

# Veilig monsteren in ULO-cellen

Matthijs Montsma

Rapport nr. 1071

## Colofon

Het project is gefinancierd door:



Nederlandse Fruittelers Organisatie

Titel	Veilig monsteren in ULO-cellen
Auteur(s)	Matthijs Montsma
AFSG nummer	1071
ISBN-nummer	978-90-8585-562-0
Publicatiedatum	Juli 2009
Vertrouwelijk	Nee
OPD-code	08/168
Goedgekeurd door	Gisella Frijlink

Agrotechnology and Food Sciences Group  
P.O. Box 17  
NL-6700 AA Wageningen  
Tel: +31 (0)317 48 00 84  
E-mail: [info.afsg@wur.nl](mailto:info.afsg@wur.nl)  
Internet: [www.afsg.wur.nl](http://www.afsg.wur.nl)

© Agrotechnology and Food Innovations b.v.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

*All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for inaccuracies in this report.*



Het kwaliteitsmanagementsysteem van Agrotechnology and Food Innovations b.v. is gecertificeerd door SGS International Certification Services EESV op basis van ISO 9001:2000.

## Samenvatting

Het project Veilig monsteren in ULO-cellen is uitgevoerd in opdracht van het Productschap Tuinbouw en de NFO met als begeleidingscommissie de werkgroep ULO en Veiligheid. De doelstelling van het project is het ontwerpen en ontwikkelen van een monstersysteem in ULO-cellen waarbij de veiligheid van de monsternemers gewaarborgd is.

Op verzoek van de werkgroep is gemeten aan een monsterbuis en is dit monsterprincipe verder bestudeerd en ontwikkeld.

In de ULO-cel van de bewaarfaciliteiten van AFSG in Wageningen is een buis gemonteerd in het plafond van de cel. Het zuurstofgehalte van de ULO-cel is op 2% gebracht en de temperatuur is gehandhaafd op 4°C om vervolgens metingen te doen bij een geopende buis en tijden het nemen van monsters uit de cel. De cel is op overdruk gebracht. De zuurstofconcentratie is gemeten op verschillende hoogten van de buis en bij het gezicht van de persoon die het monster neemt.

Op basis van de eerste resultaten is het uitstromende oppervlak gereduceerd door over de inwendige diameter van de buis isolatiemateriaal aan te brengen met daarin een snede waardoor het nog mogelijk is een monster uit de cel te nemen. Dezelfde metingen als hierboven beschreven zijn met deze uitstroom-reductie uitgevoerd.

Het zuurstofgehalte van de lucht waarin de monsternemer zich bevindt mag niet onder de 18% komen.

Bij de geopende buis neemt het zuurstofgehalte 5 cm boven de opening af tot 1,5% als overdruk heerst op de ULO-cel. Op 30 cm afstand boven de opening, de hoogte waar het gezicht hangt tijdens het nemen van een monster, daalt de zuurstofconcentratie tot 6%. Tijdens simulatie van het nemen van een monster neemt het zuurstofgehalte bij overdruk bij het gezicht van de monsternemer af tot 13%. Tijdens simulatie van het nemen van een monster neemt het zuurstofgehalte zonder overdruk op 5 cm en op 70 cm af tot respectievelijk 6% en 19%.

Wanneer het uitstroomoppervlak wordt gereduceerd neemt het zuurstofgehalte bij overdruk bij de geopende buis op 5 cm en op 30 cm af tot respectievelijk 10% en 14%. Tijdens simulatie van het nemen van een monster neemt het zuurstofgehalte bij overdruk bij het gezicht van de monsternemer af tot 13%. Tijdens simulatie van het nemen van een monster neemt het zuurstofgehalte zonder overdruk op 5 cm en bij het gezicht van de monsternemer af tot respectievelijk 13% en 19%.

Op basis van de meetresultaten stellen we dat het nemen van monsters uit een ULO-cel door een buis met diameter 250mm is niet veilig wanneer overdruk heerst op de ULO-cel.

Met uitstroomreductie daalt het zuurstofgehalte bij het gezicht niet onder de 18% indien de heersende druk op de ULO-cel op het moment van monsternemen voldoende laag is.

# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b>	<b>3</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>2 Projectbeschrijving</b>	<b>6</b>
2.1 Achtergrond en randvoorwaarden van fruitmonsters en de monstername	6
2.1.1 Gangbare systemen van monstername	6
2.1.2 Kwaliteit en fruitmonsters	7
2.1.3 Systemen en oplossingen buiten de fruitsector	9
2.2 Proefopzet voor monstername via een buis	10
2.2.1 Metingen	11
<b>3 Resultaten</b>	<b>13</b>
3.1 Run 1: zonder drukmeting	13
3.2 Run 2: met drukmeting	14
3.3 Run 3: metingen op variabele hoogten	15
3.4 Run 4: metingen bij het gezicht	16
3.5 Run 5: metingen met reductie uitstromende lucht	17
3.6 Run 6: met reductie met en zonder overdruk	18
<b>4 Discussie</b>	<b>21</b>
<b>5 Conclusies</b>	<b>22</b>
<b>Bijlage 1</b>	<b>23</b>

# 1 Inleiding

De veiligheid op fruitbedrijven met ULO-cellen staat ter discussie. De laatste jaren zijn in en rondom ULO-cellen dodelijke slachtoffers gevallen. Het verbeteren en waarborgen van de arbeidsomstandigheden rondom ULO-cellen is daarom belangrijk geworden voor de fruitsector. Daarom is vanuit de werkgroep ULO en Veiligheid van de Nederlandse Fruittelers Organisatie (NFO) is het project Veilig monsternemen in ULO-cellen geïnitieerd. De werkgroep is opgetreden als begeleidingscommissie voor dit project.

Monsternemen tijdens de bewaarperiode uit ULO-cellen blijft noodzakelijk om het product regelmatig te kunnen controleren en de productkwaliteit tijdens de bewaring te waarborgen. De huidige voorzieningen voor monsternemen zoals plafondluik, wandluiken en bemonstering via de deur vereisen dat de ULO-cellen worden geopend terwijl deze op regime staan.

De huidige normen ten aanzien van veiligheid stellen dat ULO-cellen op regime niet betreden mogen worden. In dit project is de huidige wijze van monsternemen in kaart gebracht en een mogelijk technische aanpassing op veiligheid getest door middel van metingen.

## 2 Projectbeschrijving

In dit hoofdstuk zijn de achtergronden en randvoorwaarden beschreven voor fruitmonsters en het uit de cel nemen van fruitmonsters voor de Nederlandse situatie. Daarna is de aanpak beschreven van de metingen van het monstersysteem met een buis. Aan de hand van deze metingen is onderzocht of een buis als monsteropening kan dienen voor het veilig uitnemen van fruitmonsters.

Het oorspronkelijke projectvoorstel had tot doelstelling een monstersysteem te ontwikkelen om de fruitmonsters in op te bergen en wat de mogelijkheid geeft om het fruitmonster uit te nemen zonder dat de gebruiker in aanraking kan komen met de cellucht. Tijdens een van de bijeenkomsten met de begeleidingscommissie is van deze opzet afgestapt. De resultaten die voorgekomen zijn uit de oorspronkelijke projectopzet zijn niet in hoofdstuk 3 opgenomen, maar in bijlage 1 zijn de technische ontwerptekeningen weergegeven.

### 2.1 Achtergrond en randvoorwaarden van fruitmonsters en de monstername

Er is een inventarisatie gemaakt van bestaande systemen voor het opbergen van fruitmonsters. Hiervoor werd gebruikt gemaakt van het brede netwerk van AFSG, te zijn fruittelers met bewaarfaciliteiten, loonkoelers en veilingen. Daarnaast werd gebruik gemaakt van de in de sector werkzame adviseurs op het gebied van fruitbewaring. Voor de inventarisatie zijn onder andere de volgende acties ondernomen:

- Er is informatie ingewonnen bij bewaaradviseurs van AFSG.
- Er zijn bezoeken afgelegd bij de veilingen The Greenery locatie Utrecht en Fresh Link te Venlo.
- Er is gesproken met bewaaradviseur Wim Schmitz van Schmitz Koeladvies.
- Het rapport 'Risico's ULO cellen' van Dirk Bok, van DB Arbo Advies, is gebruikt.
- Het concept Protocol ULO samengesteld door Dirk Bok, van DB Arbo Advies, is gebruikt.

#### 2.1.1 *Gangbare systemen van monstername*

Een fruitmonster moet representatief zijn voor de kwaliteit van de gehele partij waarvan het monster is genomen. Vastgesteld is welke factoren ten aanzien van de kwaliteit van invloed zijn voor een fruitmonster. Dit zijn:

- De plaats in de cel waar het fruitmonster wordt bewaard.
- De manier waarop een monster wordt bewaard (verpakt of onverpakt).

Op de volgende plaatsen in de cel worden in de praktijk fruitmonsters bewaard:

- Onder het plafondluis,
- Achter het wandluis,
- Achter de celdeur.

Hieronder staan de meest voorkomende manieren om fruitmonsters op te bergen.

- Aparte voorraadkist(en),
- Los in EPS-bakken of ander type kistje,
- In (net)zakken:
  - In eps-bakken of ander type kistje
  - Op bovenste kisten

Gangbare methoden om fruitmonsters uit de cel te halen zijn:

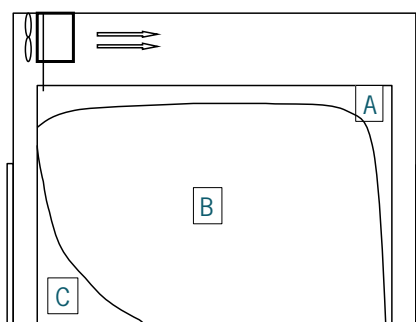
- Hele voorraadkisten worden als monster uit de cel gehaald.
- Losse vruchten handmatig direct uit de kist via de celdeur of het wand- of plafondluik.
- Losse vruchten in EPS-bakken in de cel achter de celdeur of boven in de cel te bereiken via het wandluik.
- Netzakjes in kist vlakbij wand- of plafondluik.
- Netzakjes bij elkaar in EPS-bakken in de cel achter de celdeur of boven in de cel te bereiken via het wandluik.
- Netzakjes aan touwtjes omhoog te halen via een katrol.
- Netzakjes in EPS-bakken op een rollerbaan gemonteerd bovenin de cel vlakbij de verdamper te bereiken via het wandluik.

### 2.1.2 *Kwaliteit en fruitmonsters*

De kwaliteit van het bewaarde fruit wordt tijdens de bewaring beoordeeld aan de hand van onder andere de fruitmonsters. Een fruitmonster moet daarom representatief zijn voor de gehele bewaarcel. De fruitkwaliteit wordt beperkt door verschillende bewaarafwijkingen die per fruitsoort anders zijn. Ook de plaats in de cel heeft hier invloed op. De temperatuur en het vochtgehalte van fruit varieert in de cel als direct gevolg variatie in luchtcirculatie en stapeling in cel. Bekend is dat een bewaarcel in zones is in te delen (Figuur 1). Zone A is doorgaans de koudste zone en Zone C is de warmste zone. Dit heeft als gevolg dat een bewaarafwijking als Laag Temperatuur Bederf (LTB) vaak het eerst voorkomt in Zone A. Uitdroging als gevolg hogere temperatuur van de langsstromende lucht vindt vaak plaats in Zone C waar de lucht inmiddels opgewarmd is door het voorafgaande contact met het product. Met andere woorden, sommige bewaarafwijkingen zijn plaatsafhankelijk.

In Tabel 1 is per zone aangegeven welke bewaarafwijking het meest voorkomt.

## Dwars aangezicht van koelcel



Figuur 1: Een koelcel onderverdeeld in temperatuurzones.

Het is natuurlijk niet zo dat de bewaarafwijkingen niet op elke plaats in de cel voor kan komen. De gevoeligheid van het bewaarde product geeft in eerste instantie aanleiding tot het uiten van afwijkingen. Daarnaast geeft in manier van opbergen in sommige gevallen een bescherming tegen bijvoorbeeld uitdroging in het geval van geperforeerde plastic zakken.

Tabel 1: Mogelijke bewaarafwijkingen en de zone in de cel waar meer kans op uiting ervan heerst.

		<i>Plaats in de cel</i>	Zone A	Zone B	Zone C
<b>Bewaarafwijking</b>	<b>versterking door celconditie</b>				
<b>Appel</b>					
LTB	lage T				
softscald	te snelle afkoeling				
bevriezingschade	te lage T				
Scald	O <sub>2</sub> % > 1%, midden, dieper				
vochtverlies	hoge T, lage RV, te lange bewaring				
ouderdomsbederf	te lange bewaring, hoge T				
CO <sub>2</sub> schade inwendig	hoog CO <sub>2</sub>				
hardheidsverlies	hoge T, lage CO <sub>2</sub> %, hoog O <sub>2</sub> , te lange bewaring				
O <sub>2</sub> -gebrekschade	te laag O <sub>2</sub>				
CO <sub>2</sub> -schade extern	te hoog CO <sub>2</sub> bij aanvang bewaring				
glazigheid en gevolg	te snel op gas, hoge RV				
stip	hoog O <sub>2</sub>				
butsgevoeligheid	te koud product				
schilvlekjes	hoge RV, hogere T				



<b>Peer</b>				
bevriezingschade	lage T			
slappe nekken	hoge T, lage RV, te lange bewaring			
buikziek	te lange bewaring, hoge T			
grondkleur				
hol&bruin	te hoog CO2			
klokhuisbruin	te lange bewaring, hoog CO2/laag O2			
rot	hoge T, RV			

<b>Bessen</b>				
rot	hoge T, lage CO2%			
roze				

	soms duidelijk meer problemen dan in andere zones
	soms net even slechter dan in andere zones

Problemen in zone C zijn soms ook het gevolg van laatste inbreng in combinatie met te snelle pulldown

In de bovenstaande tabel is af te leiden dat op de koudste plaats in cel (zone A), in de koude luchtstroom van de verdamper, bewaarafwijkingen zich goed uiten. De plaats, in de warme aanzuig lucht, onder de verdamper (zone C) is echter een plaats waar de meeste bewaarafwijkingen zich kunnen uiten. Dit is belangrijke informatie, maar opgemerkt dient te worden dat op de warme plaats waar veel vochtverlies op kan treden weinig verteld kan worden over de consequenties van het vochtverlies in mindere mate op koudere plaatsen in de cel. Wanneer in Tabel 1 een bewaarafwijking niet gemarkeerd is betekent dit dat deze afwijking in principe door de hele cel gelijk kan optreden. Dit is bijvoorbeeld het geval bij zuurstof of koolzuur gerelateerde bewaarafwijkingen. Kortom de ideale plaats voor het bewaren van een monster in een bewaarcel is niet direct aan te geven.

### 2.1.3 Systemen en oplossingen buiten de fruitsector

In andere sectoren dan de fruitsector werkt men onder vergelijkbare omstandigheden waar de zuurstofconcentratie gevaarlijk laag is en de werkomgeving eventueel afgescheiden moet worden van de lage zuurstoflucht. Een aantal situaties wordt hieronder nader beschreven.

- Vrieshuizen: In vriescellen wordt kunstmatig het zuurstofgehalte rond 16% gehouden om brandgevaar te reduceren. Veiligheidsmaatregelen tijdens het betreden van deze vriescellen zijn echter niet voorhanden en worden ook niet voorgeschreven.
- Laboratoria: In laboratoria komen schadelijke gassen vrij. Om het contact met de mens te voorkomen worden werkzaamheden in een zuurkast uitgevoerd waarbij de schadelijke gassen worden afgezogen.
- Farmaceutische industrie: Om hygroscopische producten te beschermen tegen vocht worden proceslijnen afgeschermd met een behuizing waarin met droge lucht overdruk wordt gecreëerd. Verder worden ruimte op overdruk gehouden met een neerwaartse laminaire luchtstroming in ruimte waar met poedervormige stoffen wordt gewerkt.

Uit de bovenstaande voorbeelden kunnen ideeën worden gegenereerd, waarbij men rekening dient te houden met de kosten die dit met zich meebrengt.

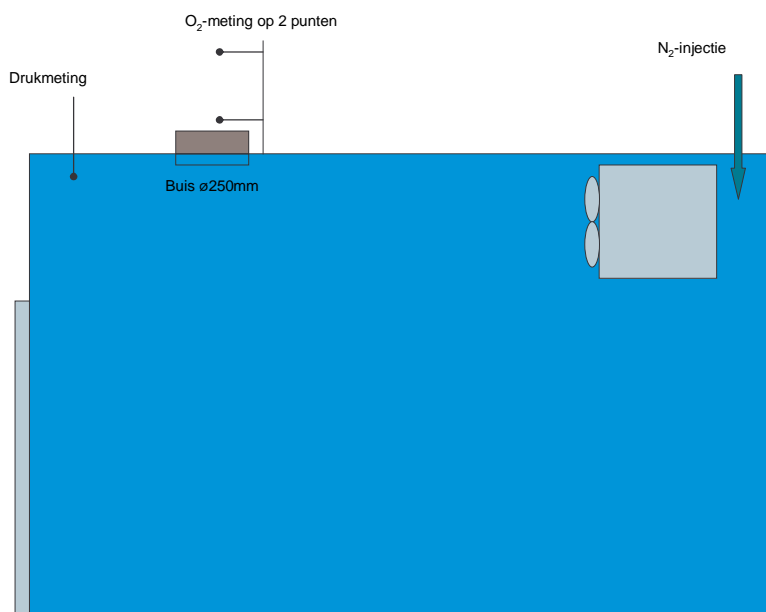
## 2.2 Proefopzet voor monsternamen via een buis

Naar aanleiding van metingen aan bestaande monstersystemen is gebleken dat de zuurstofconcentratie tijdens het nemen van monsters via een buis door de celwand niet onder 20% daalt en bovendien geeft de buis geen mogelijkheid om de ULO-cel te betreden. Daarom is door de begeleidingscommissie besloten het monsterprincipe via een buis verder te ontwikkelen tot een hanteerbaar systeem, waarbij met zekerheid gesteld kan worden dat de zuurstofconcentraties van de omgevingslucht niet onder de 18% zal dalen.

In de proefopzet wordt vooral rekening gehouden met de variabelen die de uitstroom van cellucht naar buiten toe veroorzaken. Deze variabelen zijn:

- Overdruk door temperatuurverschillen en/of door injectie van stikstof.
- Stuwdruk van de verdamper
- Koelacties

In een ULO-cel van de onderzoeksfaciliteiten van AFSG is een buis in het plafond gemonteerd. De diameter is 250mm dezelfde diameter als de beluchtingsbuis waaraan gemeten is in het onderzoek ULO&Veiligheid van de NFO. De zuurstofmeting vindt plaats op twee posities in de zolderruimte boven de ULO-cel. Een meting op 5 cm midden boven de buisopening en een variabel meetpunt beginnend op een hoogte van 70cm van de buisopening. Deze laatste hoogte wordt in stappen van 10cm teruggebracht naar beneden toe. Om vast te stellen dat overdruk heerst tijdens de metingen is een drukmeter op de cel aangesloten. Hieronder (Figuur 2) is de cel met de meetopstelling schematisch weergegeven.



Figuur 2: Schematisch overzicht van ULO-cel en buis met meetopstelling.

De montage van de buis in het celplafond is gasdicht afgewerkt door met siliconen kit en een kraagbus de aanhechting op de cel dicht te maken. Verder is de afsluiting van de buis gasdicht met een schroefdeksel met inwendige rubberen ring.

Op de onderstaande foto's is te zien hoe de buis is gemonteerd. Ook is de luchtuitstroom beperking te zien.



Foto 1: Meetbuis in plafond; isolatiemateriaal bevestigd in de buis (links), bovenaanzicht (rechts).

### 2.2.1 Metingen

Onder verschillende omstandigheden is de zuurstofconcentratie gemeten in de ruimte boven de cel:

1. Er is gemeten aan de buis in geopende toestand. De verdamperventilatoren zijn draaiend en gedurende de meting heerst overdruk. In de praktijk opent de overdrukklep op een ULO-cel bij een overdruk van 10 – 12 mm WK.
2. Er is gemeten aan de buis in geopende toestand zonder dat de verdamperventilatoren draaien bij overdruk.
3. Bij bovenstaande situaties is gesimuleerd dat een fruitmonster via de buisopening uit de cel gehaald wordt. Tijdens deze handeling is het zuurstofgehalte bij de neus van de monsternemer gemeten.
4. Vervolgens is in de buis is een structuur aangebracht om ervoor te zorgen dat bij overdruk uitstromende cellucht niet gemakkelijk naar buiten stroomt. Op deze manier kan de cellucht met laag zuurstofgehalte in kleinere hoeveelheden met de omgevingslucht mengen. Met deze aanpassing is opnieuw gemeten bij bovenstaande situaties.

In alle gevallen is de zuurstofconcentratie ingesteld op 2%. De overdruk is gecreëerd door middel van continue injectie van stikstof. Door de stikstofinjectie zal de werkelijke zuurstofconcentratie

in de cel gedurende de metingen onder de 2% komen. Dit is niet gemeten, omdat het meetsysteem van de ULO-cel een meetcyclus heeft van 1 meting per uur die niet aangepast is aan het experiment.

Tijdens de metingen is de temperatuur ingesteld op 4 °C.

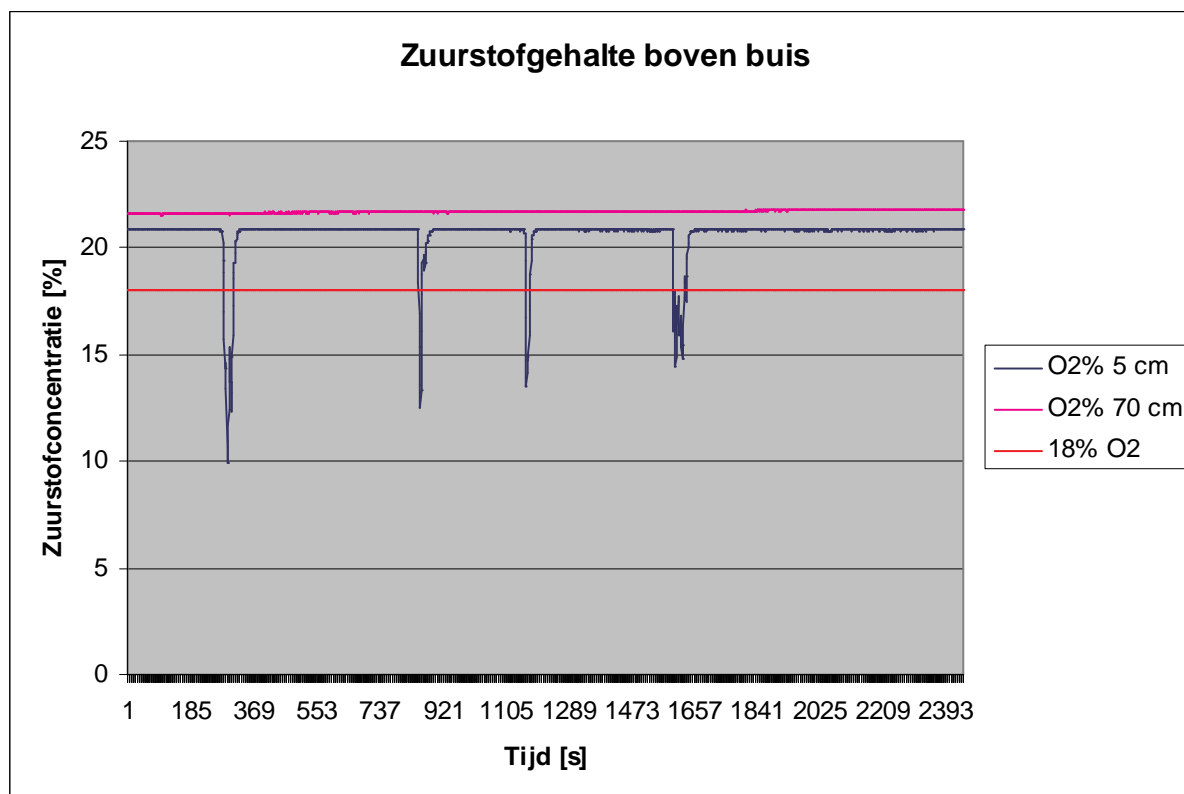
### 3 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten beschreven van de metingen gedaan aan de monsterbuis. De metingen zijn altijd gedaan in aanwezigheid van 2 of meer personen en persoonlijke beschermingsmiddelen (zuurstofmeters).

In totaal zijn 6 meetruns uitgevoerd waarbij in totaal 39 metingen zijn verricht aan de buis in het plafond van de ULO-cel. Hieronder wordt per meetrun beschreven wat gemeten is, bij welke meetomstandigheid zoals beschreven in paragraaf 2.2.1 en zijn de resultaten weergegeven in grafieken.

#### 3.1 Run 1: zonder drukmeting

Tijdens deze run zijn de luchtcondities in de ULO-cel op 2 % zuurstof en 4 °C gehouden. Echter overdruk is niet gemeten waardoor niet bevestigd kan worden dat daadwerkelijk overdruk heerste tijdens de metingen. Zoals beschreven in de proefopzet is de zuurstof op 5 cm en op 70 cm boven de buisopening gemeten. De positie van 70 cm is in deze run niet gevarieerd. In onderstaande figuur zijn de 4 metingen zichtbaar. Tijdens de eerste meting draaide de koeling (verdamperventilatoren). Tijdens de overige 3 metingen was de koeling uit om meer overdruk op de buis te creëren. Ter indicatie is de toegestane ondergrens van het zuurstofgehalte van 18% weergegeven in de grafiek.



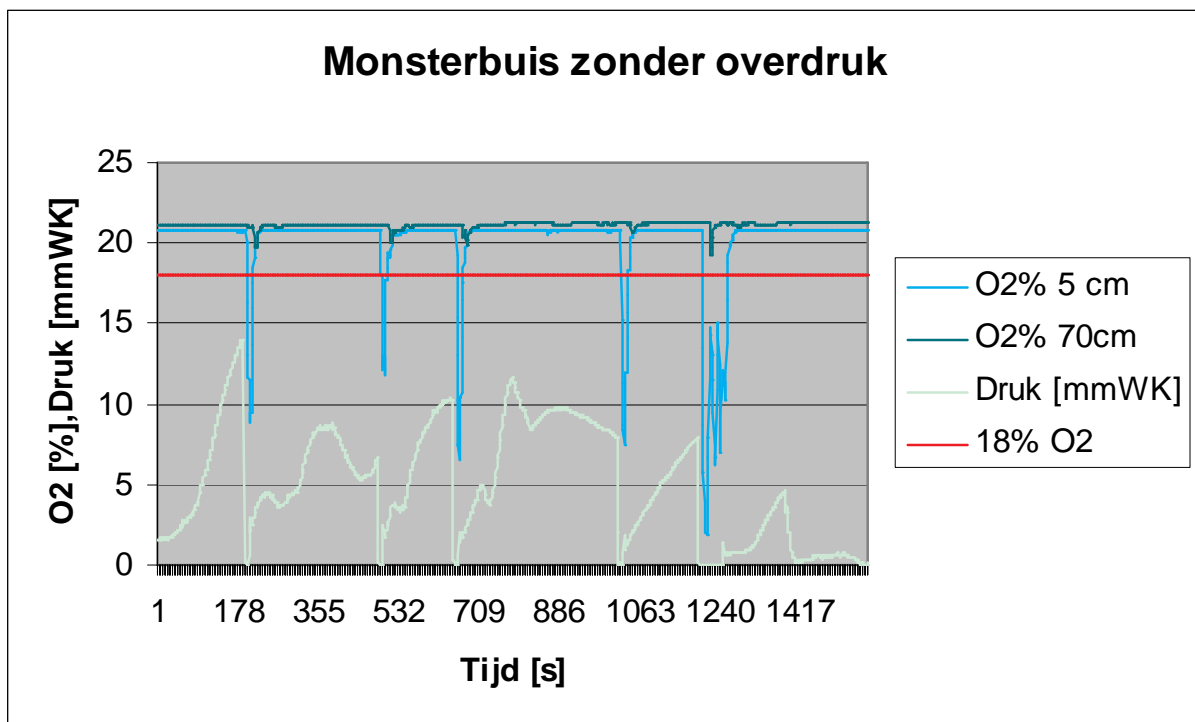
Figuur 3: De zuurstofwaarden van run 1 waarin 4 metingen aan de buis zijn gedaan

In Figuur 3 is te zien dat buis 4 keer geopend is waarbij het zuurstofgehalte op 5 cm boven de buis sterk daalde tot minimaal 10%. De daling van het zuurstofniveau op 5 cm is in verloop van tijd minder sterk wat een indicatie is voor het afnemen van de overdruk in de ULO-cel. Tijdens vierde en laatste meting is niet alleen de buis geopend maar is ook gesimuleerd dat een fruitmonster door de buis uit de cel is gehaald. Te zien is dat deze bewegingen schommelingen te weeg brengen op het meetpunt op 5 cm.

Het zuurstofgehalte op 70 cm hoogte veranderde niet ondanks dat de buis geopend was.

### 3.2 Run 2: met drukmeting

Om inzicht te krijgen in de mate van overdruk is tijdens deze run een drukmeter op de cel aangesloten. Daarnaast is om meer overdruk te realiseren continu stikstof geïnjecteerd. De meetpunten op 5 en 70 cm zijn niet veranderd tijdens deze run. In Figuur 4 is te zien dat 5 metingen zijn gedaan aan de geopende buis. In alle gevallen zijn tijdens de meting de verdamperventilatoren uitgeschakeld. De vijfde en laatste is een monstername gesimuleerd.



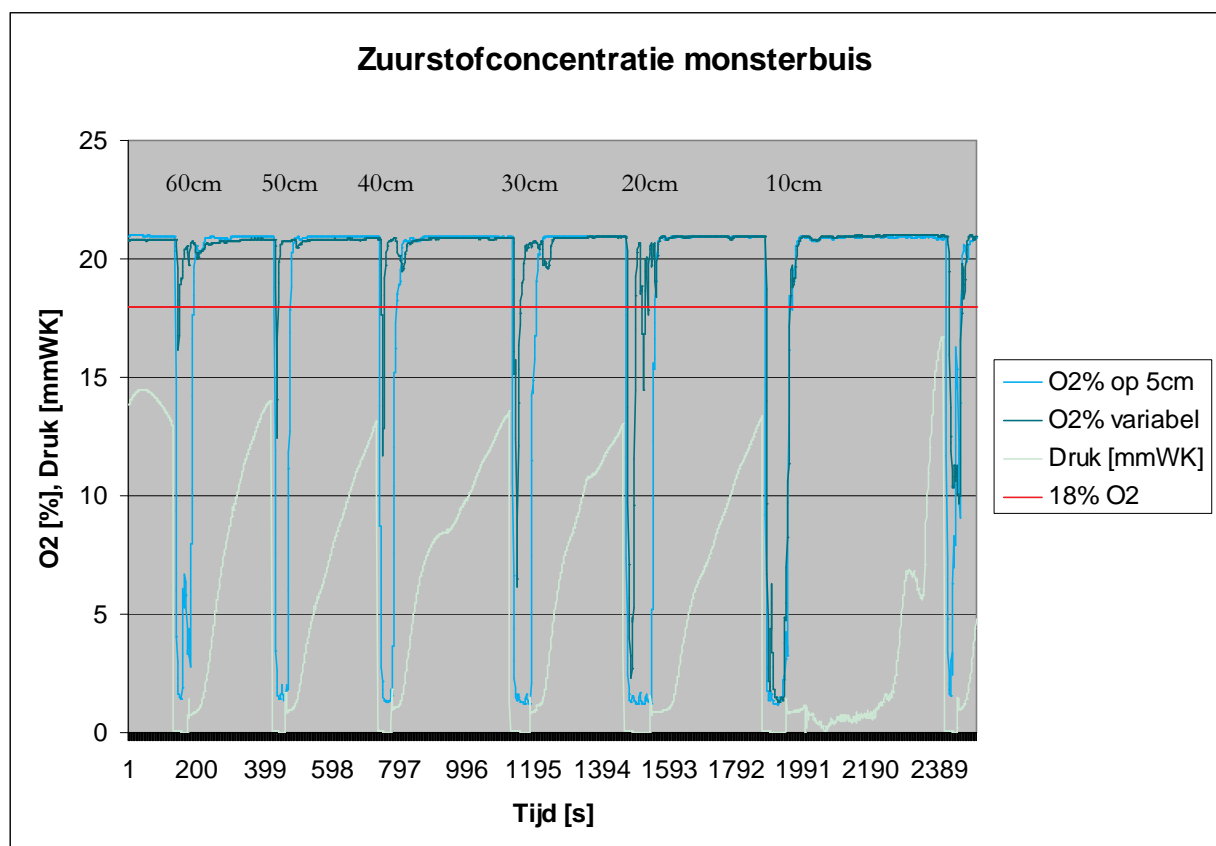
Figuur 4: Het verloop van het zuurstofgehalte boven de buis en druk op de cel tijdens 5 metingen.

Doordat meer druk is gerealiseerd door stikstofinjectie daalde de zuurstofwaarden ver onder de 18%, zelfs tot onder 5%. De simulatie van monstername laat meer schommelingen zien in het zuurstofgehalte door de veroorzaakte luchtbewegingen. Door de overdruk zijn ook schommelingen te zien bij het meetpunt op 70 cm hoogte ten opzichte van de buis

Uit de metingen van run 2 blijkt dat de cel na openen van de buis moeilijk op overdruk te houden is. Tijdens de eerste meting heerste een druk rond de 14 mm WK. Daarna komt de druk steeds rond de 10 mm WK.

### 3.3 Run 3: metingen op variabele hoogten

Om voldoende overdruk te creëren tijdens de metingen is voor deze run een slang met een ruimere diameter op de cel aangesloten. In de derde run is de hoogte van het bovenste meetpunt van verminderd van 60 cm naar 10 cm. Door op verschillende hoogten te meten is een verloop van het zuurstofgehalte waar te nemen. In Figuur 5 zijn de resultaten van 7 metingen te zien.



Figuur 5: Het zuurstofgehalte van metingen op variabele hoogte bij een voldoende overdruk.

Te zien is dat bij de heersende overdruk op het moment van openen van de buis het zuurstofgehalte op 5 cm daalt tot 1.5%. De zuurstofmetingen op verschillende afstanden van de buisopening geven waarden onder 18% en hoe dichterbij de opening hoe lager de zuurstofconcentratie. Het valt op dat op het moment dat de buis weer gesloten wordt het zuurstofgehalte snel weer boven 18% stijgt naar 21%. Tijdens de zevende en laatste meting is gemeten op 5 cm boven de buis en de tweede metingen is gedaan op de grond op ongeveer 50cm naast de buis. De zuurstofwaarde op deze plaats daalde tot 10%.

De gemeten overdruk op het moment van openen is bij iedere meting rond 14 mmWK geweest.

### 3.4 Run 4: metingen bij het gezicht

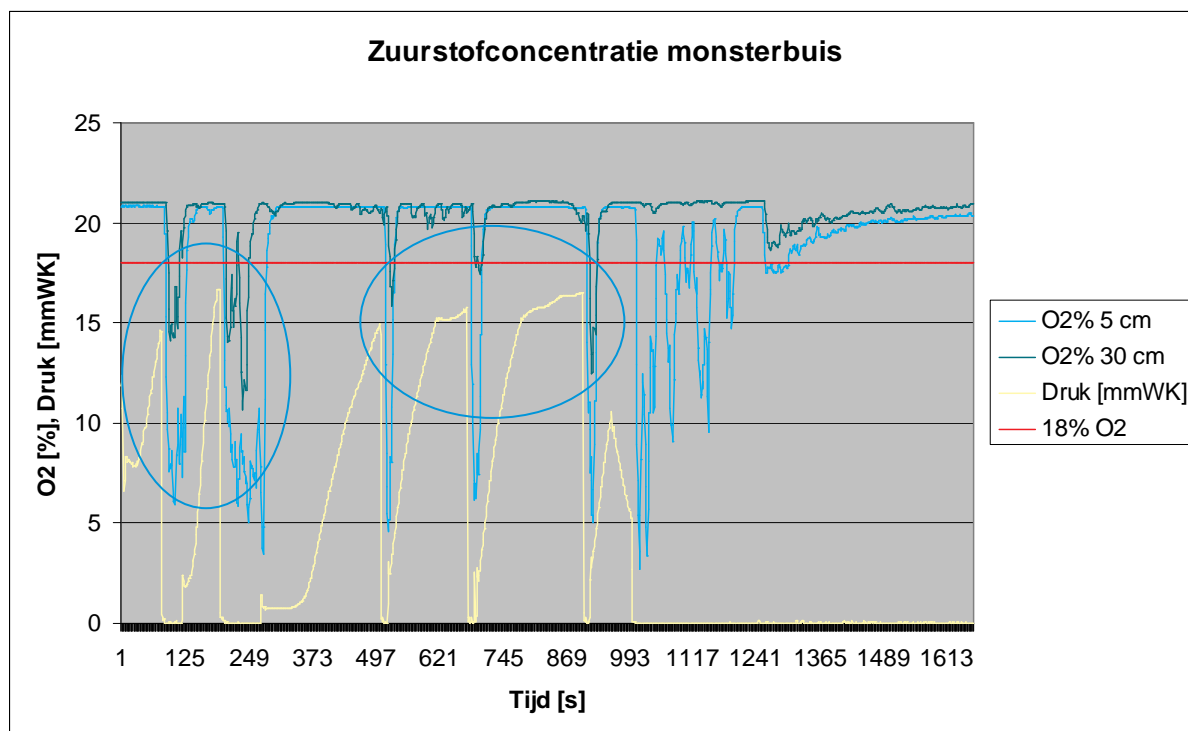
Gedurende run 4 is geprobeerd inzicht te krijgen in het verschil in hoeveelheid uitstromende lucht bij draaiende en uitgeschakelde verdamperventilatoren. De meetpunten voor de zuurstofconcentratie zijn constant gehouden op 5 en 30 cm. Daarnaast is monsternamen gesimuleerd in meting 3, 4 en 5. Hierbij heeft de monsternemer een meetpunt bij zijn gezicht. Dit is te zien op onderstaande foto. De metingen zijn altijd gedaan in aanwezigheid van 2 of meer personen en zuurstofmeters.



Foto 2: Meetslang bij mond en neus.

De overdruk die tijdens deze metingen heerste was boven 15 mmWK. In Figuur 6 zijn 5 metingen weergegeven. Na de vijfde metingen is het verloop bij vrije uitstroom, waarbij de cel van regime gehaald, wordt waar te nemen.





Figuur 6: Het zuurstofgehalte gemeten tijdens verschillende omstandigheden.

Met de verdamperventilatoren draaiende tijdens de eerste meting het zuurstofgehalte daalt zowel op 5 cm als op 30 cm onder de 18%. Echter wanneer halverwege de tweede meting de ventilatoren uitgeschakeld worden daalt het zuurstofgehalte op 5 cm tot onder 5% en op 30 cm van 15% naar 11%. (Zie linker cirkelvorm.)

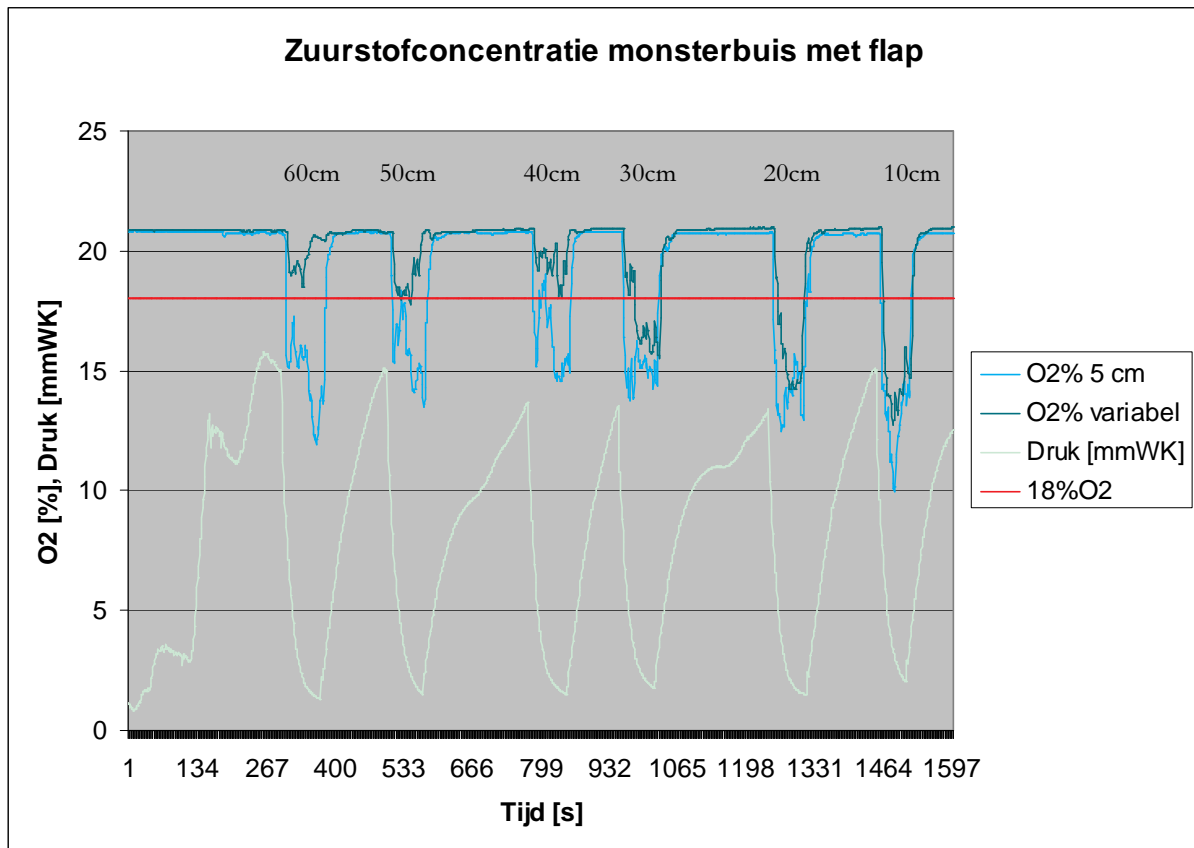
De simulaties laten zien dat op 5 cm het zuurstofgehalte tot 5% daalt. Bij de neus varieert het zuurstofgehalte met als dieptepunt 12%. In geen van de drie metingen blijft het zuurstofgehalte duidelijk boven de 18%. (Zie rechter cirkelvorm.)

Ten slotte loopt het zuurstofgehalte op doordat de cel geopend wordt. Opvallend is het grillige verloop van de meting op 5 cm boven de buis.

### 3.5 Run 5: metingen met reductie uitstromende lucht

In de laatste runs (5 en 6) is aan dezelfde buis gemeten maar met daarin bevestigd een stuk isolatiemateriaal (Armaflex) waardoor het uitstromend oppervlak geminimaliseerd is. Om een monster door de buis uit de cel te halen is het materiaal ingesneden. De flap die zo ontstaat is te zien op Foto 1.

In run 5 is gemeten op 5 cm en op variabele afstand van de buisopening. De hoogte is gevarieerd van 70 naar 20 cm. Om zoveel mogelijk overdruk op de buis te creëren zijn de verdamperventilatoren uitgelaten. De heersende overdruk op het moment van openen van de buis was 14 – 15 mmWK. In Figuur 7 zijn 6 metingen weergegeven.

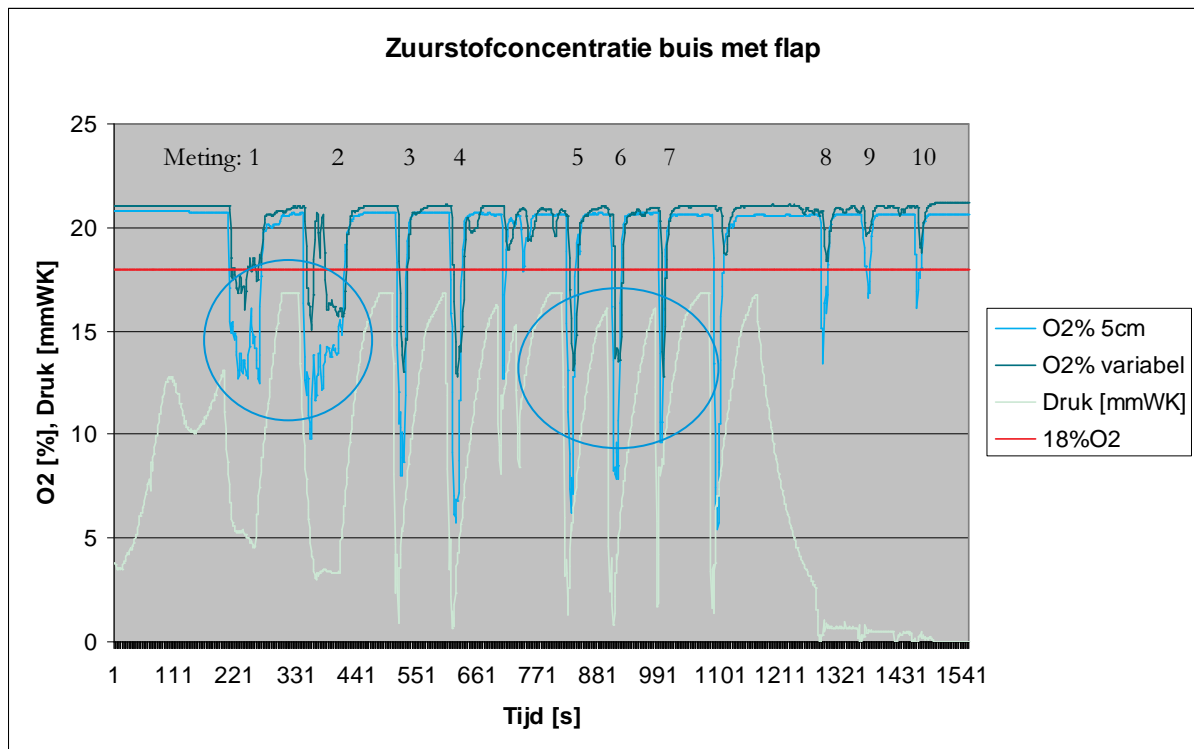


Figuur 7: Het zuurstofgehalte op variabele hoogte boven de buis met reductie van uitstromende cellucht.

Op 5 cm daalt de zuurstofconcentratie in alle gevallen onder de 18% tot 10 – 12%. Ten opzichte van metingen zonder reductie van uitstromende cellucht (run 3, paragraaf 3.3) een verschil van ongeveer 10% zuurstof. Tot op een afstand van 40 cm boven de buisopening daalt de zuurstofconcentratie tot rond de 18%. Van 30 cm en lager daalt de zuurstofconcentratie tot een minimum van 13%.

### 3.6 Run 6: met reductie met en zonder overdruk

Tijdens deze run is bij de eerste 4 metingen zuurstof gemeten op 5 en 30 cm. Daarna zijn met een zuurstofmeting bij het gezicht simulaties gedaan bij overdruk en geringe druk. De heersende overdruk op moment van het openen van de buis was tijdens overdruk tussen 16 en 17 mmWK en bij geringe druk 0.5 mmWK. In Figuur 8 zijn de 10 metingen weergegeven.

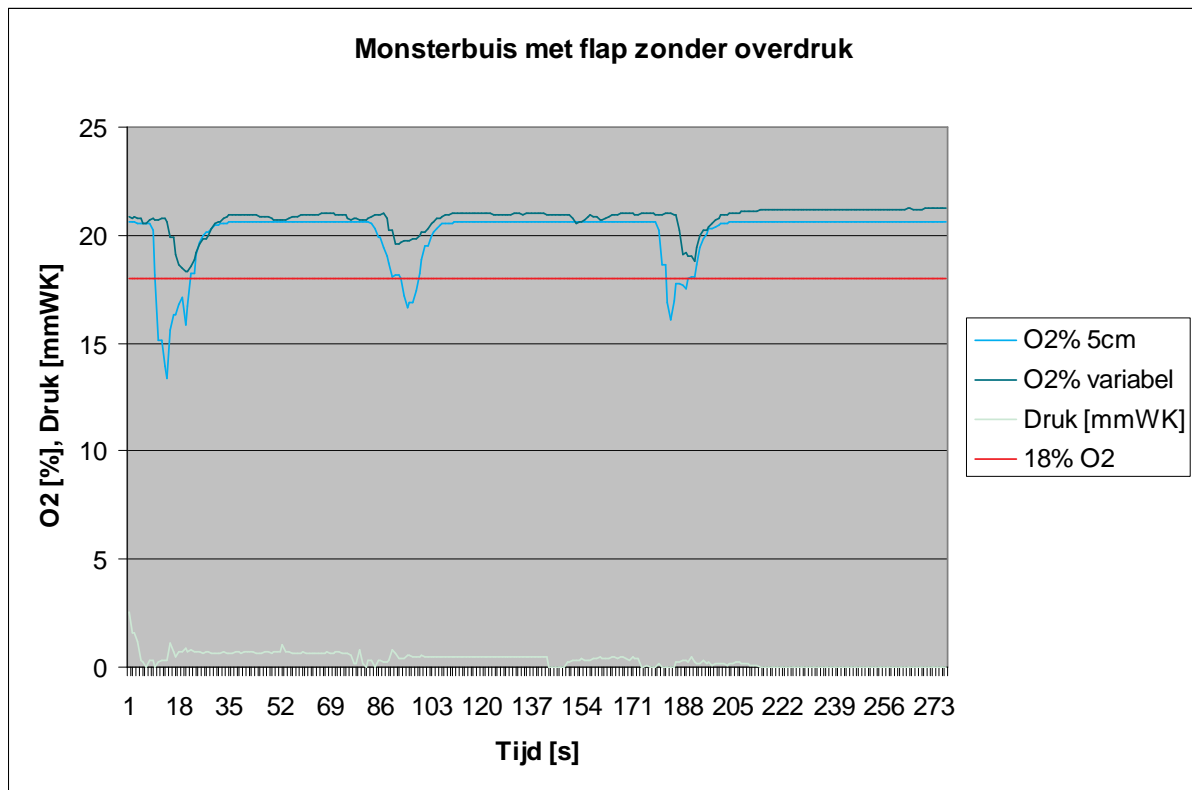


Figuur 8: Het zuurstofgehalte bij hoge en lage druk op de cel.

De eerste 2 metingen tonen dat er slechts een klein verschil is in uitstromende cellucht met draaiende ventilatoren en niet draaiende ventilatoren. De eerste metingen vond plaats met ventileren en tijdens de tweede meting is halverwege gestopt met ventileren. Echter, ondanks de 'flap' in de buisopening daalt de zuurstofconcentratie tot onder de 18%.

Metingen 3 en 4 zijn gedaan tijdens simulatie van monstername. Te zien is dat het zuurstofgehalte op 5 cm en op 30 cm daalt tot respectievelijk 6% en 13%. Metingen 5, 6 en 7 zijn opnieuw tijdens simulatie van monstername maar met een zuurstofmeting bij het gezicht. Ook dan daalt de zuurstofconcentratie tot 6% en 13%. De duur van het uitnemen van monsters varieerde van 8 tot 15 seconden.

Metingen 8, 9, 10 gebeurden tijdens simulatie van monstername met minimale druk op de cel. In Figuur 9 zijn deze metingen uitgelicht.



**Figuur 9: Het zuurstofgehalte tijdens monsternamen bij minimale druk.**

De 3 simulaties hadden een duur van 12, 11 en 13 seconden. Het zuurstofgehalte op 5 cm daalt tot 13% en 16%. De meting bij de neus geeft een zuurstofwaarde die in alle gevallen boven de 18% blijft.

## 4 Discussie

Waar in eerste instantie werd gedacht dat de buis een alternatief zou kunnen zijn voor productcontroles via plafond- en wandluiken, moet gesteld worden dat het reduceren van het uitstromende oppervlak, door de opening kleiner te maken, en de heersende overdruk bepalend zijn voor veiligheid. Dit betekent dat ook plafond- en wandluiken geschikt gemaakt kunnen worden om voldoende veilig mee te kunnen werken.

## 5 Conclusies

Uit de metingen van zuurstofconcentratie bij de opening van een ronde buis met diameter 250mm in het plafond van een ULO-cel kunnen de volgende conclusies getrokken worden.

### **Algemene conclusies**

Het nemen van monsters uit een ULO-cel door een buis met diameter 250mm is niet veilig wanneer overdruk heerst op de ULO-cel.

Wanneer het uitstroomoppervlak wordt gereduceerd door middel van het aanbrengen van een stuk flexibel isolatiemateriaal ('flap') wordt bij openen van de buis de uitstromende luchthoeveelheid voldoende verminderd waardoor de zuurstofconcentratie boven de buis waar de monsternemer zich bevindt niet ver daalt.

In het geval van overdruk en een aangebrachte flap daalt het zuurstofgehalte tijdens monsternamen onder de 18%. Dit is te verklaren vanwege het feit de overdruk opgeheven wordt op het moment dat de monsternemer zijn arm door de flap steekt en alsnog voldoende cellucht naar buiten stroomt.

Indien de heersende druk op de ULO-cel op het moment van monsternemen voldoende laag is kan veilig gewerkt worden.

### **Onderbouwing**

Bij de geopende buis neemt het zuurstofgehalte 5 cm boven de opening af tot 1,5% als overdruk heerst op de ULO-cel. Dit is de op dat moment heersende zuurstofconcentratie in de ULO-cel. Op 30 cm afstand boven de opening, de hoogte waar het gezicht hangt tijdens het nemen van een monster, daalt de zuurstofconcentratie tot 6%.

Tijdens simulatie van het nemen van een monster neemt het zuurstofgehalte bij overdruk bij het gezicht van de monsternemer af tot 13%.

Tijdens simulatie van het nemen van een monster neemt het zuurstofgehalte zonder overdruk op 5 cm en op 70 cm af tot respectievelijk 6% en 19%.

Wanneer het uitstroomoppervlak wordt gereduceerd door middel van het aanbrengen van een stuk flexibel isolatiemateriaal ('flap') neemt het zuurstofgehalte bij overdruk bij de geopende buis op 5 cm en op 30 cm af tot respectievelijk 10% en 14%.

Tijdens simulatie van het nemen van een monster neemt het zuurstofgehalte bij overdruk bij het gezicht van de monsternemer af tot 13%.

Tijdens simulatie van het nemen van een monster neemt het zuurstofgehalte zonder overdruk op 5 cm en bij het gezicht van de monsternemer af tot respectievelijk 13% en 19%.

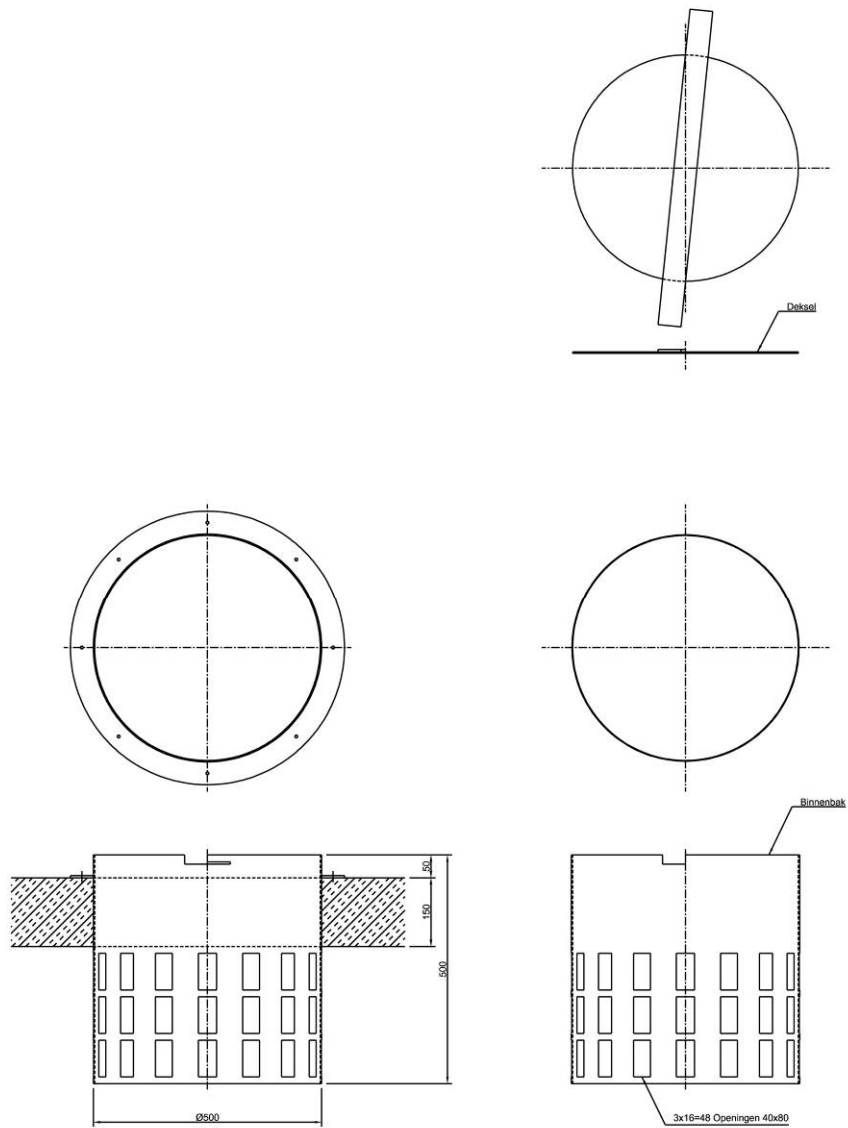
## Bijlage 1

Volgens het initiële projectplan zijn een aantal technische ontwerpen voor een alternatief monstersysteem aangedragen. Hierbij zijn de volgende randvoorwaarden gehanteerd. In deze bijlage staan verder de technische tekeningen afgebeeld. De ontwerpen in Figuur 10 tot en met Figuur 17 zijn getekend door Lennart Koolen Technische Diensten. Het ontwerp in Figuur 18 is getekend door Marcel Staal (AFSG) en de ontwerpen in Foto 3 zijn getekend door Marcel Staal en Robert Vreeburg (AFSG).

### Randvoorwaarden:

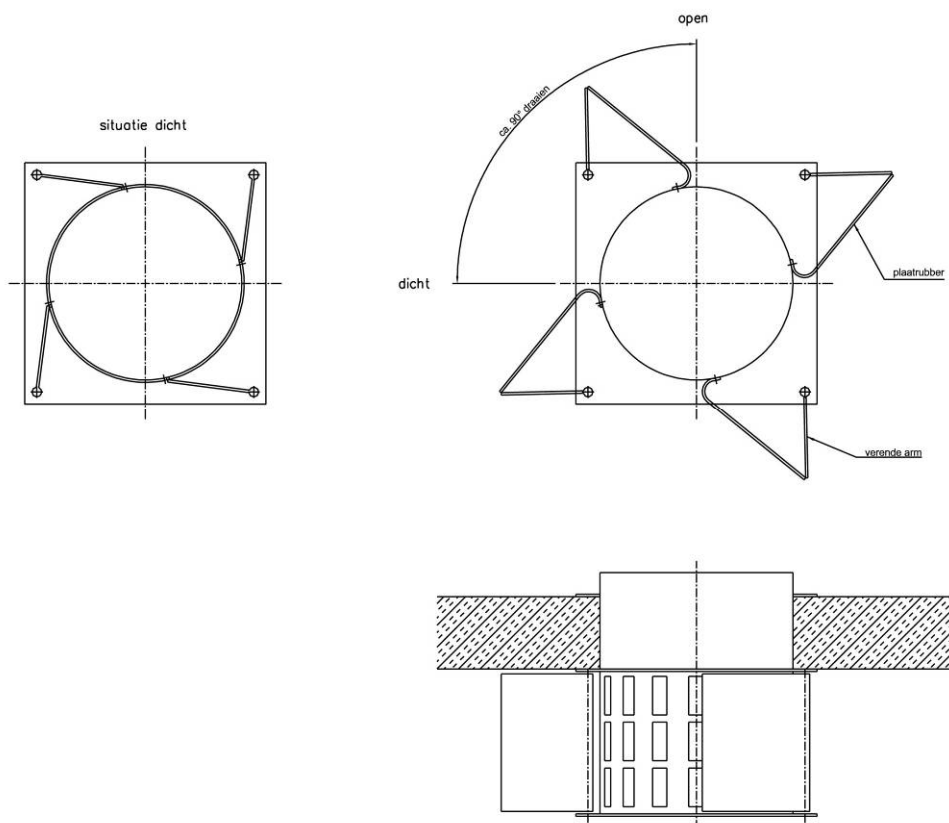
- De ULO-cellicht moet afgescheiden zijn van de omgevingslucht. Het systeem moet gasdicht zijn.
- Het opbergsysteem moet voldoende luchtdoorlatendheid hebben zodat de fruitmonsters dezelfde ULO-condities en temperatuur en vochtgehalte kunnen krijgen als in de rest van de ULO-cel.
- Koudebruggen moeten worden voorkomen in verband met het risico op temperatuursverschillen.
- Mogelijk condenswater mag niet ophopen in het monstersysteem.
- Het opbergsysteem moet voldoende groot zijn om meerdere fruitmonsters te bergen. De inhoud van een monstersysteem moet groot genoeg zijn om rond de 160 vruchten te bergen. Dit komt neer op ongeveer 0,110 m<sup>3</sup>.
- Belangrijk is dat het systeem praktisch is voor de gebruiker bij het openen en sluiten, vullen en legen met fruitmonsters.

## Technische tekeningen

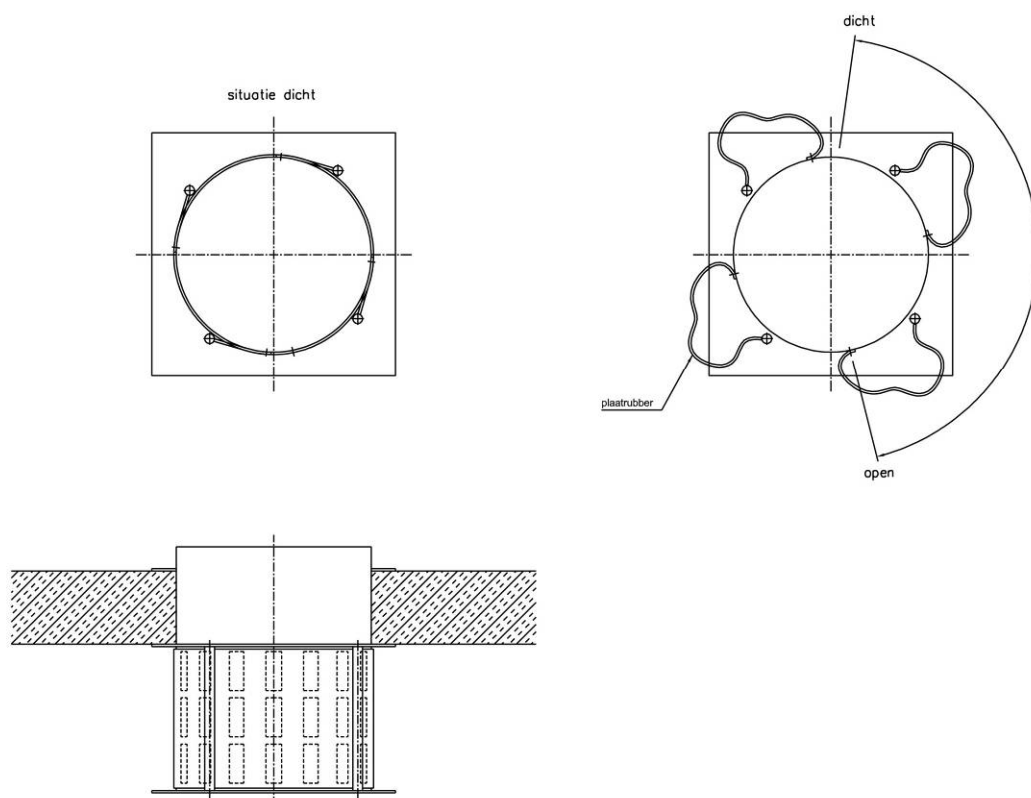


Figuur 10: Ontwerptekening monstersluis, twee geperforeerde cilinders in elkaar geschoven.

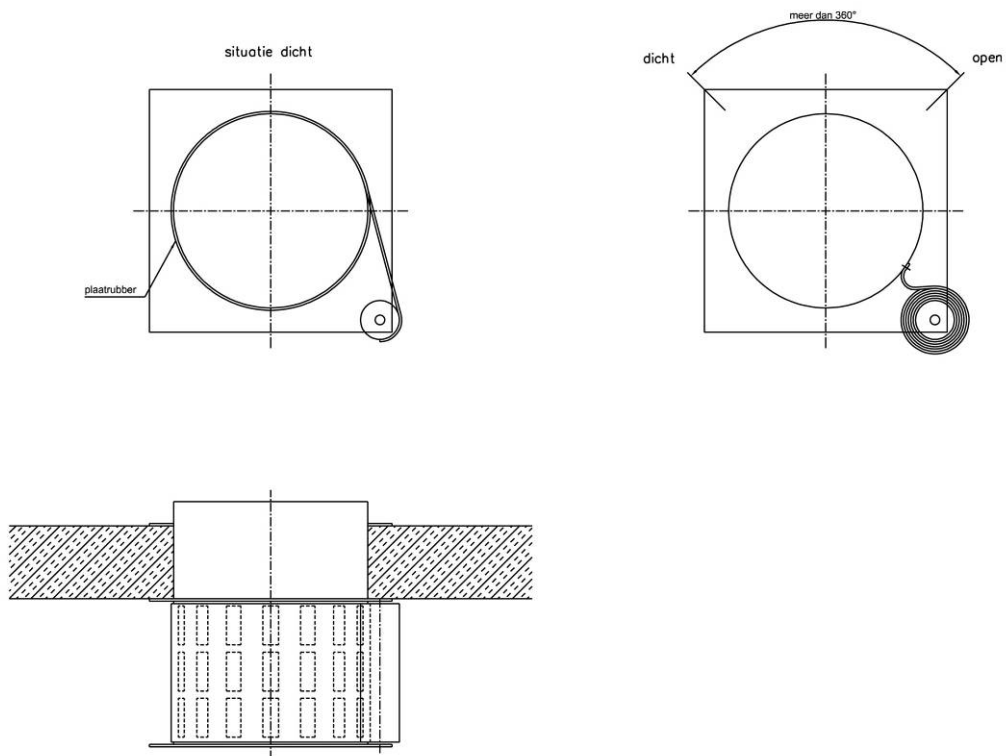




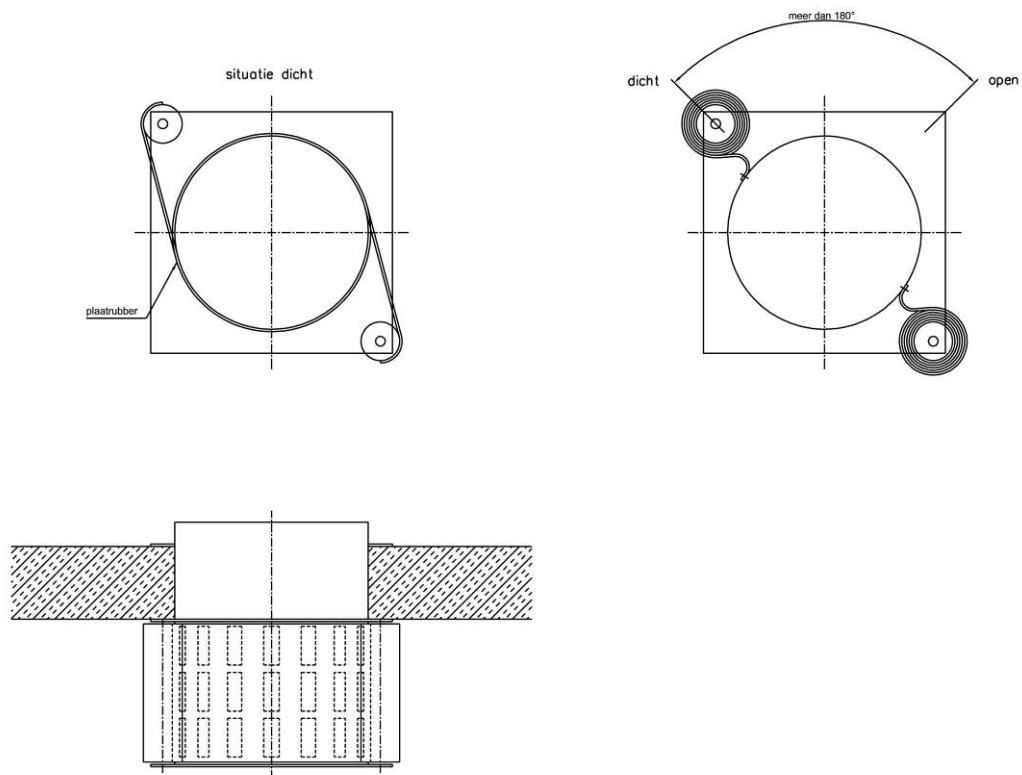
**Figuur 11: Ontwerptekening monstersluis, geperforeerde cilinder afsluitbaar met plaatrubber op een verende arm.**



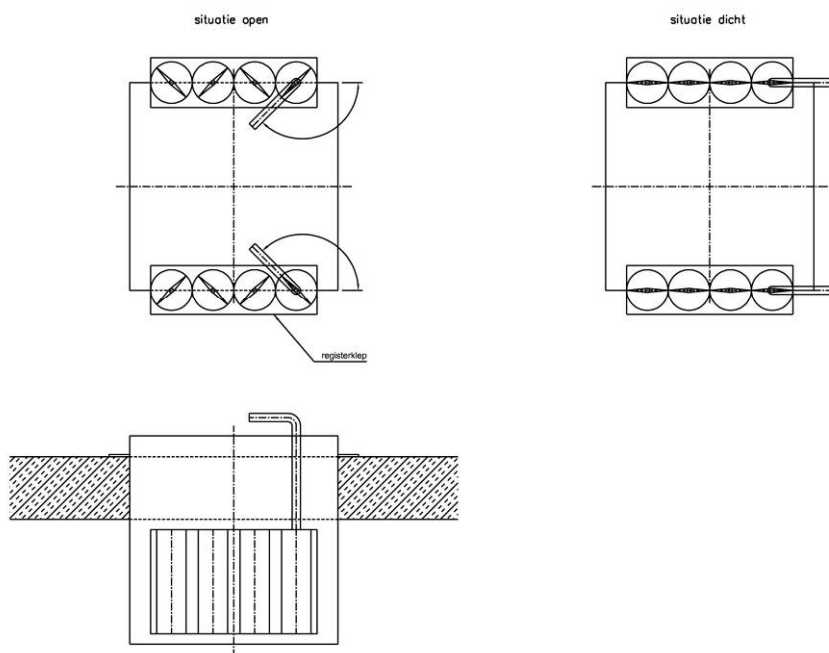
**Figuur 12: Ontwerptekening monstersluis, geperforeerde cilinder afsluitbaar met plaatrubber.**



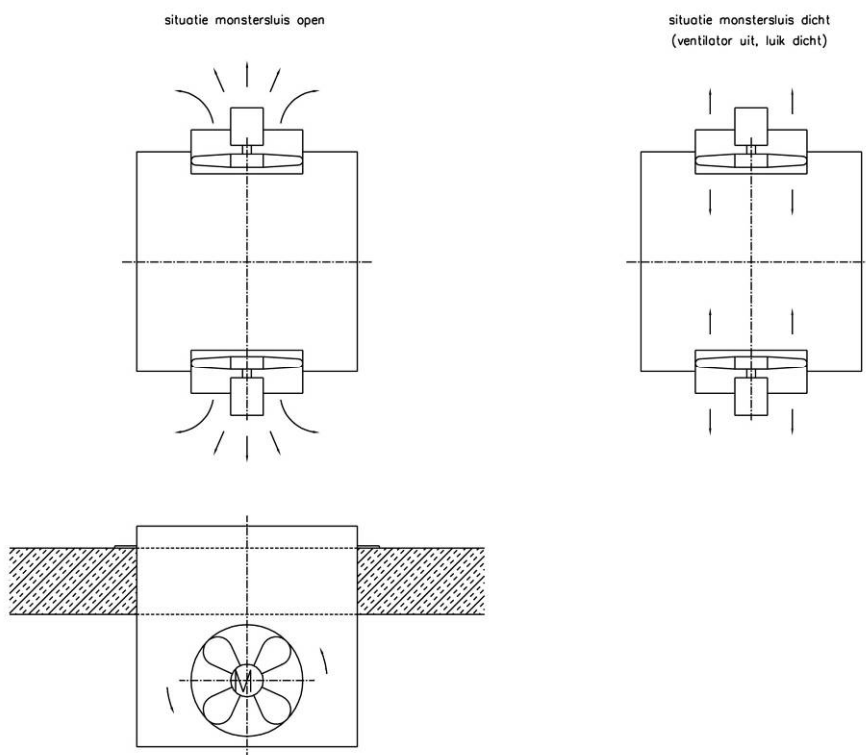
**Figuur 13: Ontwerptekeningen monstersluis, geperforeerde cilinder afsluitbaar met plaatrubber op rol.**



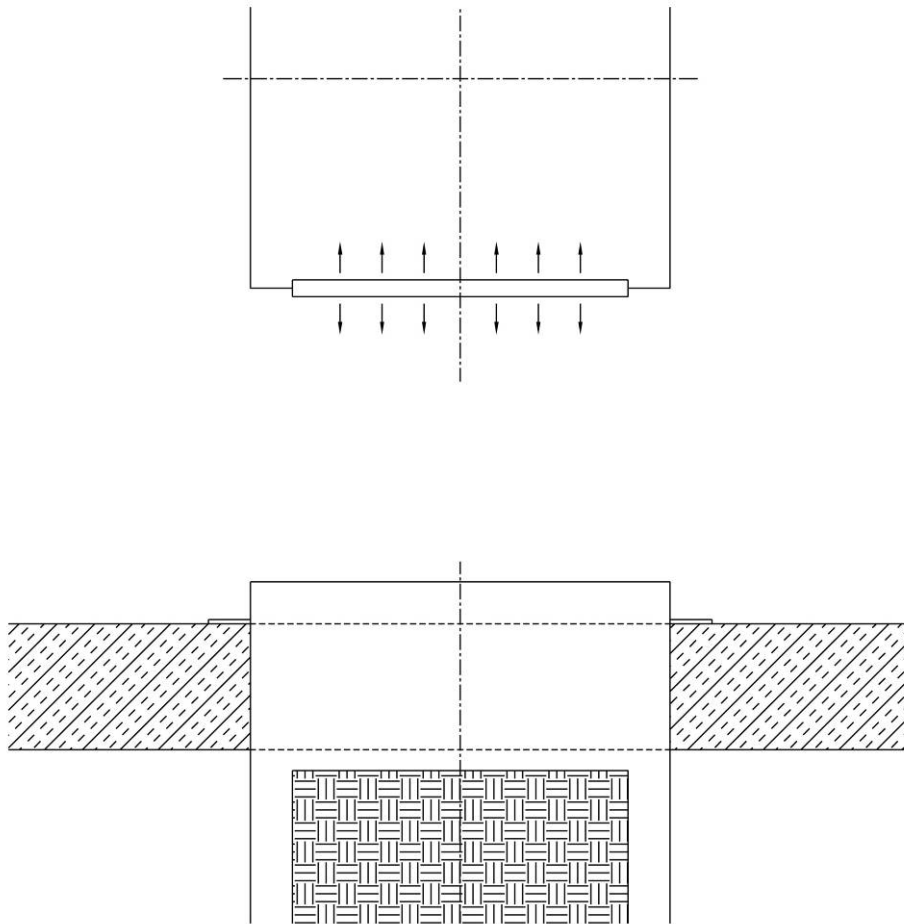
Figuur 14: Ontwerptekening monstersluis, geperforeerde cilinder afsluitbaar met plaatrubber op 2 rollen.



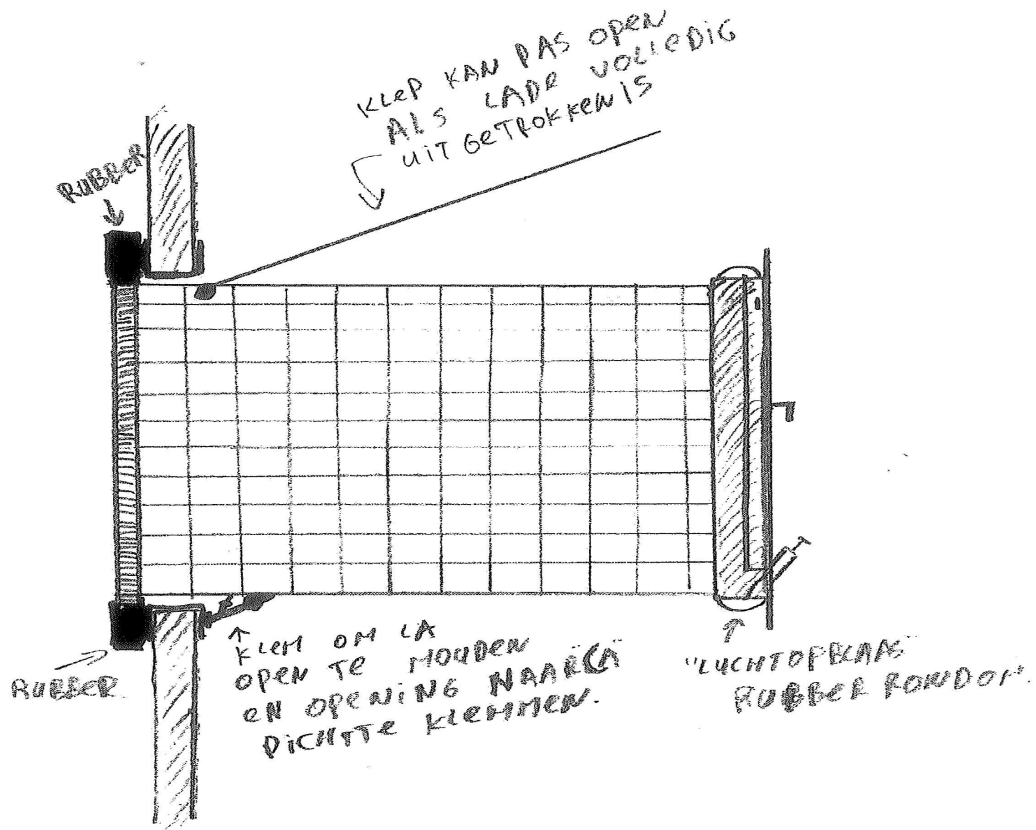
**Figuur 15: Ontwerptekening monstersluis, rechthoekige bak met registerkleppen.**



**Figuur 16: Ontwerptekening monstersluis, rechthoekige bak met ventiloren.**



**Figuur 17: Ontwerptekening monstersluis, rechthoekige bak met filterdoek.**



Figuur 18: Ontwerpschets monstersluis, lade met raster.

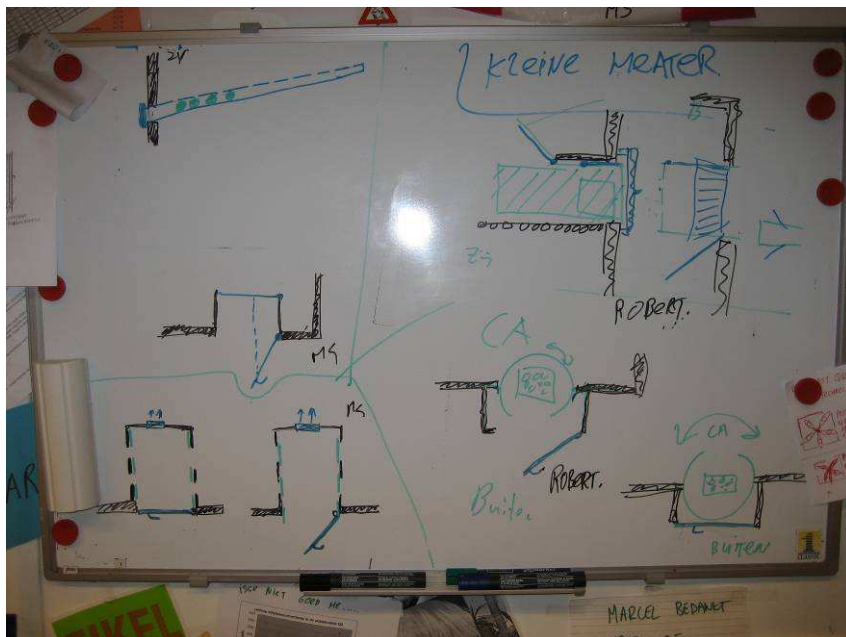


Foto 3: Ontwerpschetsen monstersluis, meerdere systemen.