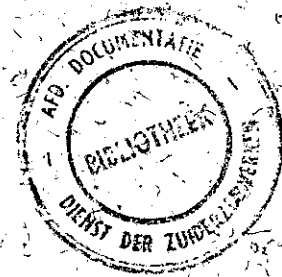


bx

84132

ST DER ZUIDERZEEWERKEN



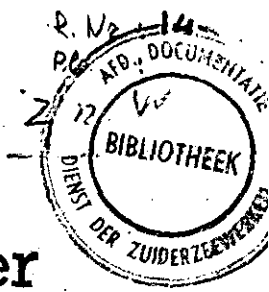
IR. J. VOLKERS.

Het verband tusschen neerslag en afvoer in het stroomgebied van het Meppelerdiep; berekening van in de toekomst aldaar te verwachten afvoer.



7063

d. D. V. - 6.



Rijkswaterstaat
directie IJsselmeergebied
bibliotheek
postbus 600
8200 AP Lelystad

Het verband tusschen neerslag en afvoer

door: **Ir. J. VOLKERS**
Ingenieur v. d. Rijkswaterstaat

in het stroomgebied van het Meppelerdiep; berekening
van in de toekomst aldaar te verwachten afvoer

Voor ieder, die op het gebied van vraagstukken van ontwatering van hooger gelegen op natuurlijke wijze afwaterende gronden geen vreemde is en die wel eens kennis heeft genomen van een memorie van toelichting bij een ontwateringsplan, zal wel niet nader uiteengezet behoeven te worden hoe fragmentarisch en hoe weinig diepgaand nog onze kennis is van een der belangrijkste factoren, zoo niet den meest belangrijken factor bij dergelijke vraagstukken, t.w. den aan te houden afvoercoëfficiënt. In een dergelijke memorie toch worden in het algemeen, na de gebruikelijke inleiding, min of meer plotseling de aan te houden afvoercoëfficiënten geproduceerd, waarna aan de hand van deze cijfers de voor het opmaken van het plan noodige grootheden nauwkeurig worden becijferd. Een berekening van de aan te houden afvoercoëfficiënten wordt zelden gegeven; men doet veelal een aanname en daarmee is de zaak af. Dat een dergelijke practijk weinig bevrediging schenkt en onvermijdelijk tot teleurstelling moet leiden behoeft wel geen betoog; de onprettige en in zijn consequenties veelal kostbare omstandigheid, dat men na geheele of gedeeltelijke uitvoering van een ontwateringsplan tot de conclusie komt, dat de aangenomen afvoercoëfficiënten en daarmee als regel ook de aangelegde werken te krap zijn bemeten is van een dergelijke practijk het gevolg.

Toegegeven moet worden, dat bij het bepalen van een in de toekomst te verwachten afvoercoëfficiënt met een zeer groot aantal uiteenloopende en voor een deel niet op eenvoudige wijze in cijfers uit te drukken factoren rekening moet worden gehouden, zoodat een volkomen exacte berekening van een dergelijken coëfficiënt wel nimmer zal kunnen worden gegeven. Dit neemt echter niet weg, dat in vele gevallen waarbij men zich thans van de moeilijkheid m.i. wel wat te gemakkelijk ontdoet door het aanhouden van min of meer algemeen gangbare cijfers men door een wat dieper gaand onderzoek toch wel betrouwbare aanwijzingen kan vinden, die het mogelijk maken den in de toekomst te verwachten afvoercoëfficiënt vrij nauwkeurig te bepalen. In dit verband meen ik — zonder deswegen te kort te willen doen aan de verdiensten van andere studies van soortgelijken aard, welke mij echter niet bekend zijn — hier te mogen noemen een rapport uit het jaar 1881 over den Waterstaatstoestand van het polderdistrict Veluwe en ontwerp eener verbeterde afwatering van dit district door ir. Jhr. W. J. Backer te Rotterdam. Hierin wordt aan de hand van over verscheidene jaren beschikbare resultaten van peilschaalwaarnemingen een overzicht van den afvoer over langere perioden van eenige Veluwsche Weteringen berekend en

daaruit wordt besloten tot den voor het op te maken verbeteringsontwerp aan te houden afvoercoëfficiënt. De inhoud van dit rapport doet zoo frisch aan als zou het eerst heden zijn geschreven; het cijferresultaat moge verouderd zijn, de gevolgde methode is dat zeer zeker niet.

Aan vorenstaande beschouwing ontleende overwegingen waren voor schrijver dezès aanleiding om bij een aan hem ter onderzoek opgedragen vraagstuk, welks bijzonderen aard het nog meer dan bij de als regel voorkomende ontwateringsvraagstukken noodzakelijk maakte den in de toekomst te verwachten afvoer met zoo groot mogelijke nauwkeurigheid te bepalen, te trachten de ook bij dit vraagstuk weer naar voren komende kwesties der aan te houden afvoercoëfficiënten wat breeder te bezien dan tot nu veelal gebruikelijk bleek. Bedoeld vraagstuk betreft de vaststelling van den in de toekomst te verwachten grootsten aanvoer van water naar het Meppelerdiep; voor de beantwoording van de gestelde vraag is het in de eerste plaats noodig een inzicht te verkrijgen omtrent de hoeveelheden water, welke thans per oppervlakte-eenheid van de gronden in het stroomgebied van het Meppelerdiep tot afvloeiing komen en de hoeveelheden, welke daarvan in de toekomst zijn te verwachten. De resultaten van de ter verwerving van dat inzicht gemaakte studie zijn door schrijver dezès neergelegd in een nota opge maakt voor een ten vorigen jare door de Gedeputeerde Staten van de provinciën Drenthe en Overijssel ingestelde Commissie, welke is belast met een onderzoek naar de wijze waarop en de middelen waarmede de waterstand op het Meppelerdiep zal kunnen worden beheerscht. Voor den inhoud van deze nota bleek ook buiten den kring van direct bij het Meppelerdiep geïnteresseerden belangstelling te bestaan, waarin aanleiding werd gevonden een daartoe eenigszins omgewerkt uittreksel uit die nota te publiceeren. Dit uittreksel moge hierna volgen. Opgemerkt zij, dat de in eenige kleuren uitgevoerde kaartbijlage bij die nota bezwaarlijk mede in dit tijdschrift kon worden opgenomen; vertrouwd wordt, dat dit gemis niet al te zeer zal worden gevoeld. Voorzoover oriëntering omtrent de juiste ligging van bepaalde objecten voor een juist begrip volstrekt noodig is moge worden verwezen naar een goede atlas, topografische of waterstaatskaart of naar de kaartbijlagen bij den Wegwijzer voor de Binnenscheepvaart. Een korte omschrijving van het stroomgebied van het Meppelerdiep moge voorts nog voorafgaan.

bx
84132 7063

Bibliotheek 7.23
Reg. No. 1256
Kest
Plank port

Het stroomgebied van het Meppelerdiep is te verdeelen in twee, in beginsel op verschillende wijzen naar het Meppelerdiep afwaterende gebieden:

I. De gebieden, welke rechtstreeks op het Meppelerdiep afwateren, dan wel hun water op de vrij hierin uitmondende stroompjes brengen;

II. De gebieden, waarvan het water door middel van de Drentsche scheepvaartkanalen naar het Meppelerdiep wordt gebracht.

Hierbij zij opgemerkt, dat de wateraanvoer per tijdseenheid naar het Meppelerdiep van de gebieden onder I rechtstreeks afhankelijk is van de hoeveelheid neerslag die in die gebieden in een bepaalde periode valt en overigens bepaald wordt door factoren, welke door den mensch incidenteel niet of nagenoeg niet doch slechts op den langen duur kunnen worden beïnvloed. Daarentegen wordt de wateraanvoer per tijdseenheid van de gebie-

STAAT I, onderverdeeling en grootte van het stroomgebied

Volgno.	Deel van het gebied afwaterende op	Grootte in ha
I 1	Meppelerdiep (rechtstreeks)	572
2	Oude Vaart	19490
3	Wold A	12240
4	Reest	13240
5	Waterschap Ruinerwold	2800
6	Havelter waterleiding	1150
7	Waterschap Havelte	1110
II 8	Drentsche Hoofdvaart 6e pand	950
9	" " 4e "	1440
10	" " 2e "	310
11	" " 1e "	3346
12	Molenwijk, 2e pand	1345
13	Beilervaart	2375
14	Oranjekanaal 2e pand	1770
15	" " 3e "	2470
16	" " 4e ")dit gebied stroomt	6940
17	De Oosterwijk)thans nog geheel	2600
	)af via Drentsche	
	)Hoofdvaart naar	9540
	)Meppelerdiep: in	
	)de toekomst $\frac{1}{2} +$	
	)$\frac{1}{6} = \frac{1}{3}$ deel naar	
	)Meppelerdiep.	
18	Hoogeveensche Vaart 1e pand	658
19	" " 2e "	1081
20	" " 3e "	4235
21	Oude Diep	4665
22	Hoogeveensche Vaart 5e pand	180
23	" " 6e "	4975
24	" " 7e ")Dit gebied	21490
25	" " 8e ")zal voor $\frac{1}{3}$	388
26	" " 9e ")deel naar	4880
	)'t Meppelerdiep afwateren	26755
	)doch str.	
	)thans nog geheel af	
	)naar Overijss. Vecht.	

Samenvatting	Thans	Binnenkort
Deel I	50602 ha	50602 ha
Deel II	39340 "	45078 "
Totaal stroomgebied	89942 ha	95680 ha
	rond 90000 ha	95700 ha

den onder II beheerscht door de toe te passen opening van de spuimiddelen van de verschillende kanalen en zij wordt naar boven begrensd door de capaciteit dier spuimiddelen; het zal duidelijk zijn, dat daardoor de invloed van den neerslag op den wateraanvoer, ook al blijft zij verreweg de belangrijkste factor, op geheel andere wijze tot uiting komt dan bij de gebieden onder I.

In onderstaanden staat I wordt de grootte van de afzonderlijke deelen van het stroomgebied, gerangschikt naar de hiervoren vermelde hoofdverdeling, gegeven.

Ter vermindering in dit artikel van te groote uitvoerigheid omtrent bijkomstigheden moge, voor wat de omschrijving van het stroomgebied betreft, hiermede worden volstaan.

Het verkrijgen van de noodige gegevens; waarop het onderzoek zou kunnen worden opgebouwd, stuitte aanvankelijk op moeilijkheden. Tijd om over langere aaneengesloten perioden een groot aantal afvoermetingen te verrichten ontbrak. Vroeger in dit gebied verrichte afvoermetingen zijn alle van te weinig recenten datum, om daarop thans nog te kunnen bouwen. Betrouwbare, recente afvoermetingen uit vergelijkbare gebieden zijn niet voorhanden; controlemetingen in gebieden, waar hoofden en nevenleidingen werden verbeterd, meestal op afvoercijfers varieerende van 0.7 tot 1.2 m³/1000 ha/sec., zijn practisch niet verricht. Wel schijnt de, overigens niet op volkomen exacte gronden steunende; overtuiging te zijn verkregen, dat de juistgenoemde afvoercijfers voor een goed en volledig verkaveld gebied nog aan den lagen kant zijn. Hierbij dient er op te worden gewezen, dat overschrijding van den bij den aangenomen maximumafvoer berekenden hoogsten waterstand nog geenszins bewijst, dat de maximumafvoer zelve wordt overschreden; slechts directe afvoermetingen vermogen een eventuele overschrijding van den aangenomen maximumafvoer aan te toonen. Betrouwbare en hier toepasselijke methoden, om met behulp van coëfficiënten voor verschillende gronden en bij verschillende mate van ontwatering uit den regenval in een bepaald gebied tot den waterafvoer van dat gebied te besluiten; zijn, voorzover dezerzijds bekend, tot heden niet ontwikkeld.

Het bleek echter mogelijk langs indirecten weg en ten koste van een omvangrijke hoeveelheid rekenwerk op vrij ruime schaal en voor langere aaneensluitende perioden de noodige gegevens te verkrijgen door gebruik te maken van de maandlijsten van dagelijksche waterstanden, zooals die voor vrijwel alle in Drenthé in scheepvaartkanalen voorkomende schutsluizen reeds sinds vele jaren worden opgemaakt en verzameld. Op deze lijsten worden in het algemeen tevens vermeld de tijden gedurende welke en de openingen waarmede gespuid is, alsmede het aantal dagelijks verschutte kolken water. Met behulp van de

juist vermelde gegevens is het mogelijk om voor een bepaald kanaalpand dan wel voor een combinatie van kanaalpanden vrij nauwkeurig na te gaan hoeveel water elken dag van het „stroomgebied” van dat pand of van die panden in het kanaal en de daarmee in gemeenschap staande zijwijken en waterleidingen terechtkomt; met andere woorden, op die wijze kan de dagelijksche afvoer uit een bepaald gebied en daaruit de afvoercoëfficiënt worden bepaald.

Het bleek al spoedig, dat lang niet voor alle in het stroomgebied van het Meppelerdiep voorkomende kanalen dergelijke berekeningen met den waarborg van voldoende nauwkeurigheid in de uitkomst zouden kunnen worden opgezet, hetgeen eensdeels voortvloeit uit min of meer onduidelijke wijze van noteeren der gegevens op de maandlijsten en anderdeels uit moeilijk bij het resultaat in rekening te brengen factoren van waterloopkundigen en grondwatertechnischen aard.

Geschikt voor het opzetten van de vorenbedoelde berekeningen blijkt een in totaal 9766 ha groot op de Drentsche Hoofdvaart afwaterend gebied, hetwelk wordt gevormd door de onder volgnummers 8 t/m 13 van den staat I aangeduide onderdeelen van het stroomgebied van het Meppelerdiep, terwijl voorts voor het opzetten van die berekeningen in aanmerking komt het 6e pand van de Hoogeveensche Vaart en het daartoe behoorend gebied, aangeduid onder volgnummer 23 van den juist genoemden staat. De keuze van dit pand voor het opzetten der bedoelde berekeningen, welke, in verband met onvolledigheid van de betreffende waterstandslijsten eigenlijk alleen voor het jaar 1940 konden worden gemaakt, vloeit mede voort uit een hierna bij de afzonderlijke behandeling daarvan nog uiteen te zetten overweging.

AFVOERCOEFFICIENT GEBIED DRENTSCHE HOOFDVAART.

Bij de onderzochte hoogwaterperioden van het laatste tiental jaren werd in dit gebied water ingebracht door afspuien bij sluis I van het Oranjekanaal door de rinketten der deuren en werd water afgetapt door spuien bij de Paradijssluis van de Drentsche Hoofdvaart, door de spui-inrichting bij de sluis, al of niet gecombineerd met spuien door de rinketten der deuren. De in de formule $Q = cF \sqrt{2gh}$ in te voeren coëfficiënt c is voor de in aanmerking komende spui-middelen en bij verschillende spui-openingen door eenige reeksen proeven nauwkeurig vastgesteld.

Door nu voor elken dag van enkele hoogwaterperioden na te gaan hoeveel water op de Drentsche Hoofdvaart werd gebracht door afspuien bij sluis I van het Oranjekanaal en door schutten door deze sluis en door de sluis van het Linthorst-Homankanaal en hoeveel water werd afgetapt door spuien en schutten bij de Paradijssluis van de Drentsche Hoofdvaart en door schutten door de Koloniesluis, door sluis I van het Noord-Willemskanaal en door de sluis in de Wittewijk kon, mede in rekening ge-

bracht de stijging of daling der onderscheidene kanaal-panden, voor elken dag worden berekend hoeveel water uit het „stroomgebied” zelve op de kanalen en daarmee in verbinding staande waterleidingen is gebracht, met andere woorden hoe groot de dagelijksche afvoer is geweest.

Nadat voor enkele hoogwaterperioden de resultaten der vorenomschreven berekeningen in tabelvorm waren bijeengebracht is getracht een eenvoudige functie te bepalen, welke het verband zou moeten vastleggen tusschen den afvoer op een bepaalden dag en den regenval in een kortere of langere periode voor dien dag.

Het bleek practisch echter niet mogelijk een dergelijk eenvoudig-functionaal verband op te sporen. Derhalve moest er mede worden volstaan om voor verschillende hoogwaterperioden na te gaan welk deel van een zekeren regenval die afvoer ten hoogste is geweest. Daarbij is onderscheid gemaakt tusschen den afvoer welke in een bepaalde periode ten hoogste over één dag en ten hoogste gemiddeld over 2, 5 en 10 dagen is voorgekomen, waarbij is onderzocht welk deel die afvoercijfers uitmaken van den regenval welke in diezelfde hoogwaterperioden ten hoogste is voorgekomen over onderscheidenlijk één dag en gemiddeld 2, 5 en 10 dagen. Voor afvoer en regen zijn dit in het algemeen niet dezelfde dagen; er blijkt veelal een verschuiving van 1 dag en soms van 2 dagen op te treden.

Dit onderscheid tusschen den grootsten afvoer over één dag en over langere perioden is hier gemaakt, omdat het Meppelerdiep-vraagstuk in wezen is een vraagstuk van accumulatie van waterhoeveelheden, waarbij het niet alleen van belang is te weten hoe groot op een bepaald oogenblik de watertoevoer ten hoogste zal kunnen zijn, doch ook hoeveel water over een langer tijdvak ten hoogste verwacht zal kunnen worden. De bij het maken van ontwateringsplannen algemeen gebruikelijke aanduiding van een maximum afvoercoëfficiënt door een zekere hoeveelheid water per 1000 ha/sec. is in feite niet volledig indien er niet bij aangegeven wordt over welken tijdsduur die maximum afvoer moet worden verwacht. Nu levert dat gebruik bij het berekenen van het noodige natte profiel van een waterleiding weinig bezwaar op, doch voor de behandeling van vraagstukken als die van het Meppelerdiep is de bedoelde toevoëging volstrekt onmisbaar. Ook echter voor meer normale ontwateringsvraagstukken kan dit punt van belang zijn; het voert echter te ver daarop thans in te gaan.

Terugkeerende tot het in de voorlaatste alinea behandelde zij vermeld, dat de belangrijkste resultaten van de daarin bedoelde onderzoekingen zijn vermeld in staat 2. De daarin aangegeven regenhoogten zijn de gemiddelden van de waarnemingen over 2 stations, n.l. van Assen en van Dwingeloo, onder welke 2 stations het onderwerpelijke gebied valt. De aangegeven data zijn die waarop die regenval heeft plaats gevonden; de afvoercijfers hebben in het algemeen betrekking op den afvoer van 1 dag

STAAT II. Voorgekomen groote afvoeren van het gebied der Drentsche Hoofdvaart

Aantal dagen	Datum	Afvoer coëff. m ³ /1000 ha sec.	Gem. regenval in mm per dag over de stations Assen en Dwingeloo	Percentage
1 dag	24 - 10 - 32	0,424	18,6	19,6
	12 - 11 - 40	0,400	18,7	18,5
	7 - 12 - 40	0,726	29,5	21,2
2 dagen	21 en 22 - 10 - 32	0,333	12,85	22,4
	4 en 5 - 11 - 40	0,475	16,95	24,2
	6 en 7 - 12 - 40	0,620	19,2	27,9
5 dagen	21 t/m 25 - 10 - 32	0,294	9,74	26,1
	26 t/m 30 - 11 - 39	0,393	10,50	32,3
	3 t/m 7 - 11 - 40	0,375	12,62	25,7
	4 t/m 8 - 12 - 40	0,452	11,70	33,3
10 dagen	17 t/m 26 - 10 - 32	0,276	8,4	28,4
	3 t/m 12 - 11 - 40	0,268	8,29	27,9
	3 t/m 12 - 12 - 40	0,333	7,48	38,4

later, soms van 2 dagen later. De aandacht zij er hier nog op gevestigd dat staat 2 geeft de grootste percentages die gevonden zijn en die slechts optraden nadat door regenval over een lange voorafgegane periode de bodem goeddeels met water verzadigd moet zijn geweest. Wanneer dit laatste niet het geval is treden zeer veel lagere percentages op.

Teneinde uit de cijfers van dezen staat voor praktische toepassing bruikbare resultaten te verkrijgen moest het karakter van den regenval gedurende het winterhalfjaar, waarin de hoogste waterstanden steeds optreden (October t/m Maart), worden bestudeerd. Aan de hand van de publicaties van het K.N.M.I. van 1902 t/m 1939-en voor 1940 aan de hand van door dit Instituut verstrekte gegevens, zijn dezerzijds voor den regenval over 1, 2, 5, 10 en 30 telkens achtereenvolgende dagen frequentiekrommen opgesteld en wel afzonderlijk voor 1 station en voor gemiddeld over 4 stations. Uit die frequentiekrommen zijn weer afgeleid de cijfers, voorkomende in staat 3, aangevende den maximum regenval welke in het winter-

STAAT III. Te verwachten maximale neerslag in het winterhalfjaar (aantal malen in 50 jaar) in mm

Duur	1 st. (Dwingeloo)					2 stations					4 stations				
	AANTAL DAGEN														
	1	2	5	10	30	1	2	5	10	30	1	2	5	10	30
5 maal	39	55	83	117	197	35	49	79	116	191	32	43	75	115	186
"	23	42	67	92	148	26	38	64	88	145	25	35	62	84	142
"	22	35	52	73	118	21	33	50	71	116	21	31	49	70	115

halfjaar voor de juistgenoemde gevallen onderscheidenlijk 1, 5 en 25 maal in 50 jaren verwacht kan worden. Vermeld zij hier nog, dat de overeenkomstige cijfers voor gemiddeld 2 stations blijken te liggen ongeveer halverwege tusschen de cijfers voor 1 en voor 4 stations; ook deze cijfers zijn in staat 3 vermeld.

Uit de cijfers in de 5e kolom van staat 2 valt af te leiden, dat voor een gebied als het hier beschouwde en bij regenhoogten van de orde van grootte zooals die 1 à 5 maal in de 50 jaren verwacht kunnen worden, maximaal tot afvloeiing zal komen:

- in 1 dag niet meer dan 22 % van den grootsten regenval op 1 dag;
 - in 2 dagen niet meer dan 28 % van den grootsten regenval op 2 dagen;
 - in 5 dagen niet meer dan 34 % van den grootsten regenval op 5 dagen;
 - in 10 dagen niet meer dan 39 % van den grootsten regenval op 10 dagen.
- Combinatie van deze percentagecijfers met de cijfers van den grootsten regenval over gemiddeld 2 stations geeft dan ook de volgende cijfers voor de afvoercoëfficiënt, zooals die onderscheidenlijk 1 maal en 5 maal in 50 jaren verwacht mag worden.

<i>1 maal in 50 jaren:</i>	
voor 1 dag	0.90 m ³ /1000 ha/sec.
" 2 dagen gemiddeld	0.80 "
" 5 " "	0.62 "
" 10 " "	0.52 "
<i>5 maal in 50 jaren:</i>	
voor 1 dag	0.68 m ³ /1000 ha/sec.
" 2 dagen gemiddeld	0.63 "
" 5 " "	0.51 "
" 10 " "	0.40 "

Hier dient thans nog besproken te worden de vraag of de in staat 2 vermelde cijfers voor den afvoer inderdaad geacht kunnen worden ten volle de hoeveelheid tot afvloeiing gekomen water te vertegenwoordigen dan wel dat misschien op niet direct naspeurbare wijze nog een zekere hoeveelheid inmiddels verdwijnt. Dit laatste zou kunnen geschieden:

- 1°. door verdamping van water van de oppervlakte van het kanaal en de zijkanalen;
- 2°. door lek bij de sluisen;
- 3°. door opslorping van water uit het kanaal en de zijkanalen door den omringenden bodem.

De factor genoemd onder 1°. kan voor de wintermaanden gevoelig buiten beschouwing blijven; de verdamping is dan uiterst gering.

De factor genoemd onder 2°. legt ook praktisch geen gewicht in de schaal; weliswaar lekt er door 4 sluisen water af en slechts door 2 sluisen water op de Drentsche Hoofdvaart, doch de hoeveelheid die bij de 4 sluisen meer weglekt dan er bij de 2 andere door lek wordt opgebracht

is waarschijnlijk met 30 à 40 liter per seconde wel bemeten, hetgeen neer zou komen op 3 à 4 1/1000 ha/sec.

De factor genoemd onder 3°. is van meer samengestelden aard dan de beide vorige en eischt derhalve 'n diepergaande beschouwing. De bedoelde opslorping door den bodem kan gesplitst worden in die welke plaats vindt indien het peil van het kanalen-net constant blijft en wel op het peil, zooals dat bij het begin van de tot groote afvoeren leidende hevige regens is en de meerdere opslorping, welke optreedt wanneer tijdens die periode van hevige regenval het peil van het kanalen-net stijgt boven het vorenbedoelde constante peil. Nu zij opgemerkt, dat hier eigenlijk alleen van belang is, wat er met betrekking tot den onderhavigen factor geschiedt op het bovenpand van de Drentsche Hoofdvaart en de daarmee gemeen liggende wateren, welke in totaal een wateroppervlakte van rond 150 ha hebben. Dit wateroppervlak heeft in den winter in 't algemeen 'n peil van ongeveer 0.20 m — K.P., overeenkomende met 11.40 m + N.A.P. Voor droge wintermaanden blijkt nu, dat dit peil zonder bemaling vrijwel gehandhaafd kan blijven, hetgeen wil zeggen, dat bij dien stand het verhang van den grondwaterspiegel nabij het kanalen-net zeer gering is, zoodat dan practisch van opslorping door den bodem geen sprake is.

In tijden van hevigen regenval stijgt het vorenbedoelde peil in den loop van eenige dagen in het algemeen tot ongeveer K.P. om daarna weer te dalen tot het peil van 0.20 — K.P. weder is bereikt. Onderstellen wij nu eens, dat het peil den eersten dag van den hevigen regenval reeds dadelijk tot K.P. stijgt en verder gedurende die periode van grooten regenval daarop blijft staan, terwijl wij verder daarbij eens even onderstellen, dat het grondwater tijdens die periode niet rijst, dan zal onder die omstandigheden de opslorping door den bodem belangrijk meer bedragen dan bij het practische geval, waarbij de rijzing van den waterstand veel langzamer gaat en ongetwijfeld inmiddels ook de grondwaterstand zal stijgen.

Voor het onderstelde geval nu kan ongeveer worden nagegaan hoeveel water in den bodem zal verdwijnen. Uit studies omtrent de bemaling van de Drentsche Hoofdvaart is namelijk bekend, dat wanneer de waterstand in het kanaal 0.50 m boven den grondwaterstand van het omringende terrein is gelegen, de opslorping door den bodem per dag 20 mm, gerekend over de juist genoemde wateroppervlakte van 150 ha, bedraagt.

Bij een verschil van 20 cm. zooals in het door ons onderstelde geval, zal die opslorping derhalve 8 mm per dag bedragen, hetgeen, omgerekend over het geheele beschouwde gebied, neerkomt op 14 1/1000 ha/sec.

In verband met het vorenstaande schijnt nu de conclusie gewettigd, dat in ons practische geval die opslorping, zoo zij al optreedt, niet meer dan de helft van dit bedrag, derhalve niet meer dan 7 1/1000 ha/sec. zal bedragen.

De onder 2°. en 3°. genoemde factoren tezamen in aanmerking nemende, zou het niet onwaarschijnlijk zijn, dat de berekende afvoercijfers een bedrag van de orde van grootte van 10 1/1000 ha/sec. te klein zouden zijn: Dit bedrag is echter zoo gering, dat het geen invloed kan hebben op de afgeleide percentagecijfers, welke laatste ten opzichte van de grootste percentagecijfers van staat 2 nog eenigszins naar boven afgerond zijn. Gesteld kan dus worden, dat de op de hierboven uiteenzette wijze berekende afvoercijfers den werkelijken afvoer van het onderwerpelijk gebied aangeven.

AFVOERCOEFFICIENT GEBIED 6e PAND HOOGVEEENSCHEN VAART.

Soortgelijke berekeningen als voor het gebied van de Drentsche Hoofdvaart werden eveneens opgezet voor het gebied van het 6e pand van de Hoogeveensche Vaart. In verband met reeds eerder vermelde redenen konden deze hier echter slechts voor het jaar 1940 worden uitgevoerd.

Dat het 6e pand van de Hoogeveensche Vaart mede werd gekozen om daarvoor de hier ter sprake zijnde berekeningen op te zetten, vindt zijn motiveering in de omstandigheid, dat het gebied van dit pand, gelet op het daarin voorkomende zeer uitgebreide wijkennet, voor wat de hoeveelheid tot afvloeiing komend water betreft, zeer goed vergeleken kan worden met een gebied, waarin de ontwatering volledig geregeld en gewaarborgd is, zoodat het niet waarschijnlijk is te achten, dat van dit gebied, indien het volgens een overeenkomstig de hedendaagsche inzichten opgemaakt ontwateringsplan verkaveld en van de noodige en voldoende ruime waterleidingen zou voorzien zijn, meer water tot afvloeiing zou komen dan thans het geval is. Dit pand ligt gemeen met een zeer omvangrijk wijkennet, waarvan de totale lengte ongeveer 510 km bedraagt. Voorts zij gewezen op de groote wateroppervlakte van dat wijkennet, welke is te stellen op 360 ha, zijnde ruim 1/14 deel van het 4975 ha groote gebied. In een volgens moderne inzichten ontwaterd gebied zou de oppervlakte van hoofd- en nevenleidingen nimmer zoo'n groot deel, doch slechts ongeveer 1/50 van het geheele gebied uitmaken. Uit hoofde van de grootte van het wateroppervlak van 1/14 deel van het gebied komt dus te allen tijde over dat 1/14 deel of wel over 7 % van het gebied de neerslag ten volle tot afvloeiing; bij een normaal ontwaterd gebied is dit laatste echter over 1/50 deel of over 2% van het gebied het geval. Waar het ons te doen is om cijfers van de afvloeiende hoeveelheden water te vinden voor een normaal ontwaterd gebied dient de invloed van dezen factor, die numeriek inderdaad van beteekenis is, te worden geëlimineerd. Een deel van het gebied bestaat voorts uit bosch, doch dit is sterk met waterleidingen doorsneden, zoodat de waterterughoudende werking van dit bosch niet hoog moet worden aangeslagen. Voorzover men deze laatstbedoelde werking toch nog eenigermate in rekening zou wenschen te brengen

gen kan worden aangevoerd, dat ter compensatie daarvan kan dienen de omstandigheid, dat vele wijken zich tot vrij ver buiten het eigenlijke „stroomgebied” uitstrekken (waterschap Alteveer). Van vrij breede strooken naast die wijken komt evenwel toch nog oppervlaktewater tot afvloeiing in die wijken; bij de grootte van het stroomgebied van het 6e pand zijn die strooken echter niet medegerekend. Het van die strooken komende water kan nu geacht worden een tegenhanger te vormen tegenover hetgeen uit het bosch misschien minder tot afvloeiing komt.

Op grond van de hiervoren gegeven overwegingen komt het alleszins aannemelijk voor, dat er geen ernstige bedenking kan bestaan om het gebied van het 6e pand van de Hoogeveense Vaart, voor wat de hoeveelheid tot afvloeiing komend water betreft, gelijk te stellen met een op normale wijze goed ontwaterd gebied, mits enkele reeds besproken of hierna nog te bespreken correcties in de verkregen cijfers worden aangebracht.

Overeenkomstige cijfers als voor het gebied van de Drentsche Hoofdvaart in staat 2 zijn vermeld, zijn voor het 6e pand van de Hoogeveense vaart in staat 4 gegeven. Anders dan bij de afvoercijfers voor de Drentsche Hoofdvaart is echter in de cijfers voor het 6e pand in de eerste plaats een correctie (vermindering) aangebracht ter elimineering van den sterken afvoervergrootten invloed van het zeer groote wateroppervlak der wijken terwijl daarin anderzijds een zekere toeslag is verdisconteerd ter compensatie van de opslorping door den bodem, welke hier wel, o.a. tengevolge van de veel grootere uitgebreidheid van het wijkennet dan in het gebied van de Drentsche Hoofdvaart, tot relatief vrij groote verliezen aanleiding kan geven. Voor de berekening van dien toeslag is van de volgende gedachte uitgegaan. Op grond van vergelijking van waterstandstabellen van het 6e pand van de Hoogeveense Vaart over meerdere droge wintermaanden kan worden aangenomen, dat begin November 1940 dat 6e pand, indien geen water zou zijn afgevoerd, ongeveer 4 mm per dag zou zijn gezakt, wellicht grootendeels als gevolg van lek naar omliggende gebieden. Het pand stond daarbij ongeveer aan peil. Op 5-11-1940 heeft het water gestaan op + 10 cm. Indien nu, hetgeen waarschijnlijk is, de opslorping door den bodem bij verhooging van den waterstand in het kanaal ongeveer dezelfde afmetingen aanneemt als voor de Drentsche Hoofdvaart, zoo zou die opslorping door de peilsverhoging van 10 cm 4 mm bedragen. Om redenen als bij de behandeling van dit punt bij den afvoercoëfficiënt van de Drentsche Hoofdvaart zijn uiteengezet, dient ook hier niet deze geheele als gevolg van de peilsverhoging optredende opslorping, doch slechts de helft ervan, i.e. 2 mm, derhalve in totaal $4 + 2 = 6$ mm, gerekend over de wateroppervlakte van 360 ha, in rekening te worden gebracht. Omgerekend over het geheele stroomgebied komt dit voor 5-11-1940 neer op 50 1/1000 ha/sec. Aangezien in November en December

1940 de waterstand op sommige dagen slechts tot ten hoogste 10 à 15 cm plus peil is gestegen geweest, doet de juist gegeven berekening wel zien, dat de opslorping tengevolge van de peilsverhoging niet van groote betekenis kan zijn geweest. In de afvoercijfers in staat 4 is voor elken dag van November 1940 een op de aangegeven wijze berekende toeslag verdisconteert. Voor de dagen van December is geen toeslag in rekening gebracht i.v.m. de peilsverhoging aangezien de in November 1940 plaats gevonden zeer groote regenval den grondwaterstand in het beschouwde gebied dermate verhoogd moet hebben, dat bij waterstanden in het kanaal van 10 à 15 cm plus peil van geen opslorping door den omliggende bodem meer sprake kan zijn geweest; wel is in de cijfers voor de dagen van December 1940 een lek van 4 mm per dag in rekening gebracht.

STAAT IV. Voorgekomen groote afvoeren in het gebied van 't 6e pand der Hoogeveense Vaart.

Aantal dagen	Datum	Afvoer coëff. m ³ /1000 ha/sec.	Gem. regenval in mm per dag regenstat. Wijster ¹⁾	Percentage
1 dag	3 - 11 - 40	0,467	22,2	18,2
	5 - 11 - 40	0,752	36,1	18,0
	5 - 12 - 40	0,457	17,3	22,8
	7 - 12 - 40	1,050	34,9	26,0
2 dagen	3 en 4 - 11 - 40	0,478	12,65	32,7
	5 en 6 - 11 - 40	0,795	21,0	32,7
	12 en 13 - 11 - 40	0,442	15,6	24,5
	6 en 7 - 12 - 40	0,787	21,0	32,4
3 dagen	3 t/m 7 - 11 - 40	0,587	14,18	35,8
	4 t/m 8 - 12 - 40	0,588	13,1	38,8
10 dagen	3 t/m 12 - 11 - 40	0,400	9,07	38,1
	3 t/m 12 - 12 - 40	0,384	8,46	39,2

¹⁾ Van het regenstation Hoogeveen zijn geen dagcijfers beschikbaar; daarom zijn de cijfers van het dichtstbijgelegen regenstation Wijster genomen.

Uit de cijfers in de 5e kolom van staat 4 valt nu af te leiden, dat voor een gebied als het hier beschouwde, bij regenhoogten zooals die in November en December 1940 zijn voorgekomen en welke zijn van de orde van grootte zooals die 1 à 5 maal in de 50 jaren verwacht kunnen worden en bij toepassing van een correctie voor den invloed van de hier abnormaal groote wateroppervlakte maximaal tot afvloeiing zal komen:

in 1 dag niet meer dan 27 % van den grootsten regenval op 1 dag;

in 2 dagen niet meer dan 33 % van den grootsten regenval op 2 dagen;

in 5 dagen niet meer dan 39 % van den grootsten regenval op 5 dagen;

in 10 dagen niet meer dan 40 % van den grootsten regenval op 10 dagen.

Combinatie van deze percentagecijfers met de cijfers van den grootsten regenval voor 1 station, zooals hier in verband met de vrij kleine oppervlakte van het gebied behoort te geschieden, geeft dan de volgende cijfers voor den afvoercoëfficiënt.

1 maal in 50 jaren:	
voor 1 dag	1.22 m ³ /1000 ha/sec.
„ 2 dagen gemiddeld	1.05 „
„ 5 „ „	0.77 „
„ 10 „ „	0.54 „
5 maal in 50 jaren:	
voor 1 dag	0.88 m ³ /1000 ha/sec.
„ 2 dagen gemiddeld	0.80 „
„ 5 „ „	0.62 „
„ 10 „ „	0.43 „

AFVOERCOEFFICIENT STROOMGEBIED MEPPERLIERDIEP.

Om nu den afvoercoëfficiënt te berekenen voor een goed verkaveld en ontwaterd gebied ter grootte van het geheele stroomgebied van het Meppelerdiep, derhalve van 80.000 à 100.000 ha, zoude men de vorengegeven percentagecijfers op overeenkomstige wijze kunnen combineren met de cijfers van den gemiddelden regenval over 4 stations, ware het niet, dat bij een dergelijk groot gebied nog een andere, uit de theorie voor het berekenen van rioleeringen welbekende factor, te weten de tijd die noodig is om de van de verder verwijderde gebieden tot afvloeiing komende hoeveelheid neerslag naar het punt van meting, d.i. in ons geval naar het Meppelerdiep, te doen stroomen, een rol speelt.

Uitgaande van de onderstelling, dat na verbetering der stroompjes een waterdruppel 1 etmaal noodig zal hebben om de geheele lengte van den stroom, bijv. van Oude Vaart of Reest, af te leggen, is door grafische behandeling nagegaan den invloed van den hier ter sprake zijnden factor op den afvoercoëfficiënt van die stroompjes ter plaatse van het Meppelerdiep. Dat de juist gemaakte onderstelling zich goed aanpast aan de lengte der hier bedoelde stroompjes blijkt uit de overweging, dat bij een gemiddelde snelheid van 0.50 m/sec., zooals die na verbetering ongeveer in de stroompjes zal kunnen optreden, per etmaal ruim 43 km of ongeveer de lengte dezer stroompjes zal kunnen worden afgelegd.

Als resultaat van de grafische berekening, waarbij werd uitgegaan van een regenval over een aaneengeslo-

ten tijdvak van 10 dagen, zooals die, zowel gemiddeld over het geheele tijdvak als over onderdeelen van dat tijdvak ten hoogste 1 maal per 50 jaren zal kunnen voorkomen, werd voor een stroomgebied van rechthoekigen vorm gevonden, dat, indien gemiddeld over 24 uren over het geheele stroomgebied tot afvloeiing komt ten hoogste a. m³/1000 ha/sec. de grootste afvoercoëfficiënt ter plaatse van de uitmonding in het Meppelerdiep gemiddeld over 24 uren ten hoogste 0.91 × a m³/1000 ha/sec. zal bedragen en dat, indien gemiddeld over 2 × 24 uren over het geheele stroomgebied tot afvloeiing komt b m³/1000 ha/sec. de grootste afvoercoëfficiënt ter plaatse van de uitmonding in het Meppelerdiep gemiddeld over 2 × 24 uren ten hoogste 0.97 b m³/1000 ha/sec. zal bedragen. Voor een stroomgebied van driehoekigen vorm bedragen deze cijfers onderscheidenlijk 0.94 a. en 0.98 b. Voor den vorm, zooals de stroomgebieden der stroompjes hier in werkelijkheid hebben, kunnen die cijfers op onderscheidenlijk 0.92 a. en 0.975 b. worden gesteld. Voor langere perioden dan 2 × 24 uren heeft de hierbedoelde factor, die wellicht het eenvoudigste als vertraging in den afvoer kan worden aangeduid, geen praktische beteekenis meer.

Combineert men nu de percentagecijfers van staat 4 met de regencijfers voor 4 stations en met inachtneming van een factor 0.92 voor den grootsten afvoer in 1 dag en een factor 0.975 voor den grootsten afvoer in 2 dagen, dan geeft dit de volgende cijfers voor den in de toekomst 1 maal per 50 jaar voor het Meppelerdiep te verwachten afvoercoëfficiënt, in de onderstelling, dat het geheele stroomgebied door middel van stroompjes en niet gedeeltelijk door middel van kanalen zijn water naar het Meppelerdiep zou brengen.

1 maal in 50 jaren:	
voor 1 dag	0.92 m ³ /1000 ha/sec.
„ 2 dagen gemiddeld	0.80 „
„ 5 „ „	0.70 „
„ 10 „ „	0.53 „

Voor 5 maal per 50 jaren worden die cijfers:	
voor 1 dag	0.72 m ³ /1000 ha/sec.
„ 2 dagen gemiddeld	0.65 „
„ 5 „ „	0.57 „
„ 10 „ „	0.39 „

Nu zal, naar mededeeling van den Cultuurtechnischen Dienst, niet het geheele stroomgebied van het Meppelerdiep, doch ongeveer de helft naar moderne opvatting verkaveld en ontwaterd worden; aannemende, dat deze helft regelmatig over het geheele stroomgebied verspreid zal zijn, zullen daarvoor dus de laatstgegeven cijfers voor den afvoercoëfficiënt ten volle gelden. Voor de andere helft, welke ook regelmatig over het geheele gebied verspreid wordt gedacht, is aannemelijk te achten een mate

van ontwatering zoals bijv. thans in het gebied van de Drentsche Hoofdvaart wordt aangetroffen. Indien nu de voor het gebied van de Drentsche Hoofdvaart gegeven afvoercijfers worden omgerekend voor 4 regenstations, daarbij ook de invloed van de vertraging in den afvoer in rekening wordt gebracht en daarna het resultaat wordt gemiddeld met de laatstgegeven cijfers voor den afvoercoëfficiënt van een over de volle oppervlakte volledig verkaveld stroomgebied van het Meppelerdiep zoo zal voor den uiteindelijk werkelijk te scheppen toestand de afvoercoëfficiënt voor het geheele stroomgebied op de volgende cijfers kunnen worden gesteld.

1 maal in 50 jaren:

voor 1 dag	0.83 m ³ /1000 ha/sec.
„ 2 dagen gemiddeld	0.74 „
„ 5 „ „	0.64 „
„ 10 „ „	0.52 „

5 maal in 50 jaren:

voor 1 dag	0.64 m ³ /1000 ha/sec.
„ 2 dagen gemiddeld	0.60 „
„ 5 „ „	0.53 „
„ 10 „ „	0.38 „

(Voor wat nu betreft de gebieden welke hun water door middel van de verschillende stroompjes naar het Meppelerdiep brengen, daarbij inbegrepen het kleine gebied hetwelk rechtstreeks op het Meppelerdiep afwatert (in totaal het deel I van staat 1 ter grootte van 50602 ha, waarbij nog dient te worden opgeteld het onder volgnummer 18 van dien staat genoemde gebied van het 1e pand van de Hoogeveensche Vaart ter grootte van 658 ha, hetwelk bij hooge waterstanden op het Meppelerdiep, wegens het alsdan geheel geopend, zijn van de Meppelerdij, eveneens vrij op het Meppelerdiep loost), zoo kan op grond van de boven gegeven cijfers het daaruit voortvloeiend deel van den toekomstigen afvoer van het Meppelerdiep voor de perioden van 1, 2; 5 en 10 dagen aan de hand van de laatstgegeven cijferreeks worden afgeleid. Voor 1 maal per 50 jaar zal dat deel van den afvoer bijv. over gemiddeld 1 dag bedragen:

$$51.26 \times 0.83 \text{ m}^3/\text{sec.} = 42.5 \text{ m}^3/\text{sec.}$$

Nu kan op de Oude Vaart nog door een drietal overlagen in den zuidelijken dijk van het Oranjekanaal water van dat kanaal worden afgelaten; de maximum capaciteit van die drie overlagen tezamen is te stellen op rond 6.8 m³/sec.; de maximum capaciteit van de op die overlagen aansluitende leidingen is echter veel geringer, zoodat bij werking van de overlagen het omliggende terrein dan ook zeer snel wordt geïnundeerd. Niettemin is het bij ongelukkig samentreffen van omstandigheden mogelijk te achten, dat, althans over de periode van één dag, de maximum afvoer van de overlagen samenvalt met den

maximum afvoer van de stroomgebieden der verschillende stroompjes, zoodat deze stroompjes in de toekomst 1 maal per 50 jaar geacht moeten worden over 1 dag $42.5 + 6.8 = 49.3 \text{ m}^3/\text{sec.}$ te kunnen aanbrengen.

Voegt men bij dit cijfer nog de maximum capaciteit van de spuismiddelen van de Paradijssluis, bij een waterstand op het Meppelerdiep van 0.50 m + N.A.P. te stellen op in totaal 9.8 m³/sec. en de maximum capaciteit van den spui-overlaat bij de Rogatsluis, te stellen op 18 m³/sec., zoo zal, indien de bestaande spui-apparatuur wordt behouden, in de toekomst 1 maal per 50 jaren over een dag op het Meppelerdiep ten hoogste verwacht kunnen worden $49.3 + 9.8 + 18 = \text{rond } 77 \text{ m}^3/\text{sec.}$ (1). Ware het geheele stroomgebied van het Meppelerdiep door stroompjes ontwaterd dan zou die maximum afvoer over 1 dag dienen te worden gesteld op $95.7 \times 0.83 = \text{rond } 79.5 \text{ m}^3/\text{sec.}$ (2).

Uit vergelijking van de cijfers (1) en (2) kan blijken, dat de gezamenlijke capaciteit van de spuismiddelen vrijwel juist groot genoeg is om den in de toekomst te verwachten grootsten afvoer over één dag te kunnen verwerken.

Het heeft overigens weinig zin om hier voor allerlei combinaties van meer of minder langere perioden met meer of minder groote openingen der spuismiddelen cijfers voor den afvoer te geven; het zal duidelijk zijn, dat met behulp van de in het vorenstaande gegeven cijfers alle voor behandeling van het Meppelerdiepvraagstuk met betrekking tot den wateraanvoer noodige gegevens kunnen worden gevonden.

Ter completeering van het ingestelde onderzoek is nagegaan welke perioden van grooten regenval zich in het tijdvak 1902—1940 hebben voorgedaan. Het heeft weinig zin deze hier alle te vermelden, doch in verband met het vorenstaande is het wel van belang te weten, dat in de winterhalfjaren van 1902 t/m 1938 nimmer 2 onmiddellijk op elkaar volgende maanden voorkwamen, waarbij in elk dezer maanden, gemiddeld over 4 stations, meer dan 110 mm regen is gevallen. Wel is dit echter voor October en November 1939 en voor November en December 1940 het geval geweest; hoewel de afzonderlijke cijfers voor elk dezer maanden niet de hoogstvoorgekomene sinds 1902 zijn, ook al worden deze laatste vrij dicht benaderd, zoo behoeft het geen betoog, dat door het onmiddellijk op elkander volgen van 2 perioden van zeer grooten regenval, hetgeen tevoren in de jaren sinds 1902 nimmer was geschied, zoowel het najaar van 1939 als dat van 1940 als uitzonderlijk nat dienen te worden beschouwd.

Een en ander wordt hier nog vermeld om te doen uitkomen, dat het inderdaad verantwoord is om af te gaan op de in staat 4 gegeven cijfers voor het gebied van het 6e pand van de Hoogeveensche Vaart, ook al konden deze cijfers alleen voor het najaar 1940 berekend worden.