

NN31545.0734

OTA 734

april 1973

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

HET VERREGENEN VAN AFVALWATER AFKOMSTIG VAN DE
AARDAPPELMEELINDUSTRIE MET BEHULP VAN
CONVENTIONELE BEREKENINGSAPPARATUUR

ir A.J. Hellings

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-
middelen, 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 onder-
zoek nog niet is afgesloten.
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut
in aanmerking



1789305

I N H O U D

	Blz.
INLEIDING	1
UITGANGSPUNTEN	1
INVLOED VAN DE WIND	2
SCHEMA KAVELINDELING EN OPSTELLING BEREKENINGSMATERIAAL	4
INVESTERING IN VERPLAATSBAAR BEREKENINGSMATERIAAL	6
BENODIGDE ARBEID EN ARBEIDSKOSTEN	8
INVESTERING EN EXPLOITATIEKOSTEN LAGE-DRUK-SYSTEEM	9
INVESTERING EN EXPLOITATIEKOSTEN HOGE-DRUK-SYSTEEM	10
VERGELIJKING KOSTEN VAN MECHANISCHE SPROEIERVERPLAATSING (A) EN VERPLAATSING MET DE HAND (B)	11
NABESCHOUWING	13
LITERATUUR	14

INLEIDING

In het rapport 'Landbouwkundig gebruik afvalwater Aardappelmeel-industrie' dat in december 1972 uitgebracht werd door de 'Werkgroep Onderzoek Irrigatie Afvalwater Aardappelmeelfabrieken TNO' is ervan uitgegaan dat de landbehandeling met afvalwater plaats zou vinden met behulp van mechanisch voortbewogen sproeiers. Aangezien betwijfeld werd of zonder aanleg van rijstroken en herverkaveling van het gebied moderne regenapparaten bruikbaar zouden zijn is een berekening uitgevoerd van de kosten van de investeringen en de exploitatie van een conventionele beregeningsmethode, dat wil zeggen toepassing van snelkoppelbuis en rondgaande sproeiers.

De grootste bezwaren tegen moderne systemen met rijdende haspelwagen betreffen het gewicht van ca. 2200 kg in verband met de geringe draagkracht van de veengrond in natte perioden en het gebruik van een grote sproeier die structuurbederf kan veroorzaken en windgevoelig is.

UITGANGSPUNTEN

De uitvoering gaat in handwerk dat wil zeggen buizen en sproeiers worden op het perceel met hand verlegd en bij verplaatsing naar een volgend perceel op een buizenwagen geladen en vervolgens op een zo kort mogelijke afstand van de nieuwe opstellingsplaats afgeladen. Het transport binnen het perceel kan door één man plaatsvinden, dat van perceel naar perceel door twee man waarvan een als trekkerchauffeur fungeert.

Het aantal sproei-uren in de periode van de aardappelcampagne hangt af van het aantal daglichturen, aangezien de sproeiers in ver-

band met de kleine gift van 10 mm vijfvoudig geconcentreerd afvalwater telkens na ongeveer 1 uur verplaatst moeten worden. Het aantal bedraagt:

half september	13½
half oktober	12½
half november	10
half december	8½

Bij de berekeningen is 10 uur per dag aangehouden. Het gevolg is dat, afgezien van onwerkbaar weer, per dag 10 sproei-uren en per week 50 sproei-uren kunnen worden gemaakt.

De produktie van 5 x geconcentreerd afvalwater van de fabriek in De Krim zou 2400 m^3 per etmaal of $16\ 800 \text{ m}^3$ per week bedragen. Gedurende de gehele campagne zal ongeveer $200\ 000 \text{ m}^3$ geproduceerd worden, zodat, wanneer niet meer dan 10 mm gegeven mag worden, in totaal een oppervlakte van 2000 ha in de berekening betrokken zal moeten worden.

De capaciteit per beregeningsuur zal $16\ 800:50 = 336 \text{ m}^3/\text{uur}$ bedragen.

Omdat de fabriek continu draait en de berekening alleen op werkdagen gedurende de genoemde uren moet er een deel van het afvalwater in reservoirs opgeslagen kunnen worden. Voor de weekeinden bedraagt de vereiste opslagcapaciteit 6200 m^3 . Daarnaast moet er een opslagmogelijkheid zijn voor dagen met onwerkbaar weer of technische storingen. De grootte zal in sterke mate afhangen van de toelaatbare windsnelheid en het aantal dagen dat deze achtereenvolgens overschreden zal worden.

INVLOED VAN DE WIND

Door de vervorming van de sproeicirkels onder invloed van de wind zal de afstand tussen de sproeiërs bij toename van de windsnelheid verkleind moeten worden. De gegevens in tabel 1 zijn ontleend aan PILLSBURY en DEGAN (1968).

Tabel 1. Het percentage van de maximaal beregende diameter van rond draaiende sproeiërs dat water ontvangt (P), de theoretische sproeierafstand (D), het daaraan aangepaste opstellingsverband (O.V.), de regenintensiteit (R.I.), gerangschikt in klassen van toenemende gemiddelde windsnelheid (\bar{V})

\bar{V} m/sec	P %	D m	O.V. m	R.I. mm
0	65	29,9	24 x 30	9,9
0 - 2,5	60	27,6	24 x 24	12,4
2,6 - 5,0	50	23,0	15 x 24	16,5
> 5,0	30	13,8	12 x 18	33,0

Hieruit blijkt dat de berekening in ieder geval bij windsnelheden boven 5 m/sec gestopt zal moeten worden wegens de te hoge intensiteit. Van het aantal dagen dat dit verwacht kan worden is in tabel 2 een indruk gegeven.

Tabel 2. De gemiddelde windsnelheid in de betreffende maand (M) het langjarig gemiddelde (N) en het aantal dagen dat een snelheid van 3, 5 en 9 m/sec overschreden werd (n) op het station Eelde in de afgelopen drie jaren

	M	N	n			
			> 3 m/sec	> 5 m/sec	> 9 m/sec	
1970	september	4,5	4,1	16	6	0
	oktober	5,1	4,5	24	15	2
	november	5,4	4,7	25	15	4
	december	4,2	4,7	23	10	0
1971	september	3	4,0	14	2	0
	oktober	4,5	5,0	20	9	3
	november	5,5	5,5	25	17	4
	december	5,5	5,5	28	19	1
1972	september	3	4	19	2	0
	oktober	3	5	14	2	0
	november	5,5	5,5	29	19	1
	december	4,5	5,5	23	12	2

In de jaren 1970 tot en met 1972 komt overschrijding van de 5 m/sec grens niet zo vaak voor in de maand september. In oktober gemiddeld 9 dagen, in november 17 dagen en in december 14 dagen. Wanneer inderdaad met beregenen gestopt moet worden bij windsnelheden boven de 5 m/sec dan zou de capaciteit van de installaties in de laatste twee maanden ongeveer verdubbeld moeten worden, of er zouden grote reservoirs gebouwd moeten worden.

Omdat onvoldoende gegevens voorhanden waren, is bij de volgende beschouwing uitgegaan van de veronderstelling dat onder alle weersomstandigheden gewerkt kan worden.

De capaciteit bedraagt dan $336 \text{ m}^3/\text{uur}$. Deze waterhoeveelheid wordt verdeeld over 4 complexen van 500 ha elk. Per complex bedraagt de capaciteit dus $84 \text{ m}^3/\text{uur}$.

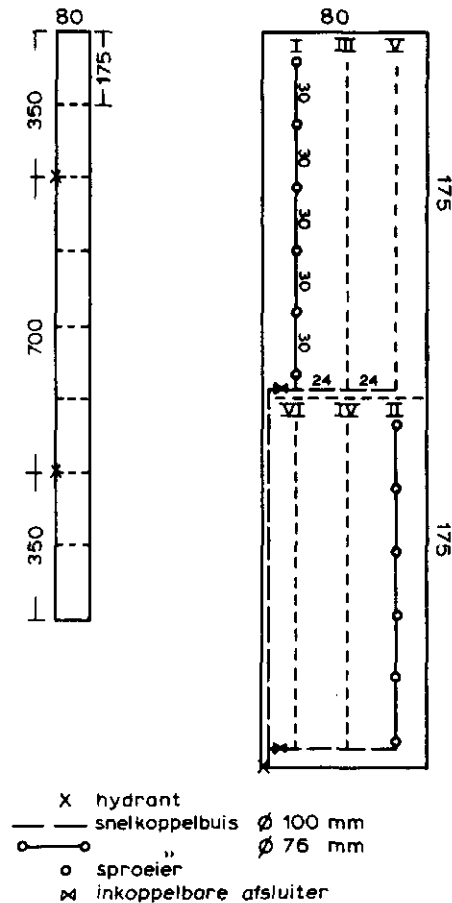
SCHEMA KAVELINDELING EN OPSTELLING BEREGENINGSMATERIAAL

Evenals in het rapport: 'Landbouwkundig gebruik afvalwater aardappelmeelindustrie' is verondersteld, dat de kavellengte 1400 m bedraagt en dat iedere kavel op 350 m van de einden doorsneden wordt door een ondergrondse persleiding, die op elke kavel voorzien is van één of meer hydranten, die zoveel mogelijk langs de bedrijfsweg gesitueerd zullen worden. De perceelslengte tussen de sloten of greppels, zoals afgelezen van de Topografische kaart 1:25 000 varieert sterk. De uitersten liggen bij 50 en 1375 m. In de meeste gevallen tussen 75 en 500 m; in oppervlakte ongeveer 0,6 tot 4 ha. Op de hoge grond wordt in het algemeen de grootste perceelslengte gevonden. Het is dan echter niet uitgesloten dat op grote percelen twee of meer gewassen verbouwd worden.

De kavelbreedte is in 75 % van de gevallen 70 à 90 m. Een redelijke aanpassing aan de variabele breedte kan worden verkregen met middelgrote sectorsproeiers (bijv. Mannesmann MR 35) met een opstelingsverband van $24 \times 30 \text{ m}$ en een mondstuk van 10 mm. Per sproeier wordt bij 3,5 atmosfeer 7 m^3 afgenomen. Er moeten in dat geval $336:7 = 48$ sproeiers gedurende de 10 sproei-uren per werkdag ingeschakeld worden. De regenintensiteit bedraagt 9,9 mm/uur, zodat voor

10 mm ruim 1 uur per opstellingsplaats nodig is.

fig. 1 De perceels indeling en de opstelling van buizen en sproeiers



In fig. 1 is opstelling van buizen en sproeiers aangegeven. Er is een reserve regenvleugel opgenomen zodat continu beregend kan worden, achtereenvolgens op de plaatsen I, II, III, IV, V en VI. Het verplaatsen van 156 m snelkoppelbuis kost ongeveer 1 manuur, zodat 1 man de beregening kan uitvoeren nadat de buizen op het perceel gebracht zijn en voor de eerste maal aangesloten.

De maximale drukverliezen bedragen in de hoofdleiding 5,3 m en in de zijleiding met de sproeiers 6,2 m.

In verband met het veel lagere gewicht wordt de voorkeur gegeven aan aluminium snelkoppelbuis. Het gewicht van een 6 m lange buis met een doorsnede van 100 mm bedraagt 9,2 kg, en met een doorsnede van 76 mm 5,7 kg. De overeenkomstige verzinkte bandstalenbuizen zijn bijna tweemaal zo zwaar. Omdat de aluminium buizen in het algemeen

voorzien zijn van insteekkoppelingen, die alleen afsluiten zolang de buis onder druk staat, is het nodig aan het begin en het einde een inkoppelbare afsluiter op te nemen, zodat tijdens de berekening van beide percelen van 1,4 ha de hoofdleiding gevuld blijft. Alleen de zijleiding zal bij elke verplaatsing leeglopen. In dit geval is het een voordeel dat dit via de koppelingen gebeurt omdat de hoeveelheid van ca. 27 l per buis over het perceel verdeeld wordt. Indien dit bemestingstechnische bezwaren zou opleveren is het mogelijk om voor iedere verplaatsing de buizen gedurende enkele minuten met schoon water door te spoelen, bijvoorbeeld met behulp van een beregeningspomp gekoppeld aan de aftak-as van de trekker. Vooral in gebieden doorsneden met wijken en sloten zal dit weinig moeilijkheden opleveren. Een bijkomstig voordeel hiervan is dat de buizen en sproeiers bij het verplaatsen schoner zijn.

INVESTERING IN VERPLAATSBAAR BEREGENINGSMATERIAAL

Bij de berekening is uitgegaan van aluminium snelkoppelbuis en sectorsproeiers die met een bajonetskoppeling op de buis bevestigd worden.

a. Snelkoppelbuizen en hulpstukken

	Prijs per stuk	Aantal	Totaal
Aansluitbocht aan hydrant Ø 4"	f 75,-	1	f 75,-
Snelkoppelbuis Ø 4", 300 m	- 110,-	50	- 5 500,-
Bochten 90°, Ø 4"	- 75,-	3	- 225,-
T stuk, Ø 4"	- 97,-	1	- 97,-
Buisstuk met afsluiter Ø 4"	- 235,-	2	- 470,-
Overgangsstuk 4"-3"	- 38,-	2	- 76,-
Snelkoppelbuis Ø 3", 240 m	- 66,-	40	- 2 640,-
Snelkoppelbuis Ø 3", 72 m met sproeier aansluiting	- 67,-	6	- 402,-
Eindsluitingen Ø 3"	- 20,-	2	- 40,-
			f 9 525,-
BTW en bijkomende kosten 30 %			- 2 858,-
		Totaal 1	f 12 383,- =====

b. Sproeiers

	Prijs per stuk	Aantal	Totaal
Middelgrote sectorsproeiers	f 195,20	12	f 2342,-
Koppeling 1½"	- 20,60	12	- 247,-
			f 2589,-
BTW en bijkomende kosten 30 %			- 777,-
		Totaal 2	f 3366,- =====

c. Buizenwagen

Aangezien in Nederland geen complete buizenwagens in de handel zijn, is een stelpost opgenomen uitgaande van een éénassige fruitteeltwagen met buizenrek, die het gewicht van de buizen en sproeiers (ca. 750 kg) kan dragen. Aangezien deze wagens ca. f 3250,- kosten is een prijs inclusief buizenrek, BTW en bijkomende kosten aangehouden van f 5000,-.

De totale investering in verplaatsbaar materiaal wordt dan:

a. Buizen en hulpstukken	f 12 383,-
b. Sproeiers	- 3 366,-
c. Buizenwagen	- 5 000,-
Totaal	f 20 749,- =====

Voor het verregenen van $336 \text{ m}^3/\text{uur}$ zijn 8 eenheden van $42 \text{ m}^3/\text{uur}$ nodig, zodat de investering in totaal $8 \times f 20 749,- = f 165 992,-$ bedraagt.

Bij een afschrijving in 10 jaar en een rentevoet van 7 % bedragen de jaarlijkse kosten f 23 637,-.

BENODIGDE ARBEID EN ARBEIDSKOSTEN

Bij de berekening van de arbeidsduur is ervan uitgegaan dat de snelheid tijdens het rijden en afladen op het perceel 0,5 m/sec bedraagt, de tijd voor rechtleggen en koppelen 40 sec per buis en de tijd voor verleggen van buizen en sproeiers op het veld 100 sec per buis of 216 m buisleiding per manuur bedraagt

	Man- uren	Trekker- uren
a. Uitrijden, neerleggen en koppelen van hoofd- en zijleiding:		
174 m buis \emptyset 100 en 156 m \emptyset 76 uitrijden en afladen	0,56	0,28
Idem, rechtleggen en koppelen	0,33	-
126 m buis \emptyset 100 over gemiddeld 40 m afstand dragen, neerleggen en koppelen	1,00	-
156 m buis \emptyset 76 uitrijden en afladen	0,22	0,11
b. Verplaatsing van de regenvleugel binnen het perceel:		
312 m \emptyset 76 driemaal verplaatsen over ca. 30 m	4,33	-
c. Ontkoppelen, opnemen, transporteren en opladen:		
156 m buis \emptyset 76	0,22	0,11
126 m buis \emptyset 100 over gemiddeld 40 m afstand	1,00	-
176 m buis \emptyset 100 en 156 \emptyset 76	0,76	0,38
d. Koppelen en ontkoppelen en transport van hulpstukken en sproeiers:	0,50	-
e. Transport van materiaal naar volgend perceel, gemiddeld:	1,00	0,50
	Totaal	9,92
	per ha	3,54
		1,38
		0,49

De arbeids- en trekkerkosten zijn berekend per eenheid van 2,8 ha.

Voor de arbeidskosten zijn 2 tarieven aangehouden. Het eerste is afkomstig van de landbouw CAO, waarbij het gemiddeld uurloon inclusief sociale lasten neerkomt op f 9,10. Het tweede is opgegeven door de betreffende fabriek en bedraagt f 13,50. Voor de trekkerkosten is een van het LEI afkomstig tarief gebruikt voor een trekker van 30 pk van f 4,80 per uur.

	Laag tarief	Hoog tarief
Arbeidskosten voor 2,8 ha	f 90,27	f 133,92
Trekkerkosten voor 2,8 ha	- 6,62	- 6,62
Totaal	f 96,89	f 140,54
	=====	=====

De totale kosten voor verplaatsing van de regeninstallatie over een oppervlakte van 2016 ha bedraagt dan volgens het lage tarief f 69 761,- en volgens het hoge f 101 189,-.

INVESTERING EN EXPLOITATIEKOSTEN LAGE-DRUK-SYSTEEM

Berekening kosten van het lage-druk-systeem, wanneer met 4 complexen van 504 ha gewerkt wordt en de capaciteit van de fabriek bij 5-voudige concentratie $100 \text{ m}^3/\text{uur}$ bedraagt. Hierbij is uitgegaan van de gegevens in het rapport 'Landbouwkundig gebruik afvalwater aardappelmeelindustrie'.

Investerings

Ondergrondse leidingen 4 x 1650 m \emptyset 117,6 mm à f 12,81	f 84 546,-
Pompgebouw	- 25 000,-
Reservoirs, 4 van 1500 m^3 à f 28 750,-	- 115 000,-
Totale investeringen af te schrijven in 30 jaar	f 224 546,-
BTW en verdere kosten 30 %	- 67 364,-
Totaal 1	f 291 910,-
	=====
Pompagegaten, 4 stuks (Q = $27,5 \text{ m}^3/\text{uur}$, H = 15 m WK)	- 4 800,-
Schakelapparatuur en kabels voor 4 aggregaten	- 4 000,-
Appendages voor 4 aggregaten	- 4 000,-
Totale investeringen af te schrijven in 10 jaar	f 12 800,-
BTW en verdere kosten 30 %	- 3 840,-
Totaal 2	f 16 640,-
	=====
Totaal generaal	f 308 550,-
	=====

Investering

Exploitatiekosten -1- 30 jaar afschrijving, rentevoet 7 %	f 23 528,-
Exploitatiekosten -2- 10 jaar afschrijving, rentevoet 7 %	- 2 370,-
Totaal	f 25 898,- =====

INVESTERING EN EXPLOITATIEKOSTEN HOGE-DRUK-SYSTEEM

Berekening kosten van het hoge-druk-systeem, wanneer met 4 complexen van 504 ha gewerkt wordt en de capaciteit van de installatie 336 m³/uur bedraagt. In verband met de lagere druk kan met goedkopere PVC-buis voor ondergrondse leiding worden gewerkt dan wanneer met mechanisch verplaatsbare sproeisystemen gewerkt wordt.

Drukverliezen

a. Ondergrondse PVC-buisleiding (3850 m, Ø 150,6 cap. 42 m ³ /uur)	16 m WK
b. Zuighoogte pomp	2 m WK
c. Snelkoppelbuis (240 m Ø 100 mm en 156 m Ø 76 mm)	12 m WK
d. Hulpstukken (hydrant, 3 bochten, overgang Ø 100 op Ø 76 mm)	1 m WK
e. Vereiste druk aan de sproeiers	35 m WK
Opvoerhoogte van de pomp	66 m WK

Investeringsen

Ondergrondse leiding, 4 x 8400 m Ø 150,6 (7,5 atm. werkdruk) incl. het grondwerk f 14,50/m'	f 487 200,-
Bochten 90°, 16 stuks Ø 150,6 à f 65,-	- 1 040,-
Hydranten, 228 stuks Ø 150,6 à f 278,-	- 80 064,-
Hoogspanningskabels en transformatorgebouw, 4 x f 10 000,-	- 40 000,-
Gebouwen voor motoren, pompen, buizenwagens en sproeiers, 4 x f 15 000,-	- 60 000,-
	f 668 304,-
BTW en bijkomende kosten 30 %	- 200 491,-
Totaal 1	f 868 795,- =====
Pompaggregaten, 4 stuks (Q = 84 m ³ /uur, H = 66 m WK)	f 20 800,-
Schakelapparatuur en kabels voor 4 aggregaten	- 20 000,-
Appendages voor aansluiting aan reservoir en ondergrondse leiding voor 4 aggregaten	- 12 000,-
	f 52 800,-
BTW en bijbehorende kosten 30 %	- 15 840,-
Totaal 2	f 68 640,- =====
Exploitatiekosten -1-, 30 jaar afschrijving, rentevoet 7 %	f 70 025,-
Exploitatiekosten -2-, 10 jaar afschrijving, rentevoet 7 %	- 9 774,-
Totaal	f 16 799,- =====

VERGELIJKING KOSTEN VAN MECHANISCHE SPROEIERVERPLAATSING (A) EN VERPLAATSING MET DE HAND (B)

De kosten van mechanische sproeierverplaatsing hebben betrekking op de in genoemd rapport beschreven Schlebusch-installatie, die van verplaatsing met de hand op een conventionele installatie, waarvan de kosten in het voorafgaande werden aangegeven.

	A	B
Regengift per jaar (mm)	10	10
Concentratie van het afvalwater	5-voudig	5-voudig
Oppervlakte van het beregende areaal (ha)	2016	2016
Lage-druk-systeem		
Rente en afschrijving in 30 jaar	f 19 000,-	f 23 500,-
Rente en afschrijving in 10 jaar	- 2 400,-	- 2 400,-
Energiekosten (6 ct/KWU)	- 1 000,-	- 1 000,-
Hoge-druk-systeem inclusief beregeningsmaterialen		
Rente en afschrijving in 30 jaar	- 66 300,-	- 70 000,-
Rente en afschrijving in 10 jaar	- 32 600,-	- 33 400,-
Energiekosten (8 ct/KWU)	- 6 300,-	- 5 700,-
Arbeids- en trekkerkosten, laag tarief	- -,-	69 000,-
Arbeids- en trekkerkosten, hoog tarief	- 32 500,-	-101 200,-
Totale exploitatiekosten, laag tarief	f -,-	f205 800,-
Totale exploitatiekosten, hoog tarief	- 160 100,-	-237 200,-

Het verschil in kosten is vrijwel geheel toe te schrijven aan de arbeid. In de praktijk zal dit verschil nog groter zijn door de variatie in perceelsafmetingen en de moeilijke bereikbaarheid van een deel van de percelen in natte perioden. Hierbij moet wel gesteld worden dat methode A alleen uitvoerbaar is na verkaveling van het gebied. Bezwaren die aan de methode B kleven zijn:

- a. de hoge kosten voor de verplaatsing van buizen en sproeiers;
- b. verplaatsing van materialen over pas beregende grond;
- c. leeglopen van buizen na beëindiging van de berekening;
- d. slechte waterverdeling bij matige of sterkere wind.

Voordelen van deze methode zijn:

- a. grote mate van bedrijfszekerheid;
- b. aanpassingsmogelijkheden aan willekeurige perceelsvormen;
- c. lage eisen wat draagkracht van de grond betreft;
- d. lagere druk.

NABESCHOUWING

In verband met nieuwe ontwikkelingen op het terrein van mechanische sproeiervplaatsing, waarbij bijvoorbeeld een draaiende sproeiboom met behulp van een kabel over het land getrokken wordt, verdient het aanbeveling deze in overweging te nemen en zo mogelijk ter plaatse uit te proberen. Dit is overeenkomstig de aanbeveling uit het rapport van ELEMA en HAENEN (1972) waarvan de belangrijkste conclusies zijn:

- a. Het conventionele systeem met verplaatsbare buizen heeft zijn tijd gehad.
- b. Het buis-slangstelsel en het slang-slangstelsel is praktisch goed bruikbaar, vraagt een betrekkelijk lage investering en geeft een merkbare arbeidsbesparing en -verlichting.
- c. Voor volledig gemechaniseerde sproeiervplaatsing bieden de kleine en middelgrote apparaten met een draaiende sproeiboom en de kleinere automaten met haspel voor ons land de meeste vooruitzichten. De regenintensiteit van deze apparaten is laag genoeg om verslempen van niet begroeid bouwland in de meeste gevallen te voorkomen. De investering in dit soort apparaten met een werkbreedte van 38 m (draaiende boom) of een van 50 à 60 m (haspel en slede) is niet hoger dan ca. f 20 000,-

Zonder voorafgaande verkaveling bieden de buis-slang- en slang-slangsystemen voordelen in verband met de te verwachten arbeidstijdbesparing van respectievelijk ca. 30 en 50 % en de grotere aanpassingsmogelijkheden aan perceelsvorm en windsterkte. De afstand tot de hydranten is in het algemeen te groot voor dit soort systemen in verband met de grote drukverliezen in de slangen. Een nadere studie zou moeten uitwijzen of met aangepaste apparatuur (tuinbouwtrekkers met rupsbanden bijv.) onder natte omstandigheden slangen en sproeiers op de percelen uitgereden kunnen worden.

Na uitvoering van een verkaveling bieden haspel- en sledesystemen, bij voorkeur met kleine sproeiers uitgerust, goede mogelijkheden.

LITERATUUR

ELEMA, H.M. en J.A.H. HAENEN, 1972. Berekening met weinig arbeid op akkerbouwbedrijven in N.W.-Frankrijk.

LANDBOUWKUNDIG GEBRUIK VAN AFVALWATER AARDAPPELMEELINDUSTRIE,
Rapport van de Werkgroep: 'Onderzoek Irrigatie Afvalwater Aardappelmeelfabrieken', 1972.

PILLSBURY, A.F. en A. DEGAN. Sprinkler Irrigation, F.A.O. Rome, 1968.