

Vervolg inzicht in- en het optimaliseren van de wortelfunctie bij Roos

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

Landelijke commissie Roos LTO Groeiservice
Klappolder 130
2665 LP Bleiswijk

Uitgevoerd door

DLV Plant Onderzoek
Dave van Marwijk
Edwin van der Knaap
Fytagoras
Berry Oppedijk
Wessel Holtman



PT – Projectnummer: 13807

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.

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	6
2.3.1 Klimaat	6
2.3.2 Wortelomgeving	7
3 Resultaten	8
3.1 Meetdata bedrijf 1	8
3.2 Meetdata bedrijf 2	12
3.3 Meetdata bedrijf 3	14
3.4 Meetdata bedrijf 4	16
4 Conclusies en aanbevelingen	21

Samenvatting

Team Onderzoek van DLV Plant en Fytagoras hebben in samenwerking met de landelijke commissie Roos van LTO Groeiservice het onderzoek voortgezet naar inzicht in effecten van verschillende klimaat- en teeltomstandigheden op de omstandigheden in de wortelzone. De invloed van watergeefstrategie, teeltomstandigheden en de leeftijd van de mat op het O₂ gehalte in de mat is onderzocht. Er wordt gezocht naar de meest optimale omstandigheden in de wortelzone voor een goed wortelfunctioneren. Het onderzoek is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw.

In dit onderzoek zijn op 4 praktijkbedrijven meetopstellingen geplaatst. Er is gemeten in matten van verschillende leeftijden, variërend van 1 tot 5 jaar. Daarnaast is nadrukkelijk gemeten in de rode cv. 'Red Naomi', aangezien deze meer en meer de norm wordt onder de rode rozen. In de wortelzone zijn uitgebreid temperatuur, zuurstof en watergehalte continu gemeten. Het uitgangspunt was om vanuit verschillende teelt- en watergift strategieën inzicht te krijgen in het verloop van omgevingsfactoren in de wortelzone. Parallel aan de metingen in de wortelzone zijn de bovengrondse klimaatfactoren: kastemperatuur, PAR-licht, bladtemperatuur, RV, CO₂ en verdamping vastgelegd.

Het blijkt dat, afhankelijk van teelt en mattype, de grens waarboven kritische zuurstofwaarden optreden tussen de 75 en 85% ligt, horizontaal onderin de mat gemeten. Kritische zuurstofwaarden treden vrijwel uitsluitend in de onderste centimeters van de mat op. In het eerste jaar van een teelt zijn bij de betreffende bedrijven geen kritische zuurstofwaarden gevonden. Bij voldoende dynamiek in de watergift (voldoende drain, voldoende interen van de mat en voldoende herverzadiging) kunnen kritische zuurstofwaarden grotendeels worden voorkomen. De kans op kritische zuurstofwaarden neemt toe naarmate de mat ouder wordt, mogelijk mede door verandering van de matstructuur. Desondanks kunnen kritische waarden ook in oudere matten voorkomen worden, mits de waterhuishouding optimaal is.

Bij sturing van de watergift op verdamping is een zeer regelmatige en tevens dynamische vochtshouding realiseerbaar. Naast de watergift is de matkarakteristiek zeer bepalend voor water- en zuurstofprofielen en hiermee voor de wortelgroei en –ontwikkeling. Niet alleen wortels maar ook micro-organismen verbruiken zuurstof. Het verbruiksaandeel van micro-organismen wordt mede bepaald door matleeftijd en temperatuur.

Uit het onderzoek blijkt hoe groot de effecten kunnen zijn van watergeefstrategie en mattype. In de ideale situatie heeft de mat continu voldoende vochtgehalte voor wortelfunctioneren, maar is tegelijkertijd de uitdrain dusdanig dat er geen oud water onderin de mat blijft. De mate en ook de stuurbaarheid van uitdrain zijn onderwerpen waar een teler graag meer zicht en grip op zou hebben. Daarnaast is het effect van micro organismen op zuurstof in de wortelzone, zoals gebleken uit voorgaand onderzoek, een belangrijk onderwerp om meer uit te diepen. Behalve effecten op zuurstof zullen bacteriën en schimmels ook op andere manieren de wortelfunctie beïnvloeden. Of dit positief uitpakt of negatief ligt aan het type bacteriën en schimmels dat voorkomt in de mat, in welke verhoudingen en onder welke omstandigheden.

Afsluitend blijkt pH op verschillende praktijkbedrijven een punt van aandacht. Schommelingen in pH en vooral plotselinge dalingen kunnen leiden tot een slechter wortelmilieu, verminderde opname van bepaalde elementen, aantasting van de vezelstructuur van de steenwolmat en aantasting van de wortels. Status van pH wordt momenteel gemonitord door regelmatige monsternames. Veel praktischer zou zijn de pH continu (met 5-minuutswaarden) en direct in de mat op meerdere plaatsen (onder de druppelaar, tussen druppelaars in) te meten, op dezelfde manier als watergehalte en zuurstof zijn gevolgd in dit project. Naast monitoring zou een doel kunnen zijn om vroege indicatoren van pH-schommelingen te identificeren en beschrijven zodat tijdig ingegrepen kan worden.

1 Inleiding en doel

Het investeringsniveau neemt steeds verder toe in de Rozenteelt o.a. in de vorm van hoge lichtniveaus. Het is van groot belang dat het wortelmilieu zo optimaal mogelijk behouden blijft voor een maximaal rendement over de teeltduur. Een slecht wortelmilieu uit zich naast een stagnerende plantontwikkeling veelal in een hogere druk van wortelpathogenen zoals *Pythium*, *Phytophthora* en *Fusarium*.

Bij Roos is vooral tijdens de laatste (2) teeltjaren een betere wortelkwaliteit gewenst. Op dat moment zijn er een aantal factoren (laag O₂ gehalte, inklinking van het substraat) die de groeiomstandigheden in het substraat voor de wortels verslechteren.

In voorgaand project (PT Projectnr. 13039) is een en ander achterhaald wat betreft wortelomstandigheden. De wens van de telers is om deze kennis verder uit te bouwen. Centraal staan het bepalen van onder- en bovengrenzen en het leggen van verbanden tussen watergehalte, zuurstof, verdamping en microbiologische activiteit. Verder gaat het om verkrijgen van een compleet inzicht in de verticale gelaagdheid van wortelomgevingskarakteristieken van verschillende type teeltmatten en teeltomstandigheden. Voor dit onderzoek zijn technische verbeteringen aangebracht in de sensoriek om de dataverzameling te optimaliseren.

Het project is uitgevoerd door Team Onderzoek DLV Plant en Fytagoras in nauw overleg met de intensieve begeleiding, aangesteld via de landelijke commissie Roos van LTO Groeiservice. Het onderzoek heeft plaatsgevonden van december 2009 tot en met september 2010 op 4 praktijkbedrijven en is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw.

2 Materiaal en methode

2.1 Proefopzet en materiaal

Gedurende 3 maanden (half december 2009 – half maart 2010) zijn bij 2 bedrijven uitvoerig meetdata verzameld met betrekking tot omstandigheden in de wortelzone (= bedrijf 1 en 2). Per bedrijf zijn 2 herhalingen gevolgd. Op verschillende (horizontale) hoogtes zijn zuurstof- en watergehalte profielen gemeten en aan elkaar gekoppeld. Bij een van deze telers is ook meetdata van een weegoot gekoppeld aan de meetdata (= bedrijf 2). Daarnaast is op 1 ander bedrijf indicatief data verzameld met behulp van WET sensoren (= bedrijf 3). Hierna is bij 1 bedrijf vanaf april 2010 tot en met september 2010 uitgebreid gemeten (= bedrijf 4). Er is voor gekozen om de wortelzone van een ouder gewas 'Red Naomi' te screenen.

2.2 Accommodatie en teeltgegevens

Bedrijf 1 teelt 'Passion' en heeft teeltgoten met 4 rijen naast elkaar. De 2 binnenste rijen worden naar buiten uitgebogen en de 2 buitenste rijen naar binnen. Er wordt geteeld op WFL (Grodan) en er is gemeten in een afdeling met 3 jaar oude matten.

Bedrijf 2 teelt 'Grand Amore' en heeft teeltgoten met 4 rijen naast elkaar. De 2 binnenste rijen worden naar buiten uitgebogen en de 2 buitenste rijen naar binnen. Er wordt geteeld op Flortop (Grodan) en er is gemeten in een afdeling met een jaar oude matten. De afdelingen heeft luchtkoeling bovendoor. Op dit bedrijf wordt middels een weegoot de verdamping en drain bepaald en de watergiftstrategie mede bepaald.

Bedrijf 3 teelt 'Red Naomi' en heeft teeltgoten met 4 rijen naast elkaar. De 2 binnenste rijen worden naar buiten uitgebogen en de 2 buitenste rijen naar binnen. Er wordt geteeld op Multigrow Course Fiber (Benfried) en er is gemeten in een afdeling met een gewas van nog geen jaar oud.

Bedrijf 4 teelt 'Red Naomi' en heeft teeltgoten met 4 rijen naast elkaar. De 2 binnenste rijen worden naar buiten uitgebogen en de 2 buitenste rijen naar binnen. Er wordt geteeld op FL (Grodan) en er is gemeten in een afdeling met een gewas van 5 jaar oud.

2.3 Waarnemingen

2.3.1 Klimaat

Tijdens de proef zijn de gerealiseerde klimaatgegevens van de kastemperatuur, PAR-licht, bladtemperatuur, RV en CO₂ vastgelegd. Elke 5 minuten zijn de metingen vastgelegd. Het bovengrondse klimaat is tijdens de proef gerelateerd aan de meetdata uit de wortelzone, om te zien in hoeverre er effecten zijn van klimaatomstandigheden op wortelomstandigheden.

2.3.2 Wortelomgeving

Gedurende de proef zijn de volgende factoren vastgelegd in 5-minuutsdata: watergehalte (WG), temperatuur (T) en zuurstof (O₂). Temperatuur en watergehalte (zonemeting) zijn middels WET sensoren (EC-5) van Decagon verzameld (foto 1). De sensoren zijn er horizontaal ingestoken, waarbij de meting wordt gedaan in een zone van 3 cm rondom de sensorpennen (figuur 2). Per mat zijn 3 WET sensoren met bijbehorende zuurstofsensoren laag ingestoken op afschotpunt, onder een druppelaar en tussen 2 druppelaars in. Daarnaast zijn 2 WET sensoren hoger ingestoken onder een druppelaar en tussen 2 druppelaars in. De sensoren zijn gekalibreerd voor de betreffende steenwolmatten. O₂ data (meerdere puntsmetingen) zijn verzameld met het multi-zuurstof systeem, ontwikkeld door Fytagoras (foto 1, 2 en 3). Zuurstof wordt optisch gemeten, waarbij gebruik wordt gemaakt van sensoren die bedekt zijn met een fluorescerende coating. Hoe meer zuurstof in het water of lucht, des te lager het fluorescerent signaal. De sensoren worden in de meetzone van de WET sensor (foto 2) in het substraat gestoken. Van binnen uit bestralen LED's (lampjes) het sensoroppervlak en hoe minder fluorescent signaal er van een sensor terugkomt, des te meer zuurstof is er in het water of het substraat aanwezig. Met dit systeem is het mogelijk continu zuurstofgehalten te meten.

Per bedrijf is in eerste instantie gemeten met 10 WET sensoren, waarvan 6 gekoppeld aan O₂ sensoren (30 stuks) in 2 matten (figuur 1). Op elk bedrijf zijn minstens telkens 2 binnenste matten gemeten. Op bedrijf 4 is met 25 WET sensoren en 40 zuurstofsensoren gemeten en zijn zowel binnenste- als buitenste matten doorgemeten.

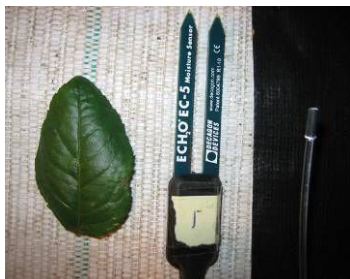


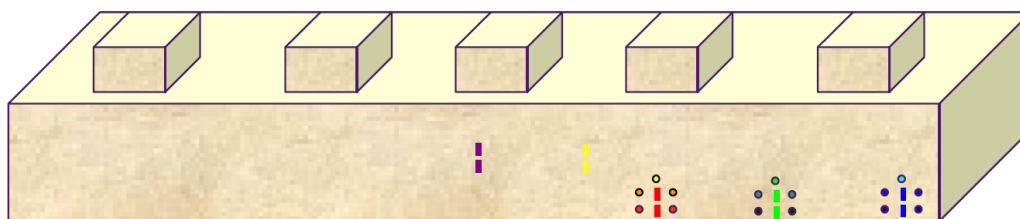
Foto 1. Sensoren



Foto 2. Meetposities



Foto 3. Plaatsing sensoren

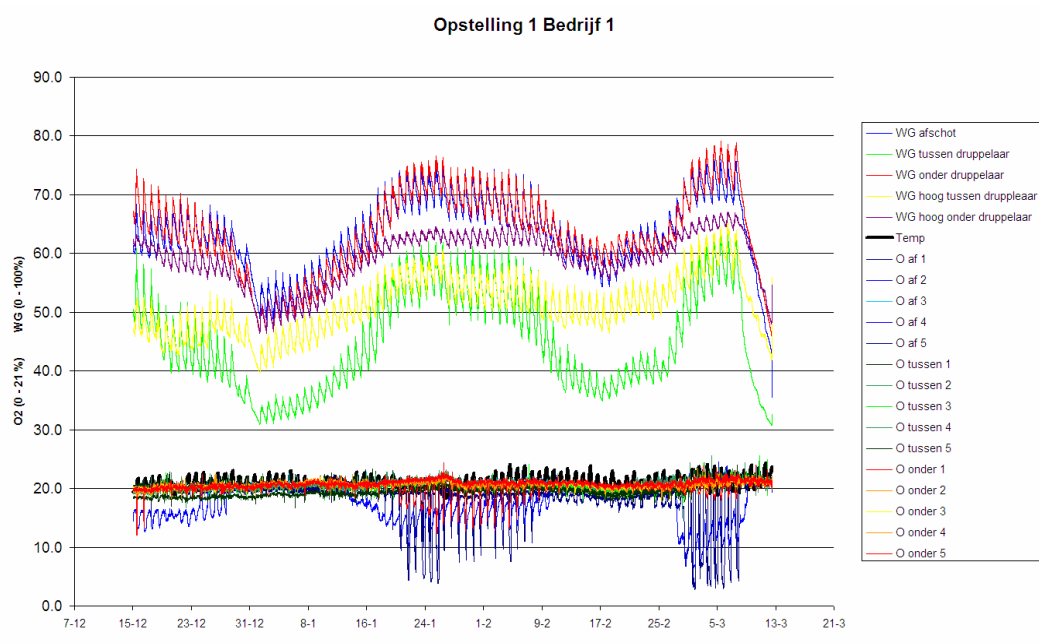


Figuur 1. Schematisch overzicht van de meetposities (cirkel = positie zuurstofsensor, 2 platte streepjes = positie WET sensor).

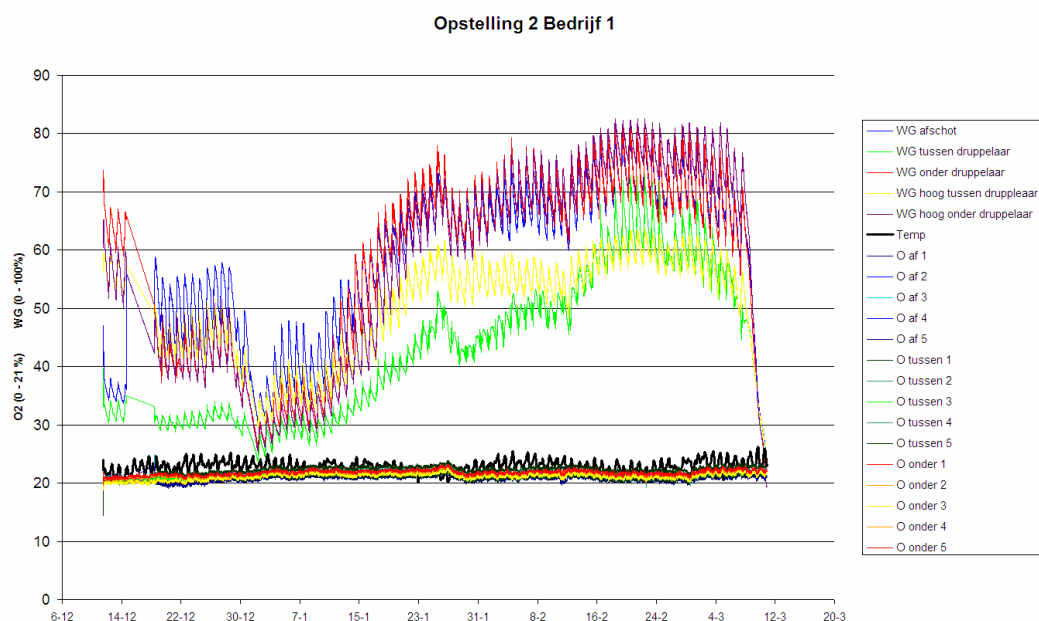
3 Resultaten

3.1 Meetdata bedrijf 1

Enkele totaaloverzichten gevolgd door enkele detailoverzichten volgen hieronder, waarna de belangrijkste resultaten worden toegelicht. Wat opvalt, in eerste instantie bij bedrijf 1, is dat de O₂ waarden vaker lager zijn bij opstelling 1 dan bij opstelling 2 (figuur 2 en 3). In beide overzichten is te zien dat er tijdens de meetperiode af en toe is gesleuteld aan de watergift.

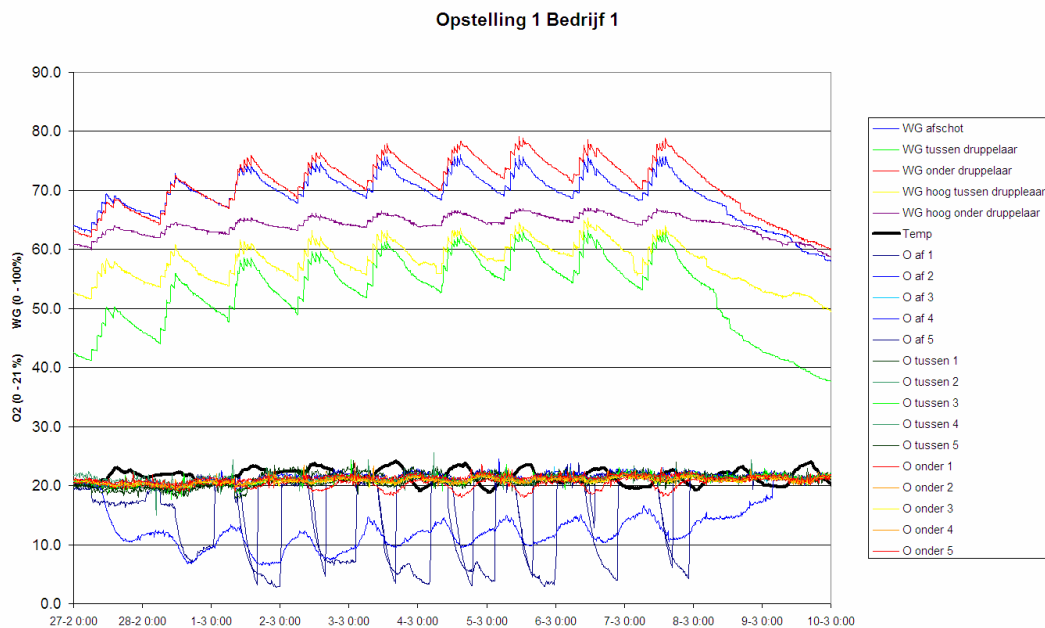


Figuur 2. Verloop watergehalte en zuurstof bij opstelling 1



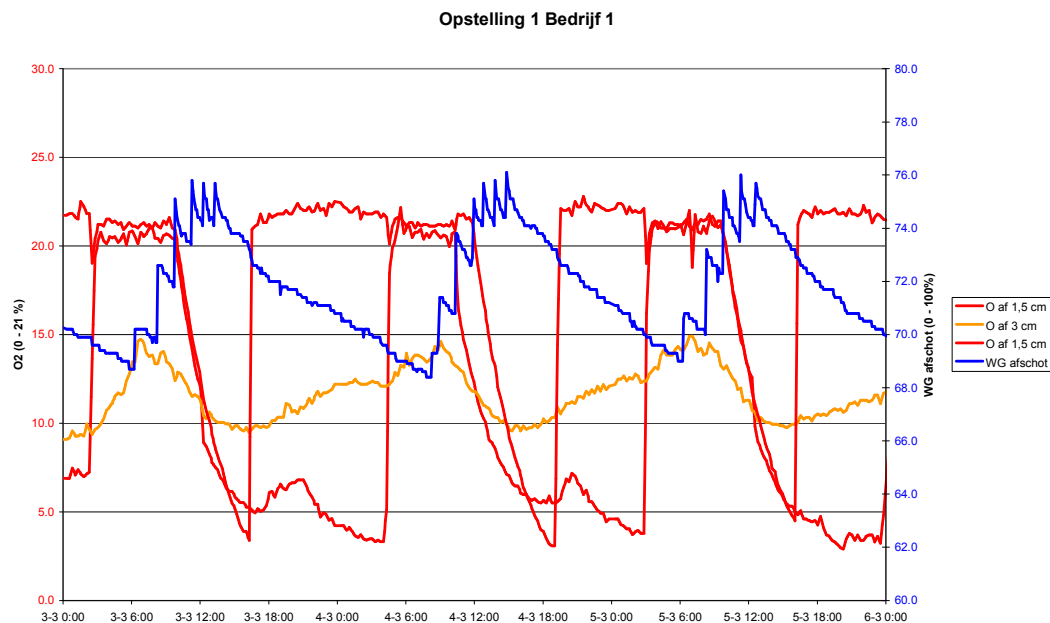
Figuur 3. Verloop watergehalte en zuurstof bij opstelling 2

Wanneer we meer in gaan zoomen en watergehalten in dezelfde figuur zetten als O₂ waarden (figuur 4, 5) dan is het directe verband tussen beide factoren duidelijk te zien. Na watergiftten is er op zo'n 4 posities een directe verlaging van O₂ waarden zichtbaar. Dit zijn enkele posities op het afschotpunt en eenmaal onder een druppelpunt, allen onderin de mat.



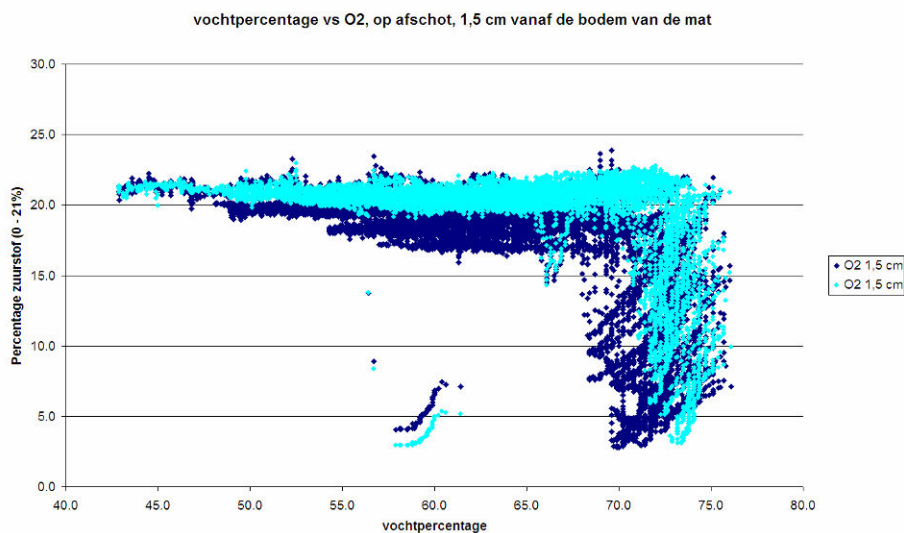
Figuur 4. O₂ en WG data opstelling 1

In de volgende figuur is het verloop van het watergehalte op het afschotpunt weergegeven, uitgezet tegen het zuurstofpercentage op 3 posities; 2 maal laag en 1 maal iets hoger in de mat. Duidelijk is dat de iets hogere positie minder hard onderuit gaat in aanwezig zuurstof. Aan de andere kant herstelt deze positie zich minder goed aan het eind van de dag. Een plotselinge sterke stijging in zuurstofgehalte kan verklaard worden door de vorming van luchtkanalen ter hoogte van de O₂-sensor. Meestal ontstaan deze kanalen bij het droger worden van de mat. Wanneer een dergelijk kanaal iets verder van de sensor wordt gevormd dan zal er nog steeds verversing optreden, echter gaat dit proces dan langzamer. Zuurstoftransport door luchtkanalen verloopt zeer snel. Het transport van zuurstof door het water in de mat verloopt veel langzamer.



Figuur 5. O₂ en WG data

De relatie tussen watergehalte en zuurstof is uiteengezet in figuur 6. Twee posities op afschotpunt, op 1,5 cm van de bodem van de mat zijn getoond. Voor deze posities in de mat geldt dat bij watergehaltes boven de 70% het zuurstofgehalte snel afneemt, ook wel het kantelpunt.



Figuur 6. Relatie tussen watergehalte en zuurstofpercentage op afschotpunt

Onder de druppelaars en op afschot is het WG gemiddeld 70% in opstelling 1 en 66% in opstelling 2. Tussen de druppelaars ligt dit lager (ca. 53% in opstelling 1 en 54% in opstelling 2, gemiddeld over een “stabiele” periode in januari/februari). De variaties in watergehalte zijn horizontaal groter dan verticaal. Het verschil tussen lage en hoge positie is minder groot dan verschil tussen onder en tussen druppelaar.

Vervolg inzicht in de wortelfunctie bij Roos

In verband met een teeltwisseling was het mogelijk op dit bedrijf naar de wortels in de mat te kijken. Foto 4 en 5 geven een beeld hiervan. Opvallend veel wortels bevinden zich onderin de mat. Dit heeft mogelijk te maken gehad met de watergiftstrategie, welke tijdens de meetperiode af en toe gewijzigd werd.

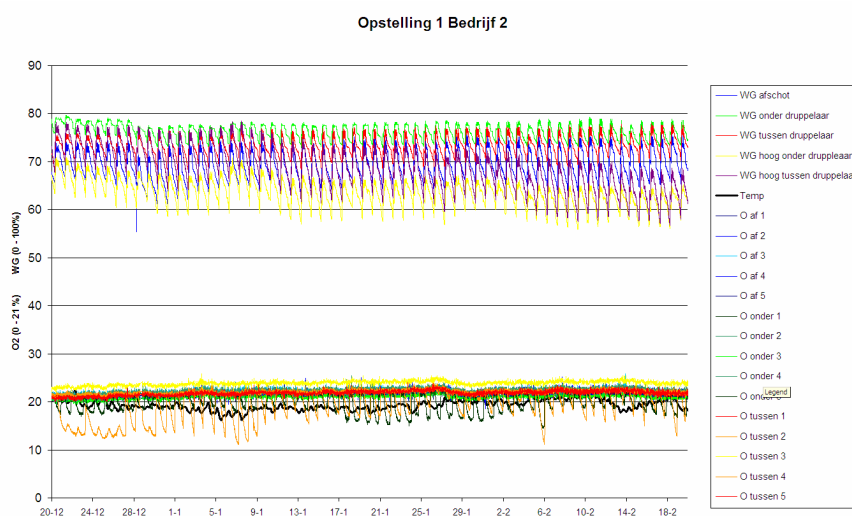


Foto 4 en 5. Wortelontwikkeling bij Passion op bedrijf 1

3.2 Meetdata bedrijf 2

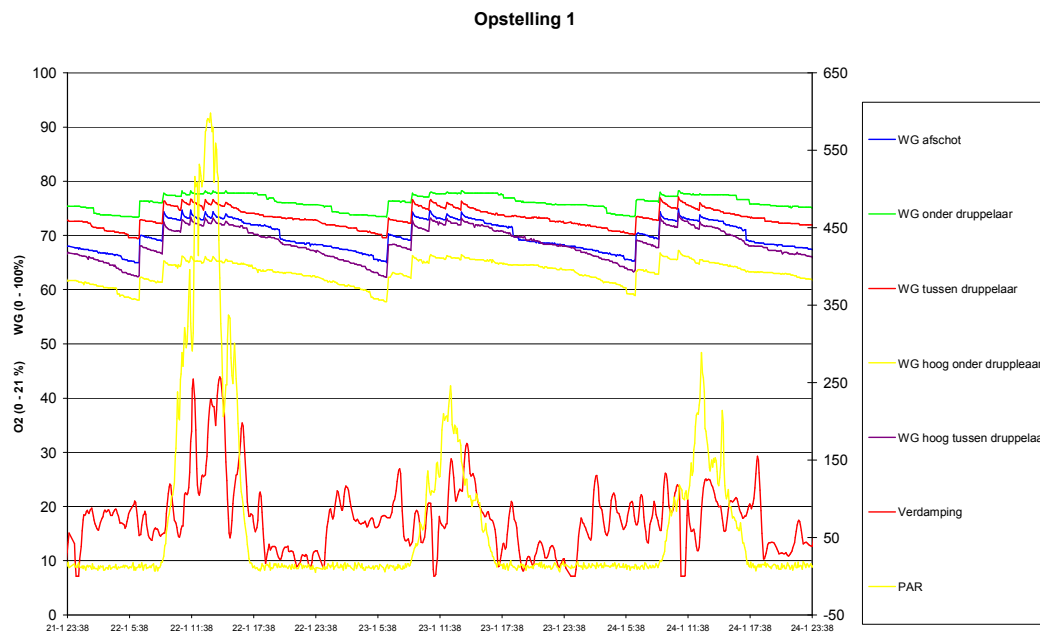
Voor dit bedrijf zijn naast de meetdata van de wortelzone ook andere data voorhanden als instraling (PAR), bladtemperatuur en verdamping. Deze zijn betrokken bij de analyse van de meetdata.

In figuur 7 is een data overzicht te zien van een meetopstelling. Dit beeld is hetzelfde voor beide opstellingen. Opvallend is de enorme vlakke watergift in combinatie met veel dynamiek in watergehalte. Verlaagde zuurstofwaarden worden bijna niet waargenomen.



Figuur 7: Verloop watergehalte en O₂ voor bedrijf 2

Op dit bedrijf wordt via een weeggoot berekend wat het gewas op elk moment van de dag verdampt. Hierop wordt de watergift gestuurd. In figuur 8 zijn instraling en verdamping weergegeven in relatie tot watergehalte gedurende enkele dagen. Op 22 januari 2010 was er relatief veel instraling en ook veel verdamping. Dit leidde tot 7 watergiftten die dag. Twee dagen later was de verdamping veel geringer en als gevolg 4 watergiftten op die dag. Op deze manier wordt een heel vlak patroon gerealiseerd wat betreft watergehalte in de mat. Dit is in principe goed voor de wortels in de mat, deze gedijen het best bij constante en niet teveel variërende omstandigheden.



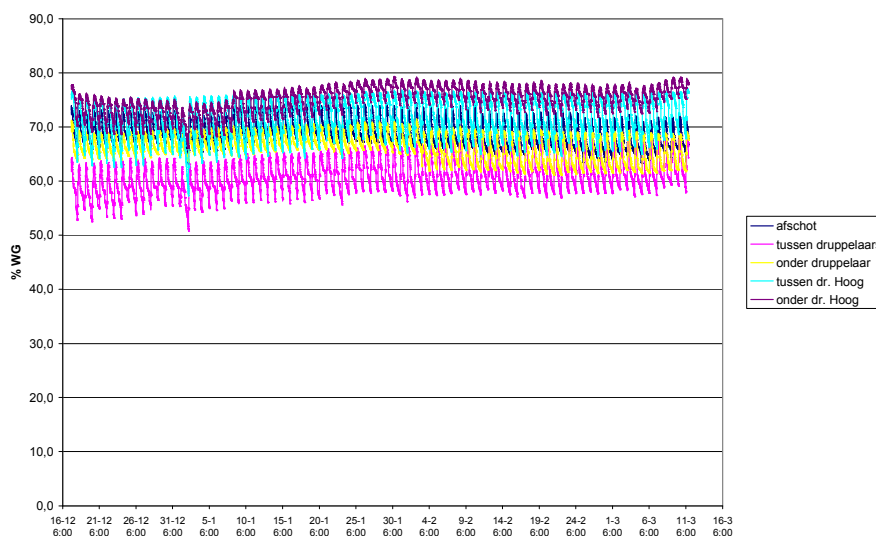
Figuur 8: Watergehalte in relatie tot instraling en verdamping

Wat betreft watergehalte op de verschillende horizontale gelaagdheden van de Flortop mat komen de meetdata redelijk goed overeen met datgene wat de leverancier zegt over deze mat; 'een goede WG verdeling door de hele mat'. Gemiddeld over de hele meetperiode was het watergehalte 68%, laag in de mat en 63%, horizontaal in het midden van de mat. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat het om een relatief jonge mat gaat.

Afsluitend voor bedrijf 2 kan gesteld worden dat de meetresultaten van de verschillende sensorenposities dicht bij elkaar liggen (homogene mat) en de dynamiek tussen de sensoren onderling vergelijkbaar is. Lage zuurstofwaarden komen vrijwel niet voor gedurende de meetperiode, watergehaltes komen ook nooit lang boven de 75% uit.

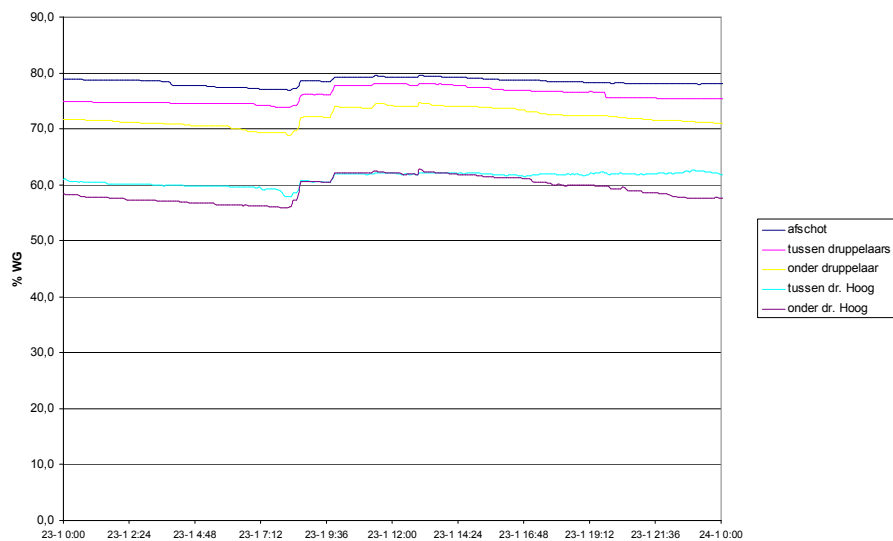
3.3 Meetdata bedrijf 3

Op dit bedrijf is met WET sensoren de toestand van de matten 3 maanden gevolgd. Er is gemeten in jong gewas van 'Red Naomi'. Figuur 9 geeft een globaal overzicht. Watergehaltes liggen vrij constant tussen ca 60 en 75 %. Gedurende de hele meetperiode blijft in beide matten op alle meetposities het vochtgehalte onder de 80%. Het is daarom vrijwel uitgesloten dat in deze teelt zuurstoftekorten optreden. Er worden verder geen onregelmatigheden aangetroffen in de vochtprofielen. Geen grote verschillen in watergehaltes op posities onder druppelaars of tussen druppelaars in. Daarnaast blijft het watergehalte hoger in de mat redelijk goed op niveau.

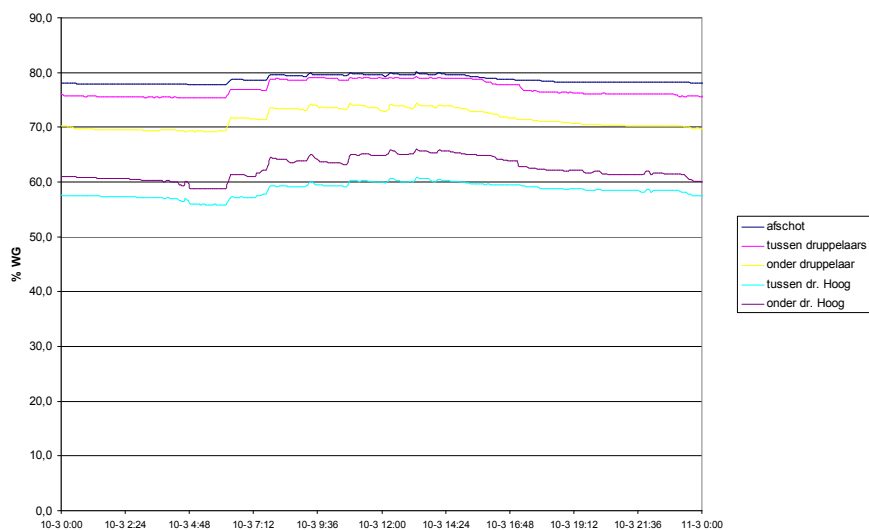


Figuur 9. Totaaloverzicht watergehaltes op 5 posities voor 1 meetopstelling

In figuren 10 en 11 zijn overzichten van 1 dag te zien. De watergift is vrij strak en vlak. Opvallend is dat de dynamiek in watergehalte (pieken via gift en dalen door uitdrain) per sensorpositie niet heel groot is. Blijkbaar houdt deze mat het water op verschillende hoogtes goed vast.



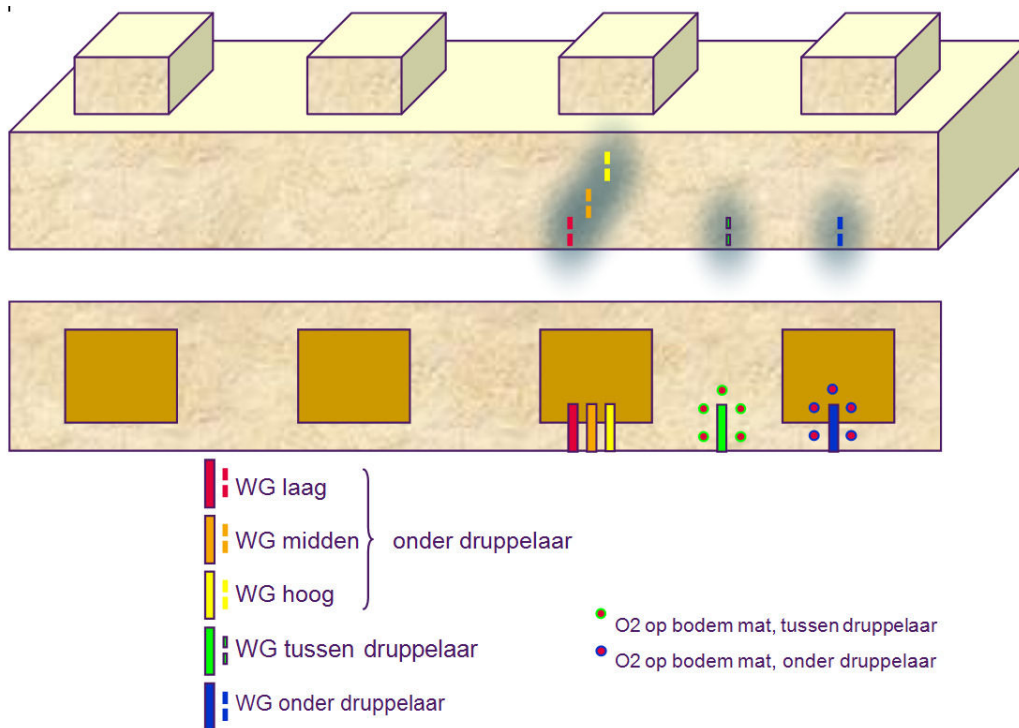
Figuur 10. Detailoverzicht van watergehalten op een dag in januari



Figuur 11. Detailoverzicht van watergehalten op een dag in maart

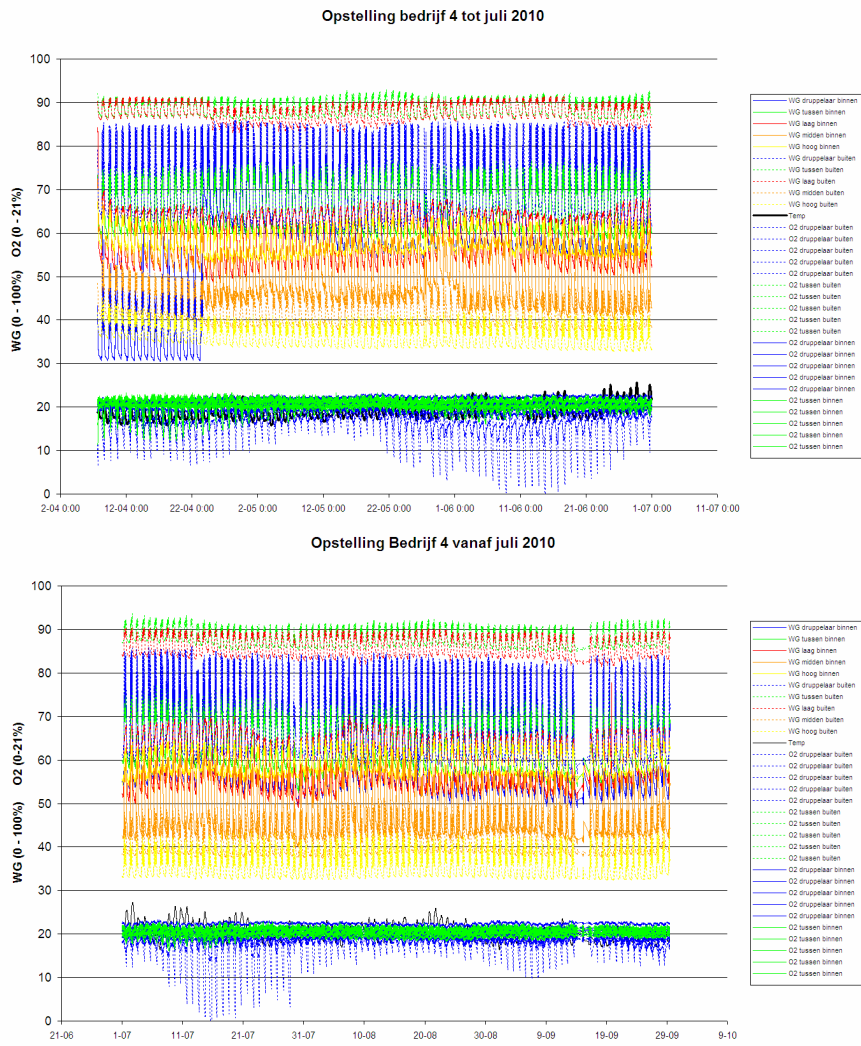
3.4 Meetdata bedrijf 4

Op dit bedrijf is met 25 WET sensoren en 40 zuurstofsensoren wat uitgebreider gemeten en zijn zowel binnenste- als buitenste matten doorgemeten. Het ras is 'Red Naomi' met een leeftijd van 5 jaar. Twee naast elkaar gelegen matten zijn gemeten (binnenste en buitenste mat). De meting is in duplo uitgevoerd waardoor in totaal dus 4 matten zijn gebruikt voor de metingen. De positionering van de sensoren is weergegeven in figuur 12.

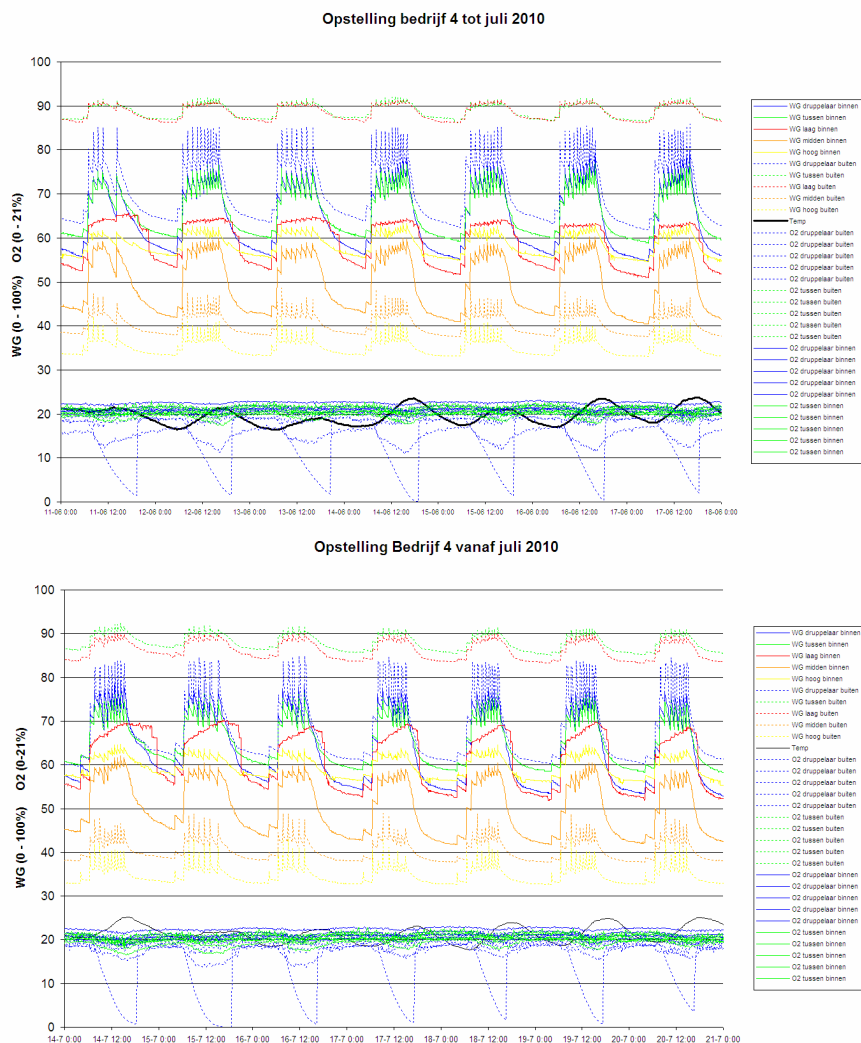


Figuur 12. Zij- en bovenaanzicht plaatsing sensoren bij bedrijf 4. In het zijaanzicht is de meetradius van de WET-sensor weergegeven (blauwe wolk). Kleuren van WET- en zuurstofsensoren komen overeen met grafieklijnen (Zuurstof: tussen druppelaar: groen, onder druppelaar: blauw).

In deze teelt treden op de meeste meetposities geen verlaagde zuurstofwaarden op (figuren 13 en 14). Wel valt op dat op een beperkt aantal posities gedurende bepaalde periodes tijdelijk kritische zuurstofwaarden optreden. In figuur 15 wordt hierop ingezoomd.



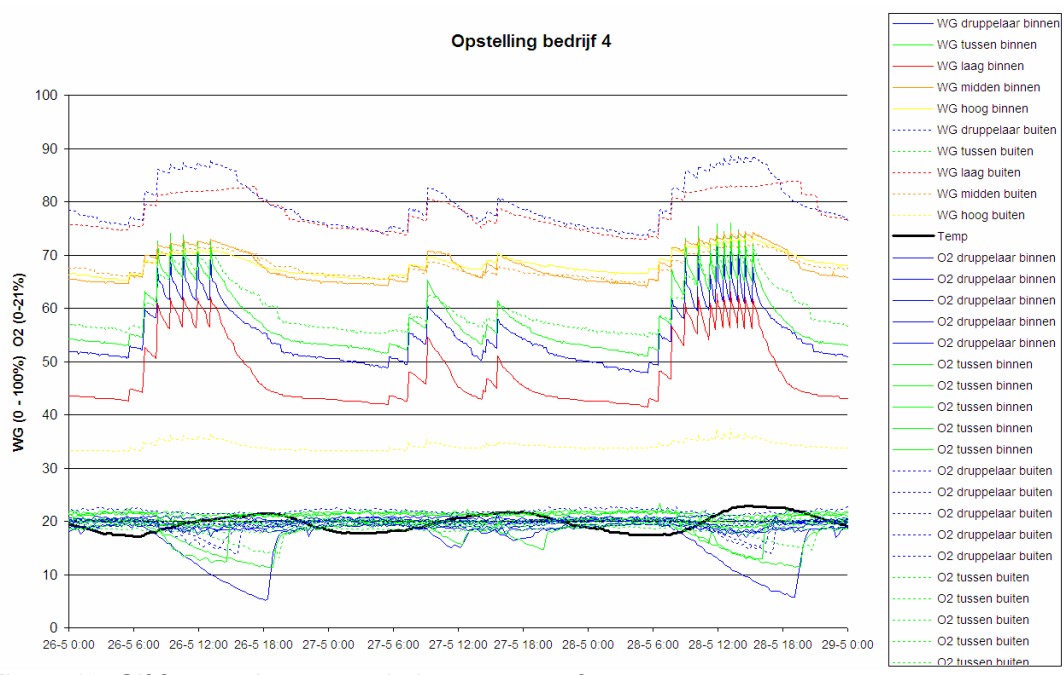
Figuur 13 en 14. Zuurstofprofielen gehele meetperiode



Figuur 15. Zuurstofverloop 2 periodes in juni en juli

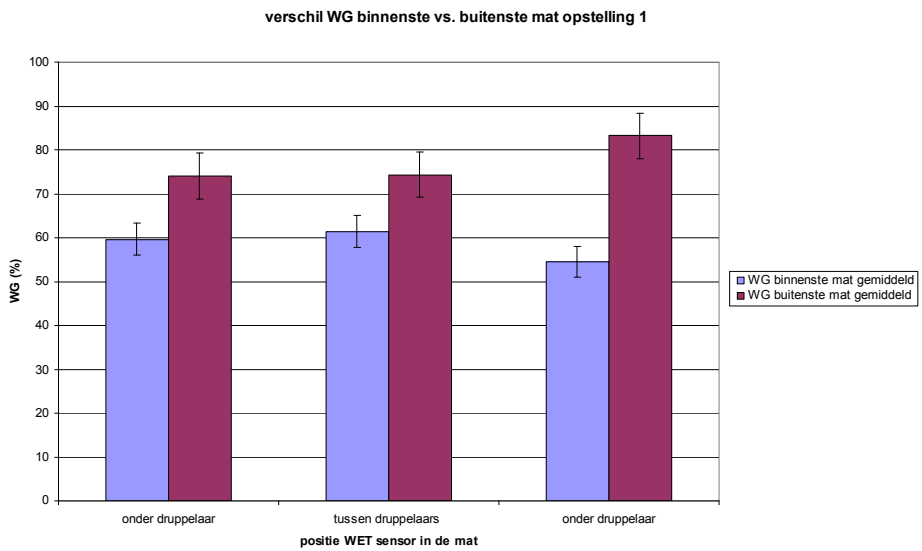
We zien dat op één van de meetposities overdag kritische zuurstofwaarden worden gevonden. Op de overige posities vinden we nauwelijks lage zuurstofwaarden. Een positie die overdag verlaagd is van de 40 metingen is gewasfysiologisch gezien zeker acceptabel.

In Figuur 16 zien we dat op 26 en 28 mei normaal water wordt gegeven. Het zuurstofgehalte is op die dagen op vrijwel alle meetposities normaal. Slechts op één positie zien we beperkende zuurstofwaarden. Op 27 mei wordt tijdelijk minder water gegeven. Dit resulteert direct in herstel van de zuurstofwaarden, echter is de mat dan niet optimaal verzadigd. Op alle posities is de zuurstofconcentratie die dag vrijwel of geheel verzadigd (maximaal mogelijke concentratie zuurstof).

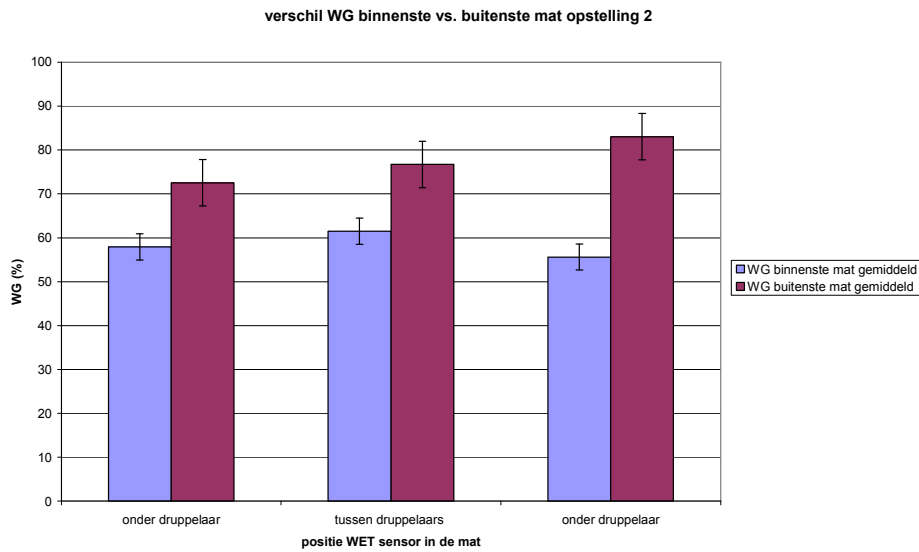


Figuur 16. Giffrequentie, watergehalte en zuurstof

Een opmerkelijk verschil is gevonden in watergehalten tussen binnenste en buitenste matten. Figuren 17 en 18 zijn staafdiagrammen waarin alle meetdata per WET-sensorpositie (laag in de mat; op 3 posities) zijn verwerkt tot gemiddelden. Aangezien het om een meetperiode van 6 maanden gaat met 5-minuutswaarden zijn deze getallen behoorlijk betrouwbaar. Wanneer statistisch getoetst wordt blijkt dat binnenste matten gemiddeld significant droger zijn dan buitenste matten.

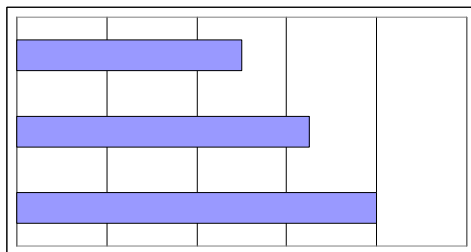


Figuur 17. Gemiddeld watergehalte in binnenste vs. buitenste mat op 3 posities in de mat (meetopstelling 1)



Figuur 18. Gemiddeld watergehalte in binnenste vs. buitenste mat op 3 posities in de mat (meetopstelling 2)

Significante verschillen tussen de verschillende WET-sensor posities zijn niet gevonden, oftewel geen verschillen in watergehaltes onder de druppelaar t.o.v. tussen druppelaars in. Wat betreft watergehalte op de verschillende horizontale gelaagdheden van de mat komen de meetdata goed overeen met datgene wat de leverancier zegt over deze mat (figuur 19).



Figuur 19. Schematische vochtverdeling over de hoogte van de mat (Grodan FL).

4 Conclusies en aanbevelingen

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

- Er is een sterk verband tussen watergehalte en zuurstofconcentratie in de mat.
- Afhankelijk van teelt en mattype ligt de grens waarboven kritische zuurstofwaarden optreden tussen de 75 en 85%, horizontaal onderin de mat gemeten.
- Kritische zuurstofwaarden treden vrijwel uitsluitend in de onderste centimeters van de mat op.
- In het eerste jaar van een teelt zijn bij de betreffende bedrijven geen kritische zuurstofwaarden gevonden.
- Bij voldoende dynamiek in de watergift (voldoende drain, voldoende interen van de mat en voldoende herverzadiging) kunnen kritische zuurstofwaarden grotendeels worden voorkomen.
- De kans op kritische zuurstofwaarden neemt toe naarmate de mat ouder wordt, hoogstwaarschijnlijk mede door verandering van de matstructuur.
- Toch kunnen, mits de waterhuishouding optimaal is, kritische waarden ook in oudere matten voorkomen worden zoals aangetoond in de 5 jaar oude teelt.
- Bij sturing op verdamping is een zeer regelmatige en tevens dynamische vochthuishouding realiseerbaar.
- Matkarakteristiek is zeer bepalend voor water- en zuurstof profielen en hiermee voor de wortelgroei en –ontwikkeling.
- Niet alleen wortels maar ook micro-organismen verbruiken zuurstof. Het verbruiks-aandeel van micro-organismen wordt mede bepaald door matleeftijd en temperatuur.

Het kwantificeren van het effect van micro organismen in het water is, zoals gebleken uit voorgaand onderzoek, een belangrijk onderwerp om meer uit te diepen. Hoeveel % van de aanwezige zuurstof wordt verbruikt door micro organismen en wanneer ontstaat groeivertraging door een belemmerde wortelfunctie? Behalve effecten op zuurstof zullen bacteriën en schimmels ook op andere manieren de wortelfunctie beïnvloeden. Of dit positief uitpakt of negatief ligt aan het type bacteriën en schimmels dat voorkomt in de mat, in welke verhoudingen en onder welke omstandigheden. Het probleem waarmee we nu worden geconfronteerd is juist dat over de rol van micro organismen in de wortelomgeving *onder praktijkcondities*, en de impact op de gewasprestatie maar weinig bekend is. In de wetenschappelijke literatuur is veel beschreven over gunstige effecten van micro-organismen voor de plant (symbiose in de rhizosfeer). Anderzijds is bekend dat micro-organismen (pathogenen) kunnen leiden tot uitval van het gewas. Dit zijn dikwijls pathogenen die, naar wordt aangenomen, hun slag slaan onder ongunstige condities, zoals hoge vochtgehalten, lage zuurstofcondities en hoge plantbelasting. Meer kennis is gewenst t.a.v. micro-organismen en plantweerbaarheid, zodat relaties tussen micro-organismen en diverse teeltcondities duidelijk worden.

De mate en manier van uitdrainen van een teeltmat is een ander onderwerp dat grote invloed heeft op de mate van verversing en de zuurstofgradiënt in de mat. Uiteraard hangt dit af van het type mat en de mate van vochthoudend vermogen over de gehele hoogte van de mat. Een teler wil graag een mat die voldoende snel uitdraint en tegelijkertijd voldoende vocht vasthoudt op hogere posities in de mat. Dit lijkt een tegenstrijdigheid. Met

een aantal relatief eenvoudige maatregelen zou de mate van uitdrain te beïnvloeden zijn, o.a.: afschot van de matten in lengte- en breedterichting (meer afschot is snellere afvoer van drain), mate van inhoezen van de mat (hoe strakker de folie om de mat zit, hoe meer water er blijft 'plakken' en perforeren van de steenwolmat aan de onderkant (bv 4 cm conische gaten ponsen zodat er grote luchtporiën ontstaan waardoor makkelijker uitdrain wordt gerealiseerd als ook zuurstofintreding).

Afsluitend blijkt pH op verschillende praktijkbedrijven een punt van aandacht. Schommelingen in pH en vooral plotselinge dalingen (vaak recht onder de druppelaar) kunnen leiden tot een slechter wortelmilieu, verminderde opname van bepaalde elementen, aantasting van de vezelstructuur van de steenwolmat en aantasting van de wortels. Status van pH wordt gemonitord door regelmatige monsternames (vanuit de mat zelf en vanuit de centrale drain). Veel praktischer zou zijn de pH continu (met 5-minuutswaarden) en direct in de mat op meerdere plaatsen (onder de druppelaar, tussen druppelaars in) te meten, op dezelfde manier als watergehalte en zuurstof zijn gevolgd in dit project. Naast monitoring zou een doel kunnen zijn om vroege indicatoren van pH-schommelingen te identificeren en beschrijven zodat tijdig ingegrepen kan worden.