



WPS

HORTI SYSTEMS

HORTI SYSTEMS



2011

OPD SCHOONMAAKSYSTEEM

Afstudeerrapport

Gerealiseerd bij:
WPS Horti Systems

Lowie van Wingerden
08070547
De Haagse Hogeschool
21-12-2011

Goedgekeurde afstudeeropdracht

Bedrijfsomschrijving:

WPS Horti Systems is gespecialiseerd in het ontwerpen en realiseren van logistieke oplossingen voor in de glastuinbouw. Een van de toonaangevende onderdelen van WPS is de automatisering in de potplantenkwekerijen.

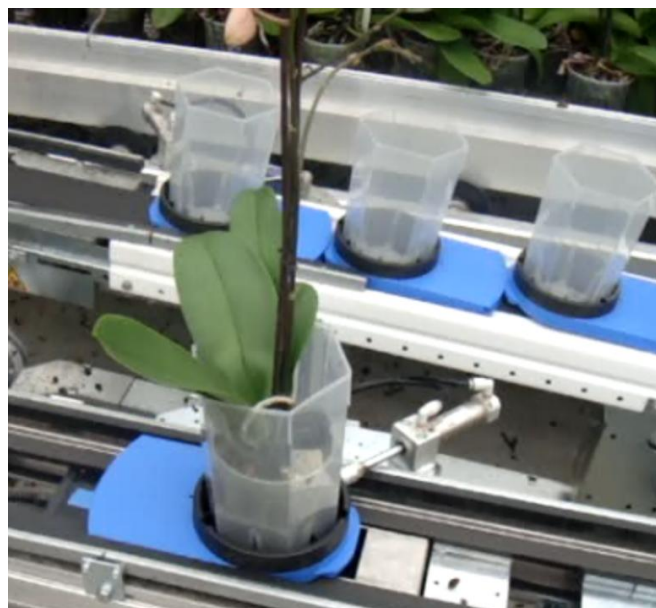
Het eerste systeem dat WPS Horti systems heeft aangelegd is een transportsysteem voor potplanten. Dit transportsysteem was enkel bedoeld voor het vervoeren van potplanten. Dit systeem is echter steeds verder geautomatiseerd en bruikbaar gemaakt voor diverse bloemen en planten. Uit de ontwikkeling van dit transportsysteem is het 'Plant Order Systeem' ontstaan. Bij dit systeem is iedere plant "getagged" met een chip, zo weet het Plant Order Systeem precies welke plant welke kleur heeft en bijvoorbeeld hoeveel bloemen deze heeft of hoe groot de plant is. Doordat deze gegevens bekend zijn kan de tuinder eenvoudig mengkarren samenstellen naar de wens van de klant.

Probleemstelling:

Het doen van een onderzoek naar het schoonmaken van een OPD+ (zie foto) . Een OPD+ is OPD (onderstel (blauw)) met PGC (Plant Groei Cel (doorschijnend)) erin. Er moet voor gezorgd worden dat de machine die de OPD's schoonmaakt in lijn past met de rest van het Plant Order Systeem.

De taken die hierbij horen zijn de volgende:

- Vooronderzoek reinigingssystemen
- Het onderzoeken van de vervuiling, de hoeveelheid en mate van hechting van het vuil.
- Het ontwerpen van een machine
- Het uitwerken van de machine in een technisch tekenpakket
- Het onderzoeken en vastleggen van de benodigde componenten



OPD+

Een eerste opzet van het pakket van eisen en wensen voor de schoonmaakmachine.

1. Het schoonmaaksysteem mag geen hinderlijk geluid maken (<75 Decibel)
2. Het schoonmaaksysteem moet 50% minder energie verbruiken als het huidige systeem (stofzuiger)
3. Het schoonmaaksysteem moet de PGC en OPD ontdoen van grond, bark en andere bestandsdelen, als het bark droog is en als deze nat is.
4. Het schoonmaaksysteem mag de doorvoer van overige OPD's niet stopzetten, of deze op een andere manier hinderen.
5. Het schoonmaaksysteem moet in lijn te plaatsten zijn met de standaard transportbanden van de OPD's
6. Afmetingen schoonmaaksysteem maximaal 2mx1mx1m (lxbxh)

Goedgekeurd namens WPS Horti Systems:

Student HHS:

Lars Dijkshoorn

Lowie van Wingerden

Voorwoord

Dit rapport is opgesteld in het kader van mijn afstuderen voor de opleiding Werktuigbouwkunde aan de HHs-Tis Delft. Mijn afstudeerstage is gerealiseerd op de afdeling R&D binnen het bedrijf WPS Horti Systems te De IJser. De taak die ik vervuld heb binnen dit bedrijf is die van een productontwikkelaar.

Dit rapport geeft de ontwikkeling weer van het door mij ontworpen schoonmaaksysteem. Hiermee kan de Haagse Hogeschool mijn werkzaamheden binnen het bedrijf beoordelen en heeft WPS Horti System een naslagwerk in handen.

Ter afsluiting wil ik mijn stage begeleider Lars Dijkshoorn bedanken voor de door hem voorgedragen afstudeeropdracht alsmede voor het ondersteunen tijdens het realiseren van deze opdracht. Vervolgens wil ik heer C. van Hulst en mevrouw A. le Mair bedanken voor de ondersteuning vanuit de Haagse Hogeschool die zij geleverd hebben. Tot slot wil ik de medewerkers van de afdeling R&D en de afdeling Mechanisatie bedanken voor hun tips en ondersteuning tijdens de ontwikkeling van mijn opdracht.

Samenvatting

Dit rapport beschrijft de totstandkoming van een schoonmaaksysteem. Dit schoonmaaksysteem is ontwikkeld voor het schoonmaken van Ovale Plantdragers. Een Ovale Plantdrager is een kunststof onderstel waar potplanten op vervoerd worden. Het probleem met vuile Ovale Plantdragers is dat dit vuil er uit kan vallen. Doordat dit vuil in het Plant Order Systeem terecht komt ontstaan er storingen.

Dit rapport behandelt achtereenvolgens de volgende aspecten.

- Het Plant Order System
- Probleem en doelstelling
- Onderzoek naar schoonmaakmethodes
- Concepten voor schoonmaaksysteem
- Uitwerking concepten
- Conclusies en aanbevelingen

Allereerst wordt in het rapport het Plant Order System behandeld. Hierdoor is wordt een beeld geschetst van het Plant Order Systeem waar het schoonmaaksysteem voor is ontwikkeld. Vervolgens wordt er dieper ingegaan op het probleem en wat het doel is van de ontwikkeling.

Hierna is er een onderzoek gedaan naar de mogelijkheden om het vuil uit de Ovale Plantdrager te krijgen. Deze verschillende mogelijkheden zijn in de praktijk getest, deze testgegevens zijn verwerkt in een testrapport. De conclusie die uit het testrapport volgt is dat het vuil het beste uit de Ovale Plantdrager komt door de Ovale Plantdrager te laten trillen.

Na deze bevinding is er een schoonmaaksysteem ontwikkeld die doormiddel van kloppen op de onderkant van de Ovale Plantdrager het vuil uit de Ovale Plantdrager haalt. Het uiteindelijke schoonmaaksysteem werkt is batches met zeven Ovale Plantdragers. Deze batch wordt omgekeerd en vervolgens wordt het vuil er uit geklopt.

De belangrijkste conclusies van het rapport zijn:

- Het bark laat het best los met behulp van trillingen,
- Het bark blijft in huidige situatie voor het merendeel klem zitten tussen de ribben van de Ovale Plantdrager,
- Het bark zit regelmatig ingesloten tussen de Ovale Plantdrager en de Plant Groeicel,
- Het is van belang dat een nieuw opgeleverd Plant Order Systeem direct wordt uitgevoerd met een goed schoonmaaksysteem.

Inhoud

Goedgekeurde opdrachtomschrijving

Voorwoord

Samenvatting

1 Inleiding.....	8
1.1 WPS Horti Systems	9
2 Plant verwerkingssysteem.....	10
2.1 Het Plant Order System (POS).....	10
2.2 De Bandtransporteur (BTR).....	16
2.3 De Gordeltransporteur (GTR)	17
2.4 ITEM profielen	18
3 Probleem en doelstelling	19
3.1 Pakket van Eisen en Wensen	20
3.2 De vervuiling.....	21
4 Onderzoek naar schoonmaakmethode.....	23
4.1 Schoonmaken met lucht	23
4.2 Schoonmaken met borstels	24
4.3 Schoonmaken door middel van trillingen	25
4.4 Schoonmaken door middel van prikpenen	26
4.5 Schoonmaakmethodes conclusie.....	27
5 Conceptfase	28
5.1 Functieanalyse.....	28
5.2 Morfologisch overzicht	29
5.3 Deelaspecten.....	30
5.3.1 Omkeren met glijbaan.....	30
5.3.2 Omkeren met gebogen staf.....	31
5.3.3 Omkeren met geleidingsbanden.....	32
5.3.4 Omkeren met draaiende banden	33
5.4 PGC- behandeling.....	34
5.5 Concepten	35
5.5.1 Dubbele BTR concept.....	35
5.5.2 Tril/borstel concept	37
5.5.3 Trilbaan concept	39
5.6 Keuze verantwoording.....	40
5.6.1 Keuze verantwoording	41

6 Ontwikkeling	42
6.1 Uitwerking deeltaken	42
6.2 Proces verloop	43
7 Uiteindelijk schoonmaaksysteem.....	44
7.1 Werking	45
7.2 Doorloop cyclus	46
8 Conclusie en aanbevelingen	50
9 Bronnen.....	51
10 Verklarende woordenlijst	51
Bijlage 1. Plan van aanpak	54
Bijlage II. Werktekeningen OPD's	57
Bijlage III. Vervuiling OPD's	60
Bijlage IV. Testrapport	68
Bijlage V. Berekeningen	92
Bijlage VI. Deeltaken	109
Bijlage VII. Flowchart	114
Bijlage VIII. Competentietabel en katern	115
Bijlage IX. Tekeningenpakket	119

1 Inleiding

Dit rapport is als afstudeeropdracht tot stand gekomen tijdens het onderzoek doen naar, en het ontwikkelen van een schoonmaaksysteem voor potplantdragers. Deze potplantdragers worden Ovale Plantdragers genoemd en worden gebruikt in een Plant Order Systeem. Het Plant Order Systeem is een systeem dat automatisch potplanten binnen een bedrijf vervoert.

Het schoonmaaksysteem dient de dragers waar de potplanten op geplaatst worden te ontdoen van bark en ander mogelijk aanwezig vuil. Dit om storingen en vervuiling in het Plant Order Systeem te voorkomen.

Deze opdracht is gerealiseerd bij het bedrijf WPS Horti System in De Lier. WPS Horti System houdt zich bezig met het ontwikkelen en produceren van logistieke teeltsystemen voor in de (glas)tuinbouw. De opdracht is uitgevoerd binnen de R&D afdeling van WPS Horti Systems.

1.1 WPS Horti Systems

WPS Horti Systems is gespecialiseerd in het ontwerpen en realiseren van logistieke oplossingen voor in de glastuinbouwsector. Een van de toonaangevende onderdelen van WPS is het automatiseren van potplantkwekerijen.

Het eerste systeem dat WPS Horti Systems heeft aangelegd is een transportsysteem voor potplanten het zogenoemde 'Walking Plant System'. Hieruit is de naam WPS Horti Systems ontstaan, waarin de letters WPS staan voor het Walking Plant System.

Het vervoeren van potplanten was vrijwel de enige functie van het Walking Plant System. Het Walking Plant Systeem is echter steeds meer doorontwikkeld en bruikbaar gemaakt voor meerdere soorten potplanten. Uit de doorontwikkeling van dit systeem is het 'Plant Order System' ontstaan. Bij dit systeem loopt de potplant automatisch langs de verschillende bewerkingsstations. In het systeem zijn allerlei gegevens van de plant aanwezig. Deze gegevens stelt de teler in staat eenvoudig partijen planten naar zijn wens samen te stellen.

Daarbij worden ook nog enkele andere producten geleverd door WPS Horti Systems. Alle producten die WPS Horti Systems levert zijn de volgende:

- Plant Order System,
- Walking Plant System,
- Gordeltransporteurs,
- Plant Vision Systems,
- Besturingssoftware voor container en afleversystemen.

Het *Plant order system* (POS) is een afleversysteem voor potplanten. In hoofdstuk 2.1 wordt het Plant Order Systeem beschreven

Het *Walking Plant System* (WPS) is een kweekstelsel. In dit systeem worden de planten in goten opgekweekt. In deze goten ligt een gordel die de planten in en uit de goot kan vervoeren

Gordeltransporteurs (GTR) zijn transportbanden. In hoofdstuk 2.3 wordt hier uitleg over gegeven.

Plant Vision Systems (PVS) zijn cameraproducten en software waarmee producten gefotografeerd kunnen worden en waarbij deze informatie wordt gebruikt voor het verwerkingsproces van de potplanten.

Besturingssoftware voor container en afleversystemen is de software die benodigd is om het Walking Plant System en het Plant Order System te laten functioneren.

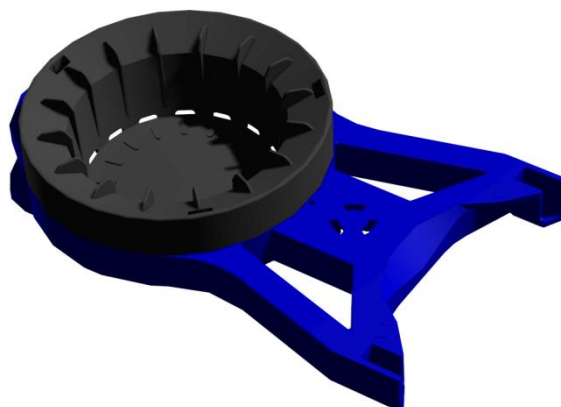
2 Plant verwerkingssysteem

Om de probleemstelling te kunnen begrijpen is het van belang eerst een beeld te schetsen van het Plant Order Systeem waarop het probleem van toepassing is. Om deze reden wordt het Plant Order Systeem in dit hoofdstuk omschreven. Ook zijn in dit hoofdstuk de onderdelen en aspecten vermeld die directe of indirecte invloed hebben op het ontwikkelde systeem. Zo wordt er gekeken uit welke standaardonderdelen en materialen het Plant Order System is opgebouwd. Dit zodat bekend is uit welke onderdelen het schoonmaaksysteem het beste kan worden opgebouwd om het qua uitstraling bij het Plant Order Systeem te laten passen. Door gebruik te maken van standaardonderdelen en materialen zullen de kosten lager uitkomen omdat er in grotere getale besteld kan worden. Verder zijn er dan minder kosten aan opslag omdat er minder verschillende onderdelen in het magazijn opgeslagen dienen te worden.

2.1 Het Plant Order System (POS)

Het Plant Order System is de verzamelnaam voor alle oplossingen die WPS Horti Systems biedt voor het afleveren van potplanten. Het Plant Order Systeem wordt binnen WPS Horti Systems en in het verdere verloop van dit rapport afgekort met POS.

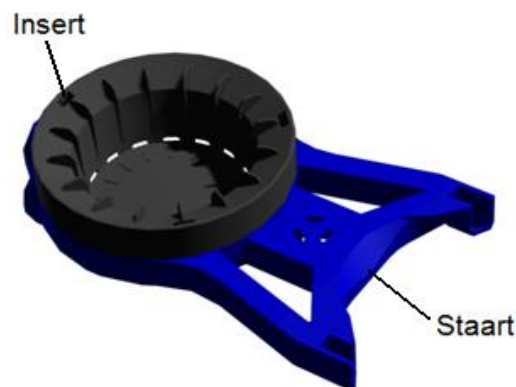
Het POS is een afleversysteem voor potplanten. Dit houdt in dat de volgroeide planten vanuit de kas in een buffer worden geplaatst. Een order wordt in een computer ingevoerd, waarna de benodigde potplanten automatisch gesorteerd en getransporteerd worden naar de inpakstations. Om dit vervoer mogelijk te maken worden alle potplanten op een Ovale Plant Drager geplaatst (zie figuur 2.1). Deze Ovale Plant Drager wordt afgekort met OPD.



Figuur 2.1

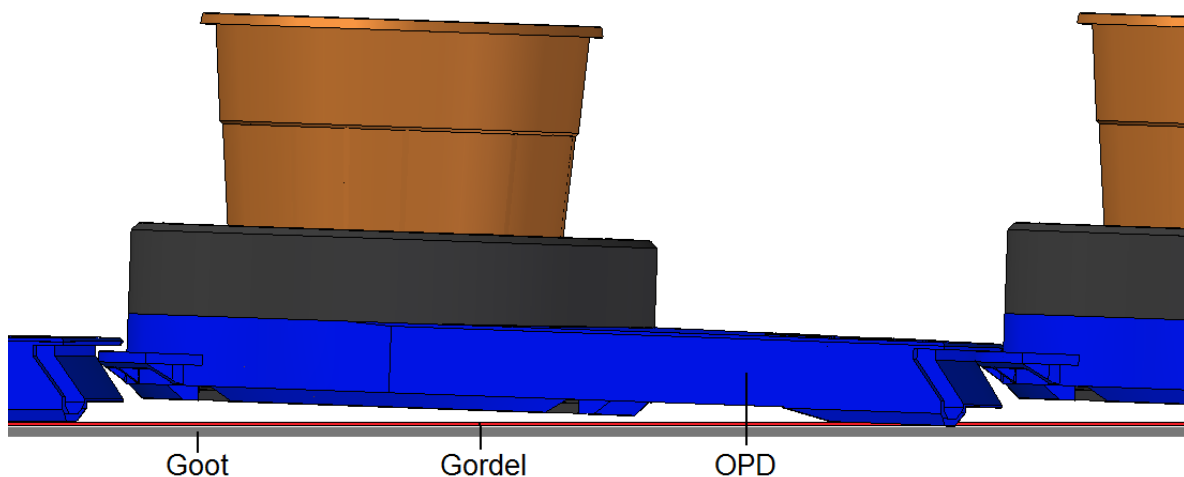
De Ovale Plantdrager (OPD)

De OPD is opgebouwd uit twee onderdelen, de staart en een Insert (zie figuur 2.2). De functie van de staart is het stabiel vervoeren van de plant mogelijk te maken, tevens zit er een Radio Frequency Identification tag in de staart verwerkt, hier wordt later op terug gekomen. De staart van de OPD zorgt ook voor minder wrijving bij het bufferen van de plant. De staart is een standaard product van WPS Horti Systems. Er zijn drie type staarten verkrijgbaar, namelijk met een steeklengte van 300, 250 en 220mm, dit geeft de afstand aan tussen de planten bij een buffer. De lengte van deze OPD's bedragen opeenvolgend 311,5, 260 en 262 mm (zie bijlage II voor werktekening). Deze staarten hebben allen een overeenkomende gatmaat. Hierin kunnen verschillende 'Inserts' geplaatst worden, omdat er verschillende planten en potten op de OPD moeten worden kunnen geplaatst.



Figuur 2.2

Omdat de planten op diverse plaatsen in het bedrijf stilgezet en gebufferd dienen te worden is de OPD zo ontwikkeld dat bij stilstand van de OPD geen wrijving optreedt. Dit is gerealiseerd door de voorkant van de OPD een schuin oplopende kant te geven en aan de achterkant van de staart een schuin aflopende kant. Hierdoor wordt tijdens een oploop de voorkant van de OPD iets opgetild door zijn voorganger (zie figuur 2.3). De staart van de OPD steunt dan naast de band op de goot (zie H2.7 voor goot). Hierdoor maakt de OPD geen contact meer met de band. Dit zorgt er voor dat de slijtage van de OPD en de transportband geminimaliseerd wordt. Verder zorgt dit ervoor dat bij een plantbuffer de OPD's slechts met een kleine kracht hoeft worden tegengehouden.



Figuur 2.3

De Inserts

De Insert zorgt er voor dat de Plantgroe Cel (zie pagina 14) of potplant stabiel op de OPD geplaatst kan worden. Ook zorgt de Insert voor een goede afvoer van water. De vorm van de Insert is afhankelijk van de wensen van de klant en van de betreffende Plantgroe Cel of pot die in de Insert wordt geplaatst. In figuur 2.4 zijn een aantal voorbeelden van verschillende soorten Inserts weergegeven.



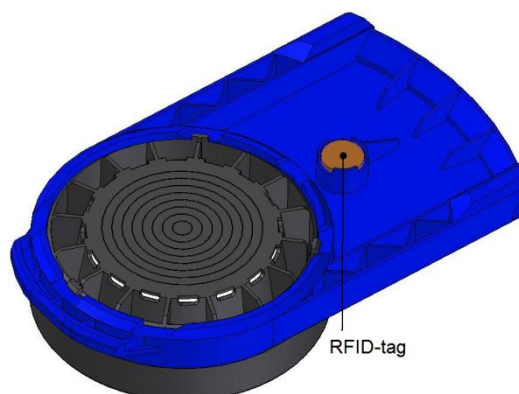
Figuur 2.4

De Inserts zijn gefabriceerd van een kunststof die is opgebouwd uit polypropylene , rubber en magnetiet. Het polypropylene fungeert als vulstof voor de kunststof. Rubber zorgt er voor dat het materiaal enigszins flexibel is. Magnetiet is een mineraal dat veel gebruikt wordt voor het verzwaren van kunststoffen. Het magnetiet wordt toegevoegd om de Insert voldoende gewicht te geven. Het extra gewicht van de Insert zorgt er voor dat een OPD zonder plant nog voldoende grip heeft om met de band mee te lopen.

De RFID-tag

Als de planten ieder op een eigen OPD is geplaatst worden deze door een camerakast (Plant Vision Systeem) gevoerd. Met het Plant Vision Systeem worden het aantal bloemen, de kleur van de bloemen, en de grote van de plant bepaald. De verzameling van deze gegevens heet het plantrapport. Dit plantrapport wordt vervolgens gekoppeld aan een Radio Frequence Identification tag (RFID-tag). Deze Radio RFID-tag zit onder op de OPD geplaatst (zie figuur 2.5). Hierdoor blijven de gegevens altijd gekoppeld aan de desbetreffende plant. De RFID tag zorgt voor een uniek nummer dat in een database wordt opgeslagen samen met het plantrapport.

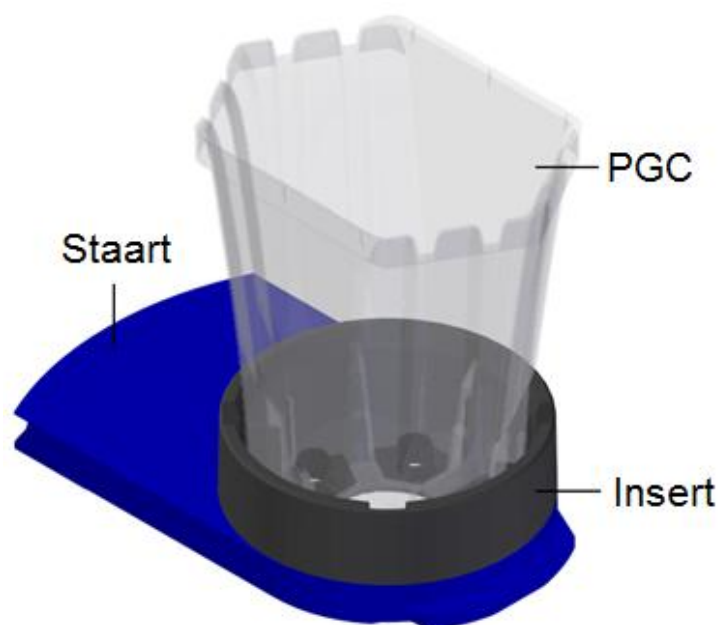
Nadat de meting is uitgevoerd en opgeslagen worden de planten in een buffer geplaatst. Aan de hand van deze RFID-tag en antennes die zich op verschillende punten in het POS bevinden, weet een centrale computer waar bepaalde planten zich binnen het POS bevinden. Dankzij deze gegevens kan de teler in de computer invoeren hoeveel planten van welke kleur hij nodig heeft. Deze planten worden dan automatisch, en in de juiste volgorde, naar het inpakstation vervoerd waar ze worden verwerkt voor de verkoop. Door gebruik te maken van het POS kunnen er eenvoudig mengkarren worden samengesteld naar wens van de teler of de klant.



Figuur 2.5

De Plant Groei Cel (PGC)

De functie van de Plant Groei Cel (ofwel PGC) is het beschermen van de bladeren en bloemen tijdens de groei en het transporteren van de plant. Dankzij de honingraatvorm (zie figuur 2.6) van de PGC's kunnen de planten tijdens de groei dicht op elkaar op de teelttafels worden geplaatst. Deze teelttafels worden vervolgens (veelal automatisch) in de kas geplaatst en verplaatst. Doordat deze planten dicht op elkaar kunnen worden geplaatst kan de teler meer planten per vierkante meter kwijt. Door gebruik van de PGC te maken hebben de planten in de kas een uniformere kwaliteit, omdat elke plant evenveel lucht, licht en water krijgt. Bij een aantal telers wordt de plant tijdens het eerste stadium van de groei in een kleinere PGC geplaatst. Hierdoor passen er in het eerste stadium nog meer planten op een vierkante meter. Deze PGC's zijn ook afgestemd op het benodigde klimaat van een kleine plant. De PGC's met de kleine planten worden halverwege het groeiproces naar voren gehaald. Hier worden de planten overgeplaatst in een grotere PGC. Daarna worden ze gescand en gesorteerd op grootte. Vervolgens worden de planten weer in de kas geplaatst waar ze volledig kunnen uitgroeien. Door gebruik te maken van dit systeem wordt de ruimte binnen een tuinbouwbedrijf veel efficiënter benut. Verder zorgt dit systeem voor een arbeidsbesparing en een lager energieverbruik per plant. De combinatie van een OPD met een PGC wordt een OPD+ genoemd.



Figuur 2.6

Plantenbuffer

In de plantenbuffer worden de planten opgeslagen tot dat deze nodig zijn om een order samen te stellen. De plantenbuffer om het POS is opgebouwd uit naast elkaar liggende goten. In deze goten zijn gordels geplaatst (zie figuur 2.7). Dankzij deze gordels is het mogelijk de goten automatisch te vullen of te legen. De goten hebben een U-vorm die er voor zorgt dat de planten er niet van af kunnen vallen. Dankzij deze vorm kan er water in de goot worden gezet zodat de planten water kunnen opnemen. Dit voorkomt dat de planten uitdrogen als deze voor een lange tijd in een buffer staan opgesteld. Afhankelijk van de soort en grootte van de plant die in de buffer komt te staan wordt de afstand tussen de goten bepaald.

Er zijn twee typen plantenbuffers: de rouleerbuffer en de vaste- uitgangbuffer. Bij een rouleerbuffer worden de planten ongesorteerd gebufferd. Als er een order in het POS is ingevoerd lopen de goten een voor een leeg. Van alle planten wordt de RFID tag gelezen. De benodigde planten worden dan naar het inpakstation vervoerd. De planten die op dat moment niet nodig zijn worden weer terug in de buffer geplaatst. Het voordeel van een rouleerbuffer is dat er minder bufferruimte nodig is. Het nadeel is dat het langer duurt voordat de planten uiteindelijk bij de benodigde stations aanwezig zijn, verder maken de transportbanden meer uren en zullen deze daardoor vaker onderhoud nodig hebben.

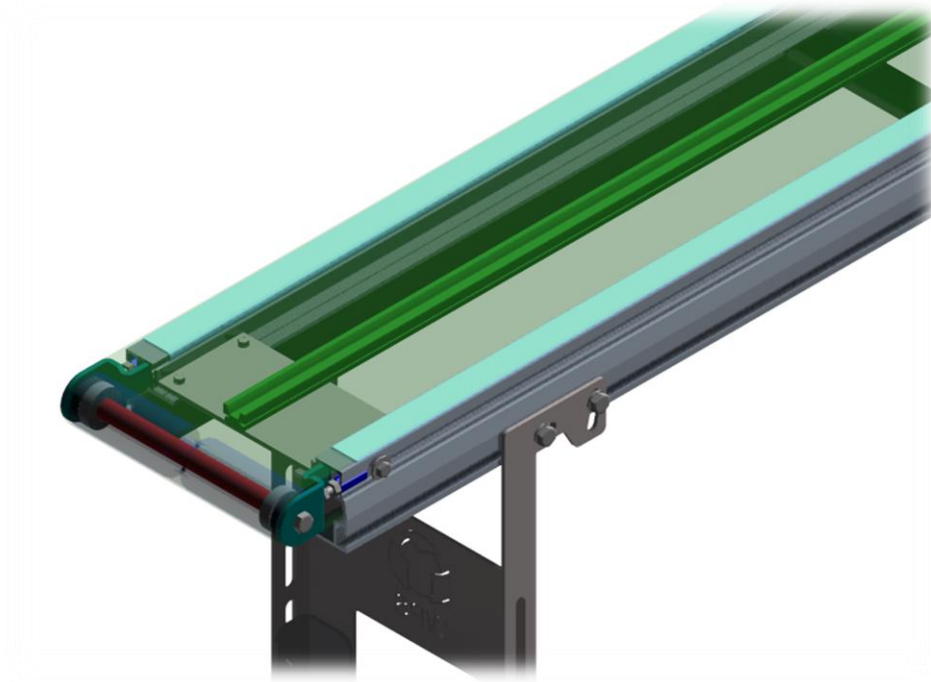
Bij een vaste- uitgangbuffer wordt iedere buffergoot beschikbaar gesteld voor een bepaald type plant. Het voordeel van een vaste- uitgangbuffer is dat de planten sneller uit de buffer kunnen worden genomen. Hierdoor zal de order sneller bij de inpakstations aankomen. De transportbanden draaien bij de vaste- uitgangbuffer minder dan bij de rouleerbuffer. Het nadeel is dat er een grote buffer met veel goten aanwezig moet zijn. Deze grote buffer zal zelden helemaal vol staan met planten. Het kan bijvoorbeeld zo zijn dat er maar een paar planten met een bepaald aantal bloemen of kleur aanwezig is. Deze krijgen dan toch een eigen goot toegewezen en blijft de rest van de goot leeg liggen.



Figuur 1.7

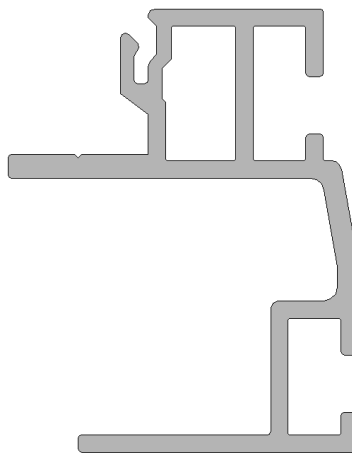
2.2 De Bandtransporteur (BTR)

In figuur 2.8 is een van de twee transportbanden te zien waar het schoonmaakstelsel op aangesloten dient te kunnen worden. Deze transportband wordt de bandtransporteur genoemd, wat wordt afgekort met BTR. Deze band heeft een breedte van 200 mm en een hoogte van 66mm, de roldiameter bedraagt 40 mm.



Figuur 2.8

De basis van het transportbandframe bestaat uit twee voor WPS ontwikkelde geëxtrudeerde aluminium profielen (zie figuur 2.9), dit profiel wordt het BTR-profiel genoemd. Het BTR-profiel is voorzien van twee sleuven waar eenvoudig diverse onderdelen aan te bevestigen zijn.

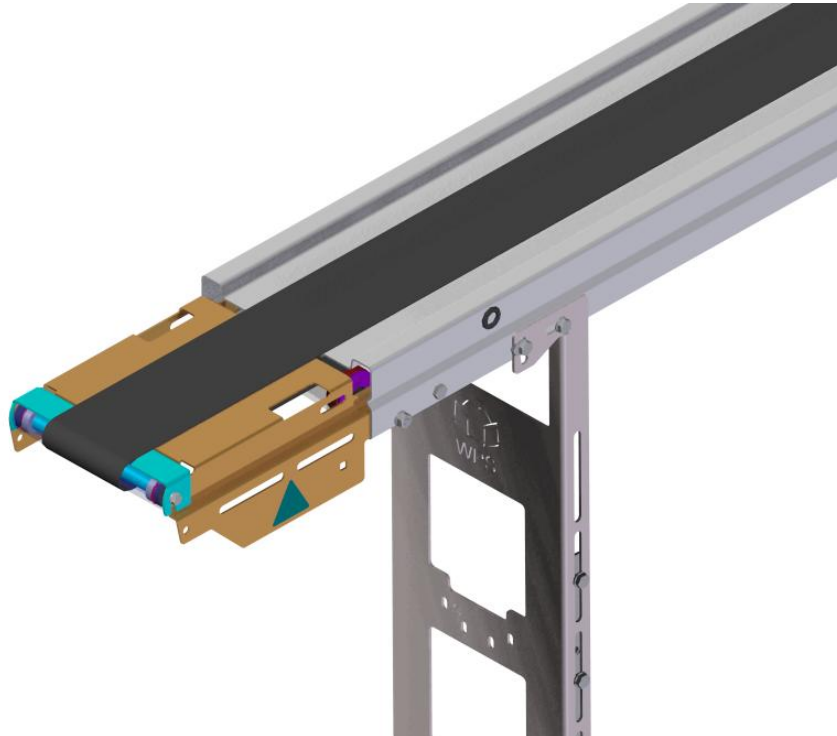


Figuur 2.9

2.3 De Gordeltransporteur (GTR)

Het ander type transportband waar het schoonmaaksysteem op aangesloten moet kunnen worden is de GTR, ofwel de gordeltransporteur. Bij dit transportsysteem loopt een gordel over een goot met een breedte van 220mm (Zie figuur 2.10). De gordel zorgt voor het transporteren van de OPD's. De GTR wordt door WPS Horti Systems ook gebruikt voor het vervoer van losse potplanten. Bij de toepassing van de GTR voor het vervoer van OPD's heeft de gordel een breedte van 100mm. De goot wordt gewalst uit 2 mm dik plaatmateriaal.

De GTR wordt ingezet op plaatsen in het POS waar de OPD's stopgezet dienen te worden, dit bijvoorbeeld bij buffers of voor bewerkingsstations. Tijdens het oplopen van de OPD's wordt de voorkant van de OPD iets opgetild door de OPD daarvoor. Doordat de voorkant van de OPD opgetild wordt steunt de OPD met zijn achterkant op de goot naast de gordel, hierdoor wordt slijtage tegengegaan. (Zie figuur 2.3)

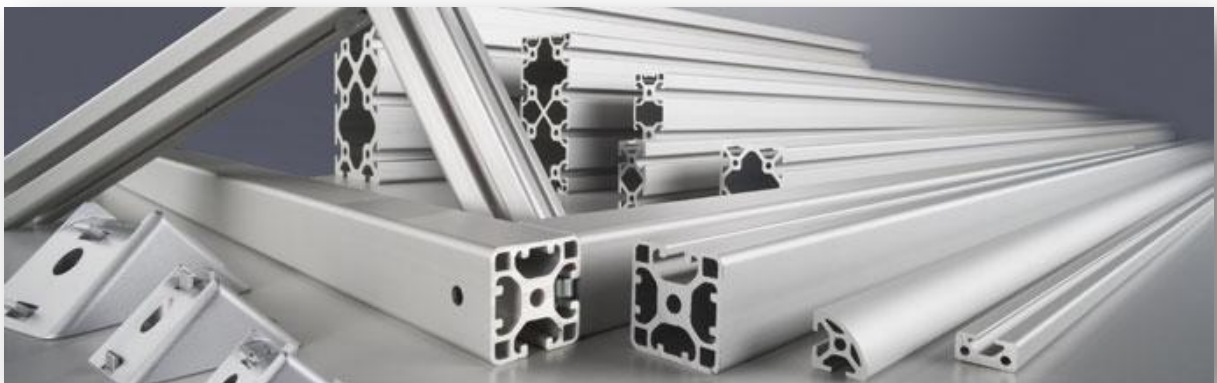


Figuur 2.10

2.4 ITEM profielen

De frames van de verschillende bewerkingsstations en robots in het POS zijn voor het grootste deel opgebouwd uit ITEM aluminium profielen (zie figuur 2.11). Het voordeel van ITEM profielen is dat men vrij eenvoudig en snel een frame kan opbouwen. Aan dit frame zijn dankzij de sleuven in het profiel verschillende onderdelen te bevestigen. Door tijdens het ontwikkelen van het schoonmaaksysteem ITEM te gebruiken waar mogelijk, wordt er voor gezorgd dat het eenvoudig te monteren en qua uiterlijk past bij de rest van het POS.

De ITEM profielen die standaard gebruikt worden bij WPS Horti Systems zijn het ITEM 6 light profiel (sleufbreedte 6mm) en het ITEM 8 light profiel (sleufbreedte 8mm). De profielafmetingen die gebruikt worden zijn van de ITEM 6 de 30x30 en 30x60 mm profielen, en van de ITEM 8 de 40x40 en 80x40 mm profielen.



Figuur 2.11

3 Probleem en doelstelling

Aan het eind van het groeiproces wordt de plant uit de PGC gehaald, er blijft echter wat vervuiling achter in de OPD. Deze vervuiling bestaat uit resten van de plant en het bark of potgrond waar de plant in is opgegroeid. Deze vervuiling kan in de buffers van het POS onder de OPD terechtkomen. Als er bark tussen de OPD en transportband zit maakt de OPD onvoldoende contact met de transportband. Doordat er te weinig wrijving is tussen de band en OPD blijft de OPD stil staan als de buffer leeg loopt. Deze OPD houdt de OPD's die achter hem in de buffer staan op. Hierdoor ontstaan storingen in het POS. Een ander nadelig effect van de vervuiling is dat de PGC schuin kan komen te staan doordat er vuil onder de PGC terecht komt. Schuinstaande PGC zorgen voor storingen bij de verwerkingsstations in het POS. In het huidige POS wordt het vuil verwijderd door middel van een geautomatiseerde stofzuiger. Het nadeel van deze stofzuiger is dat het te veel energie kost en het de OPD niet volledig schoonmaakt .

Het doel is om een schoonmaaksysteem/machine te ontwikkelen die de OPD+ voldoende schoonmaakt. Hier door zullen er minder storingen ontstaan binnen het POS. Het nieuwe schoonmaaksysteem moet zuiniger zijn in zijn energie verbruik dan de stofzuiger. Bij het modeleren van het schoonmaaksysteem wordt er uitgegaan van een OPD met steeklengte van 220 mm en een PGC met een hoogte van 212mm (zie figuur 3.1)



Figuur 3.1

3.1 Pakket van Eisen en Wensen

De eisen en wensen van de opdracht vormen het kader waar binnen het concept ontworpen dient te worden. De eisen en wensen voor het schoonmaaksysteem zijn tot stand gekomen door gegevens van het POS en tijdens een R&D overleg. Het schoonmaaksysteem moet aan de gestelde eisen voldoen. Aan de wensen moet het schoonmaaksysteem voldoen als dit mogelijk is zonder het schoonmaaksysteem te ingewikkeld en duur te maken.

Gebruikseisen:

1. Het schoonmaaksysteem moet de PGC en OPD ontdoen van grond, bark, blad en wortels met een minimale grootte van 200 mm³, ongeacht of deze droog of nat is
2. Het schoonmaaksysteem moet zowel een OPD+ al OPD kunnen schoonmaken
3. Het schoonmaaksysteem moet een doorvoer aankunnen van 2500 OPD's per uur
4. Een maximaal persluchtverbruik van 4 m³/uur normaallucht
5. Het geluidsniveau mag maximaal 80 dB(A) bedragen
6. Na noodstop moet het schoonmaaksysteem zelf opstartend zijn
7. Het schoonmaaksysteem moet voldoen aan de NEN 292-1 en NEN 292-2 veiligheidseisen

Fabricage-eisen:

1. Het schoonmaaksysteem moet 50% energie zuiniger zijn dan de stofzuiger van ±4.2 kWh
2. Het schoonmaaksysteem moet aan te sluiten zijn op een GTR met een breedte van 220 mm en een minimale bandhoogte van 350 mm
3. Het schoonmaaksysteem moet aan te sluiten zijn op een transportband met een breedte van 200 mm en een minimale bandhoogte van 350 mm gemeten van bovenkant band tot vloer
4. Het schoonmaaksysteem moet voor 90% van de onderdelen compatibel zijn met de verschillende soorten OPD's en PGC's.
5. Het ombouwen en tekenen van het schoonmaaksysteem naar andere OPD type mag niet meer dan 20 uur bedragen
6. De kostprijs per unit mag niet meer dan 6500,- Euro bedragen
7. Het vuil moet op een centraal punt opgevangen worden
8. Het schoonmaaksysteem moet een CE keurmerk krijgen
9. De constructie moet zelfdragend zijn

Gebruikswensen:

1. Een geluidsniveau van onder de 75 dB(A)
2. Bij gebruik van OPD's met steek 220mm, een doorvoer mogelijk van 3500 OPD's per uur. Een schoonmaaksysteem dat de OPD met PGC volledig reinigt

Fabricagewensen:

3. Een afmeting van 2 x 1 x 1 meter (LxBxH), gemeten van af bandhoogte
4. Geen gebruik van water
5. Opgebouwd van plaatmateriaal en item profielen

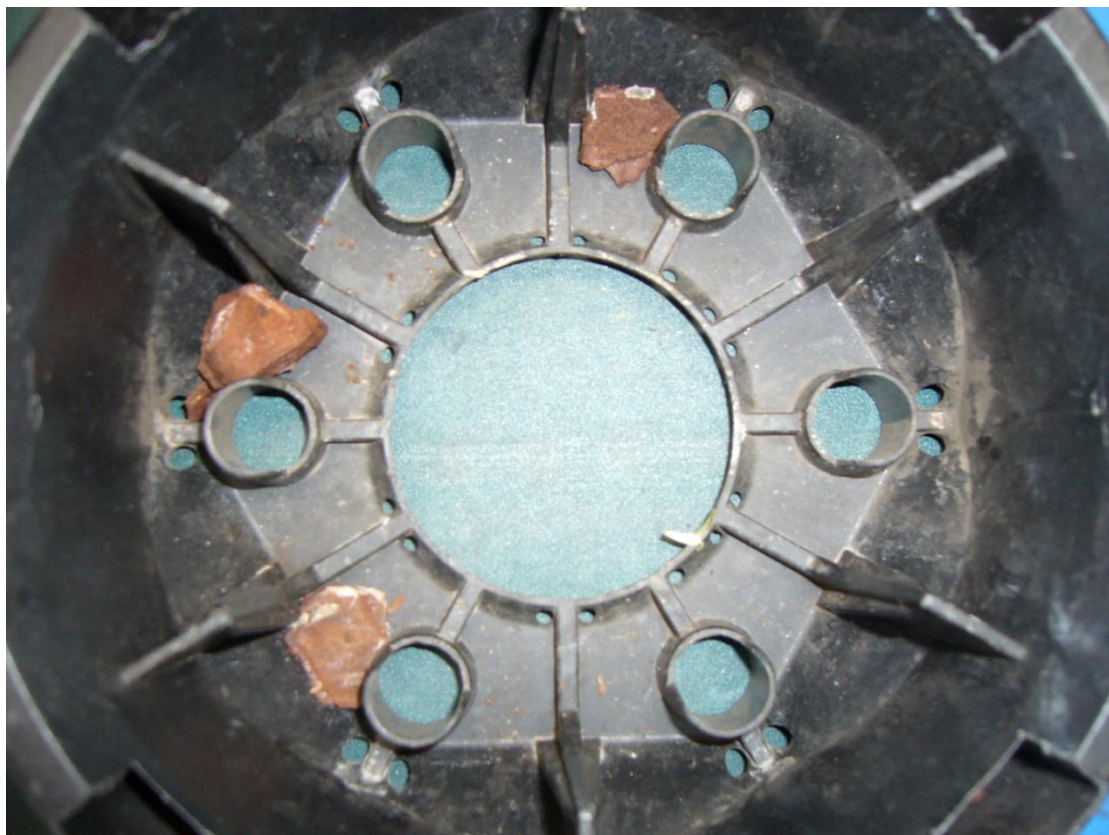
3.2 De vervuiling

Om een beeld te krijgen van het huidige stofzuigersysteem is er een onderzoek uitgevoerd. Uit dit onderzoek is op te maken wat de mankementen van het huidige schoonmaaksysteem zijn, en hoeveel vuil deze achterlaat in de OPD. Door naar een in bedrijf zijnde POS te kijken wordt ook een beeld gecreëerd over de vervuiling waar het nieuwe schoonmaaksysteem mee te maken krijgt.



Figuur 2.2

De vervuiling in de OPD bestaat voor het overgrote deel uit stukken bark. Bark is de groeibodem voor de teelt van Orchideeën en bestaat uit vermalen boomschors (zie figuur 3.2). Af en toe blijft er ook een wortel, takje of blaadje van de plant achter in de OPD. Dit vuil is meestal droog maar het komt voor dat de vervuiling in de OPD nat is. Of het vuil nat is hangt veel af van de plaats in het systeem waar de OPD zich bevindt. Het bark zit veelal vastgeklemd tussen de ribben van de OPD (zie figuur 3.3).



Figuur 3.3

Het huidige stofzuigersysteem heeft veel moeite met het verwijderen van het vuil. Het vuil dat tussen de OPD en de PGC vastgeklemd is blijft vrijwel altijd zitten. Ook als er geen PGC op de OPD geplaatst is, krijgt de stofzuiger niet alles weg. Dit komt omdat een deel van het bark vastgeklemd zit tussen de 'ribben' van de OPD. Na het stofzuigen zijn er soms ook nog losse bark deeltjes aanwezig in de OPD en/ of PGC. Na onderzoek bij een POS die een jaar in bedrijf is, blijkt dat bij het huidige schoonmaaksysteem rond de 45% van het vuil achter blijft. Zie bijlage III voor beeldvorming van het probleem. In bijlage III zijn foto's van de vervuilde OPD's van voor en na de stofzuiger te vinden. Hier is te zien dat het vuil onder de PGC blijft zitten of klem blijft zitten tussen de ribben van de OPD.

De hoeveelheid aan vervuiling binnen een systeem is bij ieder systeem verschillend. Dit heeft vooral te maken met de hoeveelheid handelingen die het systeem moet verwerken binnen het bedrijf. Bij sommige behandelingen moet bijvoorbeeld de plant uit de OPD getild worden, hierdoor is de kans groter dat er vuil van de pot of plant afvalt. Ook is de hoeveelheid bochten, verandering van hoogtes, voedingsbodem en het type plant van invloed op de hoeveelheid vervuiling in de OPD.

4 Onderzoek naar schoonmaakmethode

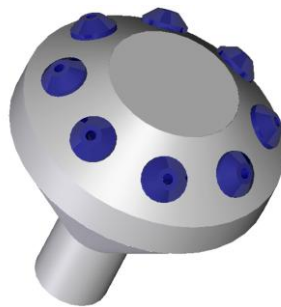
Er zijn een aantal schoonmaakmethodes geschikt voor het reinigen van de OPD. In dit hoofdstuk worden een aantal van deze schoonmaakmethodes beschreven en verwerkt tot concepten zoals het verwerkt kan worden in het schoonmaaksysteem. Om te bepalen welke schoonmaakmethode het best geschikt is om de OPD schoon te maken is er een onderzoek uitgevoerd. De gegevens van dit onderzoek is in het testrapport weergegeven. Dit onderzoeksrapport is terug te vinden in bijlage IV.

In dit hoofdstuk is bij iedere schoonmaakmethode een korte beschrijving gegeven van de manier waar op deze methode getest is. De conclusie die uit het onderzoek is voortgekomen is terug te vinden aan het eind van dit hoofdstuk.

4.1 Schoonmaken met lucht

Bij dit concept wordt door middel van luchtdruk het vuil uit de OPD's geblazen. Door de luchtmondstukken op een kop te plaatsen zoals in figuur 4.1 te zien is blaast de lucht op de plaatsen waar het vuil zit in de OPD. Het nadeel van het wegblazen van het vuil is dat dit veel energie kost en het lastig te bepalen is waar het vuil heen zal vliegen. Het is mogelijk om meerdere luchtdrukkoppen op een groot wiel te plaatsen die ronddraait, hierdoor kunnen bewegende OPD's gereinigd worden omdat de luchtkoppen met de OPD's mee lopen.

Om te onderzoeken of het bark door middel van een luchtstroom is te verwijderen is een opstelling gemaakt die lucht blaast tussen de ribben van de OPD. Deze is uitgevoerd met een blaasmondstuk met een opening van 1 mm of 2.5mm. De druk achter deze blaasmondstukken is 7 bar.



Figuur 4.1

Voordelen

- Goed bereik met lucht.

Nadelen

- Kost veel energie door gebruik van luchtdruk
- Maakt mogelijk teveel geluid omdat er gebruik wordt gemaakt van luchtdruk
- Onbekend waar vuil heen word geblazen

4.2 Schoonmaken met borstels

Bij deze methode zal het vuil losgemaakt worden door middel van een draaiende borstel. Bij deze methode is het nodig om de OPD ondersteboven te plaatsen zodat het vuil uit de OPD kan vallen. Ook dient de PGC verwijderd worden zodat deze de borstel niet in de weg zit. Het nadeel van het gebruikmaken van een borstel is dat deze gevoelig is voor slijtage en dat er vuil in de borstel blijft hangen.

Of het bark loskomt door middel van een borstel is onderzocht met een testopstelling. In deze testopstelling kan de borstel een halve slag heen en weer draaien. Door gebruik te maken van deze opstelling maakt de borstel altijd de zelfde slag en is de drukkracht op de OPD ook telkens het zelfde. Er zal in eerste instantie getest worden met een eenzijdige halve draai, en met een halve draaiing heen en terug.

Voordelen

- Energiezuinige oplossing
- Goede reiniging

Nadelen

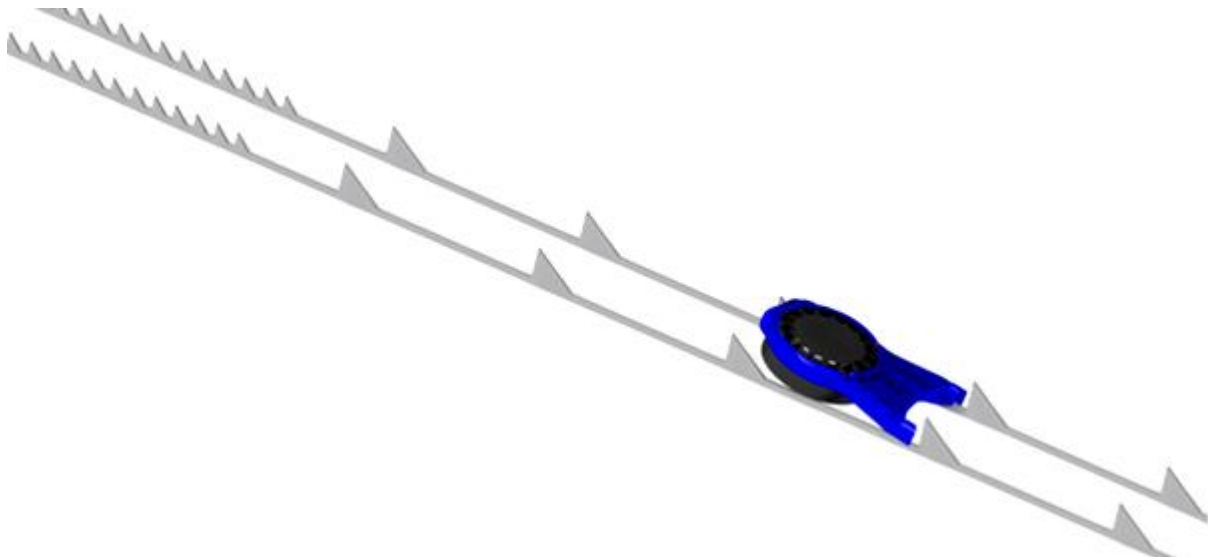
- Borstels zullen regelmatig vervangen moeten worden
- Ophoping vervuiling in borstels
- Vervuiling lastig af te voeren
- Slecht bereik tussen ribben van OPD
- PGC moet verwijderd worden
- OPD's moeten omgedraaid worden

4.3 Schoonmaken door middel van trillingen

Bij deze methode wordt de OPD schoongemaakt door middel van trillingen. Deze trillingen worden opgewekt door de OPD over een baan met uitsteeksels te leiden (zie figuur 4.2). Doordat de OPD telkens kleine klappen maakt wordt het vuil los getrild en geslagen en valt het uit de OPD.

Om te testen of het vuil loskomt door trillingen is de 'trilbaan' met uitsteeksels gemaakt. De OPD wordt ondersteboven over de baan met stekels getrokken. Door gebruik te maken van een stuk touw worden de opgewekte trillingen niet of nauwelijks gedempt of anderszinds beïnvloed.

Na de eerste testfase bleek de OPD het beste schoon te worden door middel van trillingen. Daarom is hiernaar een diepgaander onderzoek verricht (zie bijlage IV voor aanvullende informatie).



Figuur 3.2

Voordelen

- Geen ingewikkelde constructie nodig
- Lage productie kosten

Nadelen

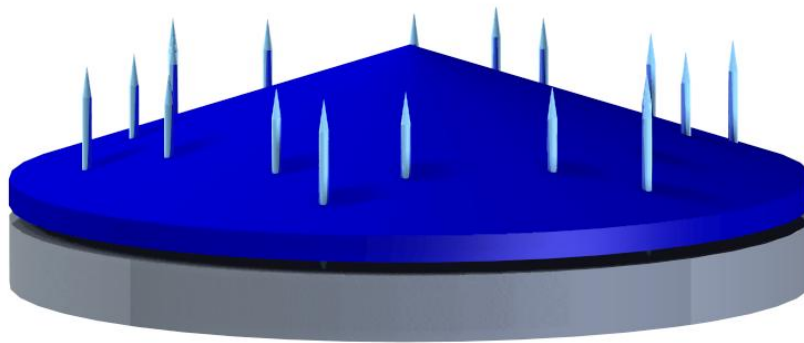
- Waarschijnlijk veel slijtage aan OPD's
- Het vuil dat te stevig klem zit zal waarschijnlijk niet loskomen
- PGC moet verwijderd worden
- OPD's moeten omgedraaid worden

4.4 Schoonmaken door middel van prikpenen

Bij deze schoonmaakmethode wordt het vuil door middel van naalden tussen de ribben vandaan geprikt door middel van prikpenen die in een blok zijn geplaatst (zie figuur 4.3). De punten worden zo geplaatst dat deze op de kritieke punten van de OPD hun werk doen. Als het vuil los geprikt is zal de schoonmaakplaat (blauw in figuur 4.3) zich omhoog bewegen, hierdoor wordt het vuil van de punten afgedrukt. Deze plaat loopt schuin af waardoor het vuil zich er niet op zal ophopen. Deze plaat zorgt er ook voor dat de punten in ongebruikte staat afgeschermd worden voor de veiligheid.

Naar verwachting wordt niet al het vuil opgeprikt door de punten. Het vuil dat niet opgeprikt wordt zal waarschijnlijk wel in stukken breken waardoor het niet meer vastgeklemd zit.

Door middel van een onderzoek zal moeten uitwijzen hoe het vuil reageert als er een pen of naald in wordt gestoken, verder zal in dit onderzoek blijken of het wenselijk is de punten met weerhaakjes uit te voeren.



Figuur 4.3

Voordelen

- Energie zuinig
- Goed bereik tussen ribben
- Punten kunnen geplaatst worden bij kritieke punten van OPD

Nadelen

- Naalden kunnen vervormen waardoor het systeem vastloopt
- PGC moet verwijderd worden
- OPD's moeten omgedraaid worden
- Aparte opbouw voor iedere OPD
- Er kan vuil tussen pennen en blauwe plaat komen, wat resulteert in vastloop

4.5 Schoonmaakmethodes conclusie

Uit het onderzoek naar de schoonmaakmethodes is naar voren gekomen dat het schoonmaken van OPD's het beste gaat door middel van trillingen. Na deze conclusie is er een diepgaander onderzoek uitgevoerd naar het schoonmaken door middel van trillingen. In dit vervolgonderzoek is er gebruik gemaakt van OPD's uit de praktijk. Hierdoor liggen de verkregen resultaten dicht bij de werkelijkheid. Zie tabel 4.1 voor een overzicht van de voor- en nadelen van iedere schoonmaakmethode

Uit dit vervolg onderzoek is gebleken dat van de onderzochte methodes de OPD- het beste word schoongemaakt door middel van een klap op de bovenkant van een omgekeerde OPD. Deze klap is gerealiseerd door een massa van 0.82Kg met een snelheid van 1.7 m/s op de OPD te laten vallen. Bij deze test bleef 21% van het vuil achter in de OPD. Wordt de snelheid van de klap verhoogd naar 2.2 m/s dan komt er nog eens 5% extra vuil los. Echter zal dit wel een nadelig effect hebben op de levensduur van de OPD.

Bij een klap achterop de OPD+ met een opening er tussen blijft 40% van het vuil zitten. Het is echter wel een groot voordeel als de OPD niet verwijderd hoeft te worden. Dus het kan voordelig zijn dit principe toe te passen.

Als er gebruik wordt gemaakt van een trilbaan dan heeft het nauwelijks invloed of de trilbaan uitsteeksels heeft van 30 of 60 mm. Bij beide methodes blijft rond de 30% van het vuil achter in de OPD. Het verplaatsen van een OPD over een baan van 60 mm is echter vele malen lastiger is dan een baan van 30 mm. Door dit gegeven is het verstandig om het uiteindelijke systeem op te bouwen met een valhoogte van 30mm

Waarschijnlijk zal in de praktijk de OPD's beter schoon worden als in de test. Dit omdat veel vuil bij de geteste OPD's al lange tijd op een plek vast zat. Het stofzuigersysteem dat nu wordt gebruikt om de OPD's schoon temaken drukt het bark vast in de OPD. Omdat het bark blijft zitten wordt deze bij iedere ronde steeds vaster in de OPD gedrukt. Daardoor wordt het steeds lastiger om het bark te verwijderen. Het is dus van belang dat een nieuw POS direct wordt uitgevoerd met een goed schoonmaakstelsysteem.

Methode	Mate van schoonheid	Energie zuinig	Geluidsproductie	Betrouwbaarheid/ Complexiteit
Blazen	-	-	-	+/-
Borstelen	+/-	+	+	+/-
Trillingen	+	+/-	+/-	+
Prikken	+/-	+	+	-

Tabel 4.1

5 Conceptfase

Uit het onderzoek is gebleken dat door middel van trillingen de OPD het beste schoon wordt gemaakt. Dit hoofdstuk beschrijft de concepten en hoe deze tot stand gekomen zijn. De concepten zijn gegenereerd door middel van een Morfologisch overzicht.

Voordat dit morfologische overzicht is opgesteld is er eerst een functieanalyse uitgevoerd. Met deze functieanalyse is in kaart gebracht welke taken het schoonmaaksysteem moet voldoen. Voor iedere functie/proces stap zijn er een aantal mogelijkheden aangedragen om aan deze functie te voldoen. Deze oplossingen zijn verwerkt in een morfologisch overzicht. Met het Morfologische overzicht zijn er drie concepten ontstaan. Deze drie concepten zijn verder uitgewerkt en is er een schets van gemaakt.

5.1 Functieanalyse

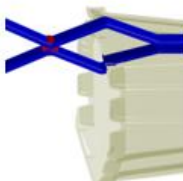
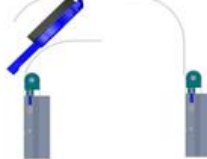
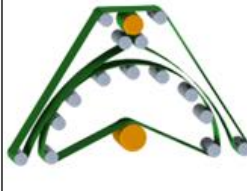
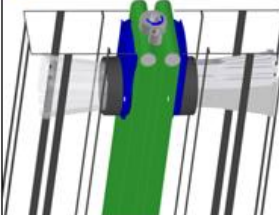
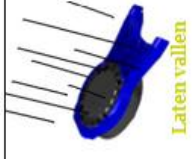
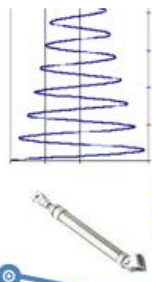
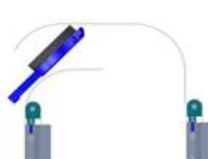
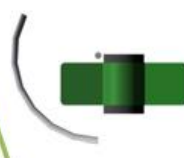
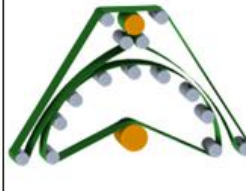
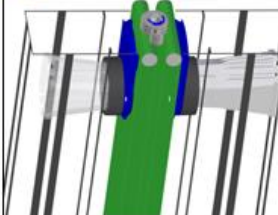
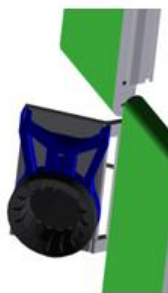
Het proces is onder te verdelen in de volgende stappen: PGC verwijderen, OPD omkeren, OPD reinigen, OPD terug omkeren en vervolgens de PGC terugplaatsen. De OPD dient omgekeerd te worden zodat de vervuiling de mogelijkheid heeft om uit de OPD te vallen.

Het verwijderen van de PGC heeft als voordeel dat het vuil dat tussen de PGC en OPD geklemd zit eenvoudig vrij komt. Een bijkomend voordeel hiervan is dat er een eenvoudigere omkeerconstructie kan worden gebruikt. Er moet echter niet van uitgegaan worden dat de PGC verwijderd *moet* worden. Als de PGC op de OPD kan blijven, betekent dit dat er twee handelingen uit het proces wegblijven en dat er een productstroom minder in het schoonmaaksysteem zit (zie figuur 5.1) Het weglaten van deze stappen en productstroom verkleint de kans van falen van het systeem en drukt de productiekosten. De vijf proces stappen kunnen terug gebracht worden tot drie conceptgroepen, Het omkeerconcept, het reinigingsconcept en het PGC handelingsconcept.



Figuur 4.1

5.2 Morfologisch overzicht

Deelfunctie	Optie 1	Optie 2	Optie 3	Optie 4	Optie 5
PGC verwijderen					
PGC verplaatsen					
OPD omkeren					
OPD reinigen					
OPD terug keren					

5.3 Deelaspecten

Na de functie analyse is bekend welke processtappen er aanwezig zullen zijn in het schoonmaakstelsel. Deze processtappen kunnen worden opgedeeld in deelfuncties. Dit hoofdstuk behandelt de realisatie van de deelfuncties zoals weergegeven in het morfologische overzicht. Dit hoofdstuk geeft achtergrond informatie bij de symbolen uit het morfologische overzicht.

Om het vuil goed uit de OPD te kunnen krijgen moet de OPD omgedraaid te worden. In deze paragraaf zijn een aantal verschillende mogelijkheden beschreven waarop dit gerealiseerd kan worden. Voor ieder deelconcept is er een opsomming gegeven van de voor en nadelen.

In dit hoofdstuk wordt verder aandacht besteed aan de verschillende mogelijkheden om de PGC op te kunnen tillen en te verplaatsen. Dit laatste omdat het een voordeel kan zijn om de PGC te verwijderen.

5.3.1 Omkeren met glijbaan

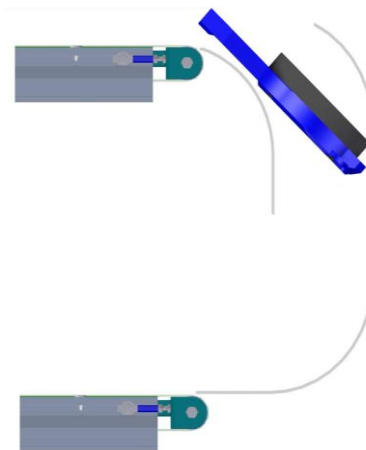
In dit concept worden de OPD's omgekeerd door middel van een glijbaanachtige constructie (zie figuur 5.2). De OPD glijdt aan het eind van een lopende band op een baan die bestaat uit vier geleidingsstrippen die ervoor zorgen dat de OPD omgekeerd wordt tijdens zijn val. Er zijn twee strippen achter elkaar geplaatst zodat daartussen een ruimte ontstaat waar het losse vuil tussendoor kan vallen. Het nadeel van dit concept is dat de OPD vast zou kunnen komen te zitten. Bij dit concept zal de PGC verwijderd moeten worden voordat de OPD wordt omgekeerd.

Voordelen

- Eenvoudige en goedkope oplossing

Nadelen

- Mogelijkheid dat de OPD blokeert
- Verlaging van bandhoogte als OPD uit het systeem komt



Figuur 5.2

5.3.2 Omkeren met gebogen staf

Dit concept maakt gebruik van twee staven, waarvan een gebogen. Deze gebogen staf forceert de OPD om een draaiing te maken (zie figuur 5.3). Halverwege de draaiing zal de OPD volledig omklappen door zijn eigen gewicht.

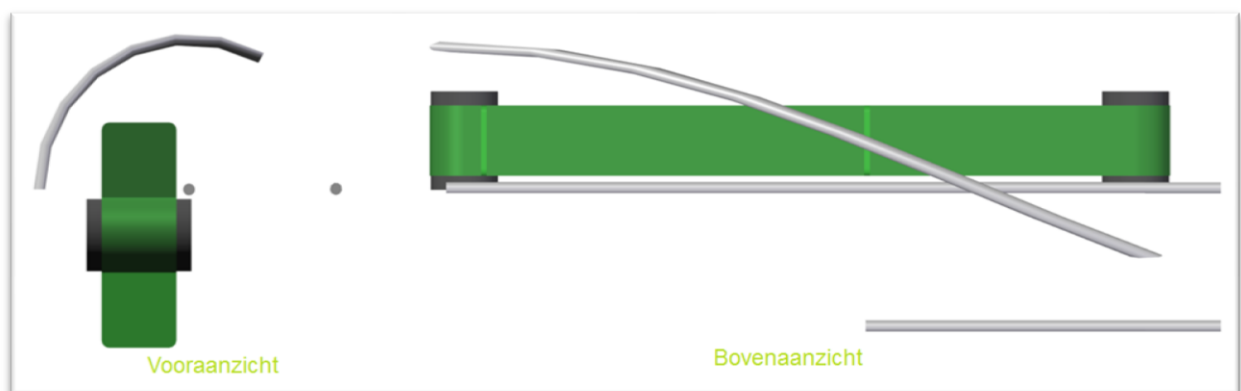
Om de OPD door dit systeem te voeren wordt er gebruik gemaakt van transportband met ribben die de OPD voorwaarts duwt. Dit systeem zal waarschijnlijk goedkoop en niet storingsgevoelig zijn. Echter is het wel lastig om de doorvoer van OPD's zo te timen dat ze tussen de ribben terecht komen.

Voordelen

- Non-stop doorvoer van OPD's mogelijk

Nadelen

- Timing van OPD's vereist
- Kans aanwezig dat OPD niet juist omklapt



Figuur 5.3

5.3.3 Omkeren met geleidingsbanden

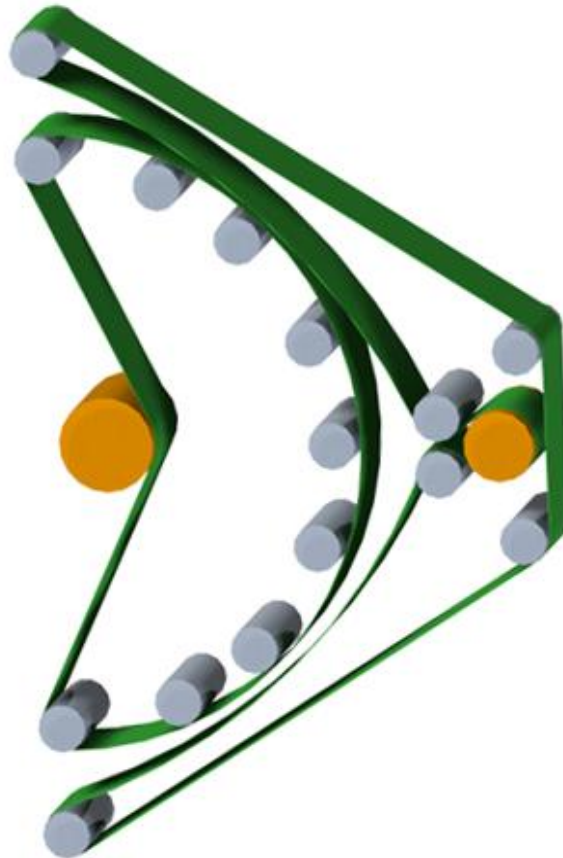
Bij dit concept wordt de OPD tussen twee transportbanden geklemd die zoals in figuur 5.4 geplaatst zijn. De OPD wordt tussen de banden geklemd en loopt daardoor mee in de richting van de banden en zal uiteindelijk omgekeerd het systeem weer verlaten. De oranje rollen in de schets zijn spanningsrollen. Dit zorgt ervoor zodat de band op spanning blijft staan. Hierdoor zal er voldoende druk op de OPD worden uitgevoerd om hem mee te nemen, ongeacht het aantal OPD's dat zich in het systeem bevindt. Het voordeel van dit concept is dat de OPD tijdens het volledige omkeerproces begeleid wordt. Hierdoor verklein je de kans van vastloop van een OPD tijdens het omkeren. Er kan zowel voor gekozen worden om de OPD van boven als van onder in te voeren. Dit zal afhankelijk zijn van de rest van het systeem.

Voordelen

- Kleine kans op vastloop door volledige begeleiding van OPD
- Non-stop doorvoer van OPD's mogelijk

Nadelen

- Ingewikkelde constructie
- Veel componenten
- Mogelijk slijtage doordat de transportbanden tegen elkaar aan lopen



Figuur 5.4

5.3.4 Omkeren met draaiende banden

Bij dit concept worden, afhankelijk van de OPD maat, 5 a 6 OPD's tegelijkertijd omgedraaid. Door middel van een transportband komen de OPD's de machine binnen. Als deze vol zit draait het systeem zich in de lengte as om (zie figuur 5.5), hierbij komt de met OPD's gevulde transportband ondersteboven te hangen. Tegelijk komt de andere transportband boven te liggen en kan deze met OPD's gevuld worden. Terwijl deze tweede band geleegd en gevuld wordt kunnen de OPD's die ondersteboven zijn geplaatst gereinigd worden. Omdat dit vullen en legen van de band redelijk veel tijd in beslag neemt is er voldoende tijd om de OPD's schoon te maken.

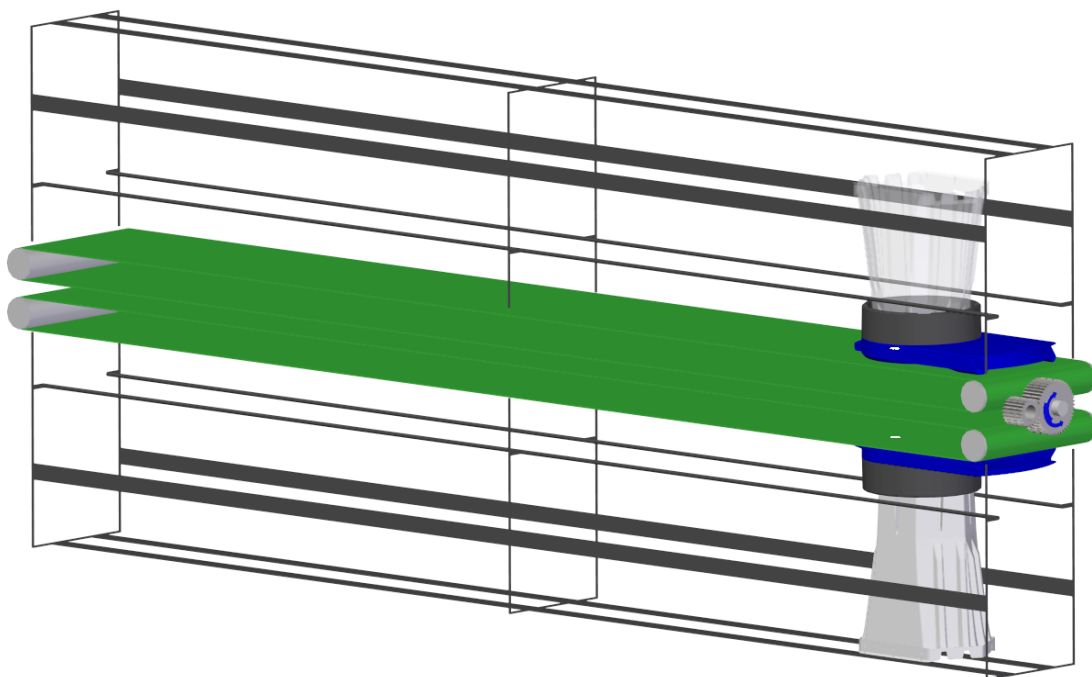
Een groot voordeel van dit systeem is dat de PGC niet eerst van de OPD verwijderd hoeft te worden. Dit omdat de PGC door het frame worden tegengehouden tijdens het omkeren. Door speling tussen dit frame en de PGC te houden kan er voor gezorgd worden dat er een ruimte tussen de OPD en PGC ontstaat, hierdoor kan het vuil wat tussen deze twee delen geklemd zit eenvoudiger verwijderd worden. Na het reinigen wordt het systeem weer terug gedraaid en kan de band leeg gehaald en opnieuw gevuld worden, tegelijkertijd wordt aan de onderkant de volgende weer gereinigd.

Voordelen

- PGC hoeft niet verwijderd te worden
- Werking met batches, als de ene batch gereinigd wordt word de volgende al klaargezet
- Mogelijkheid om ruimte tussen OPD en PGC op te wekken

Nadelen

- Uitstroom van OPD's niet continue
- Grote opstelling



Figuur 5.5

5.4 PGC- behandeling

Om het reinigen van de OPD's te verbeteren is het gewenst om de PGC's te verwijderen. Bij drie van de vier omkeerconcepten dienen de PGC's verwijderd te worden. Om deze twee redenen wordt in deze paragraaf de verschillende mogelijkheden om de PGC's te verwijderen beschreven. De principes worden niet uitgewerkt tot een conceptueel plan, dit omdat dit sterk afhankelijk is van de uiteindelijke opbouw van het concept.

Zuignap

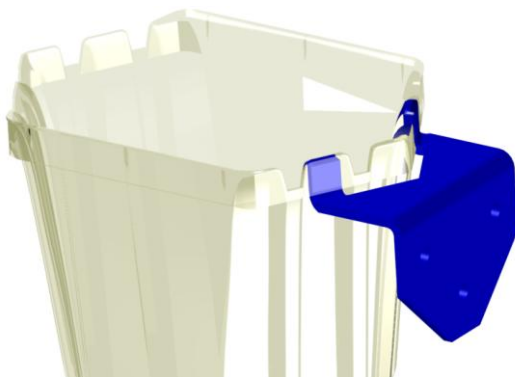
Met zuignappen kan er door middel van onderdruk in de zuignap de PGC opgetild worden (zie figuur 5.6). Deze zuignap kan zowel buiten als binnenin de PGC geplaatst worden. Een voordeel van het gebruik van zuignappen is dat de positionering niet heel nauwkeurig hoeft te gebeuren. Echter is het wel een probleem als er vervuiling aanwezig is op het aangrijpingspunt. Ook zal er continue onderdruk op de zuignappen moeten staan.



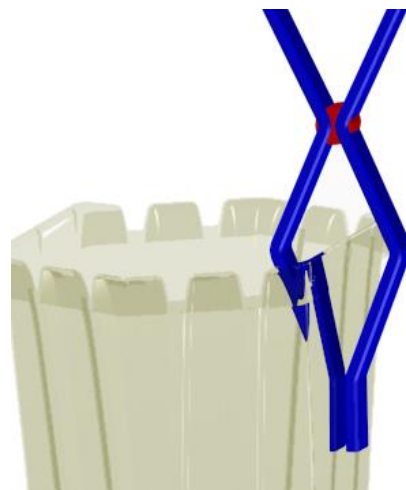
Figuur 5.6

Haken

Aan de bovenkant van de PGC zit een rand, deze rand kan gebruikt worden om de PGC aan op te tillen (zie figuur 5.7). Het nadeel van deze methode is dat de positionering van de haak nauwkeurig moet gebeuren, ook zal er voor ieder type PGC een eigen haak ontworpen moeten worden. Het voordeel is dat bij enige vervuiling de PGC toch opgetild wordt, en de kans klein is dat tijdens het verplaatsen de PGC van de haak valt.



Figuur 5.7



Figuur 5.8

Klemmen

Een andere methode is het vastklemmen van de PGC. Dit kan door middel van een klem die om de buitenkant van de PGC heen grijpt, of door middel van een klem die van bovenaf de wand van de PGC grijpt (zie figuur 5.8). De laatste methode kan bij een dunwandige PGC problemen opleveren, deze zullen waarschijnlijk gaan zwabberen tijdens het verplaatsen hiervan. Het voordeel van het vastklemmen van de PGC is dat de positionering niet heel nauwkeurig hoeft en dat de PGC stevig vast zit. Een nadeel is dat een klem relatief ingewikkeld is in vergelijking met de andere methodes. De gebruikte klem zal ook enigszins aangepast moeten worden aan het type PGC.

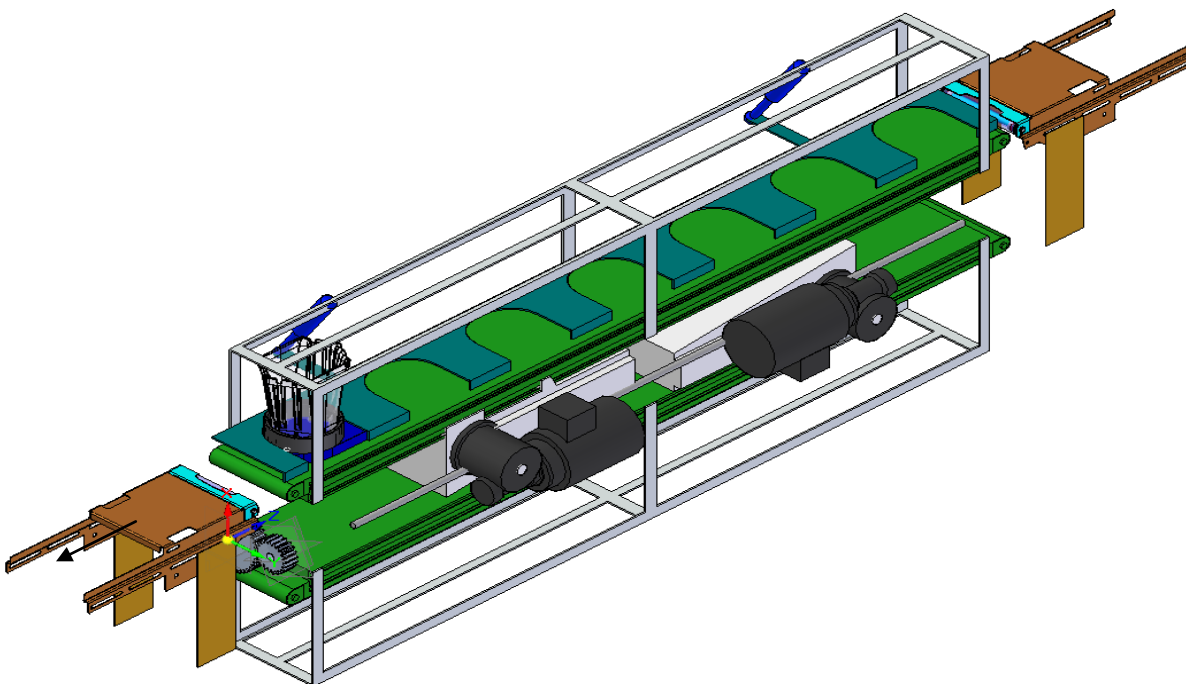
5.5 Concepten

Uit het Morfologische overzicht zijn drie concepten ontstaan. Om een betere keuze uit de concepten te kunnen maken worden de concepten in deze paragraaf verder uitgewerkt. Van ieder concept is een 3D schets gemaakt. Bij ieder concept wordt de werking beschreven en een opsomming gemaakt van de voor en nadelen.

5.5.1 Dubbele BTR concept

Het Dubbele BTR concept bestaat uit twee met de onderkant tegen elkaar zijn geplaatste BTR banden (zie figuur 5.9). In dit concept worden de OPD's in batches van 6 a 7 stuks schoongemaakt. Als een band is volgelopen met OPD's komt er een afdekplaat naar beneden (turquoise in tekening). Vervolgens draait de constructie zich een halve slag. Dit zodat het vuil uit de OPD kan vallen. Als de constructie zich heeft omgedraaid kan de volgende batch op de andere band klaargezet worden. De afdekplaat wordt door twee a drie pneumatische cilinders op en neer bewogen. Hierdoor beginnen de OPD's te 'klapperen' en komt het vuil los. Om de BTR's zit een frame, dit frame zorgt ervoor dat de PGC na het omdraaien een stuk los kan komen van de OPD maar niet uit de OPD kan vallen. Dit zorgt ervoor dat het vuil dat tussen de OPD en PGC geklemd zit los kan komen. Doordat de PGC niet volledig uit de OPD genomen wordt valt deze tijdens het terugdraaien weer terug in de OPD.

Doordat de pneumatische cilinders aan het frame zijn bevestigd kunnen de OPD's al in trilling worden gebracht terwijl de band nog bezig is met zich om te draaien. Verder kan er nog gewisseld worden met de impact van de trilling. De constructie is bijna volledig op te bouwen uit standaard onderdelen wat een voordeel is voor de fabricagekosten. Via een berekening is achterhaald dat het mogelijk is om met dit concept het benodigde aantal OPD's te halen, zie hoofdstuk 1 in bijlage V voor berekening.



Figuur 5.9

Voordelen

- PGC hoeft niet verwijderd te worden
- Impact van het klapperen varieerbaar
- Werken in batches. De een word schoongemaakt de andere batch loopt leeg en weer vol
- Bijna volledig opbouwbaar uit standaard onderdelen

Nadelen

- Veel geluidsproductie door gebruik van lucht
- Voldoet qua hoogte band aansluiting niet aan gestelde eisen
- Kans dat er vuil op de PGC blijft liggen
- Kans dat PGC niet recht terug valt in de OPD

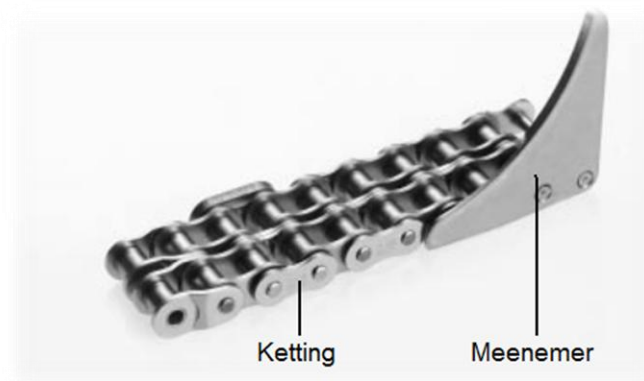
5.5.2 Tril/borstel concept

Bij dit concept wordt de OPD omgekeerd door middel van het gebogen staf principe (zie H5.1.2). Voordat de OPD wordt omgedraaid wordt de PGC van de OPD gelicht door middel van een zuignap die aangrijpt op de bodem van de OPD. Boven de zuignap zit nog een centreerpunt die de PGC stabiliseert (zie geel onderdeel in figuur 5,10). De vlakken van het centreerpunt duwen ieder tegen een van de zijdes van de PGC. Hierdoor zal de PGC beter in positie blijven en daardoor eenvoudiger terug te plaatsen zijn op de OPD. De PGC wordt van een ‘vuile’ OPD gelicht en vrijwel direct op een andere OPD geplaatst die net gereinigd is en op een band staat die parallel staat aan de toevoerband (zie schets in figuur 5.12 (volgende pagina). De OPD zal dus na het verlaten van de machine een andere PGC dragen dan voordat deze de machine in ging.



Figuur 5.10

Na het omkeren wordt de OPD over een baan met uitsteeksel getrokken, door middel van een ketting waar ‘meenemers’ aan bevestigd zijn (zie figuur 5.11). Door dat de OPD over de uitstekels loopt trilt het vuil los, en valt het vervolgens uit de OPD. Aan het eind van de baan wordt er nog een borstel door de OPD gehaald om zo eventueel nog extra vuil weg te halen. Door de OPD eerst door de baan te begeleiden voorkom je dat de borstel teveel vuil weg moet halen en daardoor snel vol met vuil komt te zitten. Na deze stap wordt de OPD in een glijbaan gestoten waardoor deze weer met de juiste kant boven komt te liggen.



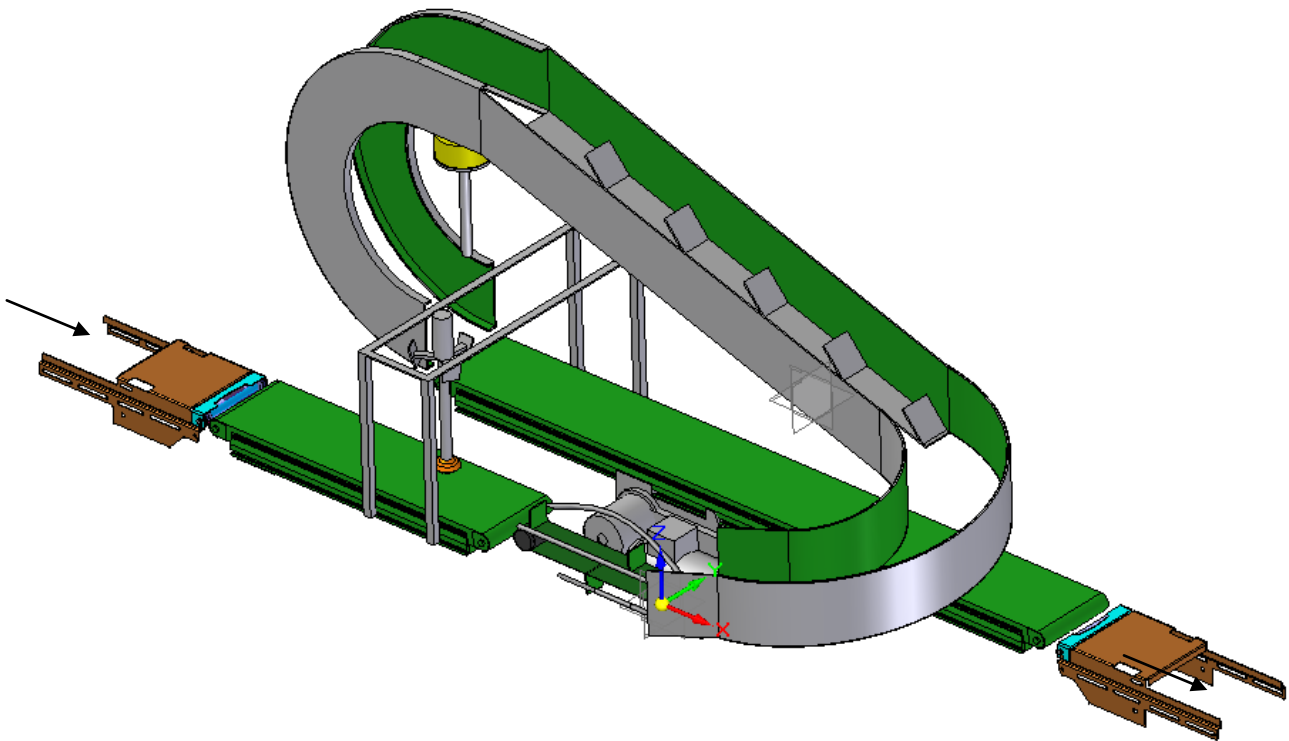
Figuur 5.11

Voordelen

- Weinig geluidsoverlast
- Te combineren met ander schoonmaakmethodes (in dit concept het borstelen)

Nadelen

- Vrij ingewikkelde constructie voor de doorvoer van OPD
- Veel aanpassingen bij in bedrijfsstelling voor andere OPD
- Timing nodig bij invoer OPD
- In en uitvoerband niet op een lijn
- Kleine mogelijkheid dat OPD klem blijft zitten in 'glijbaan'
- Veel fabricage componenten



Figuur 5.12

5.5.3 Trilbaan concept

Dit concept maakt gebruik van een trilbaan. De trilbaan is schuin oplopend tussen twee BTR's geplaatst (zie figuur 5.13). Deze trilbaan is voorzien van uitstekels om de OPD te laten trillen. De OPD wordt door middel van een ketting met een meenemers er op bevestigd (zie figuur 5.11) over de baan geduwd. De OPD moet eerst omgedraaide worden voordat deze over de baan kan worden getrokken. Dit omkeren wordt gerealiseerd door middel van een maanvormige constructie waar de OPD doorheen glijdt (zie H5.1.1). Binnen deze glijbaan keert de OPD zich om. De ketting met meenemers neemt onderaan de glijbaan de OPD mee over de trilbaan. Doordat deze trilbaan schuin omhoog loopt kan aan het eind van de baan de OPD in een tweede glijbaan geleid worden. In deze tweede glijbaan wordt de OPD weer terug gekeerd.

Voordat de OPD door dit systeem gevoerd kan worden moet de PGC verwijderd worden. Dit wordt gedaan door middel van een haak die onder de rand haakt van de PGC. Deze rand bevindt zich aan de bovenkant van de PGC (zie figuur 5.6). De PGC wordt van een 'vuile' OPD getild en direct op een andere OPD geplaatst die net gereinigd is. Dit kan eventueel met meerdere PGC's tegelijkertijd. Dit kan handig zijn in verband met de relatief lange weg die de PGC moet afleggen.

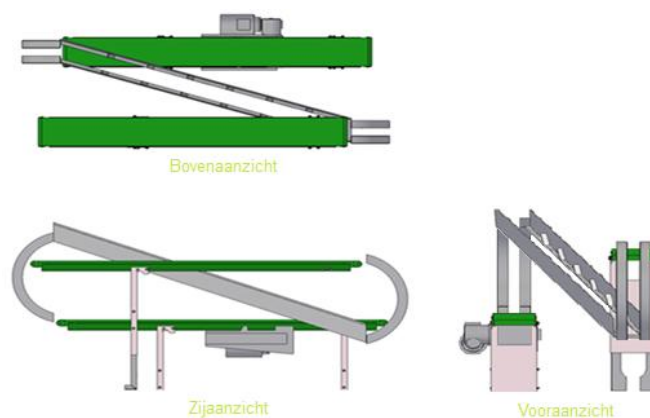
Bij dit concept is er geen zeer nauwkeurige timing nodig, de OPD wacht onder aan de glijbaan totdat deze wordt meegenomen door een geleidingshaak. Er moet echter wel enige timing aanwezig zijn om te voorkomen dat de OPD niet op de meenemer valt.

Voordelen

- Weinig geluidsoverlast
- PGC's kunnen met meerdere tegelijkertijd overgeplaatst worden
- Energie zuinig
- Eenvoudige constructie

Nadelen

- Veel aanpassingen bij in bedrijfsstelling voor andere OPD
- Invoer en uitvoerhoogte niet even hoog en niet in lijn Kleine mogelijkheid dat OPD klem blijft zitten in 'glijbaan'



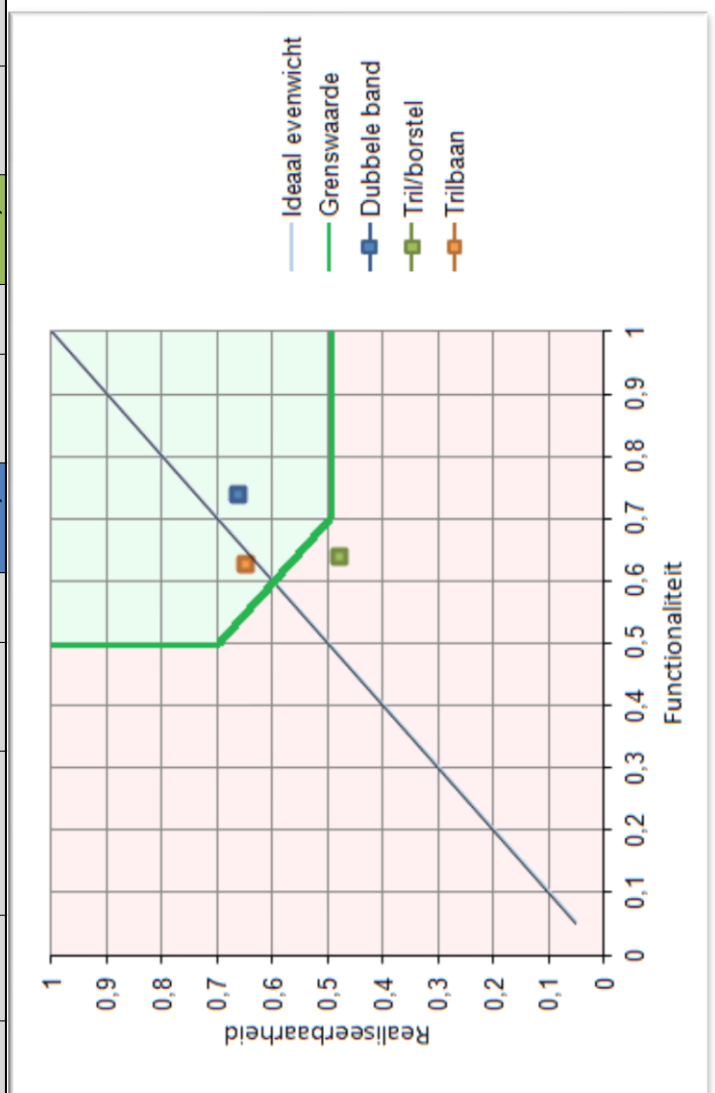
Figuur 5.13

5.6 Keuze verantwoording

Dit hoofdstuk behandelt de manier waarop de keuze voor een bepaald concept is gemaakt. Dit wordt weergegeven door middel van de Kesselring methode waar alle eisen een weegfactor hebben gekregen en ieder concept een beoordeling op dit punt. Hieruit is een grafiek ontstaan waaruit men kan zien dat het 'Dubbele BTR concept' het beste is. Vervolgens wordt deze keuze nog tekstueel onderbouwd.

Kesselring

Eisen	Dubbele band				Tril/borstel				Trilbaan			
	Weegfactor	Maximaal haalbaar	Beoordeling	Punten	Procentueel	Beoordeling	Punten	Procentueel	Beoordeling	Punten	Procentueel	
Gebruiksvriendelijkheid												
Energie verbruik	2	10	3	6	60%	5	3	30%	5	10	0%	
Grondigheid reiniging	5	25	3	15	60%	4	20	80%	2	10	40%	
Reiniging combinatie OPD en PGC	5	25	4	20	80%	3	15	60%	3	15	60%	
Doorstroom PGC's	3	15	5	15	100%	3	9	60%	2	6	40%	
Slijtage aan OPD's	3	15	4	12	80%	3	9	60%	3	9	60%	
Betrouwbaarheid	4	20	4	16	80%	2	8	40%	3	12	60%	
Geluidsniveau	2	10	2	4	40%	3	6	60%	3	6	60%	
Levensduurverwachting	3	15	5	15	100%	4	12	80%	4	12	80%	
Veiligheid	5	25	3	15	60%	4	20	80%	4	20	80%	
TOTAAL		160		118	73,8%		102	63,8%		100	62,5%	
Fabricage												
Aantal benodigde componenten	2	10	4	8	80%	3	6	60%	4	8	80%	
Zelfdragend vermogen	3	15	4	12	80%	3	9	60%	4	12	80%	
Uitwisselbaarheid van componenten	4	20	4	16	80%	2	8	40%	2	8	40%	
Aansturing	2	10	3	6	60%	2	4	40%	4	8	80%	
Aanschafprijs v.d. componenten	3	15	4	12	80%	3	9	60%	3	9	60%	
Ontwikkelingskosten	2	10	4	8	80%	3	6	60%	4	8	80%	
Inbouwruijme	5	25	1	5	20%	2	10	40%	4	20	80%	
Hoeveelheid standaard componenten	4	20	4	16	80%	2	8	40%	2	8	40%	
TOTAAL		125		83	66,4%		60	48,0%		81	64,8%	



5.6.1 Keuze verantwoording

Het Dubbele BTR concept heeft de voorkeur om uitgewerkt te worden tot het uiteindelijke schoonmaaksysteem. Het Trilbaan concept is qua realiseerbaarheid evengoed als het Dubbele BTR concept, echter scoort het 'dubbele BTR' concept beter op het punt functionaliteit. Het Dubbele BTR concept voldoet niet aan de eisen qua bandhoogte, dit weegt echter niet op tegen de voordelen van dit concept.

De grote voordelen van het Dubbele BTR concept zijn de volgende:

- **Minder ontwikkelingskosten**
Er word veel gebruik gemaakt van standaard onderdelen en technieken die al bekend zijn binnen WPS Horti Systems
- **Weinig opslag**
Omdat dit systeem voor het grootste gedeelte uit standaard onderdelen gemaakt wordt is er minder opslag nodig. Veel onderdelen kunnen uit het magazijn gehaald worden en hoeven enkel maar op de juiste lengte gemaakt worden.
- **De PGC hoeft niet verwijderd te worden**
In de praktijk blijkt het lastig om PGC's op te pakken en neer te zetten. Het systeem faalt relatief vaak op het afnemen of plaatsen van PGC's. Door deze processtap uit het schoonmaaksysteem te laten voorkom je dat de betrouwbaarheid van het totale schoonmaaksysteem naar beneden word gehaald. Het weglaten van het verwijderen van de PGC zorgt verder voor een veel lagere ontwikkeling en productie kosten. Dit omdat er een productstroom minder aanwezig is binnen het schoonmaaksysteem
- **Kleine kans op beschadiging**
Bij dit concept is de kans op beschadigingen aan de OPD kleiner dan bij de andere. Dit komt doordat er minder ruw met de OPD wordt omgegaan dan bij de andere concepten.

6 Ontwikkeling

De ontwikkeling die vooraf is gegaan aan het tot stand brengen van het schoonmaaksysteem wordt in dit hoofdstuk behandeld. Eerst wordt vermeld welke deeltaken zich binnen het schoonmaaksysteem bevinden, en hoe deze uitgevoerd worden. Vervolgens wordt het proces van de ontwikkeling besproken en wat er veranderd is tijdens de totstandkoming van de uiteindelijke uitvoering van het schoonmaaksysteem.

6.1 Uitwerking deeltaken

Voordat er daadwerkelijk een 3D-model is opgezet is er een lijst gemaakt met de deeltaken van het schoonmaaksysteem. Hierin is voor iedere deeltaak beschreven wat er gedaan moet worden, hoe dit gedaan wordt en waarom op een bepaalde manier. Door deze aanpak wordt er op voorhand nagedacht over de oplossingen van de deeltaken en kunnen deze met anderen besproken worden. Zo zijn de op en aanmerkingen van anderen tijdig te verwerken in het uiteindelijke schoonmaaksysteem. De oplossingen voor de deeltaken zijn beschreven in bijlage VI. Voor een aantal deeltaken is er in de conceptfase al een oplossing aangedragen, bij deze oplossingen is nogmaals bekeken of er eventueel een ander betere oplossing voor is. De deeltaken die het concept moet vervullen zijn de volgende:

- OPD binnen halen
- OPD positioneren
- OPD dragen
- OPD in trilling brengen
- Constructie omkeren en blokkeren
- PGC ondersteunen
- Vuil opvangen
- Onderdelen dragen

6.2 Proces verloop

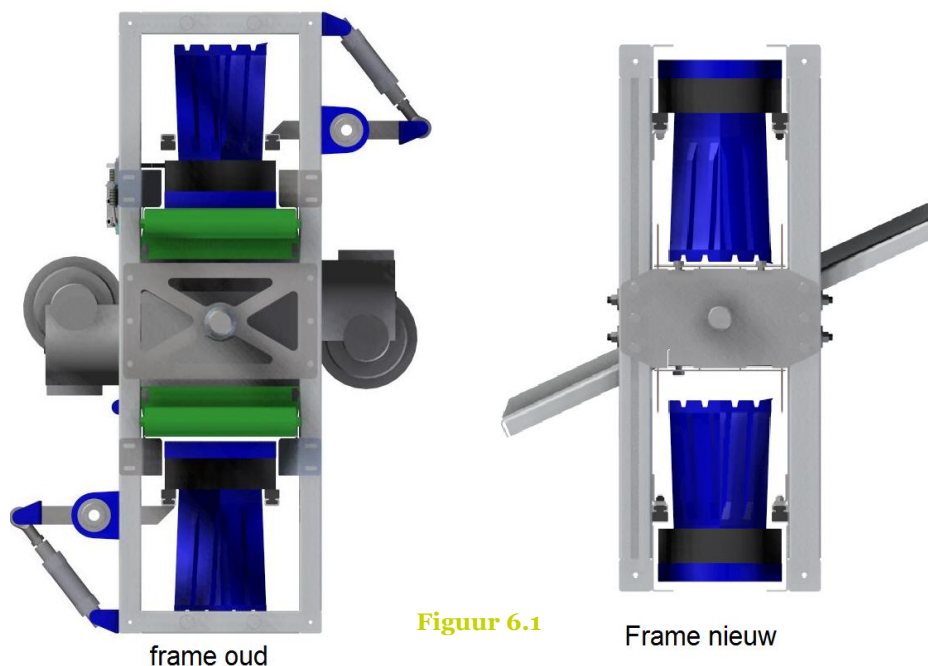
Na het opstellen van de deeltaken en het bespreken hiervan is er begonnen met het uitwerken van het 3D model. Dit model is eenmaal per week gepresenteerd tijdens het R&D overleg. Tijdens dit overleg is verantwoord waarom bepaalde keuzes zijn gemaakt, en waarom bepaalde onderdelen verwerkt zijn in het systeem. Ook wordt er tijdens dit overleg gebrainstormd over eventuele oplossingen voor de problemen die men tegenkomt.

Na een aantal weken is tijdens een R&D besprekingen besloten dat het schoonmaaksysteem tijdens het uitwerken te complex is geworden. Dit heeft te maken met de beperkte ruimte om de (bewegende) onderdelen weg te werken, en dat deze veelal op het draaiende frame geplaatst moeten worden. Het andere grote nadeel van het concept is dat het binnenwerk te zwaar is. Dit binnen frame dient in korte tijd omgedraaid te worden. Een hoog gewicht resulteert samen met de korte draaitijd tot een hoog benodigd motorvermogen. Het zware binnenwerk is de danken aan de twee complete BTR banden die er in verwerkt zijn.

Door deze minpunten van het uitgewerkte concept is er een nieuw idee ontstaan. Bij het nieuwe idee worden de OPD's van de band getild door middel van een ronddraaiend frame. Hierna is de conclusie getrokken dat het zinvol is om de haalbaarheid van dit idee te onderzoeken. Dit is gedaan door het idee uit te schetsen tot een nieuw concept. Dit concept is uitgewerkt tot een geschetst 3D model. Tijdens het opstellen van het nieuwe model zijn meerdere voordelen van het nieuwe idee naar boven gekomen. De voordelen van het nieuwe concept zijn:

- Het rond te draaien frame is minder zwaar
- Minder complex systeem
- Bewegende onderdelen hoeven niet op draaiend frame geplaatst te worden
- Geen bedrading of luchtslangen op draaiend frame nodig

De schets en de bijhorende bevindingen zijn in het daaropvolgende R&D gesprek besproken. Hier is de conclusie getrokken dat het nuttig en haalbaar is om een nieuw model te maken. Het frame van het nieuwe concept is qua opbouw en het principe niet veel veranderd ten opzichte van het gekozen concept. In figuur 6.1 is het vooraanzicht van het oude en het nieuwe concept te zien.



Figuur 6.1

7 Uiteindelijk schoonmaaksysteem

Tijdens het uitwerken van het schoonmaaksysteem is een aantal onderdelen anders geworden dan zoals deze op voorhand bedacht waren. Dat deze onderdelen anders zijn komt door dat het tijdens het uitwerken bleek dat het of te complex is, niet past of niet gaat werken. In dit hoofdstuk wordt de werking van het schoonmaaksysteem uitgelegd. Als eerst wordt de werking in het algemeen beschreven. Hierna wordt de doorloop van de cyclus beschreven alsmede met de onderdelen die daarvoor gebruikt worden. In bijlage IX zijn de werktekeningen te vinden waarmee het schoonmaaksysteem geproduceerd kan worden.

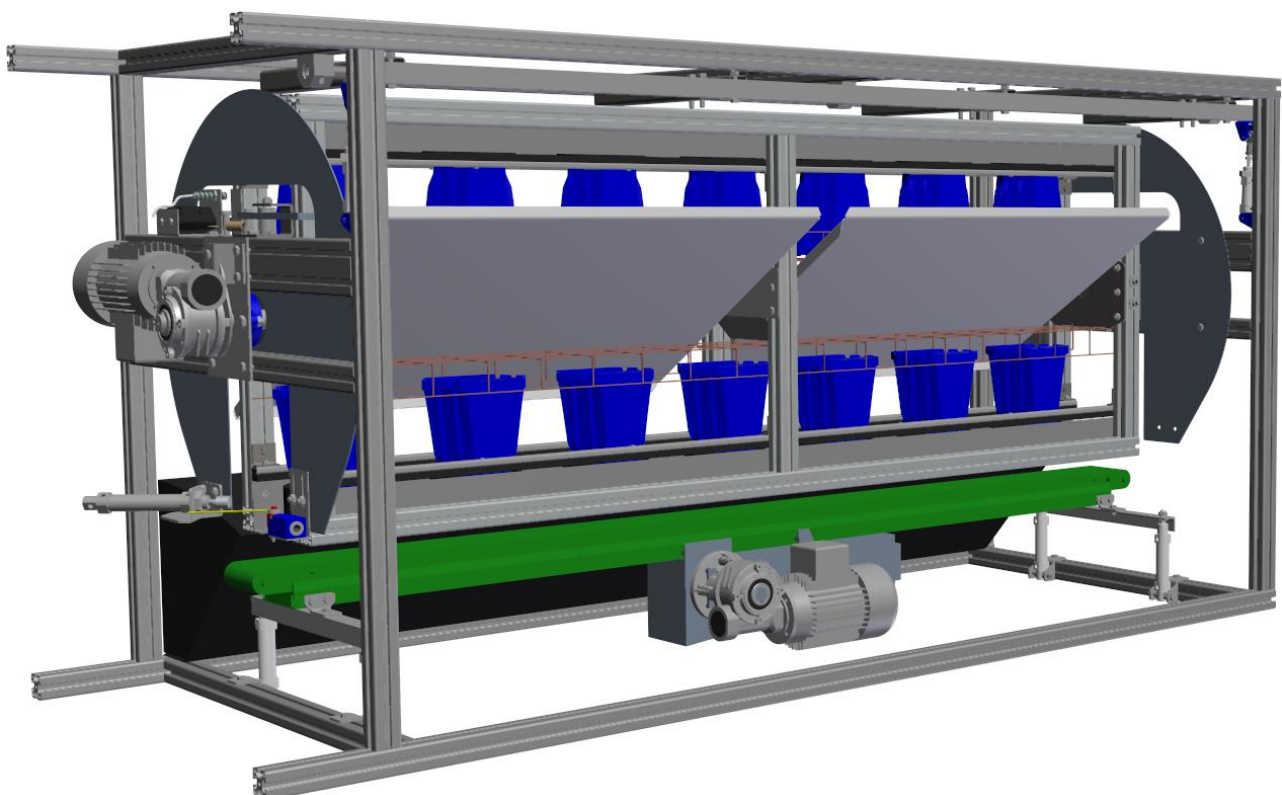
Het normaallucht verbruik van het schoonmaaksysteem bedraagt $1.11 \text{ m}^3/\text{uur}$ (zie hoofdstuk 2.7 van bijlage V voor berekening). Het elektrische verbruik van het schoonmaaksysteem zal rond 0.8 kWh liggen. Dit verbruik komt vooral door het vermogen van de twee elektromotoren (0.37 kW). De rest van het vermogen komt van de besturingskast, schakelaars en sensoren.

De bouwkosten van de machine zullen waarschijnlijk liggen rond de 1280,- bedragen. Onderbouwing van deze kosten zijn te vinden in hoofdstuk 2.8 van bijlage V.

7.1 Werking

Het uiteindelijke systeem bestaat uit twee hoofd onderdelen, het buitenframe en het binnen frame. Het binnenframe is binnen in het buitenframe opgehangen op twee draaipunten (zie figuur 7.1). Het binnenframe kan zich in het geheel ronddraaien binnen in het buiten frame. In dit binnenframe passen batches van zeven OPD's. Doordat het frame rond draait wordt een batch met OPD's omgekeerd. Als de OPD's zijn omgekeerd valt een groot gedeelte van het vuil uit de OPD's. Het overige vuil wordt losgeklopt door middel van een kloppermechanisme dat op het buitenframe is bevestigd. Terwijl het vuil wordt losgeklopt lopen de schone OPD's het systeem uit en komen vuile OPD's het systeem binnen. De doorlooptijd van één batch duurt 8.42 seconden (zie hoofdstuk 1 in bijlage V voor de berekeningen)

Ter verduidelijking van de handelingen die het schoonmaaksysteem moet doen is er een opzet van het besturingsschema gemaakt. Hierin is voor iedere stap te zien wanneer, op welke moment, en onder welke voorwaarden deze uitgevoerd dient te worden. Deze flowchart diagram is terug te vinden in bijlage VII.

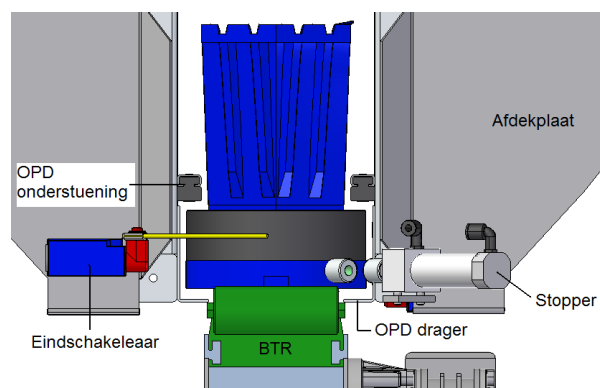


Figuur 7.1

7.2 Doorloop cyclus

De eerste stap van de cyclus is het binnen halen van de schoon temaken OPD's. De OPD's wordt het schoonmaakstelsel binnengehaald door middel van een BTR. Dit is geen standaard BTR. De BTR is versmald naar een bandbreedte van 100 mm. Dit zodat de band tussen twee 'OPD dragers' passen (zie figuur 7.2). De BTR draait waardoor de OPD's de machine binnenkomen. De voorste OPD wordt gestopt door de uitgeschoven 'stopper'. De stopper is een dubbelwerkende pneumatische cilinder met dop op de zuigerstang bevestigd.

Als er zeven nieuwe OPD's klaarstaan zakt de BTR c.a. 30 mm naar beneden. Dit is gerealiseerd met poten die op en neer bewegen met behulp van twee pneumatische cilinders (zie hoofdstuk 4 in bijlage V voor de berekening). Als de band naar beneden is gezakt trekt de stopper de zuiger weer in. De OPD's staan nu op de OPD dragers. Nu heeft het binnenframe de ruimte om zich om te draaien. De afdekplaten aan beide uiteinden van de band zorgen ervoor dat de OPD's niet uit het schoonmaakstelsel kunnen vallen.

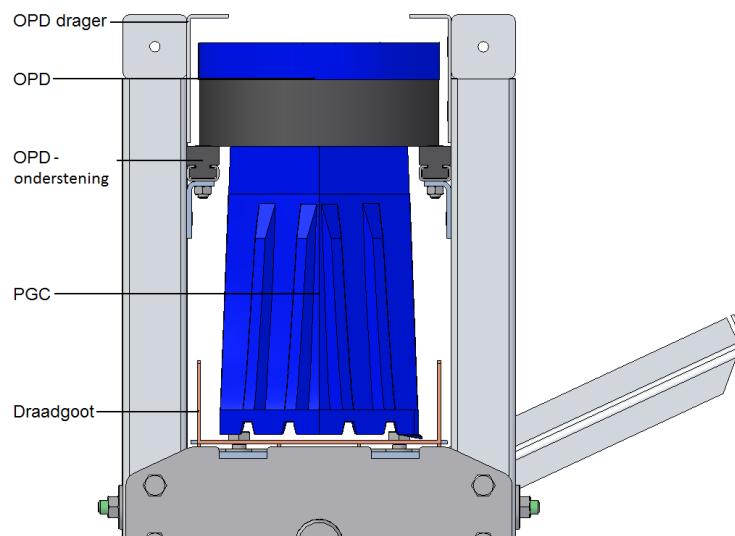


Figuur 7.2

Als het binnenframe in zijn geheel is omgedraaid steunt de OPD op de 'OPD ondersteuning'. Omdat de OPD eerder wordt opgevangen dan de PGC, valt de PGC 25 mm naar beneden. De PGC wordt opgevangen door een draadgoot (zie figuur 7.3) Deze draadgoot is een standaard onderdeel.

Hierdoor hoeft
speciaal
worden wat

dit onderdeel niet
geproduceerd te
scheelt in de kosten.

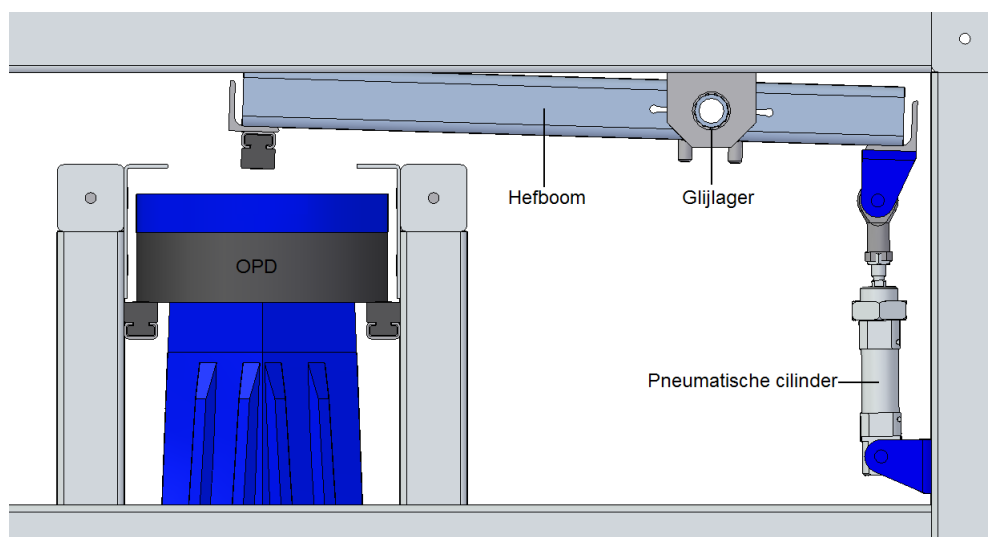


Figuur 7.3

Als de OPD's zijn omgekeerd en er een ruimte is ontstaan tussen de OPD en de PGC kan het vuil losgeklopt worden. Het loskloppen van het vuil wordt gerealiseerd door middel van een klopmechanisme. Dit klopmechanisme is op het buitenframe bevestigd. Dit heeft als voordeel dat het draaiende binnenframe minder zwaar is en dat er geen luchtdruk op dit frame aanwezig hoeft te zijn.

Het kloppen gebeurt door middel van hefboommechanisme waar een kunststofstrip is bevestigd (zie figuur 7.4) . Het hefboommechanisme zorgt er voor dat er met een standaard cilinder voldoende snelheid gegenereerd kan worden. Dit hefboommechanisme zorgt er ook voor dat de cilinder niet direct boven de OPD's geplaatst hoeven te worden. Dit houdt het schoonmaaksysteem compact. De hefboomconstructie is opgehangen op drie kunststof glijlagers.

Voor berekening klappermechanisme zie hoofdstuk 2.2 bijlage V hoofdstuk 4.



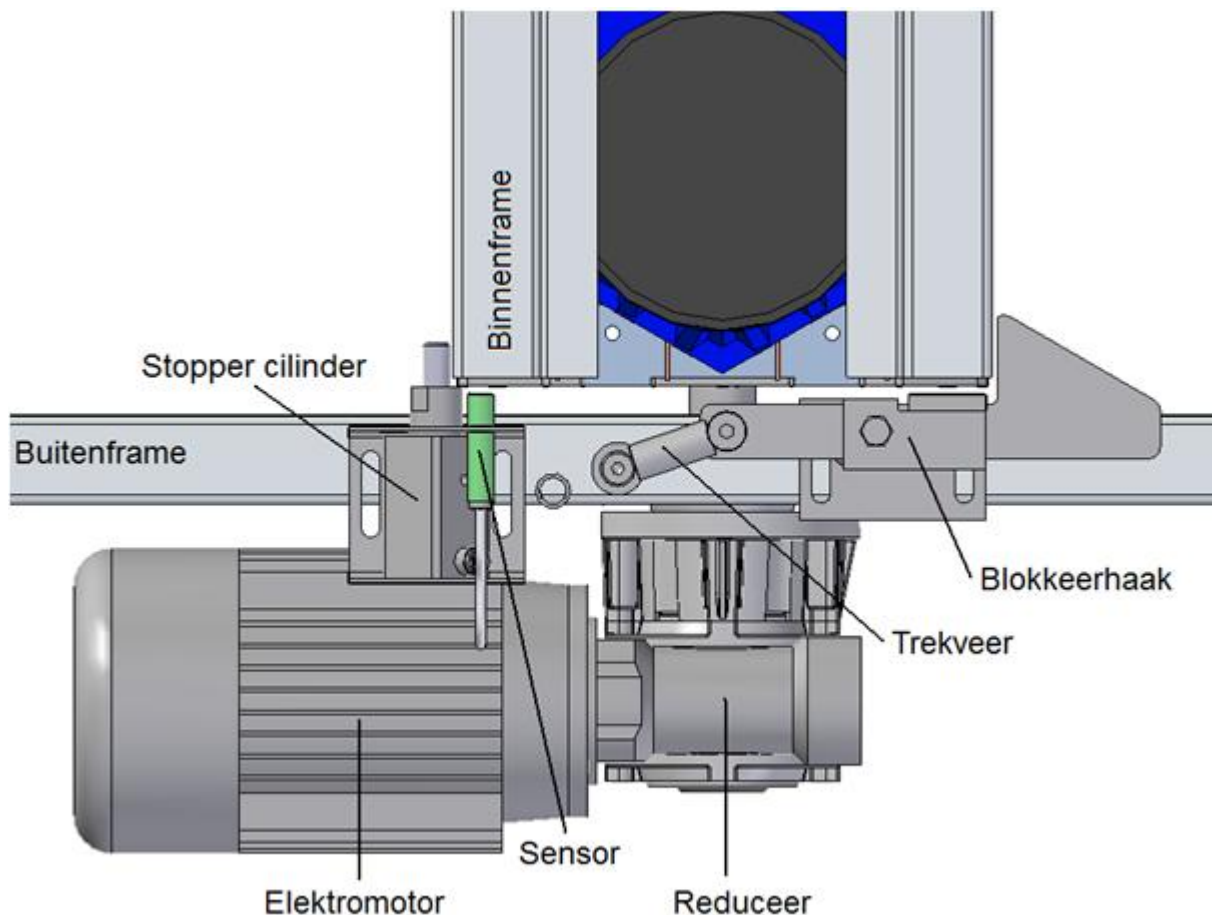
Figuur 7.4

Om het binnenframe om te draaien wordt er gebruik gemaakt van een elektromotor die op het buitenframe is gemonteerd. De plaatsing van de motor is goed te zien in bovenaanzicht van figuur 7.5 en het totaalbeeld in figuur 7.1. De elektromotor is direct op de as geplaatst die het binnenframe omdraait.

Informatie over de elektromotor en de berekeningen zijn terug te vinden in hoofdstuk 2.3 van bijlage V.

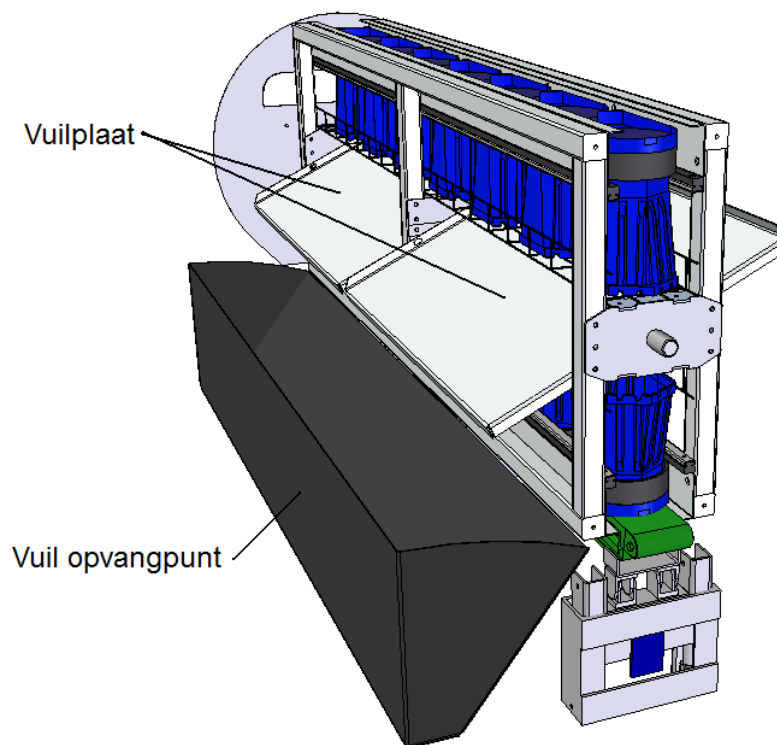
Het blokkeren van het binnenframe wordt gerealiseerd door middel van een stoppercilinder (zie figuur 7.5). Deze stoppercilinder trekt zich terug als een batch met OPD's is schoongemaakt. Dit geeft het binnenframe de ruimte om door te draaien.

De blokkeerhaak zorgt ervoor dat het binnenframe niet terug kan draaien. Deze haak is uitgevoerd met een schuine kant. Als het frame hier tegen aanloopt schuift de blokkeerhaak opzij. Door een veer wordt de blokkeerhaak weer naar zijn beginpositie gebracht en kan het frame niet terug draaien. Een optische sensor bepaald of het frame gepositioneerd is en geeft een signaal dat het schoonmaken, en aan de andere kant van het binnenframe het vullen en het legen kan beginnen.



Figuur 7.5

Het vuil dat uit de OPD valt moet worden opgevangen op een centraal punt. Dit wordt gerealiseerd door twee platen schuin tussen de twee batches te plaatsen (zie figuur 7.6). Deze platen staan onder een hoek van 30° en geleiden het vuil naar de opvangbak. Het binnenframe loopt tegen de klok in (gezien vanuit positie in figuur 7.6). Door deze draairichting zal het vuil wat eventueel op de plaat is blijven liggen alsnog van de plaat glijden. Het vuil wordt opgevangen in het vuil opvangpunt. Deze bak is uit te klappen naar buiten het buiten frame. Hier kan het vuil er uit gehaald worden. De manier waar dat op gebeurt is afhankelijk van de wensen van de teler.



Figuur 7.6

8 Conclusie en aanbevelingen

Conclusie

Na het onderzoek doen naar, en het ontwikkelen van een schoonmaaksysteem zijn de volgende conclusies te trekken:

- Het bark laat het best los met behulp van trillingen,
- Het bark blijft in de huidige situatie voor het merendeel klem zitten tussen de ribben van de Ovale Plantdrager,
- Het bark zit regelmatig ingesloten tussen de Ovale Plantdrager en de Plant Groeicel,
- Het stofzuigersysteem werkt niet goed omdat deze het vuil aan de rand van de Ovale Plantdrager aandrukt. Ook zit het vuil opgesloten tussen de Ovale Plantdrager en de Plant Groeicel. In beide situaties wordt het vuil niet goed verwijderd.
- Het is van belang dat een nieuw opgeleverd Plant Order Systeem direct wordt uitgevoerd met een goed schoonmaaksysteem. Hierdoor voorkomt men dat het vuil stevig vast komt te zitten,
- De vervuiling zorgt voor een groot aandeel aan storingen binnen een Plant Order Systeem,

Aanbevelingen

Mijn aanbeveling is om met behulp van het bijgeleverde tekeningenpakket een prototype van het door mij ontwikkelde schoonmaaksysteem te fabriceren. Dit prototype kan dan in een werkend Plant Order Systeem geplaatst worden. Om een goede indicatie te krijgen naar het functioneren van het schoonmaaksysteem dient het circa een half jaar in bedrijf te zijn. Vervolgens zal er naar de conditie van de OPD's gekeken moeten worden.

WPS Horti Systems doet er verstandig aan het schoonmaaksysteem in een Plant Order Systeem te plaatsen met *schone* Ovale Plantdragers. Dit zorgt er voor dat het schoonmaaksysteem de tekortkomingen van het huidig in gebruik zijnde schoonmaaksysteem niet hoeft te overtreffen. Het nieuw ontwikkelde schoonmaaksysteem zou onnodig aangepast worden, als de beginsituatie niet zuiver is geweest. Verder adviseer ik om het in een kleine Plant Order Systeem te plaatsen waardoor de Ovale Plantdragers vaak door het schoonmaaksysteem komen.

De constructie voor het omkeren van de Ovale Plantdragers vormt op zichzelf staand al een groot voordeel voor WPS Horti Systems. Door de Ovale Plantdragers om te keren valt het merendeel van het vuil al uit de OPD. Mocht er in de toekomst behoefte zijn om een ander schoonmaakmethode toe te passen, dan kan het huidige schoonmaaksysteem hiermee uitgevoerd worden.

De punten die nog verder uitgewerkt dienen te worden zijn de volgende:

- Verwerking opgevangen vuil
- Geluidsniveau meten en eventueel maatregelen treffen
- Uitwerken van subonderdelen van de BTR 100
- Besturingsprogramma opstellen voor het schoonmaaksysteem
- Uitgebreide risicoanalyse

9 Bronnen

Literatuur

Hoogland, W. en Dik, R. , *Rapport over rapporteren*. 5^e druk, Groningen, 2006.

Russel C. Hibbele, *Mechanica voor technici* *Dynamica*. 1998

Websites

groothuis-droogijsreiniging.nl	Informatie over droogijs reinigen
item24.de	Info over ITEM onderdelen
mak.nl	Leverancier Chiaravalli motoren Nederland
wpsshortisystems.nl	Site van WPS Horti System

rest

CHB Catalogus	Catalogus over elektromotoren en reductoren
SMC Corporation	Onderdelen boek SMC

10 Verklarende woordenlijst

Bark	Gemalen boomschors, word gebruikt als teeltbodem voor Orchideeën
Batch	Het werken met meerdere producten tegelijk
BTR	Afkorting voor: Bandtransporteur. Transportband voor het transporteren van Ovale Plantdragers
Cyclus	Periode/tijdkring, gekenmerkt door telkens dezelfde gebeurtenissen
dB(A)	De eenheid waarin de sterkte van het geluid door mensen wordt waargenomen. Dit geeft een verhouding weer tussen decibels en frequenties
GTR	Afkorting voor: Gordeltransporteur. Transportband die opgebouwd is uit een smalle gordel die over een goot heen loopt en waarop Ovale Plantdragers stilgezet kunnen worden
Insert	Ronde kunststof beker die in de Ovale Plantdrager wordt geplaatst om de potplant of Plant groei cel stabiel te kunnen plaatsen
OPD	Afkorting voor: Ovale Plantdrager Kunststof onderstel die stabiel transport van de plant mogelijk maakt
OPD-	Een Ovale Plantdrager zonder Plant Groei Cel
OPD+	Een Ovale Plantdrager met Plant Groei Cel
PGC	Afkorting voor: Plant groei cel Plastic vaas om plant te ondersteunen tijdens de groei
POS	Afkorting voor: Plant Order Systeem. Afleversysteem dat automatisch planten verwerkt van de teelttafels tot het inpakstation
R&D	Research and Development (onderzoek en ontwikkeling)
Teelttafels	Tafels waar de planten om gestald worden tijdens hun groeiproces
WPS	Afkorting voor Walking Plant System. Systeem voor het transporteren van potplanten

Bijlage

OPD schoonmaaksysteem



Bijlage I. plan van aanpak

Plan van aanpak

OPD+ Schoonmaaksysteem

29-11-2011
Hagse Hogeschool
Lowie van Wingerden

1 WPS Horti Systems

WPS Horti Systems is gespecialiseerd in het ontwerpen en realiseren van logistieke oplossingen voor in de glastuinbouwsector. Een van de toonaangevende onderdelen van WPS is het automatiseren van potplantkwekerijen.

Het eerste systeem dat WPS Horti systems heeft aangelegd is een transportsysteem voor potplanten; het zogenoemde ‘Walking Plant System’. het vervoeren van planten was de enige functie van dit systeem.

Het Walking Plant System is echter steeds meer geautomatiseerd en bruikbaar gemaakt voor diverse bloemen en planten. Uit de ontwikkeling van dit systeem is het ‘Plant order systeem’ ontstaan. Bij dit systeem is iedere plant gecodeerd doormiddel van een chip. Met behulp van meetinstrumenten en camera’s kan het systeem eigenschappen van de plant aangeven, zoals bijvoorbeeld de grootte, het aantal bloemen, kleur van het bloemblad. Doordat deze gegevens in het transportsysteem verwerkt kunnen worden kan de kweker eenvoudig mengkarren samenstellen naar de wens van de klant.

2 Probleem en Doelstelling

Het “Walking Plant System” is het hoofdproduct van WPS Horti Systems. Dit WPS systeem is een teeltsysteem dat doormiddel van transportbanden, die over goten lopen, potplanten door het bedrijf vervoert. Deze planten blijven op de in de kas geplaatste goten staan totdat de planten volgroeid zijn, vervolgens worden deze door de transportbanden weer naar de schuur verwerkingshal getransporteerd en verder verwerkt voor verhandeling. WPS Horti Systems levert complete systemen vanaf het oppotten tot aan het afleveren van de volgroeide plant.

Door gebruik te maken van dit systeem wordt de ruimte binnen een tuinbouwbedrijf veel efficiënter benut. Verder zorgt dit systeem voor een arbeidsbesparing en een lager energieverbruik per plant.

Om het teeltproces te kunnen automatiseren is het nodig om de potplant op een onderstel te plaatsen, dit wordt een OPD(Ovale Plant Drager) genoemd. Voor bepaalde potplanten wordt er eerst een PGC (Plant groei Cel) op de OPD geplaatst en daar wordt vervolgens de plant in geplaatst. De functie van de PGC is het beschermen van de bladeren en bloemen tijdens de groei en transport van de plant.

De combinatie van een OPD met een PGC wordt aangeduid als een OPD+.

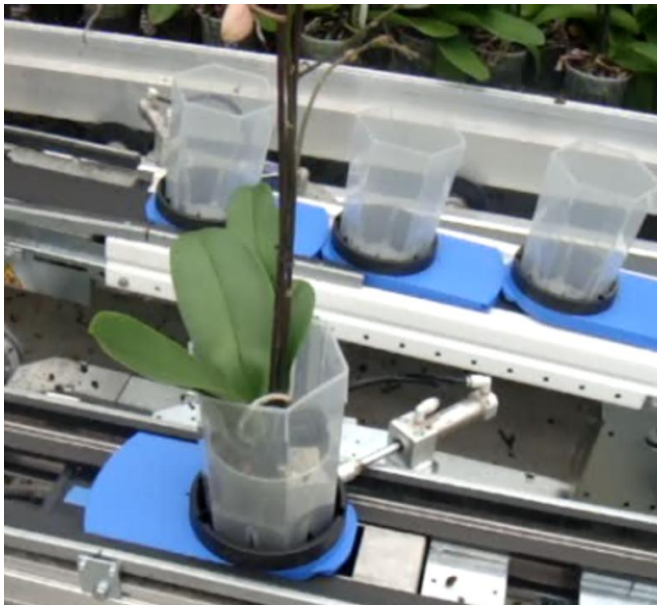
Aan het eind van het groeiproces wordt de plant uit de OPD+ gehaald, er blijft echter wel een deel vervuiling achter van de plant en de potgrond, bark of ander materiaal waar de plant in opgegroeid is.

3 Projectopdracht

De projectopdracht is het onderzoeken van een mogelijkheid/mogelijkheden om de OPD+ te reinigen, nadat de volgroeide plant eruit is en voordat er een jonge plant in komt. Een OPD+(zie foto) is een OPD (blauw) met daarop PGC (doorschijnend) geplaatst. Er moet voor worden gezorgd dat de machine die de OPD's reinigt in lijn past met de rest van het systeem.

De taken die hierbij horen zijn de volgende:

- Vooronderzoek reinigingssystemen
- Het onderzoeken van de vervuiling, hoe veel is het en hoe erg kan het vastzitten
- Testen van vervuiling op grondigheid en hoeveelheid
- Het ontwerpen van een machine die de OPD+ reinigt
- Het uitwerken van de machine in technisch tekenpakket
- Het onderzoeken en vastleggen van benodigde componenten



OPD+

4 Projectgrenzen en afbakening

pakket van eisen en wensen.

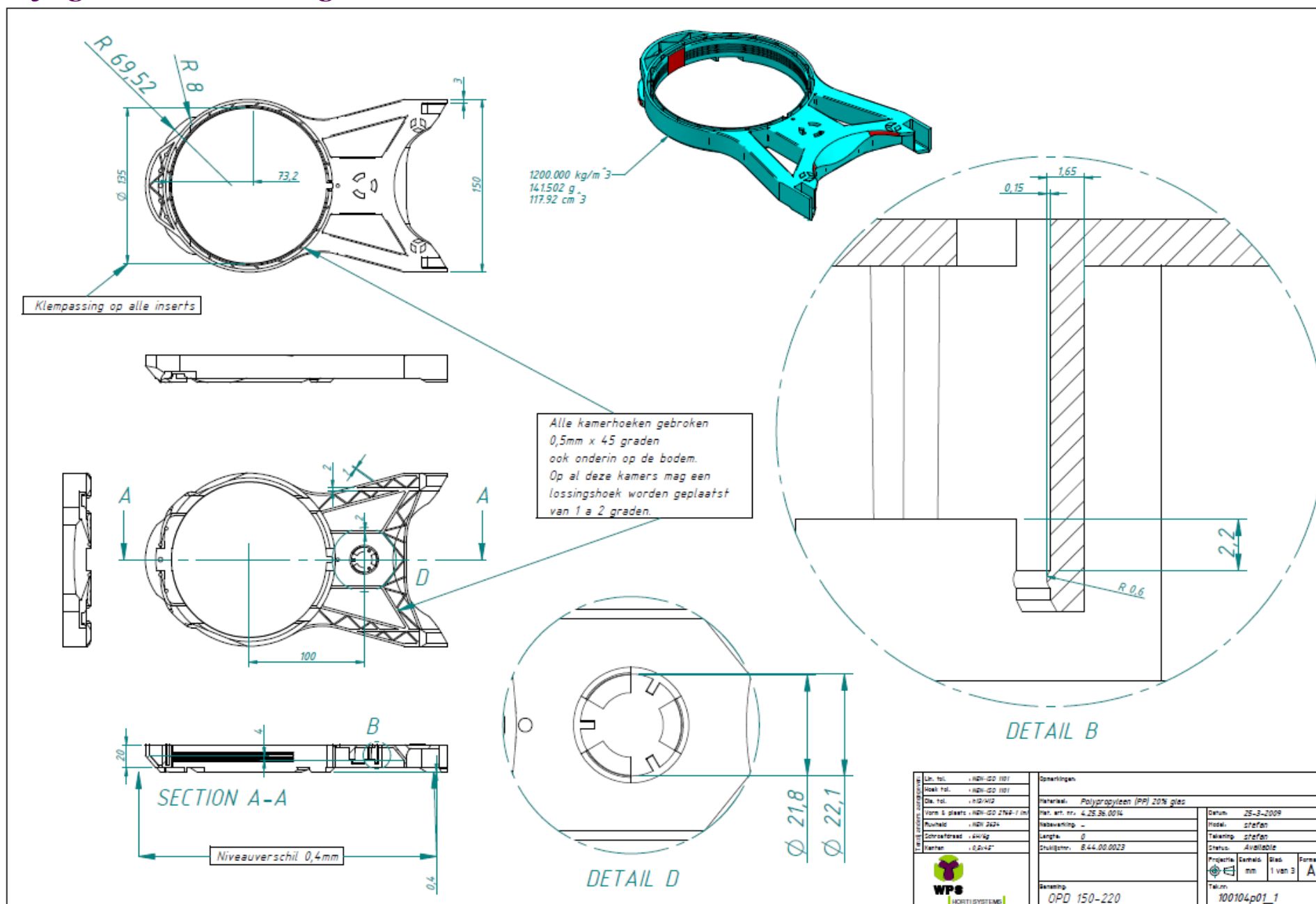
- Het systeem mag geen hinderlijk geluid maken (<75 Decibel)
- Het systeem moet 50% minder energie verbruiken dan het huidige systeem (stofzuiger)
- Het systeem moet de PGC en OPD ontdoen van grond, bark en andere bestanddelen, ongeacht of deze droog of nat is.
- Het systeem mag de doorvoer van overige OPD's niet stopzetten, of deze op een andere manier hinderen.
- Het systeem moet in lijn te plaatsten zijn met de standaard transportbanden van de OPD's
- Afmetingen systeem maximaal 2mx1mx1m

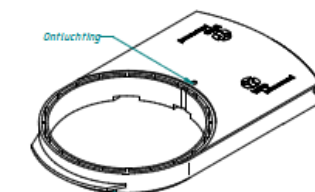
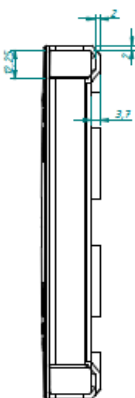
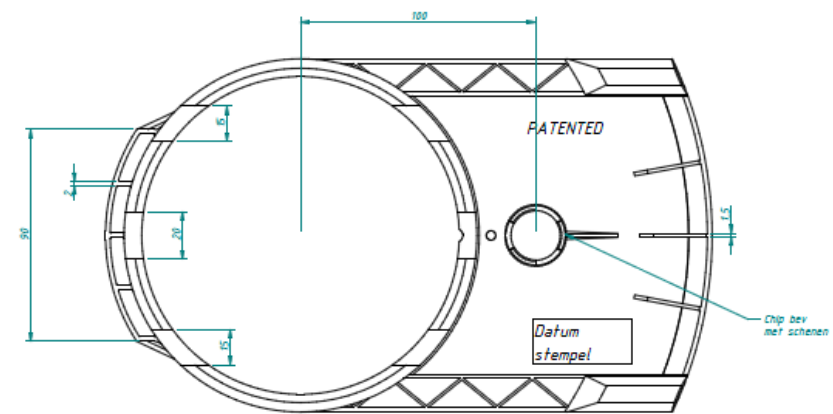
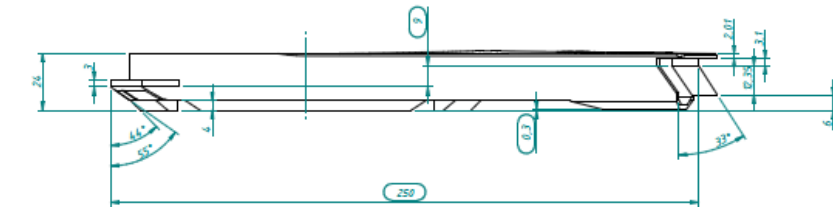
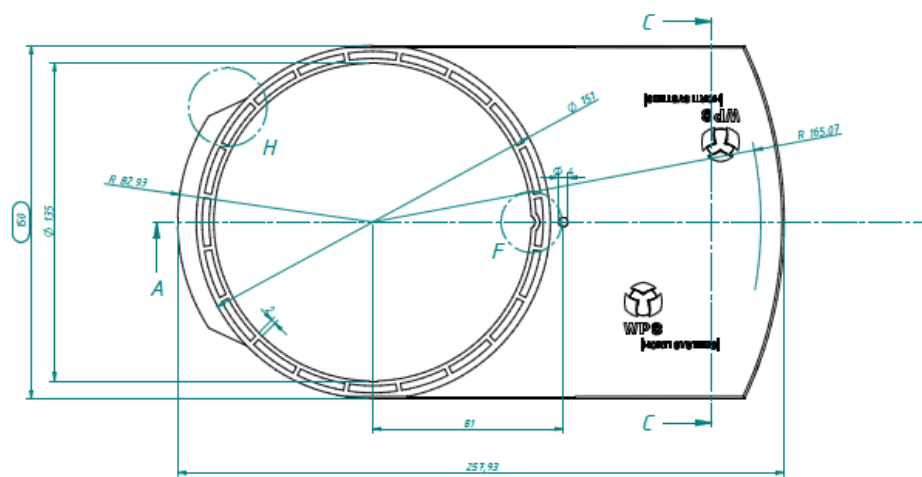
5. Planning

Taak	Week1 29/8	Week2 5/9	Week3 12/9	Week4 19/9	Week5 26/9	Week6 3/10	Week7 10/10	Week8 17/10
Onderzoek vervulling OPD								
Onderzoek schoonmaak methodes								
Concepten ontwerpen								
Ontwerpen machine								
Benodigde componenten bepalen								
Testen principe/ Prototype bouwen								
Rapporteren								

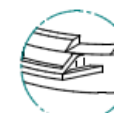
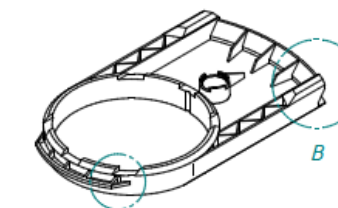
[illegible]

Bijlage II. Werktekeningen OPD's

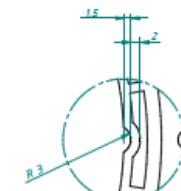




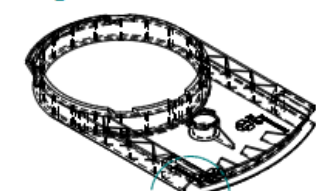
Dichtheid: 1200,000 kg/m³
 Volume: 126,292 cm³
 Masse: 0,152 kg



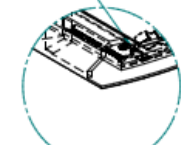
DETAIL E



DETAIL F



Materiaal wegname voor besparing
 van materiaal en gewicht 3



DETAIL D



DETAIL H

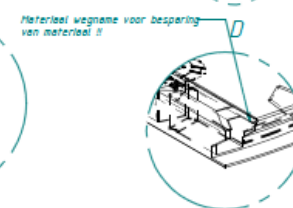
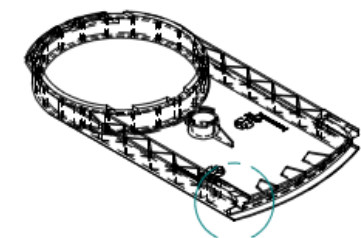
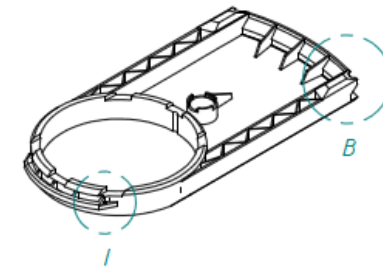
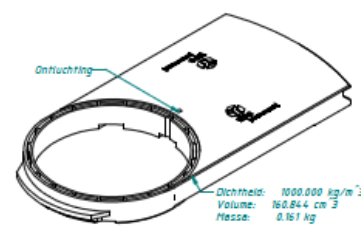
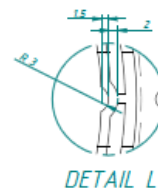
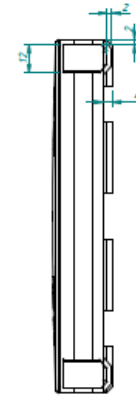
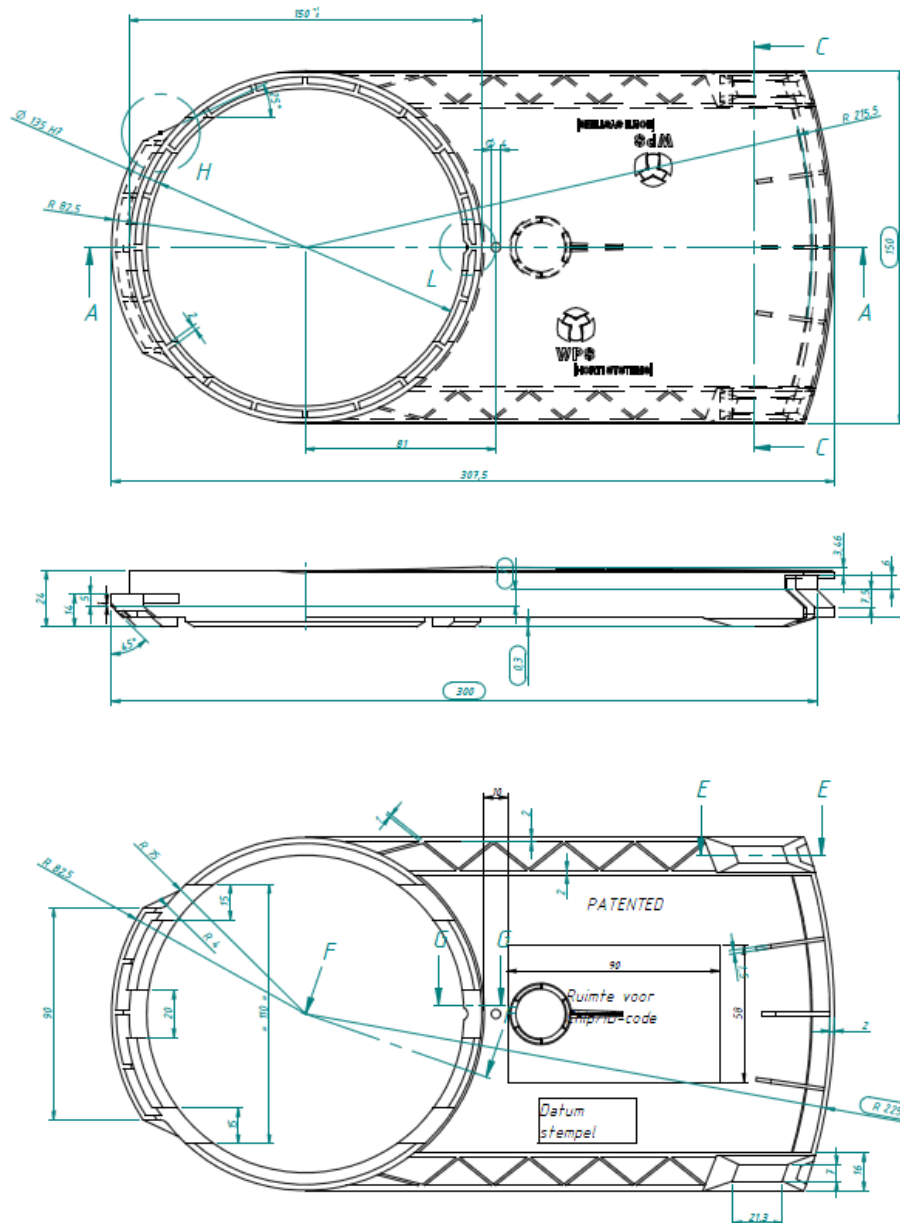


DETAIL B

Alle zichtdelen uitvoeren in vonk structuur.
 Firma naam gladder en duidelijk zichtbaar
 maken (hoger dan oppervlak ±0.1mm).

Definitief

Doc. nr.	100-02-101	Opmerkingen	
Revisie nr.	100-02-101	Revisie	100-02-101
Doc. nr.	100-02-101	Revisie	100-02-101
Revisie nr.	100-02-101	Revisie	100-02-101
Revisie nr.	100-02-101	Revisie	100-02-101
Revisie nr.	100-02-101	Revisie	100-02-101
Revisie nr.	100-02-101	Revisie	100-02-101
Revisie nr.	100-02-101	Revisie	100-02-101
Revisie nr.	100-02-101	Revisie	100-02-101
Revisie nr.	100-02-101	Revisie	100-02-101



2	Transportchip beschrijving (Detail J)	WIP®	2
1	Transportchip centreer module (Detail L)	WIP®	2
Rev.	Constructie	Revisie	2000

Ontluchting

Dichtheid: 1000.000 kg/m³
 Volume: 160.844 cm³
 Massa: 0.161 kg

B

I

D

DETAIL D

Alle zichtdelen uitvoeren in vonk structuur.
 Firma naam gladder en duidelijk zichtbaar
 maken (hoger dan op pervlak ±0.1mm).

Ruimte volgens NEN 3034	Maatregelen volgens NEN 2365	Materialen: -	Vereniging: -	Vorm- en plaatstal: volgens NEN 3311
Project:	Detail: 15-2-2005	Detail: 15-2-2005	Detail: 15-2-2005	Detail: 15-2-2005
Project:	Detail: 15-2-2005	Detail: 15-2-2005	Detail: 15-2-2005	Detail: 15-2-2005
Project:	Detail: 15-2-2005	Detail: 15-2-2005	Detail: 15-2-2005	Detail: 15-2-2005
Project:	Detail: 15-2-2005	Detail: 15-2-2005	Detail: 15-2-2005	Detail: 15-2-2005

WIP®

WIP® SYSTEMS

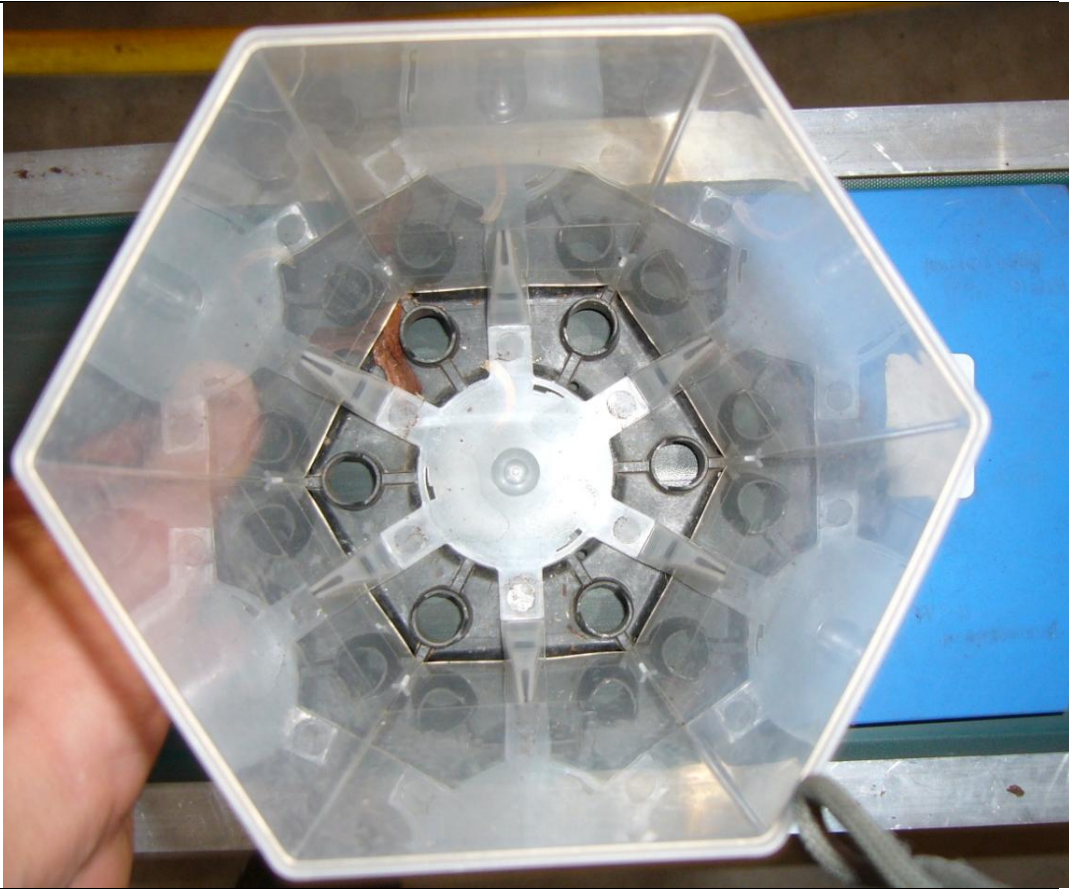
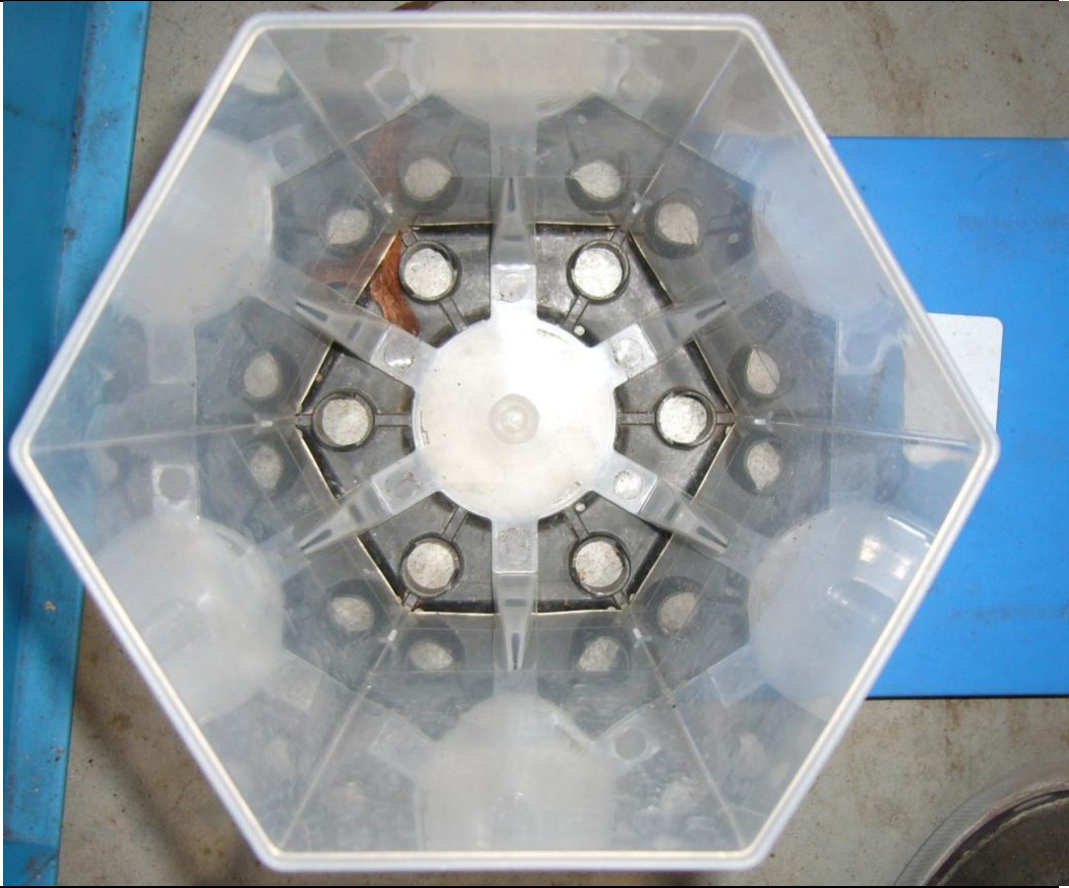
OPD 150-300 Centreer module

WIP®

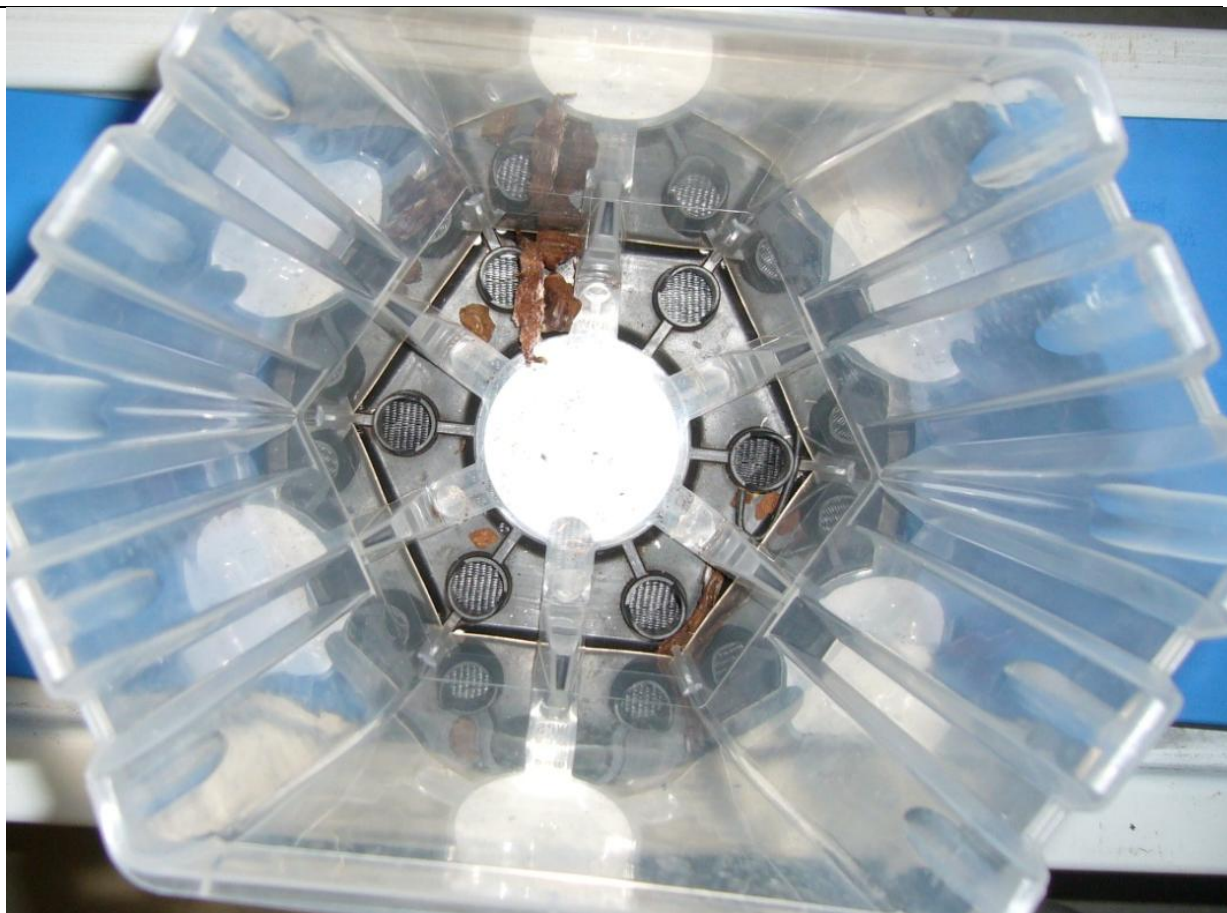
Alle afmetingen zijn in mm. Alle afmetingen zijn in mm. Alle afmetingen zijn in mm. Alle afmetingen zijn in mm. Alle afmetingen zijn in mm.

59

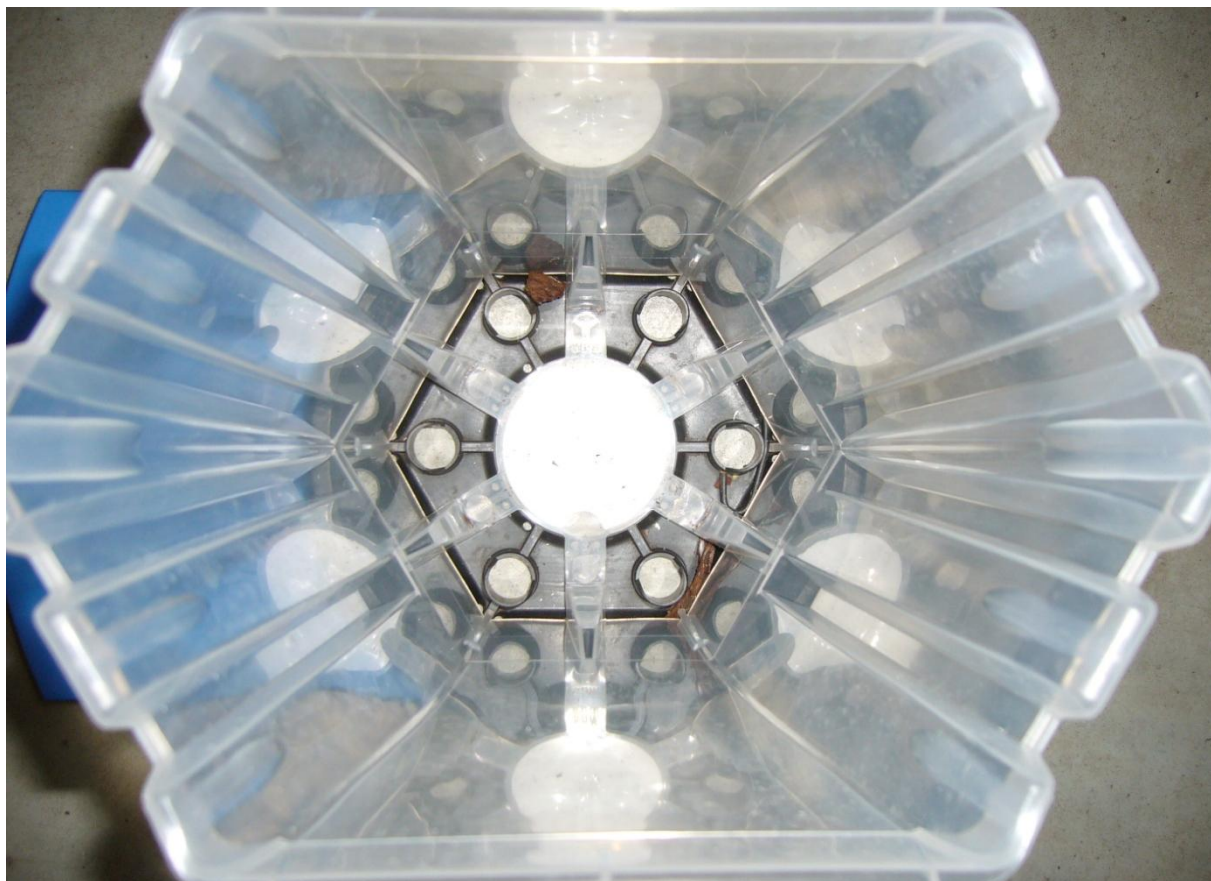
Bijlage III. Vervuiling OPD's

Voor zuigerunit OPD+	 A top-down view of a hexagonal, transparent plastic OPD+ unit. The unit is clean and clear, showing a central circular hub with eight radial spokes. Each spoke terminates in a small, dark, circular opening. The unit is being held by a hand, and a blue surface is visible in the background.
Na zuigerunit OPD+	 A top-down view of the same hexagonal, transparent plastic OPD+ unit, now heavily contaminated with a thick, white, powdery substance. The powder is visible in the central hub, along the radial spokes, and in the small circular openings. The unit is still being held by a hand, and the blue background is visible.

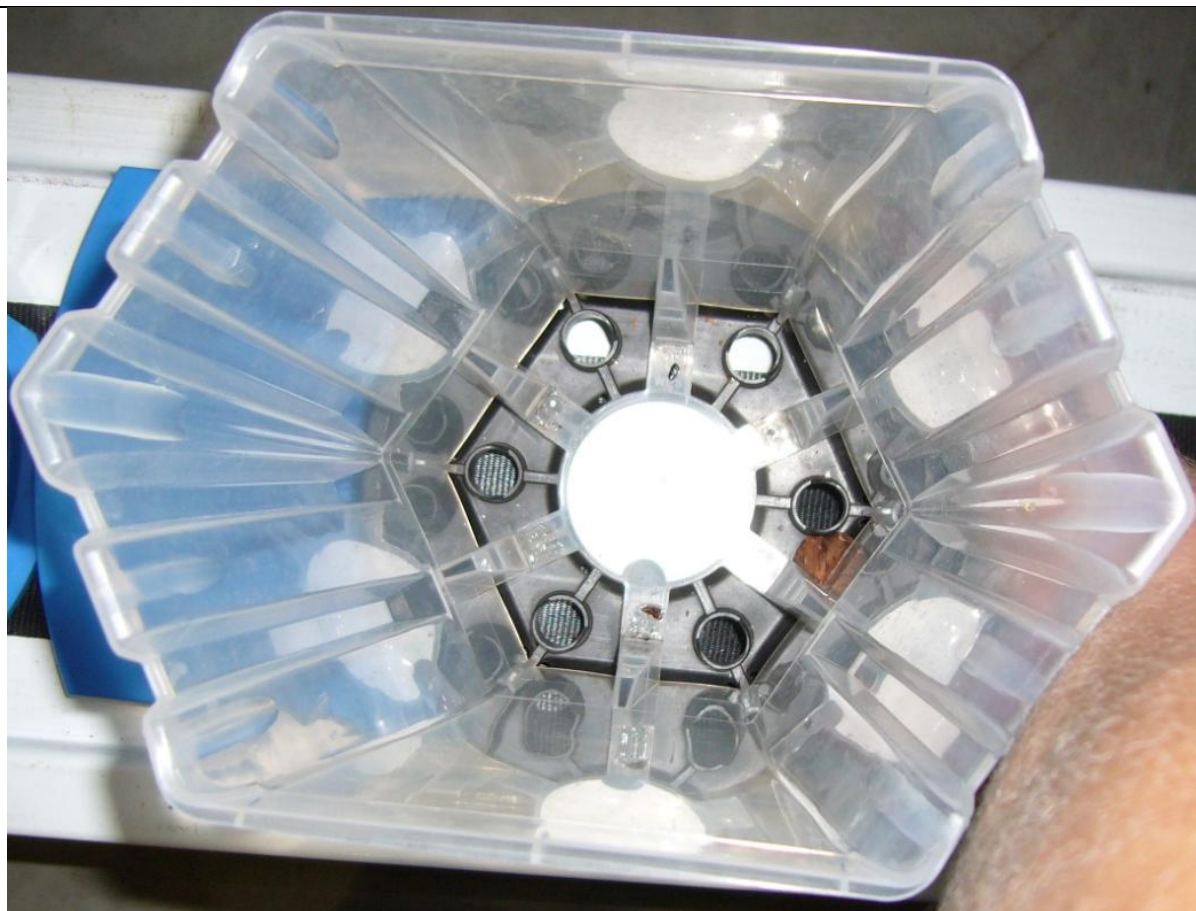
Voor zuigerunit
OPD+



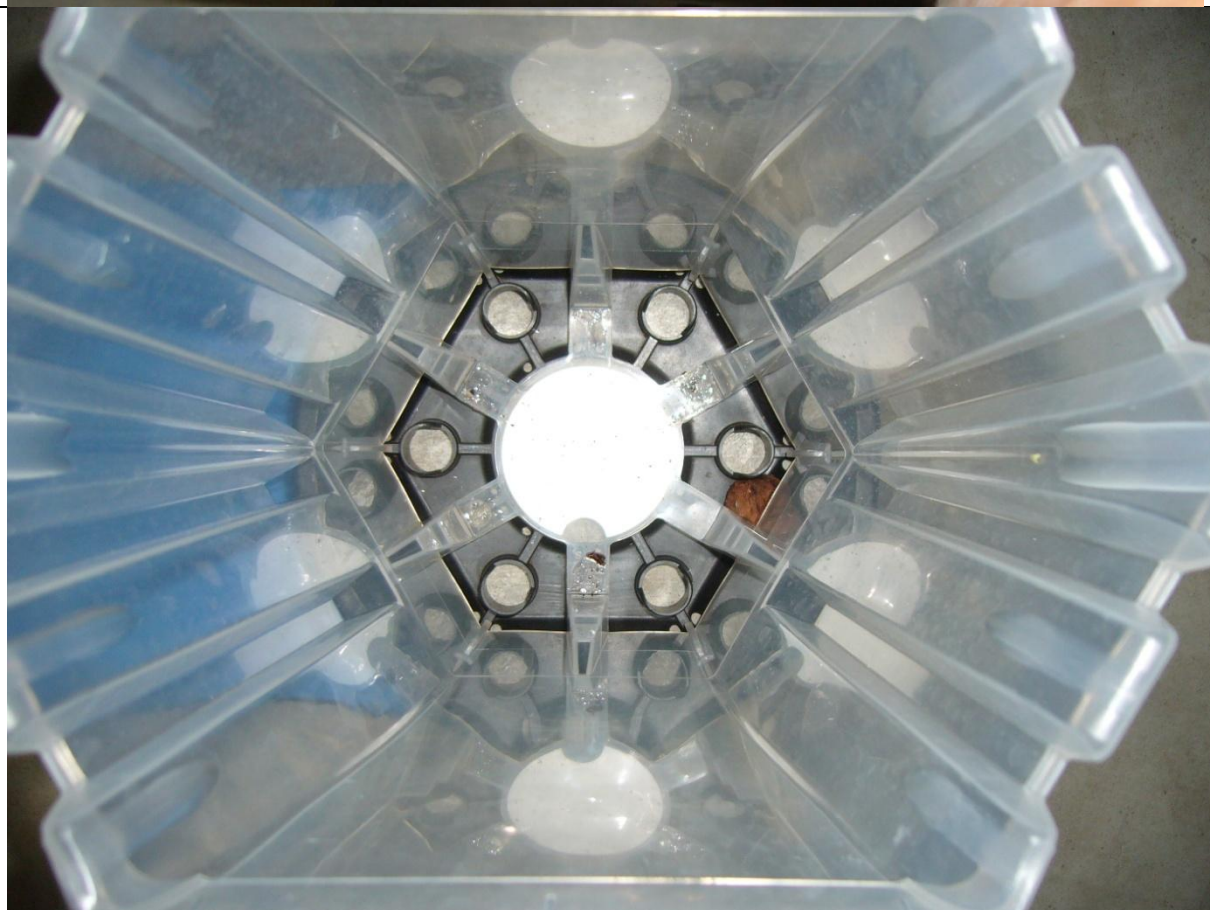
Na zuigerunit
OPD+



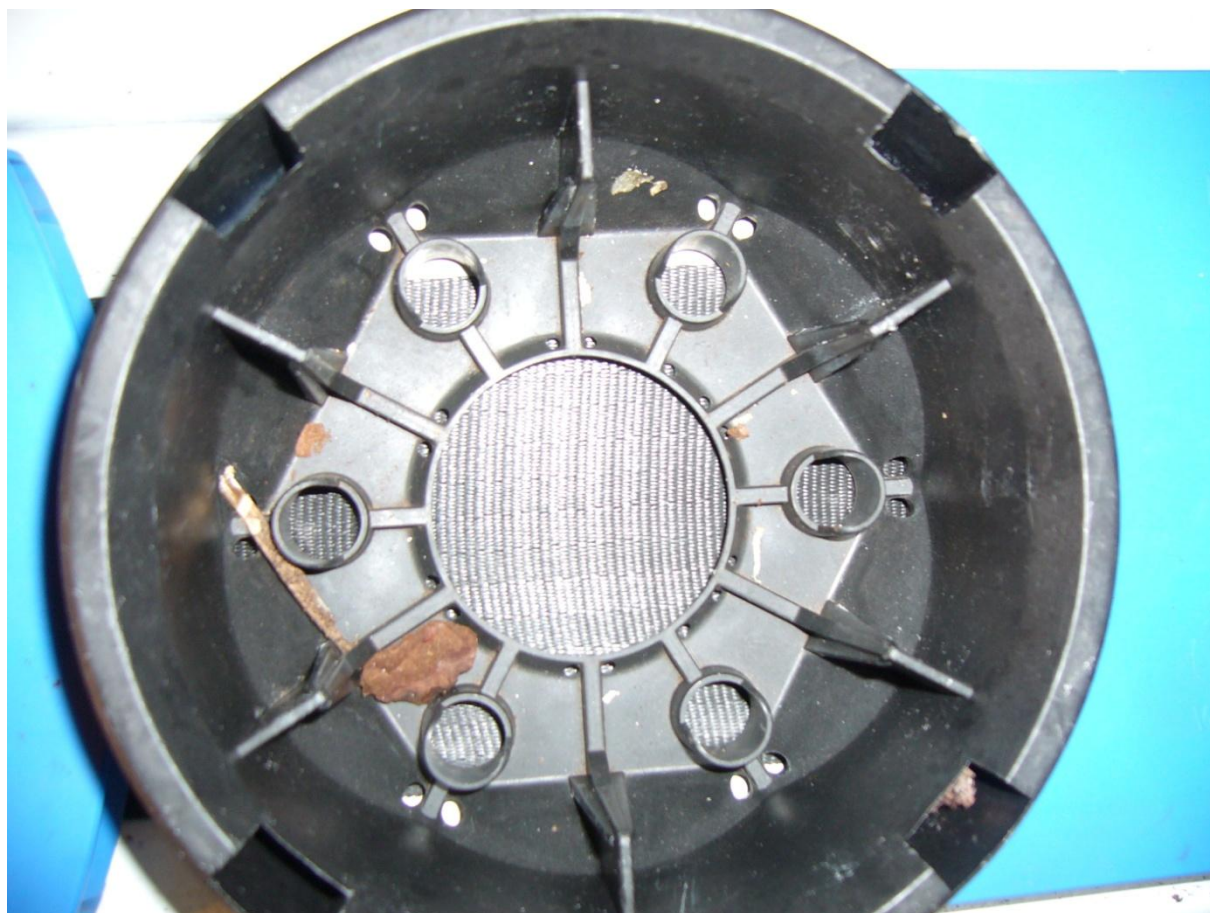
Voor zuigerunit
OPD+



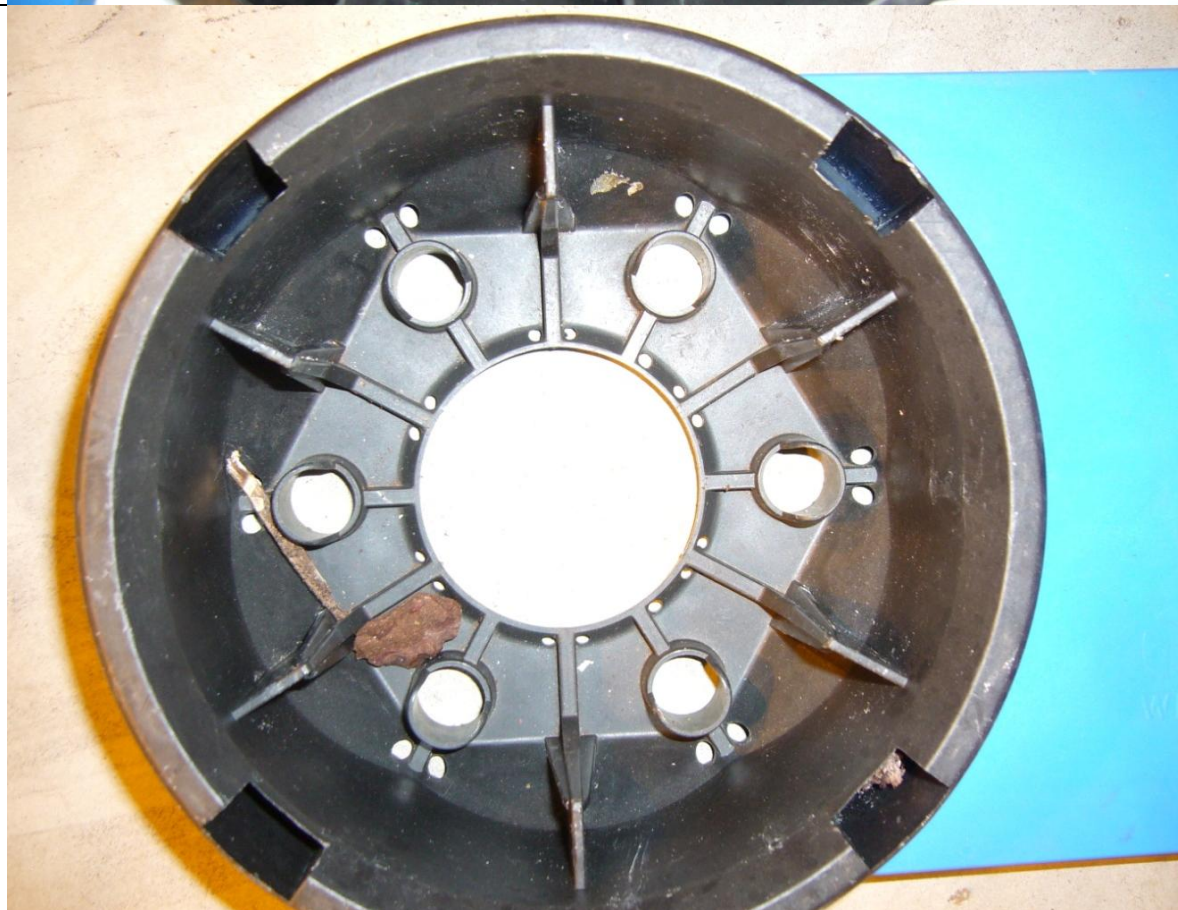
Na zuigerunit
OPD+



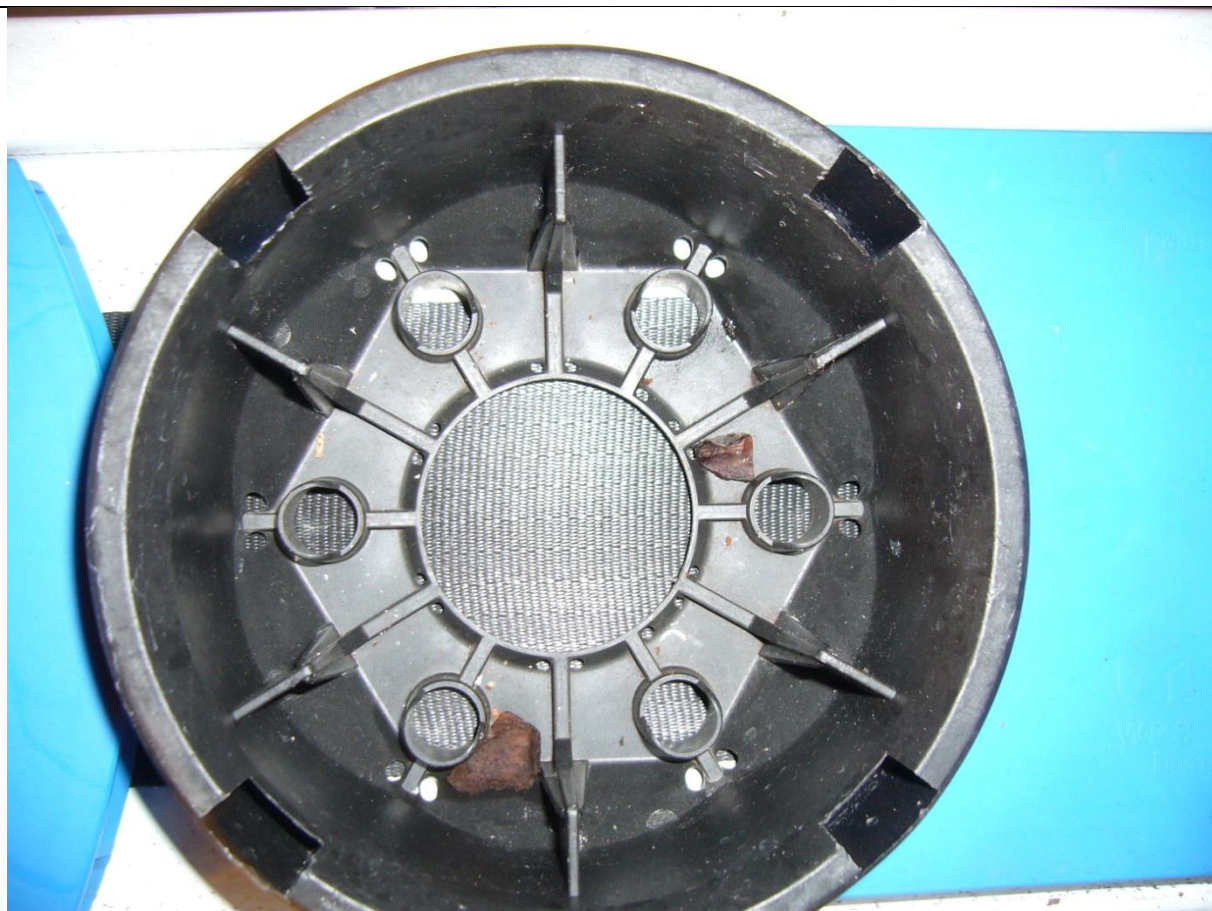
Voor zuigerunit
OPD-



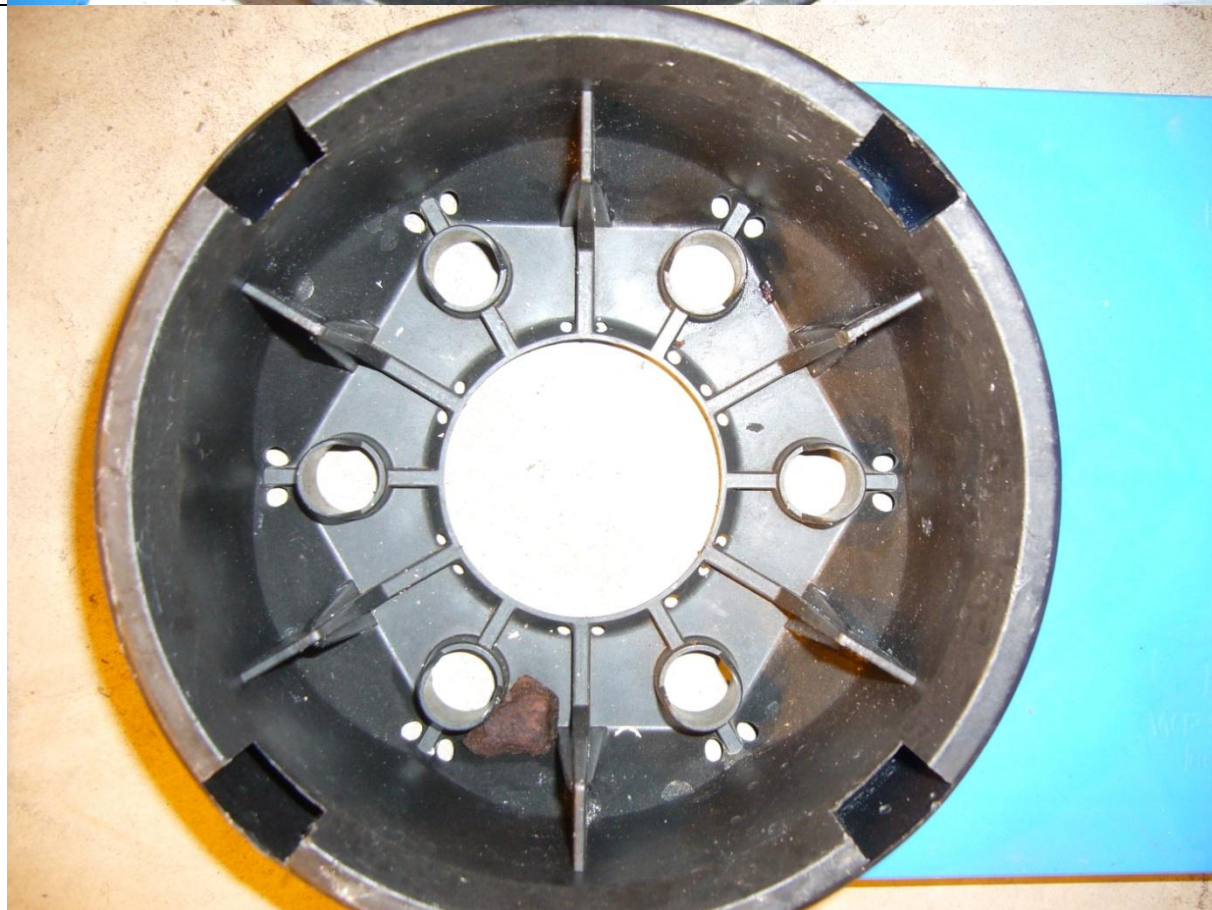
Na zuigerunit
OPD-



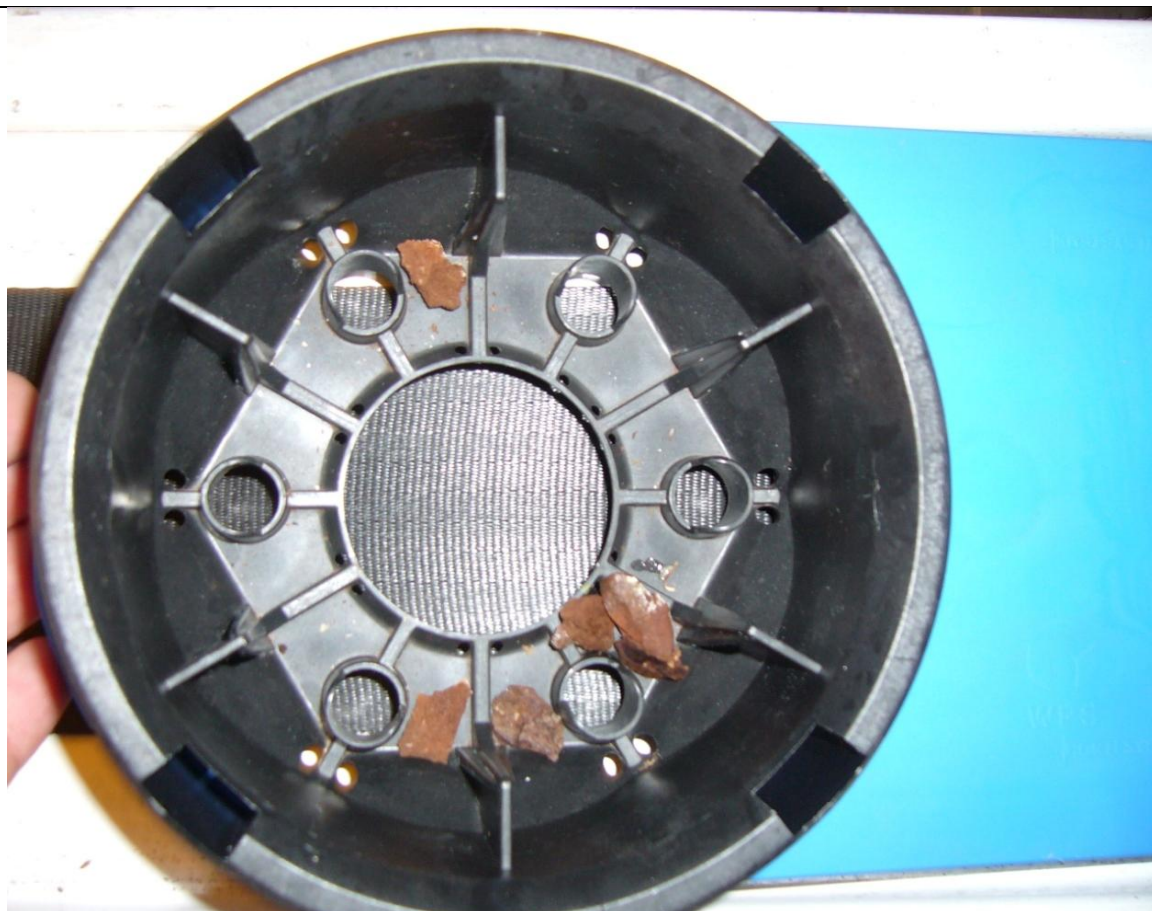
Voor zuigerunit
OPD-



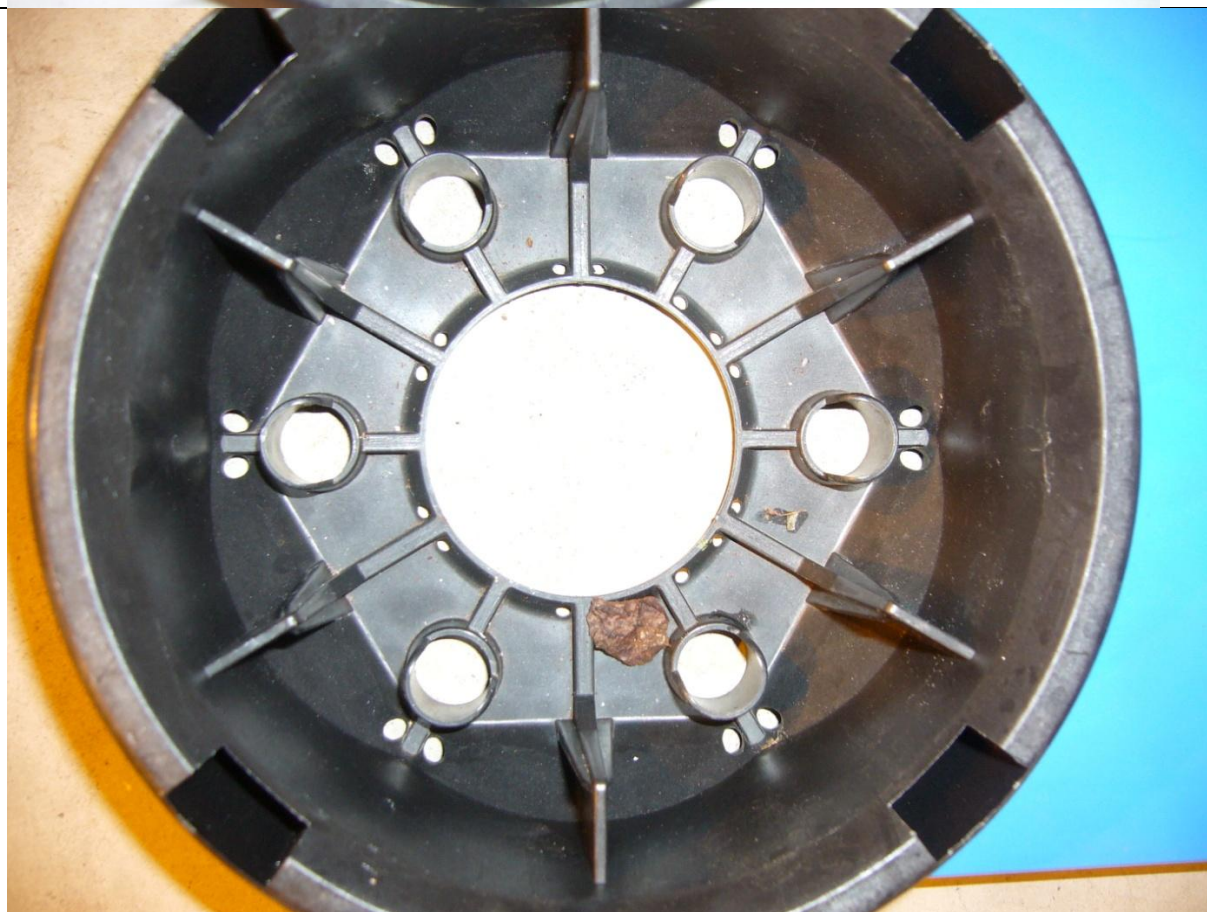
Na zuigerunit
OPD-



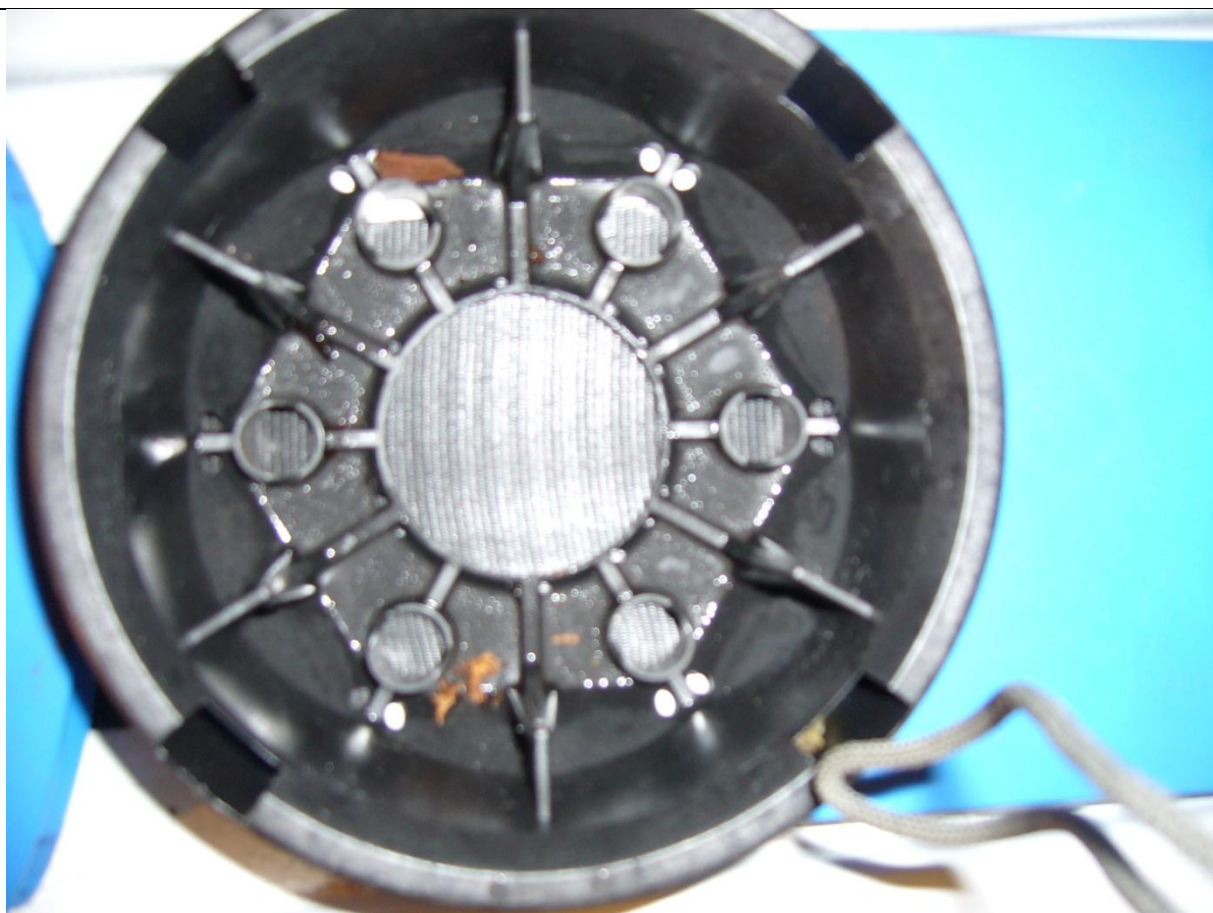
Voor zuigerunit
OPD-



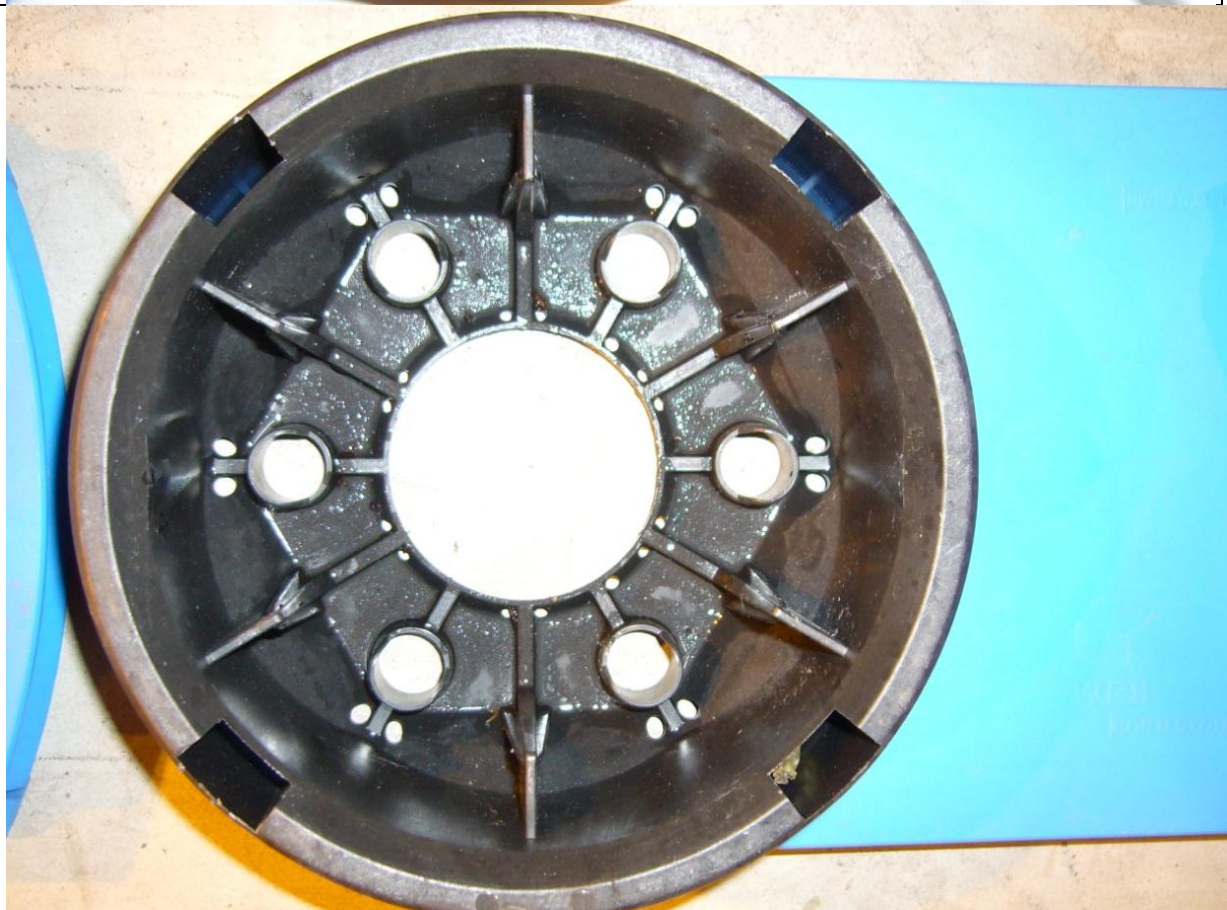
Na zuigerunit
OPD-



Voor zuigerunit
OPD-



Na zuigerunit

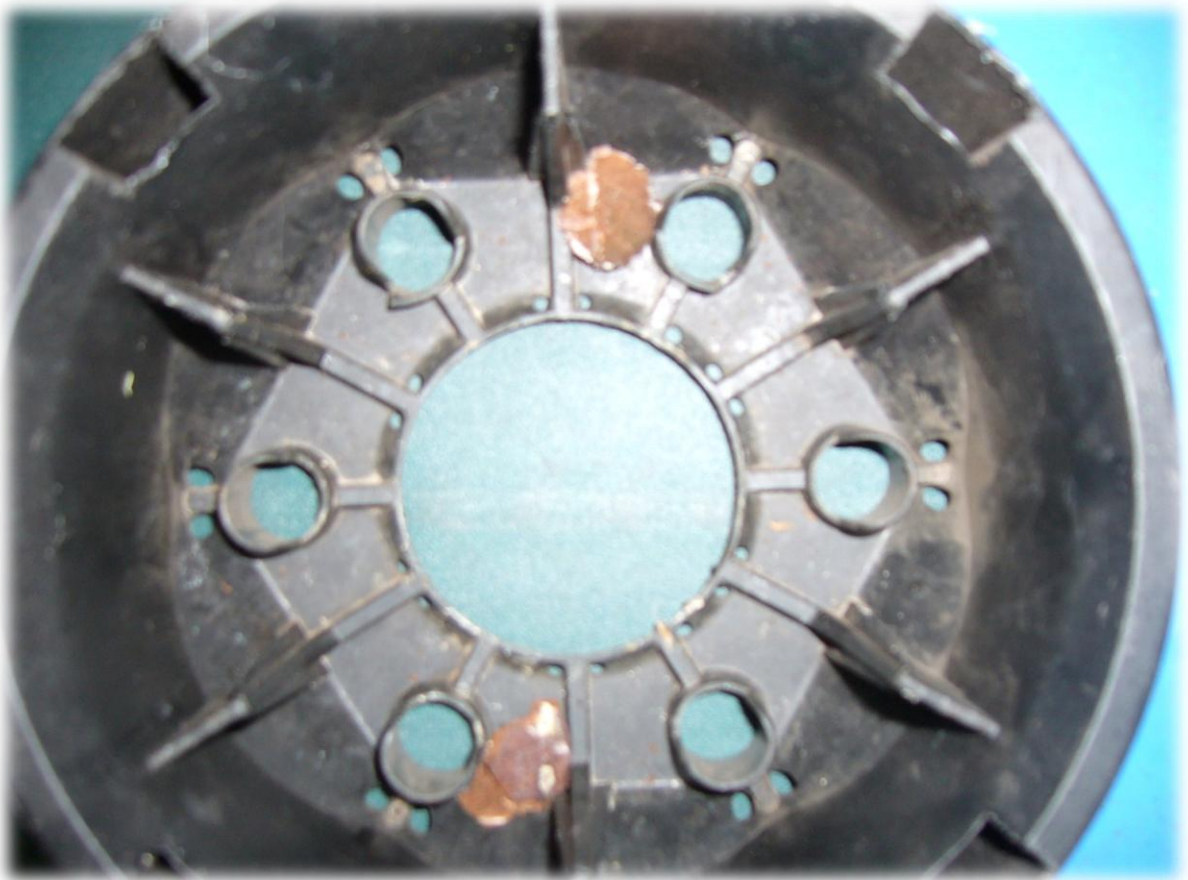


Bijlage IV. Testrapport

OPD
VERVUILING

TESTRAPPORT

29/11/2011



Lowie van Wingerden

Inhoud

- 1 Inleiding
- 2 Test opstellingen
 - 2.1 Trillen
 - 2.2 Blazen
 - 2.3 Borstelen
 - 2.4 Prikken
- 3 Resultaten
 - 3.1 Testen droog
 - 3.2 Testen nat
 - 3.3 Totaal overzicht
- 4 Onderzoek Trillen
 - 4.1 testresultaten trillen
 - 4.2 Overzicht resultaten
- 5 Conclusie

1 Inleiding

Om te testen hoe het vuil reageert op verschillende schoonmaakmethodes zijn er een aantal tests uitgevoerd. Zowel voor als na de test is er een foto van de OPD gemaakt, zo is altijd te achterhalen wat het resultaat van de desbetreffende test was. Iedere test wordt uitgevoerd met 10 OPD's met droog bark en 10 stuks met nat bark. Iedere proef OPD is gemaakt door een hoeveelheid bark in de OPD te gooien en deze vervolgens met een PGC aan te drukken. Om de verschillende methodes te testen zijn er een aantal testopstellingen gefabriceerd. Deze testopstellingen worden in hoofdstuk 1 van dit testrapport beschreven.

Het resultaat van de verschillende testen is visueel beoordeeld. Bij het onderzoek is het aantal barkdelen voor en na de test geteld. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen barkdelen die per stuk klem zitten of die in groepen of ophopingen klemzitten. Dit omdat een volledige groep meestal tegelijkertijd loskomt omdat de groep slechts door één of twee barkdelen wordt tegengehouden. Een barkgroep wordt in het testrapport aangeduid met een [g]. Een andere mogelijkheid om de vervuiling te testen is door de OPD voor en na de test te wegen. Er is echter voor gekozen om dit niet te doen in verband met de zeer lage massa van de barkdeeltjes. Ook zorgt de sterk verschillende massa van de deeltjes voor een onnauwkeurige meting.

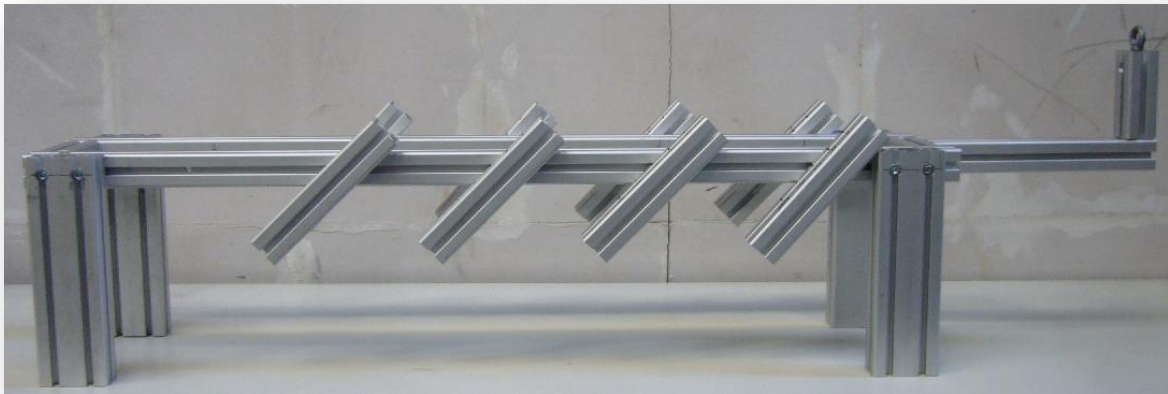
Na het onderzoek is er een ranglijst opgesteld van de schoonmaakmethodes. Deze is gerangschikt naar hoe veel schoner de OPD is geworden ten opzichte van de aanvang van de test.

2 Test opstellingen.

Om het effect van de verschillende schoonmaakmethodes te testen zijn er een aantal testopstellingen geconstrueerd. In dit hoofdstuk worden deze testopstellingen beschreven.

2.1 Trillen

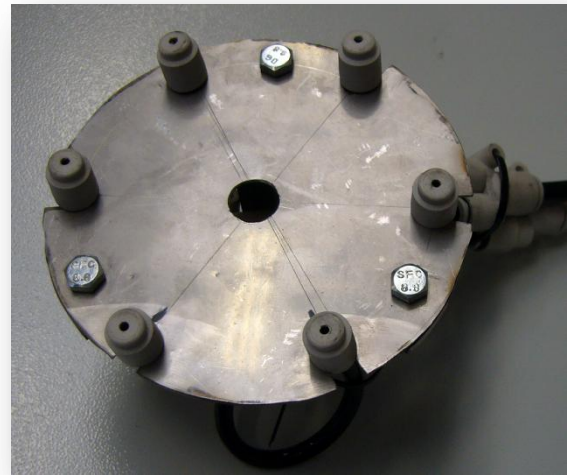
Om te testen of het vuil loskomt door trillingen is er een ‘trilbaan’ gemaakt. Deze trilbaan is uitgevoerd met uitsteeksels (Zie figuur 1), hier wordt doormiddel van touw die aan de OPD bevestigd de OPD over de baan heen geleid. Door gebruik te maken van een stuk touw worden de opgewekte trillingen niet of nauwelijks gedempt of anderzijds beïnvloed. De uitsteeksels zijn doormiddel van een boutmoer verbinding in hun hoek en hoogte verstelbaar. De lengte van de baan is 1000mm met een breedte van 165mm. Er zijn tests uitgevoerd met een val hoogte van 30 mm en een valhoogte van 60mm. Bij een hoogte van 30 mm is de steekafstand tussen de stekels is 140mm. Bij een afstelling van 60 mm zijn twee stekels verwijderd en is de steek 280mm. Het verwijderen van twee uitsteeksels zorgt ervoor dat de OPD volledig op de baan valt en niet door de volgende uitsteeksel wordt opgevangen.



Figuur 6

2.2 Blazen

Om te onderzoeken of het bark doormiddel van een luchtstroom is te verwijderen, is er een opstelling gemaakt die lucht blaast in de OPD (zie figuur 2). De blaasmondstukken zijn zo gericht dat ze tussen de ribben van de OPD blazen. In de testopstellingen worden de blaasmondstukken in de openingen van de houders geklemd. Deze blaasstukken worden doormiddel van pneumatiek slangen met elkaar verbonden. Het frame zorgt ervoor dat de blaasstukken op de juiste plek gericht worden. Er wordt getest met een luchtdruk van ± 7 bar (De druk van het systeem schommelt tussen de 6.5 en 8 bar). Er wordt een test uitgevoerd met blaasstukken met een opening van 1mm en een test met blaasstukken met een opening van 2.5 mm.



Figuur 7



Figuur 8

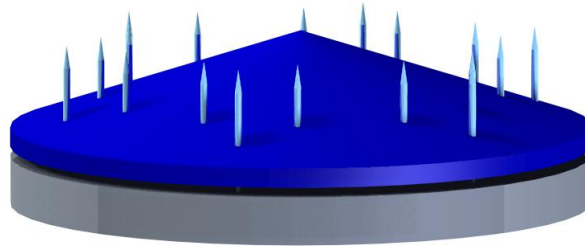
2.3 Borstelen

Of het bark loskomt doormiddel van een borstel is onderzocht met een borstelopstelling (zie figuur 3). In deze opstelling kan de borstel een halve slag draaien. Door gebruik te maken van deze opstelling maakt de borstel altijd de zelfde slag en is de drukkracht op de OPD ook telkens het zelfde. Er zal getest worden met een halve slag, en met een halve slag heen en een halve slag terug.

2.4 Prikken

Het is mogelijk dat het bark loskomt door het kappot te prikken. Door met pinnen van verschillende diktes in barkdelen te prikken kan onderzocht worden of het bark hierdoor in stukken breekt of dat het aan de naald blijft zitten. Hierdoor kan de conclusie getrokken worden of het concept uit figuur 4 potentie heeft. Er word met gladde pinnen getest en met pinnen met weerhaken, allen met een punthoek van 60° . Er zijn vier type pinnen gefabriceerd voor de test, deze hebben de volgende afmeting:

- Dikte 5 mm,
- Dikte 2.5 mm,
- Dikte 4mm met punt dikte 5 mm,
- Dikte 2mm met punt dikte 3 mm.

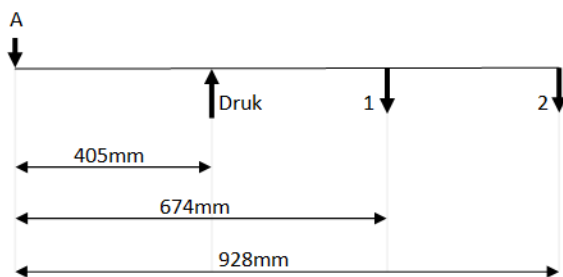


Figuur 9

Breeksterkte bark

Om te testen bij welke drukkracht een barkdeel bezwijkt is een testopstelling gebouwd waarmee de drukkracht bepaald kan worden. (zie figuur 5). Deze opstelling bestaat uit een arm die aan een zijde scharnierend is bevestigd aan een stabiele ondergrond. Aan het andere uiteinde en op driekwart van de arm is een uitleesbare elektronische veer te bevestigen. Er is voor gekozen om met twee bevestigingspunten te werken als ingebouwde controle. Als de uitkomende waarden van deze punten veel verschillen is er waarschijnlijk een fout opgetreden in de test. Halverwege de arm zit de testpin bevestigd. Door aan de elektronische veer te trekken en deze uit te lezen tijdens het bezwijken van het barkdeeltje kan de kracht bepaald worden die nodig is om het bark te breken. Hiervoor dient echter eerst een berekening gemaakt te worden (Zie formule 1)

De uitkomsten van deze test zullen naar verwachting verschillen met de werkelijke benodigde kracht om het bark te breken. Bij de test ligt het bark vlak op een vlakke ondergrond. In de praktijk zal dit niet vaak voorkomen. Deze testopstelling geeft echter wel een richtlijnen voor benodigde drukkracht om het bark te breken.



$$\Sigma M_a = 0 \quad (1)$$

$$405 \cdot -F_{\text{druk}} + 674 \cdot F_1 = 0$$

$$405 \cdot -F_{\text{druk}} + 928 \cdot F_2 = 0$$



Figuur 10

3 Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de testresultaten weergegeven in tabellen. Hier in is per test beschreven hoeveel bark voor de test aanwezig was en hoeveel bark na de test. Vervolgens is over alle tien de proeven bepaald hoeveel bark er is achtergebleven ten opzichte van voor de test.

3.1 Testen droog

In dit hoofdstuk zijn de testresultaten weergegeven van de testen die met droog bark zijn uitgevoerd.

Trillen 45° H=30mm	Hoeveelheid barkdelen voor test	Hoeveelheid barkdelen na test	commentaar
1	5	4	Bark stevig aangedrukt
2	5	5	Bark stevig aangedrukt
3	5 + 1 g	0	
4	6 + 2 g	2	
5	3+ 4 g	1 g	
6	5	2	
7	8	1	
8	6+4 g	0	
9	5+2 g	4+1 g	
10	3+4 g	1+3 g	
	51+17 g	20+5 g	34.3% bark blijft achter

Trillen 45° H=60mm*	Hoeveelheid barkdelen voor test	Hoeveelheid barkdelen na test	commentaar
1	2+5 g	1	
2	9 g	4 g	
3	6 g	2 g	
4	5+7 g	4+1 g	
5	3+4 g	1+3 g	
6	8+2 g	1+1 g	Zeer fijn vuil in de groep
7	3+6 g	2+1 g	
8	4+2 g	2+1 g	
9	4+4 g	3+1 g	
10	5+1 g	1+1g	
	34+46 g	15+16 g	39.4% bark blijft achter

* Deze test is gedaan met de helft van het aantal uitstekels dan bij de test met een hoogte van 30mm.

Blazen Gat 1 mm	Hoeveelheid barkdelen voor test	Hoeveelheid barkdelen na test	commentaar
1	4	4	Met hand aangedrukt
2	6	3	Met hand aangedrukt
3	3	3	
4	5 g	4 g	
5	4	4	
6	4	3	
7	3	3	
8	4 g	3 g	
9	5	4	
10	4	4	
	33+9 groepen	29+7 groepen	81.1% vuil blijft achter

Blazen Gat 2.5 mm	Hoeveelheid barkdelen voor test	Hoeveelheid barkdelen na test	commentaar
1	3+1 g	3+1 g	Bark stevig aangedrukt 1barkdeeltje verplaatst
2	5+ 1 g	2+1 g	
3	5 g	4 g	1barkdeeltje verplaatst
4	5+3 g	2+2 g	
5	7 g	4 g	
6	1+4 g	1+3 g	
7	3+4 g g	2+4 g	
8	5+ 4 g	3+2 g	
9	3+3 g	1+3 g	
10	2+6 g	1+5 g	
	27+38 groepen	15+ 29 groepen	65.9% bark blijft achter

Borstelen 1 kant opdraaiend	Hoeveelheid barkdelen voor test	Hoeveelheid barkdelen na test	commentaar
1	5+3 g	2 g	Barkdeel verplaatst
2	5+2 g	4+1 g	
3	3+4 g	2	
4	3+5 g	2+1 g	2 deeltjes verplaatst
5	1+5 g	1+ 2 g	
6	2+6 g	2 g	5a6 groepen
7	3+3 g	2+1 g	
8	5+2 g	3+1 g	
9	2+6 g	1+ 2 g	
10	7+4 g	2	
	36+40 groepen	21+12 groepen	45.7% bark blijft achter

Borstelen 2 kanten opdraaiend	Hoeveelheid barkdelen voor test	Hoeveelheid barkdelen na test	commentaar
1	4+5 g	1+2 g	
2	3+4 g	1+2 g	
3	9	3	
4	6+3 g	4+1 g	
5	7+ 3g	2+2 g	
6	5+3 g	2+1 g	
7	6	2	
8	2+7 g	2 g	
9	4 g	1 g	
10	2+4 g	1+2 g	1 barkdeeltje verplaatst
	44+33 groepen	16+13 groepen	37.9% bark blijft achter

2.2 Testen nat

In dit hoofdstuk zijn de testresultaten weergegeven van de testen die met droog bark zijn uitgevoerd.

Blazen nat Gat 2.5 mm	Hoeveelheid barkdelen voor test	Hoeveelheid barkdelen na test	commentaar
1	6+5 g	4+2 g	
2	7+7 g	3+4 g	
3	5+7 g	2+3 g	
4	3+2 g	2+1 g	
5	7+6 g	3+4 g	
6	7+7 g	2+3 g	
7	1+11 g	1+9 g	
8	9+7 g	4+3 g	
9	4+9 g	3+4 g	
10	5+8 g	4+4 g	
	54+69 groepen	28+37 groepen	52.8% bark blijft achter

Trillen nat 30 mm	Hoeveelheid barkdelen voor test	Hoeveelheid barkdelen na test	commentaar
1	12	5	
2	7+4 g	2+1 g	
3	5+8 g	1+2 g	
4	3+7 g	2+2 g	
5	3+6 g	2+3 g	-
6	7+3 g	2+1 g	
7	5+3 g	2+1 g	
8	3+5 g	2+4 g	
9	3+3 g	1	
10	2+4 g	2 g	
	50+43 groepen	19+16 groepen	37.6% bark blijft achter

Borstelen nat tweezijdig	Hoeveelheid barkdelen voor test	Hoeveelheid barkdelen na test	commentaar
1	2+5 g	1+3 g	
2	4+5 g	1+2 g	
3	1+7 g	4 g	
4	2+4 g	1+2 g	
5	8 g	4 g	
6	3+4 g	2+4 g	
7	10	4	
8	4 g	1 g	
9	3+5 g	2+1 g	
10	2+7 g	2 g	
	27+49 groepen	11+23 groepen	44.7% bark blijft achter

Opprik test	Bark breekt los	Bark breekt	Bark komt mee met punt	Gebeurt niets
D= 5mm	6X	4X	3X	7X
	55% bark blijft achter			
D= 2.5mm	4X	2X	6X	8X
	50% bark blijft achter			
D= 4mm Dpunt=5mm	6X	4X	6X	4X
	40% bark blijft achter			
D= 2mm Dpunt=3mm	5X	2 X	8X	5X
	35% bark blijft achter			
D= 5mm Nat	2X	4X	2X	2X
	60% bark blijft achter			
D= 2.5mm Nat	1X	3X	5X	1X
	40% bark blijft achter			

D=2.5mm punthoek 30°		
Test Nr.	Kracht op Punt 1	Drukkracht
1	70N	116,2N
2	47N	78,0N
3	54N	89,6N
4	50N	83,0N
5	25N	41,5N
6	10N	16,6N
7	50N	83,0N
8	35N	58,1N
9	26N	43,2N
10	28N	46,5N
Gemiddeld		65,7N
Test ** Nr.	Kracht op Punt 2	Drukkracht
1	48N	110,0N
2	34N	77,9N
3	32N	73,3N
4	54N	123,7N
5	10N	22,9N
6	12N	27,5N
7	33N	75,6N
8	40N	91,7N
9	31N	71,0N
10	22N	50,4N
Gemiddeld		72,4N

D=2.5mm punthoek 30°			D=2.5mm punthoek 30° nat		
Test Nr.	Kracht op Punt 1	Drukkracht	Test Nr.	Kracht op Punt 1	Drukkracht
1	20N	33,3N	1	23N	38,3N
2	30N	50N	2	20N	33,3N
3	28N	46,6N	3	10N	16,6N
4	28N	46,6N	4	15N	25,0N
5	18N	30N	5	17N	28,3N
6	21N	35N	6	24N	39,9N
7	32N	53,6N	7	19N	31,6N
8	10N	16,6N	8	26N	43,3N
9	28N	46,6N	9	18N	30,0N
10	40N	66,6N	10	19N	31,6N
Gem.		42,5N	Gem.		31,8N
Test Nr.	Kracht op Punt 2	Drukkracht	Test Nr.	Kracht op Punt 2	Drukkracht
1	9N	20,6N	1	5N	11,5N
2	30N	68,7N	2	33N	75,6N
3	24N	55,0N	3	17N	39,0N
4	40N	91,7N	4	10N	22,9N
5	39N	89,4N	5	26N	59,6N
Gem.		65,1N	Gem.		41,7N

3.3 Totaal overzicht

Om de grondigheid van reiniging van de verschillende methodes overzichtelijk weer te geven zijn deze in een tabel gezet (zie tabel het totaal overzicht) Echter is niet voor alle methodes met nat er droog bark gewerkt. Dit bijvoorbeeld in het geval van blazen met een gatdiameter van 1mm. Het verschil van deze test was zo groot in vergelijking met de zelfde test met een gatdiameter van 2,5mm dat er voor gekozen is geen verder onderzoek te doen met een gatdiameter van 1mm.

Totaal overzicht		
methode	Droog	Nat
trillen h30mm	34,3%	37.6%
Borstel 2 zijdig draaien	37,9%	43,8%
trillen h60mm	39,4%	-
Opprikken D 2mm Dpunt 3mm	35%	-
Opprikken D 4mm Dpunt 5mm	40%	-
Opprikken 2.5mm	45%	40%
Borstel 1 zijdig draaien	45,7%	
Opprikken 5mm	55%	60%
Blazen gat 2,5mm	65,9%	52.7%
Blazen gat 1mm	81.2%	-

4 Onderzoek Trillen

Uit de voorgaande tests is naar voren gekomen dat doormiddel van trillen de OPD het beste schoon wordt gemaakt. Maar er kan niet worden gesteld dat deze schoonmaak methode voldoet aan de gestelde eisen qua schoonheid. Om er achter te komen of door middel van trillingen de OPD voldoende schoon wordt is er een diepgaander onderzoek verricht.

Bij dit onderzoek wordt er gebruik gemaakt van OPD's die bij een teler vandaan komen. Hierdoor zullen de uitkomsten van het onderzoek beter te vertalen zijn met de praktijk. De OPD's bij de teler vandaan zijn minder vervuild dan bij de voorgaande tests, maar het vuil zit veelal langer vast op de zelfde plek.

De teler waar de OPD's vandaan zijn gehaald heeft twee omloopsystemen, een groot omloopsysteem en een klein omloopsysteem. Het grote omloopsysteem is uitgerust met een plantenbuffer. Hier blijven de OPD's voor een lange tijd stilstaan. In dit systeem zitten de barkdeeltjes langer vast op de zelfde plek. Het kleine omloopsysteem wordt slechts gebruikt om de planten over te zetten, dit systeem bevat verder ongeveer 1/1000^e van het aantal OPD's uit het grote systeem. De OPD's uit het kleine omloopsysteem ondergaan daardoor veel meer handelingen in vergelijking met de OPD's uit het grote systeem. Hier door zijn deze vuiler dan de OPD's uit het grote systeem. De OPD's in het kleine systeem komen vaker langs het stofzuigersysteem. Dit stofzuiger systeem drukt in sommige gevallen het bark vast in de OPD. Doordat deze OPD dan vaak langs komt wordt het bark zeer stevig aangedrukt.

Er worden per test 5 OPD's uit het grote omloopsysteem en 5 OPD's uit het kleine omloopsysteem getest. De tests zijn uitgevoerd met de zelfde testopstelling als in het voorgaande onderzoek(trilbaan). Er is ook een nieuwe testopstellingen gemaakt om er achter te komen bij wat voor klap het bark loskomt, en wat de invloed is van de PGC als deze op de OPD blijft zitten tijdens het schoonmaken.

De tests zijn meerdere keren achtereenvolgend uitgevoerd op de zelfde OPD. Hierdoor is te zien hoeveel invloed het langdurig uitvoeren van een bepaalde methode is.

Bij aanvang van elke test worden eerst de barkdeeltjes geteld. Zo is bekend hoe veel vervuiling er in de OPD zit als deze uit het systeem komt. Hierna wordt de OPD omgedraaid en vervolgens de barkdeeltjes geteld. Zo is te bepalen hoeveel bark vanzelf al uit de OPD valt. Vervolgens wordt eenmaal de test uitgevoerd en de deeltjes geteld, dit herhaald zich 3 keer. De wortels en takjes worden ook geteld, deze zijn in het testrapport aangeduid met een [t], zo is te achterhalen of andere vervuiling naar verhouding vaker blijft zitten.

De verschillende tests die uitgevoerd zullen worden zijn de volgende:

- Trilbaan met valhoogte 30 mm
- Trilbaan met valhoogte 60 mm
- Een klap van boven met PGC
- Een klap van boven zonder PGC

De invloed van de hardheid van de 'klap' op de OPD is ook onderzocht. Dit wordt gerealiseerd door een gewicht te laten vallen en hiervan de versnelling te bepalen (zie figuur 3.1 voor opstelling). De massa van dit gewicht is 0.82kg en is bevestigd aan een arm van 800 mm. Deze arm bestaat uit een PVC buis, dit zorgt er voor dat de invloed van de arm nihil is op de test. Het gewicht wordt van af twee punten laten vallen. Een punt van 150mm en een punt van 250mm. Doormiddel van een berekening zijn de volgende bijbehorende snelheden bepaald:

- $H\ 150\text{ mm} = 1,71\text{ m/s}$
- $H\ 250\text{ mm} = 2.215\text{ m/s}$



Figuur 3.1

Om de testresultaten naar het uiteindelijke product te kunnen vertalen is het nodig om de stootkracht te berekenen. Uit berekening 3.1 blijkt dat de stootkracht bij een valhoogte van 150 mm 1.4 N·s is en bij een valhoogte van 250 mm 1.8 N·s.

Berekening 3.1

$$m=0.82 \text{ Kg}$$

Bij snelheid van 1.71 m/s

$$\text{Stootkracht} = I = F \cdot dt$$

$$F = m \cdot a$$

$$a = dv/dt$$

$$a = 1.71/0.01$$

$$a = 171 \text{ m/s}^2$$

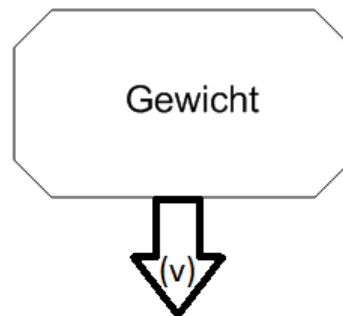
$$F = 0.82 \cdot 171$$

$$F = 140.22 \text{ n}$$

$$I = F \cdot dt$$

$$I = -140.22 \cdot 0.01$$

$$I = 1.4 \text{ N}\cdot\text{s}$$



Bij een snelheid van 2.21 m/s

$$a = 2.21/0.01$$

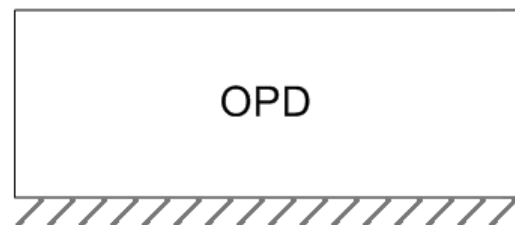
$$a = 221 \text{ m/s}^2$$

$$F = 0.82 \cdot 221$$

$$F = 181.22$$

$$I = -181.22 \cdot 0.01$$

$$I = 1.8 \text{ N}\cdot\text{s}$$



4.1 testresultaten trillen

Klap op OPD- van Hoogte 150 mm						
Test groot systeem	Uit systeem	Na omdraaien	Na 1 maal testen	Na 2 maal testen	Na 3 maal testen	Val van 250 mm
1	4	1	0	0	0	0
2	2	2	1	1	1	0
3	2	2	0	0	0	0
4	5	2	0	0	0	0
5	4	2	0	0	0	0
6	4	3	0	0	0	0
7	3	2	1	1	1	0
8	3	2	0	0	0	0
9	8	4(nat)	0	0	0	0
10	6+t	2+t	0	0	0	0
Test klein systeem	Uit systeem	Na OPD omdraaien	Na 1 maal testen	Na 2 maal testen	Na 3 maal testen	Val van 250 mm
11	1	3+t	2	2	2	2
12	2+2t	1+2t	1+t	1	1	0
13	2	1	0	0	0	0
14	3+t	3	1	1	1	1
15	4+t	1+t	1+t	1+t	1+t	1+t
16	2	2	1	1	1	1
17	4	2	1	1	1	1
18	4+t	3+t	3+t	3+t	3+t	1+t
19	3	3	2	1	1	1
20	2+t	1+t	1+t	1+t	1+t	1+t
Vuil over t.o.v. Na omdraaien		100%	39%	35%	35%	24%
Vuil t.o.v. vorige stap	100%	61%	39%	89%	100%	71%
Vuil over t.o.v. systeem	100%	61%	24%	21%	21%	15%

Klap op OPD+ van Hoogte 150 mm OPD 12 mm van de PGC gelicht						
Test groot systeem	Uit systeem	Na omdraaien	Na 1 maal testen	Na 2 maal testen	Na 3 maal testen	Val van 250 mm
1	2	0	0	0	0	0
2	2	1	1	1	1	1
3	1	0	0	0	0	0
4	1+t	1+t	1	1	1	1
5	4+t	3+t	2+t	1+t	1+t	T
Test klein systeem	Uit systeem	Na omdraaien	Na 1 maal testen	Na 2 maal testen	Na 3 maal testen	Val van 250 mm
6	1+3t	3t	3t	3t	3t	3t
7	1+t	1	1	1	1	1
8	1+t	1+t	1+t	1+t	1	1
9	3t	3t	2t	2t	2t	2t
10	3+t	2+t	2+t	2+t	2+t	t
Vuil over t.o.v. systeem	100%	72%	62%	59%	55%	45%
Klap op OPD+ van Hoogte 150 mm. OPD 30 mm van de PGC gelicht						
Test groot systeem	Uit systeem	Na omdraaien	Na 1 maal testen	Na 2 maal testen	Na 3 maal testen	Val van 250 mm
1	4	2	0	0	0	0
2	5+t	1	1	1	1	1
3	2	1	0	0	0	0
4	2	1	0	0	0	0
5	4	1	0	0	0	0
Test klein systeem	Uit systeem	Na omdraaien	Na 1 maal testen	Na 2 maal testen	Na 3 maal testen	Val van 250 mm
6	3	3	3	3	3	3
7	1+2t	1+t	0	0	0	0
8	2	2	2	1	1	1
9	2	2	2	2	2	1
10	3	1	1	1	1	1
Vuil over t.o.v. totaal	100%	52%	29%	26%	26%	23%
Vuil over t.o.v. Na omdraaien		100%	73%	68%	65%	54%
Vuil t.o.v. vorige stap	100%	62%	73%	93%	96%	83%
Vuil over t.o.v. systeem	100%	62%	45%	42%	40%	33%

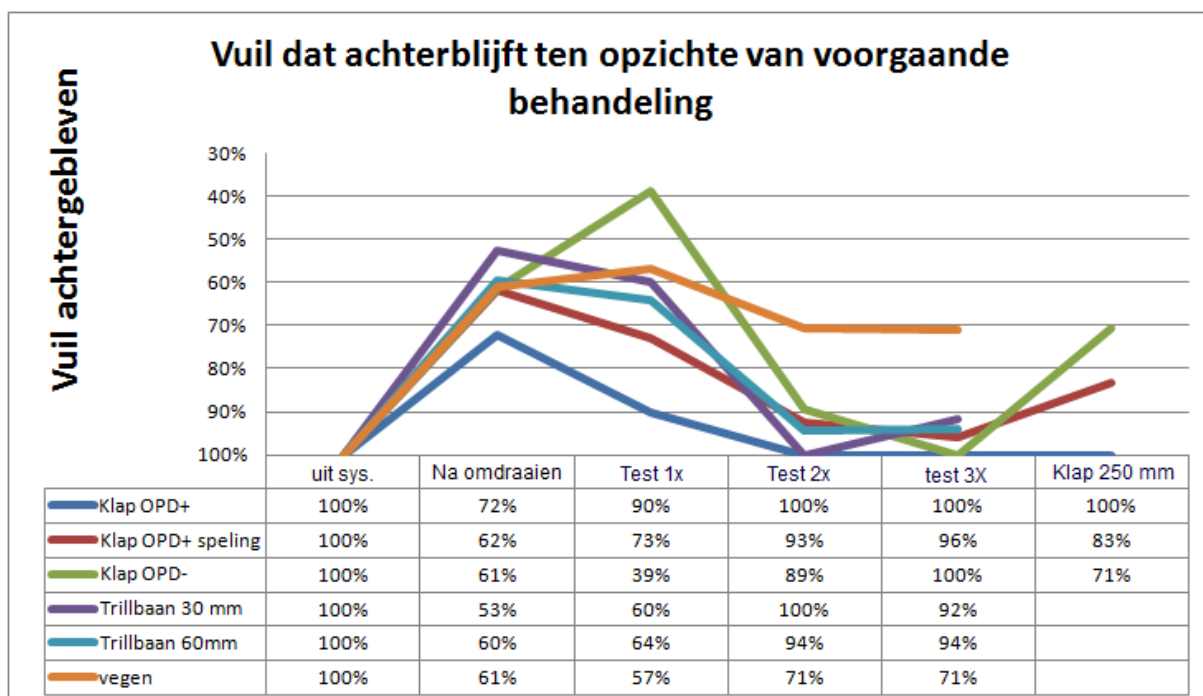
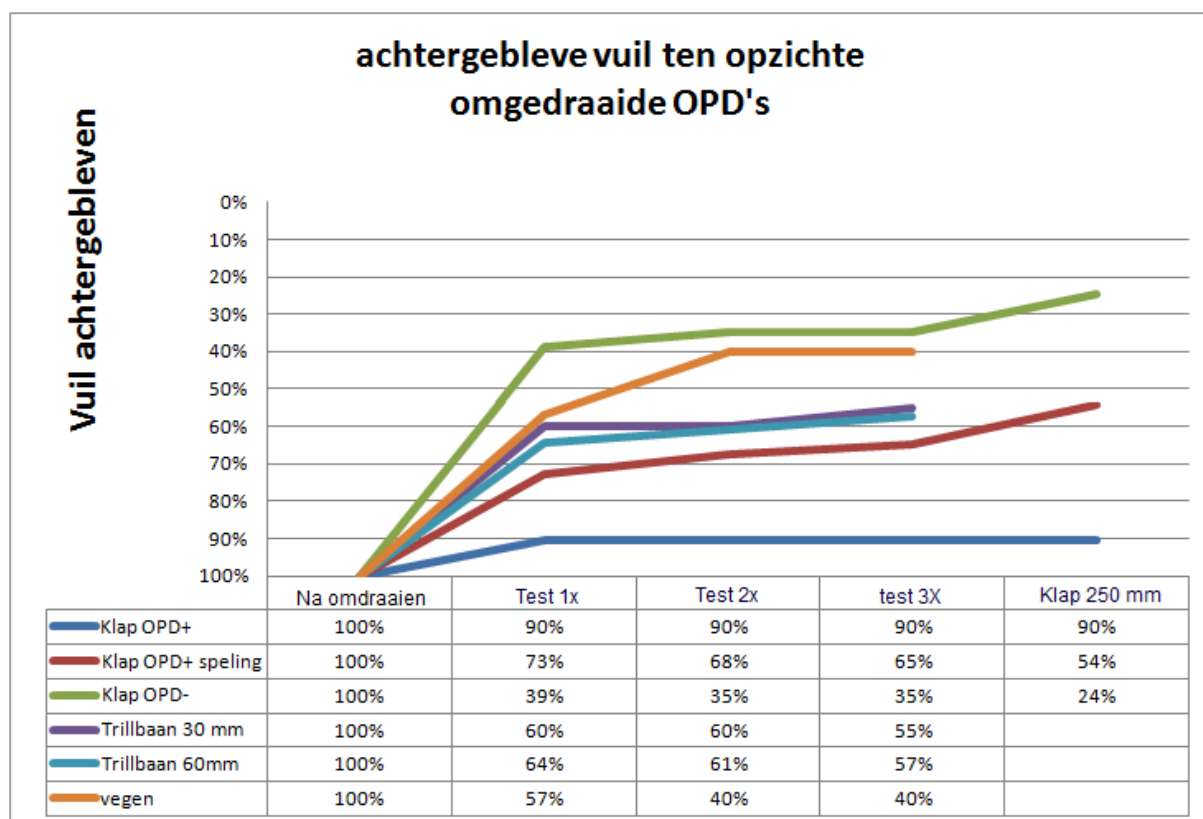
Klap op OPD+ van Hoogte 150 mm						
Test groot systeem	Uit systeem	Na omdraaien	Na 1 maal testen	Na 2 maal testen	Na 3 maal testen	Val van 250 mm
1	5	4	2	2	2	2
2	6	2	2	2	2	2
3	4	1	1	1	1	1
4	3+t	1+t	1+t	1+t	1+t	1+t
5	4+t	4+t	4+t	4+t	4+t	4+t
Test klein systeem	Uit systeem	Na omdraaien	Na 1 maal testen	Na 2 maal testen	Na 3 maal testen	Val van 250 mm
6	1+3t	1+3t	1+3t	1+3t	1+3t	1+3t
7	2+t	2+t	1+t	1+t	1+t	1+t
8	3+t	1+t	1+t	1+t	1+t	1+t
9	3t	3t	3t	3t	3t	3t
10	3+t	3+t	3+t	3+t	3+t	3+t
Vuil over t.o.v. Na omdraaien		100%	90%	90%	90%	90%
Vuil t.o.v. vorige stap	100%	72%	90%	100%	100%	100%
Vuil over t.o.v. systeem	100%	72%	65%	65%	65%	65%

Trilbaan 30 mm					
Test groot systeem	Uit systeem	Na omdraaien	Na 1 maal testen	Na 2 maal testen	Na 3 maal testen
1	6	2	1	1	1
2	6	2	1	1	1
3	2+t	1	1	1	1
4	4+t	1+t	0	0	0
5	3	2	0	0	0
Test klein systeem	Uit systeem	Na omdraaien	Na 1 maal testen	Na 2 maal testen	Na 3 maal testen
6	2+2t	1+2t	1	1	1
7	1	1	1	1	1
8	3	2	2	2	2
9	3+t	2+t	2+t	2+t	1+t
10	3	2	2	2	2
Vuil over t.o.v. Na omdraaien		100%	60%	60%	55%
Vuil t.o.v. vorige stap	100%	53%	60%	100%	92%
Vuil over t.o.v. totaal	100%	53%	32%	32%	29%

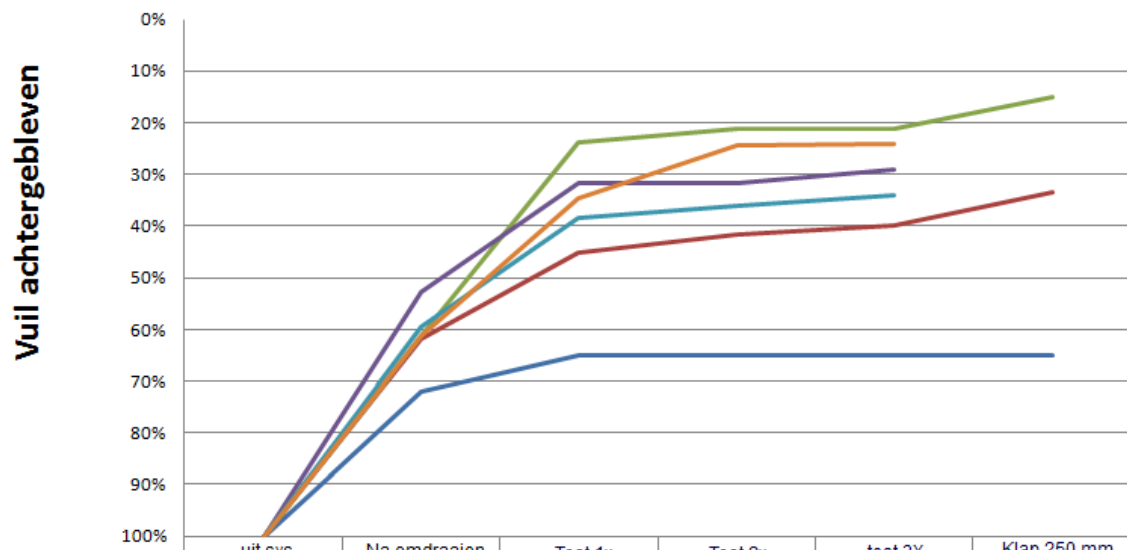
Trilbaan 60 mm					
Test groot systeem	Uit systeem	Na omdraaien	Na 1 maal testen	Na 2 maal testen	Na 3 maal testen
1	1	1	1	1	1
2	2	1	0	0	0
3	4	4	1	0	0
4	3	1	1	1	1
5	3	1	1	1	0
Test klein systeem	Uit systeem	Na omdraaien	Na 1 maal testen	Na 2 maal testen	Na 3 maal testen
6	5+t	1+t	t	t	t
7	7+2t	4+2t	3+2t	3+2t	3+2t
8	5+t	2+t	2	2	2
9	5+t	3+t	2	2	2
10	5+2t	3+2t	2+2t	2+2t	2+2t
Vuil over t.o.v. Na omdraaien		100%	64%	61%	57%
Vuil t.o.v. vorige stap	100%	60%	64%	94%	94%
Vuil over t.o.v. totaal	100%	60%	38%	36%	34%

4.2 Overzicht resultaten

Klap op OPD- van Hoogte 150 mm						
Test groot systeem	Uit systeem	Na omdraaien	Na 1 maal testen	Na 2 maal testen	Na 3 maal testen	Val van 250 mm
Vuil over t.o.v. Na omdraaien		100%	39%	35%	35%	24%
Vuil t.o.v. vorige stap	100%	61%	39%	89%	100%	71%
Vuil over t.o.v. totaal	100%	61%	24%	21%	21%	15%
Klap op OPD+ van Hoogte 150 mm						
Vuil over t.o.v. Na omdraaien		100%	90%	90%	90%	90%
Vuil t.o.v. vorige kolom	100%	72%	90%	100%	100%	100%
Vuil over t.o.v. totaal	100%	72%	65%	65%	65%	65%
Klap op OPD+ van Hoogte 150 mm, OPD 12 mm van de PGC opgelicht						
Vuil over t.o.v. Na omdraaien		100%	86%	81%	76%	62%
Vuil t.o.v. vorige stap	100%	72%	86%	94%	94%	81%
Vuil over t.o.v. totaal	100%	72%	62%	59%	55%	45%
Klap op OPD+ van Hoogte 150 mm, OPD 30 mm van de PGC opgelicht						
Vuil over t.o.v. Na omdraaien		100%	56%	50%	50%	44%
Vuil t.o.v. vorige stap	100%	52%	56%	89%	100%	88%
Vuil over t.o.v. totaal	100%	52%	29%	26%	26%	23%
OPD over trilbaan H 30 mm						
Test groot systeem	Uit systeem	Na omdraaien	Na 1 maal testen	Na 2 maal testen	Na 3 maal testen	-
Vuil over t.o.v. Na omdraaien		100%	60%	60%	55%	-
Vuil t.o.v. vorige stap	100%	53%	60%	100%	92%	-
Vuil over t.o.v. totaal	100%	53%	32%	32%	29%	-
OPD over trilbaan H 60 mm						
Vuil over t.o.v. Na omdraaien		100%	64%	61%	57%	-
Vuil t.o.v. vorige stap	100%	60%	64%	94%	94%	-
Vuil over t.o.v. totaal	100%	60%	38%	36%	34%	-



Achtergebleven vuil ten opzichte van OPD's uit het systeem



	uit sys.	Na omdraaien	Test 1x	Test 2x	test 3X	Klap 250 mm
Klap OPD+	100%	72%	65%	65%	65%	65%
Klap OPD+ speling	100%	62%	45%	42%	40%	33%
Klap OPD-	100%	61%	24%	21%	21%	15%
Trillbaan 30 mm	100%	53%	32%	32%	29%	
Trillbaan 60mm	100%	60%	38%	36%	34%	
vegen	100%	61%	35%	24%	24%	

5 Conclusie

Uit de test is gebleken dat doormiddel van een klap met een snelheid van 1.7m/s op een ondersteboven geplaatste OPD- de OPD het beste schoonmaakt. Bij deze test bleef 21% van het vuil zitten. Wordt de snelheid van de klap verhoogt naar 2.2 m/s dan komt er nog eens 5% extra vuil los. Echter zal dit wel een nadelig effect hebben op de levensduur van de OPD.

Bij een klap achterop de OPD+ met een speling er tussen blijft 40% van het vuil zitten. Het is echter wel een groot voordeel als de OPD niet verwijderd hoeft te worden. Dus het kan nuttig zijn dit principe toe te passen.

Al zou er gebruik worden gemaakt van een trilbaan dan heeft het nauwelijks invloed of de trilbaan uitstekels heeft van 30 of 60 mm. Bij beide methodes blijft rond de 30% van het vuil achter in de OPD. Het verplaatsen van een OPD over een baan van 60 mm is echter vele malen lastiger is dan een baan van 30 mm. Door dit gegeven is het verstandig om het uiteindelijke systeem op te bouwen met een valhoogte van 30mm

Waarschijnlijk zal in de praktijk de OPD's beter schoon worden als in de test. Dit omdat veel vuil bij de geteste OPD's al lange tijd op een plek vast zat, hierdoor wordt het vuil steeds vaster en vaster geduwd. Ook drukt de stofzuiger unit die nu word gebruikt het bark steeds vaster aan in de OPD.

Bijlage V. Berekeningen

1. Berekening cyclustijd Dubbele BTR concept

In dit hoofdstuk wordt berekend of het Dubbele BTR concept kan voldoen aan de eis van 2500 OPD's per uur. Het Dubbele BTR concept kan afhankelijk van de OPD maat, 6 a 7 stuks OPD's per cyclus schoonmaken. Er wordt bij de berekening uitgegaan van 6 OPD's per cyclus. Dit zorgt ervoor dat de eis bij iedere OPD lengte gehaald wordt. Een cycluseduur mag maximaal 8.64 seconden bedragen (zie berekening 1.1).

Met Excel is er een bestand opgesteld om de omschakeltijd van het schoonmaaksysteem te berekenen. Dit programma is opgesteld zodat er eenvoudig een nieuwe schakeltijd bepaald kan worden mochten de dimensies van het schoonmaaksysteem veranderen. In tabel 1.1 zijn de gegevens te vinden van de omschakeltijd van het schoonmaaksysteem zoals deze op dit moment uitgevoerd wordt. Hierin zit de leegloop en vollooptijd van de OPD's verwerkt alsmede de schakeltijd en het sluiten en openen van de afdekplaat. De schakeltijd en de tijd voor het openen en sluiten van de afdekplaat zijn in deze voorberekening ingeschat. De BTR kan gevuld worden zodra de achterste OPD van de buffer de één plek is opgeschoven. Daarom is er voor de leegloop van de BTR 0.9 seconden genomen. Dit is de tijd die een OPD nodig heeft om één plaats op te schuiven. Zie figuur 1.1 voor een schematische schets voor de plaatsing OPD's

Berekening 1.1

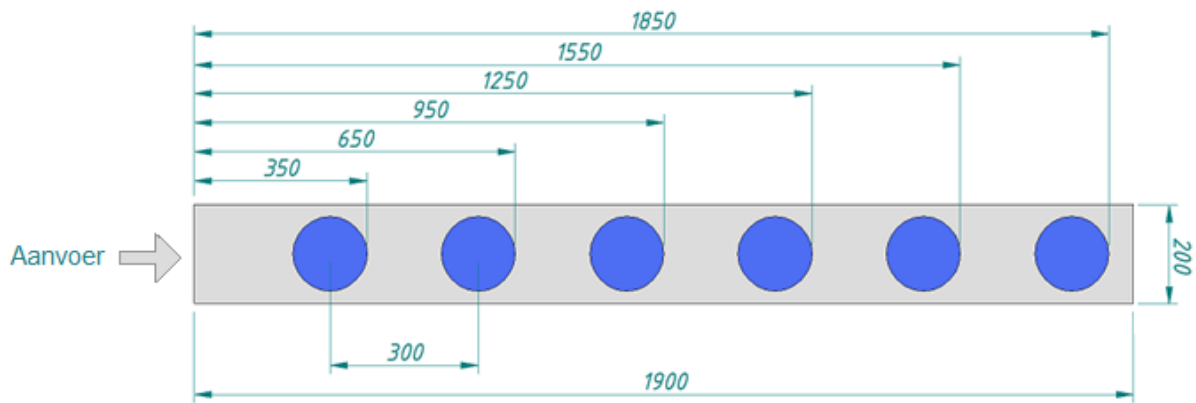
$$\frac{2500 \text{ OPD's/uur}}{6 \text{ OPD's per batch}} = \frac{2500}{6} = 416.67 \text{ cyclus/uur}$$

$$\frac{416.67}{60} = 6.94 \text{ cyclus/min}$$

$$\frac{60}{6.94} = 8.64 \text{ sec/cyclus}$$

Berekening vultijd en leeglooptijd			
S1=	1850 mm	T1=	5,55 S
S2=	1550 mm	T2=	4,65 S
S3=	1250 mm	T3=	3,75 S
S4=	950 mm	T4=	2,85 S
S5=	650 mm	T5=	1,95 S
S6=	350 mm	T6=	1,05 S
L steek =	300 mm	T overlap	0,90
		volloop tijd	5,55 S
doorstroom=	2500/u	Afdekplaat open en dicht	0,5 S
v=20m/min=	333,34 mm/s	schakeltijd	0,2 S
T=	s/v	T leegloop	0,90 s +
Tvullen =	5*Tsteek+T6	T totaal	7,15 S

Tabel 1.2



Figuur1.1

1.1 Berekenen benodigd motorvermogen concept

De totale omschakeltijd van een batch is 7.15 s er blijft dus nog 1.49 (8.64-7.15) seconde over. Het Dubbele BTR concept heeft 1.49 secondes de tijd om een draai van 180 graden te maken. Er is voor gekozen de constructie tot 90° te versnellen en hem in de laatste 90° te vertragen. In totaal heeft de constructie 0.745 seconden om te versnellen en 0.745 seconde om weer volledig stil te staan. Uit berekening 1.2 (volgende pagina) blijkt dat er een vermogen nodig is van 4.36Nm en een toerental van 40,3 min⁻¹. Mocht de aandrijving direct op de as geplaatst worden dan volstaat een 0.18 Kw met reduceer. Deze heeft een toerental van 47 min⁻¹ en levert 22Nm.

Het systeem voldoet nu precies aan de eisen die gesteld zijn. Er is echter nog geen veiligheid ingebouwd. Er zijn verschillende mogelijkheden om het proces te versnellen en daardoor een veiligheid in het schoonmaaksysteem in te bouwen. Deze mogelijkheden zijn de volgende:

- De constructie sneller omdraaien,
- De BTR snelheid verhogen waardoor vullen en legen sneller verloopt,
- De batchgrote groter maken waardoor het aantal cyclussen per uur naar beneden gaat,

Berekening 1.2

$$t = 0.745 \text{ s}$$

$$\theta = 1/2 \pi \text{ rad}$$

$$\omega_0 = 0$$

$$\theta_0 = 0$$

$$M = 84 \text{ Kg}$$

$$\theta = \theta_0 + \omega_0 \cdot t + 0.5\alpha \cdot t^2$$

$$\alpha = \frac{1}{0.745^2}$$

$$\alpha = 5.66 \text{ rad/s}^2$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha \cdot t$$

$$\omega = 5.66 \cdot 0.745$$

$$\omega = 4.217 \text{ rad/s}$$

$$n = \frac{\omega}{2\pi} \cdot 60$$

$$n = \frac{4.217}{2\pi} \cdot 60$$

$$n = 40.3 \text{ min}^{-1}$$

Berekenen vermogen

$$I_{yy} = \frac{1}{12} m(a^2 + b^2)$$

$$\frac{1}{12} 84(0.22^2 + 0.25^2) = 0.77 \text{ Kg/m}^2$$

$$M = I \cdot \alpha$$

$$0.77 \cdot 5.66 = 3.25 \text{ Nm}$$

$$M = 4.36 \text{ Nm}$$

1.2 Berekening cyclus tijd voor 3500 OPD's/uur

Om een beeld te krijgen welke dimensies er benodigd zijn in het geval van 3500 stuks OPD's per uur zijn de berekeningen nogmaals uitgevoerd. Uit berekening IV.3 blijkt dat een cyclus maximaal 6.17 seconden mag duren. Hieronder is de berekening te vinden van de omschakel tijd van een schoonmaak batch. Hierin zit de leeglooptijd en vollooptijd van de batch berekend met een bandsnelheid van 28m/min. Dit is namelijk de bandsnelheid die benodigd is om 3500 OPD's aan te voeren. In tabel 1.2 hieronder is te zien dat het omschakelen 5.56 seconden duurt. Er is dus in totaal nog $6.17 - 5.56 = 0.61$ seconden over voor het omdraaien van de constructie.

Berekening 1.3

$$\frac{3500}{6} = 583.34 \text{ cyclus/uur}$$

$$\frac{583.34}{60} = 9.72 \text{ cyclus/min}$$

$$\frac{60}{9.72} = 6.17 \text{ sec/cyclus}$$

Berekening vultijd en leeglooptijd bij 3500 stuks			
S1=	1850 mm	T1=	3,96 s
S2=	1550 mm	T2=	3,32 s
S3=	1250 mm	T3=	2,68 s
S4=	950 mm	T4=	2,04 s
S5=	650 mm	T5=	1,39 s
S6=	350 mm	T6=	0,75 s
L steek =	300 mm	T overlap	0,64
		volloop tijd	3,96 s
doorstroom=	3500 /u	Afdekplaat open en dicht	0,5 s
v=28m/min=	466,67 mm/s	schakeltijd	0,2 s
T=s/v		T leegloop	0,90 s +
Tvullen =	5*Tsteek+T6	T totaal	5,56 s

Tabel 1.3

1.3 Berekenen motorvermogen 3500 OPD's/ uur

De tijd die het Dubbele BTR concept heeft om te draaien is 0.61 seconden(6.17-5.56). Uit berekening 1.4 blijkt dat het minimale vermogen 10.3 Nm en het minimale toerental 98.4 min⁻¹ moet zijn. Het lijkt dus mogelijk om aan de wens van 3500 OPD's per uur te voldoen.

Berekening 1.4

$$t = 0.305 \text{ s}$$

$$\theta = \frac{1}{2} \pi \text{ rad}$$

$$\omega_0 = 0$$

$$\theta_0 = 0$$

$$M = 84 \text{ Kg}$$

$$\theta = \theta_0 + \omega_0 \cdot t + 0.5 \alpha \cdot t^2$$

$$\alpha = \frac{\pi}{0.305^2}$$

$$\alpha = 33.77 \text{ rad/s}^2$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha \cdot t$$

$$\omega = 33.77 \cdot 0.305$$

$$\omega = 10.30 \text{ rad/s}$$

$$n = \frac{\omega}{2\pi} \cdot 60$$

$$n = \frac{10.3}{2\pi} \cdot 60$$

$$n = 98.4 \text{ min}^{-1}$$

Berekenen vermogen

$$I_{yy} = \frac{1}{12} m(a^2 + b^2)$$

$$\frac{1}{12} 84(0.22^2 + 0.25^2) = 0.77 \text{ Kg/m}^2$$

$$M = I \cdot \alpha$$

$$0.305 \cdot 33.77 = 10.3 \text{ Nm}$$

$$M = 10.3 \text{ Nm}$$

2 Berekeningen werkelijk schoonmaaksysteem

In dit hoofdstuk worden de berekeningen van het uiteindelijke schoonmaaksysteem weergegeven.

2.1 Berekening hefcilinders BTR 100.

De BTR die in het in het schoonmaaksysteem gebruikt wordt dient op en neer bewogen te worden. De BTR moet kunnen zakken zodat het binnenframe de ruimte heeft om rond te draaien. De hoogte die de BTR minimaal moet kunnen zakken is 30 mm. De BTR is opgelegd op twee oplegpunten welke elk zijn uitgevoerd met twee pneumatische cilinders. Er is gekozen om een standaard cilinder van WPS Horti Systems te gebruiken. De cilinder die voldoet aan de benodigde slaglengte van 30 mm is de Cd85n25-50c-b. Deze hebben een slaglengte van 50 mm

Gewicht BTR100 plus aandrijving	380 N
Gewicht per oplegpunt	190 N
Benodigd vermogen per cilinder	95 N
Slag cilinder	> 30mm
Pneumatische druk	5 bar

Het gewicht wat de cilinders moeten drukken is ingevoerd in een rekenprogramma van de leverancier van de cilinder. Het rekenprogramma berekend de gegevens die van betrekking zijn tot de snelheid van de cilinders (zie tabel 2.2 op volgende pagina). Hieruit blijkt dat de cilinder er 0,2 seconden over doet om de BTR te heffen. Het laten zakken van de cilinder duurt 0,2 seconden. In totaal duurt het 0,4 seconden om de BTR te heffen en weer te laten zakken. Omdat er in het rekenprogramma wordt uitgegaan van een wrijvingloze situatie, en om een zekerheid in te bouwen dat de cilinders niet overbelast worden is voor de totale cyclustijd 0.8 seconden genomen.

Pneumatic Model Selection Program Ver4.0-System Characteristic Calculation-Standard

Title : C85 / boring 25 / slag 50 / 10kg / push

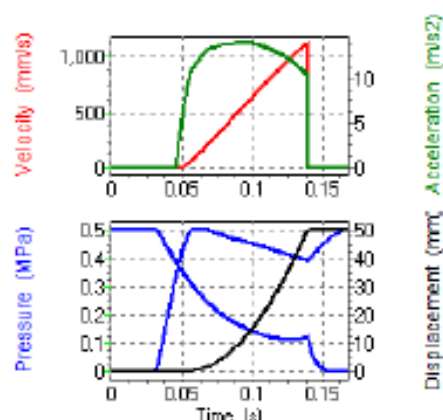
Registrant :

Date : 2011-11-15

Model number

Model	Part number	Quan.	Fitting 1	Quan.	Fitting 2	Quan.
Cylinder	C85[]25-50[]-[]-[]	1				
Solenoid valve	SY5120-[]-[]-[]-C6-[]	1				
Manifold						
Silencer	AN101-01	2				
Quick exhaust valve						
Speed controller R	AS2201F-01-06[]	1				
Speed controller L	AS2201F-01-06[]	1				
Piping R	TU0604[]-[]	1				
Piping L	TU0604[]-[]					
Shock absorber						

System characteristics



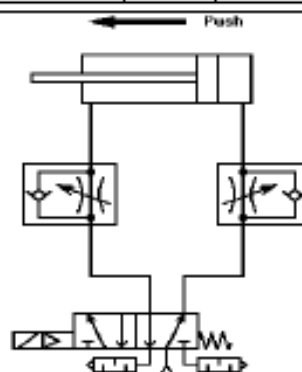
Full stroke time: 0.14 s
 Start up time: 0.05 s
 90% Force time: 0.15 s
 Mean velocity: 359 mm/s
 Max. velocity: 1125 mm/s
 Stroke end velocity: 1125 mm/s
 Max. acceleration: 13.9 m/s²
 Max. pressure: 0.50 MPa
 Air consumption/cycle: 0.522 dm³(ANR)
 Required air flow: 117.5 dm³/min(ANR)

Cushion Calculation Result

Absorption energy: 6.39 J
 Allowable energy: 0.40 J
 Judgment result: Out of the allowable range
 Out of the allowable range: Review the operating conditions and the load conditions. Or use shock absorber.

Condensation Calculation Result

Condensation probability: 0 %
 Condensation probability is very small



Input values

Stroke: 50 mm
 Full stroke time: 0.14 s
 Moving direction: Push (L)
 Supply pressure: 5.0 bar
 Ambient temperature: 20.0 degC
 Total length (R): 2.0 m
 Total length (L): 2.0 m
 Speed controller position (R): On cylinder
 Opening: 100 %
 Speed controller position (L): On cylinder
 Opening: 100 %
 Load mass: 10.00 kg
 Resistance force: N
 Mounting angle: 0 deg
 Application: Transfer
 Friction factor: Guideless
 Silencer opening: 0
 Quick exh. valve opening:

Cushion Calculation Input Value

Cushion style: Rubber cushion/stopper
 Work mounting style:

Condensation Calculation Input Value

Absolute humidity: 0.0008 kg/kg

Comment:

SMC Version: 4.0.00

Tabel 2.2

2.2 Berekening klopmechanisme

Om te bepalen met wat voor cilinders het klopmechanisme moet worden uitgevoerd zijn in dit hoofdstuk een aantal berekeningen uitgevoerd met betrekking tot het klopmechanisme. Vervolgens is bepaald of het klopmechanisme voldoende stootkracht levert om het vuil los te krijgen.

Uitstuursnelheid

Om doormiddel van een pneumatische cilinder een klap op de OPD te kunnen realiseren van 1,7 m/s is het nodig om de cilinders te plaatsen op een hefboomconstructie (zie figuur 2.1 voor schematische weergave). Hierdoor neemt de snelheid toe. De impact van de klap zal gerealiseerd worden door de massatraagheid van de hefboom en de strip die de kracht moet overdragen. Voor het bepalen van het mechanisme is uitgegaan van een totale massa van 10 Kg. Het klopmechanisme wordt aangestuurd door twee pneumatische cilinders. Een pneumatische cilinder zal dus een hefkracht moeten leveren gelijk aan 5 Kg. De producent van de pneumatische cilinders biedt een rekenprogramma aan voor de snelheid van de cilinder te bepalen. Door de massa in het rekenprogramma in te voeren kan de versnelling, snelheid en totale slagtijd bepaald worden (zie bijlage tabel 2.3). In het huidige geval heeft de cilinder een maximale snelheid van 700 mm/s en de totale slagtijd bedraagt 0,12s

$$V_1 = 1700 \text{ mm/s}$$

$$V_2 = 700 \text{ mm/s}$$

$$L_1 < 275 \text{ mm}$$

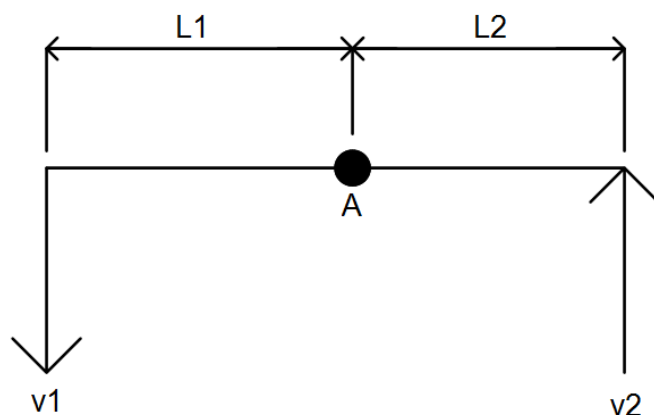
$$L_2 = ?$$

$$L_1 + L_2 \approx 380 \text{ mm}$$

$$v_1/v_2 = i$$

$$1700/700 = 2.429$$

$$L_1 = L_2 \cdot 2.429$$



Figuur 2.1

Pneumatic Model Selection Program Ver4.0-System Characteristic Calculation-Standard

Title : C85_boring 20_slag 10_5kg_push

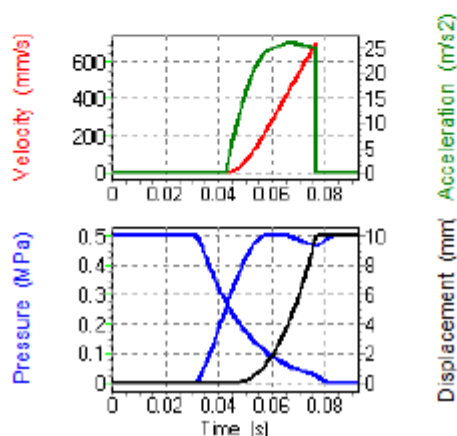
Registrant :

Date : 2011-11-15

Model number

Model	Part number	Quan.	Fitting 1	Quan.	Fitting 2	Quan.
Cylinder	C85[]20-10[]-[]-[]	1				
Solenoid valve	SY5120-[]-[]-C6-[]	1				
Manifold						
Silencer	AN101-01	2				
Quick exhaust valve						
Speed controller R	AS2201F-01-06[]	1				
Speed controller L	AS2201F-01-06[]	1				
Piping R	TU0604[]-[]	1				
Piping L	TU0604[]-[]					
Shock absorber						

System characteristics



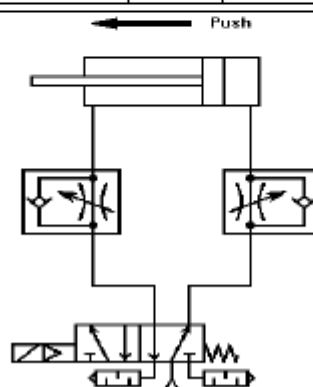
Full stroke time: 0.08 s
 Start up time: 0.04 s
 90% Force time: 0.08 s
 Mean velocity: 130 mm/s
 Max. velocity: 698 mm/s
 Stroke end velocity: 698 mm/s
 Max. acceleration: 26.0 m/s²
 Max. pressure: 0.50 MPa
 Air consumption/cycle: 0.286 dm³(ANR)
 Required air flow: 112.9 dm³/min(ANR)

Cushion Calculation Result

Absorption energy: 1.23 J
 Allowable energy: 0.27 J
 Judgment result: Out of the allowable range
 Out of the allowable range: Review the operating conditions and the load conditions. Or use shock absorber.

Condensation Calculation Result

Condensation probability: 0 %
 Condensation probability is very small



Input values

Stroke: 10 mm
 Full stroke time: 0.08 s
 Moving direction: Push (L)
 Supply pressure: 5.0 bar
 Ambient temperature: 20.0 degC
 Total length (R): 2.0 m
 Total length (L): 2.0 m
 Speed controller position (R): On cylinder
 0 m
 Opening: 100 %
 Speed controller position (L): On cylinder
 0 m
 Opening: 100 %
 Load mass: 5.00 kg
 Resistance force: N
 Mounting angle: 0 deg
 Application: Transfer
 Friction factor: Guideless
 0
 Silencer opening:
 Quick exh. valve opening:

Cushion Calculation Input Value

Cushion style: Rubber cushion/stopper
 Work mounting style:

Condensation Calculation Input Value

Absolute humidity: 0.0008 kg/kg

Comment:

SMC Version: 4.0.00

Tabel 2.3

terugtreksnelheid

Voor L1 wordt 270 mm genomen, dit zorgt er namelijk voor dat de totale lengte dicht bij de gewenste lengte van 380mm ligt. Nu de afmetingen van de klopconstructie bekend zijn kan de snelheid worden bepaald worden waarmee het klopmechanisme terug getrokken kan worden.

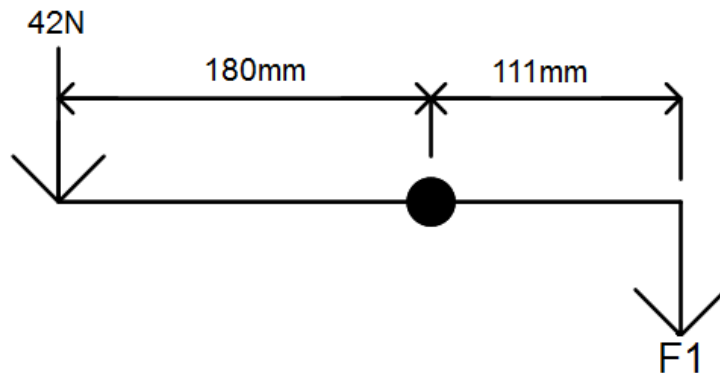
Het massa aangrijpingspunt ligt op 180 mm van af het draaipunt en heeft een gewicht van 42N (zie figuur 2.2).

Berekening 2.1

$$Em_a = 0$$

$$-42 \cdot -180 + F_1 \cdot 111$$

$$F_1 = 68.1N$$



Figuur 2.2

Uit berekening 2.1 blijkt dat de kracht die de cilinder moet leveren tijdens het terugtrekken is gelijk aan 7 Kg. Door dit in te vullen in het berekeningsprogramma kan bepaald worden dat de terugtrek snelheid van het mechanisme bedraagt 0,24 s (zie tabel 2.4 op volgende pagina).

In theorie zal een klap een kwart seconden duren. (0.08+0.17). Omdat in het rekenprogramma wordt uitgegaan van een wrijvingsloze situatie zal in de praktijk een klap meer tijd in beslag nemen. Ook zal er een korte pauze tussen de uit- en ingaande slag worden ingesteld. Door deze pauze is het zeker dat de cilinder zijn volledige slag heeft gemaakt en deze dus niet wordt ingestuurd voor dat deze zijn volledige slag heeft kunnen maken. Ook zorgt deze pauze ervoor dat de cilinder niet meer slaat per cyclus dan nodig. De cilinder zal zo afgesteld worden dat deze iedere seconden een klap geeft, Dit houdt in dat de cilinder zes maal kan klappen per batch. Dit is meer dan volgens praktijk test nodig was, echter zijn de gegevens van de test niet een op een te copieren naar het schoonmaaksysteem. Er zal bij het prototype dus gezocht moeten worden naar een ideale situatie tussen luchtverbruik en de mate van schoonheid van de OPD's.

De cilinder zal zo ingesteld worden dat deze op het eind van zijn slag niet geremd wordt. De cilinder zal geremd worden doordat het klopmechanisme tot stilstand komt tegen de PGC. Door de luchtdruk van de cilinder te nemen vlakvoor dat de klopmechanisme tot stilstand komt wordt voorkomen dat de zuigerstang te veel belast wordt. Het kan nodig zijn dat de cilinder met snelontluchters uitgevoerd moet worden. Dit kan er voor zorgen dat het klopmechanisme niet geremd wordt doordat de cilinders hun lucht niet snel genoeg kwijt kunnen.

Pneumatic Model Selection Program Ver4.0-System Characteristic Calculation-Standard

Title : C85_boring 20_slag 10_7kg_pull

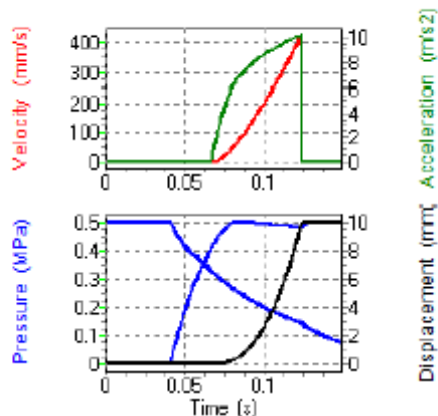
Registrant :

Date : 2011-11-16

Model number

Model	Part number	Quan.	Fitting 1	Quan.	Fitting 2	Quan.
Cylinder	C85[]20-10[]-[]-[]	1				
Solenoid valve	SYJ512[]-[][][]-C6-[]	1				
Manifold						
Silencer	AN101-01	2				
Quick exhaust valve						
Speed controller R	AS2201F-01-06[]	1				
Speed controller L	AS2201F-01-06[]	1				
Piping R	T0604[]-[]	1				
Piping L	T0604[]-[]					
Shock absorber						

System characteristics



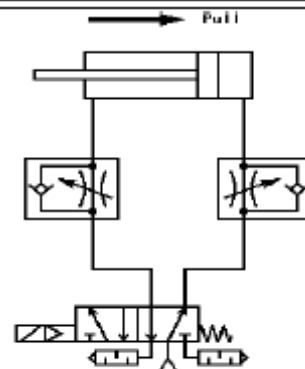
Full stroke time: 0.12 s
 Start up time: 0.07 s
 90% Force time: 0.17 s
 Mean velocity: 81 mm/s
 Max. velocity: 423 mm/s
 Stroke end velocity: 423 mm/s
 Max. acceleration: 10.2 m/s²
 Max. pressure: 0.50 MPa
 Air consumption/cycle: 0.286 dm³(ANR)
 Required air flow: 68.3 dm³/min(ANR)

Cushion Calculation Result

Absorption energy: 0.63 J
 Allowable energy: 0.27 J
 Judgment result: Out of the allowable range
 Out of the allowable range: Review the operating conditions and the load conditions. Or use shock absorber.

Condensation Calculation Result

Condensation probability: 0 %
 Condensation probability is very small



Input values

Stroke: 10 mm
 Full stroke time: Pull (R)
 Moving direction: Pull (R)
 Supply pressure: 5 bar
 Ambient temperature: 20 degC
 Total length (R): 2.0 m
 Total length (L): 2.0 m
 Speed controller position (R): On cylinder
 0 m
 Opening: 100 %
 Speed controller position (L): On cylinder
 0 m
 Opening: 100 %
 Load mass: 7.00 kg
 Resistance force: N
 Mounting angle: 0 deg
 Application: Transfer
 Friction factor: Guideless
 0
 Silencer opening:
 Quick exh. valve opening:

Cushion Calculation Input Value

Cushion style: Rubber cushion/stopper
 Work mounting style:

Condensation Calculation Input Value

Absolute humidity: 0.0008 kg/kg

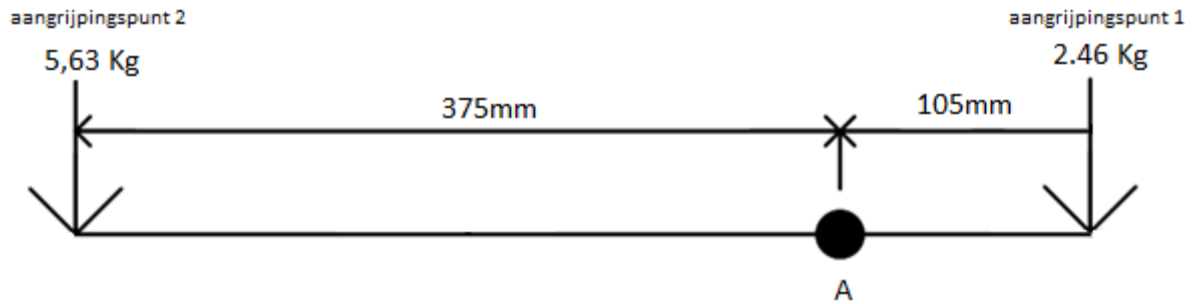
Comment:

SMC Version: 4.0.00

Tabel 2.4

Stootkracht van klopmechanisme

Nu de snelheid en het gewicht van het klopmechanisme bekend is kan de stootkracht van het klopper bepaald worden. Het klopmechanisme is opgedeeld in twee helften. Het klopmechanisme is aan beide kanten van het scharnierpunt in tweeën gedeeld. Voor beide helften is de massa bepaald en het aangrijpingspunt van deze massa. Het klapper mechanisme is schematisch weergegeven in figuur 2.3



Figuur 2.3

Om de stootkracht te kunnen bepalen is het eerst van belang de massa op punt m te bepalen. Eerst wordt bepaald welke kracht op *aangrijpingspunt 2* werkt. *aangrijpingspunt 2* wordt namelijk deels opgeheven door *aangrijpingspunt 1*. Uit berekening 2.2 blijkt dat het gewicht daar gelijk is aan 6.32 Kg. Uit het testrapport is gebleken dat de stootkracht per OPD 1.4 N·s moet zijn. Met berekening 2.3 wordt aangetoond dat het klopmechanisme hieraan ruim voldoet. In praktijk zal de stootkracht iets lager zijn. In de berekening zijn de wrijvingen van de lagers en de pneumatische cilinders niet meegenomen.

Berekening 2.2

Vervanging aangrijpingspunt 2 = $5.63 + (105 \cdot 2.46)/375 = 6.32$

Berekening 2.3

$$I = F \cdot dt$$

$$F = m \cdot a$$

$$a = \Delta v / \Delta t$$

$$a = 1.7 / 0.01$$

$$a = 170 \text{ m/s}^2$$

$$F = m \cdot a$$

$$F = 6.32 \cdot 170$$

$$F = 1074.2 \text{ N}$$

$$I = F \cdot dt$$

$$I = 1074.2 \cdot 0.01$$

$$I = 10.7 \text{ N}\cdot\text{s}$$

$$I/7 = \text{stoot per OPD}$$

$$10.7/7 = 1.53 \text{ N}\cdot\text{s}$$

2.3 Berekening Cyclustijd

Bij een OPD lengte van 300 mm passen er slechts 6 stuks in een batch, deze OPD lengte wordt echter weinig gebruikt in de praktijk. Als deze OPD wel toegepast wordt ligt de doorvoer lager dan 2500 stuks per uur. Daarom wordt bij het berekenen van de cyclusduur uitgegaan van 7 OPD's per cyclus.

$$\frac{2500 \text{ OPD's/uur}}{7 \text{ OPD's per cyclus}} = \frac{2500}{7} = 157,14 \text{ cyclus/uur}$$

$$\frac{416.67}{60 \text{ sec}} = \frac{416.67}{60} = 5.95 \text{ cyclus/min}$$

$$\frac{60 \text{ sec}}{6.94} = \frac{60 \text{ sec}}{6.94} = 10.1 \text{ sec/cyclus}$$

+ veiligheidsfactor van 1.2

$$\frac{10.1}{1.2} = 8.42 \text{ sec/cyclus}$$

Berekening vultijd en leeglooptijd werkelijk model				
volledig doorvoer van OPD=	1950mm		5,85	s
Voorste OPD in positie=	1650mm		4,95	s
Achterste OPD in positie=	90mm		0,27	s
Tussenruimte achterste OPD oude batch en voorste OPD nieuwe batch =	90mm		0,27	s
leggen batch Achterste OPD uit systeem=	1865mm		5,60	s
		volloop tijd	4,95	s
doorstroom=	2500/u	tijd band op en neer	0.8	s
v=20m/min=	333,333mm/s	schakeltijd	0,2	s
T=s/v		T leegloop	0,27	s +
		T totaal	6,22	s

2.4 Berekenen elektromotor

Om te kunnen bepalen welke elektromotor motor en reduceer er op het systeem geplaatst wordt moet eerst de omkeer snelheid bepaald worden. Uit deze snelheid volgt het benodigd motor vermogen en het toerental

De totale omschakeltijd is 8.42 seconden er blijft dus nog $8.42 - 6.22 = 2.20$ seconde over. Het binnenframe moet dus in 1.5 seconde 180 graden gedraaid zijn vanuit stilstaande positie. Er is voor gekozen om de constructie 90° heeft om te versnellen en 90° om te vertragen. In totaal heeft de constructie 1.1 seconden om te versnellen en 1.1 seconde om weer stil te staan. Doormiddel van berekening 2.4 is bepaald dat het binnenframe een hoekversnelling ondergaat van 2.6 rad/s^2 , een maximale hoeksnelheid van 2.86 rad/s heeft en een toerental van 27.3 min^{-1}

Berekening 2.4

$$t = 1.1 \text{ s}$$

$$\theta = \frac{1}{2} \pi \text{ rad}$$

$$\omega_0 = 0$$

$$\theta_0 = 0$$

$$\theta = \theta_0 + \omega_0 \cdot t + 0.5 \alpha \cdot t^2$$

$$\alpha = \frac{\pi}{0.75^2}$$

$$\alpha = 2.6 \text{ rad/s}^2$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha \cdot t$$

$$\omega = 2.6 \cdot 1.1$$

$$\omega = 2.86 \text{ rad/s}$$

$$n = \frac{\omega}{2\pi} \cdot 60$$

$$n = \frac{2.86}{2\pi} \cdot 60$$

$$n = 27.3 \text{ min}^{-1}$$

Uit de voorberekening van het dubbelbandconcept is gebleken dat de massatraagheid die het technisch modelprogramma Solid Edge levert zeer nauwkeurig zijn (zie hoofdstuk 1). Solid Edge geeft aan dat het om te draaien frame een massatraagheid heeft van 4.12 Kg/m^2 . Met de benodigde versnelling en de massatraagheid is het benodigde vermogen berekend (zie berekening 2.5). Uit de berekening blijkt dat een vermogen van $21,3 \text{ Nm}$ benodigd is voor het tijdig kunnen versnellen van het binnenframe.

Berekening 2.5

$$I = 4.12 \text{ Kg/m}^2$$

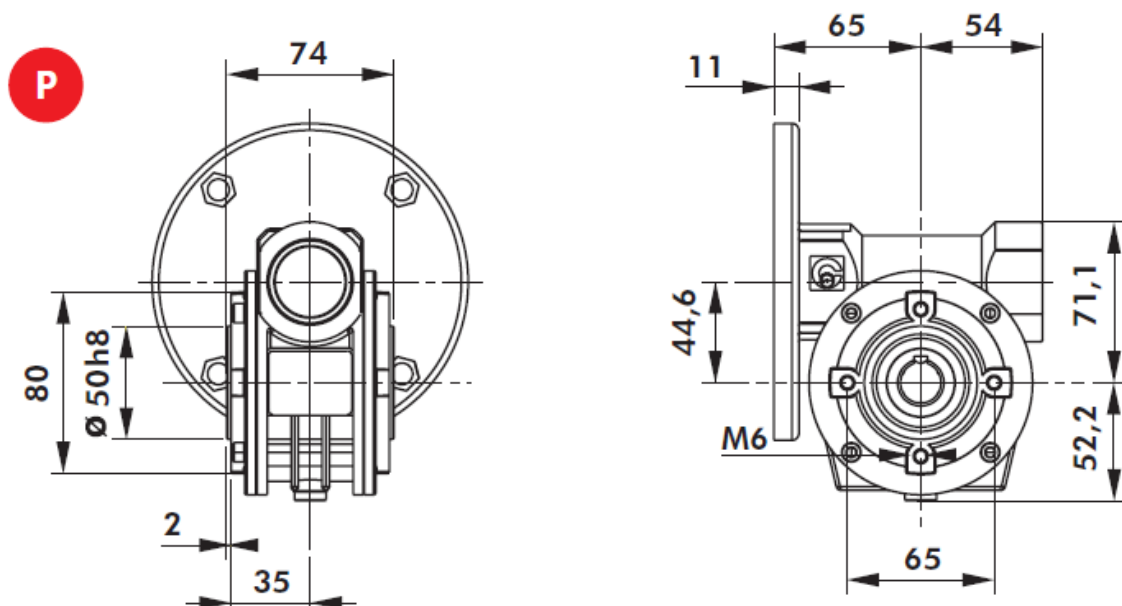
$$M = I \cdot \alpha$$

$$4.12 \cdot 2.6 = 10.7 \text{ Nm}$$

$$M = 10.7$$

Doormiddel van de minimale toerental van 27.3 min^{-1} en een draaimoment van 21.3 Nm is uit de CHB catalogus de benodigde motor en reduceer te halen.

Bij een directe aandrijving zou een 0.22 Kw elektromotor voldoen aan de eisen. Het is echter verstandig de motor iets over te dimensioneren als veiligheid. Om deze reden, en om een standaardmotor in gebruik te nemen is er gekozen om een 0.37 Kw motor met een reduceer te gebruiken. Deze motor zal worden uitgevoerd met een CH05 P1 reduceer met een overbrengverhouding van 18. Het uitgaande vermogen is dan 35 Nm en levert een toerental van 52.5 min^{-1} . Zowel het draaimoment als toerental zijn dus over gedimensioneerd. Om precies de juiste snelheid te draaien wordt er gebruik gemaakt van een frequentie regelaar. Zie figuur 1 voor maten reduceer.



Figuur IV.1

2.5 Berekening motorvermogen bij 3500 stuks per uur

Om een beeld te krijgen welke dimensies er benodigd zijn in het geval van 3500 stuks OPD's per uur is de berekening nogmaals doorgevoerd (Zie berekening 2.6). Bij een doorvoer van 3500 OPD's per uur is een veiligheidsfactor toegepast van 1,15. Deze veiligheidsfactor op een andere waarde gekozen omdat bij een factor 1.2 er nauwelijks tijd overblijft voor het omdraaien. Met een factor 1.15 kunnen er alsnog 500 extra OPD's door het systeem. Dit aantal is gelijk aan een veiligheidsfactor 1.2 over 2500 stuks. Een cyclus mag dus maximaal 6.26 seconden duren. Hieronder is de berekening te vinden van de omschakel tijd van een schoonmaak batch. Hierin zit de leeglooptijd en vollooptijd van de batch berekend met een bandsnelheid van 28m/min. Dit is de bandsnelheid die nodig is om 3500 OPD's aan te kunnen voeren. In de tabel hieronder is te zien dat het omschakelen 5.87 seconden duurt. Er is dus in totaal nog 6,26-5.18= 1.08 seconden over voor het omdraaien van de constructie. Uit berekening 2.7 blijkt dat het schoonmaaksysteem bij een doorvoer van 3500 stuks per uur een elektromotor met een toerental van 55.56 min⁻¹ en een vermogen van 44.4 Nm nodig heeft. Dit kan niet geleverd worden met een elektromotor met een vermogen van 0.37 kW. Als het schoonmaaksysteem in een POS met een doorvoer van 3500 OPD's wordt geplaatst zal er dus een sterkere motor moeten worden aangeschaft.

berekening 2.6

$$\frac{3500}{7} = 500 \text{ cyclus/uur}$$

$$\frac{583.34}{60} = 9.72 \text{ cyclus/min}$$

$$\frac{60}{9.72} = 6.17 \text{ sec/cyclus}$$

$$\frac{6.17}{1.15} = 5.37 \text{ sec/cyclus}$$

berekening 2.7

$$t = 0.54$$

$$\theta = \frac{1}{2}\pi \text{ rad}$$

$$\omega_0 = 0$$

$$\theta_0 = 0$$

$$I = 4.12 \text{ Kg/m}^2$$

$$\theta = \theta_0 + \omega_0 \cdot t + 0.5\alpha \cdot t^2$$

$$\alpha = \frac{\pi}{0.54^2}$$

$$\alpha = 10.77 \text{ rad/s}^2$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha \cdot t$$

$$\omega = 10.77 \cdot 0.54$$

$$\omega = 5.82 \text{ rad/s}$$

$$n = \frac{\omega}{2\pi} \cdot 60$$

$$n = \frac{5.82}{2\pi} \cdot 60$$

$$n = 55.56 \text{ min}^{-1}$$

$$M = I \cdot \alpha$$

$$4.12 \cdot 10.77 = 44.4 \text{ Nm}$$

$$M = 44.4 \text{ Nm}$$

2.7 Luchtverbruik schoonmaaksysteem

Cilinders van klopmechanisme

6 slagen per cyclus

156.15 cyclussen per uur

2 cilinder

Luchtverbruik per cilindercyclus = $2,86 \cdot 10^{-4}$

Normaal luchtverbruik = Verbruik per cyclus · aantal cilinders · aantal slagen · aantal cyclussen

$$(2,86 \cdot 10^{-4}) \cdot 2 \cdot 6 \cdot 156.15 = 0.54 \text{ m}^3/\text{uur}$$

Hefcilinders BTR

1 slag per cyclus

156.15 cyclussen per uur

4 cilinder

Luchtverbruik per cilindercyclus = $5,22 \cdot 10^{-5}$

Normaal luchtverbruik = inhoudt cilinder · aantal cilinders · aantal cyclussen

$$5,22 \cdot 10^{-4} \cdot 4 \cdot 156.15 = 0.33 \text{ m}^3/\text{uur}$$

Stoppercilinders

1 slag per cyclus

156.15 cyclussen per uur

2 cilinder

Luchtverbruik per cilindercyclus = $7.83 \cdot 10^{-5}$

Normaal luchtverbruik = inhoudt cilinder · aantal cilinders · aantal cyclussen

$$7.83 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 156.15 = 0.24 \text{ m}^3/\text{uur}$$

Totaal

$$\text{Verbruik totaal} = 0.54 + 0.33 + 0.24 = 1.11 \text{ m}^3/\text{uur}$$

Totaal verbruik aan normaallucht is $1.11 \text{ m}^3/\text{uur}$. In praktijk zal het verbruik meer zijn. In de berekening is het weglekken van lucht niet meegenomen. Qua luchtverbruik voldoet het schoonmaaksysteem aan de gestelde eis van maximaal 4 kuub/uur.

2.8 Kostprijs berekening

Het is niet mogelijk om een kostprijs te berekenen. Dit komt omdat een aantal onderdelen nog gemaakt dienen te worden, en daarvan de kostprijs nog niet bekend is. Het is echter wel mogelijk een schatting van de kosten te maken. Om dit goed in te kunnen schatten is het schoonmaaksysteem in drie delen 'gehakt' voor ieder deel is de montage tijd en de materiaalkosten ingeschat (zie tabel). De kosten per uur is € 45,-

	Uren	materiaal
Binnenframe Tek.nr. :R630_o2ha01	10	500,-
Buitenframe Teknr. : R630_o2ha02	4	100,-
Totaal Tek.nr. :R630_o2ha00	10	600,-
Totaal	24 uur	1200,-

Kosten totaal

$$24 \cdot € 45 + € 1200 = € 1280$$

Het kost rond de €1280 om één schoonmaakmachine te bouwen. Dit is echter niet de werkelijke kostprijs van de schoonmaakmachine. De ontwikkelingskosten zijn hierin niet verwerkt. De kosten die er verder nog bij komen zijn de elektrische componenten, de programmeurs kosten en de kosten van het in bedrijfstellen van de machine.

Er is bepaald wat de kosten per schoonmaakmachine zijn bij een productie van 1, 5 en 10 stuks. Er is 600 uur aan ontwikkeling in de machine gestoken. De kosten voor mij als afstudeeretagère zijn vastgelegd op 10,- per uur. Aan mechanisatie kosten heeft het schoonmaaksysteem 6000,- euro gekost.

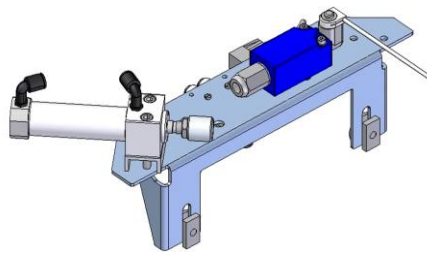
Bijlage VI. Deeltaken

OPD binnen halen

De OPD moet geautomatiseerd het systeem binnengehaald worden. Dit wordt door middel van een BTR gedaan. Een BTR heeft als voordeel dat deze minder gevoelig voor vuil is dan de GTR (zie figuur 6.7 punt 1).

OPD positioneren

De OPD moet op de juiste plek gepositioneerd worden zodat deze met een betere precisie kunnen worden behandeld. Dit kan gedaan worden door elke OPD een eigen stopper te geven (zie stopper figuur 6.1). Deze stopper houdt de OPD tegen door er met een pneumatische cilinder tegen de OPD aan te drukken. Deze cilinder wordt aangestuurd door een schakelaar die door de OPD wordt geschakeld. Het voordeel van dit systeem is dat alle stoppers tegelijkertijd losgehaald kunnen worden. Daardoor is de leegloop tijd kort. Het nadeel is dat er voor iedere OPD een sensor en cilinder aanwezig moet zijn, dit brengt extra kosten met zich mee en het energie verbruik zal omhoog gaan.



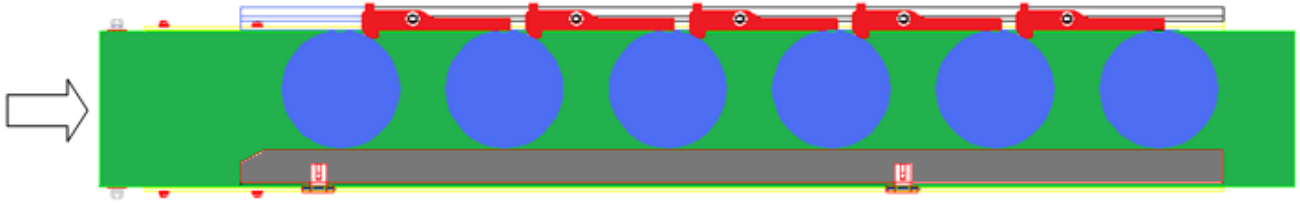
Figuur 11.1

Het is mogelijk om alle OPD's met een stopper te positioneren. Zo kan men de eerste OPD tegenhouden met een stopper en de rest laten oplopen. Hierbij is het echter niet mogelijk om een tussenruimte tussen de OPD's te creëren wat in dit concept hoogstwaarschijnlijk wel gewenst is.

Een andere oplossing is door middel van mechanische stoppers (zie figuur 6.2). Hierbij wordt een hefboom omgeduwd als de OPD op de juiste plaatst terecht komt. Deze hefboom blokkeert vervolgens de volgende OPD, en deze OPD duwt de volgende hefboom om die weer een OPD blokkeert, enzovoorts (zie figuur 6.3). De leeglooptijd van de machine is bij dit systeem is echter langer dan bij een systeem met afzonderlijk aangestuurde stoppers. Dit omdat de Eerste OPD eerst 55 mm verplaatst moet zijn voordat de tweede kan gaan lopen en de tweede moet weer 55 mm verplaatst zijn. Dit betekent dat er per OPD een vertraging is van 0,17 seconden wat er weer voor zorgt dat het legen van de band in totaal een seconden langer duurt, dit is 1/8 van de totale cyclustijd. In praktijk zal dit nog iets langer zijn omdat de tijd om de OPD in beweging te brengen niet is mee genomen.



Figuur 6.2



Figuur 6.2

Welk van deze principes gebruikt zal wordt tijdens het ontwikkeling en modelleringproces besloten. De voorkeur gaat uit naar een mechanische oplossing. Als beter bekend is wat de massa en de uiteindelijke afmetingen worden van het gehele systeem is te berekenen of het haalbaar is om in de resterende tijd de constructie om te keren. Als het mogelijk is om in de resterende tijd de constructie om te keren moet dit niet leiden tot een te zware elektromotor. Is het niet haalbaar of energie onverantwoord om het mechanisch te realiseren dan zal het pneumatisch uitgevoerd worden.

OPD dragen

De OPD moet ondersteund worden zodat deze bij het omdraaien niet naar beneden valt. Deze afdekking kan eventueel ook gebruikt worden om trillingen over te dragen aan de OPD.

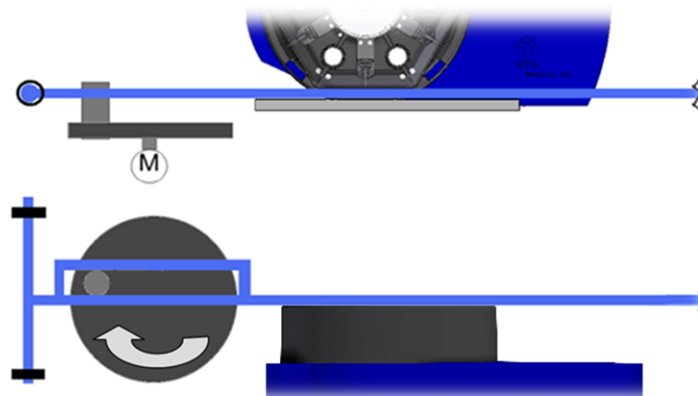
De OPD's worden afgedekt op de randen op de bovenkant van de Insert door middel van een strip aan de bovenkant van de Insert (zie figuur 6.3). Dit heeft als voordeel dat de ondersteuning niet hoeft worden weggehaald tijdens het vullen en legen van het systeem en het vuil er tussendoor kan vallen.



Figuur 6.3

OPD in trilling brengen

Het systeem moet de OPD laten trillen zodat het vuil loskomt. Dit kan gerealiseerd worden door middel van een draaiende schijf met een uitstekende pin die een stang op en neer laten bewegen (zie figuur 6.4). Deze stang loopt over de bovenkanten van de Inserts. Doordat deze stang op en neer beweegt zullen de OPD's gaan klapperen. Het op en neer bewegen van de stang kan ook gerealiseerd worden door middel van twee pneumatische cilinders op de stang te monteren, dit zorgt voor een eenvoudigere opstelling. Het is echter niet bekend of er ruimte is om de cilinders te plaatsen. Welke manier gekozen is is afhankelijk van de beschikbare inbouwruimte.



Figuur 6.4

Constructie omkeren en blokkeren

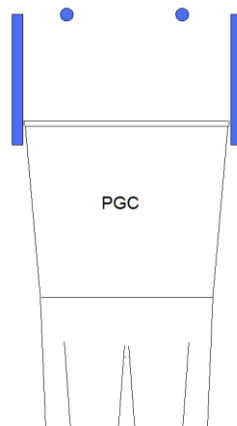
De constructie moet omgedraaid worden zodat het vuil uit de OPD kan vallen. Verder zorgt het omdraaien er voor dat er een ruimte ontstaat tussen de PGC en OPD.

Het omdraaien van het frame wordt gerealiseerd door een tandwiel dat op de kopse kant van het frame is geplaatst (zie figuur 6.7 punt 2). Dit punt wordt door middel van een tandriem verbonden met het buitenframe. Er is gekozen voor een tandriem omdat deze onderhoudsvriendelijker en geluidsarmer is dan een ketting. De vertanding is nodig om slip te voorkomen tijdens het versnellen en vertragen van het systeem.

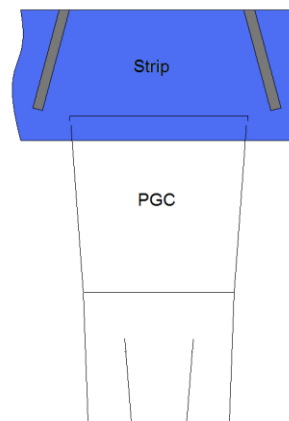
PGC ondersteunen

De PGC moet ondersteund worden bij het omkeren van de constructie. Dit ondersteunen moet op zo een manier gebeuren dat er een ruimte ontstaat tussen de OPD en PGC. De ondersteuning moet verder de PGC op positie houden zodat deze tijdens het terugkeren netjes in de OPD valt.

Door middel van rondestangen en dunne strippen die aan het binnenframe zijn bevestigd (zie figuur 6.7 punt 3). De strippen worden aan de zijkanten van de PGC geplaatst (zie figuur 6.5 links). De strippen aan de zijkant ondersteunen de OPD tijdens zijn val. Bij iedere PGC worden tussen deze twee strippen een schuinsgeplaatste geleidingsstrips geplaatst zodat de OPD tijdens het omkeren en trillen op de juist plek terechtkomt/ blijft zitten (zie figuur 6.6 rechts). Tussen de twee strips in de lengte richting worden de twee stangen geplaatst. Deze bevinden zich dus boven de PGC en zorgen er voor dat de OPD wordt tegengehouden bij het omkeren. Door gebruik te maken van rondestangen voorkom je dat vuil blijft liggen op de ondersteuning.



Figuur 6.5



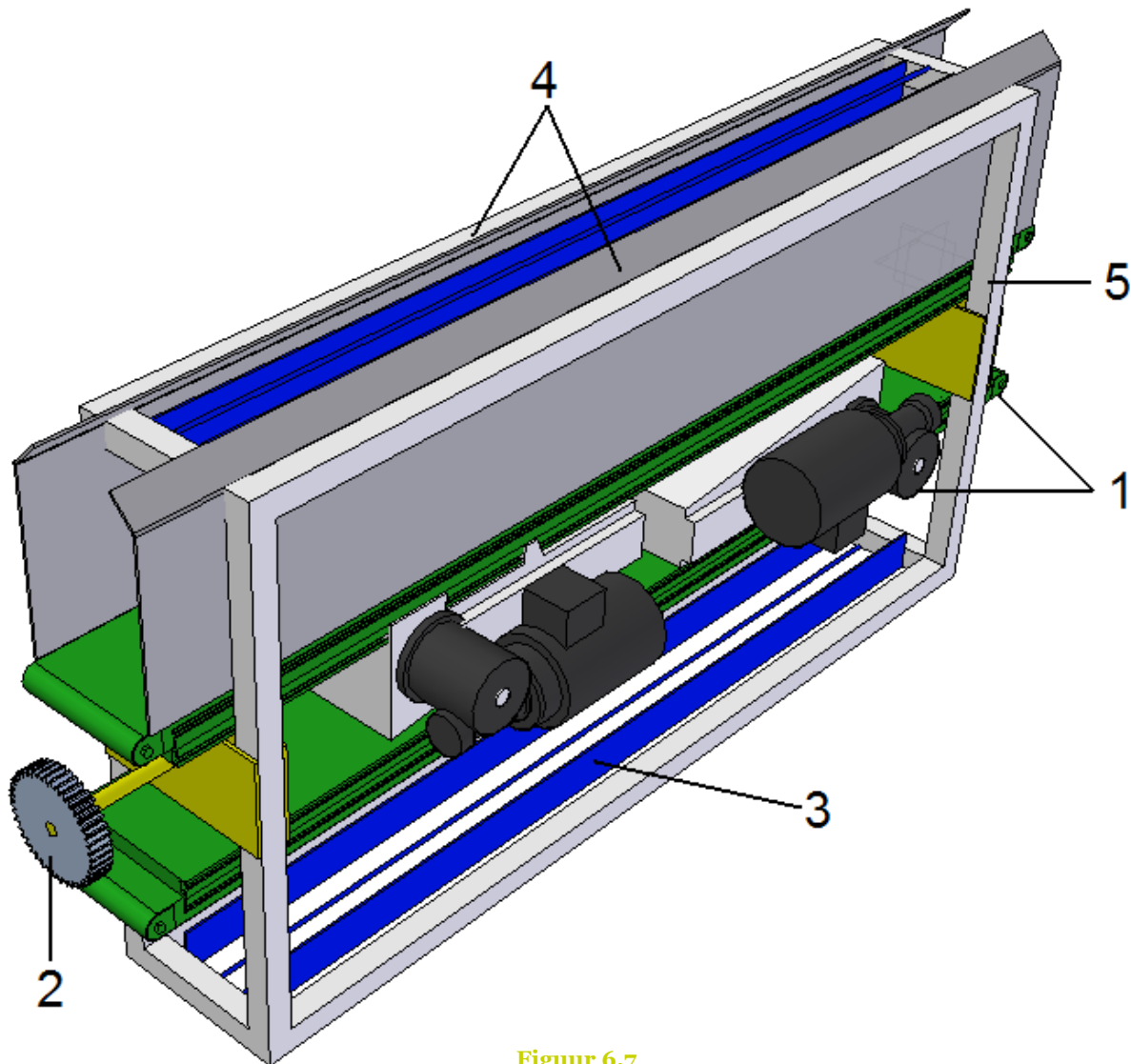
Figuur 6.6

Vuil verzamelen

Het vuil dat uit de OPD's loskomt zal op een centraal punt moeten worden opgevangen. Dit wordt gerealiseerd door middel van platen die naast de OPD's aan het frame worden gemonteerd. Door deze platen aan de bovenkant iets naar binnen te zetten voorkomt men dat het vuil er tijdens het omdraaien al uitvalt (zie fig 6.6 punt 4). Doordat het vuil er pas later uitvalt zal de opvangbak die onder het systeem geplaatst wordt minder breed worden hoeven uitgevoerd.

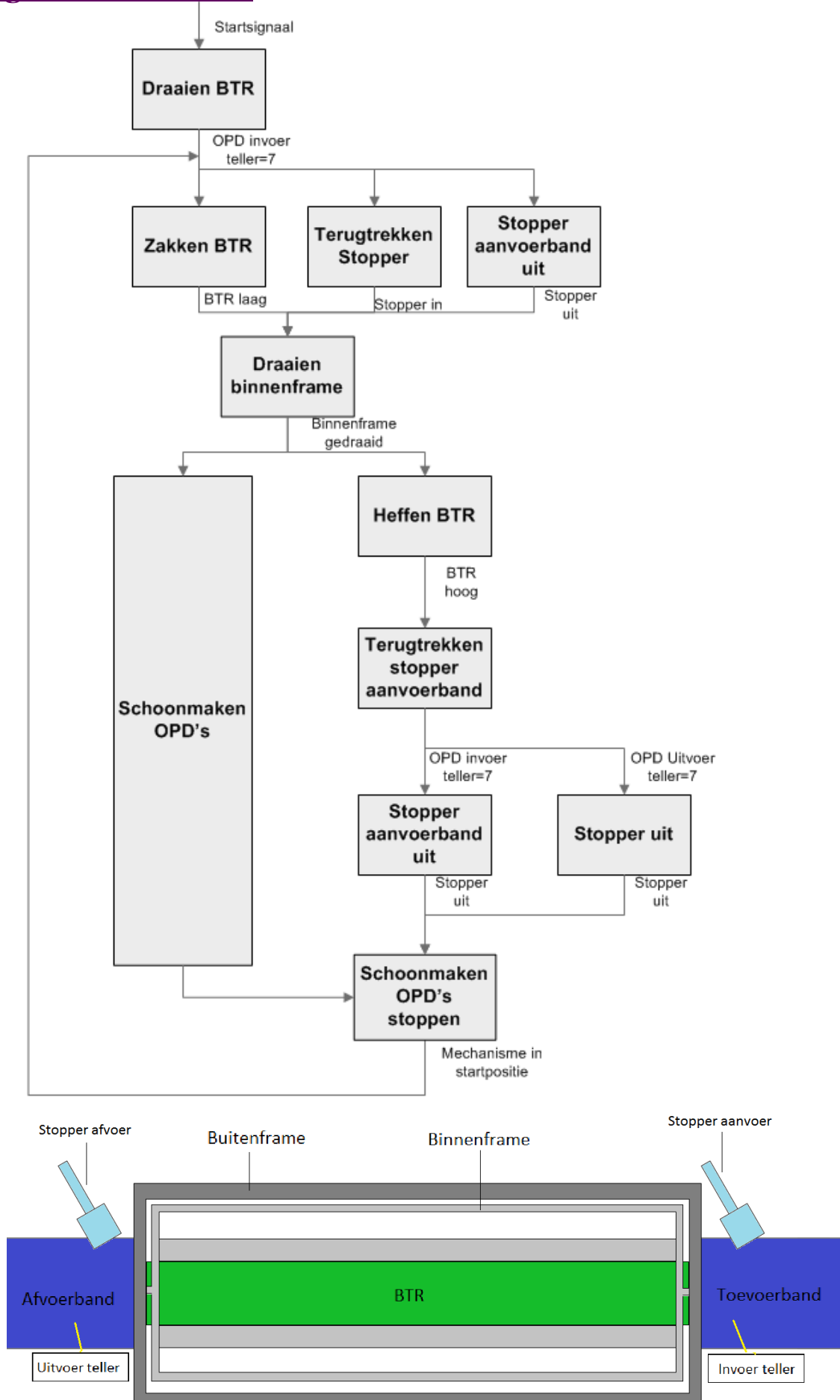
Onderdelen dragen

Het dragen van onderdelen zal gebeuren door een frame vervaardigd uit ITEM 8 profielen. Deze zijn een stuk zwaarder dan de ITEM 6 profielen. Het zware gewicht heeft veel invloed op het vermogen dat nodig is om het frame om te draaien. Het voordeel van ITEM 8 is dat deze veel sterkere hoekverbindingen maken dan de ITEM 6 waardoor de constructie voldoende stijfheid krijgt. Door ITEM 8 te gebruiken kunnen alle onderdelen met M8 bouten vast gezet worden, wat een voordeel is omdat standaardonderdelen veelal gatmaten voor M8 hebben. De factoren stijfheid en het gemak van gebruik van M8 wegen zwaarder op dan het lichtgewicht van ITEM 6 profielen.



Figuur 6.7

Bijlage VII. Flowchart



Bijlage VIII. Competentietabel en katern

Competenties werktuigbouwkunde

projectmanagement uitvoeren

Het was voor mij vrij eenvoudig om een geschikte afstudeeropdracht te verwerven. Dit heb ik gedaan door op de Tuinbouwrelatie dagen Gorinchem rond te kijken naar bedrijven die mij interessant leken. Hier heb ik twee bedrijven gevonden waar ik wel stage zou wou lopen. Bij beide bedrijven heb ik een kennismakingsgesprek gehad. Beide bedrijven hadden een geschikte opdracht voor mij. Mijn keuze is uitgegaan naar WPS HOrti Systems. De werkzaamheden van dit bedrijf spraken mij meer aan en de sfeer binnen het bedrijf leek mij beter. Ik heb hiervan geleerd dat het belangrijk is om er tijd in te steken om een interessant bedrijf te vinden om je stage te lopen. Verder is het ook verstandig om te zorgen voor vergelijking materiaal.

Het opzetten van een plan van aanpak ging mij goed af. De planning nalopen is ook aardig goed gegaan. Totdat ik samen met mijn stagebegeleider had besloten om het concept anders uit te voeren. Hierbij is de afweging gemaakt om bepaalde taken te laten vervallen maar dat er ter compensatie een beter eindproduct wordt opgeleverd.

Een zelfevaluatie opstellen is normaliter gesproken geen probleem voor mij. Ik vond het echter wel lastig om de 'competentietabel tbv beoordeling afstudeerwerkzaamheden' te begrijpen.

opzetten en systematisch uitvoeren van een onderzoeksopdracht

Het opzetten van de onderzoeksopdracht is goed gegaan. De uitvoering van het "praktijk" onderzoek was stukken lastiger dan verwacht. Het lastige hiervan is om gelijkwaardige resultaten te verkrijgen. Uiteindelijk is er een goed onderzoeksrapport ontstaan. De onderzoeksgegevens zijn hierin overzichtelijk weergegeven.

het kunnen opstellen van een productdefinitie, pva, pve voor een duurzaam product of proces

Naar mijn mening is de afstudeeropdracht en de afstudeeropdracht voor buitenstanders duidelijk gedefinieerd in het afstudeerrapport, dit ging mij makkelijker af dan ik op voorhand had bedacht. De te onderzoeken onderdelen waren op voorhand lastig vast te stellen. Tijdens het uitvoeren van de opdracht is er een praktijk onderzoek bij gekomen. Het onderzoek naar huidige schoonmaakmethodes heb ik laten vervallen. De schoonmaakmethodes die in praktijk worden gebruikt zijn veelal op aangekoekt en zeer klein vuil gericht. Ik heb de prioriteit gesteld om mijn aandacht te vestigen op het praktijk onderzoek.

het realiseren van een detailontwerpen en een functioneel duurzaam product of proces

Bij het ontwikkelde schoonmaaksysteem heb ik goed gelet op de duurzaamheid van het product. Veel onderdelen zijn iets over gedimensioneerd waardoor deze een langere levensduur hebben. Het schoonmaaksysteem is in detail uitgewerkt tot een technisch teken pakker. Hierin zitten ook alle standaardonderdelen verwerkt. De keuze voor deze onderdelen is verwerkt in het afstudeerrapport.

Algemene HBO competenties

kritisch handelen (analytisch en probleemoplossend vermogen en het onderbouwen van keuzen)

Tijdens het doen van de praktijktesten is er gestructureerd omgegaan met de testresultaten. Bij het uitvoeren van het praktijkonderzoek was het van belang dat ik continue kritisch bleef op mijn handelingen. Zo heb ik een onderzoek over gedaan omdat ik de tests niet achter elkaar door heb gedaan. De volgende dag ben ik verder gegaan. Terwijl het die dag warmer was. Dit kan invloed hebben op de bevindingen van de test. De tests heb ik overgedaan met nieuwe teststukken en het bleek inderdaad dat de vorige testgegevens onnauwkeurig waren.

samenwerken (sociale en communicatieve vaardigheden)

Tijdens het uitvoeren van mijn opdracht heb ik niet veel samengewerkt. Ik heb echter wel tijdens R&D besprekingen mijn keuzes moeten verdedigen. Hier heb ik veel van geleerd, vaak wist ik mijn keuzes wel te verdedigen. Maar waarom ik niet voor een andere oplossing heb gekozen kon ik niet altijd verwoorden. Het is dus ook van belang goede argumenten paraat te hebben om bepaald mogelijkheden het niet worden.

persoonlijke en professionele ontwikkeling (nieuwsgierigheid, verdieping, het willen)

De eerste weken heb ik veel tijd gestoken in het begrijpen van het POS. Dit getuigd van nieuwsgierigheid en het willen verdiepen in de materie.

zelfverantwoordelijk werken

Tijdens mijn afstudeerstage heb ik veel zelfverantwoordelijk moeten werken. Tijdens de praktijktest was ik zelf verantwoordelijk dat de resultaten goed zijn. Ook tijdens het kiezen en uitwerken van de concepten heb ik veel verantwoordelijkheden moeten nemen.

Bijlage IX. Tekeningenpakket