NN31545.0404

R CULTUUR TECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

NOTA 404, d.d. 31 juli 1967

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

Frequentie van afvoer en van neerslag min afvoer voor de Baakse beek

H. Fonck

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.

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0238 2220

ISN 222835

Inleiding

Op dezelfde wijze als in nota 376 door SNIJDERS de frequentie van neerslag in de Achterhoek is bewerkt zijn thans van de kern van hetzelfde gebied namelijk van het stroomgebied van de Baakse Beek de frequenties van afvoer en van neerslag min afvoeren vereffend. Hieraan werd behoefte gevoeld, omdat mèt genoemde neerslagfrequenties en de voor ons liggende afvoerfrequenties tezamen met de neerslag min afvoerfrequenties en de verzamelde kennis omtrent verdamping en berging de kringloop van het water zou kunnen worden gesloten en voorspellingen gedaan omtrent elk van de samenstellende delen.

Materiaal

De afvoercijfers zijn afkomstig uit de jaren 1953 tot en met 1965 dus strekken zich over 13 jaar uit. In verband hiermee zijn de tijdvaklengten van K opeenvolgende dagen slechts gegeven tot en met 180 dagen. Over langere tijdvakken ontbreken voldoende gegevens.

De vermelde afvoercijfers zijn niet afkomstig van afvoermetingen, doch worden gevormd door dagelijkse peilaflezingen, die met behulp van een standaard ijkingslijn (Q/h-lijn) zijn omgewerkt tot afvoeren. Weliswaar schuilt in deze methode het gevaar van afwijkingen, omdat géén rekening is gehouden met het feit dat een beek niet het gehele jaar door eenzelfde wandruwheid vertoont, doch dat deze wandruwheid bijvoorbeeld sterk afhankelijk is van het onderhoud van bodem en talud.

Methodiek

In de vereffeningsmethode is onderscheid gemaakt tussen de vereffening van afvoercijfers en die van neerslag min afvoercijfers. Bij de eerste was het namelijk mogelijk om een logarithmische schaal te gebruiken voor de afvoeren zodat alle figuren eenzelfde schaaleenheid vertonen.

Bij de neerslag min afvoerfiguren was dit niet mogelijk omdat ook negatieve neerslag min afvoercijfers voorkomen. Hierdoor is het noodzakelijk dat lineaire schaaleenheden voor de neerslag min afvoer worden gebruikt en wordt het mogelijk, verschillende schalen te kiezen. Als richtlijn is genomen, dat de volle lengte van het papier terwille

van de duidelijkheid zoveel mogelijk moest worden benut.

Aangezien men met vier variabelen te maken heeft namelijk kans, afvoer/ neerslag min afvoer, tijdvaklengte en maand, lijkt de aangewezen weg steeds 2 variabelen tegen elkaar uit te zetten bij constante waarde van de 2 andere variabelen.

Er zijn drie series figuren getekend, die respectievelijk weergeven:

A. voor Afvoer:

1. Afvoer tegen kanspercentage bij verschillende tijdvaklengten. Deze serie omvat 12 figuren, namelijk voor elke maand één.(Fig. 1A t/m 1L).
2. Afvoer tegen maand bij verschillende kanspercentages. Deze serie omvat 6 figuren, namelijk voor elke tijdvaklengte één. (fig. 2A t/m 2F).
3. Afvoer tegen tijdvaklengte bij verschillende kanspercentages. Deze serie omvat 12 figuren, namelijk voor elke maand één. (Fig. 3A t/m 3L).

B. voor Neerslag - Afvoer:

1. Neerslag - Afvoer tegen kanspercentage bij verschillende maanden. Deze serie omvat 6 figuren, namelijk voor elke tijdvaklengte één. (Fig. 5A t/m 5F).
   Teneinde te vermijden, dat de lijnen van de verschillende maanden door elkaar lopen, waardoor de overzichtelijkheid zou afnemen, is het nulpunt van de Neerslag - Afvoer schaal voor elke volgende maand steeds zover opgeschoven, dat elke lijn geheel vrij staat van de vorige.
2. Neerslag - Afvoer tegen maand bij verschillende kanspercentages, Deze serie omvat 6 figuren, namelijk voor elke tijdvaklengte één. (Fig. 6A t/m 6F).
3. Neerslag - Afvoer tegen tijdvaklengte bij verschillende kanspercentages. Deze serie omvat 12 figuren, namelijk voor elke maand één. (Fig. 7A t/m 7L).

In deze figuren zijn aléén de lijnen weergegeven voor kanspercentages, die voor alle tijdvaklengten bekend zijn. De Neerslag - Afvoer behorende bij kanspercentages, kleiner dan 10 en groter dan 90 kunnen afgelezen worden in de figurenreeks 5A tot en met 5F en wel bij de tijdvaklengten, waarbij de kleinere en grotere kanspercentages bekend zijn. Dat van de extreme kanspercentages niet voor alle tijdvaklengten steeds voldoende waarnemingen bekend zijn, is het gevolg van onvoldoende herhaling.

Bij de twee eerstgenoemde series neerslag min afvoerfiguren varieert de eenheid van de neerslag min afvoerschaal met de tijdvaklengte om eerder genoemde tekentechnische redenen.

In de 3e serie neerslag min afvoerfiguren is deze schaaleenheid steeds gelijk.

In de genoemde series figuren zijn de oorspronkelijke waarnemingen niet aangegeven. Een verantwoording van de wijze waarop de lijnen door de stippenzwermen lopen is gegeven in figuur 4 voor wat betreft de Afvoer. Hierin is voor elke maand bij elke tijdvaklengte en elk kanspercentage de waarneming, afgelezen in de oorspronkelijke stippenfiguren, uitgezet tegen de vereffende waarde.

Afvoer

Door het toepassen van een logarithmische schaal voor de afvoer zijn bij hoge afvoeren de verschillen tussen de lijnen onderling gering en bij lage afvoeren onevenredig groot. De voor- en nadelen van het al of niet toepassen van een logarithmische schaal op dit materiaal is reeds uiteengezet in eerder genoemde nota 376 (SNIJDERS) op blz. 7 en is geheel van toepassing op deze afvoerlijnen. Wat leren de verschillende figuren ons over het verloop van de afvoer gedurende het jaar?

Bij een beschouwing van de figuren Afvoeren x kanspercentage (Fig. 1A t/m 1L) valt op, dat als gevolg van het toepassen van een logarithmische schaal de vorm van de lijnen vrijwel steeds ongewijzigd blijft. Het enige verschil, dat in verloop van het jaar optreedt, is het in horizontale richting in en uit elkaar schuiven van de lijnen, hetgeen erop zou duiden dat in de maanden juni tot en met oktober de afvoerverschillen tussen de kleinste en de grootste tijdvaklengte groter

zijn dan in de winter- en lentemaanden, ongeacht de kans op onderschrijding.

De figuren Afvoer x maand (Fig. 2A t/m 2F) vormen de dwarsdoorsneden bij een aantal kanspercentages door de Afvoer x kansfiguren, bij de zes gebruikte tijdvaklengten. Door het gebruik van een logarithmische afvoerschaal kan de schaaleenheid voor elk der figuren gelijk blijven.

Wat in deze figuren als belangrijkste aspect naar voren treedt is, dat voor alle tijdvaklengten de minimale zowel als de maximale afvoer bij toenemend kanspercentage verschuift naar een vroeger tijdstip van het jaar.

Aangezien de enige factor, die mèt deze verschuiving zich wijzigt het kanspercentage is, ligt de conclusie voor de hand, dat er een samenhang is tussen genoemde verschuiving en het kanspercentage. Aangezien het hier gaat om <u>onder</u>schrijdingskansen, dat wil zeggen dat elk frequentiepercentage de kans op een <u>maximaal</u> optreden van een bepaalde afvoer weergeeft, lijkt de conclusie gewettigd, dat

<u>1</u>. Er een grote kans is op een grote afvoer gedurende herfst en winter, die dan 1 1/2 à 2 maanden eerder op zal treden dan een minimale afvoer, waarop een zeer geringe kans is.
<u>2</u>. De grootste kans op een relatief geringe afvoer eveneens ± 2 maanden eerder aanwezig is dan de absoluut minimale afvoer, op welks voorkomen slechts een geringe kans bestaat.

Een nauwkeurige vergelijking van de figuren 2A tot en met 2F laat zien, dat er eveneens een verschuiving van maxima en minima aanwezig is, welke samenhangt met de tijdvaklengte. Deze verschuiving begint zich pas duidelijk te manifesteren bij tijdvaklengten, groter dan 30 dagen. Dit is het gevolg van de wijze van definitie van een tijdvak. Het tijdvak is steeds genoemd naar de 1e dag van het tijdvak. Bij 180-daagse afvoersommen van december betekent dit, dat mede inbegrepen zijn de afvoeren van januari tot en met mei. De gevolgen van de vijf andere maanden in het naar de 1e maand genoemde tijdvak kunnen het specifieke afvoerkarakter van een bepaalde maand, die veeleer blijkt uit de afvoerfrequenties van de korte tijdvaklengten, beïnvloeden en naar een waarde trekken, die niet voor die bepaalde maand karakteristiek is.

De figuren Afvoer x tijdvaklengte (Fig. 3A t/m 3L) zijn uit de vorige 2 series afgeleid.

Neerslag min Afvoer

Deze lijnen geven weer, welk deel van de neerslag na aftrek van de afvoer in de grond geborgen moet worden en gedurende de zomer tot verdamping komt.

Op het eerste gezicht lijken deze lijnen een geheel andere samenhang weer te geven dan die van de afvoer, doch dit moet geheel op rekening geschreven worden van de toepassing van lineaire schalen met varierende schaaleenheid voor Neerslag min Afvoer.

Alleen bij de serie Neerslag min Afvoer x tijdvaklengte (Fig. 7A tot en met 7L) moest één schaaleenheid voor de gehele serie worden gehanteerd. Dit heeft tot gevolg, dat bij de lagere K-waarden de afleesnauwkeurigheid wat in het gedrang komt. Wel is in deze figuren duidelijk afleesbaar wanneer de Neerslag min Afvoer negatief is, dat wil zeggen wanneer de afvoer groter is dan de neerslag. Voor nauwkeurige aflezingen kunnen daarom beter de beide andere figuurreeksen worden benut.

Gaande van korte naar lange tijdvakken ziet men de neerslag min afvoersommen in het algemeen pas sterk toenemen nà een tijdvak van 30 dagen. Deze toename is het geringst in de zomermaanden en in de herfst. Verder valt te concluderen, dat een toename van de neerslag min afvoersom zich voor het ééndaagse tijdvak alléén duidelijk begint af te tekenen na een frequentiepercentage van ± 70. Bij alle andere tijdvaklengten is de toename geleidelijk en reeds te herkennen vanaf de geringste kans op voorkomen.

Kans op herhaling

Uit de besproken figuren kan informatie worden verstrekt omtrent de vraag hoe vaak een periode van zekere tijdsduur met een bepaalde afvoer of neerslag min afvoer van vooraf te bepalen omvang zal optreden. Belangrijker is nog met het oog op de berekening van de afvoercapaciteit van leidingen en dergelijke te kunnen voorspellen hoe vaak een bepaalde afvoer of neerslag-afvoer zich zal herhalen.

In tabel 1 is weergegeven hoe vaak men mag verwachten dat de afvoeren van het jaar 1965 zich zullen herhalen.

Tabel 1A. Afvoeren van de Baakse Beek in mm in 1965

K =	1		3		10		30	90	180
Tijdvak	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.			
J	5,46	0,99	14,32	3,48	32,50	14,48	72,-	116	212
F	1,28	0,52	3,32	1,68	8,79	5,80	22,2	75	166
M	1,57	0,29	4.36	0,87	11,92	3,56	21,1	85	172
A	3,37	0,05	7,43	1,11	17,76	4,18	32,2	96	184
M	2,56	0,52	6,92	1,56	17,39	5,68	31,4	90	165
J	3,31	0,29	8,95	1,56	20,05	4,97	32,1	87	169
J	2,56	0,06	6,80	0,24	16,67	2,21	25,1	88	309
A	1,98	0,52	3,83	1,68	12,43	5,86	27,1	75	
S	2,44	0,76	6,22	2,28	15,98	7,91	33,7	82	
O	1,28	0,23	3,38	0,69	7,92	2,42	13,1	221	
N	7,49	0,05	17,14	1,05	27,60	3,96	36,7		
D	8,31	1,63	24,34	6,22	67,69	47,-	172,-		

Tabel 1B. Kans op maximaal optreden van afvoersommen, zoals die in 1965 voorkwamen in K-daagse tijdvakken.

	1 Dag				3 Dagen			
	Maximum afvoer		Minimum afvoer		Maximum afvoer		Min. afvoer	
Tijdvak	%	1xp...jaar	%	1xp...jaar	%	1xp...jaar	%	1xp...jaar
J	97,5	1	40	2 + 6	94	1	41	2 + 6
F	50	2	17	6	40	2 + 6	13	7 + 10
M	71	1 + 5*	13	7 + 10	70	1 + 5	10	10
A	99	1	1,9	52	99,2	1	44	2 + 4
M	99,8	1	86	1 + 2	99,84	1	84	1 + 2
J	99,99	1	74	1 + 5	99,99	1	88	1 + 1
J	99,99	1	38	2 + 8	99,99	1	45	2 + 3
A	99,8	1	84	1 + 2	98,7	1	83	1 + 2
S	99,8	1	84	1 + 2	99,7	1	83	1 + 2
O	83	1 + 2	45	2 + 3	78	1 + 4	40	2 + 6
N	99,98	1	15	6 + 9	99,5	1	35	2 + 11
D	99,99	1	63	1 + 7	99,99	1	69	1 + 6

	10 Dagen				30 Dagen		90 Dagen		180 Dagen	
	Max. afvoer		Min. afvoer							
Tijdvak	%	1xp...jaar	%	1xp...jaar	%	1xp...jaar	%	1xp...jaar	%	1xp...jaar
J	80	1 + 3	46	2 + 2	70	1 + 5	50	2	62	1 + 7
F	30	3 + 5	16	6 + 4	29	3 + 3	48	2 + 1	63	1 + 7
M	64	1 + 7	13	7 + 10	45	2 + 3	77	1 + 4	91	1 + 1
A	98	1	48	2 + 6	90	1 + 1	96,4	1	98,5	1
M	99,7	1	89	1 + 1	99	1	98,2	1	95,5	1
J	99,95	1	90	1 + 1	99	1	97	1	89	1 + 1
J	99,97	1	63	1 + 7	95,5	1	93	1	94,5	1
A	98,8	1	84	1 + 2	90	1	76	1 + 4		
S	96,5	1	83	1 + 2	86	1 + 2	67	1 + 6		
O	66	1 + 7	36	2 + 1	43	2 + 4	93	1 + 1		
N	86	1 + 2	32	3 + 2	52	2				
D	99,9	1	93	1 + 1	99,4	1				

* 1 + 5 wil zeggen: 1 jaar plus 5 maanden

Aangezien de afvoeren van 1966 niet ten dienste stonden, konden de 90-daagse afvoersommen van november en december 1965 en de 180-daagse van augustus tot en met december niet worden berekend aangezien deze tot in 1966 uitlopen.

Om dezelfde redenen kunnen van dezelfde maanden de neerslag min afvoer herhalingskansen niet berekend worden. Tevens zijn de Neerslag min Afvoer herhalingskansen van 1-, 3- en 10-daagse Neerslag min Afvoersommen niet gegeven. Dit is het gevolg van het feit dat de Afvoersommen voor deze K-waarden gegeven zijn in de vorm van maximale en minimale afvoer in de betreffende maanden. Deze hoeven zeker niet samen te vallen met Neerslag maxima en -minima in dezelfde perioden, zodat deze niet zijn gegeven. Het jaar 1965 is alleen gekozen omdat in nota 376 van SNIJDERS de kans op herhaling van de neerslag over hetzelfde jaar reeds berekend is. Indien men beschikt over afvoer- en neerslaggegevens, kan de herhalingskans over elk gewenst jaar gedurende elke K-daagse periode worden berekend.

In tabel 1B valt op dat de kans op maximaal optreden van afvoeren, zoals die in een extreem nat jaar als 1965 voorkwamen eigenlijk in alle gevallen zeer groot is. Geen van de herhalingskansen op maximale afvoeren is veel kleiner dan 1 x per jaar terwijl de herhalingskans van een minimale afvoer in de meeste gevallen kleiner is dan 1 x per vier jaar.

Het uitdrukken van de kans op herhaling in <u>onderschrijdingskansen</u> zoals hier is geschied, geeft evenwel niet zo'n duidelijk beeld, als de weergave in <u>overschrijdingskansen.</u>

Uit tabel 1B kan bv. worden afgelezen, dat in mei de kans op een maximale afvoer op één dag zoals in 1965 (t.w. 2,56 mm <u>of minder</u>) 99,5% bedraagt.

Men kan dit zò stellen: De afvoer van 2,56 mm op één dag is zò abnormaal hoog, dat de kans dat ze minder groot zal uitvallen 99,5% bedraagt,,hetgeen er op neer komt, dat praktisch elk jaar de afvoer kleiner is. Wordt ditzelfde gegeven nu uitgedrukt in overschrijdingskansen, dan wordt het kanspercentage 100 - 99,5 = 0,5%. Dat wil zeggen, dat de afvoer van 2,56 mm. op één dag zo abnormaal hoog is, dat de kans dat ze nóg hoger zal uitvallen, slechts 0,5% bedraagt. Dit komt overeen met een kansop voorkomen van 1 x per 200 jaar. Deze laatste manier van weergeven is veel sprekender. Daarom werden de gegevens uit tabel 1B hieronder in tabel 1C omgezet in overschrijdingskansen.
Uit deze tabel blijkt veel duidelijker het exceptionele karakter van

het jaar 1965 dan uit tabel 1B. Vooral de afvoeren in Juli zijn dusdanig hoog dat zij tijdens de korte perioden eens in de 10.000 jaar zullen wederkeren en in een periode van 180 dagen zal het altijd nog 9 à 18 jaar duren alvorens een dergelijke afvoer optreedt.

Tabel 1C Overschrijdingskansen van afvoersommen als in 1965 in K-daagse tijdvakken.

	1 Dag				3 Dagen			
	Maximale Afvoer		Minimale Afvoer		Maximale Afvoer		Minimale Afvoer	
Tijdvak	%	1xp...jaar	%	1xp...jaar	%	1xp...jaar	%	1xp...jaar
J	2,5	40	60	1 + 8	6	17	59	1 + 8
F	50	2	83	1 + 3	60	1 + 8	87	1 + 2
M	29	3 + 6	87	1 + 2	30	3 + 5	90	1 + 1
A	1	100	98,1	1	0,8	125	56	1 + 10
M	0,2	500	14	7 + 2	0,16	625	16	6 + 4
J	0,01	10000	26	3 + 11	0,01	10000	12	8 + 5
J	0,01	10000	62	1 + 7	0,01	10000	55	1 + 10
A	0,2	500	16	6 + 4	1,3	77	17	6
S	0,2	500	16	6 + 4	0,3	333	17	6
O	17	6	95	1 + 1	22	4 + 7	60	1 + 8
N	0,02	5000	85	1 + 3	0,5	200	65	1 + 5
D	0,01	10000	37	2 + 9	0,01	10000	31	3 + 4

	10 Dagen				30 dagen		90 dagen		180 dagen	
	Max. Afvoer		Min. Afvoer							
Tijdvak	%	1xp...jaar	%	1xp...jaar	%	1xp...j.	%	1xp...j.	%	1xp...j,
J	20	5	24	4 + 3	30	3 + 5	50	2	38	2 + 8
F	70	1 + 5	84	1 + 3	71	1 + 5	52	1 + 11	37	2 + 9
M	36	2 + 10	87	1 + 2	55	1 + 10	23	4 + 6	9	11
A	2	50	52	1 + 11	10	10	3,6	28	1,5	67
M	0,3	333	11	9	1	100	1,8	56	4,5	22
J	0,05	2000	10	10	1	100	3	33	11	9
J	0,03	3333	37	2 + 9	4,5	22	7	14	5,5	18
A	1,2	83	16	6 + 4	10	10	24	4 + 3		
S	3,5	29	17	6	14	7 + 2	33	3 + 1		
O	34	3	64	1 + 6	57	1 + 9	7	14		
N	14	7 + 2	68	1 + 5	48	2 + 1				
D	0,1	1000	7	14	0,6	167				

Tabel 2 Overschrijdingskansen van Neerslag min Afvoersommen als in 1965 in K-daagse tijdvakken.
(Neerslaggegevens van dichtstbijzijnde K.N.M.I. station = Almen).

	30 dagen			90 dagen			180 dagen		
Tijdvak	mm N-A	%	1xp...j.	mm N-A	%	1xp...j.	mm N-A	%	1xp...j.
J	25,1	18	5 + 7	36,3	71	1 + 5	209	4	25
F	- 8,6	78	1 + 4	74,4	60	1 + 8	337	1	100
M	20,5	29	3 + 6	135,2	29	3 + 6	397	0,9	111
A	62,5	4	25	173,1	23	4 + 5	376	6	17
M	52,5	31	3 + 4	262,2	4,5	22	318	25	4
J	58,4	58	1 + 9	262,5	4,5	22	329	16	6 + 3
J	153,7	5	20	202,5	49	2	287	12	8 + 5
A	52,6	71	1 + 5	54,4	90	1 + 2			
S	- 1,7	95	1 + 1	66,7	70	1 + 5			
O	4,6	83	1 + 3	66,4	50	2			
N	62,3	8	12+ 6						
D	16,4	40	2 + 6						

Vergelijkt men de gegevens in deze tabel met die in tabel 1C, dan blijken de herhalingskansen van Neerslag min Afvoer veel minder klein dan die van Afvoer alleen. Dat wil zeggen dat de hoeveelheden overtollige neerslag, die niet werden afgevoerd , doch in de grond geborgen moesten worden of in de vorm van inundaties ter plaatse bleven liggen, frequenter voorkomen, ook bij geringere hoeveelheden neerslag.