

voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

NN31545.0516

DE BETEKENIS VAN DE OUD-PLEISTOCENE
EN OUDERE FORMATIES VOOR DE HYDROLOGIE
VAN MIDDEN WESTELIJK NEDERLAND

A.B. Pomper

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.

Jen 178307-04

Dear Sir,

Reference is made to your letter of the 12th inst.

in relation to the above mentioned subject. The same has been forwarded to the appropriate authorities for their consideration.

I N H O U D

	Blz.
INLEIDING	1
GLOBAAL GEOLOGISCH OVERZICHT VAN HET GEBIED	2
HET OPPERVLAK VAN HET VASTE GESTEENTE ONDER WESTELIJK NEDERLAND	3
HET TERTIAIR	4
HET PLEISTOCEEN	6
Het Amstelian	7
Het Icenien	7
Boring van Maassluis	8
Boring H 37	9
RESUMÉ	11
LITERATUURLIJST	12

QUESTION

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

1. The first part of the document is
introduction. It is written in
simple and clear language.
The second part of the document
is a detailed description of the
project. It is written in a
more formal and technical style.
The third part of the document
is a conclusion. It is written
in a simple and clear language.
The fourth part of the document
is a list of references. It is
written in a simple and clear
language.

INLEIDING

Een van de grote problemen bij de bestudering van de Geologie van Nederland als basis voor een hydrologische studie, is dat de meeste gegevens niet specifiek voor de hydrologie zijn verzameld. Zij zeggen daardoor met name weinig over de sedimentatie-omstandigheden, korrelvorm, korrelgrootte en dergelijke. Toch zijn er - verspreid - talloze geologische publikaties en ook ongepubliceerde gegevens die na aanvulling van grote waarde kunnen zijn voor het hydrologisch onderzoek. Het is daarom dat dit literatuuronderzoek heeft plaats gehad.

In eerste instantie hebben wij ons beperkt tot het aftasten van de grenzen die wij in het onderzoek moeten aanhouden. Een vraag die daarbij beantwoord dient te worden is, tot welk niveau zich de stromingsprocessen die voor de hydrologische verschijnselen aan de oppervlakte van belang zijn, kunnen uitstrekken. Een volledig antwoord op deze vraag is niet van dit onderzoek te verwachten. Veel aanvullend onderzoek zal nodig zijn, waarbij vooral naar methodes gezocht moet worden die op een goedkope wijze de benodigde gegevens verstrekken.

In deze Nota zal vooral aandacht gegeven worden aan de oudere formaties. Hierbij wordt slechts in enkele regels gesproken over de verkitte lagen beneden het Tertiair. Voor de rest zullen wij achtereenvolgens de verschillende Tertiaire lagen en de Oud-Pleistocene lagen tot en met het Icenien de revue laten passeren.

Een aspect dat buiten het bestek van deze nota valt (maar wel van grote hydrologische betekenis is) is de vraag welke invloed van deze diepe lagen uitgaat naar de oppervlakte. Hierbij spelen verschillende factoren een rol:

- a. hoe is het gesteld met de doorlatendheid van de bovenliggende lagen.
- b. voor zover sprake is van één of meer slecht doorlatende lagen boven het Icenien hoe is het dan gesteld met het potentiaalverschil aan weerszijden van die laag of lagen en het potentiaalverschil tussen Icenien en het oppervlak.
- c. hoe is het gesteld met het zoutgehalte van het water in het Icenien en de lagen daaronder. De geologische geschiedenis geeft nogal wat wisselende ontwikkelingen te zien:
 1. afgezet in zout water
 2. verdrijving van het zoute water tijdens (minstens drie) glaciale periodes
 3. terugkeer van het zoute water met de zeespiegelrijzing gedurende de interglacialen en in het Holoceen.

GLOBALAAL GEOLOGISCH OVERZICHT VAN HET GEBIED

Het is voor de niet geologisch gevormde lezer moeilijk de namen van de verschillende formaties en periodes van elkaar te onderscheiden. Ter verduidelijking is daarom in fig. 1 een overzicht gegeven van de stratigrafie van het Jong Tertiair en Pleistoceen zoals deze reeds in eerdere Nota's werd gebruikt. Fig. 2 geeft een schema waarin de belangrijkste Westeuropese afzettingen met die van westelijk Nederland in verband worden gebracht.

De vorming van Nederland in haar huidige gedaante heeft vooral plaats gehad in het Pleistoceen en het Holoceen (waarbij opgemerkt dient te worden dat het Pleistoceen ongeveer 1 miljoen jaar geleden begon terwijl de grens tussen Pleistoceen en Holoceen gesteld moet worden op $\pm 15\ 000$ jaar geleden). Wij zien in deze periode een afwisseling van glaciale - grofkorrelige - afzettingen en interglaciale en postglaciale - fijnkorrelige - afzettingen. Vele afzettingen hebben invloed ondergaan van de op de sedimentatie volgende periodes, zodat het beeld dat wij krijgen vaak ook daardoor sterk verstoord en gecompliceerd is. Vaak is het bijzonder moeilijk de lagen van de verschillende boringen met elkaar in overeenstemming te brengen.

De theorie van de ijstijden vindt haar oorsprong in het Alpengebied waar de gevolgen van de ijstijden de vormen van het landschap hebben bepaald. Aan de hand van de verschijnselen in de Alpen is men gekomen tot een indeling in vier ijstijden met drie daartussenliggende interglacialen. (PENCK en BRUCKNER, 1909). Inmiddels is men tot de ontdekking gekomen dat vóór de genoemde ijstijden nog minstens één ijstijd moet zijn voorgekomen (de zg. Donau-ijstijd).

Is het spoor dat de ijstijden in het Alpengebied hebben achtergelaten betrekkelijk eenvoudig te volgen, in West-Europa zijn de afzettingen van de ijstijden zodanig veranderd of zelfs geheel opgeruimd, zodat wij vaak tevreden moeten zijn met een indeling in twee hoofdperiodes: het Oud-Pleistoceen en het Jong-Pleistoceen. Het Jong-Pleistoceen is dan nog wel onder te verdelen in een aantal formaties, waarvan de sedimentatieomstandigheden goed zijn te reconstrueren.

De indeling van het Pleistoceen is in West-Europa reeds lang een punt van discussie. Aanvankelijk werd de indeling van PENCK en BRUCKNER in West-Europa overgenomen. Naarmate het inzicht in de opbouw van de glaciale afzettingen hier toenam begon de vroeger vaak gemakkelijk veronderstelde correlatie tussen de Westeuropese en Alpine afzettingen moeilijker

FIG. 1

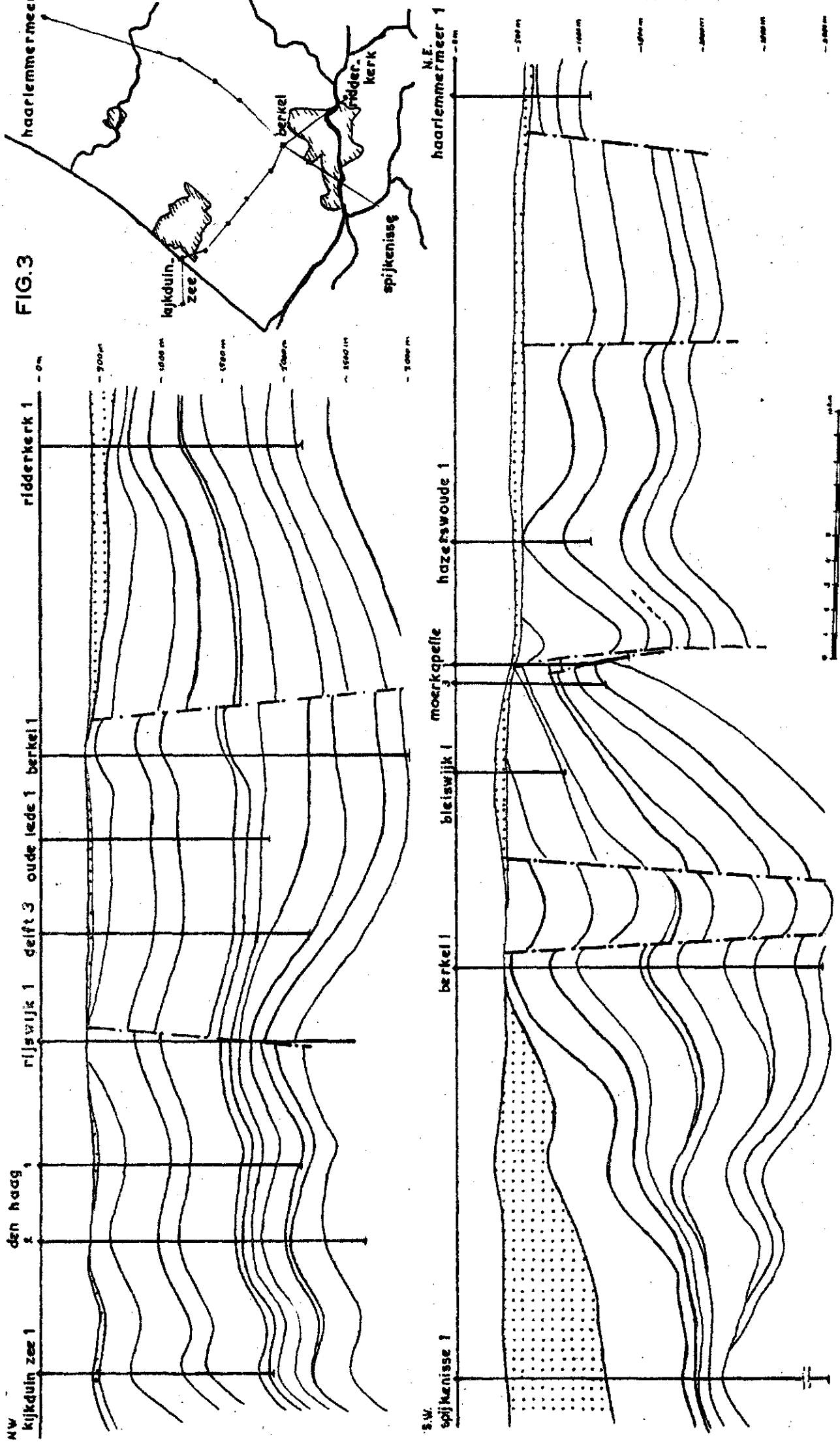
Panck en Bruckner	Scandinavische indeling	Groot-Brittannië en Ierland	Zone		v.d. Vliet en Bagnijn	k/mant	
Würm-glaciële tijd	Fennoscandische stadium	Weichsel-glaciële tijd	Zand-diluvium A	Jong Pleistoceen	Weichselien	K	
	Pommers stadium						Scottish Readvance
	b. Frankfurt-Posen stadium a. Brandenburg stadium						Younger drift = Hesse glaciation
	Fläming = Warthe-stadium						Little Eastern Glaciation (Brickearth of Suffolk)
Riss-Würm-interglaciële tijd	Skograhede-serie Deense midden-lag Eem-serie	25-foot beach	Eem-stebel		Eemien	W	
Riss-glaciële tijd	Saale-glaciële tijd	Great Chalky Boulder Clay (Great Eastern glaciation) Kimmeridgian Boulder Clay	d Zanddiluvium B c Glaciaal diluvium b Afdelingen in de "neutrale ruimte" a Bovenste grove afdeling		Saalien	K	
Mindel-Riss-interglaciële tijd	Grote interglaciële tijd	(Weathering denudation, high-sea-level)	Middelste lijne afdeling		Hoxien	W	
Mindel-glaciële tijd	Elster-glaciële tijd	North-Sea glaciation = Scandinavisch drift = Norwich Brickearth = Plateau-drift of Oxford.	Onderste grove afdeling	Midden-Pleistoceen	Elsterien	K	
Günz-Mindel-interglaciële tijd	Præ-Elster moraines	Cromer-forest-Beds	Onderste lijne afdeling		Cromenien	W K	
Günz-glaciële tijd		Weybourn Crag } b. Chillesford Crag } = Icenian a. Norwich Crag } b. Bulley horizon } Newer a. Newbourn horiz. } Red Crag		Oud Pleistoceen	Menapien	K	
Donau ijstijd					Waldien	W K W	

Stratigrafie van het jong-Tertiair en Pleistoceen

Fig. 2

Chronologie	Maastrvoer	Rijsvoer	Oostelijke toep.	Aeolisch e.d.	Merken	Geo-chronologie	Maastrvoeren in Duitsland		Klimaat	Afzettingen in Laerlek beekgebied
							Jongere M. Terrasse	Altere M. Terrasse		
Oud - Pleistoceen	Eemien	Formatie van Krefelderheye	Formatie v. Emen	Zandiluvium	Marlene Eemlagen	120.000	K	Krefelder M. Terrasse	Dekzanden/dalopvullingen	
										W
Oud - Pleistoceen	Rijs = Saalien	Zanden van Well	?	proglac. zand	Holstein-lagen	240.000	K	Oudere M. Terrasse	Diverse glaciële afzettingen	
										W
Midden-Pleistoceen	Mindel = Elsterien	Formatie van Sterksal	?	?	?	300.000	K	Rijnenschotter	Aangrijpelijk pakket	
										W
Oud - Pleistoceen	Maastrien	Formatie van Kedichem	Formatie van Harderwijk	Formatie van Kedichem?	Austellien	425.000	K	Oudere M. Terrasse		
										W
Oud - Pleistoceen	Dournaien	Formatie van Tegelen	?	?	Marlen	600.000	W	Ten van Westervoeren		
										W
Oud - Pleistoceen	Kaalien	Diverse terras-afzettingen in Zuid-Limburg	?	?	Iceenien	800.000	K			
										W
Tertiair	Pliocene	Præglacien	"Kieselooliet-formatie"	Austellien	Austellien	12.000.000	K			
										W
Tertiair	Mioceen					28.000.000				
										W

FIG.3



te worden. Dit had ten gevolge dat er een aparte - Duitse - indeling kwam waarop later de indelingen van FLORSCHUTZ, ZAGWIJN en anderen werden 'geënt'. Tijdens een op initiatief van het Koninklijk Nederlands Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap gehouden symposium (1957) werd besloten terug te keren naar de indeling van de Alpenijstijden en de inmiddels ontstane namen te gebruiken voor het aanduiden van faciës-verschillen (verschillen in afzettingsomstandigheden). Inmiddels is men bij de indeling van de nieuwe geologische kaart - op buitenlandse aandrang - teruggekeerd naar de 'Duitse' indeling.

Ook de grens tussen Tertiair en Kwartair is een punt van discussie geweest. In oudere literatuur wordt deze grens gelegd tussen Amstelian en Icenien; in de literatuur verschenen na 1948 wordt de onderzijde van het Amstelian als zodanig beschouwd als uitvloeisel van de besluiten van het Geologisch Congres in Londen.

Geologisch gezien is de grens van het door het I.C.W. gekozen gebied van onderzoek nogal willekeurig. Veeleer zouden we de lijn waarlangs het Pleistoceen aan de oppervlakte komt (ongeveer overeenkomend met de hoogtelijn van 1 m +NAP) als grens moeten aanhouden. In hydrologisch opzicht is veel te zeggen voor het Amsterdam-Rijnkanaal als grens, zodat het gehele gebied door diep oppervlakte-water wordt omgeven. Wat betreft de lokale grondwaterstromingen kan het gebied dan als een eenheid worden beschouwd.

HET OPPERVLAK VAN HET VASTE GESTEENTE ONDER WESTELIJK NEDERLAND

In verband met het 50-jarig bestaan van het Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap werd in 1963 een symposium gehouden, waar behalve veel op Kwartair-geologisch gebied ook veel over het Mesozoïcum te horen was. Interessant in dit verband zijn de doorsneden die vermeld worden in de 'transactions' van dit symposium en die van de hand zijn van U. HAANSTRA. Deze zijn - vereenvoudigd - weergegeven in fig. 3.

We zien dat het Mesozoïcum nogal wat breuken vertoont in het gebied tussen Rotterdam en Den Haag. Deze grote tektonische activiteit gaat tot de huidige dag voort. Er zijn perioden waarin een bepaald 'blok' stijgt; er zijn perioden waarin hetzelfde blok daalt. Aan de hand van de dikte van de afdekkende lagen kan men de mate waarin deze bewegingen

hebben plaats gehad taxeren. We zien dat de Tertiaire lagen tussen Berkel en Hazerswoude en tussen Berkel en Kijkduin-zee zeer dun zijn ontwikkeld of zelfs hier en daar geheel ontbreken. In dit laatste geval ligt het Pleistoceen dus direkt op de vaste gesteenten uit het Krijt.

De invloed van breuken op de grondwaterstromingen in het bovenliggende pakket is in de praktijk nog niet geheel duidelijk. ENGELEN (1969) veronderstelt dat langs deze breuken gassen en eventueel water naar boven komen, wat wel degelijk invloed heeft op de grondwaterbeweging. De rijkdom aan olie van het Krijt op deze plaats zal hier zeker een rol in spelen. De olieproduktie zal hier waarschijnlijk dan ook een niet te verwaarlozen rol spelen. Het verminderen van de druk in het oliereservoir-gesteente zal tot gevolg hebben dat de druk van het Mesosoicum op het water in het Oud-Pleistoceen vermindert.

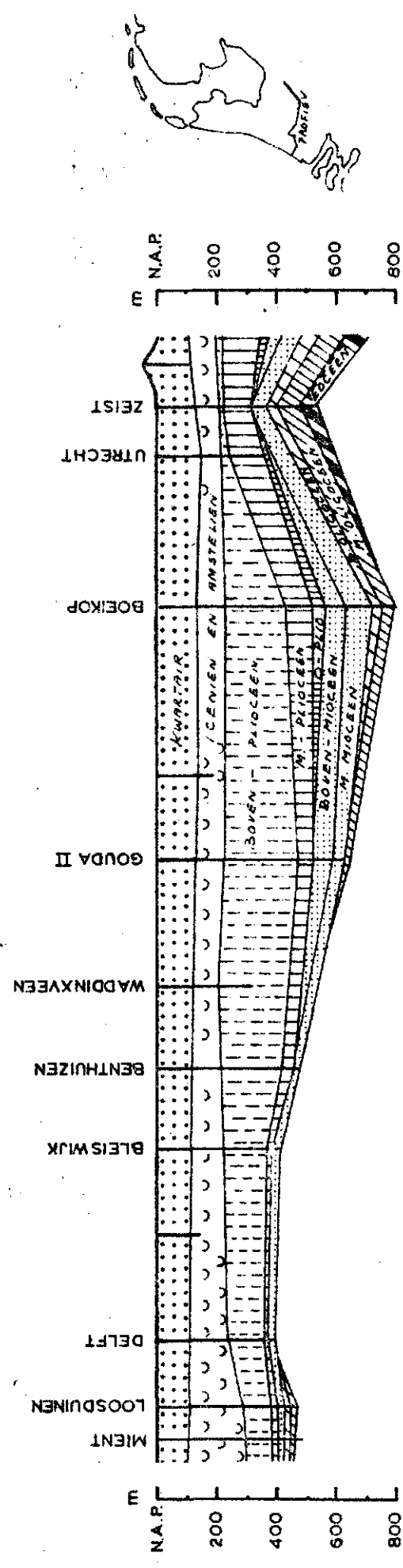
Gegevens als deze zullen echter nooit in grote hoeveelheden ter beschikking komen. We kunnen ons wel enige voorstelling maken over de diepte van het Mesosoïsche oppervlak maar de juiste gegevens blijven in de kluizen van de oliemaatschappijen verborgen. Een troost moge zijn dat dit oppervlak maar zelden een rol speelt in de hydrologie van westelijk Nederland.

HET TERTIAIR

Het Tertiair is een periode waarin het door ons beschouwde gebied beneden de zeespiegel lag. De zee was meestal diep. Als onderzijde van het hydrologisch belangrijke pakket zou kunnen dienen de in het Midden-Oligoceen gevormde *S e p t a r i ë n - k l e i*, die ook wel bekend staat als Klei van Boom of Boomse klei. Deze klei werd door DE RIDDER (1957) als hydrologische basis beschouwd. Een punt is wel dat de Septariënklei in westelijk Nederland veel dieper zit ^{dan in Zeeland} en mogelijk boven deze laag andere lagen voorkomen die als hydrologische basis kunnen dienen. VAN VOORHUIZEN (1950) stelt vast dat de Septariënklei bij Zaandam op 638 m - maaiveld wordt aangetroffen, bij de 'Mient-boring' ('s-Gravenhage) op \pm 400 m - maaiveld.

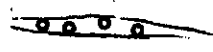
Volgens de boorbeschrijving van de laatstgenoemde boring bevindt zich op een diepte van 341 tot 461 m een kleipakket dat behoort tot Scaldisien, Mioceen en Oligoceen. We zien dus dat op deze plaats het gehele bovenste gedeelte van het Tertiair uit klei bestaat. De oorzaak hiervan

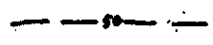
FIG. 4

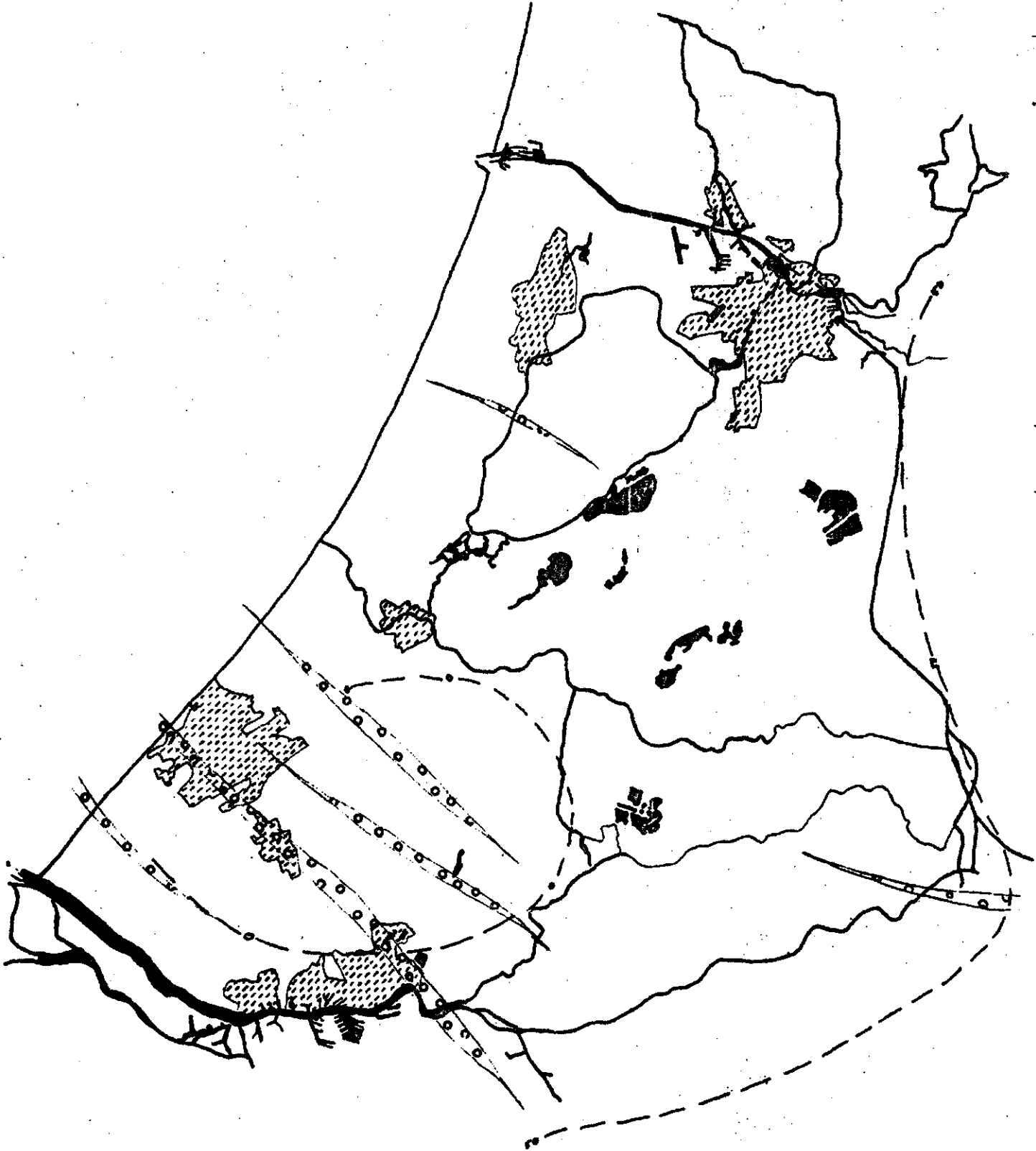


0 5 10 15 km



 saxonische anticlinale

 dikte midden-oligoceen



is de grote afstand van de toenmalige kust. Op een diepte van 401,5 tot 461 m bevinden zich veel pyriet-concreties. KRUISINGA (1948) beschrijft het voorkomen van dergelijke concreties in het Midden-Oligoceen van Twente. FeS_2 komt voor zowel in de vorm van pyriet als in de vorm van het veel minder stabiele Markeziet. De aard van de mineralen kan informatie geven over de zuurgraad van het afzettingsmilieu.

Bijgaande doorsnede (fig. 4) illustreert de verbreiding van het Midden-Oligoceen in westelijk Nederland. Inderdaad ontbreekt het tussen Delft en Waddinxveen^{EF}.

Over de doorlatendheid van de Septariënklei kan nog het volgende worden opgemerkt. Het is op talloze plaatsen in Nederland gebleken dat breuken in de harde ondergrond van Nederland zich tot in het Kwartair voortzetten. Uit fig. 5 blijkt - zoals reeds eerder opgemerkt - dat de opbouw van het Mesosoïsch gesteente met name ten zuidoosten van 's-Gravenhage een sterke tektonische activiteit ten toon spreidt. Vooral bij zeer sterk samengeperste kleien kan dat een vergroting van de doorlatendheid ten gevolge hebben. Volgens ENGELLEN (1969) bleek dat bij een onderzoek in de Alblasserwaard toestroming van gas en eventueel water uit het Carbon een verticale stroming van het grondwater veroorzaakt. Dergelijke processen zijn hier ook te verwachten.

Het B o v e n - O l i g o c e e n is in het beschouwde gebied van weinig belang. Alleen in het oosten komt een laagje 'glauconietzand' voor.

Het Mioceen is volgens de boorbeschrijvingen ook sterk kleilig ontwikkeld. Overigens zijn de boorbeschrijvingen in dit opzicht erg summier.

Het P l i o c e e n is in westelijk Nederland zandig ontwikkeld. Er is zeer intensief gediscussieerd over de bovengrens van het Pliocceen. FABER (1960) geeft voor de 'grensgebieden' van het Tertiair en het Pleistoceen de volgende indeling:

*FABER (1947) suggereert dat ten zuidoosten van 's-Gravenhage een 'klein eiland' geweest zou kunnen zijn. In de Mient-boring is echter van een kust-faciës geen sprake, zodat erosie tijdens het Vroeg-Pleistoceen ook wel de oorzaak geweest zou kunnen zijn van het ontbreken van het Midden-Oligoceen.

Pleistocene Amstelian: zand (met de fossielen *Corbulomia complanata*,
Orphicardelus pyramidalis)

-----beenderbrecci (zoogdieren, vogels),
'zwarte botten'

Scaldisien: zand (*Chrysodomus contraria*)

Pliocène

Diestien

Het Diestien ontbreekt in boorbeschrijvingen van westelijk Nederland.

Gezien het feit dat het Scaldisien zandig ontwikkeld is en aansluit bij het Amstelian en het - later te bespreken - Icenien, moet de onderzijde van deze formatie als belangrijk worden beschouwd. Grofweg kunnen we zeggen dat er een daling van het vlak naar het noordwesten is. Het is te danken aan de uitstekende beschrijvingen van LORIE, TESCH en VAN VOORTHUIZEN dat de weinige getallen die wij hebben beschikbaar zijn.

Nadere informatie zijn alleen te verwachten als de talloze olieboringen die in dit gebied zijn uitgevoerd worden vrijgegeven.

HET PLEISTOCÈEN.

De grens tussen het Tertiair en het Pleistocene in West-Europa is lang een punt van discussie geweest. Dit vormt op zich al een bewijs dat de aard van de afzettingen weinig aanleiding geeft deze grens te trekken. Verwarrend is dat in de oudere literatuur de onderzijde van het Icenien als grens Tertiair-Pleistocene wordt aangehouden. In het

Oud-Pleistocene komen zowel marine als terrestrische afzettingen voor. Deze volgen elkaar ten dele op maar lopen ook wel eens parallel. Het oppervlak van het Icenien is geen tijdsgrens maar een faciës-grens die over een vrij lange periode is ontstaan. (Onder faciës verstaan we de som van paleontologische en lithologische eigenschappen van een bepaalde afzetting, waaruit de afzettingsomstandigheden blijken). Zien we in Oost-Nederland op sommige plaatsen het Icenien in de formatie van Tegelen voorkomen, in westelijk Nederland ligt het Icenien onder 'Tegelen'. Over het algemeen zijn de marine afzettingen veel homogener dan de terrestrische, wat hier nog wordt versterkt door het feit dat de formatie van Tegelen ten dele tijdens een ijstijd is afgezet (de grote tegenstellingen tussen het heersende weertype van de winter en dat van de zomer en het ontbreken van een dichte vegetatie geven een grote variatie in afzettingen.).

H e t A m s t e l i e n

FABER (1947) beschrijft deze formatie als 'lichtgrijs marien zand of zandige klei die met wat grovere klei afwisselt. Het is meestal glimmerrijk'. Het maakt dus een vrij homogene indruk. Wat de hydrologische consequenties van de glimmerrijkdom zijn, valt niet te zeggen. In een neritisch sediment, waarin de deeltjes de gelegenheid krijgen 'plat' te gaan liggen (diep zeewater) is de situatie anders dan in een littoraal sediment (dat op het strand ontstaat). Een neritisch sediment heeft bij gelijke homogene korrelgrootte-verdeling een goede horizontale doorlatendheid en een minder goede verticale doorlatendheid, terwijl de doorlatendheid van een littoraal sediment minder afhankelijk is van de stromingsrichting van het water.

PANNEKOEK (1956) meldt dat het grootste gedeelte van het Amsteliën een neritische, fijnkorrelige, glimmerrijke zandafzetting omvat met aan de basis een dunne littorale laag, het P o e d e r l i e n .

Een moeilijkheid bij het bestuderen van het Pleistoceen uit de literatuur is dat heel vaak tegenstrijdigheden voorkomen (soms zelfs in één werk) die een juist beeld vertroebelen.

H e t I c e n i e n

Het Icenien bestaat volgens FABER (1947) uit donkergrijze, fijn- tot middelfijnkorrelige zanden, die soms wat grover zand bevatten met wat grind en een enkel rolsteentje. In het zuidwesten is de korrelgrootte over het algemeen kleiner dan in Noord-Nederland. In het beschouwde gebied zien we een naar het Noorden afnemende korrelgrootte zodat ten noorden van Amsterdam het Icenien is vertegenwoordigd door een zwaar, bij het Tertiair aansluitend kleipakket. In het Tertiair is in het gebied rondom Amsterdam een diep zeebekken ontstaan dat zich tot na het Icenien heeft gehandhaafd. Het dankte - naar de huidige inzichten - zijn ontstaan aan tektonische bewegingen. Naarmate het Icenien-zeebekken meer opgevuld raakte zien we dat de korrelgrootte toenam. Dit is het gevolg van twee effecten:

1. Hoe dichter bij de riviermonding des te grover de afzetting.
2. De uitbreiding van de ijskap heeft een verlaging van de zeespiegel ten gevolge, gepaard gaande met een verwildering van de rivieren.

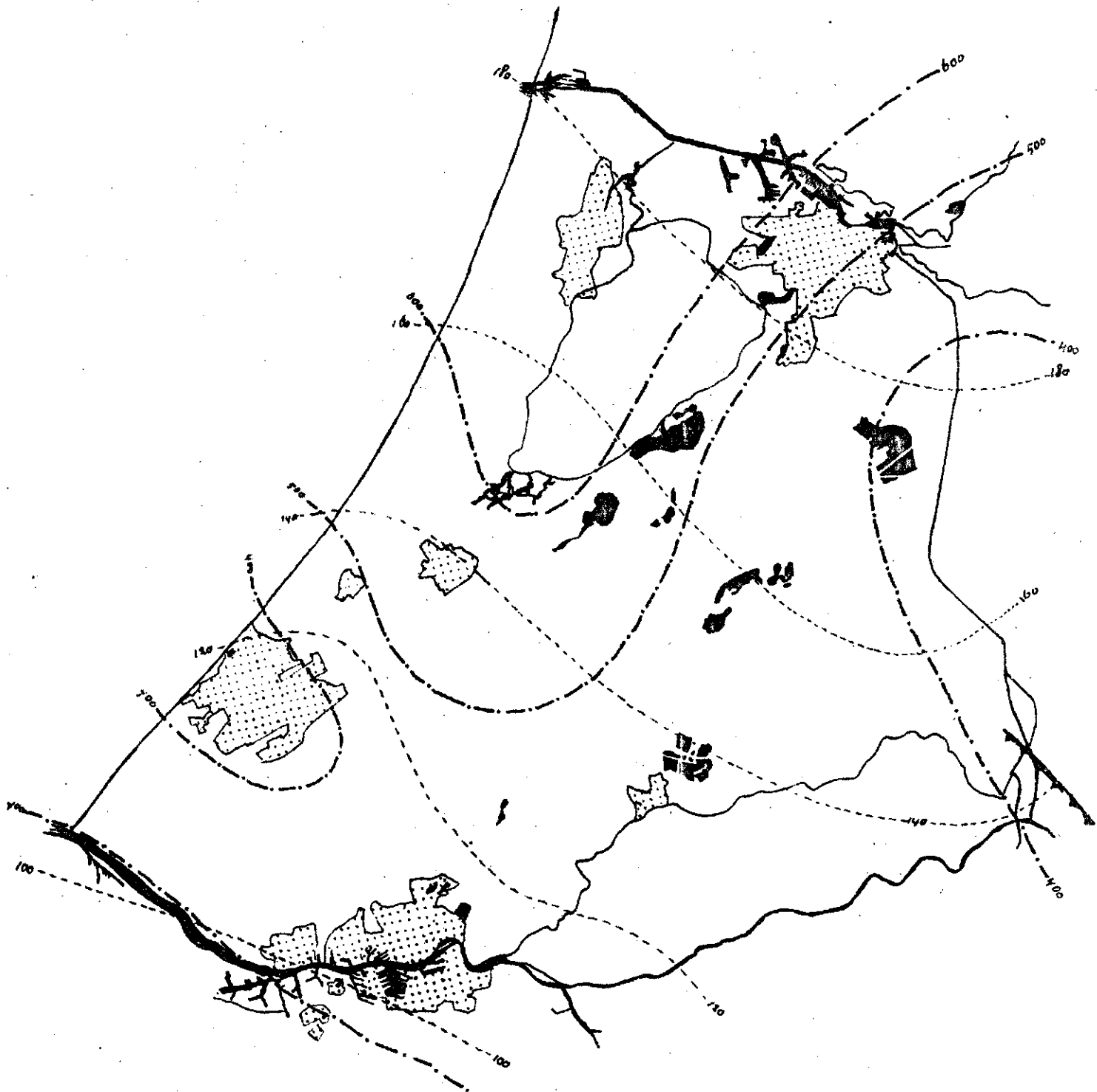
In fig. 6 is de 'top' van het Icenien aangegeven naar gegevens van ZONNEVELD (1958). Men ziet een daling van het vlak van $+100$ m (bij de Nieuwe Waterweg) tot $+200$ m ten noorden van Amsterdam. Ook in het Icenien is de invloed van het 'eiland' ten zuidwesten van Den Haag waar te nemen. Weer dringt zich de vraag op of de tektoniek hier een rol heeft gespeeld. ZONNEVELD (1958) geeft helaas weinig informatie over de granulaire samenstelling van het door hem bestudeerde materiaal, waarschijnlijk omdat de litografie voor hem van meer belang was.

De diepte van het Icenien is zodanig dat vele boringen in westelijk Nederland tot in deze formatie reiken. Door deze boringen met elkaar te vergelijken kunnen we dus een indruk krijgen van het te verwachten materiaal.

Boring van Maassluis: Deze is beschreven door ZONNEVELD (1958). In het bij de publikatie van ZONNEVELD afgedrukte boorprofiel staat het pakket tussen 100 m -NAP en 147 m -NAP beschreven als 'fijn zand (met een enkel kleibandje)'. Daaronder wordt grof zand aangegeven tot het einde van de boring. DR. J.F. STEENHUIS die de boorbeschrijving van het archief van de Geologische Dienst verzorgde beschouwt het gehele pakket als een wisselend marine en fluvia-tiele afzetting. Tussen $99,65$ -NAP en $117,65$ -NAP komt een marine laag voor. Deze laag bestaat voornamelijk uit slibhoudend zand. Hieronder volgt een afwisselend fluviatiel, fluviomarien en marien pakket. Nergens is sprake van een neritische afzetting (die verantwoordelijk zou kunnen zijn voor een weerstand biedende laag). Beneden de $207,89$ m -NAP volgt een 70 m dik fluviatiel pakket, dat beheerst wordt door een vrij groot aantal leemlagen. Tabel 1 geeft een schatting van de kD -waarde van het Icenien aan de hand van de boorbeschrijving. We zien dat de totale kD -waarde berekend wordt op $532,3$ m²/dag. Aangenomen dat de basis van het Icenien niet ver onder de 237 m -NAP zit kan de kD -waarde van deze afzetting dus worden getaxeerd op $500 - 600$ m²/dag.

--- Oppervlak Icenien in m-NAP

--- Basis Pleistoceen in m-NAP



Tabel 1

Sorteringsgraad 50%

Diepte ondervl.	Laagdikte in meters	U-cijfer	Slibgehalte in %	k-waarde m/dag	kD-waarde m ² /dag
102	Formatie van Tegelen				
109	7	leem			
110,50	0,5	60	2	6,2	3,1
112	2	65	4	2,2	4,2
115	3	55	2	6,2	18,6
117	2	55	4	3,1	6,2
117,5	0,50	leem			
129,50	12	65	4	2,2	26,4
130	0,50	45	2,5	8,1	4,1
130,50	0,50	leem			
148	17,50	65	4	2,2	48,5
150,90	1,90	45	2,5	8,1	15,4
153	2,10	65	4	2,2	4,6
157,80	4,80	55	4	3,1	14,9
160,76	2,96	65	5	1,4	6,1
167,80	7,04	45	2,5	8,1	57,0
173,80	2,58	65	6	1,0	2,6
175,15	4,77	45	2,5	8,1	38,6
176,19	1,04	55	2,5	5,4	6,6
178,90	2,71	55	6	1	2,7
190,84	11,84	45	2,5	8,1	91,1
207,14	16,30	55	0	10,4	169,3
212,60	5,26	55	7	0,2	1,1
214,78	1,22	55	6	1,0	1,2
218,78	0,40	45	0	15,5	6,2
223,15	1,45	45	2,5	8,1	11,9
231,25	0,10	60	2,5	5,4	0,5
237	0,50	60	4	3,1	1,6
				Totaal	532,3

De boring H 37 : Deze boring werd in 1967 onder supervisie van het I.C.W. uitgevoerd. Boorbeschrijvingen en monsters zijn ter beschikking gesteld van de Geologische Dienst, die een en ander aan een nadere bestudering zal onderwerpen. Op een diepte van + 90,50 m bevindt zich een overgang van kalkrijk naar kalkarm materiaal en op 100 m diepte van kalkvrij naar kalkhoudend. Dit duidt op een geologische grens. Kennelijk is een korte periode van strandafzetting voor deze laag verantwoordelijk, wat geaïen het eind van de marine en het begin van de continentale afzettingen tijdens de overgang van het Icenien naar Tegelen/Kedichem zeer voor de hand ligt.

Overigens legt ZONNEVELD (1958) deze grens op 110 m diep, welk verschil in inzicht kan voortvloeien uit de kleine hoeveelheid van gegevens die ZONNEVELD ter beschikking stond.

Het slibgehalte is betrekkelijk groot. Dieper dan 100 m zien we hetzelfde beeld als bij de boring van Meassluis. De goede beschrijving van de boring maakt het mogelijk een schatting van de kD-waarde te maken volgens de formule

$$k = \frac{54\,000}{U^2}$$

Een en ander is samengevat in tabel 2.

Tabel 2

Diepte ondervl. (m)	Dikte (m)	U-cijfer	Sort. graad %	Slibgeh. %	k- cijfer m/dag	kD- waarde m ² /dag	Corr. factor	kD gecorr. m ² /dag
94	2	80	60	5	8,44	16,88	0,075	1,27
100	2	80	60	4	8,44	16,88	0,025	0,42
105	5	70	65	0,5	8,58	42,90	0,935	40,00
108	2,85	50	60	0,5	21,60	61,50	0,722	44,40
112	4	65	60	2	12,99	51,10	0,448	22,90
116	4	55	70	1,5	17,81	71,24	0,676	48,20
120,60	4,60	50	75	0,5	13,51	62,20	0,816	50,80
130	8	40	70	2,5	33	269,90	0,495	133,40
132	2	40	60	1,5	33	66	0,524	34,60
134	2	40	60	1,5	33	66	0,524	34,60
136,80	2,80	55	60	1,5	16,67	46,60	0,524	24,41
150	7	80	80	1,5	8,44	59,10	0,698	41,20
158	8	65	60	2,5	12,79	10,2	0,510	5,20
162	4	70	70	0	11,2	44,8	1	44,80
163	1	50	60	0	21,3	21,3	1	21,30
Totale kD								547,50

Bij de Mient-boring ligt de basis van het Icenien op ± 250 m. Gesteld dat deze diepte bij Monster even groot is dan kunnen we de kD-waarde taxeren op:

$$\frac{160}{71} \times 547,50 = 1234 \text{ m}^2/\text{dag}$$

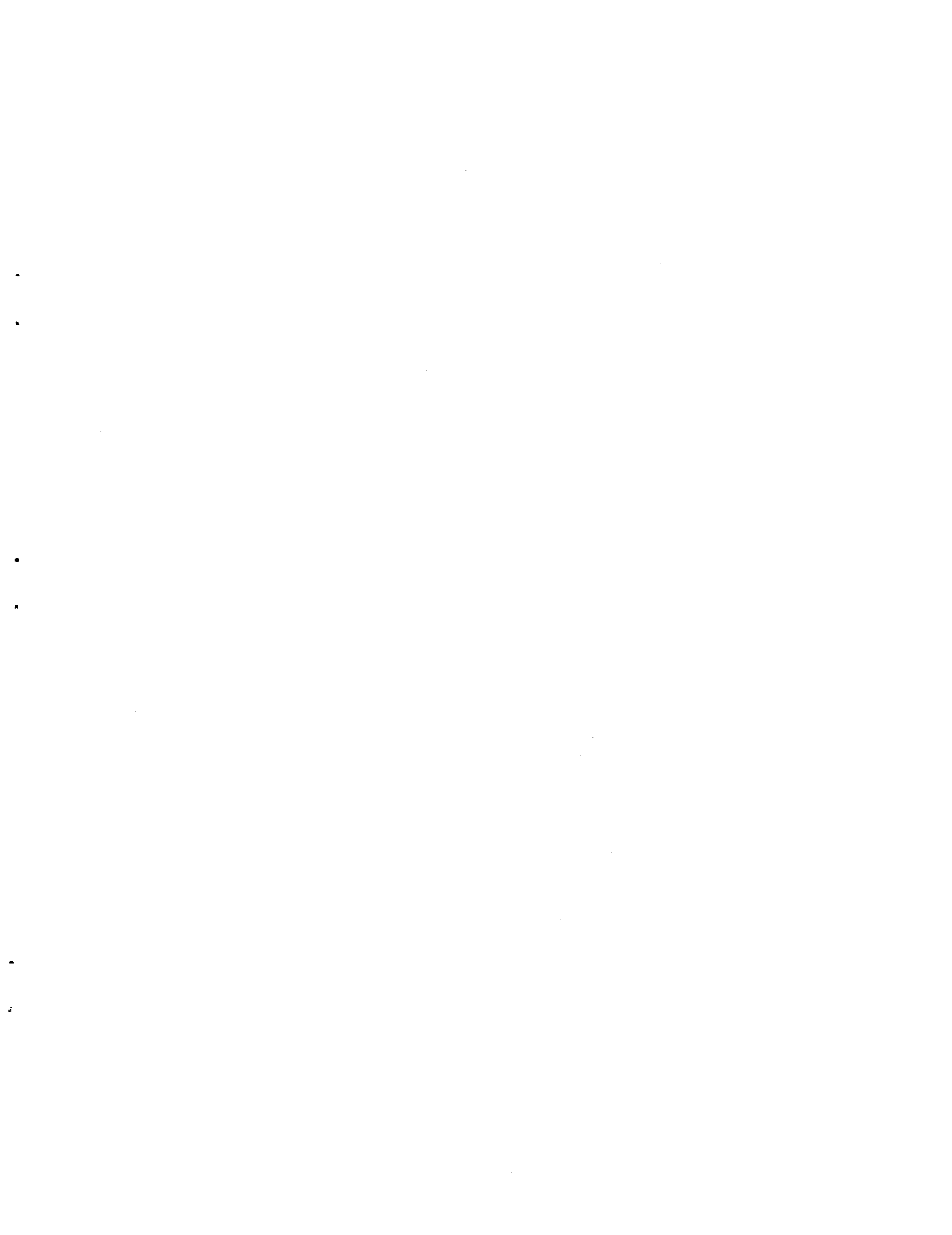
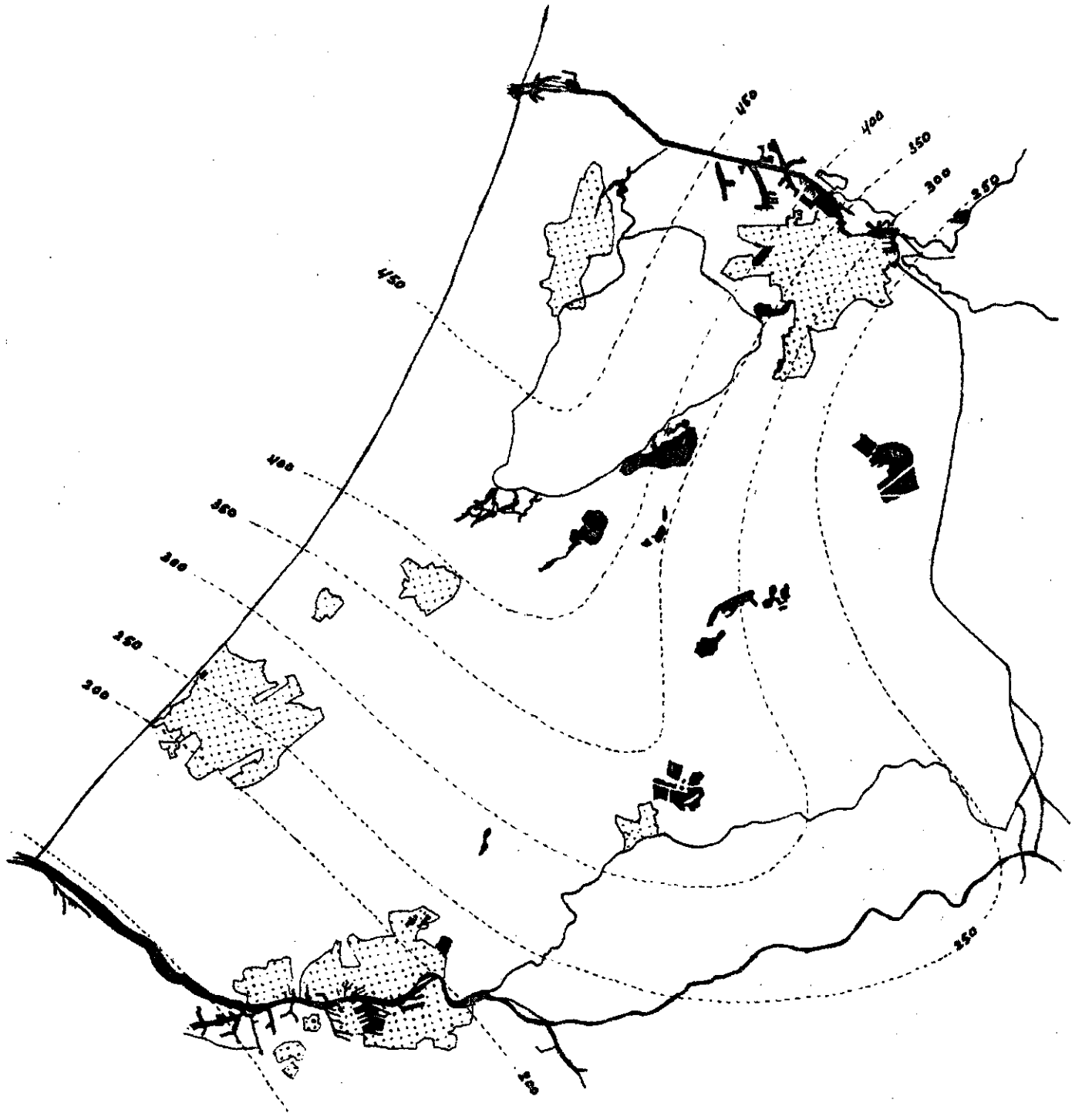


FIG. 7



Volgens deze berekening bedraagt de kD-waarde van het Icenien hier minstens 1200 m²/dag . Beide berekeningen tonen aan dat het Icenien bepaald niet als ondoorlatend kan worden beschouwd.

Hierbij moet het volgende nog in aanmerking genomen worden: Het Amsteliën, waarvan wij de kD-berekening op geen enkele plaats met de redelijke nauwkeurigheid konden uitvoeren, sluit hydrologisch bij het Icenien aan. Op talloze plaatsen zal dus rekening gehouden moeten worden met een zeer dik pakket sterk doorlatend materiaal.

In de figuren 6 en 7 is een poging gedaan de dikte van het Icenien en Amsteliën aan te geven in een diktekaart. In fig. 6 is met isohypsen aangegeven de diepte van het oppervlak van het Icenien volgens ZONNEVELD (1958) en die van het basisvlak van het Pleistoceen volgens FABER (1960). Door het hoogteverschil tussen beide vlakken aan te geven krijgt men dus een diktekaart van het onderste watervoerend pakket, wat betreft het Pleistoceen. Bevindt zich hieronder nog grofkorrelig Tertiair, dan is deze laag dus nog dikker. Bij een k-waarde van 10 m/dag betekent dit een kD-waarde die varieert tussen 1000 en 5000 voor het Amsteliën en Icenien.

R e s u m é

Het onderste watervoerend pakket dat onder westelijk Nederland aanwezig is heeft een dikte van 100 tot 400 meter en neemt van de Nieuwe Waterweg naar het Noordzeekanaal toe. Ten zuiden van de Oude Rijn bestaat het pakket voornamelijk uit zandig en kleilig materiaal.

Verschillende boringen geven een afdekkende leemlaag te zien, die - gezien andere boringen - gaten vertoont. De dikte van dit afdekkende pakket bedraagt soms enkele meters. Tektonische bewegingen kunnen het afsluitende karakter van deze leemlagen verstoord hebben. In hoeverre dit watervoerend pakket een rol speelt in de hydrologische processen aan af nabij het oppervlak hangt voor een groot deel af van het karakter van de van de boven het Icenien voorkomende lagen. Te verwachten is dat bij de lokale stromingen het Icenien geen rol speelt. De grote invloed is te verwachten op het terrein van de regionale stromingen die een veel groter gebied omvatten en daardoor ook hun invloed tot op grotere diepte zullen doen gelden. Voor tot een meer definitieve uitspraak te komen ten aanzien van de rol die het in deze nota besproken pakket in de oplossing van de problemen aan de oppervlakte speelt is een degelijke bestudering van de boven het Icenien voorkomende lagen noodzakelijk.

LITERATUURLIJST

- DOPPERT, J.W.CHR. en J.I.S. ZONNEVELD -- Over de stratigrafie van het fluviatiele Pleistoceen in W.Nederland en Noord-Brabant. - Med. v/d Geol. Stichting Ns 8, 1955.
- ENGELEN, G.B. -- Hydrochemistry as a tool for the determination of the origin of upward seepage in the polder area Alblasserwaard (Holland) - Geol. & Mijnb. vol 48 (2) pp 226-239, 1969.
- FABER, F.J. -- Geologie van Nederland
 a. Dl. III Nederlandse Landschappen, 1947.
 b. Dl. IV Aanvullende Hoofdstukken, 1960.
- HAANSTRA, U. -- A review of mesozoic geological history in the Netherlands - Transactions of the Jubilee Convention, Verh. v/h Geol. Mijnbouwk. Gen., Geol. Serie dl. 21-1, 1963.
- HARTMAN, PH.C.P. -- Aardmagnetische anomalieën in Nederland-ac proefschr. 1945.
- KRUISINGA, P. -- Pyrietconcreties - Publicatie V van de Ned.Geol.Ver.1948.
- LORIE, J. -- Contributions à la Géologie des Pays-Bas 1887 e.v..
 ----- -- Beschrijvingen van enige nieuwe grondboringen - Mededelingen omtrent de Geologie van Nederland verzameld door de Commissie voor het Geologisch onderzoek, nrs. 25,34 en 38. 1899-1913.
- NOTA, J.D.G. -- Sediment-petrologische Untersuchungen altpleistozäner Ablagerungen im Gebiet von Tegelen, Niederlande. - Geol. & Mijnb. 18e jaarg. 1956.
- PANNEKOEK, A.J. en TH. REINHOLD -- Een geologisch profiel langs de Nederlandse kust. -- Ned. Geol. Stichting Ns 3, 1948-1949.
 ----- en anderen -- Geologische Geschiedenis van Nederland. Toelichting bij de geologische overzichtskaart van Nederland op schaal 1 : 200.000. 1956.
- PENCK, A. en E. BRUCKNER, -- Die Alpen im Eiszeitalter. 1909.
- STARING, W.C.H., -- De bodem van Nederland - dl II - 1860 pg. 204.
- STRAATEN, L.M.J.U. van, en J.D. de JONG -- The excavation at Velzen, a detailed study of upper-pleistocene and holocene stratigraphy -- artikelen van J. BENNEMA, J.W.CHR. DOPPERT, F. FLORSCHÜTZ, A. J. HAVINGA, D.J. DE JONG, G. KORTENHOUT VAN DER SLUYS, G.C. MAARLEVELD, P.J.R. MODDERMAN, L.J. PONS, C.O. REGTEREN VAN ALTENA, L.M.J.U. VAN STRAATEN, J.H. VAN VOORTHUYSEN, C.W. WAGNER en A. VAN DER WERFF.

- TESCH, P. -- De opeenvolging van de Oud-Pleistocene lagen in Nederland -
Tijdschr. v/h Aardr. Gen. dl 51. 1934.
- _____ Een diepe boring bij Den Haag - Geologie & Mijnb. 1939. pp. 14-15.
- _____ De kleine zoogdieren in het Nederlands Oudpleistoceen -
Geol. & Mijnbouw 12 1950 pp 19-27.
- THIADENS, A.A. -- The Paleozoic of the Netherlands - Verh. v/h Kon.
Ned. Geol. & Mijnbouwk. Gen., Geol. Serie dl 21 - 1 , 1963.
- VOORTHUISEN, J.H. VAN, -- The quantitative distribution of the plio-
pleistocene foraminifera of a boring at The Hague -
Med. Geol. St. Ns 4, 1950, pg. 31.
- _____ The quantitative distribution of the pleistocene, pliocene and
miocene foraminifera of boring Zaandam - Med. Geol. St. Ns 4,
1950, pg. 51.
- _____ Die obermiozäne Transgression im Nordseebecken und die Tertiär-
Quartär-grenze - Mem. de la Soc. Belge de Geol., de Paleontol.
et de Hydrol. serie 8 nr 6, 1962.
- ZONNEVELD, J.I.S. -- Litho-stratigrafische eenheden - Med. Geol. St.
Ns 12, 1958.
- Pleistocene correlations between the Netherlands and Adjacent Areas;
a symposium - Geol. & Mijnbouw, Ns 7, july 1957.

- briefestly... (faint text)

... (faint text)

... (faint text)

... (faint text)

... (faint text)

... (faint text)

... (faint text)

... (faint text)

... (faint text)

... (faint text)