200270

Nota betreffende de rivierverbetering van het Pannerdens Kanaal

juni 1943

Bibliotheek

naam	afd.	retour	paraaf
Andre Brinkhorst	(ON)	16/12-2009	

S.V.P. TIJDIG VERLENGEN

Uitleenbon

16-11-2009

Leennummer: 0003869

(ON)
~~Vastgoe~~d DIM
A. (André) Brinkhorst
Gildemeestersplein Kamer ~~15.15~~ 1.33
Document: Nota betreffende de rivierverbetering van het Pannerdensch K
Signatuur: SV BOR19 ON Exemplaa 1

Vervaldatum : 16-12-2009

Wilt u de uitleentermijn verlengen? Neem dan contact op met het FCC, fcc@rws.nl, tel. 088-7970777. Geleende boeken dient u terug te sturen naar onderstaand adres

Bibliotheek Rijkswaterstaat
locatie Utrecht
postbus 20000
3502 LA Utrecht

Nota

S $\frac{551}{P}$ R.1.

(met 20 bijlagen)

Rijkswaterstaat.
directie Bovenrivieren.
afdeeling Studiedienst.

RIVIERVERBETERING
VAN HET
PANNERDENSCH-KANAAL

Arnhem
Juni 1943.

Gewijzigd Aug.-Sept.1944.

I N H O U D.

B I J L A G E N :

1. Overzichtteekening.
2. Peiling 1940 van het Pann. Kanaal.
3. Lengteprofiel van het Pann. Kanaal.
4. Waterbeweging in de bocht van Pannerden bij laagwater.
5. Stroomsnelheden op het Pann. Kanaal.
6. Hoogwater afvoerkrommen.
7. Afvoer overlaat Lobith tijdens hoogwater Jan. 1926.
8. Verhanglijn Oude-Rijn tijdens hoogwater Jan. 1926.
9. Globaal stroombeeld op den Oude-Rijn tijdens hoogwater Jan. 1926.
10. Verhanglijnen Pann. Kanaal bij hoogwater.
11. Berekend stroombeeld op het Pann. Kanaal tijdens hoogwater Nov. 1939.
12. idem tijdens hoogwater Dec. 1939.
13. idem tijdens hoogwater Jan. 1926.
14. Uitschuring Pann. Kanaal tijdens hoogwater Jan. 1926.
15. Overzicht mogelijke verbeteringen van het zomerbed.
16. Normaallijnen mogelijke verbeteringen van het zomerbed.
17. Verbeteringsplan tusschentoestand A.
18. Stroomingstoestand A.
19. Verbeteringsplan tusschentoestand B.
20. Stroomingstoestand B.
21. Verbeteringsplan, eindtoestand C.
22. Stroming in den eindtoestand.
23. Verhanglijnen nieuwe toestanden.
24. Schematisch stroombeeld op de Waal tijdens hoogwater Jan. 1926.
25. Verhanglijnen Boven-Rijn en Waal. (bov. Nijmegen) tijdens hoogwater Jan. 1926.
26. Kostenramingen van de diverse plannen.

HOOFDSTUK I.

par.1. Inleiding.

In deze nota zijn de resultaten neergelegd van een onderzoek naar eene mogelijke verbetering van de rivier het Pannerdensch Kanaal - met het oog op de scheepvaart en den waterafvoer - en van den waterstaatkundigen toestand der aanliggende gebieden. Zooals uit de in hoofdstuk III gegeven omschrijving van den bestaanden toestand moge blijken, is verbetering van dien toestand dringend gewenscht, niet alleen in geval de Rijnkanalisatie tot uitvoering zou komen, doch ook in den huidigen toestand. Bij kanalisseering van Neder-Rijn en Lek zou in elk geval eenige wijziging in het zomerbed van het Pannerdensch Kanaal noodzakelijk zijn, teneinde de vaarwaterdiepte op deze rivier in gelijke mate te vergrooten als die van Neder-Rijn en IJssel. Het ligt voor de hand om in dat geval den toestand op het Pannerdensch-Kanaal, die veel te wenschen overlaat, radicaal te verbeteren.

Alvorens een omschrijving van den bestaanden toestand te geven, volgt eerst in Hoofdstuk II een overzicht van de verschillende gegevens, die voor het onderzoek van belang zijn en waarover wordt beschikt. Voor het gestelde doel waren verschillende van de gegevens niet zonder meer bruikbaar; door berekening zijn deze aan het doel dienstig gemaakt.
Ook voor de bepaling van waterstanden enz., na wijziging van den bestaanden toestand was het noodig om berekeningen te maken. In hoofdstuk II is een verkort overzicht gegeven van de gevolgde berekeningswijzen en formules.

In hoofdstuk IV zijn de verschillende mogelijkheden ter verbetering van den bestaandentoestand aan een nader onderzoek onderworpen. Hieruit is het voorgestelde verbeteringsplan voortgevloeid.

De mogelijkheid bestaat evenwel, dat niet direct tot uitvoering van het totale plan kan worden overgegaan. Met name de beslissing omtrent de afsluiting van den overlaat te Lobith en ook de indijking van de Huissensche Waarden zou stagnatie kunnen veroorzaken. Daarom zijn een tweetal tusschentoestanden onderzocht, waarbij deze werken later zouden worden uitgevoerd.

In Hoofdstuk V zijn de kostenramingen van de verbeteringen opgenomen. Hierbij is eveneens rekening gehouden met een voorloopigen tusschentoestand.

In Hoofdstuk VI is tenslotte een samenvatting van het plan gegeven.

HOOFDSTUK II.

G E G E V E N S .

par. 2. Waarnemingen.

Voor het in deze nota omschreven onderzoek kan worden volstaan met de aanwezige gegevens, zij het dan, dat deze soms nog bewerkt moesten worden. Slechts voor de bepaling van de situatie bleek het noodig enkele waterpassingen te verrichten, teneinde de gegevens van de rivierkaartjes aan te vullen.
Ook werden enkele orienteerende grondboringen verricht, terwijl voor het bepalen van het meest economische verbeteringsplan een grove schatting werd gedaan van de waarde der betrokken perceelen.
Voor de bepaling van de bodemligging in het zomerbed der rivieren en de in den loop der jaren plaatsgevonden wijziging werd gebruik gemaakt van de gegevens der periodiek verrichte dwarspeilingen.
De belangrijkste gegevens betreffende hoogwaterafvoeren met de daarbij behorende verhanglijnen. Dit geldt in het bijzonder voor den maximalen waterafvoer, namelijk dien van Januari 1926. Hiervan zijn de afvoeren voor de verschillende Rijntakken niet uit rechtstreeksche metingen bekend. Door extrapolatie van bij minder hoogé waterstanden verrichte afvoermetingen diende een schatting te worden gedaan van bedoelden afvoer. Hierbij is in het oog te houden, dat de afvoeren gemeten zijn met drijvers, waardoor eenigermate te hooge uitkomsten worden gevonden. Dit vindt niet alleen zijn oorzaak in de omstandigheid dat de lengte der drijvers steeds kleiner is dan de gemiddelde diepte ter plaatse in het drijfvak, doch ook in die, dat geen eigenlijke gemiddelde doch wat men zou kunnen noemen een middelbare snelheid wordt gemeten en bovendien dat de drijvers een eigen snelheid ten opzichte van het stroomende water bezitten. De door bovengenoemde factoren veroorzaakte fout in den gevonden afvoer zal bij hoog opperwater omstreeks 4% bedragen. Aangezien bij andere berekeningen ook steeds met deze zogenaamde "ungekürzte" afvoeren wordt gewerkt, en daarnaar dus ook de coëfficiënten in het bijzonder C in de formule van Chézy - zijn bepaald, zullen die afvoeren ook in deze nota worden aangehouden.

Voor de bepaling van de verhanglijnen stonden in de eerste plaats de waarnemingen aan de Rijkspeilschalen ter beschikking. Sinds 1934 werden bij hoogwater bovendien de peilschalen waargenomen, die aan de km borden zijn bevestigd. Voor de contrôle berekeningen van de beide hoogwaters van 1939 - November en December - werd dan ook gebruik gemaakt van aan deze peilschalen afgelezen waterstanden. Voor het hoogste hoogwater, dat ooit werd waargenomen en dat voor de verbeteringsplannen als maatgevend is aangehouden, waren de gegevens betreffende de waterstanden minder volledig. Gebruik kon worden gemaakt van de waarnemingen aan enkele peilschalen van polders enz. Langs Pann. Kanaal en Neder-Rijn werd de maximale waterstand medewaargenomen ten opzichte van spijkers, die later werden gewaterpast. Langs Boven-Rijn en Waal werd het vloedmerk vastgelegd, waardoor ook een indruk kon worden verkregen omtrent het verloop van den waterstand. Met deze gegevens en met door nadere informatie verkregen inlichtingen omtrent de hoogte van het water op verschillende plaatsen kon dan ook een vrij nauwkeurig beeld worden verkregen van het verloop van den maximalen waterstand van Jan. 1926. Met behulp van deze gegevens kan een indruk worden verkregen van de nauwkeurigheid, waarmede een dergelijk hoogwater te berekenen is en welke waarde is te hechten aan berekeningen van waterstanden bij gewijzigde situatie van de rivieren en een hoogwaterafvoer als van Jan. 1926.

Par.3. Berekeningswijzen en formules.

Bij het ontwerpen van wijzigingen in het winterbed van rivieren is het in het algemeen noodig berekeningen te maken in hoeverre hierdoor de waterstanden bij hoogoppenwater zouden worden gewijzigd. Voor het onderhavige project geldt dit in bijzondere mate, niet alleen omdat de voorgestelde wijzigingen buitengewoon ingrijpen in de wijze van afstrooming van het water, doch bovendien omdat de wijzigingen invloed uitoefenen op den waterstand ter plaatse van het splitsingspunt van Waal en Pannerdensch-Kanaal en dus op de afvoerverdeeling over deze rivieren. Het is dus van groot belang om den invloed van wijzigingen in het zomer- en winterbed van het Pannerdensch - Kanaal nauwkeurig te kunnen berekenen of in elk geval den graad van nauwkeurigheid van de berekeningen te leeren kennen.

Bij het berekenen van verhanglijnen kunnen twee methoden worden gevolgd. Volgens de eerste methode wordt de geheele rivier als één stroombaan beschouwd. Op bepaalde afstanden van elkaar worden dwarsprofielen genomen en de capaciteit ervan bepaald met één van de gebruikelijke afvoerformules. Deze methode geeft goede resultaten, indien het rivierbed regelmatig is. Bij een onregelmatig rivierbed, zoals dit b.v. het geval is, indien sterke kromminggen optreden en dwarskaden in het winterbed aanwezig zijn, geeft deze wijze van doen slechts zeer globale uitkomsten. In dat geval bereikt men betere resultaten door de stroom te beschouwen als te bestaan uit een samenstelling van meerdere enkelvoudige stroombanen, deze te bepalen en door te rekenen. Hoe ingewikkelder en onregelmatiger het stroombed, des te grooter is het aantal enkelvoudige stroombanen, dat men moet aannemen. Door den Studiedienst is een schema opgezet, waardoor het mogelijk is om een dergelijke berekening snel te verrichten. De berekening is naar analogie van een electrische weerstandsberekening. Van elke stroombaan wordt eerst de weerstand berekend, daarna wordt het geheele net doorgerekend. Gegeven is hiervoor de totale afvoer of het totale verval. Een moeilijkheid treedt op, indien de stroombanen niet door de situatie zijn bepaald, indien dus N.W. vrije geleidingen ontbreken. In dat geval moeten de stroombanen eerst voorloopig worden geschetst en doorgerekend. Een controle voor de juistheid van de aanname der stroombanen is nu, dat de waterspiegelhoogte in elk punt van de stroombanen in overeenstemming moet zijn met de waterspiegelhoogten der aangrenzende stroombanen, m.a.w. dat het dwarsverhang in overeenstemming is met stroomsnelheid en kromming der stroombanen. Blijkt er geen overeenstemming te zijn, dan dient het geschetste net te worden gewijzigd, doorgerekend en opnieuw gecontroleerd. Met eenige routine is een dergelijke wijze van berekenen op vrij snelle wijze te verrichten.

De weerstand van een stroombaan is te splitsen in een weerstand ten gevolge van normale wrijving bij eenparige doorstrooming en een ten gevolge van abnormale wrijving bij vertraging. Voor den eersten weerstand kan b.v. de formule van Chézy of die van Strickler worden gebezigd.

Chézy : $Q = F \cdot C\sqrt{RI}$

Strickler : $Q = F \frac{k}{\varepsilon^{1/6}} R^{2/3} I^{1/2}$

Hierin is:

Q = totale afvoer in m^3/sec.
F = natte profiel m^2.
ε = Maat voor oneffenheid van den bodem in m.
R = hydraulische straal in m.
I = Verhang.
C en k zijn ruwheids-coëfficiënten in $m^{\frac{1}{2}}$/sec.

pm Bernard Boden

Naar de ervaring van den Studiedienst geeft Strickler de beste uitkomsten, indien we te doen hebben met een vasten bodem, waar ε dus een vaste waarde heeft. Bij rivieren met beweeglijken bodem bleek tot nu toe de formule van Chézy de beste resultaten te geven. Vermoedelijk ligt de oorzaak in het feit, dat bij rivieren de zandribbels grooter zijn bij hoogwater dan bij laagwater en dus ε ongeveer evenredig met R moet toenemen. Bij de voor dit onderzoek verrichte berekeningen is de formule van Chézy aangehouden. De coëfficiënt C werd allereerst door eenige controleberekeningen van bekende toestanden bepaald. Ook hier bleek weer, dat deze coëfficiënt voor het zomerbed omstreeks 48 $m^{\frac{1}{2}}$/sec bedraagt. Voor het winterbed was de bepaling moeilijker, aangezien het aantal gegevens ervoor gering was. Uit metingen en berekeningen bleek wel, dat bij een glad winterbed en regelmatigen afvoer de coëfficiënt omstreeks 55 $m^{\frac{1}{2}}$/sec bedraagt, indien de waterdiepte tenminste eenige meters bedraagt. Bij een onregelmatig winterbed worden echter steeds vertragingsverliezen in deze coëfficiënt verdisconteerd, zoodat de coëfficiënt dus wel kan dalen tot 40 $m^{\frac{1}{2}}$/sec. Hoe nauwkeuriger dus alle vertragingsverliezen in rekening worden gebracht, met andere woorden hoe kleiner de vaklengten worden genomen, hoe hooger C genomen moet worden.

De vertragingsverliezen kunnen worden geschreven in den vorm:

$$\varphi\left(\frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_2^2}{2g}\right)$$

waarin $\frac{V_1^2}{2g}$ de snelheidshoogte aan het benedenstroomsche eind van het betreffende vak en $\frac{V_2^2}{2g}$ die aan het bovenstroomsche eind van dat vak voorstelt.

De terugwinst van den waterspiegel in snelheidshoogte bij vertraging bedraagt dus $(1-\varphi)\left(\frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_2^2}{2g}\right) = \alpha\left(\frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_2^2}{2g}\right) = \alpha . Q^2\left(\frac{1}{2gF_1^2} - \frac{1}{2gF_2^2}\right)$

Het normale energieverlies bedraagt $h_1 = \frac{Q^2}{B^2 H^3 . C^2} . l$ als $\frac{h_1}{l} = I$

en de hydraulische straal gelijk aan de gemiddelde diepte wordt genomen. Het totale verval in een vak met lengte l bedraagt dus:

$$h = Q^2\left\{\frac{l}{B^2 H^3 C^2} + \alpha\left(\frac{1}{2g B_1^2 H_1^2} - \frac{1}{2g B_2^2 H_2^2}\right)\right\} \text{ of } h = Q^2 . W$$

Deze formule is algemeen geldig; er dient echter op gelet te worden, dat steeds van beneden naar boven wordt gerekend; B_1 en H_1 zijn dus breedte en diepte aan het benedenstroomsche einde van het vak. Slechts de waarden van C en α moeten worden geschat. Over de waarde C werd reeds iets medegedeeld. De coëfficiënt α is afhankelijk van de vertraging of versnelling. Bij versnelling is voor α een waarde van 1,1 à 1,3 te nemen - 1,1 bij gelijkmatige snelheidsverdeeling, 1,3 bij zeer ongelijkmatige snelheidsverdeeling-, bij vertraging varieert de waarde van 0,1 tot 0,9.

Aangehouden is globaal:

zeer sterke vertraging (botsing)	0,1
sterke vertraging (slecht afgewerkte overlaat)	0,3
vertraging (normale overlaat)	0,5
geleidelijke vertraging (goed afgewerkte overlaat of sterke opstuwing)	0,7
zeer geleidelijke vertraging (zomerbed)	0,9

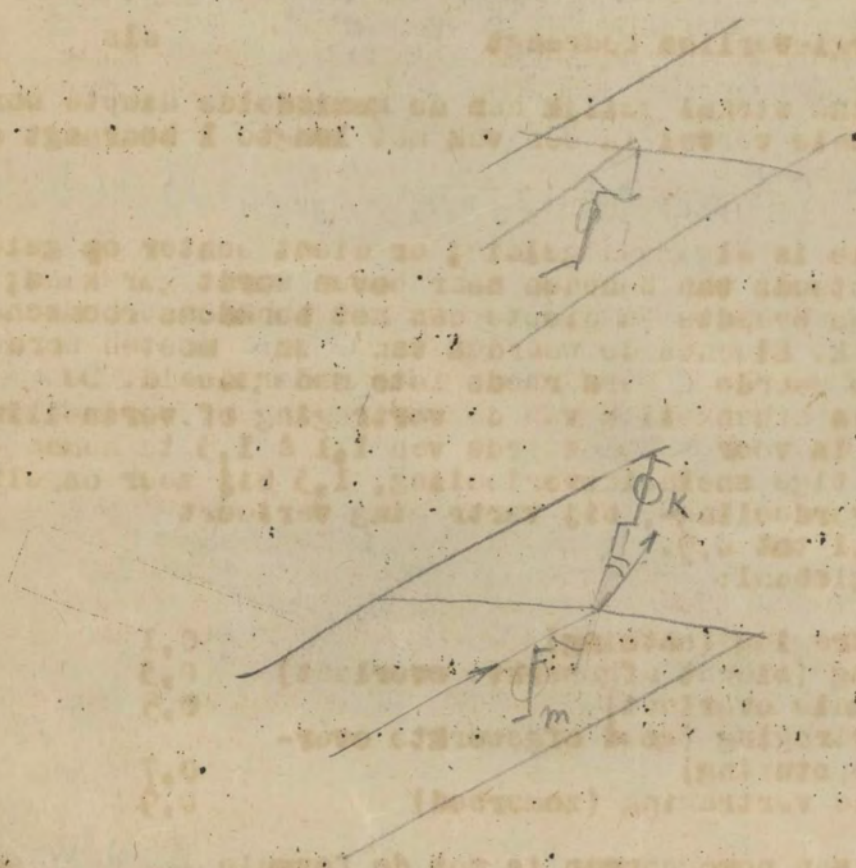
Met behulp van nomogrammen is met de formule $h = Q^2 . W$ een vlot doorrekenen van het heele weerstandsnet mogelijk.

Is de afleiding op deze gebied

Hmdere gebied en andere

106

?



Het dwarsverhang bedraagt:

$$I_d = \frac{Q^2}{B^2 H^2 g.r}$$, waarin r = de straal van de stroombaan.

Deze functie is weer in een nomogram uit te zetten.
Door den Studiedienst werd ~~deze~~ formule langs theoretischen weg afgeleid. Het dwarsverhang blijkt dan iets grooter te zijn dan bovengenoemde tot op heden steeds algemeen aangehouden formule. Hiervan wordt een deel veroorzaakt door het feit, dat de centrifugaalkracht afhankelijk is van de middelbare, en niet van de gemiddelde snelheid. Het overige deel wordt veroorzaakt door de spiraalstrooming.

De totale weerstandsberekening van een stroombaan wordt onmogelijk, indien zich in de stroombaan een volkomen overlaat bevindt. De afvoer hiervan dient dan eerst te worden geschat en later gecontrôleerd. Voor den afvoer van een volkomen overlaat met breede kruin is te nemen:

$$q(\text{in } m^3/\text{sec per } m^1 \text{ breedte}) = \varphi 1{,}7\ H^{3/2};$$

waarin H de energiehoogte van het water boven de kruin en φ een afvoercoëfficiënt voorstelt. Indien geen contractie plaats heeft en H de energiehoogte ter plaatse van den maximum afvoer voorstelt, mag $\varphi = 1$ worden gesteld, indien bovendien eventueele scheve aanstrooming in rekening wordt gebracht. Deze aanstroomingshoek is te berekenen onder aanname van een oneindig lange kade. Uit een differentiaalvergelijking volgt:

$$\frac{\operatorname{tg}\phi_{kade}}{\operatorname{tg}\phi_{maaiveld}} = \frac{\text{waterdiepte boven kade}}{\text{waterdiepte boven maaiveld}}$$

als ϕ de hoek voorstelt tusschen de richting van het stroomende water en de loodlijn op de richting van de kade. Deze formule geldt zowel voor volkomen als onvolkomen overlaten.

Bovengenoemde formule voor volkomen overlaten dient aangevuld te worden als de kruin niet volkomen vlak doch iets gebogen is. Is de straal ervan r, dan wordt de formule benaderd:

$$q = 1{,}7\ H^{3/2}\left(1 + \tfrac{1}{3}\frac{H}{r}\right)$$

Dit geldt slechts zoolang r belangrijk grooter is dan H.

Met bovenstaande formules werden nu allereerst verschillende hoogwaters doorgerekend. De resultaten hiervan zijn in het volgende hoofdstuk par. 6 nader behandeld.

In enkele gevallen was het niet noodig om bepaalde riviervakken in den nieuwen toestand volgens de stroombaanmethode door te rekenen. Dit deed zich b.v. voor op den Boven-Rijn, waar de waterafvoer en de situatie niet veranderden maar wel de waterstand aan de Pann. kop. Hier kan dus volstaan worden met een eenvoudige stuwkromme berekening, hoewel dit natuurlijk niet geheel juist is, aangezien de afvoerverdeeling over zomer- en winterbed wel eenigszins zal veranderen.

Het had geen zin om hiervoor de ingewikkelde bestaande methoden te volgen, omdat de ingewikkeldheid van het winterbed toch geen groote nauwkeurigheid in de berekening mogelijk maakte.

Daarom werd gebruik gemaakt van een dezerzijds afgeleide stuwkrommeformule, die geldigheid heeft, indien de opstuwingen of afzuigingen ten opzichte van de waterdiepte niet te groot zijn (maximum 5 à 10%).

Deze formule luidt:

$$IJ = IJ_o \cdot e^{-\frac{3h}{H}},$$

waarin:

IJ_o = opstuwing aan het begin.
IJ = opstuwing x m stroomopwaarts.
h = verval waterspiegel tusschen begin en het punt x m stroomopwaarts.
H = maatgevende waterdiepte.

Het moeilijke punt is de bepaling van de maatgevende waterdiepte. Indien we hiervoor nemen de diepte, die een geschematiseerde rivier met een bakprofiel en met eenzelfde breedte, verhang en ruwheid als de beschouwde rivier zou moeten hebben om eenzelfden afvoer te hebben als de beschouwde rivier, dan zullen wij niet ver van de waarheid af zijn.

Waar in de nota gesproken wordt over terugstuwingscoëfficiënt wordt dus bedoeld de factor:

$$e^{-\frac{3h}{H}}$$

b/

begin 18e cent.
1707

HOOFDSTUK III.

Omschrijving van den bestaanden toestand.

par. 4. Algemeene omschrijving.

Het is niet de bedoeling om in deze paragraaf een uitgebreide behandeling te geven van het betreffende gebied. Door verschillende schrijvers werd de waterstaatkundige en geologische geschiedenis reeds uitvoerig behandeld. Hier moge worden volstaan met een kort overzicht van de situatie en van de verschillen, die dit gebied van andere langs de groote rivieren gelegen gebieden onderscheidt.

In deze nota zal naargewoonte het geheele riviervak tusschen den Pannerdenschen- en den IJsselkop, het Pann.-Kanaal worden genoemd, hoewel het eigenlijke Pann.-Kanaal slechts omvat het gegraven kanaal nabij het oorspronkelijke fort te Pannerden. Over dit indertijd gegraven riviergedeelte ontbreekt een winterbed; het winterbed daarbeneden is daarentegen zeer ruim. Bij zeer hoog water vervult ook de Oude-Rijn de functie van winterbed voor het eigenlijke Pann.-Kanaal. Doordat het eigenlijke Pann.-Kanaal oorspronkelijk niet de functie van rivier had is de situatie van het zomerbed niet fraai. Verbetering hiervan is nooit geschiedt omdat door de dichte bebouwing op beide oevers een rivieromlegging zeer kostbaar zou worden.

De breedte van het Pann.-Kanaal bedraagt na de laatste normaliseering 140 m; op het nauwe gedeelte komen echter plaatselijke kleinere breedten voor, tot minimaal 125 m. De water afvoer, die oorspronkelijk gesteld was op 1/3 van den totalen afvoer van den Boven-Rijn, bedraagt bij laagwater omstreeks 28% van dien van den Boven-Rijn, bij zeer hoogwater - met inbegrip van den Oude-Rijn - omstreeks 38 % van dien van den Boven-Rijn, gemiddeld omstreeks 30%.

Op de bijlagen 1,2 en 3 zijn een aantal gegevens van het Pannerdensch - Kanaal opgeteekend betreffende situatie, bodemligging en lengteprofiel. Het typische karakter van dit gebied blijkt uit de op bijlage -1- geteekende wijze van afvoer van hoog opperwater.

Bij andere riviergedeelten vormt het winterbed, hoewel niet genormaliseerd, toch steeds één geheel met het zomerbed; in het te bespreken gebied is dit niet het geval. Hier bevinden zich, behalve een groot aantal door de natuur of door menschenhanden afgesneden bochten, een tweetal oude hoofdtakken van den Rijn, die geheel buiten het winterbed liggen en die bij hoog opperwater nog aan den afvoer deelnemen. Dit zijn de Oude-Rijn en de Oude-IJssel. Zoals reeds eerder werd gezegd, werd op het eind van de 18e eeuw het Pann.-Kanaal geopend en de reeds sterk verzande bovenmond van den Rijn gesloten. Deze afsluiting of overlaat, waarvan de kruin vóór 1924 op omstreeks 13,70 m + N.A.P., lag is in 1924 opgehoogd tot 15,00 m + N.A.P., zoodat slechts bij hoog opperwater de Oude-Rijn aan den afvoer deelneemt. In den Oude-Rijn bevindt zich nog een oud vertakkingspunt, n.l. dat van Rijn en IJssel. Deze vertakking, Wildt genaamd, kan beschouwd worden als de verbinding of een van de verbindingen van Rijn en Oude-IJssel. Tegenwoordig voert de Wildt pas bij zeer hoog opperwater - ± 16,00 m of meer + N.A.P. te Lobith - water af via den Oude- IJssel naar den Gelderschen-IJssel. Ook deze tak is waarschijnlijk in den loop der tijden aangezand.

vermoedelijk ook reeds kronder.

Bij zeer hooge standen wordt nu het heele gebied rond den Oude-IJssel ten Oosten van Montferland door water van de Wildt geinundeerd; het gebied ten Westen ervan echter direct van den Gelderschen-IJssel uit. Hoogwatervrije afsluiting van de Wildt is mogelijk; de waterstanden op den Oude-Rijn zouden hierdoor worden verhoogd. Afsluiten van den Oude-Rijn is echter zonder meer niet mogelijk; bij hoogwater zou het Pannerdensch-Kanaal dan te zeer worden belast. In par.6 zal dit worden uiteengezet, terwijl aldaar nader zal worden ingegaan op de bezwaren, die ten aanzien van het rivierbelang aan den huidigen toestand verbonden zijn. Eerst zal echter nog iets vermeld worden omtrent de scheepvaart op het Pannerdensch Kanaal.

Par.5. Scheepvaart.

Voor de vaart op het Pannerdensch-Kanaal is de vaarwaterdiepte op het gedeelte boven Pannerden maatgevend.
Het vak benedenstrooms daarvan biedt steeds belangrijk meer vaarwaterdiepte. De oorzaken hiervan zijn:

1e, bij laagwater geeft de IJsselkop een opstuwing ten gevolge van de afname in natte profiel benedenstrooms hiervan. Daardoor is de gemiddelde waterdiepte boven den IJsselkop grooter dan op het verder bovenwaartsche deel van het Pannerdensch-Kanaal, waar deze opstuwing niet in die mate meer merkbaar is;

2e, in denbovenmond van het Pannerdensch-Kanaal, evenals trouwens ook in de bovenmonden van den Neder-Rijn en den IJssel bevindt zich een plaatselijke bodemverheffing. Deze bestaat uit grover materiaal dan de bodem van het overige deel der rivieren. Dit zou kunnen worden verklaard door de afname van de zandtransportcapaciteit van het water beneden riviersplitsingen, waardoor het grove materiaal niet meegevoerd kan worden en dit materiaal liggen blijft;

3e, bij de laatste normalisatie zijn enkele ongewenschte knikken in de normaallijnen blijven zitten, waardoor eenige onvolledige rivierovergangen aanwezig zijn, die banken in de vaargeul veroorzaken. Op de bijlagen 2 en 3 is deze toestand nader aangegeven.

zie bijlagen 3

De vaarwaterdiepte op dit vak bedraagt daardoor bij een waterstand, overeenkomend met den O.L.R. afvoer van den Boven-Rijn, slechts ongeveer 1,80 m. De vaarwaterdiepte op den IJssel bedraagt in dat geval slechts ± 1,60 m, op den Neder-Rijn ± 1,40 m, zoodat de bovengenoemde ondiepte toch niet maatgevend is voor de vaart via het Pannerdensch-Kanaal naar of van beneden. Daarom werd het bij de laatste normalisatie ook niet noodig geoordeeld dit punt radicaal te verbeteren. Dit wordt anders indien de Rijnkanalisatie tot uitvoering zou komen. In dat geval zou namelijk de vaarwaterdiepte op Neder-Rijn en IJssel bij genoemden bovenrivierafvoer ten minste 2.70 m bedragen, waardoor de bedoelde ondiepte in het bovendeel van het Pannerdensch-Kanaal maatgevend zou worden voor de vaart via Pannerdensch-Kanaal naar en van beneden. In dat geval zou dus een plaatselijke verbetering noodig zijn. Het zou hiertoe niet voldoende zijn om de normaallijnen een meer vloeiend verloop te geven doch bovendien zou een versmalling van het zomerbed ter plaatse van den overgang bij km 869 à 869½, met omstreeks 10 meter noodzakelijk zijn.

v welke grootte ?

zu hd ?

Deze verbetering zou met geringe kosten tot stand kunnen worden gebracht.

In het bovendeel van het Pannerdensch - Kanaal is echter nóg een tweede punt dat voor de scheepvaart bezwaren oplevert. Bedoeld wordt de bocht van Galgendaal tusschen de km 970 en 971. Hoewel de vaarwaterdiepte in deze bocht voldoende is, is de situatie zoo ongunstig, dat het passeeren van deze bocht, vooral voor de grootere sleepen steeds een riskante onderneming is. Deze bocht is dan ook te beschouwen als een der ongunstigste, zooniet de ongunstigste van den geheelen vaarweg over Pannerdensch - Kanaal, Neder - Rijn en Lek. Na Rijnkanalisatie zou dit in nog sterker mate het geval zijn, daar verwacht mag worden, dat in dat geval het verkeer op deze rivier zou toenemen en ook grootere sleepen geregeld van dezen vaarweg gebruik zouden maken. Bovendien zouden dan de overige slechte riviergedeelten worden verbeterd, zoodat de bocht van Galgendaal in nog ongunstiger verhouding tot het overige deel van den vaarweg zou komen.

De oorzaken van den ongunstigen toestand van deze bocht zijn de volgende:

1e, zooals uit bijlage 2 blijkt, is de kromming van de bocht zeer sterk, hetgeen een sterk dwarsverhang van den bodem ter plaatse veroorzaakt. De straal van de as van de bocht bedraagt omstreeks 500 m, terwijl de straal, die een schip door deze bocht zou kunnen beschrijven in de gunstigste omstandigheden - geen vaart uit de andere richting - omstreeks 700 m moet bedragen. Voor een lange sleep is dit zelfs nog een kleine straal te noemen;

2e, de opvaart moet in de bocht op de rechterhelft van de rivier varen de vaarwaterbreedte is aldaar slechts ± 60 m en het zicht naar boven zeer slecht, zoodat passeeren in de bocht niet te verhinderen is en dit gevaarlijk is in verband met de smalle vaargeul. Daar komt nog bij, dat:

3e, de stroom sterk uitwerpt naar den rechteroever (zie bijlage 4), zoodat de afvaart toch reeds veel moeite heeft om door de bocht te komen. Uit waarneming blijkt, dat hierbij de schepen vaak scheef op den stroom komen te liggen, zoodat zij een groot deel van de vaargeul noodig hebben;

4e, bij hoogwater staat hier een sterke stroom, waartegen de opvaart met sleepen en met vaartuigen, die geen sterk machinevermogen hebben, niet mogelijk is. Op bijlage 5 zijn de op het Pannerdensch - Kanaal voorkomende stroomsnelheden nader aangegeven.

Uit het bovenstaande moge blijken, dat verbetering van dezen toestand bij de huidige intensiteit van de scheepvaart reeds zeer gewenscht is, doch dat dit noodzakelijk zou zijn, indien de Rijnkanalisatie tot uitvoering zou komen. In het volgende hoofdstuk is aangegeven op welke wijze deze verbetering zou kunnen geschieden.

Par. 6. Afvoer van hoogwater.

Zooals uit het voorgaande blijkt, levert de toestand bij zeer hoog opperwater voor het betreffende gebied groote bezwaren op; voordat deze echter nader behandeld worden, zal een overzicht gegeven worden van dien toestand. Als vergelijking wordt hierbij genomen het hoogwater van Januari 1926, dat voor zooveel bekend het hoogste hoogwater is, dat ooit is opgetreden.

Voor het onderhavige onderzoek is het niet slechts van belang te kennen het verloop van de waterstanden op den Boven - Rijn en zijne takken, maar ook de maximum afvoer ervan en de verdeeling van dien maximum afvoer over het zomerbed en de uiterwaarden. Met betrekking tot de waterstanden zijn vrij veel gegevens omtrent het verloop van den topstand bekend, aangezien deze op het Pannerdensch-Kanaal, Neder - Rijn en IJssel tijdens het H.W. direct vastgelegd zijn, terwijl op Boven - Rijn en Waal na het H.W. het vloedmerk werd opgenomen en later ook van de bewoners in de geïnundeerde gebieden gegevens gevraagd werden omtrent den maximum stand van het water. Slechts voor den Oude - Rijn zijn de gegevens gebrekkig, daar van dit gebied slechts enkele waterstanden aan districtspeilschalen bekend waren.

Van de waterafvoeren staan geen directe gegevens ter beschikking. Deze dienen te worden geschat, hetgeen op de volgende wijze kan geschieden:

1e; door extrapolatie van de afvoerkrommen;
2e; voor den Boven - Rijn, door bewerking van Duitsche gegevens hieromtrent en
3e; door berekening.

Deze laatste methode geeft slechts geringe nauwkeurigheid, daar de constanten in de hiertoe gebezigde formules niet voldoende nauwkeurig bekend zijn. Ook de Duitsche gegevens zijn globaal. De maximum afvoer van den Boven - Rijn boven de Ruhr wordt van die zijde geschat op ± 11.000 m³/sec; voor de afvoer bij den topstand voor het gebied daaronder tot aan de Nederlandsche grens zou een hoeveelheid daarboven van ± 1500 m³/sec kunnen worden aangehouden. De totale afvoer bij Lobith zou dus op ± 12.500 m³/sec kunnen worden gesteld. Dezerzijds wordt echter steeds met de zoogenaamde "ungekürzte"afvoeren gerekend, die een hoogere uitkomst geven dan de werkelijke afvoeren. Aangezien de constanten bij de berekeningen ook bepaald zijn voor de "ungekürzte" afvoeren, zal hiermede worden gerekend. Bij zeer hoog water zal deze laatste afvoer ruim 4% hooger waarden geven dan de werkelijke afvoer. De maximum afvoer van den Boven - Rijn zou dus ruim 13.000 m³/sec bedragen. ("ungekürzt")

De bepaling van den maximum afvoer volgens de methode van extrapolatie heeft het bezwaar, dat bij zeer hooge waterstanden de kromming van de afvoerkromme geheel anders kan zijn dan bij lagere standen, terwijl de ligging van de kromme bij de hoogste waterstanden, waarbij afvoermetingen werden verricht, niet volkomen vast ligt. Uit bijlage 6, waarop de resultaten der hoogwaterafvoermetingen zijn vermeld, blijkt dit duidelijk. Op deze bijlage zijn niet de ten opzichte van de verdeeling bij het splitsingspunt vereffende, doch de directe uitkomsten der afvoermetingen van de takken weergegeven.

Dit is gedaan, omdat de H.W. afvoermetingen niet verricht zijn bij een stationnairen toestand van de rivier. De afvoer van den Boven - Rijn zal dus op een bepaald tijdstip niet gelijk zijn aan de som van de afvoeren der takken. Op de bijlage zijn tevens een aantal topstanden van hooge opperwaters geteekend. Nu zal in het algemeen, indien zijdelings geen water wordt aangevoerd, de maximum afvoer op een hooger gelegen deel van de rivier grooter zijn dan op een lager deel, dit ten gevolge van de vertraging in de komvulling en-lediging der uiterwaarden. Globaal is hiermede rekening te houden, doordat een aanname is gedaan betreffende de naijling van den waterstand in de uiterwaarden ten opzichte van den waterstand in het zomerbed. Op deze wijze is dus toch nog een globale vereffening van de afvoerkrommen bij hoogwater mogelijk, hetgeen dan ook is geschied.

De hoogste waterstanden, waarbij afvoermetingen zijn verricht, dateeren van 1919 en 1920. Een moeilijkheid voor de bepaling van den maximum afvoer van Januari 1926 ligt nu ook in het feit, dat tusschen 1920 en 1926 wijzigingen in het winterbed der rivieren zijn aangebracht, waardoor eveneens wijzigingen in de afvoerverdeeling over de takken bij hoogwater optreden. De belangrijkste hiervan is de in 1923 - '24 voltooide verhooging van den overlaat te Lobith van ± 13,70 m + N.A.P. tot 15 m + N.A.P. Het gevolg hiervan was dus, dat na 1924 bij eenzelfden afvoer van den Boven - Rijn minder water door den Oude - Rijn en meer water langs het Pannerdensch - Kanaal (bovendeel) en de Waal werd afgevoerd dan voor dien tijd. Bij gebruikmaking van de afvoermetingen van vóór 1924 voor de bepaling van den afvoer van Januari 1926 dient dus voor enkele takken een correctie te worden toegepast. In de eerste plaats op den afvoer van den Oude - Rijn. De afvoerkromme hiervan vóór 1924 is goed te bepalen uit de beschikbare afvoermetingen. Voor den toestand na 1924 staan slechts enkele metingen ter beschikking. Directe extrapolatie is hierdoor niet mogelijk. De bepaling van den maximum afvoer van Januari 1926 kan nu op twee wijzen geschieden, nl.:

1e, door vergelijking van waterstanden op den Oude - Rijn tijdens de H.W.'s van 1920 en 1926 en
2e, door berekening van den afvoer over den overlaat.

Uit de afvoerkromme voor den ouden overlaat blijkt, dat bij den topstand van Januari 1920 (16,45 m + N.A.P.) de afvoer over den overlaat 1400 à 1450 m^3/sec moet hebben bedragen. Blijkens de waterstanden op den Oude - Rijn bedroeg bij dezen topstand de waterdiepte op den Oude - Rijn omstreeks 5 à 7% minder dan bij den topstand van Januari 1926, het verhang op het benedendeel daarentegen omstreeks 5 à 7% meer dan in Januari 1926. Volgens de afvoerformule van Chézy zou de afvoer in Januari 1926 dus omstreeks 5 à 6% grooter moeten zijn dan in Januari 1920. Bovendien zal in Januari 1926 meer water zijn afgestroomd langs de Wildt. De afvoer over de overlaat zou, op deze wijze rekenend, in Januari 1926 dus 1450 à 1500 m^3/sec moeten hebben bedragen. Dit is dus weer "ungekürzte" afvoer, daar de metingen van 1920 drijvermetingen waren.

Zooals gezegd kan de afvoer over den overlaat ook worden berekend. Hierbij is het een gelukkige omstandigheid, dat de verhoogde overlaat, ook bij de hoogste waterstanden steeds als

volkomen overlaat heeft gewerkt. De afvoerformule voor overlaten met breede kruin luidt: $Q = \varphi . 1.7 . B . H^{3/2}$ m³/sec.

waarin φ een afvoercoëfficiënt is, die op ± 0,9 kan worden gesteld. H stelt de energiehoogte van het water boven de kruin van de overlaat voor. Deze laatste wordt gelijk aan de waterspiegelhoogte genomen, indien het water bovenstrooms van den overlaat niet in een richting loodrecht op den overlaat stroomt. Bij een breedte van den overlaat van 340 m zou dus de afvoer hebben bedragen:

$Q = 0,9 . 1,7 . 340 . 1,95^{3/2}$ m³/sec, aannemende, dat de waterstand in het hart van de overlaat omstreeks 16,95 m + N.A.P. heeft bedragen. Dit geeft een afvoer van omstreeks 1425 m³/sec.

Deze berekeningsmethode is evenwel zeer globaal. Dezerzijds is getracht een nauwkeuriger uitkomst te verkrijgen. In de eerste plaats is de volle energiehoogte van het in de rivier stroomende water in rekening gebracht. Verder is getracht de stroomrichting van het over de overlaat stroomende water te bepalen en tenslotte is rekening gehouden met de vertikale stroomdraadkromming (bijlage 7). Als uitkomst werd nu gevonden een maximum afvoer van bijna 1450 m³/sec of een "ungekürzte" afvoer van 1450 à 1500 m³/sec. Dit is dus in goede overeenstemming met de uitkomst van de andere wijze van berekenen, zoodat als maximum afvoer van den overlaat aangehouden zal worden 1450 à 1500 m³/sec.

Een deel van het water, dat over den overlaat stroomt, wordt bij zeer hoog opperwater via het riviertje de Wildt afgevoerd naar den Oude - IJssel en komt bij Doesburg op den Gelderschen IJssel. Hoe groot deze hoeveelheid tijdens den topstand te Lobith is geweest valt moeilijk te zeggen. Van Duitsche zijde wordt dit geschat op ongeveer 150 m³/sec. Dezerzijds verrichte berekeningen gaven een wat hooger cijfer. De maximum afvoer van den Oude - Rijn bij zijn benedenmond te Kandia is hierdoor dus lager geweest dan bij Lobith. Bovendien is door accumulatie de topafvoer verminderd. Een globale berekening gaf hiervoor 30 m³/sec. De maximum afvoer van den Oude - Rijn te Kandia is daarom gesteld op 1250 m³/sec.

Bij de extrapolatie van de afvoerkrommen dient met de verhooging van den overlaat te Lobith eveneens rekening te worden gehouden. Dit geldt niet voor de Waal en den Neder - Rijn, aangezien het verband tusschen waterafvoer van die rivieren en waterstand aan de betreffende peilschalen niet wordt gewijzigd. Voor het bovendeel van den IJssel is de wijziging slechts uiterst gering, daar de wijziging in afvoer van den Oude - IJssel zeer weinig merkbaar zal zijn aan den IJsselkop, waar zich de peilschaal bevindt. Ook op den onverdeelden Neder - Rijn (= benedendeel Pannerdensch - Kanaal) zal hierdoor geen wijziging komen in het verband tusschen afvoer en waterstand. Wel zal het verband tusschen dezen laatsten afvoer en den waterstand te Pannerden door de verhooging van den overlaat worden gewijzigd, daar de afvoer door het Pannerdensch - Kanaal boven Kandia ten opzichte van dien beneden Kandia zich wijzigt en dus ook het verval Kandia - Pannerden. Wijziging door de verhooging van den overlaat treedt eveneens op ten aanzien van de afvoerkromme van het Pannerdensch - Kanaal boven Kandia, die ten opzichte van Hulhuizen is uitgezet. Dit is eveneens het geval voor de afvoerkromme van den Boven - Rijn beneden Lobith zoowel als boven Lobith. In 1923 werd door de ingenieurs Mouton en Moris een nota

5250

240

opgemaakt betreffende de wijzigingen in waterstanden, die zouden optreden op de bovenrivieren, indien de overlaat te Lobith geheel werd gesloten. De in die nota gevolgde berekeningswijzen kunnen eveneens als grondslag worden gebezigd om te berekenen, welke wijzigingen zouden optreden, indien de overlaat slechts voor een deel zou worden opgehoogd. Dezerzijds zijn hiervoor eenige globale berekeningen verricht, waardoor de H.W. afvoerkrommen van Pannerdensch - Kanaal en Boven - Rijn konden worden gewijzigd voor den toestand na 1924. Door extrapolatie kon nu met meer nauwkeurigheid de maximum afvoer van de verschillende takken tijdens het H.W. van Januari 1926 worden bepaald. Op bijlage 6 zijn deze afvoerkrommen weergegeven. Hierbij kan nog het volgende worden opgemerkt. De afvoer van den IJssel werd niet, zooals gebruikelijk, ten aanzien van Westervoort Pley doch ten opzichte van Westervoort Brug genomen. Dit heeft het voordeel, dat extrapolatie gemakkelijker is, doordat het riviervak Pley - Brug geen invloed op de kromme heeft. Dit riviervak is nl. zeer nauw, waardoor bij grootere afvoeren het verval over dit vak sterk toeneemt en de afvoerkromme niet regelmatig verloopt. Voor de afvoerkromme van het nauwe gedeelte van het Pannerdensch - Kanaal is daarentegen juist een peilschaal aan het boveneinde hiervan genomen, aangezien de peilschaal Pannerden, die aan het benedeneinde is gelegen niet direct een maat is voor den afvoer van het nauwe gedeelte van het Pannerdensch - Kanaal, omdat deze peilschaal ook beinvloed wordt door de afvoeren van den Oude - Rijn.

De extrapolatie van de afvoerkromme van de Waal is moeilijk te geven, aangezien bij zeer H.W. pas zomerkaden overstroomen en ook doorbreken, waardoor de afvoerkromme geheel wordt gewijzigd. De nauwkeurigheid van den maximum afvoer van deze rivier is dan ook niet groot. Met een mogelijke fout van ± 5% dient zeker rekening te worden gehouden. Hierdoor is ook de bepaling van den maximum afvoer van den Boven - Rijn niet zeer nauwkeurig. Niettemin kan worden gezegd, dat de verkregen uitkomsten in goede overeenstemming zijn met de Duitsche opgaven.

Als maximum afvoer van de takken kunnen nu de volgende waarden worden aangehouden:

	Boven - Rijn (boven overlaat)	- 13.500 m³/sec.
	overlaat	- 1.500 "
	Boven - Rijn (beneden overlaat)	- 12.000 "
	Waal (bovenmond)	- 8.250 "
	Pannerdensch-Kanaal (boven Kandia)	- 3.750 "
	Oude - Rijn (benedenmond)	- 1.250 "
	Pannerdensch-Kanaal (beneden Kandia)	- 5.000 "
	Neder-Rijn (bovenmond)	- 2.700 "
	IJssel (bovenmond)	- 2.300 "

Zooals uit het bovenstaande blijkt, is de som van de afvoeren der takken niet geheel gelijk aan den afvoer van den Boven-Rijn. Dit is het gevolg van de accumulatie van het tusschengelegen gebied en van de afvloeiing naar de Wildt.

In het voorgaande werd reeds vermeld, dat behalve de bepaling van waterstanden en waterafvoeren ook van belang is de verdeeling van de afvoer over zomer- en winterbed. Dit is in het bijzonder het geval voor de riviergedeelten, waar wijzigingen in de situatie zijn ontworpen. In dit geval dus het Pannerdensch-Kanaal. Hoewel het gebied van den Oude - Rijn niet zoo belangrijk is, wat dit betreft, is hiervoor ook een berekening.

verricht voor de reeds eerder besproken bepaling van den afvoer over den overlaat en ook voor de bepaling van de verhanglijn. De berekening is echter zeer globaal gehouden, hetgeen met het oog op het zeer ingewikkelde geulennet gewenscht was. Het bleek, dat, indien voor de constante van Chézy een waarde van 43 m½/sec werd genomen, de berekende verhanglijn in goede overeenstemming was te brengen met de gegeven waterstanden in dit gebied. Op bijlage 8 is dit te zien, terwijl op bijlage 9 een schema voor het gebezigde geulennet is weergegeven.

Dat de constante van Chézy voor dit gebied zoo laag uitvalt is niet te verwonderen daar in dit gebied veel riet en rijshout groeit, waardoor de weerstanden extra groot zijn. Bovendien zijn de vakken groot gekozen, waardoor in deze constante, zooals in par.3 reeds werdgezegd, ook vertragingsverliezen zijn verdisconteerd, die de coëfficiënt C verlagen.

De berekening van het Pannerdensch - Kanaal is nauwkeuriger verricht. Hier is ook een scheiding aangebracht in zomerbed en winterbed bij de aanname van de constante van Chézy. Voor de berekening van het H.W. 1926 stonden vrij veel gegevens betreffende de waterstanden ter beschikking; de afvoer moest echter door extrapolatie van de afvoerkrommen worden bepaald. Alvorens deze berekening uitgevoerd werd, werden daarom allereerst een tweetal hoogwaters berekend, waarvan niet alleen het verloop van de waterstanden maar ook de waterafvoeren bekend waren, zoodat de constante van Chézy kon worden berekend. Aangenomen werd daarna, dat deze constante voor het zomerbed niet zou veranderen bij een nog iets hoogeren waterstand, nl. bij dien van Januari 1926. Verwacht mocht echter worden, dat deze constante voor het winterbed wel grooter zou zijn, daar de diepten in het winterbed verhoudingsgewijs wel grooter zouden worden. Bovendien zou de invloed van de vertragingsverliezen wel verminderen bij een dieper winterbed. Dit blijkt inderdaad het geval te zijn. De beide hoogwaters, die werden berekend alvorens het H.W. van 1926 werd onderzocht, zijn die van November en December 1939. De waterafvoer van het Pannerdensch - Kanaal bedroeg hierbij respectievelijk 2035 en 2460 m³/sec, die van den Oude - Rijn 0 en 200 m³/sec. De waterstand te Pannerden bedroeg respectievelijk 13,41 en 14,00 m + N.A.P., hetgeen dus respectievelijk 1,36 en 0,77 m lager was dan bij den maximum afvoer van Januari 1926. Voor de bovengenoemde gevallen werd een goede overeenstemming gevonden ten aanzien van berekende en gemeten waterstanden, indien voor de constante van Chézy de volgende waarden werden genomen:

zomerbed 48 m½/sec.
winterbed 50 "

Op bijlage 10 zijn de berekende verhanglijnen geteekend, waaruit een goede overeenstemming blijkt met de gevonden waterstanden. Op de bijlagen 11 en 12 is verder aangegeven, hoe het stroomnet voor deze beide hoogwaters werd aangenomen.

Met deze gegevens werd nu het hoogwater van Januari 1926 doorgerekend. De constante van Chézy werd hierbij voor het zomerbed op 48 m½/sec aangehouden; voor het winterbed zou dit meer moeten zijn. Het bleek dat, indien hiervoor een waarde van 55 m½/sec werd genomen, de berekende verhanglijn goed in overeenstemming was met de gemeten topstanden op het Pannerdensch -

Alsem

Chapter
Bender
40 cents
50 cents

Kanaal. Aangezien op het Pannerdensch - Kanaal gedeelten voorkomen met een zeer ruim winterbed, maar ook gedeelten zonder eenig winterbed en de berekende verhanglijn op beide gedeelten goed klopte met de gegeven waterstanden, mocht worden aangenomen, dat de verhouding 43 : 55 waarschijnlijk niet ver bezijden de waarheid zou zijn. Op bijlage 10 is de berekende verhanglijn getoekend, terwijl op bijlage 13 een overzicht is gegeven van het berekende stroomnet.

Uit deze beide bijlagen blijkt duidelijk, dat het winterbed van het benedendeel van het Pannerdensch - Kanaal zeer ruim is, het winterbed van het bovendeel daarentegen veel te nauw. Als gevolg hiervan zijn de stroomsnelheden en is dus het verhang op het benedendeel zeer klein, in elk geval veel kleiner dan normaal is op de bovenrivieren, daarentegen op het bovendeel zeer groot. Dit verhang bedraagt op het benedendeel plaatselijk slechts ongeveer 6 cm/km, op het bovendeel daarentegen tot 60 cm/km. In dit laatste is echter ook een bedrag aan versnellingsverval begrepen nl. omstreeks 0,20 m, zoodat het ~~energie~~verhang $\pm$ 40;10^{-5} zal hebben bedragen. Gemiddeld is het verval op bovenrivieren op ongeveer 13 cm/km te stellen. Het verloop van de stroomsnelheden is op bijlage 5 weergegeven. Hieruit blijkt, dat bij zeer hoog water op het nauwe gedeelte gemiddelde stroomsnelheden in het zomerbed kunnen voorkomen tot ruim 3 m/sec; in het benedendeel kan daarentegen de stroomsnelheid kleiner worden dan bij normale waterstanden, doordat dan het totale rivierbed zooveel grooter is.

Groote stroomsterkten behoeven op de rivieren nog geen bezwaren op te leveren, hoewel dit toch wel zeer ongewenscht is, indien deze voorkomen vlak langs bandijken. Bij het hoogwater van Januari 1926 ontstonden aan de bandijken dan ook, zij het kleine beschadigingen ten gevolge van deze groote snelheden. Grooter gevaar kan ontstaan - nl. bij schaardijken -, indien deze groote snelheden slechts plaatselijk optreden en de bodem, zooals in het Pannerdensch - Kanaal, uit zand bestaat. Zeer globaal gesproken is het zandtransporteerend vermogen van water bij grootere snelheden ongeveer evenredig met de 4^{e} macht van de watersnelheid, gerekend bij eenzelfde hoogte boven de bodem. Indien dus in een bepaald riviervak aan het bovenstroomsche einde een kleinere watersnelheid is dan aan het benedenstroomsche einde, wordt meer zand uit het vak weggevoerd dan er in gebracht wordt. Met andere woorden er treedt uitschuring op. In het omgekeerde geval vindt aanzanding plaats. In het nauwe gedeelte van het Pannerdensch - Kanaal treedt dus bij zeer hoog opperwater uitschuring op, terwijl daarbeneden aanzandigg plaats vindt. Bij stationnairen waterafvoer zal deze uitschuring doorgaan tot het zandtransporteerend vermogen gedaald is tot dat van het vak erboven. Indien dit globaal wordt berekend voor het nauwe gedeelte van het Pannerdensch - Kanaal en wel voor maximum afvoer en aannemende een homogene samenstelling van den bodem, dan blijkt op dit vak een verdieping van $\pm$ 4 m te moeten optreden voordat evenwicht bereikt is. Dit evenwicht zou na 3 à 4 weken worden bereikt. Er zijn echter twee factoren aan te wijzen, waardoor een dergelijke verdieping in 1926 niet is opgetreden. In de eerste plaats duurde de hoogwatergolf van 1926 korter dan 3 à 4 weken. In de tweede plaats is het bodemmateriaal niet homogeen. De bodem van het Pannerdensch - Kanaal bestaat nl. uit grover materiaal (2 - 4 mm) dan het getransporteerde zand (0,6 à 0,8 mm).

De uitschuring is hierdoor sterk geremd. Wel neemt de gemiddelde korreldiameter naar de diepte sterk af, doch als deze lagen bloot komen is de zandtransportcapaciteit reeds belangrijk minder. Zooals uit bijlage 14 blijkt heeft de uitschuring in 1926 dan ook belangrijk minder bedragen dan 4 m. Beide peilingen geven voor het nauwe gedeelte een gemiddeld verschil van ruim een meter; plaatselijk komen echter verdiepingen van meer dan 2 m voor, terwijl de waarschijnlijkheid groot is dat er wel plaatsen zijn geweest waar de verdieping meer dan 3 m heeft bedragen. Bovendien moet niet uit het oog worden verloren, dat de tweede peiling pas geruimen tijd na het H.W. is verricht, zoodat in den tusschentijd wel aanzanding zal hebben plaats gevonden.

Tegen deze uitschuring bestaan twee bezwaren. In de eerste plaats neemt door deze uitschuring het natte profiel van het Pannerdensch - Kanaal, juist daar waar zich de "rem" bevindt, toe en wel in zoodanige mate, dat deze "rem" vrijwel geheel verdwijnt. Zoo zou, indien het H.W. van Januari 1926 zeer lang zou duren de afvoer van het Pannerdensch - Kanaal zoodanig toenemen, dat hierdoor op Neder - Rijn en IJssel en eveneens op den Oude - Rijn waterstandsverhoogingen zouden optreden van ± 0,30 m. Doordat het H.W. van Januari 1926 niet bijzonder lang duurde, heeft deze verhooging slechts ± 10 cm bedragen. Het tweede bezwaar is ernstiger. De beide bandijken langs het Pannerdensch - Kanaal zijn zeer hoog en bezitten slechts een zeer smalle buitenberm. De totale hoogte boven den rivierbodem bedraagt ± 10 m (na Rijnkanalisatie ongeveer 11 m), de taluds zijn zeer steil. Zou aan den voet van een dergelijken dijk bij zeer hoog water plaatselijk uitschuringen optreden tot meer dan 4 m diepte, dan zou groot gevaar voor de instandhouding van dezen dijk ontstaan. Zou in een dergelijk geval de linkerbandijk instorten, dan zou dit catastrophaal zijn voor de Betuwe, daar de doorbraak vlak bij den Boven - Rijn zou plaats vinden en dus de verlaging van den waterstand ten gevolge van de optredende afzuiging slechts gering zou zijn. Tot nu toe zijn hier geen doorbraken geweest; het gevaar is echter sinds 1924 toegenomen, doordat na 1924 (verhooging van den overlaat van Lobith) bij H.W. het verhang en de watersnelheid op het nauwe gedeelte grooter zijn geworden dan bij eenzelfden afvoer van den Boven - Rijn vóór dien tijd. Een verdere verhooging van den overlaat zou voor het Pannerdensch - Kanaal een nog ongunstiger toestand geven. Zou de overlaat te Lobith zonder meer worden afgesloten, dan zou het verhang en dus de watersnelheid op het Pannerdensch - Kanaal nog grooter worden. De watersnelheid zou, vergeleken met 1926 nog met omstreeks 20% toenemen, het zandtransport zou dus nog ongeveer tweemaal zoo groot worden als in 1926 en de eindverdieping zou ook grooter zijn. Daarom moet een algeheele afsluiting van den overlaat te Lobith, zonder dat verdere werken aan het Pannerdensch - Kanaal worden uitgevoerd, ontoelaatbaar worden geacht.

In het bovenstaande is een opsomming gegeven van de bezwaren die bij H.W. voor het Pannerdensch - Kanaal bestaan. Echter ook voor het gebied van den Oude - Rijn, met daaraan aansluitend de Wildt en de Oude - IJssel ontstaan bij H.W. bezwaren ten gevolge van het inundeeren van uitgestrekte gebieden.

1929: verlaging Penn Kop.

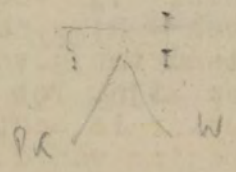
Penn K. uitstroomsluis nu (verander nu 29). 1400 m.

Kruinbreedte – breed van 130. tot 100 m.

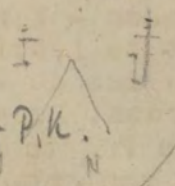
Penn Kop niets veranderd.

Het pt. heeft dus geen betekenis voor 26 dan na 20 cm hout

+8 cm voor 210 tot 8250 in '26



bodemverlaging effekt
hier factor of 5 cm
dan 0 voor uitblijven
doorbraak 45 cm afwijkend



hoogzichtjes hoogt bij P.K.

Gres: a/ bodemverlaging: ~~+12~~ −2
b/ uitblijven doorbraken: +10
c/ afvoervermindering waal met 150 m³/sec −4
result. effekt: +4

8100 tot. 8250 in 26

ber. Vissers voor centr. 2 effekten +40

fit schedt dus 32 cm met de opgave van ir van B.

40+5 = 45 cm cr V.B. 10

voor uitblijven van doorbraken

bodem verschil 35 cm

Aangezien echter de verbetering van het Pannerdensch - Kanaal ook onafhankelijk van die van den Oude - Rijn enz. zal behandeld worden, zal een behandeling van dit laatste gegeven worden in par.9, waar gesproken wordt over de mogelijkheid tot afsluiten van den overlaat te Lobith en dus van het geheele Oude - Rijn gebied.

Tenslotte dient nog te worden nagegaan, welke waterstanden in den huidigen toestand op de bovenrivieren zouden optreden, indien een maximum afvoer van den Boven - Rijn als van Januari 1926 zou voorkomen. Sinds 1926 zijn in zomer- en winterbed der takken wijzigingen aangebracht, die deels van plaatselijken invloed op de waterstanden zijn, voor een ander deel evenwel meer ingrijpende wijzigingen hebben veroorzaakt. Tot deze laatsten behooren:

1e, de algemeene verlaging van het zomerbed der rivieren ten gevolge van het overmatig baggeren;
2e, de nadere normaliseering van het Pannerdensch - Kanaal en het bovendeel van den Neder - Rijn;
3e, de vernauwing van het winterbed van den Neder - Rijn boven Arnhem;
4e, het sluiten van de openingen in de kaden van de Gentsche waarden.

De tweede wijziging wordt ongeveer gecompenseerd door de plaatsgevonden uitbaggering van het Pannerdensch - Kanaal en bovendeel van den Neder - Rijn. Indien beide tezamen worden beschouwd, kunnen voor de verlaging van den bodem der Rijntakken sedert 1926 de volgende cijfers worden genoemd:

Waal: bovendeel 15 cm, naar beneden geleidelijk toenemend tot 50 cm.
Neder - Rijn: bovendeel ± 30 cm, naar beneden toenemend tot 60 cm.
Lek: van 60 tot 90 cm.
IJssel van boven naar beneden geleidelijk toenemend van 0 tot 50 cm.

Bij eenzelfden afvoer der takken als in Januari 1926 zouden hierdoor globaal de volgende veranderingen in maximum waterstand optreden:

Lek	:	- 10 à -15 cm.
Neder - Rijn	:	- 5 à -10 cm.
IJssel	:	0 à -5 cm.
Waal	:	+ 2 à -5 cm.

Door de onder ten 3e genoemde wijziging in het winterbed van den Neder - Rijn zou de waterstand op den Neder - Rijn niet 5 cm dalen, doch ± 10 cm stijgen. Evenzoo zou door de onder ten 4e genoemde wijziging aan de Waal de waterstanden aan het bovenéinde van de Waal niet 2 cm dalen, doch ± 8 cm stijgen. De beide voornoemde verhoogingen zouden tengevolge hebben dat de verdeeling van den waterafvoer over de takken zich zou wijzigen en wel zoodanig, dat de IJssel ± 150 m³/sec meer, de Waal ± 150 m³/sec minder water zou ontvangen dan in 1926 het geval was. In totaal worden nu de volgende wijzigingen in de maximum waterstanden gevonden, waarbij ter oriënteering een plaats is genoemd in het

riviervak, waarvoor de waterstandsverandering is vermeld:

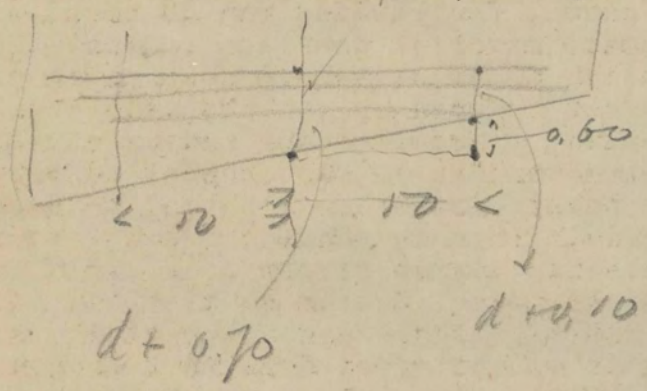
Wijk bij Duurstede	-10 cm.
Arnhem	- 5 cm.
Doesburg	± 5 cm.
IJsselkop	+10 cm.
Kandia	+ 8 cm.
Pannerdensche kop	+ 4 cm.
Nijmegen	- 8 cm.
Lobith	+ 2 cm.

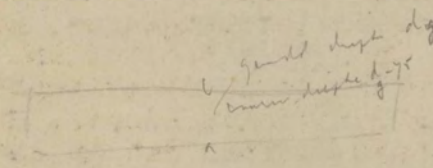
Uiteraard zijn deze cijfers globaal; bovendien kunnen plaatselijk afwijkingen optreden van het vermelde gemiddelde cijfer.

gemiddelde diepte $d_g - 0.05$,

$d_{bi} = d_g - 75 + 0.10 = d_b + 0.05 - 0.75 + 0.10 =$

$= d_h - 0.60$





de Regelaarkleem?

Hoe kom ik van
dan 0.60

$0.70 - 0.10$
$= 0.60$

HOOFDSTUK IV

Verbetering van den bestaanden toestand.

Par.7. Verbetering van het zomerbed van het Pannerdensch - Kanaal.

Zooals in par.5 werd gezegd, is verbetering van het zomerbed van het bovendeel van het Pannerdensch - Kanaal dringend gewenscht. Voor het vak boven km 870 is dit op vrij eenvoudige wijze mogelijk door het zomerbed een beteren vorm benevens een kleine versmalling te geven. Verbetering van de bocht van Galgendaal is evenwel slechts mogelijk door een radicale bochtomlegging. Al zou namelijk de mogelijkheid bestaan om met andere middelen, b.v. door het aanbrengen van bepaalde werken op den bodem van het zomerbed, - hetwelk voor andere rivierbochten in onderzoek is, - de zandbank in de binnenbocht te verwijderen en dus de stroom in de bocht een betere richting te geven, dan zou de bocht van Galgendaal voor de scheepvaart nog verre van ideaal zijn, daar de breedte van de rivier zeer klein zou blijven ten opzichte van de kromming. Daarom is hier een bochtomlegging noodzakelijk, dat wil zeggen een vergrooting van de kromtestraal. De vraag is nu hoe groot deze moet worden. Als ideaal kan hierbij worden gesteld, dat in bochten de vaargeul over de volle bodembreedte voorkomt. Dit is bereikbaar, doordat de vaarwaterdiepte steeds kleiner is dan de gemiddelde diepte ten gevolge van de ruggen in de rivierovergangen. Het verschil is voor de Rijntakken globaal op 0,75 m te stellen. Als eisch kan dus worden gesteld, dat de diepte in de binnenbocht slechts 0,75 m kleiner mag zijn dan de gemiddelde diepte. Nu is deze gemiddelde diepte in bochten iets kleiner dan in de overgangsvakken. Hiervoor zou b.v. 0,05 m kunnen worden genomen. Bovendien moet rekening gehouden worden met onregelmatigheden en ribbels in de binnenbocht. Deze zijn in binnenbochten over het algemeen klein, zoodat hiervoor een extra overdiepte van 0,10 m boven de normale overdiepte voldoende lijkt. Met andere woorden het verschil in gemiddelde diepte (die enkele meters buiten het midden der rivier optreedt) en diepte van de binnenbocht mag 0,60 m bedragen. Bij een halve rivierbreedte van 50 m op den bodem geeft dit dus een dwarshelling van den bodem van 0,60 : 50 = 0,012. Volgens de bekende formule van Lely is deze dwarshelling in lange bochten op omstreeks 21 : R te stellen. Dit beteekent dus, dat voor dit geval R een waarde zou moeten hebben van R = 21 : 0,012 = 1750 m.

Dezerzijds werd voor andere doeleinden een theoretische berekening gemaakt van dwarshellingen in rivierbochten. Hierbij werd gevonden, dat bij evenwicht tusschen water en zandbeweging, dit is in het benedendeel van lange bochten de dwarshelling bedraagt:

$$tg\,\alpha = c.\frac{H.v^2}{d.r}$$ waarin

H = maatgevende diepte,
v = gemiddelde stroomsnelheid,
d = korreldiameter van het zand,
r = kromtestraal van het water,

kant an stroom zicht. daarna gedeelte te groot, i.e. die van benedenwaarts te

klein, verhang varieert van 60 tot 6 cm/km.

Bij schaardijken (Pann. kan.) geeft deze gr. snelh. verhoogd zandtransport en dus

verdieping, enkel 't klein [illegible] verdiept een geheel [illegible]

c = constante die op omstreeks 0,004 was te stellen, doch die nog niet nauwkeurig kon worden bepaald. De waarden invullend, die voor het Pannerdensch - Kanaal gelden, wordt als uitkomst gevonden:

$$R = \frac{c\,H.v^2}{d.\,tg\alpha} = \frac{0{,}004 \cdot 4{,}5 \cdot 1{,}0^2}{0{,}0009 \cdot 0{,}012} = 1670 \text{ m}$$

Deze cijfers zijn goed in overeenstemming met het beeld, dat andere bochten op den Neder - Rijn vertoonen. Voor den Neder - Rijn kan worden gezegd, dat een bocht met een straal van 900 m ongunstig, van 1200 m matig en van 1500 m goed is te noemen. Voor het breedere Pannerdensch - Kanaal zouden deze cijfers dus iets grooter moeten zijn. Voor het Pannerdensch - Kanaal is daarom voor de bochten een straal van omstreeks 1750 m aangehouden. Bij de detailleering zal het gewenscht zijn de bochten uit aesthetische overwegingen van korte overgangsbochten te voorzien. Deze moeten echter voor het benedendeel der bochten zeer kort blijven, aangezien anders bankvorming in de buitenbocht van het benedendeel, dus juist in de vaargeul, zou optreden. Ook de rechte overgangsstukken tusschen twee bochten moeten klein worden gehouden, nl. niet grooter dan omstreeks tweemaal de rivierbreedte.

Zooals reeds eerder werd besproken is de normaalbreedte van het bovenste gedeelte van het Pannerdensch - Kanaal iets smaller ontworpen, dan het overige deel, nl. 130 m in plaats van 140 m. In de bocht tusschen de km 869 en 872 vindt een geleidelijke verruiming plaats van 130 m tot 140 m.

Bij de bovenvermelde eischen ten aanzien van de verbetering van het zomerbed zijn nog verschillende mogelijkheden aanwezig wat betreft de ligging van de bochtomlegging. Verschillende factoren zijn hierop van invloed zooals:

1e, goede ligging voor de scheepvaart;
2e, kosten;
3e, vermijding van hinder voor de scheepvaart tijdens de uitvoering;
4e, de wenschelijkheid om de bandijken intact te laten;
5e, combinatie met verbetering van het (vorming van een) winterbed.

Op de bijlagen 15 en 16 zijn een vijftal projecten geteekend; in het volgende zal voor deze 5 projecten een vergelijking worden gemaakt.

Zooals reeds eerder werd besproken dient het nauwe gedeelte van het Pannerdensch - Kanaal in elk geval te worden voorzien van een winterbed hetgeen meebrengt, dat tenminste een der beide schaardijken zal komen te vervallen. Het winterbed zou nu op den rechter- of op den linkeroever kunnen worden ontworpen of ook op beide oevers. In dit laatste geval zouden beide bandijken achteruit gebracht moeten worden.
Volgens de plannen Z1 en Z2 zou de rechterbandijk intact kunnen blijven en het winterbed op den linkeroever worden geprojecteerd. Volgens de plannen Z4 en Z5 zou daarentegen de linkerbandijk intact kunnen blijven. Zooals uit de volgende par. moge blijken

is het ongewenscht om het winterbed geheel op den linkeroever te projecteeren. Dit zou dus leiden tot de plannen 4 of 5. Deze beide plannen hebben echter andere groote nadeelen.
Beide plannen geven vrij ongunstige rivierbochten voor de scheepvaart, aangezien de bovenbocht sterk gekromd is en de tweede bocht zeer lang zou worden. Plan Z_5 is in dat opzicht nog ongunstiger dan Z_4. Hierbij (bij Z_5) is een zoodanig ontwerp gemaakt, dat het mogelijk is om de rivierbochten te graven door de bodemspecie om te zetten, dat wil zeggen het zomerbed geleidelijk te verplaatsen, hetgeen goed mogelijk is en besparing geeft. Een verder nadeel van de plannen Z_4 en Z_5 is, dat de scheepvaart bij de uitvoering waarschijnlijk groote moeilijkheden zou ondervinden. Ook de kosten voor de plannen 4 en 5 zouden hooger worden dan voor de overige plannen, zooals verderop moge blijken.

De plannen Z_1 en Z_2 geven geen groote principieele verschillen. Bij plan Z_2 is het evenals bij Z_5 mogelijk om de verbeteringen tot stand te brengen door "ombaggeren" van het zomerbed. Het blijkt evenwel, dat plan Z_1 toch goedkooper is, zelfs al zou ook hier het systeem van ombaggeren worden gevolgd, niettegenstaande hierbij een stuk grond zou moeten worden weggebaggerd, dat later weer zou moeten worden aangevuld.
Het plan Z_2 is dus ook niet verder in aanmerking genomen. Zooals uit de volgende par. zal blijken, zou een winterbed in elk geval op den rechteroever moeten komen; ook de rechterbandijk zou dus moeten worden opgeruimd. In dat geval bestaat er evenwel geen bezwaar tegen om het zomerbed volgens Z_3 te leggen, waardoor ook een gedeelte van den rechteroever zou moeten worden weggebaggerd.

Een keuze tusschen de plannen Z_1 en Z_3 is niet direct te doen. De vorm van het winterbed is hierop ook van invloed. Ten opzichte van de scheepvaart zijn beide plannen goed, plan Z_1 is hierbij iets in het voordeel. Bij plan Z_3 behoeft daarentegen slechts een kleiner deel van den linkerschaardijk te worden verwijderd, dan bij plan Z_1.

Tenslotte volgt hieronder een overzicht van de kosten van de verschillende plannen. Hoewel deze voor een juiste beoordeeling der kosten eigenlijk in hun geheel met het winterbed dienen te worden bekeken, geeft onderstaande staat toch een behoorlijke onderlinge vergelijking. Hierbij zijn voor de grondberging drie mogelijkheden onderzocht. Deze zijn:

1e. "ombaggering" van het zomerbed, indien of voorzoover dit mogelijk is;
2e. persen van de gebaggerde specie in het gebied van den Oude - Rijn (alleen mogelijk, indien de overlaat te Lobith wordt afgesloten);
3e. transport per bak van de specie naar de ontgrinding van de Byland (aan den Boven - Rijn).

(Zie voor de staat bladzijde 22).

Uit de staat blijkt, dat de plannen Z_1 en Z_3 veel goedkooper zijn den de overigen. Plan Z_3 is omstreeks f100.000 goedkooper dan plan Z_1. Aangezien ook om andere eerder besproken redenen deze beide plannen te verkiezen zijn boven de overigen, zullen deze beide plannen verder worden aangehouden. In de volgende par. zal worden onderzocht welke van deze beiden het beste in combinatie is te brengen met het te maken winterbed.

BOCHTVERBETERING PANNERDEN.

	grond in Oude-Waal of Byland			grond in afgesneden bochten			grond in Oude-Rijn			globale kosten oeververdediging.
	Hoeveelheid	Eenh. prijs	Bedrag	Hoeveelheid	Eenh. prijs	Bedrag	Hoeveelheid	Eenh. prijs	Bedrag	
	m^3	f	f	m^3	f	f	m^3	f	f	f
Z 1	1.100.000	0.45	495.000.-	1.300.000	0.35	455.000.-	1.100.000	0.40	440.000.-	450.000.-
Z 2	1.700.000	0.35	595.000.-	1.700.000	0.30	510.000.-	1.700.000	0.35	595.000.-	650.000.-
Z 3	1.000.000	0.45	450.000.-	1.100.000	0.35	385.000.-	1.000.000	0.40	400.000.-	400.000.-
Z 4	1.900.000	0.40	760.000.-	- - - - -	- -	- - - - -	1.900.000	0.35	665.000.-	600.000.-
Z 5	2.000.000	0.35	700.000.-	2.000.000	0.30	600.000.-	2.000.000	0.35	700.000.-	700.000.-

22.

Par.8. Het scheppen van een winterbed voor het Pannerdensch-Kanaal (Plan A)

Om reeds eerder vermelde redenen is het scheppen van een winterbed voor het nauwe gedeelte van het Pannerdensch-Kanaal zeer gewenscht. Het is evenwel niet mogelijk om deze verruiming van het bed zonder meer uit te voeren. Dit nauwe gedeelte is namelijk te beschouwen als een soort rem, waardoor verhinderd wordt, dat bij zeer hoog opperwater te veel water van den Boven-Rijn langs het Pannerdensch-Kanaal zou worden afgevoerd. Zou b.v. het nauwe gedeelte zoodanig worden verruimd, dat de afmetingen ongeveer gelijk zouden zijn aan de op de overige rivieren gemiddeld voorkomende afmetingen van het winterbed, dan zou de waterafvoer van het Pannerdensch-Kanaal met ongeveer 1000 m^3/sec toenemen (bij een afvoer volgens het H.W.van 1926); de waterstanden op den Neder-Rijn, den IJssel en het benedendeel van den Oude-Rijn zouden hierdoor omstreeks 0,40 m stijgen. De waterafvoer van de Waal zou daarentegen met omstreeks 1000 m^3/sec verminderen. Het verwijderen van bovengenoemde "rem" is daarom slechts toelaatbaar, indien op het overige deel van het Pannerdensch-Kanaal een gelijkwaardige rem wordt aangebracht, waardoor de waterstand aan den Pannerdensche kop bij een waterafvoer van het Pannerdensch-Kanaal boven Kendia van 3750 m^3/sec dezelfde zou blijven als in Januari 1926. Figuurlijk gesproken beteekent dit dus het vervangen van de plaatselijk zeer sterke rem door een minder sterke rem die over grootere rivierlengte aangrijpt.

Er is ook nog een andere oplossing. Men kan ook de plaatselijke rem wegnemen en bovendien het bovendeel van het winterbed van de Waal verruimen, zoodat ook de Waalstanden omlaag gaan. Dit zou voor het onderhavige geval echter beteekenen, dat de Waalstand aan den Pannerdensche kop ongeveer 0,65 m zou moeten zakken, hetgeen slechts mogelijk zou zijn door het aanbrengen van radicale wijzigingen aan het bovendeel van de Waal. Ofschoon dergelijke radicale wijzigingen van het bovendeel van de Waal wèl in studie zijn is hiermede toch, omdat deze laatste een zeer omvangrijk vraagstuk vormen, in deze nota geen rekening gehouden maar is dit voorbehouden voor een afzonderlijke nota. Verderop in deze par. zal wel onderzocht worden of de Waalstanden, door het aanbrengen van minder kostbare werken aan de Waal, niet een weinig zouden kunnen zakken, waardoor de rem op het Pannerdensch-Kanaal minder sterk zou behoeven te zijn.

Als definitief plan is gekozen de oplossing, waarbij de "rem" uitgestreken wordt over de totale lengte van het Pannerdensch-Kanaal. Dit is te bereiken door het verruimen van het winterbed op het bovengedeelte en het versmallen van het winterbed op het benedengedeelte van het Pannerdensch-Kanaal. Het laatste door inpoldering van de Huissensche Waarden.

Aangenomen is tevens, dat de overlaat te Lobith gesloten en het gebied van den Oude-Rijn ingepolderd zou worden.

Het is mogelijk, dat de beslissingen omtrent inpolderingen van Oude-Rijngebied en Huissensche Waarden niet direct zullen worden genomen. Teneinde in dit geval de uitvoering van de bochtomlegging niet op te houden, is het plan zoodanig ontworpen, dat ook zonder genoemde inpolderingen een voorloopige oplossing kan worden verkregen, waarbij de totale kosten na tot standkoming van deze inpolderingen niet belangrijk hooger zouden zijn dan voor het geval het definitieve plan ineens zou worden uitgevoerd.

Twee voorloopige oplossingen zijn nu mogelijk:

A, het verbeteringsplan wordt uitgevoerd, echter voorloopig zonder afsluiting van den overlaat en zonder inpoldering van de Huissensche Waarden;

B, het verbeteringsplan wordt uitgevoerd met afsluiting van den overlaat, doch zonder inpoldering van de Huissensche Waarden.

Een oplossing, waarbij wel de Huissensche Waarden, doch niet het Oude-Rijngebied zou worden ingepolderd, is niet mogelijk, aangezien in dat geval op het benedendeel van den Oude-Rijn bij zeer hoog water aanmerkelijk hoogere waterstanden zouden voorkomen dan in den huidigen toestand, hetgeen met het oog op de geringe waakhoogte der dijken in dit gebied niet toelaatbaar is te achten.

In deze paragraaf zal allereerst het eerste deel der werken, nl. volgens de voorloopige oplossing A worden behandeld. In de volgende paragraaf zal de oplossing B worden besproken, terwijl in de daaropvolgende paragraaf het totale plan C zal worden overgelegd.

In verband met bovengenoemde mogelijkheden moeten de voorloopige oplossingen A en B geen bezwaar geven bij hoog opperwater. De hoogwaterrem kan in deze gevallen echter over kortere lengte aangrijpen dan bij oplossing C, nl. slechts tusschen de km's 869 en 873.

Het totale verval tusschen de km's 869 en 873 bedroeg in Januari 1926 1,10 m. Na de hochtafsnijding zou de lengte van dit riviervak 3800 m bedragen. Indien de rem zoodanig zou worden aangebracht, dat de weerstand gelijkmatig over deze lengte verdeeld zou zijn, dan zou het verhang dus 29 cm/km bedragen, hetgeen nog groot is.

De vraag is nu, welk verhang kan worden toegelaten. De gemiddelde stroomsnelheid in het zomerbed bedraagt bij H.W. op de Nederlandsche Rijntakken over het algemeen ruim $1\frac{1}{2}$ m/sec, terwijl plaatselijk gemiddelde snelheden tot 2 m/sec voorkomen. Met het oog op de scheepvaart kan dus op het Pannerdensch-Kanaal wel een snelheid van 2 m/sec worden toegelaten. Dit komt overeen met een snelheid in het winterbed voor den linkerbandijk van omstreeks 1,50 m/sec, hetgeen met het oog op de standvastigheid van den dijk toelaatbaar is te achten. Bovengenoemde snelheden komen overeen met een energieverhang van 20 cm/km. Als maximum voor het Pannerdensch-Kanaal zal dus een energieverhang van ruim 20 cm/km kunnen worden toegelaten.

Getracht moet verder worden om de veranderingen van de gemiddelde snelheid in het lengteprofiel van het zomerbed zoo gering mogelijk te houden, aangezien deze schommelingen uitschuring en aanzanding veroorzaken. Nu is aanzanding niet zoo bezwaarlijk, omdat deze toch door de rivier opgeruimd is voordat eventueel L.W. op kan treden. Uitschuring moet echter in dit geval vermeden worden, omdat daardoor de afvoerverdeeling van de takken wordt gewijzigd en wel voor het Pannerdensch-Kanaal, Neder-Rijn en IJssel in ongunstigen zin.

Het is niet mogelijk om de ongelijkmatigheid in de gemiddelde snelheid volkomen op te heffen. Dit kan zelfs bij een genormaliseerd winterbed niet. De vraag is echter wat toelaatbaar is te achten. Zou men eischen, dat zelfs na een langdurig H.W.

ten hoogste enkele om waterstandverhooging op het Pannerdensch-Kanaal enz., zou mogen optreden ten gevolge van uitschuring en deze uitschuring op één punt geconcentreerd zou zijn, dan zou dit beteekenen voor het Pannerdensch-Kanaal, dat plaatselijk de snelheid omstreeks 20% hooger zou mogen zijn dan gemiddeld op het overige gedeelte. Met andere woorden zou er plaatselijk zou een gemiddelde snelheid mogen voorkomen van omstreeks 2½ m/sec, hetgeen echter wel uit een oogpunt van scheepvaart en standvastigheid der dijken als een absoluut maximum is te beschouwen.

Aan het winterbed zijn nu zoodanige afmetingen gegeven, dat het verhang ruim 20 cm/km zou bedragen bij een afvoer van 3900 m³/sec (= max. afvoer Pannerdensch-Kanaal bij max.afvoer Boven-Rijn 1926 en huidige toestand der takken). Hierdoor zal dus het Pannerdensch-Kanaal bij maximum afvoer van den Boven-Rijn meer water afzuigen dan in Januari 1926, waardoor de waterstanden op Neder-Rijn en IJssel hooger zouden zijn dan in 1926.

Zou men dit in deze voorloopige oplossing niet willen accepteeren, dan zou men tot eenige verlaging van kaden op het bovendeel van de Waal dienen te besluiten.

Oorspronkelijk was voor deze nota een plan A opgemaakt, waarbij geen rekening was gehouden met een eventueele latere sluiting van het Oude-Rijngebied. Hierdoor werd wel een eenigszins minder kostbare ophooging verkregen dan voor het geval wel rekening moest worden gehouden met latere afsluiting, maar het nadeel zou zijn, dat, indien later besloten zou worden tot afsluiten van het Oude-Rijngebied, de kosten van wijziging van den nieuwen toestand dan belangrijk hooger zouden worden.

Zooals uit de volgende paragraaf moge blijken, bestaat dezerzijds de overtuiging, dat in elk geval te eeniger tijd, de overlaat te Lobith en het geheele Oude-Rijngebied afgesloten zal worden. Daarom is hiermede bij het ontwerpen direct rekening gehouden. Weliswaar diende hiertoe het winterbed plaatselijk breeder genomen te worden dan voor een afvoer van 3900 m³/sec voor het Pannerdensch-Kanaal strikt noodig was; het voordeel was echter dat bij een latere afsluiting van den overlaat te Lobith minder kostbare werken zouden behoeven te worden uitgevoerd.

Op bijlage 17 is een schets gegeven van de voorgestelde voorloopige oplossing A.

Voor het zomerbed is het ontwerp Z¹ gekozen. Dit had onder andere het voordeel ten opzichte van Z³, dat een gedeelte van den rechter bandijk gespaard kon blijven, hetgeen, zooals later moge blijken, wenschelijk is in verband met het te maken veer en ook aesthetisch aantrekkelijker is.

Het winterbed is voor het definitieve plan C in hoofdzaak op den rechter oever geprojecteerd en wel om de volgende redenen. Bij zeer hoog opperwater stroomt het water van de Byland over de rechter zomerkade van het Pannerdensch-Kanaal in deze rivier (bijlage 13). Zou het winterbed op den linkeroever komen te liggen, dan zou het water dus het zomerbed moeten oversteken, hetgeen hinderlijke dwarsstroomingen zou opleveren. Vervolgens zou bij km 870 het water weer naar den rechteroever worden gedrongen, doordat hier benedenstrooms het winterbed (na totstandkoming van de definitieve oplossing C) in elk geval op den rechteroever zou moeten komen. Zou daarentegen het winterbed in hoofdzaak op den

Tinte ein oder
mit caphestert Spiritus

rechteroever worden geprojecteerd, dan zouden geen hinderlijke dwarsstroomingen bij H.W. te vreezen zijn.

Tenslotte bestaat de indruk, dat de toe te kennen schadevergoedingen een weinig kleiner zouden zijn, indien het winterbed op den rechteroever zou worden gemaakt.

De nieuw te maken bandijk op den linkeroever zou als schaardijk direct langs het zomerbed kunnen worden geprojecteerd. Dit is niet gedaan; de bandijk is een weinig teruggelegd en wel om de volgende redenen:

1e, wordt het uitzicht voor de scheepvaart in de bocht aanmerkelijk beter, indien de dijk wordt teruggelegd;
2e, is het wel gewenscht om de bandijk van een zoo belangrijk polderdistrict als de Over-Betuwe een strook voorland te geven, zoowel ten aanzien van de kwel als de standzekerheid van den dijk;
3e, wordt de snelheid in het zomerbed, ook bij lagere standen, voor de verschillende dwarsprofielen van het zomerbed in het nauwe deel van het Pannerdensch-Kanaal gelijkmatiger, indien, bij behoud van den rechterdijk - zij het dan niet als bandijk - de linkerbandijk aan het boveneind een weinig wordt teruggelegd.

Hierdoor wordt het mogelijk om de uitbreiding van het winterbed op den rechteroever bij plan A weg te laten, zoodat de aanleg van den nieuwen bandijk kan worden uitgesteld tot dat overgegaan wordt tot uitbreiding volgens plan B of C.

Aan de boven- en benedenstroomsche zijde van den linkerbandijk zijn ter geleiding van den stroom H.W. vrije kaden geprojecteerd in de Roswaard en de Nikolaasweard. Verder is op den linkeroever tusschen de km's 872.500 en 873.500 de kade van de Huissensche Waarden verhoogd gedacht.

Ter verkrijging van de benoodigde lengte van de "rem" is tenslotte de thans reeds bijna H.W.-vrij liggende kade van de Pannerdensche-Waarden op den rechteroever tusschen de km's 871 en 873 H.W.-vrij opgehoogd gedacht.

Een moeilijkheid vormde het veer te Pannerden. Verschillende mogelijkheden zijn hiervoor onderzocht. De beste oplossing lijkt wel die, waarbij het veer een weinig naar boven wordt verplaatst en waarbij een veerbrug over het nieuwe winterbed op den rechteroever wordt gemaakt. Deze brug kan van een zeer eenvoudige constructie zijn, aangezien ijsgang niet te vreezen is en slechts licht verkeer over het veer mogelijk is (het totale draagvermogen van het veer is ± 8 ton). Ook deze brug behoeft pas gemaakt te worden bij latere verruiming van plan A tot B of C.

Bij deze oplossing is het mogelijk om, bij latere verruiming van plan A tot plan B of C, een gedeelte van den rechterbandijk met de aanliggende H.W. vrije bebouwing te laten staan. Het aantrekkelijke rivierbeeld met den molen en de overige bebouwing langs den hoogen oever kan dus worden behouden, waarbij het geheel door beplanting (deze dijk is nl. geen bandijk meer) nog verder kan worden verfraaid. Ook van het bovendeel van den linkerbandijk kan een buitengewoon mooi uitzichtpunt worden gemaakt.

Immers

per m^3/sek meer door Wael

stijgt waterstand met $\frac{1}{b}$ cm op Wael

daalt " met $\frac{1}{c}$ cm op Rijnsaken

} Het verschil wordt $\left(\frac{1}{b}+\frac{1}{c}\right)$ kleiner dan het was per m^3/sek meer door de Waal

Dus: bij Lobith daalt $\frac{A}{\frac{1}{b}+\frac{1}{c}} \cdot \frac{1}{b} \cdot \gamma$ cm bij gelijkblijvenden Bovenrijnafvoer. Voor deze daling krijgt overlant $\frac{A}{\frac{1}{b}+\frac{1}{c}} \cdot \frac{1}{b} \cdot \gamma \cdot e$ m^3/sek minder. Hiermee is de vaste verhouding tussen overlantafvoer en Bovenrijnafvoer verstoord. De afvoervermindering over den overlant kan geacht worden de afvoervermindering op den Bovenrijn boven den overlant te zijn. Daar hier 26 uit jongspunt is moet deze vermindering extra aangevoerd worden. Hiervan krijgt de Bovenrijn

$$\frac{a}{a+e}\,\gamma\,\frac{A}{\frac{1}{b}+\frac{1}{c}} \cdot \frac{1}{b} \cdot e \quad m^3/\text{sek}$$

en de overlant $\frac{e}{a+e}\,\gamma\,\frac{A}{\frac{1}{b}+\frac{1}{c}}\,\frac{1}{b}\,e$ m^3/sek

Voor de bepaling van de ligging der bandijken zijn berekeningen gemaakt. Op bijlage 18 is het resultaat weergegeven van een dergelijke stroombaanberekening voor plan A; waarbij voor het benedenstroomsche gedeelte de huidige toestand en voor den afvoer van den Boven-Rijn de maximum afvoer van 1926 is aangehouden. Voor de bodemligging van het zomerbed van het Pannerdensch-Kanaal is aangehouden de huidige toestand voor zoover het betreft het vak beneden de af te snijden bocht, terwijl de bodem van het daarboven gelegen deel op 5,30 m + N.A.P. is ontworpen. Verwacht mag worden, dat deze hoogteligging wel ongeveer in evenwicht zal zijn met het benedengedeelte.

Uit genoemde bijlage blijkt, dat in dat geval nabij km 868 een maximum waterstand zou optreden van 15,60 m + N.A.P., dat is dus 0,25 m lager dan in den huidigen toestand aldaar zou zijn voorgekomen. De werkelijk optredende waterstanden en- afvoeren, zooals die bij een afvoer van den Boven-Rijn, zooals in Januari 1926 is voorgekomen, zijn nu als volgt te berekenen.

Bedraagt de afvoerverandering per cm waterstandsverandering nabij den maximum stand voor de:

Boven - Rijn	a	m^3/sec/cm.
Waal	b	"
Pannerdensch-Kanaal	c	"
Kandia	d	"
Overlaat	e	"

bedraagt verder de terugstuwingscoëfficiënt van den Boven-Rijn van den Pannerdenschenkop tot Lobith γ en van Kandia tot den Pannerdenschenkop δ, dan zal dus, indien de Waal 1 m^3/sec minder water ontvangt en het Pannerdensch-Kanaal 1 m^3/sec meer, het waterstandsverschil van Pannerdensch-Kanaal en Waal $\frac{1}{b} + \frac{1}{c}$ cm bedragen.

Was dus de waterstand in het Pannerdensch-Kanaal A cm lager dan in de Waal, dan zal, willen deze waterstanden even hoog komen, de Waal $\frac{A}{\frac{1}{b}+\frac{1}{c}}$ m^3/sec minder, het Pannerdensch-Kanaal echter deze hoeveelheid meer moeten afvoeren, terwijl de Waalstand $\frac{A}{\frac{1}{b}+\frac{1}{c}} \cdot \frac{1}{b}$ cm zal dalen.

Deze daling zal te Lobith nog voor $\frac{A}{\frac{1}{b}+\frac{1}{c}} \cdot \frac{1}{b}\gamma$ cm merkbaar zijn, overeenkomend met een afvoer van $\gamma \cdot \frac{A}{\frac{1}{b}+\frac{1}{c}} \cdot \frac{1}{b} \cdot e$ m^3/sec van den overlaat.

Deze hoeveelheid dient weer verdeeld te worden over Boven-Rijn en overlaat in de verhouding a : e.

De Boven-Rijn ontvangt dus meer:

$$\frac{a}{a+e} \cdot \gamma \cdot \frac{A}{\frac{1}{b}+\frac{1}{c}} \cdot \frac{1}{b} \cdot e \ m^3/sec.$$

Deze vermeerdering veroorzaakt stijging van waterstand op de verschillende takken.

Dus:

1. zeit gangspunt; w.s.t. Pannkan bij kin 868 te laag A cm.

2. elementaire stijging Pannkan $\frac{A}{\frac{1}{b}+\frac{1}{c}} \cdot \frac{1}{c} = A \cdot \frac{b}{b+c}$ cm

elementaire daling Waal $A \cdot \frac{c}{b+c}$ cm

afvoervermeerdering Waal $A \frac{bc}{b+c}$ m³/sek

3. De toestand onder 2 blijkt onmogelijk; waterstand Pannkan bij kin 868 blijkt te moeten zijn met

$$A \cdot \frac{c}{b+c} \cdot \left(\delta\gamma \frac{e}{a+e} \cdot \frac{e}{d}\right) \text{ cm}$$

4. De sekondaire stijging wordt op Pannkan

$$A \frac{b}{b+c} \cdot \frac{c}{b+c} \delta\gamma \frac{e}{a+e} \cdot \frac{e}{d}$$

en de afvoervermeerdering van de Waal $A \frac{c}{b+c} \delta\gamma \frac{e}{a+e} \frac{e}{d} \frac{bc}{b+c}$

Dus waterstandsverandering Pannkan	Pannkop	afvoerverand. Waal m³/sek
$+ A \cdot \frac{b}{b+c}$	$= +\frac{40}{65} A = 0{,}615 A$	$+ A \frac{bc}{b+c} = \frac{1000}{65} A = 15{,}38 A$
$- A \cdot \frac{c}{b+c} \delta\gamma \frac{e}{a+e} \frac{e}{d}$	$= -\frac{1}{180} A$	
$+ A \frac{c}{b+c} \delta\gamma \frac{e}{a+e} \frac{e}{d} \frac{b}{b+c}$	$= +\frac{40}{65 \cdot 180} A$	$+ A \frac{c}{b+c} \delta\gamma \frac{e}{a+e} \frac{e}{d} \frac{bc}{b+c} = \frac{1000}{180 \cdot 65} A$
$- A \left(\frac{c}{b+c} \delta\gamma \frac{e}{a+e} \frac{e}{d}\right)^2$ enz.	$= -\frac{1}{180^2} A$	$0{,}0855 A$
in de limiet: stijging 0,613 A		in de limiet: $+ \frac{180}{179} \cdot \frac{1000}{65} A = 15{,}48 A$

De Oude-Rijn ontvant echter minder:

$$\frac{a}{a+e} \cdot \gamma \cdot \frac{A}{\frac{1}{b}+\frac{1}{c}} \cdot \frac{1}{b} \cdot e \quad m^3/sec$$

$\frac{e}{a+e}$

Komberging en Wildafvoer konstant gedacht

Deze vermindering veroorzaakt verlaging van waterstanden beneden den overlaat en dus ook beneden Kandia.

Te Kandia b.v.:

$$\frac{a}{a+e} \cdot \gamma \cdot \frac{A_1}{\frac{1}{b}+\frac{1}{c}} \cdot \frac{1}{b} \cdot e \cdot \frac{1}{d} \quad cm$$

$\frac{e}{a+e}$

Deze verlaging veroorzaakt aan den Pannerdenschen kop een negatieve terugstuwing van;

$$\delta \cdot \frac{a}{a+e} \cdot \gamma \cdot \frac{A}{\frac{1}{b}+\frac{1}{c}} \cdot \frac{1}{b} \cdot e \cdot \frac{1}{d} \cdot cm. = \frac{A}{180} cm.$$

$\delta \cdot \frac{e}{a+e}$

Nu begint de berekening van voren af aan. In plaats van een zakking A aan den Pannerdenschen kop nemen we bovengenoemde secundaire zakking, enz.,enz. Met behulp van een meetkundige reeks is nu de eindtoestand ineens te bepalen.

Deze eindtoestand geeft dus de veranderingen in waterstand en- afvoer ten opzichte van den huidigen toestand.

Op onderstaand schema zijn de resultaten van deze berekening weergegeven, waarbij voor de letters bij plan A de volgende getallen zijn aangehouden.

Afvoerverandering per cm daling of stijging.

Boven Rijn (ben.Lobith) - - - - -	50	m^3/sec/cm.	= g
Waal - - - - - - - - - - - - - - - -	40	"	= b
Pannerdensch-Kanaal (Kop) - - - -	25	"	= c
" " (Kandia) - -	45	"	= d
Overlaat - - - - - - - - - - - - -	10	"	= e
Neder-Rijn - - - - - - - - - - - - -	15	"	
IJssel - - - - - - - - - - - - - - -	15	"	

Terugstuwingscoëfficiënt.

Pannerdensche Kop - Lobith	0,65	= γ	
Kandia - Pannerdensche Kop	0,6	= δ	— deze is uiteraard niet zonder meer geldig in verband 43 en plannen A, B, C.

(zie staat blz.30)

Bij deze berekening is rekening gehouden met de afvoer verandering van de Wildt; deze heeft echter geen merkbare secundaire invloed tengevolge.

Uiteraard zijn alle cijfers globaal.

Uit de op bladzijde 30 staande staat (onderste helft van de meest rechtsche kolom) blijkt, dat de maximum waterstanden vergeleken met 1926 op de Waal zouden dalen, op den Neder-Rijn en de Lek niet noemenswaard zouden stijgen, doch op den IJssel enkele dm zouden stijgen. Dit nu is ontoelaatbaar te achten.

Bij behoud van het geschetste plan A is dit alleen te voorkomen door de reeds eerder genoemde verlaging van den waterstand op de Waal nabij den Pannerdenschen kop. Hierdoor zou dus de Waal water gaan afzuigen van het Pannerdensch-Kanaal, waardoor de waterstanden op dit laatste en dus op Neder-Rijn

en IJssel zouden dalen. Over de methode, waarop deze verlaging van den Waalstand is te bereiken wordt in par.11 nader teruggekomen. In deze paragraaf worden alleen de resultaten van een dergelijke verlaging op de waterstanden der takken behandeld.

Aangenomen kan worden, dat met eenvoudige middelen een verlaging van omstreeks 30 cm op de Waal (aan den Pannerdenschen kop) is te verkrijgen. Hiermede rekenend wordt de rekenstaat voor de correctie van de stroombaanrekening als volgt:

(zie staat blz. 31)

Uit de resultaten blijkt, dat behalve een kleine plaatselijke verhooging bij den IJsselkop en Kandia (die in den huidigen toestand grooter is), op geen enkel riviervak verhooging van waterstanden zou optreden.

De oplossing met verlaagden waterstand aan den Pannerdenschenkop is dus verre te verkiezen boven een oplossing, waarbij de waterstand van de Waal nabij den Pannerdenschenkop niet zou worden verlaagd, zoodat met deze verlaging dan ook verder zal worden gerekend.

Correctie stroombaanberekening plan A.

(zonder verlaging maximum Waalstand aan den Pannerdenschen kop).

rivier-vak of plaats. / oorzaak v/d wijziging	1. verandering Pann. Kan. a/d Pann. kop.	2. Primaire wijziging.	3. terugstuwing.	4. wijziging t.g.v. afvoerverandering Boven-Rijn.	5. wijziging t.g.v. afvoerverandering overlaat.	6. totaal 1 + 2 + 3 + 4 + 5.	7. secundaire terugstuwing Kandia.	8. vermenigvuldigingsfactor terugstuwingen.	9. totaal 6 × 8 = geproj. t.o.v. huidigen toestand	10. huidigen toestand t.o.v. 1926.	11. geproj. toestand t.o.v. 1926.
Afvoerverandering in m³/sec.											
Boven-Rijn (ben. Lobith)				+ 52		+ 52		1,03	+ 55	-	+ 55
Overlaat				- 52		- 52		"	- 55	-	- 55
Waal		-380		+ 32		-348		"	-360	-150	-510
Pann. Kan. (bov. Kandia)		+380		+ 20		+400		"	+415	+150	+565
" " (ben. Kandia)		+380		+ 20	- 52	+348		"	+360	+150	+510
Neder - Rijn		+190		+ 10	- 26	+176		"	+180	-	+180
IJssel (bov. Doesburg)		+190		+ 10	- 26	+176		"	+180	+150	+330
IJssel (ben. Doesburg)		+190		+ 10	- 26	+176		"	+180	+150	+330
Waterstandverandering in cm											
Lobith			-6	+ 2		- 5		1,03	- 5	+ 2	- 3
Pann. kop (Waalzijde)		- 95		+0,8		-8,7		"	- 9	+ 4	- 5
" " (P.K. zijde)	-25	+155		+0,8		-8,7	-0,7	"	- 9	+ 4	- 5
Nijmegen		- 95		+0,8		-8,7		"	- 9	+ 8	- 17
Kandia		+ 85		+0,5	-1,2	+7,8		"	+ 8	+ 8	+ 16
IJsselkop		+13		+0,7	-1,7	+12		"	+ 12	+ 10	+ 22
Doesburg		+13		+0,7	-1,7	+12		"	+ 12	+ 5	+ 17
Arnhem		+13		+0,7	-1,7	+12		"	+ 12	- 5	+ 7
Wijk bij Duurstede		+13		+0,7	-1,7	+12		"	+ 12	- 10	+ 2

+155?

Correctie stroombaanberekening plan A.

(met verlaagde Waalstanden).

	oorzaak v/d wijziging. / riviervak of plaats.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
		verandering Pann.Kop.	primaire wijziging.	terugstuwing.	wijziging t.g.v. afvoerverandering Boven-Rijn.	wijziging t.g.v. afvoerverandering overlaat.	totaal 1 + 2 + 3 + 4 + 5.	Secundaire terugstuwing Kandia.	vermenigvuldigingsfactor terugstuwingen.	totaal 6 × 8 = geprojecteerde toestand t.o.v. huid. toestand.	huid. toestand t.o.v. 1926.	geprojecteerde toestand t.o.v. 1926.
Afvoerverandering in m3/sec.	Boven-Rijn (ben.Lobith)				+150		+150		1,07	+160	-	+160
	Overlaat				-150		-150		"	-160	-	-160
	Waal		+ 80		+ 90		+170		"	+180	-150	+ 30
	Pann.Kan.(bov.Kandia)		- 80		+ 60		- 20		"	- 20	+150	+130
	Pann.Kan.(ben.Kandia)		- 80		+ 60	-150	-170		"	-180	+150	- 30
	Neder-Rijn		- 40		+ 30	- 75	- 85		"	- 90	-	- 90
	IJssel (bov.Doesburg)		- 40		+ 30	- 75	- 85		"	- 90	+150	+ 60
	IJssel (ben.Doesburg)		- 40		+ 30	- 75	- 85		"	- 90	+150	+ 60
Waterstandverandering in cm.	Lobith			- 18	+ 3		- 15		1,07	- 16	+ 2	- 14
	Pann.kop (Waalzijde)	- 30	+ 2		+ 2		- 26		"	- 28	+ 4	- 24
	Pann.kop (P.K.zijde)	- 25	- 3		+ 2		- 26	- 2	"	- 28	+ 4	- 24
	Nijmegen		+ 2		+ 2		+ 4		"	+ 4	- 8	- 4
	Kandia		- 2		+ 2	- 3	- 3		"	- 3	+ 8	+ 5
	IJsselkop		- 3		+ 2	- 5	- 6		"	- 6	+ 10	+ 4
	Doesburg		- 3		+ 2	- 5	- 6		"	- 6	+ 5	- 1
	Arnhem		- 3		+ 2	- 5	- 6		"	- 6	- 5	- 11
	Wijk bij Duurstede		- 3		+ 2	- 5	- 6		"	- 6	- 10	- 16

Par.9. Afsluiting van den overlaat te Lobith. (Plan B.)

Reeds verscheidene malen werden de voor- en nadeelen van een eventueele sluiting van den overlaat te Lobith overwogen en werden berekeningen gemaakt om te zien, welke gevolgen dit voor de overige Rijntakken met zich zou brengen. Bij dit laatste werd het als een groot bezwaar gevoeld, dat door deze sluiting verhooging van maximum waterstanden op den Boven-Rijn zou optreden. Een nog grooter bezwaar is, dat de stroomsnelheid in het nauwe deel van het Pannerdensch-Kanaal plaatselijk nog grooter zou worden en dus ook de plaatselijke uitschuring. Nu plannen worden gemaakt tot verruiming van het Pannerdensch-Kanaal, lijkt het wel zeer gewenscht om de mogelijkheid open te laten om tevens den overlaat te Lobith te sluiten. Dit laatste is niet alleen waarschijnlijk, doch de mogelijkheid bestaat zelfs, dat deze afsluiting reeds tegelijk met de werken tot verbetering van het Pannerdensch-Kanaal zou worden uitgevoerd. Daarom werd het oorspronkelijk voor deze nota opgemaakte plan I, waarbij geen rekening werd gehouden met een latere afsluiting van den overlaat, geschrapt en werd een nieuw plan opgemaakt, dat weliswaar een weinig kostbaarder zou worden, doch waarbij het met geringe kosten mogelijk zou zijn de situatie zoodanig te wijzigen, dat de overlaat gesloten zou kunnen worden. Dit plan A tezamen met de wijzigingen, noodig voor de afsluiting van den overlaat kan ook in zijn geheel ineens worden uitgevoerd. In het volgende is dit plan (Plan B) nader uitgewerkt.

Alvorens overgegaan wordt tot behandeling ervan zal eerst een kort overzicht worden gegeven van de voor- en nadeelen, verbonden aan de afsluiting van den overlaat te Lobith. Daar deze afsluiting slechts weinig voordeelen biedt, indien ook niet tevens de benedenmond van den Oude - Rijn wordt afgesloten, zal aangenomen worden, dat bij afsluiting van den overlaat het geheele gebied van den Oude - Rijn zal worden ingepolderd.

In een artikel in " De Ingenieur " van 1 Maart 1919, No. 9 van de hand van den Heer Jolles werden verschillende voordeelen van de afsluiting opgesomd. Als zoodanig zijn vroeger genoemd:

a. verbetering in den ijsafvoer door het wegvallen van de stroomverdeeling bij den overlaat en van de door deze veroorzaakte mindere regelmaat in de afstrooming;
b. standvastigheid in de waterverdeeling op de Rijntakken, doordat de buitengewone toevoer bij hoog opperwater langs den overlaat naar het Pannerdensch - Kanaal zou ophouden;
c. betere instandhouding van de scheepvaartgeul in den Boven-Rijn nabij den overlaat, als gevolg van de regelmatiger afstrooming bij standen waarbij anders de overlaat zou werken;
d. verbetering van de plaatselijke gesteldheid van de streek van Lobith, Zevenaar en Pannerden, doordat de onderwaterzettingen, thans door de werking van den overlaat veroorzaakt, zouden ophouden;
e. het wegnemen van het waterbezwaar, hetwelk het gebied van den Oude-IJssel ondervindt van het overloatwater, dat bij zeer hooge standen langs de Wildt naar dat gebied toevloeit;

f. het ook bij hooge standen intact blijven van de landverbinding tusschen Lobith - tolkamer en den Spijkschendijk;

g. de verbetering der omstandigheden, waaronder een scheepvaartkanaal van Twenthe naar den Boven-Rijn zou kunnen worden aangelegd.

Door de verhooging, die reeds tot stand gebracht is, zijn de sub. a - c vermelde voordeelen reeds ten deele verwezenlijkt en in verband met de sedert opgedane ervaring schijnt hunne practische beteekenis onder de huidige omstandigheden niet groot meer. Ook het sub. g vermelde voordeel is voor het oogenblik niet van practische beteekenis. Daarentegen kunnen enkele andere voordeelen worden aangevoerd, nl.:

1. Het gebied van den Oude-Rijn, op Nederlandsch gebied groot omstreeks 2500 ha , zou hoogwatervrij worden. Hoewel het land daardoor de slibbemesting zou missen, zou de kwaliteit van het weiland er gemiddeld waarschijnlijk op vooruit gaan - de huidige toestand van het bovendeel is b.v. zeer slecht ten gevolge van de ontgrondingen, veroorzaakt door de groote stroomsnelheid bij hoog opperwater -, het risico van hoogwater tijdens het voorjaar zou ophouden en de mogelijkheid zou bestaan om van het weiland bouwland te maken, zooals dit reeds voor een klein deel vrijwillig is geschied. Daar de mogelijkheid bestaat, dat na den oorlog groote behoefte bestaat aan land, dat zonder groote bemalingskosten omgezet kan worden van weiland in bouwland, is dit laatste van groot voordeel. Door landbouwdeskundigen, die den bodem van het gebied van den Oude-Rijn hebben onderzocht, werd verklaard, dat deze bij uitstek geschikt was voor bouwland. Verder zouden de polderlasten aanzienlijk kunnen dalen. Deze zijn thans als gevolg van het veelvuldig doorbreken van kaden enz., voor sommige polders zeer hoog.
2. De afwatering van dit gebied en dat van de Wildt zou na afsluiting kunnen verbeteren. De Oude-Rijn is thans, als gevolg van den neerslag van slib bij hoogwater sterk dichtgeslibd. Na afsluiting zou dit zich niet kunnen herhalen.
3. Het aansluiten van het gebied van Herwen, Aerdt en Pannerden aan het "vaste land", zoowel aan de Westelijke als Oostelijke zijde, waardoor bij H.W. een betere communicatie mogelijk zou zijn.
4. Het wegnemen van het waterbezwaar, hetwelk het gebied van den Oude-IJssel en van de Wildt ondervindt van het overlaatwater. Dit bezwaar zou ook weggenomen kunnen worden door afsluiting van de doorlaatbrug in de Wildt. In dat geval zouden echter de hooge waterstanden op den Oude-Rijn worden verhoogd, waardoor het gevaar voor doorbreken of overloopen van kaden van buitenpolders en steenfabrieken en van de dijken van de Lijmers zou toenemen.
5. Het verminderen van de lengte aan bandijken met ongeveer 20 km.
6. Het wegnemen van het gevaar, dat bij werking van den overlaat schepen op den overlaat worden gezogen, hetgeen verschillende malen is voorgekomen.

Tegenover deze voordeelen staat slechts het mogelijke geringe nadeel, dat de slibbemesting in den vervolge achterwege zou blijven en verder de kosten van aanleg en onderhoud der

benoodigde werken. Daarom is er alle redenen aan te nemen, dat het in een nabije of verdere toekomst als een voordeel zal worden gezien tot afsluiting van dit gebied voor het hooge opperwater over te gaan.

In deze paragraaf zal nu een plan besproken worden, waarbij het mogelijk is om de afsluiting van den Oude-Rijn te combineeren met de werken tot verbetering van het Pannerdensch-Kanaal en wel zonder dat op den Boven-Rijn belangrijke verhooging van waterstanden zou behoeven op te treden. Op bijlage 19 is een schets gegeven van dit plan, verder aangeduid als plan B. Ook bij dit plan is het niet gewenscht de hoogwaterrem verder door te trekken dan Kandia, aangezien anders de waterstanden hier ter plaatse te veel zouden oploopen, waardoor de op den linkeroever gelegen steenfabrieken bij zeer hoog water zouden inloopen, hetgeen tot groote schade aan de ovens zou kunnen leiden. Evenals bij plan A is ook voor dit geval berekend, welke breedte de rivier zou moeten verkrijgen om bij een maximum afvoer (volgens den huidigen toestand) van 5150 m³/sec een waterstand aan den Pannerdenschen kop te bereiken, die slechts weinig lager zou zijn dan den in Januari 1926 opgetreden maximum waterstand. Het bleek, dat de totale breedte gemiddeld 500 m zou moeten bedragen.

Aangezien plan B evenals plan A te beschouwen is als voorloopige oplossing om te kunnen komen tot het definitieve plan C, dient plan B een zuivere uitbreiding van plan A te vormen. Uit vergelijking van de bijlagen 17 en 19 moge dit blijken.

Deze uitbreiding omvat behalve de eigenlijke afsluiting van den overlaat te Lobith , het maken van een bandijk op den rechteroever van het Pannerdensch-Kanaal tusschen de km's 870.500 en 873.500 met daaringelegen afwateringssluis benevens van een bandijk op den rechteroever tusschen de km's 869.500 en 870.500 en opruimen van het daarover te maken winterbed.

Voor het geval direct besloten zou worden tot plan B, zou het niet noodig zijn om de kade op den rechteroever tusschen de km's 871 en 873 H.W. vrij op te hoogen. Dit onderdeel zou dus achterwege kunnen blijven. Uitvoering ineens volgens plan B zou dus inderdaad minder kostbaar zijn dan uitvoering volgens plan A met latere uitbreiding tot plan B. In de kostenraming in paragraaf 17 is het verschil nagegaan.

Het rechterwinterbed in plan B is te beschouwen als een door kaden omringde buitenpolder, die van een afwatering zou kunnen worden voorzien, waarvan de uitmonding nabij Kandia zou kunnen zijn. Zoodra de aangestorte bodem in de afgesneden bocht in voldoende mate zou zijn dichtgeslibd, zou het hiervoor gelegen lage vak van de kade kunnen worden opgehoogd, zoodat het winterbed alleen bij hoog opperwater zou behoeven te worden geinundeerd.

Op bijlage 20 is het resultaat weergegeven van een stroombaanberekening voor plan B, waarbij weer voor het benedenstroomsche gedeelte van het Pannerdensch-Kanaal den huidigen toestand bij maximum afvoer van den Boven-Rijn volgens Januari 1926 is aangehouden. Voor den afvoer is dus aangehouden 5150 m³/sec voor het geheele Pannerdensch-Kanaal.

Uit de berekening blijkt, dat in dat geval nabij km 868 een maximum waterstand zou optreden van 15,58 m + N.A.P., dat is dus 0,27 m lager dan in den huidigen toestand aldaar zou

zijn voorgekomen. De waterstanden, zooals die werkelijk zouden optreden bij een afvoer van den Boven-Rijn, gelijk aan dien van Januari 1926, zijn weer berekend op de wijze, in de vorige paragraaf beschreven.

De resultaten van deze berekening zijn in het hieronder volgende schema weergegeven. Hierbij zijn de afvoerveranderingen per cm waterstandsverandering, enz. even groot als bij plan A ; alleen voor het Pannerdensch-Kanaal bedraagt deze nu 35 m³/sec /cm. Voor het vak Lobith - Emmerik is verder een terugstuwingscoëfficiënt van 0,7 aangehouden.
Bij de becijfering is er rekening mede gehouden, dat de komberging van het Oude-Rijngebied en den Oude - IJssel verloren gaat (± 150 m³/sec) en dat de afvoer van den Oude - IJssel nabij Doesburg vermindert met globaal 100 m³/sec.

Correctie stroombaanberekening plan B.
(zonder verlaging max.Waalstand).

	oorzaak v/d wijziging. / riviervak of plaats.	1. verandering Pann. Kop.	2. primaire wijziging.	3. afvoerverandering P.K. en Waal t.g.v. accumulatieverlies.	4. afvoerverandering Oude IJssel.	5. totaal 1 + 2 + 3 + 4 geproj. toestand t.o.v. huid. toestand.	6. huidige toestand t.o.v. 1926.	7. geproj. toestand t.o.v. 1926.
afvoerverandering in m³/sec.	Waal		-500	+130		-370	-150	-520
	Pann.-Kan.(ben.Kandia)		+500	+120		+620	+150	+770
	Neder-Rijn		+250	+ 60		+310	-	+310
	IJssel (bov.Doesburg)		+250	+ 60		+310	+150	+460
	" (ben.Doesburg)		+250	+ 60	-100	+210	+150	+360
waterstandverandering in cm	Pann. kop (Waalzijde)		- 12	+ 3		- 9	+ 4	- 5
	" " (P.K.zijde)	-27	+ 15	+ 3		- 9	+ 4	- 5
	Nijmegen		- 12	+ 3		- 9	- 8	- 17
	Kandia		+ 11	+ 3		+ 14	+ 8	+ 22
	IJsselkop		+ 17	+ 4		+ 21	+ 10	+ 31
	Doesburg		+ 17	+ 4	- 7	+ 14	+ 5	+ 19
	Arnhem		+ 17	+ 4		+ 21	- 5	+ 16
	Wijk bij Duurstede		+ 17	+ 4		+ 21	- 10	+ 11

De afvoer van den Boven - Rijn beneden Lobith zou door de sluiting van den overlaat toenemen met 1500 m³/sec. In den huidigen toestand zou een dergelijke toename overeenkomen met een stijging van den waterstand te Lobith van 30 cm en aan den Pannerdenschen kop van 23 cm.

Door de uitgevoerde werken zou echter de waterstand aan den Pannerdenschen kop niet 23 cm stijgen, doch 9 cm dalen; dit is dus te beschouwen als een afzuiging van 32 cm. De hierdoor veroorzaakte negatieve stuwkromme zou te Lobith nog voor omstreeks 20 cm te bemerken zijn, zoodat de stijging te Lobith niet 30 cm, doch slechts 10 cm zou bedragen. Dit is dus ten opzichte van den huidigen toestand.

Ten opzichte van 1926 zou dus te Lobith een stijging van 12 cm optreden.

Deze opstuwing zou te Emmerik nog voor omstreeks 8 cm merkbaar zijn.

Bovengenoemde opstuwingen zijn niet zoodanig, dat zij a priori als onaanvaardbaar moeten worden beschouwd. Dit is wel het geval met de op Neder-Rijn en IJssel optredende verhoogingen (zie meest rechtsche kolom in den staat van waterstandveranderingen).

Zou men deze verhoogingen willen verminderen, dan zou dit kunnen geschieden door het aanbrengen van extra - weerstanden in het Pannerdensch-Kanaal; hierdoor zou meer water op de Waal worden gebracht. Hierdoor zou echter ook de waterstand aan den Pannerdenschen kop en dus te Lobith stijgen, hetgeen niet gewenscht is.

Daarom is ook hier de oplossing, verlaging van den waterstand aan den bovenmond van de Waal door verruiming van het winterbed.

Neemt men weer aan, dat deze verruiming zoodanig zou zijn, dat daardoor de waterstand aan den Pannerdenschen kop, vergeleken met den huidigen toestand en bij een maximum waterafvoer van de Waal volgens den huidigen toestand, omstreeks 30 cm zou dalen, dan zouden de resultaten als volgt zijn:

Correctie stroomberekening plan B.
(met verlaging Waalstand Pannerdenschen kop).

	oorzaak v/d wijziging. / rivier vak of plaats	1. verandering Pann. Kop.	2. primaire wijziging	3. afvoerverandering P.K. en Waal t.g.v. accumulatie-verlies.	4. afvoerverandering Oude-IJssel	5. totaal 1 + 2 + 3 + 4 geprol. toestand t.o.v. huid. toestand.	6. huidige toestand t.o.v. 1926.	7. geprol. toestand t.o.v. 1926.
afvoerverandering in m³/sec.	Waal		+ 50	+130		+180	-150	+ 30
	Pann.Kan.(ben.Kandia)		- 50	+120		+ 70	+150	+220
	Neder - Rijn		- 25	+ 60		35	-	+ 35
	IJssel (bov.Doesburg)		- 25	+ 60		35	+150	+185
	" (ben.Doesburg)		- 25	+ 60	-100	- 65	+150	+ 83
waterstandverandering in cm.	Pann.Kop (Waalzijde)	-30	+ 1	+ 3		- 26	+ 4	- 22
	" " (P.K.zijde)	-27	- 2	+ 3		- 26	+ 4	- 22
	Nijmegen		+ 1	+ 3		+ 4	- 8	- 4
	Kandia		- 1	+ 3		+ 2	+ 8	+ 10
	IJsselkop		- 2	+ 4		+ 2	+ 10	+ 12
	Doesburg		- 2	+ 4	+ 7	+ 5	+ 5	0
	Arnhem		- 2	+ 4		+ 2	- 5	- 3
	Wijk bij Duurstede		- 2	+ 4		+ 2	- 10	- 8

Behoudens een plaatselijke verhooging zouden dus op Neder-Rijn en IJssel geen waterstandsverhoogingen optreden vergeleken met den maximum stand van 1926.

De afvoer van den Boven-Rijn beneden Lobith zou weer toenemen met 1500 m^3/sec. De afzuiging aan den Pannerdenschen Kop zou dus bedragen 26 + 23 = 49 cm; deze zou in Lobith nog voor 32 cm merkbaar zijn. In Lobith zou dus, vergeleken met den huidigen toestand, een verlaging van maximum stand van 2 cm optreden; vergeleken met 1926 zou de maximum waterstand dus ongeveer onveranderd blijven.

Ook voor plan B is dus de oplossing met verlaagden waterstand van de Waal verre te verkiezen boven een oplossing zonder verruiming van het winterbed van het bovenste gedeelte van de Waal.

450 m³/m Gem 4/
f 250.00

200 m³/m f 100.00

Dr. Ing.
Poldermeer
Wijnbergen

Par.10 Hoogwatervrij afsluiten van de Huissensche Waarden. (Plan C).

Bij de planneh A en B werd de hoogwaterrem gedacht tusschen de km 869 en 873.
Het verhang op het daaronder gelegen riviervak is echter zeer klein, zoodat een betere oplossing verkregen zou worden indien de rem werd verlengd langs het geheele riviervak tusschen Pannerden en den IJsselkop. Bij afsluiting van het gebied van den Oude-Rijn is dit mogelijk, door de zomerkade van de Huissensche Waarden, die in den huidigen toestand reeds zeer hoog ligt, hoogwatervrij op te hoogen. Het voordeel, dat hierdoor voor den toestand der rivieren bij hoog opperwater zou worden verkregen is echter niet zoo groot, dat dit op zichzelf de daartoe noodzakelijke kosten zou wettigen.
Er zijn evenwel andere voordeelen te noemen, waardoor dit mogelijk wel het geval zou zijn. Deze zijn:

1. Wegnemen van het risico, dat in het voorjaar de Huissensche Waarden bij hoogwater zouden kunnen overstroomen, waardoor schade zou ontstaan voor het grasland. Dit geschiedde b.v. in Maart 1942. Het gras was toen gedurende langen tijd ongeschikt als veevoerder.

2. De mogelijkheid om het weiland te scheuren. Hoewel uiteraard in dit stadium van onderzoek geen enkel overleg met belanghebbenden is gepleegd, mag worden aangenomen, dat de tuinbouwstreek rond Huissen, die een nijpend tekort aan tuingrond heeft, een dergelijke inpoldering zeer zou toejuichen.

3. De werkverruiming in deze streek voor de toekomst. Tuinbouw vereischt namelijk een veel intensievere arbeid dan veeteelt.

4. De werkverruiming door den aanleg van den ruim 7 km langen bandijk, waarvan de aanleg voor een groot deel in handenarbeid zou kunnen geschieden.

Bovenstaande overwegingen hebben ertoe geleid, dat ook een project is gemaakt, waarbij zoowel het gebied van den Oude-Rijn als dat van de Huissensche Waarden afgesloten zijn gedacht (Plan C). Dit plan C is een zuivere uitbreiding van plan B, zoodat eventueel ook later tot deze uitbreiding zou kunnen worden besloten, zonder dat de uitgevoerde werken volgens plan B zouden behoeven te worden gewijzigd.
Het plan behoeft slechts weinig toelichting. Het eenige verschil met plan B betreft het maken van den bandijk - waarin een uitwateringsluis - voor de Huissensche Waarden tusschen de km's 873.500 en 880. Een moeilijkheid doet zich voor, doordat de beide steenfabrieken op den linkeroever nabij km 873.500 eveneens afgesloten zouden moeten worden voor het hooge water. Hier ter plaatse levert doorvoering van het normale dijk - profiel moeilijkheden op; deze is daarom vervangen gedacht door een waterkeerende muur met schotbalkopeningen.

Op bijlage 21 is een schets gegeven voor de uit te voeren werken, terwijl op bijlage 22 de stroomingstoestand is geteekend voor een afvoer van 5150 m³/sec.

In onderstaande staat is weer een correctie gegeven voor de berekening, waarbij voor de afvoerverandering van het Pannerdensch-Kanaal beneden Kandia per cm waterstandverandering is aangehouden een hoeveelheid van 30 m³/sec.

Op dezelfde wijze rekenend als bij plan B komt men voor Lobith tot een verhooging van den maximum stand (ten opzichte van 1926) van omstreeks 16 cm. Te Emmerik zou deze verhooging nog omstreeks 10 cm bedragen.

Ook deze toestand is voor Neder - Rijn en IJssel nog zeer ongunstig. Verlaging van kaden langs de Waal geeft ook hier de beste oplossing, zooals uit de staat op de volgende bladzijde moge blijken.

In Lobith zou in dit geval een verhooging van enkele cm's optreden ten opzichte van den huidigen toestand, dus van omstreeks 4 cm ten opzichte van 1926.

Correctie stroombaanberekening plan C.

(zonder verlaging Waalstand Pannerdenschen Kop).

	oorzaak v/d wijziging. / rivier vak of plaats.	1. verandering Pann.Kop.	2. primaire wijziging.	3. afvoerverandering Waal en Pann.Kan. t.g.v. accumulatieverlies.	4. afvoerverandering Oude-IJssel.	5. totaal 1 + 2 + 3 + 4 geprof.toestand t.o.v. huid.toestand.	6. huid. toestand t.o.v. 1926.	7. geprof.toestand t.o.v. 1926.
Afvoerverandering in m³/sec.	Waal		-300	+130		-170	-150	-320
	Pann.Kopaal		+300	+120		+420	+150	+570
	Neder - Rijn		+150	+ 60		+210	-	+210
	IJssel (bov.Doesburg)		+150	+ 60		+210	+150	+360
	" (ben.Doesburg)		+150	+ 60	-100	+110	+150	+260
Waterstandverandering in cm.	Pann.kop (Waalzijde)		- 7	+ 3		+ 4	+ 4	0
	" " (P.K.zijde)	-17	+ 10	+ 3		- 4	+ 4	0
	Nijmegen		- 7	+ 3		- 4	- 8	- 12
	Kandia		+ 10	+ 4		+ 14	+ 8	+ 22 1)
	IJsselkop		+ 10	+ 4		+ 14	+ 10	+ 24
	Doesburg		+ 10	+ 4	- 7	+ 7	+ 5	+ 12
	Arnhem		+ 10	+ 4		+ 14	- 5	+ 9
	Wijk bij Duurstede		+ 10	+ 4		+ 14	- 10	+ 4

1) Dit is ten opzichte van den berekenden stroomingstoestand, die reeds 30 cm hooger ligt dan den huidigen toestand. Het totaal wordt dus 51 cm ten opzichte van 1926.

Correctie stroombaanberekening plan C.

(met verlaging maximum Waalstand aan Pannerdenschen kop).

	oorzaak v/d wijziging / riviervak of plaats.	1. verlaging Pann. Kop.	2. primaire wijziging.	3. afvoerverandering Waal en Pann. Kan. t.g.v. accumulatieverlies	4. afvoerverandering Oude IJssel.	5. totaal 1 + 2 + 3 + 4 geproj. toestand t.o.v. huid. toestand.	6. huid. toestand t.o.v. 1926.	7. geproj. toestand t.o.v. 1926.
Afvoerverandering in m³/sec.	Waal		+220	+130		+350	-150	+200
	Pann.-Kanaal		-220	+120		-100	+150	+ 50
	Neder - Rijn		-110	+ 60		- 50	-	- 50
	IJssel (Bov.Doesburg)		-110	+ 60		- 50	+150	+100
	" (ben.Doesburg)		-110	+ 60	-100	-150	+150	0
Waterstandverandering in cm.	Pann.Kop (Waalzijde)	-30	+ 6	+ 3		- 21	+ 4	- 17
	" " (P.K.zijde)	-17	- 7	+ 3		- 21	+ 4	- 17
	Nijmegen		+ 6	+ 3		+ 9	- 8	+ 1
	Kandia		- 7	+ 4		- 3	+ 8	+ 5[1]
	IJsselkop		- 7	+ 4		- 3	+ 10	+ 7
	Doesburg		- 7	+ 4	- 7	- 10	+ 5	- 5
	Arnhem		- 7	+ 4		- 3	- 5	- 8
	Wijk bij Duurstede		- 7	+ 4		- 3	- 10	- 13

1) Hierbij dient weer 30 cm te worden opgeteld. De verhooging ten opzichte van 1926 zou dus 35 cm bedragen.

Uit het bovenstaande blijkt dus dat zoowel voor het plan A,B als C het verlagen van den waterstand op de Waal nabij den Pannerdenschen - Kop groot voordeel biedt.

Zou een dergelijke verlaging niet uitvoerbaar zijn - in paragraaf 11 wordt hierop nader teruggekomen - dan zou het niet zonder meer mogelijk zijn om de plannen A,B of C zonder verlaging van genoemden waterstand uit te voeren. De eenige oplossing is dan om de weerstand op het Pannerdensch - Kanaal zoodanig te vergrooten - door vernauwing van het winterbed - dat de waterstand van het Pannerdensch - Kanaal aan den Pannerdenschen-kop in vrij belangrijke mate zou stijgen.

Voor de plannen A en B zou dit tot een groote versterking van het verhang op het Pannerdensch - Kanaal leiden, hetgeen niet kan worden toegelaten.

Voor plan C zou deze versterking veel geringer kunnen zijn, zoodat hierbij wel een oplossing is te vinden.

Deze oplossing zal worden aangeduid als plan C[1].

Zou de weerstand zoodanig worden vergroot dat de waterstand van het Pannerdensch - Kanaal aan den Pannerdenschen - kop 17 cm zou stijgen volgens de stroombaanberekening, dan zou het eindresultaat als volgt worden (t.o.v. 1926).:

Emmerik	+ 15 cm.
Lobith	+ 22 "
Pannerdenschen - kop	+ 7 "
Nijmegen	- 5 "
Kandia	+ 4 "
IJsselkop	+ 14 "
Doesburg	+ 2 "
Arnhem	- 1 "
Wijk bij Duurstede	- 6 "

Voor Neder - Rijn en IJssel zou deze toestand dus geen bezwaren behoeven op te leveren. Voor den Boven - Rijn nabij Lobith en daarboven zou dit i.v.m. de bandijken op den rechteroever niet zonder meer kunnen worden toegestaan. In dat geval zou deze bandijk verzwaard of het winterbed van den Boven - Rijn verruimd moeten worden. Hierop wordt in paragraaf 11 teruggekomen.

Par.11. Verruiming van het winterbed
van de Waal en (of) den Boven-Rijn.

In de voorgaande paragrafen werd aangetoond, dat de mogelijkheid bestaat om door verruiming van het winterbed van het bovendeel van de Waal te voorkomen, dat bij de behandelde plannen verhooging der hoogste waterstanden zou optreden op Neder - Rijn en IJssel. In deze paragraaf zal dit bovendeel van de Waal nader worden bekeken en onderzocht welke mogelijkheden tot verruiming van het winterbed bestaan. Ter verduidelijking hiervan is op bijlage 25 het verloop van de waterstanden op Boven - Rijn en Waal boven Nijmegen weergegeven voor het hoogwater van Januari 1926; op bijlage 24 is een schematisch stroombeeld geteekend voor het bovendeel van de Waal tijdens genoemd hoogwater.
De waterstanden van bijlage 25 zijn verkregen door waarneming van het vloedmerk na het hoogwater. Hoewel oorspronkelijk de meening bestond, dat deze waarnemingen in verband met de spreiding der punten, zeer onnauwkeurig waren, blijkt dit bij nadere beschouwing niet het geval te zijn.
Wordt namelijk rekening gehouden met het dwarsverhang in bochten, dan blijken de gevonden waterstanden goed in overeenstemming te zijn met de verhanglijnen van linker - en rechteroever. De hieruit af te leiden verhanglijn volgens de as van de rivier blijkt nu een zeer regelmatig verloop te hebben. Oorspronkelijk werd verondersteld, dat dit, in verband met de zeer onregelmatige afmetingen van het winterbed van de Boven-Waal niet het geval zou zijn.

Het linker winterbed van de Waal tusschen de km's 868 en 874 wordt gevormd door de Millingsche en Kekerdomsche Waarden. Door dit winterbed vindt echter bij hoogwater slechts geringe afvoer van water plaats, aangezien de aan de bovenstroomsche zijde gelegen Millingsche overlaat H.W. vrij is opgehoogd en meer naar beneden, tusschen de km's 869 en 871 bij hoog opperwater ten gevolge van de bochtwerking veel zand op de uiterwaard werd gedeponeerd, zoodat de mogelijkheid tot zijdelingsche afvloeiing van water in den loop der tijden zeer is verminderd. Het gevolg van een en ander is, dat tijdens het hoogwater van 1926 slechts een geringe hoeveelheid water afgevloeid is naar genoemde uiterwaard. Een deel hiervan was nog afkomstig van een opening in de zomerkade nabij km 871, veroorzaakt door een doorbraak in die kade tijdens het hooge water.

Tusschen de km's 871.500 en 877 wordt het rechterwinterbed gevormd door de Gentsche Waarden. Deze waarden zijn echter over hun bovengedeelte van km 871.500 tot km 874.500 hoog watervrij afgesloten. De verwachting was daarom dat over het riviervak van km 873 tot km 879.500 een sterk verval zou zijn opgetreden. Dat dit niet is geschied is te wijten aan de in genoemde hoogwatervrijgelegen kade plaats gevonden twee doorbraken. De bovenste van deze twee doorbraken had een breedte van 70 m, de benedenste een breedte van 260 m, terwijl bij deze laatste bovendien uitschuring van het maaiveld ter plaatse optrad. Door deze beide openingen moet een vrij groote hoeveelheid water zijn afgevloeid.

Beide doorbraken zijn sindsdien gedicht, terwijl er niet op gerekend mag worden, dat bij een toekomstig hoogwater opnieuw doorbraken zouden optreden. Ook de eerder besproken rand op den linkeroever van de Waal tusschen de km's 869 en 871 is sinds 1926 ten gevolge van begroeiing van de in 1926 plaats gevonden aanzanding, verder voor den afvoer van water afgesloten. Verwacht mag dus worden, dat bij een waterafvoer van de Waal als in Januari 1926 de waterstanden op de Waal nabij den Pannerdenschen-Kop hooger zouden zijn dan in Januari 1926, hoewel deze verhooging eenigszins zou worden getemperd, door de sinds 1928 opgetreden verlaging van het zomerbed van de Waal.

Hoewel het, door gebrek aan gegevens niet nauwkeurig te zeggen is, hoeveel hooger de waterstand aan den Pannerdenschen-Kop - bij eenzelfden afvoer van de Waal als in 1926 - geweest zou zijn, indien geen doorbraken zouden hebben plaats gevonden, is deze zeer globaal op ruim 10 cm te stellen. In paragraaf 6 is deze rekening gebracht.

Zooals in de voorgaande paragrafen werd besproken, zou overwogen kunnen worden om de maximum waterstand van de Waal aan den Pannerdenschen-Kop te verlagen. Hierdoor zou kunnen worden vermeden, dat de maximum waterstanden op Neder-Rijn en IJssel aanmerkelijk zouden worden verhoogd door de uitvoering der besproken plannen. Hierdoor zou tevens de verhooging van waterstanden op de Boven-Waal, veroorzaakt door de dichting der eerder genoemde doorbraken, kunnen worden teniet gedaan. Verlaging van waterstanden zou het eenvoudigst kunnen geschieden door openen van de hoogwatervrije kade langs de beide genoemde uiterwaarden, althans die langs de Millingsche Waarden. Het verdient geen aanbeveling om de opening daar te maken waar bij hoogwater de rivier weer veel zand zou afzetten, waardoor na enkele hoogwaters de aangebrachte verlaging weer teloor zou gaan. Voor het op den linkeroever gelegen winterbed is dit het geval tusschen de km's 869 en 871. Beter zou zijn om de vroeger opgehoogde Millingsche dam te verlagen. Ook een gedeelte van de hoogwatervrije kade langs de Gentsche Waarden zou kunnen worden verlaagd.

Dit zou zonder meer kunnen geschieden door intrekken van de hierop betrekking hebbende vergunningen. Dezerzijds bestaat de indruk, dat indertijd het hoofdmotief voor de kadeverhoogingen was het feit, dat de betreffende kaden bij H.W. geregeld doorbraken en dus geregeld groote herstelkosten vorderden.
In elk geval was niet het motief het verhinderen van de onderwaterzetting der polders bij hoog opperwater, aangezien de polders toch instroomen over de lage kaden aan de benedenstroomsche zijde van de polders. Dat de bovenstrooms gelegen kaden geregeld doorbraken is vermoedelijk te wijten aan de hooge ligging van deze kaden t.o.v. de benedenstrooms gelegen kaden, waardoor bij doorstrooming van de uiterwaarden bij H.W. het grootste deel van den weerstand en dus van het verval optrad op deze hooge kade. Hierover kwamen dus groote snelheden voor, die ontgronding veroorzaakten. Verbetering zou dus te bereiken zijn, niet door verhooging, doch juist door verlaging van deze kade.
Zou het Rijk de te maken verlagingen in deze kade op eigen kosten uitvoeren, dan zou mogelijk weinig oppositie bestaan tegen een dergelijke verlaging van de zijde der eigenaren van de in de genoemde polders gelegen gronden.

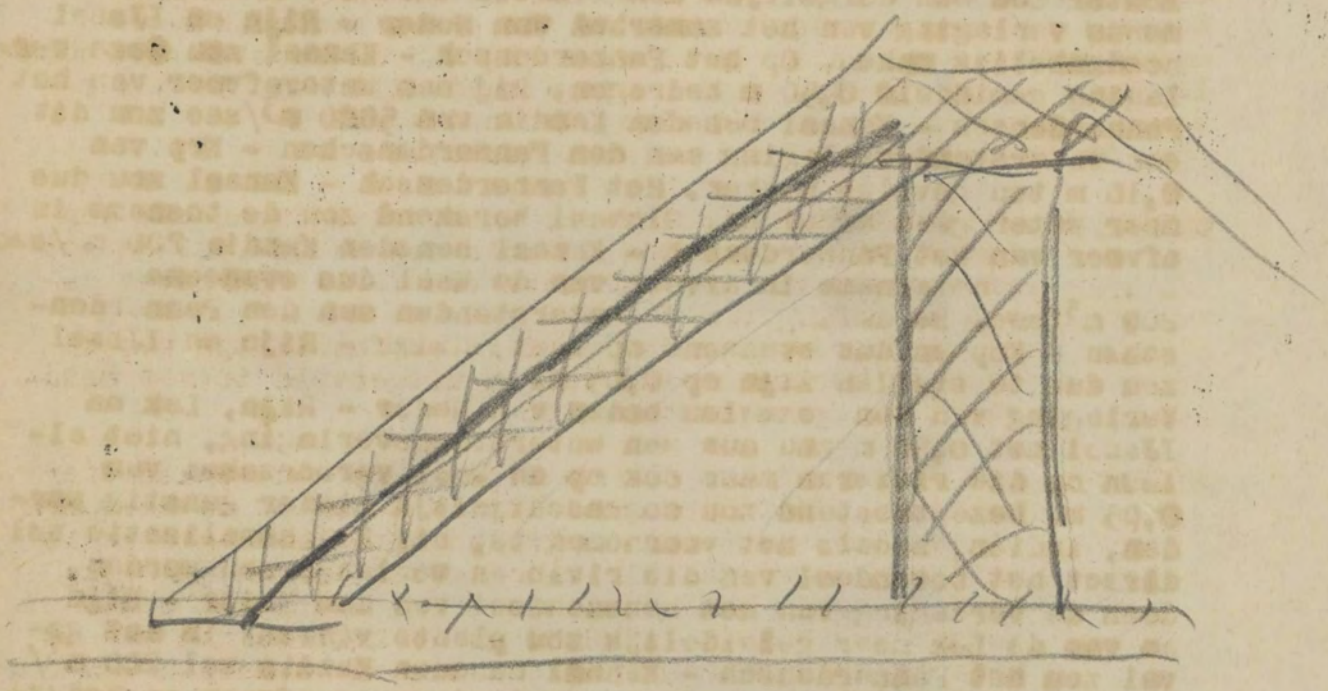
Niet berekend is de verlaging van waterstanden, welke ten gevolge van deze kadeverlaging te bereiken zou zijn. Globaal geschat zou zonder hooge kosten zeker wel een verlaging van omstreeks 30 cm te bereiken zijn (vergeleken met den huidigen toestand).

Plannen tot verbetering van de Waal boven Nijmegen zijn in een eerste stadium van voorbereiding. De mogelijkheid bestaat dat bij uitvoering dezer plannen een grootere verlaging dan 30 cm aan den Pannerdenschen-Kop mogelijk zou zijn. Hiermede kan echter voor het oogenblik nog geen rekening worden gehouden.

Uit de verrichte berekeningen blijkt, dat bij enkele plannen eenige verhooging van den maximum waterstand te Lobith zou optreden. Deze zou echter in elk geval kleiner zijn dan indien alleen de overlaat zou worden gesloten, waartoe Nederland krachtens tractaat het recht heeft. Zou een dergelijke verhooging van waterstanden op den Boven - Rijn voor Duitschland onaanvaardbaar zijn, dan zou dit land eenige verruiming van het winterbed op den linkeroever tegenover Lobith kunnen aanbrengen. Zooals uit bijlage 25 blijkt is het verhang hier ter plaatse sterk, zoodat een kleine verruiming reeds groot effect zou sorteeren. Een andere mogelijkheid zou zijn, om een deel van het water achter Lobith om door een doorlaatbrug naar de Byland te leiden. Dit werk zou ongetwijfeld kostbaarder worden en het winterbed ter plaatse gecompliceerder maken. Waar een dergelijke verruiming bovendien in hoofdzaak een Duitsch belang zou zijn, zou een verruiming op Duitsch gebied zeker eerder in overweging komen.

Par.12. Invloed van een eventuele Rijnkanalisatie.

Het is van belang te weten welke wijzigingen zouden optreden ten aanzien van de maximum waterstanden op de rivieren ten gevolge van eene kanalisatie van Neder - Rijn en Lek. De hierbij uit te voeren bochtafsnijdingen zouden geen wijziging in maximum waterstand aan den Pannerdenschen-Kop veroorzaken, aangezien deze gecompenseerd zouden worden door plaatselijk aan te brengen vernauwingen in het winterbed. Echter zou een dergelijke kanalisatie tevens een meer algemeene verlaging van het zomerbed van Neder - Rijn en IJssel noodzakelijk maken. Op het Pannerdensch - Kanaal zou deze verlaging gemiddeld 0,50 m bedragen. Bij een waterafvoer van het Pannerdensch - Kanaal beneden Kandia van 5000 m³/sec zou dit een waterstandsverlaging aan den Pannerdenschen - Kop van 0,10 m ten gevolge hebben. Het Pannerdensch - Kanaal zou dus meer water gaan afzuigen. Globaal berekend zou de toename in afvoer van het Pannerdensch - Kanaal beneden Kandia 200 m³/sec bedragen, de afname in afvoer van de Waal dus eveneens 200 m³/sec. De daling van de waterstanden aan den Pannerdenschen - Kop en dus eveneens op Waal, Neder - Rijn en IJssel zou dus te stellen zijn op 0,05 m.
Verlaging van den geheelen bodem van Neder - Rijn, Lek en IJssel met 0,50 m zou dus een waterstandsverlaging, niet alleen op die rivieren maar ook op de Waal veroorzaken van 0,05 m. Deze toestand zou oogenschijnlijk minder gunstig worden, indien, zooals het voornemen is, bij Rijnkanalisatie wel direct het bovendeel van die rivieren verlaagd zou worden, doch de verlaging van het benedendeel van den Neder - Rijn en van de Lek meer geleidelijk zou plaats vinden. In dat geval zou het Pannerdensch - Kanaal beneden Kandia wel 200 m³/sec meer van den Boven - Rijn afzuigen en de afvoer op Neder-Rijn en Lek wel toenemen doch zonder dat de bodem op die riviergedeelten gelijktijdig zou zijn verlaagd. Op deze riviervakken zou in dat geval een kleine verhooging van waterstanden van 0,05 m verwacht kunnen worden.
In werkelijkheid zou in vergelijking met de waterstanden van Januari 1926 die verhooging echter niet optreden omdat juist op deze riviervakken sinds 1926 reeds belangrijke verlaging van het zomerbed heeft plaats gevonden, waardoor de genoemde waterstandsverhooging geheel zou worden opgeheven.
Gezegd kan dus worden, dat door de Rijnkanalisatie wel de maximum afvoer van Neder - Rijn en IJssel zou toenemen, doch dat dit niet tot waterstandsverhooging zou leiden, in elk geval niet voor Neder - Rijn en Lek en waarschijnlijk ook niet voor den IJssel.



HOOFDSTUK V

Uitvoering en kostenraming.

Par.13. Algemeen.

Zooals in het voorgaande werd uiteengezet, dient er bij het opmaken der plannen op te worden gerekend, dat niet direct zal worden besloten tot afsluiting van het Oude - Rijngebied en van de Huisschensche Waarden, terwijl toch met de uitvoering van de bochtverbetering aangevangen kan worden. Hierop dient bij de onderverdeeling van het werk in bestekken rekening te worden gehouden.

Het kan zelfs gewenscht zijn om, uit een oogpunt van werkverruiming, enkele onderdeelen van het werk, die zeer arbeidsintensief zijn zonder dat zij moeilijk verkrijgbare gronden brandstoffen vorderen, direct tot uitvoering te brengen, terwijl andere onderdeelen wegens hun groot verbruik aan brandstoffen enz.- b.v. de ombaggering van de bocht - nog enkele jaren zouden moeten worden uitgesteld. Hiermede is ook rekening gehouden bij de indeeling van het werk.

De bestekken zijn als volgt ingedeeld;

Bestek a. Dit betreft het maken van kribverlengingen aan den rechteroever tusschen de km's 867 en 869.300 en het afbaggeren van een gedeelte van den linkeroever nabij km 869.
De uitvoering van dit werk is onafhankelijk van de overige werken en kan worden uitgesteld totdat materieel enz. beschikbaar is.

Bestek b. Het maken van het nieuwe dijkvak op den linkeroever nabij km 870 en de aansluitende kaden in de Roswaard en de Nikolaasweard. De kruinhoogte van den dijk is gelijk genomen aan die van den bestaanden bandijk, de H.W. vrije kade in de Roswaard heeft een kruinhoogte van 0,50 m + H.H.W. en de kruinhoogte van de kade in de Nikolaasweard zou kunnen verloopen van 0,50 m + H.H.W. bij de aansluiting van den bandijk, afdalend tot de hoogte van de bestaande kade aan het uiteinde.
De kruinbreedte van dijk en kaden zou respectievelijk 5 en 4 m bedragen, terwijl de dijk van een klinkerweg zou worden voorzien.
Dijk en kaden kunnen geheel van de aanwezige klei worden vervaardigd, hoewel, indien dit door belanghebbenden zou worden gewenscht, ook het type zanddijk met drainseering en kleiafdichting, beschermd door teelaarde, zou kunnen worden toegepast. In verband met de aanwezige dikke kleilaag binnendijks schijnt dit laatste type hier minder wenschelijk. Hiernaar zal nog een nader onderzoek zijn te doen.

De uitvoering van het werk zou direct ter hand kunnen worden genomen. Zou de bochtafsnijding eerst veel later tot uitvoering komen, dan zou tijdelijk voor afwatering van het tusschen den ouden en den nieuwen dijk gelegen gebied kunnen worden zorggedragen door het leggen van een tijdelijke buisleiding door den nieuwen dijk.

Alvorens het oude dijkvak later bij de bochtomlegging zou worden weggebaggerd, zou het bovengenoemde door dijken omsloten gebied met water kunnen worden gevuld ter controle van de stabiliteit en waterdoorlatendheid van den nieuwen dijk.

De specie voor dijk en kaden zou uit het vóór den dijk en de kaden gelegen te verlagen winterbed kunnen worden betrokken. Eventueel zou dit werk geheel in handenarbeid met spa en kruiwagen kunnen worden uitgevoerd. Dit is eveneens het geval met het volgend bestek.

Bestek c. Dit omvat het gedeeltelijk omleggen en het verhoogen van het dijkvak op den rechteroever tusschen de km's 871 en 873. Het zou alleen behoeven te worden uitgevoerd, indien tot plan A zou worden besloten.

Bestek d. Het maken van een nieuwen bandijk op den rechteroever in den polder Herwen en Aerdt en Pannerden en het maken van een gedeeltelijk H.W. vrije kade op den rechteroever nabij km 869.

Dit bestek zou pas bij plan B tot uitvoering behoeven te komen. Voor de constructie van den bandijk kan verwezen worden naar bestek b.

Bestek e. Het maken van de bochtafsnijding, het verder verlagen van de linkeruiterwaard en het maken van een gedeeltelijk H.W. vrije kade op den rechteroever nabij km 869 en van km 870 tot 871.

dit wil ook d

Dit bestek komt tot uitvoering bij plan A; aangezien bestek d in dat geval niet wordt uitgevoerd, is het maken van de kaden in dit bestek opgenomen.

De uitvoering van het baggerwerk is gedacht met twee baggermolens (b.v. van 185 en 200 l). Deze uitvoering zou geschieden door "ombaggeren" van het zomerbed, waartoe eenige stroomkeerende kribben geleidelijk zouden dienen te worden uitgebouwd uit den rechteroever in de bestaande bocht. Een deel van de specie zou met onderlossers kunnen worden gestort, het overige deel zou in de oude bocht kunnen worden geperst.

Bestek e1 Dit is een variant van het bestek e, tevens worden hierbij echter de bestaande bandijkvakken op den rechteroever opgeruimd en de rechteruiterwaard verlaagd. Dit variantbestek komt tot uitvoering, indien direct besloten wordt tot uitvoering van plan B of C.

De uitvoering van dit bestek is eenvoudiger en minder tijdroovend dan die van bestek e, aangezien bij dit laatste de grond voor de bovenlaag van de bochtopvulling eerst in depôt moet worden opgeslagen.

Bestek f. Het maken van een H.W. vrije leidijk op den linkeroever nabij km 873. De voor dezen dijk benoodigde klei zou ontleend kunnen worden, hetzij aan de ervoor gelegen hooge gronden, hetzij uit de ontgraving voor de bochtafsnijding.

Bestek g. Het maken van een nieuwen bandijk in de Pannerdensche-Waarden op den rechteroever tusschen de km's 870.500 en 873. De grond zou kunnen worden ontleend aan hooge gedeelten van het ervoor gelegen winterbed.

Het aansluitende dijkvak, dat de eigenlijke afsluiting vormt van den Oude - Rijn is in een volgend bestek opgenomen, waardoor bestek h reeds kan worden uitgevoerd, nog voordat de overlaat gesloten en de doorgraving gereed is.

Bestek h. Het H.W. vrij afsluiten van den overlaat te Lobith.

De hiervoor benoodigde klei zou kunnen worden ontleend aan beneden dezen overlaat gelegen gronden, die in den huidigen toestand weinig waarde hebben ten gevolge van hun ongelijkmatige hoogte ligging.

Bestek k. Het maken van een uitwateringsluis met toeleidingskanalen in ondergenoemden bandijk.

Bestek l. Het maken van den bandijk door den Oude - Rijn.

Bestek m. Het maken van een nieuwen bandijk voor de Huissensche Waarden, met daarin gelegen uitwateringsluis en schotbalkkeeringen.

De specie voor den dijk zou uit het daarvoor gelegen winterbed kunnen worden ontleend.

Voor de verschillende plannen zijn dus de volgende bestekken vereischt;

plan.	bestekken.
A	a - b - c - e - f
B	e - b - d - e_1 - f - g - h - k - l
C	plan B + bestek m.
A → B	d - g - h - k - l

Wordt eerst plan A uitgevoerd en later tot plan B besloten, dan zou het totale werk duurder worden, niet alleen omdat in dat geval uitvoering van bestek c overbodig was, maar ook door verschil der bestekken e en e_1.

De raming van kosten voor de verschillende plannen kon in verband met het karakter van dit onderzoek slechts globaal zijn. In bijlage 26 zijn de begrootingen voor de verschillende bestekken en de daaruit opgebouwde plannen weergegeven. De hierbij aangehouden eenheidsprijzen enz., zijn prijzen, die in 1938 voor rivierwerken gelden. De begrootingen zijn nu op twee wijzen verricht, nl. zoowel op de bij den Waterstaat gebruikelijke wijze (dus volgens hoeveelheden) als op de wijze zooals deze bij aannemers gebruikelijk is (benoodigd materieel, materialen, brandstoffen, loonen, enz.).
Hiedoor kan een indruk worden verkregen betreffende het totaal aan arbeidsloon, het benoodigde materieel, enz.).

Voor de plannen moet hierbij nog opgeteld worden het bedrag aan schadeloosstellingen voor grondaankoop en gebruik van gronden.

Hiervoor zijn eveneens de prijzen van 1938 aangehouden.
De te onteigenen woningen zijn globaal geschat. Eveneens is een schatting gedaan betreffende de schade aan het veer en de ombouw van dat veer van gierpont tot kabelpont. De te onteigenen gronden zijn als volgt geschat:

Boomgaard	f 10.000	per	ha.
tuingrond	f 3.500	"	"
weiland	f 3.000	"	"
rietland	f 2.000	"	"
weg en dijk	f 1.000	"	"

Bij de plannen A en B bleek de gemiddelde waarde f 4.000,- per ha te bedragen. Voor de gronden in de Huissensche Waarden bedroeg de waarde gemiddeld f 3.000,-

Bij tijdelijk gebruik van gronden (weiland) is een vergoeding van 2 jaar bruto opbrengst genomen, dat is f 1000.- per ha. Verder is aangenomen, dat na het werk vrijkomende gronden een waarde van f 1000.- per ha zouden bezitten, hetgeen een lage taxatie is.

In de volgende paragrafen zijn nu de totale kostenramingen voor de verschillende plannen bepaald en onderling vergeleken. Hierbij is geen bedrag uitgetrokken voor een eventuele verruiming van het winterbed van de Waal, aangezien niet direct te zeggen was in hoeverre door de verlaging van kaden, schade voor de daarachter gelegen gronden zou ontstaan.
De verlagingen zelve zouden, vergeleken met de totale kosten van de verbetering van het Pannerdensch - Kanaal, slechts gering zijn,

Par.14. Plan A.

Plan A omvat de uitvoering van de bestekken a - b - c - e en f.

De hiervoor geraamde kosten, die in bijlage 26 nader zijn gedetailleerd, bedragen:

bestek a	f 180.000.-	
" b	" 230.000.-	
" c	" 155.000.-	
" e	" 980.000.-	
" f	" 60.000.-	
Totaal bestekken		f 1.605.000.-

Hierbij komt voor:

grondaankoop 50 ha	f 200.000.-	
gebouwen	" 130.000.-	
bedrijfsschade enz.,	" 65.000.-	
veerpont	" 40.000.-	
dijksmagazijn,peilschaalhuis	" 10.000.-	
totaal	f 445.000.-	
verminderd met:		
terugwinst 50 ha weiland à f 1000.-	" 50.000.-	
Blijft:		f 395.000.-
	Totaal	f 2.000.000.-

De verdeeling over de verschillende onderdelen is nader aangegeven op bijlage 26.

Par.15. Plan B.

Plan B omvat de uitvoering van de bestekken:

a - b - d - e1 - f - g - h - k - l.

De hiervoor geraamde kosten, die in bijlage 26 nader zijn gedetailleerd, bedragen:

bestek	a	f 180.000.-	
"	b	" 230.000.-	
"	d	" 155.000.-	
"	e1	" 800.000.-	
"	f	" 60.000.-	
"	g	" 205.000.-	
"	h	" 85.000.-	
"	k	" 80.000.-	
"	l	" 110.000.-	
Totaal bestekken			f 1.905.000.-

Hierbij komt voor:

grondaankoop 104 ha	f 416.000.-	
gebouwen	" 280.000.-	
bedrijfschade,enz.	" 134.000.-	
veerpont	" 40.000.-	
waardevermindering gronden	" 30.000.-	
dijksmagazijn,peilschaalhuis	" 20.000.-	
nieuwe veerbrug	" 50.000.-	
Totaal	f 970.000.-	
verminderd met terugwinst 100 ha weiland à f 1000.-	" 100.000.-	
Blijft		f 870.000.-
	Totaal	f 2.775.000.-

De verdeeling over de verschillende onderdelen is nader aangegeven op bijlage 26.

Par.16. Plan C.

Plan C vormt een zuivere uitbreiding van plan B; deze uitbreiding omvat de uitvoering van bestek m.

De hiervoor geraamde kosten, die in bijlage 26 nader zijn gedetailleerd, bedragen:

bestek m		f 400.000.-
Hierbij komt voor:		
grondaankoop 50 ha	f 150.000.-	
gebouwen	" 40.000.-	
bedrijfsschade enz.	" 60.000.-	
Totaal	f 250.000.-	
vermindert met: terugwinst 50 ha weiland is f 1000.-	" 50.000.-	
Blijft		f 200.000.-
Totaal		f 600.000.-

Dit zijn dus de kosten voor het H.W. vrijmaken van de Huissensche Waarden.

De totale kosten voor plan C bedragen dus: f 3.375.000.-

Par.17. Latere verruiming van A tot B.

Zou plan A geheel zijn uitgevoerd en zou later besloten worden tot wijziging volgens plan B, dan zouden de volgende bestekken uitgevoerd dienen te worden:

d - g - h - k - l.

De hiervoor geraamde kosten bedragen:

Bestek	d	f 155.000.-	
"	g	" 205.000.-	
"	h	" 85.000.-	
"	k	" 80.000.-	
"	l	" 110.000.-	
	Totaal		f 635.000.-

Hierbij komt voor:

grondaankoop 63 ha	f 252.000.-	
gebouwen	" 150.000.-	
bedrijfschade	" 73.000.-	
waardevermindering gronden	" 30.000.-	
nieuwdijksmagazijn en peilschaalhuis	" 10.000.-	
nieuwe veerbrug	" 50.000.-	
Totaal	f 565.000.-	
verminderd met: terugwinst 50 ha weiland à f 1000.-	f 50.000.-	
Blijft		f 515.000.-
Totaal		f 1.150.000.-
dus totaal plan A + uitbreiding		f 3.150.000.-

Vergeleken met plan B beteekent dit dus een hooger bedrag aan kosten van: f 375.000.-

Deze meerderekosten zijn een gevolg van:

1e. uitvoering bestek c bij plan A	f 155.000.-
2e. grondaankoop	" 36.000.-
3e. bedrijfschade, pacht	" 4.000.-
4e. verschil in kosten tusschen de bestekken e en ol.	" 180.000.-
Totaal	f 375.000.-

HOOFDSTUK VI.

Conclusies.

Par.18. Samenvatting der voorgestelde plannen.

Uit het in deze nota vermelde onderzoek betreffende verbetering van het Pannerdensch - Kanaal blijkt, dat de beide factoren, die deze verbetering in hoofdzaak gewenscht maken, nl. de scheepvaart en de hoogwaterafvoer, gedeeltelijk onafhankelijk van elkaar te beschouwen zijn. De scheepvaart eischen hebben in hoofdzaak betrekking op het zomerbed; het winterbed speelt daarbij slechts in zooverre een rol, dat het niet gewenscht is om de vorm hiervan zoodanig te maken, dat bij hoogwater groote stroomsnelheid of hinderlijke dwarsstrooming in het zomerbed zou optreden en verder, dat het gewenscht is om de linker bandijk zoover van het zomerbed verwijderd te houden, dat ook in de bocht een goed uitzicht voor de scheepvaart mogelijk is.

De eischen betreffende den afvoer van hoogwater hebben daarentegen betrekking op het winterbed, waarbij het zomerbed slechts in zooverre van invloed is, dat de ligging ervan geen ongewenschte beperkingen stelt aan den vorm van het winterbed.

Het ontwerpen van een verbeteringsplan voor het zomerbed leverde geen moeilijkheden op toen eenmaal de minimum toetelaten straal van de nieuwe bocht bepaald was.

Deze verbetering bestaat uit een afsnijding van den zeer scherpen bocht nabij km 870 en een vernauwing van het daarboven gelegen riviervak.

De bepaling van ligging en afmetingen van het winterbed bleek minder voor de hand liggend. Ten aanzien van de ligging was wel te zeggen, dat in verband met het voorkomen van hinderlijke dwarsstroomingen in het zomerbed bij hoogwater, het winterbed in hoofdzaak op den rechteroever diende te komen, terwijl het winterbed op den linkeroever niet grooter behoefde te zijn dan in verband met het uitzicht voor de scheepvaart en de standzekerheid van den dijk noodig was. Bij de bepaling van de afmetingen van het winterbed deed zich echter de volgende complicatie voor.

Er diende namelijk rekening te worden gehouden met eventueele uitvoering van andere rivierwerken, die op de afvoerverdeeling van de Rijntakken van invloed zouden zijn. De belangrijkste hiervan betreft de afsluiting van den overlaat en van het geheele gebied van den Oude - Rijn. De voordeelen, die aan een dergelijke afsluiting verbonden zijn, blijken zoo groot, dat elk plan tot verbetering van het Pannerdensch - Kanaal, ook indien hiermede niet direct afsluiting van den overlaat gepaard gaat, geschikt moet zijn om zonder groote wijziging het water van den overlaat te kunnen afvoeren. Daarom is ook een oorspronkelijk verbeteringsplan, dat hiermede geen rekening hield, niet in deze nota opgenomen.

Uitgegaan is van een ontwerp, waarbij de overlaat direct gesloten zou zijn (Plan B). Daarna is een ontwerp gemaakt voor een plan, waarbij de overlaat geopend zou zijn en dat zonder beteekenende vermeerdering van uitgaven tot plan B zou kunnen worden gewijzigd.

Het spreekt vanzelf, dat dit plan (plan A) steeds kostbaarder moet zijn dan het oorspronkelijke plan met ongewijzigden overlaat, aangezien bij dit laatste het winterbed zoo smal als voor een afvoer van 3750 m³/sec toegelaten kon worden, gekozen werd. Het nadeel van dit oorspronkelijke plan was echter, dat, indien later tot afsluiting van den overlaat zou worden besloten, de kosten voor wijziging van den toestand zeer hoog zouden worden.

Het goedkoopste is natuurlijk om direct plan B uit te voeren. Dit is begroot op f 2.775.000.-, hetgoen f 375.000.- minder is dan de uitvoering van plan A plus wijziging zou kosten, aangezien plan A werd begroot op f 2.000.000.- en de wijziging van A naar B op f 1.150.000.-.

Bij plan A is geen rekening gehouden met grondaankoopen voor plan B. Zou het gewenscht worden geacht om direct zeggingschap te krijgen over deze gronden, dan zou hiermede een bedrag van f 275.000.- zijn gemoeid.

Een werk, dat tegelijk met of na de verbetering van het Pannerdensch - Kanaal zou kunnen worden uitgevoerd is de H.W. vrijmaking van de Huissensche Waarden. Deze H.W. vrijmaking zou deels ook in het rivierbelang zijn, omdat het daardoor mogelijk zou zijn om de plaatselijke "rem" van het Pannerdensch-Kanaal over grooter lengte uit te strijken. Het nadeel zou echter zijn, dat de maximum waterstanden te Lobith meer zouden worden opgestuwd dan zonder deze H.W. vrijmaking.

In plan C is een ontwerp voor een verbeteringsplan gemaakt waarbij behalve het Oude - Rijngebied ook de Huissensche Waarden ingedijkt zijn gedacht. Met deze laatste inpoldering zou een totaal bedrag van f 600.000.- zijn gemoeid.

Een ander werk, waarmede bij het ontwerpen van de verbeteringsplannen rekening dient te worden gehouden, is een eventueele toekomstige Rijnkanalisatie.

Tenslotte bestaat de mogelijkheid, dat in de toekomst overgegaan zal worden tot verbetering van het ongunstige riviervak van de Waal tusschen den Pannerdenschen - Kop en Nijmegen. Zouden op dit vak groote bochtafsnijdingen worden aangebracht, dan zou, indien men dit zou wenschen, de mogelijkheid bestaan om de maximum waterstanden aan den Pannerdenschen - Kop belangrijk te verlagen. Dit nu is zeer gewenscht, omdat hierdoor het sterke verhang op het Pannerdensch - Kanaal zou kunnen worden geëlimineerd zonder dat de afvoerverdeeling van Waal en Pannerdensch - Kanaal wijziging zou behoeven te ondergaan en zonder dat bij afsluiten van den overlaat verhooging van den maximum waterstand te Lobith zou behoeven op te treden.

Omtrent de verbeteringsplannen van de Waal is echter nog niets bepaald, zoodat hiermede geen rekening kan worden gehouden. Het is echter mogelijk om, zonder dat tot Waalverbetering wordt overgegaan, door middel van verlaging van enkele kaden de maximum standen op de Boven - Waal te verlagen.

In den volgenden staat is een overzicht gegeven van de wijzigingen, die de maximum waterstanden en afvoeren zouden ondergaan, vergeleken met die van 1926, bij uitvoering van de verschillende plannen, zoowel voor het geval geen verlaging van kaden langs de Waal als voor het geval een

Zoodanige verlaging zou worden aangebracht, dat de maximum waterstand aan den Pannerdensche Kop er omstreeks 17 cm door zou dalen.

Wijziging t.o.v. toestand Januari 1926.

wijziging / rivierpvak of plaats.	huid. toestand.	Plan A. Waal ongewijz.	Plan A. Waal verlaagd.	Plan B. Waal ongewijz.	Plan B. Waal verlaagd	Plan C. Waal ongewijz.	Plan C. Waal verlaagd.
afvoerverandering in m³/sec.							
Boven Rijn (ben.Lob.)	-	+ 55	+160	+1500	+1500	+1500	+1500
overlaat	-	- 55	-160	-1500	-1500	-1500	-1500
Waal	-150	-510	+ 30	- 520	+ 30	- 320	+ 200
Pann.Kan.(bov.Kandia)	+150	+565	+130	+2020	+1470	+1820	+1300
Pann.Kan.(ben.Kandia)	+150	+510	- 30	+ 770	+ 220	+ 570	+ 50
Neder - Rijn	-	+180	- 90	+ 310	+ 35	+ 210	- 50
IJssel (bov.Doesburg)	+150	+330	+ 60	+ 460	+ 185	+ 360	+ 100
IJssel (ben.Doesburg)	+150	+330	+ 60	+ 360	+ 85	+ 260	0
waterstandverandering in cm.							
Emmerik	+ 1	- 2	- 9	+ 8	0	+ 10	+ 2
Lobith	+ 2	- 3	- 14	+ 12	0	+ 16	+ 4
Pann.Kop	+ 4	- 5	- 24	- 5	- 22	0	- 17
Nijmegen	- 8	- 17	- 4	- 17	- 4	- 12	+ 1
Kandia	+ 8	+ 16	+ 5	+ 22	+ 10	+ 51	+ 35
IJsselkop	+ 10	+ 22	+ 4	+ 31	+ 12	+ 24	+ 7
Doesburg	+ 5	+ 17	- 1	+ 19	0	+ 12	- 5
Arnhem	- 5	+ 7	- 11	+ 16	- 3	+ 9	- 8
Wijk bij Duurstede	- 10	+ 2	- 16	+ 11	- 8	+ 4	- 13

Uit bovenstaande tabel blijkt, dat het aangewezen is om de werken te combineeren met een verlaging van kaden op het bovendeel van de Waal (i.c. de Millingsche dam). Zouden niertegen overwegende bezwaren bestaan, dan zou een variant plan C, genaamd plan C1 kunnen worden uitgevoerd, waarbij de weerstand op het Pannerdensch - Kanaal een weinig grooter zou zijn dan bij plan C. In dat geval zouden evenwel geen tusschenplannen A1 en B1 mogelijk zijn, aangezien hierbij te sterke verhangen op het Pannerdensch - Kanaal zouden voorkomen bij zeer hoogwater.

Bij plan C1 zou verder aanzienlijke verhooging van maximum standen op den Boven - Rijn optreden (Lobith + 22 cm).

Het is mogelijk om verhooging van maximum waterstanden op den Boven - Rijn tegen te gaan door het verruimen van het winterbed van den Boven - Rijn ter hoogte van Lobith. Een van de voordeelen van de voorgestelde verbetering van het Pannerdensch - Kanaal is nu, dat omtrent de verschillende problemen, zooals afsluiting overlaat, indijking Huissensche Waarden, verlaging Waalstanden en verruiming winterbed Boven - Rijn pas later behoeft te worden beslist. Met de uitvoering van een aantal bestekken van het verbeteringsplan zou direct kunnen worden aangevangen, zoodra tot verbetering van het

Pannerdensch - Kanaal zou zijn besloten, terwijl tijdens de uitvoering met belanghebbenden zou kunnen worden overlegd omtrent bovengenoemde vraagpunten.

Dat beteekent, dat reeds direct enkele werken tot uitvoering zouden kunnen komen, waarbij het arbeidsloon ter plaatse meer dan 35% zou bedragen van het totale bedrag (zou men deze werken geheel in handenarbeid, dus met schop en kruiwagen willen uitvoeren, dan zou dit ook mogelijk zijn, waardoor wel de kosten een weinig hooger zouden worden, doch waarbij het arbeidsloon ter plaatse zeker boven de 40% zou liggen).
Verder is als een voordeel te beschouwen dat deze werken weinig " deviezen" zouden vorderen. Weliswaar zou dan voor het eigenlijke ombaggeren van het zomerbed baggermaterieel en brandstoffen noodig zijn, maar dit onderdeel van het werk zou desnoods enkele jaren kunnen worden uitgesteld.

Naar aanleiding van het bovenstaande kan daarom worden aanbevolen om te besluiten tot de bochtverbetering van het Pannerdensch - Kanaal volgens het in deze nota opgestelde grondplan en een nader onderzoek te doen instellen naar de verschillende overige mogelijkheden.

Par.19. Nauwkeurigheid der uitkomsten.

Hiermede wordt bedoeld de nauwkeurigheid, waarmede waterstanden en- afvoeren met de gebezigde berekeningsmethode berekend kunnen worden en welke gevolgen aan eventueele fouten hierin voor den maximum waterstand op de rivieren verbonden zouden zijn. Zooals reeds eerder werd gezegd is deze nauwkeurigheid afhankelijk van de bepaling der coëfficiënten C en α. Deze kunnen uit contrôleberekeningen worden bepaald, als het verloop van de waterstanden, de afvoer en de natte profielen bekend zijn. Ook dan is het nog zeer moeilijk om de coëfficiënten te scheiden; bovendien mag C niet gelijk genomen worden voor zomer- en winterbed. Aangenomen is in deze nota voor C zomerbed = 48 $m^{\frac{1}{2}}$/sec en C winterbed = 55 $m^{\frac{1}{2}}$/sec. Doordat voor de bodemligging in het nieuwe deel van het Pannerdensch - Kanaal en voor de coëfficiënt α in het winterbed aannamen moesten worden gedaan, is de mogelijkheid niet uitgesloten dat de constante van Chézy niet juist is aangenomen. Uit vroegere berekeningen en andere gegevens blijkt dat C bij grootere diepten kan varieeren van 46 tot 50 $m^{\frac{1}{2}}$/sec; een fout van omstreeks 5% in de aanname hiervan wordt dan ook als uiterste mogelijk geacht. Dit houdt in, dat voor een winterbed een grootere fout zou kunnen optreden. Een fout van 10% zou daar mogelijk zijn.

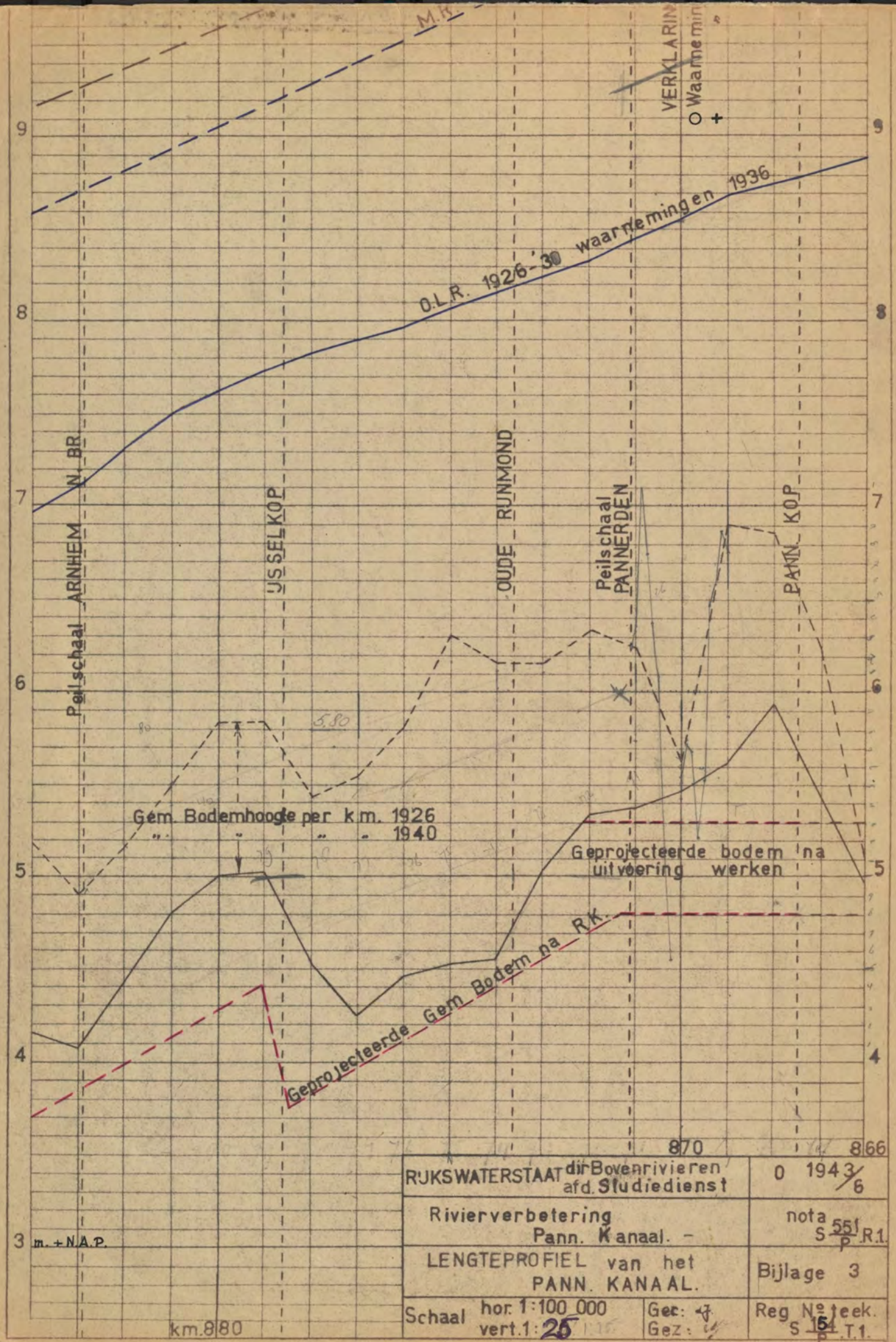
Welke gevolgen zou dit voor de verschillende plannen meebrengen. Door deze plannen wordt de verhouding zomerbed: winterbed gewijzigd. Daar de afvoer door zomer- en winterbed hierbij ongeveer even groot is, is de maatgevende C voor het geheele bed te stellen op ruim 50. Zou C zomerbed 5% grooter zijn dan zou volgens de berekening van 1926 C winterbed ± 10% kleiner moeten zijn; de maatgevende C voor het geheele bed zou voor den nieuwen toestand dus enkele procenten dalen. Het omgekeerde geval, namelijk dat de C van het winterbed belangrijk hooger zou zijn dan 55 wordt zeer onwaarschijnlijk geacht, daar dit nog nooit werd waargenomen. Een maatgevende C, die enkele procenten kleiner is dan de aangehouden C wordt dus wel mogelijk geacht, het omgekeerde niet. Volgens de formule van Chézy zou, bij een verkleining van C met 2%, de waterdiepte ruim 1% grooter moeten zijn. Daar de maatgevende waterdiepte op het Pannerdensch - Kanaal, in de nieuwe toestanden op ± 6 m is te stellen, zou dus een waterstandsverhooging, als gevolg van een foutieve aanname van C kunnen optreden van ruim 6 cm. Stel dit maximum op 10 cm. Dit kan echter slechts gunstig zijn voor de plannen A en B, daar hierbij te lage waterstanden aan den Pannerdenschen Kop werden gevonden. Het gevolg zou zijn dat de extra afzuiging minder sterk zou zijn dan berekend is, dat de waterstanden aan den Pannerdenschen Kop en op de Waal maximum 5 cm zouden stijgen en op Neder-Rijn en IJssel maximum 5 cm dalen. Globaal mag dus wel worden aangenomen, dat fouten in de berekende waterstanden van maximum 5 cm zouden kunnen voorkomen; voor Neder - Rijn en IJssel zouden dit verlagingen zijn, voor de Waal verhoogingen.

Een andere fout is mogelijk in de schatting der maximum afvoeren.

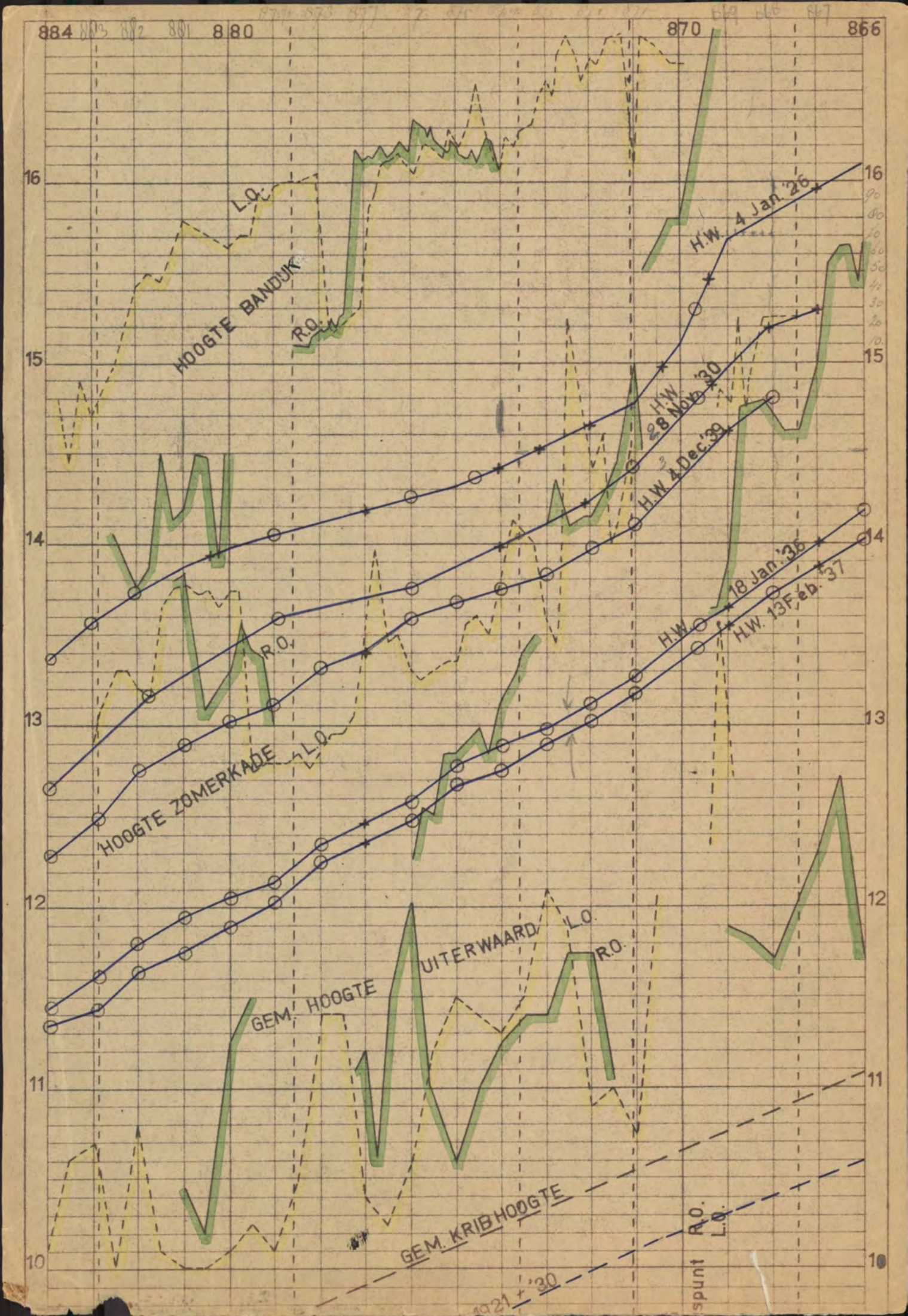
Deze heeft ook op de bepaling van de C invloed. Daar deze invloed echter gelijk is voor huidigen toestand en geprojecteerde toestanden, zou een dergelijke fout niet merkbaar zijn in de waterstanden. Wel zou, bij een eventueele fout in de afvoerkrommen, de helling van deze krommen bij maximum waterstand, dus de wijziging in afvoer bij wijziging van den waterstand eenigszins anders worden, doch dit zou slechts van geringen invloed zijn op de waterstanden. Hoewel dan ook heel weinig zekers gezegd kan worden omtrent de bereikte nauwkeurigheid mag toch wel worden aangenomen, dat de fout in de berekening van waterstanden minder dan 10cm zal bedragen. Door de terugstuwing op den Boven - Rijn zou dit zich doen gevoelen, echter naar boven in steeds verminderde mate.

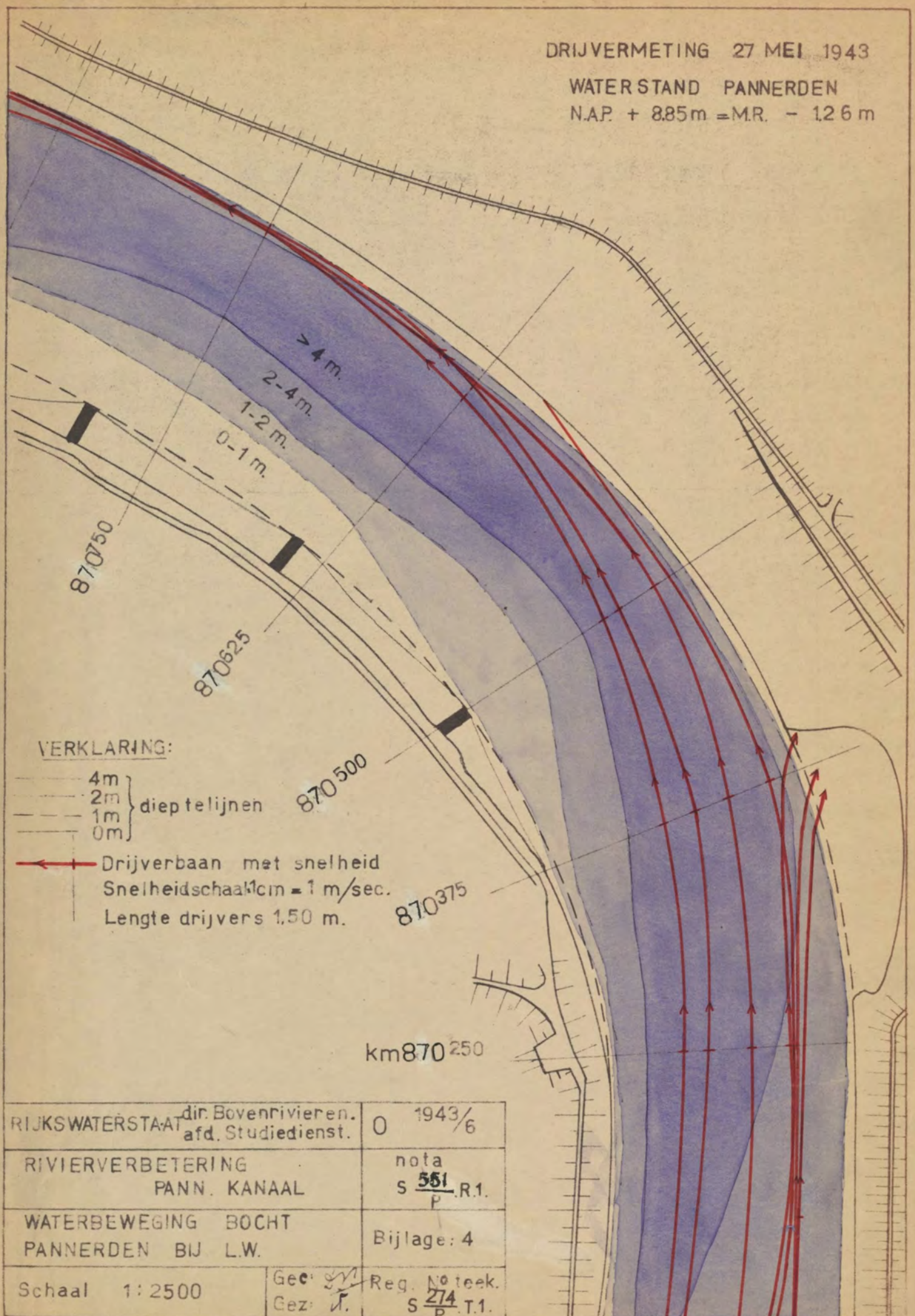
Ook bij onderzoek in model zal geen grootere neuwkeurigheid te bereiken zijn. Hoewel daarom een dergelijk model onderzoek voor dit geval niet noodzakelijk zou zijn, zou hiermede toch wel bereikt kunnen worden, dat een beter inzicht zou komen ten aanzien van het geheele stroombeeld na de wijziging der plannen en in het bijzonder boven het nauwe gedeelte van het Pannerdensch - Kanaal.

Arnhem, Januari 1946 de Ingenieur,

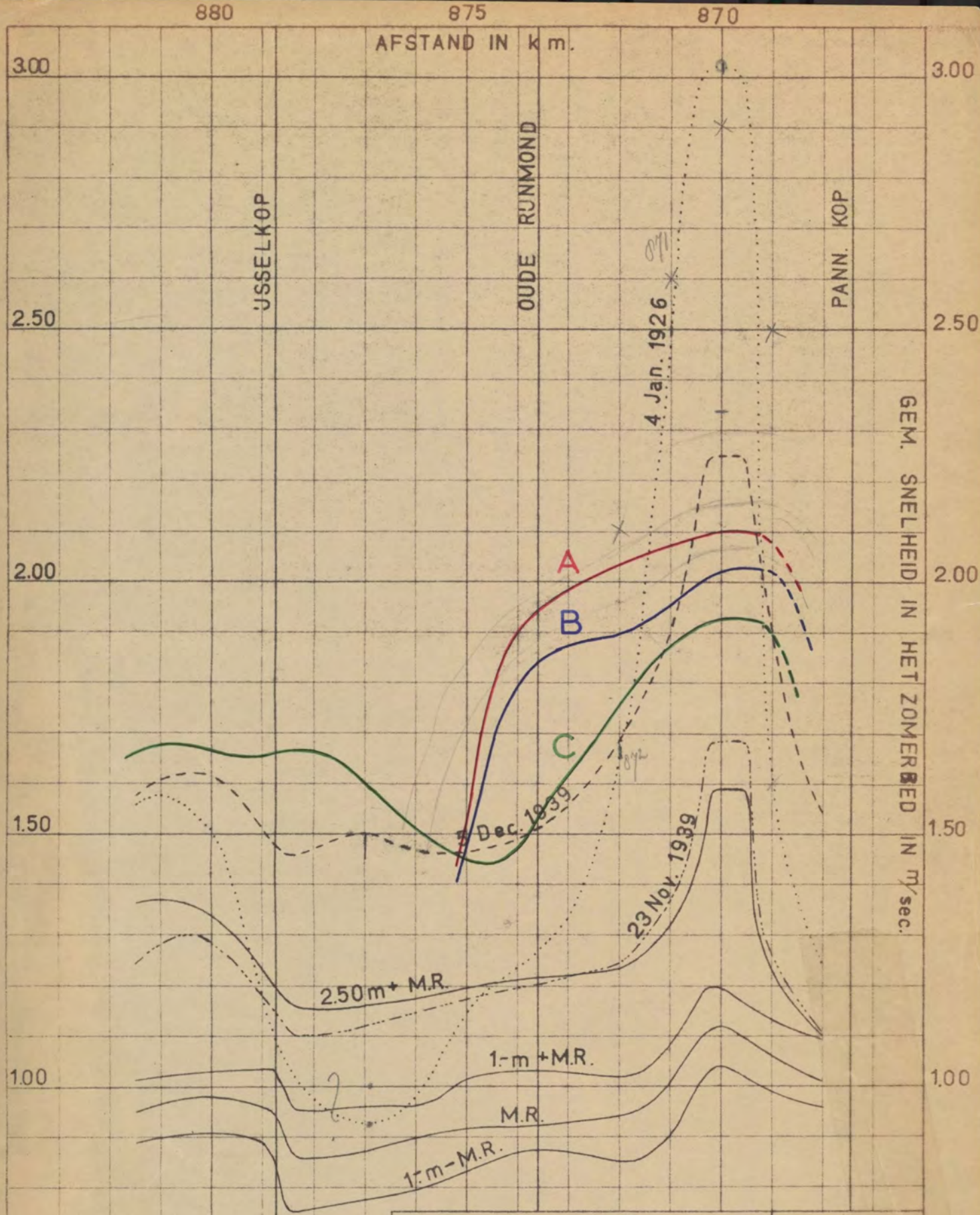


RIJKSWATERSTAAT dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst	0 1943/6
Rivierverbetering Pann. Kanaal. –	nota S 551/P R.1
LENGTEPROFIEL van het PANN. KANAAL.	Bijlage 3
Schaal hor. 1:100 000 vert. 1:25	Gec: Gez: Reg. No. teek. S 15/P T.1.


884
880
870
866
16
15
14
13
12
11
10
HOOGTE BANDUK
L.O.
R.O.
H.W. 4 Jan. '26
H.W. 28 Nov. '30
H.W. 4 Dec. '29
H.W. 18 Jan. '36
H.W. 13 Feb. '37
HOOGTE ZOMERKADE
R.O.
L.O.
UITERWAARD
L.O.
R.O.
GEM. HOOGTE
GEM. KRIBHOOGTE
1921 t/m '30
R.O.
L.O.



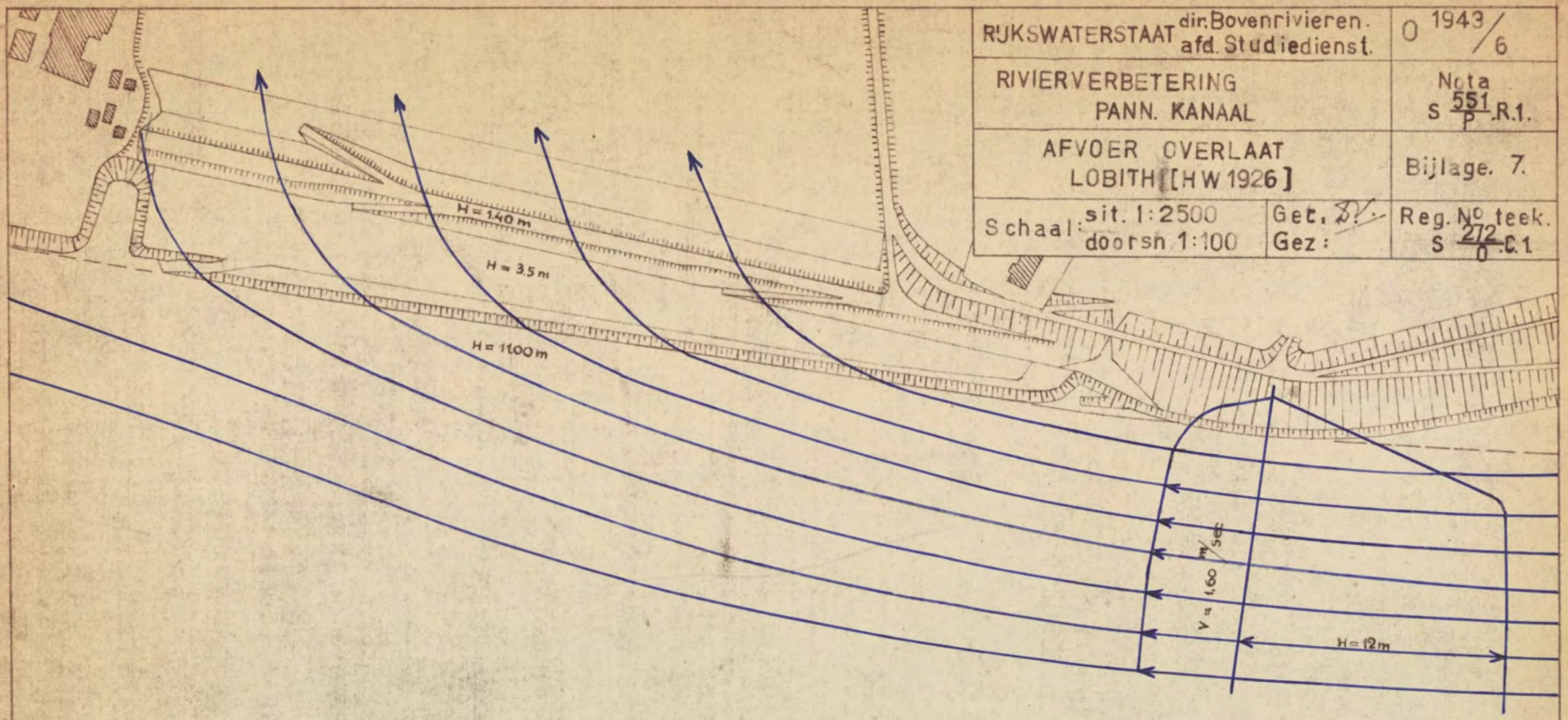
RIJKSWATERSTAAT dir. Bovenrivieren. afd. Studiedienst.		0 1943/6
RIVIERVERBETERING PANN. KANAAL		nota S 551/P R.1.
WATERBEWEGING BOCHT PANNERDEN BIJ L.W.		Bijlage: 4
Schaal 1:2500	Gec: Gez:	Reg. No teek. S 274/P T.1.

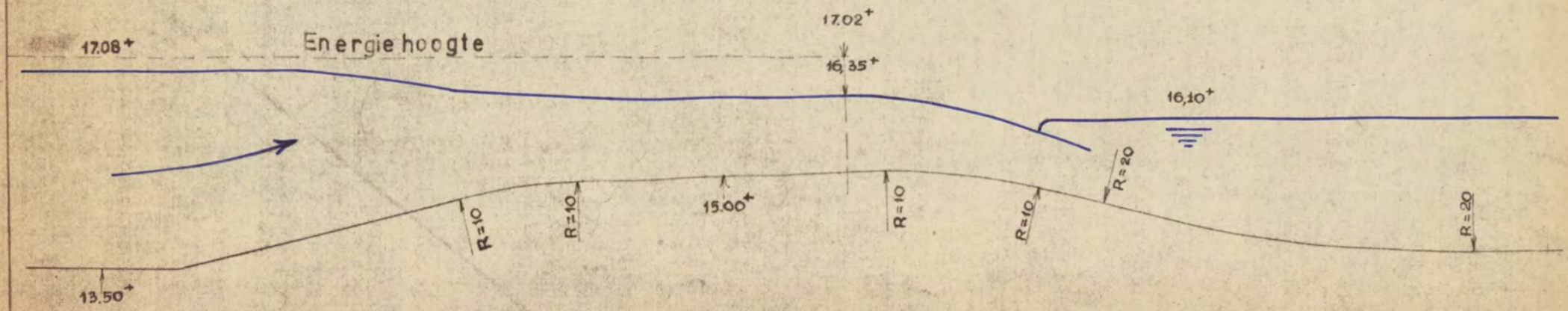


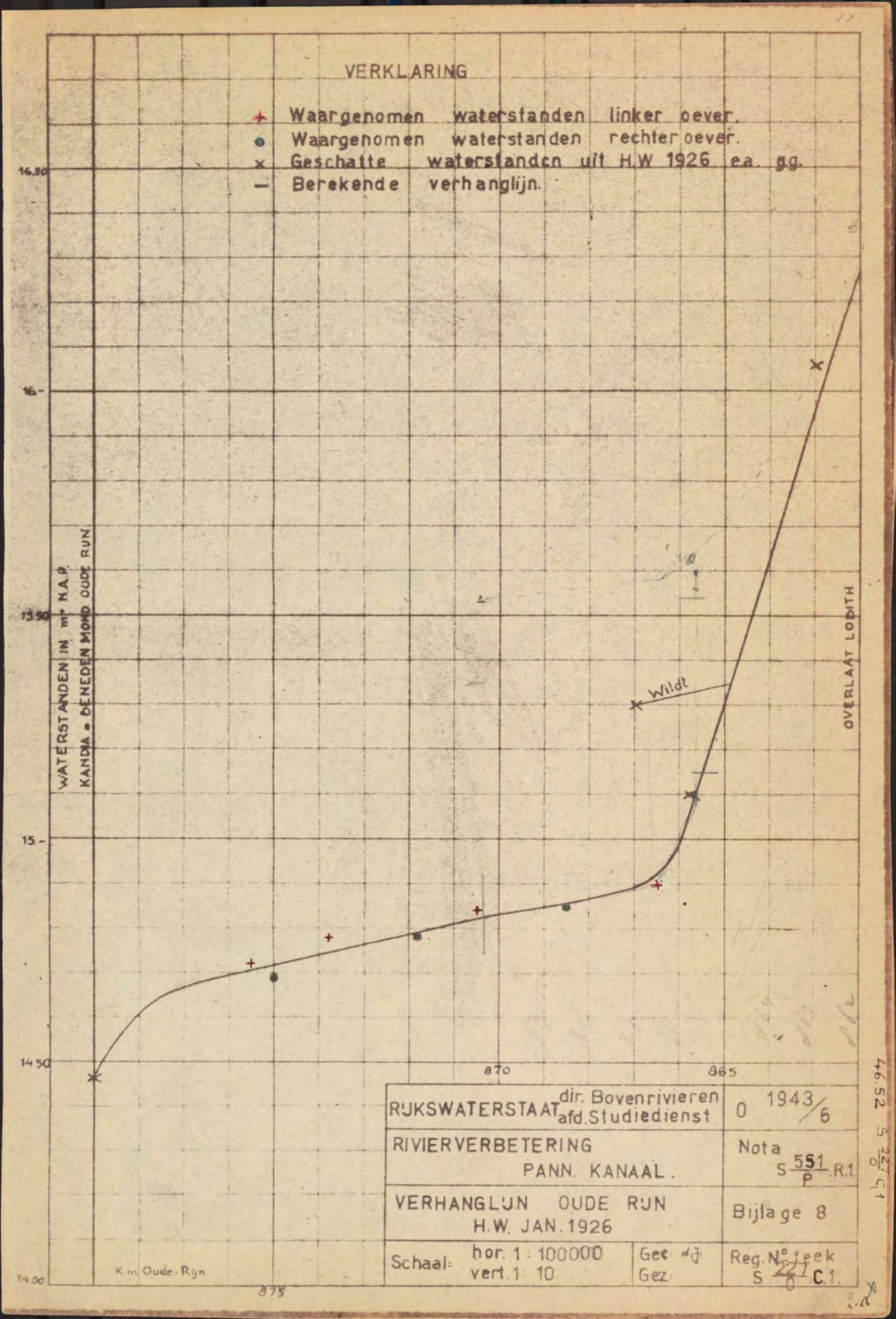
RIJKSWATERSTAAT dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst		0 1943/6.
RIVIERVERBETERING PANNERDENSCH KANAAL.		Nota S 551/P. R.1.
Stroomsnelheden op het Pannerdensch Kanaal.		Bijlage 5
Schaal: hor. 1cm. = 1 km. vert. 1cm. = 10cm	Gec: 47 Gez: H.	Reg. No. teek. S 274/P. T.2.

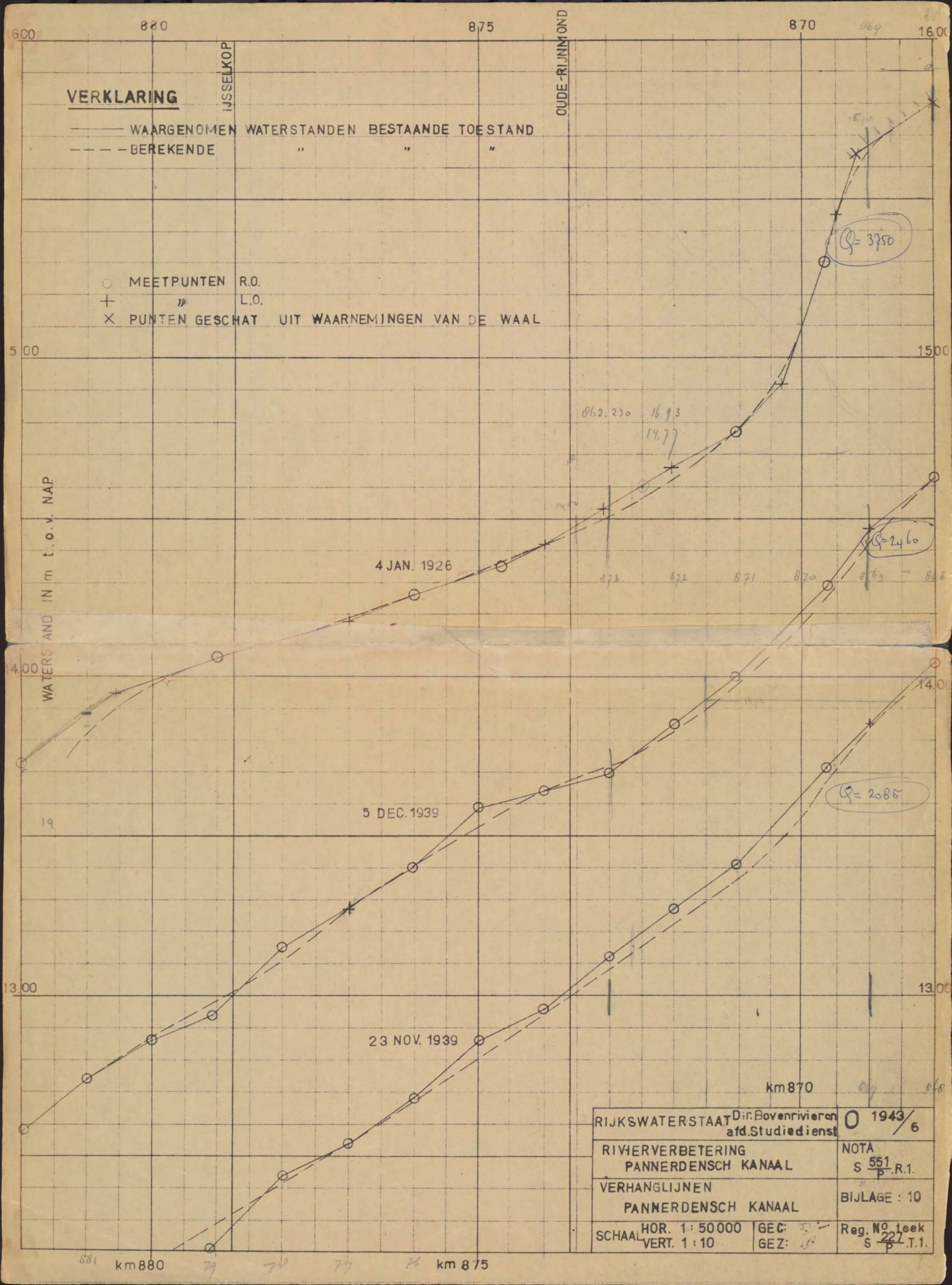
8000
3
10800

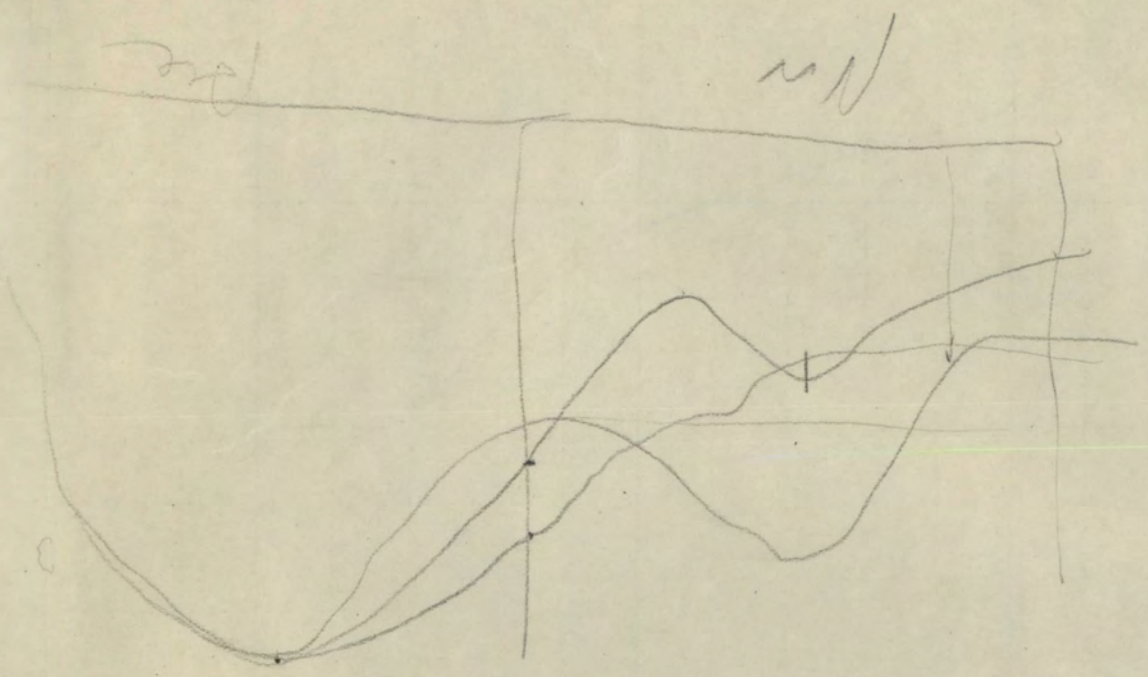
RIJKSWATERSTAAT dir. Bovenrivieren. afd. Studiedienst.		O 1943/6
RIVIERVERBETERING PANN. KANAAL		Nota S 551/P.R.1.
AFVOER OVERLAAT LOBITH [HW 1926]		Bijlage. 7.
Schaal: sit. 1:2500 doorsn. 1:100	Get. Gez:	Reg. No teek. S 272/0.C.1

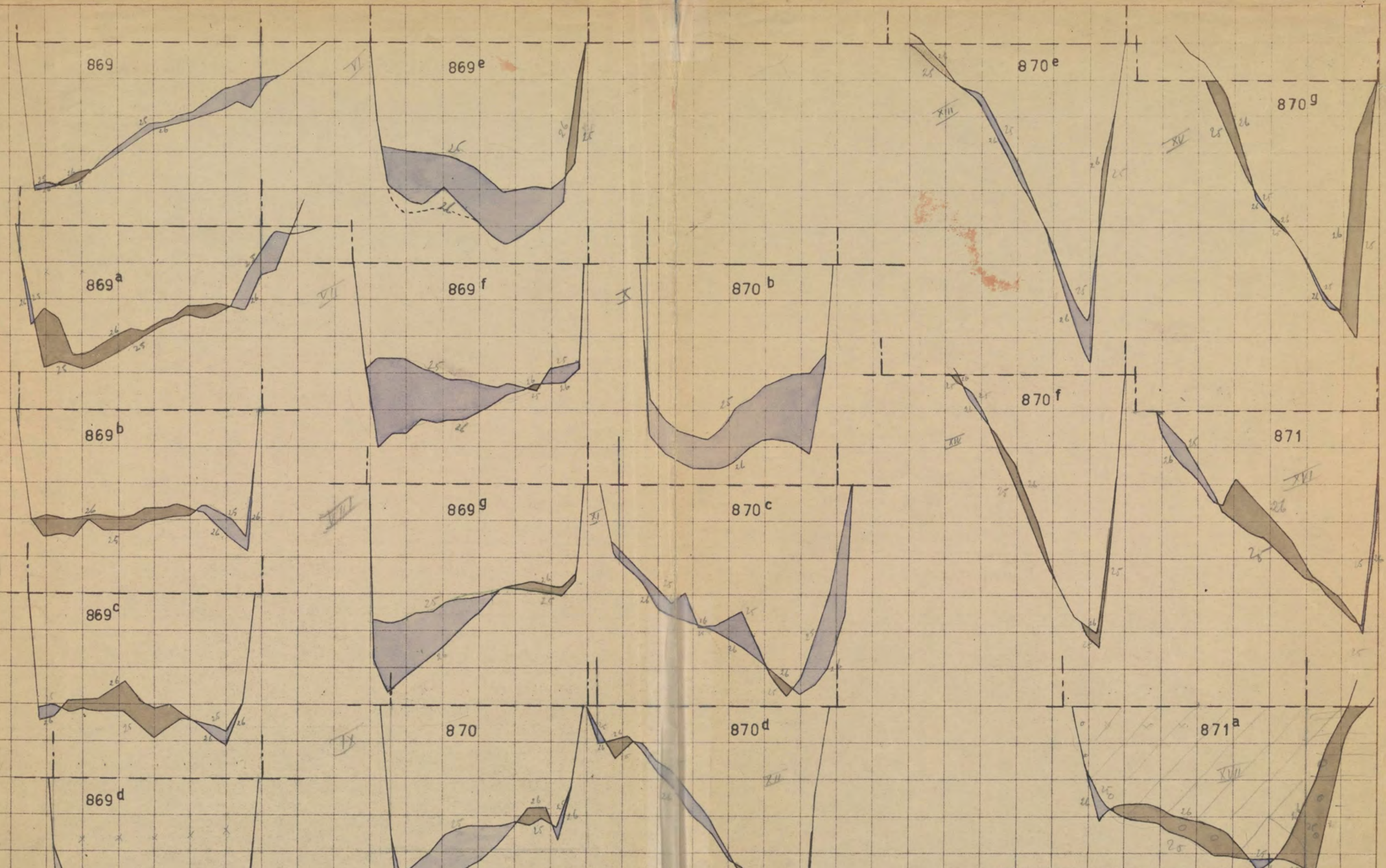





VERKLARING
Waargenomen waterstanden linker oever.
Waargenomen waterstanden rechter oever.
Geschatte waterstanden uit H.W 1926 e.a. g.g.
Berekende verhanglijn.
16.50
16.-
15.50
15.-
14.50
14.00
WATERSTANDEN IN m+ N.A.P.
KANDIA = BENEDEN MOND OUDE RIJN
Wildt
OVERLAAT LODITH
870
865
875
Km Oude-Rijn
RIJKSWATERSTAAT dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst
0 1943/6
RIVIERVERBETERING
PANN. KANAAL.
Nota S 551/P R.1
VERHANGLIJN OUDE RIJN
H.W. JAN. 1926
Bijlage 8
Schaal: hor. 1 : 100000 vert. 1 : 10
Gec. dJ
Gez.
Reg. N° teek S 221/0 C.1.

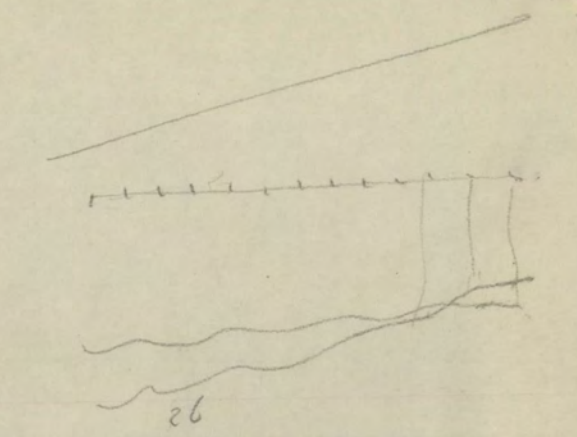

VERKLARING
WAARGENOMEN WATERSTANDEN BESTAANDE TOESTAND
BEREKENDE " " "
MEETPUNTEN R.O.
" L.O.
PUNTEN GESCHAT UIT WAARNEMINGEN VAN DE WAAL
IJSSELKOP
OUDE-RIJNMOND
4 JAN. 1926
5 DEC. 1939
23 NOV. 1939
Q= 3750
Q= 2460
Q= 2085
WATERSTANDEN IN m t.o.v. N.A.P.
16.00
15.00
14.00
13.00
km 880
km 875
km 870
RIJKSWATERSTAAT Dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst
O 1943/6
RIVIERVERBETERING PANNERDENSCH KANAAL
NOTA S 551/P.R.1.
VERHANGLIJNEN PANNERDENSCH KANAAL
BIJLAGE : 10
SCHAAL HOR. 1 : 50000 VERT. 1 : 10
GEC:
GEZ:
Reg. No teek S 227/P.T.1.

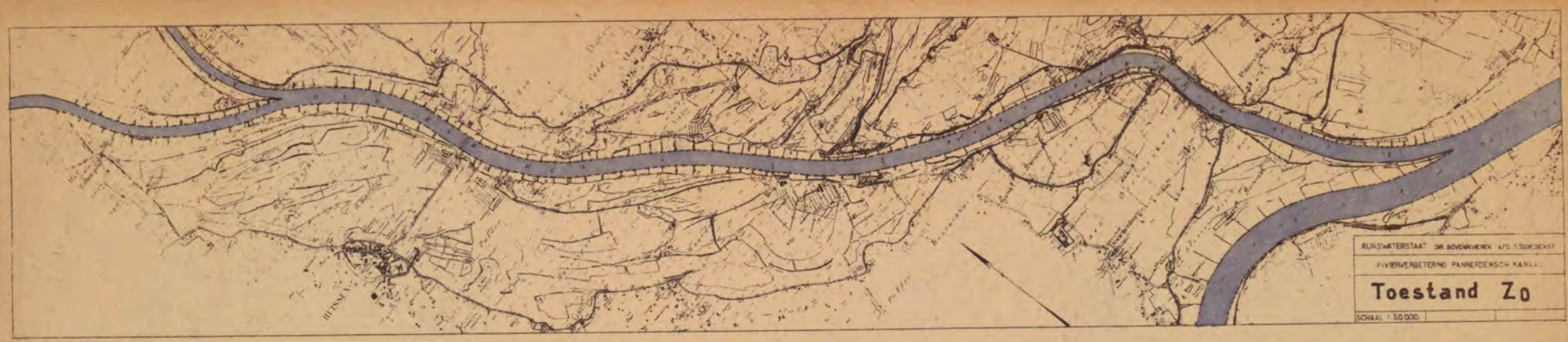


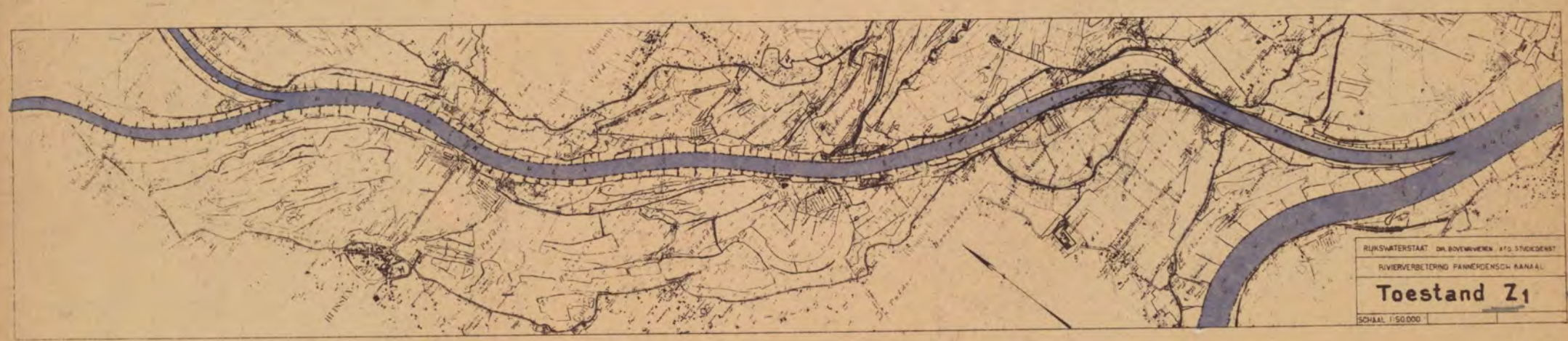


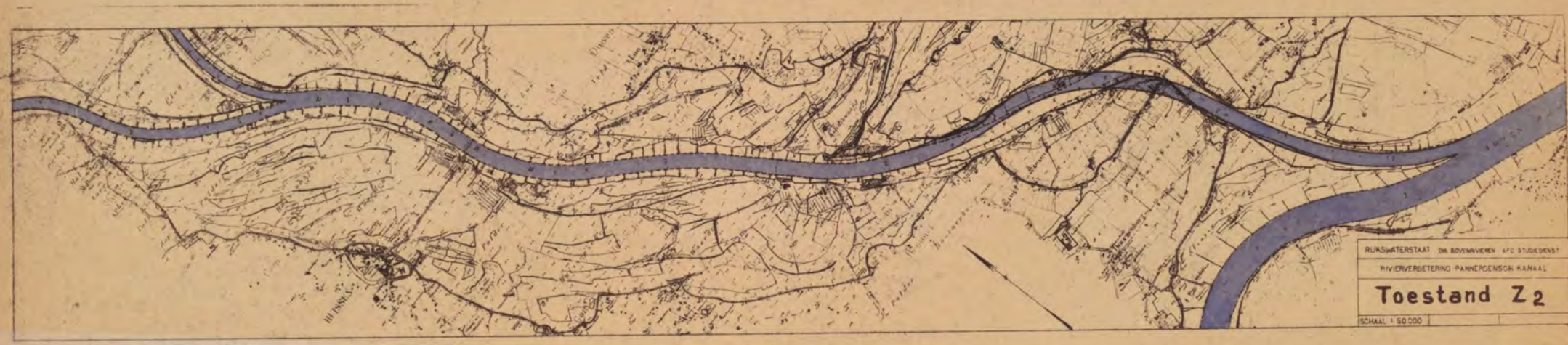
VERKLARING
Peilingen van 26 Nov.'25-15 April '26
Diepte t.o.v. G.L.W. 1923
Zomernormaallijn
Aanzanding
Uitschuring

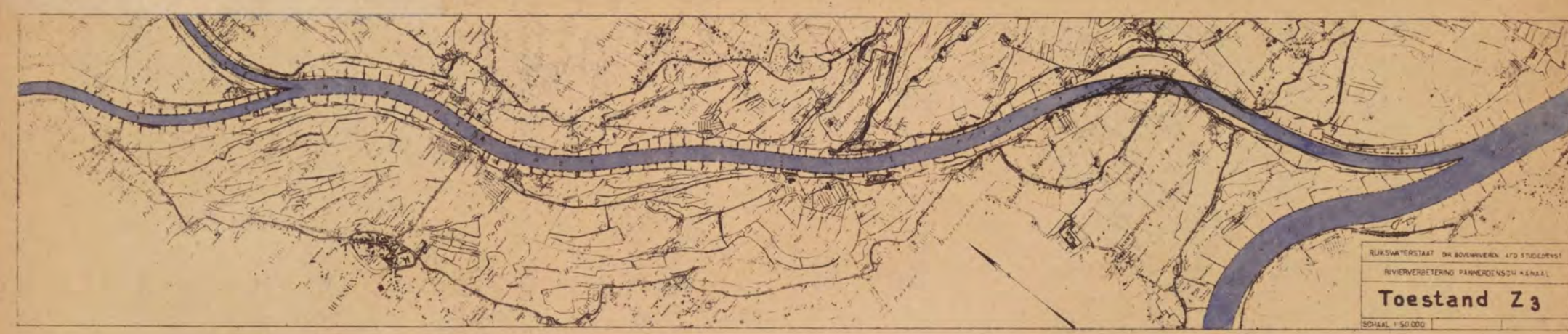
RUKSWATERSTAAT dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst.		0 1943/6
RIVIERVERBETERING PANN. KANAAL		Nota S 551/P R.1.
UITSCHURING PANN. KANAAL TIJDENS H.W. JAN. 1926		Bijlage 14
Schaal: breedte 1:2500 hoogte 1:100	Gec: Gez:	Reg. No teek. S 144/P T.1.



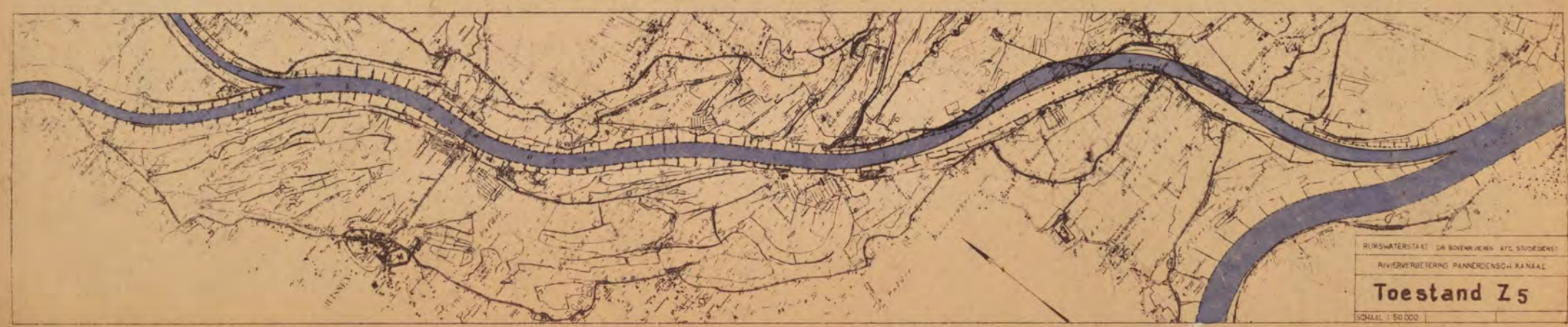

RIJKSWATERSTAAT DIR. BOVENRIVIEREN AFD. STUDIEDIENST
RIVIERVERBETERING PANNERDENSCH KANAAL
Toestand Z0
SCHAAL 1:50.000


RIJKSWATERSTAAT DIR. BOVENRIVIEREN AFD. STUDIEDIENST
RIVIERVERBETERING PANNERDENSCH KANAAL
Toestand Z1
SCHAAL 1:50.000

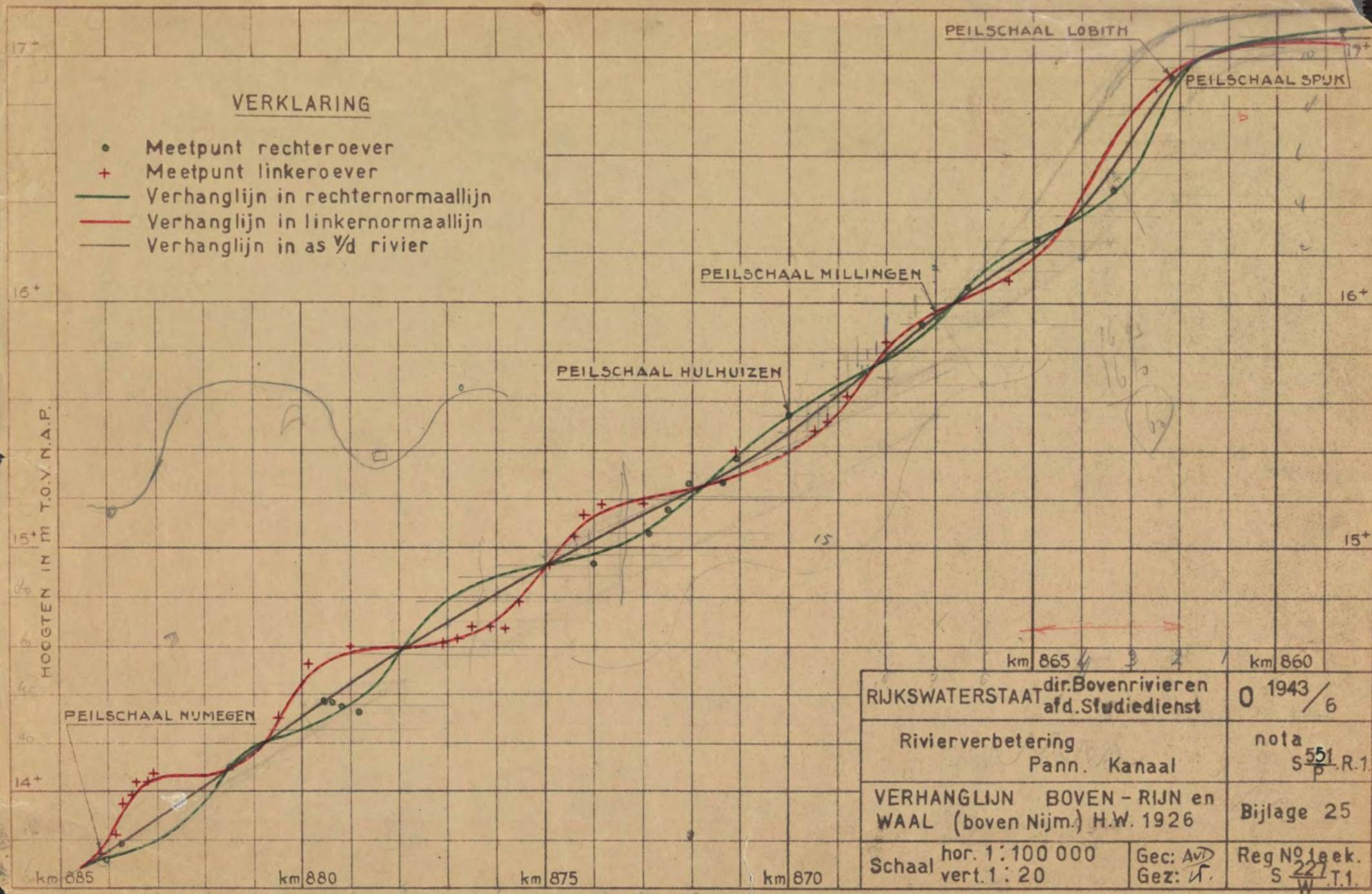

RIJKSWATERSTAAT DIR. BOVENRIVIEREN AFD. STUDIEDIENST
RIVIERVERBETERING PANNERDENSCH KANAAL
Toestand Z2
SCHAAL 1:50.000


RIJKSWATERSTAAT DIR. BOVENRIVIEREN AFD. STUDIEDIENST
RIVIERVERBETERING PANNERDENSCH KANAAL
Toestand Z3
SCHAAL 1:50.000


RIJKSWATERSTAAT DIR. BOVENRIVIEREN AFD. STUDIEDIENST
RIVIERVERBETERING PANNERDENSCH KANAAL
Toestand Z4
SCHAAL 1:50.000


RIJKSWATERSTAAT DIR. BOVENRIVIEREN AFD. STUDIEDIENST
RIVIERVERBETERING PANNERDENSCH KANAAL
Toestand Z5
SCHAAL 1:50.000

RIJKSWATERSTAAT dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst		0 1943/6
RIVIERVERBETERING PANN. KANAAL.		Nota S 551/P R.1.
OVERZICHT MOGELUKE VERBETERINGEN V/H ZOMERBED.		Bijlage 15
SCHAAL 1: 50 000	Gec: AVD. Gez: VT.	Reg.No teek. S 514/P T.1.


VERKLARING
Meetpunt rechteroever
Meetpunt linkeroever
Verhanglijn in rechternormaallijn
Verhanglijn in linkernormaallijn
Verhanglijn in as v/d rivier
HOOGTEN IN M T.O.V. N.A.P.
17+
16+
15+
14+
PEILSCHAAL LOBITH
PEILSCHAAL SPIJK
PEILSCHAAL MILLINGEN
PEILSCHAAL HULHUIZEN
PEILSCHAAL NIJMEGEN
km 865
km 860
km 885
km 880
km 875
km 870
RIJKSWATERSTAAT dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst
0 1943/6
Rivierverbetering Pann. Kanaal
nota S 551/P R.1.
VERHANGLIJN BOVEN - RIJN en WAAL (boven Nijm.) H.W. 1926
Bijlage 25
Schaal hor. 1:100 000 vert. 1:20
Gec: AvD
Gez: vf.
Reg No teek. S 227/W T.1.

VERKLARING:

BEREKENDE VERHANGLIJNEN BIJ:

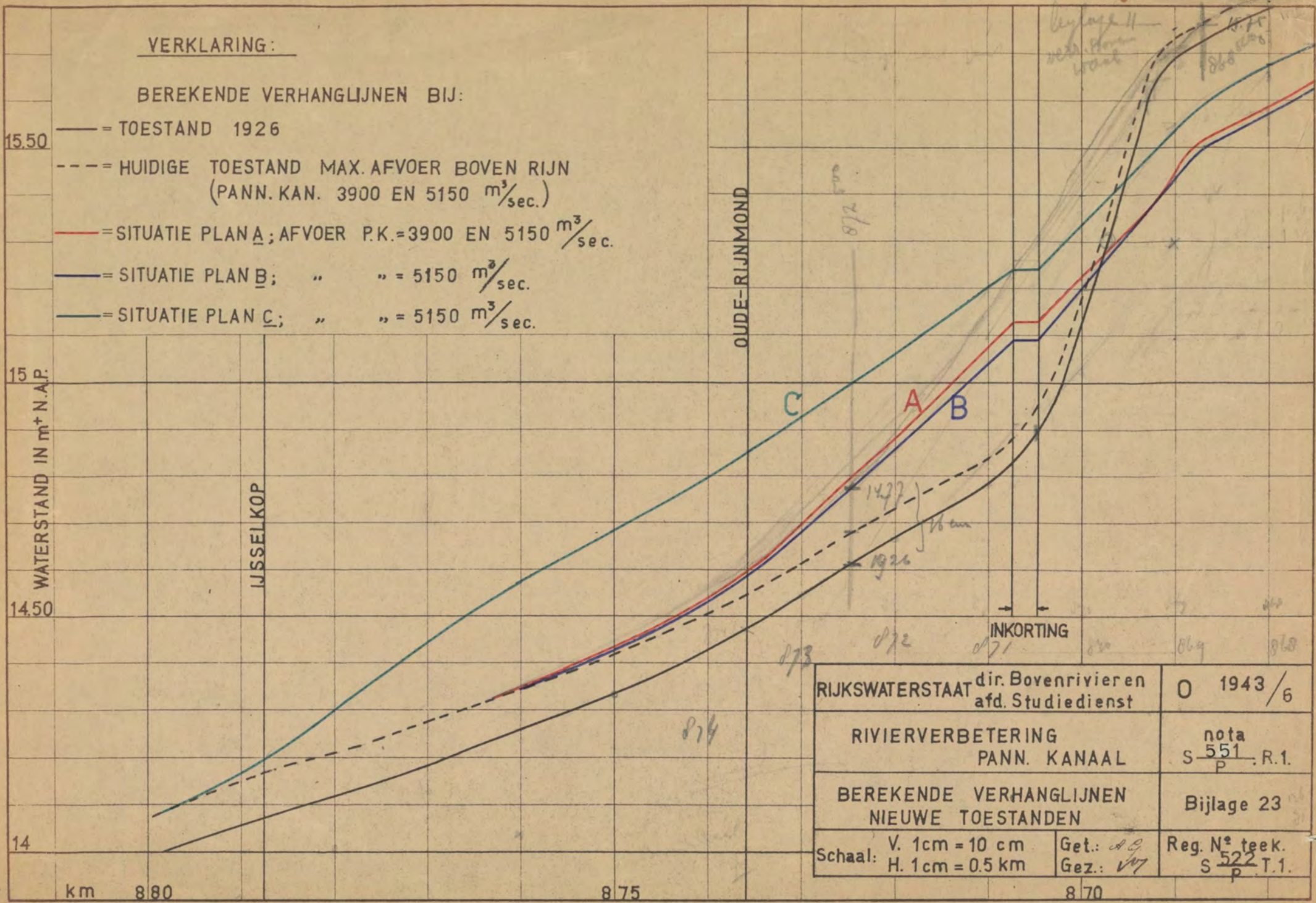
—— = TOESTAND 1926

- - - = HUIDIGE TOESTAND MAX. AFVOER BOVEN RIJN (PANN. KAN. 3900 EN 5150 $m^3/sec.$)

—— = SITUATIE PLAN A; AFVOER P.K. = 3900 EN 5150 $m^3/sec.$

—— = SITUATIE PLAN B; " " = 5150 $m^3/sec.$

—— = SITUATIE PLAN C; " " = 5150 $m^3/sec.$



RIJKSWATERSTAAT dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst		O 1943/6
RIVIERVERBETERING PANN. KANAAL		nota S 551/P R.1.
BEREKENDE VERHANGLIJNEN NIEUWE TOESTANDEN		Bijlage 23
Schaal: V. 1cm = 10 cm H. 1cm = 0.5 km	Get.: Gez.:	Reg. Nº teek. S 522/P T.1.