NN31545.0615

NOTA 615 5 mei 1971

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

UITKOMSTEN VAN EEN ANALYSE VAN MAALSTAATGEGEVENS VAN HET GEMAAL "POORTVLIET" OP THOLEN

Ph.Th. Stol

STA... ...BW

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.
Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking.



1987858

I N H O U D

	Blz.
INLEIDING	1
PROBLEEMSTELLING	1
PLAATSELIJKE SITUATIE	2
BASISGEGEVENS	3
Toelichting	5
AFGELEIDE GEGEVENS	6
ANALYSE VAN AANTALLEN BEDRIJFSUREN	7
ANALYSE VAN AANTALLEN BEDRIJFSUREN IN VERBAND MET DE NEERSLAG	9
DE AFVOERBEREKENINGEN	13
De polderpeilen	14
De buitenwaterstand	15
De QH-kromme	15
AFVOERONDERZOEK	18
Vergelijking met eerder onderzochte gemalen	18
Vergelijking met de neerslag (Poortvliet)	19
Vergelijking met De Moer	20
Vergelijking met Groenewege	20
Vergelijking met De Piet	21
ANALYSE VAN DAGAFVOEREN	22
DE AFVOERCAPACITEIT IN MM/ETMAAL	24
PERIODEN MET HOGE AFVOEREN GEDURENDE LANGERE TIJD	27
LITERATUUR EN REFERENTIES	29
BIJLAGEN	30
APPENDIX 1	39
APPENDIX 2	40

INLEIDING

Het vierde en laatste gemaal waarvan in het kader van het onderzoek naar de afvoercapacitiet van poldergemalen in het Deltagebied de maalstaatgegevens werden geanalyseerd, is het gemaal "Poortvliet". De gegevens werden bewerkt op een wijze die in grote lijnen overeenkomt met die welke op het gemaal "De Piet" werd toegepast (STOL, 1969).

De afvoersituatie van het gemaal "Poortvliet" is gecompliceerd aangezien lozing via een bergboezem plaatsvindt die zelf via sluisdeuren op zee spuit. De waarnemingen van peilen in deze boezem hadden betrekking op het peil aan het begin en aan het eind van iedere periode waarin het gemaal in werking was. Bovendien zijn het hoogst en het laagst voorgekomen peil geregistreerd. Ondanks dit viertal metingen was het niet mogelijk de waterlozing vanuit de boezem naar zee volledig te reconstrueren zodat het gehele afvoerproces als stationair systeem moest worden behandeld met gemiddelde waarden voor het binnen- en buitenpeil over de periode waarin het gemaal in werking was. Controle van de resultaten met die verkregen uit de andere bewerkte poldergebieden was dus zinvol om de betrouwbaarheid van de uitkomsten te beoordelen.

In het volgende zullen de belangrijkste resultaten van de uitgevoerde bewerkingen van de maalstaatgegevens worden besproken en met tabellen en figuren worden toegelicht.

PROBLEEMSTELLING

Met behulp van het voorhanden zijnde cijfermateriaal uit de maalstaten kan nagegaan worden hoe vaak het nodig is geweest de maximale capaciteit van het gemaal aan te spreken of - omgekeerd ook - hoeveel uren uiteindelijk minimaal beschikbaar zijn gebleven onder de hydrologisch minst gunstige omstandigheden. Hiermede kan een indruk omtrent de gedane keuze van de capaciteit worden verkregen

en kan aan de ervaring in deze een kwantitatieve grondslag worden gegeven.

De I.C.W.-Nota's waarin de resultaten die verkregen zijn voor de gemalen "De Moer", "Groenewege" en "De Piet" staan vermeld bij de referenties.

In het volgende zullen, ter vergelijking met de neerslag, afvoeren in mm/etmaal worden uitgedrukt. Omrekening in m^3/100 ha.min kan met de tabel in Appendix 2 plaatsvinden.

PLAATSELIJKE SITUATIE

Het elektrische gemaal "Poortvliet" dateert van 1932. Het gemaal is uitgerust met twee schroefpompen van gelijke constructie. De pompen zijn aangeduid met de namen Westpomp en Oostpomp.

Op de Waterstaatskaart van 1941 worden de volgende technische gegevens verstrekt:

Oppervlakte afwateringsgebied	2535 ha
Winterpeil	1.60 - NAP
Zomerpeil	2.20 - NAP
Hoogte slagdrempel (Poortvliet)	2.48 - NAP
Hoogte slagdrempel (Scherpenisse)	2.06 - NAP
Capaciteit gemaal bij H = 2,50 m	2 x 130 m^3/min

Het gebruik van de uitwateringssluis van het waterschap Scherpenisse is volgens opgave van de Technische Dienst van het huidige waterschap Tholen nooit een realiteit geweest. In overleg met de Technische Dienst werd in dit onderzoek voor de bemalen oppervlakte een gebied groot 2511 ha aangehouden.

Gedurende de laatste oorlogsmaanden was de polder geïnundeerd en wel van februari tot oktober 1944.
Op 1 februari 1953 zijn tijdens de stormramp dijken doorgebroken en polders onder water gelopen. Teneinde alleen normale situaties in het onderzoek te betrekken zijn de jaren 1943, 1944 en 1953 buiten beschouwing gebleven.

De waterstandskaart van 1966 geeft een overzicht van de nieuwe, in de zomer van 1957 gerealiseerde situatie. In de nieuwe indeling

werd het noordelijke laaggelegen deel met onder andere de "Weihoek" aan het bemalingsgebied van "Poortvliet" onttrokken zodat de bemalen oppervlakte geringer werd. Bij de beschrijving van de waterstaatskaart wordt gesteld dat lozing doorgaans vrij op de Oosterschelde plaatsvindt, doch dat bij veel waterbezwaar - ten gevolge van langdurig hoge buitenwaterstanden - het hoofdgemaal "Poortvliet" in werking treedt. Zonodig wordt dit gemaal ondersteund door het hulpgemaal "Scherpenisse", dat in het jaar 1947 werd gesticht. De technische gegevens die voor de situatie na de zomer van 1957 worden opgegeven zijn:

Oppervlakte afwateringsgebied	1745 ha
Zomerpeil	2.10 - NAP
Hoogte slagdrempel (Poortvliet)	2.48 - NAP
Hoogte slagdrempel (Scherpenisse)	2.06 - NAP
Capaciteit gemaal bij H = 2,00 m	2 x 140 m^3/min
Capaciteit hulpgemaal bij H = 0,80 m	90 m^3/min

Hierbij wordt aangetekend dat door de Technische Dienst van het waterschap Tholen de feitelijke situatie vanaf 1 januari 1959 als volgt wordt beschreven. Het alleen door het onderzochte gemaal "Poortvliet" bemalen deel is groot 855 ha. Verbinding tussen Scherpenisse en Poortvliet kwam in 1960 tot stand door de aanleg van een duiker welke dienst is gaan doen ter ondersteuning van Scherpenisse door het gemaal Poortvliet. Zijn beide afwateringsgebieden gekoppeld, dan bedraagt de totale oppervlakte 1740 ha.

BASISGEGEVENS

Ten tijde dat het onderzoek werd opgezet, stonden van het gemaal "Poortvliet" de maalstaten ter beschikking vanaf het jaar 1933 tot en met 30 april 1963. Deze gegevens werden welwillend verstrekt door de Technische Dienst van het waterschap Tholen.

In verband met het voorkomen van niet duidelijke en moeilijk achteraf te interpreteren aantekeningen in de vroegste maalstaten,

werd als eerste gegeven 1 mei 1933 gebruikt. De gegevens van 1942 tot 1945 werden, gezien de oorlogssituatie met onder meer inundaties van het gebied, buiten beschouwing gelaten. Bij de stormramp van 1 februari 1953 zijn ten gevolge van doorbraak van binnendijken de polders onder water gelopen.
Na 1957 volgden organisatorische veranderingen met daaraan aansluitend de oprichting van het huidige waterschap (1959) met een veranderde gebiedsindeling.

Gezien deze bijzondere situaties waarbij jaren uitvielen, is het cijfermateriaal voor verschillende overzichten opgedeeld in een drietal groepen van 6 jaren, te weten 1936 t/m 1941; 1946 t/m 1951 en 1957 t/m 1962. Hiermede kon een onderlinge vergelijking tussen achtereenvolgende jaren die geen uitzonderingssituaties op waterstaatkundig gebied bevatten, worden doorgevoerd.

De basisgegevens, afkomstig van de maalstaten, werden op ponsdocument overgebracht en daarna verponst. De volgende gegevens werden op de ponskaarten vermeld:

(1) Volgnummer van het gemaal (004)
(2) Jaar
(3) Maand
(4) Dag
(5) Neerslag in 0.1 mm/etmaal
(6) West Pomp, aanvang bemaling : uur, minuten
(7) —— „ ——, einde bemaling : uur, minuten
(8) —— „ ——, Verbruik (KWH)
(9) Oost Pomp, aanvang bemaling : uur, minuten
(10) —— „ ——, einde bemaling : uur, minuten
(11) —— „ —— Verbruik (KWH)
(12) Waterstanden, Peil in bergboezem, begin (B_2)
(13) einde (E_2)
(14) hoogste H
(15) laagste L
(16) Binnenpeil, begin (B_1)
(17) einde (E_1)

T o e l i c h t i n g

ad 5. De neerslaggegevens werden ontleend aan het K.N.M.I. station Tholen, zonodig aangevuld met gegevens uit de omliggende stations Stavenisse, Sint Annaland en Anna Jacoba.

ad 6 t/m 11. Van beide pompen zijn uit de maalstaten de begin- en eind-tijdstippen van de maalperioden weergegeven. Hiermede werd een eerste bewerking van de gegevens, betrekking hebbend op de aantallen gewerkte uren of bedrijfsuren, uitgevoerd.

ad 8 en 11. Het verbruik van beide pompen werd in enkele incidentele gevallen gebruikt ter controle op de opgegeven tijdstippen van begin en einde van de maalperiode. Enkele malen kwamen bijvoorbeeld noteringen voor van een tijdstip van 3.00 uur waar, gezien de overige informatie, 13.00 uur werd bedoeld. Deze gevallen werden verbeterd.

ad 12 t/m 17. Voor het berekenen van de afvoer door middel van QH-krommen dient de statische opvoerhoogte van iedere periode waarin het gemaal in werking is geweest, bekend te zijn.
Deze opvoerhoogte wordt berekend uit het binnenpeil en het buitenpeil. Van het buitenpeil zijn de volgende gegevens bekend: de stand in de bergboezem aan het begin van elke maalperiode (B_2), de stand in de bergboezem aan het eind van elke maalperiode (E_2). De stand van de suatiesluizen tijdens de maalperioden is niet bekend. Wel zijn twee metingen voorhanden die een indruk geven van het verloop van de waterstanden in de bergboezems tijdens de bemalingsperiode, namelijk de hoogste stand (h) die opgetreden is en de laagste stand (l). De tijden van optreden van deze tussenstanden zijn niet bekend zodat ook geen benaderend verloop geconstrueerd kon worden. Slechts zijn de onderlinge verschillen in niveaus met deze gegevens vastgelegd, bijvoorbeeld (lees voor < : lager dan en voor > : hoger dan):

$B_2 < h,\ l < E_2$
$B_2 = h,\ l < E_2$
$B_2 < h,\ l = E_2$

waarin nog kan voorkomen $B_2 \gtrless E_2$ al naar gelang tijdens de maalperiode water al of niet via de sluizen op de Ooster-

schelde werd geloosd.

Van het polderpeil is het peil bij het gemaal aan het begin (B_1) en het einde (E_1) van elke maalperiode gegeven.

AFGELEIDE GEGEVENS

Uit de basisgegevens werden een aantal afgeleide grootheden berekend. Hiervan kunnen de volgende worden genoemd:

1. De tijd (in uren respectievelijk minuten) dat elke pomp per etmaal in bedrijf is geweest. Hierbij is deze zogenaamde maalperiode gerekend tot die dag te behoren waarin het begintijdstip van de periode lag.Elke dag waarop een pomp in bedrijf is gesteld wordt een bedrijfsdag genoemd, het aantal uren per maalperiode het aantal bedrijfsuren.

2. Het gemiddelde binnenpeil door te berekenen

$$\overline{B}_i = \frac{B_1 + E_1}{2}$$

3. Het gemiddeld buitenpeil door te berekenen

$$\overline{B}_u = \frac{B_2 + h + l + E_2}{4} \quad \text{, indien } B_2 \neq h \neq l \neq E_2$$

$$\overline{B}_u = \frac{B_2 + l + E_2}{3} \quad \text{, indien } B_2 = h \text{ of } E_2 = h$$

$$\overline{B}_u = \frac{B_2 + h + E_2}{3} \quad \text{, indien } B_2 = l \text{ of } E_2 = l$$

$$\overline{B}_u = \frac{B_2 + E_2}{2} \quad \text{, indien } B_2 = l \text{ of } h \text{ en } E_2 = h \text{ of } l$$

Deze vereenvoudigingen werden toegepast omdat, zoals reeds werd opgemerkt, geen tussentijden van hoogste en laagste stand bekend waren zodat niet gewogen met de tijd kon worden gemiddeld. Door aan te nemen dat in het omvangrijke cijfermateriaal alle mogelijk hydraulische situaties vertegenwoordigd zijn, is de verwachting gerechtvaardigd dat het op deze wijze vastgestelde buitenpeil een bruikbare maat in de verdere uitwerking is.

4. De statische opvoerhoogte H door te berekenen

$$H = \overline{B}_u - \overline{B}_i$$

Als direct gegeven over de noodzaak het gemaal in bedrijf te stellen, kunnen de aantallen gewerkte uren van elk der pompen beschouwd worden. Deze aantallen bedrijfsuren zullen eerst aan een analyse worden onderworpen, waarna de samenhang met de neerslagmetingen aan de orde zal worden gesteld. Na invoering van de QH-kromme zal dan overgegaan worden op de berekening van afgevoerde hoeveelheden water in mm.

ANALYSE VAN AANTALLEN BEDRIJFSUREN

Voor de onderscheiden drie groepen van zes jaren staan de aantallen malen dat een pomp op een bedrijfsdag het aantal vermelde bedrijfsuren in werking is geweest, verzameld in Bijlage 1.
Uit deze bijlage blijkt dat de Oostpomp vaker in bedrijf is geweest dan de Westpomp. Het onderstaande overzicht (tabel 1) moge dit verduidelijken.

Tabel 1. Aantal bedrijfsdagen per pomp in drie groepen van afvoerjaren voor het gemaal "Poortvliet".

Dagen	Westpomp			Oostpomp		
	'36 t/m '41	'46 t/m '51	'57 t/m '62	'36 t/m '41	'46 t/m '51	'57 t/m '62
totaal aantal dagen	2191	2192	2191	2191	2192	2191
bedrijfsdagen	712	681	456	925	895	733
idem (%)	32	31	21	42	41	33
bedrijfsdagen van meer dan 10 uur	33	64	19	97	83	27
idem (%)	1.5	2.9	0.9	4.4	3.8	1.2

In de derde groep van zes jaren worden veel lagere cijfers voor de aantallen bedrijfsdagen gevonden doch dit houdt verband met de sterk gereduceerde oppervlakte die door het gemaal vanaf 1957 wordt bemalen.

Bijlage 1 brengt eveneens tot uitdrukking dat de pompen hoofdzakelijk voor 1-5 bedrijfsuren per dag in het werk zijn gesteld. In de verdeling van het aantal bedrijfsuren vindt over de loop der jaren een verschuiving plaats. Dit wordt toegelicht met de figuren 1, 2 en 3 waarin de uit bijlage 1 afgeleide frequentieverdeling staat weergegeven voor de aantallen bedrijfsuren indien het gemaal op een dag in werking is geweest (dagen met 0 bedrijfsuren zijn dus niet meegerekend).

Uit de grafieken blijkt dat een tendens heeft bestaan de hoeveelheid te verzetten arbeid steeds meer op eenzelfde wijze over de beide pompen te verdelen. Dit werd vooral mogelijk doordat de Westpomp in 1957 geheel werd gereviseerd.
Het gemiddeld aantal uren dat de pompen per dag in bedrijf zijn geweest, heeft steeds in de orde van 4 à 5 uren gelegen, wat gedifferentieerd naar pomp en groep van afvoerjaren in tabel 2 wordt toegelicht.

Tabel 2. Gemiddeld aantal bedrijfsuren per bedrijfsdag per pomp in drie groepen van afvoerjaren voor het gemaal "Poortvliet".

Grootheid	Westpomp			Oostpomp		
	'36 t/m '41	'46 t/m '51	'57 t/m '62	'36 t/m '41	'46 t/m '51	'57 t/m '62
Gemiddeld aantal bedrijfsuren	3.73	4.63	3.68	5.26	4.95	3.77
Totaal aantal bedrijfsdagen	712	681	456	925	895	733

fig. 1

afvoerjaren : 1936 t/m 1941

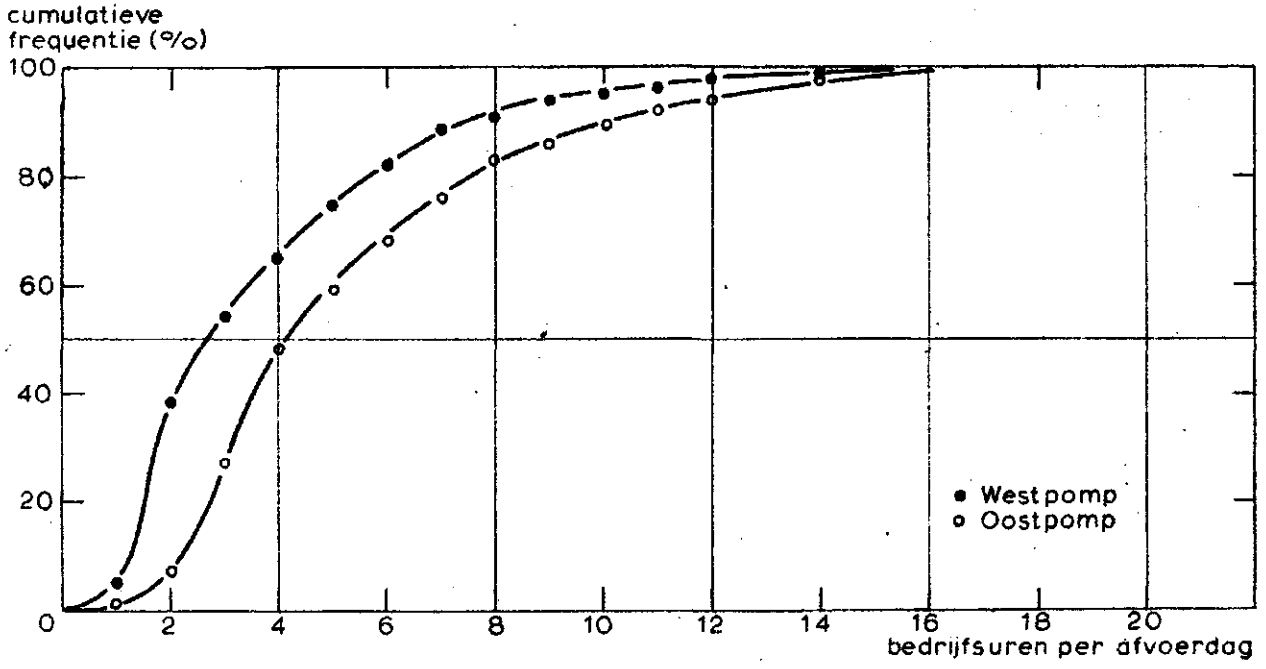


fig. 2

afvoerjaren : 1946 t/m 1951

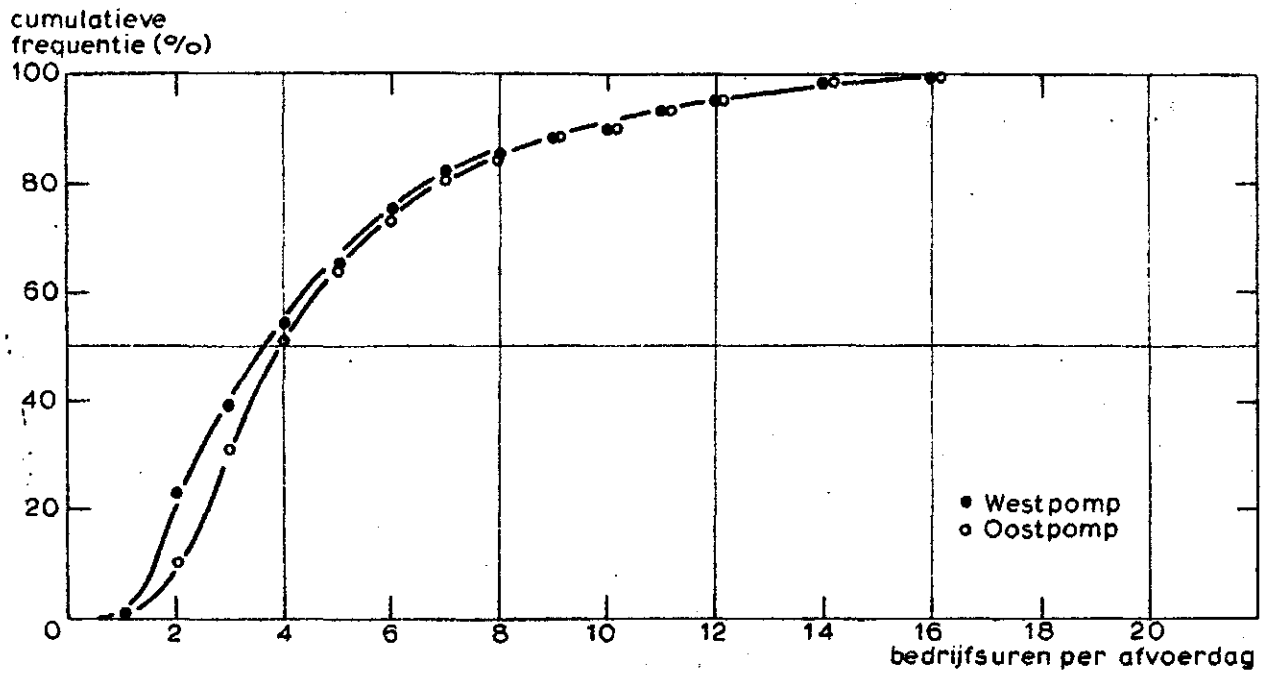


fig. 2

afvoerjaren : 1946 t/m 1951

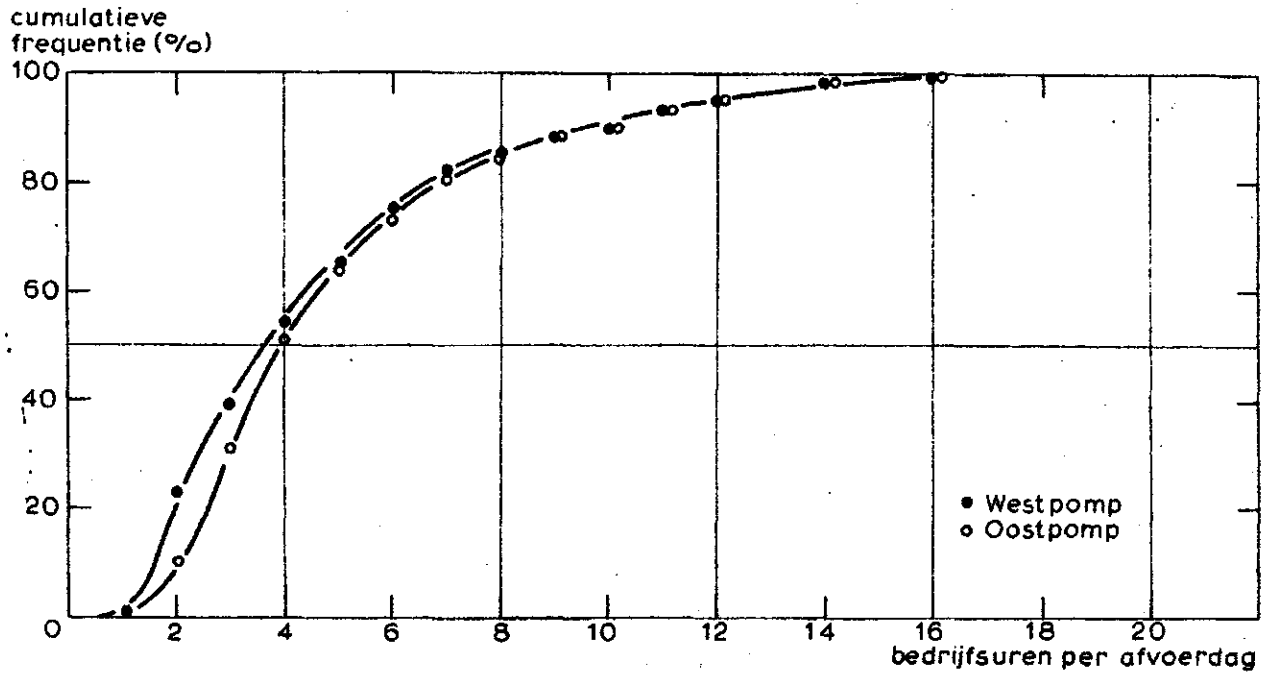


fig. 1

afvoerjaren : 1936 t/m 1941

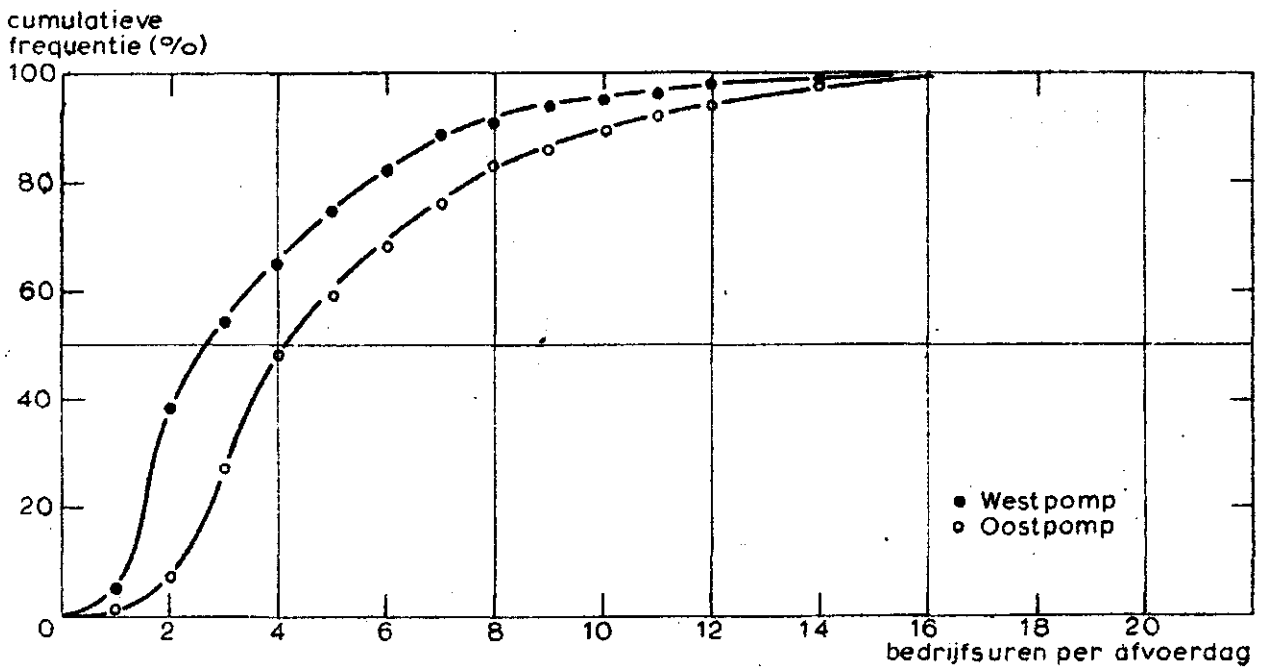


fig. 3

afvoerjaren : 1957 t/m 1962

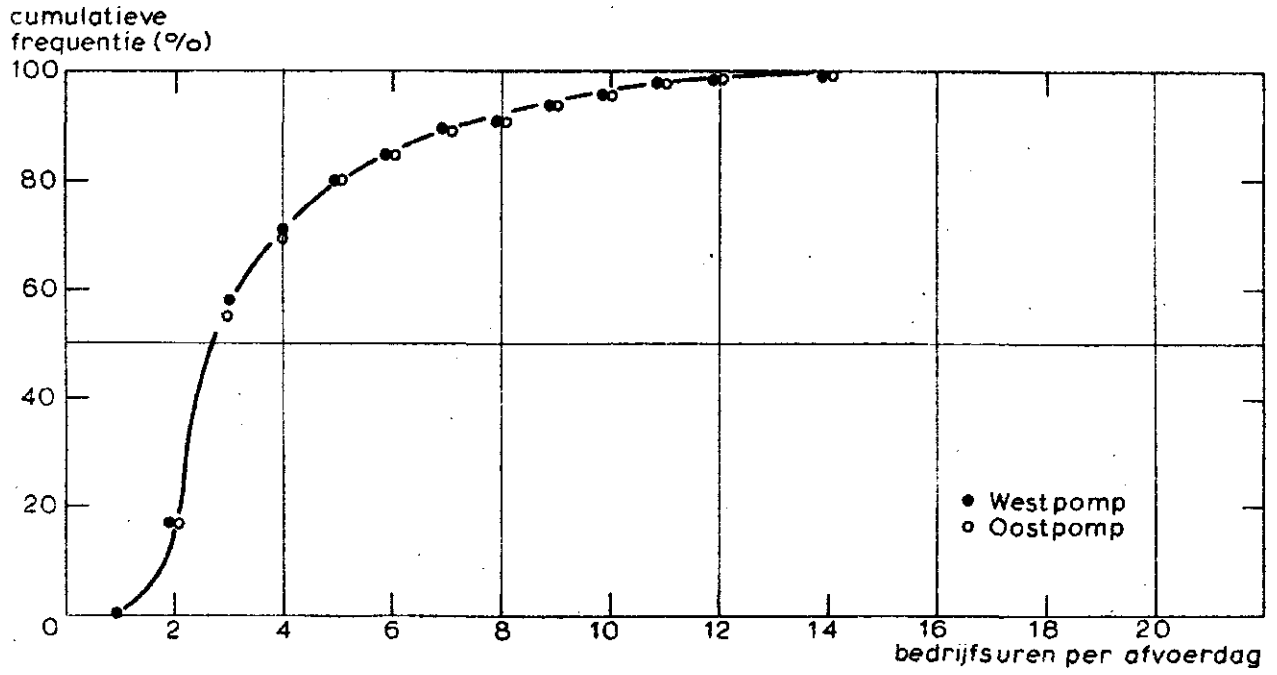
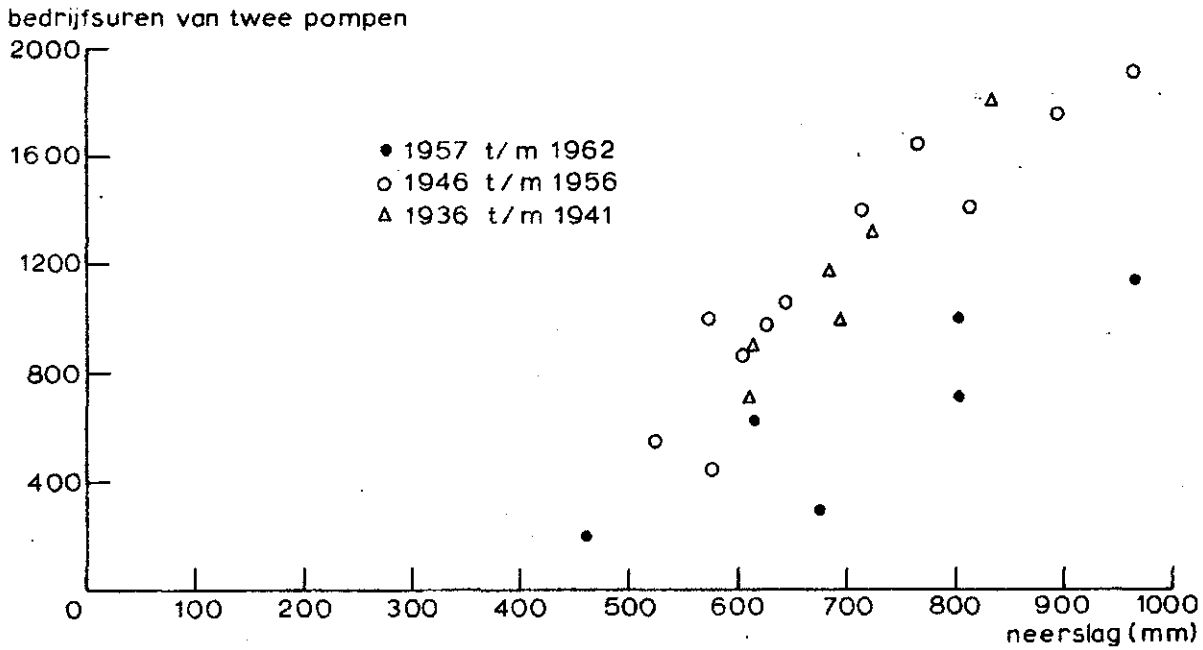


fig.4

het verband tussen het totaal aantal bedrijfsuren van twee pompen gezamelijk en de neerslag, per afvoerjaar. Poortvliet



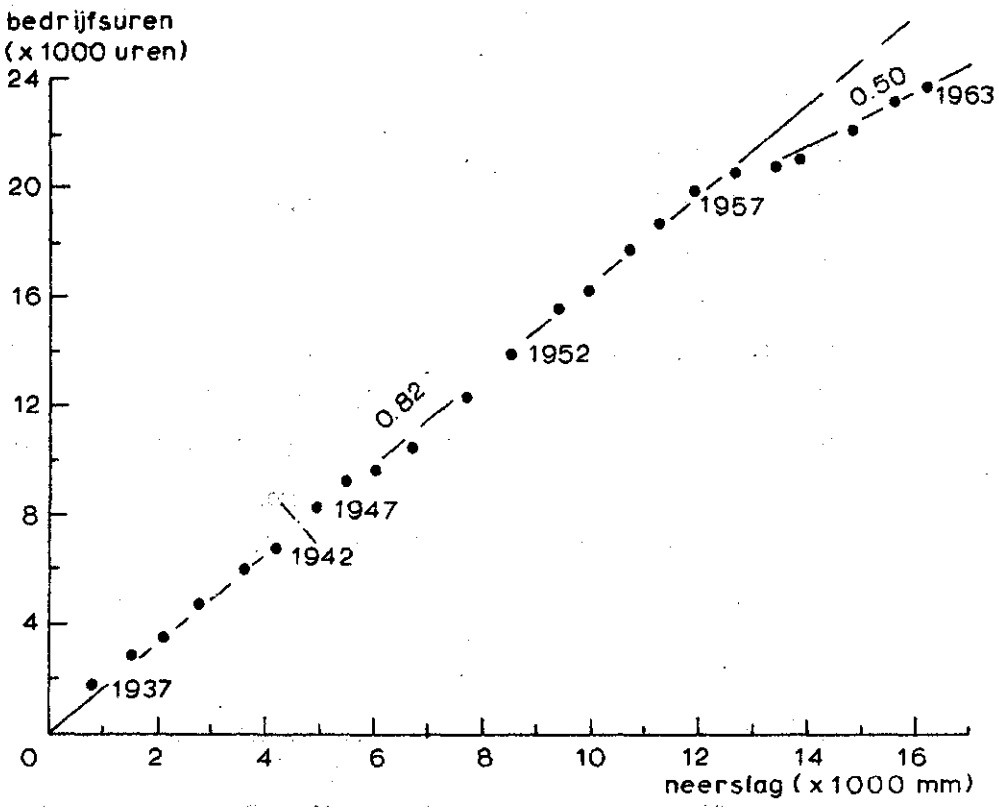
ANALYSE VAN AANTAL BEDRIJFSUREN IN VERBAND MET DE NEERSLAG

Het totaal aantal uren dat beide pompen in een jaar in bedrijf zijn geweest is afhankelijk van de hoeveelheid neerslag die in dat jaar is gevallen. Hoewel de verdamping eveneens in beschouwing moet worden genomen en bovendien andere hydrologische processen in het gebied van onderzoek een rol kunnen spelen, kan over een lang tijdvak de neerslag als parameter voor het waterbezwaar goed dienst doen. Dit is vooral mogelijk wanneer als begin- en eindpunt van het tijdvak momenten met vergelijkbare waterbergingssituaties worden vergeleken. Hiertoe kan bijvoorbeeld een afvoerjaar dienen dat op 1 mei gedacht wordt te beginnen.

Voor deze afvoerjaren werden de totale aantallen uren der bedrijfsuren van beide pompen gezamenlijk en de totale hoeveelheid neerslag in mm bepaald.
Het resultaat in tabelvorm geeft bijlage 2. Uit deze bijlage valt niet goed de samenhang tussen de gewerkte uren en de neerslaghoeveelheid te bestuderen, reden waarom deze variabelen in een grafiek tegen elkaar zijn uitgezet (fig. 4). In de figuur blijkt een duidelijke scheiding te kunnen worden gemaakt naar de jaren vóór en de jaren ná 1957. In de recente situatie, waarbij het gemaal "Poortvliet" slechts de afvoer verzorgde van 855 ha in plaats van 2511 ha, is het aantal bedrijfsuren uiteraard aanmerkelijk afgenomen.
Met als maat de gevallen hoeveelheid neerslag blijken de aantallen bedrijfsuren van jaar tot jaar wel enige schommeling te vertonen. Toch bestaat er een constante gemiddelde verhouding tussen beide grootheden die zich echter wijzigt vanaf 1957. Dit wordt gedemonstreerd met figuur 5 waarin cumulatief de hoeveelheid neerslag vanaf 1 mei 1936 tot 1 mei 1963 staat uitgezet tegen de gecumuleerde aantallen bedrijfsuren (met een onderbreking tussen 1942 en 1946).
Ook hier komt de gewijzigde waterstaatkundige situatie in het gebied sinds 1957 in de gegevens tot uiting. De wijziging wordt stabiel na 1-5-1959 voor zover dat uit deze korte reeks valt af te leiden.
In de figuren is de helling van de curven bijgeschreven. Aangezien de schalen onderling een factor 2 verschillen, bedraagt het aantal bedrijfsuren per mm neerslag 1.64 respectievelijk 1.00 uur.

fig. 5

het verband tussen de cumulatieve hoeveelheid neerslag en het aantal bedrijfsuren van de twee pompen gezamelijk. Poortvliet



bijgeschreven is de hellingstangens van de betrokken lijn.
Zie toelichting in de tekst

Meer detaillering wordt gegeven in een figurenreeks waarin de cumulatieve dagtotalen van het aantal bedrijfsuren van 2 pompen tegen de cumulatieve dagtotalen van de neerslaghoeveelheid staat uitgezet (fig. 6 en 7). Te beginnen met het afvoerjaar 1936 - 1937 worden ter illustratie figuren uit verschillende jaren gegeven. De getekende curve begint steeds op 1 mei in het nul-punt van het assenstelsel. In het begin van het jaar loopt de curve vlak. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat het grootste gedeelte van de neerslag verdwijnt ten gevolge van verdamping waardoor het niet noodzakelijk is de gemalen in bedrijf te stellen. In oktober en november is dit echter anders; dan zal een deel van de neerslag gebruikt worden voor aanvulling van de vochtvoorraad in het bodemprofiel. Na deze overgangstijd ontstaat de typische wintersituatie waarbij de neerslag en de afvoer met elkaar in evenwicht zijn. Door de opgevulde grondwaterberging zal de totale hoeveelheid neerslag tot afvoer gebracht moeten worden.

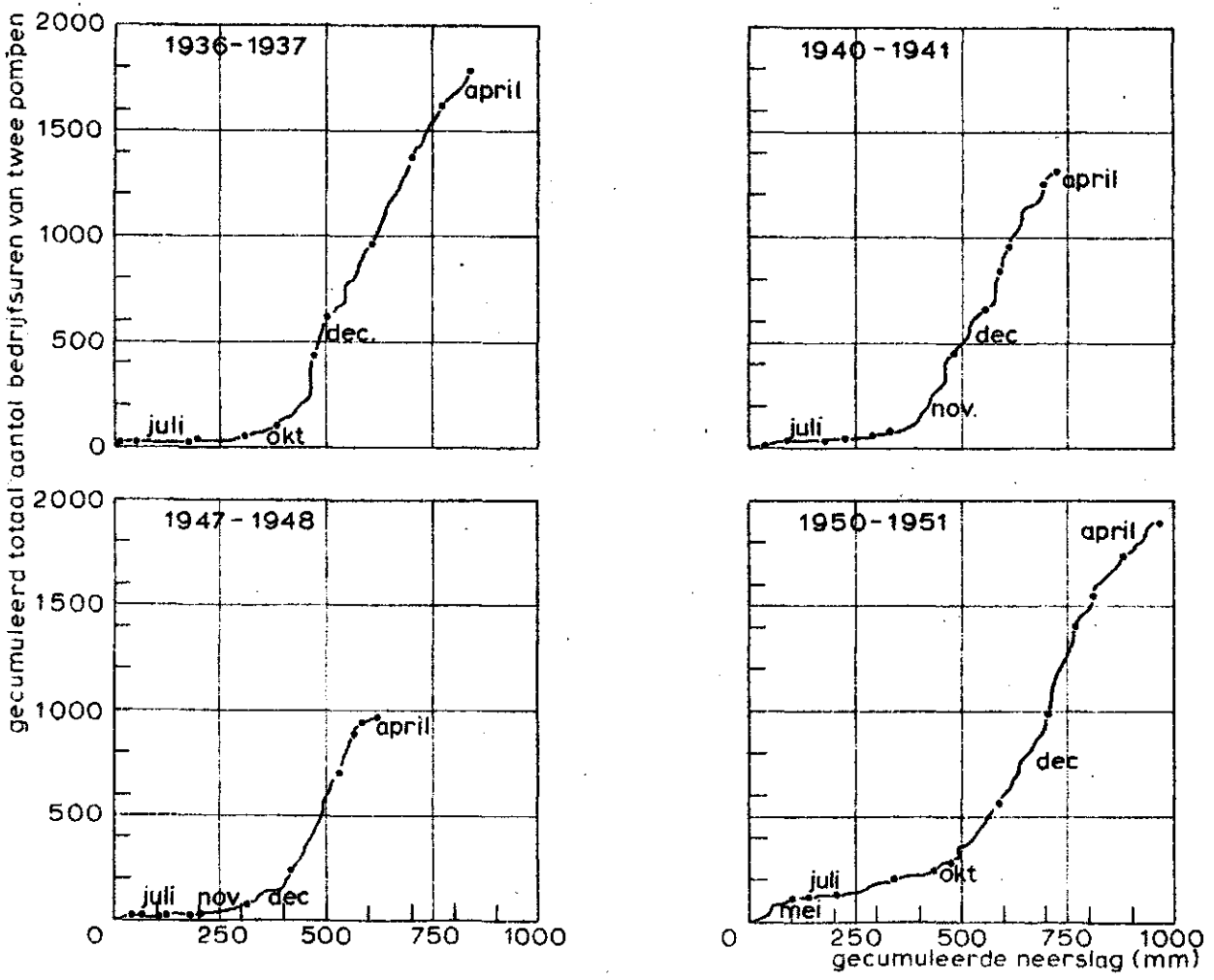
De curven in de figuren 6 en 7 vertonen een grote onderlinge gelijkenis. Een uitzondering vormen weer de jaren na 1957 toen de verhoudingen binnen het gebied drastisch zijn gewijzigd. Opvallend is het overigens dat het begin van de typische wintersituatie op verschillende, uiteenliggende data kan vallen. Voor de gegeven curven in beide figuren 6 en 7 zijn deze samengevat in tabel 3.

Tabel 3. Begin van de eigenlijke wintersituatie voor acht verschillende afvoerjaren.

Afvoerjaar	figuur	begin wintersituatie
1936 - 1937	6	half november
1940 - 1941	6	half november
1947 - 1948	6	half december
1950 - 1951	6	begin november
1953 - 1954	7	eind december
1954 - 1955	7	eind september
1960 - 1961	7	half oktober
1961 - 1962	7	half oktober

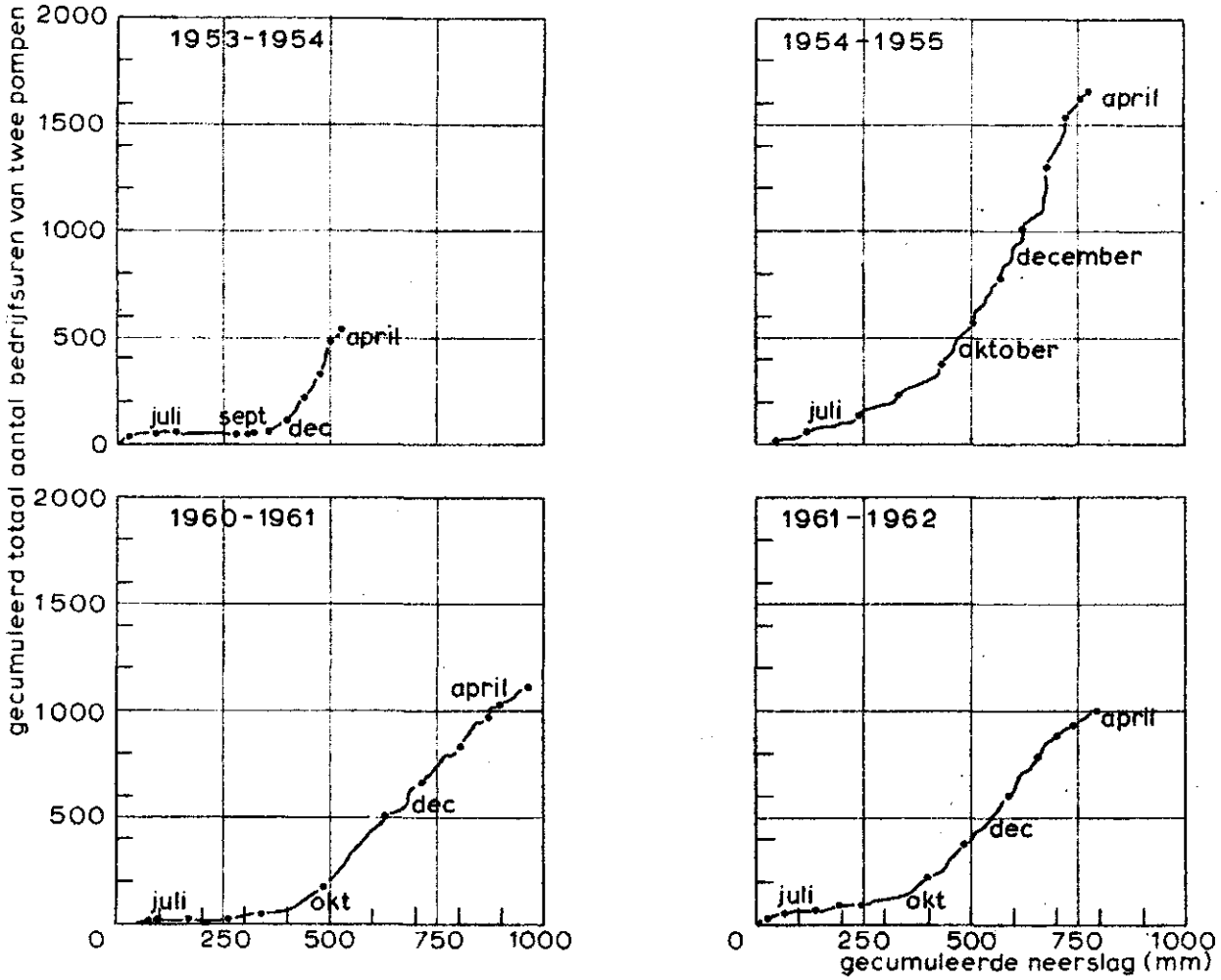
cumulatieve dagtotalen van de gewerkte uren van twee pompen en de neerslag-hoeveelheid, over een afvoerjaar „POORTVLIET"

fig.6



cumulatieve dagtotalen van de gewerkte uren van twee pompen en de neerslag-hoeveelheid, over een afvoerjaar „POORTVLIET"

fig. 7



De data lopen uiteen van eind september tot eind december.
De in meteorologisch opzicht afwijkende jaren komen duidelijk tot uiting. Zo bijvoorbeeld het jaar 1947 met de droge zomer en 1953 met de droge herfst. Van enigszins afwijkend type is de curve voor 1954 - 1955. Toen viel in de maand juli reeds een dermate grote hoeveelheid neerslag dat in de loop van de zomer, hydrologisch gezien, reeds in zekere zin van een wintersituatie sprake was. In tegenstelling tot de andere curven gaat hier de lijn slechts geleidelijk in de typische wintersituatie over (fig. 7).

Het voorbeeld van de vergelijking tussen de curven voor 1936 en 1947 toont aan dat ondanks een verschillende verdeling van de neerslag over het jaar, de curven toch een identiek verloop hebben. Afhankelijk van de 'voorgeschiedenis' zal de wintersituatie vroeger of later optreden hetgeen betekent dat variatie in begintijdstip van de winter (zie vorige tabel) ongedaan kan worden gemaakt door de curven (figuren) h o r i z o n t a a l ten opzichte van elkaar te verschuiven.

Onder verwijzing naar de curve voor 1950 - 1951 (fig. 6) valt nog op te merken dat het gekozen beginpunt van 1 mei ook aan toevalsfluctuaties onderhevig is.
In 1950 blijkt in de maand mei nog van een duidelijk neerslagoverschot sprake te zijn, een situatie die nog behoort bij het voorgaande afvoerjaar 1949 - 1950. Het beginpunt ligt dus later en wel omstreeks 1 juni. Gezien het feit dat de curven cumulatief zijn en elk punt van de curve als nulpunt gekozen kan worden, kunnen deze verschillen in begindatum ongedaan gemaakt worden door de curven (figuren) v e r t i c a a l ten opzichte van elkaar te verschuiven.

Door nu beide besproken verschuivingen toe te passen kan getracht worden de curven zo goed mogelijk onderling tot dekking te brengen zodat de gemiddelde tendens overblijft en zich duidelijk manifesteert. Deze bewerking is uitgevoerd in figuur 8. Door de verschuivingen zijn de schalen relatieve schalen geworden met hun oorsprong in het gemiddelde beginpunt van een afvoerjaar.

Gezien de wijziging in afvoersituatie in het gebied sinds 1957 is de verzamelfiguur opgesplitst in twee delen, met de jaren vóór 1957 in figuur 8 . en de jaren daarna in figuur 9.

verzamelfiguur van de cumulatieve curven
van alle afvoerjaren na correctie op nul-punt

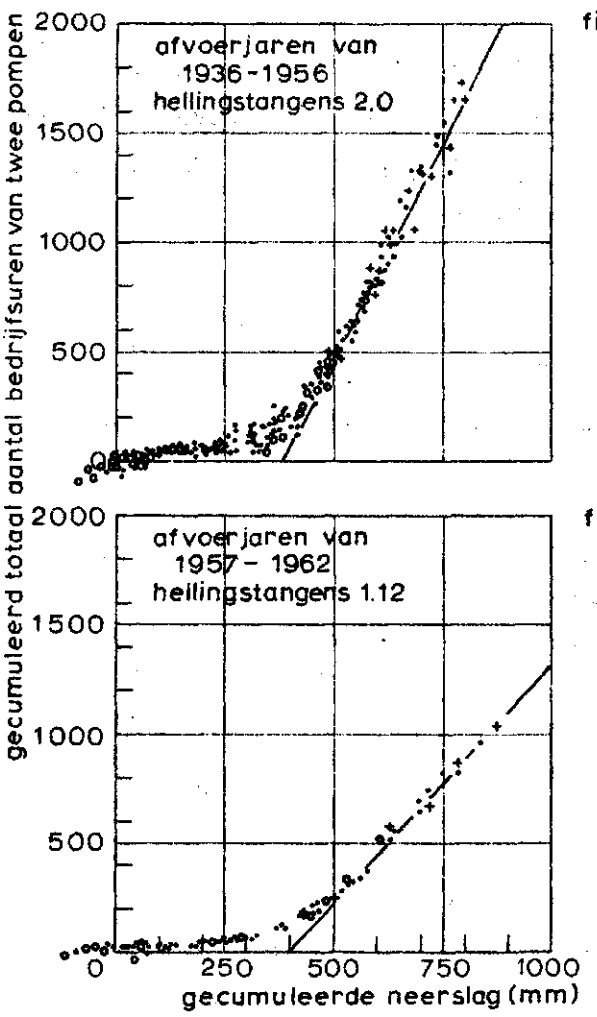


fig. 8

fig. 9

- 1 mei
- 1 december
- 1 april
- 1e van de overige maanden

De schalen van de figuren zijn ingedeeld naar de situatie zoals die zich gemiddeld voordoet. De wijziging in afvoersituaties kenmerkt zich door verschil in helling van de wintertak. De helling van de rechte die door dit deel van de curve kan worden getrokken geeft weer een indicatie omtrent de toename van de aantallen bedrijfsuren doch nu in de winterperioden waardoor een duidelijker beeld ontstaat dan met fig. 5 als gemiddelde over een geheel afvoerjaar kon worden verkregen. De hellingstangens indiceert het gemiddeld aantal uren dat een pomp in bedrijf moet zijn geweest per gevallen mm neerslag. Aangezien in de winter de verdamping gering is, zal per mm neerslag meer water moeten worden afgevoerd dan in de zomer. Dit betekent ook dat het aantal bedrijfsuren per mm gevallen hoeveelheid neerslag in de winter groter zal zijn dan gemiddeld over een jaar. Samengevat is het resultaat nu als volgt (zie tabel 4).

Tabel 4. De gemiddelde verhouding tussen het totaal aantal bedrijfsuren en de hoeveelheid gevallen neerslag.

tijdvak	bedrijfsuren per pomp per mm gevallen neerslag	
	per afvoerjaar	per winter
vóór 1-5-1957	1.64	4.00
ná 1-5-1959	1.00	2.24

Duidelijker dan per afvoerjaar blijkt in de winter het effect van de nieuwe gebiedsindeling daar nu per gevallen mm neerslag slechts nog maar iets meer dan de helft van het oorspronkelijk aantal bedrijfsuren noodzakelijk is gebleken waardoor het gemaal Poortvliet in een duidelijk gunstiger situatie is gekomen.

De hier gegeven analyse kan nog worden verscherpt door in elke winter de ongunstigste hydrologische situatie op te sporen. Dit is gedaan in tabel 5 waarin hoge maandwaarden van het aantal bedrijfsuren van twee pompen in verband zijn gebracht met de maandsom neerslag.

Tabel 5. Enkele hoge waarden van de gemiddelde verhouding tussen het aantal bedrijfsuren en de hoeveelheid gevallen neerslag voor maandsommen (december - april).

1936-1942	maandsom neerslag	maandsom bedrijfsuren van 2 pompen	aantal uren per mm neerslag
februari 1938	27.8	146.50	5.3
december 1939	28.0	246.00	8.8
februari 1940	29.4	185.50	6.3
januari 1941	28.9	148.00	5.1
februari 1941	28.3	181.00	6.4
maart 1942	38.8	298.50	7.7
1946-1952			
januari 1947	24.6	149.00	6.1
maart 1947	83.5	458.00	5.5
februari 1948	35.1	184.00	5.2
januari 1951	66.2	416.00	6.3
februari 1952	50.6	290.00	5.7
1957-1963			
maart 1963	54.4	219.50	4.1

Uit dit overzicht blijkt dat waarden van 6 à 7 bedrijfsuren per mm gevallen hoeveelheid neerslag niet uitzonderlijk zijn. Na 1957 echter zijn in de onderzochte jaren geen waarden ver boven 4 uur/mm voorgekomen.

DE AFVOERBEREKENINGEN

De gecompliceerde situatie aan de zeezijde maakt het niet eenvoudig tot een betrouwbaar getal voor de afvoer in mm water te komen. Hiervoor is het namelijk noodzakelijk de buitenpeilen te kennen. Getracht is een berekening uit te voeren en daarmede een schatting te geven van de uitgeslagen hoeveelheden water door het gemaal, waarna deze met uitkomsten uit andere gebieden kunnen worden vergeleken.

Alvorens hiertoe over te gaan zal eerst nader ingegaan worden op de voorgekomen polderpeilen en bergboezempeilen waarna het hanteerbaar maken van de QH-kromme wordt besproken.

De polderpeilen

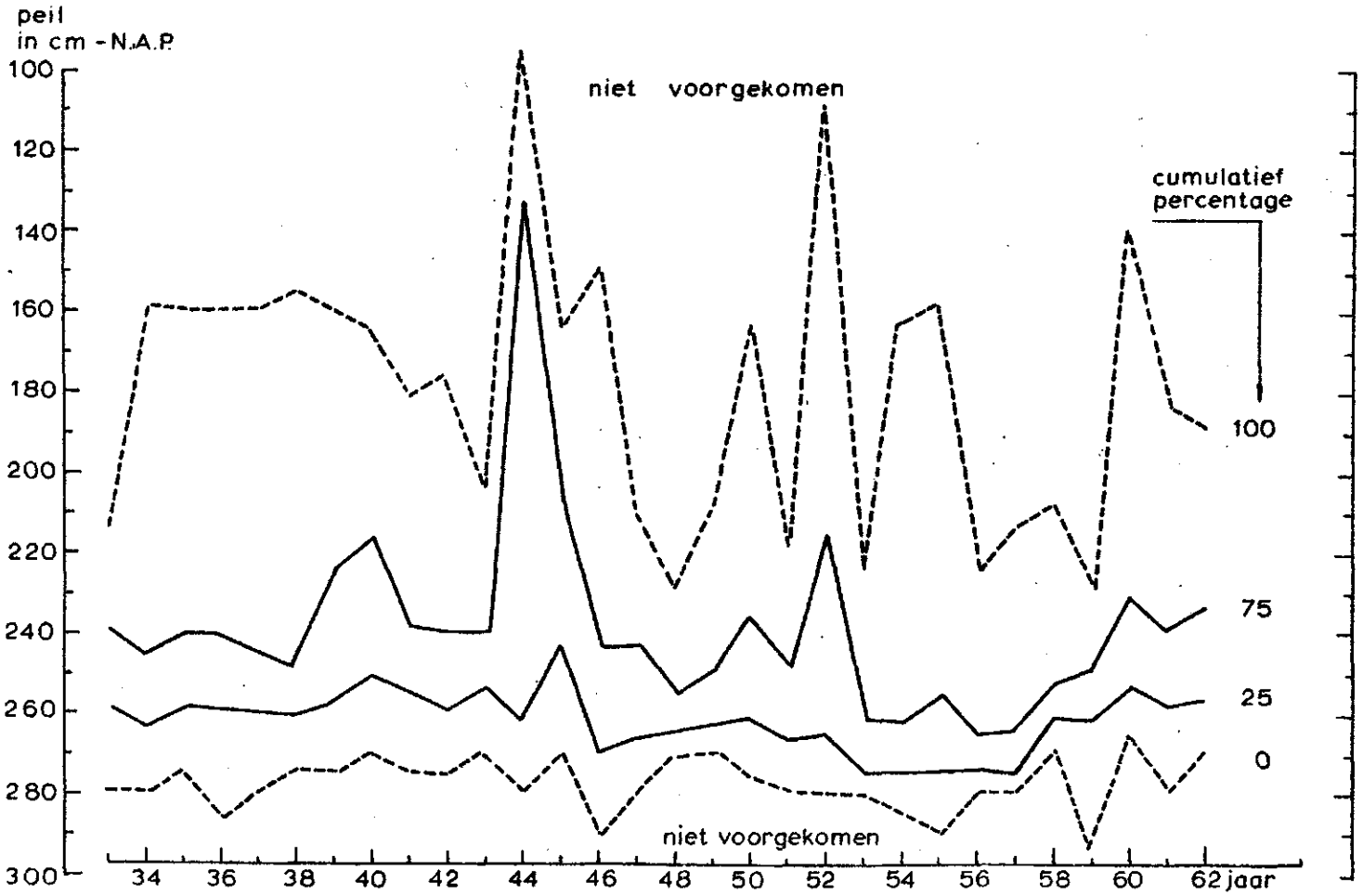
De gegevens omtrent het polderpeil hadden betrekking op metingen bij het gemaal aan het begin en einde van elke maalperiode. De in de maalstaten genoteerde gegevens werden in enkele tabellen overzichtelijk samengebracht.
Bijlage 3 geeft een overzicht van de polderpeilen aan het begin van elke bemalingsperiode per winterhalfjaar. De klassen waarin het grootste aantal geregistreerde gevallen voorkomt is onderstreept. Opvallend is de grote regelmaat in de eerste jaren. Van 1936 tot en met 1941 (winterhalfjaar, maanden oktober tot en met april) viel het beginpeil waarop de machines in werking werden gesteld overwegend in de klasse van een polderpeil tussen 215 tot 224 cm onder N.A.P. Na 1945 is het beeld minder uniform. De neiging bestaat nu het gemaal bij veel lagere polderpeilen in werking te stellen, tot 1951 gemiddeld bij 235 cm - N.A.P., terwijl van 1954 tot en met 1957 in het grootste aantal der gevallen reeds bij polderpeilen die tot nog geen 245 cm - N.A.P. waren opgelopen een of meer pompen in werking werden gesteld. Dit beginpeil onderging daarna een verhoging om in het begin van de zestiger jaren weer op het niveau van de jaren dertig te zijn gekomen namelijk rond 225 cm - N.A.P. (bijlage 3).

De volgende bijlage (bijlage 4) geeft eenzelfde overzicht maar nu voor de polderpeilen aan het einde van elke bemalingsperiode. Door het beleid de bemaling te stoppen na het bereiken van een laagste peil of een peil waarbij geen voldoend snelle toestroming naar het gemaal plaats vindt, vertoont deze tabel minder grote onderlinge verschillen dan de voorgaande. Opvallend is het daarom dat in de meest recente jaren een stijging van dit niveau heeft plaatsgevonden. Vanaf 1936 komt het grootste aantal gegevens voor in de klasse van peilen tussen 285 en 295 cm - N.A.P. In de laatste jaren die in het onderzoek betrokken zijn geweest, is dit grootste aantal gelegen in de klasse met polderpeilen van 265 - 275 cm - N.A.P. (bijlage 4).

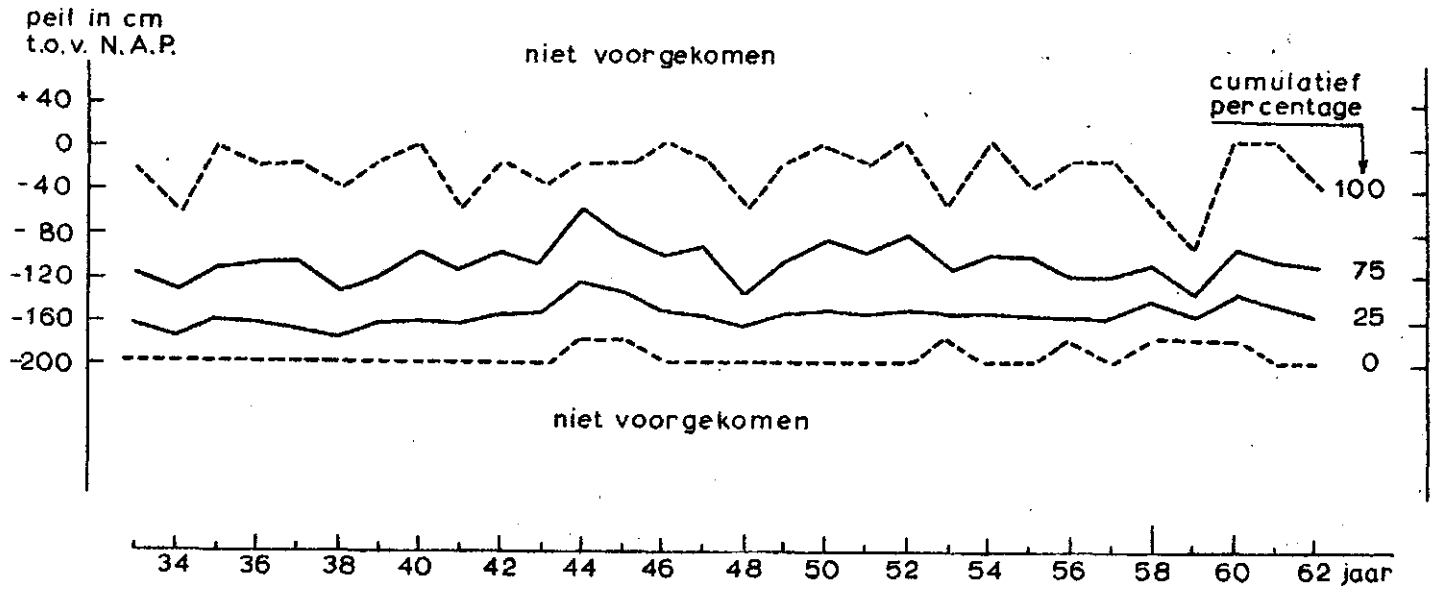
Een en ander is eveneens terug te vinden in het verloop van

fig. 10

verdeling van het gemiddelde binnenpeil per maalperiode in de maanden oktober t/m april van elk afvoerjaar voor het gemaal Poortvliet



verdeling van de gemiddelde buitenwaterstand $\overline{B_u}$ per etmaal in de maanden oktober t/m april van elk afvoerjaar voor het gemaal Poortvliet



de frequentieverdeling van de binnenpeilen als gemiddelde van het begin- en eindpeil (fig. 10). Deze gemiddelde peilen hebben gelegen rond 255 cm - N.A.P. In het begin van de vijftiger jaren vindt een daling naar een lager niveau plaats (270 cm - N.A.P.) waarna een stijging vanaf 1956 inzet tot gemiddelde waarden in de orde van 240 cm - N.A.P. Dit vindt zijn oorzaak in de realisering van de nieuwe gebiedsindeling waardoor de noordelijk gelegen Lage Weihoek een eigen bemaling kreeg en een zo scherpe afmaling hierdoor niet meer vereist was.

D e b u i t e n w a t e r s t a n d

Het niveau van het gemiddeld buitenpeil is minder betrouwbaar vast te stellen. Bovendien kunnen met de beschikbare gegevens geen niet-stationaire stromingstoestanden in rekening worden gebracht. De benadering die werd toegepast door berekening van het gemiddelde peil in de bergboezem $\overline{B}_u$, resulteert in het overzicht van fig. 11. De buitenwaterstanden in de bergboezem zijn het gevolg van het gevoerde bemalingsbeleid en van de zeegang. Naast het feitelijk gegeven van de gemiddelde buitenwaterstand geeft de figuur daarom geen aanleiding tot verder commentaar. Alleen kan nog opgemerkt worden dat het resultaat over alle jaren van onderzoek (vanaf 1933) zeer homogeen blijkt te zijn.

D e QH - k r o m m e

Voor het omrekenen van gewerkte uren in hoeveelheden afgevoerd water, is kennis van de QH-kromme noodzakelijk. Deze kromme is specifiek voor een pomp en legt het verband vast tussen de statische opvoerhoogte H en de uitgeslagen hoeveelheid water Q. In het volgende is H uitgedrukt in cm en Q in m^3/minuut. Een QH-kromme wordt experimenteel door metingen aan het gemaal uit te voeren, vastgesteld. Voor het hier beschreven onderzoek werd het bepalen van de QH-kromme uitgevoerd door de Dienst der Zuiderzeewerken te Den Haag.

De metingen van 5 november 1964, uitgevoerd met beide pompen in bedrijf, hadden het resultaat dat gegeven is in tabel 6.

Tabel 6. Uitkomsten van de ijking van het gemaal 'Poortvliet' op 5 november 1964 door de Dienst der Zuiderzeewerken te Den Haag.

meting nr	H statisch cm	Q m^3/min.
1	50	215.93
2	108	210.75
3	146	194.89
4	184	184.80
5	240	143.00

Op 12-2-'68 werden de metingen herhaald doch nu zodanig dat steeds slechts één pomp in bedrijf was gedurende de metingen. Dit met het doel om na te gaan of er van verschil tussen beide pompen sprake zou zijn.

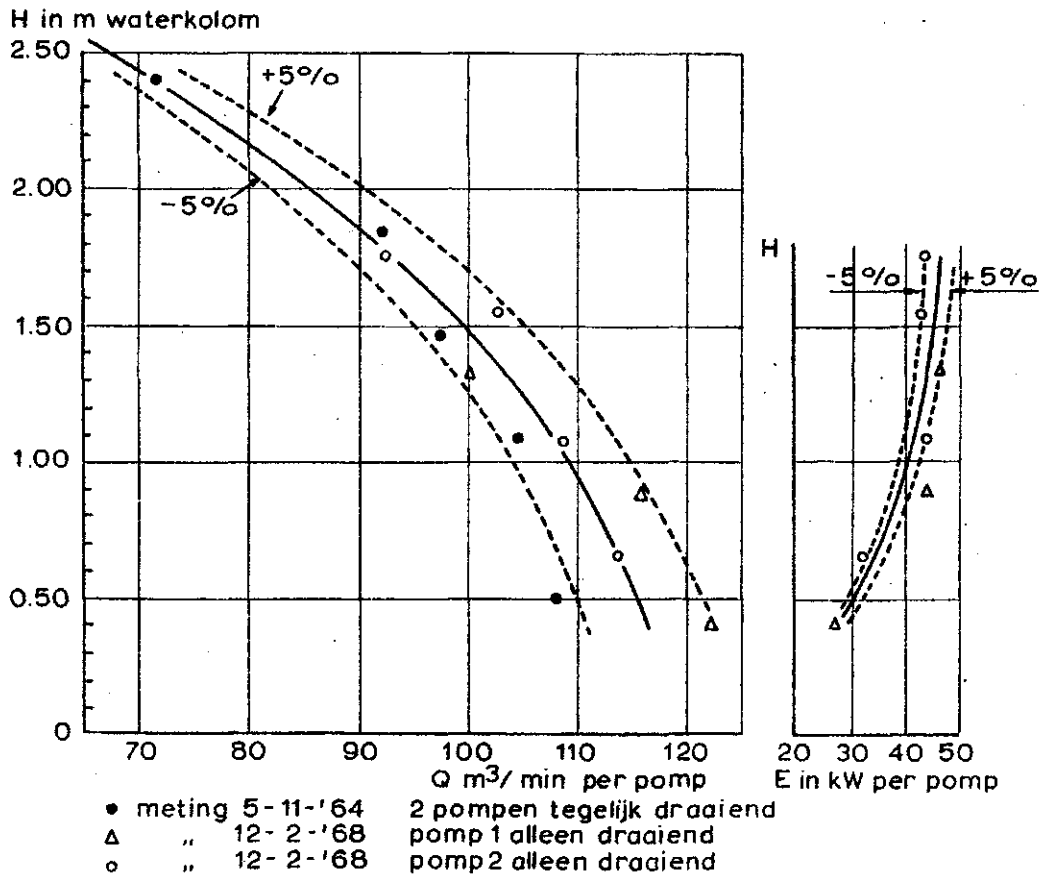
De resultaten van de nieuwe metingen zijn vastgelegd in tabel 7.

Tabel 7. Uitkomsten van de ijking van het gemaal 'Poortvliet' aangevuld met die op 12 februari 1968, met metingen per pomp. Uitkomsten ontleend aan de metingen uitgevoerd door de Dienst der Zuiderzeewerken te Den Haag.

Beide pompen in bedrijf		Westpomp (1)		Oostpomp (2)	
H (cm)	Q m^3/min	H	Q	H	Q
		40	121,98		
50	215,93				
				65	113,51
		89	115,84		
				107	108,67
108	210,75				
		133	100,02		
146	194,89				
				154	102,80
				175	92,43
184	184,80				
240	143,00				

fig. 12

gemaal Poortvliet ontleend aan Dienst Zuiderzeewerken
3-4-1968 z.z.w. nº D-68-16



De uitkomsten werden verzameld in figuur 12 (Dienst Zuiderzeewerken). De conclusies opgesteld door de Dienst der Zuiderzeewerken met betrekking tot de metingen luidt als volgt.

"De gegeven curve heeft een vermoedelijke onbetrouwbaarheid van + en - 5%. Deze 'omhullende' krommen zijn in de figuur eveneens getekend. Vrijwel alle meetwaarden liggen in dit gebied, omsloten door beide 5% - meer - of - minder curven. Hoewel het uit de metingen lijkt dat pomp 1 wat meer water verzet bij lage opvoerhoogten, liggen de verschillen tussen pompen binnen het tolerantiegebied van de meet-onnauwkeurigheid. De eindconclusie luidt:
Aangenomen kan worden dat elke pomp even veel water verzet, dat de invloed van al dan niet gelijktijdig draaien kan worden verwaarloosd en dat de in bijgaande grafiek aangegeven kromme (fig. 12) als een aanvaardbare pompgrafiek kan worden gezien".

Opgemerkt moet hierbij worden dat de gegevens vermeld op de waterstaatskaart, namelijk 2 x 130 m^3/minuut bij H = 250 cm (uitgave 1941) respectievelijk 2 x 140 m^3/minuut bij H = 200 cm (uitgave 1966) aan de hoge kant zijn.

Voor het inpassen van de QH-kromme in de verdere bewerkingen is het noodzakelijk bij elke H over een waarde van Q te beschikken. Het eenvoudigst is dit als een formule van het type Q = f(H) kan worden opgesteld. Een dergelijke formule kan dan onderdeel van een computerprogramma worden, waardoor het herhaaldelijk moeten aflezen van de grafiek vervalt. Aangezien de relatie tussen Q en H niet theoretisch valt af te leiden, werd een benaderingsformule ontwikkeld die zich voor het doen van de benodigde interpolaties goed leent. Deze benaderingsformule werd berekend voor het traject $40 \leq H \leq 250$ (cm). Een verdere toelichting op de gebruikte formule volgt in appendix 1.

De uitgeslagen hoeveelheid water (A) in mm/etmaal volgt nu uit de volgende betrekking:

$$A = \frac{Q \times T}{V \times 10} \text{ mm/etm.}$$

waarin:

Q = afvoer in m^3/min bij gegeven opvoerhoogte H

T = aantal bedrijfsuren in minuten/etm.

V = oppervlakte bemalingsgebied in ha.

Zoals reeds bij het bespreken van de plaatselijke situatie werd opgemerkt, werd de oppervlakte V vastgesteld als volgt:

1936 - 1 mei 1957 oppervlakte 2511 ha

na 1 mei 1957 " 855 ha

Met alle nu behandelde grootheden was het mogelijk de gegevens uit de maalstaten om te rekenen tot mm afvoer.

AFVOERONDERZOEK

Vergelijking met eerder onderzochte gemalen

Door de verschillende onzekere factoren die een rol spelen bij het vaststellen van de afvoer, bestaat de behoefte de verkregen uitkomsten te toetsen aan de uitkomsten verkregen met eerder onderzochte gemalen. Tot dit doel kunnen dienen de onderzoekingen verricht aan de gemalen De Moer, Groenewege en De Piet (zie literatuur-overzicht). Nagegaan kan worden in hoeverre in overeenkomstige hydrologische situaties dezelfde hoeveelheden water worden uitgeslagen.

Hieruit vloeit voort dat eerst aangegeven moet worden hoe hydrologische situaties op basis van de beschikbare gegevens als overeenkomstig kunnen worden aangemerkt. Hiertoe is het allereerst noodzakelijk de invloed van een aantal factoren zo goed mogelijk uit te schakelen. Te denken valt dan aan de begroeiïngstoestand en verdamping. De invloed hiervan is minimaal gedurende de winterperiode terwijl juist dan het te bestuderen verschijnsel - de afvoer - zich het duidelijkst manifesteert.

Door niet te korte tijdvakken in beschouwing te nemen is de invloed van vertragingen van de neerslag ten opzichte van de afvoer, die vermoedelijk in de orde van 1 à 2 dagen kan liggen, uit te schakelen. Gedacht wordt dan aan een beschouwing van maandsommen waarbij de keuze valt op februari aangezien dit de maand is waarbij in praktisch alle

jaren sprake is van een opgevulde waterberging in de onderzochte polders.

De belangrijkste post op de waterbalans die het waterbezwaar veroorzaakt is de neerslag. Hiervan zijn van alle onderzochte poldergebieden de gegevens bekend zodat de neerslaghoeveelheid als vergelijkingsbasis kan dienen voor de uitgeslagen hoeveelheden water.

De, in dit onderdeel van het onderzoek gebruikte waarden van neerslag en afvoer staan gegeven in bijlage 5. Sommering van maandtotalen vond plaats met als beginpunt het eerste jaar waarover van beide onderling vergeleken gemalen gegevens beschikbaar waren, terwijl het jaar 1953 niet werd meegerekend door de calamiteiten van 1 februari 1953.

V e r g e l i j k i n g m e t d e n e e r s l a g (Poortvliet)

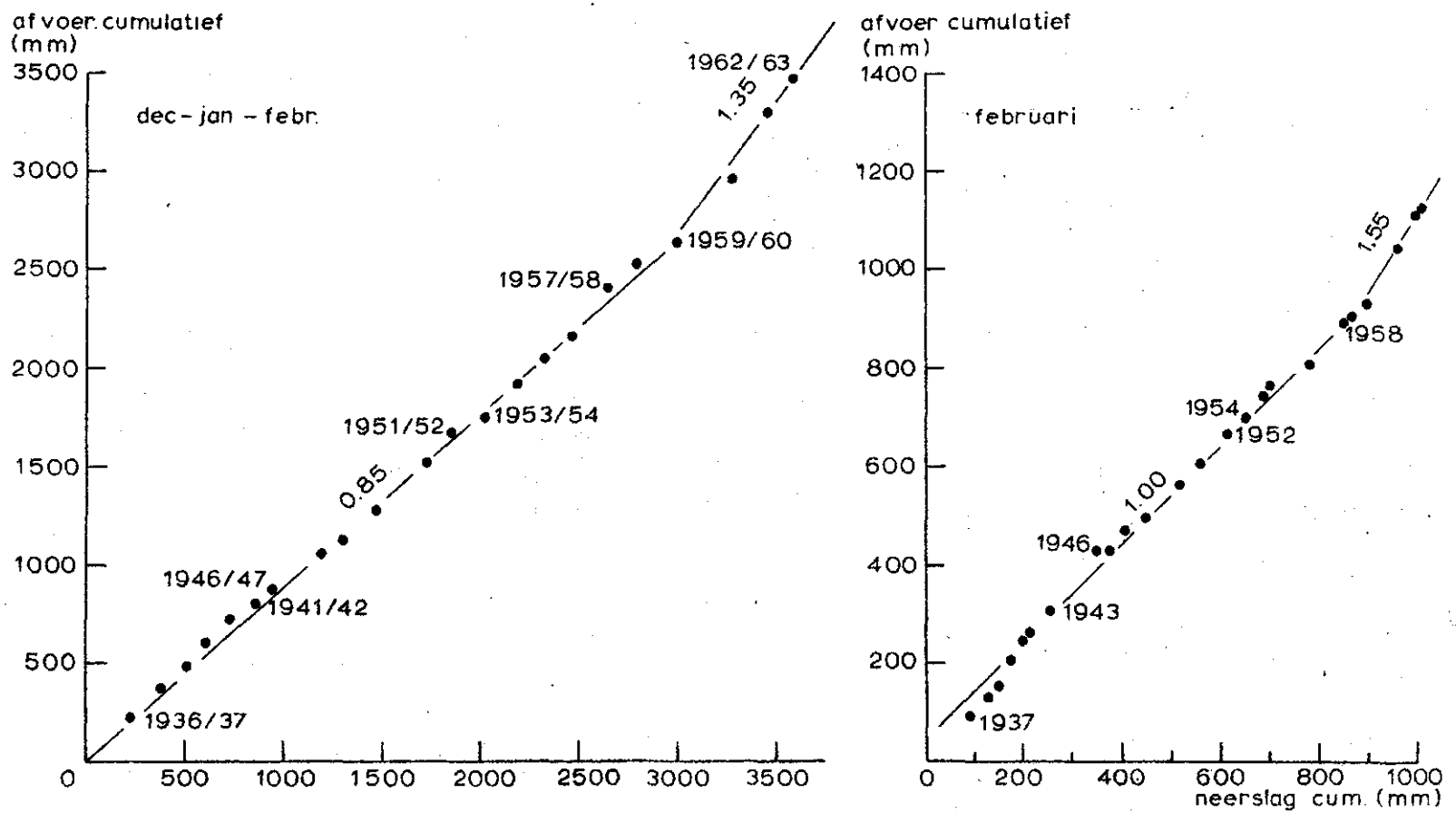
In figuur 13 staat over de periode van onderzoek, de cumulatieve sommen van driemaandse totalen (dec. t/m febr.) respectievelijk van maandtotalen (februari) van de afvoer tegen de neerslag uitgezet.

De driemaandse totalen liggen nauw om een curve gegroepeerd. Gemiddeld wordt over deze jaren 85% van de neerslag uitgeslagen. Na de nieuwe indeling van het gebied blijkt dat Poortvliet een grotere hoeveelheid water uitslaat dan overeenkomt met de oppervlakte van het gebied. Dit is een gevolg van het benutten van de mogelijkheid tot aansluiting van Scherpenisse. De afvoer van 1959 is hierdoor ruim $1\frac{1}{2}$ x de waarde van vóór die tijd.

Dat slechts 85% van de neerslag wordt afgevoerd, houdt verband met het feit dat niet altijd van opgevulde grondwaterberging kan worden gesproken en ook enige verdamping tot in de orde van 25 mm over de drie genoemde maanden, tot wateronttrekking aanleiding geeft. Duidelijker wordt dit in beeld gebracht in het tweede deel van dezelfde figuur.
Voor de maand februari blijkt de verhouding tussen neerslag en afvoer gemiddeld gelijk aan 1 te zijn. De punten liggen niet meer zo mooi strak rond de curve als in het eerste deel van de figuur hetgeen door 'randeffecten' aan de grenzen van de maand februari

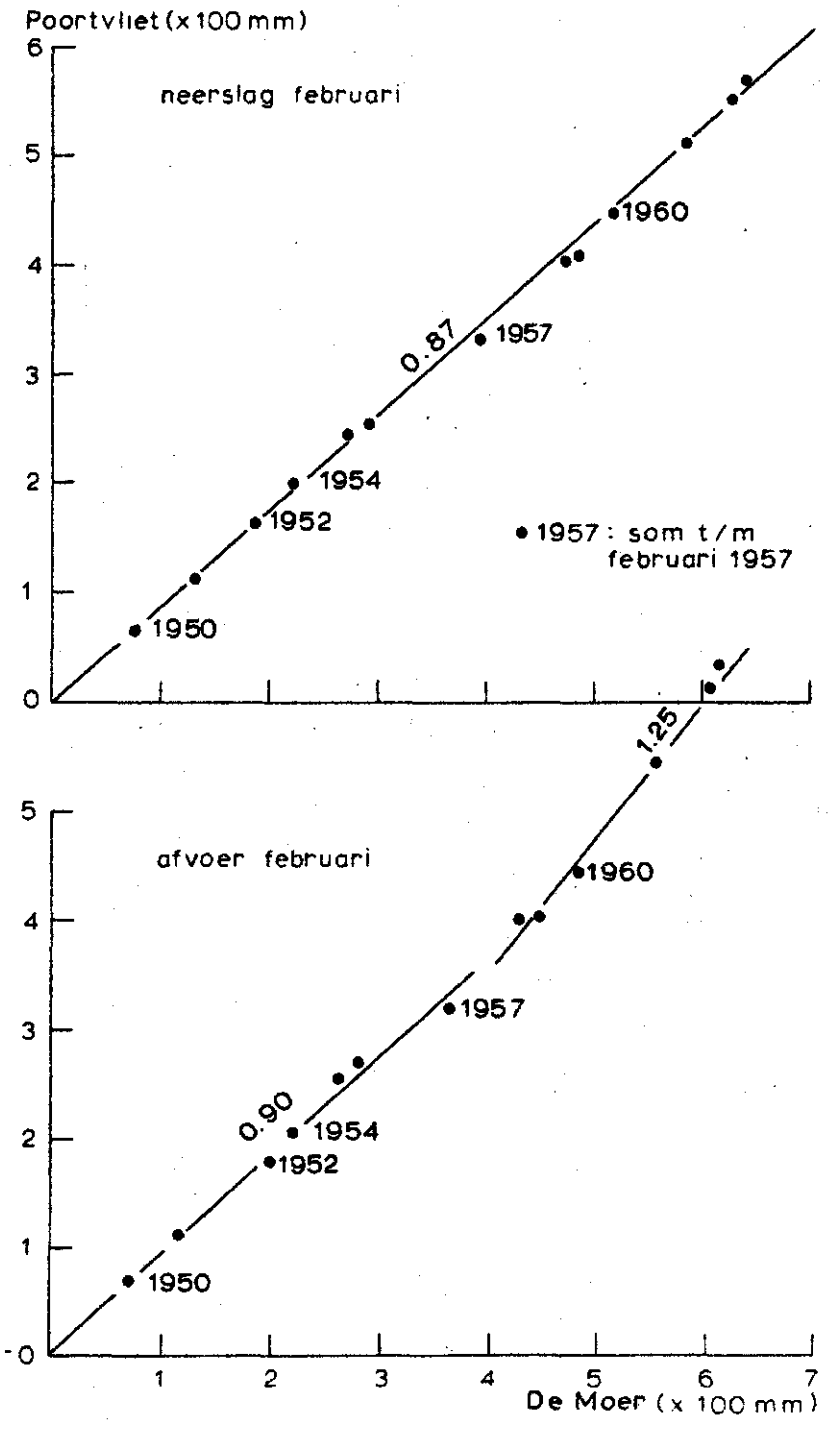
neerslag - en afvoersommen van 3 maanden, resp. februari alleen, cumulatief uitgezet
POORTVLIET

fig.13



vergelijking tussen cumulatieve hoeveelheden van twee gemalen

fig.14



wordt veroorzaakt. Ook nu blijkt dat na 1957 het gemaal Poortvliet ruim 1½ x de hoeveelheid water uitslaat dan voorheen. Dat reeds vanaf 1957 een verandering in de neerslag - afvoer verhouding wordt geconstateerd, vindt mede zijn oorzaak in het optreden van een nieuwe beheerder en een daarmee gepaard gaand veranderend afvoerbeleid. Hoewel ook in februari de verdamping niet geheel kan worden verwaarloosd (deze kan zelfs van de orde van 10 mm zijn) moet er rekening mee worden gehouden dat deze door een even grote hoeveelheid kwel wordt gecompenseerd. De gegevens ontbreken om meer gedetailleerd een waterbalans voor dit gebied op te zetten.

V e r g e l i j k i n g m e t D e M o e r

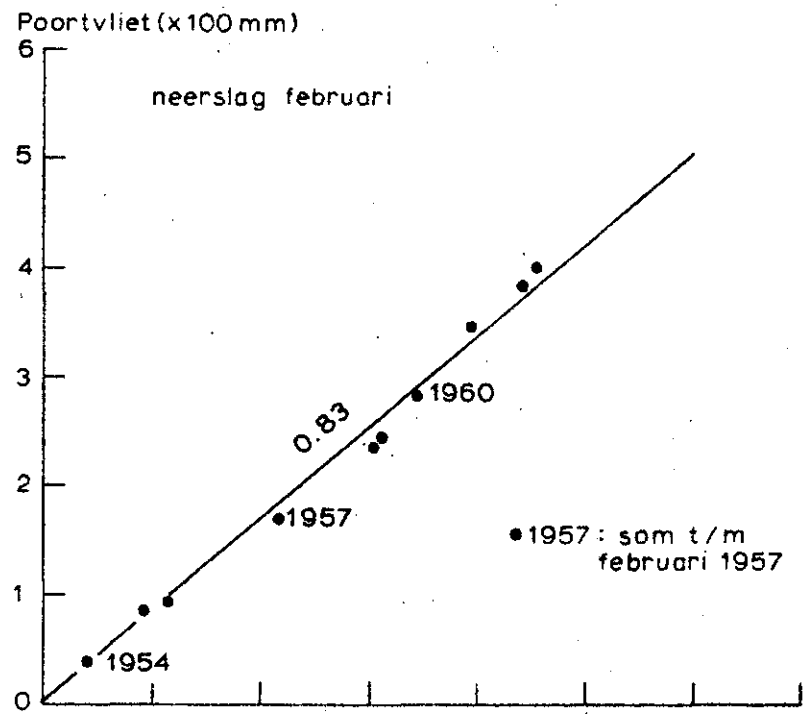
Figuur 14 brengt in beeld hoe de samenhang tussen de gemalen 'Poortvliet' en 'De Moer' is. Het gemaal 'De Moer' heeft een homogene reeks uitkomsten geleverd die geen systematische afwijkingen over het jaar vertoonde. Allereerst werd nagegaan of er van systematische neerslag-verschillen sprake is geweest. Het blijkt inderdaad dat gemiddeld in februari te Poortvliet slechts 87% van de neerslaghoeveelheid te De Moer is geregistreerd.
Het blijkt nu dat ook de afvoerhoeveelheden gemiddeld lager zijn en wel ongeveer 90% van die van De Moer in dezelfde jaren bedraagt. Dit betekent dat, relatief gezien, d.w.z. met de gevallen hoeveelheid neerslag als maatstaf, door Poortvliet ongeveer dezelfde hoeveelheden water zijn uitgeslagen als door De Moer. Na 1957 treedt weer de verandering op die resulteert in hogere afvoerhoeveelheden. Uit dit resultaat en de uitkomst van de vergelijking met de neerslag (in figuur 13) kan reeds geconcludeerd worden dat de afvoeren van het gemaal 'Poortvliet' tot op een goede orde van grootte konden worden vastgesteld.

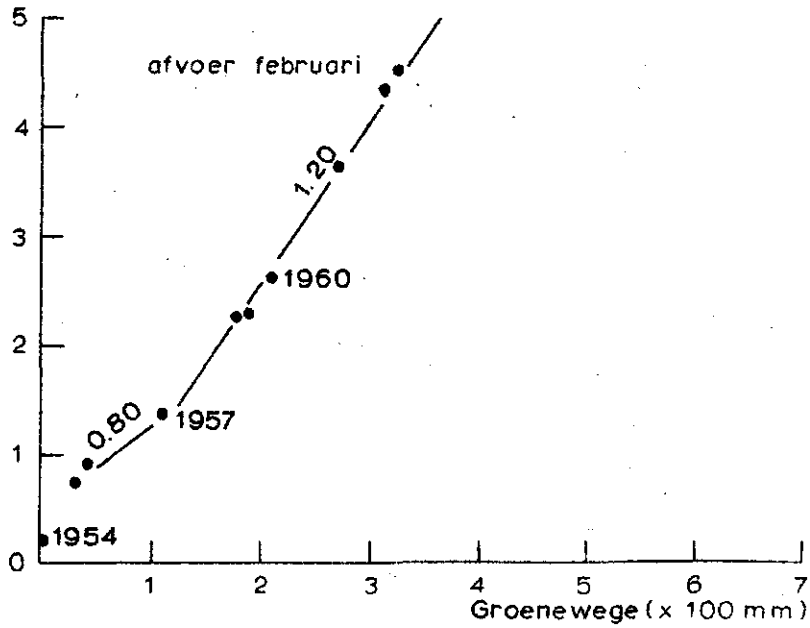
V e r g e l i j k i n g m e t G r o e n e w e g e

In figuur 15 wordt de vergelijking met het gemaal Groenewege gegeven. Van het gebied rond Hoedekenskerke is bekend dat daar vóór de jaren 1956 de herverkaveling in uitvoering was. Het gevolg was dat het gemaal Groenewege slechts weinig water verzette door de zich steeds

vergelijking tussen cumulatieve hoeveelheden van twee gemalen

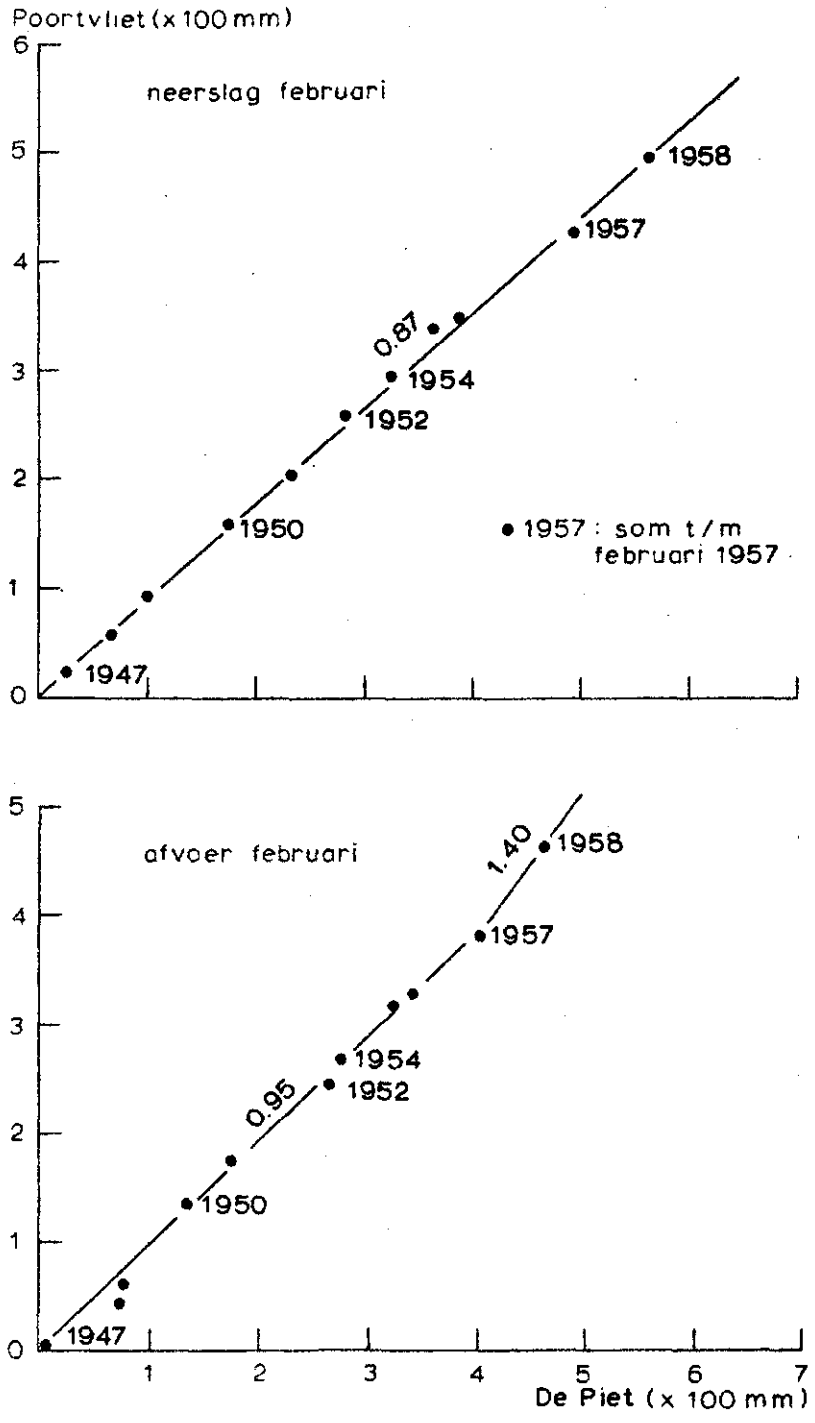
fig.15





vergelijking tussen cumulatieve hoeveelheden van twee gemalen

fig 16



wijzigende toestand in het achtergelegen gebied. Eerst na 1957 leverde dit gebied een betrouwbaar resultaat in het afvoeronderzoek.
Ook nu blijkt te Poortvliet relatief weinig neerslag te zijn gevallen namelijk 83% van de voor Groenewege geregistreerde hoeveelheid. Voor de afvoer na 1957 wordt weer een beeld gevonden als voor De Moer het geval is.

Vergelijking met De Piet

Dezelfde tendens als in de voorgaande figuren aanwezig was, zet zich ook voort bij vergelijking van de uitkomsten van Poortvliet met die van het gemaal De Piet (fig. 16). De afvoer te Poortvliet bedraagt 95% van die van De Piet bij een geringere hoeveelheid neerslag.

Conclusies

De conclusie die uit het voorgaande kan worden getrokken is dat

- de berekende afvoeren voldoende betrouwbaar zijn om de werkelijk uitgeslagen hoeveelheden water te benaderen;
- door het nieuwe beheer en door de nieuwe indeling van het gebied vanaf 1957 de gegevens van het gemaal 'Poortvliet' alleen niet voldoende zijn om het afvoerpatroon weer te geven.

De resultaten van het vergelijkende onderzoek worden samengevat in tabel 8.

Tabel 8. Samenvatting van resultaten van vergelijking van Poortvliet met drie andere gemalen.

		Poortvliet uitgedrukt in % van de andere gemalen		
		neerslag	afvoer	verhouding afvoer %
De Moer	vóór 1957	87	90	1.4
	ná 1957	87	125	
Groenewege	1956	83	80	1.5
	ná 1957	83	120	
De Piet	vóór 1957	87	95	1.5
	ná 1957	87	140	

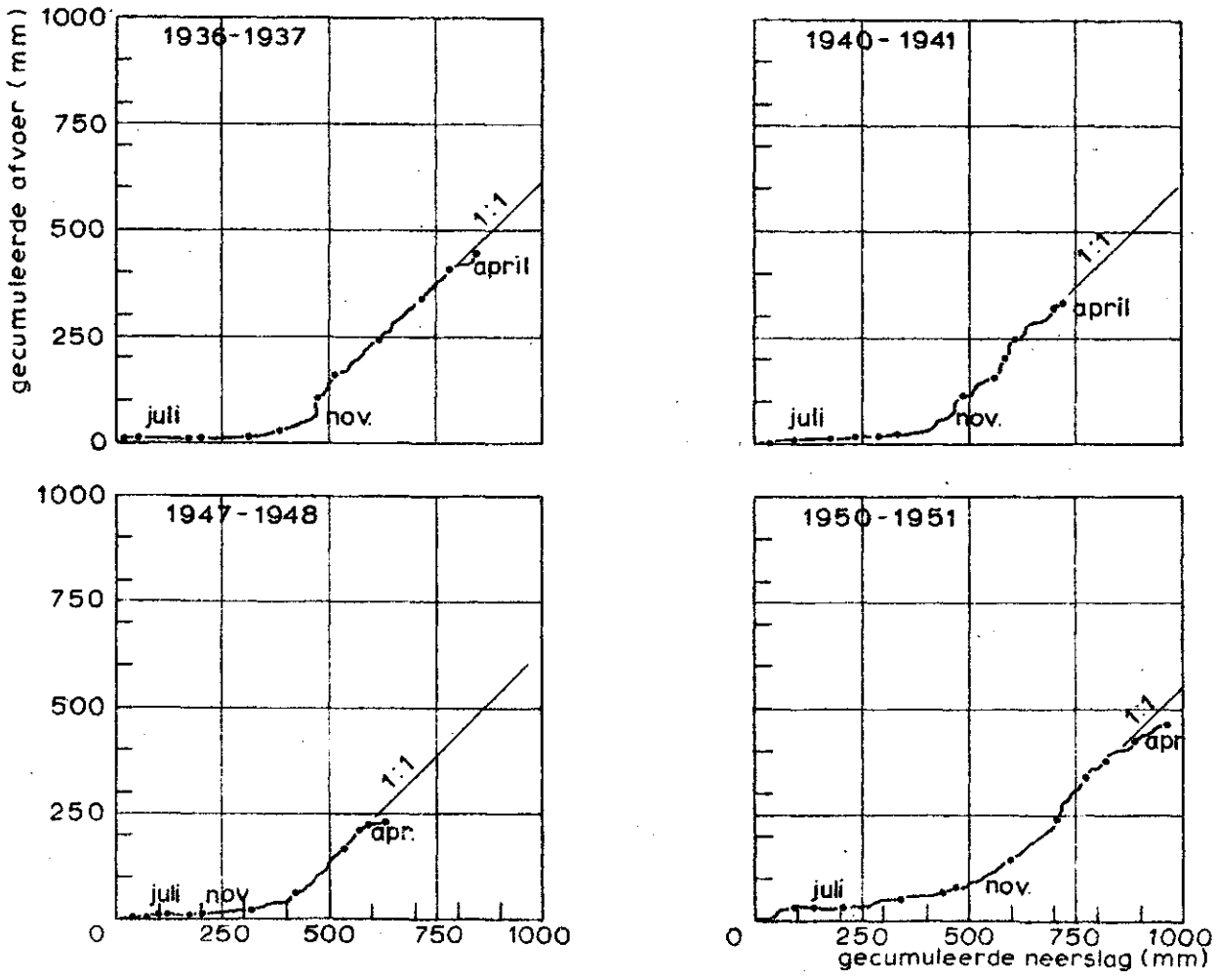
Bij alle onderzoekingen werden de neerslaggegevens uit direct gemeten neerslagcijfers bepaald. De afvoer werd volgens een hiervan geheel onafhankelijke methode vastgesteld. Bovendien werden de afvoeren van elk gemaal afzonderlijk geheel onafhankelijk van elkaar volgens verschillende bewerkingsmethoden bepaald. De grote overeenkomst tussen de resultaten onderling wijst op een verantwoorde uitwerking van de maalstaatgegevens en op de uitkomsten die voor praktische interpretatie voldoende betrouwbaar genoemd mogen worden.
Voor de bewerking van Poortvliet betekenen deze uitkomsten dat ook een dag-voor-dag bewerking van de afvoer gespecificeerde informatie over het afvoerproces van Poortvliet kan verschaffen.
De maandneerslagsommen en maandafvoersommen staan samengevat in de bijlagen 6 en 7.

ANALYSE VAN DAGAFVOEREN

De berekende dagafvoercijfers kunnen nu ook gecumuleerd tegen de neerslag worden uitgezet. Het type curve dat hieruit wordt verkregen is gelijk aan dat van de gecumuleerde aantallen bedrijfsuren (fig. 6 en 7). Echter door nu mm afvoer uit te zetten kan aan de figuren een meer absolute waarde worden toegekend. Reeds is aangegeven

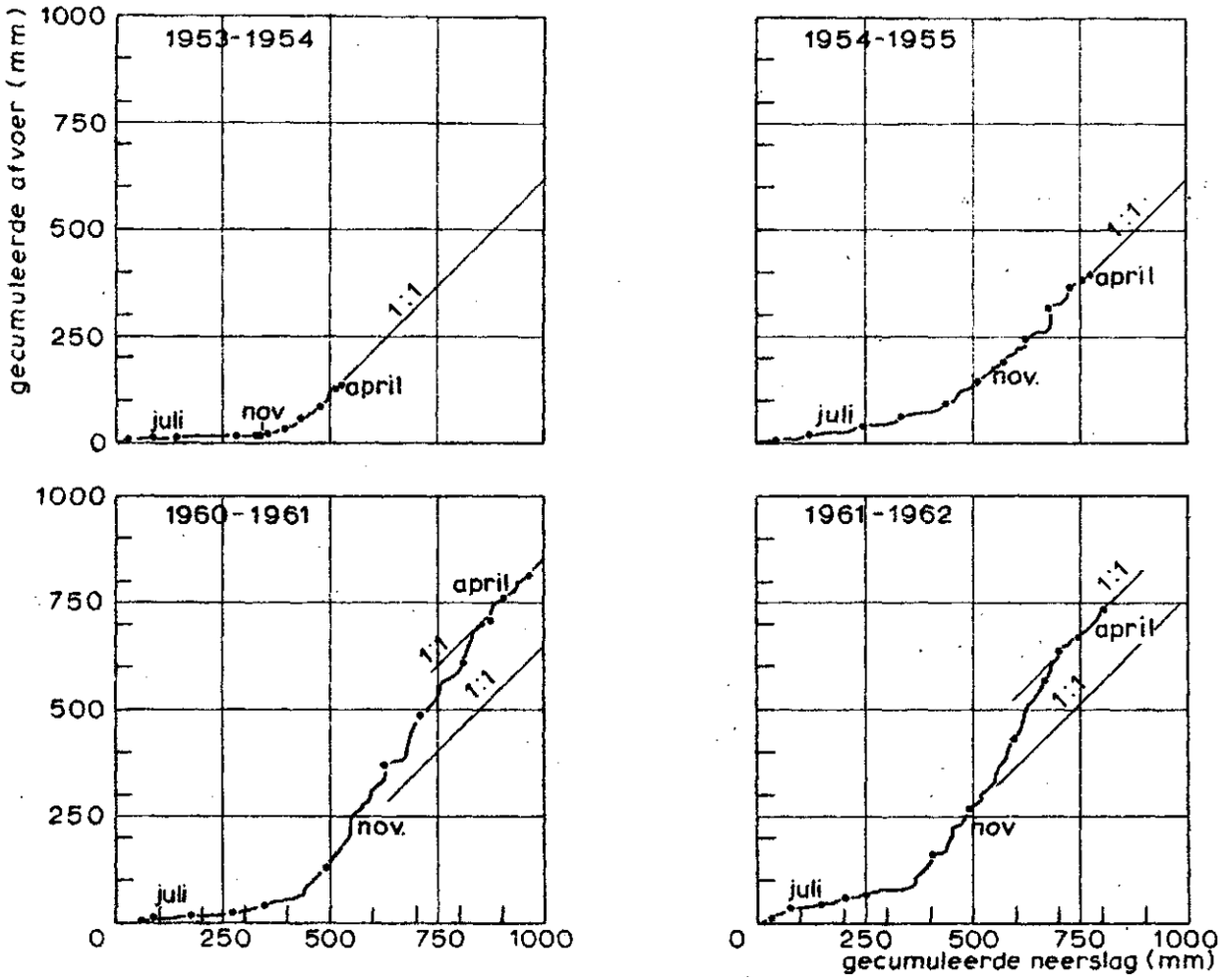
cumulatieve dagtotalen van afvoer en neerslag over een afvoerjaar
„POORTVLIET"

fig.17



cumulatieve dagtotalen van afvoer en neerslag over een afvoerjaar
„POORTVLIET"

fig. 18



dat in de winterperiode wanneer de waterbergingscapaciteit geheel is benut, de afvoer in evenwicht zal zijn met de neerslag*. Dit betekent dat in een figuur waarin gecumuleerde hoeveelheden zijn uitgezet, een curve met een helling van 45° zal resulteren. Voorbeelden worden gegeven in figuur 17 en 18.

Voor meteorologisch zeer verschillende jaren wordt eenzelfde type curve gevonden. De curven die betrekking hebben op de jaren vóór 1957 vertonen inderdaad het beeld dat met geheel opgevulde grondwaterberging afvoer en neerslag aan elkaar gelijk zijn.
Ter beoordeling hiervan is in de figuren steeds een 45°-lijn ingetekend. Na 1959 wordt naar verhouding meer water afgevoerd ten gevolge van de nieuwe indeling van het gebied waarbij Scherpenisse mede in de bemaling werd betrokken. Onderling zijn de curven voor deze jaren weer met elkaar in overeenstemming.
De curven over 1960-1961 en 1961-1962 tonen aan dat reeds in de maand november water uit het gebied van Scherpenisse door Poortvliet wordt afgevoerd, welke 'hulp' blijft voortduren tot in februari. De curven tonen aan dat in maart en april weer het evenwicht hersteld is en er evenveel water wordt uitgeslagen als de neerslag in Poortvliet aanbrengt. De gemiddelde helling van de curve is dus weer 45° (1 : 1).

Het karakteristieke van een droog jaar als 1947, een jaar met een droge herfst (1953), een jaar met een zeer natte zomer (1954) en van twee achtereenvolgende zeer regenrijke jaren (1960 en 1961) komen in de figuren goed tot uiting. Het gehele patroon van verkregen uitkomsten wijst er ook hier op dat de resultaten over een lange reeks van jaren verkregen, in hoge mate betrouwbaar kunnen worden genoemd.

* Dit is juist indien de verdamping kan worden verwaarloosd. Uit de figuren kan niet geconcludeerd worden of het geval zich voordoet dat de verdamping inderdaad te verwaarlozen is, resp. dat deze door kwel wordt gecompenseerd.

DE AFVOERCAPACITEIT IN MM/ETMAAL

De verkregen uitkomsten kunnen nu worden gebruikt om na te gaan welke grootste hoeveelheden afvoer per etmaal zijn voorgekomen. Hiermede wordt dan een indruk verkregen van wat, over een lange reeks van jaren en dus over een groot aantal verschillende meteorologische situaties, als afvoercapaciteit benodigd is gebleken. De afvoercapaciteit wordt uitgedrukt als de afvoer in mm die in een etmaal kan worden gerealiseerd indien het gemaal met beide pompen 24 uur in bedrijf is.

Ten einde in dit probleem inzicht te verwerven werden alle gevallen waarin op één dag 5 mm of meer tot afvoer werden gebracht, uit het beschikbare materiaal gesorteerd. In tabel 9 wordt hiervan een samenvatting gegeven.

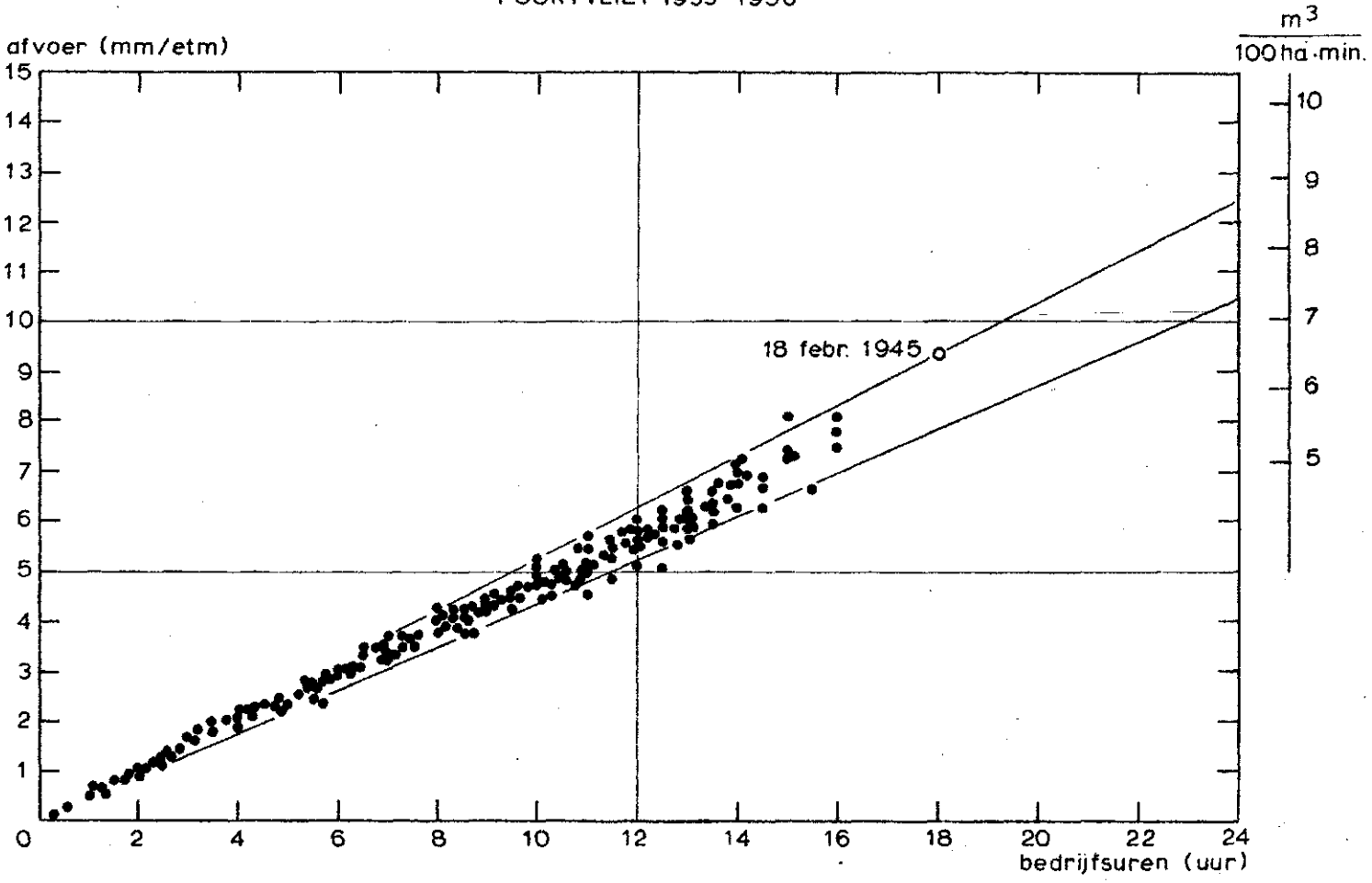
Tabel 9. Gemiddeld aantal malen van voorkomen per jaar van afvoeren groter dan de genoemde in 3 tijdvakken.

tijdvak:	1933 t/m 1942	1946 t/m 1956*	1957 t/m 1963
aantal jaren:	10	10	7
Meer dan 5 mm/etm.	4.9	8.5	24.0
" " 6 "	1.5	3.3	18.4
" " 7 "	0.2	0.5	15.0
" " 8 "	0.1	0.1	12.4
" " 9 "			9.4
" " 10 "			8.0
" " 11 "			6.4
" " 12 "			5.0
" " 13 "			3.7
" " 14 "			3.1
" " 15 "			1.7
" " 16 "			1.3
" " 17 "			0.9
" " 18 "			0.6
" " 19 "			0.3
" " 22 "			0.1

* exclusief 1953

verband tussen het aantal bedrijfsuren van het gemaal en de berekende afvoer
POORTVLIET 1933-1956

fig. 19



Hier blijkt dus dat over de jaren van onderzoek gelegen tussen 1933 en 1956 geen afvoeren gedurende een etmaal van 9 mm en meer zijn voorgekomen. De jaren na 1957 vertonen een geheel ander beeld en zullen, doordat toen de gebiedsindeling sterk werd gewijzigd, verder als niet representatief zijnde niet nader worden beschouwd.

Bij de hoge afvoeren, gememoreerd in tabel 9, is het gemaal niet gedurende 24 uur achtereen belast geweest. Uit de maalstaten kan nagegaan worden hoeveel uur de pompen in bedrijf zijn geweest om de vermelde afvoeren te realiseren. Aangezien gebleken is dat beide pompen eenzelfde capaciteit hebben, is de helft van het aantal bedrijfsuren per dag van twee pompen gezamenlijk, gelijk aan het aantal bedrijfsuren voor het gehele gemaal indien steeds beide pompen tegelijk in bedrijf zouden zijn geweest. Dit aantal bedrijfsuren van het gemaal kan nu uitgezet worden tegen de totaal afgevoerde hoeveelheid water. Dit is gedaan in figuur 19.
Bij het samenstellen van deze figuur was het niet mogelijk alle gegevens over de jaren van onderzoek in beeld te brengen. Uit het zeer grote aantal uitkomsten is een representatief aantal, verspreid over de jaren 1933-1956, in de figuur weergegeven. Wel zijn de uitkomsten van 7 mm en meer allemaal ingetekend. (Uit tabel 9 valt nog af te leiden dat het totaal aantal gegevens tussen 6 en 7 mm 39 bedraagt. Hiervan zijn 25 ingetekend in figuur 19).
Hoewel niet tot de normale situaties behorend is in de figuur tevens de tussen 1933 en 1956 hoogst gemeten afvoer ingetekend namelijk die van 18 februari 1945 toen inundatie-water moest worden afgevoerd,en die 9.4 mm bedroeg.
De figuur laat nu de volgende conclusies toe:

1) De spreiding van de puntenzwerm vindt gedeeltelijk zijn oorzaak in het feit dat de waterlozing via de bergboezem slechts geschematiseerd in de bewerking kan worden verantwoord. Bovendien geeft de spreiding uitdrukking aan het feit dat bij eenzelfde aantal bedrijfsuren de bedrijfssituatie door de wisselende peilen niet altijd even gunstig was.

2) Gedurende de 24 onderzochte jaren zijn geen grotere hoeveelheden water in het oorspronkelijke gebied afgevoerd dan rond

8 mm/etmaal. De grootste hoeveelheden werden afgevoerd op de volgende data:

Tabel 10. Grootste afgevoerde hoeveelheden water van het gemaal 'Poortvliet'.

datum	mm	bedrijfsuren v.h. gemaal (2 pompen)
19 maart 1942	8.1	16
11 maart 1947	8.1	15
6 jan. 1951	7.8	16
2 dec. 1939	7.5	16
21 maart 1947	7.4	15
20 maart 1942	7.3	15
22 maart 1947	7.3	15
4 april 1956	7.3	14
16 maart 1947	7.2	14
18 maart 1947	6.9	14

Uit tabel 10 volgt dus tevens dat het aantal bedrijfsuren van het gemaal (2 pompen in bedrijf) niet groter is geweest dan 16 uren in een etmaal. Dit aantal uren is minder dan tweemaal het aantal uren dat in nachttarief kan worden gewerkt (n.l. van 21.00 - 06.00 uur).

3) De capaciteit van het gemaal uitgedrukt als afvoerhoeveelheden in mm per etmaal kan door extrapolatie uit figuur 19 worden afgeleid. Gemiddeld over velerlei meteorologische en hydrologische situaties bedraagt de capaciteit 11.5 mm/etmaal of 8.0 m^3/100 ha.min. Onder gunstige omstandigheden in de bergboezem kan een capaciteit van bijna 12.5 mm/etmaal of 8.7 m^3/100 ha.min. worden bereikt. Bij ongunstige omstandigheden kan de capaciteit teruglopen tot 10.5 mm/etmaal (7.8 m^3/100 ha.min.).
Reeds werd gememoreerd dat afvoeren van deze grootte nooit behoefden te worden gerealiseerd, het gemaal is steeds in staat gebleken ruim binnen een tijdsbestek van een etmaal de drooglegging

in het gebied te kunnen verzekeren.

PERIODEN MET HOGE AFVOEREN GEDURENDE LANGERE TIJD

In de jaren van onderzoek heeft de maximale tijd dat het gemaal (met twee pompen in bedrijf) op een bedrijfsdag in werking is geweest 16 uren bedragen. Hiernaast is nog het gegeven van belang of gedurende lange tijd achtereen een dergelijk groot aantal uren benodigd was voor het afvoeren van overtollig water. Hieronder zullen de drie belangrijkste perioden met veel wateroverlast gememoreerd worden.

a) Hoewel niet in de bewerking van de gegevens betrokken, ten gevolge van de uitzonderingssituatie, kan gewezen worden op de maand februari van het jaar 1945. Na de voorafgegane inundatie wordt de polder in deze tijd drooggemalen. Praktisch de gehele maand lang werden de pompen in bedrijf gesteld van 9 tot 11 uur (westpomp) en van 9 tot 17 uur (oostpomp) en daarna beide pompen van 21 tot 7 uur.
In dit tijdsbestek van, omgeslagen over het gehele gemaal, $17\frac{1}{2}$ uur (2 pompen in bedrijf) worden hoeveelheden water tussen 7.7 en 8.1 mm uitgeslagen. Op 18 februari was ook de westpomp van 9 tot 17 uur in bedrijf. In de 18 maaluren voor het gehele gemaal werd toen 9.4 mm water uitgeslagen hetgeen overeenkomt met een capaciteit van 12.5 mm per etmaal.

b) In maart 1947 werden gedurende een reeks achtereenvolgende dagen hoeveelheden van meer dan 6 en 7 mm afgevoerd. Het gemaal was hiertoe 11 achtereenvolgende dagen meer dan 12 uren per dag in bedrijf. Nadere gegevens worden vermeld in bijlage 8. Het aantal bedrijfsuren van 16 - 26 maart bedroeg gemiddeld 13.43 uur en de verzette hoeveelheid water 6.48 mm hetgeen overeenkomt met een gemiddelde capaciteit van 11.6 mm/etmaal.

c) In december 1952 werden op 7 achtereenvolgende dagen afvoerhoeveelheden van meer dan 5 en 6 mm verwerkt. Het gemaal was hiertoe 7 dagen achtereen $11\frac{1}{2}$ uur en meer in bedrijf (bijlage 9).

Gemiddeld was het aantal bedrijfsuren in deze periode 13.3 en de uitslag 6.0 mm. Omgerekend op 24 uur betekent dit een capaciteit van 10.8 mm/etmaal. Het gemaal heeft in deze periode dus gemiddeld onder iets ongunstiger omstandigheden gewerkt dan in het voorgaande geval.

Als voorzorg voor de kaden van de boezem wordt aangehouden dat het peil in de boezem niet hoger mag oplopen dan 1 m + NAP. Uit de gegevens in de maalstaten, waarin ook de hoogste boezemstand tijdens elke maalperiode staat opgegeven, valt echter op te maken dat de hoogst voorgekomen standen 20 à 30 cm + NAP hebben bedragen met als uitzondering een hoogste stand van 38 cm + NAP op drie dagen in februari 1945. Dit was overigens veelal niet tevens de eindstand in de boezem. Deze was in de regel weer lager doordat tussentijds op de Oosterschelde kon worden geloosd. Dit betekent dat deze restrictie in feite nooit een belemmering in het bemalingsbeleid heeft gevormd.

LITERATUUR EN REFERENTIES

STOL, Ph. Th., 1965 - Enkele resultaten van het onderzoek naar de afvoerfrequenties van het gemaal 'De Moer'. I.C.W. nota 299. Wageningen

____ 1966 - Een analyse van veeljarige afvoerreeksen van het gemaal 'Groenewege' te Hoedekenskerke. I.C.W. nota 339.

____ 1969 - Een bewerking van maalstaatgegevens van het gemaal 'De Piet' op Zuid-Beveland met enkele opmerkingen over de waterbalans van de onderzochte poldergebieden. I.C.W. nota 520.

RIJKSWATERSTAAT, DIRECTIE ALGEMENE DIENST - Waterstaatskaart 1 : 50.000 Blad 49 West: Bergen op Zoom. Uitgave 1941, Rijksuitgeverij.

____ idem Uitgave 1966.

Bijlage 1

Aantal malen van voorkomen van het aantal bedrijfsuren, verzameld over drie groepen van afvoerjaren, gesplitst per pomp

Bedrijfsuren	Poortvliet					
	Westpomp			Oostpomp		
	'36 t/m '41	'46 t/m '51	'57 t/m '62	'36 t/m '41	'46 t/m '51	'57 t/m '62
0	1479	1511	1735	1266	1297	1458
> 0-½	-	1	-	-	1	-
½-1	35	8	1	4	3	-
1-2	237	149	78	59	90	127
2-3	113	110	187	188	180	275
3-4	78	101	64	197	184	117
4-5	68	74	38	98	111	73
5-6	54	67	23	86	82	33
6-7	43	47	15	72	63	20
7-8	19	24	10	62	46	20
8-9	19	21	13	34	30	27
9-10	13	15	8	28	22	14
10-11	8	17	10	20	24	11
11-12	10	14	7	25	17	8
12-14	11	26	1	38	28	5
14-16	2	6	1	10	11	2
16-18	2	1	-	4	3	-
18-20	-	-	-	-	-	-
20-22	-	-	-	-	-	-
22-24	-	-	-	-	-	1
24	-	-	-	-	-	-
	2191	2192	2191	2191	2192	2191

Toelichting: Afvoerjaar: 1 mei - 1 mei

- : niet voorgekomen

2-3 : bedrijfsuren tussen 2 en 3 uur, laatste getal zelf niet meegerekend

Neerslag (mm), bedrijfsuren van twee pompen gezamenlijk en berekende afvoer (mm) per afvoerjaar.

afvoerjaar (beginnend op 1 mei)	neerslag (mm)	bedrijfsuren (uren)	berekende afvoer (mm)	symbool in fig.
1936	838	1800	446	Δ
1937	697	1000	249	Δ
1938	609	690	177	Δ
1939	689	1180	299	Δ
1940	727	1320	329	Δ
1941	615	900	229	Δ
1946	716	1400	341	0
1947	626	980	232	0
1948	574	450	114	0
1949	612	860	210	0
1950	968	1910	462	0
1951	816	1410	340	0
1952	895	1750	429	0
1953	525	540	129	0
1954	771	1640	390	0
1955	576	1000	237	0
1956	646	1060	253	0
1957	802	710	496	.
1958	676	300	211	.
1959	459	200	149	.
1960	966	1140	814	.
1961	806	1010	734	.
1962	618	630	466	.

Bijlage 3

Aantallen malen van voorkomen van polderpeilen aan het begin van een maalperiode per winterseizoen (maanden oktober tot en met april)

Polderpeil begin cm - N.A.P.	'36	'37	'38	'39	'40	'41	'46	'47	'48	'49	'50	'51	'52	'53	'54	'55	'56	'57	'58	'59	'60	'61	'62
< 155	.	1	.	.	.	1	5	.	.	.	.	.	32	.	5	.	.	.	.	.	5	.	.
155 - 164	2	.	.	3	2	1	8	.	.	1	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
165 - 174	7	.	.	6	2	9	8	.	.	.	.	.	1	.	1	1	.	.	.	.	1	1	.
175 - 184	5	1	.	26	18	9	7	.	.	.	5	1	10	.	4	2	.	1	.	.	8	7	10
185 - 194	12	3	.	19	27	11	4	.	.	1	11	.	17	.	3	2	1	.	2	.	8	6	18
195 - 204	34	17	11	22	41	9	3	13	.	6	30	7	17	.	4	6	.	2	2	1	18	9	23
205 - 214	64	25	17	27	39	24	14	20	.	13	49	18	20	.	5	12	6	6	5	1	24	17	8
215 - 224	91	62	61	61	41	43	24	13	2	37	63	43	25	6	15	22	7	5	9	5	43	33	30
225 - 234	62	57	52	21	28	38	41	29	36	62	64	59	24	10	26	31	30	17	35	22	51	56	27
235 - 244	26	26	23	16	12	24	33	43	36	27	37	68	68	37	75	34	78	39	2	10	4	25	16
245 - 254	9	7	7	6	.	2	23	21	2	5	9	32	25	35	83	40	84	71	.	6	.	13	4
255 - 264	4	2	.	.	.	2	14	9	.	.	1	4	12	13	53	24	29	29	.	1	.	6	.
265 - 274	3	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	1	1	13	8	4	.	.	.	.	2	.
275 - 284	.	.	.	.	.	.	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
285 - 294	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
295 - 304	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
305 - 314	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Totaal	319	201	171	207	210	173	200	148	76	152	269	232	255	102	287	183	239	170	55	47	162	175	136

Bijlage 4

Aantallen malen van voorkomen van polderpeilen aan het einde van een maalperiode per winterseizoen (maanden oktober tot en met april)

Polderpeil eind cm - N.A.P.	'36	'37	'38	'39	'40	'41	'46	'47	'48	'49	'50	'51	'52	'53	'54	'55	'56	'57	'58	'59	'60	'61	'62
< 155	2	2	1	1	5	.	.	.	.	.	1	.	27	.	2	2	.	.	.	.	2	.	.
155 - 164	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	6	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
165 174	.	.	.	1	.	.	3	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
175 184	2	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
185 194	2	.	.	.	.	.	6	.	.	.	.	.	3	.	1	.	.	.	.	.	1	2	1
195 204	8	.	.	7	4	1	7	.	.	.	1	.	3	.	.	.	.	.	.	.	2	2	3
205 214	1	1	.	8	7	3	4	1	.	.	3	.	4	.	2	1	.	.	.	.	1	6	2
215 224	2	.	.	12	17	3	3	1	.	1	4	.	11	.	2	2	.	.	1	.	7	3	1
225 234	7	4	.	7	19	1	5	9	1	4	11	7	9	1	2	1	.	2	.	.	10	4	3
235 244	10	2	3	10	17	6	1	9	.	1	24	8	10	.	3	4	1	1	.	.	5	9	4
245 254	10	10	8	9	25	11	11	8	4	8	20	12	12	1	2	5	3	2	1	.	15	17	6
255 264	26	25	14	27	24	9	13	12	3	10	33	15	18	1	9	4	3	6	3	5	26	28	20
265 274	47	30	23	28	31	27	21	18	15	25	29	43	26	15	16	14	10	5	7	20	32	31	47
275 284	75	50	43	36	24	30	29	40	29	42	52	50	43	21	45	27	29	29	13	15	24	47	31
285 294	127	77	79	61	37	82	95	50	24	61	91	96	80	63	203	123	193	125	30	4	28	26	18
295 304	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	2	6	.	.
305 314	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Totaal	319	201	171	207	210	173	200	148	76	152	269	232	255	102	287	183	239	170	55	47	162	175	136

Bijlage 5

Neerslag en uitgemalen hoeveelheden water in mm van vier poldergemalen in Zeeland voor de maand februari.

Jaar	Neerslag				Afvoer			
	De Moer	Groenewege	De Piet	Poortvliet	De Moer	Groenewege	De Piet	Poortvliet
1947			28	21			4	0
1948			43	35			69	43
1949			31	34			5	17
1950	80		75	69	70		55	72
1951	51		58	47	46		44	41
1952	59		46	51	85		88	69
1953*	45		41	63	80		51	-
1954	33	37	42	37	21	6	12	26
1955	49	55	42	45	46	30	44	48
1956	17	21	21	9	14	7	20	13
1957	104	106	106	79	86	69	65	51
1958	80	83	73	67	63	69	58	84
1959	8	8		6	19	11		5
1960	36	36		40	36	25		36
1961	67	53		64	65	55		103
1962	41	43		41	54	45		69
1963	14	14		16	12	7		19
1964	27	28			29	19		
1965		18				20		

* Niet meegerekend in de cumulatieve bewerking

Bijlage 6

Maandneerslagsommen bij het gemaal Poortvliet in mm

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
1936	-	-	-	-	5	46	123	23	117	70	90	37	-
1937	104	95	69	61	45	76	46	127	104	21	85	34	867
1938	85	28	21	25	36	11	64	86	35	83	47	40	561
1939	74	20	51	62	70	27	57	25	51	132	119	28	716
1940	40	29	63	47	39	51	89	56	59	40	154	74	741
1941	29	28	87	22	41	47	68	154	13	94	31	48	662
1942	52	9	39	19	-	-	-	-	-	49	14	13	-
1943	89	42	9	30	40	72	28	71	43	23	107	49	603
1944	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1945	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1946	39	101	56	26	32	121	78	85	75	62	53	46	774
1947	25	21	84	34	35	32	38	15	52	27	116	103	582
1948	116	35	21	37	42	152	82	35	23	22	29	52	646
1949	26	34	28	50	46	23	21	46	64	68	95	59	560
1950	33	69	23	66	100	40	66	133	98	35	121	114	898
1951	66	47	68	80	52	62	50	171	91	20	94	48	849
1952	93	51	68	16	23	50	131	82	76	132	124	84	930
1953	56	63	7	66	25	62	50	142	45	5	22	43	586
1954	43	37	40	11	37	77	124	90	105	78	58	56	756
1955	57	45	31	12	60	51	32	29	86	96	25	48	572
1956	90	9	22	28	25	44	47	128	37	109	51	30	620
1957	32	79	49	14	69	33	83	110	173	55	34	27	758
1958	88	67	24	41	34	53	82	63	68	63	41	70	694
1959	85	6	50	62	8	23	43	42	5	67	48	77	516
1960	76	40	17	14	62	21	80	108	72	149	145	81	865
1961	95	64	28	63	26	41	73	57	52	159	79	106	843
1962	72	41	37	62	47	11	71	51	88	66	61	85	692
1963	25	16	54	42	64	77	49	114	58	56	91	18	664

- geen gegevens in directe omgeving beschikbaar

Bijlage 7

Maandafvoersommen van het gemaal Poortvliet in mm

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1936	74	54	13	7	4	1	0	2	6	14	79	52	306
1937	86	97	66	40	13	4	3	2	13	5	43	35	407
1938	77	36	13	5	2	0	1	3	1	3	9	13	163
1939	74	19	31	20	15	0	1	1	3	24	50	61	299
1940	3	50	68	23	2	6	0	5	3	3	86	53	302
1941	38	47	73	14	2	7	0	12	3	17	31	46	290
1942	11	11	75	13	0	4	31	5	2	21	52	53	278
1943	104	50	8	5	2	4	1	4	2	4	45	55	284
1944	49	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1945	76	215	41	10	48	9	1	0	14	10	29	56	509
1946	42	123	72	2	3	13	4	29	19	9	38	40	394
1947	36	0	112	40	6	2	1	1	1	0	11	41	251
1948	108	43	13	7	1	7	20	3	0	2	7	17	228
1949	18	17	16	5	3	0	0	0	0	6	35	49	149
1950	23	71	14	8	30	0	3	17	13	9	68	100	356
1951	99	41	43	39	9	6	2	12	27	7	43	34	362
1952	75	69	36	20	3	4	22	6	5	51	96	98	485
1953	33	0	30	82	10	3	0	0	0	0	0	13	171
1954	26	26	39	11	2	12	20	21	34	52	44	53	340
1955	72	48	23	9	7	3	2	3	7	16	17	30	237
1956	79	13	0	60	4	5	6	12	7	36	36	35	293
1957	27	51	29	5	10	4	2	9	81	54	31	35	338
1958	136	84	34	17	18	5	5	4	6	5	11	35	360
1959	70	5	17	30	14	2	0	0	0	4	9	18	169
1960	39	36	18	9	5	3	5	9	21	84	239	114	582
1961	124	103	44	61	18	21	10	15	7	91	111	164	769
1962	137	69	33	56	6	0	15	9	22	23	55	102	527
1963	18	19	161	37	28	15	10	19	21	24	120	21	493

- inundatie van het gebied

Periode met achtereenvolgende dagen van hoge afvoer

Poortvliet

Datum	bedrijfsuren voor gehele gemaal	afvoer (mm)	neerslag (mm)
1947 11 maart	15½	8.1	19.9
12	8	4.1	3.5
13	13	6.6	3.5
14	6	3.0	8.8
15	9½	5.0	0.1
16	14	7.2	3.0
17	12	5.5	5.0
18	14	7.0	0.0
19	13½	6.7	0.8
20	13¼	6.4	4.5
21	15	7.4	0.0
22	15	7.3	6.6
23	13	6.2	0.2
24	12½	5.8	1.6
25	13½	6.2	5.5
26	12	5.6	0.0
Totaal	199¾	98.1	63.0

In de week voorafgaande aan deze periode viel 16.9 mm neerslag en vond geen afvoer plaats.

Bijlage 9

Perioden met achtereenvolgende dagen van hoge afvoer.

	Poortvliet		
Datum	bedrijfsuren voor gehele gemaal	afvoer (mm)	neerslag (mm)
1952 18 december	14½	6.3	7.5
19	14½	6.7	3.3
20	14½	6.3	6.4
21	12½	5.4	9.5
22	13½	6.3	0.1
23	12½	5.2	3.6
24	11½	5.7	2.5
Totaal	93½	41.9	32.9

In de week voorafgaande aan deze periode viel 30.9 mm neerslag en bedroeg de afvoer 15.0 mm.

Appendix 1. Numerieke benadering QH-kromme

De numerieke benadering van de QH-kromme werd uitgevoerd met behulp van zogenaamde orthogonale polynomia. Hierbij werd uitgegaan van de volgende uit fig. 12 afgelezen gegevens.

Opvoerhoogte H (cm)	Debiet Q (m^3/min)	Opvoerhoogte H (cm)	Debiet Q (m^3/min)
40	116,4	150	99,4
50	115,6	160	97,0
60	114,7	170	94,5
70	113,4	180	91,6
80	112,2	190	88,9
90	110,8	200	85,6
100	109,2	210	82,4
110	107,6	220	79,0
120	106,0	230	75,2
130	104,0	240	71,5
140	101,8	250	67,5

Aanpassing aan deze gegevens werd verkregen met een polynoom van de 5e graad waarmede, na afronding, bijna exact de waarden uit de tabel worden verkregen. De coëfficiënten zijn:

Graad	Term	Coëfficiënt	Variabele H (cm)
0	niveau	118.7524	1
1	lineair	$- 3.5117 \times 10^{-2}$	H
2	kwadratisch	$- 5.5596 \times 10^{-4}$	H^2
3	kubiek	$- 0.1627 \times 10^{-6}$	H^3
4	4e macht	$- 0.2595 \times 10^{-8}$	H^4
5	5e macht	$+ 0.0507 \times 10^{-10}$	H^5

Voorbeeld: H = 100
Q = 118.7542 - 3.5117 - 5.5596 - 0.1627 - 0.2595 + 0.0507 = 109.3114 m^3/min.

Appendix 2

Omrekeningstabel afvoergrootheden

mm/etmaal	m^3/100 ha.min	m^3/100 ha.min	mm/etmaal
1	0.694	1	1.44
5	3.470	4	5.76
6	4.164	5	7.20
7	4.858	6	8.64
8	5.552	7	10.08
9	6.246	8	11.52
10	6.940	9	12.96
11	7.634	10	14.40
12	8.328	11	15.84
13	9.022	12	17.28
14	9.716	13	18.72
15	10.410	14	20.16