

PROEFSTATION VOOR DE AKKER- EN WEIDEBOUW
WAGENINGEN

TECHNISCHE, ECONOMISCHE EN ORGANISATORISCHE ASPECTEN
VAN BEREKENING

Resultaten van een onderzoek in Oostelijk Noord-Brabant
met literatuurstudie

J. van der Velden kand. l.i.

Type-, stencil- en bindwerk
Stichting Bureau voor Gemeenschappelijke Diensten
Bornsesteeg 53 - Wageningen

INHOUDSOPGAVE

Blz.

Voorwoord	5
I. Inleiding	7
II. Organisatie van de berekening in Oostelijk Noord-Brabant	8
1. Algemeen	8
2. Coöperatieve beregeningsverenigingen	8
2.1. De coöperatieve organisatievorm	11
2.2. Het toe- en uittreden van de leden	11
2.3. De financiering	12
2.4. Exploitatiekosten en reserveringen	14
2.5. De aansprakelijkheid	14
2.6. Het stemrecht	15
3. Combinaties op basis van een eenvoudige overeenkomst	15
4. Zelfstandige berekening	16
III. Investerings en exploitatiekosten	18
1. Algemeen	18
2. Investerings	18
3. Vaste kosten	21
4. Variabele kosten	22
4.1. Energiekosten	22
4.2. Onderhoudskosten	22
4.3. Arbeidskosten	23
4.4. Niet in rekening gebrachte kosten	23
5. Jaarlijkse kosten bij coöperatieve en zelfstandige berekening	23
6. Nadere analyse van de jaarkosten	25
IV. Berekening en arbeidsbehoefte	29
1. Algemeen	29
2. Verplaatsen van de leidingen	31
3. Tijdwaarnemingen	33
4. Arbeidsbehoefte van de berekening bepaald door andere onderzoekers	34
V. Watervoorziening, put- en pompkarakteristieken	36
1. Waterwinning	36
1.1. Oppervlaktewater	36
1.2. De put	36
1.3. De pomp	38
2. Bepaling van put- en pompkarakteristieken	40
VI. Grondwaterstandsfluctuaties en berekening	45
1. Algemeen	45
2. Grondwaterstandsdalingen door wateronttrekking ten behoeve van berekening	45
2.1. De waterbalans als theoretische benadering	45
2.2. Grondwaterstandsmetingen als praktische benadering	46
VII. Samenvatting	51
VIII. Conclusies	56
Literatuuroverzicht	58
Naschrift	60
Bijlagen (1 t/m 5)	

VOORWOORD

In Oostelijk Noord-Brabant zijn de afgelopen 15 jaar meerdere beregeningsinstallaties in coöperatief of ander samenwerkingsverband in gebruik genomen. Een gericht onderzoek naar de hiermee verkregen resultaten en ervaringen had tot nu toe niet plaatsgevonden. In deze leemte werd voorzien door een studie van de heer J. v.d. Velden, kand.l.i., die voor de afdeling Weg- en Waterbouwkunde en Irrigatie van de Landbouwhogeschool een scriptie over dit onderwerp samenstelde. Na kennisname van de inhoud van deze scriptie hebben wij, in overleg met genoemde afdeling en met de heer v.d. Velden, gemeend goed te doen aan de inhoud ervan een ruimere bekendheid te geven, door deze op te nemen in onze serie rapporten.

Behalve aan een groot aantal technische en organisatorische aspecten van de beregening wordt ook de nodige aandacht geschonken aan de watervoorziening en aan de benodigde investeringen en de exploitatiekosten van de beregeningsinstallaties. De in Brabant verkregen gegevens werden aangevuld met een literatuurstudie.

In de oorspronkelijke scriptie is tevens een hoofdstuk opgenomen over de stroming van het grondwater naar de put en de eigenschappen van centrifugaalpompen voor beregeningsinstallaties. Dit hoofdstuk is, gezien het wel erg specialistische karakter ervan, in dit rapport niet opgenomen. Wel is dit in een afzonderlijk rapportje vastgelegd, onder de titel:

"Grondwaterstromingen naar een nortonput en eigenschappen van centrifugaalpompen voor beregeningsinstallaties". Van dit rapportje is een beperkt aantal exemplaren voorradig. Belangstellenden kunnen dit bij ons Proefstation aanvragen.

Een bijzonder woord van dank komt toe aan de initiatiefnemers en aan de uitvoerder van dit onderzoek.

Het Proefstation voor
de Akker- en Weidebouw

Ir. H. Thomas

I. INLEIDING

De berekening wordt sinds 1950 in Nederland steeds meer toegepast om in de vochttekorten van de gewassen te voorzien. Uit cijfers van het Centraal Bureau voor de Statistiek CBS blijkt dat in 1961 in totaal 44.600 ha beregend werd, waarvan 25.300 ha landbouwgronden en 19.300 ha tuinbouwgronden terwijl in 1958 de cijfers resp. 4.650 en 8.900 ha waren (zie bijlage 1). Sinds 1961 is de beregenbare oppervlakte nog geleidelijk aan toegenomen, doch deze toename was niet zo spektakulair als in de periode 1958-1961. Definitieve cijfers van de huidige beregenbare oppervlakte zijn nog niet bekend. Schattingen hieromtrent lopen uiteen van 75.000 ha tot 100.000 ha. In vergelijking met de andere methoden van kunstmatige toediening van water, infiltratie en bevoeiing, die tezamen volgens schattingen in 1961 op ongeveer 25.000 ha zouden worden toegepast, is de berekening voor Nederland verreweg het belangrijkste. Door de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland (COLN) is gesteld dat in Nederland ca. 200.000 ha verdrogende gronden en ca. 600.000 ha droogtegevoelige gronden voorkomen (zie bijlage 3). Op grond van de cijfers van het CBS en de COLN kan verwacht worden dat de te beregenen oppervlakte nog wel zal blijven toenemen.

De vraag of en in welke mate berekening voordelen biedt, zal per bedrijf kritisch moeten worden bezien. De belangrijkste punten bij de beoordeling zijn de hoedanigheid van de grond en de waterhuishouding. Daarnaast spelen andere factoren zoals de bedrijfsgrootte, de perceelsligging, de vakbekwaamheid van de boer en het bouwplan een rol.

Het is niet eenvoudig te zeggen hoe de toekomstige ontwikkeling van de berekening zal kunnen of zou moeten zijn. Om ten aanzien hiervan meer inzicht te krijgen, werd van verschillende zijden behoefte gevoeld aan een onderzoek naar de resultaten en ervaringen met berekening in de laatste 10 à 15 jaar. Met name bij de afdeling Irrigatie van de Landbouwhogeschool en de Rijkslandbouwwoorlichtingsdienst bestond hiervoor belangstelling. Toen de mogelijkheid van een dergelijk onderzoek zich voordeed, werd van deze instellingen dan ook veel medewerking ondervonden. Het onderzoek heeft vooral betrekking op de berekening in Oostelijk Noord-Brabant omdat vooral in dit gebied verschillende organisatievormen bij de berekening voorkomen. Verder is een literatuurstudie op dit terrein verricht.

II. ORGANISATIE VAN DE BEREGENING IN OOSTELIJK NOORD-BRABANT

1. Algemeen

In de eerste jaren dat de beregening werd toegepast, betrof het alleen de zogenaamde zelfstandige beregening. Voor veel kleinere of sterk versnipperde bedrijven was het echter economisch niet verantwoord om individueel een installatie aan te schaffen. Samenwerking tussen verschillende bedrijven gaf een mogelijkheid om een aaneengesloten oppervlakte te verkrijgen waardoor de investeringen per hectare gunstiger kwamen te liggen. In de periode 1955-1965 zijn op verschillende plaatsen groepen van boeren gaan samenwerken bij de aanleg en het gebruik van regeninstallaties. Bij de uitbreiding van de beregenbare oppervlakte in de laatste jaren is het aantal van deze samenwerkingsvormen niet toegenomen. In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de ontwikkeling van de beregening van 1956 t/m 1964.

Voor het aanschaffen van een regeninstallatie door een groep van deelnemers moet een juridische grondslag worden gevonden om de aanleg en exploitatie van deze installatie bevredigend te doen verlopen. De meest eenvoudige vorm is een overeenkomst, waarin men een aantal regels kan opnemen welke de deelnemers moeten nakomen. Bij een groter aantal deelnemers loopt men meer risico dat één van hen zijn verplichtingen niet nakomt. Weliswaar kan een eis tot schadevergoeding wegens wanprestatie worden ingediend, maar de procedure jegens een nalatige deelnemer is voor de betrokkenen veel eenvoudiger indien de combinatie een rechtspersoonlijkheid bezittende vereniging is. De coöperatieve vereniging komt hiervoor het meest in aanmerking. De statuten moeten onder andere richtlijnen bevatten om de vereniging aan haar doel te laten beantwoorden. De rechten en plichten der leden moeten nauwkeurig omschreven zijn.

In dit hoofdstuk worden in de eerste plaats de belangrijkste punten uit de statuten van de verschillende beregeningsverenigingen behandeld. Daarna wordt ingegaan op de overeenkomsten zoals deze voor verschillende combinaties opgesteld zijn.

Het aanschaffen van een regeninstallatie door een grondgebruiker ten behoeve van zijn eigen bedrijf levert geen juridische moeilijkheden op, zolang het algemeen belang geen schade ondervindt van de wateronttrekking. Dit vereist geen speciale organisatievorm. Toch zijn er wel omstandigheden waarbij bedrijven met zelfstandige beregening samenwerken en wel in ruilverkavelingsgebieden; hierop zal later nader worden ingegaan.

2. Coöperatieve beregeningsverenigingen

Alvorens dieper in te gaan op de structuur van de coöperatieve beregeningsvereniging zal eerst een korte omschrijving worden gegeven van vijf coöperatieve beregeningsverenigingen. In totaal zijn er zes beregeningsverenigingen in Nederland waarvan er vijf bij het onderzoek betrokken zijn geweest.

"De Somerense Akkers G.A." te Someren

In de veertiger jaren is in een gebied waarvan ook de Somerense Akkers deel uitmaken een ruilverkaveling "oude stijl" uitgevoerd. Er werd gestreefd naar een gunstige perceelsvorm en perceelsgrootte en naar een doelmatige ontsluiting maar er werd nog geen aandacht besteed aan het samenvoegen van alle percelen van één bedrijf tot een afgerond geheel, zonodig met boerderijverplaatsing. De meeste boeren hebben maar een gedeelte van hun gronden in de Somerense Akkers liggen en dit bestaat dan nog uit verspreid liggende percelen. Onder deze omstandigheden was het vrijwel niet mogelijk de beregening per bedrijf te organiseren, maar was samenwerking tussen de bedrijven nodig.

Tabel 1. OVERZICHT VAN BEDRIJVEN MET INDIVIDUELE BEREKENING, COÖPERATIEVE BEREKENING EN BEREKENING IN COMBINATIEVERBAND IN HET RIJKS-LANDBOUWCONSULENTSCHAP EINDHOVEN

	1956		1957		1958		1959		1960		1961		1964	
	Aantal be-drij-ven	Oppervlakte (ha)	Aantal be-drij-ven	Oppervlakte (ha)	Aantal be-drij-ven	Oppervlakte (ha)	Aantal be-drij-ven	Oppervlakte (ha)	Aantal be-drij-ven	Oppervlakte (ha)	Aantal be-drij-ven	Oppervlakte (ha)	Aantal be-drij-ven	Oppervlakte (ha)
Bedrijven met zelfstandige berekening	45	350	51	400	61	450	110	755	190	1230	215	1326 ±	250	+ 1500
Bedrijven met berekening in combinatieverband					5	11	7	16	35	112	41	129	44	142
Somerense Akkers	34	112	35	114	35	114	49	164	47	163	47	167	47	169
Zonderwijk			15	57	28	83	28	83	28	87	28	103	24	86
Leende					25	46	63	111	63	111	67	111	67	111
Oerle									5	31	5	31	5	31
Walik									6	19	6	19	6	19
Totaal Rijkslandbouwconsulentschap Eindhoven	79	462	101	571	154	704	257	1129	374	1753	409	1886	443	2056

Bedrijven met gemeenschappelijke berekening

In 1956 werd "De Somerense Akkers G.A." als eerste coöperatieve beregeningsvereniging in Nederland opgericht. Het werkgebied omvatte bij aanvang 114 ha aaneengesloten landbouwgronden, terwijl de coöperatie 35 leden telde. In 1959 werd het werkgebied uitgebreid met 52 ha die echter niet zo gunstig aaneengesloten lagen als in het eerste gebied. Het aantal leden van de coöperatie nam in 1959 toe tot 49; dit aantal is in de loop der jaren constant gebleven.

In de twee gebieden zijn twee onafhankelijke beregeningsinstallaties aangelegd, hoewel de gebieden aan elkaar grenzen. Het gebied van 114 ha is verdeeld in vier vakken en het gebied van 52 ha in twee. Per vak is een Norton put met pomp aanwezig. Vanaf de pomp loopt door het midden van het vak een ondergrondse leiding, van waaruit de aangrenzende gronden van water kunnen worden voorzien. De ondergrondse leidingen van alle vakken in het gebied zijn met elkaar verbonden. De vereniging heeft twee regenmeesters in dienst, die ieder voor zijn gebied het gebruik van de sproeileidingen regelen, het waterverbruik per lid bijhouden en het technisch toezicht hebben op de beregeningsinstallatie.

"Zonderwijk G.A." te Veldhoven

In 1957 is de coöperatieve beregeningsvereniging "Zonderwijk G.A." opgericht. Om de beregening mogelijk te maken is in het gebied eerst een vrijwillige ruilverkaveling uitgevoerd waarbij per bedrijf de vele kleine percelen zijn samengevoegd tot één kavel, die gunstig gelegen is ten opzichte van de bedrijfsgebouwen.

De coöperatieve beregeningsvereniging wordt gevoerd door verschillende beregeningscombinaties die in technisch opzicht volledig onafhankelijk van elkaar werken. Elke combinatie bestaat uit twee tot vijf leden. Per combinatie is een volledige beregeningsinstallatie waarbij elk lid zijn eigen bovengrondse leiding heeft, zodat hij zelf kan bepalen wanneer hij beregenen wil.

De vereniging bestond in 1962 uit tien combinaties met totaal 28 leden die tezamen 96,68 ha beregenbare grond hadden. Na 1962 is de omvang van de vereniging elk jaar kleiner geworden door uitbreiding van de bebouwing van de gemeente Veldhoven.

"Leende G.A." te Leende

De coöperatieve beregeningsvereniging "Leende G.A." is in 1958 opgericht. Deze wordt evenals die te Veldhoven, gevormd door beregeningscombinaties die technisch onafhankelijk van elkaar zijn. In het begin waren er drie combinaties aangesloten; later is dit aantal uitgebreid tot zeven. De coöperatie telt thans 52 leden die in totaal 88,25 ha kunnen beregenen.

De akkergronden zijn vóór de aanleg van de beregening door middel van een verkaveling bij overeenkomst opnieuw ingedeeld. Door de beregening werd het mogelijk grasland aan te leggen op de hoge gronden bij de boerderijen, waardoor een aanzienlijke arbeidsbesparing werd bereikt.

"Oerle G.A." te Veldhoven

De coöperatieve beregeningsvereniging "Oerle G.A." is eind 1959 opgericht. Voordat de beregeningsinstallatie werd aangelegd, is een vrijwillige ruilverkaveling uitgevoerd. In tabel 2 zijn de resultaten van deze verkaveling vermeld.

Tabel 2. RESULTATEN VRIJWILLIGE RUILVERKADELING TE OERLE

	Oude toestand	Nieuwe toestand
Totale oppervlakte	55 ha	55 ha
Aantal eigenaren	11	11
Aantal percelen	45	20

De vereniging bestaat uit zes leden met een totaal te beregenen oppervlakte van 32 ha. De organisatie en structuur van deze vereniging zijn gelijk aan die van de coöperatieve beregeningsvereniging "Zonderwijk G.A.", doch deze coöperatie bestaat uit slechts één combinatie.

"Walik G.A." te Riethoven

Gelijk met de coöperatie "Oerle G.A." is de coöperatieve beregeningsvereniging "Walik G.A." opgericht. Ook de organisatie en structuur zijn identiek aan de coöperatie "Oerle G.A.". Het ledental is zes terwijl een oppervlakte van 19,40 ha beregend kan worden.

2.1. De coöperatieve organisatievorm

In eerste instantie zullen ter algemene oriëntatie twee principe-definities worden gegeven van de coöperatie in het algemeen (Minderhoud, 1949; ter Woorst, 1966). Tevens wordt een relatie vastgesteld tussen deze principe-definities en de grondleggers van het coöperatie-idee: Rochdale en Emelianoff. Hierdoor zal het bij de bestudering van de structuur van de coöperatieve beregeningsverenigingen gemakkelijker zijn de verschillende coöperatieve basisgedachten te onderscheiden.

In art. 1 van de wet op de coöperatieve vereniging vindt men de volgende definitie van een coöperatie: "Een coöperatieve vereniging is een vereniging van personen waarbij in- en uittreden van de leden is toegestaan en die de bevordering van de stoffelijke belangen van de leden ten doel heeft".

Een andere definiëring van de coöperatie (Ter Woorst 1966) is: "Een coöperatie is die vorm van economische organisatie waarbij overigens zelfstandig blijvende economische subjekten, welke elkaar niet als concurrenten beschouwen, één of meer gelijk gerichte economische functies of gedeelten ervan gezamenlijk blijvend uitvoeren, teneinde het economisch resultaat van de betreffende economische subjekten te verbeteren".

In de eerste (wettelijke) definitie waarin de nadruk gelegd wordt op de vereniging van personen bemerkt men overeenkomsten met de door de Rochdale "pioneers" vastgelegde grondregel voor de coöperatieve vereniging, namelijk dat ieder lid van de coöperatie één stem behoort te hebben. Definieert men, zoals bij de tweede omschrijving, de coöperatieve vereniging als een integratie van bepaalde onderdelen - functies of taken - van de ondernemingen of huishoudingen, dan kan men stellen dat het prestatiebeginsel een objectieve maatstaf is voor het vaststellen van de rechten en de verplichtingen van de deelnemende economische eenheden. Emelianoff heeft het op prestatiebeginsel berustend idee geïntroduceerd, waarmee hij bedoelde dat de mate waarin het subjeet verbonden is met de coöperatie een objectieve maatstaf is.

2.2. Het toe- en uittreden van de leden

Behalve de oprichters zijn allen die door het bestuur worden aangenomen leden van de vereniging. Er worden enkele eisen gesteld om tot de vereniging toe te kunnen treden. Het is bijvoorbeeld noodzakelijk dat men eigenaar of gebruiker is van land- of tuinbouwgronden binnen het gebied waarover de vereniging haar werkzaamheden uitstrekt. Ook dienen de leden zich te

verplichten tot het vestigen van erfdienstbaarheden ten laste van hun eigendommen die de toevoer van water en kracht naar naburige gronden waarborgen of vergemakkelijken.

De coöperatie in Someren stelde ook als eis dat een lid al zijn gronden in het gebied moest inbrengen en niet slechts een gedeelte. Deze eis was oorzaak van enkele moeilijkheden. In de uitbreiding lagen een paar grotere bedrijven die alleen de graslanden wilden inbrengen en de bouwlanden er buiten wilden houden. Dit werd door de coöperatie geweigerd; het gevolg was dat deze boeren niet toetraden en zelf een regeninstallatie aanschafte.

Over hen die later als lid toetreden wordt alleen in de statuten van de coöperatie te Leende iets vermeld. Het toetredend lid moet een aantal aandelen opnemen, berekend op basis van de extra kosten die de vereniging moet maken. In geen enkel huishoudelijk reglement wordt het te volgen beleid bij de toetreding van een nieuw lid aangegeven. In de coöperaties waar later nieuwe leden toegetreden zijn, is deze leemte, speciaal ten aanzien van de financiële verplichting, aangevuld door besluiten van de algemene ledenvergadering.

De uittreding uit een coöperatie mag wel bemoeilijkt maar niet onmogelijk worden gemaakt (art. 12 van de wet op de C.V.). Bij de beregeningsverenigingen zijn de mogelijkheden het lidmaatschap te beëindigen als volgt:

- a. overlijden van een lid
- b. opzegging, uitgaande van het lid; dit kan eerst geschieden nadat sedert de aanvang van het lidmaatschap vijf jaren zijn verstreken.
- c. ontzetting uit het lidmaatschap, indien het lid handelt in strijd met de statuten en reglementen, dan wel in staat van faillissement wordt verklaard.

Door het beëindigen van het lidmaatschap op welke wijze dan ook, verliest het lid alle aanspraken op de bezittingen van de vereniging. Deze regel heeft in het bijzonder consequenties als de vereniging reserves vormt zoals bij de "Somerense Akkers G.A."; hierop wordt later nog nader ingegaan.

2.3. De financiering

De gemeenschappelijke berekening vereist duidelijk omschreven financiële regelingen, waarbij geen verschillen in uitleg mogelijk zijn. In het volgende wordt nader ingegaan op hetgeen in de verschillende statuten over de financiering van beregeningsinstallaties is geregeld.

De coöperatieve beregeningsvereniging laat namens haar leden een beregeningsinstallatie aanleggen. Om de aanleg van de installatie te kunnen financieren, zijn in het algemeen verschillende mogelijkheden:

- a. De leden storten direct het geld dat nodig is voor de investeringen en het bedrijfskapitaal. Deze vorm komt niet voor bij de bestaande beregeningsverenigingen en zal niet verder worden uitgewerkt.
- b. De coöperatie sluit een lening af die in de loop der jaren afgelost wordt met de gelden die vrijkomen uit de jaarlijkse exploitatie-rekening. In dit geval moet ieder lid bijdragen in de kosten van de coöperatie naarmate hij beslag legt op of gebruik maakt van de diensten van de coöperatie (Emelianoff-gedachte).
- c. De vereniging leent de benodigde gelden voor de aanvangsinvesteringen en spreekt haar leden direct aan voor de rente en de aflossing van de aangeane lening, waarbij de uitstaande aandelen als onderpand worden gegeven. De aflossing wordt gefinancierd uit de jaarlijkse bijstorting op de aandelen.

Op de laatste vorm van financiering zal dieper worden ingegaan, omdat deze in de vijf reeds eerder omschreven beregeningsverenigingen wordt toegepast.

De verenigingen zijn statutair bevoegd om een onbeperkt aantal aandelen op naam uit te geven. De grootte van het bedrag per aandeel varieert per vereniging. Over de aandelen kan men in de statuten het volgende lezen:

"Het aantal aandelen dat door ieder lid dient te worden opgenomen, wordt berekend nadat de leden ingedeeld zijn in één of meer groepen waarna het netto bedrag wordt vastgelegd dat, voor elk van deze groepen afzonderlijk, door de vereniging zelf moet worden geïnvesteerd. Het nominale bedrag aan aandelen waarvoor de bij éénzelfde groep ingedeelde leden gezamenlijk moeten deelnemen, is gelijk aan de aldus voor de betrokken groep vastgestelde investeringskosten - na aftrek van eventuele subsidie - naar boven afgerond op een veelvoud van het bedrag per aandeel en vermeerderd met 10 %. Het aldus verkregen bedrag wordt vervolgens omgeslagen over de bij de groep ingedeelde leden. De berekening van ieders aandeel in deze omslag geschiedt naar de verhouding waarin het voor de groep te investeren bedrag naar het oordeel van de Rijkslandbouwconsulent kan worden geacht benodigd te zijn voor de gronden van elk, bij diezelfde groep ingedeeld lid afzonderlijk".

Naar aanleiding van hetgeen over de verdeling van de investeringen onder de leden in de statuten staat, zou verondersteld kunnen worden dat het prestatie-beginsel als maatstaf dient bij de berekening van ieders aandeel in de investeringen. Er wordt namelijk gesteld dat de omslag zal gebeuren naar rato waarin de investeringen nodig worden geacht voor de gronden van ieder lid. Door deze omschrijving zouden vele criteria kunnen worden aangelegd zoals: de droogtegevoeligheid van de grond, de te beregenen oppervlakten, de afstand tot de pomp, het te verbouwen gewas of de hoeveelheid water die per lid verbruikt wordt. In werkelijkheid geschiedt de omslag op basis van de oppervlakte per lid, hetgeen de meest praktisch toepasbare maatstaf is. Een duidelijk omschreven maatstaf is namelijk noodzakelijk om foutieve interpretaties te voorkomen. In de praktijk heeft deze methode tot nu toe weinig of geen moeilijkheden opgeleverd.

Duidelijk dient hierbij gesteld te worden dat de term "aandelen" zoals deze in de statuten van de coöperatieve beregeningsverenigingen voorkomt een andere betekenis heeft dan in het normale spraakgebruik. In het algemeen wordt met een aandeel bedoeld een bewijs van deelname in het kapitaal van een onderneming. In de coöperatieve beregeningsverenigingen duidt de term aandeel op een bewijs van deelname in de lening door de coöperatie afgesloten. Dit aandeel wordt pas in de loop der jaren volgestort en de volstorting van de aandelen houdt gelijke tred met de aflossing van de lening door de coöperatie.

In het geval dat een lid zijn verplichtingen niet nakomt, kan een boete worden opgelegd welke per overtreding niet hoger dan f 20,- per aandeel en in totaal niet meer dan f 500,- kan zijn. Dit heeft zich echter in geen van de coöperaties nog voorgedaan, mede omdat door de besturen een zekere souplesse aan de dag werd gelegd aangaande het tijdstip waarop de verplichtingen nagekomen moesten worden.

Een andere mogelijkheid is dat in de loop der jaren beregende percelen van eigenaar verwisselen, hetgeen enkele keren is voorgekomen. De procedure is dan als volgt:

- a. De verkoper en koper komen tot overeenstemming wat de prijs van de grond betreft.
- b. Met goedvinden van het bestuur treedt het oude lid uit en wordt de nieuwe eigenaar als lid in het ledenregister ingeschreven.
- c. Het nieuwe lid treedt in de rechten en plichten van het voorgaande lid.
- d. In de koopakte wordt een en ander eveneens notarieel vastgelegd.

2.4. Exploitatiekosten en reserveringen

In alle beregeningsverenigingen geldt dat elk lid ongeacht het aantal aandelen waarvoor hij in het kapitaal deelneemt, het recht van gebruik van de beregeningsinstallatie heeft volgens regels die vastgesteld zijn bij het huishoudelijk reglement. Voor dit gebruik wordt door het bestuur van de leden een omslag geheven die berekend wordt overeenkomstig de daarvoor bij huishoudelijk reglement vastgestelde maatstaf.

Door de beregeningsvereniging te Someren wordt in afwijking van de andere beregeningsverenigingen en afgezien van de volstorting van aandelen, jaarlijks aan het begin van het beregeningsseizoen de prijs bepaald die de leden per volume-eenheid water dienen te betalen. Elk jaar wordt ook een vaste omslag geheven; deze bedroeg tot nu toe voor grasland f 30,- per ha en voor bouwland f 20,- per ha.

In de andere beregeningsverenigingen wordt na het beregeningsseizoen, aan de hand van de rekeningen, bepaald hoeveel ieder lid van de totale variabele kosten moet betalen (energie-, reparatie- en bedieningskosten). Per combinatie worden deze kosten over de leden van de groep verdeeld naar verhouding van de aangesloten oppervlakte grond.

Voor wat betreft de afschrijvingen geven de statuten van de vereniging te Someren andere richtlijnen dan de overige beregeningsverenigingen. In de statuten van de vereniging te Someren wordt voorgeschreven dat jaarlijks 2 % op gebouwen en minstens 5 % op machines moet worden afgeschreven. De bedoeling van deze afschrijving was om een reservefonds te vormen, waaruit na verloop van jaren een volledige vervanging van de installatie bekostigd zou kunnen worden. Na enkele jaren bleek echter dat een groot reservefonds niet wenselijk was daar de installatie niet ineens, doch geleidelijk aan werd vernieuwd. De geldontwaarding en de risico's van het beheer waren andere redenen om dit fonds niet groter te maken dan strikt noodzakelijk was. Wel werd besloten een bufferfonds aan te leggen, zodat het niet nodig zal zijn bij grote reparaties direkt een beroep te doen op de leden.

Het nadeel van het statutair vastleggen van de afschrijvingspercentages is later ingezien zodat in de statuten van de andere beregeningsverenigingen geen percentages gegeven worden. In deze statuten wordt voorgeschreven dat telkenjare ten laste van de exploitatierekening een zodanig bedrag moet worden afgeschreven op de bezittingen van de vereniging als bij het voeren van een conservatieve afschrijvingspolitiek nodig zal blijken. Door deze verenigingen is echter besloten dat er geen reservefonds gevormd behoeft te worden; dit om dezelfde redenen waarom door de vereniging in Someren is afgezien van een groot reservefonds. In deze beregeningsverenigingen wordt in de boekhouding echter wel afgeschreven waardoor de verlies- en winstrekening een jaarlijks tekort vertoont.

2.5. De aansprakelijkheid

Een van de meest karakteristieke trekken van de coöperatieve vereniging is de aansprakelijkheid van de leden. De aansprakelijkheid heeft in het algemeen twee functies te vervullen. Enerzijds schept zij met het aanwezige kapitaal de vereiste kredietwaardigheid, anderzijds dient zij als persoonlijke borgstelling van de leden voor het aantrekken van vreemd bedrijfskapitaal.

De aansprakelijkheid kan uiteenlopend zijn geregeld; de meest voorkomende mogelijkheden zullen in het kort gegeven worden.

- a. De wettelijke aansprakelijkheid (W.A.). Dit is: de aansprakelijkheid zoals de wet die in beginsel voorschrijft. Wanneer bij ontbinding of faillietverklaring van de coöperatie haar schulden groter blijken dan haar bezittingen, zijn de leden en zij die minder dan één jaar tevoren hun lidmaatschap beëindigden, voor gelijke delen van het tekort en onbepaald aansprakelijk. Wanneer sommige leden niet of niet geheel aan hun verplichtingen kunnen voldoen, zijn de overige leden daarvoor tezamen aansprakelijk.

- b. De zogenaamde gewijzigde aansprakelijkheid (G.A.). Hiermee kunnen diverse aansprakelijkheidsregelingen worden aangeduid die alle gemeen hebben dat zij van de wettelijke op blz. 14 genoemde afwijken. Die afwijkingen kunnen betreffen de maatstaf en het bedrag van de aansprakelijkheid en de periode gedurende welke oudleden aansprakelijk zijn.
- c. De uitgesloten aansprakelijkheid (U.A.). Hierbij behoeven de leden bij gerechtelijke of bij buitengerechtelijke vereffening niet bij te dragen in een eventueel tekort.

In alle coöperatieve beregeningsverenigingen is een gewijzigde aansprakelijkheid vastgelegd, echter wel in verschillende vormen. In de coöperatieve beregeningsvereniging te Someren kunnen de leden en de oud-leden (de laatste groep gedurende één jaar na opzegging van het lidmaatschap) aangesproken worden tot het tweevoud van het bedrag waarvoor zij in het kapitaal hebben deelgenomen voor het tekort dat aanwezig is na volstorting van de aandelen. Bij de andere beregeningsverenigingen zijn de leden aansprakelijk voor het totale bedrag waarvoor zij middels de aandelen hebben deelgenomen in de vereniging. Enige verdere aansprakelijkheid van de leden voor het daarna nog overblijvende tekort is uitgesloten. Oud-leden zijn gedurende vijf jaar na uittreding uit de vereniging nog aansprakelijk voor de volstorting van de aandelen.

2.6. Het stemrecht

Gezien het feit dat de leden van de coöperatieve beregeningsverenigingen in verschillende mate economisch gelieerd zijn met de coöperatie, moest dit in het stemrecht tot uiting komen.

Bij alle verenigingen, uitgezonderd de vereniging in Leende, is statutair vastgelegd dat ieder lid voor elk aandeel waarvoor hij in het kapitaal deelneemt één stem uitbrengt; per lid kunnen echter nooit meer dan 20 stemmen worden uitgebracht. In de vereniging te Leende heeft ieder lid tenminste één stem. Is van enig lid de oppervlakte grond welke voor berekening in aanmerking komt groter dan 1 ha dan kan door dit lid een stem extra worden uitgebracht, welk aantal wordt verhoogd tot twee stemmen extra indien deze oppervlakte groter is dan 1,5 ha en tot drie stemmen extra indien zij meer bedraagt dan 2 ha. Per lid kunnen derhalve in de vereniging te Leende nooit meer dan vier stemmen worden uitgebracht.

Uit praktische overwegingen is in de meeste beregeningsverenigingen overgegaan op het "one man, one vote" systeem omdat de meeste boeren meer dan 2 ha bezitten en het maximum aantal stemmen kunnen uitbrengen.

3. Combinaties op basis van een eenvoudige overeenkomst

De combinaties op basis van een eenvoudige overeenkomst komen in Noord-Brabant qua aantal meer voor dan de coöperatieve beregeningsverenigingen. Begin 1965 waren in het Rijkslandbouwconsulentschap te Eindhoven 193 bedrijven met gemeenschappelijke berekening, waarvan er 44 samenwerkten op basis van een eenvoudige overeenkomst (zie tabel 1). Het aantal bedrijven met gemeenschappelijke berekening is sinds 1965 niet meer toegenomen maar ten gevolge van diverse bebouwingsuitbreidingen veeleer afgenomen.

In het geval dat twee à drie boeren besloten dat gemeenschappelijke berekening en aansluiting bij een bestaande coöperatieve beregeningsvereniging niet mogelijk was of niet gewenst werd geacht, werd een overeenkomst opgesteld. Deze werd meestal door de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst opgesteld en daarna door de belanghebbenden ondertekend. Het belangrijkste verschil met de coöperatieve beregeningsverenigingen is dat de coöperaties koninklijk goedgekeurde statuten hebben en daarmee rechtspersoonlijkheid bezitten. De overeenkomsten zowel als de statuten hebben tot doel een aantal regels op te nemen die de deelnemers moeten nakomen.

De overeenkomsten bestaan meestal slechts uit enkele punten. De belangrijkste plaats wordt ingenomen door de regeling van de financiële verplichtingen van de deelnemers.

a. De verdeling van de aanschaffingskosten.

De investeringen in de beregeningsinstallatie worden meestal verdeeld naar rato van het te beregenen oppervlak, dit met uitzondering van de bovengrondse leidingen. Iedere deelnemer heeft zijn eigen sproeileiding die hij zelf moet betalen.

b. De verdeling van de variabele kosten.

De variabele kosten kunnen op verschillende manieren omgeslagen worden over de leden naar rato van de te beregenen oppervlakte al of niet rekening houdend met het bouwplan. Wanneer rekening wordt gehouden met het bouwplan gebeurt dit volgens een bepaalde verhouding (zie hoofdstuk III - 6). Verschillen de te beregenen oppervlakten per deelnemer niet veel, dan worden de variabele kosten per deelnemer omgeslagen. In geval niet gelijktijdig wordt beregend, wordt het energieverbruik bijgehouden zodat dit later verrekend kan worden.

Naast de regeling van de financiële aspecten wordt ook altijd aandacht besteed aan de eigendomsoverdracht van de grond door verkoop. Bepaald wordt meestal dat bij verkoop van de grond alle rechten en plichten die uit de betreffende overeenkomst voortvloeien, overgaan op de nieuwe koper.

In tegenstelling tot de coöperatieve beregeningsverenigingen wordt de financiering van de beregeningsinstallatie in combinatie op basis van een eenvoudige overeenkomst door de deelnemers zelf geregeld.

4. Zelfstandige beregening

Men spreekt van zelfstandige beregening als de regeninstallatie aan één persoon toebehoort. Dit is verreweg de meest voorkomende vorm.

De belangrijkste overwegingen die tot de aanleg van een partikuliere, in plaats van een coöperatieve beregeningsinstallatie doen besluiten, zijn:

- a. Bij de zelfstandige beregening hoeft men zich niet te onderwerpen aan de verplichtingen die iedere vorm van samenwerking oplegt.
- b. Wanneer het te beregenen gebied groot genoeg is, zijn de investeringskosten per ha bij zelfstandige beregening gemiddeld lager dan bij gemeenschappelijke beregening. Later wordt hierop nader ingegaan.
- c. De omstandigheden zoals volledig geïsoleerde perceelssligging kunnen zodanig zijn dat alleen zelfstandige beregening maar mogelijk is.

De financiering van de partikuliere regeninstallatie verschilt per bedrijf. In het algemeen is het niet mogelijk voor de investeringen in de regeninstallatie gunstige voorwaarden te bedingen. De financiering komt meestal tot stand door het afsluiten van een lening tegen dagrente, door verzwaarings van de hypotheek of door het aanspreken van de eigen kapitaalreserve.

Voor de aanleg van een regeninstallatie is het nodig dat de koper/gebruiker de technische eisen waaraan de installatie moet voldoen, kent. De Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst geeft aan ieder die erom vraagt een onpartijdig en deskundig advies ten aanzien van de technische en economische aspecten van de beregening. Het is van veel belang dat hiervan gebruik wordt gemaakt want uit het onderzoek is gebleken dat door onvoldoende deskundigheid nogal eens installaties zijn aangelegd die niet aan redelijkerwijs te stellen eisen voldoen.

Een bijzondere plaats wordt ingenomen door beregeningsbedrijven in nieuwe ruilverkavelingsgebieden. Worden tijdens de ruilverkaveling beregeningsinstallaties aangelegd, dan kunnen de investeringen voor het stationaire deel van de installatie in de algemene, zeer gunstige afbetalingsregeling, worden opgenomen. De rente en aflossing bedragen 5 % per jaar van de totale investeringen gedurende 30 jaar. Een bijzondere vorm van samenwerking

heeft zich voorgedaan in het ruilverkavelingsgebied Maasheezerveld en Holthuizerbroek (N.Br.). In dit gebied traden degenen die een regeninstallatie wilden aanschaffen als groep op. Door dit gezamenlijke optreden, kon een sterkere positie ten opzichte van de verkoper worden ingenomen dan wanneer ieder afzonderlijk in kontakt zou zijn getreden met een leverancier. Ook verkreeg de groep faciliteiten van de Provinciale Elektriciteits Mij aangaande de stroomleverantie die aan de enkeling niet zouden zijn toegestaan. De samenwerking beperkte zich echter tot een gemeenschappelijk optreden bij de aankoop van de regeninstallaties omdat elk bedrijf een eigen beregeningsinstallatie kreeg en samenwerking bij de exploitatie geen voordelen bood.

III. INVESTERINGEN EN EXPLOITATIEKOSTEN

1. Algemeen

Voor zover de boer de beslissing een regeninstallatie aan te schaffen baseert op bedrijfseconomische motieven, hetgeen als regel het geval zal zijn, zal hij vooraf de te verwachten extra financiële opbrengsten en de extra kosten tegen elkaar afwegen. In verband met de financieringsmogelijkheden zullen in vele gevallen ook de investeringen bij de beslissingen een rol spelen.

In dit rapport wordt alleen aandacht besteed aan de investeringen en de exploitatiekosten van de regeninstallatie. Wat de opbrengstverhoging betreft, kan worden vermeld dat deze niet alleen wordt bepaald door de verhoging van de opbrengsten in kg per ha gewas en de prijs van het eindprodukt maar mede door de mogelijkheden tot een andere gewassenkeuze waarbij ook de omvang van de rundveestapel ingrijpende veranderingen kan ondergaan als gevolg van gewaaijzige hoeveelheden gras en voedergewassen. In vele gevallen zijn de mogelijkheden en consequenties van berekening in het bedrijf als geheel zo gecompliceerd dat deze alleen op verantwoorde wijze kunnen worden beoordeeld aan de hand van een zo nauwkeurig mogelijke bedrijfsbegroting.

Uit het voorgaande kan reeds worden afgeleid dat ook de extra investeringen en kosten niet altijd beperkt blijven tot die van de regeninstallatie. Een andere gewassenkeuze veroorzaakt nl. wijzigingen in de kosten van zaai-zaad, kunstmest e.d. en een grotere veestapel vereist andere gebouwen (investeringen) e.d. De investeringen en kosten die direct met de regeninstallatie zijn gemoeid, zijn ook in zekere mate nog afhankelijk van het bedrijfsplan (bijvoorbeeld meer of minder grasland) maar kunnen, beter dan de veranderingen in de opbrengsten en indirecte kosten, afzonderlijk worden besproken. Op deze direct met de aanschaffing van een regeninstallatie samenhangende investeringen en kosten zal in dit hoofdstuk nader worden ingegaan.

Om enig inzicht te krijgen in de beregeningskosten zijn deze voor een groot aantal bedrijven nagegaan. In de coöperatieve beregeningsverenigingen is een volledige boekhouding aanwezig van de kosten der beregeningsinstallaties. Van de zelfstandige beregeningsbedrijven zijn slechts weinig gegevens verwerkt omdat de kosten van de berekening niet afzonderlijk geboekt worden. Van de investeringen kan, dank zij opgave van enkele leveranciers van beregeningsinstallaties en een enquête die de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst in 1963 heeft gehouden, een betrouwbaar beeld gegeven worden.

2. Investeringen

In tabel 3 wordt een overzicht gegeven van de investeringen voor bedrijven met gemeenschappelijke en zelfstandige berekening.

Tabel 3. GEMIDDELTE INVESTERINGEN VOOR DE BELANGRIJKSTE ONDERDELEN VAN DE REGENINSTALLATIE

Onderdeel installatie	Coöperatief		Zelfstandig	
	per ha	%	per ha	%
Pomphuis	32,30	2,0	-	-
Norton-put	213,40	13,6	168,00	15,7
Motor + pomp	176,40	11,2	211,20	19,8
Elektriciteitsaansluiting	91,70	5,9	73,20	6,9
Ondergrondse leiding	594,00	37,8	318,50	29,7
Sproeileiding met sproeiers	459,40	29,5	298,10	27,9
Totale investeringen	1567,20	100,-	1069,00	100,-

De gegevens van tabel 3 zijn, wat de coöperatieve berekening betreft, ontleend aan alle reeds eerder vermelde coöperatieve beregeningsverenigingen in Oostelijk Noord-Brabant. De verenigingen hebben 163 leden; 429,60 ha kan beregend worden, d.i. gemiddeld 2,64 ha per deelnemer.

De gegevens van de zelfstandige berekening zijn verkregen uit een willekeurige steekproef onder de zelfstandige beregeningsbedrijven. Van 68 beregeningsbedrijven zijn de gegevens verwerkt; gezamenlijk kunnen deze bedrijven 477,63 ha beregenen, dit is 7,02 ha per beregeningsbedrijf.

In figuur 1 zijn van coöperatieve en zelfstandige berekening de investeringen voor motor, pomp en bovengrondse leidingen per ha weergegeven. Uitgegaan is van de investeringen voor motor, pomp, onder- en bovengrondse leidingen omdat deze onderdelen van de installatie het minst afhankelijk zijn van bijzondere omstandigheden en in directe relatie staan tot de totaal te beregenen oppervlakte. De kosten voor een pomphuisje kunnen variëren van nihil tot f 300,-, doch dit is onafhankelijk van de te beregenen oppervlakte. De investeringen voor de Norton-put variëren met de diepte van de put. De hoeveelheid water die een put moet leveren is afhankelijk van de te beregenen oppervlakte en de droogtegevoeligheid van de grond. De diepte van een put is afhankelijk van de hoeveelheid water die een put moet leveren en van de geologische gesteldheid van de bodem. In enkele gevallen is het mogelijk het water uit open waterlopen te pompen waardoor de kosten van de waterwinning veel geringer zijn dan bij gebruik van een Norton-put. De elektromotor wordt meestal door plaatselijke elektriciëns aangesloten waarbij aangenomen wordt dat de tarieven weinig zullen verschillen. De grote verschillen in aansluitingskosten worden veroorzaakt door de toevallige omstandigheid of de bestaande transformator en de bestaande leiding naar het bedrijf al of niet moeten worden verzwaaard.

Uit tabel 3 blijkt dat de investeringen voor motor, pomp, onder- en bovengrondse leidingen gemiddeld ongeveer 80 % van de totale investeringen uitmaken.

Born en Te Paske (1962) hebben reeds aangetoond dat bij kleine oppervlakten per bedrijf de investeringen per ha lager zijn bij coöperatieve dan bij zelfstandige berekening. In dit opzicht zou bij oppervlakten beneden vijf à zes ha per bedrijf de coöperatieve berekening voordelen bieden. Figuur 1 bevestigt wel ongeveer deze conclusie, hoewel het hier moeilijk is een scherpe grens vast te stellen. Hierbij moet worden opgemerkt dat de omstandigheden van geval tot geval sterk uiteenlopen, terwijl in de praktijk ook zeer verschillende eisen aan de regeninstallatie worden gesteld. Bij gelijke oppervlakten variëren de investeringen per ha dan ook sterk. De prijzen van regeninstallaties zijn de laatste tien à vijftien jaar weinig veranderd, zodat de variatie in figuur 1 slechts voor een gering deel door prijsverschillen kan zijn veroorzaakt.

De belangrijkste factoren die aan de variatie in de investeringen per ha ten grondslag liggen zijn de volgende:

- a. De vorm en de ligging van de percelen ten opzichte van elkaar en ten opzichte van de Norton-put
- b. Het al of niet samenwerken bij het gebruik van de sproeileidingen (bij coöperatieve berekening)
- c. De capaciteit van de regeninstallatie (m^3 water per ha per uur).

Duidelijk blijkt uit figuur 1 dat in het traject van 0 tot 5 ha de investeringen per ha sterk dalen naarmate de te beregenen oppervlakte groter wordt. Boven 5 ha dalen de investeringen per ha veel minder. Volgens Born en Te Paske (1962) blijven de investeringen (en ook de exploitatiekosten) per ha boven ca. 12,50 ha vrijwel constant.

3. Vaste kosten

De vaste kosten bestaan hoofdzakelijk uit afschrijvingen en rente van het geïnvesteerde kapitaal. Toen omstreeks 1950 in de Nederlandse landbouw de eerste regeninstallaties in gebruik kwamen, schatte men in het algemeen veiligheidshalve de totale gebruiksduur van de put en de ondergrondse vaste leiding op 20 jaar en die van de overige delen van de regeninstallaties op 10 jaar. Dit betekende dus afschrijvingspercentages van respectievelijk 5 en 10 %. Sindsdien is de kennis over de gebruiksduur van regeninstallaties belangrijk vergroot. Er is al een vrij groot aantal installaties van ca. 15 jaar oud, die technisch nog in goede staat zijn en die ook economisch nog niet veranderd geacht behoeven te worden. Uiteraard is hierbij dan sprake van tenminste normaal onderhoud. Bij de huidige kennis wordt het verantwoord geacht lagere afschrijvingspercentages dan 15 jaar geleden in te calculeren. De thans verantwoord geachte percentage zijn weergegeven in tabel 4.

Tabel 4. AFSCHRIJVINGSPERCENTAGES VOOR BEREGENINGSINSTALLATIES

Onderdeel van de installatie	Afschrijving per jaar
Norton-put en vaste ondergrondse leiding	3 %
Elektr. installatie en pomp	6 %
Bovengrondse leidingen en sproeiers	8 %

Van belang is op te merken dat het hier gaat om installaties met een elektromotor. Deze gaan als regel lang mee en zijn bedrijfszeker. De ervaring met pompaggregaten met verbrandingsmotoren is dat deze minder bedrijfszeker zijn en sneller moeten worden afgeschreven. Waarschijnlijk zal op een dieselmotor voor beregening 10 à 15 % moeten worden afgeschreven.

Uit veiligheidsoverwegingen of op grond van een bepaald financierings- of fiscaal beleid worden in de boekhouding soms nogal afwijkende afschrijvingspercentages gebruikt. Soms houden deze afschrijvingspercentages ook verband met gestelde aflossingstermijnen bij geleend kapitaal. Hoewel deze afschrijvingsmethoden op zichzelf rationeel kunnen zijn, worden ze hier verder buiten beschouwing gelaten.

De rente wordt berekend over het geïnvesteerde kapitaal zonder aftrek van eventuele subsidies (zie hoofdstuk III - 6). Er zijn verschillende manieren de rente op jaarbasis te berekenen. De rente kan op een bepaald percentage worden gesteld afhankelijk van de rentevoet op dat moment en wordt berekend over de boekwaarde aan het begin van het jaar. Het nadeel hiervan is dat de post rente elk jaar zal afnemen en dus niet konstant is. Wanneer, zoals in dit geval, gewerkt wordt met gemiddelde kosten over een periode van tien jaar dan kan men beter de rente op een vast bedrag nemen. Het Landbouw-Economisch Instituut (L.E.I.) heeft voorgesteld de rente te berekenen over 60 % van de vervangingswaarde tegen 4 % jaarlijks. Ook kan men de afschrijving en rente als annuïteit berekenen, waardoor voor deze twee onderdelen van de vaste kosten jaarlijks met een konstant bedrag gerekend kan worden.

Bij de coöperatieve beregeningsverenigingen is het gebruikelijk dat een tien-jarige lening wordt afgesloten. Middels de reeds eerder omschreven aandelen, is iedere deelnemer voor een bepaald deel van deze lening aansprakelijk en moet dit door hem in de loop van tien jaar volgestort worden. De rente die over de lening berekend wordt, is in de meeste gevallen gelijk aan de lopende rente. De rente varieert dan ook van jaar tot jaar.

Op bedrijven met zelfstandige, of gemeenschappelijke beregening in combinaties op basis van eenvoudige overeenkomst, wordt volgens verschillende mogelijkheden de installatie gefinanciëerd. Beschikt de boer over voldoende geld dan zal in de meeste gevallen overgegaan worden tot directe betaling. Moet geld geleend worden, dan zal of een hypotheek afgesloten, eventueel verzwaard, kunnen worden of een lening worden aangegaan. Bij deze beide laatste mogelijkheden zal het geld alleen tegen dagrente opgenomen kunnen worden.

Kan een boer geen geld lenen van een bank, dan kan hij zich nog wenden tot het Borgstellingsfonds voor een lening, waarover meestal een rente wordt berekend die 0,5 - 1 % boven de dagrente ligt.

Door de grote verschillen in de financiering van een beregeningsinstallatie en de fluktuaties in de rentevoet, is het niet mogelijk van de bij het onderzoek betrokken bedrijven het gemiddelde rentepercentage te bepalen. Voor de berekening van de rente in de jaarkosten zal daarom de norm van het Landbouw Economisch Instituut worden aangehouden en zal geen onderscheid gemaakt worden tussen bedrijven met zelfstandige en gemeenschappelijke beregning.

4. Variabele kosten

Aan het in bedrijf hebben en onderhouden van de beregeningsinstallatie zijn kosten verbonden die afhankelijk zijn van het aantal draai-uren of van de versproeide waterhoeveelheden. De belangrijkste variabele kosten zullen nader worden beschreven.

4.1. Energiekosten

Op de meeste bedrijven in Oostelijk Noord-Brabant wordt de pomp aangedreven door een elektro-motor en in mindere mate door verbrandingsmotoren (zie bijlage 2). De elektro-motoren worden meer gebruikt omdat op de meeste bedrijven een goede elektriciteitsvoorziening is en omdat deze motoren bijzonder gemakkelijk in onderhoud en bediening zijn en ook goedkoper in aanschaf dan een dieselmotor.

De tarieven voor de elektriciteit verschillen per maatschappij; van de Provinciale Noord-Brabantse Elektrische Maatschappij (P.N.E.M.) waren deze vóór 1 maart 1970 als volgt:
krachtstroom zonder kontrakt 14,1 ct/kWh incl. brandstof toeslag. Met kontrakt waarbij minstens 2000 kWh/jaar moest worden afgenomen:

Eerste 250 kWh/maand:	9,05 ct/kWh voor dagstroom
	1,95 ct/kWh voor nachtstroom

Voor verbruik boven 250 kWh/maand:	8,05 ct/kWh voor dagstroom
	1,95 ct/kWh voor nachtstroom.

Daarbij komt de brandstof toeslag van ca. 2,5 ct/kWh. Vanaf maart 1970 gelden inclusief brandstof toeslag, de volgende nieuwe tarieven:

Bij verbruik van minder dan 1000 kWh/jaar:

Vastrecht van f 3,50 per maand en 16 ct/kWh; geen nachttarief.

Bij verbruik van meer dan 1000 kWh per jaar:

Vastrecht van f 11,50 per maand plus f 1,50 per maand voor nachttarief en 6,5 ct/kWh voor dagstroom en 3,5 ct/kWh voor nachtstroom.

In de jaren '60 zijn veel kontrakten afgesloten, doch de grens van 2000 kWh minimaal stroomverbruik per jaar werd op weinig bedrijven overschreden. Volgens Baars (1962) komt 1 kWh overeen met 3 m³ sproeiwater; deze norm is gebaseerd op een opvoerhoogte van 55 m waterkolom en een rendement van 45 %. Stel een jaarlijkse watergift van gemiddeld 50 mm, dan moet het beregeningsbedrijf 12 ha groot zijn om 2000 kWh per jaar te verbruiken.

4.2. Onderhoudskosten

De kosten voor het onderhoud van de beregeningsinstallatie zijn sterk afhankelijk van de manier waarop de gebruiker de installatie behandelt en onderhoudt. De meeste onderhoudskosten, beter is reparatiekosten, komen voor rekening van de bovengrondse leiding, sproeiers en pompaggregaat. De kosten aan de bovengrondse leidingen zijn meestal een gevolg van ruwe behandeling door de gebruikers. De sproeiers vormen één van de meest kwetsbare delen van de installatie en vergen de nodige onderhouds- en reparatiekosten. Wanneer de motor en pomp niet goed onderhouden worden, breekt zich dit na enkele jaren

en zijn hoge kosten niet uitgesloten. De onderhoudskosten van verbrandingsmotoren zijn als regel hoger dan die van elektromotoren.

Een andere vorm van onderhoudskosten doet zich voor als na enkele jaren blijkt dat de put niet meer voldoende water kan leveren. Verschillende redenen kunnen aangewezen worden waarom een put slecht kan gaan functioneren. Aangenomen wordt dat de boormeesters in het algemeen wel goed boren vooral wanneer zij garanderen dat de put gedurende een aantal jaren, meestal tien jaar, een bepaald debiet kan leveren. De put kan echter onvoldoende capaciteit hebben als gevolg van onvoldoende lengte van het filter. Is het filter te kort, dan is de afzuiging te groot en de stroomsnelheid rondom het filter te hoog. Wanneer de omstortingslaag dun is, bestaat er kans dat slib en fijn zand door het snel stromende water worden meegevoerd waardoor de put snel onbruikbaar wordt. Voor landbouwputten zijn boorbuizen van $\varnothing$ 30 cm gewenst, zodat bij een putbuis van 10 cm een omstortingslaag van 10 cm kan worden aangebracht. Revisie van een put heeft weinig zin omdat daardoor de constructiefouten niet te herstellen zijn.

Een andere mogelijkheid is dat de grondwaterspiegel door één of andere redenen daalt. Dan zal de zuighoogte te groot kunnen worden en zullen de nodige voorzieningen getroffen moeten worden, zoals het lager opstellen van motor en pomp.

In de coöperatieve beregeningsverenigingen "Leende G.A." en "Zonderwijk G.A." is bij huishoudelijk reglement geregeld dat, als binnen een tijdsbestek van de eerste tien jaar na ingebruikname, één van de Norton-putten onklaar zou raken en een nieuwe put gemaakt dient te worden, de kosten daarvan niet door de desbetreffende combinatie behoeven te worden gedragen, doch voor rekening van de coöperatie als geheel komen.

4.3. Arbeidskosten

Alleen in de coöperatieve beregeningsverenigingen worden arbeidskosten voor het beregenen aan de deelnemers in rekening gebracht, omdat speciale mensen, de zgn. regenmeesters aangesteld zijn of omdat één van de leden een vergoeding krijgt voor het toezicht op de installatie. De twee regenmeesters die in de coöperatie te Someren zijn aangesteld, moeten niet alleen het toezicht houden op de installatie maar ook een beregeningsschema opstellen en zij moeten het aantal sproei-uren per deelnemer bijhouden, zodat een verdeling van de stroomkosten mogelijk is.

4.4. Niet in rekening gebrachte kosten

De arbeidskosten voor de boer, die de buizen moet verplaatsen of die, zoals bij zelfstandige beregening, de installatie moet bedienen, worden niet in rekening gebracht doch kunnen aan de hand van de tijdwaarnemingen die later behandeld worden, wel berekend worden.

De kosten van trekkers en wagens, welke nodig zijn om de buizen te verplaatsen over grotere afstand, zijn globaal te schatten. Deze kosten zijn in sterke mate afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden, zoals de ligging van de te beregenen percelen ten opzichte van elkaar en de grootte ervan.

5. Jaarlijkse kosten bij coöperatieve en zelfstandige beregening

In tabel 5 zijn de gemiddelde jaarkosten, gespecificeerd naar kostensoorten, voor de verschillende groepen van bedrijven met beregening opgenomen over de periode 1958 t/m 1968.

Alle in tabel 5 vermelde bedragen zijn berekend per ha en per jaar. De coöperatieve beregeningsverenigingen zijn in drie groepen verdeeld, omdat er tussen deze drie groepen verschillen bestaan. In het kort zullen de belangrijkste gegevens van de drie groepen vermeld worden.

Tabel 5. GESPECIFICEERDE EXPLOITATIEKOSTEN IN GULDENS PER ha (gem. 1958 t/m 1968)

	Te beregenen oppervlakte	Variabele kosten			Vaste kosten				Totale jaarkosten		
		Elek- triciteit	Onderhoud	Algemeen	Afschrijvingen			Rente			
					4 %	8 %	Totaal				
Someren	166,60	21,30	7,60	9,50	39,60	+	32,00	=	71,60	33,00	143,50
Veldhoven											
Oerle	147,03	24,60	8,10	7,40	30,70	+	45,60	=	76,30	32,00	148,40
Walle											
Leende	110,56	34,70	18,00	11,90	40,30	+	50,00	=	90,30	40,00	194,90
Bedrijven met zelfstandige beregening in combinatie											
	85,00	26,00	10,00	-	22,40	+	40,70	=	63,10	26,00	125,10

a. De coöperatieve beregeningsvereniging te Someren

Deze wordt gevormd door een aaneengesloten gebied. Door de verkaveling in 1946 zijn de percelen rechthoekig met een maximale lengte van 200 m. Het beheer van de gehele installatie, inbegrepen de bovengrondse leidingen, valt onder het bestuur van de coöperatie. De gemiddelde oppervlakte per deelnemer bedraagt 3,50 ha.

b. De coöperatieve beregeningsverenigingen te Zonderwijk, Oerle en Walik

Deze bestaan uit één of meer combinaties per vereniging, die technisch onafhankelijk van elkaar zijn. Elke deelnemer heeft zijn eigen bovengrondse leiding. Het aantal deelnemers bedraagt 35 en de te beregenen oppervlakte per deelnemer is gemiddeld 3,80 ha.

c. De coöperatieve beregeningsvereniging in Leende

Deze bestaat uit 7 combinaties, die technisch onafhankelijk van elkaar zijn. In de coöperatie hebben verschillende deelnemers samen een bovengrondse leiding, dit vanwege het grote aantal kleine te beregenen percelen per deelnemer. De gemiddeld te beregenen oppervlakte per deelnemer is 1,65 ha terwijl de gemiddelde grootte van het totale bedrijf 7,80 ha is. De te beregenen oppervlakte per deelnemer varieert van 0,48 tot 6,88 ha.

De gegevens van de bedrijven met zelfstandige beregening zijn zeer moeilijk te achterhalen, omdat op de meeste bedrijven de beregeningskosten niet gescheiden worden gehouden van andere bedrijfskosten. Van 19 bedrijven met een beregeningsinstallatie zijn de gegevens verwerkt, waarvan 12 bedrijven die in combinatieverband samenwerken, onder het hoofd zelfstandige beregening zijn opgevoerd. De gemiddeld te beregenen oppervlakte per bedrijf is 4,5 ha.

6. Nadere analyse van de jaarkosten

In tabel 5 vermelde energie-, onderhouds- en algemene kosten zijn gemiddelden van de in de betreffende periode werkelijk gemaakte kosten. Door prijsstijgingen zullen de kosten per eenheid in de laatste jaren van die periode misschien iets hoger liggen dan in de eerste jaren. Voor de vergelijking van de kosten tussen verschillende beregeningseenheden spelen de prijsstijgingen geen rol, omdat voor alle beregeningsbedrijven dezelfde periode is genomen.

Voorziet dieper op de afzonderlijke onderdelen van de jaarkosten ingegaan wordt, zal eerst enige aandacht worden besteed aan de verdeling van de jaarkosten over de leden van de coöperaties. De coöperatie te Someren bepaalt voor het beregeningsseizoen de prijs per m³ water. In de periode 1956-1966 varieerde de waterprijs van 3 tot 10 cent per m³ water, afhankelijk van de exploitatierekening van het voorgaande beregeningsseizoen. Aan de hand van het aantal sproei-ers en sproei-uren wordt het aantal verbruikte m³ water per lid berekend.

In de coöperaties te Leende, Veldhoven, Oerle en Walik worden de energiekosten door de leden van iedere combinatie afzonderlijk gedragen. Binnen deze groep worden deze kosten over de leden van die groep verdeeld naar verhouding van de aangesloten oppervlakte grond. In de coöperaties te Veldhoven en Oerle wordt nog een verschil gemaakt naar de beregende gewassen en wel in de verhouding:

Oerle . Grasland : hakvruchten : granen = 4 : 2 : 1

Veldhoven. Grasland : hakvruchten : granen = 6 : 4 : 3

Reparatie en onderhoudskosten die voortvloeien uit een normaal gebruik van de regeninstallatie, worden door de leden van de groep, die de betreffende onderdelen hebben gebruikt naar verhouding van de oppervlakte grond, ge-

dragen. Reparatie aan of vervanging van de sproeileiding moet door de gebruiker zelf worden betaald indien het coöperaties betreft waar iedere deelnemer een eigen sproeileiding heeft. De algemene kosten worden over alle leden van de vereniging verdeeld naar verhouding van de in dat jaar aangesloten oppervlakte grond.

In de coöperatie te Someren wordt, zowel voor de reparatie- en onderhoudskosten als voor de algemene kosten, afgeweken van de bovenomschreven normen. De leden van de coöperatie te Someren moeten per jaar naast de reeds eerder omschreven variabele kosten een vaste omslag betalen. Deze vaste omslag bedraagt voor grasland f 30,- per ha waarbij inbegrepen f 10,- per ha voor drinkwatervoorziening voor het vee. Voor het bouwland is de vaste omslag f 20,- per ha. Tezamen met de in rekening gebrachte kosten voor het verbruikte water zijn deze vaste en variabele omslagen de totale ontvangsten van de coöperatie en hiervan moeten alle kosten worden betaald.

De energiekosten die bepaald worden door de versproeide waterhoeveelheden fluctueren sterk per jaar. De energiekosten voor de coöperatie te Leende varieerden bijvoorbeeld van f 19,- per ha in 1965 tot f 80,- per ha in 1959. Toch zijn de gemiddelde energiekosten wel belangrijk. Het is namelijk mogelijk om aan de hand van de energiekosten te bepalen hoe vaak de beregeningsinstallatie gebruikt is in een bepaalde periode.

Ir. C. Baars heeft berekend dat de energiekosten gemiddeld 40 cent per mm water per ha bedragen. Uitgaande van 40 cent per mm water per ha kan aan de hand van de gegevens uit tabel 5 berekend worden dat gemiddeld per jaar 60-80 mm water per ha (= 600-800 m³ per ha per jaar) verregend werd op de gronden in oostelijk Noord-Brabant. Op de meeste bedrijven wordt langzame berekening toegepast. De sproeiers hebben een mondstuk met een diameter van 5-7 mm; de neerslagintensiteit is dan 4-7 mm per uur. Bij een gemiddelde regengift van 60-80 mm per ha per jaar moet dan 10-15 uur per ha per jaar beregend worden. Dit komt neer op drie keer beregenen per jaar op het totaal te beregenen oppervlak bij 4 à 5 uur achtereenvolgende beregenen per keer.

In figuur 2 zijn de gemiddelde energiekosten per ha per jaar van de coöperatieve beregeningsverenigingen weergegeven. In dezelfde figuur is de gesommeerde natuurlijke neerslag over april t/m september per jaar weergegeven. Het blijkt dat de twee lijnen duidelijk met elkaar correleren.

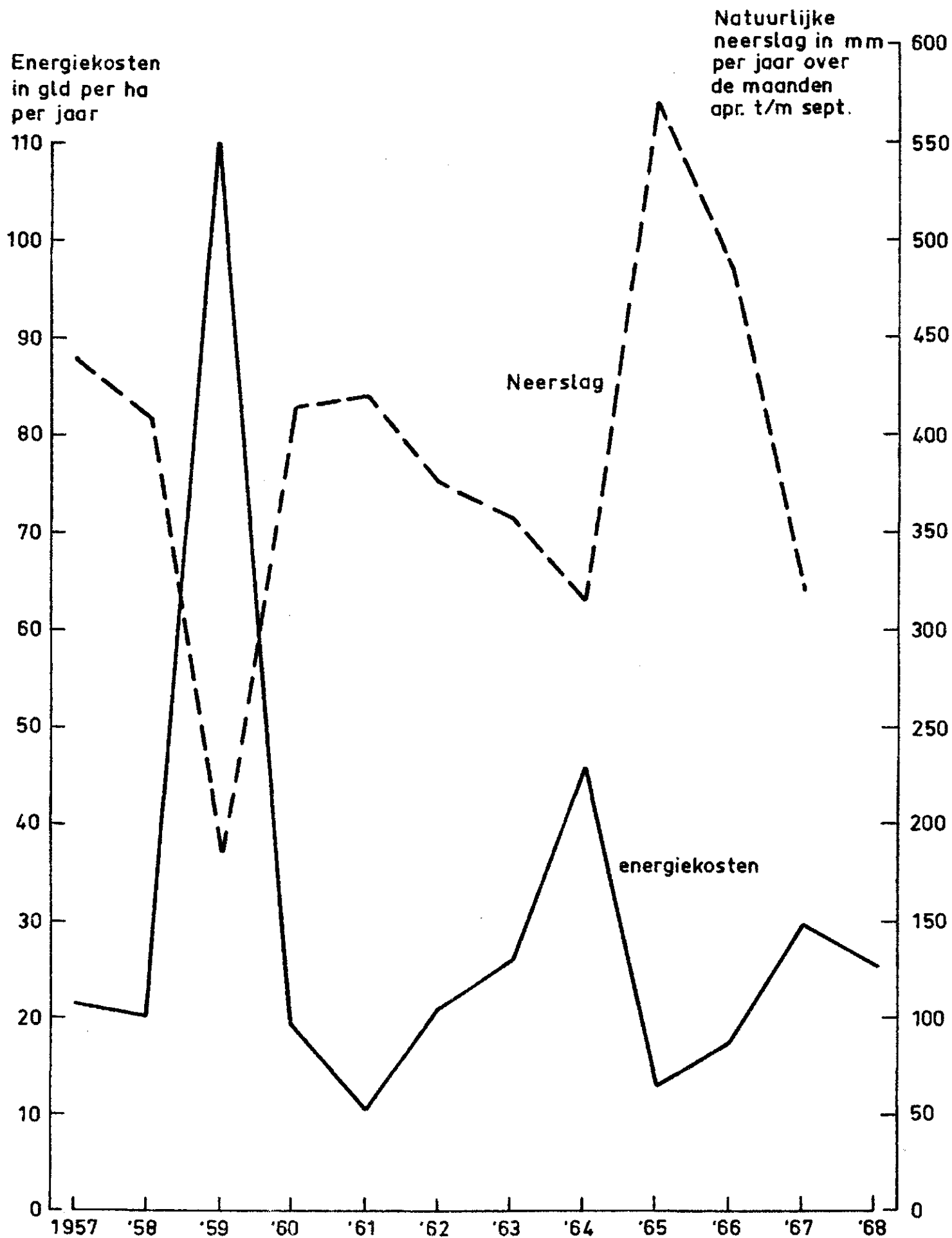
Volgens de gegevens uit tabel 5 waren de jaarkosten voor de elektriciteit voor de coöperaties te Someren, Veldhoven, Oerle en Walik gemiddeld lager dan voor de zelfstandige beregening. Dit komt omdat het percentage bouwland dat beregend kan worden in de coöperaties hoger lag dan bij zelfstandige beregening. De stroomkosten in de coöperatie te Leende waren bijzonder hoog. Dit is waarschijnlijk een gevolg van relatief veel grasland.

De gemiddelden van de onderhoudskosten geven geen grote verschillen te zien voor de coöperatieve en zelfstandige beregening. Wel dient hierbij opgemerkt te worden dat de gemiddelde onderhoudskosten voor de particuliere installaties op schattingen berusten. Op deze bedrijven worden de onderhoudskosten aan de regeninstallatie niet afzonderlijk geboekt. De hoge onderhoudskosten voor de coöperatie in Leende zijn een gevolg van moeilijkheden met motoren en putten.

De onderhoudskosten kunnen in het algemeen laag gehouden worden, doch er kunnen enorme verschillen per bedrijf optreden. Dit is echter ook sterk afhankelijk van de wijze waarop het materiaal behandeld wordt en van het technische inzicht van de boer.

Alleen in de coöperatieve beregeningsverenigingen worden zogenaamde algemene kosten betaald. De belangrijkste posten van de algemene kosten zijn de bestuurskosten, de kosten die verbonden zijn aan het bijwerken of bijhouden van de boekhouding door een deskundige en ten slotte de arbeidskosten voor de regenmeesters in Someren en voor de verzorgers van de motoren in de andere coöperaties. Andere arbeidskosten, zoals de tijd die de boer moet be-

Figuur. 2. Energiekosten en natuurlijke neerslag gemiddeld per jaar te Someren, Leende en Veldhoven.



steden aan de beregeningsinstallatie, zijn niet in rekening gebracht (zie ook paragraaf IV-3).

Voor de afschrijvingen als onderdeel van de jaarkosten is uitgegaan van de werkelijke investering per ha zonder aftrek van subsidie. Reeds eerder is gesteld dat uitgaande van de investeringen de oppervlaktegrens voor de overgang van coöperatieve naar zelfstandige beregening ligt bij ca. 5 à 6 ha (zie paragraaf III-2). Deze grens geldt dan ook voor de afschrijvingen; wel moet uitdrukkelijk gesteld worden dat dit geen absolute grens is maar dat deze sterk afhankelijk is van de waterwinningsmogelijkheden en van de te beregenen oppervlakte per installatie.

De berekening van de rente is gebaseerd op de werkelijke investeringen zonder aftrek van subsidie. In werkelijkheid hebben de coöperaties te Someren, Veldhoven en Leende aanzienlijke subsidies ontvangen van het rijk, de provincie en de gemeente. De subsidies werden verleend omdat er in Nederland geen coöperatieve beregeningsverenigingen bestonden en het wenselijk geacht werd om daarover gegevens te verkrijgen. Deze subsidies hadden geen blijvend karakter, want de coöperaties te Oerle en Walik ontvingen geen subsidies meer. Gegevens van bedrijven in ruilverkavelingsgebieden die een beregeningsinstallatie hebben laten aanleggen, waarvan een deel van de investeringen onder de gunstige afbetalingsregeling vallen, zijn niet in tabel 5 opgenomen.

Uit de gegevens in tabel 5 blijkt dat de jaarkosten sterk beïnvloed worden door de afschrijvingen en de rente. Deze beide onderdelen vormen ca. 70 % van de jaarkosten. Gezien de grote invloed van de investeringen op de jaarkosten zal zeer veel aandacht besteed moeten worden aan de aankoop en aanleg van de installatie. De jaarkosten voor energie, onderhoud en algemeen vertonen geen grote verschillen voor de zelfstandige en coöperatieve beregening. De beregeningskosten worden dus in sterke mate beïnvloed door de omvang van het bedrijf.

De beregeningskosten zijn echter een onderdeel van de totale kosten die gemaakt moeten worden (bij toepassing van beregening). In het kader van dit onderzoek voerde het echter te ver om de totale kosten en baten, die een direct en indirect gevolg zijn van de beregening, met elkaar te vergelijken, hoewel erkend wordt dat een dergelijk rentabiliteitsonderzoek van zeer groot belang is (zie hiervoor o.a. Born en Te Paske 1959, Van Eldik 1960 en Van Geneijgen 1966).

IV. BEREGENING EN ARBEIDSBEHOEFTE

1. Algemeen

Het gebruik van de beregeningsinstallatie vereist arbeid. Het is belangrijk, vooral waar het grotere installaties betreft, enig inzicht in de arbeidsbehoefte te hebben, vooral omdat tijdens perioden waarin beregend moet worden meestal ook veel ander veldwerk verricht moet worden. In Nederland, waar de droge perioden kort zijn, speelt dit een belangrijke rol.

Vele onderzoeken zijn reeds gedaan om te komen tot een verlaging van de arbeidsbehoefte. Het onderzoek richtte zich vooral op het vervaardigen en toepassen van lichter materiaal voor sproeileidingen. Omstreeks 1920 werden de eerste bruikbare klemkoppelingsbuizen vervaardigd, die echter zeer zwaar waren. Tegen 1930 werden de eerste klemkoppelingsbuizen van bandstaal in Europa op de markt gebracht. Reeds vanaf het begin van deze eeuw zijn in Amerika aluminiumbuizen met insteekkoppelingen gebruikt. Pas na 1945 werden de aluminiumbuizen in Europa geïntroduceerd en worden sindsdien door hun goede eigenschappen steeds meer gebruikt. In de laatste twintig jaar zijn ook de zogenaamde kunststofbuizen ontwikkeld; voornamelijk de Polyvinylchloride (P.V.C.) en de Poly-ethyleen (P.E.) buizen. De P.V.C.- en de P.E.-buizen worden in Nederland nog weinig voor bovengrondse leidingen toegepast. In tabel 6 is een overzicht gegeven van de gewichten van de bandstaal- en de aluminiumbuizen bij verschillende buisdiameters.

Tabel 6. GEWICHTEN VAN BEREGENINGSBUIZEN IN kg PER BUIS VAN 6 m¹⁾

Buisdiameter (mm)	50	70	89
Bandstaal	7,4	9,9	13,1
Aluminium	ca. 3,1	ca. 5,0	ca. 7,6

1) Bron: Handbuch der Berechnungstechnik (Perrot)

Naast het toepassen van ander materiaal, bij de vervaardiging van de sproeileidingen, kan de arbeidsbehoefte ook verlaagd worden door de methode van het verplaatsen van de sproeileiding te veranderen. Het verplaatsen van de sproeileiding vraagt veel tijd vooral wanneer dit met de hand moet gebeuren. Om op de arbeid, bij het verplaatsen van de sproeileiding te kunnen besparen zijn verschillende systemen ontwikkeld waarvan er hier enkele beschreven zullen worden.

Het rollende systeem waarbij de sproeileiding ook gebruikt wordt als as. Een aantal wielen, die een omtrek van 5-7 m kunnen hebben, zijn om de 9-12 m op de sproeileiding gemonteerd en een motor zorgt voor de aandrijving. Dit systeem kan het best op zeer grote rechthoekige percelen worden toegepast.

De verrijdbare systemen worden meer gebruikt dan de voorgaande methode, vooral omdat de investeringen voor het verrijdbare systeem lager liggen dan voor het rollende systeem. Bij dit systeem zijn zwenkwieltjes aan de sproeileiding bevestigd. De hoofdleiding ligt in het midden van het veld. De sproeileiding kan van de ene naar de andere kant van de hoofdleiding getrokken worden. Deze verplaatsing kan in een rechte lijn gebeuren maar de trekweg kan ook een hoek met de hoofdleiding maken door de zwenkbare wieltjes.

In geval de hoofdleiding langs de kant van het veld ligt biedt het in Israël ontwikkelde systeem van verplaatsen meer mogelijkheden. Voor dit systeem gebruikt men een sproeileiding van soepele poly-ethyleenslang die op kleine wielstellen van kunststof is gemonteerd. Deze wielstellen kunnen niet gedraaid worden ten opzichte van de sproeileiding. De sproeileiding wordt met een trekker in de lengterichting voortgetrokken. Met behulp van een draaischijf kan de transportrichting tot 90 graden worden gewijzigd. Zo'n schijf heeft een holle vorm als een windas, waardoor de wielstellen kunnen passeren zonder te haken of te kantelen. Twee draaischijven zijn voldoende om de sproeileiding over de gewenste afstand te verplaatsen. De kosten van zo'n verrijd-

bare sproeileiding zijn ongeveer gelijk aan die van de gewone snelkoppelleiding. Het systeem is alleen te gebruiken in grasland en in gewassen die geen hindernis voor de wielstellen opleveren.

Bij het zgn. kruissysteem worden de sproeiers niet direkt op de zijleiding geplaatst maar daartussen wordt een poly-ethyleenslang van b.v. 18 m lengte aangebracht. Eerst worden alle sproeiers 18 m rechts van de sproeileiding geplaatst. Bij de tweede opstelling komen ze bij de sproeileiding te staan en bij de derde opstelling 18 m links van de sproeileiding. De sproeiers kunnen dus drie keer opgesteld worden zonder dat de sproeileiding verlegd moet worden. Het kruissysteem levert een arbeidsbesparing op maar eist een hogere investering en geeft bij lange tussenstukken grote drukverliezen. In tabel 7 zijn deze drukverliezen vermeld.

Tabel 7. DRUKVERLIEZEN IN KUNSTSTOFSLANGEN IN METERS WATERKOLOM (mWK)¹⁾

Diameter mondstuk van de sproeier (mm)	Druk aan de sproeier (atm.)	Waterverbruik m ³ /uur	Lengte van de slang ($\varnothing \frac{3}{4}$) in m		
			18	24	36
3,8	2,0	0,78	1,08	1,44	2,16
	2,5	0,87	1,26	1,68	2,52
	3,0	0,96	1,44	1,92	2,88
5,0	3,0	1,99	4,86	6,48	9,22
	3,5	2,14	5,68	7,57	11,30
	4,0	2,29	6,39	8,51	12,80
6,0	3,0	2,37	6,70	9,00	13,50
	3,5	2,50	7,80	10,40	15,60
	4,0	2,74	8,90	11,80	17,70

1) Bron: Handbuch der Berechnungstechnik (Ferrot)

Het gebruik van speciale transportwagens voor het vervoer van de buizen en het gebruik van kunststofsproeileidingen die op haspels gewonden kunnen worden, zijn wel methoden, die arbeidsbesparingen opleveren, doch daarentegen hogere investeringen eisen. Deze duurdere arbeidsbesparende methoden zijn dan ook alleen toe te passen als er continue moet worden berekend.

De hierboven omschreven systemen, die vooral ten doel hebben op de factor arbeid te besparen worden in Nederland nog niet zoveel toegepast. In Nederland is de oppervlakte die per regeninstallatie van water wordt voorzien gemiddeld klein. De voornaamste redenen van de kleine oppervlakte per installatie zijn de in het algemeen geringe oppervlakte van de Nederlandse bedrijven en de gemakkelijke waterwinning op bijna ieder bedrijf.

De laatste jaren is er een sterke ontwikkeling naar schaalvergroting in de Nederlandse landbouwproductie. Het aantal bedrijven vermindert, maar de productie-omvang per bedrijf neemt toe. Door een toenemende specialisatie wordt de schaalvergroting in de afzonderlijke produktierichtingen nog extra versneld. Ook bij de berekening moet met deze ontwikkeling, waaraan vooral economische factoren ten grondslag liggen, rekening worden gehouden. De gemiddeld te beregenen oppervlakte per bedrijf zal ongetwijfeld stijgen. Daarom zal ook in Nederland nog meer aandacht geschonken moeten worden aan arbeidsbesparende methoden. De verrijdbare systemen en eventueel het kruissysteem lijken voor de Nederlandse omstandigheden mogelijkheden te bieden.

In dit hoofdstuk zal aan de hand van een aantal tijdmetingen nagegaan worden hoeveel arbeid aan het gebruik van een beregeningsinstallatie is verbonden. In deze tijdmetingen is alleen het werk aan de beregeningsinstallatie betrokken; dus niet de arbeidsbehoefte van het gehele bedrijf. Deze tijd-

studies zijn vooral van belang voor het aantonen van verschillen in arbeidsbehoefte bij diverse installaties en werkmethoden. De tijdstudies zijn alleen gedaan op bedrijven met vaste hoofdleidingen en met de hand verplaatsbare sproeileidingen. Omdat in Nederland bijna geen andere installatietypen worden toegepast is alleen een onderscheid gemaakt tussen sproeileidingen met klem- en insteekkoppelingen. Om de gedane tijdmetingen in een wat breder verband te kunnen plaatsen zullen tevens enkele resultaten van andere tijdstudies worden vermeld.

2. Verplaatsen van de leidingen

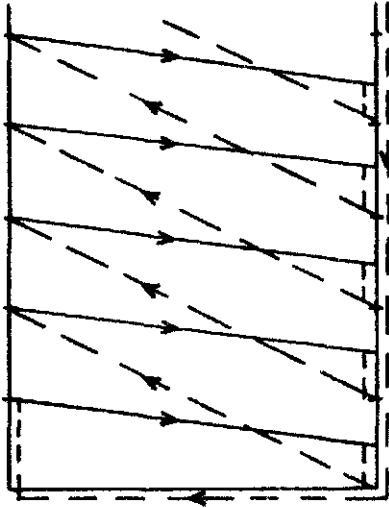
Op de meeste bedrijven wordt het verleggen van de buizen beperkt tot de leiding waar de sproeiers op staan, omdat de vaste, meestal ondergrondse, aanvoerleiding bij elk perceel of om de 48 m wel een hydrant (aftapkraan) heeft. Zodra de gewenste hoeveelheid water is versproeid moet de sproeileiding naar het volgende te beregenen vak worden verplaatst. Het verplaatsen op één perceel gebeurt in Nederland in het algemeen nog met de hand. Het tijdstip van verplaatsen houdt verband met het systeem van beregenen. Er is een onderscheid te maken tussen snelle en langzame beregening, afhankelijk van de hoeveelheid water die per tijdseenheid op een bepaalde oppervlakte wordt gebracht. In Nederland wordt de langzame beregening het meest toegepast, daar bij dit systeem een betere organisatie van het werk mogelijk is en de waterverdeling vaak ook beter is. Bij de langzame beregening wordt de sproeileiding, waarop zich op regelmatige afstanden (12, 18 of 24 m) sproeiers bevinden, in de lengterichting van het perceel uitgelegd. De afstand waarover de sproeileiding zijdelings verplaatst wordt, is meestal 18 of 24 m.

Het verplaatsen van de sproeileiding houdt in dat de buizen eerst ontkoppeld moeten worden. Er bestaan veel vormen van koppelingen. In Nederland komen de klem- en de insteekkoppeling het meeste voor. De buizen met klemkoppeling hebben aan het ene uiteinde een ring en aan het andere einde twee haken. Wanneer de haken van de ene buis achter de ring van een andere buis geplaatst worden, kunnen de buizen tegen elkaar geklemd worden en is de koppeling waterdicht afgesloten. Bij de buizen met insteekkoppeling is aan het ene einde één haak gemonteerd en aan het andere eind een oog of nok waarin of waarover de haak valt, waardoor de buizen aaneengekoppeld zijn. Door de buis te draaien schiet de haak weer los en zijn de buizen ontkoppeld. Aan de binnenkant van het buiseinde, waarin het andere buiseinde gestoken moet worden, bevindt zich een platte rubber ring die door de waterdruk tijdens de beregening de koppeling waterdicht afsluit. Valt de waterdruk weg, dan is de koppeling ook niet meer waterdicht en kan het water uit de leiding lopen wat een voordeel is bij het verplaatsen. Het voordeel van de insteekkoppeling is dat de buizen gekoppeld en ontkoppeld kunnen worden terwijl deze in het midden vastgehouden worden. Bij de buizen met klemkoppeling moet steeds naar het einde van de buis worden gelopen om de koppeling los of vast te maken.

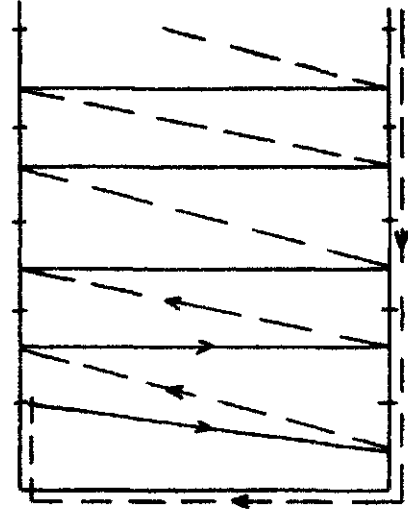
Het verplaatsen van de sproeileiding kan volgens verschillende looplijnen gebeuren. In het algemeen wordt bij de hydrant, vooraan op het perceel, begonnen om de buizen los te koppelen. Dan worden, tot midden voor de nieuw te beregenen strook, vanuit de dichtstbijzijnde hydrant enkele buizen zonder sproeiers aangesloten. Ten slotte worden de buizen met sproeiers naar de nieuwe opstelling gebracht. Worden aluminium buizen gebruikt dan kunnen per werkgang ongeveer 3 buizen verplaatst worden; heeft men bandstalen buizen dan kunnen 1 à 2 buizen in één keer gedragen worden. In beide gevallen is er van uitgegaan dat de buizen 6 m lang zijn; buizen van 9 m worden zelden gebruikt.

In figuur 3 zijn schematisch de verschillende looplijnen getekend die bij het verplaatsen van de sproeileidingen voor de langzame beregening mogelijk zijn. Voor het geval, dat 1 man per werkgang 1 buis met klemkoppeling verplaatst, wordt aangenomen dat, als de man de buis ontkoppeld heeft, hij deze naar zich toetrekt. Bij buizen met klemkoppeling is het mogelijk dat

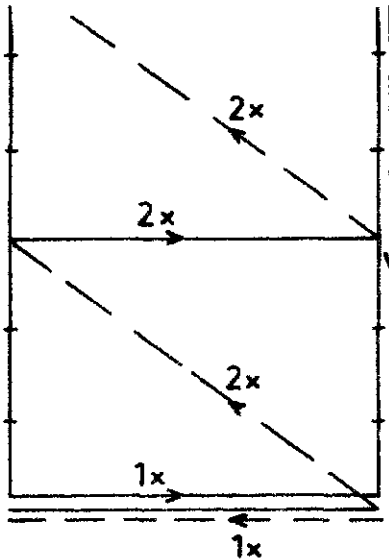
Figuur 3. Looplijnen bij het verplaatsen van beregeningsbuizen



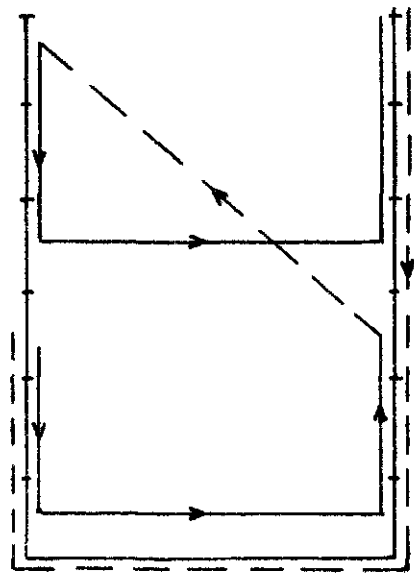
A. buizen met klemkoppeling
1 persoon verplaatst 1 buis
per keer.



B. buizen met insteekkoppeling
1 persoon verplaatst 1 buis
per keer.



C. buizen met klemkoppeling
2 personen verplaatsen 3
buizen per keer



D. buizen met insteekkoppeling
1 persoon verplaatst 3 buizen
per keer

— → — onbelast transport
— → — belast transport

meerdere aaneengekoppelde buizen tegelijk verplaatst worden.

In de praktijk worden de vier gegeven mogelijkheden het meeste toegepast. Een andere mogelijkheid is dat eerst alle buizen ontkoppeld worden. Bij gebruik van klemkoppelingen heeft deze methode het voordeel dat het in de leiding aanwezige water intussen uit de buizen kan stromen. Deze methode wordt niet zo veel toegepast omdat het een extra werkgang betekent heen en terug over het perceel. Ook kan een man dan per keer 3 buizen met klemkoppelingen verplaatsen doch dit wordt in het algemeen als lastig ervaren; dit geldt in iets mindere mate ook wanneer 1 man 3 buizen met insteekkoppeling in één werkgang verplaatst.

3. Tijdwaarnemingen

Voor het onderzoek naar de arbeidsbehoefte van de berekening is een aantal tijdwaarnemingen gedaan. De waarnemingen hebben alleen betrekking op het verplaatsen van de sproeileiding, niet gemeten is de tijd die gemiddeld nodig is om naar het betrokken perceel te gaan. In totaal zijn er 40 tijdmetingen verricht op 12 verschillende bedrijven. Deze bedrijven zijn allemaal aangesloten bij een coöperatieve berekening, hetgeen echter geen invloed heeft op de tijden die nodig zijn om een sproeileiding op een perceel te verplaatsen. Over kleine afstanden worden de buizen met de hand verplaatst, over grotere afstanden gebruikt men een trekker of paard met een platte wagen. Op alle bedrijven waar tijdmetingen zijn gedaan wordt in een vierkantsverband van 18 x 18 m berekend.

In tabel 8 zijn voor de verschillende looplijnen (zie fig. 3) de transportafstanden en tijden gegeven voor het verplaatsen van een sproeileiding van 120 m lengte over een afstand van 18 m.

Tabel 8. TIJD EN TRANSPORTAFSTANDEN BIJ HET VERPLAATSEN VAN SPROEILEIDINGEN OVER KLEINE AFSTAND (18 m) MET DE HAND

	Transportweg in m per 100 m leiding	Manminuten per 100 m leiding	Manminuten per ha
<u>Klemkoppeling</u>			
1 man verplaatst telkens 1 buis	810	15	90
2 man verplaatsen telkens 2 buizen	340x2	20	120
<u>Insteekkoppeling</u>			
1 man verplaatst telkens 1 buis	707	13,5	81
1 man verplaatst telkens 3 buizen	515	12,5	75

De berekening van het aantal manminuten per ha is gebaseerd op een rechthoekige kavelvorm van 120 x 85 m en 5 opstellingen per ha. In het algemeen en in het bijzonder in de coöperatie liggen de te beregenen percelen per bedrijf niet aaneengesloten, zodat de sproeileiding over grotere afstand getransporteerd moet worden hetgeen meestal met trekker en platte wagen gebeurt. In tabel 9 zijn de gemiddelden van 10 tijdwaarnemingen gegeven met betrekking tot het verplaatsen van de sproeileiding over grotere afstanden. Het opladen, afladen en ontkoppelen gebeurt meestal door 2 man, waarbij 1 man de trekker bestuurt en de andere de buizen op-of aflaadt. Het transport over de rijweg of over het land is uitgedrukt in een gemiddelde snelheid.

De tijdwaarnemingen hebben alleen betrekking op berekend grasland. Voor beregende percelen met (hoge) akkerbouwgewassen zal de arbeidsbehoefte hoger liggen.

Tabel 9. TIJDEN VOOR HET VERPLAATSEN VAN SPROEILEIDINGEN OVER GROTERE AFSTANDEN MET TREKKER EN WAGEN

Opladen	6,3 min. per 100 m leiding per 2 man
Transport over rijweg	120 m per min. = 7,2 km per uur
Transport over land	50 m per min. = 3,0 km per uur
Afladen + koppelen	9,1 min. per 100 m leiding per 2 man

Uit tabel 8 blijkt dat de transportafstanden sterk verlaagd worden door in één werkgang drie buizen tegelijk mee te nemen. Vergelijking van het aantal manminuten per 100 m leiding toont aan dat het verplaatsen door één man van telkens 3 buizen met insteekkoppeling zeer snel gaat. Het verplaatsen door twee man van telkens 3 gekoppelde buizen gaat nog sneller, maar het aantal manminuten is veel hoger. Duidelijk is verder dat de buis met insteekkoppeling minder tijd vraagt dan de buis met klemkoppeling. Opgemerkt moet worden dat de metingen zijn verricht op beregeningsbedrijven waar reeds ca. 10 jaar beregend werd en een zekere handigheid is verkregen.

Voor elk graslandbedrijf kan op basis van de gegevens in de tabellen 8 en 9 een begroting van de benodigde arbeid voor de berekening worden gemaakt als bovendien van het bedrijf nog de volgende gegevens bekend zijn.

a. De vorm van de kavels

Een onregelmatige kavelvorm is ongunstig; hiervoor is de arbeidsbehoefte van de berekening aanmerkelijk hoger.

b. De ligging van de te beregenen percelen ten opzichte van elkaar en de boerderij

Ook in dit opzicht zijn er grote verschillen.

c. Het aantal malen per jaar dat beregend wordt

Dit is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden, de droogtegevoeligheid van de grond en het bouwplan.

Belangrijk is op te merken dat de bedrijfspercelen die aangesloten zijn bij een coöperatieve beregeningsvereniging in het algemeen meer verspreid liggen en gemiddeld verder van de bedrijfsgebouwen gelegen zijn dan de percelen die vallen onder de zelfstandige berekening.

4. Arbeidsbehoefte van de berekening bepaald door andere onderzoekers

Van twee andere tijdstudies zullen de resultaten hier gegeven worden. Van Eldik (1961) heeft de gegevens verwerkt van tijdschrijvingen gedurende een aantal jaren op 23 beregeningsbedrijven. Op alle bedrijven werden kleine sproeiers gebruikt die ongeveer 1,8 - 3,5 m³ water per uur leveren. De neerslag varieert hierbij, mede afhankelijk van de onderlinge afstand van de sproeiers van 5-8 mm per uur. Over kleine afstanden werden de buizen met de hand verplaatst, over grotere afstanden gebeurde dit meestal per wagen. In de tijdschrijvingen, die door de boeren zelf gedaan zijn, is niet alleen het verplaatsen van de sproeileiding maar ook de tijd om bij het perceel te komen inbegrepen, hetgeen niet geheel vergelijkbaar is met de in tabel 8 vermelde gegevens.

Van Eldik concludeert dat voor droogtegevoelige zandgronden de gemiddelde arbeidsbehoefte van berekening globaal als volgt kan worden weergegeven.

Vrij nat jaar : 0 - 10 manuren per ha en per jaar.
Droog jaar : 10 - 20 manuren per ha en per jaar.
Zeer droog jaar: 20 - 30 manuren per ha en per jaar.

Volgens Van Eldik kan globaal gesteld worden dat op bedrijven met 50-100 % grasland driekwart van de aan de beregening verbonden arbeid in de maanden mei, juni en juli moet worden verricht. Gezien de grote invloed van de weersomstandigheden op de arbeidsbehoefte is deze ook per ha en per keer beregengen gegeven, namelijk 2 manuren voor grasland en 3 manuren voor bouwlandgewassen. Deze gegevens gelden bij gebruik van een doelmatige regeninstallatie.

Uit de tijdschrijvingen blijkt geen duidelijk verschil tussen de bedrijven met gemeenschappelijke- en die met zelfstandige beregening. De beregening op granen, aardappelen en bieten vraagt per keer en per ha gemiddeld $1\frac{1}{2}$ maal zoveel arbeid als op grasland. In bijlage 4 zijn enkele uit deze tijdschrijving afgeleide resultaten weergegeven. Het blijkt dat, zoals verwacht werd, de door Van Eldik gevonden arbeidsbehoefte iets hoger ligt dan die in tabel 8 is weergegeven.

Ook in Duitsland zijn vele onderzoeken gedaan naar de arbeidsbehoefte van de beregening. Eén van die onderzoekers is Horning (1957), die voor verschillende beregeningssystemen formules opgesteld heeft waarmee de tijdsduur voor het verleggen van de sproeileiding bepaald kan worden. Het onderzoek had betrekking op systemen waarbij de sproeileiding met de hand verplaatst wordt, op die waarbij voor het verleggen van de sproeileiding van zelfrijdende transportwagens gebruik gemaakt wordt en op het rollende systeem. Hier zal alleen nader ingegaan worden op de formule die Horning gehanteerd heeft voor het verleggen van de sproeileiding met de hand.

De arbeidsduur voor het verleggen van een sproeileiding met de hand is afhankelijk van de lengte van de leiding, de afstand waarover de leiding wordt verlegd en het aantal arbeiders.

De formule luidt:

$$t = \frac{6 \text{ b.n.}}{a} \left[\frac{1}{v} (\sqrt{d^2 + a^2} + d + a) + \frac{c}{6} \right]$$

waarin:

- t = de totale tijdsduur voor het verleggen van de sproeileiding (sec.)
- n = aantal buizen van de hele sproeileiding
- a = aantal buizen die bij elk transport gedragen worden
- b = aantal arbeiders
- d = aantal buislengten waarover de sproeileiding verplaatst wordt
- v = loopsnelheid van de arbeiders (m/sec.) is 1,1-0,8 m/sec.
- c = tijd voor ontkoppelen, leeg laten lopen, optillen, neerleggen en koppelen van de buizen is 35-50 sec.

In de formule stelt $6 (\sqrt{d^2 + a^2} + d)$ de weg voor die afgelegd moet worden terwijl de vermenigvuldigingsfactor $\frac{\text{b.n.}}{a}$ aangeeft hoe vaak de transportweg moet worden afgelegd waarna vermenigvuldiging met $\frac{1}{v}$ de vereiste arbeidsduur geeft. $\frac{6 \text{ b.n.}}{va}$ is de totale tijd voor de terugweg en de term $\frac{\text{b.n.c.}}{a}$ is de totale tijd voor het leeg laten lopen, ontkoppelen, optillen, neerleggen en koppelen van de buizen.

Met deze formule is het mogelijk om voor een sproeileiding met klemkoppeling de arbeidsbehoefte te bepalen in afhankelijkheid van de verschillende variabele factoren. In bijlage 5 is een overzicht gegeven van de vereiste arbeidsbehoefte onder verschillende omstandigheden, berekend met de formule van Horning. De tijden die met de formule van Horning zijn berekend vallen over het geheel genomen hoger uit dan die in tabel 8 zijn gegeven. Dit komt waarschijnlijk doordat het onderzoek van Horning heeft plaatsgevonden in een gebied waar speciale mensen zijn aangesteld om alle sproeileidingen in het gebied regelmatig te verplaatsen, terwijl in Noord-Brabant de boeren zelf hun buizen verplaatsen en daarom waarschijnlijk sneller werken. Volgens de formule van Horning levert vooral het drogen van meerdere buizen door 1 man een veel grotere arbeidsbesparing op dan gevonden werd bij de in tabel 8 weergegeven tijdsmetingen, hetgeen moeilijk verklaarbaar is.

V. WATERVOORZIENING, PUT- EN POMPKARAKTERISTIEKEN

1. Waterwinning

De hoeveelheden water voor beregening zijn zo groot dat het voor landbouwdoeleinden vrijwel steeds te duur is om water van een waterleidingbedrijf te kopen. Dit houdt in dat men zelf water moet gaan winnen. Hiervoor zijn twee mogelijkheden: men kan het water aan een open watergang (oppervlakte water) onttrekken of men kan het uit een put oppompen.

1.1. Oppervlakte water

Bij het onttrekken van water uit open waterlopen zoals kanalen, beekjes, meren enz. dient veel aandacht geschonken te worden aan de juiste ligging van de mond van de zuigleiding. Deze mag niet in modder of zand komen te liggen. In twee gevallen, o.a. bij geringe waterdiepte en een talud dat gevoelig is voor beschadigingen, is het noodzakelijk een klein kunstwerkje te maken om genoeg zandvrij water op te kunnen pompen. Ook is het nodig dat een zuigkorf gebruikt wordt om grof materiaal tegen te houden. In het algemeen is het gewenst dat tussen de zuigkorf en de bodem of zijwand van de watergang 50 cm ruimte is.

1.2. De put

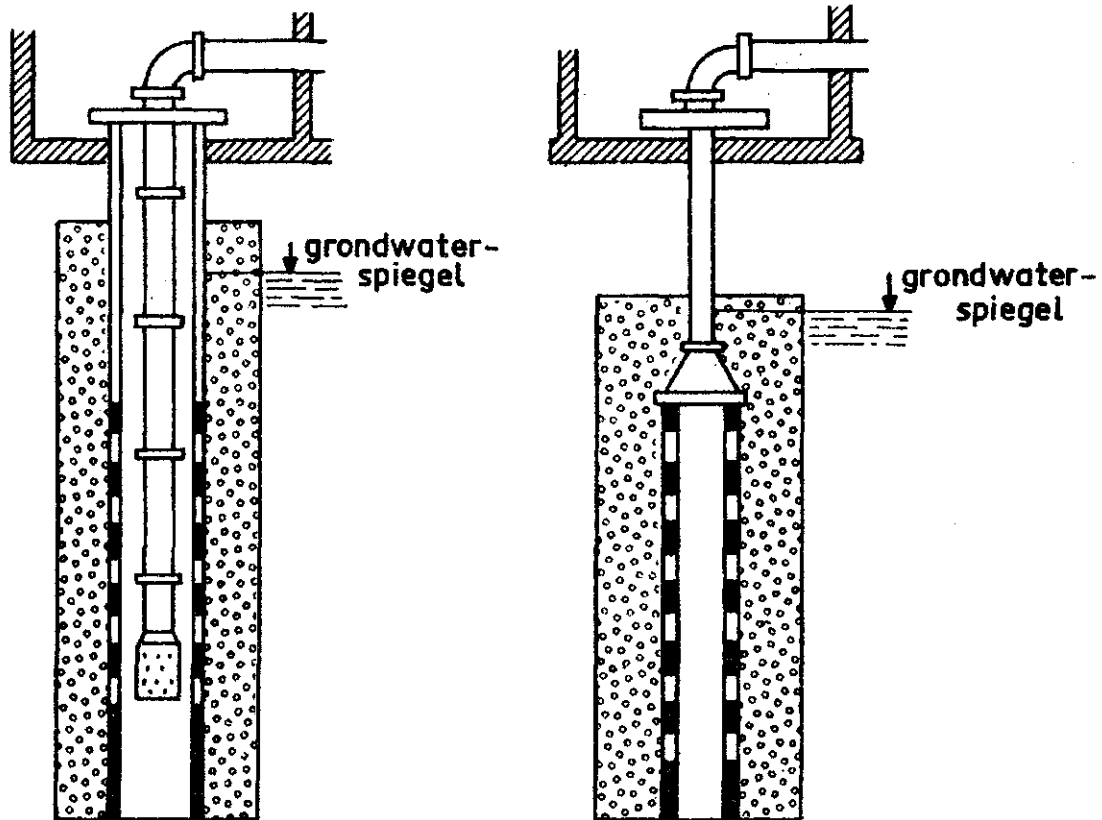
In Nederland komen weinig natuurlijke bronnen voor en moeten de meeste putten geboord worden. Bij het boren, ook wel pulsen genoemd, wordt de boorbuis in de grond gebracht door de grond uit de boorbuis te pulsen. Na het beëindigen van het pulsen wordt in het midden van de boorbuis de bronpijp of stijgbuis met filter geplaatst. Het filter wordt omstort met fijn grind en de rest wordt opgevuld met grond. Daarna wordt de boorbuis opgetrokken.

De laatste jaren wordt een put ook wel gemaakt d.m.v. roterend boren wat eigenlijk een combinatie is van spuiten en roterend boren. Aan een boortoren bevindt zich een draaiende boor. Door de boorstang wordt een grote hoeveelheid water toegevoerd, dat samen met de boor het te verwijderen materiaal losmaakt en naar boven wegspoelt. Bij deze methode worden slechts enkele meters boorbuis geplaatst en de wanden van de put blijven staan doordat er steeds een overdruk heerst in het boorgat. Als men op voldoende diepte is wordt de stijgbuis met filter geplaatst. Het filter wordt met fijn grind omstort en de rest wordt opgevuld met de uitgestoten grond. Daarna kan de overdruk worden opgeheven.

Enkele van de belangrijkste eisen die aan een boorput gesteld worden, zijn:

- a. De geologische gesteldheid van de bodem moet zodanig zijn dat voldoende water opgepompt kan worden. Voor gevallen, waarin grote hoeveelheden water aan de put onttrokken moeten worden, is het nodig de geologische gesteldheid vooraf te onderzoeken door middel van enkele proefboringen. Zijn er veel gegevens van het gebied bekend en is het gebied gelijkmatig dan kan men vaak zonder nader onderzoek een voorspelling doen over de te verwachten hoeveelheden water. In Nederland is een grote capaciteit van een boorput meestal niet noodzakelijk vanwege de relatief kleine omvang van de beregeningsprojecten. Gezien de geologische gesteldheid van de bodem in Nederland, is het bijna overal mogelijk om door middel van een put de vereiste hoeveelheid water aan de bodem te onttrekken.
- b. De constructie van de put moet zodanig zijn, dat deze in staat is de gevraagde hoeveelheid water zandvrij te leveren gedurende een groot aantal jaren. Het onttrekken van water uit de put kan op verantwoorde wijze geschieden door een zuigleiding los in de put te hangen. Bij het gebruik van de afzonderlijke haalbuis daalt eerst de waterspiegel in de put, terwijl het water in de grond eerst langzaam en dan steeds sneller toestroomt naarmate de waterspiegel verder daalt. Bij het stoppen van de wateronttrekking vindt het omgekeerde plaats. De wateronttrekking heeft met schokken plaats als de zuigleiding rechtstreeks op de put gemonteerd is. In figuur 4 worden deze twee verschillende aansluitingen schematisch weergegeven.

Figuur 4. Dwarsdoorsnede van twee boorputten met aansluiting op de pomp



A Boorput met grindfilter en haalleiding.

B Boorput met grindfilter.
Zuigleiding rechtstreeks op put
gemonteerd (zgn. brandweerput)

Een uitgebreide beschrijving van de stroming van het grondwater naar de put wordt in dit verslag niet gegeven. Slechts op enkele onderwerpen die voor de praktijk van belang zijn, wordt hier nader ingegaan.

De putkarakteristiek, die grafisch het verband legt tussen het aan een put onttrokken debiet en de verlaging van de waterspiegel in de put als gevolg van de wateronttrekking, is een parabool van de tweede graad. Uit de afleidingen blijkt dat het debiet een functie is van de afzuiging en de dikte van de watervoerende laag, terwijl de invloed van de straal van het onttrekkingsgebied en van de put klein is.

De maximale opbrengst van de put wordt in de eerste plaats gelimiteerd door de grootst mogelijke potentiaal verlaging. De depressie van de grondwaterspiegel aan de putwand kan niet groter worden dan de helft van de putwandlengte onder de grondwaterspiegel in rust, dit ten gevolge van de kwelzone. Hierdoor is de potentiaal verlaging ook begrensd. Ook wordt de maximale opbrengst beperkt door de noodzaak om dichtslibben van het filter te voorkomen. Grotere putopbrengsten bij gegeven putgrootte betekenen een grotere snelheid van de grondwaterstroming naar de put en afhankelijk van de korrelverdeling een toenemende kans dat kleine gronddeeltjes naar de putwand bewegen. Er is dus een bepaalde snelheidslimiet die niet overschreden mag worden. Bij de bepaling van de maximale snelheid moet er rekening mee worden gehouden dat de verdeling van de stroomsnelheid langs de putwand niet gelijk is. Is het putfilter even lang als de dikte van de watervoerende laag dan zal de snelheidsverdeling langs de putwand ongeveer gelijk zijn; reikt het filter echter niet tot de ondoorlatende laag, hetgeen bij onvolkomen putten voorkomt, dan treedt een relatief grote intrede-snelheid op aan de onderkant van het filter. Begint het filter niet direkt bij de grondwaterspiegel of niet direct onder een ondoorlatende laag, dan treedt aan de bovenkant ook een stromingspiek op.

In geval van onvolkomen putten kan een gelijkmatig verdeelde instroomsnelheid worden bereikt door onderin het filter een vergrote weerstand aan te brengen. Dit kan door de filterperforaties kleiner te maken of door op ca. 1 meter van de onderkant in het filter een horizontale plaat met een kleine opening aan te brengen.

1.3. De pomp

Het water moet uit de put worden opgepompt en door de leidingen worden weggeperst. Het werktuig dat hiervoor gebruikt wordt is een pomp. De keuze van pompmethode en pomptype wordt voornamelijk bepaald door eisen ten aanzien van opvoerhoogte (drukhoogte) en het daarbij te leveren debiet. De begrenzingsen zijn echter niet nauwkeurig aan te geven. Energiebron, aandrijfmechanisme, eigenschappen van de te verpompen vloeistof, beschikbare pompruimte enz. zijn mede van invloed op de pompkeuze. In het kort zullen de belangrijkste pomptypen, die voor de berekening worden gebruikt, besproken worden.

Zuiger- en plunjerpompen waarbij door een heen en weergaande beweging van zuiger resp. plunjer het water afwisselend opgezogen en weggeperst wordt, worden voornamelijk gebruikt voor het verregenen van mengmest en ander sterk verontreinigd water.

Centrifugaalpompen bestaan uit een as met een daarop bevestigde waaier die ondergebracht is in een pomphuis. Aan dit huis zijn een zuig- en een persleiding verbonden. De waaier is meestal een holle schijf, waarin tussen bodem en deksel gebogen schoepen zijn aangebracht. Wanneer de pomp werkt, zijn de zuigleiding, het pomphuis en de persleiding met water gevuld. Ten gevolge van de draaiende beweging van de as geven de schoepen aan het zich in de waaier bevindende water een beweging, welke in een tangentiële en een naar buiten gerichte radiale component kan worden ontbonden. Bij een werkende centrifugaalpomp stroomt het water uit de zuigleiding bij de as eenzijdig in de waaier en verlaat de waaier langs de omtrek naar de persleiding. Evenals bij de plunjerpompen heerst aan de intredezijde van de waaier de zuigdruk en aan de uittredezijde de persdruk.

De centrifugaalpomp kunnen op verschillende manieren worden geïnstalleerd. De meest voorkomende opstelling in Nederland is dat pomp en motor horizontaal staan. Bij deze horizontale opstelling is de maximaal toe te stane zuighoogte ca. 7 m hetgeen voor de Nederlandse omstandigheden (grondwaterspiegel dicht onder het maaiveld) geen bezwaar is. Voor gebieden waar de grondwaterspiegel meer dan 8 m onder het maaiveld ligt, moeten andere opstellingen worden gekozen.

Bij de onderwatermotorpomp zijn zowel pomp als motor in de put geplaatst beneden de waterspiegel. De motor, die rechtstreeks met de pomp is verbonden, wordt door elektriciteit aangedreven. Op de pomp moet een terugslagklep gemonteerd zijn, anders kan het water terugstromen en de pomp zal dan achteruit lopen.

Een andere mogelijkheid geeft de zogenaamde lange-as-pomp of de "diep-well pump". De lange-as-pomp bestaat uit een centrifugaalpomp in vertikale opstelling, een zuigleiding met een zuigkorf, een stijgbuis met de as, de as met de lagers en een krachtbron. De aanleg van de lange-as-pomp moet zeer nauwkeurig geschieden omdat de as door het midden van de stijgbuis loopt. De lange-as-pomp wordt geïnstalleerd bij een diepe grondwaterspiegel wanneer geen of onvoldoende elektriciteit beschikbaar is om een onderwatermotorpomp te gebruiken.

In Nederland worden voor de regeninstallaties voornamelijk centrifugaalpomp gebruikt. De belangrijkste eigenschap van deze pompen is het verband tussen de opbrengst en de opvoerhoogte, de zogenaamde Q-H-kromme. Onder de opbrengst van een pomp verstaat men het volume dat per tijdseenheid wordt verpompt. Onder de opvoerhoogte verstaat men de manometrische opvoerhoogte en deze is gelijk aan de statische opvoerhoogte plus alle drukverliezen die in het aan- en afvoersysteem en in de pomp in werking optreden. De statische opvoerhoogte is het hoogteverschil tussen onder dezelfde luchtdruk verkerende vloeistofspiegels vóór en achter het pompsysteem bij stilstaande pomp. De manometrische opvoerhoogte komt overeen met het drukverschil tussen de vacuüm-meter aan de zuigzijde en de manometer aan de perszijde van de pomp.

Bij de keuze van een pomp moet niet alleen gelet worden op de vereiste druk bij een gewenste opbrengst maar bovendien op het rendement daarbij. De volgende vergelijking geeft de relatie tussen het opgenomen vermogen, de opbrengst, de opvoerhoogte en het rendement van de pomp weer.

$$N = \frac{Q \times H_{\text{man}} \times \gamma}{2,7 \times \eta} \quad \text{in pk}$$

waarin:

- N = het aan de as toegevoerde uitwendige vermogen
- Q = de werkelijke opbrengst in m³/uur
- H_{man} = de manometrische opvoerhoogte in m
- γ = het specifiek gewicht van de vloeistof in kg f/dm³
- η = het totale rendement.

De karakteristiek van een pomp geldt slechts voor een bepaald toerental. Als een elektromotor als krachtbron wordt gebruikt, is het aantal omwentelingen (toerental) konstant, namelijk 1450 of 2900 per minuut. Bij een verbrandingsmotor kan het toerental worden gewijzigd en daardoor verandert de karakteristiek van de pomp. Indien het toerenverschil η₁ η₂ klein is, kan men stellen dat:

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{\eta_1^2}{\eta_2^2}, \quad \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\eta_1}{\eta_2} \quad \text{en} \quad \frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\eta_1^3}{\eta_2^3}$$

Het rendement van de pomp verandert niet bij verschillen in het toerental maar de rendementskromme verschuift wel.

4. Bepaling van put- en pompkarakteristieken

Tijdens het onderzoek zijn enkele put- en pompmetingen uitgevoerd. De bedoeling hiervan was om na te gaan of de zogenaamde put- en pompkarakteristieken na een tiental jaren beregenen gewijzigd zijn. Door technische moeilijkheden zijn slechts van een zeer klein aantal regeninstallaties metingen gedaan. De metingen zijn, in zoverre dat mogelijk is, vergeleken met de metingen die direkt na de aanleg van de installatie verricht zijn.

Bij de metingen werd de vacuümmetrische zuighoogte bepaald door een vacuüm-meter op de zuigleiding bij de pomp te plaatsen. Bij de pompinstallatie in werking werd op de vacuüm-meter de vacuüm-metrische zuighoogte bij een bepaalde capaciteit afgelezen in mWk (1 mWk = 0,1 atm.). In de eerste plaats werd de grondwaterstand in de put bepaald. Indien de put aan de bovenzijde geopend is, kan dit heel eenvoudig gemeten worden; de meeste putten zijn echter van boven afgesloten. Om het niveauverschil te bepalen wordt bij een afgesloten put de vacuüm-meter gebruikt.

De hoofdkraan wordt dichtgedraaid waarna het water met een handpomp, die zich op de installatie bevindt, omhoog gepompt wordt. Vervolgens wordt de kraan onder de handpomp dichtgedraaid. De gehele waterkolom hangt dan als het ware aan de vacuüm-meter zodat hierop het niveauverschil in mWk kan worden afgelezen. Daarna wordt de pompinstallatie in werking gesteld waardoor water aan de put wordt onttrokken. Het water in de put gaat dan dalen; deze afzuiging ontstaat doordat het water naar de put moet stromen. Tijdens het pompen wordt op de vacuüm-meter de vacuüm-metrische zuighoogte afgelezen. De vacuüm-metrische zuighoogte is hier de som van de grondwaterstand, de afzuiging en de weerstands-verliezen in de zuigleiding. Door grotere weerstanden in de zuigleiding, doordat b.v. de voetklep niet goed funktioneert, wordt bij eenzelfde stand op de vacuüm-meter de afzuiging kleiner. Het is dus niet mogelijk om in putten waarop de zuigleiding direkt gemonteerd is met de vacuüm-meter de daling van de waterspiegel in de put te bepalen, gezien de wisselende invloed van onder andere de weerstand in de zuigleiding. De daling van de waterspiegel in de put is alleen in open putten te bepalen met behulp van een zogenaamd meet-klokje.

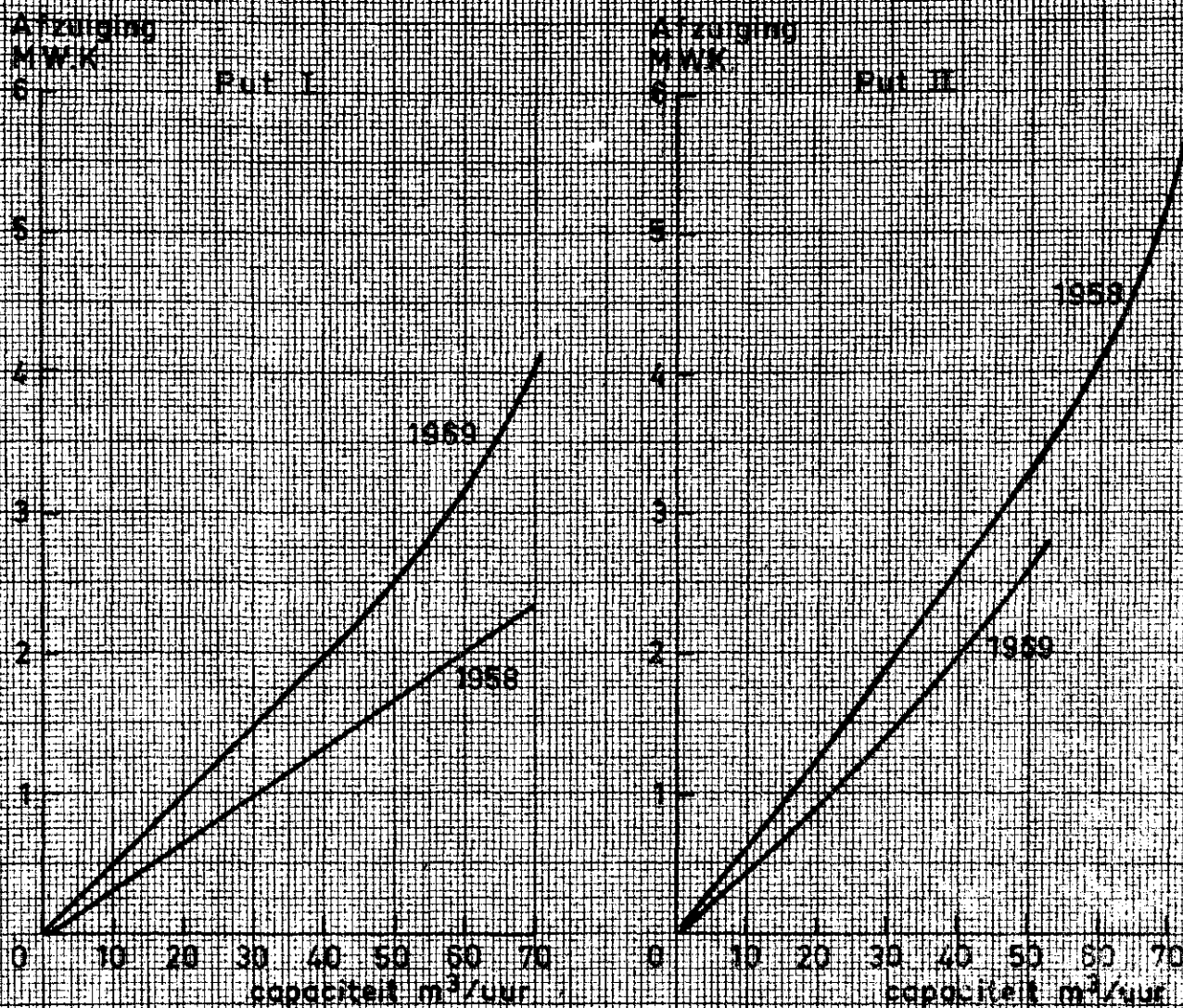
De manometrische opvoerhoogte van een pomp is de som van de vacuüm-metrische zuighoogte en de druk aan de perszijde. De druk aan de perszijde van de pomp wordt bepaald met een manometer die achter de pomp is geplaatst. In een leiding kort achter de pomp wordt een watermeter geplaatst, waarop de hoeveelheid water, die aan de put wordt onttrokken, kan worden afgelezen. De hoofdkraan wordt vanuit de gesloten stand trapsgewijze steeds verder open-gedraaid waardoor bij verschillende waterhoeveelheden de vacuüm-metrische zuighoogte en de druk aan de perszijde te bepalen zijn.

De putkarakteristiek geeft het verband tussen de afzuiging en het debiet weer. De relatie tussen afzuiging en debiet wordt bepaald door bij verschillende zuighoogten het debiet van de put te meten. In figuur 5 zijn voor twee putten de karakteristieken gegeven, zoals deze in 1969 bepaald zijn en zoals ze bij de aanleg van de installatie gemeten zijn. Nagegaan zal worden wat de oorzaken kunnen zijn van de opgetreden veranderingen.

a. Putkarakteristieken put I van de combinatie "Zevenhuizense heide" te Leende

De zuighoogte bij een bepaald debiet is sterk toegenomen in vergelijking met de metingen van 1958. Het maximale debiet dat aan de put onttrokken kan worden is bijna niet veranderd. De oorzaken van de toename van de zuighoogte bij een bepaald debiet kunnen verschillend zijn. De zuighoogte is de som van de grondwaterstand in mWk onder de pompas, de afzuiging en de weerstanden in de zuigleiding. In 1958 was bij de pompproeven de grondwaterspiegel in rust 0,71 m onder de pompas; bij de metingen in 1969 was dit 0,66 m onder de pompas. Deze verschillen in de putkarakteristieken kunnen niet verklaard worden door verschillen in grondwaterstand. De toename van de zuighoogte moet dus veroor-

Figuur 5 Putkarakteristieken



zaakt zijn door toename van de afzuiging en/of van de weerstand in de zuigleiding. Toename van de afzuiging zonder een direkt gevolg van de weerstandstoename kan alleen optreden als de capaciteit van het grondwaterreservoir afgenomen is hetgeen niet verondersteld wordt. De toename van de zuighoogte zal dan ook voornamelijk verklaard moeten worden door een toename van de weerstanden in de zuigleidingen. Deze vergrote weerstanden kunnen ontstaan doordat in de loop der jaren het filter niet meer optimaal werkt ten gevolge van dichtslibben of doordat de voetklep niet meer goed funktioneert. Het al of niet goed funktioniëren van de voetklep zou gecontroleerd kunnen worden door vlak voor en vlak na de voetklep een vacuüm-meter op de zuigleiding te plaatsen. Bij goed funktioniëren van de voetklep moeten de beide vacuüm-meters dezelfde zuighoogte aangeven.

b. Putkarakteristieken put II van de combinatie "Tuintakkers" te Leende

De karakteristiek van 1969 is gunstiger dan die van 1958 voor wat betreft de verhouding tussen zuighoogte en debiet. De grondwaterspiegel in 1969 lag op 1,71 m onder de vacuüm-meter en in 1958 op 1,35 m zodat de verschillen tussen de som van de afzuiging en weerstandsverliezen nog groter wordt en wel zo dat deze som voor de putkarakteristiek van 1969 kleiner is dan die van 1958. De weerstanden en/of de afzuiging zouden dus in de periode 1958-1969 kleiner geworden zijn, hetgeen niet aannemelijk is. De enige verklaring is dat de in 1958 gebruikte meetapparatuur onnauwkeurig was.

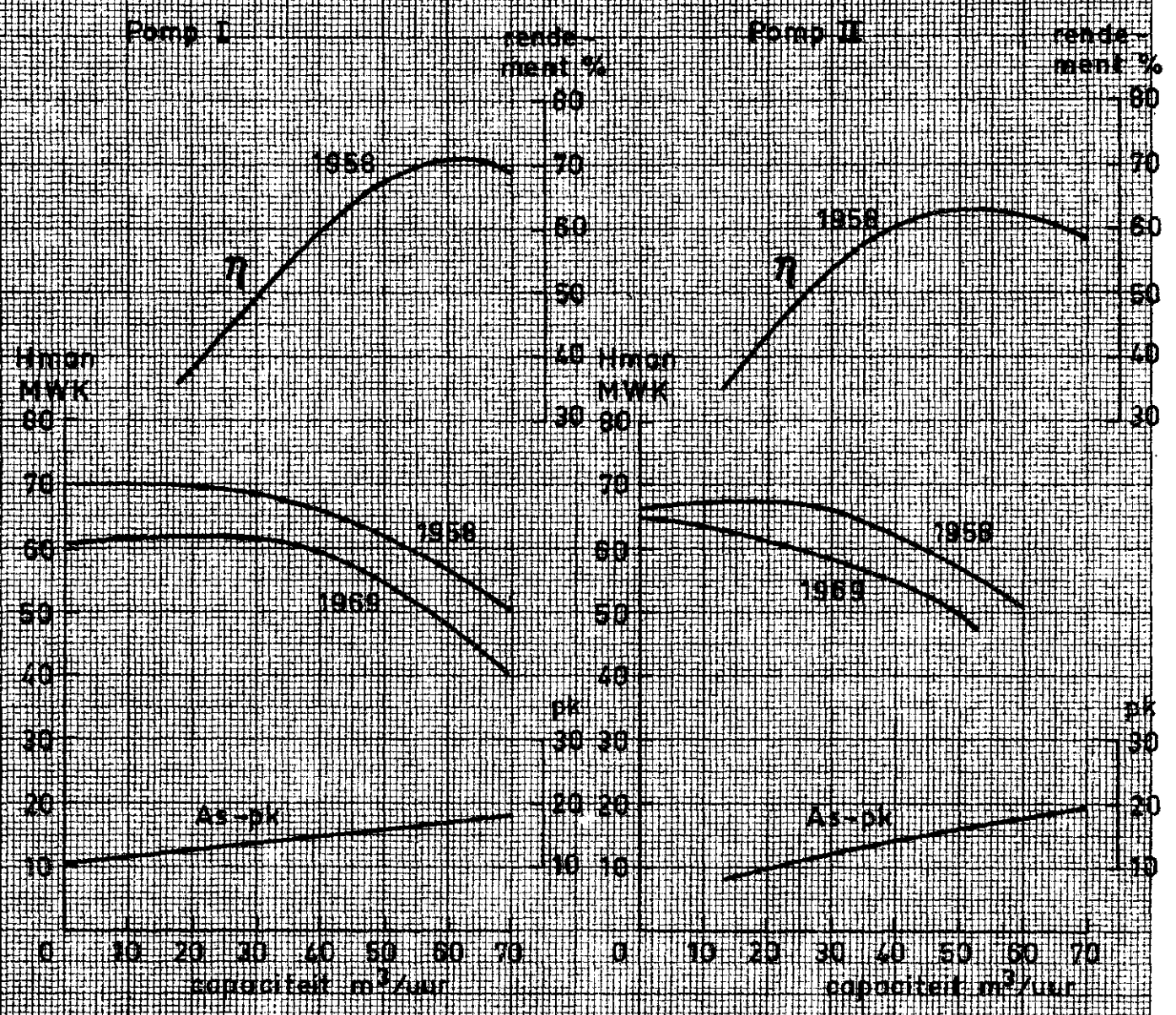
De pompkarakteristiek geeft de relatie tussen de totale manometrische opvoerhoogte en het debiet weer. De manometrische opvoerhoogte is gelijk aan de som van de statische opvoerhoogte en de stromingsverliezen. De manometrische opvoerhoogte is ook ongeveer gelijk aan de som van de zuighoogte en de pershoogte. De zuighoogte en de druk aan de perszijde worden gemeten met een vacuüm-meter respectievelijk manometer. Op de vacuüm-meter wordt meestal in cm kwikkolom afgelezen en op de manometer in atmosfeer maar omdat $76 \text{ cm kwikkolom} = 1 \text{ atmosfeer} = 10,33 \text{ m waterkolom}$ kunnen de afgelezen waarden in een bepaalde eenheid omgezet worden, zodat de zuighoogte en de druk aan de perszijde gesommeerd kunnen worden. Tijdens de metingen werden voor de verschillende waarden van de druk de bijbehorende zuighoogte en het debiet gemeten.

In figuur 6 zijn voor twee pompen te Leende de Q-H-krommen weergegeven. Deze zijn bepaald uit de metingen die in 1969 verricht zijn en die welke door de fabrikant in 1958 bij de aanleg van de installatie gegeven zijn. In figuur 6 zijn ook de curven voor het opgenomen vermogen (As-pk) en de rendementscurven weergegeven zoals deze door de fabrikant gegeven zijn. Het officiële toerental voor de beide pompen moet 2900 omwentelingen per minuut zijn. Wegens de moeilijke opstelling van de pomp kon het toerental in 1969 niet gecontroleerd worden. Daarom is gebruik gemaakt van metingen van het Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie (ILR) die in 1960 verricht zijn. Het toerental moet ongeveer konstant blijven omdat beide pompen aangedreven worden door elektromotoren die direkt aan de pomp zijn gekoppeld. Nagegaan zal worden wat de oorzaken kunnen zijn van de opgetreden veranderingen.

a. Pompkarakteristieken pomp I van de combinatie "Zevenhuizense heide" te Leende

De Q-H-kromme die in 1969 bepaald is, ligt 7-11 mWk lager dan de kromme die door de fabriek is gegeven. Allereerst dient hierbij opgemerkt te worden dat voor de door de fabriek gegeven kromme verondersteld wordt dat variaties van 10 % aanvaardbaar zijn. Het verschil tussen de Q-H-kromme kan ook ontstaan door veranderingen in het toerental. Het ILR heeft in 1960 een toerental van 2650 gemeten, hetgeen veroorzaakt zou kunnen zijn door een te lage spanning. De Q-H-kromme bij een toerental van 2650 ligt gemiddeld 12 mWk lager dan bij een toerental van 2900. Ook speelt de toename van de zuighoogte (zie figuur 5) een rol.

Figuur 5 Pompkarakteristieken



b. Pompkarakteristieken pomp II van de combinatie "Tuintakkers" te Leende

De Q-H-kromme die bepaald is uit de gegevens van 1969 ligt onder die van 1958. De manometrische opvoerhoogte is gelijk aan de som van de zuighoogte en drukhoogte. Uit de putkarakteristiek blijkt dat de zuighoogte voor een bepaald debiet kleiner geworden is in vergelijking met 1958. De drukhoogte is dus sterker afgenomen dan de grafiek doet vermoeden. De belangrijkste oorzaak van de vermindering van de drukhoogte zal de slijtage van de pomp geweest zijn, hetgeen bevestigd werd toen deze pomp eind 1969 werd vervangen. Dat de pomp niet meer dan maximaal $50 \text{ m}^3/\text{uur}$ kon leveren werd waarschijnlijk ook door de slijtage veroorzaakt. Het rechte stuk aan het begin van de Q-H-kromme van 1969 is mogelijk een gevolg van een verkeerde meting voor $Q = 0 \text{ m}^3/\text{uur}$.

Uit de put- en pompkarakteristieken blijkt dat de capaciteit van de twee installaties in de desbetreffende periode enigszins achteruit is gegaan. De oorzaken van de capaciteitsdaling zijn niet nauwkeurig vast te stellen. Naast de reeds aangegeven mogelijkheden kunnen andere factoren zoals onderhoud van het pompaggregaat en de kwaliteit van het opgepompte water de capaciteit van het pompaggregaat hebben beïnvloed.

VI. GRONDWATERSTANDSFLUCTUATIES EN BEREGENING

1. Algemeen

In Nederland is het grondwater tot op grote diepte in de grond aanwezig. De zandige, ten dele zelfs grofkorrelige pleistocene lagen, die over een dikte van 10-300 m de bovenste laag van de aardkorst in Nederland vormen, hebben een vrij groot porievolume met grote porien. Ze zijn vaak tot het maaiveld met water gevuld. Daaronder bevinden zich fijnzandige tot kleiige afzettingen met zeer fijne porien, waarin eveneens water voorkomt. Door de fijnheid van de porien is dit water echter moeilijk verplaatsbaar. Fijnzandige en kleiige lagen in de bovengrond onderbreken de voor waterberging en waterwinning ideale grove zandlagen.

In het oosten en zuiden van Nederland is het grondwater van redelijk goede kwaliteit. In deze delen van het land heeft het grondwater grote betekenis:

- a. Bij een grondwaterstand tussen 0,5 en 1,5 m onder het maaiveld worden de gewassen via de capillaire zone met water voorzien. Dit is met name het geval op de lage zandgronden.
- b. Het dient voor de watervoorziening van mens, dier en plant.

In dit hoofdstuk zal besproken worden of door de wateronttrekking aan de bodem ten behoeve van de berekening op hoge zandgronden, grondwaterstandsdalingen kunnen optreden die nadelig kunnen zijn voor de landbouw op lager gelegen zandgronden in de omgeving. De grondwaterstandsdalingen die, ten gevolge van de wateronttrekking aan de bodem, kunnen optreden, worden bepaald met behulp van de zgn. waterbalans en met metingen van de grondwaterstanden. Aan de hand van grondwaterstandsmetingen werden in Someren de grondwaterstandsfluctuaties per jaar en per seizoen nagegaan.

2. Grondwaterstandsdalingen door wateronttrekking ten behoeve van berekening

2.1. De waterbalans als theoretische benadering

Mohrmann en Stolp (1953) berekenden de grondwaterstandsveranderingen door wateronttrekking, met de waterbalans. Zij vergeleken de waterbalans voor een gebied met berekening en een gebied zonder berekening, waarbij volgens de methode van Dupuit-Darcy de grondwaterstand werd berekend.

De waterbalans van de wortelzone zonder berekening kan als volgt worden voorgesteld:

$$N = V + Z + G$$

waarin:

N = de hoeveelheid natuurlijke neerslag per jaar (800 mm)

V = de aktuele evapotranspiratie (500 mm)

Z = de hoeveelheid zakwater

G = veranderingen in de berging van de grond (voor één jaar 0 mm)

Met de gegevens van de weerstations is de waterbalans voor elk jaar op te zetten. Achter de symbolen zijn afgeronde waarden gegeven die ongeveer met de gemiddelde waarnemingen in Nederland overeenstemmen. Deze afgeronde waarden zullen voor de verdere berekening gebruikt worden. Wanneer de veranderingen in de berging voor een vast tijdstip (vaak 1 mei) ten opzichte van andere jaren nul is dan volgt uit de waterbalans dat de hoeveelheid zakwater 300 mm per jaar bedraagt.

De waterbalans van de wortelzone bij berekening kan als volgt worden voorgesteld:

$$N + B = V + Z + G$$

waarin:

B = de hoeveelheid beregeningswater (175 mm/jaar)

V = de potentiële verdamping (550 mm/jaar)

N, Z en G als bij voorgaande formule.

Wanneer beregend wordt is de gemiddelde jaarlijkse zakwaterhoeveelheid 425 mm per jaar. Dat is 125 mm meer dan in het geval zonder berekening. Per keer beregenen is ongeveer 3 à 5 mm water extra nodig voor verliezen. Bij 5 keer beregenen moet er $175 + 5 \times 5 = 200$ mm water aan de grond onttrokken worden, zodat uiteindelijk $200 - 125 = 75$ mm minder water aan het grondwaterreservoir ten goede komt dan in het geval zonder berekening.

De hoogte van de grondwaterspiegel kan nu berekend worden ten opzichte van een referentieniveau volgens de methode van Dupuit - Darcy. Vindt berekening plaats dan moet onderscheid gemaakt worden tussen het beregende en niet beregende gebied.

Volgens deze methode berekenden Mohrmann en Stolp voor een gebied tussen twee beken, die onderling 5.000 m vaneen liggen, de grondwaterstands dalingen. Zij berekenden dat de laagste waterstand in het beregende gebied ca. 15 cm lager zal zijn dan in het onberegende gebied. In het onberegende gebied zal de grondwaterspiegel dan 3 à 5 cm lager zijn dan wanneer er in het beregende gebied niet beregend zou worden.

Het nadeel van deze methode om de grondwaterstands dalingen ten gevolge van de berekening te bepalen, is dat de invloed van de meest nabijgelegen open waterlopen niet verdisconteerd is. Ook de tijd, waarin de waterhoeveelheden aan het grondwater onttrokken worden speelt volgens de benadering van Mohrmann en Stolp geen rol, hetgeen echter wel betwijfeld moet worden.

2.2. Grondwaterstandmetingen als praktische benadering

Een landelijk overzicht van de grondwaterdiepten, onderscheiden naar zomer- en winterstanden is door de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland - TNO (COLN) opgesteld op grond van over drie jaar verspreide waarnemingen op 25.000 waarnemingspunten dat is 1 waarneming per 100 ha. Op 23.000 waarnemingspunten werd de grondwaterstand vier keer per jaar gemeten en op 2.000 waarnemingspunten werden elke 14 dagen waarnemingen gedaan. Het Archief van Grondwaterstanden TNO heeft daarna in een aantal punten de waarnemingen voortgezet.

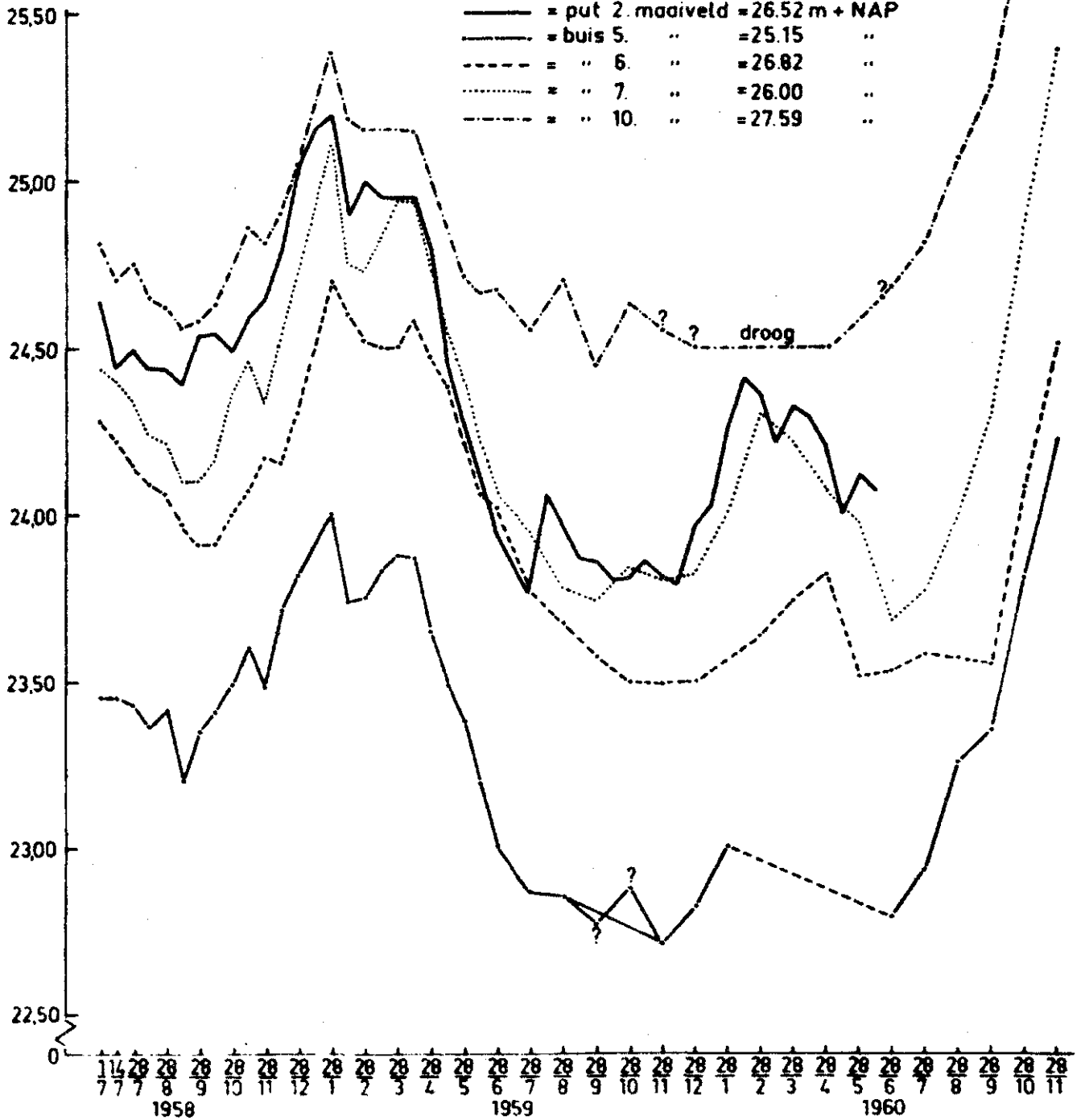
De hoogte van de grondwaterspiegel hangt samen met de hoogte van de meest nabijgelegen open waterstand (althans indien het grondwater met het open water in verbinding staat) en hangt voorts af van de aan- en afvoer van water. De grondwaterstand is niet konstant doch wisselt door de voortdurende verandering in de aan- en afvoer van water naar en van het grondwater. Uit waarnemingen van grondwaterstanden kan ook worden nagegaan of grondwateronttrekking voor berekening van een groot aaneengesloten areaal invloed heeft op de grondwaterstand.

Binnen een hydrologisch homogeen gebied blijken waterstanden, die in buizen worden afgelezen een opvallend gelijkvormig verloop te hebben, hoewel het niveau in de verschillende buizen niet gelijk behoeft te zijn. Ook de afwijkingen van de gemiddelde grondwaterdiepte zijn voor de verschillende buizen niet uniform. In figuur 7 wordt hiervan een beeld gegeven voor een aantal punten in de Somerense Akkers.

Men kan de waterstandscurve uit een als norm gebruikte curve opgebouwd denken door een verticale verschuiving toe te passen en een uitrekking of samendrukking van de figuur in verticale richting. In principe kan men de waterstandscurve van elke buis binnen het hydrologisch-homogene gebied als norm gebruiken om de grootte van de verschuivingen of procentuele rekking van een waterstandscurve te leren kennen. De afwijkingen van een buis ten opzichte van een andere buis kunnen op eenvoudige wijze worden weergegeven door de op dezelfde dagen gemeten waterstanden van de beide buizen in een grafiek tegen elkaar uit te zetten.

Figuur 7. Waterstanden Someren t.a.v. N.A.P.

Waterstand in m + N.A.P.



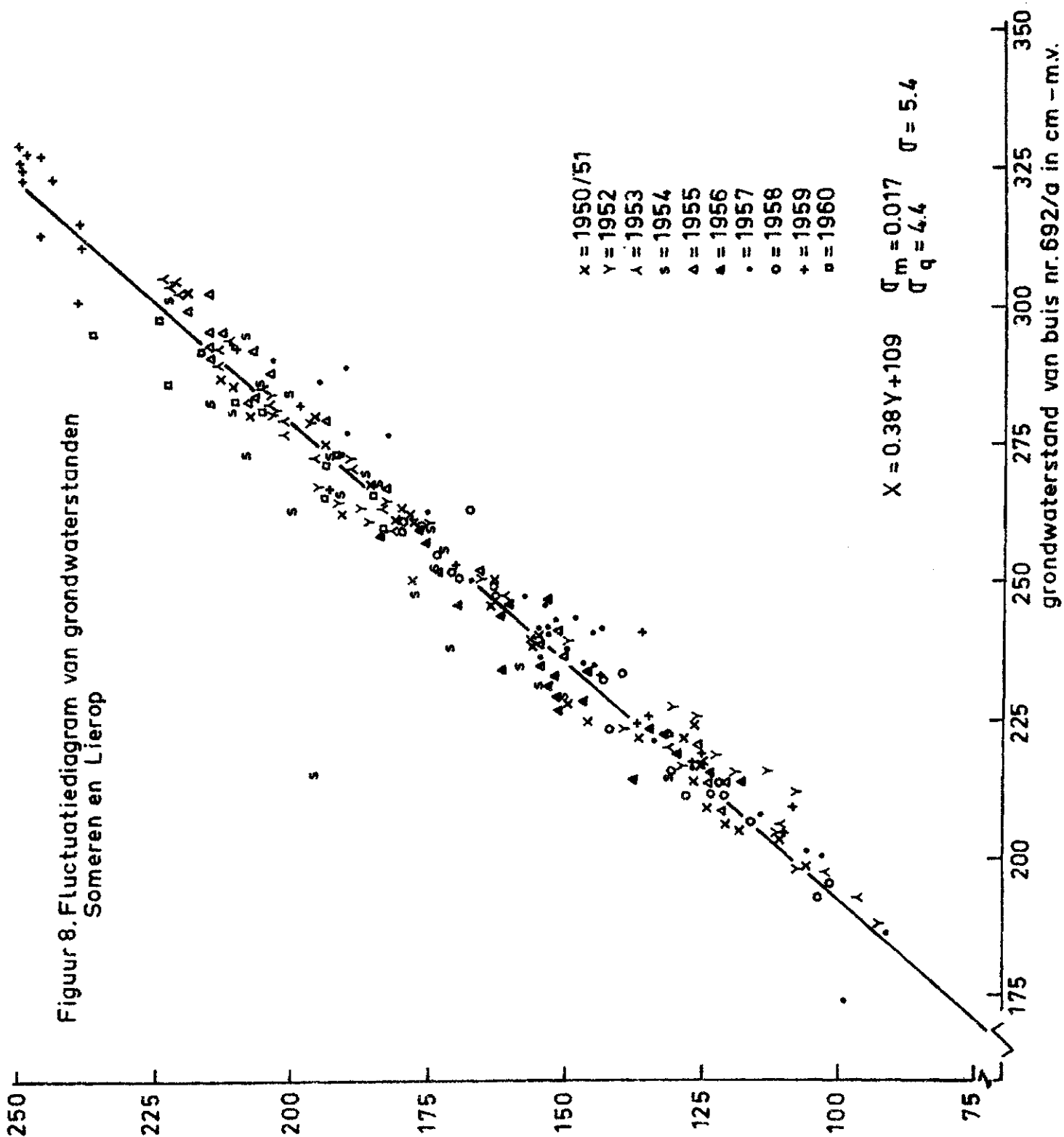
De ervaring heeft geleerd dat in de meeste gevallen de punten dan op een rechte lijn liggen. Als deze correlatie voor een bepaalde periode bekend is, kunnen buiten deze periode de grondwaterstanden in één van de buizen met vrij grote betrouwbaarheid worden geschat. Ook is het mogelijk dat als de grondwaterstanden van een waarnemingsput veranderen ten opzichte van de vergelijkingsbuis dit direkt uit de fluctuatigrafiek is af te lezen.

Door ir. J. Kouwe is in de periode 1957 t/m 1960 nagegaan of de grondwateronttrekking voor de beregening invloed heeft op de grondwaterstand. Hij heeft daarvoor een onderzoek ingesteld op de Somerense Akkers, waar sinds 1956 een aaneengesloten gebied van ca. 110 ha kan worden beregend. In het te beregenen gebied lag een waarnemingspunt (692/e) waarvan sinds 1950 metingen van de grondwaterspiegel bekend zijn. Het aantal waarnemingsbuizen in het gebied heeft ir. J. Kouwe verhoogd tot 36, terwijl ook bij iedere put een buis geslagen was. De waterstanden in open waterlopen werden gemeten ten opzichte van vaste punten in kunstwerken en wel op 12 verschillende plaatsen.

De waarnemingen van de buizen op de Somerense Akkers zijn vergeleken met die van een buis waarvan bekend was dat deze niet werd beïnvloed door wateronttrekking voor de beregening van de 110 ha (692/a). Dit vergelijkingspunt ligt in Iderop, ongeveer 4,5 km van de Somerense Akkers verwijderd. Hiervan zijn ook vanaf 1950 elke 14 dagen metingen van de grondwaterstanden gedaan. In eerste instantie heeft ir. Kouwe de grondwaterstanden van de punten 692/a en 692/e in een fluctuatiediagram tegen elkaar uitgezet (zie figuur 8). Was in het punt op de Somerense Akkers een verandering (verlaging) van de grondwaterspiegel opgetreden dan zouden de waarnemingen sinds 1956 (begin van de beregening) moeten afwijken van die welke van 1950-1956 gemeten zijn. De punten voor de jaren 1956-1961 zouden dan voor de periode waarin beregend werd een verschuiving naar boven moeten vertonen ten opzichte van de andere punten, hetgeen uit figuur 8 niet blijkt. Daarna heeft ir. J. Kouwe alle waarnemingen in de 36 buizen op de Somerense Akkers in fluctuatiediagrammen tegen de waarnemingen van de punten 692/a en 692/e uitgezet. Uit geen van de grafieken kon gekonkludeerd worden dat de grondwaterspiegel wordt beïnvloed door de wateronttrekking voor de beregening zoals duidelijk blijkt uit figuur 9 waarin de waarnemingen van één van de 36 buizen tegen die van een buis waar de grondwaterspiegel niet door de wateronttrekking voor de beregening wordt beïnvloed, is uitgezet. Dat er geen veranderingen in de grondwaterstanden na grondwateronttrekking voor de beregening werden aangetoond kan voor belangrijk deel worden toegeschreven aan de volgende twee oorzaken. De wateronttrekking gebeurt niet continue. Het maximale beregeningsschema is nl. gebaseerd op 3 x 4 uur beregenen per etmaal met tussenpozen van 2 uur. In de perioden per etmaal dat er geen water wordt onttrokken, kan het grondwaterreservoir eventueel aangevuld worden door aanvoer van buiten het betreffende gebied. In de tweede plaats zijn de aan het betreffende grondwaterreservoir onttrokken waterhoeveelheden in vergelijking met de aanwezige watervoorraden, zeer klein zodat de wateronttrekking zeer weinig invloed heeft op de grondwaterstand.

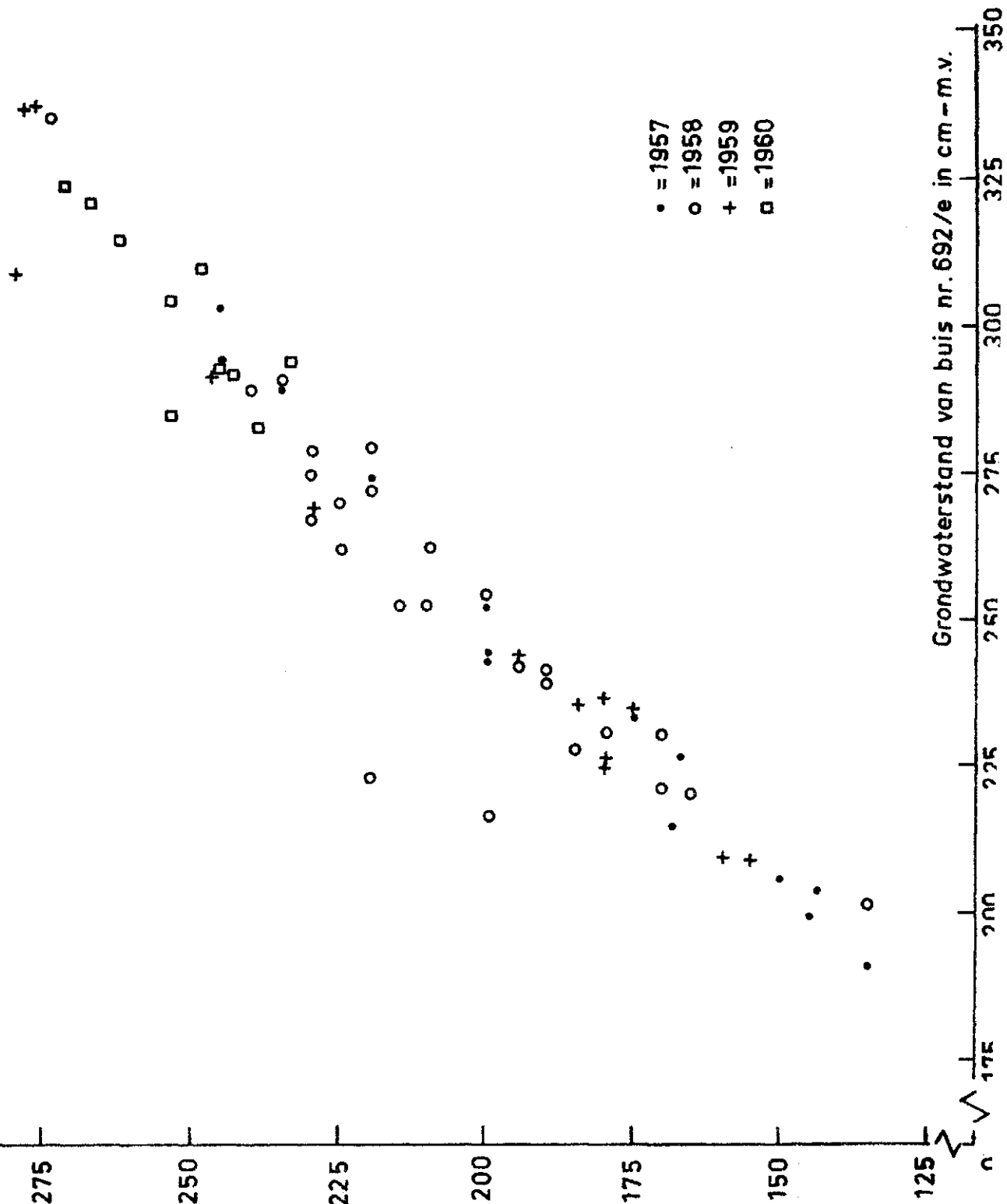
grondwaterstand van buis
nr. 692/e in cm - m.v.

Figuur 8. Fluctuatiedigram van grondwaterstanden
Someren en Lierop



Grondwaterstand van buis
nr. 709/7 (put 2) in cm - m.v.

Figuur 9. Fluctuatiediagram van grondwaterstanden Someren.



VII. SAMENVATTING

Organisatie van de beregening in oostelijk Noord-Brabant

De zelfstandige beregening komt als organisatievorm het meeste voor. In de periode 1955-1965 zijn in oostelijk Noord-Brabant een aantal gevallen van gemeenschappelijke beregening ontstaan. Kleine of slecht verkavelde bedrijven gingen daarbij samenwerken waardoor een zodanig grote aaneengesloten oppervlakte verkregen werd dat de perceelsligging voor de beregening geen belemmering meer vormde.

In de laatste jaren kwam de uitbreiding van de beregenbare oppervlakte alleen nog tot stand door toename van het aantal bedrijven met zelfstandige beregening.

In Nederland zijn in totaal 6 coöperatieve beregeningsverenigingen, met in totaal ca. 430 ha beregenbare grond. Dit komt overeen met gemiddeld 2,80 ha per aangesloten deelnemer. Vijf van de coöperatieve beregeningsverenigingen waren bij het onderzoek betrokken.

De coöperatie te Someren omvat een aaneengesloten gebied van ca. 170 ha waarbij de gehele regeninstallatie gemeenschappelijk gebruikt wordt. De coöperaties te Leende (ca. 110 ha) en Zonderwijk (ca. 90 ha) bestaan uit een aantal combinaties die technisch volledig onafhankelijk van elkaar zijn; per combinatie heeft men een regeninstallatie waarop ieder lid zijn eigen sproeileiding kan aansluiten. De organisatie en structuur van de verenigingen te Oerle (ca. 30 ha) en Walik (ca. 20 ha) zijn gelijk aan die van één combinatie van de coöperatieve beregeningsvereniging te Zonderwijk.

Eén van de belangrijkste punten die in de statuten van de coöperaties aan de orde komt is de regeling van de financiële aspecten. Door alle coöperaties is een lening voor de investeringen afgesloten en middels zogenaamde aandelen worden de leden naar rato van het te beregenen oppervlak hiervoor aangesproken. Deze aandelen vertegenwoordigen een vast "bedrag" en moeten in het algemeen na 10 jaar volgestort zijn. Belangrijk bij de financiering is de aansprakelijkheid die in alle coöperatieve beregeningsverenigingen berust op de gewijzigde aansprakelijkheid (G.A.). De omslag van de variabele kosten (energieverbruik en onderhoudskosten) wordt berekend op basis van de aangesloten oppervlakte grond, uitgezonderd de omslag van de energiekosten in de coöperatie te Someren. Deze is op de versproeide hoeveelheid water gebaseerd.

De combinaties op basis van een eenvoudige overeenkomst omvatten meestal 2 of 3 bedrijven die gezamenlijk een beregeningsinstallatie exploiteren. De overeenkomsten zijn meestal opgesteld door de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst en daarna door de belanghebbende ondertekend. De overeenkomsten bestaan uit enkele punten waarin alleen de financiële verplichtingen en regels in geval van eigendomsoverdracht van de grond door verkoop zijn opgenomen.

De bedrijven met zelfstandige beregening hebben uiteraard geen gereglementeerde organisatie nodig voor de beregening. De voornaamste redenen die tot de aanleg van een eigen regeninstallatie doen besluiten zijn de grootte van de te beregenen oppervlakte per bedrijf, en het zich niet willen onderwerpen aan de verplichtingen, die nodig zijn bij samenwerking. Toch komt ook samenwerking voor tussen bedrijven met zelfstandige beregening. Deze samenwerking tussen boeren heeft plaatsgevonden in een ruilverkavelingsgebied, waar de boeren als groep zijn opgetreden bij de aankoop van de installatie waardoor kortingen mogelijk werden. De samenwerking bleef echter beperkt tot de gemeenschappelijke aanschaf van de afzonderlijke regeninstallaties. Een ander voordeel van het aanschaffen van beregeningsinstallaties op ruilverkavelingsbedrijven zijn de gunstige financieringsvoorwaarden voor een deel van de installatie.

Investerings en exploitatiekosten

De investeringen per ha voor pompaggregaat, onder- en bovengrondse leidingen van een aantal (163) bedrijven met gemeenschappelijke beregening zijn vergeleken met die van 68 bedrijven met zelfstandige beregening. De investeringen voor pompaggregaat, onder- en bovengrondse leidingen omvatten ongeveer 80 % van de investeringen voor de totale regeninstallatie. De kosten voor het slaan van een Nortonput en de elektriciteitsaansluiting zijn niet bij de investeringen gerekend omdat deze niet alleen afhankelijk zijn van de omvang van het te beregenen areaal. Uit de vergelijking van de investeringen blijkt dat voor bedrijven met een te beregenen oppervlakte kleiner dan ca. 5,00 ha gemeenschappelijke beregening voordeliger is dan zelfstandige beregening. De investeringen liggen vooral bij een kleine beregenbare oppervlakte zeer hoog namelijk f 1250,- tot f 1750,- per ha. Voor bedrijven met zelfstandige beregening op meer dan 10 ha liggen de investeringen (exclusief put en elektrische aansluitingen) gemiddeld op f 600,- per ha. In normale gevallen komt de totale investering dan op f 900 tot f 1000 per ha.

Over de periode 1958 t/m 1968 zijn de gemiddelde jaarkosten per ha van 163 bedrijven die in coöperatief verband samenwerken vergeleken met die van 12 bedrijven in combinatieverband en 7 bedrijven met zelfstandige beregening. In de coöperatieve beregeningsverenigingen worden naast de energie- en onderhoudskosten ook nog algemene kosten, zoals arbeidskosten voor de regenmeesters, bestuurskosten en administratiekosten, berekend. Hoewel de kosten voor energie en onderhoud per ha voor gemeenschappelijke beregening (met uitzondering van de coöperatie te Leende) gemiddeld lager zijn dan voor de zelfstandige beregening, zijn de totale gemiddelde variabele kosten ongeveer gelijk en bedragen ca. f 40,- per ha. Voor de elektrische installatie, pompaggregaat, Nortonput en ondergrondse leidingen is een afschrijvingspercentage van 4 % aangenomen en voor de bovengrondse leidingen en sproeiers een percentage van 8 %. Deze percentages berusten op schattingen, omdat er in Nederland nog weinig installaties langer dan 15 jaar in gebruik zijn. De rente is gesteld op 4 % per jaar over 60 % van de investeringen.

Bij de berekening van de vaste kosten is geen rekening gehouden met de subsidies, die aan enkele coöperatieve beregeningsverenigingen verstrekt zijn. De subsidies werden namelijk verleend om ervaringen met deze vorm van beregening op te doen en zij werden dan ook aan slechts twee coöperatieve beregeningsverenigingen verstrekt.

Een andere vorm van subsidie die tegenwoordig bij ruilverkavelingen kan worden toegepast is het verlenen van gunstige financieringsvoorwaarden. Worden tijdens de ruilverkaveling beregeningsinstallaties aangelegd, dan vallen de investeringen voor het vaste deel van de installatie onder de gunstige voorwaarden. Deze voorwaarden houden in dat gedurende 30 jaar voor rente en aflossing 5 % van het geïnvesteerde kapitaal per jaar moet worden betaald. Gegevens van dergelijke bedrijven zijn echter bij dit onderzoek niet verwerkt.

Uit de berekeningen blijkt dat de gemiddelde jaarkosten voor de beregening voor 70 % bepaald worden door de vaste kosten en dat de gemiddelde jaarkosten voor verschillende groepen van beregeningsbedrijven variëren van f 125,- tot f 195,- per ha. De kosten van de beregening en daarmee ook de rentabiliteit ervan worden in sterke mate bepaald door de te beregenen oppervlakte per bedrijf.

Beregening en arbeidsbehoefte

In Nederland zal op het gebied van de beregening steeds meer belangstelling komen voor arbeidsbesparende systemen omdat de te beregenen oppervlakte per bedrijf zal toenemen en de arbeid steeds schaarser wordt. In het buitenland zijn verschillende systemen ontwikkeld doch arbeidsbesparing is alleen mogelijk door extra investeringen. In Duitsland wordt het kruissysteem veel

toegepast, hierbij kunnen aan de sproeileiding slangen van 18 of 24 m worden bevestigd waarop ook sproeiers staan, zodat de sproeileiding niet zo vaak verplaatst behoeft te worden. Ook wordt in Duitsland gebruik gemaakt van speciale transportwagens voor het vervoer van de buizen en eventueel voor de haspels met slangen.

Dan is er nog het systeem met verrijdbare sproeileidingen. Hiervan zijn verschillende vormen ontwikkeld waarvan het in Israël ontwikkelde systeem met een soepele poly-ethyleen slang, die gemonteerd is op wielstellen van kunststof, ook in Nederland mogelijkheden biedt.

Bij het in dit verslag beschreven onderzoek zijn tijdstudies uitgevoerd op bedrijven met een vaste hoofdleiding en sproeileidingen die met de hand worden verplaatst. Wel is bij de tijdstudies onderscheid gemaakt tussen de klem- en insteekkoppeling en het aantal buizen dat per transportgang werd verplaatst. Berekend is dat voor 1 ha grasland (120 x 85 m) gemiddeld ca. 80 manminuten nodig zijn om in een sproeiverband van 18 x 18 m te beregenen. Grote tijdsverschillen zijn niet gemeten; het verplaatsen van telkens 3 buizen door 2 man is relatief het ongunstigste en het verplaatsen van 3 buizen door 1 man blijkt de beste methode te zijn.

Ook de tijden die nodig zijn voor het overbrengen van de sproeileiding van het ene perceel naar een ander met een trekker + aanhangwagen zijn gemeten. Voor het laden en lossen is gemeten dat gemiddeld resp. 6,3 en 9,1 minuut per 100 m leiding en per 2 man nodig zijn, terwijl voor het transport over het land een snelheid van 3 km/uur is gemeten en over de rijweg een snelheid van 7 km/uur. Met deze gegevens is het mogelijk om afhankelijk van de ligging van de percelen en de grootte ervan de tijd te berekenen die nodig is om het totale areaal te beregenen.

Uit onderzoeken van Van Eldik (1961), die met tijdschrijvingen heeft gewerkt, blijkt dat voor het beregenen van 1 ha grasland 2 man-uren nodig zijn. Voor granen, aardappelen en bieten ligt de arbeidsbehoefte gemiddeld $1\frac{1}{2}$ keer zo hoog. In deze tijdschrijvingen is ook de tijd opgenomen die nodig is om naar het perceel te gaan.

In Duitsland heeft Horning (1957) een uitgebreide studie gemaakt van de arbeidsbehoefte van de beregening en daarbij voor de verschillende beregenings-systemen formules opgesteld.

Watervoorziening, put- en pompkarakteristieken

Het water voor de beregening wordt in Nederland voornamelijk onttrokken aan het oppervlakte-water (open-waterlopen) en aan het grondwater. In de provincies Overijssel, Gelderland, Limburg en Noord-Brabant wordt overwegend grondwater gebruikt, omdat in deze provincies bij uitzondering oppervlakte-water aanwezig is.

Het onttrekken van water aan open waterlopen vereist weinig voorzieningen. Slechts een zuigleiding met een zuigkorf zijn nodig; soms, bij ondiep water en een erosiegevoelig talud, is een kunstwerkje nodig. Geheel anders ligt dit wanneer grondwater gebruikt wordt. Om voldoende zandvrij grondwater te kunnen leveren moet een put geboord worden. De diepte van zo'n put is afhankelijk van de geologische gesteldheid van de bodem. In de watervoerende lagen wordt een filter aangebracht, dat met een grindlaag wordt omstort. Het water wordt via een haalleiding, die vrij in de put hangt, opgepompt. Bij kleine putten wordt de zuigleiding echter ook wel direkt op de stijgbuis van de put aangesloten.

Het water moet opgezogen en onder druk gebracht worden. Dit kan met een pompaggregaat gedaan worden. De centrifugaalpomp, die in Nederland algemeen voor beregening wordt gebruikt, bestaat uit een as waarop één of meer waaiers zijn bevestigd. Het water krijgt, ten gevolge van de roterende beweging, snelheidsenergie welke in een aansluitende spiraalruimte, die een toenemende doorsnede heeft, in drukenergie wordt omgezet. De centrifugaalpomp en de aandrijfmotor kunnen horizontaal opgesteld en direkt gekoppeld zijn, zoals bij de

meeste installaties in Nederland. Andere opstellingen zijn mogelijk en soms nodig in verband met de diepte van de grondwaterspiegel. Ligt de grondwaterspiegel meer dan 5 m onder het maaiveld dan moet een onderwatermotorpomp of een lange-as pomp worden gebruikt.

De meest opvallende karakteristiek van de niet-zelfaanzuigende centrifugaalpomp is het verband tussen de opbrengst en de manometrische opvoerhoogte; de zogenaamde Q-H-kromme. Uit de Q-H-kromme blijkt dat de druk bij stijgende opbrengst daalt en dat deze druk een bovengrens heeft. Het opgenomen vermogen neemt toe bij toenemende opbrengst en afnemende druk. Het dichtslippen van het filter van de put is afhankelijk van de korrelverdeling en van de intredesnelheid langs de putwand. Bij onvolkomen putten is de intredesnelheid aan de boven- en onderkant van het filter enorm groot in vergelijking met de snelheid langs het overige gedeelte van het filter, hetgeen zeer nadelig is.

Van enkele installaties is nagegaan of de put- en pompkarakteristieken na een tiental jaren beregenen gewijzigd zijn. De putkarakteristieken geven geen uniform beeld. Toch kan wel gekonkludeerd worden dat van de drie componenten van de zuighoogte namelijk: grondwaterstand beneden de pompas, afzuiging en weerstanden in de zuigleiding, waarschijnlijk de weerstanden in de zuigleiding sterk zijn toegenomen als gevolg van het slecht functioneren van de terugslagklep.

Uit de Q-H-krommen van de pompen blijkt dat deze in het algemeen lager liggen dan 10 jaar geleden. Dit is een gevolg van slijtage en corrosie. Betere bescherming tegen corrosie is belangrijk.

Grondwaterfluctuaties en berekening

Volgens cijfers van het CBS werden in 1961 ca. 17.000 ha uitsluitend beregend met grondwater. Wanneer gemiddeld 100 mm per jaar en per ha verregend wordt, dan wordt gemiddeld 17 miljoen m³ per jaar aan het grondwaterreservoir onttrokken. Belangrijk is na te gaan of door de grondwateronttrekking, ten behoeve van de berekening op hoge zandgronden, grondwaterstandsdalingen kunnen optreden die nadelig zijn voor de landbouw op lager gelegen gronden.

Mohrmann en Stolp (1953) hebben de eventuele invloed van de grondwateronttrekking op de grondwaterstand theoretisch benaderd. Zij vergeleken de waterbalans van de wortelzone zonder berekening met die van een wortelzone bij berekening. Hieruit bleek dat de hoeveelheid zakwater in het gebied zonder berekening groter was dan in het gebied met berekening. De hoogte van de grondwaterspiegel ten opzichte van een referentieniveau werd berekend volgens de methode Dupuit-Darcy. Met deze methode berekenden Mohrmann en Stolp, voor een gebied tussen twee beken die 5000 m vaneen liggen dat de laagste waterstand in het beregende gebied ca. 15 cm lager zal zijn dan in het onberegende gebied. In het beregende gebied zal de grondwaterspiegel slechts 3 à 5 cm lager zijn dan wanneer in het beregende gebied niet beregend zou worden.

Een meer praktische benadering van het onderzoek naar de grondwaterstandsdalingen als gevolg van grondwateronttrekking voor de berekening is opgezet door ir. Kouwe. Deze heeft gedurende de jaren 1957-1961 in een aaneengesloten gebied van 110 ha, waar sinds 1956 beregend kan worden op een 50-tal waarnemingspunten de grondwaterstanden zeer frequent gemeten. Op één punt in het gebied waren vanaf 1950 regelmatig metingen gedaan en evenzo op een punt dat op grote afstand van het te beregenen gebied lag en waar de grondwaterspiegel niet beïnvloed werd door de grondwateronttrekking voor de berekening. De metingen van de grondwaterstanden in deze twee punten zijn uitgezet in een zogenaamde fluctuatief- of schommelingsdiagram. Werd de grondwaterstand door de wateronttrekking beïnvloed, dan zouden de resultaten van de metingen van het punt, dat gelegen is in het beregeningsgebied tijdens de droogteperiodes moeten afwijken van de gevonden relatie tussen de twee punten van de metingen

van voor 1956; dit blijkt echter niet het geval te zijn. Ook uit de fluctuatiediagrammen van de andere waarnemingspunten ten opzichte van het punt waar de grondwaterspiegel niet door de wateronttrekking beïnvloed wordt, blijkt niet dat de grondwaterspiegel hierdoor verandert. Als belangrijkste reden kan worden aangevoerd dat het aantal beregeningsuren per etmaal maximaal 12 is, zodat voldoende tijd overblijft voor aanvulling van het grondwaterreservoir vanuit het omringende gebied.

VIII. CONCLUSIES

1. De coöperatieve beregeningsverenigingen zullen in hun huidige vorm, vermoedelijk geen navolging vinden omdat:
 - a. door de noodzakelijke schaalvergroting in de landbouw, het beregenen van kleine oppervlakten per bedrijf niet meer past in het moderne bedrijfsbeleid.
 - b. bij oppervlakten groter dan ca. 5 ha per bedrijf de coöperatieve berekening uit oogpunt van investeringen en kosten geen voordelen meer biedt boven zelfstandige berekening.
2. De meest gunstige voorwaarden voor de aanleg van regeninstallaties doen zich voor bij de planning en uitvoering van ruilverkavelingen. Hierbij kan men profiteren van:
 - a. prijsreductie door gezamenlijk optreden bij de aanschaf van de regeninstallatie.
 - b. de bij ruilverkavelingen geldende financieringsvoorwaarden voor een groot deel van de regeninstallatie.
 - c. een voor berekening meestal gunstige kavelvorm.
3. De functie van "aandelen", zoals tot nu toe in de coöperatieve beregeningsverenigingen zijn gebruikt, is niet duidelijk. Bovendien kan de basis, waarop de aandelen volgens de statuten onder de leden moeten worden verdeeld, zeer verschillend worden geïnterpreteerd. Waarschijnlijk zijn deze "aandelen" geheel overbodig geweest.
4. Een kontrakt met een elektriciteitsmaatschappij voor een gegarandeerde minimum afname van 2000 kWh per jaar biedt alleen voordelen voor bedrijven waar meer dan 12 ha beregend kan worden. Door wijziging van de tarieven en voorwaarden per 1 maart 1970 kan nu door bedrijven met meer dan 6 ha beregenbare oppervlakte van de gunstige tarieven gebruik worden gemaakt.
5. Een algemene uitspraak over de rentabiliteit van berekening is moeilijk omdat deze, afgezien van de droogtegevoeligheid van de grond, mede bepaald wordt door de bedrijfsomstandigheden en de bedrijfsvoering. Hoewel ook de te verwachten opbrengststijgingen niet gemakkelijk zijn vast te stellen is het echter mogelijk om voor een bepaald bedrijf een globale raming van de rentabiliteit van berekening te maken.
6. De beregeningskosten worden voor ca. 70 % bepaald door de investeringen; dus de rente en afschrijvingen. Van de variabele kosten zijn de onderhoudskosten sterk afhankelijk van de manier waarop de installatie wordt behandeld en van het technisch inzicht van de gebruiker.
7. Ook bij de berekening gaat de factor arbeid een steeds belangrijker rol spelen. Een systeem dat voor Nederland mogelijkheden biedt, is ontwikkeld in Israël. Bij dit systeem is de sproeileiding van poly-ethyleen op kleine wielstellen gemonteerd. Met behulp van twee draaischijven of slanggeleiders kan de transportrichting van de leiding tot 180° worden gewijzigd.
8. De meeste van de in het buitenland ontwikkelde beregeningssystemen worden in Nederland niet toegepast omdat ze te duur of niet geschikt zijn voor de Nederlandse bedrijven en omdat in Nederland de berekening niet continue wordt toegepast.
9. In Oostelijk Noord-Brabant wordt op veel bedrijven in een vierkantsverband van 18 x 18 m beregend in plaats van in een rechthoeksverband van 18 x 24 m, waar bij de aanleg van de installatie van uitgegaan is. De gebruikers veronderstellen bij grotere afstanden tussen de sproeiers een slechtere waterverdeling.

10. De arbeidsbehoefte van de berekening wordt in hoofdzaak bepaald door het aantal keren dat per jaar op een bepaalde oppervlakte wordt berekend (grond, gewas, weersomstandigheden) en door de ligging van de percelen ten opzichte van elkaar. Bij coöperatieve berekening is de verkaveling meestal ongunstig en daardoor de arbeidsbehoefte van de berekening als regel aan de hoge kant.
11. Na verloop van enkele jaren neemt bij centrifugaalpompen de manometrische opvoerhoogte behorend bij een bepaald debiet af. De voornaamste reden is slijtage mede als gevolg van onvoldoende onderhoud van de pompen en het oppompen van zandhoudend water.
12. Bij de huidige omvang van de berekening wordt de grondwaterspiegel niet waarneembaar beïnvloed door de grondwateronttrekking ten behoeve van de berekening, vooral omdat de beregeningsduur per dag niet groot is.

LITERATUUROVERZICHT

- | | |
|---|--|
| Angerer, H. | : Kosten, Finanzierung und Wirtschaftlichkeit von Beregnungsanlagen.
Mitt. DLG 70 (1955). |
| Baars, C. | : Arbeidsbesparing bij de beregening.
De Boerderij jg. 53, nr. 31 (1969). |
| Baars, C. | : Het ontwerpen van regeninstallaties en de toepassing van de beregening op grote landbouwbedrijven.
Syllabus ingenieurscollege. Afdeling cultuurtechniek van de landbouwhogeschool (1966). |
| Baars, C. | : Het tienjarig bestaan van de coöperatieve beregeningsinstallatie te Someren.
Cultuurtechniek jg. 4, nr. 3 (1966). |
| Baars, C. | : Waterverbruik en kosten van de beregening in Noord-Brabant.
Landbouwmechanisatie jg. 13, nr. 7 (1962). |
| Baars, C. | : Rentabiliteit van beregening van landbouwgewassen op zandgronden.
Stikstof nr. 43 (1964). |
| Baars, C., A.J. Hellings en L. Wartena | : Beregening in de landbouw.
Ceres Land- en Tuinbouwreeks (1956). |
| Bianchi, L.W.P. en P. Büstraan | : Pompen (1963). |
| Born, F.H. en B.J. te Paske | : Geeft beregening betere bedrijfsuitkomsten? Bedrijfseconomische Mededelingen nr. 27 LEI (1959). |
| Born, F.H. en B.J. te Paske | : Coöperatieve of zelfstandige beregening? Bedrijfseconomische Mededelingen nr. 48 LEI (1962). |
| Brouwer, W. | : Die Feldberegnung.
DLG-Verlag (1958). |
| C.B.S. | : Maandstatistiek voor de landbouw, jg. 6 nr. 11 (1958) en jg. 10 nr. 4 (1962). |
| C.O.L.N. | : De landbouwwaterhuishouding van Nederland, 12 delen.
Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland TNO (1958). |
| Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO | : Steady flow of ground water towards wells. Verslagen Mededelingen van de Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO nr. 10 (1964). |
| Eldik, J. van | : Bedrijfseconomische resultaten van de beregeningsproefbedrijven over de periode 1954 t/m 1958.
Proefstation voor de Akker- en Weidebouw Mededeling nr. 44 (1960). |
| Eldik, J. van | : Arbeidsbehoefte van de beregening op de beregeningsproefbedrijven.
Landbouwmechanisatie jg. 12 nr. 6 (1961). |

- Geneijgen, J. van : Een beregeningsproefbedrijf op zeer droogtegevoelige zandgrond. Proefstation voor de Akker- en Weidebouw Mededeling nr. 122 (1966).
- Giessen, P.F. : Verslag van een arbeidsonderzoek bij verplaatsing van beregeningsleidingen. Onderzoek 1958 en 1959 ILR.
- Hekket, G. : Pompen en Gemalen. Afd. Weg- en Waterbouwkunde van de landbouwhogeschool (1965).
- Hoek, H. v.d. : Het inbouwen van een verdeler in putten voor het winnen van water. Water 52 (4) (1968).
- Horning, H.M. : Die Entwicklung neuer Berechnungstechniken und deren arbeitswirtschaftliche Analyse. Mitteilungen aus dem Leichtweiz-Institut. Versuchsanstalt für Wasserbau und Grundbau der Technischen Hochschule Braunschweig Heft 1957/1.
- Hüdig, H.V. von : Die Verwendung von P.E.-hart für Schnellkopplungsrohre. Zeitschrift für Kulturtechnik (1963).
- Kuhlewind, D. : Die Flurbereinigung als Schnittmacher für die Feldberechnung. Wasser und Nahrung (1955/56).
- Minderhoud, G. : Landbouwcoöperatie in Nederland (1949).
- Mohrmann, J.C.J. en D.W. Stolp : Grondwaterstandsaling. Mededelingen Directeur van de Tuinbouw 16 (1953).
- Paasch, E.W. : Feldberechnung als Betriebsmittel. Wasser und Nahrung (1956/57).
- Perrot, H. : Handbuch der Berechnungstechnik (1958).
- Pillsburi, A.F. : Sprinkler irrigation. F.A.O. Agricultural Development Paper nr. 88.
- Poiree, O. et Ch. Ollier : Irrigation, les réseaux d'irrigation, theorie, technique et économie des arrotages.
- Woorst, G.J. ter : Coöperatie als vorm van economische organisatie (1966).

NASCHRIFT

Tot besluit wil ik mijn dank betuigen aan al degenen die behulpzaam zijn geweest bij de uitvoering van deze studie en de totstandkoming van dit rapport. Een bijzonder woord van dank komt toe aan de heer ir. C. Baars voor zijn kritische begeleiding en zijn belangstelling voor deze studie en aan de heer S. Jorissen van het Rijkslandbouwconsulentschap te Eindhoven voor zijn medewerking bij de totstandkoming van de contacten met de beregeningsbedrijven.

De aanbieding van de heer ir. J. Kouwe om zijn meetresultaten van grondwaterstanden te gebruiken heb ik bijzonder gewaardeerd.

J. van der Velden

Bijlage 1. BEREGENINGSINSTALLATIES MEI 1958 EN MEI 1961

	B e r e g e n d e o p p e r v l a k t e									
	Aantal installaties		Tuinbouwgewassen en fruitteelt in ha		Akkerbouwgewassen en grasland in ha		Totaal beregende oppervlakte in ha			
	1958	1961	1958	1961	1958	1961 (akkerbouw)	1961 (grasland)	1958	1961	
Groningen	22	179	22	175	15	287	97	37	560	
Friesland	15	240	19	314	26	404	676	45	1.395	
Drenthe	24	324	41	180	130	4.550	645	171	5.375	
Overijssel	40	227	27	154	63	478	541	90	1.174	
Gelderland	509	2.164	428	2.233	570	628	2.078	998	4.938	
Utrecht	221	560	307	925	111	121	788	418	1.833	
Noord-Holland	947	2.562	1.782	3.677	591	478	1.024	2.373	5.169	
Zuid-Holland	5.139	7.026	5.288	7.967	346	443	554	5.634	8.963	
Zeeland	22	89	35	160	18	13	42	53	215	
Noord-Brabant	621	2.012	551	2.099	2.109	2.860	5.269	2.660	10.228	
Limburg	747	986	394	1.279	672	1.117	1.049	1.066	3.445	
Noordoostpolder	8	85	8	136	1	776	389	9	1.301	
Nederland	8.315	16.454	8.902	19.289	4.652	12.155	13.152	13.554	44.596	

Bron: Maandstatistiek van de Landbouw. November 1958 en april 1962.

Publikatie C.B.S.

Bijlage 2. WATERVOORZIENING EN KRACHTERON REGENINSTALLATIES MEI 1961

	Oppervlakte in ha beregend en/of bevoeid met:				Aantal bedrijven met installaties aangedreven door:		
	Uitsluitend oppervlakte water	Uitsluitend grondwater	Uitsluitend leidingwater	Leiding- en ander water	Elektromotor	Trekker	Andere verbrandings- motor
Groningen	625	22	21	2	79	18	72
Friesland	1.962	7	59	34	78	65	105
Drenthe	5.194	261	17	5	55	157	53
Overijssel	678	553	-	1	71	19	135
Gelderland	3.270	4.542	33	1	1.012	298	853
Utrecht	1.317	1.323	5	1	241	91	224
Noord-Holland	5.263	625	21	15	927	159	1.540
Zuid-Holland	8.759	394	29	33	5.098	121	1.828
Zeeland	64	83	66	1	28	2	9
Noord-Brabant	4.067	6.736	41	31	980	259	672
Limburg	1.124	2.474	4	-	556	207	293
Noordoostpolder	1.240	70	-	-	13	37	26
Nederland	33.567	17.095	301	129	9.078	1.424	5.810

Bron: Maandstatistiek van de Landbouw. April 1962.

Publikatie C.B.S.

Bijlage 3. INDELING LANDBOUWGRONDEN IN NEDERLAND IN HA

	Verdrogende gronden	Droogtegev. gronden	Goed vochth. gronden	Te natte gronden	Wisselvocht. gronden	Totaal
Groningen	32.620	62.910	100.290	25.630	11.630	233.400
Friesland	24.363	106.304	74.909	23.844	29.540	250.300
Drenthe	5.757	45.121	96.340	37.248	2.981	187.447
Overijssel	16.000	74.900	82.400	32.500	22.400	237.500
Gelderland	28.075	83.030	174.635	24.930	-	309.770
Utrecht	2.610	18.270	60.030	6.090	-	87.000
Noord-Holland	4.254	30.228	130.608	10.980	-	176.100
Zuid-Holland	4.770	17.749	172.478	7.920	13.425	216.800
Zeeland	8.960	12.650	105.298	13.633	-	140.541
Noord-Brabant	58.432	88.455	146.426	12.179	7.290	325.545
Limburg	14.300	53.700	26.300	2.100	200	96.600
Nederland	200.051	593.515	1.169.714	197.054	87.466	2.270.003

Bron: Rapporten Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland - TNO (1958)

Indeling: Verdrogende gronden: geven in minstens tien van de vijftien jaar door vochttekorten een depressie van meer dan 10 %.

Droogtegevoelige gronden: geven in minder dan tien van de vijftien jaar oogstdepressies van 10 %. Opvang verdroging door gewassenkeuze.

Goed vochthoudende gronden: geven in normale jaren praktisch geen oogstdepressies.

Te natte gronden: geven regelmatig wateroverlast en oogstdepressies t.g.v. te hoge grondwaterstand.

Wisselvochtige gronden: geven bij regenval spoedig wateroverlast en bij even doorzettende droogte, droogteschade.

Bijlage 4a. ARBEIDSBEHOEFTE VAN DE BEREKENING OP DRIE BEDRIJVEN IN NOORD-BRABANT OVER DE JAREN 1955 t/m 1960, GEMIDDELD IN MANUREN PER 10 HA BEREKENBARE GROND PER MAAND EN TOTAAL PER JAAR

Jaar	M a a n d							Totaal manuren per 10 ha
	april	mei	juni	juli	augustus	september	oktober	
1955	-	10	38	54	41	12	-	155
1956	-	28	5	-	-	4	-	37
1957	9	28	46	24	2	-	-	109
1958	8	5	17	5	1	10	-	46
1959	-	70	80	64	38	35	12	299
1960	16	36	22	7	-	-	-	81
Gemiddeld 1955 t/m 1960	5	30	35	25	14	10	2	122

Bijlage 4b. ARBEIDSBEHOEFTE VAN DE BEREKENING GEMIDDELD IN MANUREN PER HA GEWAS PER JAAR BIJ BEPAALDE SPROEIWATERGIFT PER KEER EN TOTAAL, VOOR EEN DROOGTEGEVOELIGE ZANDGROND

Gewas	Mm water per keer	Aantal keren berekening	Manuren per keer per ha	Manuren totaal per jaar per ha
Granen	35	2	3	6
Aardappelen	25	4	3	12
Bieten	25	5	3	15
Grasland	25	7	2	14

Bron: J. van Eldik: Arbeidsbehoefte van de berekening op de berekeningsproefbedrijven (1961)

Bijlage 5. ARBEIDSBEHOEFTE VOOR HET VERLEGGEN VAN EEN SPROEILEIDING BEPAALD MET DE VERGELIJKING:

$$t = \frac{6 \text{ b.n.}}{a} \left[\frac{1}{v} (\sqrt{d^2 + a^2 + d + a}) + \frac{c}{6} \right]$$

voor $V = 0,9$ m/sec. en $V = 1,1$ m/sec. en $b = 1$ en 2 man.

LENGTE VAN DE SPROEILEIDING IS 96 m EN WORDT OVER 18 m EN 24 m VERPLAATST.

	a	b	c	d	v	t (min.)	a	b	c	d	v	t (min.)
1 buis 1 man draagt 1 buis	1	1	35	3	0,9	22,2	1	1	35	4	0,9	25,6
	1	1	40	3	0,9	23,4	1	1	40	4	0,9	26,9
	1	1	50	3	0,9	26,1	1	1	50	4	0,9	29,5
	1	1	35	3	1,1	19,8	1	1	35	4	1,1	22,6
	1	1	40	3	1,1	21,3	1	1	40	4	1,1	23,9
	1	1	50	3	1,1	23,7	1	1	50	4	1,1	26,6
3 buizen 1 man draagt 3 buizen	3	1	35	3	0,9	9,2	3	1	35	4	0,9	10,2
	3	1	40	3	0,9	9,7	3	1	40	4	0,9	10,7
	3	1	50	3	0,9	10,5	3	1	50	4	0,9	11,5
	3	1	35	3	1,1	8,0	3	1	35	4	1,1	8,9
	3	1	40	3	1,1	8,5	3	1	40	4	1,1	9,4
	3	1	50	3	1,1	9,4	3	1	50	4	1,1	10,3
3 buizen 2 man dragen 3 buizen	3	2	35	3	0,9	18,4	3	2	35	4	0,9	20,4
	3	2	50	3	0,9	21,0	3	2	50	4	0,9	23,0
	3	2	35	3	1,0	17,2	3	2	35	4	1,0	19,1
	3	2	50	3	1,0	19,8	3	2	50	4	1,0	22,0
	3	2	35	3	1,1	16,0	3	2	35	4	1,1	17,8
	3	2	50	3	1,1	18,8	3	2	50	4	1,1	20,6