

Kabo. 54

85 - 19

BETROUWBAARHEID

VAN MET DE HAND WAARGENOMEN

GRONDWATERSTANDSGEGEVENS

door IJ.H. Heemstra

mei '85

985.19

456 54

MIV 111017, 1905, 19

Ho

85-19

VOORWOORD

Voor u ligt het verslag van een driemaands onderzoek voor de vakgroep Cultuurtechniek.

De nauwkeurigheid van handgemeten grondwaterstandsgegevens wordt altijd verondersteld ongeveer 1 cm te zijn. Om hier een indruk over te verkrijgen zijn handgemeten grondwaterstandsgegevens, gemeten door twee verschillende diensten op dezelfde dag, vergeleken.

De standaardafwijking is in dit geval 4-5 cm.

De heer van Peursem van Gemeentewerken van Ede wil ik bedanken voor de mede werking bij het verstrekken van gegevens en Ingenieur van der Schaaf, van de vakgroep Cultuurtechniek, voor de open deur, die ik altijd bij hem vond.

144

LANDBOUWHOGESCHOOL
Bibliotheek Cultuurtechniek,
Hydraulica en Afvoerhydrologie en
Weg- en Waterbouwkunde en Irrigatie
Nieuwe Kanaal 11, Wageningen

85-19

isn 234596-01



BIBLIOTHEEK
DER
LANDBOUWHOGESCHOOL
WAGENINGEN

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	3
2	THEORIE	4
2.1	DE WIJZE VAN METING	4
2.2	FOUTEN	5
2.3	FOUTEN EN HET MEETPROCES	5
2.4	MOGELIJKE OORZAKEN VAN TE VINDEN VERSCHILLEN.	7
2.4.1	Invloed Regen	8
2.4.2	Invloed Verdamping	8
2.4.3	Invloed Vorst	8
2.4.4	Invloed Luchtdrukverandering	8
2.4.5	Invloed Van Wisselende Belastingen	9
3	WERKWIJZE	10
3.1	INVOEREN VAN GEGEVENS	10
3.2	MAKEN DATASTRUCTUREN.	10
3.3	TIJD-STIJGHOOGTEPLOTJES.	10
3.4	LIJST GEGEVENS PER BUIS	11
3.5	VERWISSELCONTROLE	11
3.6	LINEAIRE REGRESSIE	11
3.7	OPSPOREN BIJZONDERE GEBEURTENISSEN.	13
3.8	WEERSOMSTANDIGHEDEN.	13
3.9	GEDRAG BUIS	13
4	RESULTATEN	14
4.1	LINEAIRE REGRESSIE PER BUIS.	14
4.2	LINAIRE REGRESSIE PER WAARNEEMDATUM.	14
4.3	STANDAARDAFWIJKING RESIDU EN FILTERDIEPTE.	15
4.4	BIJZONDERE GEBEURTENISSEN.	15
5	CONCLUSIE EN DISCUSSIE.	17
A	LITERATUUR	18
B	FIGUREN	20
C	FOTO'S	21
D	PROGRAMMA'S EN LIJST	22

HOOFDSTUK 1

INLEIDING

Hoe betrouwbaar zijn handgemeten grondwaterstandsgegevens? Dit was de vraag, die wij ons gesteld zagen. Een vraag, die, naar wij dachten, al tientallen malen eerder gesteld en opgelost zou zijn, hier is in de literatuur echter niet veel van terug te vinden. Vaak zal men ook niet stilstaan bij een mogelijke fout in de meting. Toch is in verband met de interpretatie van dergelijke gegevens enig inzicht in de betrouwbaarheid wel van belang. In dit verslag worden de bevindingen beschreven bij het vergelijken van handgemeten grondwaterstanden voor de jaren '81 t/m '84 voor 20 buizen, in de nabijheid van Ede en Wageningen, die tweemaal per maand op dezelfde dag gepeild werden door de dienst Gemeentewerken van Ede en door de vakgroep Cultuurtechniek van de Landbouwhogeschool.

HOOFDSTUK 2

THEORIE

2.1 DE WIJZE VAN METING

De handmeting is in ons geval een niet-continue analoge meting, d.w.z. in tijd niet-continu in grootte wel continu (van Dixhoorn). Gemeten wordt de afstand van het water oppervlak in de peilbuis tot de bovenkant van de buis. De bovenkant van de buis is wel eens scheef afgezaagd, dan neemt men bij afspraak het hoogste punt van de bovenkant van de buis. Het begrip meting wordt in het vervolg gezien als de eigenlijke meting en het overbrengen van de meetwaarde op een informatiedrager (veldstaatje, jaarstaat en computerschijf. Op een computerschijf in de vorm van een file resp. datastructuur). Een datastructuur is een georganiseerde verzameling van gegevens zodanig, dat de toegankelijkheid zeer groot is, dit is in ons geval in matrixvorm met voor de rijen en kolommen elk een file waarneemdagen of buizen. Bij twee buizen in een schutkoker is het eerste deel soms het meten van twee buizen, onthouden, naar de auto lopen en opschrijven. Een schema van het meetproces geeft fig. 1

Het elektrische apparaat.

Het elektrische apparaat is een snoer op een spoel met aan het uiteinde, wat het water ingaat, een metalen pen in een metalen hulsje met daartussen isolatie. Het water is geleidend en maakt het contact tussen beide polen. In de spoel zitten batterijen en een pieper en een oranje lamp. De meting geschiedt door de spoel af te wikkelen tot de lamp gaat branden en de pieper piepen, haalt men nu de draad iets op, dan houden deze signalen op, immers het contact is dan boven de waterspiegel. Dit omslagpunt wordt als de stand van de grondwaterspiegel aangenomen. Het snoer is plat en bezit een cm-verdeling. (zie foto 1)

Het Peilklokje.

Het peilklokje is een koperen buisje met holle onderkant. Bij het raken van de waterspiegel hoort men een klokkend geluid. Het lint bezit een cm-verdeling. (zie foto 2)

2.2 FOUTEN

Een fout is het verschil van waargenomen en "accurate" waarde. Een probleem is echter, dat de "accurate" waarde niet te bepalen is. De fout is dan ook nooit exact te bepalen en ligt in een bepaald betrouwbaarheidsgebied, waar hij met een zekere waarschijnlijkheid (bijv. 95%) in ligt. Fouten kunnen we ook onderscheiden in:

-Systematische fouten.

-Toevallige fouten.

Deze zijn moeilijk afzonderlijk te bepalen.

Systematische fouten

- Als gevolg van waarnemer en instrument.
- Worden niet noodzakelijkerwijs bij herhaling van de waarneming bepaald.
- Zelfs als voorkomen en aard bekend zijn is het nog moeilijk ze te determineren en elimineren.
- Kan constant zijn of regelmatig variëren.

Toevallige fouten

- Als gevolg van waarnemer.
- Komen aan het licht bij herhaalde waarnemingen.
- Zowel positief als negatief in variabele groottes in niet-patroonmatige opeenvolging.

Teneinde dit nog iets toe te lichten deze vergelijking:

Gemeten waarde = "accurate" waarde + systematische fout +
toevallige fout.

of:

Gemeten waarde = "accurate" waarde + systematische fout +
standaardafwijking * factor

De factor is afhankelijk van de soort(1- of 2-zijdige betrouwbaarheid) en de mate(%). De standaardafwijking is de wortel van de variantie. De variantie ~~is de~~ sommatie van de quadraten van de afwijkingen van het gemiddelde gedeeld door het aantal. Als volgt:

Meet men een voorwerp met "accurate" lengte 285 cm dan zullen de resultaten van een aantal waarnemingen bijvoorbeeld zijn: 280, 288, 283, 285, 287 en 287 cm. Hoewel dit een klein aantal herhalingen is kunnen we zien dat er sprake is van een verdeling rondom 286 cm. De systematische fout zou men dan 1 cm willen noemen. De toevallige fout is niet een waarde, maar bezit een verdeling

2.3 FOUTEN EN HET MEETPROCES

Het meetproces is schematisch weergegeven met de daaraan verbonden fouten bronnen in fig 1. We bespreken ze hier kort:

Het meten van de fysische grootte brengt een instrument-fout en een waarneemfout met zich mee.

-Instrumentfout

- a. Onjuiste lengte meetlint
- b. Langer worden meetlint a.g.v. temperatuurverhoging
- c. Langer worden meetlint in de tijd

Specifieke fouten bij het elektrische apparaat Bij erg zuiver water is de elektrische geleidbaarheid te gering en geeft het apparaat niet bij de scheiding van lucht en water een signaal, maar dieper.

Specifieke fouten bij het peilklokje

Bij langsrazend verkeer is het klokkende geluid soms moeilijk waarneembaar.

Het klokje heeft een bepaalde snelheid nodig om geluid te geven bij contact met het wateroppervlak in de buis. Op het moment, dat het geluid het menselijk oor bereikt, dat wil zeggen al enige tijd na het passeren van de waterspiegel, immers het geluid gaat met een beperkte snelheid, begint de actie om het klokje te stoppen na reactietijd en tijd nodig om de zenuwpuls over te brengen beginnen de spieren in de arm het klokje te remmen. Deze schiet dan wegens zijn massatraagheid nog enigszins door. Gevolg is een diepere aflezing dan werkelijk het geval is. De peilpieper heeft geen snelheid nodig om een signaal te geven. Een voorbeeld met geschatte getallen zal een schatting maken van de gemaakte systematische fout:

Voorbeeldberekening van systematische fout.

		peilklokje	peilpieper
snelheid	(cm/s)	20	5
diepte waterstand	(m)	10	10
geluid naar oor	(s)	0.033	0.0033
reactietijd	(s)	0.1	0.1
zenuwp.tijd	(s)	0.01	0.01
massatr.h.tijd	(s)	0.1	0.1
totale tijd	(s)	0.153	0.123
verplaatsing	(cm)	3.06	0.62

De schatting voor de systematische fout bij het peilklokje ligt dus volgens deze schatting op 3 cm.

-Waarneemfout**Foute aflezing**

- men neemt bij een schuin afgezaagde buis niet het hoogste punt
- men kijkt niet goed en leest bijv. een dm. meer of minder(dm-fout)
- het getal komt vervormd in de hersenen
- bijv. 1690 i.p.v. 1960

-Fouten bij het onthouden

Bij het onthouden kan de waarneming ook nog vervormen als bij de waarneemfouten al vermeld is. Het is dan ook aan te raden na het peilen van een buis direct het resultaat te

noteren en de onthoudtijd te minimaliseren. Tijdens het meelopen met veldwaarnemers werd mij duidelijk, dat het onthouden soms wat langer kan duren en 2 buizen kan omvatten. Dit doet zich voor bij twee buizen in dezelfde schutkoker als men als volgt meet; het peilen van de ene buis, stand onthouden, het peilen van de andere buis in dezelfde schut koker, ook deze stand onthouden, naar de auto lopen, noteren van de standen van de 2 buizen. Behalve vergeten en vervormen van de gegevens treedt dan ook gemakkelijk ver wisseling van de buizen op.

-Schrijffout

Het noteren van de waarneming op een veldstaat kan met vervorming(dmfout, 1690 i.p.v. 1960) gepaard gaan en als men niet goed op de hoogte is met de locatie en/of de codering van de buizen kan dit verwisseling van buizen veroorzaken.

-Overschrijffout

Ook hier kunnen vervormingen(dmfout, 1690) en verwisselingen(van waarneemdagen en van buizen) zich voordoen en wel met grotere waarschijnlijkheid, naarmate er slordiger geschreven is op de veldstaat, naarmate men gehaaster is en bijvoorbeeld niet de moeite neemt een eventuele bril op te zetten, naarmate veldstaat en jaarstaat minder logisch en minder uniform ingedeeld zijn.

-Typefout

De vervormingen en verwisselingen kunnen zich bij het intypen theoretisch ook voordoen. Maar zoals dat in 3.1. beschreven staat, zou dat dan bij de 2e keer intypen precies dezelfde fout als bij de eerste keer intypen moeten zijn. Dit zal zich in de praktijk natuurlijk zeer zelden voor kunnen doen.

-Conversiefout

Bij de conversie van een jaarfile naar een datastructuur kunnen fouten ontstaan Denk bijvoorbeeld aan het "omvallen van bitjes". In de praktijk komt dit niet veel voor: meestal levert dit dus ook een pariteitsfout op en dus een foutmelding van de computer aan de gebruiker.

2.4 MOGELIJKE OORZAKEN VAN TE VINDEN VERSCHILLEN.

Mogelijke oorzaken van te vinden verschillen zijn gelegen in de volgende oorzaken:

- a. Fout van Ede en/of Cult.techn.
- b. Inclusief verschil als gevolg van verschillende meetmethode.
- c. Verschil als gevolg van verschillend meettijdstip en veranderende grondwaterstand

Dit moet dan een redelijk snelle verandering van de grondwaterstand zijn(in de orde van 10 cm/dag). Deze zouden kunnen zijn bewerkstelligd door een of meerdere van in de

volgende paragrafen behandelde verschijnselen.

2.4.1 Invloed Regen

Bij regen kan men een verhoging van de grondwaterstand verwachten.

Soms neemt men aanzienlijk grotere stijgingen waar dan op grond van berekeningen verwacht zou kunnen worden. Dit staat bekend als het Lisse-effect (Beltman, Heyman) en de verklaring moet gezocht worden in een verhoging van de luchtdruk in de grond boven de capillaire zone, ten gevolge van het capillair binnendringen van het regenwater in de grond. (Beltman, Heyman)

2.4.2 Invloed Verdamping

Normaal gesproken is de verhouding verdampte waterschijf tot grondwater standsdaling ongeveer 1:4. (Beltman)

Een uitzondering is het geval wanneer het freatisch vlak haast aan het maaiveld reikt. Bij verdamping treedt dan een snelle daling van het freatische vlak op tot een diepte beneden maaiveld gelijk aan de capilariteitsdruk, uitgedrukt in cm water. Dit verschijnsel noemt men ook wel het Wieringermeer-effect. (Beltman)

2.4.3 Invloed Vorst

Bij vorst gaat freatisch water voor een deel over in capillair water als gevolg van condensatie. Dit veroorzaakt een veel sterkere daling in de grondwaterspiegel dan in de voorgaande of de daaropvolgende periode. Bij dooi treedt juist een veel sterkere stijging van de grondwaterspiegel op dan normaal. (Beltman)

2.4.4 Invloed Luchtdrukverandering

Drukschommelingen van de lucht veroorzaken veranderingen in de stand van het vrije freatische vlak in een put (Beltman), echter niet of nauwelijks in de stand van het gesloten freatische vlak. Het vrije freatische vlak is direct blootgesteld aan de luchtdruk schommelingen, terwijl deze zich veel langzamer en met afnemende amplitude voortplanten in de porien en capillaren van de omringende grond. Het verschil in luchtdruk is oorzaak van de schommelingen van het freatische vlak, die groter zijn naarmate de ondergrond

de luchtdruk minder goed doorlaat en de schommelingen korter en heviger zijn.(Beltman)

2.4.5 Invloed Van Wisselende Belastingen

De invloed van het optrekken of stoppen van een trein in de nabijheid is in de orde van grootte van 1 cm(Beltman). Men kan zich voorstellen, dat het nogal verschil zal maken of we met freatisch water of spanningswater te maken hebben.Hoewel enkele meetpunten bij wegen liggen(o.a. de snelweg A-12,Utrecht-Arnhem) rijdt dit verkeer met een constante snelheid en is de orde van grootte van de verandering gering.(Beltman)

HOOFDSTUK 3

WERKWIJZE

3.1 INVOEREN VAN GEGEVENS

Het gaat om 2 sets gegevens van 20 buizen van '81 t/m '84, 24 per jaar. De codes van de meetpunten (volgens de codering van Cultuurtechniek) zijn 40 t/m 50, 425, 426, 709 t/m 715. De waarneemdata zijn op de 14e of de 28e, tenzij dit op zaterdag, zondag of anderszins een vrije dag valt, dan wordt de dichtstbijzijnde werkdag genomen.

De gegevens van Cultuurtechniek zijn van '81 t/m '84 op computerband gezet. Hiervan is '81 t/m '83 gecorrigeerd op fouten.

De gegevens van gemeentewerken van Ede stonden op jaarstaat. Met behulp van het programma PD102 (een inleesprogramma) zijn de afstanden bovenkant buis tot grondwaterspiegel in millimeters ingevoerd. Om eventueel ingetypte fouten te ontdekken moet dit een tweede keer ingetypt worden, waarbij door het programma automatisch controle verricht wordt of dit hetzelfde getal is als de eerste keer gebruikt werd.

3.2 MAKEN DATASTRUCTUREN.

Met het programma PD107 zijn dan de datastructuren gemaakt, die het mogelijk maken een veelheid aan andere programma's betreffende grondwaterstandsgegevens te gebruiken. In 2.1 is uitgelegd wat een datastructuur is.

3.3 TIJD-STIJGHOOGTEPLOTJES.

Met de datastructuren zijn middels het programma PP101 tijd-stijghoogte plotjes per buis gemaakt om een eerste indruk te verkrijgen van het gedrag van de grondwaterstanden. Hierbij bleken de buizen 40 en 41 door Ede voor grote tijdsduren te zijn verwisseld. Bij het over elkaar leggen van de plotjes van 41-Ede en Cult. tecn. op elkaar-bleken deze niet goed overeen te stemmen, daar is de lijst als in 3.4 bedoeld bijgepakt en toen bleken de Edese cijfers van buis 40 voor

sommige tijdstippen goed te passen op de cijfers van Cult. techn. voor buis 41 en omgekeerd. Zij staan beiden in dezelfde schutkoker en verwisseling is dus zeer wel mogelijk. Wegens de uitgebreide foutencontrole van Cult. techn. worden deze als correct aangenomen. Voor een voorbeeld van een tijd-stijghoogteplotje zie fig. 2

3.4 LIJST GEGEVENS PER BUIS

Met behulp van de datastructuren zijn middels het programma PL101 lijsten gemaakt met de gegevens per buis te weten:
de afstand bovenkant buis tot grondwaterstand.
de afstand maaiveld tot grondwaterstand.
de grondwaterstand t.o.v. N.A.P.

3.5 VERWISSELCONTROLE

Controle op verwisselingen van standen van twee buizen in dezelfde schutkoker is gedaan met een zelfgemaakt programma. (zie prog.1) Gevonden verwisselingen zijn hersteld. Misschien hebben we hier buis 42 mee tekort gedaan, omdat bij 40,41 en 42 sprake zou kunnen zijn van een 3-verwisseling. De buizen 40 en 41 zitten in een schutkoker, maar 42 is zo dichtbij, dat alle drie soms na de drie metingen genoteerd worden.

3.6 LINEAIRE REGRESSIE

Omdat met lineaire regressie een goede indruk verkregen kan worden van de systematische fout en de dispersie ("toevallige fout") is deze methode toegepast. Laten we aannemen, dat we lineaire regressie toepassen op de lijn met de vergelijking:
 $y = a + bx$

a geeft dan een indruk van de nulpuntsverschuiving ("systematische fout") Via een betrouwbaarheidsinterval kan men dan met een t-verdeling toetsen op waarschijnlijkheid dat b niet 0 is. (Draper en Smith)

b geeft dan een indruk van een eventuele schaalfout op het meetlint, juister gezegd van een eventueel schaalverschil op de meetlinten (b moet 1 zijn). Via een betrouwbaarheidsinterval met t-verdeling kan men dan weer toetsen op de waarschijnlijkheid dat b niet 1 is. (Draper en Smith)

Lineaire Regressie van de gegevens van Cultuurtechniek en Ede is gedaan volgens het algoritme:

Een lijn van de volgende vorm wordt zo goed mogelijk door de punten getrokken:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i$$

$$\hat{y}_i = b_0 + b_1 x_i$$

Residu:

$$\varepsilon_i = y_i - \hat{y}_i = y_i - (b_0 + b_1 x_i)$$

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i / n - \bar{x} \bar{y}}{s_x^2}$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x}$$

x_i = i-de waarneming

$\bar{x}$ = gem. v.d. waarneming

n = aantal waarnemingen

Betrouwbaarheidsinterval van de helling(slope):

$$b_1 \pm \frac{t(n-2, 1-\frac{1}{2}\alpha) s_{\varepsilon}}{\{\sum (x_i - \bar{x})^2\}^{\frac{1}{2}}}$$

Hier:

$$1 \pm \frac{2.0 \cdot s}{\{\sum (x_i - \bar{x})^2\}^{\frac{1}{2}}}$$

Betrouwbaarheidsinterval van het snijpunt met de Y-as(intercept):

$$b_0 \pm t(n-2, 1-\frac{1}{2}\alpha) \cdot \left\{ \frac{\sum x_i^2}{n \sum (x_i - \bar{x})^2} \right\}^{\frac{1}{2}} s$$

Hier:

$$0 \pm 2.0 \cdot \left\{ \frac{\sum x_i^2}{n \sum (x_i - \bar{x})^2} \right\}^{\frac{1}{2}} \cdot s$$

(Draper Smith)

Zie ook prog.2

Lijst 1 geeft een indruk van de groottes van de waarnemingen en de residuen in mm.

Echter: verwisselen van x- en y-variabele langs de assen geeft heel andere resultaten. Bij lineaire regressie zoals wij die deden wordt y als afhankelijke van x gezien, dit is bij ons niet zo. Ook is bij ons x niet afhankelijk van y. Verwisselen van x en y langs de assen en dan het gemiddelde van beide resultaten nemen is ook niet de juiste oplossing. We hebben hier met een zogenaamd bivariaat probleem te doen; zowel x als y zijn variabel en onafhankelijk van elkaar. De methode, die in de bibliotheek van de computer dec-10 zit minimaliseert de som van de quadraten van de afwijkingen in de y-richting. Wat wij nodig hebben is minimalisatie van de som van de quadraten van de afstanden tot de lijn.

3.7 OPSPOREN BIJZONDERE GEBEURTENISSEN.

Met het programma PQ104, een programma dat buis voor buis de waarnemingen vergelijkt met de best gecorreleerde en bijzonderheden vermeldt, zijn de gegevens van Cultuurtechniek en Ede nagelopen. De uitschieters van de residuen ($> 2 \cdot \text{Standaard afwijking}$) (buiten het 2-zijdig 95% btbh-i gebaseerd op normale verdeling gegevens) werden met een zelfgemaakt programma nagelopen, de normale verdeling veronderstellend.

3.8 WEERSOMSTANDIGHEDEN.

Categorisering van de weersomstandigheden per waarneemdatum. Oorzaken van gevonden verschillen zouden een gevolg kunnen zijn van een verschil in meettijdstip bij een sterk veranderende grondwaterstand. Een sterk veranderende grondwaterstand zou op kunnen treden als gevolg van de volgende weersomstandigheden:

	Criterion	Notatie
Vorst	Temp < 0 gr	VRST
Neerslag		
Op dag zelf	> 1 mm	DAGZ
Vorige dag	> 5 mm	NRSL
Eervorige	> 10 mm	NRSL
Luchtdrukverandering	> 4 mm	LUDR

} wat is het onderscheid?

3.9 GEDRAG BUIS

Geprobeerd is het tijdstijghoogte gedrag te categoriseren. Wij hebben dit gedaan in twee klassen namelijk in gematigder en piekiger. Dit is op zeer globale en niet-objectieve manier gedaan.

HOOFDSTUK 4

RESULTATEN

4.1 LINEAIRE REGRESSIE PER BUIS.

90 Paragraaf 3.6 vertelt over de lineaire regressie. In tabel 1 kunnen we de resultaten zien. Hieruit valt direct een ding op en dat is het verschil tussen de buizen 40 t/m 50 enerzijds en de buizen 425 en 426 en 709 t/m 715 anderzijds. Vooral bij de helling is dit duidelijk te zien: op 45 en 46 na vallen de buizen 40 t/m 50 buiten het betrouwbaarheidsinterval(2-zijdig,95%), terwijl de rest geheel binnen het betrouwbaarheidsinterval ligt! Dit blijken twee verschillende waarneemwijken te zijn voor Ede, gescheiden door de snelweg A-12(Utrecht-Arnhem). De grondwaterhydrologie is niet bijzonder verschillend, een verklaring moet dan ook gezocht worden in de richting van meetinstrumenten en waarnemers. Het zou interessant zijn het exacte tijdstip van de waarnemingen te weten. Dit is echter ondoenlijk nu alsnog te achterhalen, vooral ook omdat er sprake is van meerdere waarnemers, ziektes, vacaties, snipperdagen enz. Verder valt op dat de hellingen vrijwel allen kleiner dan 1 zijn en de snijpunten op de Y-as vrijwel allen positief zijn. Inderdaad blijkt dat Ede vrijwel continu een iets grotere afstand bovenkant buis tot grondwaterstand meet. Dit zou verklaard kunnen worden door het doorschieten van het klokje(zie 2.3)

4.2 LINEAIRE REGRESSIE PER WAARNEEMDATUM.

Om eventuele bijzondere waarneemdagen eruit te pikken hebben we ook een lineaire regressie per datum gedaan in ieder geval als er meer dan 10 buizen op die datum waren waargenomen(tabel 2). Evenals de lineaire regressie per buis was Wageningen weer de x en Ede stond op de y-as. Er is hier sprake van uitschieters, doch men dient te bedenken, dat het hier om een klein aantal waarnemingen gaat. Met de gegevens van het programma PQ104 zullen we later proberen bijzondere dagen eruit te lichten.

4.3 STANDAARDAFWIJKING RESIDU EN FILTERDIEPTE.

De standaardafwijking van de residuen van de lineaire regressie zijn per buis met hun filterdiepte bekeken om een eventueel verband op te sporen (tabel 3). Het blijkt echter, dat op de buizen 714 en 715 na alle paren bij een grotere filterdiepte een grotere standaardafwijking in de residuen van de lineaire regressie vertonen. De paren zijn 40 en 41, 43 en 44, 45 en 46, 47 en 48, 49 en 50, 425 en 426, 710 en 711, 712 en 713, 714 en 715. Dit is niet conform de theorie, dat de diepere filters geringere schommelingen vertonen. Immers verondersteld, dat de grootte van de verschillen en ook de grootte van de standaard afwijking van de residue een gevolg zijn van de tijdsverschillen van opname en een verandering in de grondwaterstand. Onder deze veronderstelling zou alleen de geringere invloed van luchtdrukschommelingen op diepere porien een verklaring kunnen zijn.

Opvallend is de enorme grootte van de standaardafwijking van de residuen, niet 1 of 2 cm, maar 4 of 5 cm.

4.4 BIJZONDERE GEBEURTENISSEN.

Volgens de procedure beschreven in 3.7 is een groot overzicht in de tabellen 4 t/m 7 gegeven. Daarin zijn buis voor buis uitgezet per datum de uitschieters voor Cultuurtechniek en Ede met PQ104.for en voor de residuen (> 2 * stafw.)

De uitschieters in de residuen als gevolg van uitschieters in een of beide waarneemsets zijn nader bekeken op mogelijke oorzaak van de fout. Constateerde men een residue groter dan 2 * de standaardafwijking, dan werd geprobeerd de uitschieter in de kolommen van tabel 8 in te delen, in de rijen werden de eventueel "schuldige" weertypen uitgezet en de categorie overig als er in het weer geen verklaring kon worden gevonden. Hieruit blijkt, dat toch maar een zeer klein gedeelte van de fouten met enige waarschijnlijkheid aan een weertype te wijten is. De dagen, waarop verschillen optreden, die niet verklaard kunnen worden door de weertypen, in de categorie overig weergegeven, zijn talrijk en moeten te wijten zijn aan dingen als instrument, waarnemer en meetmethode.

Tabel 9 geeft de gelijktijdige uitschieters van Ede en Ctt weer. Hier blijken de weertypes wel vaker aan te wijzen te zijn als waarschijnlijke oorzaak. Dit was te verwachten.

Tabel 10 geeft het aantal gelijktijdige uitschieters van Ede en Ctt weer, duidelijk is de invloed van Ctt's ongecontroleerde gegevens voor het jaar 1984 te zien.

Het gedrag van de buizen is in tabel 11 erg vereenvoudigd weergegeven.

De gelijktijdige uitschieters van de residuen en Ede en/of Wageningen en de vermoedelijke oorzaken zijn in tabel 12 bekeken.

Het aantal uitschieters van de residuen als gevolg van een

uitschieter in alleen de Edese waarneming is groter dan de beide andere totalen, de verk laring is vermoedelijk dat Ede niet een zeer uitgebreide foutencontrole en -correctie toepast. Ook blijkt dit in het relatief grote aantal in de catee gorie overig(6 van de 12).

De rij Wr (uitschieters in de residuen en alleen in de Wageningse waar neming) heeft wegens een betere controle en correctie minder in de cate gorie overig(2 van de 7).

De derde rij, EWr, zijn de uitschieters in de residuen en in beide de Edese en Wageningse waarnemingen, zou grotendeels door bijzonderheden in het weer veroorzaakt worden. Deze verwachting wordt bevestigd door het aantal 0 in de kolom overig. Zeer veel van deze EWr wordt door de luchtdrukveranderingen veroorzaakt. *valt soms niet*

bevestigd!

Komen deze uitschieters bij bepaalde buizen nog meer voor dan bij andere? Tabel 13 probeert hier wat meer licht op te werpen. De buizen 40 t/m 50 vertonen meer uitschieters dan de buizen 425 t/m 715. De EWr's blijken in twee paren te zitten. Met tabel 11, het gedrag van de buizen, erbij hebben we geprobeerd de verwachting, dat een piekiger gedrag meer uit schieters op zou leveren, bevestigd te zien. Dat blijkt echter niet zo duidelijk.

HOOFDSTUK 5

CONCLUSIE EN DISCUSSIE.

Opvallend is het verschil tussen de buizen 40 t/m 50 enerzijds en de buizen 425,426 en 709 t/m 715 anderzijds. Dit blijken twee verschillende waarneemwijken te zijn voor Ede, gescheiden door de snelweg A-12 (Utrecht-Arnhem). De standaardafwijking in de residuen is erg groot, veel groter dan oorspronkelijk verwacht. Vermoedelijk is het tijdstip van opname van groot belang. Het is dan ook aan te raden de gegevens van de automatische recorder hierin te betrekken om een verloop over de meetdag te kunnen zien.

BIJLAGE A

LITERATUUR

- Beltman J.H. 1956, Grondwaterstanden publ.TNO.
- Dixhoorn J.J. van 1975, Metingen: fysische en informatie-aspecten. Wageningen. LH-college syllabus.
- Draper N.R. & H.Smith 1981, Applied Regression analysis. New York. Wiley.
- Heyman J.A. 1929, Eigenaardige ervaringen opgedaan bij het meten van grondwaterstanden. Den Haag. Tschr. Water en gas. 13e jg., no.11, blz. 108-110.
- Schaaf S. van der 1983, Error recovery, storage and retrieval of automatically recorded groundwaterlevel data. Meded. Cult.techn. no. 60.
- Topping J. 1957, Errors of observation and their treatment. London. Chapman.

BIJLAGE B

FIGUREN

fig 1 Het meetproces en de daaraan verbonden foutenbronnen

Voorkomen fysische grootheid

Instrumentfout
Waarneemfout

Metten fysische grootheid

(Onthouden)

(Vergeten, vervormen, verwisselen)

Opschrijven op veldstaat

Schrijffout

Overschrijven naar Jaarstaat

Overschrijffout

Intypen in computerfile

Typefout

Omzetten naar datastructuur

Conversiefout

fig. 2



Ede.

BIJLAGE C

FOTO'S

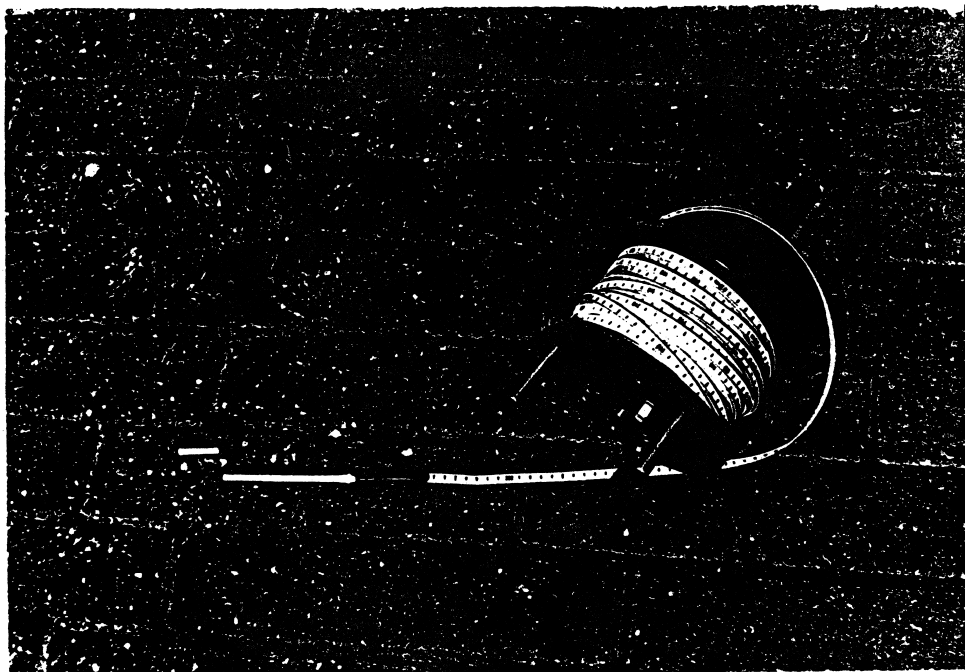


foto 1 De peilpieper.

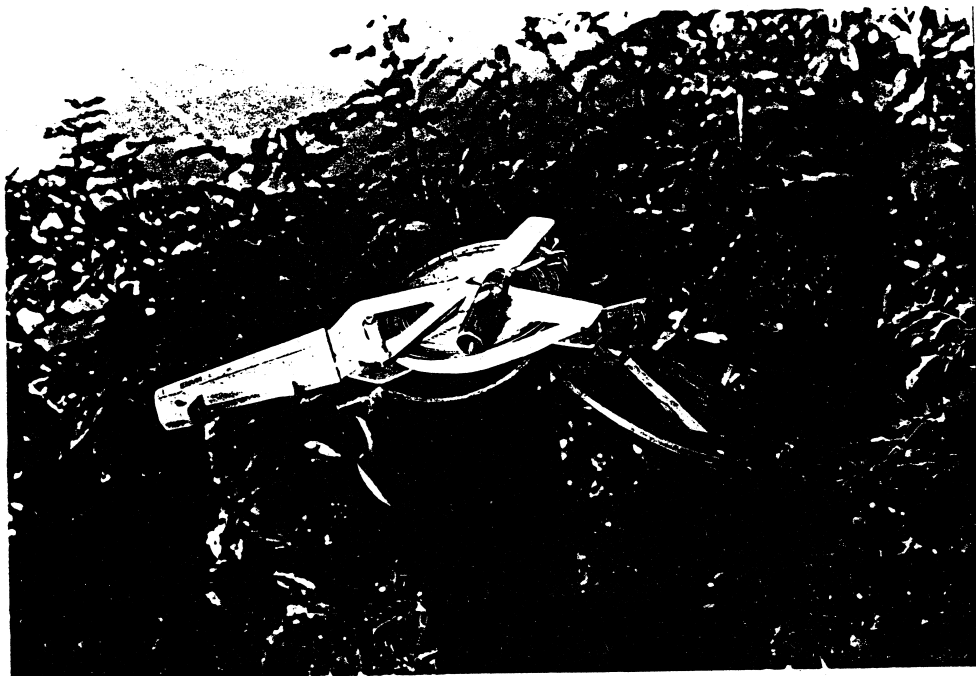


foto 2 Het peilklokje op een schutkoker.

BIJLAGE D

PROGRAMMA'S EN LIJST

RECOVERY OF EXCHANGE

IJ.H. HEEMSTRA

INTEGER ANTW

REAL A(96),B(96),C(96),D(96),SUB1(96),SUB2(96)

OPEN(UNIT=30,ACCESS='SEQIN',FILE='40E.DAT')

OPEN(UNIT=31,ACCESS='SEQIN',FILE='40W.DAT')

OPEN(UNIT=32,ACCESS='SEQIN',FILE='41E.DAT')

OPEN(UNIT=33,ACCESS='SEQIN',FILE='41W.DAT')

OPEN(UNIT=34,ACCESS='SEQOUT',FILE='40ET.DAT')

OPEN(UNIT=35,ACCESS='SEQOUT',FILE='41ET.DAT')

DO 1 I=1,5

READ(30,100)A(I)

READ(31,100)B(I)

READ(32,100)C(I)

READ(33,100)D(I)

100 FORMAT(F5.0)

1 CONTINUE

DO 3 J=1,5

IF(A(J)>10000.)GOTO 4

IF(B(J)>10000.)GOTO 4

SUB1(J)=A(J)-B(J)

IF(C(J)>10000.)GOTO 4

IF(D(J)>10000.)GOTO 4

SUB2(J)=C(J)-D(J)

WRITE(5,101)SUB1(J),SUB2(J)

101 FORMAT(//////,' OLD SITUATION',2F7.1)

WRITE(5,105)A(J),B(J),C(J),D(J)

105 FORMAT(F6.0,X,F6.0,6X,F6.0,X,F6.0)

WRITE(5,102)

102 FORMAT(' WILT U WISSELEN? (TYPE DAN 5)',3)

ACCEPT 103,ANTW

103 FORMAT(I)

IF(ANTW.NE.5)GOTO 4

WRITE(34,104)C(J)

WRITE(35,104)A(J)

104 FORMAT(F7.0)

WRITE(5,81)

81 FORMAT(' WISSELEND')

GOTO 3

4 WRITE(34,104)A(J)

WRITE(35,104)C(J)

WRITE(5,82)

82 FORMAT(' GELIJK')

3 CONTINUE

END

```

* LINEAR REGRESSION DATA OF SUBTRACTIONS OF MAN. GROUNDWATER OBSERVATION
* Y.H. HEEMSTRA
* DECLARATIONS
REAL AC(3,96),SUM(3),PROD(96),SUMP,DEV(3,96),STDEV(3)
REAL MEAN(3),SUMQ1,SUMQ2,Q1(96),Q2(96),MEANQ,MEANP,DEVSUM,DEVSQ
INTEGER TAL,TEL,SUMPOS,SUMNEG
OPEN(UNIT=31,ACCESS='SEQIN',FILE='715B.DAT')
OPEN(UNIT=32,ACCESS='SEQIN',FILE='715W.DAT')
OPEN(UNIT=33,ACCESS='SEQOUT',FILE='715LR.DAT')
WRITE(33,103)
103 FORMAT(/,12X,' 715LR.DAT',/)
TAL=0
SUM(1)=0
SUM(2)=0
SUM(3)=0
DO 2 J=1,96
  READ(31,100)A(1,J)
  READ(32,100)A(2,J)
100  FORMAT(F)
  IF(A(1,J)>10000.)GOTO 2
  IF(A(2,J)>10000.)GOTO 2
  A(3,J)=A(1,J)-A(2,J)
  TAL=TAL+1
  DO 1 I=1,3
    SUM(I)=SUM(I)+A(I,J)
1  CONTINUE
2  CONTINUE
TEL=0
SUMP=0.
SUMQ1=0
SUMQ2=0
SUMP=0
DO 3 J=1,96
  IF(A(1,J)>10000.)GOTO 3
  IF(A(2,J)>10000.)GOTO 3
  PROD(J)=A(1,J)*A(2,J)
  SUMP=SUMP+PROD(J)
  Q1(J)=A(1,J)**2.
  Q2(J)=A(2,J)**2.
  SUMQ1=SUMQ1+Q1(J)
  SUMQ2=SUMQ2+Q2(J)
  TEL=TEL+1
3  CONTINUE
MEANP=SUMP/TEL
DEVSUM=0
DEVSQ=0
DO 21 I=1,3
  AANT=0
  STDEV(I)=0
  MEAN(I)=SUM(I)/TAL
  WRITE(33,101)I,MEAN(I)
101  FORMAT(' MEAN ',I2,F9.2)
  DO 23 J=1,96
    IF(A(1,J)>10000.)GOTO 23
    IF(A(2,J)>10000.)GOTO 23
    DEV(I,J)=A(I,J)-MEAN(I)
    STDEV(I)=STDEV(I)+(DEV(I,J)**2.)
    AANT=AANT+1
    DEVSUM=DEVSUM+DEV(1,J)
    DEVSQ=DEVSQ+(DEV(1,J)**2.)

```



```

23      CONTINUE
        STDEV(I)=(STDEV(I)/AANT)**0.5
        WRITE(33,147)I,STDEV(I)
147     FORMAT(' STDEV',I2,'6.2)
21      CONTINUE
        EM=(MEANP-(MEAN(1)*MEAN(2)))/STDEV(1)**2.
        E=MEAN(2)-EM*MEAN(1)
        EA=((EM**2.)*(STDEV(1)**2.)/(STDEV(2)**2.))**0.5
        WRITE(33,105)EM
105     FORMAT(/,' SLOPE',F)
        WRITE(33,106)B
106     FORMAT(/,' INTERCEPT',F)
        WRITE(33,108)ER
108     FORMAT(/,' CORRELATION R',F,/)
*      CALCULATION STANDARD ERROR S
        ES=SUMQ2-((SUM(2)**2.)/TAL)
        D=(SUMP-(SUM(1)*SUM(2)/TAL))**2.
        D=D/(SUMQ1-((SUM(1)**2.)/TAL))
        ES=((ES-D)/(TAL-2))**0.5
*      CALCULATION AND TEST CONF. INTERV. OF SLOPE
6       BD1=1.0-2.00*ES/(DEVSQ**0.5)
        BE1=1.0+2.00*ES/(DEVSQ**0.5)
        WRITE(33,169)BD1,BE1
169     FORMAT(' BDV',F,' BEV',F)
        IF(EM.LT.BD1.OR.EM.GT.BE1) GOTO 7
        GOTO 8
7       WRITE(33,186)
186     FORMAT(/,'***** OUTSIDE CONF. INT. SLOPE*****',/)
*      CALCULATION AND TEST CONF. INTERV. OF INTERCEPT
8       BE0=C.-2.00*ES*((SUMQ1/(TAL*DEVSQ))**0.5)
        BE0=0.+2.00*ES*((SUMQ1/(TAL*DEVSQ))**0.5)
        WRITE(33,179)BE0,BE0
179     FORMAT(' BEF',F,' BEF',F)
        IF(B.LT.BE0.OR.B.GT.BE0) GOTO 9
        GOTO 10
9       WRITE(33,189)
189     FORMAT(/,'***** OUTSIDE CONF. INT. INTERCEPT*****',/)
*      F-TEST FOR SIGNIFICANCE OF REGRESSION
10      F=(SUMP-(SUM(1)*SUM(2)/TAL))**2.
        F=F/(SUMQ1-(SUM(1)**2./TAL))
        F=F/ES**2.
        WRITE(33,164)F
164     FORMAT(' F-TEST VALUE=',F)
        IF(F<7.08) GOTO 5
        WRITE(33,183)
183     FORMAT(/,'***** REJECTION ACC. F-TEST*****',/)
5       END

```

DATUM/BUIS	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	425	426	709	710	711	712	713	714	715
25 EDE	1590.	1390.	1410.	1390.	1400.	1370.	1280.	1560.	1480.	1970.	1850.	2320.	2060.	1390.	1550.	1690.	2620.	2430.	1640.	1540.
WAG	1560.	1380.	1365.	1355.	1370.	1350.	1255.	1735.	1550.	1935.	1810.	2305.	2040.	1360.	1520.	1680.	2610.	2405.	1620.	1520.
RES	-35.	1.	-57.	-21.	-24.	-20.	-19.	155.	61.	-33.	-33.	-13.	-13.	-27.	-24.	-21.	-9.	-22.	-18.	-15.
26 EDE	*****	*****	*****	1020.	1040.	1210.	1150.	1640.	1400.	1950.	1820.	2330.	2100.	1220.	1310.	1430.	2520.	2430.	1530.	1410.
WAG	1280.	1120.	1130.	1030.	1035.	1220.	1155.	1630.	1400.	1955.	1820.	2320.	2100.	1230.	1320.	1460.	2520.	2435.	1530.	1410.
RES	*****	*****	*****	7.	-16.	8.	10.	-27.	-12.	6.	6.	-8.	7.	12.	11.	16.	0.	8.	2.	4.
27 EDE	1340.	1160.	1160.	1150.	1170.	1270.	1190.	1630.	1400.	1930.	1810.	2170.	2000.	1310.	1420.	1560.	2520.	2360.	1520.	1400.
WAG	1395.	1210.	1215.	1200.	1210.	1280.	1210.	1655.	1435.	1925.	1800.	2270.	1995.	1310.	1420.	1585.	2520.	2365.	1520.	1405.
RES	36.	54.	48.	53.	35.	9.	26.	8.	23.	-6.	-5.	100.	1.	3.	3.	12.	0.	8.	2.	9.
28 EDE	1500.	1320.	1320.	1250.	1250.	1370.	1300.	1800.	1660.	2020.	1900.	2330.	2110.	1430.	1500.	1660.	2640.	2520.	1650.	1570.
WAG	1480.	1285.	1295.	1240.	1260.	1370.	1305.	1810.	1650.	2020.	1910.	2330.	2115.	1410.	1490.	1660.	2635.	2515.	1645.	1565.
RES	-30.	-26.	-35.	-2.	9.	0.	12.	0.	-14.	5.	18.	2.	12.	-16.	-5.	-12.	-4.	-2.	-3.	0.
29 EDE	1310.	1160.	1160.	990.	990.	1170.	1110.	1560.	1330.	1870.	1740.	2250.	1950.	1320.	1320.	1460.	2480.	2350.	1450.	1300.
WAG	1300.	1150.	1155.	1090.	1095.	1180.	1110.	1570.	1360.	1875.	1745.	2240.	1945.	1240.	1320.	1470.	2470.	2350.	1450.	1300.
RES	-31.	-6.	-12.	96.	92.	8.	5.	-10.	16.	1.	9.	-9.	1.	-77.	1.	-4.	-10.	3.	2.	4.
30 EDE	1570.	1380.	1400.	1300.	1300.	1310.	1230.	1760.	1560.	1920.	1820.	2300.	2030.	1400.	1500.	1650.	2600.	2440.	1600.	1500.
WAG	1550.	1370.	1365.	1310.	1320.	1340.	1260.	1775.	1585.	1925.	1810.	2265.	1995.	1375.	1490.	1650.	2590.	2415.	1590.	1470.
RES	-26.	0.	-47.	20.	21.	30.	36.	4.	18.	4.	-4.	-33.	-29.	-22.	-5.	-12.	-10.	-22.	-8.	-25.
31 EDE	1680.	1520.	1520.	1370.	1370.	1430.	1350.	1930.	1770.	2060.	1950.	2380.	2160.	1490.	1600.	1750.	2730.	2590.	1720.	1620.
WAG	1650.	1510.	1510.	1360.	1370.	1420.	1335.	1930.	1770.	2055.	1945.	2385.	2160.	1490.	1605.	1770.	2735.	2580.	1720.	1615.
RES	-30.	5.	-24.	3.	5.	-9.	-8.	-4.	-1.	3.	4.	8.	7.	4.	12.	9.	6.	-6.	2.	0.
32 EDE	1710.	1650.	1650.	1520.	1520.	1570.	1470.	2040.	1910.	2180.	2060.	2470.	2230.	1570.	1700.	1840.	2850.	2700.	1850.	1750.
WAG	1780.	1640.	1640.	1510.	1520.	1540.	1465.	2040.	1905.	2130.	2020.	2475.	2240.	1565.	1690.	1850.	2860.	2695.	1840.	1740.
RES	71.	9.	-26.	10.	12.	-27.	3.	1.	-2.	-35.	-28.	10.	17.	0.	-2.	0.	12.	-1.	-7.	-4.
33 EDE	1830.	1720.	1700.	1480.	1500.	1560.	1460.	2100.	1970.	2200.	2070.	2580.	2330.	1620.	1700.	1820.	2910.	2770.	1890.	1790.
WAG	1830.	1690.	1710.	1510.	1520.	1560.	1470.	2100.	1980.	2185.	2070.	2555.	2320.	1580.	1690.	1840.	2910.	2765.	1890.	1790.
RES	8.	-9.	-7.	48.	31.	3.	18.	3.	15.	1.	13.	-18.	-3.	-35.	-2.	10.	2.	-1.	3.	6.
34 EDE	1950.	1920.	1830.	1590.	1600.	1700.	1600.	2200.	2110.	2270.	2170.	2650.	2400.	1700.	1870.	1990.	3040.	2910.	2000.	1900.
WAG	1910.	1815.	1845.	1800.	1605.	1680.	1585.	2210.	2120.	2165.	2075.	2620.	2395.	1680.	1810.	1990.	3015.	2870.	2000.	1915.
RES	-25.	-78.	-5.	33.	20.	-16.	-6.	18.	18.	-84.	-80.	-22.	2.	-14.	-48.	-8.	-22.	-35.	3.	22.
35 EDE	1880.	1840.	1820.	1590.	1600.	1770.	1700.	2250.	2200.	2360.	2230.	2730.	2480.	1730.	1890.	2000.	3130.	3010.	2100.	2050.
WAG	1870.	1820.	1850.	1575.	1605.	1760.	1670.	2240.	2190.	2335.	2215.	2690.	2470.	1770.	1900.	2110.	3130.	2995.	2045.	1950.
RES	1.	4.	11.	8.	20.	-5.	-21.	0.	1.	1.	2.	-31.	-2.	47.	22.	102.	4.	-10.	-52.	-92.
36 EDE	1770.	1790.	1720.	1550.	1550.	1720.	1620.	2220.	2170.	2390.	2260.	2700.	2490.	1760.	1850.	2030.	3130.	3040.	2090.	2050.
WAG	1750.	1690.	1710.	1485.	1500.	1660.	1565.	2155.	2100.	2340.	2220.	2705.	2495.	1750.	1840.	2030.	3120.	3025.	2090.	2040.
RES	-15.	-77.	-28.	-44.	-37.	-55.	-46.	-56.	-60.	-22.	-22.	14.	13.	-3.	1.	-8.	-6.	-9.	3.	-2.

BIJLAGE E

TABELLEN

TABEL 1 Lineaire regressie per buis(in mm)

Buis	Slope	Intercept	Correl.
40	0.945 *	92.4 *	0.981
41	0.970 *	31.5 *	0.994
42	1.018 *	-14.3	0.996
43	0.954 *	49.6	0.959
44	0.954 *	58.8 *	0.973
45	0.988	16.3	0.991
46	0.993	2.8	0.990
47	0.957 *	87.8 *	0.992
48	0.972 *	51.0 *	0.995
49	0.938 *	120.8 *	0.985
50	0.972 *	44.6 *	0.987
425	0.983	37.8	0.987
426	0.997	-0.9	0.998
709	0.990	10.0	0.988
710	0.981	23.2	0.981
711	0.990	28.4	0.985
712	0.993	16.9	0.996
713	0.996	7.7	0.998
714	0.998	0.4	0.998
715	0.995	3.3	0.998
alle	0.956 *	79.7 *	0.954

* betekent: valt buiten betrouwbaarheidsinterval
(2-zijdig, 95 % btbh-interval)

Tabel 2 Lineaire regressie per waarneemdatum(in mm)

Datum	Slope	Intercept	Correl.
810115	-		
810128	-		
810213	-		
810227	-		
810313	-		
810327	-		
810414	1.223	-518.2 *	0.791
810428	-		
810514	1.009 *	-11.8	1.000
810527	0.985	-14.2	0.984
810615	1.002	7.4	0.995
810629	0.928 *	228.5 *	0.998
810714	-		
810728	0.977 *	54.1 *	0.999
810814	-		
810828	-		
810914	0.999	-5.2	0.998
810928	0.999	-3.1	1.000
811014	1.026 *	-53.5 *	1.000
811028	1.012	11.8	0.995
811113	0.990	25.5 *	1.000
811127	0.982	59.6 *	0.997
811215	1.026 *	-63.7 *	0.999
811228	0.990	12.4	0.999
Datum	Slope	Intercept	Correl.
820114	0.991	5.0	0.992
820128	0.994 *	13.8 *	1.000
820215	0.984	47.6 *	0.998
820301	1.009 *	-20.4 *	1.000
820315	0.971 *	50.8 *	0.997
820329	0.976 *	33.7 *	0.999
820414	1.006	-15.3 *	1.000
820428	1.002	-7.6	0.998
820514	0.989 *	20.1	0.999
820528	0.980	16.3	0.996
820614	0.985	22.6	0.996
820628	1.025 *	-84.4 *	0.998
820714	0.977	25.6	0.996
820728	-		
820813	-		
820827	-		
820914	0.946 *	122.0 *	0.997
820929	1.026 *	-73.8 *	0.997
821014	0.993	-5.0	0.998
821028	-		
821115	0.997	-13.5	0.998
821129	0.999	0.5	1.000
821214	1.061 *	-156.9 *	0.987
821228	0.996	5.4	1.000
Datum	Slope	Intercept	Correl.
830114	1.016	-27.3	0.999
830128	0.974	87.0 *	0.993
830214	1.000	1.4	1.000

* Betekent: valt buiten betrouwbaarheidsinterval

Vervolg van tabel 2 Lin. regr. per waarn.d.(in mm)

Datum	Slope	Intercept	Correl.
830228	0.963 *	46.0 *	0.997
830314	0.995	-1.7	0.997
830328	1.011	-12.2	0.999
830414	1.018	-58.3 *	0.996
830428	0.990	17.4	0.994
830513	1.014	-60.9 *	0.998
830527	1.012	-70.6 *	0.994
830614	1.000	2.6	0.999
830628	0.952 *	107.3 *	0.997
830714	0.997	-14.3	0.994
830728	0.986	29.4	0.999
830815	1.018	-39.5	0.986
830829	0.992	5.9	0.997
830914	1.073	-200.0 *	0.992
830928	0.980 *	43.6 *	0.998
831014	0.996	12.5	1.000
831028	0.987 *	41.3 *	1.000
831114	0.997	4.6	1.000
831128	0.949 *	65.9	0.989
831214	0.997	11.0 *	1.000
831228	1.009	-21.6 *	1.000
Datum	Slope	Intercept	Correl.
840113	1.041 *	-91.6 *	0.996
840127	0.869 *	298.8 *	0.982
840214	0.988	13.6	0.997
840228	0.979 *	51.1 *	0.998
840314	0.938 *	82.4 *	0.984
840328	0.950 *	97.0 *	0.998
840413	0.982	53.5	0.983
840427	1.026	-59.8	0.974
840514	0.991	23.8	0.997
840528	1.003	-8.6	1.000
840614	0.994	1.1	1.000
840628	1.006	-22.4	0.998
840713	0.989	29.2	0.996
840727	0.997	-35.5	0.995
840814	1.010 *	-27.0 *	1.000
840828	0.997	13.6	0.999
840914	0.990 *	36.4 *	0.999
840928	0.997	10.3	1.000
841015	0.996	9.9 *	1.000
841029	1.060 *	-124.3 *	0.985
841114	1.000	-1.5	1.000
841128	0.996	3.4	1.000
841213	0.984 *	22.5	0.990
841228	0.964 *	109.9 *	0.999
Datum	Slope	Intercept	Correl.

* Betekent: valt buiten betrouwbaarheidsinterval

Tabel 3 Standaardafwijkingen residuen en filterdiepte.

Buis	St.dev.res.(in mm)	Filterdiepte(in m.)
40	60.4	20
41	40.4	11
42	36.3	5
43	77.9	9
44	63.2	6
45	35.7	8
46	35.5	4
47	43.2	7
48	38.2	4.5
49	55.0	20
50	51.3	4
425	51.0	9
426	25.1	4
709	40.5	4
710	53.0	7
711	52.5	4
712	31.6	10
713	26.5	5
714	20.0	7
715	25.3	5
alle	46.2	-

Toelichting bij tabellen 4 t/m 7

W uitschieters Wageningen
E uitschieters Ede
R uitschieters Residue alleen
r uitschieters Residue en op zelfde punt ook W of E

	Criterium	Notatie
Vorst	Temp< 0 gr	VRST
Neerslag op dag zelf	> 1 mm	DAGZ
vorige dag	> 5 mm	NRSL
eervorige	>10 mm	NRSL
Luchtdrukverandering	> 4 mm	LUDR

DATUM/BUIS40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	425	426	709	710	711	712	713	714	715	
810115														E	E					LUDR
810128																				LUDR
810213				E																LUDR
810227				E																LUDR
810313							E	E												LUDR
810327													E							DAGZ, NRSL
810414				E			E	E												NRSL, LUDR
810428							E	E												
810514							E	E												DAGZ, LUDR
810527													E		E	E				DAGZ, LUDR
810615																				DAGZ
810629																				LUDR
810714																				DAGZ, NRSL
810728													E							
810814																				
810828																				
810914								E												LUDR
810928																				
811014																				LUDR
811028																				NRSL
811113																				DAGZ
811127														E						DAGZ
811215																				DAGZ, LUDR
811228																				DAGZ, LUDR
DATUM/BUIS40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	425	426	709	710	711	712	713	714	715	LUDR
820114																				LUDR
820128																				NRSL, LUDR
820215											E									LUDR
820301																				DAGZ, LUDR
820315																				LUDR
820329																				DAGZ, LUDR
820414																				LUDR
820428																				LUDR
820514																				LUDR
820528																				LUDR
820614																				LUDR
820628																				NRSL
820714																				DAGZ
820728											E									LUDR
820813																				DAGZ
820827																				DAGZ
820914																				DAGZ, LUDR
820929																				
821014		E																		DAGZ, NRSL
821028																				LUDR
821115																E				DAGZ, LUDR
821129																				LUDR
821214											E									VRST
821228																				DAGZ, LUDR
DATUM/BUIS40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	425	426	709	710	711	712	713	714	715	DAGZ, LUDR
830114																				DAGZ, LUDR
830128																				DAGZ, LUDR
830214																				
830228																				
830314																				DAGZ, NRSL
830328																				DAGZ, LUDR
830414																				LUDR
830428											E	E								-
830513																				-
830527																				
830614																				DAGZ, LUDR, NRSL
830628																E	E			DAGZ, NRSL
830714																				
830728													E							
830815																				
830829																				
830914																				
830928											E	E								DAGZ, NRSL
831014																				LUDR
831028																				
831114																				
831128																				
831214											E	E								DAGZ, NRSL, LUDR
831228																E				LUDR
DATUM/BUIS40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	425	426	709	710	711	712	713	714	715	NRSL, LUDR
840113																				
840127																				
840214																				E
840228																				
840314																				
840328																				
840413																				
840427																				
840514																				
840528																				
840614																				LUDR
840628																				DAGZ
840713																				DAGZ
840727																				
840814																				
840828																				
840914																				
840928																				
841015																				DAGZ, LUDR
841029																				NRSL
841114																				
841128																				
841213																				DAGZ
841228																				LUDR
DATUM/BUIS40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	425	426	709	710	711	712	713	714	715	LUDR

DATUM/BUIS	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	425	426	709	710	711	712	713	714	715		
810115															W	W					LUDR	
810128																					LUDR	
810213																					LUDR	
810227																					LUDR	
810313		W																			DAGZ, NRSL	
810327													W								NRSL, LUDR	
810414								W	W													
810428								W	W													
810514		W																			DAGZ, LUDR	
810527														W							DAGZ, LUDR	
810615																W	W				DAGZ	
810629																					LUDR	
810714																					DAGZ, NRSL	
810728																						
810814																						
810828																						
810914									W	W											LUDR	
810928																						
811014								W	W					W	W	W					LUDR	
811028																					NRSL	
811113																					DAGZ	
811127																					DAGZ	
811215															W						DAGZ, LUDR	
811228																					DAGZ, LUDR	
DATUM/BUIS	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	425	426	709	710	711	712	713	714	715	LUDR	
820114																					LUDR	
820128																					NRSL, LUDR	
820215																					LUDR	
820301																					DAGZ, LUDR	
820315																					LUDR	
820329																					DAGZ, LUDR	
820414																					LUDR	
820428																					LUDR	
820514																					LUDR	
820528																					LUDR	
820614																					LUDR	
820628																					NRSL	
820714																					DAGZ	
820728																					LUDR	
820813													W								DAGZ	
820827																					DAGZ	
820914																					DAGZ, LUDR	
820929																						
821014																					DAGZ, NRSL	
821028																					LUDR	
821115																					DAGZ, LUDR	
821129																					LUDR	
821214																					VRST	
821228																					DAGZ, LUDR	
DATUM/BUIS	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	425	426	709	710	711	712	713	714	715		
830114														W							DAGZ, LUDR	
830128																					DAGZ, LUDR	
830214																						
830228																						
830314																					DAGZ, NRSL	
830328																					DAGZ, LUDR	
830414																					LUDR	
830428															W						-	
830513																					-	
830527																						
830614																					DAGZ, LUDR, NRSL	
830628																					DAGZ, NRSL	
830714																						
830728																						
830815																						
830829													W									
830914		W							W	W											DAGZ, NRSL	
830928									W	W											LUDR	
831014																						
831028																						
831114																						
831128									W	W				W							DAGZ, NRSL, LUDR	
831214														W							LUDR	
831228																						
DATUM/BUIS	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	425	426	709	710	711	712	713	714	715		
840113								W	W												NRSL, LUDR	
840127										W	W											
840214								W														
840228																						
840314																						
840328																					DAGZ, NRSL	
840413																					LUDR	
840427																						
840514																					LUDR	
840528																					DAGZ	
840614																					DAGZ	
840628																						
840713								W	W										W		-	
840727																			W			
840814																			W			
840828																						
840914																					DAGZ, LUDR	
840928																					NRSL	
841015																						
841029				W	W								W						W	W	W	DAGZ
841114							W	W					W						W	W	W	LUDR
841128							W	W					W						W	W	W	LUDR
841213			W	W			W	W											W	W	W	DAGZ
841228		W	W	W			W	W	W	W									W	W	W	LUDR
DATUM/BUIS	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	425	426	709	710	711	712	713	714	715		

DATUM/BUIS40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	425	426	709	710	711	712	713	714	715	
810115																				LUDR
810128																				LUDR
810213																				LUDR
810227																R				LUDR
810313																		R		DAGZ, NRSL
810327																				NRSL, LUDR
810414																				
810428																				DAGZ, LUDR
810514																				DAGZ, LUDR
810527																r	r			DAGZ
810615											R					r				LUDR
810629			R	R	R	R							R					R	R	DAGZ, NRSL
810714																				
810728																				
810814																				LUDR
810828																				
810914																				LUDR
810928																				NRSL
811014																				DAGZ
811028												R	R	R	R					DAGZ
811113																				DAGZ, LUDR
811127											R									DAGZ, LUDR
811215																				LUDR
811228																				
DATUM/BUIS40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	425	426	709	710	711	712	713	714	715	
820114											R									LUDR
820128																				NRSL, LUDR
820215																				LUDR
820301																				DAGZ, LUDR
820315																				LUDR
820329																				DAGZ, LUDR
820414																				LUDR
820428																				LUDR
820514																				LUDR
820528																				LUDR
820614																		R	R	NRSL
820628																				DAGZ
820714												r								LUDR
820728																				DAGZ
820813																				DAGZ
820827																				DAGZ, LUDR
820914																				
820929																				DAGZ, NRSL
821014																				LUDR
821028																				DAGZ, LUDR
821115																				LUDR
821129																				VRST
821214			R	R		r														DAGZ, LUDR
821228																				
DATUM/BUIS40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	425	426	709	710	711	712	713	714	715	
830114																		R	R	DAGZ, LUDR
830128														R	R	R				DAGZ, LUDR
830214																				
830228																		R		DAGZ, NRSL
830314																				DAGZ, LUDR
830328																				LUDR
830414																				-
830428																				-
830513																				
830527			R			R	R												R	DAGZ, LUDR, NRSL
830614																				DAGZ, NRSL
830628																				
830714																				
830728																				
830815																				
830829																				
830914																				DAGZ, NRSL
830928																				LUDR
831014																				
831028																				
831114																				
831128																				DAGZ, NRSL, LUDR
831214																				LUDR
831228																				
DATUM/BUIS40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	425	426	709	710	711	712	713	714	715	
840113																				NRSL, LUDR
840127			R	R	R	R	R	R												
840214																				
840228																				
840314																				
840328																				DAGZ, NRSL
840413																				LUDR
840427																				
840514																				LUDR
840528																				DAGZ
840614																				DAGZ
840628																				
840713																				
840727																				
840814																				
840828																				
840914																				DAGZ, LUDR
840928																				NRSL
841015																				
841029																				DAGZ
841114																				LUDR
841128																				LUDR
841213																				DAGZ
841228																				LUDR
DATUM/BUIS40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	425	426	709	710	711	712	713	714	715	

Tabel 8 Foutentypen en hun vermoedelijke oorzaak.

	dm	n(1/2)	w	kl	?
dagz	11''	1'			'
ludr	'	1			11
nrs1	'				
vrst			1		
over	11111	111	1	11	

' = deze fout kan ook voor de helft door een ander weertype(met ') veroorzaakt zijn.

dagz,ludr,nrs1 en vrst zie categorisatie weer.(3.8)

over = overig.

dm = decimeterfout(ruim begrip)

n(1/2)= notatie in 1/2 cm's

w = verwisseling

kl = kleine fout (< 5 mm)

? = niet-ingedeelde fout

Tabel 9 Gelijktijdige uitschieters Ede-Ctt en weer.

	aant.data "schuld" per type
dagz	7
ludr	7
nrs1	3
over	5
totaal	22

Tabel 10 Gelijktijdige uitschieters Ede en Ctt door de jaren.

Jaar	Aantal
1981	9
1982	0
1983	5
1984	27

