

Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente
Vestiging Aalsmeer
Linnaeuslaan 2a, 1431 JV Aalsmeer
Tel. 0297-352525, fax 0297-352270

ISSN 1385 - 3015

INVLOED VAN WATERGEEFFREQUENTIE, EC EN KOELEN VAN DE VOEDINGSOPLOSSING IN EEN EB/VLOED-SYSTEEM BIJ ALSTROEMERIAM

Project 7401-28

C.G.T. Uitermark : teelt
J.C.M. Tas : techniek
Aalsmeer, januari 2000

Rapport 243
Prijs f 25,00

Rapport 243 wordt u toegestuurd na storting van f 25,00 op banknummer 300 177 976 ten name van Proefstation Aalsmeer onder vermelding van 'Rapport 243, Invloed van watergeeffrequentie, EC en koelen van de voedingsoplossing in een eb/vloed-systeem bij Alstroemeria'.

0297-352525

INHOUD

VOORWOORD	4
SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	7
2. MATERIAAL EN METHODEN	8
2.1 Opzet	8
2.2 Teeltomstandigheden en teeltverloop	9
2.3 Kasinrichting	9
2.3.1 Inleiding	9
2.3.2 Bedvorm en substraat	9
2.3.3 Leidingwerk	11
2.4 Beoordeling productie	12
3. RESULTATEN	13
3.1 Proef 1, invloed frequentie en EC	13
3.2 Proef 2, invloed frequentie en EC	14
3.3 Proef 3, invloed koelen voedingsoplossing	16
3.4 Proef 4, invloed frequentie en koelen voedingsoplossing	17
3.5 De ontwikkeling van een vijftal kenmerken van de bloemtak gedurende twee seizoenen	18
4. DISCUSSIE EN CONCLUSIES	21
LITERATUUR	23
BIJLAGEN	24

VOORWOORD

Naast de auteurs zijn nog anderen min of meer direct betrokken geweest bij de opzet en uitvoering van dit onderzoek. Allereerst dient te worden vermeld dat het eb/vloedbed is ontwikkeld in samenwerking met P. van Luijk B.V. Daarnaast hebben vanuit het Proefstation vooral F. Akse en F. van Leeuwen een grote bijdrage geleverd. Tenslotte willen wij de leden van de begeleidingscommissie die de proef regelmatig hebben bezocht, bedanken. Zij hebben ons voorzien van vele nuttige adviezen.

SAMENVATTING

Van februari 1995 tot en met september 1998 is de cultivar 'Victoria' geteeld in een gesloten teeltsysteem. Er werd water gegeven door middel van een eb/vloed-systeem. Als substraat werden kleikorrels gebruikt. Tijdens de vierjarige onderzoeksperiode zijn, met steeds het zelfde plantmateriaal, de volgende vier proeven uitgevoerd:

- invloed van de frequentie en de EC
- idem, maar dan op een ander niveau
- invloed van het koelen van de voedingsoplossing
- invloed van de frequentie en het koelen van de voedingsoplossing

Tenslotte is los van de onderzoeksvraag gedurende twee jaar de gemiddelde groeisnelheid bepaald.

Het gedurende vier jaar telen van Alstroemeria in een eb/vloed-systeem is technisch zeer goed mogelijk gebleken. Wel dient veel aandacht te worden besteed aan een goede (snelle) aan- en afvoer van de voedingsoplossing. Dit betekent dat goed nagedacht moet worden over de combinatie van substraat, bedvorm, aan- en afvoerleidingen en de omwikkeling van de drainslangen. Ook wortelgroei in de drains kan een verslechterde wateraf- en -toevoer tot gevolg hebben. Door de drain groot genoeg te kiezen en door het eind van de drainslang in contact met de kaslucht te brengen ontstaat een luchtbeweging (schoorsteeneffect), die de wortelgroei in de drains sterk afremt.

Zowel bij een eb/vloed-frequentie van 3 als 48 maal per etmaal kunnen Alstroemeria's worden geteeld. Wel worden bij een hoge frequentie meer scheuten gevormd, helaas wordt deze meerproductie niet volledig vertaald in kwalitatief goede takken. Het zijn vooral loze takken die bij de hoge frequentie van watergeven extra worden gevormd.

Als gevolg van het toepassen van een gekoelde voedingsoplossing met een streef-temperatuur van 11 °C werden aanzienlijk minder scheuten gevormd. Dit verschijnsel komt bijna geheel voor rekening van de vorming van minder loze scheuten, en zou in de praktijk een arbeidsbesparing betekenen. Plantfysiologisch lijkt dit dus een goed systeem, ook al omdat alle groeipunten op de juiste temperatuur worden gebracht in tegenstelling tot koelen met koelsslangen.

Met behulp van labelen kan veel inzicht worden verkregen in de groei en ontwikkeling van een (nieuwe) cultivar. Opvallend waren in het geval van de cultivar 'Victoria' de grote verschillen in tijdsduur van uitgroeien. Na het labelen in periode 7 was er ruim vier weken later een oogstbaar product. Vond het labelen echter in periode 11 plaats, dan moest veertien weken worden gewacht voordat de tak kon worden geoogst.

1. INLEIDING

Het hier beschreven onderzoek is uitgevoerd in het kader van het PBG-project 'Ontwikkeling en toetsing van gesloten bedrijfssystemen'. Doel van dit project is na te gaan in hoeverre gesloten teeltsystemen op termijn een alternatief kunnen vormen voor de grondteelt. Dit in een poging de emissie van meststoffen en bestrijdingsmiddelen naar water en bodem te beperken. Het gewas *Alstroemeria* is hierbij gekozen als één van de voorbeeld-gewassen.

Bij de keuze van het onderzochte teeltsysteem is gebruik gemaakt van informatie uit eerder onderzoek (Uitermark, 1997). Uit de resultaten van dat onderzoek bleek dat het, voor *Alstroemeria* ongebruikelijke, eb/vloed-systeem in staat was tot een hogere totale scheutproductie dan een systeem met sproeiers. Gemiddeld werden 10% méér takken geoogst indien gebruik werd gemaakt van het eb/vloed-systeem. De watergeeffrequentie die daarbij werd aangehouden werd ingesteld op het 'gevoel', en varieerde tussen de drie en zeven maal per dag. Wellicht dat een andere frequentie van watergeven leidt tot een optimaler gebruik van het eb/vloed-systeem. Indien de frequentie wordt gevarieerd kan ook de EC worden gevarieerd en hiermee het aanbod aan nutriënten. Wat voor gevolgen dit heeft voor de groei en ontwikkeling is onderzocht (paragraaf 3.1 en 3.2).

Ter oriëntatie is aan het einde van het onderzoek nagegaan of het koelen van de voedingsoplossing een alternatief vormt voor de traditionele koeling van het substraat met behulp van ingegraven koelsslagen (paragraaf 3.3 en 3.4).

Tenslotte is los van de onderzoeksvraag gedurende twee jaar de gemiddelde groeisnelheid bepaald van scheuten vanaf het moment van verschijnen boven het substraat tot en met de oogst (paragraaf 3.5).

Doel

Bepalen van de optimale combinatie watergeeffrequentie en EC in een eb/vloed-systeem. Daarnaast nagaan of bodemkoeling met behulp van een gekoelde voedingsoplossing in dit systeem mogelijk is.

2. MATERIAAL EN METHODEN

2.1 OPZET

De proefperiode strekte zich uit over vier jaar, van februari 1995 tot en met september 1998. De cultivar 'Victoria' werd in week 6 van 1995 geplant in een teeltsysteem waarbij water werd gegeven door middel van eb/vloed. Als substraat werden kleikorrels gebruikt. Dit teeltsysteem evenals het gebruikte substraat worden uitvoerig besproken in paragraaf 2.3. Tijdens deze vierjarige onderzoeksperiode zijn vier verschillende proeven uitgevoerd met steeds het zelfde plantmateriaal en met een ongewijzigd teeltsysteem.

In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de factoren en niveaus die, met enige onderbrekingen (overgangperiodes), achtereenvolgens zijn aangelegd gedurende deze vier jaar. Uit deze tabel blijkt dat de eerste twee proeven niet zijn gekoeld, ook niet door middel van substraatkoeling.

Tabel 1 - Overzicht van alle ingezette factoren en hun niveaus per proefperiode

proef	periode waarin behandelingen zijn gerealiseerd en waarnemingen zijn gerealiseerd	factoren en ingestelde niveaus		
		frequentie per etmaal	EC	ingestelde temperatuur voedingsoplossing (°C)
1	week 17, 1995 t/m week 8, 1996	3, 12, 48	2, 3.5	ongekoeld
2	week 17, 1996 t/m week 8, 1997	3, 48	1, 2, 5	ongekoeld
3	week 33, 1997 t/m week 52, 1997	n.v.t.	n.v.t.	ongekoeld, 11, 14
4	week 17, 1998 t/m week 36, 1998	3, 48	n.v.t.	ongekoeld, 12

De behandelingen zijn neergelegd in één kas, E2, met een oppervlakte van 300 m². De ruimte is verdeeld in vier blokken, waarbij ieder blok bestaat uit acht velden met een lengte van ongeveer 4,5 meter. De buitenste twee velden van ieder blok vormden de rand, hieraan zijn geen waarnemingen verricht. Het brede randbed was gevuld met puimsteen, fractie 2 tot 4 mm, het smalle randbed was gevuld met grote kleikorrels, fractie 4 tot 8 mm. De randbedden ondergingen over het algemeen de minst extreme behandeling. 'Op het oog' gaf dit zeker geen problemen.

Over de overige zes velden zijn de behandelingen per blok verloot. Midden in de kas

bevinden zich acht voedingsbakken van ieder 100 liter, één voor iedere behandeling en twee voor de randbedden. Vanuit één bak worden eerst de twee voorste velden van de proef bediend en daarna de twee achterste velden. Op één veld staan 22 planten. In Bijlage 1 is de proefopzet/plattegrond van de eerste proef weergegeven. De blokindeeling, de veldnummering, de klepaansluitingen en de toewijzing van de bakken aan de velden is bij alle proeven niet gewijzigd.

2.2 TEELTOMSTANDIGHEDEN EN TEELTVERLOOP

De klimaatinstellingen en de teelthandelingen die los stonden van de proefbehandelingen zijn ingesteld, respectievelijk uitgevoerd in overleg met telers die deze proef hebben begeleid. Dit betekent dat er vergelijkbaar met de praktijk is geteeld.

2.3 KASINRICHTING

2.3.1 Inleiding

De ervaring uit een vorig onderzoek (Uitermark, 1996) heeft geleerd dat een goede en snelle waterafvoer noodzakelijk is voor een optimaal teeltresultaat bij Alstroemeria op eb/vloed. Indien het water onvoldoende snel wordt afgevoerd kunnen de volgende problemen optreden:

- natte plekken in het substraat, die groeiverstoring en ziekteproblemen kunnen veroorzaken;
- het systeem is niet goed bestuurbaar. De snelheid waarmee ingegrepen kan worden hangt af van de tijd waarin het substraat uitdraineert;
- als het substraat steeds tegen verzadiging aan blijft zitten, moet het opkomende water (vloed) het reeds aanwezige water verdringen. Dit is een moeizaam proces, in dit geval kan zuurstof- en nutriëntengebrek optreden.

Uitgaande van de bovengenoemde punten en van de ervaring met de technische inrichting van een eb/vloedbed op praktijkschaal (Denar) bij chrysanthe, is een nieuw substraatbed ontworpen dat aan de bovenstaande voorwaarden kan voldoen. Dit bed is ontworpen voor een proef waarin de watergift met eb/vloed bij Alstroemeria wordt geoptimaliseerd.

In de volgende paragrafen van dit hoofdstuk worden de specifieke onderdelen van het eb/vloedsysteem beschreven. Bijlage 2 geeft een uitgebreid overzicht van de technische en economische consequenties indien een bedrijf van 1 ha groot wordt uitgerust met dit teeltsysteem.

2.3.2 Bedvorm en substraat

Aan de bedvorm zijn een aantal eisen gesteld, zoals:

- het snel en gelijkmatig opvoeren van water.

Het voordeel van het eb/vloedsysteem is dat de watergift per plant hetzelfde is. Dit kan echter alleen worden bereikt indien het aanvoer- en afvoersysteem goed gedimensioneerd is. De snelheid van het op- en afvoeren van de voedingsoplossing bepaalt de snelheid waarmee ingegrepen kan worden op de voedingstoestand.

- het snel afvoeren van water.

De snelheid waarmee het voedingswater afgevoerd kan worden is bepalend voor de wachttijd tussen twee watergeefbeurten.

- er mag geen water achterblijven in het bed.

Indien er water in het bed achterblijft ontstaan er natte plekken in het substraat. Deze kunnen groeiverstoringen en ziekteproblemen veroorzaken.

- een kleine water- en substraatinhoud per meter bedlengte.

Een kleine water- en substraatinhoud heeft een aantal voordelen:

1. Hoe kleiner de hoeveelheid te verpompen water, des te sneller het water op- en af te voeren is. Het systeem wordt hierdoor beter bestuurbaar, doordat sneller ingegrepen kan worden op de voedingstoestand in het substraat.
2. Een kleinere hoeveelheid te verpompen water vraagt kleinere leidingdiameters, minder zware pompen en een kleinere opslagcapaciteit van de watervoorraad. Dit is van invloed op de investeringen en kosten van het systeem.
3. Substraat vormt een vrij hoge kostenpost, het is dus belangrijk om deze hoeveelheid zo klein mogelijk te houden.

Aan de hand van de bovenstaande eisen is een substraatbed voor het eb/vloedsysteem ontworpen. Een tekening van het bed staat in Bijlage 3. In een vorige onderzoek bij chrysant, dat in deze kas heeft plaatsgevonden, is lekkage opgetreden. Hierdoor zijn de ingegraven voedingsbakken gaan drijven en een aantal centimeter omhoog gekomen. In de huidige proef zijn daarom alle bedden op een 7 centimeter dikke polystyreen-schuim-plaat gezet om voor voldoende hoogteverschil tussen de bedden en de voorraadbakken te zorgen. Dit was goedkoper dan om de voedingsbakken opnieuw in te graven. Hiermee wordt bereikt dat de bedden geheel leeg kunnen lopen door middel van een natuurlijk verval. Bijlage 4 toont de positie van de aanvoer- en retourbak zoals die is gewenst.

In de bedden is een vrij groot afschot in de breedte aangebracht (1 cm per 18 cm) om ervoor te zorgen dat het water snel en goed afgevoerd kan worden. Voor de snelle afvoer van het voedingswater is een grote drainslang (110 mm, PP, PP-omwikkeld) aangebracht. Deze drain zorgt ook voor een snelle (< 2 minuten voor 2 velden van 4,5 meter lengte) en een gelijkmatige aanvoer, doordat het water eerst door de drain naar de achterzijde van het bed gaat alvorens het opgezet wordt. De grote drainslang en het grote afschot in het bed zorgen ook voor een snelle waterafvoer. Binnen 1 minuut is al het overtollige water uit het substraat afgevoerd. Gezien de snelle opzet- en afvoertijden werd dit systeem in de wandelgangen wel het turbo-systeem genoemd. Het eind van de drain is met behulp van een knie omhoog gezet en eindigt boven het substraat. Door het verschil in temperatuur in de drain en aan het uiteinde van de drain gaat de lucht in de drain stromen (schoorsteeneffect). Dit vertraagt de wortelgroei in de drainslang en voorkomt verstopping door wortels. Dit bleek ook het geval te zijn na vier jaar, er was slechts sprake van geringe wortelgroei in de drain.

Vergeleken met andere substraatbedden is de inhoud van het bed per strekkende meter vrij klein. Per strekkende meter bed wordt 76 liter substraat gebruikt in plaats van de 'gebruikelijke' 120 liter. Het substraat dat in de proef is gebruikt en waar alle verdere berekeningen op zijn gebaseerd, bestaat uit fijne kleikorrels (2-4 mm). De fysische eigenschappen van dit substraat staan vermeld in Tabel 2.

Bij kleikorrels moet per watergeefbeurt ongeveer 50% van het substraatvolume worden volgezet met water. Dit is ongeveer de poriënfractie min de volumefractie water aanwezig bij een drukhoogte van -10 centimeter. Zoals in de tabel is te zien daalt de volumefractie water nauwelijks als de drukhoogte stijgt van -10 naar -50 cm. Het

Tabel 2 - Fysische eigenschappen van gebakken kleikorrels (2-4 mm)
(bron: Wever, 1990)

Bulk-dicht- heid (kg/m ³)	Poriën- fractie (%)	Volumefractie water (W) en lucht (L) bij verschillende drukhoogten (%)							
		-3 cm		-10 cm		-32 cm		-50 cm	
		W	L	W	L	W	L	W	L
627	76	35	41	21	55	18	58	17	59

water dat nog in het substraat aanwezig is, is dus bijna niet te verwijderen. Dit water is waarschijnlijk daardoor ook niet beschikbaar voor de plant.

Per watergeefbeurt moet 50% van het substraatvolume en de draingoot worden volgezet. Indien 12 cm water wordt opgezet, dus als het water tot bovenin het substraat wordt opgezet, moet er ongeveer 55 liter water per strekkende meter bed worden verpompt. Indien het substraat niet geheel onder water gezet moet worden (8 cm), kan worden volstaan met ongeveer 43 liter per strekkende meter bed. De rhizomen zitten (afhankelijk van de cultivar) ongeveer op een diepte van 7 centimeter, dus bij 8 centimeter opzethoogte wordt de laag rond de rhizomen iedere keer doorgespoeld. In de proef wordt de voedingsoplossing tot ongeveer 9 cm hoogte opgezet.

Het nadeel van het bed, zoals het in de proef is aangelegd, is dat het niet stoombaar is. Het is financieel gezien echter niet verantwoord om stoombaar polystyreenschuim te gebruiken, dit is ongeveer tien maal zo duur als gewoon PS-schuim. In de praktijk is dit op te lossen door de draingoot in de ondergrond te maken en bijvoorbeeld geprofileerde aluminium platen als zijkant van het bed te gebruiken (zonder veel extra kosten ten opzichte van het bed zoals in de proef gebruikt).

In de bedden is een EPDM-folie (0,8 mm) gelegd, dit is een synthetisch rubber. Het rubberfolie heeft als voordeel dat het zeer makkelijk aan te leggen is doordat het zo soepel is. Speciale doorvoeren zijn bij dit folie niet nodig. Er wordt een klein gaatje in de folie gemaakt, daar wordt de toe- en afvoerbuis doorheen gestoken. Er ontstaat zo een waterdichte verbinding. Het nadeel van EPDM-folie is dat het vrij duur is (f 15,- tot f 19,- per m² tegen f 4,50 tot f 6,- voor LDPE-folie van 0,5 mm).

2.3.3 Leidingwerk

Iedere behandeling krijgt voedingsoplossing uit een aparte voorraadbak met 1000 liter kant en klare voedingsoplossing. Het bijvullen van de bakken gebeurt met de hand vanuit een A- en B-bak. Per watergeefbeurt worden twee velden tegelijkertijd van water voorzien. Er wordt per keer ongeveer 300 liter water verpompt (type pomp KP550). De leidingen in dit onderzoek zijn van PVC (Poly Vinyl Chloride), omdat gebruik is gemaakt van een deel van het oude leidingnet. De aanvoerleiding heeft een diameter van 50 millimeter. Via een venturi, zoals getekend in Bijlage 5, wordt dit water door de gecombineerde aan- en afvoerleiding (63 mm) naar het bed verpompt. Een venturi is een 45° T-stuk waarop de aanvoer- en retourleiding en de combinatieleiding bij elkaar komen. In de aanvoerleiding zit een versmalling, waardoor het toegevoerde water meer snelheid krijgt.

Hierdoor spuit het water voorbij het T-stuk naar de gecombineerde toe- en afvoerleiding. Als de druk wegvalt doordat de pomp stopt, loopt het bed direct weer leeg door de combinatieleiding, via het T-stuk en de afvoerleiding naar de voorraadbak.

2.4 BEOORDELING PRODUCTIE

Voor het vaststellen van de behandelingseffecten op de productie zijn per veld van alle planten de volgende sorteringen vastgelegd.

Voor proef 1 en 2:

- het aantal takken met vijf of meer bloemsteeltjes in het scherm ('5-op') en een taklengte van minimaal 80 cm
- het aantal takken met vier bloemsteeltjes in het scherm ('4-pitters') en een taklengte van minimaal 80 cm
- het aantal takken met drie bloemsteeltjes in het scherm ('3-pitters') en een taklengte van minimaal 80 cm
- het aantal takken met twee bloemsteeltjes in het scherm ('2-pitters') en een taklengte van minimaal 60 cm
- het aantal takken met één bloemsteeltjes in het scherm ('1-pitters') en een taklengte van minimaal 60 cm en takken met slappe of kromme stelen ongeacht het aantal bloemsteeltjes in het scherm
- het aantal takken waarvan de bloemen van de eerste krans (eerste orde) waren verdroogd of misvormd
- aantal takken loos
- het gemiddeld taggewicht van de takken 5-op per veld per oogstdatum. Voor het wegen werden de takken ingekort tot een lengte van 90 cm.

Voor proef 3 en 4:

- het aantal takken met een rechte en stevige steel van minimaal 80 cm en met drie of meer bloemsteeltjes (klasse 1)
- het aantal takken met twee bloemsteeltjes en het aantal takken met minder stevige of dunne stelen met drie of meer bloemsteeltjes en takken korter dan 80 cm, maar een minimum lengte van 60 cm (klasse 2)
- het aantal takken met minimaal twee bloemsteeltjes en goede en korte takken met een minimum lengte van 40 cm (klasse 3)
- het aantal takken waarvan de bloemen van de eerste krans (eerste orde) waren verdroogd of misvormd
- aantal takken loos
- het gemiddeld taggewicht van klasse 1 per veld per oogstdatum. Voor het wegen werden de takken ingekort tot een lengte van 80 cm.

De productie per behandeling is dus per sortering verzameld. Om na te gaan of er sprake is van betrouwbare verschillen tussen de behandelingen is een anova-analyse toegepast. Dit geldt voor de eerste en tweede proef, proef drie en vier zijn niet geanalyseerd in verband met het oriënterende karakter.

De resultaten met betrekking tot de productie die hierna worden besproken zijn weergegeven per 3,1 plant, dit komt neer op de gemiddelde plantdichtheid zoals die meestal in de praktijk wordt gerealiseerd.

3. RESULTATEN

3.1 PROEF 1, INVLOED FREQUENTIE EN EC

De cultivar 'Victoria' werd in week 6 van 1995 geplant. Direct na het planten kregen alle behandelingen de voedingsoplossing toegediend met een frequentie en een EC die overeenkwam met de laatste fase van de opkweek. In elf weken werd geleidelijk overgegaan naar het behandelingschema zoals aangegeven in Tabel 3.

Tabel 3 - Behandelingsschema

Behandeling	Frequentie per etmaal	EC
1	48	2
2	12	2
3	3	2
4	48	3,5
5	12	3,5
6	3	3,5

In Tabel 4 worden de resultaten weergegeven. In deze tabel staan de productie en het takgewicht vermeld vanaf week 17, 1995, immers elf weken na het planten in week 6 werden de behandelingen gerealiseerd. Het waarnemen werd beëindigd na week 8 van 1996.

Invloed EC

Het effect van de EC staat niet in de tabel vermeld omdat na analyse van de gegevens geen betrouwbare invloed bleek op de productie. De EC had wel een betrouwbaar geringe invloed op het steelgewicht:

- een EC van 2 leidde tot stelen met een gemiddeld gewicht van 56 gram.
- een EC van 3,5 leidde tot stelen met een gemiddeld gewicht van 55 gram.

Invloed frequentie

Ook de frequentie had een betrouwbare invloed op het takgewicht. Zoals uit de tabel blijkt leidde een hogere frequentie tot zwaardere takken.

Een betrouwbaar effect werd niet gevonden voor de invloed van de frequentie op het aantal 3-op, 1-en 2-pitters en verdroogde bloemen. Wel bleek na 44 weken telen een hogere watergeeffrequentie te leiden tot de vorming van meer scheuten, helaas is die extra scheutvorming vertaald in meer loos. Dit laatste wellicht als gevolg van het ontbreken van enige vorm van substraatkoeling.

Tabel 4 - Productie per 3.1 plant en het takgewicht voor de periode van week 17, 1995 tot en met week 8, 1996

	Frequentie per etmaal			niet significant
	48	12	3	
3-op				155
1 en 2 pitters				4
verdroogde bloemen				26
loos	88	74	57	
totaal scheut	273	259	242	
takgewicht 5-op (gram/90 cm)	56	56	54	

3.2 PROEF 2, INVLOED FREQUENTIE EN EC

Na overleg met de Landelijke Alstroemeria-commissie van LTO-Groeienservice werd besloten om de factor EC extremer in te zetten. Om deze reden werden de behandelingen met een frequentie van twaalf maal per etmaal opgeofferd om plaats te maken voor een extra EC niveau. Er is wel naar gestreefd om de oude behandelingen daar waar mogelijk te handhaven en de veranderingen zoveel mogelijk te laten aansluiten bij de oude situatie. Daarnaast is, in overleg met de commissie, in de zomer van 1996 niet gekrijt.

In Tabel 5 staan de nieuwe behandelingen vermeld naast de behandelingen die in de vorige proef zijn aangehouden. De behandelingen zijn in stappen gerealiseerd vanaf 1 april 1996 (week 14) tot aan voltooiing op 22 april (week 17).

In Tabel 6 worden de resultaten weergegeven van deze tweede proef. In deze tabel staan de productie en het takgewicht vermeld vanaf week 17, 1996 tot en met week 8 van 1997.

Invloed EC

Wederom bleek na analyse dat de EC geen betrouwbaar effect had op de productie. De EC is daarom niet opgenomen in de tabel. De EC had, net als in proef 1, wel een betrouwbare invloed op het steelgewicht, dit was voor een:

- EC van 1 gemiddeld 50 gram
- EC van 2 gemiddeld 51 gram
- EC van 5 gemiddeld 48 gram

Tabel 5 - Overgang van de behandelingen van proef 1 naar die van proef 2.

Behandeling	Frequentie per etmaal	EC	Frequentie per etmaal	EC
	OUDE SITUATIE		VANAF 1/4/96	
1	48	2	48	2
2	12	2	48	1
3	3	2	3	2
4	48	35	48	5
5	12	35	3	5
6	3	35	3	1

Tabel 6 - Productie per 3.1 plant en het takgewicht voor de periode van week 17, 1996 tot en met week 8, 1997

	Frequentie per etmaal		Niet significant
	48	3	
3-op	182	173	
1 + 2 pitters	83	72	
verdroogd			37
loos	184	121	
totaal scheut	488	401	
takgewicht 5-op (gram/90cm)	51	49	

Invloed frequentie

Weer bleek de frequentie een betrouwbare invloed te hebben op het gemiddeld takgewicht, net als in proef 1 leidde een hogere frequentie tot zwaardere takken. Ook bleek na 44 weken telen een hogere watergeeffrequentie wederom te leiden tot de

vorming van meer scheuten, namelijk 87 meer (22%) ten opzicht van drie maal per etmaal. Voor een klein deel werd dit vertaald in meer 3-op en 1- en 2-pitters, namelijk 20 stuks, voor het grootste deel, 63 stuks, helaas in loos. Wellicht omdat ook nu weer de koeling ontbrak.

3.3 PROEF 3, INVLOED KOELEN VOEDINGSOPLOSSING

Uit de resultaten van proef 1 en 2 blijkt dat de EC op de productie nauwelijks van invloed is. Hetzelfde geldt voor de invloed van de frequentie op de productie van kwalitatief goede takken. De hoge frequentie leidt wel tot de vorming van meer scheuten, alleen wordt deze meerproductie aan scheuten vertaald in vooral loze takken. De combinatie van de lage frequentie (3x per etmaal) en de hoogste EC (5) in proef 2 leidde wel tot een meer gedrongen groei.

De resultaten lijken erop te wijzen dat de watergeeffrequentie bij dit systeem binnen bepaalde grenzen behoorlijk kan variëren voordat er opbrengstreductie optreedt. Dit opent perspectieven voor het koelen van het substraat met behulp van een gekoelde voedingsoplossing. *De vraag is echter of de planten bestand zullen zijn tegen een steeds terugkerende 'koudegolf' in de wortelzone.* Bij gebleken geschiktheid kunnen met een dergelijk koelsysteem de volgende voordelen worden behaald:

1. economisch/technisch: er hoeven geen koelsslangen in het substraat te worden aangelegd. Naast een besparing op de kosten betekent dit ook dat teeltwisselingen gemakkelijker kunnen worden uitgevoerd.
2. plantfysiologisch: door te koelen met de voedingsoplossing worden alle groeipunten op de juiste temperatuur gebracht, in tegenstelling tot koelen met koelsslangen.

De uitvoering van het systeem in kas E2 en de stand van het gewas stonden toe dat aanvullend onderzoek naar de koelingsmogelijkheden met de voedingsoplossing mogelijk was. Vanaf week 8 van 1997 zijn alle behandelingen geleidelijk 'gelijk gezet' op EC=2 en een frequentie van zes maal per dag. Uit de analyse van de productie van week 17 t/m 20 van 1997 bleek dat er geen significante verschillen aanwezig waren tussen de oorspronkelijke behandelingen.

In week 23 van 1997 zijn twee koelmachines geplaatst, ieder met een vermogen van 2000 Watt. Een koelmachine is aangesloten op één bak van 1000 liter gevuld met voedingsoplossing. Vanuit deze bak werd in twee beurten (2 X 2 velden) direct na elkaar ongeveer 12,7 m² netto (= 28,9 m² bruto) voorzien van water en meststoffen. Vanaf deze eerste week van juni is ernaar gestreefd twee substraattemperaturen te realiseren door middel van een combinatie van watergeeffrequentie en koeltemperatuur van de voedingsoplossing. De twee ingestelde temperaturen van de voedingsoplossing waren: 11°C vanuit bak 1, en 14°C vanuit bak 2. Bak 3 werd gebruikt als controle, de vier velden die vanuit deze bak zijn bediend werden dus niet gekoeld. De overige drie voedingsbakken en daarbij behorende twaalf velden vielen buiten deze proef. De frequenties van de watergeefbeurten was afhankelijk van de substraattemperatuur. Als bovengrens werd een frequentie van 48 maal per etmaal aangehouden.

De volgende frequenties zijn aangehouden:

- | | |
|--|--------------------|
| - juni tot half september 1997 | 48 maal per etmaal |
| - half september tot begin december 1997 | 12 maal per etmaal |

Bijlage 6 geeft de proefopzet/plattegrond weer.

De koeling heeft gedraaid van week 24 tot en met week 49 van 1997. De eerste

weken waren er aanloopproblemen met de koelmachines, daarom zijn de waarnemingen gestart in week 33. Na week 49, einde koelperiode, is nog drie weken waargenomen tot week 52 van 1997. Gedurende deze drie weken kregen alle behandelingen water met een frequentie van zes maal per dag. In Tabel 7 staan de oogstgegevens vermeld van de waarneempriode.

Tabel 7 - Productie per 3,1 plant en het takgewicht voor de periode van week 33, 1995 tot en met week 52, 1997

	setpoint koeling (°C)		
	11	14	controle
klasse 1	59	58	57
klasse 2 + 3	39	32	24
verdroogd	30	29	19
loos	78	128	157
scheut totaal	206	247	258
takgewicht klasse 1 (gram/80cm)	48	53	56

Uit de waarnemingen blijkt dat koelen van een voedingsoplossing in een eb/vloed-systeem werkt. Zeker indien wordt gestreefd naar een voedingsoplossing met een temperatuur van 11 °C. In dat geval worden iets meer bloeiende, maar vooral veel minder loze takken gevormd.

3.4 PROEF 4, INVLOED FREQUENTIE EN KOELEN VOEDINGSOPLOSSING

Uit de resultaten van de eerste twee proeven blijkt dat een hoge frequentie vooral leidt tot de vorming van extra loze scheuten. De gebruikte voedingsoplossing was in dat geval ongekoeld en volgde uiteraard in grote lijnen de kasttemperatuur.

De vraag die nog onbeantwoord blijft is: zijn de extra scheuten gevormd als gevolg van de hoge frequentie (betere beschikbaarheid water en nutriënten) of speelt de substraattemperatuur een rol. Immers hoog frequent watergeven met een 'warme' voedingsoplossing kan wellicht de bodemtemperatuur verhogen en/of de bodemtemperatuur wordt verhoogd door het aanzuigen van warme kaslucht als de voedingsoplossing snel terugstroomt. Ieder onderzoek met betrekking tot de bodemtemperatuur bij Alstroemeria toont aan dat als gevolg van hogere bodemtemperaturen meer scheuten worden gevormd, maar helaas ook meer loze scheuten.

Om deze vraag te beantwoorden is een laatste proef, proef 4, uitgevoerd.

Daarbij is gekozen voor de volgende opzet vanaf week 12, 1998:

- hoge frequentie van 48 maal per etmaal en koelen van de voedingsoplossing
- lage frequentie van 3 maal per etmaal en koelen van de voedingsoplossing
- hoge frequentie van 48 maal per etmaal en ongekoeld
- lage frequentie van 3 maal per etmaal en ongekoeld

De temperatuur van de gekoelde voedingsoplossing varieerde van 11 tot 14°C. Bijlage 7 geeft de proefopzet/plattegrond weer.

Vanaf week 17 tot en met 36 van 1998 zijn oogstwaarnemingen verricht. Na die periode is het onderzoek beëindigd.

De resultaten van deze laatste proef zijn weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8 - Productie per 3,1 plant en het takgewicht voor de periode van week 17, 1995 tot en met week 36, 1998

	behandeling			
	gekoeld 48 maal	gekoeld 3 maal	ongekoeld 48 maal	ongekoeld 3 maal
klasse 1	167	178	165	144
klasse 2 + 3	33	33	25	30
verdroogd	16	12	11	12
loos	35	45	51	46
scheut totaal	251	269	253	231
takgewicht klasse 1 (gram/80cm)	42	44	44	42

Uit Tabel 8 blijken geen grote effecten van enige behandeling, er is slechts sprake van enkele tendensen. Daarnaast spreken deze waarnemingen ook eerdere bevindingen tegen. Bijvoorbeeld bij een frequentie van drie maal per dag leidde koelen tot meer takken van klasse 1, echter er werden als gevolg van de koeling niet minder loze scheuten gevormd zodat uiteindelijk meer scheuten bij de gekoelde behandeling werden gevormd.

3.5 DE ONTWIKKELING VAN EEN VIJFTAL KENMERKEN VAN DE BLOEMTAK GEDURENDE TWEE SEIZOENEN

Dit onderdeel is beschrijvend van aard. Gezien het oriënterende karakter is ook geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende behandelingen. De resultaten zijn dus een gemiddelde van alle behandelingen.

Het doel van dit onderdeel was met name inzicht te verkrijgen in een aantal grootheden met betrekking tot de bloei, grootheden die op voorhand niet bekend waren. Daarnaast heeft dit onderdeel aangetoond dat het labelen en volgen van scheuten een handige en

snelle methode is om inzicht te verkrijgen in de eigenschappen van cultivars.

De aanpak was als volgt. Eenmaal per week zijn vier scheuten per veld, in totaal dus 96 scheuten, gelabeld. Dit vond plaats vanaf week 13 in 1995 tot en met week 48 van 1996. De scheuten werden gelabeld op het moment dat zij boven het substraat uitgroeiden. Overigens werd het aantal van 96 scheuten niet iedere week gehaald omdat in najaar en winter af en toe onvoldoende scheuten boven het 'maaiveld' uitstaken.

Op het label werd het weeknummer vermeld. Bij de oogst werden de gelabelde takken in eerste instantie apart beoordeeld. Daarna werden zij meegenomen in de beoordelingen zoals vermeld in paragraaf 2.4.

Op het oogstmoment werden van de gelabelde takken de volgende kenmerken extra vastgelegd:

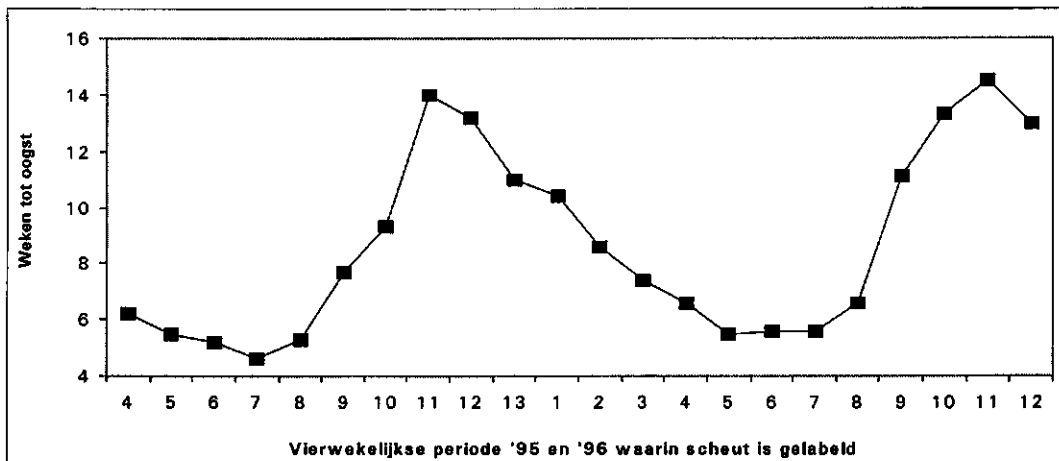
1. de week van labelen en de oogstweek
2. de totale taklengte tot aan de bloemkrans
3. het takgewicht van de totale taklengte, dus voor het afknippen
4. het aantal internodiën, de bepaling vond plaats door het aantal bladeren te tellen, hierbij werden de 'kransbladeren' als één blad geteld

De onderstaande figuren 1, 2 en 3 tonen respectievelijk de tijdsduur van het zichtbaar worden van de scheut tot aan bloeirealisatie, de taklengte en -gewicht en het aantal en lengte van de internodiën.

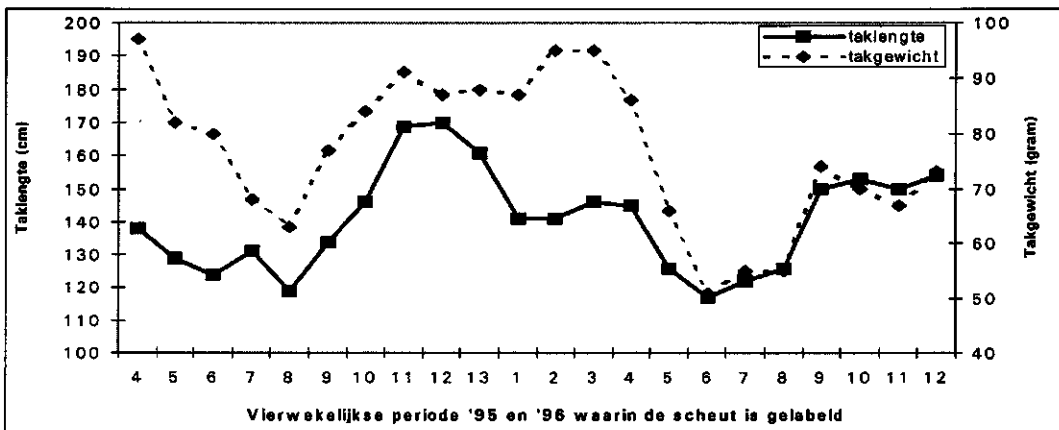
Uit Figuur 1 blijkt dat de teeltduur van in het voorjaar en zomer zichtbaar geworden scheuten het kortst is, de groeiduur van scheuten die zichtbaar worden na periode 8 neemt enorm toe. Als voorbeeld het seizoen 1995: na het zichtbaar worden van een scheutje in periode 7 is slechts 4,5 week nodig om uit te groeien tot een oogstbaar product; dit ging gepaard met een taklengte van 131 cm, een takgewicht van 68 gram (Figuur 2) en een gering aantal internodiën van iets meer dan twintig (Figuur 3). Dat het ook anders kan bewijzen de resultaten na labelen in periode 11 van dat zelfde jaar, deze scheuten worden gemiddeld pas na veertien weken geoogst (Figuur 1) met een steel die bijna 40 cm langer (Figuur 2) is en veertien internodiën meer heeft (Figuur 3). Het verschil tussen het aantal gevormde internodiën na zichtbaar worden in periode 7 en periode 11 wordt veroorzaakt door het inductiemoment. Het afsplitsen van bladeren gaat in periode 11 langer door als gevolg van het latere inductie moment ten opzichte van de scheuten in periode 7.

Het takgewicht verloopt, zoals te verwachten, parallel aan de taklengte (Figuur 2). Heel anders is dit bij het aantal en de lengte van de internodiën, een hoog aantal internodiën gaat steeds gepaard met een geringe internodiënlengte en omgekeerd.

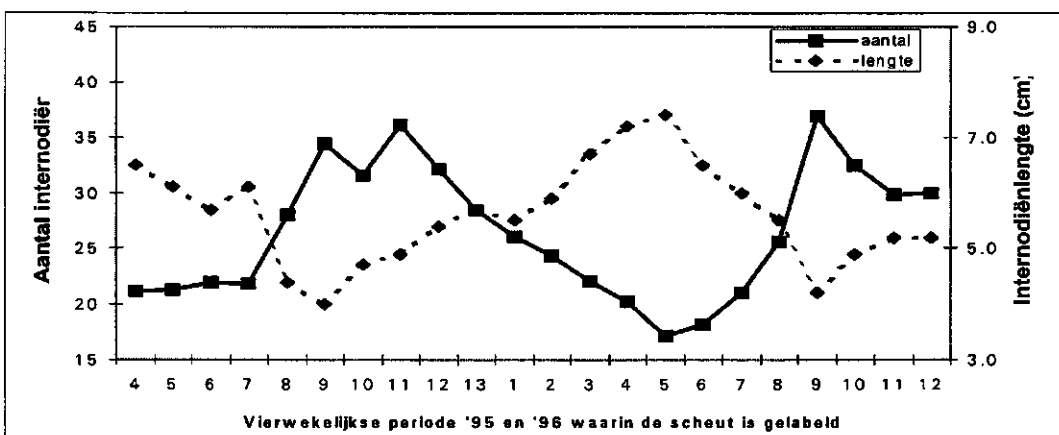
Figuur 1 - Tijdsduur zichtbaar worden van de scheut totaan bloeirealisatie in 1995 en 1996



Figuur 2 - Verloop van de taklengte en het takgewicht in 1995 en 1996



Figuur 3 - Verloop van het aantal en de lengte van de internodiën in 1995 en 1996



4. DISCUSSIE EN CONCLUSIES

Techniek

De aan- en afvoer van voedingswater is zeer belangrijk voor een eb/vloed-systeem. Dit betekent dat goed nagedacht moet worden over de combinatie van substraat, bedvorm, aan- en afvoerleidingen, aangezien deze samen de verspreiding en afvoer van het water sterk beïnvloeden.

Ook de scheiding van het substraat met het watergeefstelsel heeft grote invloed op de afvoer van het voedingswater. Bij gebruik van een fijn substraat dringt dit na verloop van tijd door in bijvoorbeeld de omwikkeling van de drainslangen. Deze kunnen dan enigszins verstopt gaan zitten en minder drainwater afvoeren. Bij dit eb/vloed-systeem heeft dit ook consequenties voor de aanvoer van het water, aangezien ook dit via de drains het substraat in moet komen. Dus de keuze van een juiste omwikkeling voorkomt stagnatie in de wateraf- en -aanvoer. Ook wortelgroei in de drains kan een verslechterde wateraf- en -toevoer tot gevolg hebben. Door de drain groot genoeg te kiezen en door het eind van de drainslang in contact met de kaslucht te brengen ontstaat een luchtbeweging (schoorsteeneffect), die de wortelgroei in de drains sterk afremt. Dit bleek ook na afloop van de proef, na vier jaar was de wortelgroei in de drain vrij gering.

Een groot afschot in het bed naar de drain toe komt de afvoer van het drainwater zeker ten goede. De doorvoer van de drain naar het leidingnet moet ook diep genoeg ingezet worden om ervoor te zorgen dat er geen laagje water onderin het bed blijft staan. Natte plekken in het bed kunnen groeistagnatie en ziekteproblemen tot gevolg hebben, hetgeen natuurlijk voorkomen moet worden. Bij dit eb/vloed-systeem is de doorvoercapaciteit van de drainslangen groot genoeg gebleken om een egale verdeling van het water te krijgen.

Bij de opschaling van het eb/vloedsysteem tot een bedrijf met een grootte van 1 hectare (zie Bijlage 2), is het belangrijk een aantal risicoverkleinende maatregelen te nemen, zoals de plaats van de aanvoer- en retourbak, zodat bij een stroomstoring in alle bedden een laagje water komt te staan. Het is ook belangrijk dat het gehele substraatbed en leidingwerk stoombaar is, zodat in geval van besmetting alles goed ontsmet kan worden.

Teelt

Invloed van de frequentie en de EC

Zowel bij een eb/vloed-frequentie van 3 als 48 maal per etmaal kunnen *Alstroemeria*'s worden geteeld. Wel worden bij een hoge frequentie meer scheuten gevormd, helaas wordt deze meerproductie niet volledig vertaald in kwalitatief goede takken. Het zijn vooral loze takken die bij de hoge frequentie van watergeven extra worden gevormd. Daarnaast zijn de takken iets zwaarder bij een hogere frequentie. De invloed van de EC op het takgewicht was van dezelfde orde, bij een lagere EC werden de takken betrouwbaar iets zwaarder.

Niet gemeten, maar wel waargenomen in proef 2 was het gecombineerde effect van de lage frequentie (3 maal per etmaal) en de hoogste EC (5). Deze combinatie leidde tot een meer gedrongen groei.

Invloed van het koelen van de voedingsoplossing

Als gevolg van het toepassen van een gekoelde voedingsoplossing met een streef-temperatuur van 11 °C werden aanzienlijk minder scheuten gevormd. Dit verschijnsel komt bijna geheel voor rekening van de vorming van minder loze scheuten. Dit resultaat wordt bevestigd door al het andere onderzoek met betrekking tot de invloed van de bodemtemperatuur.

De vraag of de planten bestand zullen zijn tegen een steeds terugkerende 'koudegolf' in de wortelzone is hiermee beantwoord. Plantfysiologisch lijkt dit dus een goed systeem ook al omdat alle groeipunten op de juiste temperatuur worden gebracht in tegenstelling tot koelen met koelsslangen.

Invloed van de frequentie en het koelen van de voedingsoplossing

De resultaten van deze afsluitende proef zijn niet éénduidig. Wellicht dat invloeden van vorige proeven nog een rol speelde.

Ontwikkeling van een vijftal kenmerken van de bloemtak gedurende twee seizoenen

Dit onderdeel heeft aangetoond dat met behulp van labelen veel inzicht kan worden verkregen in de groei en ontwikkeling van een (nieuwe) cultivar. Opvallend waren in het geval van de cultivar 'Victoria' de grote verschillen in tijdsduur van uitgroeien. Labelen in periode 7 leidde ruim vier weken later tot een oogstbaar product, vond dit echter plaats in periode 11 dan moest veertien weken worden gewacht voordat de tak kon worden geoogst.

LITERATUUR

Os, P. van, et al., 1993. Eb/vloed Alstroemeria in bedden voldoet. Vakblad voor de Bloemisterij, nr. 31, p. 31.

Uitermark, C.G.T., et al., 1995. Tussenstand proef met gesloten teeltsystemen. Vakblad voor de Bloemisterij, nr. 16, p. 34-35.

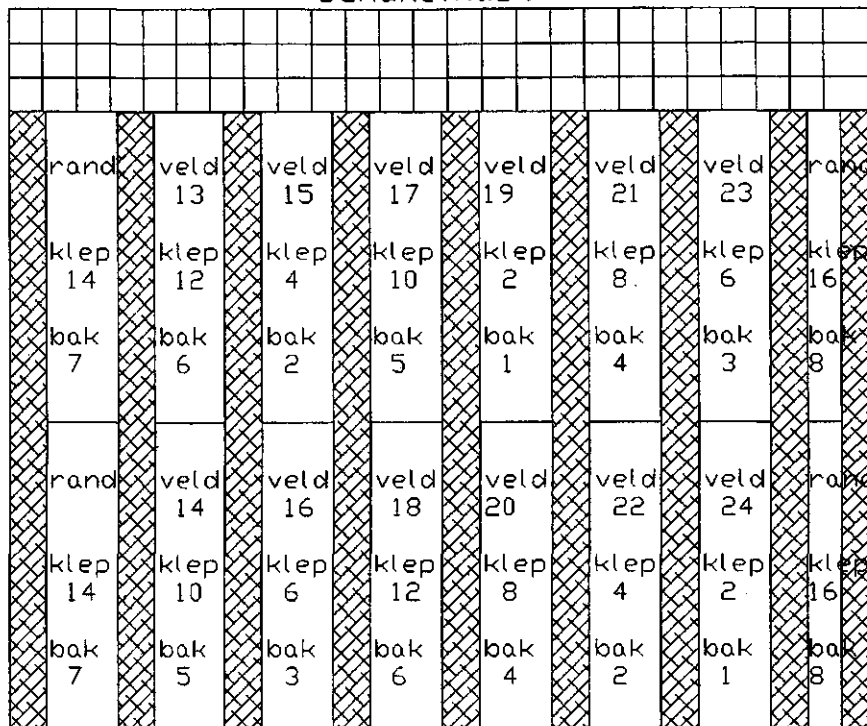
Uitermark, C.G.T., et al., 1997. Teelt- en bedrijfskundige aspecten van een gesloten teeltsysteem bij Alstroemeria, PBG rapport 107.

BIJLAGE 1

PROEFOPZET/PLATTEGROND PROEF 1 EN 2

Bijlage x1: Plattegrond kas

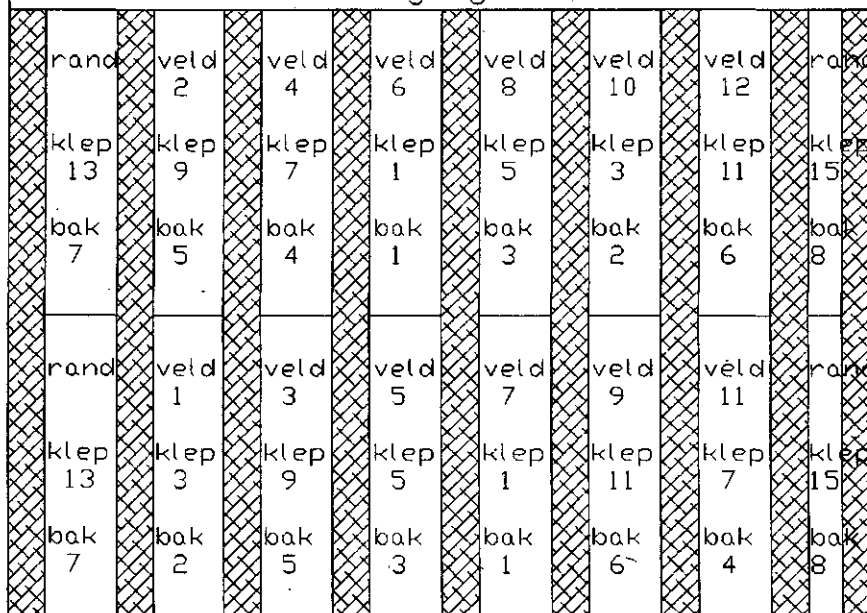
schakelkast



leidingengoot



leidingengoot



Voedingsbak:

1. 1 x per half uur
Ec = 2
2. 1 x per twee uur
Ec = 2
3. 1 x per acht uur
Ec = 2
4. 1 x per half uur
Ec = 3.5
5. 1 x per twee uur
Ec = 3.5
6. 1 x per acht uur
Ec = 3.5
7. randrij:
kleikorrels 4-8mm
1 x per twee uur
Ec = 2
8. randrij:
puimsteen 2-4mm
1 x per twee uur
Ec = 2

BIJLAGE 2 OPSCHALING NAAR EEN BEDRIJF VAN 1 HECTARE

In overleg met de begeleidingsgroep van de werkgroep Alstroemeria is een 'standaard' Alstroemeriabedrijf beschreven. Hierbij is uitgegaan van een nieuw te bouwen bedrijf met een oppervlak van de glasopstanden van 10240 m². De lengte van het bedrijf is 128 m (20 kappen van 6.40 m) en de breedte 80 meter. Het middenpad is 3 meter breed. Er is gekeken welke consequentie het aanleggen van een eb/vloedsysteem op de bedrijfsinrichting heeft. Hierbij is ook gekeken naar het verkleinen van de risico's die eb/vloed met zich mee kan brengen, zoals uitdroging van het substraat in geval van een stroomstoring. De inrichting van een bedrijf met sproeiers of druppelaars is dusdanig standaard, dat onderstaand alleen de inrichting van een bedrijf met eb/vloed besproken wordt.

Uitgangspunten

De uitgangspunten voor de berekening van de leidingen en pompen nodig voor eb/vloed op een 1 hectare-bedrijf zijn als volgt:

- * ieder bed moet één maal per twee uur water kunnen krijgen;
- * substraathoogte: 12 cm;
- * opzethoogte water: 8 cm; Het water wordt tot boven rhizoomhoogte opgezet, de laag waarin de rhizomen zitten wordt dus elke watergeefbeurt doorgespoeld. Dit bespaart aanzienlijk op de benodigde opslagcapaciteit van het aanvoer- en retourwater;
- * bedvorm als in de proef in kas E2 op het Proefstation voor de Bloemisterij en Glasgroenten te Aalsmeer, zie Bijlage 3. In deze bedden zit een groot afschot en een voldoende grote drain om het water over een lengte van 38,5 m te transporteren;
- * fijne kleikorrels: 50% van de inhoud van het bed te vullen met water (tot 8 cm);
- * de inhoud van de aanvoerbak is minimaal de waterinhoud van één kraanvak + de maximale gewasverdamming per dag (6 l/m²) van één kraanvak + de waterinhoud van het leidingsysteem. Dit is ruim berekend om ervoor te zorgen dat er altijd voldoende water aanwezig is om de draingoten van alle bedden vol te zetten in geval van stroomstoring;
- * de inhoud van de retourbak is minimaal de waterinhoud van één kraanvak + de waterinhoud van het leidingsysteem. Dit water wordt altijd direct doorgepompt naar de aanvoerbak, dus er is geen kans op overstroming.

Aan de hand van de uitgangspunten zijn de benodigde leidingdiameters en pompcapaciteiten bepaald. De aanvoer- en retourleiding zijn als een ringleiding aan de buitenkant van de kas gelegd. Dit heeft als voordeel dat de totale leidingweerstand voor ieder bed ongeveer hetzelfde is. Ook is de gehele leiding voor reparatie- en onderhoudswerkzaamheden bereikbaar.

In twee uur tijd moet bij alle bedden worden watergegeven. Uitgaande van 15 minuten voor het opzetten en wegglopen van het voedingswater, is de kas in acht kraanvakken verdeeld. Eén vak bestaat uit twintig bedden. De inhoud van een bed is 1,55 m³. Per kraanvak komt dit uit op 31 m³. De twintig bedden in het kraanvak moeten in tien

minuten vol met water gezet kunnen worden. Dit betekent dat de pompen minimaal 192 m³/uur moeten kunnen verpompen. De opvoerhoogte van de pomp moet minimaal 26 mwk zijn, bij een aanvoerleiding met een diameter van 110 mm.

De retourleiding moet een diameter van 225 mm hebben om het water voldoende snel (in 5 minuten alleen nog water in de draingoot) af te kunnen voeren. Uit de retourbak wordt het water, eventueel via een substraatunit voor controle van de pH en EC, weer naar de aanvoerbak gepompt. Aanvulling van het, door de planten, verbruikte water wordt uit het waterbassin, via de substraatunit, naar de aanvoerbak verpompt. Het retour- en bassinwater wordt gefilterd alvorens het in de aanvoerbak terechtkomt. Vanuit de aanvoerbak kan het voedingswater weer naar het volgende kraanvak in de kas verpompt worden.

In zowel de aanvoerbak als in de retourbak wordt gebruik gemaakt van dubbele pompen om meer bedrijfszekerheid te hebben. Dit heeft nagenoeg geen meerkosten tot gevolg. De pompen die het water van de retourbak naar de aanvoerbak verpompen, moeten dezelfde capaciteit hebben als de pompen die het water van de aanvoerbak de substraatbedden inpompen. Het kan dus een continu circulerend systeem zijn.

Om te kunnen voldoen aan de gestelde eis moet de aanvoerbak een inhoud van minimaal 45 m³ hebben. Uitgaande van een ronde silo heeft deze een diameter van 5 meter en een hoogte van 2,5 meter. Om extra zekerheid in te bouwen wordt deze bak hoger dan de bedden geplaatst. In Bijlage 4 is de opstelling van de bakken met de aanvoer- en retourleidingen schematisch weergegeven. Bij stroomstoring gaan alle kleppen in de aanvoerleiding open. Door de zwaartekracht komt er in alle bedden dan een laagje water te staan. In de retourleiding moet natuurlijk ook een klep zitten die sluit als de stroom uitvalt, zodat het water niet direct weg kan lopen. Het substraat kan op deze manier nooit volledig uitdrogen.

Om het retourwater op te vangen, voordat het doorgepompt wordt naar de aanvoerbak moet de eerste een inhoud van minimaal 40 m³ hebben. Uitgaande van een ronde silo heeft deze een diameter van 6 meter en een hoogte van 1,5 meter. Deze bak wordt lager dan de bedden geplaatst (ingegraven en in beton gestort). Zodoende wordt gebruik gemaakt van de zwaartekracht om het retourwater uit de bedden te krijgen (natuurlijk verval).

De technische- en bedrijfseconomische consequenties op basis van al deze uitgangspunten zijn als hieronder aangegeven.

Inrichting bedrijf:

lengte	128 m (20 kappen van 6.40 m breed)
breedte	80 m
oppervlak	10240 m ²
middenpad	3 m breed

bedbreedte	70 cm (inwendig)
substraathoogte	12 cm
substraatsoort	fijne kleikorrels
gaasbreedte	1 m
padbreedte	60 cm

Uitgangspunten:

De uitgangspunten voor de berekening van de leidingen en pompen nodig voor eb/vloed in vaste bedden op een 1 hectare-bedrijf zijn als volgt:

- * ieder bed moet één maal per twee uur water kunnen krijgen;
- * substraathoogte: 12 cm;
- * opzethoogte water: 8 cm. In verband met de capillaire werking van het substraat en de plaats van de wortels (onderin het bed) is het niet nodig om het water tot bovenin het substraat op te zetten. Dit bespaart aanzienlijk op de benodigde opslagcapaciteit van het aanvoer- en retourwater;
- * bedvorm als in de proef (zie bijlage 3). In deze bedden zit een groot afschot en een voldoende grote drain om het water over een lengte van 38,5 m te transporteren;
- * fijne kleikorrels (2-4 mm): 50% van de inhoud van het bed te vullen met water (tot 8 cm);
- * de inhoud van de aanvoerbak is minimaal de waterinhoud van één kraanvak + de maximale gewasverdamming per dag (6 l/m^2) van één kraanvak + de waterinhoud van het leidingsysteem. Dit is ruim berekend om ervoor te zorgen dat er altijd voldoende water aanwezig is om de draingoten van alle bedden vol te zetten in geval van stroomstoring;
- * de inhoud van de retourbak is minimaal de waterinhoud van één kraanvak + de waterinhoud van het leidingsysteem. Dit water wordt altijd direct doorgepompt naar de aanvoerbak, dus er is geen kans op overstroming.

Berekening inhoud bed en grootte kraanvak:

bedlengte $\approx 38 \text{ m}$

toe te voeren hoeveelheid water

= de inhoud van de drainagegoot + 50% van de inhoud van het substraat (tot 8 cm)

= $0,13 * 0,13 + 50\% (0,08 * (0,5 + 0,7) / 2)$

= $0,041 \text{ m}^3/\text{m}$

= $> 1,55 \text{ m}^3$ per bed van 38 m lengte.

In 2 uur moeten alle bedden water gehad hebben, uitgaande van 15 min. op en af

= $>$ kas in 8 kraanvakken verdelen.

= $>$ $40 \text{ kappen} / 8 = 5 \text{ kappen per kraanvak}$

= $>$ $5 \text{ kappen} = 20 \text{ bedden} \quad = > 20 * 1,55 \text{ m}^3$

$\approx > 31 \text{ m}^3$

Maximale verdamping is 6 liter per bruto m^2 per etmaal.

$5 \text{ kappen} = > 5 * 38 * 6,40 = 1216 \text{ m}^2$

totale verdamping per vak = $> 7,3 \text{ m}^3$ per 24 uur

Stel dat per watergeefbeurt 1 m^3 water aangevuld moet worden als gevolg van verdamping. Dit komt dus op 32 m^3 per watergeefbeurt.

Leidingwerk in de kas

De toe- en afvoerleiding wordt in een ring aan de buitenrand van de kas gelegd. Dit wordt gedaan om de hoeveelheid water per lengte buis te verminderen. Dit heeft ook tot gevolg dat de totale leidingweerstand voor ieder bed ongeveer hetzelfde is.

De totale lengte van de ringleiding is $128 + 80 + 128 + 80 = 416 \text{ m}$. De gemiddelde

aan- en afvoerafstand is ongeveer. $1/2 * 416 \text{ m} = 208 \text{ m}$.

Berekening aanvoer 1:

In totaal moet 32 m^3 water verpompt worden in 10 minuten (vultijd) $= > 192 \text{ m}^3/\text{h}$
opvoerhoogte $\approx 30 \text{ cm}$. Dit is de hoogte vanaf het maaiveld tot de opzethoogte van het water (dit is vrij ruim genomen om problemen te voorkomen).

Doordat er een ringleiding ligt hoeft maar de helft van de hoeveelheid water door de helft van de leidinglengte. (aanvoer van twee kanten). $= > 96 \text{ m}^3/\text{h}$

Stel diameter toevoerleiding (ring): 110 mm

weerstandsverlies $= 8 * 0,85 \text{ mwk per } 100 \text{ m leiding}$

lengte ringleiding: $208 + 30$ (3 bochten) $+ 100$ (venturi + klep) $= 338 \text{ m}$

totale weerstand $\approx 24 \text{ mwk}$

Dit komt dus neer op een pompcapaciteit van minimaal $192 \text{ m}^3/\text{h}$ en een opvoerhoogte van minimaal 26 mwk.

Berekening aanvoer 2:

In totaal moet 32 m^3 water verpompt worden in 10 minuten (vultijd) $= > 192 \text{ m}^3/\text{h}$
opvoerhoogte $\approx 30 \text{ cm}$

Doordat er een ringleiding ligt hoeft maar de helft van de hoeveelheid water door de helft van de leidinglengte. (aanvoer van twee kanten). $= > 96 \text{ m}^3/\text{h}$

Stel diameter toevoerleiding (ring): 90 mm

weerstandsverlies $= 20 * 0,85 \text{ mwk}/100 \text{ m leiding}$

lengte ringleiding: $208 + 30$ (3 bochten) $+ 100$ (venturi + klep) $= 338 \text{ m}$

totale weerstand $\approx 58 \text{ mwk}$

Dit komt dus neer op een pompcapaciteit van minimaal $192 \text{ m}^3/\text{h}$ en een opvoerhoogte van minimaal 60 mwk.

Conclusie aanvoer:

Het is vrij duur om een pomp te kopen die een zeer grote hoeveelheid water kan verpompen en ook een grote opvoerhoogte heeft. Er is daarom gekozen voor een aanvoerleiding van 110 mm, hierbij is de gevraagde opvoerhoogte veel kleiner dan bij een leiding van 90 mm.

Berekening afvoer 1:

Verval afvoer ongeveer 30 cm (bedhoogte en ingegraven tank, wanneer deze vol is).

Het retourwater heeft een teruglooptijd van 10 minuten. Het water wordt uit de retourbak direct naar de aanvoerbak gepompt, zodat begonnen kan worden met het watergeven van het volgende kraanvak.

Af te voeren hoeveelheid water: $32 - 1$ (verdamping) $= 31 \text{ m}^3$ in 10 minuten

$= > 186 \text{ m}^3/\text{h}$

$= > 50 \% = 93 \text{ m}^3/\text{h}$ (Ook de aanvoer is als een ringleiding aangelegd, dus ook hierbij hoeft maar de helft van de hoeveelheid water via de helft van de leiding afgevoerd).

Stel diameter ringleiding: 200 mm

lengte leiding: $208 + 30$ (3 bochten) $+ 20$ (venturi) $= 258 \text{ m}$

weerstandsverlies $= 0,38 * 0,85 \text{ mwk}/100 \text{ m}$

totale weerstand $\approx 0,85 \text{ mwk}$

Berekening afvoer 2:

Verval afvoer ongeveer 30 cm (bedhoogte en ingegraven tank).

Af te voeren hoeveelheid water: $32 - 1$ (verdamping) = 31 m^3 in 10 minuten

= > $186 \text{ m}^3/\text{h}$

= > $50\% = 93 \text{ m}^3/\text{h}$

Stel diameter ringleiding: 225 mm

lengte leiding: $208 + 30$ (3 bochten) + 20 (venturi) = 258 m

weerstandverlies $\approx 0,2 * 0,85 \text{ mwk}/100 \text{ m}$

totale weerstand $\approx 0,44 \text{ mwk}$

Berekening afvoer 3:

Verval afvoer ongeveer 30 cm

Stel bed leeg = planten merken niets meer van het water. Dit wil zeggen dat het bed leeg moet zijn op de inhoud van de drainagegoot na.

bedlengte $\approx 38 \text{ m}$

bedinhoud = $0,13 * 0,13 + 50\% (0,08 * 0,5 + 0,08 * 0,1)$

= $0,0409 \text{ m}^3/\text{m}$

= > 1.5542 m^3

Af te voeren hoeveelheid water: bedinhoud - inhoud drainagegoot

= > 20 (bedden) * 38 (m) * $50\% (0,08 * 0,5 + 0,08 * 0,1) = 18,24 \text{ m}^3$ in 10 minuten

$\approx > 110 \text{ m}^3/\text{h}$

= > $50\% = 55 \text{ m}^3/\text{h}$ (ringleiding)

Stel diameter ringleiding: 200 mm

lengte leiding: $208 + 30$ (3 bochten) + 20 (venturi) = 258 m

weerstandverlies $\approx 0,1 * 0,85 \text{ mwk}/100 \text{ m}$

totale weerstand $\approx 0,22 \text{ mwk}$

Conclusie retourleiding:

Uit de bovenstaande berekeningen blijkt dat geen van de twee diameters (200 en 225 mm) de gehele hoeveelheid drainwater binnen de gestelde 10 minuten kan verwerken. Grotere leidingdiameters hebben als nadelen dat ze veel duurder zijn, moeilijker verkrijgbaar zijn en onpraktisch zijn (ze nemen veel meer ruimte in). In berekening 3 is te zien dat een leiding met een diameter van 200 mm in 10 minuten wel het water uit het bed kan verwerken. Voor een leiding van 225 mm zal dit dus nog makkelijker gaan. Daarom is gekozen voor een retourleiding met een diameter van 225 mm, om ook het water uit de draingoot zo snel mogelijk af te kunnen voeren.

Berekening wateropslag:

Uitgaande van continue bijvulling van de aanvoerbak, kan volstaan worden met $31 \text{ m}^3 + 7 \text{ m}^3$ (de maximale verdamping per dag) = $38 \text{ m}^3 +$ leidingen en resthoeveelheid in de tank (5 m^3) + inhoud alle draingoten (i.v.m. stroomstoring) $\approx > 75 \text{ m}^3$

Een voorraadtank van minimaal 75 m^3 kost ongeveer f. 4000,-

De diameter is ongeveer 6 meter en de hoogte 2,75 meter.

De aanvoerbak kan worden bijgevuld met het water uit de retourbak. De inhoud van deze bak moet ongeveer 40 m^3 zijn. ($D = 6$; $h = 1,5 \text{ m}$, totale inhoud 42 m^3) Geschat wordt dat deze voorraadtank ongeveer f. 3500,- kost. Deze bak moet ingestort worden in verband met het gebruik van natuurlijk verval bij de retour. De kosten van de bak

moeten dus minimaal verdubbeld worden. (f. 7000,-)

Pompen:

Er zijn vier pompen nodig. Twee pompen in de aanvoerbak en twee om het water uit de retourbak naar de aanvoerbak te pompen.

De kosten van de pompen zijn geschat.

2 pompen aanvoer, samen ± f. 8000,-

2 pompen retour, samen ± f. 8000,-

2 zeefbochten: 1 x 70 m ³ /h	f. 11300,-
1 x 110 m ³ /h	f. 15400,-
vuilopvang (RVS)	f. 520,-
"	f. 650,-
	<hr/>
	f. 27870,-

De pompen en filters samen kosten ongeveer f. 45.000,-

Aanvoer- en retourleidingen:

Uitgaande van de berekeningen geeft dit een aanvoerleiding van 110 mm en een afvoerleiding van 225 mm.

Aanvoerleiding:

omschrijving	prijs/m (of stuk)	totaalprijs
lengte: 416 m van 110 mm (dikwandig)	f. 9,55 / m	f.3972,80
aantal bochten: 4 stuks	f. 5,30/stuk	f. 21,20
aantal T-stukken: 1 stuk	f. 36,50/stuk	f. 36,50
aantal venturi's: 8 stuks	± f. 36,50/stuk	f. 292,-
aantal kleppen: 8 stuks	± f. 200,-/stuk	f.1600,-
lengte: 20 m van 160 mm	f. 20,95 / m	f. 419,-
aantal bochten: 2 stuks	f. 25,50/stuk	f. 50,50
		<hr/>
		f.6392,-
	≈ >	f.8000,-

Afvoerleiding:

omschrijving	prijs/m (of stuk)	totaalprijs
lengte: 416 m van 225 mm	f. 30,- / m	f.12480,-
aantal bochten: 4 stuks	f. 80,-/stuk	f. 320,-
aantal T-stukken: 1 stuk	f. 100,- / stuk	f. 100,-
lengte: 20 m van 250 mm	f. 34,10 / m	f. 682,-
		<hr/>
		f.13582,-
	≈ >	f.15000,-

De aan- en afvoerleidingen kosten dus ongeveer f. 23.000,-. Inclusief de verdeelleidingen voor de kraanvakken komt dit ongeveer op f. 30.000,-

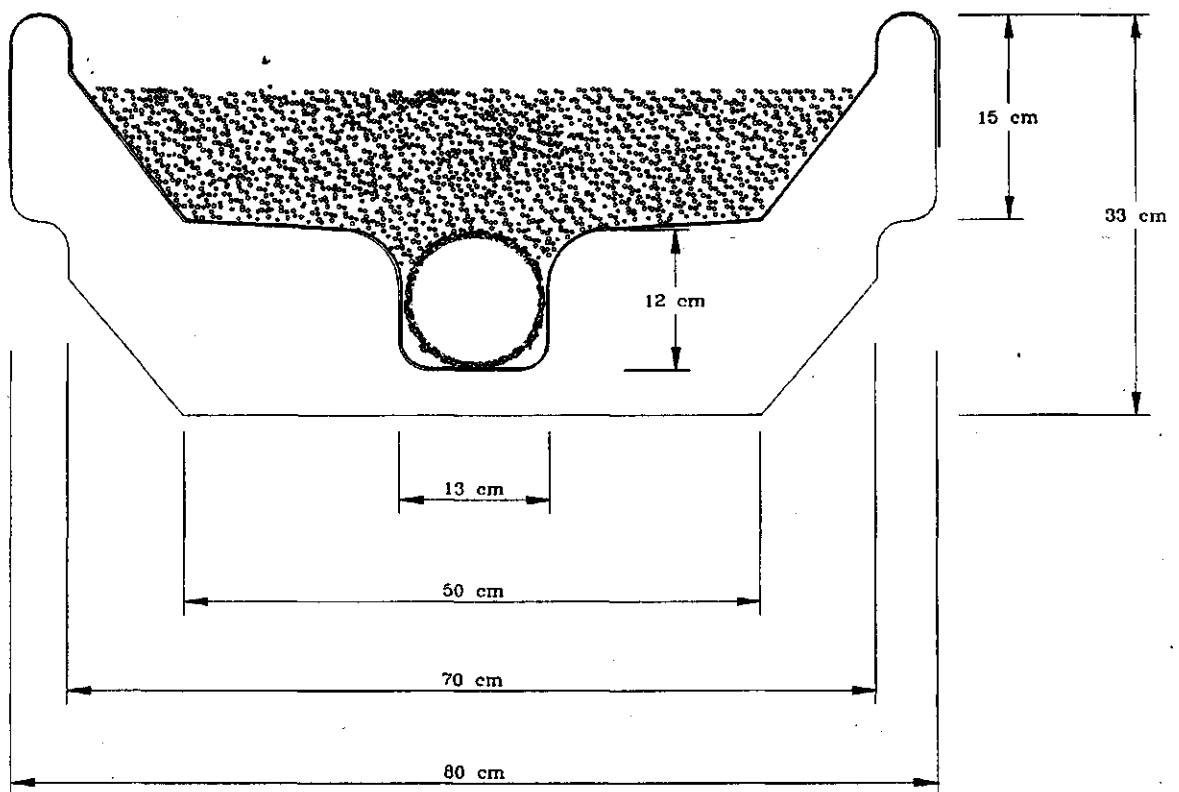
Schatting investering eb/vloed-systeem

leidingwerk	f. 30.000,-
wateropslag	f. 11.000,-
pompen e.d.	f. 45.000,-
	<hr/>
	f. 86.000,-
bedden (f. 25,- per m; 6080 m)	f. 152.000,-
folie (f. 15,- per m ² ; 7600 m ²)	f. 114.000,-
	<hr/>
Totaal	f. 352.000,-

Per m² kas komt dit uit op f. 34,38. Dit is dus het bedrag exclusief de arbeid die nodig is om het systeem aan te leggen en exclusief benodigdheden zoals steunmateriaal en dergelijke.

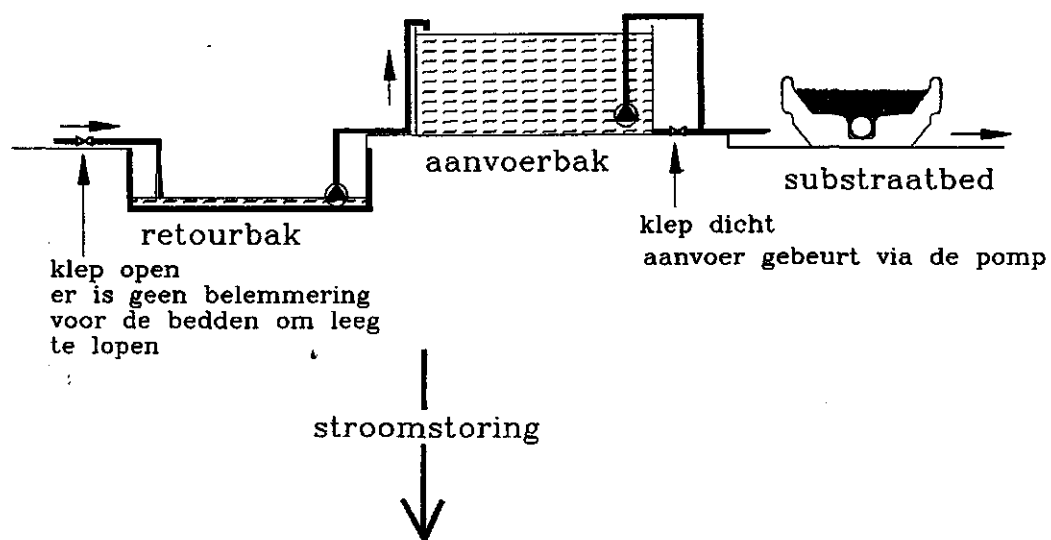
BIJLAGE 3 DOORSNEDE EB/VLOED-BED

- substraathoogte: 12 cm
- 110 mm PP drain, PP-omwikkeld
- EPDM-folie

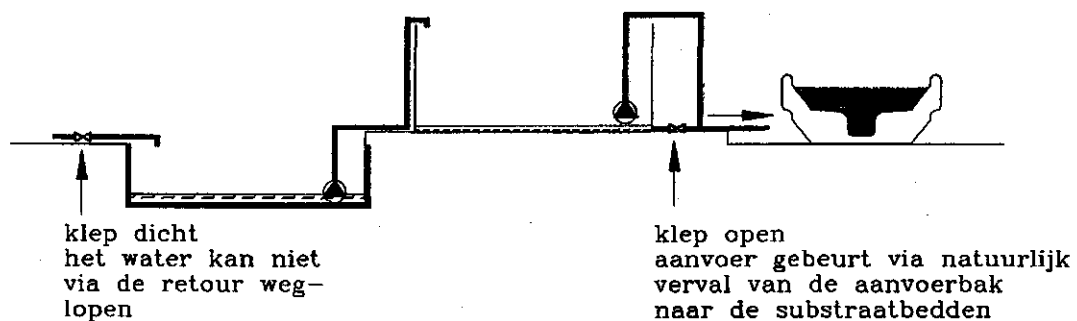


BIJLAGE 4 POSITIE AANVOER- EN RETOURBAK

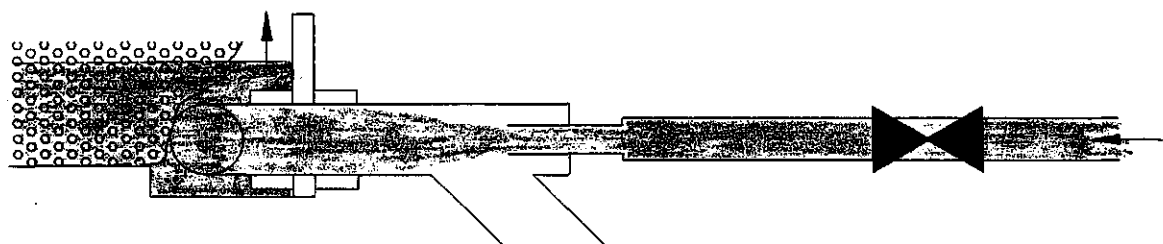
1 kraanvak heeft net water gehad, het water loopt terug naar de retourbak en wordt doorgepompt naar de aanvoerbak



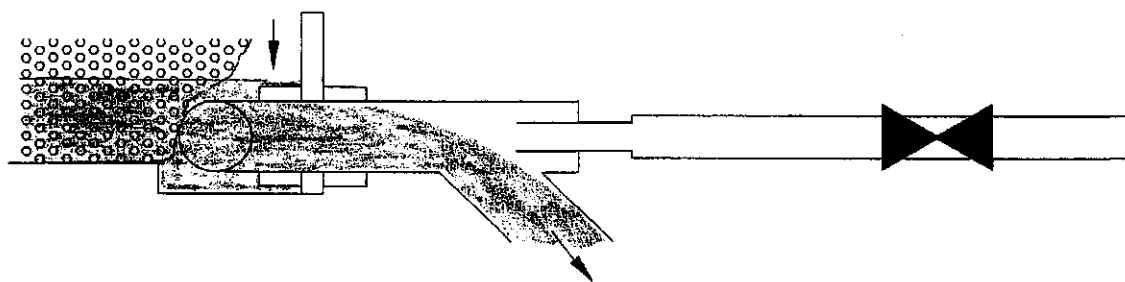
de stroom is uitgevallen, de klep bij de aanvoerbak gaat open, het water uit de aanvoerbak zet alle draingoten vol en de klep in de afvoerleiding sluit



BIJLAGE 5 VENTURI EB/VLOED-BEHANDELING



Aanvoer eb-vloed



Afvoer eb-vloed

BIJLAGE 6 PROEFOPZET/PLATTEGROND PROEF 3

De velden 2, 3, 4, 9, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 20 en 21 zijn niet betrokken bij proef 3

datalogger							
R A N D	VELD 13	VELD 15 14 °C	VELD 17	VELD 19 11 °C	VELD 21	VELD 23 ongekoeld = controle	R A N D
	VELD 14	VELD 16 ongekoeld = controle	VELD 18	VELD 20	VELD 22 14 °C	VELD 24 11 °C	
<p>8 Voedingsbakken waarvan 2 gekoeld bij verschillende temperaturen en 1 ongekoeld als controle. Van de overige ongekoelde 5 bakken bedienen er 2 de randbedden en 3 de velden die niet betrokken zijn bij proef 3.</p>							
R A N D	VELD 2	VELD 4	VELD 6 11 °C	VELD 8 ongekoeld = controle	VELD 10 14 °C	VELD 12	R A N D
	VELD 1 14 °C	VELD 3	VELD 5 ongekoeld = controle	VELD 7 11 °C	VELD 9	VELD 11	
voorpad							

