

NN31545.0728

maart 1973
it voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

HET METEN VAN HET NIET PARALLEL LOPEN VAN
GAMMA MEETBUIZEN BIJ DE GAMMA TRANSMISSIE METHODE

J. Pankow

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

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
eenvouwige weergave van cijferreeksen, als op een concluderen-
de 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.



1789304

INHOUD

	blz.
1. INLEIDING	1
2. DE BEPALING VAN HET NAT VOLUME GEWICHT VAN DE GROND	1
2.1. Voorwaarden waaraan de meetopstelling moet voldoen	3
2.2. Het in de grond brengen van de meetbuizen	4
2.3. Bepaling van de absolute waarden van droog volumegewicht en volume fractie water	5
3. HET METEN VAN DE SCHEEFSTELLING	6
4. ANALYSE VAN SCHEEFSTELLINGSMETINGEN	8
SAMENVATTING	15
LITERATUUR	16

1. INLEIDING

Voor de bepaling van de vochtveranderingen in een ongestoord profiel in het veld kan gebruik worden gemaakt van de gamma transmissiemethode. Een volledige beschrijving en ijking van de meetapparatuur is reeds gegeven door RYHINER en PANKOW, 1969.

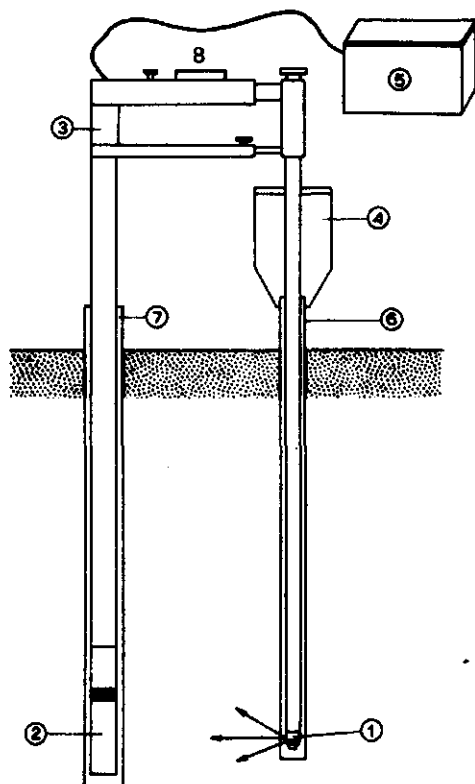
Voor een juiste interpretatie van de meetresultaten is het noodzakelijk dat de beide geleide buizen parallel lopen en dat de juiste afstand bekend is. Door Ryhiner en Pankow werd reeds aangetoond, dat het niet parallel lopen van de buizen aanleiding geeft tot systematische afwijkingen in de berekende natte volume gewichten van de grond. Een theoretische beschouwing over het verband tussen de diepte onder maaiveld en de afstand tussen de bron en de detector bij niet parallel lopende buizen is gegeven door RIJTEMA, 1969.

In beide bovengenoemde publicaties wordt aangetoond hoe bij een bekende scheefstelling van de meetbuizen de correcties tengevolge van deze scheefstelling moeten worden toegepast.

In deze nota worden enkele voorwaarden genoemd voor het plaatsen van de meetbuizen en de wijze waarop de scheefstelling van de meetbuizen in een proefobject met behulp van een eenvoudige methode kan worden bepaald.

2. DE BEPALING VAN HET NAT VOLUMEGEWICHT VAN DE GROND

Voor het bepalen van de vochtinhoud van een profiel met radioactieve isotopen is men niet gebonden aan de gamma transmissie methode (fig. 1). Men kan bijvoorbeeld ook de verstrooiingsmethode gebruiken of de vochtinhoud van een profiel bepalen met behulp van een neutronensonde. Bij het onderzoek is men vaak niet alleen geïnteresseerd in de vochtinhoud van het totale profiel, maar wil men



- 1 = bron. 20 m. ci. cs^{137}
- 2 = ontvanger
- 3 = frame
- 4 = container
- 5 = telkast
- 6 = bronbuis
- 7 = ontvangerbuis
- 8 = waterpas

Fig. 1. Schematische weergave van het meetprincipe van de gamma transmissie methode

bovendien gegevens over de vochtverdeling in dunne lagen met de diepte hebben. De gammastralen transmissie methode is hiervoor zeer geschikt mits de juiste droge volume gewichten van de grond bekend zijn. De natte dichtheid of het nat volume gewicht, welke wordt afgeleid van de ijkingscurve van het apparaat wordt sterk beïnvloed door de geometrie van de stand van de detector ten opzichte van de gammabron. De afstand tussen bron en detector moet horizontaal 40 cm bedragen in verband met de uitgevoerde calibratiemetingen van de apparatuur.

Is de afstand tussen buizen afwijkend, dan worden bij te kleine afstanden te lage natte dichtheden en bij te grote afstanden te grote dichtheden bepaald.

In de praktijk levert het nogal wat problemen op om onder veldomstandigheden twee buizen parallel aan elkaar, met een onderlinge afstand van 40 cm in de grond te brengen. Het mechanisch inbrengen van de meetbuizen heeft bezwaren omdat men bij deze methode met

zwaar materiaal het land in moet en vernieling van het gewas bij deze methode niet kan uitblijven. Bovendien kan bij gebruik van zwaar materiaal een zodanige verdichting in het bodemprofiel optreden, dat de gekozen plaats niet meer representatief is voor de rest van het terrein.

Teneinde de gamma transmissie techniek toch algemeen bruikbaar te maken is een methode ontwikkeld om door metingen de afwijkingen op de gewenste diepten onder maaiveld ten opzichte van de calibratie-afstand te berekenen.

2.1. Voorwaarden waaraan de meetopstelling moet voldoen

Alvorens men met het in brengen der meetbuizen begint moet men zich afvragen of de gekozen meetopstelling op de goede plaats komt te staan. Het profiel op deze plaats moet namelijk een goede doorsnede vormen van de profielen zoals die voorkomen in het gehele proefobject.

Het laten karteren van het te onderzoeken object is van zeer groot belang, omdat men daaruit kan bepalen welk bodemprofiel in het object representatief is voor het gehele object. Ook kan men uit de bodemkartering bepalen hoeveel herhalingen nodig zijn om een zo goed mogelijk gemiddelde indruk te krijgen van de eigenschappen van de grond.

De gelaagdheid van de grond speelt bij een duplometing een belangrijke rol. Immers om een gemiddelde indruk te verkrijgen moet men tenminste over een duplometing beschikken. Hierbij kan de heterogeniteit van de profielopbouw van de bodem de bedoeling van een duplometing verstoren.

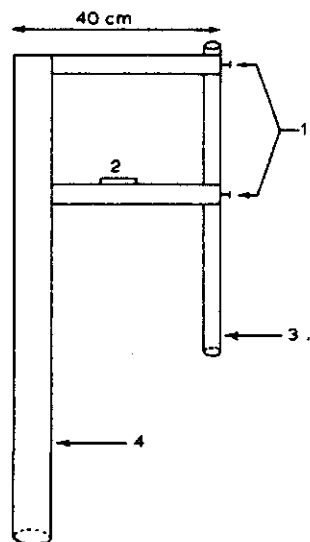
De beste plaats waar de metingen kunnen worden geplaatst is in het midden van het te meten perceel, omdat veel hydrologische berekeningen betreffende de grondwaterstroming hiervan uitgaan. Ook belangrijk is de plaats waar men de monsters vandaan haalt voor de bepaling van de vocht karakteristieken. Deze plaats kan men aan de hand van de bodemkartering vaststellen en afwegen of deze gelijk is aan de opbouw van het bodemprofiel ter plaatse van de gammameetopstelling.

2.2. Het in de grond brengen van de meetbuizen

Als men de opbouw van het profiel van het object kent, kan men overgaan tot het plaatsen van de gammameetbuizen. De eerste vereiste is dat de buizen goede aansluiting vinden met de bodem; daarom is zowel voor detector als bronbuis het gebruik van boren met eenzelfde diameter nodig.

Belangrijk is dat de grond die uit het boorgat van de detectorbuis komt, laagsgewijs wordt gebruikt als monster ter bepaling van het gewichtspercentage vocht en gewichtspercentage grond. Indien de grond veel organische stof bevat moet tevens het percentage organische stof worden bepaald.

Het is hierbij af te raden om te dicht in de buurt van de meetopstelling nog extra monsters te steken. De gaten in de omgeving van de meetopstelling kunnen dan als droge plekken de metingen gaan beïnvloeden. In het geboorde gat drukt men de detectorbuis en met behulp van een geleideframe (fig. 2) boort men het gat voor de bronbuis.



- 1 = stelschroeven voor opschuiven geleiderbuis
- 2 = waterpas
- 3 = geleiderbuis bronbuis
- 4 = buis die in de detectorbuis wordt geplaatst

Fig. 2. Schematische weergave van het geleideframe dat wordt gebruikt bij het plaatsen van de buizen voor de gamma transmissie methode

Dit moet gebeuren door de geleiderbuis voor de bronbuis met behulp van een smalle gutsboor, waarvan de diameter gelijk is aan

de diameter van de bronbuis. De bronbuis kan nu door de geleiderbuis in het gestoken gat worden gedrukt. Met behulp van het geleideframe is de afwijking in de scheefstelling meestal minder dan 1 cm tot op een diepte van 1 m beneden maaiveld.

2.3. Bepaling van de absolute waarden van droog volumegewicht en volumefractie water

Direct na het plaatsen van de buizen wordt de eerste serie gammametingen verricht. Met behulp van dit gegeven en de gewichtspercentages aan water en organische stof, kan op iedere meetdiepte het droogvolumegewicht en het vochtgehalte op volumebasis worden berekend. Door Ryhiner en Pankow (1969) is aangetoond, dat men voor de verschillende bodemcomponenten van één ijkingscurve gebruik kan maken, mits men de verschillende componenten op basis van de zogenaamde 'electronen dichtheid' uitdrukt zodat geldt:

$$q_{\gamma} = 0,9 q_m + q_w + 1,01 q_o$$

hierin is:

q_{γ} het totale volumegewicht volgens de gammameting in gr. cm^{-3}

q_m het volumegewicht van het minerale deel in gr. cm^{-3}

q_w het volumegewicht aan water in gr. cm^{-3}

q_o het volumegewicht aan organisch materiaal in gr. cm^{-3}

Aangezien de gewichtspercentages water en organisch materiaal worden uitgedrukt ten opzichte van de minerale component kunnen zij worden weergegeven als:

$$\text{gewichtspercentage H}_2\text{O} = 100 \frac{q_w}{q_m} \quad \text{en}$$

$$\text{gewichtspercentage organische stof} = 100 \frac{q_o}{q_m}.$$

Een splitsing in de verschillende componenten is nu mogelijk door substitutie, omdat voor de meting, direct na de plaatsing van de buizen geldt:

$$q_{\gamma} = \left\{ 0,9 + \frac{\text{gew. \% H}_2\text{O}}{100} + 1,01 \frac{\text{gew. \% org. stof}}{100} \right\} q_m$$

Deze bepalingen moeten geschieden voor elke laag die men wil onderzoeken.

3. HET METEN VAN DE SCHEEFSTELLING

Voor het bepalen van de scheefstelling van de gammabuizen kan men van verschillende methoden gebruik maken, namelijk:

- a. berekende afstand door middel van bemonsteringen;
- b. gemeten afstand na uitgraven van de meetbuizen;
- c. berekende afstand met behulp van bovengrondse afwijkingen.

De bemonsteringsmethode kan op twee manieren gebeuren n.l. door, na een gammameting in de omgeving van de buizen, maar buiten de invloedssfeer van de meting, volumemonsters van de gemeten diepten te steken.

Het grote bezwaar van deze methode is, dat men tengevolge van de heterogeniteit van de bodem niet zeker is, dat de monsters representatief zijn voor de verdeling en absolute waarden van de componenten binnen de meetsfeer.

De andere manier houdt in dat de volumemonsters worden gestoken binnen de meetsfeer direct na de laatste gammameting aan het einde van het meetseizoen. Met behulp van deze gegevens kan de scheefstelling worden berekend. Het bezwaar van deze methode is dat de bepaling eerst aan het einde van de proef kan geschieden, zodat vooral bij langdurige proeven de correcties op scheefstelling niet in een vroeger stadium bekend zijn. Dit heeft tot gevolg dat er met de verwerking van de meetgegevens te lang moet worden gewacht.

Met behulp van de door Ryhiner en Pankow (1969) ontwikkelde relatie voor het verband tussen stralingsintensiteit, dichtheid en afstand is een tabel berekend die het verband weergeeft tussen de afwijking in de afstand van 40 cm en de correctie op het nat volumegewicht, die moet worden toegepast om de afstandsfout te compenseren. Deze gegevens zijn vermeld in tabel 1.

Tabel 1. Correctiefactoren voor het nat volumegewicht bepaald volgens de gammametingen bij afwijkingen in de afstand ten opzichte van de 40 cm calibratie-afstand

D in cm	Correctiefactor scheefstelling $(\frac{0,9^q d + q w}{q_\gamma})$									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
35	1,243	1,237	1,231	1,226	1,220	1,215	1,210	1,205	1,200	1,194
36	1,188	1,183	1,178	1,173	1,168	1,163	1,158	1,153	1,148	1,143
37	1,138	1,133	1,128	1,123	1,118	1,113	1,109	1,104	1,099	1,094
38	1,090	1,085	1,080	1,076	1,071	1,066	1,061	1,057	1,052	1,048
39	1,044	1,040	1,035	1,031	1,026	1,021	1,016	1,012	1,008	1,004
40	1,000	0,994	0,990	0,986	0,982	0,979	0,975	0,972	0,968	0,965
41	0,961	0,958	0,954	0,950	0,946	0,943	0,940	0,936	0,933	0,930
42	0,926	0,923	0,919	0,916	0,913	0,909	0,906	0,903	0,900	0,897
43	0,893	0,890	0,887	0,884	0,881	0,877	0,874	0,871	0,868	0,865
44	0,862	0,859	0,856	0,854	0,851	0,848	0,845	0,842	0,839	0,837

De tweede methode voor het bepalen van de scheefstelling houdt in dat de afstand van de meetbuizen wordt bepaald na afloop van het meetseizoen. De afstand van de buizen wordt bepaald nadat er een gat is gegraven, terwijl de buizen zich nog in het profiel bevinden. De afstanden kunnen dan op elke gewenste diepte worden gemeten. Hoge grondwaterstanden kunnen bij deze methode storend optreden.

Voor de bepaling van de afstand met behulp van bovengrondse afwijkingen is een eenvoudig apparaat ontwikkeld, waarmee de afwijking door middel van metingen boven de grond kan worden bepaald.

Voor het meten van de scheefstelling van de gammabuizen worden bij deze methode 2 stangen met zuigers gebruikt, één voor de detectorbuis en één voor de bronbuis (fig. 3).

Het meetprincipe gaat er van uit dat men de denkbeeldige as in het midden van iedere buis verlengt tot een bepaalde hoogte boven maaiveld. Nu kunnen de bovengrondse afwijkingen op elke willekeurige hoogte worden gemeten. De onderlinge afstand van de zuigerstangen wordt gemeten met een grote schuifmaat of met een eenvoudig meetlint. Door dit een aantal keren op verschillende

hoogten boven maaiveld te herhalen wordt een goed gemiddelde van de afstand tussen de twee buizen verkregen.

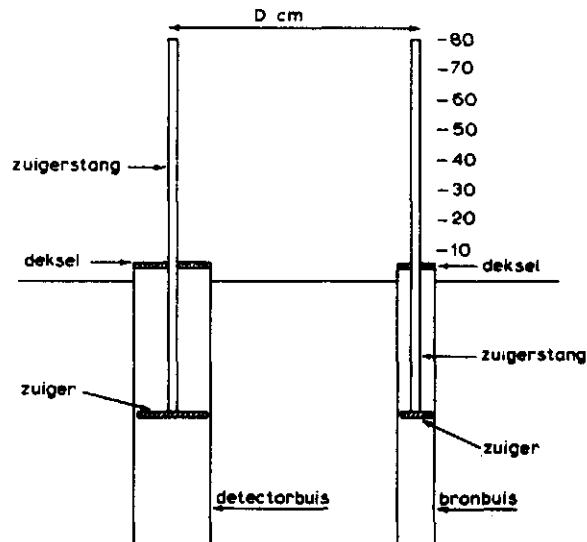


Fig. 3. Schematische weergave van de meettechniek voor het bepalen van de scheefstelling van de meetbuizen.

De gevonden waarden kunnen worden doorgerekend met de formule (RIJTEMA, 1969):

$$D^2 = a l^2 + b l + c$$

waarin D = de afstand tussen de hartlijnen van beide buizen in cm

l = de diepte in cm

Met behulp van de metingen op verschillende hoogten boven het maaiveld worden de constanten a , b en c in de vergelijking bepaald. Met deze constanten in de vergelijking kan nu voor iedere diepte onder maaiveld de afstand tussen de beide buizen worden berekend.

4. ANALYSE VAN SCHEEFSTELLINGSMETINGEN

In tabel 2 is een voorbeeld gegeven van de berekening van de afwijkingen van de calibratie-afstand van 40 cm in een homogeen zavelprofiel volgens drie methoden, namelijk:

1. de berekende afstand met het apparaat met behulp van bovengrondse afwijkingen;
2. directe meting van de afstand na uitgraven van de meetbuizen;
3. door volumemonsters te steken tussen de gammameetbuizen direct na de laatste gammameting.

Tabel 2. Overzicht methoden van de berekening en bepaling van de scheefstelling van de gammameetbuizen in een homogeen zavelprofiel te Geestmerambacht

Diepte cm -mv	q_n^Y	$0,9 q_d + q_{H_2O}$	$\frac{0,9 q_d + q_{H_2O}}{q_n^Y}$	Berekende afstand d. m. v. boven- grondse metingen	Gemeten afstand na uitgraven buizen	Berekende afstand na volume be- monstering
10	1,485	1,483	0,9986	40,03	39,55	40,03
20	1,566	1,588	1,0140	39,65	39,25	39,65
30	1,590	1,635	1,0283	39,28	38,95	39,36
40	1,604	1,673	1,0430	38,91	38,65	39,02
50	1,563	1,655	1,0589	38,54	38,35	38,65
60	1,561	1,680	1,0762	38,16	38,05	38,30
70	1,530	1,670	1,0915	37,80	37,70	37,95
80	1,506	1,665	1,1056	37,44	37,40	37,65
90	1,409	1,585	1,1249	37,08	37,15	37,25
100	1,354	1,548	1,1433	36,72	36,80	36,90

hierin is

q_n^Y het met het gamma-apparaat gemeten nat volume gewicht van de grond (gr. cm^{-3})

q_d het bemonsterde droog volume gewicht van de grond (gr. cm^{-3})

q_{H_2O} het volume gewicht water (gr. cm^{-3})

Hierbij moet worden vermeld dat bij het plaatsen van de gammameetbuizen het frame voor het inbrengen van de buizen niet was gebruikt. De buizen werden zonder geleiding naast elkaar in de grond gebracht, wat ook is te zien aan de grote afwijking ten opzichte van 40 cm calibratie-afstand.

De afstandsafwijking op basis van de bemonstering is bepaald uit de verhouding $(0,9 q_d + q_{H_2O})/q_n^Y$ en de gegeven bijbehorende afstanden in tabel 1.

De bemonsteringen zijn uitgevoerd in een homogeen zavel profiel. Het blijkt uit tabel 2 dat de methode met berekeningen uit volumemonsters voor correctie van de scheefstelling voldoet, mits men over betrouwbare bemonsteringen beschikt. Zijn de monsters niet representatief voor de gehele 40 cm brede grondkolom dan is berekening van de scheefstelling via bemonstering tussen de buizen uitgesloten. Dit komt vaak voor in profielen waar de opbouw van de bodem heterogeen is en als er scherpe overgangslagen voorkomen. In figuur 4 zijn de gemeten en berekende afstanden van de meetbuizen weergegeven voor twee profielen; in fig. 4a voor een grofzandig profiel met veel grind en scherpe overgangen en in fig. 4b voor een homogeen zavel profiel.

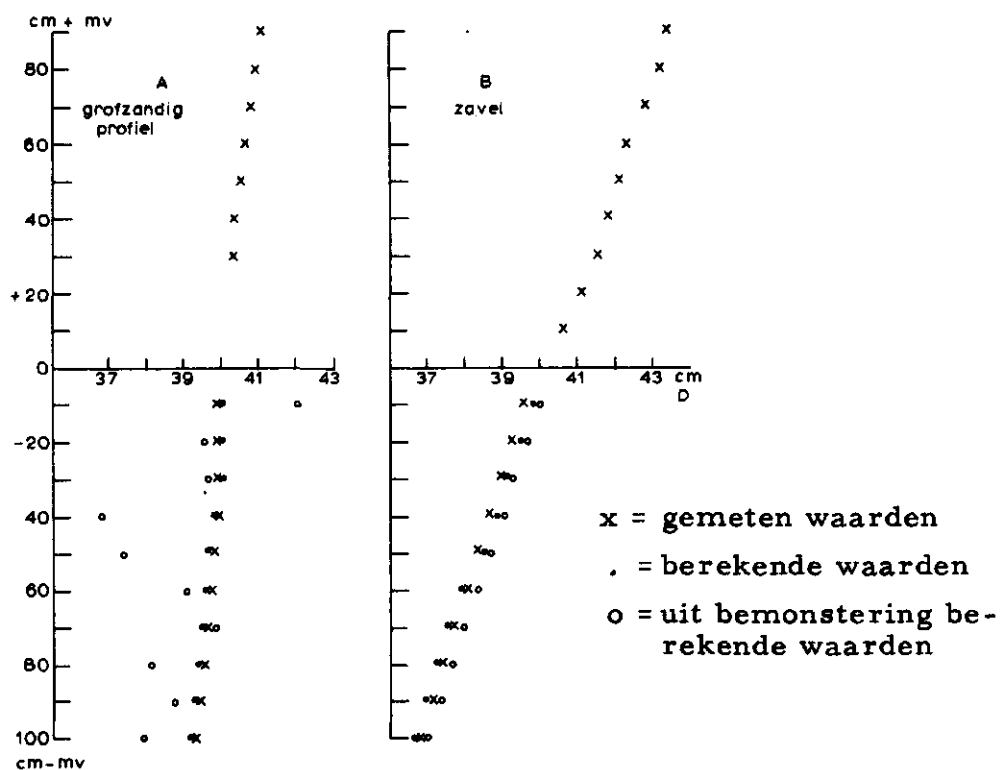


Fig. 4. Vergelijking van de berekende en gemeten afstand op verschillende diepten tussen de buizen
 a. voor een grofzandig profiel met veel grind en scherpe overgangen
 b. voor een homogeen zavel profiel

Het blijkt uit fig. 4b dat de berekening van de scheefstelling via bemonstering goed gaat doch is het profiel heterogeen zoals

in fig. 4a dan is het uitgesloten om via deze weg tot correcties op scheefstelling te komen.

De mogelijkheden om voldoende volumemonsters tussen de buizen te steken in het grofzandige profiel, zijn tengevolge van de voorkomende grindlagen te beperkt om betrouwbare resultaten te krijgen. De beste resultaten zou men krijgen indien in een dergelijk profiel de gehele afstand zou kunnen worden bemonsterd, doch dit is in de praktijk in zulke gronden niet te realiseren. Met het in de grond drukken van de monsterring verbreekt men de omgeving van het te bemonsteren gedeelte van het profiel. Vooral gebeurt dit als het profiel grind bevat en de grond droog is, wat hier dus het geval is geweest. In fig. 5 zijn de duplo volume bemonsteringen van de verschillende lagen van het grofzandig profiel weergegeven.

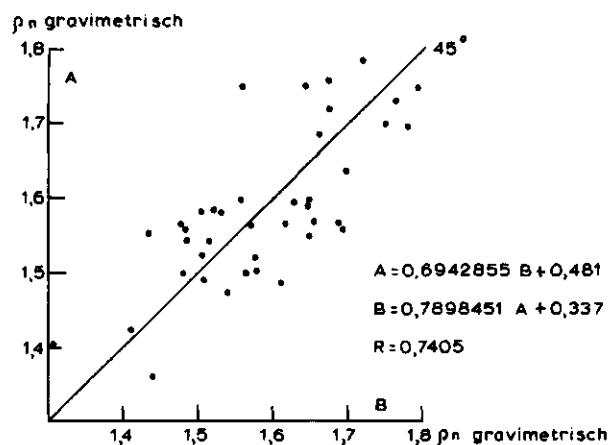


Fig. 5. Het verband tussen de duplo metingen met volumemonsters van de natte dichtheid in grofzandig grindrijke profielen

De onderlinge spreiding is te groot om tot een betrouwbare correctie van de scheefstelling van de meetbuizen te komen. Tabel 3. geeft de resultaten van een aantal bemonsteringen en de procentuele afwijkingen ten opzichte van de gammametingen. De grootste procentuele afwijkingen zijn te wijten aan grindbanken en leemlagen die ongelijk in het profiel voorkomen. Tevens moet worden vermeld dat het contact van de meetbuizen met het grofzandig profiel niet ideaal was. Grote ruimten tussen de buizen en de grond konden niet worden aangetoond maar de buizen zaten wel los in de boorgaten, mede doordat de grond tijdens de bemonstering erg droog was.

Tabel 3. Procentuele afwijking van de bemonsterde waarden ten opzichte van de met het gamma-apparaat gemeten waarden

Diepte in cm	Gravi- metrisch ρ_n	Gamma- meting ρ_n^Y	$100 \left(\frac{\rho_n^Y}{\rho_n} - 1,00 \right)$ %	Diepte in cm	Gravi- metrisch ρ_n	Gamma- meting ρ_n	$100 \left(\frac{\rho_n^Y}{\rho_n} - 1,00 \right)$ %
10	1,520	1,4767	- 2,8	10	1,531	1,5461	+ 1,0
20	1,415	1,3336	- 5,8	20	1,617	1,4793	- 8,5
30	1,496	1,6315	+ 9,0	30	1,652	1,6354	- 1,0
40	1,527	1,6036	+ 5,0	40	1,554	1,6298	+ 4,9
50	1,619	1,5971	- 1,4	50	1,489	1,5100	+ 1,4
60	1,626	1,6097	- 1,0	60	1,539	1,5024	- 2,4
70	1,748	1,7421	- 0,3	70	1,750	1,6550	- 5,4
80	1,723	1,7205	- 0,1	80	1,714	1,7411	+ 1,6
90	1,695	1,7442	+ 2,9	90	1,737	1,7310	- 0,3
100	1,608	1,6707	+ 3,9	100	1,672	1,6952	+ 1,4

Bij de gammametingen moet extra worden gelet op de diepte-afstelling van het gammameetapparaat. Bij scherpe overgangslagen in de grond kan een paar millimeter fout in diepte-afstelling een groot verschil in dichtheid weergeven wat in de vochtbalans als extra vocht of te weinig vocht naar voren komt. In werkelijkheid zijn deze 'extra vochtverschillen' dan verschillen in droog volume-gewicht wat tijdens de bemonstering niet naar voren komt. Deze fout in diepte-afstelling kan optreden doordat de bovenste laag grond opzwellt door vorst of vocht. Het is dus vereist om steeds 6 cm bronbuis boven maaiveld aan te houden. Deze 6 cm bronbuis is noodzakelijk als opzetstuk voor de container waarin de gamma-bron is opgeborgen. De container moet als het ware rusten op deze 6 cm buis en precies het oppervlak van de grond raken, omdat vanaf de onderkant van de container de meetdiepte wordt ingesteld.

Als de grond eventueel omhoog komt, dan kan men het eenvoudigst deze verwijderen en na het krimpen van de grond deze weer terugbrengen. Aanstampen met de container is niet aan te raden omdat men dan de dichtheid van de bovenste laag verandert.

Uit de verkregen resultaten bij de berekening van de scheefstelling van de gammabuizen door middel van bemonstering en directe metingen blijkt, dat in de praktijk het beste kan worden gewerkt

voor het bepalen van de scheefstelling van de gammabuizen met behulp van de methode met het meten van de bovengrondse afwijkingen. Tabel 4 geeft een voorbeeld van de berekening van de gecorrigeerde waarden van de gammametingen.

Tabel 4. Berekening van de gemeten natte dichtheden met het gamma-apparaat

Diepte in cm	Bovengronds gemeten afstand	Berekende afstand - mv	Correctie factor	Gemeten Imp/sec.	Ongecorrigeerd Q_n	Gecorrigeerd Q_n^Y
10		39,76	0,9884	213	1,494	1,477
20	40,15	39,71	0,9864	284	1,352	1,334
30	40,15	39,65	0,9840	152	1,658	1,631
40	40,20	39,58	0,9814	160	1,634	1,604
50	40,22	39,49	0,9786	161	1,632	1,597
60	40,25	39,40	0,9750	154	1,651	1,610
70	40,28	39,39	0,9716	114	1,793	1,742
80	40,30	39,17	0,9671	117	1,779	1,721
90	40,45	39,04	0,9626	109	1,812	1,744
100		38,90	0,9580	126	1,744	1,671

De bovengronds gemeten afstanden zijn gebruikt om in de vergelijking $D^2 = a l^2 + b l + c$ de constanten a , b en c te berekenen. Daarna is met behulp van de berekende constanten, de afstand tussen de buizen op elke 10 cm diepte onder maaiveld berekend. De bij de afstand behorende correctiefactor is uit tabel 1 afgeleid.

Om een indruk te verkrijgen hoe de gecorrigeerde op scheefstelling gemeten waarden liggen ten opzichte van de gravimetrisch bepaalde dichtheden is figuur 6 samengesteld. Fig. 6A geeft de ongecorrigeerde waarden van de gammametingen ten opzichte van de gravimetrisch bepaalde dichtheden. De spreiding is grotendeels te wijten aan de heterogeniteit van de gravimetrisch bepaalde monsters van de grofzandige profielen, zoals deze is gebleken in fig. 5. In fig. 6B zijn de op scheefstelling gecorrigeerde waarden van de gammametingen weergegeven. De berekende regressielijnen geven voor de beide gevallen een duidelijk verschil in helling aan, waarbij na correctie op scheefstelling, de theoretisch te verwachten 45° lijn uit de oorsprong zeer dicht wordt benaderd.

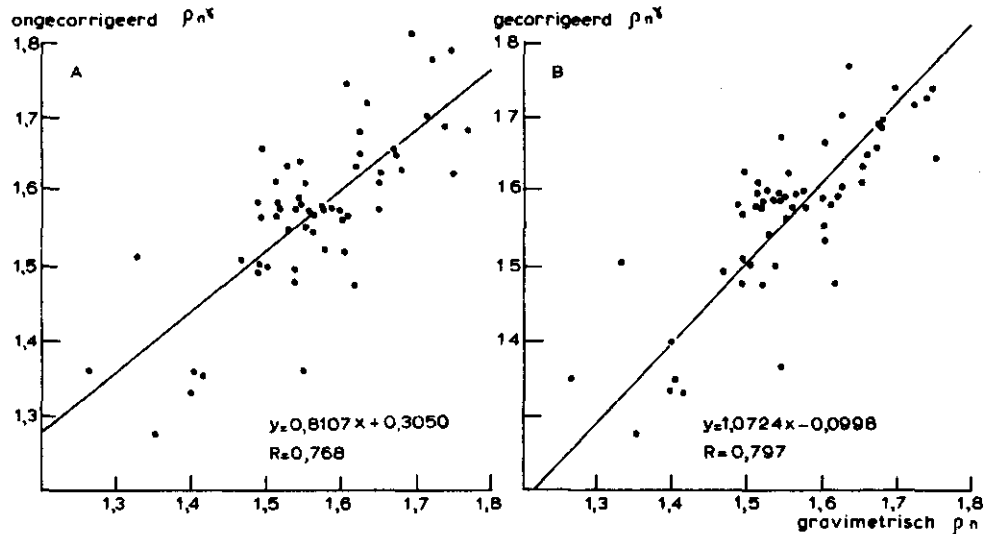


Fig. 6. Het verband tussen de gravimetrisch bepaalde natte dichtheid en de waarde volgens de gammametingen in grofzandige grindrijke profielen.
A. zonder correctie op scheefstelling
B. met correctie op scheefstelling

Voor een nadere controle van de uit bovengrondse metingen berekende afstanden tussen de buizen in het profiel in deze grofzandige grindrijke profielen zijn aan het einde van de proef een zes-tal meetopstellingen uitgegraven en werd de afstand tussen de buizen op verschillende diepten onder maaiveld gemeten. In fig. 7 zijn de berekende en de gemeten afstanden ten opzichte van elkaar weergegeven. De spreiding lijkt groot door de sterk vergrote schaal langs de assen. De berekende regressielijn nadert zeer dicht tot de 45° lijn. De berekende standaardafwijking bedraagt 0,0226 cm.

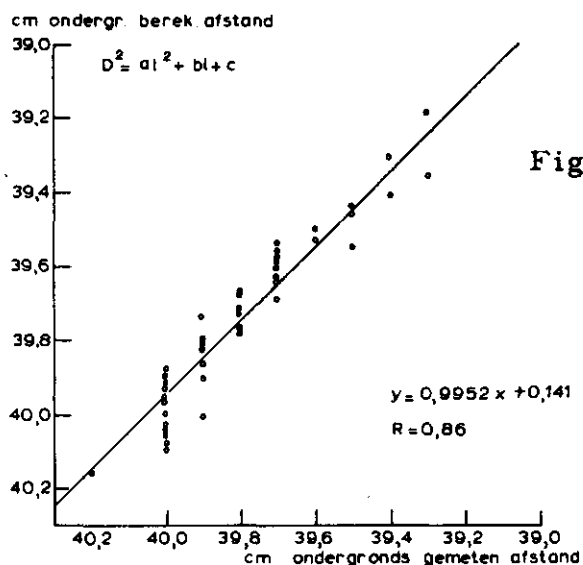


Fig. 7. Het verband tussen de gemeten en uit bovengrondse metingen berekende afstand tussen de meetbuizen in grofzandige grindrijke profielen

SAMENVATTING

Voor het meten van dichtheden van ongestoorde profielen wordt gebruik gemaakt van de gammastralen transmissie methode.

Het nadeel van deze methode is dat er van twee buizen gebruik moet worden gemaakt, waardoor moeilijkheden ontstaan door het niet parallel lopen van de meetbuizen in het profiel.

In deze nota worden methoden naar voren gebracht hoe men de scheefstelling van de twee meetbuizen kan berekenen, namelijk

1. door bemonstering met volumemonsters tussen de gammameetbuizen;
2. door direct de afstand beneden maaiveld te meten, door het uitgraven van de meetbuizen;
3. de afstand te berekenen met behulp van een apparaat waarmee bovengrondse afstanden worden gemeten.

De eerste methode kan voldoen mits men over een homogeen profiel beschikt en een goede bemonstering uitvoert, terwijl de tweede methode meestal voldoet. Het grootste bezwaar is bij deze methoden dat de berekeningen dan pas kunnen starten als deze metingen zijn uitgevoerd. Het gevolg is dat verder meten niet meer mogelijk is. In lysimeters veroorzaakt deze methode een totale vernieling van de grond kolom en men kan met de lysimeters weer opnieuw beginnen met het steken van ongestoorde kolommen grond wat in zijn geheel een zeer kostbare zaak is. De derde methode voldoet goed en op elk gewenst tijdstip kan de scheefstelling van de meetbuizen worden bepaald zonder verstoring van de metingen en van het profiel.

De vochtgehalteberekeningen uit de metingen met het gamma-apparaat kunnen hierdoor direct worden uitgevoerd wat een intensieve controle op de vochtveranderingen in het profiel mogelijk maakt.

Storende factoren bij de metingen kunnen door scherpe overgangslagen worden veroorzaakt, waardoor de diepte-afstelling van de meetapparatuur van groot belang is. De juiste geometrie tussen detector en bron wordt met een waterpas gecontroleerd die op het meetframe van het apparaat is aangebracht.

LITERATUUR

- RIJTEMA, P.E., 1969. The calculation of non-parallelism of gamma access tubes, using soil sampling data. J. Hydrol. 9 (1969) 206-212.
- RYHINER, A.H. and J. PANKOW, 1969. Soil moisture measurement by the gamma transmission method. J. Hydrol. 9 (1969) 194-205.