

RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIENE
LEIDSCHENDAM

Eindrapport: 84 0388004

RUIMTELIJKE VARIATIES IN FYSISCH-CHEMISCHE
BODEMKARAKTERISTIEKEN IN DE NUENEN-GROEP
NABIJ BEST

L. Gerringa
A. Obdam

Juni 1985

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van Directoraat
Generaal van de Milieuhygiëne, Hoofdafdeling Bodem
(Opdrachtbrief nummer 176613 d.d. 27-10-1982)

Verzendlijst

- 1-3 Directoraat-Generaal voor de Milieuhygiëne, Directie Bodem, Water,
Stoffen, Hoofdafdeling Bodem
- 4 Secretaris-Generaal van het Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en
Cultuur
- 5 Plv. Directeur-Generaal van de Milieuhygiëne
- 6 Drs. J. Bisschops RGD-Nuenen
- 7 Ing. J.P. Broertjes RGD-Nuenen
- 8 Dr. S. Jelgersma RGD-Haarlem
- 9 Dr. D.J. Beets RGD-Haarlam
- 10 Drs. W. Dubbelaar RGD-Haarlem
- 11 Dr. J.R. Boersma RU-Utrecht
- 12 Dr. H.J.A. Berendsen RU-Utrecht
- 13 Drs. W. Bleuten RU-Utrecht
- 14 Prof.Dr. J. Terwindt RU-Utrecht
- 15 Ing. J. de Jong RGD-Haarlem
- 16 Ing. J. Lambert Prov. Waterstaat Zeeland
- 17 Dhr. van Straaten Prov. Waterstaat Zuid-Holland
- 18 Drs. van Wijhe
- 19 Ir. B. Sman
- 20 Directie RIVM
- 21 Ing. W.J. Post
- 22 Ir. G.J. Heij
- 23 Ing. G. van Ee
- 24 Ing. A.A.M. Kusse
- 25 Ir. J. Taat
- 26 Ing. A.A. Peeters
- 27 Dr. Ir. J.P.G. Loch
- 28 P. Lagas
- 29 Ir. L. Boumans
- 30 P. van Dordrecht
- 31 Mw. H. Mesters
- 32 S. v.d. Berg

33	Ir. H. Thunnissen
34	Ing. G.P. Beugelink
35	Dr.Ir. J.W. de Kwaadsteniet
36	Ir. M.J.H. Pastoors
37	Ing. Snelting
38	Ir. C.R. Meinardi
39	Drs. H.G. v. Waegeningh
40	Ir. Ir. W. v. Duijvenbooden
41	Ir. G.J.M. Uffink
42	Ir. G. Grakist
43	Drs. K.G. Lamsvelt
44	Ir. G.A. Bruggeman
45-46	Auteurs
47-48	Bureau Projecten- en Rapportenregistratie
49-55	Reserve

Inhoudsopgave	blz.
Samenvatting	0
Inleiding	1
1. Materialen en methoden	3
1.1. Boringen en analyseren	3
1.2. Verwerking van de gegevens	6
1.2.1. Inleiding	6
1.2.2. Het computerprogramma geovar	7
1.2.3. Het computerprogramma kripro	7
2. Resultaten en discussie	16
2.1. Inleiding	16
2.2. Resultaten van de analyses	16
2.3. Statistische verwerking van de gegevens	17
2.3.1. Inleiding	17
2.3.2. Toepassing van geovar	19
2.3.3. Schatting van semivariogrammen met behulp van kripro	22
3. Conclusies	23
Literatuurlijst	29
Bijlage A	

SAMENVATTING

Ten noorden van Best is een onderzoek uitgevoerd naar de ruimtelijke variatie in fysisch-chemische bodem karakteristieken in de geologische formatie van de Nuenen-groep. Doel van dit onderzoek was een methode te ontwikkelen om een beter inzicht te krijgen in de laterale existentie van lagen, die door hun eigenschappen een bescherming bieden tegen verspreiding van eventuele verontreinigingen ten opzichte van het grondwater.

De bodem is bemonsterd met behulp van continu gestoken boringen; de monsters zijn geanalyseerd op de volgende parameters: organische-stof gehalte, kalkgehalte, kationen-uitwisselings-capaciteit, zuurgraad en granulaire verdeling.

De ruimtelijke variatie is onderzocht met behulp van een sedimentologische analyse en statistische verwerking van bovengenoemde analyse gegevens.

Uit de sedimentologische analyse is een indeling in lagen voortgekomen, bepaald door de ontstaanswijze (V. Alphen; RIVM rapport 84-0388-01).

Deze indeling is gebruikt bij de statistische verwerking. Met behulp van een computer programma is getest welke lagen statistisch homogene groepen vormen. De lagen binnen deze groepen bleken eenzelfde ontstaanswijze te hebben.

Binnen de aldus gemaakte groepen is onderzocht of er een relatie bestaat tussen de variantie in eigenschappen en de afstand. Dit leverde slechts voor een groep een positief resultaat op.

Geconcludeerd kon worden dat de sedimentologie aangevuld met statistische verwerking van gemeten bodem-parameters een goed inzicht geeft in de opbouw van de bodem. Voorts is gebleken dat een puntwaarneming in de Nuenen-groep in vele gevallen niet representatief is over een afstand van slechts twintig meter.

Gezien de in de Nuenen-groep optredende variatie op zeer korte afstand is het niet mogelijk geweest de resultaten uit de statistische exercities geheel te kunnen interpreteren. Verwacht wordt dat op afzettingen bestaande uit lagen met een grotere laterale en verticale existentie, de hier toegepaste statistische methoden betere resultaten opleveren.

INLEIDING

In dit rapport staan de resultaten van het onderzoek naar de ruimtelijke variatie in fysisch-chemische bodemkarakteristieken. Dit onderzoek maakt deel uit van het project "variaties in fysisch-chemische bodemkarakteristieken", dat het RIVM uitvoert in opdracht van DGMH van VROM. Het project behelst onderzoek naar de variatie in eigenschappen van bodems die belangrijk zijn voor de vertraging van transport van verontreinigingen in de bodem.

Onder bodem wordt verstaan al het ongeconsolideerde materiaal met het zich daarin bevindende water. De eigenschappen die hier beschouwd worden zijn:

de granulaire verdeling, de kationenuitwisselings-capaciteit (CEC), het organische stofgehalte en de gehalten aan carbonaten en ijzeroxyden. De eerst genoemde eigenschap is van belang voor de doorlatendheid van de bodem, de overige voor de retentiecapaciteit van de bodem voor verontreinigingen.

De ruimtelijke variatie van bijvoorbeeld de permeabiliteit leidt tot een verdeling (spreiding) van de grondwaterstroming in watervoerende lagen. De ruimtelijke variantie van retentie-eigenschappen oefent daarnaast invloed uit op de verspreiding van stoffen.

De aanwezigheid van sommige eigenschappen is alleen dan van belang als deze in ononderbroken lagen aanwezig zijn, met name geldt dit voor lagen met een relatief hoge weerstand tegen grondwaterstroming. Water kiest immers de weg van de minste weerstand.

Het doel van dit project is drie-ledig.

In de eerste plaats wordt getracht met behulp van de sedimentologie en de statistiek een uitspraak te doen over de ruimtelijke variatie in bodemeigenschappen. De sedimentologie is in dit project gebruikt om de variatie in bodemeigenschappen in horizontale zowel als verticale richting te verklaren uit de ontstaansgeschiedenis van de afzettingen. Hierbij worden de afzettingen ingedeeld in lagen en pakketten met een zelfde ontstaansgeschiedenis. Het sedimentologisch onderzoek is uitgevoerd door V. Alphen en gerapporteerd in rapport 84-0388-01. De statistiek wordt gebruikt om de ruimtelijke variatie meer kwantitatief te bepalen. Bij de statistische verwerking is gebruik gemaakt van de sedimentologisch indeling in lagen en pakketten. Voor het overige zijn beide methoden onafhankelijk van elkaar toegepast. Hierdoor kan aan de hand van de resultaten beoordeeld worden of de statistische en sedimentologische methoden elkaar bevestigen en of ze afzonderlijk toegepast kunnen worden.

In de tweede plaats wordt door het uitvoeren van deze gedetailleerde studie getracht inzicht te krijgen in de representativiteit van een puntwaarneming (een

boring). In aardwetenschappelijk onderzoek wordt te vaak een enkele puntwaarneming representatief geacht voor een groot gebied. De hoge kosten van een boring zijn ongetwijfeld de oorzaak van het doen van te weinig waarnemingen.

Het toekennen van een representativiteitswaarde aan een puntwaarneming zal de kwaliteit van de waarneming verhogen.

In de derde plaats wordt in dit project geprobeerd inzicht in ruimtelijke variatie van bodemeigenschappen als hulpmiddel te laten dienen voor hydrologisch onderzoek. In dit kader zijn pompproeven uitgevoerd en bodemwateranalyses verricht. Deze worden echter niet behandeld in dit rapport. De resultaten daarvan zijn respectievelijk gerapporteerd door Obdam (rapport 84-0388-02) en door Meinardi (rapport 84-0388-03).

Een synthese van dit en bovengenoemde rapporten is te vinden in rapport 84-0388-05.

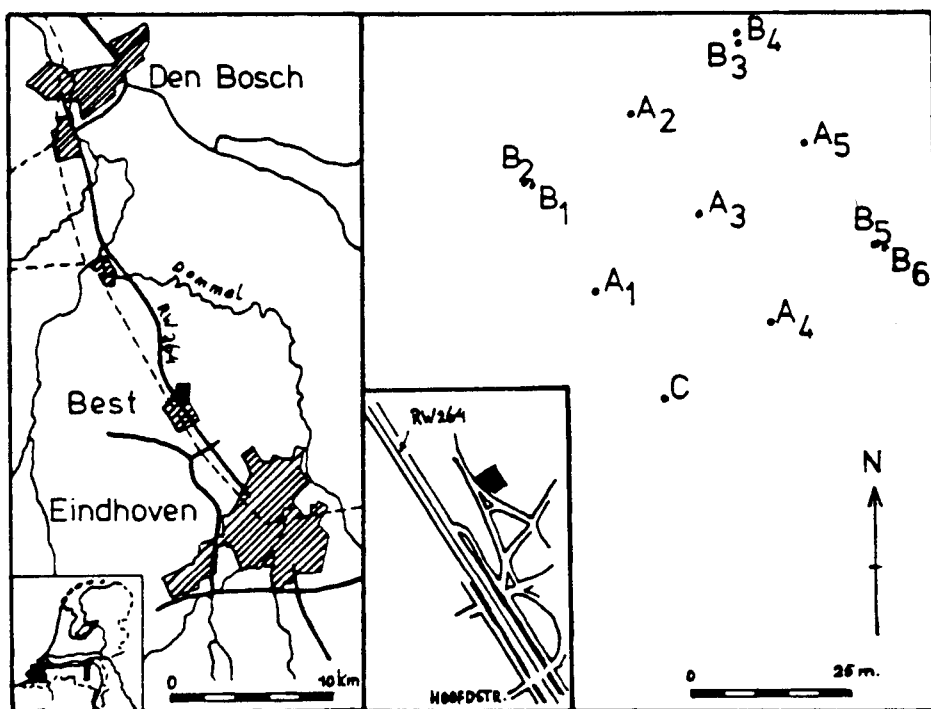
Twee deelonderzoeken zijn uitgevoerd met de resultaten uit dit project, namelijk onderzoek naar de relatie tussen CEC en andere bodemparameters en het verschil tussen puls- en steekmonsters. Aangezien deze onderwerpen niet passen in het kader van dit rapport zijn ze gerapporteerd in twee aparte notities (respectievelijk: LBG-notitie nr. 85-65 en 85-66).

In het onderhavige rapport zullen in hoofdstuk 1 de toegepaste methoden worden uiteengezet, gesplitst in boringen en analyses (1.1) en gegevensverwerking (1.2). In hoofdstuk 2 worden de resultaten vermeld en besproken, in hoofdstuk 3 volgen de conclusies.

1. MATERIALEN EN METHODEN

1.1. Boringen en analyses

Voor dit project zijn 12 Ackermann-boringen geplaatst in een weiland ten noorden van Best (fig. 1). De boringen zijn geplaatst in de geologische eenheid de Nuenen-groep (RGD, 1975).

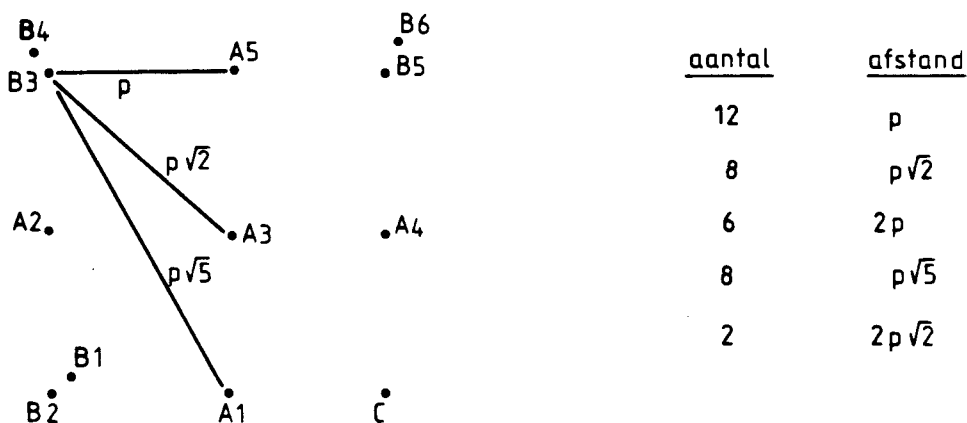


figuur 1: Ligging van het proefgebied

De Nuenen-groep is voor dit project gekozen om de volgende redenen:

- de afzettingen zijn representatief voor een groot deel van Nederland, nl. oostelijk Noord-Brabant;
- afzettingen met dezelfde genese bedekken, weliswaar in relatief dunne lagen, grote delen van Nederland (variërend van enkele cm. tot enkele m.);
- er is niets kwantitatiefs bekend over de variatie in eigenschappen van de Nuenen-groep.

De boringen zijn continu gestoken tot 20 m -mv. Negen van de twaalf boringen zijn gesitueerd in een vierkant raster met een rastermaat van 20 m. Drie van de twaalf zijn op korte afstand (± 1 m) van drie hoekpunten van het raster geplaatst (fig. 2).



figuur 2: Ligging van de boringen ten opzicht van elkaar en de onderlinge afstanden.

De situering van de boringen ten opzichte van elkaar is opgezet met het oog op de statistische verwerking van de analyseresultaten. Voor een statistische analyse van de ruimtelijke variabiliteit van de beschouwde bodemeigenschappen is het belangrijk om over verschillende afstanden tussen de boringen te kunnen beschikken. Het is ook van belang te beschikken over een voldoende aantal van dezelfde onderlinge afstand.

In figuur 2 zijn de afstanden en het aantal gelijke afstanden aangegeven. Om bovendien informatie te verkrijgen over de variatie op korte afstand zijn drie boringen op korte afstand van andere geplaatst (± 1 meter).

De codering/benoeming van de boringen hangt samen met de filters die in het boorgat geplaatst zijn. In de A-boringen (A1 t/m A5) zijn geen filters geplaatst. In de B-boringen (B1 t/m B6) zijn pomp- en waarnemingsfilters geplaatst. In de C-boring (C1) zijn minifilters en twee waarnemingsfilters geplaatst.

De steekmonsters waren 30 cm lang en hadden een diameter van 6 cm. De monsters zijn in het veld in folie verpakt en in bussen naar het laboratorium vervoerd, waar ze, indien nodig, in de koelkast bewaard werden (bij 4° C). In het laboratorium zijn de monsters over de lengte doorgesneden. Vervolgens werd één helft van de steekmonsters gebruikt voor het maken van lakprofielen en de sedimentologische beschrijving (rapport 83-0388-01). Van de overgebleven helften werd per meter een monster genomen, min of meer uit het midden van de desbetreffende meter. Hierbij werd rekening gehouden met eventuele lithologische grenzen, m.a.w. de monsters zijn binnen een lithologische eenheid genomen.

Aan deze monsters (± 20 per boring) zijn de volgende analyses uitgevoerd: zuurgraad (pH-KCl), carbonaatgehalte (% CaCO₃), kationenuitwisselingscapaciteit (CEC), organisch koolstofgehalte (% org.C), vrij ijzergehalte (% Fe₂O₃), de granulair samenstelling, het M-cijfer en de sorteringsgraad (S).

De pH wordt in een KCl-oplossing van 1 mol/l gemeten (verhouding gewicht KCl-oplossing-grond is 2:1). Het % CaCO₃ is met de methode van Wesemael bepaald (1955). De CEC (meq/100 g) is bij monsters met pH > 5 bepaald met de zoutoplossingen BaCl₂ en KCl (1 mol/l), bij monsters met pH < 5 met NH₄Cl en KCl (1 mol/l). De zoutoplossingen waren ongebufferd. Het % org. C is met een TOC-apparaat bepaald (infrarood-detectie). Het % Fe₂O₃ is bepaald volgens Holmgren (Schwertmann, 1964). De verdeling van de zandfractie is met zeven bepaald, de silt- en kleifracie met de Malvern particle sizer (LBG-rapport 84-173).

1.2. Verwerking van de gegevens

1.2.1. Inleiding

De monsters zijn ingedeeld naar sedimentologische laag en naar boringnummer (figuur 3 en bijlage I).

Uit de gemeten parameters zijn de volgende gekozen voor verwerking:

organisch koolstof percentage (Org. C), kationenuitwisselingscapaciteit (CEC), het klei-percentage (klei %), het zand-percentage (zand %) en het M-cijfer.

Org.C, CEC en klei % zijn uitgekozen, omdat ze een maat zijn voor de retentiecapaciteit van de bodem. Organische stof kan zowel polaire als niet-polaire stoffen binden. De CEC is een maat voor de bindingscapaciteit van positief geladen stoffen en wordt bepaald door het org. C gehalte en het klei %. Het klei % geeft een indruk van de doorlatendheid. Het zand % en het M-cijfer weerspiegelen gedeeltematig het sedimentologische proces ten tijde van afzetting. Beide parameters geven ook een idee van de doorlatendheid.

Voor monsters met een zeer laag zand %, zo laag dat het M-cijfer niet te berekenen is, is het M-cijfer 50 μ gesteld.

Indien geen org.C in een monster is aangetroffen, is 0.1 % als waarde gebruikt (0.1 % is de detectiegrens van de gebruikte methode), dit om tijdens de statistische verwerking geen moeilijkheden te krijgen door deling door nul. Dit is met name relevant omdat verschillende lagen geen organisch materiaal bevatten en zo een gemiddelde org.C % hebben van nul procent. Voor de andere gebruikte parameters speelt dit geen rol.

De parameters kalkgehalte en vrij ijzer % zijn niet gebruikt, omdat deze stoffen zelden zijn aangetroffen in de monsters.

Voor de statistische verwerking van de gegevens is gebruik gemaakt van de programma's kripro (Obdam, rapport in voorbereiding), geovar en compan (RID-rapport; mfa-80-2). Kripro en geovar zullen hieronder kort besproken worden.

1.2.2. Het computerprogramma geovar

Het programma geovar wordt gebruikt om te controleren of lagen en boringen statistisch homogeen zijn. Geovar bewerkt gegevens van bodemparameters, die gerangschikt per boring en per aardlaag worden ingevoerd.

De volgende bewerkingen kunnen worden uitgevoerd:

- per parameter, per laag en per boring worden het gemiddelde en de variantie van de gegevens berekend;
- voor elke laag of boring wordt per parameter bekeken of de berekende varianties onderling verschillen;
- na gebleken "gelijkheid" van de varianties van groepen lagen of boringen wordt getoetst of de gemiddelde waarden van de desbetreffende parameter van de lagen en boringen binnen deze groepen eveneens niet-significant van elkaar verschillen.

Voor de toetsing van de gelijkheid op varianties wordt gebruik gemaakt van de F-toets (Dunn en Clark, 1974; blz. 54).

Voor de toetsing van de "gelijkheid" van gemiddelden bij een reeds aangetoonde "gelijkheid" van de varianties wordt gebruik gemaakt van de t-toets (Dunn en Clark, 1974; blz. 50).

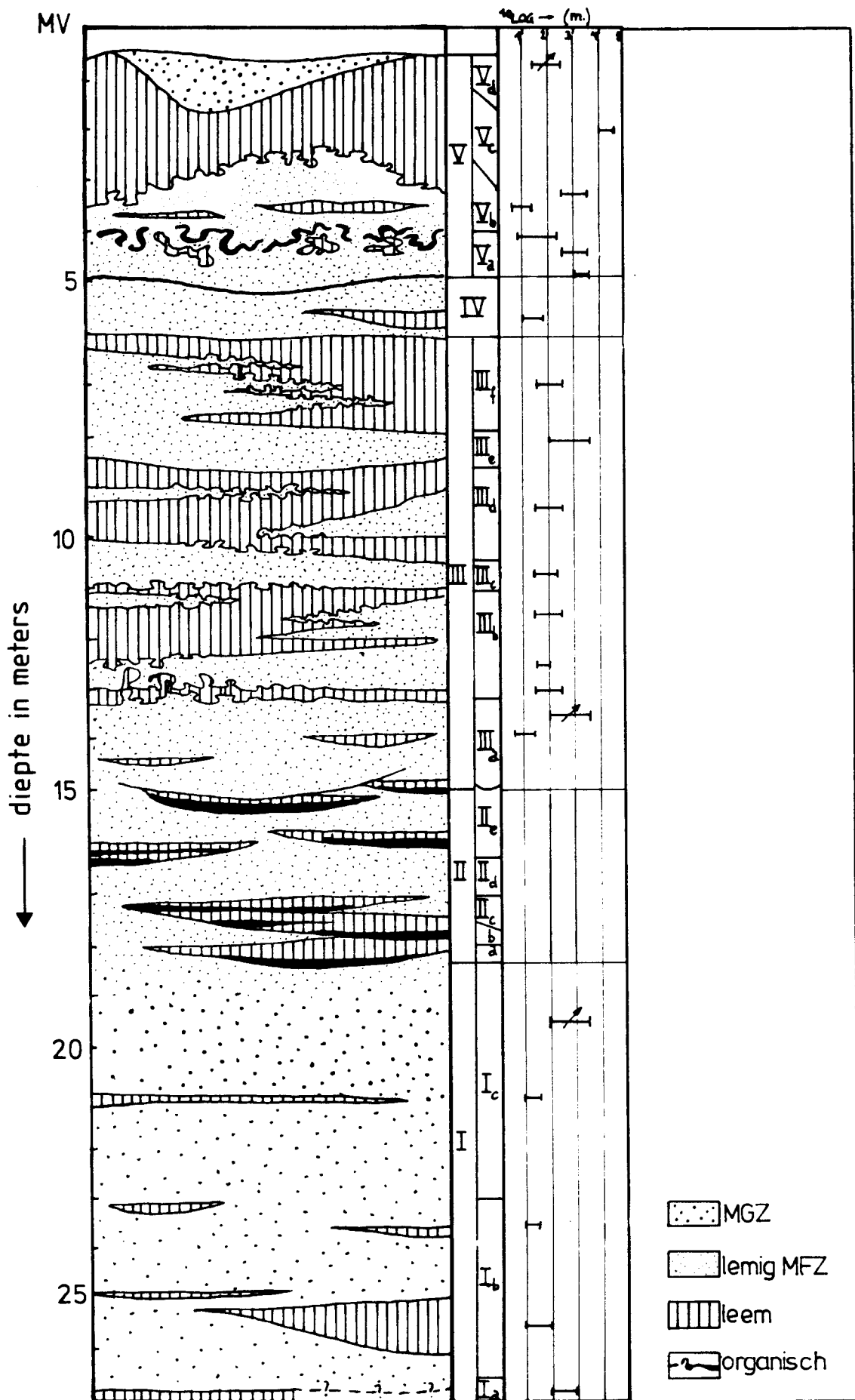
Voor de in het programma ingevoerde monsters wordt tevens de correlatie van deze monsters tussen boringen onderling berekend. In het programma geovar is overigens de mogelijkheid ingebouwd, om uit een verzameling kleinere groepen grotere groepen samen te stellen, waarmee weer onderlinge toetsen kunnen worden uitgevoerd.

1.2.3. Het computerprogramma kripro

A. Theorie

De variantie van bodemparameters kan meestal niet verklaard worden met één proces dat de optredende variantie veroorzaakt heeft. In de meeste (zo niet alle) bodems hebben een veelheid aan opgetreden en nog plaatsvindende processen de eigenschappen en de hierin voorkomende variantie bepaald. Extra complicerend is verder het feit dat genoemde processen op verschillende schalen hebben gewerkt.

Pedogenese vindt bijvoorbeeld over grotere afstanden plaats dan de erosie en sedimentatie van een klein beekje; de invloed van het eerst genoemde proces kan voor heel Nederland gelden, die van het tweede slechts voor enkele vierkante kilometers.



figuur 3: Geschematiseerde profielopbouw van de proeflokatie. In de rechter kolom staan de sedimentologisch onderscheiden lagen weergegeven (Van Alphen, 84-0388-01). Zie voor de verklaring van de Romeinse cijfers tabel 2.

Het gevolg hiervan is dat met de conventionele statistiek weinig aan te vangen is, te meer als getracht wordt de variantie in relatie tot de ruimte te bepalen. Met het programma kriprou kan op relatief eenvoudige wijze de variantie van een bodemeigenschap in relatie tot de onderlinge afstand tussen de meetlokaties in het horizontale vlak worden bepaald. In de geostatistiek wordt het begrip semivariantie gedefinieerd als de variantie van het verschil tussen de parameterwaarden op waarnemingspunten als functie van de afstand tussen die waarnemingspunten. In formule:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} (z(x) - z(x+h))^2$$

h = de afstand tussen waarnemingen op de lokaties x en x+h.

$\gamma(h)$ = de semivariantie bij afstand h

N(h) = het aantal paren waarnemingspunten

z = parameterwaarde

De semivariantie wordt verkregen (geschat) door de kwadraten op te tellen van de individuele verschillen tussen alle mogelijke paren waarnemingen met onderlinge afstand (h) en dit te delen door tweemaal het aantal paren waarnemingen.

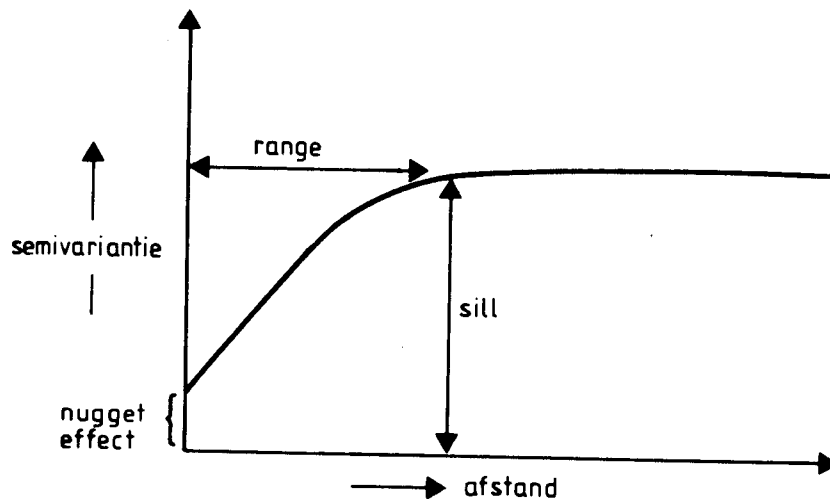
(Trangmar e.a. '82).

Het begrip semivariantie heeft als voordeel dat het relatief geringe eisen stelt aan de verzameling waarnemingen. De waarnemingen moeten een normale verdeling hebben en de semivariantie mag niet plaatsafhankelijk zijn. Als er geen trend in het basismateriaal wordt aangenomen, is tevens vereist dat het gemiddelde van de variabele niet plaatsafhankelijk is. Het niet plaatsafhankelijk zijn van het gemiddelde en de semivariantie betekent dat de waarnemingen genomen moeten zijn in een statistisch homogeen gebied, m.a.w. in een gebied met mogelijk eenzelfde ontstaansgeschiedenis. Om in dit project hieraan te kunnen voldoen zijn alleen waarnemingen met een door Van Alphen (84-0388-01) bepaalde zelfde sedimentologische oorsprong met elkaar vergeleken. (Zie Journaal en Huybregts '78 voor meer achtergrondinformatie).

Het begrip semivariantie heeft twee toepassingen, nl. optimale interpolatie en structuur-herkenning. Voor interpolatie-doeleinden wordt de methode kriging gebruikt (ook met kriprou mogelijk). Aangezien dit niet voor dit project belangrijk is, wordt hier niet verder op ingegaan.

Om meer te kunnen zeggen over structuurherkenning wordt eerst nader ingegaan op de begrippen semivariantie en het semivariogram.

Het semivariogram is een grafiek waarin de semivariantie is uitgezet tegen de afstand tussen de waarnemingspunten. In een ideaal semivariogram (fig. 4) stijgt de semivariantie, onder aanname, dat er geen trend aanwezig is, tot een nivo waar de semivariantie weinig of niet meer toeneemt (de sill). De sill is theoretisch gelijk aan de maximale variantie van de waarnemingen. De onderlinge afstand h (ook wel lag h genoemd), waarbij de sill wordt bereikt, wordt de range genoemd. Deze range kan worden gezien als de lag, waarbinnen de waarnemingen ruimtelijk gecorreleerd zijn.

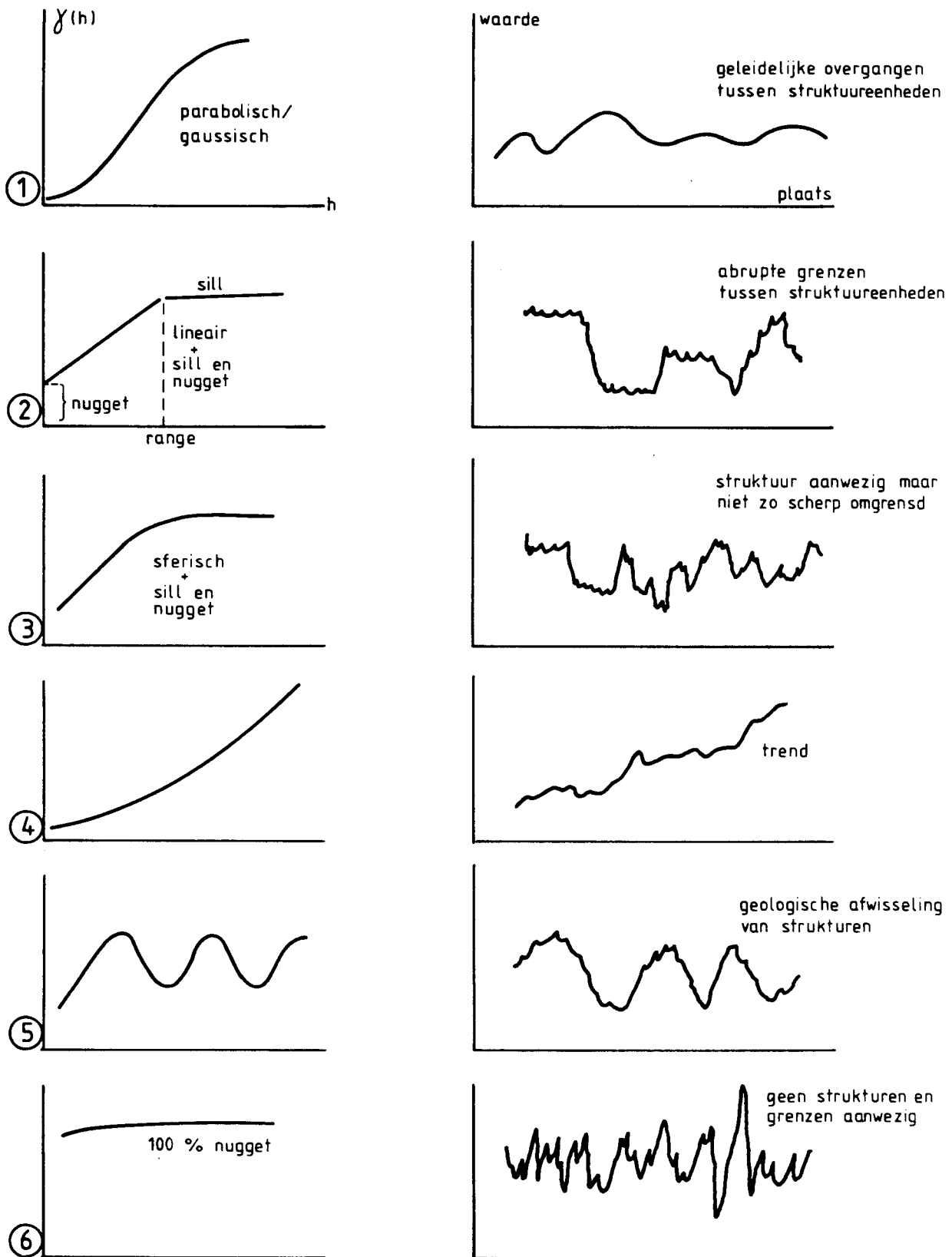


figuur 4: Een voorbeeld van een semivariogram.

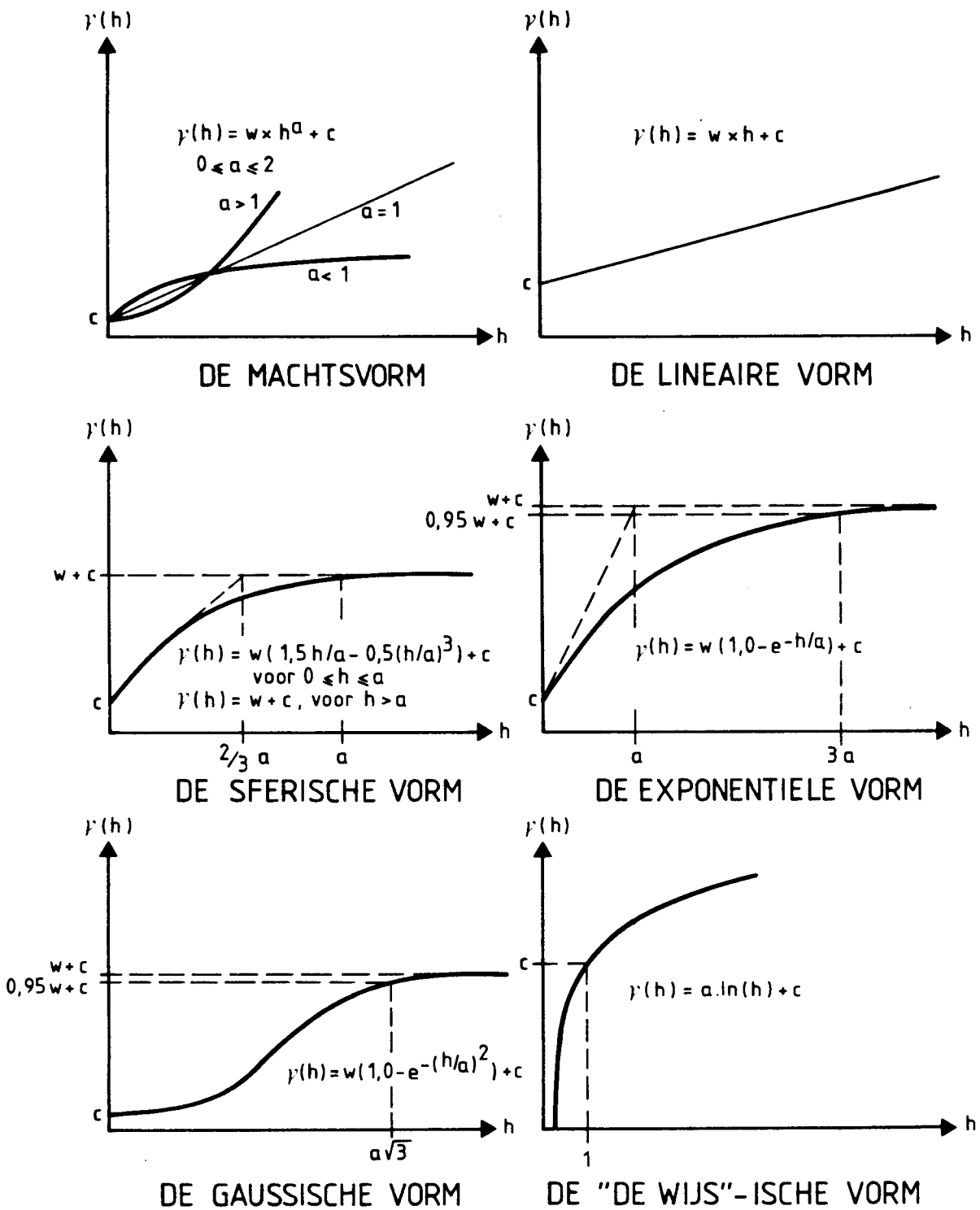
Theoretisch gaat een semivariogram door het nulpunt. Dit is echter in de praktijk vaak niet het geval. De waarde van de functie vanaf nul tot daar waar de y-as gesneden wordt door het semivariogram wordt nugget-waarde genoemd. De nugget-waarde is de semivariantie binnen de kleinste afstand tussen de waarnemingspunten plus de meetfout. Het is mogelijk dat er op andere schalen ruimtelijke samenhang voorkomt, zowel op relatief "kleine" schaal, binnen de nugget-waarde, als voor onderlinge afstanden die groter zijn dan de range. Het is daarom belangrijk informatie te verkrijgen uit de geologie en aanverwante vakgebieden om de geschikte grootte van een proefgebied te bepalen. Gewenste informatie kan verloren gaan indien gewerkt wordt in proefgebieden die kleiner zijn dan de structuren in de ondergrond die onderzocht dienen te worden. Omgekeerd kan informatie verloren gaan indien de bemonsteringspunten zo ver uit elkaar liggen dat structuren binnen deze afstand niet gesignaleerd kunnen worden. Voor dit project is hiertoe informatie ingewonnen bij de RGD-Nuenen en de RGD-Haarlem. De vorm van het semivariogram kan informatie geven over de structuren die in de bodem voorkomen. Bovendien geeft de range informatie over de grootte van structurelementen (Serra, 1968). In figuur 5 zijn enkele voorbeelden van theoretische semivariogrammen met daarnaast experimentele semivariogrammen van de fysische werkelijkheid weergegeven.

B. De toepassing van kipro

Kipro is een programma dat de semivariantie van waarnemingen berekent en het semivariogram hiervan construeert. In kipro zijn vijf mogelijkheden aanwezig om de semivariantie in een mathematische functie te passen (fig. 6).



figuur 5: Enkele voorbeelden van verschillende vormen van theoretische semivariogrammen en hun fysische betekenis.



figuur 6: De vijf gebruikte theoretische modellen van het semivariogram.

Om het aantal waarnemingsparen per berekende semivariantie niet te laag te doen zijn, werkt kripro met klassen van onderlinge afstanden in plaats van de onderlinge afstanden zelf.

Voor elke onderlinge afstand binnen een afstandsklasse wordt de semivariantie berekend. Deze semivarianties per waarnemingspaar vormen na sommatie de experimentele semivariantie voor de desbetreffende klasse. Als onderlinge afstand, die voor die klasse representatief wordt geacht, wordt het gemiddelde van alle afstanden binnen de klasse genomen. De klassen worden over het algemeen zo gekozen dat in iedere klasse een redelijk aantal paren waarnemingen valt. Mede omdat niet elke afstandsklasse evenveel waarnemingsparen bevat, is de betrouwbaarheid van de semivariantie per klasse verschillend. In kripro wordt dit ondergaan door tijdens de curve-fitting per klasse een gewicht (w) toe te kennen aan de semivariantie, waarmee bij de curve-fitting rekening wordt gehouden. Dit gewicht wordt zowel bepaald door de grootte van $N(h)$ als door de grootte van de experimentele semivariantie. Het is mogelijk in het programma een keuze te doen uit de vijf genoemde theoretische functies als model voor het semivariogram; ook is het mogelijk het programma de best passende functie te laten kiezen of één of alle functies te laten fitten.

De invoer van de data van kripro bestaat uit het boringnummer, de parameterwaarde en de (horizontale) x - en y -coördinaten van de desbetreffende boring. Deze coördinaten zijn zodanig berekend ten opzichte van elkaar dat er geen negatieve waarden voorkomen (tabel 1).

boringnummer	x -coörd.	y -coörd.
A1	20.82	0.00
A2	0.82	20.00
A3	20.82	20.00
A4	40.82	20.00
A5	20.82	40.00
B1	1.51	0.69
B2	0.82	0.00
B3	0.82	40.00
B4	0.00	40.82
B5	40.82	40.00
B6	41.65	40.83
C1	40.82	0.00

Tabel 1: De boringen en hun x - en y -coördinaten, zoals ze in kripro zijn ingevoerd.

Uit deze coördinaten berekent kripro de onderlinge afstanden. In dit onderzoek is gekozen voor de volgende afstandsklassen: 0-1.5, 1.5-24.0, 24.0-30.0, 30.0-42.0, 42.0-48.0 en 48.0-60.0 meter. In deze klasse vallen respectievelijk de volgende afstanden: de korte afstand van ± 1 meter, 20 m (p), 28.28 m. ($p\sqrt{2}$), 40 m (2p), 44.72 m ($p\sqrt{5}$) en 56.57 m ($2p\sqrt{2}$) (zie fig. 2).

De verwerking van de gegevens gebeurt in dit onderzoek per sedimentologisch onderscheiden laag. Het aantal waarnemingspunten (12) is zeer gering voor een statistisch onderzoek. In dit onderzoek zijn lagen met een zelfde ontstaansgeschiedenis samengevoegd en zo werd het aantal waarnemingen verhoogd. Dat het samenvoegen op verantwoorde wijze is gebeurd, wordt onder andere door geovar gecontroleerd (zie hoofdstuk 2). De invoer van kripro leverde echter moeilijkheden op ten aanzien van deze samenvoeging. Bij het samenvoegen van de gegevens van meerdere lagen en ook bij lagen die een grote verticale uitgestrektheid hebben moeten meer waarnemingen per boring worden ingevoerd. Aangezien deze waarnemingen dezelfde x- en y-coördinaten bezitten is de onderlinge afstand nul. Kripro zou dan twee waarnemingen op dezelfde plaats situeren. Om dit probleem te omzeilen is het programma zodanig aangepast dat per semivariogram verschillende sets waarnemingen kunnen worden ingevoerd. Hiervoor dient elke set niet meer dan één waarneming per boring te bevatten. Kripro rekent apart per set de onderlinge afstanden uit en de daarbij behorende semivarianties en voegt daarna pas de sets samen voor de verdere berekeningen.

2. RESULTATEN EN DISCUSSIE

2.1. Inleiding

Achtereenvolgens zullen de resultaten worden besproken van de analyses, gevolgd door het onderzoek naar de variantie van de bodemkenmerken (Org.C, CEC, klei %, zand % en het M-getal).

2.2. De resultaten van de analyses

Hieronder worden de analyseresultaten per parameter beschreven aan de hand van sedimentologisch onderscheiden lagen (zie tabel 2 en figuur 3). De resultaten zelf staan per boring in bijlage A.

- CaCO_3 : Op een enkele uitzondering na, is alleen in laag Vc kalk aangetroffen. Deze laag is echter gedeeltelijk, in boring A1, B5 en B6 geheel kalkloos (pH < 6).
- Org. C %: Het gehalte aan org. C varieert bijzonder met de diepte (0-40%). Dit wordt veroorzaakt door in de afzettingen voorkomende veenlagen en in mindere mate door humeuze lagen (zie fig. 3).
In de lagen IIIId, IIIb, IIe en IIabc komen veenlagen voor, in de lagen Vc, Va, IV en IIIa komt humus voor. In de lagen met veen varieert het org. C % van 4 tot 40%, afhankelijk van de dikte van het veen. De humeuze lagen bevatten 0.5 tot 12 % org. C.
In de overige lagen is het org. C % laag (<1 %).
- CEC: De CEC varieert van 1 tot 110 meq/100 g. De hoge CEC waarden (30 tot 110 meq/100 g) komen voor in de bovengenoemde lagen met veen. In de humeuze lagen varieert de CEC tussen 3 en 13 meq/100 g. In de andere lagen wordt de CEC voornamelijk bepaald door het percentage klei. In deze lagen ligt de waarde van de CEC tussen 1 en 10 meq/100 g.
- pH: De pH van de bodem is over het algemeen lager dan 6. Een uitzondering vormt laag Vc, die behalve in boring A1, B5 en B6, een pH van 7.2 heeft. De lagen IIIa en IIe hebben in de boringen A5, B1, B4, B5 en B6 een pH lager dan 4. Deze boringen liggen, op B1 na, in het noordoosten van de proeflokatie. De lage pH kan veroorzaakt zijn door humus-zuren. Gezien het beperkte gebied waar de lage pH voorkomt, kan de oorzaak ook aan verontreinigingen te wijten zijn.
Dit is onderzocht aan de hand van wateranalyses. Hieruit bleek dat alhoewel de bodem wel verontreinigd is, het bodemwater geen lage pH heeft.

- Granulaire verdeling: Over het algemeen bestaan de lagen voornamelijk uit zand. Laag Vc en in mindere mate pakket III bevatten relatief meer klei. Laag Vc bevat gemiddeld 10% klei (van 3 tot 20 %). Figuur 3 toont de afwisseling van kleiïge en zandige lagen met de diepte.
- M-cijfer: Het M-cijfer vertoont weinig variatie in de verschillende lagen. Het varieert tussen 135 en 220 μm , dit traject valt in de klassen matig fijn zand en middel fijn zand.
Alleen laag Vc vormt een uitzondering, deze bevat zeer fijn zand ($< 100 \mu\text{m}$).
- S-getal: De sortering is per laag nogal verschillend.
De lagen Vd, Vc, Vb, IIIc en I bevatten zeer goed gesorteerd zand (> 80). De lagen Va, IV en IIId bevatten goed gesorteerd zand (tussen 65 en 80). Het zand uit de lagen IIIIf, IIIId en IIIa is matig gesorteerd (< 65). In de lagen IIIe, IIIb en IIabc vertoont de sortering een grote spreiding van matig tot zeer goed gesorteerd (zelfs > 90).

In het rapport van v. Alphen wordt de verklaring gegeven van de variatie in de verschillende parameters met de diepte, gerelateerd aan de ontstaanswijze van de lagen.

V. Alphen heeft geen gebruik kunnen maken van de analyses, hij heeft gewerkt met schattingen van de parameters. De CEC en het CaCO_3 % zijn daarbij niet in beschouwing genomen.

2.3. Het variantieonderzoek

2.3.1. Inleiding

Voor het variantieonderzoek zijn de programma's geovar en kripro en de sedimentologische analyse van Van Alphen gebruikt (tabel 2).

laag Vd	zand, fluviatiel
laag Vc	leem, meerafzetting van relatief grote omvang
laag Vb	zand en leem, eolisch en fluviatiel
laag Va	humeus lemig, bodemvorming en vorstwerking
laag IV	zand, bodemvorming (podzol)
laag IIIIf	leem en zand, meerafzettingen van relatief kleine omvang
laag IIIe	zand, fluviatiel (vlechtend riviertype)
laag IIIId	leem en zand, meerafzettingen (zie IIIIf)
laag IIIc	zand
laag IIIb	leem en zand, meerafzettingen (zie IIIIf)

laag IIIa zand, fluviatiel (vlechtend riviertype) met eolische invloed
laag IIe veen, leem en zand, meerafzettingen, eolisch en fluviatiel
laag IID zand, rivierdoorbraak (crevasse afzetting)
laag IIabc veen, zand en leem (zie laag IIe)
laag I zand, fluviatiel (vlechtend)

Tabel 2: Beknopt overzicht van de voorkomende lagen.

Aangegeven is de materiaalsoort, gevolgd door een indicatie van de processen die voor de afzetting verantwoordelijk zijn (V. Alphen, zie ook figuur 3).

Omdat, statistisch gezien, het aantal boringen gering is, is ervan uitgegaan dat al de monsters met eenzelfde ontstaanswijze tot één groep behoren en dat de lagen die op deze manier samen zijn gevoegd eenzelfde gemiddelde en eenzelfde gemiddelde variantie bezitten. Om te controleren of de lagen met eenzelfde ontstaansgeschiedenis ook statistisch homogeen zijn (zelfde gemiddelde en zelfde gemiddelde variantie) is het programma geovar gebruikt. Een van de doelen van dit onderzoek is, met behulp van statistische methoden de door Van Alphen gevonden genetische indeling op een onafhankelijke manier trachten te bevestigen. Om dit doel te bereiken zijn per bodemparameter de monsters in de door Van Alphen onderscheiden lagen samengebracht. Met het programma geovar werd onderzocht welke lagen onderling significant verschillend zijn en welke niet, zonder in eerste instantie uit te gaan van een genetische groepering.

In eerste instantie echter zijn de waarnemingen per pakket in kripro ingevoerd. De kripro-exercitie op de pakketten resulteerde in semivariogrammen, waarvan de nuggetwaarde even groot is als de maximale semivariantie. Hieruit kan geconcludeerd worden, dat òf de groep waarnemingen statistisch niet homogeen is, òf de variantie op korte afstand (0-1.5 m, de klasse van de kleinste onderlinge afstand) even groot is als de maximale semivariantie.

De pakketten bestaan uit een aantal elkaar opeenvolgende afzettingsmilieus, die wel een genetische eenheid vormen maar toch bestaan uit lagen met een verschillende genese (zie fig. 7 en 8). De processen, die voor de afzetting van de lagen binnen de desbetreffende pakketten verantwoordelijk zijn, hebben in ruimtelijke zin niet dezelfde schaal of orde van grootte gehad. Het ene proces resulteerde in lagen, die over een groter gebied verspreid zijn dan een ander proces, terwijl beide lagen gevormd zijn binnen hetzelfde pakket.

Met geovar is uitgezocht welke boringen en lagen statistisch homogene groepen vormen. Geologisch gezien is het verantwoord om lagen uit verschillende pakketten samen te voegen, omdat de Nuenen-groep bestaat uit pakketten, die 2 à 3 gelijksoortige sedimentatie-cycli vertegenwoordigen. De Nuenen-groep bestaat uit afzet-

tingen uit drie glaciële perioden (pakket I, III en V) en twee interglacialen (pakket II en IV) (V. Alphen, 1984).

In dit onderzoek wordt er van uitgegaan, dat onder dezelfde klimaatsomstandigheden vergelijkbare processen optreden. Een controle op oneigenlijk samenvoegen wordt aan de ene kant gevormd door de sedimentologische analyse en aan de andere kant door het gebruik van geovar.

2.3.2. De toepassing van geovar

Geovar is toegepast op waarnemingen per laag maar ook per boring (de waarnemingen vertikaal gezien). Het is namelijk mogelijk dat niet alle lagen in alle boringen evengoed ontwikkeld zijn of zelfs aanwezig zijn.

Als controle is geovar ook toegepast op de boringen met waarnemingen over de gehele bemonsterde diepte (20 m). Alhoewel het volgens V. Alphen niet waarschijnlijk is kan een boring in afwijkend materiaal geplaatst zijn, althans volgens de statistiek.

De resultaten van de toepassing van geovar op de boringen over de gehele diepte staan in tabel 3.

	Org.C.	CEC	klei %	zand %	M-cijfer
groepen van boringen, die niet significant van elkaar verschillen	1. B3, B4	A2, A3, A5, B3, B4, B6	B4	alle	A4
	2. A2, A3, A4	A1, A4, B1, A5, B6, C1	A4		B5
	3. A1, B1, B2	B5	de rest		de rest
	B5				

Tabel 3: De boringen zijn met geovar per parameter ingedeeld in maximaal drie groepen. Binnen deze groepen geldt voor de betreffende parameter dat de boringen statistisch homogeen zijn (de gemiddelden en gemiddelde varianties verschillen niet significant van elkaar; deze uitspraken hebben een kans van 5% ($\alpha=5\%$), dat ze onwaar zijn).

Geen enkele boring gedraagt zich voor iedere parameter consequent afwijkend. Alhoewel enige oplettendheid is geboden voor boring A4. Zoals in tabel 3 is te zien, zijn de boringen wél ingedeeld in verschillende groepen (maximaal 3) en

zijn deze groepen per parameter verschillend. Dit is niet verwonderlijk daar bijvoorbeeld in pakket II kleine veenlichamen (kleiner dan het proefgebied 40 bij 40 m) voorkomen.

Dit heeft groot effect op het gemiddelde org.C-gehalte van de boringen en de variantie hiervan in het horizontale vlak.

Impliciet heeft het ook effect op de CEC-waarden, aangezien de CEC een afgeleide is van onder andere het org.C gehalte. Ook de gemiddelde waarden en de varianties van de andere parameters worden hierdoor beïnvloed. In veen komt immers nauwelijks mineraal skelet voor en hebben dus ook parameters, zoals het kleigehalte afwijkende waarden. De grootte van een parameterwaarde wordt in vele gevallen bepaald door de grootte van andere parameter-waarden.

Zo is het org.C % afhankelijk van het voorkomen van humus en veen, de CEC daarentegen is afhankelijk van het voorkomen van humus, veen en klei. Het zand % en het klei % resulteren voornamelijk uit het energie-nivo van het medium, dat het materiaal heeft afgezet. Klei kan in tegenstelling tot zand getransporteerd worden door een langzaam stromende rivier of in een langzaam stromend gedeelte van een rivier. In het eerste geval is het voorkomen van zand of klei tijdsafhankelijk, in het tweede plaatsafhankelijk.

Per laag zijn verschillende processen werkzaam geweest. Het is dus niet verwonderlijk dat de waarnemingen per boring over de gehele bemonsterde diepte met geovar voor elke parameter beoordeeld verschillende groepen oplevert.

De toepassing van geovar op de lagen is weergegeven in tabel 4.

groepen van lagen die niet significant van elkaar verschillen

	Org.C	CEC	Klei %	Zand %	M-cijfer
1.	IIIIf,IIId	IIIIf,IIId,IIIb	IIIIf,IIId,IIIb	IIIIf,IIId,IIIb	IIIIf,IIId of IIId,IIIb
2.	Va,IIIa	Va,IIIa	IIIa,IIIe, I	IIIa,IIIe,I of IIIe,IIIc,IIIa	IIIa,IIIe of IIIe, I
3.	Vb,IIId IV,IIId		Vb,IV,IIIc	Vb,IV,IIIc of Vb,IIIc	
4.		IIabc,IIe		IIabc,IIe	

Tabel 4: De lagen zijn per parameter ingedeeld in maximaal vier groepen. Binnen de groepen verschillen, voor de betreffende parameter de gemiddelden en varianties van de lagen niet significant van elkaar ($\alpha=10\%$ op 3 uitzonderingen na, waarin $\alpha = 5\%$).

Tabel 4 toont ruwweg vier groepen namelijk:

1. IIIf, IIIId, IIIb
2. Va, IIIa, IIIc, IIIe, I
3. Vb, IIId, IV, IIIc
4. IIabc, IIe

- Groep 1 bestaat uit de meerafzettingen van pakket III (zie tabel 3). Een combinatie met laag Vc, ook een meerafzetting, is niet gemaakt. Dit klopt volgens de beschrijving van V. Alphen aangezien het meer van laag Vc een grootte heeft gehad van enkele kilometers en die van pakket III een grootte van tientallen meters.
- Groep 2 bestaat uit de afzettingen van vlechtende rivieren van pakket I en III. De aanwezigheid van laag Va in deze groep is sedimentologisch slecht te verklaren. V. Alphen geeft weinig informatie over de processen die in de periode van afzetting van laag Va een rol speelden. Humeus en lemig materiaal wijzen echter niet op een afzetting van een vlechtende rivier. Aangezien laag Va alleen tot deze groep behoort voor de parameters org. C en CEC zal een toevallige overeenkomst in org.C-gehalten hier een rol spelen. Laag IIIc hoort alleen voor de parameter zand % tot deze groep. Ook deze laag is volgens V. Alphen met het beschikbare materiaal niet duidelijk toe te schrijven aan één bepaald afzettingsproces.
- Groep 3 bestaat uit zandlagen uit de pakketten II, III, IV en V. Ze zijn alle waarschijnlijk van fluviatiele oorsprong. Behalve laag IIId zijn deze lagen niet goed toe te schrijven aan een afzettingsproces. Het is opmerkelijk, dat volgens de statistiek deze lagen een groep vormen.
- Groep 4 bestaat uit meer-afzettingen met fluviatiele- en eolische invloeden uit pakket II. Zowel sedimentologisch als statistisch vormen ze duidelijk een groep.

Per parameter, per samengestelde groep is geovar toegepast op de per boring gerangschikte monsters. In elke groep vallen een of twee (sporadisch drie) boringen af, omdat ze een afwijkend gemiddelde of een afwijkende variantie hebben. De waarnemingen van deze boringen zijn uit het databestand geschrapt.

2.3.3. Schatting van semivariogrammen met behulp van kripro

Kripro is toegepast op de samengestelde groepen, zoals hierboven beschreven. De toepassing van kripro op groep 2, 3 en 4 voor de verschillende parameters resulteerde in experimentele, of "ruwe" semivariogrammen, die niet interpreteerbaar bleken te zijn; een autocorrelatie in het ruimtelijke "gedrag" van de beschouwde parameter was dan ook niet aantoonbaar. De variantie is, zowel op korte als op lange onderlinge afstand, even groot.

De toepassing van kripro op groep 1 (III f, III d en III b) voor de parameters klei % en zand % en de interpretatie van de ruwe semivariogrammen resulteerde in sferisch-theoretische semivariogrammen, met een duidelijke range. In figuur 9 en 10 zijn de semivariogrammen te zien.

De semivariantie, behorend bij de grootste onderlinge afstand in figuur 9 (klei %) wijkt af van het theoretische model. Aangezien deze afstand de grootte van het proefgebied (diagonaal) benadert, mag hier niet veel waarde aan worden gehecht. Deze maximale afstand komt weinig voor tussen de boringen (lage N (h)) en heeft daarom een laag gewicht (w). De range in beide semivariogrammen ligt tussen de 20 en 30 meter. Binnen deze afstand is dus een ruimtelijke relatie tussen de variantie en de afstand aantoonbaar. Deze afstand komt overeen met de door V. Alphen geschatte laterale existentie (tussen 10 en 100 m, zie fig. 3).

De nugget-waarde bedraagt 4 voor het klei %, terwijl de sill 21 is, met andere woorden de nugget-waarde is 19% van de sill. De nugget-waarde voor het zand % is 215, de sill 755. De nugget-waarde is dus 28.5% van de sill voor het zand %.

3. CONCLUSIES

- Geovar bevestigt grotendeels de sedimentologische interpretatie van Van Alphen. De met geovar gevormde groepen bestaan, op een enkele uitzondering na, uit lagen met eenzelfde sedimentologische ontstaanswijze.

De lagen binnen de groepen wijken wat betreft gemiddelde en variantie niet significant van elkaar af (significantie van 10%, in drie gevallen 5%). Bovendien blijkt dat de sedimentologische interpretatie en de resultaten uit geovar elkaar aanvullen. De resultaten uit geovar geven de volgende extra informatie (zie ook tabel 4):

In groep 1 wijkt laag IIIb af van IIIf en III d (in org. C % van IIIf en III d en in M-cijfer van IIIf). Alle drie de lagen bestaan echter uit meerafzettingen. Laag IIIc, alhoewel ook een afzetting van een vlechtende rivier, heeft een significant afwijkend gemiddelde en variantie van de overige lagen uit groep 2. Voorts blijkt dat laag IIIa en IIIe en laag IIIe en I meer op elkaar lijken dan laag IIIa en I.

De vorming van groep 3 zou een aanwijzing kunnen zijn voor eenzelfde ontstaanswijze. Helaas kon dit niet door V. Alphen onderzocht worden, omdat hem daarvoor de tijd ontbrak.

De sedimentologische analyse geeft de volgende extra informatie:

Laag Va kan niet tot groep 2 behoren, aangezien de ontstaanswijze niet overeenkomt met die van de andere lagen uit groep 2.

Geovar is toegepast op de resultaten per sedimentologisch onderscheiden laag. Het lijkt erop dat geovar niet zelfstandig (d.w.z. niet zonder voorafgaande sedimentologische analyse) kan worden gebruikt.

- Uit de toepassing van geovar op de boringen blijkt dat een puntwaarneming in de Nuenen-groep, zelfs voor een afstand van 20 m, niet representatief hoeft te zijn. Voor de parameters afzonderlijk is een boring voor een afstand van 1 m zelfs niet representatief (zie tabel 3, boring B5-B6 voor org. C %, CEC en M-cijfer, boring B3- B4 voor het klei %).

- De toepassing van kripro heeft een zeer gering resultaat opgeleverd. Laag IIIf, III d en III b vormen een groep, die voor de parameters klei % en zand % een aantoonbare ruimtelijke relatie hebben binnen de schaal van het proefgebied. De overige groepen bezitten geen aantoonbare ruimtelijke relatie binnen het proefgebied.

Redenen hiervoor kunnen zijn:

a. het proefgebied is te klein, gezien de schaal waarop de genese van de onderzochte aardlagen zich heeft voorgedaan. Die geldt voor lagen als Vc (figuur 3). In deze lagen is alleen de variantie op kleine schaal geschat, die voor het proefgebied gelijk is aan de nuggetwaarde;

b. de ruimtelijke relatie is niet aanwezig in de genomen monsters.

De oorzaak hiervan ligt in de veelvuldige afwisseling van dunne lagen in de Nuenen-groep. De toegepaste bemonstering (één monster per meter) is te grof geweest. Gebleken is dat meerdere monsters per meter vereist zijn bij de bemonstering van zulke dunne lagen. Bovendien is het risico groot, dat bij bemonstering op dezelfde diepte in de twaalf boringen, monsters uit verschillende tijden van afzetting zijn bemonsterd.

Tevens is één van de oorzaken van de geringe laagdikte het feit, dat tussen verschillende afzettings-fasen erosie kan hebben plaatsgevonden. Erosie kan grote verstoringen aanrichten op het ruimtelijke patroon van onderliggende afzettingen.

Het is ook nog mogelijk, dat in de groepen 2, 3 en 4 een trend verborgen zit, die het nog moeilijker maakt de resultaten juist te interpreteren.

- Verwacht mag worden, dat de toepassing van kripro voor lagen met een grotere verticale existentie leidt tot beter interpreteerbare resultaten.
- Een sedimentologische interpretatie aangevuld door statistische gegevensbewerking geeft een goed inzicht in de afwisseling en uitgestrektheid van zand en kleilagen. Helaas heeft in dit onderzoek de statistiek slechts een geringe bijdrage hiertoe geleverd.

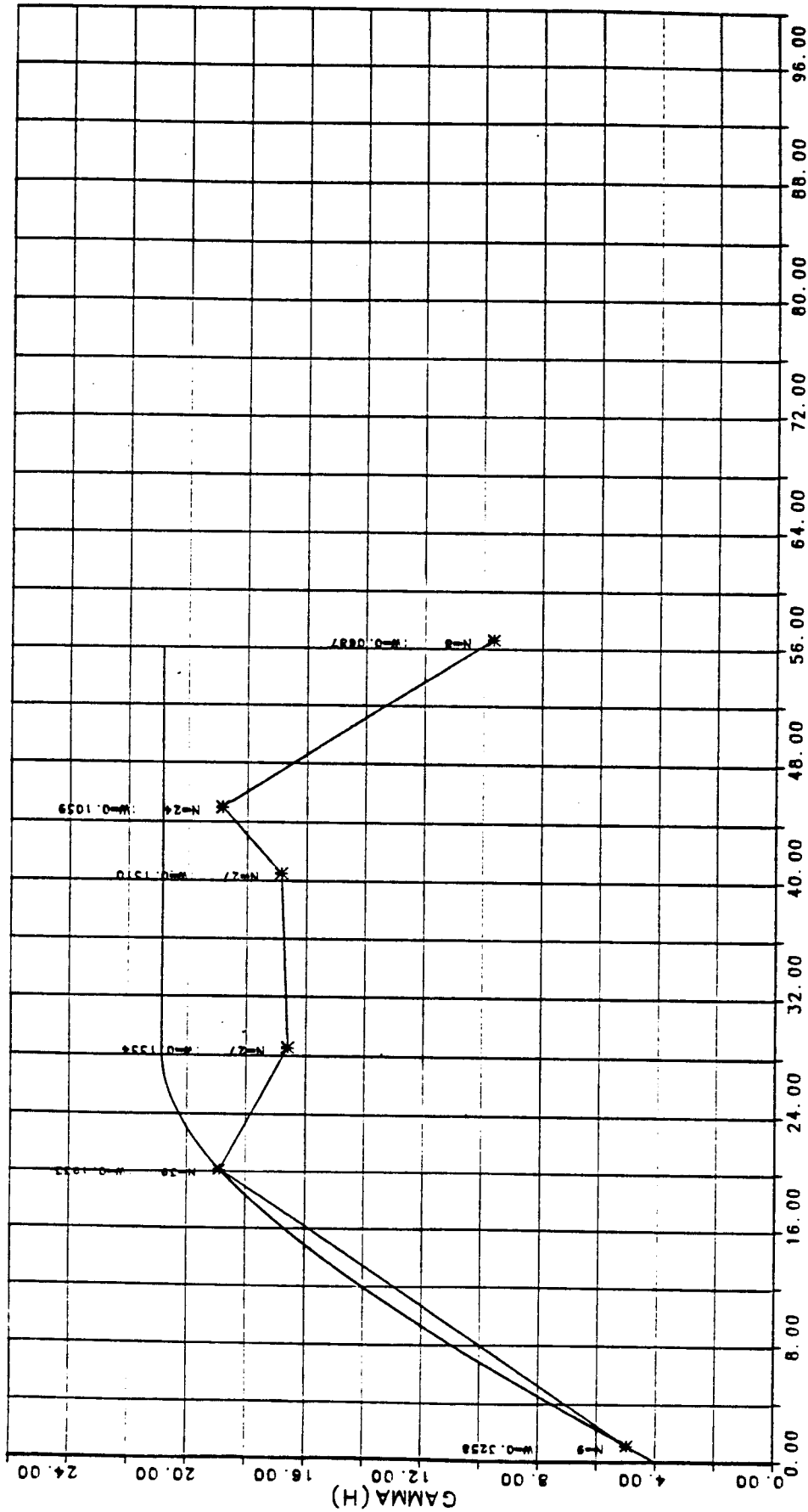
Gezien de goede resultaten uit geovar mogen we verwachten, dat in minder chaotische afzettingen als de Nuenen-groep, de toepassing van kripro betere resultaten levert.

A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	C1
0.8-1.6	0.9-1.4	0.6-1.2	0.3-1.0	0.6-1.2	0.8-1.4	0.9-1.2	0.8-1.6	0.9-1.2	0.5-0.9	0.0-1.2	0.8-1.6
1.8-2.0	1.5-1.8	1.7-2.1	1.6-2.2	1.2-1.8	1.4-2.0	1.5-1.8	1.8-2.3	2.1-2.4	1.0-1.8	2.4-2.7	1.6-2.2
2.2-2.7	2.5-2.7	2.2-2.6	2.2-2.6	2.4-3.0	2.0-2.6	2.1-2.6	2.4-2.5	3.6-3.9	3.1-2.6	3.4-3.6	2.2-2.8
3.0-3.8	3.3-3.6	3.4-3.9	3.0-3.6	3.1-3.5	3.4-3.6	3.4-2.0	3.2-3.5	4.2-4.5	4.2-4.8	4.2-4.5	3.5-3.7
4.3-4.7	4.2-4.5	4.0-4.7	4.5-5.0	4.7-5.1	4.2-4.7	5.1-5.5	4.3-4.5	5.0-5.4	5.0-5.3	5.1-5.3	4.3-4.5
5.2-5.7	5.2-5.4	(5.0-5.4)	5.0-5.5	6.7-7.2	5.0-5.4	6.6-6.9	5.1-5.4	6.6-6.8	6.7-7.1	6.6-6.9	5.3-5.5
6.3-6.7	5.6-7.0	6.1-6.5	6.3-6.9	7.5-8.1	6.4-6.9	7.4-7.8	6.6-6.9	7.0-7.5	7.1-7.5	7.5-7.5	6.7-6.8
6.9-7.5	7.5-7.9	7.5-7.8	7.0-7.5	8.5-8.7	7.2-7.6	8.3-8.7	7.3-7.7	8.0-8.4	8.5-8.7	8.4-8.7	7.5-7.7
8.6-9.0	8.4-8.6	8.5-8.8	8.4-8.7	9.2-9.6	8.5-8.8	9.0-9.6	8.1-8.5	9.2-9.6	8.0-9.4	9.4-9.6	8.2-8.6
9.3-9.9	9.2-9.9	9.2-9.5	9.2-9.6	10.1-10.5	10.3-10.8	10.3-10.7	9.2-9.5	10.2-10.8	10.5-11.0	10.4-10.6	9.0-9.5
10.2-10.5	10.3-10.9	10.4-10.8	10.6-10.9	11.2-11.7	11.0-11.7	11.4-11.7	10.2-10.7	11.1-11.7	11.0-11.4	11.1-11.4	10.3-10.6
11.2-11.6	11.2-11.4	11.3-11.5	11.4-11.7	12.4-12.6	13.5-14.0	12.0-12.3	11.2-11.4	11.8-12.0	11.8-12.3	12.0-12.3	10.8-11.3
12.0-12.8	12.1-12.4	12.0-12.3	11.7-12.1	13.3-12.8	14.5-15.5	13.3-13.8	12.2-12.5	13.7-14.0	13.5-14.1	13.5-13.8	12.0-12.7
12.9-14.4	13.5-13.9	13.6-14.0	13.6-14.4	14.0-14.4	15.4-15.8	14.2-14.6	13.6-14.0	14.5-15.0	14.5-15.0	14.6-14.8	13.3-14.4
14.7-16.0	14.6-14.8	14.8-15.5	15.7-16.2	15.0-16.2	15.8-16.2	15.6-15.9	14.5-14.9	15.6-16.0	15.4-15.8	15.5-15.7	15.5-16.7
16.8-17.3	15.6-16.1	15.0-16.2	16.2-16.5	16.3-16.8	17.2-17.4	16.0-16.2	15.5-15.9	16.2-16.8	16.6-17.0	16.0-16.1	16.1-16.6
17.8-18.0	15.1-16.3	16.4-16.7	17.0-18.0	17.3-17.6	18.4-18.9	16.4-16.7	16.0-16.4	17.4-17.7	17.0-17.4	16.6-17.0	16.6-17.0
18.7-18.8	17.3-17.4	16.8-17.3	18.4-18.9	18.2-18.6	19.4-19.8	17.4-17.5	16.4-16.7	18.0-18.4	18.1-18.3	17.2-17.6	17.3-17.6
19.7-20.0	18.2-18.6	18.4-18.9	19.3-19.8	19.1-19.8	19.4-19.8	18.4-18.8	17.0-17.4	18.6-19.0	19.5-19.9	18.4-18.7	18.5-19.6
	I 19.5-19.6	18.9-19.7				19.5-19.8	18.2-18.7	19.2-19.7			19.2-19.6

figuur 7: Lijst met bemonsteringsdiepten per boring. De grenzen van de sedimentologisch onderscheiden pakketten zijn aangegeven.

AL	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	C1
0.8-1.6	0.9-1.0	0.6-1.2	0.3-1.0	0.8-1.2	0.8-1.4	0.0-1.2	0.8-1.6	0.9-1.2	0.5-0.9	0.0-1.2	0.8-1.0
1.8-2.0	1.5-1.8	1.7-2.1	1.5-2.2	1.2-1.8	1.4-2.0	1.5-1.8	1.0-2.3	2.1-2.4	1.0-1.2	1.2	1.5-2.2
2.2-2.7	2.5-2.7	2.2-2.6	2.2-2.6	2.4-3.0	2.0-2.5	2.1-2.6	2.4-2.5	3.6-3.0	3.1-3.6	3.4-3.6	2.2-2.8
3.0-3.8	3.3-3.6	3.4-3.9	3.0-3.5	3.1-3.5	3.0-3.5	3.4-3.9	3.2-3.5	4.2-4.5	4.2-4.5	4.2-4.5	3.5-3.7
4.3-4.7	4.3-4.5	4.0-4.7	4.5-5.0	4.7-5.1	4.2-4.7	5.1-5.6	4.3-4.5	5.0-5.4	5.0-5.4	5.1-5.2	4.3-4.5
5.2-5.7	5.2-5.4	5.0-5.4	5.0-5.5	6.7-7.2	5.0-5.4	6.6-6.9	5.1-5.4	6.5-6.8	6.7-7.1	6.5-6.9	5.3-5.5
6.3-6.9	6.6-7.0	6.1-6.5	6.3-6.8	7.5-8.4	6.4-6.9	7.4-7.8	6.6-6.9	7.0-7.5	7.1-7.5	7.5-7.5	6.7-6.8
7.5-8.0	7.5-7.9	7.5-7.8	7.0-7.5	8.5-8.7	7.2-7.5	8.3-8.7	7.3-7.7	8.0-8.4	8.5-8.7	8.4-8.7	7.5-7.7
8.5-9.0	8.4-8.6	8.5-8.8	8.4-8.7	9.2-9.6	8.5-8.8	9.0-9.6	9.1-8.6	9.2-9.5	9.2-9.5	9.4-9.5	8.2-8.5
9.3-9.9	9.2-9.9	9.2-9.5	9.3-9.6	10.1-10.6	10.3-10.8	10.3-10.7	9.2-9.5	10.2-10.8	10.5-11.0	10.4-10.5	9.0-9.5
10.2-10.5	10.3-10.9	10.4-10.8	10.6-10.9	11.2-11.7	11.0-11.7	11.4-11.7	10.2-10.7	11.1-11.7	11.0-11.4	11.1-11.3	10.2-10.6
11.2-11.6	11.2-11.4	11.3-11.5	11.4-11.7	12.4-12.6	13.6-14.0	12.0-12.3	11.2-11.4	11.0-12.0	11.9-12.3	12.0-12.3	10.8-11.3
12.0-12.8	12.1-12.4	12.0-12.3	11.7-12.1	13.3-13.8	14.5-15.5	13.3-13.8	12.2-12.5	13.7-14.0	13.5-14.1	13.5-13.8	12.0-12.3
13.8-14.4	13.5-13.9	13.6-14.0	13.5-14.4	14.0-14.4	15.4-15.8	14.3-14.6	13.6-14.0	14.5-15.0	14.5-15.0	14.5-14.8	13.2-14.2
15.7-16.0	14.6-14.8	14.8-15.5	15.7-15.2	15.9-16.2	15.8-16.3	15.6-15.0	14.5-14.8	15.6-15.0	15.4-15.8	15.5-15.7	15.5-15.7
16.8-17.3	15.5-16.1	15.0-16.2	15.2-15.5	16.3-16.8	17.2-17.4	16.0-15.2	15.5-15.9	16.2-16.8	16.5-17.0	16.0-16.1	16.1-16.5
17.8-18.0	16.1-16.3	16.4-16.7	17.0-18.0	17.3-17.6	18.4-18.9	16.4-16.7	16.0-16.4	17.4-17.7	17.0-17.4	17.2-17.0	16.6-17.0
18.7-18.8	17.3-17.4	16.8-17.3	18.4-18.0	18.2-18.6	19.4-19.8	17.4-17.5	16.4-16.7	18.0-18.4	18.1-18.3	17.2-17.0	17.3-17.0
19.7-20.0	18.9-18.6	18.4-18.9	19.3-19.8	19.1-19.8		18.4-18.8	17.0-17.4	19.6-20.0	19.5-20.0	18.4-18.7	18.5-18.6
Ic	19.5-19.6	18.9-19.7				19.5-19.8	18.2-18.7		Ic	19.3-19.7	19.3-19.6
							19.2-19.7				

figuur 8: Lijst met bemonsteringsdiepten per boring. De grenzen van de sedimentologisch onderscheiden lagen zijn aangegeven.



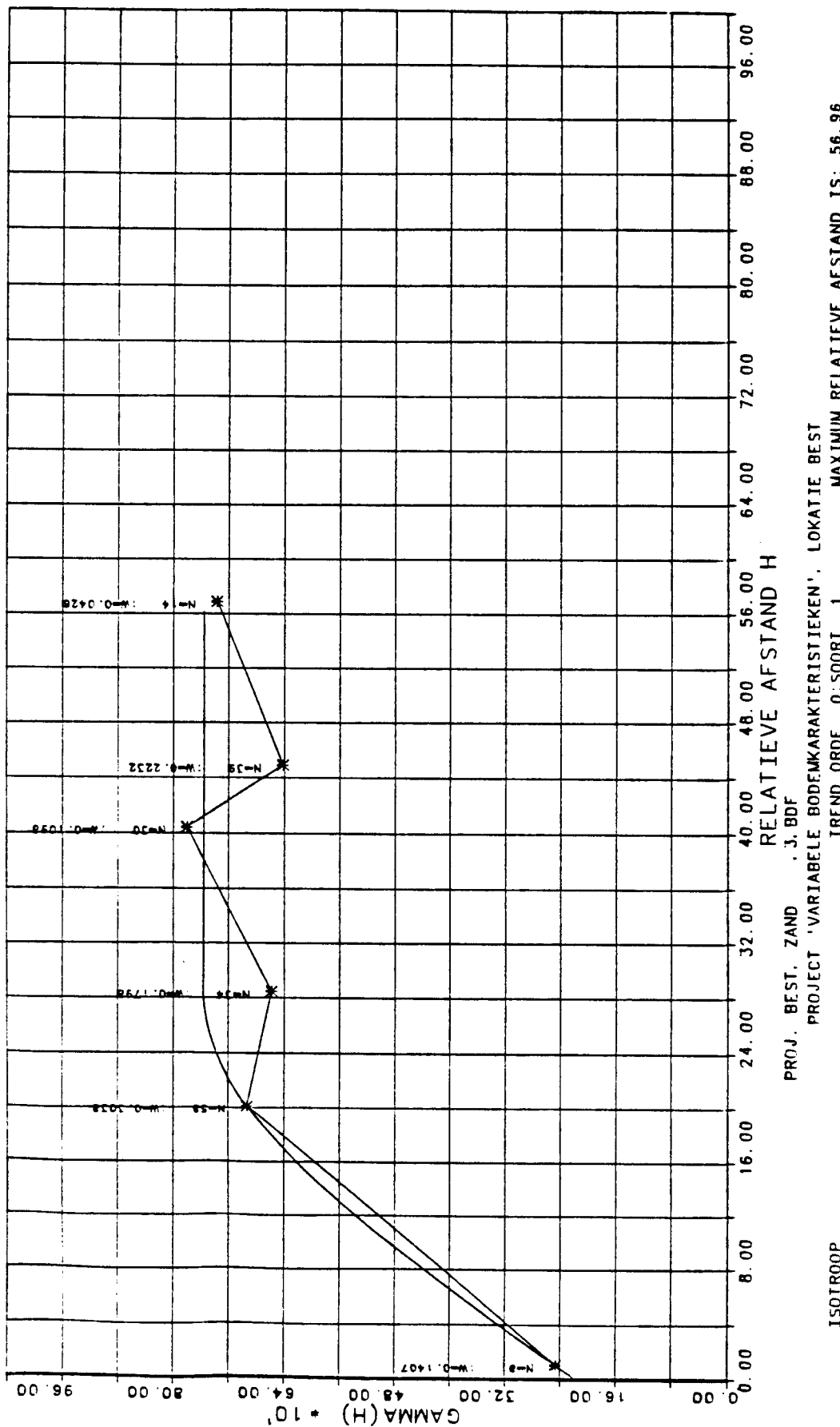
ISOTROOP
 SEMI-VARIOGRAM
 AANGEPAST THEORETISCH SEMI-VARIOGRAM TYPE IS SPHERISCH : $G(H) = W * (1.5 * H/A - .5 * (H/A)^3) + C$
 PROJECT 'VARIABELE BODEMKARAKTERISTIEKEN', LOKATIE BEST
 TREND ORDE 0:SOORT 1
 R.I.V.M. - PROGRAMMA KRIPRO
 MAXIMUM RELATIEVE AFSTAND IS: 56.66

PROJ. BEST. KLEI .3.BDF
 W= 16.92 ; A= 28.56 ; C= 3.936 ; RANGE= 28.56 ; SILL= 20.86
 R.I.V.M. - PROGRAMMA KRIPRO
 MAXIMUM RELATIEVE AFSTAND IS: 56.66

09:01:30

 LBG
 LEIDSCHEWADAM
 12-DEC-84

figuur 9: Theoretisch semivariogram van de kleipercentages van de lagen IIIIf, IIIId en IIIb.



SEMI-VARIOGRAM
 AANGEPAST THEORETISCH SEMI-VARIOGRAM TYPE IS SPHERISCH : $G(H) = W \cdot (1.5 \cdot H/A - .5 \cdot (H/A)^3) + C$
 PROJECT 'VARIABELE BODEMKARAKTERISTIEKEN', LOKATIE BEST .3.BDF
 TREND ORDE 0:SOORT 1
 ISOTROOP
 R.I.V.M. - PROGRAMMA KRIPRO
 W= 540.3 : A= 28.50 : C= 214.8 : RANGE= 28.50 : SILL= 755.0
 MAXIMUM RELATIEVE AFSTAND IS: 56.96
 11:31:05
 LBG
 LEJDSCHENDAM
 21-DEC-84

figuur 10: Theoretisch semivariogram van de zandpercentages van de lagen IIIIf, IIIId en IIIb.

Bijlage A

Literatuurlijst

- Alphen J. v. (1984): Een sedimentologische interpretatie van de afzettingen van de Nuenen-groep nabij Best.
RIVM rapport 84-0388-01.
- Breuer, W.A. (1984): Het principe van de granulair analyse door middel van laserstraling. RIVM rapport 84-173.
- Davis, J. (1973) : Statistics and data analysis in geology. Wiley and sons, New York.
- Huijbregts, C.J. (1975): Regionalized variables and quantitative analysis of spatial data. p 38-53 in: J.C. Davis and M.J. McCuugh (ed.). Display and analysis of spatial data. Wiley and sons, New York.
- Journel, A.G. and Ch. J. Huijbregts (1978): Mining geostatistics Academic press. London.
- Matheron, G. (1963): Principals of geostatistics.
Econ. geol. : 58: 1246-1266.
- Obdam, A. (1984) : Enige beschouwingen over het bemonsteringsprobleem van een bodemverontreinigingsonderzoek.
H20, nr. 9, p. 175-179.
- Schwertmann U. (1964): Differenzierung der Eisenoxide des Bodens durch Extraction mit Ammoniumoxalat-Lösung.
Z. Pflern. Dung. Bodenk. 10
p. 194-202.
- Serra, J. (1978) : Les structures gigognes: morphologie mathematique et interpretation metallogenique.
Mineral. Deposita (Berl.) 3, 135-154.
- Trangmar, B.B., U. Singh, R.S. Yost, G. Uehara (1982): Application of geostatistics for soil survey and land evaluation. Fifth international soil classification workshop Sudan.
- Wesemael, J.Ch. (1955): Chemisch weekblad, nr. 51, 1955; blz. 35-36.

LABORATORIUM VOOR BODEM EN GROND WATER.

SECTIE BODEMANALYSE

Project : Variaties bodemkarakteristieken
 Project nr : 0285
 Project leider: L. Gerringa
 Locatie : Best
 Boring : A1

Monsternr	Diepte	Org.C	CEC	pH	< 2	2-16	16-50	50-2000	M-GETAL	SORTERING
	m-mv	%	BaCl2 meq/100g	KCl	um %	um %	um %	um %	um	%
1	0.80 - 1.60	< 0.1	0.8	5.3	0.2	0.5	1.0	98.3	175	62
2	1.60 - 2.00	0.4	3.4	5.4	2.9	11.3	11.3	80.0	171	77
3	2.15 - 2.70	0.2	5.9	4.6	6.6	22.9	33.1	35.3	139	68
4	3.00 - 3.80	< 0.1	1.0	5.9	0.3	0.7	1.2	97.7	146	76
5	4.30 - 4.65	0.4	7.8	5.9	10.5	22.8	30.3	36.3	108	72
6	5.20 - 5.70	0.5	4.8	6.0	2.3	4.3	12.5	80.1	134	71
7	6.30 - 6.70	< 0.1	1.6	5.9	1.1	2.1	4.3	92.5	172	84
8	6.90 - 7.50	< 0.1	4.2	5.6	6.4	13.4	15.9	64.1	218	73
9	8.60 - 9.00	0.2	7.9	6.0	11.5	23.6	32.9	31.9	136	59
10	9.30 - 9.90	< 0.1	1.0	5.7	0.6	1.0	2.0	96.5	166	78
11	10.20 - 10.50	< 0.1	1.0	5.5	0.5	0.9	2.1	96.5	168	78
12	11.20 - 11.60	0.7	3.7	4.3	4.4	8.4	29.4	57.8	154	66
13	13.00 - 13.80	< 0.1	1.0	4.1	0.4	0.7	1.0	97.9	159	72
14	13.80 - 14.40	< 0.1	1.5	4.9	1.2	1.6	2.0	95.2	144	74
15	15.65 - 16.00	39.0	68.4	4.6						
16	16.60 - 17.25	0.1	1.3	5.2	0.7	1.1	0.4	97.8	164	82
17	17.80 - 18.00	17.1	42.7	5.6						
18	18.70 - 18.80	0.7	6.1	5.9	4.8	12.1	16.7	66.4	139	77
19	19.75 - 20.20	< 0.1	0.9	6.2	0.4	0.5	0.4	98.8	188	81

LABORATORIUM VOOR BODEM EN GRONDWATER.

SECTIE BODEMANALYSE

Project : Variaties bodemkarakteristieken
 Project nr : 0368
 Project leider : L. Gerrings
 Locatie : Best
 Boring : A2

Monsternr	Diepte m-mv	CaCO ₃	Org.C %	CEC BaCl ₂ meq/100g	pH KCl	<2 um %	2-16 um %	16-50 um %	50-2000 um %	M-Getal um	Sortering %
1	0.90 - 0.99		0.4	12.0	5.1	10.0	26.9	42.1	21.0	158	62
2	1.50 - 1.80	17.9	0.6	8.9	7.4	11.3	26.0	59.3	3.4	76	82
3	2.50 - 2.65		0.3	6.1	6.0	7.3	18.9	24.7	49.1	140	69
4	3.30 - 3.60		< 0.1	1.2	5.7	0.3	0.5	1.9	97.3	147	73
5	4.26 - 4.46		< 0.1	1.0	4.5	2.2	4.6	7.5	85.7	142	76
6	5.15 - 5.46		0.6	6.5	5.9	2.3	4.0	9.4	84.3	132	73
7	6.60 - 7.00		0.2	4.4	6.0	5.1	11.0	22.6	61.3	166	69
8	7.58 - 7.85		< 0.1	1.5	5.4	1.3	3.2	4.6	90.9	175	72
9	8.40 - 8.61		0.2	3.1	5.0	11.7	19.2	28.3	40.8	122	62
10	9.18 - 9.35		0.2	6.2	5.8	13.0	19.1	33.5	34.5	101	71
11	10.25 - 10.85		< 0.1	0.8	5.3	0.6	1.4	1.9	95.4	153	76
12	11.20 - 11.38		0.8	3.5	4.6	4.7	12.3	13.1	69.9	187	83
13	12.14 - 12.40		3.4	4.7	4.5	8.8	17.9	31.6	41.3	157	53
14	13.58 - 13.90		< 0.1	0.8	4.8	0.7	1.1	2.3	95.9	141	74
15	14.60 - 14.80		0.8	6.5	5.3	6.7	13.6	25.2	54.5	173	63
16	15.65 - 16.13		18.9	50.0	4.9						
17	16.13 - 16.30		1.5	5.2	4.5	1.6	4.1	3.0	91.3	190	77
18	17.30 - 17.41		0.2	0.4	4.6	0.3	0.7	0.4	98.6	211	77
19	18.20 - 18.62		7.6	37.1	3.5	7.0	18.3	18.2	56.5	177	70
20	19.50 - 19.64		0.1	0.8	5.3	1.9	3.2	8.8	86.1	135	76

LABORATORIUM VOOR BODEM EN GRONDWATER.

SECTIE BODEMANALYSE

Project : Variaties bodemkarakteristieken
 Project nr : 0388
 Project leider : L. Gerringsa
 Locatie : Best
 Boring : A3

Monsternr	Diepte m-mv	CaCO ₃ %	Org.C %	CEC BaCl ₂ meq/100g	pH KCl	<2 µm %	2-16 µm %	16-50 µm %	50-2000 µm %	M-Getal µm	Sortering %
1	0.55 - 1.20		< 0.1	0.7	4.9	0.2	0.4	1.0	98.4	192	89
2	1.70 - 2.10	8	0.4	8.0	7.2	10.0	26.1	61.2	2.6	153	65
3	2.20 - 2.60	17.1	0.4	7.1	7.2	10.8	31.4	49.1	9.7	84	78
4	3.40 - 3.90		< 0.1	1.4	7.4	0.5	1.0	2.2	96.3	139	77
5	4.00 - 4.70		< 0.1	0.9	7.1	1.3	3.0	3.3	92.4	143	76
6	5.00 - 5.40		0.1	1.1	5.9	0.7	1.1	4.2	94.0	145	69
7	6.15 - 6.50		0.2	5.4	5.8	6.5	13.0	26.4	54.0	145	63
8	7.50 - 7.80		0.2	6.2	5.9	9.1	20.8	42.5	27.5	122	62
9	8.50 - 8.60		< 0.1	4.0	5.5	6.5	16.1	25.2	52.1	153	66
10	9.20 - 9.50		< 0.1	5.7	5.8	9.1	17.1	30.4	43.2	143	58
11	10.40 - 10.80		< 0.1	1.2	6.3	0.7	1.4	4.1	93.8	189	73
12	11.25 - 11.50		0.6	4.6	4.9	1.6	3.0	50.9	44.5	86	88
13	12.00 - 12.30		0.6	2.3	3.5	2.6	4.5	11.1	81.8	208	68
14	13.60 - 14.00		< 0.1	1.0	5.7	0.4	0.8	2.7	96.1	162	68
15	14.80 - 15.50		< 0.1	1.0	5.4	0.5	0.8	2.6	96.1	200	78
16	16.00 - 16.20		14.9	31.0	4.6	16.8	45.0	29.8	8.2	103	66
17	16.40 - 16.70		0.1	1.3	5.5	0.4	1.0	1.0	96.8	166	76
18	16.80 - 17.30		11.3	38.7	5.2						
19	18.40 - 18.90		9.6	40.9	5.6	9.4	27.8	23.8	38.0	162	58
19	18.90 - 19.70		0.2	1.4	4.5	0.5	0.9	1.7	97.0	154	76

LABORATORIUM VOOR BODEM EN GRONDWATER.

SECTIE BODEMANALYSE

Project : Variaties bodemkarakteristieken
 Project nr : 0388
 Project leider : L. Gennings
 Locatie : Sest
 Boring : 144

Monsternr	Diepte	CaCO ₃	Ong.O	CEC BaCl ₂ meq/100g	pH KCl	<2 um %	2-16 um %	16-50 um %	50-2000 um %	M-Getaal um	Sortering %
	m-mv	%	%								
1	0.50 - 1.00		< 0.1	0.5	5.6	0.1	0.2	0.3	99.5	260	85
2	1.60 - 2.20	21.5	0.3	8.9	7.1	11.3	28.1	54.4	6.2	74	85
3	2.20 - 2.60	20.6	5.3	32.0	7.2	14.1	34.4	39.9	11.6	79	84
4	3.00 - 3.60	0.5	1.0	3.1	7.6	2.2	6.2	13.4	78.2	133	72
5	4.50 - 5.00		< 0.1	1.4	6.0	0.7	2.0	8.7	88.7	115	82
6	5.00 - 5.50		1.4	7.7	6.3	1.8	4.6	7.1	86.5	122	78
7	6.30 - 6.75		< 0.1	1.9	6.3	1.6	3.7	6.4	88.3	154	78
8	7.00 - 7.50		0.1	5.1	6.2	7.4	14.7	36.7	41.4	140	56
9	8.40 - 8.70		< 0.1	1.4	6.3	0.7	1.5	1.2	96.6	170	79
10	9.30 - 9.60		< 0.1	4.4	6.1	5.7	13.4	35.9	44.9	117	56
11	10.60 - 10.90		< 0.1	0.4	4.0	0.1	0.3	0.6	99.0	216	76
12	11.40 - 11.70		0.1	1.7	5.9	2.0	3.2	13.4	81.4	172	70
13	11.70 - 12.10		< 0.1	1.3	5.9	0.6	1.4	3.0	94.0	222	80
14	13.60 - 14.40		< 0.1	1.3	5.7	0.4	0.7	1.6	97.6	152	70
15	15.70 - 16.20		0.2	1.4	5.2	1.4	2.2	3.1	93.3	209	75
16	16.20 - 16.50		< 0.1	1.3	4.6	0.4	0.9	2.1	96.6	188	74
17	17.00 - 18.00		< 0.1	1.0	5.2	0.5	0.7	0.5	98.4	180	79
18	18.40 - 18.90		19.5	62.3	5.4	22.7	40.6	20.1	16.5	231	93
19	19.30 - 19.80		0.5	1.5	4.8	0.4	0.6	0.6	89.4	232	78

LABORATORIUM VOOR BODEM EN GRONDWATER.

SECTIE BODEMANALYSE

Project : Variaties bodemkarakteristieken
 Project nr : 0388
 Project leider : L. Gerringa
 Locatie : Best
 Boring : A5

Monsternr	Diepte		CaCO ₃ %	Org.C %	CEC BaCl ₂ meq/100g	pH KCl	<2 um %	2-16 um %	16-50 um %	50-2000 um %	M-Getal um	Sortering %
	m	mv										
1	0.80	- 1.20		< 0.1	9.4	4.6	11.9	27.4	45.2	14.6	78	81
2	1.20	- 1.80	16.2	0.5	10.0	7.4	14.3	27.6	50.8	6.7	76	90
3	2.40	- 3.00	1.0	0.1	6.4	7.4	6.1	15.6	21.9	56.3	141	72
4	3.15	- 3.45		< 0.1	1.5	7.2	0.7	1.4	4.0	93.8	127	74
5	4.65	- 5.10		0.6	6.3	6.1	4.4	8.9	14.8	71.4	130	69
6	6.70	- 7.20		0.1	6.5	6.0	7.1	15.5	40.7	36.8	138	54
7	7.50	- 8.40		< 0.1	1.0	5.8	0.7	0.8	3.5	94.6	162	72
8	8.50	- 8.70		< 0.1	1.4	5.5	1.5	3.2	4.5	90.7	177	76
9	9.20	- 9.60		< 0.1	6.7	6.0	7.6	16.1	30.0	45.8	129	62
10	10.10	- 10.60		< 0.1	1.3	5.8	0.9	1.9	1.8	95.5	173	77
11	11.20	- 11.70		< 0.1	1.0	5.7	0.8	1.2	3.1	94.9	186	77
12	12.35	- 12.55		2.0	6.4	4.1	11.9	23.3	39.4	25.4	88	78
13	13.30	- 13.60		< 0.1	1.1	3.9	0.8	1.1	2.4	95.8	154	66
14	14.00	- 14.40		< 0.1	1.6	5.2	1.5	1.6	3.5	93.5	144	70
15	15.95	- 16.20		10.4	30.6	4.1	8.4	16.6	26.1	48.9	121	64
16	16.30	- 16.80		0.4	2.4	5.4	0.9	2.0	2.6	94.5	177	78
17	17.30	- 17.60		0.2	1.0	5.6	0.4	0.7	1.0	97.9	164	75
18	18.20	- 18.55		14.3	43.2	5.6						
19	19.10	- 19.80		< 0.1	0.8	5.6	0.2	0.5	0.2	99.1	122	82

LABORATORIUM VOOR BODEM EN GRONDWATER.

SECTIE BODEMANALYSE

Project : Variaties bodemkarakteristieken
 Project nr : 0386
 Project velder : L Gennings
 Locatie : Best
 Boring : B2

Monsternr	Diepte m-mv	Org.C %	CEC BaCl2 meq/100g	pH KCl	<2 um %	2-16 um %	16-50 um %	50-2000 um %	M-Getal um	Sortering %
1	0.90 - 1.20	0.7	1.9	4.6	3.3	4.9	6.7	85.1	144	73
2	1.50 - 1.80	2.2	10.5	5.1	5.6	11.5	18.5	64.4	154	66
3	2.10 - 2.60	0.5	8.3	6.5	12.2	29.9	29.7	28.2	133	65
4	3.40 - 3.90	< 0.1	1.1	6.4	0.2	0.4	0.6	98.8	136	83
5	5.10 - 5.60	0.6	4.2	5.9	3.2	8.1	6.6	82.1	144	68
6	6.60 - 6.90	0.1	5.3	5.9	4.7	17.5	8.5	69.3	145	66
7	7.40 - 7.80	< 0.1	3.0	6.1	2.7	5.4	8.4	83.5	140	71
8	8.30 - 8.70	< 0.1	4.3	6.1	3.2	6.5	6.8	83.5	174	72
9	9.00 - 9.60	< 0.1	6.8	6.2	10.0	19.5	17.2	53.2	132	66
10	10.30 - 10.65	< 0.1	1.3	6.4	0.6	0.7	1.5	97.2	153	76
11	11.40 - 11.70	0.7	6.3	5.6	9.3	16.4	52.3	21.8	82	89
12	12.00 - 12.30	1.3	7.9	5.6	12.5	28.1	39.6	19.8	92	69
13	13.30 - 13.80	< 0.1	2.2	5.9	0.4	0.7	1.2	97.7	149	70
14	14.25 - 14.60	< 0.1	1.3	5.8	0.9	1.4	1.9	95.8	179	72
15	15.60 - 15.90	41.2	87.5	5.6						
16	16.00 - 16.20	0.1	1.8	5.8	0.3	1.0	0.8	97.9	192	76
17	16.40 - 16.65	1.7	16.3	5.6	5.7	11.4	14.8	68.1	190	69
18	17.35 - 17.50	0.8	1.5	6.0	0.6	1.1	1.0	97.3	174	83
19	18.40 - 18.80	< 0.1	1.7	6.3	1.4	3.2	5.5	89.9	148	66
20	19.50 - 19.80	< 0.1	1.5	6.3	1.1	2.6	6.7	89.6	137	72

LABORATORIUM VOOR BODEM EN GRONDWATER.

SECTIE BODEMANALYSE

Project : Variaties bodemkarakteristieken
 Project nr : 0388
 Project leider : L. Gerringa
 Locatie : Best
 Boring : B3

Monsternr	Diepte m-mv	CaCO ₃ %	Org.C %	CEC BaCl ₂ meq/100g	pH KCl	<2 um %	2-16 um %	16-50 um %	50-2000 um %	M-Getal um	Sortering %
1	0.80 - 1.60		< 0.1	10.7	4.9	18.4	33.2	39.6	8.8	98	68
2	1.80 - 2.30	18.9	0.1	8.7	7.5	5.5	34.6	30.6	29.3	80	79
3	2.40 - 2.50	7.9	2.2	15.7	7.2	5.7	33.2	35.0	26.1	141	65
4	3.20 - 3.50		0.2	6.8	6.1	8.9	21.8	22.6	46.7	133	73
5	4.30 - 4.50		1.0	6.8	6.1	2.5	12.0	18.8	66.7	142	70
6	5.10 - 5.40		0.5	7.9	6.1	0.2	0.4	2.0	97.4	133	72
7	6.60 - 6.90		< 0.1	4.1	6.0	6.8	12.4	9.7	71.1	155	72
8	7.30 - 7.70		< 0.1	1.3	6.2	0.1	0.4	0.9	98.6	131	81
9	8.10 - 8.60		< 0.1	1.5	6.2	0.7	1.1	0.8	97.4	188	74
10	9.15 - 9.45		< 0.1	3.5	6.2	1.4	3.5	0.7	94.4	237	72
11	10.20 - 10.65		< 0.1	1.0	6.5	0.3	0.4	0.8	98.5	186	83
12	11.20 - 11.40		< 0.1	2.8	6.2	1.3	3.4	6.2	98.1	197	80
13	12.15 - 12.45		0.3	3.4	5.8	5.1	7.1	15.0	72.7	166	68
14	13.60 - 14.00		< 0.1	1.3	5.8	0.3	0.5	2.4	96.8	161	64
15	14.50 - 14.80		0.5	5.1	5.8	7.7	15.2	21.8	55.3	183	69
16	15.50 - 15.90		0.1	1.1	5.5	0.2	0.3	0.5	99.0	210	82
17	16.00 - 16.40		8.8	40.2	5.6	7.8	35.6	36.7	19.1	131	56
18	16.40 - 16.70		0.1	2.3	5.6	0.2	0.8	1.5	97.5	157	75
19	17.00 - 17.40		1.8	11.7	5.7	7.0	16.7	18.6	57.7	150	63
20	18.20 - 18.70		0.7	16.6	5.9	12.4	29.4	25.7	32.4	146	66
21	19.20 - 19.65		0.2	1.9	6.1	0.4	0.4	1.0	98.2	155	85

LABORATORIUM VOOR BODEM EN GRONDWATER.

SECTIE BODEMANALYSE

Project : Variaties bodemkarakteristieken
 Project nr : 0388
 Project leider : L. Gerringa
 Locatie : Best
 Boring : B4

Monsternr	Diepte m-mv	CaCO ₃ %	Org.C %	CEC BaCl ₂ meq/100g	pH KCl	<2 um %	2-16 um %	16-50 um %	50-2000 um %	M-Getal um	Sortering %
1	0.85 - 1.20		0.1	9.6	5.1	10.0	26.7	51.0	11.1	96	67
2	2.10 - 2.40	17.0	2.0	10.0	7.2	4.7	30.0	41.4	23.8	115	67
3	3.60 - 3.90		< 0.1	1.2	6.7	0.4	0.7	2.6	96.3	129	80
4	4.20 - 4.50		0.9	4.3	4.4	4.3	10.8	17.3	67.6	141	66
5	5.00 - 5.40		0.8	9.7	5.9	1.5	5.1	4.7	89.0	146	72
6	6.60 - 6.80		< 0.1	2.7	5.7	3.0	7.2	12.4	77.5	172	75
7	7.00 - 7.50		< 0.1	1.2	5.5	0.5	0.9	3.7	95.0	137	71
8	8.00 - 8.40		< 0.1	1.2	5.5	0.8	1.0	7.3	90.9	127	75
9	9.15 - 9.60		< 0.1	5.5	5.5	7.3	15.9	29.1	47.7	171	62
10	10.20 - 10.75		< 0.1	1.4	5.5	0.9	2.0	3.2	93.9	173	82
11	11.10 - 11.70		< 0.1	1.7	5.4	1.8	3.3	8.2	86.5	172	77
12	11.60 - 12.00		0.4	2.1	3.8	4.7	8.9	21.7	64.6	130	73
13	13.65 - 14.00		< 0.1	0.9	4.6	0.2	0.4	2.1	96.7	137	71
14	14.50 - 15.00		< 0.1	1.1	5.3	0.3	0.6	2.3	96.9	166	74
15	15.60 - 16.00		< 0.1	0.9	3.5	0.1	0.4	0.7	98.7	226	80
16	16.20 - 16.80		0.8	3.0	4.9	1.0	3.6	3.4	91.9	151	72
17	17.40 - 17.70		1.7	7.7	5.5	4.0	10.3	15.9	69.4	196	76
18	18.00 - 18.40		10.0	38.6	5.4	9.5	23.5	26.8	39.4	147	66
19	19.60 - 20.00		< 0.1	0.8	5.0	0.2	0.4	0.7	98.7	203	79

LABORATORIUM VOOR BODEM EN GRONDWATER.

SECTIE BODEMANALYSE

Project : Variaties bodemkarakteristieken
 Project nr : 0386
 Project leider : L. Gerringsa
 Locatie : Best
 Boring : B6

Monsternr	Diepte m-nv	CaCO ₃ %	Org.C %	CEC BaCl ₂ meq/100g	pH KCl	<2 um %	2-16 um %	16-50 um %	50-2000 um %	M-Getal um	Sortering %
1	0.90 - 1.20		0.2	18.3	4.8	18.9	29.5	36.1	15.4	97	65
2	2.40 - 2.70		2.0	9.7	5.2	12.4	18.8	27.7	41.0	135	71
3	3.40 - 3.55	<	0.1	1.9	6.7	0.8	1.8	3.1	94.3	134	75
4	4.20 - 4.50		3.2	9.0	5.3	6.9	13.0	11.4	68.7	129	71
5	5.10 - 5.30		0.6	7.1	5.7	4.5	11.4	18.2	65.9	20	68
6	6.60 - 6.90	<	0.1	3.9	6.8	1.9	4.0	9.1	85.0	148	71
7	7.50 - 7.60		0.1	8.4	6.7	5.0	10.4	37.4	47.2	21	61
8	8.40 - 8.70		0.2	8.1	6.0	5.8	11.9	24.4	57.9	161	66
9	9.35 - 9.60	<	0.1	5.7	6.3	5.6	11.0	38.9	44.5	140	57
10	10.40 - 10.60	<	0.1	3.5	6.5	3.0	4.9	16.8	75.3	137	72
11	11.10 - 11.25		0.1	4.9	6.3	6.6	10.4	38.9	44.0	158	65
12	12.00 - 12.30	<	0.1	1.3	6.6	0.4	0.5	1.0	98.1	162	76
13	13.50 - 13.80	<	0.1	1.1	5.4	0.5	0.7	1.9	96.9	158	64
14	14.55 - 14.80	<	0.1	1.1	3.9	1.4	2.3	6.5	91.2	181	64
15	15.45 - 15.65		3.9	6.2	2.4	12.4	29.0	36.3	20.3	96	68
16	16.00 - 16.10	<	0.1	0.9	5.3	4.8	8.3	18.4	68.5	165	64
17	16.60 - 17.00		2.1	10.2	5.6	0.5	0.6	1.2	97.7	171	73
18	17.20 - 17.60		11.8	33.7	5.0						
19	18.40 - 18.70		7.5	25.3	5.7	6.2	16.9	18.3	58.6	133	71
20	19.30 - 19.70	<	0.1	1.0	6.1	0.7	0.7	0.5	98.1	143	87

LABORATORIUM VOOR BODEM EN GRONDWATER.

SECTIE BODEMANALYSE

Project : Variaties bodemkarakteristieken
 Project nr : 0388
 Project leider : L. Gerringa
 Locatie : Best
 Boring : C1

Monsternr	Diepte		CaCO ₃	Org.C	CEC	pH	<2	2-16	16-50	50-2000	M-Getaf	Sortering
	m	mv	%	%	meq/100g	KCl	um	um	um	um	um	%
1	0.80	- 1.02		0.1	0.9	4.9	0.6	1.3	1.4	96.7	193	83
2	1.62	- 2.23	22.0	1.9	7.7	7.5	9.9	25.6	58.5	6.0	89	66
3	2.23	- 2.82	14.4	11.9	43.1	7.2	4.8	35.8	50.5	8.7	82	93
4	3.45	- 3.73		< 0.1	1.4	6.5	0.5	1.3	2.1	96.1	134	76
5	4.25	- 4.50		2.8	13.3	6.0	6.7	15.8	19.9	57.6	128	69
6	5.25	- 5.50		0.3	2.7	6.3	1.3	3.8	6.5	86.4	134	73
7	6.70	- 6.80		< 0.1	1.2	6.4	0.6	1.3	2.0	96.2	158	78
8	7.50	- 7.65		0.3	6.2	6.1	8.7	22.7	45.1	32.2	120	63
9	8.20	- 8.60		< 0.1	1.1	6.4	0.6	1.0	2.2	96.2	173	77
10	9.00	- 9.45		0.1	4.3	5.8	4.4	8.9	28.8	57.9	128	62
11	10.25	- 10.60		< 0.1	1.1	5.9	1.0	1.3	3.8	93.9	162	75
12	10.80	- 11.30		0.2	2.2	5.2	3.6	6.1	14.1	76.2	175	84
13	12.00	- 12.30		5.3	8.8	5.6	12.4	25.0	44.4	18.2	103	69
14	13.30	- 14.40		< 0.1	1.5	4.7	1.3	1.5	4.3	92.9	131	71
15	15.50	- 15.70		0.2	1.1	4.9	0.6	1.0	3.3	95.1	164	74
16	16.05	- 16.60		0.3	2.1	4.9	0.8	1.7	1.8	95.7	171	85
17	16.60	- 16.95		5.2	10.3	5.4	6.8	15.9	23.8	53.6	159	64
18	17.30	- 17.60		5.3	9.9	5.6	7.0	12.8	18.7	61.5	175	71
19	18.50	- 18.60		6.2	15.9	5.9	4.9	14.4	6.6	74.0	143	74
20	19.25	- 19.65		0.2	1.1	5.4	0.5	0.9	0.4	98.2	230	86