ISN: 340846

SW
HW
r. 92

HET ONTSMETTEN VAN DRAINWATER DOOR MIDDEL VAN VERHITTING

door

Ing. E.A. van Os *, Ir. N.J. van de Braak **, Ing. G. Klomp ***

Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen

Wageningen

INHOUD

SAMENVATTING 2
1 INLEIDING 3
1.1 Overzicht ontsmettingsmethoden 4
2 HET ONTSMETTEN VAN DRAINWATER DOOR MIDDEL VAN VERHITTING 5
2.1 Uitgangspunten 5
2.2 Beschrijving prototype ontsmettingsinstallatie 5
3 RESULTATEN 7
3.1 Onderzoek relatie ontsmettingstemperatuur-verblijftijd 7
3.2 Het prototype getest op semi-praktijkschaal 7
3.2.1 Het ontwerp van een prototype 7
3.2.2 Planteziektekundige aspekten 7
4 ECONOMIE 10
4.1 Investeringen en jaarkosten op basis van de uitgangspunten 10
4.2 Investeringen en jaarkosten bij gewijzigde uitgangspunten 10
5 DISCUSSIE 13
6 CONCLUSIES 15
LITERATUUR 16

* Afd. Teelttechniek
** Afd. Klimatisering
*** Afd. Energie- en Procestechniek

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0935 5898

SAMENVATTING
==========

Hergebruik van drainwater is alleen goed toepasbaar als de kans op verspreiding van planteziekten minimaal is. Ontsmetting van het water is daarom een vereiste. Uit onderzoek naar de mogelijkheden van ontsmetting door middel van verhitting bleek dat deze methode zowel planteziektekundig als technisch en economisch goede mogelijkheden biedt.
Op basis van een "standaard" bedrijf van 1 ha waar maximaal 7 l/m2.dag gegeven kan worden en de hoeveelheid drain 25 % bedraagt is een ontsmettingsinstallatie ontwikkeld en gebouwd.
Het principe berust op opwarming van het drainwater door warmtewisselaars en terugwinning van warmte uit dezelfde warmtewisselaars zodanig dat temperaturen bereikt worden die plantpathogenen doden.
Tevens zijn de investeringen, jaarkosten en besparingen per m2 kasoppervlak berekend. Op basis van de uitgangspunten bedragen de jaarkosten 52,4 ct/m2 en de besparingen 54 ct/m2.
Om de praktische toepassingsmogelijkheden van de installatie na te gaan is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd naar de gevolgen van veranderingen in de uitgangspunten (variaties in het kasoppervlak, de gasprijs, de afschrijvingstermijn, het percentage drain en de prijs van het apparaat).
De mogelijkheden van het combineren van ontsmetten en CO2 doseren zijn nagegaan.

1 INLEIDING

Het telen in substraat heeft in de laatste vijf jaar een enorme uitbreiding ondergaan. Vooral bij de teelt van vruchtgroentegewassen (tomaat, komkommer, paprika en aubergine) is de overgang maximaal geweest.
Momenteel wordt op meer dan 2000 ha. in substraat geteeld.
In feite zijn bij het telen in substraat drie hoofdsystemen te onderscheiden :

* Het open drainage systeem
  Op een geprofileerde ondergrond liggen substraatmatten omhuld door folie, elke plant (twee tot drie per mat) krijgt afzonderlijk en met tussenpozen door middel van druppelbevloeiing water en voeding. Overtollig water stroomt via openingen in de folie direkt in de grond.
* Het gotensysteem met substraat (gootje-broodje systeem)
  Substraatmatten liggen in op afschot gelegde goten. Elke plant krijgt afzonderlijk en met tussenpozen door middel van druppelbevloeiing water en voeding. Overtollig water stroomt via de goten naar een centrale opvangplaats, waarna het of hergebruikt of geloosd wordt.
* Het voedingsfilmsysteem (NFT= Nutrient Film Technique)
  Planten worden in op afschot gelegde goten geplaatst, waarlangs continu water met voeding stroomt dat gerecirculeerd wordt. Hierbij is geen extra substraat als buffer aanwezig, de wortels ontwikkelen zich in het stromende waterlaagje.

Bij de eerste twee genoemde systemen wordt een overmaat aan voedingsoplossing gedoseerd, hetgeen noodzakelijk is om :

* de variatie in verdamping per plant op te vangen
* de variatie in afgifte van de afzonderlijke druppelaars op te vangen
* accumulatie van in het gietwater aanwezige ongewenste elementen te voorkomen, hetgeen nodig kan zijn als de kwaliteit van het gietwater niet optimaal is

De overgift bij deze systemen varieert tussen de 10 en 50 % afhankelijk van de omstandigheden.
Aangezien meer dan 80% van de in substraat telende bedrijven het open drainage systeem gebruikt, is duidelijk dat veel water met meststoffen via het grond- of oppervlaktewater in het milieu terechtkomt. Dit is een ongewenste situatie, zowel voor de tuinder die kostbaar water en meststoffen kwijtraakt, als voor het milieu waar een steeds grotere belasting plaatsvindt.
Een rem op het hergebruik van de overgift is de kans op verspreiding van in de oplossing mogelijk aanwezige ziektekiemen. Het risico dat de tuinder loopt bij gebruik van (dit mogelijk) besmet(te) water is bij de teelt van vruchtgroenten groot. Een heel gewas kan verloren gaan met alle financiele gevolgen van dien. Bij kort durende teelten zoals sla is dit risico veel kleiner.
Deze risicofactor heeft mede tot gevolg gehad dat praktisch alle lang durende teelten op het open drainage systeem geteeld worden. Alleen de teelt van paprika vormt hierop een uitzondering; bij dit gewas wordt meer dan 25% van het areaal geteeld in een systeem met goten en substraat. Voor de teelt van sla en andere kort durende teelten (ijsbergsla, koolrabi) met veel planten per m2 blijkt uit proeven dat het voedingsfilmsysteem het meest aantrekkelijke systeem is om in substraat te telen.

1.1 Overzicht ontsmettingsmethoden

Om de overtollige voedingsoplossing (drainwater) opnieuw te kunnen gebruiken is het ziektenvrij maken van de oplossing noodzakelijk. Dit kan onder andere op de volgende manieren gebeuren :

* Chemisch
  - Traditionele bestrijdingsmiddelen
    Deze dienen uitsluitend in noodgevallen gebruikt te worden.
  - Chloor
    Toevoeging van actief chloor in de vorm van chloorbleekloog blijkt onvoldoende dodend effect op virussen te hebben, bovendien moet in verband met de benodigde hoge dosering het overschot aan chloor met een actief koolfilter worden weggevangen om schade aan de planten te voorkomen.
  - Ozon
    Ozon wordt in waterzuiveringsinstallaties veelvuldig gebruikt, de ontsmettende werking is bekend. Een eerste proef naar de werking tegen planteziekten leverde een positief resultaat op. Vervolg onderzoek wijst er echter op dat toch een zeer lange behandelingstijd nodig is, hetgeen de methode duur maakt.

* Fysisch
  - Verhitten
    In principe is het verhitten een effectieve methode die ook bij het stomen van de grond wordt toegepast. Hierbij wordt echter maar tot 70 oC verhit. Voor het doden van virussen is een temperatuur van 90-100 oC noodzakelijk.
  - Ultraviolette straling
    UV-straling heeft een dodende werking, maar uit proeven bleek dat de dodende werking tegen plantenziekten (vooral virussen) onvoldoende was.
  - Ultrafiltratie
    Filtratie met membranen is in de tuinbouw bekend van het ontzouten van water met behulp van omgekeerde osmose. Iets minder fijne membranen laten wel de aanwezige meststoffen door, maar niet de virussen, schimmels en bakterien.
  - Gamma-straling
    Het gebruik van gamma-straling kan alleen centraal plaatsvinden in verband met de te nemen beschermende maatregelen en de capaciteit van de bron. Centraal wil in dit geval zeggen in bijvoorbeeld het Westland op een plaats. Ondanks de dodende werking is dit voor het ontsmetten van het drainwater een onpraktisch systeem.

Op het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas zijn een aantal orienterende proeven uitgevoerd naar de werking van UV-straling, ultrafiltratie, chloor en ozon (Runia, 1984). Naar aanleiding van deze proeven is een proefopstelling gemaakt waarbij ultrafiltratie en ozon op semi-praktijkschaal getest kunnen worden. Deze systemen zijn door het bedrijfsleven geleverd.
Ten aanzien van het verhitten, een methode waarbij op een schone wijze zonder reststoffen het water vrij van ziektekiemen kan worden gemaakt, bestond er nog geen installatie. Zowel (proces)technisch als planteziektekundig en economisch waren er vragen over de toepasbaarheid van de methode. Voor het (proces)technische deel is het IMAG gevraagd een installatie te ontwikkelen en deze te beproeven. Na gebleken geschiktheid kon de verhittingsinstallatie op het Proefstation op de plantenziektekundige aspecten beoordeeld worden en vergeleken worden met andere ontsmettingsmethoden. Aansluitend is op het IMAG een economische analyse gemaakt omtrent de toepasbaarheid van de installatie in de praktijk.

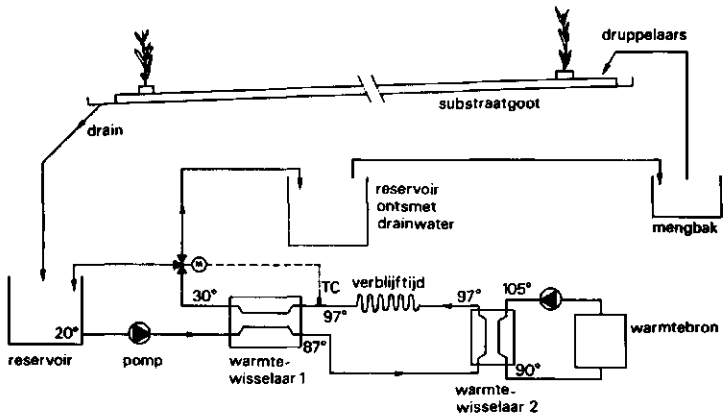
2 HET ONTSMETTEN VAN DRAINWATER DOOR MIDDEL VAN VERHITTING

2.1 Uitgangspunten

De dimensionering van de ontsmettingsinstallatie zal per bedrijf verschillend zijn. Daarom wordt bij het ontwerp uitgegaan van een soort standaardbedrijf. In Hoofdstuk 4.2 zullen de gevolgen worden besproken als een of meerdere van de uitgangspunten gewijzigd worden.
Standaardbedrijf :
De bedrijfsgrootte is 1 hektare. Er wordt in goten geteeld en met druppelbevloeiing water en voeding gegeven, waarbij per dag 20 beurten van 2-3 minuten in ongeveer 10 uur worden gegeven. De hoeveelheid drain bedraagt 25 % van de gedoseerde hoeveelheid oplossing per dag. Er kan maximaal 7 liter per m2 per dag gegeven worden. Per jaar komt dit neer op een maximale hoeveelheid van 1800 m3 te ontsmetten voedingsoplossing. Het te ontsmetten water dat uit de kas terugkomt heeft een temperatuur van 20 oC, terwijl het ontsmette water afgekoeld wordt tot 30 oC.

2.2 Beschrijving prototype ontsmettingsinstallatie

In Figuur 1 is het werkingsprincipe van de ontsmettingsinstallatie schematisch weergegeven.
De overmaat aan voedingsoplossing dat van de planten terugkomt (drain), wordt in een reservoir verzameld. Via een pomp wordt de voedingsoplossing door warmtewisselaar 1 geleid, waarin het door warmteterugwinning uit het ontsmette water wordt voorverwarmd. Daarna wordt het in warmtewisselaar 2 met behulp van een externe warmtebron tot het gewenste temperatuurniveau naverwarmd. De nu ontsmette voedingsoplossing wordt in warmtewisselaar 1 gekoeld vanwaar het naar een reservoir voor ontsmet drainwater stroomt waarna het aan de oplossing in de mengbak van de voedingsinstallatie kan worden toegevoerd.
Aangezien de terugkomende voedingsoplossing (drain) niet op elk moment van de dag hetzelfde is, zal ook het ontsmetten met tussenpozen plaatsvinden. Daarom is een driewegklep aangebracht om bij de start de in het systeem aanwezige oplossing te kunnen circuleren en zo op de gewenste temperatuur te brengen.
De gehele installatie moet worden opgebouwd uit corrosiebestendige onderdelen (R.V.S. of kunststof). Kunststof onderdelen kunnen alleen toegepast worden op plaatsen waar koud water stroomt. Eventueel kunnen titanium warmtewisselaars gebruikt worden, dit is echter niet noodzakelijk.
De verblijftijd op de behandeltemperatuur in de leidingen tussen de warmtewisselaars is minder dan 10 seconden. De opwarmtijd bedraagt 1 tot 2 seconden afhankelijk van de capaciteit van de warmtewisselaar. In verband met deze korte verblijftijd is er in eerste instantie van uitgegaan dat de voedingsoplossing gedurende een bepaalde tijd op de ontsmettingstemperatuur gehandhaafd moest blijven. Hiervoor was tussen de beide warmtewisselaars een opslagvat geprojekteerd, waarin de oplossing een bepaalde tijd kon worden opgeslagen. Dit werd mede ingegeven door het feit dat bij het stomen van de grond de temperatuur gedurende een half uur op 70 oC moet worden gehouden voor een optimaal resultaat, waarbij de temperatuur van de grond maar heel langzaam stijgt en na ontsmetten weer heel geleidelijk daalt.
Over de relatie tussen een zeer snelle opwarming naar verschillende temperatuurniveaus en de verblijftijd met als voorwaarde doding van plantpathogenen was echter niets bekend. Onderzoek hiernaar was dus noodzakelijk voor een optimaal installatieontwerp. Dit onderzoek werd uitgevoerd bij de vakgroep Fytopathologie van de Landbouwuniversiteit onder leiding van Drs. G.J.Bollen.



'IGUUR 1 : Schema ontsmettingsinstallatie voor drainwater

3 RESULTATEN

3.1 Onderzoek relatie ontsmettingstemperatuur-verblijftijd

Het onderzoek bij de vakgroep Fytopathologie is gericht geweest op de relatie tussen de ontsmettingstemperatuur en de verblijftijd bij verschillende schimmels (Diederik, 1986; Vijftigschild, 1986).
Fusarium-soorten staan bekend als de meest hitte-resistente schimmels. Daarom is bij de schimmels Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici en Fus. oxy. f.sp. melongenae getest op overleving van zowel de micro-, de macro- als de als hitte resistentere bekend staande chlamydosporen. Bovendien is de invloed van de leeftijd van de cultuur op verhitting nagegaan. Het proces van opwarming en afkoeling is nagebootst door een sporensuspensie in koperen buizen in waterbaden te dompelen, zodanig dat bij vier temperaturen en vijf verblijftijden een toets op overleving kon worden uitgevoerd. De temperaturen van de baden waren zodanig dat een snelle opwarming (20 -25 sekonden) en afkoeling (10 sekonden) werd gerealiseerd. Naar aanleiding van deze proeven is bij het ontwerp van de ontsmettingsinstallatie gekozen voor een minimale ontsmettingstemperatuur van 85 oC en een behandelingstijd van 10 s.

3.2 Het prototype getest op semi-praktijkschaal

3.2.1 Het ontwerp van een prototype

Op het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas in Naaldwijk is voor de drie meest belovende ontsmettingsmethoden (verhitting, ultrafiltratie en een ozonbehandeling door middel van photozone-apparatuur) een kas ingericht om deze systemen naast elkaar te toetsen (Fig. 2).
Voor elk van de methoden is 100 m2 beschikbaar (Runia, 1986).
De te behandelen hoeveelheid drainwater bedraagt voor deze oppervlakte maximaal 150 l per dag. In verband met capaciteitsproblemen van de warmtewisselaars was voor dit kleine oppervlak een aangepast ontwerp nodig (Van de Braak, 1984). Warmteterugwinning bleek niet mogelijk en er was een relatief grote warmtebron noodzakelijk (Fig. 3).
De te ontsmetten voedingsoplossing wordt gedurende twee tot vier dagen opgevangen in een opslagvat, waarna een pomp de voedingsoplosing naar de warmtewisselaar brengt waarin water stroomt met een door een ketel op een in te stellen temperatuur tussen 85 en 100 oC gebrachte waarde. Vervolgens stroomt de oplossing naar een volgende warmtewisselaar waar het wordt teruggekoeld naar de uitgangstemperatuur (Klomp e.a., 1987). Dit terugkoelen gebeurt met leidingwater, dat later wordt geloosd.

3.2.2 Planteziektekundige aspekten (Runia, 1987)

Komkommers opgekweekt in een steenwolpot zijn uitgeplant op in goten liggende steenwolmatten. Er is met druppelbevloeiing water en voeding gegeven en het drainwater is op verschillende manieren ontsmet (verhitting, ultrafiltratie en ozonbehandeling). Als controles dienden een behandeling met hergebruik van niet-ontsmet drainwater en een behandeling zonder hergebruik van drainwater.
Het voedingswater is geinfekteerd met komkommerbontvirus (KV-2) en aan het drainwater in de ontsmettingsbak is tabaksmozaiekvirus (TMV) toegevoegd. Van het eerste virus konden onvoldoende waarnemingen genomen worden om de werking van de ontsmettingsapparatuur na te gaan, dit in verband met mechanische overdracht (snoeien en oogsten) van het virus. In Tabel 1 staan de resultaten van de behandeling met TMV.

Tabel 1 : De werking van de ontsmettingsapparatuur tegen TMV

TMV	Verdunning	Behandeling			
		Verhitting 95 ± 2 oC	Ultrafiltratie	Ozon 1 uur	Onbehandeld
Gezuiverd	1:100.000	---	---	+++	+++
Ongezuiverd	1:100.000	---	---	+++	+++
Gezuiverd	1: 1.000	---	---	+++	+++
Ongezuiverd	1: 1.000	---	---	+++	+++

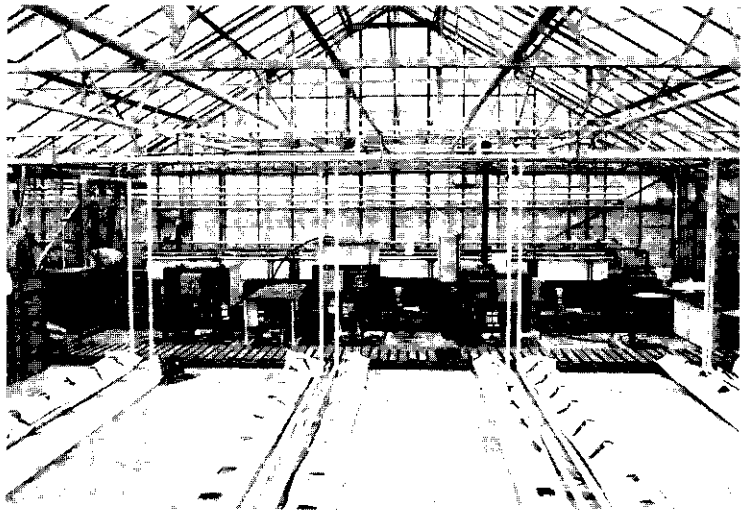
--- : virus niet aantoonbaar
+++ : virus wel aantoonbaar

Uit Tabel 1 blijkt dat ontsmetten d.m.v. verhitting en ultrafiltratie goed hebben voldaan. De behandelingstijd met ozon bleek te kort te zijn.
Tevens is onderzocht of de werking van de bestrijdingsmiddelen Previcur-N en Vydate-L door het ontsmetten wordt beinvloed. Dit bleek niet het geval te zijn. Ook de samenstelling van de voedingsoplossing bleek niet te zijn veranderd door het ontsmetten.
Het waterverbruik over de periode half april tot half oktober is weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2 : Waterverbruik van half april tot half oktober

Behandeling drainwater	Recirculatie drainwater	Waterverbruik in liters/plant
Onbehandeld	ja	260
Verhitting	ja	270
Ozon	ja	290
Ultrafiltratie	ja	310
Onbehandeld	neen	360

Uit Tabel 2 blijkt dat het percentage drainwater ongeveer 25 % is geweest ten opzichte van geen hergebruik van drainwater. De terugwinning van water en meststoffen bij het ultrafiltratiemembraan is ongeveer 65 %. Als brijn gaat dus ongeveer 35 % verloren. Momenteel is onderzoek gaande naar de mogelijkheden van hergebruik van het brijn om te komen tot een verdere indikking, zodat minder dan 35 % verloren gaat.
Bij de verhittingsapparatuur werd na enkele maanden een neerslag op de platen van de warmtewisselaars gekonstateerd. Na analyse bleek deze voornamelijk uit calciumcarbonaat te bestaan. Reiniging met een zuuroplossing (salpeter-, fosfor-, citroen- of azijnzuur) met een pH van 2 geeft een goede reiniging. Gebruik van chloorverbindingen moeten in dit verband worden ontraden. Bij aanwezigheid van meer dan 300 ppm chloor kan corrosie van de stalen platen optreden (titanium platen hebben hier geen last van). Het probleem wordt in deze proefinstallatie veroorzaakt door de voorkomende lage stroomsnelheid in de warmtewisselaar. Ook de hoogte van de temperatuur heeft echter invloed op de grootte en de snelheid van neerslagvorming. Hoe hoger de temperatuur is hoe sneller zich een neerslag vormt. Bij temperaturen boven 115 oC slaat al het aanwezige carbonaat neer.



Figuur 2 : Overzicht van de proefruimte voor onderzoek naar het ontsmetten van drainwater



Figuur 3 : Prototype van de verhittingsinstallatie

4 ECONOMIE

4.1 Investeringen en jaarkosten op basis van de uitgangspunten

Het is niet eenvoudig om de kosten te bepalen van een apparaat dat nog niet in de handel is. Nienhuis (1986) heeft een eerste aanzet hiertoe gemaakt voor de ontsmettingsapparaten die op het PTOG zijn onderzocht.
Aan de hand van de prijzen van de onderdelen is een raming gemaakt voor de verhittingsinstallatie.
Uitgaande van het eerder genoemde bedrijf van 1 hectare en een apparaat dat bij maximale watergift continu in bedrijf is, gelden voor de kostenberekening de volgende kentallen :
* maximale watergift : 7 liter/m2.dag
* overmaat : 25% = 18 m3/dag ofwel 1800 m3/jaar
* ontsmettingscapaciteit : 0,8 m3/uur
* ketelcapaciteit : 9 kW
* Energieverbruik : 75,4 GJ, overeenkomend met 2700 m3 aardgas per jaar

De prijs van de ontsmettingsinstallatie wordt geraamd op ongeveer f16.000,-, dit is inclusief ketel en reservoirs. Bij een capaciteit van 3,6 m3/uur zou de prijs oplopen tot ongeveer f20.000,-.
Voorts wordt er uitgegaan van een gasprijs van f 0,20, een afschrijvingstermijn van 5 jaar en een rentepercentage van 7 %. Op basis van annuiteit bedragen de jaarlijkse kosten voor ontsmetting 44,4 ct/m2 kasoppervlak. Hierbij moet een extra bedrag worden opgeteld voor de kosten van onderhoud. Dit is 5 % van het geinvesteerd vermogen en bedraagt 8 ct/m2.
De totale jaarlijkse kosten voor ontsmetting bedragen uiteindelijk 52,4 ct/m2. Per m3 komt dit neer op f 2,89.
Aan de besparingszijde wordt uitgegaan van een waterprijs van f 2,-/m3. Voor leidingwater is dit inclusief rioolheffing. Voor regenwater zijn de bassinkosten en de daardoor niet beteelde oppervlakte in de prijs meegerekend. De meststoffenprijs bedraagt f 1,-/m3 voedingsoplossing.
De jaarlijkse besparing bedraagt dan 54 ct/m2.

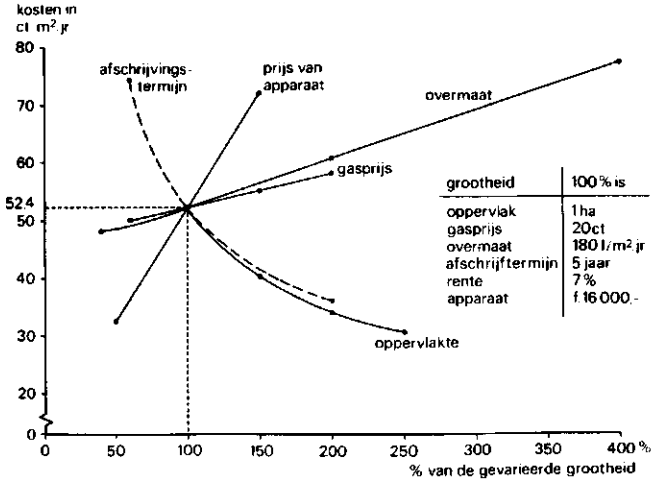
4.2 Investeringen en jaarkosten bij gewijzigde uitgangspunten

Om enig inzicht te krijgen in de gevolgen van veranderingen in de uitgangspunten voor de kosten en baten is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Hierbij is steeds een grootheid gewijzigd terwijl de andere, met uitzondering van de prijs van het apparaat, constant zijn gehouden.
Figuur 4 geeft de gevoeligheid aan van de kosten. De volgende variaties zijn aangebracht :
* kasoppervlak : 1 tot 2,5 ha
* gasprijs : 10 tot 40 cent per m3
* afschrijvingstermijn : 3 tot 10 jaar
* percentage drain : 10 tot 100 %. Hierbij moet de opmerking gemaakt worden dat 25 % drain overeenkomt met 180 l/m2.jaar. Wijzigt de hoeveelheid drain tot 360 l/m2.jaar, dan is het percentage drain dus 50 % !
* apparaatsprijs : f 8.000,- tot f 24.000,-

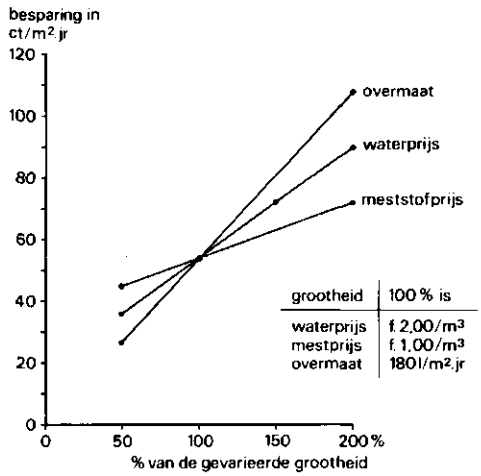
Toelichting op Figuur 4: Op basis van de uitgangspunten (alle grootheden zijn 100 %) is de kostprijs per m2 52,4 ct (zie 4.1). Wordt nu bijvoorbeeld het apparaat op een bedrijf van 2 ha toegepast (oppervlakte 200 %) en blijven, behalve de apparaatsprijs, de overige grootheden constant dan daalt de kostprijs tot 34 ct/m2.
Stijgt op het bedrijf van 1 ha de gasprijs tot 40 ct/m3 (gasprijs 200 %) dan heeft dat tot gevolg dat de jaarlijkse kosten van ontsmetting stijgen tot 57,5 ct/m2.

In Figuur 5 is de gevoeligheid van de besparingen weergegeven. Hierin zijn de volgende variaties opgenomen :
* waterprijs : f 1,- tot f 4,- per m3
* meststoffenprijs : f 0,50 tot f 2,- per m3 voedingsoplossing
* percentage drain : 10 tot 50 %, de hoeveelheid overmaat varieert dan van 72 l tot 360 l/m2.jaar.

Toelichting op Figuur 5: Op basis van de uitgangspunten (alle grootheden 100 %) is er een besparing van 54 ct/m2.jaar (zie 4.1). Stijgt de waterprijs naar f 4,-/m3 (200 %) dan loopt de besparing door recirculeren met ontsmetting op tot 90 ct/m2.jaar. Wordt er meer gedraineerd (360 l in plaats van 180 l) da loopt het percentage drain op van 25 % naar 50 % en is een besparing mogelijk van 108 ct/m2.jaar.
Op basis van bovenstaande gegevens is voor elk bedrijf afzonderlijk een raming te maken van de kosten en besparingen bij gebruik van een ontsmettingsinstallatie.



Figuur 4 : Jaarlijkse ontsmettingskosten per m2 als functie van een aantal grootheden



Figuur 5 : Jaarlijkse besparing per m2 als functie van waterprijs, mestprijs en overmaat

5 DISCUSSIE

* Verspreiding binnen een goot
Het ontsmetten van drainwater door middel van verhitting is een methode om verspreiding van planteziekten over het hele bedrijf te voorkomen, hierbij moet echter wel gelet worden op het feit dat deze methode alleen werkt tegen pathogenen die uitsluitend door het water verspreid worden. Is mechanische verspreiding (snoeien, oogsten) ook mogelijk dan blijft verspreiding over het bedrijf mogelijk (Runia, 1987). Ook blijft het mogelijk dat binnen een goot planten aangetast worden door een pathogeen en dat deze zich verspreidt over de hele rij en zo uitval en produktieverlies veroorzaakt.

* De hoogte van de ontsmettingstemperatuur
De installatie is zo ontworpen dat in zeer korte tijd de voedingsoplossing wordt opgewarmd tot een temperatuur van 100 oC. Bij deze temperatuur worden zowel bakterien, schimmels als virussen gedood. Bij sommige gewassen zijn virusziekten nagenoeg onbekend (tomaat). Een verlaging van de ontsmettingstemperatuur is dan mogelijk tot 90 oC. Het financiele voordeel is echter nihil. Het aardgasverbruik wordt in hoofdzaak bepaald door het verschil in temperatuur tussen het nog te behandelen water vlak voor de eerste warmtewisselaar en het ontsmette water dat uit deze warmtewisselaar stroomt.

* Vervuiling van de installatie
De hoge temperaturen kunnen aanleiding geven tot het neerslaan van calcium-zouten. Regelmatig spoelen van de installatie met een zuuroplossing voorkomt problemen. Heeft het uitgangswater een relatief hoge pH dan kan het terugkomende drainwater worden aangezuurd, waarna het na ontsmetting door menging met het uitgangswater weer op de juiste pH kan worden gebracht.

* Toegepaste materialen
De toegepaste hoge temperaturen vereisen aangepaste materialen. De onderdelen moeten corrosiebestendig zijn. Voor de onderdelen waar verhit water doorstroomt verdient roest vast staal de voorkeur, daarbuiten kan met kunststof onderdelen volstaan worden. Koperen of verzinkte onderdelen zijn in verband met fytotoxiciteit natuurlijk niet mogelijk.

* Ontsmettingscapaciteit
Een van de uitgangspunten is dat er maximaal 7 liter water per m2.dag gegeven kan worden. Deze hoeveelheid wordt alleen op hete zomerse dagen met een volgroeid gewas benaderd. Alleen op dat moment wordt dus de maximale capaciteit van de ontsmettingsinstallatie benut. Dit heeft allereerst tot gevolg dat de installatie niet continu kan werken door gebrek aan voedingsoplossing; tevens zijn opvangreservoirs nodig om een buffer te vormen vanwege de onregelmatige terugkomst van het drainwater.
Het is mogelijk om de totale capaciteit van de installatie te verlagen en te baseren op een maximale watergift van 5 liter per m2.dag. De ontsmettingscapaciteit kan dan kleiner zijn (namelijk 0,6 m3/dag). Op de prijs van de installatie heeft dit echter maar een minimaal effekt (een ongeveer f300,- lagere investering af te schrijven over 5 jaar). Daar tegenover staat dat in de zomer een bepaalde hoeveelheid water niet ontsmet kan worden. Momenteel kan dit nog worden geloosd. In de toekomst moet men deze mogelijkheid echter uitsluiten in verband met een strengere wetgeving. Hooguit mag tegen betaling op het riool geloosd worden, hetgeen duurder is dan het aanschaffen van een iets grotere installatie.

* Kwaliteit van het gietwater
In alle berekeningen is er van uitgegaan dat de kwaliteit van het gietwater optimaal is, zodat de totale hoeveelheid drainwater continu hergebruikt kan worden. Is dit niet het geval dan zal bijvoorbeeld door het oplopen van het natriumgehalte van de oplossing toch geloosd moeten worden. Dit zal ongetwijfeld op het riool moeten geschieden en tegen betaling. Het blijft dus zaak uit te gaan van een zo goed mogelijke waterkwaliteit.

* CO2 doseren
Het ligt voor de hand te veronderstellen dat de rookgassen van de ontsmettingsinstallatie te gebruiken zijn voor CO2 bemesting.
In het beschouwde geval van 1 ha en continue ontsmetting bij maximale watergift is een ketelcapaciteit van 9 kW waterzijdig toereikend. Dit komt overeen met een gasverbruik van ongeveer 1,25 m3 gas per uur. De behoefte aan CO2 vraagt ongeveer een gebruik van 25 m3 gas per uur per hectare. Op jaarbasis gebruikt de ontsmettingsinstallatie ongeveer 2700 m3 gas, terwijl het gasverbruik op basis van CO2 behoefte zonder dat er warmte nodig is, in de orde van grootte van 75000 m3 ligt.
Als wordt voorbij gegaan aan verliezen door ongelijktijdigheid kan de ontsmettingsinstallatie dus slechts 4 tot 5 % van de CO2 behoefte leveren. Omgekeerd zou een bestaande CO2 ketel warmte kunnen leveren aan de ontsmettingsinstallatie waarmee maximaal 2700 m3 gas per jaar bespaard zou kunnen worden. Omdat maar 5 % van de CO2 ketelcapaciteit nodig is voor ontsmetting en in het algemeen de minimale branderstand 10 % is, moet de ketelinhoud voldoende buffer vormen om regelproblemen te voorkomen. Indien dit niet mogelijk is zou de capaciteit van de ontsmettingsinstallatie vergroot moeten worden zodat alle warmte wordt opgenomen, hetgeen hpogere investeringskosten met zich meebrengt. Daarnaast zou de CO2 ketel voldoende snel op temperatuur moeten komen om geen problemen te krijgen bij het starten van de ontsmettingsinstallatie.

* Het percentage drain
Bij de berekening van de jaarlijkse kosten per m2 is uitgegaan van een percentage drain van 25 %. In Figuur 4 is te zien dat als het percentage drain 50 % is, de kostprijs oploopt van 52,4 ct/m2 naar 60,5 ct/m2.
In beide gevallen wordt er gesproken van hergebruik van drainwater. Per dag wordt er dan tussen de 18 en 36 m3 water ontsmet.
Bij andere substraatsystemen is er echter veel meer water in circulatie. Toepassing van het eb/vloed systeem bij potplanten leidt tot een benodigde ontsmettingscapaciteit van ongeveer 200 m3 per dag, terwijl toepassing van het voedingsfilmsysteem een capaciteit vereist van in de orde van grootte van 1000 m3 per dag.
Gezien de verschillen in capaciteit is het duidelijk dat de jaarkosten fors hoger zullen zijn. Voor deze systemen zal naar andere ontsmettingssystemen uitgekeken moeten worden. Mogelijkheden van toepassing in combinatie met CO2 dosering zullen onderzocht worden.
Daarnaast moet het feit in ogenschouw genomen worden, dat bijvoorbeeld bij toepassing van eb/vloed er geen besparingen tegenover staan. Er wordt nu ook al gerecirculeerd en het inbouwen van een ontsmettingsinstallatie geeft dus slechts extra kosten. Hetzelfde geldt voor bedrijven die nu al recirculeren (paprikabedrijven) en toch een ontsmettingsinstallatie willen gaan gebruiken.

6 CONCLUSIES

* Het ontsmetten van drainwater door middel van verhitting is een methode om verspreiding over het hele bedrijf van plantenziekten, die uitsluitend via het water verspreid kunnen worden, te voorkomen.
* Doding van alle plantpathogenen wordt verkregen bij een temperatuur van 97 oC en een verblijftijd van 10 s.
* De kosten van het ontsmetten van drainwater bedragen bij de gekozen uitgangspunten 52,4 ct/m2 kasoppervlak, ofwel f 2,89 per m3 water.
* Door het hergebruik van drainwater ontstaan besparingen op water en meststoffen. Op jaarbasis en bij de gekozen uitgangspunten bedragen deze 54 ct/m2 kasoppervlak.

LITERATUUR

BRAAK, Ir.N.J. van de ; Onderzoeksvoorstel betreffende ontsmetting van voedingswater
Interne notitie; 25 mei 1984

DIEDERIK, D ; De overleving van warmtebehandelingen door Fusarium oxysporum f.sp. melongenae in circulatiewater van de substraatteelt
Doktoraal verslag LH, vakgroep Fytopathologie; januari 1986

KLOMP, Ing.G., Ing.E.A. VAN OS, Ir.N.J. VAN DE BRAAK; Recirculatiewater ontsmetten door middel van verhitting
Vakblad voor de Bloemisterij; 4(1987),58-59

NIENHUIS, Ing.J.K.; Ontsmetten drainwater economisch nog niet verantwoord
Weekblad Groenten en Fruit; 24-10-1986,46-49

RUNIA, W.Th.; Naar verantwoord hergebruik drainwater in substraatsystemen
Tuinderij; 18-10-1984,36-39

RUNIA, W.Th.; Hergebruik drainwater bij de teelt op substraat
Weekblad Groenten en Fruit; 13-06-1986,32-33

RUNIA, W.Th.; Stap voor stap naar hergebruik drainwater
Tuinderij; 12-03-1987,44-45

VIJFTIGSCHILD,R.; Warmtebehandeling als methode om circulatiewater te ontsmetten;
Doktoraal verslag LH, vakgroep Fythpathologie; maart 1986

WELLES, Ir.G.W.H.; Ing.J.K. NIENHUIS; Van steenwol via recirculatie naar voedingsfilm
Vakblad voor de Bloemisterij; 4(1987),52-57