



23 mei 2008

PT projectnummer: 12866

Status: DEFINITIEF

Projectleiding:

Stichting CropEye

Postbus 184

2665 ZK Bleiswijk

Projectleider: Jolanda Heistek, B.Sc.

jolanda.heistek@cropeye.com

T: 06 13608752

Deelnemende bedrijven:

Blgg

Nieuwe kanaal 7F

6709 PA Wageningen

Contactpersoon: Dr. Jos Wubben

EMS

Raiffeisenstraat 24

4697 CG Sint Annaland

Contactpersoon: Jan Kees Boerman

Innogrow/EcoFys

Kanaalweg 18-G

3526 KL Utrecht

Contactpersoon: Renee Heller/Jos Warmerdam



MACView
MEASUREMENT
TECHNOLOGY



Interpolis-Agro
Einsteinlaan 20
2719EP Zoetermeer
Contactpersoon: Peter van der Sar

Interpolis



IRAS-Universiteit Utrecht
Jenalaan 18d
3508 TD Utrecht
Contactpersoon: Prof. Dr. Dick Heederik /Dr. Esmeralda Krop



Universiteit Utrecht

growTechnology
Duikerweg 7A
5145 NV Waalwijk
Contactpersoon: Dr. Anton Blaakmeer



LUCEL BV
Zuidweg 42
2671 MN Naaldwijk
Contactpersoon: Dr. Peter van Erp



Marjoland
Bredeweg 1
2742 KS Waddinxveen
Contactpersoon: Joop van den Nouweland



Fa. A. & W. Tas Tomatenkwekerij
Knibbelweg 62
2761 JE Zevenhuizen (Z-H)
Contactpersoon: Wim Tas



SO Natural
Bredeweg 48a
2752 AB Zevenhuizen-Moerkapelle
Krokussenweg 22,
2665 ND Bleiswijk
Contactpersoon: Wouter Smaal



SO natural
SO individual

L.J.M. van den Nouweland C.V.
Vrederustlaan 6 - 2
2645 AW Delfgauw
Contactpersoon: Leo van den Nouweland

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de Sociaal Economische Commissie (SEC) van het Productschap Tuinbouw.

Projectbegeleider Productschap Tuinbouw: Jan Kees Boon

BCO leden: Arend Hekman (LTO Noord Glaskracht), Arnold Burger (FNV).



Inhoudsopgave

blz:

1. Samenvatting	3
2. Inleiding	4
3. Werkwijze	6
4. Resultaten en discussie	8
4.1 NOx metingen (IRAS-UU)	8
4.2 NOX en Ethyleen (EMS)	11
4.3 Levende bacteriën en schimmels (Blgg)	26
5. Conclusie	30
6. Aanbeveling voor vervolgonderzoek	31
7. Literatuur	32

1. Samenvatting

Het personeel van nu en morgen verdient een veilig en meetbaar werkklimaat. Ook het gewas moet klaar zijn voor de toekomst; duurzaam geteeld en gezond. Uitdagingen en innovatief denken hebben geleid tot (semi-) gesloten kas concepten. Het minder ventileren en uitwisselen van kaslucht met de buitenlucht kan ongewenste neveneffecten bewerkstelligen. In de wintermaanden zijn alle kassen in principe gesloten, omdat er weinig gelucht wordt. Het risico op het toenemen van schadelijke componenten (o.a. gassen), door ophoping is groter.

AIRQ heeft voor ogen de luchtkwaliteit voor mens en gewas in verschillende kas concepten in beeld te brengen.

Op verschillende bedrijven in twee seizoensperioden (voorjaar en najaar/winter) zijn metingen uitgevoerd voor mens en gewas. De pilotstudies geven een eerste beeld van de belasting op een bepaald moment, in een beperkt aantal kassen en gewassen (Roos, Tomaat, Phalaenopsis).

Uit de pilot metingen (2006- 2007; AirQ1-3) in de verschillende kas concepten blijkt dat:

- de concentratie endotoxinen en glucanen gemiddeld onder de humane grenswaarde is.
- de concentraties aan levensvatbare schimmels en bacteriën (m.b.t. mens/plant) voor met name Roos hoog zijn.
- de NOx-concentratie gemiddeld hoger was t.o.v. buitenluchtconcentratie. Omdat NOx geassocieerd is met relatief ernstige effecten op de gezondheid is dit een punt van zorg voor de in de kas vertoevende medewerkers. Ook heeft het negatief effect op het gewas.
- de concentraties gemeten met de gas- en aerosolanalyser niet schadelijk voor de mens zijn. Voor planten kan deze piekbelasting wel schadelijk zijn (o.a. ammoniak).
- opvallende pieken en verhoogde concentraties van ethyleen geconstateerd zijn. Deze concentraties hebben effect op de plantkwaliteit en niet op de mens.
- de beleving van het werkklimaat afhankelijk is van het type werkzaamheden en sterk persoonlijk is.

Er zijn vergelijkbare concentraties van luchtcomponenten (NOx, Ethyleen, micro-organismen) gemeten in de winter als in het voorjaar. Waarbij er voor NOx en Ethyleen verhoogde concentraties t.o.v. van huidige grenswaarden zijn gemeten. Voor onderzoek naar de bronnen van verontreinigingen en factoren die de niveaus beïnvloeden, zijn meetseries noodzakelijk over langere tijd en bij meerdere bedrijven/gewassen. Deze resultaten, de praktijk ervaring ('groene vingers'; vermindering (kwaliteit) productie) en geluiden uit de sector (o.a. collega bedrijven, advies vanuit SEC (PT)) gaven aanleiding om het onderzoek te vervolgen (verbreden en verdiepen) om tot een pragmatische oplossing te komen.

2. Inleiding

Op eigen initiatief hebben een aantal partijen (Tas, Themato, CropEye, Blgg, Innogrow, IRAS-UU, Lucel) de koppen bij elkaar gestoken en hebben op bescheiden schaal een aantal metingen gedaan en interviews gehouden met medewerkers over beleving van het werken in open en (semi)-gesloten kassen (Paprika; Juli-Oktober 2006). Vanuit het Productschap Tuinbouw is dit proces intensief gevolgd door Jan Kees Boon en de Sociaal Economische Commissie.

De Sociaal Economische Commissie van het Productschap Tuinbouw heeft een bijdrage verleend voor een pilot in het voorjaar 2007 naar het voorkomen van waarschijnlijke luchtverontreinigingcomponenten in enkele (semi)gesloten en traditionele kassen (PT nr12866).

Bij deze pilot hebben zich nog andere partners aangemeld die apparatuur beschikbaar hebben (uit andere sectoren), welke aanvullende informatie hebben verstrekt m.b.t. luchtkwaliteit. Deze partners (Applikon, ECN, EMS, growTechnology) hebben op eigen kosten deelgenomen aan het uiteindelijke onderzoek. De resultaten van deze pilot zijn beschreven in een rapport [8].

Samenvatting van de pilots (AirQ1-2)

- De NO_x-concentratie (NO en NO₂ samen, een tweetal verbrandingsgassen) gemiddeld 2- tot 3-maal hoger was t.o.v. buitenluchtconcentratie en verhoogd kan zijn ten opzichte van bestaande Nederlandse grenswaarden [6] (NO₂: 40 µg/m³ jaargemiddelde). Omdat NO_x geassocieerd is met relatief ernstige effecten op de gezondheid is dit een punt van zorg voor de in de kas vertoevende medewerkers.
- De concentratie endotoxinen (een toxine afkomstig van Gram negatieve bacteriën) en glucanen werd over het algemeen geen duidelijk verhoogde concentratie gevonden.
- De kiemtallen micro-organismen (levensvatbare schimmels en bacteriën) verschilden tussen (semi)gesloten en traditionele kassystemen, maar voor wat betreft de humane gezondheid leken de niveaus niet erg hoog, met een enkele uitzondering in een rozenkas. Voor de plant is er sprake van verhoogde ziektedruk.
- De concentraties gemeten met de gas- en aerosolanalyser niet schadelijk voor de mens zijn. Voor planten kan deze piekbelasting wel schadelijk zijn (o.a. ammoniak).
- Opvallende pieken van ethyleen en verhoogde concentraties t.o.v. van huidige grenswaarden geconstateerd zijn.

Werkomstandigheden: de beleving van het werkklimaat is afhankelijk van het type werkzaamheden en zijn soms sterk persoonlijk.

Deze resultaten, de praktijk ervaring ('groene vingers'; vermindering (kwaliteit) productie) en geluiden uit de sector (tuinders, SEC (PT)) gaven aanleiding om het onderzoek te vervolgen in het winter seizoen (2007-2008) om tot een pragmatische oplossing te komen. In het najaar-winter van 2007-2008 zijn de derde reeks pilots (AirQ3) uitgevoerd in de Phalaenopsis, Tomaat en Rozen teelt. De resultaten zijn beschreven in dit rapport.

Probleemstelling:

Het minder ventileren en uitwisselen van kaslucht met de buitenlucht kan ongewenste neveneffecten bewerkstelligen. In de wintermaanden zijn alle kassen in principe gesloten, omdat er weinig gelucht wordt. Het risico op het toenemen van schadelijke componenten (o.a. gassen), door ophoping is groter.

Een GeslotenKas® systeem is een nieuw klimaat- en energiesysteem voor kassen [1]. In plaats van te ventileren door het openen van dakramen (zogenaamde “open” kas), is er sprake van circulatie van geconditioneerde lucht met gebruik van een luchtbehandelingkast (“gesloten” kas). Omdat de klimaatregulatie via een gesloten systeem gebeurt, worden de dakramen niet (nauwelijks) meer opengezet. Er treedt minder uitwisseling van kaslucht met buitenlucht op dan in niet-gesloten (traditionele) kassen; minder ventilatie. Dit heeft als voordeel dat er op energie bespaard kan worden en mogelijk hogere productieniveaus haalbaar m.n. doordat met hogere CO₂ waarden geteeld kan worden. Naast het GeslotenKas® systeem van Innogrow zijn er diverse varianten (semi-gesloten) op dit systeem (AirCo kas, OptimaKas etc.), welke geleverd worden door verschillende toeleveranciers (Priva, Hoogendoorn, etc.).

De vraagstelling van dit project is in hoeverre beperking van luchtventilatie (door semi(gesloten telen) of in de winter periode) van invloed is op de luchtkwaliteit in de kas. Dit is belangrijk voor zowel de werknemers in de kas als voor het gewas. De tuinbouwbedrijven erkennen het belang van luchtkwaliteit i.r.t. productie en baseren dat op hun ‘groene gevoel’. Het is wenselijk om die ‘**groene vingers**’ om te zetten in **meten** en daarmee te **weten** wat er gebeurt.

Doelstelling:

Van deze fase van het project:

- Concentraties (waarden) van ter zake doende luchtcomponenten per gewas in verschillende kastypen. Hieruit kan in een vervolgproject (nieuwe) grenswaarden voor optimale teeltcondities worden bepaald.
- Concentraties (waarden) van ter zake doende luchtcomponenten voor werkende in verschillende kastypen en afstemming met wettelijke grenswaarden.

Volgend uit de kennis van dit project:

Monitoringsysteem welke de luchtkwaliteit in (semi)gesloten kassen en/of traditionele (open kassen) kan bewaken op plant en medewerkers niveau.

- Meetsysteem, bestaande uit combinatie van sensoren
- Meetprogramma, bestaande uit online metingen op de tuin of (indien noodzakelijk) externe analyse.
- Adviesstelsysteem op basis van grenswaarden per gewas voor optimale teeltcondities.
- Adviesstelsysteem op basis van wettelijk gestelde grenswaarden voor werkende.

Gewassen:

De doelstelling van de sector is om in 2011 ongeveer 700 hectare semi-gesloten kassen in Nederland te hebben staan. Dit betekent dat zo’n 35% van de nieuwbouw de komende jaren met dit systeem moet zijn uitgevoerd. Op dit moment staat er ca 100 hectare semi-gesloten kas in Nederland. De gewassen waarbij nu in de praktijk ervaring is opgedaan zijn Paprika, Tomaat, Phalaenopsis, Roos, Aardbei en Chrysant.

Het AirQ-project zal een belangrijke bijdrage leveren over de effecten van luchtkwaliteit op het gewas en de werkende in verschillende type kassen ((semi-)gesloten en traditioneel). Hiervoor wordt gestart met drie gewassen (Roos, Tomaat en Phalaenopsis) op basis van hun economisch perspectief, huidige gebruik in (semi-)gesloten kassen en vraagstelling van de deelnemende tuinbouw bedrijven.

3. Werkwijze

Meetstrategie:

In de winter 2007-2008 zijn door het IRAS, Blgg en EMS metingen uitgevoerd bij vier verschillende bedrijven. Een overzicht van de deelnemende bedrijven en teelt is te zien in Tabel 1.

Er zijn metingen verricht aan de volgende luchtcomponenten; levende micro-organismen, schimmelsporen, plantpathogenen (RisCover), NO, NO₂, NO_x, ethyleen. De metingen zijn allen stationair uitgevoerd op verschillende representatieve plaatsen in de kas gedurende de benodigde periode (1 min tot 1 week).

Tabel 1: Overzicht meetbedrijven

	Datum van	Datum tot	Gewas	Omschrijving kas	Type kas	CO ₂ bemesting
Marjoland	22-11-2007	6-12-2007	Roos Roos	Marjoland 1 Marjoland 3	Mobiele systeem semi-gesloten Open kas	CodiNox CodiNox
SO Natural	6-12-2007	15-1-2008	Phalaenopsis Phalaenopsis	Bleiswijk Moerkapelle	Gesloten afd12 Open	OCAP CodiNox
Tomatenkwekerij Fa. A. & W. Tas	15-1-2008	2-2-2008	Tomaten Tomaten	Gesloten Open	Gesloten Open	CodiNox CodiNox
L.J.M. van den Nouweland C.V.	15-2-2008	13-3-2008	Rode rozen Witte rozen	Enkel glas Dubbel glas	Open Open	OCAP OCAP



NOx en ethyleen (IRAS-UU en EMS):

Voor NOx is algemeen bekend dat dit een negatief effect heeft op de gezondheid (luchtweg aandoeningen) van de mens. Wat betreft de planten is bekend dat NOx tot een verminderde groei, productieverlies en bladverbranding kan leiden.

NOx-monsters werden genomen door het IRAS-UU met de Ogawa Sampler (Ogawa & Co., USA, Inc.), een passieve monstermethode op basis van diffusie. De Ogawa Sampler bevat 2 filters, die van tevoren werden gecoat volgens het protocol van de fabrikant [5]. De samplers werden op verschillende plaatsen in de kas opgehangen en een week later weer verzameld. De verzamelde monsters en blanco's werden volgens protocol verwerkt en gemeten met een spectrofotometer. Alle resultaten zijn gecorrigeerd voor temperatuur en luchtvochtigheid gedurende de meetperiode. Dit betreft dus een week meting.

EMS heeft gebruik gemaakt van haar online NOx en ethyleen analyse sensor (MAC View, [9]) zoals eerder gebruikt in de pilot. De sensoren worden op verschillende plaatsen in de kas geplaatst en kunnen online worden uitgelezen.

Algemene schimmelsporen en plantpathogenen (Blgg):

Levende bacteriën en schimmels in de lucht kunnen zowel voor de werkende (luchtweg aandoeningen) als de planten (verhoogde ziektedruk wat kan leiden tot kwaliteit- en productieverlies) een negatieve invloed hebben.

Op verschillende locaties en hoogtes in de kas worden verschillende bepalingen uitgevoerd welke een beeld geven van het biologische leven;

1. Puntmeting van algemene schimmelsporen in de lucht met behulp van een **Air Sampler** (MB1 Micro bio air sampler) en OGYE medium.

Op drie locaties in de open en de gesloten kas worden gewaswerkzaamheden nagebootst (langzaam door gewas lopen en planten bewegen) en wordt met de air sampler een vaste hoeveelheid lucht aangezogen en deze wordt over een voedingsbodem in een petrischaal geleid. De sporen in de lucht hechten aan de voedingsbodem en deze wordt vervolgens in een klimaatruimte geplaatst om de sporen te laten kiemen en de schimmel te laten groeien. Na 4 – 14 dagen (afhankelijk van voedingsbodem en schimmelsoort) zijn de gegroeide schimmelsporen geteld (foto) en dit aantal is vervolgens omgerekend naar de hoeveelheid gekiemde schimmelsporen in m3 lucht. Voor deze bepaling zijn drie verschillende voedingsbodems gebruikt. Een specifiek voor Botrytis sporen, een specifiek voor Fusarium sporen en een voedingsbodem waarop alle aanwezige schimmelsporen kiemen en geteld kunnen worden. De meting van schimmelsporen in de lucht is gedurende drie opeenvolgende weken uitgevoerd.



2. De aanwezigheid van schimmels in het water is bepaald met de **Riscover** analyse van Blgg. Dit is een DNA techniek waarbij in een analyse de aan/afwezigheid van meer dan 40 verschillende schimmels vastgesteld kan worden. Deze analyse is relatief snel en gevoelig en de uitslag van de analyse kan binnen 48 uur na binnenkomst van het monster verkregen worden. Afhankelijk van de bedrijfsituatie zijn verschillende typen watermonsters verzameld, drainwatermonster uit de mat of uit de verzamelput, condenswater van kasdek of van luchtbehandelkast (gesloten kas).
3. Vangplaatanalyse: resultaten zijn rechtstreeks gecommuniceerd met de deelnemende tuinbouwbedrijven.

4. Resultaten en Discussie

4.1 NO_x metingen (IRAS-UU)

Voor AirQ2 zijn in het voorjaar van 2007 in twee kassen (Tas en Marjoland) NO_x metingen verricht. Om seizoensgebonden variatie te detecteren zijn deze metingen in de winter van 2008 herhaald. Tevens zijn er bij twee andere bedrijven (SO Natural en Rozenkwekerij Van den Nouweland) ook NO_x metingen verricht om een indicatie van de variatie te krijgen. Nationale grenswaarden voor NO₂ zijn gebaseerd op EU-richtlijnen en bedragen 40 µg/m³ als jaargemiddelde en 200 µg/m³ als uurgemiddelde [6]. De metingen in de kassen zijn weekgemiddelden en kunnen dus niet één op één vergeleken worden met deze grenswaarden.

De resultaten van de NO_x metingen zijn te zien in Tabel 2.

De buitenluchtniveaus van NO₂ zijn vergelijkbaar met concentraties in regionale meetpunten van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM [6]. In het open gedeelte van de tomatenkas, in beide rozenkassen van Marjoland, in beide kassen van SO Natural en in de rozenkas met dubbel glas van Van den Nouweland zijn de NO concentratie en de NO_x concentratie verhoogd ten opzichte van de buitenluchtconcentraties. Dit betekent dat er bronnen van NO in de kassen zijn. Mogelijke bronnen zijn verwarmingsinstallaties, gebruik van meststoffen en activiteit van planten en micro-organismen [7]. Voor NO₂ liggen de gemeten concentraties op alle plaatsen in de kas lager dan de concentratie in de buitenlucht. De uitzondering hierop is de opslag/rook/stookruimte bij Marjoland. De bron van de NO₂ in deze ruimte zou gezocht kunnen worden bij de aanwezige ketel, de rokers of het vrachtverkeer dat vanuit deze ruimte laadt en lost.

Bij rozenkwekerij Van den Nouweland hebben we NO_x concentraties in een kas met dubbel glas en een kas met enkel glas kunnen meten. De concentraties NO, NO₂ en NO_x waren verhoogd in de kas met dubbel glas in vergelijking met de kas met enkel glas. Het is echter onduidelijk het type glas in de kas het enige verschil is tussen deze twee kassen.

De open kas van de tomatenkwekerij heeft een verhoogde concentratie NO en NO_x ten opzichte van de gesloten kas. Dit was ook al het geval bij de meting in het voorjaar van 2007 (tabel 3). De concentratie NO₂ in beiden kassen was ditmaal vergelijkbaar terwijl dit in het voorjaar van 2007 niet zo was (tabel 3).

In Tabel 3 staan de resultaten van de metingen bij Marjoland en bij Tomatenkwekerij Tas van zowel het voorjaar van 2007 als de winter van 2008. In vergelijking met de metingen in het voorjaar van 2007 zijn de waarden voor NO, NO_x en NO₂ in de buitenlucht in de winter van 2008 3 tot 40 maal verhoogd. Dit geldt ook voor de NO en NO_x concentraties in de kassen, terwijl de NO₂ waarden in de kassen in de winter lager is dan in de zomer.

Tabel 2: NO_x metingen (Nationale grenswaarden voor NO₂ zijn gebaseerd op EU-richtlijnen en bedragen 40 µg/m³ als jaargemiddelde en 200 µg/m³ als uurgemiddelde [6]).

Plaats:	Kas:	NO PPB	NO ₂ PPB	NO _x PPB	NO ug/m3	NO ₂ ug/m3	NO _x ug/m3
Marjoland:							
Zijpad, bij vaste opstelling	Mobiele kas	133.6	12.6	146.2	167.0	24.1	191.1
Midden achterin	Mobiele kas	105.3	9.2	114.5	131.6	17.6	149.2
Midden voorin	Mobiele kas	114.8	13.8	128.6	143.6	26.4	169.9
In stookruimte/opslagruimte	Mobiele kas	69.3	38.4	107.6	86.6	73.4	160.0
Paal 12, pad 41	Conventionele kas	103.7	6.8	110.5	129.7	12.9	142.6
Paal 13, rij 14	Conventionele kas	107.0	7.6	114.6	133.7	14.6	148.3
Paal 12, pad 31	Conventionele kas	117.2	5.6	122.8	146.5	10.8	157.2
Paal 3, rij 2	Conventionele kas	120.7	6.5	127.2	150.8	12.5	163.3
Buiten	Buiten	35.7	29.7	65.4	44.6	56.9	101.5
SO Natural							
Rij 1, paal 7	Open	129.1	9.0	138.1	161.4	17.3	178.7
Rij 4, paal 5 (2 weken)	Open	> 130	12.8	> 140	> 170	24.5	> 190
Rij 7, paal 13 (2 weken)	Open	> 130	12.6	> 140	> 170	24.0	> 190
Rij 10, paal 9 (2 weken)	Open	> 130	12.0	> 140	> 170	23.0	> 190
Buiten	Buiten	35.7	29.7	65.4	44.6	56.9	101.5
Rij 1 paal 7	Gesloten	127.0	8.0	134.9	158.7	15.2	173.9
Rij 4, paal 13	Gesloten	129.8	8.5	138.3	162.2	16.4	178.6
Rij 10, paal 20	Gesloten	110.0	8.5	118.5	137.6	16.3	153.8
Rij 7, paal 21	Gesloten	121.0	7.5	128.4	151.2	14.3	165.5
Buiten	Buiten	31.5	27.8	59.4	39.4	53.3	92.7
Tomatenkwekerij Fa. A. & W. Tas							
In brede gang (midden)	Open	101.3	4.4	105.8	126.7	8.4	135.1
Pad 510-511	Open	118.7	4.3	123.0	148.4	8.2	156.6
Einde open kas	Open	93.5	4.5	98.0	116.9	8.5	125.4
Naast ingang	Open	134.1	5.4	139.4	167.6	10.3	177.8
Pad 412, bij vaste opstelling	Gesloten	23.3	3.8	27.1	29.1	7.3	36.4
Bij ingang gesloten kas	Gesloten	28.1	4.2	32.3	35.1	8.0	43.1
In brede gang (midden)	Gesloten	20.7	4.1	24.8	25.9	7.8	33.7
Pad 447, inbreng gecond. lucht	Gesloten	20.1	4.1	24.2	25.2	7.8	33.0
Buiten	Buiten	47.7	35.2	82.9	59.7	67.3	127.0
Rozenkwekerij Van den Nouweland							
Paal 7, rij 42	Kas 2 (dubbel glas)	151.4	2.9	154.4	189.3	5.6	194.9
Paal 2, rij 12	Kas 2 (dubbel glas)	153.6	3.1	156.7	192.1	5.9	197.9
Paal 7, rij 29	Kas 2 (dubbel glas)	151.1	2.5	153.6	188.9	4.7	193.6
Paal 3, rij 47	Kas 2 (dubbel glas)	162.9	2.2	165.1	203.7	4.2	207.8
Paal 3, rij 84	Kas 1 (enkel glas)	29.3	0.6	29.9	36.6	1.1	37.7
Paal 6, rij 21	Kas 1 (enkel glas)	34.5	0.9	35.4	43.1	1.7	44.8
Paal 11, rij 46	Kas 1 (enkel glas)	28.7	1.1	29.8	35.8	2.1	37.9
Paal 7, rij 129	Kas 1 (enkel glas)	31.3	0.9	32.2	39.2	1.7	40.9
Buiten	Buiten	63.8	34.0	97.8	79.7	65.1	144.7

Tabel 3: metingen bij Marjoland en bij Tomatenkwekerij Tas van zowel het voorjaar van 2007 als de winter van 2008.

Marjoland		Meting winter 2008:			Meting voorjaar 2007:		
Positie:	Kas:	NO ug/m3	NO ₂ ug/m3	NO _x ug/m3	NO ug/m3	NO ₂ ug/m3	NO _x ug/m3
Zijpad, bij vaste opstelling	Mobiele kas	167.0	24.1	191.1	41.0	67.5	108.5
Midden achterin	Mobiele kas	131.6	17.6	149.2	22.4	44.5	66.9
Midden voorin	Mobiele kas	143.6	26.4	169.9	41.3	57.8	99.1
In stookruimte/opslagruimte	Mobiele kas	86.6	73.4	160.0	10.3	55.1	65.4
Paal 12, pad 41	Conventionele kas	129.7	12.9	142.6	20.5	46.4	66.9
Paal 13, rij 14	Conventionele kas	133.7	14.6	148.3	27.1	40.9	68.0
Paal 12, pad 31	Conventionele kas	146.5	10.8	157.2	24.9	45.2	70.1
Paal 3, rij 2	Conventionele kas	150.8	12.5	163.3	25.3	41.8	67.1
Buiten	Buiten	44.6	56.9	101.5	1.3	19.3	20.6
Tomatenkwekerij Fa. A. & W. Tas							
In brede gang (midden)	Open kas	126.7	8.4	135.1	58.1	40.0	98.1
Pad 510-511	Open kas	148.4	8.2	156.6	51.1	45.5	96.6
Einde open kas	Open kas	116.9	8.5	125.4	17.8	28.3	46.1
Naast ingang	Open kas	167.6	10.3	177.8	34.6	26.8	61.4
Pad 412, bij vaste opstelling	Gesloten kas	29.1	7.3	36.4	6.8	7.0	13.8
Bij ingang gesloten kas	Gesloten kas	35.1	8.0	43.1	1.8	8.8	10.6
In brede gang (midden)	Gesloten kas	25.9	7.8	33.7	1.9	9.2	11.1
Pad 447, inbreng geconditioneerde lucht	Gesloten kas	25.2	7.8	33.0	2.1	6.2	8.3
Buiten	Buiten	59.7	67.3	127.0	<	20.1	20.1

Samenvatting

NO, NO₂ en NO_x concentraties gemeten in het voorjaar zijn vergeleken met de concentraties die we in de winter meten. NO en NO_x concentraties zijn in de meeste kassen in de winter hoger dan in het voorjaar. Dit is ook het geval in de buitenlucht. Voor NO₂ geldt dat de waardes bepaald in de winter in de kassen lager zijn dan in het voorjaar, terwijl de concentratie in de buitenlucht wel hoger ligt dan in het voorjaar. Eerder gevonden verschillen tussen de open en de gesloten kas werden opnieuw gevonden voor NO en NO_x, terwijl het verschil in NO₂ niet opnieuw gevonden werd. Tevens vonden we een groot verschil in NO, NO₂ en NO_x tussen een rozenkas met dubbel glas en een rozenkas met enkel glas. Meer onderzoek is echter nodig om te zien of deze verschillen consistent zijn, verklaart kunnen worden door andere factoren en gevonden worden in andere kassen. Herhaalde metingen bij deze kassen als mede ook bij andere kassen zal nodig zijn om verschillen in de NO, NO₂ en NO_x concentraties te verklaren.

4.2 NOX en Ethyleen (EMS)

In alle kassen is gemeten met online analysers voor C₂H₄ (ethyleen), NO en NO₂. Alle metingen zijn per teler verricht op 2 verschillende plaatsen in verschillende kassen (zie tabel 1) onder verschillende omstandigheden.

Door mogelijke problemen met de NO₂ analysers is de meetdata van NO₂ niet opgenomen in het verslag. Het is niet duidelijk of de meetdata voor NO₂ betrouwbaar is.

Tijdens het meettraject zijn extra ethyleen analysers geplaatst om de gemeten waarden te verifiëren.

Voor en tijdens het meettraject zijn de analysers gekalibreerd. Er waren geen grote afwijkingen op de kalibraties voor en na controle. De afwijkingen die er waren zijn gecorrigeerd en verwerkt in de meetdata.

Algemeen geldt voor Ethyleen dat de WHO waarde 8 ppb betreft. Effecten van piekbelasting van ethyleen op verschillende ontwikkeling stadia van de plant zijn (nog) niet bekend. Ervaring van de tuinder geeft aan dat als er ethyleen pieken vrijkomen deze een vertraging in het gewas geven van 1-3 dagen, wat leidt tot 1-3% productieverlies. Ethyleen waarde voor de werkende liggen in het ppm niveau.

We benoemen in dit rapport de bijzonderheden en opvallende zaken in chronologische volgorde.

Marjoland 1 (*Mobiele systeem semi-gesloten*)

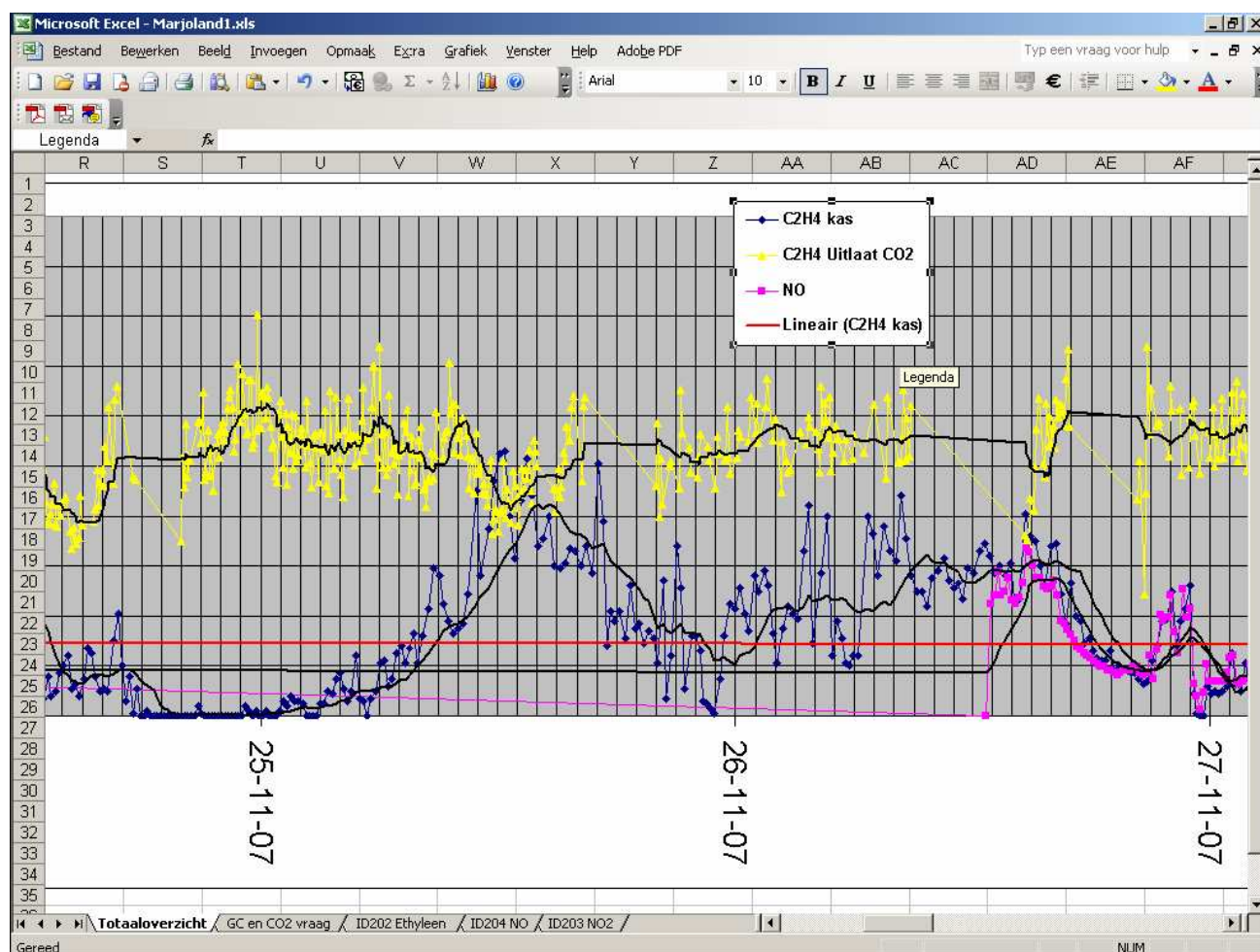
Ethyleen en NO lopen met elkaar in lijn. Op 5-12-2007 vindt er tussen 12:00 en 14:00 een piek plaats. Deze piek is hoger dan de overige metingen. Onduidelijk is waarom. Zie figuur 1. Verder is in de grafiek van Marjoland 1 te zien dat de gemiddelde waarde van ethyleen in de winterperiode een factor 3 hoger is dan in de zomerperiode. De zomerperiode is gemiddeld 9 ppb en de winterperiode is gemiddeld 30 ppb.

Wellicht zal dit aan de beluchting van de ramen liggen. Maar dit is niet zeker. Vergelijk figuur 1 uit de winterperiode met figuur 2 uit de zomerperiode.

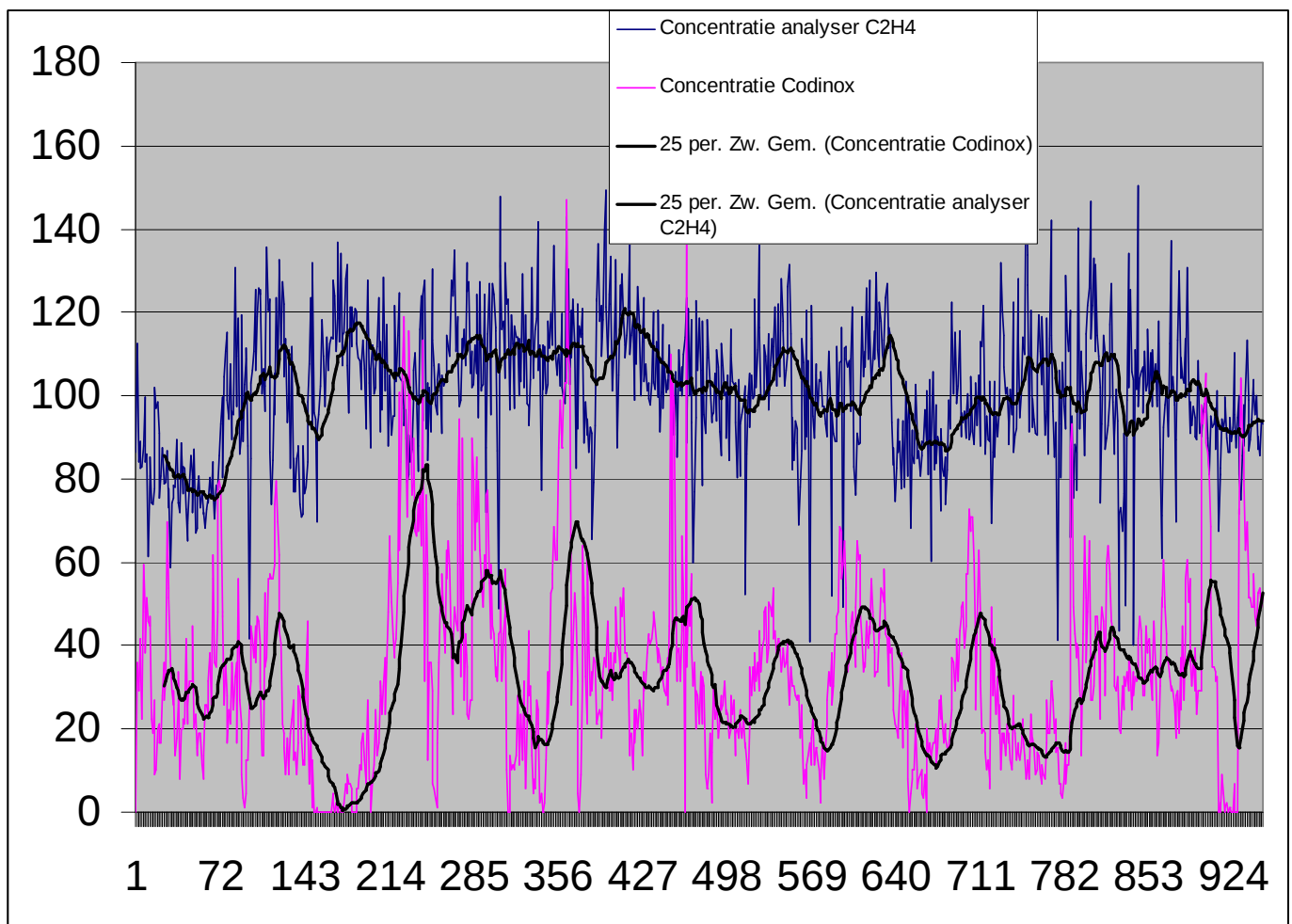




Een merkwaardig maar niet altijd even consistent aanwezig verschijnsel lijkt de invloed van de ethyleenmeting in de uitlaat van de CO₂ dosering (Codinox) te hebben op de ethyleenwaarde in de kas. Als er gestart wordt met doseren stijgt de ethyleenwaarde in de kas. Als er gestopt wordt dan blijft de ethyleenwaarde in de kas gelijk of daalt deze concentratie. Zie hiervoor figuur 3. De rechte zwarte lijnen op de Codinox meting zijn de momenten waarop de Codinox uitstaat. Uiteraard kan het stijgen en dalen van de ethyleen waarde ook andere oorzaken hebben en staat niet vast dat dit door de ureum wasser veroorzaakt wordt.



Figuur 3. (Elke rasterlijn op de verticale as stelt 20 ppb voor.)



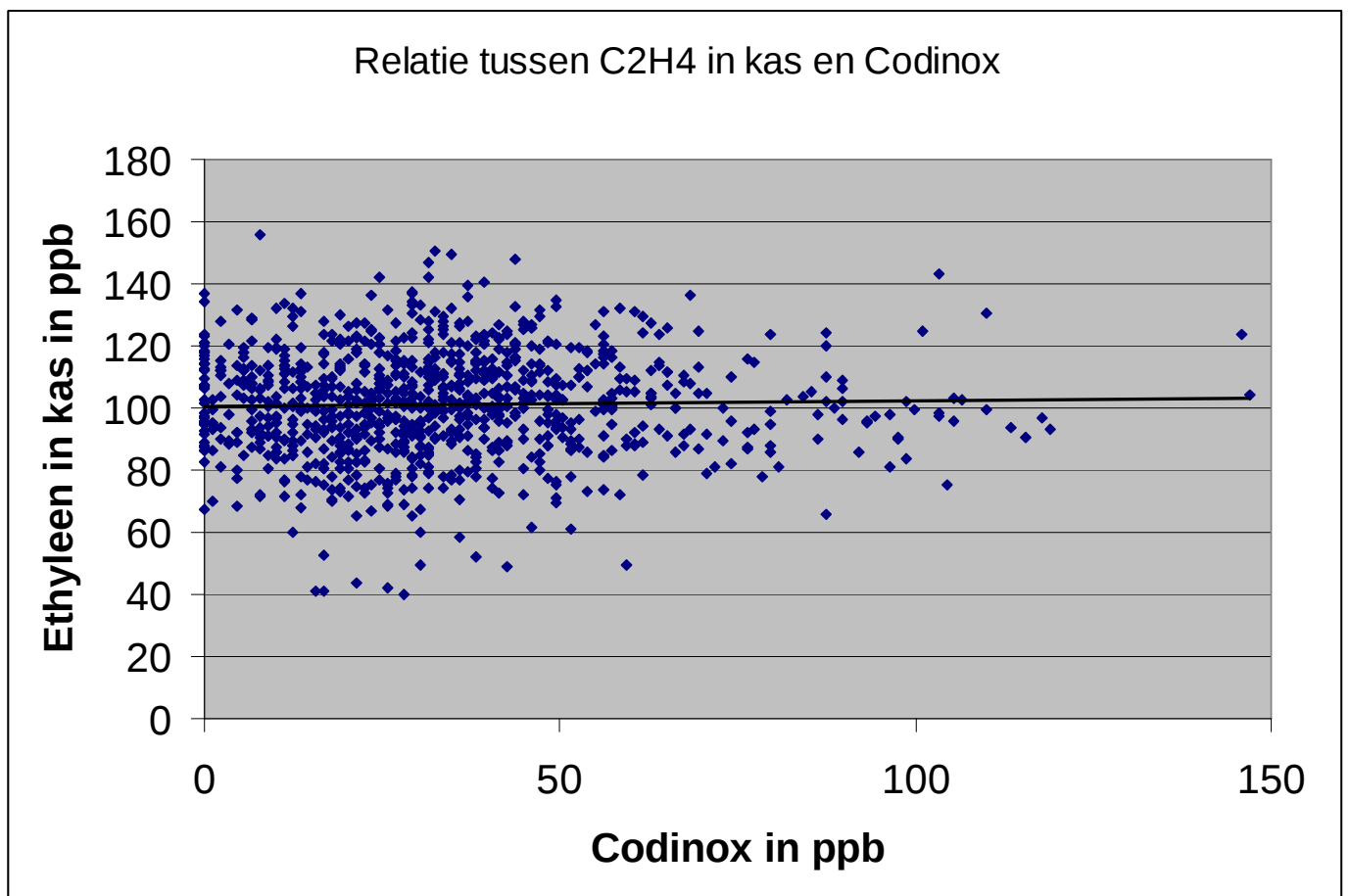
Figuur 4.

Onderzocht is met een eenvoudige grafiek of er een verband bestaat tussen een gemiddeld hogere waarde in de kas en het draaien van de ureumwasser. In figuur 4 is er moeilijk een verband te zien. We hebben dit op een andere manier opgelost.

In de volgende grafiek zijn de draaiuren van de ureumwasser (Meetinstrument Codinnox) afgezet tegen de concentratie in de kas. Let op! Dit zijn alleen de metingen waarop de Codinnox daadwerkelijk aan staat. Er is een lineaire regressie geplaatst over een spreidingsgrafiek waarop de concentraties in de kas uitgezet zijn tegen de concentraties van de Coditheen. Daaruit blijkt dat het gemiddelde van deze grafiek een positieve richtingscoëfficiënt heeft. Als de Codinnox een minimale uitstoot heeft t.o.v. het gemiddelde dan heeft op datzelfde moment de ethyleenconcentratie in de kas ook een lagere waarde dan het gemiddelde.

Andersom is dat ook met de hogere concentraties. Als de Codinnox een hoge waarde heeft t.o.v. het gemiddelde dan heeft de ethyleen concentratie in de kas ook een hogere waarde dan het gemiddelde.

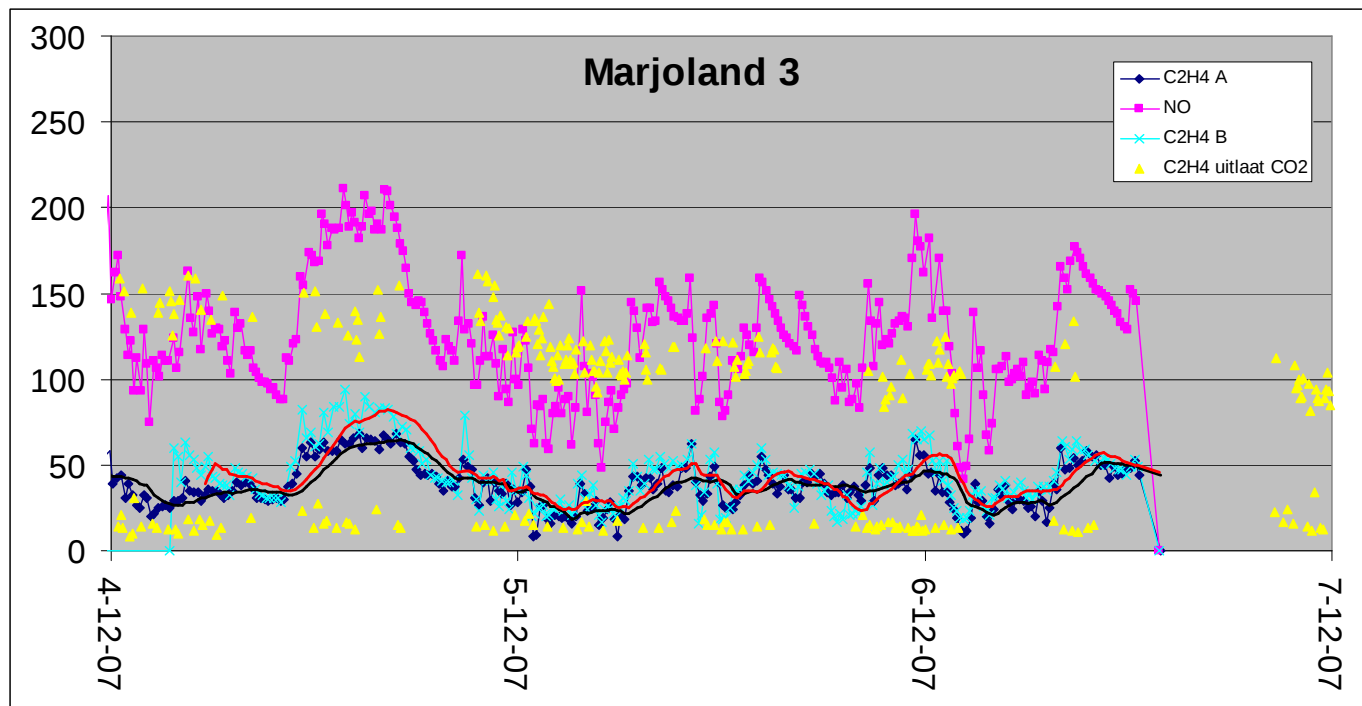
Deze methode moet nog wel getoetst worden aan andere situaties en systemen. Het zou kunnen bewijzen dat het effect van de Ureumwassers minimaal is (2.79 ppb en dat is dus in dit geval een aandeel van 3% op de kaslucht. (Dat geldt uiteraard alleen op de plek waar de uitstoot plaatsvindt.)



Figuur 5.

Marjoland 3 (Open kas)

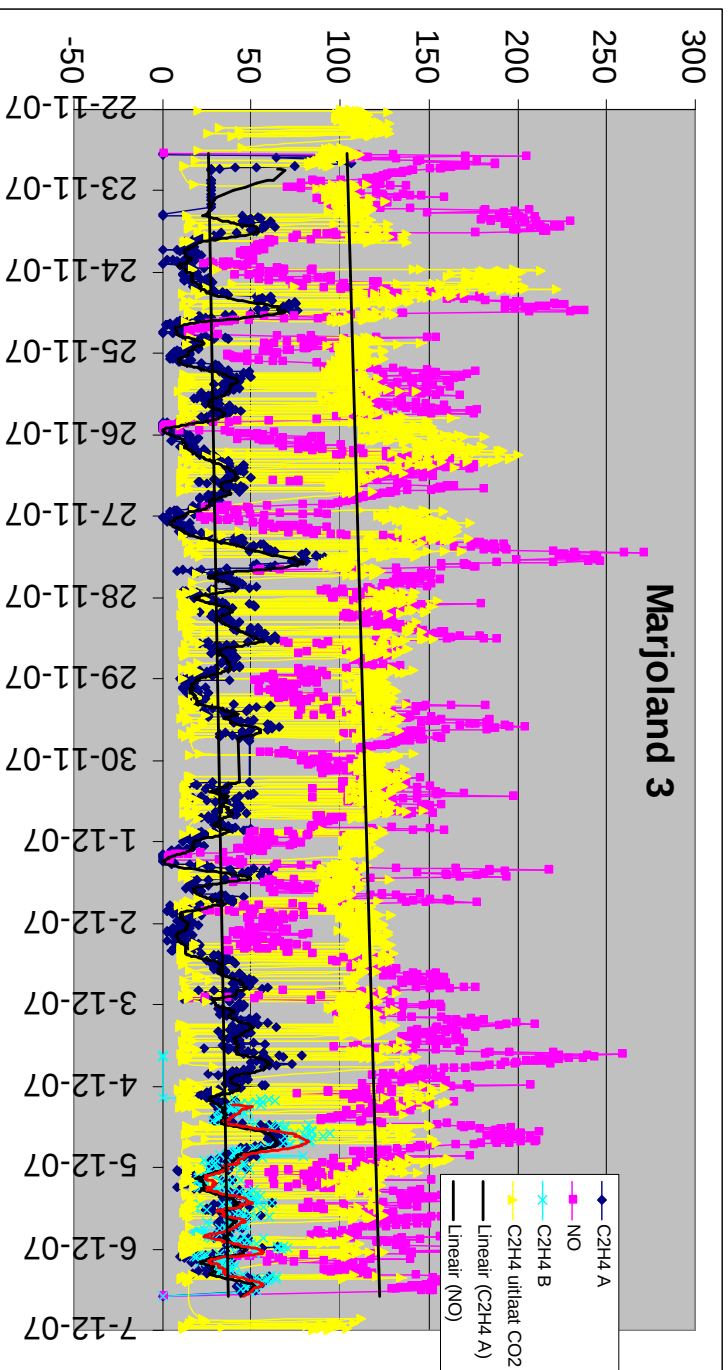
Ten opzichte van de metingen die uitgevoerd zijn in Marjoland 1 vonden wij de concentraties nogal hoog. We hebben daarom in de laatste periode van de metingen in Marjoland 3 een extra analyser geplaatst. Deze analysers stonden naast elkaar. Te zien is in figuur 6 dat de ethyleenconcentraties van de analysers redelijk overeen komen.



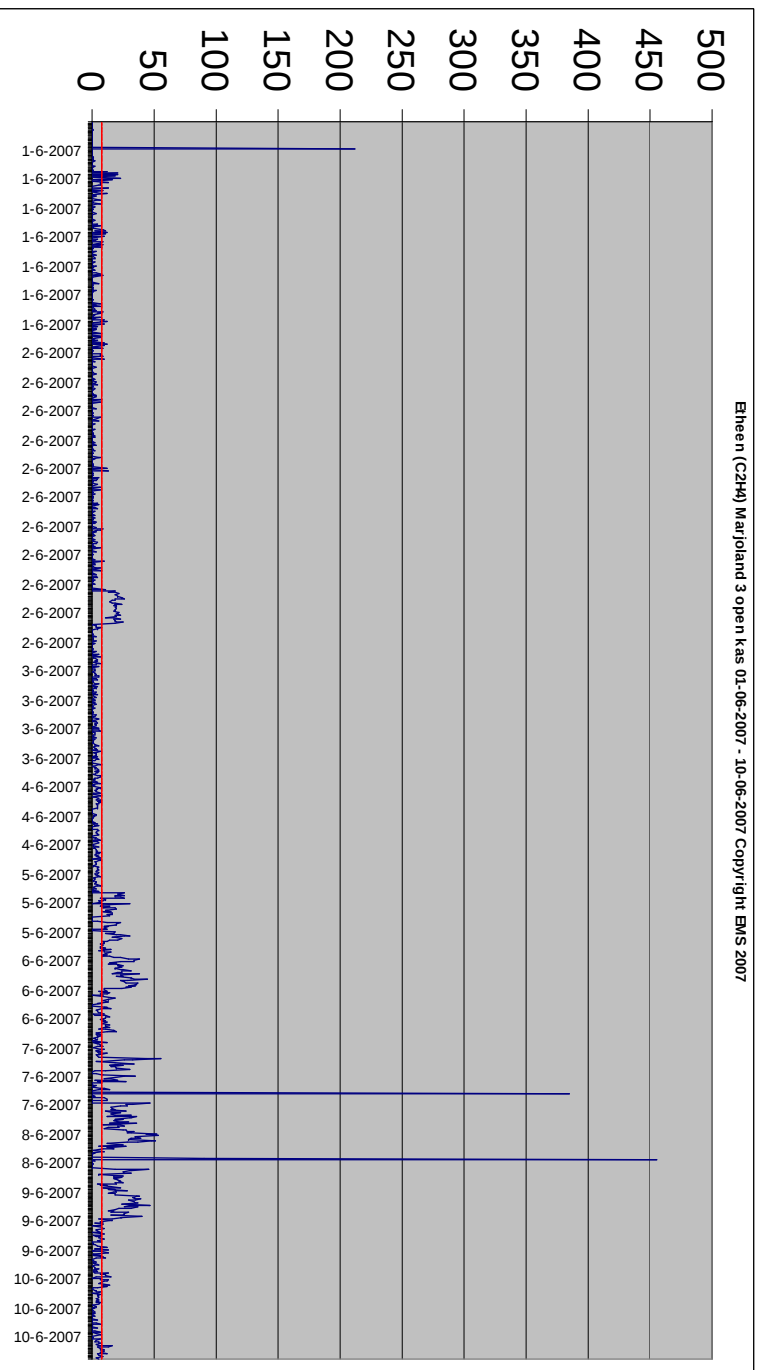
Figuur 6.

Opvallend is dat in deze metingen relatief hoge NO waarden voorkomen en relatief lagere waarden ethyleen. De gemiddelde ethyleenwaarde in deze periode is ongeveer 30 – 40 ppb terwijl de gemiddelde NO waarde ligt tussen de 100 en 120 ppb. (Factor 3). Zie figuur 7.

Ter vergelijking zijn de gemiddelde concentraties in de winter van Marjoland 3 veel hoger dan de concentraties in de zomer van Marjoland 1.

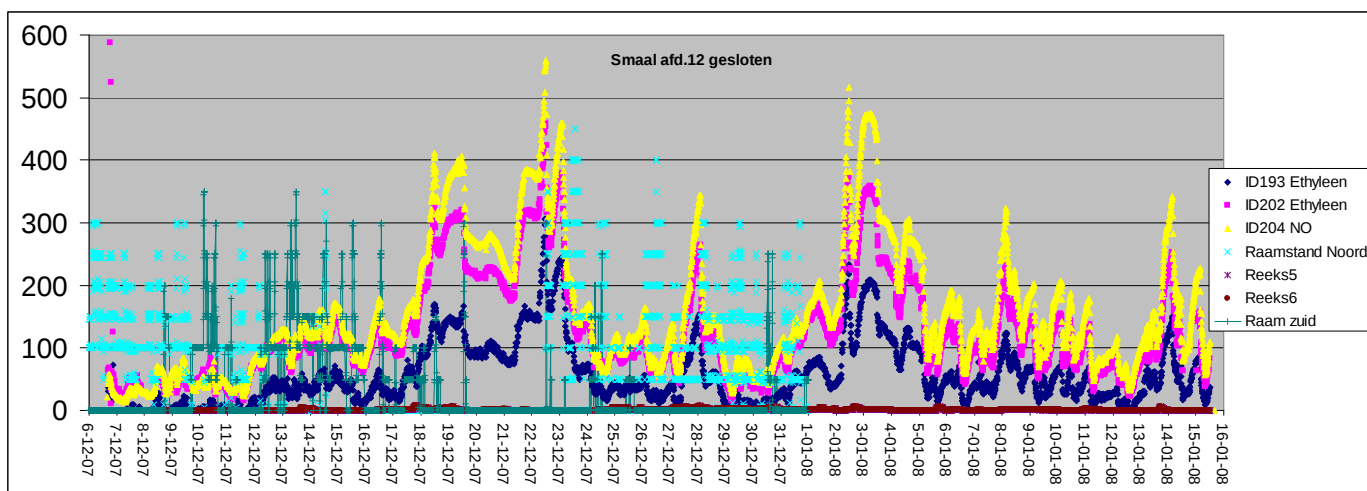


Figuur 7 (Winterperiode van Marjoland 3)



Figuur 8. (Zomerperiode van Marjoland 3)

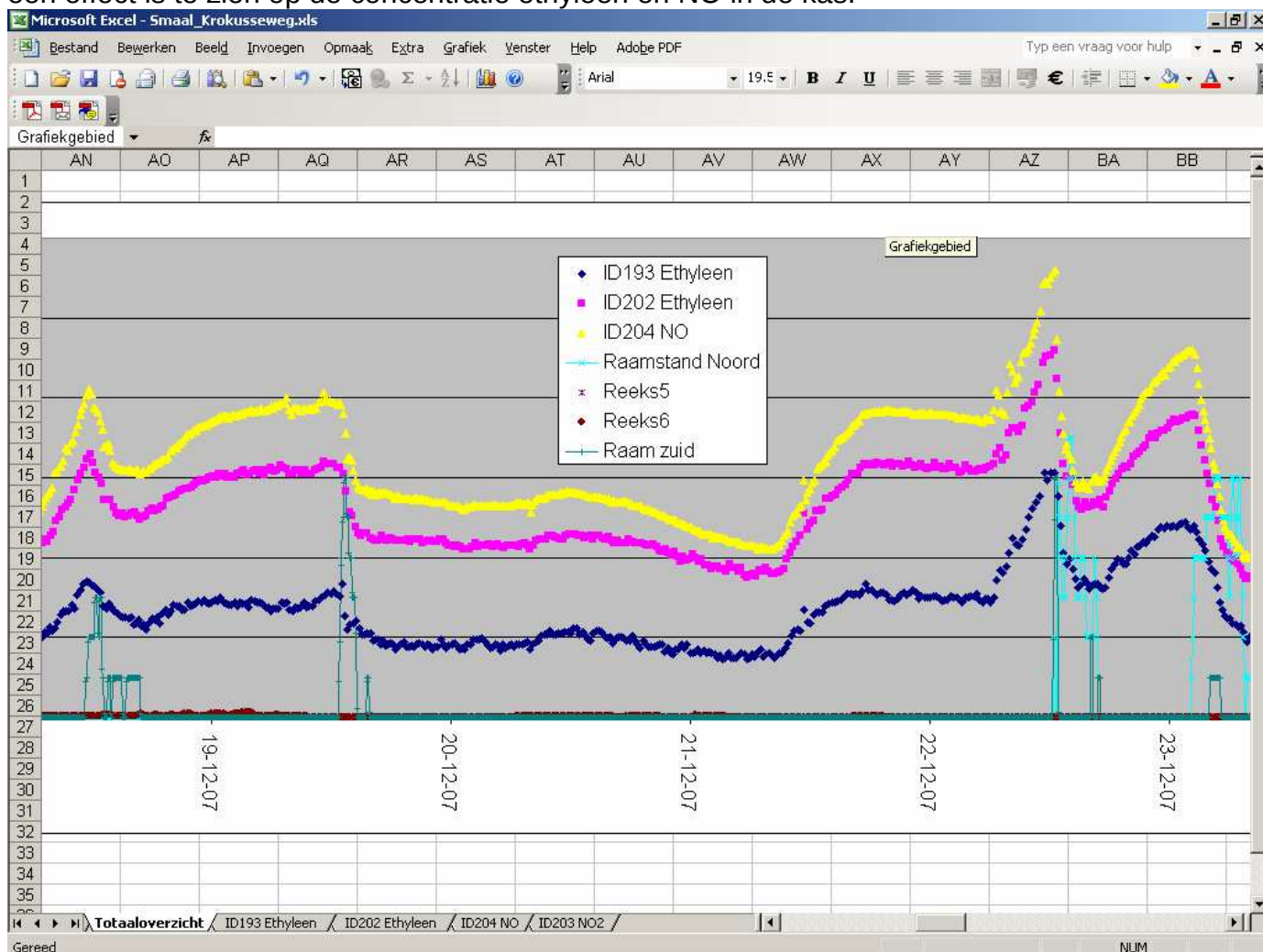
Wat opvalt zijn de wat hogere waarden bij SO Natural. De raamstanden zijn mee opgenomen in de grafieken.



Figuur 9.

Wat verder opvalt is dat als de ramen open staan de concentraties NO en ethyleen over het algemeen erg laag zijn. Er lijkt dus toch iets van ophoping te ontstaan. (Figuur 9.)

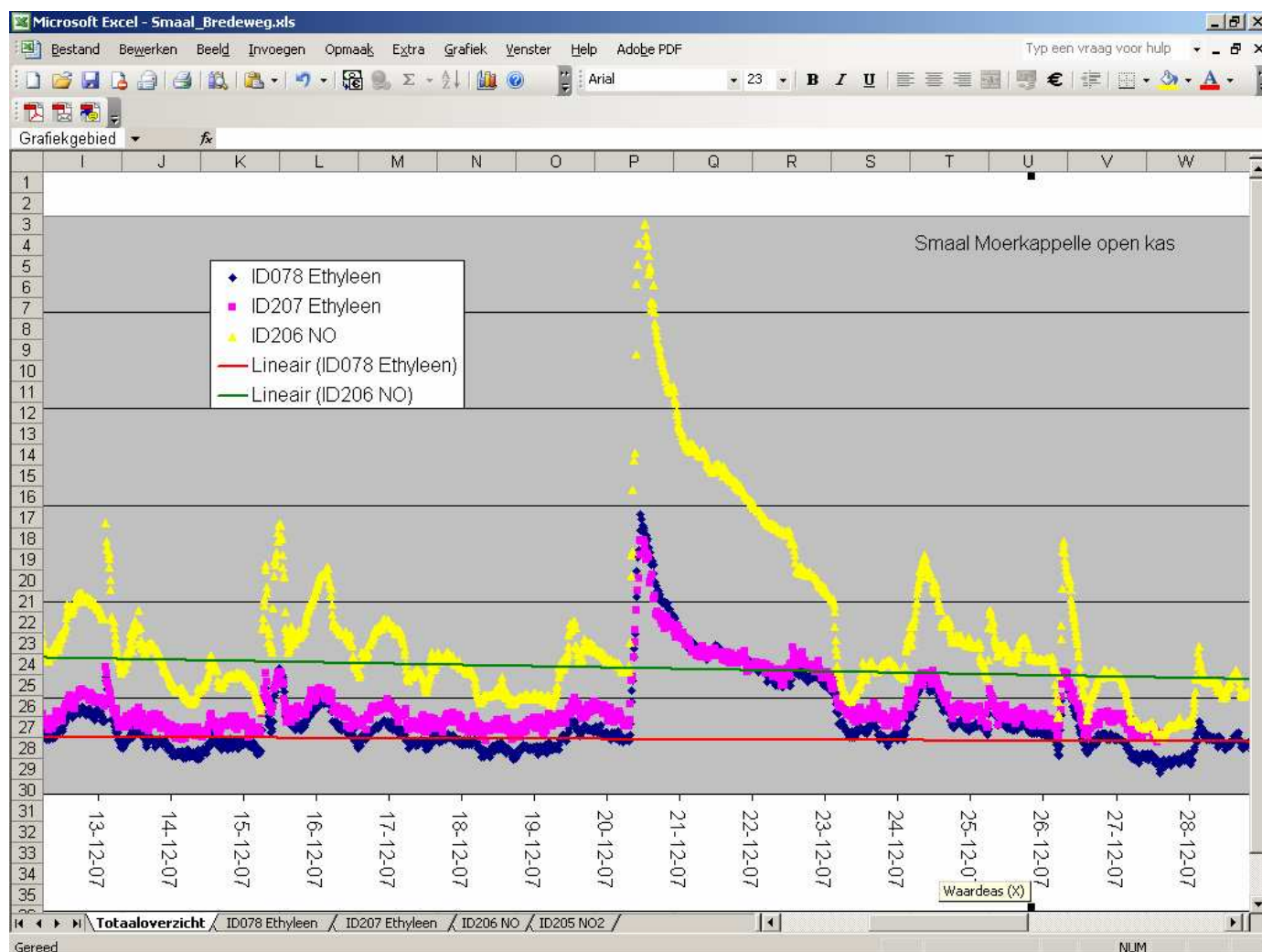
Verder is zichtbaar in figuur 10 dat als de ramen heel kortstondig open zijn er al heel snel een effect is te zien op de concentratie ethyleen en NO in de kas.



Figuur 10. (Elke horizontale lijn stelt 100 ppb ethyleen of NO voor)

SO Natural (Open kas)

De concentraties in de open kas zijn relatief gezien allemaal lager dan in de semi-gesloten kas. Wat opvalt in figuur 12 (wat een deel uit de grafiek is van de gehele periode) is dat er een plotselinge piek optreedt.

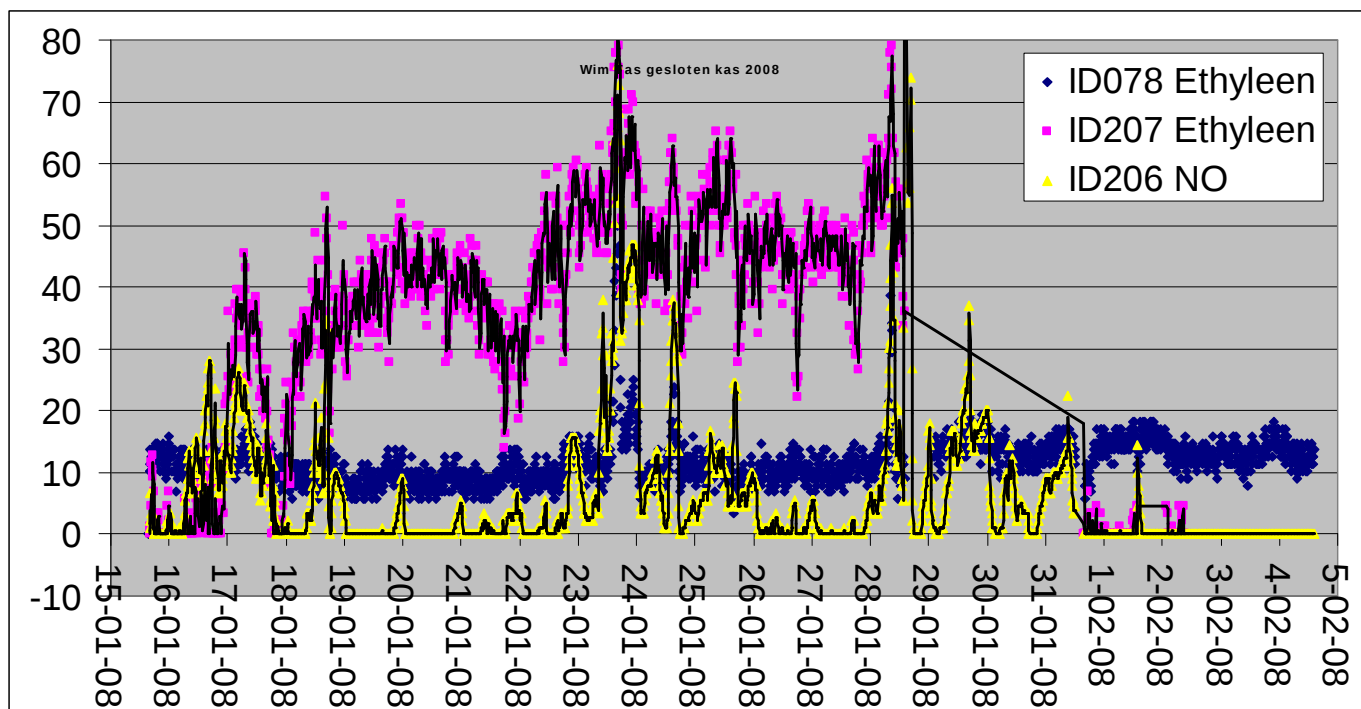


Figuur 12. (Elke horizontale rasterlijn stelt 100 ppb voor.)

W. Tas (Gesloten kas)

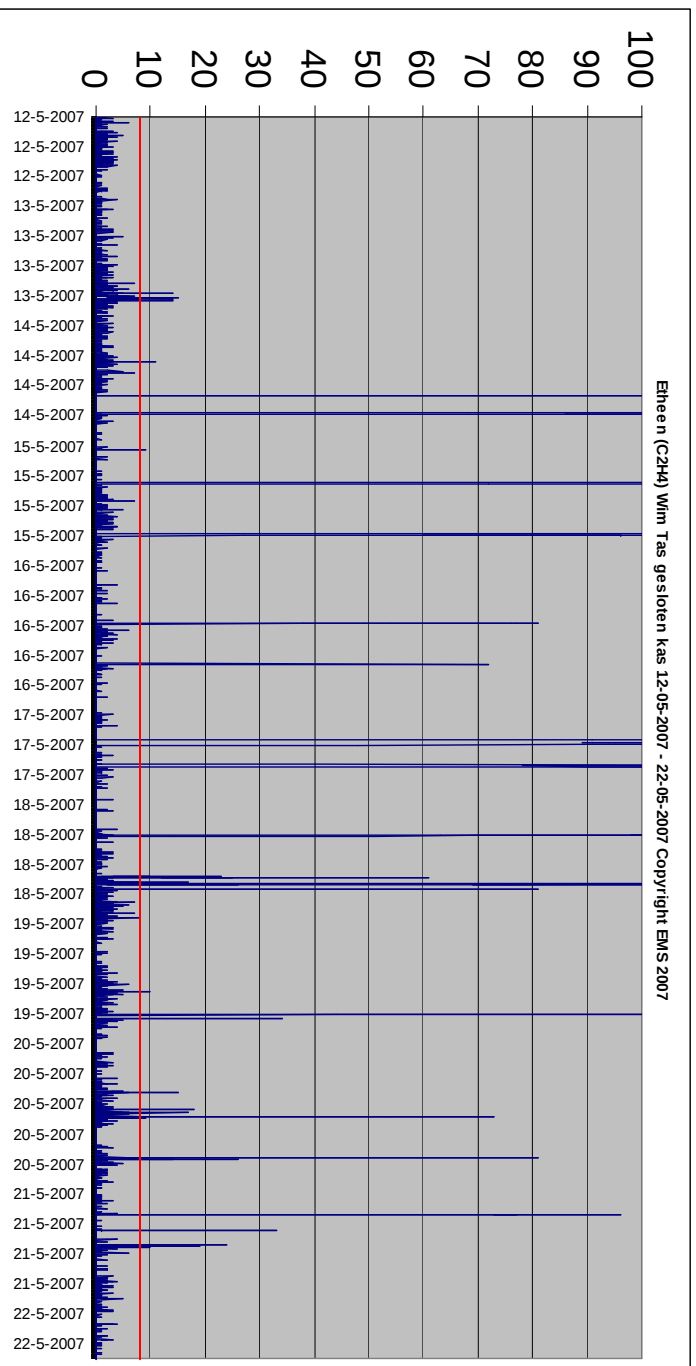
Bij Tas zijn de concentraties in de gesloten kas heel laag. In vergelijking met de zomer en de winter zijn de concentraties in beide seizoenen laag. In de zomer hebben we wel een heel aantal pieken gevonden die destijds niet te verklaren waren. Deze pieken zijn in de winterperiode niet meer gevonden.

In een gesloten kas hoeft per definitie de concentratie van aanwezige NO en ethyleen niet hoog te zijn. De Gesloten kas bij Tas geeft mooie lage concentraties bij zowel ethyleen alsook NO. Vergelijk figuur 13 en 14.



Figuur 13. Ethyleen en NO in de winterperiode van Wim Tas gesloten kas.

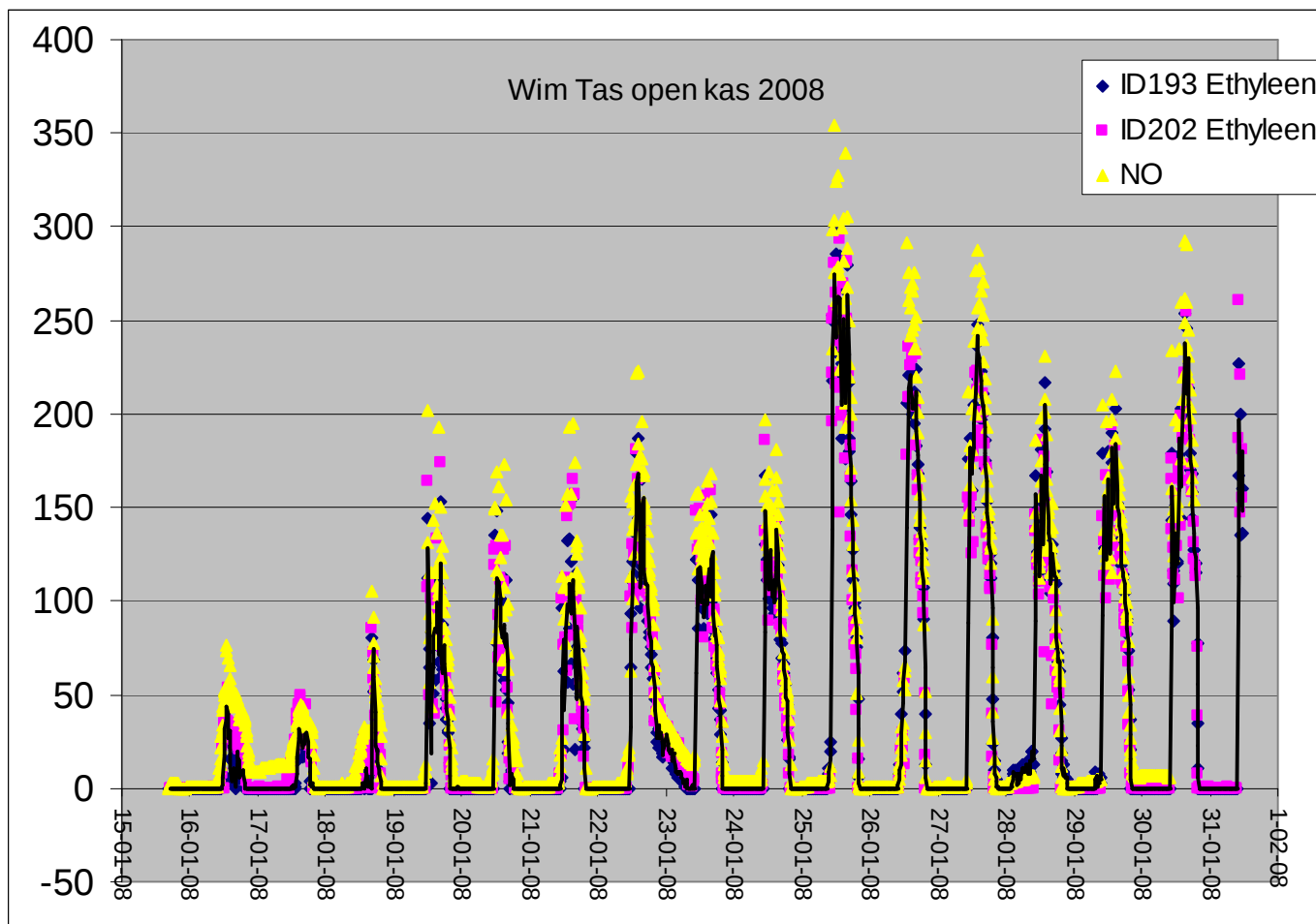
Een opvallend punt in figuur 13 is dat er 2 uiteenlopende ethyleenlijnen zijn. Het is niet verklaarbaar waarom dit is. De analysers liggen hier circa 30 meter uit elkaar. (Is voor deze proef bewust gedaan.) In de andere proeven hebben de analysers naast elkaar gelegen. Dit zou betekenen dat de luchtsamenstelling in de kas niet zo homogeen is. Echter dit is bijna niet denkbaar. We vermoeden dat er misschien een meetfout is geweest en dat een aanzuigopening bijvoorbeeld tegen het gewas heeft gestaan of tegen iets anders. De beide analysers zijn beide gekalibreerd en weken niet noemenswaardig van elkaar af. Ook in latere testen liggen deze 2 analysers naast elkaar en blijken toch gelijke concentraties te meten.



Figuur 14. (Ethyleen in de zomerperiode van Wm Tas gesloten kas.)

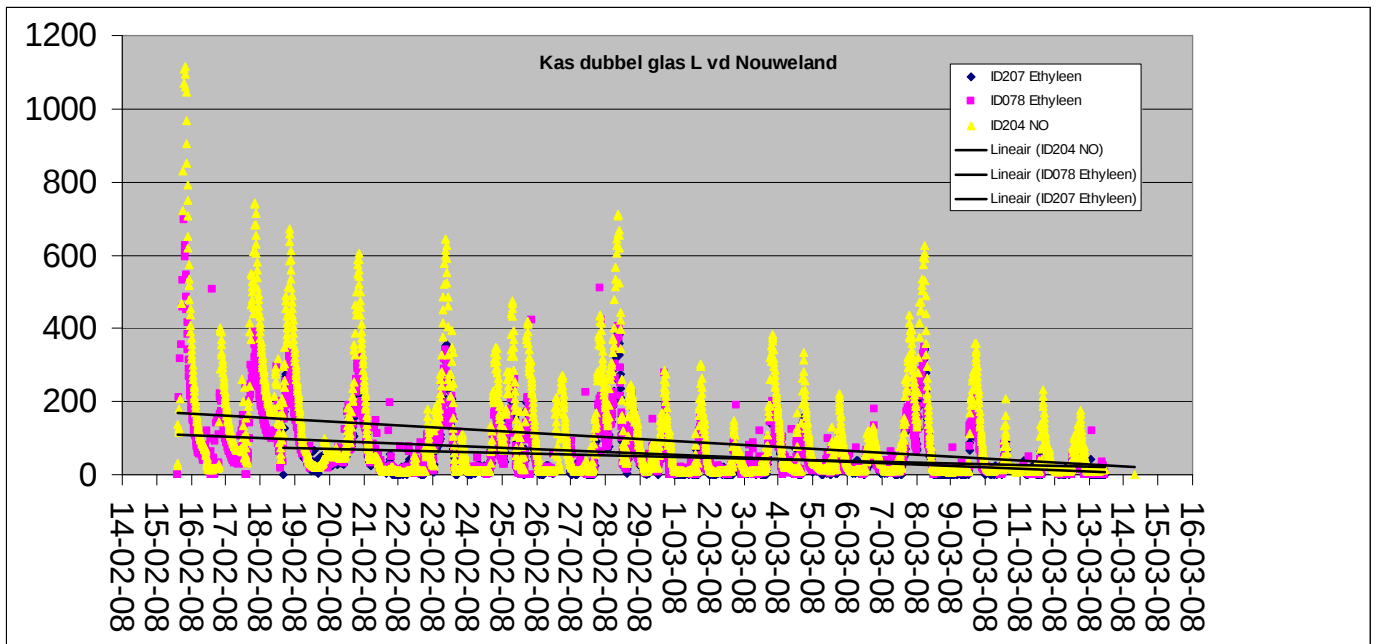
W. Tas (Open kas)

In de open kas van Tas is een bijzonder beeld te zien. Er zijn hoge pieken en zeer vlakke dalen. Er zit een duidelijk ritme in dat veroorzaakt wordt door een klimaatsturing of een ander apparaat. De oorzaak is onbekend.



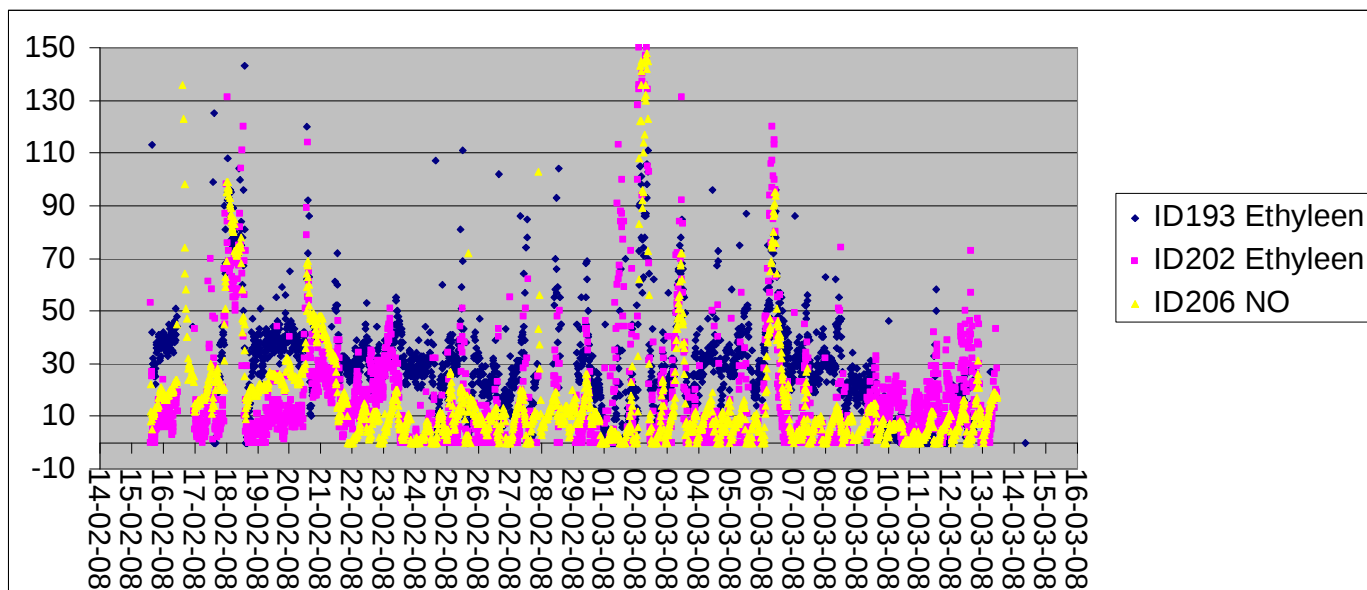
Figuur 15.

De kas met dubbel glas heeft over het algemeen in het begin van de meetperiode hoge waarden. Naarmate de tijd verstrijkt worden de concentraties lager. De pieken zijn erg hoog. Deze pieken zijn zo hoog dat het interessant is om te weten wat het gewas met deze hoge concentraties doet. Opvallend is dat deze concentraties gemiddeld hoger zijn dan de kas met enkel glas.



Figuur 16.

Opvallend is dat de concentratie NO in de kas met enkel glas (Figuur 17) veel lager is dan de concentratie NO van de kas met dubbel glas. (Figuur 16)



Figuur 17.

Samenvatting

Er is in een aantal semi-gesloten en gesloten kassen NO en ethyleen gemeten. De verschillen tussen de telers waren groot. Er zijn tussen de kassen onderling geen patronen te vinden van bepaalde concentraties. De patronen van de concentraties zijn per kas uniek en zullen primair bepaald zijn door de aansturing van klimaatcomputers en andere apparatuur. Met name het beluchttingsregime en de combinatie van aanwezige bronnen bepaald wat er met de ethyleen en NO concentraties in de kas gebeurt.

Het was door verschillende oorzaken niet mogelijk om over alle data te beschikken uit de klimaatcomputers. De datasets die we hebben leveren dus maar deels informatie op die eigenlijk op meerdere datasets gebaseerd zouden moeten zijn.

Een aantal metingen zullen moeten worden herhaald omdat deze op zichzelf staan. Een meervoud aan metingen kan aantonen dat de bevindingen juist zijn.

Aandachtspunten vanuit huidig onderzoek voor vervolg (EMS, Interpolis, Innogrow)

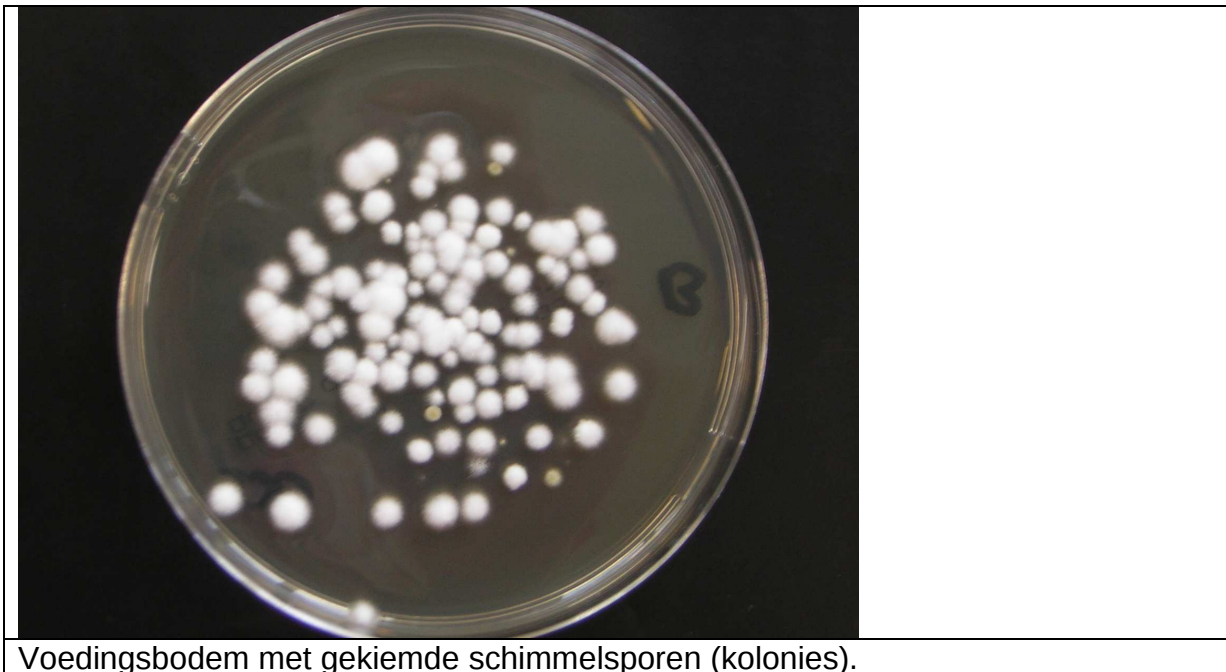
- Als er hoge pieken ontstaan op Ethyleen of NO is het onduidelijk waarom deze ontstaan. Dit is een onderzoekspunt voor AirQ4. Een piek die onverklaarbaar is, is de piek bij Marjoland 1 op 5-12-2007 tussen 12:00 en 16:00.
- Wat is de reden waarom er gemiddelde waarden zijn in de gesloten en open kas die in de winterperiode tot 3x hogere meetwaarde heeft dan de zomerperiode. (Gemiddelde) (Zie als voorbeeld Marjoland 1 en Marjoland 3)
- Is er een verband tussen het moment waarop de ureumwasser start of stopt en het stijg- en of daal gedrag van de concentraties van NOx en Ethyleen. (Zie Marjoland 1)
- Hoeveel is het verband tussen het aanstaan de ureumwasser en een hogere ethyleen en NOx concentratie in de kas? (Zie Marjoland 1)
- NO komt soms relatief veel voor. Er is ook een hoog gemiddelde. Een vraag is waar deze relatief hoge NO waarden vandaan komen? (Marjoland 3)
- Er kunnen in het beeld van de meetwaarden plotseling flinke stijgingen zijn. Zie bijvoorbeeld Marjoland 3 in de zomer op 2-6-2007. Daar stijgt voor 1 dag plotseling de ethyleenwaarde en zakt dan weer. Waar komen deze plotselinge stijgingen vandaan en hoe kunnen ze voorkomen worden?
- Het beluchttingsregime (d.m.v. het openzetten van de ramen) heeft sterk invloed op de concentratie in de kas. (Zie gesloten kas SO Natural). De vraag is of juist de ramen niet vaker kortstondig open moeten om juist meer verse lucht te geven. Dit kan eventueel energie kosten, maar kan wellicht voordelen opleveren.
- Er zijn wel eens situaties waarin de concentratie Ethyleen en NO zeer sterk en onnatuurlijk stijgen. Zie 20-12-2007 bij SO Natural. Wat zijn mogelijke oorzaken en kan dit voorkomen worden?
- Hoe homogeen is de luchtsamenstelling? M.a.w. is het belangrijk waar er in de kassen luchtsamples genomen worden door de apparatuur?
- Een mogelijk adviesprotocol voor het uitvoeren van metingen of een meetmethode moet kasonafhankelijk opgezet kunnen worden omdat geen een kas hetzelfde is.
- Cultivars spelen een rol. Zolang als de effectgrenswaarden van verschillende cultivars binnen gewassen niet duidelijk of bekend zijn is het zaak om de algemene schadedrempels of effectgrenswaarden van de WHO of andere organisaties als PT te hanteren voor gewassen.
- In kaart brengen van de gebruikte installaties en regelprogramma's per teler. Deze gegevens moeten vervolgens afgezet worden tegen de luchtkwaliteit.
- Het is zaak data tijdens de meetperiode te verzamelen en meteen te verwerken, waarmee ook interactie kan plaatsvinden tussen teler en CropEye.

4.3 *Levende bacteriën en schimmels (Blgg)*

Blgg heeft een aantal metingen gedaan die specifiek betrekking hadden op de aanwezigheid van schimmels in lucht en water en insecten in lucht. In dit rapport wordt een toelichting gegeven van al de metingen die door Blgg uitgevoerd zijn alsmede een samenvatting van de resultaten van de metingen op alle bedrijven. Alle deelnemende bedrijven hebben een verslag ontvangen waarin de resultaten van de metingen van hun eigen bedrijf weergegeven zijn.

Aanwezigheid van schimmels in de lucht.

Schimmelsporen in de lucht zijn aangetoond door met een pompje (MicroBio Air sampler) een vaste hoeveelheid lucht aan te zuigen en deze over een voedingsbodem in een petrischaal te leiden. Voor deze bepaling zijn drie verschillende voedingsbodems gebruikt. Een specifiek voor Botrytis sporen, een specifiek voor Fusarium sporen en een voedingsbodem waarop alle aanwezige schimmelsporen kiemen en geteld kunnen worden.



Voedingsbodem met gekiemde schimmelsporen (kolonies).

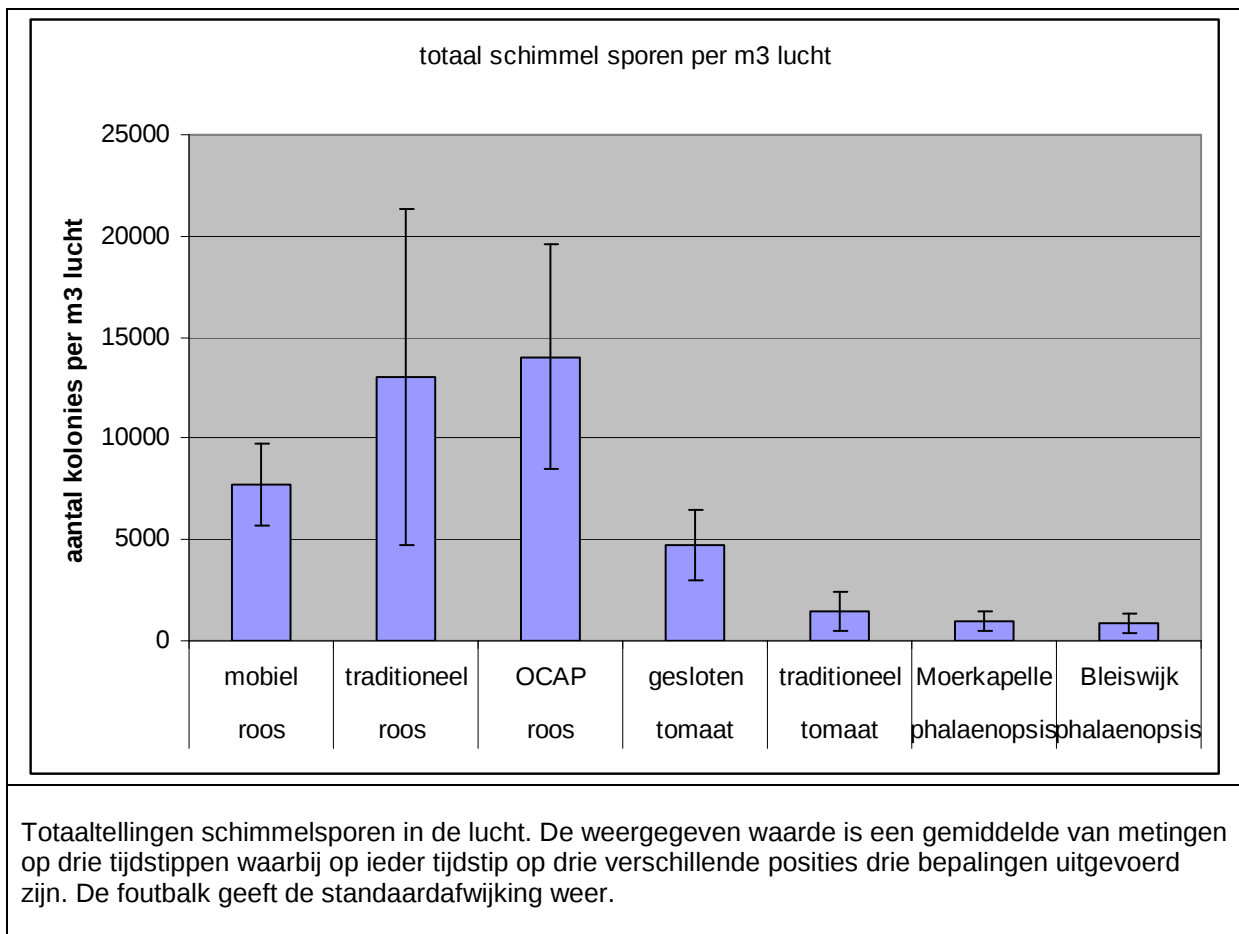
Aanwezigheid van schimmels in water

De aanwezigheid van schimmels in het water is bepaald met de Riscover analyse van Blgg. Dit is een DNA techniek waarbij in een analyse de aan/afwezigheid van meer dan 40 verschillende schimmels vastgesteld kan worden. Deze analyse is relatief snel en gevoelig en de uitslag van de analyse kan binnen 48 uur na binnenkomst van het monster verkregen worden.

Afhankelijk van de bedrijfs situatie zijn verschillende typen watermonsters verzameld, drainwatermonster uit de mat of uit de verzamelput, condenswater van kasdek of van luchtbehandelingkast (gesloten kas).

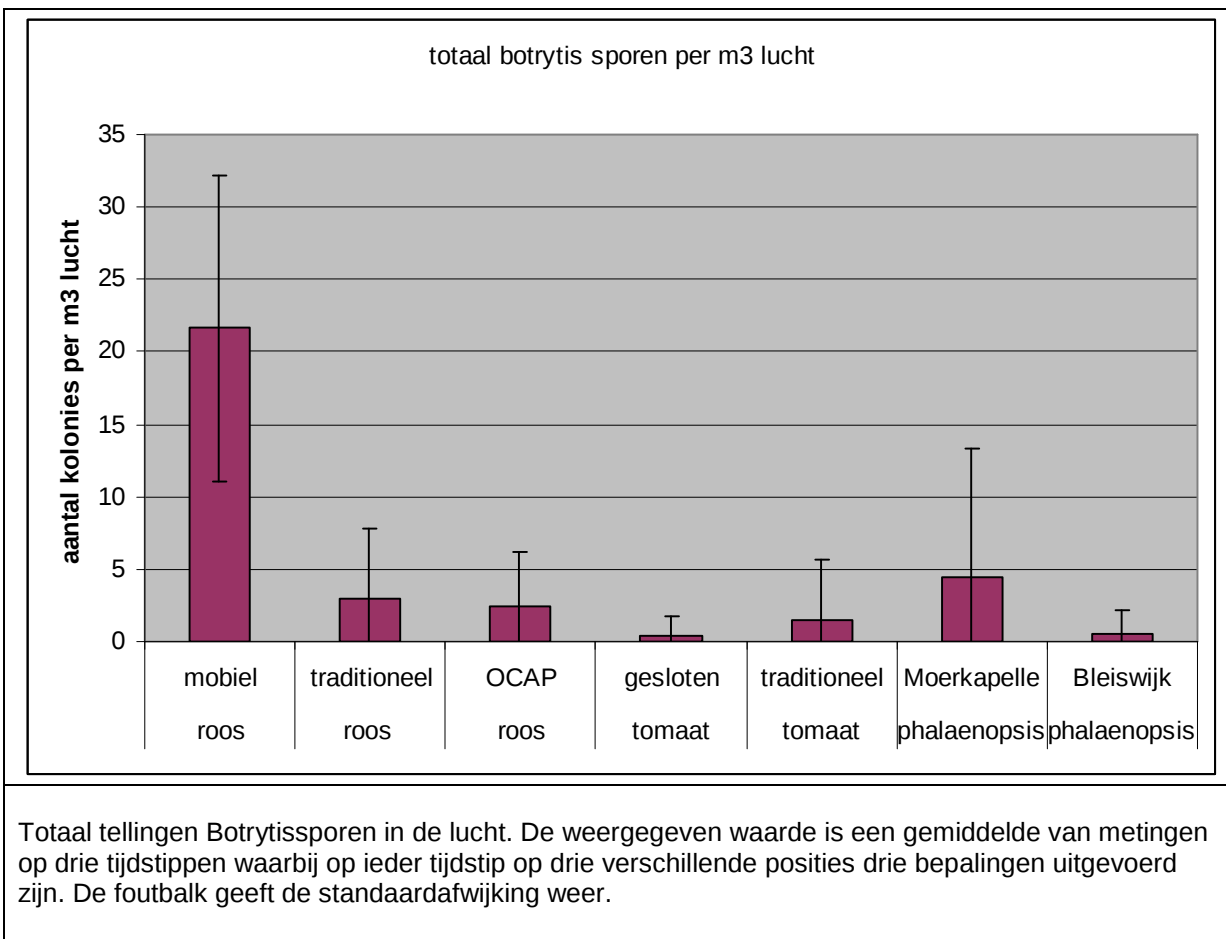
Resultaten: vergelijking tussen bedrijven.

AirQ3 heeft in totaal op 7 verschillende afdelingen plaatsgevonden. De teelten zijn zeer verschillend. In een aantal overzichtsgrafieken is weergegeven welke totaalstellingen voor schimmelsporen in de lucht op deze bedrijven gevonden is.



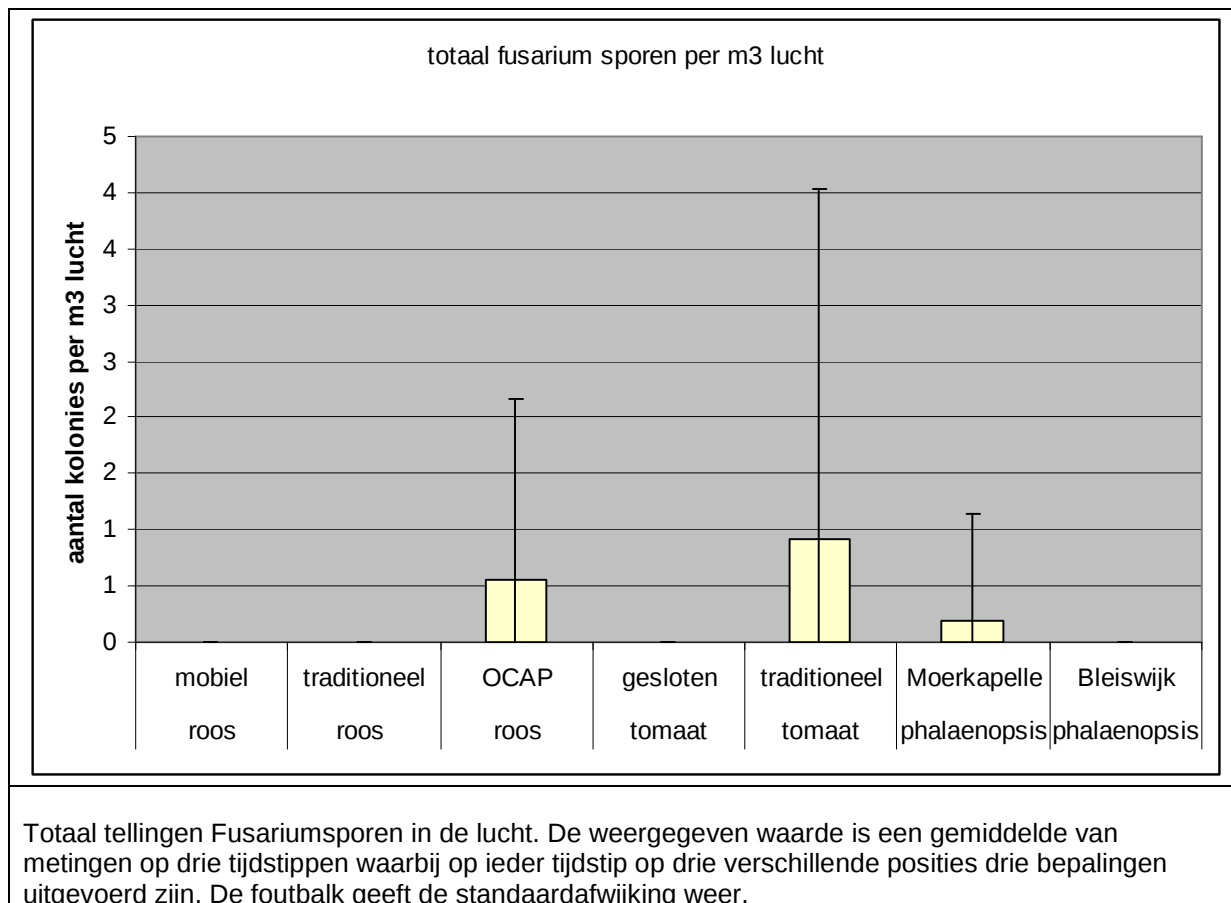
De totaalstelling schimmelsporen laten zien dat de aantallen gevonden schimmelsporen per bedrijfstype nogal uiteen kunnen lopen. Er zit bijvoorbeeld een factor 10 verschil tussen de aantallen gevonden in een rozengewas vergeleken met de aantallen in een Phalaenopsis potplantenteelt. De teelt van tomaat (zowel gesloten als open) zit hier zo een beetje tussenin. Hier geldt wel dat de traditionele teelt tomaat een jonge aanplant was en de gesloten teelt was een volgroeid gewas in productie.

Botrytis sporen zijn in de betreffende perioden niet tot nauwelijks aangetoond op alle bedrijfstypen. Alleen de mobiele teelt roos laat zien dat hier een lichte druk van botrytissporen is. Om een indruk te krijgen van de gemeten waarden. Onder normale omstandigheden kunnen altijd een of enkele sporen per m3 lucht voorkomen [11]. In een gewas met aantasting en veel sporulatie (vb voldragen aardbei gewas of in een wijngaard) kunnen de aantallen Botrytis sporen oplopen tot duizend per m³ lucht [10, 12].



Voor Fusarium is er slechts in enkele gevallen een zeer lichte hoeveelheid sporen aangetoond. De variatie tussen de metingen is dusdanig hoog dat je niet kan zeggen of hier verschillen tussen bedrijven en bedrijfstypen zijn.

Van Botrytis is algemeen bekend dat verspreiding van sporen door de lucht een belangrijke veroorzaker van nieuwe besmettingen is. Voor Fusarium geldt dit in mindere mate. Er zijn wel enkele wetenschappelijke publicaties dat Fusarium sporen door lucht of bijvoorbeeld met vliegende insecten verspreidt zijn maar algemeen is dit niet de meest voor de hand liggende verspreidingsroute van deze schimmelgroep. Dit kan wel van verschillend zijn bij verschillende Fusarium-soorten. Voor Fusarium geldt algemeen dat verspreiding via water, besmette grond, plantmateriaal, kasopstanden en gereedschap meer waarschijnlijke vormen zijn.



Afhankelijk van bedrijfstype en de mogelijkheid om verschillende watermonsters te verzamelen zijn er per bedrijf een of meerdere Riscovers analyses uitgevoerd om te bepalen of verschillende schimmelsoorten in het water aangetoond kunnen worden. Riscovers analyses worden in de praktijk routinematig ingezet om voedingsoplossing in de substraatmat te monitoren op aanwezige ziekteverwekkende schimmels. Op de deelnemende bedrijven zijn verschillende schimmels (waaronder ziekteverwekkende soorten) aangetoond. De hoeveelheden die aangetroffen zijn niet verontrustend. Op verschillende locaties is ook het condenswater van kasdek of luchtbehandelingskast onderzocht op aanwezige schimmels. Hierbij viel op dat in een tweetal monsters verschillende ziekteverwekkende schimmels aangetoond zijn. Bij eventueel hergebruik van dit condenswater is ontsmetting gewenst. Het verdient aanbeveling om na te gaan wat de oorzaak van deze besmettingen is.

Samenvatting

De diversiteit van deelnemende bedrijven (gewasstype, gewasleeftijd, kasdichte) zouden zeker tot verschillen in de hoeveelheid aangetroffen schimmelsporen in de lucht moeten leiden. Dit is in het onderzoek ook naar voren gekomen. Phalaenopsis heeft een relatief schone lucht gevolgd door de jonge aanplant tomaat. Het volgroeide tomatengewas en de drie rozenteelten bevatten de meeste hoeveelheden schimmelsporen in de lucht. In het kader van een eerder Europees onderzoek zijn diverse agrarische bedrijfstypen onderzocht op aanwezigheid van schimmelsporen in de lucht [15]. Hierbij werden voor een Spaans glastuinbouw systeem waarden gevonden die nog een factor vijf hoger lagen als wat wij bij het meerjarige rozengewas gevonden hebben. In vergelijking met andere agrarische systemen zoals varkenshouderij en kippen is glastuinbouwsysteem schoon. Er wordt hierbij wel opgemerkt dat mogelijkheid van ventilatie een belangrijke methode is om schimmelsporen af te voeren. Fusarium en Botrytis sporen vormen een fractie (minder dan 1 %) van het totaal aantal sporen. In verschillende buitenlucht studies worden dezelfde verhoudingen genoemd (o.a. [14]). Pas wanneer er sprake is van een duidelijk aantasting van bv Botrytis in het gewas neemt het aantal Botrytis sporen sterk toe [10, 12, 13, 16].

4. Conclusie

NOx en Ethyleen

- De NO en NOx concentratie is in 6 van de 8 kassen verhoogd ten opzichte van de buitenluchtconcentraties. Dit betekent dat er bronnen van NO in de kassen zijn, wat een humaan risico is. Maximale meting van 191 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (weekgemiddeld) t.o.v. grenswaarde 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (jaargemiddeld) en 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (uurgemiddeld).
- NO₂ concentraties in de winter in de kassen lager zijn dan in het voorjaar, terwijl de concentratie in de buitenlucht wel hoger ligt dan in het voorjaar.
- NO, NOx en NO₂ in de buitenlucht in de winter van 2008 3 tot 40 maal verhoogd t.o.v. het voorjaar. Dit geldt ook voor de NO en NOx concentraties in de kassen, terwijl de NO₂ waarden in de kassen in de winter lager is dan in de zomer.
- Groot verschil in NO, NO₂ en NOx en ethyleen tussen een rozenkas met dubbel glas en een rozenkas met enkel glas.
- De gemiddelde waarde van ethyleen in Roos in de winterperiode hoger is dan in de zomerperiode. De zomerperiode is gemiddeld 9 ppb en de winterperiode is gemiddeld 30 ppb t.o.v. de WHO grenswaarde van 8 ppb.
- Hogere waarden NOx en ethyleen bij SO Natural gesloten. De concentraties in de open kas zijn relatief gezien allemaal lager dan in de semi-gesloten kas.
- Bij Tas zijn de concentraties NOx en Ethyleen in de gesloten kas heel laag. In vergelijking met de zomer en de winter zijn de concentraties in beide seizoenen laag.
- De verschillen in NOx en Ethyleen waarden tussen de telers waren groot. Er zijn tussen de kassen onderling geen patronen te vinden van bepaalde concentraties.

Levende schimmels en plantpathogenen

- Er zijn grote verschillen in de hoeveelheid aangetroffen schimmelsporen in de lucht tussen de deelnemende bedrijven (afhankelijk van o.a. gewastype, cultivar, gewasleeftijd, kasdichte).
- Phalaenopsis heeft een relatief schone lucht gevolgd door de jonge aanplant tomaat. Het volgroeide tomatengewas en de drie rozenteelten bevatten de meeste hoeveelheden schimmelsporen in de lucht.

Meer onderzoek is nodig om te zien of de verschillen consistent zijn, verklaart kunnen worden door andere factoren en gevonden worden in andere kassen. Herhaalde metingen bij deze kassen alsmede ook bij andere kassen in verschillende seizoenen zal nodig zijn om verschillen in de NO, NO₂ en NOx concentraties te verklaren. Omdat NOx geassocieerd is met relatief ernstige effecten op de gezondheid is dit een punt van zorg voor de in de kas vertoevende medewerkers. Het is bekend dat hoge NOx concentraties negatief effect hebben op de plantproductie en kwaliteit, daarom zijn drempelwaarden specifiek voor gewas en ontwikkelstadia noodzakelijk.

Ethyleen in de tuinbouw heeft nog veel vraagtekens. Het ontbreekt aan kennis specifiek voor gewas en schade drempels i.r.t. groeistadia. Wanneer de ethyleen waarde i.r.t. kwaliteit bekend is zal dit een positief effect geven op de kwaliteit en verbetering van o.a. de productie; dan heeft het ook een marktwaarde. Gezondheidsproblemen zijn niet te verwachten vanwege de lage waarden.

De schimmelsporen in de lucht hebben een directe invloed op de ziektedruk in de kas. Wat betreft humane gezondheid zijn alleen in Roos waarden gemeten die effect kunnen hebben op basis van luchtkwaliteit (werkklimaat) en niet als humaan pathogeen.

5. Aanbeveling voor vervolgonderzoek

De resultaten van het onderzoek zijn in bilaterale gesprekken met de deelnemende tuinbouwbedrijven bilateraal geëvalueerd en in een projectteam meeting gepresenteerd) en bediscussieerd met alle deelnemers.

De deelnemende tuinbouwbedrijven hebben op basis van de meetresultaten en eigen ervaring CropEye verzocht om vervolg te geven aan dit onderzoek. Om te komen tot een pragmatische oplossing voor de tuinbouwsector i.r.t. (monitoring van) luchtkwaliteit. Aangezien de problematiek van luchtkwaliteit een sectorbreed aandachtspunt is, is een onderzoeksaanvraag ingediend bij het versnellingsprogramma 'Gesloten kas' van LNV en (PT). Hierin zijn ook de aanbeveling van de BCO van de Sociaal Economische Commissie (naast NOx ook klimaatbelasting en -beleving en gewasbeschermingsmiddelen in de lucht) meegenomen. Deze aanvraag zal niet worden behandeld in de Sectorcommissie Energie van 29 mei 2008, maar mogelijk in een volgende vergadering (10 september). De Sociaal Economische Commissie zal 5 juni dit project bespreken.

Onderzoeksomschrijving van vervolg

De pilotstudies (AirQ1-3) geven een eerste beeld van de belasting op een bepaald moment, in een beperkt aantal kassen en gewassen (Roos, Tomaat, Phalaenopsis). Voor onderzoek naar de bronnen van verontreinigingen en factoren die de niveaus beïnvloeden, zijn meetseries noodzakelijk over langere tijd en bij meerdere bedrijven/gewassen. Waarbij het project in het kader zal staan van oplossingsgericht onderzoek, waaruit kennis beschikbaar komt die direct gebruikt kan worden door de sector en input zal leveren voor de ontwikkeling van meet- en adviessystemen en (eventueel) aanpassing werkprotocol.

Op verschillende bedrijven in twee seizoenperioden (voorjaar/najaar) worden gestandaardiseerde metingen uitgevoerd (bedrijvenscan) voor mens en gewas. Ook moet er een inventarisatie plaatsvinden van bestaande kennis m.b.t. grenswaarden en zal de kwaliteit en praktische toepasbaarheid van beschikbare analyse methoden worden beoordeeld.

Nader onderzoek beoordeling risico's voor de humane gezondheid

- *Gassen/microbiële contaminatie m.b.t. humane gezondheid (NOx);* Metingen verspreid over een jaar zodat inzicht wordt gekregen in de blootstelling tijdens verschillende seizoenen en in verschillende kassen (gewassen). Wanneer er sprake is van verhoogde microbiële concentraties (op basis van plant onderzoek) zullen er specifieke testen vanuit humaan oogpunt worden uitgevoerd (zo ook endotoxine/glucaan metingen).
- *Gewasbeschermingsmiddelen;* Voor gebruik en herbetreding van gewasbeschermingsmiddelen in kassen (o.a. persoonlijk beschermingsmiddelen gebruik en re-entry) bestaan richtlijnen. Het is mogelijk dat re-entry beleid moet worden aangepast bij verandering van veranderende milieu in kassen met verminderende ventilatie. Metingen voor een veelgebruikt bestrijdingsmiddel zullen worden uitgevoerd en worden beschouwd als modelstof op basis waarvan de situatie voor de meeste middelen moet worden afgemeten.
- *Klimaat en klimaatbelasting;* Werknemers ervaren een andere klimaatbelasting in (semi)gesloten kassen. Uit ervaring blijken grote verschillen te bestaan in deze ervaren belasting afhankelijk van werkplek (in de hoogte of laag bij de grond). Daarom wordt een pilot voorgesteld voor meting van de klimaatbelasting bij werknemers onder verschillende condities en op verschillende plaatsen in de kas en interviews met de medewerkers.

Nader onderzoek beoordeling risico's voor de plantgezondheid

- Op praktijkbedrijven (bedrijvenscan) uitvoeren van gas (NOx, C₂H₄ (etheen), NH₃ (ammoniak), CH₄ (methaan) en aldehyden) en microbiële metingen irt klimaatgegevens (macroklimaat, T, RV, schermen, raamstanden, gebruik WKK etc.).
- Vaststellen van de reactie van de plant op microklimaat mbv een growWatch.

6. Literatuur

- [1]: www.innogrow.nl
- [2]: Macher, J.M., *Positive-hole correction of multiple-jet impactors for collecting viable micro-organisms*. Am Ind Hyg Assoc J, 1989. **50**(11): p. 561-568.
- [3]: Douwes, J., et al., *Influence of various dust sampling and extraction methods on the measurement of airborne endotoxin*. Appl Environ Microbiol, 1995. **61**(5): p. 1763-9.
- [4]: Douwes, J., et al., *Measurement of beta(1-->3)-glucans in occupational and home environments with an inhibition enzyme immunoassay*. Appl Environ Microbiol, 1996. **62**(9): p. 3176-82.
- [5]: NO, NO₂, NO_x and SO₂ Sampling Protocol Using the Ogawa Sampler.
http://www.rpco.com/assets/lit/lit03/amb3300_00312_protocolno.pdf, 1998.
- [6]: <http://www.rivm.nl/milieukwaliteit/lucht/meetnet/>.
- [7]: Likas, C., et al., *Noxious gases in greenhouses*. Ann Agric Environ Med, 2001. **8**(1): p. 99-101.
- [8]: Heistek, J.C. *Luchtkwaliteit in (semi)gesloten kas, voor mens en gewas; AirQ2* (1 oktober 2007); PT 12866
- [9]: "Demonstratie van Ethyleengestuurde ventilatie bij de bewaring van tulpenbollen" maart 2006 PPO nr. 360045
"Energiebesparing door verminderde circulatie" november 2005 PPO nr. 360069
"Ethyleengestuurde ventilatie" december 2006 PPO nr. 360321
"State-of-the-Art bewaarsysteem voor tulpenbollen" december 2007 PPO nr. 3236045100
"Evaluatie MACView Ethyleen Analyser" Agrotech & Food nr. 915
- [10]: Blanco, C., B. De Los Santos, and F. Romero. 2006. Relationship between concentrations of Botrytis cinerea conidia in air, environmental conditions, and the incidence of grey mould in strawberry flowers and fruits. *European Journal of Plant Pathology* 114 (4):415-425.
- [11]: Boulard, T., M. Chave, H. Fatnassi, C. Poncet, and J. C. Roy. 2008. Botrytis cinerea spore balance of a greenhouse rose crop. *Agricultural and Forest Meteorology* 148 (3):504-511.
- [12]: Diaz, M. R., I. Iglesias, and V. Jato. 1998. Seasonal variation of airborne fungal spore concentrations in a vineyard of North-West Spain. *Aerobiologia* 14 (2-3):221-227.
- [13]: Kerssies, A. 1993. Influence of environmental conditions on dispersal of Botrytis cinerea conidia and on post-harvest infection of gerbera flower grown under glass. *Plant Pathology* 42:754-762.
- [14]: Pyrri, I., and E. Kapsanaki-Gotsi. 2007. A comparative study on the airborne fungi in Athens, Greece, by viable and non-viable sampling methods. *Aerobiologia* 23 (1):3-15.
- [15]: Radon, K., B. Danuser, M. Iversen, E. Monson, C. Weber, J. Hartung, K. J. Donham, U. Palmgren, and D. Nowak. 2002. Air contaminants in different European farming environments. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 9 (1):41-48.
- [16]: Wubben, J., D. Krijger, I. Bosker, and M. De Jongh. 2004. Epidemiologie en bestrijding van Botrytis paeoniae in pioenroos. *PPO rapport* 589.