs met elkaar worden vergeleken.
Aan de hand van een gebruikstest, een korte analyse over luchtstromingen bevorderen en het onderzoeken van de ergonomie van het huidige apparaat, zijn er een aantal hoofdproblemen vastgesteld. Deze problemen en de problemen die uit interviews en de concurrentieanalyse naar voren zijn gekomen, zijn vervolgens meegenomen naar de volgende fases binnen de opdracht. Tevens is er een programma van eisen opgesteld.

Perspectieven
Vanuit de perspectieven van experts op verschillende gebieden die te maken hebben met de AirCleaner, is er een overzicht van mogelijke problemen opgesteld. Hierin staat weergegeven wat voor soort eigenschappen van het product het beste bij een toepassingsgebied passen en vervolgens waar deze gebieden met elkaar botsen.

Ideegeneratie
Dit hoofdstuk bestaat uit het vormen van oplossingsrichtingen en ideeën voor de in de analysefase geconstateerde problemen, eigenschappen, een aantal geschreven scenario's en het testen van mogelijke oplossingen. Na het afvallen van een aantal oplossingsrichtingen zijn de overige richtingen tijdens de ontwikkelingsfase verder uitgewerkt.

Ontwikkeling concepten
De oplossingsrichtingen zijn binnen deze fase uitgewerkt tot principes en vervolgens tot concepten. Per concept is er tussendoor gecontroleerd hoeveel het maken van dit concept ongeveer zal gaan kosten en wat de voor en nadelen zijn van de ontwikkelde principes. Aan de hand van de voordelen, nadelen en kosten zijn er iteraties op de concepten gemaakt en is er uiteindelijk een eindconcept gevormd.

Detaillering
Het eindconcept is binnen deze fase verder uitgewerkt tot een eindproduct. Aangezien de afmetingen van het product voornamelijk afhangen van de inkoopdelen, zoals de filters en ventilator, zijn deze delen als eerste bepaald. Vervolgens is het product in SolidWorks uitgewerkt, waarbij er tussendoor veel contact is geweest met de werkplaats over de produceerbaarheid van de componenten van het product.

Conclusies en aanbevelingen
Naast het formuleren van conclusies aan de hand van het eerder opgesteld programma van eisen en de ondervonden problemen, is er ook sprake van een aantal verbeterpunten en vervolgonderzoeken die nodig zullen zijn om het product af te maken. In dit hoofdstuk is er voornamelijk aandacht besteed aan de vervolgonderzoeken.

English abstract

Kiekens is a supplier of industrial ventilation systems and fans. Kiekens designs, develops and produces these products mainly themselves. Currently they have several dealers in The Netherlands and abroad. The costs of producing some of the products are relatively high and therefore these costs should be reduced. One of Kiekens' products, the AirCleaner, has not been sold for a couple of years and therefore it has to be redesigned.

The goal of this report is to describe the research and development processes of this project. A short description of each phase and the steps taken during each phase, is given below.

Analysis phase
First, it should be clear which expert could be contacted about certain subjects whenever information would be needed.
The next part of the analysis phase consists of a market and competing product analysis in order to find out what the solutions to the AirCleaner's main problems could be and to find out how competitors solved their problems. In addition to examining the competitors' products, these products have been compared to the Kiekens AirCleaners. This resulted in a list in which capacity, size, weight and prices are compared.
Also, a couple of problems were determined by

testing the Kiekens AirCleaner in a room filled with lots of smoke and by investigating the ergonomics of the device. These problems and those determined while interviewing users are used to create solutions in the next chapters. A program of requirements has also been composed.

Perspectives
From the perspectives of experts linked to various aspects of creating an AirCleaner, a list with potential problems is given. This list shows what kind of properties best suit an area and which areas have negative impacts on each other.

Idea phase
This chapter consists of creating ideas and solutions for the problems determined in earlier chapters. The chosen ideas are further developed in the next chapter.

Concept development
In this phase, the ideas are used to create several concepts. By comparing the pros, cons and costs of the concepts, new concepts were created. Eventually the final concept was created based on a combination of a concept and a new idea of closing the cassette filters.

Realization
During this last phase of the project, the final concept is further elaborated. As the dimensions of the product mainly depend on the parts which have to be purchased, such as the filters and fan, these parts were first determined. Subsequently, a 3D model of the product was created in SolidWorks. Meanwhile, there was a lot of contact with the production section of the company in order to create realistic parts.

Conclusions and recommendations
In addition to formulating conclusions based on the previously created program of requirements and the encountered problems, there are also a couple of improvements and further studies required to finish the product. This chapter mainly focuses on those follow-up studies.

1. INLEIDING

1.1 Opdrachtgever Kiekens
Kiekens is leverancier van industriële luchttechnische systemen en ventilatoren. Hierbij kan gedacht worden aan industriële stofzuigers en centrale stofzuigsystemen, maar ook leveren ze gasdampafzuigers, nevelafscheiders en ventilatoren. Kiekens ontwerpt, ontwikkelt en produceert deze producten voornamelijk zelf. Op dit moment hebben ze diverse dealers in binnen- en buitenland. De kosten die ontstaan bij het produceren van sommige producten zijn relatief hoog. Om deze reden moeten er een aantal producten worden herontworpen. Binnen dit project ligt de focus op de productgroep 'AirCleaners'. Dit zijn producten die binnen een ruimte zweefstof opzuigen. De werking van dit project staat uitgelegd in hoofdstuk 2.

1.2 Aanleiding
De opdrachtgever heeft aangegeven dat er hoge kosten liggen bij het maken van klantspecifieke producten. Dit houdt in dat de meeste klanten verschillende lengtes voor de poten willen, een ander frame nodig hebben of de slang-aansluiting op een andere plek in het product willen zien. Door hier steeds nieuwe onderdelen voor te moeten fabriceren worden de kosten al gauw erg hoog. Door goedkoop te produceren en universele onderdelen te maken, kunnen deze kosten worden verminderd. Kiekens produceert onder andere de AirCleaners. Dit type product is de afgelopen jaren echter nooit verkocht. Vanaf het moment dat het product ontworpen was bleken er al gauw goedkopere en handzamere AirCleaners op de markt te zijn.

1.3 Doelstelling
Het doel van de opdracht is het herontwerpen van de Kiekens AirCleaner. Het herontwerp moet hierbij gericht zijn op het toevoegen van veiligheid en gebruiksvriendelijkheid en op het reduceren van de productiekosten van de verschillende componenten door het ontwerpen van een nieuwe behuizing. Daarnaast is het uiterlijk van de huidige producten lang hetzelfde gebleven. Om die reden moet er een nieuw hedendaags uiterlijk voor de producten worden ontworpen, waarbij het huidige robuuste uiterlijk centraal blijft staan.

De opdracht is ontwerp- en verandergericht. Er moeten aanpassingen aan het huidige product worden gedaan en er moeten nieuwe componenten worden ontworpen.
De doelstelling wordt behaald door antwoord kunnen geven op de vraagstelling. De hoofdvragen en deelvragen binnen deze vraagstelling zijn te vinden in *Bijlage A: Vraagstelling*.

1.4 Aanpak
De uitvoering van de opdracht is gerealiseerd door allereerst te werken aan een markt- en concurrentieanalyse. Vervolgens is er aandacht besteed aan het analyseren van de stijl binnen kiekens, de productie van de AirCleaners, de kosten die hierbij komen kijken, een analyse van stof en filters en een ergonomie analyse. Daarnaast is er een gebruikstest en analyse over stromingen uitgevoerd. Uit deze analyses zijn verschillende eisen en zo ook ideeën voortgekomen. Deze ideeën zijn omgezet in concepten, waarvan er uiteindelijk één is uitgewerkt tot het eindconcept van dit project. Dit eindconcept is ten slotte vertaald naar een 3Dmodel bestaande uit binnen Kiekens te produceren onderdelen. Dit alles is uitgevoerd binnen een tijdsbestek van drie maanden en is opgeleverd in de vorm van een verslag.

1.5 Leeswijzer
Het luchttechnische apparaat dat zweefstof opzuigt zal in he verloop van het verslag 'AirCleaner' genoemd worden. De naam van het eindproduct is de AC1000 geworden.

Wanneer er gesproken wordt over een 'robuust' uiterlijk, dan wordt er verwezen naar de bijbehorende collage in bijlage C.

In dit verslag wordt meegenomen in het proces dat doorlopen is om tot het eindproduct van deze opdracht te komen. Dit begint met een analysefase, gaat vervolgens over in de ideefase en conceptontwikkeling en eindigt ten slotte met de uitwerking van het eindproduct.

Het doel van de analysefase is het verzamelen van de informatie die nodig om een AirCleaner te kunnen (her)ontwerpen. Daarbij is het allereerst van belang om de gang van zaken binnen Kiekens en de werking van het te (her)ontwerpen product te begrijpen. Hierbij draait het vooral om het analyseren van algemene aspecten zoals de stijl van de producten, maar ook de mogelijkheden op het gebied van productie en technieken. Alleen zo kan er een product worden ontworpen dat aansluit bij de huidige producten van Kiekens en ook door Kiekens te produceren is.
Uit de inleiding is duidelijk geworden dat Kiekens een slechte AirCleaner op de markt heeft gebracht. Om te achterhalen hoe de nieuwe Kiekens AirCleaner een plek op de markt kan veroveren is er een concurrentieanalyse, een analyse van de huidige markt en een analyse van mogelijke nieuwe markten uitgevoerd. Een kostenanalyse van het huidige product is uitgevoerd om te achterhalen op welke gebieden er een kostenreductie mogelijk is.
Om oplossingen voor de problemen uit de analysefase te kunnen bedenken moest er allereerst onderzocht worden wat voor soorten stof er zijn en met wat voor soort filters en technieken deze stoffen kunnen worden opgevangen.

2.1 Het product

2.1.1 De werking

De Kiekens AirCleaner is een product gericht op industriële toepassingen. Dit product zet men in een ruimte waarin gewerkt wordt met bewerkings-methodes waarbij zweefstof vrijkomt. De AirCleaner kan gezien worden als een groot filter dat vrijkomend stof in zijn omgeving opzuigt en vasthoudt door middel van een 2- of 3-traps filtersysteem. Deze systemen bestaan respectievelijk uit een voor- en middenfilter en een voor-, midden- en fijnfilter. Voor het middenfilter wordt een type F7 filter gebruikt en voor het fijnfilter een H13 HEPA-filter. Uitleg over deze filters is in hoofdstuk 2.7 op pagina 12 te vinden.
Kiekens heeft drie modellen AirCleaners op de markt. Dit zijn de AC120, AC80 en de AC40 (*zie tabel 1*). Een overzicht van de eigenschappen van deze apparaten is hieronder weergegeven.

Eigenschappen	AC 40	AC 80	AC 120
Vermogen (W)	180	370	750
Voltage (V)	230	230	230
Lengte kabel (m)	10	10	10
Capaciteit (m^3/h)*	300-400	600-800	900-1200
Oppervlak ruimte (m^2)**	60-80	120-160	180-240

Tabel 1 - Eigenschappen

** Afhankelijk van de toegepaste filters*
*** Geschatte waarde, wordt beïnvloed door hoeveelheid stof en toepassingen*

Tijdens de analysefase zijn er verschillende cijfers op het gebied van de capaciteiten van de AirCleaners naar voren gekomen. Zo bleek dat de capaciteiten in de brochures van Kiekens veel hoger liggen dan dat de in het product toegepaste ventilator zou kunnen leveren. Daarnaast bleek de AC120 een lagere capaciteit dan de AC80 te hebben. In *tabel 1* is er van de meest realistische waardes uitgegaan.

In *figuur 2* is te zien dat de verontreinigde lucht aan de voorzijde van het apparaat wordt aangezogen. Deze lucht wordt allereerst met behulp van een ventilator door het voorfilter gezogen. Vervolgens gaat het overgebleven fijne stof door het midden-filter en, optioneel, door een fijnfilter. Deze filters worden door een aantal metalen bogen op hun plaats gehouden (*zie figuur 4*). De gefilterde lucht wordt vervolgens via de achterzijde van het apparaat de ruimte weer ingeblazen. Aan deze zijde bevindt zich ook de mogelijkheid tot het aansluiten van een afvoerslang. Via deze slang kan de gefilterde lucht naar een andere ruimte of naar buiten worden geblazen. Om deze functie te kunnen gebruiken moet er een klep in de achterzijde worden verplaatst. Door de hendel op de klep om te draaien en de klep vervolgens naar binnen de scharnieren (zie *figuur 6*), wordt de uitlaatbak afgesloten en zal de lucht via het geopende gat de slang in worden geblazen.

Op de achterzijde van het apparaat bevindt zich een knop waarmee het apparaat aan en uit kan worden geschakeld en een knop waarmee de toeren kunnen worden ingesteld. Daarnaast bevindt zich

Fig. 1 - AirCleaners Kiekens

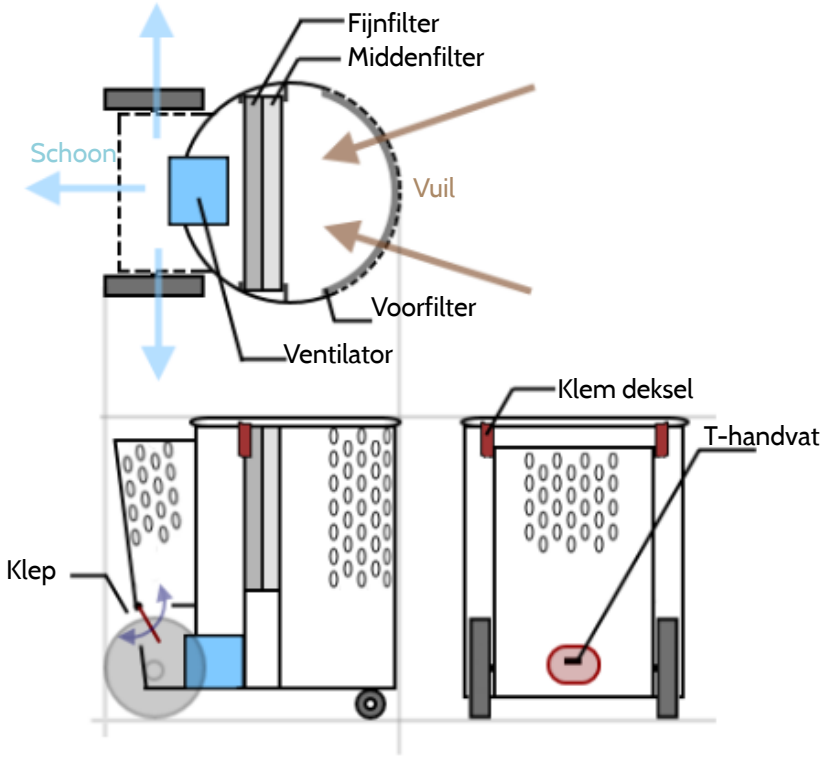


Fig. 2 - Aanzichten

ook een lampje op deze zijde dat aangeeft wanneer de filters verzadigd zijn (*figuur 7*). Dit laatste wordt binnen het apparaat gemeten met behulp van een membraandrukschakelaar. Volle filters resulteert in situaties waarin er nog maar weinig lucht door de filters kan stromen. Hierdoor zal de druk oplopen tot de druk waarbij de membraandrukschakelaar de ventilator uitschakelt.
Om de filters te vervangen moeten allereerst drie klemmen, die de deksel op het apparaat houden, los worden gemaakt. Na het verwijderen van de deksel kunnen de filters verticaal uit het apparaat worden getrokken.

2.1.2 Verkoopprijzen
De verkoopprijzen van de drie type AirCleaners staan hieronder weergegeven. Het is gebruikelijk dat de afnemers van de producten van Kiekens een korting van ongeveer 15% op deze producten krijgen wanneer ze grote aantallen bestellen. De vervoerskosten zullen door de klant zelf moeten worden betaald.

	AC 40	AC 80	AC 120
Zonder korting	€1.419,50	€1.635,40	€2.068,65
Met 15% korting	€1.206,58	€1.390,09	€1.758,35

Tabel 2 - Verkoopprijzen

2.2 Marktanalyse

2.2.1 Huidige markt
De huidige AirCleaner is ontworpen voor toepassingen binnen industriële omgevingen waar droge en verontreinigde lucht een onveilige en ongezonde werkomgeving creëren. Ze worden bijvoorbeeld gebruikt in ruimtes waar wordt gefreesd, gezaagd of geslepen.

Er wordt gesteld dat het huidige product zich op de industriële sector richt, maar wanneer we kijken naar de andere systemen die hier worden gebruikt en naar AirCleaners die vergelijkbaar zijn met die van Kiekens (*zie concurrentieanalyse*), dan vallen er een aantal belangrijke aspecten op:
- De AirCleaners die bij verschillende grote industriële bedrijven worden gebruikt, worden toegepast in relatief grote hallen. AirCleaners voor dit soort ruimtes moeten om die reden krachtige producten zijn.
- De AirCleaners die worden gebruikt in de bouw zijn relatief kleine units die de gebruiker op kan tillen en verplaatsen wanneer dit nodig is.

Wanneer we de Kiekens AirCleaner met deze omschrijvingen vergelijken, dan kan er geconcludeerd worden dat hij in geen van beide markten past. Het product is weliswaar groot, maar lang niet krachtig genoeg om in grote hallen te worden gebruikt. Bij bijvoorbeeld veevoederbedrijf Hendrix wordt gebruik gemaakt van meerdere machines met een capaciteit van 2.000 tot 30.000m³/h. De AirCleaners van Kiekens gaan volgens de verkregen informatie maximaal tot 1200m³/h.
De Kiekens AirCleaner is te groot en zwaar om op te kunnen tillen en past om die reden ook niet goed thuis in de bouw, tenzij hij gebruikt wordt in een situatie waar hij met een takelwagen naar de locatie kan worden getild.

Uit interviews met gebruikers van AirCleaners is gebleken dat op de eerste plek de door het bedrijf gebruikte gereedschap staat, op de tweede plaats komen vervolgens de afzuigsystemen die direct op de machines of het gereedschap worden aangesloten en daarna komen de AirCleaners pas aan bod. Wanneer deze AirCleaners veel kosten is dat een grote drempel voor een bedrijf om ze aan te schaffen. Om die reden zijn relatief goedkope units, die gemakkelijk te verplaatsen zijn, een stuk aantrekkelijker. Echter passen dit soort machines niet goed thuis in de industrie, tenzij ze erg krachtig zijn. Aangezien de AirCleaner niet goed binnen de markt waar hij voor bedoeld is past en hij niet in de buurt komt van de specificaties van andere apparaten binnen deze markt, zal er gekeken moeten worden naar nieuwe markten waarbinnen een AirCleaner gebruikt zou kunnen worden.

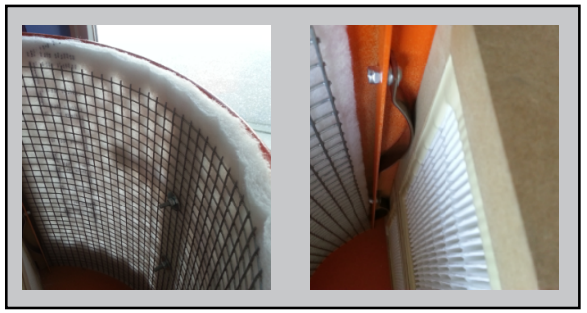


Fig. 3 - Voorfilter

Fig. 4 - HEPA-filter

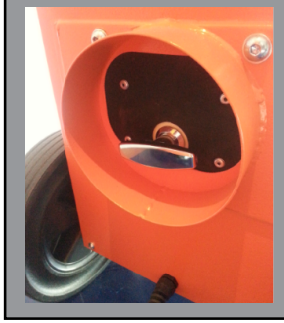


Fig. 5 - Klep

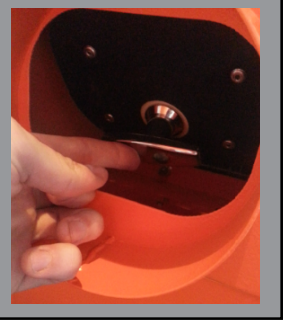


Fig. 6 - Omschakelen

Fig. 7 - Elementen

Fig. 8 - Klemmen

2.2.2 Nieuwe markten

Uit gesprekken met P. de Koning (*Bijlage D: input experts, gebruikers en klanten)* van dealer VLM en K. Puro van afnemer Tammiholma bleek al gauw dat er weinig mogelijkheden voor AirCleaners binnen de industrie liggen. Hier worden machines gebruikt die veelal op dezelfde plek blijven staan en steeds op dezelfde manier worden gebruikt. Om die reden is er binnen deze sector voornamelijk veel vraag naar afzuigsystemen die direct op de machines kunnen worden aangesloten in plaats van een mobiele unit die telkens met de werkzaamheden mee moet worden verplaatst.

Een logische stap is vervolgens het bekijken van de bouw. Kiekens heeft namelijk al veel contacten binnen deze markt. Dit komt mede door de overeenkomsten tussen de bouw en industriesector, maar ook doordat klanten in de bouw soms gebruik maken van de kleine mobiele Kiekens stofzuigers. Uit interviews met gebruikers is gebleken dat het erg lastig is om tijdens werkzaamheden in kleine ruimtes goed te ventileren. Daarnaast is het volledig afsluiten van mobiele apparaten, zoals een slijptol of schuurmachine, vrijwel onmogelijk. Direct op dit soort apparaten worden weliswaar stofzuigers aangesloten, maar desondanks komen er nog veel (gevaarlijke) soorten stof vrij. Om die reden is er binnen de bouwsector behoefte aan apparaten die de omgeving stofvrij maken. Deze apparaten moeten gemakkelijk te verplaatsen zijn en bijvoorbeeld met één hand op te tillen zijn tijdens het traplopen.

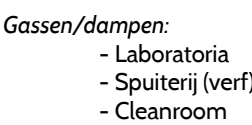
Beroepen en sectoren binnen de bouw waarbij vaak stof ontstaat zijn bijvoorbeeld:

- Huizenbouw
- Renovaties (bijvoorbeeld badkamers)
- Betonwerker
- Funderingswerker
- Houtbewerker
- Timmerman
- Tegelzetters
- Loodgieter
- Gevelisoleerder
- Slopers

Naast de markten waarbinnen Kiekens bekend is, zou er ook gekeken kunnen worden naar totaal nieuwe markten. Uit *hoofdstuk 2.7: Analyse stof en filters* blijkt dat er filters bestaan voor de volgende soorten luchtverontreinigingen: gassen, dampen, nevel, geuren rook en allergieën. In het overzicht hiernaast zijn mogelijke toepassingsgebieden waarin dit soort verontreinigingen voorkomt opgesomd.

Gassen/dampen:

- Laboratoria
- Spuiterij (verf)
- Cleanroom



Geuren:

- Voedingsmiddelenindustrie
- Veehouderij
- Afvalwaterzuivering

Rook:

- Bouw (lassen)
- Rookruimtes
- Cafetaria
- Brandweer

(Micro)nevel:

- Spuiterij
- Geneesmiddelen

- Gevelreinigers
- Tegelzetters

Allergieën, bacteriën, ziektekiemen:

- Ziekenhuizen
- Particulier gebruik (astma, hooikoorts)

Het kiezen van een nieuwe markt kan tot gevolg hebben dat er nieuwe eisen aan het product gesteld worden op het gebied van vormgeving, veiligheid en duurzaamheid. Om die reden past de Kiekens AirCleaner niet goed bij toepassingen binnen de zorg en particulier gebruik. De extra kosten die verbonden zijn aan de keuringen die het product zou moeten ondergaan en de hoge eisen aan de kwaliteit binnen de zorg zullen ervoor zorgen dat een kostenreductie ten opzichte van het huidige product onmogelijk wordt. Er zal een geheel nieuw product moeten worden ontworpen binnen een markt waarbinnen Kiekens momenteel niet werkzaam is en dus ook niet erg bekend mee is.

Wel sluiten de markten waarbinnen gassen, dampen, geuren, rook en nevel voorkomen aan bij de markten waarbinnen Kiekens bekend is. In de stof en filter analyse (*Hoofdstuk 2.7*) is er aandacht besteed aan de gevolgen die deze nieuwe markten zullen hebben op de filterkeuze. Meerdere markten

zouden bijvoorbeeld bereikt kunnen worden met de mogelijkheid om de gebruiker verschillende soorten filters in het apparaat te laten gebruiken.

2.2.3 Conclusie
De huidige AirCleaner van Kiekens past bij geen van beide markten waarbinnen Kiekens bekend is. Naast deze markten zouden er ook nieuwe markten, die aansluiten bij de bouw, kunnen worden bereikt door gebruik te maken van componenten die hier geschikt voor zijn. Wanneer de vraag naar AirCleaners binnen de industrie met de vraag binnen de bouw wordt vergeleken, dan wordt al gauw duidelijk dat de grootste vraag naar dit product binnen de bouw ligt. Deze vraag zal maximaal 100 stuks per jaar zijn, gebaseerd op het feit dat een dealer die ze niet meer in het assortiment heeft, alsnog 30 stuks per jaar verkoopt (zie *Bijlage D*).

2.3 Concurrentieanalyse

Dit jaar is er nog geen enkele AirCleaner verkocht. De opdrachtgever vermoedt dat dit ligt aan de te hoge prijzen van de AirCleaners van Kiekens. Om te achterhalen of dit klopt is er een concurrentieanalyse uitgevoerd. Hierbij is er onderzocht welke concurrenten er zijn, hoeveel vergelijkbare producten kosten en wat de vormgeving van de producten in de desbetreffende toepassingsgebieden is. Aan de hand van deze informatie kan er een conclusie getrokken worden betreffende de aanname dat de prijs te hoog is en kan er gekeken worden naar de manier waarop concurrenten hun producten uit hebben gevoerd.

2.3.1 Huidige concurrenten
Op het gebied van AirCleaners die bedoeld zijn om enkel stof op te nemen zijn er een aantal grote concurrenten van Kiekens. Hieronder vallen merken als Deconta, Pullman, Nikro, Airflow, Roters, Camfil en Airbo. Deze producten zijn in *figuren 10t/m 16.* weergegeven.

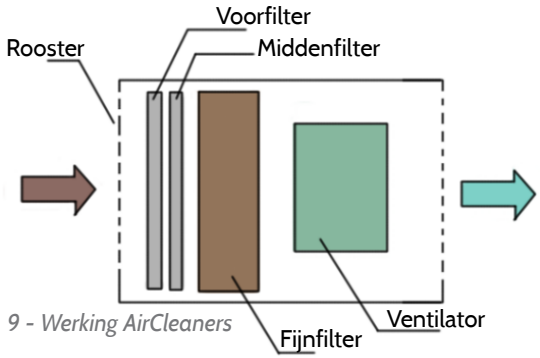


Fig. 9 - Werking AirCleaners

Werking
In principe bestaan alle concurrerende AirCleaners uit ongeveer het in *figuur* 9 weergegeven systeem. Vervuilde lucht komt aan de voorzijde binnen, wordt door een ventilator door de filters gezogen en schone lucht wordt via de achterzijde weer naar buiten geblazen.
Grotere apparaten, zoals die van Camfil, maken gebruik van een principe waarbij de uitlaatlucht extra hard en ver uit het apparaat wordt geblazen. Hierdoor heeft de uitgeblazen lucht niet de kans om direct weer opgezogen te worden en zal de lucht door de gehele ruimte gaan circuleren.

Materialen
Op de Airbo AirCleaner na worden de AirCleaners van de concurrenten vervaardigd uit plaatstaal en aluminium. De Airbo bestaat uit een behuizing van piepschuim.
Materiaal zoals plaatstaal wordt gebruikt zodat de behuizing stevig is en niet snel deukt wanneer je het apparaat ergens tegenaan stoot. Aluminium wordt voornamelijk gebruikt voor onderdelen die zich niet binnen de hoofdconstructie van de behuizing bevinden. Hierbij kan gedacht worden aan een frame dat voor de filters wordt geplaatst, afsluitstukken en uitblaasopeningen.

Vormgeving
Op het gebied van vormgeving wordt het al vrij snel duidelijk dat men bij AirCleaners uitgaat van form follows function. Er wordt gebruik gemaakt van vierkante/rechthoekige filters waar vervolgens een behuizing omheen wordt geplaatst. Dit resulteert in vrij simpele kasten die niet erg opvallen door hun vorm. De AirCleaner van Pullman valt echter op door zijn opvallende knalrode kleur en de Airbo door het materiaalgebruik.

Eigenschappen
Een overzicht met daarin de capaciteiten, afmetingen, gewichten, het vermogen en de prijzen van de producten van de concurrenten en een vergelijking met de eigenschappen van de vergelijkbare modellen van Kiekens is te vinden in *tabel 3*.

Uit deze tabel kan geconcludeerd worden dat de AirCleaner van Kiekens qua prijs soms lager en soms hoger ligt dan de prijs van vergelijkbare producten die gericht zijn op de industrie en bouw. Echter is de unit van Kiekens een stuk groter, weegt hij aanzienlijk meer en is minder zuinig dan de concurrerende

Fig. 10 - Pullman [bron 2.2]

Fig. 11 - Nikro [bron 2.3]

Fig. 14- Airflow [bron 2.4]

Fig. 13- Camfil [bron 2.6]

Fig. 15 - Deconta [bron 2.1]

Fig. 12 - Roters [bron 2.5]

Fig. 16 - Airbo [bron 2.7]

producten. Het valt op dat de AirCleaner van Kiekens een relatief lage capaciteit heeft voor zijn formaat wanneer er gekeken wordt naar de kleine AirCleaners die toegepast worden in de bouw (Airbo, Pullman, Camfil CC300).
Aangezien er gebleken is dat de gegevens omtrent de capaciteit van de Kiekens AirCleaners soms niet consistent zijn of kloppen, is het echter de vraag of de concurrenten niet hetzelfde doen met hun cijfers. Aangenomen wordt dat ook zij minimaal een kleine marge op hun gegevens zetten om het product beter te verkopen. Klanten kunnen namelijk amper testen of de gegevens correct zijn.

Filters vervangen
Uit interviews met mensen die in de bouw gebruik maken van de producten van de concurrenten, bleek al gauw dat een groot probleem het legen van de filters van de AirCleaners is (zie *Bijlage D: Input klanten en gebruikers* op pagina 40). Al kan een AirCleaner de lucht nog zo goed reinigen, er zal altijd weer stof vrijkomen tijdens het vervangen of uitkloppen van de filters. Hierdoor valt het hele nut van de AirCleaner weg.
Het voor- en middenfilter zijn relatief dun waardoor de kans dat er stof vrijkomt tijdens het vervangen van deze filters ook erg groot is. Het fijne stof dat opgevangen is door het fijnfilter bevindt zich dieper in het filter, waardoor het minder gauw weer vrij zal komen. Dit is wel het meest schadelijke soort stof en mag dus procentueel veel minder vrijkomen.
In hoofdstuk 2.1 is uitgelegd hoe de filters van de Kiekens AirCleaner kunnen worden vervangen. In *figuren 17 t/m 19* staat weergegeven hoe dit bij de producten van concurrenten kan. Meestal worden er een aantal klemmen of pinnen losgemaakt of geschroefd, waarna er een deksel of rooster van het apparaat los kan worden gemaakt. Vervolgens kunnen de filters via de voor- of bovenzijde uit het apparaat worden gehaald.

2.3.2 Eigen producten
Naast de producten die gericht zijn op het uit de lucht filteren van verschillende soorten stof *(zie figuren 20 en 22)* maakt Kiekens al een aantal

Product	Capaciteit (m^3/h)	Afmetingen (lxbxh, mm)	Gewicht (kg)	Vermogen (W)	Prijs (€)	
Deconta D60	600	560x400x400	19,5	170	€2300,-	Toepassing: Asbest sanering
Kiekens AC80	600-800	735x550x975	55	370	€1635,-	
Verschil	0-200	175x150x575	35,5	200	€735,-	
Airbo AC700	700	480x480x490	11,5	170	€1148,-	Toepassing: Bouw
Kiekens AC80	600-800	735x550x975	55	370	€1635,-	
Verschil	-100-100	255x70x485	43,5	200	€487,-	
Pullman Ermator A600-U	200-550	400x370x430	13	270	€1325,-	Toepassing: Bouw
Kiekens AC40	300-400	710x550x680	40	180	€1419,-	
Verschil	100-150	310x180x250	27	90	€106,-	
Camfil CC300	300	1060x310x360	21,4	28	€????	Toepassing: Kantoorruimtes
Kiekens AC40	300-400	710x550x680	40	180	€1419,-	
Verschil	0-100	350x240x320	18,6	152	€????	

Tabel 3 - Eigenschappen

Fig. 17 - Vervangen filter Roters[bron 2.8]

Fig. 18 - Vervangen filter AirFlow

Fig. 19 - Vervangen filters Airbo

producten binnen de eerder genoemde nieuwe markten. Zo maken ze de Mistmaster (*zie figuur 23*) voor nevelafzuiging en de Airmaster (*zie figuur 24*) voor het filteren van gassen, dampen en geuren. Om die reden ligt de focus binnen dit project vooral op het oplossen van het in de vorige alinea omschreven probleem over vrijkomend stof tijdens het reinigen/ vervangen van filters. Daarnaast wordt er gekeken naar de mogelijkheden tot het bereiken van nieuwe markten door middel van het toepassen van nieuw soort filters en andere mogelijkheden.

2.3.3 Conclusie

Om de Kiekens AirCleaner te onderscheiden van de producten van de concurrenten zal dit product een relatief opvallende vormgeving moeten krijgen. Dat wil zeggen: een vorm en kleur die afwijken van die van de concurrerende producten. Voor de stevigheid van het apparaat is het van belang om de hoofd delen van de constructie van een stevig materiaal te maken, zodat de behuizing niet snel beschadigd zal raken.
Uit de concurrentieanalyse is gebleken dat de prijs van het product niet het grootste probleem is. Het zal zeker bijdragen aan de verkoopcijfers, aangezien men op zoek is naar goedkope apparaten, maar het gewicht, de afmetingen en capaciteit zijn van groter belang. Daarbij zal een combinatie van een maximaal gewicht van 20kg, maximale afmetingen van 500x500x600mm en een minimale capaciteit van 600m³/h een streven voor het eindconcept zijn.

Een hoofdprobleem binnen de productgroep AirCleaners is het ontstaan van onveilige situaties tijdens het legen of vervangen van de filters. Om die reden zal de focus tijdens het ontwerpen liggen op dit probleem. Daarnaast zullen nieuwe markten kunnen worden bereikt door het toe kunnen passen van verschillende type filters.

2.4 Stijl Kiekens

2.4.1 Kenmerken

Om een goed beeld te vormen van de stijl binnen Kiekens, is er gekeken naar de producten die Kiekens momenteel produceert. Deze producten zien er allen stevig uit en hebben een kenmerkende oranje kleur en logo op de behuizing. Tegen een meerprijs kan deze kleur echter naar wens worden aangepast. Qua vormgeving staat een cilindrische (stofzuigers, *figuur 20*) of vierkante (Dustmasters, *figuur 22*) vorm centraal als basisvorm. Verder wordt er veel gebruik gemaakt van grote stevige frames rondom de centrale en mobiele stofzuigsystemen.

Binnen Kiekens wordt er gebruik gemaakt van twee verschillende soorten hoofdwielen (*figuren 25 en 26*) die geschikt zijn voor verschillende belastingen. Daarnaast worden dezelfde zwenkwielen (*figuur 26*) op ieder product toegepast. De AirCleaner bevat één zwenkwiel met rem en één zonder.

Fig. 20 - Mobiele systemen

Fig. 22 - Dustmaster

Fig. 23 - Mistmaster

Fig. 24 - Airmaster

Fig. 21 - Ventilatoren

De standaard handvatten verschillen net als de wielen per product. Varianten zijn ronde, ovale en hoekige handvatten (*figuur 27*).
De in- en uitlaatstukken bestaan voornamelijk een uit blank metaal (RVS).

Fig. 25 - Zwenkwiel

Fig. 26 - Hoofdwiel

Fig. 27- Overzicht handvatten

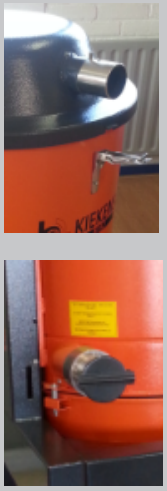


Fig. 28 - Uitlaat-stukken

Op basis van de door Kiekens gemaakte duidelijke keuzes op het gebied van vormgeving kan worden aangenomen dat het veranderen van de basisvorm tot gevolg kan hebben dat het product niet meer als een Kiekens systeem zal worden herkend. De basisvorm van het product in combinatie met zijn kleur is namelijk altijd hetzelfde gebleven. Zo zien sommige huidige producten er nog exact hetzelfde uit als de oudere varianten hiervan (*zie figuur 29*). Om die reden is het van belang dat de nieuwe AirCleaner ongeveer dezelfde basisvorm krijgt of er andere aspecten vanuit de bestaande producten worden overgenomen. Dit zijn onder andere de hoekige elementen. Vanzelfsprekend zal er ook een logo op het apparaat moeten worden geplaatst.
Vanuit de opdrachtgever wordt er aangegeven dat een nieuwe, meer hedendaagse, vormgeving zou kunnen zorgen voor een positief effect op de verkoop van het product.

Fig. 29- Industriezuigers oud en nieuw

2.4.2 Conclusie
Uit de stijlanalyse is gebleken dat Kiekens zich altijd aan dezelfde soort vormgeving heeft gehouden. Op een paar kleine aanpassingen en de kleuren na zijn de producten altijd hetzelfde gebleven op het gebied van vormgeving. Om kosten te besparen wordt er veel gebruik gemaakt van standaard onderdelen zoals de wielen en handvatten.
Een nieuwe vormgeving zou de producten een nieuw leven in kunnen blazen. Dit geldt onder andere voor de AirCleaner, een product dat momenteel uit een standaard cilindrische behuizing met een bak bestaat (*zie hoofdstuk 2.1*). Er zal aandacht moeten worden besteed aan het ontwerpen van een robuuste vormgeving (*zie Bijlage C: Collage robuust*), zodat het product bij de producten van Kiekens aansluit.

2.5 Analyse productie

2.5.1 Huidige situatie
Om te achterhalen waar het product verbeterd kan worden op het gebied van de productie en om meer inzicht te krijgen in de mogelijkheden binnen Kiekens, is er een productieanalyse uitgevoerd. De productie van de AirCleaner begint bij het vormen van de hoofdcomponenten van de behuizing en eindigt bij het controleren en verpakken. Hieronder staan alle productiestappen uitgelegd:

1. Plaatmateriaal van 3 en 4 millimeter dik wordt tot de gewenste afmetingen geknipt waarna de randen worden afgewerkt.
2. De platen gaan door naar de ponsmachine waar gaten, zoals die aan de voor- en achterzijde en de plaatsen waar elementen zoals knoppen komen, in de platen worden gemaakt.
3. Bepaalde delen van de behuizing gaan door een wals en worden tot een cilinder gewalst.
4. Waar nodig worden delen van de behuizing gebogen en gekant (bijvoorbeeld haakjes aan de deksel waar later sluitingen overheen zullen vallen).
5. Onderdelen worden in elkaar gelast en gaan door naar een tussencontrole.
6. Een crème kleurige primer (*figuur 30*) met daarin een verharder wordt op de behuizing aangebracht.
7. De componenten worden in een tussenvoorraad opgeslagen.
8. De door de klant aangegeven of de standaard Kiekens kleurstelling wordt op de behuizing aangebracht.
9. Het apparaat wordt geassembleerd. Losse componenten worden in en aan de behuizing vastgemaakt door middel van bouten en moeren.
10. Het apparaat wordt gecontroleerd.
11. Het apparaat gaat door naar de eindvoorraad of wordt direct in een kartonnen doos, met daarin beschermend materiaal, verpakt.

De volgende productietechnieken zijn binnen Kiekens beschikbaar:
- Knippen
- Ponsen
- Walsen
- Forceren
- Kanten (vouwen)
- Lassen
- Spuiten
- Aandraaien

Bij ponsen, walsen, forceren en kanten zal rekening moeten worden gehouden met insteltijden. De kosten hiervan moeten gedeeld worden door het aantal producten dat achter elkaar door de machines zal gaan.

De volgende materialen worden gebruikt om de AirCleaner te produceren:
- Plaatstaal 3mm
- Plaatstaal 4mm
- Stafmateriaal (as hoofdwielen)
- Stalen buizen (bescherming bedrading)

Gemiddeld kost het 2 uur om de metalen onderdelen van de AirCleaner te produceren.

Fig. 30- Behuizing met primer

Daarnaast is de duur van het verven afhankelijk van de droogtijd van de soort verf die op het product wordt gespoten. Meestal wordt hier een uur voor gerekend. Vervolgens kost het gemiddeld 1,5 uur om het totale product te assembleren.

2.5.2 Problemen productie

In verband met dat de producten momenteel niet worden verkocht, is er geen observatie van de handelingen tijdens de productie mogelijk geweest. Echter zijn er tijdens het observeren van de halffabricaten en het eindproduct wel een aantal problemen geconstateerd:

- De elektronica wordt vanaf het bedieningspaneel op de achterzijde via een buis naar de onderzijde van het apparaat geleid. Naast het feit dat deze bescherming erg omslachtig is aangezien er aan deze zijde van het apparaat enkel gefilterde lucht langs de bedrading zal stromen, bevindt zich onderin het apparaat geen bescherming meer.
- Er is sprake van veel lege ruimtes in het product (ongeveer 50% van het product). Hierdoor wordt er meer materiaal gebruikt dan nodig zou zijn wanneer het product compacter zou zijn. Zo is er bijvoorbeeld gekozen voor een ronde behuizing terwijl er gebruik gemaakt wordt van rechthoekige filters. Daarnaast bevindt zich bijna niets in de bak aan de achterzijde. Deze bak is zo groot gemaakt om de luchtstromen met lage snelheden uit de achterzijde te laten komen.
- Doordat de drie modellen AirCleaners verschillende afmetingen hebben wordt er voor ieder formaat voorraden behuizingen aangelegd. Door gebruik te maken van universele onderdelen zou deze voorraad gereduceerd kunnen worden.

2.5.3 Conclusie

Tijdens de productie wordt er gebruik gemaakt van bijna alle machines die Kiekens heeft. Hierbij wordt er voor de stevigheid veel gebruik gemaakt van plaatstaal van 3 en 4mm dik.
Tijdens de productie zal er voornamelijk bespaard kunnen worden op de materiaal- en voorraadkosten. Afhankelijk van de complexiteit van de nieuwe AirCleaner, zal er wel of niet bespaard kunnen worden op de productietijd.

2.6 Analyse kosten

Binnen Kiekens worden de totale kosten van materiaal tot aan een werkend eindproduct berekend aan de hand van materiaal-, loon- en overheadkosten. Daarbij wordt er voor de overheadkosten 80% van de loonkosten gerekend. Daarnaast wordt er onderscheid gemaakt tussen de onderdelen die ze zelf produceren, inkoopdelen, het verven, de controle van het product en het verpakken. De vervoerskosten van de producten liggen bij de afnemer. Indien een klant een grote order plaatst, zal er een deel vooruit moeten worden betaald om het project te financieren.
Eén van de specialiteiten van Kiekens is het klant-

Product	**AC 40**		
	Materiaal	*Loon*	*Overhead*
Behuizing	[redacted]		
Inkooponderdelen	[redacted]		
Verven	[redacted]		
Controle	[redacted]		
Verpakken	[redacted]		
Totaal	[redacted]		
Geheel	[redacted]		

Product	**AC 80**		
	Materiaal	*Loon*	*Overhead*
Behuizing	[redacted]		
Inkooponderdelen	[redacted]		
Verven	[redacted]		
Controle	[redacted]		
Verpakken	[redacted]		
Totaal	[redacted]		
Geheel	[redacted]		

Product	**AC 120**		
	Materiaal	*Loon*	*Overhead*
Behuizing	[redacted]		
Inkooponderdelen	[redacted]		
Verven	[redacted]		
Controle	[redacted]		
Verpakken	[redacted]		
Totaal	[redacted]		
Geheel	[redacted]		

Tabel 4 - Overzicht kosten

specifiek ontwerpen. Dit houdt in dat er vanuit een basisproduct naar een op een locatie en toepassing afgestemd product toe wordt gewerkt. Regelmatig komt het voor dat klanten wijzigingen doorgeven. Hier worden momenteel nog geen tekenkosten voor gerekend, waardoor de situatie kan ontstaan dat de kosten bijna hoger oplopen dan de afgesproken prijs op het oorspronkelijke order.

In het overzicht in *tabel 4* zijn de totale kosten om de huidige AirCleaners te maken weergegeven. Daarnaast is in de tekening hieronder weergegeven hoe de kosten van verschillende onderdelen zich tot elkaar verhouden. Hierbij is er uitgegaan van de AC40. Kleine onderdelen, zoals afdichtringen zijn hieruit weggelaten. De kosten per productiehandeling zijn te vinden in *Bijlage E: productiekosten* op pagina 42. Hierin staan de kosten van de 120H, aangezien Kiekens alleen van dit model over een relatief gedetailleerd overzicht beschikt. Uit de gegeven tabellen en figuur kan

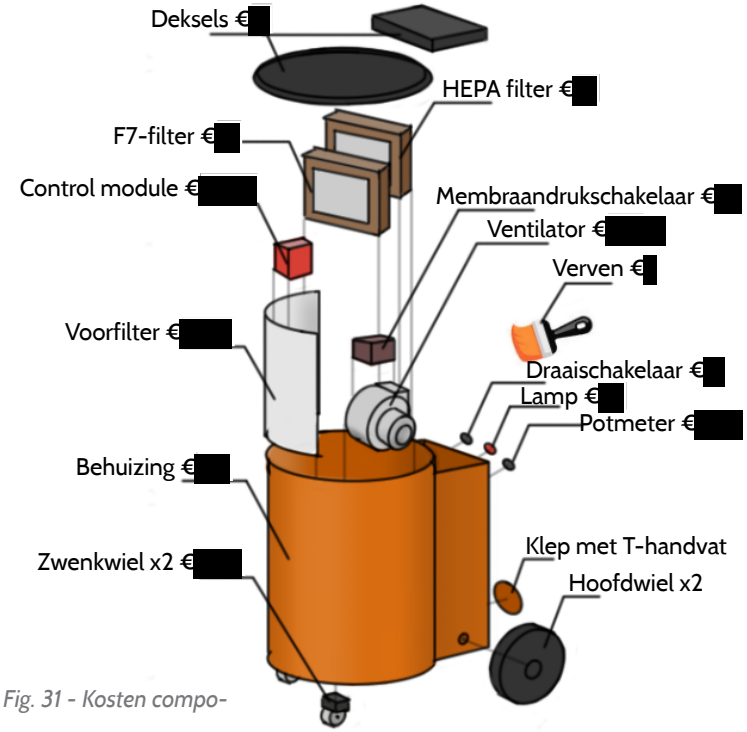


Fig. 31 - Kosten compo-

geconcludeerd worden dat de hoogste kosten per product worden veroorzaakt door de prijzen van de inkooponderdelen. Hierbij zijn componenten zoals de filters en ventilatoren het duurst. Om aan de eis van de opdrachtgever om de kosten flink te reduceren te voldoen, zal er voornamelijk op deze onderdelen moeten worden bespaard. De inkoopdelen vormen samen namelijk ongeveer 50% van de totale kosten van het product. De opdrachtgever wenst een kostenreductie van ongeveer 40%.

Ondanks dat de productiekosten aanzienlijk lager dan de inkoopkosten liggen, worden er onnodige kosten gemaakt in de productie. Zoals eerder ge-bleken is, zou het product veel compacter kunnen worden gemaakt. Zo zou er gekozen kunnen worden voor form follows function om onpraktische vormen te voorkomen en kunnen loze ruimtes worden geminimaliseerd. Wanneer het product op de hierboven beschreven manier wordt ontworpen, zal dit naast kostenbesparingen ook voordelen opleveren op het gebied van de verplaatsbaarheid van het apparaat. Om te besparen op de voorraadkosten, zouden de drie varianten van het product gereduceerd kunnen worden tot één product. Vervolgens kan een combinatie (bijvoorbeeld door te stapelen) van meerdere van dit type producten zorgen voor een hogere capaciteit.

Uit gesprekken met en informatie van onder andere benaderde bedrijven en afnemer Tammiholma (*zie Bijlage D: Input klanten en gebruikers*) kan geconcludeerd worden dat de meeste bedrijven niet bereid zijn om de huidige prijzen voor de AirCleaners te betalen. Men zoekt voornamelijk naar compacte apparaten waarvan de prijs ongeveer net zo hoog is als de capaciteit (bijvoorbeeld €1000,- voor 1000m³/h).

2.7 Analyse stof en filters

2.7.1 Soorten stof en standaard filters

Er zijn stoffen in alle soorten en maten. Lang niet alle soorten stof zijn erg schadelijk; we ademen immers constant stof in gedurende ons leven. Naast deze 'standaard' stoffen zijn er ook stoffen en kleine deeltjes die vrijkomen tijdens het bewerken van verschillende materialen. De meest voorkomende soorten staan in *tabel 5* weergegeven. Hierin staat ook hoe groot de deeltjes ongeveer zijn en met welk type filters ze opgevangen kunnen worden.
Zo kunnen grote stofdeeltjes bijvoorbeeld met een type G filter of fijner worden opgevangen. Wanneer er meerdere hokjes bij een soort stof gekleurd zijn, dan houdt dat in dat dit soort stof in meerdere soorten en maten voor kan komen. Daarnaast zijn de soorten stof die van toepassing kunnen zijn binnen dit project vetgedrukt aangegeven.

Type filters

In *tabel 5* staan standaard type filters weergegeven. Dit betreft type G, M, F, Ek, H en U, waarbij type Ek niet een officiële benaming is. Type G filters zijn de voorfilters(*figuur 32*), type M en F middenfilters(*figuur 33*) en type H en U fijnfilters(*figuur 34*). Hierbij staat H voor HEPA (High Efficiency Particulate Arrestance) en U voor ULPA (Ultra Low Particulate Arrestance). Type Ek staat voor elektrostatische filters. Doordat de stofdeeltjes een elektrisch geladen rooster passeren, krijgen ze een bepaalde lading. Deze lading zorgt er vervolgens voor dat de stofdeeltjes verderop op het metalen filter neerslaan en hier aan blijven plakken tot het filter volledig wordt ontladen. Over de efficiëntie van dit soort filters verschillen de meningen. Meer hierover is te vinden in *Bijlage B1: Soorten filters*. Voor het filteren van fijnstof worden over het algemeen HEPA-filters toegepast, aangezien ULPA-filters aanzienlijk duurder zijn en de efficiëntie van HEPA-filters aan de gezondsheidsnormen (*2.7.2*) voldoet. Meer informatie over HEPA- en ULPA-filters is te vinden in *Bijlage B1*.

Kwartsstof

Kwartsstof is een belangrijk soort stof om rekening mee te houden wanneer er een stofzuiger voor in de bouw wordt ontworpen. Dit soort stof is namelijk erg schadelijk voor de longen en bevindt zich in de meeste soorten gesteentes. Het is om die reden aannemelijk dat dit soort stof vrijwel altijd vrijkomt in de bouw. Kwartsstof staat bekend om het veroorzaken van longaandoeningen zoals stoflongen[bron 2.9]. Hierbij blijven de stofdeeltjes in het longweefsel vastzitten en brengen hier schade aan. Dit zorgt ervoor dat de longen extra bindweefsel aanmaken waardoor je minder zuurstof op kunt nemen.

Filterklasse	G (<10µm)	M (1-10µm) 40-80% eff	F (1-10µm) 80-95% eff	Ek (<1µm) 60-80% eff	H (<1µm) 87-99% eff	U(<1µm) 99,999% eff
Zware stof	■					
Zand	■					
Grove stofdeeltjes	■	■				
Pollen		■				
Cementstof			■			
Schimmelsporen			■			
Ziektekiemen				■	■	
Kwartsstof				■	■	
Bacteriën			■	■	■	
Allergenen		■	■	■	■	
Virussen			■	■	■	
Metaaloxides			■	■	■	
Roet				■	■	
Asbest				■	■	
Pesticides						■
Gas						■
Aerosol*						■

Eff = efficiëntie = hoeveel het filter vangt
*= stofdeeltjes en vloeistofdruppeltjes in een gas

Tabel 5 - Overzicht stoffen

Fig. 32 - Klasse G

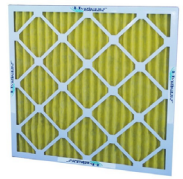


Fig. 33 - Klasse M/F

Fig. 34 - HEPA/ULPA

De aanwezige deeltjes zullen onder dit weefsel terecht komen en hier vervolgens voor altijd schade blijven aanrichten. Voor het filteren van kwartsstof is minimaal een HEPA-filter nodig.

Actief koolfilter
Naast stof komen er in de industrie en bouw nog veel meer gevaarlijke stoffen vrij die nadelige gevolgen voor de werknemers kunnen hebben. Deze stoffen kunnen onderverdeeld worden in:
- Gassen/ dampen
- Nevel
- Rook
Daarnaast kan er ook sprake zijn van geuren die de werknemers in hun werk hinderen.

Een zeer effectieve manier om geuren en toxische en corrosieve gassen uit de lucht te filteren is door gebruik te maken van een actief koolfilter [bron 2.14]. Deze filters kunnen deeltjes van ongeveer 9 nanometer opvangen. Dit houdt echter in dat ook lucht lastig door het filter zal gaan. Meer over de actief koolfilters is te vinden in *Bijlage B1.*

Polytetrafluorethyleen (PTFE)
Voor het filteren van nevel kunnen zogeheten PTFE membranen worden gebruikt. Dit soort membranen worden over het algemeen gebruikt om vocht uit de lucht te filteren, maar zijn ook te gebruiken om stof uit de lucht te filteren. Een nadeel hierbij de hoge weerstand. Meer hierover is te vinden in *Bijlage B1.*

2.7.2 Hergebruik filters
Het American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) [bron 2.13] stelt dat er een aantal veel gebruikte manieren is om filters schoon te maken. Deze methodes zijn te vinden in *Bijlage B2: Hergebruik filters.* Deze methodes gebruikt Kiekens momenteel ook in een aantal van hun producten.

2.7.3 Normeringen
Op het gebied van filteren en gezondheid zijn de meest belangrijke normeringen de EN 779 en de Arbowet. De EN 779 normering stelt dat ieder type filter aan een bepaalde efficiëntie van het filteren van deeltjes met een bepaalde grootte moet voldoen. Een voorbeeld hiervan staat in *tabel 6* weergegeven.De Arbowet richt zich meer op normeringen gericht op de maximale hoeveelheid gevaarlijke stoffen binnen een ruimte.
Overige normeringen en waardes zijn te vinden in *Bijlage B3: Normeringen.*

2.7.4 Conclusie
Uit deze analyse blijkt dat het van belang is om een fijnfilter toe te passen wanneer de AirCleaner wordt toegepast in een situatie waarin kwartsstof vrijkomt. De mogelijkheid om fijnfilters in het apparaat te plaatsen moet dus zeker aanwezig zijn. In situaties waar enkel grof stof voorkomt zouden enkel voor- en middenfilters gebruikt kunnen worden.
Momenteel worden er technieken als schudden, kloppen en het omkeren van de luchtstroom gebruikt om filters schoon te maken.
Wanneer Kiekens nieuwe markten wil bereiken, dan zijn er onder andere actief koolfilters nodig voor een aantal markten. Daarnaast zou er ook gebruik kunnen worden gemaakt van PTFE membranen. Dit materiaal heeft echter als nadeel dat de capaciteit van het apparaat erg zal dalen door de weerstand.

Zolang er aan de Arbowet wordt voldaan, is het product veilig genoeg om te mogen verkopen. Overige normeringen zijn alleen van belang bij het kiezen en testen van een soort filter.

2.8 Ergonomie

2.8.1 Ergonomie in het huidige product
Al vrij snel kan geconcludeerd worden dat het huidige product erg slecht scoort op het gebied van ergonomie. In de productanalyse en tijdens de gebruiksanalyse (*hoofdstuk 2.9*) zijn al een aantal punten toegelicht. Hieronder staat een opsomming van de punten die in het herontwerp verbeterd moeten worden:
- De drie sluitingen van de deksel gaan erg zwaar wanneer de deksel enigszins gedraaid op de behuizing zit. De werking van de sluitingen moet dus niet afhankelijk zijn van de plaatsing van de deksel.

Group	Class	Final pressure drop (test) Pa	Average arrestance (Am) of synthetic dust %	Average efficiency (Em) for 0.4 µm particles %	Minimum efficiency (ME) for 0.4 µm particles %
Coarse	G1	250	50≤Am<65	-	-
	G2	250	65≤Am<80	-	-
	G3	250	80≤Am<90	-	-
	G4	250	90≤Am	-	-
Medium	M5	450	-	40≤Em<60	-
	M6	450	-	60≤Em<80	-
Fine	F7	450	-	80≤Em<90	35
	F8	450	-	90≤Em<95	55
	F9	450	-	95≤Em	70

Tabel 6 - EN779

- De handvatten van de 40H en 80H AirCleaners zitten erg laag, waardoor het duwen van het product vraagt om een onhandige houding.
- Het apparaat is te zwaar om te tillen.
- Het klepje voor het omschakelen naar de optie om de lucht via een slang af te voeren zit erg laag. Om hem te verplaatsen moet je volledig voorover bukken om met je hand in het apparaat het klepje vast te zetten.
- De midden- en fijnfilters zitten erg vast in de behuizing, waardoor het veel kracht kost om ze los te krijgen.
- Het onderste filter in de 120H zit relatief diep in het apparaat, wat het lastig maakt om hem te vervangen.
- De tekst en elementen op de achterzijde zijn lastig af te lezen aangezien de voorzijdes van deze elementen naar beneden gericht zitten.

2.8.2 Normen en meten ergonomie
Arbowet
Het maximale gewicht dat iemand in de bouw handmatig mag tillen is 25 kilo [bron 2.17].
Het risico op rugklachten door tillen hangt niet alleen samen met het te tillen gewicht, maar ook met de situatie en methode. De handvatten zullen zodanig geplaatst moeten worden, dat het zwaartepunt onder het handvat ligt.

Key Indicator Method (KIM)
Met deze methode kan bepaald worden of een object het lichaam tijdens het tillen in een bepaalde situatie te zwaar belast. Scoort het product hoger dan 10 punten (*zie tabel 7*) na het doorlopen van een opgesteld stappenplan, dan zal het product moeten worden herontworpen om alle risico's buiten te sluiten.
Om een beeld te krijgen van een geschikt gewicht voor de AirCleaner, is de KIM methode ingevuld [bron 2.18] volgens een scenario waarin:
- Het product maximaal 10 keer per dag wordt verplaatst
- Het verplaatsen per keer minder lang duurt dan 5 minuten
- Er uitgegaan wordt van een situatie waarin de ge-bruiker voorover moet bukken om het product op te tillen en vervolgens het product een aantal keren voor zich uit moet houden om bijvoorbeeld obstakels te omzeilen.
- De gebruiker heeft een beperkte bewegingsruimte door obstakels en lage plafonds.

Groen	< 10	Aanvaardbaar
Groen	10 - 25	Risico voor minder veerkrachtige mensen
Geel	25 - 50	Risico gemiddelde werknemer. Aanpassingen nodig
Rood	> 50	Risico alle werknemers. Aanpassingen noodzakelijk

Tabel 7 - Gradaties KIM

Na het invullen van de Key Indicator Method Tool is het gebleken dat een ontwerp in deze situatie ergonomisch aanvaardbaar (8 punten) blijft bij een gewicht tussen de 10 en 20 kg voor mannen en 0 tot 10 kg voor vrouwen. Tot 25 punten is alles nog aanvaardbaar voor veerkrachtige mensen.

OCRA Methode
Ook met deze methode [bron 2.19] kunnen risico-factoren worden bepaald. Aan de hand van houding, bewegingen, kracht, trillingen en contactkrachten kom je met deze methode tot een bepaalde score.

3D SSPP
Met dit programma [bron 2.20] kan een bepaalde til-situatie gesimuleerd worden. Zo kan er gekeken worden welke delen van het lichaam belast worden door bijvoorbeeld het handvat op verschillende plekken te plaatsen.

2.8.3 Ergonomie AirCleaner bevorderen
Aangezien de huidige AirCleaner niet ergonomisch te noemen is, is er gekeken naar de componenten waar een herontwerp voor kan worden gemaakt om de ergonomie te bevorderen.

Wanneer het product met twee handen moet kunnen worden opgetild, dan zullen deze handvatten zich aan weerszijden van het product moeten bevinden. Indien het product dusdanig licht is dat hij met één hand opgetild kan worden, dan zal er een handvat bovenop het apparaat moeten komen.
Al deze handgrepen zullen goed in de hand moeten liggen. Dit houdt in dat er geen sprake mag zijn van scherpe randen en dat de diameter minimaal afgestemd is op het gemiddelde formaat hand.
Een ander belangrijk aspect is dat de bedieningselementen groot en simpel vormgegeven moeten zijn.
Zo wordt voorkomen dat ze in noodsituaties niet herkend of gevonden worden.

2.8.4 Conclusie
Op het gebied van ergonomie scoort de huidige AirCleaner erg laag. De grootste verbeterpunten liggen bij het goed plaatsen van handvatten, het zichtbaar maken van de bedieningselementen en het aan de boven- of zijkant plaatsen van de door de gebruiker te verplaatsen onderdelen.

2.9 Gebruikstest

2.9.1 De test
Om te achterhalen hoe de huidige AirCleaner in verschillende situaties presteert, is er een gebruikstest uitgevoerd. Voor deze test is er gebruik gemaakt van de rokersruimte van Kiekens. Met behulp van een rookmachine (*figuur 35*) is de ruimte gevuld met rook om zo de efficiëntie van het product en de verschillende luchtstromen waar te kunnen nemen.

De volgende aspecten zijn getest:
- De efficiëntie van het apparaat; *duurt het relatief kort of lang voordat de rook uit de ruimte is gefilterd?*
- De stromingen; *hoeveel van de rook die richting het apparaat wordt gezogen wordt daadwerkelijk het apparaat in gezogen?*
- Het effect van uitblazen richting een muur; *hoe gedragen de stromingen zich als er richting een muur of hoek wordt uitgeblazen?*
- De zuigkracht; *hoe sterk is het apparaat in verhouding tot de afzuiger van de rokersruimte en wordt het volledige aanzuigvlak van het apparaat benut?*
- De uitblaassnelheid; *wordt de volledige uitblaaszijde benut?*

In totaal zijn er 7 verschillende situaties getest. Dit betreft soms een situatie waarin het apparaat in een hoek staat en soms in het midden van de ruimte, zodat de verschillen in stromingen en werking kunnen worden waargenomen. Afbeeldingen van de testen met daarbij uitleg over de situaties zijn te vinden in *Bijlage F1: Observaties gebruikstest.*

2.9.2 Algemene observaties
- Hoe efficiënt het apparaat werkt hangt erg af van de plaatsing. In de buurt van een muur of hoek van de ruimte werkt hij minder goed dan in het midden.
- De uitlaatsnelheid van de AirCleaner ligt aanzienlijk

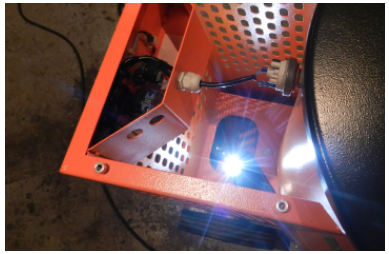


Fig. 36 - Opstellingen filmen binnenzijdes

Fig. 35 - Rookmachine

hoger dan de aanzuigsnelheid. Wanneer het product met de uitblaaszijde richting een muur staat, zal er een luchtstroom ontstaan die de rook bij het apparaat vandaan blaast.
- De opgezogen lucht wordt dusdanig gefilterd dat er geen zichtbare rookdeeltjes uit de uitblaaszijde komen. Aan de hand hiervan wordt aangenomen dat de lucht volledig gefilterd is.
- De helft van de gaten in de achterzijde van de AirCleaner zijn overbodig. Hier stroomt namelijk geen lucht doorheen (*zie figuren 37.1 t/m 37.4*)
- De AirCleaner zuigt voornamelijk rook op in de directe omgeving van de voorzijde of deeltjes die in de richting van de aircleaner worden geblazen.
- Een deel van de rook kolkt rond boven het apparaat.
- Het duurt erg lang voordat de lucht weer gereinigd is wanneer er sprake is van een grote hoeveelheid deeltjes.
- Er is nog amper sprake van luchtstromen richting de aanzuigende zijde, wanneer de cleaner niet op zijn maximale stand staat,
- Een groot deel van de rook stroomt langs het rooster. Dit kan verklaard worden door de ronde 'aerodynamische' vorm van het product.
- Het product is erg vervelend om voort te duwen. Het handvat bevindt zich, zoals al eerder werd aangenomen, te laag. Om die reden is het gemakkelijker om het product voort te duwen door tegen de rand van de deksel te duwen.
- De filters zitten zo vast dat ze er niet uit te krijgen zijn. Dit komt mede doordat ze er al een hele poos in zitten en de rubber afdichtranden zijn gaan plakken.

2.9.3 Conclusie

Ondanks dat het product groot is en een relatief groot filteroppervlak bevat zuigt de AirCleaner lang niet alle rook op. Een groot deel van de rook verdwijnt over de bovenzijde, langs de zijkant of wordt door de uitblaasstromen (via de muren) weggeblazen. Het product lijkt enkel goed te werken wanneer de uitblaasrichting op een hoek gericht staat. Zo kan er namelijk geen lucht langs het product verdwijnen en kolkt de lucht bij de voorzijde rond. Verder is het bereik van de AirCleaner niet erg groot; waarschijnlijk door de lage aanzuigsnelheid. Zodoende duurt het filteren van een kleine ruimte al erg lang. Dit terwijl het apparaat voor grotere ruimtes dan de rokersruimte bedoeld is.
Naast de efficiëntie zitten de filters erg vast en wordt de uitblaaszijde maar voor de helft benut.

2.10 Stromingen

Naar aanleiding van de observaties betreffende stromingen, aanzuigsnelheden en uitblaassnelheden is er informatie gezocht over het bevorderen van deze aspecten van de AirCleaner. Daarnaast is er ook nog een test betreffende stromingsbevorderende vormgevingen uitgevoerd. Deze test staat beschreven in hoofdstuk 4.2.

Uit een expert-interview kwam naar voren dat wanden naast het aanzuigrooster een positieve invloed hebben op de aanzuigsnelheid ten opzichte van een situatie waarin de aanzuigzijde enkel uit een rooster bestaat.
In *figuren 42* en *43* [bron 2.21] is te zien dat er nog 7,5% van de oorspronkelijke aanzuigsnelheid over is op een afstand van ongeveer 95% van de diameter van het gat. Dezelfde snelheid wordt in een situatie met randen om het gat gemeten bij ongeveer 110% van de diameter. Echter is in *figuur 41* te zien dat de capaciteit in een situatie met randen af zal nemen. Vermoedelijk komt dit door luchtweerstand die door de wrijving van de lucht langs de wanden ontstaat. Ook zal er geen stof van achter het apparaat meer worden opgezogen. Het product zal dan dus goed op de bron moeten worden gericht.

Uit de gegevens betreffende stromingen en snelheden in de figuren hiernaast kan geconcludeerd worden dat een AirCleaner beter past in situaties waarbij het apparaat dichtbij de bewerkingen waar stof bij vrijkomt staat of gebruikt wordt in een kleine ruimte. Wanneer het apparaat geen onderdruk veroorzaakt in de ruimte (situatie zonder slang naar buiten), dan zal het stof achterin een grote ruimte niet door de relatief lage zuigkracht van de AirCleaner worden aangetrokken.

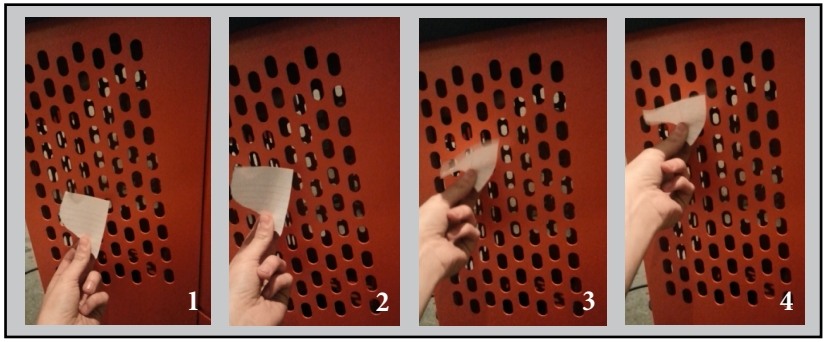


Fig. 37- Uitlaatsnelheid

Fig. 38 - Filter vervangen

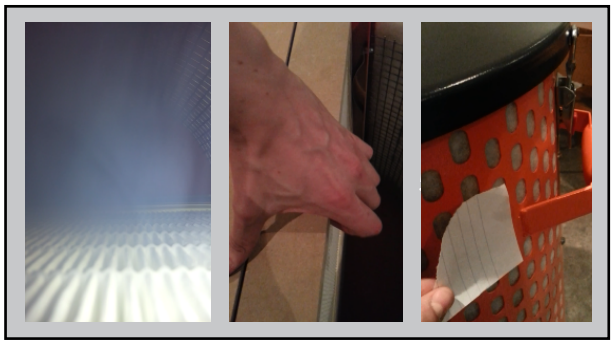


Fig. 39 - Binnenin het product: middenfilter

Fig. 40 - Aanzuigsnelheid

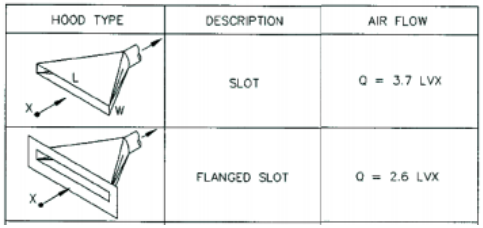


Fig. 41 - Inlvoed op capaciteit

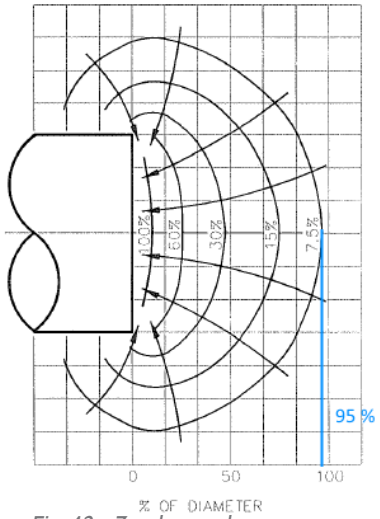


Fig. 42 - Zonder randen

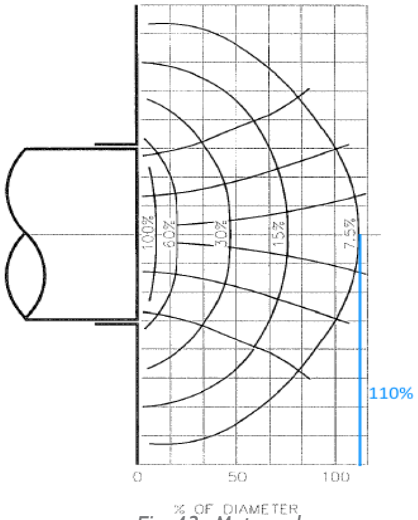


Fig. 43- Met randen

2.11 Programma van eisen

2.11.1 Eisen

Eisen opdrachtgever
- Een flinke kostenreductie om het product weer een kans op de markt te geven
- Moet binnen de stijl van Kiekens passen
- Moet met de huidige productiemethodes te produceren zijn

Eisen markt
- Moet verschillende soorten filters kunnen bevatten voor verschillende toepassingen
- Het product moet zich richten op de bouwsector en zal daarnaast de mogelijkheid moeten hebben om alternatieve markten te bedienen

Eisen gebruikstest
- Een aerodynamische vorm aan de aanzuigkant moet worden voorkomen
- Oppervlaktes moeten volledig worden benut
- Liever de aanzuigsnelheid hoger dan de uitlaatsnelheid in plaats van het omgekeerde

Eisen vormgeving
- Bevat herkenbare Kiekens vormgevingsaspecten
- Bevat het Kiekens logo
- Maakt gebruik van de oranje-zwarte kleurstelling van Kiekens
- Robuuste uitstraling (*zie Bijlage C: Collage robuust*)
- Er moet een verschil tussen aanzuig- en uitblaaszijde zichtbaar zijn

Eisen experts
- Moet een kabel bevatten met een minimale lengte van 10 meter
- Het geproduceerde geluid mag maximaal 70dB bedragen
- Er moet een constante luchtstroom gecreëerd worden. Sterke luchtstromen gericht op één punt moet worden voorkomen
- Het opwaaien van schadelijke zweefstoffen tijdens het vervangen van filters moet worden voorkomen
- Moet met en zonder slang te gebruiken zijn
- Mag niet de suggestie wekken dat een onveilige situatie veilig is (schijnveiligheid)

Eisen vanuit concurrentieanalyse
- Het product mag maximaal 500x500x600mm zijn
- Het product mag maximaal 20kg wegen
- Het product moet een minimale capaciteit van 600m³/h hebben.
- De filters moeten in maximaal 5 handelingen te vervangen zijn
- Het apparaat moet minimaal de capaciteit hebben die de huidige AirCleaners ook hebben

Eisen productie
- Er moet zoveel mogelijk gebruik gemaakt worden van de standaard onderdelen die Kiekens tot zijn beschikking heeft (wielen, handvatten etc.)
- Het herontwerp moet vervaardigd worden uit beschikbare materialen

Eisen ergonomie
- Het aansluitstuk voor de slang moet zich aan de buitenzijde van het apparaat bevinden
- De bedieningselementen moeten groot en herkenbaar zijn en in het zicht worden geplaatst
- De afmetingen van het handvat moeten afgestemd zijn op de gemiddelde grootte van handen met daar een marge van minimaal 20% bovenop
- Mogelijk maken om het product volgens de NIOSH methode op te tillen indien er twee handen worden gebruikt

Eisen stof
- Moet een fijnfilter kunnen bevatten om kwartsstof uit de lucht kunnen filteren
- Moet optioneel een koolfilter of een met koolstof geïmpregneerd filter bevatten
- Moet minimaal een voor- en middenfilter bevatten
- Opwaaiend stof moet te alle tijden worden voorkomen
- Filters moeten kunnen worden afgesloten tijdens het vervangen

2.11.2 Wensen
- Opvallende vormgeving
- Mogelijk maken om optionele onderdelen op het laatst nog toe te voegen of te verwijderen.

Wensen opdrachtgever
- Moet universele componenten voor de verschillende productvarianten bevatten
- Kosten ongeveer 40% lager dan die van de huidige AirCleaner

Wensen kosten
- Zo min mogelijk soorten units maken. Bij voorkeur één soort unit die gestapeld kan worden

Wensen klant
- Mag ongeveer het volgende per capaciteit kosten:
  ±500-600m³/h --> ±€450-550,-
  ±1000m³/h --> ±€650-750,-
  ±2000m³/h --> ±€1100-1200,-
- Bevat wielen, zodat het product tijdens het gebruik gemakkelijk door de ruimte te verplaatsen is zonder hem op te hoeven tillen.

3. PERSPECTIEVEN

Om tot ideeën te komen, is er vanuit een aantal verschillende perspectieven naar het product gekeken. Daarbij is er gekeken naar het doel binnen deze richtingen om zo vervolgens tot een samenstelling van eigenschappen te komen. Deze eigenschappen zijn vertaald in voor- en nadelen per richting en zijn weergegeven in de tabellen op deze en de volgende pagina. Overeenkomsten en tegenstellingen tussen de verschillende richtingen zijn hier ook in weergegeven.

Hieronder zijn de verschillende doelen weergegeven:
- *Verkopers*: Zoveel mogelijk de huidige markt bedienen. Daarnaast de mogelijkheid tot het bereiken van nieuwe markten die op deze markt aansluiten.
- *Productie:* Een eenvoudig toestel produceren waarbij goedkope productiemethodes en materialen kunnen worden gebruikt. Des te meer ruimte er binnen het apparaat voor de assemblage van onderdelen is, des te beter.
- *Gebruikers bouw:* Veilig en snel kunnen werken zonder schadelijke stoffen in te ademen in verschillende situaties. Hierbij is het van belang dat het product snel en gemakkelijk verplaatst kan worden. Naast het circuleren van de lucht is ook de mogelijkheid om de lucht naar buiten af te voeren wenselijk.
- *Inkoop*: Zo min mogelijk onderdelen inkopen en zoveel mogelijk zelf produceren zolang dit haalbaar is, zodat er sprake is van een kleine voorraad. De onderdelen zo goedkoop mogelijk inkopen.
- *Hoogst toegevoegde waarde*: Het met één apparaat bedienen van zoveel mogelijk markten. Daarbij zal het product moeten voldoen aan de eisen van verschillende gebruikersgroepen. Het krijgen van veel feedback aan de gebruikers is ook van belang.
- *Laagst toegevoegde waarde*: Een basisproduct met weinig functionaliteit.
- *Marketing*: Het leveren van een basisproduct met daarbij veel verschillende optionele onderdelen. Hierbij kan er gebruik worden gemaakt van een vanaf prijs om het product aantrekkelijk te maken. Een aantrekkelijke vormgeving is van belang.
- *Service/ onderhoud:* De vormgeving en samenstelling van componenten op een dusdanige manier uitvoeren zodat onderdelen gemakkelijk kunnen worden vervangen. Dit moet met zo min mogelijk handelingen mogelijk zijn.
- *Bestaande functionaliteit:* Zoveel mogelijk gebruik maken van de huidige onderdelen van de AirCleaner.
- *Ergonomie:* Een kleine lichtgewicht unit met handvatten op verschillende plekken om het optillen en duwen in verschillende situaties te ondersteunen.
- *Gezondheid gebruiker:* Het regelmatig kunnen vervangen van de filters zodat de werking hiervan goed blijft. Hoge kwaliteit en veel filters aanwezig in het product die op een veilige(= geen vrijkomend stof) manier te verwijderen of reinigen zijn.

Perspectief	Voordelen	Nadelen	Overeenkomsten	Tegenstellingen
Verkoop		- Niet bekend in nieuwe markten	Met 'particulieren' → totaal nieuwe markt	Met 'bouw' → bekende vs onbekende markten
Inkoop/kosten/bestaande functionaliteit	- Klein - Compact - Goedkoop	- Wegwerpfilters lastig 100% aan te laten sluiten in behuizing - Mist functionaliteit - Onveilig	Met 'bouw' → Klein, compact	Met 'industrie' → Groot en zwaar vs klein en licht
Productie	- Goedkoop - Simpel	- Straalt ook goedkoop uit - Vormgeving niet uitdagend genoeg - Te weinig functionaliteit	Met 'inkoop' → goedkoop	Met 'particulieren' → vormgeving simpel vs complex
Bouw	- Klein - Compact - Lage materiaalkosten - Veilig (gezondheid) - Meerdere producten op elkaar is meer capaciteit - Feedback	- Relatief duur - Lastig met beschikbare materialen - Complex	Met 'inkoop/betaande functionaliteit/kosten → klein, compact	Met 'industrie' → Groot en zwaar vs klein en licht
Industrie	- Krachtig - Ergonomisch (niet bukken)	- Zwaar - Niet gemakkelijk mee te nemen naar andere verdiepingen - Vaak worden er in deze sector al grote stofzuigers aangesloten op de machines waar stof bij vrijkomt - Duur	Met hoogst toegevoegde waarde → krachtig	Met 'bouw' → Groot en zwaar vs klein en licht

Tabel 8a - Perspectieven

Perspectief	Voordelen	Nadelen	Overeenkomsten	Tegenstellingen
Gezondheid	- Heel erg veilig - Veel feedback - 'moderner' door display i.p.v. analoog	- Duur - Grote behuizing - Feedback waarschijnlijk niet opvallend genoeg op deze manier	Met particulieren → Erg veilig	Met productie → veilig vs niet
Hoogst toegevoegde waarde	- Krachtig - Veilig (extra filter) - Ergonomisch - Gebruiker kan bepalen hoe hij hem optilt - Veel feedback	- Behuizing wordt groter door de ventilator - Zwaar(?) - Duur - Lange productietijd	Met industrie → krachtig	Met 'productie' → ergonomisch vs totaal niet
Marketing	- Klinkt aantrekkelijk voor de klant (lage vanaf prijs) - Kan in veel sectoren toegepast worden i.v.m. flexibiliteit	- De opties kunnen te duur klinken - Basisproduct in weinig gebieden toe te passen	Met particulieren → uitnodigend uiterlijk	Met productie → flexibel vs 1 type product
Service/ onderhoud	- Duidelijke feedback - Ook voor productie gemakkelijk de hoofdonderdelen te assembleren - Gebruiksvriendelijk	- Kleppen etc om bij onderdelen te komen hebben invloed op de stevigheid van de behuizing - Loze ruimtes nodig voor gemakkelijk vervangen onderdelen - Lange productietijd - Veel 'losse' componenten die kapot kunnen	Met hoogst toegevoegde waarde → veel feedback	Met productie → gebruiksvriendelijk vs niet
Ergonomie	- Ergonomisch - Filters gemakkelijk te vervangen	- Lastig te produceren/ hoge productiekosten	Met hoogst toegevoegde waarde → ergonomisch, filters gemakkelijk te vervangen	Met productie, inkoop → ergonomisch vs niet

Tabel 8b - Perspectieven

4. IDEEGENERATIE

Dit hoofdstuk bestaat uit het vormen van oplossingsrichtingen en ideeën vanuit de voorheen bepaalde problemen, eigenschappen (*hfst 3*), een aantal scenario's (*Bijlage G1: scenario's*) en het testen van mogelijke oplossingen. Op deze pagina staan onder andere de visuele weergaven van de belangrijkste ideeën die voortgekomen zijn uit de oplossingsrichtingen. De eerste ideeën en schetsen binnen dit project zijn terug te vinden in *Bijlage G2: Ideeën* en *bijlage G3: schetsen.* In hoofdstuk 5 staan de gekozen ideeën verder uitgewerkt tot concepten.

4.1 Oplossingsrichtingen

Hiernaast staan de uit de analysefase gebleken grootste problemen opgesomd. Deze problemen zijn voortgekomen uit de gebruikstest, observaties en ervaringen van gebruikers. Het kostenaspect komt vanuit de kostenreductie-eis van de opdrachtgever. Daarnaast zijn er nog algemene aspecten van belang zoals het reduceren van de afmetingen en het gewicht van het product en het ontwerpen van een bij Kiekens passende vormgeving.
Vanuit de wensen zijn er nog een aantal 'extra functionaliteitsrichtingen' bedacht die optioneel aan een concept toe kunnen worden gevoegd.
Naast de overzichten van oplossingsrichtingen zijn de belangrijkste ideeën die hieruit zijn voortgekomen te vinden op deze en de volgende pagina's behorende bij dit hoofdstuk. Hierbij zijn de vanzelfsprekende richtingen, zoals 'handvat boven zwaartepunt plaatsen', niet weergegeven.

Extra functionaliteit

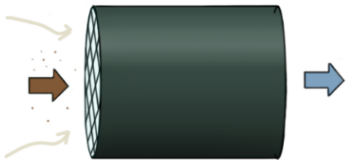
- Stapelsysteem
- Mogelijkheid tot statisch en mobiel maken van de unit (poten en wielen)
- Universele aansluiting slangen
- Mogelijkheid tot aansluiten slang op aanzuig- en/of uitblaaszijde

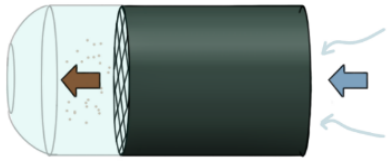
Problemen en aspecten	Oplossingsrichtingen
Loskomen stof tijdens vervangen filters	1.1 Blaasrichting ventilator omdraaien en stof opvangen 1.2 Filters afsluiten 1.3 Stof elektrostatisch opvangen 1.4 Lucht filteren met water
Rook passeert filter	2.1 Het met de vormgeving van de aanzuigzijde bevorderen van de hoeveelheid aangezogen stof 2.2 Een zuigkrachtverdeler toepassen om de filteroppervlaktes volledig te benutten 2.3 Niet uitblazen richting een muur
Gezondheid bevorderen	3.1 Meerdere type filters in apparaat kunnen plaatsen 3.2 Zie vervangen filters
Ergonomie	4.1 Handvat boven zwaartepunt plaatsen 4.2 Knoppen en bedieningselementen zoveel mogelijk aan de bovenzijde plaatsen 4.3 Ergonomische handvatten
Kosten	5.1 Reinigen filters voor hergebruik 5.2 Goedkope standaard onderdelen 5.3 Nieuw voordelig filtersysteem 5.4 Filtermateriaal op rol toepassen in plaats van filters 5.5 Verschillende capaciteiten door één type unit te kunnen stapelen 5.6 Goedkope materialen toepassen

4.2 Ideeën

1.1 Blaasrichting omdraaien

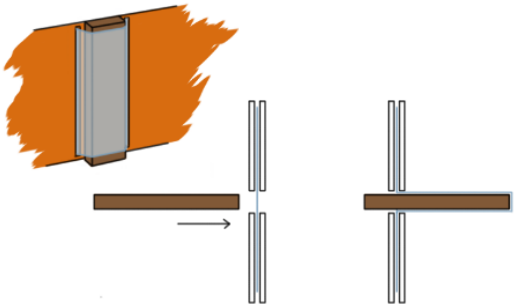
Allereerst een zak aansluiten op de aanzuigzijde terwijl het apparaat uit staat. Vervolgens de blaasrichting omdraaien en het stof, dat vrijkomt uit de filters, opvangen in de zak.

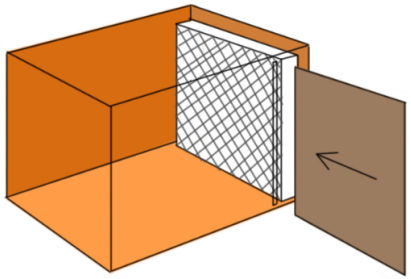




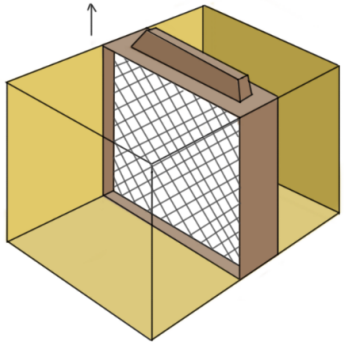
1.2 Filters afsluiten

Het afsluiten van de filters met plakplastic. Binnenin de buitenwand bevindt zich een laag plakplastic die de opening in de behuizing afsluit. Op het moment dat de filters door de opening naar buiten worden gehaald, worden ze afgesloten.





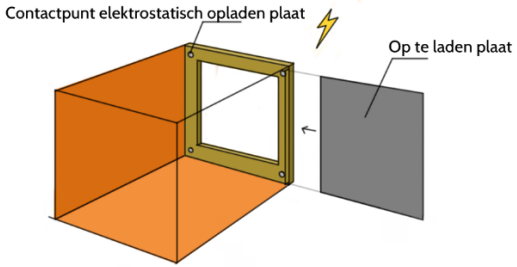
Het afsluiten van de filters door een kartonnen plaat in het apparaat te schuiven en met de plakkende kant op het filter te drukken.



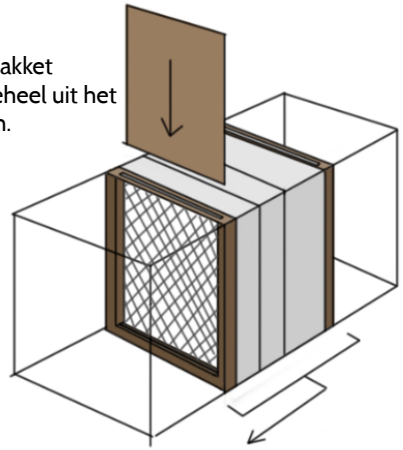
De filters in een handvat plaatsen, zodat ze te verwijderen zijn zonder dat er een deksel van het apparaat af gehaald hoeft te worden. Dit handvat zou van buitenaf afgesloten kunnen worden.

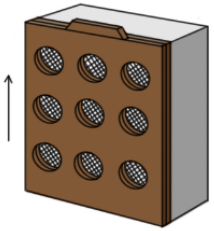
1.3 Elektrostatisch

Het invoegen van een plaat die elektrostatisch wordt gemaakt door de AirCleaner. Losse stofdeeltjes in het apparaat zullen zich vervolgens aan de plaat gaan hechten.

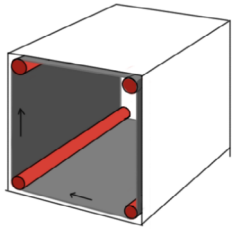


Het gehele filterpakket afsluiten en als geheel uit het apparaat schuiven.

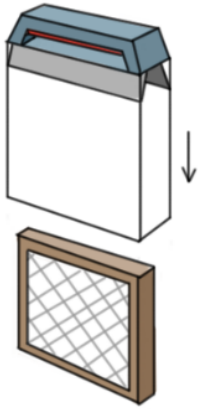




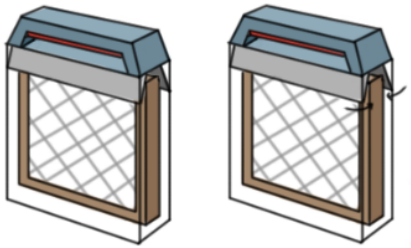
Een kartonnen unit die op het filter wordt geplaatst. Deze unit bestaat uit twee kartonnen lagen, ieder met gaten op dezelfde plek. Op het moment dat de voorste laag omhoog wordt getrokken, zitten de gaten van de twee lagen niet meer voor elkaar en is het filter afgesloten.

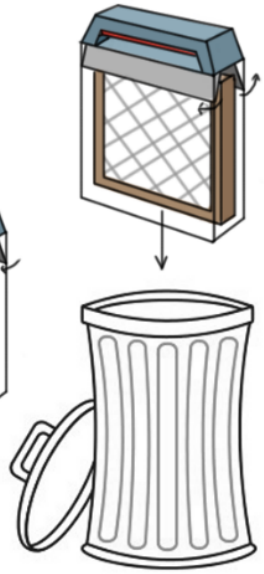


Een doek door de behuizing heen kunnen draaien, waardoor hij opgewreven en dus statisch wordt. Losse stofdeeltjes worden door het doek aangetrokken.



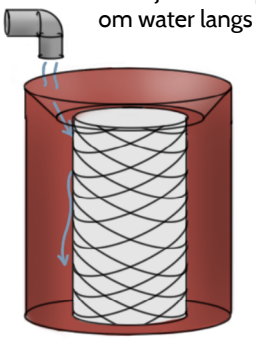
Een handvat over het te vervangen filter heen schuiven, het filter vastgrijpen en vervolgens loslaten boven een afvalbak.

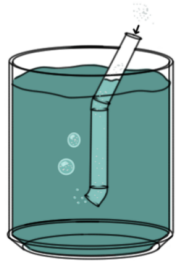




1.4 Water

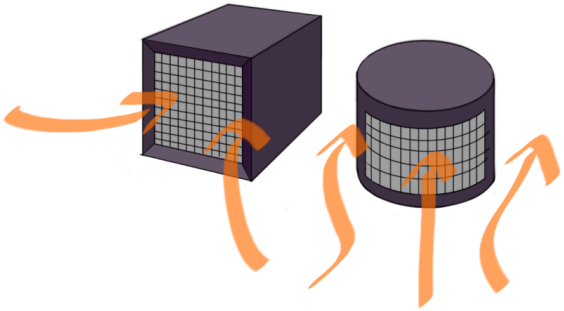
Het fijnfilter afspoelen door het mogelijk te maken om water langs het filter te laten lopen.

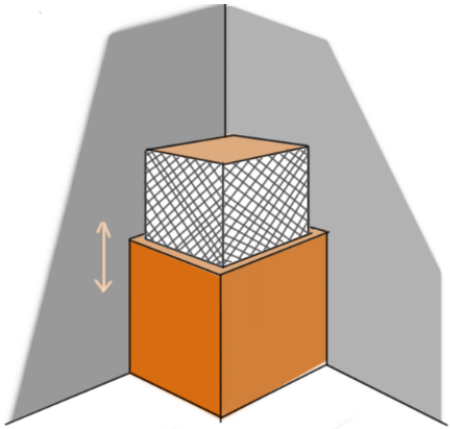




Het stof door water heen blazen, waarbij het stof in het water achterblijft en schone lucht weer vrijkomt.

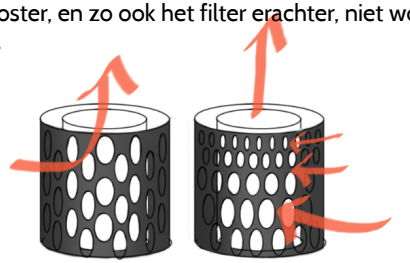
2.1 Vormgeving aanzuigzijde
De hoeveelheid aangezogen vervuilde lucht bevorderen door de vormgeving dusdanig aan te passen dat de lucht niet om het apparaat heen wordt gezogen.



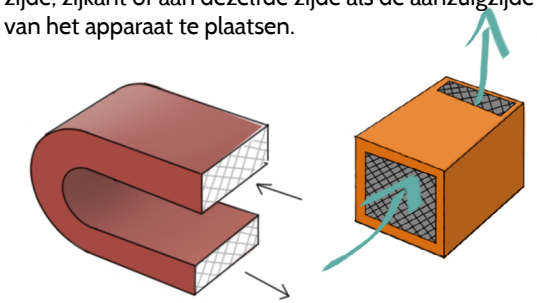


Een deels inschuifbare unit, zodat hij klein op te bergen is wanneer hij niet wordt gebruikt. Daarnaast in een hoek te plaatsen, waardoor de stof niet langs het apparaat kan.

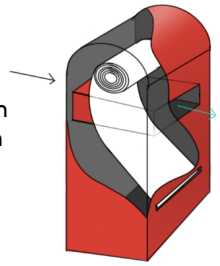
2.2 Zuigkrachtverdeler
Het toepassen van een zuigkrachtverdeler. Door dichtbij de ventilator kleinere gaten in het rooster te plaatsen wordt voorkomen dat de onderzijde van het rooster, en zo ook het filter erachter, niet wordt benut.

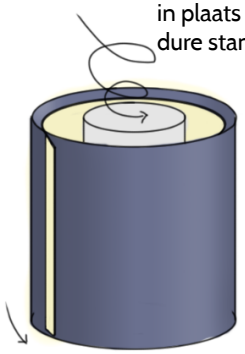


2.3 Blaasrichting
Voorkomen dat de lucht tegen een wand aan wordt geblazen door de uitblaasopening aan de bovenzijde, zijkant of aan dezelfde zijde als de aanzuigzijde van het apparaat te plaatsen.



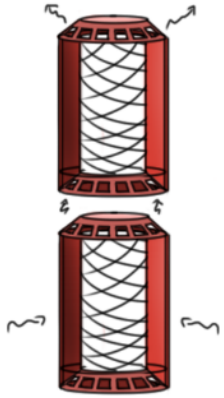
5.4 Filtermateriaal toepassen in plaats van standaard filters
Kostenreductie door gebruik te maken van filtermateriaal op rollen in plaats van gebruik te maken van dure standaard filters.



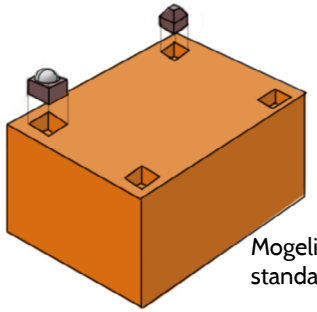


Geen middenfilter gebruiken, maar een laag plakkend materiaal aan de binnenzijde van de behuizing plaatsen. Door middel van cycloonwerking ervoor zorgen dat de lucht hier eerst langs gaat en vervolgens richting het fijnfilter stroomt.

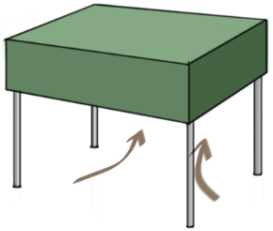
5.5 Capaciteiten combineren
De mogelijkheid tot het gebruik van één soort AirCleaner voor verschillende capaciteiten door deze unit te kunnen stapelen.



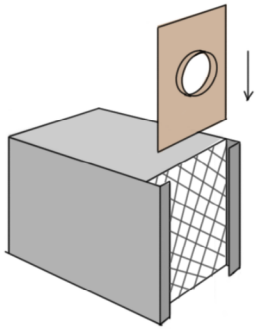
Extra functionaliteit



Mogelijkheid tot vervangen standaard poten door wielen.



Uitvouwbare poten, zodat er ook onder het apparaat gewerkt kan worden bij vrijkomende gassen en dampen.



Randen aan de voorzijde van het apparaat waar een voorpaneel met slangaansluiting in kan worden geschoven.

Wielen in en uit kunnen klappen. Bollen als wielen zodat de AirCleaner makkelijk in alle richtingen kan worden verschoven.

4.3 Testen

Om te achterhalen of een aantal ideeën inderdaad zo werken als dat ze bedacht zijn, zijn er een aantal tests met modellen uitgevoerd. Hierbij is de invloed van de vorm van de aanzuigzijde op de lucht-stromingen getest (A) en is er een test met filtratie door water uitgevoerd (B). Deze tests zijn toegelicht in respectievelijk *bijlages F2* en *F3*. Opstellingen van de tests zijn in de figuren hiernaast weergegeven (*figuren 44 en 45*).

Test A

Uit deze test is gebleken dat de rook minder snel langs de bovenkant en zijkanten verdwijnt bij de verdiepte aanzuigzijde dan bij de vlakke. Foto's van deze stromingen zijn ook te vinden in de bijlages en weergegeven in *figuur 47*.

Test B

Uit de test met water kan geconcludeerd worden dat dit geen veilige manier van filtratie is. Door de relatief grote hoeveelheden lucht die de AirCleaner moet verplaatsen zal er een constante stroom van (grote) luchtbellen ontstaan die het stof gedeeltelijk in de 'gefilterde' lucht zullen verspreiden op het moment dat ze knappen.

4.4 Ideekeuze

Aan de hand van de uitgevoerde tests en het afwegen van de voordelen tegenover de nadelen zijn een aantal ideeën gekozen.
Zo vallen ideeën met water doordat niet al het stof uit de lucht gefilterd wordt. Daarnaast valt een systeem met statische elektriciteit af in verband met stofexplosiegevaar. Ook valt het idee om het stof in een externe unit (bijvoorbeeld een zak) op te vangen af in verband met dat dit enkel het verplaatsen van het probleem is. Hierbij leeg je namelijk een filter door het op te vangen met een ander filter (de zak zal een filter moeten bevatten zodat de lucht uit de zak kan ontsnappen). Er wordt aangenomen dat er meer behoefte is aan een product waarvan de capaciteit hoog ligt, dan de behoefte aan een product dat je kunt stapelen. Dit zorgt voor minder handelingen voor de gebruiker en voorkomt dat ze het product niet kopen door het aan moeten schaffen van de vele reserve filters.

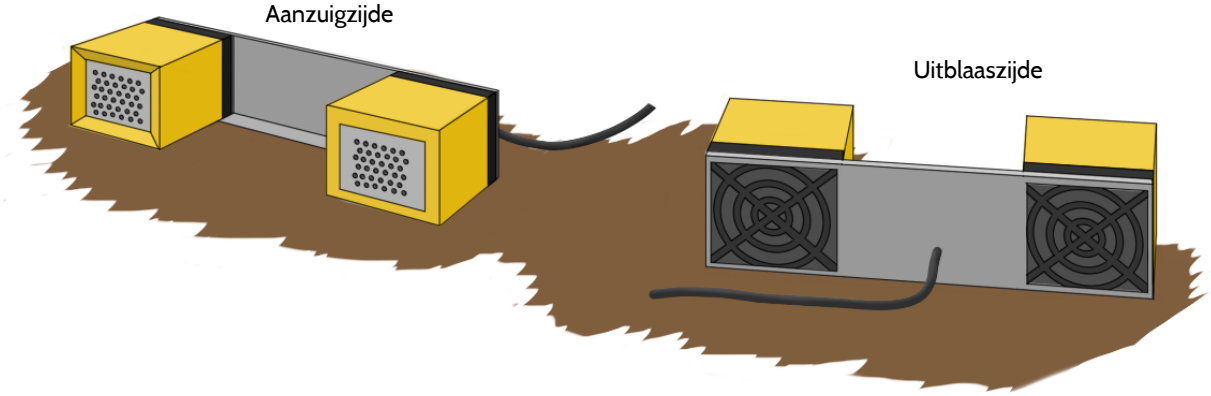


Fig. 44 - Opstelling test A

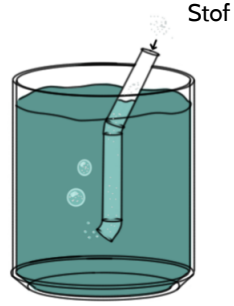


Fig. 45 - Opstelling test B

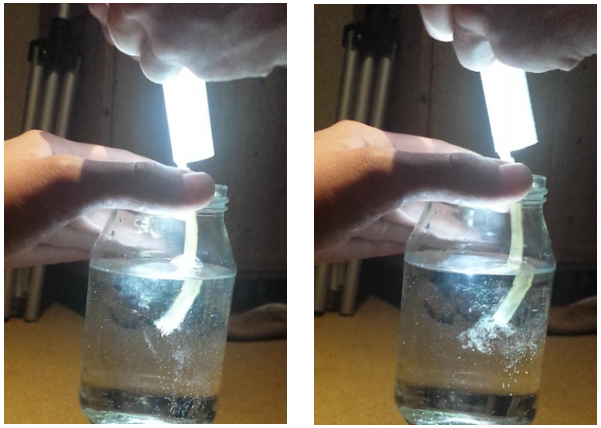


Fig. 46 - Resultaten test B

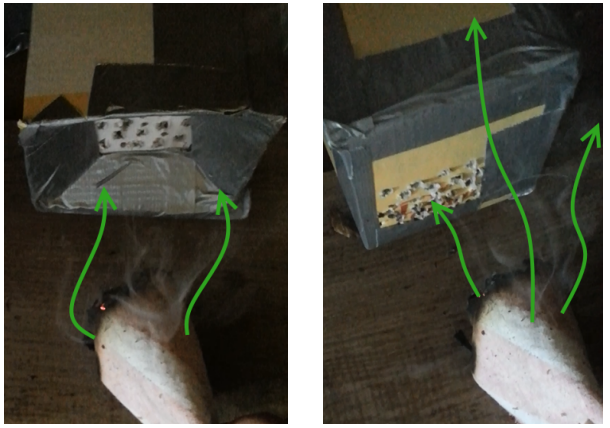


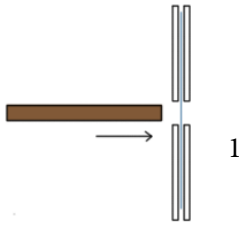
Fig. 47- Resultaten test A

Er is verder gegaan met de overige, haalbare en veilige, ideeën. Dit betreft het afsluiten van de filters, de uitblaasrichting, het gebruik maken van filter-materiaal en extra functionaliteit. Meer hierover is te vinden in het volgende hoofdstuk.

Op de hierna volgende pagina's staat het ontwikkelingsproces van de concepten uitgewerkt. Deze fase bestaat uit het vormen van concepten vanuit de ideeën en eigenschappen (hoofdstuk 3), de voor- en nadelen per idee en de verdere ontwikkeling van deze concepten door ze met elkaar te combineren. De productie handelingen en geschatte tijden zijn bepaald met behulp van overleg met de werkplaats. Grotere afbeeldingen van de concepten zijn te vinden in *Bijlage H: Tekeningen concepten.*

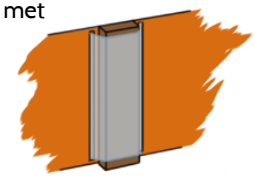
5.1 Concepten

Oplossingsrichting: filters afsluiten

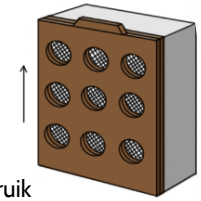


+ Sluit alle filters goed af
+ Trekt losse stofdeeltjes op het filter aan
- Na gebruik steeds nieuw plastic moeten plaatsen

1. Afsluiten filters met plakplastic

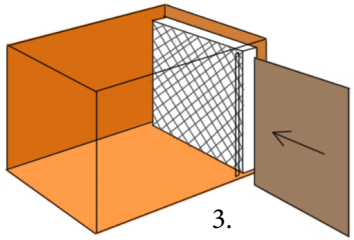


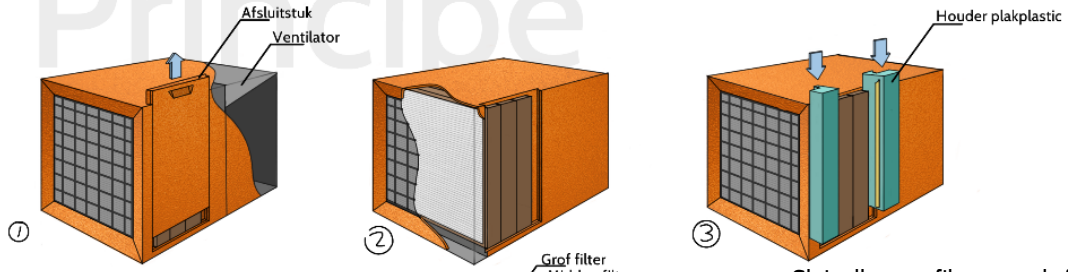
2. Filters afsluiten via kartonnen opzetstuk



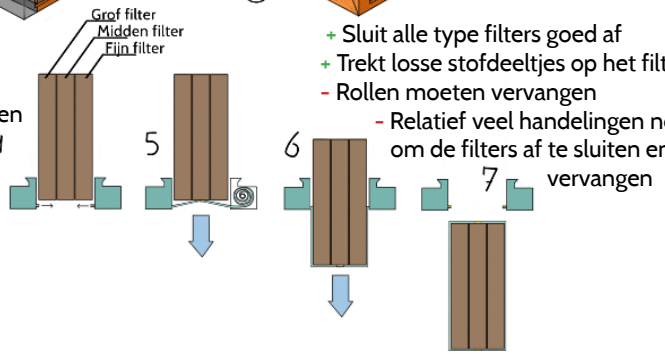
+ Goedkoop en simpel in gebruik
- Niet het volledige filteroppervlak kunnen gebruiken
- Lastig om fijnfilter goed af te kunnen sluiten

3. Filters afsluiten via invoegen karton

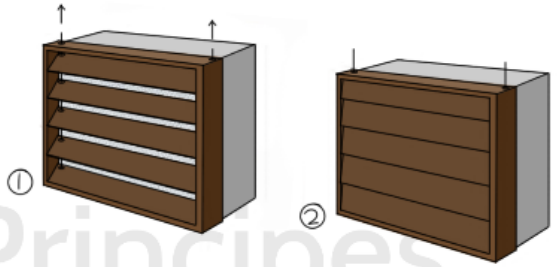




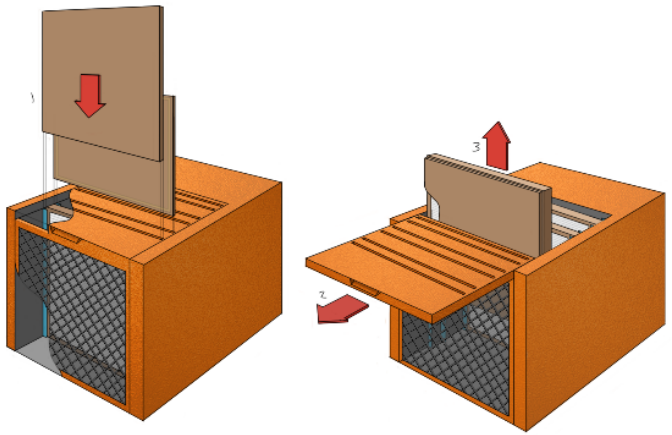
Twee units die aan de buitenzijde in de behuizing kunnen worden geschoven. Uiteindes plakplastic op filters plakken en vervolgens filters uit de unit trekken.



+ Sluit alle type filters goed af
+ Trekt losse stofdeeltjes op het filter aan
- Rollen moeten vervangen
- Relatief veel handelingen nodig om de filters af te sluiten en te vervangen



+ Efficiënter gebruik kunnen maken van het filteroppervlak door de voorzijde om te klappen
- Dit systeem moet door een ander bedrijf worden gemaakt, wat de filters uiteindelijk erg duur zal maken

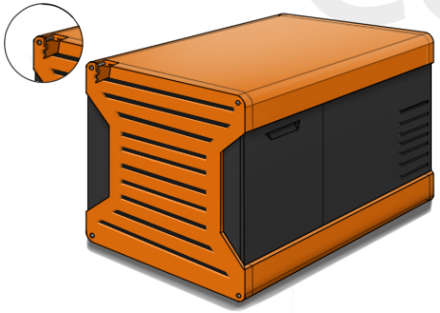


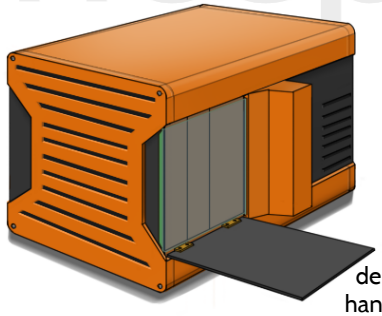
+ Goedkoop door geen speciaal systeem te hoeven laten maken, maar de gebruiker moet zelf de afsluit-
stukken invoeren
- Extra handelingen voor de gebruiker

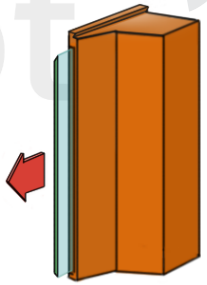
Concept 1

Handelingen		Insteltijden
Ponsen	10min	10min
Kanten	25min	15min
Knippen	15min	
Lijmen	5min	
Lassen	25min	Totaal: 25min
Spuiten	15min	Loonkosten: ±€25/x
Montage	60min	x = aantal producten

Totaal: 155min
Loonkosten: ±€135,-



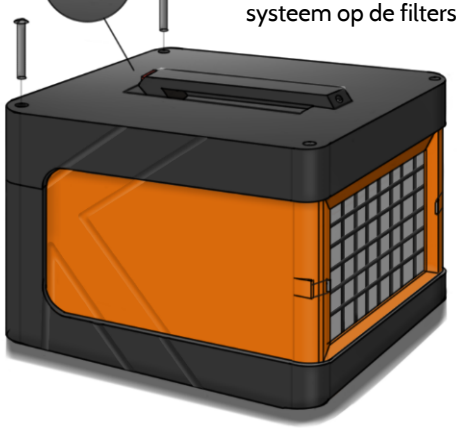


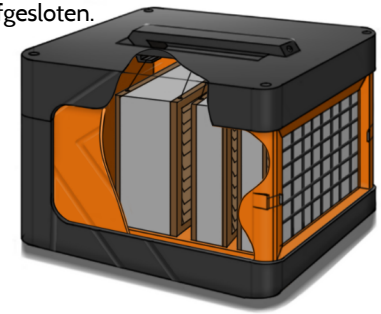


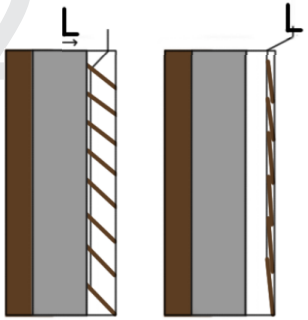
Door het reduceren van het aantal rollen en het aantal losse onder delen neemt het aantal uit te voeren handelingen af en wordt het geheel minder complex.

Concept 2

Door middel van het naar voren schuiven van het handvat, worden de lamellen van het afsluit-systeem op de filters afgesloten.







Concepten 2 en 3

Deze concepten bevatten onderdelen die te complex en om die reden erg duur zijn om bij Kiekens te produceren. In verband met de relatief lage verwachting van de vraag naar de AirCleaner (maximaal 100 per jaar), is er geen mogelijkheid tot het gebruiken van nieuwe productiemethodes.

Concept 3

1

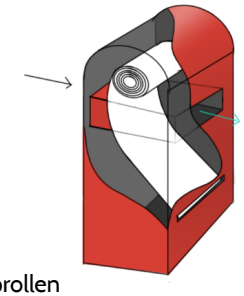
2

3

Het principe van dit product is het afsluiten van de filters door middel van het per filter in-voegen van stukken karton met plakranden. Na het plaatsen van de stukken karton kan de deksel van het apparaat worden verwijderd en kunnen de afgesloten filters worden verwijderd.

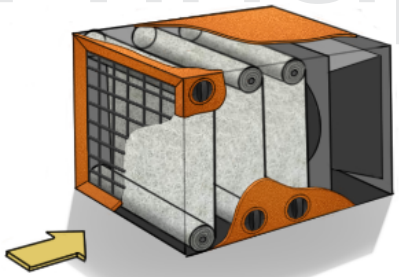
Oplossingsrichting: Filtermateriaal

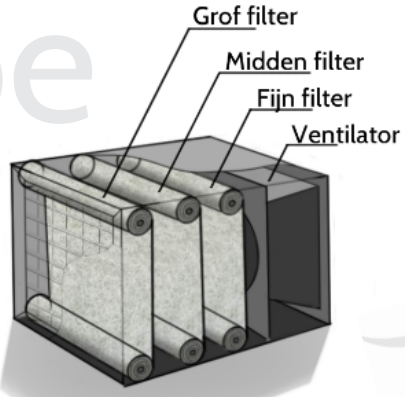
Het hoofd idee binnen deze richting bestaat uit het toepassen van rollen filter-materiaal in plaats van filters om kosten te besparen. Een indicatie van de kostenbe-sparing:
- Type F filter nu: €47,-
- 1m² type F materiaal: €4,-
[bron 5.1]

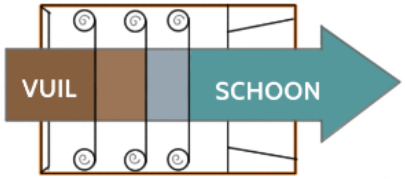


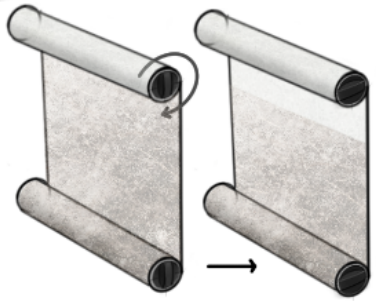
+ Sluit stof op tijdens oprollen
+ Minder vaak filters vervangen
- Laatste stuk van de rol kan niet gebruikt worden omdat dit stuk niet veilig kan worden opgerold

Principe



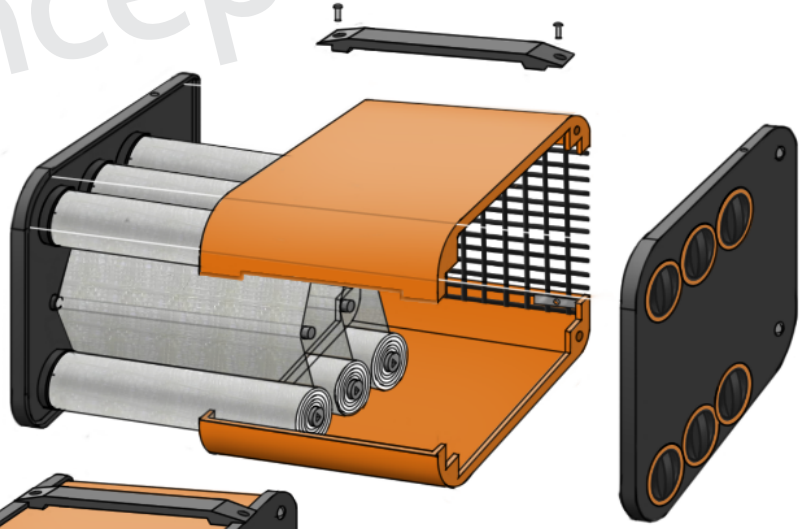


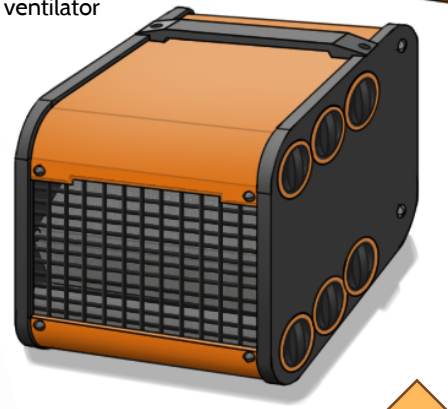




Concept 4

Handvat naar achteren ge-plaatst in verband met dat het zwaartepunt door het gewicht van de ventilator hier zal liggen





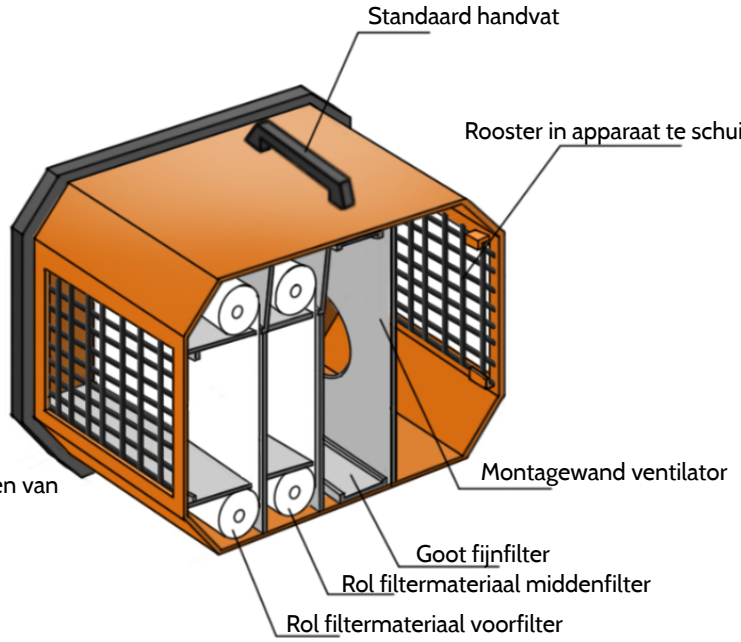
+ Goedkoop systeem
+ Minder vaak filters vervangen
- Het handvat dat het geheel bijeer. zorgt ervoor dat de delen van de behuizing exact moeten passen
- De filterrollen zijn aan de boven- en onderkant niet goed afgesloten
- In totaal moet de gebruiker 6 knopp ronddraaien om alle filters te vernieuwe
- Fijnfilter op rol nooit goed genoeg af te sluiten

Concept 4

Handelingen		Insteltijden
Ponsen	10min	10min
Kanten	5min	10min
Walsen	20min	
Knippen	2min	Totaal: 20min
Lassen	30min	Loonkosten: ±€20/x
Spuiten	10min	x = aantal producten
Montage	45min	

Totaal: 122min
Loonkosten: ±€100,-

Concept 4.2



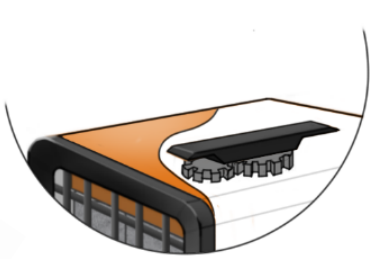
Beter te produceren door de behuizing hoekiger te maken in plaats van ronde hoeken te gebruiken. Daarnaast de voor- en midden-filters afsluiten met tussenwanden en gebruik maken van een standaard handvat.

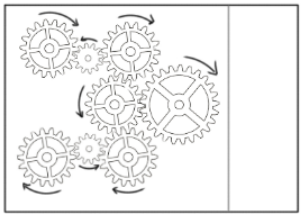
Concept 5

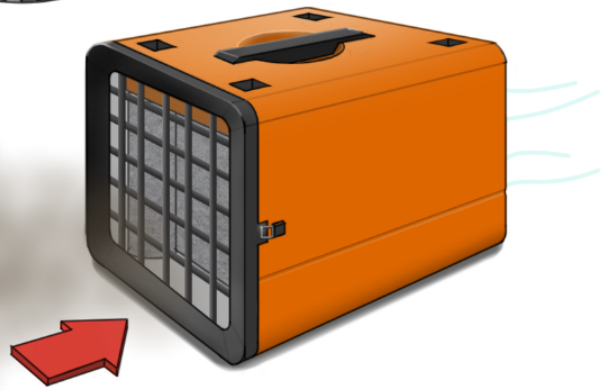
Handelingen		Insteltijden
Ponsen	10min	10min
Kanten	10min	10min
Knippen	10min	
Lijmen	5min	
Lassen	15min	Totaal: 20min
Spuiten	15min	Loonkosten: ±€20/x
Montage	60min	x = aantal producten

Totaal: 125min
Loonkosten: ±€105,-

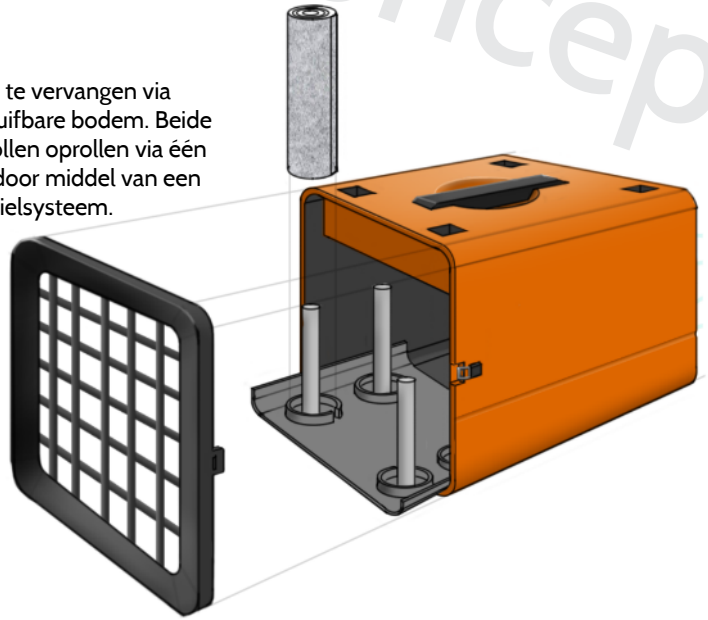
Concept 4.3



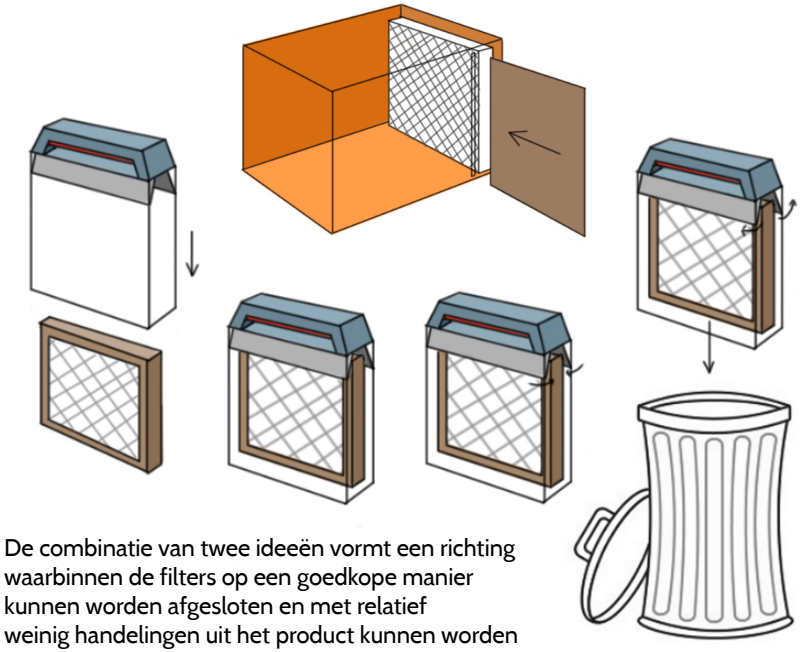




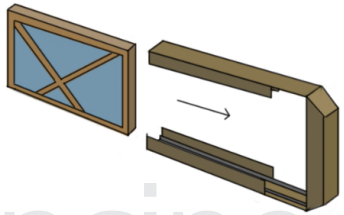
Rollen te vervangen via uitschuifbare bodem. Beide filterrollen oprollen via één knop door middel van een tandwielsysteem.



Oplossingsrichting: Filters afsluiten

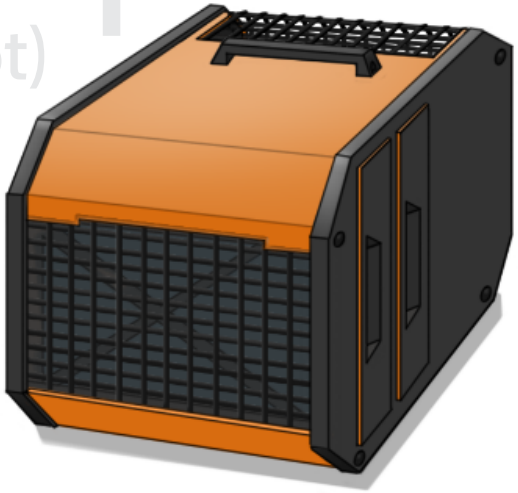


De combinatie van twee ideeën vormt een richting waarbinnen de filters op een goedkope manier kunnen worden afgesloten en met relatief weinig handelingen uit het product kunnen worden gehaald.



Principe

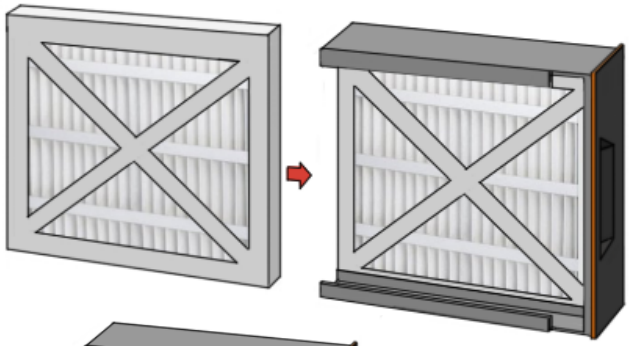
Concept 5
(Eindconcept)



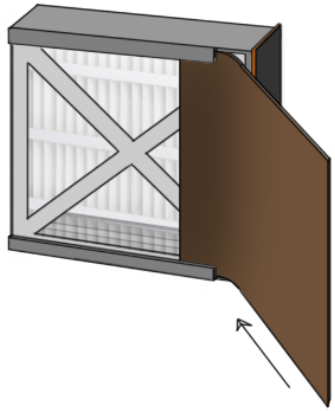
5.2 Eindconcept

De vorige concepten bleken te duur of te complex om te produceren. Om die reden is er een nieuw concept gevormd waarbij de basis van de vormgeving gebaseerd is op die van concept 4.2. Dit in verband met dat deze vormgeving het best te produceren is binnen Kiekens. Concept 5 is tevens het eindconcept.

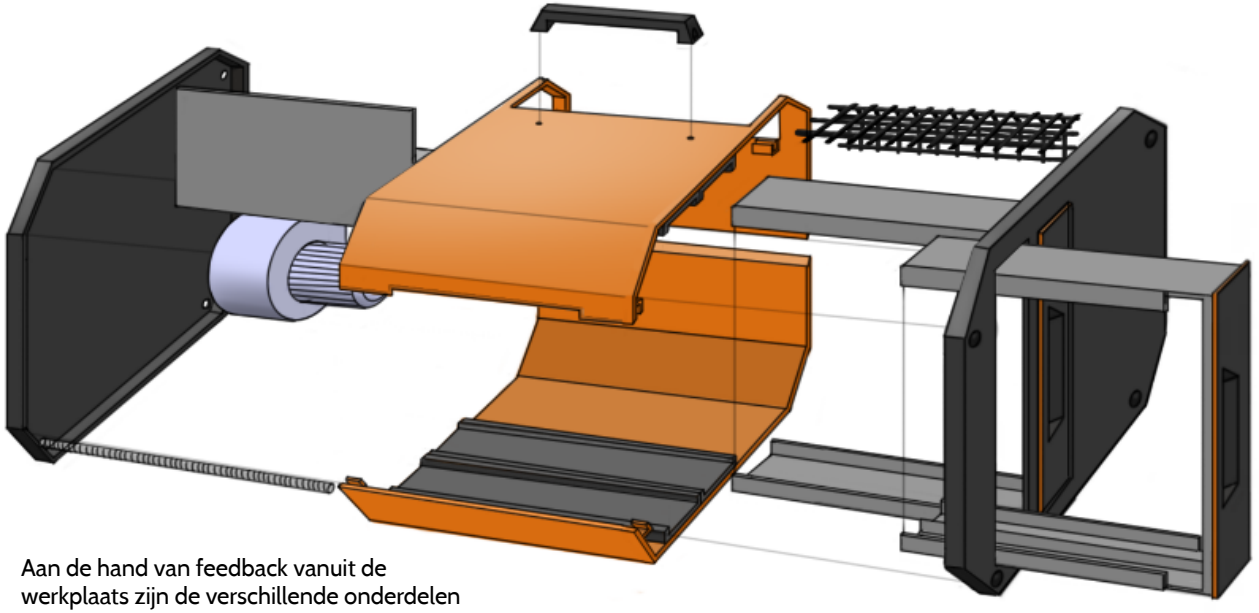
1



2



Een systeem waarbij de gebruiker door middel van twee stukken karton in het handvat te schuiven, de filters veilig af kan sluiten voordat ze volledig uit het apparaat worden gehaald.

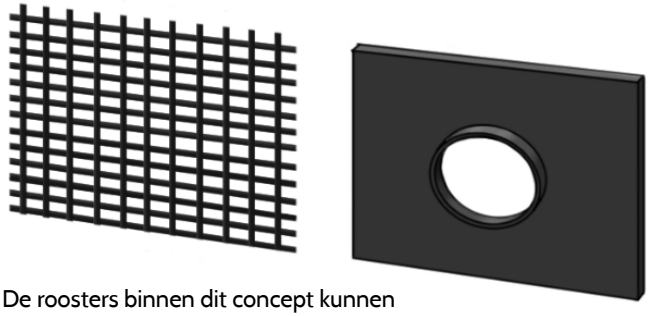


Aan de hand van feedback vanuit de werkplaats zijn de verschillende onderdelen binnen dit concept dusdanig aangepast dat het concept zo goedkoop en makkelijk mogelijk te produceren is binnen Kiekens. Hierbij kan gedacht worden aan zo min mogelijk lasverbindingen en assemblage handelingen. Daarnaast is ervoor gekozen om geen gebruik te maken van een verdiepte voorzijde in verband met productiekosten en de mogelijkheden met de machines binnen Kiekens. Momenteel kunnen de zijpanelen bijvoorbeeld per stuk uit één plaat worden gemaakt (*figuur 48*). Wanneer de omgevouwen rand aan de voorkant schuin naar binnen zou moeten lopen, dan sluiten delen van het paneel niet meer op elkaar aan en moet deze ruimte opgevuld (*zie figuur 49*) worden met een extra plaat. Er wordt aangenomen dat de vlakke voorzijde van het apparaat goed zal functioneren, aangezien de lucht in één richting wordt aangezogen. Hierdoor zullen de stofdeeltjes niet over of om het apparaat heen worden getrokken.

Concept 5

Handelingen		Insteltijden
Ponsen	5min	10min
Kanten	15min	10min
Knippen	10min	
Lijmen	5min	
Lassen	10min	Totaal: 20min
Spuiten	15min	Loonkosten: ±€20/x
Montage	45min	x = aantal producten
Totaal: 105min		
Loonkosten: ±€85,-		

Het product kan vanaf de zijplaat zonder handvatten worden opgebouwd. Allereerst leg je deze plaat op een tafel, waarna de boven en onderplaat er op kunnen worden gelegd. Vervolgens kunnen alle losse onderdelen tussen deze onder en bovenplaat worden geschoven en kan de zijplaat met handvatten het geheel afsluiten. Via vier stukken draadstaal en acht moeren worden twee zijplaten met elkaar verbonden en kan het geheel stevig worden aangedraaid.



De roosters binnen dit concept kunnen vervangen worden door delen waar een slang op kan worden aangesloten.

Fig. 48 - Plaat zijkant

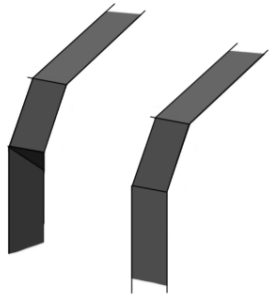


Fig. 49 - Voorbeeld rand

6. DETAILLERING

In de detailleringsfase is het eindconcept uit het vorige hoofdstuk verder uitgewerkt tot een produceerbaar eindproduct. Daarbij is er aandacht besteed aan de materiaalkeuze, productie en kosten. Voordat hier dieper op wordt ingegaan, is er eerst gekeken naar de inkoopdelen die nodig zijn voor dit product. Hierbij is er geen rekening gehouden met verzendkosten en kleine onderdelen zoals bouten en afdichtmateriaal. De prijzen van de gekozen inkoopdelen die in dit hoofdstuk worden besproken zijn terug te vinden in *tabellen 9a* en *9b*.

6.1 Inkoopdelen

6.1.1 Componenten

Ventilator

Bij het kiezen van een ventilator zijn voornamelijk de capaciteit, het formaat en het gewicht van belang voor de AirCleaner.
Vanuit de concurrentieanalyse is gebleken dat de Kiekens AirCleaner een minimale capaciteit van 600m³/h zal moeten hebben. Het eindconcept bestaat uit een aanzuigzijde aan de voorkant en een uitblaaszijde aan de bovenkant. Dit zorgt ervoor dat er gebruik moet worden gemaakt van een centrifugaal ventilator. De aanzuig- en uitblaasrichtingen van dit type ventilator zijn in *figuur 50* weergegeven.

De partner van Kiekens die de ventilatoren voor de stofzuigsystemen levert is Sodeca. Om die reden is het voor Kiekens het voordeligst om een ventilator van dit bedrijf te kiezen. Sodeca heeft twee soorten centrifugaal ventilatoren die aan de eisen van de AirCleaner voldoen. Dit zijn de CMP 514-2M en de CMP 616-2M.
De keuze tussen deze ventilatoren is afhankelijk van de weerstand die de filters en behuizing veroorzaken (pressure drops). De ventilator moet minimaal deze druk kunnen leveren om de AirCleaner te laten werken. De ventilatorkeuze hangt dus grotendeels van de filters af en de filters van de ventilator. Om die reden zijn er aannames gedaan wat betreft de pressure drops en is er uiteindelijk gekozen voor de CMP 616-2M, die genoeg druk kan leveren bij ongeveer de gewenste capaciteit. Dit is onder andere weergegeven in *figuur 73* in *Bijlage I1: Ventilator.*

Filters

De afmetingen van de AirCleaner hangen grotendeels af van de afmetingen van de filters. Na het maken van een selectie van filters met hierbij de pressure drops per filter, is er bepaald of de 1000m³/h gehaald kan worden en wat daarbij vervolgens de minimale afmetingen van de filters moeten zijn om hier nog aan te kunnen voldoen*.
Eén van de ideeën achter het eindconcept is dat er gebruik wordt gemaakt van goedkope filters die in de handvatten te schuiven zijn. Dit zorgt ervoor dat er gekozen moet worden voor goedkope cassettefilters. Na contact te hebben opgenomen met verschillende bedrijven is gebleken dat het voorfilter (type G4) duurder zal zijn dan het huidige voorfilter. Dit kan verklaard worden doordat het huidige voorfilter geen filter is, maar een stuk filtermateriaal. In het nieuwe concept zal er in verband met veiligheid en gebruiksgemak gebruik gemaakt worden van een filter in plaats van los materiaal. Om de kosten laag te houden is de omlijsting hiervan gemaakt van karton.

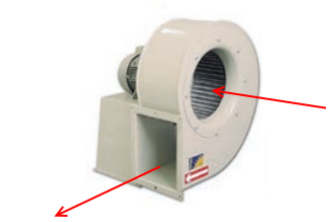


Fig. 50 - Centrifugaal ventilator

Het middenfilter (type F7) van dit soort is daarentegen stukken goedkoper dan het huidige type middenfilter waar Kiekens gebruik van maakt. Onder andere doordat er gebruik wordt gemaakt van een kartonnen omlijsting in plaats van de houten omlijsting van de huidige filters. Beide filters (G4 en F7, *figuur 51*) leveren samen een behoorlijke besparing op ten opzichte van de huidige filters. Deze filters hebben een frontaal oppervlak van 480x480 millimeter Gegevens over de filters en de filterkeuze zijn te vinden in *Bijlage I2: Filterkeuze.*

Fijnfilter

Op het gebied van fijnfilters voor stof is er gezocht naar een HEPA H13 filter aangezien het fijnfilter een hoge efficiëntie moet hebben om de gezondheid en veiligheid van de gebruiker te waarborgen. Dit type filter blijkt lastig te verkrijgen wanneer er gezocht wordt naar een relatief kleine hoogte en breedte van de filters in combinatie met het aankunnen van de capaciteit van 1000m³/h. Uiteindelijk is er een leverancier gevonden die de gewenste soort filters kan leveren. Dit type filter is te verkrijgen met een frontaal oppervlak van 484x484mm en een diepte van 96mm. Ook levert dit filter een besparing op ten opzichte van de huidige HEPA filters in de AirCleaner waar ook veel bespaard kan worden op dit type filter.

Actief koolfilter

Aangezien dit type filter een optioneel filter is, zal hij moeten passen bij de afmetingen van de standaard filters. Zo kan dit filter gemakkelijk in een handvat van de andere filters worden geplaatst en heeft hij geen invloed op de afmetingen van de AirCleaner. Voor dit type filter is er een filter met de afmetingen 480x480x46 [bron 6.4].

Fig. 51 - Voor- en middenfilters

Handvat

Voor het handvat wordt één van de standaard handvatten van Kiekens gebruikt. De vormgeving van dit handvat past bij de vormgeving van het eindconcept en is in verhouding met andere handvatten relatief goedkoop. In *figuur 52* staat het desbetreffende handvat weergegeven.

Fig. 52 - Handvat

Elektronica

In verband met de beperkte tijd binnen dit project is er niet uitgezocht hoe de elektronica van het product precies in elkaar zit. Om die reden is er voornamelijk gekozen voor de componenten die ook in de huidige AirCleaner zitten. Dit betreft de bedrading, de 'control module', potmeter, membraandrukschakelaar en lampen. Verder zijn hieronder een aantal componenten beschreven die verschillen van de componenten in de huidige AirCleaner.

- Aan- en uit schakelaar

Bij deze schakelaar is het van belang dat hij groot is en duidelijke feedback geeft over de status van

**Bij het kiezen van de filters is aangenomen dat de leveranciers correcte informatie over de kwaliteit en eigenschappen van hun filters hebben doorgegeven.*

het apparaat (aan of uit). Hiervoor is om die reden een grote knop gezocht die groen oplicht wanneer het apparaat aan staat. Een schakelaar die hieraan voldoet is een Marquardt schakelaar (*zie figuur* 53).

- Snoer
Voor het netsnoer is een goedkopere variant gevonden [bron 6.7] dan dat er gebruikt wordt in de huidige AirCleaner. Dit prijsverschil komt mede doordat dit een standaard soort snoer is en geen speciaal extra stevig snoer. Er wordt aangenomen dat dit soort extra stevige snoeren overdreven zijn voor een AirCleaner en daarnaast erg onhandig en zwaar om mee te nemen.

- Drukmeter
Het basisproduct zal uitgerust zijn met de standaard membraandrukschakelaar en verlichting die de huidige AirCleaner bevat. Daarbij is er nog een extra licht toegevoegd om aan te geven wanneer de filters bijna vol zitten en er dus niet erg lang meer met de AirCleaner gewerkt kan worden.
Optioneel kan de klant ervoor kiezen om het voorpaneel (waarop zich de bedieningselementen bevinden) te laten vervangen door een paneel met daarop een drukmeter met display. Zo heeft de gebruiker altijd een duidelijke indicatie van hoe vol de filters zijn en zal het niet voorkomen dat de AirCleaner na bijvoorbeeld een uur gebruik ineens uit gaat zonder dat de gebruiker dit heeft kunnen weten. Van dit soort meters zijn er maar weinig op de markt, maar bedrijf JUMO kan een geschikte leveren (*figuur 56*).

Voetjes en wielen
Om te voorkomen dat de onderzijde van de AirCleaner zal beschadigen en om ervoor te zorgen dat hij grip heeft wanneer hij neer wordt gezet, komen er onder het product vier rubber voetjes [bron 6.5].

Voor de optionele wielen zijn de bolwielen [bron 6.6] (*figuur 54*) gebruikt die ook in de ideefase van dit verslag zijn weergegeven. Deze wielen kunnen ieder een gewicht van 10kg dragen. De zijde van de AirCleaner waarin de ventilator gemonteerd wordt zal het zwaarst zijn. De ventilator weegt 9,5kg. Daarnaast zullen overige componenten en de behuizing nog gewicht aan deze zijde toevoegen. De twee wielen aan deze zijde kunnen samen een gewicht van 20kg tillen, wat genoeg moet zijn om de zwaarste zijde en dus de AirCleaner te kunnen tillen.

Slang
Optioneel kan een klant een flexibele slang [bron 6.8] (*figuur 57*) aansluiten op het product. Dit soort slangen kan tegen stof, maar ook tegen gassen en dampen.

6.1.2 Conclusie
Uit 6.1.1 volgen twee lijsten met inkoopdelen; één met standaard onderdelen en één met optionele onderdelen. Deze lijsten zijn weergegeven in *tabellen 9a en 9b.* In deze tabellen staan naast de prijzen van de inkoopdelen, ook de prijzen van de componenten van de AC80 waarvan de eigenschappen overeenkomen met de gekozen onderdelen. Er is gekozen om de onderdelen met die van de AC80 te vergelijken aangezien deze AirCleaner gebruik maakt van dezelfde ventilator en dus gebonden is aan dezelfde druk-capaciteit curve.
Uit *tabel 9a* blijkt dat er €233,93 bespaard kan worden op de standaard inkoopdelen ten opzichte van die in de huidige AirCleaner.

Standaard onderdelen	Afmetingen (mm)	Prijs	Originele AirCleaner	Verschil
Ventilator	258x297x320	[redacted]	[redacted]	€0,00
G4 voorfilter	480x480x22	[redacted]	[redacted]	€6,81
F7 middenfilter	480x480x22	[redacted]	[redacted]	€106,90
H13 fijnfilter	484x484x96	[redacted]	[redacted]	€104,99
Handvat	200x20x50	[redacted]	[redacted]	€2,33
Poten	ø25x12	[redacted]	X	€4,80
Drukschakelaar	40x25x23	[redacted]	[redacted]	€9,54
Snoer	10m lang	[redacted]	[redacted]	€6,11
Drukschakelaar		[redacted]	[redacted]	€0,00
Treksluiting		[redacted]	[redacted]	€2,40
Lamp		[redacted]	[redacted]	€9,95
Potmeter		[redacted]	[redacted]	€0,00
Control module		[redacted]	[redacted]	€0,00
Bedrading		[redacted]	[redacted]	€0,00
Totaal		[redacted]	[redacted]	€233,93

Tabel 9a - Vergelijking kosten standaard onderdelen

Optionele onderdelen	Afmetingen (mm)	Prijs	Originele AirCleaner	Verschil
Koolstoffilter	484x484x46	[redacted]	X	€11,53
Wielen voor		[redacted]	[redacted]	€12,80
Wielen achter		[redacted]	[redacted]	€8,70
Drukmeter (met display)		[redacted]	X	€138,86
Slang	ø300x10	[redacted]	X	€30,-

Tabel 9b - Vergelijking kosten optionele onderdelen

Fig. 53 - Aan/uit schakelaar

Fig. 54 - Wielen

Fig. 55 - Rubber voetjes

Fig. 56 - Drukmeter JUMO

Fig. 57- Flexibele slang

6.2 Het eindproduct

In dit hoofdstuk staat het totale eindproduct weergegeven in de vorm van een 3Dmodel. Dit model is in SolidWorks voornamelijk uit metalen plaatwerk opgebouwd, waarna er in KeyShot renders van het model zijn gemaakt. Grotere afbeeldingen hiervan zijn te vinden in *Bijlage K: Renders.*
Het product is opgebouwd vanuit de afmetingen van de filters en ventilator. Vervolgens zijn de afmetingen van de overige componenten dusdanig gekozen dat ze uiteindelijk samen één passend en realistisch geheel vormt. Doordat de capaciteit van het apparaat ongeveer 1000m³/h bedraagt, heeft de AirCleaner de naam AC1000 gekregen.
In de beginfase van het modelleren is er uitgegaan van 3 millimeter dik plaatstaal voor de boven-, onder- en zijpanelen, maar later bleek het totale gewicht van de behuizing hierdoor veel te hoog te liggen. Om die reden zijn alle componenten van 2 millimeter dik aluminium gemaakt. Na alle onderdelen samengevoegd te hebben, is er gebleken dat het totale gewicht (25kg) alsnog boven de maximale eis van 20kg ligt. Om die reden zal er gezocht moeten worden naar manieren om het gewicht te reduceren.
Aangezien de behuizing en de ventilator zorgen voor het meeste gewicht, zal het gewicht hiervan gereduceerd moeten worden.

Het gewicht van de behuizing (inclusief handvatten en roosters) bedraagt momenteel ongeveer 12kg. Dit gewicht zal gereduceerd kunnen worden door dunnere platen toe te passen en hier vervolgens ribbels in aan te brengen ter versteviging. Zo zal de behuizing alsnog stevig genoeg zijn om het geheel bijeen te houden, maar zal hij minder goed tegen stoten kunnen en zal het aantal productie-handelingen toenemen (en zo ook de kosten).
Het toepassen van 1mm plaatmateriaal in plaats van 2mm zal zorgen voor een totaalgewicht van ongeveer 19kg. Hiermee is de eis van maximaal 20kg behaald, maar op het gebied van stevigheid is het verstandiger een andere ventilator te kiezen.

Op het gebied van ventilatoren zal er een extra onderzoek moeten worden gedaan naar het vinden van een lichtgewicht ventilator die aan de eigenschappen van de gekozen Sodeca ventilator moet voldoen (*zie aanbevelingen hoofdstuk 7*).

Naast dat er nog niet aan de eis omtrent het gewicht wordt voldaan, kost het vervangen van de filters ook meer dan 5 handelingen wanneer je de handelingen voor het vervangen van alle filters bij elkaar optelt (treksluitingen los maken, filter een stuk uit het apparaat schuiven, karton invoegen, filters volledig uit het apparaat halen). Echter is de veiligheid van de gebruiker van dusdanig groot belang, dat het veilig afsluiten van de filters voor gaat op de paar extra handelingen die moeten worden uitgevoerd.
In 6.3 staat beschreven hoe het product geproduceerd en geassembleerd kan worden, waarom bepaalde keuzes bij onderdelen zijn gemaakt en wat de kosten zullen zijn die bij dit product komen kijken.

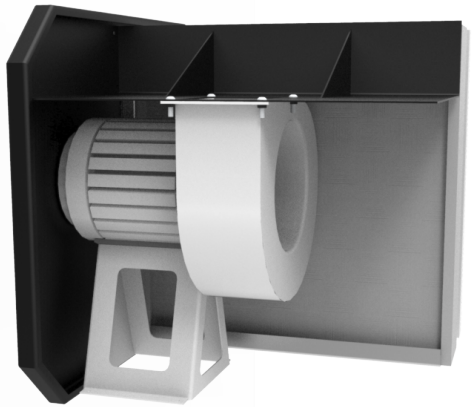


Fig. 58 - Steun ventilator

De hoofdonderdelen van het eindproduct zijn hetzelfde gebleven als die van het in hoofdstuk 5 beschreven eindconcept. Echter bevatte de eindconcepttekening nog geen details en ontbraken er nog een aantal elementen. Dit zijn onder andere het bedieningspaneel, de treksluitingen om de handvatten op hun plek te houden, een steun voor de ventilator (*figuur 58*) en de verbindingselementen. Op de ventilatorsteun is een laag rubber aangebracht om de trillingen van de ventilator te dempen.

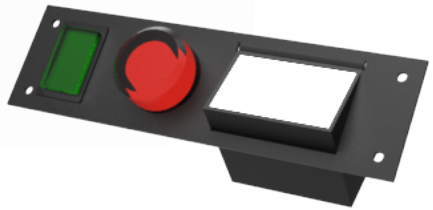


Fig. 59 - Optioneel bedieningspaneel

Tot het basisproduct behoort onder andere een bedieningspaneel met daarop enkel een aan- en uit schakelaar en indicatielichten voor de status van de filters. Een oranje licht geeft aan wanneer de filters bijna vol zijn en een rode wanneer ze vervangen moeten worden. Een optioneel paneel (*zie figuur 59*) bevat een drukmeter en display waardoor de gebruiker de status van de filters goed bij kan houden.

Ook het werkingsprincipe is weinig veranderd. Wanneer de filters vervangen moeten worden, maakt de gebruiker allereerst de treksluitingen los, trekt vervolgens de filters een stukje uit de behuizing, sluit ze af met de bijgeleverde kartonnen platen en kan vervolgens veilig het gehele handvat uit het apparaat halen.

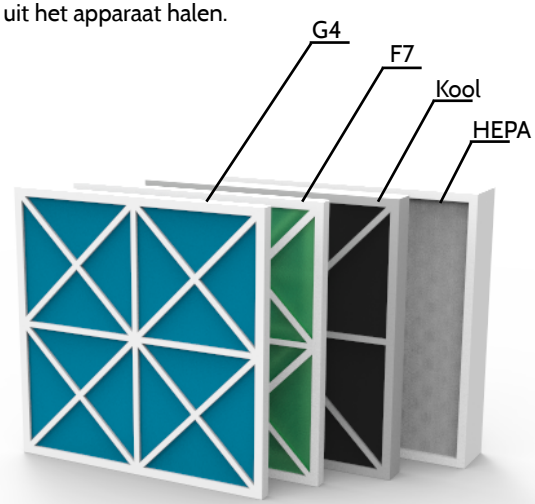


Fig. 60 - Beschikbare filters

Er zijn vier type filters beschikbaar voor de AC1000. Dit betreft een G4 voorfilter, F7 middenfilter, HEPA H13 fijnfilter en een optioneel actief koolfilter. Deze filters zijn weergegeven in *figuur 60*. Het actief koolfilter kan in het handvat geplaatst worden waarin zich normaal gesproken het midden en voorfilter bevinden. Zo kan het product ook gebruikt worden bij toepassingen waarin geuren of dampen vrijkomen.

Hieronder en hiernaast staan weergaven van een AC1000 met daarop alle optionele componenten: een drukmeter met display, koolfilter, wielen, slangaansluiting en een door de klant te kiezen kleur.

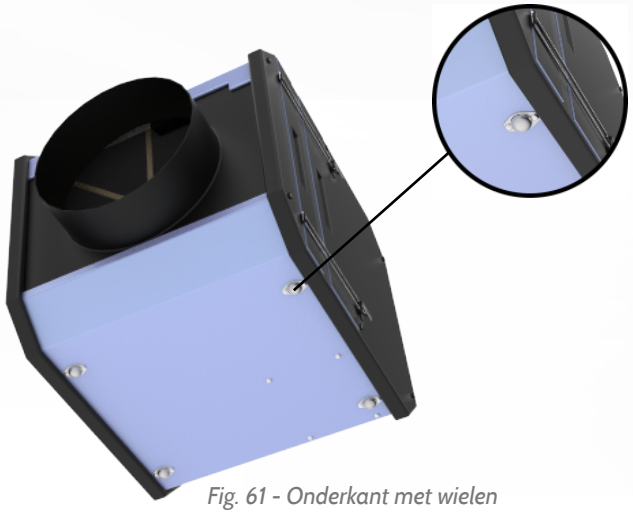
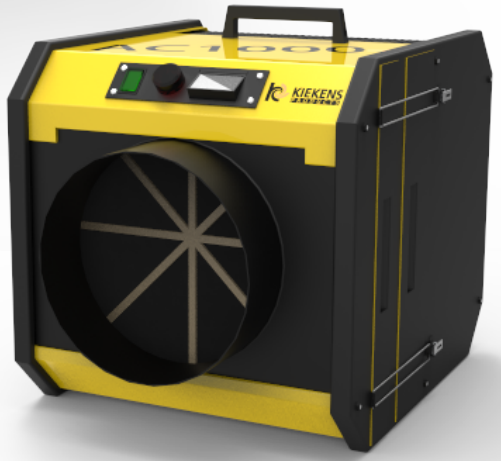


Fig. 61 - Onderkant met wielen



6.3 Productie, assemblage en kosten

In dit hoofdstuk staan de onderdelen van de behuizing weergegeven met daarbij het gewicht van de onderdelen, hoe ze gemaakt kunnen worden en hoeveel dit ongeveer zal gaan kosten. Wederom zijn de loonkosten bepaald aan de hand van feedback vanuit de werkplaats. De afmetingen en hoeken van de verschillende onderdelen zijn zo gekozen, dat ze gerealiseerd kunnen worden met de machines binnen Kiekens. Maattekeningen van de onderdelen zijn terug te vinden in *Bijlage J: maattekeningen.*

6.3.1 Hoofdpanelen

De hoofdpanelen bestaan uit de boven- en onderplaten (*figuu r62*) en de twee zijpanelen (*figuur 63*). Al deze onderdelen worden gevormd door de hoofdvorm uit platen aluminium te knippen, er de nodige gaten in te ponsen en vervolgens het geheel onder hoeken van 45 en 90 graden te kanten.
Na het twee maal kanten van de randen van de zijpanelen worden de hoeken dicht gelast en glad geslepen.
Naast de grove bewerkingen bevinden zich op alle vier de platen een paar volledig omgevouwen randen (zie details *figuren 62* en *63*). Bij de boven- en onderplaat dienen deze randen uiteindelijk samen met een hulpstuk voor het op hun plek houden van de roosters. Over de omgevouwen randjes op de zijpanelen worden de treksluitingen heen gehaald en vervolgens strak aangetrokken.

6.3.2 Handvatten filters

Handvat

De handvatten waarin de filters geplaatst worden bestaan uit drie onderdelen: een houder, een voorplaat en een bakje om het gat van het handvat mee af te sluiten (*figuur 64*). Na het knippen en ponsen van de hoofdvormen, worden de randen van de houder onder een hoek van 90 graden gekant en wordt het middelste deel van de voorplaat naar binnen gebogen. Vervolgens worden het bakje aan de voorplaat gelast en wordt dit geheel op de houder gelijmd.

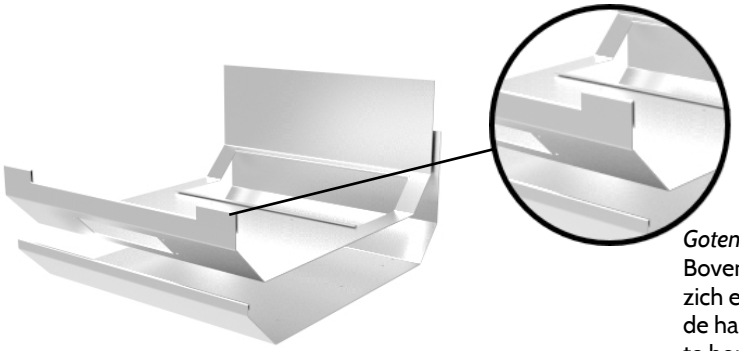


Fig. 62 - Boven- en onderplaten

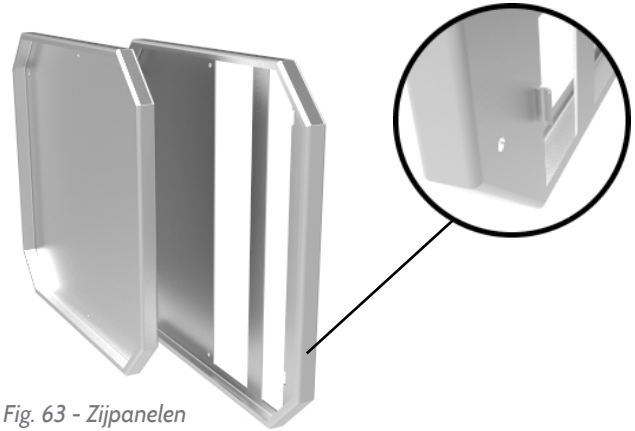


Fig. 63 - Zijpanelen

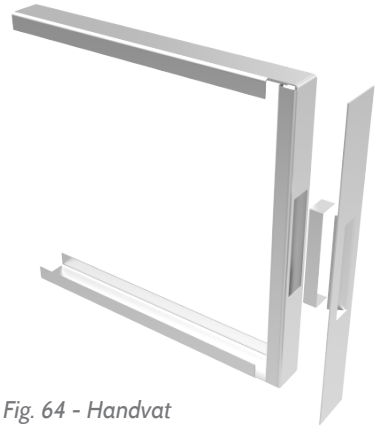


Fig. 64 - Handvat

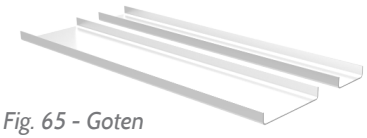


Fig. 65 - Goten

Goten

Bovenop de onder- en bovenplaten bevinden zich een aantal U-vormige goten (*figuur 65*) waar de handvatten in schuiven om ze op hun plek te houden en het geheel goed af te sluiten. Het produceren van deze 1mm dikke goten bestaat enkel uit knippen en kanten.

6.3.3 Afsluitplaat en steun ventilator

De CMP 616-2M ventilator bevindt zich achterin het product, waar het op zijn plek wordt gehouden door een plaat die de uitblaaszijde afsluit van de rest van de AirCleaner en een steun met daarop een laag rubber (*figuur 66*).
De afsluitplaat is simpelweg een gekante plaat met daarin een aantal gaten. Bovenop deze plaat worden twee driehoekige platen gelast ter versteviging van het geheel. De steun bestaat uit een geponste plaat met wederom een aantal kant handelingen.

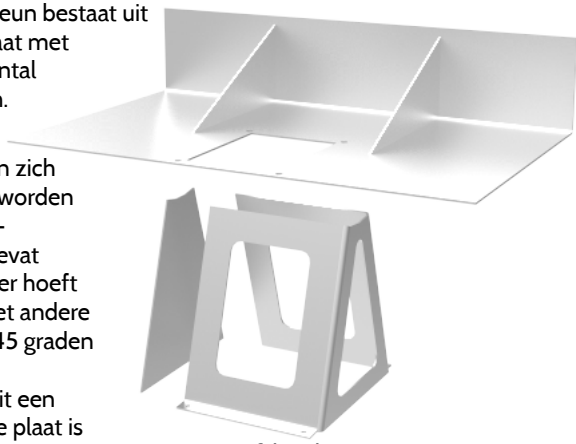


Fig. 66- Afsluitplaat en steun

6.3.4 Roosters en slangaansluiting

Aan de voorkant en bovenkant bevinden zich twee roosters. Deze roosters (*figuur 67*) worden gemaakt van een standaard stalen gaas-materiaal. Dit materiaal is 1mm dik en bevat gaten van 8 bij 8mm. Het voorste rooster hoeft enkel op maat gemaakt te worden en het andere rooster wordt nog onder een hoek van 45 graden gekant.
De slangaansluiting (*figuur 68*) bestaat uit een rond gewalste plaat die op een vierkante plaat is gelast.

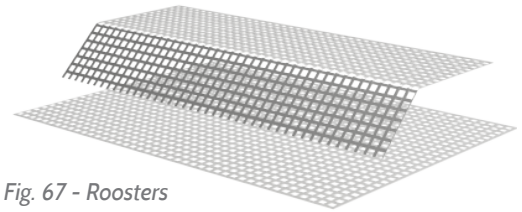


Fig. 67 - Roosters

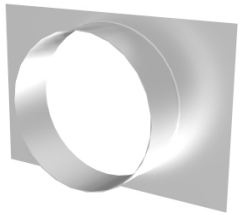


Fig. 68 - Slangaansluiting

6.3.5 Assemblage

In *figuren 69 en 70* is een exploded view van het totale product weergegeven. Hierin is onder andere te zien hoe alle componenten samenkomen tot een eind-product. Tijdens het ontwikkelen van dit product is er gestreefd naar zo min mogelijk assemblage handelingen, aangezien uit de conceptfase bleek dat tijdens de assemblage de meeste loonkosten ontstaan.

- Allereerst worden de goten(1), die de handvatten op hun plek houden, aan de bovenplaat(2) en onderplaat(3) gelijmd. Ditzelfde geldt vervolgens voor de roosterhouders (4).
- De steunen(5) of wielen worden aan de onderplaat gemonteerd met bouten en moeren.
- De afsluitplaat(6) van de ventilator(7) wordt op zijn plaats gelast en de steun(8) aan de bodemplaat gemonteerd met bouten en moeren.
- De ventilator wordt op de steun gezet, waarna de onderplaat met daarop de steun, goten en ventilator tegen de achterplaat(9) aan wordt geschoven.
- Het bedieningspaneel(10) en handvat(11) worden op de bovenplaat gemonteerd, waarna ook deze plaat tegen de achterplaat wordt geschoven.
- De roosters(12 en 13) worden via de roosterhouders tussen de boven en onderplaat geschoven.
- Op het zijpaneel met handvatten(14) worden treksluitingen(15) gemonteerd, waarna de plaat op het geheel wordt geschoven.
- Via 6 stukken draadstaal(16) en bouten aan weerszijden wordt het gehele product afgesloten en de componenten stevig op elkaar gedrukt.
- De filters worden in de handvatten geschoven, de handvatten worden in het apparaat geschoven en de treksluitingen klemmen de handvatten op hun plek.

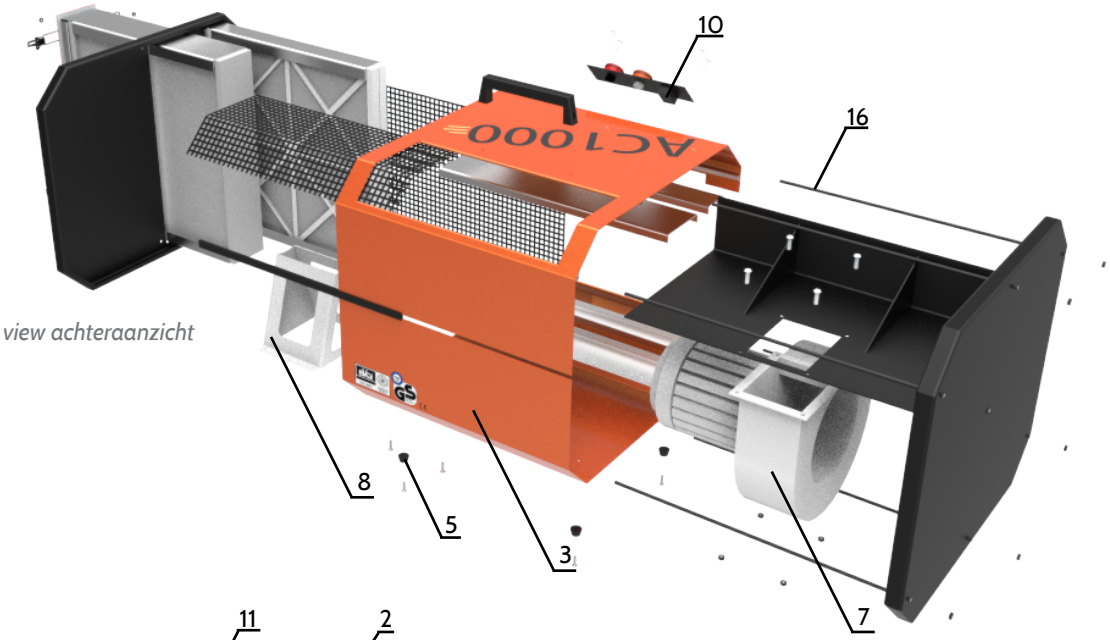


Fig. 69 - Exploded view achteraanzicht

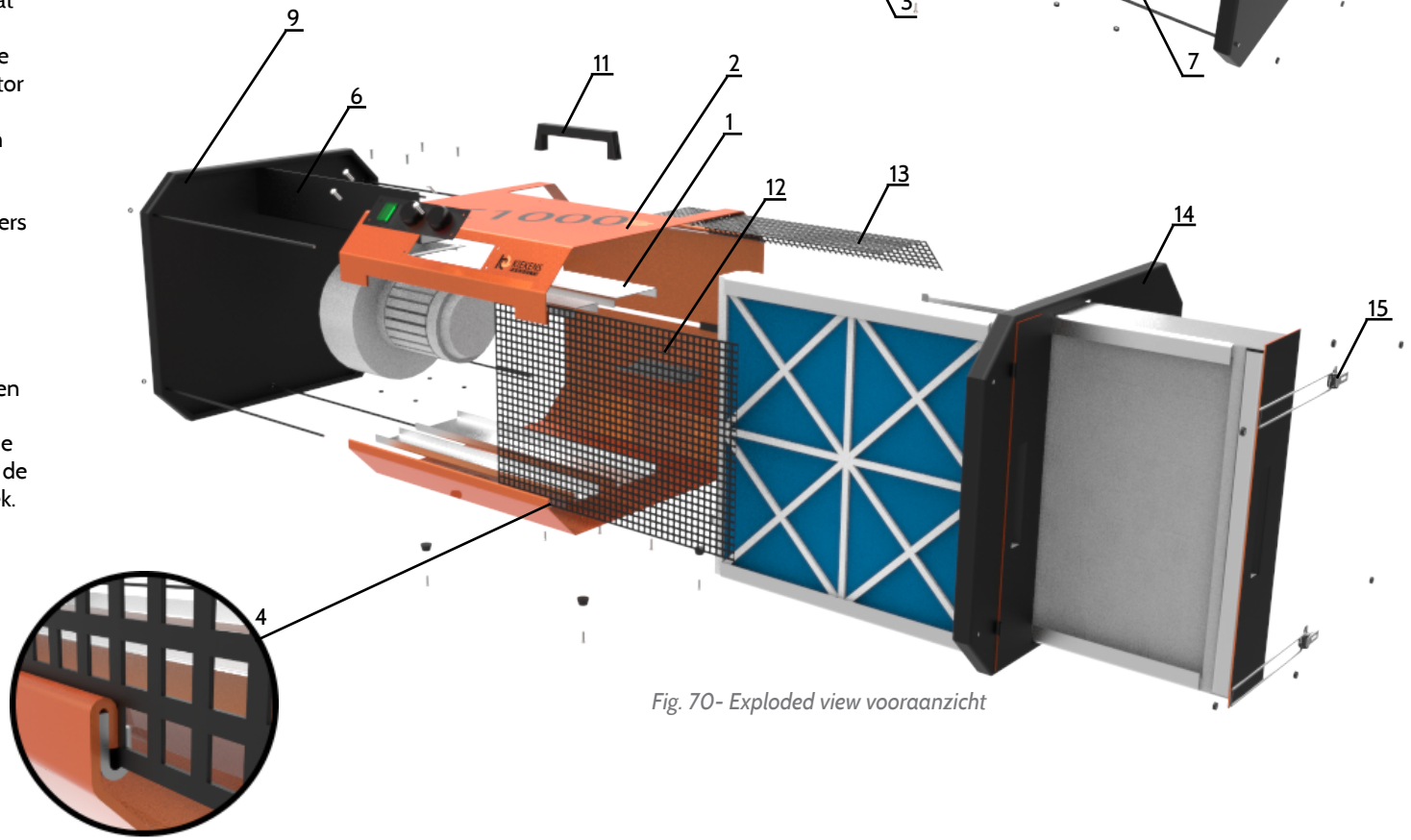


Fig. 70- Exploded view vooraanzicht

6.3.6 Gewicht en kosten

Aan de hand van het gewicht (bepaald met behulp van SolidWorks) van de verschillende onderdelen zijn de materiaalkosten berekend. Platen aluminium bij de standaard partner van plaatmateriaal van Kiekens kost 2mm aluminium ongeveer € [redacted] per kilo. Deze platen zijn te verkrijgen in ieder gewenst formaat.

Aan de hand van de tijd die het kost om de onderdelen te produceren is er een schatting gemaakt van de totale loonkosten. Daarnaast is hierin ook het spuiten en assembleren van het product meegenomen. Wederom is er uitgegaan van €50,- per uur aan loonkosten.

Een overzicht van het gewicht en de kosten is in *tabel 10* weergegeven. Uit deze tabel blijkt dat de productie en assemblage van de onderdelen van een AC1000 ongeveer € [redacted] aan materiaal en € [redacted] aan loon zal gaan kosten. Dit zijn respectievelijk besparingen van € [redacted] en € [redacted] ten opzichte van de AC80. De besparing op de loonkosten zal nog iets hoger liggen, aangezien er bij de AC80 geen insteltijden mee zijn gerekend.

Om de totale kosten van de AC1000 met die van de AC80 te vergelijken, zijn ook de kosten van de inkoopdelen, de controle, het verpakken en de overheadkosten meegenomen in deze tabel. Om de overheadkosten te berekenen is er 80% van de loonkosten gerekend als overhead, aangezien dit ook het geval is bij de huidige AirCleaners.

In totaal zal de AC1000 ten opzichte van de AC80 in theorie en zonder verdere vervolgonderzoeken een besparing opleveren van ongeveer [redacted] = 32,3%.

Onderdeel	Gewicht	Materiaalkosten	Handelingen	Loonkosten	Overhead
Zijpaneel (x2)	2+1,4 = 3,4kg	[redacted]	Knippen /Ponsen 5min Kanten 5min Lassen 10min	[redacted]	[redacted]
Bovenplaat	1,8kg	[redacted]	Knippen /Ponsen 10min Kanten 5min	[redacted]	[redacted]
Onderplaat	2,2kg	[redacted]	Knippen /Ponsen 5min Kanten 5min	[redacted]	[redacted]
Houder handvat (x2)	0,8+1,2 = 2kg	[redacted]	Ponsen 5min Kanten 5min	[redacted]	[redacted]
Voorplaat handvat (x2)	0,18+0,31=0,49kg	[redacted]	Ponsen 1min Kanten 1min	[redacted]	[redacted]
Steun ventilator	0,27kg	[redacted]	Knippen /Ponsen 10min Kanten 5min	[redacted]	[redacted]
Afsluitplaat ventilator	1,1kg	[redacted]	Knippen /Ponsen 1min Kanten 1min	[redacted]	[redacted]
Rooster (x2)	0,26+0,17=0,43kg	[redacted]	Knippen 1min Kanten 1min	[redacted]	[redacted]
Insteltijden			Ponsen 15min Kanten 15min	[redacted]	[redacted]
Spuiten	X	[redacted]	30min	[redacted]	[redacted]
Assemblage	X	X	45min	[redacted]	[redacted]
Totaal	*11,69kg*	[redacted]	*116+30+45=211min*	[redacted]	[redacted]
Controle	X	[redacted]	5min	[redacted]	[redacted]
Verpakken	X	[redacted]	10min	[redacted]	[redacted]
Inkoopdelen	13,3kg	[redacted]	X	X	X
Totaal	**25kg**	[redacted]	**226 min**	[redacted]	[redacted]
AC80	55kg	[redacted]	224,40 min	[redacted]	[redacted]
Verschil	**30kg**	**€310,62**	**1,60 min**	**€1,34**	**€11,34**

Tabel 10 - Kosten

6.3.7 Conclusie

De productie van de AC1000 bestaat voornamelijk uit knippen, ponsen en kanten met daarbij het lassen van de hoeken van de zijpanelen. Tijdens de assemblage worden er een minimale hoeveelheid verbindingen gebruikt, waaronder een paar lijmverbindingen, een enkele lasverbinding en verbindingen met bouten en moeren. Voor de rest worden de onderdelen in elkaar geschoven en bij elkaar gehouden door de zijpanelen.

Ondanks dat er meer handelingen nodig zijn voor de productie van de AC1000 dan dat er nodig zijn bij de AC80, blijkt dat deze handelingen korter zullen duren dan die bij de AC80.

Zoals al eerder aangegeven is er sprake van een gewichtreductie, maar nog niet genoeg om aan de eis van 20kg te voldoen. Daarnaast is er ook sprake van een besparing op de kosten, die voornamelijk veroorzaakt wordt door besparingen op het gebied van inkoopdelen. Hierdoor zal het produceren van een AC1000 32,3% goedkoper zijn dan het produceren van een AC80.

7. Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

Tijdens het uitvoeren van de opdracht is gebleken dat het lastig is om binnen deze branche met erg vernieuwende ideeën te komen. Het is om die reden van groot belang geweest om contact met experts op diverse gebieden te hebben. Met behulp van deze contacten zijn er een aantal hoofdproblemen naar boven gekomen en werden de concepten en het eindconcept aangepast aan de hand van onder andere de feedback die ze vanuit hun toepassings-gebied konden geven.
Mede door veel overleg en het constant aanpassen van de ideeën, concepten en het eindproduct is het eindresultaat de AC1000 geworden. Een product waarvan kan worden aangenomen dat het, door zijn hoge capaciteit, relatief kleine afmetingen en lage kosten. een grotere kans van slagen in de markt heeft dan de huidige generatie AirCleaners,

De AC1000 heeft een vormgeving gekregen die aansluit bij de stijl van Kiekens door zijn eenvoud en robuuste uitstraling. Een groot voordeel van de AC1000 is het veilig af kunnen sluiten van de filters en daarmee de gezondheid van de gebruikers te waarborgen.

Ondanks dat er een concept staat dat een verbetering is ten opzichte van de huidige AirCleaner, zijn er nog extra onderzoeken nodig om deze aanname volledig te kunnen onderbouwen. Daarnaast is er niet volledig voldaan aan de eisen die gegeven zijn in het programma van eisen.
Zo is het gewicht van het product momenteel nog te hoog, is er niet volledig voldaan aan de kostenreductie wens van 40% vanuit de opdracht-gever en kost het meer handelingen om de filters te vervangen dan in eerste instantie werd aangenomen. Ook zal de uitblaassnelheid hoger liggen dan de aanzuigsnelheid, maar aangezien de uitblaasrichting van de AC1000 omhoog gericht is, is deze eis van minder belang geworden.

7.2 Aanbevelingen

Mede doordat er niet volledig aan het programma van eisen is voldaan, zullen er nog een aantal onderzoeken moeten plaatsvinden die kunnen zorgen voor verbeteringen aan het huidige AC1000 concept. Een overzicht is in *figuur 71* te vinden.

Allereerst moet er nog onderzoek gedaan worden naar de mogelijkheid om onderdelen van de productie uit te besteden waarbij een optie zou kunnen zijn om de behuizing van een ander soort materiaal te laten maken.
Daarnaast moet er nog verder gezocht worden naar een lichtgewicht ventilator die voldoet aan de capaciteit-druk verhouding van de CMP 616-2M en moeten de mogelijkheden om het materiaal van de behuizing dunner te maken in combinatie met het toevoegen van ribben worden onderzocht. Aan de hand van simulaties in CAD-programma's of programma's zoals ANSYS kan worden bepaald wat de stevigheid van het huidige concept is en wat de invloed van aanpassingen op dit concept zal zijn.

Daarnaast moet er nog aandacht worden besteed aan aspecten zoals marketing. Op dit gebied moet er bepaald worden hoe het product in de markt kan worden gezet en zal er een onderzoek naar de slagingskans van de AC1000 in de bouwsector plaats moeten vinden.

Tijdens het uitvoeren van de opdracht is er onder andere aangenomen dat de benaderde fabrikanten betrouwbare informatie hebben doorgegeven wat betreft de kwaliteit van hun producten. Na het aanschaffen van een aantal van deze producten zal moeten worden bepaald of deze producten ook daadwerkelijk voldoen aan de eisen die eraan gesteld worden.

Zoals al eerder geschreven is, is er binnen dit project weinig aandacht besteed aan de elektronica. Dat wil zeggen; hoe het product aangestuurd wordt en waar de bedrading langs zal lopen is nog niet bepaald.

Uiteindelijk zal het product geproduceerd moeten worden en zal er getest moeten worden hoe het product zich in bepaalde situaties gedraagt. Hierbij kan gedacht worden aan een soortgelijke test als die er eerder binnen deze opdracht uitgevoerd is om de werking en kwaliteit van de AC80 te achterhalen.

Wat	Mogelijk vervolgonderzoek
Reduceren kosten en gewicht	- Verder zoeken naar lichtgewicht ventilator - Onderzoek naar de invloed van het gebruik van dunner materiaal op de stevigheid van de behuizing in combinatie met het toepassen van ribben - Onderzoek mogelijkheden uitbestedingen
Reduceren aantal handelingen verwisselen filters	- Onderzoek naar de mogelijkheid om een filter en handvat als één geheel door een filterfabrikant te laten produceren
Verkoopbaarheid	- Onderzoek naar het succesvol in de markt zetten van de AC1000 - Onderzoek naar de slagingskans van het product in de bouw
Betrouwbaarheid informatie fabrikanten	- Testen van de kwaliteit van de gekozen inkoopdelen
Samenhang elektronica	- Bepalen waar de bedrading van de componenten langs zal gaan lopen - Onderzoek naar de aansturing van de verschillende componenten en de samenhang tussen deze componenten - Onderzoek naar (brand)veiligheid. Voorkomen dat er onveilige situaties kunnen ontstaan.
Werking product	- Testen prototype (Aanzuigsnelheid, uitblaassnelheid, capaciteit, geluid, luchtstromingen rond het apparaat en de hoeveelheid opgenomen rook) - Testen veiligheid

Fig. 71 - Aanbevelingen

8. Bronnen

2. Analysefase

2.1 Deconta (2015). Deconta.eu. Geraadpleegd op 13-04-2015. http://www.deconta.eu/deutsch/d60.html

2.2 Pullman Ermator (2015). Pullman-ermator.se. Geraadpleegd op 13-04-2015. http://www.pullman-ermator.se/eng/produkter/aline.html

2.3 Jend Co Safety (2015) 13-04-2015. http://www.jendcosafety.com/nikro-sc2005-1000cfm-2000cfm/

2.4 Airflow Systems (2015). Airflowsystems.com. Geraadpleegd op 13-04-2015. http://www.airflowsystems.com/products/specs/?n=airpod

2.5 Roters (2012). Youtube.com. Geraadpleegd op 01-05-2015, https://www.youtube.com/watch?v=4sjZ_hZ3Tgk

2.6 Camfil (2015). Air-cleaner.co.uk. Geraadpleegd op 13-04-2015. http://www.air-cleaner.co.uk/dust-particles-removed-using-air-cleaners/

2.7 Airbo (2015). Airbo.eu, Geraadpleegd op 13-04-2015. http://www.airbo.eu/assortiment/aircleaners/airbo-aircleaner/

2.8 Roters (2012). Youtube.com. Geraadpleegd op 01-05-2015, https://www.youtube.com/watch?v=4sjZ_hZ3Tgk

2.9 FNV (2009), Fnvbouw.nl. Geraadpleegd op 20-05-2015 http://www.fnvbouw.nl/SiteCollectionDocuments/Veilig%20en%20gezond%20werken/Arbowijzer4-Kwartsstof-2009.pdf

2.10 Wikipedia (2013). En.wikipedia.org. Geraadpleegd op 10-04-2015 https://en.wikipedia.org/wiki/HEPA

2.11 IFB Filtertechniek B.V. (2012). ifd-filtertechniek.nl. Geraadpleegd op 20-05-2015 http://ifb-filtertechniek.nl/filterkennis/en1822.html

2.12 EPA (2008). United States Environmental Protection Agency. Geraadpleegd op 14-05-2015., http://www.abatement.com/pdf/hepa-filter-advantages-versus-electronic-filters.pdf

2.13 American conference of governmental industrial hygienists. (1998). ACGIH: Industrial Ventilation Manual. Ohio: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Inc .

2.14 Allsorb (2015). Allsorb.com. Geraadpleegd op 01-05-2015. http://www.allsorb.com/producten/actief-koolfilters

2.15 Baghouse (2015). Baghouse.com. Geraadpleegd op 01-05-2015. http://www.baghouse.com/products/dust-collector-filters/baghouse-filter/ptfe-filters.html

2.16 IFB Filtertechniek B.V. (2012). ifd-filtertechniek.nl. Geraadpleegd op 20-05-2015. http://ifb-filtertechniek.nl/filterkennis/en779.html

2.17 Arboportaal (2015). Arboportaal.nl, Geraadpleegd op 20-05-2015. http://www.arboportaal.nl/onderwerpen/tillen-en-dragen

2.18 Ergonomiesite (2001). Ergonomiesite.be. Geraadpleegd op 20-05-2015. http://www.ergonomiesite.be/arbeid/KIM/KIM-tillen-interactief.pdf

2.19 TTF (2005). Ttf.fi, Geraadpleegd op 20-05-2015. http://www.ttl.fi/en/ergonomics/methods/workload_exposure_methods/table_and_methods/Documents/OCRA.pdf

2.20 Ergonomiesite (2001). Ergonomiesite.be. Geraadpleegd op 20-05-2015. http://www.ergonomiesite.be/arbeid/3dsspp.htm

2.21 American conference of governmental industrial hygienists. (1998). 3.4.6. Worker position effect. ACGIH: Industrial Ventilation Manual (pp. 3-8). Ohio: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Inc .

5. Ontwikkeling

5.1 Dandong Tianhao Clarification Material Co., J. An (2015). Alibaba.com. Geraadpleegd op 18-05-2015 http://www.alibaba.com/product-detail/Synthetic-Roll-Air-Filter-Material_751519570.html

6. Detaillering

6.1 Sodeca (2014). Sodeca.com. Geraadpleegd op 20-05-2015, http://www.sodeca.com/repository/documentos%5CEN%5CSE01_CMP_2014EN.pdf

6.2 Bei chang jun kong(beijing) technical co,ltd, N. Sun (2015). Alibaba.com. Geraadpleegd 10-06-2015, http://bcjk.en.alibaba.com/product/1885186127-214866430/Air_pre_filter_F5_G4_Paper_Frame_Air_filter_Foldaway_Pre_filter_Mesh.html

6.3 Anlai industrial equipment manufacturing co,ltd, V. Wang (2015). Alibaba.com. Geraadpleegd op 11-06-015, http://www.alibaba.com/product-detail/Final-or-return-filtration-pleated-HEPA_60224253587.html

6.4 Dongguan mingchi purification, A. Chan (2015). Alibaba.com. Geraadpleegd op 15-06-2015, http://www.alibaba.com/product-detail/alibaba-com-china-supplers-new-product_463644125.html

6.5 Aliexpress, B.Y.L.O.O.K. (2015). Aliexpresscom. Geraadpleegd op 15-06-2015, http://nl.aliexpress.com/item/Home-Furniture-Cabinet-Chair-Universal-Tapered-Black-Tapered-Conical-Recessed-Rubber-Feet-Bumper-Pad-Washer-Brushing/1876455315.html

6.6 Jm aluminum profile accessories co. (2015). Made-in-Chinacom. Geraadpleegd 01-05-2015, http://jmaluminum.en.made-in-china.com/product/IXSQcKREXVkh/China-Bull-s-Eye-Caster-Steel-Ball-Round-Car-Steering-Universal-Wheel.html

6.7 Bigdennis (2014). Bigdennis.com. Geraadpleegd op 16-06-2015, http://www.bigdennis.com/netsnoer-met-randaarde-c13-10m.html

6.8 Papageno (2015). Made-in-china.com. Geraadpleegd op 27-06-2015, http://nl.made-in-china.com/co_papageno/product_PU-Air-Duct-25-400mm-_hrygyuhey.html

6.9 JUMO (2015), Jumo.nl. Geraadpleegd op 15-06-2015, http://www.jumo.nl/producten/druk/402005/multibereik--druk--en-verschildruksensor-402005.html

Bijlage A: Vraagstelling

1. Welke producten brengen concurrenten op de markt die potentiële oplossingen bieden?
a. Bestaan er al AirCleaners die de hoofdproblemen oplossen?
b. Zouden andere principes ook toepasbaar zijn in deze opdracht?

2. Waar liggen de grootste mogelijkheden tot besparingen binnen het huidige ontwerp?
a. Welke componenten van de AirCleaners leveren de hoogste productiekosten op?
b. Welke componenten mogen niet aangepast worden?
c. Welke componenten kunnen vervangen worden door componenten die in meerdere producten te gebruiken zijn?

3. Wat is de stijl van Kiekens?
a. Wat zijn de kenmerken binnen het merk Kiekens met betrekking tot kleur?
b. Wat zijn de kenmerken binnen het merk Kiekens met betrekking tot materiaalgebruik?
c. Wat zijn de eigen vorm kenmerken?

4. Wat zijn de eisen en wensen die aan een herontwerp van een AirCleaner gesteld worden?
a. Welke eisen en wensen stelt Kiekens aan de AirCleaner?
b. In wat voor soort toepassingen/situaties moet de AirCleaner gebruikt kunnen worden?
c. Wat zijn de eisen en wensen die er gesteld worden aan de ergonomie van het product?

5. Welke concepten vormen een verbetering ten opzichte van de huidige AirCleaners van Kiekens?
a. Welke mogelijke oplossingen zijn haalbaar?
b. Welke besparingen leveren de verschillende concepten op?

Begrippen
- Productgroep
Een familie producten met ieder dezelfde hoofdfunctie. De producten binnen deze groep verschillen op het gebied van capaciteit en afmetingen.
-Robuust
Het zodanig toepassen van materialen en vormen dat het product stevigheid uitstraalt *(zie Bijlage: C: Collage robuust)*
- Concurrenten
Aanbieders van AirCleaners
- 3Dmodel
Een in SolidWorks opgebouwde versie van het eindproduct.

Bijlage B: Filters

B1. Soorten filters

1. Elektronisch filter
Een relatief nieuw type filter is het elektrostatische filter (in hoofdstuk 2.7 ook wel type Ek genoemd). Hoewel sommige bedrijven beweren dat hun elektrostatische filters een zeer hoge efficiëntie kunnen bereiken, blijkt uit onderzoek van de U.S. Environmental Protection Agency[bron 2.12] dat dit vaak niet het geval is. Ook bleek bij navraag aan Jong Luchtverwarming dat dit soort filters niet geschikt is om kwartsstof mee op te vangen. Dit is terug te vinden in *tabel 11.* Dit type filter is echter wel goed te gebruiken om stofdeeltjes voor het HEPA filter op te vangen, waardoor dit filter niet snel vol raakt.

In dat geval wordt het elektrostatische filter gebruikt als een middenfilter. Elektrostatische filters hebben als voordeel dat er geen stof vrijkomt wanneer je deze filters vervangt aangezien de geladen deeltjes neergeslagen zijn op het filter. Een nadeel is dat vonken kunnen zorgen voor stofexplosies binnen het apparaat.

2. Fijnfilters
De structuur en diepte van het filtermateriaal van HEPA- en ULPA-filters zorgt ervoor dat de deeltjes niet door het filter kunnen. HEPA filters met een glasvezel filtermedium zijn afwasbaar [bron 2.10]. Door er water vrij overheen te laten lopen (zonder druk), zullen de opgevangen stofdeeltjes dicht aan het oppervlak van het filter loslaten en via het water afgevoerd worden. Echter blijven er altijd deeltjes achter, waardoor het aan te raden is om dit soort filters na een paar keer schoonmaken te vervangen door een nieuw filter.
Type U(ULPA) filters zijn ultra low penetration air filters die deeltjes tot ongeveer 0,2µm op kunnen vangen. Dit type filters wordt vooral gebruikt in cleanrooms en zuurkasten. HEPA en ULPA filters worden ook wel absoluutfilters genoemd. Aan dit soort filters worden zeer hoge eisen gesteld. Binnen de H en U categorie bestaan een aantal varianten

Technische gegevens						
Type toestel	B-16 HR 1350	B-16 HR 2100 B-25 HR 2100 Allure zijaansluiting	B-16 HR 3400 B-25 HR 3400 B-40 HR 3400	Elan 10	Elan 25	SWB B-10 HRD
Filtermateriaal	glasvezel					
Afmeting filterframe [mm]	660 x 324	660 x 424	660 x 522	506 x 365	588 x 504	458 x 421
Luchthoeveelheid max. [m^3/h]	1350	2100	3400	800	2200	870
Elektrische aansluiting	24 VAC~ 50 Hz (22 VAC – 29 VAC) of 24 VDC (22 VDC – 29 VDC)					
Opgenomen vermogen [Watt]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Elektrische hoogspanning [kV]	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Gewicht [kg]	1,8	2,1	2,3	1,8	1,8	1,8
Deeltjes grootte	Stofafvangpercentage per deeltjesgrootte bij 1,8 m/s					
0,3 µ	33%					
0,5 µ	76%					
1 µ	95%					
3 µ	99%					

Tabel 11- Elektronisch filter

	Integral value		Local value	
Filter Class	Efficiency (%)	Penetration (%)	Efficiency (%)	Penetration (%)
H13	≥ 99,95	≤ 0,05	≥ 99,75	≤ 0,25
H14	≥ 99,995	≤ 0,005	≥ 99,975	≤ 0,025
U15	≥ 99,9995	≤ 0,0005	≥ 99,9975	≤ 0,0025
U16	≥ 99,99995	≤ 0,00005	≥ 99,99975	≤ 0,00025
U17	≥ 99,999995	≤ 0,000005	≥ 99,9999	≤ 0,0001

Tabel 12 - HEPA/ULPA

waarvan de naam aangeeft hoe efficiënt ze zijn (*zie tabel 12)*. Hoe hoger het getal, hoe efficiënter, maar ook duurder, het soort filter is.

3. Actief koolfilter
Om het kool in dit type filters zijn werk te laten doen, is er een bepaalde contacttijd nodig om het filter te laten werken, dus bij een hoge luchtsnelheid daalt de efficiëntie van het filter.

Een gevaar bij het gebruik van koolfilters is dat de gebruiker al snel denkt dat de omgeving veilig is geworden na het inschakelen van het apparaat, terwijl dit soms niet het geval is. Het kan voorkomen dat het filter slecht werkt waardoor de omgevingslucht simpelweg gecirculeerd wordt. Hierdoor wordt de hoeveelheid giftige gassen per m³ verkleind waardoor deze gassen mogelijk niet meer geroken kunnen worden maar nog wel aanwezig zijn. Dit wordt schijnveiligheid genoemd.
Een andere mogelijkheid is het gebruik van met kool geïmpregneerde filters. Dit soort filters wordt onder andere in voertuigen gebruikt.

4. PTFE
Dit soort membranen kunnen hydrofoob of hydrofiel zijn en kunnen om die reden gebruikt worden om nevel en vocht op te nemen, of juist af te stoten. Bij het afstoten wordt de vloeistof meestal in een bak opgevangen.
PTFE membranen kunnen van verschillende soorten materialen worden gemaakt. Hiervan is in *figuur 72* een overzicht gegeven.
Afhankelijk van het materiaal waarvan het membraan wordt gemaakt, kunnen zeer kleine deeltjes worden opgevangen (*zie figuur 72*). Hierdoor zouden dit soort membranen ook in plaats van fijnfilters gebruikt kunnen worden. Wederom is een nadeel dat PTFE erg fijn is en er dus een hoge druk nodig zal zijn om het te laten werken.

Een groot voordeel van dit materiaal is dat het zeer dun is, maar dit zorgt voor een hoge weerstand en heeft een lage luchtsnelheid tot gevolg.

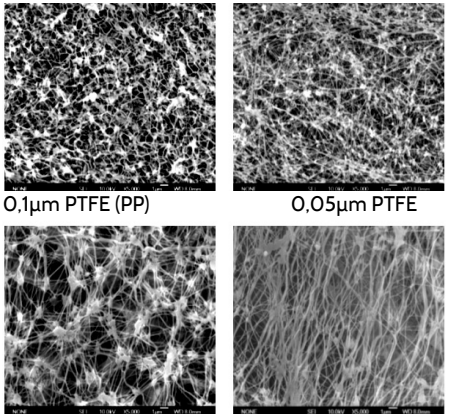


Fig 72 - Soorten PTFE

B2. Hergebruik filters

Zoals in *tabel 13* te zien is, zijn de meest voorkomende manieren om filters te hergebruiken:
- Schudden
- Blaasrichting omdraaien (pulsen)
- Blaasrichting omdraaien (lage druk)

B3. Normeringen

EN 779
In deze Europese normering staat de minimale efficiëntie per type filter vastgelegd. Deze waardes zijn de gemeten laagst gemeten waardes per type filter. In *tabel 6* [bron 2.16] zijn deze waardes weergegeven. Uit deze waardes blijkt dat een type F filter een goede keus is als middenfilter. Door een efficiëntie vanaf 80% bij deeltjes ter grootte van 0,4µm wordt de levensduur van het eindfilter/HEPA filter bevorderd.

Eurovent 4/5
Dit was voorheen een aparte regel waaruit de EN 779 efficiëntie regel is ontstaan [bron 2.16].

EN 1822
Deze normering wordt gebruikt voor HEPA en ULPA filters. Ze worden getoetst aan de waardes in *tabel 12* [bron 2.11].

Arbowet
Volgens de Arbowet mag er een maximale hoeveelheid kwartsstof van 0,075mg/m³ in een ruimte aanwezig zijn. Afhankelijk van de mate waarin de gebruikte gereedschappen stofvrij zijn zullen er extra maatregelen moeten worden getroffen.

Fig. - Overzicht PTFE soorten

	INTERRUPTABLE OPERATION Light to Moderate Loading	INTERRUPTABLE OPERATION Heavy Loading		CONTINUOUS OPERATIONS Any Loading	
Fabric Reconditioning Requirement	Intermittent	Continuous			
Type of Reconditioning	Shaker	Shaker	Reverse Air (Low Pressure)	Reverse Pulse – (High Pressure) Pulse Jet of Fan Pulse	
Collector Configuration	Single Compartment	Multiple Compartment with inlet or outlet dampers for each		Single Compartment	
Fabric Configuration	Tube, Cartridge or Envelope	Tube or Envelope	Tube	Tube or Envelope	Pleated Cartridge
Type of Fabric	Woven	Woven		Non-Woven (Felt)	Non-Woven
Air Flow	Highly Variable	Slightly Variable		Virtually Constant	Virtually Constant
Normal Rating (filtration velocity, fpm)	1 to 6 fpm	1 to 3 fpm	1 to 3 fpm	5 to 12 fpm	<1 to 7 fpm

Tabel 13 - Filters, eigenschappen en methodes hergebruik

Bijlage C: Collage robuust

Bijlage D: Input experts, klanten en gebruikers

De hieronder weergegeven punten zijn samenvattingen van overleg met verschillende experts. Zo zijn er aan deze experts algemene vragen gesteld, waar vanuit we vervolgens via overleg verder zijn gekomen tot te gebruik ideeën en informatie.

K. Puro, Tammiholma (afnemer Finland)
In 2013 heeft K. Puro van de Finse afnemer Tammiholma aangegeven dat ze ongeveer de volgende prijzen zouden willen betalen voor een AirCleaner (gebaseerd op de prijzen die concurrenten voor hun producten vragen):
- 500-600 m3/h: €450-550.-
- 1000 m3/h: €650-750.-
- 2000 m3/h: €1100-1200.-

J. Willems, J. ter Horst (Badkamerverbouwingen)
- Stofontwikkeling komt voornamelijk voor bij het zagen en hakken van gesteentes.
- De maatregelen die momenteel bij ons tegen zweefstof getroffen worden zijn: Een filter in de ruimte (AirCleaner concurrent), machines aangesloten op stofzuigers en daarnaast hebben de werknemers stofkappen op (Delta+ m6000B3).
- De huidige AirCleaner bij ter Horst kan zijn lucht tijdens het werk niet naar buiten afvoeren doordat ze vaak in ruimtes zonder ramen werken. De lucht moet dus in de ruimte gecirculeerd kunnen worden.
- Er is nog steeds sprake van stofontwikkeling in de ruimte. ondanks dat er 3 filtermethodes gebruikt worden.
- De AirCleaner wordt constant gebruikt.
- Per badkamer renovatie worden de filters schoongemaakt of vervangen.
- Het schoonmaken van de filters wordt buiten gedaan door het filter leeg te kloppen. Dit zorgt ervoor dat de werknemers alsnog stof inademen.
- J. Willems ziet de ideale AirCleaner voor zich als een simpel vierkant apparaat. Onder dit apparaat zitten wieltjes zodat de AirCleaner gemakkelijk aan de kant kan worden geschoven wanneer je op je knieën aan het werk bent.
- Filters die je met water zou kunnen reinigen zouden een perfecte oplossing zijn in verband met het feit dat er dan geen stof op zal waaien.
- Bij J. ter Horst staan ze open voor het aanschaffen van nieuwe machines wanneer dit voordelig is voor de gezondheid van de medewerkers.
- De gezondheid van de werknemers staat voorop, dus geld speelt in zekere zin maar een kleine rol (J. Willems zegt dat ze ongeveer €5000,- over zouden hebben voor een goed werkende AirCleaner).
- Het apparaat zal tilbaar moeten zijn. Dit houdt in dat hij klein en compact moet worden en ongeveer 10 tot 15kg mag wegen.
- Het product dat ze nu gebruiken is ongeveer 40x40x80 centimeter groot.
- De huidige papieren filters gaan tijdens het leegkloppen erg gauw kapot. Dit soort filters zou beter als wegwerpfilter kunnen worden gebruikt. Daar zijn ze echter te duur voor.
- Het product moet met één hand de trap op te tillen zijn.

P. de Koning, VLM (Dealer Kiekens)
- De som van het geluid van alle apparaten binnen de werkomgeving moet laag zijn. De AirCleaner mag om die reden niet veel geluid maken. Het geluid geproduceerde geluid zal maximaal ongeveer 70dB mogen zijn.
- Er zijn twee markten die Kiekens goed zou kunnen bereiken en waar ze al contacten hebben: de bouw(bijvoorbeeld sanering) en de industrie. De apparaten die in deze markten gebruikt worden zijn respectievelijk kleine en licht tegenover groot en niet op te tillen.
- Het gemakkelijk kunnen vervangen van de filters is erg belangrijk.
- Waarschijnlijk is het voordelig om goedkope papieren filters te gebruiken. Deze filters moeten vervolgens per gebruik vervangen worden.
- Misschien is er behoefte aan de mogelijkheid om nevel en verf dampen met het apparaat op te vangen.
- Wanneer je een actief koolfilter gebruikt, moet je oppassen dat je geen schijnveiligheid creëert.
- De AirCleaner moet lange tijd zonder onderhoud

kunnen. Waarschijnlijk vervangen ze hem liever dan dat ze hem repareren of ter reparatie moeten opsturen.
- Een onderdrukmeter toevoegen zodat de gebruiker kan zien hoe het apparaat presteert en om te kunnen zien of de aangesloten slang niet te lang is doordat hij een bepaalde weerstand biedt.
- Actief kool heeft een bepaalde contacttijd nodig. De aanzuigsnelheid mag dus niet te hoog zijn, maar bij een te lage snelheid dringt de lucht niet door het koolfilter heen. Wellicht kunnen er filters met koolstofimpregnatie (zie auto's/ city car filters) gebruikt worden.
- De huidige filters in de AirCleaner zijn te duur. De type F middenfilters zitten net als de HEPA-filters in een houten omlijsting, terwijl dit type filter ook als wegwerpfilter te verkijgen is.
- Een TNO keuring is van belang wanneer je aan de klant wilt kunnen bewijzen dat hij aan bepaalde eisen voldoet.
- Handzaamheid staat voorop, de functie van het apparaat staat niet op de eerste plaats.
- De bewerkingsmachines staan op de eerste plaats binnen een bedrijf. Vervolgens de stofzuigers die hierop aangesloten kunnen worden en daarna pas AirCleaners.
- De mogelijkheid om een slang op beide zijdes aan te kunnen sluiten voegt veel waarde aan het apparaat toe.
- Het apparaat na gebruik af kunnen sluiten.
- Net als J. Willems aangaf moet het apparaat in één hand de trap op te tillen zijn.
- Rond de €1000,- is een realistische verkoopprijs.
- Met een label op de behuizing kan er worden aangegeven welke reserve-onderdelen er zijn.
- De capaciteiten van de AirCleaners combineren door ze te kunnen stapelen.

Hiddink, chef werkplaats WBC
Het WBC werkt momenteel onder andere aan Saxion Villa Serphos te Enschede.
- Het WBC gebruikt momenteel al tilbare units Toch gebruiken ze voornamelijk stofafzuiging die direct op de machines aangesloten is. Daarnaast gebruiken ze stofkappen en een AirCleaner. Het liefst hebben de werknemers de stofkappen niet op en zouden ze meer gebruik willen maken van krachtige AirCleaners en stofzuigers.
- De machines staan gedurende het gebruik periodes aan en uit in plaats van dat ze constant worden gebruikt.
- De voorfilters worden vervangen en niet schoongemaakt
- Voor het reinigen van de dure fijnfilters heeft het WBC in de werkplaats zelf een bak ontworpen. Hierin worden de filters schoongeblazen. Echter moet het stof dan met een andere unit worden opgevangen en dus verplaats je het probleem.
- Hiddink denkt dat ze ongeveer €1000,- voor een nieuwe AirCleaner over zullen hebben.
- In een paar handelingen moeten de filters te vervangen zijn.
- Hiddink zegt dat ze momenteel tevreden zijn over de AirCleaner die ze in gebruik hebben.

Theo, ForFarmers Hendrix
- Afzuiging vindt binnen deze industrie alleen maar direct op de machines plaats. Machines worden zo luchtdicht mogelijk gemaakt om te voorkomen dat er stof in de productiehal vrijkomt.
- De filters worden constant gemonitord. Ze weten wanneer de filters vol beginnen te raken door de druk in de gaten te houden.
- Er wordt gebruik gemaakt van enveloppenfilters.
- De afzuigsystemen zijn vaste opstelling. Ze zijn dus niet te verplaatsen of op te tillen.
- Het geluid van de systemen is over het algemeen erg hoog.
- Het betreft relatief eenvoudige machines.
- Overal in het bedrijf zijn er afzuigsystemen met daarin dezelfde filters aanwezig.
- De machines hebben een capaciteit van 2 tot 30 kuub per uur.
- Er wordt gebruik gemaakt van Torit DCE stofzuigmachines.

K. Puro, Tammiholma
Dit was een interview over de huidige stand van zaken omtrent de verkoop en vraag naar AirCleaners.
- Tammiholma kwam oorspronkelijk met de vraag voor AirCleaners bij Kiekens, aangezien Kiekens hun hoofdpartner in industriële stofzuigers was.
- Nadat de Kiekens AirCleaner was ontworpen, kwamen er al snel concurrenten met kleinere units op de markt. Hierdoor werd er niet één Kiekens AirCleaner meer verkocht. Dit komt vermoedelijk doordat ze erg zwaar zijn, groot zijn en de vormgeving niet aantrekkelijk genoeg is.
- Ondanks dat Tammiholma al een aantal jaar gestopt is met dit type producten te verkopen, hebben ze afgelopen jaar alsnog 30 AirCleaners van het merk Pullman verkocht. In Scandinavië mag je in de bouw en tijdens renovaties niet zonder AirCleaners te werk gaan. Om die reden verkopen de grootste concurrenten honderden van deze apparaten per jaar.

P. de Koning, VLM
Dit was een interview naar aanleiding van de resultaten van de gebruikstest en om extra informatie over de vraag naar AirCleaners te krijgen.
- Dat de rook deels langs het apparaat gaat komt waarschijnlijk doordat hij een aerodynamische vorm heeft. De rook wordt door het apparaat aangezogen en gedeeltelijk versneld langs het apparaat heen getrokken in plaats van opgezogen.
- Een vlak aanzuigoppervlak werkt veel efficiënter dan een rond oppervlak
- De zuigkracht neemt op een afstand ter grootte van de diameter van het aanzuigoppervlak al ongeveer 90% af. Hieruit kan de conclusie worden getrokken dat de focus leggen op de industrie (grote hallen) onrealistisch is. De zuigkracht neemt dusdanig veel af, dat het apparaat totaal geen invloed zal hebben op stofdeeltjes die ontstaan op grote afstand tot het apparaat. Dit zou wel kunnen wanneer de uitblaassnelheid in die richting erg hoog is, zodat het stof gedwongen wordt om richting het apparaat te gaan. Echter heeft deze hoge luchtsnelheid nadelige effecten op de werkomgeving van de werknemers en zorgt het ervoor dat er gevaarlijke stoffen op kunnen gaan waaien.

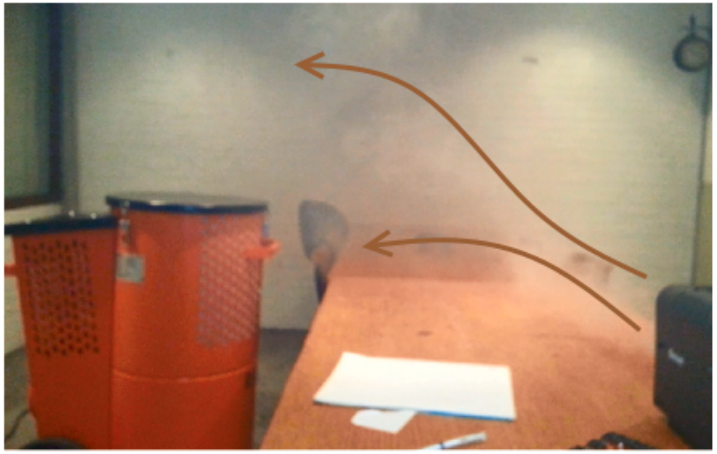
Bijlage E: Productiekosten 120H

Onderdeel	Handeling	Totale kosten	Est. materiaal	Est. arbeid	Est. overhead
Behuizing	Knippen 4mm plaat	[redacted]			
	Knippen 3mm plaat	[redacted]			
	Knippen Gaas	[redacted]			
	Ponsen 3mm plaat	[redacted]			
	Voorbewerken	[redacted]			
	Kanten	[redacted]			
	Productiecel	[redacted]			
	Verven Structuurlak	[redacted]			
	Verven Oranje	[redacted]			
Bodem	Afkorten	[redacted]			
	Voorbewerken	[redacted]			
	Productiecel	[redacted]			
Bodemplaat	Forceren	[redacted]			
	Verven	[redacted]			
As, beugel	Afkorten As gietijzer	[redacted]			
	Afkorten pijp	[redacted]			
	Kanten	[redacted]			
	Tussencontrole	[redacted]			

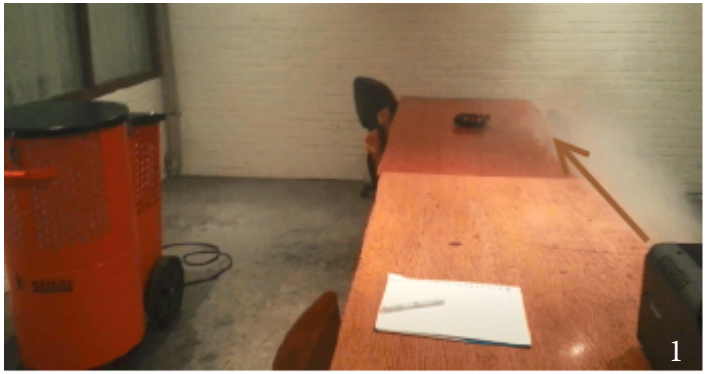
Tabel 14 - Overzicht productiekosten

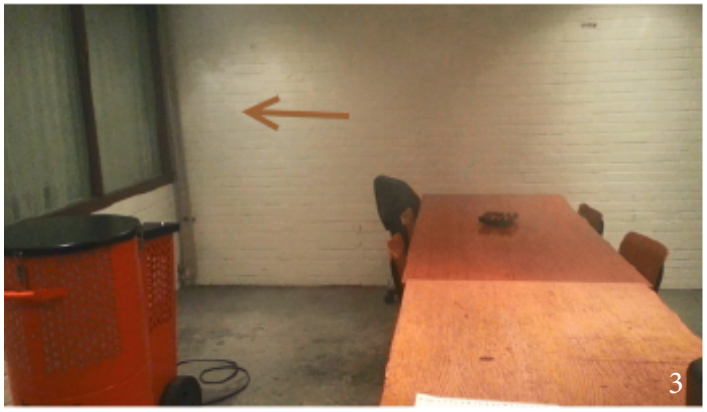
Situatie 1: AirCleaner in het midden van de ruimte, afzuiging rokersruimte aan, rook richting het midden van de ruimte.
De AirCleaner is niet krachtig genoeg om het te winnen van de afzuiger.

Situatie 2: AirCleaner in het midden van de ruimte, afzuiging rokersruimte uit, rook richting het midden van de ruimte. De AirCleaner zuigt de rook aan, maar vervolgens blaast de uitlaatlucht de rook bij het apparaat vandaan.



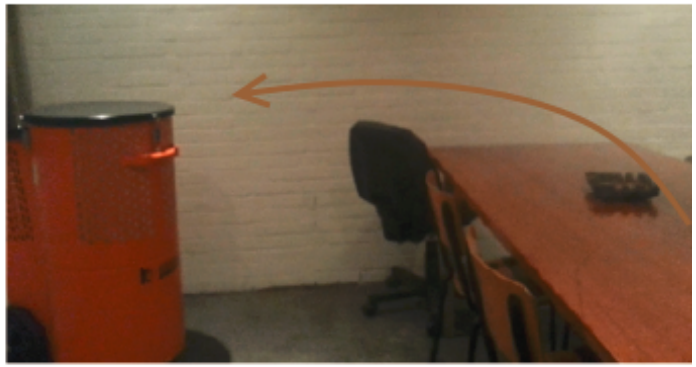
Situatie 3: AirCleaner gericht op de luchtstroom met rook, afzuiging uit. De rook wordt aangezogen, maar een deel van de rook stijgt sneller op dan dat de AirCleaner het op kan zuigen. Deze rook gaat vervolgens over de AirCleaner heen. Daarna wordt dit deel van de rook door de uitlaatstroom door de ruimte verspreid.





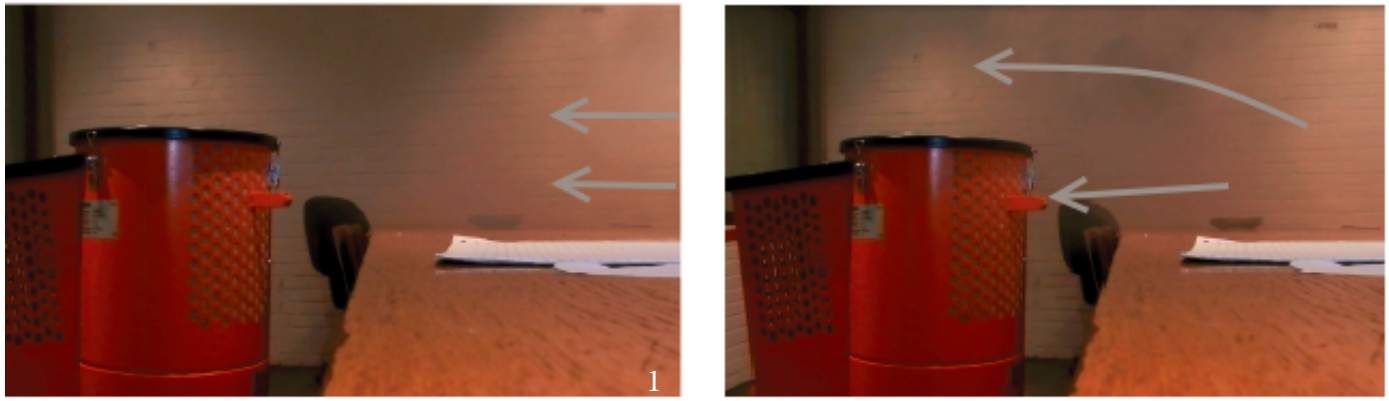
Situatie 4: De AirCleaner aan de linker zijde van de ruimte, rook richting het midden van de ruimte, afzuiging ruimte uit. De rook verplaatst zich op deze afstand (±2m) van de AirCleaner nog amper richting de AirCleaner.

Situatie 5: Vanaf ongeveer 3 meter is er rook in de richting van de AirCleaner geblazen. Een deel van deze rook werd opgenomen en de rest bleef boven de AirCleaner rond kolken.



Situatie 6: De AirCleaner staat in een hoek van de ruimte, afzuiging ruimte uit, rook richting het midden van de ruimte. Na een tijdje rook aanvoeren begint de rook zich richting de AirCleaner te bewegen.

Situatie 7: De gehele ruimte is gevuld met een kleine hoeveelheid rook. Vervolgens is de AirCleaner ingeschakeld. Het eerste deel van de rook werd snel opgezogen, maar het laatste beetje kreeg de AirCleaner bijna niet weg. Tussen situatie 1 en 2 in de afbeeldingen hierboven zit een tijdsverschil van ongeveer 90 seconde.

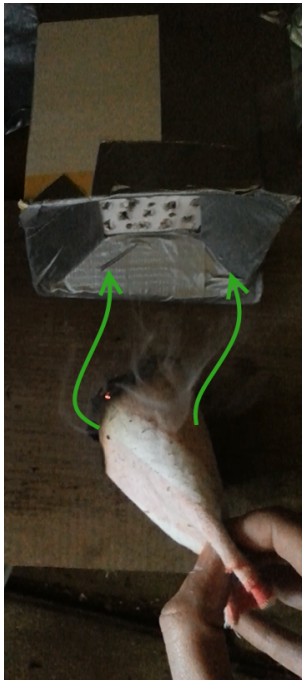


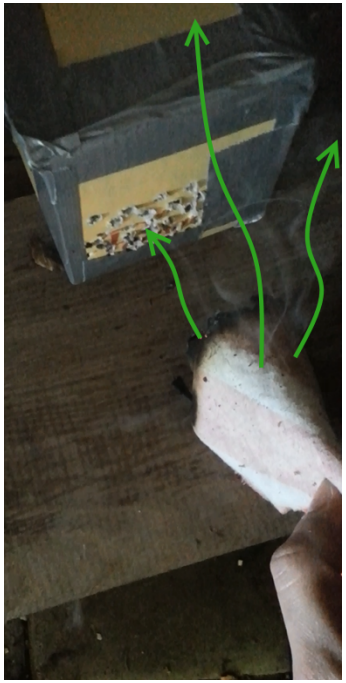
Situatie 8: Vanaf ongeveer 2 meter wordt de rook richting de AirCleaner geblazen terwijl deze niet tegen een muur aan staat. De rook gaat deels over het apparaat heen en wordt er deels in gezogen.

F2. Test vorm aanzuigzijde

Een test waarin het verschil in luchtstromingen is bepaald tussen een vlakke voorzijde en een verdiepte voorzijde. Voor deze test zijn een stel kartonnen doosjes op twee ventilatoren geplakt en volledig afgesloten met duct tape. Beide ventilatoren zijn even sterk en beide voorzijden bevatten ongeveer evenveel gaten (de vlakke iets meer). Door middel van het aansteken van een stuk katoen is de nodige rook gecreëerd om de stromingen waar te kunnen nemen.

Observaties:
Doordat de ventilatoren relatief zwak zijn, werd de rook in eerste instantie niet aangezogen, maarvop het moment dat de rokende doek dichter bij het apparaat werd gehouden werkte het wel. Op dat moment bleek de rook bij het model met de verdiepte voorzijde direct opgezogen te worden. Bij het vlakke model gebeurde dit echter niet. Hier ging een deel van de rook langs en over het model heen.

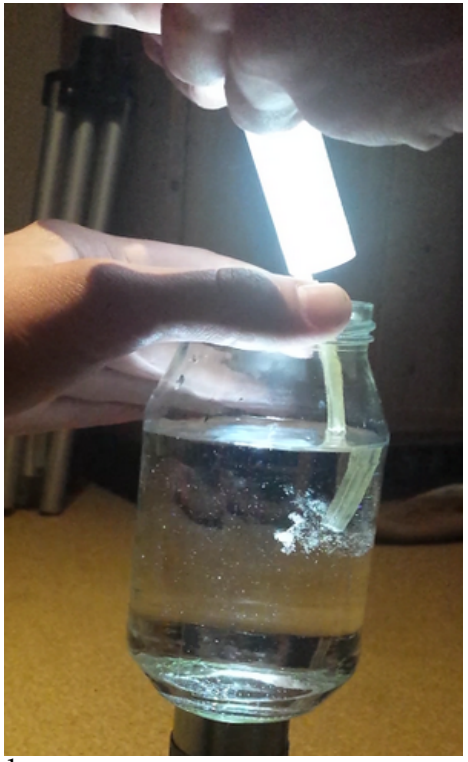


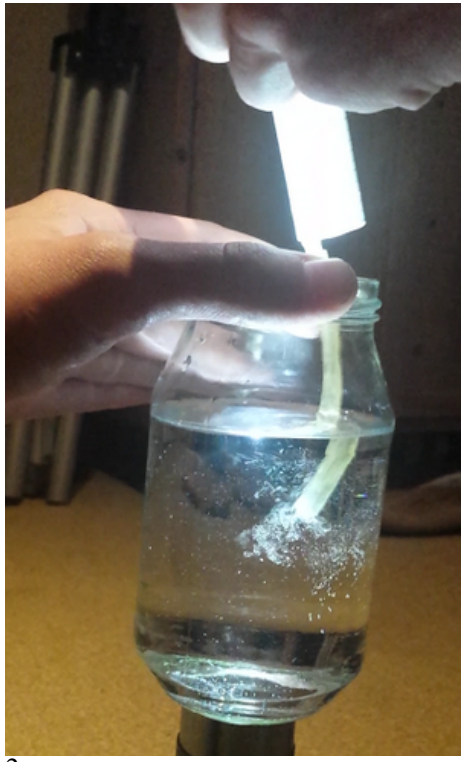


F3. Test gruis/kwartsstof door water

Voor deze test is gebruik gemaakt van een spuit, (kwarts)stof (slijpsel van een steen), een slang en een pot met water.

Observaties:
In het begin leek al het stof naar de bodem te zakken op het moment dat het in het water terecht kwam (afb. 1 en2), maar wanneer er meer lucht door de slang werd geblazen, ontstonden er grote luchtbellen(afb. 3 en 4). Op het moment dat deze bellen aan het wateroppervlak knapten kwam een deel van het stof weer vrij. Vermoedelijk gebeurde dit ook al bij de kleine belletjes, maar was dit niet goed waar te nemen.


1


2

3

4

Bijlage G: Ideegeneratie

G1. Scenario's

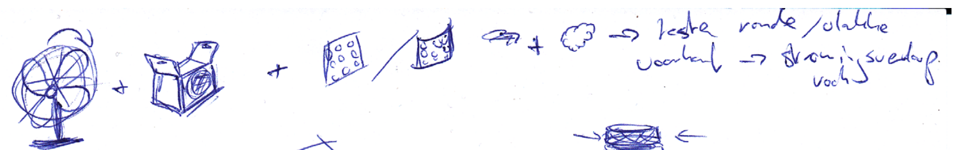
Scenario 1
Herman heeft een baan als hoofd constructie binnen in de huizenbouw. Om de gezondheid van zijn werknemers te waarborgen eist hij het gebruik van minimaal drie methodes die het inademen van schadelijke stoffen voorkomen. Deze methodes bestaan uit het aanpakken van de bron door een afzuiging direct op de apparaten aan te sluiten, het beschermen van de gebruiker door mondkapjes te verplichten en ten slotte het opzuigen van zweefstof met een AirCleaner. Deze AirCleaner is mobiel en gemakkelijk op te tillen wanneer nodig. Zo kan hij gemakkelijk door de werknemers mee worden genomen wanneer zij zich van punt A naar punt B verplaatsen. Door duidelijke feedback over de status van de filters weet Herman op tijd wanneer hij de filters moet reinigen en vervangen. Zo komt hij nooit voor een verrassing te staan kort na het inschakelen van het apparaat. Wanneer de filters vol zitten wordt dit duidelijk aangegeven en kunnen de filters op een stofvrije manier vervangen worden.

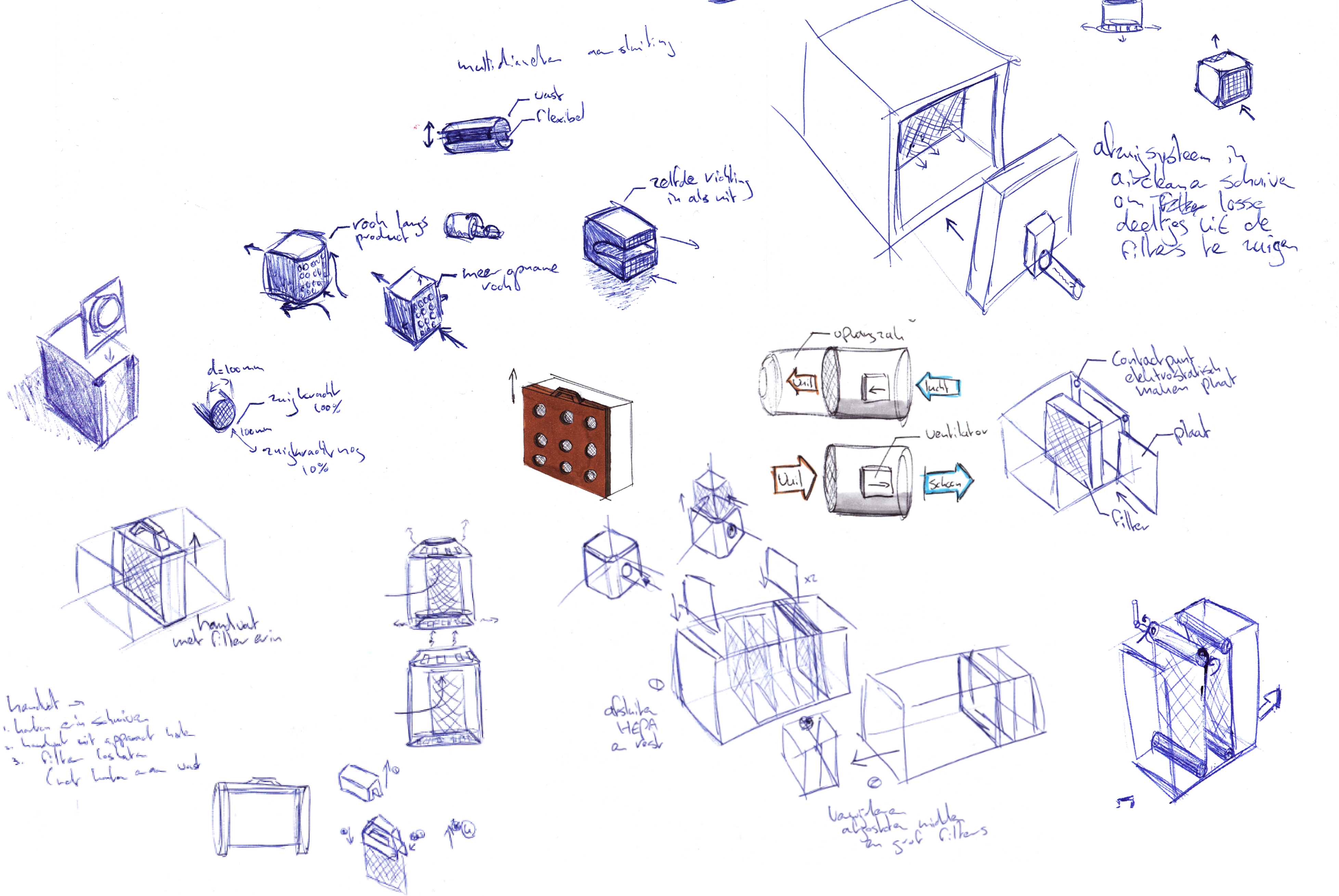
Scenario 2
Binnen veevoederbedrijf De Legkorrel wordt er gebruik gemaakt van grote krachtige machines om stoffen direct uit de machines op te zuigen. Echter komt het vaak genoeg voer dat deze machines niet al het stof opzuigen. Daarnaast is er sprake van een sterke geur en soms van gassen binnen de productiehal. Om deze stoffen, geuren en gassen op te vangen wordt er gebruik gemaakt van een AirCleaner die zowel lucht binnen de hal kan filteren en daarna kan circuleren als de gefilterde lucht naar buiten kan afvoeren. Het stof dat vrijkomt is zeer brandbaar, waardoor er kans is op explosies op het moment dat het stof in aanraking komt met vuur. Om die reden worden er materialen in de cleaner gebruikt die kunnen leiden tot een statische ontlading.

G2. Ideeën

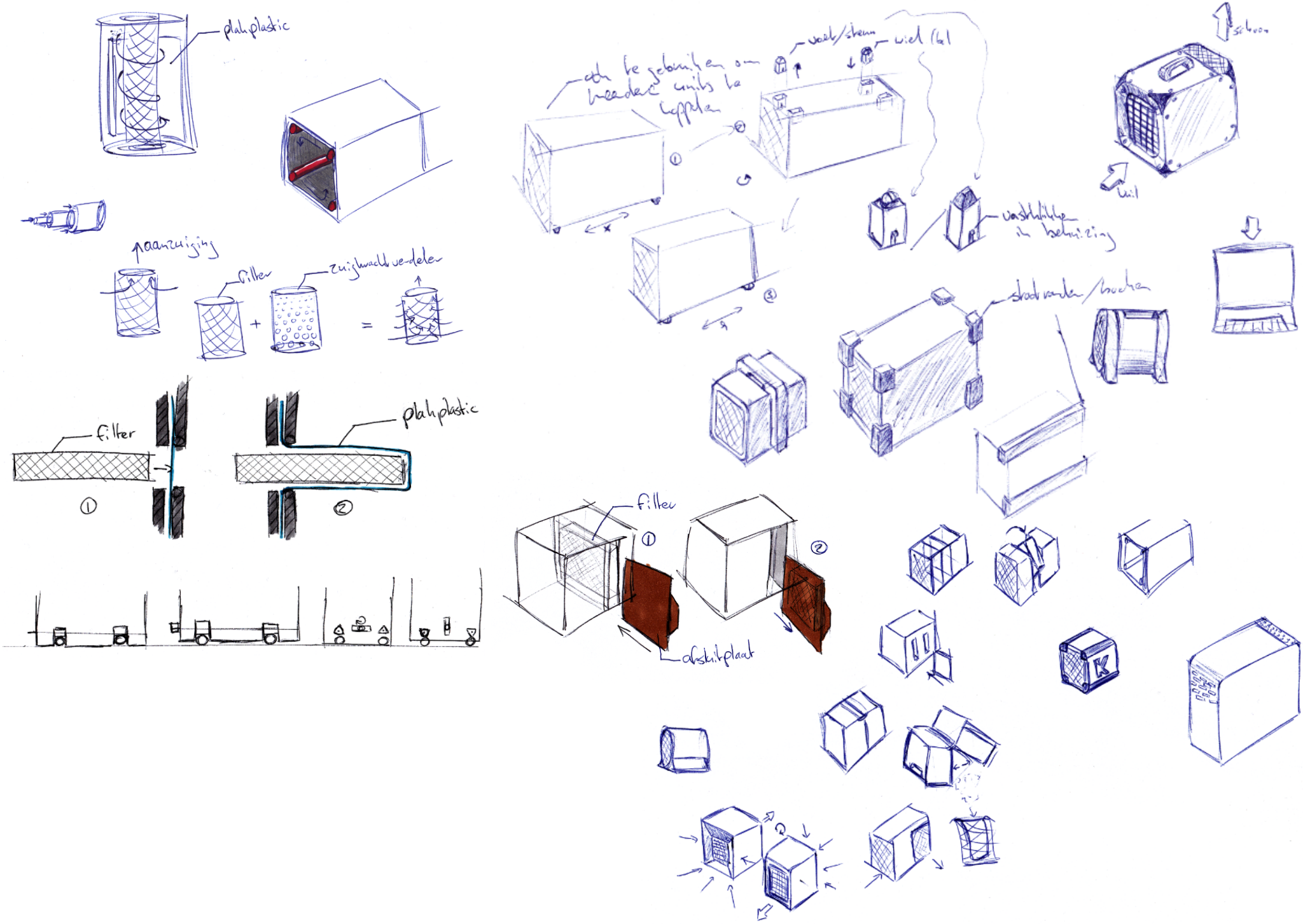
- Gebruiken elektronische filters (bijvoorbeeld als filter voor het eindfilter). Het stof blijft aan het filter zitten wanneer je deze uit het apparaat haalt, wat ervoor zorgt dat je tijdens het reinigen geen gevaarlijke stoffen inademt. Nadeel is dat het filter lang moet drogen na het afspoelen voordat je hem weer mag gebruiken. (Ontstaan van ozon bij dit soort filters?)
- Cycloonwerking toepassen met onderin een membraan waar het fijne stof vervolgens achter vast blijft zitten.
- Slangaansluiting instelbaar in grootte maken.
- Universele hendel voor alle modellen.
- Tilbare kleine unit (te gebruiken materiaal?).
- Filters in uitschuifbare handvatten plaatsen, die via de zijkant of bovenzijde uit het apparaat kunnen worden getrokken.
- Eerst de filters op de 1 of andere manier afsluiten zodat er geen stof vrij kan komen tijdens het wisselen van deze filters.
- Toevoegen onderdrukmeter i.p.v. enkel de indicatie via een lampje. Met enkel een lampje weet je wel wanneer hij vol is maar niet wanneer hij dat bijna is. Stel je kunt nog 10L lucht met de filters filteren voordat hij bijna vol is. Het lichtje staan aan en dus wordt de AirCleaner door de gebruiker meegenomen en aangezet. Na een paar minuten slaat hij af en brandt het lampje om aan te geven dat hij nu wel vol zit.
- Cilindrische HEPA filters gebruiken om de ruimte van een cirkelvormige behuizing te benutten.
- Behuizing isoleren om hem stiller te maken.
- Opvangen rook/geuren/gassen via optionele filters (vanuit marketing als extra optie).
- Filters kunnen vervangen voor verschillende toepassingen. Bijv. HEPA vervangen door koolfilter wanneer de AirCleaner toegepast gaat worden in situaties waarin vervelende geuren vrijkomen.
- Water door het apparaat kunnen laten lopen om zo het HEPA filter veilig te reinigen.
- Statisch geladen plaatjes in het apparaat kunnen stoppen om losse stofdeeltjes mee uit het apparaat te halen.
- 'Stootranden op het apparaat zodat hij zo min mogelijk beschadigt tijdens het gebruik.
- Omkeren van de uitblaas- en aanzuigrichting om het stof uit de filters te blazen.
- Goedkope voorfilters en F-filters gebruiken ipv het F-filter dat nu in een dure houten behuizing zit. Dit kan ook bijvoorbeeld karton worden.
- Lichtgewicht --> nieuwe ventilator --> kunststof.
- Voor- en middenfilter eerst nat maken voordat ze weggegooid worden. Dit voorkomt het opstuiven van stofdeeltjes.
- Voordelen/nadelen cilindrische en vierkante vorm:
    - Een cilindrisch apparaat kan rondom stof aanzuigen.
    - Vierkant is compact, ruimtebesparing levert een kostenbeparing op.
- I.p.v. verschillende formaten units, units maken die op elkaar te klikken zijn. Dat wil zeggen, een kleine unit maken die vervolgens meerdere keren gekocht kan worden en gestapeld kan worden. Dit zorgt voor lagere productie- en voorraadkosten. (Hierbij wel letten op het niet blokkeren van de afvoer van de onderste unit of de uitlaat ergens aan de zijkant plaatsen.
- De ventilator in tegengestelde richting laten blazen. Vervolgens het stof via cycloonwerking in een bak opvangen.
- In het product kunnen werken. Hierbij kan gedacht worden aan een mobiele zuurkastachtige unit.
- Een externe unit om filters mee te reinigen.

G3. Schetsen

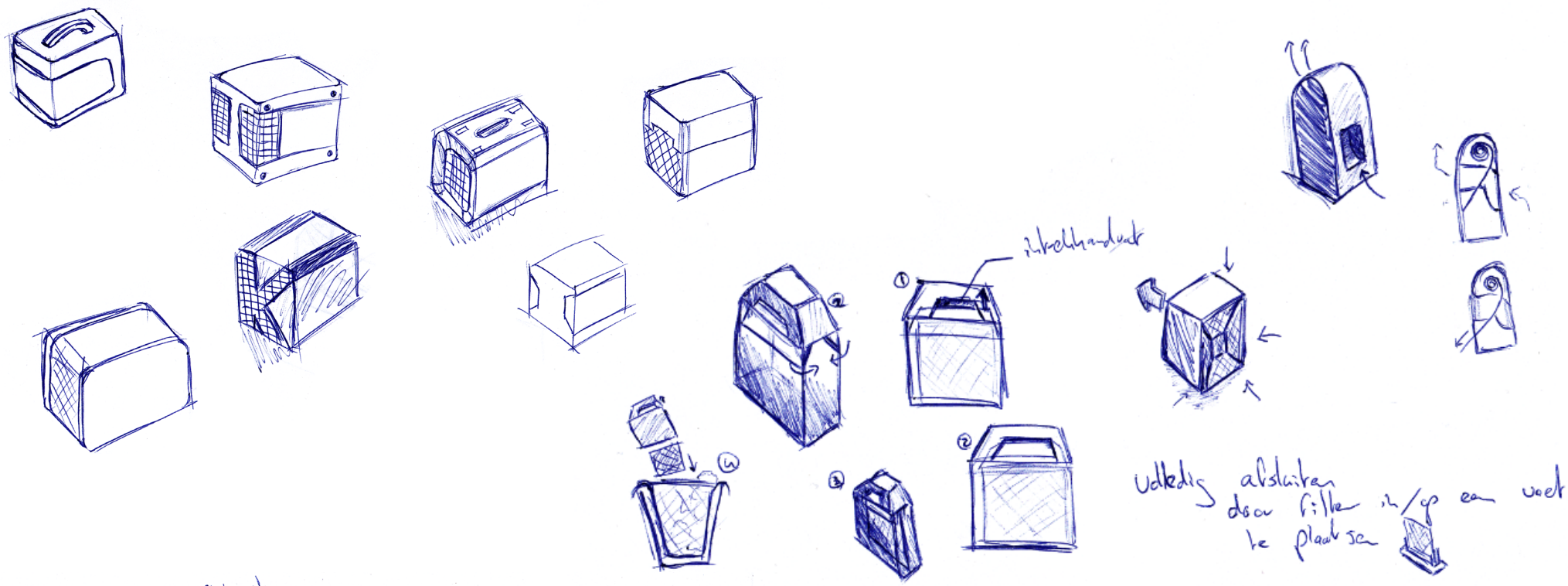


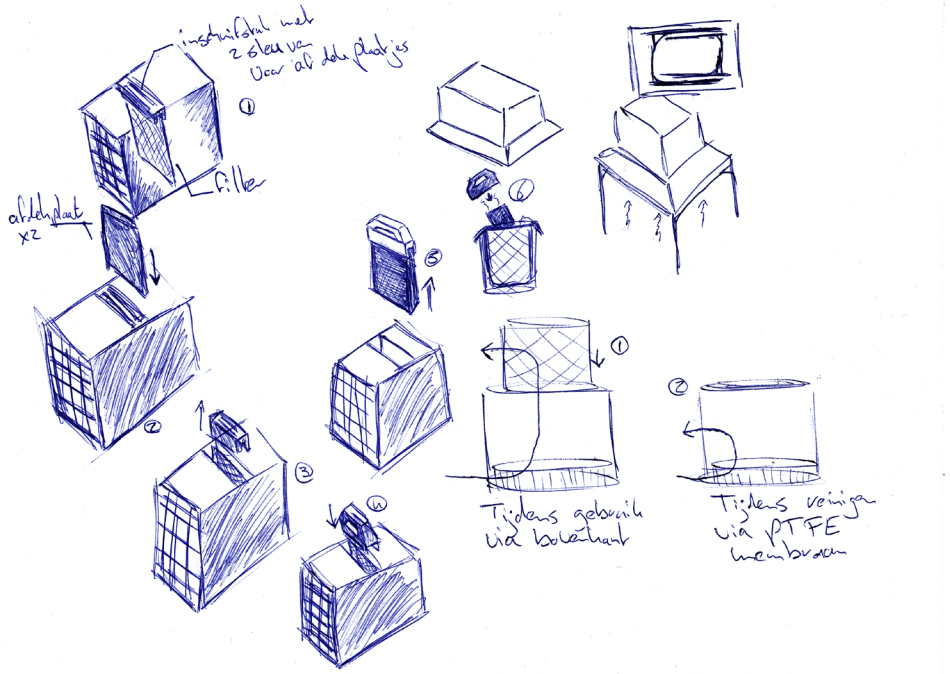


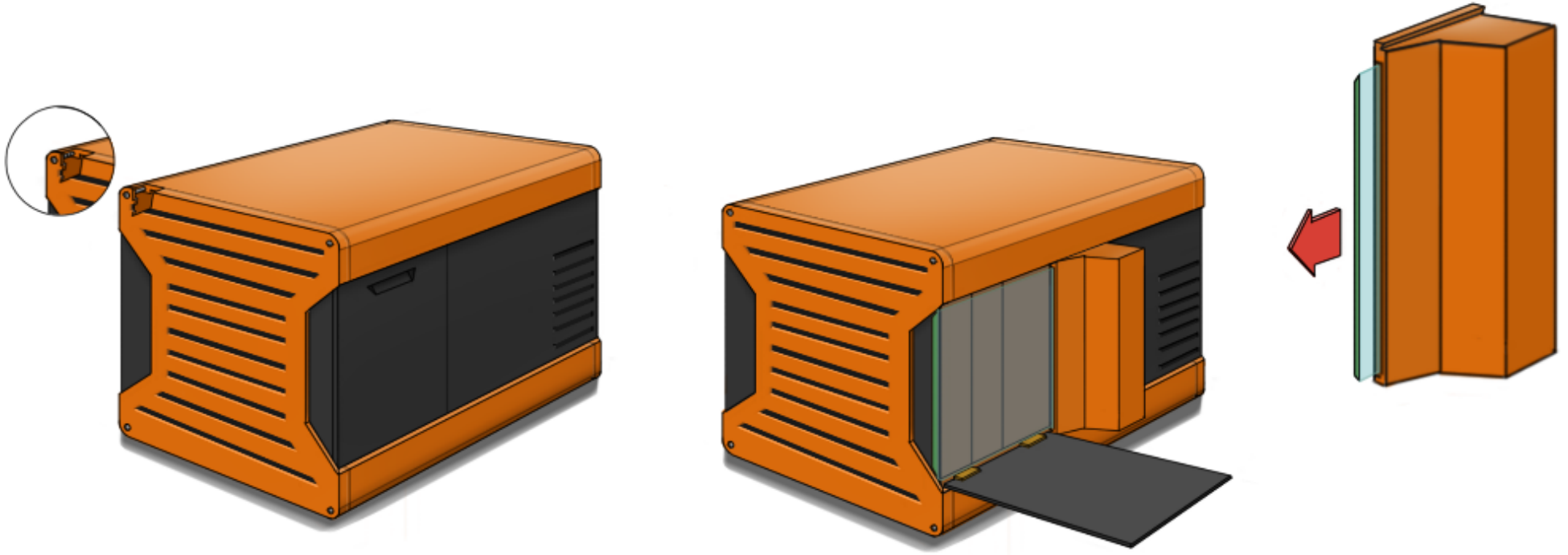
multidirectionele aansluiting
vast
flexibel
vocht langs product
meer opname vocht
zelfde richting in als uit
afzuigsysteem in aircleaner schuive om losse deeltjes uit de filters te zuigen
d=100mm
zuigkracht 100%
100mm
zuigkracht nog 10%
opvangzak
lucht
ventilator
uit
schoon
plaat
filter
handvat met filter erin
afsluiten HEPA en vocht

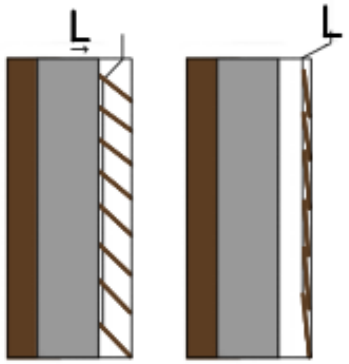

plakplastic
aanzuiging
filter
zuigkrachtverdeler
filter
plakplastic
voet/steun
wiel (bl
vaststukken in behuizing
stadtrander/boeken
filter
afsluitplaat
schoon
wil

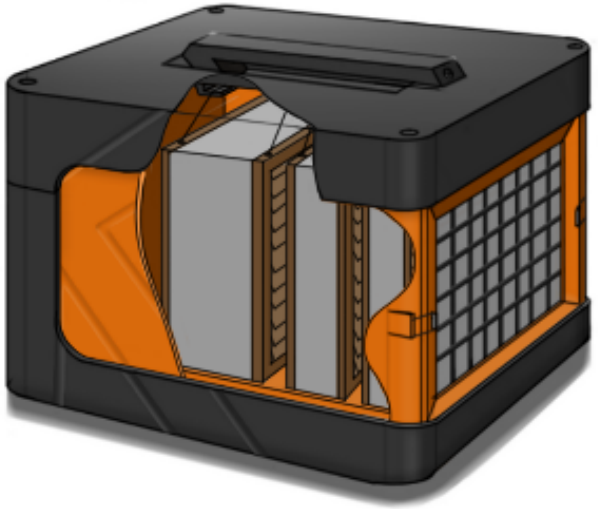
vuil
schoon
statisch maken plaat
dat het stof via de zijkant eruit gaat).
tegengestelde richting blazen, & bak laten vallen. daarvoor wel een de wanden eerst afsluiten
ventilator
filters
in bak laten lopen
zolang de ze vuil er op neerslaat en de lucht via zijn bodem afvoert

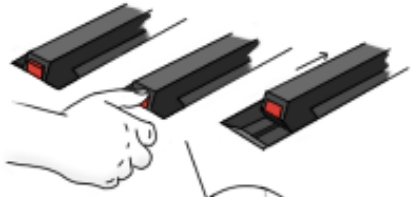

intrekhandvat
Volledig afsluiten door filter in/op een voet te plaatsen

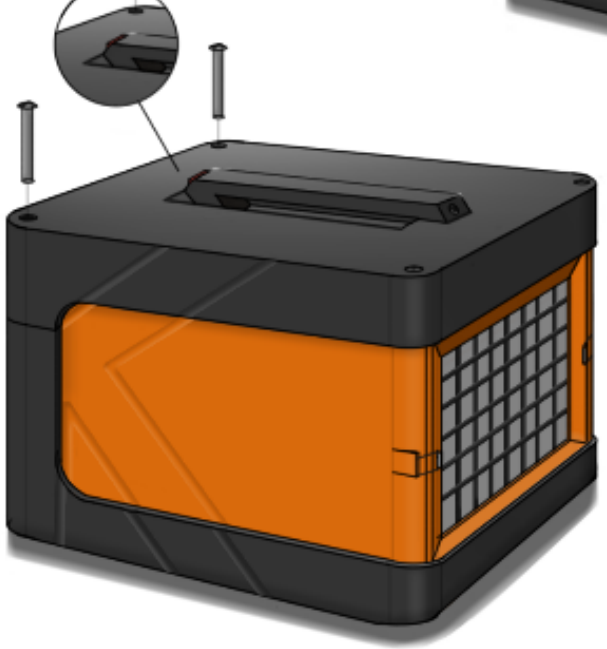

inschuifstuk met 2 sleuven voor afdekplaatjes
filter
afdekplaat x2
Tijdens gebruik via bovenkant
Tijdens reinigen via PTFE membraan

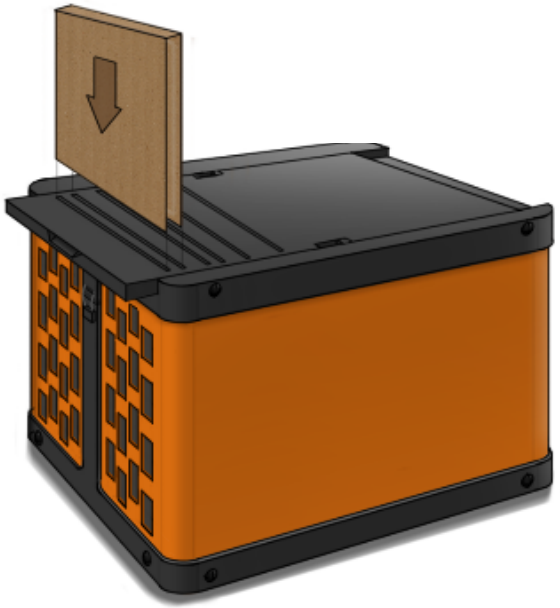


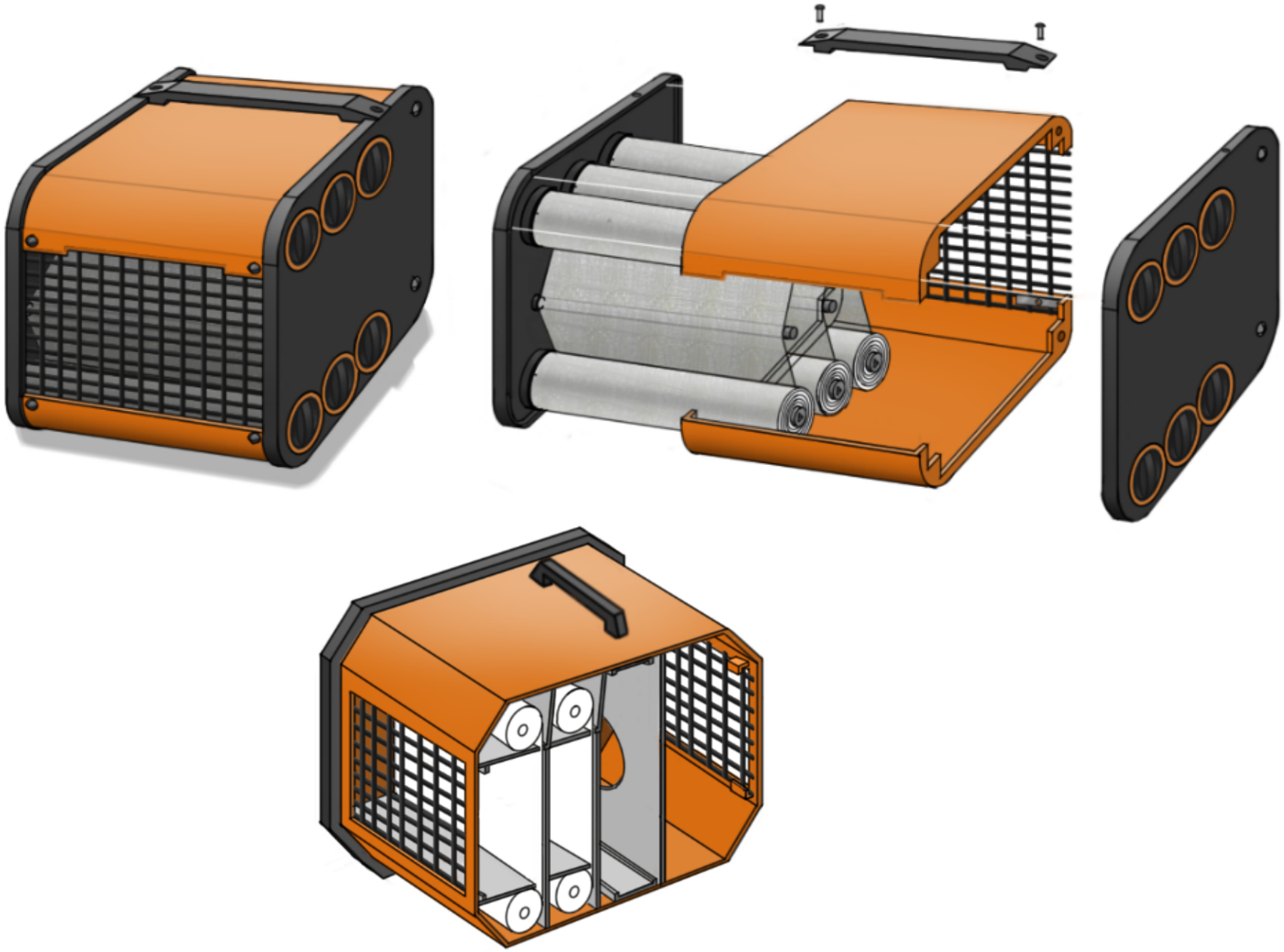


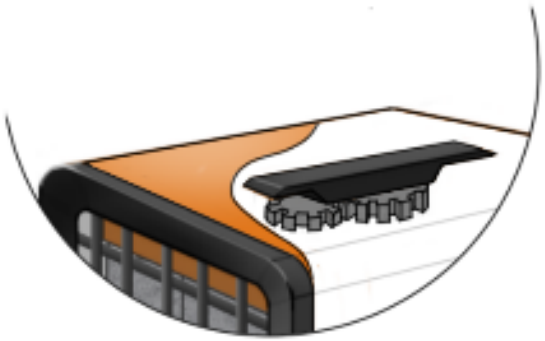


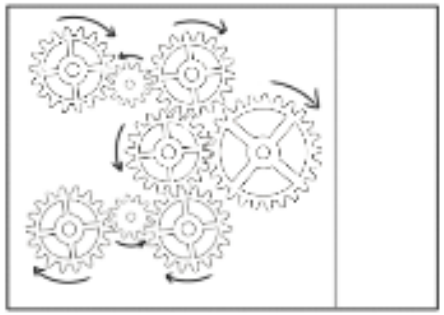


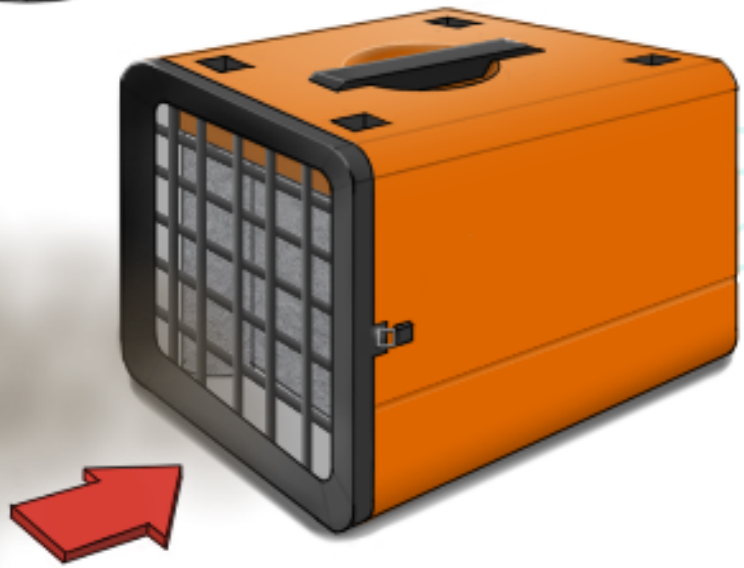


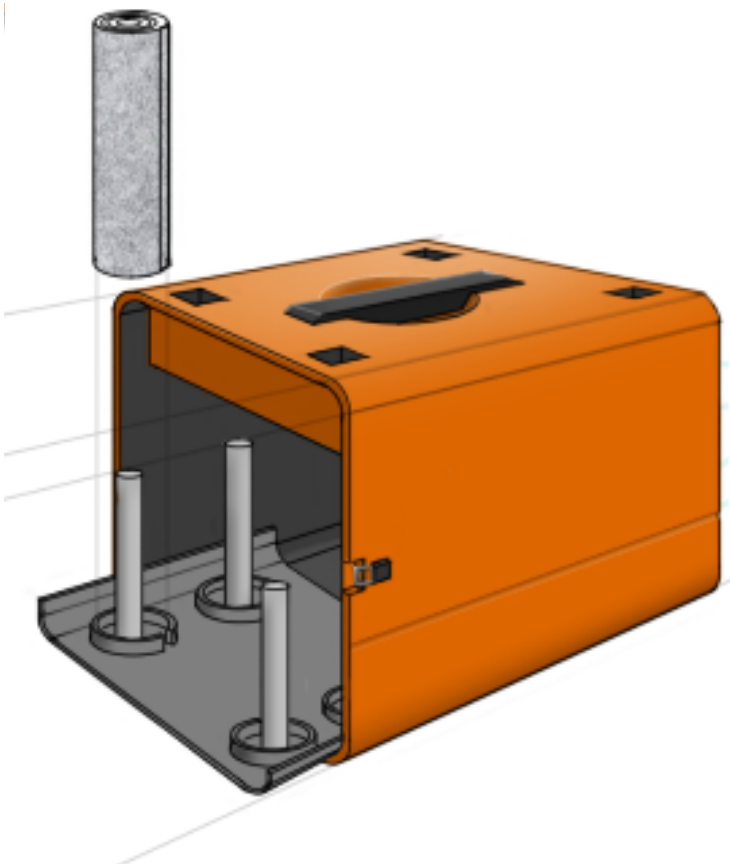


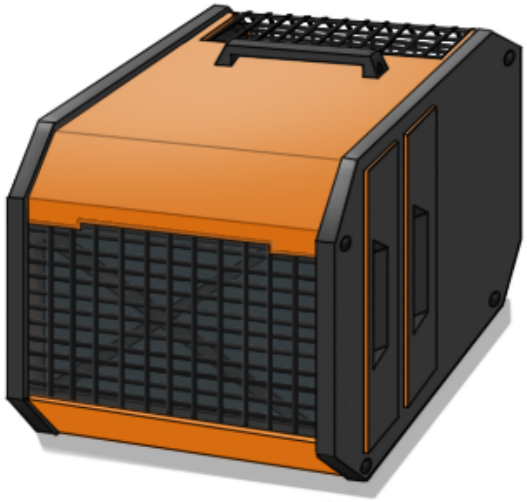


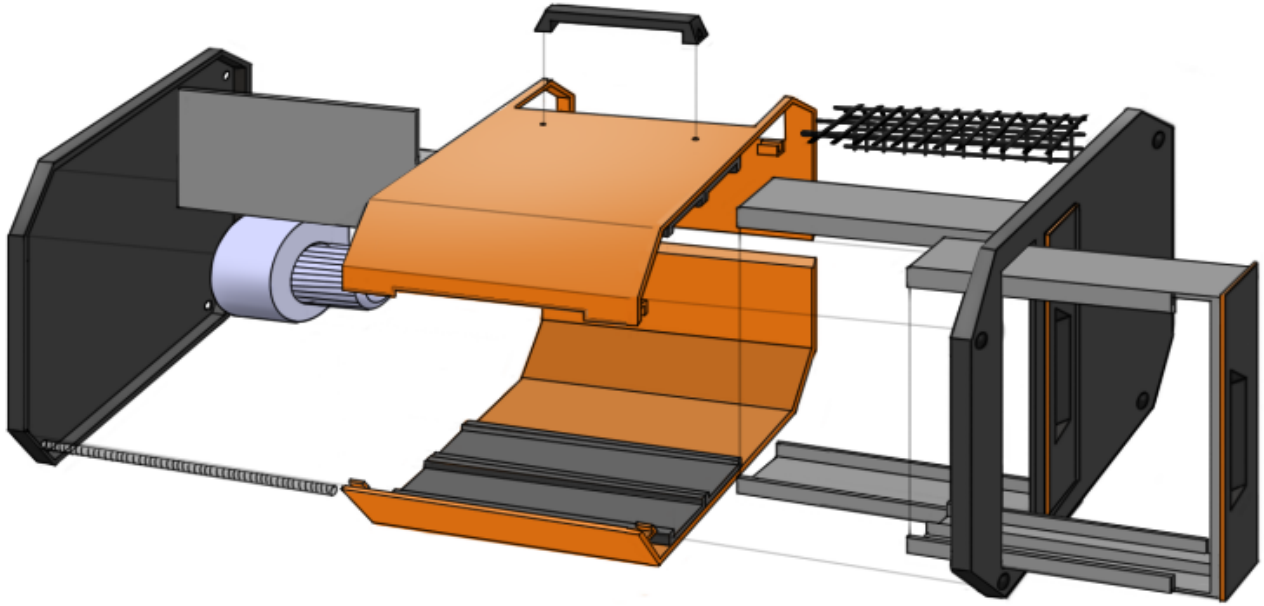


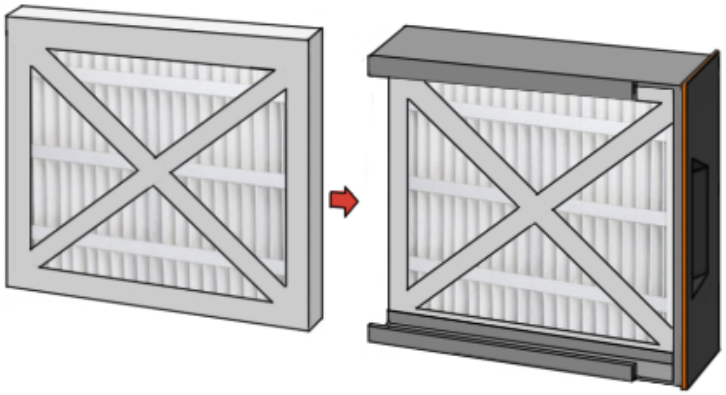


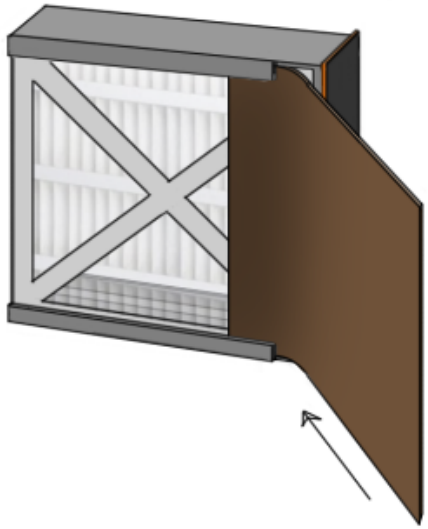












Bijlage I: Inkoopdelen

I1: Ventilatoren

De 514-2M heeft een maximale capaciteit van 700m³/h en weegt 5kg.
De 616-2M heeft een maximale capaciteit van 1380m³/h en weegt 9,5kg.
De afmetingen van deze ventilatoren verschillen ongeveer 30mm in diameter en 40mm in lengte (*zie tabel 15*). Hoewel het gewicht van deze ventilatoren erg hoog is, zijn er geen lichtgewicht ventilatoren te vinden die dezelfde capaciteit-druk verhouding hebben.

De karakteristieken van beide ventilatoren zijn terug te vinden in *figuur 73*. Hierin staan de druk en de capaciteit die de ventilatoren kunnen leveren.
In de meest ideale situatie zou de 514-2M 700m³/h kunnen leveren met een druk van ongeveer 270Pa. In het product moet echter ook een fijnfilter te gebruiken zijn. Door de fijne structuur van dit type filter loopt de benodigde druk al snel op. Hierbij kan gedacht worden aan een pressure drop van ongeveer 300Pa. De pressure drop van dit filter met daarbij de lagere pressure drops van het voor- en middenfilter en de luchtweerstand van het de binnenzijde van de behuizing zorgen ervoor dat de 514-2M al gauw erg dicht op de grens van 600m³/h of eronder komt.
Om een aantrekkelijk product op de markt te brengen is het wenselijk om een hogere capaciteit dan de concurrentie te leveren. Daarbij is een capaciteit van ongeveer 1000m³/h een mooi streven. Zoals in *figuur 73* af te lezen is, houdt dat in dat een variant van het product met daarin de 616-2M in totaal een pressure drop van maximaal 580Pa mag hebben. Uit de filterkeuze zal blijken of de maximale pressure drop hieronder blijft of niet.

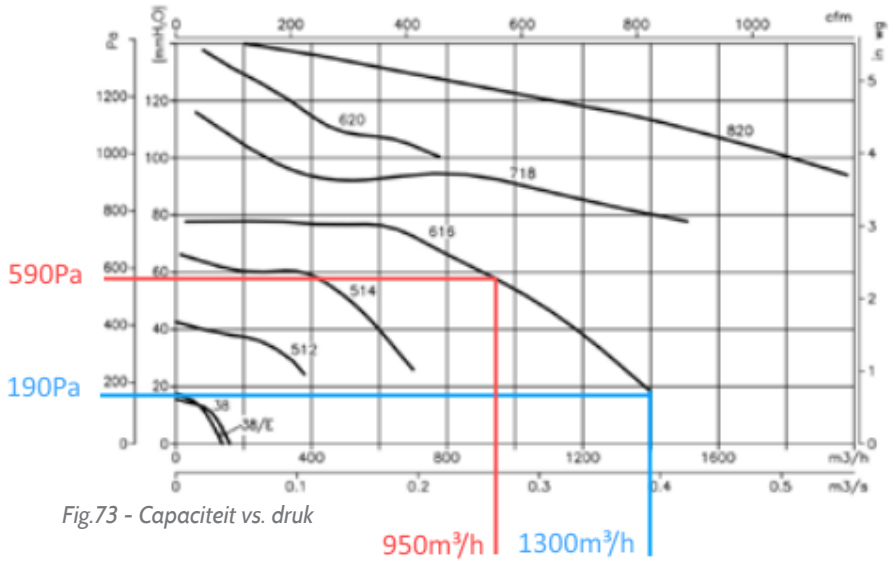
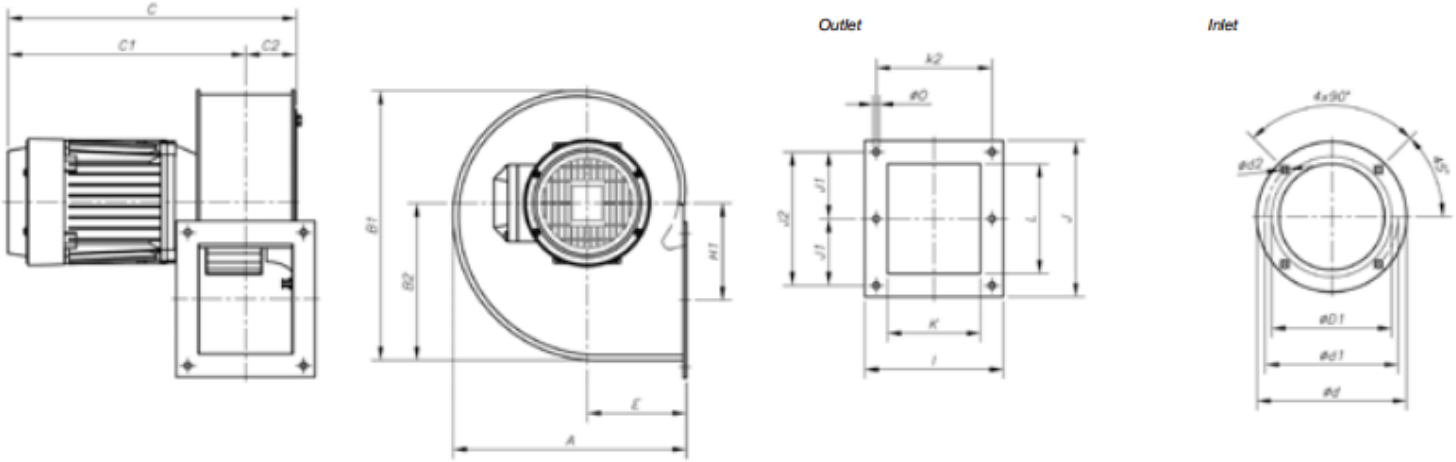


Fig.73 - Capaciteit vs. druk



Model	A	B1	B2	C	C1	C2	øD1*	ød	ød1	ød2	E	H1	I	J	J1	J2	K	k2	L	øO
CMP-512-2T	185	206.5	118	251	212	39	112	140	132	M4	82.5	69	104	117	-	104.5	75	92	86	5.5
CMP-512-4T	185	206.5	118	249	210	39	112	140	132	M4	82.5	69	104	117	-	104.5	75	92	86	5.5
CMP-514-2T	225	254	150	281	236	45	140	169	151.5	M4	100	91	122	147	64	128	83	105	107	6.5
CMP-514-4T	225	254	150	261	216	45	140	169	151.5	M4	100	91	122	147	64	128	83	105	107	6.5
CMP-616-2T	258	297	173.5	320	264	56	160	204	180	M6	110	105.5	153	172	-	147	103	128	125	7
CMP-616-4T	258	297	173.5	283	227	56	160	204	180	M6	110	105.5	153	172	-	147	103	128	125	7
CMP-620-2T	298	347	202.5	321	265	56	200	247	230	M6	126	145.5	159	153	-	128	105	134	100	8
CMP-620-4T	298	347	202.5	283	227	56	200	247	230	M6	126	145.5	159	153	-	128	105	134	100	8
CMP-718-2T	303.5	348	201	355	294	61	180	238	210	M6	129.5	122	169	192	85	170	115	145	146	9
CMP-718-2M	303.5	348	201	355	245	61	180	238	210	M6	129.5	122	169	192	85	170	115	145	146	9

Tabel 15 - Eigenschappen ventilatoren

I2: Filterkeuze

Voor- en middenfilters

Leverancier Bei Chang Jun Kong Technical Co. (BCJKT) uit Beijing[bron 6.2] heeft aangegeven type G4 en F7 filters van hoge kwaliteit te kunnen leveren voor een relatief lage prijs. Een overzicht van de eigenschappen en prijzen is te vinden in *tabel* 16. In verband met de verschillen in air flow wordt er vanuit gegaan dat de minimale pressure drops bij de grote filters (495x495x22mm) horen en de maximale bij de kleine filters (390x495x45mm). Na verdere navraag bij de leverancier is gebleken dat ze ook filters met een frontaal oppervlak van 480 bij 480mm produceren. De prijs hiervan is gelijk aan de in de tabel gegeven prijs van de 495x495 filters.

				Air flow (m^3/h)			
Filter	Afmetingen (mm)	Efficiëntie	Pressure drop (Pa)	Bij 1,5 m/s	Bij 2,5 m/s	Bij 3,0 m/s	Prijs per stuk
Voorfilter G4	495x495x22	93-99%	50-70	1445	2380	X	6,50 USD = €5,75
Voorfilter G4	390x495x45	93-99%	50-70	1105	1870	2380	6,60 USD = €5,84
Middenfilter F7	495x495x22	93-99%	140-190	1345	2280	X	7,50 USD = €6,64
Middenfilter F7	390x495x45	93-99%	140-190	1000	1770	2280	7,80 USD = €6,90

100% waterbestendig en kan maximaal temperaturen van 80°C aan.

Tabel 16 - Eigenschappen filters BCJKT

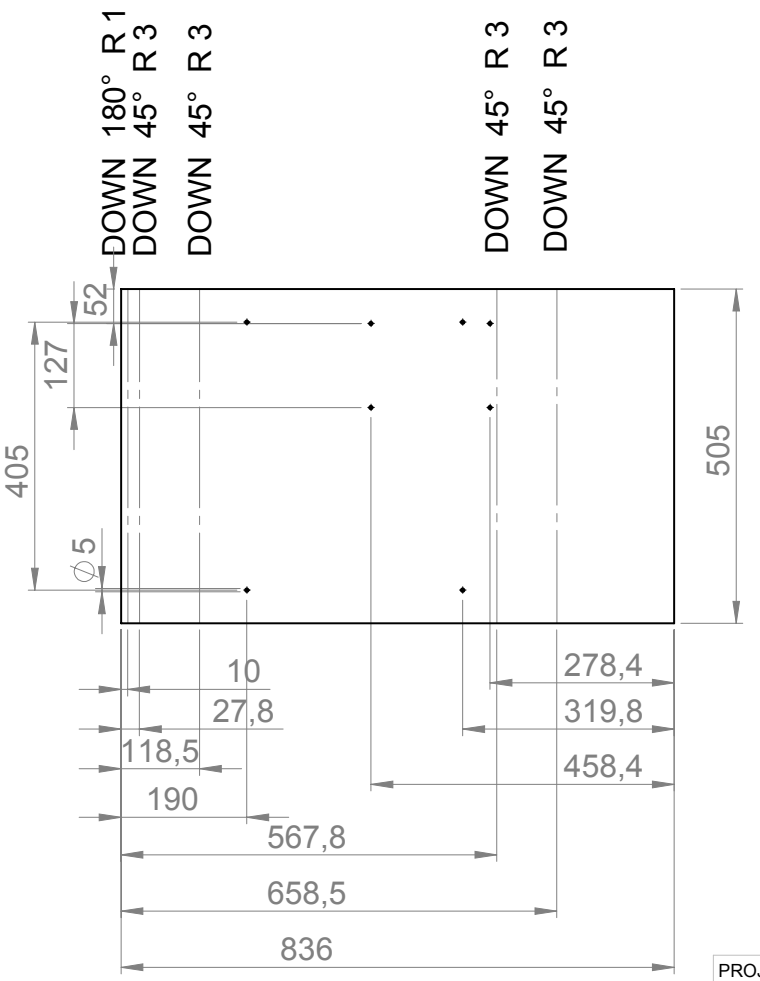
Fijnfilter

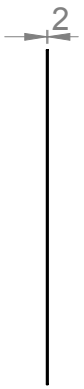
De kleinst gevonden afmetingen van dit type filter in combinatie met een lage prijs zijn 484x484x96mm voor €38,37 van producent Anlai Industrial Equipment Technology (AIET)[bron 6.3]. Wanneer er 50 tot 100 stuks per keer besteld worden zal deze prijs dalen tot €34,04 per stuk. De pressure drop van dit filter zal volgens AIET rond de 400Pa liggen.

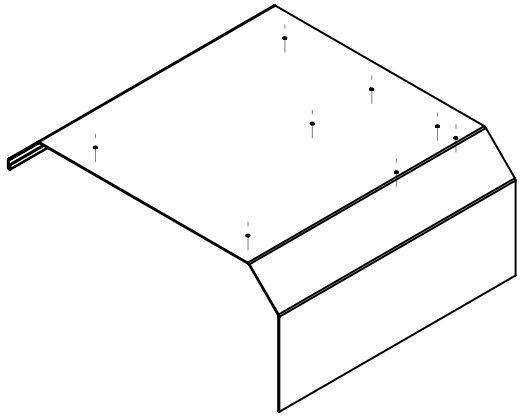
Keuze filters

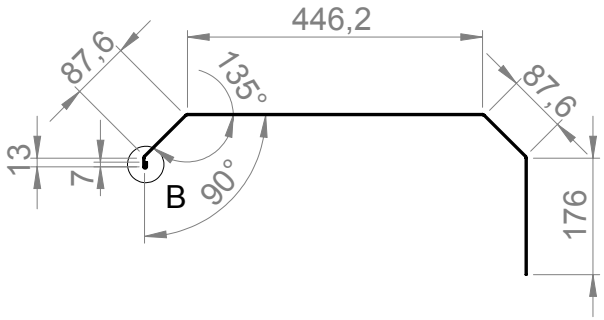
Na het achterhalen van de eigenschappen van alle benodigde standaard filters kan de dikte van de voor- en middenfilters worden gekozen. Hierbij wordt uitgegaan van een AirCleaner waarvan het frontaal oppervlak 0,25m^2 bedraagt (500x500mm). Wanneer we uitgaan van een capaciteit van 1000m^3/h, dan zal de luchtsnelheid binnen het apparaat 1,11m/s bedragen ((1000/3600)/0,25). Uit *tabel 16* blijkt dat de filters met een dikte van 22mm deze snelheid aankunnen, waardoor er voor deze filters is gekozen.

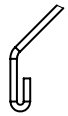
Volgens V. Wang van AIET kunnen ook hun HEPA filters een snelheid van 1,11m/s aan zonder dat de filters minder efficiënt worden. De totale pressure drop zal door deze filterkeuze rond de 590Pa komen te liggen. Hierbij is de weerstand van de behuizing van het product verwaarloosd. Deze pressure drop zorgt ervoor dat de AirCleaner ongeveer een capaciteit van 950m^3/h kan bereiken wanneer er gebruik wordt gemaakt van het HEPAfilter. Zonder fijnfilter zal de capaciteit ongeveer 1300m^3/h zijn (*zie figuur 73).*





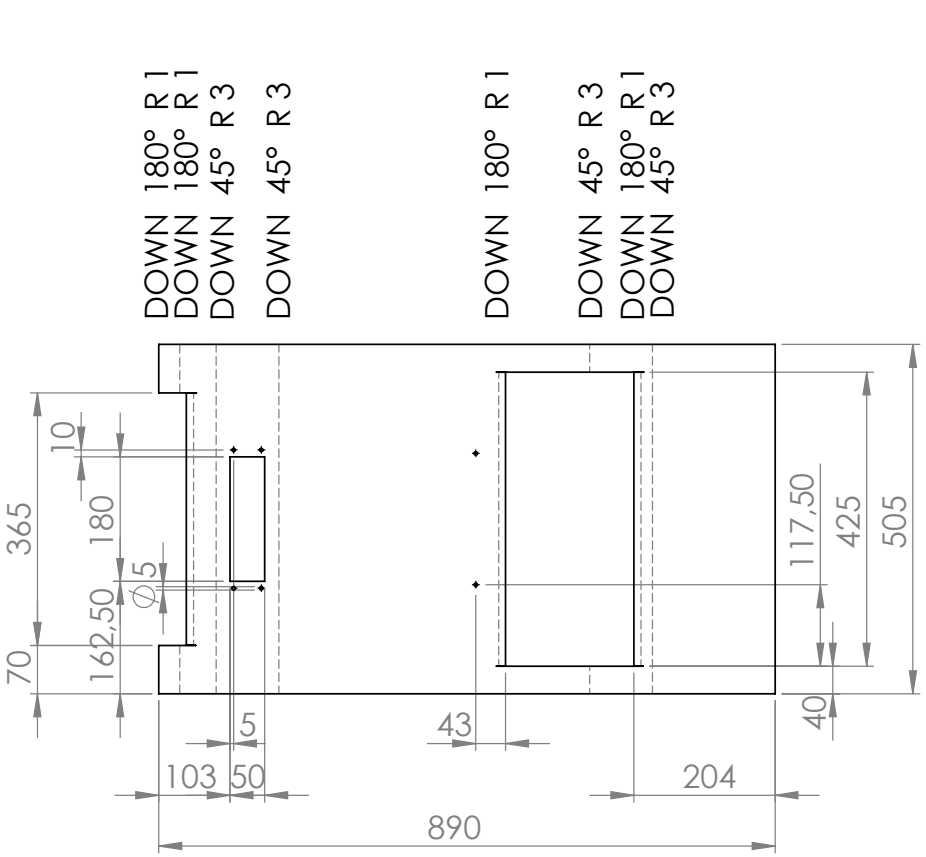


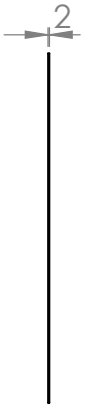


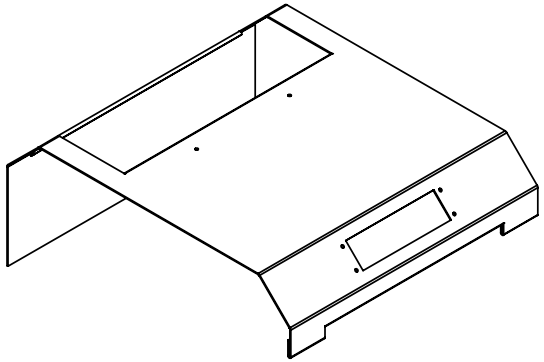


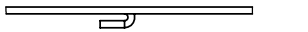
DETAIL B
(1 : 2)

PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Jeroen Wildeman	DATE	2-7-2015
		CHECKED		SCALE	1:10
UNIVERSITEIT TWENTE.	MATERIAL: 1060 Alloy	TITLE: Plaat_onder			REV.: 02
	SURFACE FINISH	DRAWING NO.: 003			A4
		FILE / PART NAME: Plaat_onder			
FACULTY OF ENGINEERING	DIMENSIONS IN MILLIMETERS			SHEET 1 OF 1	

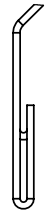


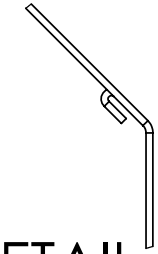






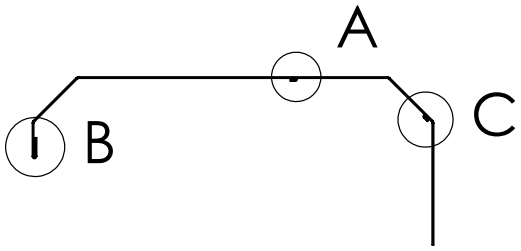
DETAIL A
SCALE 1 : 2



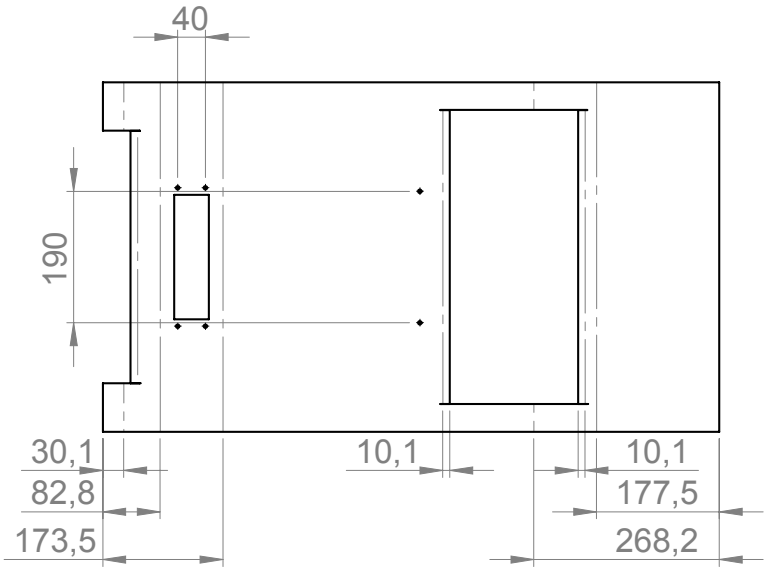


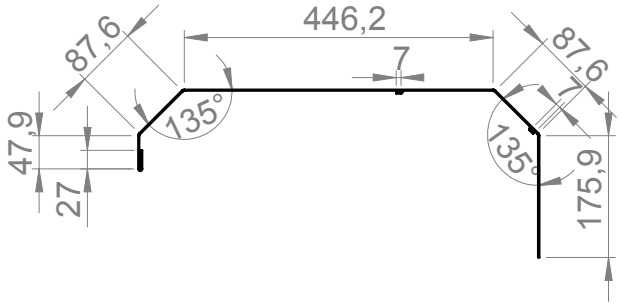
DETAIL C
SCALE 1 : 2

DETAIL B
SCALE 1 : 2

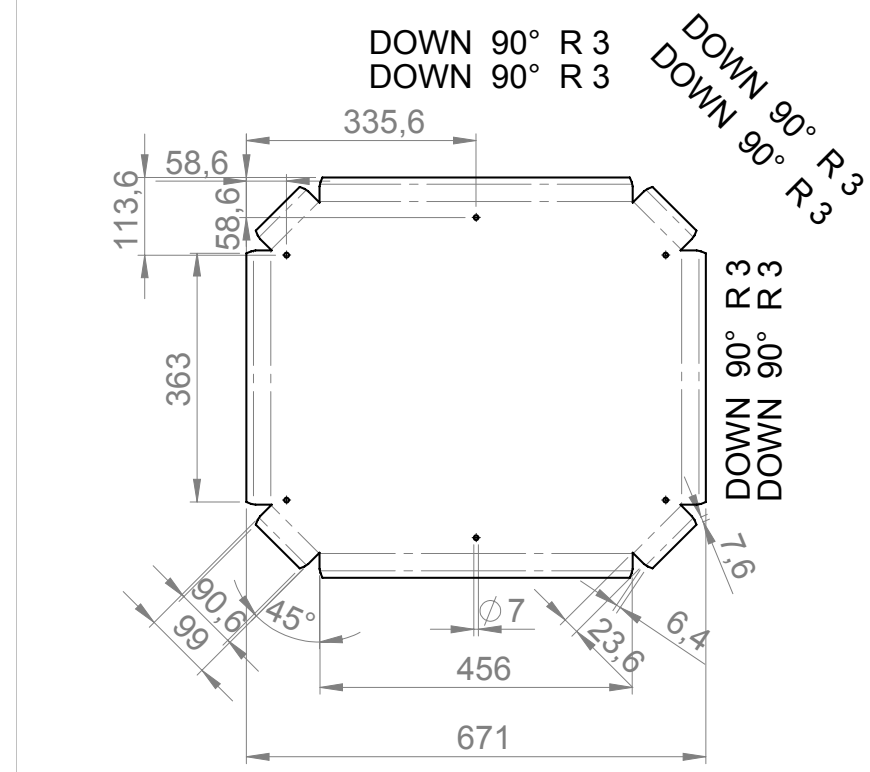


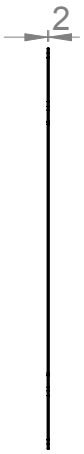
PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Jeroen Wildeman	DATE	2-7-2015
		CHECKED		SCALE	1:10
UNIVERSITEIT TWENTE.	MATERIAL: 1060 Alloy	TITLE: Bovenplaat		REV.	02
	SURFACE FINISH	DRAWING NO.: 001			A4
		FILE / PART NAME: Plaat_boven			
FACULTY OF ENGINEERING	DIMENSIONS IN MILLIMETERS			SHEET 1 OF 1	

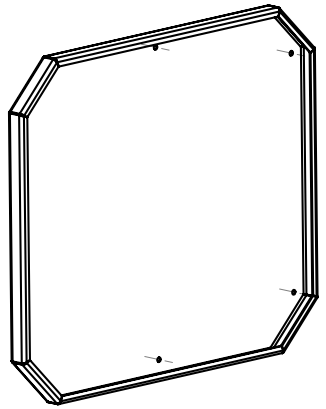


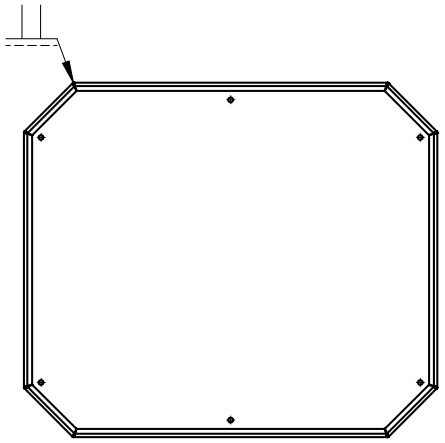


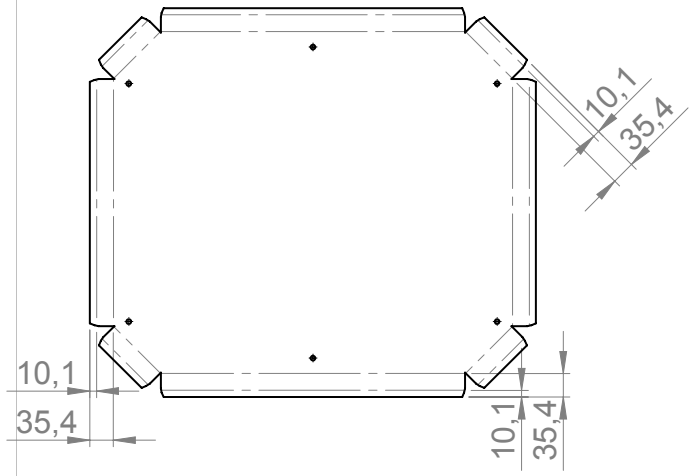
PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Jeroen Wildeman	DATE	2-7-2015
		CHECKED		SCALE	1:10
UNIVERSITEIT TWENTE.	MATERIAL: 1060 Alloy	TITLE: Bovenplaat_2		REV.	02
	SURFACE FINISH	DRAWING NO.: 002			A4
		FILE / PART NAME: Plaat_boven2			
FACULTY OF ENGINEERING	DIMENSIONS IN MILLIMETERS			SHEET 1 OF 1	









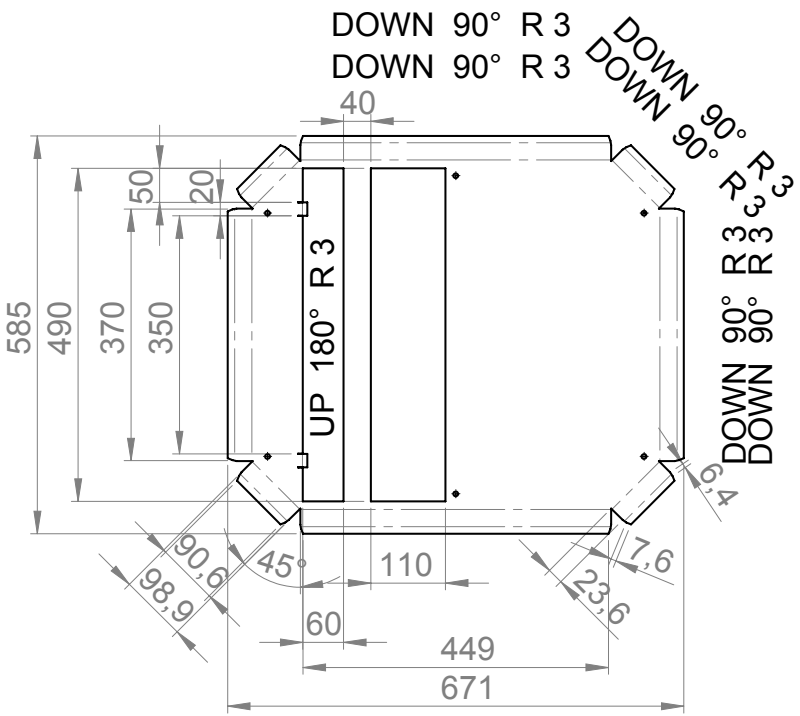


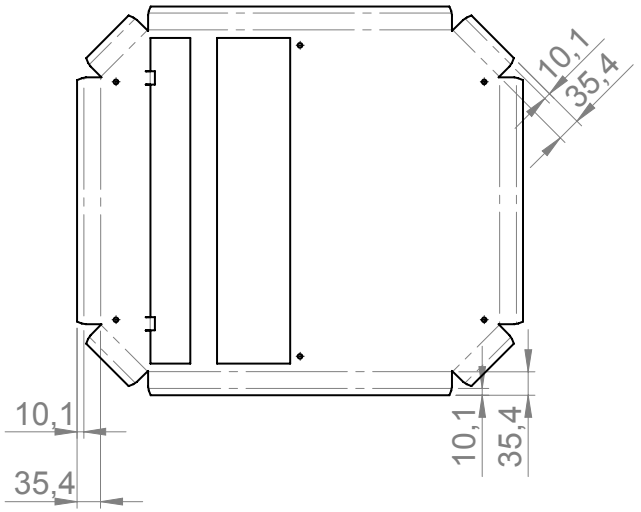
PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Jeroen Wildeman	DATE	2-7-2015
		CHECKED		SCALE	1:10

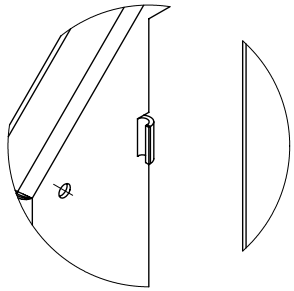
UNIVERSITEIT TWENTE.

FACULTY OF ENGINEERING

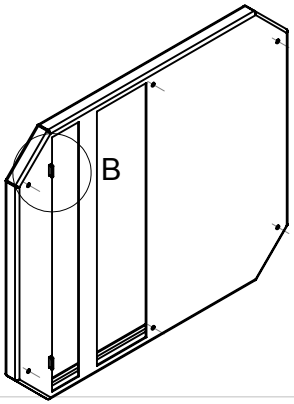
MATERIAL: 1060 Alloy	TITLE: Achterplaat		REV.: 01
SURFACE FINISH	DRAWING NO.: 007		A4
	FILE / PART NAME: Paneel_links		
DIMENSIONS IN MILLIMETERS		SHEET 1 OF 1	







DETAIL B
(1 : 2)



PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Jeroen Wildeman	DATE	2-7-2015
		CHECKED	--	SCALE	1:10

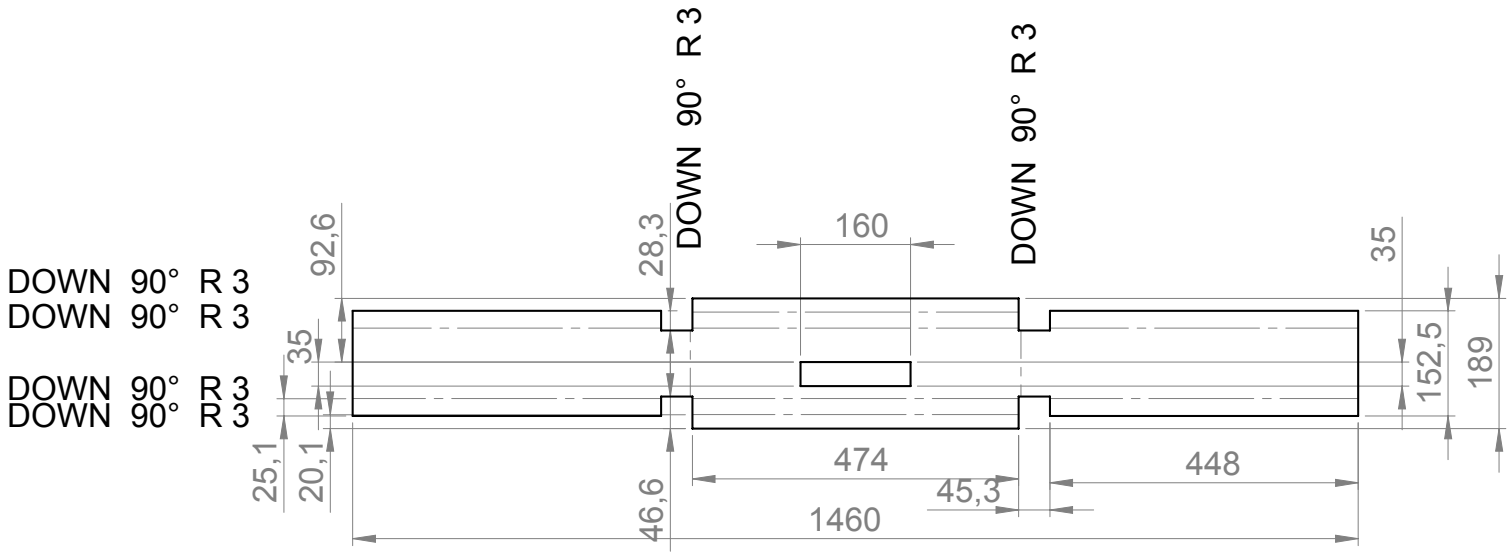
UNIVERSITEIT TWENTE.

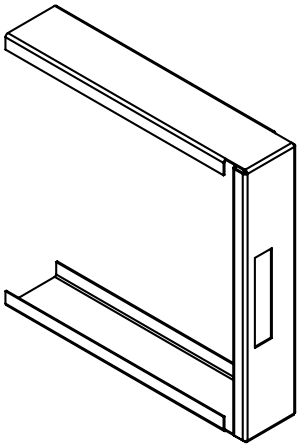
FACULTY OF ENGINEERING

MATERIAL: 1060 Alloy	TITLE: Paneel_zijde handvatten	REV.: 01
SURFACE FINISH	DRAWING NO.: 009	A4
	FILE / PART NAME: Paneel_rechts	

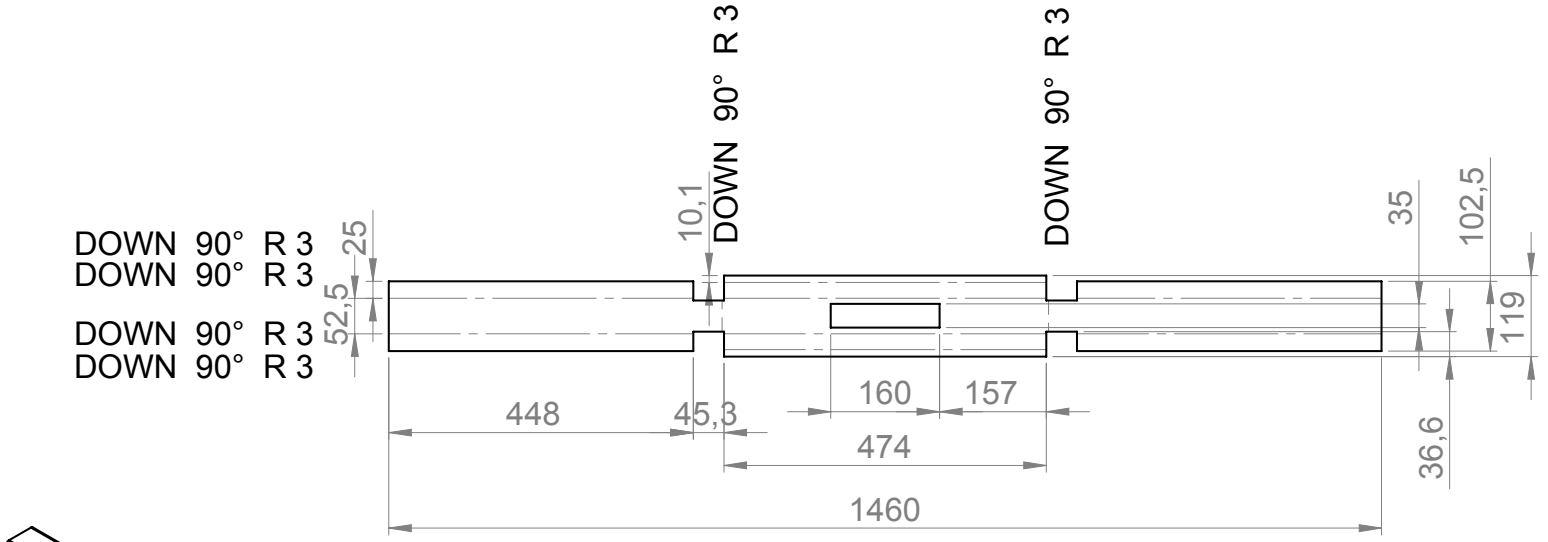
DIMENSIONS IN MILLIMETERS

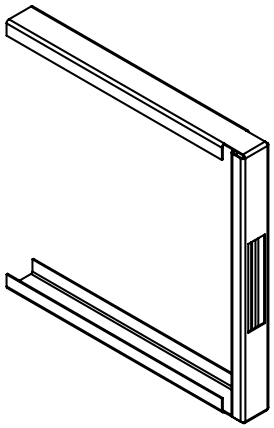
SHEET 1 OF 1



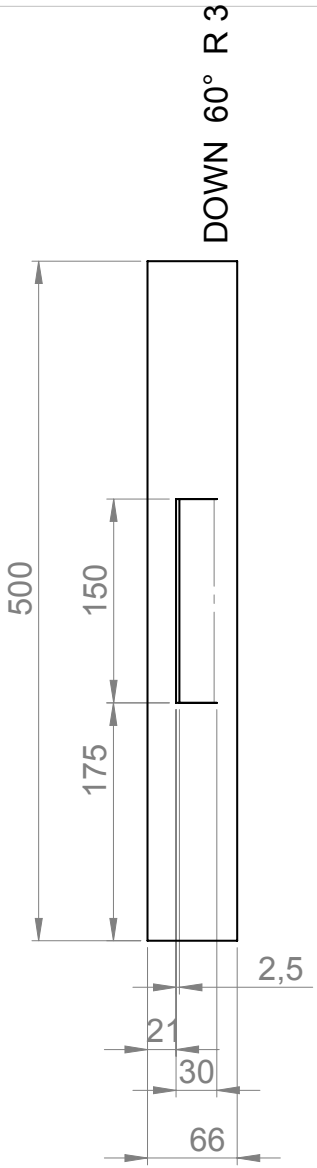


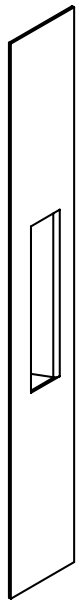
PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Jeroen Wildeman	DATE	2-7-2015
		CHECKED	--	SCALE	1:10
UNIVERSITEIT TWENTE.	MATERIAL: 1060 Alloy	TITLE: Handvat_fijnfilter		REV.	01
	SURFACE FINISH	DRAWING NO.: 015			A4
		FILE / PART NAME: Handvat_hepa			
FACULTY OF ENGINEERING	DIMENSIONS IN MILLIMETERS			SHEET 1 OF 1	





PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Jeroen Wildeman	DATE	2-7-2015
		CHECKED	--	SCALE	1:10
UNIVERSITEIT TWENTE.	MATERIAL: 1060 Alloy	TITLE: Handvat_voor			REV.: 01
	SURFACE FINISH	DRAWING NO.: 014			A4
		FILE / PART NAME: Handvat_voor			
FACULTY OF ENGINEERING	DIMENSIONS IN MILLIMETERS			SHEET 1 OF 1	





PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Jeroen Wildeman	DATE	2-7-2015
		CHECKED		SCALE	1:5

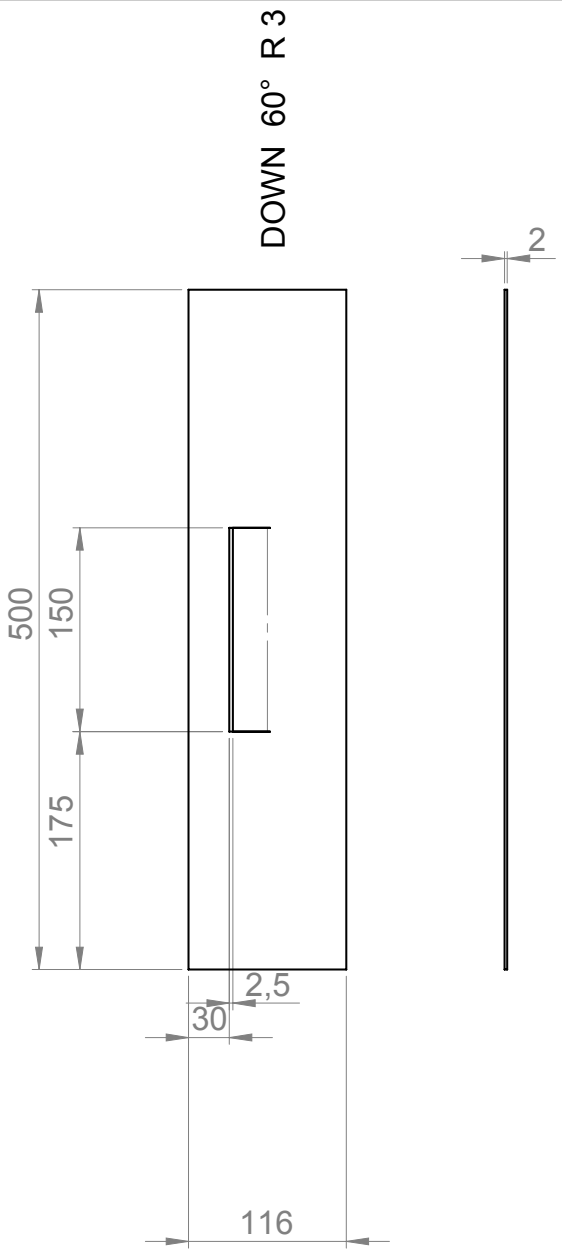
UNIVERSITEIT TWENTE.

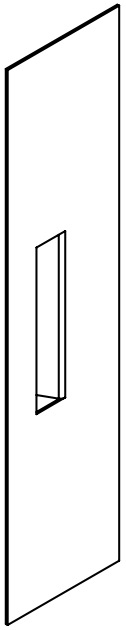
FACULTY OF ENGINEERING

MATERIAL: 1060 Alloy	TITLE: Voorplaat_handvat_voor	REV.: 01
	DRAWING NO.: 013	A4
SURFACE FINISH: --	FILE / PART NAME: Handvat_voorstuk_voor	

DIMENSIONS IN MILLIMETERS

SHEET 1 OF 1





PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Jeroen Wildeman	DATE	2-7-2015
		CHECKED		SCALE	1:5

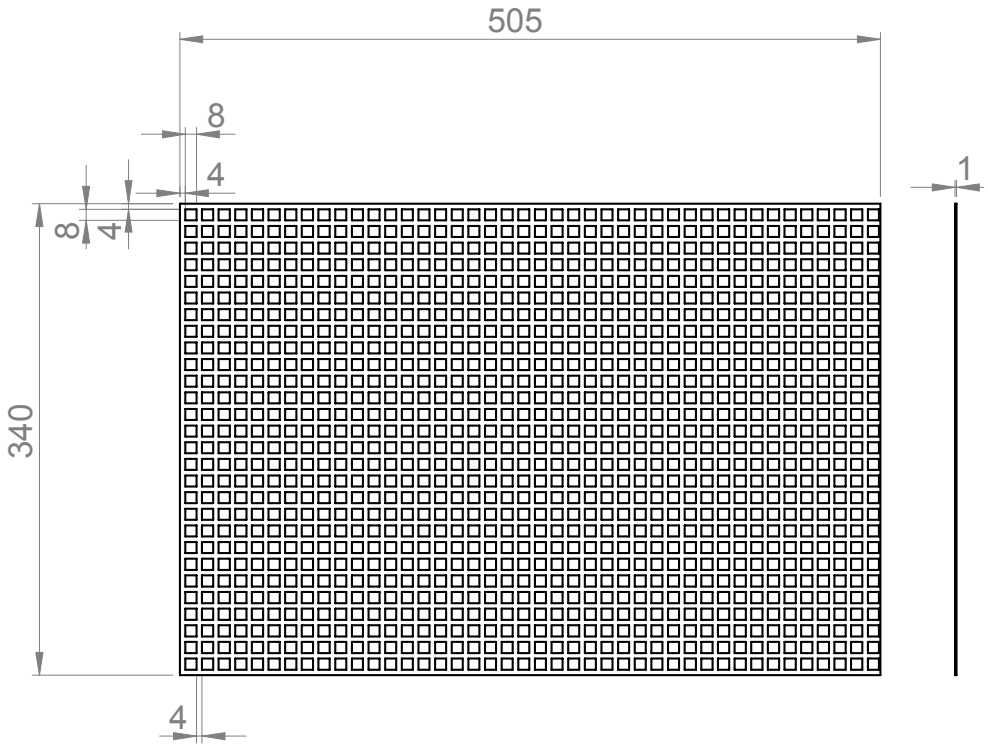
UNIVERSITEIT TWENTE.

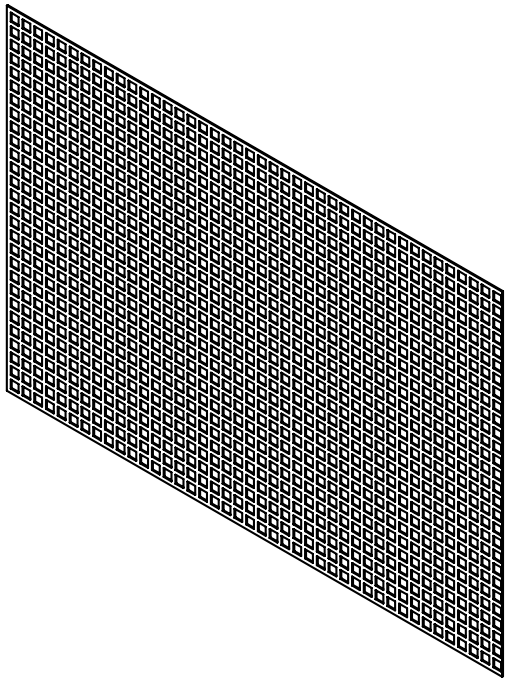
FACULTY OF ENGINEERING

MATERIAL: 1060 Alloy	TITLE: Voorplaat_handvat_fijnfilter	REV.: 01
SURFACE FINISH	DRAWING NO.: 015	A4
	FILE / PART NAME: Handvat_voorstuk	

DIMENSIONS IN MILLIMETERS

SHEET 1 OF 1



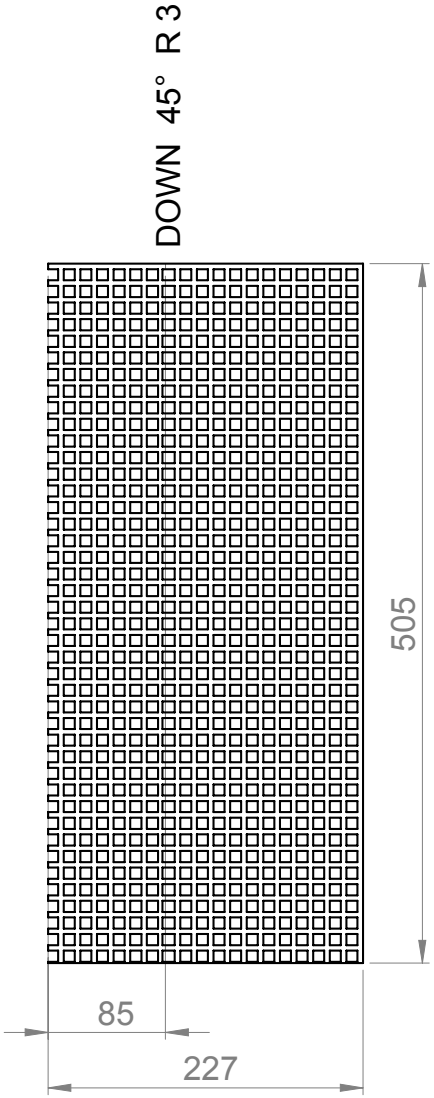


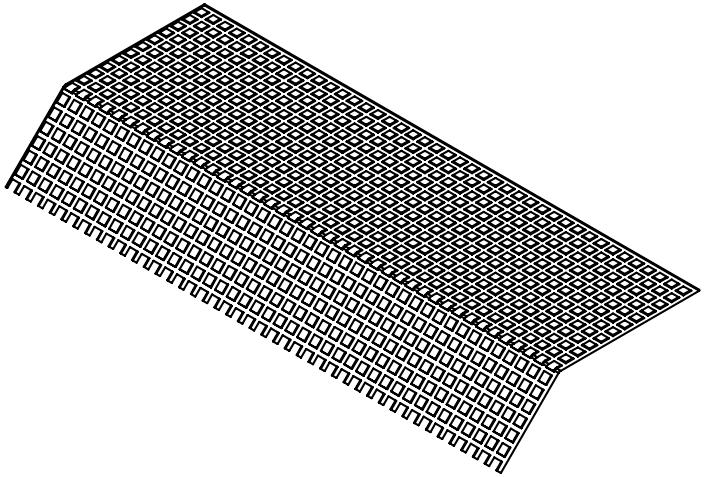
PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Jeroen Wildeman	DATE	2-7-2015
		CHECKED		SCALE	1:5

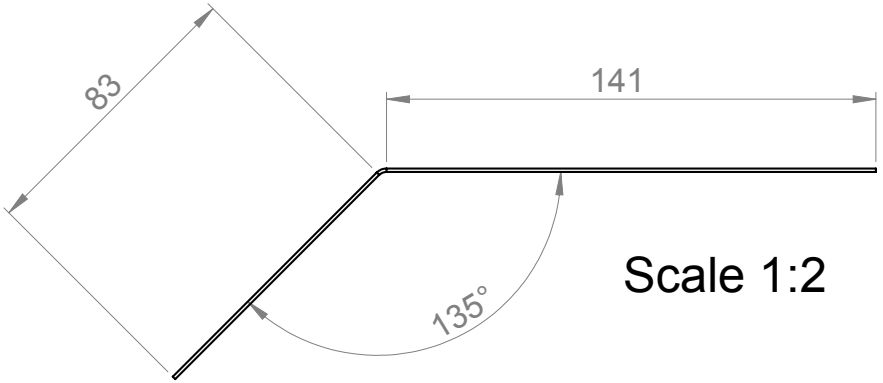
UNIVERSITEIT TWENTE.

FACULTY OF ENGINEERING

MATERIAL: Stainless Steel --	TITLE: Rooster_voor	REV.: 01
SURFACE FINISH	DRAWING NO.: 005	A4
	FILE / PART NAME: Rooster_voor2	
DIMENSIONS IN MILLIMETERS		SHEET 1 OF 1







Scale 1:2

PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Jeroen Wildeman	DATE	2-7-2015
		CHECKED	--	SCALE	1:5

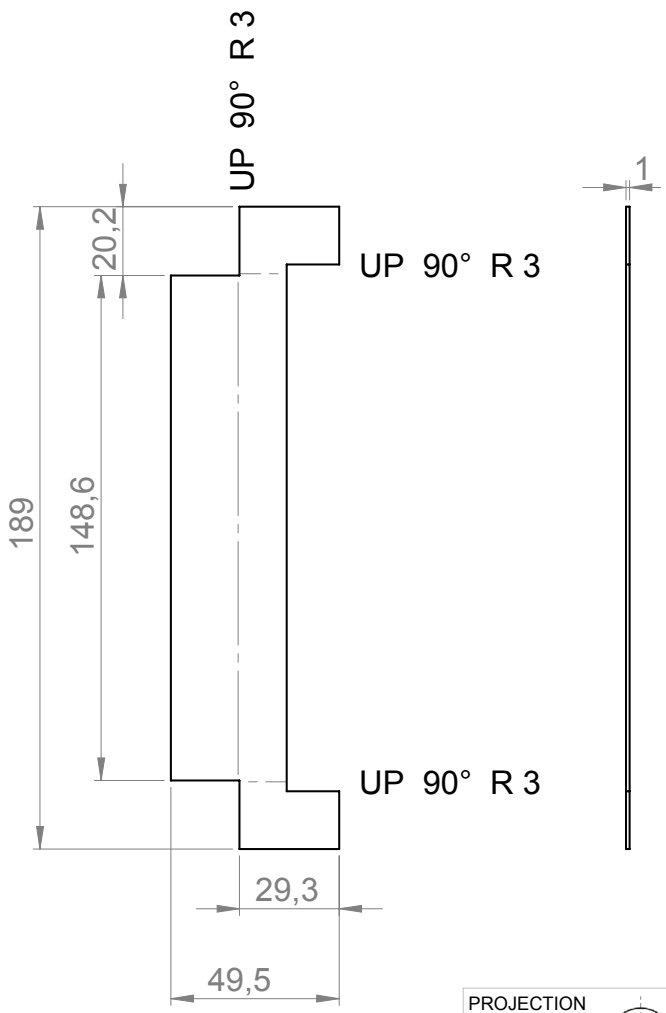
UNIVERSITEIT TWENTE.

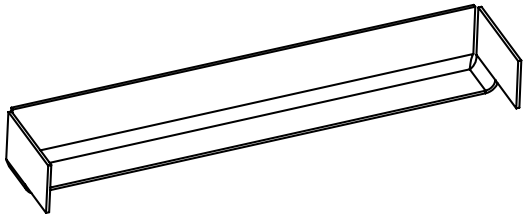
FACULTY OF ENGINEERING

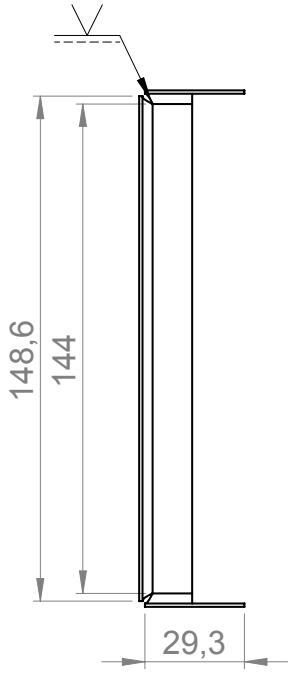
MATERIAL: Stainless Steel	TITLE: Rooster_achter	REV.: 01
SURFACE FINISH	DRAWING NO.: 004	A4
	FILE / PART NAME: rooster_achter	

DIMENSIONS IN MILLIMETERS

SHEET 1 OF 1







PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Jeroen Wildeman	DATE	2-7-2015
		CHECKED	--	SCALE	1:2

UNIVERSITEIT TWENTE.

FACULTY OF ENGINEERING

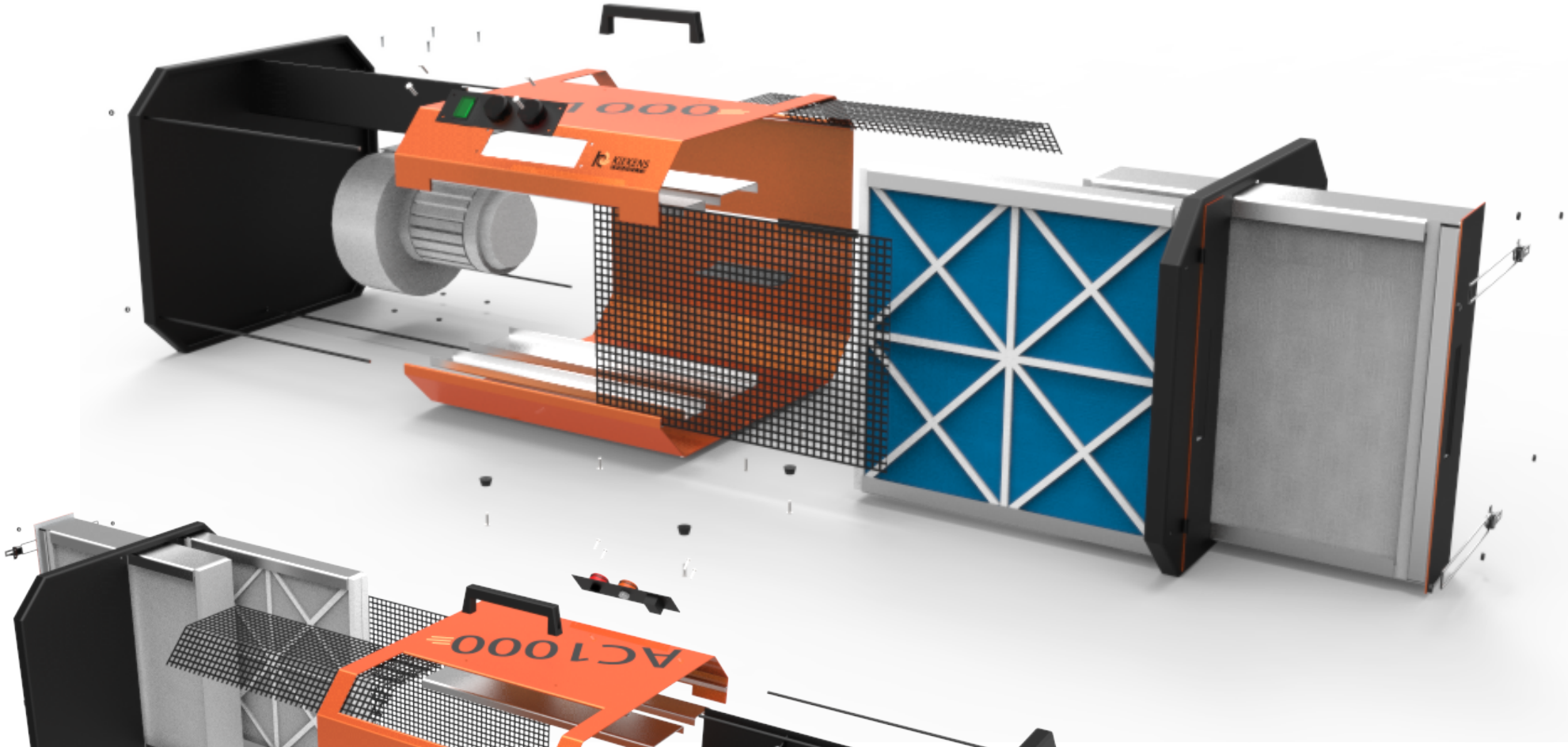
MATERIAL: 1060 Alloy	TITLE: Bak_handvat	REV.: 01
SURFACE FINISH	DRAWING NO.: 011	A4
	FILE / PART NAME: Handvat_handvatbak	

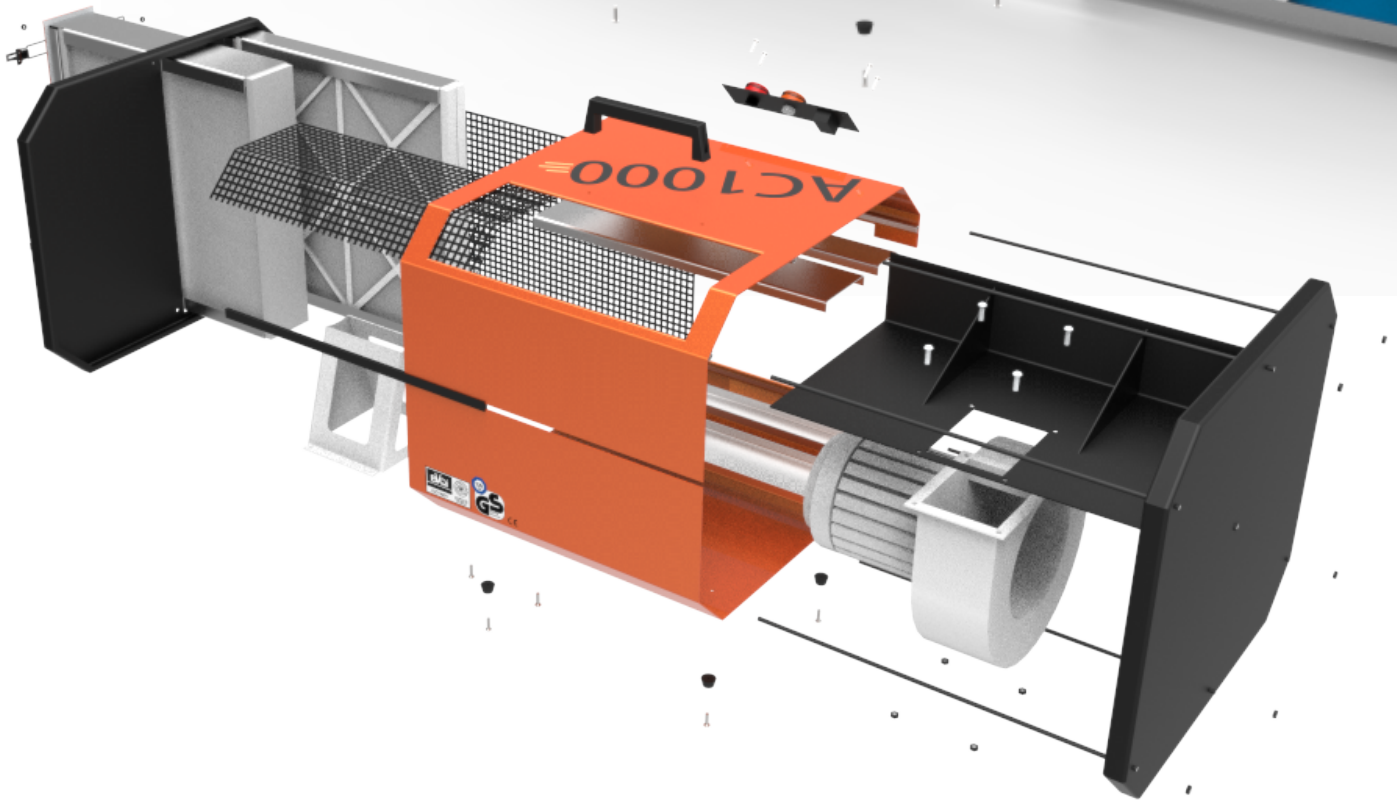
DIMENSIONS IN MILLIMETERS

SHEET 1 OF 1

Bijlage K: Renders

AC1000
KIEKENS




AC1000