

doc-id
774990

D
78
rws gelderland

R A P P O R T

inzake een geo-hydrologisch
onderzoek van terreinen langs den
Geldersche IJssel

uitgevoerd in verband met de
plannen tot kanalisering van
die rivier

(met 13 bijlagen)

Rijksbureau
voor
Drinkwater-
voorziening

1937

Rapport
Geldersche
IJssel

R A P P O R T
inzake een geo-hydrologisch
onderzoek van terreinen langs den
Geldersche IJssel
uitgevoerd in verband met de
plannen tot kanalisering van
die rivier

(met 13 bijlagen)

Bibliotheek - Uitleenkaart

rijkswaterstaat directie gelderland

postbus 9070

6800 ED Arnhem

telefoon 085 - 68 83 55 / 68 83 05

Bibliotheeknummer: **D 78**

Titel: Rapport inzake een geo-hydrologisch
 onderzoek van terreinen langs de
 Geldersche IJssel.....

Naam lezer	Datum	Retour voor

Evt. verlenging uitleenperiode tijdig aanvragen.

Bibliotheek - Uitleenkaart

rijkswaterstaat directie gelderland

postbus 9070

6800 ED Arnhem

telefoon 085 - 68 83 55 / 68 83 05

Bibliotheeknummer: **D 78**

Titel: Rapport inzake een geo-hydrologisch onderzoek van terreinen langs de Geldersche IJssel...

Naam lezer	Datum	Retour voor

Evt. verlenging uitleenperiode tijdig aanvragen.

RWS Dir. Gelderland

Bibliotheeknr.

D 78



RIJKSBUREAU
VOOR
DRINKWATERVOORZIENING

1937.

R A P P O R T

inzake een geo-hydrologisch onderzoek
van terreinen langs den
Geldersche IJssel
uitgevoerd in verband met de plannen
tot kanaliseering van die rivier.

(met 13 bijlagen).

I N H O U D

	Blz.
§ 1. Inleiding	1
§ 2. Opzet van het onderzoek	2
§ 3. De geologische resultaten van het onderzoek	6
§ 4. De waarnemingen, verricht in de omgeving van Stuw I	8
§ 5. De waarnemingen, verricht in de omgeving van Stuw III	16
§ 6. In de omgeving van Stuw I te nemen maatregelen	19
§ 7. In de omgeving van Stuw III te nemen maatregelen	25
§ 8. Samenvatting	26

B I J L A G E N.

1. Omgeving van Stuw I. Situatie 1 : 25.000.
2. " " " III. " " .
3. Nota inzake de geologische resultaten van het onderzoek, door Dr.J.F.Steenhuis.
4. Omgeving van Stuw I. Geologische profielen.
5. " " " III. " " .
6. Rivierwaterstanden, grondwaterstanden en regenval (Omgeving van Stuw I).
7. Rivierwaterstanden en grondwaterstanden (Omgeving van Stuw III).
8. Verband tusschen rivier- en grondwaterstanden (Omgeving van de Stuwen I en III).
9. Waterstanden in den IJssel (1935) vóór en na (veronderstelde) kanalisering.
10. Geo-hydrologisch profiel D-D (omgeving van Stuw I).
11. Geo-hydrologische profielen H-H, J-J, K-K (Omgeving van Stuw III).

12. Overzichtskaart van het gebied, omgeving van Stuw I,
schaal 1 : 10.000.

13. Overzichtskaart van het gebied, omgeving van Stuw III,
schaal 1 : 5.000.

§ 1. Inleiding.

In verband met in bewerking zijnde plannen tot kanalisering van den Geldersche IJssel ontving ondergeteekende van den Hoofdingenieur-Directeur van den Rijkswaterstaat in de Directie Boven-Rivieren het verzoek, zijn medewerking te verleen bij het instellen van een geo-hydrologisch onderzoek van bepaalde terreingedeelten langs die rivier, zulks teneinde na te gaan of, en zoo ja in hoeverre, aldaar ten gevolge van de kanalisatie water-overlast zou moeten worden verwacht.

In het bijzonder betrof dit terreinen bovenstrooms van de ontworpen stuwen bij Doesburg (Stuw I) en bij Windesheim (Stuw III).

De gevraagde medewerking van het Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening werd door ondergeteekende, na daartoe bekomen machtiging van den Minister van Sociale Zaken d.d. 10 Juli 1935 No.202 B. Afd. Volksgezondheid, gaarne verleend.

Met de leiding van het onderzoek werd belast het hoofd der geo-hydrologische afdeling van het Rijksbureau, ir. F.A. Lieftrinck, die werd bijgestaan door den ingenieur ir. B.A. van Nes; de geologische zijde van het vraagstuk werd bestudeerd door den geologisch adviseur van het Rijksbureau, Dr.J.F. Steenhuis. De uitvoering der ten behoeve van het onderzoek noodig geoordeelde boringen werd, na een daartoe gehouden beperkte inschrijving, opgedragen aan de fa. H.J. Tjaden & Zonen, te Haarlem. Enkele ondiepe aanvullende boringen werden door den Rijkswaterstaat in eigen beheer verricht. Het toezicht bij de

uitvoering der boringen geschiedde in hoofdzaak, de waterpassingen, de waarnemingen van de stijghoogten in de verschillende geplaatste peilbuizen, de aflezing van de peilschalen en de meting van slootafvoeren geheel, door personeel van laatstgenoemden dienst.

§ 2. Opzet van het onderzoek.

Het onderzoek was er op gericht, de noodige gegevens te verzamelen ten aanzien van de volgende punten:

- a) de samenstelling van den ondergrond der terreinen, met name wat betreft de dikte en den aard van het in aanmerking komend kwelpakket en van de weerstandbiedende afdekkende bovenlagen;
- b) het nagaan van een eventueel verband tusschen de rivier- en grondwaterstanden, zulks teneinde daaruit zoo mogelijk conclusies te trekken ten aanzien van de toekomstige omstandigheden.

Op grond van bekende gegevens uit den omtrek konden betreffende de geologische gesteldheid der terreinen enkele verwachtingen worden uitgesproken, welke werden neergelegd in een voorloopige nota, gevoegd bij het dezerzijdsch schrijven aan den Hoofdingenieur ir. E.M.H.Schaank, d.d. 16 April 1935 No.2239.

In de terreinen zelve waren echter tot dusverre, voor zover bekend, geen boringen verricht, en het werd derhalve wensche-lijk geoordeeld, deze gronden systematisch te verkennen.

In de terreinen bovenstrooms van Stuw I (zie de kaart, bijlage 1) kwamen daarom tot uitvoering een 31-tal boringen,

waarvan 9 in het terreingedeelte A, 6 in het gedeelte B, 15 in het gedeelte C en 1 in het gedeelte D. Daarvan werden een 4-tal als "diepe" boring uitgevoerd, n.l. tot een diepte tusschen 30,60 m en 35,29 m - N.A.P.; de overige, de half "diepe", bereikten diepten tusschen 2,57 m en 11,90 m - N.A.P.

In de terreinen bovenstrooms van Stuw III (zie bijl. 2) werden verricht 12 boringen, waarvan één reikende tot 42,15 m - N.A.P., de overige tot diepten, varierend tusschen 14,05 m en 18,40 m - N.A.P.

De boringen werden in raaien uitgevoerd met het oog op het ontwerpen van geologische profielen en de constructie van grondwaterverhanglijnen.

In elk der boringen werden één of meer filters (koperen 1" spleetbuizen, met gaas-omwikkeling, ter lengte van ± 1 m) geplaatst, opwaarts verlengd met 1" geasphalteerde stalen stijgbuizen, zulks ten behoeve van het bepalen van de grondwaterstijghoogten op verschillende diepten.

Waarnemingen van de stijghoogte werden als regel tweemaal per week verricht, voor wat betreft de omgeving van Stuw I te beginnen met 27 Juli 1935, voor die van Stuw III aanvangende 12 October 1935. Daarnaast werden behalve de normale peilschaalaflezingen langs den IJssel, die o.a. te Westervoort (Pleij) - Westervoort (Brug), de Steeg, Doesburg, Dieren, Olst, Katerveer en Kampen dagelijks plaats vinden, enkele speciaal geplaatste peilschalen in km 108⁷⁴⁰ en km 111⁸⁸⁰ waargenomen. In enkele, nader aangebrachte, filters in en onmiddellijk beneden het bovenste afdekkende kleipakket werden voorts stijghoogtewaarnemingen gedaan, te beginnen met 2 Maart 1936, terwijl tevens peilschalen

in open wateren in de polders (gemerkt A t/m F) werden afgelezen.

Voorts werden regencijfers te Dieren opgenomen.

De geregelde waarnemingen werden einde Augustus 1936 gestaakt; enkele aanvullende waarnemingen vonden nog in de maanden November 1936 - Januari 1937 plaats.

De diepteligging der verschillende geplaatste filters blijkt uit onderstaanden staat.

Omgeving Stuw I.

Nummer van de boring	Nummer van het filter	Onderkant filter, in m - maai- veld	Onderkant filter, in m t.o.v. N.A.P.	Nummer van de boring	Nummer van het filter	Onderkant filter, in m - maai- veld	Onderkant filter, in m t.o.v. N.A.P.
I	1	40,57	29,96 -	16	1	14,52	4,80 ⁵ -
I	2	9,56 ⁵	1,04 ⁵ +	17	1	11,70	2,62 -
1	1	11,85 ⁵	0,58 ⁵ -	18	1	14,00 ⁵	3,69 ⁵ -
2	1	11,82	1,11 -	19	1	12,01	2,27 ⁵ -
3	1	11,00 ⁵	0,54 ⁵ -	20	1	13,01 ⁵	4,87 ⁵ -
4	1	12,97	2,76 -	20	A	3,45 ⁵	4,69 ⁵ +
5	1	15,01 ⁵	4,61 ⁵ -	20	B	1,31 ⁵	6,72 ⁵ +
6	1	15,02	4,59 -	21	1	11,51	2,73 ⁵ -
7	1	9,49 ⁵	0,57 ⁵ -	21	A	2,04	6,73 ⁵ +
8	1	18,94	8,86 ⁵ -	22	1	10,51 ⁵	2,39 ⁵ -
8	2	7,52 ⁵	2,55 +	22	A	3,62 ⁵	4,49 ⁵ +
9	1	13,52 ⁵	4,42 -	22	B	1,52	6,60 +
10	1	14,70	4,36 ⁵ -	23	1	10,71 ⁵	2,14 -
10	2	7,50 ⁵	2,84 +	24	1	37,50	28,09 ⁵ -
11	1	43,93	34,61 ⁵ -	24	2	10,01	0,60 -
11	2	28,94 ⁵	19,63 -	25	1	13,51	3,81 -

Nummer van de boring	Nummer van het filter	Onderkant filter, in m - maai- veld	Onderkant filter, in m t.o.v. N.A.P.	Nummer van de boring	Nummer van het filter	Onderkant filter, in m - maai- veld	Onderkant filter, in m t.o.v. N.A.P.
11	3	12,45	3,13 ⁵ -	25	A	4,11 ⁵	5,58 ⁵ -
12	1	15,65	6,68 ⁵ -	25	B	0,75 ⁵	8,94 ⁵ -
13	1	8,61	0,35 +	26	1	8,41 ⁵	0,38 +
13	A	3,63 ⁵	3,63 ⁵ +	26	A	4,23 ⁵	4,56 +
13	B	0,76 ⁵	8,20 +	26	B	2,01	6,78 ⁵ +
14	1	9,50 ⁵	0,57 ⁵ +	27	1	11,03	1,27 -
II	1	37,98 ⁵	28,78 ⁵ -	28	1	14,59	6,07 -
II	2	11,50 ⁵	2,27 ⁵ -	29	1	9,52	0,38 -
15	1	14,50	4,33 -				

Omgeving Stuw III

30	1	16,50 ⁵	14,55 ⁵ -	35	1	14,24	12,96 -
30	2	3,51 ⁵	1,56 ⁵ -	36	1	9,27 ⁵	6,37 ⁵ -
31	1	14,59	12,64 -	37	1	7,00 ⁵	4,20 ⁵ -
31	2	8,21	6,26 -	38	1	19,52	16,72 -
32	1	9,00 ⁵	7,20 ⁵ -	38	2	7,51	4,71 -
32	A	5,78 ⁵	3,98 ⁵ -	39	1	7,21	5,01 -
32	B	0,95	0,85 -	40	1	18,00 ⁵	15,85 ⁵ -
33	1	26,51	24,46 -	40	2	6,75 ⁵	4,60 ⁵ -
33	2	7,01	4,96 -	40	A	3,41 ⁵	1,26 +
34	1	7,90 ⁵	6,30 ⁵ -	40	B	0,62	1,53 +
				41	1	6,24	4,14 -

§ 3. De geologische resultaten van het onderzoek.

De beschouwingen, waartoe de geologische resultaten van het onderzoek den geologisch-adviseur van het Rijksbureau, Dr. J. F. Steenhuis, aanleiding gaven, zijn neergelegd in de als bijlage 3 bijgevoegde nota.

Mede aan de hand daarvan werden de geologische profielen ontworpen, welke op de bijlagen 4 en 5 zijn weergegeven.

Uit een en ander blijkt ten aanzien van de Ongeving van Stuw I, dat op enkele plaatsen, met name in de boringen I en II, op een diepte, varieerend tusschen 25 en 35 m - N.A.P., de jongste grove zone van het Pleisto-Plioceen (II₀ en III) werd aangetroffen, welke formatie in hoofdzaak uit grove zanden is opgebouwd. In boring II, welke tot 30.80 m - N.A.P. reikte, werd de bovengrens van deze zone niet onderkend, terwijl zij in boring 24 op 5,10 m - N.A.P. schijnt te liggen. Mede op grond van andere waarnemingen moet het waarschijnlijk worden geacht, dat men, voor zoover een diepere ligging dan 6 - 10 m - N.A.P. werd aangetroffen, met een plaatselijke afwijking te doen heeft.

Bedoelde formatie wordt bedekt door de jongste fijne zone van het Pleisto-Plioceen (II₀ en III), een interglaciale vorming, welke in hoofdzaak bestaat uit klei- en leemlagen en fijne slibhoudende, grindvrije zanden. Eerstgenoemde bevatten veelal plantenoverblijfselen, terwijl in de boringen 22 en 23 van veen sprake is op een diepte tusschen 5 en 7 m - N.A.P. De bovenkant van dit complex varieert in het algemeen tusschen 2,80 m + en 9,20 m - N.A.P., doch ligt op enkele punten dieper (boringen 6 en 7).

Het complex wordt afgedekt door matig grove tot zeer grove grindhoudende zanden, behorende tot het Fluvioglaciaal (II 4), ter dikte van 1 m (boring 26) tot 25,35 m (boring II), en waarvan de bovenkant zich bevindt tusschen N.A.P. en 8,01 m - N.A.P. (resp. boringen 2 en 28).

Er boven volgen fijne tot matig grove, veelal slibhoudende, grindvrije zanden, tot het Laagterras (II 8) behorende, alsmede zeer fijn slibrijk, grindvrij zand, dat bij het Holoceen moet worden ingedeeld. Mede tot laatstgenoemde vorming moet de rivierklei (I 7 k) worden gerekend, welke, met enkele plaatselijke hiaten, in hoofdzaak de bovenste, afdekkende laag in het onderzochte gebied vormt. In de profielen is voor de maaivelds-hoogten tusschen de verschillende boringen gebruik gemaakt van de gegevens der rivierenkaart, schaal 1 : 10.000, berustende op waterpassingen, uitgevoerd t/m 31 December 1928; de onregelmatigheden tengevolge van ontticheling (klei-ontgraving) ten behoeve van steenfabrieken sedert genoemden datum blijken er derhalve niet uit.

In de profielen zijn mede aangegeven de bestaande en toekomstige riviervakken, waarbij de geuldiepten zijn ontleend aan een lengteprofiel van den IJssel d.d. 14 December 1934 (teekening R.W. No.26) en waaruit blijkt, welke formaties door die rivier worden of zullen worden aangesneden.

Op vele punten zijn dit de grove zanden van het Fluvioglaciaal, op andere de matig grove van deze formatie.

Ten aanzien van de omgeving van Stuw III kan worden opgemerkt, dat op een diepte van 30.95 m - N.A.P. (in boring 33) het

Prae-Rissien (II 0) is aangeboord, dat hier optreedt in den vorm van leem, afgewisseld met een 4,60 m dikke laag zeer fijn slib- en glimmerhoudend zand; op 44,20 m - N.A.P., de einddiepte der boring, was het pakket nog niet doorboord.

Er boven bevindt zich een complex grove zanden, behoorende tot het Fluvio-glaciaal (II 4), welke zijn afgedekt door klei- en leemlagen, waarin hier en daar planten-overblijfselen en zoetwater-schelpresten werden aangetroffen; het zijn formaties, die tot het Riss-Würm-Interglaciaal (II 8') dienen te worden gerekend.

Op een diepte, varieerend tusschen 3,70 m en 9,80 m - N.A.P., volgen matig grove tot zeer grove zanden, ter dikte van 0,85 tot 6,70 m, waarin eveneens overblijfselen van zoetwater-mollusken voorkomen, evenals in de daarop rustende matig grove, slibhoudende zanden van het Laagterras (II 8). Genoemde matig grove tot zeer grove zanden kunnen derhalve zoowel bij II 8 als bij II 8' worden ingedeeld.

Het geheel wordt, tenslotte, afgedekt door het Holocéen (I), dat in hoofdzaak als rivierklei optreedt (I 7 k).

De rivier heeft zich hier een bed gevormd, dat in het algemeen reikt tot in de grove zanden van of beneden het Laagterras.

§ 4. De waarnemingen, verricht in de omgeving van Stuw I.

Van de waarnemingen in deze omgeving zijn de rivierstanden (peilschalen te De Steeg, Doesburg en Dieren), de stijghoogten in de belangrijkste filters van een 2-tal raaien (A-A en D-D) en de regencijfers van Dieren over de periode 25 Juli (resp.

1 September) 1935 t/m eind Augustus 1936, met een onderbreking tusschen 17 December 1935 en 8 Januari 1936, op bijlage 6 verenigd.

Mede zijn daarop aangegeven de waarnemingen in de, nader geplaatste, ondiepe filters, en van de peilschalen in open water.

a) De rivierstanden.

In de beschouwde periode zijn schommelingen in de rivierstanden opgetreden van meer dan 4 m : de laagste stand van peilschaal De Steeg bedroeg 6 m + N.A.P. op 4 October 1935, terwijl pieken van resp. 10,22, 10,- en 10,10 m optraden op 17 - 21 Januari, 7 Februari en 24 April 1936.

Na de kanaliseering zou, volgens het oorspronkelijk ontwerp, het maximale stuwpeil op het bovenpand, dat met den Neder-Rijn in open gemeenschap zal staan, 9,40 m + N.A.P. bedragen, d.w.z. de stuwhoogte op dit pand zal afhankelijk zijn van de waterstanden aan het splitsingspunt van Neder-Rijn en IJssel, waarbij echter door openen van de Stuw in het algemeen genoemd peil direct boven de Stuw niet zal worden overschreden. Later is dit peil vastgesteld op 8,50 m + N.A.P., terwijl het, in verband met nauwkeurige berekeningen van het verhang, nader op 8.40 m + N.A.P. werd bepaald.

Het minimumpeil zal 7,00 m + N.A.P. bedragen.

Van het pand direct beneden Stuw I werd het stuwpeil, d.w.z. in dit geval het minimumpeil, op 5,00 m + N.A.P. vastgesteld.

Het regime van den IJssel, zooals dat in verschillende jaren geweest zou kunnen zijn, indien de kanalisatie reeds tot stand ware gekomen, werd door den Rijkswaterstaat grafisch

vastgelegd; één dezer grafieken, n.l. die betreffende 1935, is ter toelichting als bijlage 9 hierbij opgenomen.

De verandering ten gevolge van de kanaliseering zal voor het bovenste pand hierin bestaan, dat de perioden van lage waterstanden, welke in hoofdzaak in zomer en najaar optraden, zullen verdwijnen, en plaats maken voor standen omstreeks het vastgestelde maximale stuwpeil. Het einde van dergelijke perioden zal, blijkens de grafieken, gepaard kunnen gaan met tijdelijke dalingen tot het minimumpeil, die in de praktijk, met het oog op de belangen van de scheepvaart, wel geleidelijker zullen plaats vinden dan op de teekening is aangegeven.

De perioden van zeer hoog water, meestal in winter en voorjaar optredende, zullen, nagenoeg ongewijzigd wat den tijdsduur betreft, en even hoog als voorheen of op sommige punten iets verhoogd, na de kanaliseering blijven voorkomen. De daarmee gepaard gaande overstroomingen der uiterwaarden zullen dus, indien althans geen bijzondere maatregelen ter zake worden genomen, evenals voorheen blijven optreden.

Alleen ten behoeve van de vroegere perioden van laagwater zal het dus van belang kunnen zijn, den invloed van de kanaliseering op de aanliggende gronden na te gaan.

b) Peil-waarnemingen in open water.

Van de waarnemingen bij de peilschalen in open water (A, B, C, D, E en F) zijn de voornaamste eveneens op bijl. 6 verzameld.

A, bovenstrooms van De Steeg, en buitendijks gelegen, gaat met de rivierstanden gelijk op; B, binnendijks, is mede

afhankelijk van het al of niet openstellen van de verbinding met het buitenwater; evenzoo C.

D en E bevonden zich op binnenwater, dat door een uitwateringssluis met schuif in verbinding staat met den IJssel, even boven Dieren; hare standen correspondeeren derhalve, bij open schuif, met een zekere vertraging ingevolge den afstand tot de rivier, met de standen daarin. Van F, tenslotte, konden geen standen worden verzameld.

c) Grondwaterstanden in "diepe" en "half diepe" waarnemingsfilters.

De algemeene beweging der lijnenbundels, welke de standen in de verschillende waarnemingsfilters weergeven, vertoont in groote trekken overeenkomst met die der rivierstanden. Daarbij treden echter vertragingen en verzwakkingen der amplituden (dempingen) op, al naarmate door den afstand of door den aard van het tusschenliggende medium aan de waterbeweging of de drukvoortplanting grooteren weerstand wordt geboden.

Zoo blijken bijv. in de beide filters van boring 8, resp. gelegen op 8,87 m - en 2,55 m + N.A.P., de standen nagenoeg met de rivierstanden parallel te loopen: de puntenbundels, bijlage 8, liggen om een zwaartelijn, welke onder een hoek, iets geringer dan 45° loopt, en het nulpunt niet snijdt. Vertraging en demping van den invloed der rivier zijn hier zeer gering.

Hetzelfde kan worden opgemerkt van de filters van boring 24, resp. gelegen op diepten van 28,10 m - en 0,61 m - N.A.P.

Bij de verder van de rivier gelegen boringen blijkt, voornamelijk bij de diepe filters, nog een zeker verband met de rivierstanden aanwezig; voor de "halfdiepe" filters is dit vrijwel niet meer het geval.

Voor filter 1, boring I, gelegen op een diepte van 29,96 m - N.A.P., vertoont de zwaartelij n een verloop onder een hoek van $\pm 23^{\circ}$ met de horizontaal. De grondwaterstanden zijn gemiddeld steeds hoger dan de bijbehorende rivierstanden te De Steeg (km 36.485); zij zijn ook hoger dan de standen bij km 30 (nabij boring 1), welke 0,40 à 0,60 m meer zullen hebben bedragen. Hier moet gedacht worden aan opstuwning van door de diepere lagen afvloeiend Veluwe water. De gevallen, dat een daling van de rivier met een stijging van den stand in de peilbuis gepaard gaat, als van 4 - 7 November, 6 - 10 December, 8 - 13 Januari en 23 - 28 April, kunnen mede hun verklaring vinden in de hooge stijghoogten van afvloeiend Veluwe-water in de diepere lagen, na regenrijke perioden, optredende bij reeds vallende rivierstanden.

Voor filter 2, boring I, gelegen op 1,05 m + N.A.P., dat zich, blijkens de geologische profielen A - A en B - B van bijl. 4, mede in grove zanden bevindt, blijkt, hoewel deze zanden bij boring 1 door de rivier zouden worden aangesneden, het directe verband daarmee minder duidelijk. De spreiding der punten op de grafiek, bijl. 8, is aanzienlijk; slechts in zeer algemeenen zin kan een overeenkomst met het verloop der standen in filter 1 worden vastgesteld.

In tegenstelling met laatstgenoemd filter vertoont filter 2 gedurende een gedeelte van de waarnemingsperiode lagere standen dan de rivier; van opstuwning kan hier dus niet worden gesproken.

De stijgingen in deze peilbuis, die, in dezelfde tijdsbestekken als bij filter 1, met dalingen in de rivier gepaard gaan, zullen op gelijke wijze als bij laatstgenoemd filter, aan den invloed van Veluwe-water moeten worden toegeschreven.

Blijkens profiel B - B van bijlage 4 zou de geologische formatie daartoe alleszins gunstig zijn, terwijl de rivier-invloed door de aanwezigheid van slibhoudende fijnere lagen belangrijken weerstand zou moeten ondervinden.

De directe invloed van plaatselijke regenbuien op de stijghoogten in deze filters (zie de regencijfers voor Dieren op bijlage 6) moet, in verband met de aanwezigheid van het afdichtende klei-pakket aan de oppervlakte, gering worden geacht.

Een gelijksoortig beeld vormen de filters van boring 11. Filter 1, diep 34,62 m - N.A.P., gedraagt zich overeenkomstig het diepste filter van boring 2; filter 2, diep 19,63 m - N.A.P., en filter 3, gelegen op 3,14 m + N.A.P., leveren nagenoeg gelijkvormige puntengrafieken, die in vele opzichten met filter 2 van boring I overeenkomst vertoonen. De kleilagen tusschen de filters 1 en 2 van boring 11 blijken dus van grooten invloed, die tusschen de filters 2 en 3 van geringe beteekenis te zijn; laatstbedoelde bezitten derhalve een lensvormig karakter. In boring II werd op dit niveau geen klei aangetroffen.

Van deze boring zijn de waarnemingen betreffende de filters 1 (diep 28,79 m - N.A.P.) en 2 (diep 2,31 m - N.A.P.) op de bijlage 8 in puntengrafieken weergegeven. De standen blijken van de rivierstanden vrijwel onafhankelijk te zijn. Stijgingen, als die tusschen 17 en 22 Januari 1936, gepaard gaande met dalende rivierstanden, moeten ook hier aan den invloed van afstroomend Veluwe-water in de desbetreffende lagen worden toegeschreven. De grond-

waterstijghoogten blijken soms hooger, soms lager te liggen dan de peilschaalstanden te De Steeg, waar de rivier de boring het dichtst nadert.

Van de verschillende lijnenbundels van bijlage 6 zijn nu voor een tweetal, niet te ver uiteenliggende data, n.l. één met lage, één met hoge standen (op 3, resp. 29 April 1936), de stijghoogten nader in beschouwing genomen, en in het bijzonder voor de filters in de raaien A - A en D - D, op bijlage 4 ingetekend. De bijbehorende rivierstanden, ter plaatse waar de profielen den IJssel snijden, zijn door inter-, resp. extra-polatie bepaald.

Uit de beide hierop betrekking hebbende verhanglijnen blijken wederom duidelijk de vertragingen en dempingen, die grooter zijn naarmate de afstanden tot de rivier toenemen.

De hoge standen vertoonen een hollen, de lage een bollen vorm in die profielgedeelten, welke meer dan éénmaal de rivier snijden. In profiel D - D komt duidelijk het algemeene verhang in het grondwater van den Veluwschen heuvelrand naar het IJssedal tot uiting.

d) Grondwaterstanden in ondiepe waarnemingsfilters.

In laatstgenoemd profiel blijken de stijghoogten van het grondwater in de omstreeks N.A.P. of iets dieper gelegen filters, welke zich vrijwel alle in het grove Fluvioglaciaal bevinden, zoowel voor de hoge als voor de lage standen op sommige plaatsen boven het maaiveld te liggen.

Aangezien verwacht mocht worden, dat de in het geheele onderzochte gebied in grootere of geringere dikte aangetroffen holocene kleilagen aan de verticale waterbeweging een belangrijken

weerstand bieden, werd het van belang geacht, over te gaan tot het plaatsen van een aantal ondiepe filters, en wel bij voorkeur steeds één direct onder de klei in de fijne, veelal slibhoudende zanden van het Fluvioglaciaal, en één in de klei.

De in deze filters (resp. gemerkt A en B) waargenomen standen bleken inderdaad steeds lager te zijn dan die in de bijbehorende filters van het grove Fluvioglaciaal; zie de grafiek, bijlage 6.

Het profiel D - D van bijlage 4 is, voor het verkrijgen van een duidelijker beeld, op bijlage 10 nogmaals, doch op grootere hoogteschaal afgebeeld; de standen op de beschouwde data zijn bijgeschreven.

Het blijkt, dat in de omgeving van het punt, waar het maaiveld ca. 7.40 m + N.A.P. ligt, op 29 April 1936 peilschaal E in open water 7.41 m + N.A.P. aanwees; op 2 Mei d.a.v. was het peil gestegen tot 7,57 m + N.A.P., voornamelijk wel tengevolge van de hoge standen op de rivier boven Dieren, waarmede dit water in verbinding staat. Aangrenzende lage terreingedeelten moeten hierdoor zijn overstroomd. Ter plaatse waren geen ondiepe filters aanwezig; op grond van de standen in de diverse filters van II, 20 en 22 moet het echter zeer waarschijnlijk worden geacht, dat ook hier de stijghoogte in ondiepe filters boven het maaiveld zou hebben bereikt, en dat, voor zoover geen natuurlijke of kunstmatige afwatering aanwezig zou zijn geweest, het land hier bij hoge waterstanden dras of onder water zou hebben gestaan. Een aanwijzing in dien geest kan ook gezien worden in den toestand van het land bij boring 23, waar op 29 April 1936, toen de stijghoogte van het (eenige) filter boven het maaiveld lag, de grond

onder water stond.

De conclusie kan hieruit worden getrokken, dat voor die terreingedeelten, welke in overeenkomstige omstandigheden verkeerren, en waarbij men op volledige bruikbaarheid gedurende perioden van hoogwater prijs stelt, het aanbrengen van kunstmatige ontwateringsmiddelen gewenscht is.

§ 5. De waarnemingen, verricht in de omgeving van Stuw III.

De waarnemingen uit deze omgeving zijn, voor de periode 12 October 1935 - einde Augustus 1936 (met een onderbreking van 24 Januari - 22 Februari 1936) op bijlage 7 weergegeven; zij omvatten de rivierstanden op een 5-tal punten (Olst, Wijhe, kms 108.740 en 111.880 en Katerveer), en de grondwaterstijghoogten in de filters der boringen 33, 38 en 40, deel uitmakende van de raai G - G.

Op bijlage 8 zijn voorts weergegeven enkele punten grafieken, n.l. die van de boringen 33 (1 en 2) en 38 (1 en 2).

a) De rivierstanden.

In de beschouwde periode zijn schommelingen in de rivierstanden opgetreden van $\pm 2,80$ m bij Wijhe, en van $\pm 2,40$ m bij km 111.880. Deze schommelingen zijn, in verband met de nabijheid van de IJsselmonding, uiteraard geringer dan die bij De Steeg. De laagste bij Wijhe geconstateerde stand bedroeg $0,60$ m + N.A.P. op 25 October 1935; de hoogste $3,42$ m + N.A.P. op 21 Januari d.a.v.

Van het pand boven Stuw III is het stuwpeil vastgesteld op $2,25$ m + N.A.P.; tijdelijk zal dit $1,75$ m + N.A.P. kunnen bedra-

gen. Het regime, zooals dat geweest zou kunnen zijn, indien in 1935 de kanalisatie tot stand ware gekomen, is op bijlage 9 voor het punt Wijhe weergegeven. Daaruit blijkt, dat voor de perioden van laagwater (in hoofdzaak in zomer en najaar optredende) de kanalisatie een verhooging der rivierstanden beteekent; voor de hogere standen zal voorts veelal met een geringe verhooging door de kanalisatie moeten worden gerekend, terwijl bij de zeer hoge standen in het algemeen geen verhooging zal optreden.

b) Grondwaterstanden in "halfdiepe" en "ondiepe" waarnemingsfilters.

Ook hier vertoonen deze filters standen, welke de bewegingen der rivierstanden in groote trekken volgen; ook hier treden vertragingen en dempingen op.

Zoo blijkt bijv. in boring 33 filter 2, gelegen op 7,01 m - N.A.P., een duidelijke paralleliteit met de rivierstanden : de puntenbundel, bijlage 8, ligt om een zwaartelijn, welke een hoek van 41° met de horizontaal maakt. In filter 1 van dezelfde boring daarentegen, dat op 24,46 m - N.A.P. is gelegen, en, blijkens het geologisch profiel K - K van bijlage 5, van het rivierbed o.m. door een kleilaag van ruim 5 m dikte is gescheiden, is de demping belangrijker : de zwaartelijn van den puntenbundel maakt hier een hoek van $\pm 28^{\circ}$ met de horizontaal.

Van boring 38 blijken de standen van filter 1, gelegen op 16,72 m - N.A.P., minder spreiding te vertoonen dan die van het hoger gelegen filter 2 (diepte 4,71 m - N.A.P.). De zwaartelijnen der puntenbundels vertoonen een hoek van $\pm 20^{\circ}$ met de horizontaal. Van de 4 onderzochte filters gaat de zwaartelijn der punten grafieken door het nulpunt 1 m + N.A.P.

Van opstuwing, als geconstateerd in de omgeving van Stuw I, is hier geen sprake.

De hoogste en laagste standen in de periode 3 t/m 29 April 1936 zijn, evenals zulks voor de omgeving van Stuw I geschiedde, in de geologische profielen ingeteekend (bijlage 5, profielen H - H, J - J en K - K). Op bijlage 11 zijn zij, met grotere hoogteschaal, herhaald.

Ook hier blijken verhangen van de rivier af, resp. er naar toe, in het grondwater aanwezig. Eerstgenoemd verhang is belangrijk steiler dan het tweede, en een gevolg van de betrekkelijk snelle rijzing van de rivierstanden; de periode van val, aan den lagen stand voorafgaande, was aanzienlijk groter dan die van den was.

De standen in de "ondiepe" filters, op gelijke wijze geplaatst als in de omgeving van Stuw I, zijn ook hier steeds lager dan de bijbehorende der "halfdiepe" filters (zie de grafieken, bijlage 5 en het profiel H - H van bijlage 11).

De betrekkelijk snel gestegen standen, die op 28 April 1936 hun maximum bereikten, hebben, blijkens de profielen H - H en K - K, op die plaatsen, waar de stijghoogte van het grondwater boven het maaiveld kwam, niettegenstaande de aanwezigheid van de afdekkende holocene kleilagen, verschijnselen van "drassig"- of "nat"-worden van het terrein tengevolge gehad.

Ook hier moet dus, evenals voor de omgeving van Stuw I, worden geconcludeerd, dat bij toekomstige langdurige perioden van hoge rivierstanden bijzondere voorzieningen voor de verbetering der afwatering van die terreinen noodig zullen zijn, indien op

een droog oppervlak wordt prijs gesteld.

§ 6. In de omgeving van Stuw I te nemen maatregelen.

De wenschelijke diepte van den grondwaterspiegel (het phreatisch oppervlak) beneden het maaiveld is afhankelijk van den aard der bovenste grondlagen en van de bestemming der desbetreffende terreinen.

In het beschouwde gebied worden zij in hoofdzaak als grasland gebezigd, terwijl in bepaalde gedeelten door de steenfabrieken de kleilaag werd en wordt afgegraven, waarna veelal een waterplas achterblijft.

Het is duidelijk dat, gezien de veranderlijke dikte der kleilaag en de verschillende hoogteligging van boven- en onderkant daarvan, van een bepaald gewenscht grondwaterpeil voor het geheele beschouwde gebied met het oog op de onttheling niet kan worden gesproken.

Voor het gebruik als grasland daarentegen kan, mede naar het oordeel van den betrokken dienst van den Rijkswaterstaat, een ligging van het phreatisch oppervlak van ten hoogste 0,50 m beneden het maaiveld gewenscht worden geacht. In het onderhavige geval zal het grondwaterpeil, in verband met het gekozen maximum stuwpeil, 8,40 m + N.A.P. in het algemeen niet overschrijden.

Voor de gebieden derhalve, waar het maaiveld beneden 8,90 m + N.A.P. ligt, zullen indien daarop wordt prijsgesteld, de afwateringsmiddelen een grondwaterpeil van 8,40 m + N.A.P. mogelijk dienen te maken.

Op de situatie, bijlage 1, zijn nu de gebieden geharceerd, waar het maaiveld beneden 8,40 m + N.A.P. ligt; mede is de begrenzing aangegeven van de terreingedeelten beneden 8,90 m + N.A.P.

Het blijkt, dat in het terreingedeelte A slechts een zoodanig gering oppervlak beneden laatstgenoemd peil ligt, dat bijzondere maatregelen niet noodig worden geacht.

Het terreingedeelte B, genaamd de Vaalwaard, is thans een z.g. buitendijksche polder, met directe afwatering op de rivier door middel van enkele uitwateringssluisjes; eenemaal is niet aanwezig.

Hier bevinden zich enkele gedeelten beneden 8,90 m + N.A.P. Het ligt in de bedoeling, deze gedeelten op te hoogen met grond, welke bij het graven van een nabijgelegen bochtafsnijding vrijkomt. Nadere maatregelen tot verbetering van de afwatering zullen dus achterwege kunnen blijven.

In het terreingedeelte C komen strooken van grootere uitgestrektheid beneden laatstgenoemd peil voor. De belangrijkste hiervan is een strook langs of in de nabijheid van den westelijken IJsseloever, welke een voormaligen rivierarm, de z.g. "Lamme IJssel" volgt. In deze strook bevinden zich thans reeds enkele afwateringssloten, welke door middel van een afsluitbaren duiker in verbinding staan met de z.g. "Hank" benoordenwesten Doesburg, en aldus op den IJssel boven Dieren door een uitwateringssluis met schuif kunnen afwateren.

Op bijlage 12 is bedoeld gebied meer in details weergegeven. Onderscheiden zijn daarop in groen het gedeelte, dat geacht kan worden te behooren tot het afstroomingsgebied van de

Middachter beek, waar geen bijzondere maatregelen noodig zullen zijn, en voorts in blauw de bovenbedoelde strook langs den IJssel.

De afwatering van beide deelen zal in de toekomst plaats moeten hebben via een nieuw te graven sloot (H), die door een uitwateringssluis op korten afstand beneden Stuw I op het tweede pand loost. Het blauw getinte gebied zal op genoemde sloot afwateren door middel van een eigen uitwateringssluisje, en wel door een nieuw te graven sloot G. Hierdoor kan het afwateren van dit gebied beneden een bepaald peil worden voorkomen.

Door den Rijkswaterstaat is de tegenwoordige toestand der verschillende afwateringsmiddelen in dit gebied opgenomen en zijn voorts, in overleg met het Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening, de uit te voeren verbeteringsmaatregelen ontworpen. De desbetreffende gegevens zijn op bijlage 12 weergegeven. De bestaande slooten zijn gedeeltelijk zoo slecht onderhouden, dat voor het afvloeien van het water een abnormaal groot verhang noodig is; deze slooten zullen dan ook moeten worden verbreed en verdiept. De ontworpen profielen zijn op de bijlage mede aangegeven. Door het plaatsen van schotten kan desgewenscht de waterstand in verschillende vakken op een verschillend peil worden geregeld.

Aangegeven zijn voorts de nieuwste slooten, welke thans, in het noordelijk deel van de blauwe strook, in uitvoering zijn, zoomede enkele nieuw te graven slooten in het westelijk deel daarvan.

Teneinde zoo mogelijk gegevens te verkrijgen inzake de toekomstige af te voeren hoeveelheden kwelwater, in het bijzonder

wat betreft de bedoelde laag-gelegen strook langs den IJssel, werden eenige malen afvoermetingen op verschillende punten der bestaande slooten uitgevoerd, waarbij de rivier- en slootwaterstanden en - zoover mogelijk - de stijghoogten in naburige filters en de regenval werden opgenomen.

De peilschalen te De Steeg en Doesburg wezen op de desbetreffende dagen de volgende standen (m + N.A.P.) aan :

Datum	De Steeg	Doesburg
23-11-36	8,75	8,09
24-11-36	8,55	7,89
25-11-36	8,30	7,68
13- 1-37	9,00	8,29
14- 1-37	8,70	7,99
15- 1-37	8,48	7,83

De waarnemingen van 13 Januari 1937, waarbij de hoogste rivierstanden optraden, zijn, tezamen met die van 15 Januari d.a.v., op bijlage 12 ingeschreven.

Eerstgenoemde dag is de laatste van een droge periode : op 14 Januari 1937 werd te Dieren 0 mm neerslag geregistreerd, op den 15^{en} d.a.v. 7,2 mm.

Op te merken valt, dat bij hooge rivierstanden een vrije afvloeiing op den IJssel van het bedoelde gebied bij den huidige toestand niet mogelijk is; voor zoover men overstrooming der landerijen wil beperken of voorkomen, wordt dan ook van de uitwateringssluis boven Dieren de schuif gesloten. Op 13 Januari was zulks het geval; op 15 Januari d.a.v. kon deze weer worden

geopend. Het is duidelijk, dat de door deze operaties veroorzaakte verschillen in het verhang der slooten van invloed zijn op den afvoer.

Bij een beoordeeling der afvoeren moet derhalve rekening worden gehouden met de volgende factoren:

- a) het verschil tusschen de stijghoogten in het grondwater direct onder de klei en den waterstand in de slooten (den z.g. kweldruk);
- b) de neerslag in de voorafgaande dagen;
- c) de mogelijkheid van afvloeiing, ten gevolge van manipulaties aan de schuiven.

Op bijlage 10 zijn nu in profiel D - D voor de beide genoemde dagen de rivier-, sloot- en grondwaterstanden ingetekend. Het blijkt, dat in de hoofdsloot, die het profiel tusschen de putten 20 en 22 snijdt, de kweldruk op beide dagen gelijk was, n.l. $\pm 0,20$ m; de afvoeren daarentegen bedroegen resp. 30 en 79 l/sec. Het verschil moet derhalve aan de beide factoren b) en c) worden toegeschreven, waarvan de invloed echter niet met voldoende nauwkeurigheid kan worden geanalyseerd.

De omstandigheden in de toekomst zullen over langere perioden een meer gelijk blijvend beeld vertoonen; het stuwpeil zal, gedurende bepaalde gedeelten van het jaar, vrij constant kunnen worden onderhouden; de afvoer naar het benedenpand zal steeds mogelijk blijken; alleen de neerslag zal dus wijzigingen in den afvoer der slooten teweegbrengen.

Een berekening van de te verwachten kwel zal, gezien de

relatief verspreide ligging der boorpunten, noodzakelijkerwijze van globalen aard moeten zijn.

Rekent men, dat de oppervlakte van de te ontwateren strook zuid-westelijk van profiel D - D 150 ha beslaat, en noord-oostelijk daarvan 75 ha, dan zal, bij een dikte van de kleilaag in eerstgenoemd gedeelte van gemiddeld 2 m bij een slootstand van gemiddeld 7,60 +, een grondwaterstijghoogte onder de klei van 8,40 +, en een doorlaatcoëfficiënt voor de klei van 4 mm/etm. de kwelhoeveelheid bedragen $150.00.00 \times \frac{0,8}{2} \times 0,004 \text{ m}^3/\text{etm.}$ of 27,7 l/sec.

Dit gebiedsgedeelte is echter niet overal door klei bedekt, zooals o.a. blijkt uit profiel C - C (bijlage 4), omgeving van put 21. Welk gedeelte niet van een kleidek is voorzien, kan bezwaarlijk nauwkeurig onder cijfers worden gebracht en hangt weder samen met den voortgang der ontticheling. De kwel zal hier een veelvoud van bovenbedoelde globale cijfers kunnen bedragen.

Voor het noord-oostelijke stuk zal, bij een kweldruk van 8,40 +, een slootstand van gemiddeld 7,40 +, en een kleidikte van gemiddeld 3 m, de kwel $75.00.00 \times \frac{1}{3} \times 0,004 \text{ m}^3/\text{etm}$ of 10,4 l/sec kunnen bedragen.

Verwacht mag worden, dat het uit te breiden slootensysteem bij de ontworpen profielen aan de ontwatering zal kunnen voldoen; nadere verruiming zal overigens, bij gebleken behoefte, zonder eenig bezwaar te allen tijde mogelijk blijken.

Ten aanzien van het terreingedeelte D kan tenslotte worden opgemerkt, dat dit vrij op den afgesneden IJsselarm, die op het peil van het lage pand komt te liggen, zal kunnen afwateren; de laag gelegen driehoek nabij Doesburg zal met uitgekomen grond

worden opgehoogd.

§ 7. In de omgeving van Stuw III te nemen maatregelen.

De hier onderzochte smalle strook, buitendijks aan den rechter IJsseloever gelegen, ondervindt kennelijk thans reeds bij hooge rivierstanden kwel, met het oog waarop blijkbaar in de nabijheid van den dijk een afwateringssloot werd gegraven.

Het terrein is gedeeltelijk uitgeticheld en wordt overigens als grasland gebezigd.

Het ligt grootendeels beneden het vastgestelde stuwpeil van 2,25 m + N.A.P.; neemt men ook hier een wenschelijken grondwaterstand van 0,50 m beneden maaiveld aan, dan dienen voor alle terreinen beneden 2,75 m + N.A.P. de afwateringsmaatregelen te worden getroffen. De reeds aanwezige slooten zullen daartoe door verruiming en uitdieping geschikt kunnen worden gemaakt. Zij zijn in groene en blauwe tint op de bijlage 13 aangegeven. Bij eerstgenoemde is het peil op 1 m à 1,10 m + N.A.P. gedacht, bij de laatste op 1,30 à 1,35 m + N.A.P.

Het geheel zal kunnen afwateren op een afgesneden riviergedeelte, dat met het pand beneden Stuw III in open gemeenschap staat.

Een buis- of rioolleiding zal de beide slootstelsels kunnen verbinden.

Het lage gedeelte bij de hoeve "Paddepol" zal met uitgekomen grond worden opgevuld.

Enkele nieuwe kaden zullen voorts ter bescherming moeten worden aangelegd.

Afvoermetingen in de bestaande langssloot bleken, bij gebrek aan voldoende afwatering daarvan, niet mogelijk. Ook hier moet een raming, aan de hand der boorresultaten, in verband met de onregelmatige ontticheling, een uiterst schematisch karakter dragen. De profielen der slooten zijn, mede naar analogie van die uit de omgeving van Stuw I, ontworpen. Ook hier zal nadere verruiming, indien wenschelijk, zonder bezwaar van beteekenis mogelijk zijn.

§ 8. Samenvatting.

Het in dit rapport behandelde kan als volgt beknopt worden samengevat:

1. De voorgenomen kanaliseering van den Geldersche IJssel maakte het gewenscht, door een geo-hydrologisch onderzoek na te gaan, in hoeverre bepaalde terreingedeelten in de nabijheid van de ontworpen stuwen I (bij Doesburg) en III (bij Windesheim) in de toekomst water-overlast zouden kunnen ondervinden.
2. Ten behoeve van dit onderzoek werden o.m. uitgevoerd: een 31-tal "diepe" en "halfdiepe" boringen in de omgeving van Stuw I; 12 "diepe" en "halfdiepe" boringen in de omgeving van Stuw III; een aantal "ondiepe" boringen; regelmatige waarnemingen van grondwaterstijghoogten in verschillende peilfilters; aflezingen van waterstanden in de rivier en in open binnenwater; metingen van slootafvoeren; regenwaarnemingen.
3. De geologische verkenning van het gebied in de omgeving van Stuw I leerde, dat op een diepte tusschen 25 en 35 m - N.A.P.

de jongste, grove zone van het Pleisto-Pliocene wordt aangetroffen, afgedekt door de jongste fijne zone van deze formatie, welke in hoofdzaak uit klei- en leemlagen en fijne, slibhoudende zanden bestaat. De bovengrens hiervan varieert tusschen 2,80 m + en 9,20 m - N.A.P.

Van het hierop rustende complex matig grove tot zeer grove, grindhoudende fluvio-glaciale zanden bevindt zich de bovengrens tusschen N.A.P. en 8,01 m - N.A.P.

Afgedekt wordt een en ander door fijne tot matig grove, veelal slibhoudende zanden van het Laagterras, en vervolgens door fijnere slibrijke zanden en rivierklei van het Holoceen.

4. In de omgeving van Stuw III werd op een diepte van ± 31 m - N.A.P. het Prae-Rissien aangeboord, dat optreedt als leem, afgewisseld met fijn slib- en glimmerhoudend zand. Er boven volgen grove, fluvioglaciale zanden, afgedekt door klei- en leemlagen (Riss-Würm-Interglaciaal), waarvan de bovenkant ligt tusschen 3,70 en 9,80 m - N.A.P.; vervolgens matig tot zeer grove zanden o.a. van het Laagterras; tenslotte de holocene rivierklei.

5. Uit de waarnemingen der rivierstanden en der grondwaterstijghoogten in verschillende filters kon veelal een verband tusschen beide worden vastgesteld, waarbij vertragingen en dempingen optreden, afhankelijk van den afstand en den aard van het tusschenliggend medium.

Voor sommige filters in de omgeving van Stuw I kon een opstuwung als gevolg van afstroomend Veluwe-water worden geconstateerd.

6. De stijghoogten in de grovere en diepere lagen bleken veelal

grooter dan die direct onder of in de afdekkende holocene kleilagen.

Voor sommige laag-gelegen terreingedeelten reikten laatstbedoelde stijghoogten boven het maaiveld.

7. Uit de waarnemingen kon tot de wenschelijkheid worden besloten, voor die terreingedeelten, welke lager gelegen zijn dan 0,5 m boven het toekomstige hoogste stuwpeil, en waarvoor op een droog oppervlak gedurende de periode van gestuwde rivierprijs wordt gesteld, zoodanige verbeteringen aan de bestaande middelen van afwatering aan te brengen, dat een peil van 0,5 m beneden het maaiveld steeds kan worden gehandhaafd.

De door den Rijkswaterstaat in overleg met het Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening daartoe ontworpen maatregelen zijn op de bijlagen 12 en 13 van dit rapport weergegeven.

's-GRAVENHAGE, Augustus 1937

DE DIRECTEUR
van het
Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening,
W.F.J.M. KRUL.

1937

N O T A

inzake de geologische resultaten van
het onderzoek

door

Dr.J.F. Steenhuis

Geologisch Adviseur van het Rijksbureau
voor Drinkwatervoorziening.

-----0-----

A. Omgeving van Stuw I.

Bij het schrijven van het Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening d.d. 16 April 1935, No.2239, aan den Hoofdingenieur van den Rijkswaterstaat, Ir. E.M.H. Schaank, was als bijlage 3 gevoegd een beschouwing van de hand van steller dezes, getiteld: "Enkele geologische opmerkingen inzake de omgeving van de drie geprojecteerde Stuwen in den Geldersche IJssel".

Het geo-hydrologisch onderzoek, dat inmiddels is verricht, zal in aansluiting daaraan in de onderstaande regelen worden besproken.

Voor wat betreft de omgeving van Stuw I heeft het bestaan uit 31 boringen, welke als I (diep), II (diep) en 1 t.e.m. 29 x) zijn onderscheiden. Van deze laatste zijn 11 en 24 eveneens van de toevoeging "diep" voorzien; de bereikte diepte bij deze vier "diepe" boringen bedroeg resp. 33.89, 30.80, 35.285 en 30.60 m - N.A.P. Bij de 27 overige is de diepte minimaal 2.57, maximaal 11.90 m - N.A.P. Behalve door het onderhavige onderzoek is, sinds het schrijven der bovengenoemde "geologische opmerkingen", onze kennis vermeerderd door de verschijning van de kwartbladen I en II van kaartblad 40, Arnhem, der Geologische kaart van Nederland, schaal 1 : 50.000; het onderzoek vond n.l. plaats op terreinen aangegeven in den N.O.-, resp. N.W.-hoek dezer kwartbladen, en in den Z.W.-hoek van kwartblad IV van kaartblad 33 Zutphen. Hierdoor is het mogelijk, de conclusies der "geologische opmerkingen" te verifieeren en voor zoover noodig aan te vullen

x) In verband met de op de bijlagen 4 en 5 weergegeven geologische profielen, waarop alle verrichte boringen voorkomen, zijn de boorstaten-in-extenso niet bij deze nota gevoegd.

of te wijzigen.

Aan het slot der bespreking van de "omgeving van Stuw I" werd opgemerkt:

"Deze boorgegevens wettigen m.i. de uitspraak, dat het Pleistoceen doorboord en het mariene Tertiair is aangeboord op 80 m diepte, d.i. ± 70 m - N.A.P. in den ondergrond van Ulenpas. Aangezien deze grens van O naar W daalt, en de overige drie diepste boringen, welke te Doesburg plaats vonden, eindigen op ruim 85, ± 80 en ruim 80 m - N.A.P., is het niet onmogelijk dat zij daar juist niet bereikt is. Het oudere Pleistoceen zou derhalve van beneden naar boven bestaan uit fijn en matig grof, grindvrij zand tot 60 à 70 m - N.A.P., uit met slibhoudende, fijne en zeer fijne zandlagen afwisselende klei- en leemlagen tot ± 30 à 40 m - N.A.P., uit fijn en matig grof al of niet weinig grindhoudend zand tot ± 6 à 10 m - N.A.P., uit al of niet met fijn, slibhoudend zand afwisselende klei- en leemlagen tot \pm N.A.P. Hierop zijn luttele meters grindrijke zandlagen van praeglacialen en eventueel fluvioglacialen ouderdom aanwezig en vervolgens het Laagterras alsmede het Holoceen".

Gelijk boven reeds werd medegedeeld, is de einddiepte der vier diepste boringen van het onderhavige onderzoek gelegen tusschen 30.60 en 35.285 m - N.A.P. In elk dezer vier boringen is het onderzoek geëindigd in matig grof tot zeer grof, meer of minder grindhoudend zand. De uitspraak is derhalve gerechtvaardigd, dat het tweetal oudere niveau's van het Pleistopliocene II O + III, welke boven het Mariene Tertiair - en wel vermoedelijk boven het Mioceen IV - zijn gelegen, bij dit onderzoek niet bereikt zijn. Aangaande het fijn en matig grof, al of

niet weinig grindhoudend zand tot $\pm 6 \text{ à } 10 \text{ m}$ - N.A.P. is reeds gebleken, dat dit ook grof en zeer grof van korrel en meer of minder sterk grindhoudend kan zijn. Omtrent het kwartsgehalte van het grind boven 7 mm staan voor I, II en 11 waarnemingen ter beschikking. Voor I is een percentage van 57.5, voor II van 76.4, 64.6 en 84.4, voor 11 van 65.0, 58.1 en 57.8 gevonden. Slechts de percentages van II diep wettigen de uitspraak, dat we met Prae-Rissien II O te doen hebben. Aangezien de profielen van I en 11 in groote trekken met het profiel van II overeenstemmen, is men m.i. gerechtigd, voorloopig aan te nemen dat de lagere percentages afwijkingen zijn.

Op dit meer of minder grofzandige, meestal slibvrije, meer of minder grindhoudende lagenpakket rust een complex van klei- en leemlagen, van zeer fijne en fijne, meer of minder slibhoudende grindvrije, zelden van matig grove zandlagen. De klei- en leemlagen bevatten dikwijls plantenoverblijfselen, terwijl bij de boringen 22 en 23 van veen sprake is. Met zekerheid is de afscheiding tusschen dit fijnere en het dieper gelegene, oudere lagenpakket slechts bij I, II, 11 en 24 gepasseerd te achten. Voor I en 11 zijn de diepten 25.68 en 31.925 m - N.A.P. als de meest waarschijnlijke aan te geven. Voor II en 24 is de afscheiding niet nauwkeurig te bepalen: het profiel van II is vermoedelijk afwijkend, terwijl de bewuste grens bij 24 op 5.10 m - N.A.P. schijnt te liggen. Indien deze laatste waarneming juist is, stemt ze vrijwel overeen met de algemeene uitspraak, welke boven is gedaan, n.l. $\pm 6 \text{ à } 10 \text{ m}$ - N.A.P., terwijl de twee andere (I en 11) hiervan aanmerkelijk afwijken.

Voor de bovengrens van dit klei-leem-zeer fijn zand-pakket

staan 15 waarnemingen ter beschikking, waaraan II met 3.70 m - N.A.P. nog zou zijn toe te voegen, ware het niet, dat het pakket hier slechts door een leemlaagje van 0.70 m en een dito van 1 m gerepresenteerd wordt, terwijl de zandlagen hieronder tot 30 m diepte geheel overeenstemmen met die er boven.

Het lijkt derhalve waarschijnlijker, dat deze leemlaagjes ingeschakeld zijn in een opvallend dik grofzandig, grindhoudend lagencomplex.

Het vijftiental waarnemingen moge hieronder volgen.

I	diep . . .	3.79 m -	N.A.P.;
1	. . . . .	1.59 m -	" ;
3	. . . . .	2.- m -	" ;
5	. . . . .	5.45 m -	" ;
8	. . . . .	3.81 m -	" ;
11	diep . . .	9.195 m-	" ;
13	. . . . .	2.24 m -	" ;
14	. . . . .	5.02 m -	" ;
22	. . . . .	4.24 m -	" ;
23	. . . . .	4.23 m -	" ;
24	diep . . .	3.10 m -	" ;
26	. . . . .	2.80 m +	" ;
27	. . . . .	4.40 m -	" ;
28	. . . . .	2.10 m -	" ;
29	. . . . .	1.90 m -	" .

De bovengrens blijkt derhalve te zijn gelegen tusschen 2.80 m + en 9.195 m - N.A.P., doch is bij de boringen 6 en 7 dieper dan 9.57 en 11.53 m - N.A.P.

Wij hebben in het klei-leem-zeer fijn zand-complex een vor-

ming uit een der interglaciale tijdperken te zien.

In het IJsseldal verder noordelijk komen afzettingen uit den Riss-Würm-Interglaciaaltijd, dus synchroon met de Eemlagen, en een terrestrische of zoetwaterfacies hiervan, voor. Het is derhalve niet gezocht, dezen ouderdom ook voor het onderhavige geval aan te nemen. Het bewijs van de juistheid of onjuistheid dezer opvatting kan slechts door het palaeobotanisch onderzoek der plantenoverblijfselen worden gegeven; verschillende monsters zijn dan ook naar een deskundige in dezen opgezonden.

In elke boring is boven dit lagencomplex matig grof, grof en zeer grof, meer of minder grindhoudend zand gevonden, of indien de boringen niet voldoende diep reiken, zijn deze daarin blijven steken. De afscheiding van de steunlagen is vrij scherp, die van de deklagen - fijn en matig grof, meer of minder slibhoudend, grindvrij zand - meestal ook vrij duidelijk. De bovengrens is gelegen tusschen 8.01 (2) en 0.-- m + N.A.P. (28), de benedengrens tusschen 2.80 m + (26) en \gt 11.53 m - N.A.P. (7), de dikte tusschen 1.- (26) en 25.35 m (II diep). Ontrent het kwartsgehalte zijn verschillende waarnemingen gedaan, n.l.

a) door weging en b) door telling.

a) Door weging zijn de volgende uitkomsten verkregen :

<u>I.</u>	4,00 - 8,50	: 42,3 %
	8,50 - 10,50	: 37,9 %
	10,50 - 14,40	: 55,7 %
<u>II.</u>	2.00 - 10.00	: 48,0 %
	10,00 - 12,50	: 42,5 %
	12,50 - 12,70	: 42,7 %

13,60 - 15,29 : 44,1 %

15,29 - 16,29 : 32,7 %

16,29 - 18,50 : 41,7 %

18,50 - 22,40 : 31,1 %

11 diep.

2,10 - 10,00 : 53,6 %

10,30 - 13,15 : 51,0 %

13,40 - 17,00 : 43,8 %.

b) Door telling :

I diep, lagen 4, 5, 7 : 44,5 %

II diep, " 5 - 7 : 30,8 %

1 , " 7 - 8 : 40,0 %

2 , " 7 en 9 : 43,7 %

3 , " 9 - 10 : 42,6 %

4 , " 6, 8, 10, 11, 14 : 42,6 %

5 , " 5, 6, 8, 11 : 48,7 %

6 , " 3 - 5, 8 - 9 : 53,3 %

7 , " 8 - 9, 11, 15 : 44,3 %

8 , " 5, 7 - 8, 11, 13 - 15 : 46,1 %

9 , " 8, 11, 15 - 16 : 51,7 %

10 , " 7, 9, 10 : 56,9 %

11 diep, " 5, 6, 8, 10, 11 : 57,0 %

12 , " 4 - 5 : 42,7 %

13 , " 5, 6, 8, 10 : 43,4 %

14 , " 4 - 9 : 44,3 %

15 , " 9 : 54,1 %

16 , " 5 - 8 : 55,9 %

17	, lagen	5 - 6, 8	:	42,2 %
18	, "	3 - 8, 10	:	44,6 %
19	, "	4, 6, 7	:	36,8 %
20	, "	7, 10	:	52,3 %
21	, "	3 - 11, 13	:	46,0 %
22	, "	5 - 9	:	40,5 %
23	, "	4, 5, 7, 8	:	43,4 %
24 diep,	"	6 - 8	:	39,8 %
25	, "	6 en 10	:	45,5 %
26	, "	6 en 15	:	48,8 %
27	, "	7 en 10	:	42,3 %
28	, "	8, 9	:	58,2 %
29	, laag	8	:	41,9 %

De eerstgenoemde reeks van waarnemingen leverde cijfers tusschen 31,1 en 55,7 %, de tweede tusschen 30,8 en 58,2 %. De uiterste waarden zijn derhalve vrijwel overeenstemmend, de gemiddelde eveneens, gelijk uit het onderstaand staatje blijkt:

	weging	telling
30 - 40	3	3
40 - 50	7	20
50 - 60	3	8

Op grond van deze vrij talrijke bepalingen moet het uitgesloten worden geacht, dat dit pakket het Hoogterras of Prae-glaciaal II 1 in eigenlijken zin zou vertegenwoordigen; de uitkomsten komen n.l. geheel overeen met die, welke elders voor

het Fluvioglaciaal II 4 zijn verkregen. Mede op grond dezer resultaten dient hetgeen hieronder in ruimtelijken zin wordt verstaan, te worden uitgebreid tot het Riss-Würm-Interglaciaal, c.q. tot den aanvang van het Würm-Glaciaal.

Naast kwarts en de nagenoeg steeds aanwezige diverse variëteiten van zandsteen en kwartsiet, zijn nog opgemerkt : kwartsporfier, zwarte, bruine en grijze radiolriet, hoekige, zwarte en bruine vuursteen, ronde "blauwe" vuursteen, lydiet, kiezeloëliet, ijzerkiesel, agaat, graniet en veldspaat.

Hierbij komen derhalve Rijngesteenten, Maasgesteenten en noordelijke gesteentefragmenten voor.

Overall wordt deze grove zone bedekt door fijn tot matig grof, al of niet slibhoudend, meestal grindvrij zand, dat bij het Laagterras II 8 is in te deelen.

Hierop rust zeer fijn tot fijn, slibvrij grindvrij zand, waarop tenslotte rivierklei I 7 k volgt. Volgens de legenda van kwartblad II van kaartblad 40, Arnhem, is het Holoceen in rivierklei I 7 k, rivierzand I 8 z en ouder rivierzand I 0 z te verdeelen, terwijl in het Laagterras twee treden zijn onderscheiden, een hogere II 8 1 en een lagere II 8 2. Een dergelijke gedetailleerde stratigrafie is aan de grondmonsters niet door te voeren.

Geotechnisch heeft het onderzoek geleerd, dat boven een grofzandige zone tusschen ± 25 à 30 m en vermoedelijk ± 40 m - N.A.P. en onder een grofzandig niveau tusschen 8 m + en meer dan 11.50 m - N.A.P. een klei-leem-zeer fijn zand-niveau aanwezig is, dat als waterkeerend is te beschouwen, terwijl de bovenste grofzandige zone eveneens door klei en zand bedekt

wordt, dat aan de waterbeweging grooten weerstand biedt.

B. Omgeving van Stuw III.

Hier werden een twaalftal boringen, in vier groepen van drie, verricht tusschen de K.M.palen 108 en 113 langs den IJssel. In de bovengenoemde "geologische opmerkingen" werd de verwachting uitgesproken, dat de basis van het Laagterras II 8 op ± 15 m - N.A.P. zou zijn gelegen, en die van het daaronder aanwezige Fluvioglaciaal II 4 en (of) Hoogterras II 1 op ± 25 m - N.A.P.

Bij het onderhavige onderzoek is de bereikte diepte voor elf der boringen 15 à 20 m, d.i. 14,05 à 18,40 m - N.A.P. Bij de twaalfde boring (No.33) is de einddiepte 44,20 m - maaiveld, d.i. 42,15 m - N.A.P. Beneden 33 m - maaiveld, d.i. 30,95 m - N.A.P. is leem gevonden, in een laag welke behoudens 4,60 m zeer fijn, slib- en glimmerhoudend zand op 44,20 m nog niet doorboord is.

Omtrent het kwartsgehalte van het grindbestanddeel der hierboven gelegen lagen staan twee bepalingen ter beschikking, n.l. voor de lagen tusschen 14 en 33 m en voor die tusschen 4,70 en 8,70 m. Deze waarnemingen zijn voor het grind > 7 mm resp. 45,7 % en 53,7 % of resp. 230 en 162 g.

Op grond van deze percentages is men niet gerechtigd, deze lagen bij het Hoogterras II 1 in te deelen, waarbij echter opgemerkt dient te worden, dat de hoeveelheid, welke ter beschikking stond, betrekkelijk gering was. Hier staat tegenover, dat ter plaatse van bijna elk boorpunt beneden een zône van meer

of minder grof, grindhoudend zand, klei- en leemlagen aanwezig zijn, welke hier en daar meer of minder talrijke plantenoverblijfselen en schelpfragmenten van zoetwatermollusken als *Unio* of *Anodonta*, *Valvata* en *Bithynia* bevatten, veelvuldig afwisselen met zandlagen, en op één plaats (39) door veen onderbroken zijn. In dit niveau heeft men een interglaciale vorming te zien. In verband met de bovenvermelde bepalingen van het kwartsgehalte dient men te denken aan het Riss-Würm-interglaciaal.

Het grove zand hieronder zou derhalve bij het Fluvio-glaciaal II 4 moeten worden gerekend. Hiervoor pleiten ook de brokstukjes van graniet en de fragmenten van tertiaire mollusken, welke met andere gesteenten als kwartsiet, zandsteen, radiolariet en kwartsporfier tusschen 14 en 33 m zijn aangetroffen.

Op de genoemde diepte van 30,95 m - N.A.P. zal derhalve de bovengrens van het Prae-Rissien II 0 zijn gelegen en de ondergrens van het Fluvioglaciaal II 4, zoodat het Hoogterras II 1 en het glaciale niveau II 3 ontbreken.

Boven het fluviatiel-limnisch-terrestrische Riss-Würm-Interglaciaal II 8' is een zone van matig grof, zelden grof en zeer grof, slibvrij tot slibarm, glimmerarm, meer of minder grindhoudend zand tot afzetting gekomen, tusschen 0 à 5,30 m - N.A.P. voor de bovengrens, 3,70 à 9,80 m - N.A.P. voor de benedengrens, en van een dikte tusschen 0,85 en 6,70 m.

De ontwikkeling van het Laagterras II 8 en het uit rivierklei I 7 k en ev. rivierzand I 8 z bestaande Holocéen is normaal, en behoeft niet nader te worden besproken. Aangezien zowel in de grove zone onder het Laagterras, als in het Laagterras

overblijfselen van zoetwatermollusken als Unio, Anodonta, Bithynia, Pisidium en Limnaea zijn aangetroffen, en dit ook in het Riss-Würm-Interglaciaal het geval was, is het niet mogelijk te zeggen, of de grove zone hierbij dan wel bij het Würm-Glaciaal moet worden ingedeeld.

Gezien en accoord,

De Directeur van de Afdeeling
Geologische Kaart der Geolo-
gische Stichting,

Dr.Ir. P. TESCH, m.i.

De Geologisch-Adviseur
van het Rijksbureau voor
Drinkwatervoorziening,

Dr. J.F. STEENHUIS.

B I J L A G E N

behooren bij

R A P P O R T

inzake een geo-hydrologisch
onderzoek van terreinen langs den
Geldersche IJssel

uitgevoerd in verband met de
plannen tot kanalisering van
die rivier

Bijlage 12 en B ontbreken.

Zie in minute aangeleg
bij het District van Breda.

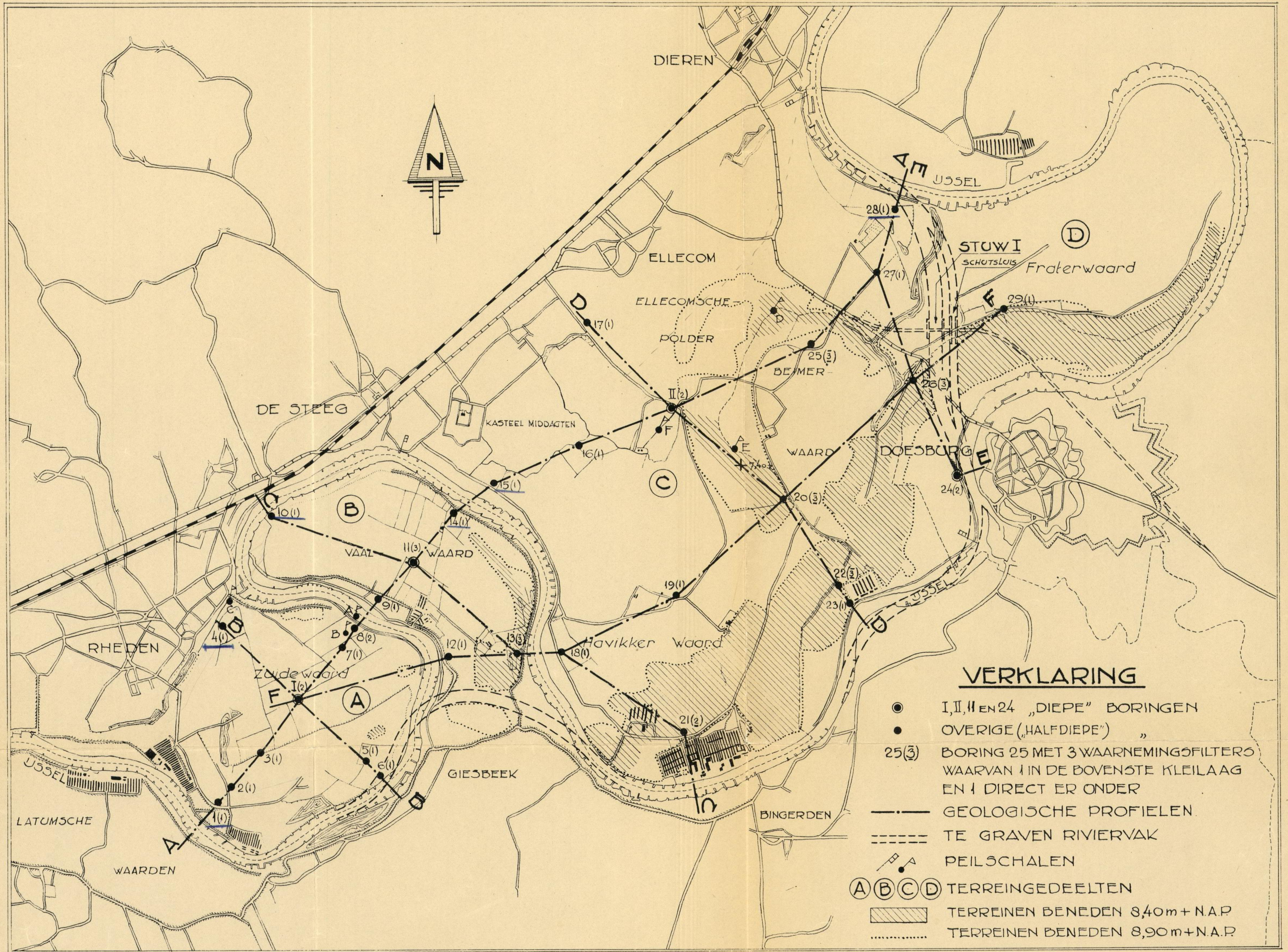
25.

Zie brief 2104 d.d. 16.5.47

in dossier 532.546

Grondwaterbeweging algemeen

OMGEVING VAN STUW I
SITUATIE
SCHAAL 1:25.000



OMGEVING VAN STUW III
SITUATIE
SCHAAL 1:25.000

