

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

VERREGENING MET GECONCENTREERD AFVALWATER
VAN DE AARDAPPELMEELINDUSTRIE
OP PRAKTIJKSCHAAL

ir. J. Drent

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking



INHOUD

	blz.
1. INLEIDING	1
2. ORGANISATIE VAN DE PROEF	2
3. SAMENSTELLING PROCESWATER VAN DE FABRIEK SMILDE	4
4. DOSERING VAN HET PROCESWATER	6
5. BEMESTINGSWAARDE VAN HET VERREGENDE PROCESWATER	6
6. ORGANISATIE VAN ARBEID EN ARBEIDS- TIJDEN IN DE VERREGENINGSPROEF	7
7. ARBEIDSTIJDEN ONDER PRAKTIJK- OMSTANDIGHEDEN	10
8. ARBEID EN MATERIAAL ONDER PRAKTIJKOMSTANDIGHEDEN	12
9. INVESTERING EN EXPLOITATIEKOSTEN VAN BEREGENING MET CONVENTIONELE APPARATUUR	15
10. VERGELIJKING VAN ARBEIDSKOSTEN	21
11. VERREGENING IN VERKAVELDE GEBIEDEN, ALS IN DE VEENKOLONIËN	22
12. EXPLOITATIEKOSTEN VOOR VERREGENING AFVALWATER VAN DE AARDAPPELMEEL- FABRIEK 'TONDEN' IN FOXHOL	24
13. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	27
14. LITERATUUR	29
15. APPENDIX	30

1. INLEIDING

Een van de conclusies van het rapport 'Landbouwkundig gebruik Afvalwater Aardappelmeelindustrie' van de Werkgroep TNO voor Onderzoek Irrigatie Afvalwater Aardappelmeelfabrieken luidde:

'De nog niet onderzochte vraagstukken rond de organisatorische en sociale aspecten van afvalwaterverregening op grote aaneengesloten complexen, evenals de waardering van de verschillende technische alternatieven, maken de uitvoering van een proef op praktijkschaal noodzakelijk' (Werkgroep TNO, 1972).

In overeenstemming met deze aanbeveling is in nauwe samenwerking met Koninklijke Scholten-Honig N. V., de Dienst der Domeinen en het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding een verregeningproef opgezet op 100 ha landbouwgrond van de Dienst der Domeinen in Veenhuizen (Dr.). De proefduur is vastgesteld op twee jaar.

Bij deze proef worden de volgende aspecten in beschouwing genomen:

1. De praktische toepassing van verregening gedurende de hele campagne en onder verschillende omstandigheden.
2. Optimalisering van de organisatie en minimalisering van de kosten.
3. Beoordeling van de sociale aspecten.
4. Eventuele effecten van de beregening op de normale produktie en exploitatie van landbouwgewassen.
5. Analyse van grond en grondwater ter controle op de toelaatbare belasting met afvalwater.

In deze nota worden de eerste resultaten weergegeven van de verregeningproef in Veenhuizen, die in hoofdzaak betrekking hebben op de bovengenoemde aspecten 1 en 2. In de hoofdstukken 2 t/m 6 wordt ingegaan op de organisatie van de proef. Met de meetgegevens,

die tijdens de proefperiode (sept. t/m dec.) zijn verzameld, zijn in de hoofdstukken 7 t/m 12 berekeningen gemaakt van de exploitatiekosten van de in deze proef toegepaste beregeningsmethode.

2. ORGANISATIE VAN DE PROEF

Het afvalwater voor de verregening werd betrokken van een aardappelmeelfabriek van Koninklijke Scholten Honig N. V. (KSH) in Smilde. In verband met de betrekkelijk grote afstand tussen de fabriek en het proefgebied was het niet mogelijk het afvalwater met een transportleiding te vervoeren, zodat het transport per tankauto moest plaatsvinden. Het was dan ook noodzakelijk, zowel bij de fabriek als bij het verregeneringsareaal, tussenopslagen in te richten.

2.1. Tussenopslag fabriek

Bij de fabriek is een tussenopslag gebouwd voor het snel kunnen laden van een tankwagen. Deze tussenopslag ligt bovengronds, is omringd met een aarden wal en bekleed met plastic. Het afvalwater wordt met een tankauto van de fabriek in Smilde naar een tussenopslag in Veenhuizen getransporteerd. De tankinhoud van de wagen is 28 m^3 , de hoeveelheid die per dag aangevoerd kan worden is afhankelijk van laad- en lostijden, maar bedraagt tenminste 168 m^3 . De rij-afstand is 30 km visa versa.

2.2. Tussenopslag Veenhuizen

Een bestaande wijk, die niet meer voor de afwatering van de gronden wordt gebruikt, dient als tussenopslag. Deze wijk is centraal gelegen in het te beregenen areaal landbouwgrond van 100 ha van Domeinen in Veenhuizen. Het talud van de wijk is door de N. V. Heidemaatschappij Beheer vlak gemaakt. De wijk is vervolgens bekleed met een plastic doek, afmetingen $250 \times 10 \text{ m}$. In dit bassin kan $\pm 1750 \text{ m}^3$ afvalwater worden opgeslagen.

2.3. Transportleiding



Het afvalwater wordt vanuit het bassin over het hele areaal gedistribueerd door middel van een bovengrondse transportleiding. Deze leiding bestaat uit PVC-snelkoppelingsbuizen, met een $\varnothing$ 4" en 6". Het afvalwater wordt met twee vuilwaterpompen (dieselpompen, cap. 40 m^3 per uur bij 4 ato opvoerhoogte) naar de verregeningssleiding gepompt. Eén pomp staat bij het bassin aan het begin van de leiding, één pomp staat halverwege de leiding. Deze tweede pomp is nodig, indien de leidinglengte waarover getransporteerd moet worden, te groot wordt.

2.4. Verregeningssleiding

De verregening wordt uitgevoerd met conventionele beregeningsapparatuur, d.w.z. in handwerk met snelkoppelingsbuizen en sproeiers. Als sproeier is gekozen een sproeier van Perrot, type LKA 30/2. Bij een werkdruk van 4,5 ato, een sproeieropening 5 mm en een opstellingsverband $18 \times 24 \text{ m}$, verwerkt deze sproeier $2.0 \text{ m}^3/\text{uur}$, met een regenintensiteit van gemiddeld 5 mm/uur.

De verregening vindt plaats over de volle breedte van de percelen: 350 m. Hiervoor zijn 18 sproeiers opgesteld op een onderlinge afstand van 18 m. De sproeiers staan niet direct op de regenleiding, doch op sleestatieven, die met nylonslangen van 50 m lengte en $\varnothing \frac{3}{4}$ " aan de leiding worden gekoppeld. De regenleiding bestaat uit snelkoppelingsbuizen $\varnothing$ 70 en 89 mm. De sproeiers 1 t/m 10 staan op snelkoppelingsbuizen $\varnothing$ 89 mm, de sproeiers 11 t/m 18 op snelkoppelingsbuizen $\varnothing$ 70 mm. Bij een beregeningscapaciteit per sproeier van 2 m^3 per uur kan met deze verregeningsofstelling 38 m^3 per uur worden verwerkt. Het werken met nylonslangen van 50 m lengte heeft het grote voordeel dat de sproeiers bij een opstellingsverband 18×24 meter op 5 plaatsen kunnen worden opgesteld, zonder dat de verregeningssleiding behoeft te worden verplaatst. Dit betekent een aanzienlijke arbeidsbesparing ten opzichte van het systeem waarbij de sproeiers direct op de leiding staan. Door gebruik te maken van een tweede regenleiding kan de ene leiding worden uitgelegd, terwijl met de andere leiding wordt beregend. De regenleiding wordt vanuit de transportleiding gevoed met een hoge druk centrifugaalpomp die bij 6,0 ato

werkdruk 38 m^3 afvalwater per uur levert. Deze hoge werkdruk is noodzakelijk vanwege de drukverliezen over de leidingen en de vereiste werkdruk op de sproeier van 4,5 ato. Bij een doorvoer van 38 m^3 per uur is het drukverlies over de leiding 0,6 ato. Het drukverlies over 50 m nylon slang bedraagt bij 2 m^3 per uur 1 ato.

De nylon slangen worden met GK-snelkoppelingen aan de slee-statieven en de beregeningsbuizen gekoppeld. Op de beregeningsbuizen zijn zelfafsluitende GK-ventielen gemonteerd. Hiermee is het mogelijk tijdens de verregening elke sproeier af te koppelen, zonder de verregening hiervoor stop te moeten zetten.

2.5. Arbeid

Voor het uitleggen van de leidingen, het verplaatsen van de sproeiers en de overige werkzaamheden zijn 3 arbeiders van de N. V. Heidemij Beheer ingezet. Deze arbeiders beschikken over een trekker (van Domeinen) en een buizenwagen (van het ICW).

3. SAMENSTELLING PROCESWATER VAN DE FABRIEK SMILDE

Na het wassen van de aardappelen en het verwijderen van de overige ongerechtigdheden worden de aardappelen fijn gemalen tot een brei. Uit deze aardappelbrei wordt door uitwassen het zetmeel gewonnen. In het traditionele produktieproces is voor het uitwassen van het zetmeel $\pm 8 \text{ m}^3$ water per ton aardappelen nodig. Momenteel wordt deze produktiemethode van zetmeel nog in bijna alle fabrieken toegepast. In een proeffabriek van KSH te Smilde (verwerkingscap. 20 ton aardappelen per uur) wordt met een nieuw procédé van zetmeelwinning geëxperimenteerd. Hierbij is het waterverbruik teruggebracht tot 500 liter per ton aardappelen. Daar de aardappel voor 75% uit water bestaat, komt met deze nieuwe produktiemethode een proceswaterstroom vrij van $\pm 1,3 \text{ m}^3$ per ton aardappelen. Met deze nieuwe techniek wordt dus een vijfvoudige besparing op het waterverbruik bereikt. Voor de samenstelling van het proceswater heeft deze waterbesparing natuurlijk consequenties. In tabel 1 wordt de



gemiddelde chemische samenstelling van het proceswater weergegeven van resp. het traditionele en het nieuwe produktieprocédé.

Tabel 1. Analyseresultaten, in mg/liter, van het proceswater van de aardappelmeelindustrie volgens het traditionele (8 m³ per ton aard.) en het nieuwe produktieprocédé (1,3 m³ per ton aard.)

	proceswater traditioneel	proceswater nw. prod. procédé	conc. factor
COD	8360	23168	2,8
BOD ₅	3910	14728	3,8
N-tot.	527	1712	3,2
NH ₄ -anorg.	123	386	3,1
NH ₄ -org.	368	1340	3,6
P-tot. als PO ₄	142	762	5,4
PO ₄	62	400	6,4
K	670	2491	3,7
Cl	213	253	1,2

De samenstelling van het traditionele proceswater is een gemiddelde waarde van de analyseresultaten van 10 monsters uit een afvoersloot van de aardappelmeelfabriek WTM te Ter Apelkanaal. De samenstelling van het proceswater van het nieuwe produktieprocédé is een gemiddelde van de analyseresultaten van 36 monsters van het verregende water op het beregeningsareaal in Veenhuizen. Uit tabel 1 blijkt, dat ondanks de verlaging van het waterverbruik met een factor 5, de gehalten aan verschillende stoffen in het proceswater niet met dezelfde factor toenemen. Tussen de plaats van de raffinage van het zetmeel uit de aardappelbrei en de plaats van bemonstering (resp. sloot en verregend water) kan door bezinking, uitvloeking, oproming, chemische reacties, etc. de samenstelling van het afvalwater veranderen. De toename in de gehalten aan verschillende stoffen, ten gevolge van verminderd waterverbruik, vindt dan ook niet altijd in dezelfde verhouding plaats als de factor waar-



mee het waterverbruik is verlaagd. Uit de afzonderlijke analyse-resultaten van elk monster blijkt bovendien dat tijdens de campagne vrij sterke schommelingen in de samenstelling van het afvalwater kunnen optreden.

4. DOSERING VAN HET PROCESWATER

Voor de aanvang van de berekening waren er van campagne 1973 nog geen analysecijfers beschikbaar, zodat de dosering met proceswater voor de verschillende gewassen aanvankelijk moest worden afgestemd op de analyseresultaten van een aantal proceswatermonsters genomen in campagne 1972. De gehalten aan de belangrijkste plantenvoedende bestanddelen in deze monsters waren: 2750 mg N/liter, 625 mg P_2O_5 per liter en 4500 mg K_2O per liter. Op basis van deze gehalten en op basis van de werkingscoëfficiënten van de voedings-elementen voor enkele landbouwgewassen, zijn aanvankelijk in de verreggingsproef de volgende giften aangehouden:

aardappelen	5 mm
granen	10 mm
suikerbieten	15 mm.

Toen in de loop van de campagne 1973 de analyseresultaten van het verregende proceswater bekend werden, is op een aantal percelen op aardappelen 7,5 resp. 10 mm verregend en op suikerbieten 25 mm.

5. BEMESTINGSWAARDE VAN HET VERREGENDE PROCESWATER

De gehalten aan plantenvoedende bestanddelen in het proceswater dat op het areaal landbouwgrond van 100 ha tijdens campagne 1973 werd verregend, volgen uit de samenstelling van het proceswater (tabel 1, pag. 5): 1712 mg N/liter, 572 mg P_2O_5 /liter en 2989 mg K_2O /liter. Rekening houdend met de werkingscoëfficiënten van de verschillende voedings-elementen is in tabel 2 de effectieve bemestingswaarde van stikstof, fosfor en kali voor de verschillende gewassen weergegeven.



Tabel 2. Effectieve bemestingswaarde, in kg/ha, van de gegeven doseringen met proceswater voor verschillende gewassen. De tussen haakjes gegeven cijfers betreffen de werkingscoëfficiënten van de voedingselementen voor de verschillende gewassen

	dosering mm	stikstof (N) kg/ha	fosfor (P_2O_5) kg/ha	kali (K_2O) kg/ha
aardappelen	5	42 (0,5)	14 (0,5)	120 (0,8)
	7,5	64	22	180
	10	85	29	240
granen	10	34 (0,2)	29 (0,5)	120 (0,4)
suikerbieten	15	128 (0,5)	44 (0,5)	360 (0,5)
	25	210	72	600

Voor een zo optimaal mogelijke bemesting van de gewassen op de beregende gronden is een aanvullende bemesting noodzakelijk. Hoe hoog deze aanvullende bemesting moet zijn zal worden berekend aan de hand van de analyseresultaten van het grondonderzoek dat vóór de berekening op alle betrokken percelen is uitgevoerd.

6. ORGANISATIE VAN ARBEID EN ARBEIDSTIJDEN IN DE VERREGENINGSPROEF

De verregening wordt uitgevoerd met conventionele beregeningsapparatuur, d.w.z. met snelkoppelingsbuizen en sproeiers. De leidingen en de sproeiers moeten met handkracht worden verplaatst. Dit betekent dat voor een dergelijke beregeningsmethode veel arbeid nodig is. In de opstelling van de beregeningsapparatuur voor de proeven in Veenhuizen staan de sproeiers niet rechtstreeks op de leidingen. Tussen sproeier en leiding wordt een nylon slang gekoppeld. De sproeier wordt op een sleestatief geplaatst. Op deze wijze behoeven de snelkoppelingsbuizen minder vaak te worden verplaatst. De verregening vindt plaats in een opstellingsverband van de sproeiers van 18 x 24 m. Door voor de lengte van de nylon slang 50 m te nemen kunnen de



sproeiers 5 maal worden opgesteld, zonder verplaatsing van de verregeningssleiding. Hiermee wordt een aanzienlijke arbeidsbesparing bereikt ten opzichte van het systeem waarbij de sproeiers direct op de leiding staan.

De dosering van het proceswater op het bouwland bedraagt afhankelijk van het gewas 5, 10 en 15 mm. De verregening vindt plaats met een beregeningsintensiteit van 5 mm per uur. Dit betekent dat voor giften van 5, 10 en 15 mm resp. na één, twee en drie uur de sproeier moet worden verplaatst.

De verplaatsing van de sproeiers wordt uitgevoerd door de nylon-slangen in de richting $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ etc. telkens over een afstand van 24 m op te trekken (fig. 1).

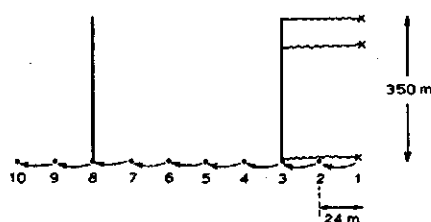


Fig. 1. Opstelling regenleiding I en II, nylon-slangen en sproeiers. Verplaatsingsrichting sproeiers van $1 \rightarrow 10$

— regenleiding
 ~~~~~ nylon-slang  
 x sproeier

De verregening vindt plaats over een afstand van 350 m, dat is de perceelsbreedte van de gronden van Domeinen. Hiervoor zijn 18 sproeiers opgesteld, op een onderlinge afstand van 18 m. De sproeiers 1 t/m 10 staan op snelkoppelingsbuizen  $\varnothing$  89 mm en de sproeiers 11 t/m 18 staan op snelkoppelingsbuizen  $\varnothing$  70 mm.

Dankzij de lengte van de nylon-slang (50 m) kan de verregening doorgaan tijdens het verplaatsen van de sproeiers. De reikwijdte van

de sproeiers is bij windstilte  $\pm 18$  m, zodat de arbeiders de slang kunnen oppakken en verplaatsen zonder nat te worden. Bij het verplaatsen van de sproeiers van 2  $\rightarrow$  3 (fig. 1) moeten de statieven over de snelkoppelingsbuizen worden getrokken. Dit is goed mogelijk dankzij het sleemodel van de statieven. De verplaatsing van 4  $\rightarrow$  5 kan niet zonder meer worden uitgevoerd. In de loop van de proef bleek de beste en snelste methode te zijn, die waarbij het statief werd opgenomen en het draaien van de sproeier werd geblokkeerd door de 'lepel' vast te houden. Sproeier en statief kunnen op deze wijze worden verplaatst zonder de verregening stop te moeten zetten. De man die deze handeling goed verricht wordt niet nat. Het dragen van aangepaste werkkleding en eventueel regenkleding is echter wel aan te bevelen.

Indien op 5 opstellingsplaatsen de verregening is voltooid moeten de slangen aan de reeds uitgelegde verregeningssleiding II worden gekoppeld. Hiervoor wordt de verregening stopgezet. De slangen worden snel van leiding I afgekoppeld, overgetrokken en gekoppeld aan leiding II. Na koppeling kan de verregening weer worden voortgezet.

Tijdens de proeven in Veenhuizen moest naast het verplaatsen van de slangen van leiding I  $\rightarrow$  II ook de pomp van leiding I  $\rightarrow$  II worden verplaatst. Weliswaar kostte de verplaatsing van de pomp relatief weinig tijd, toch zal bij uitvoering van de verregening op grotere schaal een rechtstreekse aansluiting van de regenleiding, via hydranten, op een ondergrondse hogedrukleiding veel tijd besparen.

Voor het verplaatsen van de regenleiding zijn drie arbeiders nodig met een trekker en een buizenwagen. Eén van de arbeiders bestuurt de trekker, de andere twee laden de buizen op en af. Het verplaatsen van de sproeiers door het optrekken van de nylonslangen kan door twee arbeidskrachten worden uitgevoerd. Wanneer de nylonslangen en statieven niet direct van de ene leiding naar de andere kunnen worden overgeplaatst, moet ook dit materiaal worden opgeladen, waarvoor weer 3 arbeidskrachten nodig zijn.

Voor de proeven in Veenhuizen waren permanent drie arbeiders beschikbaar. Het gevolg was, dat werkzaamheden die normaal door twee arbeidskrachten kunnen worden verricht, nu door drie personen werden uitgevoerd.



## 7. ARBEIDSTIJDEN ONDER PRAKTIJKOMSTANDIGHEDEN

De resultaten van de metingen van de arbeidstijden voor de verschillende werkzaamheden tijdens de verregeningssproef maken het mogelijk een berekening te maken van de benodigde arbeid en arbeidstijden, wanneer de verregening van afvalwater met conventionele beregeningsapparatuur onder praktijkomstandigheden wordt toegepast. Het aantal manuren en trekkeruren voor verschillende werkzaamheden voor de toegepaste verregeningsmethode is in tabel 3 (blz. 11) aangegeven.

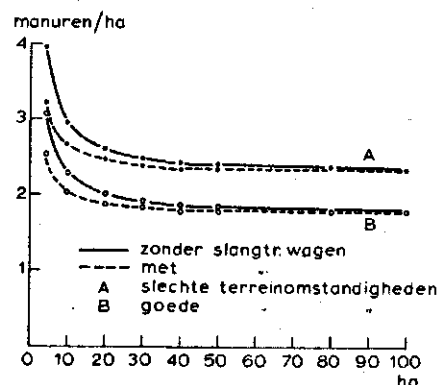
In het weergegeven aantal werkuren komt een spreiding voor van 5-10 min. Deze spreiding is een gevolg van het verschil in arbeidsduur bij wisselende terrein- en weersomstandigheden. Bij droog weer en goed begaanbare grond kan het verplaatsen van de sproeiers sneller worden verricht dan bij slecht begaanbare grond. De arbeidsduur wordt door regenachtig weer weinig beïnvloed, tenminste, zolang de gronden goed begaanbaar blijven. Zodra echter de grond erg nat wordt en spoorvorming optreedt bij het berijden, neemt de draagkracht van de grond af en, ten gevolge hiervan, de arbeidstijd toe.

De in tabel 3, sub a. opgevoerde arbeidstijden voor het oprollen en uitleggen van de nyloonslangen (posten 3, 8 en 9) betreffen de gemeten arbeidsduur voor het verrichten van deze werkzaamheden in handwerk, terwijl het transport met een trekker en een eenvoudige wagen wordt uitgevoerd. Op deze weergegeven arbeidstijden kan aanzienlijk worden bespaard door gebruik te maken van een speciale slangtransportwagen. Op een dergelijke wagen is een slangtrommel gebouwd, die via de aftakas van de trekker wordt aangedreven. De nyloonslangen kunnen hiermee snel worden opgespoeld, waarbij steeds de ene slang aan de andere wordt gekoppeld. De sleestatieven met sproeiers kunnen bovendien op deze wagen in rekken worden geplaatst. De besparing op de arbeidsduur wordt in tabel 3, sub b. voor de punten 3, 8 en 9 weergegeven.

Fig. 2.

Benodigde arbeid in manuren per ha in relatie tot het areaal grond dat aaneengesloten kan worden beregend

- zonder slangtransportwagen  
 - - - met  
 A slechte terreinomstandigheden  
 B goede





Tabel 3. Manuren en trekkeruren voor de verschillende werkzaamheden van de verregening per 4,2 ha,  
 a. indien geen slangtransportwagen wordt gebruikt,  
 b. indien een slangtransportwagen wordt gebruikt.

| Werkzaamheden                                                           | man-<br>kracht<br>aant. | arbeids-<br>duur<br>min. | manuren<br>m. u.   | trekker-<br>uren<br>t. u. |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------|
| a. 1. Uitrusten van de regenleiding over 350 m                          | 3                       | 20                       | 1,00               | 0,33                      |
| 2. Rechtleggen en koppelen regenleiding over 350 m                      | 2                       | 20-25                    | 0,67- 0,83         |                           |
| 3. Uitleggen en koppelen van 18 nylonslangen en statieven met sproeiers | 3                       | 40-50                    | 2,00- 2,50         | 0,67-0,83                 |
| 4. Verplaatsen van de sproeiers over 4x24 m                             | 2                       | 4x 15-25                 | 2,00- 3,33         |                           |
| 5. Verplaatsen van de nylonslangen over 120 m (sproeiers over 24 m)     | 2                       | 60-75                    | 2,00- 2,50         |                           |
| 6. Ontkoppelen regenleiding over 350 m                                  | 2                       | 20-25                    | 0,67- 0,83         |                           |
| 7. Opladen en transporteren regenleiding van 350 m                      | 3                       | 20                       | 1,00               | 0,33                      |
| 8. Ontkoppelen en oprollen van 18 nylonslangen                          | 2                       | 40-50                    | 2,00- 2,50         |                           |
| 9. Opladen en transporteren 18 nylonslangen en statieven met sproeiers  | 3                       | 30-40                    | 1,50- 2,00         | 0,50-0,67                 |
| TOTAAL                                                                  |                         |                          | <u>12,84-16,49</u> | <u>1,83-2,16</u>          |
| Totaal 1 t/m 9 minus 3, 8 en 9                                          |                         |                          | 7,34- 9,49         | 0,66-0,66                 |
| b. 3. Uitleggen en koppelen 18 nylonslangen en statieven                | 3                       | 30-40                    | 1,50- 2,00         | 0,50-0,67                 |
| 8-9. Opnemen en transporteren 18 nylonslangen                           | 3                       | 30-40                    | 1,50- 2,00         | 0,50-0,67                 |
| Overige werkzaamheden                                                   |                         |                          | 7,34- 9,49         | 0,66-0,66                 |
| TOTAAL                                                                  |                         |                          | <u>10,34-13,49</u> | <u>1,66-2,00</u>          |

In fig. 2 wordt het besparende effect van het inschakelen van een slangtransportwagen op de arbeidstijd nog eens weergegeven. Uit de figuur volgt dat dit effect vooral sterk naar voren komt, indien



het aaneengesloten te beregenen areaal kleiner wordt dan 50 ha. Zo is bijv. de arbeidsbehoefte bij een areaal van 4,2 ha 2,5-3,2 m.u. per ha en bij een areaal van 100 ha 1,8-2,3 m.u. per ha.

Het aantal trekkeruren (t.u.) bedraagt, zonder slangtransportwagen en afhankelijk van de omstandigheden waaronder moet worden gewerkt 0,44-0,51 t.u. per ha. Indien van een slangtransportwagen gebruik wordt gemaakt dan bedraagt het aantal trekkeruren 0,40-0,48 t.u. per ha (tabel 3, resp. sub a en b).

Voor de berekening van de exploitatiekosten van beregening met conventionele apparatuur kan worden uitgegaan van de in dit hoofdstuk berekende behoefte aan arbeid en trekkracht per ha. In hoofdstuk 10 zal een vergelijking worden gemaakt tussen de hier genoemde methode van kostprijsberekening voor arbeid en trekkracht en een methode die in hoofdstuk 9 is toegepast.

## 8. ARBEID EN MATERIAAL ONDER PRAKTIJKOMSTANDIGHEDEN

Wanneer, op basis van de (in hoofdstukken 6 en 7) gemeten en berekende arbeidsbehoefte, de arbeidskosten voor de verregening op grote complexen landbouwgrond zouden worden berekend, dan komen deze kosten niet overeen met de werkelijkheid. Er is dan onvoldoende rekening gehouden met de tijden die moeten worden toegerekend aan:

1. koffie-, lunch- en theepauzes,
2. het lopen van de ene regeneenheid naar de andere,
3. het lopen van het ene werk naar het andere.

Voorals wanneer de sproeiers frequent moeten worden verplaatst, moet dikwijls een werk worden onderbroken, zodat veel tijd in beslag wordt genomen door de verplaatsingen van de arbeiders.

Tijdens de proeven in Veenhuizen is gebleken dat hiermee veel effectieve arbeidstijd 'verloren' gaat.

Voor het verkrijgen van een meest exact beeld van de arbeidsprestaties is het dan ook zinvol het werkprogramma van een groep arbeiders stap voor stap te volgen. Voor de uitwerking van het werkprogramma is gebruik gemaakt van de metingen van de tijden die de

drie arbeiders tijdens de proeven nodig hadden voor enerzijds de verschillende werkzaamheden en anderzijds voor het verplaatsen van het ene naar het andere werk. Deze arbeid werd verricht door drie arbeiders aan één regeneenheid. Onder een regeneenheid wordt verstaan: een opstelling van beregeningsapparatuur, zoals die in de proef te Veenhuizen is toegepast (zie hoofdstuk 2.4).

Zoals in hoofdstuk 4 is vermeld, wordt op de gewassen aardappelen, granen en suikerbieten resp. 5, 10 en 15 mm gedoseerd. Bij deze regengiften moeten de sproeiers resp. na één uur, na twee uur en na drie uur worden verplaatst. In de appendix is het werkprogramma van de arbeiders uitgeschreven voor drie gevallen:

1. wanneer alleen 5 mm wordt gegeven
2. " " 10 " " "
3. " " 15 " " "

Uit deze bewerking volgt een bepaalde combinatie van regeneenheid, arbeid en trekker, die optimaal is voor de desbetreffende regengift, d. w. z. optimaal in die betekenis dat gedurende de campagne met deze combinatie een maximale hoeveelheid afvalwater kan worden verregend tegen een minimum aan materiaal en arbeid. In tabel 4 is het resultaat van de uitwerking van de werkprogramma's samengevat (blz. 14). De op deze wijze berekende combinatie van arbeid en materiaal voor elke afzonderlijke regengift wordt in het vervolg werkeenheid genoemd.

Het gemiddelde bouwplan van de Veenkoloniale gronden ziet er als volgt uit: 40% aardappelen,  
50% granen,  
10% suikerbieten.

Bij toepassing van de verregening van afvalwater op grote complexen Veenkoloniale gronden zal dus op  $\pm 40\%$  van het oppervlak 5 mm moeten worden gedoseerd, op 50% van het oppervlak 10 mm en op 10% van het oppervlak 15 mm. Dit betekent dat, voor een berekening van de exploitatiekosten van de verregening, niet mag worden gerekend met de berekende werkeenheden voor resp. alleen 5, 10 en 15 mm regengift, maar gezocht moet worden naar een combinatie van deze werkeenheden, waarbij de gemiddelde gift 8,5 mm bedraagt. Het is nu erg belangrijk te weten hoe het Veenkoloniale

Tabel 4. Optimale combinatie van arbeid en materiaal, bij beregning met conventionele beregeningsapparatuur afhankelijk van de regengift. Beregend oppervlak en hoeveelheid verregend afvalwater voor de onderscheiden gevallen

| Regengift<br>mm | Optimale combinatie<br>arbeid en materiaal<br>--       | Areaal aaneengesloten te beregenen land<br>ha | Hoeveelheid verregend afvalwater<br>m <sup>3</sup> |
|-----------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 5               | 3 regeneenheden<br>7 arbeiders<br>1 trekker<br>1 wagen | 1600                                          | 86 400                                             |
| 10              | 4 regeneenheden<br>5 arbeiders<br>1 trekker<br>1 wagen | 1152                                          | 115 200                                            |
| 15              | 6 regeneenheden<br>5 arbeiders<br>1 trekker<br>1 wagen | 1152                                          | 172 800                                            |

bouwplan wordt uitgevoerd. Naarmate op de achtereenvolgens te beregenen percelen meer afwisseling voorkomt in het te telen gewas, is het verantwoord het beregeningsplan af te stemmen op de berekening voor een regengift van 10 mm. Dit plan zal vast lopen indien veel aardappelland achtereenvolgens beregend moet worden. Het moet echter in de praktijk mogelijk zijn in goed overleg het bouwplan van een aaneengesloten areaal landbouwgrond zo te kiezen dat hierop het beregeningsplan van 10 mm kan worden toegepast. Wanneer nu en dan op een perceel 15 mm kan worden gedoseerd, kunnen eventuele werkzaamheden die een achterstand hebben opgelopen, worden ingehaald.

Voor een berekening van de exploitatiekosten van beregning met proceswater is het van essentieel belang te weten hoe groot het aaneengesloten te beregenen areaal landbouwgrond is. In tabel 4 is berekend dat voor een regengift van 10 mm het optimale oppervlak 1152 ha bedraagt. Zodra het oppervlak kleiner wordt zal naar verhouding meer materiaal en mankracht moeten worden ingezet. In

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100

het volgende hoofdstuk zal worden ingegaan op de exploitatiekosten van de verregening met conventionele apparatuur.

## 9. INVESTERING EN EXPLOITATIEKOSTEN VAN BEREGENING MET CONVENTIONELE APPARATUUR

### 9.1. Beregeningsplan

#### 9.1.1. Tussenopslag

Wanneer de complexen te beregenen landbouwgrond op korte afstand van de fabriek liggen kan het proceswater via een ondergrondse lagedrukleiding naar een centraal gelegen tussenopslag worden gepompt. In het geval van de aardappelmeelfabriek 'Tonden' van Koninklijke Scholten-Honig N. V. te Foxhol ligt het toeleveringsareaal van de aardappelen zeer verspreid, zodat het proceswater door middel van tankwagens of middels retourtransport naar de tussenopslag moet worden getransporteerd. De capaciteit van de tussenopslag is enerzijds afhankelijk van de grootte van het te beregenen complex, anderzijds van de hoeveelheid die moet worden opgeslagen in verband met stagnaties in de verregening, als gevolg van:

- a. defect raken van apparatuur;
- b. windsnelheden waaronder niet gewerkt kan worden;
- c. vorst.

De buffercapaciteit moet dan ook zo groot zijn, dat tenminste de afvalwaterproduktie van één week moet kunnen worden opgeslagen.

#### 9.1.2. Ondergrondse leiding en hydranten

Het afvalwater wordt door een hogedrukpomp vanuit de tussenopslag via een ondergrondse hogedrukleiding naar de plaats van de verregening gepompt. Voor de hogedrukleiding worden PVC-buizen genomen die 10 ato druk kunnen verdragen. Op deze leiding worden hydranten aangebracht, waaraan de regenleiding kan worden gekoppeld. Omdat de regenleiding telkens 120 m wordt verplaatst, moeten de hydranten op een onderlinge afstand van 120 m worden aangebracht. De regenleiding heeft een lengte van 350 m, zodat de ondergrondse leidingen op een onderlinge afstand van 700 m moeten worden aangelegd.



### 9.1.3. Regenleiding

Voor de regenleiding wordt gebruik gemaakt van verzinkte bandstalen snelkoppelingsbuizen met  $\varnothing$  89 en 70 mm. Als sproeier is gekozen een sproeier van Perrot, type LKA 30/2. Met een mondstuk van 5 mm en een druk op de sproeier van 4,5 at is de beregningsintensiteit 5 mm/uur bij een opstellingsverband 18 x 24 m.

De sproeier staat niet rechtstreeks op de leiding, doch op een sleestatief, die met een nylongslang van 50 m aan de regenleiding is gekoppeld. De diameter van de nylongslang is  $\frac{3}{4}$ ".

### 9.2. Investerings en exploitatie

De regengift en het areaal landbouwgrond, dat aaneengesloten kan worden beregend, bepalen hoeveel regeneenheden per arbeider kunnen worden bediend. In hoofdstuk 8 is het oppervlak berekend waarop met een minimum aan arbeid en materiaal kan worden beregend. Dit oppervlak bedraagt 1152 ha aaneengesloten landbouwgrond. Verwacht mag worden dat het lang niet altijd mogelijk is dergelijke grote complexen te vinden. Daarom is in het volgende een berekening gemaakt van investeringen en exploitatiekosten voor complexen van 100, 200, 250, 500 en 1152 ha.

In de berekeningen wordt telkens gewerkt met een n-aantal regeneenheden. Onder één regeneenheid wordt verstaan een opstelling van beregningsapparatuur volgens hoofdstuk 2.4. In tabel 5 wordt de investering weergegeven voor één regeneenheid (blz. 17).

Voor elke aardappelmeelfabriek zal de ligging van het beregningsareaal sterk verschillen. Dit betekent dat het afvalwater over zeer uiteenlopende afstanden naar de bassins moet worden getransporteerd. Voor de ene fabriek zal het transport met pijpleidingen plaats kunnen vinden, de andere moet wellicht met een andere transportmethode werken (bijv. retourtransport).

In de kostprijsberekeningen is dan ook niet ingegaan op de kosten van het transport van het afvalwater van de fabriek naar de plaats van de tussenopslag.



Tabel 5. Investerings voor één regeneenheid (prijzen per 1-1-'74)

|                                                                       |           |                            |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------|
| 360 m snelkoppelingsleiding $\varnothing$ 89 mm                       | à f 13,60 | f 4 896,--                 |
| 324 m " $\varnothing$ 70 mm                                           | à f 8,60  | - 2 786,40                 |
| 2 verloopsokken $\varnothing$ 89 mm $\rightarrow$ $\varnothing$ 70 mm | à f 60,30 | - 120,60                   |
| 2 eindstoppen $\varnothing$ 70 mm                                     | à f 30,-- | - 60,--                    |
| 38 manchetten                                                         | à f 12,70 | - 482,60                   |
| 38 verloopsokken 1" $\rightarrow$ $\frac{3}{4}$ "                     | à f 2,35  | - 89,30                    |
| 38 GK-ventielen                                                       | à f 14,30 | - 543,40                   |
| 19 nyloonslangen van 50 m                                             | à f 3,15  | - 2 992,50                 |
| 38 slangpilaren                                                       | à f 5,10  | - 193,80                   |
| 19 statieven                                                          | à f 73,-- | - 1 387,--                 |
| 19 statiefkoppelingen                                                 | à f 4,40  | - 83,60                    |
| 19 sproeiers                                                          | à f 92,75 | - 1 762,25                 |
|                                                                       |           | <u>f15 397,45</u>          |
| BTW 16%, onvoorzien 4%                                                |           | <u>3 079,49</u>            |
| TOTAAL                                                                |           | <u>f18 476,94</u><br>===== |

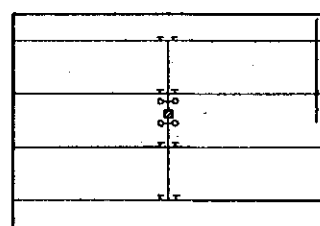
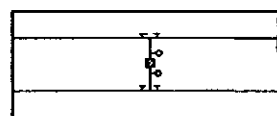
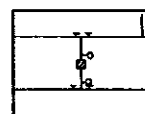
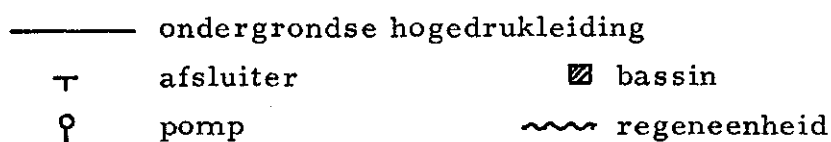
2,8 x 4,1 km  $\approx$  1152 ha  
bassin inhoud = 9000 m<sup>3</sup>3,6 x 1,4 km  $\approx$  500 ha  
bassin inhoud = 4500 m<sup>3</sup>14 x 1,8 km  $\approx$  250 ha  
bassin inhoud = 2250 m<sup>3</sup>

Fig. 3. Inrichting van complexen landbouwgrond van verschillend oppervlak voor beregening





In fig. 3 wordt geschetst hoe de complexen landbouwgrond van verschillende oppervlakten kunnen worden ingericht. Er is geen schets gemaakt van de inrichting van 100 en 200 ha. Deze kan echter gemakkelijk worden afgeleid van de schets voor 250 ha. In fig. 3 zijn de uitwendige lengtematen aangegeven, de plaats en inhoud van het bassin, de ligging van de ondergrondse hogedrukleiding, afsluiters, pompen en regeneenheden. De hoeveelheid materiaal die nodig is voor de verregening, afhankelijk van het oppervlak, staat in tabel 6.

Tabel 6. Materialen nodig voor de verregening, afhankelijk van het te beregenen oppervlak

|                                              | 100 ha | 200 ha | 250 ha | 500 ha | 1152 ha |
|----------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|
| regeneenheid (aantal)                        | 1      | 1      | 1      | 2      | 4       |
| arbeider id.                                 | 3      | 3      | 3      | 3      | 5       |
| trekker id.                                  | 1      | 1      | 1      | 1      | 1       |
| transportwagen id.                           | 1      | 1      | 1      | 1      | 1       |
| pomp [ aantal                                | 1      | 2      | 2      | 2      | 3       |
| cap. m <sup>3</sup> /u.                      | 40     | 40     | 40     | 80     | 80      |
| ondergrondse leiding (m)                     | 1400   | 2800   | 4300   | 7900   | 18 500  |
| hydranten (aantal)                           | 11     | 22     | 28     | 58     | 136     |
| bochten id.                                  | 2      | 4      | 4      | 4      | 8       |
| afsluiters id.                               | 2      | 4      | 4      | 4      | 8       |
| gebouw voor pomp en motoren (aant.)          | 1      | 1      | 1      | 1      | 1       |
| hoogspanningsleiding + transformator (aant.) | 1      | 1      | 1      | 1      | 1       |
| schakelapparatuur (aant.)                    | 1      | 1      | 1      | 1      | 1       |

In de tabellen 7 en 8 zijn resp. de investeringen en de exploitatiekosten weergegeven afhankelijk van het aaneengesloten te beregenen oppervlak landbouwgrond.



Tabel 7. Investerings in beregeningsmateriaal, gebouwen en hulpmiddelen in relatie tot het te beregenen oppervlak

|                      | 100 ha    | 200 ha    | 250 ha    | 500 ha    | 1152 ha   |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| regeneenheden        | 18 500,-  | 18 500,-  | 18 500,-  | 37 000,-  | 74 000,-  |
| trekker *            | -         | -         | -         | -         | -         |
| transportwagen       | 2 500,-   | 2 500,-   | 2 500,-   | 2 500,-   | 2 500,-   |
| pompen               | 5 000,-   | 10 000,-  | 10 000,-  | 15 000,-  | 22 500,-  |
| ondergrondse leiding | 24 500,-  | 49 000,-  | 75 250,-  | 138 250,- | 323 750,- |
| hydranten            | 3 300,-   | 6 600,-   | 8 400,-   | 17 400,-  | 40 800,-  |
| bochten              | 150,-     | 300,-     | 300,-     | 300,-     | 600,-     |
| afsluiters           | 600,-     | 1 200,-   | 1 200,-   | 1 200,-   | 2 400,-   |
| gebouw               | 10 000,-  | 15 000,-  | 20 000,-  | 20 000,-  | 20 000,-  |
| hoogsp. + transf.    | 10 000,-  | 12 500,-  | 15 000,-  | 15 000,-  | 15 000,-  |
| schakelapparatuur    | 15 000,-  | 20 000,-  | 25 000,-  | 25 000,-  | 25 000,-  |
| tussenopslag         | 12 500,-  | 15 000,-  | 17 500,-  | 20 000,-  | 25 000,-  |
|                      | 102 050,- | 150 600,- | 193 650,- | 291 650,- | 571 550,- |

\* Voor een trekker is geen investering berekend; in de exploitatierekening is hiervoor een kostprijs per uur opgevoerd

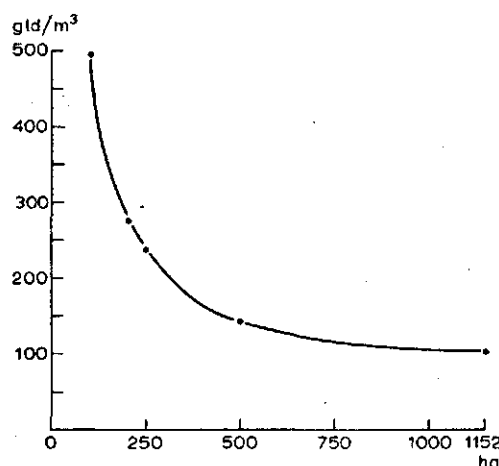


Fig. 4. Exploitatiekosten in gld/m<sup>3</sup> van beregening met conventionele beregeningsapparatuur, afhankelijk van het oppervlak dat aaneengesloten kan worden beregend

Tabel 8. Exploitatiekosten in guldens van berekening met conventionele beregeningsapparatuur in relatie tot het areaal landbouwgrond dat aaneengesloten wordt beregend.

Rente en afschrijving: 8% rente en afschrijving 10 resp. 30 jaar op annuïteitsbasis. De posten regeneenheid, transportwagen en schakelapparatuur zijn in 10 jaar afgeschreven, alle overige posten in 30 jaar. Voor arbeid is berekend f 11,- per uur, incl. sociale lasten werknemer en werkgever, volgens landbouw CAO 1973-1974. Voor trekker is berekend f 8,- per uur, volgens gegevens van het LEI.

|                                         | 100 ha           | 200 ha           | 250 ha           | 500 ha           | 1152 ha          |
|-----------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| regeneenheid                            | 2 753,06         | 2 753,06         | 2 753,06         | 5 506,12         | 11 012,24        |
| arbeid                                  | 24 502,50        | 24 502,50        | 24 502,50        | 24 502,50        | 40 837,50        |
| trekker                                 | 5 940,-          | 5 940,-          | 5 940,-          | 5 940,-          | 5 940,-          |
| transportwagen                          | 372,50           | 372,50           | 372,50           | 372,50           | 372,50           |
| pompen                                  | 745,-            | 1 490,-          | 1 490,-          | 2 235,-          | 3 352,50         |
| ondergrondse leidingen                  | 2 176,34         | 4 352,68         | 6 684,46         | 12 280,74        | 28 758,71        |
| hydranten                               | 293,14           | 586,28           | 746,17           | 1 545,64         | 3 624,26         |
| bochten                                 | 13,32            | 26,64            | 26,65            | 26,65            | 53,30            |
| afsluiters                              | 53,30            | 106,60           | 106,60           | 106,60           | 213,19           |
| gebouwen                                | 888,30           | 1 332,45         | 1 776,60         | 1 776,60         | 1 776,60         |
| hoogsp. + transf.                       | 888,30           | 1 110,38         | 1 332,45         | 1 332,45         | 1 332,45         |
| schakelapparatuur                       | 2 235,-          | 2 980,-          | 3 725,-          | 3 725,-          | 3 725,-          |
| tussenopslag                            | 1 110,-          | 1 332,45         | 1 554,52         | 1 776,60         | 2 220,75         |
| <b>TOTAAL</b>                           | <b>41 970,76</b> | <b>46 885,54</b> | <b>51 010,51</b> | <b>61 126,40</b> | <b>103 219,-</b> |
| hoev. verregend water (m <sup>3</sup> ) | 8 500            | 17 000           | 21 250           | 42 500           | 97 920           |
| exploitatiekosten gld/m <sup>3</sup>    | 4,94             | 2,76             | 2,40             | 1,44             | 1,05             |
| exploitatiekosten gld/ha                | 419,71           | 234,43           | 204,-            | 122,40           | 89,25            |



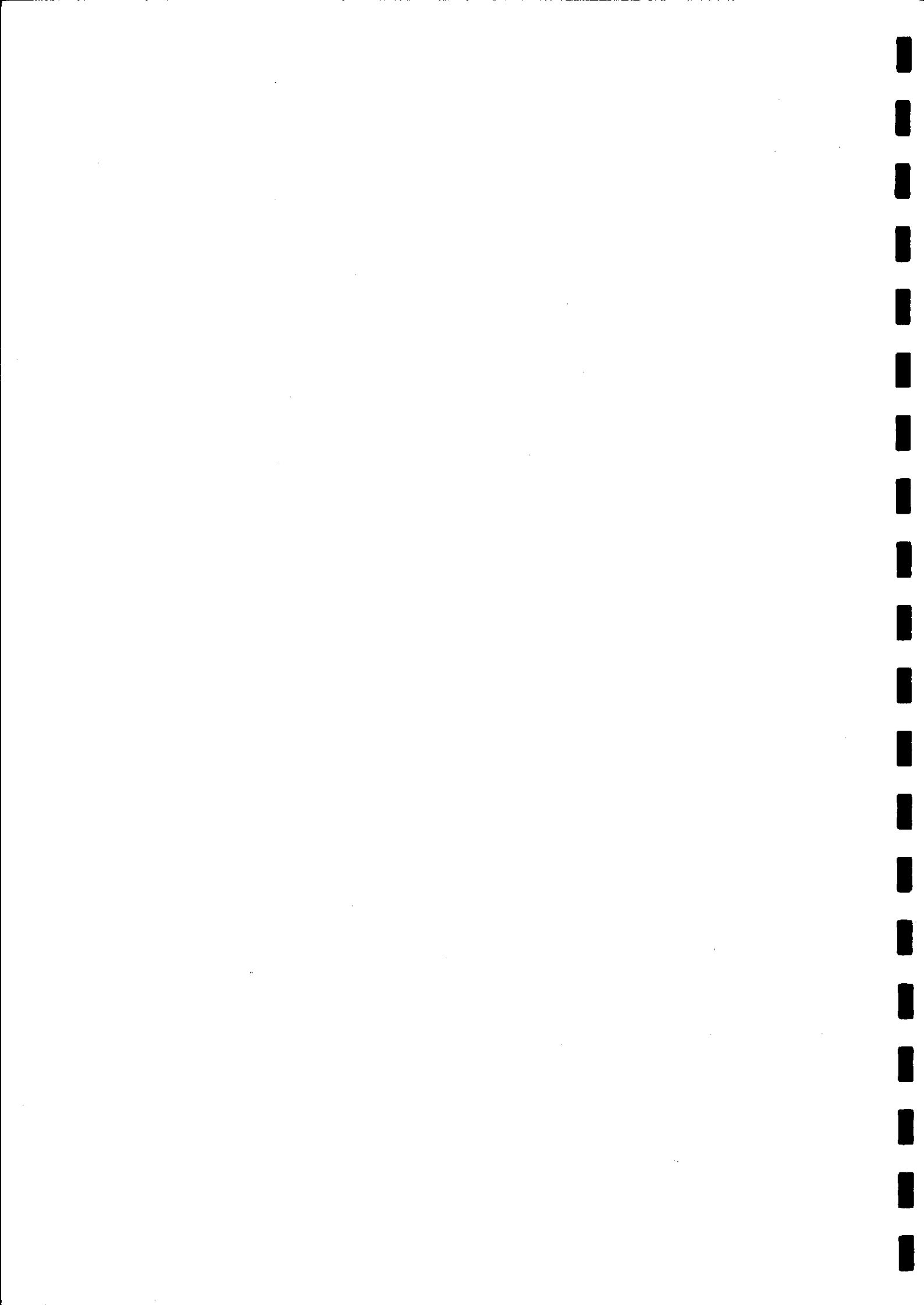
In fig. 4 (blz. 19) zijn de exploitatiekosten nog eens grafisch weergegeven in relatie tot het oppervlak dat aaneengesloten kan worden berekend. In hoofdstuk ... is berekend dat bij een berekening met gemiddeld 8,5 mm op 1152 ha de inzet aan mankracht en materiaal minimaal is. Dit betekent dat bij nog groter oppervlakten de kostprijs per  $m^3$  te verregenen afvalwater weer zal stijgen, omdat naar verhouding extra arbeid en materiaal nodig is voor het deel boven de 1152 ha. De curve in fig. 4 eindigt dan ook bij 1152 ha.

In tabel 8 (blz. 20) is ervan uitgegaan dat 3 arbeiders met het beschikbare materiaal de hele campagne nodig hebben voor de berekening op resp. 100, 200, 250 en 500 ha. Het is uiteraard niet reëel te veronderstellen dat dan voor de berekening van 100 ha de arbeiders een volledige dagtaak hebben. In de praktijk moet het mogelijk zijn dat met één combinatie van arbeid en materiaal een aantal complexen van 100 ha berekend kan worden. Gaan we bijvoorbeeld uit van 4 x 100 ha, dan blijven de kosten voor regeneenheid, arbeid, trekker en transportwagen gelijk, en de kosten voor de overige posten worden verviervoudigd (inrichting van 4 complexen). Het resultaat is dan een kostprijs van f 1,98 per  $m^3$  op 4 complexen van 100 ha. Op de wijze zoals in het voorbeeld is uitgerekend is het mogelijk, op basis van de gegevens in tabel 8, voor alle mogelijke combinaties van complexen de kostprijs van berekening te berekenen.

## 10. VERGELIJKING VAN ARBEIDSKOSTEN

In hoofdstuk 7 is op basis van de metingen tijdens de proeven, het aantal manuren en trekkeruren berekend per ha te beregenen landbouwgrond. In hoofdstuk 9 is voor de berekening van de exploitatiekosten geen gebruik gemaakt van de per ha berekende manuren en trekkeruren, omdat een dergelijke kostprijscalculatie een te optimistische uitkomst zou geven.

Het is nu interessant de kostprijs per  $m^3$  voor berekening te vergelijken, berekend op basis van de gegevens van tabel 3 en tabel 8. De inrichting van de arealen landbouwgrond en dus ook de kosten van inrichting zijn in beide berekeningsmethoden gelijk. Het verschil in kostprijs zit in de benadering van de inzet van arbeid en trekkracht.



Tabel 9. Vergelijking van arbeid- en trekkerkosten bij berekening op 1152 ha, berekend volgens de gegevens van tabel 3 en tabel 8.

Arbeid: f 11, - per uur; trekker: f 8, - per uur

|         | uren/ha<br>(tabel 3) | gld/ha        | arbeidskosten<br>op 1152 ha | arbeidskosten<br>op 1152 ha<br>(tabel 8) |
|---------|----------------------|---------------|-----------------------------|------------------------------------------|
| arbeid  | 1,8 - 2,3            | 19,80 - 25,30 | 22 809,60 - 29 145,60       | 40 837,50                                |
| trekker | 0,4 - 0,5            | 3,20 - 4, -   | 3 686, - - 4 608, -         | 5 940, -                                 |

Uit de gegevens in tabel 9 volgt dat de arbeidskosten, berekend op basis van de werkelijke arbeidsprestaties, veel hoger uitkomen dan berekend op basis van het minimum aantal manuren per ha. Deze verschillen in arbeidskosten leren dat voor de berekening van de exploitatiekosten op grote aaneengesloten complexen landbouwgrond moet worden uitgegaan van de werkelijke arbeidsprestaties, zoals die in hoofdstuk 8 zijn bepaald.

#### 11. VERREGENING IN VERKAVELDE GEBIEDEN, ALS IN DE VEENKOLONIËN

Op het proefterrein in Veenhuizen waren de beregende percelen 350 m breed. In de Veenkoloniën zijn de kavels over het algemeen minder breed en men kan zich afvragen of de verregeningmethode met conventionele beregeningsapparatuur in een verkaveld gebied als de Veenkoloniën toepasbaar is. De landbouwgronden in de Veenkoloniën zijn gekenmerkt door lange smalle kavels, doorsneden met wijken en sloten in de lengterichting. Bij bestudering van stafkaarten 1 : 25 000 blijkt de kavelbreedte te variëren van 75 tot 135 m. De kavels liggen twee bij twee en worden gescheiden door een sloot in de lengterichting. De wijken tussen twee kavels zijn in sommige gebieden nog in tact, in andere gebieden worden ze niet meer onderhouden en zijn soms reeds gedempt. De breedte van twee kavels inclusief de lengtesloot varieert van 150 tot 270 m. Wanneer in een dergelijk verkaveld gebied verregening met conventionele apparatuur moet worden

uitgevoerd, zal het noodzakelijk zijn met het beregeningsmateriaal over de nodige elasticiteit te kunnen beschikken.

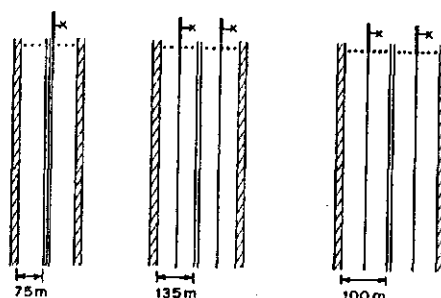


Fig. 5. Beregeningsplan op gronden met verschillende perceelsbreedte en verkaveld volgens Veenkoloniale patronen

- regenleiding
- == lengte sloot
- /// wijk
- ..... opstellingsplaats sproeiers
- x aansluiting ondergrondse leiding

In fig. 5 zijn een drietal voorbeelden gegeven van verkavelingspatronen die in de Veenkoloniën en overige veenontginningsgronden in Midden-Drente en N.O. -Overijssel kunnen voorkomen. Een beregening met afvalwater in deze voorbeelden kan als volgt worden uitgevoerd.

a. Perceelsbreedte 75 m

Door de regenleiding uit te leggen langs de lengtesloot kunnen de percelen aan weerszijden van de sloot worden beregend. Met het uitleggen van de snelkoppelingsbuizen kan bij elke ventielaansluiting een plank over de sloot worden gelegd. Wanneer nu de sproeier verplaatst moet worden naar het andere perceel, dan is dat perceel via de plank snel en eenvoudig te bereiken. De nylonslangen moeten 63 m lang zijn, terwijl het opstellingsverband van de sproeiers 18x21 m bedraagt.

b. Perceelsbreedte 100 m

De regenleiding wordt nu uitgelegd halverwege het perceel.

Lengte nylo slang 42 m, opstellingsverband sproeiers 18 x 21 m.

Een andere methode is de regenleiding langs de lengtesloot te leggen. De lengte van de nylo slang moet dan 88 m zijn; hieraan kleven grote bezwaren. Verplaatsing met handkracht is door twee arbeiders nauwelijks uitvoerbaar en bovendien worden de drukverliezen te groot.

c. Perceelsbreedte 135 m

De regenleiding wordt halverwege het perceel uitgelegd. Lengte nylo slag 60 m, opstellingsverband 18 x 22 m.

Het verplaatsen van regenleiding, nylo slangen, statieven en sproeiers van kavel naar kavel zal vrij veel tijd vragen indien alle wijken nog aanwezig zijn. Alle genoemde materialen moeten dan worden opgeladen. Indien de wijken zijn gedempt kunnen de slangen gemakkelijk van de ene naar de andere kavel worden getrokken, hiervoor is nauwelijks extra tijd nodig.

Van grote betekenis is uiteraard de kavellengte. Wanneer de regenleiding 350 m is, is het ideaal indien de kavels  $n \times 350$  m lang zijn;  $n = 1, 2, 3$  enz. Het aantal ondergrondse leidingen kan dan tot een minimum worden beperkt.

## 12. EXPLOITATIEKOSTEN VOOR VERREGENING AFVALWATER VAN DE AARDAPPELMEELFABRIEK 'TONDEN' IN FOXHOL

Wanneer de aardappelmeelfabriek 'Tonden' van Koninklijke Scholten-Honig N. V. te Foxhol het afvalwater van de fabriek, door middel van beregning op landbouwgronden, wil verwerken, dan kunnen, op basis van berekeningen in de voorafgaande hoofdstukken, de kosten voor de beregning worden berekend.

De grondgedachte van de directie van de aardappelmeelfabriek 'Tonden' is 'retourtransport van het afvalwater naar percelen landbouwgrond waarvan de aardappelen zijn betrokken'. Aangezien het toeleveringsareaal van de aardappelen over de provincies Groningen, Drente en Overijssel verspreid ligt, moet het afvalwater over grote afstanden worden vervoerd. In de gedachten van KSH zou dit transport kunnen plaatsvinden als retourvracht van het aardappeltransport.

Aangezien het toeleveringsareaal van de aardappelen van de fabriek 'Tonden' zeer verspreid ligt, zijn de rayons waarvan de aardappelen worden betrokken als uitgangspunt genomen. In tabel 10 (blz. 26) zijn de rayons weergegeven en tevens de hoeveelheid aardappelen die daarvan wordt betrokken. Als opbrengst van 1 ha fabrieks-aardappelen is gemiddeld 40 ton aangehouden. Met deze gegevens is de oppervlakte grond berekend, waarop de aardappelen zijn geteeld. Verder is de hoeveelheid afvalwater berekend die volgens de gedachtingang van KSH bij de verschillende rayons behoort.

Verwerking van het afvalwater, door middel van verregening met beregeningsapparatuur, houdt in dat grote complexen aaneengesloten landbouwgrond moeten worden ingericht. In hoofdstuk 9 is berekend dat de kostprijs per  $m^3$  afneemt naarmate het te beregenen oppervlak groter wordt.

Aangenomen wordt dat het areaal landbouwgrond, waarvan de aardappelen worden betrokken, zoveel mogelijk aaneengesloten ligt. Het is dan mogelijk binnen het totale gebied een aantal complexen landbouwgrond te kiezen die zoveel mogelijk zijn afgestemd op de rayonoppervlakken en bovendien redelijk verspreid liggen binnen het gehele toeleveringsareaal. Dit betekent wel dat niet altijd het optimum oppervlak van ruim 1000 ha wordt gehaald. De in tabel 11 (blz. 27) vermelde beregeningsarealen hebben dan ook soms een oppervlak van 250 ha.

Op basis van bovenstaande uitgangspunten is in tabel 11 een benadering gemaakt van de kosten van verregening van  $425\ 000\ m^3$  afvalwater van de aardappelmeelfabriek 'Tonden' binnen het toeleveringsareaal. Voor de oppervlakten 500 en 1000 ha is de kostprijs per  $m^3$  uit tabel 8 gebruikt en voor de oppervlakten 250 ha is ervan uitgegaan dat één combinatie van arbeid en materiaal op  $2 \times 250$  ha kan worden ingezet.



Tabel 10. Gebieden waarvan de aardappelen voor de aardappelmeelfabriek 'Tonden' te Foxhol worden betrokken, hoeveelheid aardappelen per rayon in hl en tonnen, hoeveelheid afvalwater (m<sup>3</sup>) per rayon en het oppervlak (ha) waarvan de aardappelen zijn betrokken

| Rayon                              | hl        | ton aard. | m <sup>3</sup><br>afvalwater | ha   |
|------------------------------------|-----------|-----------|------------------------------|------|
| Totaal:                            | 5 434 274 | 331 490   | 430 938                      | 7860 |
| Annen                              | 21 400    | 1 300     | 1 690                        | 30   |
| Apeldoorn                          | 199 545   |           |                              |      |
| Appelscha                          | 137 700   | 8 400     | 10 920                       | 200  |
| Assen                              | 89 425    | 5 455     | 7 092                        | 130  |
| Beilen                             | 187 449   | 11 434    | 14 864                       | 270  |
| Dalen                              | 20 500    | 1 251     | 1 626                        | 30   |
| M. Drente                          | 21 900    | 1 336     | 1 737                        | 30   |
| Eent                               | 92 450    | 5 639     | 7 330                        | 130  |
| Gieterveen                         | 39 050    | 2 380     | 3 094                        | 60   |
| Harkstede                          | 247 430   | 15 093    | 20 674                       | 360  |
| Hardenberg                         | 215 530   | 13 147    | 17 091                       | 310  |
| Hoogeveen                          | 665 625   | 40 603    | 52 784                       | 970  |
| Hooghalen                          | 78 250    | 4 773     | 6 205                        | 110  |
| Klazienaveen                       | 295 000   | 17 995    | 23 394                       | 420  |
| Kolham, Kropswolde                 | 137 800   | 8 406     | 10 928                       | 200  |
| De Krim                            | 13 000    | 793       | 1 031                        | 20   |
| Norg                               | 198 200   | 12 902    | 16 773                       | 300  |
| Onstwedde                          | 76 800    | 4 685     | 6 091                        | 110  |
| Orvelte                            | 35 200    | 2 147     | 2 791                        | 50   |
| Oude Pekela, Nw.<br>Pekela, Zuidw. | 162 050   | 9 885     | 12 851                       | 230  |
| Scheemda                           | 36 600    | 2 233     | 2 903                        | 50   |
| Schoonlo                           | 3 000     | 183       | 238                          | 5    |
| Schoonoord                         | 98 930    | 6 053     | 7 846                        | 140  |
| Smilde I                           | 430 330   | 26 250    | 34 125                       | 630  |
| Smilde II                          | 260 600   | 15 897    | 20 666                       | 380  |
| Steenwijk                          | 114 170   | 6 964     | 9 053                        | 165  |
| Ter Apel                           | 32 850    | 2 004     | 2 605                        | 50   |
| Texel                              | 20 035    | 1 222     | 1 589                        | 30   |
| Valthermond                        | 32 200    | 1 964     | 2 553                        | 50   |
| Veelerveen                         | 336 975   | 20 554    | 26 720                       | 490  |
| Veenhuizen                         | 85 000    | 5 185     | 6 741                        | 120  |
| Veluwe                             | 215 975   | 25 347    | 32 951                       | 600  |
| Winschoten                         | 59 450    | 3 626     | 4 714                        | 90   |
| Woldstreek                         | 215 325   | 13 135    | 17 076                       | 310  |
| Zevenhuizen                        | 78 700    | 4 000     | 6 240                        | 100  |
| Zorgvlied                          | 87 350    | 5 323     | 6 920                        | 120  |
| Zuidbroek                          | 260 450   | 15 887    | 20 653                       | 380  |
| Zuidlaren                          | 132 030   | 8 054     | 10 470                       | 190  |

Tabel 11. Exploitatiekosten van de verregening op een aantal complexen landbouwgrond binnen het toeleveringsareaal van aardappelen voor de aardappelmeelfabriek 'Tonden' in Foxhol

|              | Oppervlak<br>ha | Hoev. afvalwater<br>m <sup>3</sup> | Exploitatiekosten<br>gld. |
|--------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|
| Veenhuizen   | 250             | 21 250                             | 34 226,48                 |
| Norg         | 250             | 21 250                             | 34 226,48                 |
| Harkstede    | 250             | 21 250                             | 34 226,48                 |
| Woldstreek   | 250             | 21 250                             | 34 226,48                 |
| Kolham       | 250             | 21 250                             | 34 226,48                 |
| Zuidbroek    | 250             | 21 250                             | 34 226,48                 |
| Beilen       | 250             | 21 250                             | 34 226,48                 |
| Hardenberg   | 250             | 21 250                             | 34 226,48                 |
| Klazienaveen | 500             | 42 500                             | 61 200,-                  |
| Veelerveen   | 500             | 42 500                             | 61 200,-                  |
| Smilde       | 1000            | 85 000                             | 89 250,-                  |
| Hoogeveen    | 1000            | 85 000                             | 89 250,-                  |
| TOTAAL       | 5000 ha         | 425 000 m <sup>3</sup>             | f 574 711,84              |

De berekende exploitatiekosten in tabel 11 hebben alleen betrekking op de kosten van beregening in het beregeningsareaal. De kosten voor het transport van het afvalwater van de fabriek naar de tussenopslagen zijn hierin niet inbegrepen.

### 13. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

1. In een aardappelmeelfabriek te Smilde wordt een nieuwe methode van zetmeelwinning toegepast, waarmee het waterverbruik per ton aardappelen, in vergelijking tot de oude methode, is verlaagd tot 0,5 m<sup>3</sup> per ton aardappelen. Het gevolg is dat de concentratie van afvalstoffen in het proceswater aanzienlijk is verhoogd.
2. Een mogelijke oplossing voor de zuivering van het afvalwater is verregening op landbouwgrond. Voor de evaluatie van deze methode



is tijdens de aardappelmeelcampagne 1973 (sept. -dec.) op 100 ha landbouwgrond van de Dienst der Domeinen in Veenhuizen een beregeningsproef uitgevoerd met het geconcentreerde afvalwater van de fabriek in Smilde.

3. De regengiften op de percelen zijn in het algemeen laag gehouden in verband met de hoge concentratie aan voedingszouten: 2750 mg N per liter, 625 mg  $P_2O_5$  per liter en 4500 mg  $K_2O$  per liter. De dosering is verder afhankelijk van de werkingscoëfficiënten van de verschillende voedingselementen voor de verschillende gewassen. De aangehouden regengiften bedragen:
  - 5 mm op aardappelen,
  - 10 mm op granen,
  - 15 mm op suikerbieten.
4. De berekening is uitgevoerd met conventionele beregeningsapparatuur, d.w.z. in handwerk met beregeningsbuizen, nylonslangen en sproeiers op statieven.
5. Tijdens de verregeningssproeven zijn metingen gedaan van de arbeidsbehoefte voor de conventionele methode van berekening. Getracht is de organisatie van de berekening zodanig op te bouwen, dat met een minimum aan arbeid en apparatuur kan worden gewerkt.
6. Op basis van de inzet aan arbeid en materiaal is het aantal manuren en trekkeruren per ha berekend. Deze gegevens mogen niet worden gebruikt voor de berekening van de exploitatiekosten, daar een aanzienlijk deel van de arbeidstijd niet effectief kan worden besteed. Een deel van de arbeid gaat verloren aan verplaatsingen van de arbeiders zelf.
7. De arbeid- en trekkerkosten moeten worden berekend uit de werkelijke arbeidsprestaties, die verkregen worden door het werkprogramma van de arbeiders van minuut tot minuut te volgen. Op basis van de verkregen gegevens is de minimum inzet aan arbeid en materiaal berekend bij verschillende regengiften (5, 10 en 15 mm).
8. Op een areaal aaneengesloten landbouwgrond in de Veenkoloniën moet op basis van het bouwplan: 40% aardappelen, 50% graan en 10% suikerbieten, resp. 5, 10 en 15 mm afvalwater worden ver-



regend met een gemiddelde gift van 8,5 mm. Voor de berekening van de exploitatiekosten is uitgegaan van de minimum inzet van arbeid en materiaal, die berekend is voor een dosering van 10 mm.

9. De exploitatiekosten van beregning van afvalwater van de aardappelmeelindustrie met conventionele beregeningsapparatuur zijn sterk afhankelijk van het oppervlak dat aaneengesloten kan worden beregend. Een minimale inzet aan arbeid en apparatuur wordt verkregen bij een aaneengesloten te beregenen oppervlak van 1152 ha. De beregeningskosten bedragen dan f 1,05 per m<sup>3</sup>. Wordt het oppervlak kleiner, dan stijgen de kosten aanzienlijk, bijv.:  
500 ha f 1,44/m<sup>3</sup>; 4 x 100 ha f 1,98/m<sup>3</sup>.

In deze kostprijs zijn niet de kosten inbegrepen voor het transport van het afvalwater naar de tussenopslag in het beregeningsareaal.

10. De toepassing van de in de proeven gehanteerde conventionele beregeningsmethode in de Veenkoloniën is goed mogelijk, mits de lengte van de te gebruiken nylonslangen wordt aangepast aan de kavelbreedte (75-135 m).
11. Indien een aaneengesloten areaal landbouwgrond vaak wordt doorsneden met wijken, zal, ten gevolge van het frequent moeten opladen van de beregeningsapparatuur, de kostprijs per m<sup>3</sup> stijgen.

#### 14. LITERATUUR

'Landbouwkundig gebruik Afvalwater Aardappelmeelindustrie'  
Rapport van Werkgroep TNO voor Onderzoek Irrigatie  
Afvalwater Aardappelmeelfabrieken, december 1972



## 15. APPENDIX

## Werkprogramma bij verschillende regengiften

Voor het meten van de arbeidsprestatie en daarmee het bepalen van de arbeidsbezetting per regeneenheid zijn tijdens de proeven in Veenhuizen de verrichte werkzaamheden van minuut tot minuut gevolgd. Op basis van deze metingen is in het volgende het werkprogramma uitgeschreven, indien resp. alleen 5, 10 en 15 mm wordt gegeven.

Werktijden zijn: 07.00-12.00 uur excl. 15 min. koffiepauze

12.00-12.30 uur lunchpauze

12.30-16.15 uur excl. 15 min. theepauze

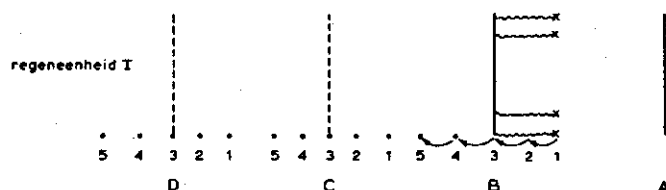
a. Afvalwatergift: 5 mm

Fig. 6. Opstelling van regenleiding A en B. Verplaatsingsrichting sproeiers  $B_1 \rightarrow B_5$ , enz.

- regenleiding
- regenleiding na verplaatsing
- ~~~~~ nylon slang
- x sproeier

In fig. 6 is de ligging van regeneenheid I weergegeven, zoals die is op tijdstip nul.

|                                                   | arbeidskrachten |
|---------------------------------------------------|-----------------|
| 07.00-07.15 aankomst schaftwagen                  | a, b, c         |
| 07.15 aanvang berekening op $B_1$                 | c               |
| 07.15-07.35 A ontkoppelen; trekker en wagen halen | a, b; c         |



|             |                                                    | arbeidskrachten |
|-------------|----------------------------------------------------|-----------------|
| 07.35-07.55 | A opladen                                          | a, b, c         |
| 07.55-08.15 | transport $A \rightarrow C$ ; lopen naar $B_1$     | c; a, b         |
| 08.15-08.35 | verplaatsen $B_1 \rightarrow B_2$                  | a, b            |
| 08.35-08.55 | uitleggen C                                        | a, b, c         |
| 08.55-09.15 | koppelen C, lopen naar $B_2$                       | a, b            |
| 09.15-09.35 | verplaatsen $B_2 \rightarrow B_3$                  | a, b            |
| 09.35-09.55 | koffiepauze                                        | a, b, c         |
| 09.55-10.15 | restant C koppelen, lopen naar $B_3$               | a, b            |
| 10.15-10.35 | verplaatsen $B_3 \rightarrow B_4$                  | a, b            |
| 10.35-11.00 | uitzetten plaats leiding D                         | a, b            |
| 11.00-11.15 | lopen naar $B_4$                                   | a, b            |
| 11.15-11.35 | verplaatsen $B_4 \rightarrow B_5$                  | a, b            |
| 11.35-11.45 | diverse werkzaamheden                              | a, b            |
| 11.45-12.15 | lunchpauze                                         | a, b            |
| 12.15-13.15 | berekening stop; verplaatsen $B_5 \rightarrow C_1$ | c; a, b, c      |
| 13.15       | aanvang berekening $C_1$                           | c               |
| 13.15-13.35 | B ontkoppelen                                      | a, b            |
| 13.35-13.55 | B opladen                                          | a, b, c         |
| 13.55-14.15 | transport $B \rightarrow D$ ; lopen naar $C_1$     | c; a, b         |
| 14.15-14.35 | verplaatsen $C_1 \rightarrow C_2$                  | a, b            |
| 14.35-14.55 | uitleggen D                                        | a, b, c         |
| 14.55-15.15 | theepauze                                          | a, b, c         |
| 15.15-15.35 | verplaatsen $C_2 \rightarrow C_3$                  | a, b            |
| 15.35-15.55 | koppelen D                                         | a, b            |
| 15.55-16.15 | diverse werkzaamheden; trekker en wagen wegbrengen | a, b; c         |
| 16.15       | berekening stop                                    | c.              |

De verplaatsingen (elk uur) zijn dermate intensief dat 2 arbeiders (a en b) met één regeneenheid (I) een volledige dagtaak hebben. Voor arbeider c is er voldoende tijdsruimte om na het werk bij I ook bij regeneenheid II en III de buizen op te laden en te verplaatsen. De optimale inzet van arbeid en materiaal bij 5 mm regengift wordt dus gevormd door:

$$\left. \begin{array}{l} 3 \text{ regeneenheden} \\ 7 \text{ arbeiders} \\ 1 \text{ trekker} \\ 1 \text{ transportwagen} \end{array} \right\} = 1 \text{ werkeenheid voor 5 mm}$$



De beregeningscapaciteit van één werkeenheid is:  
 8 uur regenen per dag à  $120 \text{ m}^3/\text{uur}$ , gedurende 90 dagen (18 weken à 5 werkdagen), dus  $86\,400 \text{ m}^3$  per campagne. Hiervoor is bij een regengift van 5 mm 1620 ha aaneengesloten landbouwgrond nodig.

b. Afvalwatergift: 10 mm

In fig. 7 is de ligging van twee regeneenheden weergegeven zoals die is op tijdstip nul.

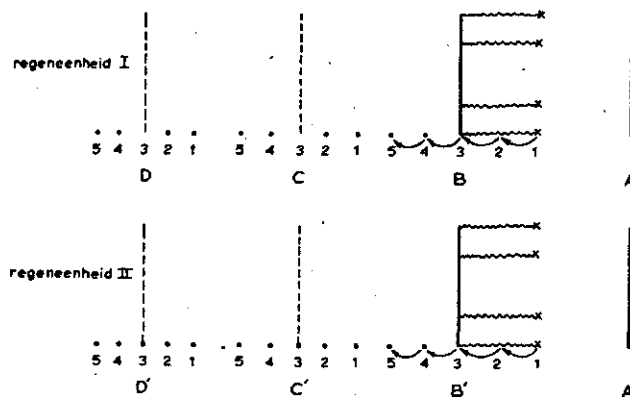


Fig. 7. Opstelling regeneenheden I en II. Verplaatsingsrichting sproeiers  $B_1 \rightarrow B_5$  enz.

- regenleiding
- regenleiding na verplaatsing
- ~~~~~ nylo slang
- x sproeier

1e dag

07.00-07.15 aankomst schaftwagen

arbeiders

a, b, c

07.15 aanvang berekening op  $B_1$  en  $B_1'$

c



|             |                                                       |         |
|-------------|-------------------------------------------------------|---------|
| 07.15-07.35 | A ontkoppelen; trekker en wagen halen                 | a, b; c |
| 07.35-07.55 | A opladen                                             | a, b, c |
| 07.55-08.15 | transport $A \rightarrow C$ ; lopen naar $B_1'$       | c; a, b |
| 08.15-08.35 | verplaatsen $B_1' \rightarrow B_2'$                   | a, b    |
| 08.35-08.55 | uitleggen C                                           | a, b, c |
| 08.55-09.15 | koppelen C; lopen naar $B_1$                          | a, b    |
| 09.15-09.35 | verplaatsen $B_1 \rightarrow B_2$                     | a, b    |
| 09.35-09.50 | koffiepauze                                           | a, b, c |
| 09.10-10.15 | koppelen C; lopen naar $B_2'$                         | a, b    |
| 10.15-10.35 | verplaatsen $B_2' \rightarrow B_3'$                   | a, b    |
| 10.35-10.55 | loskoppelen $A'$                                      | a, b    |
| 10.55-11.15 | lopen naar $B_2$                                      | a, b    |
| 11.15-11.35 | verplaatsen $B_2 \rightarrow B_3$                     | a, b    |
| 11.35-11.55 | $A'$ opladen                                          | a, b, c |
| 11.55-12.15 | transport $A' \rightarrow C'$ ; lopen naar $B_3'$     | c; a, b |
| 12.15-12.35 | verplaatsen $B_3' \rightarrow B_4'$                   | a, b    |
| 12.35-13.15 | lunchpauze                                            | a, b, c |
| 13.15-13.35 | verplaatsen $B_3 \rightarrow B_4$                     | a, b    |
| 13.35-13.55 | uitleggen $C'$                                        | a, b, c |
| 13.55-14.15 | lopen naar $B_4'$                                     | a, b    |
| 14.15-14.35 | verplaatsen $B_4' \rightarrow B_5'$                   | a, b    |
| 14.35-14.55 | koppelen $C'$                                         | a, b    |
| 14.55-15.15 | theepauze                                             | a, b, c |
| 15.15-15.35 | verplaatsen $B_4 \rightarrow B_5$                     | a, b    |
| 15.35-16.15 | diverse werkzaamheden; trekker en wagen<br>wegbrengen | a, b; c |
| 16.15       | berekening stop                                       | c       |

2e dag

|             |                                                          |         |
|-------------|----------------------------------------------------------|---------|
| 07.00-07.15 | aankomst schaftwagen                                     | a, b, c |
| 07.15       | aanvang berekening $B_5$ , trekker en wagen<br>halen     | c       |
| 07.15-08.15 | verplaatsen $B_5' \rightarrow C_1'$                      | a, b    |
| 08.15       | aanvang berekening $C_1'$                                | c       |
| 08.15-09.15 | berekening $B_5$ stop; verplaatsen $B_5 \rightarrow C_1$ | c; a, b |
| 09.15       | aanvang berekening $C_1$                                 | c       |
| 09.15-09.35 | koffiepauze                                              | a, b, c |
| 09.35-09.55 | B ontkoppelen                                            | a, b    |



|             |                                                                   |         |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|---------|
| 09.55-10.15 | B opladen                                                         | a, b, c |
| 10.15-10.35 | transport $B \rightarrow D$ ; verplaatsen $C_1' \rightarrow C_2'$ | c; a, b |
| 10.35-10.55 | uitleggen D                                                       | a, b, c |
| 10.55-11.15 | $B'$ ontkoppelen                                                  | a, b    |
| 11.15-11.35 | verplaatsen $C_1' \rightarrow C_2'$                               | a, b    |
| 11.35-11.55 | $B'$ opladen                                                      | a, b, c |
| 11.55-12.15 | transport $B' \rightarrow D'$ en uitleggen $D'$                   | a, b, c |
| 12.15-12.35 | verplaatsen $C_2' \rightarrow C_3'$                               | a, b    |
| 12.35-13.15 | lunchpauze                                                        | a, b, c |
| 13.15-13.35 | verplaatsen $C_2' \rightarrow C_3'$                               | a, b    |
| 13.35-13.55 | koppelen D                                                        | a, b    |
| 13.55-14.15 | lopen naar $C_3'$                                                 | a, b    |
| 14.15-14.35 | verplaatsen $C_3' \rightarrow C_4'$                               | a, b    |
| 14.35-14.55 | koppelen $D'$                                                     | a, b    |
| 14.55-15.15 | theepauze                                                         | a, b    |
| 15.15-15.35 | verplaatsen $C_3' \rightarrow C_4'$                               | a, b    |
| 15.35-16.15 | diverse werkzaamheden; wegbrengen<br>trekker en wagen             | a, b; c |
| 16.15       | berekening stop                                                   | c       |

Ten gevolge van het elke twee uur verplaatsen kunnen 2 arbeiders (a en b) nu twee regeneenheden (I en II) bedienen. Arbeider c moet 's ochtends de verplaatsing van de regenleidingen van I en II verzorgen en 's middags van de regenleidingen van III en IV. De optimale inzet van arbeid en materiaal bij een regengift van 10 mm wordt dus gevormd door: 4 regeneenheden

|                  |                              |
|------------------|------------------------------|
| 5 arbeiders      | } = 1 werkeenheid voor 10 mm |
| 1 trekker        |                              |
| 1 transportwagen |                              |

De beregeningscapaciteit van deze werkeenheid bedraagt: 8 uur regenen per dag à  $160 \text{ m}^3$  per uur gedurende 90 dagen, dus  $115\,200 \text{ m}^3$  afvalwater per campagne. Bij een regengift van 10 mm is hiervoor 1152 ha aaneengesloten landbouwgrond noodzakelijk.



c. Afvalwatergift: 15 mm

In fig. 8 is de ligging van drie regeneenheden weergegeven, zoals die is op tijdstip nul.

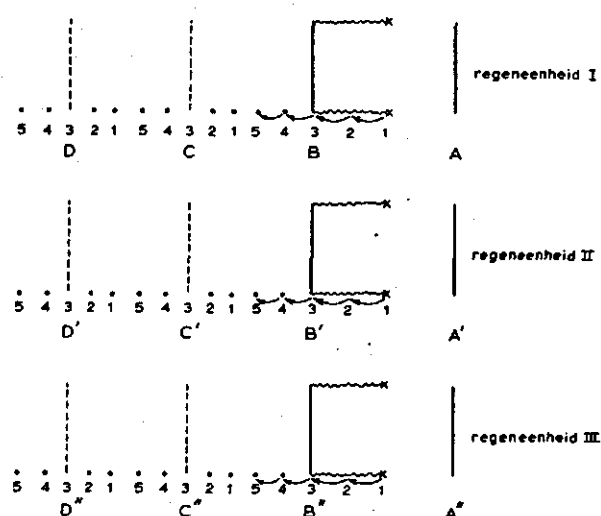


Fig. 8. Opstelling regeneenheden I, II en III. Verplaatsingsrichting sproeiers  $B_1 \rightarrow B_5$ , enz.

- regenleiding  
 - - - - - regenleiding na verplaatsing  
 ~~~~~ nylonslang  
 x sproeier

1e dag

07.00-07.15 aankomst schaftwagen
 07.15 aanvang berekening B_1 , B_1' en B_1'' ;
 trekker en wagen halen

arbeiders

a, b, c
 c

| | | |
|-------------|---|---------|
| 07.15-07.35 | A ontkoppelen | a, b |
| 07.35-07.55 | A opladen | a, b, c |
| 07.55-08.15 | transport $A \rightarrow C$; lopen naar B_1 | c; a, b |
| 08.15-08.35 | verplaatsen $B_1 \rightarrow B_2$ | a, b |
| 08.35-08.55 | uitleggen C | a, b, c |
| 08.55-09.15 | koppelen C; lopen naar B_1' | a, b |
| 09.15-09.35 | verplaatsen $B_1' \rightarrow B_2'$ | a, b |
| 09.35-10.00 | koppelen C, A' ontkoppelen | a, b |
| 10.00-10.15 | koffiepauze, lopen naar B_1'' | a, b |
| 10.15-10.35 | verplaatsen $B_1'' \rightarrow B_2''$ | a, b |
| 10.35-10.55 | A' opladen | a, b, c |
| 10.55-11.15 | transport $A' \rightarrow C'$; lopen naar B_2 | c; a, b |
| 11.15-11.35 | verplaatsen $B_2 \rightarrow B_3$ | a, b |
| 11.35-11.55 | uitleggen C' | a, b, c |
| 11.55-12.15 | lopen naar B_2' | a, b |
| 12.15-12.35 | verplaatsen $B_2' \rightarrow B_3'$ | a, b |
| 12.35-13.15 | lunchpauze | a, b, c |
| 13.15-13.35 | verplaatsen $B_2' \rightarrow B_3'$ | a, b |
| 13.35-13.55 | koppelen C' | a, b |
| 13.55-14.15 | A'' ontkoppelen, lopen naar B_3 | a, b |
| 14.15-14.35 | verplaatsen $B_3 \rightarrow B_4$ | a, b |
| 14.35-15.00 | A'' ontkoppelen; A'' opladen | a, b, c |
| 15.00-15.15 | theepauze | a, b, c |
| 15.15-15.35 | verplaatsen $B_3' \rightarrow B_4'$; transport $A'' \rightarrow C''$ | a, b, c |
| 15.35-15.55 | uitleggen C'' | a, b, c |
| 15.55-16.15 | diverse werkzaamheden; trekker en wagen
wegbrengen | a, b, c |
| 16.15 | berekening stop | c |

2e dag

| | | |
|-------------|--|------|
| 07.00-07.15 | aankomst schaftwagen | a, b |
| 07.15 | aanvang berekening B_3'' , B_4 en B_4' ,
trekker en wagen halen | c |
| 07.15-07.35 | verplaatsen $B_3'' \rightarrow B_4''$ | a, b |
| 07.35-07.55 | koppelen C'' | a, b |
| 07.55-08.15 | lopen naar B_4 | a, b |
| 08.15-08.55 | verplaatsen $B_4 \rightarrow B_5$ | a, b |
| 08.35-09.00 | diverse werkzaamheden | a, b |



| | | |
|-------------|---|---------|
| 09.00-09.15 | lopen naar B_4' | a, b |
| 09.15-09.35 | verplaatsen $B_4' \rightarrow B_5'$ | a, b |
| 09.35-10.00 | koffiepauze | a, b |
| 10.00-10.15 | lopen naar B_4'' | a, b |
| 10.15-10.35 | verplaatsen $B_4'' \rightarrow B_5''$ | a, b |
| 10.35-11.15 | uitzetten D, D' en D'' | a, b |
| 11.15-12.15 | berekening B_5' stop, verplaatsen $B_5' \rightarrow C_1'$ | a, b |
| 12.15 | berekening B_5' stop | a, b |
| 12.15-12.45 | lunchpauze | a, b |
| 12.45-13.15 | verplaatsen $B_5' \rightarrow C_1'$ | a, b |
| 13.15 | berekening B_5'' stop, aanvang berekening C_1'' | a, b |
| 13.15-14.15 | verplaatsen $B_5' \rightarrow C_1'$; $B_5'' \rightarrow C_1''$ | a, b |
| 14.15 | aanvang berekening C_1' | a, b |
| 14.15-15.00 | verplaatsen $B_5' \rightarrow C_1''$ | a, b |
| 15.15 | aanvang berekening C_1'' | a, b |
| 15.15-15.35 | verplaatsen $C_1' \rightarrow C_2$ | a, b |
| 15.35-16.15 | diverse werkzaamheden; trekker en wagen wegbrengen | a, b; c |
| 16.15 | berekening stop | c |

Bij een regengift van 15 mm kunnen 2 arbeiders (a en b) drie regeneenheden (I, II en III) bedienen. Arbeider c moet de ene dag de verplaatsingen van de regenleidingen I, II en III verzorgen en de andere dag die van IV, V en VI. De minimum inzet van arbeid en materiaal bij een gift van 15 mm wordt dus gevormd door:

$$\left. \begin{array}{l} 6 \text{ regeneenheden} \\ 5 \text{ arbeiders} \\ 1 \text{ trekker} \\ 1 \text{ transportwagen} \end{array} \right\} = 1 \text{ werkeenheid voor 15 mm}$$

De beregeningscapaciteit van een dergelijke werkeenheid bedraagt: 8 uur regenen per dag à 240 m^3 per uur gedurende 90 dagen, dus $172\,800 \text{ m}^3$ per campagne. Bij een regengift van 15 mm is hier voor 1152 ha aaneengesloten landbouwgrond nodig.

De minimum inzet aan arbeid en materiaal voor de gehanteerde giften van 5, 10 en 15 mm zijn in tabel 12 samengevat.

Tabel 12. Minimum inzet van arbeid en materiaal bij verschillende regengiften. Bergend oppervlak en hoeveelheid verregend afvalwater

| Regengift
mm | minimum aan arbeid
en materiaal
- | oppervlak
ha | verregend water
m ³ |
|-----------------|---|-----------------|-----------------------------------|
| 5 | 3 regeneenheden
7 arbeiders
1 trekker
1 transportwagen | 1600 | 86 400 |
| 10 | 4 regeneenheden
5 arbeiders
1 trekker
1 transportwagen | 1152 | 115 200 |
| 15 | 6 regeneenheden
5 arbeiders
1 trekker
1 transportwagen | 1152 | 172 800 |