

Wolderwijd-Nulderneauw

Bepaling maandaafvoer beken uit
gemeten maandaafvoeren van de
Schuitenbeek
WWNO-N-81.0007

Rijkswaterstaat
Directie Waterhuishouding en Waterbeweging
District Noord

oktober 1981.

directie waterhuishouding en waterbeweging
district noord

Aan geadresseerde volgens
bijgaande verzendlijst.

uw kenmerk:

Ielystad, 19. NOV. 1981

uw brief van:

ons kenmerk. A.Z. 2750

projectcode							

verzonden

bijlagen 1.

In behandeling bij:

onderwerp: Toezending nota.

Hierbij doe ik u ter informatie een exemplaar toekomen van:
nota WWNO-N-81.0007 "Wolderwijd-Nulderneauw. Bepaling maand-
afvoer beken uit gemeten maandafoeren van de Schuitenbeek"
van het district Noord.

Het hoofd van het district,

Ir. P. Hartog.



postbus 19
8200 AA Ielystad
maerlant 1
tel. (03200) 4 19 11
telex 40614 wwdno nl

te bereiken
vanuit Amsterdam: lijn 154-157
Harderwijk: lijn 144
Enkhuijzen: lijn 146
Emmeloord: lijn 154
Busstation Noorderwagenplein
vanuit Kampen: lijn 143
Helte: Stads Kantoor

verzoeken bij uw antwoord kenmerk en
datum dezes te vermelden en slechts
één zaak in een brief te behandelen

Verzendlijst: leden projectgroep
Entrofiëring randmeren

Aan de Hoofdingenieur-Directeur van
de Rijkswaterstaat in de directie
Zuiderzeewerken,
t.a.v. ir. M. Snijdelaar,
Postbus 18,
8200 AA LELYSTAD.

Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater,
t.a.v. dhr. H. Hosper,
Postbus 17,
8200 AA LELYSTAD.

Aan de Hoofdingenieur-Directeur van
de Rijkswaterstaat in de directie
Zuiderzeewerken,
t.a.v. ing. G. Weerdesteyn,
Postbus 18,
8200 AA LELYSTAD.

Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater,
t.a.v. dhr. J. Eulen,
Postbus 17,
8200 AA LELYSTAD.

Aan de Hoofdingenieur-Directeur van
de Rijkswaterstaat in de directie
Zuiderzeewerken,
t.a.v. ing. A. Schollaart,
Postbus 18,
8200 AA LELYSTAD.

Aan het Dagelijkse Bestuut van het
Zuiveringsschap Veluwe,
t.a.v. dhr. W. Oosterloo,
Postbus 9030,
7300 EN APELDOORN.

Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders,
SMEDINGHUIS,
t.a.v. dhr. J. Uunk,
Postbus 600,
8200 AP LELYSTAD.

Rijkswaterstaat, directie Waterhuishouding
en Waterbeweging, district Noord,
t.a.v. ing. G. Vos,
Postbus 19,
8200 AA LELYSTAD.

Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders,
SMEDINGHUIS,
t.a.v. dhr. J. Boüman,
Postbus 600,
8200 AP LELYSTAD.

Aan de Hoofdingenieur-Directeur van de
Rijkswaterstaat in de directie
Waterhuishouding en Waterbeweging
Postbus 20907
2500 's-Gravenhage.

Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders,
SMEDINGHUIS,
t.a.v. dhr. G. Welmer,
Postbus 600,
8200 AP LELYSTAD.

Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders,
SMEDINGHUIS,
t.a.v. dhr. T. Brijder,
Postbus 600,
8200 AP LELYSTAD.

INHOUD:

bladzijde:

1. Probleemstelling	3
2. Bepaling van het verband tussen maandafvoer Schuitenbeek en gesommeerde maandafvoeren van de overige beken	3
3. Nauwkeurigheid bepaling gesommeerde maandafvoer van de overige beken uit maandafvoer Schuitenbeek	6
4. Samenvatting en conclusie	7

TABELLEN:

1. Vergelijking nauwkeurigheid gesommeerde maandafvoeren overige beken	7
2. Overzicht maandafvoeren	9

BIJLAGEN:

reg. nummer:

1. Situatie beken	WWNO-T-81.0110
2. Maandafvoer Schuitenbeek versus gesommeerde maandaf- voeren overige beken; mei 1976 tot en met september 1979	WWNO-T-81.0111

LITERATUUR:

1. Verklarende statistiek, M.L. Wijvekate
Aula-boeken nr. 39
2. Eutrofiëringsonderzoek Wolderwijd-Nulderauw. Fouten-
analyse beekafvoeren. Rijkswaterstaat, directie Water-
huishouding en Waterbeweging, district Noord.
Nota WWNO-N-800004, februari 1980

1. PROBLEEMSTELLING

Ten behoeve van de water- en stoffenbalans in het kader van het eutrofiëringsonderzoek in het tussen Nijkerk en Harderwijk gelegen randmeer Wolderwijd-Nulderauw werden regelmatig nabij de monding van de op dit randmeer afwaterende beken afvoermetingen verricht.

Voor de onderzoeksperiode, welke van mei 1976 tot en met september 1979 liep, zijn per beek uit de gemeten afvoeren de maandafvoeren bepaald.

Met het afsluiten van de onderzoeksperiode verviel ook de noodzaak om de afvoer van de beken te blijven meten. Om - eventueel - toch de maandelijkse balansberekeningen voort te kunnen zetten is door de projectgroep eutrofiëringsonderzoek randmeren besloten om één maal per week de afvoer van de Schuitenbeek - welke beek gemiddeld ruim 50% van de totale maandafvoer van alle beken levert - te blijven meten.

Wel dient dan, om de gesommeerde maandafvoer van de overige beken te kunnen berekenen, het verband tussen de maandafvoer van de Schuitenbeek en die gesommeerde maandafvoer te worden bepaald. Hiertoe is met behulp van de uit metingen bepaalde maandafvoeren in de onderzoeksperiode een correlatieberekening uitgevoerd.

Tevens is onderzocht hoe groot de fout is welke gemaakt wordt door op deze manier de gesommeerde maandafvoer van de overige beken te bepalen.

In voorliggend rapport is het resultaat van dit onderzoek vastgelegd.

2. BEPALING VAN HET VERBAND TUSSEN MAANDAFVOER SCHUITENBEEK EN GESOMMEERDE MAANDAFVOER VAN DE OVERIGE BEKEN

Teneinde te kunnen bezien of uit de maandafvoer van de Schuitenbeek de gesommeerde maandafvoer van de overige op het randmeer afwaterende beken binnen reële grenzen kan worden bepaald is een onderzoek verricht naar het verband tussen deze maandafvoeren.

Hiertoe zijn de van mei 1976 tot en met september 1979 bepaalde maandafvoeren van de Stadsweidebeek, de Weisteegbeek, de beek van Hooge Geest, de beek onder Horlo, het Schaapsdijkbeekje, de Horstsche beek, beek Daselaar, beek Krakenburg en de Aartjesbeek (de Kronkel) gesommeerd (voor de situatie zij verwezen naar bijlage 1).

Het totale aantal maandafoeren bedraagt 41 (zie tabel 2).

De gesommeerde maandafoeren van de overige beken zijn in een correlatiediagram uitgezet tegen de maandafoeren van de Schuitenbeek (bijlage 2). Zowel de maandafoeren van de overige beken, als die van de Schuitenbeek zijn voor wat betreft de systematische fout ten gevolge van afvoermeting en -berekening gecorrigeerd [zie 2].

De grootte van de stochastische fout, waarvoor niet gecorrigeerd kan worden, komt tot uiting in de spreiding van de punten rond de regressielijn.

De maandafoeren van de Schuitenbeek zijn als (toekomstige) verklarende variabele uitgezet langs de x-as en de gesommeerde maandafoeren van de overige beken als afgeleide variabele langs de y-as. Uit de grafiek blijkt dat er een goede lineaire correlatie bestaat tussen beide maandafoeren. De maandafoer van mei 1979 vertoont echter een afwijking.

Deze maandafoer van de Schuitenbeek ($3.091.290 \text{ m}^3$) is ten opzichte van de gesommeerde maandafoer van de overige beken ($1.681.197 \text{ m}^3$) zeer hoog. De oorzaak schuilt wellicht in het feit dat het gedeelte van de bermsloot, waarop het Schaapsdijkbeekje, de Horstsche beek, beek Dasselaar, beek Krakenburg en de Aartjesbeek uitkomen, in zuidelijke richting doorloopt tot aan de Schuitenbeek (zie bijlage 1); de bermsloot en de Schuitenbeek staan middels een koker, welke voorzien is van een terugslagklep, met elkaar in verbinding. Bij normale waterstanden is deze terugslagklep gesloten en vindt er geen wateruitwisseling op dit punt plaats. Bij zeer hoge waterstanden in de bermsloot kan deze echter overstorten in de Schuitenbeek. Dit overstorten kan in mei 1979 hebben plaatsgevonden. Een andere verklaring kan zijn, dat bij hoge neerslag van voldoende lange tijd de berging in het bovenstroomse gestuwde gebied van de Schuitenbeek op een gegeven moment is opgevuld en als gevolg hiervan het vrij-afstromende oppervlak van de Schuitenbeek sterk toeneemt in vergelijking tot dat van de stroomgebiedjes van de kleine beken.

De maandafoer van mei 1979 is door voornoemde discontinuïteit niet in de correlatieberekening meegenomen, zodat deze berekening met 40 paren maandafoeren is uitgevoerd.

De berekende correlatiecoëfficiënt (r) bedraagt 0,98. Bij een eenzijdige overschrijdingskans van 5% (= 90% betrouwbaarheidsgebied) is de grenswaarde van r volgens tabel XI [1], voor $n = 40$, gelijk aan 0,264.

De berekende waarde ($r = 0,98$) ligt boven deze grens en is dus significant, waarmee is vastgesteld dat er inderdaad een verband bestaat tussen beide maandafvoeren.

De formule van de regressielijn luidt:

$$Y = 0,6742 X + 94923$$

en geldt tot een maandafvoer van ongeveer $2.200.000 \text{ m}^3$ van de Schuitenbeek. Boven deze waarde, zal mogelijk als gevolg van het voornoemde overstorten van water uit de bermsloot in de Schuitenbeek, een andere regressielijn gelden. Wanneer dergelijke hoge maandafvoeren van de Schuitenbeek voorkomen, kan de som van de maandafvoeren van de overige beken - met wellicht grote onnauwkeurigheid - bepaald worden uit een rechtlijnige interpolatie tussen het eind van de berekende regressielijn en het punt van de in mei 1979 hoogst voorgekomen maandafvoeren. Wanneer nog hogere maandafvoeren van de Schuitenbeek voorkomen kan eventueel worden geëxtrapoleerd (zie bijlage 2).

De regressielijn geeft het verband kwantitatief weer, de voorspellingsnauwkeurigheid van de gesommeerde maandafvoer van de overige beken ($= y$) hangt echter af van de waarde van de residuele standaardafwijking ($S_{y \text{ res}}$); dit is het kwadratisch gemiddelde van de afstanden van de y -waarden tot de regressielijn. Deze kan worden berekend uit de standaardafwijking van de kansverdeling van y (S_y), welke 456000 m^3 bedraagt, en wel volgens de formule

$$S_{y \text{ res}} = S_y \sqrt{\frac{(1-r^2)(n-1)}{(n-2)}}$$

bij $\phi = n-2$ vrijheidsgraden [1] .

Hieruit volgt dat:

$$S_{y \text{ res}} = 456000 \cdot \sqrt{\frac{(1-0,98^2) \times 39}{38}} = 88000 \text{ m}^3$$

Omdat het hier een kleine steekproef betreft worden de grenzen van het betrouwbaarheidsgebied voor de gesommeerde maandafvoeren bepaald door $\pm t \cdot S_{y \text{ res}}$.

Uit tabel VI [1] blijkt dat de waarde van t bij een eenzijdige overschrijdingskans van 5% bij $\phi = n-2 (= 38)$ vrijheidsgraden 1,68 bedraagt, zodat de grenzen van het 90% betrouwbaarheidsgebied gelijk zijn aan

$$\pm 1,68 \times 88000 = \pm 148000 \text{ m}^3$$

ten opzichte van de regressielijn.

In een aantal zomermaanden in 1976 en 1978 heeft geen afvoer in de Schuitenbeek plaatsgevonden, terwijl de som van de maandafvoeren van de overige beken circa 38000 m^3 à 106000 m^3 bedroeg (zie tabel 2). Dit vindt zijn oorzaak in het feit dat de Schuitenbeek voornamelijk een regenbeek is en bij regenval na een droge periode eerst een bepaalde hoeveelheid water benodigd is voor berging achter de, beoosten Nijkerk gelegen, vaste stuwen voordat er water afgevoerd wordt.

De kleine beekjes worden daarentegen voor een deel continu met grondwater gevoed (vooral Stadsweidebeek, Horstsche beek en beek Krakenburg).

3. NAUWKEURIGHEID BEREKENING GESOMMEERDE MAANDAFVOER VAN DE OVERIGE BEKEN UIT MAANDAFVOER SCHUITENBEEK

De uit de maandafvoeren van de Schuitenbeek afgeleide maandafvoeren van de overige beken zijn voor enkele willekeurige maanden vergeleken met de uit afvoermetingen bepaalde maandafvoeren. In onderstaande tabel 1 staan de op beide manieren bepaalde maandafvoeren vermeld, alsmede de bijbehorende 90% betrouwbaarheidsgebieden.

Van de overige beken zijn de fouten in de maandafvoeren ten gevolge van het meten en berekenen van de afvoeren [zie 2] gekwadrateerd. De wortel uit de som van deze kwadraten levert de fout op in de som van de maandafvoeren bepaald uit afvoermetingen.

De grootte van het 90% betrouwbaarheidsgebied blijkt bij het berekenen van de gesommeerde maandafvoer van de overige beken uit de maandafvoer van de Schuitenbeek groter te zijn dan bij de bepaling ervan uit de in de overige beken uitgevoerde afvoermetingen.

Bovendien is de fout in de uit de maandafvoer van de Schuitenbeek afgeleide maandafvoer bij lage afvoeren in relatieve zin veel groter dan bij hogere afvoeren.

Maandafvoer Schuitenbeek [m ³]	Som maandafvoeren overige beken +90% betrouwbaarheidsgebied	
	bepaald uit afvoermetingen [m ³]	berekend uit maandafvoer Schuitenbeek [m ³]
94.767 (07-'79)	129.025 + 21.883 (=+17,0%)	159.000 + 148.000 (=+93,1%)
772.755 (01-'77)	597.215 + 43.521 (=+ 7,3%)	616.000 + 148.000 (=+24,0%)
1.513.110 (01-'79)	1.091.844 + 112.482 (=+10,3%)	1.115.000 + 148.000 (=+13,3%)
1.895.140 (04-'79)	1.467.590 + 93.397 (=+ 6,4%)	1.373.000 + 148.000 (=+10,8%)
1.971.260 (03-'78)	1.556.990 + 115.317 (=+ 7,3%)	1.424.000 + 148.000 (=+10,4%)

Tabel 1. Vergelijking nauwkeurigheid gesommeerde maandafvoeren
overige beken

4. SAMENVATTING EN CONCLUSIE

In de periode mei 1976 tot oktober 1979 zijn in alle op het Wolderwijd-Nulderneauw afwaterende beken afvoermetingen verricht, waaruit per beek de maandafvoer werd bepaald. Vanaf oktober 1979 wordt de afvoer echter alleen nog in de Schuitenbeek gemeten. Om uit de hieruit bepaalde maandafvoeren de som van de maandafvoeren van de overige op het randmeer afwaterende beken te kunnen bepalen is een correlatieberekening tussen beide maandafvoeren uitgevoerd.

Hierbij is gebruik gemaakt van de maandafvoeren van mei 1976 tot en met september 1979.

Deze maandafvoeren zijn voor wat betreft de systematische fouten als gevolg van het meten en berekenen van de afvoeren gecorrigeerd.

De correlatiecoëfficiënt bedraagt 0,98 zodat er een zeer goede correlatie bestaat. Rond de op bijlage 2 - tot een maandafvoer van 2.200.000 m³ van de Schuitenbeek - getekende regressielijn is de grootte van het 90% betrouwbaarheidsgebied voor de som van de maandafvoeren gelijk aan + 148.000 m³.

Vergeleken met de grootte van het 90% betrouwbaarheidsgebied voor de som van de maandafvoeren bepaald uit afvoermetingen (tabel 1) is laatstgenoemde methode nauwkeuriger. De nauwkeurigheid van het bepalen van deze som uit de maandafvoer van de Schuitenbeek is vooral bij lage maandafvoeren relatief zeer gering; dit hangt samen met het verschil in karakter van het regiem van de Schuitenbeek (regenrivier) ten opzichte van het regiem van de overige beken (deels kwelbeken).

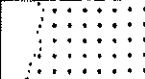

Bij maandafvoeren van de Schuitenbeek van meer dan $2.200.000 \text{ m}^3$ wordt het verband tussen de maandafvoer van de Schuitenbeek en de maandafvoer van de overige beken mogelijk beïnvloed door overstortend water uit de bermsloot - waarop enkele beken afwateren - in de Schuitenbeek. Vanaf deze grens kan - met wellicht grote onnauwkeurigheid - gebruik worden gemaakt van de tussen het eind van de regressielijn en de hoogst gemeten maandafvoer (mei 1979) gestreepte lijn (bijlage 2).

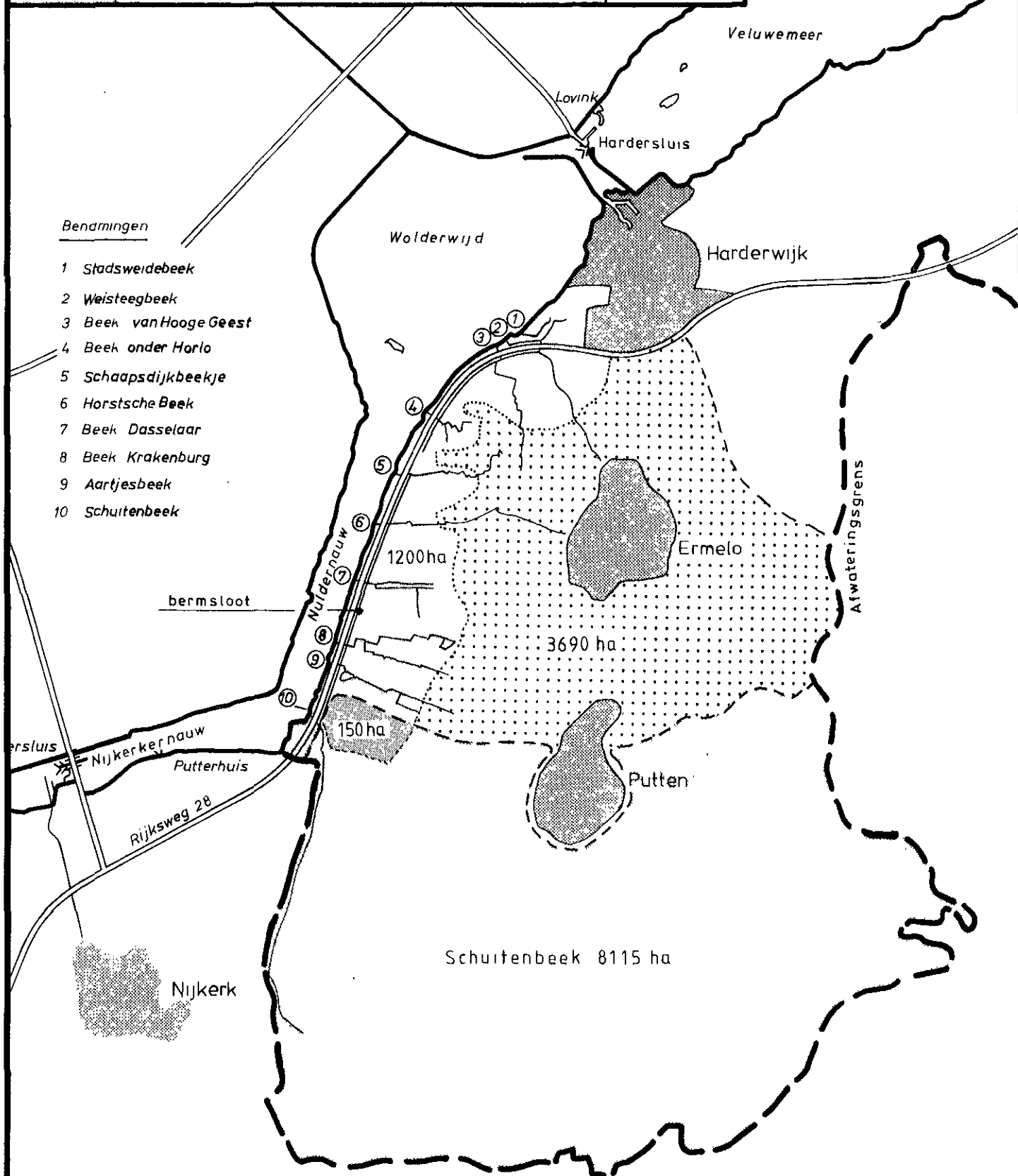
Geconcludeerd kan worden dat het bepalen van de som van de maandafvoeren van de overige beken uit afvoermetingen nauwkeuriger is dan het bepalen ervan uit de maandafvoer van de Schuitenbeek.

Daar bij het opstellen van de waterbalans nog onnauwkeuriger bepaalde posten - zoals sluizen - worden gebruikt en uit waterbalansstudies, gezien deze onnauwkeurigheden, toch slechts indicatieve conclusies kunnen worden getrokken is het verantwoord de maandafvoer van de overige beken af te leiden uit de maandafvoer van de Schuitenbeek. Bovendien is het veel efficiënter de afvoer alleen in de Schuitenbeek in plaats van in alle beken te meten.

	1976		1977		1978		1979	
	Schuitenbeek	Σ overige beken	Schuitenbeek	Σ overige beken	Schuitenbeek	Σ overige beken	Schuitenbeek	Σ overige beken
januari			772.755	597.215	1.353.440	1.104.060	1.513.110	1.091.844
februari			994.375	938.325	743.593	618.477	1.504.410	964.313
maart			752.024	534.616	1.971.260	1.556.990	1.472.730	1.246.984
april			519.425	412.700	590.309	409.815	1.895.140	1.467.590
mei	67.420	144.852	569.696	566.534	233.420	204.107	3.091.290	1.681.197
juni	0	102.420	128.981	213.399	0	106.269	1.420.930	795.257
juli	0	38.443	39.671	116.867	108.694	192.666	94.767	129.025
augustus	0	60.086	301.686	195.565	0	89.857	51.724	131.282
september	0	59.374	211.800	172.464	70.539	247.300	66.958	113.654
oktober	0	104.698	238.287	266.977	210.200	214.262		
november	18.267	148.905	2.213.600	1.477.120	224.593	286.357		
december	347.177	417.632	1.047.250	933.990	1.617.830	1.070.908		

Tabel 2. Overzicht gemeten mandafvoeren.

Oppervlaktegegevens waterstaatkundige eenheden.		Totaal
	Hoge gronden tussen Harderwijk en Schuitenbeek : 1200 ha gereguleerd gebied, 3690 ha hoge gronden	4890 ha
	Schuitenbeek : 150 ha polderland, 8115 ha hoge gronden	8265 ha




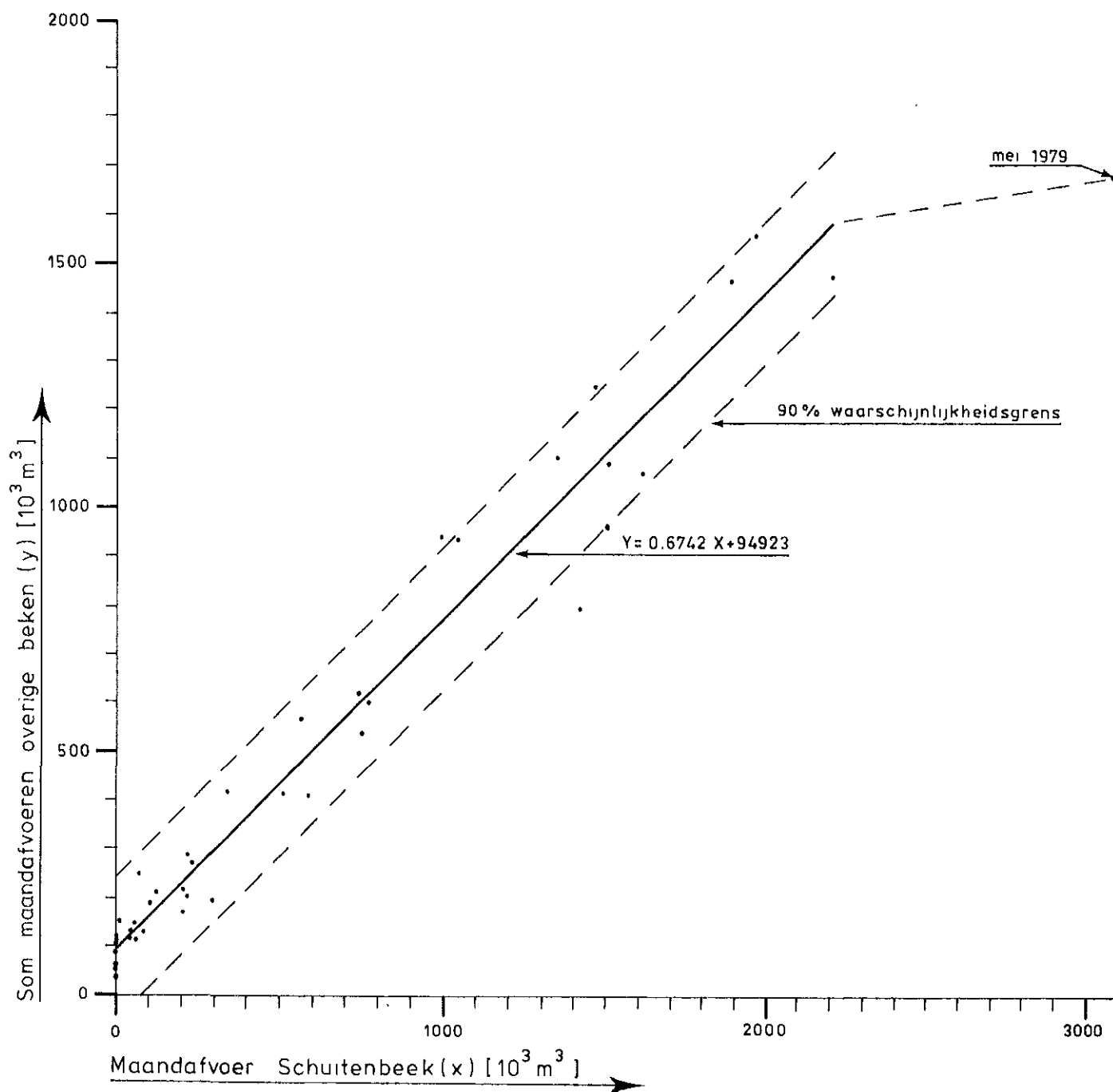
Situatie beken afwaterend op Wolderwijd - Nuldernaauw.

rijkswaterstaat



directie waterhuishouding en waterbeweging
district noord

get	gec	formaat	A4
par		bijlage	1
dd	nov '81	reg. nr.	WWNO-T- 81.0110
schaal 1 100 000			



Correlatiecoëfficiënt: $r = 0.98$

Wolderwijd - Nulder nauw.

Maandafvoer Schuitenbeek versus gesommeerde maandafvoeren overige beken.
mei 1976 t/m september 1979

rijkswaterstaat



directie waterhuishouding en waterbeweging
district noord

	get	gec	formaat A4
par.	ea		bijlage 2
dd	okt 1981		reg. nr.
schaal	-		WWNO-T-81.0111