

NN31545.0585

585 <sup>II</sup>

18 november 1970

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding  
Wageningen

**BIBLIOTHEEK  
STARINGGEBOUW**

EEN PROGRAMMA-PAKKET VOOR HET UITVOEREN  
VAN NUMERIEKE EXPLORATIE IN ONDERZOEKSGBIEDEN

ir Ph.Th. Stol

---

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

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een  
eencoudige 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.

---



11 FEB. 1998

1787047

## I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. FASEN VAN ONDERZOEK	2
3. EEN ALGEMEEN ROUTINEPROGRAMMA	2
4. HET OPSLAAN VAN DE VERZAMELDE GEGEVENS	3
5. REPRESENTATIE VAN TIJDSTIJGHOOGTELIJNEN	5
5.1. Tijdstijghoogtelijnen door middel van plotter	5
5.2. Tijdstijghoogtelijnen door middel van tabellering	6
6. VERKENNING VAN HET CIJFERMATERIAAL	6
7. NUMERIEKE EXPLORATIE VAN HET GEBIED	7
8. RECONSTRUCTIE VAN WATERSTANDEN EN BEREKENING VAN VERLAGINGEN	9
9. REPRESENTATIE VAN DE BEREKENDE VERLAGINGEN	10
10. TOELICHTING OP DE PROGRAMMA'S	10
11. SLOTOPMERKINGEN	11
PROGRAMMA'S	
89 TABELLEREN VANAF DE SCHIJF	13
90 'PLOTTEN' VAN GEGEVENS IN TABELVORM	14
91 VOORTSCHRIJDENDE GEMIDDELDEN	17
92 NUMERIEKE EXPLORATIE	19
93 TERUGBEREKENEN VAN GRONDWATERSTANDEN NAAR MEETPUNT	23
96 IDEM NAAR DATUM	
12. AANVULLINGEN	26
13. REKENSNELHEID	30

## 1. INLEIDING

Voor het vaststellen van de samenhang tussen waterstandsgegevens in een gebied van onderzoek wordt wel gebruik gemaakt van een methode die 'numerieke exploratie' is genoemd (STOL, 1969)

In wiskundige termen vertaald houdt de methode in dat van een aantal reeksen waarnemingsuitkomsten de correlatiecoëfficiënten en regressiecoëfficiënten worden uitgerekend van willekeurig te kiezen combinaties van deze reeksen. Hierbij wordt steeds de mogelijkheid open gehouden de waarnemingsreeksen in de tijd ten opzichte van elkaar te verschuiven teneinde vertragingen veroorzaakt door verschil in reactie onderling, te kunnen verantwoorden.

Deze numerieke exploratie is een heuristische methode. Deze wordt toegepast wanneer niet *à priori* te zeggen valt welke combinaties van meetpunten de meest geschikte zijn om het gebied in kwestie te beschrijven. Dit betekent dat geen volledig geautomatiseerde werkwijze kan worden toegepast aangezien het slechts zinvol is uit de vele mogelijkheden waaruit men voor verdere bewerking kan kiezen, die te nemen die berusten op resultaten en inzichten die tijdens de eerdere uitwerking zijn verkregen, en die voldoende zekerheid op een succesvolle voortzetting van de analyse garanderen.

Het spreekt vanzelf dat de hier te bespreken werkwijze eveneens toegepast kan worden op andere reeksen waarnemingsuitkomsten die in hun onderling verband bestudeerd moeten worden. De veelvuldige toepassing op grondwaterstanden hebben ertoe geleid in deze nota de hierbij gebruikelijke terminologie aan te houden.

Het doel van deze nota is aan te geven welke programma's voor de verschillende onderdelen van het onderzoek beschikbaar zijn en welke mogelijkheden deze bieden. De uitvoering van de programma's vindt plaats op de I.B.M. 1130 van het Instituut-T.N.O. voor Wiskunde, Informatieverwerking en Statistiek (I.W.I.S.-T.N.O.) te Wageningen.

## 2. FASEN VAN ONDERZOEK

De numerieke consequenties van een grondwaterstandsonderzoek zijn de volgende.

- . Het opslaan van de verzamelde gegevens.
- . De representatie van de tijdstijghoogtelijnen.
- . Een algemene verkenning van het cijfermateriaal.
- . De eigenlijke numerieke exploratie van het gebied.
- . De reconstructie van waterstanden.
- . De berekening van verlagingen van waterstanden.
- . De representatie van de berekende verlagingen.

Deze onderdelen zullen in het volgende afzonderlijk worden behandeld, met een toelichting op de daarop betrekking hebbende programma's.

## 3. EEN ALGEMEEN ROUTINE PROGRAMMA

Bij het samenstellen van een computerprogramma moet men zich in verschillende opzichten beperkingen opleggen. Deze beperkingen houden verband met de gebruikte apparatuur en met de snelheid van werken die men nastreeft. Het is duidelijk dat men de capaciteit van de machine ten volle kan benutten maar niet kan overschrijden. Aan de andere kant zal men de programmering in zoverre beperken dat minder voor de hand liggende bewerkingen niet worden ingebouwd hetgeen de snelheid van werken voor wat men wel dient te weten ten goede komt.

Het bovenstaande betekent echter dat in sommige opzichten uitbreiding van de hier beschreven programma's mogelijk is wat soms een slechts geringe mate van aanpassing vraagt.

Er is echter naar gestreefd de opzet zo algemeen mogelijk te houden zodat de programma's in de meeste gevallen zonder meer kunnen worden toegepast. Ervaring met het gebruik van de programma's bij verschillende onderzoekingen kan ertoe leiden de programma's op zinvolle wijze in algemene zin te verbeteren.

#### 4. HET OPSLAAN VAN DE VERZAMELDE GEGEVENS

Teneinde een zo groot mogelijk aantal gegevens voor verdere bewerking ter beschikking te hebben is het systeem gevolgd waarbij alle gegevens op een magnetische schijf worden opgeslagen. Voor de eigenlijke bewerking of berekening plaats vindt worden de uitgekozen reeksen gegevens naar het werkgeheugen van de computer overgebracht.

Opslag van de gegevens vindt plaats door deze op ponskaart te ponsen, de kaarten in de computer in te lezen en van hieruit op schijf weg te zetten. De indeling van de kaarten behoeft niet gelijk te zijn aan die van de schijf aangezien aanpassing door een programma verzorgd kan worden. De lay-out van de schijf voor de hier besproken gevallen is als volgt (tabel 1).

Tabel 1. Voorbeeld van opslag van gegevens op de schijf

Datum			Meetpunt-(kolom-)nummer							
J	M	D	1	2	3	4	.	.	.	55
1	2	3	4	5	6	7				58
1962	8	3	2643	2651	2633	2591	.	.	.	.
1962	8	9	2592	2612	2597	2599				.
1962	8	16	2602	2616	2603	2600				.
1962	8	24	2598	9999	2602	2599				.
1962	8	30	2583	9999	9999	2587				.
1962	9	6	2604	2616	2603	2594				.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Alle meetpunten dienen hiervoor genummerd te worden met nummers uit de reeks 1 tot en met 55. Toevoeging van letters is niet toegestaan. In totaal is per onderzoek ruimte gereserveerd voor 55 waarnemingsreeksen van 600 gegevens elk. De gegevens zijn opgevat als getallen zonder komma en kunnen waarden aannemen tussen 0 en 9999. Ook negatieve waarden

zijn toegestaan. In tabel 1 hebben de gegevens de betekenis van waterstanden in cm boven N.A.P. Ontbrekende gegevens worden aangeduid met negens, namelijk 9999, omdat dit getal geen meetuitkomst kan zijn. Deze waarde kan automatisch door de machine worden gegeven aan kolommen op de ponskaart waarin gegevens ontbreken indien echter geen 0-waarden tot de mogelijke uitkomsten behoren. Het overbrengen van de basisgegevens op schrijf is voor het besproken geval verzorgd door het I.W.I.S.-T.N.O. te Wageningen.

De datum van opmeting wordt vermeld in de volgorde: Jaar - Maand - Dag waardoor op eenvoudige wijze machinaal een gevraagde datum opgezocht kan worden, aangezien nu een latere datum steeds een groter getal betekent.

De kolommen 56 tot en met 60 die ook beschikbaar zijn, blijven gereserveerd voor het opbergen van uitkomsten van berekeningen, zoals voortschrijdende gemiddelden en terugberekende waterstanden.

Het zal duidelijk zijn dat behalve waterstanden ook beek- of rivierpeilen op deze wijze kunnen worden vastgelegd evenals onttrokken hoeveelheden water, neerslag, verdamping, zoutgehalten, chemische samenstellingen die variëren met de tijd, enz. Verder kan behalve de datum ook een tijdstip worden vermeld bijvoorbeeld Maand - Dag - Uur en dergelijke. Voor verdere tijdsaanduiding bijvoorbeeld Jaar - Maand - Dag - Uur kan de kolom voor meetpuntnummer 1 mede hiervoor gebruikt worden. De meetpunten zelf moeten dan genummerd worden vanaf 2; de programma's dienen dan echter aangepast te worden aan het gebruik van tijdsaanduidingen in kolom 1.

De vorm waarin de gegevens moeten worden aangeboden hangt - zoals reeds werd opgemerkt - niet direct samen met de wijze waarop ze op de schijf worden weggezet. Wel is van belang de gegevens overzichtelijk en steeds volgens eenzelfde tabel-indeling in lijsten eventueel op ponsdocument vast te leggen, met weglating van niet relevante gegevens zoals aanwijzingen omtrent storingsen van het meetpunt. Omrekening van gegevens kan met de computer plaatsvinden zoals bijvoorbeeld omrekening van peiling gemeten ten opzichte van een vast meetpunt, in peilen ten opzichte van N.A.P.

Door middel van een eenvoudig programma kunnen de ponskaarten met de basisgegevens in de computer worden ingelezen en daarna, zonodig na

een voorbewerking of hergroepering, op de schijf worden weggezet. Hier blijven de gegevens dan voor verdere bewerking steeds beschikbaar.

De praktijk van het onderzoek leert dat vaak gegevens voorkomen die niet op de gewenste datum zijn opgemeten. J & onderzoeker kan beslissen een verschil van 1 à 2 dagen toe te laten en deze gegevens per definitie voor de gewenste datum geldig te verklaren. Is eenmaal deze keuze gedaan, dan kan het uitzoekwerk aan de computer worden toevertrouwd die een tolerantie van 1 à 2 dagen toestaat bij het wegzetten van de gegevens naar de schijf. Bedraagt het verschil in opneemdatum meer dan de toegestane 2 dagen dan kan in dit geval automatisch 9999 als waterstand worden ingevuld waarmee wordt aangegeven dat een vergelijkbare waterstand in dit meetpunt op deze datum ontbreekt. Afhankelijk van de wensen van de onderzoeker zijn uiteraard ook andere keuzen mogelijk.

Alle gegevens van eenzelfde datum staan nu dus op eenzelfde regel (record) op de schijf.

## 5. REPRESENTATIE VAN TIJDSTIJGHOOGTELIJNEN

Uitgangspunt voor een bewerking van waterstandsgegevens zal veelal zijn kennisneming van de tijdstijghoogtelijnen. Zij kunnen op twee manieren automatisch vervaardigd worden.

### 5.1. T i j d s t i j g h o o g t e l i j n e n d o o r m i d d e l v a n p l o t t e r

Door ADDING (1970) is een programma vervaardigd waarmee de gegevens van de schijf chronologisch uitgezet kunnen worden. Teneinde de curve op een goede plaats op papier te krijgen is opgave van de gemiddelde stand noodzakelijk, en tevens opgave van het eerste jaar waarin gegevens voorkomen. Onbekende waterstanden, op de schijf aangegeven met 9999, worden niet geplot. Fig. 1 geeft een, verkleind, voorbeeld van een op deze wijze vervaardigde grafiek. Opgemerkt wordt dat de bijschriften ook door de plotter worden getekend; om tijd en kosten te sparen zijn de bijschriften tot een minimum beperkt.

## 5.2. T i j d s t i j g h o o g t e n d o o r m i d d e l v a n t a b e l l e r i n g

Aan het programma-pakket werd een programma toegevoegd waarmee op de regeldrukker grafieken in tabelvorm kunnen worden vervaardigd. De nauwkeurigheid hiervan is minder groot dan van de geplotte curve daar men aan de afstand tussen de lettertekens en de regelafstand is gebonden. In de huidige opzet van het programma betekent dit dat waterstanden afgerond worden op 5 cm, wat overigens voor het verkrijgen van een algemeen beeld over het verloop van de waterstandsbeweging voldoende nauwkeurig moet worden geacht.

De mogelijkheid is opengelaten door het invoeren van een schaalfactor de gegevens te reduceren met factoren van 10, waardoor ook getallen die grotere waarden aannemen (bijv. opgepompte hoeveelheden water) kunnen worden uitgezet binnen het schaalbereik.

Het programma biedt de mogelijkheid naar keuze 1, 2, 3 of 4 reeksen gegevens tegelijk in één tabel (grafiek) uit te zetten, waarbij eventueel de benodigde faseverschuivingen in rekening kunnen worden gebracht.

De merktekens waarmee de verschillende reeksen bij het uitzetten worden onderscheiden kunnen vrij gekozen worden uit alle tekens die op de printer voorkomen.

## 6. VERKENNING VAN HET CIJFERMATERIAAL

Als eerste indicatie omtrent systematische afwijkingen in het grondwaterstandsverloop kan gebruik gemaakt worden van het bepalen van voortschrijdende gemiddelden. Het programma dat hiervoor geschreven werd biedt de mogelijkheid per tabel tot maximaal 5 reeksen waarnemingen de voortschrijdende gemiddelden te bepalen over een aan te geven lengte van middeling. De gemiddelde waarden worden getabelleerd en bovendien op de schijf vastgelegd zodat met één van de onder 5 besproken programma's de voortschrijdende gemiddelden geplot kunnen worden, respectievelijk in een grafiek kunnen worden getabelleerd. In dit laatste geval biedt het programma de mogelijkheid zowel de oorspronkelijke gegevens als de voortschrijdende gemiddelden van hetzelfde reetpunt in één grafiek uit te zetten.



## 7. NUMERIEKE EXPLORATIE VAN HET GEBIED

Het programma dat hierop betrekking heeft is het centrale deel van het programma-pakket. Het bevat de mogelijkheid correlatie- en regressieberekeningen uit te voeren tussen twee en meer, tot maximaal 6, waarnemingsreeksen. Dit betekent dat in een onderzoeksgebied maximaal 5 meetpunten als stambuis kunnen worden gekozen.

Door middel van de typewriter op de console kan de route door het programma gekozen worden. Hierdoor ontstaat de mogelijkheid de uitvoering van de verschillende onderdelen van de bewerking al naar de verkregen inzichten te wijzigen en aan te passen. Er zijn 9 keuzemogelijkheden, waarbij opgemerkt wordt dat na elke voltooide berekening weer teruggegaan - dit wil zeggen begonnen - kan worden met een van de genoemde mogelijkheden. Door het intikken op de schrijfmachine van de onderstreepte getallen, ontstaan de volgende mogelijkheden:

1. Het kiezen van de b e g i n d a t u m waar vanaf de berekeningen zullen worden uitgevoerd.
2. Het kiezen van de e i n d d a t u m tot waar de berekeningen zullen worden uitgevoerd.

Met deze twee keuzen ligt het tijdvak waarover de bewerking zal worden uitgevoerd vast. Gekozen kan bijvoorbeeld worden een tijdvak vóórdat kunstmatige wateronttrekkingen plaatsvonden, of een tijdvak dat geheel in de nieuwe situatie is gelegen enz.

3. Het opgeven van het a a n t a l s t a m b u i z e n.
4. Het opgeven van de s t a m b u i s n u m m e r s.
5. Het kiezen van een p e i l b u i s.

Door deze volgorde wordt bereikt dat met een gekozen groep stambuizen alle peilbuizen in het gebied achtereenvolgens kunnen worden door-gerekend.

6. Het vaststellen van de v e r t r a g i n g e n per meetpunt. Deze volgorde geeft de mogelijkheid voor een gekozen groep stambuizen en een peilbuis achtereenvolgens berekeningen uit te voeren met verschillende waarden voor de vertragingen. De vertragingen worden uitgedrukt in eenheden van aantallen gegevens, zodat in het hier gegeven voorbeeld een vertraging ter grootte 1 wil zeggen dat voor

het bewuste meetpunt aangenomen is dat de grondwaterstandsbeweging 1 gegeven of wel 1 week achter loopt op de andere gegevens (zie tabel 1).

Steeds wanneer keuze 4 gedaan wordt (een nieuwe groep stambuizen) worden door het programma automatisch alle vertragingen op 0 gesteld.

Nadat van 1 tot en met 6 door de onderzoeker is aangegeven welke specifieke keuzen zijn gedaan, door deze op de typewriter in te tikken, wordt door het programma de enkelvoudige correlatiecoëfficiënten, de standaardafwijking van aanpassing en de multipale correlatiecoëfficiënt uitgerekend.

Na uittikken van de correlatiecoëfficiënten kan de onderzoeker kiezen welke van de mogelijkheden 1 tot en met 6 vervolgens zullen worden toegepast. Acht men de uitkomst bevredigend dan staan nog drie verdere mogelijkheden open en wel

7. Het b e r e k e n e n en uitprinten van de gemiddelde waarden per waarnemingsreeks over de met 1 en 2 aangegeven periode. Het berekenen en uitprinten van de regressiecoëfficiënten, het intercept en de bijbehorende standaardafwijkingen.
8. Het t a b e l l e r e n van de gemeten (O), en terugberekende waarden (C) van de peilbuis en de verschillen (O - C) over het voor de berekening gekozen tijdvak.  
Deze mogelijkheid dient ter controle op uitkomsten met een naar verhouding zeer lage multipale correlatiecoëfficiënt. Meetfouten, ponsfouten en dergelijke manifesteren zich dan in een enkele uitzonderlijk hoge waarden voor (O - C).  
Voor het terugberekenen van waterstanden nadat de numerieke exploratie is voltooid, is een afzonderlijk programma beschikbaar (zie par. 8).
9. Het k o p p e l e n van de mogelijkheden 5 en 7.  
De keuze 9 houdt in dat indien vastgesteld is welke stambuizen toegepast zullen worden en welke vertragingen in rekening gebracht moeten worden, na elke nieuwe keuze van een peilbuis achtereenvolgens de berekening van de correlatie- en regressiecoëfficiënten zonder onderbreking plaats vindt.

Het programma is zo ingericht dat data waarop in een van de gekozen waarnemingsreeksen ontbrekende gegevens voorkomen, worden overgeslagen. Bij elke uitkomst wordt aangegeven wat het werkelijk aantal gegevens is geweest waarop de berekening betrekking heeft.

In het werkgeheugen is ruimte voor 300 gegevens gereserveerd waarover de regressieberekening kan worden uitgevoerd. De interne organisatie is hierbij zodanig dat steeds vanaf de bij 1 gekozen begindatum 300 gegevens van de schijf naar het werkgeheugen worden overgebracht. Voor de eigenlijke berekening wordt hieruit de groep gegevens tot de gekozen einddatum 2 gebruikt.

Uit bovenstaande volgt dat alle verplaatsingen positief gekozen moeten worden. Dit betekent overigens geen beperking van de algemeenheid van het programma aangezien verschuivingen van de waarnemingsreeksen ten opzichte van elkaar relatief zijn. Het programma bevat enkele beveiligingen zodat bij verkeerde indicering, waaruit capaciteitsoverschrijding zou volgen, de meest voor de hand liggende alternatieve keuzemogelijkheid door de machine gedaan wordt en nieuwe, betere informatie ingetikt kan worden.

## 8. RECONSTRUCTIE VAN WATERSTANDEN EN BEREKENING VAN VERLAGINGEN

Met behulp van de uit de regressie-analyse verkregen coëfficiënten is het mogelijk bij gegeven standen in het stambuisnet, waterstanden van een ander meetpunt (peilbuis) terug te berekenen en hieruit de (O - C)-waarden-(Observed-Calculated)- te bepalen.

Hiervoor is een apart programma beschikbaar waarin aangegeven kan worden tussen welke data terugberekening dient plaats te vinden. De (O - C)-vectoren worden achtereenvolgend verzameld op de schijf en staan dan vermeld als meetpuntnummer 56, 57, ... , 60, 56, 57, ... enz. Op deze wijze blijven dus steeds de uitkomsten van de vijf laatste berekeningen bewaard.

De genoemde (O - C)-waarden geven dus de v e r l a g i n g weer van de waterstanden ten opzichte van de natuurlijke situatie.

## 9. REPRESENTATIE VAN DE BEREKENDE VERLAGINGEN

Met één van de eerder - onder 5 - besproken programma's kunnen tijdstijghoogtegrafieken van de (0 - C)-waarden vervaardigd worden. Eventueel kunnen deze met het in paragraaf 5.2. besproken programma gezamenlijk met onttrokken hoeveelheden water worden uitgezet, voor het correleren van waterstandsverlagingen met wateronttrekkingen.

In het nu volgende zal nader op het werken met de verschillende programma's zelf worden ingegaan. Er zal geen analyse van een concreet probleem gegeven worden. De nadruk zal vallen op de wijze waarop de gegevens gereed gemaakt moeten worden om de verschillende programma's te kunnen toepassen.

## 10. TOELICHTING OP DE PROGRAMMA'S

Bij de toelichting op de programma's is de nadruk gelegd op de mogelijkheden en de restricties van elk programma, de vereiste input en de vorm waarin de resultaten beschikbaar komen. Steeds is aangegeven welke kaarten na het source-program dienen te worden ingelezen; deze regels worden in de beschrijving aangeduid met een \* welke uiteraard niet geponst wordt.

Als besturingskaarten dienen na de FORTRAN-opdracht die de programma-tekst afsluit, namelijk

```
1234567890....+....+      (kolomnummer van de ponskaart)
.....END                  (laatste programma-kaart, stippen
                           niet ponsen)
```

steeds te volgen

```
// XEQ          1          (indeling voorgeschreven)
*FILES(1,IHH)   idem, * verplicht
```

Na deze kaarten volgen dan de kaarten met gegevens die bij de afzonderlijke programma's zijn aangegeven. Opgemerkt wordt hierbij dat de stippen die hierbij vermeld zijn dienen om het uittellen te vergemakkelijken, maar n i e t geponst mogen worden. De enige uitzondering hierop is wanneer de punt de betekenis van een decimal-stop (komma)

heeft.

Rechts van de kolom aanduiding (+ .... +), welke eveneens gemakshalve voor het uittellen is weergegeven, staan toelichtingen op de kaartindeling (FORMAT) en de kaartsoort (KAARTSOORT) vermeld. De informatie onder deze hoofdjcs komt uiteraard niet op de ponskaart zelf voor.

De regeldrukker moet voor elk programma bestuurd worden met een zogenaamde 1H1-band.

De nummers van de programma's zijn de I.C.W.-administratie nummers. Een volledige programma-tekst wordt hier niet gegeven; deze is beschikbaar bij de Afdeling Wiskunde van het I.C.W.

## 11. SLOTOPMERKINGEN

Het ligt hier niet in de bedoeling op alle facetten van de techniek van de numerieke exploratie in te gaan. Wel kan nog worden aangegeven in welke stadia van het onderzoek de hier beschreven programma's het meest geschikt kunnen worden toegepast.

- . De verzamelde waterstandsgegevens worden geponst en op schijf overgebracht. Dit kan door het I.W.I.S.-T.N.O. worden verzorgd.
- . Met behulp van het I.W.I.S.-plot programma kunnen nauwkeurige tijdstijghoogtelijnen worden getekend.
- . P r o g r a m m a nr 89 dient om van de gegevens die op schijf staan een overzichtelijke tabel met genummerde gegevens te vervaardigen.
- . P r o g r a m m a nr 90 kan worden gebruikt om tijdstijghoogtelijnen in verschillende combinaties, al of niet met verschuiving, in één grafiek te verenigen teneinde eventuele correlaties te demonstreren. Ook kunnen bijvoorbeeld de waarnemingsreeksen van eenzelfde meetpunt met verschillende filterdiepten met elkaar worden vergeleken, of gegevens van verschillende jaren over elkaar worden uitgezet.
- . P r o g r a m m a nr 91 verschaft de voortschrijdende gemiddelden. Deze kunnen gebruikt worden om eventuele systematische verlagingen in waarnemingsreeksen op te sporen, hetgeen zijn nut kan hebben bij het vaststellen van meetpunten die voor gebruik als stambuis in aan-

merking komen. Aangezien de reeksen voortschrijdende gemiddelden tevens op schijf worden gezet kunnen deze met programma 90 in grafiek worden gebracht. Eventueel kan de originele reeks tevens mede geplott worden.

De voorbereidende bewerkingen resulteren in het vaststellen van meetpunten die mogelijk als stambuis kunnen dienen. Tevens kunnen perioden met zo goed mogelijk constante hydrologische gesteldheid opgespoord worden.

- . P r o g r a m m a nr 92 dient voor het uitvoeren van de eigenlijke numerieke exploratie. Met behulp van de vastgestelde tijdvakken en de meetpunten die mogelijk als stambuis dienst kunnen doen, kan het gebied verder worden doorgerekend. Het programma geeft voldoende flexibiliteit om alle voorkomende alternatieven te kunnen bestuderen. Het verdient aanbeveling tijdens het werk aan de computer blanco schetskaartjes gereed te hebben waarop tijdens het uitvoeren van de berekeningen reeds de belangrijkste uitkomsten kunnen worden ingevuld. Te denken valt aan het intekenen van de gewone en de multipele correlatie-coëfficiënten waardoor reeds tijdens de bewerking een topografisch beeld van de diverse samenhangen kan worden verkregen. Eventueel sterk afwijkende uitkomsten - lage correlatiecoëfficiënten - kunnen worden gecontroleerd op foute basisgegevens zoals duidelijke meet- of leesfouten, ponsfouten en dergelijke door de terugberekende waterstanden en (O - C)-waarden te tabelleren.
- . P r o g r a m m a nr 93. Met dit programma kunnen systematisch grondwaterstanden worden terugberekend ook over tijdvakken die buiten het tijdsinterval liggen dat in programma nr 92 werd gebruikt waardoor verlagingen ten opzichte van de geschatte natuurlijke situatie kunnen worden berekend. Doordat de (O - C)-waarden op schijf worden geregistreerd kunnen deze met programma 90 worden uitgezet, eventueel in combinatie met gegevens over opgepompte hoeveelheden grondwater.
- . Daar de verlagingen in een tabel worden verzameld met inbegrip van de datum van voorkomen kunnen hieraan de benodigde gegevens worden ontleend om kaartjes met verlagingen op een bepaalde datum te tekenen.

TABELLEREN VANAF DE SCHIJF, PROGRAMMA NR 89

1234567890.....+.....+.....+.....+.....+.....+  
 \* .71 TEKENS TEKST VOOR TITEL EN DATUM                    1X,71H    TITELKAART  
 \* .....5..100.....1...30                                4I5        INDEXKAART  
 \* IDEM  
 \* ENZ.

**T i t e l k a a r t** : Deze bevat titel van het onderwerp en eventueel datum. In totaal zijn hiervoor 71 tekens gereserveerd. De eerste kolom van de ponskaart mag niet worden gebruikt, over de volgende 71 kan vrij worden beschikt.

**I n d e x k a a r t** : Deze kaart geeft het volgnummer van het eerste gegeven ( $i = 5$ ) en het laatste gegeven ( $j = 100$ ), en van de eerste kolom (meetpunt nr  $k = 1$ ) en de laatste kolom ( $l = 30$ ) die worden getabelleerd. De volgnummers beslaan elk 5 kolommen. De **r e s t r i c t i e s** zijn  
 $1 \leq i \leq j \leq NTOT \leq 600$  en  $1 \leq k \leq l \leq 60$   
 Hierin is NTOT het totaal aantal beschikbare gegevens.

**O p m e r k i n g e n**: Controle op één enkel gegeven volgt bijvoorbeeld met ....6....6...10...10 voor het 6-de gegeven van meetpunt nr 10.  
 Het volgnummer van de gegevens wordt mede vermeld in de tabellen.  
 Ontbrekende gegevens (9999) worden in de tabel aangeduid met 1.  
 Per tabel worden maximaal 16 meetpunten getabelleerd. Tabelleren van de kolommen waarop tussenresultaten worden vermeld vindt plaats met  $k = 56$  tot en met  $l = 60$ .

**V o o r b e e l d** : zie ook tabel 1.

MANDERVEEN OKTOBER 1970, WATERSTANDEN IN PEILEN BOVEN N.A.P.

NR	J	M	D	1	2	3	4	5	6	7	enz.
5	1962	8	30	2583	2601	1	2587	2526	1	2578	2822
6	1962	9	6	2604	2616	2603	2594	2534	1	2587	2779
7	1962	9	13	2610	2633	2610	2605	2542	1	2593	2776
8	1962	9	20	2597	2611	2597	2596	2524	1	2579	2772
9	1962	9	27	2583	2605	2589	2590	2531	2310	2573	2763
10	1962	10	4	2600	2622	2605	2604	2543	2294	2594	2770
11	1962	10	11	2587	2608	2592	1	2531	2296	2584	2776
12	1962	10	18	2602	2614	2602	2599	2532	2282	2285	2765

enz.

'PLOT TEN VAN GEGEVENS IN TABELVORM,  
PROGRAMMA NR 90

	FORMAT	KAARTSOORT
1234567890....+....+....+....+....+....+		
* .#08x	5A1	SYMBOLENKAART
* .71 TEKENS TEKST VOOR TITEL EN DATUM	1X,71H	TITELKAART 1
* .71 TEKENS TEKST VOOR LEGENDA	1X,71H	TITELKAART 2
* ....2....1..100	3I5	INDEXKAART 3
* ....1....0.2550..0...58....0.4280..0	4(3I5,I3)	MEETPUNTKAART
* ...57....3.2830..0...46....0....0..1		IDEM
ENZ.		IDEM
		ENZ.
* .9999....1	2I5	SLUITKAART 1
* .9999....2	2I5	SLUITKAART 2
* .9999....3	2I5	SLUITKAART 3

**S y m b o l e n k a a r t :** Deze kaart bevat de symbolen waarmee per grafiek tot maximaal vier reeksen gegevens achtereenvolgens worden uitgezet. Deze symbolen zijn vrij te kiezen bijvoorbeeld ook als .1234 waarbij de gegevens van de eerste reeks aangeduid worden met 1 enz. De eerste kolom moet ongebruikt blijven.

**T i t e l k a a r t 1 :** Deze bevat titel van het onderwerp en eventueel datum. In totaal zijn hiervoor 71 tekens gereserveerd. De eerste kolom van de ponskaart mag niet worden gebruikt, over de volgende 71 kan vrij worden beschikt.

**T i t e l k a a r t 2 :** Analooq aan Titelkaart 2, bijvoorbeeld voor vermelden van de legenda.

**I n d e x k a a r t 3 :** Op deze kaart worden vermeld het aantal te plotten reeksen ( $n = 2$ ) en het eerste ( $i = 1$ ) en het laatste gegeven ( $j = 100$ ).  
**R e s t r i c t i e s :**  
 $n \leq 4, 1 \leq i \leq j \leq NTOT \leq 600$ , waarin NTOT het totaal aantal beschikbare gegevens voorstelt.

**M e e t p u n t k a a r t :** Op deze kaart worden per te plotten reeks achtereenvolgend vermeld: het meetpuntnummer, de vertraging, de gemiddelde stand (bij benadering) en de (positieve) exponent voor eventuele reductie van de gegevens met factoren van 10. Alle meetpuntkaarten die op dezelfde indexkaart betrekking hebben kunnen achtereenvolgend ingelezen worden. Nullen behoeven niet te worden geponst.

**S l u i t k a a r t 1 :** Na het inlezen van deze kaart gaat het programma terug en moet een nieuwe Titelkaart 1 Titelkaart 2 en Indexkaart 3 gelezen worden waarna weer de benodigde Meetpuntkaarten kunnen volgen.

**S l u i t k a a r t 2 :** Nu moet volgen Titelkaart 2, Indexkaart 3, Meetpuntkaarten.

**S l u i t k a a r t 3 :** Nu moet volgen Indexkaart 3 en Meetpuntkaarten enz.



PROGRAMMA NR 90 V E R V O L G

O p m e r k i n g e n : De hoofd-schaalindeling telt 100 eenheden, de onderverdeling 5 eenheden. Deze laatste indeling komt overeen met de afstand tussen twee lettertekens op de regeldrukker. De grafiek bevat 5 eenheden van de hoofd-schaalindeling.

De opgegeven gemiddelde waarde valt in de middelste hiervan. De schaalindeling wordt hieraan aangepast in honderdtallen. Door als gemiddelde de waarde 250 te kiezen kan worden bereikt dat gegevens ten opzichte van een nul-as worden uitgezet. Wordt als gemiddelde de waarde 0 gekozen dan loopt de hoofd-schaalindeling van -250 met stappen van 100 naar +250 (zie voorbeeld). In alle andere gevallen zijn de hoofd-schaaldelen veelvoud van 100.

Indien gegevens buiten het schaalbereik vallen worden deze ten opzichte van de tegenoverliggende zijde uitgezet. De grafieken zijn opgebouwd op basis van 120 tekens per regel. In het volgende voorbeeld wordt daarvan een gedeelte weergegeven.

Door niet het gemiddelde zelf aan te geven doch een waarde die bijvoorbeeld 100 hoger of lager ligt kunnen reeksen die anders over elkaar zouden vallen gescheiden worden weergegeven. In de grafieken wordt tevens de in rekening gebrachte vertraging vermeld (in het voorbeeld niet weergegeven).

Door de vertraging ter grootte van een jaar te kiezen kunnen gegevens van 4 achtereenvolgende jaren over elkaar worden uitgezet waarmee een gemiddelde trend opgespoord kan worden. Het is hierbij voldoende het aantal te plotten gegevens iets meer dan een jaar te laten bestrijken.

Na de regel TOELICHTING OP volgt een opsomming van de meetpuntnummers waarachter zonedig enig commentaar kan worden bijgeschreven (zie voorbeeld). De grafiek kan worden verduidelijkt door met viltstift de punten met elkaar te verbinden.

PROGRAMMA NR 90 V E R V O L G

V O O R B E E L D

MANDERVEEN OKTOBER 1970 GRAFISCHE VOORSTELLING VAN WATERSTANDEN

PEILEN IN CM + N.A.P.

TOELICHTING OP

MEETPUNT 1 'uitgezet t.o.v. 2550'

MEETPUNT 58 '(0-C)-waarden van peilbuis 4'

(middelste vak)

MEET PUNT	SYMBOOL	SCHAALWAARDEN				
1	*	2300	2400	2500		
58	0	-250	-150	-50		
.....+ . . . . + . . . . + . . . . + . . . . + . . . . + . . . . + . . . .						
J	M	D				
62	8	3	+	+	+	0
62	8	9	.	*	.	0
62	8	16	.	*	.	0
62	8	24	.	*	.	0
62	8	30	.	*	.	0
62	9	6	+	+	+	0
62	9	13	.	*	.	0
62	9	20	.	*	.	0
62	9	27	.	*	.	0
62	10	4	.	*	.	0
62	10	11	.	*	.	0
62	10	18	.	*	.	0
62	10	25	.	*	.	0
62	11	2	+	+	+	0
62	11	8	.	*	.	0
62	11	15	.	*	.	0
62	11	22	.	*	.	0
62	11	29	.	*	.	0
62	12	6	.	*	.	0
62	12	13	.	*	.	0
62	12	27	.	*	.	0
63	1	3	+	+	+	0
63	1	10	.	*	.	0
63	1	17	.	*	.	0
enz.						

VOORTSCHRIJDENDE GEMIDDELDEN,  
PROGRAMMA NR 91

1234567890.....+.....+.....+.....+.....+	FORMAT	KAARTSOORT
* .71 TEKENS TEKST VOOR TITEL EN DATUM	1X,71H	TITELKAART
* ....1....2....3....4....5...10...26	5I5,2I5	MEETPUNTKAART
* ....6...12...15                   ...10...26		IDEM
* ...20...18....2....7           ..370..374		IDEM
enz.		ENZ.

**T i t e l k a a r t** : Deze bevat titel van het onderwerp en eventueel datum. In totaal zijn hiervoor 71 tekens gereserveerd. De eerste kolom van de ponskaart mag niet worden gebruikt, over de volgende 71 kan vrij worden beschikt.

**M e e t p u n t k a a r t**: Deze kaart geeft de nummers aan van de te gebruiken meetpunten. De nummers beslaan elk 5 kolommen. Per kaart kunnen maximaal 5 nummers worden vermeld. Van kolom 26 tot en met 35 worden het eerste ( $i = 10$ ) en het laatst ( $j = 26$ ) gegeven vermeld waarover de eerste maal wordt gemiddeld. De r e s t r i c t i e s zijn

$$1 \leq i \leq j \leq NTOT \leq 600$$

Hierin is NTOT het totaal aantal beschikbare gegevens.

**O p m e r k i n g e n** : Ontbrekende gegevens worden verwaarloosd. Het aantal gegevens waarover werkelijk wordt gemiddeld wordt bijvermeld. De gemiddelden worden op schijf weggezet op de centrale datum als referentiepunt. De gemiddelden krijgen achtereenvolgens het meetpunt-(kolom)-nummer 56,57,...,60 op de schijf in volgorde van voorkomen op de meetpuntkaart. Het oorspronkelijke meetpuntnummer wordt in de tabellen bijvermeld (NR). Zijn geen gegevens meer beschikbaar, dan wordt als gemiddelde vermeld de waarde 0.0 terwijl op schijf de waarde 9999 vermeld wordt.

Het gemiddelde wordt berekend totdat

$$j = NTOT$$

\* Dit aantal naar behoefte in source-program aanpassen.

PROGRAMMA NR 91 VERVOLG

VOORBEELD

MANDERVEEN OKTOBER 1970

VOORTSCHRIJDENDE GEMIDDELDEN VAN 4 MEETPUNTEN

PERIODE VAN EERSTE GEMIDDELDE 1969 8 30 - 1969 9 27

	D A T U M			NAAR DISC NR		56			57	enz.
	J	M	D	NR	N	GEMIDDELDE				
372	1969	9	13	20	5	2582.4	18	5	2553.8	2 enz.
373	1969	9	20	20	5	2577.2	18	5	2549.6	2
374	1969	9	27	20	5	2566.4	18	5	2543.2	2
375	1969	10	4	20	5	2568.8	18	5	2548.2	2
376	1969	10	11	20	4	2569.2	18	5	2549.0	2
377	1969	10	18	20	3	2559.8	18	5	2551.6	2
378	1969	10	25	20	2	2555.2	18	4	2550.2	2
379	1969	11	1	20	1	2579.0	18	5	2563.6	2
380	1969	11	8	20	0	0.0	18	5	2568.0	2
381	1969	11	15	20	0	0.0	18	5	2577.6	2
enz.										

NUMERIEKE EXPLORATIE VAN GRONDWATER-  
STANDEN, PROGRAMMA 92

1234567890....+....+....+....+	FORMAT	KAARTSOORT
* BEGINDATUM	6A2	KEUZE 1
* EINDDATUM	6A2	KEUZE 2
* AANTAL STAMB	6A2	KEUZE 3
* STAMBUIS NRS	6A2	KEUZE 4
* PEILBUIS NR	6A2	KEUZE 5
* LAG Y,X(I)	6A2	KEUZE 6
* 413	I3	AANTAL GEGEVENS

Het programma is opgezet voor werken in conversational mode. De onderzoeker heeft hierbij in samenspraak met de machine, in elk stadium van de bewerking gelegenheid de route door het programma aan te passen aan reeds verkregen uitkomsten. Teneinde deze samenspraak zo efficiënt mogelijk te laten verlopen zijn de teksten zo beknopt mogelijk gehouden (zie voorbeeld).

Na de 6 kaarten met boodschappen voor de keuzemogelijkheden wordt een kaart met het totaal aantal beschikbare gegevens ingelezen.

Hierna wordt het programma verder geheel vanaf de typewriter bestuurd.

In het volgende voorbeeld wordt met T aangegeven elke regel die door de typewriter wordt getikt. Met \* wordt aangegeven dat de operateur een gegeven moet intikken. Alle invoer vindt plaats op basis van getallen van drie cijfers (FORMAT I3)

VOORBEELD	COMMENTAAR
T BEGINDATUM	keuze 1
* .70..1.24	jaar,meand,dag
T EINDDATUM	keuze 2
* .70..6.27	jaar,maand,dag
T AANTAL STAMB	keuze 3
* ..3	max aantal = 5
T STAMBUIS NRS	keuze 4
* ..2..4..5	vertraging = 0
T PEILBUIS NR	keuze 5
* ..8	
T VERTRAGING Y,X(I)= 0, 0 0 0	
T 8 MET 2 4 5	N=aantal werkelijk gebruikte gegevens
T CORRELATIE 0.0383 0.5584 0.8558	S=stand.afw.rond regressie-vlak
T N= 23. S= 9.38 R= 0.8724	R=multipele correlatie
T GO TO	doe nieuwe keus, hier 6
* ..6	

PROGRAMMA NR 92, V E R V O L G

```

T LAG Y,X(I)
* ..0..0..2..0
keuze 6
definieer nieuwe
vertragingen

T 8 MET 2 4 5
T CORRELATIE 0.0383 0.6125 0.8558
T N= 23 S= 8.20 R= 0.9163
T GO TO
..7
keuze 7 voor
volledige
uitkomsten

T GEKOZEN PERIODE 70 1 24 - 70 6 27
T EERSTE GEGEVEN Y,X(I) 2712, 2575 2542 2467
T LAATSTE GEGEVEN 2694, 2556 2530 2448

T NR GEMIDDELDE REGR;COEFF. STAND.DEV.
T 8 0.27207826E 04 0.10382096E 04
T 2 0.25369140E 04 0.19884083E-01 0.91446449E-01
T 4 0.25347826E 04 0.12079815E 00 0.16009684E 00
T 5 0.24760000E 04 0.55368335E 00 0.25759506E 00

T GO TO
* ..8
T Y= 8 X(I)= 2 4 5
T ZIE TABEL NUMMER 1

T GO TO
* ..4
naar 4 voor
nieuwe keuze van
3 stambuizen

T STAMBUIS NRS
* ..3..4..5

```

enz.

Toelichting en restricties:

De keuzemogelijkheden vertonen een logische volgorde zodat na een keuze gedaan te hebben de n odzakelijke volgende keuzen automatisch verschijnen.

Na berekening van de correlatie-coëfficiënten verschijnt op de type-writer de boodschap GO TO waarna een nieuwe keuze gedaan kan worden. Bij keuze 8 wordt op de regeldrukker een tabel vervaardigd overeenkomstig aan die welke door programma 93 wordt samengesteld. Hierbij worden wel volgnummers van de gegevens vermeld maar geen data, terwijl de (O-C)-waarden niet op schijf worden gezet. De opzet hierbij is dat in dit stadium van het onderzoek de resultaten nog niet definitief zijn en een tabel ter controle van eenvoudiger opzet kan zijn.

Bij keuze 9 worden steeds achtereenvolgens keuzen 5 en 7 afgewerkt.

PROGRAMMA NR 92, VERVOLG

Het aantal te bewerken gegevens mag niet groter zijn dan 300. Zijn de data zo gekozen dat dit aantal wordt overschreden, dan keert het programma terug naar keuze 1.

Worden de vertragingen zo groot gekozen dat in de bewerking volgnummers groter dan 300 ontstaan dan keert het programma terug naar keuze 6. De 300 gegevens mogen overigens op elke plaats binnen de reeks van het totaal aantal beschikbare gegevens voorkomen. Het aantal te gebruiken stambuizen mag niet groter zijn dan 5.

Er zijn geen restricties in de keuze van de stambuis- en peilbuisnummers. Hiervan kan in enkele gevallen met voordeel gebruik worden gemaakt. Om de correlatiecoëfficiënten tussen de stambuizen zelf vast te stellen handelt men als volgt:

```

T GO TO
* ..5

T PEILBUIS NR
* ..3

T VERTRAGINGEN Y,X(I)= 0, 0 0 0
T   3 MET 3           4       5
T CORRELATIE 1.0000   0.7163  0.9812

T N= 23.    S=           0.      R= 1.0000

T GO TO
* ..5

T PEILBUIS NR
* ..4
    
```

PROGRAMMA NR 92, V E R V O L G

Een andere mogelijkheid is het vaststellen van autocorrelaties in een waarnemingsreeks door de reeks met zichzelf te correleren en daarbij de benodigde verschuivingen toe te passen.  
Bijvoorbeeld:

```
T GO TO
* ..3
T AANTAL STAMB
* ..5
T STAMBUIS NRS
* ..2..2..2..2..2
T PEILBUIS NR
* ..2
  ENZ.
```

De bijbehorende oplossing is triviaal omdat alle verschuivingen automatisch = 0 worden gesteld, doch daarna vervolgt men met

```
T GO TO
* ..6
T LAG Y,X(I)
* ..0..1..2..3..4..5
  ENZ.
```

Hierna kan men een volgende maal keuze 6 nemen met

```
T LAG Y,X(I)
* ..0..6..7..8..9..10
  ENZ.
```

Opgemerkt wordt nog dat alle verschuivingen opgevat zijn als vertragingen en door positieve getallen worden voorgesteld. Wil men een bepaalde waarnemingsreeks 'versnellen' dan kan dit bereikt worden door alle andere met eenzelfde bedrag te vertragen.



TERUGBEREKENEN VAN GRONDWATERSTANDEN,  
PROGRAMMA NR 93

	FORMAT	KAARTSOORT
1234567890....+....+....+....+....+....+		
* .71 TEKENS TEKST VOOR TITEL EN DATUM	1X,71H	TITELKAART
* .63..1..1.65.12.28	2(3I3)	DATUMKAART
* ..2.10.11..0..0	I3,2(5I3)	STAMBKAART
* ..5..1+.123456+03+.123456+01+.123456-01	2I3,6(E11.6)	PEILBKAART
* ..6...+.654321+02+.654321+00-.654321-02		IDEM
* ENZ.		IDEM
		ENZ.
* 999	I3	SLUITKAART
* .65.10.14.70..5.28		DATUMKAART
* ..4..2..6..8.16..0..0..1..1		STAMBKAART

- T i t e l k a a r t** : Deze bevat titel van het onderwerp en eventueel datum. In totaal zijn hiervoor 71 tekens gereserveerd. De eerste kolom van de ponskaart mag niet worden gebruikt, over de volgende 71 kan vrij worden beschikt.
- D a t u m k a a r t** : De data van waar tot waar de waterstanden zullen worden terugberekend worden vermeld in de volgorde Jaar Maand Dag (begin) en Jaar Maand Dag (eind). Deze data behoeven niet exact gelijk aan opmeetdata te zijn.  
**R e s t r i c t i e**: Het aantal waarnemingen binnen het gekozen tijdsinterval mag niet groter zijn dan 300.
- S t a m b u i s k a a r t**: Op deze kaart wordt achtereenvolgens vermeld: Het aantal stambuizen (onafhankelijke variabelen) (in voorbeeld = 2), de nummers van de stambuizen (10 en 11) en de toe te passen vertragingen (hier alle = 0). De getallen beslaan elk 3 kolommen.  
**R e s t r i c t i e s**: Het totaal aantal stambuizen mag niet groter zijn dan 5. Aaneensluitend worden eerst de nummers en daarna de vertragingen geponst. Vertragingen gelijk aan 0 mogen worden weggelaten.
- P e i l b u i s k a a r t**: Op de kaart worden vermeld achtereenvolgens: Peilbuisnummer, Vertraging, Intercept, Regressiecoëfficiënten achtereenvolgend voor de genoemde stambuizen. Intercept en coëfficiënten staan in E-versie. In het voorbeeld is  $a = 123.456$   $b_1 = 1.23456$   
 $b_2 = 0.0123456$ . De algemene vorm van de getallen is dus  $\pm .xxxxxxx$  met x als plaats waar cijfers ingevuld moeten worden. Het ponsen van de decimale punt en de algebraïsche tekens is noodzakelijk. Voor eenzelfde tijdsinterval en dezelfde stambuizen kunnen achtereenvolgens alle peilbuizen worden ingelezen.

PROGRAMMA NR 93, VERVOLG

- Sluitkaart** : Teneinde in eenzelfde machinerun over te kunnen gaan op andere data en/of een andere groep stambuizen, wordt een sluitkaart gebruikt die het programma dusdanig bestuurt dat als eerstvolgende kaart weer een datumkaart kan worden gelezen enz.
- Opmerkingen** : In de tabel worden een of meer ontbrekende gegevens aangegeven met een regel spatie. De berekende waterstanden worden genoteerd op de datum die voor de peilbuiswaarnemingen geldt rekening houdend met de toegepaste vertraging.
- De berekende (O-C)-waarden worden achter-eenvolgend weggezet op schijf en krijgen het meetpunt-(kolom)-nummer 56,57,58,59,60,56,57,... enz. De verkregen (C-C)-waarden kunnen dus met de daarvoor bestemde programma's worden uitgezet eventueel in samenhang met andere meetpunten (zie programma's voor vervaardigen van grafieken).
- In de tabel worden de volgnummers van de gegevens bijvermeld. In het voorbeeld is de eerstvolgende opneemdatum na 1 januari 1963 de datum 1963 1 3. Aangezien voor peilbuis 5 een vertraging van 1 gegeven (week) in rekening is gebracht, begint de tabel op 1963 1 10.
- Van de gegevens 28 tot en met 31 ontbreken standen in een of meer stambuizen; van gegeven 39 ontbreekt de waarneming in de peilbuis. In deze gevallen wordt op de schijf de waarde 9999 vermeld.

PROGRAMMA NR 93, VERVOLG

VOORBEELD

MANDERVEEN OKT. 1970 BEREKENDE WATERSTANDEN

GEKOZEN PERIODE 63 1 1 - 65 12 28

PEILBUIS	STAMBUIS	VERTRAGING	COEFFICIENT
5		1	123.456
	10	0	1.23456
	11	0	0.01234

VOLGNR	DATUM	Y.OBS	Y.CALC	(O-C) IN KOLOM 56
24	1963 1 10	2592.0	2594.5	-2.5
25	1963 1 17	2602.0	2601.7	0.2
26	1963 1 24	2598.0	2600.9	-2.9
27	1963 1 31	2583.0	2583.5	-0.5
32	1963 3 7	2600.0	2604.0	-4.0
33	1963 3 14	2587.0	2589.8	-2.8
34	1963 3 21	2602.0	2601.3	0.6
35	1963 3 28	2594.0	2595.2	-1.2
36	1963 4 4	2612.0	2614.3	-2.3
37	1963 4 11	2604.0	2605.7	-1.7
38	1963 4 18	2620.0	2613.4	6.5
39	1963 4 25	=	2602.2	=
40	1963 5 3	2601.0	2601.4	-0.4
41	1963 5 9	2581.0	2578.3	2.6
42	1963 5 16	2537.0	2535.4	1.5
43	1963 5 24	2556.0	2553.2	2.7

enz.

## 12. AANVULLINGEN

Na het afsluiten van deze nota werden een aantal aanvullingen aan de programma's toegevoegd. Deze zullen hier in het kort worden behandeld.

### PROGRAMMA 89

Het programma dat de gegevens van de schijf tabelleert is aangevuld met het bepalen van de hoogste en laagste waterstand per reeks. Dit biedt het voordeel dat ten behoeve van de plot-programma's de uiterste waarden berekend zijn zodat eenvoudig nagegaan kan worden of de beschikbare ruimte voldoende groot is om de gehele reeks te kunnen plotten.

Tevens kan op deze manier een controle uitgevoerd worden of de uiterste waarden in de reeks 'normale' standen zijn. Foute gegevens die ontstaan zijn uit schrijf- en ponsfouten en daardoor aanleiding kunnen zijn tot sterk afwijkende waterstanden worden ontdekt.

### PROGRAMMA 90

Opgemerkt wordt dat bij het gebruik van een reductiefactor de reductie automatisch tot stand komt. De gemiddelde waarde kan dus in de oorspronkelijke eenheden worden opgegeven.

### PROGRAMMA 93

Het is gebleken dat het terugberekenen van waterstanden nog voor een deel tot het onderzoekgedeelte moet worden gerekend. Zo zal het voor het geval dat alternatieve mogelijkheden worden onderzocht gewenst zijn een kwadraatsom van afwijkingen te bepalen ten einde de aanpassing over een vastgestelde periode onderling te kunnen vergelijken. Om dit voor willekeurige perioden mogelijk te maken wordt de output aangevuld met de doorlopende som van de afwijkingen, het kwadraat, de som van kwadraten en het aantal terugberekende gegevens.

In verkorte vorm (getallen zonder decimalen) ziet de output na de indicatieve gegevens er als volgt uit: (zie ook pag. 23 e.v.).

VOLGNR	DATUM	Y.OBS	Y.CALC	O-C	SOM	KWADRAAT	SOM KWADRATEN	AANTAL
31	'63 2 28	2565	2562	3	3	9	9	1
32	'63 3 7	2585	2580	5	8	25	34	2
33	'63 3 14	2611	2610	1	9	1	35	3
34	'63 3 21	2615	2618	- 3	6	9	44	4
38	'63 4 18	2602	2603	- 1	5	1	45	5
39	'63 4 25	2628	2624	4	9	16	61	6
40	'63 5 3	2602	2610	- 8	1	64	125	7

Met deze gegevens kunnen gemiddelde en gemiddelde kwadraatsom van afwijkingen worden berekend.

De mogelijkheid tot het bewaren van reeksen met verschillen (O-C waarden) werd uitgebreid. In het source-program kan aangegeven hoeveel reeksen vanaf de 60e teruggellend men wil bewaren. Uiteraard moet er voor gewaakt worden dat geen vectoren met gegevens worden overschreven. Worden 10 reeksen bewaard dan worden achtereenvolgens opgevuld: 51, 52, 53, ... , 58, 59, 60, 51, 52, 53, ... enz. Wil men een reeks uitkomsten toevoegen aan een vorige kolom, bijvoorbeeld wanneer een serie van meer dan 300 gegevens bewaard moet blijven, dan staat de volgende mogelijkheid nu open:

1234567890.....+.....+.....+

62 2 28 62 4 11 1

Door in de 2<sup>de</sup> kolom van de datunkaart het cijfer 1 te ponsen worden de (O-C)-waarden over de genoemde periode aan die van de vorige kolom toegevoegd.

## PROGRAMMA 96, TERUGBEREKENEN VAN WATERSTANDEN NAAR DATUM

Een afzonderlijk programma werd geschreven voor het terugberekenen van waterstanden op eenzelfde datum over het gehele gebied. Het voordeel is dat een tabel verkregen wordt waarin de uitkomsten per datum staan vermeld zodat deze zich juist leent voor het op kaart brengen van de uitkomsten en het interpoleren tot curven van gelijke verlaging.

Voor dit programma kunnen dezelfde kaarten voor de invoer gebruikt worden als in programma 93. De uitvoer omvat de vermelding van de indicatieve gegevens zoals datum, stambuisnummers en vertragingen, gebruikte stambuisstanden, peilbuisnummers en vertragingen, intercept en regressiecoëfficiënten en verder de gemeten en berekende peilbuisstanden en de (O-C)-waarden.

### REKENSNELHEID

De snelheid waarmee de verschillende programma's kunnen worden uitgevoerd hangt af van verschillende factoren. Zo hebben zowel het aantal variabelen als het aantal gegevens per variabele invloed op de snelheid waarmee een bepaald onderdeel wordt uitgevoerd. Om de gedachte te bepalen worden hier enkele getallen gegeven die een orde van grootte bepalen.

### PLOT-PROGRAMMA (par. 5.1.)

De gemiddelde tijd voor het vervaardigen van dit type grafieken werd als volgt berekend. Een serie van 17 tijdstijghoogtelijnen waarin in totaal 101 jaren met 52 gegevens elk voorkwamen, werd getekend in 75 minuten op de Calcomp-plotter welke aan de I.B.M.-1130 is geschakeld. Deze tijd is inclusief het maken van enkele bijschriften en het tekenen van de assen.

Gemiddeld per jaar van 52 gegevens is dit dus  $3/4$  minuut.

#### TABELLEREN VANAF DE SCHIJF (Nr 89)

De tijd benodigd voor het printen van 400 gegevens (regels) afkomstig van 16 waarnemingsreeksen, bedroeg - inclusief opschriften, volgnummer en datum - 10 minuten.

#### 'PLOTTEN' VAN GEGEVENS IN TABEL VORM (Nr 90)

De tijd benodigd voor het printen van de datum en de lay-out bedraagt ongeveer evenveel als die van een enkele reeks gegevens. Verder is de totaaltijd praktisch recht evenredig met het aantal gegevens dat geplot wordt.

Worden per grafiek  $k$  reeksen gegevens uitgezet met  $n$  gegevens elk, dan bedraagt de benodigde tijd hiervoor, inclusief de lay-out

$$(k + 1) n(0.018) \text{ minuten}$$

Een tabel (grafiek) waarin 3 reeksen gegevens worden geplot van 400 gegevens elk vergt dus een tijd van 30 minuten.

#### VOORTSCHRIJDENDE GEMIDDELDEN (Nr 91)

Behalve van het aantal reeksen en het aantal gegevens dat in de bewerking wordt opgenomen is de bewerkingstijd afhankelijk van het aantal gegevens waarover wordt gemiddeld. Deze rekentijden zijn echter zeer klein ten opzichte van de tijd die benodigd is voor de organisatie en het printen van de uitkomsten.

Een tabel waarin van 5 waarnemingsreeksen het voortschrijdend gemiddelde over 53 gegevens werd bepaald van een reeks van 400 gegevens kwam in 15 minuten tot stand.

#### NUMERIEKE EXPLORATIE (Nr 92)

Aangezien dit programma als onderzoekshulpmiddel gebruikt wordt is het maken van een schatting van de benodigde rekentijd niet erg zinvol. De totaaltijd hangt sterk samen met de combinaties van keuzemogelijkhe-

den die gedaan worden. Ten einde de gedachte te kunnen bepalen zijn van enkele berekeningen de tijden genoteerd met het volgende resultaat:

Aantal stambuizen	Aantal gegevens	Correlatie- en regressie berekening inclusief output
1	100	50 sec.
5	100	80 sec.
2	50	60 sec.
2	80	65 sec.

Indien alleen correlaties worden berekend bij verschillende waarden van vertragingen, is de tijd veel korter aangezien nu geen gegevens van de schijf naar het geheugen behoeft te worden getransporteerd. Voor de eerste twee gevallen in bovenstaande tabel zijn dan de tijden, inclusief de output: 10 sec. respectievelijk 20 seconden.

Het vervaardigen van een tabel met (O-C)-waarden bij 5 stambuizen en 100 gegevens vergde 110 seconden.

#### TERUGBEREKENEN VAN WATERSTANDEN (Nr 93)

Hoewel de terugberekening van waterstanden op zichzelf een eenvoudige bewerking is, is het programma relatief langzaam. Dit wordt veroorzaakt door de berekening van de aanvullende uitkomsten en het interne data-transport. Gerekend moet worden op 2 seconde per regel (dus per gegeven), inclusief het op schijf zetten van de berekende (O-C)-waarden.

#### VERANTWOORDING

De auteur betuigt gaarne zijn dank aan de medewerkers van het I.W.I.S.-T.N.O. te Wageningen die hem bij het samenstellen en testen van de programma's met technische hulp terzijde hebben gestaan.



Speciaal wil hij hierbij dankzeggen L.P. Kamil voor het schrijven van twee programma's waaruit de programma's 89 en 92 ontstonden, H. Adding die het onder 5.1 genoemde plot-programma samenstelde.

#### REFERENTIES

ADDING, H., 1970. I.W.I.S.-T.N.O. Wageningen. Programma voor het plotten van waterstandsgegevens.

STOL, Ph.Th., 1969. Use of computers for the investigation of the hydrologic properties of an area, exemplified with the temporary drawdown of groundwater levels. Verspreide overdrukken I.C.W. 89.

Figuur 1 voorbeeld van tijdstijghoogtelijn vervaardigd met de plotter (zie § 5.1)

