Massoy

NOTA 692 1 september 1972

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

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

DE TOPOGRAFIE VAN HET BOVENSTE BEGRENZINGSVLAK EN DE MOGELIJKE SAMENSTELLING VAN DE AFZETTINGEN VAN DE FORMATIE VAN KEDICHEM IN MIDDEN-WEST-NEDERLAND

drs A.B. Pomper

INHOUD

Blz.

1. INLEIDING 1

2. THEORETISCHE ACHTERGRONDEN 2

3. KORTE BESCHRIJVING VAN DE STRATIGRAFIE VAN DE VOOR DE HYDROLOGIE BELANGRIJKE PAKKETTEN 4

4. BESCHRIJVING VAN DE SEDIMENTEN UIT DE FORMATIE VAN KEDICHEM AAN DE HAND VAN DE LITERATUUR 7

5. BESCHRIJVING VAN DE WAARNEMINGEN IN DE ICW-BORINGEN 9

6. DE CONTOURLIJNENKAART VAN HET MIDDENPLEISTOCENE EROSIEVLAK 15

7. BESCHRIJVING VAN EEN AANTAL DETAILS 18

8. DE FUNCTIE VAN HET MIDDENPLEISTOCENE VERWERINGSVLAK ALS BASIS VOOR DE HYDROLOGISCHE PROCESSEN IN HET BOVENSTE WATERVOEREND PAKKET 22

CONCLUSIES 25

LITERATUUR 25

1. INLEIDING

In verband met de bestudering van de achtergronden van het zoutbezwaar van het oppervlaktewater in Midden-West-Nederland is een diepgaand onderzoek uitgevoerd naar de opbouw van de ondergrond van het gebied. De resultaten van deze onderzoekingen zijn vastgelegd in verschillende nota's (VAN REES VELLINGA (1972), WITT en VAN REES VELLINGA (1970, POMPER (1969, 1970, 1971)).

De kennis van de ondergrond is nodig om een berekening van de ondergrondse waterbeweging mogelijk te maken. Uiteindelijk gaat de interesse uit naar de invloed van het diepe grondwater op de kwaliteit van het freatisch water en het oppervlaktewater, welke problemen als gevolg hiervan optreden en welke maatregelen - planologisch, cultuurtechnisch - genomen kunnen worden ter verbetering van de situatie.

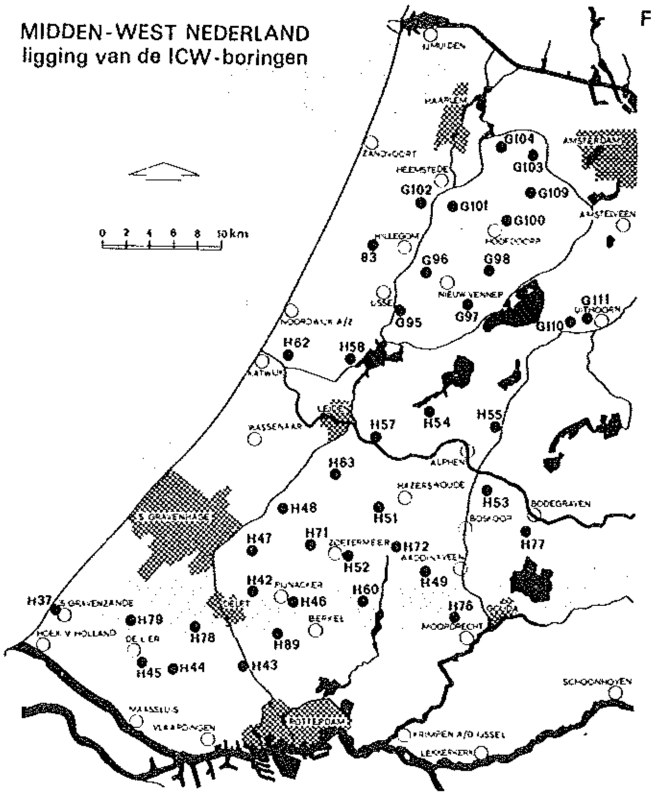

MIDDEN-WEST NEDERLAND
ligging van de ICW-boringen

FIG 1

Het bestudeerde gebied is weergegeven in fig. 1. Naast vele honderden boringen uit het archief van de Rijksinstituut v.d. Drinkwatervoorziening zijn enkele tientallen boringen uit het eigen archief intensief bestudeerd. De ligging van deze laatste boringen - die gedurende de jaren 1968 tot en met 1971 door het ICW zijn uitgevoerd - is in fig. 1 weergegeven. De ligging is zodanig gekozen dat de informatie uit een bepaalde boring gebruikt kon worden voor de interpretatie van een aantal - soms minder duidelijke - boringen uit het archief van de Rijks Geologische Dienst. De ICW-boringen werden uitgevoerd onder leiding van de heer H. Witt en nader bewerkt door de heer E. van Rees Vellinga.

2. THEORETISCHE ACHTERGRONDEN

De berekening van de verticale stroming van water (V_z) uit de ondergrond naar de oppervlakte kan op twee manieren worden uitgevoerd (fig. 2):

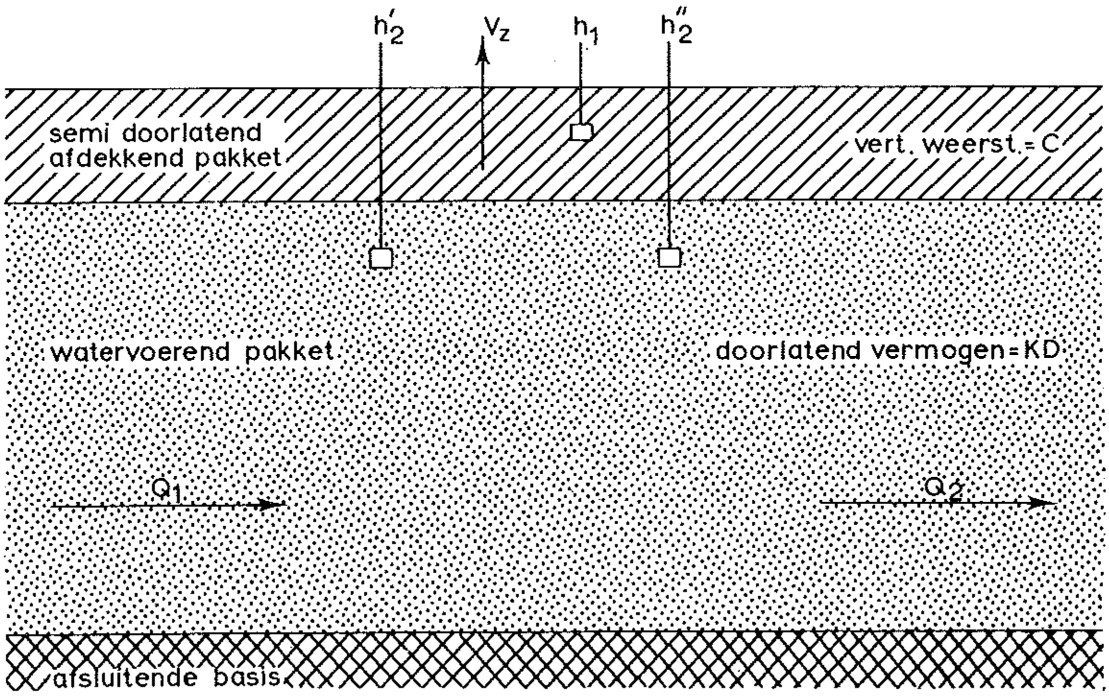


Fig. 2. Schematische doorsnede door de ondergrond

1. Uit het stijghoogteverschil tussen het diepe water (h_2) en het freatisch water (h_1) en de verticale weerstand c-waarde van het afdekkend pakket (WIT, 1972).
2. Uit de potentiaalverschillen van het grondwater in het watervoerend pakket ($h_2' - h_2''$) en het doorlatend vermogen van dit pakket (kD-waarde).

Is voor de onder (1) genoemde berekening een gedetailleerde kennis van het afdekkend pakket van belang, voor de onder (2) genoemde berekening is de kennis van de diepere ondergrond nodig. De berekening van de verticale grondwaterstroming volgens de eerste methode valt buiten de orde van deze nota.
Bij de berekening van de grondwaterstroming wordt gebruik gemaakt van de wet van Darcy:

$$Q = K\ i\ F \tag{1}$$

waarin Q = grondwaterstroming in m3/dag
K = doorlaatfactor (in m/dag)
i = het verhang van de stijghoogte van het grondwater (dimensieloos)
F = oppervlakte van de doorsnede de ondergrond (in m2) = y.D
D = dikte van het watervoerend pakket (in m)
y = breedte van het blok waarvoor de berekening wordt uitgevoerd (in m)

De symbolen zijn in fig. 3 weergegeven.

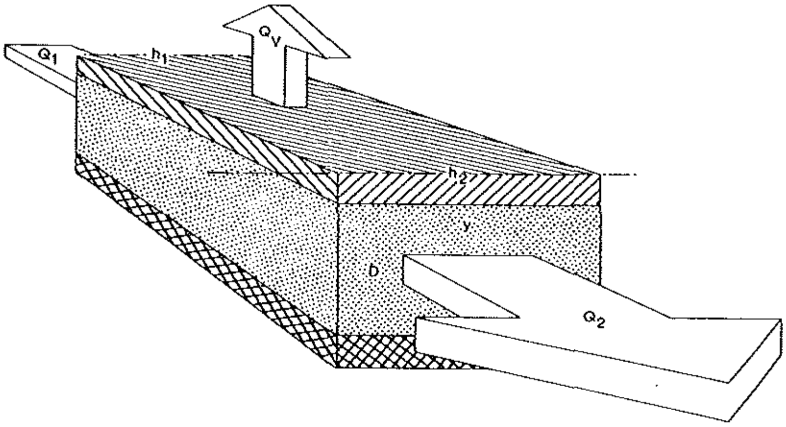


Fig. 3. Schematische voorstelling grondwaterstroming

Hierbij wordt verondersteld dat het verschil tussen de hoeveelheid het blok binnenstromend water (Q_1) en de hoeveelheid het blok uitstromend water (Q_2) gelijk is aan de hoeveelheid naar het oppervlak stromend water (Q_v)

$$Q_v = Q_1 - Q_2 \tag{2}$$

bovendien is

$$Q = K \cdot \frac{\Delta h}{\Delta x} D \cdot y \tag{3}$$

$$= kD \ \frac{h}{x} \cdot y$$

$$Q_1 - Q_2 = kD \ \frac{h_1 - h_2}{x} \cdot y \tag{4}$$

nu is

$$V_2 = \frac{Q_v}{0} \tag{5}$$

waarin 0 het horizontale oppervlak van het blok is:

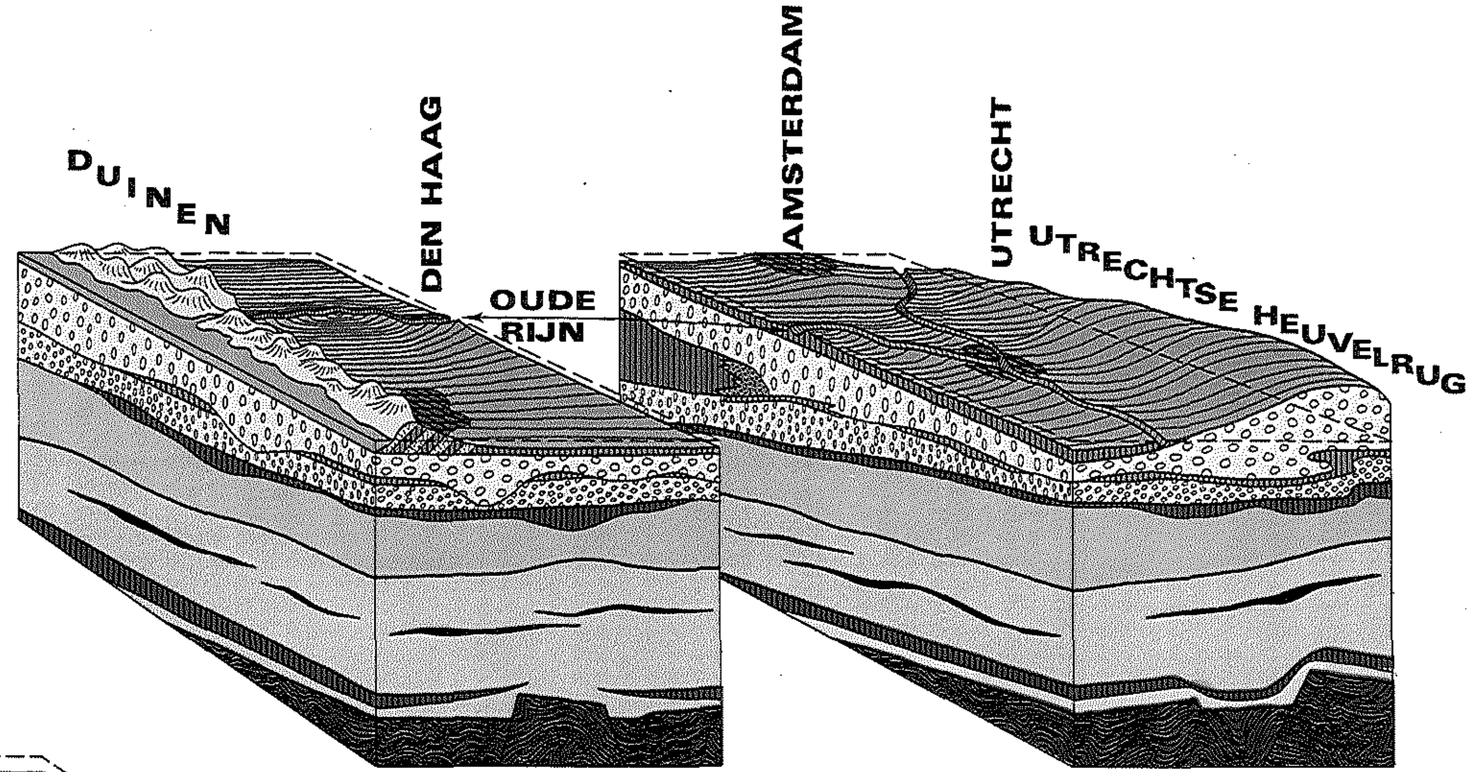
$$0 = x \cdot y \tag{6}$$

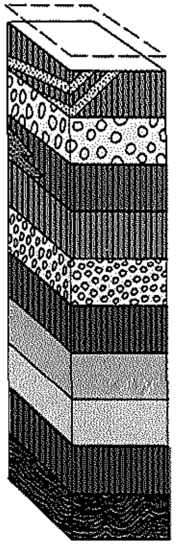
$$V_2 = \frac{kD \cdot (h_1 - h_2)}{x^2} \tag{7}$$

Bij deze berekening is er van uitgegaan dat de verticale stroming uitsluitend tussen het watervoerend pakket en de oppervlakte plaats heeft, dat wil zeggen de basis van het watervoerend pakket is volledig afsluitend. Indien de gekozen basis niet geheel afsluitend blijkt te zijn zal een andere, beter afsluitende laag gezocht moeten worden. Het doel van het onderzoek dat in deze nota wordt beschreven is te bestuderen in hoeverre de gekozen basis - de bovenste begrenzing van de Formatie van Kedichem - aan het gestelde doel voldoet.

3. KORTE BESCHRIJVING VAN DE STRATIGRAFIE VAN DE VOOR DE HYDROLOGIE BELANGRIJKE PAKKETTEN

In fig. 4 is in een blokdiagram de opeenvolging van de lagen weergegeven. Onder het - holocene - afdekkend pakket bevindt zich het bovenste watervoerend pakket. Dit is samengesteld uit sedimenten van de Formaties van Urk, Schouwen, Eem en Kreftenheye. Hydrologisch is het van





NAP		
AFDEKKEND PAKKET	VEEN, FIJN ZAND, KLEI	HOLOCEEN
1^e WATERVOEREND PAKKET	GROF GRINDRIJK ZAND	JONG- EN MIDDEN-PLEISTOCEEN
SCHEIDENDE LAAG	KEILEEM, GLACIALE LEEM	FORM. V. DRENTE
	ZWARE KLEI	FORM. V. KEDICHEM
2^e WATERVOEREND PAKKET	MIDDELGROF ZAND	FORM. V. KEDICHEM/TEGELEN
SCHEIDENDE LAAG	KLEI, SLIBRIJK ZAND	MARIEN ICENIEN
3^e WATERVOEREND PAKKET	ZAND, KLEI	
		JONG TERTIAR
HYDROLOGISCHE BASIS	ZWARE KLEI	MIDDEN OLIGOCEEN
	VAST GESTEENTE	MESOZOICUM

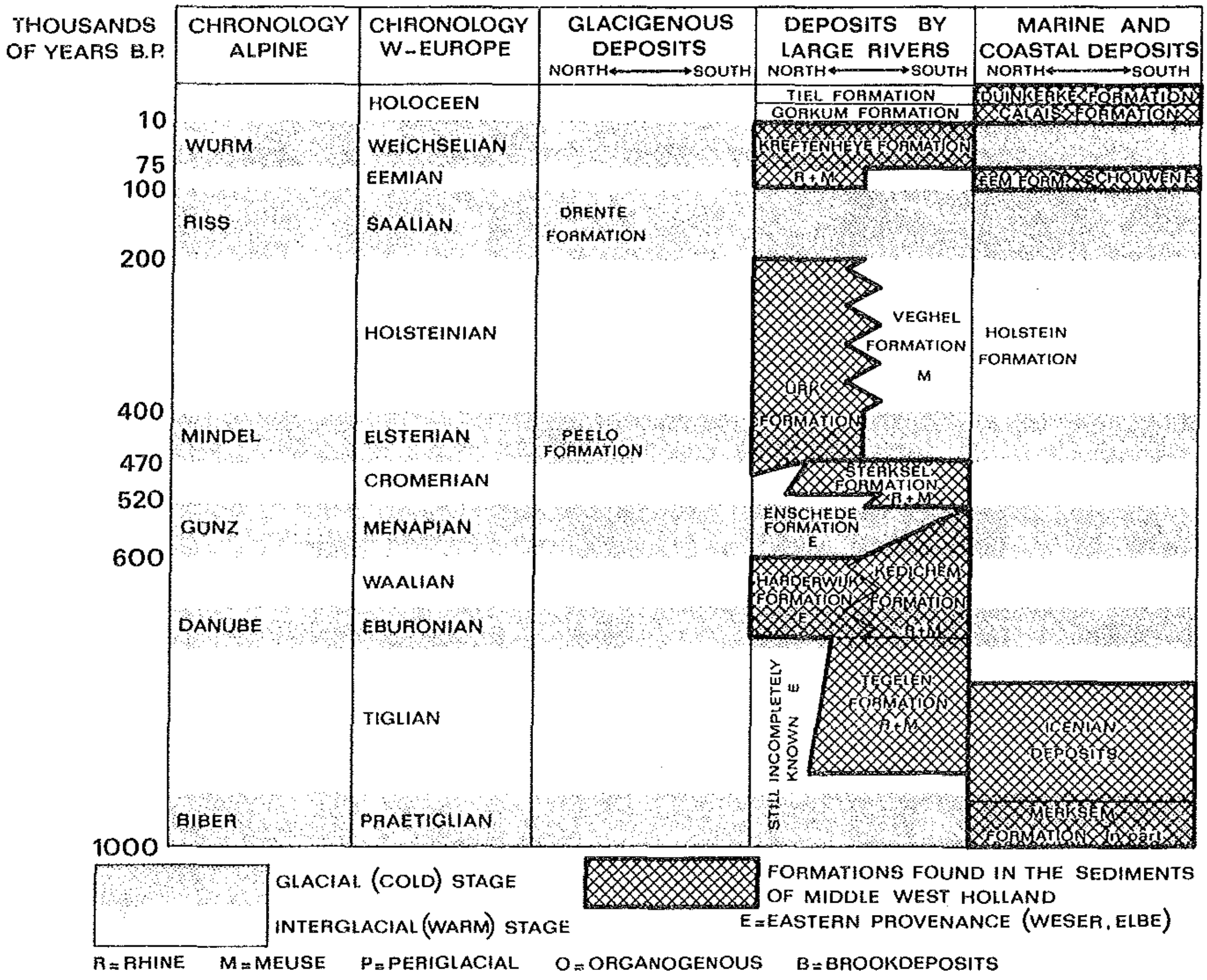
Fig. 4 Schematisch blokdiagram van Midden-West-Nederland

geen betekenis nauwkeurig deze formaties van elkaar te onderscheiden: ze zijn alle grof-korrelig ontwikkeld. Een uitzondering hierop vormt de Eem-formatie die in het uiterste Noorden van het gebied kleiïg is ontwikkeld en daar zelfs in een klein gebied als basis fungeert.

Het bovenste watervoerend pakket wordt aan de onderzijde begrensd door een fijnkorrelig pakket samengesteld uit de sedimenten van de Formatie van Kedichem.

De plaatsing van de hier genoemde sedimenten in de geologische tijdtafel kan worden gevonden in fig. 5 en meer gedetailleerd in VAN REES VELLINGA (1972). In de geologische tijdtafel is, naast de Westeuropese indeling, die van de Alpen gegeven, dit laatste voor diegenen die in de Westeuropese indeling onvoldoende thuis zijn.

FIG 5



4. BESCHRIJVING VAN DE SEDIMENTEN UIT DE FORMATIE VAN KEDICHEM AAN DE HAND VAN DE LITERATUUR

De term 'Kedichem' wordt in geologisch verband het eerst genoemd in DOPPERT en ZONNEVELD (1955), waar voorgesteld wordt de Formatie 'Taxandrien' van VAN DER VLERK en FLORSCHUTZ (1950), in afwachting van een nauwkeuriger indeling het gehele laagpakket dat deze formatie omvat, aan te duiden als 'Serie van Kedichem'. Later is dit veranderd in 'Formatie van Kedichem' (ZONNEVELD, 1958).
Het laagpakket wordt als volgt beschreven:

ZONNEVELD (1947) beschrijft de sedimenten die later als 'Serie van Kedichem'worden beschreven als 'fijnzandig zandcomplex van de onderste fijne afdeling ingesloten door de Zone van Sterksel en de Zone van Tegelen. De zones van de 'onderste fijne afdeling' moeten gevormd zijn in de tijd, welke ongeveer samenvalt met het Günz-Mindel-interglaciaal, mogelijk met een gedeelte van de Günz-periode.

ZONNEVELD (1955): 'een fijnkorrelige zone met een duidelijk op de voorgrond treden van de metamorfe mineralen en toermalijn'.

PANNEKOEK (1956): 'Deze bestaat in hoofdzaak uit fijne zanden en kleilagen'. 'Mineralogisch komt een associatie met granaat epidoot en hoornblende voor, waarin dit laatste soms domineert; bovenin vindt men echter vaak een zone met veel metamorfe mineralen'.

ZONNEVELD (1958) meldt dat de mineralogische kenmerken van het sediment in Noord-Brabant zeer sprekend zijn, maar naar het noordwestelijk deel van Nederland minder duidelijk worden. Weliswaar is in de bovenste decimeter van het sediment de zogenaamde 'restgroep' onder de zware mineralen aanzienlijk groter dan daar boven maar dieper in dit pakket is dit minder het geval (zie fig. 6).

HAGEMAN (1964) 'Het complex bestaat op Goeree-Overflakkee uit fijne, slibrijke zanden afgewisseld door soms vrij dikke kleilagen. Het is van fluviatiële oorsprong. De zware mineralen tonen een associatie van granaat, epidoot en hoornblende. Zoals hierboven reeds opgemerkt werd komen geregeld verspoelde schelpen uit het Icemien voor'.

VERBRAECK (1970) 'De afzettingen van de Formatie van Kedichem bestaan voornamelijk uit groengrijze, fijne, slibrijke zanden afgewisseld met één of meer dikke kleipakketten. In de kleilagen zijn enige malen schelpen van land- en zoetwater geconstateerd; plaatselijk zijn één of meer gyttalagen ingeschakeld.

VERBRAECK en BISSCHOPS (1971) 'De Formatie van Tegelen/Formatie van Kedichem bestaat in het gebied van het kaartblad uit fijne tot grove leemhoudende zanden en uit leemlagen. De Formatie van Tegelen is iets grover Klastisch*), heeft meer grofzandige lagen met soms wat fijn grind en is iets dikbankiger van opbouw dan de Formatie van Kedichem.

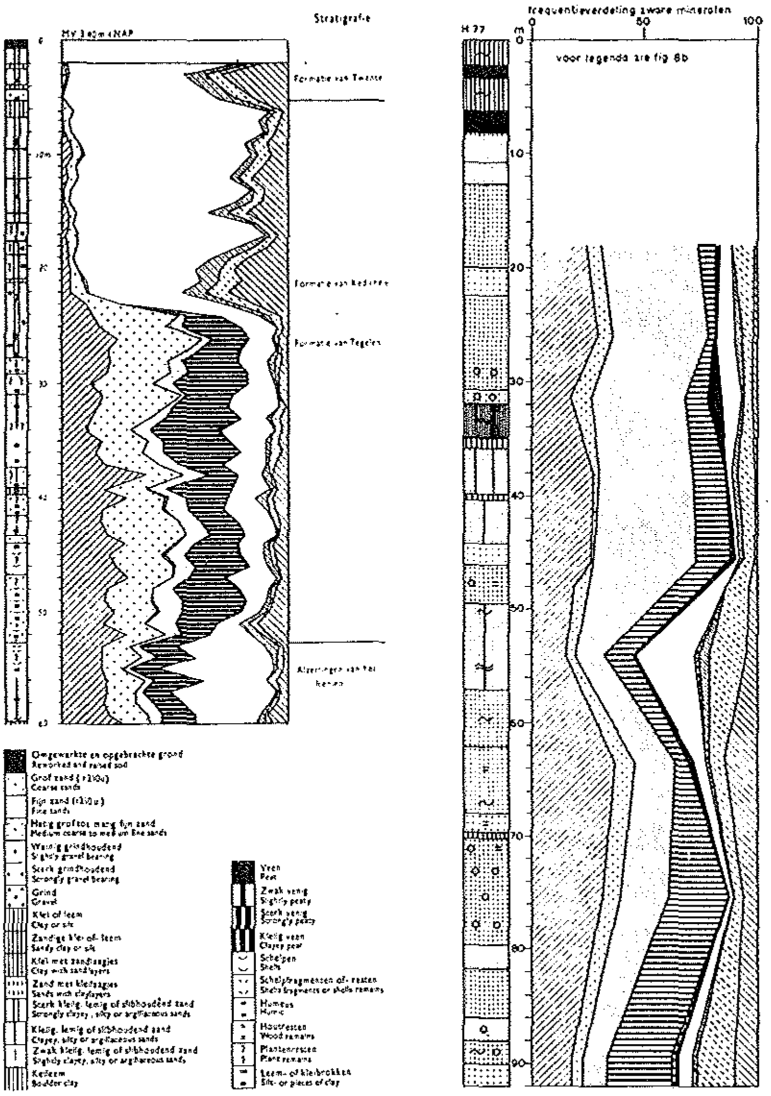


Fig. 6. Vergelijking tussen de boringen 44 C/79 bij Etten en H77 bij Bodegraven

---

*Onder Klastische sedimenten verstaat men sedimenten die ontstaan zijn door afbraak van oudere gesteenten en samengesteld zijn uit delen en mineralen van het moedergesteente.

Is in Noord-Brabant het maken van onderscheid tussen de sedimenten van Kedichem en Tegelen meestal geen probleem, in Midden-West-Nederland zijn de afzettingen op basis van de textuur en met behulp van de zware mineralen analyse van elkaar te onderscheiden.
Wel kan onderscheid worden gemaakt op basis van een micro-paleontologisch onderzoek, wat in het verband van dit onderzoek niet werd uitgevoerd. In navolging van HAGEMAN (1964) worden in deze nota beide formaties samengetrokken tot de Formatie van Kedichem/Tegelen. Op basis van het gestelde van VERBRAECK en BISSCHOPS (1971) zou het fijnere - boven - deel van dit sediment als Formatie van Kedichem kunnen worden aangeduid en het grovere - beneden - deel als Formatie van Tegelen. Deze indeling is hydrologisch echter niet van belang en zal niet nodig blijken te zijn.

5. BESCHRIJVING VAN DE WAARNEMINGEN IN DE ICW-BORINGEN

In de 48 ICW-boringen in Midden-West-Nederland is bij 12 boringen de Formatie van Kedichem niet aangetroffen. De ligging van de boringen is in fig. 1 aangegeven, terwijl fig. 7 schematisch aangeeft in welke boringen van Kedichem/Tegelen al of niet werd aangeboord met nadere informatie over de samenstelling van de bovenste 10 meter met eventuele andere bijzonderheden. Van de 36 boringen waar de Formatie van Kedichem/Tegelen werd aangeboord geven 22 een toplaag te zien waar een hoge of zeer hoge verticale weerstand is te verwachten. De hier bedoelde boringen zijn met ★ aangegeven. Bij 10 van de overige boringen is de te verwachten verticale weerstand van de Formatie van Kedichem/Tegelen veel geringer. Deze 10 boringen zijn in fig. 7 aangegeven met ●. De resterende 4 boringen geven te weinig informatie om een uitspraak te doen.

Een opvallend feit is dat slechts weinig boringen een dikke laag 'Kedichem klei' tonen, namelijk de boringen H 43, H 47, H 53, H 78, H 79, H 81 en G 110. Bovendien moet worden vastgesteld dat ook de boring H 45 een dikke kleilaag toont welke echter als gevolg van de beperkte diepte van de boring 'slechts' 6 meter is doorboord. Opvallend is dat bij de meeste kleihoudende boringen - namelijk H 45, H 47, H 53 en H 81 - de Formatie van Kedichem/Tegelen op geringere diepte dan 25 m - m.v. werd aangetroffen en bij de boringen H 43 en H 78 op

FIG

De samenstelling van de bovenste 10 meter van de FORMATIE van KEDICHEM in Middenwest Nederland

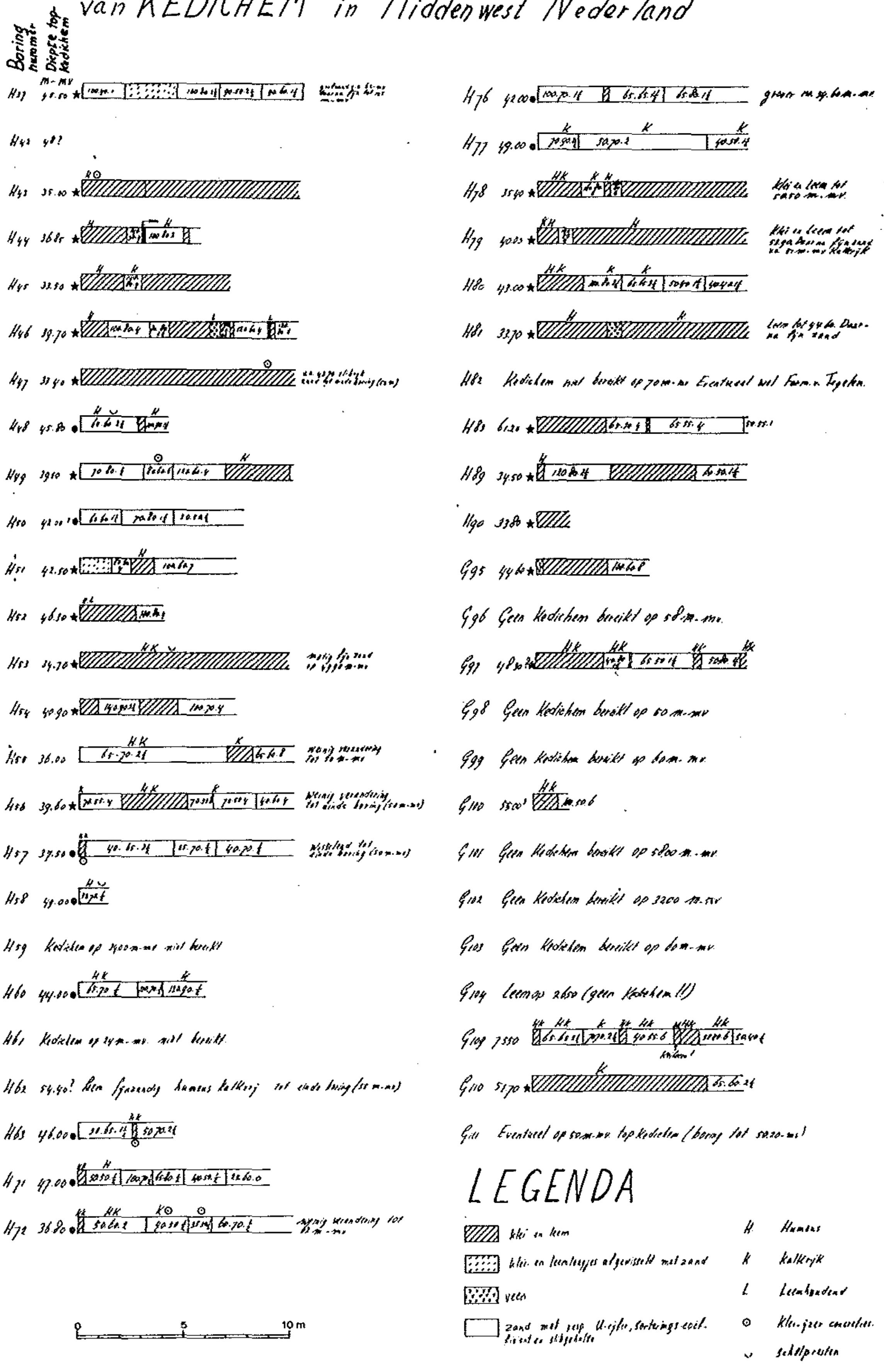


FIG 8a

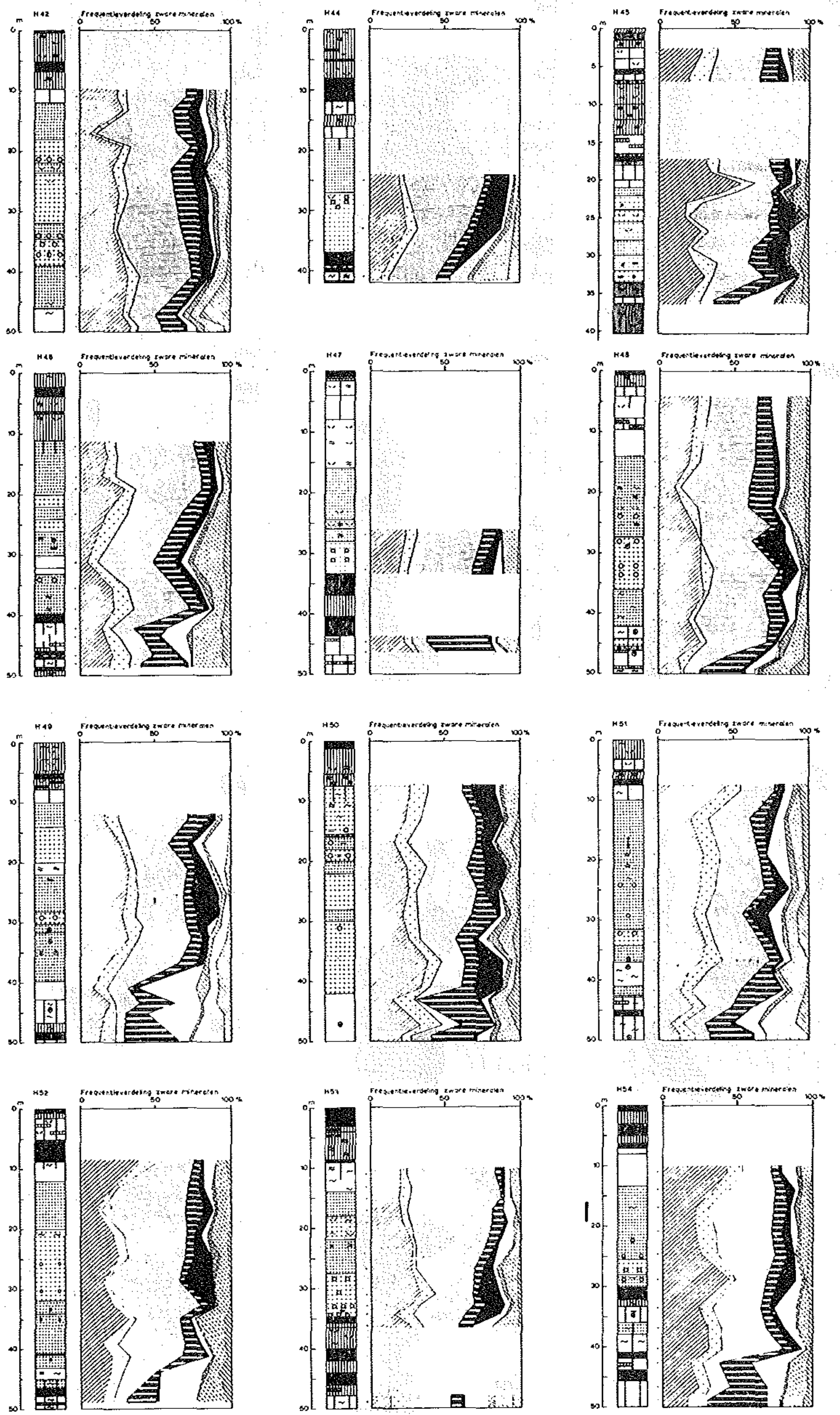
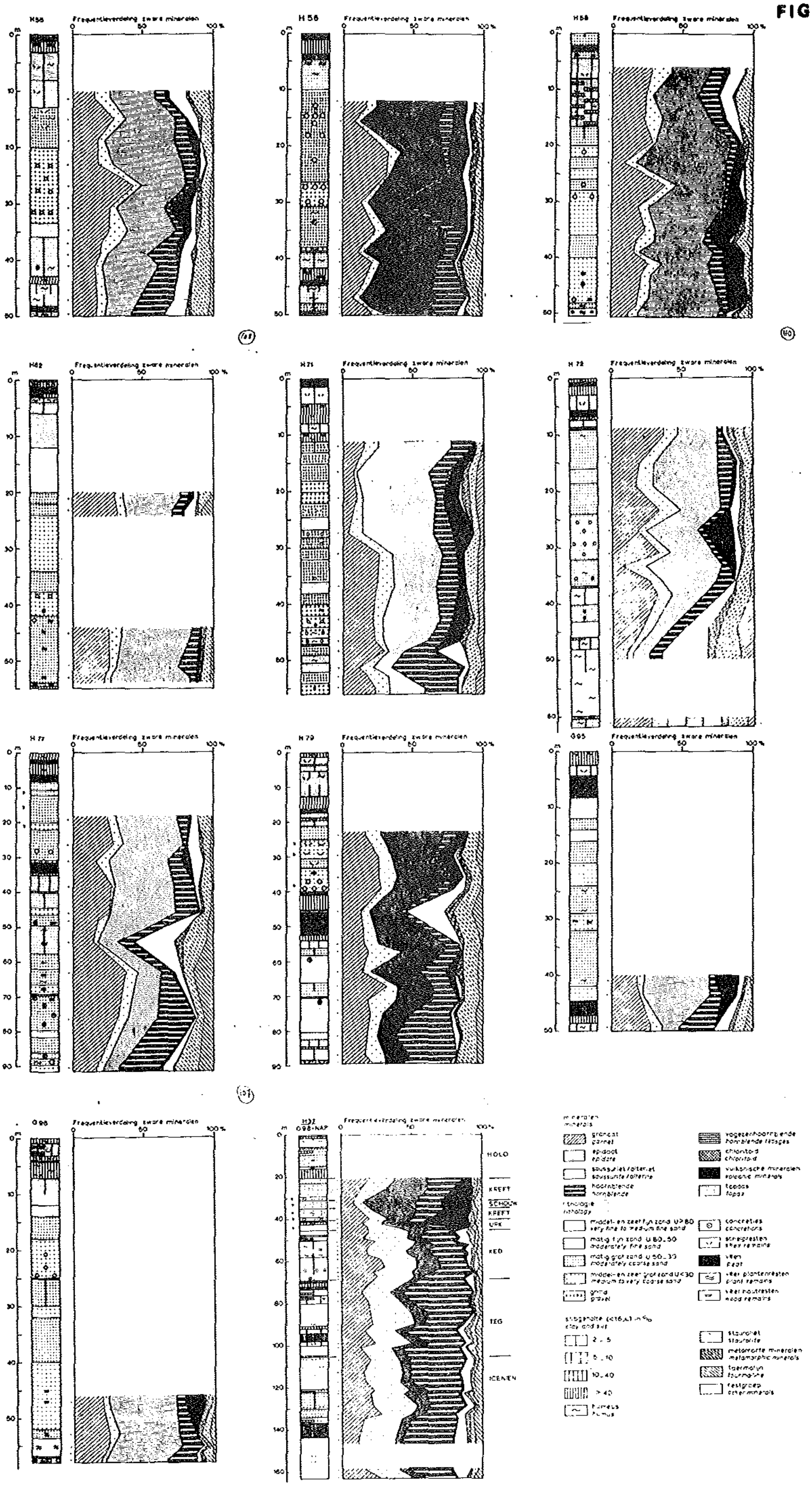


Fig. 8. Sediment petrologische diagrammen van een aantal ICW-boringen.
De analyses zijn uitgevoerd door VAN REES VELLINGA

FIG 8b


H55
H 56
H58
H62
H71
H 72
H 77
H 79
G95
G96
H32
G98+NAP
Frequentieverdeling zware mineralen
0
50
100 %
m
HOLO
KREFT
SCHOUW
KREFT
URK
KED
TEG
ICENIEN
mineralen
minerals
granaat
garnet
epidoot
epidote
saussuriet/alteriet
saussurite/alterite
hoornblende
hornblende
vogezenhoornblende
hornblende Vosges
chloritoid
chloritoid
vulkanische mineralen
volcanic minerals
topaas
topaz
lithologie
lithology
middel- en zeer fijn zand U>80
very fine to medium fine sand
matig fijn zand U 80-50
moderately fine sand
matig grof zand U 50-30
moderately coarse sand
middel- en zeer grof zand U<30
medium to very coarse sand
grind
gravel
concreties
concretions
schelpresten
shell remains
veen
peat
veel plantenresten
plant remains
veel houtresten
wood remains
slibgehalte (<16μ) in %
clay and silt
2 - 5
5 - 10
10 - 40
> 40
humeus
humus
stauroliet
staurolite
metamorfe mineralen
metamorphic minerals
toermalijn
tourmaline
restgroep
other minerals

of nabij 35 m - m.v.

Bij verschillende boringen werd ook de basis van de 'Kedichem klei' aangeboord, namelijk bij de boringen H 47, H 53, H 78, H 79, H 81 en G 110. Deze bevindt zich daar op ± 50 m - NAP (47,20 - NAP bij H 47 tot 61 m - NAP bij G 110). Het ondervlak van de Kedichem klei vertoont aanzienlijk geringere hoogteverschillen dan het bovenvlak. Het ondervlak vertoont wel een flauwe helling van zuid naar noord. De conclusie die hieruit getrokken kan worden is dat er geen genetisch verband bestaat tussen het onder- en bovenvlak van de Kedichem klei. Later in deze nota zal blijken dat het bovenvlak van de Kedichem klei op vele plaatsen deel uitmaakt van een erosie-vlak.

Vele boringen zijn sediment-petrologisch onderzocht. In fig. 8a en 8b zijn de boorkolommen en SP-diagrammen van een aantal boringen afgebeeld.
Het is te zien dat bij de boringen H 44, H 45, H 46, H 49, H 52, H 54, H 71, H 72, H 77 en H 79 een duidelijke vergroting van de 'werkgroep' voorkomt op de plaats waarop andere gronden - voorkomen van klei, overgang van zeer grof naar zeer fijn materiaal, sterke vergroting van het aantal klei-ijzerconcreties - het voorkomen van het Kedichem oppervlak werd vermoed. Bij de boringen H 79 en H 54 is te zien dat twee maxima in het gehalte van mineralen in de restgroep voorkomen. Welke betekenis deze waarneming heeft voor dit onderzoek is niet vastgesteld.

Voor het vaststellen en dateren van het later in deze nota aan de orde komend midden-pleistocene erosievlak is het van belang ook een beschrijving te geven van het sediment-petrologisch onderzoek van de jongere sedimenten.

Opvallend is dat vele boringen een sterke toename van het gehalte aan vulkanische mineralen tonen in het grove zand boven de Formatie van Kedichem. Volgens rapport 250 van de sediment-petrologische afdeling van de Rijks Geologische Dienst (ZANDSTRA, 1971a) betreft het hier materiaal uit de Formatie van Urk. Vermenging met materiaal uit de Formatie van Veghel - naar analogie van de door Zonneveld beschreven boring 445/348 bij Utrecht - zou de oorzaak kunnen zijn dat in de meeste ICW-boringen de Formatie van Urk minder duidelijk naar voren komt als in de boring H 37(RGD-rapport 249(ZANDSTRA, 1971b) boring 37B/172).

Het is duidelijk dat de sedimentologische hyaat in Midden-West-

Nederland na de Formatie van Kedichem en de jongere afzettingen minder groot is dan HAGEMAN (1964) in Schouwen-Duiveland vond.
Bij sommige boringen liggen de Urk-Vianen-Kreftenheye-afzettingen direct op de Formatie van Kedichem (zie bijv. H 37 en H 71) bij andere wordt daar nog een laagpakket, arm aan vulkanische mineralen, tussen aangetroffen (zie bijv. H 48 en H 51). Een dergelijk verschijnsel is ook te vinden bij de boring 443/1 (Bodegraven) en 445/348 (Utrecht). Deze afzettingen werden door ZONNEVELD (1958) aangeduid als 'Formatie van Sterksel'. De minerale samenstelling van deze sedimenten wijken af van die welke door ZONNEVELD (1947) wordt beschreven en meer in overeenstemming met DOPPERT en ZONNEVELD (1955). In dit verband verdient H 77 bijzondere aandacht. Te zien is dat op 32 m - m.v. een kleipakket voorkomt. Dit vormt de bovenste begrenzing van de sedimenten uit de Formatie van Sterksel en komt derhalve overeen met de klei van Westerhoven (ZAGWIJN en ZONNEVELD, 1956) en wordt gedateerd op eind Cromerien.

Een analyse van de polleninhoud moet deze veronderstelling bevestigen. Naar beneden gaand worden de sedimenten grover waarna de -fijnkorrelige- sedimenten uit de Formatie van Kedichem volgen, hier bestaand uit fijne slibrijke zanden. Het 'grove Sterksel' vormt hier een - dun - tweede watervoerend pakket. Opgemerkt moet worden dat de 'klei van Kedichem' ontbreekt.

Bij beschouwing van fig. 8a en 8b valt op dat bij de boringen waar de Formatie van Kedichem zijn aangeboord twee groepen boringen kunnen worden gevormd:

a. type I. Boven op de sedimenten van de Formatie van Kedichem liggen de sedimenten van de Formatie van Urk (H 44, H 45, H 53 (?), H 71, H 72, H 79, G 95).

b. type II. Boven op de sedimenten van de Formatie van Kedichem liggen de sedimenten van de Formatie van Sterksel met daarop die van de Formatie van Urk (H 48, H 51, H 52, H 56 en H 77).

Hieruit kan worden opgemaakt dat de Formatie van Kedichem overal aanwezig is, dat van de Formatie van Sterksel slechts relicten bewaard zijn gebleven en dat de Formaties van Urk, Veghel en Vianen weer overal worden aangetroffen. Er is dus een hiaat tussen de afzettingen uit het Waalien (fig. 5) en het Holsteinien die op sommige plaatsen de

Cromerien afzettingen wel omvat en op andere plaatsen niet. Hierbij is het heel wel mogelijk dat de 'Kedichem-klei' die bij sommige boringen is aangeboord - bijvoorbeeld bij boring H 53 - voor een deel 'Sterksel-klei' zal blijken te zijn. Micro-paleontologisch onderzoek moet hier de oplossing geven. De 'kleibrokjes' die bij vele boringen de nadering van de Formatie van Kedichem aankondigen zouden resten van 'Sterksel-klei' kunnen zijn.

6. DE CONTOURLIJNENKAART VAN HET MIDDENPLEISTOCENE EROSIEVLAK

De hierboven beschreven hiaat verdient nadere aandacht. Op basis van de in het vorige hoofdstuk gegeven waarnemingen in de ICW-boringen zijn vele honderden boringen van de Rijks Geologische Dienst[x)] bestudeerd en de resultaten op kaarten samengebracht. Een groot deel van de conclusies ten aanzien van de sedimenten jonger dan de Formatie van Kedichem zijn in de nota's van WITT en VAN REES VELLINGA (1970) en van VAN REES VELLINGA (1972) vastgelegd.

De basis van het hierboven beschreven hiaat is middenpleistoceen erosievlak genoemd. De diepte waarop dit vlak werd aangetroffen is in contourlijnen vastgelegd.

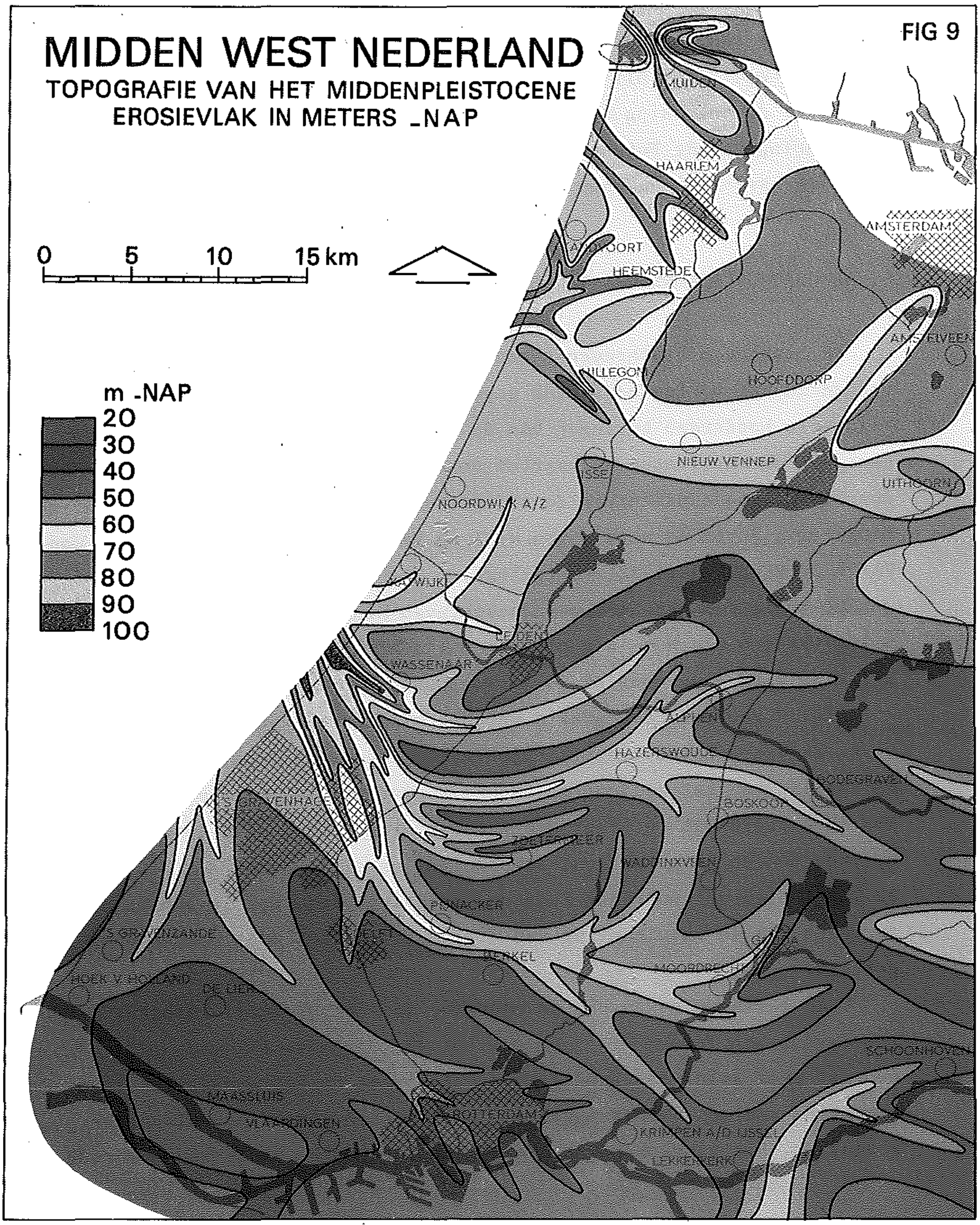
Fig. 9 geeft de topografie van het middenpleistocene erosievlak. De waargenomen diepten zijn verwerkt tot een isohypsenkaart van de ligging van het middenpleistocene verweringsvlak ten opzichte van NAP. Het beeld dat ontstaat geeft een stelsel van geulen te zien die op twee punten langs de kust samenkomen, namelijk onder het Wassenaarse Duingebied en onder het Zandvoortse Duingebied. Het is van belang te weten hoe de ontwikkeling van dit geulenstelsel moet worden voorgesteld.

Vele boringen geven bij de nadering van het middenpleistocene erosievlak een toename te zien van het grindgehalte en soms zelfs een uit puur grind bestaand laagje dat direct op het erosievlak ligt. Dit grind zou een verweringsresidu kunnen zijn van de bovenliggende formaties. Het voorkomen van veel 'leemkluitjes' - zoals reeds eerder

---

xWij hebben grote waardering voor het werk dat de Rijks Geologische Dienst als beheerder van dit archief doet en zijn dankbaar van de vele boorbeschrijvingen gebruik te hebben kunnen maken

FIG 9



MIDDEN WEST NEDERLAND

TOPOGRAFIE VAN HET MIDDENPLEISTOCENE
EROSIEVLAK IN METERS -NAP

gemeld - duidt ook in de richting.

Het is van belang om te weten hoe dit vlak gedateerd moet worden. Zoals aan het einde van het vorige hoofdstuk bleek, liggen op sommige plaatsen resten van de Formatie van Sterksel. Uit de doorsnede van het R.G.D.-rapport nr 250 (ZANDSTRA, 1971a) blijkt dat bij Wassenaar de geul ingesneden is in de Formaties van Sterksel en Kedichem en in eerste instantie is opgevuld met materiaal uit de Formatie van Urk. Het middenpleistocene erosievlak is dus na het Cromerien en voor het Holsteinien (zie fig. 5) gevormd, i.c. tijdens het Elsterien (Mindel-glaciaal). Het is - gezien de grote diepte die in de geulen wordt bereikt - zeer waarschijnlijk dat het in de eerste helft van een glaciale periode ten tijde van een dalende zeespiegel is ontstaan. De veronderstelling die de samensteller van deze nota tijdens voordrachten heeft gemaakt, dat sprake zou zijn van getijdegeulen is niet juist. Zowel de samenstelling van het opvullingsmateriaal - grof fluviatiel materiaal - als de morfologie van de bodem van de geulen - in elke stroomgeul één stroombed - sluit de mogelijkheid van getijdegeulen uit.

Is de situatie ten zuiden van de Oude Rijn duidelijk, ten noorden van deze rivier is de situatie veel minder overzichtelijk. Een van de redenen is dat het middenpleistocene erosievlak daar op grotere diepte voorkomt dan in het zuidelijk gedeelte van het gebied het geval is, zodat een geringer aantal boringen informatie geeft. Met name was het gebied van de Haarlemmermeer arm aan gegevens. De boringen die door het ICW zijn uitgevoerd vormen weliswaar een grote verbetering maar zijn desalniettemin niet voldoende om een duidelijk beeld samen te kunnen stellen. Wel kan worden vastgesteld dat het middenpleistocene erosievlak - indien aanwezig - op grote diepte voorkomt. Bij boring G 109 werd het vlak op 79,50 m - NAP aangeboord. Het afdekkend pakket van het middenpleistocene erosievlak bestaat in deze boring uit soortgelijk materiaal als in het zuiden wordt gevonden.

In het waterwin-gebied van de Amsterdamse Gemeente-waterleiding bij Zandvoort kon het geulenstelsel worden herkend.

Hoewel bij Beverwijk zeer veel boorgegevens beschikbaar zijn kon daar geen sluitend beeld worden gevonden.

7. BESCHRIJVING VAN EEN AANTAL DETAILS

In dit hoofdstuk zullen een aantal details van het middenpleistocene erosievlak besproken worden. Deze details zijn:

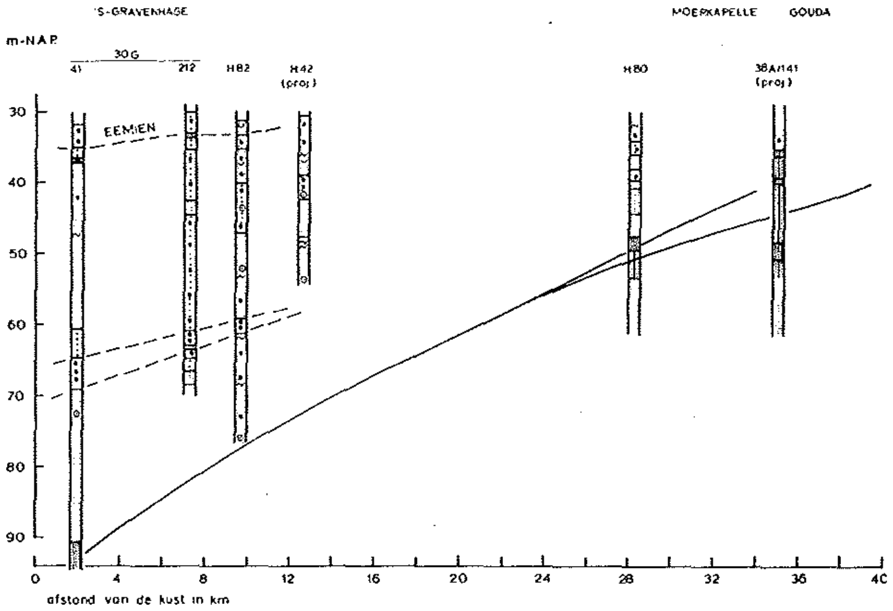
a. de geul van Gouda
b. de geul van Alphen
c. de geul van Heemstede
d. de laagte van Hoofddorp
e. het plateau van Zoetemeer
f. het plateau van Berkel

a. De geul van Gouda.

In fig. 10 is een lengte doorsnede gegeven door deze geul. Het meest opvallende in deze doorsnede is dat het verhang kustwaarts toeneemt. Dit wettigt de gedachte dat de geul tijdens een dalende zeespiegel is ontstaan. Aan de ligging van andere horizonten in deze doorsnede (grindbank, Eemien) is te zien dat tijdens de opvulling van de laagte tektonische bewegingen zijn opgetreden. Opvallend is het geringe gehalte aan slib dat het sediment boven het erosievlak te zien geeft. Het is zeer waarschijnlijk dat de geul tijdens verschillende koude periodes een

LENGTEDOORSNEDE DOOR DE GEUL VAN GOUDA

FIG 10



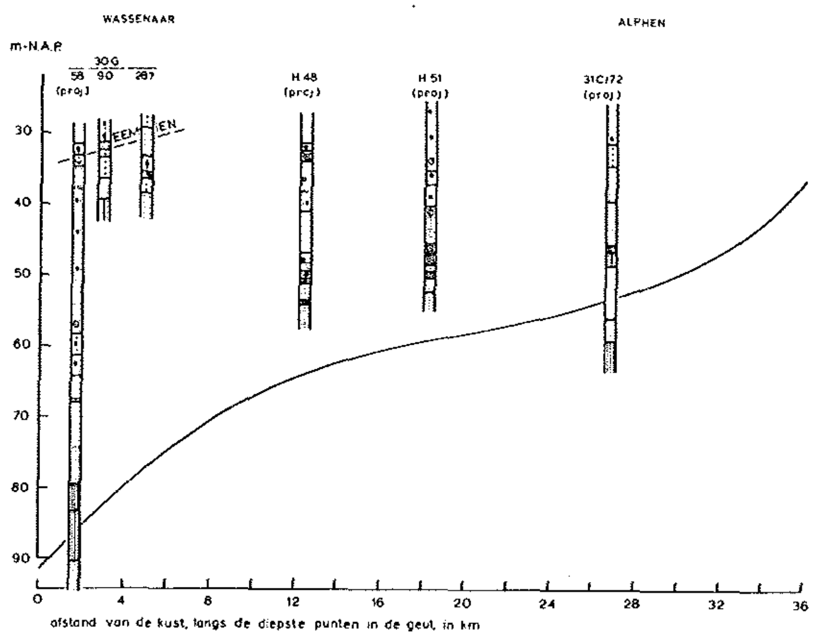
rol heeft gespeeld. De diepte is zodanig groot dat tijdens de interglaciale perioden de geul niet volledig dichtslibde. Ook de - reeds eerder genoemde - tektonische bewegingen zijn er de oorzaak van geweest dat de geul langdurig instand is gebleven. Zeer duidelijk is het mondingspunt van de geul gedurende de gehele periode tussen Menapien en Weichselien het laagste punt geweest. Na het einde van de laatste ijstijd heeft Wassenaar haar functie als laag punt verloren.

b. De geul van Alphen

Fig. 11 geeft een lengte doorsnede door deze geul. Het toeval wil dat de meeste boringen buiten het vlak van het profiel liggen, zodat geen informatie wordt gegeven over de sedimenten in het diepste punt. Opvallend is dat de fijnkorrelige (Kedichem-) sedimenten in de weergegeven boringen aanzienlijk hoger voorkomen dan in de bodem van de geul. Dit komt doordat de zijwanden van de geulen betrekkelijk steil zijn. In tegenstelling met de vorige geul bestaat deze geul uit een gedeelte met een toenemend verhang en een gedeelte met een afnemend verhang. Terwijl de geul van Gouda uitsluitend tijdens een dalende zeespiegel is ontstaan heeft de geul van Alphen tijdens een periode

LENGTEDOORSNEDE DOOR DE GEUL VAN ALPHEN

FIG 11



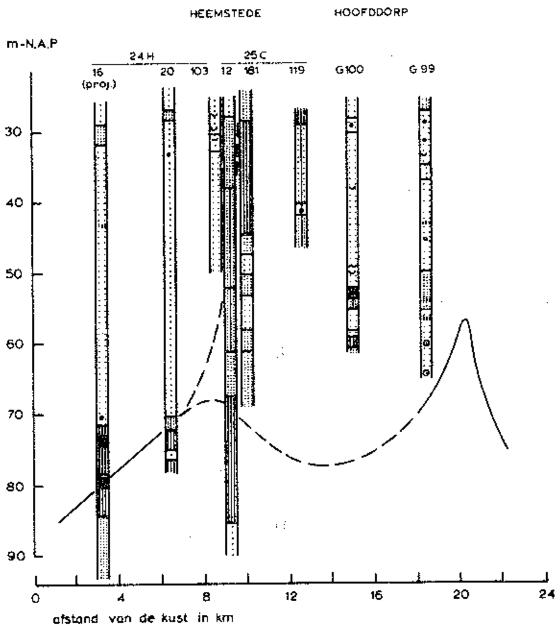
van stijgende zeespiegel een vervanging ondergaan. Wellicht heeft de geul van Alphen gedurende de tweede helft van de glaciale periode een deel van de drainerende functie van de geul van Gouda overgenomen.

c, d. De geul van Heemstede en de laagte van Hoofddorp zijn in fig. 12 in beeld gebracht. Zowel het beeld van de kaart als de doorsnede laten zien dat de geulen bij Zandvoort deel uitmaken van het - betrekkelijk steile - verzamelbekken van een groter geulenstelsel als in fig. 12 is afgebeeld. De diepe ligging wordt veroorzaakt doordat we hier - zoals reeds eerder gemeld - het gehele erosievlak lager ligt dan het zuidelijk deel van het gebied. De oorzaak van dit laatste moet gezocht worden in de dalende beweging die de centrale slenk gedurende de gehele tertiaire en kwartaire periode heeft ondergaan, waarbij het noordelijk deel van het in deze nota besproken gebied sterker is gedaald dan het zuidelijk deel.

Het is uit de boringen moeilijk vast te stellen of de kleiïge pakketten van de boringen 25C/12 en 25C/181 onder of boven de middenpleistocene verweringslaag moeten worden gesitueerd. Opgemerkt moet worden dat de afzettingen boven het - hier gestippeld weergegeven - vlak sterk in karakter verschillen van die welke boven het vlak in het zuidelijk

LENGTEDOORSNEDE DOOR DE GEUL VAN HEEMSTEDE
EN DE LAAGTE VAN HOOFDDORP

FIG 12



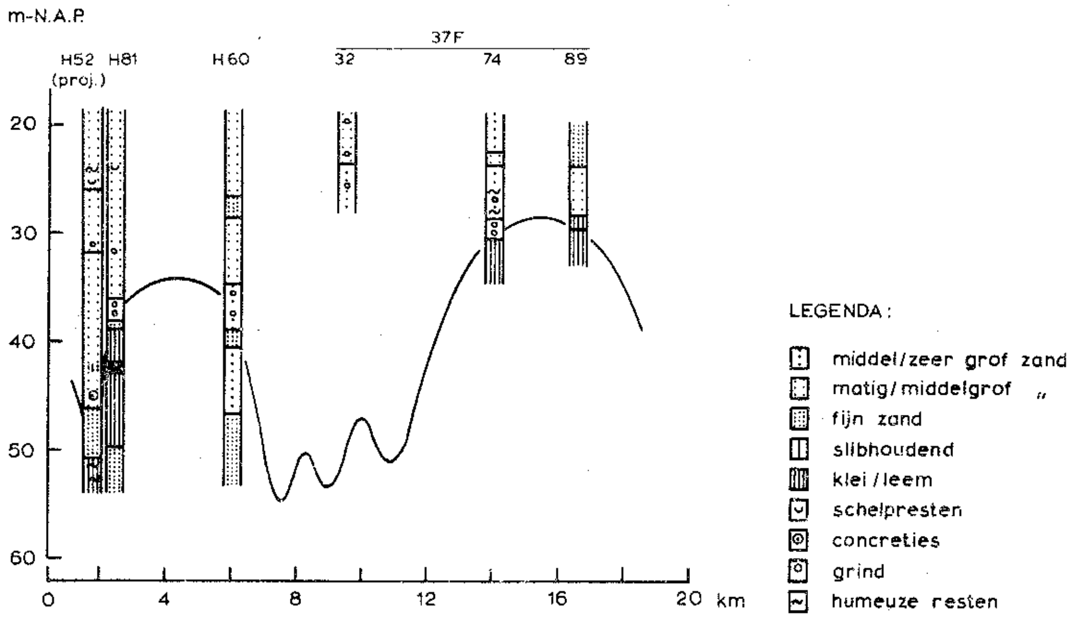
gedeelte van het gebied worden waargenomen en die welke in het westelijk deel van fig. 11 boven het erosievlak liggen. Het is zeer sterk de vraag of het middenpleistocene erosievlak niet boven het hier geschetste vlak heeft gelegen en later is weggeërodeerd bijvoorbeeld tijdens de Saale-ijstijd. In dat geval is het geulensysteem bij Zandvoort van veel jongere datum dan dat bij Wassenaar.

e, en f. De plateaus van Berkel en Zoetermeer

Fig. 13 geeft een doorsnede door beide plateaus. Wat opvalt is dat het op blz. 15 genoemd grindlaagje-op-het-erosievlak, dat in geen van de hiervoor beschreven profielen is aangetroffen, hier in verschillende boringen voorkomt en met name bij de boringen die buiten de geulen vallen. Wat de genetische betekenis hiervan is, is moeilijk met zekerheid te zeggen.

DWARSDOORSNEDE DOOR DE PLATEAU'S VAN
ZOETERMEER EN BERKEL

FIG 13



8. DE FUNCTIE VAN HET MIDDENPLEISTOCENE VERWERINGSVLAK ALS BASIS VOOR DE HYDROLOGISCHE PROCESSEN IN HET BOVENSTE WATERVOEREND PAKKET

Het sediment uit de Formatie van Kedichem is over het algemeen fijnkorrelig ontwikkeld, zoals reeds eerder aan de hand van fig. 7 werd vastgesteld. Hydrologisch maakt het meestal weinig uit of een sediment uit klei, leem of slibrijk zand bestaat. Wel is bij monsters met 'slibrijke zanden' van betekenis of sprake is, van slibrijk zand of afwisselend dunne zand en kleilaagjes. De eerste heeft namelijk een veel hogere verticale weerstand dan de tweede. De waarnemingen tijdens de boorwerkzaamheden gaan een alles bepalende rol spelen omdat dan dit onderscheid vaak gemaakt kan worden. Bij de eigen boringen werd in de sedimenten direct onder het pleistocene verweringsvlak nergens afwisselend klei- en slibarm-zand-laagjes gevonden.
Profiel Q - Q' van VAN REES VELLINGA (1972) weergegeven in fig. 14 laat zien dat de slibhoudende laag onder het pleistocene verweringslaag ten zuiden van de Oude Rijn meer dan 10 meter dik is. Ten noorden van de Oude Rijn worden veel geringere diktes waargenomen. Ook de andere profielen uit VAN REES VELLINGA (1972) geven dit beeld te zien. Ten zuiden van de Oude Rijn hebben de geulen weinig invloed op de verticale weerstand van de sedimenten uit de Formaties van Kedichem en Tegelen. Ten noorden van de Oude Rijn is de ligging van de geulen van wezenlijke betekenis.ROEBERT (1972) merkt op dat in het winningsgebied van de Amsterdamse Gemeentewaterleiding in Zandvoort op plaatsen waar de Kedichem klei goed ontwikkeld is - buiten de geulen dus - geen verzilting van de bronnen is waar te nemen, terwijl op plaatsen waar de Kedichem klei dun ontwikkeld is - in de geulen dus - sterke verzilting van de bronnen is opgetreden.

Exacte metingen van de verticale weerstand van de scheidende laag aan de onderzijde van het bovenste watervoerend pakket zijn slechts schaars aanwezig. De twee pompproeven die door het ICW zijn uitgevoerd - H 72 en H 83 - gaven een c-waarde voor de scheidende laag van respectievelijk 390 en 480 dagen wat uiteindelijk niet zo'n hoge c-waarde is maar gezien de betrekkelijk kleine potentiaalverschillen tussen het bovenste en onderste watervoerend pakket is de te verwachten invloed toch zodanig groot dat de vertikale stroming door de Kedichemlaag verwaarloosbaar is.

Het toeval wil dat bij beide pompproeven de scheidende laag van zeer bescheiden dikte is. Het is te verwachten dat in het zuidelijk

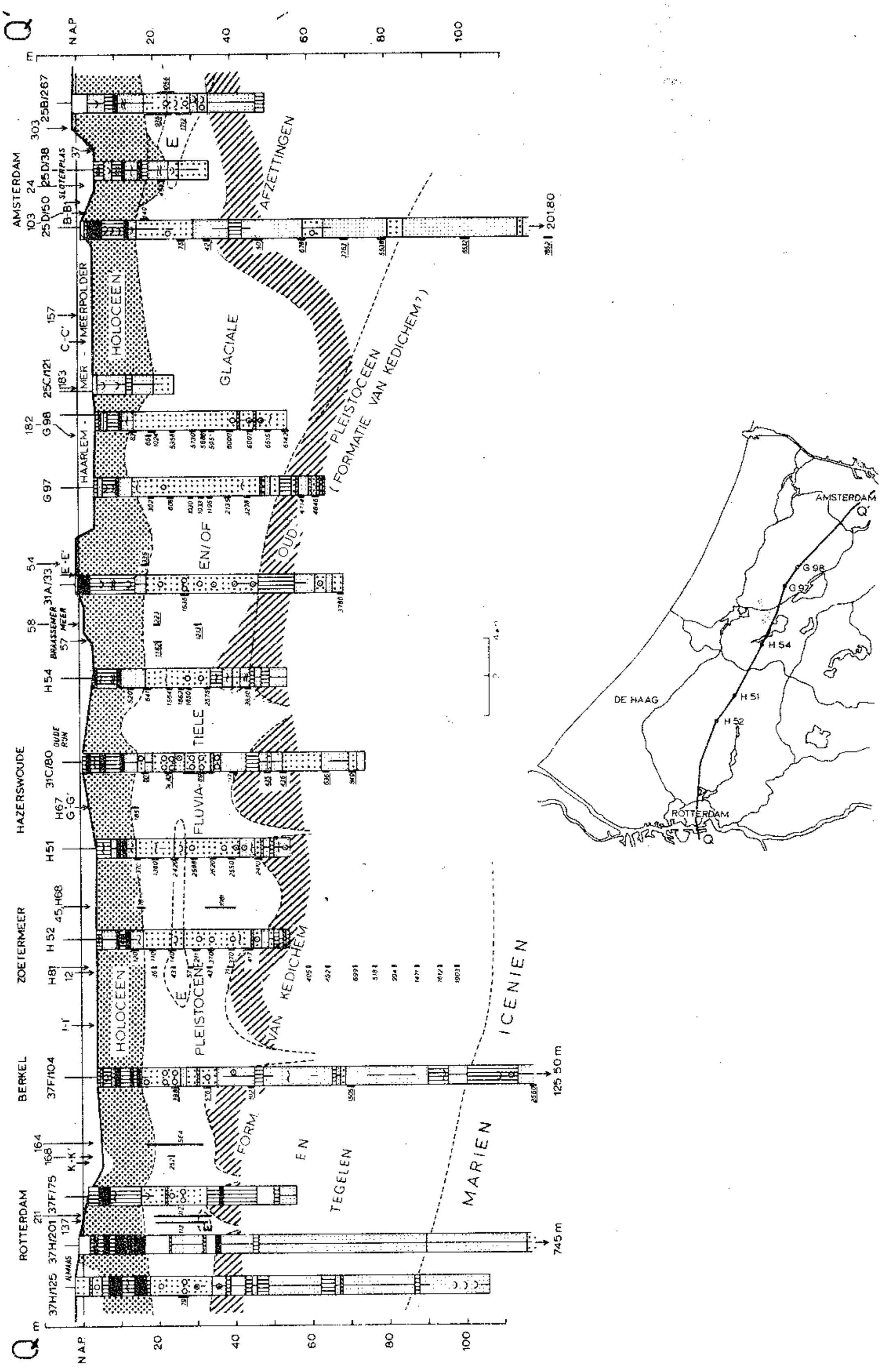


Fig. 14. Geohydrologisch profiel naar VAN REES VELLINGA

gedeelte de c-waarde veel hoger is.

Het is niet zeker of de 'Kedichem-Klei' één kleilaag is of een stelsel van kleilenzen. Hydrologisch is de juiste toestand van weinig belang. Dit kan duidelijk worden gemaakt met het volgende voorbeeld:

Gesteld dat onder een 10 cm dikke kleilens met een gemiddelde verticale weerstand (c-waarde) van 100 dagen en een horizontale straal (r) (k-waarde) van 75 m/dag en een dikte (D) van 1 m (fig. 15) een hoeveelheid water aanwezig is die naar boven stroomt.

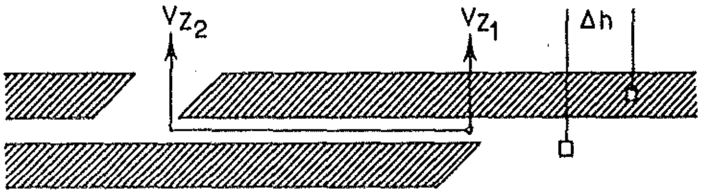


Fig. 15. Schematische voorstelling van de stroming tussen kleilenzen door

De tijd die een waterelement nodig heeft om van het centrum van de kleilens boven het niveau van de kleilens te komen is dan onafhankelijk van de weg, die het element volgt: door de kleilaag of tussen de kleilagen door:

$$V_{z_1} = \frac{\Delta h}{c} = \frac{\Delta h}{100} \text{ m/dag}$$

$$V_{z_2} = kD \frac{\Delta h}{r^2}$$

$$= 75 \frac{\Delta h}{r^2} \approx 100 \text{ m/dag}$$

$$V_{z_1} \approx V_{z_2}$$

De discussie of een aangeboorde kleilaag op een bepaalde plaats deel uitmaakt van een groot kleipakket of van een stelsel van kleilenzen is derhalve niet van belang. Het is niet te verwachten dat de verticale weerstand belangrijk in orde van grootte verandert als er sprake is van kleilenzen of van een aaneengesloten kleilaag.

CONCLUSIES

1. Het oppervlak van de Formatie van Kedichem is een erosievlak dat geen genetisch verband heeft met de sedimenten van dit formatie.
2. Het middenpleistocene erosievlak is gevormd gedurende de eerste helft van de Elster-ijstijd.
3. De omgeving van Wassenaar heeft tot het eind van het Eemien onder invloed van tektonische daling gestaan.
4. Dit heeft tot gevolg gehad dat ook na het Elsterien dit gebied als mondingsgebied van stroomsystemen heeft gediend.
5. Het geulensysteem van het middenpleistocene erosievlak is van fluviatiele oorsprong.
6. In het gebied ten zuiden van de Oude Rijn hebben de geulen geen invloed op de afsluitende functie van de sedimenten uit de Formatie van Kedichem.
7. Ten noorden van de Oude Rijn moet in de geulen het Icenien als basis worden genomen.
8. In het noordelijk deel van de Haarlemmermeer hebben de jongere lagen boven de Formatie van Kedichem een belangrijke afsluitende functie.

LITERATUUR

DOPPERT, J.W.CHR. en J.I.S. ZONNEVELD. 1955. Over de strategrafie van het fluviatiele pleistoceen in West-Nederland en Noord-Brabant. Med. Ged. St. 8

HAGEMAN, P. 1964. Toelichting bij de Geologische Kaart van Nederland 1:50 000 blad Goeree-Overflakkee

PANNEKOEK, A.J. e.a. 1956. Geologische Geschiedenis van Nederland

POMPER, A.B. 1969. De betekenis van de Oud-Pleistocene en oudere formaties van de hydrologie van Midden-West-Nederland. ICW nota 516

——— 1970. De pompproef bij Moerkapelle. ICW nota 590

POMPER, A.B. 1971. Hydrologische consequenties van de waterwinning uit de nieuwe waterwinputten in de Zilker polder bij Hillegom. ICW nota 651

REES VELLINGA, E. VAN. 1972. Enkele resultaten van een geo-hydrologisch onderzoek in Midden-West-Nederland. ICW nota 679

ROEBERT, A.J. 1972. Fresh water winning and salt water encroachment in the Amsterdam dune water catchment area. Geologie en Mijnbouw vol. 51 (1)

VERBRAECK, A. 1970. Toelichting bij de geologische kaart van Nederland 1:50 000 blad Gorkum-Oost

en J.H. BISSCHOPS. 1971. Toelichting bij de Geologische kaart van Nederland 1:50 000 blad Willemstad-Oost (43,0)

VLERK, J.M. VAN DER en F. FLORSCHUTZ. 1950. Nederland in het ijstijdvak

WIT, K.E. 1972. Verticale weerstand van het afdekkend pakket in Midden-West-Nederland. Concept ICW nota

WITT, H. en E. VAN REES VELLINGA. 1970. Proeve van een kD-waarden kaart van Nederland. ICW nota 573

ZAGWIJN, W.H. en J.I.S. ZONNEVELD. 1956. The Interglacial of Westerhoven. Geol. en Mijnb. 18

ZANDSTRA, J.G. 1971a. Zware mineralenonderzoek van boring H 37 te 's-Gravenhage. Rapport 250 Sed. Petr. Afd. Rijks Geologische Dienst, Haarlem

1971b. Sediment-petrologie van drie boringen in de gemeente Wassenaar. Rapport 249 Sed. Petr. Afd. Rijks Geologische Dienst, Haarlem

ZONNEVELD, J.I.S. 1947. Het kwartair van het Peelgebied en de naaste omgeving, een sediment-petrologische studie. Diss. Leiden

1958. Litho-strategrafische eenheden in het Nederlandse Pleistoceen. Med. Geol. Stichting, Nieuwe Serie 12