

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

DE GEVOLGEN VAN DE INPOLDERING VAN DE MOSSEL-
BANKEN (ZEEUWS VLAANDEREN) VOOR
DE GRONDWATERSTAND IN DE
AANGRENZENDE POLDERS

Ing. B. van der Weerd

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.

I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
2. BODEMGESTELDHEID	3
3. PEILBEHEER EN MAAIVELDSHOOGTE	5
4. PROBLEEMSTELLING	6
5. WIJZE VAN ONDERZOEK	8
6. DE INVLOED VAN DE INPOLDERING OP DE GRONDWATERSTAND	8
6.1. Braakmanpolder	8
6.1.1. De grondwaterstandsveranderingen oostelijk van de Westgeul	11
6.1.2. De grondwaterstanden westelijk van de Westgeul	15
6.1.3. De grondwaterstandsveranderingen in de landbouwpercelen grenzend aan de Braakmanhaven	15
6.2. Paulinapolder	19
6.3. Elisabethpolder	27
7. INVLOED NEERSLAG OP GRONDWATERSTANDSVERHOOGING	28
8. DE TE VERWACHTEN VERANDERING IN HET GRONDWATERGEDRAG	31
9. DISCUSSIE	35
LITERATUUR	37

1. INLEIDING

Door het waterschap "De Verenigde Braakmanpolders" is destijds bij de Kroon een verzoek ingediend om concessie tot bedijking van de zogenaamde "Mosselbanken". Dit ten behoeve van de uitbreiding van het in de Nieuw-Neuzenpolder gevestigde chemisch bedrijf van Dow Chemical. In 1971/72 is door de Commissie Waterbeheersing en Ontziltling en het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding onderzoek verricht naar de mogelijke gevolgen van boven genoemde werken voor de belendende landbouwgronden. Het onderzoek is uitgevoerd op instigatie van de landbouworganisaties. Met de rampzalige gevolgen door verdroging als gevolg van de inpoldering van de Braakman nog in het geheugen, was men van landbouwzijde bevreesd dat ook de bedijking van het schorrengebied "de Mosselbanken", droogteschade zou veroorzaken in de aangrenzende polders.

Het onderzoek resulteerde in een in juni 1972 uitgebrachte I.C.W.- nota nr. 678. Uit dit onderzoek bleek dat inderdaad bij uitvoering van het plan rekening gehouden moest worden met aanzienlijke droogteschade. Voortbouwende op de in genoemde nota vermelde gegevens inzake te verwachten opbrengstdepressies, werd door het bureau Gropotax de totaal te verwachten gekapitaliseerde landbouwschade berekend op bijna $1\frac{1}{2}$ miljoen gulden. Dit was aanleiding het bedijkingsplan te herzien en het Adviesbureau Arnhem kreeg van Dow Chemical opdracht een alternatief plan op te stellen dat minder ingrijpende consequenties zou hebben.

Uiteindelijk heeft deze gang van zaken geleid tot wijziging van het oorspronkelijk plan. Het te bedijken schor zou niet tot N.A.P. + 2.00 m maar tot N.A.P. + 5.50 m worden opgehoogd. Hoewel deze wijziging ongetwijfeld het verdrogingsgevaar aanzienlijk heeft verkleind, blven er nog tal van moeilijk voorspelbare factoren die de water- en zouthuishouding in de aangrenzende poldergebieden in ongunstige zin zouden kunnen beïnvloeden, over.

In de door de Kroon bij besluit van 23 oktober 1975 verleende concessie aan het Waterschap "De Verenigde Braakmanpolder" zijn daarom enige bepalingen opgenomen die voorzien in een regeling van de eventuele schade door veranderingen in het grondwaterregiem ten gevolge van de uit te voeren werken.

Deze bepalingen omvatten:

- a. De instelling van een commissie van drie deskundigen, waarvan één lid wordt benoemd door de concessionaris, één lid door de beheerder van het natuurgebied De Westgeul en één lid door genoemde partijen.
Deze commissie verplicht zich tot uiterlijk 3 jaar na de inpoldering eventuele schade aan boscomplexen en natuurgebied vast te stellen.
- b. De instelling van een commissie van drie deskundigen voor het vaststellen van mogelijke landbouwschade aan landbouwbedrijven in de aangrenzende gebieden.
Eén lid wordt aangewezen door de Gewestelijke Raad voor Zeeland van het Landbouwschap, één lid door de concessionaris en één lid door genoemde partijen gezamenlijk. Op verzoek van de concessionaris is aan deze commissie een adviseur toegevoegd.
- c. Het aanwijzen van een instantie door Gedeputeerde Staten voor Zeeland die op basis van de eerder genoemde in 1972 uitgebrachte nota een onderzoek verricht naar de veranderingen in het grondwater- en zoutpatroon in de aanliggende polders ten gevolge van de bedijking van het industrie-terrein. Hiervoor werd door Gedeputeerde Staten bij schrijven van 21-7-1976 de Commissie Waterbeheersing en Ontziltling aangewezen.
In het onderzoek werd onderscheid gemaakt naar de consequenties die de inpoldering en opspuiting hebben gehad voor:
 - a. de waterhuishouding van de landbouwgronden
 - b. het natuurgebied "De Westgeul".

Van 1976 t/m 1980 is het onderzoek vooral gericht geweest op agro-hydrologische veranderingen die optraden en die voor de concessionaris en de beide schade-commissies van belang waren bij de beoordeling van schade-meldingen.

In sommige gevallen maakten ingediende schadeclaims het nodig ter plaatse aanvullende metingen te verrichten naar grondwaterdiepte, bodemgesteldheid of verzilting van de bovengrond.

Op de afwikkeling van schadeclaims zal hier niet nader worden ingegaan, omdat dit tot de taak van de schadecommissie behoort.

In dit rapport zal alleen het gedeelte van het onderzoek worden behandeld dat betrekking heeft op de grondwaterstandsveranderingen, die ten gevolge van de aanleg van het industrieterrein in de aangrenzende polders hebben plaatsgevonden en de consequenties hiervan voor de landbouw.

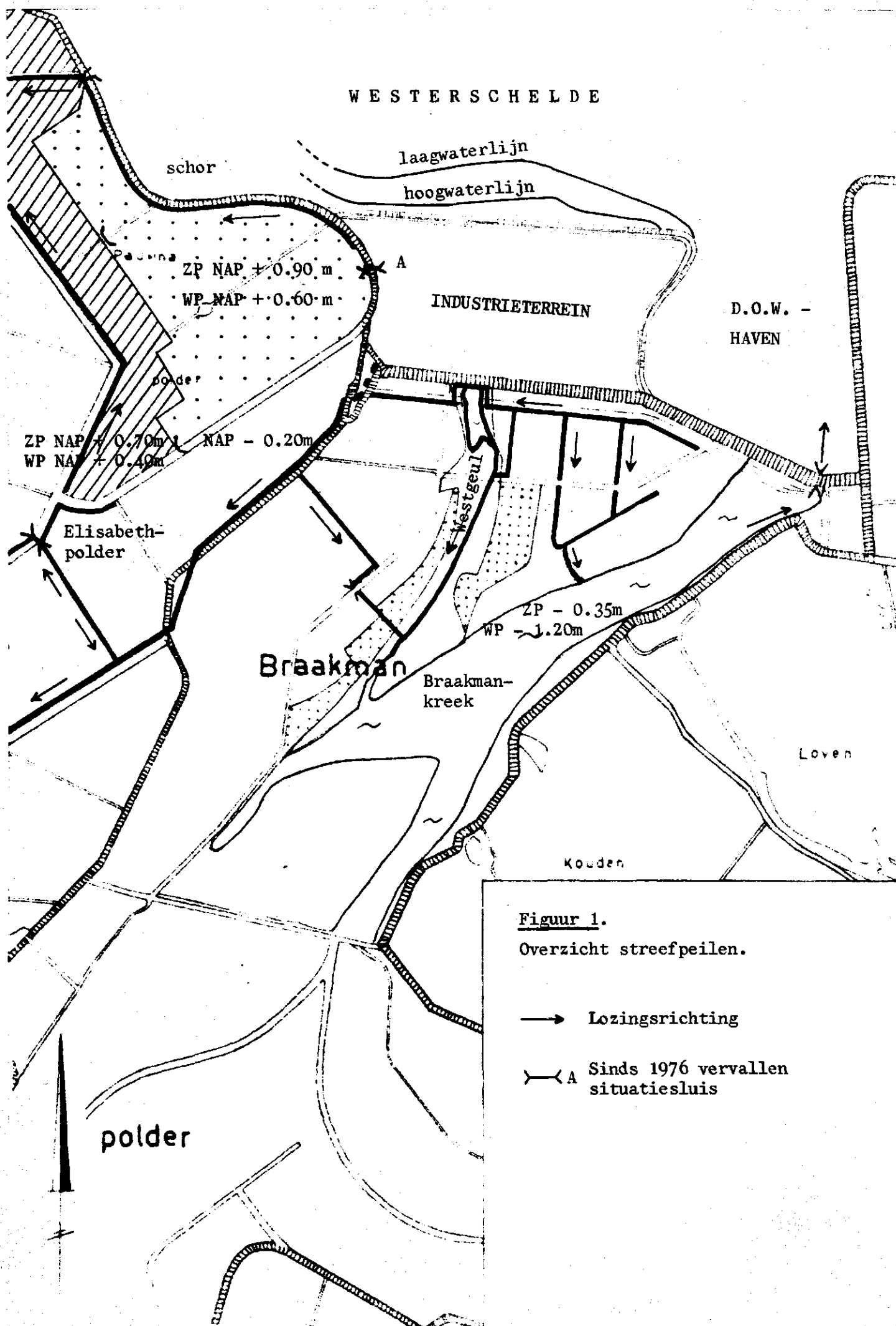
In een afzonderlijk uit te brengen tweede rapport zal nader worden ingegaan op de gevolgen van de bedijking voor het natuurgebied "De Westgeul".

De onder sub a en b genoemde commissies zijn in september 1975 aangesteld. Daar de samensteller van dit rapport deel uitmaakte van de onder sub a genoemde commissie en als adviseur aan de onder sub b vermelde commissie was toegevoegd, kon het onderzoek zich goed richten op de hydrologische vraagstellingen die binnen genoemde commissies naar voren kwamen naar aanleiding van schadeclaims e.d..

2. BODEMGESTELDHEID

De bovengrond van het onderzoeksgebied bestaat voor het grootste deel uit lichte plaatgronden met een zaveldek van 15 à 40 cm rustend op slibarm zand. De vochtvoorziening van de gewassen op dergelijke gronden is sterk afhankelijk van de grondwaterstand. Relatief geringe verlagingen van het grondwater kunnen reeds opbrengstdepressies veroorzaken.

De geologische gesteldheid van de ondergrond wordt voor het grootste deel van het onderzoeksgebied bepaald door een hoofdzakelijk met zand opgevulde veenloze kreek, die tijdens de Duinkerke-transgressie is ontstaan. Daaronder bevindt zich volgens gegevens van de Geologische Dienst op een diepte van 20 à 40 m het Midden Oligoceen of Rupélien. Deze kleiige afzetting kan als basis van het watervoerend pakket worden beschouwd.



3. PEILBEHEER EN MAAIVELDSHOOGTE

In de Paulina- en omliggende polders is sinds het in 1972 uitgevoerde onderzoek het peilbeheer veranderd.

In figuur 1 is een overzicht gegeven van de huidige streefpeilen en de stroomrichting in de open waterlopen. Voor 1976 vond de afwatering plaats via de op bijlage 1 met A gekenmerkte suatiesluis.

In het gedeelte van de Paulinapolder dat binnen het onderzoeksgebied valt wordt vanaf 1976 tijdens het groeiseizoen door middel van stuwen een open waterpeil nagestreefd van N.A.P. + 0.90 m. Voor de winter ligt het streefpeil 0.30 m lager.

De maaiveldshoogte ligt overwegend tussen N.A.P. + 1.50 m en 2.00 m.

Het noordoostelijke deel van de Elisabethpolder staat sterk onder invloed van het peil van het langs de zuidelijke dijk lopende Elisabethkanaal, dat oorspronkelijk diende als hoofdleiding naar het thans vervallenemaal. De afwatering via deze leiding gaat sinds 1976 in omgekeerde richting via de nieuw gegraven hoofdafvoerleiding van Biervliet naar de suatiesluis te Nol Zeven. Het peil is hierdoor gewijzigd van N.A.P. - 0.60 m in N.A.P. - 0.20 m.

De maaiveldshoogte bedraagt hier gemiddeld N.A.P. + 1.60 m.

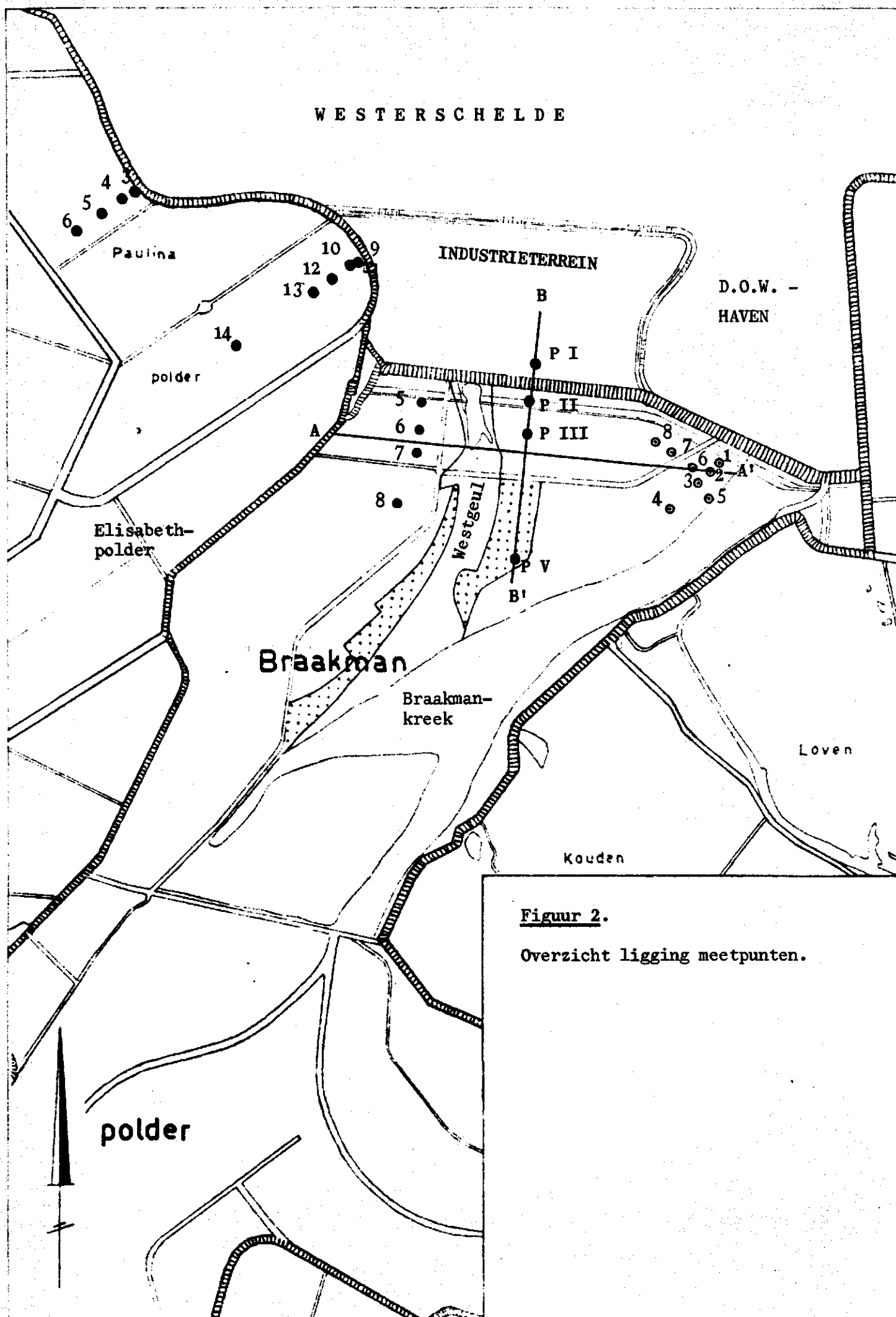
In het westelijk van de Westgeul gelegen gedeelte van de Braakmanpolder staat de grondwaterstand sterk onder invloed van het peil in het Elisabethkanaal (N.A.P. - 0.60 m) en dat in de Westgeul N.A.P. + 0.10 m.

Oostelijk van de Westgeul doet de drainerende invloed van de Westgeul en Braakmankreek zich gelden. Vooral naar de laatste kreek, die een winterpeil tot N.A.P. - 1.20 m en een zomerpeil van N.A.P. - 0.30 m heeft, vindt veel afstroming van grondwater plaats.

4. PROBLEEMSTELLING

De buitendijks van de Paulina- Elisabeth- en Braakmanpolder gelegen schorren, de zogenaamde "Mosselbanken", werden onder invloed van de getijbeweging in de Westerschelde 2x per etmaal gevoed. Als gevolg hiervan vond vanuit de schorren een continue kwelstroming naar de polders plaats, die in het aan de zeedijk grenzende poldergebied een verhoging van de grondwaterstand veroorzaakte. Deze grondwaterstandsverhoging had op deze in het algemeen droogtegevoelige gronden tijdens het groeiseizoen een positieve invloed op de vochtvoorziening van de gewassen.

Door het bedijken en opspuiten van 800 ha van het schorrengebied is de invloed van de getijbeweging weggefallen. Hierdoor is de toestroming van water uit het voormalige schor naar de polders veranderd, waardoor de grondwaterstanden in de polders mogelijk zijn beïnvloed. Tijdelijke schade door zout- en wateroverlast kan zich hebben voorgedaan doordat het terrein werd opgehoogd door opspuiten van zout zand uit de Westerschelde. Daarnaast moest rekening gehouden worden met mogelijke gevolgen voor het grondwaterregiem in het aangrenzende landbouwgebied van de aanleg van de industriehaven tussen het nieuw bedijkte industrieterrein en de Nieuw Neuzenpolder. Voor de aanleg van de haven waren ontgravingen van buitendijkse gronden nodig van ca N.A.P. + 1.50 m tot N.A.P. - 11.00 m. Voorts zou de inpoldering van de schorren consequenties kunnen hebben voor het peil en het brakke milieu van de onder natuurbescherming vallende kreek "de Westgeul".



5. WIJZE VAN ONDERZOEK

Eind 1975 is begonnen met het inrichten van het meetnet.

Hierbij is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de voor het vorige onderzoek geplaatste buizen. Onklaar geraakte of verdwenen buizen zijn vervangen en waar nodig en mogelijk is het meetnet uitgebreid. Een overzicht van dat meetnet is weergegeven in figuur 2.

De waterschappen Het Vrije van Sluis en De Verenigde Braakmanpolders verleenden hun medewerking bij het opnemen van de grondwaterstanden en open waterpeilen die ongeveer met een frequentie van eenmaal per week werden waargenomen.

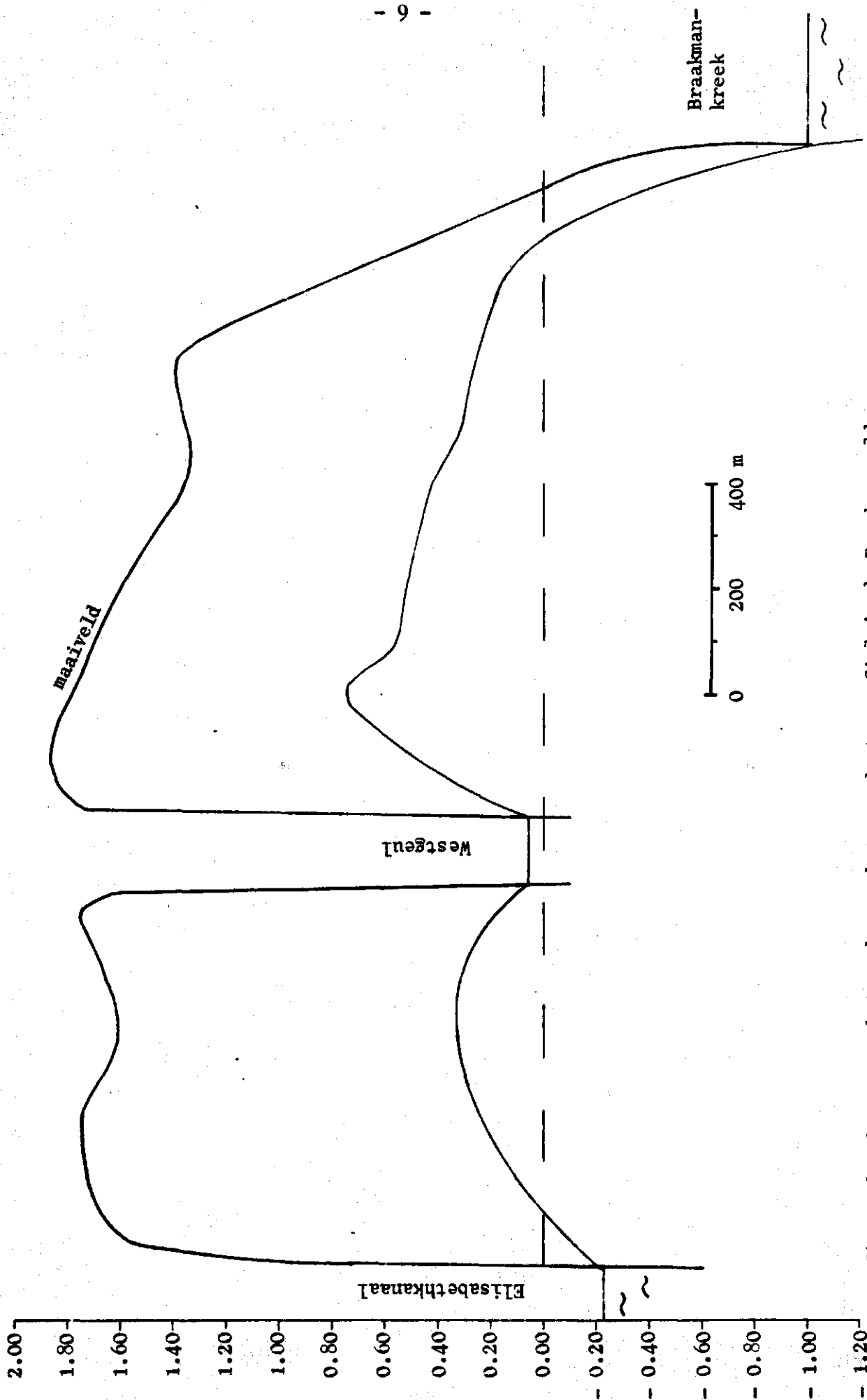
De gemeten grondwaterstanden zijn gerelateerd aan referentiepunten die buiten de invloedssfeer van de inpoldering liggen. Deze gegevens zijn vergeleken met die van vóór de inpoldering. Op deze wijze, al naar gelang gegevens die beschikbaar waren, zijn de veranderingen in het grondwater ten gevolge van de inpoldering zo goed mogelijk vastgesteld.

6. DE INVLOED VAN DE INPOLDERING OP DE GRONDWATERSTAND

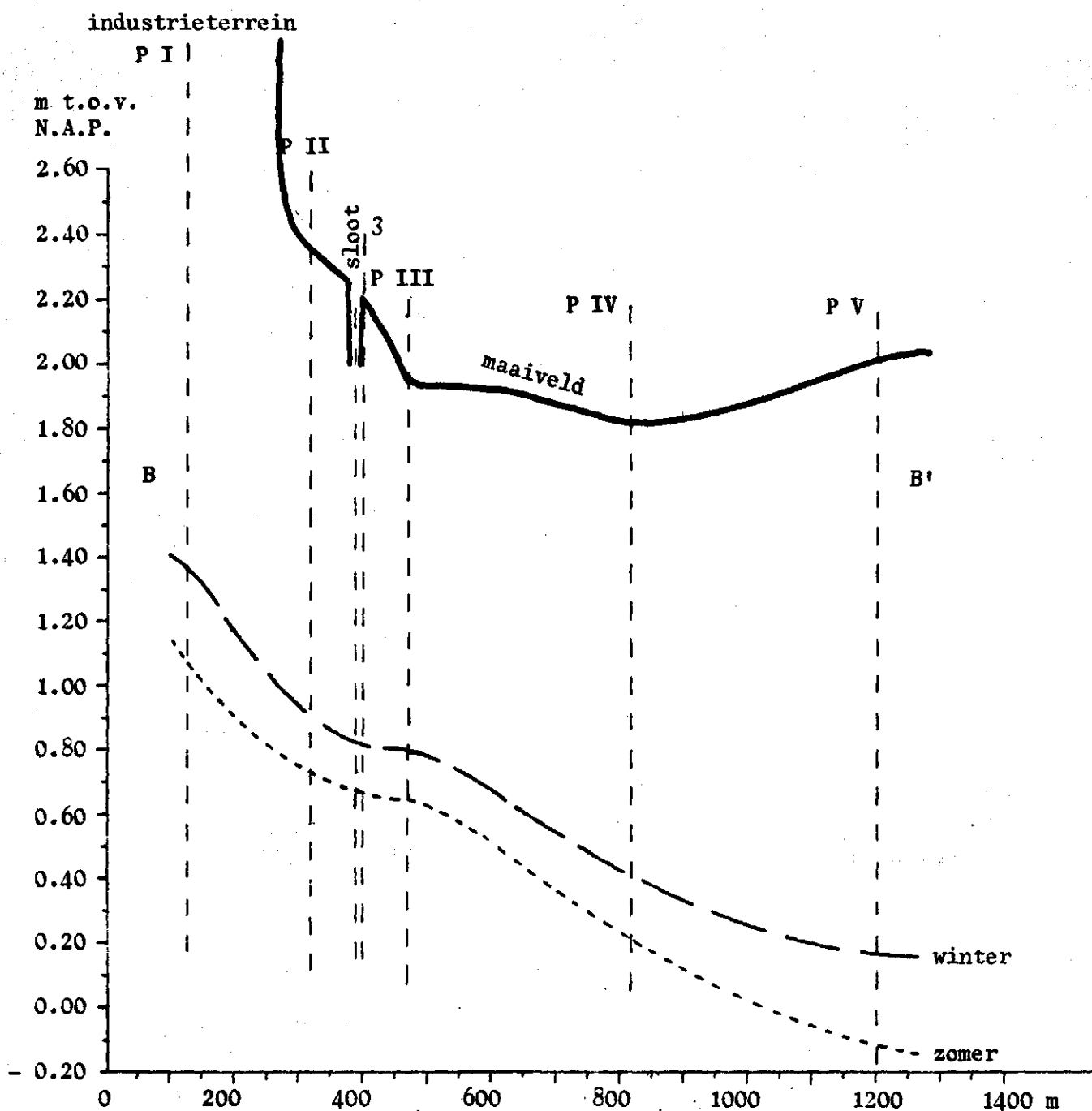
6.1. B r a a k m a n p o l d e r

Voor de indijking van de Mosselbanken stond het grondwater in het noordelijk deel van de polder onder invloed van kwel. De Braakmankreek, de Westgeul en het Elisabethkanaal hebben hier echter een sterk verlagende invloed op de grondwaterstand. Dit wordt duidelijk geïllustreerd door de verticale doorsnede in figuur 3. In de dwarsdoorsnede, weergegeven in figuur 4, zijn de gemiddelde zomer- en wintergrondwaterstanden van 1980 ingetekend. De fluctuatie tussen zomer en winter bedraagt gemiddeld niet meer dan 0.30 m. Ook na de inpoldering moet er vanuit het industrieterrein nog een kwelstroming naar de polder optreden, die een grondwaterstandsverhoging veroorzaakt welke evenredig met de afstand tot de zeedijk afneemt. Toch is de grondwaterstand in het algemeen voor deze lichte

m t.o.v.
N.A.P.



Figuur 3. Oost-west doorsnede van het grondwaterprofiel in de Braakmanpolder.
(Boorgaten opname 18-10-1976).
Raai A - A'. Zie voor de ligging bijlage 2.



Figuur 4. Noord-zuid doorsnede van het grondwaterprofiel in de Braakmanpolder. Raai B - B'. Zie voor de ligging bijlage 2.

gronden te diep om een goede vochtvoorziening van de landbouwgewassen te waarborgen.

Aan de hand van de waarnemingen van de diepe peilbuizen, is nagegaan welke veranderingen in de stijghoogte van het grondwater zijn opgetreden. Daar de buizen P I en P II binnen het werkterrein stonden, zijn die tijdens de werkzaamheden onklaar geraakt. Beide peilbuizen zijn in 1977 herplaatst zodat vanaf dat jaar gegevens van na de indijking beschikbaar zijn.

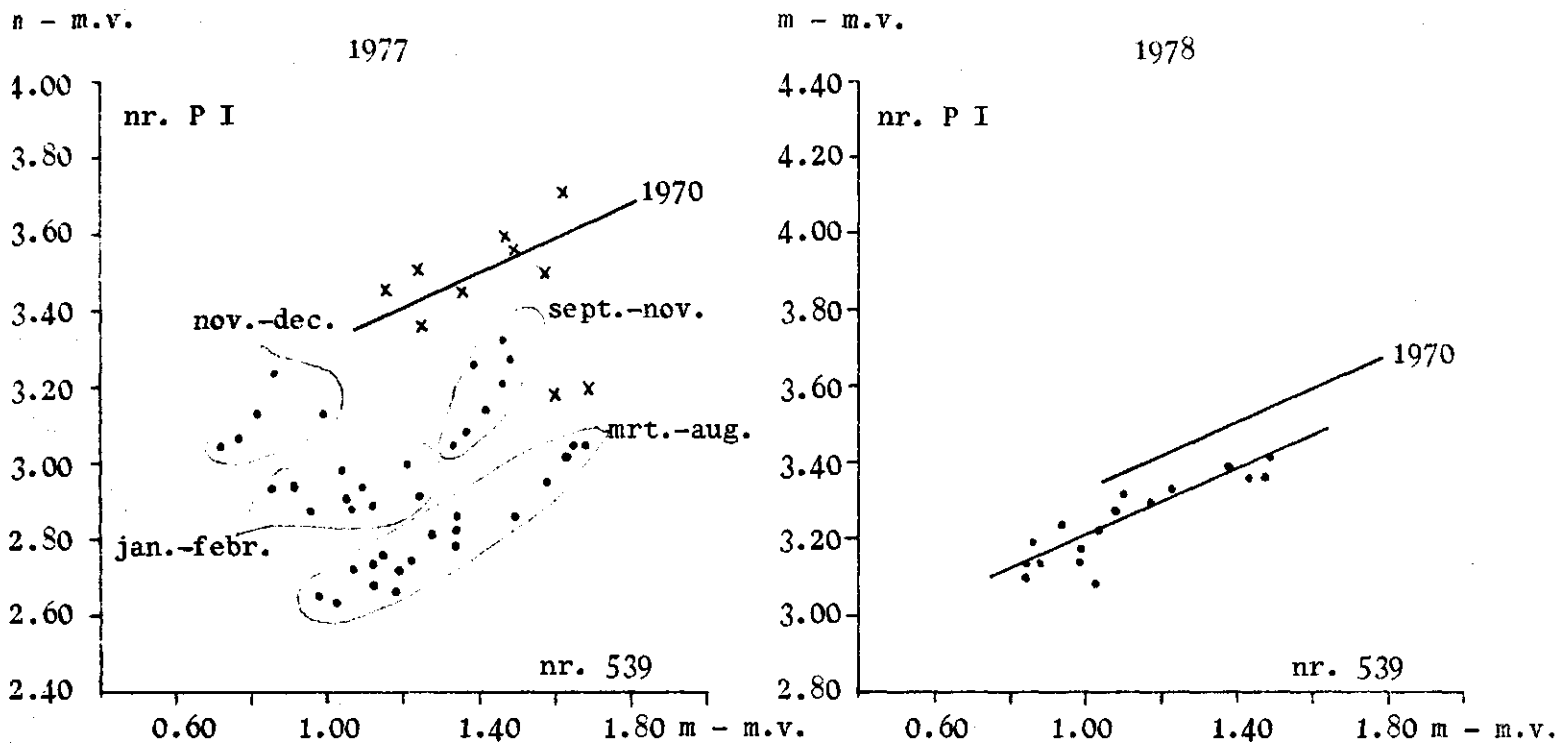
6.1.1. De grondwaterstandsveranderingen oostelijk van de Westgeul

De veranderingen in de stijghoogten van het grondwater zijn vastgesteld aan de hand van zogenaamde regressiediagrammen. Hierdoor is de invloed van jaarlijkse verschillen in neerslag op de grondwaterstand geëlimineerd. Voor dit doel zijn de betreffende peilbuizen gecorreleerd met een referentiepunt dat buiten de invloedssfeer van de indijking ligt.

Voor de jaren 1976 t/m 1979/80 zijn voor zover gegevens beschikbaar waren, regressiediagrammen voor elk afzonderlijk jaar gemaakt. Deze zijn vergeleken met die van voor de afsluiting. Hiervoor zijn de gegevens gebruikt van het jaar 1970.

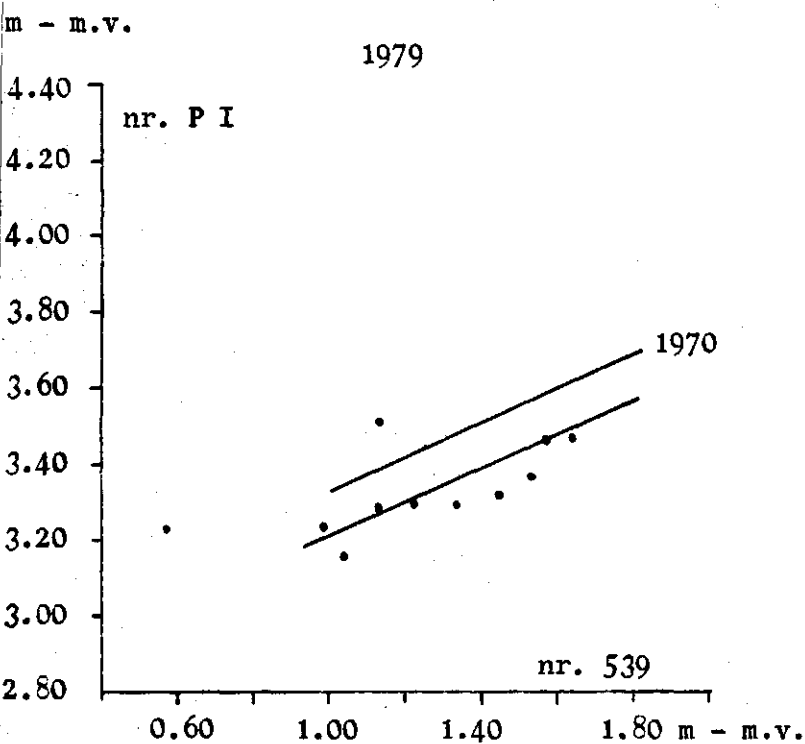
Voor de Braakmanpolder is als referentiepunt gebruik gemaakt van de dagelijks waargenomen grondwaterstandsbuis 539 in de Kraaijertpolder (Zuid-Beveland). Indien ten gevolge van de veranderde situatie een verhoging of verlaging van de grondwaterstand zou zijn opgetreden, dan zouden de waarnemingspunten in de regressiediagrammen in het betreffende jaar gemiddeld lager of hoger liggen dan die in 1970.

In figuur 5 is het regressiediagram voor 1977 weergegeven van P I. Daar dit waarnemingspunt in het op te hogen terrein ligt, mag hier de grootste verandering in de grondwaterstand worden verwacht. De punten in de figuur tonen een grote spreiding. Als ze echter naar de tijd onderverdeeld worden, dan blijkt dat in het jaar 1977 zeer tijdelijke



Figuur 5.

Figuur 6.



Figuur 7. Regressiediagrammen van stijgbuis P I (Braakman) met referentiepunt 539.

x Waarnemingen van vóór de afdamming (1970).

veranderingen in het grondwater zijn opgetreden. In het begin van het jaar heeft een stijging van het grondwater van ongeveer 0.50 m plaats gevonden. Van maart t/m augustus is de gemiddelde stijging ongeveer 0.70 m. Bij navraag bleken in deze periode zandopspuitingen dicht onder de zeedijk te zijn opgevoerd. In november-december neemt de stijging weer af tot ongeveer 0.20 m.

In 1978 blijkt uit figuur 6 de verhoging ten opzichte van vroeger gereduceerd te zijn tot ca 0.10 m. Een identiek beeld geeft figuur 7 voor het jaar 1979.

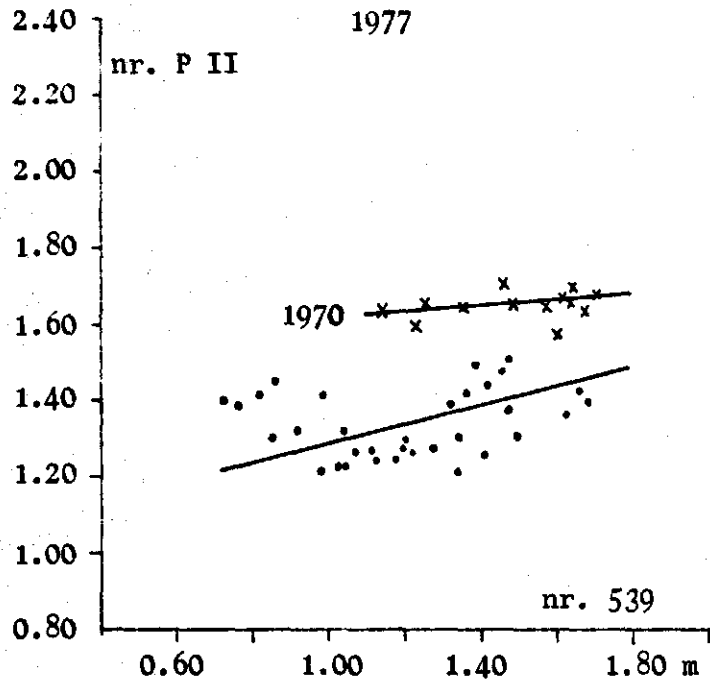
Peilbuis P II staat in de tusschen het industrieterrein en de cultuurgronden aangelegde groenstrook. De regressiediagrammen van deze buis zijn weergegeven in de figuren 8 t/m 11. In figuur 8 zijn de waarnemingen van zowel 1970 als 1977 uitgezet. Hieruit valt een gemiddelde verhoging van het grondwater van 0.30 m af te leiden. De verhoging is bij de hoge grondwaterstanden het grootst.

Uit figuur 9 blijkt in 1978 de verhoging nog maar 0.05 à 0.20 m te bedragen. Hetzelfde beeld geven de figuren 10 en 11 te zien voor de jaren 1979 en 1980.

Een identieke bewerking is uitgevoerd voor de waarnemingen van P III en P V op respectievelijk 280 en 930 m landinwaarts van de oude zeedijk gelegen. Uit de regressiediagrammen is vervolgens voor elk jaar de gemiddelde verhoging vastgesteld. Deze is in figuur 12 uitgezet tegen de afstand tot de oude zeedijk. De figuur laat zien dat vanaf 1978 een soort evenwichtstoestand is ontstaan. Daar de afstand tussen de teen van de oude zeedijk en de dichts bijgelegen cultuurgronden circa 200 m bedraagt, blijkt uit figuur 12 dat de verhoging van het grondwater in de landbouwgronden minder dan 0.10 m is. In het gedeelte van de polder binnen de invloedssfeer van de inpoldering bevindt het grondwater zich vrij diep ten opzichte van het maaiveld (zie figuur 4).

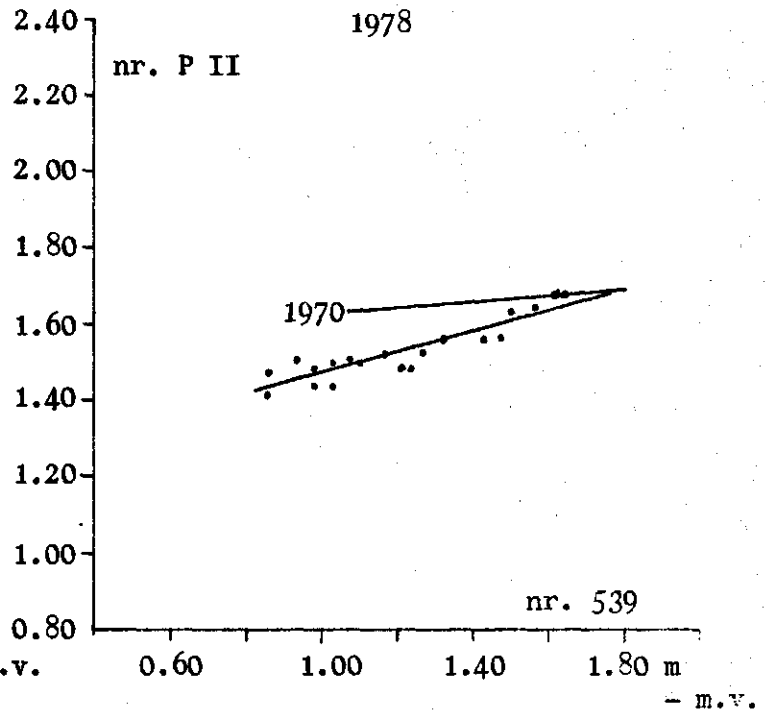
De in het voorgaande afgeleide verhogingen van het grondwater kunnen dan ook niet tot wateroverlast hebben geleid.

m - m.v.



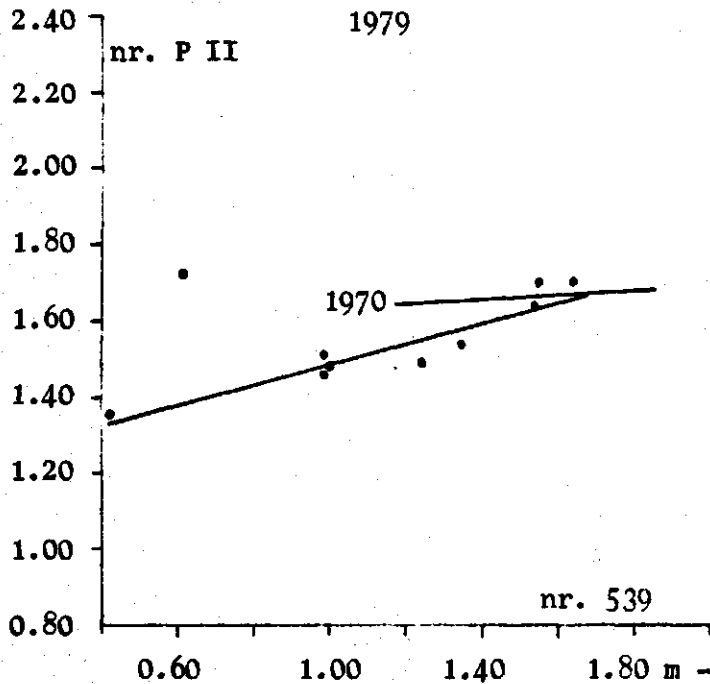
Figuur 8.

m - m.v.



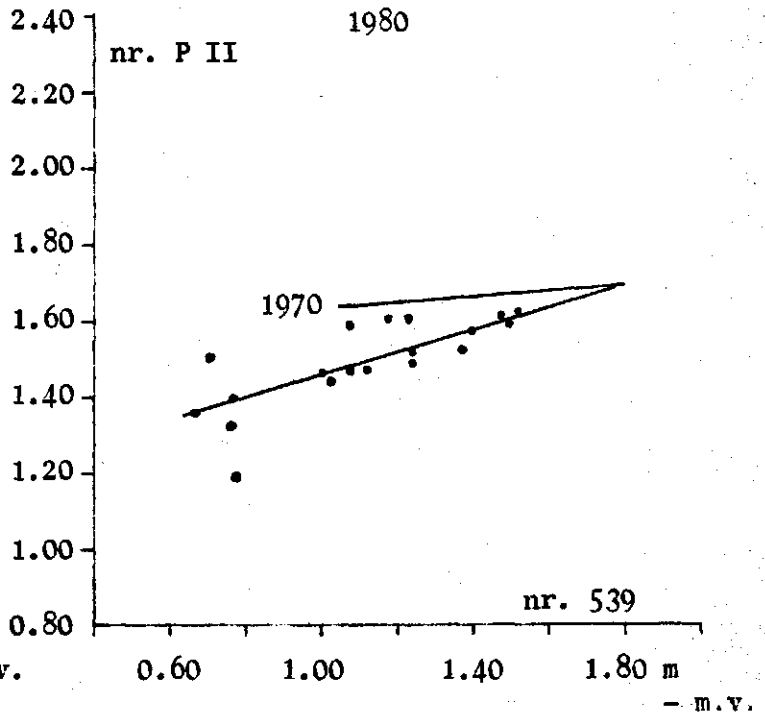
Figuur 9.

m - m.v.



Figuur 10.

m - m.v.



Figuur 11.

Regressiediagrammen van stijgbuis P II (Braakman) met referentiepunt 539.

x Waarnemingen van vóór de afdamming (1970).

6.1.2. De grondwaterstanden westelijk van de Westgeul

De raai landbouwbuizen 5 t/m 8 aan de westzijde van de Westgeul werd pas in begin 1976, dus tijdens de indijking geplaatst. Als gevolg hiervan was een directe vergelijking met de toestand vóór de indijking niet mogelijk.

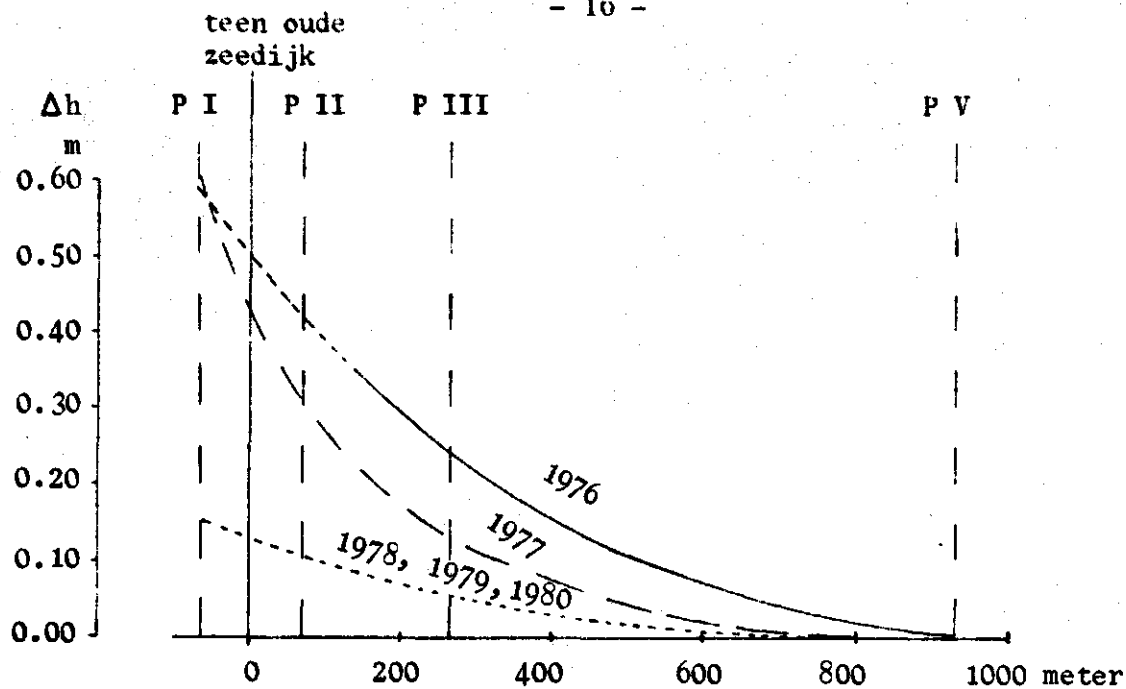
Uit de tijdstijghoogtediagrammen in de figuren 13 t/m 15 blijkt dat zelfs in de jaren dat de grootste verhogingen zijn opgetreden, de grondwaterstanden zodanig zijn geweest, dat geen wateroverlast kan zijn opgetreden.

6.1.3. De grondwaterstandsveranderingen in de landbouwpercelen grenzend aan de Braakmanhaven

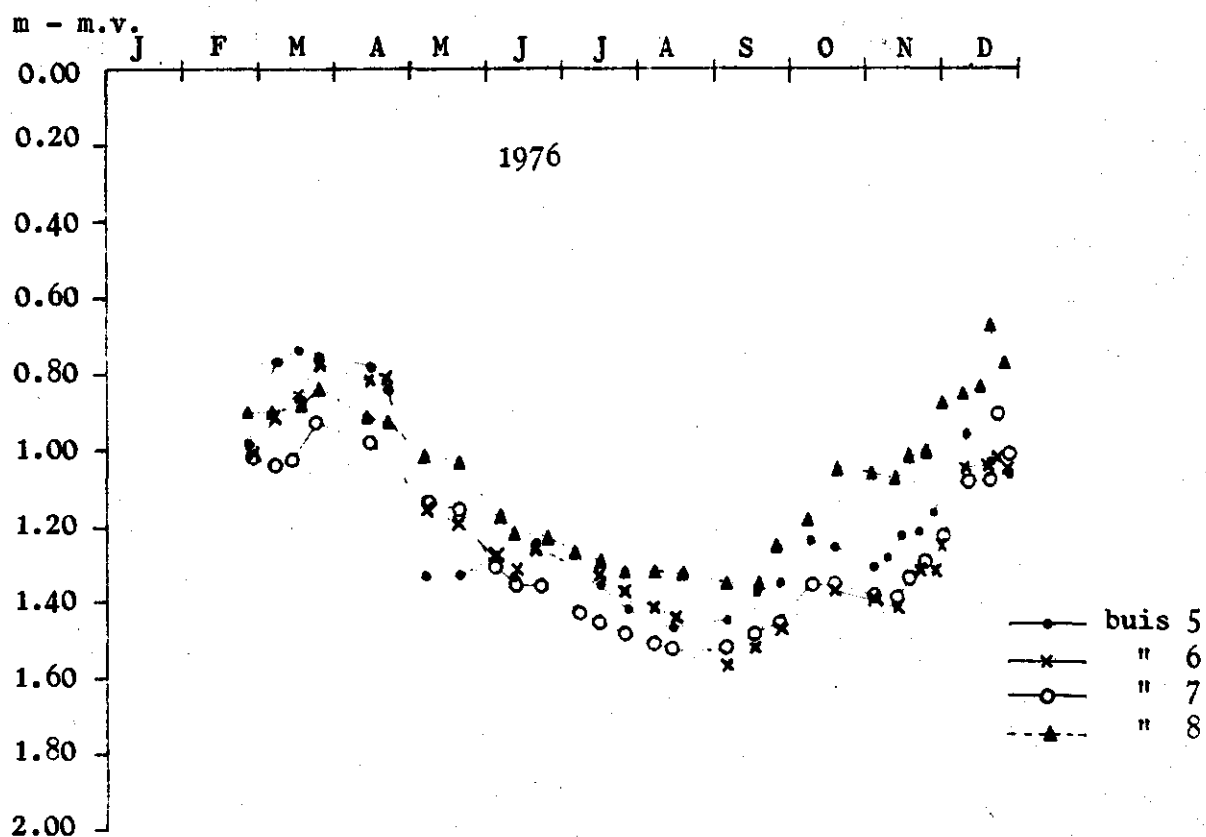
Oostelijk van de bedijkte schorren is een nieuwe industriehaven aangelegd. Ten behoeve hiervan zijn ter plaatse de buitendijkse gronden ontgraven waardoor de kwelstroming naar de polder vermoedelijk minder is geworden.

De invloed die de aanleg van deze werken op de grondwaterstand in de aangrenzende cultuurgronden kan hebben gehad, is nagegaan aan de hand van 2 korte raaien peilbuizen die in 1979 zijn geplaatst. (figuur 2). In de raaidoorsneden, figuren 16 en 17, is de in het voorjaar van 1979 gemeten grondwaterstand ingetekend. In figuur 17 is tevens de voor de oude toestand gereconstrueerde grondwaterstand weergegeven.

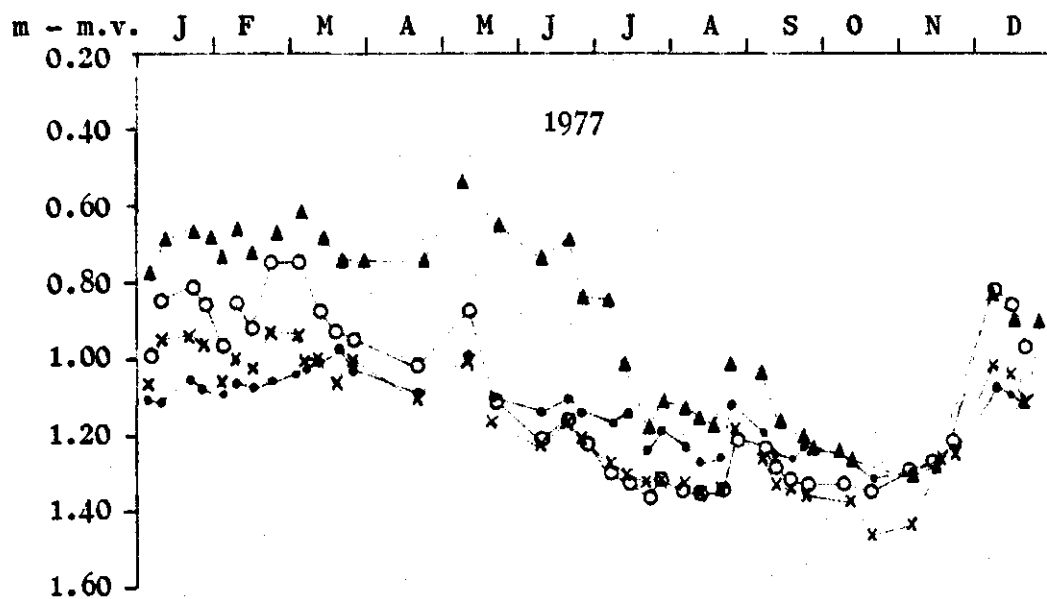
Daar de landbouwgronden circa 150 m van de teen van de oude dijk verwijderd liggen volgt uit figuur 17 dat op die afstand verlaging van het grondwater door het weggraven van het schor maar zeer gering kan zijn.



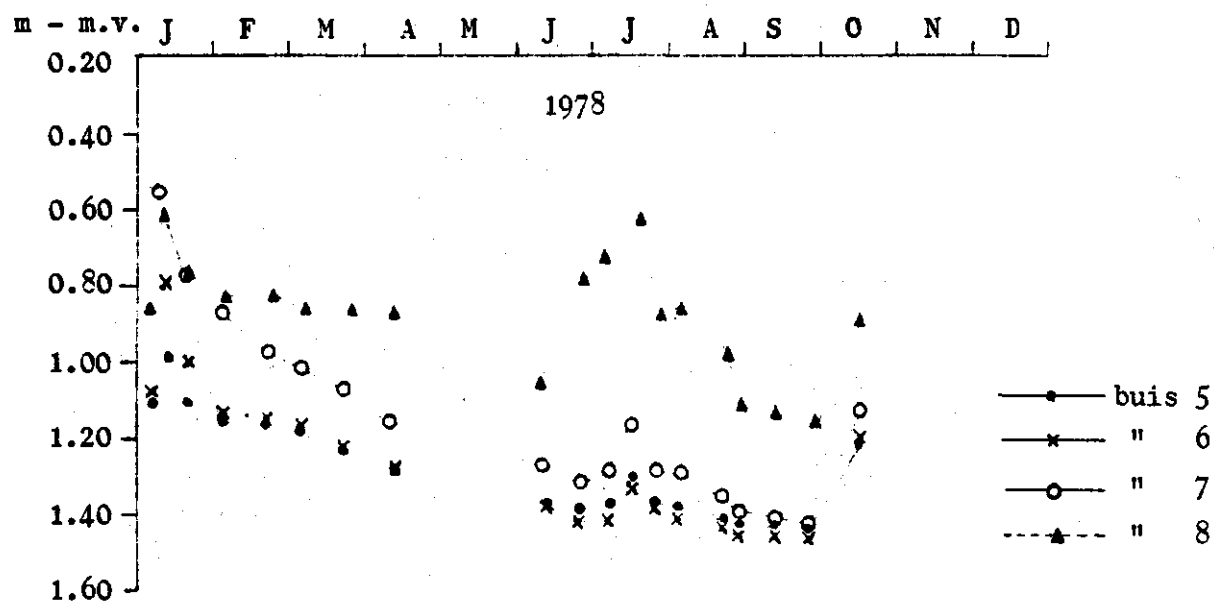
Figuur 12. De verandering in de stijghoogte van het grondwater in de Braakmanpolder als gevolg van de aanleg van het industrieterrein in relatie tot de afstand tot de zeedijk.



Figuur 13. Tijdstijghoogtediagram ten opzichte van maaiveld van de buizen 5, 6, 7 en 8 in de Braakman voor het jaar 1976.



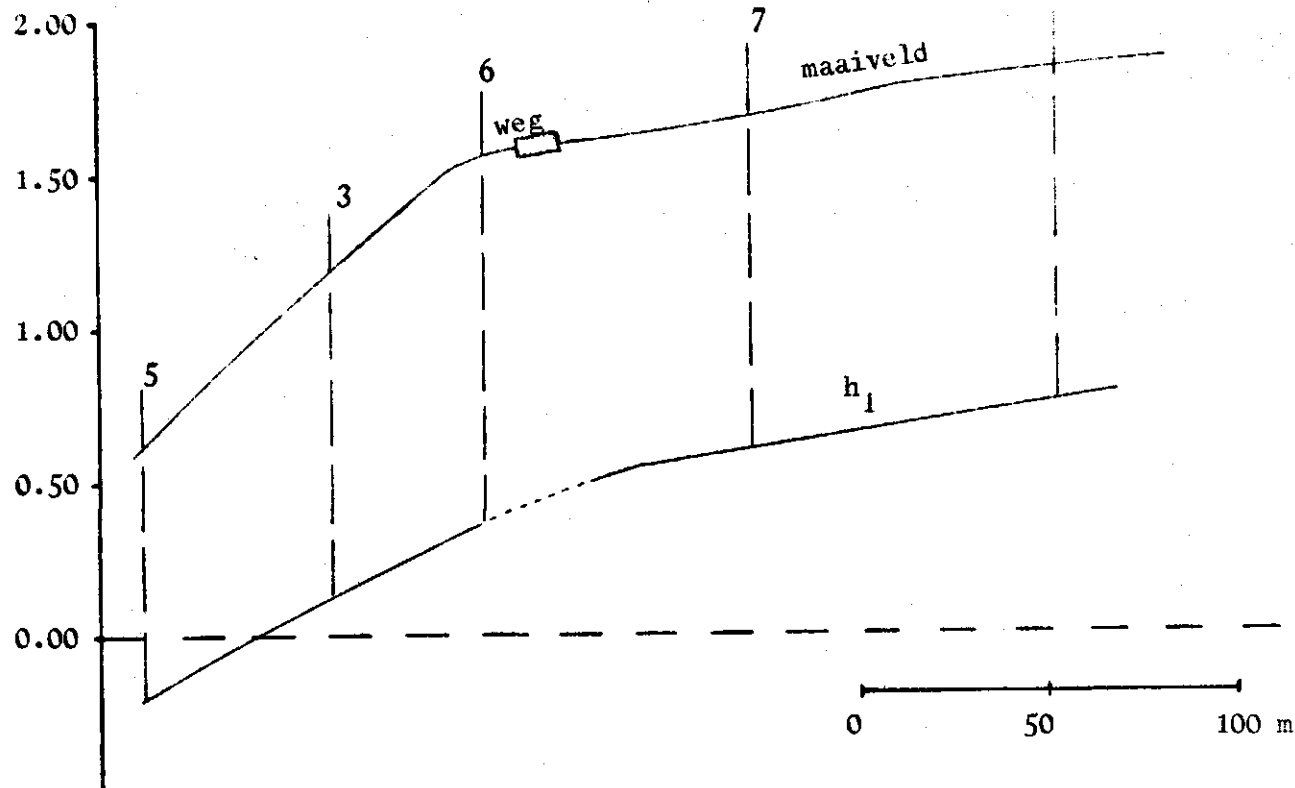
Figuur 14.



Figuur 15. Tijdstijghoogtediagrammen ten opzichte van maaiveld van de buizen 5, 6, 7 en 8 in de Braakman voor de jaren 1977 en 1978.

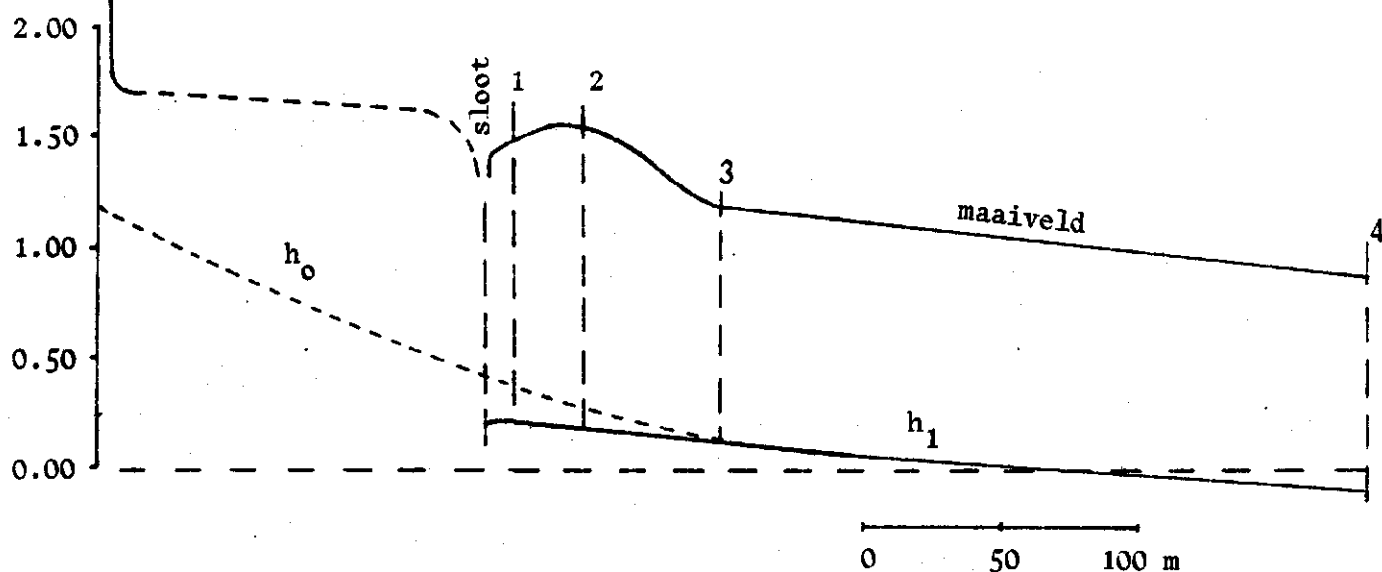
m t.o.v.
N.A.P.

- 18 -



Figuur 16. Grondwaterstand op 18-4-1979 in oost-west raai ten zuiden van de D.O.W.- haven. Zie voor de ligging figuur 2.

m t.o.v.
N.A.P.



Figuur 17. Vermoedelijke grondwaterstand vóór inpoldering (h_0) en grondwaterstand gemeten op 18-4-1979 (h_1) zuidelijk van de D.O.W. - haven in de Braakmanpolder.

6.2. Paulinapolder

In vergelijking met de situatie in de Braakmanpolder komt met name in de zuidelijke raai de grondwaterstand dicht onder maaiveld voor. (Figuren 18 en 19). Hierdoor zijn deze gronden niet alleen kwetsbaarder voor verdroging bij verlaging van het grondwater, maar ook stijgingen van het grondwater kunnen snel problemen van wateroverlast veroorzaken. Van de 2 raaien grondwaterstandsbuizen in de Paulinapolder grenst de zuidelijke raai (buizen 9 t/m 14) aan het nieuw opgespoten industrie-terrein. De noordelijke raai nrs. 3 t/m 6 valt buiten de nieuw bedijkte oppervlakte (zie figuur 2).

In eerste aanleg is nagegaan in hoeverre de grondwaterstand in laatstgenoemde raai onder invloed heeft gestaan of staat van het opspuiten van het schor en van de bedijking. De invloed van het opspuiten is van tijdelijke aard, de bedijking kan blijvende consequenties hebben.

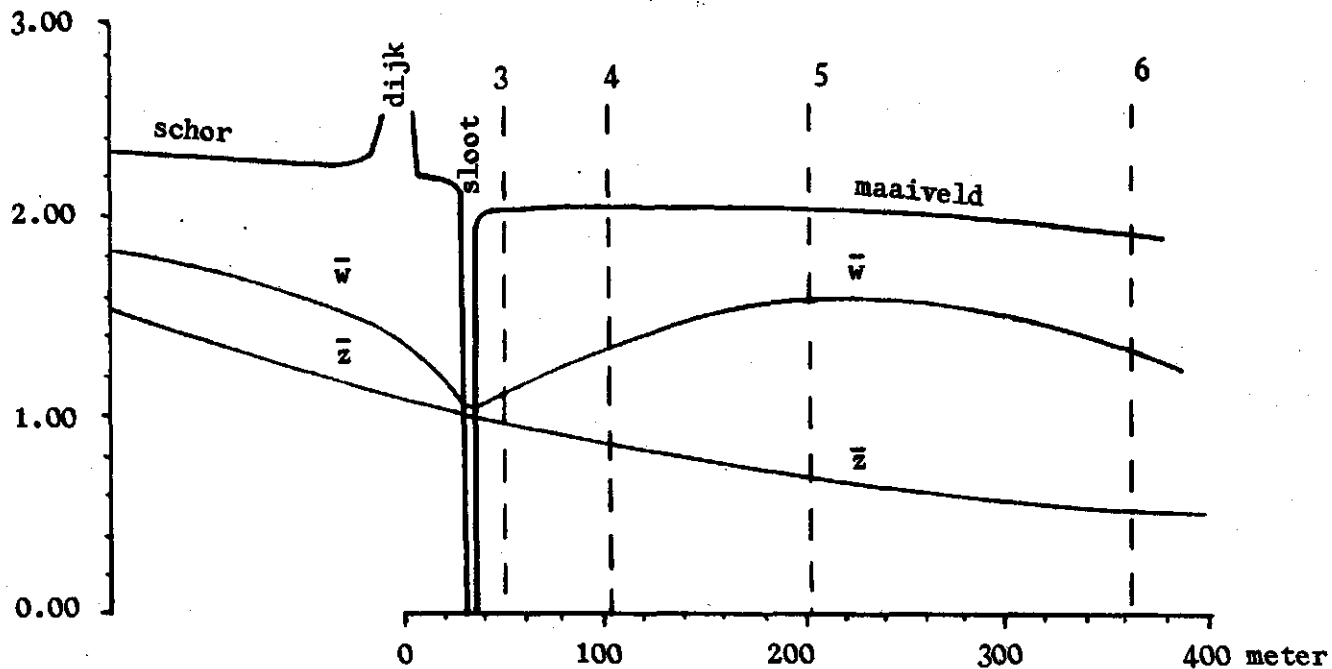
Om een inzicht te krijgen in genoemde invloeden, zijn de grondwaterstandsgegevens van de buizen 4 en 5 van een willekeurig jaar vóór de aanvang van de werkzaamheden, waarover metingen beschikbaar waren (1970) en de jaren na de inpoldering door middel van regressiediagrammen gerelateerd aan die van referentiepunt 539. Het resultaat is weergegeven in de figuren 20 t/m 25. De correlatie in de regressiediagrammen blijkt voor 1976 geringer te zijn, dan die voor de daarop volgende jaren.

In de figuren 20 en 21 wijkt een aantal punten van 1976 door een te hoge waterstand tamelijk veel af van die van 1970. Het betreft hier enkele achtereenvolgende waarnemingen, die zijn gedaan in de periode van half september tot eind november. Daarna daalt het grondwater weer tot een niveau dat overeenkomt met dat vóór de inpoldering van het schor. Het beeld komt overeen met dat van het jaar 1977 in de Braakmanpolder (figuur 5).

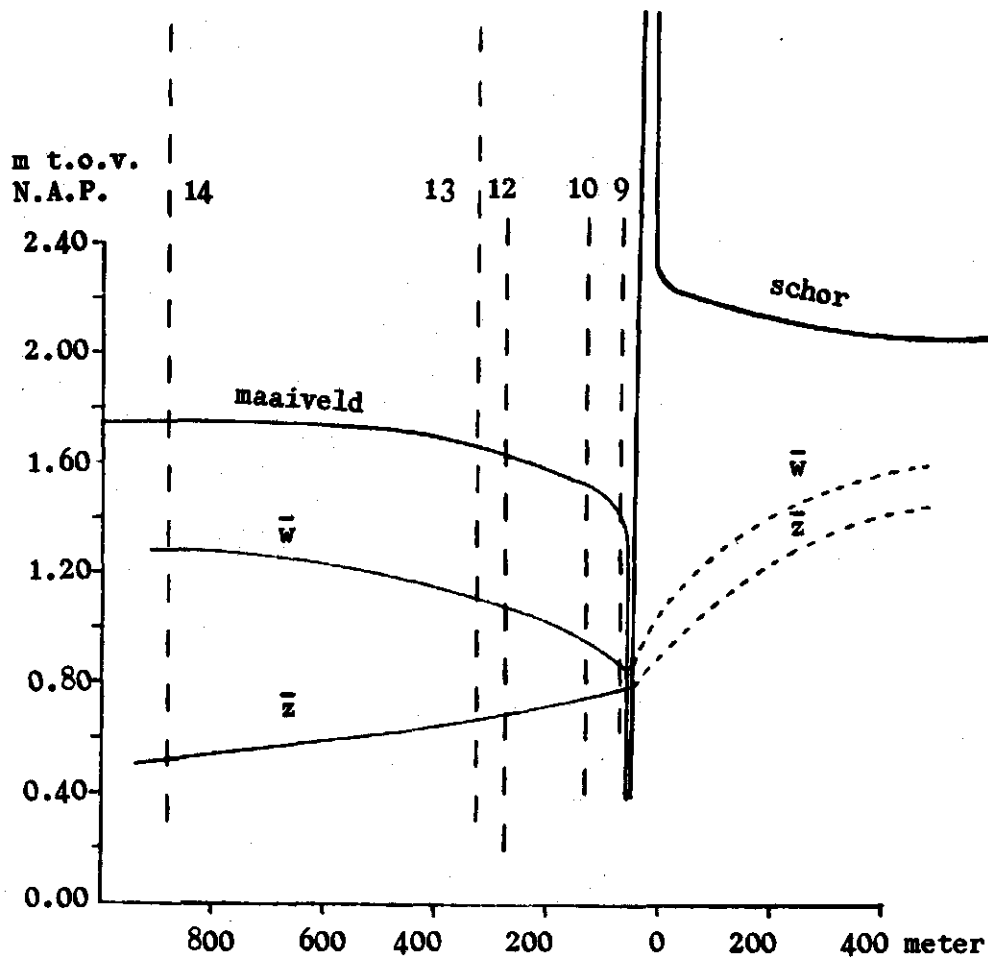
De diagrammen voor de jaren 1977 en 1978 in de figuren 22 t/m 25 vertonen daarentegen geen significante afwijkingen ten opzichte van de oorspronkelijke toestand. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de invloed van de bedijking op de grondwaterstand in deze raai met uitzondering van de tijdelijke verhoging in 1976 nihil is. Ook hier kan de oorzaak van genoemde verhoging worden toegeschreven aan de opspuitingen die in dat

Gemiddelde zomer- en wintergrondwaterstand.

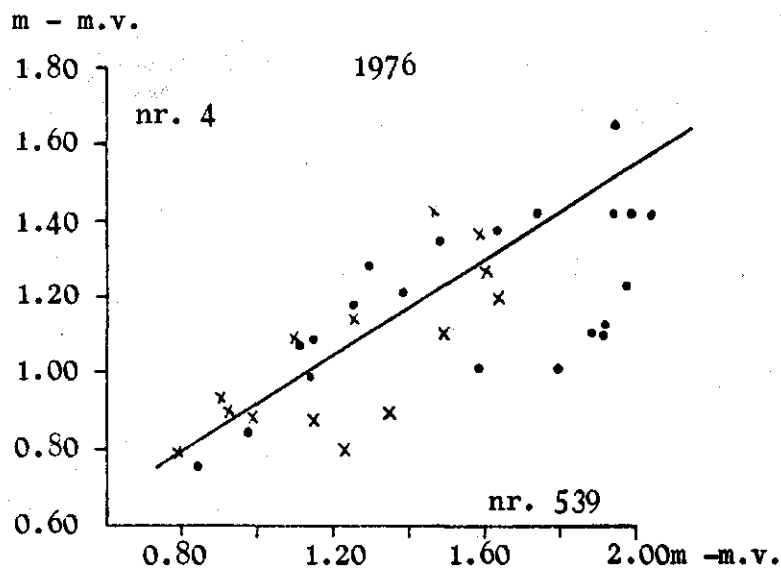
m t.o.v.
N.A.P.



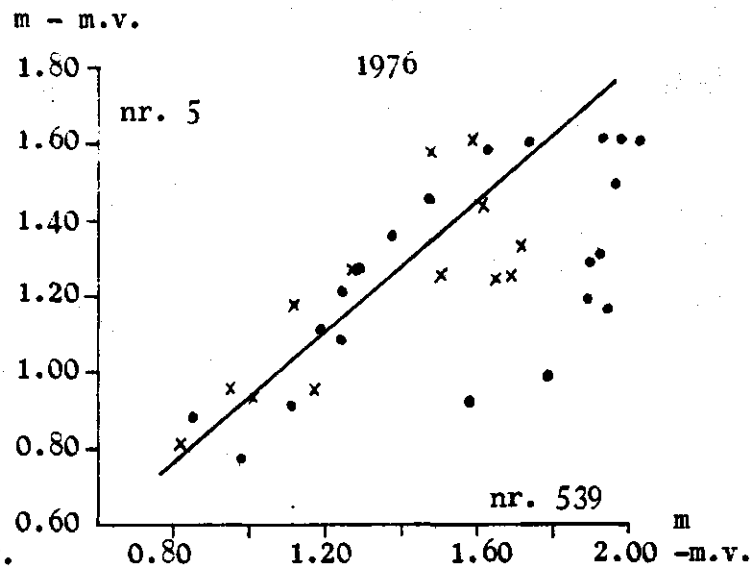
Figuur 18. Noordelijke raai van de Paulinapolder.



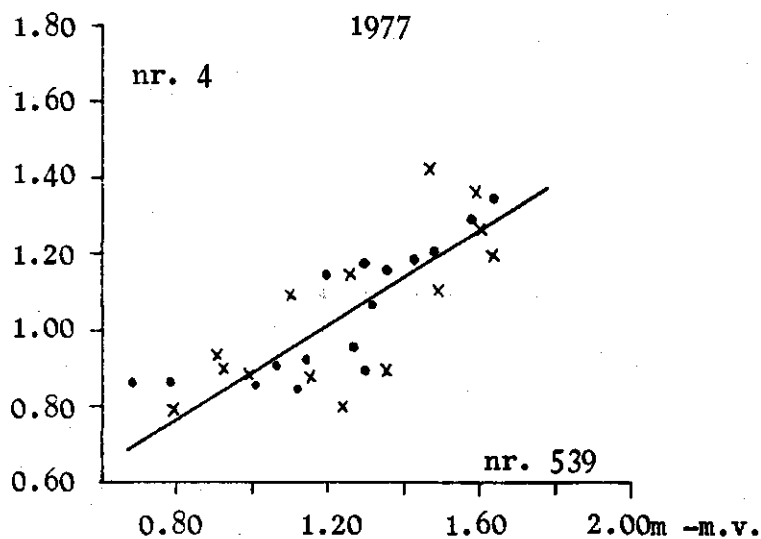
Figuur 19. Zuidelijke raai van de Paulinapolder.



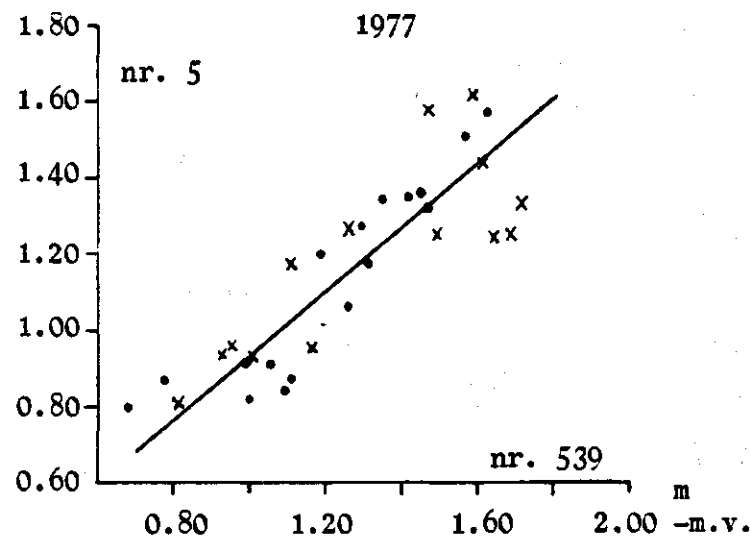
Figuur 20.



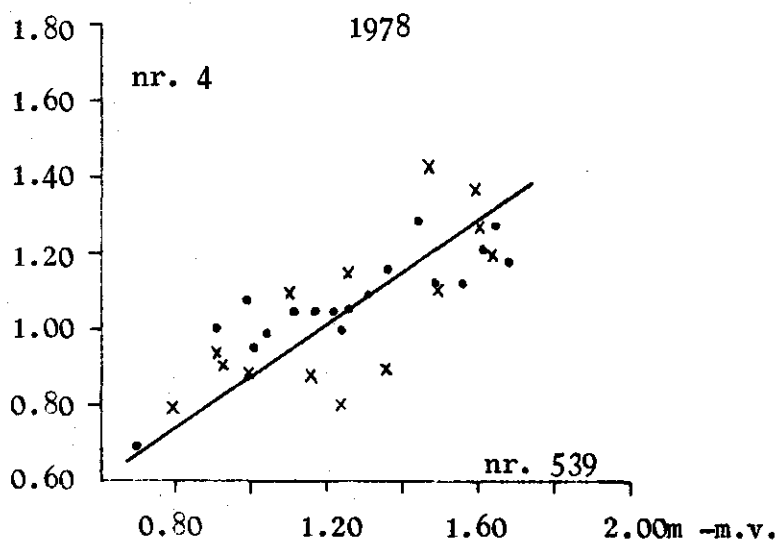
Figuur 21.



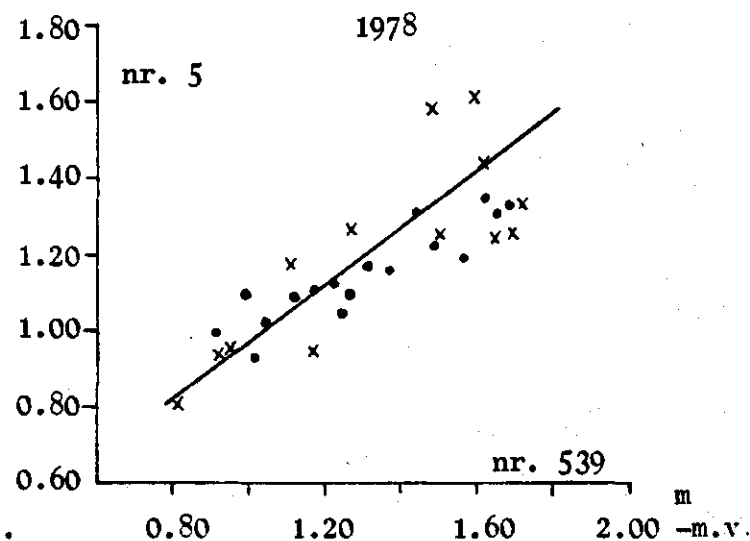
Figuur 22.



Figuur 23.



Figuur 24.



Figuur 25.

Figuren 20 t/m 25. Regressiediagrammen van de buizen 4 en 5 in de Paulinapolder met referentiepunt 539 voor de jaren 1970 (vóór de inpoldering) en 1976 t/m 1978 (tijdens en na de inpoldering).

x Waarnemingen van 1970.

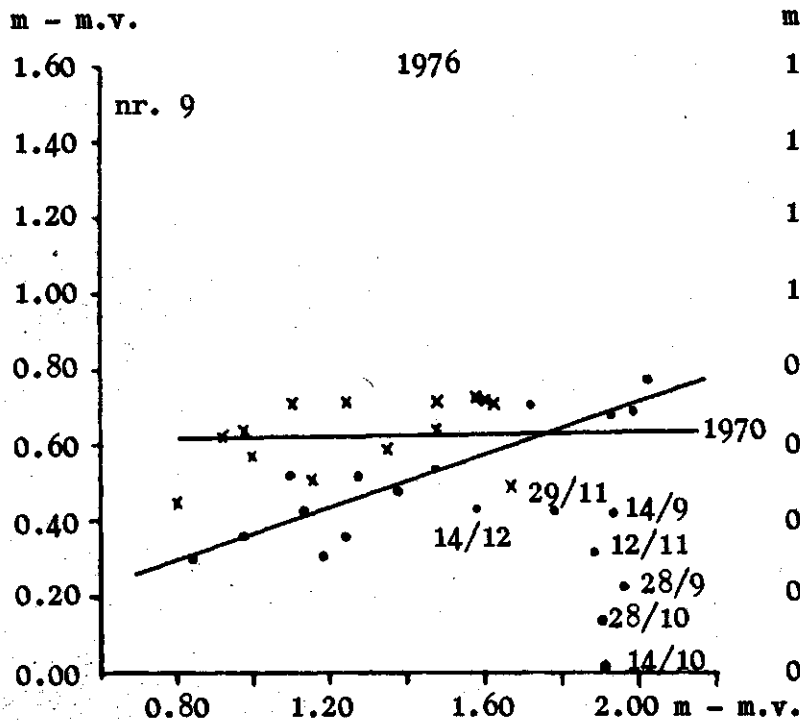
jaar aan de westzijde binnen het bedijkte schor plaats vonden. Na deze constatering is buis 4 naast waarnemingspunt 539 gebruikt als referentiepunt voor het vaststellen van mogelijke veranderingen in de grondwaterstand in de zuidelijke raai. Het punt heeft als voordeel boven buis 539 dat het in dezelfde polder is gelegen. Hierdoor worden verschillen in polderwaterbeheer en verschillen in neerslagverdeling grotendeels geëlimineerd met als gevolg in het algemeen een betere correlatie. Voor 1976 is echter in verband met de tijdelijke plaatsgevonden beïnvloeding van het grondwater in dat jaar door het opspuiten van het schor alleen gebruik gemaakt van referentiepunt 539. In de figuren 26 t/m 28 zijn de regressiediagrammen weergegeven van de buizen 9, 12 en 13 voor de jaren 1970 en 1976. Door het onklaar raken van de landbouwbuizen 10 en 14 konder hiervan geen diagrammen worden gemaakt. De correlatie blijkt met name voor 1970 gering te zijn. Bij buis 9, dicht bij de zeedijk en de dijksloot, lijkt voor de afdamming een seizoenonafhankelijke fluctuatie voor te komen van maximaal 0.40 m.

De waarnemingen van 1976 in figuur 26 wekken de indruk meer dan vóór de bedijking onder invloed van neerslag en verdamping te staan.

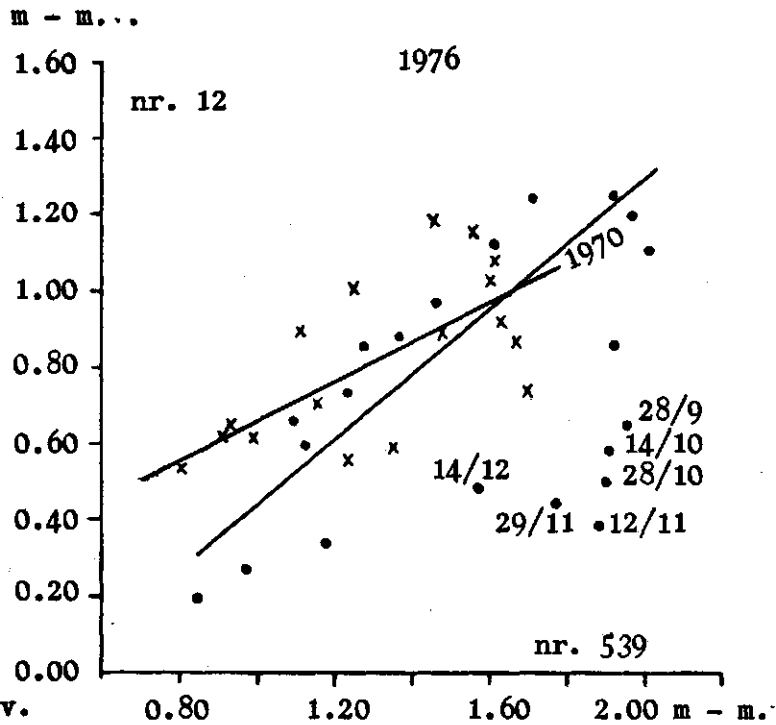
De reeds in de noordelijke raai bij de buizen 4 en 5 geconstateerde invloed van het opspuiten van het schor op de grondwaterstand, is in deze raai nog duidelijker te onderkennen. Een aantal punten in de figuur valt namelijk duidelijk buiten het regelmatige verband.

In de figuren is bij deze punten de waarnemingsdatum vermeld. Het blijkt dat vanaf 14 september het grondwater meer dan normaal is gaan stijgen. Op 14 oktober is zelfs een grondwaterstand tot aan maaiveld gemeten. Dit ondanks het extreem grote verdampingsoverschot in dat jaar. Vervolgens is de grondwaterstand weer gaan dalen en had bij de opname van 14 december zijn normale niveau bereikt.

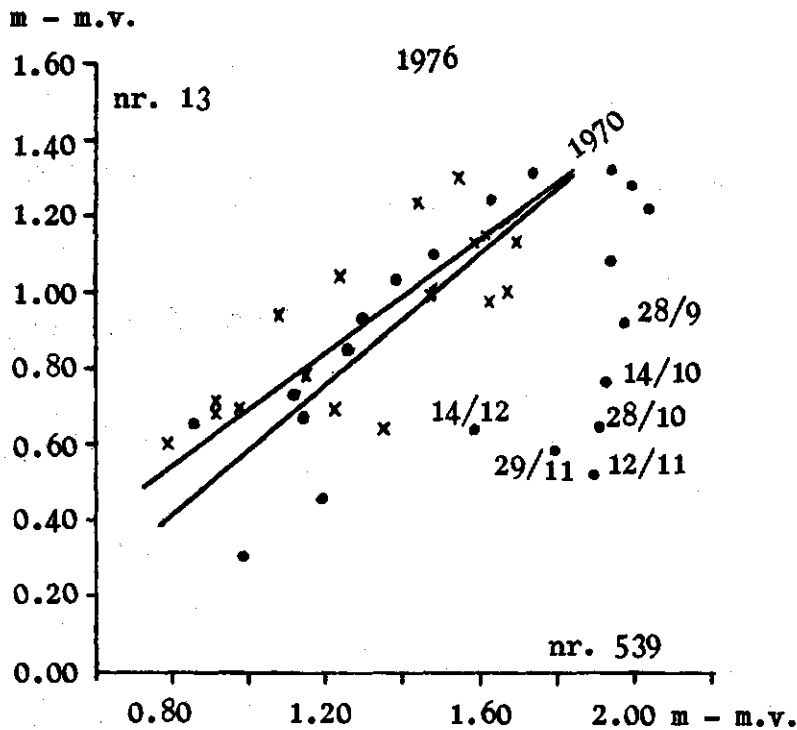
Hetzelfde beeld geven de diagrammen van de grondwaterstandsbuizen 12 en 13 in respectievelijk de figuren 27 en 28. De grootste stijging blijkt hier op grotere afstand van de zeedijk, iets lager opgetreden te zijn. Tijdens de stijging is het grondwater tot 0.40 m onder maaiveld gekomen. Op identieke wijze zijn de grondwaterstanden van 1970 vergeleken met



Figuur 26.



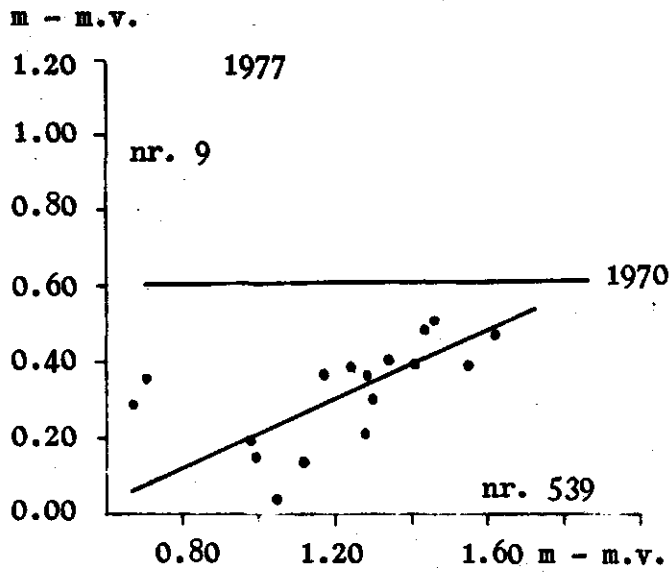
Figuur 27.



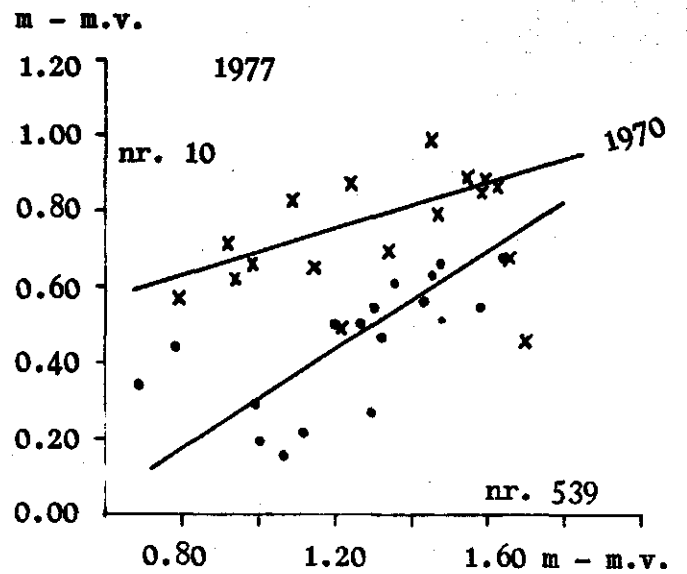
Figuur 28.

Figuren 26 t/m 28. Regressiediaagrammen van de buizen 9, 12 en 13 in de Paulina-polder met referentiepunt 539 van het jaar 1976 (tijdens de inpoldering).

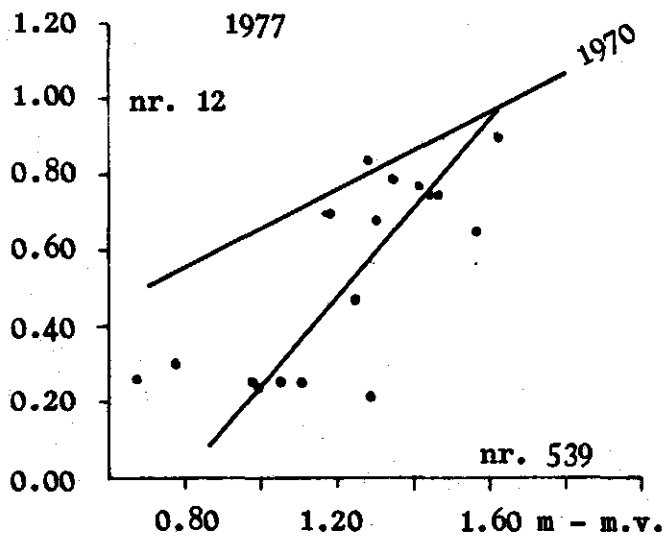
x Waarnemingen van 1970.



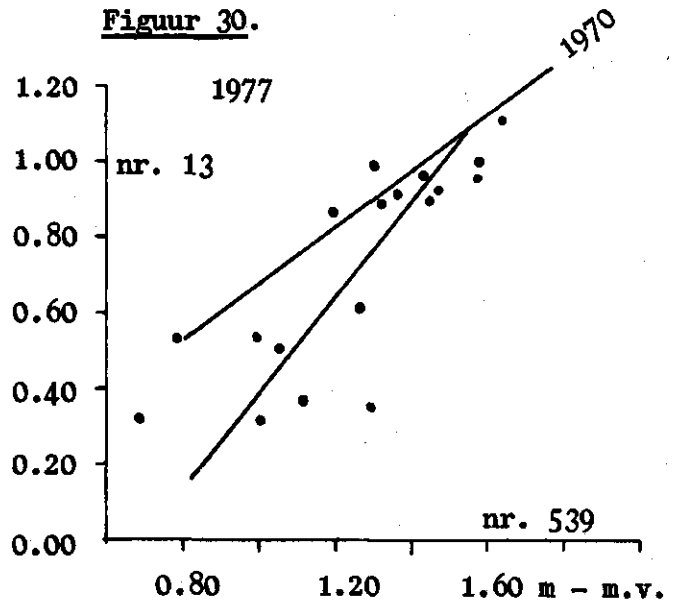
Figuur 29.



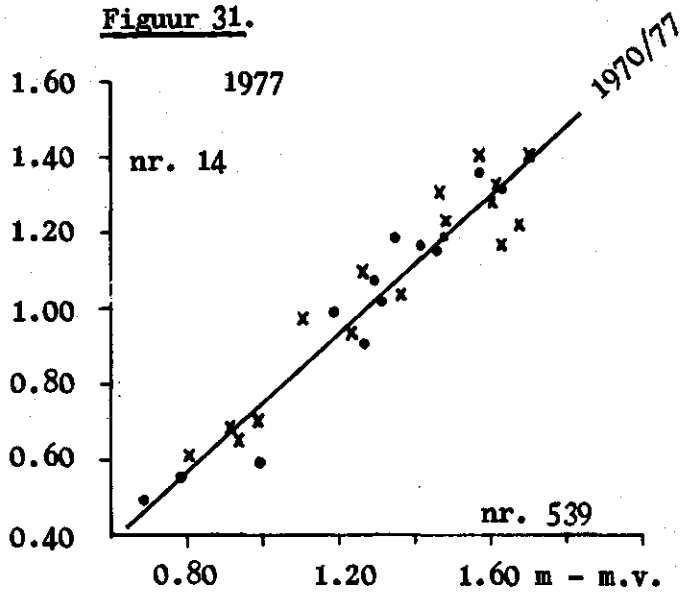
Figuur 30.



Figuur 31.



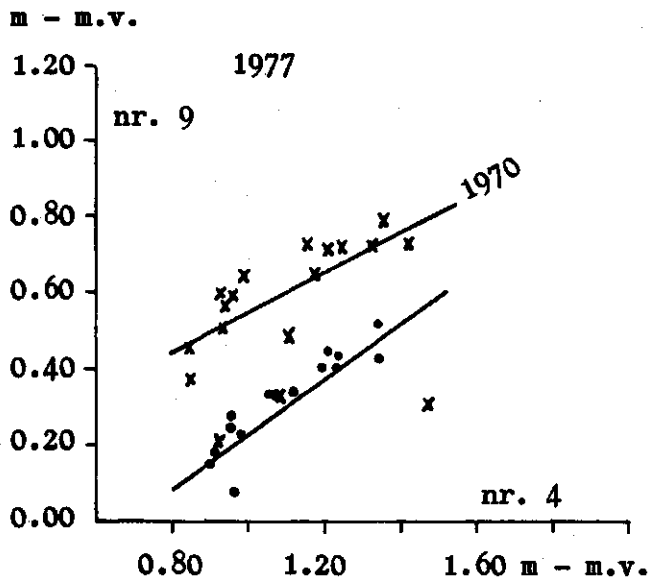
Figuur 32.



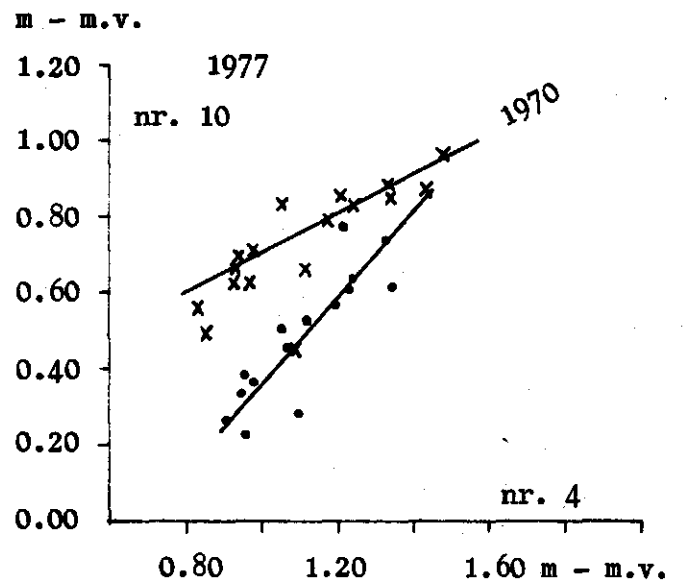
Figuur 33.

Figuren 29 t/m 33. Regressiediagrammen van de buizen 9, 10, 12 t/m 14 in de Paulinapolder met referentiepunt 539 van het jaar 1977.

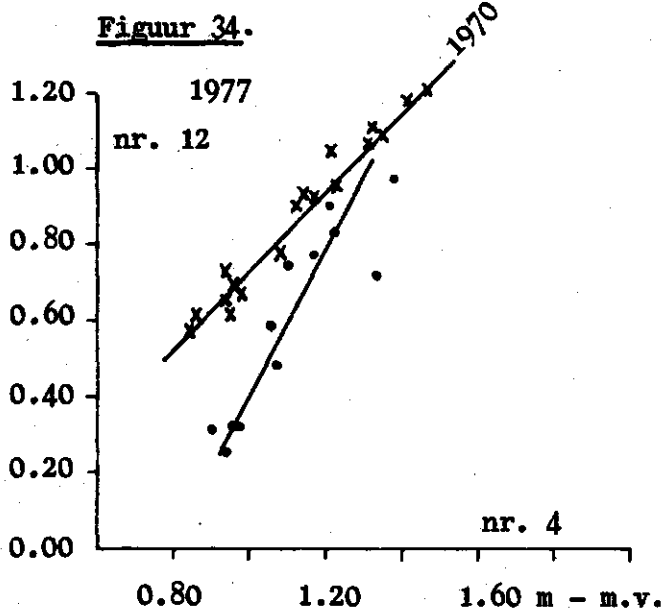
x Waarnemingen van 1970.



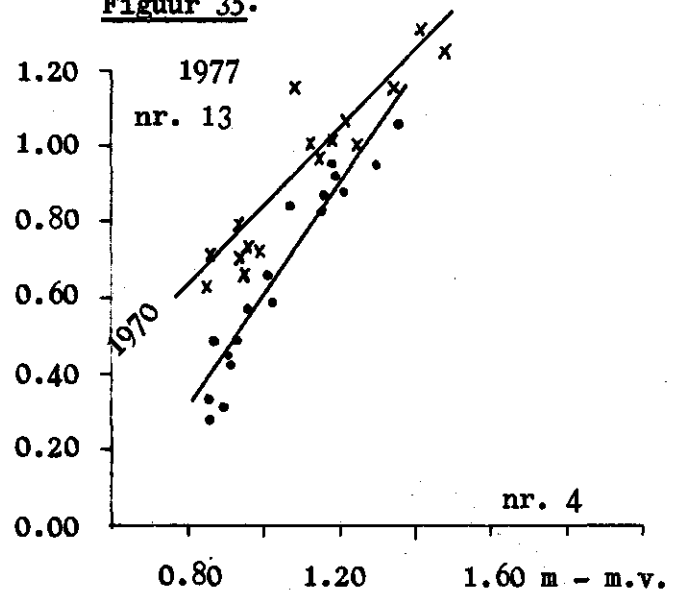
Figuur 34.



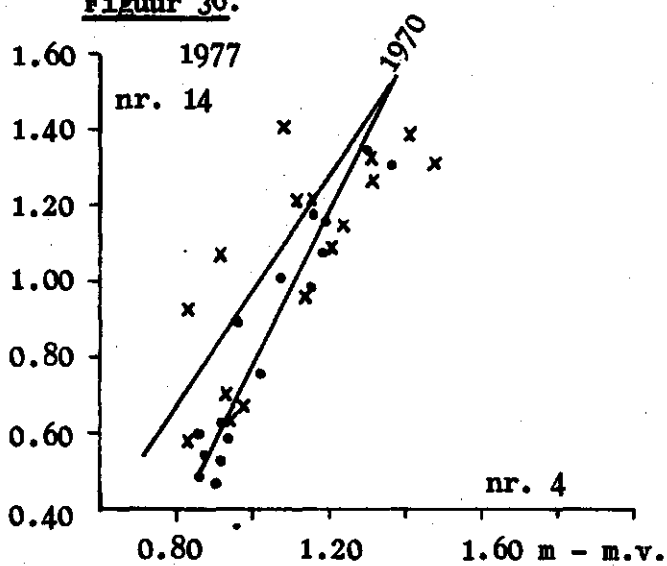
Figuur 35.



Figuur 36.



Figuur 37.



Figuur 38.

Figuren 34 t/m 38. Regressiedigrammen van de buizen 9, 10, 12 t/m 14 in de Paulinapolder met referentiepunt 4 in het jaar 1977.

x Waarnemingen van 1970.

die van 1977 t/m 1979 met als referentie zowel buis 4 als 539.

Enkele van deze regressiediagrammen zijn weergegeven in de figuren 29 t/m 38. Aan de hand van deze figuren zijn de verhogingen van de grondwaterstand voor elk punt afgeleid.

Het resultaat hiervan is in tabel 1 weergegeven.

Tabel 1. De stijging in cm van het grondwater in de Paulinapolder t.o.v. de toestand vóór de bedijking en ophoging van het voormalig schor.

landbouw- buis nr.	9		10		12		13		14	
	539	4	539	4	539	4	539	4	539	4
1976	55	-		-	50	-	50	-	-	-
1977	10-65	15-40	15-50	10-40	0 -50	0-40	0-40	0-30	0-0	0-25
1978	10-20	15-20	15-15	20-20	10 -20	15-15	10-10	0-20	0-0	0-20
1979	15-20	10-20	5-30	5-40	0 -40	0-30	0-35	15-40	0-20	0-20

De uit de diagrammen met referentiepunt 539 en 4 afgeleide grondwaterstandsverhogingen komen redelijk goed met elkaar overeen.

De verhogingen zijn in het algemeen omgekeerd evenredig met de grondwaterdiepte, dat wil zeggen dat bij een ondiepe grondwaterstand relatief de grootste verhoging optreedt. Dit betekent dat in het natte deel van het jaar (dus in de winter en het vroege voorjaar) zich de grootste problemen kunnen voordoen. In hoeverre deze problemen inderdaad optreden is afhankelijk van het niveau ten opzichte van het maaiveld waar het grondwater fluctueert. De grootste stijgingen ten opzichte van de oorspronkelijke situatie zijn voorgekomen in 1976. In tegenstelling tot wat voor de Braakmanpolder werd gevonden valt hier geen verband tussen de grootte van de grondwaterstandsverhoging en de afstand tot het opgespoten terrein te constateren. In 1977 is

de verhoging nog aanzienlijk en fors genoeg om plaatselijk problemen van wateroverlast te kunnen veroorzaken. In 1978 is de grondwaterstandsverhoging duidelijk verminderd. In 1979 blijkt de afwijking tijdens natte omstandigheden weer te zijn toegenomen en komen grondwaterstandsverhogingen voor van 0.40 m.

6.3. Elisabethpolder

Het gedeelte van de Elisabethpolder dat binnen de invloedssfeer van de gewijzigde situatie buitendijks staat is betrekkelijk smal. De breedte bedraagt niet meer dan 400 m. Om praktische redenen (het areaal bestaat alleen uit bouwland) werden hier geen peilbuizen geplaatst. Het grondwaterpatroon is door middel van interpolatie van de waarnemingen verricht in Paulina- en Braakmanpolder en aan de hand van enkele momentopnamen (boorgaten) vastgesteld.

Het grondwater loopt in dit deel van de polder sterk hellend af naar het Elisabethkanaal. In oktober 1976 werden aan de noordwestzijde grondwaterstanden gemeten van ruim 1.20 m - maaiveld. Nabij het Elisabethkanaal was de grondwaterstand 2 m onder maaiveld.

Bij een opname, uitgevoerd in het natte voorjaar van 1979 stond het grondwater ca 0.70 m onder maaiveld.

In de uiterste noordkop van de polder werd op 0.20 à 0.30 m onder maaiveld een harde fijnzandige slecht doorlatende laag van 0.20 m dik aangetroffen, waarboven zich een schijnspiegel had gevormd. Dit verklaarde de plasvorming die tijdens de meting plaatselijk viel te constateren.

Resumerend kan worden gesteld, dat hoewel voor deze smalle strook poldergrond de veranderingen in het grondwater ten gevolge van de indijking niet exact werden bepaald ook hier een grondwaterstandsverhoging moet zijn opgetreden. Deze verhoging zal als gevolg van de drainerende invloed van het Elisabethkanaal minder zijn dan in de Paulinapolder en vergelijkbaar met die in de Braakmanpolder. Het grondwater blijft echter zo diep onder maaiveld dat wateroverlast ten gevolge van de inpoldering uitgesloten moet worden geacht.

7. INVLOED NEERSLAG OP GRONDWATERSTANDSVERHOOGING

Bij een beschouwing van de neerslaggegevens van het K.N.M.I. - station Vlissingen, blijkt in de maanden januari, februari en maart 1979 de hoeveelheid neerslag 59 mm boven het langjarig gemiddelde te liggen. In 1978 was er in dezelfde maanden 5 mm minder gevallen dan normaal. Dit kan oorzaak zijn van de ten opzichte van 1978 in 1979 geconstateerde toename van de grondwaterstandsbeïnvloeding vanuit het opgespoten terrein.

In 1977 viel er over de genoemde maanden 39 mm meer en in 1976 34 mm minder dan normaal.

Tijdens het opspuiten in 1976 en 1977 was de afstroming naar de polder klaarblijkelijk zo groot dat dit effect domineerde. Een verklaring voor de grotere variatie in de kwelstroming naar de polders in relatie tot de neerslag ten opzichte van vroeger kan aan de hand van de volgende berekening voor een geschematiseerde situatie verduidelijkt worden.

Voor de stijghoogte van het grondwater geldt:

$$\varphi_{x_1} = \varphi_{x_0} \cdot e^{-\frac{x_1 - x_0}{\lambda}} \quad (1)$$

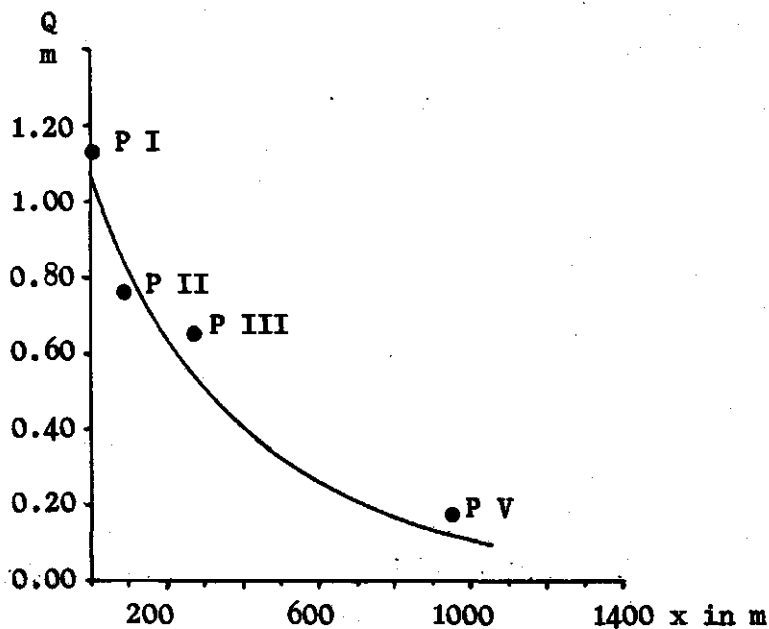
Waarin φ_x = de stijghoogte op een afstand x van de zeedijk

$$\lambda = \sqrt{kDc}$$

$$kD \approx 200 \text{ m}^2 \cdot \text{d}^{-1}$$

c = verticale stromingsweerstand in dagen

x_0 en x_1 = afstanden vanaf de zeedijk



Figuur 39. Over het tijdvak 14/4 t/m 28/6/71 gemiddelde stijghoogte gerelateerd aan de afstand tot het schor.

Om een indruk te krijgen van de verticale stromingsweerstand (c-waarde) van het afdekkende pakket in het onderzoeksgebied zijn in figuur 39 de over het tijdvak 14/4 t/m 28/6/71 gemiddelde stijghoogten van 4 diepe peilbuizen in de Braakmanpolder gerelateerd aan de afstand tot de zeedijk. Door de punten is een lijn gemiddeld die voldoet aan de in (1) weergegeven formule. Voor de verticale weerstand wordt nu gevonden $c \approx 700$ dagen.

Voor de kwel die per m^1 zeedijk de polder instroomt kan worden geschreven

$$q_o = Q_o \sqrt{\frac{kD}{c}} \quad (2)$$

Substitutie van de bekende waarden in (2) geeft:

$$q_o = 1,2 \sqrt{\frac{200}{700}} = \underline{0,64 \text{ m}^3/\text{m}^1}$$

Dit geldt voor de oude toestand met een voorliggend schor van ca 300 m breed. De totale dijk lengte langs het onderzoeksgebied bedraagt ongeveer 1600 m.

De oppervlakte van het schor dat het onderzoeksgebied beïnvloed heeft is dan 48 ha.

Als uitgegaan wordt van een gemiddeld neerslagoverschot van 0.75 mm.dag^{-1} dan werd door het schor gemiddeld aan neerslag opgevangen

$$0.75 \times 480 = 360 \text{ m}^3.\text{dag}^{-1}$$

Aangenomen mag worden dat zeker de helft hiervan via de vele kreekjes naar de Westerschelde werd afgevoerd. Van het resterende deel van de neerslag dat in de schorbodem percoleerde, zal ongeveer de helft afgestroomd zijn naar zee en de andere helft naar de polders. Deze laatste hoeveelheid zal dan gemiddeld in de orde van grootte hebben gelegen van

$$\frac{90}{1600} \approx 0.05 \text{ m}^3/\text{m}^1.\text{dag}$$

Voor de totale kwel werd een waarde gevonden van $0.64 \text{ m}^3/\text{m}^1$.

Dit betekent dat het aandeel van de neerslag in de kwel slechts 8% bedroeg.

Door de inpoldering van het schor is de kwel naar de polders vrijwel voor 100% afhankelijk geworden van de neerslag, waardoor in de intensiteit van de kwel veel grotere variaties kunnen optreden dan voorheen. Hierdoor ontstaan ook grotere fluctuaties in het grondwater dan voorheen. Dit wordt geïllustreerd door de veranderde hellings-tangens die werd gevonden in de regressiediagrammen.

8. DE TE VERWACHTEN VERANDERING IN HET GRONDWATERGEDRAG

In de eerste 2 jaren na de inpoldering zijn ten gevolge van het opspuiten van het schor in de Paulinapolder en de Braakmanpolder forse tijdelijke verhogingen in het grondwater geconstateerd, die in de extreem droge zomer van 1976 in de Paulinapolder dicht onder de zeedijk opliepen tot circa 1 meter en daar grondwaterstanden veroorzaakten tot aan maaiveld. In het relatief droge jaar 1978 benaderde de grondwaterstand zeer dicht die van vóór de inpoldering, maar in het natte jaar 1979 waren de afwijkingen ten opzichte van de mulsituatie weer groter. De problemen van wateroverlast die hierdoor ontstonden, deden zich voornamelijk in de winter en het voorjaar voor, waardoor de bewerking en de inzaai in het gedrang kwamen.

Ook in de komende jaren zal er rekening mee moeten worden gehouden dat bij veel regenval tijdelijk in de Paulinapolder plaatselijk wateroverlast kan optreden. In de Braakmanpolder en de Elisabethpolder is de grondwaterdiepte ten opzichte van het maaiveld zodanig, dat verhogingen in de orde van grootte zoals die tot nu zijn voorgekomen, geen wateroverlast kunnen veroorzaken.

Van grote invloed op de kwelafstroming naar de polders is het waterbeheer op het industrieterrein. Momenteel ligt het terrein braak en wordt het niet ontwaterd. Alle neerslag dringt in de grond en stroomt af naar de Westerschelde en naar de polders. Welke invloed dit heeft illustreert het volgende.

In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de neerslag en openwaterverdamping van het K.N.M.I. - station Vlissingen voor de periode oktober t/m maart van 1977 t/m 1980.

Tabel 2. Neerslag en openwaterverdamping in mm in de maanden oktober t/m maart te Vlissingen volgens gegevens van het K.N.M.I..

	okt.		nov.		dec.		jan.		febr.		mrt.		gemidd.	
	N	E _o	N	E _o	N	E _o	N	E _o	N	E _o	N	E _o	N	E _o
1977/78	39	37	143	33	59	9	52	15	40	17	49	50	64	27
1978/79	36	33	43	14	112	9	64	6	39	13	102	44	66	20
1979/80	123	34	98	17	112	17	51	5	54	16	59	41	83	22

In het braakliggende industrieterrein met een grondwaterstand van 2 tot 5 m beneden maaiveld dringt de neerslag vrijwel direct in de zandige bodem, zodat de werkelijke verdamping zeer klein is ($E_w \approx 0.2 E_0$).

Vanuit het industrieterrein zal niet meer voor 50% van het water naar zee afstromen zoals voorheen bij het schor het geval was. Na de bedijking van het schor heeft namelijk aan de noordzijde van de nieuwe dijk van het industrieterrein strandvorming plaatsgevonden.

De gemiddelde breedte van de aanslibbing tot de laagwaterlijn bedraagt ca 350 m. Aan de hand van metingen is nagegaan tot hoever onder invloed van eb de grondwaterstand in het strand daalt.

De laagwaterstand in de Schelde was op het tijdstip van de meting N.A.P. - 2.40 m.

Een overzicht van de strandafzetting met de hoog- en laagwaterlijn is weergegeven in figuur 1. Gemiddeld is de laagst gemeten grondwaterstand N.A.P. - 1.00 m. Bij een hoogwaterstand van N.A.P. + 2.40 m kan dan de gemiddelde grondwaterstand op N.A.P. + 0.70 m worden gesteld. Bij het ontbreken van de wadafzetting zou de gemiddelde waterstand tot aan de dijk N.A.P. 0.00 m zijn geweest. Hoewel geen exacte gegevens bekend zijn, moet er rekening mee worden gehouden, dat onder de huidige omstandigheden de afstroming naar de Schelde iets verminderd wordt door de hogere gemiddelde grondwaterstanden. Gesteld mag worden dat thans circa 60% van de op het industrieterrein gevallen neerslag als kwel afstroomt naar de aangrenzende polders. Uitgaande van deze gegevens en van die vermeld in tabel 2 worden dan bij een oppervlakte van het industrieterrein van 1600 x 900 m de in tabel 3 vermelde gemiddelde waarden voor de afstroming naar de polders gevonden.

Tabel 3. De berekende kwel naar de polders in de winterperiode in mm/d en $m^3/m^1.d$ in 1977 t/m 1980.

	okt.		nov.		dec.		jan.		febr.		mrt.		gemidd.	
	mm	m^3	mm	m^3	mm	m^3	mm	m^3	mm	m^3	mm	m^3	mm	m^3
1977/78	0,6	0,58	2,7	2,5	1,1	1,03	1,0	0,9	0,7	0,67	0,8	0,70	1,2	1,04
1978/79	0,6	0,52	0,8	0,72	2,2	1,98	1,3	1,17	0,7	0,65	1,9	1,67	1,3	1,13
1979/80	2,3	2,1	1,9	1,71	2,2	1,96	1,0	0,91	1,0	0,91	1,0	0,92	1,6	1,41

De tabel toont de grote variatie in kwel, die onder de huidige omstandigheden optreedt als gevolg van de wisselende neerslaghoeveelheden.

Omdat de aanname voor het gedeelte van de neerslag dat vanuit het industrieterrein naar de Westerschelde afstroomt een schatting is en ook de verdamping op het industrieterrein slechts globaal is, mogen de waarden in tabel 3 niet als exact worden gezien. Het verschil met de berekende kwel van $0.64 \text{ m}^3/\text{m}^1.\text{d}$ voor de oorspronkelijke situatie is echter zo duidelijk, dat met vrij grote zekerheid kan worden aangenomen, dat in de meeste wintermaanden van de beschouwde jaren de kwel aanzienlijk hoger moet zijn geweest dan onder de oorspronkelijke omstandigheden het geval zou zijn.

De afstroming van water vanuit het industrieterrein naar de polders kan op dezelfde wijze worden berekend voor de zomerperiode (april t/m september) van 1978 t/m 1980. Tabel 4 geeft voor deze periode de neerslag- en verdampingscijfers.

Tabel 4. Neerslag en openwaterverdamping in mm in de maanden april t/m september te Vlissingen volgens gegevens van het K.N.M.I..

	april		mei		juni		juli		aug.		sept.		gemidd.	
	N	E _o	N	E _o	N	E _o	N	E _o	N	E _o	N	E _o	N	E _o
1978	30	72	39	97	62	121	56	107	59	102	63	73	51	95
1979	53	69	96	105	72	109	32	118	60	102	22	76	56	97
1980	51	71	6	129	86	115	175	110	37	104	18	75	62	101

Aan de hand van deze cijfers en er weer van uitgaande dat 60% van het neerslagoverschot op het industrieterrein als kwel naar de polders afstroomt en de werkelijke verdamping 20% van de openwaterverdamping bedraagt, is in tabel 5 de berekende kwelintensiteit voor de zomermaanden weergegeven.

Tabel 5. De berekende kwel naar de polders in de zomermaanden in mm/d en m³/m¹.d in 1978 t/m 1980.

	april		mei		juni		juli		aug.		sept.		gemidd.	
	mm	m ³	mm	m ³	mm	m ³	mm	m ³	mm	m ³	mm	m ³	mm	m ³
1978	0.3	0.29	0.4	0.34	0.8	0.68	0.7	0.63	0.8	0.70	1.0	0.86	0.6	0.58
1979	0.8	0.70	1.5	1.35	1.0	0.92	0.2	0.14	0.8	0.70	0.1	0.13	0.7	0.66
1980	0.7	0.67	0.0	0.00	1.3	1.13	3.1	2.75	0.3	0.29	0.1	0.05	0.9	0.82

De afstroming vanuit het industrieterrein blijkt ook in de zomermaanden sterk te variëren.

De gemiddelde afstroming is echter ongeveer de helft van die in de winterperiode. Volgens tabel 5 ligt het gemiddelde in 1978 iets beneden dat van vóór de bedijking. De afstroming in de zomerperiode van 1979 komt met de oude situatie overeen en die in 1980 blijkt door het natter zijn van de zomer, weer groter.

De uitkomsten van de berekeningen, weergegeven in de tabellen 3 en 5, stemmen overeen met de conclusies die uit een vergelijking van de regressiediagrammen zijn getrokken. Onder de huidige omstandigheden, dat wil zeggen, bij een braakliggend niet ontwaterd industrieterrein, moet rekening worden gehouden met het periodiek optreden van waterbezwaar in de Paulinapolder.

In de Elisabeth- en Braakmanpolder is zoals eerder werd opgemerkt, de drainerende invloed van Elisabethkanaal, Westgeul en Braakmankreek groot genoeg om de tijdelijk toegenomen afstroming op te vangen.

9. DISCUSSIE

Zoals de situatie zich nu laat aanzien zal er voorlopig in de komende jaren geen sprake kunnen zijn van een gestabiliseerde toestand met betrekking tot de kwelstroming vanuit het industrieterrein naar de polders. Dit in verband met het feit, dat op het thans nog braakliggende industrieterrein vermoedelijk reeds op korte termijn bebouwing zal plaatsvinden. In dat geval wordt door Dow Chemical overwogen in het bedijkte terrein een afwateringssysteem met lozing naar de Westerschelde aan te leggen. Hierdoor zal circa 80% van de neerslag direct naar zee worden afgevoerd. Uit de beschouwing van de tabellen 3 en 5 wordt het duidelijk dat als een dergelijk plan wordt gerealiseerd, de kans zeer groot is dat de problemen van wateroverlast plaats gaan maken voor problemen van verdroging. Een faktor die voorts een rol speelt bij de kwel in de polders is de mate waarin zich de buitendijkse aanwas tegen de nieuwe zeedijk van het industrieterrein verder zal ontwikkelen. Een toename van deze aanwas zal weer een toename van de kwel naar de polders tot gevolg hebben. Een en ander maakt duidelijk dat het in dit stadium moeilijk is een voorspelling te doen over definitieve veranderingen die zich voor zullen doen in het grondwaterregiem in de aangrenzende polders. Het verdient dan ook aanbeveling het onderzoek in beperkte mate voort te zetten tot dat de situatie op het industrieterrein is gestabiliseerd. Onderwijl kan overwogen worden welke aanpassingen momenteel mogelijk zijn om het negatieve effect van de periodiek optredende grondwaterstandsverhogingen in te perken.

Eén van die aanpassingen zou kunnen zijn een flexibeler peilbeheer in de polder dat meer is gebaseerd op de voorkomende neerslaghoeveelheden dan op een streefpeil.

Vrijwel gelijktijdig met het begin van de inpoldering van de Mosselbanken heeft namelijk het waterschap Het Vrije van Sluis zijn peilbeheer in de Paulinapolder gewijzigd. Door het aanbrengen van stuwen wordt in de Paulinapolder een hoger zomerpeil nagestreefd om de vochtvoorziening van de in het algemeen droogtegevoelige gronden, veilig te stellen. Bovendien is omstreeks dezelfde tijd het peil in het Elisa-

bethkanaal circa 0.50 m omhoog gebracht.

De thans aangehouden streefpeilen gelden echter voor de oorspronkelijke situatie van vóór de indijking van de Mosselbanken. Door de veranderde omstandigheden waarin een vrij constante kwel heeft plaats gemaakt voor een sterk variabele kwel, die toeneemt naarmate het regenoverschot groter is, treden in de polder snel te hoge polderpeilen op.

Door het verlagen van het streefpeil en door een tijdig neerlaten van de stuwen zouden extravagante peilstijgingen vermeden kunnen worden en zou de afstroming vanuit de percelen bevorderd worden.

Een meer ingrijpende aanpassing, die eventueel gecombineerd kan worden met de voorgaande is het draineren van de percelen met wateroverlast die binnen de invloedssfeer van het industrieterrein liggen. Echter in dit stadium is het verstandiger deze oplossing pas te overwegen na stabilisatie van het gewijzigde gedragspatroon van het grondwater.

LITERATUUR

1. Adviesbureau Arnhem N.V.

Hydrologische consequenties van
het bouwrijp maken van de Mossel-
banken.

2. Geologische Dienst

Geologische kaart Nederland
(Zeeuws Vlaanderen)

3. Weerd, B. van der

De te verwachten gevolgen van een
inpoldering van de Mosselbanken
voor de opbrengst van de belang-
rijkste landbouwgewassen in de
Paulina-, Elisabeth- en Braakman-
polder. Nota nr. 678, 1972,
I.C.W. Wageningen.