

Inzicht in- en optimaliseren van de wortelfunctie bij glasgroenten

Fase 2:
Substraatloos telen met gestuurde worteltemperatuur

Inzicht in- en optimaliseren van de wortelfunctie bij glasgroenten

Fase 2:
Substraatloos telen met gestuurde worteltemperatuur

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

Gefinancierd door
Productschap Tuinbouw
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer

In opdracht van
Diverse landelijke commissies Glasgroenten LTO Groeiservice
Klappolder 130
2665 LP Bleiswijk

Uitgevoerd door
DLV Plant Onderzoek
 Jeroen Zwinkels
 Dave van Marwijk
Fytagoras
 Berry Oppedijk
 Wessel Holtman
Demokwekerij
 Ary de Jong
 Peet van Adrichem



PT – Projectnummer: 14119

Dit document is auteursrechtelijk beschermd. Niets uit deze uitgave mag derhalve worden veeleelvoudigd, 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.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1 Inleiding en doel	5
2 Materiaal en methode	6
2.1 Proefopzet en materiaal	6
2.2 Accommodatie en teeltgegevens	6
2.3 Waarnemingen	7
2.3.1 Klimaatwaarnemingen	7
2.3.2 Wortelomgeving	7
2.3.3 Gewaswaarnemingen	7
3 Resultaten	8
3.1 Klimaat	8
3.2 Wortelzone	9
3.2.1 Temperatuur	9
3.2.2 Zuurstof	10
3.2.3 Elementenanalyse	12
3.2.4 Schimmelanalyse	13
3.2.5 Wortelontwikkeling	14
3.3 Gewaswaarnemingen	15
3.3.1 Plantlengte	15
3.3.2 Zetting	16
3.3.3 Plantbelasting	16
3.3.4 Productie	17
3.3.5 Teeltbeoordeling	18
3.3.6 Kostenindicatie substraatloos telen	18
4 Discussie	21
5 Conclusies en aanbevelingen	24
Bijlage 1: Proefschema	26
Bijlage 2: Voorbereidende proef telen op water	27
Bijlage 3: Temperatuurprofielen	28
Bijlage 4: Zuurstofprofielen	30
Bijlage 5: Elementenanalyse	40

Samenvatting

Team Onderzoek van DLV Plant, Fytagoras en Demokwekerij Westland hebben in samenwerking met de landelijke commissies Glasgroenten van LTO Groeiservice een onderzoek uitgevoerd met als doel inzicht te krijgen in effecten van verschillende klimaat- en teeltomstandigheden op de omstandigheden in de wortelzone. Beoogd wordt om mede aan de hand van de in de vorige fase opgedane kennis de wortelfunctie verder te optimaliseren. De wortelfunctie staat centraal door meer inzicht in diverse factoren in de wortelzone en verbeterde stuurbaarheid van de (meest) kritische factoren in het wortelmilieu. Het onderzoek is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw.

De resultaten van fase 1 geven aan dat sturing in het wortelmilieu beperkt wordt door de specifieke kenmerken van substraten. Zo hangt de effectiviteit van matkoeling en – verwarming sterk af van het watergehalte en de waterverdeling in de mat. De verticale temperatuurgradiënt in de mat wordt groter naarmate de mat droger is. Daarnaast is er nooit sprake van een homogene waterverdeling en een gelijk watergehalte in de mat. Ook zijn regelmatig in substraatmatten zones te vinden met verlaagde zuurstofgehalten. Wortels moeten hierdoor continu zoeken naar de meest gunstige omstandigheden binnen de mat voor optimaal functioneren. In de ideale situatie is het wortelmilieu continu optimaal (m.b.t. waterverdeling, nutriënten, pH, zuurstof) zodat wortels met een minimale inspanning een maximaal resultaat (= functioneren) kunnen geven.

In dit onderzoek zijn gedurende 30 weken paprikaplanten gevolgd op een substraatloos teeltsysteem. Er is een goot gebruikt met afschot over de lengte en breedte van de goot en aanvoer van vers water bij elke plant. Een belangrijke proeffactor was het al dan niet koelen van de wortelzone, bv op momenten dat de worteltemperatuur ongewenst hoog wordt of wanneer het fotosyntheseproces toch stil ligt (nacht). Naast de metingen in de wortelzone (T, O₂, ionen, schimmels) zijn verschillende bovengrondse gewasmetingen uitgevoerd.

Het blijkt dat paprika goed is te telen zonder substraat. Belangrijk hierbij is de continu aanvoer van met zuurstof verrijkt voedingswater. Het afschot over de lengte en de breedte van de goot is vereist voor een vlotte uitdrain. De instellingen voor afschot zijn o.a. afhankelijk van omstandigheden als totale lengte van de goot, gewasstadium. Voldoende afschot betekent vooral het borgen van continu doorstroming en het voorkomen van stilstaand water. Het voorkomen van dode zones (stilstaand water) is cruciaal. Zuurstof in de wortelzone is waarschijnlijk de belangrijkste parameter om zo optimaal mogelijk te houden, maar minimaal >10% (4-5 mg/l). Het continu meten en hierop sturen zal bij de ontwikkeling van dit teeltconcept nodig zijn.

Een verandering van dynamiek in de watergift kan een positieve opleving geven aan omstandigheden (zuurstof) in de wortelzone. Dit is waargenomen nadat de pomp voor de watergift gedurende 2 uur was uitgevallen. Dit tijdelijk uitblijven van de watergift heeft niet geleid tot nadelige effecten voor het gewas of de wortels.

De grofheid van de wortel is een belangrijk gewasspecifiek kenmerk dat waarschijnlijk veel effect heeft op het goed doorlaten van de waterstroom (mate van uitdrain) en hiermee het al dan niet slagen van een teeltconcept. Zo blijkt paprika veel grovere wortels te ontwikkelen op een waterstroom dan tomaat.

Een hoge worteltemperatuur heeft in deze proef, bij de gematigde zomerperiode, geen problemen opgeleverd, maar blijft wel een belangrijk aandachtspunt. Zo heeft een hoge temperatuur een negatief effect op de zuurstofconcentratie in het water.

In de proef is de aanwezigheid van schadelijke primaire micro-organismen in het drainwater uitgebleven. Wellicht is het mogelijk om zonder ontsmetting te telen en zo meer een biologisch evenwicht te krijgen, met 'goede' bacteriën en schimmels (een weerbare teeltstrategie). Het hebben van continu inzicht in ionenconcentraties en -verhoudingen is nog belangrijker dan bij een substraatteelt, aangezien er geen echte buffer is en de voedingssituatie snel kan wijzigen.

Bij teelt zonder substraat zullen klimaatomstandigheden en teeltregime opnieuw aandacht moeten krijgen, aangezien het wortelfunctioneren anders werkt dan in een substraat. Zo is de structuur van de wortels anders (waterwortels; geen haarwortels) en de wortel-spruitverhouding mogelijk ook (meer wortelvolumen). De omstandigheden in de wortelzone zorgen voor een grote waterbeschikbaarheid en -opnamecapaciteit, wat mogelijk een vegetatief effect heeft op het bovengrondse gewas.

Bij verder optimaliseren van dit teeltconcept is het allereerst belangrijk om de meest kritische factoren (O_2 , T, waterflow) continu te monitoren. De volgende stap is het stuurbaar maken van deze factoren, zodat afhankelijk van seizoen en gewasstand kan worden gevarieerd naar zo optimaal mogelijke instellingen.

Bij teelt op water is er een grote waterbeschikbaarheid en relatief makkelijke opname door de plant. Daarnaast is uit literatuur gebleken dat planten water en voedingsstoffen onafhankelijk van elkaar opnemen. Dit biedt mogelijkheden om het substraatloos teeltconcept verder uit te breiden;

- Momentane EC sturing

Een studie naar variatie in zoutgehalte op de opbrengst bij Tomaat (van Ieperen, 1996) heeft aangetoond dat bij een lage EC overdag en een fors hoge EC 's nachts de opbrengst behoorlijk toenam. Vooral het vruchtgewicht nam toe. Daarnaast was vruchtschade/neusrot sterk afgenomen. Juist in een substraatloze teelt is het snel kunnen schakelen tussen verschillende EC niveaus een vrij eenvoudige en goed stuurbare handeling.

- Split-root systeem

Uit een proef met split-root systeem (Sonneveld, 2000) blijkt dat planten water en voeding onafhankelijk van elkaar opnemen. Tomaten zijn geteeld op een goot met split root systeem; wortels in 2 goten, één met lage en één met hoge EC. Hiermee wordt de plant zelf in staat gesteld om datgene op te nemen (water en/of voeding) wat op elk moment van de dag gewenst is.

1 Inleiding en doel

Door een steeds verder toenemend investeringsniveau in de glasgroenteteelt, o.a. in de vorm van assimilatiebelichting, is het van groot belang dat steeds een optimaal rendement wordt behaald. In dit opzicht is het van groot belang dat ook het wortelmilieu zo optimaal mogelijk blijft voor een maximaal rendement gedurende de hele teeltperiode.

De resultaten van fase 1 geven aan dat sturing in het wortelmilieu beperkt wordt door de specifieke kenmerken van substraten. Zo hangt de effectiviteit van matkoeling en – verwarming sterk af van het watergehalte en de waterverdeling in de mat. De verticale temperatuurgradiënt in de mat wordt groter naarmate de mat droger is. Daarnaast is er nooit sprake van een homogene waterverdeling en een gelijk watergehalte in de mat. Ook zijn regelmatig in substraatmatten zones te vinden met verlaagde zuurstofgehalten. Wortels moeten hierdoor zoeken naar de meest gunstige omstandigheden binnen de mat voor optimaal functioneren. Het risico hierbij voor de wortels is dat deze omstandigheden in de mat variëren als gevolg van veranderingen in bovengronds klimaat, teelthandelingen en watergiftstrategie. In de ideale situatie is het wortelmilieu continu optimaal (m.b.t. waterverdeling, nutriënten, pH, zuurstof) zodat wortels met een minimale inspanning een maximaal resultaat (= functioneren) kunnen geven.

Binnen de BCO is dit besproken en unaniem werd besloten dat een vervolgproject een insteek moest hebben met substraatloos telen. Deze manier van telen neemt namelijk in theorie de negatieve effecten van telen op substraat, zoals oa. hierboven beschreven, weg.

Beoogd doel is om mede aan de hand van de in de vorige fase opgedane kennis de wortelfunctie verder te optimaliseren en daarmee ook de productie en kwaliteit (bedrijfsrendement). De wortelfunctie staat centraal door meer inzicht in diverse factoren in de wortelzone en verbeterde stuurbaarheid van de (meest) kritische factoren in het wortelmilieu. Deze factoren (T, O₂, EC, pH, vochtgehalte) worden tijdens verschillende seizoenen onderzocht. Van belang is dat de wortel(milieu)indicatoren zoveel mogelijk optimaal zijn, maar minimaal binnen vastgestelde grenzen zodat de wortelfunctie en de wortelkwaliteit gewaarborgd worden. De wortel(milieu)indicatoren worden verder ontwikkeld tot een sturingsinstrument/mechanisme om het wortelmilieu continu te optimaliseren.

Uiteindelijk wordt gezocht naar de meest optimale omstandigheden in de wortelzone tijdens verschillende groeiomstandigheden en de praktische (stuurbare) inpassing hiervan.

Het project is uitgevoerd door Team Onderzoek DLV Plant, Fytagoras en Demokwekerij in nauw overleg met de intensieve begeleiding, aangesteld via de landelijke commissies Komkommer, Paprika en Tomaat van LTO Groeiservice. Het onderzoek heeft plaatsgevonden van week 8 tot en met week 38 van 2011 bij Demokwekerij Westland en is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw.

2 Materiaal en methode

2.1 Proefopzet en materiaal

Naar aanleiding van de resultaten uit voorgaand project zijn de volgende behandelingen vastgesteld (in 2-voud, schematisch bijlage 1):

1. Futagrow goot*, zonder koeling en verwarming
2. Futagrow goot, overdag worteltemperatuur op maximaal 27°C en Flow variabel; 's-nachts halve flow
3. Teelt op Futagrow goot en worteltemperatuur begrenzen op maximaal 27°C overdag
4. Teelt op Futagrow goot en overdag maximaal 27°C en 's-nachts 1 graad onder ruimte temperatuur (koelen).

*Goot met afschot over de lengte en breedte van de goot en aanvoer van vers water bij elke plant (foto 1 en 2).

De planten zijn op folie in de goot gezet, waarna dit folie teruggehaald is over de plantpotten heen (en om de stengels heen) en aan de goot is bevestigd om de wortelzone donker te maken. In dit folie zijn elke 2 meter draingaten gemaakt. Het draingootje is afgedekt met zwart anti-worteldoek zodat wortels niet de draingoot in groeien, maar water wel kan passeren. Onderin de goot is een klavermatje geplaatst om de planten goed te laten weggroeien.

Het koelen van de verschillende behandelingen is pas na de eerste zetting ingesteld. Een UV ontsmetter is geplaatst om recirculatiewater te kunnen ontsmetten. Besloten is om vanaf de start deze 4 uur per dag te laten draaien.

Naar aanleiding van een proefje met paprika op water in 2010 bij Demokwekerij Westland (gefinancierd door DLV Plant en Fytagoras) zijn een aantal aandachtspunten opgesteld (bijlage 2).

Gedurende 30 weken zijn uitvoerig meetdata verzameld met betrekking tot omstandigheden in de wortelzone. Het modelgewas is paprika (ras Spider van Enza zaden).

2.2 Accommodatie en teeltgegevens

In een proefafdeling (180 m²) zijn de verschillende behandelingen gewaard neergelegd. Langs beide zijgevels zijn rijen met randplanten op steenwol geplaatst om randeffecten tegen te gaan.

Er is geplant in week 8 met een standaard pot en een 4 weken oude plant. Er is ingezet op 6,7 stengels per m² en 3 stengels per plant. De waterflow in de wortelzone bedroeg 8 l per strekkende meter per uur.

De ingestelde temperaturen bij de start waren 23°C dag en 22°C nacht. De ventilatietemperatuur bedroeg 24°C. De minimum buis was 45°C minus 20°C lichtverlaging bij een traject 200-400 W/m². De maximum buis dag en nacht was 55°C. Streefwaarde CO₂ was 750 ppm. Het scherm mag 's-ochtends open als de buis wegzakt en 's-middags dicht als de buis weer aantrekt. EC giftwater was 3,5 mS/cm en de pH 5,3.

Dit klimaatregime was wekelijks onderwerp van discussie tijdens de intensieve begeleiding. Hier kwamen bijeen twee telers, één medewerker van Demokwekerij

Westland en één medewerker van DLV Plant. Hierop is wekelijks het klimaat 'gefinetuned'.

2.3 Waarnemingen

2.3.1 Klimaatwaarnemingen

Tijdens de proef zijn de gerealiseerde temperatuur, PAR-licht, CO₂ en RV gegevens verzameld. Elke 5 minuten zijn de metingen vastgelegd.

2.3.2 Wortelomgeving

De volgende parameters zijn gemonitord:

- Water temperatuur
- Zuurstofhuishouding
- Wortelontwikkeling
- EC en pH en elementenanalyse (vanaf zetting wekelijks)
- Aanwezigheid micro organismen (tweewekelijks)

Voor de plaats van zuurstofsensoren wordt verwezen naar bijlage 1. Aanvankelijk is alleen in de wortelzone zuurstof gemeten, maar na enkele weken is besloten om ook in de aanvoerleiding en in het drainwater te meten.

2.3.3 Gewaswaarnemingen

Gedurende de teelt zijn de volgende waarnemingen wekelijks gedaan: lengtegroei, zetting, abortie, productie (kg en stuks), uitgroeiduur. Per behandeling zijn 9 stengels in 2-voud gevolgd; in totaal 18 stengels. Tussentijds en aan het einde van de teelt zijn de wortel- en gewasontwikkeling vastgelegd.



Foto 1. Futagrow goot

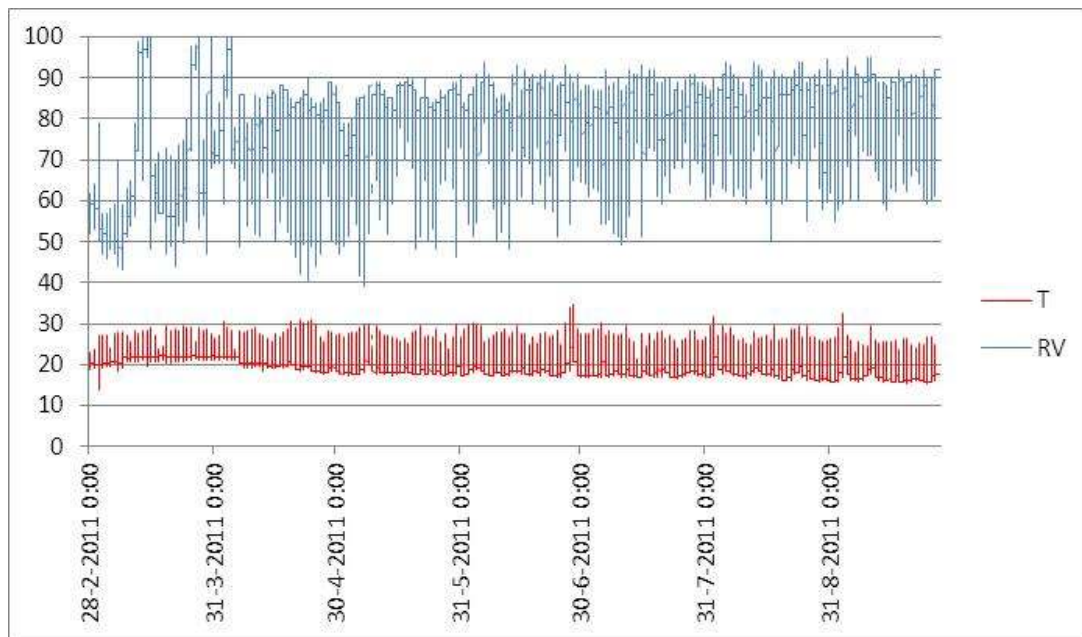


Foto 2. Detailopname

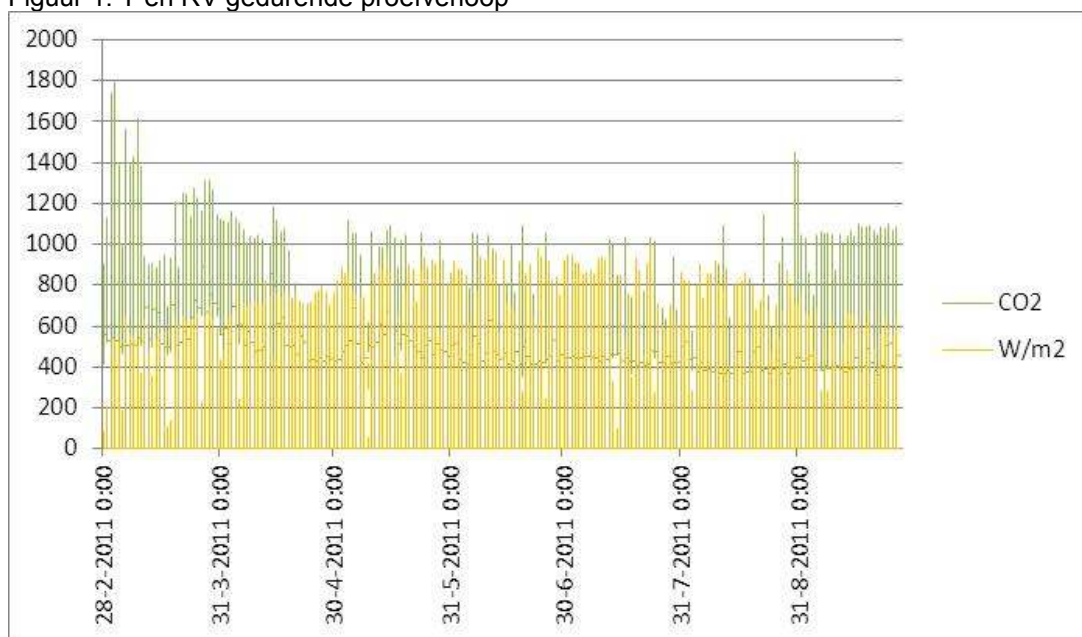
3 Resultaten

3.1 Klimaat

Het van tevoren vastgesteld klimaatregime is wekelijks aan kleine aanpassingen onderhevig geweest, n.a.v. bijeenkomsten van de intensieve begeleiding van de proef. Figuren 1 en 2 geven de gerealiseerde klimaatdata voor de hele proefperiode. Concluderend kan gesteld worden dat in deze proefafdeling wat lagere RV waarden en wat lagere lichtintensiteiten zijn gerealiseerd dan op praktijkbedrijven.



Figuur 1. T en RV gedurende proefverloop



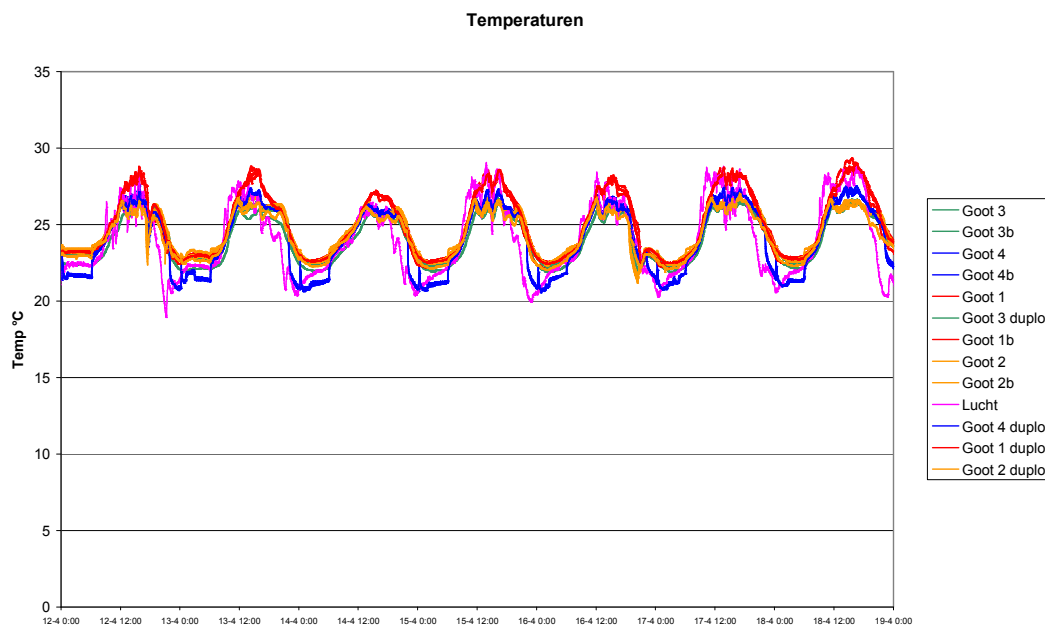
Figuur 2. CO2 en instraling gedurende proefverloop

3.2 Wortelzone

3.2.1 Temperatuur

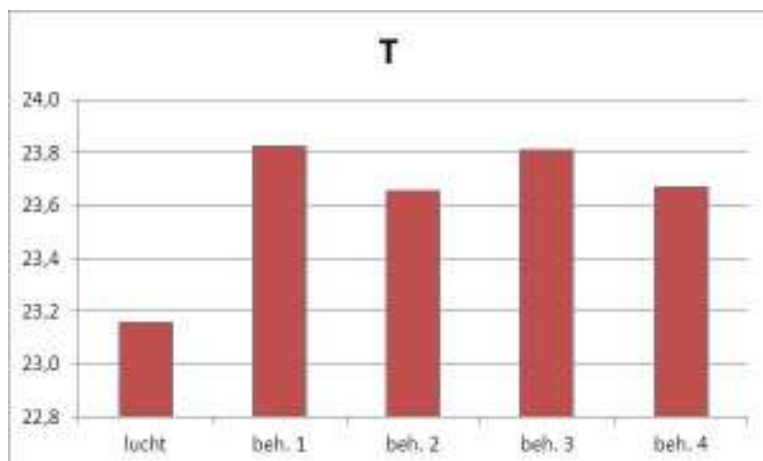
Gedurende de proefperiode bereikt de kasluchttemperatuur nauwelijks waarden boven 27°C en al helemaal niet langdurig. Aangezien de temperatuur in de wortelzone de luchttemperatuur volgt (met een vertraging en zonder scherpe pieken en dalen), heeft deze dan ook nagenoeg geen kritische waarden bereikt. Onder kritisch wordt hierin verstaan langdurig continu boven de 28°C. Vanuit literatuur blijkt namelijk dat boven deze waarde de kans op door pathogenen veroorzaakte ziekten sterk toeneemt. Tevens neemt ook de oplosbaarheid van gassen in water af naarmate de temperatuur toeneemt. Bij 20 °C kan maximaal 9 gram zuurstof oplossen in één liter water. Bij 30 °C is dit gedaald tot 7,5 mg/liter. Daarnaast zullen micro-organismen en ook de plantenwortels zelf actiever zijn bij deze temperatuur en dus meer zuurstof verbruiken.

Onderstaande figuur maakt duidelijk dat er half april wel iets gekoeld moest worden voor de verschillende behandelingen om onder de ingestelde maximumtemperatuur van 27°C te blijven. De controlebehandeling komt hier duidelijk bovenuit (rode lijn). Daarnaast is het koelen van behandeling 4 (blauwe lijn) 's nachts goed zichtbaar (instelling van -1°C onder de ruimtetemperatuur). Bijlage 3 geeft per maand een indruk van de gerealiseerde worteltemperatuur per behandeling.



Figuur 3. Temperatuurverloop bij verschillende regimes half april.

Onderstaande figuur geeft totaal gemiddelden van worteltemperaturen per behandeling over de hele teeltduur. Duidelijk is dat de verschillen tussen de behandelingen klein zijn (< 0,2 °C) inclusief het gemiddelde van de ongekoelde goot (behandeling 1).

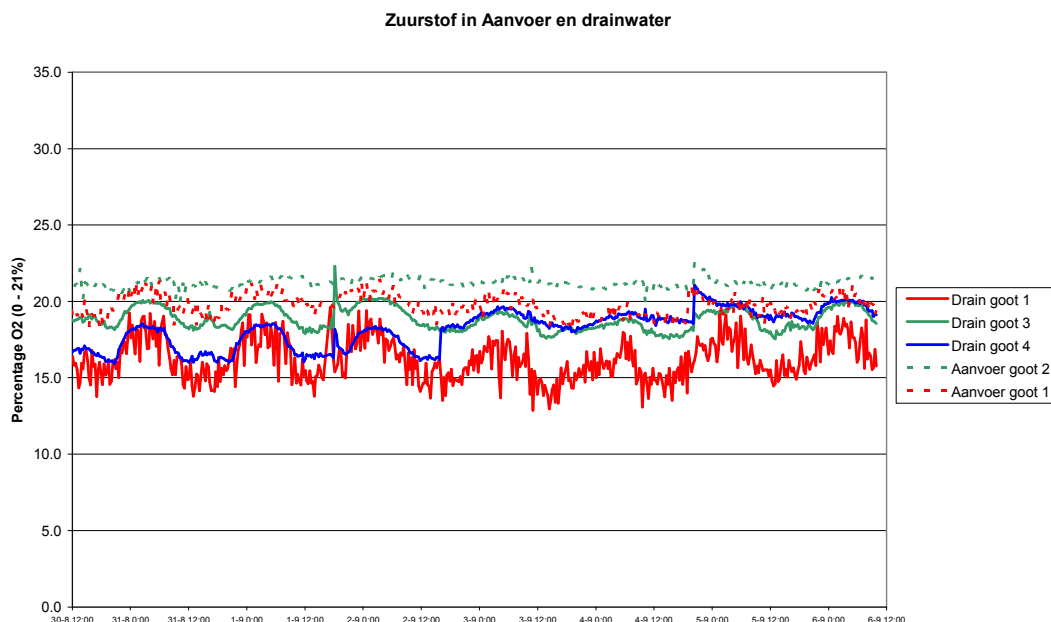


Figuur 4. Gemiddelde gerealiseerde worteltemperatuur per behandeling.

Het terugkoelen van behandeling 4 's nachts is met horten en stoten verlopen. Vanaf het moment dat er 's nachts gekoeld moest worden (begin april) tot aan half juli is er niet goed gekoeld zoals van tevoren was besproken. Dit had voornamelijk een technische achtergrond. Pas vanaf half juli, wanneer verschillende aanvoerleidingen zijn omgelegd en ook terugslagkleppen in leidingen zijn geplaatst, is het gewenste regime gehaald.

3.2.2 Zuurstof

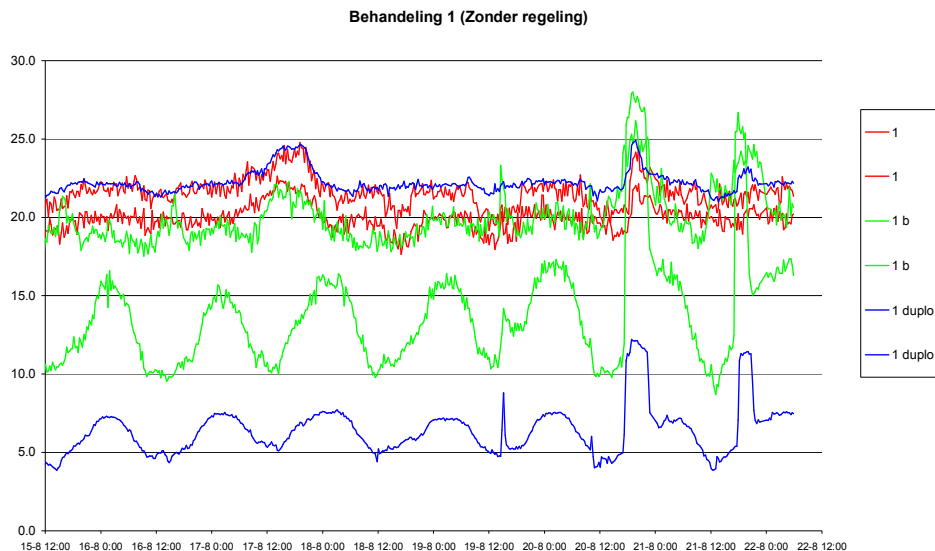
Zowel in aanvoer als drainwater zijn geen kritische zuurstofwaarden gemeten (figuur 5). Onder kritisch wordt verstaan: langdurig onder de 10% (wat overeenkomt met 4-5 mg/l).



Figuur 5. Zuurstofconcentratie in aanvoer- en drainwater gedurende enkele dagen.

In de wortelzone zijn over het algemeen zuurstofwaarden gemeten die niet beperkend zijn voor wortelfunctioneren. Slechts op 2-3 van de in totaal 24 meetposities zijn regelmatig landurig verlaagde zuurstofconcentraties gemeten (behandeling 3, positie 3b en 3 duplo. Behandeling 4 positie 4b, zie legenda, bijlage 2).

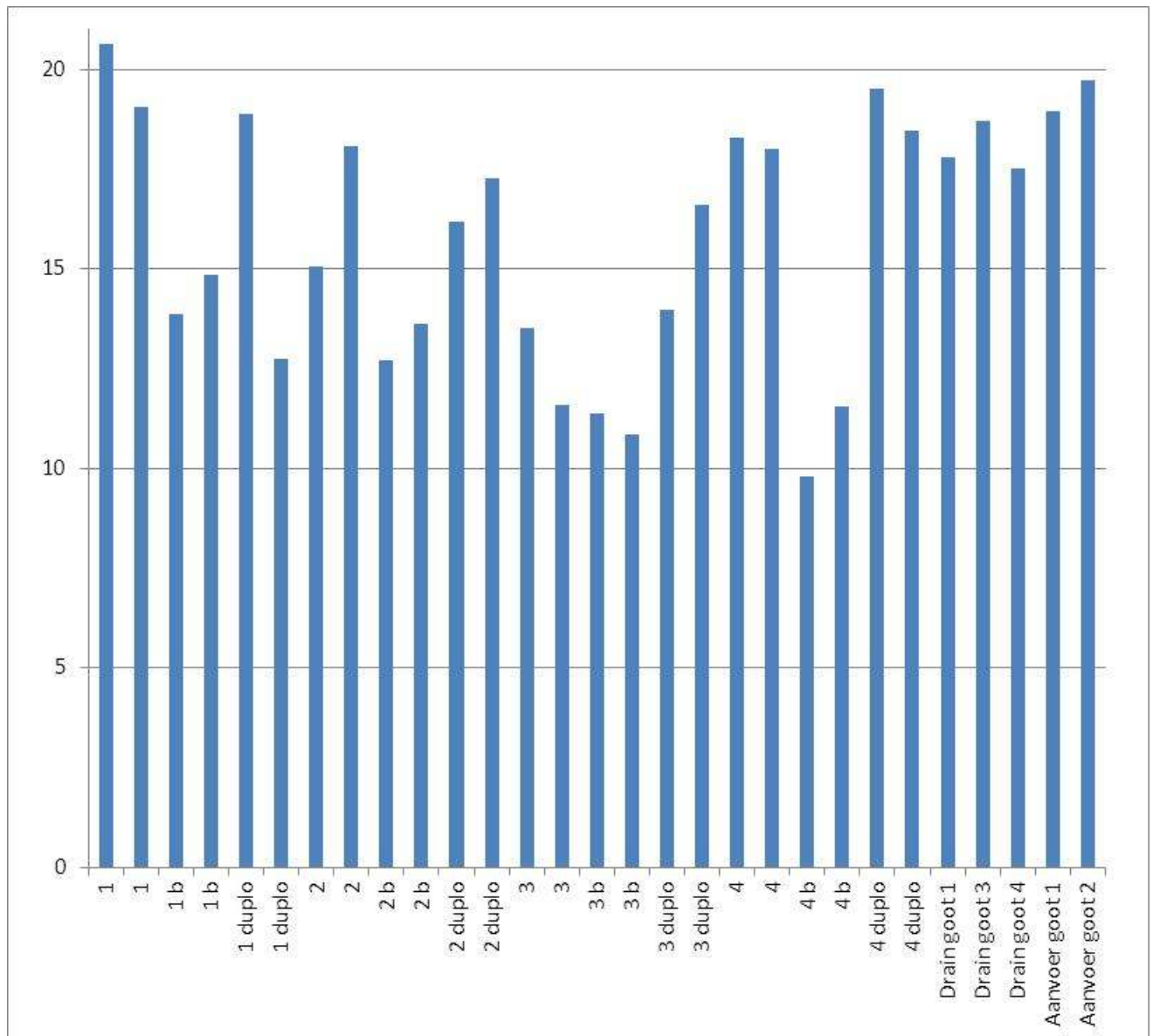
Een opvallend moment was na zondag 21 augustus. In de namiddag was de systeem pomp van 18.00 uur tot 20.00 uur uitgevallen en daarmee de waterflow. Achteraf bleek dit geen nadelige gevolgen te hebben gehad voor het gewas. Wel heeft dit effect gehad op zuurstofconcentraties in de wortelzone (figuur 6). Na het moment van pompsuitval herstelden die posities zich waar verlaagde zuurstofconcentraties waren. Dit herstel bleef enkele dagen zichtbaar, waarna de meeste posities weer terugvielen in de oude situatie.



Figuur 6. Zuurstofconcentratie in de wortelzone.

In bijlage 4 zijn per maand zuurstofprofielen weergegeven voor de verschillende behandelingen.

In onderstaand totaaloverzicht zijn de gemiddelde zuurstofwaarden per positie weergegeven. Duidelijk is dat elke behandeling posities heeft die verlaagd zijn, onder de 15% (1 onder de 10%). Dit heeft in deze proef niet met de behandeling op zich te maken, maar meer met de exacte meetplek en de lokale omstandigheden (wordt gemeten in een preferentiële stroom of in een stilstaande zone, hoe is op de meetplek het gootafschot, welke barrière vormt het wortelpakket plaatselijk, is er een drainuitstroom in de buurt).



Figuur 7. Totaaloverzicht gemiddelde zuurstofwaarde per behandeling.

3.2.3 Elementenanalyse

Wekelijkse monsternamen voor elementenanalyse blijkt voor een substraatloze teelt niet overbodig te zijn. Er is geen buffer aanwezig, zoals bij substraatteelt, zodat elementenconcentraties vrij snel kunnen variëren. Dit was goed zichtbaar bij het K/Ca getal. Vanaf eind april tot begin juni ging kalium onderuit (figuur 8, bijlage 5). Dit was de periode dat de planten flink aan het zetten waren geslagen. Ondanks extra K toevoegingen in het voedingswater bleek het lastig om in deze periode het K cijfer op het streefniveau te brengen.

Groen Agro Control
 Distributieweg 1
 2645 EG Delfgauw
 Tel.: 015 - 2572511 Fax: 015 - 2572522

DLV Plant B.V.
 t.a.v. D. v. Marwijk
 Zuidweg 38
 26700 AH Naaldwijk

pag 1/1
 0

Overzicht ongecorrigeerde analyses

Datum	Omschrijving	Monsternr	EC	pH	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	Si	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃ ⁻	P _{tot}	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
			µS/cm																		
09-05-2011	Drupeel	1368854	3.3	5.8	<0.1	1.5	2.3	12.0	3.4	0.10	21.5	2.0	4.4	<0.1	1.73	6.5	0.1	1.7	82	3.29	2.1
16-05-2011	Voeding	1369230	3.6	5.7	<0.1	0.2	5.6	14.5	2.7	0.24	20.1	4.9	5.5	<0.1	1.04	42.7	0.9	2.4	108	3.94	2.2
23-05-2011	Voeding	1361773	3.7	5.8	<0.1	0.4	6.0	13.0	2.5	0.23	20.2	5.4	5.3	<0.1	1.11	64.0	2.5	2.6	100	4.17	2.1

Analysrapport : C4549165 monsternummer : 1361773 onderzoekspakket : H&S 2 locatie : Zuidweg 38
 datum rapport : 24-05-2011 monsternaam : niet door GAC type monster : water klantnummer : 4324
 datum/tijd monsternaam : 23-05-2011 extractie : kopie naar :
 datum ontvangst : 23-05-2011

Datum	Omschrijving	Monsternr	EC	pH	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	Si	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃ ⁻	P _{tot}	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
			µS/cm																		
23-05-2011	Voeding	1361773	3.7	5.8	<0.1	0.4	6.0	13.0	2.5	0.23	20.2	5.4	5.3	<0.1	1.11	64.0	2.5	2.6	100	4.17	2.1

Mogelijk is de betrouwbaarheid van de analyseresultaten beïnvloed. De monstermededatum of -tijd is onbekend.

De resultaten hebben alleen betrekking op het monster zoals de door u ter analyse werd aangeboden.
 *Zaairesultaten worden afgeleverd in vorm van sporen per 100g.
 Eigen methoden: ACCU, TTC, ACCU, ACCU en ACCU
 De in dit verslag genoemde resultaten zijn uitgangspunt voor de RIK-keuringsmethode (1.335)
 Ondernemers worden verzocht en verzocht worden om de afgeleverde resultaten te controleren op de manier van koppelen met de rapporten onder nummer 1205. De verzochte zaken zijn u niet kopie van de verzochte resultaten toe.

(naams) Dr. J.B.A. van Tol
 directeur

Figuur 8. Elementenanalyse.

Verder is bekend dat bij UV-ontsmetting bepaalde ionen (vnl. Fe) neer kunnen slaan in de reactor en in de leidingen. In de proef is dit beperkt opgemerkt.

3.2.4 Schimmelanalyse

Vanaf begin april is tweewekelijks een verzamelmonster genomen uit de centrale drainopvang en geanalyseerd op schimmelsporen. Het resultaat is weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. Schimmelanalyse

DNACheck schimmels Paprika								
	phytophthora spp.	pythium spp.	pythium aphanidematum	pythium ultimum	fusarium oxysporum	fusarium solani	colletotrichum coccodes	
4-4-2011	0	0	0	0	0	0	0	0
18-4-2011	0	27	0	0	1	0	0	0
2-5-2011	0	6	0	0	0	0	0	0
16-5-2011	0	6	0	0	0	0	0	0
31-5-2011	0	11	0	0	5	0	0	0
14-6-2011	0	27	0	0	1	0	0	0
27-6-2011	0	9	0	0	0	0	0	0
11-7-2011	0	10	0	0	0	0	0	0
25-7-2011	0	130	0	0	1	0	0	0
8-8-2011	0	3	0	0	0	0	0	0
23-8-2011	0	<1	0	0	0	0	0	0
6-9-2011	0	<1	0	0	0	0	0	0
19-9-2011	0	2	0	0	0	0	<1	0

100 ml water werd geanalyseerd op aanwezigheid van schimmels en oomyceten. De getallen zijn weergegeven in sporen per ml.

Op geen enkel moment zijn risicovolle concentraties schimmelsporen gedetecteerd. Dit is een mooi resultaat, terwijl tijdens de proef duidelijk werd dat de UV-ontsmetter het eerste gedeelte van de proef nog niet in werking is geweest. Er werd namelijk verondersteld dat deze vanaf de start van de proef, 4 uur per dag via een schakeling aan en uit werd gezet, maar dit was (onbedoeld) niet het geval. Pas vanaf half juli is de ontsmetter 4 uur per dag ingeschakeld.

Vanaf augustus is een zeer lage schimmeldruk waargenomen.

3.2.5 Wortelontwikkeling

Vanaf de start tot het einde van de proef zijn foto's gemaakt van wortelontwikkeling. Vanaf de start is per behandeling een representatieve plek gekozen en telkens is op deze plek de wortelontwikkeling vastgelegd. Hieronder volgen afbeeldingen per behandeling op 2 momenten tijdens de teelt. De kleur van de wortels is vergelijkbaar voor alle behandelingen. De ontwikkeling lijkt bij behandeling 1 iets achter te liggen. Opvallend was soms het beeld van knobbelachtige verschijningen op de wortels (vooral behandeling 4). Omdat onduidelijk was wat dit veroorzaakt (plantfysiologische oorzaak of pathogene oorzaak?) is een monster van water en wortels genomen en naar PD gebracht voor analyse. De monsters zijn onderzocht op plantparasitaire nematoden. Zowel op de wortels als in het water zijn geen aaltjes aangetroffen.



Foto 3. Behandeling 1 begin juni



Foto 4. Behandeling 2 begin juni



Foto 5. Behandeling 3 begin juni



Foto 6. Behandeling 4 begin juni



Foto 7. Behandeling 1 eind september



Foto 8. Behandeling 2 eind september



Foto 9. Behandeling 3 eind september



Foto 10. Behandeling 4 eind september

Tijdens de teelt zijn op enkele plekken extra draingaten gemaakt in de folie waarin de wortels zaten, om het effect op de drain te zien. Na verloop van tijd leek het wortelpakket bij deze extra draingaten erg vitaal eruit te zien.

Tijdens de eindwaarneming zijn ook opnames gemaakt van zij- en onderaanzichten van het wortelpakket (foto's 11 en 12). Hierin zijn geen verschillen gezien tussen behandelingen. Overall was de kleur goed en bij geen enkele behandeling is een afgestorven wortel of bruin wortelpuntje gezien. Na 30 weken telen is het wortelpakket zo'n 5-6 cm dik geworden. Opvallend is ook dat wortels van paprika vrij grof van structuur zijn. Een pakket van tomatenwortels bv. is veel fijner van structuur.



Foto 11. Zijaanzicht eind september



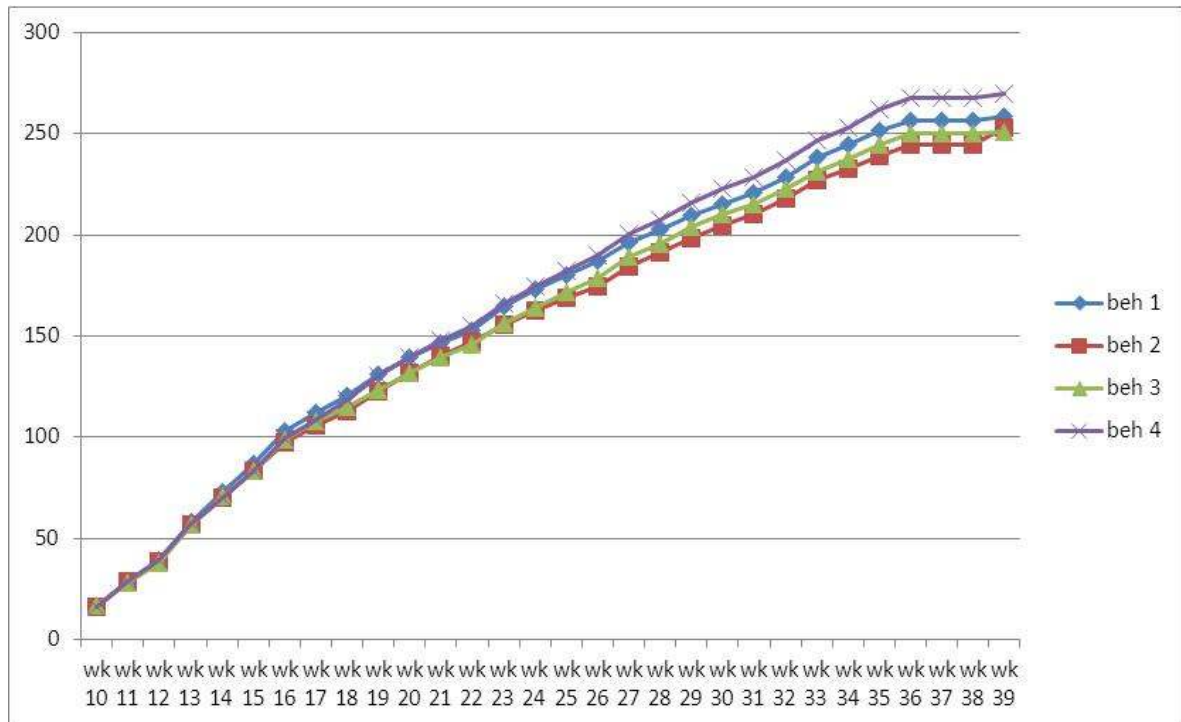
Foto 12. Onderkant eind september

3.3 Gewaswaarnemingen

De insteek van de gewaswaarnemingen is vooral ter vergelijking van de verschillende regimes en inzicht krijgen waar mogelijk verschillen ontstaan. Hoofddoel is inzicht in het teeltsysteem op zich en factoren in de wortelzone.

3.3.1 Plantlengte

De plantlengte verschilt weinig tussen de behandelingen (figuur 9). Behandeling 4 komt iets hoger uit omdat daar één plant (drie stengels) tussen stond die gedurende de teelt fors meer lengte maakte.



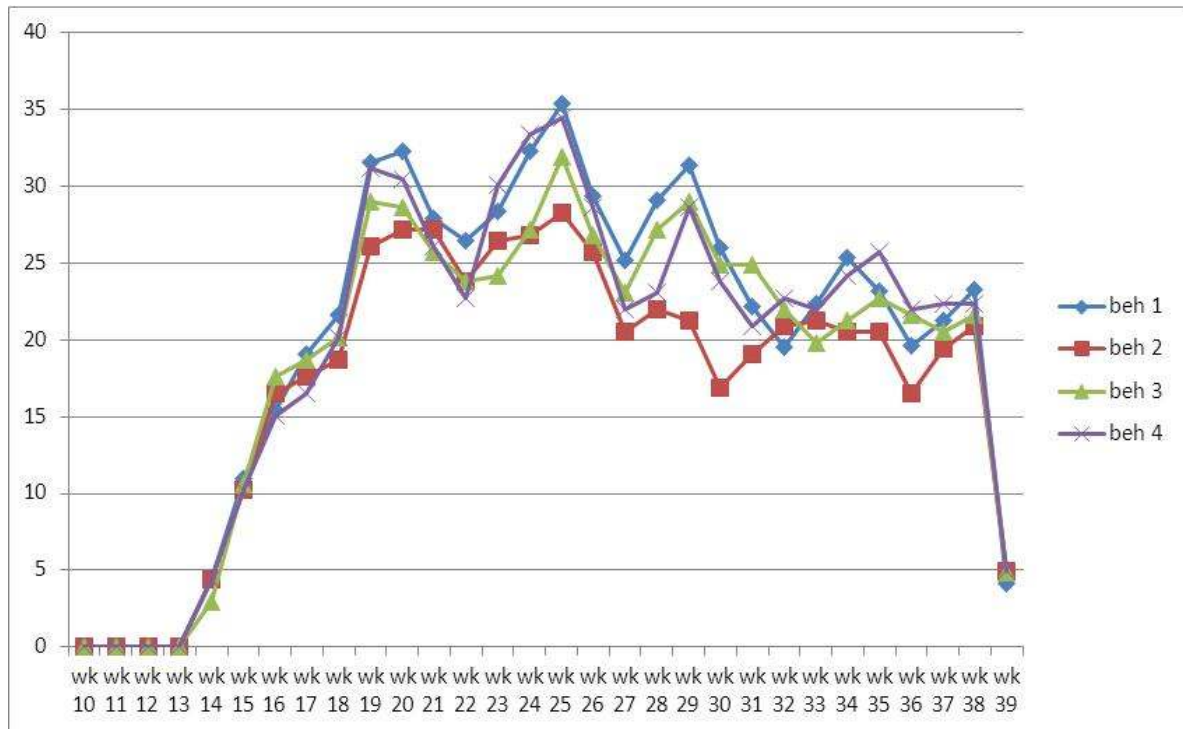
Figuur 9. Gemiddelde plantlengte.

3.3.2 Zetting

Er zat gedurende de proef weinig verschil tussen de behandelingen in de zetting. De zetting was wel minder dan dat er in de praktijk werd gerealiseerd. Bij deze proef moest de plantbelasting lager zijn om zetting te realiseren. Hiervan was sprake bij alle vier de behandelingen. De oorzaak van de matige zetting moet vnl. worden gezocht in de omgevingsfactoren.

3.3.3 Plantbelasting

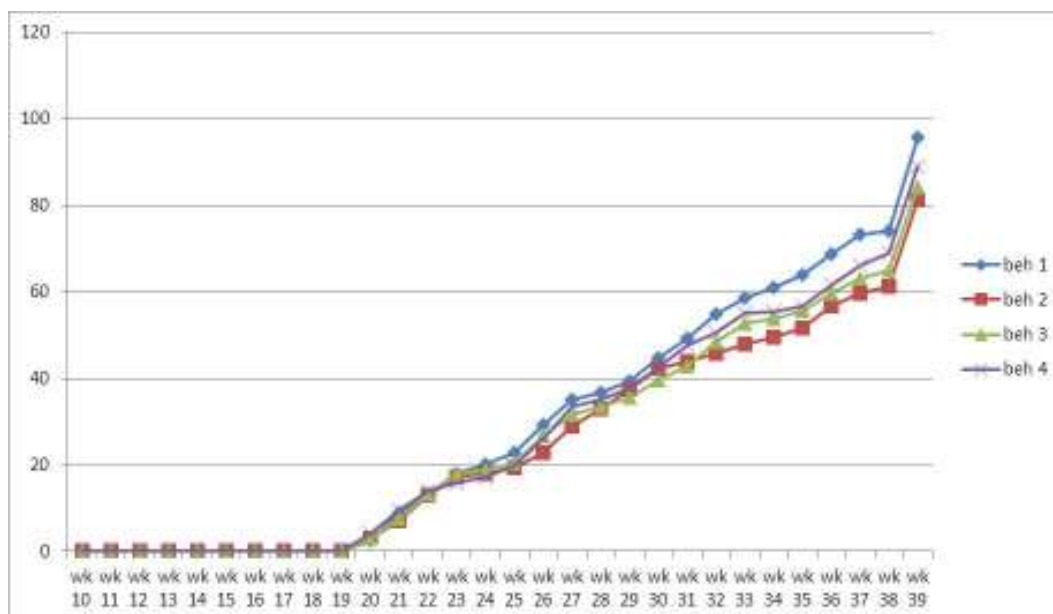
De plantbelasting was gedurende de proef ook wat lager dan dat er in de praktijk gebruikelijk is. Met name bij behandeling 2 is de plantbelasting erg laag. Dit is dan ook terug te zien in de productiecijfers. Doordat de plantbelasting wat laag is, is het gemiddeld vrucht gewicht wat hoger. De lagere plantbelasting is een gevolg van de mindere zetting.



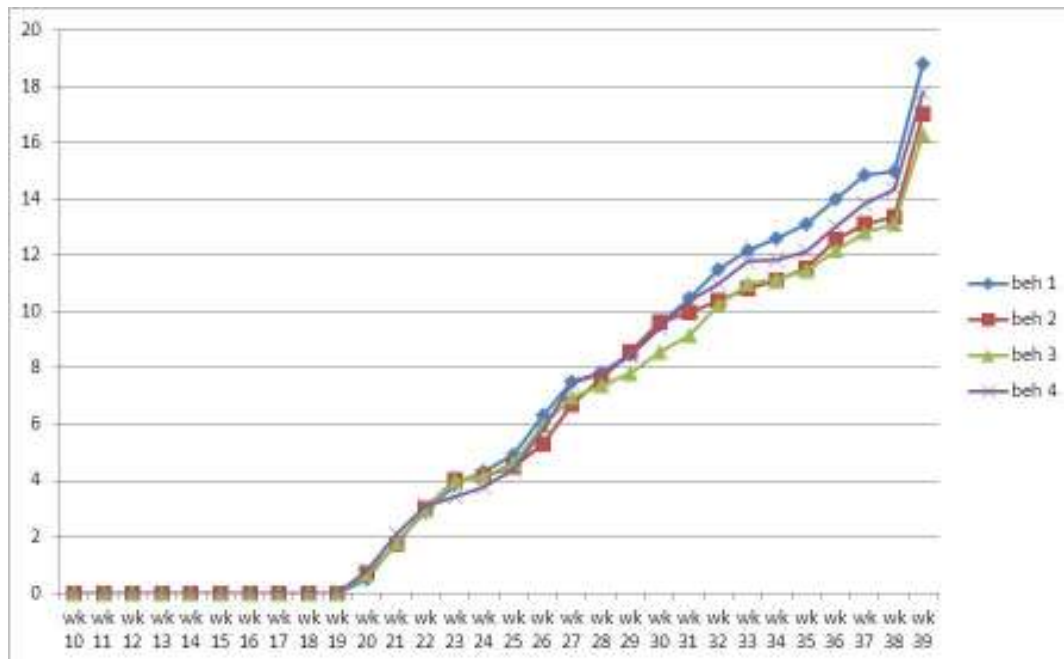
Figuur 10. Gemiddelde plantbelasting (per m²).

3.3.4 Productie

Stuks en kg productie staan hieronder afgebeeld. De variatie binnen de behandelingen is dusdanig dat de verschillen tussen de behandelingen niet statistisch betrouwbaar zijn. Opvallend bij de productie was dat neusrot gedurende de hele teelt niet is waargenomen.



Figuur 11. Gemiddelde cumulatieve productie in stuks (per m²).



Figuur 12. Gemiddelde cumulatieve productie in kg (per m²).

3.3.5 Teeltbeoordeling

Om een indruk te krijgen van de gewasstand en -kleur volgen wat foto's. Volgens de intensieve begeleiding van de proef was de teelt behoorlijk vegetatief te noemen. De vegetatieve inslag van het gewas is deels veroorzaakt door de plantdatum, deels veroorzaakt door het teeltsysteem, en deels veroorzaakt door de opstanden waarin de proef plaats vond. Het bleek lastig om het gewas vlot en continu vruchten te laten zetten. Er zijn verschillende teeltmaatregelen ingezet (verlagen nachttemperatuur, verhogen EC, verhogen CO₂ niveau) om de zetting meer te stimuleren, maar effecten hiervan waren klein.

Los van de zetting is de teelt van paprika op water bijzonder geslaagd te noemen. Het gewas oogde groeikrchtig en het wortelpakket is tot het einde optimaal gebleven (qua kleur, kwantiteit). Problemen met wortelafsterving en micro-organismen zijn uitgebleven en zelfs na het uitvallen van de doseerpomp gedurende 2 uur (aan het einde van de middag) zijn geen opvallendheden gezien.



Foto 13. Gewas eind april



Foto 14. Zetting begin juni



Foto 15. Gewas begin juli

3.3.6 Kostenindicatie substraatloos telen

In onderstaande tabel zijn verschillende kostenposten van substraatloos telen afgezet tegen substraat teelt. Op dit moment blijkt substraatloos telen iets duurder in investering dan traditioneel. Ook de jaarlijkse kosten liggen opgeteld een fractie hoger voor substraatloos telen.

Tabel 2. kostenindicatie substraatloos telen* (bij een standaard bedrijf van 5 ha.)						
	watertechnische installatie/m ²	extra onderhoudskosten/m ² /jaar	extra stroomkosten/m ² /jaar	substraatkosten**/m ² /jaar	afvoerkosten***/m ² /jaar	
substraatloos	6,5	0,63	1,1			
substraatteelt	5			0,8 - 1,2	0,19 - 0,23	

* Data zijn indicatief en ontstaan i.o.m. Priva, Demokwekerij, van Vliet, DLV Plant.
 ** Aanschafkosten
 *** Afvoer- en verwerkingskosten

4 Discussie

Opvallende zaken gedurende het proefverloop worden besproken en bediscussieerd.

Opvallend waren de gerealiseerde zuurstofconcentraties in het water (§ 3.2.2). Direct in de aanvoer en de drain zijn geen verlaagde waarden gemeten. Daarnaast zijn onder het wortelpakket slechts op enkele plekken regelmatig verlaagde waarden gemeten. Ter referentie; wanneer in de praktijk onderin een steenwolmat proefmetingen gedaan worden dan worden verlaagde zuurstofwaarden (<10%) regelmatig gevonden. De oorzaak van de goede zuurstofhuishouding moet vooral in het teeltsysteem worden gezocht. Het is bekend dat het zuurstofgehalte in stilstaand water snel kan dalen. In stilstaand water verloopt de aanvoer van zuurstof zeer traag en kan het verbruik door wortels en micro-organismen niet hersteld worden. Door het geforceerde afschot (in lengte en breedte), wat gedurende teelt regelmatig is gecontroleerd, is het water blijkbaar vlot uitgedraind. Wellicht heeft ook de structuur van de wortels zelf (relatief grove wortels) hieraan bijgedragen; water zal sneller zijn weg vinden door een pakket met grove wortels dan wanneer deze heel fijn zouden zijn. Daarnaast zijn tijdens de teelt op enkele plekken extra draingaten gemaakt in de folie waarin de wortels zaten. Na verloop van tijd leek het wortelpakket er bij deze extra draingaten erg vitaal eruit te zien. Uiteraard was dit een kwalitatieve en visuele beoordeling en is dit niet kwantitatief onderbouwd. Het is wel een aanwijzing dat een vlotte uitdrain bijdraagt aan optimale omstandigheden in de wortelzone en een gezond wortelpakket.

Al met al zijn er weinig problemen geweest tijdens de teelt met O₂ en temperatuur in de wortelzone. Onduidelijk blijft in hoeverre klimaatomstandigheden een rol spelen. (Wat zou er zijn gebeurd tijdens een normale of juist extreme zonnige en warme zomer?)

Een opvallend moment was na zondag 21 augustus. Na het moment van pompuitval herstelden die posities zich waar continu verlaagde zuurstofconcentraties waren. Dit herstel bleef enkele dagen zichtbaar. Dit herstel heeft mogelijk te maken gehad met de veranderde watergiftynamiek in het systeem. Het gaat er dan om de huidige continue trend in watergift te doorbreken (door fors meer of minder te doseren), zodat plaatsen in het systeem met verlaagd zuurstof worden 'ge-reset'. Het is alleen nog onduidelijk hoe dit in de praktijk gebruikt zou kunnen worden, pompuitval en het tijdelijk uitschakelen van watergift kan gevaarlijk zijn.

Neerslag van ionen bij UV-ontsmetting (§ 3.2.3) is nagenoeg niet opgemerkt in de proef, terwijl dit vanuit literatuur wel bekend is. Mogelijk dat de bestralingsduur met maximaal 4 uur per dag kort genoeg was om dit neerslaan van ionen te beperken. Daarnaast is uiteraard wekelijks na de elementenanalyse een nieuw gifrecept opgesteld.

Op geen enkel moment zijn risicovolle concentraties schimmelsporen gedetecteerd (§ 3.2.3), terwijl de ontsmetter pas vanaf half juli 4 uur per dag is ingeschakeld. Mogelijk is het zo, dat wanneer geen primaire aantasters aanwezig zijn EN de omstandigheden in de wortelzone zijn optimaal (met O₂ > 10%), er zonder ontsmetting goed geteeld kan worden. Een continue monsteranalyse blijft dan een belangrijke controle.

Paprikawortels op water maken geen haarwortels aan. Opmerkelijk was dat na 30 weken teelt het wortelpakket zo'n 5-6 cm dik is geworden (§ 3.2.5). Van tevoren was onduidelijk hoe de wortelkwantiteit en -kwaliteit zou zijn tegen het einde van de proef. Dit

wortelpakket lijkt, naarmate de teelt vordert, langzamerhand een bufferende werking te ontwikkelen. Aan alle wortels van het pakket bleef water plakken. Het giftwater kreeg steeds meer letterlijk een barrière voordat het in de draingoot terecht zou komen. Desondanks bleef de waterlaag dun (en de drain dus in orde) genoeg zodat het teeltprincipe intact bleef. Wanneer de wortels bekeken werden was wel duidelijk dat de gehele wortelomgeving maximaal vochtverzadigd was. Het folie zat vol met condensdruppels en de bovenkant van het wortelpakket was ook vochtig. Dit moet ook wel, want wortels zonder vocht drogen uit en sterven af (verliest de wortel zijn functie).

Tijdens de proef groeide het gewas behoorlijk vegetatief (§ 3.3.5). De exacte oorzaak is onduidelijk. Mogelijk heeft het te maken met de omstandigheden (kleine teeltafdeling met relatief lage RV, relatief lage instraling). Aannemelijk is ook dat het teeltsysteem zelf hiermee te maken heeft. De wortels hebben namelijk een zeer grote waterbeschikbaarheid (100%) waardoor wateropname relatief makkelijker zal zijn dan in een substraatteelt. Een gemakkelijke wateropname zal dan ook kunnen resulteren in meer vegetatieve groei. Dit is ook gebleken uit het traditionele NFT systeem, wat vooral in de jaren '80 van de vorige eeuw door sommige glasgroentetelers is gebruikt. Hoe dit het beste te tackelen is, is onduidelijk. Ook al omdat het effect van de directe relatie met de klimaatomstandigheden onduidelijk is. In theorie is EC verhoging een sturingsmogelijkheid om directe waterbeschikbaarheid voor opname door de wortels te beperken.

In referentie met praktijkteelt is het opvallend dat neusrot niet is waargenomen (§ 3.3.4). Mogelijk heeft dit ook te maken met de grote waterbeschikbaarheid, zoals hierboven is beschreven. Ca wordt namelijk passief met de wateropname door de wortels de plant in getransporteerd.

Bij teelt zonder substraat zullen klimaatomstandigheden en teeltregime opnieuw aandacht moeten krijgen, aangezien het wortelfunctioneren anders werkt dan in een substraat. Zo is de structuur van de wortels anders (waterwortels; geen haarwortels) en de wortel-spruitverhouding mogelijk ook (meer wortelvolumen). De omstandigheden in de wortelzone zorgen voor een grote waterbeschikbaarheid en -opnamecapaciteit, wat waarschijnlijk een vegetatief effect heeft op het bovengrondse gewas.

De verwachting is dat de effecten die bij de substraatloze paprikateelt zijn waargenomen op hoofdlijnen vergelijkbaar zullen zijn voor de andere opgaande glasgroentegewassen (tomaat, komkommer, aubergine). Echter op detailniveau kunnen er verschillen zijn. Zo is bij proeven op de Demokwekerij waargenomen dat de tomatenwortel veel fijner van structuur is dan de paprikawortel. Daarnaast is de tomatenwortel niet erg lichtgevoelig, terwijl de paprikawortel nauwelijks in het licht zal groeien. Dit lijken kleinigheden, maar wanneer het aankomt op voldoende uitdrain van water, wortels die als barrière optreden en wortelgroei die het teeltsysteem op kritische posities kunnen doen verstoppen kunnen dergelijke details bepalend zijn voor het laten slagen van een dergelijk teeltsysteem.

5 Conclusies en aanbevelingen

Uit de resultaten van dit onderzoek kan het volgende worden geconcludeerd:

- Paprikateelt is goed mogelijk zonder substraat.
- Continu aanvoer van met zuurstof verrijkt voedingswater is vereist.
- Continu voldoende afschot over de lengte en de breedte van de goot is vereist. Dit is o.a. afhankelijk van omstandigheden als totale lengte van de goot, gewasstadium. Voldoende afschot betekent het borgen van continu doorstroming en het voorkomen van stilstaand water.
- Het voorkomen van dode zones (stilstaand water) is cruciaal.
- Zuurstof in de wortelzone is waarschijnlijk de belangrijkste parameter om zo optimaal mogelijk te houden, ten minste >10% (4-5 mg/l).
- Een verandering van dynamiek in de watergift kan een positieve opleving geven aan omstandigheden (zuurstof) in de wortelzone.
- De grofheid van de wortel is een belangrijk gewasspecifiek kenmerk dat waarschijnlijk veel effect heeft op het doorlaten van de waterstroom (mate van uitdrain) en het al dan niet slagen van een teeltconcept. Zo blijkt paprika veel grovere wortels te ontwikkelen op een waterstroom dan tomaat.
- Worteltemperatuur heeft in deze proef geen problemen opgeleverd, maar blijft wel een belangrijk aandachtspunt.
- Bij het uitblijven van aanwezigheid van schadelijke primaire micro-organismen in het drainwater is het wellicht mogelijk om zonder ontsmetting te telen.
- Continu inzicht in ionenconcentraties en –verhoudingen is nog belangrijker dan bij een substraatteelt, aangezien er geen echte buffer is en de voedingssituatie snel kan wijzigen.
- Bij teelt zonder substraat zullen klimaatomstandigheden en teeltregime opnieuw aandacht moeten krijgen, aangezien het wortelfunctioneren anders werkt dan in een substraat.

Kansen bij het substraatloos teeltconcept zijn o.a.;

- snel kunnen sturen in factoren in de wortelzone
- grotere duurzaamheid (nagenoeg geen anorganisch afval)
- milieu; mogelijk minder emissie (lozing) van voedingsstoffen (bv bij aparte drainwater-opvang voor dag vs. nacht; 's nachts verhoogde EC (Natrium?) aanhouden).
- mogelijk snellere teeltwisseling

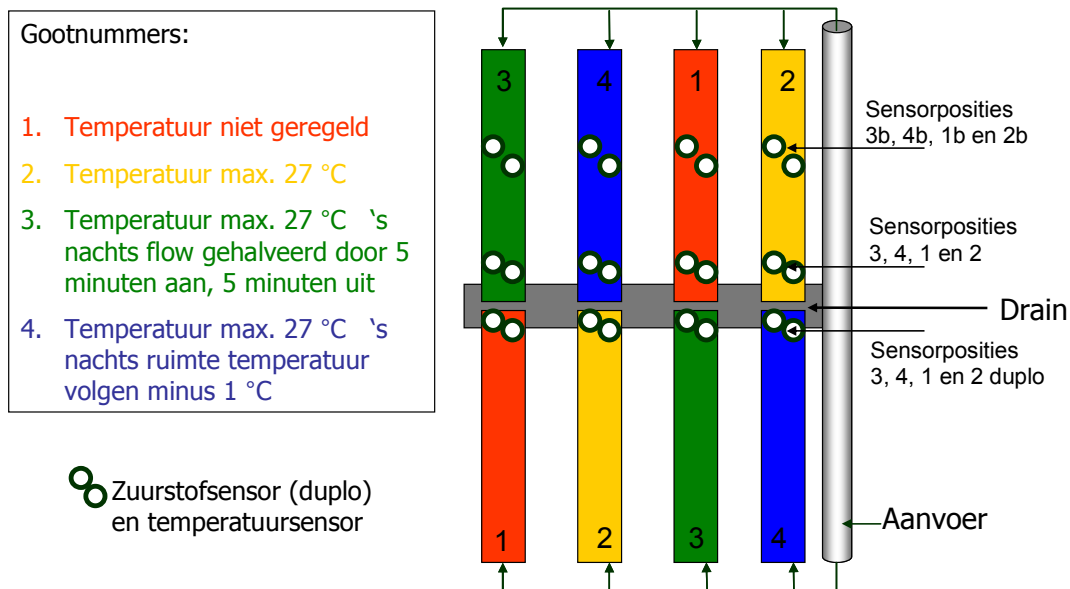
Bij verder optimaliseren van dit teeltconcept is het allereerst belangrijk om de meest kritische factoren (waterflow, O₂, T) continu te monitoren. De volgende stap is het stuurbaar maken van deze factoren, zodat afhankelijk van seizoen en gewasstand kan worden gevarieerd naar zo optimaal mogelijke instellingen.

Bij teelt op water is er een grote waterbeschikbaarheid en relatief makkelijke opname door de plant. Daarnaast is uit literatuur gebleken dat planten water en voedingsstoffen onafhankelijk van elkaar opnemen. Dit biedt mogelijkheden om het substraatloos teeltconcept verder uit te breiden;

- **Momentane EC sturing**
 Een studie naar variatie in zoutgehalte op de opbrengst bij Tomaat (van Ieperen, 1996) heeft aangetoond dat bij een lage EC overdag en een fors hoge EC 's nachts de opbrengst behoorlijk toenam. Vooral het vruchtgewicht nam toe. Daarnaast was vruchtschade/neusrot sterk afgenomen. Juist in een substraatloze teelt is het snel kunnen schakelen tussen verschillende EC niveaus een vrij eenvoudige en goed stuurbare handeling.
- **Split-root systeem**
 Uit een proef met split-root systeem (Sonneveld, 2000) blijkt dat planten water en voeding onafhankelijk van elkaar opnemen. Tomaten zijn geteeld op een goot met split root systeem; wortels in 2 goten, één met lage en één met hoge EC. Hiermee wordt de plant zelf in staat gesteld om datgene op te nemen (water en/of voeding) wat op elk moment van de dag gewenst is.

Bijlage 1: Proefschema

Legenda zuurstof- en temperatuur sensoren in de goten



Bijlage 2: Voorbereidende proef telen op water

(N.a.v. proefje zomer 2010 Demokwekerij)

Technisch

- Flow omhoog brengen (5 l/m/u minimaal verdubbelen)
- De druppelpunten bleven onder hun capaciteit. Hogere druk op de leiding (v.a. 2 bar). Dan meer afgifte mogelijk.
- Verdeling van water verbeteren. Zeker belangrijk vanaf de start. De gehele voet van de pot moet in contact komen met het water. (meerdere gaatjes in de slang bij elke pot?)
- Aanvoerslang hoog aan de zijkant van de goot bevestigen; minder kans op verstopping van de waterinlaten door wortelgroei, meer contact van water met lucht (zuurstof).
- Sturing watertemperatuur automatiseren (direct linken aan oa. lucht/planttemperatuur)
- Wateropvang ingraven zodat opwarming minder is.
- Naast koeling per goot ook verwarming per goot realiseren (ook mogelijk maken de voorraad te verwarmen, vooral in het voorjaar).
- Aantal goten; 2 x 4. Goten tot de helft van de afdeling laten lopen. Op deze manier krijgen we 2 hh per behandeling. Daarnaast 2 rijen rand links en rechts van de afdeling.

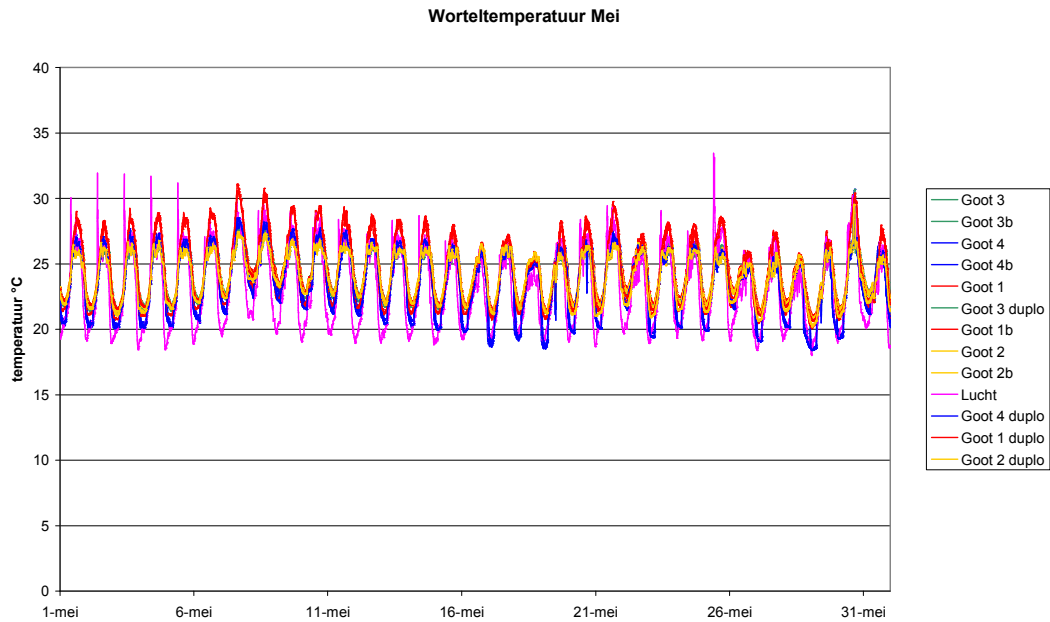
Plantkundig

- I.v.m. hygiëne en pathogenenrisico willen we geen wortels in het draingootje. Mogelijk anti-worteldoek over de gehele goot heen zodat de wortels daar boven blijven terwijl het water er wel doorheen kan.
- Wekelijks voedingsoplossing verversen. (Fe reageert met organische vervuiling en zal, zeker tegen het einde van de teelt, afnemen in de oplossing). Regelmatig monsters nemen ter controle.
-

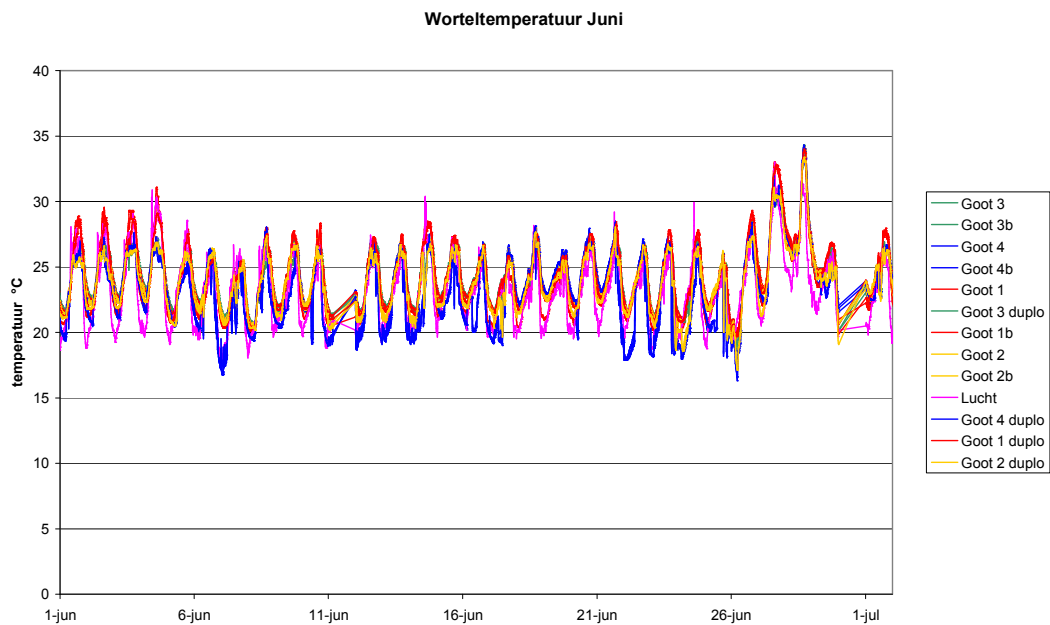
DLV Plant
Fytgoras

Bijlage 3: Temperatuurprofielen

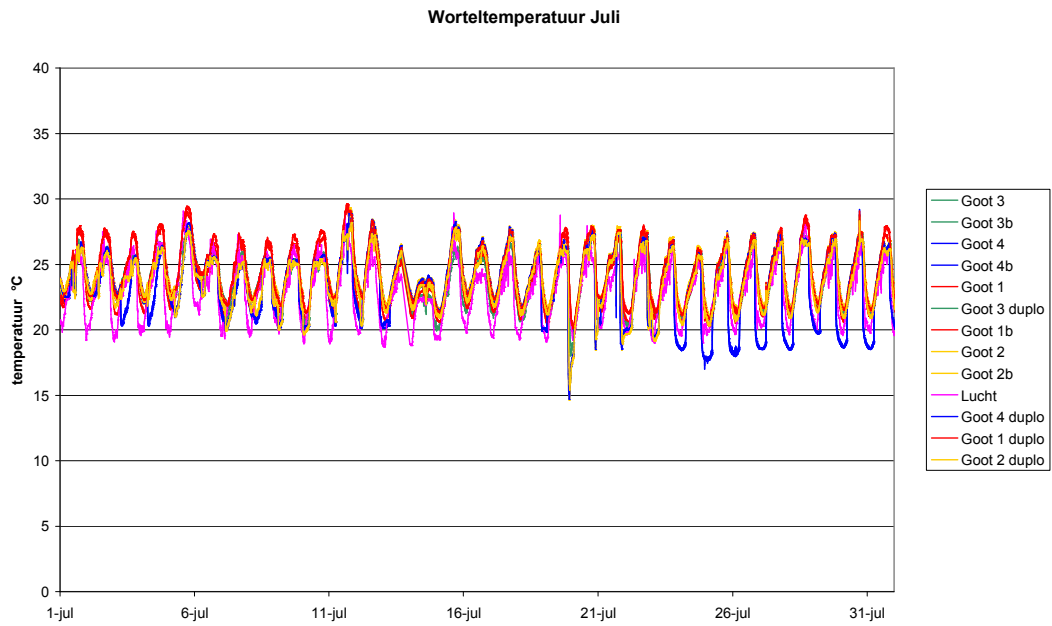
Maand mei



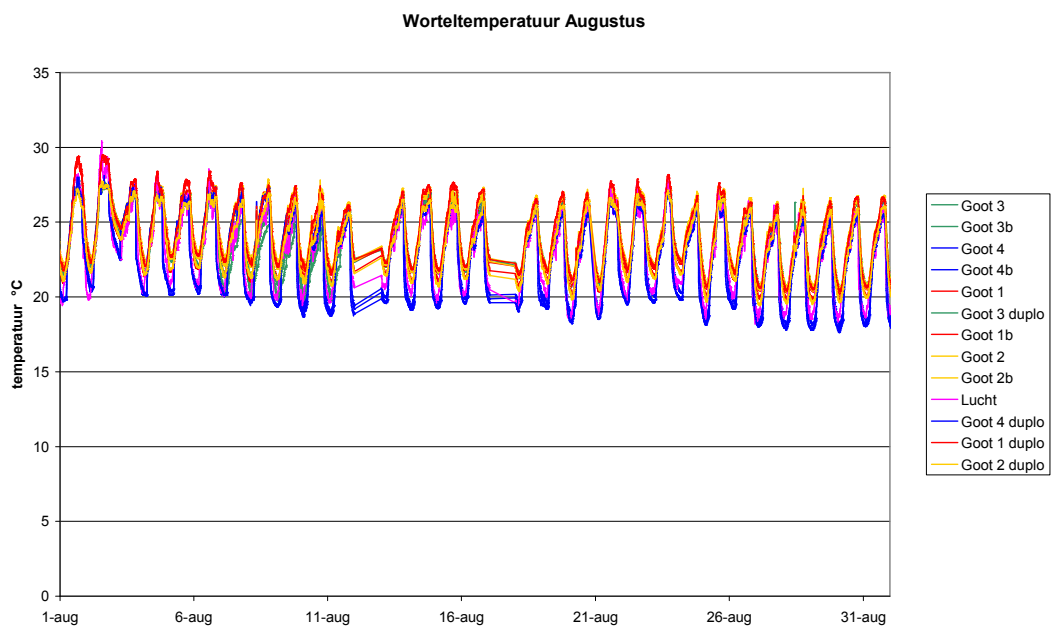
Maand juni



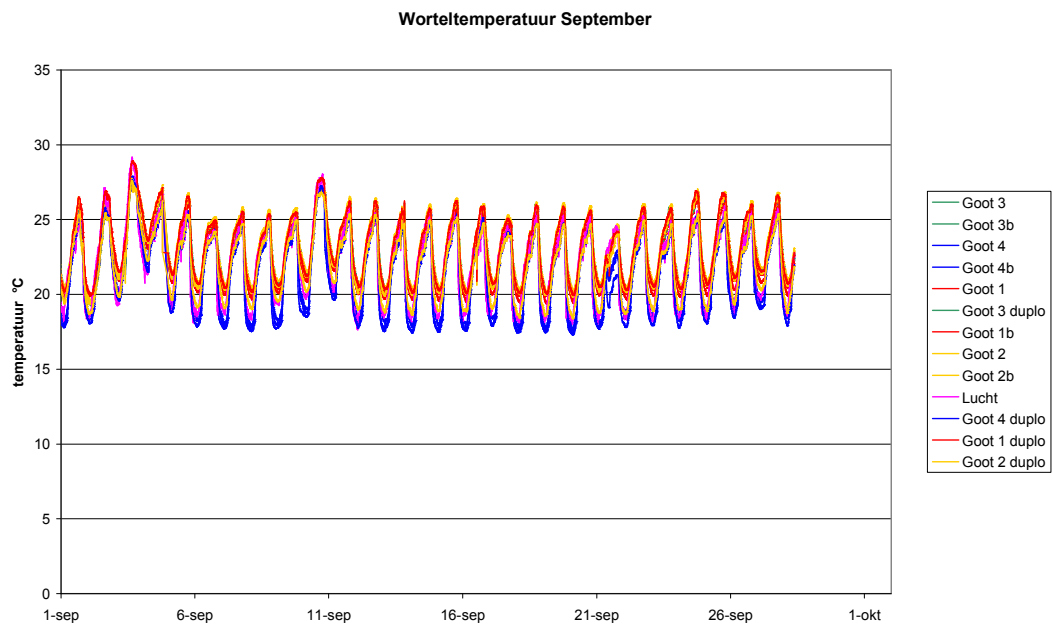
Maand juli



Maand aug

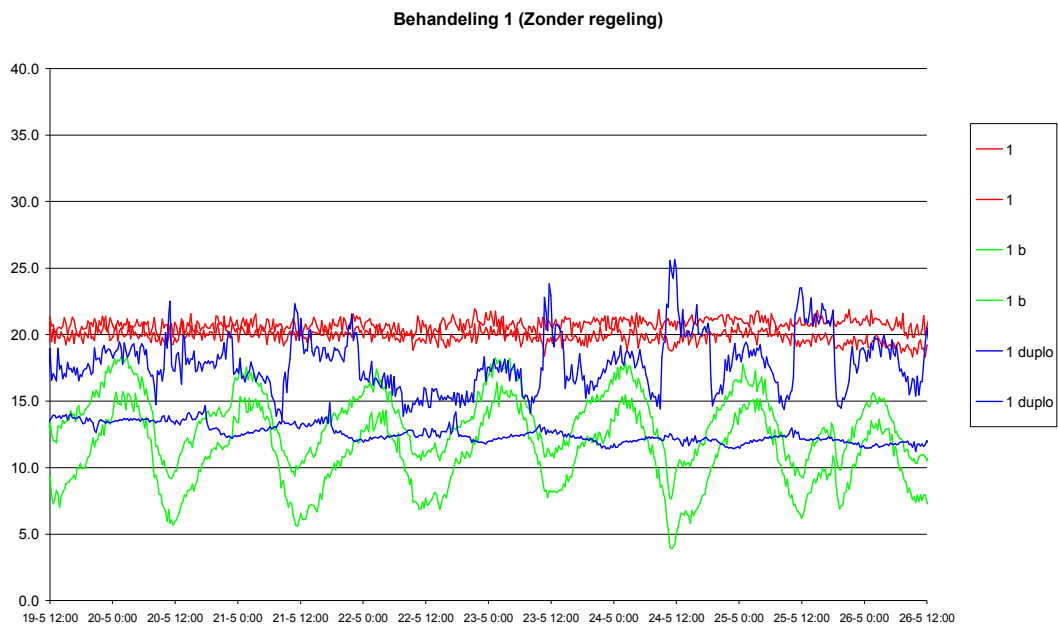


Maand sept

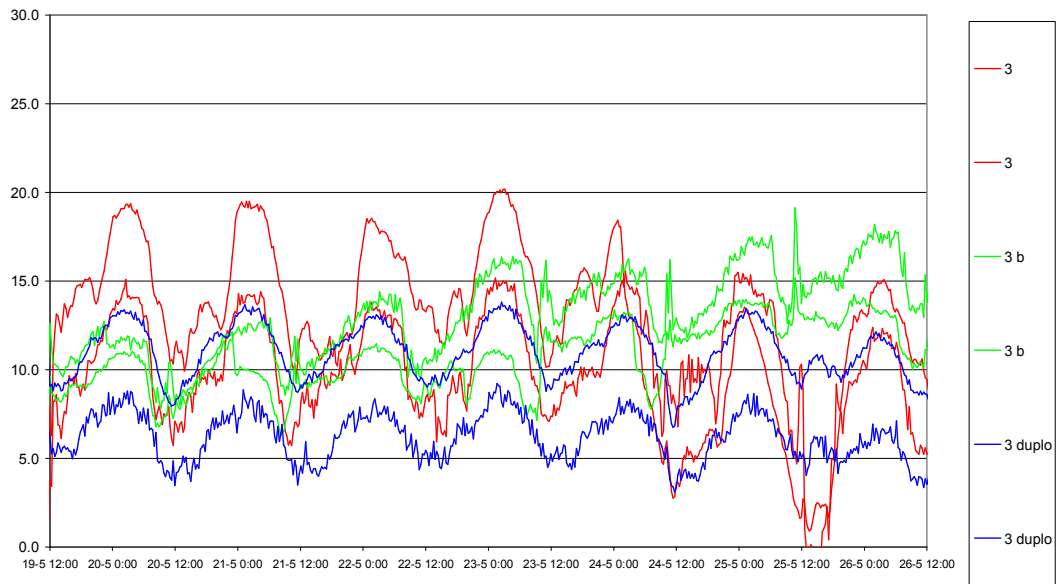


Bijlage 4: Zuurstofprofielen

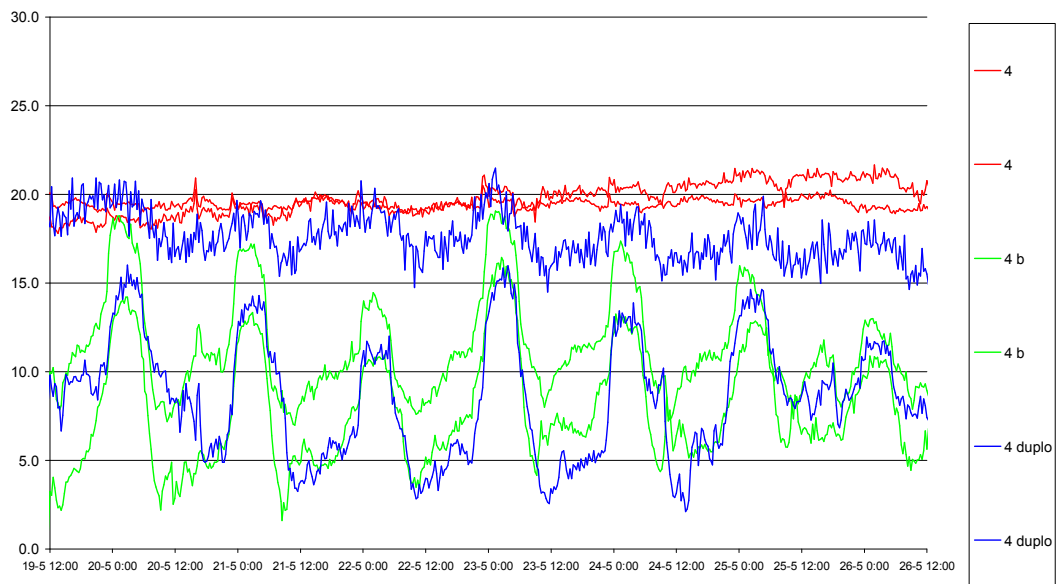
De zuurstofprofielen in de verschillende behandelingen. Het zuurstofpercentage is uitgedrukt in procenten O₂ (schaal 0 – 21% O₂)



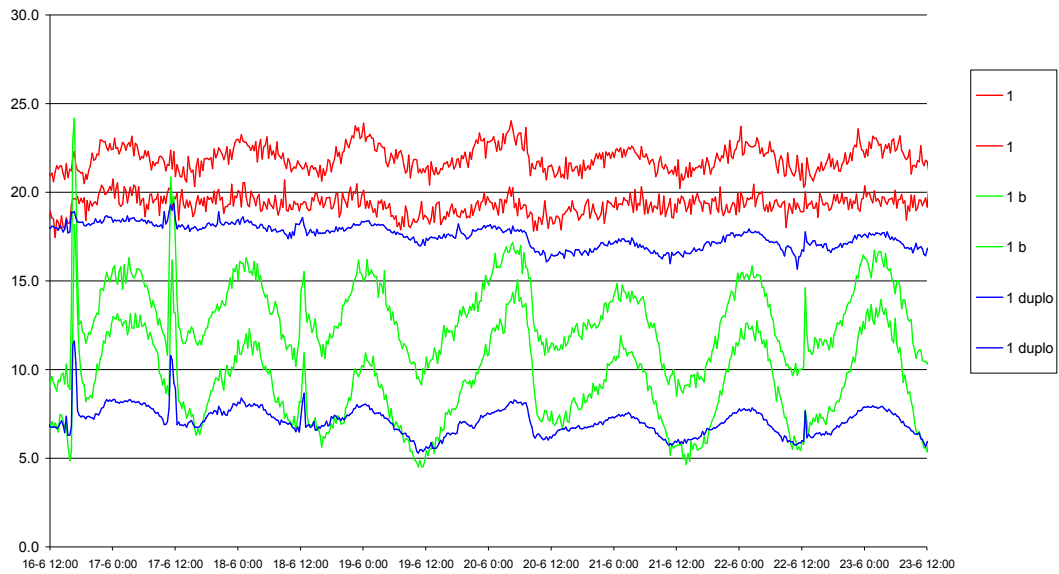
Behandeling 3 (begrensd op 27 °C, 's nachts halve flow)



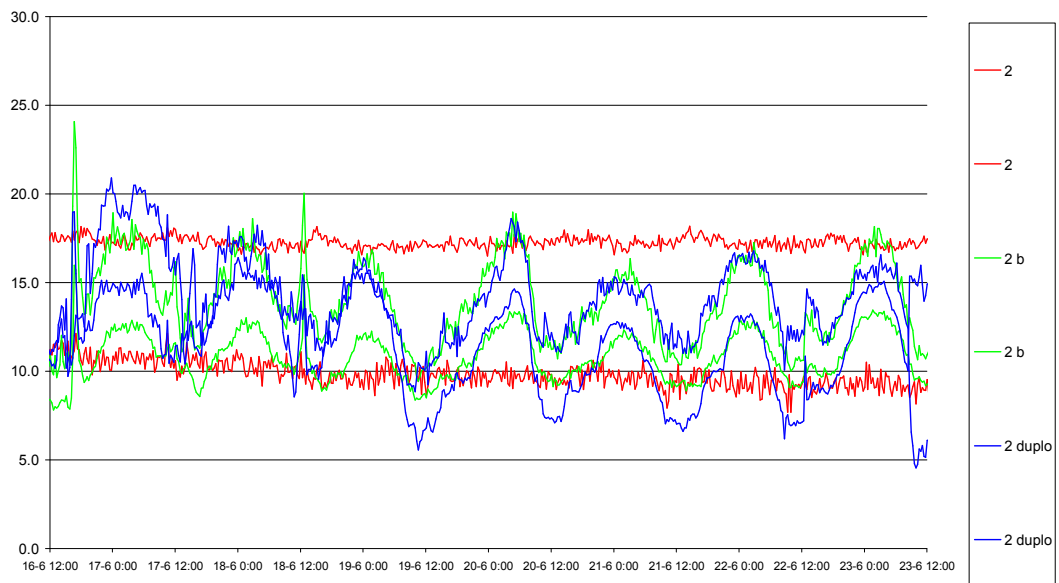
Behandeling 4 (begrensd op 27 °C, 's nachts 1 graad onder ruimtetemperatuur)



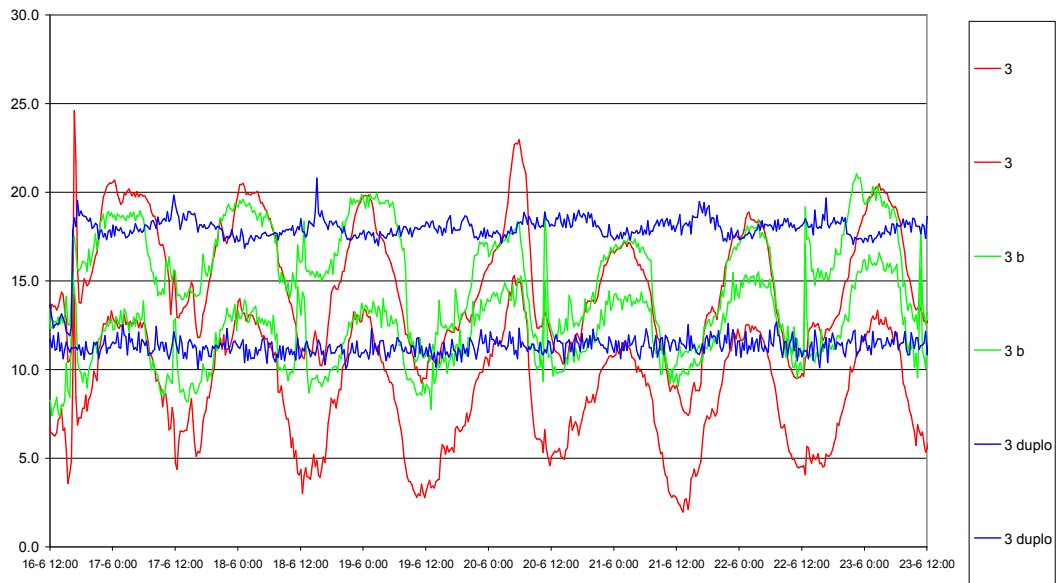
Behandeling 1 (Zonder regeling)



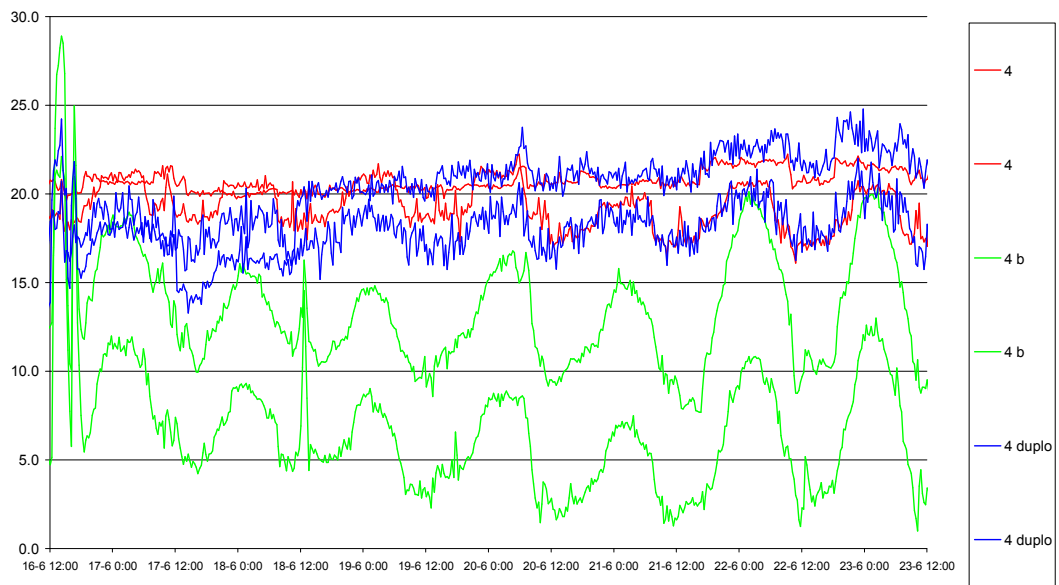
Behandeling 2 (begrensd op 27 °C)



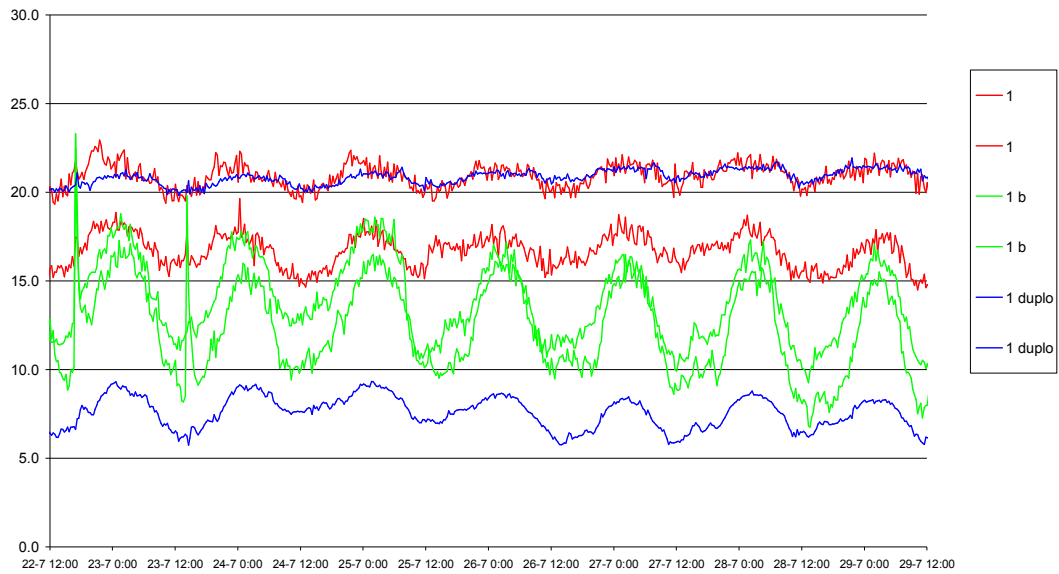
Behandeling 3 (begrensd op 27 °C, 's nachts halve flow)



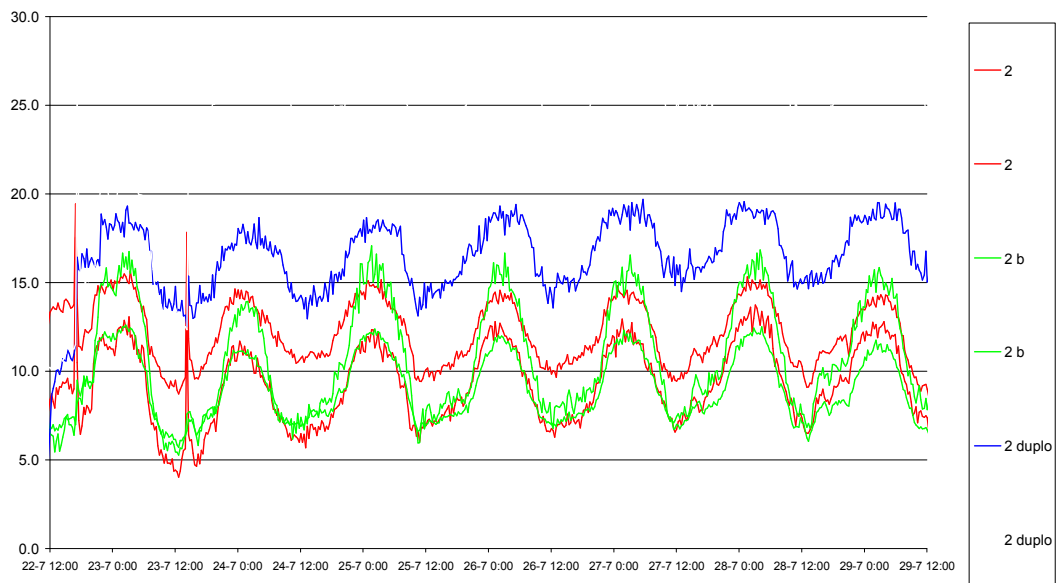
Behandeling 4 (begrensd op 27 °C, 's nachts 1 graad onder ruimtetemperatuur)



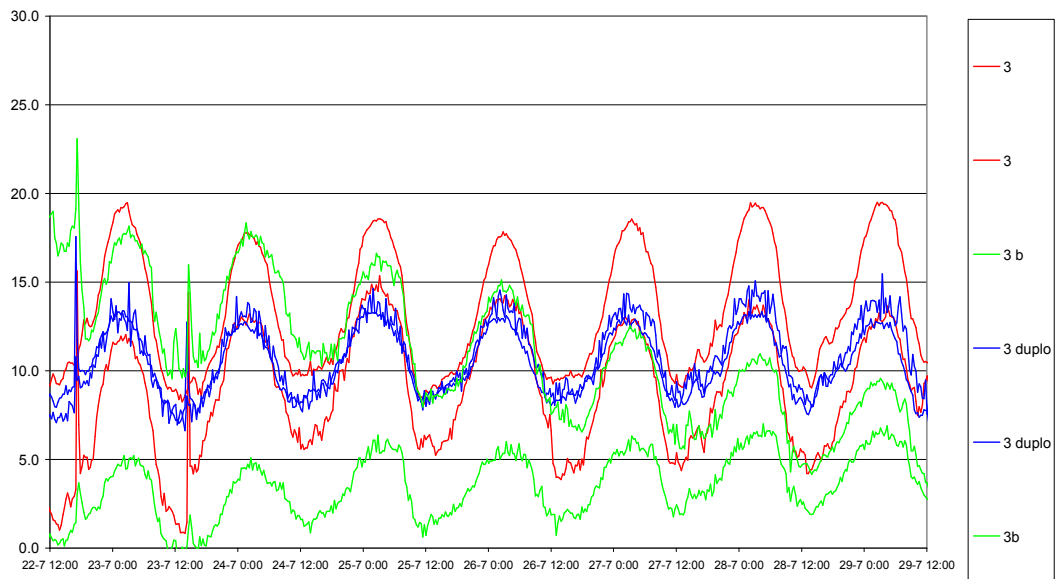
Behandeling 1 (Zonder regeling)



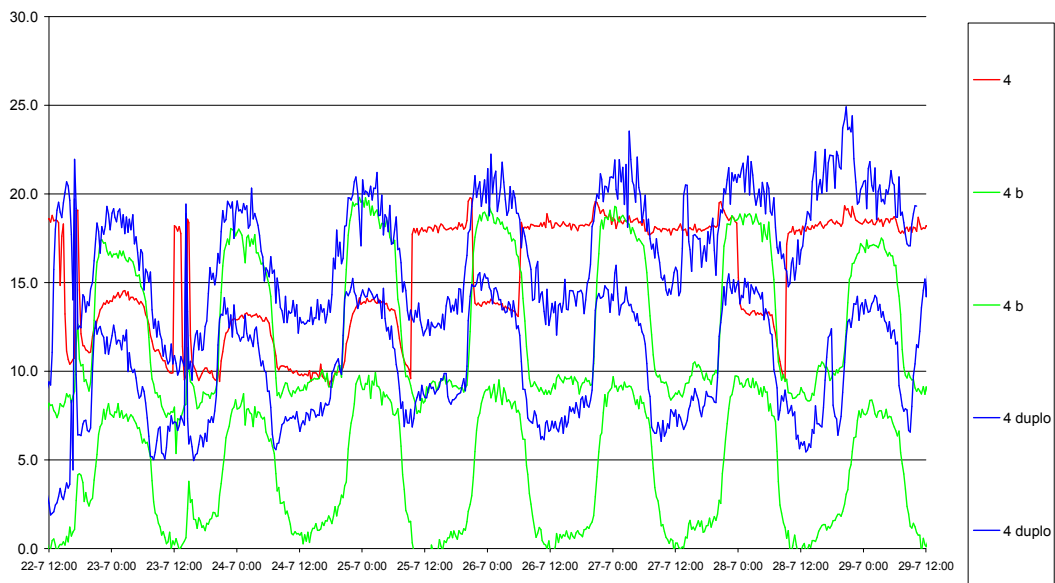
Behandeling 2 (begrensd op 27 °C)



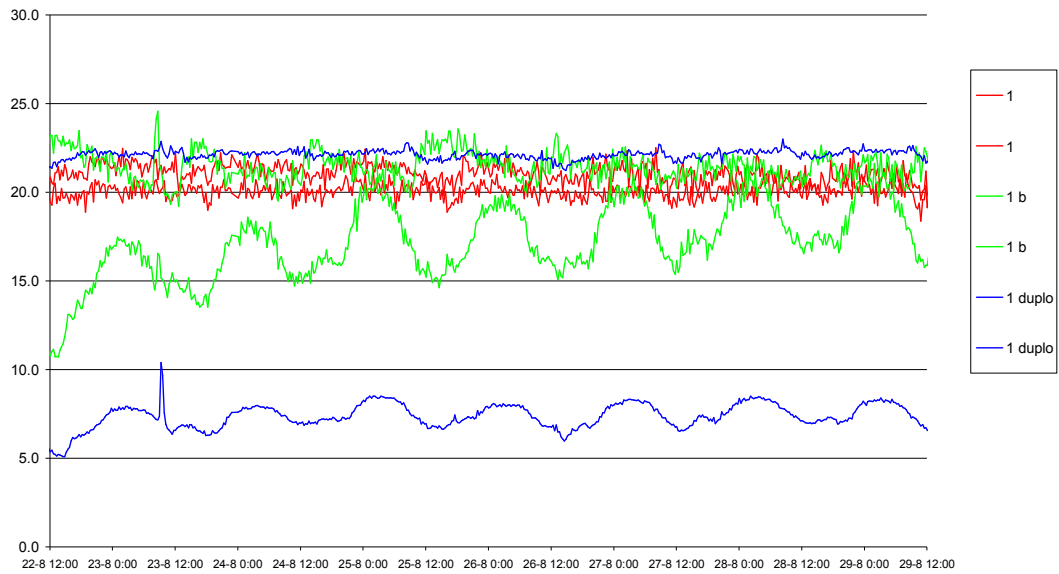
Behandeling 3 (begrensd op 27 °C, 's nachts halve flow)



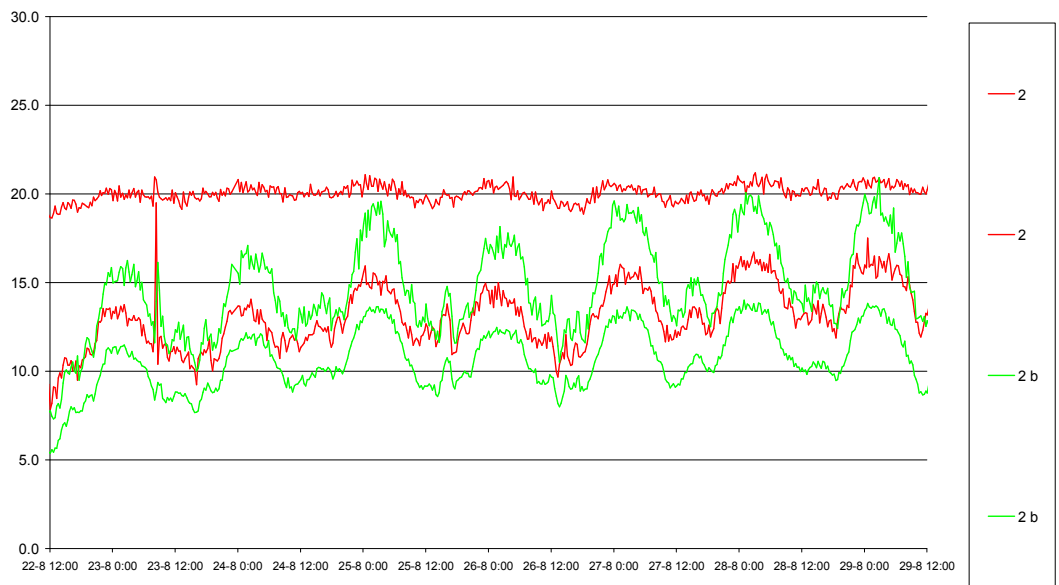
Behandeling 4 (begrens op 27 °C, 's nachts 1 graad onder ruimtetemperatuur)



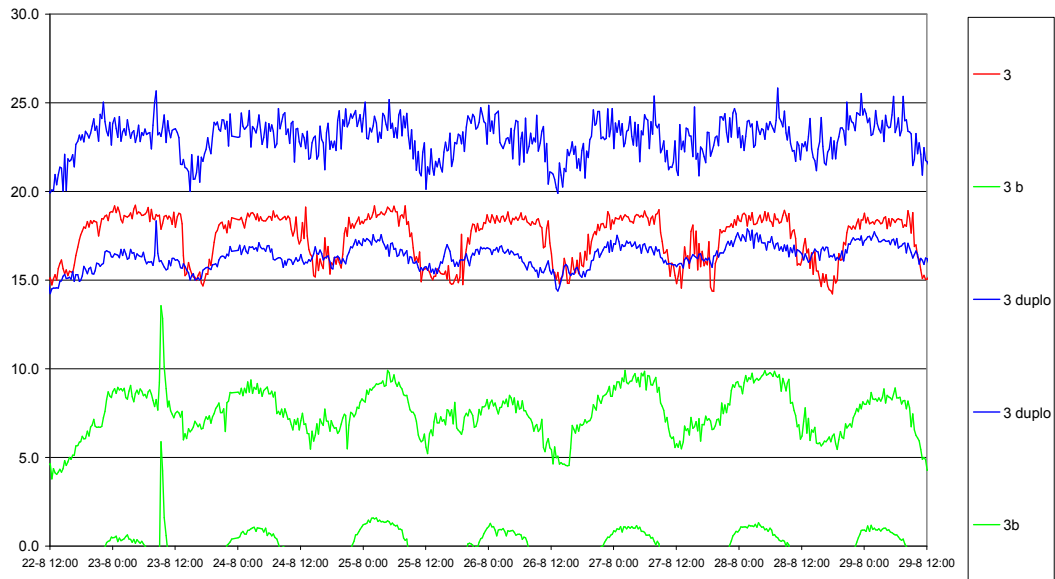
Behandeling 1 (Zonder regeling)



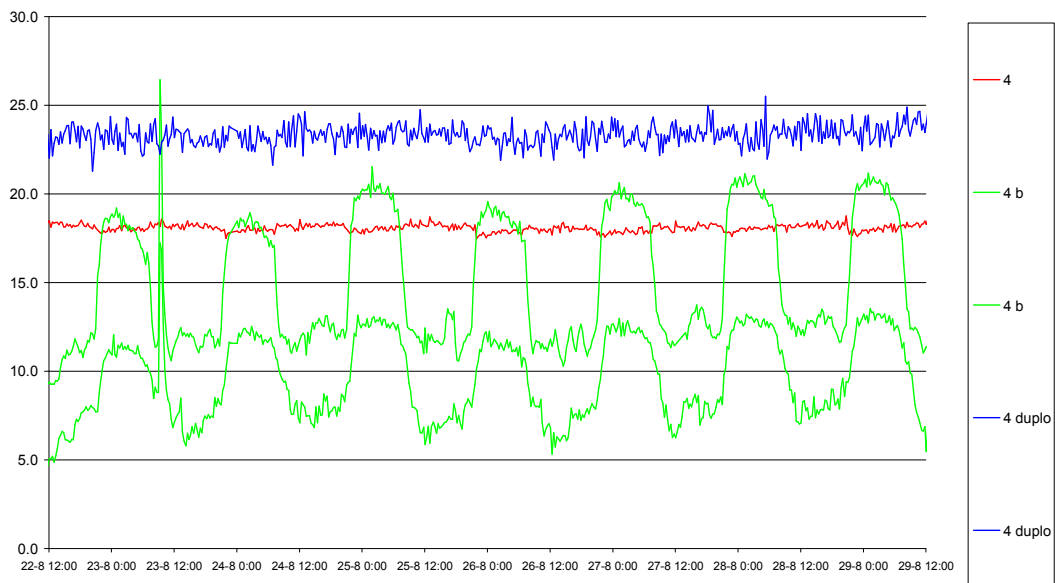
Behandeling 2 (begrensd op 27 °C)



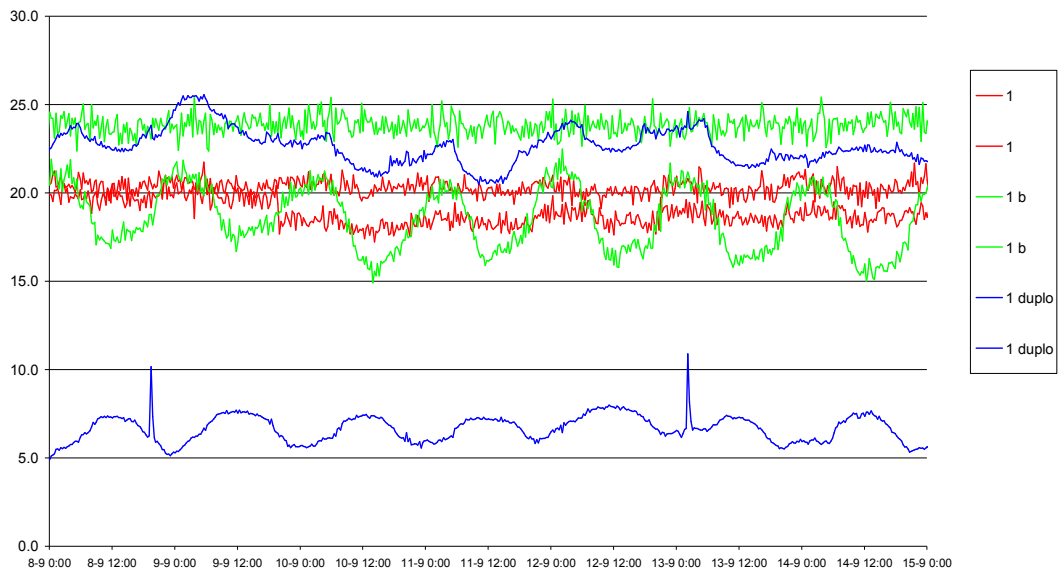
Behandeling 3 (begrensd op 27 °C, 's nachts halve flow)



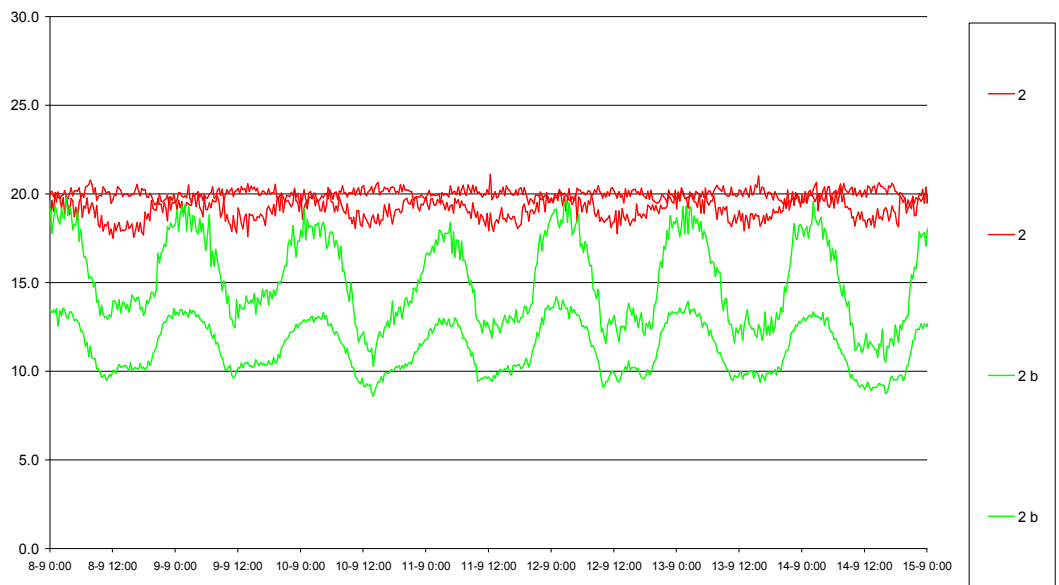
Behandeling 4 (begrensd op 27 °C, 's nachts 1 graad onder ruimtetemperatuur)



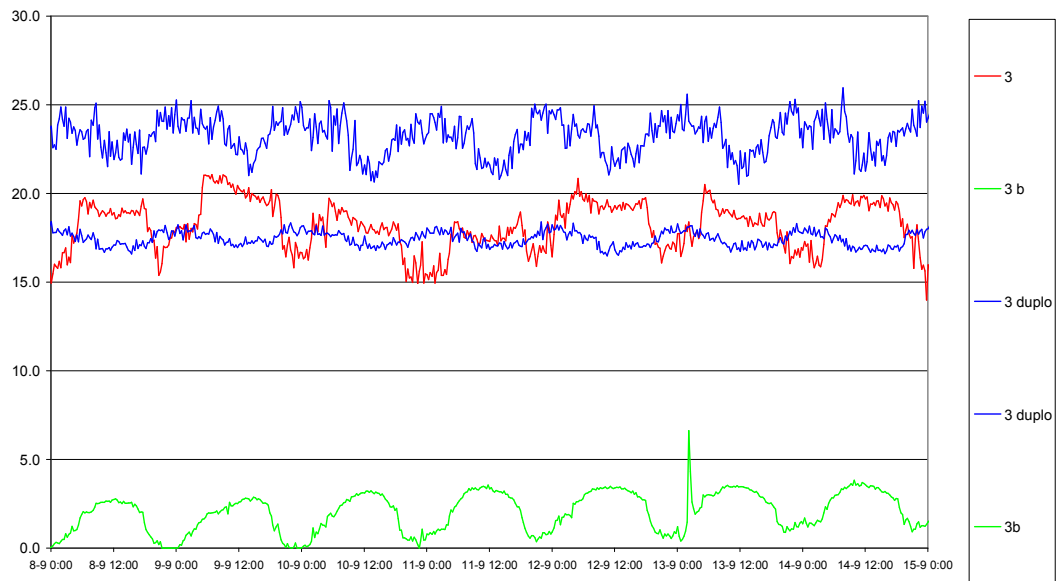
Behandeling 1 (Zonder regeling)



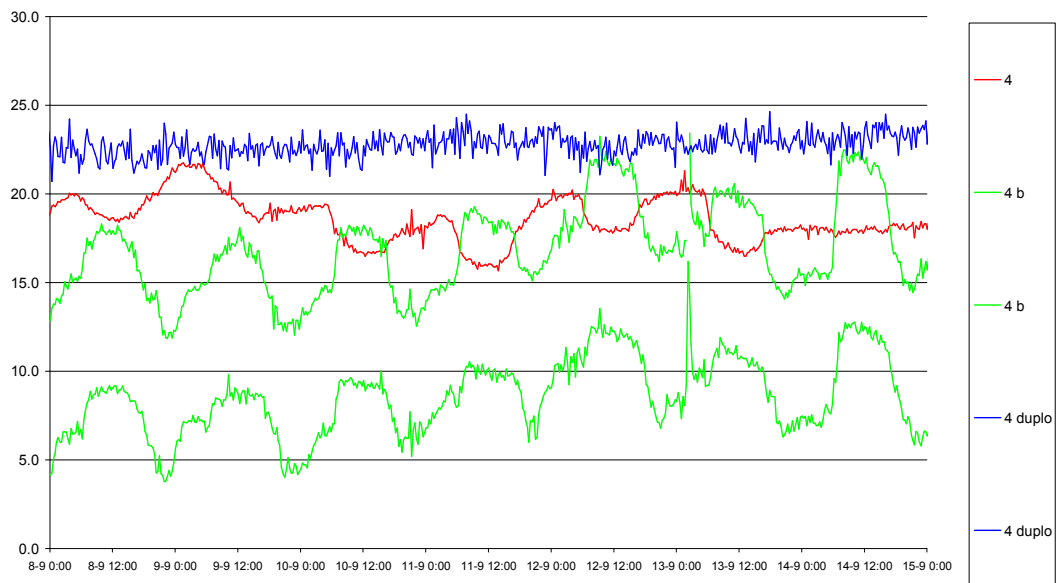
Behandeling 2 (begrensd op 27 °C)



Behandeling 3 (begrensd op 27 °C, 's nachts halve flow)



Behandeling 4 (begrensd op 27 °C, 's nachts 1 graad onder ruimtetemperatuur)



Bijlage 5 Elementenanalyse

Groen Agro Control
 Dorpsveldweg 7
 2645 EG Delfgauw
 Tel: 015 - 2572511 Fax: 015 - 2572522

DLV Plant B.V.
 t.a.v. D. v. Marwijk
 Zuidweg 38
 26720 AH Naaldwijk

pag 5/1
 6

Overzicht ongecontroleerde analyses

Datum	Omschrijving	Monsternr	EC		pH	mmol/l										µmol/l					
			mS/cm			NH ₄	K	Na	Ca	Mg	Si	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃ ⁻	P _{tot}	Fe	Mn	Zn	B	Cu
01-01-2011	drain	138109	3,8	5,9	<0,1	9,1	0,7	10,3	3,7	<0,05	35,9	0,3	3,9	0,2	2,12	14,3	1,8	4,0	27	1,85	0,5
18-01-2011	drain	138988	3,4	5,9	<0,1	4,0	0,8	12,2	3,4	<0,05	34,0	0,5	3,4	<0,1	1,99	13,4	3,3	3,4	84	3,25	1,8
02-03-2011	druppel	138884	3,3	5,9	<0,1	1,5	2,3	12,8	3,4	0,18	21,5	2,0	4,4	<0,1	1,72	6,5	0,1	1,7	62	3,39	2,1
18-03-2011	voeding	138238	3,6	5,7	<0,1	0,2	5,8	14,5	2,7	0,24	20,1	4,9	5,5	<0,1	1,04	42,7	0,9	2,4	108	3,94	2,2
23-03-2011	voeding	1381773	3,7	5,9	<0,1	0,4	8,9	13,8	2,5	0,23	20,2	5,4	5,3	<0,1	1,11	84,0	2,5	2,8	108	4,17	2,1
30-03-2011	druppel	138912	3,9	5,9	<0,1	4,2	8,2	12,4	2,9	0,22	22,6	6,9	5,1	0,1	1,55	124	1,3	2,2	89	3,75	2,1
06-06-2011	drain	138932	3,1	6,4	<0,1	4,5	4,7	9,1	2,1	0,18	17,0	4,2	3,8	0,6	1,25	53,9	4,8	2,5	52	2,76	1,4
13-06-2011	drain	1387238	3,1	6,0	<0,1	4,8	3,8	9,9	2,0	0,14	19,0	3,2	3,5	<0,1	1,49	38,9	1,1	2,9	76	2,95	1,5
20-06-2011	Drainwater	1385720	3,0	5,9	<0,1	13,1	0,9	4,9	1,8	<0,05	19,6	0,7	2,1	<0,1	2,22	16,8	3,8	1,8	48	1,10	1,0
27-06-2011	Druppel	137936	2,9	5,9	<0,1	9,1	1,8	6,7	1,8	<0,05	18,4	0,8	2,8	0,1	1,69	10,5	9,1	3,2	92	2,95	1,9
04-07-2011	Drain	1371765	3,5	5,5	0,1	10,4	1,3	8,4	2,4	<0,05	26,6	0,8	2,8	<0,1	1,85	32,4	94,1	190	500	9,85	7,1
06-07-2011	drain	1379884	3,3	5,1	0,5	9,7	0,6	7,8	2,7	<0,05	28,8	0,4	3,0	<0,1	1,66	54,8	40,6	21,9	99	4,68	1,2
11-07-2011	drain druppel	1379888	3,1	5,8	<0,1	5,4	1,4	9,4	2,8	<0,05	21,7	1,0	3,4	<0,1	1,84	4,7	34,0	27,1	320	5,59	4,9
18-07-2011	drain	1379887	3,3	5,7	0,1	8,2	1,2	10,9	2,9	<0,05	24,2	0,8	2,9	<0,1	1,78	49,9	15,0	19,1	87	2,68	1,8
28-07-2011	drain	1379888	3,4	5,8	<0,1	3,5	2,0	12,6	3,4	0,05	24,4	1,2	4,1	<0,1	1,61	11,3	16,2	27,1	252	4,48	3,4
18-08-2011	drain	1380838	3,7	5,7	<0,1	7,9	1,7	10,9	3,2	<0,05	28,5	0,7	3,5	<0,1	2,18	57,8	8,4	1,9	71	2,71	1,6
22-08-2011	Drain	1382500	3,5	5,8	<0,1	8,9	1,6	11,1	3,0	<0,05	26,0	1,0	3,0	0,1	2,19	79,1	9,2	1,3	58	2,14	1,2
29-08-2011	Drain	1384306	3,6	5,8	<0,1	9,1	1,4	10,1	2,9	<0,05	26,5	0,8	2,4	0,1	2,00	65,9	9,1	1,2	52	1,64	0,9
05-09-2011	Drain	1386047	3,6	5,6	<0,1	8,4	1,5	10,6	3,6	<0,05	26,3	0,8	3,2	<0,1	2,53	89,5	7,9	1,4	64	1,57	1,1
12-09-2011	Drain	1387748	3,5	5,4	<0,1	6,5	1,6	11,3	3,3	<0,05	27,9	0,8	2,9	<0,1	2,18	93,4	11,5	1,5	60	1,43	0,8
19-09-2011	Drain	1388603	3,6	5,4	<0,1	6,8	1,7	10,9	3,2	<0,05	27,6	0,8	3,3	<0,1	2,28	82,9	9,5	2,9	48	1,40	0,5