

Onderhoud sensoren levert geld op

In de tuinbouwpraktijk voldoen sensoren niet aan de gewenste, en ook niet aan de haalbare nauwkeurigheid. De onnauwkeurigheid veroorzaakt ongeveer 5% meer energiegebruik dan strikt genomen nodig is. Maar regelmatig onderhoud verbetert deze situatie: dan is het extra energieverbruik nog 1,25%. Dit blijkt uit onderzoeksresultaten van een proef uit 2004, die nu bedrijfseconomisch zijn doorgerekend. Het onderzoek werd gefinancierd door het ministerie van LNV en het Productschap Tuinbouw.

DOOR: DR. JAN BONTSEMA, WUR GLASTUINBOUW, JAN.BONTSEMA@WUR.NL

Zoals bekend bestuurt de klimaatcomputer allerlei actoren in de kas, die te samen het optimale binnenklimaat moeten realiseren. De tuinder stelt bepaalde set points in, die aangeven welke waarden er bereikt moeten worden. De klimaatcomputer gebruikt daarvoor feedback uit de kas zelf: de luchttemperatuur en de relatieve vochtigheid bijvoorbeeld, maar ook data die buiten worden verzameld, bijvoorbeeld de lichtinstraling, of de buitentemperatuur. Sommige actoren worden dus bestuurd naar aanleiding van metingen in de kas, en andere worden bestuurd op grond van metingen buiten de kas. Zo wordt het energiescherm bediend afhankelijk van de gemeten instraling.

Al deze metingen worden verricht door sensoren. Het is al veel langer bekend dat deze sensoren onnauwkeuriger worden indien ze niet worden onderhouden. Ook is bekend dat deze onnauwkeurigheid energie kost. In het hier behandelde onderzoek zijn deze effecten gekwantificeerd.

In 2004 zijn er metingen verricht bij vier tuinders in het Westland, telers van respectievelijk aubergine, komkommer, tomaat en radijs. Deze tuinders gebruikten verschillende meetinstrumenten. Zowel hun klimaatcomputer als het type sensoren verschilde van bedrijf tot bedrijf. Het experiment kwam er op neer dat gedurende een afgebakende periode de meetresultaten van hun eigen sensoren, zoals vastgelegd in het klimaatprogramma, werden vergeleken met de resultaten op hetzelfde moment van nauwkeurige door WUR Glastuinbouw aangebrachte meetinstrumenten. Nadat deze vergelijkingen waren

gemaakt werd aan de tuinders gevraagd of zij door hun dealer hun eigen sensoren wilden laten onderhouden en nakijken. Daarna werd eenzelfde vergelijkende meting nog eens gedaan. Zo kon worden vastgesteld wat de invloed was van de onderhoudsbeurt op de nauwkeurigheid van de sensoren.

In de vergelijking tussen deze metingen werd steeds de gemiddelde afwijking en de standaarddeviatie vastgesteld. Bij de sensoren voor instraling werd echter de relatieve fout als eenheid van nauwkeurigheid gehanteerd, omdat de fabrikant deze eenheid als fabrieksspecificatie vermeldt.

De resultaten van de eerste serie metingen van relatieve vochtigheid en zonneinstraling zijn samengevat in de onderstaande tabel. In de tabellen zien we de volgende parameters: $\sigma(\text{abs})$ is de fout tussen de meting van de tuinder zijn sensor en de referentiesensor, gemiddeld over de gehele meetperiode, σ is de standaarddeviatie van de fout, $\sigma(\text{des})$ is de gewenste standaarddeviatie, en $\sigma(\text{ach})$ de haalbare standaarddeviatie.

TABEL 1 RELATIEVE VOCHTIGHEID IN DE KAS, VÓÓR ONDERHOUD

Tuinder	$\sigma(\text{abs})$	σ	$\sigma(\text{des})$	$\sigma(\text{ach})$
1	-0,04	2,2	2	3
2	0,46	1,4	2	3
3	5,8	3,1	2	3
4	0,54	2,1	2	3
totaal	2,0	3,5	2	3



Bij tuinders 1, 3 en 4 is de gewenste nauwkeurigheid niet gehaald. Tuinder 2 heeft een heel goed resultaat, en bereikt zowel de gewenste als de haalbare nauwkeurigheid, hij heeft ook een kleine absolute fout. Het gemiddelde over alle vier de tuinders voldoet niet aan de eisen van gewenstheid en haalbaarheid.

In tabel 2 is hetzelfde gedaan, maar nu na de onderhoudsbeurt.

TABEL 2 RELATIEVE VOCHTIGHEID IN DE KAS, NA ONDERHOUD

Tuinder	$\sigma(\text{abs})$	σ	$\sigma(\text{des})$	$\sigma(\text{ach})$
1	-1,34	1,45	2	3
2	0,15	1,2	2	3
3	2,07	1,64	2	3
4	-1,98	2,78	2	3
totaal	-0,09	2,42	2	3

Na onderhoud is de standaarddeviatie van de fout aanzienlijk afgenomen, behalve voor tuinder 4. De gemiddelde standaardafwijking bevindt zich nu tussen de gewenste en de haalbare.

Voor de zonne-instraling zijn de volgende waarden gevonden. Zoals gezegd is hier de relatieve fout gemeten, om vergelijking met de fabrieksspecificaties mogelijk te maken.

TABEL 3 ZONNE-INSTRALING, VÓÓR ONDERHOUD

Tuinder	$\sigma(\text{rel})$	σ	$\sigma(\text{ach})$
1	9,3	50	2
2	3,9	21	2
3	70	100	2
4	-5,7	29,5	2
totaal	23	76,8	2

Het is duidelijk dat de solarimeter van tuinder 3 het niet zo best doet. Geen van de meters van de andere tuinders voldoet aan de gewenste nauwkeurigheid. Dit zijn echter de resultaten na onderhoudsbeurt:

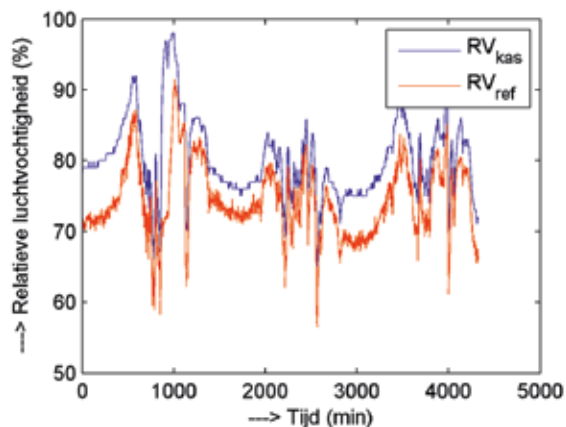
TABEL 4 ZONNE-INSTRALING, NA ONDERHOUD

Tuinder	$\sigma(\text{rel})$	σ	$\sigma(\text{ach})$
1	13,3	46,8	2
2	21,3	76,7	2
3	15,9	44,5	2
4	-3,1	10,3	2
totaal	7,7	36,3	2

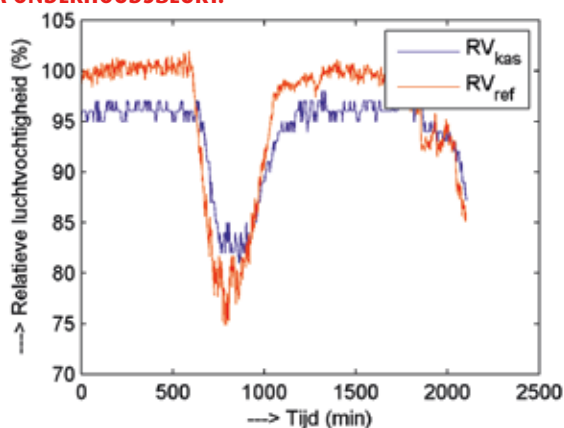
De nauwkeurigheid van de zonnemeter van tuinder 1 wordt nauwelijks beïnvloed door de onderhoudsbeurt. Die van tuinder 3 gaat sterk omhoog. De meter van tuinder 4 doet het het best, zowel voor als na het onderhoud. Raadselachtig is het gedrag van de solarimeter van tuinder 2, die na onderhoud een heel stuk slechter presteert!

Om nu te berekenen hoe deze, en andere korthedshalve hier niet weergegeven resultaten, inwerken op

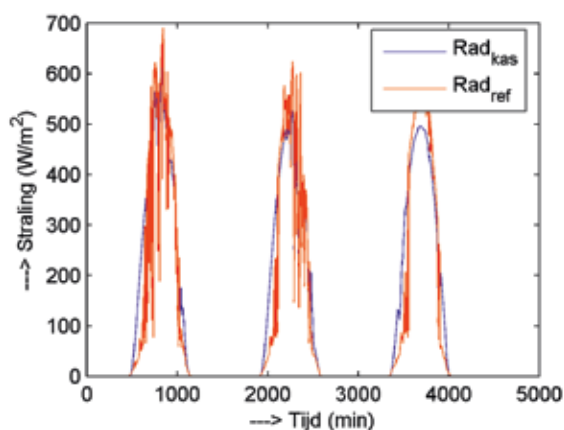
FIGUUR 1 RELATIEVE LUCHTVOCHTIGHEID TELER 3, VOOR ONDERHOUDSBEURT.



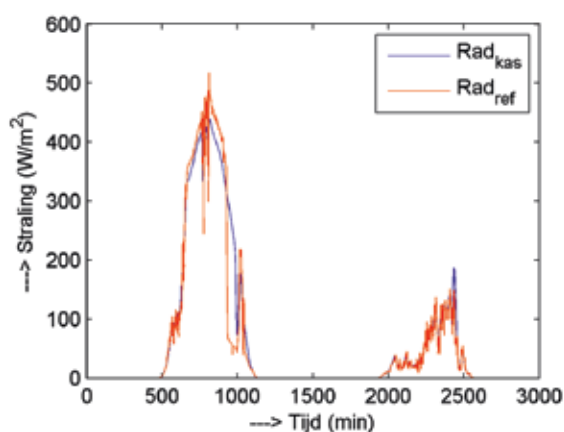
FIGUUR 2 RELATIEVE LUCHTVOCHTIGHEID TELER 4, NA ONDERHOUDSBEURT.



FIGUUR 3 GLOBALE STRALING TELER 3, VOOR ONDERHOUDSBEURT.



FIGUUR 4 GLOBALE STRALING TELER 2, NA ONDERHOUDSBEURT.



de energieconsumptie, is het hele systeem gesimuleerd in het programma KASPRO, voor een standaard tomatenteelt, met standaard set points in de klimaatregeling. De periode waarover gesimuleerd wordt is van 11 november tot 20 november het jaar erop. Voor de weersomstandigheden is een zogenaamde standaard jaar (SEL-jaar) gebruikt. De simulaties zijn uitgevoerd voor verschillende combinaties van de onnauwkeurigheden in de sensormetingen. Iedere combinatie is vervolgens 100 keer doorgekend voor verschillende realisaties van de fouten. Het bleek dat de fout in de sensoren voor instraling en relatieve vochtigheid de grootste invloed hadden op de gasconsumptie. De energieconsumptie blijkt 4,9 tot 5,2% hoger te zijn dan wanneer er geen fouten in de sensoren zouden zijn. Dat komt neer op ruim 41 m³ gas per m².

Er dient wel een kanttekening bij deze berekening te worden gemaakt. Indien er immers meer gas wordt gebruikt, is er ook meer CO₂ uit de rookgassen beschikbaar. Dat heeft weer een positief effect op de productie. Dit positieve effect is door middel van de simulaties berekend op 0,3 tot 0,5%. Volgens de benadering van De Bont en Van der Knijff: LEI (2007) bedraagt de productie van vruchtgroenten als tomaten grofweg 40 σ per m², bij een energieverbruik van 10 σ per m². Het extra energieverbruik vanwege de onnauwkeurige sensoren kost dan 0,5 σ per m² en de extra productie bedraagt σ 0,2 per m³. Daaruit kan berekend worden dat een gemiddelde kas van 2 hectaren met groententeelt σ 6000 per jaar verliest vanwege de onnauwkeurigheid in de sensoren. Na de onderhoudsbeurt wordt dit bedrag teruggebracht tot σ 200,- per jaar. Waarmee is aangetoond dat het regelmatig laten verrichten van onderhoud aan de sensoren een profijtelijke zaak is.

CONCLUSIE

In de tuinbouw voldoen de sensoren niet aan de gewenste en haalbare nauwkeurigheden. Ook het regelmatig onderhoud van de sensoren verandert dat niet. Het extra energieverbruik dat hiervan het gevolg is, is voor het overgrote gedeelte toe te schrijven aan de te grote onnauwkeurigheid van de sensoren voor de zonneinstraling en de relatieve luchtvochtigheid. Het extra energieverbruik door onnauwkeurigheid bedraagt ongeveer 5%, wat gecorrigeerd moet worden met een extra productie door het meerdere CO₂ van 0,2%. Na een onderhoudsbeurt bedraagt het extra energieverbruik nog slechts 1,25%. Het onderhoud kan verbeterd worden door een aangepast protocol, waarbij de sensoren steeds ter plaatse gekalibreerd worden, of periodiek worden vervangen door nieuwe.

Het bovenstaande is een samenvatting van: J. Bontsema, Th.H. Gieling, J.G. Kornet, G.L.A.M. Swinkels, E.J. van Henten: Effect on inaccurate measurements on energy consumption in greenhouse horticulture. In: Proceedings 17th IFAC World Congress, July 2008, Seoul, Korea.

Het volledige onderzoeksrapport is beschikbaar via www.tuinbouw.nl