

VERSLAG NR. 3

ECONOMISCHE EN BEDRIJFSKUNDIGE ASPECTEN VAN MILIEUVRIENDELIJKERE
BEDRIJFSSYSTEMEN IN DE GLASTUINBOUW

Recirculatie systemen

Dit verslag valt onder project A en maakt deel uit van een totaal onderzoek wat bestaat uit de volgende projecten:

- Basis project: Inventarisatie, documentatie en verslaglegging van milieuvriendelijke maatregelen/technieken/systemen onder praktijkomstandigheden.
- Project A : Bedrijfseconomische evaluatie van ontwikkelingen in onderzoek en praktijk m.b.t. milieuvriendelijkere maatregelen en produktiemethoden in de glastuinbouw.
- Project B : Simulatie van milieuvriendelijkere bedrijfssystemen in de glastuinbouw.
- Project C : Onderzoek en ontwikkeling van voorlichting ondersteunende systemen voor milieuvriendelijkere maatregelen en produktiemethoden in de glastuinbouw.
- Project D : Ontwikkeling van management informatiesystemen m.b.t. de gewasbescherming.
- Project E : Onderzoek naar de gevolgen, van de overgang naar milieuvriendelijkere bedrijfssystemen, voor de sector.

Augustus 1990

Ing. J.K. Nienhuis

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Voorwoord

Het LEI en PTG hebben samen met andere onderzoeksinstellingen een onderzoek programma gestart naar "Economische en bedrijfskundige aspecten van milieuvriendelijkere bedrijfssystemen in de glastuinbouw".

De na te streven doelstelling van dit onderzoek is om te bezien wat de mogelijkheden en gevolgen zijn van een "gesloten bedrijfssysteem".

Een gesloten bedrijfssysteem wil zeggen een systeem waarbij bodem, water en lucht niet of nauwelijks rechtstreeks worden belast, de overblijvende rest- en afvalstoffen worden afgevoerd en elders worden vernietigd of verwerkt/gerecicleerd.

Het hoofddoel van het onderzoek is het pad naar milieuvriendelijkere bedrijfs- en bedrijfsvoeringssystemen aan te geven. Dit uiteraard met de randvoorwaarde dat de kwaliteit gehandhaafd en waar mogelijk verbeterd zal worden en dat de nieuwe bedrijfssystemen bedrijfseconomisch aanvaardbaar zijn.

Dit rapport is onderdeel van een reeks waarin alle projecten van het bedrijfskundig milieu onderzoek in de glastuinbouw zullen worden uitgebracht.

Het onderzoek over recirculatie systemen is uitgevoerd door Ing. J.K. Nienhuis van het PTG. Van diverse specialisten op het gebied van substraatsystemen, recirculatie en ontsmetting is informatie verkregen.

Hoofd afdeling Bedrijfssynthese,

Ir. J.C.J. Ammerlaan

Naaldwijk, augustus 1990

Inhoud

1. Inleiding	pag. 1
2. Probleemstelling	pag. 2
3. Materialen /Methode	pag. 4
3.A. Recirculatie systemen	pag. 4
3.1. Sleuven systemen	pag. 4
3.2. Slurven systemen	pag. 4
3.3. Leidingen systemen	pag. 5
3.4. Goten systemen	pag. 5
3.5. NFT -systemen	pag. 5
3.B. Verschillende ontsmettingsmethoden	pag. 6
3.6. Ontsmetting van drainwater	pag. 6
3.7. Ontsmetting van totale watergift	pag. 6
3.8. Methoden	pag. 7
4. Uitgangspunten	pag. 9
4.1. Algemeen	pag. 9
4.2. Investeringsbedragen	pag. 9
4.3. Overige uitgangspunten	pag. 11
4.4. Systemen	pag. 14
5. Resultaten	pag. 16
5.1. Investeringen	pag. 16
5.2. Jaarkosten	pag. 17
5.3. Overige systeemkosten	pag. 18
5.4. Arbeid	pag. 18
5.5. Meststoffen en water	pag. 19
5.6. Ontsmetten van water	pag. 19

5.6.1. Ontsmetting door middel van verhitting, alleen het drainwater	pag. 19
5.6.2. Ontsmetting door middel van verhitting, totale watergift	pag. 20
5.6.3. Grote installaties en grote hoeveelheden te ontsmetten water	pag. 20
5.6.4. Leidingwater met regenwaterkwaliteit	pag. 21
6. Samenvatting	pag. 22
7. Conclusies	pag. 24
Literatuur	pag. 25

Bijlage 1. Investerings in systeemkosten in gld per ha

Bijlage 2. Jaarkosten van de systemen in gld per m²

Bijlage 3. Berekening kosten ontsmetting met ozon

Bijlage 4. Berekening kosten ontsmetting met ultrafiltratie

1. Inleiding

De produktie van goederen leidt vrijwel altijd tot belasting van het milieu. De glastuinbouw vormt hierop geen uitzondering. Bij de produktie in de glastuinbouw kunnen als belangrijkste milieubelastende effecten worden genoemd:

- de uitspoeling van meststoffen;
- de verspreiding van gewasbeschermingsmiddelen;
- de afvoer van organisch en anorganisch afval;
- de uitstoot van rookgassen, energie en licht.

In het LEI/PTG programma - Economische en Bedrijfskundige aspecten van milieuvriendelijkere bedrijfssystemen in de glastuinbouw - heeft het onderzoek als hoofddoelstelling: het aangeven van het pad naar milieuvriendelijkere bedrijfs- en bedrijfsvoeringssystemen.

Om dat hoofddoel te bereiken staan er voor het bedrijfskundig onderzoek een aantal wegen open die gelijktijdig bewandeld kunnen worden.

De volgende projecten zijn daarvoor opgezet:

- Basisproject; dit project omvat een inventarisatie, documentatie en verslaglegging van gegevens uit het onderzoek, de voorlichting en de praktijk.
- Project A; bedrijfseconomische evaluatie in onderzoek en praktijk.
- Project B; simulatie van mogelijke bedrijfssystemen.
- Project C; ontwikkeling van voorlichting ondersteunende systemen.
- Project D; ontwikkeling van management informatiesystemen.
- Project E; onderzoek naar de gevolgen, van de overgang naar milieuvriendelijkere bedrijfssystemen voor de sector.

De doelstelling van project A is het begroten van kosten en opbrengsten van de afzonderlijke maatregelen/produktie methoden van de ontwikkelingen die er zijn ten aanzien van milieuvriendelijkere bedrijfssystemen.

De eerste activiteit is geweest de waterkwaliteit en de kosten van water. Als tweede onderwerp is genomen de kosten van de verschillende mogelijkheden van het telen in recirculatiesystemen en de kosten van het ontsmetten van (drain) water.

2. Probleemstelling

De teelt in substraat is de laatste tien jaar in de glasgroenteteelt sterk toegenomen. Bijna alle vruchtgroenten worden in substraat geteeld. Voor de bladgewassen is dat niet het geval en ook in de snijbloemeteelt wordt de substraatteelt nog lang niet overal toegepast.

Het ontsmetten van de grond met chemische middelen wordt steeds moeilijker en is milieuvriendelijk. Daarom worden veel proeven in onderzoek en praktijk uitgevoerd om ook die gewassen in substraat te kunnen gaan telen.

De teelt in substraat kan op verschillende manieren geschieden.

In elk substraatsysteem wordt meer voedingswater gegeven dan het gewas nodig heeft. Dit is nodig om er zeker van te zijn dat elke plant voldoende voedingsoplossing kan opnemen. Druppelaars verschillen namelijk waardoor ze niet in gelijke mate water afgeven. Ook zijn er verschillen in de verdamping tussen planten.

Het vrije drainage-systeem, waarbij het overtollige water rechtstreeks naar de bodem verdwijnt, is het systeem waar in het verleden mee gestart is. Wanneer naar een gesloten systeem moet worden gegaan (taakstelling voor de toekomst) zal het drainwater moeten worden opgevangen en hergebruikt. Dit kan met de zo genaamde recirculatie systemen.

Veel recirculatie systemen worden in de praktijk getest. Het principe is dat het drainwater wordt opgevangen en weer wordt hergebruikt, al dan niet na ontsmetten.

Welk systeem

Er zijn vele mogelijkheden om te recirculeren. En daardoor zijn er ook vele systemen. Dit onderzoek is uitgevoerd om inzicht te krijgen in de kosten van de verschillende mogelijkheden.

De vraag is welk systeem de beste mogelijkheden heeft voor de toekomst. Dus waar kan het beste in geteeld worden, waar zijn de kosten het laagst en wat wordt er bespaard. Onder kosten wordt verstaan de kosten van de investeringen en de daarbij behorende aanvullende kosten. De besparingen zijn de bedragen die niet meer hoeven worden uitgegeven omdat het waterverbruik lager ligt en omdat er minder meststoffen worden verbruikt.

Waterkwaliteit

Wanneer uitgegaan moet worden van een gesloten systeem dan houdt dat in dat er geen drainwater wordt afgevoerd. De voorwaarde is dan dat het gietwater van een zodanige kwaliteit is dat er niet hoeft te worden geloosd.

Ontsmetting

Al het water dat opgevangen wordt kan in principe ziektekiemen bevatten.

In de praktijk blijkt dat een aantal tuinders al jaren het voedingswater laat recirculeren zonder dat het drainwater ontsmet wordt en dat er geen ziekten zijn waargenomen.

Anderen passen in de eerste tijd van de teelt, wanneer er weinig water wordt gegeven, het vrije drainage systeem toe. Al het uitgedraineerde water wordt geloosd. Wanneer de planten sterk genoeg zijn past men het recirculatie systeem toe. Dit houdt in dat deze tuinders de gehele teelt een systeem hebben waarin

het drainwater kan worden opgevangen.

In dit onderzoek is er vanuitgegaan dat het drainwater voor hergebruik, wordt ontsmet. Dit ontsmetten kan op verschillende manieren geschieden. De kosten van die verschillende methoden zullen ook berekend worden.

Het regenwater dat opgevangen wordt kan ook met ziektekiemen besmet zijn (onder andere Fusarium). Indien dit het geval blijkt te zijn moet ook het opgevangen regenwater ontsmet worden. In het rapport is ook met deze optie gerekend.

Doel onderzoek

Het doel van dit onderzoek is om de kosten en de besparingen te begroten van de verschillende recirculatiesystemen en de kosten van het ontsmetten van (drain)water.

Het eerste deelrapport over waterkwaliteit en waterkosten (1) zal mede als uitgangspunt dienen voor dit onderzoek.

3. Materialen /methode

A. Verschillende recirculatie systemen

De recirculatie systemen kunnen ingedeeld worden in een aantal groepen. Al is de indeling arbitrair, de systemen gaan van eenvoudige systemen en lage investeringen naar ingewikkelder systemen en hogere investeringen.

- sleuven systemen
- slurven systemen
- leidingen systemen
- goten systemen
- NFT systemen, eb/vloed systemen

3.1 Sleuven systemen

Dit systeem staat het dichtst bij de huidige systemen met vrije drainage, die worden toegepast in de substraatteelt. Bij het sleuvensysteem wordt het drainwater opgevangen in een geul, bekleed met folie en eventueel voorzien van een drainslang. Het verzamelde water wordt afgevoerd naar een centraal punt. Dit systeem is op een aantal bedrijven aanwezig. Binnen dit systeem zijn een aantal varianten te onderscheiden. Een daarvan willen we speciaal noemen omdat op die manier het substraat langer mee kan gaan. Het is het systeem waarbij de steenwol in bakken zit (bijvoorbeeld Libra-bak of Bato-bak). De steenwol kan bij het stomen in de bak worden gelaten.

Op dit moment wordt er geëxperimenteerd met een aantal lengtes en breedtes van de bakken.

Een andere ontwikkeling is om in een geul een plastic gootje te leggen die langer meegaat en waar de nadelen van folie (lekkage) worden opgeheven.

3.2 Slurven systemen

Ook deze systemen worden in de praktijk toegepast. Een aantal varianten zijn hierbij te onderscheiden maar zijn niet essentieel. De steenwolmatten worden over grotere lengtes in folie ingepakt. De afvoer van het drainwater geschiedt via de matten. Als een ingehoesde mat wordt "ingeluierd" is een systeem ontstaan waarbij het mogelijk is het drainwater op te vangen. Bijna altijd wordt een laag tempex (met afschot) onder de mat gelegd. Het drainwater wordt niet gescheiden van de wortels afgevoerd.

Technisch gezien zijn deze systemen niet optimaal. De systemen 3.1 en 3.2 geven vaak aanleiding tot lekkage. De lekken zijn niet gemakkelijk op te sporen en reparaties zijn niet eenvoudig uit te voeren. Ook het verzamelen van het drainwater kan beter.

3.3 Leidingen systemen (in combinatie met bakken)

Bij een leidingen systeem zal de afvoer van het drainwater via leidingen geschieden. Het drainwater komt rechtstreeks in een leiding en dus niet meer in aanraking met de wortels van de verderop gelegen planten. Het drainwater wordt dan gescheiden van de wortels afgevoerd. Bij een systeem in bakken kan het substraat (in het algemeen steenwol) langer mee gaan (zie ook eerder).

3.4 Goten systemen

Het materiaal waar goten van gemaakt zijn, is belangrijk voor de hoogte van de investeringen. Het kunnen aluminium goten zijn, of verzinkte goten, tempex goten of polypropyleen goten.

De kasgrond kan vlak blijven of op een helling van 0,2 a 0,3 % worden gelegd. De kans op het krijgen van ziekten is in stilstaand water groter dan in stromend water. Daarom moeten er hoge eisen worden gesteld aan de goede afvoer van het water. De stabiliteit van de goot en/of van de ondergrond moet goed zijn of er moet een goede ondersteuning van de goot zijn.

3.5 NFT-systemen

In deze Nutrient Film Technique- (NFT) systemen komen in het algemeen nog blokken substraat voor waarin het water met de meststoffen nog enigszins wordt vastgehouden. Men spreekt bij deze systemen vaak over "een voedingsfilm". Bij deze systemen, die vaak in goten worden uitgevoerd, willen we ook de betonvloeren met eb/vloed meenemen.

Deze systemen worden al jaren toegepast. In de potplantenteelt zijn het de eb/vloed systemen, waarbij vaak gerecirculeerd wordt zonder dat het water wordt ontsmet. Op plantenopkweekbedrijven wordt op betonvloeren geteeld met eb/vloed systemen waarbij het overtollige water wordt geloosd.

Maar ook het "NFT" systeem wordt hier en daar reeds jaren in de groenteteelt toegepast. Het systeem berust op het snel rondpompen van het water met voedingsmiddelen, in verband met de zuurstofvoorziening. Hierdoor ontstaat er een uniforme voedingsoplossing met een EC en pH die voor alle planten gelijk is. De helling van de goot moet wel groter zijn dan bij de goten systemen, namelijk een percentage van 2 à 3.

"V-systeem"

Voor een aantal teelten is het mogelijk om in de plaats van één rij planten per substraatmat, twee rijen planten op die ene mat te zetten. Dit gebeurt onder andere bij komkommer en paprika. Maar ook voor andere vruchtgroente gewassen lijkt dit mogelijk. Deze teeltwijze wordt "V-systeem" genoemd. Bredere matten zijn dan misschien nodig. In de berekeningen is daar wel van uitgegaan maar in proeven die op praktijkbedrijven worden gehouden lijkt dat niet nodig te zijn. Alhoewel een "V-systeem" voor alle genoemde systemen mogelijk is, is alleen voor een Aluminium goot de berekening doorgevoerd.

Ontsmetten

De kans op verspreiding van ziekten binnen een gesloten systeem is groot en mede afhankelijk van het watergeefstelsel. Vooral als het drainwater niet gescheiden van de wortels wordt afgevoerd zijn de risico's groot. Door korte afstanden te nemen (bijvoorbeeld lengte van de goot) kan dat risico wat

verkleind worden. Toch blijft ontsmetten in alle gevallen als voorzorg noodzakelijk (risicoverzekering). Daarom vormt dit een uitgangspunt voor de verdere berekening.

B. Verschillende ontsmettingsmethoden

3.6 Ontsmetting van drainwater

Voordat het opgevangen drainwater wordt hergebruikt, is het noodzakelijk om het drainwater te ontsmetten om het risico van ziekteverspreiding uit te sluiten. Het drainpercentage in de praktijk is gebaseerd op een compromis tussen baten en kosten. Hierbij is de accumulatie van Na wel de beperkende factor omdat bij een te hoog Na-gehalte de opbrengsten teruglopen.

Wanneer het water wordt opgevangen en hergebruikt zal het doorspoelpercentage (want er wordt dan niet meer uitgedraineerd) hoger kunnen zijn dan het drainpercentage omdat dan een paar bijkomende problemen worden ondervangen. Door een hoger doorspoelpercentage wordt bereikt dat de uniforme voedingsoplossing bij alle planten komt, de ongelijke planten (verschillende verdamping) toch voldoende voedingsoplossing krijgen en de verschillen door ongelijke druppelaars worden opgeheven. Het doorspoelpercentage (drainpercentage) kan naar 40% gaan. Daardoor zal de hoeveelheid te ontsmetten drainwater hoger zijn dan dat nu het geval is (nu ongeveer 25%).

Afhankelijk van de teeltmethode wordt per ha per dag maximaal de volgende hoeveelheid te ontsmetten drainwater verwacht (2):

- drainagesystemen (sleuven, slurven, leidingen, goten) : 40m³
- eb/vloed systeem (rekening houdend met pompcapaciteit) : 2000m³ (is sterk afhankelijk van het aantal keren water opzetten)
- NFT systeem (voedingsfilm) : 1000m³

Een hoeveelheid "drainwater" van 2000 m³ per dag per ha te ontsmetten bij het eb/vloed systeem is technisch wel mogelijk. Maar een installatie van 100 m³ per uur (die 20 uur per dag in bedrijf is) is in de tuinbouw nog niet geplaatst. In de industrie zijn ze wel geplaatst en vragen een hoge investering.

3.7 Ontsmetting van totale watergift

Om het risico van ziekteverspreiding nog verder te verkleinen zal ook het (regen) water wat in eerste instantie aan de planten gegeven wordt, ontsmet kunnen worden. Er zijn inmiddels gevallen bekend van besmetting van Fusarium in het bassinwater.

De vraag die nu gesteld moet worden luidt als volgt:

Wat is de hoeveelheid te ontsmetten water per dag voor 1 ha teeltoppervlakte als al het water wat gegeven wordt, moet worden ontsmet? Uitgaande van een maximale waterverbruik van 6 liter per m² per dag in de zomer is dat voor een bedrijf van 1 ha 60 m³. Bij een doorspoelingspercentage van 40% moet dan maximaal 100 m³ per dag kunnen worden ontsmet.

Een mogelijkheid is om ontsmet drainwater op te slaan in een voorraadtank en ontsmet gietwater (regenwater) op te slaan in een voorraadtank en dat naar behoefte te mengen. Hiervoor zijn meerdere opslagtanks nodig (in ieder geval drie) en is het regelen van het watergeven ingewikkeld. In dit geval hoeft er geen 100 m³ water ontsmet te worden, maar maximaal ongeveer 70 a 80 m³ per ha

op een hete dag in de zomer. Er kan namelijk een voorraad aangelegd worden die dan aangesproken wordt.

Een andere mogelijkheid is het drainwater met het gietwater (regenwater) eerst te mengen, en vervolgens te ontsmetten voordat het aan de planten wordt gegeven.

Om de verschillende watersoorten in dat geval apart te houden zijn er twee opslag tanks nodig, een voor de opvang van het drainwater en een voor het ontsmette water (dagvoorraad) voordat dit het systeem in gaat. Door voor deze opslag tanks in totaal 200 m³ per ha aan te houden kan een redelijke voorraad worden aangelegd.

Wanneer men met een eb/vloed systeem werkt moet totaal 2000 m³ water per ha per dag ontsmet worden (hergebruik en nieuw water). Ook hierbij zullen opslag tanks moeten worden geplaatst. Voor een voedingsfilmsysteem is de benodigde ontsmettingscapaciteit 1000 m³ per ha per dag.

Voor alleen drainwater ontsmetten zal voor het gotensysteem een installatie van 40 m³ per ha per dag nodig zijn en om al het te geven water te ontsmetten is een installatie van 100 m³ per ha per dag nodig.

3.8. Methoden

Sinds 1986 is er onderzoek verricht naar diverse ontsmettingsmethoden die werkzaam zijn tegen ziekteverwekkers. Deze ziekteverwekkers zijn bacteriën, schimmels, virussen, die verspreid worden door water.

Het ontsmetten van het overtollige water dat niet door de plant wordt opgenomen en weer terug gebracht wordt in het voedingswater moet gezien worden als een "verzekeringspremie" voor het voorkomen van verspreiding van ziekten. Omdat ook het regenwater uit het bassin besmet kan zijn met ziekten zal ook het voedingswater dat voor de eerste keer wordt gegeven, ontsmet dienen te worden.

Voor de ontsmettingsmethoden kunnen we een indeling maken in algehele en selectieve ontsmetting. Deze laatste methode is voor de praktijk nog niet toepasbaar.

Onder algehele ontsmetting wordt verstaan een ontsmetting waarbij getracht wordt 100% van alle ziekteverwekkers te doden (3 en 4) :

- Verhitting met behulp van warmtewisselaars
- Ozonisatie
- Ultrafiltratie

In de praktijk staan al een aantal installaties voor het ontsmetten van het drainwater. Het meest zijn verhittingsinstallaties geplaatst. Ook zijn er een aantal ozoninstallaties werkzaam op glastuinbouwbedrijven en worden op praktijkschaal proeven genomen met ultrafiltratie.

Verhitting

Verhitting is tot op heden in de praktijk het systeem geweest met de minste problemen. Problemen die kunnen optreden zijn onder andere verstopping door middel van kalkaanslag en het niet kunnen bereiken van de gewenste temperatuur.

Maar deze problemen zijn oplosbaar gebleken. Wanneer "technisch" de zaak in orde is, behoeft de te behalen temperatuur geen probleem te zijn.

Wanneer grote hoeveelheden water ontsmet moeten worden (gietwater) door middel van verhitting dan zal de temperatuur van het gietwater oplopen. Door de warmtewisselaar wordt het ontsmette water afgekoeld tot 6 à 7 graden boven de temperatuur van voor de behandeling. In de winter is dit een voordeel, in de zomer een nadeel. De voorraad behandeld water moet dan groot genoeg zijn om het water te kunnen laten afkoelen.

Ozonisatie

Bij ozonisatie wordt de mate van ontsmetting weergegeven door de term "redox-waarde". Dit is een te meten waarde, maar blijkt onbetrouwbaar te zijn voor het ontsmettingsresultaat.

Onderzoek wordt nu verricht om naar een vaste behandelingstijd te gaan. Ook worden er geen grote installaties (groter dan 6 à 8 m³ per uur) voor de tuinbouw gebouwd. Is het zo dat er een grotere capaciteit nodig is dan moet er een tweede installatie naast worden geplaatst.

Ultrafiltratie

Ultrafiltratie staat nog maar aan het begin van de ontwikkeling. De eerste proefinstallaties zijn op een tweetal bedrijven geplaatst. Wanneer grote hoeveelheden water moeten worden behandeld (meer dan 10 m³ per uur) dan is de verwachting dat niet meer geconcurrereerd kan worden met de methode van verhitting. Leveranciers denken aan andere methoden, zoals ultraviolet licht in combinatie met ultrafiltratie.

In de berekeningen is aangegeven of alleen het drainwater ontsmet wordt of dat het drainwater en het gietwater (regenwater), dus al het te geven water ontsmet wordt.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor ontsmetting door middel van verhitting. In de bijlagen zijn ook de berekeningen voor ozonisatie en ultrafiltratie weergegeven.

4. Uitgangspunten

4.1 Algemeen

De berekeningen zijn uitgevoerd voor een bedrijf met 10.000 m² glas. Als gewas is tomaten genomen met een plantafstand van 55 cm en 4 rijen per kap van 3.20 m.

Als substraatmedium is steenwol genomen: zowel een eenjarige als een meerjarige mat en in een enkel geval een brede mat. In de slurven liggen de substraatmatten tegen elkaar aan. Bij de andere systemen is de afstand tussen de matten 10 cm. In het NFT-systeem liggen steenwolblokken en bij het eb/vloed systeem steenwolmatten.

De goten liggen op de grond, de grond ligt op schot en daarom liggen de goten op een lichte helling. In de goten liggen tempexplaatjes onder de steenwolmat (lichte helling) om het drainwater gemakkelijker af te voeren.

De meerjarige matten gaan bij de traditionele systemen, de goten, slurven en sleuven, drie jaar mee. Voor het tweede jaar is een uitvalpercentage van 10%, voor het derde jaar 15% gerekend. Bij de teelt in substraatbakken is voor de matten uitgegaan van een levensduur van 7 jaar waarbij 10% uitval over die 7 jaar is aangehouden.

Het stomen van de steenwolmatten gebeurt met een stoomcontainer (loonwerk). Voor de berekende rente is 10% aangehouden. Dit betekent dat de gemiddelde rente komt op 5%.

De onderhoudspercentages verschillen per investering. Dit geldt ook voor de afschrijvingen. Zoveel mogelijk is Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw 1989/1990 (5) gebruikt. Daarnaast zijn gegevens van leveranciers verkregen en is gebruik gemaakt van de brochure "Substraatsystemen voor de toekomst" (6).

4.2 Investeringsbedragen

Substraat

eenjarige steenwolmat (ingehoesd)	100x15x7,5 cm	f 2,30/stuk
meerjarige steenwolmat	100x15x7,5 cm	f 2,40/stuk
brede steenwolmat	100x20x7,5 cm	f 3,15/stuk
blokken steenwol	20x15x7,5 cm	f 0,50/stuk

Folies

Loopfolie	0,07 mm	f 0,30/m ²
Hoesfolie (incl. bindmateriaal)		f 0,25/m ²
Gootfolie (onder en over de mat)	0,05 mm	f 0,30/m ²
Sleuffolie		f 0,25/m ²
Slurffolie (incl. bindmateriaal)		f 0,30/m ²
NFT folie (zwart/wit)		f 0,60/m ²
Inlegvel voor substraat-bak		f 0,10/st

Grondwerk

Sleuven (4 per 3.20 m)	f 0,50/m ²
Drain in de sleuf	f 0,45/m ²
Egaliseren	f 0,30/m ²
Profileren	f 0,20/m ²

Tempex

Tempex bij sleuvensysteem	f 2,00/m ²
Tempex bij gotensysteem (100x15x 2,5-3,0)	f 0,50/st
Tempex bij gotensysteem (100x20x 2,5-3,0)	f 0,65/st
Tempex bij NFT	f 0,50/m ²

Gootsystemen

Substraat-bak (Libra-bak, lengte 1 m)	f 4,05/st
Polypropyleengoot (20 cm breed, 5 cm hoog)	f 2,75/ml
Aluminiumgoot (20 cm breed, 7 cm hoog)	f 5,10/ml
Aluminiumgoot (25 cm breed, 7 cm hoog)	f 5,60/ml
Verzinkt stalen goot (20 cm breed, 7 cm hoog)	f 4,40/ml
Plastic gootje (opvang drainwater)	f 0,95/ml

* restwaarde goten

Aluminium	f 2,00 per kg
Verzinkt staal	f 1,40 per kg

Betonvloeren

Vezelbeton, 7 cm, gootje 5 cm breed en 2 cm diep, half rond, 2 gootjes per 3.20 kap	f 25,-/m ²
Voor elk gootje per 3.20 kap extra	f 1,-/m ²
Eb/vloed systeem, extra	f 5,-/m ²
Voor kleine oppervlakten betonvloer	f 2,- tot f 5,-/m ² extra
Grond/vloerverwarming (indien nodig)	f 10,-/m ²

Watergeefstelsel

Substraatunit: bij alle systemen gelijke investering behalve voor NFT	
Bij Druppelsysteem (druppelaars, slangen en startbak)	f 1,80/m ²
Bij NFT-watergeefstelsel inclusief pompen	f 2,00/m ²

Drainwaterafvoer

Bij NFT systeem	f 15.000,-/ha
Bij Libra (substraat)-bak	f 20.000,-/ha
Andere systemen	f 3.000,-/ha
Opn. Met een V-systeem minder aansluitingen	f 2.500,-/ha

Opslag drainwater

Bij NFT systeem en eb/vloed	f 25.000,-/ha
Bij overige systemen	f 10.000,-/ha

Ontsmettingsapparatuur drainwater

Capaciteit	per dag	per uur	investeringsbedrag
1 Verhitting	50 m ³	2,5 m ³	f 50.000,-
Verhitting	100 m ³	5 m ³	f 60.000,-
Verhitting	200 m ³	10 m ³	f 75.000,-
Verhitting	300 m ³	15 m ³	f 90.000,-
Deze bedragen zijn inclusief ketel.			
2 Ozonisatie	50 m ³	2,5 m ³	f 50.000,-
Ozonisatie	100 m ³	5 m ³	f 75.000,-

Voor grotere installaties worden combinaties van eenheden van 2,5 en 5 m³ bij elkaar gezet met aparte opslagtanks.

3 Ultrafiltratie	50 m ³	2,5 m ³	f 54.000,-
Ultrafiltratie	100 m ³	5 m ³	f 75.000,-
Ultrafiltratie	150 m ³	7,5 m ³	f 120.000,-

Voor grotere installaties zal men ook hier combinaties maken. Er wordt dan gedacht aan combinatie van ontsmetting (b.v. filtratie en UV). Hier wordt echter nog niet aan gewerkt omdat eerst de ultrafiltratie goed uitgevoerd moet zijn.

4.3. Overige uitgangspunten

Verhittingskosten drainwater

Per m³ te verhitten drainwater is 1 à 3 m³ gas nodig.

In de berekeningen is uitgegaan van 1,5 m³ gas per m³ drainwater. Voor de gasprijs is 22,2 ct per m³ aangehouden.

Aan elektriciteit is per m³ te verhitten drainwater 1,5 Kwh nodig. Bij een prijs van 10 ct per Kwh is dit 15 ct per m³.

Voor de overige kosten, onder andere zuur, is een bedrag van f 0,05/m³ aangehouden. Totaal is voor het verhitten van 1 m³ drainwater f 0,53 aan "directe" kosten begroot.

Stomen van substraat

NFT-blokken en eenjarige matten worden jaarlijks vervangen. Bij de overige systemen wordt het substraat (ook de substraatbakken) gestoomd met behulp van een stoomcontainer. De stoomkosten bedragen f 35,- per pallet.

Bij de standaardmatten gaan er 160 matten op een pallet, bij brede matten zijn dit er 120 en bij de Libra (substraat)-bakken gaan er 105 op een pallet.

Elektriciteit bij NFT- en eb/vloed systeem

Omdat de pompen dag en nacht draaien (7 Kwh per m² op jaarbasis) zijn de elektriciteitskosten begroot op f 0,70/m².

Stortkosten en vrachtkosten

Voor de stortkosten is uitgegaan van een bedrag van f 45,- per ton. De vrachtkosten variëren sterk. Er is een bedrag van f 140,- per vrachtwagen van 10 m³ voor genomen (variatie van f 100,- tot f 200,- per vrachtwagen van 10 tot 12 m³).

Hoeveelheden afval per ha:

12500 matten	140 m ³	=	37,5 ton
11500 matten	130 m ³	=	34,5 ton
6250 matten	95 m ³	=	25 ton (brede matten)
NFT blokken	52 m ³	=	15 ton
Inhulfolie	6 m ³		
Afdekfolie	12 m ³		

De innamekosten van steenwol ten behoeve van de recycling van steenwol zullen f 35,- a f 40,- per m³ bedragen. Dit geldt voor éénjarige matten en inclusief het vervoer naar de fabriek. Voor meerjarige matten zal het bedrag enkele guldens per m³ hoger zijn. Met deze bedragen is niet gerekend omdat nog niet duidelijk is wat er komend jaar zal gebeuren.

Verlies aan meststoffen

Uitgangspunt is de hoeveelheid water en meststoffen die verloren gaat bij een combinatie van regenwater (bassin) en leidingwater (huidige kwaliteit). In drainagesystemen wordt een percentage van 25 à 30% aangehouden als doorspoeling (lozing). Wanneer de waterkwaliteit beter is zal er minder worden geloosd. Soms wordt er, indien de waterkwaliteit slecht is, een hoger percentage geloosd. In de berekeningen gaan we uit van een waterverbruik (opname door de plant) van 7500 m³ per ha voor tomaat. Voor andere gewassen ligt dat lager (b.v. paprika 6500 m³ per ha). Wanneer 30% van de watergift als drainwater wegloopt dan zal 10700 m³ aan water worden gegeven. Op jaarbasis gaat het overschot (10700 - 7500) verloren. Met een vrij drainage systeem gaat dus 3200 m³ voedingswater de grond in. De EC van het drainwater is hoger dan van het druppelwater. In de meeste gevallen is de gemiddelde EC van het drainwater 3 of meer. Wanneer 40% van de watergift als drainwater wegloopt, zal bij een waterverbruik van 7500 m³ per ha, een watergift van 12500 m³ moeten worden gegeven. Met een vrij drainage systeem gaat dan op jaarbasis 5000 m³ voedingswater de grond in.

In de berekeningen is een EC van 3 aangehouden. 1 m³ drainwater met een EC van 3 bevat ongeveer 3 kg aan meststoffen.

Meststoffen zoals die in de substraatteelt worden gebruikt, kosten gemiddeld f 1,- per kg. Dit houdt in dat er per m² aan meststoffen een bedrag van ongeveer f 0,95 (3200 m³ met een EC van 3) wordt geloosd in de grond en/of in het oppervlaktewater.

Daarbij gaat ook het water verloren. In de berekeningen is een prijs aangehouden van f 1,35 per m³ (1). Dit is de prijs van leidingwater, klasse II zoals die nu geleverd wordt. En deze prijs is ook aangehouden voor regenwater. Per m² is dat een bedrag van bijna f 0,45 (3200 m³ x 1.35 : 10.000). Aan water en meststoffen samen wordt dus voor een bedrag van f 1,40 geloosd. Wanneer er vanuit gegaan wordt dat bij recirculatie (een gesloten systeem voor

voedingswater) geen extra water gebruikt hoeft te worden dat wordt geloosd dan verbruikt een recirculatie systeem minder meststoffen en water waardoor de kosten f 1,40 per m² lager zijn.

Wanneer 5000 m³ per ha zou worden geloosd dan is dat per m² een bedrag aan meststoffen van ongeveer f 1,50 (5000 x 3 : 10000) en aan water bijna f 0,70 per m². In totaal f 2,20 per m² aan water en meststoffen.

Arbeid

De arbeidsbehoefte bij de verschillende substraatsystemen is niet helemaal gelijk. Als naar de teeltwisseling van de verschillende systemen gekeken wordt dan varieert de benodigde arbeid van 170 tot 190 uur per ha, behalve voor telen op beton en met een NFT systeem. Bij deze twee laatste systemen zouden respectievelijk 50 tot 100 uur minder arbeid per ha nodig zijn. In de berekeningen is dat meegenomen (arbeid á f 30,- per uur). Op een betonvloer is de mogelijkheid van mechanisatie groter wat voor de teeltwisseling voordelen biedt.

De arbeidsbehoefte voor de verschillende systemen tijdens de teelt zijn per systeem niet apart bekeken. De arbeidsbehoefte van de teelt op een eenjarige mat is in vergelijking met de andere systemen 50 tot 125 uur per ha lager. Gezien eerder genoemde kleine verschillen voor de teeltwisseling zijn de kosten voor arbeid in de begroting gelijk gehouden behalve voor de eenjarige mat en voor het telen op beton en in NFT.

Productie en geldopbrengst

De producties en geldopbrengsten zijn bij alle systemen gelijk gehouden.

4.4. Systemen

1. Traditioneel systeem (eenjarige mat)
Steenwol, eenmalig, ingehoesd, vrije drainage
Afmetingen mat: 100 x 15 x 7,5 cm
2. Traditioneel systeem (meerjarige mat)
Steenwol, meerjarig (3), ingehoesd, vrije drainage
Afmetingen mat: 100 x 15 x 7,5 cm
- 3a. Sleuvensysteem met drainslang
Steenwol, meerjarig (3), ingehoesd, drainwater opvangen en afvoeren via een
gegraven sleuf
Afmetingen mat: 100 x 15 x 7,5 cm
- 3b. Idem, maar nu een plastic gootje in plaats van drainslang
4. Sleuvensysteem met Libra (substraat)-bak
In het vervolg zal alleen nog van substraat-bak worden gesproken.
Steenwol, meerjarig (7) in substraat-bak, opvang drainwater en
afvoeren via een gegraven sleuf
Afmetingen mat: 100 x 15 x 7,5 cm
5. Slurven met steenwol
Steenwol, aaneengesloten matten, meerjarig (3) in een slurf van folie
Afmetingen mat: 100 x 15 x 7,5 cm
6. Substraat-bak met centrale afvoer
Substraat-bak: de opvang en afvoer van drainwater gaat via een
verbinding met plastic buis
Steenwol, meerjarig (7)
Afmetingen mat: 100 x 15 x 7,5 cm
- 7a. Aluminium goot
4 goten van 7 - 20 - 7 cm per 3.20 kap
Steenwol, aaneengesloten matten, meerjarig (3)
Afmetingen mat: 100 x 15 x 7,5 cm
- 7b. Aluminium goot
2 goten van 7 - 25 - 7 cm per 3.20 kap
Steenwol, aaneengesloten matten, meerjarig (3)
Afmetingen mat: 100 x 20 x 7,5 cm
8. Verzinkt stalen goot
4 goten van 7 - 20 - 7 cm per 3.20 kap
Steenwol, aaneengesloten matten, meerjarig (3)
Afmetingen mat: 100 x 15 x 7,5 cm
9. Polypropyleen goot
4 goten van 5 - 20 - 5 cm per 3.20 kap
Steenwol, aaneengesloten matten, meerjarig (3)
Afmetingen mat: 100 x 15 x 7,5 cm

10. NFT systeem

4 aluminium goten van 7 - 25 - 7 cm per 3.20 kap

Steenwol blokken (eenjarig)

Afmetingen blok: 20 x 15 x 7,5 cm

11. Betonvloer (uitgerust met eb/vloed mogelijkheden)

In de betonvloer zitten gootjes waardoor het drainwater kan worden verzameld.

Steenwol, ingehoesd (eenjarig), 2 rijen per 3.20 kap (4 draden)

Afmetingen mat: 200 x 20 x 7,5 cm

5. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de berekeningen voor de substraatsystemen en voor het ontsmetten van het voedingswater weergegeven. In bijlage 1 staan de investeringen van de afzonderlijke systemen.

5.1. Investeringsbedragen

De investeringen voor de verschillende systemen variëren enorm. De laagste investering bedraagt ruim f 50.000,- per ha, de hoogste investering is meer dan f 360.000,- per ha.

Wanneer we de investeringen bezien vanuit de verschillende groepsindelingen (hoofdstuk 3) dan valt het volgende op:

- De traditionele systemen hebben de laagste investeringen maar hierbij wordt het drainwater niet opgevangen.
- Het systeem met het laagste investeringsbedrag waarbij het drainwater kan worden opgevangen is het slurvensysteem (ruim f 70.000,-).
- Bij de sleuven systemen variëren de investeringen van bijna f 80.000,- tot ruim f 120.000,-.
- De gotensystemen vragen een investering van ruim f 110.000,- tot f 140.000,-. Wanneer met een V-systeem gewerkt kan worden, kan het aantal goten per kap worden teruggebracht. De totale investering (voor aluminium-goten) is dan ruim f 40.000,- lager.
- Substraat-bakken met centrale afvoer zijn qua investering vergelijkbaar met een gotensysteem.
- Voedingsfilm vraagt een hoge investering (f 15.000,- meer dan de duurste goot). Een betonvloer met eb/vloed vraagt meer dan het dubbele van de investering in een voedingsfilm.

Tabel 1. Investeringsbedragen in verschillende systemen per ha (gld)

Nr.	Systeem	Investeringsbedrag
1.	Traditioneel systeem (1-jarig steenwol)	52.500
2.	Traditioneel systeem (3-jarig steenwol)	55.900
3a.	Sleuven met drainslang	79.400
3b.	Sleuven met gootje	88.900
4.	Substraat-bak met sleuven (geul + folie)	120.400
5.	Slurf met steenwol	72.100
6.	Substraat-bak met centrale afvoer	129.400
7a.	Al-goot (4 rijen per 320 kap)	140.200
7b.	Al-goot (2 rijen per 320 kap "V-systeem")	93.000
8.	Verzinkt stalen goot	131.400
9.	Poly-Propyleen goot	110.800
10.	Voedingsfilm (NFT)	156.000
11.	Betonvloer (eb/vloed)	364.700

5.2. Jaarkosten

De investeringen brengen jaarkosten met zich mee: afschrijvingen, rente en onderhoud. Omdat de afschrijvingspercentages niet voor alle investeringen gelijk zijn kan de volgorde bij investeringsbedragen anders komen te liggen dan bij jaarkosten.

In bijlage 2 staan de jaarkosten van de afzonderlijke systemen per investering. De jaarkosten zijn weergegeven per m².

- De laagste jaarkosten (f 2,60) zien we bij het traditionele systeem waarbij de steenwol 3 jaar gebruikt wordt.
- Het telen volgens een "V-systeem" is de goedkoopste mogelijkheid voor een recirculerend systeem. Het is alleen uitgerekend voor de Al-goot, maar gezien de jaarkosten lijkt het ook aantrekkelijk voor andere systemen. Van de goten is de Al-goot duurder in investering en jaarkosten. Andere gootsystemen vragen een iets lagere investering en hebben iets lagere jaarkosten.
- De substraat-bak met centrale afvoer is slechts 30 cent per m² hoger in jaarkosten (f 2,90) dan het traditionele systeem. Het drainwater kan worden opgevangen en gescheiden van de wortels worden afgevoerd.
- Substraat-bak met sleuven afvoer volgt daar direct op (f 2,95).
- Het qua investering goedkope systeem van slurven komt wat betreft jaarkosten pas op de vijfde plaats.
- De overgebleven systemen met sleuven volgen op de zesde en zevende plaats.
- Het traditionele systeem met het gebruik van 1-jarig steenwol is qua jaarkosten ongeveer f 1,- hoger dan van 3-jarig steenwol.
- De goten systemen met 4-rijen per kap ontlopen elkaar weinig in jaarkosten en bedragen alle ongeveer f 4,- per m².
- De jaarkosten van voedingsfilm en betonvloer liggen beduidend hoger. De betonvloer heeft net als de kassen een lange levensduur van 15 jaar. De jaarkosten voor de voedingsfilm komen op bijna f 4,60 per m² en voor betonvloer op f 6,45 per m².

Tabel 2. Jaarkosten (gld) per m² voor de verschillende systemen

Nr.	Systeem	Jaarkosten
1.	Traditionele teelt (1-jarig steenwol)	3,55
2.	Traditionele teelt (3-jarig steenwol)	2,60
3a.	Sleuven met drainslang	3,30
3b.	Sleuven met gootje	3,35
4.	Substraat-bak met sleuven (geul + folie)	2,95
5.	Slurven met steenwol	3,00
6.	Substraat-bak met centrale afvoer	2,90
7a.	Al-goot (4 rijen per 3.20 kap)	4,10
7b.	Al-goot (2 rijen per 3.20 kap "V-systeem")	2,80
8.	Verzinkt stalen goot	3,95
9.	Poly-Propyleen goot	4,05
10.	Voedingsfilm (NFT)	4,60
11.	Betonvloer (eb/vloed)	6,45

5.3. Overige systeemkosten

Bij alle systemen komen er nog een aantal kosten bij. Voor het ene betekent dit extra elektriciteit, voor de ander het ontsmetten van het substraat. Voor alle systemen geldt dat er vracht- en stortkosten moeten worden betaald voor de steenwol en de folie die moet worden afgevoerd. Ook deze bedragen verschillen per systeem.

- Voor de voedingsfilm is f 0,70/m² begroot voor extra elektriciteit en voor het eb/vloed systeem f 0,70/m².
- De stort en vrachtkosten variëren met het aantal jaren dat het steenwol wordt gebruikt en lopen uiteen van f 0,05 tot f 0,35 per m² bij respectievelijk 7 jaar en 1 jaar gebruik van de steenwol.
- Indien de steenwol meerdere jaren wordt gebruikt zal het substraat gestoomd moeten worden. Afhankelijk van de hoeveelheid materiaal bedraagt dit f 0,10 tot f 0,35 per m².

Tabel 3. Overige kosten per jaar per m² (afgerond)

Nr.	Systeem	Overige kosten
1.	Traditioneel systeem (1-jarig steenwol)	0,35
2.	Traditioneel systeem (3-jarig steenwol)	0,30
3a.	Sleuven met drainslang	0,30
3b.	Sleuven met gootje	0,30
4.	Substraat-bak met sleuven (geul + folie)	0,40
5.	Slurf met steenwol	0,35
6.	Substraat-bak met centrale afvoer	0,40
7a.	Al-goot (4 rijen per 3.20 kap)	0,30
7b.	Al-goot (2 rijen per 3.20 kap "V-systeem")	0,15
8.	Verzinkt stalen goot	0,30
9.	Poly-Propyleen goot	0,30
10.	Voedingsfilm (NFT)	0,85
11.	Betonvloer (eb/vloed)	0,95

5.4. Arbeid

De verschillen in arbeid tussen de verschillende systemen zijn klein. Uit het stage verslag van E. Graat (7) blijkt dat de arbeidsverschillen tussen de verschillende systemen ten hoogste f 0,15 per m² bedragen (f 17,93 - f 18,08 per m²). Deze gegevens (voor komkommers) komen van het onderzoek van Hendrix (8) naar de arbeid tijdens de teeltwisseling op substraatbedrijven. Ten opzichte van de eenjarige mat kostte de teeltwisseling bij andere systemen meer (kosten van 0,15 tot 0,40 per m²).

De besparing aan arbeid bij de voedingsfilm en betonvloeren ligt in de orde van grootte van f 0,15 tot f 0,30 per m² (arbeidskosten f 30,- per uur).

Bij de berekeningen, vermeld in de samenvatting, zijn deze bedragen voor de beide laatste systemen (voedingsfilm en eb/vloed) meegenomen

en de arbeid van de andere systemen (systemen nr. 2 tot en met nr. 9) ten opzichte van de arbeid voor de eenjarige mat (systeem nr.1).

5.5. Meststoffen en water

Zoals in het vorige hoofdstuk reeds is aangegeven zal afhankelijk van het doorspoelpercentage en de hoogte van de EC van het drainwater een besparing van f 1,40 tot f 2,20 per m² kunnen worden verwacht.

Deze besparing kan worden bereikt als al het opgevangen drainwater weer kan worden gebruikt. Alleen met de traditionele systemen (nr. 1 en 2) kan niet worden gerecirculeerd. Bij recirculatie systemen wordt ook uitgedraineerd maar het voedingswater wordt opgevangen en opnieuw gebruikt al of niet nadat het ziektevrij is gemaakt. Daarom zijn de besparingsbedragen op meststoffen onafhankelijk van het ontsmetten van het drainwater.

In de volgende paragraaf worden de kosten van het ziektevrij houden en/of maken van het voedingswater berekend.

5.6. Ontsmetten van water

In deze paragraaf wordt de kostenberekening gemaakt voor het ontsmetten van zowel alleen het drainwater als de totale watergift. In de bijlagen 3 en 4 worden respectievelijk kostenberekeningen gemaakt voor ontsmetten door middel van ozonisatie en door middel van ultrafiltratie.

5.6.1. Ontsmetting door middel van verhitting, alleen het drainwater

Installatie 2,5 m³ per uur voor 1 ha :

Investering inclusief ketel	f 50.000,-	
Afschrijving 16%		8.000,-
Rente (gemiddeld geïnvesteerd vermogen)		2.500,-
Onderhoud		500,-
		<hr/>
Totaal vaste kosten per jaar		11.000,-

Kosten per m³ te ontsmetten water:

gaskosten: 1,5 m ³ a 22,2 ct per m ³	0,33
elektriciteit	0,15
chemicaliën, etc.	0,05
	<hr/>
Totaal per m ³	0,53

Te ontsmetten water	3200 m ³	1.700,-
		<hr/>
Totaal vaste en variabele kosten per jaar		12.700,-

5.6.2. Ontsmetting door middel van verhitting, totale watergift

Installatie 5 m ³ per uur per ha :	
Investering (inclusief ketel)	f 60.000,-
Afschrijving 16%	9.600,-
Rente (gemiddeld geïnvesteerd vermogen)	3.000,-
Onderhoud	600,-

Totaal vaste kosten	13.200,-
Kosten per m ³ te ontsmetten water (zie bij 5.6.1)	
Te ontsmetten water 10.700 m ³ a 0,53	5.700,-

Totaal vaste en variabele kosten per jaar	18.900,-

Het verschil in kosten van alleen drainwater ontsmetten en alle gietwater ontsmetten is ruim f 6000,- per ha. Indien de oppervlakte van het bedrijf groter is dan 10.000 m² dan wordt het verschil per m² kleiner omdat de investeringsbedragen bij grotere installaties kleiner worden.

De kosten voor de installaties met ozon en ultrafiltratie (bijlage 3 en 4) liggen ongeveer op een gelijk niveau als die van verhitting. De verschillen voor deze installaties van 2,5 en 5 m³ per uur liggen tussen f 11.400,- en f 12.700,- respectievelijk tussen f 17.800,- en f 18.900,-. Voor grote installaties ligt dit anders.

5.6.3. Grote installaties en grote hoeveelheden te ontsmetten water

Met grote installaties zijn er in de tuinbouw nog nauwelijks ervaringen. Voor verhitting is het mogelijk om grotere installaties te maken en tot 15 m³ per uur zijn ze ook geïnstalleerd. De investeringsbedragen worden per m³ te ontsmetten water lager. Voor ozonisatie en ultrafiltratie worden (nog) geen grotere installaties dan 5 á 7,5 m³ per uur gebouwd. Indien men grotere zou willen aanschaffen dan worden kleine installaties van 2,5 en 5 m³ per uur in serie naast elkaar gezet en blijven de investeringen per m³ te ontsmetten water gelijk.

Wanneer grote hoeveelheden water ontsmet moeten worden, zoals bij eb/vloed- en voedingsfilmsystemen, dan moet er per uur 50 á 100 m³ water per ha ontsmet worden. De investeringen voor verhittingsinstallaties zullen dan naar respectievelijk f 200.000,- en f 350.000,- gaan (indicatie).

Gemakkelijk is nu uit te rekenen dat de jaarkosten hoog zijn maar dat ook de variabele kosten (gas en elektra) hoog zullen worden. Voor dit soort systemen zullen er andere installaties moeten komen wil men deze water hoeveelheden ontsmetten. Of, zoals in de praktijk gebeurt, zal niet al het terug gekomen water worden ontsmet. Uit oogpunt van ziektepreventie is dat niet ideaal.

5.6.4. Leidingwater met regenwaterkwaliteit

Als het uitgangswater van het waterleidingbedrijf een zodanig laag Na-gehalte heeft dat er niet behoeft te worden geloosd, wat mag dan de prijs van dat leidingwater ("superwater") zijn?

Om dit te berekenen moet er een vergelijking gemaakt worden tussen enerzijds de kosten van regenwater en aanvullend leidingwater inclusief het ontsmetten van al het te geven water. En anderzijds de kosten van het "super water" en de kosten van alleen het ontsmetten van het drainwater.

In het onderzoek naar de kosten van water (1) is berekend dat de kosten voor water bij een bassin van 500 m³ en aanvullend leidingwater (bij 1 ha) f 13.900,- bedragen. Als al het water ontsmet dient te worden komt er f 18.900,- bij. Het totale bedrag wordt dan f 32.800,-.

Wanneer alleen drainwater wordt behandeld, dan kan volstaan worden met een kleinere installatie die f 12.700,- aan kosten met zich meebrengt.

Het totale bedrag voor water mag die f 32.800,- zijn. Van dit bedrag moeten de kosten van de ontsmetting van drainwater afgehaald worden. Er blijft dan maximaal f 20.100,- (f 32.800,- - f 12.700,-) over voor het leidingwater.

Wanneer er per ha 7500 m³ nodig is voor de verdamping van het gewas dan mag de prijs per m³ maximaal f 2,68 bedragen (20.100 : 7500). Met heffingen ten gevolge van het lozen van meststoffen is geen rekening gehouden.

6. Samenvatting

In de volgende tabel wordt een samenvatting gegeven van de berekeningen uit het vorige hoofdstuk. Dit betreft alle kosten en baten van de substraat systemen. Het verschil is weergegeven in het "saldo".

Tabel 4. Kosten en baten van de verschillende substraat systemen in gld per m²

Nr.	Systeem	jaar kosten d.p.m	overige kosten	arbeid	meststof- fen en water	"saldo"
1.	Traditioneel (1-jarig steenwol)	3,55	0,35	- 0,40	-	3,50
2.	Traditioneel (3-jarig steenwol)	2,60	0,30	-	-	2,90
3a.	Sleuven met drainslang	3,30	0,30	-	- 1,40	2,20
3b.	Sleuven met gootje	3,35	0,30	-	- 1,40	2,25
4.	Substraat-bak met sleuven	2,95	0,40	-	- 1,40	1,95
5.	Slurf met steenwol	3,00	0,35	-	- 1,40	1,95
6.	Substraat-bak met centrale afvoer	2,90	0,40	-	- 1,40	1,90
7a.	Al-goot (4 rijen per 3.20 kap)	4,10	0,30	-	- 1,40	3,00
7b.	Al-goot (2 rijen per 3.20 kap "V-systeem")	2,80	0,15	-	- 1,40	1,55
8.	Verzinkt stalen goot	3,95	0,30	-	- 1,40	2,85
9.	Poly-Propyleen goot	4,05	0,30	-	- 1,40	2,95
10.	Voedingsfilm (NFT)	4,60	0,85	- 0,15	- 1,40	3,90
11.	Betonvloer (eb/vloed)	6,45	0,95	- 0,30	- 1,40	5,70

Als voorbeeld is het "V-systeem met een Al-goot genomen. Het telen volgens het "V-systeem" geeft de laagste totaal kosten te zien, uitgedrukt in het begrip "saldo". Het verschil met de traditionele teelt (3-jarig steenwol) is f 1,45 per m², ten gunste van het "V-systeem". Maar eigenlijk is dit geen juiste vergelijking, omdat een "V-systeem" ook bij andere substraatsystemen kan worden toegepast. Gesteld kan worden dat wanneer het van de duurste mogelijkheid (behalve de systemen 1, 10 en 11), de Al-goot, naar de goedkoopste mogelijkheid gaat, dit ook voor andere systemen geldt.

In het onderzoek over simulatie van bedrijfssystemen voor vruchtgroentegewassen wordt dit verder uitgewerkt (Project B, M. Ruys).

Vergeeten we het "V-systeem" dan is het goedkoopste systeem een "leiding" systeem, de substraat-bak met centrale afvoer. Maar ook sleuven en slurf systemen hebben een saldo dat ongeveer in dezelfde orde van grootte ligt. Het probleem bij deze systemen is dat ze lek kunnen raken en dat het niet snel te vernemen is waar het lek zich bevindt.

Goten systemen zijn duurder dan leiding-, slurf- en sleuvensystemen. Ze zijn vergelijkbaar met de traditionele teelt (3-jarig steenwol), maar dan is er wel bespaard op meststoffen en water. Voedingsfilm is duurder dan een traditionele teelt met 1-jarig steenwol. Betonvloer is een duur systeem. Er zal nog meer bespaard moeten worden wil het een betaalbaar systeem worden. Dat zal dan vooral uit de arbeid moeten komen. Vooralsnog zijn daar geen aanwijzingen voor.

Het ontsmetten van drainwater zal in de toekomst nodig zijn als we naar recirculatiesystemen gaan waarbij geen drainwater geloosd mag worden.

Wordt regenwater gebruikt dan zal ook dat water behandeld moeten worden om ziekten in de teelt te voorkomen.

Systemen als voedingsfilm en eb/vloed hebben een grote voorraad voedingswater dat langs de planten stroomt. Om dit drainwater te ontsmetten moeten zeer grote installaties worden gebouwd. De investeringen en de daarmee samenhangende jaarkosten zijn voor deze systemen hoog.

De jaarkosten voor het verhitten van het drainwater om ziekten te voorkomen bedragen f 12.700,- per ha. Er wordt dan 3200 m³ drainwater ontsmet. De jaarkosten voor een behandeling met ozon of met ultrafiltratie zijn ongeveer f 1.000,- lager.

Wanneer al het te geven water ontsmet dient te worden, voor een bedrijf van 1 ha ongeveer 10.700 m³, dan zijn de jaarkosten door middel van verhitting bijna f 19.000,-. Voor een behandeling met ozon komen de jaarkosten ook op ongeveer f 19.000,-. Voor de ultrafiltratie zijn de totale jaarkosten nog geen f 18.000,-.

Voor grotere bedrijven, waar meer water ontsmet dient te worden, is de ontsmetting door verhitting aantrekkelijker omdat de investeringen voor deze installaties relatief goedkoper worden en bij de andere methoden (ozon en ultrafiltratie) (nog) niet.

7. Conclusies

Bij de berekeningen is er vanuit gegaan dat het water van een dusdanige kwaliteit is dat er niet behoeft te worden geloosd. Dat wil dus zeggen dat het gietwater regenwater is of een vergelijkbare kwaliteit heeft. Het huidige leidingwater heeft in veel gevallen nog niet de kwaliteit van regenwater.

Door een ander teeltsysteem toe te passen, het zogenaamde "V-systeem", kan er bespaard worden op materialen en ontstaat daardoor minder afval. Of dit teeltsysteem voor alle vruchtgroente gewassen is toe te passen zal nog nader onderzoek vragen. Voor paprika en komkommer wordt het reeds toegepast.

In de berekeningen is voor één systeem de mogelijkheid van het "V-systeem" doorgerekend. Maar ook andere systemen hebben deze mogelijkheid.

Wanneer naar een recirculatie systeem wordt overgeschakeld zal men de kosten moeten bezien ten opzichte van de traditionele teelten. Omdat bespaard kan worden op meststoffen en water zijn er een aantal systemen die lager in kosten uitkomen dan de traditionele teelten waarbij het drainwater geloosd wordt (nrs. 1 en 2).

Belangrijk is dat door het gebruik van een substraat-bak het substraat langer gebruikt kan worden. De opvang van het drainwater door middel van een leiding of goot sluit lekkages eerder uit dan met een slurf- of sleuven systeem.

Om de risico's van verspreiding van ziekten via de voedingsoplossing zo klein mogelijk te houden is ontsmetten van het (drain)water een "must". De kosten van het ontsmetten van alleen het drainwater bedragen ongeveer f 1,30 per m². Dat wil zeggen dat het voordeel van f 1,00 (substraat bak ten opzichte van traditioneel, 3-jarig steenwol) omgezet wordt in een nadeel van - f 0,30 per m².

Indien al het te geven water wordt ontsmet dan bedragen de jaarkosten f 2,00 per m² extra. Het voordeel van de substraat bak ten opzichte van traditioneel, 3-jarige teelt, van f 1,00 per m² wordt dan een nadeel van - f 1,00 per m².

Het verschil tussen de kosten van regenwater (bassin 500 m³) met aanvullend leidingwater (klasse II) plus al het te geven water ontsmetten en de kosten van alleen het drainwater ontsmetten, bedraagt f 20.100,-.

Voor deze f 20.100,- zou leidingwater ingekocht kunnen worden dat een vergelijkbare kwaliteit zou moeten hebben als regenwater (echt "Super Water" dus). Wanneer uitgegaan wordt van 7500 m³ per ha zou de prijs per m³ op f 2,68 mogen komen. Is het watergebruik lager dan de hier aangegeven 7500 m³ per ha dan mag van een hoger bedrag per m³ worden uitgegaan.

Literatuur

1. Nienhuis, J.K., Economische en bedrijfskundige aspecten van milieuvriendelijkere bedrijfssystemen in de glastuinbouw, Waterkwaliteit en kosten van water, Verslag nr. 1, PTG, 1989.
2. Ruijs, M., et al. Simulatie van milieuvriendelijkere bedrijfssystemen in de glastuinbouw, gewasgroep 'eenmalig oogstbare snijbloemen, Verslag nr. 2, PTG, 1990.
3. Runia, W. Th. e.a., Disinfection of drainwater from soilless cultures by heat treatment, Netherlands Journal of Agricultural Science, 36 (1988), 231-238.
4. Runia, W. Th., Elimination of plant pathogens in drainwater from soilless cultures, ISOSC proceedings, 1988, 429-443.
5. Mourits, J.A.M., e.a., Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw, Naaldwijk, Aalsmeer, 1989.
6. Banken, J., Substraatsystemen voor de toekomst, CAT-Tilburg, 1989.
7. Graat, E., Concept stage verslag, gewasgroep 'meermalig oogstbare groentegewassen, Naaldwijk, 1990.
8. Hendrix, T., Mat, goot en slurf verschillen in arbeidsbehoefte, Groenten en Fruit, 45 (9), 47-49.

Bijlage 1.

Investerings in systeemkosten in gld/ha.

Systeem	I 1	I 2	I 3a	I 3b	I
Investerings	I trad.syst I 1.jarig	I trad.syst I 3.jarig	I sleuven met I drainslang	I sleuven met I gootje	I
Substraat	I 26.500	I 27.600	I 27.600	I 27.600	I
Folies	I 3.000	I 5.300	I 7.800	I 5.300	I
Grondwerk	I 5.000	I 5.000	I 13.000	I 13.000	I
Gootje	I -	I -	I -	I 12.000	I
Tempex	I -	I -	I -	I -	I
Substraat-bak	I -	I -	I -	I -	I
Goten/beton	I -	I -	I -	I -	I
Watergeefstels	I 18.000	I 18.000	I 18.000	I 18.000	I
Drainwaterafvoer	I -	I -	I 3.000	I 3.000	I
Opslag drainwater	I -	I -	I 10.000	I 10.000	I
Behandeling "	I -	I -	I p.m	I p.m	I
Totaal	I 52.500	I 55.900	I 79.400	I 88.900	I

vervolg bijlage 1.

Systeem	I 4	I 5	I 6	I 7a	I
Investerings	I sleuven met I Substr-bak	I slurf met I steenwol	I Subst-bak I centr.afv	I Al-goot I 4/320 kap	I
Substraat	I 27.600	I 30.000	I 27.600	I 30.000	I
Folies	I 6.700	I 6.100	I 4.200	I 6.100	I
Grondwerk	I 8.500	I 5.000	I 3.000	I 3.000	I
Gootje	I -	I -	I -	I -	I
Tempex	I -	I -	I -	I 6.300	I
Substraat-bak	I 46.600	I -	I 46.600	I -	I
Goten/beton	I -	I -	I -	I 63.800	I
Watergeefstels	I 18.000	I 18.000	I 18.000	I 18.000	I
Drainwaterafvoer	I 3.000	I 3.000	I 20.000	I 3.000	I
Opslag drainwater	I 10.000	I 10.000	I 10.000	I 10.000	I
Behandeling "	I p.m	I p.m	I p.m	I p.m	I
Totaal	I 120.400	I 72.100	I 129.400	I 140.200	I

Vervolg bijlage 1.

Systeem	I 7b	I 8	I 9	I 10	I 11	I
Investeringen	I Al-goot I 2/320 kap	I Stalen I goot	I Poly-prop I goot	I Voedings I film	I Beton I vloer	I
Substraat	I 19.700	I 30.000	I 30.000	I 11.000	I 19.700	I
Folies	I 4.700	I 6.100	I 6.100	I 9.000	I -	I
Grondwerk	I 3.000	I 3.000	I 3.000	I 3.000	I -	I
Gootje	I -	I -	I -	I -	I -	I
Tempex	I 4.000	I 6.300	I 6.300	I 5.000	I -	I
Substraat-bak	I -	I -	I -	I -	I -	I
Goten/beton	I 35.000	I 55.000	I 34.400	I 70.000	I 300.000	I
Watergeefstelsysteem	I 14.000	I 18.000	I 18.000	I 18.000	I 20.000	I
Drainwaterafvoer	I 2.500	I 3.000	I 3.000	I 15.000	I -	I
Opslagdrainwater	I 10.000	I 10.000	I 10.000	I 25.000	I 25.000	I
Behandeling "	I p.m	I p.m	I p.m	I p.m	I p.m	I
Totaal	I 93.000	I 131.400	I 110.800	I 156.000	I 364.700	I

Bijlage 2.

Jaarkosten van de systemen in gld/m²

Systeem	I	1	I	2	I	3a	I	3b	I
Investeringsen	I	trad.syst	I	trad.syst	I	sleuven met	I	sleuven met	I
	I	1.jarig	I	3.jarig	I	drainslang	I	gootje	I
Substraat	I	2.65	I	1.47	I	1.47	I	1.47	I
Folies	I	0.30	I	0.53	I	0.78	I	0.53	I
Grondwerk	I	0.15	I	0.15	I	0.40	I	0.40	I
Gootje	I	-	I	-	I	-	I	0.31	I
Tempex	I	-	I	-	I	-	I	-	I
Substraat-bak	I	-	I	-	I	-	I	-	I
Goten/beton	I	-	I	-	I	-	I	-	I
Watergeefstelsiem	I	0.45	I	0.45	I	0.45	I	0.45	I
Drainwaterafvoer	I	-	I	-	I	0.05	I	0.05	I
Opslag drainwater	I	-	I	-	I	0.13	I	0.13	I
Behandeling "	I	-	I	-	I	p.m	I	p.m	I
Totaal	I	3.55	I	2.60	I	3.28	I	3.34	I

Vervolg bijlage 2.

Systeem	I	4	I	5	I	6	I	7a	I
Investeringsen	I	sleuven met	I	slurf met	I	Subst-bak	I	Al-goot	I
	I	Substr.-bak	I	steenwol	I	centr.afv	I	4/320 kap	I
Substraat	I	0.52	I	1.59	I	0.52	I	1.44	I
Folies	I	0.67	I	0.61	I	0.42	I	0.61	I
Grondwerk	I	0.25	I	0.15	I	0.10	I	0.10	I
Gootje	I	-	I	-	I	-	I	-	I
Tempex	I	-	I	-	I	-	I	0.22	I
Substraat-bak	I	0.90	I	-	I	0.90	I	-	I
Goten/beton	I	-	I	-	I	-	I	1.12	I
Watergeefstelsiem	I	0.45	I	0.45	I	0.45	I	0.45	I
Drainwaterafvoer	I	0.05	I	0.05	I	0.38	I	0.05	I
Opslag drainwater	I	0.13	I	0.13	I	0.13	I	0.13	I
Behandeling "	I	p.m	I	p.m	I	p.m	I	p.m	I
Totaal	I	2.97	I	2.98	I	2.90	I	4.12	I

Vervolg bijlage 2.

Systeem	I 7b	I 8	I 9	I 10	I 11	I
Investerings	I Al-goot I 2/320 kap	I Stalen I goot	I Poly-prop I goot	I Voedings I film	I Beton I vloer	I
Substraat	I 0.95	I 1.44	I 1.44	I 1.10	I 2.00	I
Folies	I 0.47	I 0.61	I 0.61	I 0.90	I -	I
Grondwerk	I 0.10	I 0.10	I 0.10	I 0.10	I -	I
Gootje	I -	I -	I -	I -	I -	I
Tempex	I 0.14	I 0.22	I 0.22	I 0.18	I -	I
Substraat-bak	I -	I -	I -	I -	I -	I
Goten/beton	I 0.61	I 0.96	I 1.03	I 1.23	I 3.60	I
Watergeefstelsel	I 0.35	I 0.45	I 0.45	I 0.45	I 0.50	I
Drainwaterafvoer	I 0.05	I 0.05	I 0.05	I 0.29	I -	I
Opslag drainwater	I 0.13	I 0.13	I 0.13	I 0.33	I 0.33	I
Behandeling "	I p.m	I p.m	I p.m	I p.m	I p.m	I
Totaal	I 2.80	I 3.96	I 4.03	I 4.58	I 6.43	I

Bijlage 3.

Berekening kosten ontsmetting met ozon

A. Alleen drainwater

Installatie 2,5 m³ per uur voor 1 ha :

Investering	f 50.000,-	
Afschrijving 16%		8.000,-
Rente (gemiddeld geïnvesteerd vermogen)		2.500,-
Onderhoud		500,-

Totaal vaste kosten per jaar		11.000,-

Kosten per m³ te ontsmetten water:
elektriciteit 1,2 Kwh á 10 ct 0,12

Te ontsmetten water 3200 m³ 380,-

Totaal vaste en variabele kosten 11.380,-

B. Totale watergift

Installatie 5 m³ per uur voor 1 ha:

Investering	f 75.000,-	
Afschrijving 16%		12.000,-
Rente (gemiddeld geïnvesteerd vermogen)		3.750,-
Onderhoud		750,-

Totaal vaste kosten per jaar		16.500,-

Kosten per m³ te ontsmetten water (zie A.)

Te ontsmetten water 10.700 m³ á 0,12 1.280,-

Totaal vaste en variabele kosten 18.780,-

Voor installaties van bijvoorbeeld 10 m³ worden twee installaties van 5 m³ per uur geplaatst. De jaarkosten (vaste kosten) verdubbelen zich dan. De variabele kosten variëren met de hoeveelheid te ontsmetten water.

Bijlage 4.

Berekening kosten ontsmetting met ultrafiltratie

A. Alleen het drainwater

Installatie 2,5 m³ per uur voor 1 ha:

Investering installatie (excl. filters)	f 42.000,-	
Investering filters	" 12.000,-	
Afschrijving installatie 10%		4.200,-
Afschrijving filters 25%		3.000,-
Rente (gemiddeld geïnvesteerd vermogen)		2.700,-
Onderhoud (service contract)		1.150,-
		<hr/>
Totaal vaste kosten per jaar		11.050,-
Kosten per m ³ te ontsmetten water:		
1,5 Kwh á 0,10 ct	0,15	
Te ontsmetten water 3200 m ³		480,-
		<hr/>
Totaal vaste en variabele kosten		11.530,-

B. Totale watergift.

Installatie 5 m³ per uur voor 1 ha:

Investering installatie (excl. filters)	f 51.000,-	
Investering filters	" 24.000,-	
Afschrijving installatie 10%		5.100,-
Afschrijving filters 25%		6.000,-
Rente (gemiddeld geïnvesteerd vermogen)		3.750,-
Onderhoud (service contract)		1.450,-
		<hr/>
Totaal vaste kosten per jaar		16.300,-
Kosten per m ³ te ontsmetten water (zie A.)		
Te ontsmetten water 10.700 m ³ á 0,15		1.600,-
		<hr/>
Totaal vaste en variabele kosten		17.800,-

Voor grote installaties is tot op heden geen informatie; de maximum capaciteit, van de tot heden toe gebouwde installatie, bedraagt 7,5 m³ per uur.