Eerst dan is het voldoende betrouwbaar te achten dezelfde berekeningswijze op den toekomstigen toestand met beteugelingswerken toe te passen.

Voor het beschouwen van den tegenwoordigen toestand komen uiteraard de gedeelten winterbed bij de bochtafsnijdingen in aanmerking waar beteugelingswerken worden ontworpen.

Het winterbed bij Rheden is voor een dergelijke nauwkeurige beschouwing echter minder geschikt.

Dit winterbed wordt ten opzichte van de lengteas van de rivier voor een groot deel overlapt door het meer stroomopwaarts aan den anderen oever van de rivier gelegen winterbed.

Van de vrij ingewikkelde,hier optredende stroomingsverschijnselen enz.is zoo weinig met voldoende zekerheid bekend, dat er ook geen voldoende contrôle voor de juistheid der berekening zal zijn.

Zooals later zal blijken,is het echter mogelijk de beteugelingswerken aldaar zoo te ontwerpen,dat de toekomstige toestand zich duidelijk zal afteekenen en dan de berekeningsmethode en coëfficienten, die elders goed blijken te voldoen,zonder risico kunnen worden toegepast.

Daar in verband met het IJsselmeer het,bij gelijke afvoeromstandigheden der rivieren,niet doen toenemen van den maximum-afvoer van den IJssel een belangrijk punt van het ontwerp is,zal de wijze van berekening enz.nader worden beschouwd.

Daarbij zal eerst de tegenwoordige toestand worden beschouwd, d.w.z. de hoogwaters November 1930 en Januari 1926.

Hiervoor zal worden beschouwd het riviergedeelte tusschen Giesbeek (km 39) en Dieren (km 53). Vervolgens zullen worden beschouwd de toestand zoowel bij Doesburg als bij Rheden na de bochtafsnijdingen en aan te brengen beteugelingswerken.

§ 2. Tegenwoordige toestand riviergedeelte Giesbeek-Dieren.

a) Hoogwater November 1930.

Voor een overzicht der situatie zij verwezen naar bijlage 9. Er op te letten is echter dat de daarop vermelde hoeveelheden geen betrekking hebben op het hoogwater 1930,doch op den maximum afvoer (Januari 1926).

Op bijlage 10 is o.m.aangegeven de bij het hoogwater 1930 opgetreden topstandenlijn,die -gezien de niet groote lengte van het beschouwde riviervak- praktisch als verhanglijn kan worden aangehouden

Achtereenvolgens zullen worden beschouwd het riviergedeelte beneden- en bovenwaarts Doesburg,dat is dus resp.benoorden en bezuiden den Doesburgschen dijk.

Riviergedeelte benoorden den Doesburgschen dijk.

Aan de hand van situatie en verhanglijn is nagegaan welk deel van het winterbed aan den afvoer zal deelnemen en welk verhang daarvoor beschikbaar is. De aangehouden stroombanen zijn schetsmatig op de teekening aangeduid.

Het voor elke stroombaan beschikbare verval is gelijk aan de som van de vervallen welke op die stroombaan gebruikt worden voor het passeeren van kaden en het vloeien over vlakke gedeelten.

Voor de strooming over het winterbed,zonder dat kaden worden gepasseerd,is de formule van Chezy $v=c\sqrt{R\ I}$ toegepast. Voor c blijkt in het winterbed 40 te kunnen worden aangehouden,behoudens voor de daarin gelegen "Hank",waarvoor 45 is aangehouden.

Voor het passeeren van een kade wordt de energiehoogte,noodig voor de snelheidsvermeerdering ter verkrijging van de boven de kade heerschende snelheid,in haar geheel als benoodigd verval in rekening gebracht.

De waterhoogte boven de in een zekere stroombaan gelegen kade, waarover dezelfde hoeveelheid moet passeeren welke ook door de uiterwaarden van die stroombaan stroomt,alsmede het boven de uiterwaarden

geboden profiel,wordt eerst geschat en daarna geverifieerd.

Rekening houdende met het vorengaande is de afvoer bepaald van al hetgeen door het winterbed langs de op de situatie aangeduide stroombanen I,II en III stroomt en afkomstig is uit het zomerbed tusschen de schipbrug te Doesburg en de bocht bij km 49 en wederom in dit zomerbed terugvloeit tusschen genoemde bocht en een punt op korten afstand beneden km 51. Bij de becijfering is er van gebruik gemaakt dat in stroombaan III de toestand van maximum-afvoer zal heerschen boven de hooge kade,ter lengte van ca.2000 m,welke dwars door dit winterbed loopt. De afvoer over de kade is daarmede bepaald. Gemeten is voorts dat 150 m3/sec. door den Driekoningen doorlaat in den Doesburgschen dijk stroomt.

Vervolgens is met behulp van de formule van Chezy becijferd naar den afvoer door het zomerbed ter plaatse van de bocht bij km 49. De coëfficient C is daarbij op 50 aangehouden voor wat betreft het zomerbed tusschen de kribben en 45 voor wat betreft boven de kribben.

Op principieel dezelfde wijze als voor de stroombedden I,II en III is geschetst,is de afvoer door stroombed IV becijferd. Dit is dus de hoeveelheid water welke vanaf even beneden km 51 tot aan Dieren in het zomerbed terugvloeit en afkomstig gedacht is van den Carbenter doorlaat in den Doesburgschen dijk,alwaar de waterhoogte bekend is.

Als contrôle kan hier gelden,dat de voor het stroombed IV gevonden afvoer ongeveer moet kloppen met de tijdens dit hooge water in dezen doorlaat gevonden hoeveelheid. Becijferd wordt 635 m3/sec.terwijl gemeten is 610 m3/sec. Deze contrôle is derhalve bevredigend.

Voorts is op te merken,dat het totaal der op vorengeschetste wijze gevonden afvoeren,n.l.die door het zomerbed bij km 49,vermeerderd met die door de stroombedden I,II,III en IV 1600 m3/sec.bedraagt.

Bij wijze van contrôle is nog nagegaan welke hoeveelheid volgens de voor den IJssel te Westervoort geldende afvoerkromme aldaar bij den hoogsten stand van November 1930 moet zijn gepasseerd.

Deze hoeveelheid bedraagt omstreeks 1530 m3/sec.of 70 m3/sec. minder dan genoemde 1600 m3/sec. Het is onbekend of de afvoer van den Ouden IJssel gelijk aan deze 70 m3/sec.kan worden gesteld.

In elk geval kan worden gezegd,dat eventueele verschillen betrekkelijk zoo gering zijn,dat ook deze contrôle bevredigend mag worden genoemd.

Ten slotte is,wederom bij wijze van contrôle,met het gebruik van denzelfden weerstands-coëfficient nog de afvoer van den IJssel berekend in het riviergedeelte vóór Dieren. Ook hier wordt in totaal 1600 m3/sec. gevonden.

Samenvattende kan dus worden gezegd dat de becijfering naar de verdeeling van den afvoer van den IJssel over het winter- en zomerbed, voor wat betreft het gedeelte benoorden den Doesburgschen dijk,tot bevredigende resultaten heeft geleid.

De in het vorengaande genoemde weerstandscoëfficienten van resp.
40 voor het winterbed,
45 voor het zomerbed landwaarts van de kribkoppen en
50 voor het zomerbed tusschen de kribben,
blijken dus in het onderhavige goed te voldoen.

<u>Riviergedeelte bezuiden den Doesburgschen dijk.</u>

Bij de berekening zijn de hiervoren genoemde coëfficienten aangehouden.

De totale afvoer door het winterbed even bovenwaarts de schipbrug te Doesburg is gelijk X m3/sec.gesteld. Deze X m3/sec.is derhalve gelijk aan het verschil tusschen den totalen IJsselafvoer(IJssel + Ouden IJssel) verminderd met den afvoer welke door het zomerbed even boven de schipbrug passeert.

Voorts is aangenomen dat ter plaatse van het op de teekening (bijlage 9) in het winterbed aangegeven profiel P-P,de waterstand overal even hoog is. Ook de profielen Q-Q en R-R zijn zonder dwarsverhang gedacht. Voor zoover dit niet geheel juist mocht zijn, zal

daarvan het gevolg zijn,dat door eenige verandering en door uitwisseling van waterhoeveelheden tusschen de stroombanen de berekende hoeveelheden zich eenigszins zullen wijzigen,zonder dat dit voor het geheel ingrijpende gevolgen heeft.

Ten slotte zij er op gewezen,dat bij de berekening alleen gebruik wordt gemaakt van de waterhoogten aan het benedeneinde van het beschouwde riviervak en de op meer bovenwaarts gelegen punten waargenomen verhanglijn buiten beschouwing is gelaten. Deze waarnemingen dienen dus uitsluitend om de door becijfering verkregen resultaten te controleeren.

De berekening heeft het volgende verloop.

Allereerst is beschouwd het gedeelte van het zomerbed van de schipbrug tot aan de uitmonding van den Ouden IJssel en vandaar tot aan km 43.150 (punt f op de situatie).

Op deze gedeelten zomerbed is de formule van Chezy $Q=Fc\sqrt{RI}$ toegepast. Hierin is Q uitgedrukt in de maximum-IJsselafvoer (resp.1600 en 1530 m3/sec.) verminderd met X m3/sec.,terwijl F en R met voldoende zekerheid bekend zijn en C gelijk aan 50 is genomen.

Zoodoende wordt dus het verhang in een formule van X uitgedrukt en dus eveneens het verval tusschen het punt f en Doesburg (schipbrug).

Het verval tusschen punt f en de schipbrug eenmaal bepaald hebbende,is dit verval ook voor het stroombed VIII aangehouden en is op dezelfde wijze als bij het gedeelte benoorden den Doesburgschen dijk beschreven,de afvoer van dit stroombed bepaald.

Deze afvoer is dan dus eveneens uitgedrukt in een functie van X.

Alvorens over te gaan tot de beschouwing der afvoeren in andere gedeelten van het winterbed zij er op gewezen,dat de hierbedoelde functie en ook de functies waarin straks de afvoeren van de andere, rechtstreeks van het zomerbed aftakkende,gedeelten winterbed worden uitgedrukt,in den algemeenen vorm geschreven kunnen worden van $Q = \sqrt{a-bX + cX^2}$.

Daar deze vergelijkingen moeilijk zijn te hanteeren, zijn zij in de verdere becijfering vervangen door den lineairen vorm:

$$Q = p \pm qX.$$

Dit beteekent een plaatselijk vervanging van de kromme $Q=\sqrt{a-bX+cX^2}$ door de rechte $Q=p\pm qX$. De grenzen waartusschen deze vervanging plaats heeft, is voor elk afzonderlijk geval van te voren aan te nemen en later te verifieeren. Het blijkt dat de onnauwkeurigheden, die in deze werkwijze schuilen, gezien de hoeveelheden waar het hier om gaat, van praktisch geen beteekenis zijn.

De thans te beschouwen afvoeren door de drie op de situatie aangegeven stroombanen V, VI en VII is elk afzonderlijk op de meer geschetste wijze bepaald. Elk dezer afvoeren, welke van het profiel P-P afkomstig zijn, wordt dan uitgedrukt in een functie van het verval tusschen de waterhoogte in het profiel P-P en de aan de hand van waarnemingen op 10.15 m + N.A.P. gestelde waterhoogte bovenwaarts van den Carbenter doorlaat.

De som van deze 3 afvoeren is gelijk te stellen aan X, verminderd met den eerder bepaalden afvoer door het stroombed VIII.

Op deze wijze wordt dus ten slotte het verval tusschen P-P en de doorlaatbruggen uitgedrukt in een functie van X.

Vervolgens is wederom het zomerbed beschouwd tusschen de punten f en e, hetgeen principieel op dezelfde wijze geschiedt als hiervoor beschreven voor het gedeelte tusschen de schipbrug te Doesburg en het punt f. En evenzoo als voor punt f is aangegeven, wordt thans de hoogte van punt e bepaald, waardoor dan tevens het verval bekend is tusschen punt e en profiel P-P en daarmede, met de reeds herhaaldelijk toegepaste methode, de afvoer -in functie van X uitgedrukt- van de stroombaan door het winterbed van het instroomingsgebied bij punt e tot profiel P-P.

Daar reeds eerder de afvoer door profiel P-P is bepaald, is thans ook -in een term met X- bekend de afvoer, welke van profiel Q-Q naar

profiel P-P vloeit. Op de meergeschetste wijze is dan ook te bepalen het verval tusschen Q-Q en P-P, wederom uitgedrukt met behulp van X.

Op dezelfde wijze als tusschen de punten f en e, wordt thans het zomerbed beschouwd tusschen de punten e en d. Hierdoor wordt de hoogte van punt d bepaald. Het verval tusschen punt d en profiel Q-Q is daarmede bekend en vervolgens de afvoer van de stroombaan, welke nabij d het zomerbed verlaat en in profiel Q-Q eindigt. Vanzelfsprekend zijn al deze waarden uitgedrukt in een vorm met X.

De eerder bepaalde afvoer door profiel Q-Q, verminderd met den zoo juist bepaalden afvoer welke nabij punt d uit het zomerbed treedt, levert den afvoer welke van profiel R-R afkomstig is. Op de meergeschetste methode is daarmede ook het verval tusschen de profielen R-R en Q-Q te bepalen.

Hierna wordt weder het zomerbed tusschen de punten d en c beschouwd, waaruit de hoogte van punt c bepaald wordt. In verband met het vorengaande is dan het verval tusschen punt c en profiel R-R bekend. Hieruit wordt wederom een term gevonden voor den afvoer welke bij punt c het zomerbed verlaat.

Vervolgens wordt vanuit punt c langs het zomerbed cijferende de hoogte van punt b bepaald en via het dan bekende verval tusschen b en profiel R-R, de afvoer berekend, welke nabij b het zomerbed verlaat.

Tenslotte wordt van b, langs het zomerbed, naar a gaande, de hoogte in dit laatste punt bepaald en daar dan ook het verval tot profiel R-R bekend is, is ook de afvoer van de nabij a uit het zomerbed ontspringende stroombaan te bepalen.

Deze afvoer is, zooals duidelijk is, uitgedrukt in een vorm met X.

De afvoer van deze stroombaan kan echter eveneens bepaald worden door den afvoer door het profiel R-R met de som der afvoeren te verminderen welke nabij de punten b en c uit het zomerbed vloeien.

Door gelijkstelling dezer beide,voor de afstrooming nabij a gevonden,termen wordt één vergelijking met X als onbekende gevonden, waaruit X opgelost is.

Voor X wordt op deze wijze 802 m3/sec.gevonden of 17 m3/sec.meer dan de som der gemeten afvoeren door de doorlaatbruggen in den Doesburgschen dijk.

Dit betrekkelijk kleine verschil kan mogelijkerwijs zijn veroorzaakt door het niet geheel met de werkelijkheid overeenstemmen der gemaakte onderstellingen. Doch ook is het geenszins uitgesloten dat er nog een geringe afvloeiing van het winterbed naar het zomerbed plaats heeft langs het oostelijk uiteinde van den Doesburgschen dijk.

Door nu de voor X gevonden waarde in de voor elk der samenstellende afvoeren gevonden vergelijkingen in te vullen,wordt elk dezer afvoeren gevonden.

Het is duidelijk dat deze berekening,of juister de bij deze berekening aangenomen coëfficienten en gemaakte onderstellingen,slechts aangehouden kunnen worden indien aan een voldoend zuivere contrôle kan worden voldaan.

Deze contrôle is gelegen in het kunnen vergelijken van de hoogten van de waargenomen verhanglijnen met de becijferde hoogten.

Voor elke stroombaan is immers in een vorm met X het verval bepaald. Door X in te vullen kan dus dit verval in cijfers worden uitgedrukt. Hetzelfde geldt voor het verhang op de onderscheidenlijke deelen van het zomerbed.

Indien men dit nu doet,is,uitgaande van de waargenomen waterhoogte bij de schipbrug te Doesburg en van de waterhoogte bij de doorlaatbruggen,langs elken gewenschen weg stroomopwaarts rekenende,voor elk punt van het zomerbed de waterhoogte te bepalen,en zoo ook voor de punten,waarvan de hoogten door waarneming bekend zijn.

Op het onderhavige riviervak zijn ten behoeve van de verhanglijn twee punten waargenomen,éénbij km 40.9 en één bij km 39.

Bij km 40.9 wordt tusschen waargenomen en berekende hoogte 1 cm verschil gevonden.

Bij km 39 is dit verschil 2 cm. Het punt van waarneming in km 39 ligt echter bij den bandijk op enkele honderden meters uit het zomerbed, terwijl wegens de strooming eenig verhang tusschen punt van waarneming en het zomerbed zal heerschen. Bedoeld verschil van 2 cm zal derhalve in de werkelijkheid geringer zijn.

Men kan dus zeggen, dat de resultaten van de becijfering ook voor het riviergedeelte bezuiden den Doesburgschen dijk zeer bevredigend zijn.

b. Hoogwater Januari 1926. (maximum afvoer).

Daar bij de berekening voor het hoogwater van November 1930 blijkens de ter beschikking staande contrôle behoorlijke resultaten zijn bereikt, is op dezelfde wijze voor het hoogwater van 1926 te werk gegaan.

Gedeelte benoorden den Doesburgschen dijk.

Tusschen de peilschalen te Doesburg en Dieren zijn geen waterhoogten bekend. De verhanglijn tusschen deze peilschalen is thans, rekening houdend met den algemeenen vorm van het winterbed, in analogie met die van 1930 getrokken.

Op dezelfde wijze, als voor 1930 beschreven, is ook thans de verdeeling van den afvoer over de verschillende gedeelten van het winterbed benoorden den Doesburgschen dijk nagegaan.

Als som der afvoeren door het zomerbed nabij km 49 en de afvoeren door stroombanen I, II en III van het winterbed (vergelijk de situatieteekening op bijlage 9) wordt gevonden 1400 m3/sec. De van den Carbenter doorlaat afkomstige afvoer door het winterbed IV wordt op 1000 m3/sec. becijferd.

De afvoer door den Carbenter doorlaat is niet gemeten. Wordt echter een afvoerkromme geconstrueerd aan de hand van de hier in 1920 en 1930 plaats gevonden afvoermetingen, dan blijkt bij extra-

polatie dezer kromme tot den voor 1926 berekenden afvoer, een niet onaanvaardbaar beeld te worden verkregen.

Ook de becijferde totaal-afvoer van den IJssel, zijnde 2400 m3/sec is aannemelijk te achten.

Aan de hand der afvoerkrommen is de maximum-afvoer te Westervoort op 2200 m3 te stellen. De afvoer van den Ouden IJssel in Januari 1926 is evenmin gemeten, doch wordt op ten minste 200 m3 gesteld.

Het is niet zeker of deze beide maximum-afvoeren geheel gelijktijdig te Doesburg zullen zijn opgetreden, doch een eventueele afwijking van de berekende hoeveelheid zal weinig te beteekenen hebben, ook als men overweegt, dat te Doesburg bij den hoogsten stand eenige, zij het dan ook geringe, invloed van komwerking aanwezig moet zijn, zoodat van den topafvoer te Westervoort een zij het dan ook klein gedeelte zal achterblijven en eerst te Doesburg zal passeeren, nadat de topstand bereikt is.

Evenals bij de berekening voor 1930 is er ook nog gecijferd naar den afvoer van het rivierbed voor Dieren (km 52 tot km 53.745, peilschaal Dieren). De hier becijferde afvoer bedraagt 2390 m3.

Riviergedeelte bezuiden den Doesburgschen dijk.

De becijfering heeft op dezelfde wijze plaats gevonden als voor 1930 is beschreven.

Ook hier is het verloop van de verhanglijn bij de becijfering buiten beschouwing gelaten en de afvoer door het winterbed even boven de schipbrug gelijk X m3/sec. gesteld. Voor den totalen IJsselafvoer is 2400 m3/sec. aangehouden.

Voor X wordt ten slotte gevonden 1450 m3/sec. of 450 m3/sec. meer dan voor den afvoer voor de Carbenter doorlaatbrug wordt aangehouden.

Deze 450 m3/sec. zal voor een gedeelte tot afvoer moeten komen door den Driekoningen doorlaat en voor het overige gedeelte langs het oostelijk uiteinde van den Doesburgschen dijk weer in het zomerbed terugvloeien.

Aangezien de waarde van X bepaald is,kan met behulp daarvan de in de verschillende stroombanen heerschende vervallen en verhangen worden becijferd en daardoor wederom de verhanglijn in het zomerbed bovenwaarts Doesburg,hetwelk met het verkregen afstroomingsgebied in overeenstemming is.

De aldus verkregen verhanglijn -op bijlage 10 aangegeven- blijkt behoorlijk in analogie met de waargenomen verhanglijn van 1930 te zyn.

Als contrôle kan gelden,dat op enkele honderden meters uit het zomerbed bij het stoomgemaal de Lijmers (km 39)een waterhoogte van 11.23 m + N.A.P.is waargenomen. Tusschen het waarnemingspunt en het zomerbed moet eenig verhang aanwezig zijn.

De stand van 11.23 m + N.A.P.zal dus in het zomerbed in werkelijkheid op korten afstand boven km 39 aanwezig zijn geweest,terwijl volgens de berekening op 100 m boven km 39 de waterhoogte 11.22 M + N.A.P. moet hebben bedragen.

Voor zoover er derhalve over contrôle kan worden beschikt,blijken de becijferde waterhoeveelheden en -hoogten in zeer goede overeenstemming te zijn met de ter beschikking staande gegevens,zoodat de gevolgde berekeningsmethoden en aangehouden coëfficienten met vertrouwen ook voor den toekomstigen toestand kunnen worden gebruikt.

Er op gewezen zij,dat bij het controleeren der waterhoeveelheden, uitgegaan is van een maximum-hoeveelheid van 2200 m3/sec.te Westervoort (Januari 1926). Deze hoeveelheid is niet gemeten,doch door extrapolatie van de afvoerkromme gevonden. Mocht in de werkelijkheid de maximum-afvoer anders geweest zijn,dan is dit niet van zoo groot belang,omdat dan bij de becijferingen naar den toekomstigen toestand ongeveer dezelfde fout wordt gemaakt. Dit is te verwachten,omdat de berekeningen op dezelfde wijze geschieden als voor den tegenwoordigen toestand heeft plaats gevonden.

In het onderhavig verband is nog getracht na te gaan hoeveel de afvoer te Westervoort in Januari 1926 heeft bedragen,indien aldaar

dezelfde becijferingen worden toegepast.

De moeilijkheid is echter dat de afmetingen van het zomerbed niet voldoende bekend zijn.

Dit riviergedeelte is n.l.tijdens het hoogwater 1926 uitgeschuurd. Hoeveel is onbekend. In October van dat jaar hebben de periodieke peilingen plaats gehad. Verwacht moet worden dat in dien tusschentijd aanzanding heeft plaats gevonden. Rekening houdende met de lengte van het riviervak zal deze aanzanding belangrijk zijn geweest, omdat in den tusschentijd veel zand aanvoerende afvoeren hebben plaats gehad. Aan de peilschaal te Westervoort Pley zakte het water n.l.pas op 6 April beneden M.R. om vervolgens op 18 Mei wederom daarboven te stijgen, om eerst begin September wederom lager dan M.R. te worden. In Februari werd een topstand van 3.21 m + M.R.bereikt en in de maanden Maart, Mei tot en met Augustus standen tusschen 1.14 m tot 2.34 m + M.R.

Om nu 2200 m3/sec.te kunnen afvoeren moet -rekening houdende met plaats gevonden uitstrooming van loswallen- de bodem tijdens het hoog water van Januari 1926 ongeveer 60 cm dieper hebben gelegen dan de bodemhoogte welke in October 1926 weer was bereikt.

Gezien de tusschen Januari en October van dat jaar opgetreden afvoeren, schijnt zulks niet onaanvaardbaar.

§ 3. <u>Toekomstige toestand bij hoogwater.</u>

De beteugelingswerken nabij de bochtafsnijdingen te Doesburg en te Rheden zijn zoo mogelijk elk op zich zelf zoodanig te maken dat het verval tusschen het begin en het einde van de betrokken bochtafsnijding ten aanzien van den tegenwoordigen toestand ongewijzigd blijft.

Ook het splitsingspunt te Westervoort zal dan bij den beschouwden maximum-afvoer niet meer door de bochtafsnijdingen worden beïnvloed.

Tevens wordt dan grooter zekerheid bereikt. Immers de maximum-

afvoer zal evenals vroeger eerst de afvoer beteugelende nauwte aan den bovenmond te Westervoort moeten passeeren en dan achtereenvolgens de riviergedeelten bij Rheden en Doesburg. Indien derhalve het afvoerend vermogen van één dezer riviergedeelten bij den maximum-afvoer onverhoopt eenigszins mocht afwijken, zal dit geen groote gevolgen hebben wegens de andere beteugelingswerken.

De ten aanzien van den maximum-afvoer bij de bochtafsnijdingen te treffen voorzieningen worden hieronder nader toegelicht.

a. Afvoerbeteugeling bij Doesburg.

De te treffen voorzieningen omvatten in de eerste plaats het sluiten van de beide doorlaten in den Doesburgschen dijk.

De vormgeving van het winterbed bij de bochtafsnijding is op bijlage 11 aangegeven, alsmede de hoogten.

Op de teekening is voorts reeds volledig rekening gehouden met het hier ontworpen stuw-, sluis- en brugcomplex, ofschoon de keuze van deze plaats eerst in het volgende hoofdstuk zal worden gemotiveerd.

Blijkens de teekening vindt het water van de plaats van de tegenwoordige schipbrug aan de rechterzijde tot aan de toekomstige vaste overbrugging een hoogwatervrije geleiding.

Benedenwaarts de brug wordt het water aan de rechterzijde door een kade geleid, welke van 11 m + N.A.P. (d.i. ± 40 cm wakend bij hoogst water) over ruim 500 m lengte geleidelijk tot maaiveld afloopt.

Aan de linkerzijde van het winterbed vindt het water hoogwatervrije geleiding over 200 m lengte, bovenwaarts van de toekomstige brug. Daar beneden vindt geleiding plaats door een kade, welke over 350 m lengte van 11 m + N.A.P. geleidelijk tot maaiveldshoogte afloopt.

Aan de hand van deze insnoeringswerken zijn schetsmatig een Grietal stroombanen door het winterbed aangegeven, waarlangs het water ongeveer tot afvoer zal komen.

De berekening is als volgt:

Benedenwaarts van ongeveer km 51.6, alwaar de bochtafsnijding in het oude zomerbed uitmondt, heeft geen verandering in het rivierbed plaats.

Er wordt derhalve aangenomen dat benedenwaarts km 51.6 in de toekomst bij den maximum-afvoer geen wijziging in de waterhoogte zal optreden, zoodat aldaar in de berekening dezelfde maximum-hoogte kan worden aangehouden als bij de becijfering betreffende het hoogwater van Januari 1926.

Op analoge wijze als vroeger beschreven is uitgerekend, wat het verval tusschen km 51.6 en het benedeneinde van de hoogwatervrije insnoering bij het sluis- en stuwcomplex moet bedragen om den maximum-afvoer van 2400 m3/sec. te kunnen doen afvloeien.

Vervolgens is becijferd welk verval deze hoeveelheid water noodig heeft om bedoelde watervrije insnoering -welke op 200 m bovenwaarts van de toekomstige brug eindigt- te doorstroomen.

Aan het boveneinde van de insnoering wordt een waterhoogte van 10.57 m + N.A.P. becijferd. Deze zelfde hoogte werd tijdens het hoogwater van Januari 1926 waargenomen aan de peilschaal bij de schipbrug te Doesburg, welke omstreeks 500 m meer stroomopwaarts is gelegen. Nabij de tegenwoordige schipbrug zal het water volgens de berekening dus enkele cm hooger zijn dan voorheen. Deze verhooging zal, gezien den vorm van de verhanglijn (vergelijk bijlage 10) spoedig te niet gaan.

Dat de berekende hoogte aan het boveneinde der bochtafsnijding een weinig hooger is berekend dan vroeger is opgetreden, kan als zekerheid wordt beschouwd. Mocht de afvoercapaciteit n.l. grooter zijn dan is becijferd, dan is in het gevonden hoogteverschil een reserve gelegen tot vermindering van het verhang, waardoor de afvoer weer geringer word

Voor het geval de afvoercapaciteit geringer mocht zijn dan is becijferd, kan, gezien de horizontale ligging van het bovenwaarts aansluitende winterbed en de invloed daarvan op de verhanglijn, zich een eenigszins steiler verhang in de doorsnijding ontwikkelen, zonder dat

daarvan meer bovenwaarts noemenswaardige verhooging van den waterstand is te duchten.

Ten slotte zij er op gewezen dat ondanks de vrij korte insnoering van het winterbed er, wegens de aanwezigheid van de stuw met bijbehoorende voorzieningen, geen verdieping van den rivierbodem (en daarmede gepaard gaande vermeerdering van het afvoerend vermogen) is te verwachten.

b. Afvoerbeteugeling bij Rheden.

Het peil van Januari 1926 is zoowel aan de bovenzijde als aan de benedenzijde van de bochtafsnijding bekend.

De berekening wordt nu zoodanig opgezet, dat ook in de toekomst deze waterhoogten gelijk blijven.

Om de berekening eenvoudig te houden, is de situatie aangehouden als op bijlage 12 aangegeven.

Door een watervrijen dam is het rivierbed in twee gedeelten gesplitst.

Links van den dam ligt de bochtafsnijding, bestaande uit het zomerbed met een smal winterbed. Aan de andere zijde van den dam ligt een uitgestrekt winterbed, bestaande uit het z.g. Rhedensche Laag en voorts nog de afgesneden rivierarm.

Om het afvoerend vermogen niet te groot te maken, is de afgesneden rivierarm nabij km 33.4 tot een hoogte van 12.40 m + N.A.P. (dat is juist hoogwatervrij) afgesloten. Aan den linkeroever (Rhedensche Laag) zet deze dam zich op den oever nog eenigszins voort, terwijl aan den rechteroever (Vaalwaard) de dam aansluit aan een zomerkade, welke van km 33.400 tot aan km 34.700 evenwijdig aan den afgesneden rivierarm loopt.

Deze kade wordt opgehoogd over 200 m lengte (tusschen X en Y) tot een hoogte van 11.15 m en over het 250 m lange gedeelte $Y-Y_1$ tot een hoogte van 11.85 m + N.A.P. Oostelijk van Y verkrijgt de kade een hoogte van 12.40 m + N.A.P. (juist hoogwatervrij)

Een en ander beteekent,dat al het over het Rhedensche Laag afvloeiende water de overlaat X-Y-Y_1 moet passeeren.

De over de Rhedensche Laag gedachte stroombanen zijn op de bijlagen aangeduid.

Ook hier is,op overeenkomstige wijze als eerder behandeld,een profiel W-W aangenomen,dat zonder dwarsverhang is gedacht,terwijl in den afgesneden rivierarm de punten P, R. en S.zijn beschouwd,welke in het midden boven elk der stroombanen is gelegen. Beneden den overlaat X-Y-Y_1 (waarvan boven Y-Y_1 de toestand van maximum-afvoer heerscht) is het profiel Z-Z aangehouden. Op dezelfde wijze als eerder beschreven is de afvoer over het Rhedensche Laag naar meergenoemden overlaat becijferd.

Deze afvoer moet gelijk zijn aan hetgeen den overlaat passeert.

Door deze gelijkstelling wordt bij een waterstand van 12.44 m + N.A.P.ter plaatse van P en van 12.07 m + beneden den overlaat over het Rhedensche Laag een afvoer van 650 m3/sec. gevonden.

Voor de doorsnijding wordt op de reeds vroeger beschouwde wijze een afvoer van 1475 m3/sec. gevonden.

De totale afvoer is derhalve 2125 m3/sec. of 75 m3/sec.geringer dan de op 2200 m3/sec.aangehouden maximum afvoer.

Om 2200 m3/sec.te kunnen verzetten zal het verhang in de doorsnijding een weinig steiler moeten worden,hetgeen zonder bezwaar kan worden opgevangen in verband met het ten behoeve van den afvoer bij lagere waterstanden eenigszins verbreed gedacht zomerbed tusschen het boveneinde der bochtafsnijding en het benedeneinde van het intact gelaten nauwere gedeelte bij Westervoort.

Ontoelaatbare profielsverwijding door verlaging van den bodem ten gevolge van uitschuring behoeft niet te worden gevreesd.

De verhanglijn ter plaatse van de doorsnijding zal (vergelijk bijlage 10) in de toekomst vlakker zijn dan op het benedenwaarts

aansluitende gedeelte van meer dan 5 km lengte.

Ten slotte zij er op gewezen, dat de hoogste standen langs den tegenwoordigen bandijk aan den rechteroever tusschen km 30.5 tot km 33.4 met 0 tot 20 cm zullen toenemen.

HOOFDSTUK VI.

UIT TE VOEREN WERKEN.

§ 1. Inleiding.

De beschouwing omtrent de voor de kanalisatie uit te voeren werken kan zich binnen het kader van dit rapport beperken tot de rivierwerken,(bochtafsnijdingen,enz.)en de stuw- en sluiscomplexen met bijbehoorende werken.

Achtereenvolgens zullen worden behandeld de keuze der stuwpeilen en de plaats der stuw- en sluiscomplexen in het lengteprofiel,vervolgens de situatie der werken,het toe te passen type en de hoofdafmetingen.

De keuze van de plaats der stuwen is in groote mate afhankelijk van het lengteprofiel,dat ingrijpend gewijzigd wordt ten gevolge van de in Hoofdstuk IV beschouwde bochtafsnijdingen ten behoeve van de beoogde vermeerdering van den afvoer bij open rivier.

Het aldus gewijzigde lengteprofiel is aangegeven op bijlage 13.

§ 2. Keuze van de stuwpeilen en de plaats der stuwen.

De stuwpeilen zijn zoo te kiezen,dat de waterstaatkundige toestand der oeverlanden,gevestigde industrieën,aanwezige doorvaarthoogten,enz.geen bezwaren ondervinden.

Geacht kan worden dat in het algemeen hieraan wordt voldaan,indien het peil van de opgestuwde rivier zich beweegt tusschen een lagen stand,ongeveer overeenkomend met O.L.R. en een hoogen stand van wellicht ten hoogste 1 m + M.R. Slechts om dringende redenen ware hiervan af te wijken.

Voorts is er op te letten dat voldoende diepte voor de scheepvaart aanwezig is.

Als minimum-diepte is ± 3 m - M.R.(1921-1930) aangehouden,zoodat ook schepen,met grooter diepgang dan op het Twenthekanaal toelaatbaar, in de toekomst bij voortduring op de opgestuwde panden kunnen varen,

voor zoover althans de diepte nabij de bovenmonding zulks toelaat.

Opgemerkt zij,dat bij gunstigen waterstand dergelijke diepgaande schepen thans op den IJssel worden aangetroffen.

De bovenste stuw is zoover mogelijk stroomafwaarts,zoo mogelijk nabij Doesburg, te plaatsen.

De voordeelen daarvan zijn,

dat volstaan kan worden met in totaal 3 stuwen en sluizen, hetgeen bij een meer stroomopwaartsche plaatsing spoedig niet meer mogelijk blijkt,

dat de belangrijke vaart voorbij den Pannerdenschen kop van en naar de uitmonding van het Twenthekanaal slechts één stuw of sluis heeft te passeeren,

dat een stuw- en sluiscomplex bij Doesburg op gelukkige wijze met de aldaar gewenschte vaste overbrugging kan worden gecombineerd, en

dat de nog stellig te verwachten doorgaande zakking der rivieren bij de keuze van de drempelhoogte van bovenste stuw en sluis met minder overdiepte kan worden opgevangen dan bij een meer stroomopwaartsche ligging.

Het blijkt inderdaad mogelijk de bovenste stuw nabij Doesburg te plaatsen.

Rekening houdend met de gedachte stuwregeling en peilen zijn de volgende stuwen nabij Gorssel en Windesheim te plaatsen.

De plaats der werken is op de overzichtsteekening (bijlage 7) aangegeven en bovendien -met enkele bij kanalisatie voorkomende waterhoogten- op het lengteprofiel (bijlage 13).

De stuwpeilen zijn als volgt samen te vatten:

1e.pand: in maximum 8.35 m + N.A.P.en overigens zooveel minder als uit het peil aan den IJsselkop en den op den IJssel toegelaten afvoer volgt.

2e pand: 5 m + N.A.P.

3e pand: 2.25 m + N.A.P.

Het peil op het ongestuwde,met het IJsselmeer in open gemeenschap liggende 4e pand, hangt af van de waterhoogte op het IJsselmeer en den op den IJssel toegelaten afvoer. Op het lengteprofiel is uitgegaan van den (minimum)stand van 0.40 m - N.A.P.op het IJsselmeer.

Uit deze hoogten volgt,dat de opgestuwde rivier plaatselijk hooger zal reiken dan eerder t.a.v.de oeverlanden als wenschelijk is aangegeven.

Het voordeel dat met drie stuw- en sluiscomplexen kan worden volstaan,inplaats van met vier,weegt echter ruimschoots op tegen de daardoor veroorzaakte meerdere stuwschade.

De stuwschade en de wijze waarop daaraan kan worden tegemoet gekomen,worden in het volgende hoofdstuk beschouwd.

§ 3. <u>De werken bij Rheden.</u> (bijlage 14).

De bochtafsnijding,welke om vroeger vermelde redenen noodig is, verkort de rivier met 3.66 km.

De nieuwe rivier verkrijgt een goede horizontale configuratie.

Een van de beide voor de scheepvaart bezwaarlijkste bochten op den IJssel,n.l.die te Rheden (km 34.8),welke met die nabij het kasteel Nijenbeek (km 76-78) afzonderlijk in den "Wegwijzer voor de Binnenscheepvaart (Deel 1)" worden genoemd,wordt als gevolg van de bochtafsnijding afdoende verbeterd.

De af te snijden rivierbocht moet grootendeels voor de scheepvaart toegankelijk blijven ten behoeve van de daaraan gevestigde pannen- en steenindustrieën.

De te maken dijken en op te hoogen kadem zijn op de situatie aangegeven.

De waterstanden langs den rechter bandijk tusschen km 30.5 en km 33.4 zullen bij een afvoer als in Januari 1926 voorgekomen met 0 tot 20 cm ten aanzien van toen stijgen. Indien dit voor den dijk

bezwaarlijk wordt geoordeeld, kan de dijk bij wijze van grondberging worden verzwaard.

Door de afsnijding wordt het Rhedensche Laag door de oude en nieuwe rivier ingesloten.

Via den langs den rechteroever van de nieuwe rivier te maken dam zal aan dit afgesloten gebied verbinding met den rechteroever van de tegenwoordige rivier worden gegeven, terwijl de linkeroever via het Rhedensche veer (km 35) bereikbaar is.

Uit een technisch oogpunt zijn bij de uitvoering geen bezwaren te verwachten. De uit de doorsnijding vrijkomende grond kan worden benut voor de te maken dijken, dammen, enz., het opvullen en egaliseeren van in de nabijheid gelegen tichelgaten en andere laag gelegen deelen van den uiterwaard en desgewenscht gedeeltelijk ten behoeve van den zandhandel worden afgevoerd. Ook kan -indien noodig- voor zooveel zulks met het oog op de scheepvaart mogelijk is, in den af te snijden rivierarm worden geborgen.

§ 4. <u>De werken bij Doesburg.</u> (bijlage 15).

De stuw- en sluiswerken kunnen op aantrekkelijke wijze worden gecombineerd met de te Doesburg gewenschte vaste overbrugging en de om vroeger vermelde redenen noodige bochtafsnijding.

Ten behoeve van een betere toeleiding naar sluis en stuw zijn eenige rivierwerken bij en bovenwaarts Doesburg geprojecteerd, welke uit de bijlage blijken en geen verdere toelichting behoeven.

De verbetering voor de scheepvaart, gelegen in een verkorting van den vaarweg met 5.27 km en een veel gunstiger horizontale configuratie tusschen Doesburg en Dieren, vereischt evenmin toelichting.

De stuw, bestaande uit 2 doorvaartopeningen met tusschengelegen smallere afvoeropening, ligt gunstig voor de scheepvaart en is reeds op grooten afstand zichtbaar. De afvaart en ook de opvaart zullen bij open rivier praktisch gesproken van nature den goeden wal houden

en dus gunstig op de aan dien wal grenzende stuwopening zijn gericht. De afvarende sleepen zullen in gestrekte richting de doorvaartopening kunnen passeeren.

De naar de sluis leidende sluiskanalen, breed 30 m in den bodem, diep 3.25 m onder laagsten waterstand en ten minste 600 m lang, zijn behoorlijk in en uit te varen en voldoende lang voor het afremmen van sleeptreinen.

Als bijkomend voordeel verschaft de aangegeven situatie nog een uitgebreid havengebied aan de gemeente Doesburg.

De uit de bochtafsnijding en de sluiskanalen vrijkomende grond zal voor verschillende doeleinden worden gebruikt, o.a. voor de toeritten naar de ontworpen brug, voor het maken van den afsluitdam in het bovenstroomsche eind van de af te snijden rivierbocht en voor aanvulling en egaliseering van laag gelegen terreinen. Ook kan eventueel worden afgevoerd ten behoeve van den zandhandel.

Op deze plaats zij er op gewezen, dat de afgesneden rivierbocht eventueel kan worden gebruikt als grondbergplaats, ook van elders te maken werken. Behalve met de daaraan gelegen industrieën enz. is daarbij echter ook rekening te houden met het in stand houden van voldoende afwateringsmogelijkheid van het Broekhuizer water, welke thans op den IJssel onmiddellijk bovenwaarts Doesburg geschiedt, doch waarvan het water in de toekomst op het 2e stuwpand beneden Doesburg zal worden gebracht. (In Hoofdstuk VII, par. 2 wordt hierop nader teruggekomen).

Bovendien zal ook het rioolwater van Doesburg in de afgesneden rivierbocht zijn te loozen, zoodat het wenschelijk schijnt daarin een constante spoelstroom te onderhouden, hetgeen bereikt kan worden door het bouwen van een spui-inrichting in den afsluitdam.

§ 5. <u>De werken bij Gorssel</u>. (bijlage 16).

Deze werken komen volgens het lengteprofiel ongeveer ter plaatse

van de reeds in par.3 genoemde bocht,welke als voor de scheepvaart bezwaarlijk met name in den Wegwijzer voor de Binnenscheepvaart wordt vermeld. Indien men tot verbetering van den IJssel overgaat, kan verbetering of uitschakeling van deze bocht niet achterwege blijven. Daar afdoende plaatselijke verbetering onmogelijk moet worden geacht,zal een aannemelijke oplossing slechts kunnen worden verkregen door het maken van een bochtafsnijding.

Te meer bestaat hiertoe aanleiding,omdat een afsnijding zeer goed te combineeren valt met den bouw van het sluis- en stuwcomplex.

De op de situatieteekening aangegeven afsnijding verkort den vaarweg met ongeveer 2 km en heeft een goeden horizontalen vorm.

De stuw bestaat uit 2 doorvaartopeningen met tusschengelegen smallere afvoeropening en is voor de scheepvaart gunstig gelegen.

Zoowel de op- als de afvaart zal zonder moeite den z.g.goeden wal kunnen houden. Wel bestaat er voor de afvaart beneden de stuw over eenige honderden meters neiging om over te steken,doch gezien het verdere verloop van de rivier,zal men -ook indien de stuw afwezig ware- den goeden wal niet verlaten,c.q.spoedig weer opzoeken. Eveneens kan worden verwacht dat de opvaart aldaar geen bezwaren zal ondervinden.

De afvaart zal in gestrekte ligging door de stuwopening plaats hebben.

De toeleidingen naar de sluis verkrijgen dezelfde afmetingen als in de vorige paragraaf ten aanzien van Doesburg zijn genoemd. De toegangen zijn behoorlijk bevaarbaar.

De oude rivierarm zal slechts over korte lengte aan de bovenzijde kunnen worden aangevuld,omdat zij dienstbaar moet blijven aan de loozing van de verschillende beken,welke thans bij kmr 77 in de rivier uitmonden. Eenige versmalling van het oude zomerbed is daarbij natuurlijk toelaatbaar.

Het vraagstuk der grondberging zal geen moeilijkheden opleveren, daar vele terreinen, waaronder de zeer ongelijk van hoogte liggende Middelwaard, zullen kunnen worden opgehoogd, eventueel ook zand ten behoeve van den zandhandel kan worden beschikbaar gesteld en zeer ruime berging aanwezig is in afgesneden rivierarmen elders.

§ 6. De werken bij Windesheim. (bijlage 17).

De derde en meest noordwaarts gelegen stuw moest zoover stroomafwaarts worden geschoven, dat zonder uitvoering van groote baggerwerken ter verlaging van den rivierbodem voldoende vaardiepte op het ongestuwde rivierpand beneden de stuw kan worden gegarandeerd.

Deze eisch bepaalt vrij nauwkeurig de ligging van het stuwcomplex nabij km 113.

Het vontwerpen der kunstwerken buiten het bestaande zomerbed blijkt geen bezwaren mede te brengen, zoodat de bouw op veilige wijze kan plaats vinden, zonder dat de scheepvaart daarvan hinder ondervindt.

In tegenstelling met de eerder beschreven werken is de stuw hier gedacht met 3 even wijde openingen.

Van de op- en afvaart kan vrijwel hetzelfde worden opgemerkt als in de vorige paragraaf ten aanzien van de stuw te Gorssel.

Zonder veel moeite zal de z.g. goede wal kunnen worden gehouden.

De stuw ligt gunstig voor doorvaart in gestrekte ligging van de afvarende sleepen.

De toeleidingskanalen hebben dezelfde afmetingen als in par. 4 ten aanzien van Doesburg zijn genoemd. De toegangen zijn behoorlijk te bevaren.

Het oude riviergedeelte moet ten deele intact blijven wegens een daaraan gevestigde steenfabriek. Ook zal daarin van en via de Herxer uiterwaarden moeten kunnen worden afgewaterd.

De bij de beschouwde werken vrijkomende grond zal kunnen

worden gebruikt voor ophooging van vele lage terreinen in de omgeving en voor een gedeelte eventueel voor den zandhandel kunnen worden afgevoerd.

§ 7. Keuze van het stuwtype.

Hoewel thans nog slechts van een voorloopig ontwerp der stuwen kan worden gesproken, zijn hier reeds eenige algemeene opmerkingen te maken ten aanzien van den vorm en de afmetingen der kunstwerken.

Bij het formuleeren der aan de IJsselstuwen te stellen eischen dient men zich rekenschap te geven van het feit, dat deze gedurende een groot deel van het jaar geopend zullen kunnen zijn en dan geen hindernis voor de scheepvaart mogen opleveren. Uit dezerzijds verrichte waarnemingen is gebleken dat sleeptreinen, zooals die op den IJssel voorkomen, een vaarbreedte van ongeveer 25 m behoeven.

Voor het verkeer in één richting moet derhalve een wijdte van ± 40 m aanbevolen worden.

Indien men op- en afvaart van dezelfde doorvaartopening gebruik doet maken, kan volgens de ervaringen op de gekanaliseerde Maas met 60 m worden volstaan. Men zal dus blijkbaar voor de IJsselkanalisatie de keuze moeten bepalen tusschen 2 × 40 en 1 × 60 m.

In deze keuze is men echter niet vrij. Immers, gedurende den soms zeer langen tijd dat de stuwen zijn geopend en de rivier dus normaal afstroomt, kan een belangrijk zandtransport worden verwacht. Het schijnt daarom geraden af te zien van de toepassing van zoodanige afsluitelementen, waarbij gevaar van beschadiging of kans op bedrijfsstoring door het materiaaltransport of anderszins aanwezig moet worden geacht. In dat geval wordt de keuze in hoofdzaak beperkt tot dat type stuwconstructie, waarbij elke opening met behulp van één enkel element kan worden afgesloten, d.i. de stuw met z.g. groote elementen. Bij de gegeven verhoudingen blijkt een dergelijke stuw niet van een opening van 60 m wijdte te kunnen worden voorzien,

omdat de technische uitvoering der afsluiting op vrijwel onoverkomelijke moeilijkheden zal stuiten.

In het voorliggende geval moet 40 m wijdte wel als maximum worden beschouwd, zoodat de keuze zich op twee scheepvaartopeningen elk wijd 40 m bepaalt.

Bij het opmaken der voorloopige ontwerpen werden dan ook alle stuwen voorzien van ten minste 2 scheepvaartopeningen van 40 m wijdte, elk afsluitbaar met behulp van één groot element.

Door het stuwen van den IJssel wordt de waterverdeeling langs de Rijntakken beïnvloed, zoodat behalve een peilregeling ook een afvoerregeling optreedt, welke laatste uiteraard geschiedt met behulp van de hoogst gelegen stuw.

Terwijl dus de stuwen bij Gorssel en Windesheim slechts tot taak hebben het voorgeschreven stuwpeil binnen zeer beperkte grenzen te handhaven, treedt bij de stuw te Doesburg de afvoerregeling op den voorgrond. Het behoeft dus niet te verwonderen dat dit verschil in doelstelling in de constructiewijze der stuwen tot uiting zal komen.

Een voorgeschreven stuwpeil zal het beste worden onderhouden door een stuw met overstortende straal, waarbij willekeurige veranderingen in den afvoer van slechts geringen invloed zijn op de hoogte van de overstortende straal en dus op het stuwpeil.

Een constante afvoer, zooals voor de stuw bij Doesburg kan worden voorgeschreven, is het best te verkrijgen door onderstroom, waarbij veranderingen in het stuwpeil niet zulk een grooten invloed op de afvoeren hebben. Dit klemt hier te meer, daar het pand boven Doesburg in open gemeenschap ligt met den Neder-Rijn, zoodat veranderingen in den waterstand voortdurend optreden.

Bij het ontwerp van een stuw in een rivier met beweeglijken bodem nemen de voorzieningen, welke men moet treffen tegen mogelijke ontgrondingen, een zeer voorname plaats in.

Van belang schijnt steeds een zooveel mogelijk t.o.v.de rivier symmetrisch stroombeeld,opdat geen gevaarlijke eenzijdige neerwerking optreedt. Uit dien hoofde is de afsluiting van een stuw met behulp van slechts twee elementen te ontraden,daar in geval van bedrijfsstoring aan één dezer dit gevaarlijke stroombeeld in zeer sterke mate zal optreden. Het is dan ook wenschelijk het aantal stuwopeningen op ten minste drie te bepalen.

De stuw bij Doesburg is gedacht met twee door walsen afsluitbare scheepvaartopeningen van 40 m,waartusschen een zoo klein mogelijke spuiopening werd ontworpen,teneinde het profiel van de stuw niet te zeer te doen verschillen met dat van de rivier. Deze 14 m wijde middenopening kan door middel van schuiven worden afgesloten. Uit modelproeven zal moeten blijken of en in welke mate een geconcentreerde, zij het ook symmetrische,afvoerregeling met behulp van deze opening mogelijk is en bij welke afvoeren ook de walsen een deel dezer taak moeten gaan vervullen.

De stuw bij Gorssel zal eenzelfde indeeling der openingen kunnen verkrijgen,waarbij echter de afsluiting der scheepvaartopeningen waarschijnlijk het best zal kunnen geschieden door middel van schuiven met klep.

Daar de rivier zich benedenwaarts verbreedt,zal de stuw bij Windesheim ten slotte van 3 gelijke openingen,elk wijd 40 m, kunnen worden voorzien,alle op gelijke wijze af te sluiten door een dergelijke schuif met klep.

De vraag of toepassing van deze schuiven voor de scheepvaartopeningen in de stuw bij Doesburg wellicht ook aanbeveling verdienen, dient ontkennend te worden beantwoord. Het stuwpeil bij Doesburg zal kunnen wisselen van 8.35 m + N.A.P. tot lager dan 7.00 m + N.A.P., terwijl de maximum afvoer der gestuwde rivier bij een stuwpeil van ± 7.20 m + N.A.P.zal optreden. Wil men bij dit peil nog een beteekenenden afvoer door overstort doen plaats vinden,dan moet de klep zeer

hoog en de rest van het schuiflichaam laag zijn,daar slechts ± 6 m constructiehoogte voor beide te zamen ter beschikking staat. Overigens moet -zooals reeds is opgemerkt- te Doesburg op afvoerregeling door onderstroom worden prijs gesteld,zoodat afvoer door overstort via een klep uit dien hoofde al niet gewenscht schijnt.

§ 8. Keuze hoofdafmetingen der sluizen.

Allereerst moet een inzicht worden verkregen omtrent de te verwachten vaart.

De vaart op den IJssel wordt waargenomen te Doesburg,Zutphen, Deventer en tot kort geleden ook te Hattem. Van deze reeks moet de opgave van Doesburg als de meest betrouwbare worden beschouwd,omdat aldaar slechts een zeer gering aantal schepen de gesloten schipbrug kan passeeren en de aanteekening tevens geschiedt met het oog op de van de scheepvaart te heffen bruggelden.

Met vrij groote zekerheid kan worden aangenomen,dat de vaart langs Doesburg intensiever zal zijn dan die langs de andere plaatsen waar stuwen worden geprojecteerd en wel in hoofdzaak,omdat de Twenthevaart in meerdere mate via het boven- dan via het benedengedeelte van den IJssel zal plaats hebben.

Door de grootte der benoodigde schutsluizen te bepalen aan de hand van de langs Doesburg binnen afzienbaren tijd te verwachten scheepvaart,is men daarmede voor de beide sluizen bij Gorssel en Windesheim dus aan den veiligen kant.

Bij het schatten van de toekomstige vaart te Doesburg wordt deze onderscheiden in de IJsselvaart en de Twenthevaart. Onder IJsselvaart wordt verstaan de geheele vaart,verminderd met de Twenthevaart.

De vaart zal in het volgende in tonnen laadvermogen worden uitgedrukt.

De IJsselvaart,welke Doesburg passeert,beweegt zich in de laatste 10 jaren tusschen 3.5 en 4 millioen ton per jaar. Het grootste

jaarcijfer werd in 1937 bereikt en bedroeg 4.1 millioen.

Aangenomen wordt nu dat de IJsselvaart bij den tegenwoordigen IJssel in maximum met ten hoogste 10% boven laatstgenoemd bedrag kan stijgen.

De maximum toekomstige IJsselvaart bij niet gekanaliseerden IJssel is derhalve op 4.51 millioen ton per jaar gesteld.

Bij gekanaliseerden IJssel is te verwachten,dat de IJsselvaart zal toenemen met het vervoer dat thans bij lage (en niet bij hooge) waterstanden per as plaats heeft en voorts met het vervoer dat bij lage waterstanden niet langs den IJssel gaat,doch omvaart. Ten slotte mag worden verwacht,dat bij het steeds aanwezig zijn van een behoorlijken vaarweg nieuwe vaart zal worden aangetrokken.

Aangenomen is,dat alles bijeen,de vaart hierdoor met 15% zal vermeerderen.

De maximum IJsselvaart na kanalisatie is derhalve op 5.186 millioen ton per jaar gesteld.

De Twenthevaart verkeert in beginstadium,zoodat het moeilijk is een toekomstig maximum cijfer te noemen.

In de "Nota betreffende de uitkomsten van een onderzoek naar den economischen grondslag van den aanleg der Twenthekanalen" van Juni 1926,door ir.C.Wolterbeek, wordt de Twenthevaart in 1945 op 2.5 millioen ton per jaar geschat. Hieronder is echter ± 0.1 millioen begrepen,voor vervoer,dat bij het niet tot stand komen van het kanaal Almen-Lobith waarschijnlijk ook niet de sluis te Eefde zal passeeren, zoodat het thans te beschouwen cijfer op 2.4 millioen is te stellen.

Volgens de waarnemingen aan de schutsluis te Eefde bedroeg in 1936 en 1937 de vaart resp.1.170.900 en 1.321.000 ton.

De thans nog in ontwikkeling begrepen Twenthevaart zal in sterke mate gunstig worden beïnvloed indien de thans op den IJssel vaak optredende onvoldoende waterdiepten eenmaal tot het verleden zullen be-

hooren.

Gemeend is dat het cijfer van 2.4 millioen ton per jaar kan worden aangehouden.

Volgens de waarnemingen aan de schutsluis te Eefde was in 1936 en 1937 resp. 84½ en 81% der vaart op de richting Westervoort en 15½ en 19% der vaart op de richting Hatten georiënteerd.

Voor het bepalen van de maximum-vaart langs Doesburg is aangenomen, dat 80% Doesburg zal passeeren, zoodat de maximum Twenthevaart daar op 1.92 millioen ton per jaar is te stellen.

De totale vaart langs Doesburg zal derhalve over afzienbaren tijd niet grooter worden dan 7.106 stel 7.2 millioen ton per jaar.

Rekening houdende met mogelijke wijzigingen in verhoudingen enz. zal voor de sluizen te Gorssel en te Windesheim op ~~ten minste~~ wellicht 1 millioen ton per jaar minder zijn te rekenen.

De hier gegeven schattingen zijn niet anders dan globaal.

Er is op te wijzen, dat men in het onderhavig verband er voor moet waken niet aan den lagen kant te zijn, opdat de schutsluizen niet reeds na betrekkelijk korten tijd na inbedrijfstelling te klein blijken te zijn.

Het voor de te verwachten vaart noodige kolkoppervlak kan wellicht door vergelijking met bestaande sluizen worden vastgesteld.

Door den Hoofdingenieur belast met het onderhoud van het Julianakanaal werd medegedeeld, dat aan de sluizen van dat kanaal z.i. een absolute maximum-capaciteit van 30 millioen ton per jaar moet worden toegekend. Dit is te beschouwen als het maximum, dat een sluis met een schutkolkoppervlak van ± 2250 m2 onder de meest gunstigste omstandigheden kan verzetten. Dat is dan bij instelling van dag- en nachtvaart, in bedrijfstelling van tractors of andere inrichtingen om de schepen snel in en uit de sluis te brengen, een constante omvang der dagelijksche vaart, vrijwel gelijkmatige op- en afvaart en bij een gemiddelde scheepsgrootte van ± 400 ton.

De IJsselvaart vertoont echter niet dit beeld.

Nachtvaart op de rivier is steeds gering, zoodat het aantal drukke bedrijfsuren per etmaal beperkt is. Van een bepaalde spitsbelasting in den zomer kan niet worden gesproken. De capaciteit der sluizen is derhalve op niet meer dan 12 bedrijfsuren per dag te baseeren. Een sluis van 2250 m2 kolkoppervlak zal dus onder verder gelijke voorwaarden in dit geval slechts 15 millioen ton per jaar kunnen doorschutten.

Verder is er geen sprake van een constanten omvang der dagelijksche vaart op den IJssel. Deze kan volgens de waarnemingen aan de Doesburgsche schipbrug zeker 0.5% van den jaarlijkschen omvang bedragen of $1\frac{1}{2}$ × zoo veel als zonder Zondagschutting het geval is bij een gelijkmatig over alle vaardagen verdeelde vaart.

Om het vervoer steeds zonder stagnatie te kunnen verwerken, zal de sluis omstreeks $1\frac{1}{2}$ zoo groot moeten zijn als voor het gemiddelde vervoer noodig is; of in het onderhavig verband anders uitgedrukt de beschouwde schutsluis van 2250 m2 kolkoppervlak zal geen 15 millioen, doch slechts 10 millioen ton per jaar verzetten.

Wil men tevens rekening houden met de zeker optredende variaties in de intensiteit van uur tot uur en het verschil in den dagelijkschen omvang van op- en afvaart, dan zal, ter vermijding van stagnatie, die maximum capaciteit ten minste dalen tot 8 millioen ton.

Ten slotte dient dan nog rekening te worden gehouden met de geringe gemiddelde tonnenmaat van de scheepvaart op den IJssel. Thans bedraagt zij ± 150 ton. Men mag verwachten dat dit cijfer door de kanalisatie zal toenemen; het zal echter een maat van 250 ton wellicht niet overschrijden. De capaciteit van een sluis zal met ten minste 20% verminderen, indien de gemiddelde scheepsgrootte daalt van 400 tot 250 ton.

Men komt op deze wijze dus tot de conclusie dat een sluis met 2250 m2 kolkoppervlak voor de vaart op den IJssel een jaarlijksche

capaciteit zal hebben van 0.8 × 8 millioen ton = 6.4 millioen ton.

Uitgaande van de geschatte vaart ad 7.2 millioen ton zal daarvoor dus noodig zijn een kolkoppervlak van $\frac{7.2}{6.4}$ × 2250 m2 = ± 2500 m2.

Indien, praktisch gesproken, alle stagnatie moet worden voorkomen, is deze oppervlakte voor de gedachte IJsselvaart als een minimum te beschouwen.

Men komt tot een ongeveer gelijk kolkoppervlak, indien men uitgaat van de sluizen te Andel en te St.Andries.

De sluis te Andel met een schutkolk van 110 × 19 m, keert in het algemeen een klein verval en eischt dientengevolge een korten vultijd. In het jaar 1933 werd 5.25 millioen ton laadvermogen doorgeschut met een gemiddelde scheepsgrootte van 165 ton. Lange wachttyd was geen zeldzaamheid.

Door de sluis bij St.Andries werd in het jaar 1936 doorgeschut 6 millioen ton laadvermogen bij een gemiddelde scheepsgrootte van 300 ton. De maximum-capaciteit van de 14 × 125 m metende schutkolk werd hiermede vrijwel bereikt, tenzij met langen wachttijd genoegen zou worden genomen.

Bij het bepalen van den vorm van de sluis zij allereerst de vraag gesteld, welke doorvaartwijdte in de hoofden is aan te houden.

Een wijdte van 14 m schijnt aangewezen. Schepen van 2000 ton, welke thans reeds op den IJssel worden aangetroffen, zullen dan kunnen passeeren. Genoemde wijdte wordt tevens aangetroffen op de gekanaliseerde Maas en bij de sluizen in den afsluitdijk van het IJsselmeer.

Gelet op het beeld dat de IJsselvaart vertoont, behoeft geen rekening te worden gehouden met een bepaald scheepstype. Een grootere wijdte van de schutkolk zal geen voordeelen aan de scheepvaart bieden, terwijl voor de navigatie een lange sluis gemak oplevert.

Er is daarom gedacht aan een sluis met rechte evenwijdige

schutkolkwanden en een schutkolkbreedte van evenoens 14 m.

Uitgaande van een schutkolkoppervlak van ten minste 2500 m2 en een wijdte van 14 m, wordt als lengte ten minste 180 m gevonden.

Deze lengte staat het maken van een middenhoofd toe, hetwelk als regel niet behoeft te worden afgesloten, aangezien met schutwater niet behoeft te worden gespaard.

Het middenhoofd is echter aan te bevelen uit een oogpunt van bedrijfszekerheid.

In de sluizen kan zonder bezwaar dezelfde diepte aanwezig zijn als in de toeleidende kanalen, n.l. 3.25 m onder het minimum-peil.

Daar de sluizen slechts dienst moeten doen zoolang er gestuwd wordt, behoeven zij niet tot boven den hoogsten ter plaatse voorkomenden waterstand te reiken.

Recapituleerend kunnen als hoofdafmetingen worden aanbevolen:

wijdte in de hoofden en de kolken: 14 m

lengte van de van een middenhoofd voorziene schutkolken: 180 m

diepte: 3.25 m onder minimum-peil.

HOOFDSTUK VII.

STUWSCHADE EN TE TREFFEN VOORZIENINGEN.

§ 1. Inleiding.

Door het stuwen op den IJssel zullen de frequenties der voorkomende waterstanden worden gewijzigd.

Bij het veelvuldiger voorkomen der hoogere waterstanden zullen de afwateringsbezwaren zich meer doen gelden dan thans en wellicht schade aan gewas op buitendijks gelegen terreinen worden toegebracht.

Aangenomen is dat dit laatste het geval zal zijn, indien het hoogteverschil tusschen stuwpeil en maaiveld minder dan 0.50 m kan bedragen.

Bij het veelvuldiger optreden van lage waterstanden, zullen de bij die standen eventueel bestaande bezwaren betreffende de vaardiepte voor aansluitende scheepvaartwegen toenemen.

Van werkelijke blijvende schade kan slechts worden gesproken, indien het niet mogelijk blijkt maatregelen te treffen tot opheffing der bezwaren.

In hoeverre er aanleiding voor het Rijk bestaat om tot een geldelijke tegemoetkoming aan de betrokken eigenaren over te gaan, kan hier buiten beschouwing blijven. Opgemerkt zij slechts, dat met dergelijke geldelijke uitkeeringen rekening is gehouden in de in het volgende hoofdstuk te behandelen begrooting.

Op de overzichtsteekening op bijlage 7 zijn de terreinen, welker afwatering bij gestuwde rivier bezwaarlijker wordt, nader aangeduid, alsmede de thans reeds laag gelegen terreinen, die bij gestuwde rivier zeer drassig worden, c.q. onder stuwpeil komen te liggen.

Achtereenvolgens zal elk pand der in vier panden verdeelde rivier nader worden beschouwd.

§ 2. Het eerste stuwpand.

Het polderdistrict "De Lijmers", groot ± 5800 ha, loost bij lage rivierstanden door de uitwateringssluis bij km 39. Bij standen hooger

dan 8.35 m + N.A.P. aan deze sluis, vindt de ontwatering plaats met behulp van het gelijknamige electrische gemaal nabij Giesbeek. Na de kanalisatie zal dit gemaal ongetwijfeld gedurende langeren tijd in bedrijf moeten zijn en reeds bij een polderwaterstand, welke belangryk lager ligt dan 8.35 m + in werking worden gesteld. Immers zal het peil in den polder door middel van de natuurlijke loozing niet kunnen dalen beneden het stuwpeil, waardoor de waterberging geringer zal zijn dan thans en bij eenige regenval spoediger tot malen zal moeten worden overgegaan.

Er zullen dus extra kosten aan stroom, bediening en onderhoud vereischt zijn.

Op het Broekhuizerwater, dat in open verbinding staat met de rivier, loost een gebied groot ± 10.000 ha, dat afwatert door middel van de Wehlsche beek en Didamsche weteringen. Ook het Polderdistrict Baarbroeksche dijk en Angerlosche zomerdijken behoort tot dit afwateringsgebied.

Het opstuwen der rivier zal deze loozing belemmeren, zoodat hierin moet worden voorzien. Dit schijnt het best te kunnen geschieden door den aanleg van een afwateringskanaaltje, dat ten oosten van Doesburg wordt ontworpen en loost in de af te snijden rivierbocht. Een duiker onder den Ouden IJssel zal de verbinding tusschen dit kanaal en het Broekhuizerwater tot stand moeten brengen (vergelijk byl. 15).

De directe verbinding van Broekhuizerwater en rivier nabij km 44 moet dan bij gestuwde rivier worden onderbroken door den aanleg van een tot boven hoogste stuwpeil reikenden afsluitdijk, waarin een spuisluis kan worden gebouwd met het oog op snellen afvoer van het water na hooge rivierstanden.

Op den linkeroever liggen tusschen de kmr 37 en 45, in een ongeveer 1000 ha groot gebied, vele lage terreinen, welker afwateringen bij gestuwde rivier om voorziening vragen. Op eenvoudige wijze zal men

hieraan tegemoet kunnen komen door de watergangen van het bedoelde gebied in verbinding te brengen met het 2e stuwpand en de gestuwde rivier door een langs den oever op te werpen kade te keeren.

Langs het eerste stuwpand treft men nog eenige kleinere verspreid liggende terreinen aan, in welker afwatering bij het toekomstige stuwpeil niet zal kunnen worden voorzien.

Het stuwcomplex bij Doesburg is zoodanig ontworpen, dat de rivierbocht van kmr 45 tot 52 wordt afgesneden.

Daar de rioleering van de stad Doesburg op de toekomstige doode rivierarm loost, ontstaat de kans op uiteindelijke verontreiniging van dit water, waarom regelmatige doorspoeling van de afgesneden rivierbocht wenschelijk schijnt.

Daartoe is ter plaatse van den toekomstigen afsluitdam een spuisluis ontworpen met een minimum-afvoercapaciteit van 15 m3/sec.

§ 3. Het tweede stuwpand.

De door een kade tegen hooge zomerstanden beveiligde uiterwaard op den linkeroever van de rivier tegenover de stad Zutphen zal bij een stuwpeil van 5.= m + N.A.P. in ongunstiger conditie komen. In deze 90 ha groote buitenpolder wordt n.l. met behulp van een electrisch gemaal een zomerstand van 4.50 m + N.A.P. gehandhaafd. Hoewel het mogelijk schijnt dit peil zonder groote bezwaren iets te verhoogen, wordt op een meer intensieve bemaling gerekend, derhalve op hoogere bedrijfskosten.

Door de ontworpen ligging van het stuwcomplex bij Gorssel is de afwatering van de Voorsterbeek ook in de toekomst verzekerd, daar zij zal uitmonden in het derde stuwpand.

De buitendijksche gronden op den linker rivieroever, genaamd de Sindersche klei en de Rammelwaard, waarvan de laatste thans het overtollige water door een steenen duiker bij km 75 loost, kunnen dan

eveneens afwateren op de Voorsterbeek. Daartoe is eenige verruiming van waterloopen noodig.

Van de zeer ongelijk van hoogte liggende Middelwaard op den rechteroever zal ca.30 ha in de toekomst te laag liggen t.o.v.het stuwpeil.

Wegens de in de onmiddellijke nabijheid uit te voeren ontgravingen van het nieuwe rivierbed ter plaatse van het stuwcomplex bij Gorssel,schijnt de meest voor de hand liggende oplossing te liggen in ophooging en egaliseering dezer terreinen. De meerdere kosten t.o.v. normaal bagger- en spuitwerk bedragen ongeveer evenveel als de prys voor onteigening dezer lage gronden.

Tevens moet ook voor het tweede stuwpand worden gerekend op waardevermindering van eenige verspreid liggende lage terreinen,voornamelijk in den polder de Overmarsch op den linkeroever en den polder de Marsch op den rechteroever.

§ 4. Het derde stuwpand.

Langs het derde stuwpand treft men over de laatste 13 km lengte vele buitendijksche lage terreinen aan. Men kan overwegen om een zoo groot mogelijk gedeelte daarvan in de toekomst te doen afwateren op het ongestuwde rivierpand. Deze oplossing schijnt aanvaardbaar voor strooken terrein van ± 5 km lengte op beide oevers. Hoewel de langgestrekte vorm van het terrein plaatselijk tot den aanleg van eenige kostbare werken zal leiden,wordt op die wijze een bevredigend resultaat verwacht en zullen de Marlerwaarden op den linkeroever, de Buitenwaarden en de Herxerbuitenwaarden op den rechteroever,met een gezamenlijke oppervlakte van ± 280 ha op het ongestuwde rivierpand loozen.

Het moet niet bij voorbaat onmogelijk worden geacht dat ook het bovenwaarts over een lengte van ± 3 km aansluitende gedeelte, nl.de Vorchterwaarden aan den linker-,en de Duursche waarden aan den

rechteroever (te zamen groot 230 ha) op dezelfde wijze kunnen worden ontwaterd. De waterdoorlaatbaarheid van den bodem zal bij deze ontwatering een groote rol spelen. Intusschen wordt het veilig geoordeeld in de begrooting op waardevermindering der terreinen te rekenen.

Voor de nog meer stroomopwaarts gelegen buitendijksche lage terreinen, groot ± 25 ha, ware een schadeloosstelling toe te kennen.

§ 5. Het ongestuwde rivierpand.

In het rivierpand beneden de laatste stuw zal de frequentie der waterstanden veranderen en wel zoodanig, dat lagere waterstanden veelvuldiger zullen voorkomen, terwijl bovendien over een kort gedeelte op lagere dan tot dusver bekende standen moet worden gerekend.

De waterstand te Katerveer zal kunnen dalen tot niet veel boven 0.40 m - N.A.P. (zonder afwaaiing), welke stand gemiddeld gedurende 30 dagen per jaar zal optreden. Hierbij is het IJsselmeer op het laagste peil gedacht.

Van belang is de te verwachten laagste waterstand met het oog op de drempeldiepte van bestaande aanliggende schutsluizen. Bij afwaaiing en geringen afvoer zal de waterstand te Katerveer wellicht nog enkele dm lager kunnen zijn dan het IJsselmeerpeil. Een bezwaar zal deze lage waterstand vormen voor den toegang tot het Apeldoornsch kanaal, waarvan het laatste pand bij Hattem in open verbinding staat met de rivier.

De tot het 2e pand van dat kanaal toegang gevende Hezenbergsche sluis zal eveneens voorziening behoeven. De slagdrempel van het benedenhoofd ligt n.l. op het peil van 1.96 m - N.A.P., waardoor de in het kanaal toelaatbare schepen de sluis bij zeer lage waterstanden niet zullen kunnen passeeren.

Uit een voorloopig onderzoek is gebleken dat aan dit bezwaar tegemoet kan worden gekomen door het aan de rivierzijde bouwen van een 3e sluishoofd, waardoor het kunstwerk bij lage rivierstanden als

gekoppelde sluis kan worden gebruikt. Dit sluishoofd kan van eenvoudige constructie zijn, terwijl de bestaande kanaaltaluds met eenige voorziening als schutkolkwanden kunnen worden benut. Tevens zal dan het IJsselpand van het kanaal moeten worden verdiept.

HOOFDSTUK VIII.

BEGROOTING EN BOUWPROGRAMMA.

§ 1. Inleiding.

Achtereenvolgens zullen de begrooting en het bouwprogramma worden beschouwd.

Voor de begrooting is het werk te verdeelen in 4 gedeelten en wel:

a. De bochtafsnijding bij Rheden. met de daar aansluitende verruiming van het zomerbed, bovenwaarts tot kmr 22.500. ~~en benedenwaarts tot kmr 42.~~

b. De werken bij Doesburg, bestaande uit bochtafsnijding, stuwcomplex, toeleidingskanalen en bijkomende werken. Hierbij zijn ook opgenomen de kosten van stuwschade en voorzieningen in de afwatering op het eerste stuwpand.

c. De werken bij Gorssel, bestaande uit bochtafsnijding, stuwcomplex, toeleidingskanalen en bijkomende werken. Hierbij zijn eveneens opgenomen de kosten van stuwschade en voorzieningen in de afwatering op het tweede stuwpand.

d. De werken bij Windesheim, bestaande uit rivieromlegging, stuwcomplex, toeleidingskanalen en bijkomende werken. Ook hierbij zijn opgenomen de kosten van stuwschade en voorzieningen in de afwatering op het derde stuwpand, alsmede van enkele voorzieningen aan het ongestuwde rivierpand.

§ 2. Onteigening.

De te onteigenen gronden bij Rheden, Doesburg en Windesheim bestaan voor een deel uit laag, ongelijk liggende uiterwaarden en tichelgaten. Een gemiddelde prijs van f.3000.= per ha is hier voldoende te achten.

De gronden bij Gorssel zijn hooger gelegen en bestaan gedeeltelijk uit bouwland. Hier is gerekend op een prijs van f.3500.- per ha.

De grootte van de terreinen welke niet worden vergraven,alsmede die welke zullen worden teruggewonnen,bedraagt globaal rond 100 ha, waarvan de waarde zeker is te stellen op f.1500.= per ha.

In de begrootingscijfers is deze post echter niet in mindering gebracht.

§ 3. Grondverzet.

De grond zal grootendeels door storten en persen kunnen worden geborgen in de afgesneden rivierarmen,oude tichelgaten van steenfabrieken en eenige laag gelegen terreinen. Hierbij zal het grondverzet zoodanig moeten worden geregeld,dat weder goed bruikbaar land wordt verkregen,waarbij het noodig is dat de bovenste laag uit klei bestaat.

Een deel van den grond zal moeten worden gebruikt voor het maken van kaden,dijken en eenige nieuwe rivierwerken.

Verder is gerekend het terrein bij Doesburg tusschen oude rivier, kanaal en brugoprit,voor grondberging watervrij op te hoogen; het kan dan later eventueel als industrie-terrein gebruikt worden. In de begrooting is op onteigening gerekend,doch de waarde als industrieterrein is buiten beschouwing gelaten.

Voor den grond,die gebaggerd en gestort of geperst wordt,is een gemiddelde eenheidsprijs van f.0.25 per m3 gerekend.

Dezelfde prijs is aangehouden voor het verwerken van grond in de brugopritten en wegomlegging bij Doesburg. De meerdere kosten zijn gerekend ten laste van den brugbouw te komen.

Voor zoover de grond ontgraven en gespoord moet worden voor het maken van kaden,dijken en bekleeding van terreinen,is gerekend op een eenheidsprijs van f.0.60 per m3.

Een gedeelte van den grond zal waarschijnlijk nog ten behoeve van den zandhandel kunnen worden afgevoerd.

In de begrooting is dit echter niet in mindering gebracht.

§ 4. Kunstwerken.

Een eenigszins in details afdalende kostenraming van de stuwen en sluizen is niet mogelijk voordat aan de hand van modelproeven en grondboringen meer definitieve ontwerpen zijn opgemaakt.

De in de ramingcijfers opgenomen bedragen zijn dan ook slechts globaal aan de hand van voorontwerpen geraamd, waarbij gebruik is gemaakt van bij de Maasverbetering opgedane ervaringen.

§ 5. Bijkomende werken.

In de diverse bochtafsnijdingen zal zijn te rekenen op een oeververdediging langs beide oevers van den oeverrand tot den bodem.

Voor de holle oevers is gerekend van stuwpeil of laagste openrivierstand tot den bodem een verdediging van zinkstukken met een rijsvulling van 2 lagen en een bestorting van puin en stortsteen, onder een beloop van 1:3; van stuwpeil of laagste open rivierstand tot den oeverrand een bezetting van gesorteerde stortsteen op krammat en vleilagen van puin, onder een beloop van 1:2.

De bolle oevers kunnen met een lichtere verdediging volstaan. Hier is gerekend over de geheele breedte op een oeververdediging van zinkstukken met een rijsvulling van 2 lagen en een bestorting van puin, onder een beloop van 1:3.

Ook voor de oevers van de toeleidingskanalen zal een verdediging gewenscht zijn.

Gerekend is hier op een verdediging als aangegeven bij de holle rivieroevers, waarbij echter voor de gedeelten, welke meer dan 100 m uit de mondingen liggen, de zinkstukken niet verder reiken dan 2.00 m beneden stuwpeil of laagste open rivierstand.

Voor de omschreven oeververdediging is gerekend dat de stort- en zetsteen gedeeltelijk kan worden ontleend aan de rivierwerken in de afgesneden bochten bij Rheden, Doesburg en Gorssel.

De eenheidsprijs van zinkstukken met bestorting van puin en

nieuwe stortsteen is gesteld op f.2.30 per m2; van zinkstukken met bestorting van puin en aanwezige steen op f.1.75 per m2; van zinkstukken met alleen puinbestorting op f.1.55 per m2.

Voor steenbezetting van nieuwe steen op krammat en vlijlagen van puin op f.2.80 per m2 en voor steenbezetting van aanwezige steen op krammat en vlijlagen van puin op f.1.50 m2.

Met deze prijzen kan de oeververdediging gemiddeld op rond f.45.= per m worden gesteld.

Voor de te maken rivierwerken bij de overgangen van bestaande naar nieuwe riviergedeelten en eenige bochtverbeteringen, alsmede het weder verdedigen van de werken boven en beneden Rheden na verruiming van het zomerbed is gerekend op dezelfde constructie als de bestaande IJsselwerken.

Voor het maken van een verbindingsweg naar den afgesneden polder "Het Rhedensche Laag" via het Rhedensche veer is een post vanf.40000.- in de begrooting opgenomen.

Eveneens is een post van f.10000.= opgenomen voor het maken van enkele kleine toegangswegen naar de uiterwaarden bij Doesburg.

Voor het maken van een spuisluis in den afsluitdam bij Doesburg voor verversching van de doode rivierarm is een uitgave geraamd van f.30.000.=.

Voor stuwschade en voorzieningen in de afwatering zijn in de hier te geven begrooting de eindbedragen opgenomen.

§ 6. Begrootingscijfers.

De globale begrootingen voor elk der in paragraaf 1 genoemde gedeelten worden dan als volgt (prijzen van Maart 1938) :

a. De bochtafsnijding bij Rheden.

Onteigening:

40 ha á f.3000.=	f.120.000.=	
Bebouwde eigendommen	" 10.000.=	f. 130.000.=

Grondverzet:

800.000 m3 baggeren, vervoeren en storten of persen á f.0.25	f.200.000.=	
180.000 " ontgraven en sporen á f.0.60	" 108.000.=	f. 308.000.=

Bijkomende werken:

4000 m oeververdediging á f.45.=	f.180.000.=	
Rivierwerken (kribben, strekdammen en grondaanvullingen)	" 80.000.=	
Opnieuw verdedigen van de rivierwerken boven en beneden Rheden na verruiming van het zomerbed	" 300.000.=	
Verbindingsweg naar het "Rhedensche Laag" en verbetering Rhedensche veer . .	" 40.000.=	f. 600.000.=
Onvoorzien en ter afronding		f. 62.000.=
TOTAAL BEDRAG		f. 1.100.000.=

b. De werken bij Doesburg.

Onteigening:

125 ha á f.3000.-	f. 375000.=	
Bebouwde eigendommen	" 35000.=	f. 410.000.=

Grondverzet:

2.300.000 m3 baggeren, vervoeren en storten of persen á f.0.25	" 575.000.=	
200.000 m3 ontgraven en sporen á f.0.60	" 120.000.=	f. 695.000.=
Stuw- en sluiscomplex		f.2.000.000.=

Bijkomende werken:

9000 m oeververdediging á f.45.= . . .	f. 405.000.=	
Rivierwerken (kribben, grondaanvullingen en strekdammen)	" 190.000.=	
Kleine toegangswegen naar de uiterwaarden	" 10.000.=	
Spuisluis in den afsluitdam bij Doesburg	" 30.000.=	
Stuwschade en voorzieningen in de afwatering voor het 1e stuwpand	" 160.000.=	f. 795.000.=
Onvoorzien en ter afronding		" 300.000.=
TOTAAL BEDRAG		f.4.200.000.=

c. De werken bij Gorssel.

Onteigening:
50 ha à f.3500.= . . . . . f. 175.000.=

Grondverzet:
1.600.000 m3 baggeren, vervoeren en storten of persen à f.0.25 f. 400.000.=
125.000 m3 ontgraven en sporen à f.0.60 " 75.000.=" 475.000.=

Stuw- en sluiscomplex . . . . . " 1.800.000.=

Bijkomende werken:
7000 m oeververdediging à f.45.= . . . f. 315.000.=
Rivierwerken (kribben, strekdammen en grondaanvullingen) . . . . . " 70.000.=
Stuwschade en voorzieningen in de afwatering van het 2e stuwpand . . . . " 90.000.= " 475.000.=

Onvoorzien en ter afronding . . . . . " 275.000.=

TOTAAL BEDRAG f.3.200.000.=

d. De werken bij Windesheim.

Onteigening:
40 ha à f.3000.- . . . . . f. 120.000.=

Grondverzet:
800.000 m3 baggeren, vervoeren en storten of persen à f.0.25 f.200.000.=
100.000 m3 ontgraven en sporen à f.0.60" 60.000.= " 260.000.=

Stuw- en sluiscomplex . . . . . " 2.200.000.=

Bijkomende werken:
5000 m oeververdediging à f.45.= . . . f.225.000.=
Rivierwerken (kribben, strekdammen en grondaanvullingen) . . . . . " 110.000.=
Stuwschade en voorzieningen in de afwatering van het 3e stuwpand . . . . " 240.000.=
Voorzieningen aan Hezenbergersluis en Apeldoorsch kanaal . . . . . " 30.000.= " 605.000.=

Onvoorzien en ter afronding . . . . . " 315.000.=

TOTAAL BEDRAG f.3.500.000.=

Volgens bovenstaande ramingcijfers zal de geheele IJsselkanalisatie dus een uitgaaf vorderen van:

a. f. 1.100.000.=
b. " 4.200.000.=
c. " 3.200.000.=
d. " 3.500.000.=

TOTAAL f.12.000.000.=

§ 7. Bouwprogramma.

Het schijnt aangewezen om te beginnen met de werken bij Doesburg, omdat daardoor de gewenschte vaste overbrugging aldaar het spoedigst gereed is.

Weliswaar zal dan (behoudens bij de zeer hooge standen) de afvoer van den IJssel door de werking van de bochtafsnijding eenigszins vergrooten, doch dit is niet van zoo veel belang, zoolang de bochtomlegging te Rheden nog niet aanwezig is. Bovendien kan -indien een geringe afvoervermeerdering van den IJssel tijdens de lage afvoeren, in verband met de belangen van den Neder-Rijn, niet gewenscht mocht worden geacht- deze afvoervermeerdering door doelmatig stuwen wederom worden opgeheven.

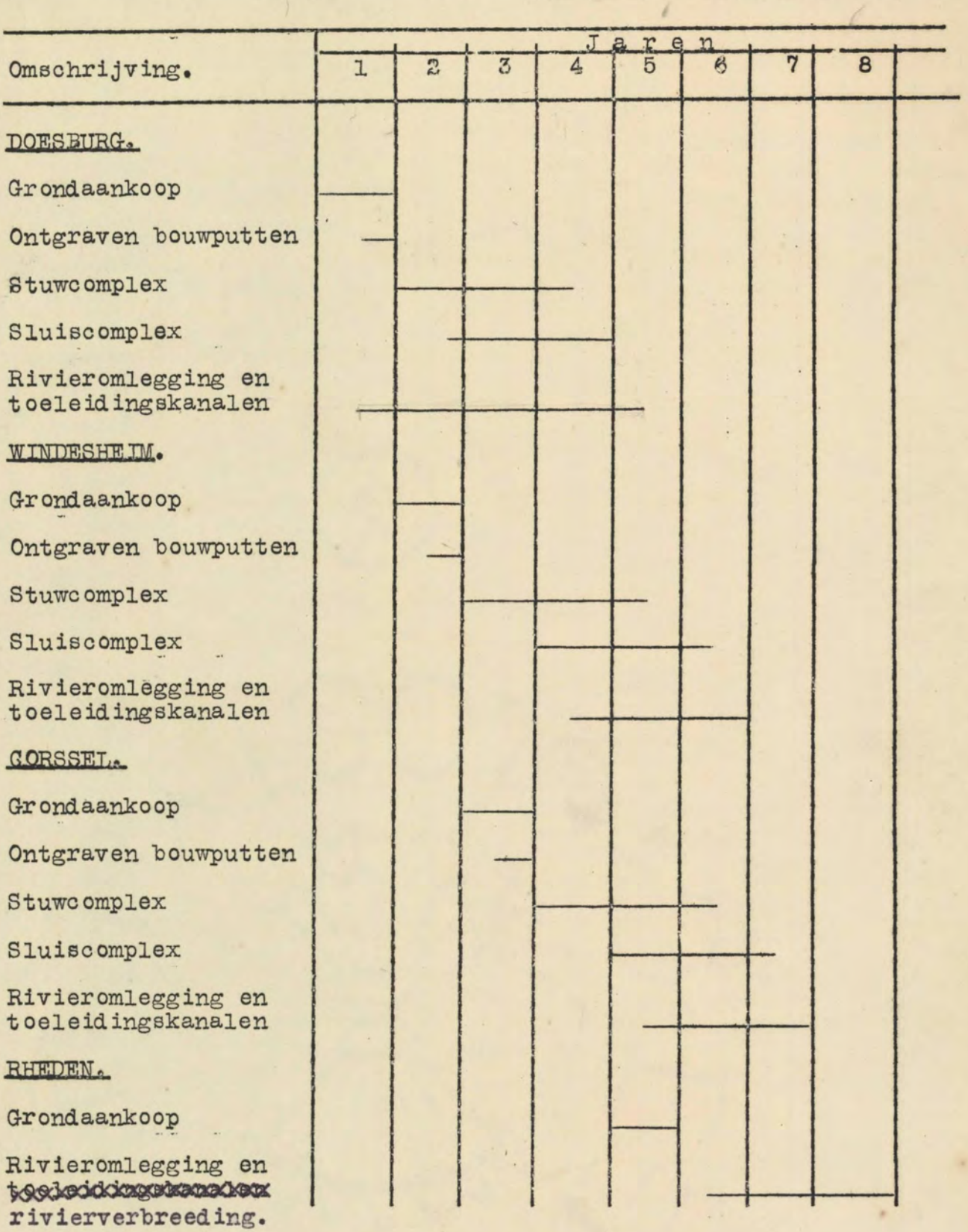
Na de werken bij Doesburg schijnt het aan te bevelen die bij Windesheim in uitvoering te nemen. Bij lage waterstanden kan dan door stuwen eenig meerdere diepte nabij de uitmonding van het Twenthekanaal worden geboden, waarmede de vaart van en naar Twenthe via den IJssel benedenwaarts de uitmonding van dat kanaal wordt gediend.

Daarna kan met de werken bij Gorssel worden begonnen.

Ten slotte komen de werken bij Rheden aan de beurt, omdat, wanneer deze gereed komen, al de stuwen en sluizen bereids bedrijfsklaar zullen zijn.

Aan de hand van het vorengaande kan b.v. een bouwprogramma worden overwogen, zooals in den volgenden staat schematisch is aangegeven.

Aan den grondaankoop voorafgaande voorbereidingen -zooals verklaring van algemeen nut, ter visie leggingen en eindaanwijzingen- zijn in den staat niet vermeld.



Arnhem, Juni 1938.

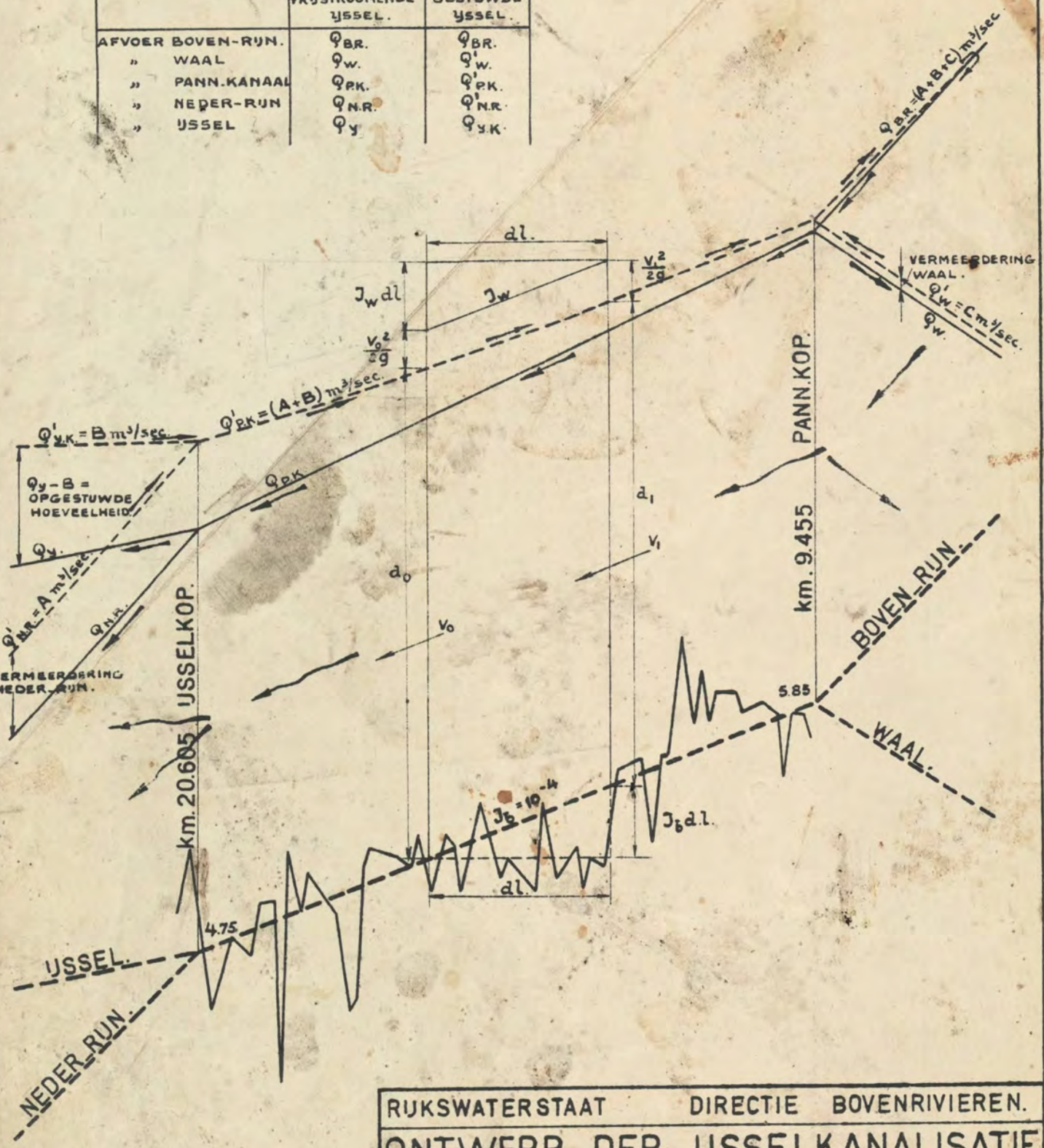
De Hoofdingenieur van den Studiedienst
der directie Bovenrivieren,

Ir. E.M.H.Schaank.

VERKLARING.

- GEMIDDELDE BODEMHOOGTE OVER 113 m BREEDTE.
- WATERSPIEGEL BIJ IJSSELKANALISATIE.
- WATERSPIEGEL BIJ ZELFDE BOVENRIJNAFVOER ZONDER IJSSELKANALISATIE.
- REKENRICHTING.
- SCHEMATISCHE BODEMLIJN.

	VRIJSTROOMENDE IJSSEL.	GESTUWDE IJSSEL.
AFVOER BOVEN-RIJN.	$Q_{B.R.}$	$Q_{B.R.}$
" WAAL	$Q_{W.}$	$Q'_{W.}$
" PANN. KANAAL	$Q_{P.K.}$	$Q'_{P.K.}$
" NEDER-RIJN	$Q_{N.R.}$	$Q'_{N.R.}$
" IJSSEL	Q_{y}	$Q_{y.K.}$

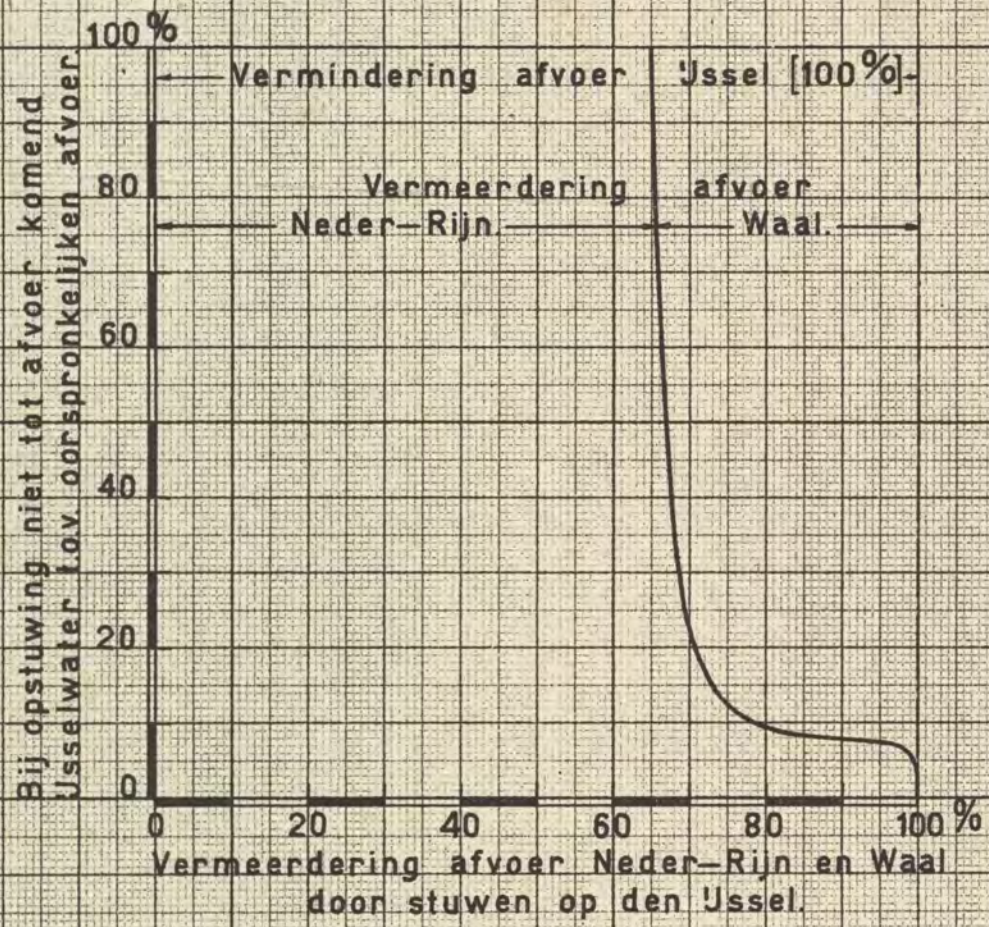


RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE BOVENRIVIEREN.

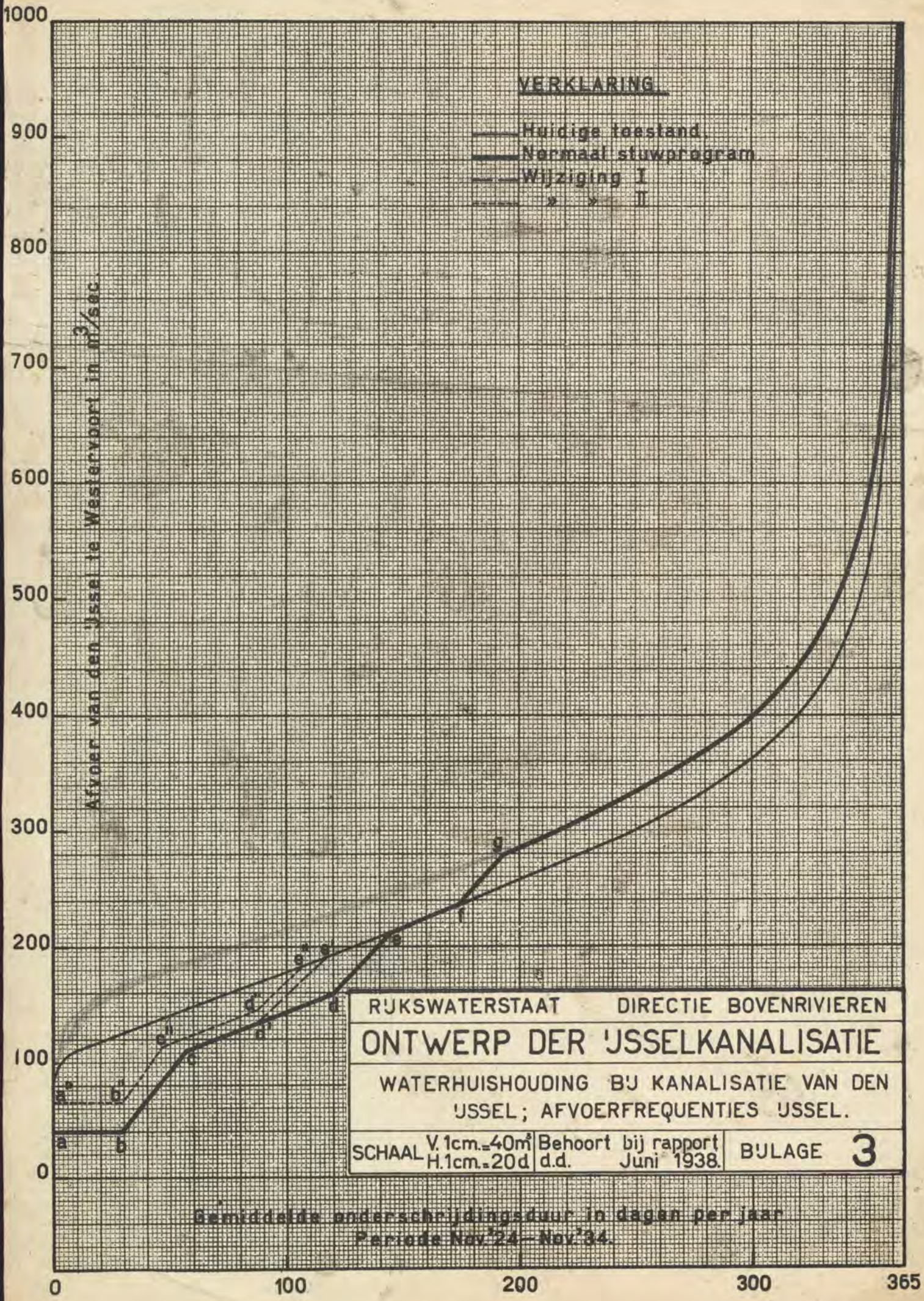
ONTWERP DER IJSSELKANALISATIE

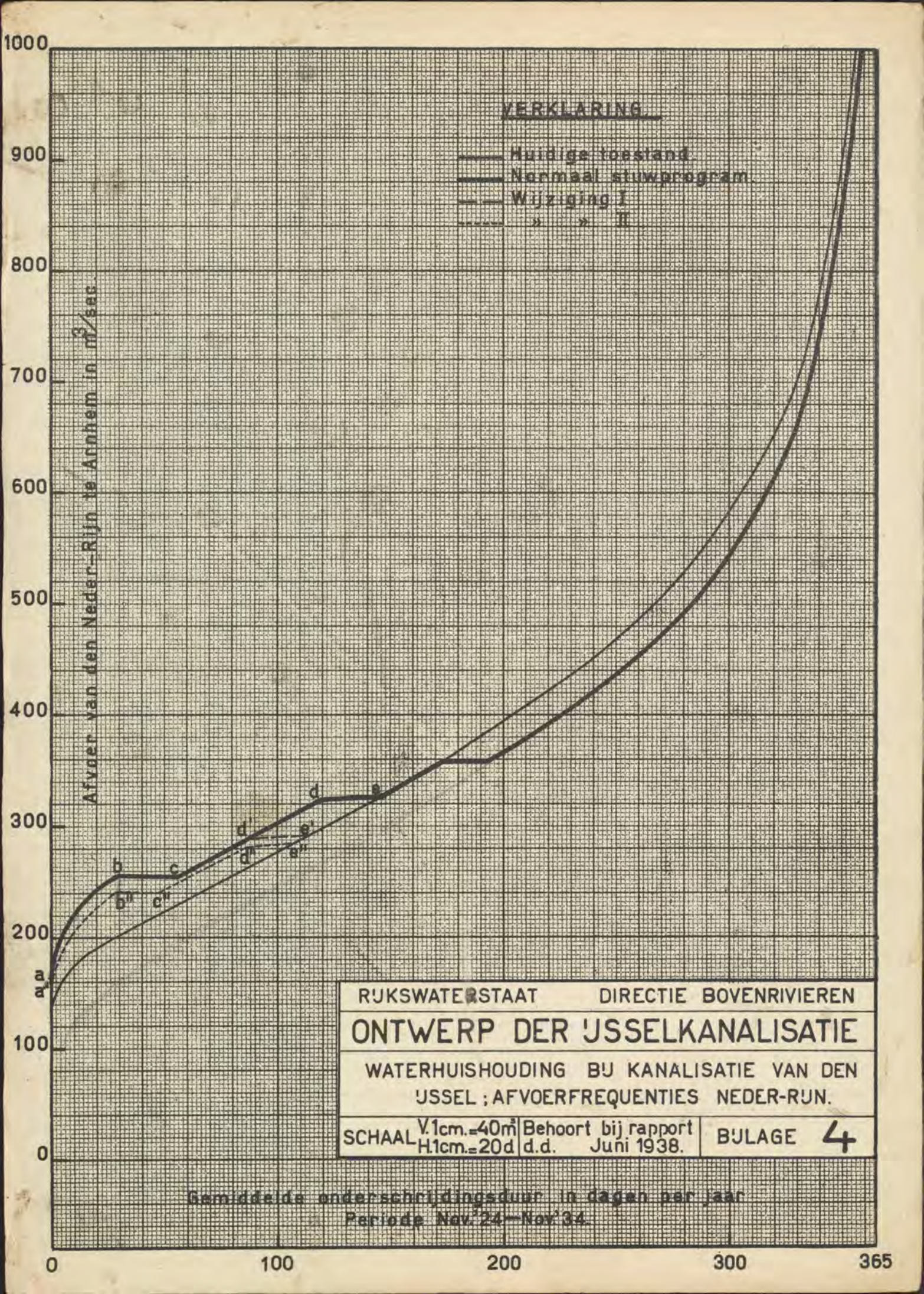
BEREKENINGSSCHEMA VOOR DE BEPALING DER AFVOEREN BIJ GESTUWDEN IJSSEL.

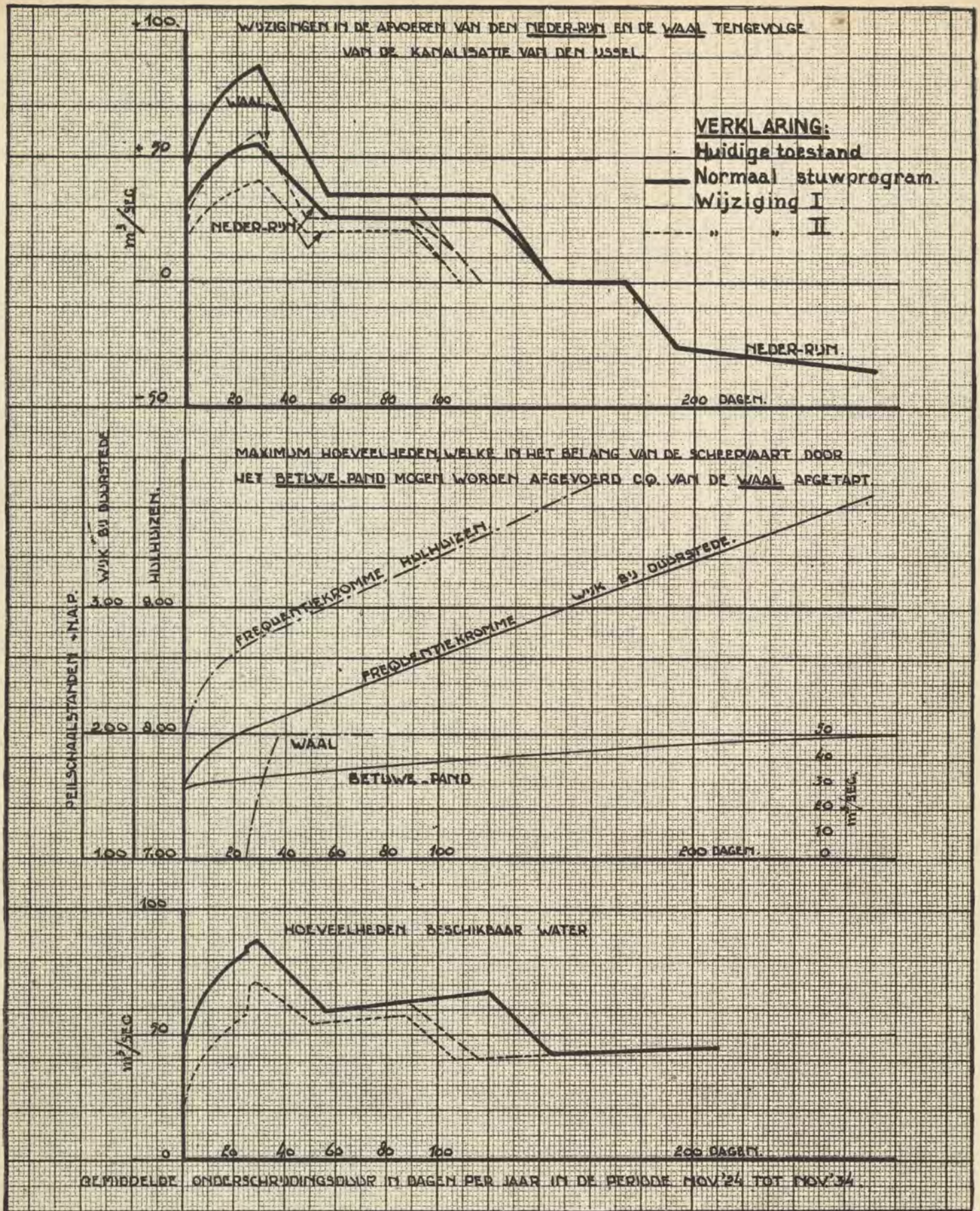
Behoort bij rapport d.d. Juni 1938. BIJLAGE 1



RIJKSWATERSTAAT	DIRECTIE BOVENRIVIEREN	
ONTWERP DER IJSSELKANALISATIE		
VERMEERDERING AFVOER NEDER-RIJN EN WAAL DOOR STUWEN OP DEN IJSSEL.		
SCHAAL	Behoort bij rapport d.d. Juni 1938.	BIJLAGE 2


VERKLARING
Huidige toestand
Normaal stuwprogram
Wijziging I
» » II
Afvoer van den IJssel te Westervoort in m³/sec
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
100
200
300
365
Gemiddelde onderschrijdingsduur in dagen per jaar
Periode Nov.'24–Nov.'34.
RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE BOVENRIVIEREN
ONTWERP DER IJSSELKANALISATIE
WATERHUISHOUDING BIJ KANALISATIE VAN DEN IJSSEL; AFVOERFREQUENTIES IJSSEL.
SCHAAL V. 1cm.=40m³ H. 1cm.=20d
Behoort bij rapport d.d. Juni 1938.
BIJLAGE 3


VERKLARING
Huidige toestand
Normaal stuwprogram
Wijziging I
» » II
Afvoer van den Neder-Rijn te Arnhem in m³/sec
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
a
a'
b
b''
c
c''
d
d'
d''
e
e'
e''
0
100
200
300
365
Gemiddelde onderschrijdingsduur in dagen per jaar
Periode Nov.'24—Nov.'34.
RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE BOVENRIVIEREN
ONTWERP DER IJSSELKANALISATIE
WATERHUISHOUDING BIJ KANALISATIE VAN DEN IJSSEL; AFVOERFREQUENTIES NEDER-RIJN.
SCHAAL V.1cm.=40m³ H.1cm.=20d
Behoort bij rapport d.d. Juni 1938.
BIJLAGE 4

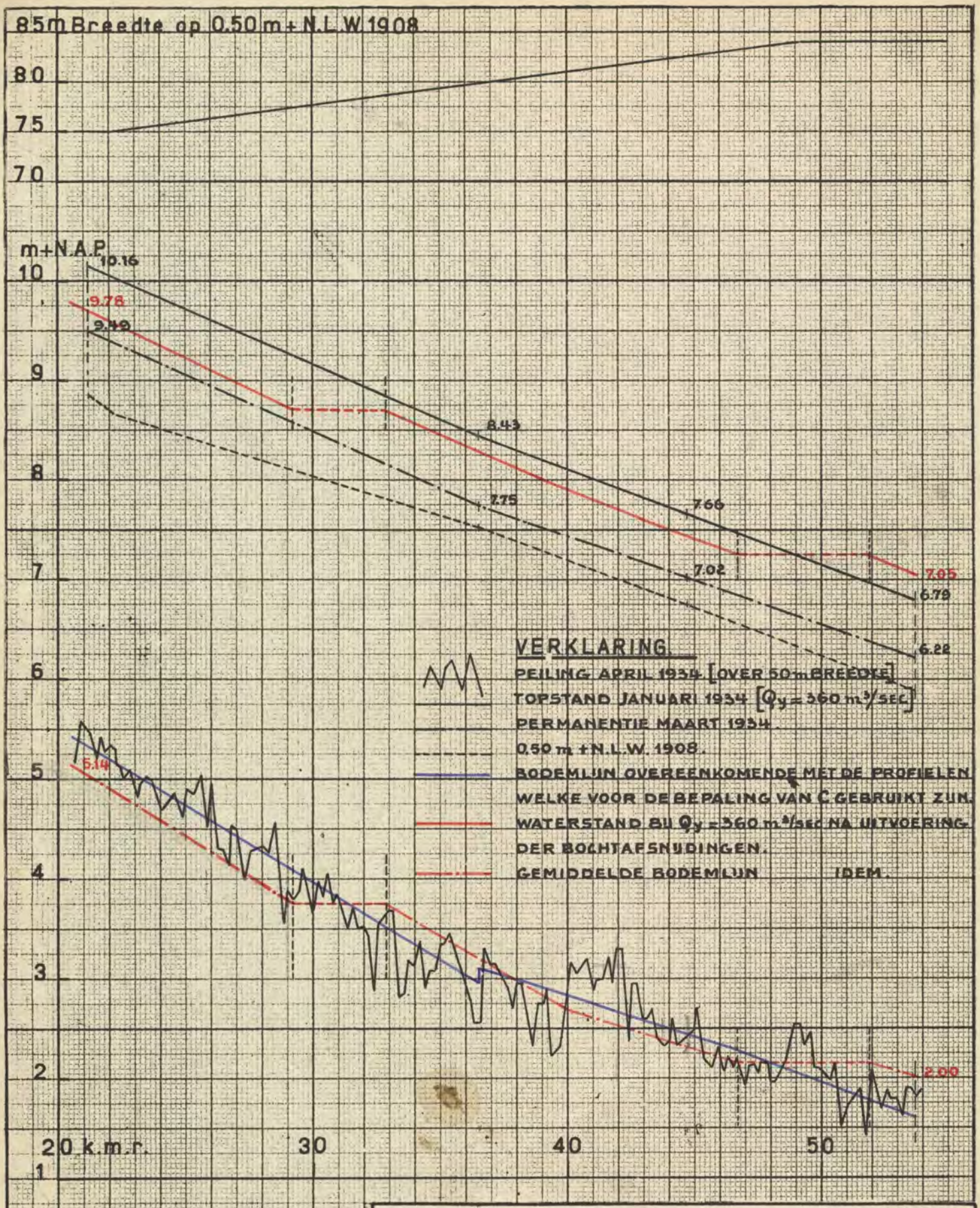


RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE BOVENRIVIEREN

ONTWERP DER IJSSELKANALISATIE

WATERINLAAT AMSTERDAM-RIJNKANAAL.

SCHAAL	Behoort bij rapport	BIJLAGE
V. 1cm.=20m³ H. 1cm.=20d	d.d. Juni 1938.	6

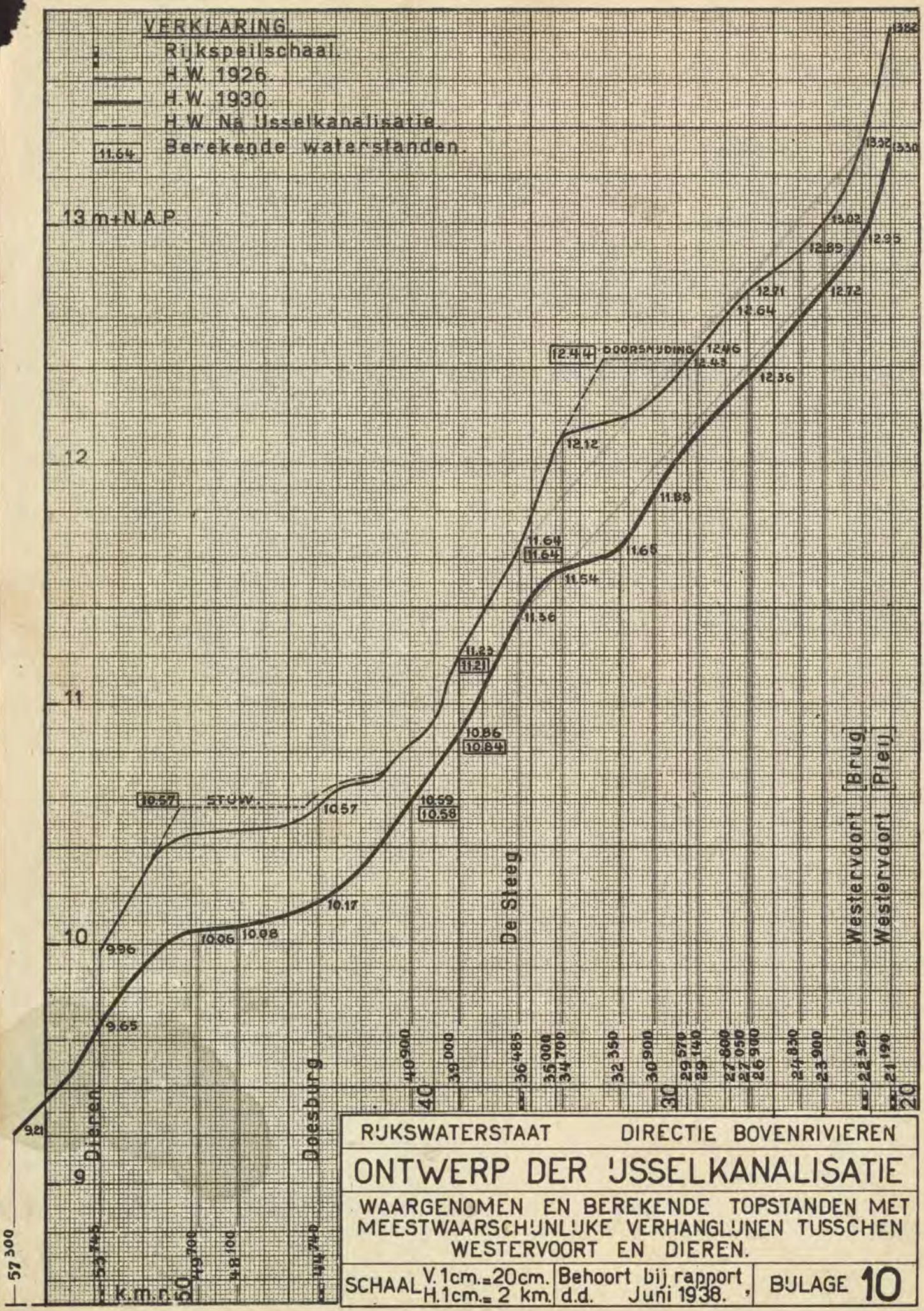


RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE BOVENRIVIEREN.

ONTWERP DER IJSSELKANALISATIE.

WIJZIGING LENGTEPROFIEL DOOR BOCHTAFSNIJDINGEN.

SCHAAL V.1cm=0.50m H.1cm=2 km.	Behoort bij rapport d.d. Juni 1938.	BIJLAGE 8

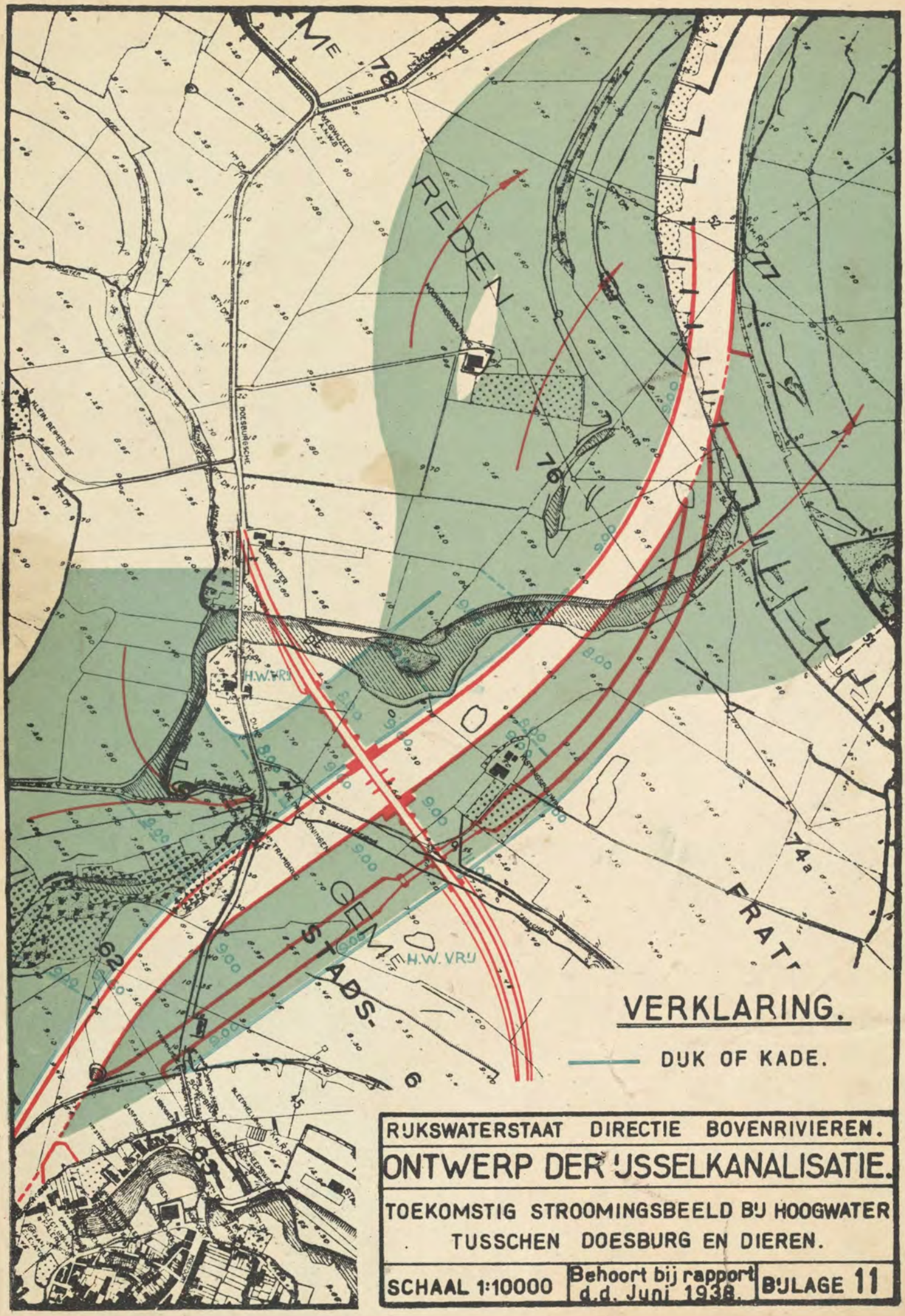


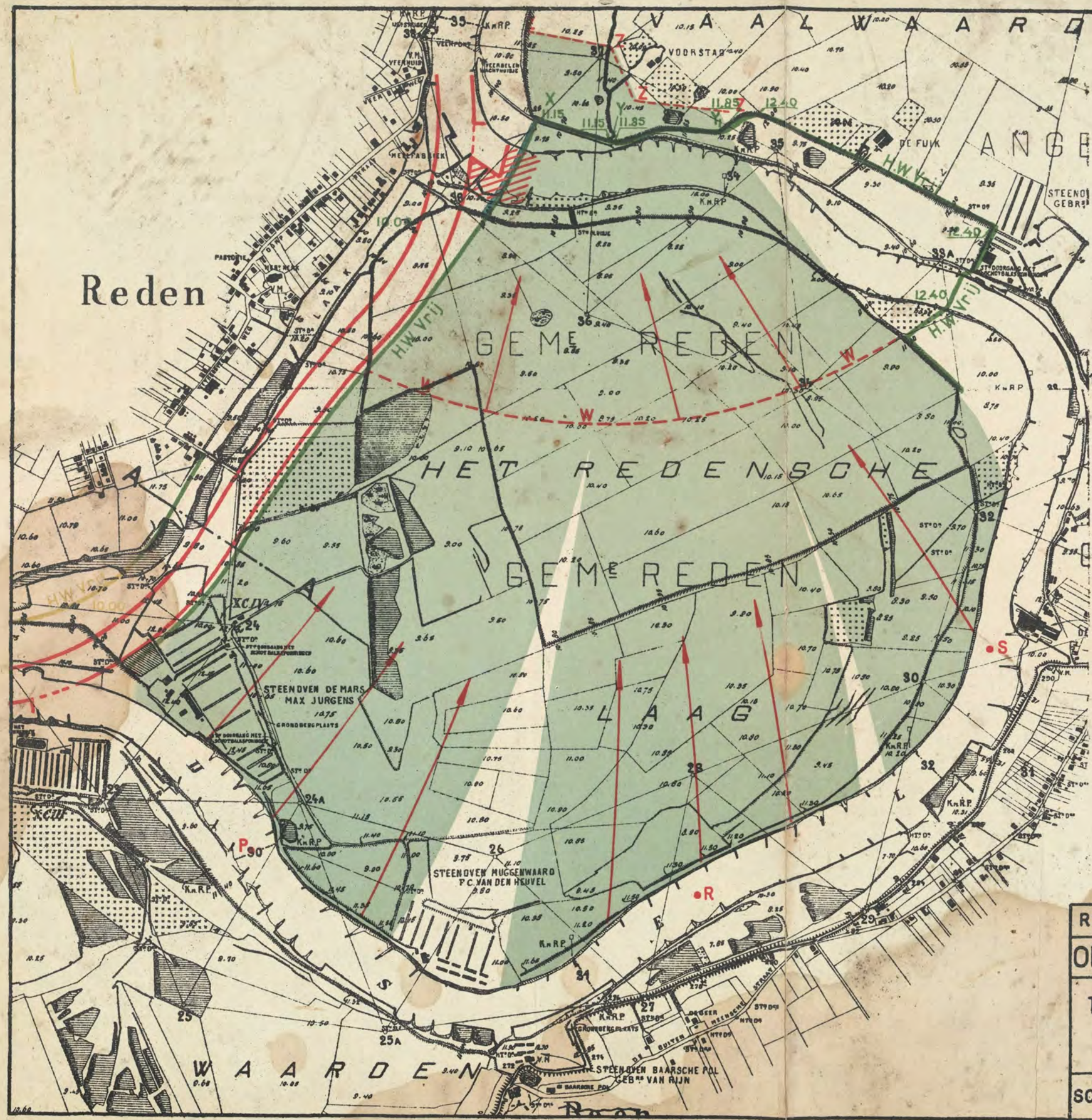
RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE BOVENRIVIEREN

ONTWERP DER IJSSELKANALISATIE

WAARGENOMEN EN BEREKENDE TOPSTANDEN MET MEESTWAARSCHIJNLIJKE VERHANGLIJNEN TUSSCHEN WESTERVOORT EN DIEREN.

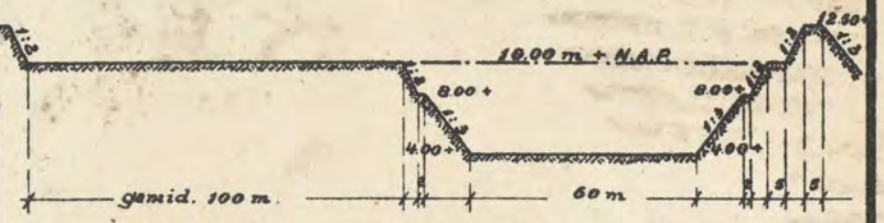
SCHAAL V. 1cm. = 20cm. H. 1cm. = 2 km. | Behoort bij rapport d.d. Juni 1938. | BIJLAGE 10


VERKLARING.
DUK OF KADE.
H.W. VRIJ
H.W. VRIJ
RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE BOVENRIVIEREN.
ONTWERP DER IJSSELKANALISATIE.
TOEKOMSTIG STROOMINGSBEELD BIJ HOOGWATER
TUSSCHEN DOESBURG EN DIEREN.
SCHAAL 1:10000
Behoort bij rapport d.d. Juni 1938.
BIJLAGE 11



LENGTE DOORSNEDE X–Y–Y1.

SCHAAL: LENGTE 1:5000.
HOOGTE 1:200.



DOORSNEDE A–A.

SCHAAL: BREEDTE 1:2000.
HOOGTE 1:500.

VERKLARING.

— DUK OF KADE.

RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE BOVENRIVIEREN.

ONTWERP DER IJSSELKANALISATIE.

TOEKOMSTIG STROOMINGSBEELD BIJ HOOGWATER NABIJ RHEDEN.

SCHAAL 1:10000.	Behoort bij rapport d.d. JUNI 1938.	BIJLAGE 12