

# ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEMS (EMS) B.V.



EMS

## CO<sub>2</sub> doseren, meten en CO<sub>2</sub> kwaliteit in de kas



Theorie en praktijk

J.K. Boerman

EMS B.V.

3 juli 2014



[WWW.MACVIEW.INFO](http://WWW.MACVIEW.INFO)



# CO<sub>2</sub> doseren, meten en CO<sub>2</sub> kwaliteit in de kas

- ❑ Introductie EMS BV / Historie
- ❑ Theorie en praktijk
- ❑ Nog even de theorie
- ❑ De “Greenhouse GA”
- ❑ Praktijkmetingen rookgassen



[WWW.MACVIEW.INFO](http://WWW.MACVIEW.INFO)



# Introductie EMS BV

- ❑ EMS B.V. opgericht 2001 uit spinoff BSA BV
- ❑ 2002 Ontwikkeling van gas- and stofmeet apparatuur voor de procesindustrie
- ❑ 2005 Start R&D in etheenmetingen voor bewaarplaatsen voor tulpenbollen
- ❑ 2007 Start R&D for gas measurement in greenhouses
- ❑ 2008 Start R&D voor etheenmetingen in fruit opslag
- ❑ 2012 Commercieele verkoop “MACView Greenhouse GA” & Hortifair Innovation Award samen met Sercom



[WWW.MACVIEW.INFO](http://WWW.MACVIEW.INFO)





# Eigen R&D / Productie / Kalibratie afdeling



[WWW.MACVIEW.INFO](http://WWW.MACVIEW.INFO)



# Doel presentatie

- ❑ Bewustwording
- ❑ Theorie relatie rookgassen – gewas
- ❑ Praktijk rookgassen – gewas
- ❑ Feedback – Interactie wat betekend dit voor ons?



[WWW.MACVIEW.INFO](http://WWW.MACVIEW.INFO)



# Theorie: Gewas / CO<sub>2</sub> / luchtkwaliteit

## Gewas (vraag)

- CO<sub>2</sub> is nodig
- CO<sub>2</sub> heeft geen oneindig groei effect 1000 – 1100 ppm -> 1.5% extra groei
- CO<sub>2</sub> met name effectief in lichtsituatie (Photosynthese / biomassa omzetting)

## CO<sub>2</sub> (Middel)

- Bronnen zijn divers
- Techniek is de beperkende factor

## Luchtkwaliteit (bij-effect)

- Door diverse bronnen diverse kwaliteit
- Diversiteit van bronnen is groot (Raam kan ook een bron zijn)



# Toepassing van de Greenhouse GA in de glastuinbouw

Greenhouse GA meet op gewasniveau:

## Ongewenst rookgas:

- C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (Etheen op ppb niveau)
- NO →
- NO<sub>2</sub> → Samen NO<sub>x</sub> (ppb)
- CO (ppb)

## Gewenste deel uit rookgas:

- CO<sub>2</sub> (ppm)



[WWW.MACVIEW.INFO](http://WWW.MACVIEW.INFO)



# Praktijk

- Niets aan de hand (10%)
- Rookgasschade (zichtbaar) (Klein percentage)
- Er is iets aan de hand, maar het is niet zichtbaar  
schatting 80% – 90% bedrijven zitten in deze categorie

Meeste telers onderkennen het gevaar van rookgasschade,  
maar zien niet altijd het gevaar.

## (Ofwel productieverlies / mindere kwaliteit)

- Waarom deze stoffen meten?
  - Meest voorkomende gassen (na CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O) in rookgassen, zijn dit vooral de voor planten schadelijke componenten (Gewenste gassen worden al gemeten. Waarom worden de ongewenste gassen nog niet gemeten ???)
  - Veel onderzoek uitgevoerd tussen de relatie schadelijk rookgas versus planten. (Er is dus relatief veel over bekend.)



# NOx en Etheen (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) luchtverontreiniging

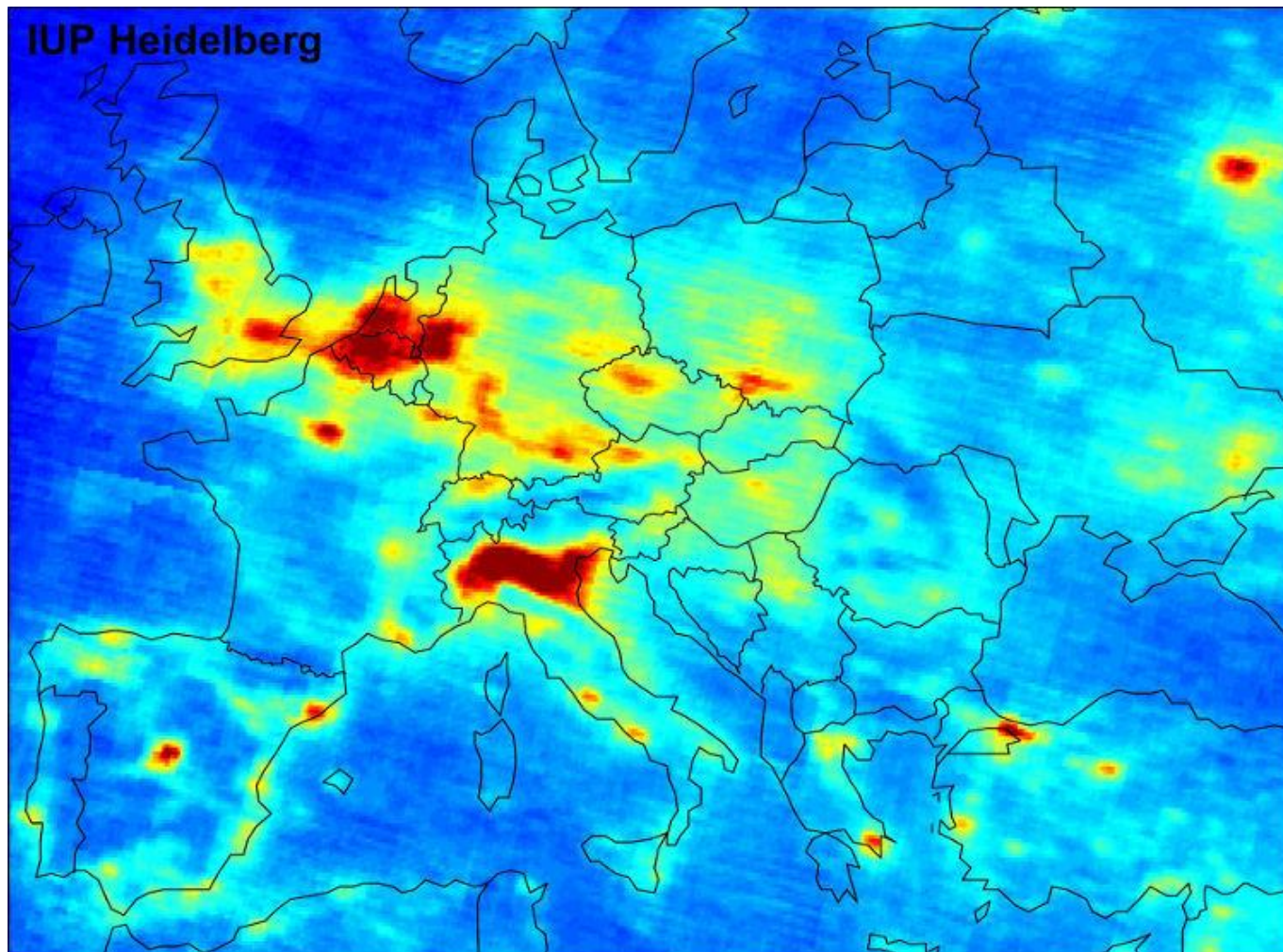
- ❑ Gewas (Alleen C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, normaal wel zeer weinig uitstoot)
- ❑ Buitenlucht / Bronnen van buiten / wegen
- ❑ Pulsfog systemen
- ❑ WKK / ketels / rookgasreinigers
- ❑ Schoorstenen
- ❑ Acetyleen bemesting (Alleen C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)
- ❑ Mesthoop / compostering
- ❑ Periferie rond WKK / ketels / rookgasreinigers zoals kleppen / pakkingen
- ❑ Bladblazers / tractors / grasmaaiers (alle verbrandingsmotoren)
- ❑ Overig...



# Aandeel rookgasbron: WKK / Ketel



Envisat  
NO2  
jan. 2003 tot  
juni 2004



Envisat's global measurement of trace gases in the troposphere and stratosphere. This map of mean tropospheric nitrogen dioxide concentration was created using data from January 2003 to June 2004

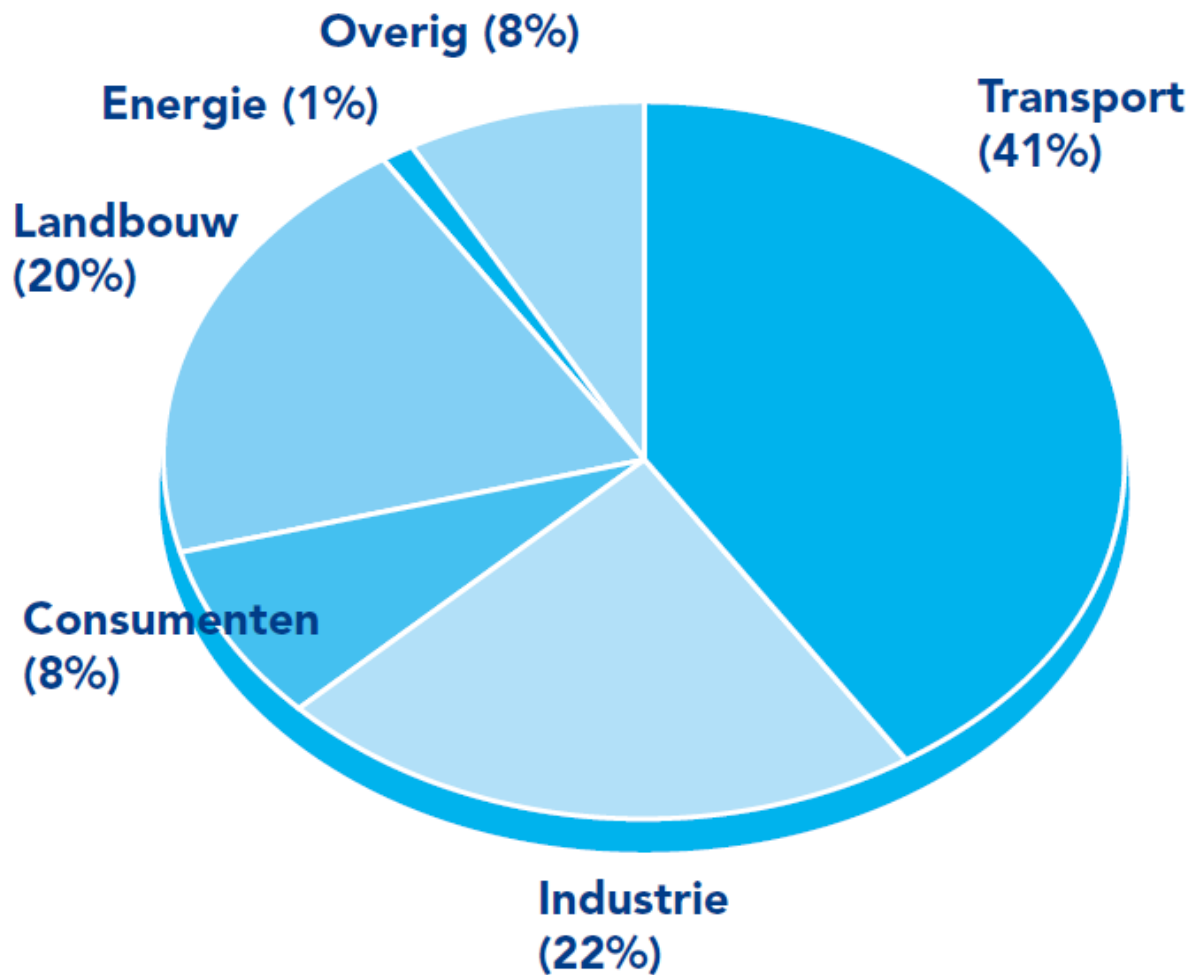


[WWW.MACVIEW.INFO](http://WWW.MACVIEW.INFO)





Bronnen  
Luchtvervuiling

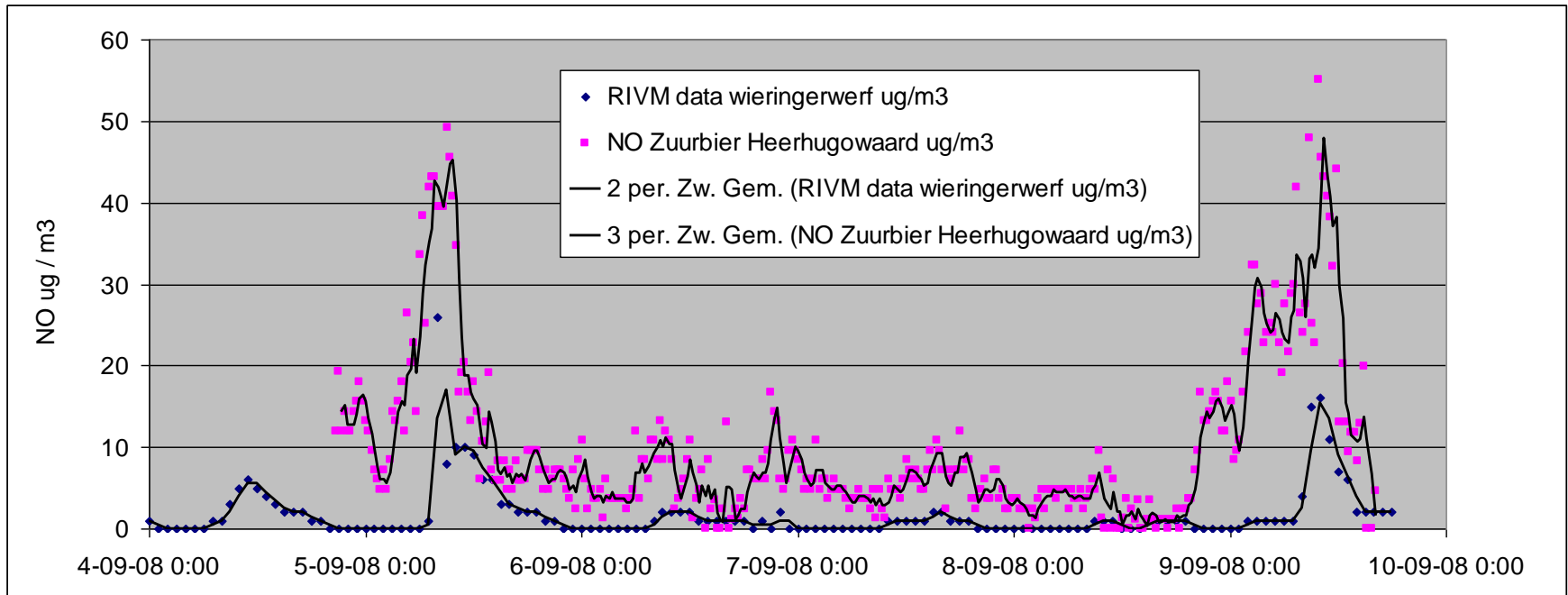


[WWW.MACVIEW.INFO](http://WWW.MACVIEW.INFO)



# Verassende overeenkomst van NO in kas met NO buitenlucht

- Data teler afgezet tegen RIVM station Wieringerwerf
- Periode 04-09-2008 – 09-09-2008
- Data omgerekend in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en datum gesynchroniseerd



# Praktijk

In deze 2 willekeurige voorbeelden:

- ❑ In NL en Vlaanderen bevinden zich de hoogste concentraties
- ❑ Transport is verreweg de grootste vervuiler, denk hierbij ook aan snelwegen
- ❑ Dit maakt al dat de achtergrondbelasting op gewassen op geografisch en lokaal niveau gezien al hoger is dan normaal

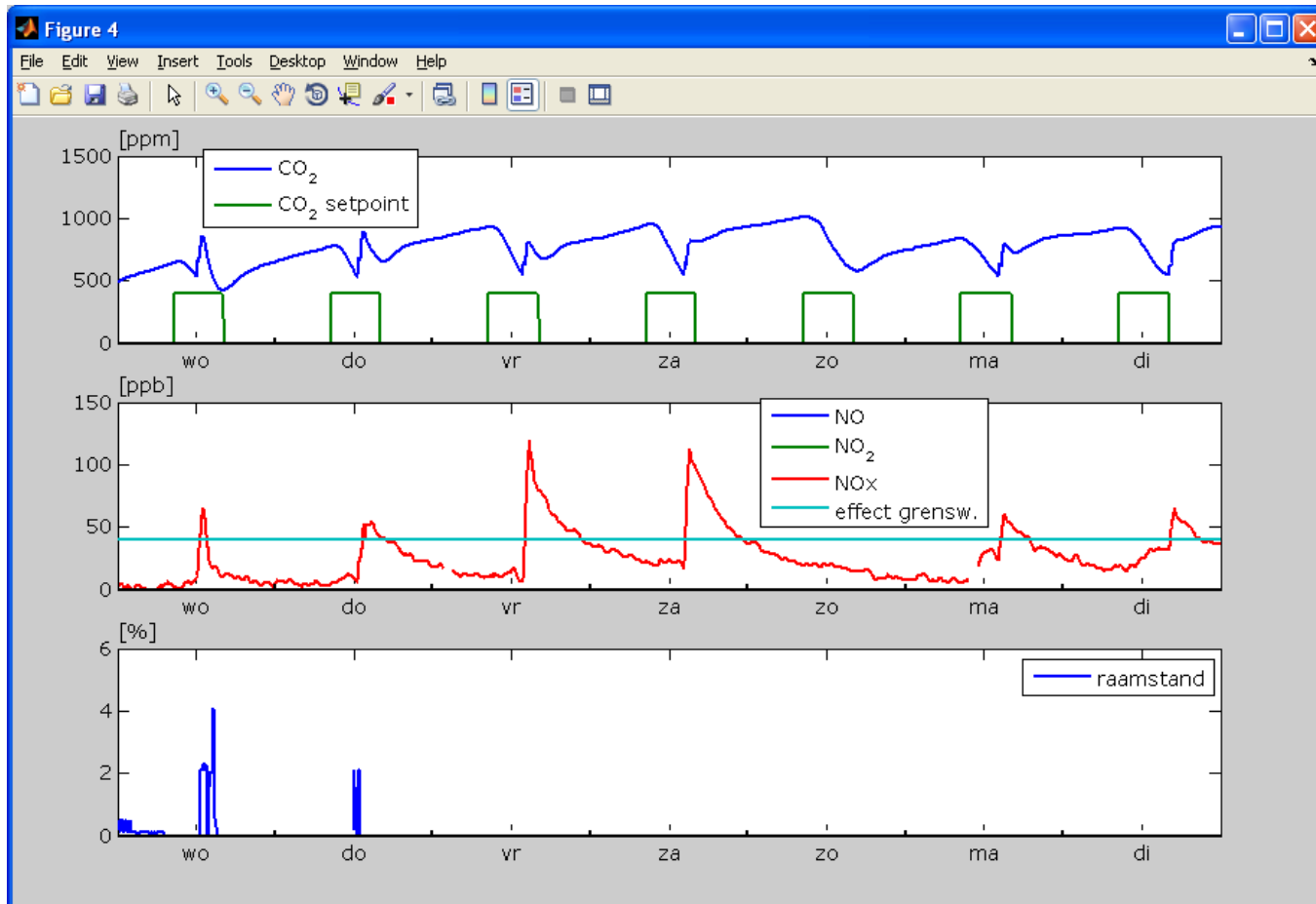


[WWW.MACVIEW.INFO](http://WWW.MACVIEW.INFO)



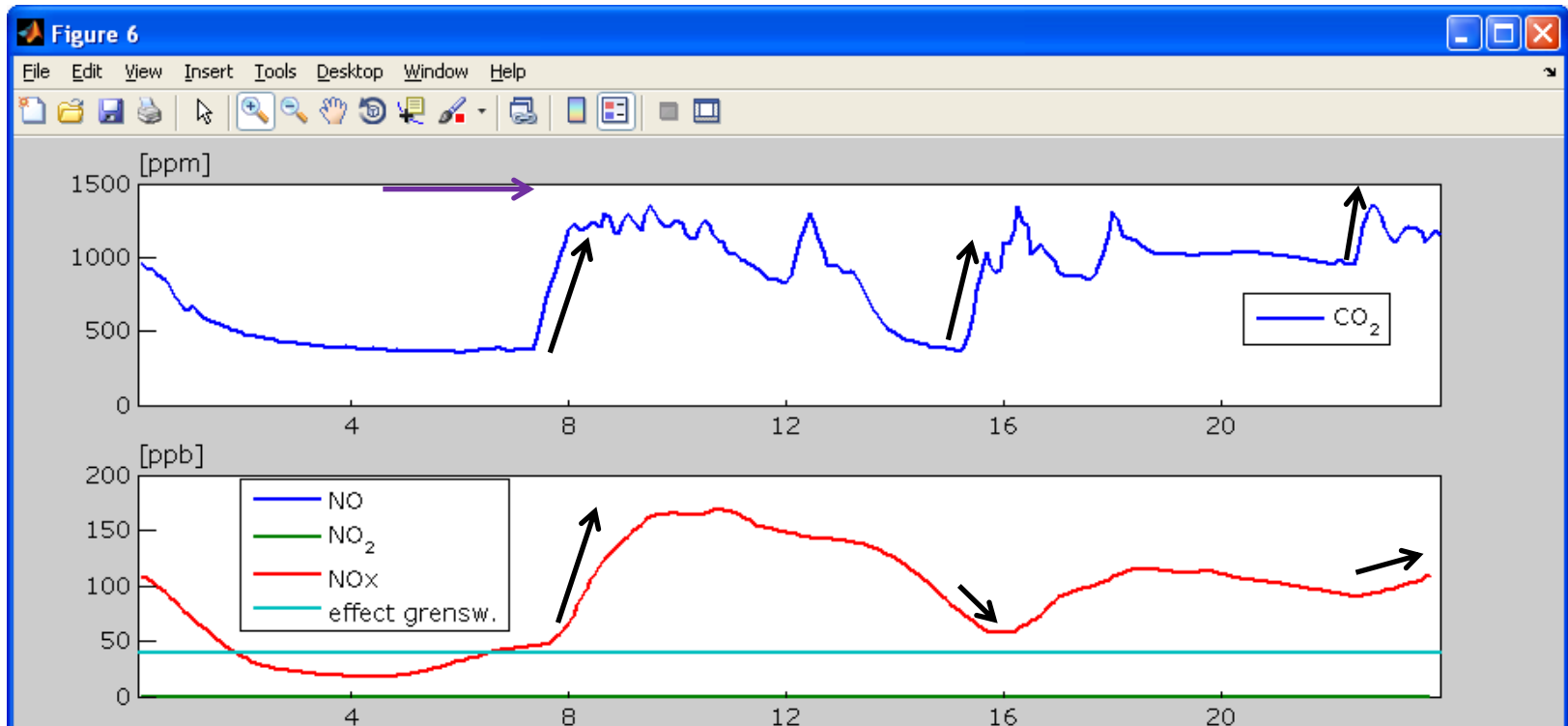


# Aandeel rookgasbron: WKK / Ketel



Wanneer is er met de ketel gedoseerd ?

# Aandeel rookgasbron: WKK / Ketel



CO<sub>2</sub> niveau van vrijdag 7 januari  
Tussen 18:00 en 22:00 is er niet belicht  
CO<sub>2</sub> is gedoseerd met Wkk

# Vergelijking

- ❑ CodiNox bewaakt: **Apparatuur**  
NOx op +- 20 ppm niveau (20.000 ppb)  
Etheen op 50 – 450 ppb
- ❑ Greenhouse GA bewaakt: **Gewas**  
NOx op 0 – 200 ppb niveau  
Etheen op 0 – 50 ppb niveau

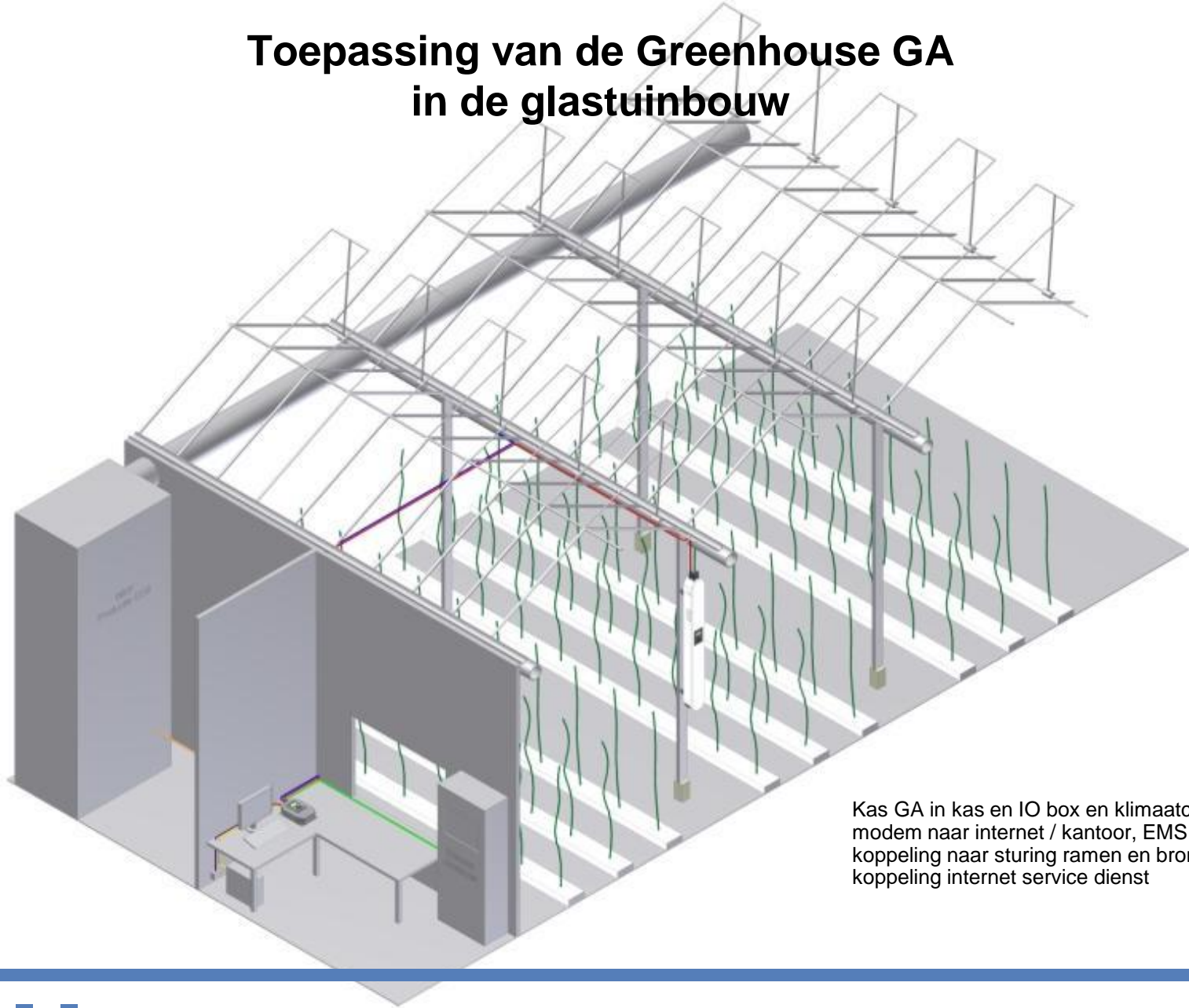


[WWW.MACVIEW.INFO](http://WWW.MACVIEW.INFO)





# Toepassing van de Greenhouse GA in de glastuinbouw



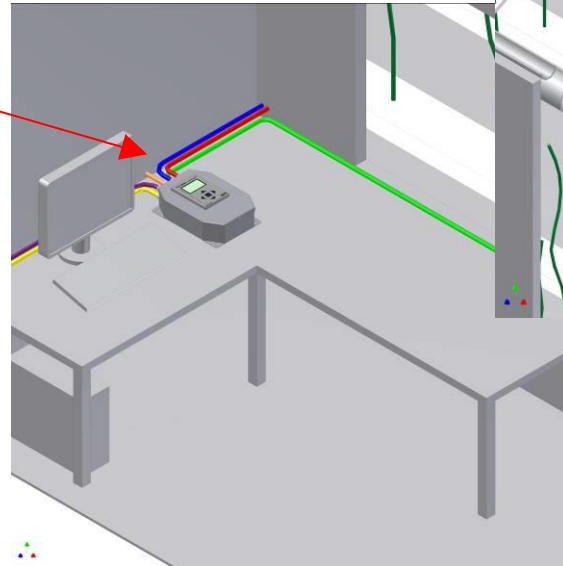
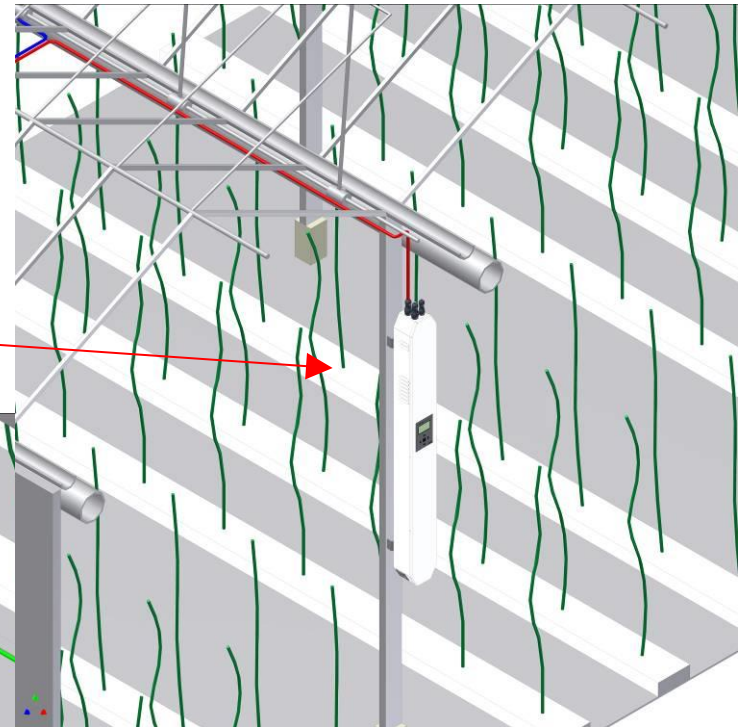
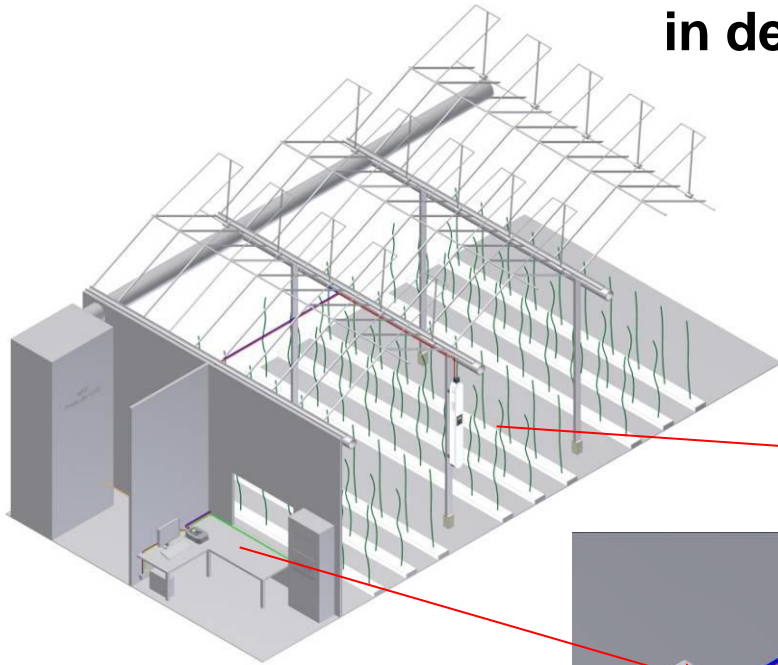
Kas GA in kas en IO box en klimaatcomputer,  
modem naar internet / kantoor, EMS controle,  
koppeling naar sturing ramen en bron,  
koppeling internet service dienst



[WWW.MACVIEW.INFO](http://WWW.MACVIEW.INFO)



# Toepassing van de Greenhouse GA in de glastuinbouw



Kas GA in kas en IO box en klimaatcomputer, modem naar internet / Teler op kantoor, EMS controle koppeling naar sturing ramen en bron, koppeling internet service dienst

# Effect van NOx / Etheen (Theorie)

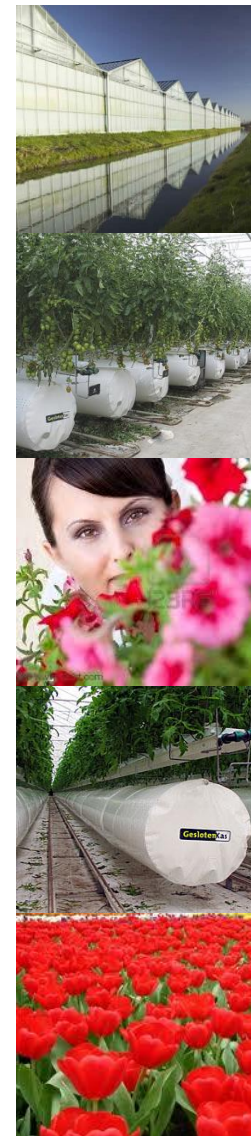
## NOx

- Zichtbare schade
- Groei – reductie in biomassa, reproductie
- Fysiologisch – stomataire geleidbaarheid, fotosynthese
- Biochemisch – enzymaciteit, chlorofyl gehalte

## Etheen

- Afsterven van bladweefsel
- Veroudering, abortie van bloem / vrucht
- Epinastie, chlorose, groei-reductie

Overgenomen uit: Presentatie begassingsonderzoek “Grenzen voor luchtkwaliteit 2011”.



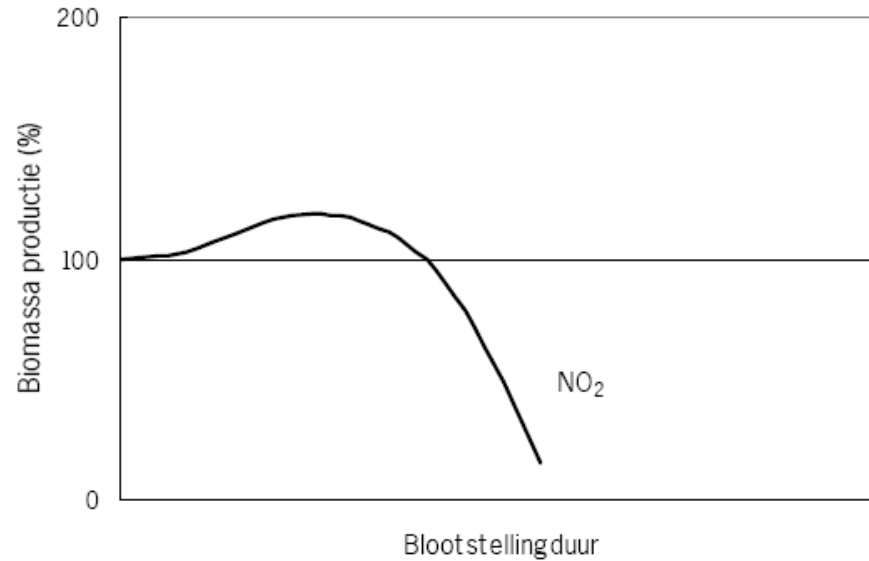
## Nog even de praktijk ...

- NOx (NO en NO<sub>2</sub> samen) is toxisch, veroorzaakt verminderde groei bij te hoge concentraties.-> €~~✗~~
- Ethleen (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) werkt als verouderingshormoon, veroorzaakt bij te hoge concentraties veroudering, bloemabortie / bladranden, verminderde groei -> €~~✗~~





# Effect van NOx

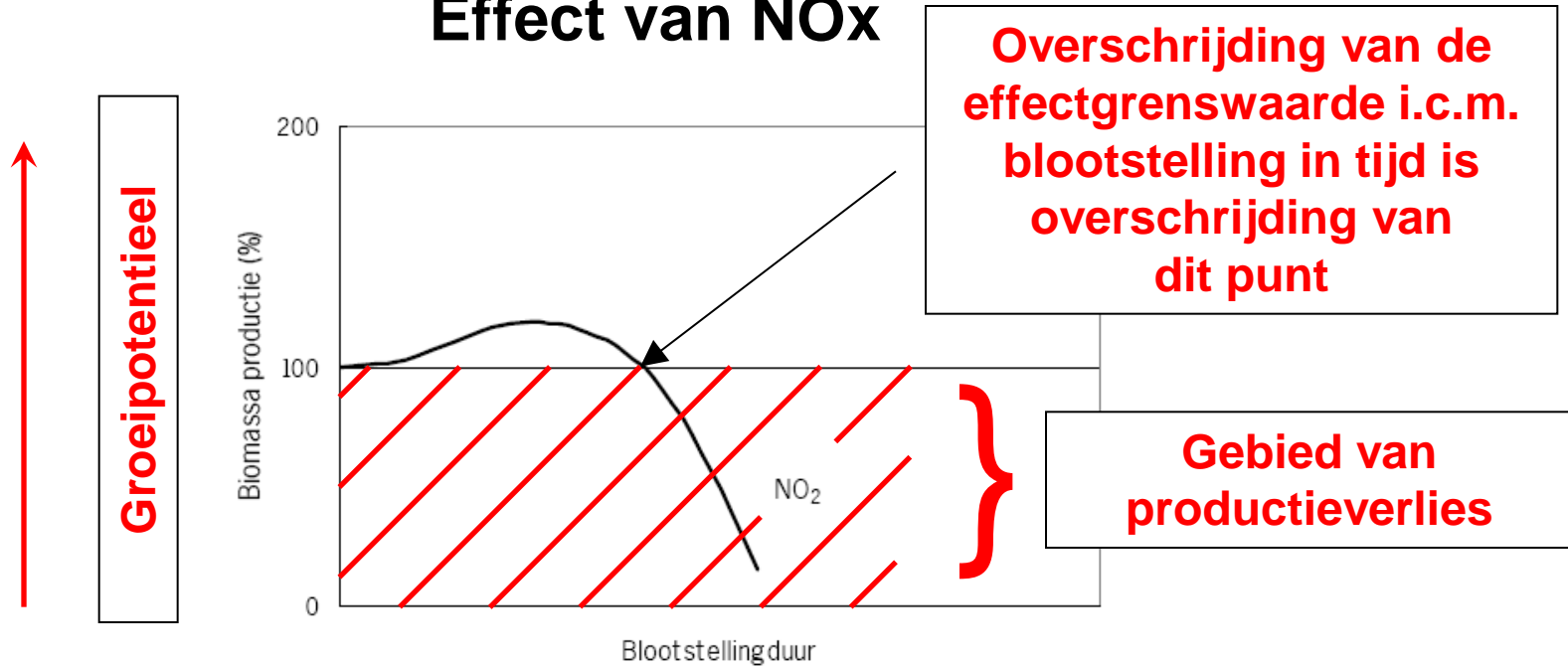


Figuur 6.1. Schematische voorstelling van de biomassa productie in relatie tot de blootstellingsduur aan NO<sub>2</sub>.

Overgenomen uit: CO<sub>2</sub> bij Paprika: meerwaarde en beperkingen: A. Dieleman et al. (Nota 494)



# Effect van NOx



Figuur 6.1. Schematische voorstelling van de biomassa productie in relatie tot de blootstellingsduur aan NO<sub>2</sub>.

Overgenomen uit: CO<sub>2</sub> bij Paprika: meerwaarde en beperkingen: A. Dieleman et al. (Nota 494)

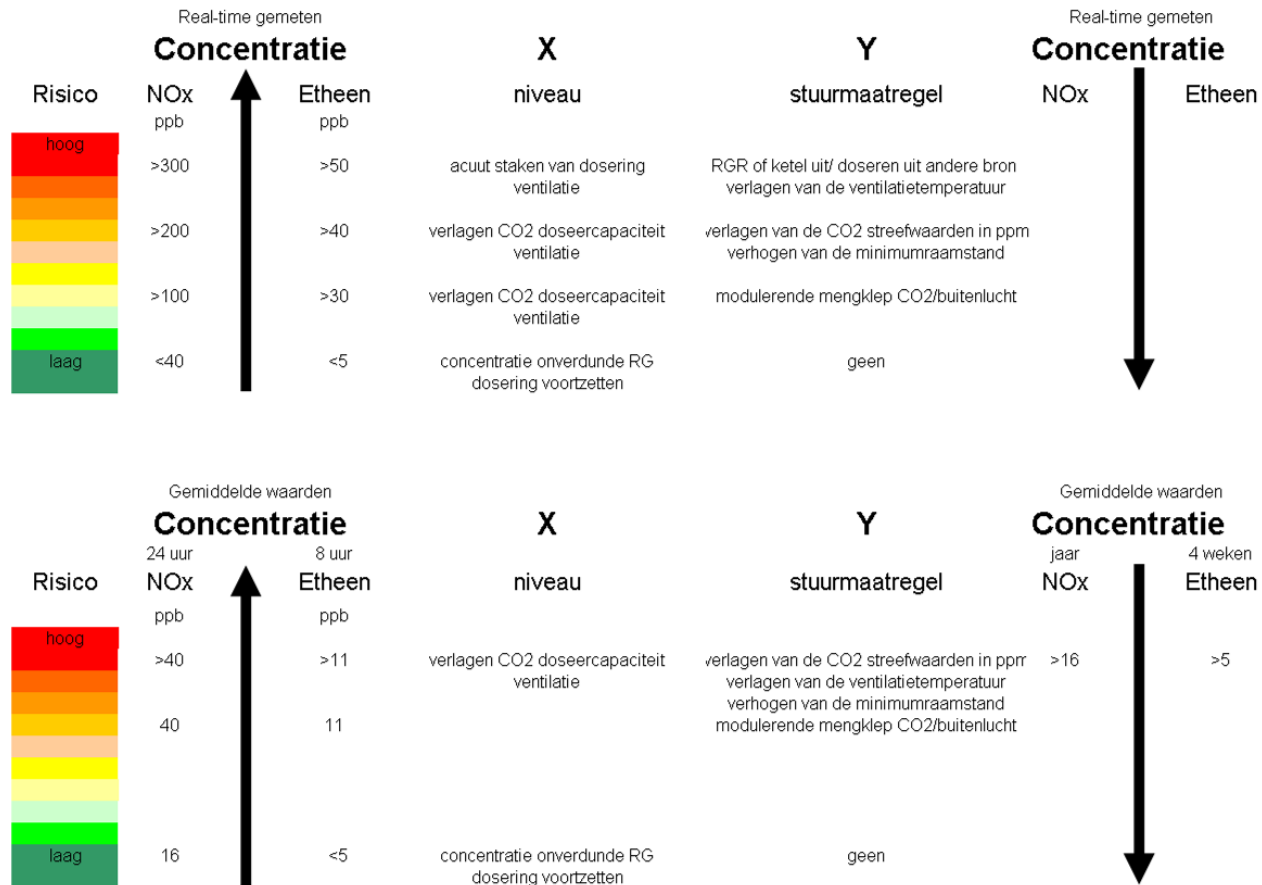


# Risico = Tijd X Concentratie

- ❑ In grote lijnen gaat op dat er een verhoogd risico ontstaat als:
  - ❑ Concentratie CO<sub>2</sub> (dus) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> en NO<sub>x</sub> hoger wordt
  - ❑ Tijdsduur van blootstelling aan C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> en NO<sub>x</sub> langer wordt
- ❑ Daarbij komt dat er meer risico ontstaat als:
  - ❑ Het gewas meer belicht (dus CO<sub>2</sub> bemest) wordt
  - ❑ Het gewas zwaarder belast wordt
  - ❑ Minder geventileerd wordt of niet geventileerd wordt
  - ❑ Technische installaties niet periodiek onderhouden worden
  - ❑ Niet permanent gemeten / bewaakt / gestuurd wordt



# In getallen:

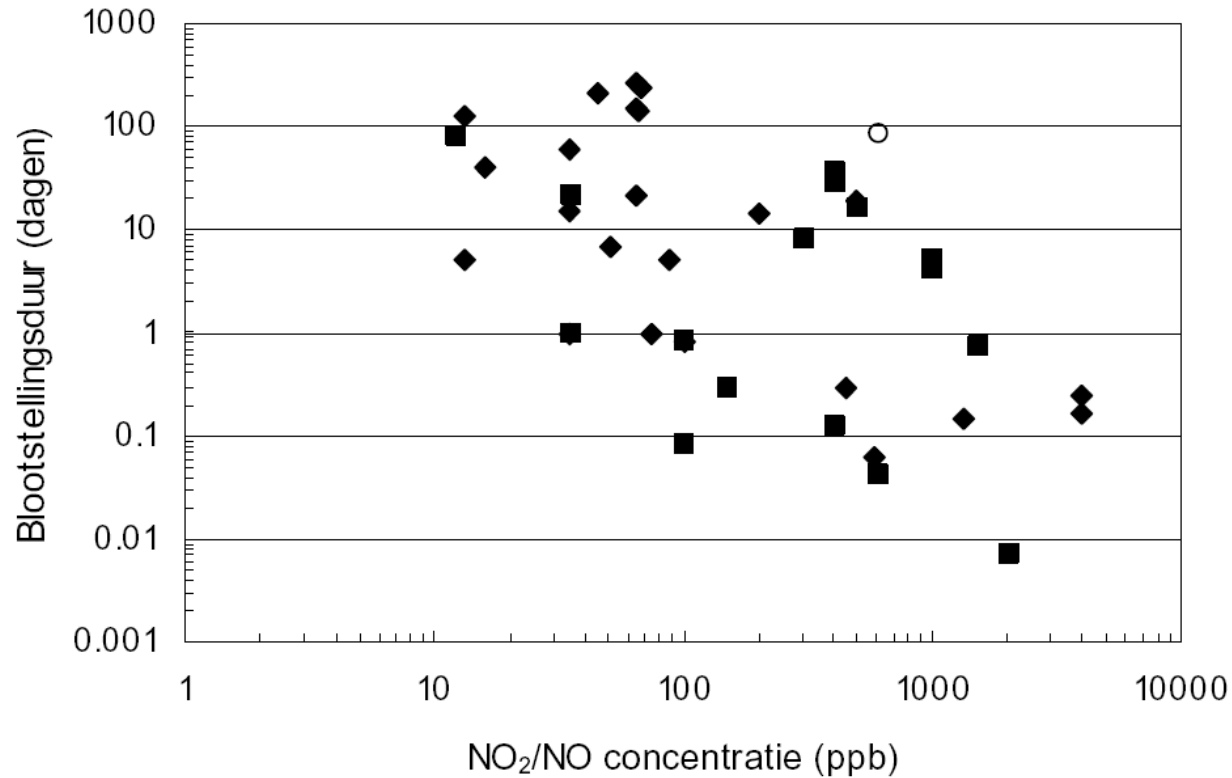


DLV Plant BV / EMS B.V. 2011

Disclaimer: De grenswaarden kunnen variëren per gewas, ras, teeltomstandigheid en tijd van het jaar.

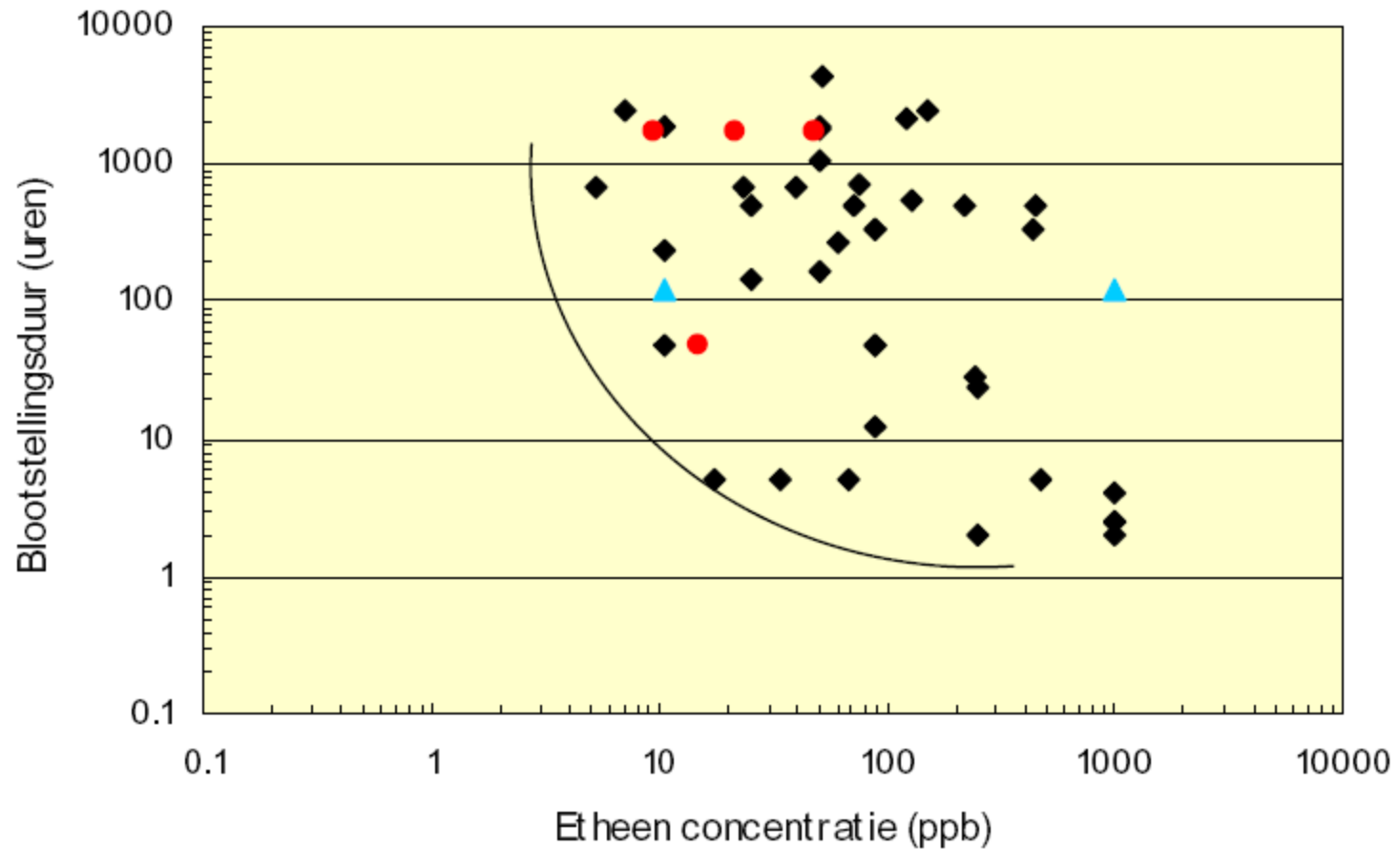


# Effect van NOx: Uit begassingsonderzoek WUR GVL 2011



Overgenomen uit: Presentatie begassingsonderzoek "Grenzen voor luchtkwaliteit 2011".

# Effect van Etheen: Uit begassingsonderzoek WUR GVL 2011



Overgenomen uit: Presentatie begassingsonderzoek "Grenzen voor luchtkwaliteit 2011".

# Effect van Etheen: Uit begassingsonderzoek WUR GVL 2011



Controle



15 ppb etheen

Overgenomen uit: Presentatie begassingsonderzoek "Grenzen voor luchtkwaliteit 2011".

# Voorbeelden etheenschade





## Voorbeelden van effecten:

- ❑ Etheen op phalaenopsis 40 ppb in 7 dagen (Knopval, wellicht ook al bij lagere concentraties).
- ❑ Etheen op paprika effect biomassaproductie: 9.5 ppb continu, totale knopabortie
- ❑ NO generiek: 40 ppb in 8 uur
- ❑ NO op tomaat: 125 ug/m<sup>3</sup> in 2 uren (95 ppb)
- ❑ NO op tomaat: groei aspecten: 15 ug/m<sup>3</sup> in 2.5 – 3 maand (11 ppb) *Lycopersicon esculentum*: reduction in plant mass.

Geciteerd uit: © WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 2000 “Effects of nitrogen containing air pollutants: critical levels” & “Grenzen voor luchtkwaliteit” & “Effecten van stikstofoxiden en etheen op paprika”.



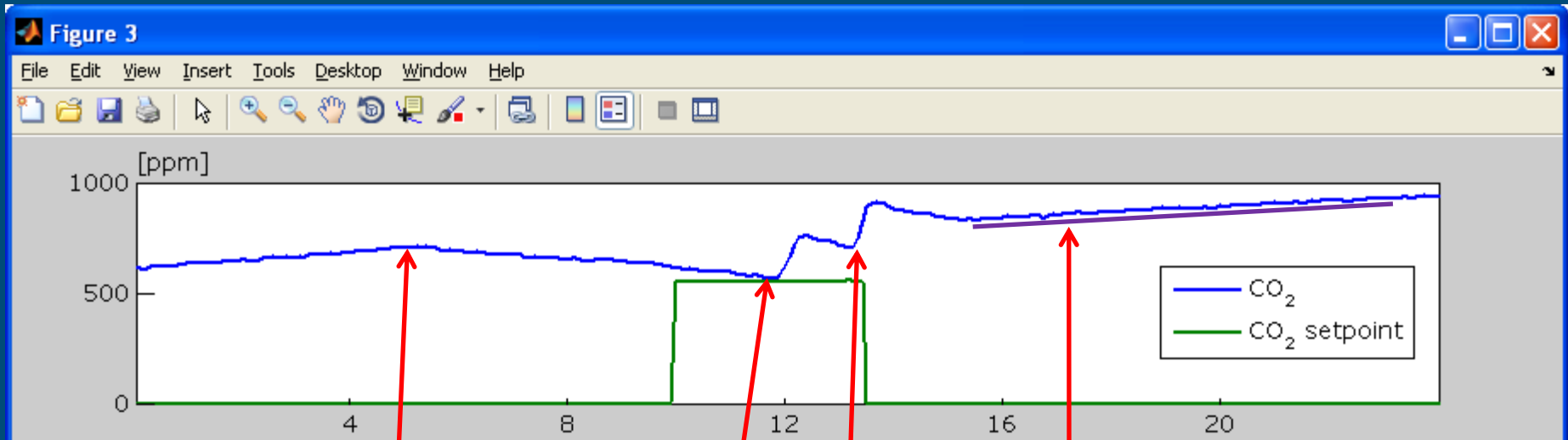
## Wat te doen:

- Voer “checklist CO2 dosering” uit, zie: [www.energiek2020.nu](http://www.energiek2020.nu)
- Goede afspraken tussen teler – toeleverancier over periodiek onderhoud
- Periodieke of permanente metingen (laten) uitvoeren
- Leg historie vast (Creeër een referentiesituatie)
- Vergelijk data met collega’s telers (Letsgrow, klimaatcomputer, andere koppelingen)



# Resultaten:

## CO<sub>2</sub> dosering met ketel, belichting, 22 december 2010

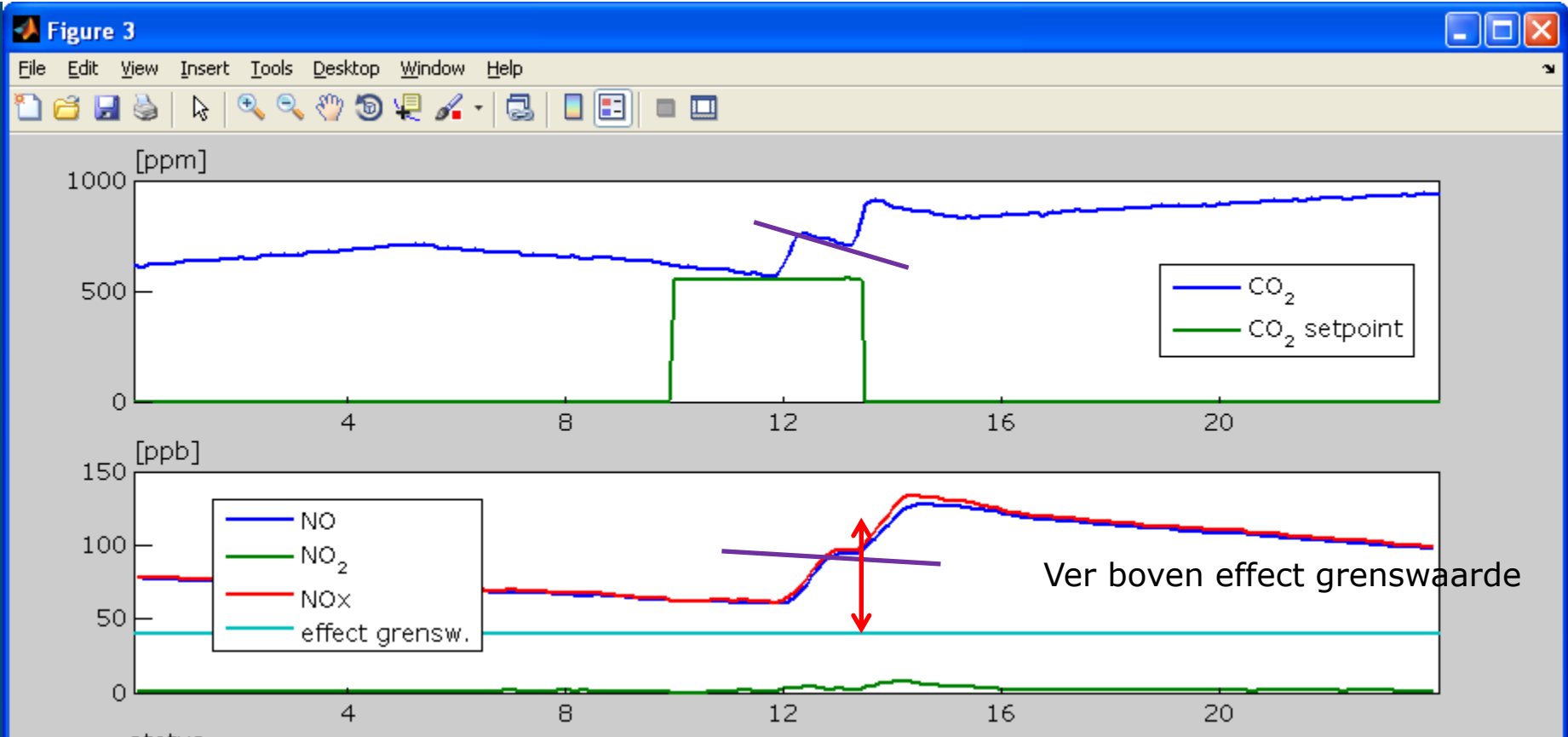


Belichting aan

CO<sub>2</sub> dosering

Respiratie

# Resultaten:

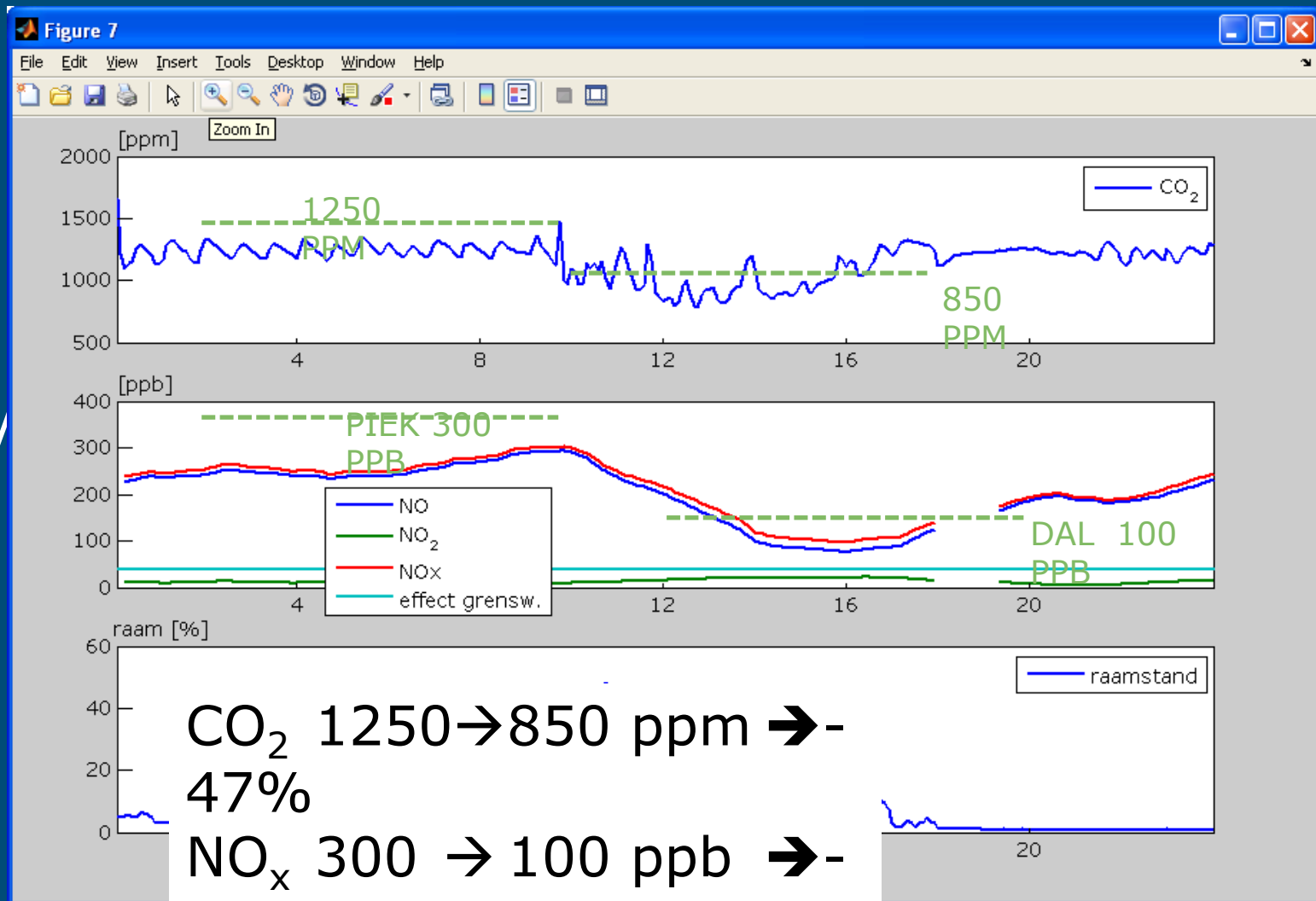


CO<sub>2</sub> 550 → 900 ppm + 60 % (Ketel)

NO<sub>x</sub> 60 → 135 ppb + 125 % → stapeling



# Resultaten:



CO<sub>2</sub> 1250 → 850 ppm → -47%  
 NO<sub>x</sub> 300 → 100 ppb → -66%

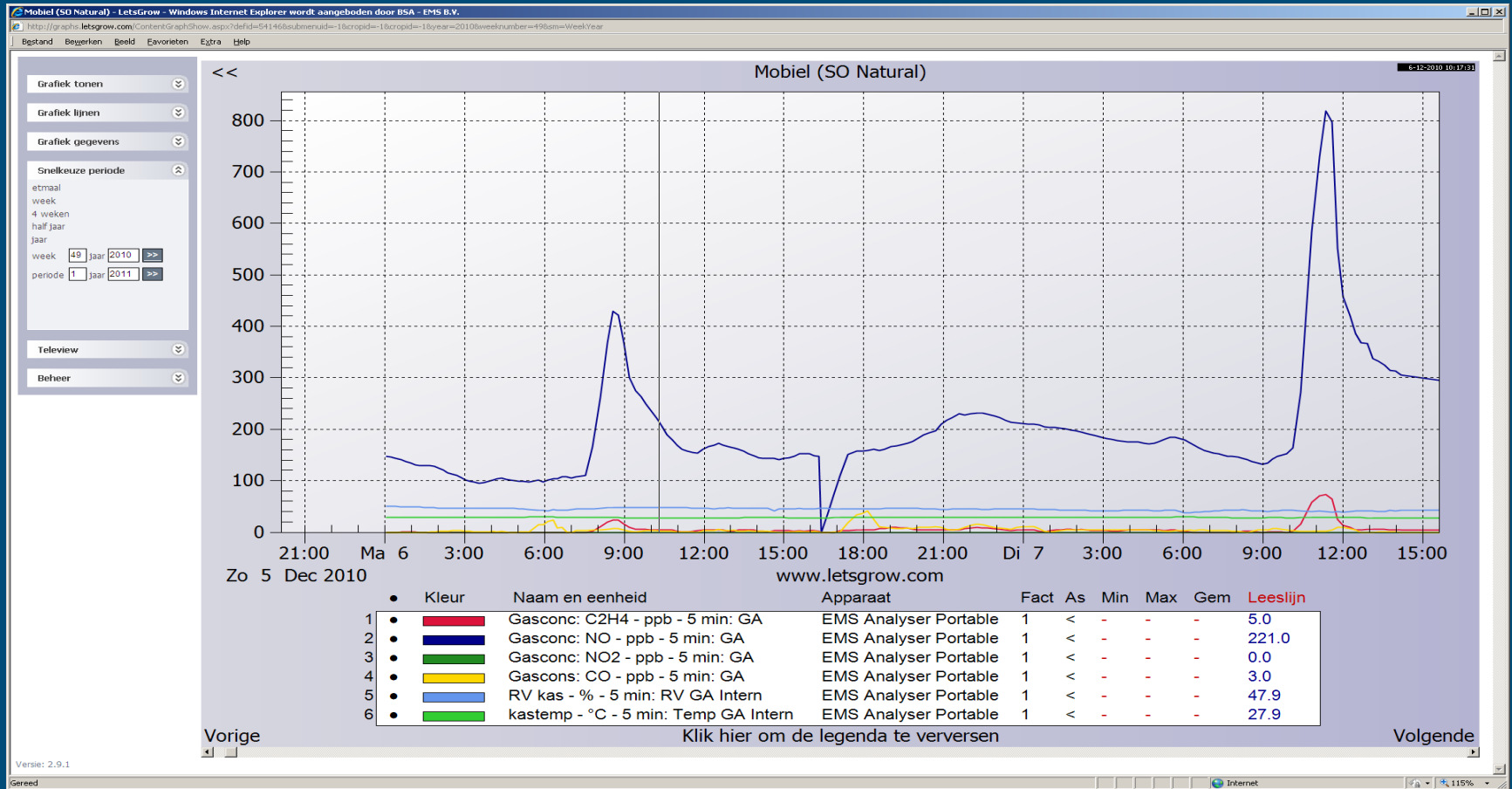
# Kassen -> Laadruimte



[WWW.MACVIEW.INFO](http://WWW.MACVIEW.INFO)



# Resultaten: Smaal Phalaenopsis, hal



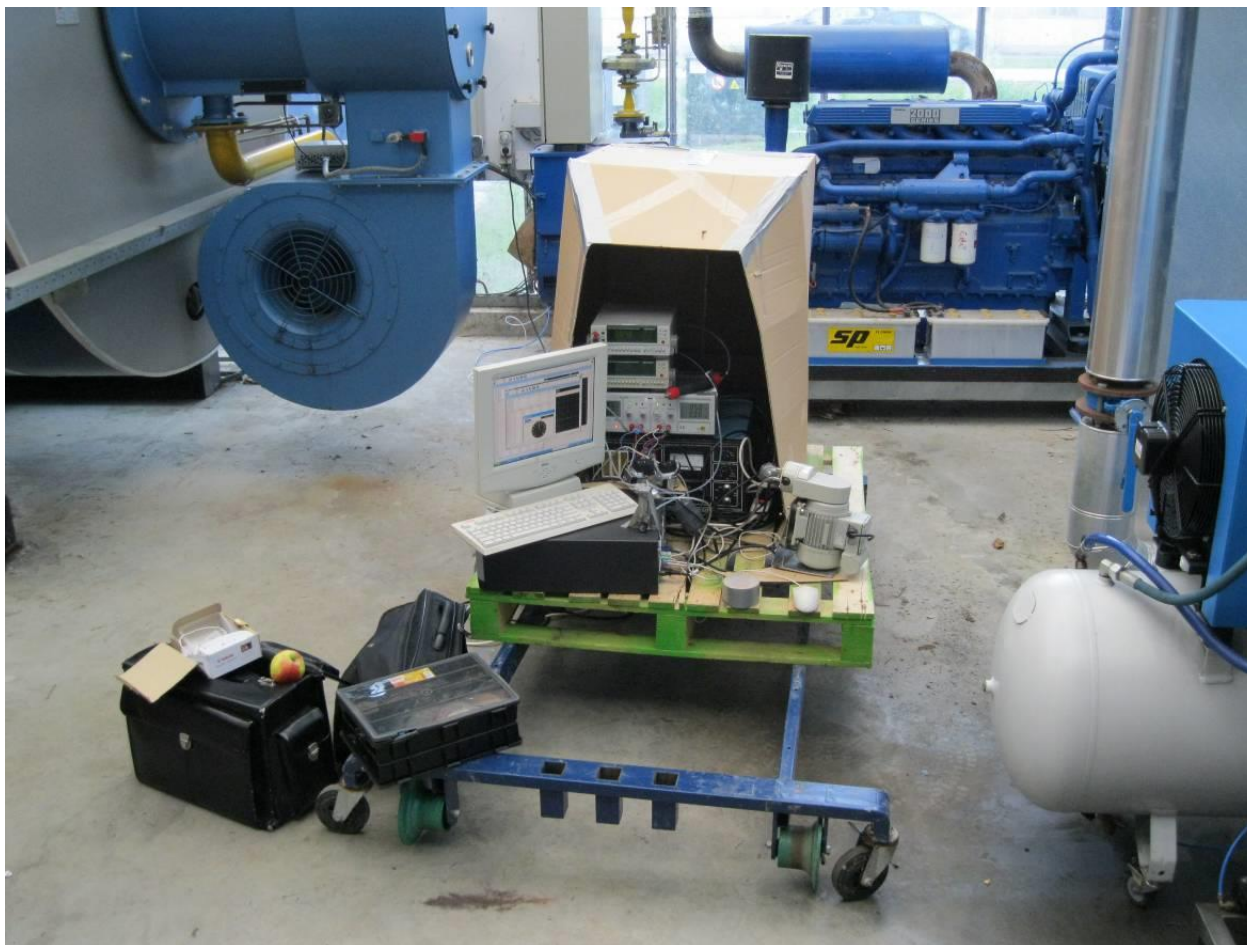
# Eindconclusie

- Verband tussen CO<sub>2</sub> doseeracties en NO<sub>x</sub> gevonden
- Maar... CO<sub>2</sub> niveau zegt weinig over NO<sub>x</sub> niveau
- Grenswaarden worden in deze meetperiode langdurig overschreden
- De belangrijkste bron is niet altijd hetzelfde
  - Wkk
  - Ketel
- Grote verschillen tussen bedrijven
- Inzet bedrijfssystemen kan de luchtverontreiniging beïnvloeden

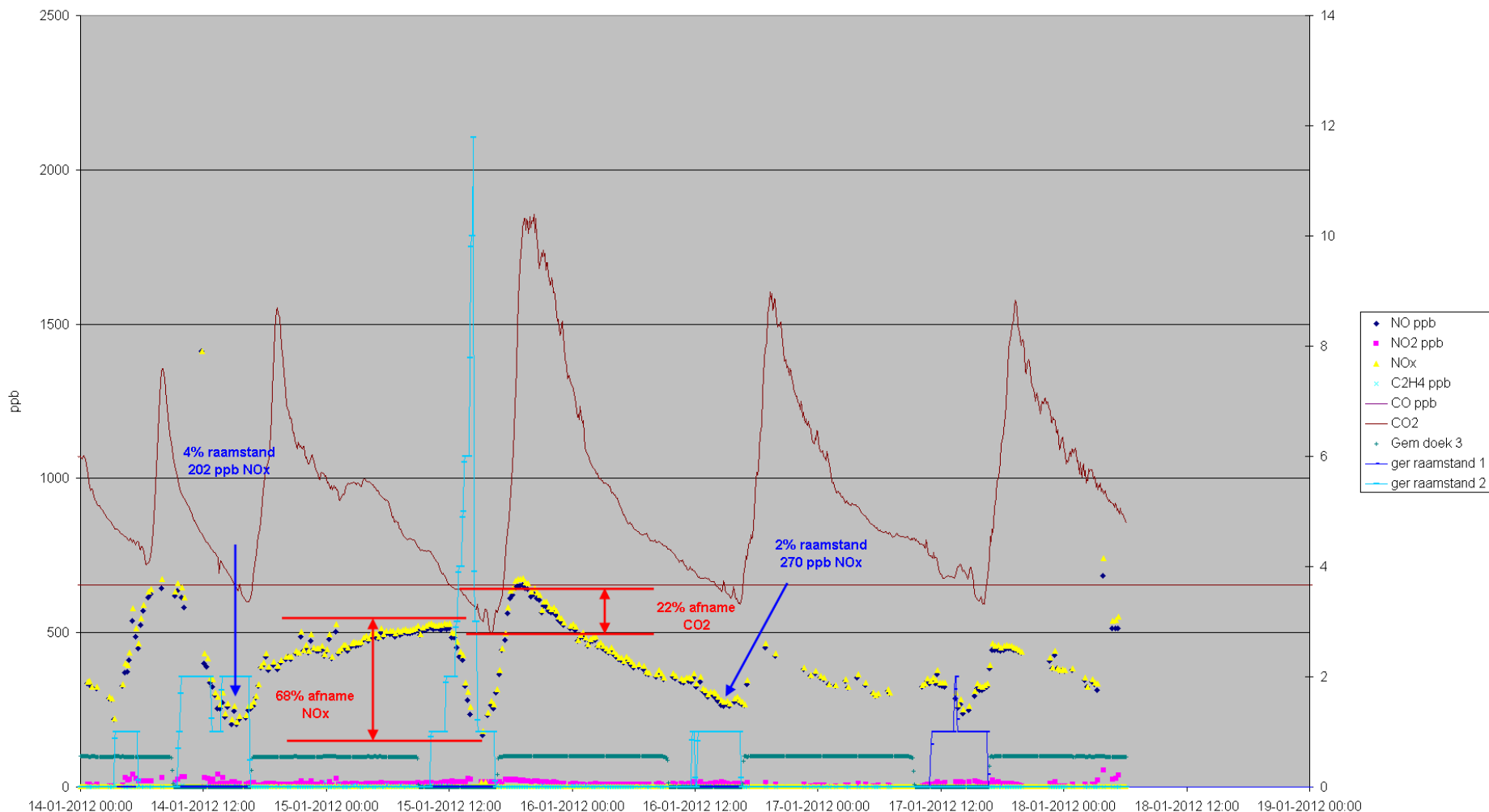


# Week 15 – 20, 2012

## NOx meting met Chemiluminescence Analyser op OCAP leiding



# Week 1 – 5, 2012 potplanten / Afluchten



WWW.MACVIEW.INFO

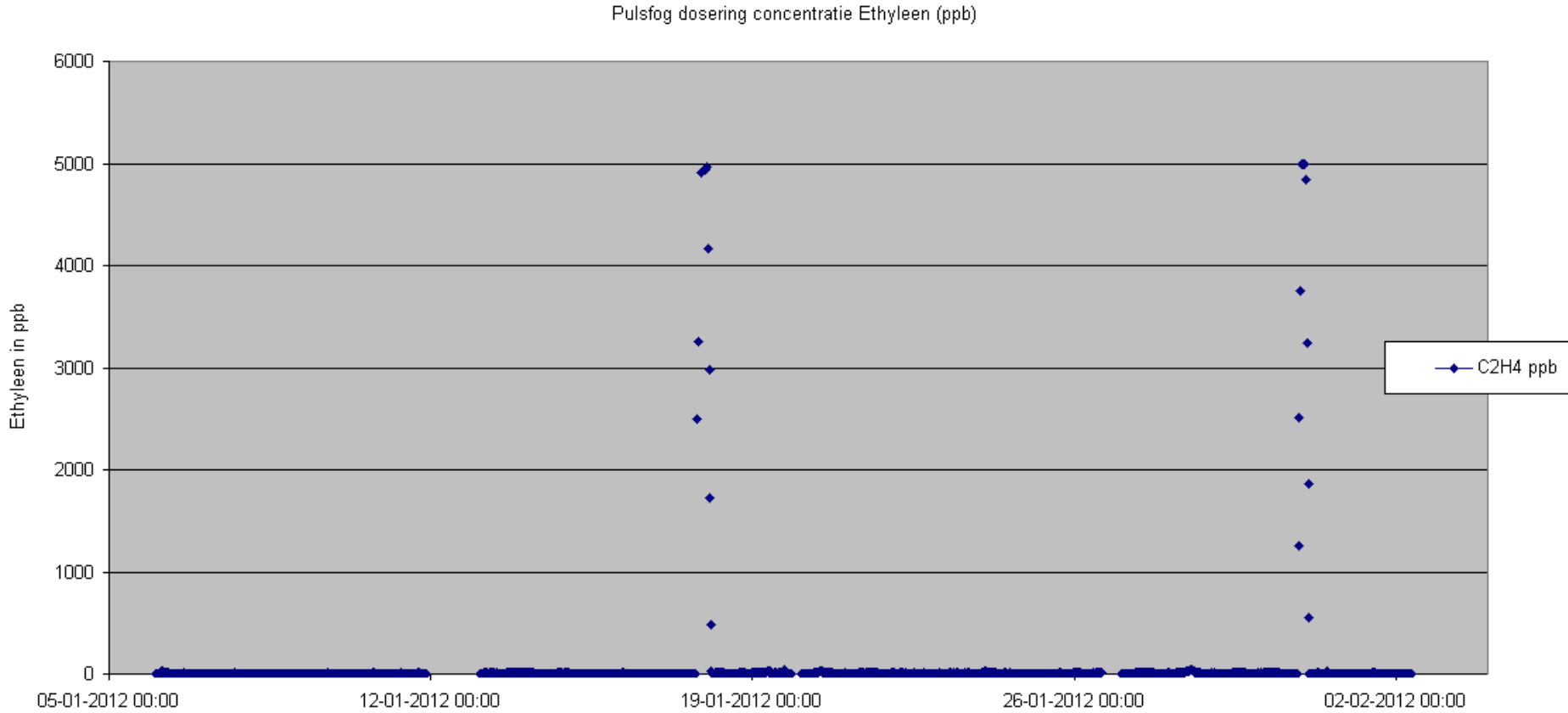


## Week 1 – 5, 2012

### Geest potplanten de Kaap / Bevindingen teler

- ❑ CO2 meting duurt lang door aanzuigslang. Daardoor hoge pieken. CO2 dosering “ijlt na”. Geeft onnodige NOx en Etheen -> beter zou zijn vast CO2 meetpunt.
- ❑ Stapeling vind plaats door dicht raam.
- ❑ Reductie NOx door afluchten werkt, wanneer raamstand van 2% naar 4% gaat halvering van de NOx.
- ❑ Verder openen raam geeft meer reductie NOx tot wel 68% waarbij CO2 afneemt met 22%

# Week 1 – 5, 2012



[WWW.MACVIEW.INFO](http://WWW.MACVIEW.INFO)

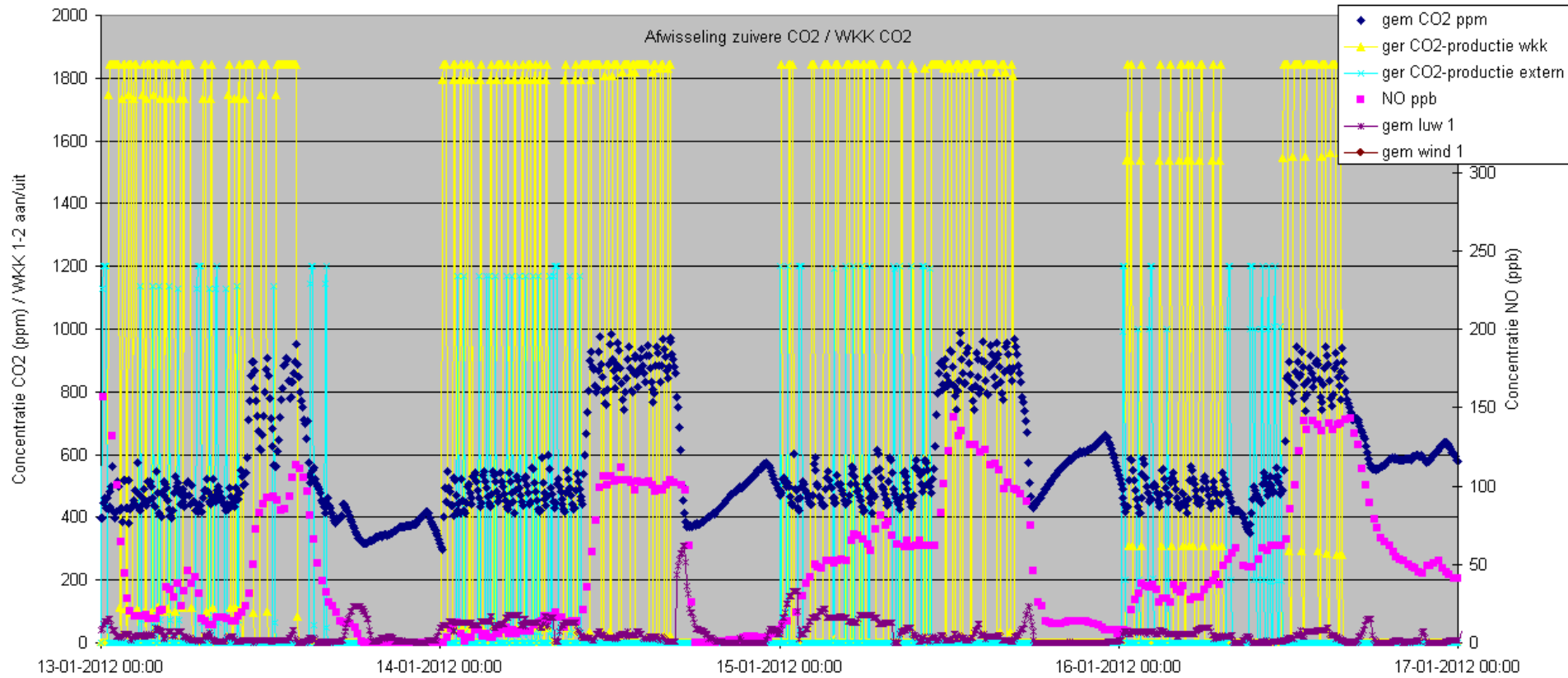




# Week 1 – 5, 2012

Gem. concentraties met pulsfog							Effectgrens- waarde	Effectgrens- waarde
	CO2 (ppm)	NO (ppb)	NO2 (ppb)	C2H4 (ppb)	CO (ppb)	NOx (ppb)	NOx ppb	C2H4 ppb
Week 2	442.8	28.2	6.0	2.1	167.8	34.2	40.0	11.0
Week 3	535.0	64.7	4.8	66.9	543.5	69.5	40.0	11.0
Week 4	419.0	23.2	2.8	4.3	252.3	26.1	40.0	11.0
Week 5	506.4	37.8	3.4	66.8	522.4	41.1	40.0	11.0
Week 2 - 5		38.5	4.2	35.0	371.5	42.7	40.0	11.0
Gem. concentraties zonder pulsfog								
	CO2 (ppm)	NO (ppb)	NO2 (ppb)	C2H4 (ppb)	CO (ppb)	NOx (ppb)	NOx ppb	C2H4 ppb
Week 2	442.8	28.2	6.0	2.1	167.8	34.2	40.0	11.0
Week 3	535.0	64.7	4.8	4.5	543.5	51.9	40.0	11.0
Week 4	419.0	23.2	2.8	4.3	252.3	26.1	40.0	11.0
Week 5	506.4	37.8	3.4	5.9	522.4	33.6	40.0	11.0
Week 2 - 5		38.5	4.2	4.2	371.5	36.4	40.0	11.0

# Week 1 – 5, 2012



[WWW.MACVIEW.INFO](http://WWW.MACVIEW.INFO)



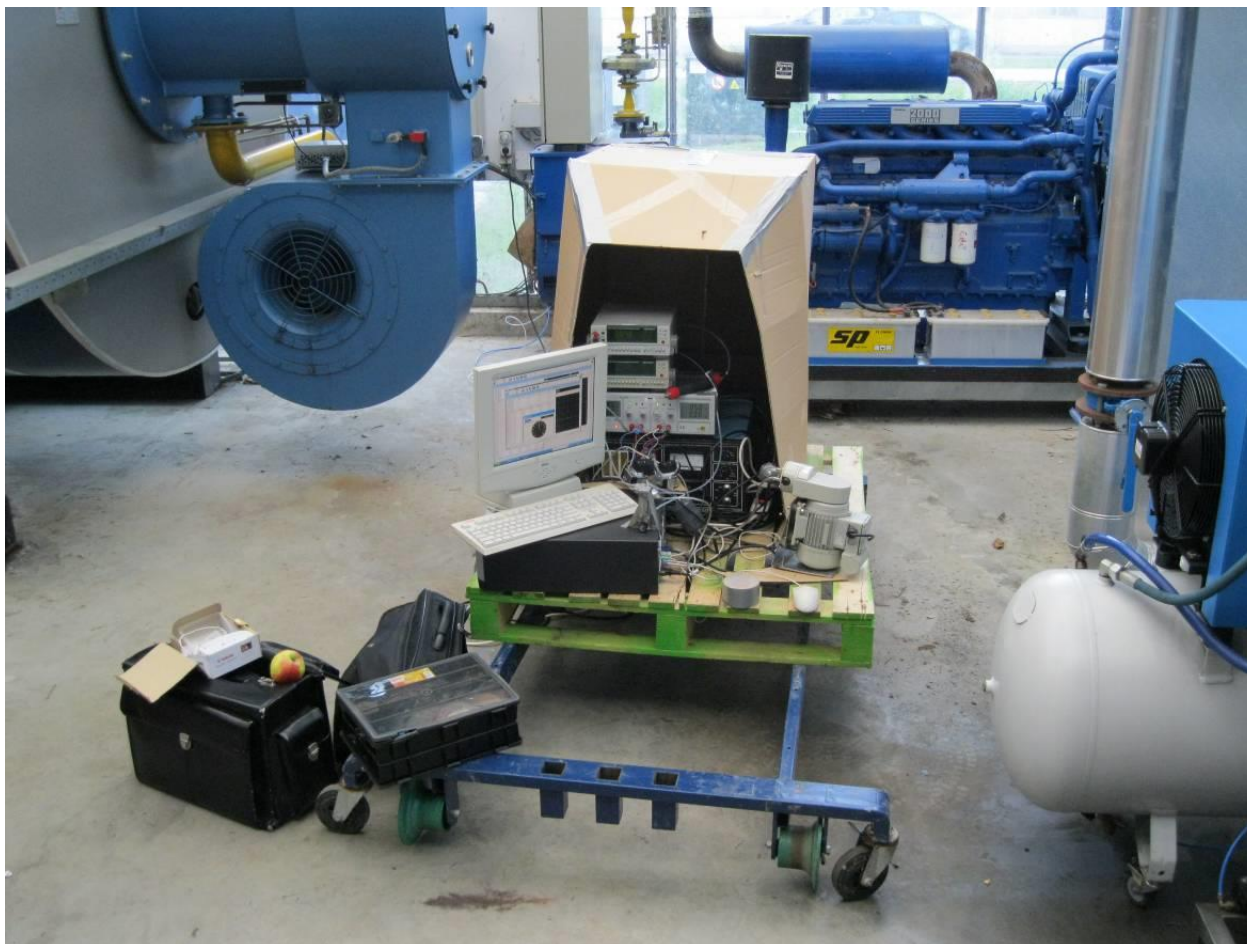
# Week 1 – 5, 2012

## Bevindingen

- ❑ Pulsfog heeft enorm effect op C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> en Etheen concentraties.
- ❑ Ingestelde regime reduceert NO<sub>x</sub>: Het gebruik van zuivere CO<sub>2</sub> in de nacht met dichte ramen wordt afgewisseld met WKK CO<sub>2</sub> overdag met open ramen.

# Week 15 – 20, 2012

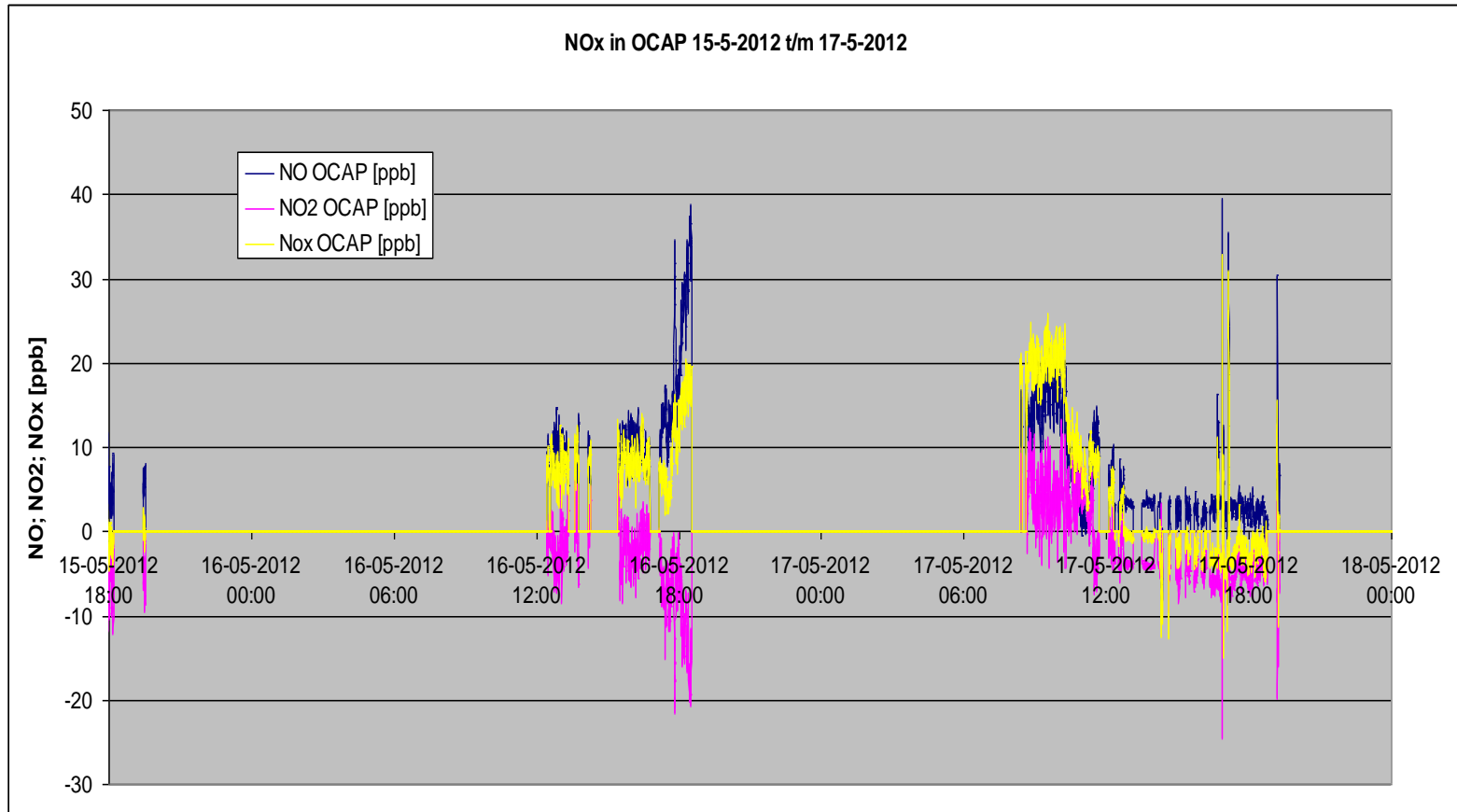
## NOx meting met Chemiluminescence Analyser op OCAP leiding





## Week 15 – 20, 2012

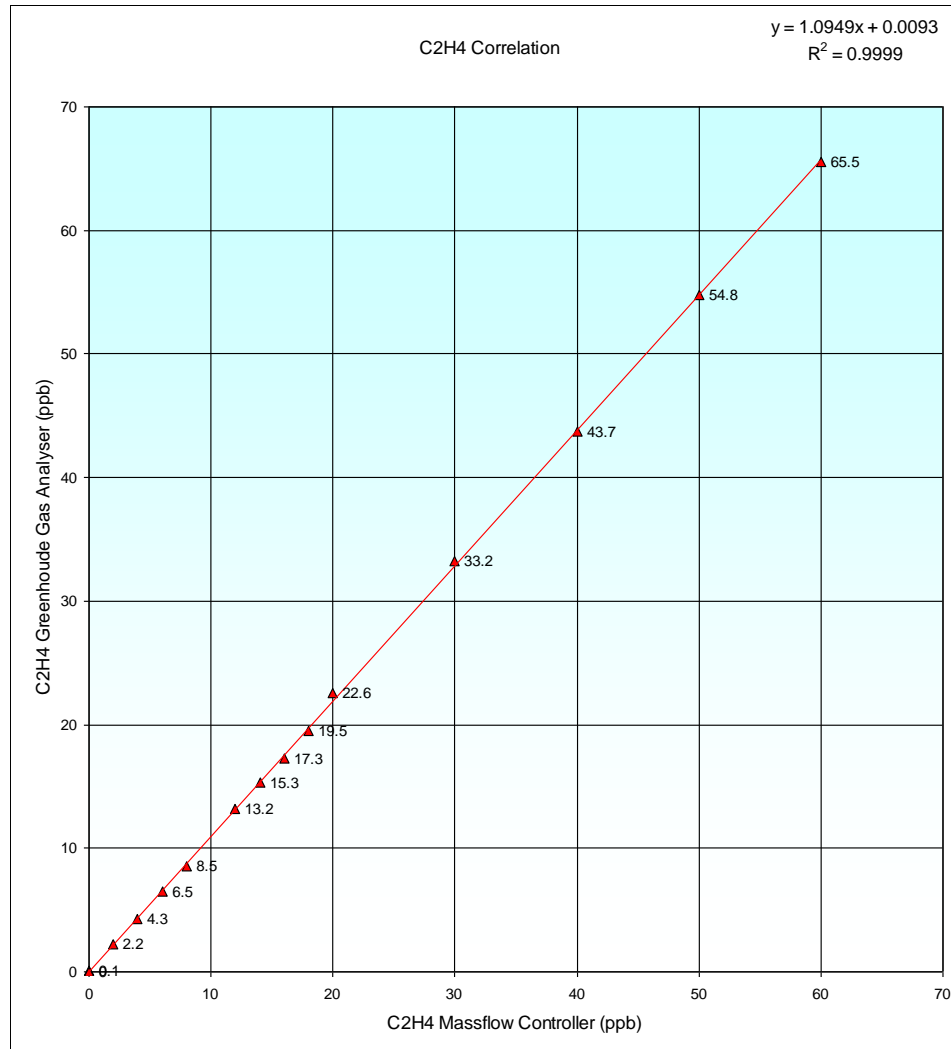
# NOx meting met Chemiluminescence Analyser op OCAP leiding



## Week 15 – 20, 2012 bevindingen teler:

- Gedurende tijd aanpassing door teler CO<sub>2</sub> doseerstrategie
- Start en einde dag OCAP gebruiken, beter voor luchtkwaliteit en plant
- Teler is meer bewust geraakt van effecten van hoge NO<sub>x</sub> en etheen concentraties
- OCAP bevat zeer lage concentraties NO<sub>x</sub> in pure vorm zoals dat gedoseerd wordt in de kas en vormen geen noemenswaardig risico

# Kalibraties: Een voorbeeld



[WWW.MACVIEW.INFO](http://WWW.MACVIEW.INFO)



# NOx / C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> meten CO<sub>2</sub> regelen kan door:

Afhankelijk van NOx / C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> concentratie:

- Lager CO<sub>2</sub> setpoint instellen: (Sector betaald voor CO<sub>2</sub>, plant neemt niet alles op, en schadelijk component in rookgas)
- Opensturen ramen -> **Klimaatcomputer**
- Bijmengen / overschakelen op een andere CO<sub>2</sub> bron (bv. Vloeibare (zuivere) CO<sub>2</sub> ,OCAP of schone ketel / WKK) -> Meest effect met Ocap en vloeibare CO<sub>2</sub> -> **Klimaatcomputer**
- Geen CO<sub>2</sub> doseren (bv. afgelopen winter, slecht alternatief)

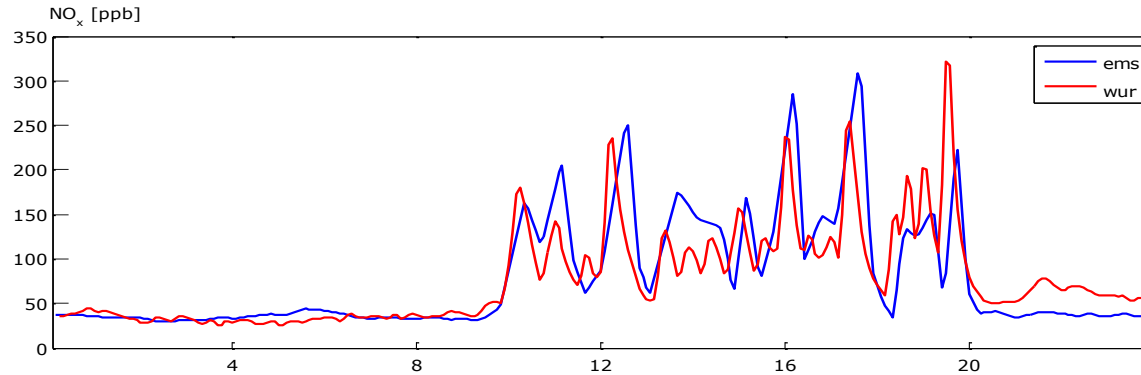




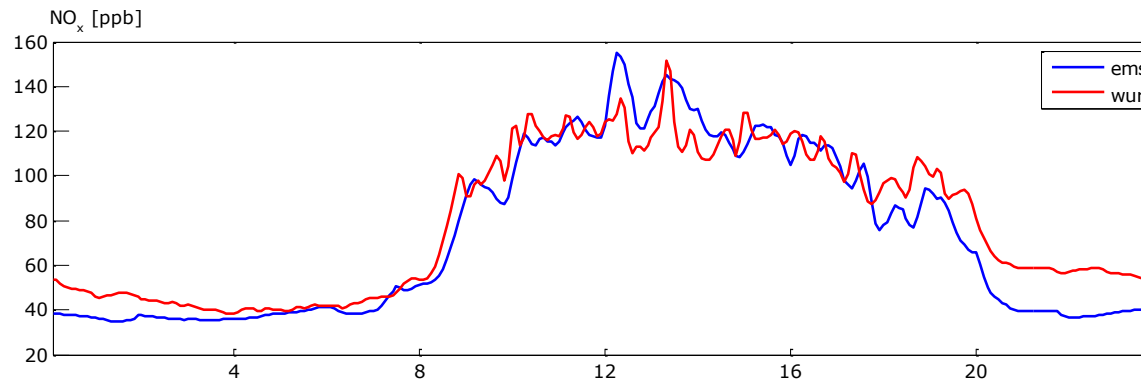
## Alternatieve systemen:



# Getest / vergelijk WUR / EMS NOx:

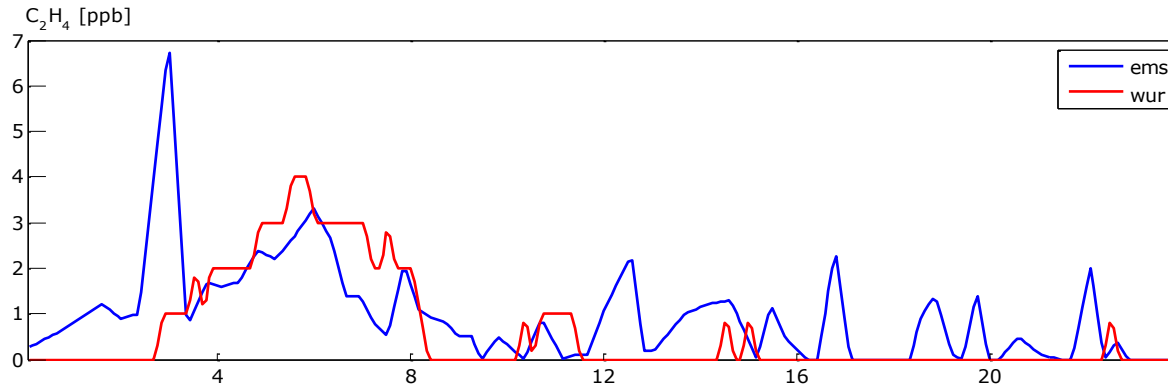


NOx verloop op 24 juni 2012, gemeten door EMS en WUR. Bron Prominent

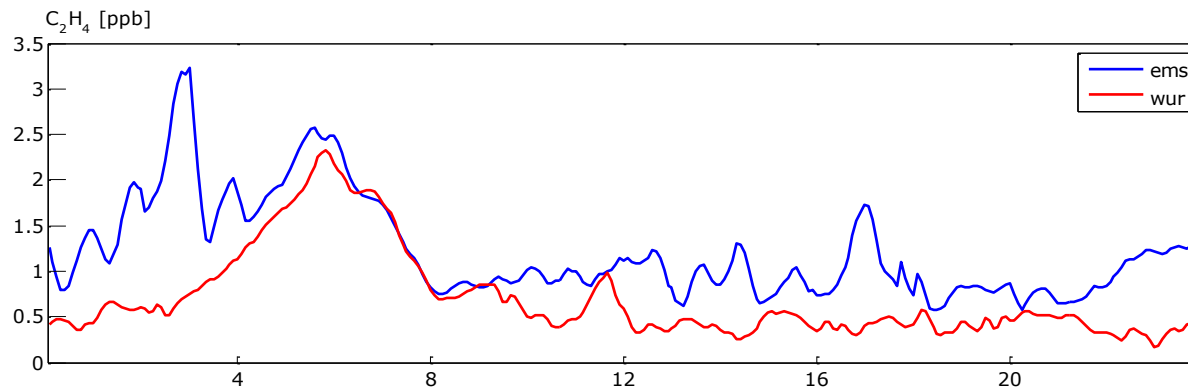


Cyclisch NOx verloop van 12 tot en met 30 juni 2012, gemeten door EMS en WUR. Bron: Prominent

# Getest / vergelijk WUR / EMS etheen:



Etheen verloop op 24 juni 2012, gemeten door EMS en WUR. Bron Prominent



Cyclisch etheen verloop van 12 tot en met 30 juni 2012, gemeten door EMS en WUR. Bron: Prominent

## Toekomst: (Wordt nu aan gewerkt)

- Uitbreiden van regelingen op de klimaatcomputer:  
Bijvoorbeeld: proportioneel bijmengen van vloeibare CO<sub>2</sub> of OCAP CO<sub>2</sub> i.c.m. proportionele regeling raamstanden.
- Optimalisatie en near-time analyse van de regeling uitgedrukt in Euro's € € €.
- Inzichtelijk maken extra groeipotentieel of afname groeipotentieel door luchtkwaliteit middels near-time analyse.





# Samengevat: Toepassing Greenhouse GA

- NOx reduceert biomassa omzetting -> kost €
- Reductie van biomassa omzetting vertaalt zich indirect terug in fotosynthese -> €
- Schadelijke rookgassen NOx en etheen uit CO2 dosering veroorzaakt effecten aan het gewas -> €
- Te veel NOx leidt tot teveel luchten, leidt tot meer energieverlies -> €
- NOx / etheen monitoring is preventief schade voorkomen -> €
- Uitstoot van de bron (WKK, ketel) kan besluitvorming op CO2 dosering beïnvloeden -> levert kennis en €
- Meten op gewasniveau i.p.v. apparaatniveau -> kennis



# ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEMS (EMS) B.V.



Dank voor uw aandacht

Vragen ?

Jan-Kees Boerman

EMS B.V.

7 maart 2014



**[WWW.MACVIEW.INFO](http://WWW.MACVIEW.INFO)**

Praktijkmetingen uit projecten “Grenzen voor luchtkwaliteit”,

Deelnemers: Kwekerij het Grootslag, Gardners Pride, Saris Rozen, SO-Natural,



[WWW.MACVIEW.INFO](http://WWW.MACVIEW.INFO)



# Kosten indicatie

- ❑ Geheel nieuwe ontwikkeling en toepassing, toename productie voor relatief betaalbare investering.
- ❑ Toe te passen in de bestaande tuinbouw !!!
- ❑ Huur-koop: Huur tot koopbedrag bereikt i.c.m. aanschaf Gas Analyser
- ❑ Gas Analyser (valt onder GMO) € 22.000,-
- ❑ EIA (Energie Investerings Aftrek) kan toegepast worden
- ❑ Installatie € 1.800,-
- ❑ Koppeling klimaatcomputer € 1.500,- tot € 3.500,-
- ❑ Onderhoud € 1.500,- p/j. incl. ophalen / brengen

