

DE INVLOED VAN HET NEERSLAGOVERSCHOT OP DE VORM
VAN Overschrijdingsduurlijnen

J. Buys

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

ISN 109 293-02



I N H O U D

	Blz.
VOORWOORD	
1. INLEIDING	1
1.1. Bufferzoneproblematiek	1
1.2. Duurlijnen	2
2. PROBLEEMSTELLING	3
3. SELECTIE EN VERWERKING BASISGEGEVENS	3
3.1. Selectie grondwaterstandsbuizen	4
3.2. Selectie hydrologische jaren	7
3.3. Verwerking grondwaterstanden tot duurlijnen	11
4. RELATIE HYDROLOGISCH JAAR - DUURLIJNVORM	17
4.1. Verschuivingen duurlijn in verhouding tot neerslagoverschot	17
4.2. Duurlijnmodel	19
4.3. Vormkarakteristiek duurlijn in verhouding tot neerslagoverschot	22
4.4. Verdeling van het neerslagoverschot	25
4.5. Discussie	29
5. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	31
6. LITERATUUR	32

VOORWOORD

Deze nota is geschreven naar aanleiding van de periode van een half jaar dat ik op het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding werkzaam ben geweest op de hoofdafdeling Waterkwaliteit. De stageperiode vormt een afsluiting van de ingenieurs-I fase van de Hogere Landbouwschool te Dronten.

Jan Buys

1. INLEIDING

1.1. B u f f e r z o n e p r o b l e m a t i e k

Het grondwaterniveau speelt een belangrijke rol voor de vegetatie, enerzijds via de vochtleverantie anderzijds via het reguleren van bodemfysische, bodemchemische en microbiologische processen. Veel plantengemeenschappen zijn zelfs sterk afhankelijk van het grondwater zowel wat niveau als fluctuaties betreft.

In natuurgebieden zijn de voorkomende vegetaties vaak sterk gebaat bij hoge grondwaterstanden, waarbij een geringe grondwaterstands-daling al sterk schadelijke gevolgen voor de vegetatie kan hebben.

De huidige intensieve landbouw daarentegen is gebaat bij lage grondwaterstanden. Een lage grondwaterstand betekent een grotere draagkracht, waardoor het mogelijk wordt met zware machines gedurende het grootste deel van het jaar werkzaamheden uit te voeren, een grotere beweidingsintensiteit en een hogere opbrengst.

Om landbouwgebieden en natuurgebieden toch ongestoord naast elkaar te kunnen laten functioneren is er de mogelijkheid beide gebieden geleidelijk in elkaar over te laten lopen door middel van zogenaamde overgangsgebieden of bufferzones. Een bufferzone is een overgang wat betreft waterkwantiteit (hoogte grondwaterstanden) en wat betreft waterkwaliteit (meststoffen). Uit landbouwkundig oogpunt is het gewenst deze bufferzones zo klein mogelijk te houden, zodat er zo weinig mogelijk intensief te gebruiken landbouwgrond hoeft te worden opgeofferd. Over de grootte die een bufferzone minimaal hebben moet om het te beschermen natuurgebied in zijn waarde te handhaven, zijn nog vrij weinig gegevens bekend.

Om de grootte van een bufferzone te kunnen bepalen, moeten eerst de voorwaarden, nodig voor het voortbestaan van het betreffende natuurgebied bekend zijn. Hiervoor is kennis nodig van onder andere de vegetatie, bodemeigenschappen en het gedrag van het grondwater in dat gebied.

1.2. D u u r l i j n e n

Kennis omtrent het gedrag van grondwater kan verkregen worden door verwerking van grondwaterstanden tot tijdstijghoogtelijnen, waarbij het verloop van de grondwaterstanden in de tijd wordt uitgezet. Deze methode geeft inzicht in de frequentie waarmee bepaalde grondwaterstanden worden overschreden en in het jaargetijde waarin bepaalde grondwaterstanden voorkomen. Daarnaast kunnen grondwaterstanden verwerkt worden tot zogenaamde overschrijdingslijnen.

E e n o v e r s c h r i j d i n g s d u u r l i j n i s i n f e i t e e n c u m u l a t i e v e f r e q u e n t i e v e r d e l i n g v a n g r o n d w a t e r s t a n d e n d i e v o o r k o m e n i n e e n h y d r o l o g i s c h j a a r. E l k p u n t o p d e z e l i j n g e e f t a a n h o e v e e l d a g e n d e b i j b e h o r e n d e g r o n d w a t e r s t a n d w o r d t o v e r s c h r e d e n.

In principe heeft een duurlijn een s-vormig verloop, waarin perioden met hoge en lage grondwaterstanden relatief lange tijd voorkomen. Uitgaande van dit s-vormig verloop onderscheidt men meer bolle of holle duurlijnen. Bij een bolle duurlijn heeft het grondwater de tendens langer op een relatief hoog niveau te blijven terwijl bij een holle duurlijn het grondwater slechts korte tijd hoge niveaus bereikt. In feite zijn alle reële duurlijnen te herleiden tot deze 2 basisvormen. Daar een duurlijn in veel gevallen een constante vorm (NIEMANN, 1973) heeft vormt zij een goede karakteristiek voor het gedrag van het grondwater. De relatie grondwater-vegetatie is in veel gevallen zo hecht dat een vegetatie getypeerd kan worden met de vorm van een bijbehorende duurlijn. Een dergelijke verwerking met overschrijdingsduurlijnen geeft een aantal voordelen (NIEMANN, 1973) te zien boven de gebruikelijke weergave met tijdstijghoogtelijnen.

- In een overschrijdingsduurlijn zijn de vele gegevens in een overzichtelijke vorm samengebracht: hoogste grondwaterstand, laagste grondwaterstand, amplitude, mediaan etc.
- Bij tijdstijghoogtelijnen gaan een aantal details verloren die juist in een duurlijn tot uitdrukking komen; met name ten aanzien van bodemeigenschappen als textuur en leemgehalte.

- De duur van de periode waarin een bepaalde grondwaterstand bereikt of overschreden wordt is veel duidelijker dan bij de gebruikelijke weergave af te lezen.

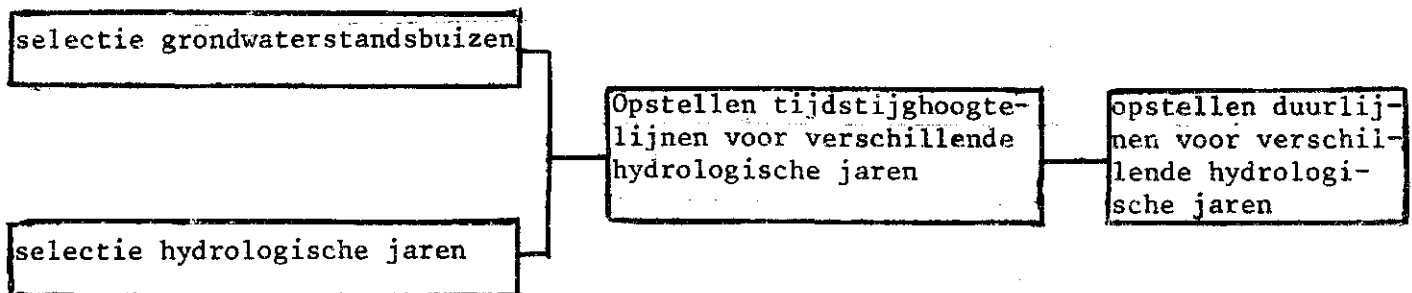
Verwerking van grondwaterstandsgegevens met behulp van overschrijdingsduurlijnen kan hierom vrij veel informatie over het gedrag van grondwater verschaffen.

2. PROBLEEMSTELLING

Dit onderzoek is erop gericht na te gaan in welke mate de vorm van een overschrijdingsduurlijn beïnvloedt kan worden door verschillende klimatologische omstandigheden. Het gaat erom hierbij de vraag te beantwoorden of het type c.q. de vorm van een duurlijn onafhankelijk is van het neerslagoverschot op jaarbasis, zomerhalfjaarbasis en winterhalfjaarbasis; en zo deze onafhankelijkheid niet kan worden aangetoond, welke relatie er dan bestaat tussen neerslagoverschot en duurlijnvorm. Daarbij werd ook een aanzet gegeven de verdeling van het neerslagoverschot over de verschillende maanden te relateren aan de duurlijnvorm.

3. SELECTIE EN VERWERKING BASISGEGEVENS

Om uiteindelijk te komen tot het construeren van duurlijnen voor verschillende hydrologische jaren is gewerkt volgens onderstaand schema:



3.1. Selectie grondwaterstandsbuizen

3.1.1. Selectiemethoden

Sedert 1952 zijn in Nederland in het kader van het door de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland (COLN) uitgevoerde hydrologisch onderzoek een zeer groot aantal grondwaterstandsmetingen verricht. Van een aantal COLN-grondwaterstandsbuizen waren lange reeksen gegevens beschikbaar. Het betrof hier buizen uit Brabant en de Achterhoek.

Alvorens van deze gegevens gebruik kon worden gemaakt, werden de buizen geselecteerd aan de hand van de volgende normen:

a. Regelmaat in de metingen

Hoe regelmatig de metingen (zoveel mogelijk ononderbroken 14-daagse metingen) des te betrouwbaarder de uiteindelijke duurlijnen zijn.

b. Lange periode van waarnemingen

Deze periode moet zo groot mogelijk zijn (b.v. 1952-1978); dit om ook bij selecteren van hydrologisch verschillende jaren zoveel mogelijk keus te hebben.

c. Onveranderde hydrologische situatie

In de betreffende gebieden mogen in de loop van de beschouwde periode geen veranderingen op waterhuishoudkundig gebied zijn opgetreden. Van een grondwaterstandsbuis moeten steeds duurlijnen van verschillende jaren met elkaar vergeleken worden, waarbij de factor neerslagoverschot in relatie met de grondwaterstand beschouwd wordt. Tussentijdse veranderingen zouden deze vergelijkingen verstoren, wat zou kunnen leiden tot verkeerde conclusies.

De normen a en b zijn gemakkelijk na te gaan met behulp van de grondwaterstandsgegevens. Om echter veranderingen in de hydrologische situatie (norm c) na te gaan zijn de volgende methoden toegepast:

- Vergelijking oude (1952) en recente (1973) topografische kaarten

Deze methode geeft een globale indruk over de ontwikkelingen in een gebied: ruilverkavelingen, plaatsing van stuwen, rechttrekking

van beken en dergelijke.

- Vergelijking door cumulatieve verwerking

Door van 2 buizen de gemiddelde (jaarlijkse, zomerhalfjaarlijkse of winterhalfjaarlijkse) grondwaterstanden cumulatief tegen elkaar uit te zetten, wordt een rij punten verkregen waardoor een rechte lijn getrokken kan worden. Een afbuiging van deze lijn zou duiden op waterhuishoudkundige veranderingen bij 1 van de buizen. Deze methode is veel nauwkeuriger omdat met de bovenstaande methode zeer kleine veranderingen niet op te sporen zijn.

Een nadeel van deze methode is echter dat veranderingen er niet uitkomen als deze bij beide buizen en in dezelfde mate optreden.

- Relatie grondwaterstand-neerslagoverschot

Het gaat erom hierbij de tendens in de hoogte van de gemiddelde zomer- en wintergrondwaterstanden in de loop van de betreffende periode met de tendens in de zomer- en winterneerslagoverschotten te vergelijken.

3.1.2. Resultaten

Uit de selectie kwamen de buizen 3 en 7 naar voren. De ligging van beide buizen is aangegeven op een isohypsenkaart (fig. 1). Hieruit wordt duidelijk dat beide buizen een zekere toestroming van grondwater hebben. Bij buis 3 is het verschil in (zomer)grondwaterstanden 9 meter over een afstand van ongeveer 1500 meter; bij buis 7 is dit 5 meter over een afstand van ongeveer 2000 meter. Buis 3 heeft een afvoer van het grondwater naar de dichtbij gelegen Beur-nerbeek. Het grondwater bij buis 7 wordt afgevoerd naar het ten westen van de buis gelegen Korenburgerveen.

De gegevens van deze buizen vormen een lange vrijwel ononderbroken reeks. Ook de hydrologische situatie is vrijwel zeker, zo bleek uit de gevolge methoden, ongewijzigd gebleven. De vergelijking door cumulatieve verwerking (fig. 2) laat zien dat de punten voor zowel totaal jaar, zomerhalfjaar als winterhalfjaar steeds keurig op één lijn liggen.

De methode waarmee de grondwaterstand aan het neerslagoverschot gekoppeld wordt laat in de periode 1964-1976 een dalende tendens

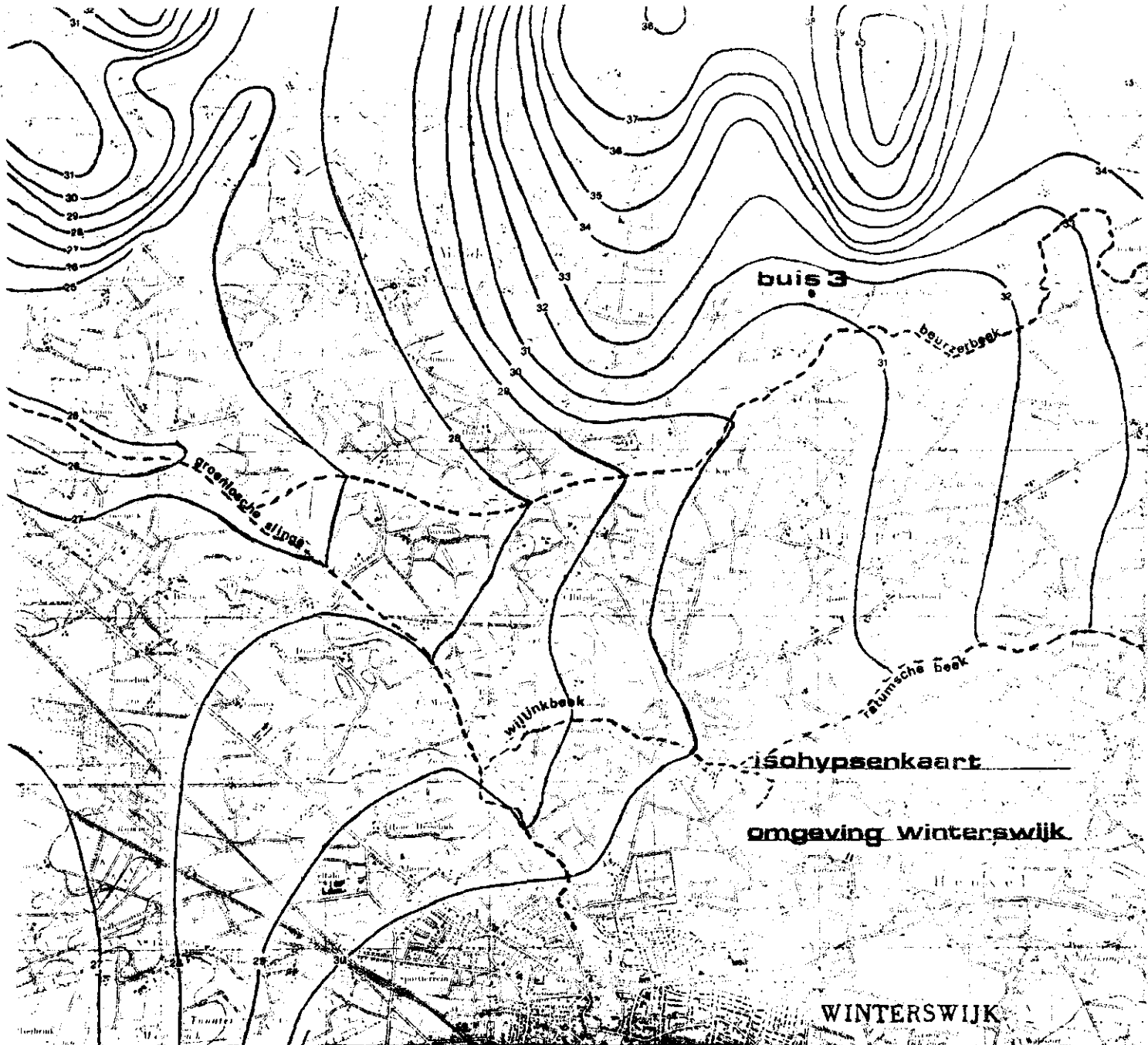
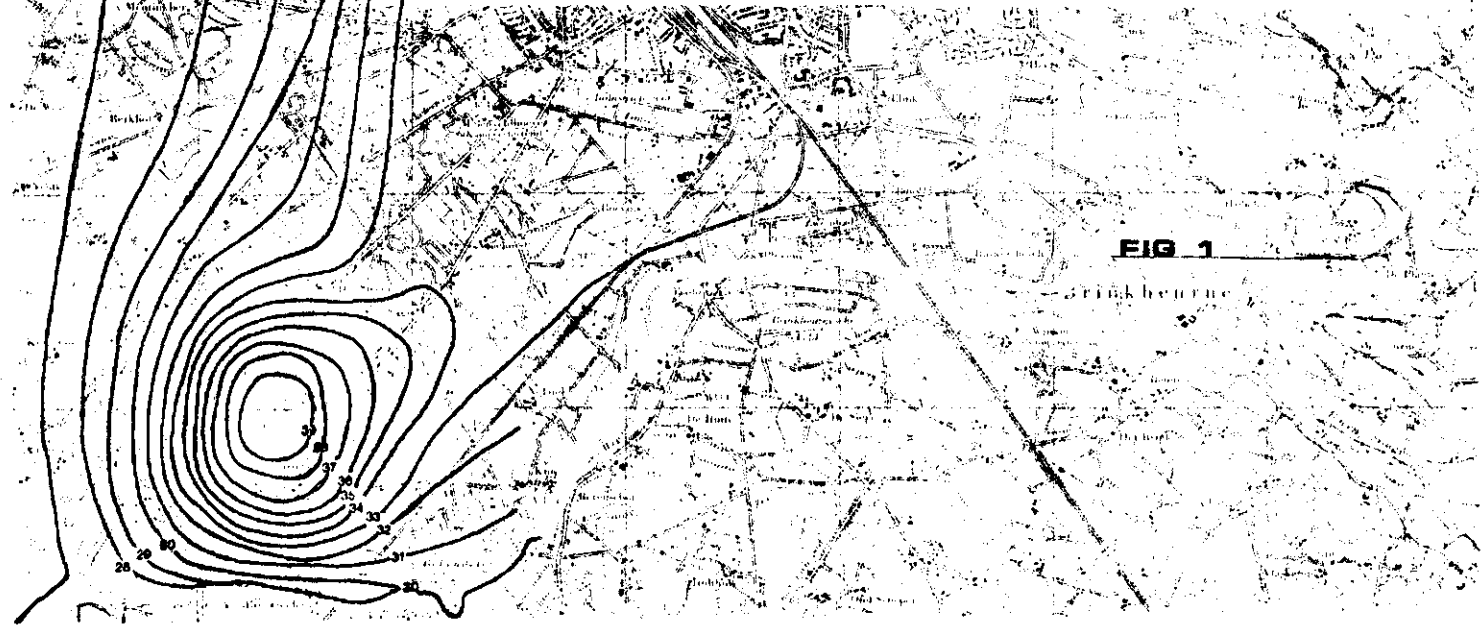


Fig. 1. Isohypsenkaart omgeving Winterswijk + ligging grondwaterstandsbuizen 3 en 7



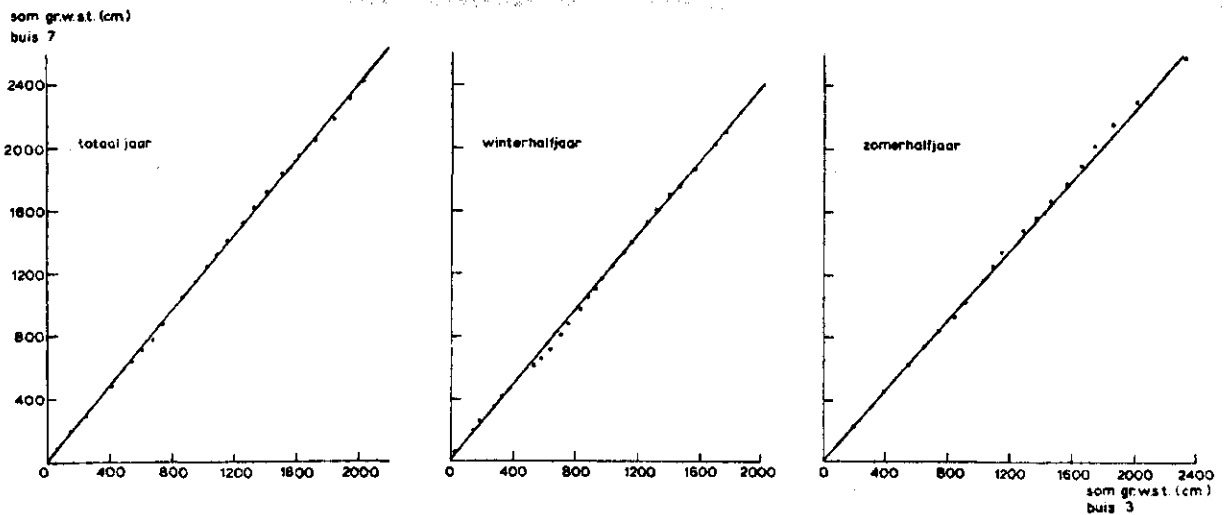


Fig. 2. Vergelijking van grondwaterstandsbuizen 3 en 7 door cumulatieve verwerking van de gemiddelde grondwaterstanden op jaarbasis, zomerhalfjaarbasis en winterhalfjaarbasis

zien in de gemiddelde zomergrondwaterstanden. Ook de zomerneerslagoverschotten vertonen een dalende tendens. Vergelijking van zomergrondwaterstanden en de neerslagoverschotten in deze periode levert een duidelijke correlatie ($r = 0,91$) op. De dalende tendens in de zomergrondwaterstand is dus een gevolg van eenzelfde tendens in de neerslagoverschotten (fig. 3 en 4).

In dezelfde periode is er in de wintergrondwaterstanden ook een dalende tendens te zien terwijl de neerslagoverschotten vrijwel gelijk blijven. Deze dalende tendens kunnen we waarschijnlijk toeschrijven aan de nawerking van de lage zomergrondwaterstanden en niet aan veranderingen in de hydrologische situatie van het gebied.

3.2. Selectie hydrologische jaren

3.2.1. Methode

Het hydrologisch jaar is gelegen in de periode van oktober tot en met september, waarbij het winterhalfjaar in de periode van oktober tot en met maart en het zomerhalfjaar, welke samenvalt met het

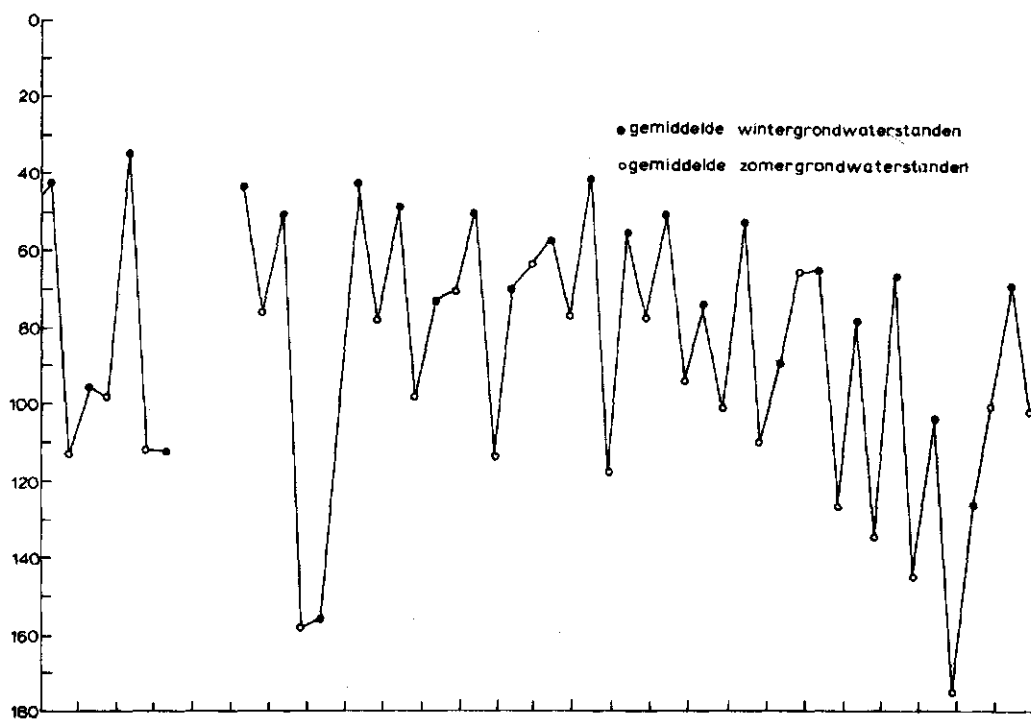


Fig. 3. Gemiddelde winter- en zomergrondwaterstanden vanaf 1952 tot en met 1978 - buis 3

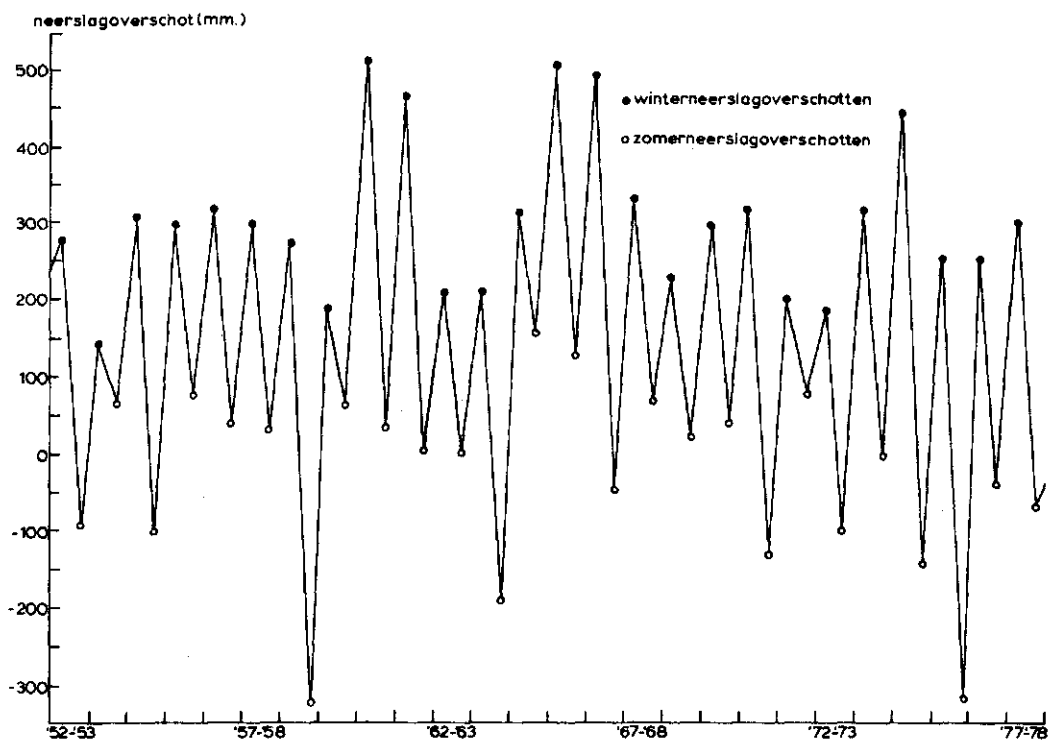


Fig. 4. Zomer- en winterneerslagoverschotten van 1952 tot en met 1978 voor meteostation Winterswijk

groeiseizoen, in de periode van april tot en met september valt.

Om de verschillende hydrologische jaren klimatologisch te karakteriseren worden de neerslagoverschotten berekend en vergeleken. Hiervoor zijn de volgende gegevens nodig:

- Neerslag (N)

Neerslaggegevens zijn opgenomen in het Maandelijks Overzicht Der Weersgesteldheid van het KNMI. Er is, in verband met de ligging van de buizen 3 en 7 gebruik gemaakt van de gegevens van Meteorstation Winterswijk.

- Evaporatie (E_o)

Evaporatie of open waterverdamping is de verdamping van een vrij wateroppervlak, van neerslag vastgehouden op een bladerdek en van onbegroeide grond. Het KNMI voert berekeningen van de open waterverdamping uit volgens de formule van Penman. Hiervoor zijn waarnemingen nodig van de luchttemperatuur, relatieve vochtigheid, windsnelheid en aantal uren zonneshijn (VAN BOHEEMEN, 1977).

- Potentiële evapotranspiratie (E_p)

Dit is de maximale verdamping die kan optreden bij een gewas met een gesloten vegetatie-oppervlak bij een optimale vochtvoorziening. De condities zijn hier zo gunstig dat de verdamping alleen nog beperkt wordt door de zonnestraling en niet door aanvoer van water uit de grond. Voor de berekening van de verdamping van een gewas geldt de formule:

$$E_p = f \cdot E_o$$

waarbij f = de reductiefactor van Penman

De beide grondwaterstandsbuizen 3 en 7 zijn gelegen in grasland.

Nu geldt voor gras: winter - $E_p = 0,6 E_o$

zomer - $E_p = 0,8 E_o$

- De neerslagoverschotten ($N - E_p$) kunnen nu voor het betreffende gebied gemakkelijk uit voorgaande gegevens berekend worden.

Om de verschillende hydrologische jaren te kunnen typeren is een frequentieverdeling van de neerslagoverschotten uit de periode 1952-1978 gemaakt. Met behulp van deze frequentieverdeling kunnen

3.2.2. Resultaten

De berekende neerslagoverschotten uit de periode 1952-1978 zijn voor zomer- en winterhalfjaar weergegeven in fig 4 en voor totaal jaar in fig. 5.

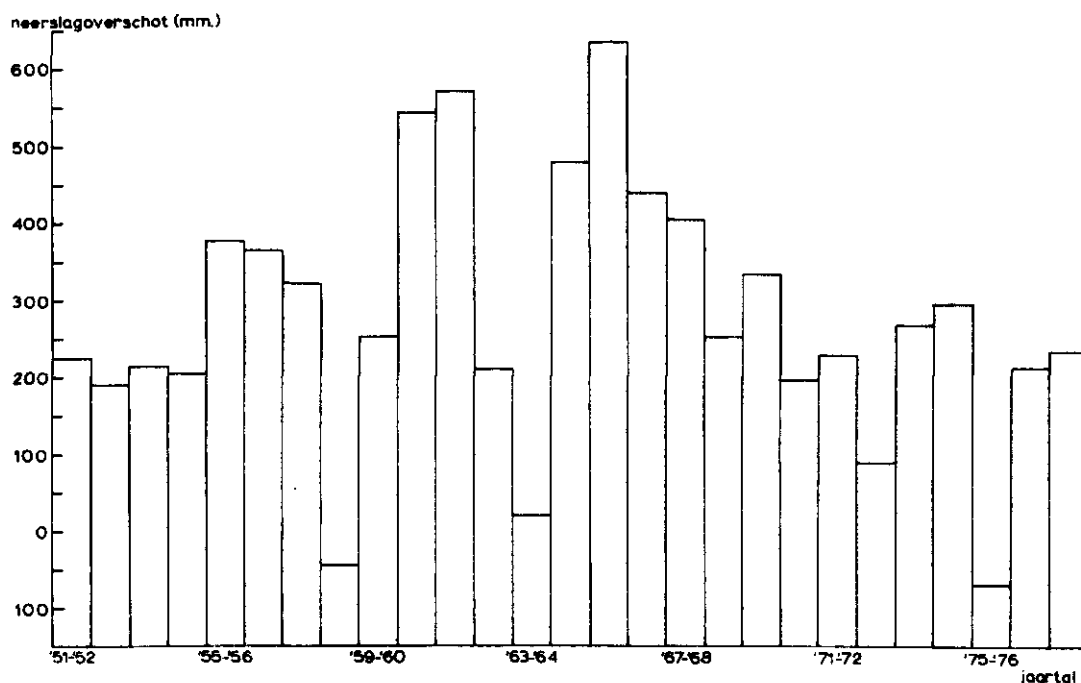


Fig. 5. Neerslagoverschotten op jaarbasis voor Winterswijk voor de periode 1952-1978 voor meteostation Winterswijk

De frequentieverdeling van de neerslagoverschotten is weergegeven in fig. 6. Een voorbeeld van selectie van een bepaald procentjaar is hieronder weergegeven:

Selectie 50% jaar. Dit is een jaar met een zodanig neerslagoverschot dat het éénmaal per 2 jaar voorkomt.

Kijken we bij de frequentieverdeling (lijn voor totaal jaar) bij 50%, dan blijkt dit overeen te komen met een neerslagoverschot van 250 mm. Bekijken we nu weer fig. 5 dan blijkt 1968-1969 een dergelijk neerslagoverschot te hebben gehad en is dus een 50% jaar. Op

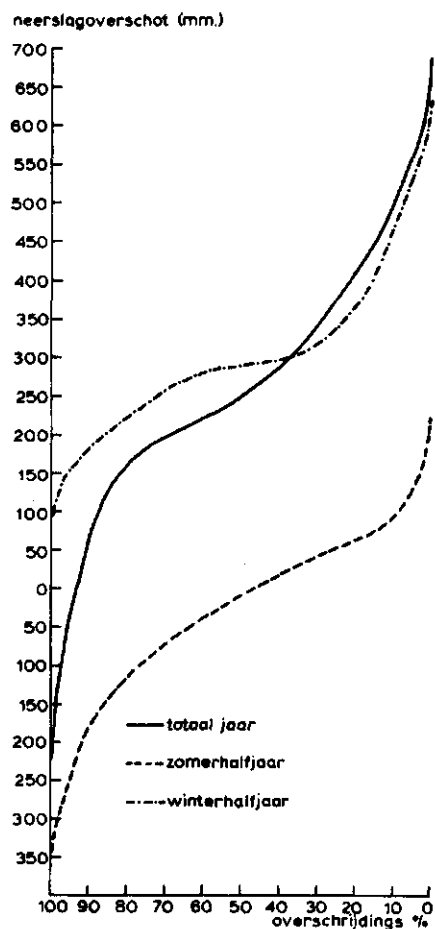


Fig. 6. Frequentieverdeling van de neerslagoverschotten in de periode 1952-1978 voor meteostation Winterswijk

deze wijze zijn een aantal sterk uiteenlopende hydrologische jaren gevonden.

3.3. Verwerking grondwaterstanden tot duurlijnen

3.3.1. Methode

Van de geselecteerde hydrologische jaren zijn voor de buizen 3 en 7 tijdstijghoogtelijnen opgesteld. Uit de tijdstijghoogtelijnen kunnen dan weer de duurlijnen opgesteld worden door steeds uit de stijghoogtelijnen af te lezen hoelang een bepaalde grondwaterstand wordt bereikt of overschreden. In dit geval is dit steeds gedaan

bij 5 cm grondwaterstandsverschil.

3.3.2. Resultaten

Daar verwacht mag worden dat de ongelijke verdeling van het neerslagoverschot over winter- en zomerperiode consequenties kan hebben voor de vorm van een duurlijn zijn naast duurlijnen voor een geheel hydrologische jaar (fig. 7 en 8) ook duurlijnen van hydrologische winterhalfjaren (fig. 9b en 10b) en zomerhalfjaren (fig. 9a en 10a) opgenomen.

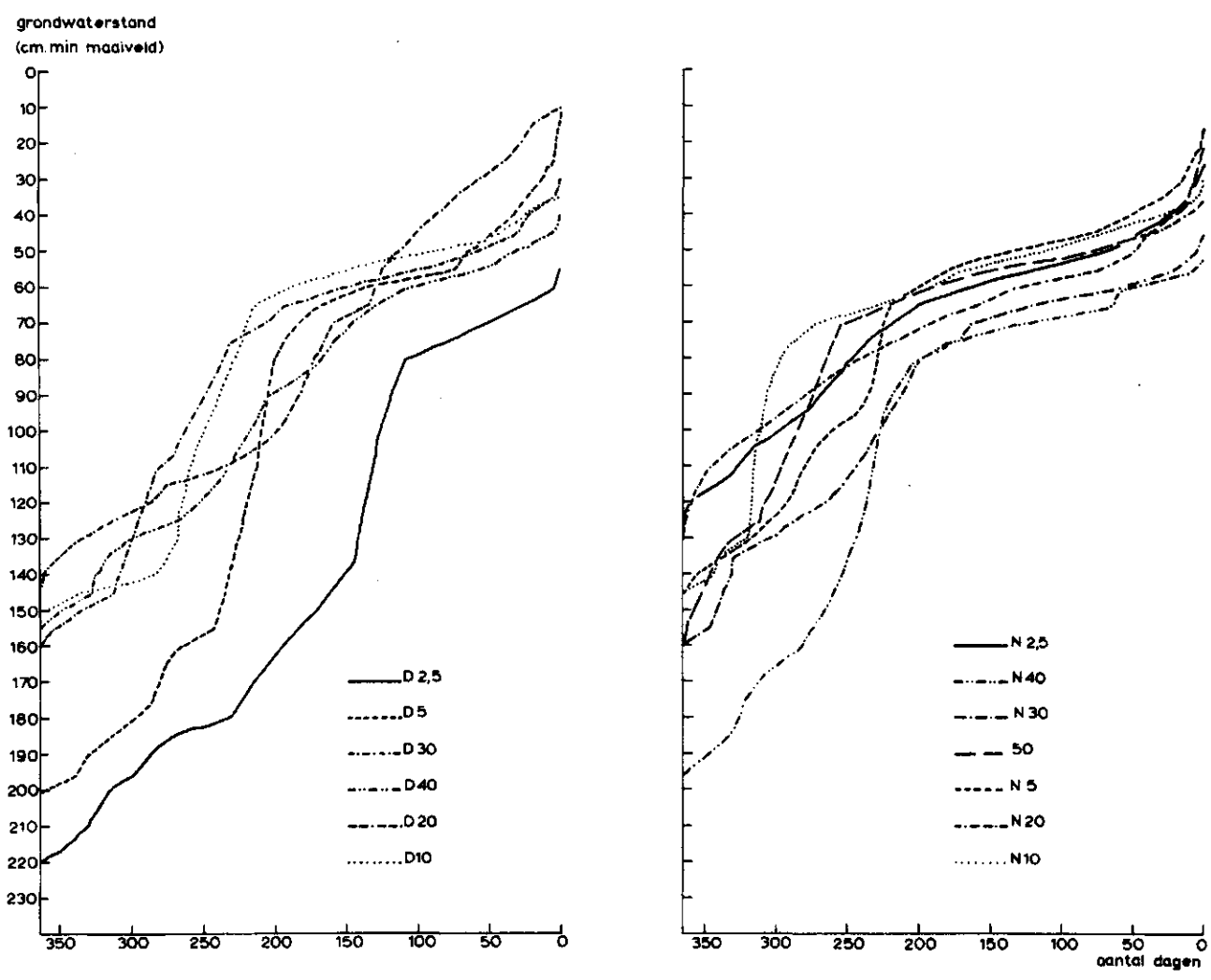


Fig. 7. Duurlijnen op jaarbasis voor de verschillende droge (D) en natte (N) procentjaren voor buis 3

grondwaterstand
(cm. min maaiveld)

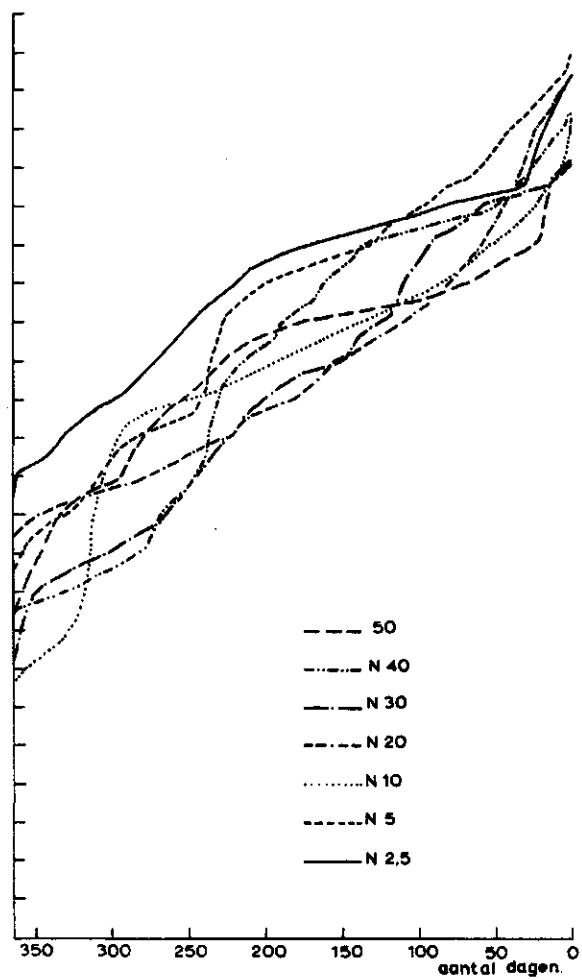
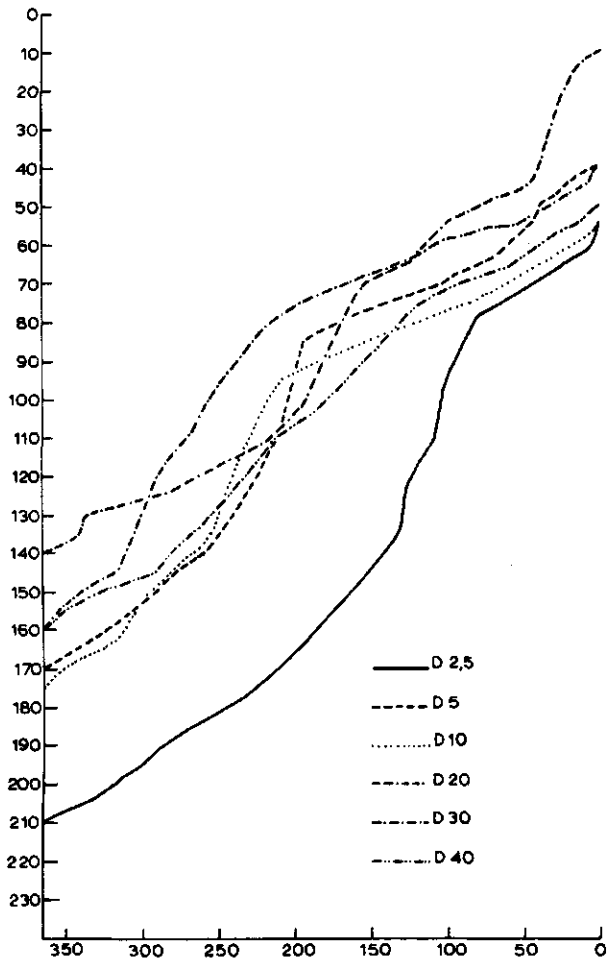


Fig. 8. Duurlijnen op jaarbasis voor de verschillende droge (D) en (N) procentjaren voor buis 7

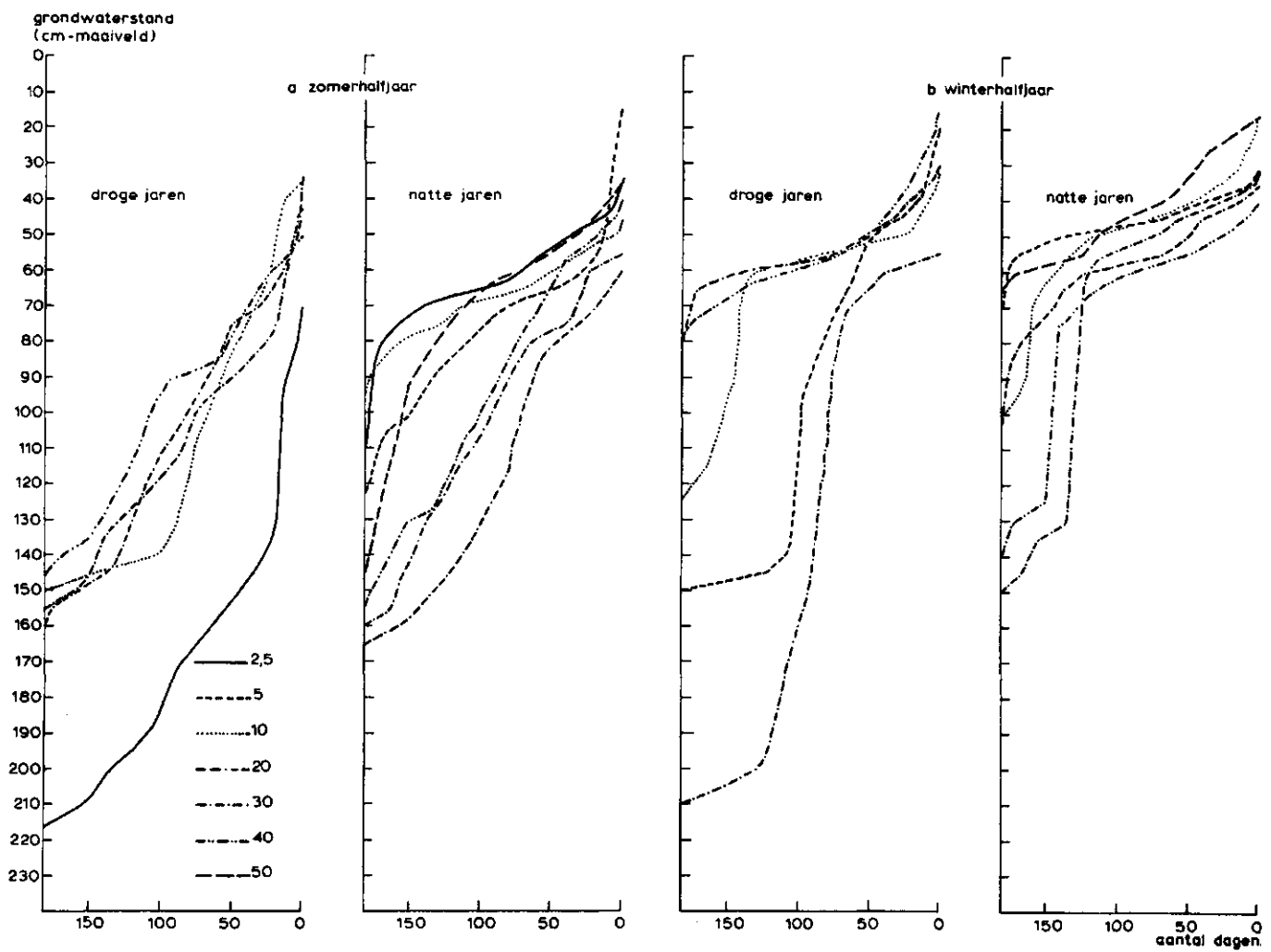


Fig. 9. Duurlijnen op winter- en zomerhalfjaarbasis buis 3

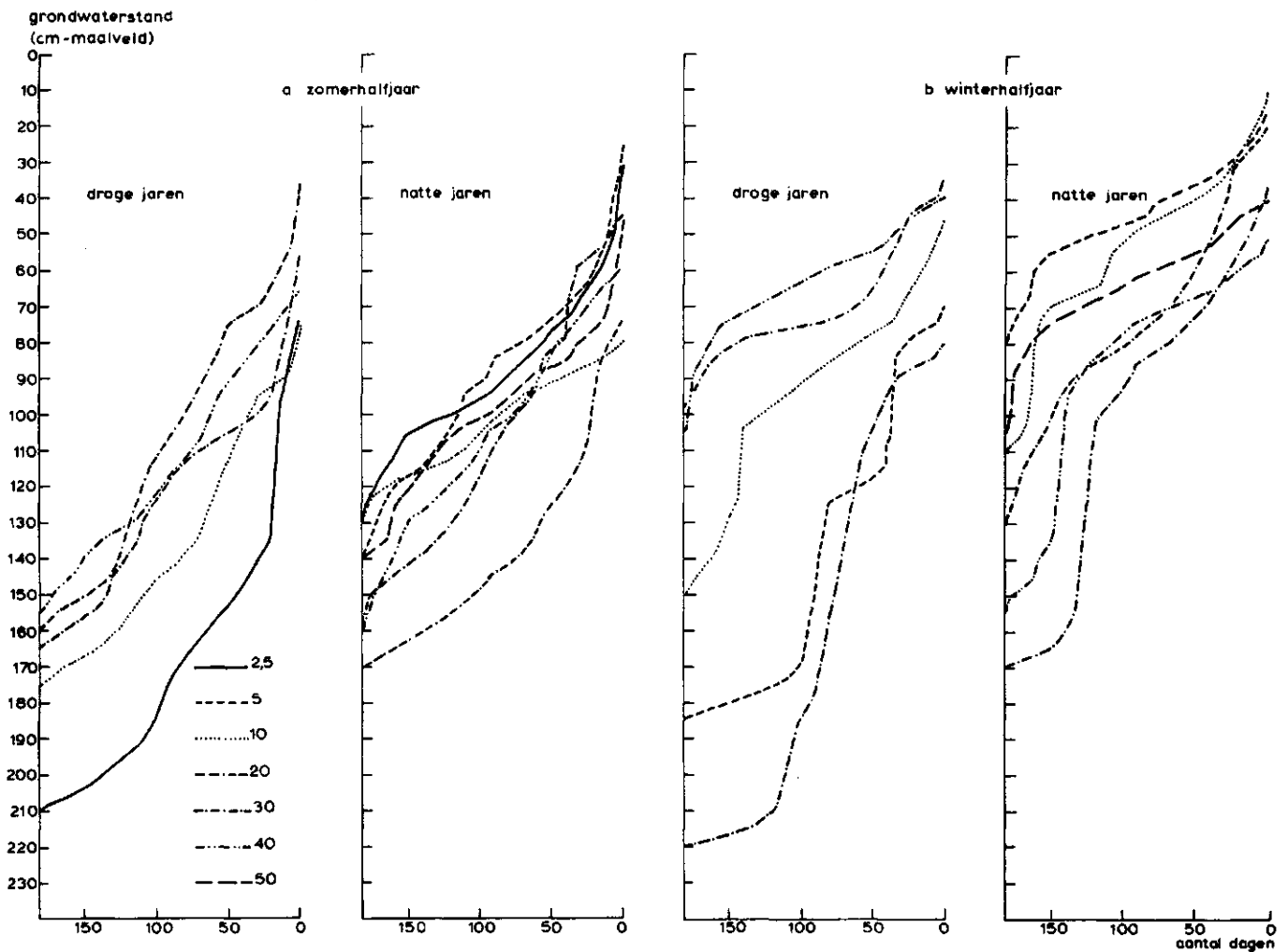


Fig. 10. Duurlijnen op winter- en zomerhalfjaarbasis buis 7

4. RELATIE HYDROLOGISCH JAAR - DUURLIJNVORM

4.1. V e r s c h u i v i n g e n d u u r l i j n i n v e r h o u d i n g t o t n e e r s l a g o v e r s c h o t

Uit de duurlijnen van beide buizen blijkt dat er duidelijke verschuivingen van deze duurlijnen zijn opgetreden. Daarbij kan onderscheid gemaakt worden tussen verticale en horizontale verschuivingen.

4.1.1. Vertikale verschuivingen

4.1.1.1. M e t h o d e . Naarmate het neerslagoverschot groter wordt zal de grondwaterstand de neiging hebben te stijgen. In de duurlijn zal dit tot uitdrukking komen doordat deze vertikaal omhoog schuift.

Om de relatie tussen neerslagoverschot en verticale verschuiving te achterhalen werden de gemiddelde grondwaterstanden uitgezet tegen de verschillende hydrologische procentsjaren.

4.1.1.2. R e s u l t a t e n . Fig. 11 geeft de relatie weer tussen de verschillende procentsjaren en de gemiddelde grondwaterstanden op jaar-, winterhalfjaar- en zomerhalfjaarbasis. Statistische toetsing toont aan dat de gevonden correlaties in alle gevallen ruimschoots significant zijn. Een groter neerslagoverschot laat voor de buizen 3 en 7 dus een duidelijk omhoogschuiven van de duurlijn zien.

4.1.2. Horizontale verschuivingen

4.1.2.1. M e t h o d e . Ook horizontale verschuivingen lijken op te treden naarmate het neerslagoverschot verandert. De horizontale verschuiving lijkt als volgt te verklaren: tengevolge van een groter neerslagoverschot wordt het grondwater steeds weer aangevuld, waardoor het langer op een hoog niveau blijft. Als parameter voor deze vergelijking is opgenomen het moment (aantal dagen) waarop de duurlijn van een hoog niveau plotseling vrij snel overgaat naar een laag niveau. Dit moment is in een aantal gevallen moeilijk vast te stellen omdat de overgang van hoog naar laag niveau hier niet vrij abrupt maar geleidelijk verloopt. Dit moment werd uitgezet tegen de verschillende hydrologische procentsjaren.

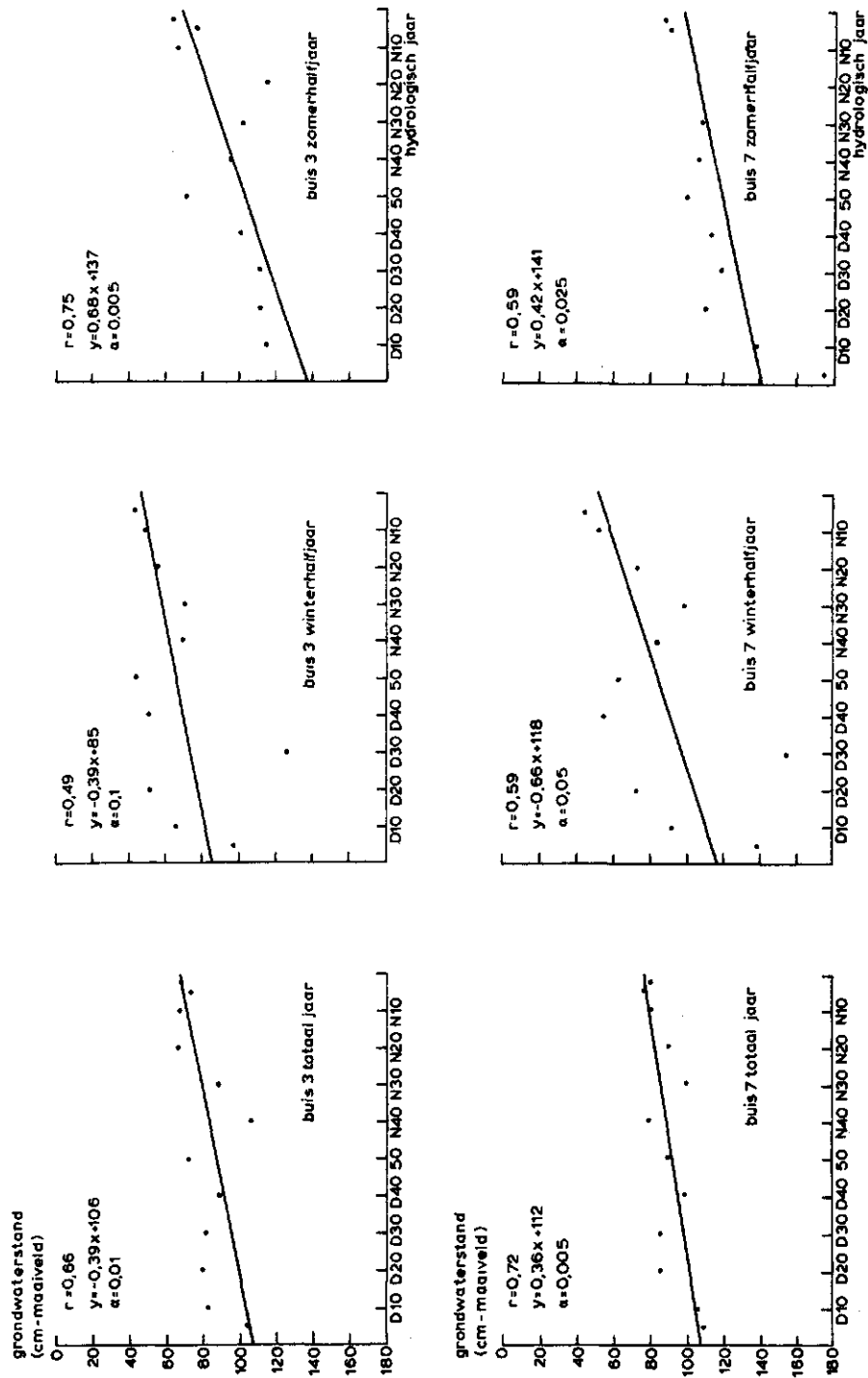


Fig. 11. Gemiddelde grondwaterstanden voor verschillende hydrologische jaren, winterhalfjaren en zomerhalfjaren (vertikale verschuiving)

4.1.2.2. R e s u l t a t e n . Het moment waarop de duurlijn van niveau verandert blijkt sterk te variëren (fig. 12), en er blijkt een duidelijke correlatie te bestaan met het neerslagoverschot: naarmate het neerslagoverschot groter wordt blijft het grondwater een langere tijd van de periode op een hoog niveau. Deze horizontale verschuiving heeft consequenties voor de vorm van de duurlijnen.

4.2. D u u r l i j n m o d e l

4.2.1. Methode

Met behulp van de berekende regressieformule van fig. 11 en 12 kan de grootte van de horizontale en verticale verschuiving vastgesteld worden.

Als voorbeeld nemen we de regressieformules van buis 3 op jaarbasis. Voor x (= hydrologisch jaar) nemen we 2 waarden aan bijvoorbeeld 29% en 30%. We kunnen de grootte van de verschuivingen nu als volgt berekenen:

<u>Horizontale verschuiving</u>	$y = 1,69 \cdot 30 + 152 = 203,7$	
	$y = 1,69 \cdot 29 + 152 = 201,01$	-
		1,69 dagen per % hydrologisch jaar
<u>Vertikale verschuiving</u>	$y = -0,39 \cdot 29 + 106 = 94,69$	
	$y = -0,39 \cdot 30 + 106 = 94,3$	-
		0,39 cm per % hydrologisch jaar

De resultaten hiervan kunnen verwerkt worden in een duurlijnen-model. Uitgaande van één duurlijn van een gemiddeld (= 50%) jaar kunnen we een groot aantal duurlijnen voor uiteenlopende hydrologische jaren construeren door de duurlijn van het 50% jaar steeds horizontaal en vertikaal te verschuiven. Het aldus verkregen model toont hoe de duurlijnen theoretisch zouden lopen als alleen de factor neerslagoverschot in beschouwing wordt genomen.

Fig. 13 geeft een beeld van de wijze van constructie van zo'n model. In dit geval is weer buis 3 op jaarbasis als voorbeeld geno-

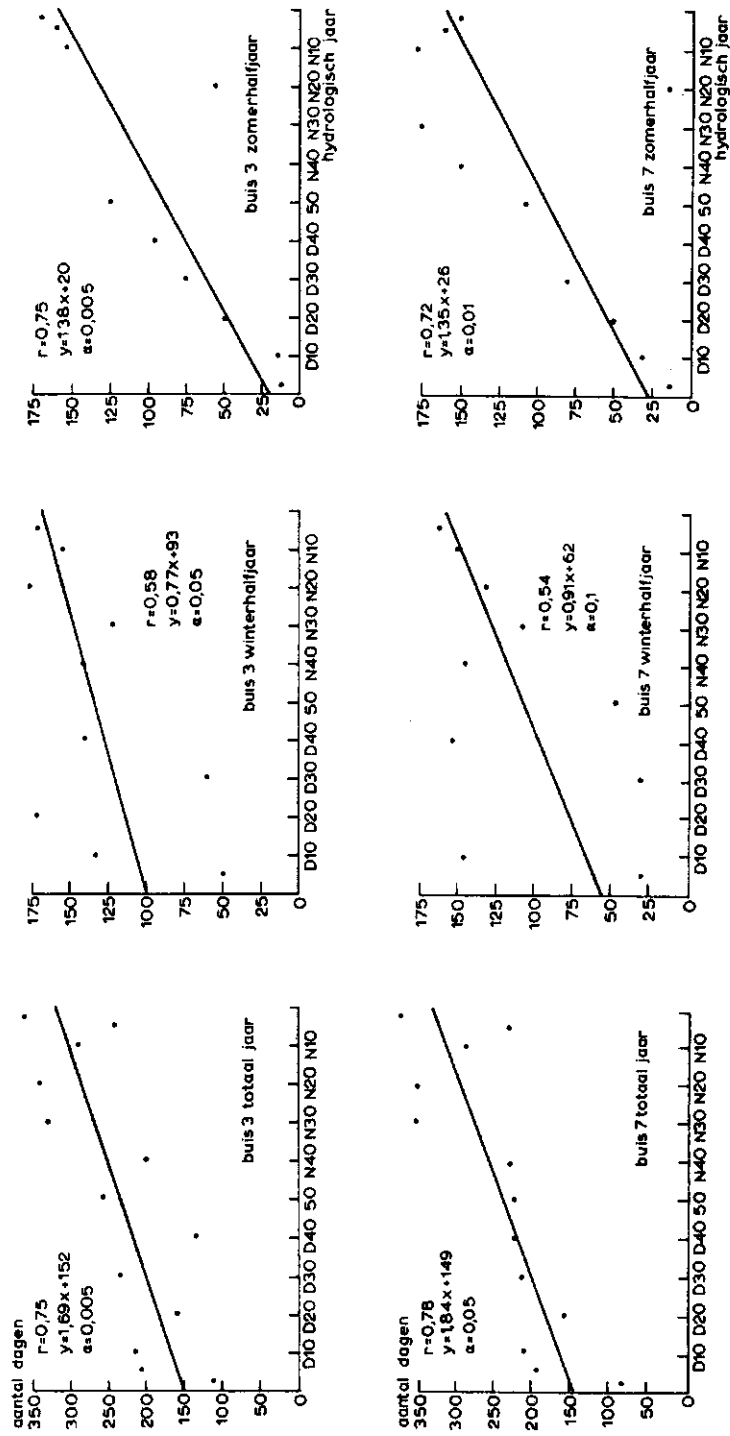


Fig. 12. Aantal dagen met grondwaterstand op relatief hoog niveau voor verschillende hydrologische jaren, zomerhalfjaren en winterhalfjaren (horizontale verschuiving)

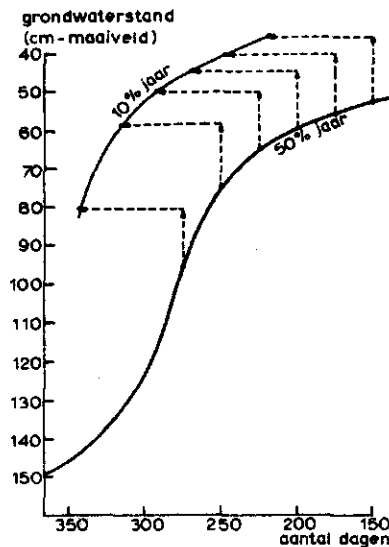


Fig. 13. Voorbeeld constructie duurlijnmodel door toepassing van horizontale en verticale verschuivingen

men. Om een duurlijn in een bepaald hydrologisch jaar te verkrijgen worden een aantal punten op de 50% duurlijn horizontaal en vertikaal verschoven. Door de nieuwe rij gevormde punten kan nu de nieuwe duurlijn getrokken worden.

4.2.2. Resultaten en conclusies

In tabel 1 is de mate van verticale en horizontale verschuivingen aangegeven voor de twee buizen:

Tabel 1.

	Vert. verschuiving	Hor. verschuiving
	Grondw.st.stijging (cm)/% hydrologisch natter jaar	aantal dagen dat het grondw. langer op een hoog niveau blijft/% hydrologisch natter jaar
Buis 3 totaal jaar	0,39	1,69
zomerhalfjaar	0,68	1,38
winterhalfjaar	0,39	0,77
Buis 7 totaal jaar	0,36	1,84
zomerhalfjaar	0,42	1,35
winterhalfjaar	0,66	0,91

Met behulp van deze uitkomsten zijn de duurlijnmodellen voor totaal jaar, zomerhalfjaar en winterhalfjaar gegeven in fig. 14 en 15. Uit deze modellen kan geconcludeerd worden dat duurlijnen tengevolge van veranderende hydrologische omstandigheden veranderen van plaats en vorm.

Tengevolge van een groter neerslagoverschot verblijft het grondwater langere tijd op een relatief hoog niveau en krijgt de duurlijn hierdoor een boller karakter. De duurlijnmodellen tonen aan dat dit effect van vormverandering in de zomer sterker optreedt dan in de winter. Het neerslagoverschot heeft 's zomers dus een grotere invloed op de duurlijnvorm dan 's winters.

Het zal duidelijk zijn dat de modellen slechts een indruk geven van slechts één aspect: het hydrologisch jaar. Een aantal reële duurlijnen wijkt af van de in de modellen gegeven duurlijnen, waarbij mogelijk andere aspecten een rol spelen.

4.3. Vormkarakteristiek duurlijn in verhouding tot neerslagoverschot

4.3.1. Methode

Om een duidelijker beeld te verkrijgen over de vorm van een duurlijn kan tussen de 2 extreme waarden van deze duurlijn een rechte lijn getrokken worden. De mate van holheid of bolheid hangt dan af van de ligging ten opzichte van deze rechte lijn. Om nu te trachten deze vorm getalsmatig vast te leggen zijn op een vast aantal punten (20, 25, 75, 100 dagen) de grondwaterstanden van de duurlijnen vergeleken met die van de rechte lijn (hier genoemd D resp. Y-waarden). Door deze D-waarden van de duurlijn te delen door de Y-waarden van de rechte lijn verkrijgt men een aantal getallen (D/Y-waarden) die informatie bevatten over de vorm van de duurlijn. Door nu van deze waarden voor de gehele lijn het gemiddelde te berekenen, komt men tot een getal ($\bar{D/Y}$ -waarde) welke een karakteristiek is voor de vorm van de duurlijn. Hierbij geldt:

$\bar{D/Y} > 1 \rightarrow$ holle duurlijn

$\bar{D/Y} < 1 \rightarrow$ bolle duurlijn

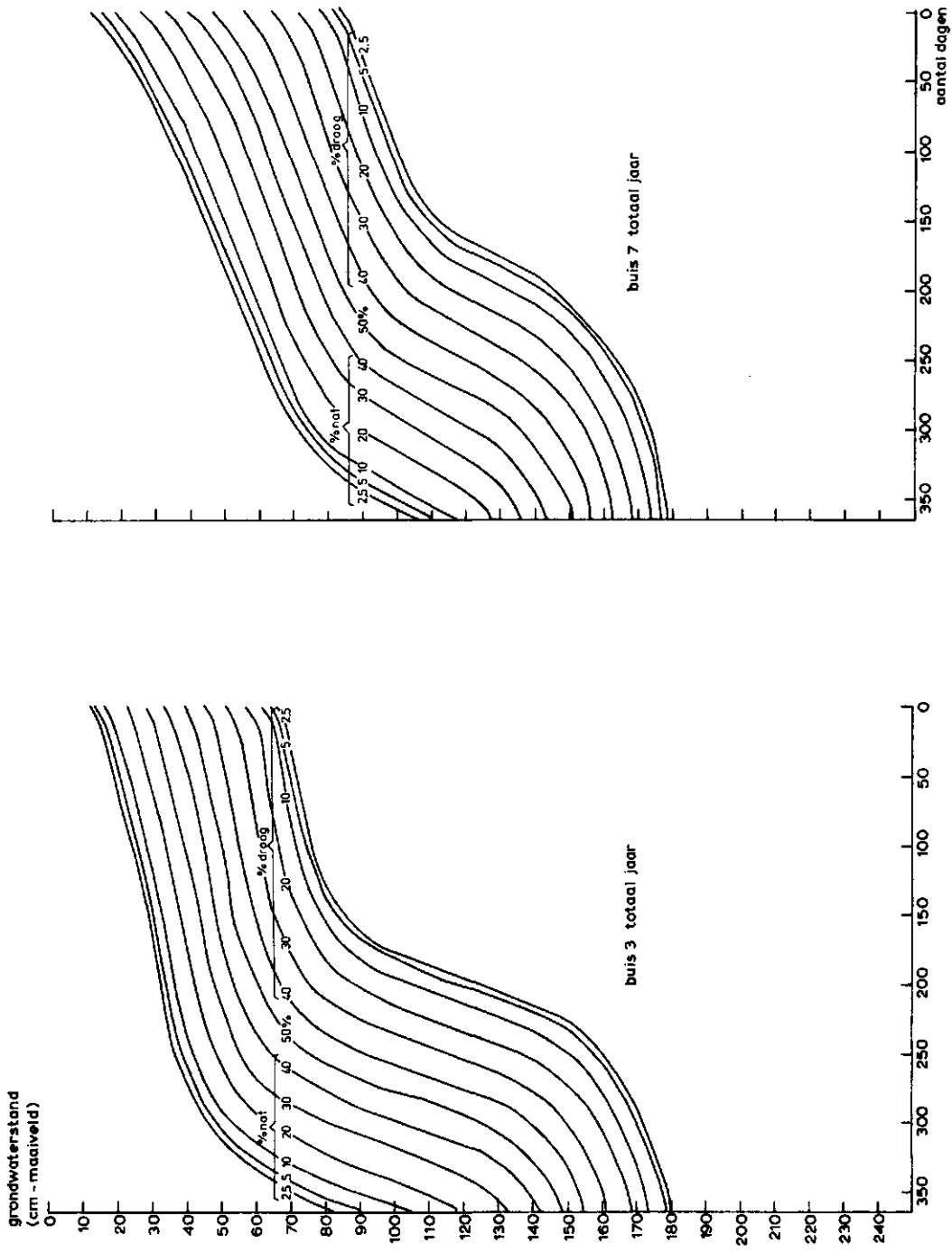


Fig. 14. Duurlijnmogdellen op jaarbasis

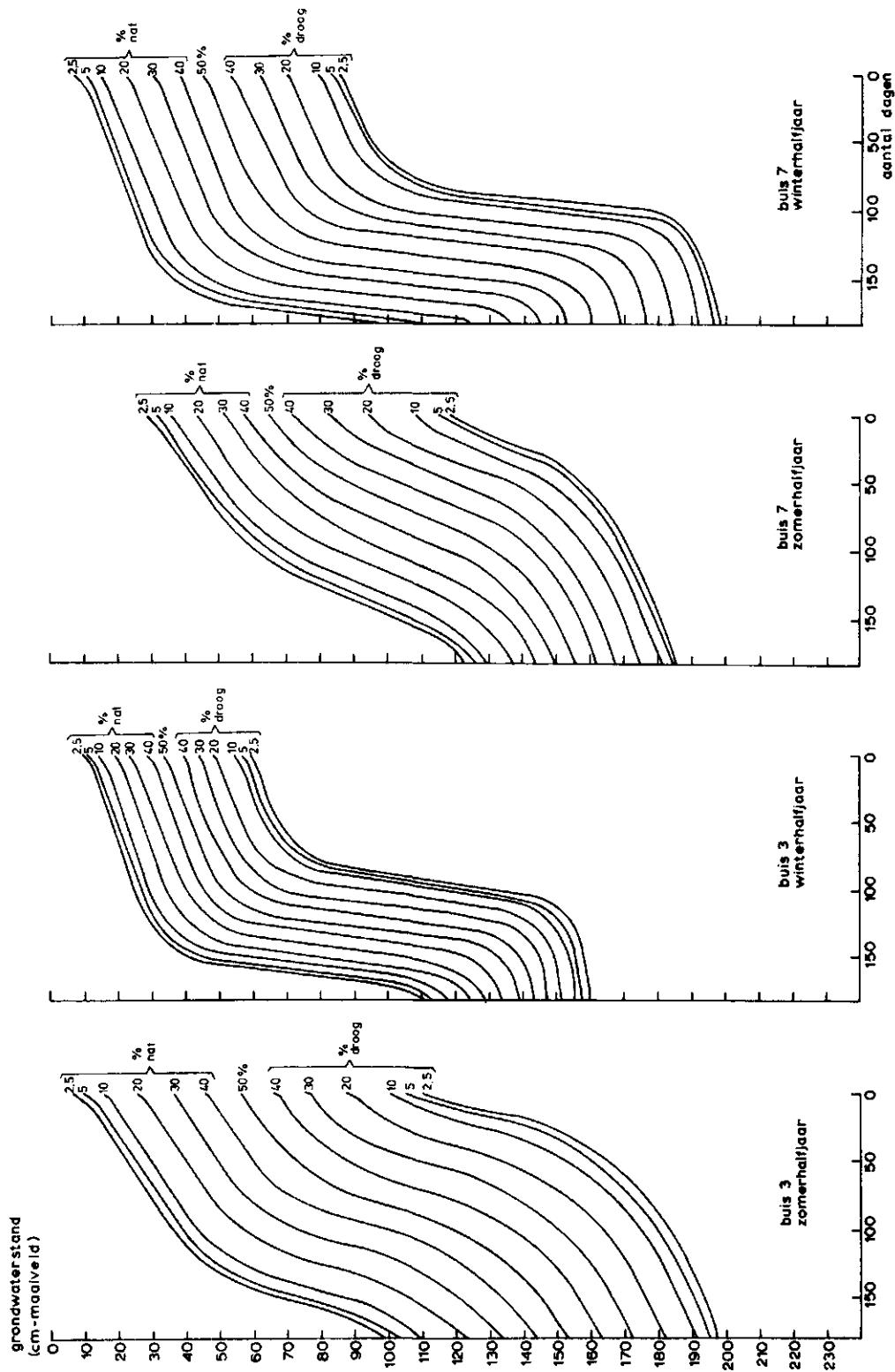


Fig. 15. Duurlijnenmodellen op zomer- en winterhalfjaarbasis

Berekent men de D/\bar{Y} -waarden voor de verschillende hydrologische jaren en worden deze waarden tegen elkaar uitgezet dan verkrijgt men inzicht in de relatie tussen de vorm van de duurlijnen uitgedrukt in D/\bar{Y} -waarden en het neerslagoverschot.

4.3.2. Resultaten

Ook uit deze methode blijkt dat zowel bij buis 3 als 7 de duurlijnen, naarmate het neerslagoverschot groter wordt, boller worden; het grondwater dus langere tijd op een hoog niveau verblijft. Statistische toetsing toont aan dat de gevonden correlaties bij buis 3 groter zijn dan bij buis 7 (fig. 16).

4.4. V e r d e l i n g v a n h e t n e e r s l a g o v e r s c h o t

Daar de lijnen uit het duurlijnmodel in een aantal gevallen niet overeenkomen met de reële duurlijnen moet niet worden uitgesloten dat de verdeling van het neerslagoverschot een rol speelt bij de uiteindelijke vorm van de duurlijn. Het zou hierbij verschil uit kunnen maken of het totale neerslagoverschot gelijkelijk verdeeld is over de maanden of dat er enkele maanden voorkomen met extreem hoge en lage waarden.

4.4.1. Methode

Om de invloed van de verdeling van het neerslagoverschot enigszins na te gaan zijn duurlijnen vergeleken van jaren met hetzelfde neerslagoverschot maar met verschillende verdelingen over de maanden. Dit is gedaan voor:

- de zomers 1961-1962 en 1962-1963 met beide 4 mm neerslagoverschot
- de winters 1964-1964 en 1970-1971 met beide 316 mm neerslagoverschot

4.4.2. Resultaten en conclusies

- Vergelijking zomers 1961-1962 en 1962-1963 (fig. 17)

In het zomerhalfjaar heeft men doorgaands te maken met een dalende grondwaterstandstendens. Daarom zullen we de duurlijnen van rechts naar links beschouwen.

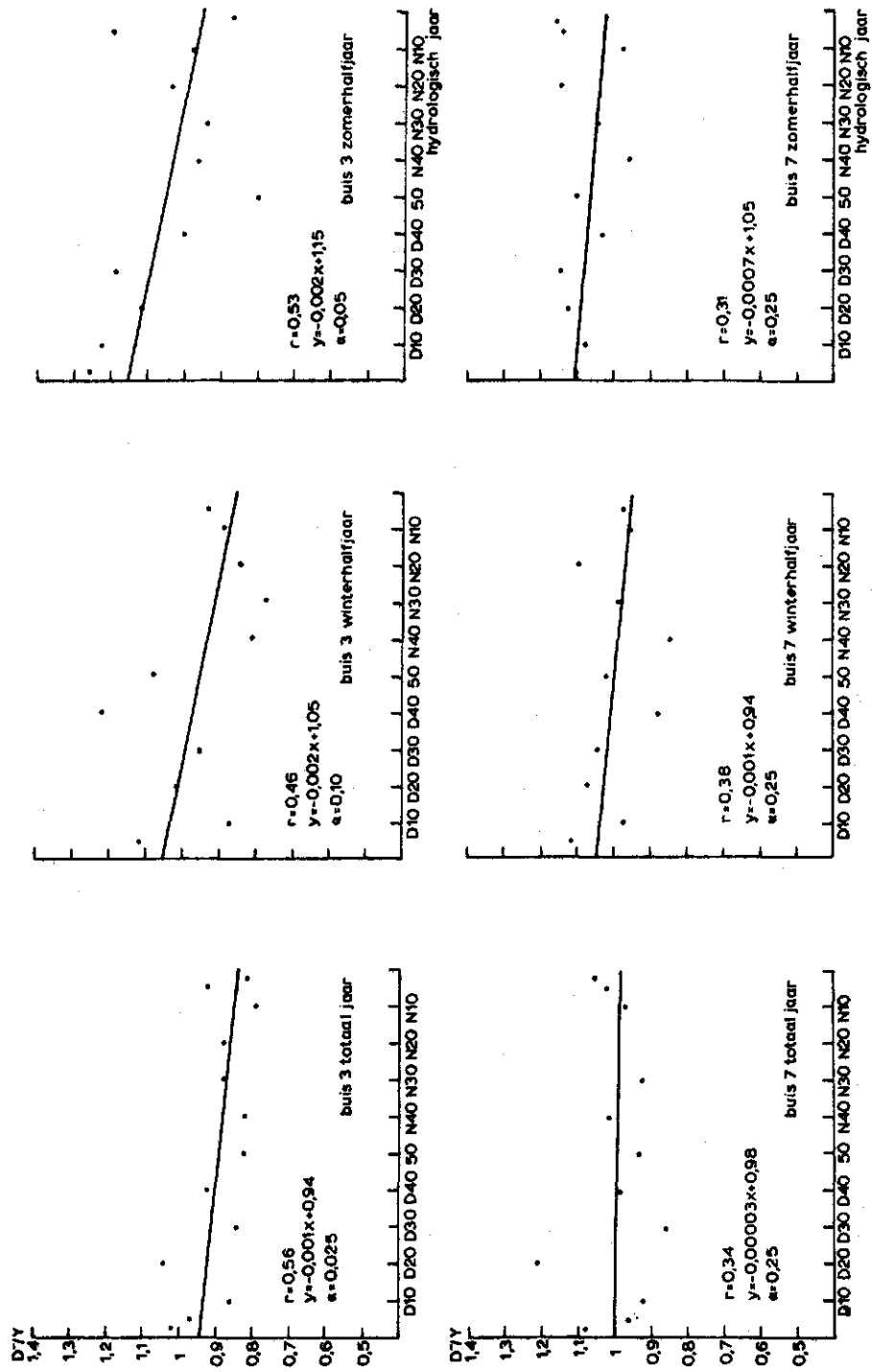


Fig. 16. Relatie vormkarakteristiek duurlijn (uitgedrukt in D-/Y-waarden) - hydrologisch jaar

In de zomer 1962-1962 blijkt de grondwaterstand al vrij snel diep weg te zakken namelijk na + 60 dagen. Vergelijkenwe dit met het neerslagoverschot dan blijkt de 3e maand (= juni, begint na 61 dagen) een zeer groot neerslagtekort te hebben. Dit zou dus goed de oorzaak kunnen zijn van de sterke grondwaterstands daling in 1961-1962. De daling in 1962-1963 treedt pas op aan het eind van de zomer. De eerste maanden hadden wel een neerslagtekort. De verdeling was echter vrij gelijkmatig over deze eerste maanden.

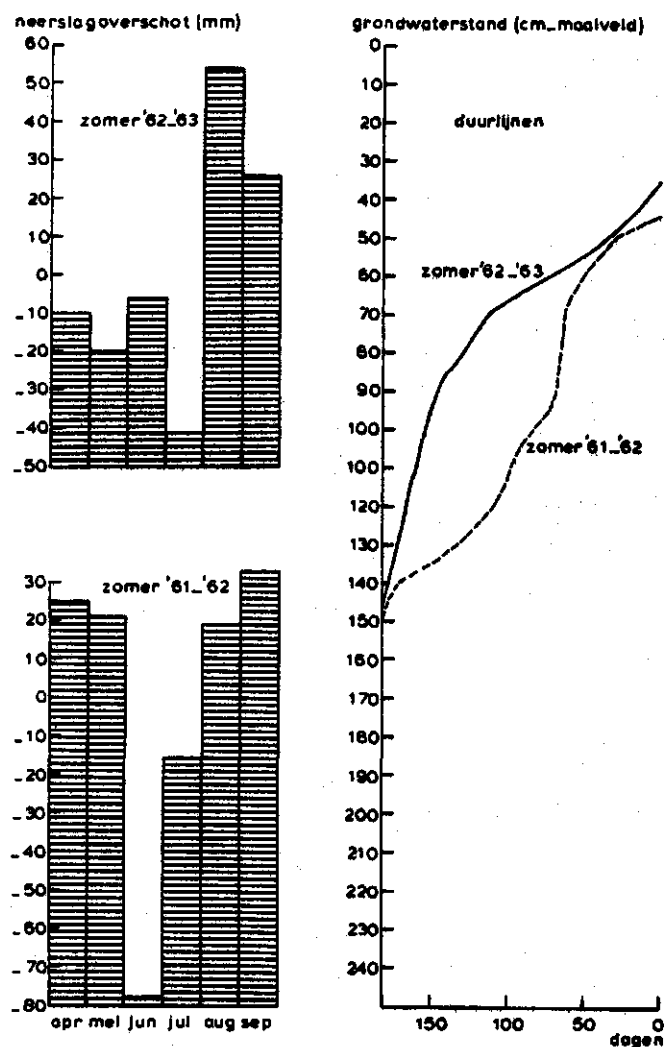


Fig. 17. Invloed van de verdeling van het neerslagoverschot (zomer) op de vorm van duurlijnen

- Vergelijking winters 1962-1963 en 1970-1971 (fig. 18)

In het winterhalfjaar heeft men doorgaands te maken met een stijgende grondwaterstandstendens, en daarom beschouwen we hier de duurlijnen van links naar rechts.

In 1970-1971 blijkt de eerste wintermaand een extreem hoog neerslagoverschot te hebben gehad. Dit zou tot gevolg kunnen hebben dat de grondwaterstanden snel stijgen waardoor ook de duurlijn snel op een hoog niveau komt. In 1964-1965 stijgt het grondwater in eerste instantie niet sterk. Dit blijkt pas te gebeuren na ± 45 dagen als er evenveel neerslagoverschot is geweest als er in 1970-1971 alleen al in de maand oktober het geval was.

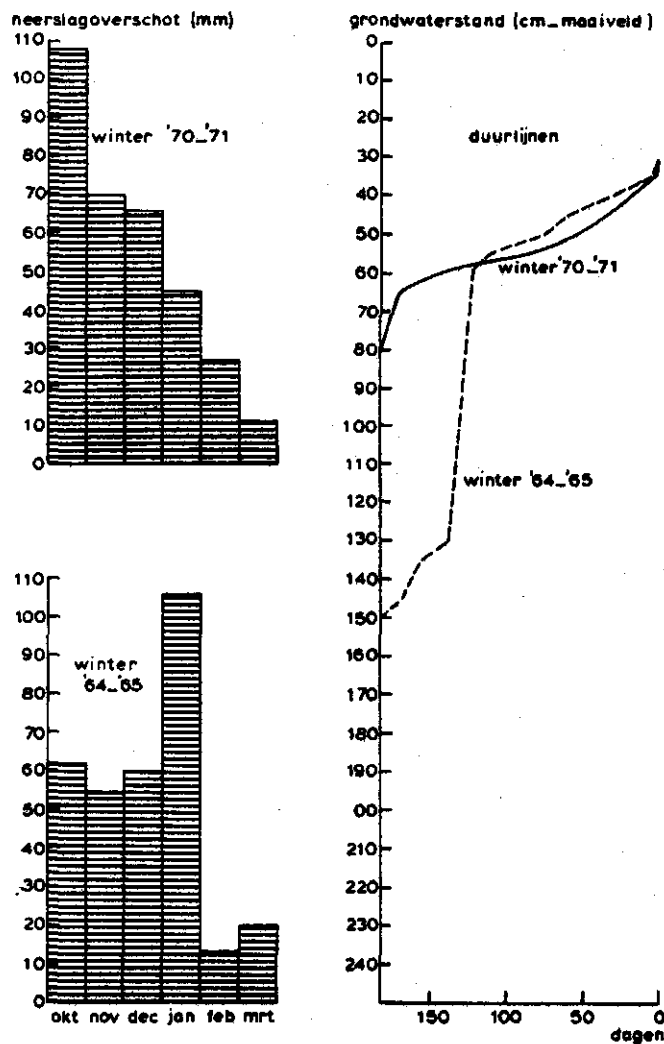


Fig. 18. Invloed van de verdeling van het neerslagoverschot (winter) op de vorm van duurlijnen

Mogelijk heeft men hier ook eerst te maken met een vochttopvulling in de onverzadigde zone, waardoor het grondwater niet sterk stijgt. Deze opvulling vindt plaats doordat de voorafgaande periode een droge periode was. Ook het neerslagoverschot in de voorafgaande periode kan dus in dit verband een rol spelen.

Samenvattend zou voor de invloed van de verdeling van het neerslagoverschot gezegd kunnen worden:

a. zomerperiode

Een groot neerslagtekort vroeg in de zomer, leidt tot een zo sterke grondwaterstands daling dat aanvulling van het grondwater in het verdere verloop van de zomer niet meer plaats vindt. In de duurlijn komt dit tot uiting in een holle vorm met overheersing van lage niveaus.

b. winter

Een extreem hoog neerslagoverschot vroeg in de winter doet de grondwaterstand snel stijgen. Het bereikte hoge niveau zal nauwelijks meer dalen daar geen aanspraak op het grondwater wordt gedaan door verdampend gewas. In de duurlijn komt dit tot uiting in een holle vorm met overheersing van hoge niveaus.

4.5. D i s c u s s i e

NIEMANN (1973) vergeleek voor een aantal buizen de duurlijnen van het 'normale' jaar 1958 met die van het droge jaar 1959. Hij constateerde dat in veel gevallen duurlijnen vrij constant blijven qua vorm, hoewel hij ook situaties vond waar dit niet het geval was. In het laatste geval reageerde de grondwaterspiegel anders op een droog of nat jaar dan in het eerste geval. Dit verschil in het gedrag van grondwater heeft invloed op de vegetatiesamenstelling.

Het feit dat bij de buizen 3 en 7 het neerslagoverschot wel invloed heeft op de duurlijn vorm staat tegenover de constatering van Niemann dat de duurlijn vorm in veel gevallen constant blijft.

Niemann heeft zijn onderzoekingen verricht in het Centraal Thüringer Bekken in het zuiden van de DDR. Men heeft hier te maken met sterk gebufferde omstandigheden, waarbij een zekere watertoevoer ongeacht het neerslagoverschot steeds verzekerd is. Men krijgt hier

mogelijk een afzwakking van het neerslagoverschotseffect waardoor de duurlijnen hier qua vorm vrijwel constant blijven. Dit in tegenstelling tot de veel minder gebufferde veldpodzolgronden (buis 3 en 7) rond Winterswijk (zie 3.1.2).

Naast verschillen bij één buis van jaar tot jaar afhankelijk van het neerslagoverschot, valt ook een verschil in reactie tussen beide buizen (3 en 7) in hetzelfde jaar waar te nemen.

Uit de regressielijnen van fig. 16 blijkt dat de invloed van het neerslagoverschot op de duurlijnvormen bij buis 3 enigszins groter is dan bij buis 7. Dit hangt mogelijk samen enerzijds met de positie van die betreffende buizen in het freatisch vlak anderzijds met bodemeigenschappen. Kijken we naar de isohypsenkaart (fig. 1) dan blijken zowel buis 3 als 7 verzekerd te zijn van een zekere grondwatertoevoer. Bij buis 3 lijkt het grondwater snel afgevoerd te kunnen worden naar de dichtbij gelegen Beurzerbeek. Bij buis 7 lijkt de afvoer trager. Het grondwater stroomt hier vandaan in de richting van het Korenburgerveen. Hierdoor kan buis 7 in wat meer gebufferde omstandigheden liggen waardoor het effect van klimatologische verschillen wat afgezwakt wordt.

Een andere verklaring voor dit verschil in reactie zou gegeven kunnen worden met behulp van bodemeigenschappen. Beide buizen liggen in een veldpodzolgrond; zwak lemig en humeuze bovengrond, buis 7 ligt echter in een bodemtype met een fijnere textuur (zeer fijn zand) (Stiboka). Dit zou tot gevolg kunnen hebben dat hierdoor de omstandigheden wat meer gebufferd zijn waardoor verschil in reactie optreedt.

Bodemeigenschappen als leemgehalte, textuur en humusgehalte spelen een belangrijke rol bij het gedrag van grondwater.

KLÖTZLI (1969) stelde vast dat met een toenemend laamgehalte het totale poriënvolume van een bodem in het algemeen toeneemt. Hierbij neemt het aandeel van de grote poriën, waarin het water vrij beweeglijk is, snel en sterk af. Tegelijkertijd neemt het aandeel van de fijne poriën, waarin het water praktisch onbeweeglijk is, geleidelijk sterk toe. In bodemtypen met een grote textuur stijgt en daalt de grondwaterstand daarom sneller dan in bodemtypen met een fijnere textuur.

PASSARGE (1954) stelde in een humeuze zandgrond kortstondige fluctuaties van de grondwaterspiegel vast die in grootte en duur overeenkwamen met de neerslag en bij deze grondsoort nagenoeg zonder vertraging plaatsvinden. Bij een hoger leemgehalte traden bij deze fluctuaties vertragingen op.

NIEMANN (1973) concludeerde uit zijn onderzoeken dat sterk lemige gronden bolle duurlijnen vertoonden.

Samenvattend zou gesteld kunnen worden de gronden met een fijnere textuur vertraagd op de neerslag reageren en dus langere tijd op een relatief hoog niveau blijven waardoor de duurlijnen een boller karakter krijgen.

5. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Om te komen tot meer inzicht in de bufferzoneproblematiek is het noodzakelijk kennis te hebben van onder andere het gedrag van het grondwater. Verwerking van grondwaterstandsgegevens door middel van overschrijdingsdurlijnen is één methode die ons informatie verschaft over het grondwater gedrag. Durlijnen hebben vaak karakteristieke vormen afgeleid van twee basisvormen: bolvormig en holvormig. In dit onderzoek is de relatie durlijnform-klimatologische omstandigheden (neerslagoverschot) bekeken. Hierbij is, na selectie van een aantal grondwaterstandsbuizen, gebruik gemaakt van de gegevens van 2 buizen in de omgeving van Winterswijk. Uit het onderzoek blijkt onder andere dat tengevolge van veranderende neerslagoverschotten verschuivingen van de durlijnen optreden. Er blijkt een duidelijke correlatie te bestaan tussen het neerslagoverschot enerzijds en de verticale en horizontale verschuivingen anderzijds. Aan de hand van deze verschuivingen konden voor beide buizen op jaarbasis, zomerhalfjaarbasis en winterhalfjaarbasis durlijnmodellen opgesteld worden, welke een beeld geven hoe de durlijnen theoretisch zouden verlopen als alleen de factor neerslagoverschot in beschouwing wordt genomen. Uit deze modellen blijkt dat tengevolge van een groter neerslagoverschot het grondwater langere tijd op een hoog niveau blijft (horizontale verschuiving) en de durlijn daardoor een bol-

ler karakter krijgt. Dit effect bleek in de zomer sterker op te treden dan in de winterperiode.

Om de duurlijnvorm getalsmatig trachten vast te leggen is een bepaalde waarde berekend. Deze zgn. D/\bar{Y} -waarde geeft in 1 getal informatie over de vorm van een duurlijn. Voor de verschillende hydrologische jaren zijn deze waarden berekend en tegen elkaar uitgezet. Ook uit de resultaten hiervan blijkt dat de duurlijnen naarmate het neerslagoverschot groter wordt een bollere karakter vertonen.

Ook de verdeling van het neerslagoverschot over de verschillende maanden bleek na vergelijking van duurlijnen van 2 zomerperioden en 2 winterperioden met hetzelfde neerslagoverschot maar met verschillende verdelingen, een zekere invloed op de duurlijnvorm te hebben. Een groot neerslagtekort in de eerste maanden van de zomer veroorzaakt voor de gehele zomerperiode holle duurlijnen. Een extreem hoog neerslagoverschot vroeg in de winter veroorzaakt voor de winterperiode bolle duurlijnen. Ook bodemeigenschappen hebben invloed op de duurlijnvorm.

Uit onderzoek van onder andere NIEMANN (1973) en PASSARGE (1954) kan geconcludeerd worden dat gronden met een fijne textuur en hoog kerngehalte bolle duurlijnen te zien geven.

6. LITERATUUR

- BOHEEMEN, P.J.M., 1977. Verschillen tussen drie berekeningswijzen van de open waterverdamping. Nota ICW 956.
- BOSCH VAN DRAKESTEIN, P. en S. DAAMEN, 1977. Hydrologische aspecten van bufferzones in Drenthe. Rapport Provinciaal Planologische Dienst van Drenthe.
- GROOTJANS, A., 1975. De invloed van grondwaterstands daling op de vegetatie in natuurgebieden. Rapport Provinciaal Planologische Dienst van Drenthe.
- KEMMERS, R.H., 1977. De benadering van de bufferzoneproblematiek vanuit de relatie vegetatie-waterhuishouding. Proefopzet ICW.
- KNMI, 1952-1978. Maandelijk Overzicht der weersgesteldheid.

- KLÖTZLI, F., 1969. Die Grundwasserbeziehungen der Streur- und Moorwiesen im nördlichen Schweizer Mittelland. Beitr. Geobot. Landesaufn. 52, 1-296.
- NIEMANN, E., 1973. Grundwasser und Vegetationsgefüge. Nova acta Leopoldina. Suppl. nr. 6 Band 39. Leipzig.
- OWEN, D.B., 1962. Handboek of statistical tables.
- PLEIJTER, G. e.a., 1973. Ruilverkaveling Winterswijk West. Bodem, bodemgeschiktheid en landschap. Rapport nr. 901. Stiboka.
- WIJVEKATE, M.L., 1970. Verklarende statistiek.