A
4
T
14

Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente
Research Station for Floriculture and Glasshouse Vegetables

Proefverslag 7401.24

BOVENLANGS STOMEN VAN SUBSTRAATBEDDEN IN GESLOTEN PRODUKTIESYSTEMEN.

BIBLIOTHEEK PBG Naaldwijk

Aalsmeer, juli 1995
Ing. J.C.M. Tas
A. Vola

947759

4
T
14

SAMENVATTING

In de 'Structuur Nota Landbouw' [1] stelt de overheid dat vanaf het jaar 2000 nagenoeg alle teelten in de glastuinbouw los van de ondergrond moeten plaatsvinden. In het kader van deze taakstelling loopt op het PTG en PBN een gezamenlijk project gericht op 'Ontwikkeling en toetsing van gesloten bedrijfssystemen'. Eén van de uitgangspunten bij het ontwerpen van de systemen is dat deze een lange levensduur moeten hebben. Om deze lange levensduur te bereiken moeten alle onderdelen van het systeem met stoom ontsmet kunnen worden. Bij het ontwikkelen van substraatbedden voor de bloemisterijgewassen en volveldsteelt, zoals sla en radijs, komt steeds de vraag naar voren welke eisen aan de vorm van de bedden gesteld moet worden, om deze goed en efficiënt te kunnen stomen.

Dit onderzoek is een vervolg op 'Substraat ontsmetten met behulp van stoom' [4] uitgevoerd door F.Koning (PTG) met medewerking van D. Bruynzeel (stagiaire). Hierbij werd het effect bekeken van het inbrengen en afzuigen van stoom via drainslangen. Deze methode bleek niet zo goed te werken als verwacht werd. Daarom is onderzoek gestart naar de effecten van verschillende factoren op het temperatuurverloop tijdens het stomen, waarbij de stoom direct onder het zeil geblazen wordt.

De factoren in dit onderzoek zijn:
- aantal drains waardoor de stoom en het condenswater afgevoerd of afgezogen wordt
- bodemvorm
- fysische eigenschappen van het substraat
- aanwezigheid drainagelaag
- wel of niet afzuigen

Het stomen van substraatbedden is goed mogelijk met stoominbreng onder het zeil. De snelste opwarming vindt plaats bij een bed met een v-vormige bodem, met een grof substraat, zonder drainagelaag en met één drain met afzuiging. Dit is tevens de enige behandeling waarin op alle punten binnen twee uur een temperatuur van 95°C gehaald werd.

De soortelijke warmte van het substraat is belangrijk, omdat hierdoor de hoeveelheid toe te voeren stoom bepaald wordt. De hoeveelheid water, die afgevoerd moet worden, is afhankelijk van de hoeveelheid stoom die toegevoerd wordt, dus ook van het soort substraat dat in de bedden ligt. Bij zand is bijvoorbeeld drie maal zoveel energie nodig als bij kleikorrels om dezelfde temperatuurstijging te bereiken.
De keuze van het substraat is ook van groot belang voor de waterafvoer. In een grover substraat zal de stoom en het condenswater makkelijker getransporteerd worden dan in een fijner substraat, doordat de poriën niet makkelijk verstopt gaan zitten. De bedden met kleikorrels behaalden dan ook sneller een hogere temperatuur dan de bedden met zand.

Bij gebruik van één drainageslang werkt afzuiging goed en bij gebruik van drie drainageslangen kan beter zonder afzuiging gewerkt worden. De keuze tussen drie drains zonder afzuiging en één drain met afzuiging is geheel afhankelijk van de andere factoren in het systeem, zoals de bodemvorm.

Globaal genomen zijn de resultaten van de bedden met een v-vormige bodem beter dan die met een vlakke bodem. Uit de metingen bleek dat in geen van de behandelingen het condenswater zich op de bodem ophoopte. Het antwoord op de vraag of een drainage-laag een positief effect heeft op de stoomprestaties is niet in algemene zin te geven. Dit is afhankelijk van de uitvoering van het systeem.

In tegenstelling tot de proef 'Substraat ontsmetten met behulp van stoom' bleek uit de resultaten dat de temperatuur van het drainwater geen goede graadmeter is voor het al dan niet goed gestoomd zijn van een bed. In een aantal behandelingen is de temperatuur van het drainwater zelfs 10 °C hoger dan de laagst gemeten temperatuur in het bed.

Ter oriëntatie is ook éénmaal gestoomd met de inblaas onder het zeil, waarbij het bed deels was afgedekt met een stuk stoomfolie. De temperatuurstijging bij deze behandeling was ongeveer drie maal zo snel als bij het onafgedekte bed. Het verdient aanbeveling om deze behandeling verder te onderzoeken.

Eén behandeling is met en zonder stoomdeken uitgevoerd om de invloed van isolatie te bekijken. Uit deze meting bleek dat de temperatuur van alle meetpunten, bij gebruik van een stoomdeken, zonder al te veel problemen binnen twee uur boven 95 °C kwam. Dit was zonder stoomdeken zeker niet het geval. Door de isolatielaag worden de warmteverliezen minder en komt er minder condenswater in het bed. Het is dus aan te bevelen een stoomdeken te gebruiken.

INHOUDSOPGAVE

		blz.
Samenvatting		
1 Inleiding		5
2 Doel van het onderzoek		6
2.1	Doel	6
2.2	Proeffactoren	6
2.2.1	Bodemvorm	6
2.2.2	Aantal drainslangen	6
2.2.3	Fysische eigenschappen van het substraat	7
2.2.4	Aanwezigheid drainagelaag	8
2.2.5	Wel of niet afzuigen	8
3 Meetopstelling		9
3.1	Kasinrichting	9
3.2	Stoommaterialen	9
3.3	Meetpunten	9
4 Proefopzet en uitvoering		11
4.1	Proefopzet	11
4.2	Vochtigheid van het substraat	12
4.3	Puntenwaardering	13
4.4	Oriëntatie	14
5 Resultaten		15
5.1	Wel of niet afzuigen	15
5.2	Vergelijking bodemvorm	15
5.3	Zand of kleikorrels	16
5.4	Eén drain met afzuiging of drie drains zonder afzuiging	16
5.5	Aanwezigheid drainagelaag	16
5.6	Afdekken van het substraat	17
5.7	Met of zonder stoomdeken	17
5.8	Temperatuur van het drainwater	18
5.9	Temperatuurverloop	18
6 Conclusies en aanbevelingen		19
Literatuurlijst		21

Bijlagen
1. Plattegrond afdeling 211-7 (PTG)
2. Verdeelstuk stoomleiding
3. Verdeling thermokoppels in het bed

4. Grafiek met gemiddelde meetwaarden
5. Vergelijking bodemvormen bij kleikorrels, zonder drainagelaag en één drain met afzuiging
6. Vergelijking met en zonder afzuiging bij zand zonder drainagelaag en één drainslang
7. Vergelijking met en zonder afzuiging bij zand zonder drainagelaag en drie drainslangen.
8. Vergelijking bodemvormen
9. Vergelijking substraten
10. Temperatuurverloop bij zand en kleikorrels
11. Vergelijking 1 drain met afzuiging en 3 drains zonder afzuiging
12. Vergelijking met en zonder drainagelaag
13. Vergelijking afgedekt en onafgedekt bed
    Vergelijking met en zonder stoomdeken
14. Gemiddeld temperatuurverloop bij een afgedekt en onafgedekt bed
15. Temperatuurverloop van de punten op de bodem van het afgedekte bed
16. Voorbeeld kegelvorming bij een vlakke bodem
17. Vergelijkingstabellen bedvorm
18. Vergelijkingstabellen substraat
19. Vergelijkingstabellen aantal drains
20. Vergelijkingstabellen met en zonder drainagelaag
21. Vergelijkingstabellen afgedekt en onafgedekt
22. Vergelijkingstabellen met en zonder stoomdeken

1. INLEIDING

In de 'Structuur Nota Landbouw' [1] stelt de overheid dat vanaf het jaar 2000 nagenoeg alle teelten in de glastuinbouw los van de ondergrond, in zogenaamde gesloten produktiesystemen, moeten plaatsvinden. Om ervoor te zorgen dat deze systemen op zich geen nieuw afvalprobleem gaan veroorzaken zijn binnen het onderzoek een aantal eisen aan de te ontwerpen systemen gesteld. Eén van deze eisen is dat het systeem ontsmet moet kunnen worden om de levensduur te vergroten.
In het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJPG) [2] staat dat het verbruik, de afhankelijkheid en de emissie van bestrijdingsmiddelen teruggedrongen dient te worden. Het ontsmetten van het teeltmedium dient dus fysisch en niet chemisch te gebeuren. De bekendste techniek om fysisch te ontsmetten is stomen. Het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP$^+$) [3] stelt o.a. energie-extensivering centraal. Dit betekent dat stomen zo efficiënt mogelijk dient te gebeuren.

In het kader van de taakstelling, die gesteld is in de 'Structuur Nota Landbouw', is op het PTG en PBN een gezamenlijk project gestart. Dit is het project 'Ontwikkeling en toetsing van gesloten bedrijfssystemen'. Bij het ontwikkelen van substraatbedden voor de bloemisterijgewassen en volveldsteelt, zoals sla en radijs, komt steeds de vraag naar voren welke eisen aan de vorm van de bedden gesteld moet worden, om deze goed en efficiënt te kunnen stomen. Over het stomen van kasgronden is vrij veel bekend. Het stomen van substraatbedden brengt echter nieuwe problemen met zich mee. Zo zal bijvoorbeeld de invloed van het condenswater op het temperatuurverloop groot zijn doordat dit niet via de ondergrond afgevoerd kan worden (gesprek met P. van Emmerik over de ervaring bij Denar-kas en 'Substraat ontsmetten met behulp van stoom' [4]).

Dit onderzoek is een vervolg op 'Substraat ontsmetten met behulp van stoom', uitgevoerd door F. Koning (PTG) met medewerking van D. Bruynzeel (stagiaire). In deze proef is het effect bekeken van het inbrengen en afzuigen van stoom via de drainslangen. Deze methode van stoom inbrengen blijkt niet zo goed te werken als was aangenomen. Het idee bij deze manier van stomen is dat er horizontaal stoomtransport zou plaatsvinden. Uit de resultaten bleek dit niet het geval te zijn. De stoom stijgt eerst op tot onder het zeil, daarna wordt het weer naar beneden gezogen naar een afzuigdrain. Naar aanleiding van de resultaten van deze proef is besloten het stomen met de inblaas onder het zeil verder te onderzoeken, omdat dit een relatief eenvoudige manier van stoominbrengen is.

In hoofdstuk 2 wordt het doel van het onderzoek gesteld. Tevens worden de afzonderlijke proeffactoren behandeld. In hoofdstuk 3 wordt de meetopstelling besproken, de uitvoering van de proef wordt in hoofdstuk 4 besproken. De resultaten van het onderzoek worden in hoofdstuk 5 behandeld, waaruit in hoofdstuk 6 een conclusie getrokken wordt.

2. DOEL VAN HET ONDERZOEK

Eerdere ervaringen met het stomen van substraatbedden (Denar-kas), met de stoomtoevoer bovenlangs onder het zeil, duiden erop dat het stomen met een beperkt aantal drains mogelijk is, maar veel tijd kost. In deze proef is gekeken wat de invloed van verschillende factoren is op de snelheid en temperatuur bij het stomen van substraatbedden. De stoom is bovenlangs onder het zeil ingebracht en al dan niet afgezogen door de drainslangen. De druk onder het zeil (aan de bovenkant van het substraat) is zo geregeld dat het zeil bol staat.

2.1 Doel

Het doel van het stomen, met de inblaas onder het zeil, is in een minimum van tijd op alle plaatsen in het bed een temperatuur van 95°C te halen, en deze temperatuur tien minuten vast te houden. Hierbij worden alle bacteriën, schimmels en virussen afdoende gedood. Het doel van het onderzoek is het bepalen wat de invloed van bepaalde factoren is op de snelheid van de temperatuurstijging en het temperatuurverloop tijdens het stomen.

2.2 Proeffactoren

Onderzocht wordt wat de effecten, op de behaalde temperatuur in de bedden en op de snelheid waarmee deze temperatuur gehaald wordt, zijn van:
- bodemvorm
- aantal drains waar de stoom door afgevoerd kan worden of afgezogen wordt
- fysische eigenschappen van het substraat
- aanwezigheid drainagelaag
- wel of niet afzuigen

2.2.1 Bodemvorm

De vorm van de bodem kan van grote invloed zijn op het stomen, door de verschillen in de afvoer van het condenswater. Een vlakke bodem is het makkelijkst en goedkoopst om aan te leggen, maar de afvoer van het condenswater is waarschijnlijk niet optimaal. Dit zou de snelheid van het stomen nadelig kunnen beïnvloeden. Bij een bodem met een V-vorm wordt het water waarschijnlijk beter afgevoerd, maar deze bedden zijn duurder in aanleg omdat de ondergrond geprofileerd moet worden. De vraag is nu wat de vorm van het bed voor invloed heeft op de te behalen temperatuur in het substraat en op de snelheid waarmee deze temperatuur gehaald kan worden.

2.2.2 Aantal drainslangen

Vooraf zijn een aantal berekeningen gemaakt om de benodigde afvoercapaciteit van de

drains te bepalen. Bij de berekening is ervan uitgegaan dat het substraat in het bed in een uur opgewarmd moet worden van 20 naar 100°C. Deze opwarming vindt plaats door de warmte die vrijkomt bij condensatie van de stoom. Het condensatiewater loopt via vrij verval door de drainslang naar de verzamelbuis. Er is gerekend met een bed met een vlakke bodem, waarbij het hoogteverschil tussen de bodem van het bed en de verzamelbuis voor het drainwater op 30 cm gesteld is.
Bij kleikorrels is voor de opwarming 21 kg stoom per bed nodig en bij zand 73 kg stoom. Deze stoom condenseert en het condenswater moet afgevoerd worden. Bij kleikorrels moet dus 21 liter water en bij zand 73 liter water afgevoerd worden, als alle stoom gecondenseerd is.

De drainslangen hebben een diameter van 32 mm. Aangezien ze geribbeld zijn, zal ongeveer 3/4 van de doorsnede voor transport bruikbaar zijn. Als de toegevoerde stoom bij kleikorrels en zand na condensatie direct afgevoerd wordt, levert dit snelheden op van resp. 0,01 en 0,05 m/s. Bij deze snelheden zijn de weerstandsverliezen veel kleiner dan de overdruk van 0,4 mbar, die aan de bovenkant van het substraat aangelegd wordt. In theorie zou één drainslang bij beide substraten dus voldoende moeten zijn om het condenswater af te voeren.

In de proef zal worden bekeken of dit ook in de praktijk het geval is. De kans is groot dat de delen van het bed die het verst van de drain verwijderd zijn, niet of heel langzaam op temperatuur komen. Verwacht wordt dat dit zich vooral bij de bedden met de vlakke bodem zal voordoen, omdat de afvoer van condenswater daar niet optimaal is. Daarom wordt in dit onderzoek ook een behandeling uitgevoerd met drie drainageslangen. Verwacht wordt dat hierbij de snelheid van de temperatuurstijging en de gelijkmatigheid van temperatuurverdeling over de dwarsdoorsnede van het bed positief beïnvloed wordt.

2.2.3 Fysische eigenschappen van het substraat

Er zijn vele substraten waarop geteeld kan worden, met evenzoveel verschillende fysische eigenschappen. Eén van de fysische eigenschappen, die van belang is, is de soortelijke warmte van het substraat. Dit is de hoeveelheid energie die nodig is om 1 kg substraat 1 °C in temperatuur te doen stijgen. Zo is er bij zand bijvoorbeeld drie maal zoveel energie nodig om een bepaalde temperatuurstijging te krijgen als bij kleikorrels. Dit betekent dat er ook drie maal zoveel stoom toegevoerd moet worden, dus drie maal zoveel condenswater afgevoerd moet worden.

De snelheid waarmee de temperatuur verhoogd wordt, is ook afhankelijk van de snelheid waarmee het condensatiewater en de stoom getransporteerd worden. Dit transport zal in de kleikorrels veel gemakkelijker plaatsvinden dan in het zand. Bij zand kunnen de poriën verstopt raken door condenswater. Het opwarmen van het substraat zal dan door geleiding plaats moeten vinden.

2.2.4 Aanwezigheid drainagelaag

De gelijkmatigheid in de opwarming van het bed is afhankelijk van de gelijkmatigheid van de afvoer van stoom en condenswater aan de onderkant van het bed. Deze gelijkmatigheid is dus afhankelijk van de hoeveelheid afvoerpunten en de weerstand van het substraat in de onderlaag. Door het aanbrengen van een drainagelaag onderin het bed kan de gelijkmatigheid en daardoor ook de snelheid van het stoomproces verbeterd worden. Metingen bij het stomen van substraatbedden bij Denar-kas wijzen erop dat door het aanbrengen van een drainagelaag de benodigde stoomduur sterk verkort kan worden. Om bovenstaande reden is de factor wel of geen drainagelaag in de proef opgenomen.

2.2.5 Afzuigdruk

De snelheid waarmee de temperatuur in het bed verhoogd wordt, is o.a. afhankelijk van de snelheid waarmee het condenswater en de stoom getransporteerd worden. Deze snelheid is o.a. afhankelijk van het drukverschil tussen boven- en onderkant van het substraat. De druk aan de bovenkant van het substraat kan niet verhoogd worden, omdat geregeld wordt op de druk waarbij het zeil bol staat. Aan de onderkant kan de druk wel verlaagd worden door de stoom en het condenswater via de drains af te zuigen. In de proef is ook de factor wel of niet afzuigen verwerkt.

3. MEETOPSTELLING

3.1 Kasinrichting

Er is gewerkt met de bestaande opstelling in afdeling 211-7 op het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas (zie bijlage 1). Er zijn in totaal acht bedden van ongeveer 1,40 m breedte en 11,48 m lengte aanwezig.
In de opstelling zijn twee verschillende bodemvormen aanwezig, namelijk vier bedden met een vlakke bodem en 4 bedden met een V-vormige bodem, waarbij de middelste drain verzonken ligt. Er zijn twee substraten aanwezig, waarvan de fysische eigenschappen ver uit elkaar liggen, dit zijn (vloeren-)zand en kleikorrels (2-4 mm). Bij de verschillende substraten en bodemvormen zijn er behandelingen met een drainagelaag en zonder een drainagelaag. Deze laag bestaat in het geval van het zandbed uit een laag grind van 5 cm dikte, en in het geval van het kleikorrelbed uit een laag kleikorrels (5 cm, 4-8mm). De drainagelagen zijn van hetzelfde materiaal als het substraat dat erop ligt, om de herverwerking van de materialen niet in de weg te staan.

In totaal liggen er acht verschillende bedden in de kas, namelijk 2*2*2 proeffactoren (bodemvorm, substraat, drainlaag). In ieder bed zijn zeven drainslangen aanwezig die onafhankelijk van elkaar kunnen worden aan- of afgesloten. In dit onderzoek zullen maar drie van deze slangen gebruikt worden. De drainslangen monden uit in een verzamelbuis, die in een goot ligt. Het water kan aan het eind van de buis eruit lopen. Dit water wordt met een pomp in een afvoerputje gepompt.

3.2 Stoommaterialen

Als stoombron is een mobiele stoomketel gebruikt (Crone type CKS 10, 300 kW). Deze ketel is in de corridor, dicht bij de kas geplaatst, om zo min mogelijk invloed van de weersomstandigheden te hebben. Het verdeelstuk aan het eind van de stoomleiding is zodanig gemaakt, dat er zo min mogelijk condenswater met de stoom meegevoerd wordt en in het bed terecht komt (zie bijlage 2).

De stoom wordt afgezogen met behulp van een ventilator die op de verzamelbuis aangesloten is. Op de verzamelbuis is ook een manometer aangesloten, die tijdens het afzuigen een onderdruk van 1 mbar aangeeft.

Het stoomzeil is verankerd met kettingen, die iets in het substraat gedrukt zijn. Dit resulteerde erin dat er slechts weinig stoom aan de zijkant van het zeil ontsnapte.

3.3 Meetpunten

Voorin, middenin en achterin het bed liggen 13 meetpunten om de plaatseffecten te kunnen bestuderen (voorkant is inblaaszijde en achterkant is afzuigzijde). De verdeling van de meetpunten is in bijlage 3 weergegeven. Meetpunt 1 t/m 5 (20 t/m 24) liggen op de bodem, om vast te kunnen stellen of er condenswater op de bodem aanwezig is. Uit

metingen bij Denar-kas en uit het vorige onderzoek bleek dat de punten op de bodem het moeilijkst op temperatuur komen. Verwacht wordt dat, bij gebruik van één drainslang, voornamelijk de temperatuur aan de buitenkant van het bed achterblijft. Dit is de reden dat meetpunt 1 en 5 (20 en 24) tegen de buitenwand geplaatst zijn.

Bij gebruik van drie drainslangen zouden de punten 2 en 4 (21 en 23) in temperatuur achter kunnen blijven. In het midden van het bed, in de draingoot, kan water blijven staan. Meetpunt 3 (22) kan aangeven of er daadwerkelijk water in de goot blijft staan of dat het direct afgevoerd wordt. Meetpunt 6 en 7 (25 en 26) zijn aangebracht, om het verticale temperatuurverloop vast te kunnen leggen.

De punten bovenin liggen ongeveer 0,5 tot 1 cm onder het substraatoppervlak. De punten 8 en 13 (27 en 32) zijn aangebracht omdat bij gebruik van een drainslang de zijkanten van het bed in temperatuur achter kunnen blijven. De punten 10, 11 en 12 (29,30,31) zijn naast elkaar aangelegd om na te gaan of er, in geval van afzuiging, sprake is van kegelvorming richting de drainslang. Punt 9 (28) is de herhaling van punt 12 (31).

Door al deze punten op drie plaatsen in het bed aan te leggen, kan bekeken worden of er een plaatseffect in lengterichting is. Het voorste meetnet is ongeveer 1 meter van de voorkant van het bed geplaatst. Het middelste meetnet precies in het midden van het bed. En het achterste meetnet is weer 1 meter van de achterkant geplaatst. Dit is gedaan om randeffecten zo veel mogelijk te vermijden.

Ook is de temperatuur gemeten bij de stoomuitblaas om de veranderingen in stoomconditie op deze manier vast te kunnen stellen. De temperatuur van het drainagewater is ook gemeten. Bij het inblazen van stoom via de drains en het afzuigen via andere drains bleek dat de temperatuur van het drainagewater gelijk was aan de laagste temperatuur die in het bed voorkwam. Dit zou aangeven dat je aan de hand van meting van de drainwatertemperatuur kunt zeggen of een bed goed gestoomd is. Door meting van de drainwatertemperatuur kan gecontroleerd worden of dit ook bij deze stoommethode het geval is.

4. PROEFOPZET EN UITVOERING

4.1 Proefopzet

Gezien de tijd en de kosten was het niet mogelijk bij iedere combinatie van bodemvorm, substraat en wel/geen drainagelaag de ideale situatie te vinden. Het behandelingsschema is zo opgezet dat in eerste instantie bekeken wordt wat de invloed van wel en niet afzuigen bij gebruik van één en drie drainslangen is bij die combinatie van bodemvorm, substraat en wel/geen drainagelaag, waarvan verwacht wordt dat de meeste problemen zullen optreden. In dit geval is dit de combinatie vlakke bodem, zand en geen drainagelaag. Er zijn vier behandelingen uitgevoerd (met herhaling), dit zijn:

* met één drainslang
  a. zonder afzuiging
  b. met afzuiging
* met drie drainslangen
  c. zonder afzuiging
  d. met afzuiging

Hierbij is gekeken welke behandeling met één drainslang het snelst op temperatuur is, en welke behandeling met drie drainslangen het snelst is. De langzaamste van de twee behandelingen (wel of niet afzuigen) valt af. Mocht er tussen de behandelingen vrijwel geen verschil zitten, dan gaat de behandeling zonder afzuiging door.

Als deze 'slechtste' combinatie van bodemvorm, substraat en wel/geen drainagelaag met dat aantal drains gestoomd kan worden, kunnen de andere combinaties met hetzelfde aantal drains zeker goed gestoomd worden. In het tweede deel van de proef zal gekeken worden wat de invloed van bodemvorm, substraat en wel/geen drainagelaag is op de snelheid van de temperatuurstijging.

Er worden altijd twee bedden tegelijkertijd gestoomd, namelijk een bed met een vlakke bodem en een bed met een v-vormige bodem. Alle behandelingen worden in tweevoud uitgevoerd.

Het uiteindelijke proefschema ziet er als volgt uit:

DEEL 1					
	bodemvorm	**substraat**	**drainlaag**	**afzuiging**	**aantal drains**
1	vlak	zand	geen	nee	1
2	vlak	zand	geen	nee	3
3	vlak	zand	geen	ja	1
4	vlak	zand	geen	ja	3

Na uitvoering van deel 1 ziet deel 2 er als volgt uit:

DEEL 2					
	bodemvorm	**substraat**	**drainlaag**	**afzuiging**	**aantal drains**
1	vlak	zand	ja	nee	3
	v-vorm	zand	ja	nee	3
2	vlak	zand	ja	ja	1
	v-vorm	zand	ja	ja	1
3	vlak	kleikorrels	nee	nee	3
	v-vorm	kleikorrels	nee	nee	3
4	vlak	kleikorrels	nee	ja	1
	v-vorm	kleikorrels	nee	ja	1
5	vlak	kleikorrels	ja	nee	3
	v-vorm	kleikorrels	ja	nee	3
6	vlak	kleikorrels	ja	ja	1
	v-vorm	kleikorrels	ja	ja	1
7	v-vorm	zand	nee	nee	3
	v-vorm	zand	nee	ja	1

4.2 Vochtigheid van het substraat

De vochtigheid van het substraat is een belangrijke factor in het stomen van substraten. Daarom is er een procedure vastgesteld om de vochttoestand bij de behandelingen zo veel mogelijk overeen te laten komen.

Procedure:

Kleikorrels:

- onder water zetten en afdekken
- min. vier uur uitdraineren

Zandbed:

- onder water zetten en afdekken
- min. zestien uur uitdraineren

De ventilator is een uur voor de start van het stomen aangezet om het overtollige condenswater uit het bed te krijgen. Bij de behandelingen zonder afzuiging is de venti-

lator voor de start van het stomen uitgezet.
Bij twee maal achter elkaar stomen van hetzelfde bed gelden dezelfde uitdraineer- en afkoeltijden. In dit geval hebben we de ventilator de hele nacht door laten draaien, om het bed af te laten koelen. Het stoomzeil is daarbij aan de voorkant van het bed iets opengelegd, zodat de lucht door het bed getrokken werd.

4.3 Puntenwaardering

Uit gesprekken met W. Runia blijkt dat voor het dodend effect op schimmels de temperatuur minimaal 70°C geweest moet zijn. Voor het dodend effect op virussen moet de temperatuur minimaal 90°C zijn geweest.
Van alle gemiddelde meetwaarden onderin, middenin en bovenin het bed zijn grafieken gemaakt (voorbeeld: zie bijlage 4). Hierbij is de temperatuur uitgezet tegen de tijd (vanaf de opening van de stoomkraan).
Aan de hand van deze grafieken zijn de behandelingen op een drietal punten getoetst. Hierbij is een maximale tijd van honderdtwintig minuten gehanteerd. Er is ten eerste gekeken of de temperatuur, bij een bepaalde behandeling, minimaal 95°C is geweest. Deze temperatuur moet minimaal tien minuten zijn gehandhaafd. Als dit inderdaad zo is, is bepaald op welk tijdstip deze temperatuur gehaald werd. Tevens werd gekeken wat de maximum temperatuur in het bed geweest is.
Deze gegevens zijn in tabellen gezet, waarbij steeds een factor vergeleken wordt. Er is bijvoorbeeld een tabel waarin de factor bodemvorm vergeleken wordt. Alle andere variabelen worden in deze tabel constant gehouden.
In de tabellen is de invloed van verschillende factoren zichtbaar gemaakt door het gebruik van een puntenwaardering. De waardering is gegeven aan de hand van de bovengenoemde grafieken.

De puntenwaardering is als volgt:

a. Als T groter is dan 95°C (minimaal 10 minuten)	5 punten
b. De snelste tijd waarin 95°C gehaald wordt	2 punten
c. Bij gelijke tijden waarop 95°C gehaald wordt of bij een gelijke maximum temperatuur (beneden 95°C), krijgen beide behandelingen	1 punt
d. Als beide behandelingen 95°C niet halen, krijgt de behandeling met de hoogste maximum temperatuur	1 punt

Als aan punt a wordt voldaan krijgt de behandeling 5 punten, omdat dit de hoofdeis is waaraan voldaan moet worden om een stoombeurt geslaagd te noemen. De tijd die het kost om 95°C te halen is belangrijker dan de maximum temperatuur die gehaald kan worden als deze 95°C niet bereikt wordt, daarom worden 2 punten gegeven als aan punt b voldaan wordt en 1 punt als aan punt c of d voldaan wordt.

Bij de puntenwaardering worden de meetpunten onderin het bed twee maal meegenomen. De reden hiervoor is dat dit de meest kritische punten in een bed zijn. Deze worden dus twee maal zo zwaar gewogen.
Een voorbeeld van een puntentelling bij een bed met kleikorrels, zonder drainagelaag en één drain met afzuiging wordt gegeven in bijlage 5. Hier worden de verschillende

bodemvormen met elkaar vergeleken. Als maar één van de twee gemiddelden 95°C haalt, dan krijgt dat onderdeel van de behandeling zeven punten in totaal. Het krijgt vijf punten omdat het de 95°C haalt en twee punten omdat het natuurlijk ook de snelste (en enige) is.

4.4 Oriëntatie

Als standaard-maatregel was ingevoerd dat alle behandelingen met stoomdeken gestoomd zouden worden. Deze dekens konden helaas niet op tijd geleverd worden. Daarom is achteraf één maal gestoomd met en zonder stoomdeken. Dit is gedaan bij de behandeling: zand met drainlaag, drie drainslangen zonder afzuiging, met een vlakke en v-vormige bodem. Op deze manier kan een indruk verkregen worden, wat het gebruik van een stoomdeken voor effect heeft op de temperatuurstijging en op de behaalde eindtemperatuur.

Bij het stomen van de rolbedden in een Freesia-proef zijn kisten op de rolbedden geplaatst om arbeid te besparen. Uit de temperatuurmetingen tijdens het stomen bleek dat dit een positief effect had op de snelheid van temperatuurstijging in het substraat onder de kisten. In deze proef is ter oriëntatie ook éénmaal gestoomd met één drain met afzuiging, waarbij het vlakke bed met zand, met drainagelaag afgedekt was met een stuk stoomfolie. Aan alle randen is een opening van 10 cm gehouden, zodat de stoom wordt gedwongen door het hele bed te stromen alvorens de afzuigdrain te bereiken.

5. RESULTATEN

De proef is in twee delen uitgevoerd. In het eerste deel is bekeken of een behandeling, met één drainageslang met of zonder afzuiging uitgevoerd moet worden. Ook wordt gekeken of de behandeling met of zonder afzuiging het snelst is bij gebruik van drie drainslangen. In het tweede deel van de proef is gekeken wat de invloed van bodemvorm, substraat en wel/geen drainagelaag is op de snelheid van temperatuurstijging tijdens het stomen.

5.1 Wel of niet afzuigen

In bijlage 6 geven de tabellen de resultaten weer van het object met zand, zonder drainagelaag en een vlakke bodem waarbij één drain met afzuiging vergeleken wordt met één drain zonder afzuiging. Uit de tabel is duidelijk af te lezen dat niet veel gemiddelden de vereiste 95°C bereiken. Alleen alle punten aan de bovenkant van het substraat halen zonder enige moeite 95°C. De punten zijn onderin de tabel voor een totale behandeling (bv. zand, zonder drainlaag, vlakke bodem en één drain zonder afzuiging) opgeteld.

Het aantal punten is bij de behandeling met afzuiging hoger dan bij de behandeling zonder afzuiging. Bij gebruik van één drainslang bleek de behandeling met afzuiging anderhalf maal zo snel op temperatuur te zijn als die zonder afzuiging. In het tweede deel van de proef werd daarom gewerkt met één drain met afzuiging.

In bijlage 7 zijn de tabellen weergegeven van een behandeling met zand, zonder drainagelaag en een vlakke bodem, waarbij drie drains met afzuiging vergeleken wordt met drie drains zonder afzuiging. Ook hier valt waar te nemen dat de punten op de bodem 95°C niet halen. Bij de behandeling met een vlakke bodem levert het gebruik van drie drains zonder afzuiging een hoger aantal punten op dan het gebruik van drie drains met afzuiging. In het tweede deel van de proef wordt dus gebruik gemaakt van drie drains zonder afzuiging.

5.2 Vergelijking bodemvorm

De tabel met vergelijkingen tussen de verschillende bodemvormen, vlak en v-vormig, is gegeven in bijlage 8. Uit deze tabel blijkt dat de bedden met een v-vormige bodem een veel hoger puntenaantal behalen dan de bedden met een vlakke bodem. Dit betekent dus dat de gerealiseerde temperatuur vaker boven 95°C komt en dat de temperatuurstijgingen sneller zijn. De bedden met een v-vormige bodem komen anderhalf maal zo snel op temperatuur als de bedden met een vlakke bodem. Alleen bij de bedden gevuld met zand zonder drainagelaag is het verschil tussen de beide bodemvormen niet zo groot. De verklaring kan zijn dat deze behandeling sowieso moeilijk op temperatuur komt. De bodemvorm is hier waarschijnlijk niet de hoofdfactor, de fysische eigenschappen van het substraat spelen blijkbaar een grotere rol.

In geen van de behandelingen is een plotselinge daling in temperatuur van de punten

onderin het bed waargenomen. Deze daling zou aanduiden dat het condenswater zich op de bodem van het bed ophoopt. De snellere temperatuurstijging en de hogere temperatuur in de bedden met een v-vormige bodem komt dus niet doordat er op een vlakke bodem water blijft staan. Wel zal er waarschijnlijk in de bedden met een v-vormige bodem minder water in het substraat blijven zitten, doordat het makkelijker uitdraineert. Het water kan tijdens het stomen in het substraat komen door condensatie en een deel kan al aanwezig zijn voor aanvang van het stomen. Een kleinere hoeveelheid water in het substraat betekent dat er minder massa aanwezig is, dus dat er minder energie nodig is om het substraat op 95°C te brengen. Dit kan de verklaring zijn waarom de bedden met een v-vormige bodem een hogere opwarmsnelheid en een hogere eindtemperatuur bereiken dan de bedden met een vlakke bodem.

5.3 Zand of kleikorrels

Bijlage 9 geeft de tabel waarin de puntenwaardering voor bedden gevuld met zand en met kleikorrels vergeleken wordt. Hieruit blijkt overduidelijk dat bedden met kleikorrels veel makkelijker te stomen zijn dan bedden met zand. In bedden met kleikorrels is de temperatuurstijging gemiddeld tweeëneenhalf keer zo snel als in de bedden gevuld met zand. Ook wordt bij kleikorrels in bijna alle gevallen binnen twee uur een temperatuur van 95°C op de bodem gehaald en bij zand maar in enkele gevallen. Ter illustratie geeft de figuur in bijlage 10 de gemeten temperatuur uitgezet tegen de tijd voor een behandeling met kleikorrels en met zand.

Kleikorrels hebben een lagere soortelijke warmte dan zand. Om dezelfde temperatuurstijging te bereiken is bij droog zand drie maal zoveel energie nodig als bij droge kleikorrels. Tevens blijft er in kleikorrels veel minder water hangen als in zand. De totale massa die opgewarmd moet worden is dus ook kleiner.

5.4 Eén drain met afzuiging of drie drains zonder afzuiging

De verschillen tussen de behandelingen met één drain met afzuiging en drie drains zonder afzuiging zijn niet eenduidig. In bijlage 11 is de puntentabel van deze behandelingen weergegeven. De keuze is afhankelijk van de rest van het systeem. Zo kun je bij een vlakke bodem beter met één drainslang met afzuiging stomen en bij een v-vormige bodem beter met drie drainslangen zonder afzuiging.

Bij aanwezigheid van een drainagelaag komt het gebruik van drie drainslangen zonder afzuiging beter uit de bus. Als deze drainagelaag niet aanwezig is kun je beter met één drainslang met afzuiging stomen. De bedden gevuld met zand worden gemiddeld beter gestoomd bij gebruik van drie drainslangen zonder afzuiging. Dit is ook het geval bij de bedden met kleikorrels.

5.5 Aanwezigheid drainagelaag

Het antwoord op de vraag of je wel of geen drainagelaag moet gebruiken, is afhankelijk

van het substraat dat gebruikt wordt (bijlage 12). De bedden met zand kun je beter met drainagelaag stomen. De bedden gevuld met kleikorrels kun je gemiddeld beter zonder drainagelaag stomen. Bij een vlakke bodem komt de behandeling zonder drainagelaag er net iets beter uit dan de behandeling zonder. Bij een v-vormige bodem is het verschil iets groter, maar hier is het in het voordeel van de behandeling met drainlaag. De behandelingen met een drain met afzuiging kun je beter zonder drainagelaag stomen en de behandelingen met drie drains zonder afzuiging beter met drainlaag.

5.6 Afdekken van het substraat

In bijlage 13 is in de eerste tabel het puntenaantal van de afgedekte en onafgedekte behandeling weergegeven. Deze behandelingen zijn uitgevoerd op een bed met een vlakke bodem, gevuld met zand met een drainagelaag en met een drainslang met afzuiging. Het puntenaantal is bij het bed afgedekt met een stuk stoomfolie veel hoger dan het puntenaantal bij het onafgedekte bed. In de grafiek in bijlage 14 is te zien dat de gemiddelden van de punten onderin het bed, dat afgedekt is, binnen de vijftig minuten boven 95°C zijn. De gemiddelden van de punten onderin het bed dat niet afgedekt is, hebben na honderdtwintig minuten de temperatuur van 95°C nog niet bereikt. Als alle punten afzonderlijk vergeleken worden, stijgt de temperatuur van de afgedekte bedden ongeveer drie maal zo snel als bij de niet afgedekte bedden.

De grafiek in bijlage 15 geeft het temperatuurverloop van de punten op de bodem van het vlakke, afgedekte bed. Punt 1 en 5 zijn als eerste op temperatuur. Dit is goed te begrijpen want deze punten liggen aan de buitenkant van het bed, onder de opening in de afdekking. De temperatuur op punt 2 en 4 stijgt ongeveer even snel. Deze punten liggen halverwege tussen de opening in de afdekking en de afzuigdrain. Punt 3 ligt in het midden van het bed, hier stijgt de temperatuur het langzaamst.
De meting waarbij het vlakke bed afgedekt was, is in enkelvoud gedaan. Gezien de positieve resultaten verdient het aanbeveling, deze manier van stomen verder te onderzoeken.

5.7 Met en zonder stoomdeken

In bijlage 13 is in de tweede tabel een vergelijking tussen de behandelingen met en zonder stoomdeken te zien. Deze behandelingen zijn uitgevoerd op een bed met een vlakke en met een v-vormige bodem, gevuld met zand met een drainagelaag en met drie drains zonder afzuiging. De behandeling met een stoomdeken haalt zowel bij een bed met een vlakke bodem als bij een bed met een v-vormige bodem een hoger puntenaantal dan de behandeling zonder stoomdeken. Bij gebruik van het stoomdeken bleken alle meetpunten in het bed binnen twee uur op 95°C te zijn. Dit was zonder stoomdeken zeker niet het geval. Door de isolatielaag worden de warmteverliezen minder en komt er minder condenswater in het bed. Het is dus aan te raden altijd een stoomdeken te gebruiken.

5.8 Temperatuur van het drainwater

De temperatuur van het drainwater is gemeten omdat uit de proef van Koning en Bruynzeel [4], waarbij de stoom ingeblazen werd via drains en afgezogen via andere drains, bleek dat de temperatuur van het drainwater gelijk was aan de laagste temperatuur in het bed. Uit de metingen blijkt dit in deze proef niet het geval te zijn. In een aantal behandelingen is de temperatuur van het drainwater zelfs 10°C hoger dan de laagst gemeten temperatuur in het bed. De temperatuur van het drainwater kan dus niet gebruikt worden als controlemiddel om te bepalen of een bed goed gestoomd is of niet.

5.9 Temperatuurverloop

In het temperatuurverloop van de verschillende punten op de bodem is geen grote lijn te vinden. Bij een behandeling kan bijvoorbeeld punt 1 (zie bijlage 3) de het snelst in tempratuur stijgen en bij de herhaling van deze metingen kan dit punt 4 zijn. Ook het verloop in lengterichting is niet duidelijk. In sommige gevallen waren de punten bovenin en middenin het bed bij het achterste meetnet eerder op 95°C dan dezelfde punten van het middelste meetnet.

Ook over de dwarsdoorsnede van het bed is geen eenduidig verloop van de temperaturen gevonden. De meetpunten 10, 11 en 12 (of 29, 30 en 31) geven weer of er sprake is van kegelvorming bij de behandelingen waarin de stoom afgezogen wordt. Als er kegelvorming in de richting van de drainslang optreedt zal eerst punt 10, dan punt 11 en als laatste punt 12 op temperatuur komen. Bij de bedden met een v-vormige bodem is dit verschijnsel niet waargenomen.
Bij de bedden met een vlakke bodem is kegelvorming een klein aantal malen waargenomen (zie bijlage 16). Bij de bedden gevuld met kleikorrels is er alleen bij het bed zonder drainagelaag achterin sprake van kegelvorming. Aan de achterkant van het bed is de onderdruk in de drains ook het grootst, omdat dit het dichtst bij de ventilator zit. Bij het vlakke bed gevuld met zand kwam kegelvorming vaker voor. Bij beide behandelingen kwam dit bij twee van de drie meetrijen voor.

Er zijn veel factoren van invloed op het temperatuurverloop binnen het substraat. Geprobeerd is een aantal van deze factoren zoveel mogelijk gelijk te krijgen. Eén van deze factoren is de vochttoestand in het substraat. Deze is door middel van een standaardprocedure bij het natmaken van een behandeling voor een stoombeurt voor alle behandelingen zoveel mogelijk gelijk gehouden. Maar blijkbaar zijn er toch nog een groot aantal factoren die niet zo makkelijk te reproduceren zijn, zoals de toegevoerde hoeveelheid stoom per tijdseenheid per bed en de hoeveelheid water die per tijdseenheid uit het bed afgevoerd wordt.

6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Het stomen van substraatbedden is goed mogelijk met stoominbreng onder het zeil. Het snelste en meest uniforme resultaat werd verkregen bij een bed met een v-vormige bodem, met een grof substraat, zonder drainagelaag en met één drain met afzuiging. Dit is tevens de enige behandeling waarin op alle punten een temperatuur van 95°C gehaald werd.

De keuze van het substraat is van groot belang voor het stoomresultaat. Daarbij is vooral de soortelijke warmte van het substraat belangrijk, omdat hierdoor de hoeveelheid toe te voeren stoom bepaald wordt. De hoeveelheid water die afgevoerd moet worden, is afhankelijk van de hoeveelheid stoom die toegevoerd wordt. Bij een grof substraat blijft minder water hangen dan in een fijn substraat. De totale massa die opgewarmd moet worden is dus ook kleiner. De bedden met kleikorrels behaalden dan ook sneller een hogere temperatuur dan de bedden met zand.

Bij gebruik van één drainageslang op een bedbreedte van 1,4 m kan beter met afzuiging gewerkt worden en bij gebruik van drie drainageslangen kan beter zonder afzuiging gewerkt worden. De keuze tussen drie drains zonder afzuiging en één drain met afzuiging is afhankelijk van de overige factoren. Zo kun je bijvoorbeeld bij een vlakke bodem beter met één drainslang met afzuiging stomen en bij een v-vormige bodem beter met drie drainslangen zonder afzuiging.

Globaal genomen zijn de resultaten van de bedden met een v-vormige bodem beter dan die met een vlakke bodem. In verband met de afvoer van het condenswater dat in het substraat kan blijven hangen is het verstandig om een profilering in de bedbodem aan te brengen. Uit de metingen bleek wel dat in geen van de behandelingen het condenswater zich op de bodem ophoopte.

Het antwoord op de vraag of een drainagelaag een positief effect heeft op de stoomprestaties is niet zo simpel te geven. Dit is afhankelijk van de opbouw van de rest van het systeem, zoals de bodemvorm.

In tegenstelling tot de resultaten van Koning en Bruynzeel [4] bleek de temperatuur van het drainwater geen goede graadmeter te zijn voor de gerealiseerde temperatuur in het substraat.

Eén behandeling is met en zonder stoomdeken uitgevoerd om de invloed van isolatie te bekijken. Uit deze meting bleek dat de temperatuur van alle meetpunten met stoomdeken zonder al te veel problemen binnen twee uur boven 95°C kwam. Dit was zonder stoomdeken zeker niet het geval. Door de isolatielaag worden de warmteverliezen minder en komt er minder condenswater in het bed. De verwachting is dat dit op iedere stoombehandeling een positief effect heeft.

Ter oriëntatie is ook éénmaal gestoomd, waarbij het bed deels was afgedekt met een stuk stoomfolie. De temperatuurstijging bij deze behandeling verliep ongeveer drie maal zo snel als bij het onafgedekte bed. Het verdient aanbeveling om deze behandeling

verder te onderzoeken. Dit onderzoek zou plaats moeten vinden op praktijkschaal, om de opschalingseffecten direct mee te nemen.

LITERATUURLIJST

[1] Anon., 1990, Structuur Nota Landbouw, SDU uitgeverij 's-Gravenhage: 100-109.

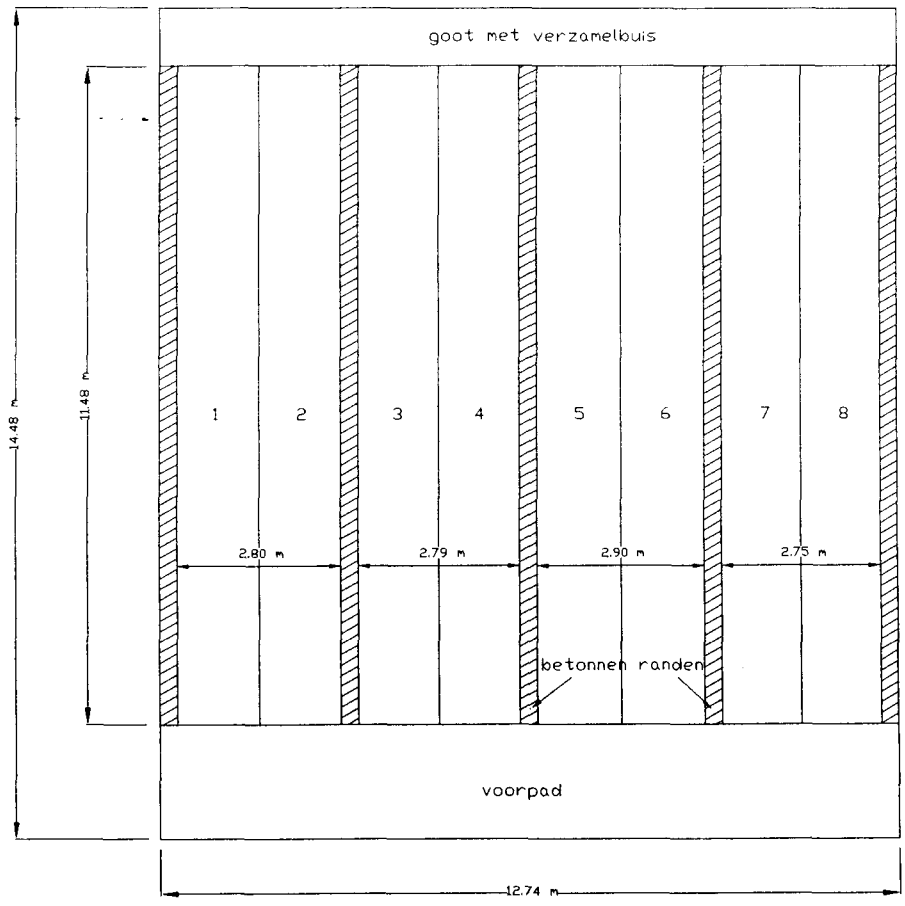
[2] Anon, 1990, Meerjarenplan Gewasbescherming, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 's-Gravenhage

[3] Anon, 1989, Nationaal Milieubeleidsplan, SDU uitgeverij 's-Gravenhage.

[4] Koning F., Bruynzeel D., mei 1993, Substraatbedden ontsmetten met behulp van stoom, Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, intern verslag 11.

B I J L A G E N

BIJLAGE 1: PLATTEGROND AFDELING 211-7 (PTG)



1 Kleikorrels
met drainagelaag
V-vormige bodem

2 Kleikorrels
met drainagelaag
vlakke bodem

3 Kleikorrels
zonder drainagelaag
V-vormige bodem

4 Kleikorrels
zonder drainagelaag
vlakke bodem

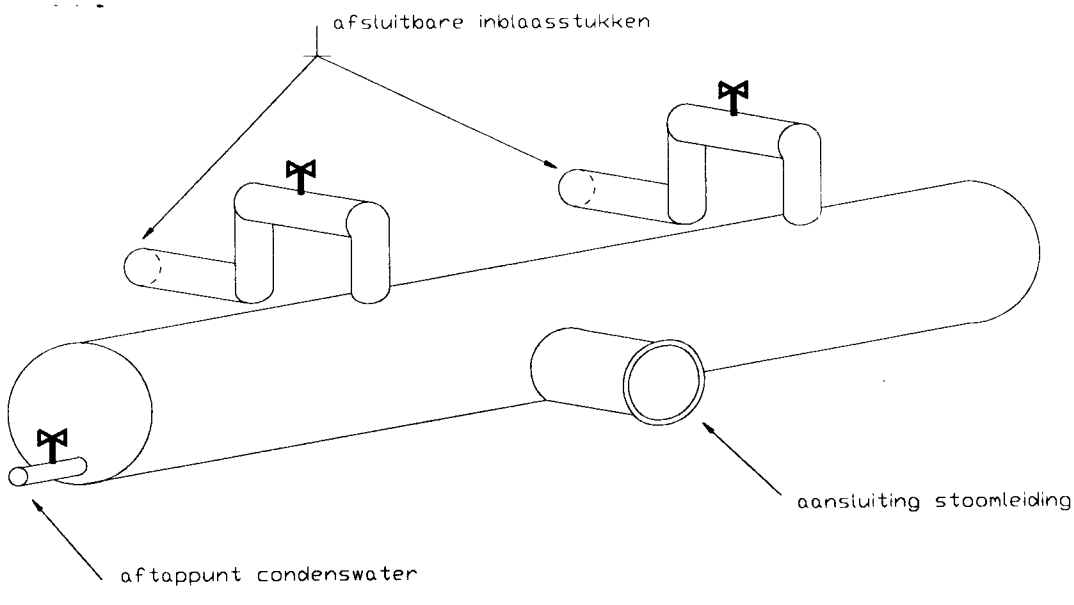
5 Zand
met drainagelaag
V-vormige bodem

6 Zand
met drainagelaag
vlakke bodem

7 Zand
zonder drainagelaag
V-vormige bodem

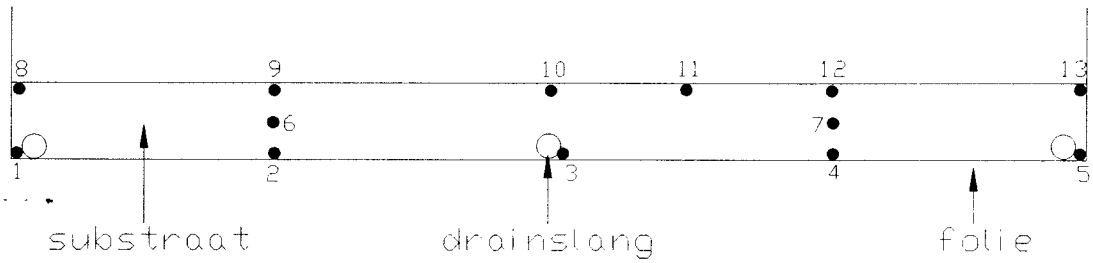
8 Zand
zonder drainagelaag
vlakke bodem

BIJLAGE 2: VERDEELSTUK STOOMLEIDING

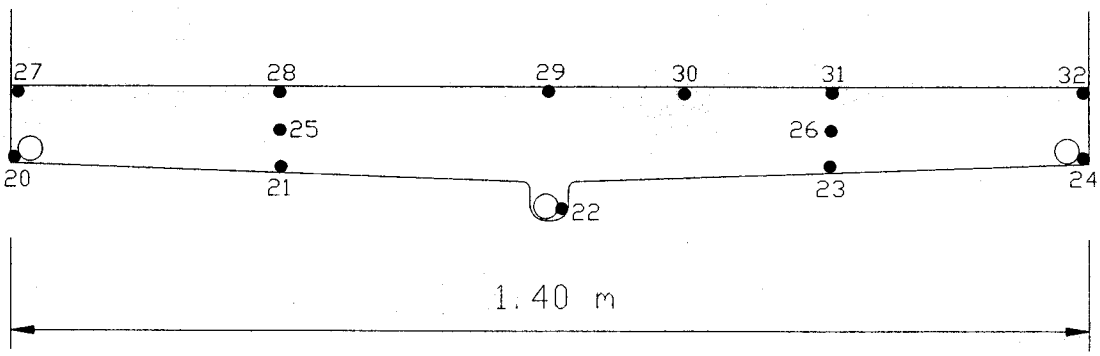


Bijlage 3: Verdeling thermokoppels in het bed

BED MET EEN VLAKKE BODEM

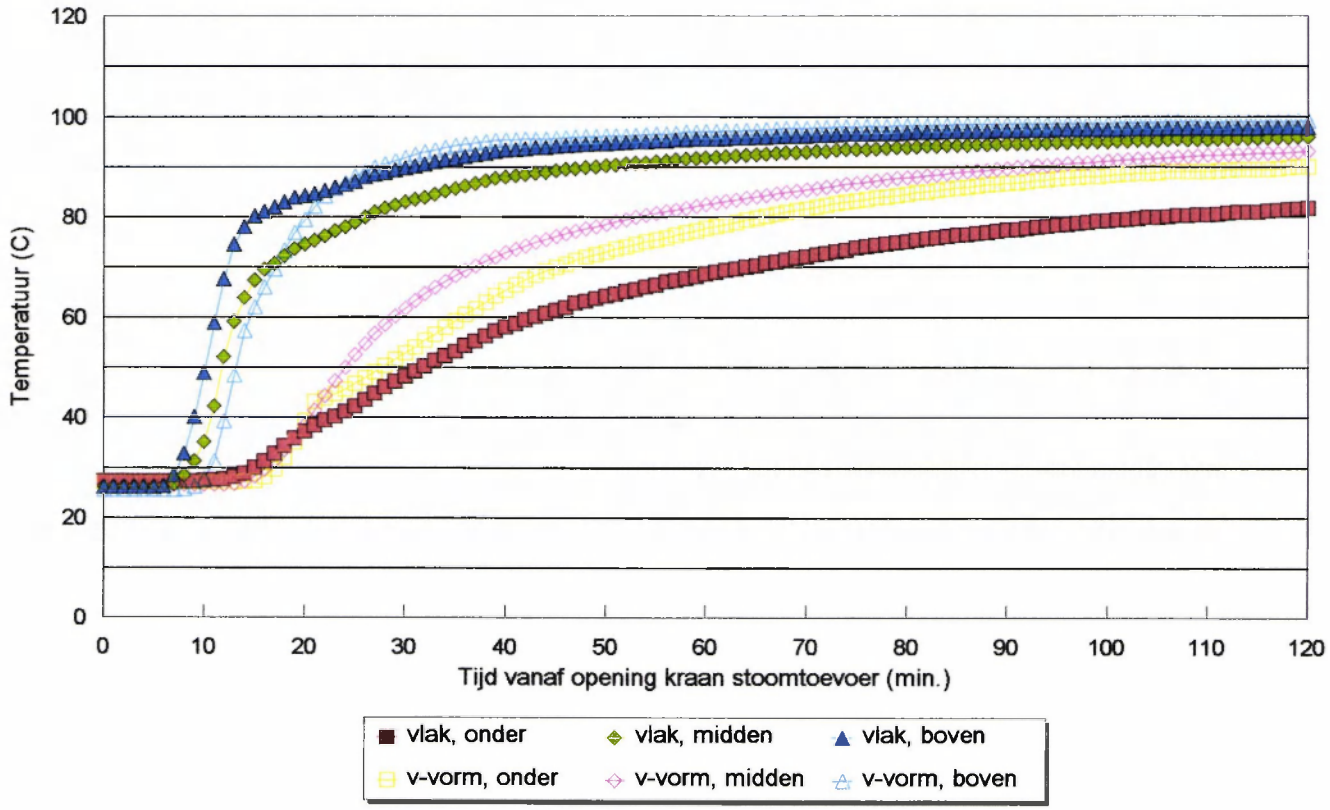


BED MET EEN V-VORMIGE BODEM



Bijlage 4: Grafiek met gemiddelde meetwaarden

Zand zonder drainlaag, 3 drains zonder afzuiging, gemiddelden achterin de bedden



BIJLAGE 5: VERGELIJKING BEDVORMEN BIJ KLEIKORRELS, ZONDER DRAINLAAG EN 1 DRAIN MET AFZUIGING.

PLAATS	BEDVORM							
VOOR	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	82 min	97	5	+	30 min	100	7
midden	+	5,5 min	100	7	+	8 min	100	5
boven	+	6,5 min	100	7	+	19 min	100	5

PLAATS	BEDVORM							
MIDDEN	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	83	-	+	20 min	100	7
midden	+	11 min	100	7	+	11,5 min	100	5
boven	+	9,5 min	100	7	+	13 min	100	5

PLAATS	BEDVORM							
ACHTER	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	79	-	+	26 min	99	7
midden	+	43 min	100	5	+	23 min	100	7
boven	+	22,5 min	100	7	+	23,5 min	100	5

PLAATS	BEDVORM							
ONDERIN	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	+	82 min	97	5	+	30 min	100	7
midden	-	-	83	-	+	20 min	100	7
achter	-	-	79	-	+	26 min	99	7
PUNTENTOTAAL VLAK				50	PUNTENTOTAAL V-VORM			74

BIJLAGE 6: VERGELIJKING MET EN ZONDER AFZUIGING BIJ ZAND ZONDER DRAINAGELAAG EN 1 DRAINSLANG

vlakke bodem	1 drain, zonder			punten	1 drain, met			punten
	> 95°C	tijd	T_{max}		> 95°C	tijd	T_{max}	
voor, bodem	-	-	83,75	-	-	-	85,7	1
voor, midden	-	-	91,9	-	-	-	93	1
voor, boven	+	44,5	97,5	5	+	26,5	98,6	7
midden, bodem	-	-	80,5	-	-	-	81,4	1
midden,midden	-	-	91,25	-	-	-	93	1
midden, boven	+	59,5	97,5	5	+	39	98,6	7
achter, bodem	-	-	81,25	-	-	-	84,3	1
achter,midden	+	97	96,25	5	+	56,5	98,6	7
achter, boven	+	60	98,75	5	+	33	98,6	7
	totaal			20	totaal			33

BIJLAGE 7: VERGELIJKING MET EN ZONDER AFZUIGING BIJ ZAND ZONDER DRAINAGELAAG EN 3 DRAINSLANGEN

vlakke bodem	3 drains, zonder			punten	3 drains, met			punten
	> 95°C	tijd	T_{max}		> 95°C	tijd	T_{max}	
voor, bodem	-	-	88,75	1	-	-	87,1	-
voor, midden	-	-	92,5	1	-	-	92	-
voor, boven	+	14,5	98,75	7	+	24	98,6	5
midden, bodem	-	-	90	1	-	-	86	-
midden,midden	+	26	98,3	7	+	120	95	5
midden, boven	+	19	100	7	+	31,5	99	5
achter, bodem	-	-	93,75	1	-	-	87,1	1
achter,midden	+	15	100	7	+	49	98,6	5
achter, boven	+	12	100	7	+	23	98,6	5
	totaal			39	totaal			26

BIJLAGE 8: VERGELIJKING BEDVORMEN

SUBSTRAAT	DRAINLAAG	AANTAL DRAINS	PUNTENTOTAAL	
			BEDVORM	
			VLAK	*V-VORM*
zand	zonder	1	29	24
zand	zonder	3	25	27
zand	met	1	27	42
zand	met	3	22	58
kleikorrels	zonder	1	50	74
kleikorrels	zonder	3	48	66
kleikorrels	met	1	36	54
kleikorrels	met	3	27	75
		TOTAAL	264	420
zand	met en zonder	1 en 3	103	151
kleikorrels	met en zonder	1 en 3	161	269
zand en kleik.	zonder	1 en 3	152	191
zand en kleik.	met	1 en 3	112	229
zand en kleik.	met en zonder	1	142	194
zand en kleik.	met en zonder	3	122	226

Voor de herkomst van het puntentotaal per vergelijking zie de tabellen in bijlage 17

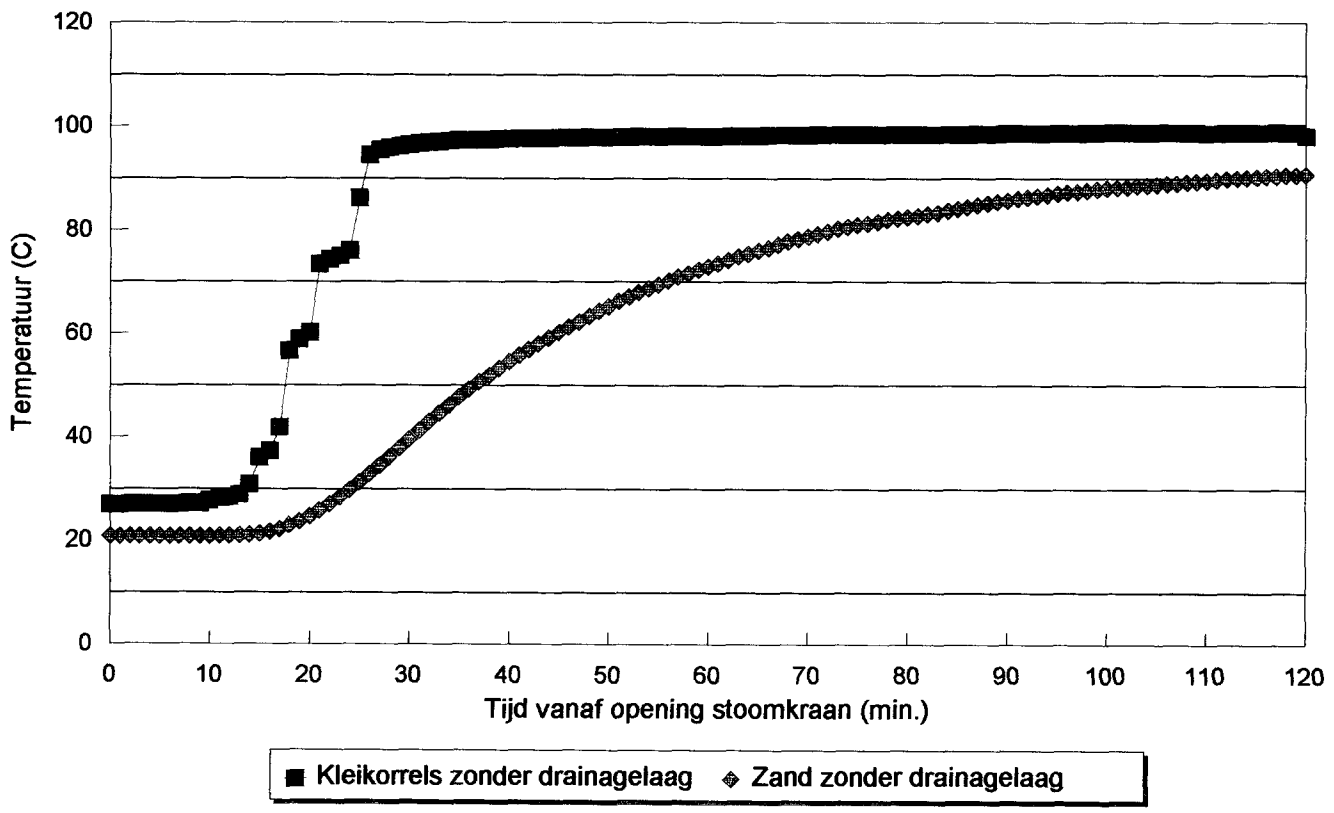
BIJLAGE 9: VERGELIJKING SUBSTRATEN

BEDVORM	DRAINLAAG	AANTAL DRAINS	PUNTENTOTAAL	
			SUBSTRAAT	
			ZAND	*KLEIK.*
vlak	zonder	1	22	58
vlak	zonder	3	24	56
vlak	met	1	26	46
vlak	met	3	17	39
v-vorm	zonder	1	15	84
v-vorm	zonder	3	17	70
v-vorm	met	1	34	58
y-vorm	met	3	40	84
		TOTAAL	195	495
vlak	zonder en met	1 en 3	89	199
v-vorm	zonder en met	1 en 3	106	296
vlak en v-vorm	zonder	1 en 3	78	268
vlak en v-vorm	met	1 en 3	117	227
vlak en v-vorm	zonder en met	1	97	246
vlak en v-vorm	zonder en met	3	98	249

Voor de herkomst van het puntentotaal per vergelijking zie de tabellen in bijlage 18

Bijlage 10: Temperatuurverloop bij zand en kleikorrels

Een drain met afzuiging, v-vormige bodem, gemiddelden onderin aan de achterkant van het bed



BIJLAGE 11: VERGELIJKING 1 DRAIN MET AFZUIGING EN 3 DRAINS ZONDER AFZUIGING

SUBSTRAAT	DRAINLAAG	BEDVORM	PUNTENTOTAAL	
			AANTAL DRAINS	
			1	*3*
zand	zonder	vlak	32	25
zand	zonder	v-vorm	20	25
zand	met	vlak	32	25
zand	met	v-vorm	34	56
kleikorrels	zonder	vlak	50	50
kleikorrels	zonder	v-vorm	74	60
kleikorrels	met	vlak	37	31
kleikorrels	met	v-vorm	47	77
		TOTAAL	326	349
zand	zonder en met	vlak en v-vorm	118	131
kleikorrels	zonder en met	vlak en v-vorm	208	218
zand en kleik.	zonder	vlak en v-vorm	176	160
zand en kleik.	met	vlak en v-vorm	150	189
zand en kleik.	zonder en met	vlak	151	131
zand en kleik.	zonder en met	v-vorm	175	218

Voor de herkomst van het puntentotaal per vergelijking zie de tabellen in bijlage 19

BIJLAGE 12: VERGELIJKING MET EN ZONDER DRAINAGELAAG

SUBSTRAAT	BEDVORM	AANTAL DRAINS	PUNTENTOTAAL	
			DRAINLAAG	
			ZONDER	*MET*
zand	vlak	1	24	35
zand	vlak	3	25	35
zand	v-vorm	1	24	42
zand	v-vorm	3	21	54
kleikorrels	vlak	1	54	36
kleikorrels	vlak	3	44	34
kleikorrels	v-vorm	1	80	44
kleikorrels	v-vorm	3	64	72
		TOTAAL	336	352
zand	vlak en v-vorm	1 en 3	94	166
kleikorrels	vlak en v-vorm	1 en 3	242	186
zand en kleik.	vlak	1 en 3	147	140
zand en kleik.	v-vorm	1 en 3	189	212
zand en kleik.	vlak en v-vorm	1	182	157
zand en kleik.	vlak en v-vorm	3	154	195

Voor de herkomst van het puntentotaal per vergelijking zie de tabellen in bijlage 20

BIJLAGE 13:

VERGELIJKING AFGEDEKT EN ONAFGEDEKT BED

SUBSTRAAT	DRAINLAAG	DRAINSLANGEN	BEDVORM	AFGEDEKT	
				JA	*NEE*
zand	met	1	vlak	70	20

Voor de herkomst van het puntentotaal per vergelijking zie de tabellen in bijlage 21

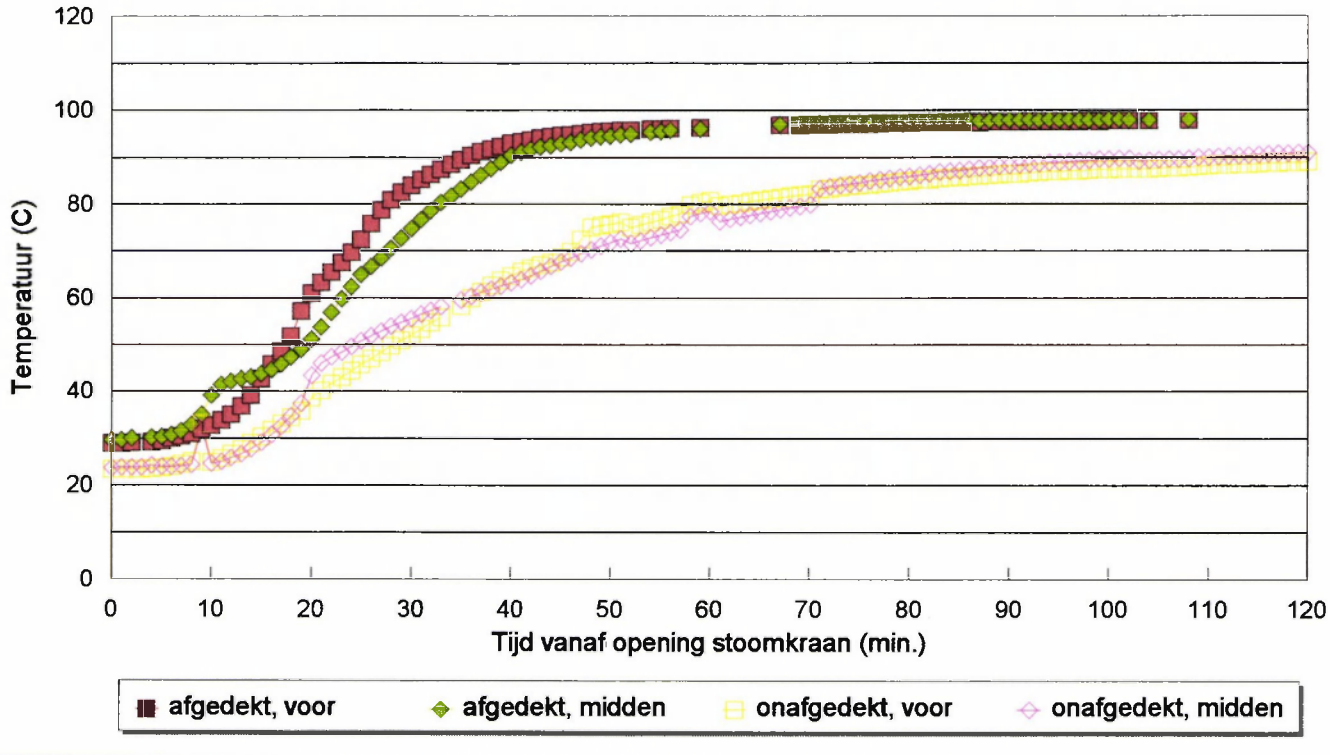
VERGELIJKING MET EN ZONDER STOOMDEKEN

SUBSTRAAT	DRAINLAAG	DRAINSLANGEN	BEDVORM	STOOMDEKEN	
				JA	*NEE*
zand	met	3	vlak	56	15
zand	met	3	v-vorm	56	30

Voor de herkomst van het puntentotaal per vergelijking zie de tabellen in bijlage 22

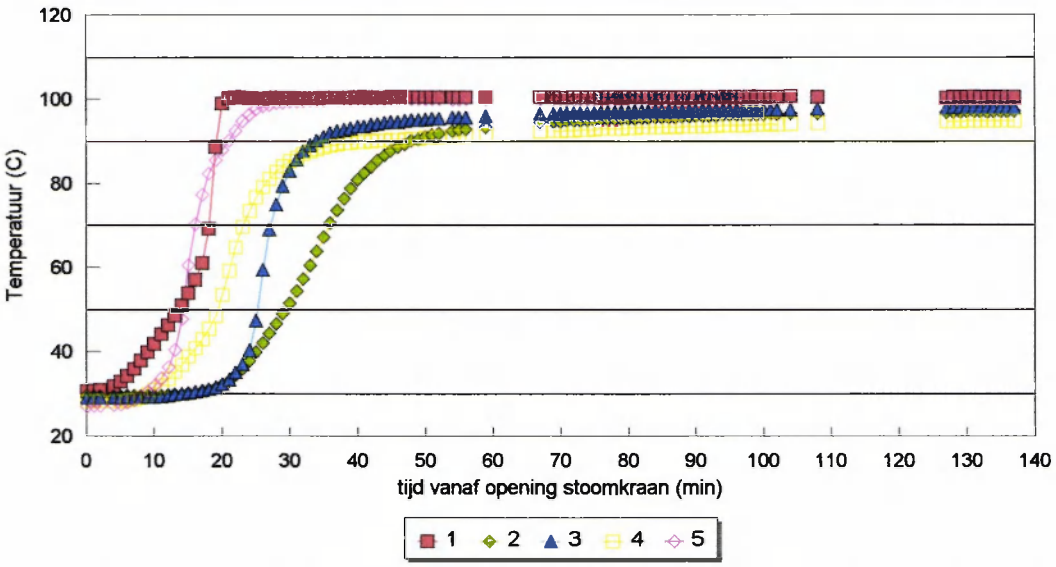
Bijlage 14: Gemiddeld temperatuurverloop bij een afgedekt en onafgedekt bed

zand met een drainlaag, vlakke bodem, een drain met afzuiging, gemiddelden onderin het bed

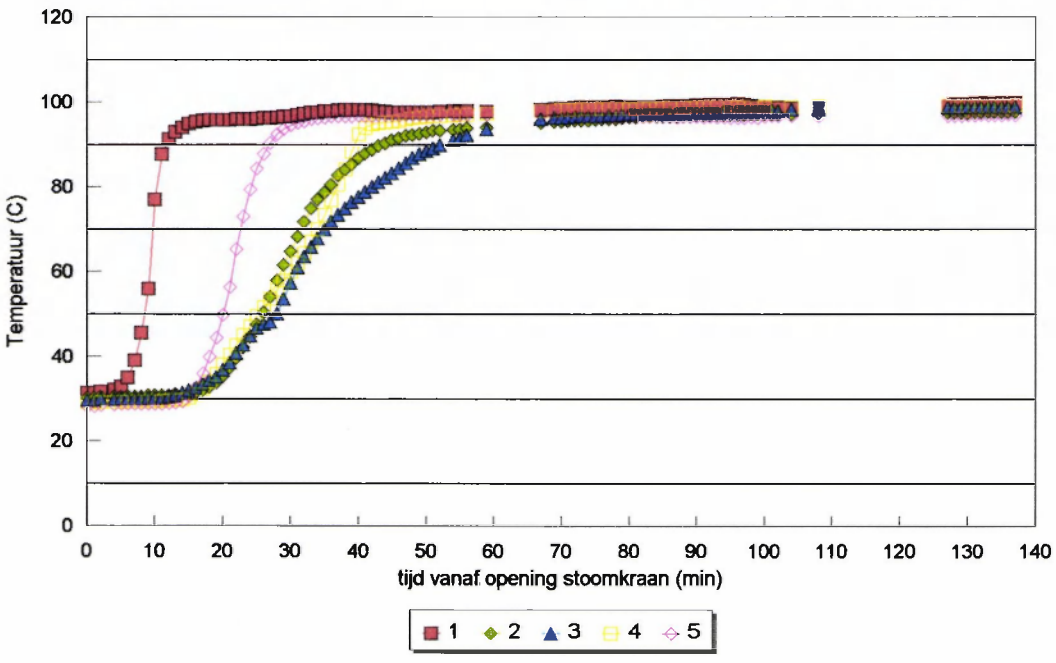


Bijlage 15: Temperatuurverloop van de punten op de bodem van het afgedekte bed

zand met drainlaag, vlakke bodem, een drain met afzuiging, punten voorin het bed

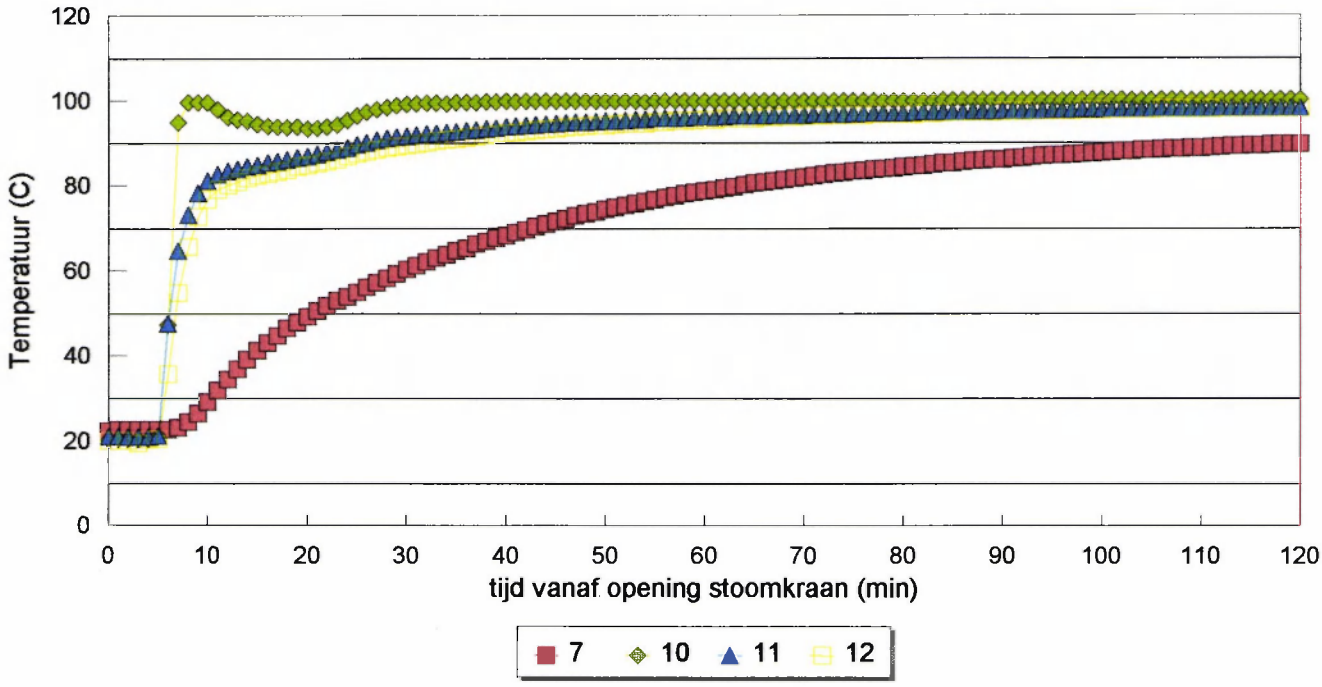


zand met drainlaag, vlakke bodem, een drain met afzuiging, punten middenin het bed



Bijlage 16: Voorbeeld kegelvorming bij een vlakke bodem

zand zonder drainlaag, 1 drain met afzuiging, punten middenin het bed



BIJLAGE 17:

VERGELIJKINGSTABELLEN

BEDVORM

VERGELIJKING BEDVORMEN BIJ ZAND ZONDER DRAINAGELAAG EN 1 DRAIN MET AFZUIGING.

PLAATS	BEDVORM							
VOOR	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	84	-	-	-	86,5	1
midden	-	-	92	1	-	-	92	1
boven	+	35,5 min	98	7	+	49 min	98	5

PLAATS	BEDVORM							
MIDDEN	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	81	-	-	-	85	1
midden	-	-	93	1	-	-	93	1
boven	+	50 min	97	6	+	50 min	97	6

PLAATS	BEDVORM							
ACHTER	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	85	-	-	-	90,5	1
midden	+	54 min	98	7	-	-	94	-
boven	+	38,5 min	99,5	7	+	45 min	99,5	5

PLAATS	BEDVORM							
ONDER	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	84	-	-	-	86,5	1
midden	-	-	81	-	-	-	85	1
achter	-	-	85	-	-	-	90,5	1
PUNTENTOTAAL VLAK				29	PUNTENTOTAAL V-VORM			24

VERGELIJKING BEDVORM BIJ ZAND ZONDER DRAINAGELAAG EN 3 DRAINS ZONDER AFZUIGING.

PLAATS	BEDVORM							
VOOR	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	85,5	-	-	-	90	1
midden	-	-	92	1	-	-	92	1
boven	+	40,5 min	97	7	+	47,5 min	98,5	5

PLAATS	BEDVORM							
MIDDEN	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	82	-	-	-	86	1
midden	-	-	92	-	-	-	94	1
boven	+	75 min	97	5	+	50,5 min	98,5	7

PLAATS	BEDVORM							
ACHTER	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	82	-	-	-	90	1
midden	+	96 min	96	7	-	-	93	-
boven	+	56 min	97,5	5	+	40 min	99	7

PLAATS	BEDVORM							
ONDER	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	85,5	-	-	-	90	1
midden	-	-	82	-	-	-	86	1
achter	-	-	82	-	-	-	90	1
PUNTENTOTAAL VLAK				25	PUNTENTOTAAL V-VORM			27

VERGELIJKING BEDVORMEN BIJ ZAND MET DRAINAGELAAG EN 1 DRAIN MET AFZUIGING

PLAATS	BEDVORM							
VOOR	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	89	-	+	107 min	96	7
midden	+	111 min	96	5	+	96 min	100	7
boven	+	32 min	100	5	+	24 min	100	7

PLAATS	BEDVORM							
MIDDEN	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	90	1	-	-	85	-
midden	-	-	93,5	1	-	-	92	-
boven	+	42 min	99	7	+	52 min	99	5

PLAATS	BEDVORM							
ACHTER	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	85	-	-	-	86	1
midden	-	-	92,5	-	+	89,5 min	99	7
boven	+	38 min	99	7	-	-	86	-

PLAATS	BEDVORM							
ONDER	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	89	-	+	107 min	96	7
midden	-	-	90	1	-	-	85	-
achter	-	-	85	-	-	-	86	1
PUNTENTOTAAL VLAK				27	PUNTENTOTAAL V-VORM			42

VERGELIJKING BEDVORMEN BIJ ZAND MET DRAINAGELAAG EN 3 DRAINS ZONDER AFZUIGING

PLAATS	BEDVORM							
VOOR	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	85,5	-	+	81,5 min	99	7
midden	+	112 min	100	5	+	64 min	99	7
boven	+	31,5 min	100	5	+	23 min	100	7

PLAATS	BEDVORM							
MIDDEN	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	84	-	-	-	88	1
midden	-	-	92	-	+	112 min	97	7
boven	+	70 min	99	5	+	57,5 min	97	7

PLAATS	BEDVORM							
ACHTER	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	83,5 min	-	-	-	88	1
midden	-	-	92,5 min	-	+	95,5 min	97	7
boven	+	34 min	100	7	+	44 min	100	5

PLAATS	BEDVORM							
ONDER	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	85,5	-	+	81,5 min	99	7
midden	-	-	84	-	-	-	88	1
achter	-	-	83,5	-	-	-	88	1
PUNTENTOTAAL VLAK				22	PUNTENTOTAAL V-VORM			58

VERGELIJKING BEDVORM BIJ KLEIKORRELS ZONDER DRAINAGELAAG EN 1 DRAIN MET AFZUIGING

PLAATS	BEDVORM							
VOOR	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	82 min	97	5	+	30 min	100	7
midden	+	5,5 min	100	7	+	8 min	100	5
boven	+	6,5 min	100	7	+	19 min	100	5

PLAATS	BEDVORM							
MIDDEN	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	83	-	+	20 min	100	7
midden	+	11 min	100	7	+	11,5 min	100	5
boven	+	9,5 min	100	7	+	13 min	100	5

PLAATS	BEDVORM							
ACHTER	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	79	-	+	26 min	99	7
midden	+	43 min	100	5	+	23 min	100	7
boven	+	22,5 min	100	7	+	23,5 min	100	5

PLAATS	BEDVORM							
ONDER	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	+	82 min	97	5	+	30 min	100	7
midden	-	-	83	-	+	20 min	100	7
achter	-	-	79	-	+	26 min	99	7
PUNTENTOTAAL VLAK				50	PUNTENTOTAAL V-VORM			74

VERGELIJKING BEDVORM BIJ KLEIKORREL ZONDER EEN DRAINAGELAAG EN 3 DRAINS ZONDER AFZUIGING

PLAATS	BEDVORM							
VOOR	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	71 min	97,5	5	+	<34 min	99	7
midden	+	<34 min	100	6	+	<34 min	100	6
boven	+	<34 min	100	6	+	<34 min	100	6

PLAATS	BEDVORM							
MIDDEN	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	79	1	-	-	79	1
midden	+	<34 min	100	6	+	<34 min	100	6
boven	+	<34 min	100	6	+	<34 min	100	6

PLAATS	BEDVORM							
ACHTER	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	72	-	+	47 min	97	7
midden	+	58 min	98,5	5	+	18,5 min	100	7
boven	+	14 min	100	7	+	21 min	100	5

PLAATS	BEDVORM							
ONDER	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	+	71 min	97,5	5	+	<34 min	99	7
midden	-	-	79	1	-	-	79	1
achter	-	-	72	-	+	47 min	97	7
PUNTENTOTAAL VLAK				48	PUNTENTOTAAL V-VORM			66

Bij de behandeling zonder drainlaag zijn veel storingen aan de datalogger voorgekomen, daarom zijn niet alle gegevens beschikbaar

VERGELIJKING BEDVORM BIJ KLEIKORRELS MET EEN DRAINAGELAAG EN 1 DRAIN MET AFZUIGING

PLAATS	BEDVORM							
VOOR	**vlak**				**v-vorm**			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	86	-	-	-	90	1
midden	+	6 min	100	5	+	4 min	100	7
boven	+	8 min	100	5	+	6 min	100	7

PLAATS	BEDVORM							
MIDDEN	**vlak**				**v-vorm**			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	90	1	-	-	88	-
midden	+	12 min	100	7	+	15 min	100	5
boven	+	17,5 min	100	7	+	20,5 min	100	5

PLAATS	BEDVORM							
ACHTER	**vlak**				**v-vorm**			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	85	-	+	27,5 min	100	7
midden	+	25 min	100	5	+	24 min	100	7
boven	+	26 min	100	5	+	25 min	100	7

PLAATS	BEDVORM							
ONDER	**vlak**				**v-vorm**			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	86	-	-	-	90	1
midden	-	-	90	1	-	-	89	-
achter	-	-	85	-	+	27 min	100	7
PUNTENTOTAAL VLAK				36	**PUNTENTOTAAL V-VORM**			54

VERGELIJKING BEDVORM BIJ KLEIKORRELS MET EEN DRAINAGELAAG EN 3 DRAINS ZONDER AFZUIGING

PLAATS	BEDVORM							
VOOR	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	85	-	+	50 min	98	7
midden	?	?	?	-	+	7 min	100	-
boven	+	9 min	100	5	+	7 min	100	7

PLAATS	BEDVORM							
MIDDEN	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	91	-	+	36 min	99	7
midden	+	11,5 min	100	5	+	11 min	100	7
boven	+	17 min	100	7	+	19,5 min	100	5

PLAATS	BEDVORM							
ACHTER	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	84	-	+	27 min	100	7
midden	+	25 min	100	5	+	23 min	100	7
boven	+	27 min	100	5	+	25 min	100	7

PLAATS	BEDVORM							
ONDER	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	85	-	+	50,5 min	98,5	7
midden	-	-	91	-	+	36 min	98,5	7
achter	-	-	84	-	+	26,5 min	100	7
PUNTENTOTAAL VLAK				27	PUNTENTOTAAL V-VORM			75

Bij de behandeling met de vlakke bodem zijn storingen aan de datalogger voorgekomen, daarom zijn niet alle gegevens beschikbaar.

VERGELIJKING BEDVORM BIJ ZAND MET DRAINAGELAAG MET 3 DRAINS ZONDER AFZUIGING (MET STOOMDEKEN)

PLAATS	BEDVORM							
VOOR	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	91,5 min	96	5	+	46 min	98	7
midden	+	21,5 min	100	7	+	25 min	100	5
boven	+	13,5 min	100	6	+	13,5 min	100	6

PLAATS	BEDVORM							
MIDDEN	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	83 min	98	5	+	68 min	96,5	7
midden	+	45 min	100	7	+	46,5 min	100	5
boven	+	22 min	100	7	+	26 min	100	5

PLAATS	BEDVORM							
ACHTER	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	?	?	?	-	?	?	?	-
midden	?	?	?	-	?	?	?	-
boven	?	?	?	-	?	?	?	-

PLAATS	BEDVORM							
ONDER	vlak				v-vorm			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	+	91,5 min	96	5	+	46 min	98	7
midden	+	83 min	98	5	+	68 min	96,5	7
achter	?	?	?	-	?	?	?	-
PUNTENTOTAAL VLAK				47	PUNTENTOTAAL V-VORM			49

BIJLAGE 18:

VERGELIJKINGSTABELLEN

SUBSTRAAT

VERGELIJKING SUBSTRATEN BIJ EEN VLAK BED ZONDER DRAINAGELAAG EN 1 DRAIN MET AFZUIGING

PLAATS	SUBSTRAAT							
VOOR	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	84	-	+	82 min	97	7
midden	-	-	92	-	+	5,5 min	100	7
boven	+	35,5 min	98	5	+	6,5 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
MIDDEN	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	81	-	-	-	83	1
midden	-	-	93	-	+	11 min	100	7
boven	+	50 min	97	5	+	9,5 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
ACHTER	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	85	1	-	-	79	-
midden	+	54 min	98	5	+	43 min	100	7
boven	+	38,5 min	99,5	5	+	22,5 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
ONDER	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	84	-	+	82 min	97	7
midden	-	-	81	-	-	-	83	1
achter	-	-	85	1	-	-	79	-
PUNTENTOTAAL ZAND				22	PUNTENTOTAAL KLEIKORRELS			58

VERGELIJKING SUBSTRATEN BIJ EEN VLAK BED ZONDER DRAINAGELAAG EN 3 DRAINS ZONDER AFZUIGING

PLAATS	SUBSTRAAT							
VOOR	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	85,5	-	+	71 min	97,5	7
midden	-	-	92	-	+	<34 min	100	7
boven	+	40,5 min	97	5	+	<34 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
MIDDEN	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	82	1	-	-	79	-
midden	-	-	92	-	+	<34 min	100	7
boven	+	75 min	97	5	+	<34 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
ACHTER	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	82	1	-	-	72	-
midden	+	96 min	96	5	+	58 min	98,5	7
boven	+	56 min	97,5	5	+	14 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
ONDER	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	85,5	-	+	71 min	97,5	7
midden	-	-	82	1	-	-	79	-
achter	-	-	82	1	-	-	72	-
PUNTENTOTAAL ZAND				24	PUNTENTOTAAL KLEIKORRELS			56

VERGELIJKING SUBSTRATEN BIJ EEN VLAK BED MET EEN DRAINAGELAAG EN 1 DRAIN MET AFZUIGING

PLAATS	SUBSTRAAT							
VOOR	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	89	1	-	-	86	-
midden	+	111 min	96	5	+	6 min	100	7
boven	+	32 min	100	5	+	8 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
MIDDEN	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	90	1	-	-	90	1
midden	-	-	93,5	-	+	12 min	100	7
boven	+	42 min	99	5	+	17,5 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
ACHTER	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	85	1	-	-	85	1
midden	-	-	92,5	-	+	25 min	100	7
boven	+	38 min	99	5	+	26 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
ONDER	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	89	1	-	-	86	-
midden	-	-	90	1	-	-	90	1
achter	-	-	85	1	-	-	85	1
PUNTENTOTAAL ZAND				26	PUNTENTOTAAL KLEIKORRELS			46

VERGELIJKING SUBSTRATEN BIJ EEN VLAK BED MET EEN DRAINAGELAAG EN 3 DRAINS ZONDER AFZUIGING

PLAATS	SUBSTRAAT							
VOOR	**zand**				**kleikorrels**			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	85,5	1	-	-	85	-
midden	+	112 min	100	-	?	?	?	-
boven	+	31,5 min	100	5	+	9 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
MIDDEN	**zand**				**kleikorrels**			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	84	-	-	-	91	1
midden	-	-	92	-	+	11,5 min	100	7
boven	+	70 min	99	5	+	17 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
ACHTER	**zand**				**kleikorrels**			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	83,5	-	-	-	84	1
midden	-	-	92,5	-	+	25 min	100	7
boven	+	34 min	100	5	+	27 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
ONDER	**zand**				**kleikorrels**			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	85,5	1	-	-	85	-
midden	-	-	84	-	-	-	91	1
achter	-	-	83,5	-	-	-	84	1
PUNTENTOTAAL ZAND				17	**PUNTENTOTAAL KLEIKORRELS**			39

VERGELIJKING SUBSTRATEN BIJ EEN V-VORMIG BED ZONDER DRAINAGELAAG EN 1 DRAIN MET AFZUIGING

PLAATS	SUBSTRAAT							
VOOR	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	86,5	-	+	30 min	100	7
midden	-	-	92	-	+	8 min	100	7
boven	+	49 min	98	5	+	19 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
MIDDEN	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	85	-	+	20 min	100	7
midden	-	-	93	-	+	11,5 min	100	7
boven	+	50 min	97	5	+	13 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
ACHTER	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	90,5	-	+	26 min	99	7
midden	-	-	94	-	+	23 min	100	7
boven	+	45 min	99,5	5	+	23,5 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
ONDER	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	86,5	-	+	30 min	100	7
midden	-	-	85	-	+	20 min	100	7
achter	-	-	90,5	-	+	26 min	99	7
PUNTENTOTAAL ZAND				15	PUNTENTOTAAL KLEIKORRELS			84

VERGELIJKING SUBSTRATEN BIJ EEN V-VORMIG BED ZONDER DRAINAGELAAG EN 3 DRAINS ZONDER AFZUIGING

PLAATS	SUBSTRAAT							
VOOR	**zand**				**kleikorrels**			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	90	-	+	<34 min	99	7
midden	-	-	92	-	+	<34 min	100	7
boven	+	47,5 min	98,5	5	+	<34 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
MIDDEN	**zand**				**kleikorrels**			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	86	1	-	-	79	-
midden	-	-	94	-	+	<34 min	100	7
boven	+	50,5 min	98,5	5	+	<34 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
ACHTER	**zand**				**kleikorrels**			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	90	-	+	47 min	97	7
midden	-	-	93	-	+	18,5 min	100	7
boven	+	40 min	99	5	+	21 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
ONDER	**zand**				**kleikorrels**			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	90	-	+	<34 min	99	7
midden	-	-	86	1	-	-	79	-
achter	-	-	90	-	+	46 min	97	7
PUNTENTOTAAL ZAND				17	**PUNTENTOTAAL KLEIKORRELS**			70

Bij de behandeling met kleikorrels zijn veel storingen aan de datalogger voorgekomen, daarom zijn niet alle gegevens beschikbaar.

VERGELIJKING SUBSTRATEN BIJ EEN V-VORMIG BED MET EEN DRAINAGELAAG EN 1 DRAIN MET AFZUIGING

PLAATS	SUBSTRAAT							
VOOR	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	107 min	96	7	-	-	90	-
midden	+	96 min	100	5	+	4 min	100	7
boven	+	24 min	100	5	+	6 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
MIDDEN	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	85	-	-	-	88	1
midden	-	-	92	-	+	15 min	100	7
boven	+	52 min	99	5	+	20,5 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
ACHTER	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	86	-	+	27,5 min	100	7
midden	+	89,5 min	99	5	+	24 min	100	7
boven	-	-	86	-	+	25 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
ONDER	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	+	107 min	96	7	-	-	90	-
midden	-	-	85	-	-	-	89	1
achter	-	-	86	-	+	27 min	100	7
PUNTENTOTAAL ZAND				34	PUNTENTOTAAL KLEIKORRELS			58

VERGELIJKING SUBSTRAAT BIJ EEN V-VORMIG BED MET DRAINAGELAAG EN 3 DRAINS ZONDER AFZUIGING

PLAATS	SUBSTRAAT							
VOOR	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	81,5 min	99	5	+	50 min	98	7
midden	+	64 min	99	5	+	7 min	100	7
boven	+	23 min	100	5	+	7 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
MIDDEN	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	88	-	+	36 min	99	7
midden	+	112 min	97	5	+	11 min	100	7
boven	+	57,5 min	97	5	+	19 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
ACHTER	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	88	-	+	27 min	100	7
midden	+	95,5 min	97	5	+	23 min	100	7
boven	+	44 min	100	5	+	25 min	100	7

PLAATS	SUBSTRAAT							
ONDER	zand				kleikorrels			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	+	81,5 min	99	5	+	50,5 min	98,5	7
midden	-	-	88	-	+	36 min	98,5	7
achter	-	-	88	-	+	26,5 min	100	7
PUNTENTOTAAL ZAND				40	PUNTENTOTAAL KLEIKORRELS			84

BIJLAGE 19:

VERGELIJKINGSTABELLEN

AANTAL DRAINS

VERGELIJKING AANTAL DRAINSLANGEN BIJ ZAND ZONDER DRAINAGELAAG, BIJ EEN VLAKKE BODEM

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
VOOR	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	84	-	-	-	85,5	1
midden	-	-	92	1	-	-	92	1
boven	+	35,5 min	98	7	+	40,5 min	97	5

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
MIDDEN	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	81	-	-	-	82	1
midden	-	-	93	1	-	-	92	-
boven	+	50 min	97	7	+	75 min	97	5

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
ACHTER	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	85	1	-	-	82	-
midden	+	54 min	98	7	+	96 min	96	5
boven	+	38,5 min	99,5	7	+	56 min	97,5	5

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
ONDER	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	84	-	-	-	85,5	1
midden	-	-	81	-	-	-	82	1
achter	-	-	85	1	-	-	82	-
PUNTENTOTAAL 1 DRAIN				32	PUNTENTOTAAL 3 DRAINS			25

VERGELIJKING AANTAL DRAINSLANGEN BIJ ZAND ZONDER DRAINAGELAAG BIJ EEN V-VORMIGE BODEM

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
VOOR	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	86,6	-	-	-	90	1
midden	-	-	92	1	-	-	92	1
boven	+	49 min	98	5	+	47,5 min	98,5	7

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
MIDDEN	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	85	-	-	-	86	1
midden	-	-	93	-	-	-	94	1
boven	+	50 min	97	7	+	50,5 min	98,5	5

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
ACHTER	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	90,5	1	-	-	90	-
midden	-	-	94	1	-	-	93	-
boven	+	45 min	99,5	5	+	40 min	99	7

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
ONDER	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	86,5	-	-	-	90	
lmidden	-	-	85	-	-	-	86	1
achter	-	-	90,5	1	-	-	90	-
PUNTENTOTAAL 1 DRAIN				20	PUNTENTOTAAL 3 DRAINS			25

VERGELIJKING AANTAL DRAINSLANGEN BIJ ZAND MET EEN DRAINAGELAAG, BIJ EEN VLAKKE BODEM

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
VOOR	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	89	1	-	-	85,5	-
midden	+	111 min	96	7	+	112 min	100	5
boven	+	32 min	100	5	+	31,5 min	100	7

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
MIDDEN	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	90	1	-	-	84	-
midden	-	-	93,5	1	-	-	92	-
boven	+	42 min	99	7	+	70 min	99	5

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
ACHTER	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	85	1	-	-	83,5	-
midden	-	-	92,5	1	-	-	92,5	1
boven	+	38 min	99	5	+	34 min	100	7

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
ONDER	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	89	1	-	-	85,5	-
midden	-	-	90	1	-	-	84	-
achter	-	-	85	1	-	-	83,5	-
PUNTENTOTAAL 1 DRAIN				32	PUNTENTOTAAL 3 DRAINS			25

VERGELIJKING AANTAL DRAINSLANGEN BIJ ZAND MET EEN DRAINAGELAAG, BIJ EEN V-VORMIGE BODEM

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
VOOR	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	107 min	96	5	+	81,5 min	99	7
midden	+	96 min	100	5	+	64 min	99	7
boven	+	24 min	100	5	+	23 min	100	7

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
MIDDEN	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	85	-	-	-	88	1
midden	-	-	92	-	+	112 min	97	7
boven	+	52 min	99	7	+	57,5 min	97	5

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
ACHTER	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	86	-	-	-	88	1
midden	+	89,5 min	99	7	+	95,5 min	97	5
boven	-	-	86	-	+	44 min	100	7

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
ONDER	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	+	107 min	96	5	+	81,5 min	99	7
midden	-	-	85	-	-	-	88	1
achter	-	-	86	-	-	-	88	1
PUNTENTOTAAL 1 DRAIN				34	PUNTENTOTAAL 3 DRAINS			56

VERGELIJKING AANTAL DRAINSLANGEN BIJ KLEIKORRELS ZONDER EEN DRAINAGELAAG, BIJ EEN VLAKKE BODEM

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
VOOR	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	82 min	97	5	+	71 min	97,5	7
midden	+	5,5 min	100	6	+	<34 min	100	6
boven	+	6,5 min	100	6	+	<34 min	100	6

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
MIDDEN	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	83	1	-	-	79	-
midden	+	11 min	100	6	+	<34 min	100	6
boven	+	9,5 min	100	6	+	<34 min	100	6

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
ACHTER	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	79	1	-	-	72	-
midden	+	43 min	100	+	+	58 min	98,5	5
boven	+	22,5 min	100	5	+	14 min	100	7

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
ONDER	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	+	82 min	97	5	+	71 min	97,5	7
midden	-	-	83	1	-	-	79	-
achter	-	-	79	1	-	-	72	-
PUNTENTOTAAL 1 DRAIN				50	PUNTENTOTAAL 3 DRAINS			50

Bij de behandeling met 3 drainslangen zonder afzuiging zijn veel storingen aan de datalogger voorgekomen, daarom zijn niet alle gegevens beschikbaar.

VERGELIJKING AANTAL DRAINSLANGEN BIJ KLEIKORRELS ZONDER DRAINAGELAAG, BIJ EEN V-VORMIGE BODEM

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
VOOR	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	30 min	100	6	+	<34 min	99	6
midden	+	8 min	100	6	+	<34 min	100	6
boven	+	?	100	6	+	<34 min	100	6

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
MIDDEN	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	20 min	100	7	-	-	79	-
midden	+	11,5 min	100	6	+	<34 min	100	6
boven	+	13 min	100	6	+	<34 min	100	6

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
ACHTER	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	26 min	99	7	+	47 min	97	5
midden	+	23 min	100	5	+	18,5 min	100	7
boven	+	23,5 min	100	5	+	21 min	100	7

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
ONDER	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	+	30 min	100	6	+	<34 min	99	6
midden	+	20 min	100	7	-	-	79	-
achter	+	26 min	100	7	+	47 min	97	5
PUNTENTOTAAL 1 DRAIN				74	PUNTENTOTAAL 3 DRAINS			60

Bij de behandeling met 3 drains zijn veel storingen aan de datalogger voorgekomen, daarom zijn niet alle gegevens beschikbaar.

VERGELIJKING AANTAL DRAINSLANGEN BIJ KLEIKORRELS MET EEN DRAINAGELAAG, BIJ EEN VLAKKE BODEM.

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
VOOR	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	86	1	-	-	85	-
midden	+	5,5 min	100	-	?	?	?	-
boven	+	8 min	100	7	+	9 min	100	5

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
MIDDEN	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	90	1	-	-	90	1
midden	+	12 min	100	5	+	11 min	100	7
boven	+	17 min	100	6	+	17 min	100	6

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
ACHTER	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	86	1	-	-	84	-
midden	+	24,5 min	100	6	+	24,5 min	100	6
boven	+	26 min	100	7	+	27 min	100	5

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
ONDER	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	86	1	-	-	85	-
midden	-	-	90	1	-	-	90	1
achter	-	-	86	1	-	-	84	-
PUNTENTOTAAL 1 DRAIN				37	PUNTENTOTAAL 3 DRAINS			31

Bij de behandeling met 3 drains zijn storingen aan de datalogger voorgekomen, daarom zijn niet alle gegevens beschikbaar.

VERGELIJKING AANTAL DRAINSLANGEN BIJ KLEIKORRELS MET EEN DRAINAGELAAG, BIJ EEN V-VORMIGE BODEM.

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
VOOR	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	90	-	+	51 min	98	7
midden	+	4 min	100	7	+	7 min	100	5
boven	+	6,5 min	100	7	+	7 min	100	5

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
MIDDEN	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	89	-	+	36 min	99	7
midden	+	14,5 min	100	5	+	11 min	100	7
boven	+	21 min	100	5	+	19,5 min	100	7

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
ACHTER	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	27 min	100	6	+	27 min	100	6
midden	+	24 min	100	5	+	23 min	100	7
boven	+	25 min	100	6	+	25 min	100	6

PLAATS	AANTAL DRAINSLANGEN							
ONDER	1 drain met afzuiging				3 drains zonder afzuiging			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	90	-	+	51 min	98	7
midden	-	-	89	-	+	36 min	99	7
achter	+	27 min	100	6	+	27 min	100	6
PUNTENTOTAAL 1 DRAIN				47	PUNTENTOTAAL 3 DRAINS			77

BIJLAGE 20:

VERGELIJKINGSTABELLEN MET EN ZONDER DRAINAGELAAG

VERGELIJKING MET EN ZONDER DRAINAGELAAG BIJ ZAND, BIJ EEN VLAKKE BODEM EN 1 DRAIN MET AFZUIGING.

PLAATS	DRAINAGELAAG							
VOOR	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	84	-	-	-	89	1
midden	-	-	92	-	+	111 min	96	7
boven	+	35,5 min	98	5	+	32 min	100	7

PLAATS	DRAINAGELAAG							
MIDDEN	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	81	-	-	-	90	1
midden	-	-	93	-	-	-	93,5	1
boven	+	50 min	97	5	+	42 min	99	7

PLAATS	DRAINAGELAAG							
ACHTER	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	85	1	-	-	85	1
midden	+	54 min	98	7	-	-	92,5	-
boven	+	38,5 min	99,5	5	+	38 min	99	7

PLAATS	DRAINAGELAAG							
ONDER	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	84	-	-	-	89	1
midden	-	-	81	-	-	-	90	1
achter	-	-	85	1	-	-	85	1
PUNTENAANTAL ZONDER				24	PUNTENAANTAL MET			35

VERGELIJKING MET EN ZONDER DRAINAGELAAG BIJ ZAND, BIJ EEN V-VORMIGE BODEM EN 1 DRAIN MET AFZUIGING.

PLAATS	DRAINAGELAAG							
VOOR	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	86,5	-	+	107 min	96	7
midden	-	-	92	-	+	96 min	100	7
boven	+	49 min	98	5	+	24 min	100	7

PLAATS	DRAINAGELAAG							
MIDDEN	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	85	1	-	-	85	1
midden	-	-	93	1	-	-	92	-
boven	+	50 min	97	7	+	52 min	99	5

PLAATS	DRAINAGELAAG							
ACHTER	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	90,5	1	-	-	86	-
midden	-	-	94	-	+	89,5 min	99	7
boven	+	45 min	99,5	7	-	-	86	-

PLAATS	DRAINAGELAAG							
ONDER	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	86,5	-	+	107 min	96	7
midden	-	-	85	1	-	-	85	1
achter	-	-	90,5	1	-	-	86	-
PUNTENTOTAAL ZONDER				24	PUNTENTOTAAL MET			42

VERGELIJKING MET EN ZONDER DRAINAGELAAG BIJ ZAND, BIJ EEN VLAKKE BODEM EN 3 DRAINS ZONDER AFZUIGING.

PLAATS	DRAINAGELAAG							
VOOR	**zonder drainlaag**				**met drainlaag**			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	85,5	1	-	-	85,5	1
midden	-	-	92	-	+	112 min	100	7
boven	+	40,5 min	97	5	+	31,5 min	100	7

PLAATS	DRAINAGELAAG							
MIDDEN	**zonder drainlaag**				**met drainlaag**			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	82	-	-	-	84	1
midden	-	-	92	1	-	-	92	1
boven	+	75 min	97	5	+	70 min	99	7

PLAATS	DRAINAGELAAG							
ACHTER	**zonder drainlaag**				**met drainlaag**			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	82	-	-	-	83,5	1
midden	+	96 min	96	7	-	-	92,5	-
boven	+	56 min	97,5	5	+	34 min	100	7

PLAATS	DRAINLAAG							
ONDER	**zonder drainlaag**				**met drainlaag**			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	85,5	1	-	-	85,5	1
midden	-	-	82	-	-	-	84	1
achter	-	-	82	-	-	-	83,5	1
PUNTENTOTAAL ZONDER				25	**PUNTENTOTAAL MET**			35

VERGELIJKING MET EN ZONDER DRAINAGELAAG BIJ ZAND, BIJ EEN V-VORMIGE BODEM EN 3 DRAINS ZONDER AFZUIGING

PLAATS	DRAINAGELAAG							
VOOR	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	90	-	+	81,5 min	99	7
midden	-	-	92	-	+	64 min	99	7
boven	+	47,5 min	98,5	5	+	23 min	100	7

PLAATS	DRAINAGELAAG							
MIDDEN	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	86	-	-	-	88	1
midden	-	-	94	-	+	112 min	97	7
boven	+	50,5 min	98,5	7	+	57,5 min	97	5

PLAATS	DRAINAGELAAG							
ACHTER	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	90	1	-	-	88	-
midden	-	-	93	-	+	95,5 min	97	7
boven	+	40 min	99	7	+	44 min	100	5

PLAATS	DRAINAGELAAG							
ONDER	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	90	-	+	81,5 min	99	7
midden	-	-	86	-	-	-	88	1
achter	-	-	90	1	-	-	88	-
PUNTENTOTAAL ZONDER				21	PUNTENTOTAAL MET			54

VERGELIJKING MET EN ZONDER DRAINLAAG BIJ KLEIKORRELS, BIJ EEN VLAKKE BODEM EN 1 DRAIN MET AFZUIGING

PLAATS	DRAINAGELAAG							
VOOR	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	82 min	97	7	-	-	86	-
midden	+	5,5 min	100	7	+	6 min	100	5
boven	+	6,5 min	100	7	+	8 min	100	5

PLAATS	DRAINAGELAAG							
MIDDEN	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	83	-	-	-	90	1
midden	+	11 min	100	7	+	12 min	100	5
boven	+	9,5 min	100	7	+	17,5 min	100	5

PLAATS	DRAINAGELAAG							
ACHTER	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	79	-	-	-	85	1
midden	+	43 min	100	5	+	25 min	100	7
boven	+	22,5 min	100	7	+	26 min	100	5

PLAATS	DRAINAGELAAG							
ONDER	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	+	82 min	97	7	-	-	86	-
midden	-	-	83	-	-	-	90	1
achter	-	-	79	-	-	-	85	1
PUNTENTOTAAL ZONDER				54	PUNTENTOTAAL MET			36

VERGELIJKING MET EN ZONDER DRAINLAAG BIJ KLEIKORRELS, BIJ EEN V-VORMIGE BODEM EN 1 DRAIN MET AFZUIGING

PLAATS	DRAINAGELAAG							
VOOR	**zonder drainlaag**				**met drainlaag**			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	30 min	100	7	-	-	90	-
midden	+	8 min	100	5	+	4 min	100	7
boven	+	19 min	100	5	+	6 min	100	7

PLAATS	DRAINAGELAAG							
MIDDEN	**zonder drainlaag**				**met drainlaag**			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	20 min	100	7	-	-	88	-
midden	+	11,5 min	100	7	+	15 min	100	5
boven	+	13 min	100	7	+	20,5 min	100	5

PLAATS	DRAINAGELAAG							
ACHTER	**zonder drainlaag**				**met drainlaag**			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	26 min	99	7	+	27,5 min	100	5
midden	+	23 min	100	7	+	24 min	100	5
boven	+	23,5 min	100	7	+	25 min	100	5

PLAATS	DRAINAGELAAG							
ONDER	**zonder drainlaag**				**met drainlaag**			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	+	30 min	100	7	-	-	90	-
midden	+	20 min	100	7	-	-	89	-
achter	+	26 min	99	7	+	27 min	100	5
PUNTENTOTAAL ZONDER				80	**PUNTENTOTAAL MET**			44

VERGELIJKING MET EN ZONDER DRAINLAAG BIJ KLEIKORRELS, BIJ EEN VLAKKE BODEM EN 3 DRAINS ZONDER AFZUIGING

PLAATS	DRAINAGELAAG							
VOOR	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	71 min	97,5	7	-	-	85	-
midden	+	< 34 min	100	-	?	?	?	-
boven	+	<34 min	100	6	+	9 min	100	6

PLAATS	DRAINAGELAAG							
MIDDEN	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	79	-	-	-	91	1
midden	+	<34 min	100	6	+	11,5 min	100	6
boven	+	<34 min	100	6	+	17 min	100	6

PLAATS	DRAINAGELAAG							
ACHTER	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	72	-	-	-	84	1
midden	+	58 min	98,5	5	+	25 min	100	7
boven	+	14 min	100	7	+	27 min	100	5

PLAATS	DRAINAGELAAG							
ONDER	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	+	71 min	97,5	7	-	-	85	-
midden	-	-	79	-	-	-	91	1
achter	-	-	72	-	-	-	84	1
PUNTENTOTAAL ZONDER				44	PUNTENTOTAAL MET			34

Bij deze behandelingen zijn veel storingen aan de datalogger voorgekomen, daarom zijn niet alle gegevens beschikbaar.

VERGELIJKING MET EN ZONDER DRAINLAAG BIJ KLEIKORRELS, BIJ EEN V-VORMIGE BODEM EN 3 DRAINS ZONDER AFZUIGING

PLAATS	DRAINAGELAAG							
VOOR	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	<34 min	99	7	+	50 min	98	5
midden	+	<34 min	100	6	+	7 min	100	6
boven	+	<34 min	100	6	+	7 min	100	6

PLAATS	DRAINAGELAAG							
MIDDEN	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	79	-	+	36 min	99	7
midden	+	<34 min	100	6	+	11 min	100	6
boven	+	<34 min	100	6	+	19,5 min	100	6

PLAATS	DRAINAGELAAG							
ACHTER	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	47 min	97	5	+	27 min	100	7
midden	+	18,5 min	100	7	+	23 min	100	5
boven	+	21 min	100	7	+	25 min	100	5

PLAATS	DRAINAGELAAG							
ONDER	zonder drainlaag				met drainlaag			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	+	<34 min	99	7	+	50,5 min	98,5	5
midden	-	-	79	-	+	36 min	98,5	7
achter	+	47 min	97	5	+	26,5 min	100	7
PUNTENTOTAAL ZONDER				62	PUNTENTOTAAL MET			72

Bij de behandeling zonder drainlaag zijn veel storingen aan de datalogger voorgekomen, daarom zijn niet alle gegevens beschikbaar.

BIJLAGE 21:

VERGELIJKINGSTABELLEN AFGEDEKT EN ONAFGEDEKT BED

VERGELIJKING WEL OF NIET AFGEDEKT BIJ ZAND MET EEN DRAINAGELAAG, 1 DRAIN MET AFZUIGING BIJ EEN VLAK BED

PLAATS	AFGEDEKT							
VOOR	wel afgedekt				niet afgedekt			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	46 min	98	7	-	-	89	-
midden	+	17 min	100	7	+	111 min	96	5
boven	+	16 min	100	7	+	32 min	100	5

PLAATS	AFGEDEKT							
MIDDEN	wel afgedekt				niet afgedekt			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	51,5 min	97,5	7	-	-	90	-
midden	+	36 min	100	7	-	-	93,5	-
boven	+	19 min	99	7	+	42 min	99	5

PLAATS	AFGEDEKT							
ACHTER	wel afgedekt				niet afgedekt			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	?	?	?	-	-	-	85	-
midden	+	17 min	100	7	-	-	92,5	-
boven	+	15 min	100	7	+	38 min	99	5

PLAATS	AFGEDEKT							
ONDER	wel afgedekt				niet afgedekt			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	+	46 min	98	7	-	-	89	-
midden	+	51,5 min	97,5	7	-	-	90	-
achter	?	?	?	-	-	-	85	-
PUNTENTOTAAL AFGEDEKT				70	PUNTENTOTAAL ONAFGEDEKT			20

BIJLAGE 22:

VERGELIJKINGSTABELLEN MET EN ZONDER STOOMDEKEN

VERGELIJKING MET EN ZONDER STOOMDEKEN BIJ ZAND MET DRAINAGELAAG MET 3 DRAINS ZONDER AFZUIGING, BIJ EEN VLAKKE BODEM

PLAATS	STOOMDEKEN							
VOOR	zonder stoomdeken				met stoomdeken			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	85,5	-	+	46 min	98	7
midden	+	112 min	100	5	+	25 min	100	7
boven	+	31,5 min	100	5	+	13,5 min	100	7

PLAATS	STOOMDEKEN							
MIDDEN	zonder stoomdeken				met stoomdeken			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	84	-	+	68 min	96,5	7
midden	-	-	92	-	+	46,5 min	100	7
boven	+	70 min	99	5	+	26 min	100	7

PLAATS	STOOMDEKEN							
ACHTER	zonder stoomdeken				met stoomdeken			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	83,5	-	?	?	?	-
midden	-	-	92,5	-	?	?	?	-
boven		34 min	100	-	?	?	?	-

PLAATS	STOOMDEKEN							
ONDER	zonder stoomdeken				met stoomdeken			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	-	-	85,5	-	+	46 min	98	7
midden	-	-	84	-	+	68 min	96,5	7
achter	-	-	83,5	-	?	?	?	-
PUNTENTOTAAL ZONDER				15	PUNTENTOTAAL MET			56

VERGELIJKING MET EN ZONDER STOOMDEKEN BIJ ZAND MET DRAINAGELAAG MET 3 DRAINS ZONDER AFZUIGING, BIJ EEN V-VORMIGE BODEM

PLAATS	STOOMDEKEN							
VOOR	zonder stoomdeken				met stoomdeken			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	+	81,5 min	99	5	+	46 min	98	7
midden	+	64 min	99	5	+	25 min	100	7
boven	+	23 min	100	5	+	13,5 min	100	7

PLAATS	STOOMDEKEN							
MIDDEN	zonder stoomdeken				met stoomdeken			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	88	-	+	68 min	96,5	7
midden	+	112 min	97	5	+	46,5 min	100	7
boven	+	57,5 min	97	5	+	26 min	100	7

PLAATS	STOOMDEKEN							
ACHTER	zonder stoomdeken				met stoomdeken			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
onder	-	-	88	-	?	?	?	-
midden	+	95,5 min	97	-	?	?	?	-
boven	+	44 min	100	-	?	?	?	-

PLAATS	STOOMDEKEN							
ONDER	zonder stoomdeken				met stoomdeken			
	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten	> 95 °C	tijdstip	T_{max}	punten
voor	+	81,5 min	99	5	+	46 min	98	7
midden	-	-	88	-	+	68 min	96,5	7
achter	-	-	88	-	?	?	?	-
PUNTENTOTAAL ZONDER				30	PUNTENTOTAAL MET			56