

NOTA 573

31 augustus 1970

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding  
Wageningen

**ALTERRA**,  
Wageningen Universiteit & Research centre  
Omgevingswetenschappen  
Centrum Water & Klimaat  
*Team Integraal Waterbeheer*

PROEVE VAN EEN KD-WAARDENKAART VAN  
MIDDEN-WEST-NEDERLAND

H. Witt en E. van Rees Vellinga

---

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.  
Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.  
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking.

---

## INHOUD

	blz.
INLEIDING	1
DE LIGGING VAN HET GEBIED	1
HET TRAJECT IN DE ONDERGROND WAAROVER DE kD- WAARDE WERD BEPAALD	2
METHODEN TER BEREKENING VAN HET DOORLATEND VERMOGEN	3
Pompproeven	3
Putproeven	3
Meting aan ongestoorde grondkolommen	5
Berekening uit de getijdevoortplanting in het grondwater	5
Berekening met behulp van gegevens uit korrelgrootte- analysen	5
Berekening met behulp van schattingen uit boorbeschrij- vingen	5
Waterbalansstudies en computermodellen	6
ENIGE OPMERKINGEN BETREFFENDE DE NAUWKEU- RIGHEID VAN DE kD-WAARDEBEPALING MET BEHULP VAN SCHATTINGEN	7
RESULTATEN	8
LITERATUUR	10

## INLEIDING

Een van de belangrijkste oorzaken van de verzilting in Midden-West-Nederland is de kwel (COUWENHOVEN en TOUSSAINT, 1969). Hierdoor wordt het oppervlaktewater van de polders belast met het zout uit het diepere grondwater. Sinds enige jaren wordt door het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding dit verschijnsel - en de gevolgen ervan - in dit gebied bestudeerd.

Ten behoeve van dit onderzoek is het gewenst over gegevens te beschikken betreffende de grootte van en de variaties in het doorlatend vermogen van de ondergrond, in dit geval het bovenste watervoerende pakket. Deze gegevens zijn van belang bij de berekening van grondwaterstromingen, die optredende kwel of infiltratie kunnen verklaren en die passende maatregelen mogelijk maken. Tevens kan kennis van het doorlatend vermogen van nut zijn bij de planning van werkzaamheden die een ingreep betekenen in de hydrologische situatie, zoals bijvoorbeeld wateronttrekking voor diverse doeleinden, het bouwen van waterstaatkundige werken, het aanleggen van kanalen, vijvers of recreatieplassen, al of niet gepaard gaande met zandwinning, het dempen van sloten, drainering, enz. Er werd daarom een kD-waardenkaart samengesteld, gebruikmakend van de uitkomsten van pompproeven en schattingen uit profielbeschrijvingen van oude en nieuwe boringen.

Deze kaart dient weliswaar met enige voorzichtigheid te worden gehanteerd, maar kan aanwijzingen geven voor de orde van grootte van het doorlatend vermogen in het bovenste watervoerende pakket, die op een bepaalde plaats verwacht kan worden.

## DE LIGGING VAN HET GEBIED

Het besproken gebied bestaat in grote trekken uit dat deel van de provincies Noord- en Zuid-Holland, dat in het noorden wordt begrensd door het Noordzeekanaal en in het zuiden door de Nieuwe Waterweg, Nieuwe Maas en Lek. De oostelijke begrenzing wordt gevormd door de grenzen van de Hoogheemraadschappen Rijnland en Schieland. Het gebied heeft een oppervlakte van omstreeks 170 000 ha.

## HET TRAJECT IN DE ONDERGROND WAAROVER DE KD-WAARDE WERD BEPAALD

Uit de literatuur blijkt dat in Midden-West-Nederland sprake is van verschillende watervoerende pakketten (POMPER, 1969). Het bovenste pakket heeft de grootste invloed op de hydrologische processen aan de oppervlakte, doordat er via de afdekkende lagen een vrij direct contact met het oppervlaktewater mogelijk is. De basis van het bovenste watervoerende pakket wordt gevormd door de lemig ontwikkelde bovenzijde van de Formatie van Kedichem, terwijl het pakket aan de bovenkant wordt afgedekt door Holocene fijnzandige, lemige of venige lagen. In het noorden van het gebied, waar de Formatie van Kedichem geleidelijk onder jongere lagen wegduikt (ZONNEVELD, 1958), is als basis gerekend het complex van glaciële bekkenkleien en keileem die daar in soms belangrijke mate voorkomen.

De dikte van de bovenste watervoerende laag varieert sterk. In het algemeen kan wel worden gesproken van een dikte van 20-50 m; in het zuiden bedraagt zij echter vaak niet meer dan 10-20 m, terwijl op andere plaatsen dikten van 60 tot 80 m worden aangetroffen; in een boring bij Amstelveen strekte het bovenste watervoerende pakket zich uit tot meer dan 200 m onder het maaiveld (VAN REES VELLINGA, in voorbereiding).

Het is duidelijk geworden dat de afsluitende basis van het bovenste watervoerende pakket geen aaneengesloten geheel is. In het noorden ontbreekt soms de glaciële leem, in het meer zuidelijke deel van het gebied is hier en daar de bovenkant van de Formatie van Kedichem niet lemig ontwikkeld. In enkele gevatten staat de bovenste watervoerende laag in open verbinding met de diepere grofzandige afzettingen en is het totale doorlatend vermogen dus veel groter. Dit verklaart dan ook enkele grote verschillen op de kd-waardenkaart.

Het bovenste watervoerende pakket bestaat hoofdzakelijk uit Jong- en Midden-Pleistocene grove, soms grindhoudende zanden van fluviatiële oorsprong. In het noorden van het gebied bestaat het voornamelijk uit fluvio-glaciële sedimenten uit de Saale-IJstijd.

## METHODEN TER BEREKENING VAN HET DOORLATEND VERMOGEN

Voor het bepalen van het doorlatend vermogen van de ondergrond worden de volgende methoden gebruikt (DE RIDDER, 1970):

1. pompproeven
2. putproeven
3. meting aan ongestoorde grondkolommen
4. berekening aan de hand van de getijdevoortplanting in het grondwater
5. berekening met behulp van gegevens uit korrelanalyses
6. berekening met behulp van schattingen uit boorbeschrijvingen
7. waterbalansstudies
8. computermodellen

### 1. Pompproeven

Met deze methode kan men betrouwbare uitkomsten verkrijgen van het doorlatend vermogen van watervoerende lagen, en van de weerstanden van slecht doorlatende lagen tegen verticale grondwaterstromingen. De inrichting van een pompproef is echter vrij kostbaar en dit is de reden dat de methode slechts op beperkte schaal kan worden toegepast.

In Midden-West-Nederland waren de uitkomsten bekend van 26 pompproeven welke in het archief van het Rijksinstituut voor Drinkwater te 's-Gravenhage voorkomen. Zij worden vermeld in Tabel 1 en zijn op de kaart aangegeven met vermelding van nummer en gevonden  $kD$ -waarde.

### 2. Putproeven

Dit zijn vereenvoudigde pompproeven zonder peilputten. Het is aanmerkelijk dat bij onvolkomen putten vooral de directe omgeving van het putfilter bepalend zal zijn voor de uitkomst. In vele gevallen zal hiermee dus alleen een grootte-orde voor het doorlatend vermogen kunnen worden gevonden. Ondanks deze minder nauwkeurige resultaten maken de lage kosten van deze methode het aantrekkelijk en mogelijk om op grote schaal de gegevens uit pompproeven aan te vullen.

Tabel 1. Pomproeven in Midden-West-Nederland

Nummer	Plaats	KD-waarde in m <sup>2</sup> /etm
15	De Lier	1000
26	Leidschendam	825
31	Velsen	770
39	Botlek	925
46	Brasemermeer	3200
47	Westeinderplas	3300
48	Bennebroek	925
52	Tussenwijk	302
66	Ringvaart	1120
69	Coentunnel	580
83	Nieuwe Meer	4650
85	Huys ten Donck	470
95	Amstelveen	390
105	Hillegom	1500
106	Wilton Feyenoord	600
107	Reedijk	560
109	Spijkenisse	1100
137	's-Gravenhage	2000
138	Spijkenisse	1500
139	Lekkerkerk	550
141	Bergambacht	2000
142	Bergambacht	2500
146	Schiphol	4150
185	Bleiswijk	1000
193	Hazerswoude	1750
	Holierhoekse Polder	1000 (Prov. W. st. Z-Holl.)

In het besproken gebied zijn ons geen resultaten van putproeven bekend.

### 3. Meting aan ongestoorde grondkolommen

Uit een diepboring verkregen ongestoorde grondmonsters kunnen in het laboratorium worden gemeten en vervolgens kan de K-waarde worden berekend (WIT, 1962, 1963). De resultaten met deze methode zijn bevredigend. Grindlagen kunnen echter moeilijkheden veroorzaken bij het steken van de monsters; de monsternamen en de laboratorium-meting zijn bewerkelijk en nemen vrij veel tijd.

Het is ons niet bekend of in Midden-West-Nederland deze methode van bepaling van de doorlaatfactor is toegepast.

### 4. Berekening uit de getijdevoortplanting in het grondwater

Er bestaan verschillende methoden om uit de voortplanting van de getijdegolf in het grondwater de bodemconstanten te berekenen (STEGGEWENTZ, 1933). Gegevens over het besproken gebied, verkregen uit dergelijke bepalingen waren niet beschikbaar.

### 5. Berekening met behulp van gegevens uit korrelgrootte-analysen

Deze methode van doorlatendheidsbepaling werd niet toegepast voor de samenstelling van de kD-waardenkaart, omdat ons geen analyses ter beschikking stonden.

### 6. Berekening met behulp van schattingen uit boorbeschrijvingen

Het overgrote deel van de gegevens waarmee de kD-waardenkaart van Midden-West-Nederland is samengesteld, bestaat uit de resultaten van schattingen uit boorbeschrijvingen. Hierbij worden de benodigde cijfers die anders in de korrelgrootte-analyse worden bepaald, getaxeerd. In de meeste boorbeschrijvingen namelijk, worden de grofheid of fijnheid van het zand, de gelijkmatigheid, het slibgehalte en de eventueel voorkomende hoeveelheid grind vermeld. Deze geologische aanduidingen kunnen worden 'vertaald' in hydrologische termen. De korrelgrootte-verdeling wordt daar door één enkele parameter aangegeven,

nl. het U-cijfer. Dit is de verhouding van oppervlak en volume van de zandkorrels, vermenigvuldigd met  $1/6$ . Gebruikmakend van de relatie van U-cijfer en de doorlatendheid  $k$ , kan de  $k$ -waarde worden berekend. De factor  $kU^2$  blijkt per gebied te kunnen variëren van ongeveer 30 000 tot 70 000. In Midden-West-Nederland werd  $kU^2$  gehouden op 54 000, welke evenredigheidsfactor bij een vorig onderzoek op de Zuidhollandse eilanden (DE RIDDER en WIT, 1965) met goed resultaat werd gebruikt, en in Midden-West-Nederland een redelijke overeenstemming vertoonde met de resultaten van vergelijkbare pompproeven in het gebied.

De volgens  $kU^2$  verkregen doorlaatfactor  $k$  werd gecorrigeerd op slibgehalte, sorteringsgraad en grindgehalte met behulp van tabellen die uit laboratoriumproeven zijn samengesteld. Tenslotte werd  $k$  vermenigvuldigd met de dikte van de betrokken laag, waardoor de  $kD$ -waarde werd verkregen. Door de  $kD$ -waarde van alle lagen waaruit het watervoerend pakket is opgebouwd, op te tellen, krijgt men de totale  $kD$ -waarde van het watervoerend pakket.

Voor het vervaardigen van de  $kD$ -waardenkaart werden bijna 2200 boringen beschouwd op hun geschiktheid voor het schatten van de benodigde gegevens. Het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening te 's-Gravenhage stond bereidwillig toe dat de boorstaten van ongeveer 2150 boringen uit haar archief werden gecopieerd. Door het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding werden 32 boringen uitgevoerd - merendeels van 50 tot 60 m diepte - in die delen van het gebied, waar geen of onbetrouwbare gegevens bekend waren. Uiteindelijk bleken ruim 400 boorbeschrijvingen geschikt voor een aanvaardbare  $kD$ -waardeschatting.

De  $kD$ -waarden verkregen met behulp van deze schattingen, werden op de kaart aangegeven.

## 7-8 Waterbalans studies en computermodellen

Deze methoden tot  $kD$ -waardebepaling werden voor het samenstellen van de  $kD$ -waardenkaart niet gebruikt.



## ENIGE OPMERKINGEN BETREFFENDE DE NAUWKEURIGHEID VAN DE kD-WAARDEBEPALING MET BEHULP VAN SCHATTINGEN

Teneinde een indruk te geven van de nauwkeurigheid van de kD-waardebepaling volgens de schattingsmethode, werden de uitkomsten van enkele pompproeven vergeleken met de resultaten die werden verkregen met behulp van schattingen uit de boorbeschrijving van de betrokken pompput, waarnemingsputten of van nabijgelegen boringen. In fig. 1 worden de uitkomsten van beide methoden tegen elkaar uitgezet. Van slechts 15 plaatsen in Midden-West-Nederland kon deze vergelijking gemaakt worden. Van de overige pompproeven in dit gebied was het niet mogelijk een vergelijkbare berekening volgens de schattingsmethode uit te voeren, omdat óf geen gegevens van de boringen bekend waren, óf de boorbeschrijving niet uitvoerig genoeg was, óf de boringen niet diep genoeg waren.

In fig. 1 worden tevens de resultaten van beide methoden op enkele andere plaatsen in Nederland vergeleken, nl. van de pompproeven in Geestmerambacht (N. H.), polder 'De Oude Korendijk' (Hoekse Waard), Prunjepolder (Schouwen), de Tielerwaard, het Kromme-Rijngebied, oostelijk Noord-Brabant en Midden-Limburg.

Bij het beschouwen van fig. 1 is de eerste indruk dat de spreiding groot is - en in een enkel geval onaanvaardbaar groot. Dit geldt speciaal voor de waarden die verkregen werden in de Tielerwaard. Op sommige andere plaatsen komen ook grote verschillen voor, maar in orde van grootte is er over het algemeen een redelijke overeenstemming.

Het niet precies overeenstemmen van de twee methoden kan verschillende oorzaken hebben. Allereerst moet worden geconstateerd dat ook pompproeven die dicht bij elkaar liggen, verschillende resultaten kunnen opleveren. Zo zijn bijvoorbeeld de uitkomsten van de pompproeven 109 en 138 (Spijkenisse) resp. 1100 en 1500 m<sup>2</sup>/dag, en van de pompproeven 141 en 142 (Bergambacht) 2000 en 2500 m<sup>2</sup>/dag. Als enige aanwijsbare oorzaak van deze verschillen kan de geologische situatie genoemd worden.

De belangrijkste oorzaak van het niet geheel overeenstemmen van de uitkomsten van beide methoden, moet gezocht worden in de kwaliteit van de boorbeschrijving waaruit de waarden moeten worden getaxeerd. Een minder nauwkeurige benoeming van grofheid en sortering van het

zand, het slib- en grindgehalte, kan al grote afwijkingen in de berekende doorlatendheid geven. Ook zullen textuurverschillen die niet in korrelgrootteanalyses en -schattingen tot hun recht komen, het resultaat beïnvloeden.

Een apart probleem - dat in Midden-West-Nederland nauwelijks aan de orde komt, - wordt gevormd door de grindrijke afzettingen. In de Gelderse Achterhoek echter bleek in een vorig onderzoek dat in afzettingen met zeer veel grind en grindbanken de berekening volgens de schattingsmethode grote verschillen met de pompproefuitkomsten gaf. Hier kon de verhouding  $kU^2 = 54\ 000$  niet worden gebruikt, maar moest een hogere constante worden aangenomen (ERNST, DE RIDDER en DE VRIES, 1970). Het hoge grindgehalte in de ondergrond van de Tielerwaard is waarschijnlijk dan ook eveneens de oorzaak van de verschillen in uitkomsten tussen de beide methoden (fig. 1).

Het is duidelijk dat de berekening van het doorlatend vermogen van een watervoerend pakket met behulp van schattingen uit boorbeschrijvingen niet zeer nauwkeurig kan zijn. In de praktijk is het echter niet belangrijk of de  $kD$ -waarde in de ondergrond 200 of 300  $m^2/dag$  is, of dat 2000  $m^2/dag$  in werkelijkheid 2400  $m^2/dag$  blijkt te zijn. Het gaat erom of de  $kD$ -waarde op een bepaalde plaats 300 of 2000  $m^2/dag$  is. Het voordeel van de schattingsmethode is dan ook dat men met behulp van bestaande gegevens, met weinig onkosten, op een zeer groot aantal punten een - zij het globaal - overzicht kan verkrijgen van het doorlatend vermogen, en dat bekend wordt welke grootte-orde in deze constante in de ondergrond kan worden verwacht.

## RESULTATEN

Aan de hand van de op de kaart ingetekende  $kD$ -waarden werd het gebied van Midden-West-Nederland verdeeld in 4 zones, namelijk 100-1000  $m^2/dag$ , 1000-2000  $m^2/dag$ , 2000-3000  $m^2/dag$  en hoger dan 3000  $m^2/dag$ .

Het resultaat is dat een vrij grillig patroon is ontstaan. Over soms korte afstand kan het doorlatend vermogen sterk variëren. Bijvoorbeeld bij de Braasemermeer (centrum kaartblad 31 A) komen dicht bij elkaar

waarden voor van 300 en 3200 m<sup>2</sup>/dag, zoals ook bij Amstelveen (centrum kaartblad 25 D) 500 en 4650 m<sup>2</sup>/dag gevonden worden, en ten zuiden van Haarlem 680 en 3000 m<sup>2</sup>/dag.

Lage waarden worden veel aangetroffen in het zuiden en het noorden van het gebied. Een reden hiervoor is dat in het zuiden de Formatie van Kedichem relatief hoog voorkomt - met als gevolg een geringe dikte van het watervoerend pakket - terwijl in het noorden de dikte van dit pakket boven de glaciale lemen ook betrekkelijk gering is.

In het oosten van het gebied loopt een strook van relatief hoge kD-waarden, veroorzaakt door het deels ontbreken van de lemige afzettingen in het bovenste deel van de Formatie van Kedichem. Dit is ook het geval in enkele stroken van het duingebied.

Wat de duinen betreft, hier is het moeilijk een duidelijk beeld van de geo-hydrologische situatie te krijgen. In sommige gevallen staat het Holoceen duinzandpakket in open verbinding met de onderliggende watervoerende lagen, op andere plaatsen is er een duidelijke weerstandbiedende laag tussen het duinzand en deze Jong/Midden-Pleistocene fluviaatiele afzettingen. Aangezien de bedoeling is een indruk te geven van het doorlatend vermogen van de bovenste watervoerende laag - dus die welke landinwaarts te vervolgen is - werd in het laatstgenoemde geval het duinzandpakket niet in de kD-waarde begrepen. Waar de beide pakketten niet gescheiden zijn, werd de kD-waarde van het hele traject weergegeven. Het gevolg van deze manier van bewerken was, dat in de gehele kuststrook de doorlatendheid vrij sterke verschillen vertoont. Aangezien de geologische situatie in deze strook op korte afstand sterk kan verschillen, zal het kD-waardenbeeld waarschijnlijk nog wel gecompliceerder zijn dan uit de kaart blijkt. Het is daarom nodig te benadrukken dat vooral in de duinstreek de kD-waardenkaart met de nodige voorzichtigheid dient te worden gebruikt.

Dit laatste geldt uiteraard - zij het in minder sterke mate - voor het hele gebied van Midden-West-Nederland. Het is duidelijk dat met de beschikbare gegevens - 1 pompproef per 6500 ha, 1 schatting per 425 ha - een zeer nauwkeurig antwoord op de vraag welk doorlatend vermogen op een bepaalde plaats aangetroffen zal worden, niet kan worden gegeven. Wel kan met redelijke betrouwbaarheid worden voorspeld welke orde van grootte in de kD-waarde verwacht mag worden.

## LITERATUUR

COUWENHOVEN, T. en C. G. TOUSSAINT, 1969, Water- en zoutbe-  
lasting poldergebied 'Midden-West-Nederland'. Bronnen van  
verzilting. Nota 530 I. C. W. 43 p. Wageningen

ERNST, L. F., N. A. DE RIDDER and J. J. DE VRIES, 1970, Ground-  
water movement in the Pleistocene deposits of East-Gelderland,  
The Netherlands. Geol. en Mijnbouw (in press)

POMPER, A. B., 1969, De betekenis van de Oud-Pleistocene - en  
oudere - formaties voor de hydrologie van Midden-West-Neder-  
land. Nota 516 I. C. W. 13 p., Wageningen

PONS, L. J. en J. BENNEMA, 1958, De morfologie van het pleisto-  
cene oppervlak in Westelijk Midden-Nederland, voor zover  
gelegen beneden gemiddeld zeeniveau (N. A. P.). T. A. G. Tweede  
Reeks, Deel LXXV no 2. p. 120-139, Leiden

RIDDER, N. A. de, 1970, Geohydrologische analyse als basis voor de  
planning van de toekomstige watervoorziening van bevolking,  
industrie en landbouw. Voordracht voor de werkgroep Overijssel  
dd. 18 februari 1970

RIDDER, N. A. de en K. E. WIT, 1965, A comparative study on the  
hydraulic conductivity of unconsolidated sediments. Journ. of  
Hydr. 3, p. 180-206, Amsterdam

STEGGEWENTZ, J. H., 1933, De invloed van de getijbeweging van  
zeeën en getijrivieren op de stijghoogte van het grondwater.  
Proefschrift, Delft

WIT, K. E., 1962, An apparatus for coring undisturbed samples in  
deep bore holes. Soil Science 94.2, p. 65-70

\_\_\_\_\_, 1963, Meting van de doorlatendheid in ongeroerde monsters.  
Rapport 17 I. C. W. Wageningen

Deze kaart is ook beschikbaar in de schaal 1:100 000

# PROEVE VAN EEN KD-WAARDENKAART van MIDDEN-WEST-NEDERLAND

H. WITT en E. van REES VELLINGA

0 1 2 3 4 km

12 1660 pomproof 12, berekende kd 1000m<sup>2</sup>/etm.  
gatex ut boorbescr. kd 1200m<sup>2</sup>/etm.

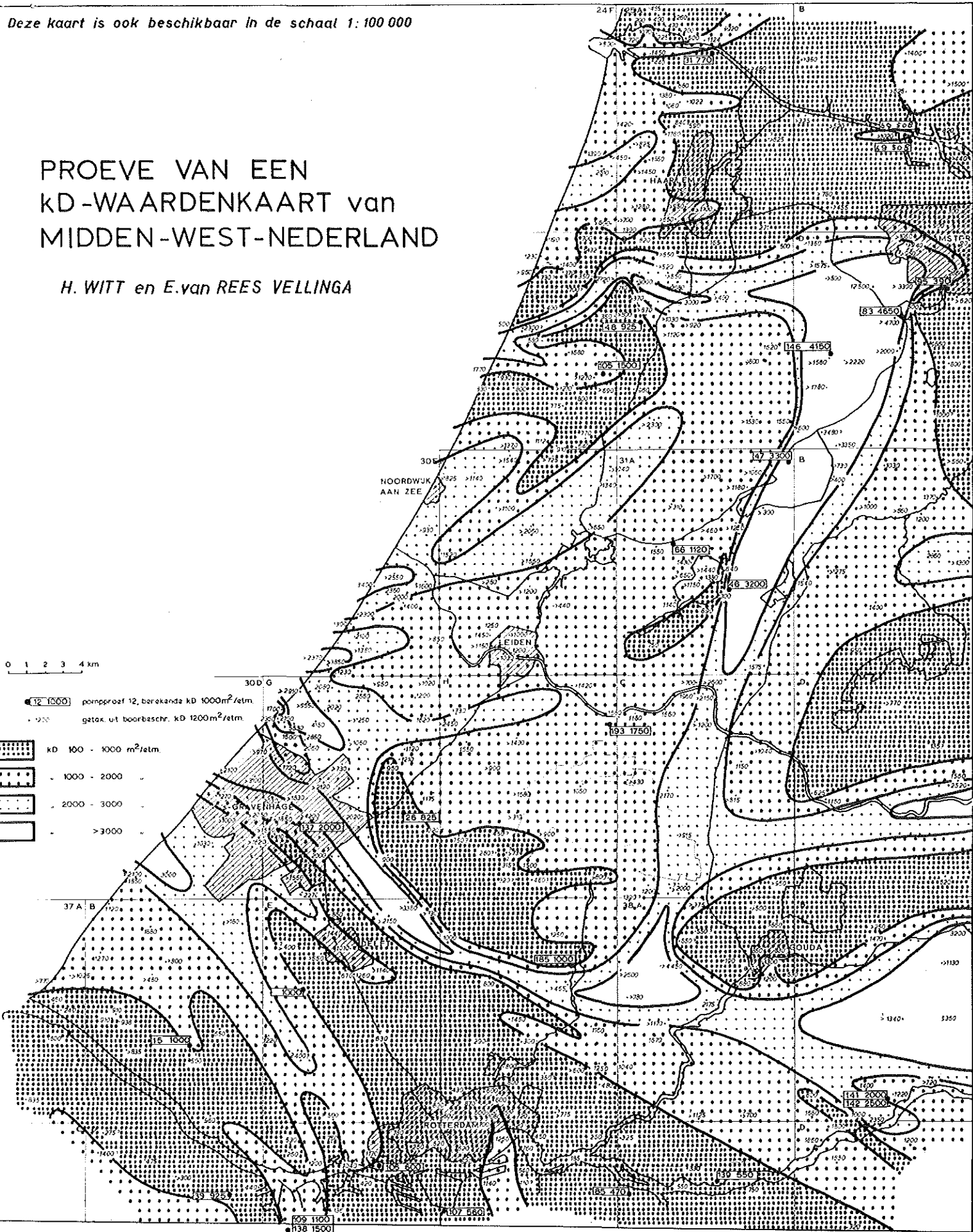
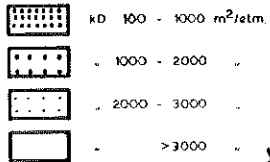


fig.1

