



# Reductie uitspoeling bij chrysant

Implementatie en toetsing van het fertigatiemodel bij drie bedrijven met chrysantenteelt: een tussenstand

Auteur(s)

W. Voogt, A. van Winkel (PPO glas)

A.J. Corsten (DLV adviesgroep)

© 2003 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.

Financiers  
Produktschap Tuinbouw

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij:  
Programma systeeminnovatie geïntegreerde bedekte teelten

GLTO Vereniging, Deventer:  
project "Boeren en tuinders gaan voor schoon water"

Projectnummer: 420018

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.**

Sector glastuinbouw

Adres : Praktijkonderzoek Plant en Omgeving  
: Postbus 8  
: `2670 AA Naaldwijk  
: 0174 636724

E-mail : wim.voogt@wur.nl

Internet : www.ppo.dlo.nl

# Inhoudsopgave

|                                   | pagina |
|-----------------------------------|--------|
| 1 INLEIDING .....                 | 5      |
| 1.1 Doel.....                     | 5      |
| 1.2 Afbakening .....              | 5      |
| 2 MATERIAAL EN METHODEN .....     | 7      |
| 2.1 Uitvoering .....              | 7      |
| 2.2 Bedrijfsselectie.....         | 7      |
| 2.3 Registraties.....             | 7      |
| 3 RESULTATEN .....                | 9      |
| 3.1 Watergift.....                | 9      |
| 3.2 Verdamping.....               | 9      |
| 3.3 Beregeningsoverschot .....    | 11     |
| 3.4 Verdampingsberekening .....   | 11     |
| 3.5 Tensiometers .....            | 14     |
| 3.6 Grondanalyses.....            | 14     |
| 3.7 Gewasopname.....              | 14     |
| 3.8 Ervaringen van de telers..... | 15     |
| 4 VOORLOPIGE CONCLUSIE .....      | 17     |
| 5 REFERENTIES.....                | 18     |



# 1 Inleiding

De afgelopen decennia heeft de toepassing van substraatsystemen in de glastuinbouw een grote vlucht genomen. Veruit de meeste groentegewassen worden los van de grond geteeld en een aantal siergewassen eveneens. Er blijven echter een aantal gewassen over waarbij substraatsystemen niet kunnen worden toegepast. De chrysantenteelt is daarvan de belangrijkste representant. Deze teelt vindt niet op substraat plaats omdat het gewas een zeer kleine plantafstand heeft en daardoor vrijwel volvelds wordt geteeld.

De teelt van gewassen in de grond is geen gesloten systeem, waardoor verlies van water en (daarmee) uitspoeling van nutriënten kan optreden. Wanneer echter de watergift precies gelijk gemaakt zou kunnen worden aan de verdamping door het gewas (aangevuld met de verdamping vanaf het bodemoppervlak) zal er geen netto watertransport naar de omgeving van de kas zijn en daarmee een zeer beperkte eutrofiëring van het grondwater optreden.

In de periode 1997 – 2001 is in het kader van projecten gericht op minimaliseren van de uitspoeling gewerkt aan de realisatie en theorievorming rond watergeefstrategieën die de minimalisatie van de uitspoeling van nutriënten naar de omgeving realiseren. Daarbij is vanuit verschillende hoeken naar de problematiek gekeken. Van hieruit is het fertigatiemodel ontwikkeld. En onder praktijkomstandigheden getest. Daarbij kwamen een aantal knelpunten aan het licht. Zo waren er tussen de bedrijven grote verschillen in omgaan met de watergeef strategie (hoe “natter” men gewend is te telen, hoe minder men teruggaat in de watergift). Effecten van grondsoort leken groter dan aanvankelijk was aangenomen. Er waren onduidelijkheden over het toerekenen van de verdamping door assimilatiebelichting en ook waren er verschillen in berekeningsuitkomst tussen de klimaatcomputer enerzijds en de schaduwberekening op het PPO anderzijds. De verdamping in de zomermaanden leek hoger dan door het model werd berekend. Verder bleken tensiometers grote gebreken te vertonen. Voor details wordt verwezen naar Voogt, Huys en Maaswinkel (2000), Voogt et al. (2002) en Voogt, Huys en van den Bos (2002).

In het gebied van de Bommelerwaard, zijn boeren, fruitkwekers en chrysantentelers samen met het drinkwaterbedrijf DZH op zoek zijn naar methoden om de emissies van de bedrijven terug te dringen. In dat kader is het fertigatiemodel een uitstekend middel om dat doel te bereiken. Als project is het fertigatiemodel bij bedrijven in het gebied geïntroduceerd als methode om de uitspoeling van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen vanuit deze teelt sterk te verminderen.

Dit project wordt uitgevoerd als onderdeel van het LNV onderzoeksprogramma “Systeeminnovaties geïntegreerde bedekte teelten “ getiteld, “Implementatie bemestings- en watergeefstrategieën gericht op minimale emissie bij teelten in kasgrond”. Hierbij is samengewerkt met de DLV-adviesgroep. In dit rapport wordt verslag gedaan van de opzet, de uitvoering en resultaten over het jaar 2002.

## 1.1 Doel

Het doel van het project was het fertigatiemodel in het gebied op enkele bedrijven te installeren, om van daaruit via gerichte voorlichting deze werkwijze breder te introduceren. Voorts het fertigatiemodel onder praktijkomstandigheden verder te testen, waarbij vooral aandacht zal worden besteed aan de problemen die in de eerste testfase naar voren zijn gekomen (grondsoorteffecten, assimilatiebelichting).

## 1.2 Afbakening

De daadwerkelijke waarnemingen op de bedrijven bestrijken de periode mei/juni t/m december. Er is later gestart vanwege onduidelijkheden rondom organisatie, verantwoordelijkheden en financiering in het begin

van het jaar. Selectie van bedrijven en installatie van software en apparatuur is daardoor vertraagd. Vanwege technische problemen ontbreken soms data van bepaalde bedrijven in bepaalde teelten. Het beoogde resultaat was afhankelijk van de bereidheid van de telers om volgens de afgesproken werkwijze te werken. Niettemin is vanwege risicoaansprakelijkheid, de verantwoordelijkheid omtrent watergift en bemesting ten alle tijden aan de teler gelaten. Daardoor is niet altijd conform het model gewerkt en zijn de resultaten soms behoorlijk afwijkend van het beoogde.

## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Uitvoering

Op drie bedrijven is het onderzoek uitgevoerd. Op de drie bedrijven is de benodigde software geplaatst, zoals het verdampingsmodel, watergeefmodule, kraangroep en tensiometerregistratie. Op de bedrijven zijn tensiometers geplaatst. Op elk van de bedrijven is één kraanvak gekozen als proefvak. Daarnaast is een vergelijkingsvak uitgekozen, direct naast het proefvak, waar ook registraties zijn gedaan. In het proefvak is zoveel mogelijk volgens het principe van het fertigatiemodel gewerkt. Een korte omschrijving van het fertigatiemodel is opgenomen in bijlage 1. Dit hield in dat de verdampingsteller op de computer de richtlijn is voor de watergift. Hierbij is het voorbehoud gemaakt dat de watergift en de bemesting ingepast wordt in de gangbare bedrijfsvoering, zodat er volgens het inzicht van de teler kan worden afgeweken van de afgesproken werkwijze. De drie deelnemende bedrijven verschilden enigszins in grondsoort, zie tabel 1. Van alle drie de bedrijven is de verdamping volgens onderstaande formule op het PPO berekend aan de hand van de geregistreerde gegevens op de bedrijven. Deze berekening werd periodiek, als regel elke twee weken uitgevoerd en vergeleken met de verdampingsberekening van de klimaatcomputers.

Op alle drie de bedrijven is met PRIVA klimaatcomputers gewerkt. De berekening bij PRIVA verschilde enigszins van het bovenbeschreven model, de stookinvloed werd via de energie input in de kas (instraling + verwarmingsenergie) berekend. Hierbij was een parameter ingebouwd voor het gewas, waarmee tevens gecorrigeerd werd voor gewasgrootte, in te vullen als %. deze parameter is constant op 100 % gezet.

### 2.2 Bedrijfsselectie

De telers voor het project zijn uitgezocht op basis van een aantal criteria. De volgende aspecten speelden een rol bij de selectie van de deelnemers:

- diversiteit van bedrijf: belicht/onbelicht;; nieuwe kas/oude kas;
- verscheidenheid in de huidige watergeefstrategie
- wel, geen kwel
- enthousiast voor het project, maar wel kritisch
- bedrijven c.q. ondernemers met uitstraling
- 3 ondernemers die gezamenlijk bij elkaar opgeteld met de meeste chrysantentelers in het gebied contact hebben.

Vooral de laatste 2 punten zijn van belang voor de verdere introductie van het systeem bij andere chrysantentelers in de Bommelerwaard. Zijn de proefbedrijven c.q. ondernemers enthousiast, dan is de kans dat andere telers in het gebied het op gaan pakken hierdoor groter.

### 2.3 Registraties

Van elk bedrijf zijn een aantal gegevens vastgelegd, zoals een profielbeschrijving en een basis-grondmonster, zie de bedrijfsbeschrijvingen in bijlage 2. Tijdens het project zijn zeer veel gegevens verzameld. De belangrijkste gegevens werden door de computer continu opgeslagen. Voor dit project zijn de volgende gegevens gebruikt:

|  |            |                    |                     |
|--|------------|--------------------|---------------------|
| Stralingsom J cm <sup>-1</sup> dag <sup>-1</sup> | Watergift  | l m <sup>2</sup>   |                     |
| Kasttemperatuur                                  | °C         | EC                 | mS cm <sup>-1</sup> |
| Buistemperatuur ) <sup>1</sup>                   | °C         | Tensiometerwaarden | hPa                 |
| Schermttoestand                                  | open/dicht |                    |                     |
| Assimilatiebelichting                            |            |                    |                     |

)<sup>1</sup> van alle aanwezige verwarmingsnetten

De gegevens werden als regel elke drie weken opgehaald bij de telers, hiervoor werden de 5-minuut gegevens gebruikt. Op het PPO Naaldwijk werd dit verwerkt in overzichten. Elke drie weken werd een grondmonster gestoken in het proefvak, over de lagen 0 - 25 cm en enkele keren 25 – 50 cm en geanalyseerd op hoofdelementen, A en Y-cijfer.

Aan het einde van elke teelt is een monster, bestaande uit ca 10 takken onderzocht op droge stof- en mineralengehalten. Door de telers is registratie bijgehouden van plant- en oogstdata, korte dag, plantdichtheid, en bij de oogst de gewichtsklassen. Verder is het verbruik aan meststoffen geregistreerd. Gegevens over de teelten, data, plantdichtheden, takgewichten en droge stof gehalten zijn weergegeven op bijlage 2

Gemiddeld eenmaal per 6 weken is een bijeenkomst belegd met de projectdeelnemers, waarbij de voortgang, problemen en perspectieven werden besproken, aan de hand van de overzichten

Daarnaast zijn de telers elke 2 weken bezocht door DLV Adviesgroep. Tijdens deze bezoeken is het werken met het fertigatiemodel besproken en in een kort verslag vast gelegd. Tijdens deze bezoeken zijn de volgende punten aan de orde geweest:

- lukt het om volgens het model te gieten?
- hoe is de gewasstand van het proefvak in vergelijking met de rest van het bedrijf ?
- hoe is de grondvochtigheid, zowel in het proefvak als elders op het bedrijf ?
- hoe is de oogstkwaliteit van het proefvak ten opzichte van de rest van het bedrijf ?
- durf je het aan om de rest van het bedrijf volgens de berekening van het fertigatiemodel te gieten?
- is het fertigatiemodel klaar voor gebruik bij collega telers?

Kortom, voldoet het fertigatiemodel aan de verwachtingen en durf je het je collega chrysantentelers te adviseren.

Bovenstaande kennis en ervaringen opgedaan tijdens de bezoeken worden gebruikt om andere telers over te halen te starten met het model. Dit traject gaat de komende maanden lopen.



## 3 Resultaten

### 3.1 Watergift

Een overzicht van de watergift in het proefvak en het vergelijkingsvak en de berekende verdamping is gegeven in tabel 2

*Tabel 1 Watergift en berekende verdamping (PRIVA) in mm in het proefvak en het vergelijkingsvak van de teelten over de onderzochte perioden, t/m dec 2002.*

| <b>Watergift</b> |                   |                 |                    |                      |                       |
|------------------|-------------------|-----------------|--------------------|----------------------|-----------------------|
| <b>Week</b>      | <b>Startdatum</b> | <b>Proefvak</b> | <b>Vergel. Vak</b> | <b>Cum. Proefvak</b> | <b>Cum. Verg. vak</b> |
| Kolbach          |                   |                 |                    |                      |                       |
| 26-2             | 24-06-02          | 220.9           | 217.1              | 220.9                | 217.1                 |
| 36-5             | 05-09-02          | 187.9           | 181.3              | 415.8                | 398.4                 |
| 46-7             | 26-11-02          | 53.5            | 56.2               | 469.3                | 454.6                 |
| Van Tuijl        |                   |                 |                    |                      |                       |
| 23-2             | 03-06-02          | 271.6           | 309.2              | 271.6                | 309.2                 |
| 33-4             | 13-08-02          | 261.3           | 300.9              | 532.9                | 610.1                 |
| 43-4             | 23-10-02          | 120.6           | 135.3              | 653.5                | 745.4                 |
| 02-5             | 09-01-03          | 21.1            | 17.5               | 674.6                | 762.9                 |
| Satter           |                   |                 |                    |                      |                       |
| 15-3             | 09-04-02          | 244.1           | 180.0              | 244.1                | 180.0                 |
| 29-6             | 19-07-02          | 268.0           | 245.5              | 512.1                | 425.5                 |
| 39-3             | 24-09-02          | 115.5           | 120.8              | 627.6                | 546.3                 |
| 50-4             | 11-12-02          | 34.2            | 44.2               | 661.8                | 590.5                 |

Uit de gegevens blijkt dat er tussen de drie bedrijven grote verschillen bestaan in watergift. Omdat de teeltperioden niet parallel liepen, is een vergelijking overigens moeilijk. De cumulatieve watergift geeft nog de beste indruk. Bij Satter en van Tuyl is de watergift groter dan bij Kolbach. Meestal is de watergift in het proefvak lager dan in het vergelijkingsvak, dit is echter niet in alle gevallen zo, met name niet bij het bedrijf Satter. Hierbij moet worden aangetekend dat alle drie de telers aangaven dat in de zomerperiode bewust meer water is gegeven dan het model berekende.

De watergeefstrategie blijkt tussen de telers nogal te verschillen. Bij allen is de aangietbeurt na het planten, in dezelfde orde van grootte (Tabel 2). Echter tijdens de teelt zijn er grote verschillen. Met name bij van Tuyl, is het verschil tussen minimum en maximum gift erg groot. Daarnaast wordt op dit bedrijf in de zomer regelmatig korte beurten gegeven van enkele tienden mm, om de RV te verhogen.

### 3.2 Verdamping

De berekende verdamping is op de drie bedrijven enigszins verschillend. Dit heeft vooral te maken met verschil in startperiode. Verder speelt mee dat er verschillen zijn in de lichtdoorlatendheid van het kasdek (bijlage 2).

Tabel 2 Gegevens over de watergeefstrategie: aangietbeurten en gietbeurtgrootte van de drie bedrijven, eenheden in mm.

| <b>Watergift</b> |                   |                     |                     |                     |                     |  |
|------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--|
| Strategie        |                   |                     |                     |                     |                     |  |
| <b>Week</b>      | <b>Startdatum</b> | <b>Aangietbeurt</b> | <b>Beurtgrootte</b> | <b>Beurtgrootte</b> | <b>Beurtgrootte</b> |  |
|                  |                   |                     | <b>Min.</b>         | <b>Max.</b>         | <b>Gem.</b>         |  |
| <b>Kolbach</b>   |                   |                     |                     |                     |                     |  |
| 26-2             | 24-06-02          | 15.0                | 1.0                 | 15.0                | 9.6                 |  |
| 36-5             | 05-09-02          | 14.8                | 5.0                 | 20.0                | 8.95                |  |
| 46-7             | 26-11-02          | 10.0                | 3.0                 | 10.0                | 6.7                 |  |
| <b>Van Tuijl</b> |                   |                     |                     |                     |                     |  |
| 23-2             | 03-06-02          | 7.0                 | 3.0                 | 18.0                | 10.1                |  |
| 33-4             | 13-08-02          | 8.0                 | 5.0                 | 33.7                | 11.4                |  |
| 43-4             | 23-10-02          | 17.0                | 5.0                 | 12.0                | 4.6                 |  |
| 02-5             | 09-01-03          | 17.0                | 3.0                 | 3.6                 | 5.3                 |  |
| <b>Satter</b>    |                   |                     |                     |                     |                     |  |
| 15-3             | 09-04-02          | ?                   | 6.0                 | 16.0                | 12.8                |  |
| 29-6             | 19-07-02          | 18.5                | 5.1                 | 20.0                | 11.7                |  |
| 39-3             | 24-09-02          | 17.0                | 5.1                 | 7.1                 | 7.2                 |  |
| 50-4             | 11-12-02          | 15.0                | 5.2                 | 10.0                | 8.5                 |  |

Tabel 3 gegevens over de berekende verdamping op de drie bedrijven en gevolgde teelten, zowel berekend door de klimaatcomputer, als de schaduwberekening van PPO.

| liters m <sup>2</sup> |        | <b>verdamping</b> |       | <b>watergift</b> |             | <b>overschot/tekort</b> |       |             |       |
|-----------------------|--------|-------------------|-------|------------------|-------------|-------------------------|-------|-------------|-------|
|                       | Datum  | Integro           | PPO   | Proefvak         | Vergel. Vak | Proefvak                |       | Vergel. Vak |       |
| teler                 |        |                   |       |                  |             | Integro                 | PPO   | Integro     | PPO   |
| Kolbach               | 24-6   | 214.6             | 197.1 | 220.9            | 217.1       | 6.3                     | 23.8  | 2.5         | 20.0  |
|                       | 5-9    | 118.1             | 124.1 | 187.9            | 181.3       | 69.8                    | 63.8  | 63.2        | 57.2  |
|                       | 26-11  | 54.3              | 46.6  | 53.5             | 56.2        | -0.8                    | 6.9   | 1.9         | 9.6   |
|                       | Totaal | 387.0             | 367.8 | 462.3            | 454.6       | 75.3                    | 94.5  | 67.6        | 86.8  |
| vanTuijl              | 3-6    | 222.9             | 244.5 | 271.6            | 309.2       | 48.7                    | 27.1  | 86.3        | 64.7  |
|                       | 13-8   | 148.8             | 163.1 | 261.3            | 300.9       | 112.5                   | 98.2  | 152.1       | 137.8 |
|                       | 23-10  | 103.3             | 87.5  | 120.6            | 135.3       | 17.3                    | 33.1  | 32.0        | 47.8  |
|                       | 9-1    | 7.4               | 6.0   | 21.1             | 17.5        | 13.7                    | 15.1  | 10.1        | 11.5  |
|                       | Totaal | 482.4             | 501.1 | 674.6            | 762.9       | 192.2                   | 173.5 | 280.5       | 261.8 |
| Satter                | 9-4    | 181.4             | 194.3 | 244.1            |             | 62.7                    | 49.8  |             |       |
|                       | 19-7   | 170.7             | 178.8 | 268              | 245.5       | 97.3                    | 89.2  | 74.8        | 66.7  |
|                       | 24-9   | 107.9             | 94.7  | 115.5            | 120.8       | 7.6                     | 20.8  | 12.9        | 26.1  |
|                       | 11-12  | 39.3              | 26.9  | 34.2             | 44.2        | -5.1                    | 7.3   | 4.9         | 17.3  |
|                       | Totaal | 499.3             | 494.8 | 661.8            | 410.5       | 162.5                   | 167.0 | 92.6        | 110.1 |

Er blijken wat verschillen te bestaan tussen de verdampingsberekeningen op de PRIVA computer (integro) en de schaduwberekening door PPO. In hfst. 3.4 wordt hierop ingegaan. Zoals reeds in 3.1 aangegeven zijn de verschillen in watergift tussen proef- en vergelijkingsvak niet groot. Het beregeningsoverschot is sterk wisselend per teelt en verschilt ook sterk tussen de telers. Dit wordt verder besproken in 3.3.

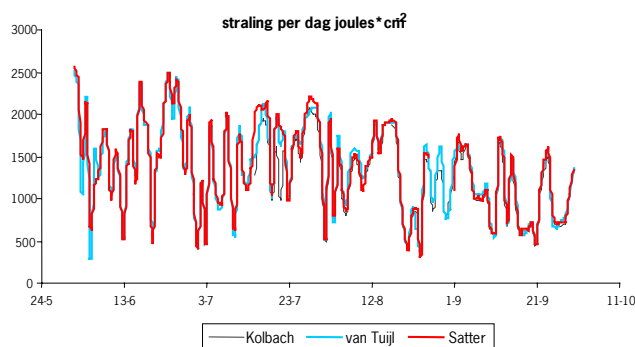
### 3.3 Berekeningsoverschot

Op de bedrijven Satter en vooral van Tuyl is er in de eerste maanden (jun-aug) een fors overschot geweest. Vanaf oktober is dit veel geringer. Dit heeft vooral te maken met onwennigheid en het opdoen van vertrouwen met het werken volgens model in het begin, terwijl men gaandeweg het jaar tot de conclusie kwam dat het in het proefvak toch wel goed ging. Bij Kolbach is er in de eerste maanden een gering overschot, echter in de periode vanaf eind aug. Tot half sept. is er een forse toename. De teler vond dat de grond sterk was uitgedroogd in de zomer en wilde dit corrigeren. Na deze periode is er echter weer een stabiel verloop van het berekeningsoverschot.

Het verloop van het voortschrijdend cumulatieve berekeningsoverschot van alle drie de bedrijven is weergegeven in de figuur 3. Bij elke teeltwisseling is het overschot weer op 0 gezet. Hierbij moet worden bedacht dat het opgebouwde tekort aan het einde van een teelt gecompenseerd wordt door het natmaken en aangieten na het planten van de nieuwe teelt.

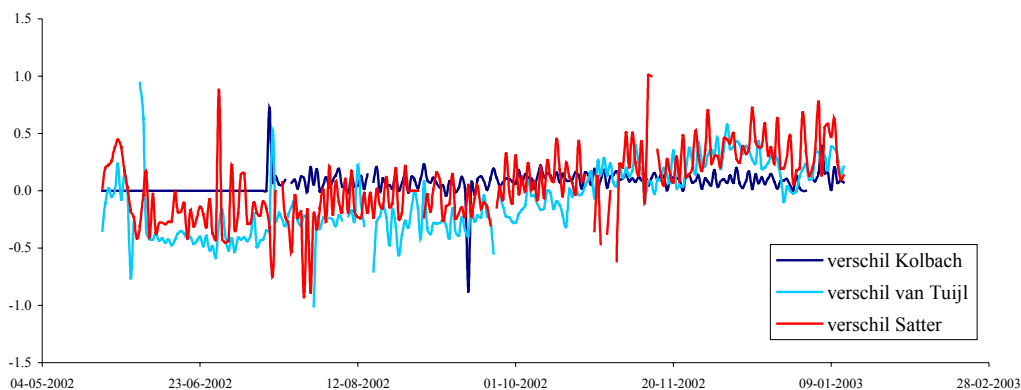
### 3.4 Verdampingsberekening

Aan de basis van de berekening staat de straling. Vandaar dat een goede stralingsmeting belangrijk is. In figuur 4 is vergelijking zichtbaar gemaakt van de drie bedrijven over de zomerperiode. Het blijkt dat op enkele uitzonderingen na, de verschillen tussen de bedrijven minimaal zijn.



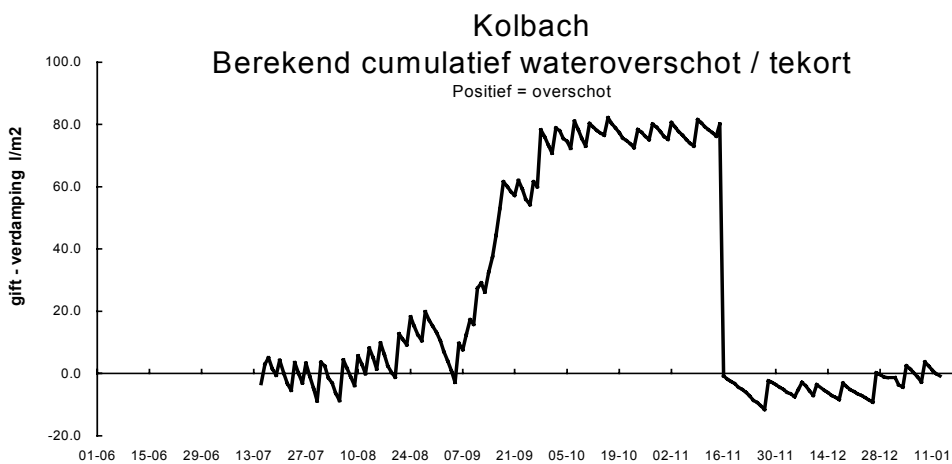
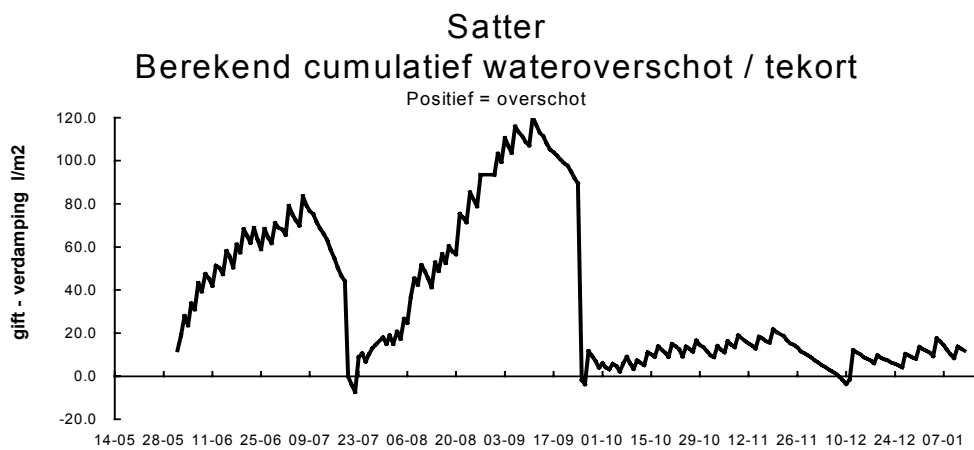
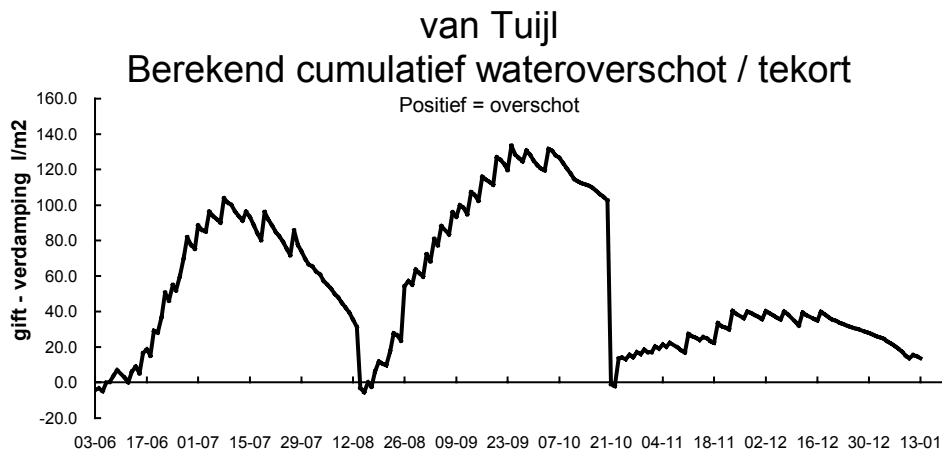
Figuur 1 stralingssommen per dag van alle drie de Bedrijven over periode +/- juni - +/- sept

Er is een vergelijking gemaakt tussen de verdampingsberekening door de PRIVA computer en de schaduwberekening door PPO. Het bleek dat er soms forse verschillen waren. Door deze foutenanalyse zijn een aantal oorzaken opgespoord en verholpen. Het verschil tussen beide berekeningen is na correctie vrij gering en bedraagt, op enkele uitschieters na enkele tienden millimeters per dag. (Fig 2). Opvallend is dat er een trend lijkt te zijn dat de PPO schaduwberekening in de zomer een negatief verschil te zien geven, terwijl naar de winter toe het verschil juist positief wordt ten opzichte van het PRIVA model.



Figuur 2 Verschil tussen de PRIVA computer berekende verdamping en de schaduwberekening door PPO, op basis van dezelfde parameters van de drie afzonderlijke bedrijven, in  $l\ m^{-2}\ dag^{-1}$ .





*Figuur 3 Het voortschrijdend cumulatief berekeningsoverschot (Gift – verdamping) op de drie bedrijven. Telkens reset naar 0 bij de start van een teelt.*

## 3.5 Tensiometers

Op de drie bedrijven waren tensiometers aanwezig. De gemeten waarden zijn eveneens verzameld. In bijlage 3a t/m 3b is het verloop van de waarden tijdens de teelten grafisch weergegeven.

Opvallend is dat bij met name Satter en v. Tuyl de waarden van de diepst geplaatste tensiometers zeer laag zijn. Bij een heersende grondwaterstanden van ca 85 a 90 cm, zou van tensiometers op 55 cm in theorie een waarde rond 35 hPa zijn te verwachten. Dit was echter gedurende lange tijd veel lager en kan duiden op kwel of uitspoeling. Dit laatste kan met name in de periode jun – aug het geval zijn geweest, gezien de beregeningsoverschotten. De tensiometers op 15 cm vertonen een grillig verloop, de tijdstippen van de watergiften zijn duidelijk terug te vinden. Opvallend is verder dat op beide bedrijven de tensiometers op alle drie de diepten reageren op een watergift, namelijk door een scherpe daling. Dit is een indicatie dat het vocht van een gietbeurt zich snel tot flinke diepte kan verplaatsen. Of daarmee ook uitspoeling tot in het grondwater en dus uitspoeling via de drainage veroorzaakt is, is op grond van deze waarnemingen niet te zeggen.. Aan het einde van een teelt lopen de waarden op tot 100 a 150 hPa, doordat er niet meer wordt beregend.

Bij Kolbach is er in de 1<sup>e</sup> teelt een opvallend verschil ten opzichte van de overige twee bedrijven. De waarden van de bovenste tensiometers lopen veel sterker op, tot hoge waarden. Ook de onderste tensiometer loopt geleidelijk op. Dit is een indicatie dat de grond uitdroogt. In de tweede teelt dalen de tensiometerwaarden in de eerste week na planten nog geleidelijk aan, samenhangend met de bewuste hoge gietfrequentie die toen is aangehouden, om de ondergrond natter te maken. Opvallend is dat de onderste tensiometer op dit bedrijf, als gevolg van de diepere grondwaterstand aanzienlijk hoger is dan bij de andere twee bedrijven.

## 3.6 Grondanalyses

Tijdens de onderzoeksperiode is op alle bedrijven elke drie weken de 1<sup>e</sup> steek bemonsterd en geanalyseerd. Een overzicht van de grondanalyses is weergegeven in de bijlagen 4a t/m 4c. De EC waarde is min of meer gelijk bij de bedrijven. Voor de interpretatie kan het beste naar de EC bodemvocht worden gekeken. De streefwaarde hiervoor is 3.8. Gemiddeld voldoen de waarden op de bedrijven hieraan, maar er zijn soms flinke schommelingen geweest.

## 3.7 Gewasopname

Voor het opstellen van een mineralenbalans zijn van de vier bedrijven monsters verzameld, droge stof bepaald en de mineralengehalten geanalyseerd. Daarnaast zijn takgewichten en plantdichtheden van teelten verzameld. Gegevens per bedrijf en per teelt zijn opgenomen in bijlage 5. Aan de hand van deze voorlopige en eerste gegevens is een schatting gemaakt van de gewasopname. In tabel 4 zijn de gegevens samengevat, waarbij de gegevens zijn toegerekend naar de periode van een kalenderjaar. De grote verschillen tussen de bedrijven zijn veroorzaakt doordat de teeltperioden niet parallel liepen. Gezien de korte periode van het onderzoek is het niet relevant op basis van deze gegevens een mineralenbalans op te stellen.

Tabel 4 *Berekende droge stof producties en hoeveelheden opgenomen mineralen, toegerekend naar een kalenderjaar.*

| <b>Kg ha<sup>-1</sup></b> | <b>ds<br/>productie<br/>ton ha<sup>-1</sup></b> | <b>K</b> | <b>Na</b> | <b>Ca</b> | <b>Mg</b> | <b>N-tot</b> | <b>P-tot</b> |
|---------------------------|---|----------|-----------|-----------|-----------|--------------|--------------|
| Kolbach                   | 26.5  | 1287     | <6        | 267       | 70        | 929          | 119          |
| Van Tuijl                 | 22.1  | 942      | 5         | 256       | 49        | 788          | 77           |
| Satter                    | 27.7  | 1547     | 6         | 238       | 83        | 1173         | 126          |

### 3.8 Ervaringen van de telers

De ondernemers zijn gestart met een flinke dosis nieuwsgierigheid. Deze nieuwsgierigheid was gewekt door de ervaringen met het fertigatiemodel bij een collega chrysantenteler net buiten de Bommelerwaard, van Giessen in Andel (V. Daarnaast zijn de telers gestart met het project met verschillende verwachtingen. De belangrijkste verwachting was om met behulp van het fertigatiemodel de watergift te optimaliseren, waardoor uiteindelijk betere oogstresultaten worden bereikt en op de langere termijn een betere structuur van de grond wordt verkregen. Voor het werken met het fertigatiemodel in de toekomst is dit een belangrijke basisvoorwaarde. Het voordeel voor de teler is dan: betere oogstresultaten met minder meststoffen. Het voordeel voor het milieu is minder uitspoeling van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen.

In het voorjaar is gestart bij de deelnemers. Al snel bleek dat er ervaring moest worden opgedaan met het model. Doordat in de praktijk meer wordt gegoten dan het model berekend is men al snel te bang dat er te weinig water wordt gegeven. Vooral bij de bedrijven van Satter en van Tuyl speelde dit sterk. Dit gevoel werd verder aangewakkerd door de heersende mening bij andere telers in het gebied dat er veel meer gegoten moet worden dan het model berekend. Door andere adviseurs wordt dit ook verkondigd ("het ras euro heeft veel meer water nodig als andere rassen"). Dit punt speelde vooral bij van Tuyl. Tevens werd dit gevoel versterkt door de gewasstand. Bij Satter was deze in de 1<sup>e</sup> teeltronde in het proefvak ten opzichte van de rest van de tuin 3 a 4 weken na planten dusdanig donker dat er tijdelijk geen vertrouwen in het model was ("het model werkt niet").

Bovenstaande feiten gecombineerd met de indruk dat het model te weinig verdamping berekend in de zomer heeft er voor gezorgd dat de eerste teelt moeilijk is verlopen. Desondanks is men positief blijven staan ten opzichte van het model. Het toegroeien naar het watergeven volgens het model heeft uiteindelijk vooral in de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> teelt plaatsgevonden. Dit kwam met name doordat uiteindelijk bleek dat de watergiften zoals de telers deze gaven (met name Satter en van Tuyl) te hoog bleken te zijn. Deze omslag heeft er voor gezorgd dat de telers vertrouwen in het model hebben gekregen en ook het werken met het model naar collega telers uitdragen (o.a. tijdens excursies van LTO Studiegroepen). Een verder introductie van het systeem in de praktijk lijkt hierdoor mogelijk. Wel is hierbij essentieel dat de volgende punten in het oog worden gehouden:

- Verbetering van de berekende verdamping in de zomerperiode (hierover is tijdens de groepsbijeenkomsten veel discussie geweest)

- Telers moet de tijd worden gegund om vertrouwd te raken met het model. Het lijkt er in sommige gevallen op dat het eerst fout moet gaan met de huidige methode van watergeven, voordat men het vertrouwen aan het model wil geven. Dit is een traject waar elk bedrijf doorheen moet, voordat men zich volledig wil overgeven aan het fertigatiemodel;

Hieronder volgen kort nog enkele feiten per bedrijf:

#### Kolbach

Zat in het verleden qua watergift al het dichtst bij de berekende verdamping van het fertigatiemodel. Doel van meedoen was met name het optimaliseren van de watergift en daardoor optimaliseren van de groei ("misschien moet ik op bepaalde momenten juist wel meer water geven als dat ik nu doe"). Op een korte periode na (2<sup>e</sup> helft augustus, 1<sup>e</sup> helft september) is het goed gelukt om volgens het model te gieten.

#### Satter

Een gevoelsondernemer. Giet sterk op gevoel. Daarnaast werd voor het project altijd al sterk gekeken naar de tensiometers die op het bedrijf aanwezig waren. Wilde dit graag verder uitdiepen met behulp van het project. In de zomerperiode is vooral gezocht naar de juiste manier van werken met het model. Hoe frequent te gieten? Hoeveelheid liters per gietbeurt? Lukt het met de berekende hoeveelheid? In de periode september - november is men naar het model toegegroeid, omdat met name bleek dat een te hoge watergift zoals deze elders op de tuin werd gegeven een negatief effect op de structuur, en daardoor groei, had. Vanaf deze periode is men zich meer gaan richten op het fertigatiemodel.

#### van Tuyl

De bedrijfssituatie van deze ondernemer was relatief nieuw. Op het moment dat het project startte op dit bedrijf werd er nog geen jaar chrysanten geteeld. De groei op het bedrijf op het moment van starten van het project was redelijk, maar niet super. Optimaliseren van de groei (watergift, bemesting) was dan ook een belangrijke reden om deel te nemen aan het project. In de zomerperiode is in het kader van de groei door de ondernemer gedacht dat veel water gegeven moest worden, onder andere omdat de mening was dat het ras Euro dit nodig had. In de periode september - november is men, evenals bij Satter, hierop teruggekomen. De hoge watergift bleek duidelijk een negatief effect op de structuur te hebben. Vanaf deze periode is men zich meer gaan richten op het fertigatiemodel.



## 4 Voorlopige conclusie

- Door aanloopproblemen met de offerteprocedure en doordat de installatie van het fertigatiemodel op de drie bedrijven enige moeite kostte, zijn de waarnemingen later gestart dan gepland.
- Verschillen tussen de berekening van de verdamping door de PRIVA – Integro en PPO werden veroorzaakt door verschillen in benadering van de lichtsom (scherminvloed) en stookinvloed. In de loop van de tijd zijn de verschillen door correcties nagenoeg weggewerkt.
- Bij de telers bestond aanvankelijk terughoudendheid bij het werken volgens het model. Daardoor is met name in de zomer ook bij het proefvak een flink beregeningsoverschot ontstaan.
- Bij het bedrijf Kolbach is slechts gedurende een korte tijd een overschot ontstaan, vanwege een te sterk uitdrogende grond.
- Afwijkingen van de watergift t.o.v. het verdampingsmodel hangen vooral samen met onwennigheid in de beginfase van de meetperiode. Later blijkt het een stuk beter te gaan.
- Bij telers bestaat de indruk dat de zomermaanden het waterverbruik door het gewas beduidend hoger is dan het fertigatiemodel laat zien.
- Het niveau van de tensiometers in alle drie de bodemlagen is bij Satter en v Tuyl laag en geven de indruk dat er gedurende lange een natte situatie in de ondergrond heerst. Bij Kolbach is dit minder het geval.
- De zomerperiode is niet altijd even makkelijk verlopen. Gedurende het najaar is gebleken dat werken met het fertigatiemodel goed mogelijk is en voordelen oplevert (betere groei en structuur). De telers zijn hierdoor ten aanzien van het werken met het fertigatiemodel enthousiaster geworden. Verdere verbreding van het werken met het fertigatiemodel in de Bommelerwaard lijkt zeer kansrijk

## 5 Referenties

- Voogt, W., A. Huys en R.H.M. Maaswinkel, 2000. Toetsing fertigatiemodel. Proefstation voor Bloemisterij en glasgroente, Naaldwijk, Intern Rapport, 36 pp.
- Voogt, W., Assinck F., Balendonck, J., Blom-Zandstra, G., Heinen, M., Zwart, F.H. de. 2002. Minimalisering van de uitspoeling bij teelten in kasgrond. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, sector glastuinbouw, PPO rapport 543, Naaldwijk.
- Voogt, W., Bos, A.L. van den. Huys, A.H. Toetsing van het fertigatiemodel in de praktijk; resultaat van toetsing op vier bedrijven met jaarrondchrysanthe, periode 2000 – 2001. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, sector glastuinbouw, (in uitvoering) , Naaldwijk.

## Bijlage 1

## Het fertigatiemodel

Het fertigatiemodel bestaat uit een verdampingsmodel, voor bepaling van de watergift (irri-**gatie**) en een nutriëntenopname-model, voor bepaling van de nutriëntengift (**ferti**-lisatie). Als hierna gesproken wordt over "verdamping", wordt bedoeld de op grond van parameters berekende totale evapotranspiratie, dus verdamping van het gewas inclusief die vanuit het grondoppervlak.

Het uitgangspunt bij het fertigatiemodel is dat de watergift wordt afgestemd op de verdamping. Hiertoe wordt continu een berekening gemaakt van de verdamping aan de hand van door de computer gelogde gegevens. Dit zijn achtereenvolgens de globale straling (buiten gemeten), kasttemperatuur en buis-temperatuur en eventueel het aantal uren assimilatiebelichting. Een correctiefactor is opgenomen voor het gewasstadium via de plantgroottefactor. De formule is ontleend aan De Graaf and van den Ende (1981), De Graaf and Esmeijer (1998) en De Graaf (1999).

$$E = \sum_{t=0}^x \left( pR 10^{-3} + b \times (T_{buis} - T_{kas}) 10^{-4} \right) \left( \frac{L}{s} \right)$$

Hierbij is over een bepaalde tijdperiode  $t$

|                     |  |
|---------------------|--|
| $E$                 | = evapotranspiratie in mm  |
| $p$                 | = empirische specifieke plantfactor, voor chrysant 1.8   |
| $R$                 | = stralingssom in $J.cm^{-1}$ over de periode $x$  |
| $b$                 | = empirische faktor voor stookinvloed, = 0.18  |
| $T_{kas}, T_{buis}$ | = kasluchttemperatuur, buistemperatuur in graadminuten   |
| $L$                 | = actuele plantlengte  |
| $s$                 | = lengte waarbij gewas als volgroeid wordt beschouwd, (leaf area index > 2), term heeft maximaal de waarde 1 |

Sommatie van de verdamping vindt continu plaats. Indien de gesommeerde verdamping een bepaalde hoeveelheid overschrijdt, wordt een watergift gerealiseerd (bij volautomatische systemen met druppelbevloeiing) of de te doseren watergift wordt gelijk gesteld aan de som (bij niet automatische systemen zoals beregening). Echter, vanwege teeltkundige en praktische problemen dit is alleen mogelijk bij gebruik van druppelbevloeiing of watergeefsystemen onder het gewas. Bij beregeningsinstallaties over het gewas (vooralsnog bij chrysant) is de frequentie van de gietbeurten gelimiteerd. In de praktijk komt dit neer op éénmaal per week in de winter tot 4 maal per week in de zomer. Hierbij worden een aantal drempels ingebouwd, zodat gietbeurten alleen op gewenste momenten zal plaatsvinden.

De watergift wordt gelijk gesteld aan:

$$W = E \cdot X \quad [2]$$

|     |                   |
|-----|-------------------|
| $W$ | = watergift mm    |
| $X$ | = correctiefactor |

Deze factor is bedoeld als correctie voor individuele omstandigheden, zoals ongelijkheid van het gietsysteem en grondsoorteffecten.

Het nutriëntendeel is nog niet geheel uitontwikkeld. Tijdens de uitvoering van dit project was de werkwijze als volgt: aan de watergift wordt de dosering van voedingselementen gekoppeld. Uitgangspunt is een standaardvoedingsoplossing. Deze voedingsoplossing is wat N en K betreft afgestemd op bekende opnameconcentraties van gewassen. Daarbij worden seizoensinvloeden opgenomen, evenals teeltstadia. Overige parameters die de gedoseerde concentraties bepalen zijn: grondsoorteffecten en recente analyseresultaten. Wat dit laatste betreft zal worden uitgegaan van de op dit moment in ontwikkeling zijnde methode EC bodemvocht.

#### Aanpassingen verdampingsberekening

Formule [1] is afgeleid uit verdampingsonderzoek uitgevoerd begin jaren '80, in een relatief donkere kas, met relatief lage transmissiewaarde voor het kasdek en relatief veel "51-er" verwarmingsbuizen in vergelijking met de huidige kassen en teeltsystemen in de praktijk. Formule [1] is daarom aangepast om de omstandigheden in de praktijk beter te benaderen. De gewasfactor ( $p$ ) was destijds 2.2 (de Graaf, 1982) maar uit onderzoek in de periode 1998-2000 is gebleken dat dit verlaagd moet naar 1.8 (Voogt et. al. 2000<sup>2</sup>). Er is een bedrijfsspecifieke transmissiewaarde voor het kasdek ingevoerd, waarbij gerelateerd wordt aan de omstandigheden in de kas van destijds. De lichtdoorlatendheid van het kasdek was destijds 0.6. Verder is de stookinvloed gecorrigeerd voor de actuele configuratie van de verwarmingsbuizen op bedrijven. Dit is gedaan door een factor te berekenen uit de diameter van de aanwezige buizen, gerelateerd aan de situatie waarin destijds het onderzoek is gedaan, met 5 buizen  $\phi$  51 mm per kap (3.20).

De aangepaste formule luidt :

$$E = \sum_{t=0}^x \left( 1.8 R \times \frac{T_m}{0.60} 10^{-3} + 0.18 \times \frac{O_b}{1.6} \times (T_{buis} - T_{kas}) 10^{-4} \right)$$

|                     |   |   |
|---------------------|---|---|
| $E$                 | = | evapotranspiratie in mm                             |
| $R$                 | = | stralingssom in $J.cm^{-1}$ over de periode $x$     |
| $T_m$               | = | transmissie kasdek als fractie van de buitenwaarde  |
| $O_b$               | = | omtrek verwarmingsbuis in m                         |
| $T_{kas}, T_{buis}$ | = | kasluchttemperatuur, buistemperatuur in gradminuten |

#### Assim

$$R_{assim} = V * s * 0.75 * 10^{-4}$$

|             |   |  |
|-------------|---|--|
| $R_{assim}$ | = | $J cm^{-1}$  |
| $V$         | = | Geïnstalleerd vermogen in $W/m^2$                                |
| $S$         | = | totaal brandtijd per etmaal, in seconden                         |
| 0.75        | = | faktor voor omzetting electr. Energie in licht en warmtestraling |

## Bijlage 2<sup>a</sup>

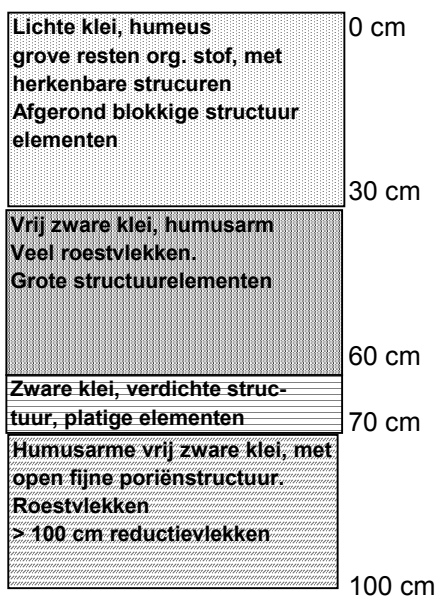
## Bedrijfsgegevens

Bedrijf 1  
J. van Tuyl,  
Hogeweg 10  
Nieuwaal

|                              |                                  |
|------------------------------|----------------------------------|
| Grondsoort                   | zware klei                       |
| Grootte proefvak             | 1600 m <sup>2</sup> (2 * 800)    |
| Kraan proefvak               | nr 26, 27                        |
| Kraan vergelijkingsvak       | 28, 29                           |
| Drainagediepte               | 90 cm                            |
| Onderbemaling                | ja                               |
| Buisverwarming aantal buizen | per 9.60 m: 4 * 57mm + 6 * 41 mm |
| Omtrek                       | 41                               |
| Lichtdoorlatendheid kasdek   | 72 %                             |

### Profielbeschrijving

*J. V Tuyl, Kap 26, 2<sup>e</sup> poot 2<sup>e</sup> bed rechts*



## Bijlage 2<sup>b</sup> Bedrijfsgegevens

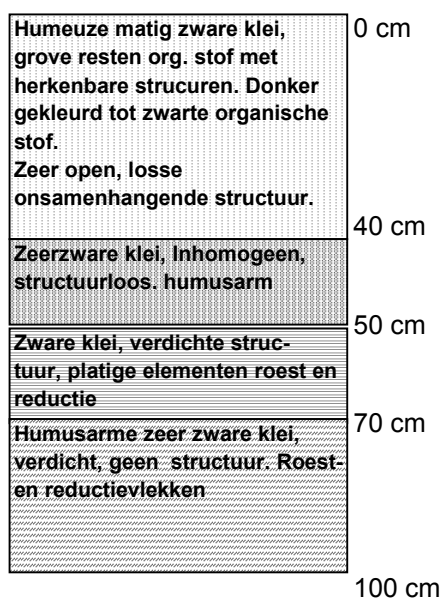
### Bedrijf 2

Henk Satter  
Hoekseweg 8  
5307 TC Poederrijen

|                        |                                    |
|------------------------|------------------------------------|
| Grondsoort             | Zware klei                         |
| Grootte proefvak       | 800 m <sup>2</sup>                 |
| Kraan proefvak         | 46                                 |
| Kraan vergelijkingsvak | 47                                 |
| Drainagediepte         | 90 cm                              |
| Onderbemaling          | ja                                 |
| Buisverwarming         | Per 9.60 m: 4 * 57 mm + 12 * 38 mm |

### Profielbeschrijving

*H Satter, Proefkap, 4<sup>e</sup> poot vanaf middenpad*



## Bijlage 2<sup>c</sup> Bedrijfsgegevens

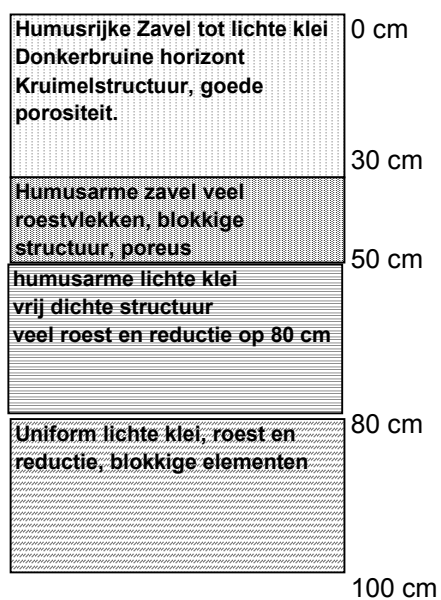
Bedrijf 3

Kolbach,  
E van Wissekerkeweg 1a,  
Poederoyen

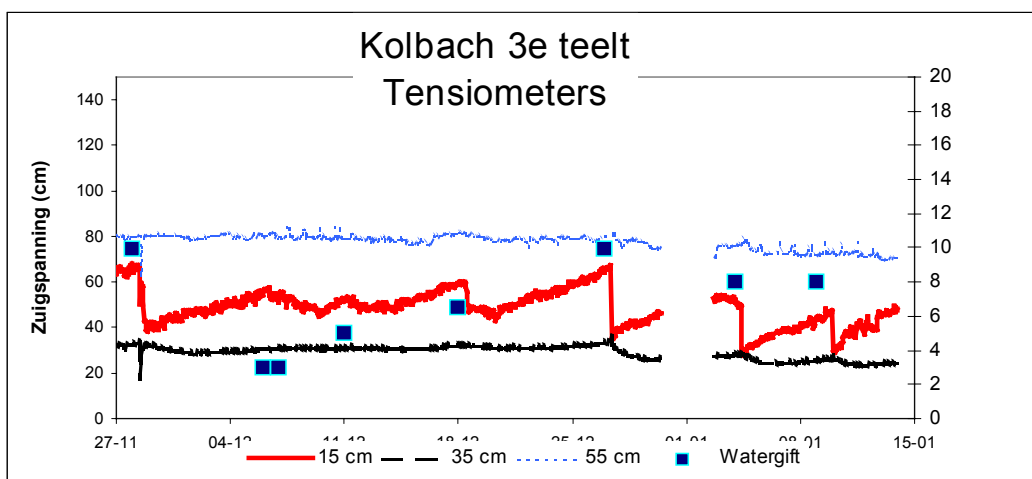
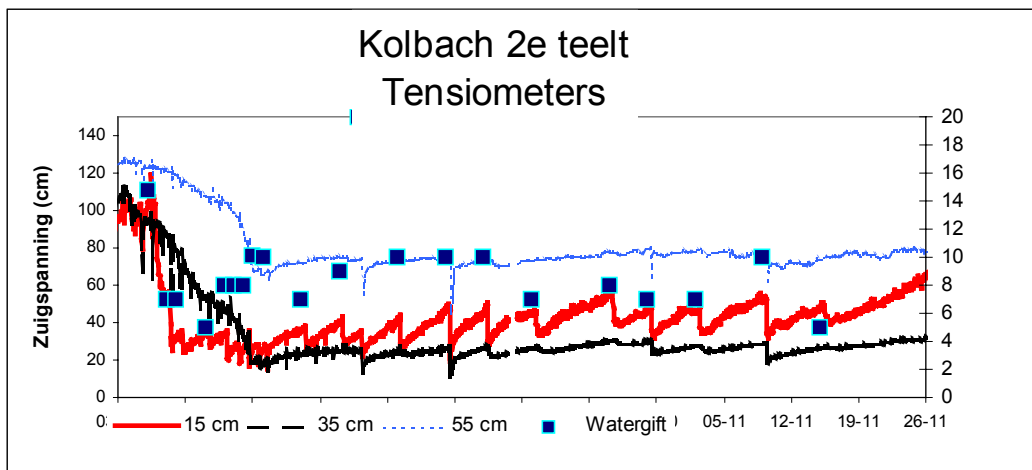
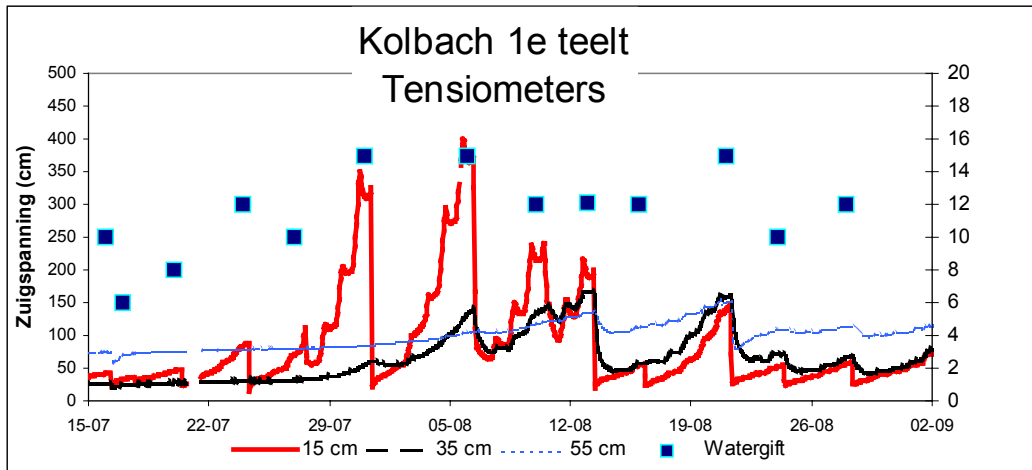
|                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| Grondsoort             | Zavel – lichte klei           |
| Grootte proefvak       | 800 m <sup>2</sup>            |
| Kraan proefvak         | 41,42                         |
| Kraan vergelijkingsvak |                               |
| Drainagediepte         | 90 cm                         |
| Onderbemaling          | ja                            |
| Buisverwarming         | per 6.40 m: 4*51 mm + 8*32 mm |

Profielbeschrijving

*H Kolbach, 3<sup>e</sup> poot vanaf middenpad*

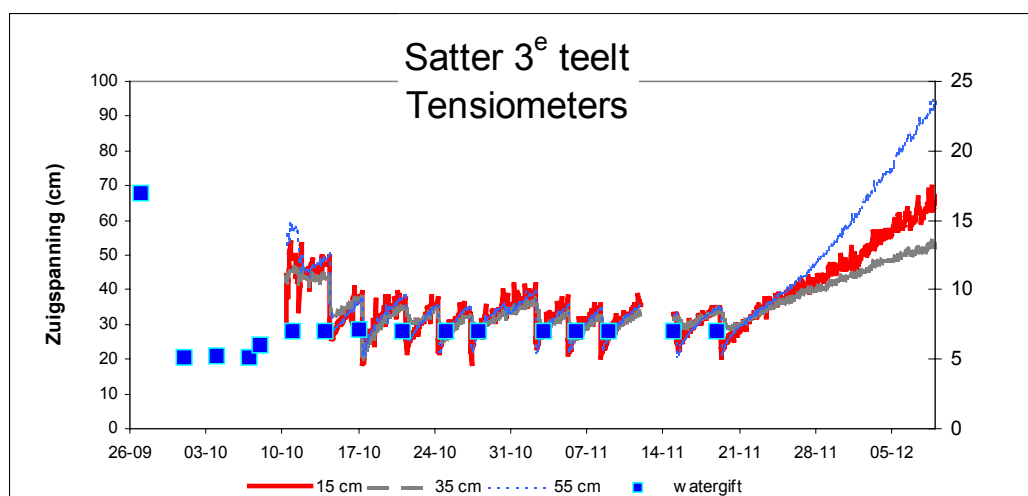
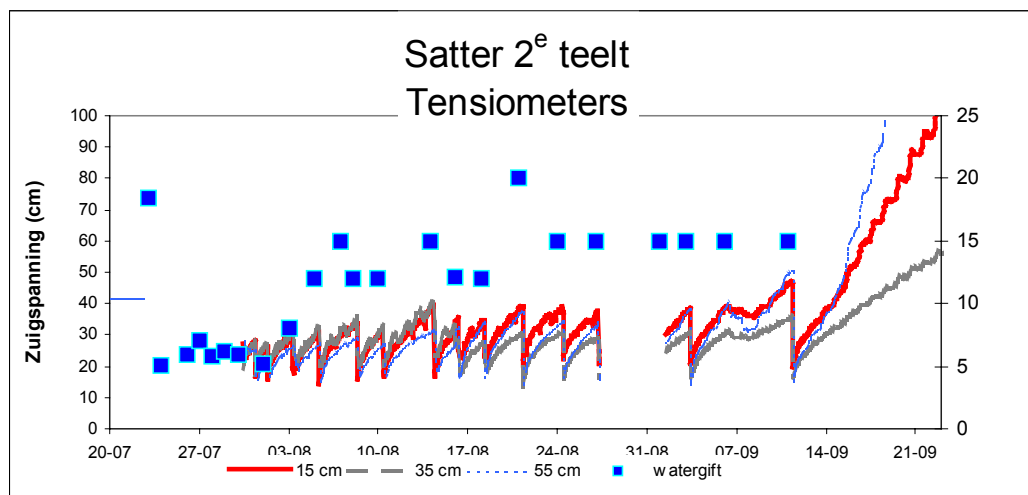
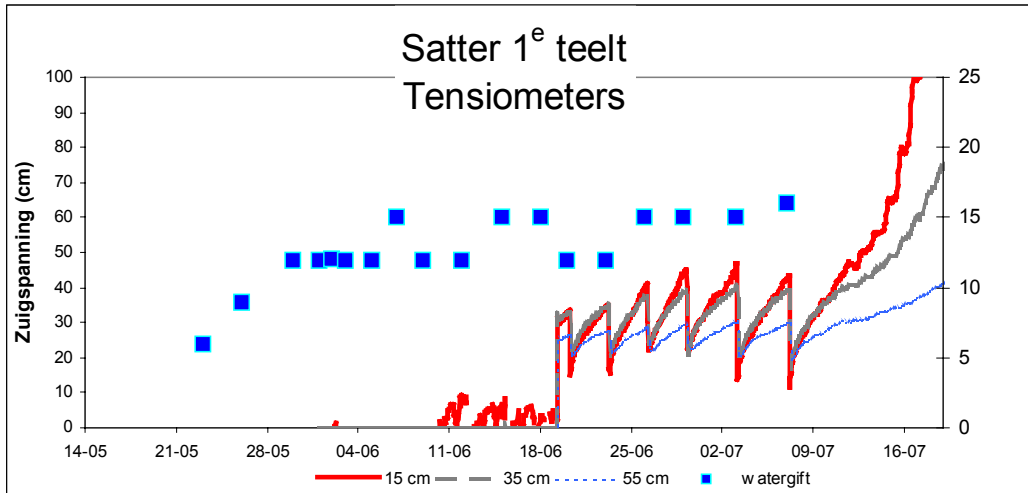


# Bijlage 3<sup>a</sup>

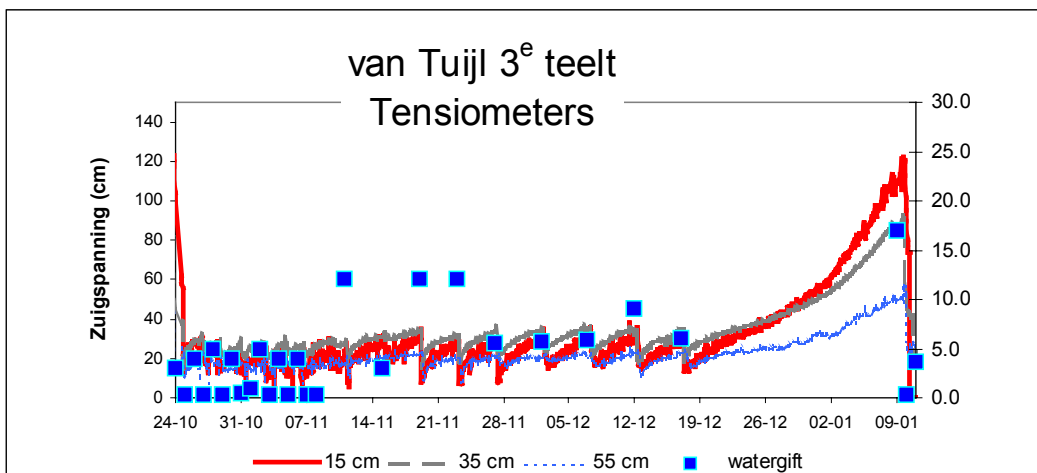
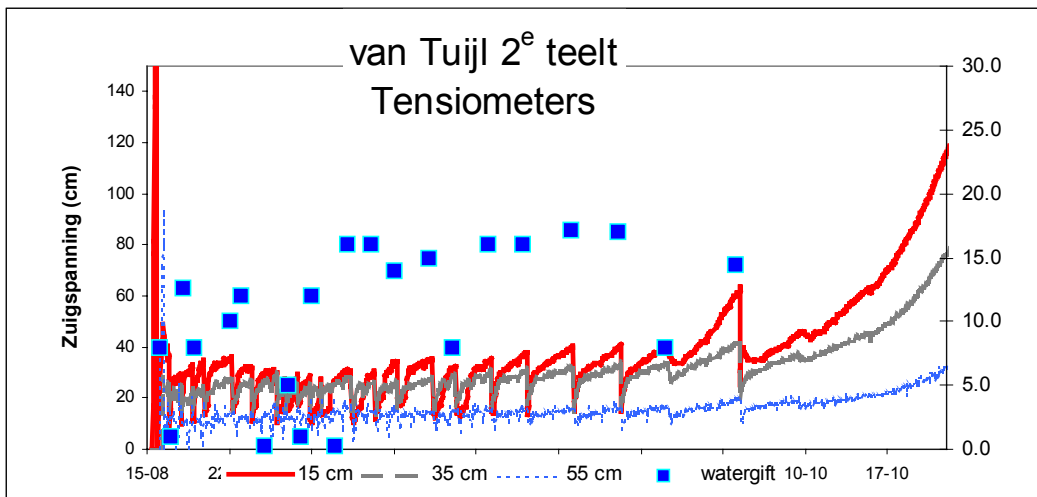
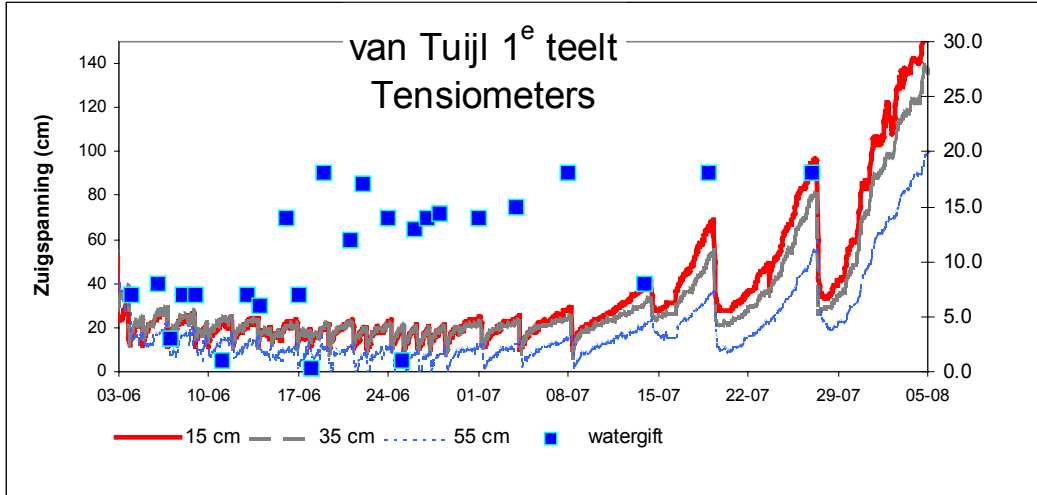




# Bijlage 3<sup>b</sup>



# Bijlage 3<sup>c</sup>

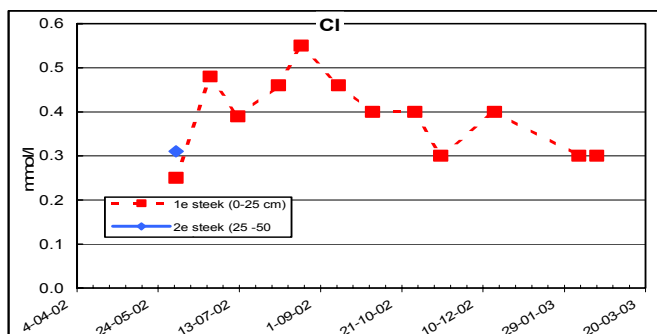
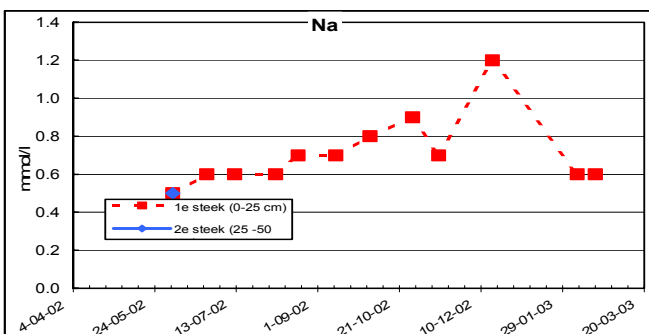
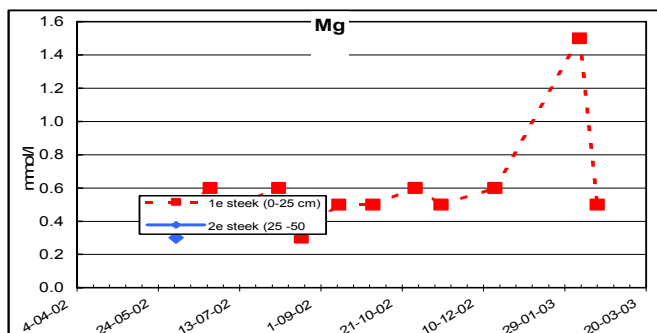
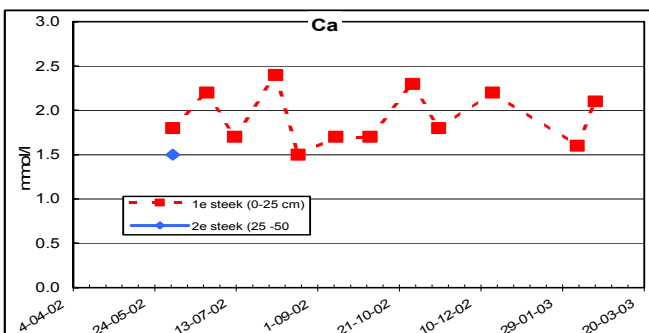
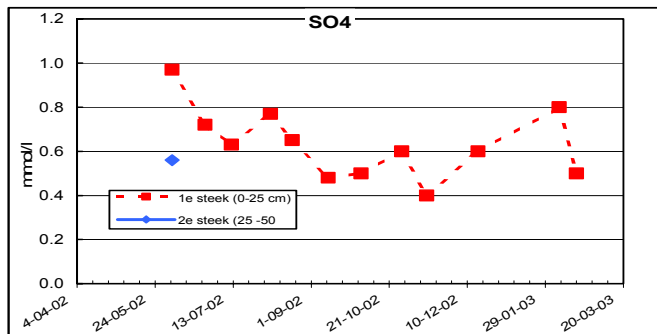
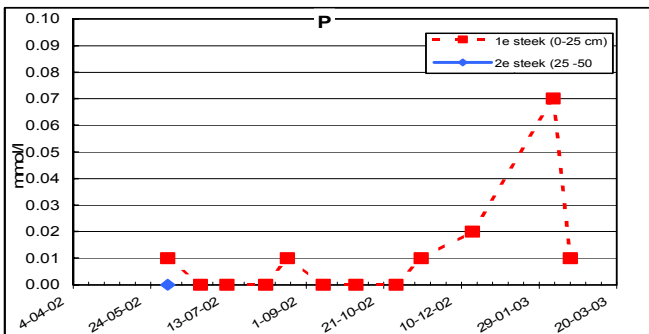
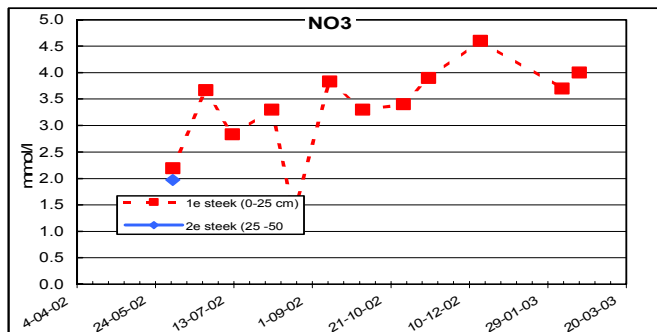
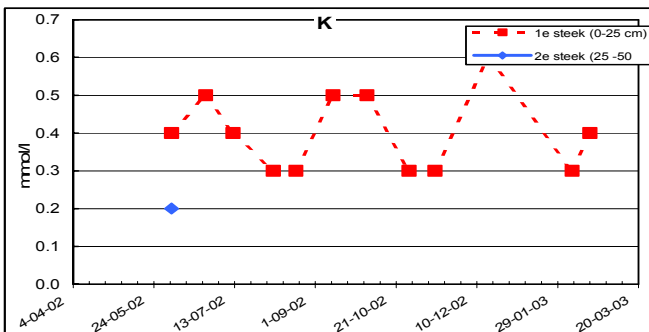
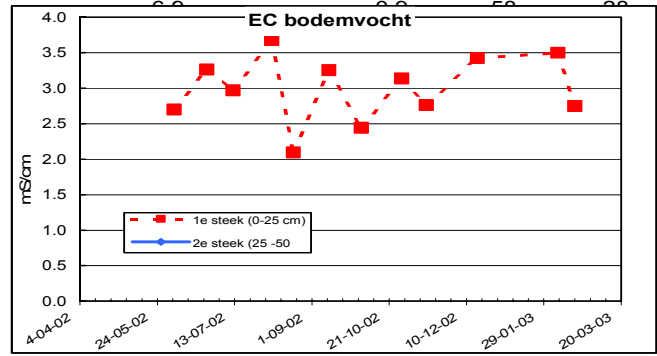
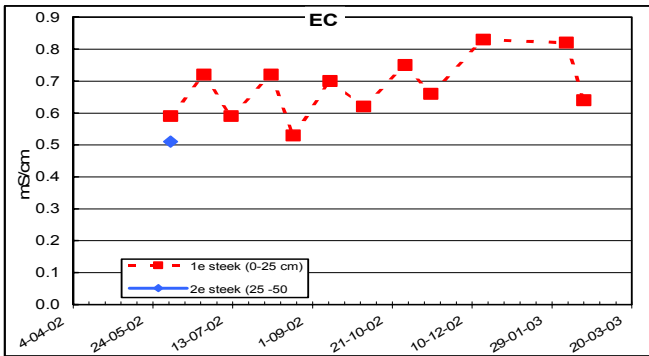


# Bijlage 4a

Basis

## Analysecijfers v Tuyl

| pH(KCl) | OS  | CaCO <sub>3</sub> | slib | P-Al |
|---------|-----|-------------------|------|------|
| 6.86    | 6.4 | 2.2               |      | 38   |
| 6.9     |     | 0.9               | 67   | 45   |

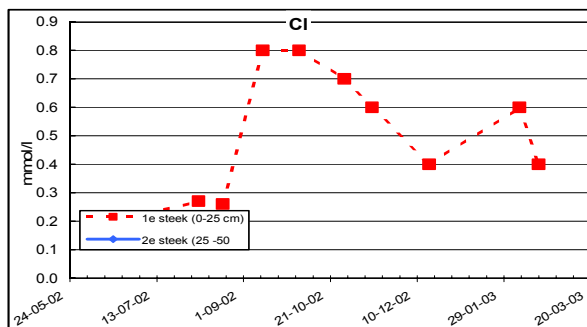
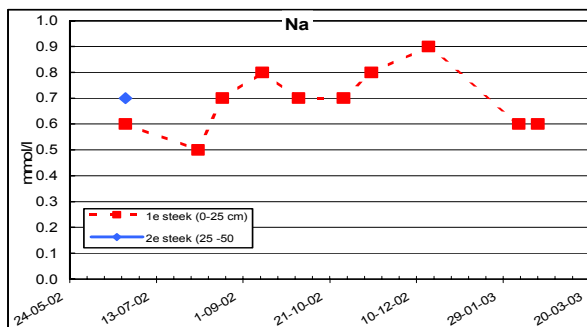
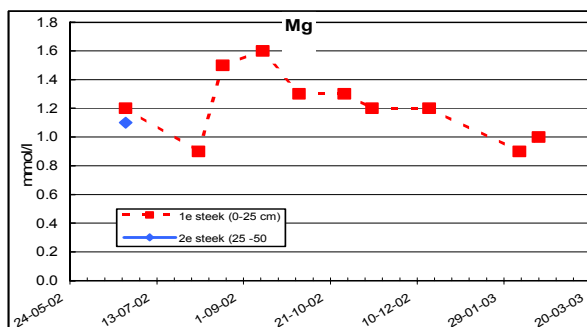
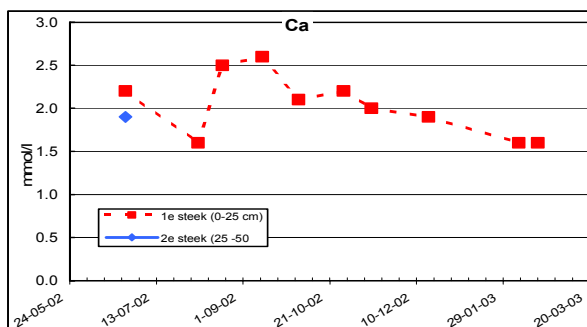
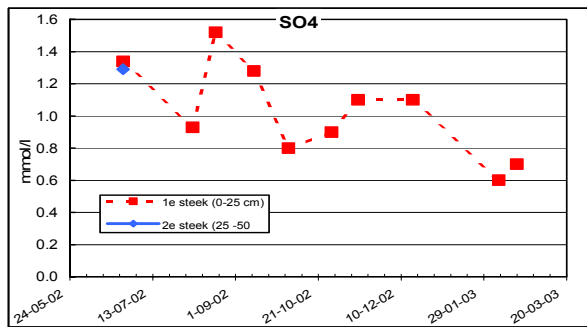
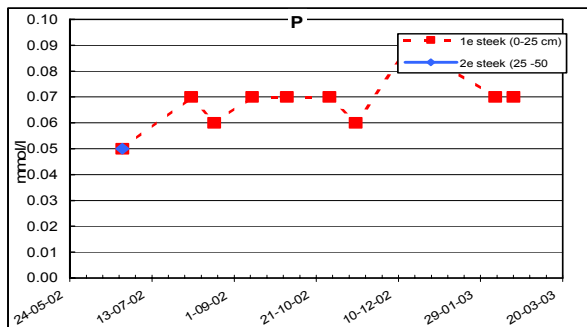
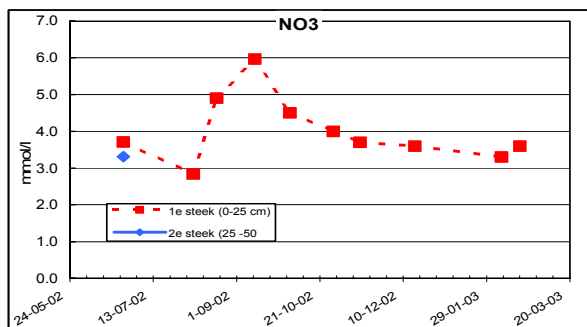
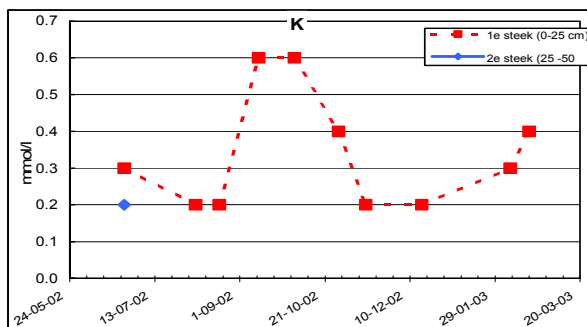
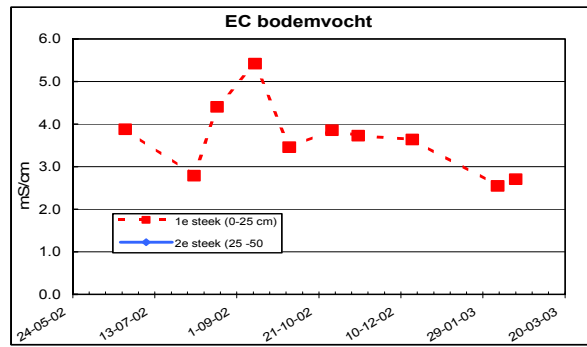
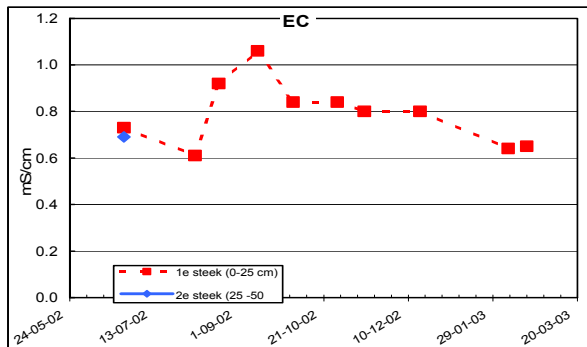


# Bijlage 4b

Basis

pH(KCl) OS CaCO<sub>3</sub> slib P-AI

## Analysecijfers H Kolbach

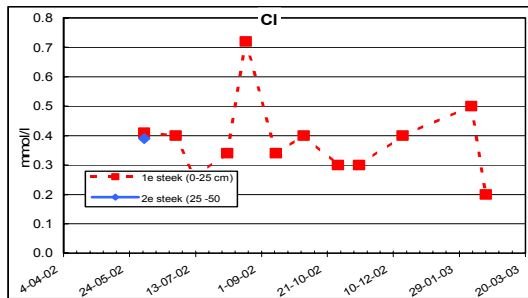
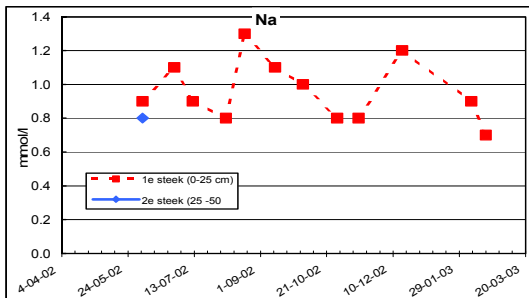
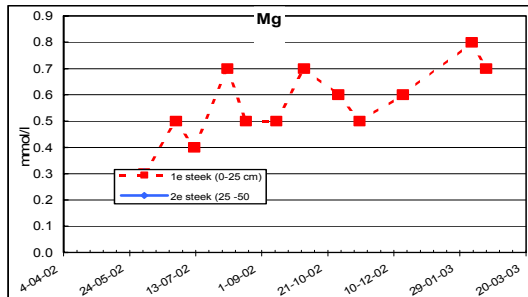
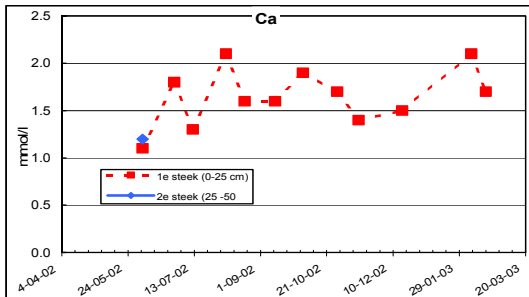
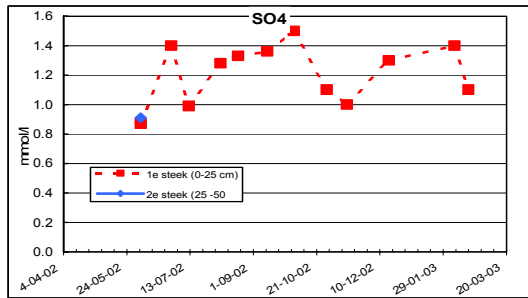
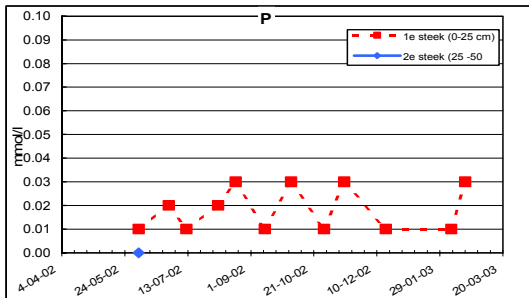
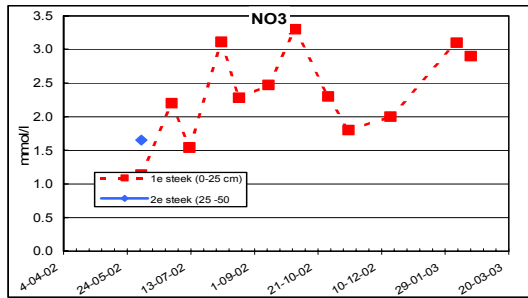
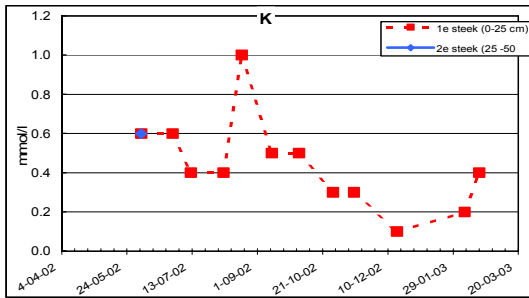
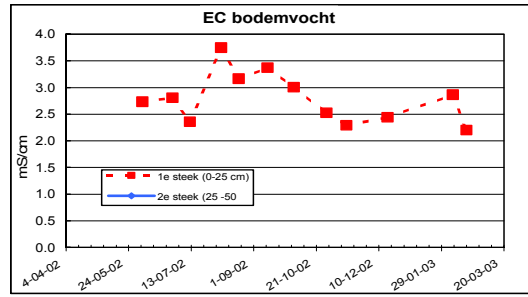
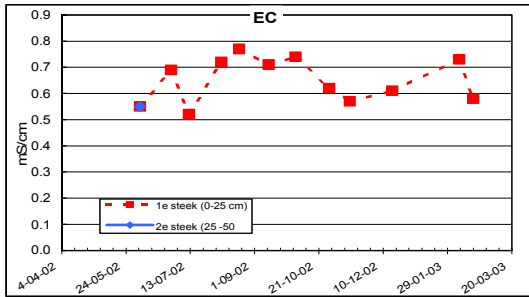


# Bijlage 4<sup>c</sup>

Basis

pH(KCl) OS CaCO<sub>3</sub> slib P-AI

## Analysecijfers H Satter





## Bijlage 5

Gegevens over productie, takgewichten, droge stof en mineralengehalten.

### Productie

| Kolbach  | Startdatum | takken per m <sup>2</sup> | takgewicht gem. | perc ds | K    | Na   | Ca  | Mg  | P-tot | N-tot | Fe  | Mn  | Zn  | B   | Cu  | Mo |
|----------|------------|---------------------------|-----------------|---------|------|------|-----|-----|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 26-2     | 24-06-02   | 57                        | 75              |         |      |      |     |     |       |       |     |     |     |     |     |    |
| 36-5     | 05-09-02   | 57                        | 88              | 14.7    | 1181 | <10  | 221 | 98  | 130   | 2266  | 1.2 | 4.2 | 1   | 1.7 | 262 | <9 |
| 46-7     | 26-11-02   | 45                        | 71              | 12.0    | 1300 | <10  | 280 | 120 | 160   | 2736  | 1.3 | 1.3 | 1.4 | 2   | 300 | <9 |
| vanTuijl | Startdatum | takken per m <sup>2</sup> | takgewicht gem. | perc ds | K    | Na   | Ca  | Mg  | P-tot | N-tot | Fe  | Mn  | Zn  | B   | Cu  | Mo |
| 23-2     | 03-06-02   | 59                        | 80              | 12      | 986  | 10.1 | 201 | 81  | 88    | 2062  | 0.7 | 0.5 | 0.4 | 2.1 | 248 | <9 |
| 33-4     | 13-08-02   | 51.9                      | 65              | 11.4    | 1065 | <10  | 294 | 85  | 103   | 2478  | 0.9 | 5.6 | 0.4 | 2.8 | 265 | 10 |
| 43-4     | 23-10-02   | 47.2                      | 89              | 9       | 1220 | 10   | 370 | 110 | 148   | 3104  | 1.7 | 3.1 | 0.5 | 3.6 | 276 | 30 |
| Satter   | Startdatum | takken per m <sup>2</sup> | takgewicht gem. | perc ds | K    | Na   | Ca  | Mg  | P-tot | N-tot | Fe  | Mn  | Zn  | B   | Cu  | Mo |
| 15-3     | 09-04-02   | 72                        | 70              | 11.7    | 1320 | <10  | 212 | 81  | 107   | 2697  | 1.8 | 1.7 | 0.6 | 1.8 | 221 | <9 |
| 29-6     | 19-07-02   | 63.5                      | 72              | 14.1    | 1394 | 10.1 | 182 | 91  | 141   | 2510  | 2.1 | 1.1 | 1   | 1.6 | 172 | <9 |
| 39-3     | 24-09-02   | 50                        | 74              |         | 1573 | 10   | 251 | 200 | 191   | 3871  | 2.2 | 1.2 | 1.1 | 2.8 | 313 | 20 |