

november 1977

NOTA 1011

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

DE VOORJAARS- EN ZOMERGRONDWATERSTANDEN IN ENKELE
OOSTELIJKE EN ZUIDELIJKE ZANDGEBIEDEN IN HET
DROGE JAAR 1976

ir. P.J.M. van Boheemen

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

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

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

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. DE GEBIEDEN VAN ONDERZOEK	2
3. DE KEUZE VAN DE LANDBOUWBUIZEN	2
4. HET VERBAND TUSSEN DE GEMIDDELDEN VAN DE VOORJAARS- EN DE ZOMERGRONDWATERSTANDEN	5
4.1. De periode 1971 tot en met 1975	5
4.2. De periode 1950 tot en met 1975	6
4.3. Het jaar 1976	6
4.4. Verschillen in de seizoenfluctuatie	8
5. DE VOORJAARSGRONDWATERSTAND	9
5.1. Voorjaar 1971 tot en met 1975 ten opzichte van voorjaar 1950 tot en met 1975	9
5.2. Voorjaar 1976 ten opzichte van voorjaar 1971 tot en met 1975	9
5.3. Voorjaar 1977 ten opzichte van voorjaar 1971 tot en met 1975	11
5.4. Verschillen in de voorjaarsgrondwaterstand	11
6. DE ZOMERGRONDWATERSTAND	12
6.1. Zomer 1971 tot en met 1975 ten opzichte van zomer 1950 tot en met 1975	12
6.2. Zomer 1976 ten opzichte van zomer 1971 tot en met 1975	12
6.3. Verschillen in zomergrondwaterstand	13
7. DE AFWIJKINGEN IN DE GRONDWATERSTANDEN IN 1976	14

	Blz.
8. DE FREQUENTIE VAN VOORKOMEN VAN DE IN 1976 EN 1977 OPGETREDEN GRONDWATERSTANDEN	15
8.1. De cumulatieve frequentieverdelingen	15
8.2. De voorjaarsgrondwaterstanden in 1976 en 1977	16
8.3. De zomergrondwaterstand in 1976	17
9. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	18
LITERATUUR	20
BIJLAGEN	

1. INLEIDING

Het jaar 1976 kende een voorjaar en een zomer, die bijzonder droog waren (KNMI, 1976). Verder hadden landbouwgewassen en natuurlijke vegetatie een hoge potentiële verdamping in de zomer van 1976. Als gevolg hiervan traden zeer diepe voorjaars- en zomergrondwaterstanden op. Het voorkomen van enkele betrekkelijk droge winters in de eerste helft van de jaren zeventig wordt op het laatstgenoemde verschijnsel mede van invloed geacht, met name in de hooggelegen zandgebieden met een diepe grondwaterstand (WALTER, 1977).

In de meeste zandgebieden kan de stijghoogte van het ondiepe grondwater slechts in zeer geringe mate beheerst worden. Dit in tegenstelling tot vele poldergebieden, waarin, door uitvoeren van een peilbeheer, de stijghoogte van het ondiepe grondwater wel in belangrijke mate beïnvloed kan worden. In de zandgebieden kunnen in zeer droge perioden dan ook afwijkingen van het normale stijghoogteverloop van het ondiepe grondwater ontstaan, die van grote invloed kunnen zijn op de vochtvoorziening van de gewassen.

Om een inzicht te krijgen in de invloed, die de droogte in 1976 had op de stijghoogte van het ondiepe grondwater in enkele zandgebieden, werd het stijghoogteverloop in een aantal landbouwbuizen geanalyseerd.

Het onderzoek was gericht op de afwijkingen in de voorjaarsgrondwaterstanden (28 april) en in de zomergrondwaterstanden (28 augustus). De voorjaars- en zomergrondwaterstanden in 1976 zijn vergeleken met de gemiddelden van de voorjaars- en zomergrondwaterstanden in de perioden 1971 tot en met 1975 en 1950 tot en met 1975.

2. DE GEBIEDEN VAN ONDERZOEK

Voor gegevens over het stijghoogteverloop van het ondiepe grondwater in enkele zandgebieden is teruggevallen op het Archief van de Dienst Grondwaterverkenning TNO.

Bij de keuze van de gebieden van onderzoek ging de voorkeur uit naar gebieden, waarvan de stijghoogtegegevens van de aldaar voorkomende landbouwbuizen naar het geheugen van de computer van het Archief van de DGV zijn overgebracht. Zodoende zou op een snelle en overzichtelijke wijze over grondwaterstandsgegevens beschikt kunnen worden. Dit bracht met zich mee, dat een beperkt aantal gebieden voor onderzoek in aanmerking kwam. Uiteindelijk is gekozen voor de volgende gebieden:

Gebied 1	kaartbladen 41 ABCD
Gebied 2	kaartbladen 45 CD
Gebied 3	kaartbladen 46 CD
Gebied 4	kaartbladen 51 EF
Gebied 5	kaartbladen 57 EF
Gebied 6	kaartblad 49 G

In fig. 1 is de ligging van deze zes gebieden aangegeven.

Het noordelijk zandgebied is niet in dit onderzoek betrokken, omdat dit gebied reeds door de DGV meegenomen werd in een onderzoek naar afwijkingen in het grondwaterstandsverloop in 1976.

3. DE KEUZE VAN DE LANDBOUWBUIZEN

Over de landbouwbuizen, die in de geselecteerde zes gebieden voorkomen, zijn enkele raaien gelegd in een richting loodrecht op de stromingsrichting van de beken. Uit de landbouwbuizen, die zich in deze raaien bevinden, is op zodanige wijze een keuze gemaakt, dat naar verwachting alle grondwaterdiepteklassen, evenredig aan de frequentie van voorkomen vertegenwoordigd waren in de steekproef.

Ten behoeve van het onderzoek zijn de gegevens opgevraagd van in totaal 78 landbouwbuizen (dit zijn buizen, waarvan de onderkant van

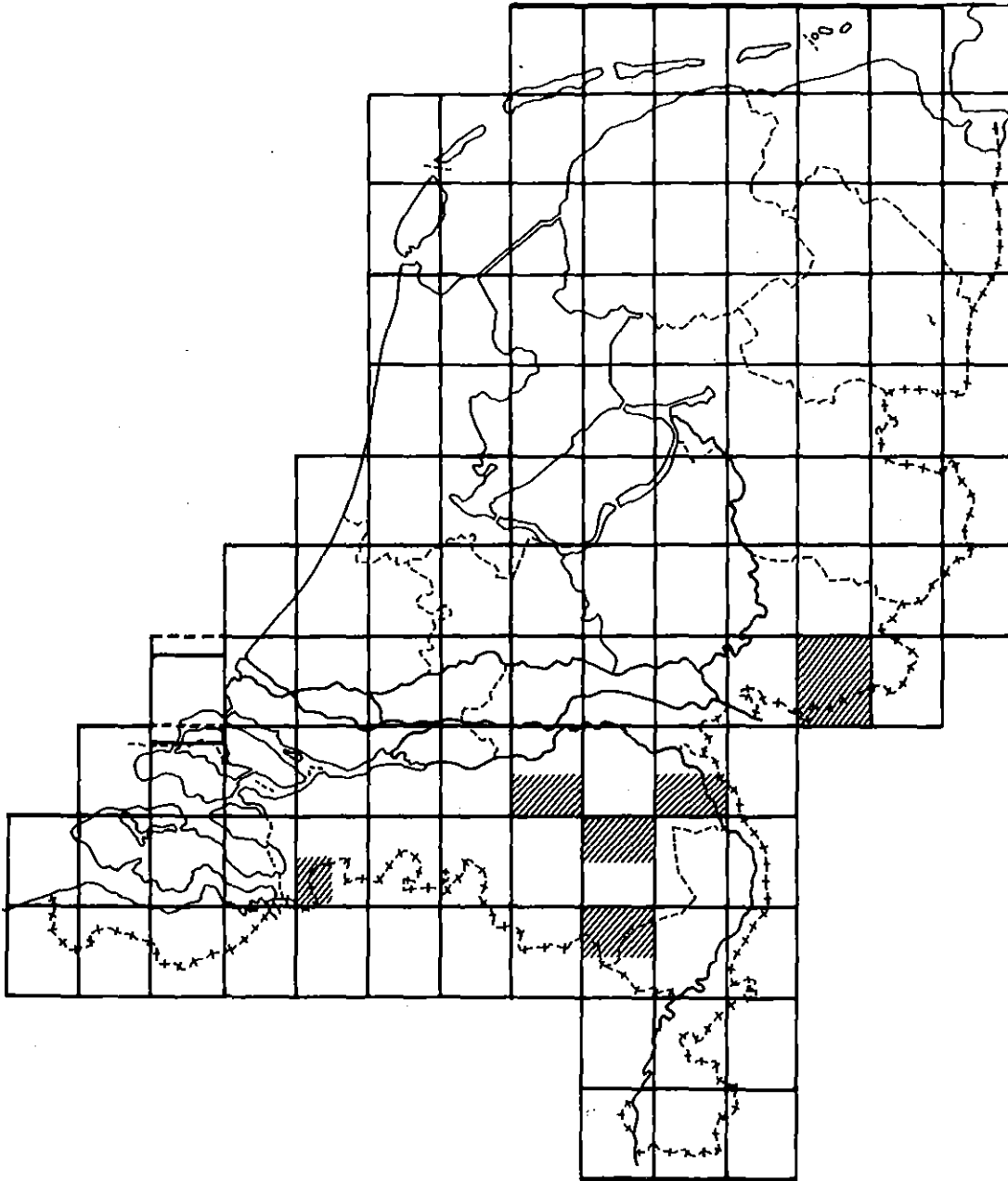


Fig. 1. De ligging van de zes gebieden die in het onderzoek zijn betrokken

het filter zich op niet meer dan 5 m beneden maaiveld bevindt). De onderkant van het filter bij de geselecteerde 78 buizen bevindt zich veelal op 2 à 3 m beneden maaiveld.

Bij een groot aantal van de geselecteerde buizen is, sinds de datum van plaatsing, een herplaatsing of een verplaatsing uitgevoerd. Wanneer bekend was, welke veranderingen als gevolg hiervan in de loop van de jaren hebben plaatsgevonden in de maaiveldshoogte op het meetpunt, zijn alle gemeten stijghoogten omgerekend tot grondwaterdiepten ten opzichte van de huidige maaiveldsligging op het meetpunt. Wanneer er niet opgenomen is, welke veranderingen zijn opgetreden in de maaiveldshoogte, dan is aangenomen, dat er zich geen wijzigingen hebben voorgedaan.

Het gegevensbestand voor de vijf landbouwbuizen, die in gebied 6 zijn uitgekozen, bleek zeer onvolledig te zijn. In verband hiermede is gebied 6 niet verder in het onderzoek betrokken.

Verder zijn er vier andere landbouwbuizen buiten beschouwing gebleven. In het opgenomen stijghoogteverloop bij deze vier buizen kwamen namelijk enkele zeer vreemde verschijnselen voor.

Bij 26 buizen bleek in minstens één van de jaren 1971, 1972, 1973, 1974 en 1975 zowel de voorjaarsgrondwaterstand als de zomergrondwaterstand niet opgenomen te zijn. Van 11 van deze 26 buizen kon desondanks een zeer beperkt gebruik gemaakt worden, omdat bij deze 11 buizen in 1976 zowel de voorjaars- als de zomergrondwaterstand opgenomen is. Van de opnamen in de overige 15 buizen is geen gebruik gemaakt.

Er resteerden 54 buizen, waarvan de gegevens min of meer bruikbaar werden geacht voor een nadere beschouwing. Deze buizen zijn als volgt over de gebieden verdeeld:

Gebied 1	13 buizen
Gebied 2	8 buizen
Gebied 3	15 buizen
Gebied 4	7 buizen
Gebied 5	11 buizen

Geconstateerd is, dat het voorkomen van onvolkomenheden in het gegevenbestand voor de 78 buizen, die in eerste instantie geselecteerd zijn, niet samenhangt met de diepte van het grondwaterniveau

beneden maaiveld of met de grootte van de jaarlijkse grondwaterstandsfluctuatie.

4. HET VERBAND TUSSEN DE GEMIDDELDEN VAN DE VOORJAARS- EN DE ZOMER-GRONDWATERSTANDEN

4.1. De periode 1971 tot en met 1975

Voor elke buis is, voor zover het gegevensbestand dit mogelijk maakte, het gemiddelde bepaald van de stijghoogten van het grondwater (gemeten ten opzichte van maaiveld), welke omstreeks 28 april in de jaren 1971, 1972, 1973, 1974 en 1975 zijn opgetreden. Hetzelfde heeft plaatsgevonden met de stijghoogten, die omstreeks 28 augustus in de jaren 1971 tot en met 1975 zijn opgenomen.

Voor 24 buizen kon een berekening gemaakt worden van zowel het gemiddelde van de voorjaarsgrondwaterstanden als van het gemiddelde van de zomergrondwaterstanden in de periode 1971 tot en met 1975. Bij 30 van de 54 buizen bleken diverse voorjaars- en zomergrondwaterstanden in de periode 1971 tot en met 1975 niet opgenomen te zijn. Om toch gebruik te kunnen maken van de gegevens van deze 30 buizen, met name bij de berekeningen, die in een later stadium aan de orde komen, is de volgende procedure toegepast.

Voor elk van de jaren 1971, 1972, 1973, 1974 en 1975 is op grafische wijze, aan de hand van de beschikbare gegevens, gezocht naar een correlatie tussen de voorjaars- en de zomergrondwaterstanden. In die gevallen, dat bij een landbouwbuis één of twee keer niet de voorjaarsgrondwaterstand, maar wel de zomergrondwaterstand is opgenomen, is, met behulp van de vastgestelde correlaties, de zomergrondwaterstand geschat. Op dezelfde wijze is een aantal zomergrondwaterstanden geschat aan de hand van gegevens over de voorjaarsgrondwaterstanden. Voor 19 buizen konden op deze wijze alsnog gemiddelden afgeleid worden van de voorjaars- en zomergrondwaterstanden in de periode 1971 tot en met 1975.

Uitgaande van de gegevens van 43 buizen in de periode 1971 tot en met 1975, is de volgende relatie bepaald:

$$Y_{71-75} = 1,00 X_{71-75} + 43,3 \quad (1)$$

met Y_{71-75} = het gemiddelde van de zomergrondwaterstanden in de periode 1971 tot en met 1975 (in cm minus maaiveld)

X_{71-75} = idem van de voorjaarsgrondwaterstanden

Grafisch is dit verband weergegeven in fig. 2.

Voor de correlatiecoëfficiënt werd een waarde berekend van 0,93.

4.2. D e p e r i o d e 1 9 5 0 t o t e n m e t 1 9 7 5

Voor 21 landbouwbuizen stonden, naast voorjaars- en zomergrondwaterstanden in de periode 1971 tot en met 1975, ook nog ca. 15 voorjaars- en ca. 15 zomergrondwaterstanden ter beschikking, die in de periode 1950 tot en met 1970 zijn opgenomen. Veelal betrof het opnamen in de perioden 1953 tot en met 1955 en 1958 t/m 1970.

Voor het verband tussen de gemiddelden van de voorjaars- en zomergrondwaterstanden in de periode 1950 tot en met 1975, is, aan de hand van de gegevens voor de genoemde 21 buizen (fig. 3), de volgende vergelijking bepaald:

$$Y_{50-75} = 0,99 X_{50-75} + 36,0 \quad (2)$$

met Y_{50-75} = het gemiddelde van de zomergrondwaterstanden in de periode 1950 tot en met 1975 (in cm minus maaiveld)

X_{50-75} = idem van de voorjaarsgrondwaterstanden

Voor de correlatiecoëfficiënt werd een waarde gevonden van 0,85

4.3. H e t j a a r 1 9 7 6

Uitgaande van de gegevens over de grondwaterstand in het voorjaar en de zomer van 1976 (fig. 4), is de volgende regressievergelijking verkregen:

$$Y_{76} = 1,13 X_{76} + 47,0 \quad (3)$$

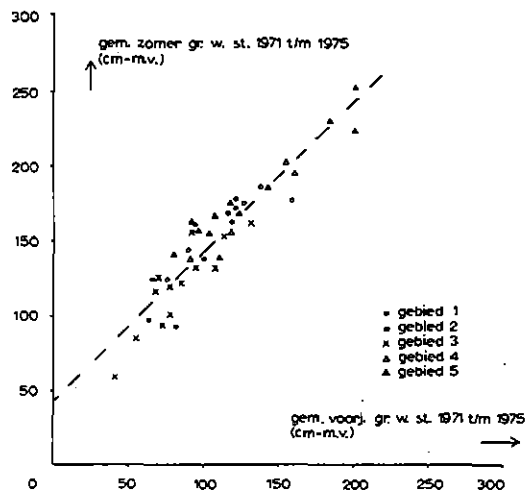


Fig. 2. Het verband tussen de gemiddelden van de voorjaars- en zomergrondwaterstanden in de periode '71 t/m '75

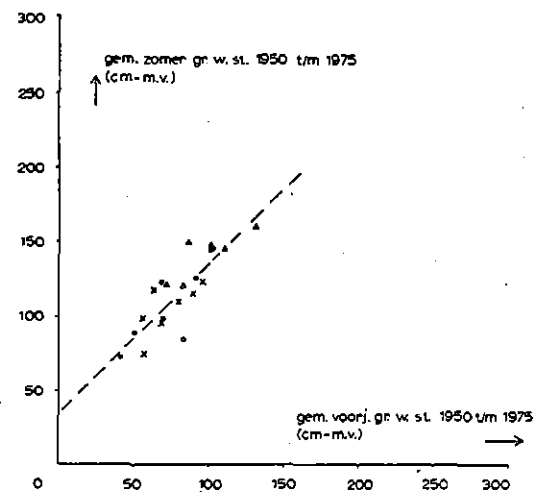


Fig. 3. Het verband tussen de gemiddelden van de voorjaars- en zomergrondwaterstanden in de periode '50 t/m '75

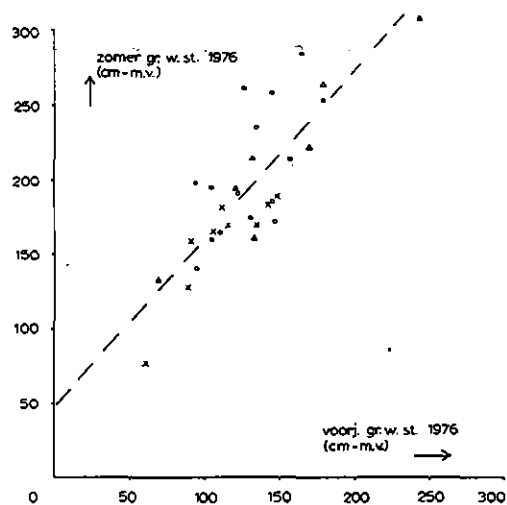


Fig. 4. Het verband tussen de voorjaars- en zomergrondwaterstand voor het jaar 1976

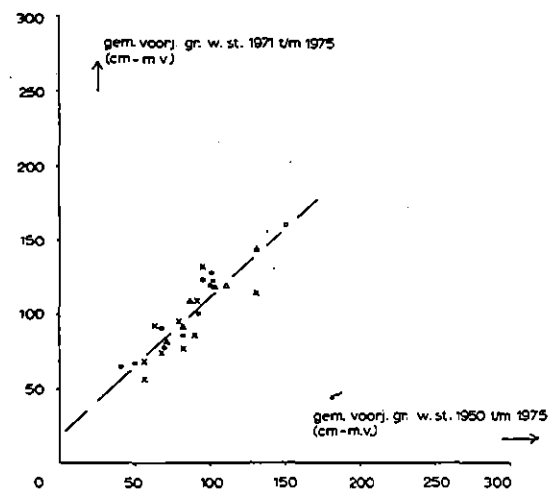


Fig. 5. Het verband tussen de gemiddelden van de voorjaars- grondwaterstanden in de perioden '71 t/m '75 en '50 t/m '75

met Y_{76} = de zomergrondwaterstand in 1976 (in cm minus maaiveld)
 X_{76} = idem de voorjaarsgrondwaterstand

De gegevens van 31 buizen leenden zich voor het bepalen van dit verband.

De correlatiecoëfficiënt heeft een waarde van 0,82.

4.4. V e r s c h i l l e n i n d e s e i z o e n f l u c t u a - t i e

Wanneer de verbanden uit de vergelijkingen (1), (2) en (3) onderling worden vergeleken, blijkt, dat in 1976 een grotere fluctuatie is opgetreden dan in de periode 1971 tot en met 1975. De gemiddelde seizoenfluctuatie in de periode 1971 tot en met 1975 was weer enigszins groter dan die in de periode 1950 tot en met 1975.

Volgens de berekende regressievergelijkingen corresponderen de volgende seizoenfluctuatie met elkaar (tabel 1).

Tabel 1. Seizoenfluctuatie in verschillende perioden

Voorjaarsgrondwaterstand	(cm-m.v.)	70	110	150
Seizoenfluctuatie				
periode 1950 t/m 1975	(cm)	35	35	35
periode 1971 t/m 1975	(cm)	43	43	43
het jaar 1976	(cm)	56	61	66

Hieruit blijkt tevens dat de fluctuatie in het jaar 1976 groter was naarmate de voorjaarsgrondwaterstand dieper was.

5. DE VOORJAARSGRONDWATERSTAND

5.1. Voorjaar 1971 tot en met 1975 ten opzichte van voorjaar 1950 tot en met 1975

Voor 27 landbouwuizen stonden voldoende gegevens ter beschikking om gemiddelden te berekenen van de grondwaterstanden in de perioden 1971 tot en met 1975 en 1950 tot en met 1975. Voor het verband tussen de waarden van deze twee gemiddelden (fig. 5) is verkregen:

$$X_{71-75} = 0,92 X_{50-75} + 18,8 \quad (4)$$

met X_{71-75} = het gemiddelde van de voorjaarsgrondwaterstanden in de periode 1971 tot en met 1975 (in cm minus maaiveld)

X_{50-75} = idem voor de periode 1950 tot en met 1975

De correlatiecoëfficiënt is 0,90.

5.2. Voorjaar 1976 ten opzichte van voorjaar 1971 tot en met 1975

Voor 42 buizen kon de voorjaarsgrondwaterstand in 1976 in verband gebracht worden met het gemiddelde van de voorjaarsgrondwaterstanden in de periode 1971 tot en met 1975 (fig. 6). Als regressievergelijking is verkregen:

$$X_{76} = 0,98 X_{71-75} + 28,2 \quad (5)$$

met X_{76} = de voorjaarsgrondwaterstand in 1976 (in cm minus maaiveld)

X_{71-75} = het gemiddelde van de voorjaarsgrondwaterstanden in de periode 1971 tot en met 1975 (in cm minus maaiveld)

Voor de correlatiecoëfficiënt werd een waarde berekend van 0,92.

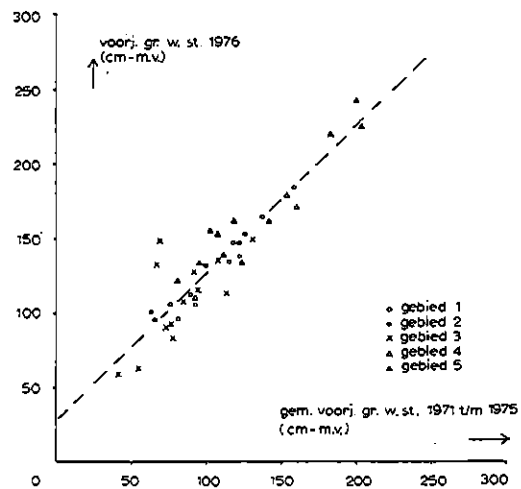


Fig. 6. Het verband tussen het gemiddelde van de voorjaarsgrondwaterstand in de periode '71 t/m '75 en de voorjaarsgrondwaterstand in 1976

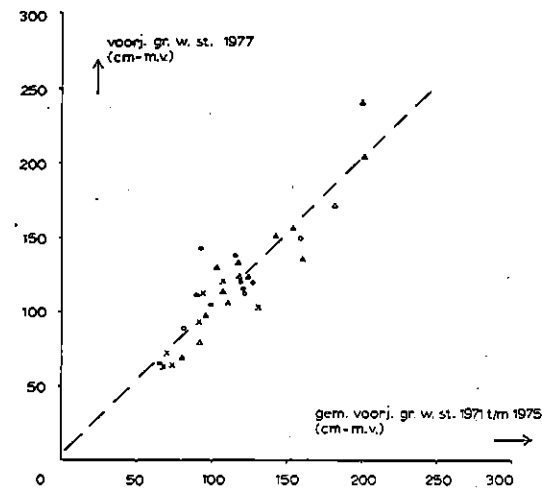


Fig. 7. Het verband tussen het gemiddelde van de voorjaarsgrondwaterstand in de periode '71 t/m '75 en de voorjaarsgrondwaterstand in 1977

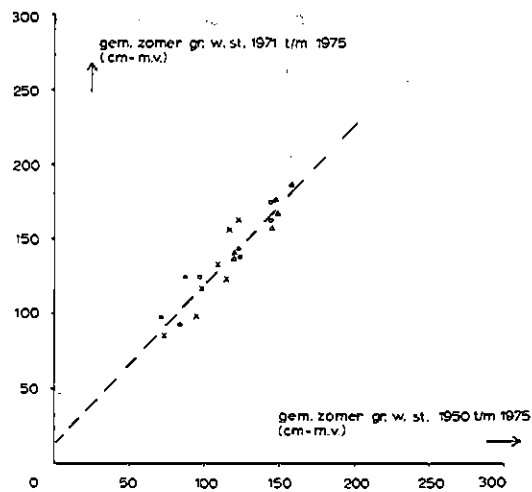


Fig. 8. Het verband tussen het gemiddelde van de zomergrondwaterstanden in de perioden '50 t/m '75 en '71 t/m '75

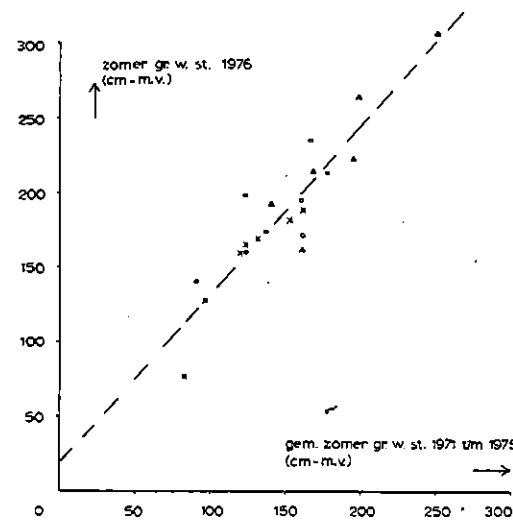


Fig. 9. Het verband tussen het gemiddelde van de zomergrondwaterstanden in de periode '71 t/m '75 en de zomergrondwaterstand in 1976

5.3. Voorjaar 1977 ten opzichte van voorjaar 1971 tot en met 1975

Op dezelfde wijze als onder par. 5.2 is besproken, is het verband bepaald tussen de voorjaarsgrondwaterstand in 1977 en het gemiddelde van de voorjaarsgrondwaterstanden in de periode 1971 tot en met 1975. De gegevens van 33 buizen leenden zich voor deze bewerking, die het volgende resultaat opleverde:

$$X_{77} = 0,99 X_{71-75} + 4,6 \quad (6)$$

met X_{77} = de voorjaarsgrondwaterstand in 1977 (in cm minus maaiveld)

X_{71-75} = het gemiddelde van de voorjaarsgrondwaterstanden in de periode 1971 tot en met 1975 (in cm minus maaiveld)

Grafisch is dit verband weergegeven in fig. 7.

De waarde van de correlatiecoëfficiënt bedraagt 0,91.

5.4. Verschillen in de voorjaarsgrondwaterstand

Door de vergelijkingen (4), (5) en (6) onderling met elkaar in verband te brengen, is afgeleid, dat de volgende voorjaarsgrondwaterstanden met elkaar corresponderen (tabel 2):

Tabel 2. Voorjaarsgrondwaterstanden in verschillende perioden

Voorjaar 1950 t/m 1975	(cm-m.v.)	70	110	150
Voorjaar 1971 t/m 1975	(cm-m.v.)	83	120	157
Voorjaar 1976	(cm-m.v.)	110	146	182
Voorjaar 1977	(cm-m.v.)	87	123	160

6. DE ZOMERGRONDWATERSTAND

6.1. Z o m e r 1 9 7 1 t o t e n m e t 1 9 7 5 t e n o p z i c h t e v a n z o m e r 1 9 5 0 t o t e n m e t 1 9 7 5

Op grond van gegevens van 21 buizen betreffende de gemiddelden van de zomergrondwaterstanden in de periode 1971 tot en met 1975 en 1950 tot en met 1975 is de volgende relatie berekend (fig. 8):

$$Y_{71-75} = 1,07 Y_{50-75} + 12,3 \quad (7)$$

met Y_{71-75} = het gemiddelde van de zomergrondwaterstanden in de periode 1971 tot en met 1975 (in cm minus maaiveld)

Y_{50-75} = idem voor de periode 1950 tot en met 1975

Voor de correlatiecoëfficiënt werd een waarde berekend van 0,94. Uit de vergelijkingen (1), (2) en (4) is op indirecte wijze ook een verband afgeleid tussen Y_{50-75} en Y_{71-75} en wel het volgende:

$$Y_{71-75} = 0,93 Y_{50-75} + 82,2 \quad (8)$$

Voor waarden van Y_{50-75} , die liggen tussen 100 en 200 cm minus maaiveld, levert vergelijking (8) waarden op voor Y_{71-75} , die 2-12 cm hoger zijn dan de uitkomsten van vergelijking (7).

Opgemerkt wordt, dat bij de bepaling van vergelijking (8) gebruik is gemaakt van vergelijking (2), waarvan de bijbehorende correlatiecoëfficiënt (0,85) betrekkelijk laag is.

6.2. Z o m e r 1 9 7 6 t e n o p z i c h t e v a n z o m e r 1 9 7 1 t o t e n m e t 1 9 7 5

De bepaling van het verband tussen de zomergrondwaterstand in 1976 en het gemiddelde van de zomergrondwaterstanden in de periode 1971 tot en met 1975 leverde de volgende vergelijking op:

$$Y_{76} = 1,12 Y_{71-75} + 18,8 \quad (9)$$

met Y_{76} = de voorjaarsgrondwaterstand in 1976 (in cm minus maaiveld)

Y_{71-75} = het gemiddelde van de voorjaarsgrondwaterstanden in de periode 1971 tot en met 1975 (in cm minus maaiveld)

Voor deze bewerking kon gebruik gemaakt worden van de gegevens van 21 buizen (fig. 9). De correlatiecoëfficiënt is berekend op 0,92.

Door een samenbrengen van de vergelijkingen (1), (3) en (5) is ook een relatie af te leiden tussen Y_{76} en Y_{71-75} . Op deze indirecte wijze is vastgesteld:

$$Y_{76} = 1,11 Y_{71-75} + 31,0 \quad (10)$$

Vergelijking (10) levert voor waarden van Y_{71-75} , die liggen tussen 100 en 200 cm minus maaiveld, 10-11 cm hogere waarden voor Y_{76} op dan vergelijking (9).

Met betrekking tot vergelijking (10) wordt opgemerkt, dat deze mede gebaseerd is op vergelijking (3), waarvan de bijbehorende correlatiecoëfficiënt (0,82) betrekkelijk laag is.

6.3. V e r s c h i l l e n i n z o m e r g r o n d w a t e r s t a n d

In tabel 3 is vermeld welke zomergrondwaterstanden met elkaar corresponderen volgens de vergelijkingen (7) tot en met (10):

Tabel 3. Zomergrondwaterstanden in verschillende perioden

Gem. 1950 t/m 1975	(cm-m.v.)	100	150	200
Gem. 1971 t/m 1975				
volgens (7)	(cm-m.v.)	119	173	226
volgens (8)	(cm-m.v.)	121	168	214
Het jaar 1976				
volgens (9)	(cm-m.v.)	131	187	243
volgens (10)	(cm-m.v.)	142	198	253

7. DE AFWIJKNINGEN IN DE GRONDWATERSTANDEN IN 1976

Voor een drietal waarden van het gemiddelde van de voorjaarsgrondwaterstanden in de periode 1950 tot en met 1975 is, aan de hand van de vastgestelde vergelijkingen, nagegaan met welke grondwaterstanden deze drie gemiddelde voorjaarsgrondwaterstanden corresponderen (tabel 4). Van de vergelijkingen (2) en (3) is, vanwege de betrekkelijk lage waarden van de bijbehorende correlatiecoëfficiënten, bij deze berekeningen geen gebruik gemaakt.

Tabel 4. Voorjaars- en zomergrondwaterstanden in verschillende perioden

Voorjaar 1950 t/m 1975	(cm-m.v.)	70	110	150
Zomer 1950 t/m 1975	(cm-m.v.)	107	141	175
Voorjaar 1971 t/m 1975	(cm-m.v.)	83	120	157
Zomer 1971 t/m 1975	(cm-m.v.)	126	163	200
Voorjaar 1976	(cm-m.v.)	110	146	182
Zomer 1976	(cm-m.v.)	160	202	243
Voorjaar 1977	(cm-m.v.)	87	123	160

Uit tabel 4 is af te lezen in welke mate de voorjaarsgrondwaterstanden in 1976 en 1977 afweken van de gemiddelden van de voorjaarsgrondwaterstanden in de perioden 1971 tot en met 1975 en 1950 tot en met 1975.

De diepe zomergrondwaterstanden in 1976 houden voor een deel verband met het optreden van diepe grondwaterstanden in het voorjaar van 1976. Een ander deel moet worden toegeschreven aan de droogte in de zomer van 1976, waardoor de seizoenfluctuatie in 1976 groter was dan die in de perioden 1971 tot en met 1975 en 1950 t/m 1975. Waarden van respectievelijk 110, 146 en 182 cm-m.v. voor de gemiddelden van de voorjaarsgrondwaterstanden in de perioden 1971 tot en met 1975 en 1950 tot en met 1975 corresponderen namelijk met de volgende gemiddelden

van de zomergrondwaterstanden in die perioden

Voorjaar	(cm-m.v.)	110	146	182
Zomer 1950 t/m 1975	(cm-m.v.)	141	172	203
Zomer 1971 t/m 1975	(cm-m.v.)	153	189	225

terwijl de genoemde voorjaarsgrondwaterstanden in 1976 leidden tot zomergrondwaterstanden van

zomer 1976	(cm-m.v.)	160	202	243
------------	-----------	-----	-----	-----

8. DE FREQUENTIE VAN VOORKOMEN VAN DE IN 1976 EN 1977 OPGETREDEN GRONDWATERSTANDEN

8.1. De cumulatieve frequentieverdelingen

Voor vijf landbouwbuizen, waarvan de tijdstijghoogtelijnen zijn weergegeven in de bijlagen 1 en 2, zijn cumulatieve frequentieverdelingen opgesteld voor de voorjaars- en zomergrondwaterstanden, die in de periode 1950 tot en met 1975 zijn opgenomen. Deze cumulatieve frequentieverdelingen zijn op de volgende wijze geconstrueerd.

Voor elk van de vijf buizen is het aantal keren m bepaald, dat een opgenomen voorjaarsgrondwaterstand k onderschreden is in de periode, waarin opnamen zijn gedaan. In het geval het aantal opnamen van de voorjaarsgrondwaterstand n bedraagt, dan is de cumulatie frequentie van voorkomen p_k , die bij voorjaarsgrondwaterstand k behoort, gesteld op:

$$p_k = \frac{m + 1}{n + 1} \times 100\% \quad (11)$$

(De cumulatieve frequentie van voorkomen wordt ook wel aangeduid met onderschrijdingsfrequentie).

De opgenomen zomergrondwaterstanden zijn op dezelfde manier bewerkt als de opgenomen voorjaarsgrondwaterstanden.

De voorjaars- en zomergrondwaterstanden met bijbehorende onderschrijdingsfrequenties zijn uitgezet op waarschijnlijkheidspapier. Door de punten zijn rechte lijnen getrokken. Uit de fig. 10 tot en met 14 is af te lezen, dat de cumulatieve frequentieverdelingen redelijk door een rechte lijn benaderd kunnen worden. Dit betekent, dat de frequentieverdelingen van de betreffende voorjaars- en zomergrondwaterstanden bij benadering door een normale frequentieverdeling beschreven kunnen worden.

De grondwaterstanden, die in het voorjaar van 1976 en 1977 en in de zomer van 1976 zijn opgenomen, zijn op de rechte lijnen uitgezet. Het is nu mogelijk om, uitgaande van het bestaan van normale frequentieverdelingen, voor de grondwaterstanden, die in 1976 en 1977 zijn opgetreden, de frequentie van voorkomen te bepalen.

8.2. D e v o o r j a a r s g r o n d w a t e r s t a n d e n i n 1 9 7 6 e n 1 9 7 7

Voor de vijf landbouwbuizen, waarvoor cumulatieve frequentieverdelingen zijn opgesteld, is nagegaan, welke frequentie van voorkomen de voorjaarsgrondwaterstanden van 1976 en 1977 bezitten (tabel 5):

Tabel 5. Cumulatieve frequenties voor de voorjaarsgrondwaterstanden van 1976 en 1977

Gebied	Buisnummer	Voorjaar 1976	Voorjaar 1977
2	45 C L 17	98%	76%
2	45 D L 12	97%	73%
3	46 C L 30	86%	-
3	46 D L 22	79%	42%
5	57 F L 7	90%	48%
Gemiddeld		90%	60%

Uit tabel 5 is af te lezen, dat de in 1976 opgetreden voorjaarsgrondwaterstanden een onderschrijdingsfrequentie van gemiddeld 90% bezitten. Dit betekent, dat één keer per 10 jaar diepere voorjaarsgrondwaterstanden voorkomen.

De in 1977 opgetreden voorjaarsgrondwaterstanden blijken regelmatig overschreden te worden, namelijk gemiddeld 4 keer per 10 jaar. Hierbij wordt opgemerkt, dat de voorjaarsgrondwaterstanden in 1977 slechts weinig verschilden van de gemiddelden van de voorjaarsgrondwaterstanden in de periode 1971 tot en met 1975 (zie par. 5.3).

8.3. De zomergrondwaterstand in 1976

Voor de zomergrondwaterstanden, die in 1976 optraden, is in tabel 6 de cumulatieve frequentie van voorkomen vermeld.

Tabel 6. Cumulatieve frequenties voor de zomergrondwaterstanden in 1976

Gebied	Buisnummer	Zomer 1976
2	45 C L 17	98,5%
2	45 D L 12	98,8%
3	46 C L 30	98,7%
3	46 D L 22	99,8%
5	57 F L 7	97,3%
Gemiddeld		98,6%

Op grond van de in tabel 6 vermelde resultaten kan worden geconcludeerd, dat de zomergrondwaterstanden, die in 1976 optraden, een bijzonder lage frequentie van voorkomen hebben.

Vanwege het feit, dat de periode, waarin opnamen zijn gedaan, betrekkelijk kort is, is de betrouwbaarheid van de berekende onderschrijdingsfrequentie relatief klein.

Opgemerkt wordt nog, dat bij de gemiddelden van de zomergrondwaterstanden in de periode 1971 tot en met 1975 een onderschrijdings-

frequentie van gemiddeld 67% hoort.

9. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Onderzocht is in hoeverre de standen van het ondiepe grondwater in enkele zandgebieden, die in het voorjaar van 1976 en 1977 en de zomer van 1976 zijn opgetreden, afwijken van de gemiddelden van de voorjaars- en zomergrondwaterstanden in de perioden 1971 tot en met 1975 en 1950 tot en met 1975.

Diverse regressievergelijkingen zijn berekend om verbanden vast te leggen tussen de verschillende grondwaterstanden of gemiddelden hiervan. Ook zijn cumulatieve frequentieverdelingen opgesteld.

Om het onderzoek te kunnen uitvoeren zijn gegeven van 78 landbouwbuizen opgevraagd bij het Archief van de Dienst Grondwaterverkenning TNO. Voor het onderzoek zijn enkele gebieden gekozen, die in het oosten en zuiden van Nederland zijn gelegen.

Vastgesteld is, dat in het voorjaar 1976 diepe grondwaterstanden voorkwamen. Uitgaande van de berekende regressievergelijkingen is afgeleid, dat de volgende voorjaarsgrondwaterstanden met elkaar corresponderen (tabel 7).

Tabel 7. Voorjaarsgrondwaterstanden in verschillende perioden

Voorjaar 1950 t/m 1975	(cm-m.v.)	70	110	150
Voorjaar 1971 t/m 1975	(cm-m.v.)	83	120	157
Voorjaar 1976	(cm-m.v.)	110	146	182
Voorjaar 1977	(cm-m.v.)	87	123	160

De afwijkingen in de voorjaarsgrondwaterstand van 1976 bedragen in de gekozen voorbeelden

- 25 à 27 cm, wanneer 1976 vergeleken wordt met de periode 1971 tot en met 1975,
- 32 à 40 cm, wanneer 1976 vergeleken wordt met de periode 1950 tot en met 1975.

Aan de hand van de cumulatieve frequentieverdelingen kan worden geconcludeerd, dat gemiddeld één keer per 10 jaar diepere voorjaarsgrondwaterstanden optreden dan in het voorjaar van 1976 zijn voorgekomen. Gemiddeld 4 maal per 10 jaar treden voorjaarsgrondwaterstanden op, die dieper zijn dan de voorjaarsgrondwaterstanden, die in 1977 voorkwamen.

Het optreden van diepe zomergrondwaterstanden in 1976 houdt voor een deel verband met het optreden van diepe grondwaterstanden in het voorjaar van 1976. Een ander deel wordt toegeschreven aan de droogte in het tijdvak 28 april-28 augustus 1976. De grondwaterstandsdeling in dit tijdvak was namelijk groter dan de gemiddelde daling, die vastgesteld is voor overeenkomstige tijdvakken in de perioden 1971 tot en met 1975 en 1950 tot en met 1975. De voorjaarsgrondwaterstanden, die in tabel 7 voor het voorjaar van 1976 zijn genoemd, corresponderen namelijk met de volgende zomergrondwaterstanden (tabel 8).

Tabel 8. Zomergrondwaterstanden in verschillende perioden

Voorjaar	(cm-m.v.)	110	146	182
Zomer 1950 t/m 1975	(cm-m.v.)	141	172	203
Zomer 1971 t/m 1975	(cm-m.v.)	153	189	225
Zomer 1976	(cm-m.v.)	160	202	243

In de gekozen voorbeelden bedroeg de extra daling in het tijdvak 28 april-28 augustus 1976

- 7 à 22 cm, wanneer 1976 vergeleken wordt met de periode 1971 tot en met 1975,
- 19 à 40 cm, wanneer 1976 vergeleken wordt met de periode 1950 tot en met 1975.

Geconstateerd is, dat de in 1976 opgetreden zomergrondwaterstanden bijzonder diep waren. Dergelijke diepe standen bleken bij vrijwel alle geanalyseerde buizen nog niet eerder opgenomen te zijn. De kans, dat in een zomer ondiepere grondwaterstanden optreden dan waargenomen zijn in de zomer van 1976, bedraagt 98.6%.

LITERATUUR

K.N.M.I., 1976. De droogte van 1976. K.N.M.I. publikatie nr 154.

WALTER, 1977. De grondwaterstanden in de droge zomer van 1976.

H₂O 8/77.

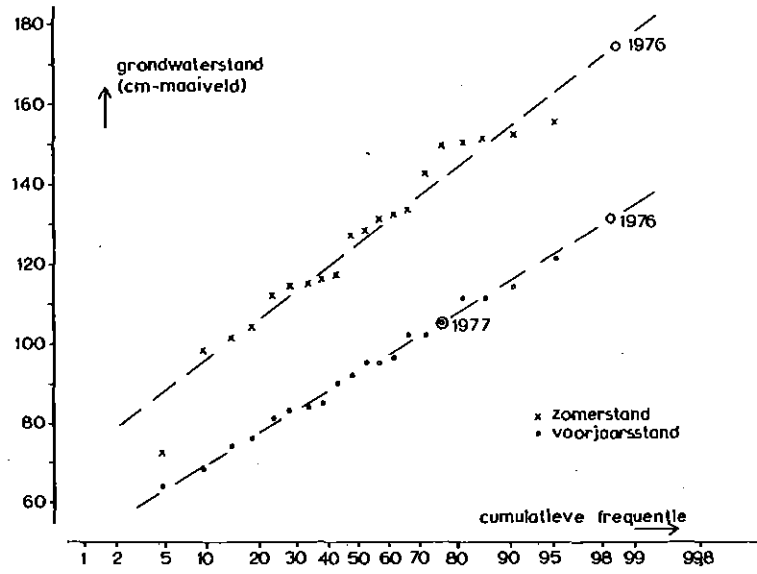


Fig. 10. Cumulatieve frequentieverdelingen voor buis 45 C L 17

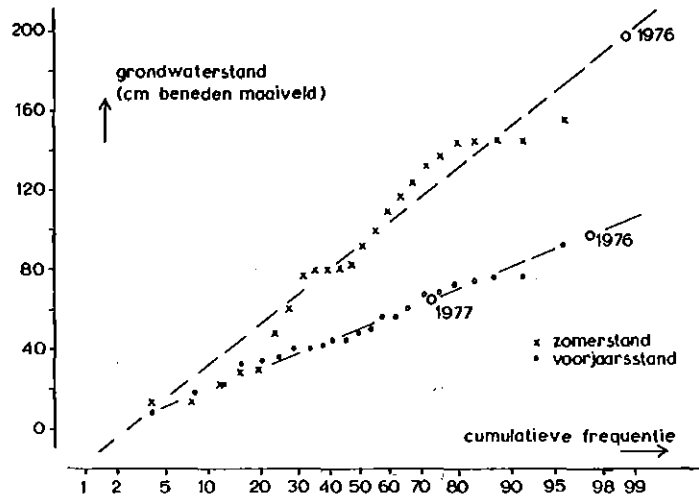


Fig. 11. Cumulatieve frequentieverdelingen voor buis 45 D L 12

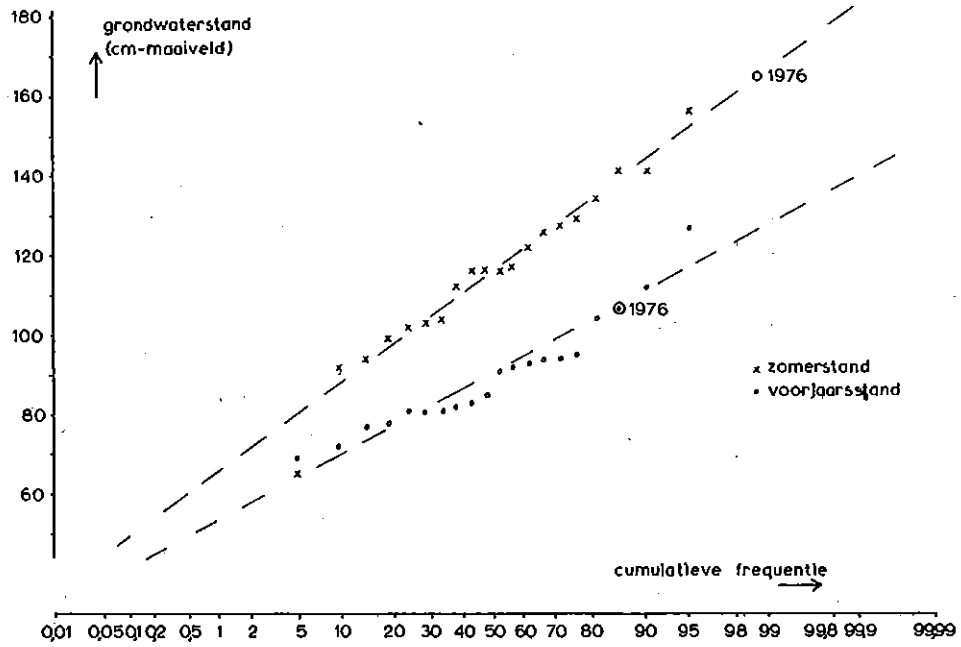


Fig. 12. Cumulatieve frequentieverdelingen voor buis 46 C L 30

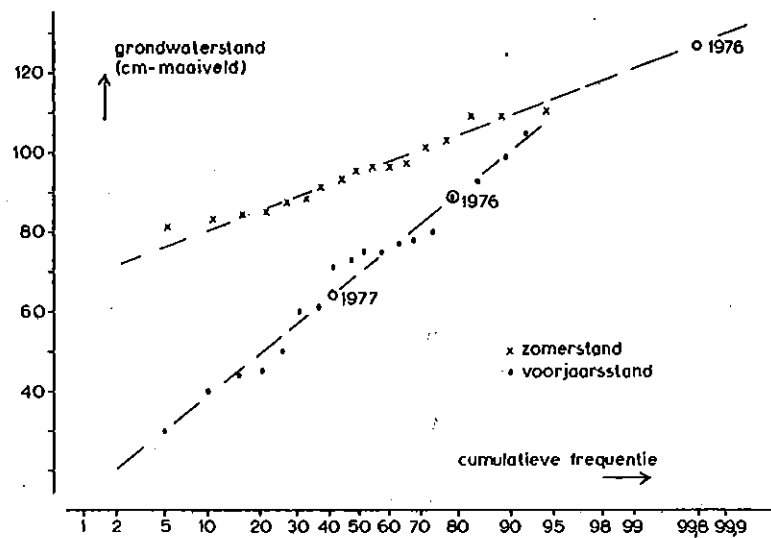
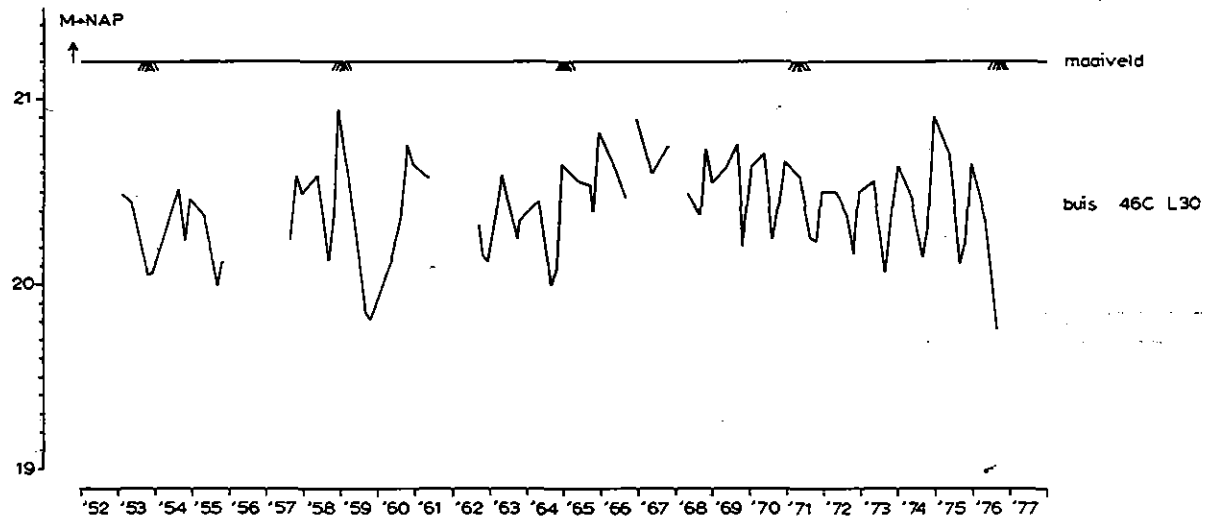
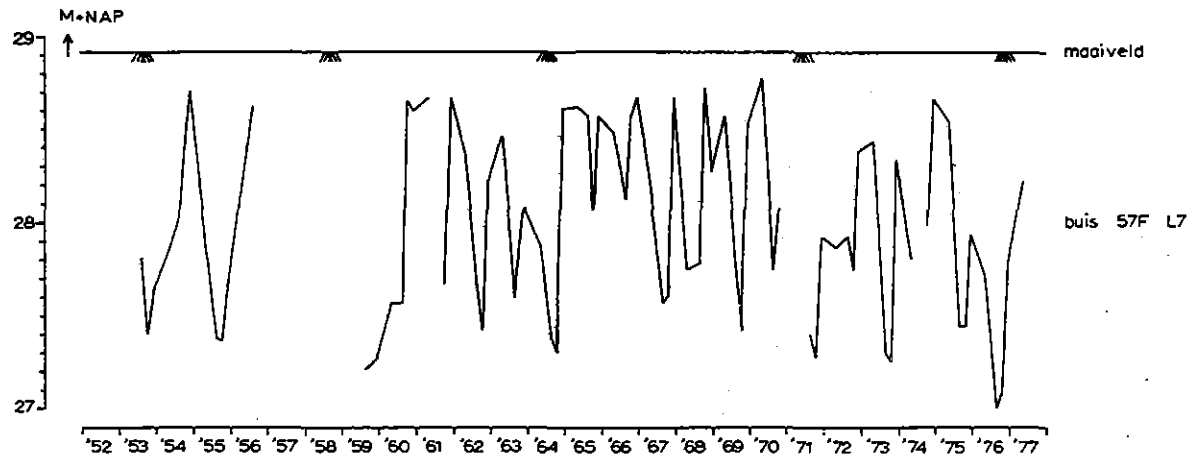


Fig. 13. Cumulatieve frequentieverdelingen voor buis 46 D L 22



Bijlage 1. Tijdstijghoogtelijnen voor de buizen 57 F L 7 en 46 C L 30

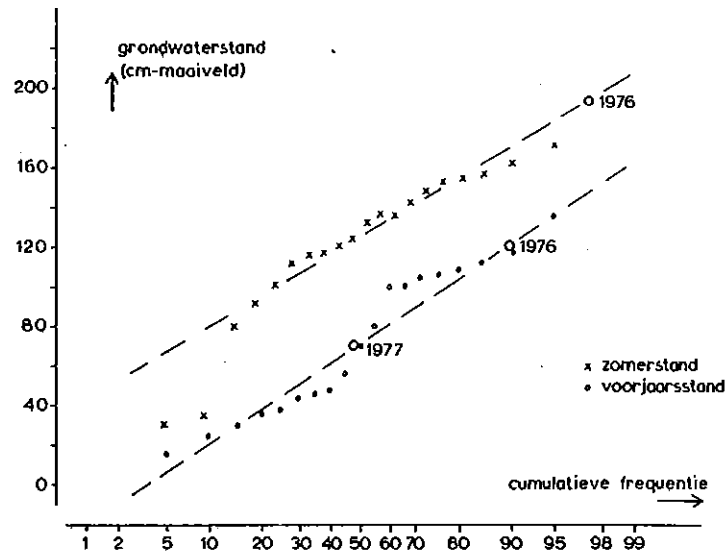
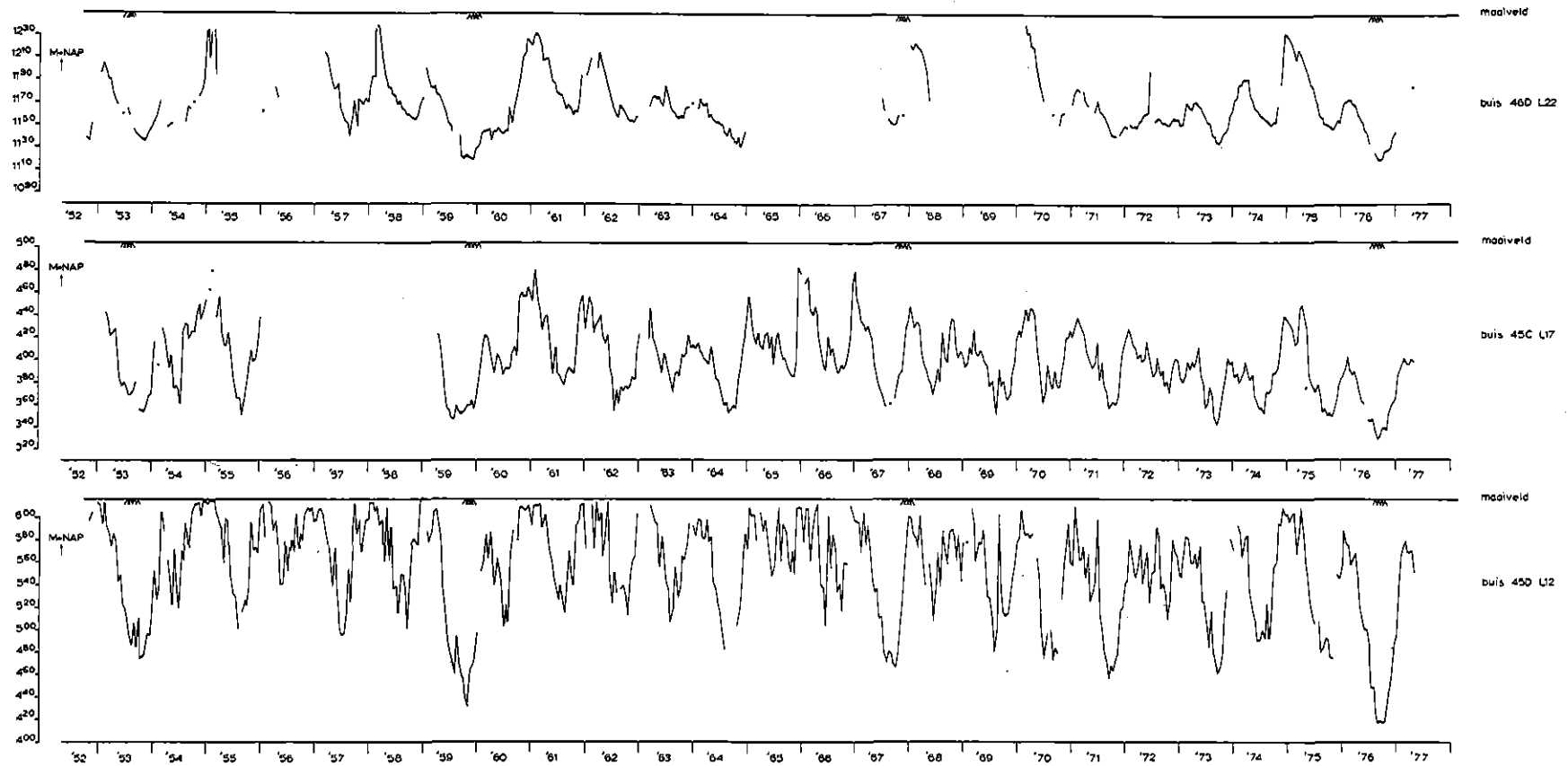


Fig. 14. Cumulatieve frequentieverdelingen voor buis 57 F L 7



Bijlage 2. Tijdstijghoogtelijnen voor de buizen 46 D L 22, 45 C L 17 en 45 D L 12