advies projecten onderzoek internationaal

DLV plant

Watervoorziening snijhortensia gerelateerd aan ontwikkelingsstadium

Onderzoek naar de optimale watervoorziening en waterbehoefte

DLV Plant
Postbus 7001
6700 CA Wageningen

Agro Business Park 65
6708 PV Wageningen

T 0317 49 15 78
F 0317 46 04 00
E info@dlvplant.nl
www.dlvplant.nl

In opdracht van
Landelijke Hortensia commissie LTO Groeiservice

Gefinancierd door
Productschap Tuinbouw
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer

Uitgevoerd door
Teake Dijkstra
Helma Verberkt
Onderzoek DLV Plant

PT-Projectnummer: 12832

Dit document is auteursrechtelijk beschermd. Niets uit deze uitgave mag derhalve worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of op enige andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLV Plant. De merkrechten op de benaming DLV komen toe aan DLV Plant B.V.. Alle rechten dienaangaande worden voorbehouden. DLV Plant B.V. is niet aansprakelijk voor schade bij toepassing of gebruik van gegevens uit deze uitgave.

LTO Groeiservice

Productschap Tuinbouw

© DLV Plant, april 2009

Inhoudsopgave

Samenvatting **4**

1 Inleiding en doel **5**

2 Waterbehoefte per ontwikkelingsstadium ofwel teeltfase **6**

2.1 Snijhortensia teelt 6

2.2 Teeltstadia 6

3 Monitoring- en watergeefsystemen snijhortensia **9**

3.1 Teelt- en watergeefsysteem 9

3.2 Monitoringssysteem 9

3.3 Waterbalans 11

4 Materiaal en methoden **13**

4.1 Accommodatie en teeltgegevens 13

4.2 Bepalen van de watergift en de verdamping 15

5 Resultaten **17**

5.1 Gerealiseerde temperatuur en instraling 17

5.2 Resultaten van metingen 18

5.3 Watergift en waterverbruik 30

5.4 Extra metingen 30

6 Discussie **36**

7 Conclusie **38**

Bijlage 1. Verloop gewicht en tensiometing bedrijf 1 **39**

Bijlage 2. Verloop gewicht en tensiometing bedrijf 2 **41**

© DLV Plant, april 2009

Bijlage 3. Verloop watergift en verdamping bedrijf 2 43

Bijlage 4. Verloop waterbalans (cumulatief) bedrijf 2 45

© DLV Plant, april 2009

Samenvatting

In de teelt van snijhortensia speelt dagelijks de discussie over het watergeven. Het gaat dan om de invloed die de watergift heeft op de ontwikkeling van het gewas, de manier om de potten egaal vochtig te krijgen, het voorkomen van calamiteiten etc. Om te komen tot verdere optimalisering van de teelt en daarmee een beter bedrijfsrendement is het van belang om niet alleen de waterbehoefte per gewasstadium vast te leggen, maar ook om de sturingsmogelijkheden en de invloed van diverse teeltfactoren aan te geven.

In dit onderzoek is gebleken dat, zoals de praktijkbedrijven op dit moment werken, de watergift heel dicht op de verdamping zit van de plant en de pot. Dit betekent dat niet alleen de watergift kritisch moet worden afgestemd op de waterbehoefte maar ook dat, bij sturing van de watergift, duidelijk moet zijn waar de grenzen liggen.

Het is ook gebleken dat de huidige beschikbare sensoren om het vochtgehalte te bepalen en te volgen voldoende lijken te zijn om in te zetten bij een watergeefstrategie. Voor het bepalen van een waterbalans (de verhouding tussen watergift en waterverlies) op korte en op lange termijn is de inzet van een electronische weegschaal vereist.

Het lijkt echter voldoende om een electronische sensor in de pot te gebruiken om het vochtgehalte van de potten te monitoren en de watergeefstrategie daarmee te bepalen. De beste plaats van de sensor in de pot is halverwege de pot vanaf de zijkant ingebracht en net niet onder een druppelaar.

De electronische sensoren zullen, als ze worden ingezet als direct sturingselement voor een automatisch geregelde watergift, nog moeten worden getoetst op hun betrouwbaarheid.

Tijdens de vegetatieve groei, de bloemaanleg in het voorjaar, de trek en de bloemuitgroei moet er voldoende water worden gegeven. In de andere fasen moet er beperkt water worden gegeven.

De verhoging van het bedrijfsrendement wordt in eerste instantie verkregen door het voorkómen van calamiteiten. Door een intensieve meting van het vochtgehalte kunnen calamiteiten worden voorkomen zoals verbranding door een tijdelijk tekort aan water, het wegsmeulen van blad door te nat telen in een dicht gegroeid gewas, het te lang droog telen voor knopinductie etc.

Door intensief te meten in de pot en daarop te anticiperen kan niet alleen het gewas worden gestuurd richting knopinductie of beperkte gewasgroei voor steviger bloemen e.d., maar kan ook het gewas de watergift sturen en corrigeren wanneer de waterbehoefte verandert als gevolg van veranderende klimaatsomstandigheden of gewasstadium.

© DLV Plant, april 2009

1 Inleiding en doel

Bij de teelt van (snij)hortensia luistert de watergift heel nauw. Een teveel aan water kan teveel stuwing geven via de worteldruk waardoor celbarsting kan optreden en daarmee bloem- en bladbeschadiging. Daarnaast kan het ook leiden tot uitstellen van de bloemknopinductie en het wegdrukken van potentiële bloemknoppen. Een tijdelijk tekort aan water geeft direct bladranden of bladpunten en een onvolledige ontwikkeling van het gewas. Een structureel tekort aan water kan de scheutuitloop vertragen c.q. belemmeren. Het kan ook tot het definitief voor dat seizoen afsluiten van aangelegde bloemknoppen betekenen of zelfs verdrogen of afstoten van potentiële knoppen teweeg brengen. In een later ontwikkelingsstadium heeft het direct invloed op blad- en bloemkwaliteit en de grootte van de bloemen. Een mislukte oogst kan dus zowel door watertekort als wateroverlast in diverse gewasstadia veroorzaakt worden. Daarnaast is sprake van een meerjarige teelt, waardoor het substraat door o.a. irreversibel indrogen en inklinking zodanig kan veranderen dat de watervoorziening niet meer goed te regelen is.

In de teelt van snijhortensia worden verschillende teeltstadia onderscheiden. De waterbehoefte lijkt per stadia verschillend te zijn. Enerzijds door de grote verschillen in gewasontwikkeling per stadium, anderzijds is voor de verdere ontwikkeling in het ene stadium juist een grote vochtvoorziening van belang, terwijl in andere stadia juist een geringe vochtvoorziening noodzakelijk is.

Om te komen tot verdere optimalisering in de teelt en daarmee een beter bedrijfsrendement is het van belang om niet alleen de waterbehoefte per gewasstadium vast te leggen, maar ook de sturingsmogelijkheden en de invloed van diverse teeltfactoren (o.a. substraat) daarop.

De doelstelling is onderzoek verrichten naar de optimale watervoorziening c.q. waterbehoefte gerelateerd aan het ontwikkelingsstadium bij (snij)hortensia om te komen tot een betere sturing van de watergift bij snijhortensia en daarmee de teelt.

© DLV Plant, april 2009

2 Waterbehoefte per ontwikkelingsstadium ofwel teeltfase

2.1 Snijhortensia teelt

In de teelt van snijhortensia worden verschillende teeltstadia onderscheiden. De waterbehoefte lijkt per stadia verschillend te zijn of per stadia door de teler anders geregeld. De verschillen in waterbehoefte wordt bepaald door de grote verschillen in gewasontwikkeling per stadium en door de veranderende waterbehoefte per ontwikkelingstadium. Onderzoek in 2005 - 2006 door DLV Plant naar de oorzaak van bloemverbranding bij snijhortensia heeft dit onder andere duidelijk gemaakt. In dit onderzoek bleek dat de watergift in een bepaald bloemstadium een belangrijke rol speelt bij het al dan niet optreden van bloemverbranding.

De rol van het water bij teelt van de snijhortensia wordt weergegeven op basis van de fysiologische kalender van snijhortensia die in eerdere projecten is geformuleerd.

Bij de teelt van snijhortensia zijn twee concepten (manieren) van telen te onderscheiden.

A. De bloemen worden geoogst in de zomer/herfst en de planten worden in het winterseizoen gesnoeid en groeien weer uit in het voorjaar. De bloemknop inductie vindt in die periode plaats.
B. De planten worden halverwege de zomer geoogst en worden vervolgens teruggesnoeid en groeien weer uit in de nazomer/herfst. De bloemknopinductie vindt plaats in de herfst.

In dit onderzoek werken de twee bedrijven volgens concept B.

2.2 Teeltstadia

Hieronder volgt een overzicht van de diverse stadia van een snijhortensia gewas en de waterbehoefte of watergift. De waterbehoefte of de watergift sturing is niet exact in liters per plant of per m^2 aan te geven, omdat het sterk afhankelijk is van de gewasstand in combinatie met het seizoen. Het gewas wat zijn knoppen gaat aanleggen zal in die periode bij concept B (nazomer/herfst) een lagere waterbehoefte hebben als hetzelfde gewas bij concept A (voorjaar).

2.2.1 Vegetatieve groei

Tijdens het uitlopen van de meestal nog vegetatieve knoppen is er een “gewone” waterbehoefte. De plant groeit en verdampt water. Wat de plant en de overwegend niet bedekte pot verdampen moet minimaal worden gecompenseerd om uitdroging te voorkomen. Eventueel wordt extra water gegeven om de potten gelijkmatig vochtig te krijgen en om de waterbehoefte van het sterk groeiend gewas te dekken. Om de groei te reguleren en te voorkomen dat de bladeren te groot worden of de takken te slap kan de watergift worden beperkt.

© DLV Plant, april 2009

2.2.2 Bloei-inductie

Als de plant voldoende is gegroeid kan de bloei-inductie worden gestimuleerd door de plant in de groei af te remmen door de watergift te verminderen. In combinatie met voldoende licht, maar niet te hoge temperaturen kan de plant overgaan tot bloei-inductie. De plant mag aan het eind van de dag slap gaan. Door het watergehalte van de pot en het gewicht van de pot beide te monitoren kan een indruk worden verkregen van de vochtstatus van de plant. Hoelang deze periode mag of kan duren is (nog) onbekend.

2.2.3 Bloei aanleg

Als de bloei is aangelegd (dit is vastgesteld door middel van een steekproef bij een aantal groeipunten), dan kan weer worden overgegaan tot normaal watergeven als deze fase in het voorjaar speelt (concept A). Voorkómen dient te worden dat de planten te lang te droog worden gehouden waardoor de planten overgaan naar de definitieve rust en niet of onvoldoende gaan bloeien in hetzelfde teelt seizoen. Bij concept B met knopaanleg in het najaar kunnen de knoppen in rust gaan om vervolgens in het voorjaar uit te kunnen lopen. De watergift moet dan beperkt blijven.

2.2.4 Bloem uitgroei

Als de bloemknop uitgroei moet plaats vinden, moet ‘normaal’ worden watergegeven voor voldoende taklengte en stevige bloemen. Als er de kans bestaat op te losse bloemen, dan kan de watergift worden verminderd voor een stevig bloemscherm op het moment dat het bloemscherm goed zichtbaar begint te worden.

2.2.5 In rust gaan

In de definitieve rustfase van de bloemknop wordt er geen of weinig water gegeven. Bladval moet worden gestimuleerd om knoprot te voorkómen. Ook stimuleert de droogte het in rust blijven van de bloemknop.

2.2.6 Rustfase

In de rustfase in de koudere periode van november tot februari wordt nauwelijks watergegeven.

2.2.7 Trek

In de trek van een plant met aangelegde bloemknoppen kan ‘gewoon’ worden watergegeven om de strek te stimuleren. De verdamping moet tegelijkertijd worden gestimuleerd. Het vochtgehalte in de pot moet zo constant mogelijk worden gehouden. De vochtstatus van de plant moet zo zijn, dat er geen ‘overdruk’ plaats vindt. In een dicht gewas met weinig of geen verdamping onderin het gewas moet de watergift afgestemd zijn op een minimale compensatie van de verdamping van het gewas. Voorkomen moet worden dat er ‘verstikking’ en daardoor bladproblemen (bruin blad) of onnodige schimmelgroei zich voordoen. Beter nog is de verdamping onderin het gewas te stimuleren.

Naast de diverse fasen van de plant zijn er ook een aantal kwaliteitsaspecten welke van belang zijn en waar de watergift een rol speelt.

© DLV Plant, april 2009

2.2.8 Bloemkwaliteit

Door de vochtstatus van het groeimedium intensief te monitoren en de strikt noodzakelijke hoeveelheid water te compenseren kan worden voorkómen dat vooral de witte soorten bloemverbranding krijgen. Bloemverbranding is te voorkomen door de 'overdruk' in de plant zoveel mogelijk tegen te gaan. Er mag geen toename van het vochtgehalte van de pot plaatsvinden zonder voldoende verdamping.

2.2.9 Bladgrootte

De bladgrootte kan worden beïnvloed door de watergift te beperken. Dit kan tevens de lengtegroei beïnvloeden. Er zal ter plekke moeten worden afgewogen welk aspect het belangrijkst is.

© DLV Plant, april 2009

3 Monitoring- en watergeefsystemen snijhortensia

3.1 Teelt- en watergeefsysteem

In de teelt van snijhortensia wordt overwegend op substraat geteelt. Het substraat is meestal een potgrondmengsel op basis van veen, kokos, bark en/of perlite. Een aantal telers teelt in “growcubes” op basis van steenwol. Alle substraatteelt vindt plaats in containers (potten) variërend van 2 – 10 liter. Oudere gewassen staan nog wel eens in potten van 17 – 20 liter. Het aantal planten varieert van 2 – 4 planten per m^2. De teelt in grond komt sporadisch voor en die op steenwolmatten al helemaal niet.

Bij de watergift op substraat wordt altijd gewerkt met een druppelsysteem. Per pot worden één of twee druppelaars aangehouden. Één druppelaar is in principe voldoende, maar bij grotere potmaten (> 5 liter) zijn twee druppelaars aan te bevelen. Omdat de watergift bijna de verdamping benadert is een optimale beschikbaarheid en verdeling van het water in de pot noodzakelijk. Een bijkomend voordeel van twee druppelaars is dat er tijdelijk met één druppelaar gewerkt kan worden als de watergift van enkele potten beperkt moet blijven in verband met wortelgroeiproblemen. De andere druppelaar wordt dan tijdelijk verwijderd.

In het teeltsysteem op basis van veen of andere organische producten is er nauwelijks drainwater. In de teelt op steenwol, in vaak een beperkter wortelvolume, moet er met drainwater worden gewerkt voor een homogene waterverdeling.

3.2 Monitoringssysteem

Om de watergift en het gevolg daarvan te monitoren zijn een aantal meetsystemen beschikbaar.

De weegschaal

1. De weegschaal, die toegepast wordt in de praktijk, is soms een personen weegschaal waar een plank overheen ligt, waar vervolgens een aantal planten op staan. De uitlezing is grof en er kan alleen een grove indruk worden verkregen van het waterverlies of gewichtstoename.



Foto 1; Personenweegschaal en digitale weegschaal

© DLV Plant, april 2009

2. De betere variant is een electronische en digitaal uitleesbare weegschaal. Omdat er een getal kan worden afgelezen is er geen kans op een foute interpretatie van de uitlezing. Elke dag op een vast moment (bij voorkeur vóór de eerste watergift) wordt de stand genoteerd. Aan het eind van de dag, kan gecontroleerd worden of het gewicht is toe- of afgenomen.
3. De laatste stand van de techniek is een elektronische weegschaal voor meerdere potten, aangesloten op de computer. De uitlezing is vervolgens grafisch. Voor een goede interpretatie en registratie van de watergift en verdamping is dit het beste systeem binnen de weegschalen.

Een minimale eis bij uitlezing van een weegschaal is dat er een druppelbeurtgrootte op moet kunnen worden uitgelezen (50 – 150 gram per pot).

De vochtsensoren

1. De eerste vochtsensoren waren de tensiometers. De werking berust op een buis met een waterkolom die via een poreuze keramische cup in contact staat met de grond of het substraat. Door het natter of droger worden van de grond of substraat wordt een druk of een onderdruk gecreëerd in de meetbuis. Deze onderdruk is met een manometer af te lezen. De meting is tegenwoordig elektronisch en kan worden aangesloten op een PC. Het voordeel van de meting is dat het vochtgehalte van de grond of het substraat goed te volgen is. Het nadeel van de sensor is het onderhoud (het controleren van het water) en de kwetsbaarheid van de meting bij aanraking en de temperatuursgevoeligheid.

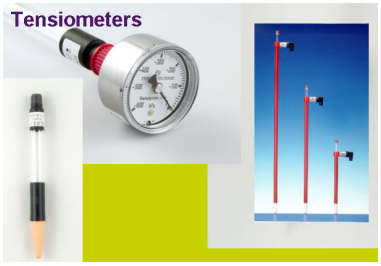


Foto 2; Tensiometers

2. In de loop van de jaren is de WETsensor op de markt gekomen. Deze van oorsprong in Nederland ontwikkelde techniek wordt nu gemaakt door Delta-T in Engeland. Het wordt veel toegepast in de steenwolteelt. De sensor meet het vochtgehalte elektronisch en geeft tevens een indruk van het zoutgehalte (EC) en temperatuur van het substraat. De sensor is duur en de techniek is kwetsbaar gebleken. Regelmatig gaat er een sensor terug naar de fabriek. De sensor is te koppelen aan de PC of is geïntegreerd in de meetsystemen van Grow-inIT of Letsgrow.



Foto 3; WETsensor

© DLV Plant, april 2009

3. Potentiële opvolgers van de WETsensor zijn de EC(2)HO-sensoren van Decagon, vertegenwoordigd door Catec in Wateringen. De sensoren kunnen individueel worden aangesloten op de PC en worden ook gebruikt bij het draadloze meetsysteem van de firma Hoogendoorn: Sensiplant.



Foto 4; EC2HO sensoren

4. De laatste variant is een draadloze uitlezing met de Aquatag. Dit systeem biedt de mogelijkheid om op goedkope wijze meerdere draadloze sensoren uit te lezen met een handmeter of zelfs GSM. De sensor is een batterij en draadloze RF-tag. De Aquatag werkt volgens hetzelfde principe als een RF-ID tag, maar leest via een radiofrequent signaal het watergehalte van het medium waarin de tag (dun plastic plaatje met een elektronisch circuit) zit. Het voordeel is de prijs en daardoor de mogelijkheid tot aanschaf van meerdere meetpunten. Het nadeel is (voorlopig) de niet grafische weergave op een PC en de korte afstand tussen meetpunt en handuitleesunit.

Zowel de WETsensor als de sensoren van Decagon kunnen aan een hand uitleesunit worden gekoppeld.

Diktemeting

Er zijn diktemeters op de markt die de stengel- of de bladdikte kunnen meten. Door deze meting grafisch weer te geven wordt een indruk gekregen van het meer of minder verdampen van de stengel of het blad. Als de dikte toeneemt, gaan we ervan uit dat:

- het waterverlies of verdamping minder groot word en/of
- de huidmondjes sluiten en/of
- de druk van onderuit het wortelgestel groter wordt.

3.3 Waterbalans

De waterbalans rondom de plant is het beste te monitoren met behulp van een weegschaal onder enkele potten en een vochtsensor in een pot. De weegschaal zegt iets over de letterlijke toe- en afname in het gewicht van plant en pot. Deze meting kan goed worden gekoppeld aan de werkelijke watergift, uitgedrukt in milliliter of gram. Het vochtgehalte in de pot wordt elektronisch gemeten met een vochtsensor en kan worden gebruikt om te beoordelen of er sprake is van toe- of afname van het vochtgehalte in de pot. Door de twee metingen met elkaar te vergelijken kan worden beoordeeld in hoeverre de plant meer of minder verdampt.

© DLV Plant, april 2009

De volgende situaties in de vochtstatus van de plant zijn met behulp van weegschalen onder de planten in combinatie met vochtsensoren in de pot te benoemen:

1. Het gewicht van de plant + pot blijft gelijk en het vochtgehalte van de pot blijft gelijk. De vochtstatus van de plant is constant.
2. Het gewicht van de plant + pot blijft gelijk en het vochtgehalte van de pot daalt. De plant "pompt" zich op en verdampt niet.
3. Het gewicht van de plant + pot blijft gelijk en het vochtgehalte van de pot stijgt. De watergift is groter dan de wateropname en verdamping, de plant verbruikt het niet. Dit zal een tijdelijke situatie zijn.
4. Het gewicht van de plant + pot daalt en het vochtgehalte van de pot blijft gelijk. De plant droogt uit ondanks het op niveau blijven van het vochtgehalte van de pot.
5. Het gewicht van de plant + pot daalt en het vochtgehalte van de pot daalt. De plant verdampt en het vochtgehalte van de pot wordt onvoldoende aangevuld.
6. Het gewicht van de plant + pot daalt en het vochtgehalte van de pot stijgt. Het vochtgehalte van de pot wordt aangevuld met water, maar is onvoldoende om de verdamping te compenseren of wordt onvoldoende opgenomen.
7. Het gewicht van de plant + pot stijgt en het vochtgehalte van de pot blijft gelijk. De plant verdampt niet. De watergift is teveel geweest. Deze situatie komt tijdelijk voor.
8. Het gewicht van de plant + pot stijgt en het vochtgehalte van de pot daalt. Ook deze situatie kan hooguit tijdelijk vóórkomen.
9. Het gewicht van de plant + pot stijgt en het vochtgehalte van de pot stijgt. Er is geen of weinig verdamping. De watergift is ruim voldoende geweest.

Voorgaande situaties kunnen vóórkomen maar ze zijn niet statisch en constant. Meestal is het een dynamisch proces wat continue in beweging is.

© DLV Plant, april 2009

4 Materiaal en methoden

4.1 Accommodatie en teeltgegevens

Om de waterbehoefte van snijhortensia in kaart te brengen zijn in de praktijk twee snijhortensiabedrijven benaderd om gegegevens te verzamelen onder diverse praktijkomstandigheden. De gegegevens van de bedrijven zijn in kaart gebracht en met elkaar vergeleken. In onderstaande tabel zijn de gegevens van de bedrijven weergegeven.

Tabel 1: Gegevens per bedrijf

Bedrijf	**1**	**2**
Cultivar	Masja	Emerald
Planten per m^2	2	2
Substraat	potgrond	potgrond
Potinhoud (ltr)	10	10
Vochtsensor	WETmeter	tensiometer
Druppelaars per pot	1	2
Weegschaal	Montera	Growscale
Planten per weegschaal	5	5
Scherming	Geen / krijt	XLS 16 / krijt

Bedrijf 1
Op dit bedrijf is een elektronische weegschaal plus vochtsensor in combinatie met een Growwatch meetopstelling toegepast. De vochtsensor betreft een WET sensor (een FD-sensor) van het bedrijf Delta-T gekoppeld aan de growwatch van Grow-inIT. Aan de Growwatch is verder gekoppeld een diktesensor op de stengel en een Infraroodcamera voor de planttemperatuur.



Foto 5: Meetopstelling met nog net zichtbaar het paneel van de weegschaal

© DLV Plant, april 2009

De weeggoot is eind januari 2008 aangesloten op de Growwatch.

Op bedrijf 1 wordt in de eerste 3 weken slechts één maal per week watergegeven. Vanaf de derde week begint de frequentie toe te nemen en komt er meer gewasgroei.

De hoeveelheid drainwater kan op bedrijf 1 worden gemonitoord door middel van het opvangen van water in schalen onder de potten.

Bedrijf 2

Op bedrijf 2 is gebruik gemaakt van een Growscale (weegschaal) van Priva en een vochtsensor in een pot. De sensor is in de loop van maart aangesloten. De vochtsensor is een tensiometer van de firma Nieuwkoop. De tensiometer meet normaliter een negatieve waarde, een onderdruk uitgedrukt in hPa (hectoPascal). Droog wil zeggen een hoge onderdruk en een hoge waarde. Nat wil zeggen een lage onderdruk en een lage waarde. Omdat de tensiometer voor het bedrijf 2 een test was, is hier alleen het bruto elektrische signaal gebruikt en is het elektrische signaal in de PC niet omgezet naar de juiste parameter in hPa. De uitslag is wel goed interpreteerbaar, maar niet weer te geven in hPa.



Foto 6: Tensiometer

- **Extra metingen op bedrijf 2**

Tijdens de teelt is op bedrijf 2 een meetset geïnstalleerd waarmee in één pot 5 sensoren zijn ingebracht om de waterverdeling in de pot te monitoren. Het betreft hier de sensoren **ECH2O-TE** van het merk Decagon vertegenwoordigd door Catec in wateringen.



© DLV Plant, april 2009

4.2 Bepalen van de watergift en de verdamping

Uit de gewichtsbepalingen wordt de watergift per dag achteraf uit de dataset met de hand berekend (Wg).

Het gewichtsverschil tussen 00:00 uur aan het begin van de dag en 23:55 uur aan het eind van de dag bepaalt de toe- of afname van het totale gewicht van pot + plant (Gv).

De verdamping wordt berekend door de Watergift (Wg) minus het gewichtsverschil over de dag (Gv) te berekenen.

Voorbeeld 1

tijdstip	gewicht per plant (gram)	watergift (gram)
0:00	5000	
10:00		100
23:55	5000	
Gv	5000 - 5000 = 0	
Wg	100	
Verdamping = Wg-Gv		
	100 - 0 = 100 gram	

Er wordt over 24 uur geen gewichtsverschil gemeten. Dit betekent dat de plant de watergift ook weer heeft verdampt. De verdamping is gelijk aan de watergift.

Voorbeeld 2

tijdstip	gewicht per plant (gram)	watergift (gram)
0:00	5000	
10:00		100
11:00		100
12:00		100
23:55	5100	
Gv	5100 - 5000 = 100	
Wg	300	
Verdamping = Wg-Gv		
	300 - 100 = 200 gram	

Er wordt over 24 uur een gewichtstoename gemeten van 100 gram. De watergift is 300 gram. Dit betekent dat de verdamping 200 gram geweest is. Het betekent tegelijkertijd dat de pot + plant in gewicht is toegenomen. Waarschijnlijk is de pot natter geworden. Dit moet de vochtsensor bevestigen.

© DLV Plant, april 2009

Voorbeeld 3

tijdstip	gewicht per plant (gram)	watergift (gram)
0:00	5000	
10:00		100
11:00		100
12:00		100
23:55	4900	
Gv	4900 - 5000 = -100	
Wg	300	

Verdamping = Wg-Gv
300 - -100 = 400 gram

Als het gewicht aan het eind van de dag lager is dan aan het begin van de dag is er sprake van waterverlies van pot plus plant. Het vochtgehalte in de pot zal ook zijn afgenomen. De verdamping is dan de som van de watergift en het gewichtsverlies.

Addertje onder het gras

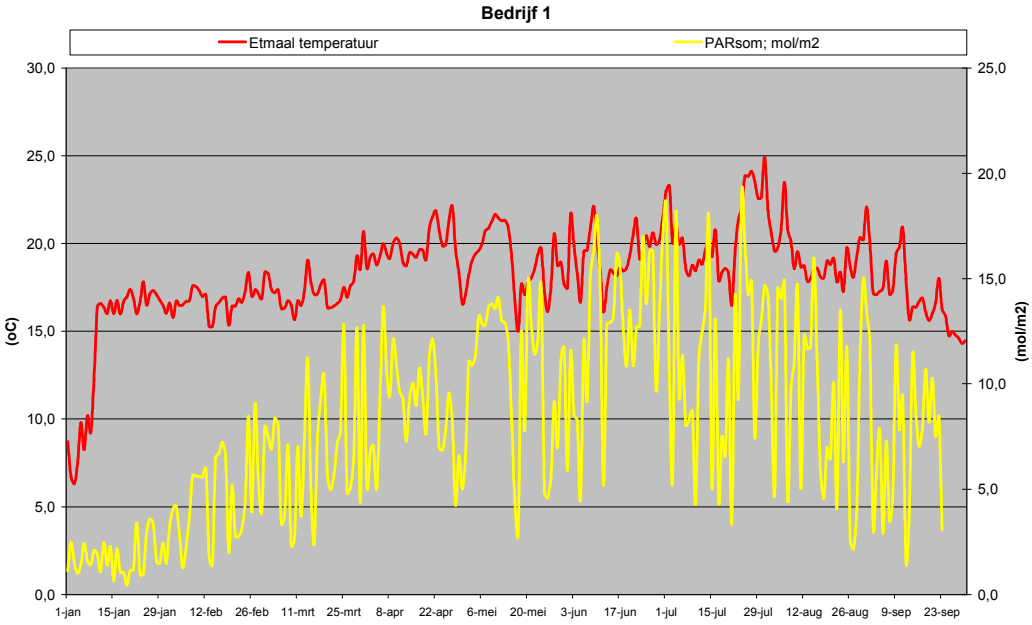
Bovenstaande methode gaat op, zolang de plant niet groeit. In het totale gewicht van pot en plant zit echter ook nog de groei verdisconteert. Op het moment dat de plant is gegroeid maar de pot droger is geworden kan dat elkaar in gewicht opheffen. Dan lijkt er niets aan de hand omdat het totale gewicht gelijk gebleven is, maar ondertussen is de pot droger geworden. De gewichtsmeting is daarom een methode ter aanvulling om gegevens te verzamelen, maar is niet de methode om een watergift op te baseren.

© DLV Plant, april 2009

5 Resultaten

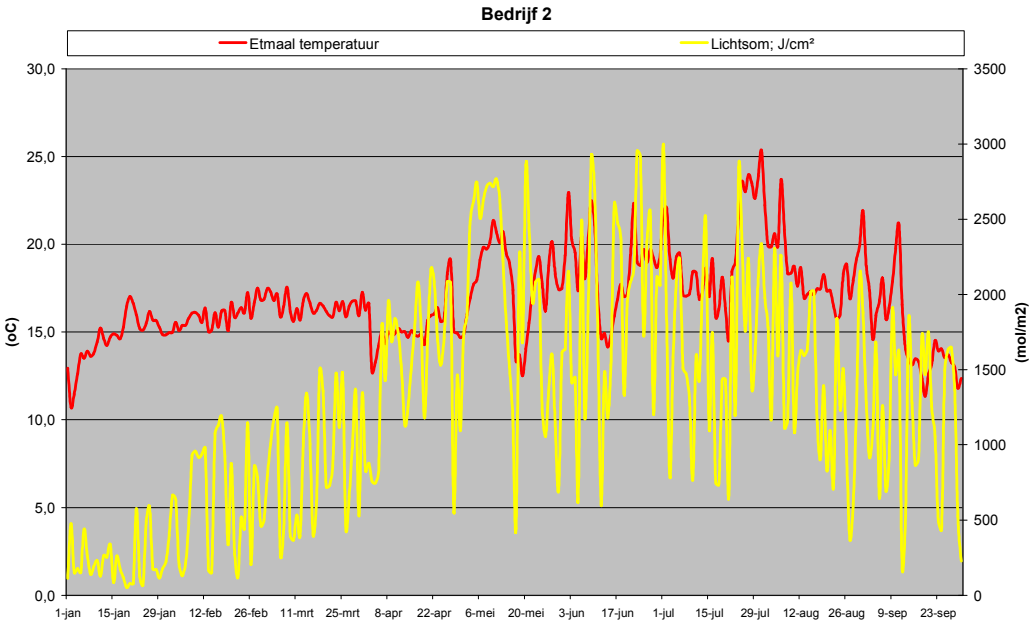
5.1 Gerealiseerde temperatuur en instraling

Bedrijf 1 begint na week 1 te verwarmen tot rond 16 á 17°C etmaal temperatuur.



Figuur 1; Verloop van de etmaaltemperatuur en de lichtsom (PAR) op bedrijf 1

Ook bedrijf 2 warmt op in de eerste week van januari.



Figuur 2; Verloop etmaaltemperatuur en lichtsom (J/cm^2) op bedrijf 2

© DLV Plant, april 2009

5.2 Resultaten van metingen

5.2.1 Teeltstadia en watergift

Op beide bedrijven hebben de planten in het begin van het jaar al hoofdknoppen. De watergeefstrategie is erop gebaseerd om in eerste instantie te stimuleren:

- de uitgroei van de knoppen na de winter of koude periode,
- de eventuele late knopvorming,
- de taklengte en de
- bloemkwaliteit (stevige bloeiwijze).
- Na de oogst; de hergroei en knopvorming in de herfst.

Uit de gewichtsmetingen tijdens de meetperiode van januari tot oktober is de gemiddelde watergift per plant, per druppelbeurt berekend:

Op bedrijf 1 van 50 tot 254 gram per pot
Op bedrijf 2 van 56 tot 296 gram per pot

Met op beide bedrijven een uitschieter tot maximaal 720 gram water per dag.

Het aantal druppelbeurten was maximaal 5 beurten op een dag.

In de figuren 3a, b en c is het verloop van het vochtgehalte weergegeven en het totale gewicht van pot plus plant van bedrijf 1 per gemeten periode. De gegevens van bedrijf 2 staan in bijlage 1.

De teelt begint door de groei te stimuleren, door de kas te verwarmen en de watergift op te voeren. Tijdens de eerste periode van 2008 is een periode van enkele weken (de maand februari) het vochtgehalte laag geweest (donkerblauwe lijn). Doel van deze actie was het stimuleren van de bloeiïnductie/knopaanleg voor zover deze nog niet had plaats gevonden en het beperken van de gewasgroei. Het gewicht van de plant plus pot neemt in die periode gestaag toe (roze lijn).

Hierna vindt een periode plaats van een gestaag hoger wordend vochtgehalte. De tak moet strekken en de bloem groeien. Eind maart - begin april is de WETsensor op bedrijf 1 vervangen door een nieuwe sensor en wordt een ander vochtgehalte gemeten. De vervangende sensor meet een ander gehalte. Dit kan komen door de sensor, maar meer aannemelijk is dat plaats van de meting is veranderd.

In de loop van april als de bloemknoppen zichtbaar zijn, wordt het vochtgehalte weer lager aangehouden om de bloem uitgroei te beheersen. In de loop van mei is het vochtgehalte hoger opgelopen. De bedoeling is om het vochtgehalte zo constant mogelijk te laten zijn. Maar zowel het gewicht als het vochtgehalte in de pot is opgelopen terwijl het gewas niet meer groeit. Het substraat kan dan te nat blijven waardoor wortelgroeiproblemen op kunnen treden. Het doel van het beperken van de watergift in deze periode is het beperken van de bloemgrootte om de bloem steviger te maken.

© DLV Plant, april 2009

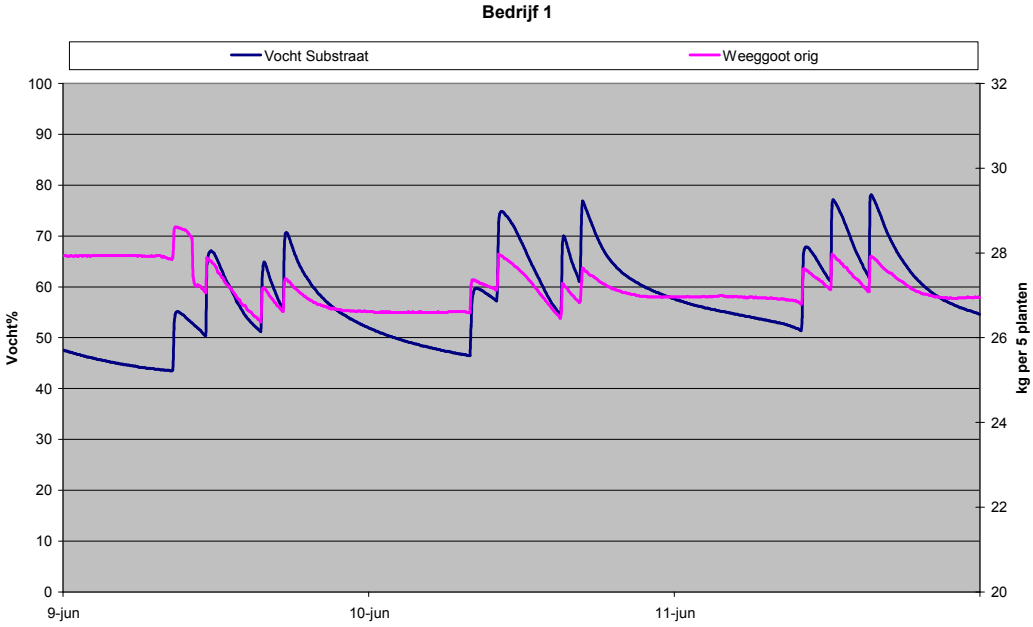
In de loop van mei, begin juni wordt het gewas geoogst en vindt na de oogst een periode plaats van verhoogde watergift om de opgehoopte zouten te verdunnen. Na deze periode wordt er een tijd geen of weinig water gegeven en neemt het gewicht af. Hierna volgt een periode van beperkt watergeven om het uitgroeien van de takken en de knopvorming te stimuleren. De strategie is op beide bedrijven gelijk.

5.2.2 Relatie tussen gewicht en vochtgehalte in de pot

In figuur 3 is de meting van de weeggoot en die van de vochtsensor (WETsensor) weergegeven. De lijnen lopen op korte termijn vaak parallel, maar op langere termijn geven ze een duidelijk ander beeld. In de bijlage is hetzelfde verloop van bedrijf 2 weergegeven.

De weeggootmeting is een combinatie van het gewicht van het gewas en het gewicht van de pot. In de loop van de tijd neemt het gewicht van de plant toe (tot aan de oogst) terwijl het gewicht van de pot wisselend is.

In de figuur hieronder wordt op 9 juni geoogst (het gewicht neemt plotseling af). Het gewicht blijft de dagen erna rond de 27 kg schommelen. Het vochtgehalte neemt in die dagen toe. De afgenomen vraag van de plant (er staat minder gewas) leidt tot een vochtiger substraat. De vochtmeting in het substraat is een betere maat voor het bepalen van de watergift.

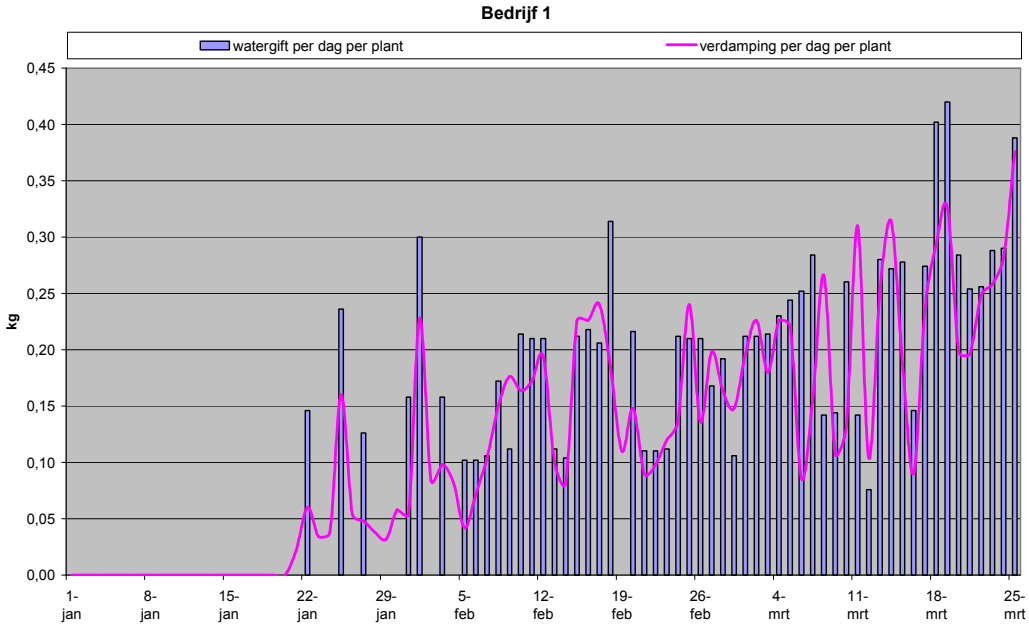


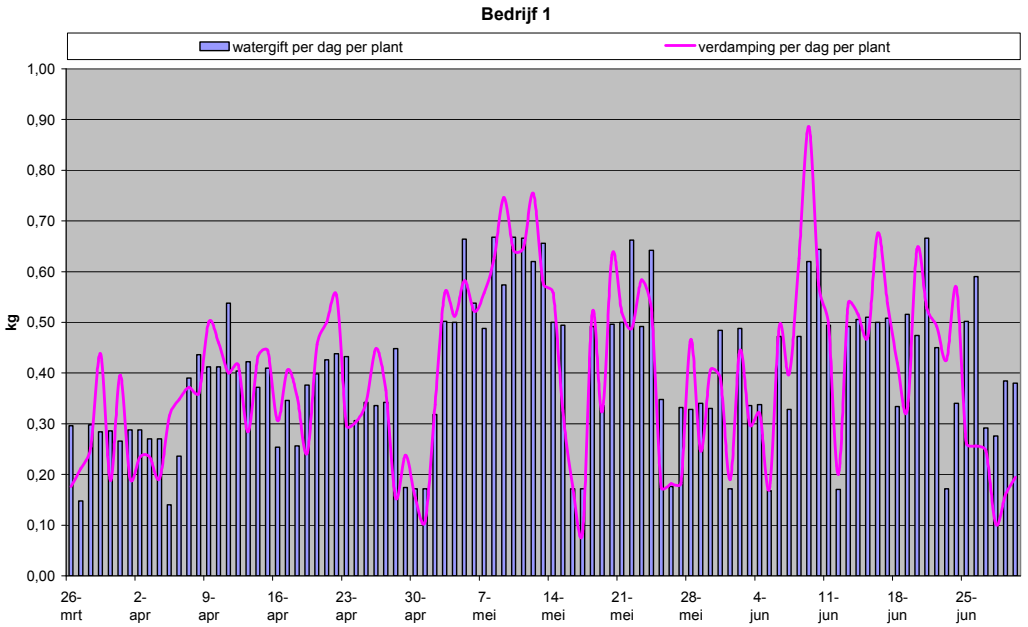
Figuur 3; Verschil vochtmeting en gewicht

© DLV Plant, april 2009

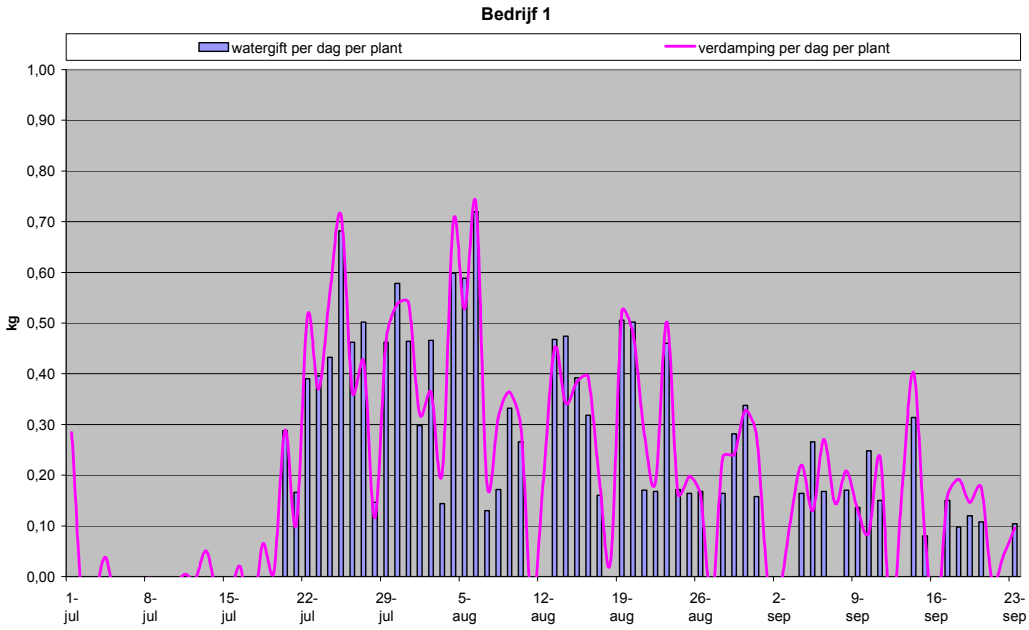
5.2.3 Verloop watergift en verdamping

In onderstaande figuur 4 is de watergift per dag weergegeven. Om te bepalen in hoeverre de watergift voldoende is geweest, is ook het gewichtsverlies (= de verdamping incl. gewasgroei) berekend en weergegeven.





© DLV Plant, april 2009



Figuur 4a, b, c; Verloop watergift (blauwe balk) en de verdamping (roze lijn)

In de maand februari wordt er bewust droger geteeld om de plant niet te weelderig te laten groeien en de knopvorming te stimuleren. Er zijn dagen dat de verdamping groter is dan de watergift (roze lijn groter dan de blauwe balk), vooral begin maart. In maart zijn er behoorlijk pieken in de verdamping. Omdat de watergift dicht in de buurt van de verdamping ligt, zijn dit kritische dagen. Er is kans op verbranding.

Ook in de andere periodes ligt de verdamping dicht in de buurt van de watergift en is er soms ook sprake van een hogere verdamping dan de watergift (roze lijn boven de blauwe balk).

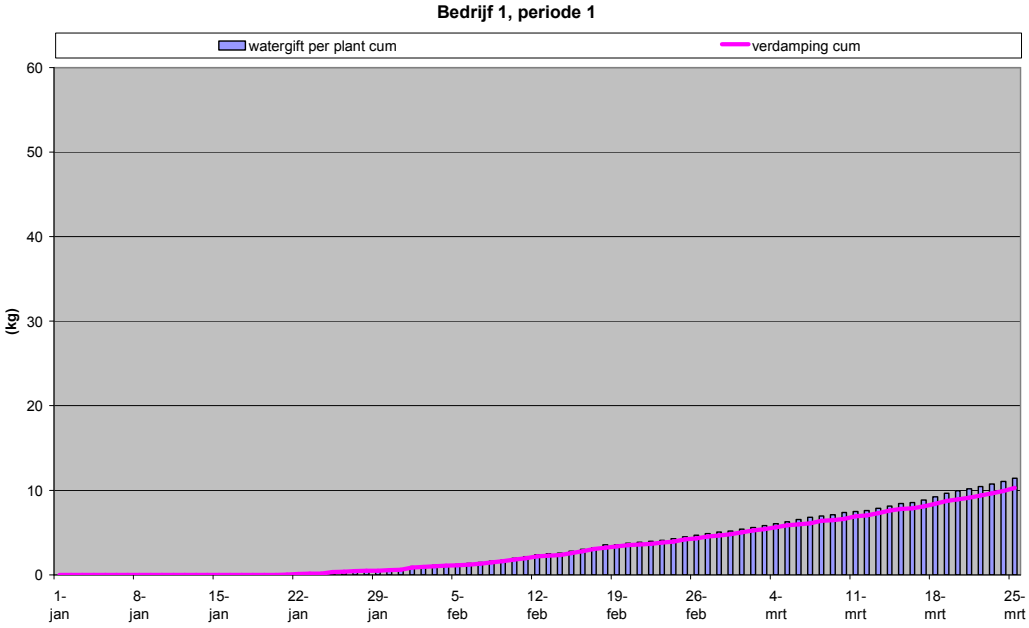
Op bedrijf 2 is het verloop tussen de watergift en de verdamping in overeenstemming met bedrijf 1 (zie bijlage 2).

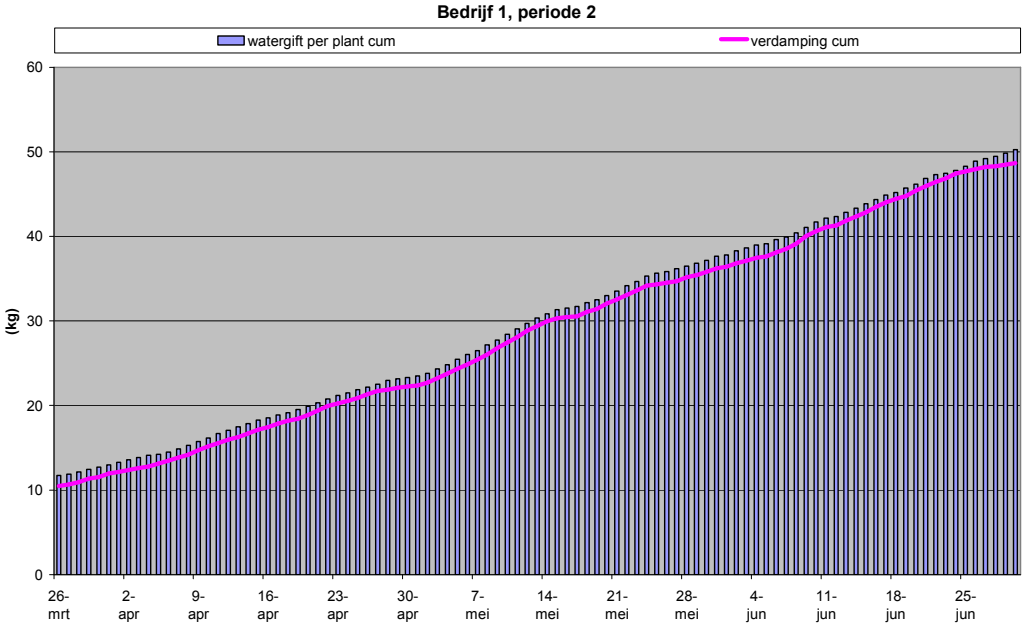
5.2.4 Verloop waterbalans cumulatief

In figuur 4 is het nog onduidelijk of de watergift voldoende is om de verdamping bij te houden. Door de watergift en de verdamping (incl. gewasgroei) cumulatief te bekijken (op te tellen, zie figuur 5) wordt duidelijk dat de watergift over de meetperiode uiteindelijk voldoende was. Dit is ook waar te nemen aan de hand van het vochtgehalte (figuur 3). In de loop van de tweede helft van periode 1 neemt het vochtgehalte weer toe.

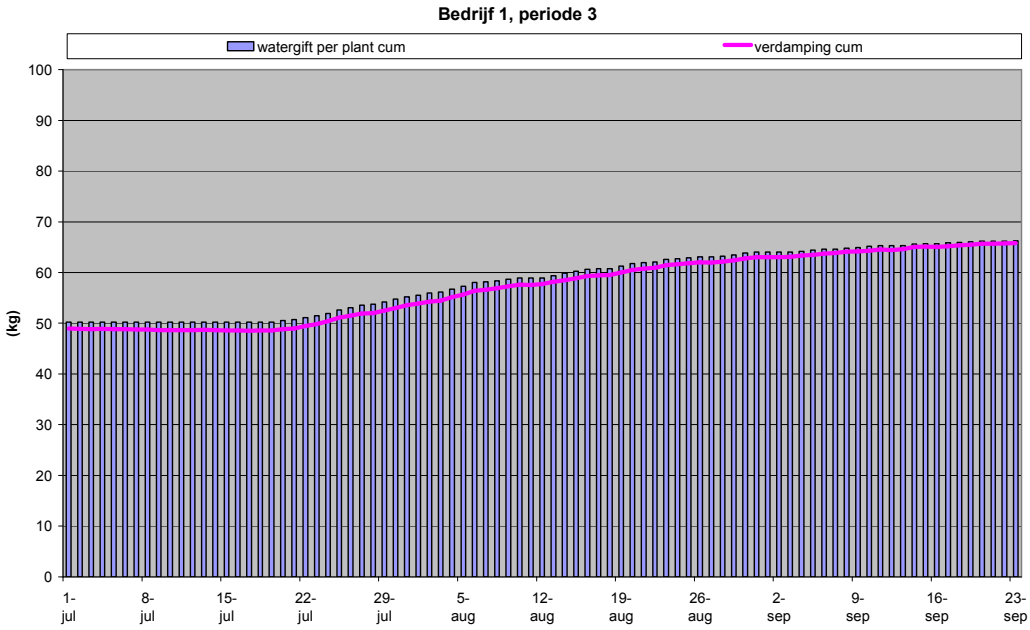
In de tweede periode is de watergift praktisch gelijk aan de verdamping. In de derde periode is de watergift minder dan de verdamping. De pot wordt droger en er wordt ook geoogst.

© DLV Plant, april 2009





© DLV Plant, april 2009



Figuur 5a, b, c; De watergift en verdamping opgeteld

Correctie voor de waterbalans

In de waterbalans is niet de oogst verrekend van de takken. Gemiddeld is in deze teelt 1594 gram aan bloemtakken per plant geoogst. Met 17 takken komt dit op ongeveer 94 gram per tak.

Het gewicht wat uiteindelijk is afgevoerd door te oogsten, zit dicht op het verschil tussen het berekende waterverlies uitgedrukt als watergift minus verdamping. Omdat er geen sprake is van drain, betekent dit dat de waterbalans een heel precaire balans is.

Tabel 2; Afvoer van gewicht per plant

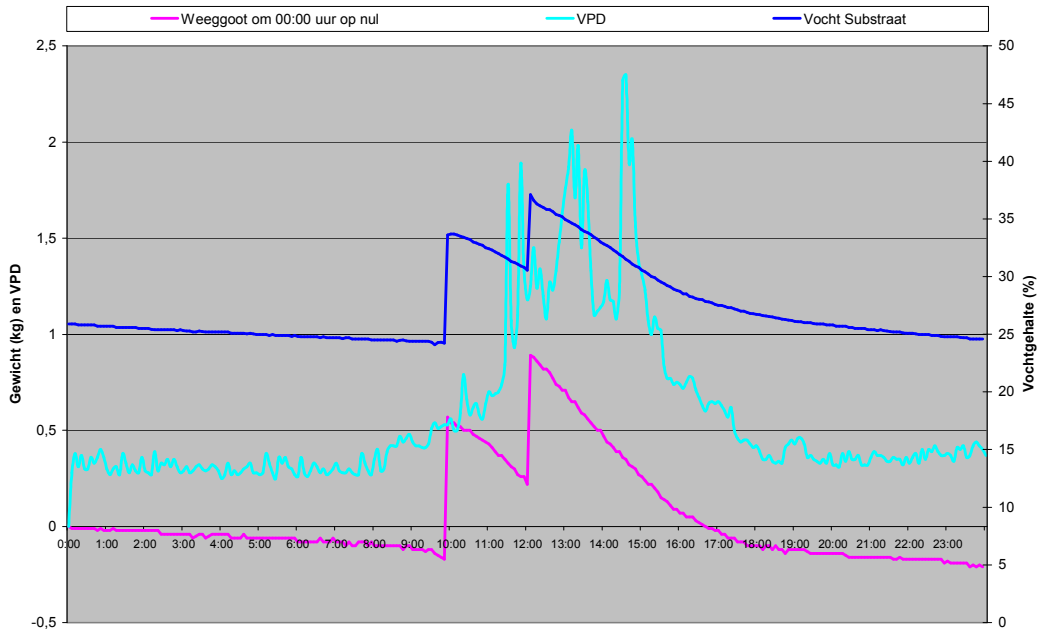
wknr	datum	oogst per plant (gram)	
17	21-apr	60	
17	22-apr	102	
17	22-apr	86	
18	3-mei	56	
19	9-mei	140	
20	12-mei	112	
20	12-mei	66	
21	23-mei	56	
23	5-jun	52	
24	9-jun	218	
25	16-jun	136	
26	23-jun	90	
26	24-jun	270	
26	27-jun	150	
	totaal		1594

© DLV Plant, april 2009

5.2.5 Verloop waterbalans op één dag

In figuur 6 is het verloop weergegeven over één dag van het vochtgehalte in de pot (donkerblauwe lijn) en het gewicht van pot plus plant (roze lijn). Tevens is in de figuur de VPD vermeld (licht blauwe lijn). De VPD (Vapor Pressure Deficit of Dampdrukverschil) is een drukmeting op basis van luchtvochtigheid, planttemperatuur en kasluchttemperatuur. De drijvende kracht voor de verdamping is de VPD. Hoe hoger deze is hoe groter de verdampingsruimte.

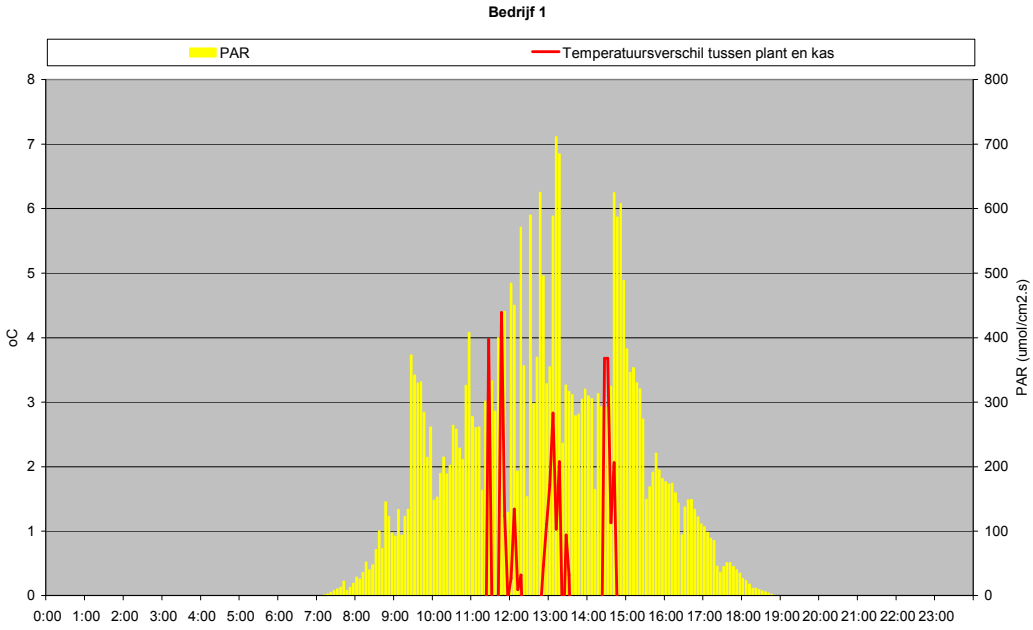
In figuur 7 is de instraling en het verschil in kas- en planttemperatuur van die dag weergegeven. Er is op deze dag 2 maal water gegeven. Het gewicht van de pot plus plant kan afnemen, maar dit niet hoeft te betekenen dat het vochtgehalte in de pot ook sterk daalt. Op deze dag is de verdamping groter dan de watergift.



Figuur 6; Bedrijf 1, Verloop op 14 maart 2008 van de VPD, vochtgehalte in de pot en het gewicht.

In dit voorbeeld blijft het vochtgehalte na de laatste watergift redelijk gelijk met de voorgaande nacht, maar neemt het gewicht af. De plant plus pot raakt meer gewicht kwijt. In een dergelijk geval wordt bovengronds meer water verdampt dan aangevoerd via de wortels. De reden voor deze verdamping is waarschijnlijk de verhoogde VPD (lichtblauwe lijn in figuur 6). De VPD is hoger geworden na de laatste watergift door de opwarming van het blad door instraling (rode lijn in figuur 7).

© DLV Plant, april 2009



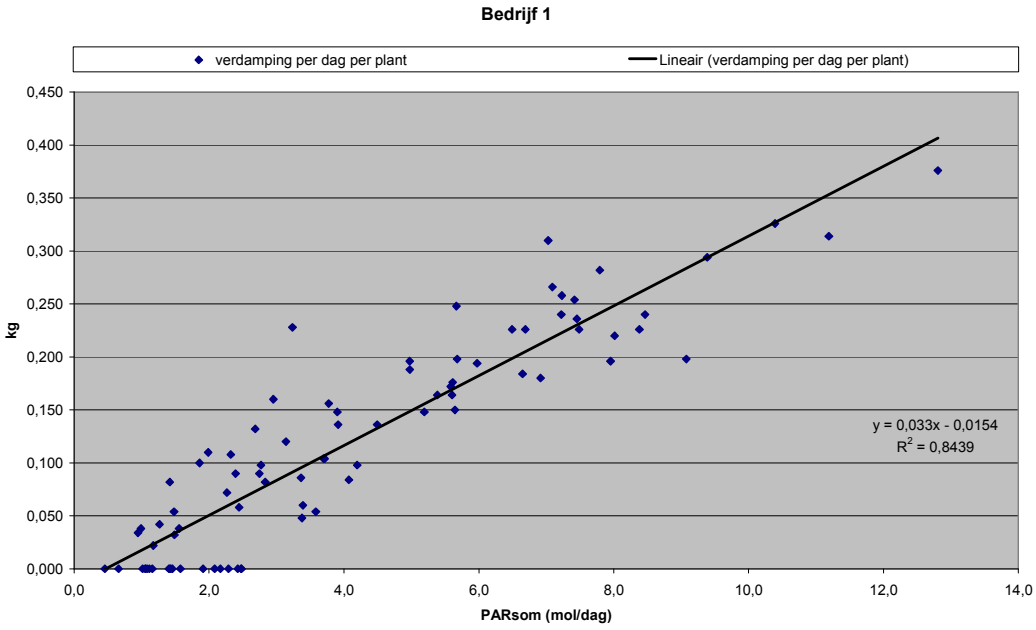
Figuur 7; Verloop van de instraling in de kas (PAR) en het temperatuursverschil tussen plant en kaslucht (dT).

In de namiddag verliest de plant, door de extra opwarming nog water wat blijkbaar onvoldoende vanuit de wortels wordt aangevoerd. Het vochtgehalte in de pot neemt niet sterk af. De pot plus plant wordt wel lichter van gewicht. Op een dergelijk moment moet er geschermd worden om deze opwarming tegen te gaan. Het bedrijf heeft op dat moment nog geen scherm.

5.2.6 Relatie verdamping en instraling

De relatie tussen de instraling en de verdamping kan sterk zijn in de periode, dat er nog weinig geschermd of gekrijt wordt. In de eerste weken van het jaar is, afhankelijk of er voldoende gewas is, een sterke relatie tussen de PAR som en de verdamping per dag. Het gewas is in week 2 opgestookt en 4 weken later in week 6 begint de relatie tussen de verdamping en de instraling sterker geworden.

© DLV Plant, april 2009



Figuur 8; relatie PAR som en verdamping

In bovenstaande figuur is de relatie weergegeven tussen de PAR som (uitgedrukt in mol per dag en in de kas gemeten) en de verdamping per dag. De in de figuur vermelde formule geeft aan dat bij een PAR som van 3,2 mol per m^2, de verdamping ongeveer 0,0902 kg (= 90 gram) water per plant kan zijn. In de grafiek staat bij 3,2 ook een punt waarbij de verdamping meer dan het dubbele is (0,228 kg = 228 gram). De relatie tussen de PARsom en de verdamping lijkt sterk, maar is, gezien de uitschieters voor deze teelt niet een betrouwbaar middel om de verdamping op voorhand mee in te schatten. Soms is namelijk één waterbeurt al te veel of te weinig.

5.2.7 Verloop stengeldikte

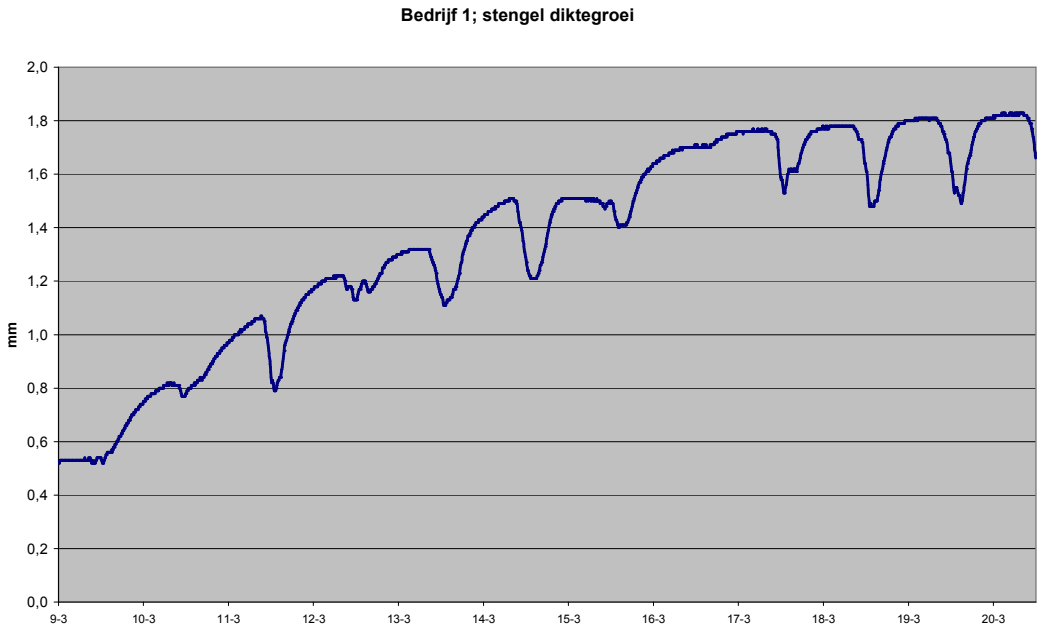
Op de meetset van bedrijf 1 zit ook een stengeldikte meter. Met deze meting wordt een indruk gekregen van de relatie tussen wateraanvoer door de wortels en de waterafvoer door het blad boven het meetpunt. Op foto 3 zit de stengeldiktemeter onder de bloem, om aan het eind van de teelt nog een effect te zien van de bloem op de waterdruk. Normaliter zit de stengeldiktemeter onder het verdampende blad.

© DLV Plant, april 2009



Foto 7; Stengeldikte meter (rood)

Wanneer de dikte afneemt en de stengel dunner wordt, wordt verondersteld dat er een toename is van de verdamping en daarmee een toenemende waterstroom. Er treedt een soort vacuüm in de stengel op. Wanneer de stengel dikker wordt, neemt deze waterstroom af, of stagneert. Aan het eind van de dag is meestal de stengel dikker geworden. Maar het komt ook voor dat de stengel dunner is aan het eind van de dag. De tak heeft dan water verloren.



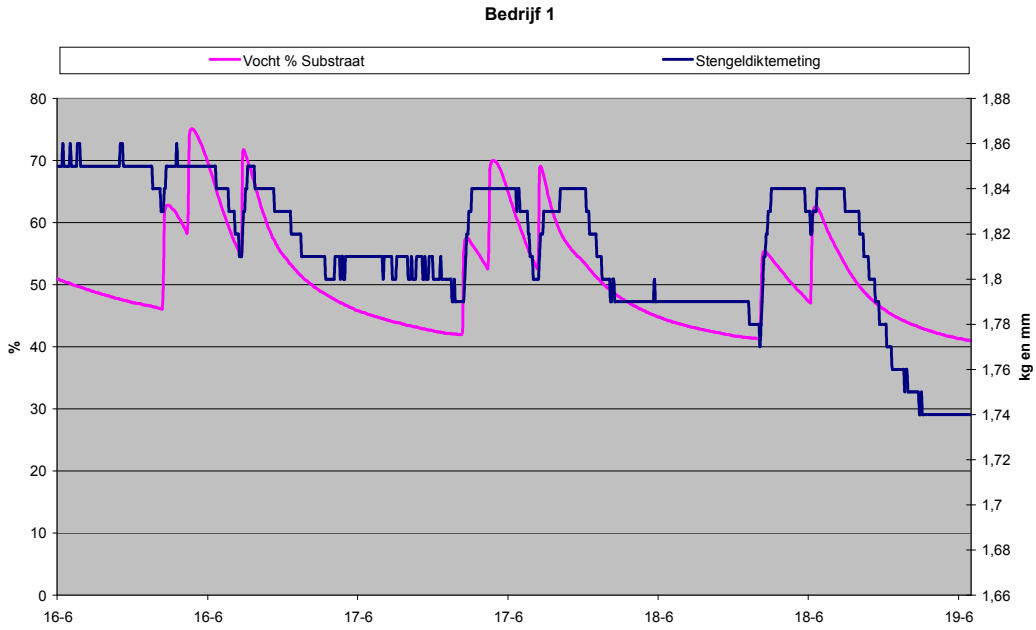
Figuur 9: Verloop stengeldikte

© DLV Plant, april 2009

De diktemeter moet regelmatig worden verzet omdat de stengeldiktegroei in de loop van de tijd afneemt. De stengel wordt op een gegeven ogenblik niet veel dikker meer. Door de meter regelmatig te verzetten worden andere waarden gemeten.

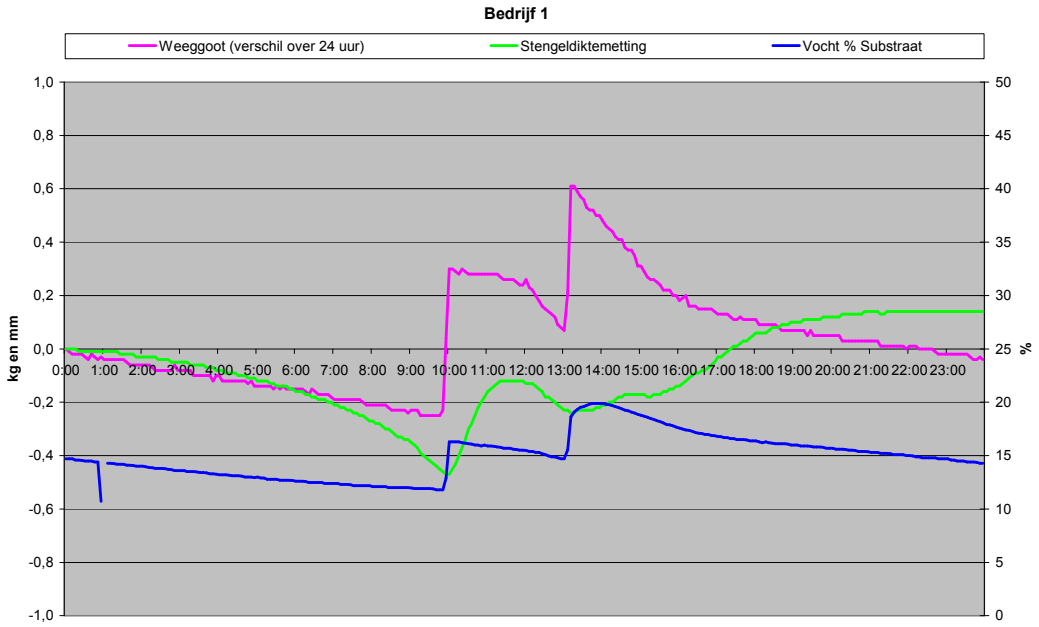
Over één tot maximaal twee weken is de stengeldikte meter op dezelfde plaats op de stengel te gebruiken. Dit lijkt beperkt, maar de meerwaarde van een stengeldikte meter zit in de korte termijn. In grafiek 9 is het dagelijkse patroon te herkennen van het dunner en dikker worden van de stengel. De dagelijkse waterbalans van een stengel en blad is hiermee goed te monitoren.

Dat ook de bloem mee doet in de waterbalans illustreert figuur 10. De diktemeting onder de bloem (blauwe lijn) laat ook een reactie zien wanneer boven de diktesensor alleen nog een bloem zit. Dit betekent dat de bloem zelfs in een doorgekleurd stadium wel degelijk nog te maken heeft met de waterdruk die opgebouwd wordt vanuit wortel en stengel.



Figuur 10; Stengeldiktemeting onder de bloem

© DLV Plant, april 2009



Figuur 11; Verloop van de stengeldikte (groene lijn) over één dag (16-02).

De stengeldikte reageert snel op de watergift. Dit is te zien door toename gewicht en vochtgehalte in de pot (resp. roze en blauwe lijn) in figuur 11. Er is 2 maal watergegeven op die dag. De stengel is aan het eind van de dag dikker geworden (groene lijn). Het vochtgehalte in de pot (blauwe lijn) en het potgewicht (roze lijn) zijn aan het eind van de dag is praktisch gelijk met 24 uur daarvoor.

De reactie van de stengeldikte meter is meestal niet zo snel. Dat de meter hier sterk reageert, heeft zeer waarschijnlijk te maken met het lage vochtgehalte van de pot. De WETsensor meet hier waarden tussen de 15 en 20%. Dit zijn erg lage waarden. Blijkbaar staat de plant in deze fase dusdanig op “spanning” en tegen uitdrogen aan, dat het water van de watergift gelijk wordt opgenomen.

© DLV Plant, april 2009

5.3 Watergift en waterverbruik

Op beide bedrijven is het watergebruik berekend uit de weegschaal metingen. De planten krijgen op beide bedrijven vrijwel evenveel water als ze verdampen.

Tabel 3; Watergebruik in kg per plant. Gemiddelde van een periode (cum = cumulatief).

	Bedrijf 1		**Bedrijf 2**	
Periode	Watergift (cum)	Verdamping (cum)	Watergift (cum)	Verdamping (cum)
1; wk 01 t/m wk 13	11,4 (11,4)	10,3 (10,3)	15,8 (15,8)	15,5 (15,5)
2; wk 13 t/m wk 27	38,9 (50,2)	38,4 (48,7)	32,4 (48,2)	33,4 (48,9)
3; wk 27 t/m wk 40	16,3 (66,5)	17,4 (66,1)	25,3 (73,5)	25,2 (74,2)
4; wk 40 t/m wk 52	-	-	9,1 (82,6)	8,0 (82,2)
totaal	66,5	66,1	82,6	82,2

Als we het watergebruik in periode 4 van bedrijf 1 extrapoleren in verhouding met bedrijf 2, dan is het watergebruik per plant over beide bedrijven: 72 – 83 kg op jaar basis. Als we uitgaan van 2 planten per m^2, dan is het watergebruik per ha per jaar 1440 – 1660 m^3.

5.4 Extra metingen

5.4.1 Watergehalte van een bloemtak

Om een indruk te krijgen van de vochtstatus van een tak is een steekproef gedaan op de twee bedrijven met volgroeide bloemtakken in “doorgekleurd” stadium.

Tabel 4; Steekproef van het takgewicht

		vers		**slap**		**verschil**
Bedrijf 1	tak totaal	125,2		112,6		12,6
Bedrijf 2	blad+stengel	49,1	40%	44,3	40%	
	bloem	74,9	60%	67,2	60%	
	tak totaal	124		111,5		12,5

Door een tak te oogsten en deze in verse toestand te wegen en vervolgens slap te laten gaan wordt een idee gekregen van het waterverlies. Bij deze kleine steekproef blijkt dat het verschil tussen op spanning staan en slap ruim 12 gram water is. Als we er van uitgaan dat er gemiddeld 10 takken of meer op een plant staan, betekent dit dat het verschil tussen op spanning staan en slap ongeveer 120 gram water of meer is per pot. Deze hoeveelheid water komt in de buurt van één à twee druppelbeurten. Of anders gezegd, het verschil tussen slap gaan en op spanning staan van een plant is één à twee druppelbeurten.

Tevens blijkt uit deze meting dat de bloem een aanzienlijke bijdrage heeft (60%) in het aandeel water van een bloemtak. Het is niet verwonderlijk dat wordt getracht de bloemdiameter te beïnvloeden met het sturen van de watergift.

© DLV Plant, april 2009

5.4.2 Watergehalte in een pot

Op bedrijf 2 is tijdens de teelt een set van 5 vochtsensoren van de firma Decagon geplaatst. Al de 5 sensoren zijn geplaatst in één pot. De bedoeling was het gedrag van het water op diverse plaatsen in een pot te volgen. In de loop van de meetperiode wordt droger geteeld omdat het gewas bijna geheel geoogst is en daarna kort teruggeknipt is.

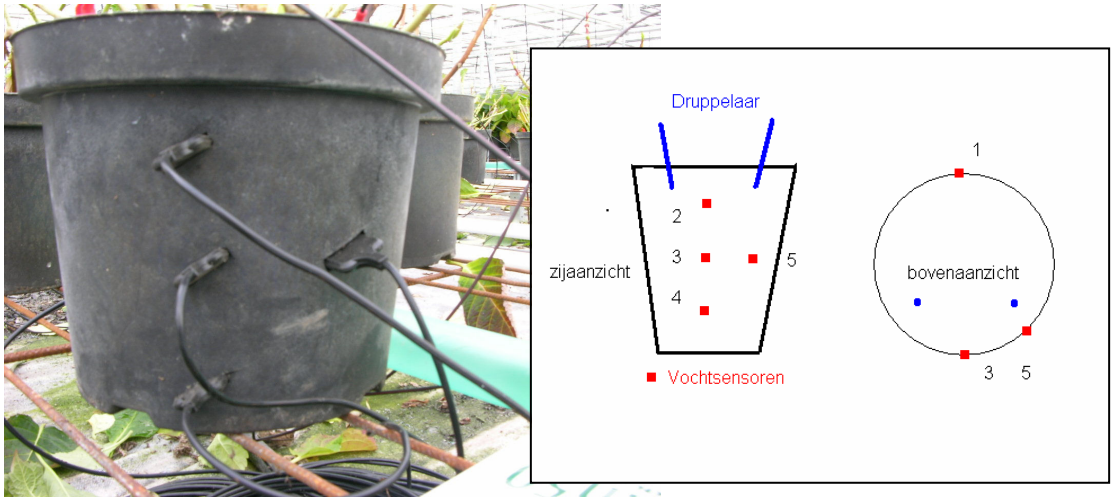
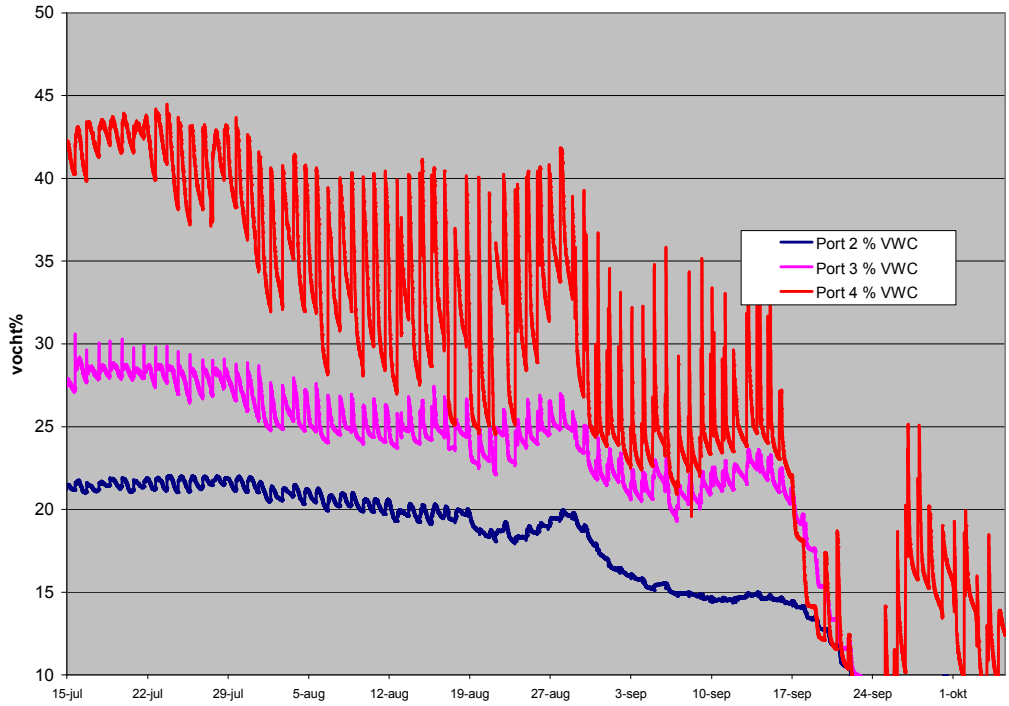


Foto 8; Vochtsensoren in een pot

Er staan twee druppelaars op de pot (blauw in de figuur). Deze druppelaars staan (van boven bekeken) iets uit het midden. Één sensor is recht onder een druppelaar geplaatst (nr. 5). Drie sensoren zijn in een rechte lijn onder elkaar geplaatst tussen de twee druppelaars (nr. 2, 3 en 4). Één sensor (nr. 1) is geplaatst op dezelfde hoogte als de middelste sensor (nr. 3) maar dan er recht tegenover.

In onderstaande figuur worden de sensoren 2, 3 en 4 met elkaar vergeleken. Deze staan onder elkaar in de pot. De onderste sensor, nr. 4, meet het meest dynamische vochtgehalte. De bovenste sensor, nr.2, geeft het rustigste beeld. De middelste sensor, nr. 3, zit er keurig tussenin.

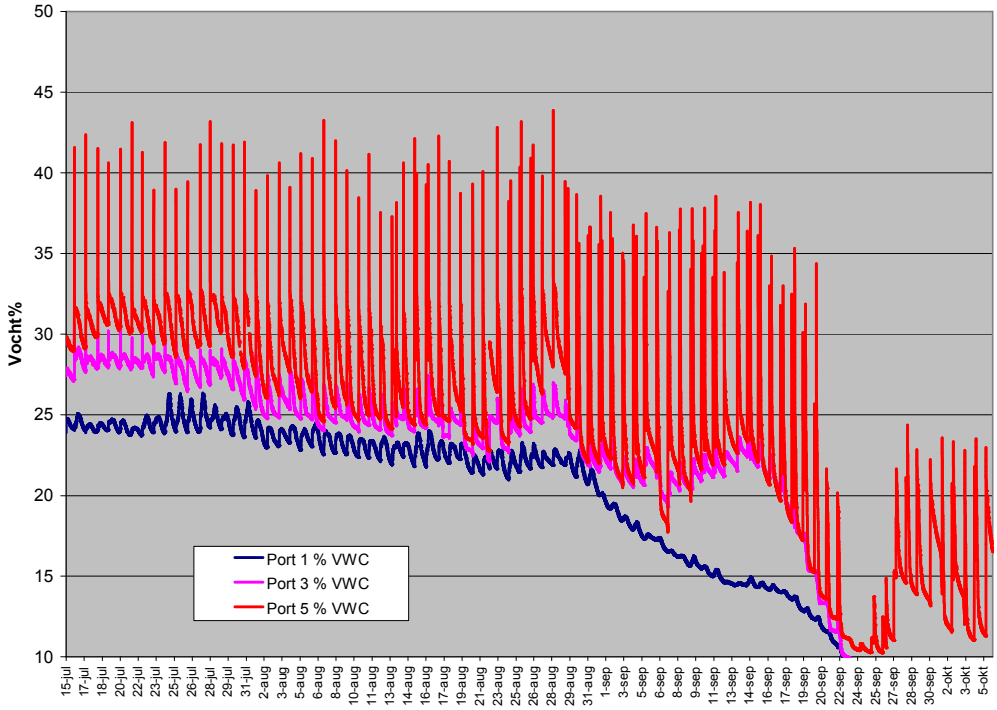
© DLV Plant, april 2009



Figuur 12; Verloop van het vochtgehalte - verticaal

Door de 3 sensoren te vergelijken die op éénzelfde hoogte zijn geplaatst krijgen we ook een dergelijk beeld. In onderstaande figuur worden de sensoren nr. 1, 3 en 5 met elkaar vergeleken.

© DLV Plant, april 2009



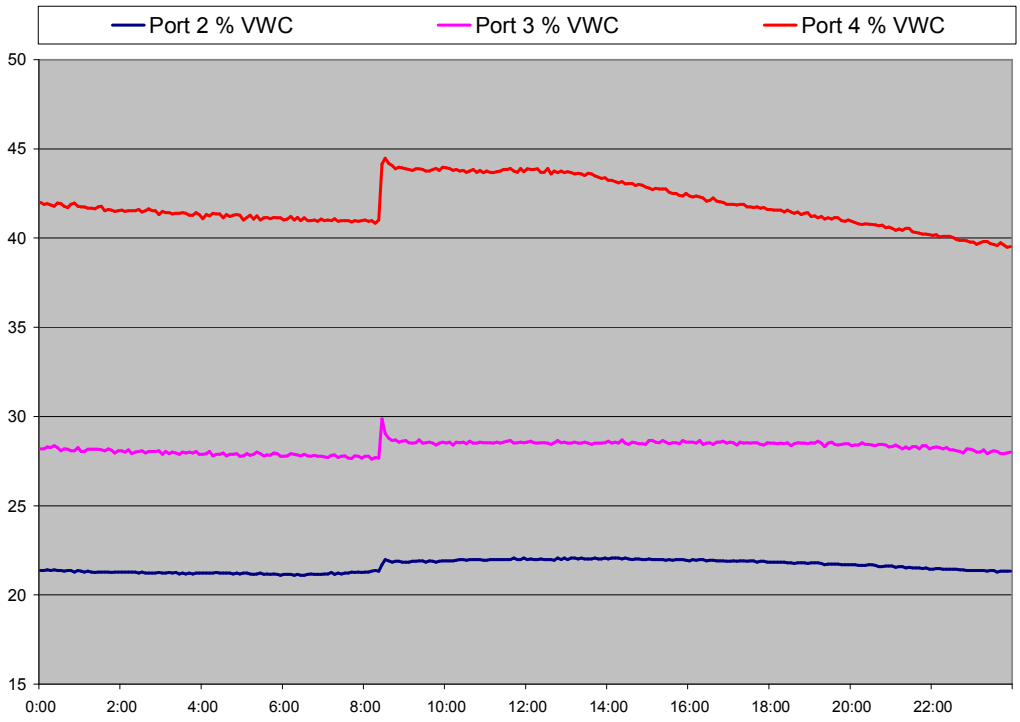
Figuur 13; Verloop van het vochtgehalte - horizontaal

Hier geeft sensor nr. 5 het meest dynamische beeld. Het is de sensor die onder een druppelaar is geplaatst. Sensor nr. 1 die het meest ver van de druppelpunten af ligt, geeft een rustig beeld. Sensor nr. 3 zit er keurig tussenin.

Verloop op een dag

De plaats van de sensor is bepalend in hoeverre deze kan worden gebruikt om de watergift te automatiseren. In onderstaande figuren wordt geïllustreerd hoe het water zich kan gedragen na een watergift.

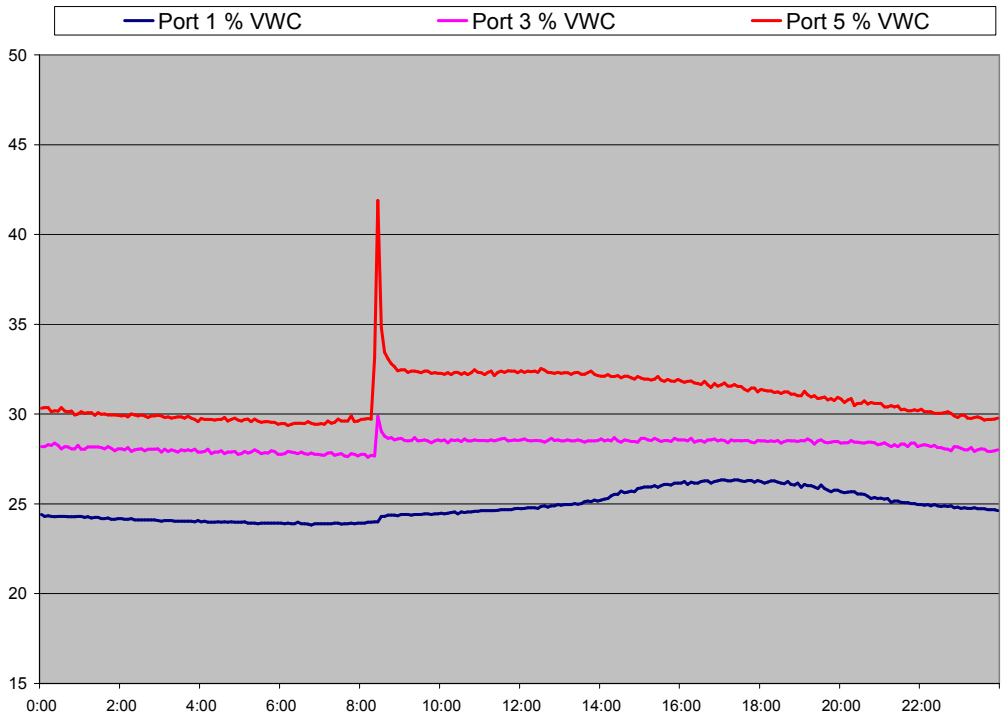
© DLV Plant, april 2009



Figuur 14; Verloop op een dag van het vochtgehalte-verticaal

De watergift heeft meteen invloed op het vochtgehalte onderin de pot (4). De lijn piekt sterk. De hoogste sensor (2) reageert een fractie later, maar meet geen sterke verhoging van het vochtgehalte. Er zit echter een kleine bolling in de lijn na de druppelbeurt. Er wordt later nog iets vocht aangevoerd naar boven. De middelste sensor (3) reageert rustig, en ook hier is sprake van herbevochtiging later op de dag, door capillaire werking.

© DLV Plant, april 2009



Figuur 15; Verloop op een dag van het vochtgehalte - horizontaal

Horizontaal liggen de vochtgehaltes dichter bij elkaar dan verticaal. Ook hier een na-ijl effect bij de sensor (nr. 1) die het meest ver van de druppelaar af ligt. Sensor nr.3 geeft een rustig beeld. Op grond van deze metingen kan verondersteld worden dat de plaats van de sensor niet rechtstreeks onder de druppelaar moet zijn, maar iets uit het “lood”. De sensor kan verticaal halverwege de pot worden geplaatst voor een goed gemiddeld beeld van de vochtigheid in het substraat.

Op de beide testbedrijven zijn de vochtgehaltemeters van boven naar beneden in het substraat gestoken. De WETsensor met pennen van ongeveer 6 cm meten op bedrijf 1 vooral in de bovenste teeltlaag. De Tensiometer van bedrijf 2 meet dieper, halverwege de pot. Beide sensoren staan naast de druppelaar.

Met de wetenschap van bovenstaande aparte meetsessie, moeten sensoren halverwege de pot worden gestoken.

© DLV Plant, april 2009

6 Discussie

Het op het bedrijf 1 en 2 gevoerde watergeef beleid is goed te monitoren met een weegschaal onder de potten en een vochtsensor in het substraat. Maar is er een voorkeur voor de één of de ander of zijn ze allebei noodzakelijk?

De weegschaal

- De weegschaal is een goed instrument gebleken om de dagelijkse waterbalans te bepalen. Met behulp van de weegschaal kan de echte watergift per plant of oppervlakte worden berekend. Op de waterdoseerunits wordt gewerkt met litertellers die ook een redelijke nauwkeurigheid hebben, maar een weging is het meest nauwkeurig voor het bepalen van de werkelijk gerealiseerde hoeveelheid water in situaties waarbij er geen drainwater is.
- Als de watergift bekend is, dan kan aan de hand van het gewichtsverschil over 24 uur de mate van vochtopbouw of vochtverlies worden berekend. Het gewichtsverlies kan op deze manier worden vergeleken met de watergift. Als dit grafisch wordt weergegeven, kan à la minuut de strategie voor het watergeven worden beoordeeld. Daarbij moet rekening gehouden worden dat in het gewicht ook de groei van het gewas zit verwerkt.
- De meting met een weegschaal is gevoelig voor druk. Als de druk toeneemt omdat het gewas tegen het gaas groeit, verstoord dit de interpretatie van de meting. Als er takken worden geoogst idem.

De vochtsensor

- Een vochtmeting in het substraat kan het bovenstaande grotendeels vervangen omdat het een directe meting betreft in het substraat waar de wortels van de plant zich bevinden.
- Ongeacht de groei van de plant wordt direct een indruk verkregen van de beschikbaarheid van water voor de plant. Het natter of droger worden van het medium wordt gelijk gesignaleerd. Een watergeefstrategie is goed te monitoren.
- De plaats van de sensor kan het beste:
    - aan de zijkant van de pot (niet van bovenin),
    - halverwege de hoogte van de pot en
    - tussen de druppelaars of net uit het lood als er één druppelaar is. In ieder geval niet onder een druppelaar. Hoe droger de manier van telen, hoe dichter onder een druppelaar.
- De elektronische sensor heeft een nadeel. Het betreft één meetpunt in één pot. In deze test heeft de electronische vochtsensor een goede weergave gegeven van het vochtgehalte en lijkt het geen bezwaar dat het slechts één meetpunt betreft.
- De sensoren van Decagon (type ECH2O-TE) hebben in de test een goede weergave gegeven van het verloop van vochtgehalte en zijn daarom bruikbaar voor de praktijk. In hoeverre de meting ook het werkelijke vochtpercentage aangeeft is niet bepaald.
- De tensiometing is als meetprincipe goed bruikbaar, maar de sensor is gevoelig voor aanraking en kan door nalatig onderhoud slecht gaan meten. Het is voor de sturing van de watergift in een relatief droog medium niet aan te bevelen.

© DLV Plant, april 2009

- De vochtsensoren dienen een betrouwbare uitslag te geven op het moment dat er ook op geregeld gaat worden. Op sommige momenten geven de sensoren een iets hogere waarde aan (ogenschijnlijk natter) terwijl er geen sprake is van een watergift.

Ontwikkelingsstadium

- In deze test zijn twee praktijkbedrijven gevolgd met hun watergeefstrategie. De strategie die de bedrijven voor ogen hadden is deels gerealiseerd. Droger of natter op de gewenste momenten. De in de inleiding weergegeven fasen van de plant zijn geprobeerd na te streven. Deze zijn nog eens in onderstaande tabel weergegeven. In hoeverre dit ook het gewenste effect heeft gegeven, is niet duidelijk omdat er bij deze monitoring geen watergeef strategieën zijn vergeleken. Het watergeven, geleid door de metingen en grafieken is steeds handwerk geweest.

Noodzaak of luxe?

- Uit de waterbalans is gebleken dat de watergift heel dicht op de verdamping zit. Er wordt een niet noemenswaardige hoeveelheid drainwater gerealiseerd. Omdat de watergift dicht op de verdamping zit, is een afwijking (te droog of te nat) snel (wel of niet bewust) gerealiseerd. Er zijn stengeldikte metingen waarbij de stengeldikte heel snel op een watergift reageert. Dit wil zeggen dat de watergift op dat moment heel bepalend is hoe de plant gaat reageren op de omstandigheden. In deze omstandigheden is bladverbranding mogelijk, wat ook is opgetreden.
- Omdat de teelt van snijhortensia op substraat en gebaseerd op veen- en of kokosproducten, plaats vindt en met deze mediums nauwelijks drainwater wordt gerealiseerd zoals op steenwol of perlite, is een goede monitoring en sturing van de watergift bittere noodzaak. Het is daarom geen luxe om te beschikken over vochtsensoren die het vochtgehalte monitoren en eventueel corrigeren. Door in te spelen op de actuele vochttoestand van het medium kan een constanter vochtgehalte worden gerealiseerd en kan er ook actiever worden ingespeeld op de gewenste waterbehoefte per ontwikkelingsstadium van de plant.
- In hoeverre het mogelijk is om heel nauwkeurig te sturen met vochtsensoren moet worden getest. In de vele grafieken wordt duidelijk dat een bepaalde setpoint om op te regelen niet de gehele dag kan worden aangehouden. De setpoint moet met randvoorwaarden worden aangekleed.
- Een bijkomend voordeel van de watergeefstrategie waarbij nauwelijks drainwater wordt gerealiseerd is dat het watergebruik en mineralengebruik minimaal is.

© DLV Plant, april 2009

7 Conclusie

Bij het watergeven van de snijhortensia op een organisch substraat is er nauwelijks sprake van drainwater. Bij het bepalen van de waterbalans wordt het duidelijk dat het verschil tussen watergift en waterverlies heel klein is. De plant kan heel snel reageren op een watergift. Dit betekent dat met het watergeven de groei en ontwikkeling van de plant is te “sturen”. In onderstaand tabel wordt dat nog eens kort weegegeven.

Tabel 5; schematische weergave van de waterbehoefte per fase

	Watergift
Vegetatieve groei	**+**
Bloei-inductie	**-**
Bloem aanleg voorjaar	**+**
Bloem aanleg najaar	**-**
Bloem uitgroei	**+**
In rust gaan	**-**
Rustfase	**-**
Trek	**+**
Bloemkwaliteit (stevig)	**-**
Bladoppervlak (klein)	**-**

+ = voldoende watergeven

- = beperkt watergeven

Een vochtsensor in een pot kan een goed beeld kan geven van de vochtsituatie in deze pot. Hiermee is een watergeef strategie op te baseren en te regelen. De sensoren dienen nog wel getest te worden op hun betrouwbaarheid om de watergift exact hierop te regelen.

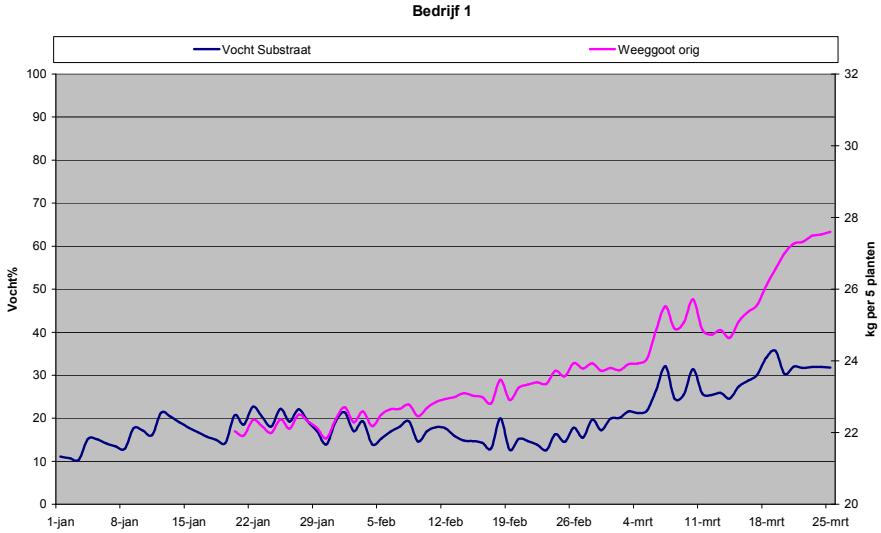
De weegschaal heeft een goede functie om de waterbalans mee te bepalen. Door de watergift en het gewichtsverschil te registreren wordt een goed beeld gekregen van de dagelijkse waterbalans over het meer of minder verdampen van het gewas en de pot. Omdat de groei van het gewas in de gewichtsmeting is opgenomen, is de weging geen ultieme maat voor de verdamping. Voor het meten en regelen van de watergift, bij een teelt waarbij niet wordt gedraineerd en waarbij het gewas ook niet continue is te wegen, is een weegschaal niet noodzakelijk en niet aan te bevelen.

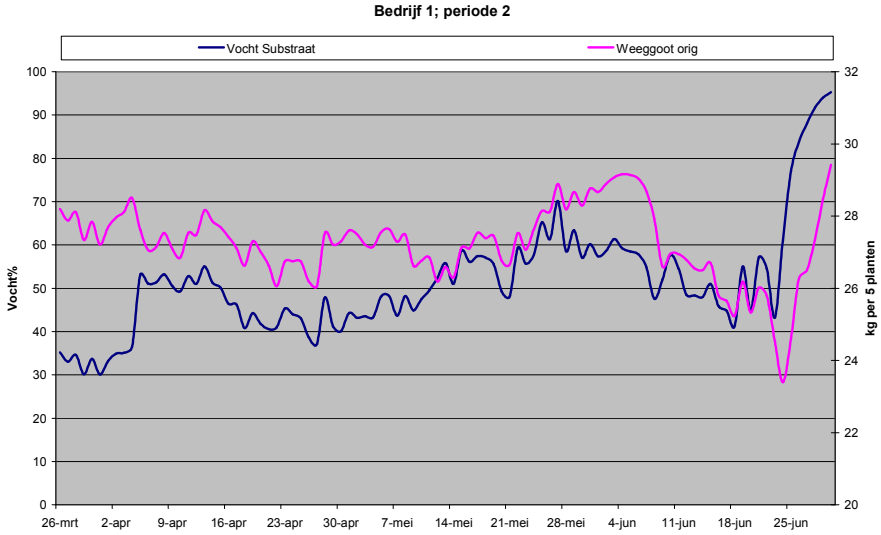
Voor het bepalen van een waterbalans (de verhouding tussen watergift en waterverdamping) op korte en op lange termijn is de inzet van een electronische weegschaal geschikt. Er zal door de leveranciers aangepaste berekeningen moeten komen op het voor de gebruiker inzichtelijk te maken.

Hoewel het erop lijkt dat met één meetpunt in de pot kan worden volstaan blijft, op het moment dat de watergift automatisch geregeld wordt met deze ene sensor, een controle met meerdere meetpunten noodzakelijk.

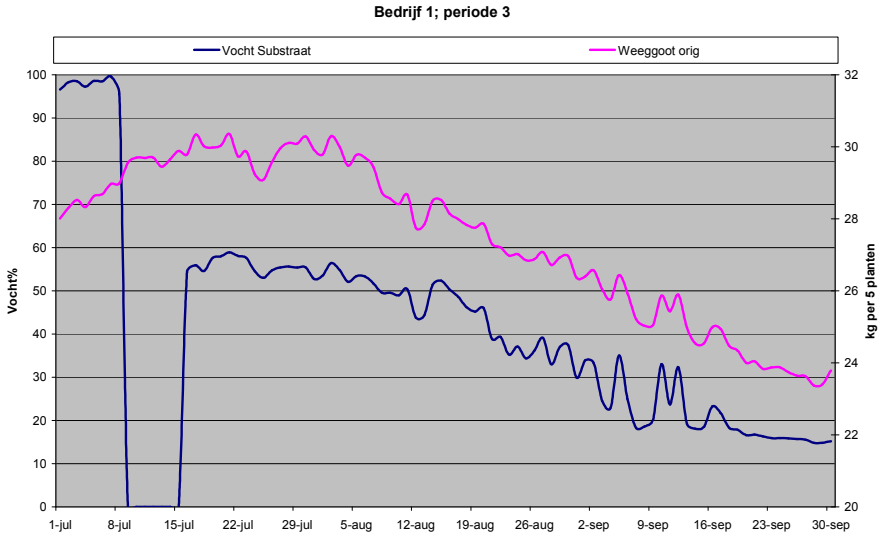
© DLV Plant, april 2009

Bijlage 1. Verloop gewicht en tensiometing bedrijf 1





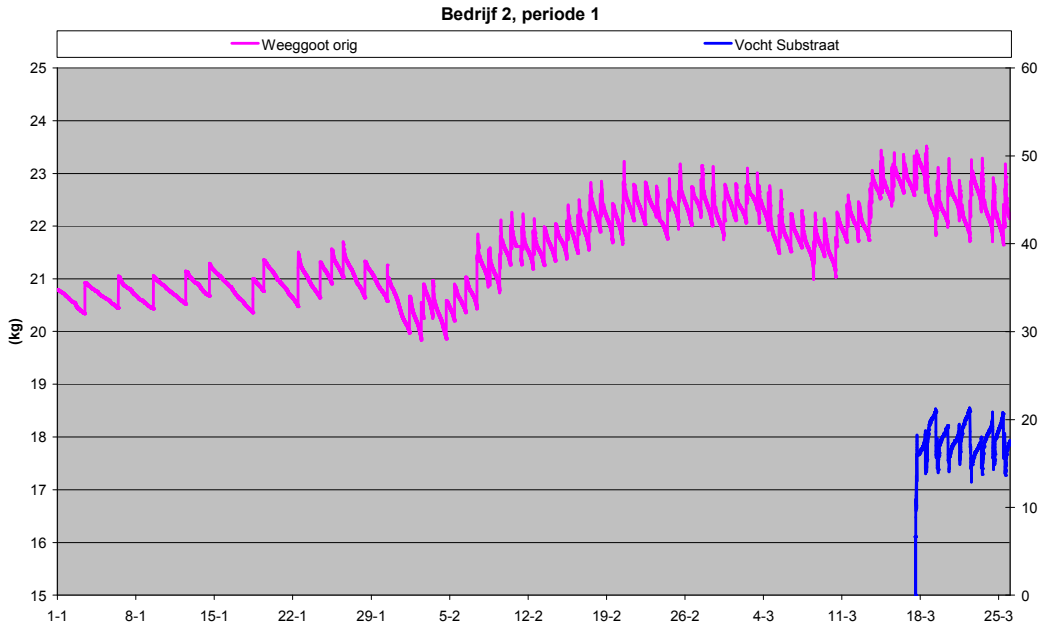
© DLV Plant, april 2009

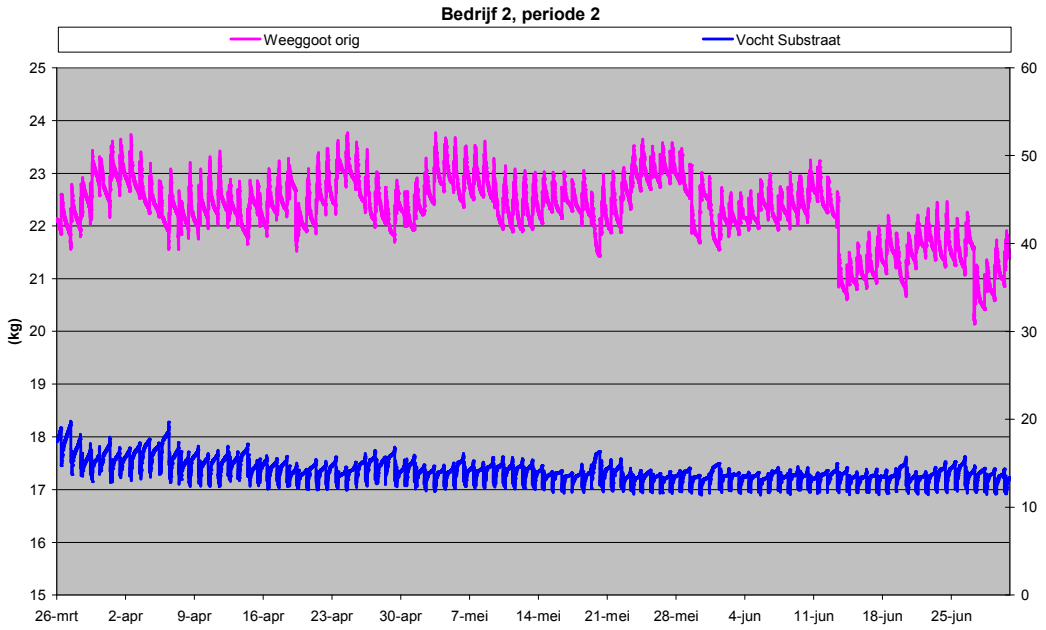


© DLV Plant, april 2009

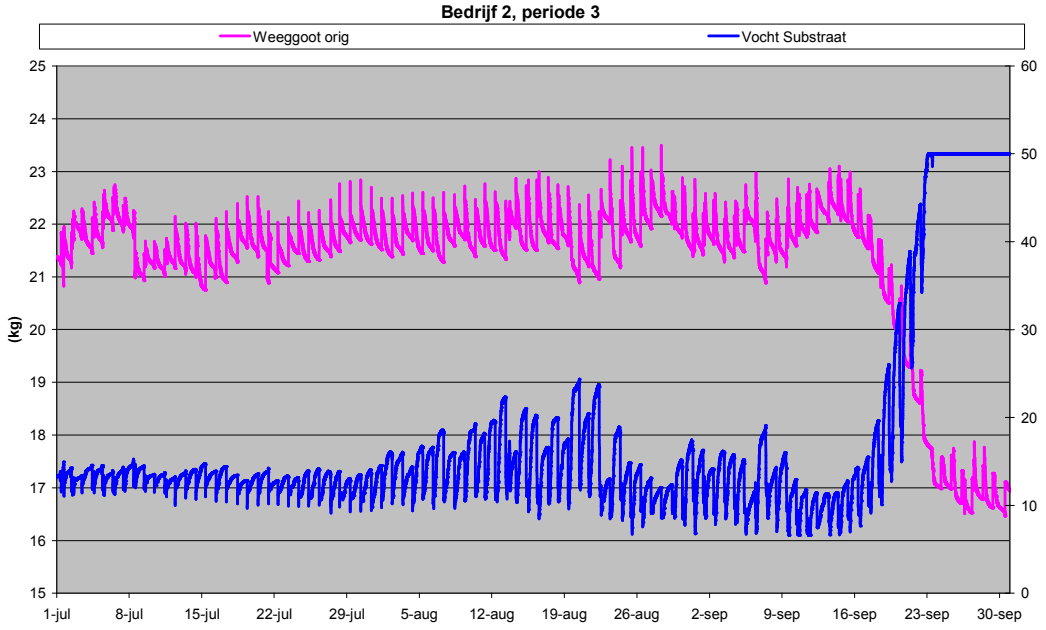
Bijlage 2. Verloop gewicht en tensiometing bedrijf 2

Roze; Gewicht per 5 planten = linkeras
Blauw; tensiometer = rechteras, Het betreft in dit geval een éénheidsloze meting, waarbij een hoge waarde, droog betekent en een lage waarde nat.





© DLV Plant, april 2009

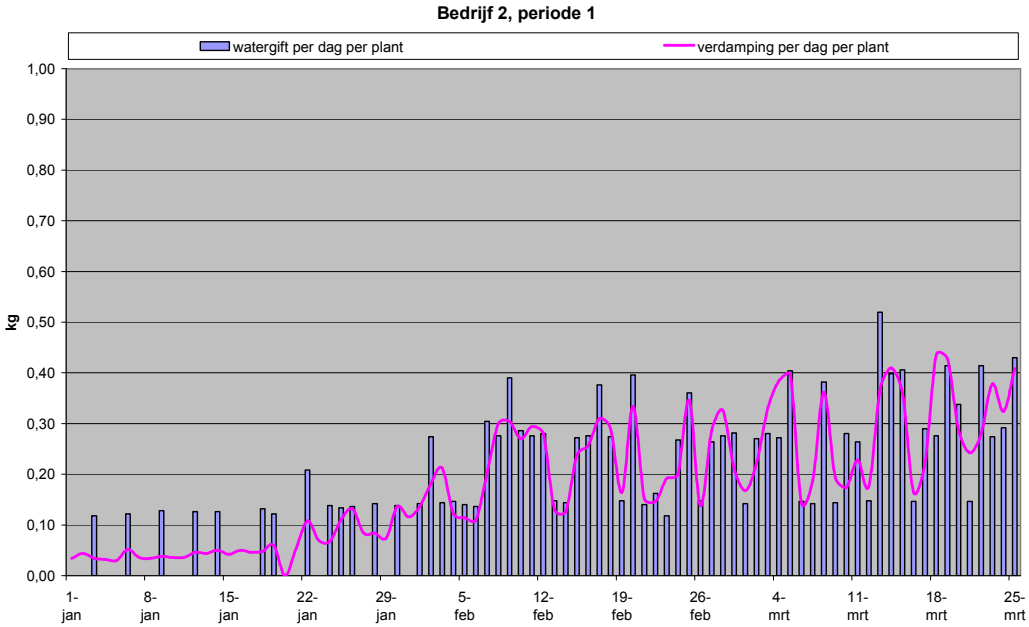


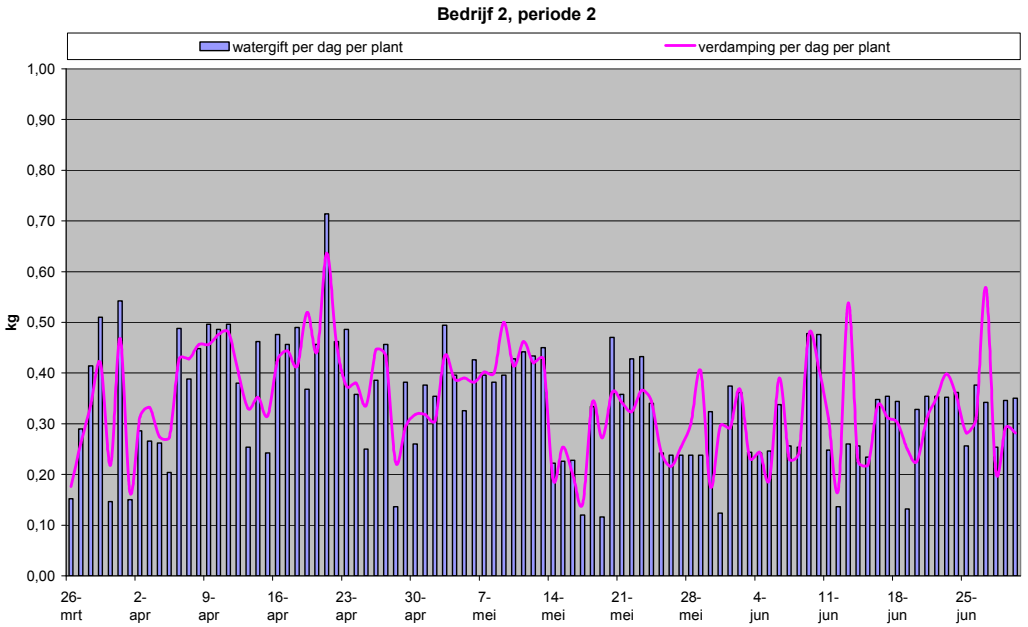
© DLV Plant, april 2009

Bijlage 3. Verloop watergift en verdamping bedrijf 2

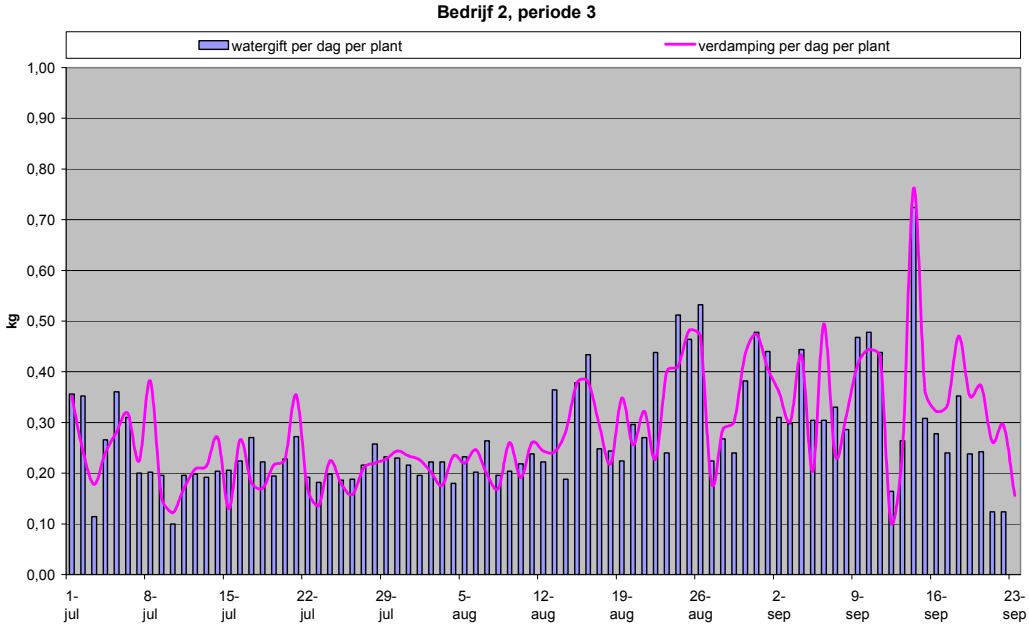
Blauw = watergift (kg)

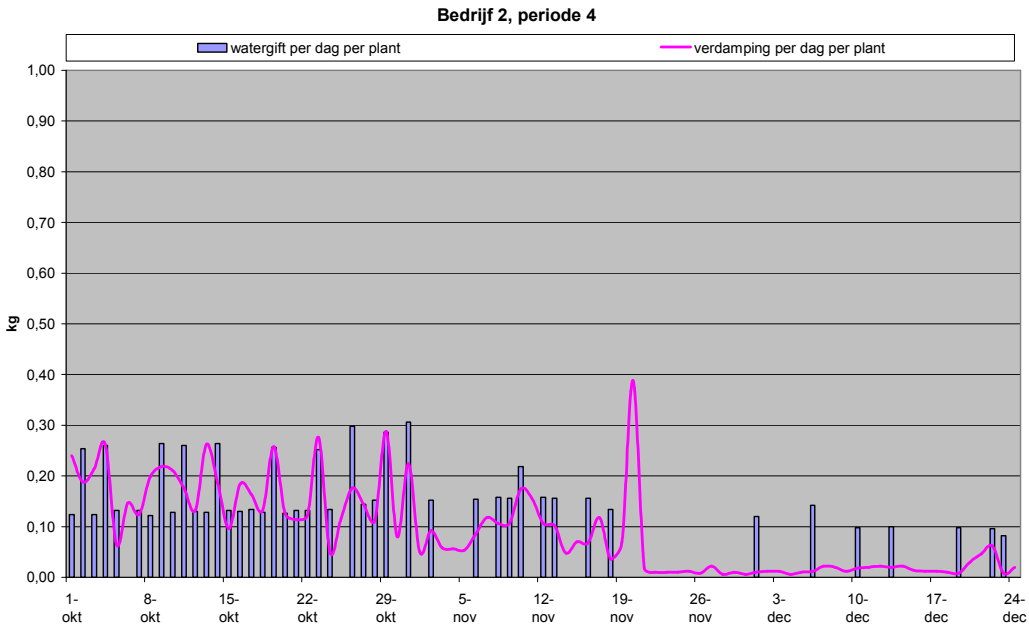
Roze = verdamping per plant (kg)





© DLV Plant, april 2009



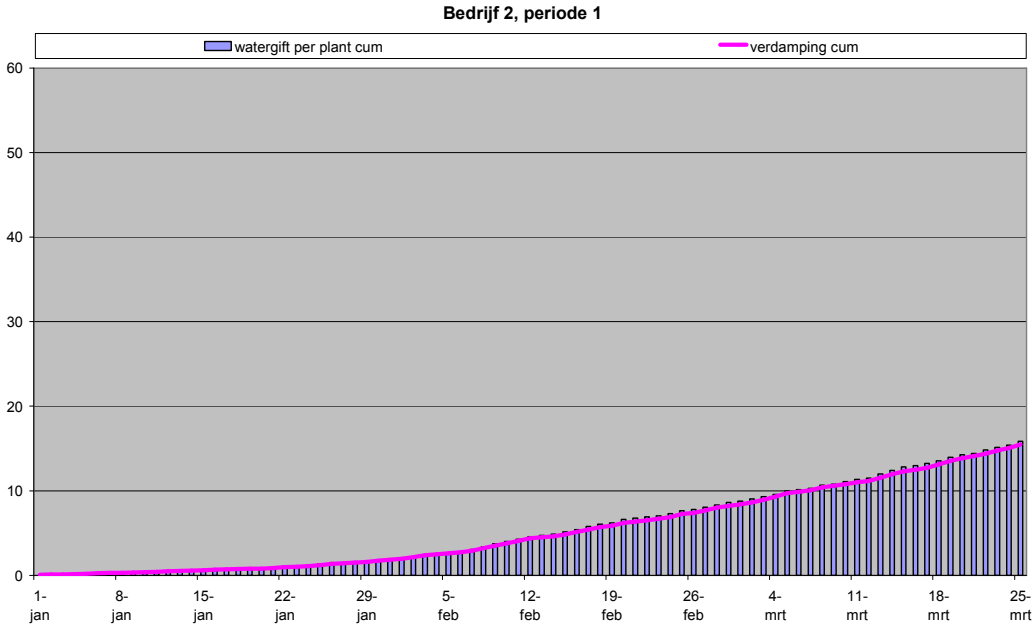


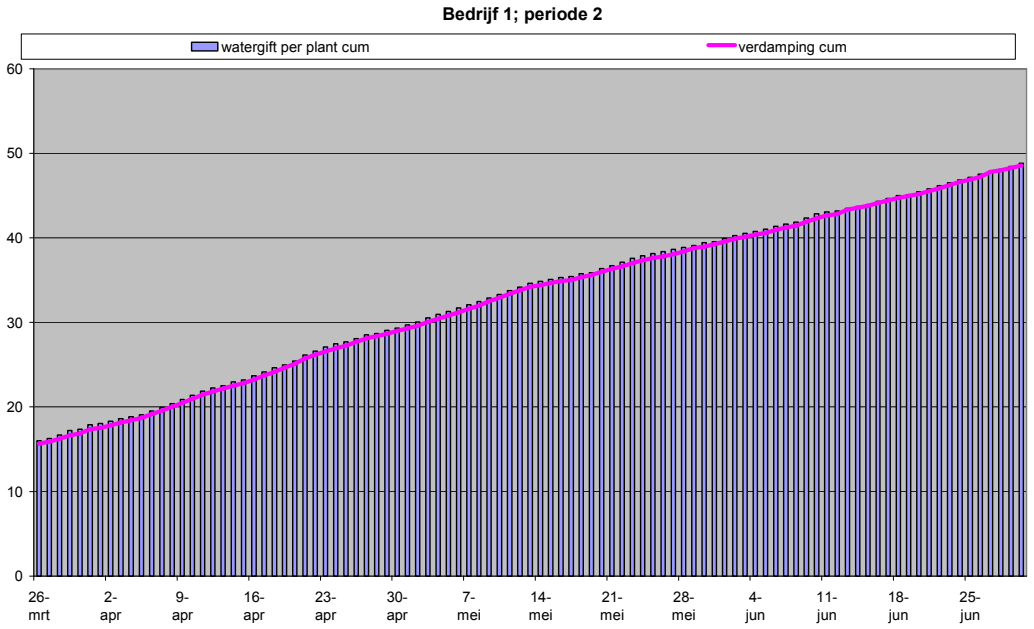
© DLV Plant, april 2009

Bijlage 4. Verloop waterbalans (cumulatief) bedrijf 2

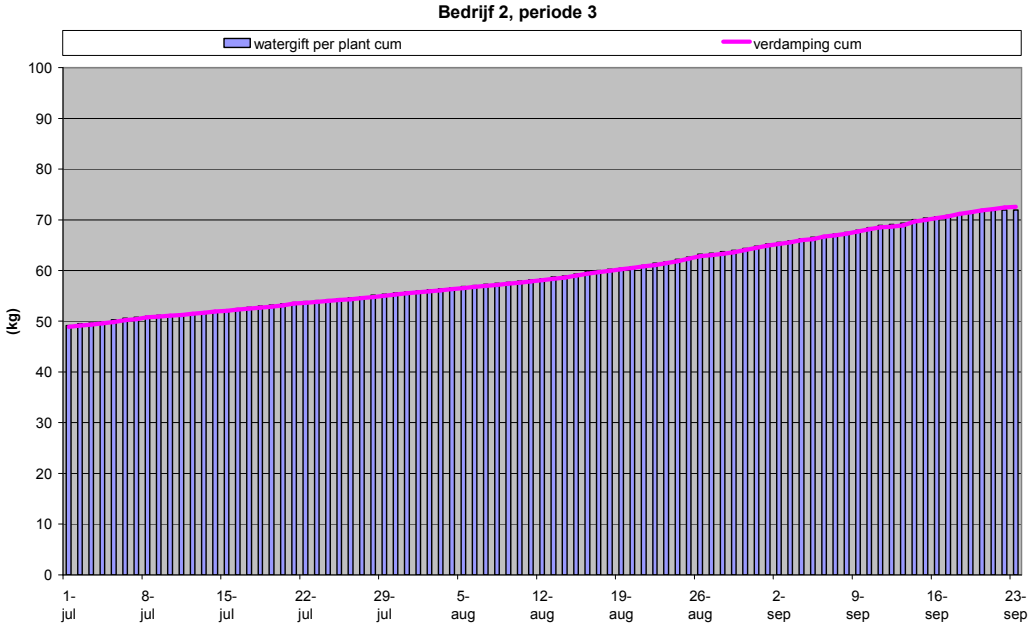
Blauw = watergift (kg)

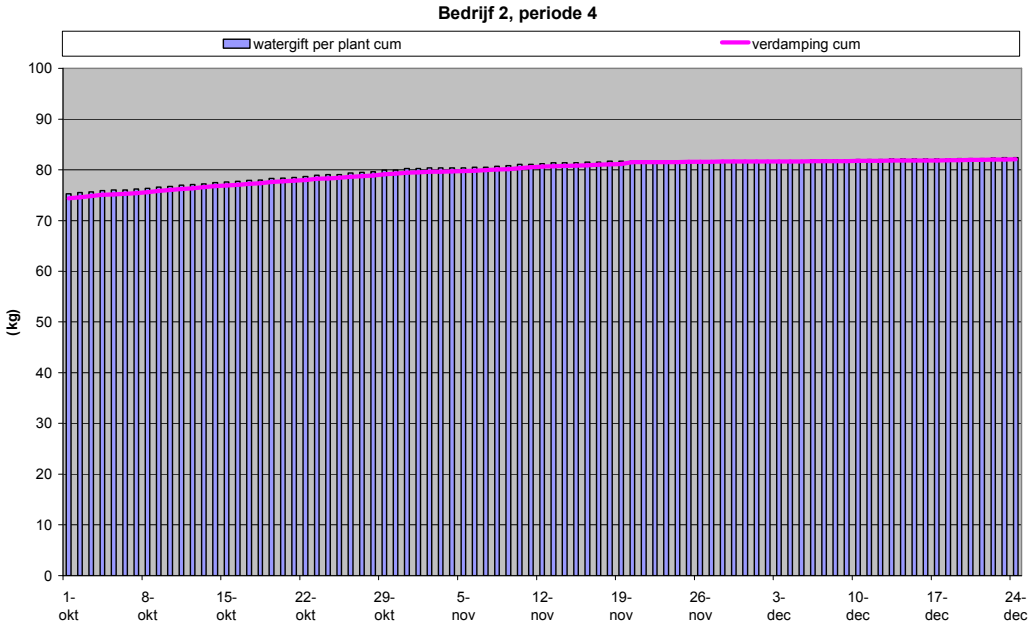
Roze = verdamping per plant (kg)





© DLV Plant, april 2009





© DLV Plant, april 2009