Rapport betreffende de kanalisatie van de IJssel

juni 1938

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Oost-Nederland

Postbus 9070
6800 ED Arnhem
Tel. 026 - 3688355

STUDIEDIENST VAN DE DIRECTIE
BOVENRIVIEREN.

R A P P O R T

BETREFFENDE DE KANALISATIE VAN DEN IJSSEL.

I N H O U D.

Bladz.

INLEIDING.
1. Wordingsgeschiedenis van het rapport 5
2. Indeeling van het rapport 8

HOOFDSTUK I. BEINVLOEDING DER AFVOEREN VAN DEN NEDER-RIJN EN DE WAAL DOOR HET STUWEN OP DEN IJSSEL.
1. Inleiding 10
2. Wijze van berekening 11
3. Resultaten der berekening 12
4. Keuze der gebruikte gegevens en formules, benevens aanvullende beschouwingen 13

HOOFDSTUK II. STUWREGELING OP DEN GEKANALISEERDEN IJSSEL.
1. Inleiding 16
2. Omschrijving van het normale stuwprogramma 19
3. Nader overleg met den dienst der Zuiderzeewerken . . 21
4. Criteria voor wijziging van het normale stuwprogramma 23
5. Omschrijving der wijzigingen 24

HOOFDSTUK III. GEVOLGEN VAN DE STUWREGELING.
1. Inleiding 26
2. Waterinlaat in het Amsterdam-Rijnkanaal 26
3. Peil en chloorgehalte van het IJsselmeer 30
4. Drink-, aanvul-, doorspoel- en spuiwater 33
5. Afvoer van de Lek na de aftapping voor het Amsterdam-Rijnkanaal 37
6. Diepte Neder-Rijn 38
7. Diepte beschikbaar voor de Waal-Twenthevaart 39
8. Diepte IJssel 41
9. Samenvatting 43

HOOFDSTUK IV. BOCHTAFSNIJDINGEN TEN BEHOEVE VAN DE AFVOER-VERMEERDERING BIJ OPEN RIVIER.
1. Inleiding 45
2. Wijze van berekening 45
3. Resultaten der berekening 46
4. Keuze der gebruikte gegevens en formules, benevens aanvullende beschouwingen 48

HOOFDSTUK V. BETEUGELING VAN DEN MAXIMUM-AFVOER.
1. Inleiding 54
2. Tegenwoordige toestand bij hoog water, rivierge-deelte Giesbeek-Dieren 57
   a) Hoogwater November 1930 57
   b) Hoogwater Januari 1926 64
3. Toekomstige toestand bij hoogwater 67
   a) Afvoerbeteugeling bij Doesburg 68
   b) Afvoerbeteugeling bij Rheden 70

HOOFDSTUK VI. UIT TE VOEREN WERKEN.
1. Inleiding 73
2. Keuze van de stuwpeilen en de plaats der stuwen . . 73
3. De werken bij Rheden 75
4. De werken bij Doesburg 76
5. De werken bij Gorssel 77
6. De werken bij Windesheim 79
7. Keuze van het stuwtype 80
8. Keuze hoofdafmetingen der sluizen 83

Bladz.

HOOFDSTUK VII. STUWSCHADE EN TE TREFFEN VOORZIENINGEN.
1. Inleiding 89
2. Het eerste stuwpand 89
3. Het tweede stuwpand 91
4. Het derde stuwpand 92
5. Het ongestuwde rivierpand 93

HOOFDSTUK VIII. BEGROOTING EN BOUWPROGRAMMA.
1. Inleiding 95
2. Onteigening 95
3. Grondverzet 96
4. Kunstwerken 97
5. Bijkomende werken 97
6. Begrootingscijfers 98
7. Bouwprogramma 101

==========

B I J L A G E N.

1. Berekeningsschema voor de bepaling der afvoeren bij gestuwden IJssel.
2. Vermeerdering afvoer Neder-Rijn en Waal door stuwen op den IJssel.
3. Waterhuishouding bij kanalisatie van den IJssel; afvoerfrequenties IJssel.
4. Waterhuishouding bij kanalisatie van den IJssel; afvoerfrequenties Neder-Rijn.
5. Afvoerverandering IJssel bij normaal stuwprogramma sedert 1 Januari 1924.
6. Waterinlaat Amsterdam-Rijnkanaal.
7. Overzichtsteekening.
8. Wijziging lengteprofiel door bochtafsnijdingen.
9. Stroomingsbeeld tusschen Giesbeek en Dieren met berekende verdeeling van den maximum-afvoer (Januari 1926) over het rivierbed.
10. Waargenomen en berekende topstanden met meest waarschijnlijke verhanglijnen tusschen Westervoort en Dieren.
11. Toekomstig stroomingsbeeld bij hoogwater tusschen Doesburg en Dieren.
12. Toekomstig stroomingsbeeld bij hoogwater nabij Rheden.
13. Lengteprofiel.
14. Situatie van de werken bij Rheden.
15. Situatie van de werken bij Doesburg.
16. Situatie van de werken bij Gorssel.
17. Situatie van de werken bij Windesheim.

I N L E I D I N G.

§ 1. Wordingsgeschiedenis van het rapport.

In den loop der tijden zijn herhaaldelijk werken uitgevoerd ter verbetering van de bevaarbaarheid van de Nederlandsche Rijntakken.

De Waal, als voortzetting van den Boven-Rijn, voldoet aan hooge eischen en biedt grooter vaardiepte dan de Duitsche Rijn.

De Waal is -behoudens bij zeer ongunstige omstandigheden met geringe frequentie- ook steeds bevaarbaar voor de meest diepgaande schepen, welke het Julianakanaal en de gekanaliseerde Maas bevaren.

De breedte van de Waal tusschen de normaallijnen ter hoogte van M.R. bedraagt bovenwaarts kmr 68 (Rossum) 260 m en daarbeneden meer.

Het Pannerdensch kanaal, de Neder-Rijn, de Lek bovenwaarts van Vreeswijk en de IJssel blijven als scheepvaartweg verre achter bij de Waal.

Wanneer de Waal een vaarwaterdiepte van 2.60 m heeft -d.i. bij zeer lagen waterstand- bedraagt de minste diepte in het vaarwater van het Pannerdensch kanaal en den onverdeelden Neder-Rijn ± 0.50 m minder. De Neder-Rijn benedenwaarts den IJsselkop, voor zoover deze rivier tusschen 1930 en 1934 is verbeterd, heeft dan eveneens ± 0.50 m minder vaarwaterdiepte.

Voor het overige gedeelte van den Neder-Rijn en de Lek bovenwaarts Vreeswijk bedraagt dit verschil ± 1.15 m en voor den IJssel ± 1.- m.

Bij grootere diepte op de Waal worden de diepteverschillen met genoemde rivier uiteraard grooter en wel voor elk der rivieren in andere mate.

Wat de Neder-Rijn en de Lek betreft is het mogelijk, door voortzetting van de in 1934 tot Doorwerth gevorderde en sindsdien geen verder voortgang vindende nadere normaliseering, de vaarwaterdiepte op gelijke wijze te verbeteren als op de rivier boven Doorwerth heeft plaats gevonden. De normaalbreedte zal daartoe tot ongeveer Wijk bij

Duurstede met 30 m zijn te verminderen en derhalve op 100 m zijn te brengen. Men kan zich echter afvragen of tot het bereiken van deze meerdere diepte niet te veel van de breedte wordt opgeofferd.

Een verdere verbetering van den IJssel door normaliseering moet als niet wel doenlijk worden beschouwd.

De thans reeds aanwezige breedte, welke ter hoogte van M.R. bij den bovenmond op ± 77 m kan worden gesteld, tot Zutphen geleidelijk tot ± 84 m aangroeit en daarbeneden van ± 92 m gaandeweg grooter wordt, zal dan te gering worden.

Het gevolg van het niet verder verbeteren van den IJssel is het niet tot zijn recht kunnen komen van het nabij Zutphen uitmondende Twenthekanaal, behoudens indien wordt overgegaan tot aanleg van het kanaal Almen-Lobith. Doch ook dan is de op het Noorden gerichte Twenthevaart niet geholpen.

Bovendien zal er, zoolang de IJssel niet beter bevaarbaar is dan thans, in het Oosten van ons land te water niet over een behoorlijke Noord-Zuid verbinding kunnen worden beschikt.

Behalve uit een scheepvaartoogpunt kunnen ten aanzien van de beschouwde rivieren, echter ook uit anderen hoofde wenschen worden gesteld.

In de laatste jaren is herhaaldelijk de vraag aan de orde gesteld, in hoeverre er van de Waal en van de Lek water mag worden afgetapt ten behoeve van drinkwatervoorzieningen. Eveneens kan aan aftapping voor andere doeleinden worden gedacht.

Hoe men hieraan tegemoet wil komen, steeds zal daarvan een vermindering van de vaardiepte van de rivier een gevolg zijn. Bij aftapping van eenige beteekenis zal de vaardiepte bij lage waterstanden reeds spoedig dalen onder de diepte, waarbij -indien niet wordt afgetapt- een bepaald gedeelte van de schepen nog afgeladen kan varen.

Bovendien zal de afvoer van de Lek door deze wateronttrekkingen

verminderen,hetgeen -met name bij langdurige droge perioden- niet bevorderlijk is voor een laag zoutgehalte van de Nieuwe Maas ter plaatse van inlaatwerken ten behoeve van drinkwater- en andere voorzieningen.

Het is duidelijk dat een mogelijke vermeerdering van den afvoer van de Lek zeer tegemoet zal komen aan de belangen, welke met de wateronttrekking gemoeid zijn of daarmede verband houden.

Gemeend werd,dat aan al de uit het vorengaande voortspruitende bezwaren voor de scheepvaart en de wateronttrekking kan worden tegemoet gekomen door kanalisatie van den IJssel.

Immers, dan is te verwachten dat ten tijde dat de scheepvaart hieraan het meeste behoefte heeft, de afvoer van den Neder-Rijn (en ook van de Waal) zal toenemen, zoodat vooral eerstgenoemde rivier bij gelijke breedte meer diepte zal bieden.

Er zal in belangrijk meerdere mate dan thans gelegenheid zijn tot wateronttrekking,zonder dat de scheepvaart daarvan ten aanzien van thans bezwaren ondervindt.

Door vermeerdering van den afvoer van de Lek naar de Nieuwe Maas bij lage waterstanden zal het verziltingsgevaar worden bestreden.

De IJssel zal voorts over het geheele jaar voor grooter schepen bevaarbaar zijn,terwijl de vaargeul,waarin deze grootere diepte geboden wordt,niet veel minder dan de normaalbreedte zal bedragen.

Hierdoor zal tevens het beneden Zutphen uitmondende Twenthekanaal tot zijn recht komen.

Aan een eventueele kanalisatie van den IJssel kunnen echter ook bezwaren zijn verbonden (met name ten aanzien van het IJsselmeer). Deze bezwaren en daarmede de vraag of een kanalisatie tenslotte wel aanbeveling verdient, konden uiteraard niet worden bestudeerd zonder de medewerking van andere diensten.

Deze aangelegenheid scheen echter van voldoende belang voor een

ernstig onderzoek.

Het voorstel daartoe werd dan ook gedaan en de opdracht verleend.

Het hiervolgend rapport is daarvan het resultaat.

§ 2. Indeeling van het rapport.

Het rapport is onderverdeeld in 8 hoofdstukken. Het is niet wel mogelijk daarin de volgorde van het verloop van het onderzoek nauwgezet te volgen. De onderwerpen grijpen daartoe te veel in een.

Om een logische groepeering te verkrijgen, zijn in de eerste 3 hoofdstukken de beschouwingen gegeven, verband houdende met de door kanalisatie te veroorzaken wijzigingen in de waterhuishouding der Nederlandsche Rijntakken en van het IJsselmeer.

Zoo wordt in Hoofdstuk I de invloed beschouwd van het stuwen op den IJssel op de waterverdeeling der Rijntakken.

In hoofdstuk II wordt de wijze aangegeven, waarop bij gekanaliseerden IJssel -rekening houdende met de diverse, gedeeltelijk met elkander in strijd zijnde belangen- kan worden gestuwd.

Hoofdstuk III bevat beschouwingen omtrent de gevolgen die bedoelde stuwregeling voor de diverse belangen heeft.

In de 2 volgende hoofdstukken worden waterloopkundige beschouwingen van riviertechnischen aard gegeven betreffende de voorzieningen, welke noodig zijn om het in de toekomst noodige afvoervermogen van den IJssel bij open rivier te verkrijgen.

In Hoofdstuk IV worden derhalve de bochtafsnijdingen ten behoeve van de afvoervermeerdering bij open rivier beschouwd.

In Hoofdstuk V wordt de beteugeling van den maximum-afvoer ontworpen welke beteugeling noodig is om te verhinderen, dat door de bochtafsnijdingen ook de allergrootste afvoeren zouden toenemen.

In de laatste 3 hoofdstukken worden de te maken werken c.a. nader beschouwd.

Zoo omvat Hoofdstuk VI allereerst de motiveering omtrent de plaats

der stuwen in het lengteprofiel, een nadere omschrijving van de kanaliseeringswerken en een beschouwing omtrent de hoofdafmetingen der kunstwerken.

De door het stuwen te verwachten bezwaren en daarvoor te treffen voorzieningen zijn in Hoofdstuk VII beschreven.

Hoofdstuk VIII bevat tenslotte de begrooting met toelichting op de prijzen, alsmede het bouwprogramma.

HOOFDSTUK I.

BEINVLOEDING DER AFVOEREN VAN DEN NEDER-RIJN EN DE WAAL DOOR HET STUWEN OP DEN IJSSEL.

§ 1. Inleiding.

Aangezien de IJssel een door splitsing ontstane rivier is, zal bij kanalisatie de afvoer door het stuwen met de meest bovenwaarts gelegen stuw, op ingrijpende wijze worden beïnvloed.

Doordat het bovenpand van den gekanaliseerden IJssel in open verbinding met den Neder-Rijn staat, zal opstuwing van dit bovenpand verhooging van den waterstand bij het splitsingspunt te Westervoort (den IJsselkop) ten gevolge hebben. Hierdoor zal de afvoer van den vrij afstroomenden Neder-Rijn toenemen en derhalve die van den gekanaliseerden IJssel geringer worden.

Zoolang de opstuwing bij den IJsselkop niet terugwerkt tot den z.g. Pannerdenschen kop -d.i. het splitsingspunt tusschen Waal en Pannerdensch kanaal- zal al het op vorengeschetste wijze niet door den IJssel tot afvoer komende water door den Neder-Rijn afgevoerd worden.

Zoodra echter bij den Pannerdenschen kop terugstuwing merkbaar wordt, d.w.z. aldaar tengevolge van het stuwen op den IJssel verhooging van den waterstand optreedt, zal ook de afvoer van de vrij afstroomende Waal toenemen.

In dat geval zal derhalve het ten gevolge van het stuwen niet door den IJssel tot afvoer komende water voor een gedeelte door den Neder-Rijn en voor het overige gedeelte door de Waal worden afgevoerd.

Uiteraard zal het peil aan den IJsselkop niet alleen van de wijze van stuwen afhankelijk zijn, doch tevens worden beïnvloed door den afvoer van den Boven-Rijn.

Het peil bij het splitsingspunt beheerscht voor wat den Neder-Rijn betreft den afvoer en dus ook de vaardiepte en voor wat den IJssel betreft de vaardiepte in den bovenmond en daarmede van den

geheelen gekanaliseerden IJssel.

Het is derhalve allereerst noodig dat een inzicht wordt verkregen in de wijze waarop bij verschillende afvoeren van den Boven-Rijn,de afvoeren van de Waal en den Neder-Rijn worden beïnvloed door het opstuwen van het bovendeel van den IJssel.

§ 2. Wijze van berekening.

Aan de berekeningen,die dit inzicht moeten geven,ligt de hieronder nader uiteen te zetten gedachtengang ten grondslag. Ter toelichting zij daarbij nog verwezen naar het figuurlijke berekeningsschema vervat op bijlage 1.

Op die bijlage wordt,evenals overal elders in dit rapport, het geheele riviergedeelte tusschen den Pannerdenschen kop en den IJsselkop als Pannerdensch kanaal aangeduid.

Ten behoeve van de becijfering wordt uitgegaan van een bepaalden afvoer (A m3/sec) van den Neder-Rijn bij gekanaliseerden IJssel.

Uit de betrekkingslijn Arnhem-IJsselkop en de afvoerkromme van den Neder-Rijn te Arnhem is het bij den afvoer A m3/sec behoorende peil aan den IJsselkop bekend.

Indien door den opgestuwden IJssel slechts B m3/sec.wordt afgelaten,zal de afvoer van het Pannerdensch kanaal (A+B)m3/sec.bedragen.

Uitgaande van het peil aan den IJsselkop,dat bij een Neder-Rijnafvoer van A m3/sec.behoort,wordt vervolgens de verhanglijn (stuwkromme) op het Pannerdensch kanaal berekend,behoorende bij een afvoer van (A+B)m3/sec. Men verkrijgt hierdoor het peil aan den Pannerdenschen kop.

Uit de betrekkingslijn Hulhuizen-Pannerdenschen kop en de afvoerkromme van de Waal te Hulhuizen is de afvoer (C m3/sec.) van de Waal bekend,welke behoort bij het berekende peil bij den Pannerdenschen kop.

De bij de gemaakte onderstelling optredende Boven-Rijnafvoer zal dus gelijk zijn aan dezen Waalafvoer vermeerderd met den afvoer van

den Neder-Rijn en van den opgestuwden IJssel, derhalve gelijk (C+A+B) m3/sec.

Met behulp van afvoerkrommen en betrekkingslijnen kan nu, uitgaande van een Boven-Rijnafvoer van (A+B+C) m3/sec.,de afvoer van elk der Rijntakken worden bepaald in het geval dat er geen opstuwing van het IJsselwater plaats heeft.

Vergelijkt men de aldus gevonden waarden met de waarden A,B en C, dan is ook bekend hoeveel IJsselwater ten gevolge van het stuwen niet door den IJssel tot afvoer komt en welk deel hiervan ten goede komt aan den Neder-Rijn en aan de Waal.

Door in de becijfering de waarde der afvoeren A en B te laten varieeren wordt een volledig overzicht verkregen van den invloed, welke door het kunstmatig beperken van den IJsselafvoer door middel van stuwen onder verschillende omstandigheden wordt uitgeoefend op den afvoer der andere Rijntakken.

§ 3. Resultaten der berekening.

Een grafisch overzicht van de resultaten dezer becijferingen is op bijlage 2 gegeven.

Daaruit blijkt b.v.,dat bij een opstuwing van dem IJssel,waardoor 30% van het IJsselwater niet door den IJssel tot afstrooming komt,daarvan bijna 70% door den Neder-Rijn en ruim 30% door de Waal zal afvloeien.

Volledigheidshalve is er op te wijzen,dat een dergelijke grafiek uiteraard aan eenige wijziging onderhevig is,afhankelijk van de absolute waarde van den afvoer van den Boven-Rijn,waarvan de verdeeling over de takken door het stuwen wordt gewijzigd.

Bij de afvoeren van den Boven-Rijn,waar het hier om gaat, zijn de verschillen echter van weinig beteekenis.

Buiten beschouwing zijn gelaten de afvoeren waarbij de watertoevoer naar den IJssel zoo groot is,dat er niet behoeft te worden gestuwd.

De grootte van den IJsselafvoer waarbij dit het geval is, zal elders in dit rapport (Hoofdstuk II, par. 1) worden vastgesteld.

§ 4. Keuze der gebruikte gegevens en formules, benevens aanvullende beschouwingen.

Waar de hierboven geschetste berekening in het onderhavige verband van zeer groot belang is en bij de toepassing daarvan van gegevens uit de praktijk gebruik moet worden gemaakt, schijnt het wenschelijk nog een inzicht te geven omtrent de keuze der gebruikte gegevens en gebezigde formules.

Bij het bepalen van de stuwkrommen, welke op zullen treden bij gedeeltelijke afsluiting van den IJssel, is uitgegaan van een regelmatig profiel van het Pannerdensch kanaal. De ruwheids-coëfficient is uit de huidige afstrooming bepaald, waartoe van hetzelfde profiel is uitgegaan.

Aan de hand der peilkaarten is als profiel aangehouden een trapezium met een bodembreedte van 113 m en taluds 1:3. Als bodemlijn bleek te kunnen worden aangehouden een rechte onder helling $1:10.^4$, welke bij km 20.5 (IJsselkop) ter hoogte van 4.75 m + N.A.P. ligt. De voor de berekeningen benoodigde afvoerkrommen en betrekkingslijnen zijn bepaald aan de hand van de afvoermetingen en peilschaalaflezingen in de jaren 1933 en 1934, in welke jaren aan de splitsingspunten de noodige afzonderlijke waarnemingen zijn verricht. Bij de vereffening der afvoerkrommen is rekening gehouden met de betrekkingslijnen.

De in het Pannerdensch kanaal bij de verschillende afvoeren optredende verhangen zijn onderling en ook ten aanzien van het bodemverhang niet evenwijdig. Bij de bepaling van de ruwheids-coëfficient is daarom rekening gehouden met het verschil in snelheid tusschen begin en einddoorsnede van het beschouwde riviervak.

Er op gewezen zij, dat ter bepaling van deze coëfficient de voorkeur is gegeven aan de formule van Chézy ($v = c \sqrt{R\ I}$) boven die van

Manning ($v = k R^{2/3} I^{\frac{1}{2}}$), omdat tusschen de grenzen van de afvoeren, waar het hier om gaat, de waarden voor c aan minder variatie onderhevig zijn dan de waarden van k. De uiterste voor c gevonden waarden scheelden n.l. slechts 0.2% met de middenwaarde, terwijl zulks 4% was bij de coëfficient k.

Bij de berekening van de stuwkromme is deze benaderd door meerdere rechten, waarbij dan telkens is becijferd hoe groot de afstand (dl) is van twee punten, waartusschen de diepte van d_o **stroomopwaarts tot d_1** veranderde.

Uit de schets op bijlage 1 volgt, dat:

$$I_w\, dl + \frac{v_o^2}{2g} + d_o = I_b\, dl + d_1 + \frac{v_1^2}{2g}$$

terwijl als benadering geldt dat:

$$\frac{v_o + v_1}{2} = c\ \frac{R_o + R_1}{2}\ {}^{\frac{1}{2}}I_w^{\frac{1}{2}}$$

zoodat

$$dl = \frac{d_o - d_1 + \dfrac{v_o^2 - v_1^2}{2g}}{I_b - \dfrac{(v_o + v_1)^2}{2c^2\,(R_o+R_1)}}$$

Bij bekende afvoer,profiel en bodemverhang kan,uitgaande van de dan ook bekende diepte aan de splitsing bij Westervoort (d_o), de afstand dl berekend worden waarop de aan te nemen diepte d_1 bereikt wordt. Van het aldus bepaalde punt wordt de berekening stroomopwaarts herhaald, totdat de Pannerdensche kop is bereikt.

Ter vereenvoudiging van de berekeningen is de negatieve term $\frac{v_o^2 - v_1^2}{2g}$ verwaarloosd. De fout die hierdoor ontstaat,zal ongeveer 1% bedragen en zal ten gevolge hebben,dat in werkelijkheid de met een bepaalden afvoer van den Boven-Rijn correspondeerende afvoer van den Neder-Rijn iets grooter zal zijn dan uit de berekening zou volgen. Dit is in het onderhavige geval aan den gunstigen kant te achten, dus als veiligheidsmaatregel te beschouwen.

Ten aanzien van de nauwkeurigheid van de beschreven berekening kan, in aanvulling met het vorengaande, nog worden opgemerkt, dat bij rivieren de afvoerkrommen en betrekkingslijnen uiteraard aan eenige wijziging onderhevig kunnen zijn. Dit geldt eveneens t.a.v. de afvoerkrommen en de betrekkingslijnen die bij de berekening zijn gebezigd. Bij de afvoerkrommen is in het hier te beschouwen geval de afvoerkromme van den IJssel wel van het meeste gewicht. Het is nu gebleken dat bij de afvoermetingen, zooals die in de aan de becijfering ten grondslag liggende jaren 1933 en 1934 hebben plaats gevonden, de afvoer van den IJssel vermoedelijk kleiner zal zijn gevonden dan hij in werkelijkheid is geweest, waardoor de uitkomsten aan den veiligen kant zijn.

Verandering der afvoerverhoudingen der Rijntakken zou van ongunstigen invloed zijn op de becijferde resultaten der kanaliseering, indien de Waal bij eenzelfden afvoer te Lobith meer water zou gaan trekken dan onder de, aan de berekening ten grondslag liggende, omstandigheden het geval is. Voorts zou de afvoer van den IJssel ongunstig beïnvloed worden indien de verhanglijn op het Pannerdensch kanaal vlakker zou worden. Bij opgestuwden IJssel zou dan immers terugstuwing bij den Pannerdenschen kop in meerdere mate merkbaar zijn en daardoor de afvoer van de Waal grooter worden ten koste van dien van het Pannerdensch kanaal.

In verband hiermede moet het van groot belang worden geacht dat alles wordt vermeden wat een relatieve verlaging van den Pannerdenschen kop t.a.v. den IJsselkop ten gevolge zou hebben.

HOOFDSTUK II.

STUWREGELING OP DEN GEKANALISEERDEN IJSSEL.

§ 1. Inleiding.

Door de IJsselkanalisatie zal wijziging worden gebracht in de waterhoeveelheden, welke thans voor verschillende doeleinden beschikbaar zijn. De wijze, waarop deze waterhuishouding wordt beïnvloed hangt af van de wijze, waarop onder verschillende omstandigheden zal worden gestuwd - d.w.z. van het stuwprogramma.

De belangen, waarop bij de bepaling van het stuwprogramma is te letten, zijn in hoofdzaak in twee groepen te verdeelen, n.l. die van de scheepvaart en die verband houden met de watervoorziening.

De scheepvaartbelangen betreffen in de eerste plaats die van den IJssel als doorgaanden scheepvaartweg, met inbegrip van de vaart van en naar Twenthe via het nabij Zutphen in den IJssel uitmondende kanaal. Voorts worden rechtstreeks de scheepvaartbelangen gediend van het Pannerdensch kanaal, welke mede wordt opgestuwd en van den Neder-Rijn, welke door het stuwen op den IJssel een grooter afvoer verkrijgt. Dit laatste geldt ewenseens voor de Waal, doch in relatief veel mindere mate. De vermeerdering van den afvoer van de Waal wordt in dit rapport verder buiten beschouwing gelaten.

De belangen voor de watervoorziening betreffen in hoofdzaak het IJsselmeer en voorts de waterinlaat langs de rivieren. Voorts zal, door een eventueel ter beschikking staanden grooteren afvoer benedenwaarts van Krimpen aan de Lek een gunstige invloed worden uitgeoefend op de verziltingsgrens van de beneden Krimpen gelegen rivier.

Het is duidelijk dat het stuwen op den IJssel tijdens de lage rivierafvoeren voor al deze belangen, met uitzondering van die van het IJsselmeer, bevorderlijk is.

Dit meer zal n.l. in droge tijden, wanneer vaak de lage afvoeren optreden, geen te groote vermindering van den wateraanvoer kunnen verdragen, zonder dat het zoutgehalte boven de gestelde grens zal stijgen

ofwel het peil beneden het gestelde minimum zal dalen.

Er moet dus een stuwprogramma ontworpen worden,dat de belangen van de scheepvaart enz.op behoorlijke wijze bevordert en tevens onder de in aanmerking te nemen omstandigheden voor het IJsselmeer aanvaardbaar is.

Een dergelijk programma kan slechts tot stand komen in samenwerking met den dienst der Zuiderzeewerken.

Eerst is echter getracht een programma te ontwerpen,dat voor het IJsselmeer -gerekend over een eenigszins lange periode- aanvaardbaar zou zijn te achten en tevens op goede wijze de scheepvaart- en overige belangen zou bevorderen.

Het hier bedoelde programma,dat inderdaad als basis voor het overleg met den dienst der Zuiderzeewerken heeft gediend,wordt in het vervolg als het normale stuwprogramma aangeduid.

De in het scheepvaartbelang daaraan te stellen eischen beperken zich voorloopig tot de diepte en het schijnt aangewezen zich daarbij te richten naar het nabij Zutphen in den IJssel uitmondende Twentheekanaal,waarvoor de maximum toe te laten diepte op 2.50 m is vastgesteld

Bij deze vaardiepte behoort op een rivier een minimum-vaarwaterdiepte van stel 2.70 m.

De minste diepte op een gekanaliseerde rivier zal uiteraard aan de boveneinden der stuwpanden optreden en een minimum-diepte kan dus worden gewaarborgd door een geschikte keuze van de plaats der stuw- en sluiscomplexen.

Bij den gekanaliseerden IJssel geldt dit echter niet voor de bovenmonding,alwaar de waterhoogte,naast den graad van opstuwing mede afhankelijk is van den afvoer van den Neder-Rijn.

Ten behoeve van de toekomstige IJsselvaart zal derhalve bij het stuwen gestreefd moeten worden naar een vaarwaterdiepte van ten minste 2.70 m in de bovenmonding. Deze vaarwaterdiepte mag bij vrije afstrooming geacht worden aldaar aanwezig te zijn bij een IJsselafvoer van

215 m3/sec.

Er behoeft derhalve alleen te worden gestuwd, indien de afvoer bij vrije afstrooming minder zou bedragen dan de genoemde hoeveelheid.

De belangen van het IJsselmeer worden bepaald door het zoutgehalte dat niet boven een zekere grens mag stijgen en door de begrenzing der toegelaten waterstanden.

Om "notmaal" aan deze belangen tegemoet te komen is in eerste instantie getracht de totale afvoer naar het IJsselmeer gerekend over een eenigszins lange periode (gesteld werd 10 jaren) ongewijzigd te laten.

Aangezien bij opgestuwden IJssel de afvoer te Westervoort zal verminderen, moet dus om den totalen afvoer te handhaven in de toekomst, wanneer er niet gestuwd behoeft te worden, de afvoer ten aanzien van thans vermeerderen.

Daarnevens is echter een eisch, dat ten tijde van groot waterbezwaar, de waterstand op het IJsselmeer niet te hoog mag stijgen. Er zal derhalve op zijn te letten dat de allergrootste afvoeren van den IJssel in de toekomst niet grooter worden dan zij zonder kanalisatie zouden bedragen.

De hierboven bedoelde vermeerdering van den afvoer bij vrijstroomende rivier, wordt verkregen door het maken van bochtafsnijdingen, waarvan de invloed bij de stroomsplitsing te Westervoort nog voldoende merkbaar moet zijn. Vermeerdering van den grootsten afvoer moet worden voorkomen door het aanbrengen van de noodige wijzigingen in het rivierbed, waardoor toeneming van den afvoer bij die omstandigheden niet kan plaats hebben. De wijze waarop in het een en ander wordt voorzien, komt op een andere plaats (Hfdst. IV en V) van dit rapport aan de orde.

De hier in hoofdlijnen aangegeven gedachtengang heeft geleid tot het ontwerpen van het reeds eerder genoemde normale stuwprogramma.

§ 2. Omschrijving van het normale stuwprogramma.

Ter toelichting zij verwezen naar de hierbijgaande bijlagen 3 en 4, waarop dun getrokken de afvoerfrequentielijnen zijn aangegeven, resp. voor den IJssel bij Westervoort en den Neder-Rijn bij Arnhem over het tienjarige tijdvak van 1 Nov.1924 tot 1 Nov.1934, een en ander bepaald onder gebruikmaking van de afvoerkrommen over 1933-1934.

Op deze bijlagen zijn met dik getrokken lijnen de veranderingen aangegeven, welke de frequentielijnen zouden hebben ondergaan, indien gedurende de beschouwde periode het normale stuwprogramma reeds toegepast ware.

Dit normale stuwprogramma kan aan de hand der bijlagen als volgt worden beschreven.

Bij afvoeren, welke zonder kanalisatie met een frequentie van b (d.i. volgens de bijlagen van 29 dagen) optreden, wordt slechts een afvoer van 40 m3/sec. langs den IJssel afgelaten (van a tot b op de bijlagen.)

Wordt de afvoer grooter dan kan meer langs den IJssel worden afgelaten, doch zoolang de afvoer, welke gemiddeld gedurende 56 dagen per jaar is opgetreden (c op de bijlagen) niet is bereikt, heeft dit vergrooten van den afvoer langs den IJssel geleidelijk plaats, zoodanig dat voor de scheepvaart ongewenschte schommelingen worden voorkomen. Ter bepaling der gedachten is een zoodanige opstuwing aangehouden, dat op den Neder-Rijn staand water wordt verkregen.

Bij afvoeren welke liggen tusschen de afvoeren welke in den beschouwden tijd gedurende gemiddeld 56 en 122 dagen per jaar niet zijn bereikt (derhalve tusschen c en d) zal van den IJsselafvoer een hoeveelheid van 35 m3/sec. worden teruggehouden.

Bij de afvoeren gelegen tusschen die, welke op de bijlagen gedurende 122 en 145 dagen niet zijn bereikt (punten d en e) wordt geleidelijk aan minder water teruggehouden en zoodanig gestuwd dat op den Neder-Rijn staand water wordt verkregen.

Bij afvoeren gelegen tusschen de punten e en f op de bijlagen zal door de bovenste stuw zooveel water worden doorgelaten,dat de zonder kanalisatie plaats hebbende waterverdeeling tusschen Neder-Rijn en IJssel gehandhaafd wordt.

Stijgt de afvoer boven den afvoer behoorende bij punt f, dan kan de afvoer van den IJssel grooter worden dan zonder kanalisatie het geval zou zijn,en wel tusschen f en g slechts zooveel als noodig is ter verkrijging van staand water op den Neder-Rijn.

Bij nog hoogere afvoeren zijn de stuwen geheel getrokken en is de IJssel een vrij stroomende rivier,welke als gevolg van de te maken bochtafsnijdingen 10% van den toekomstigen afvoer meer zal afvoeren dan zonder die afsnijdingen het geval zou zijn,behoudens dan bij zeer hooge standen, waarbij de toekomstige afvoeren minder van de huidige zullen verschillen, terwijl bij de allerhoogste standen de tegenwoordige niet zullen mogen worden overtroffen, omdat zulks voor het IJsselmeer ontoelaatbaar is.

Op de bijlagen is met dit laatste rekening gehouden door het relatieve verschil tusschen de huidige en de toekomstige afvoeren bij de zeer hooge afvoeren minder te doen worden, om te niet te gaan bij de buitengewoon groote afvoeren, welke echter buiten de teekeningen vallen.

Uiteraard komt daarop evenmin voor de kleinste (in 1921 opgetreden) afvoer welke voor den IJssel ± 70 m3/sec. bedroeg, en waarvan bij kanalisatie 30 m3/sec. niet langs den IJssel zou zijn afgevloeid, waarvan ± 20 m3/sec.langs den Neder-Rijn en ± 10 m3/sec.langs de Waal.

Ter toelichting van den invloed,die het gewenschte programma op den wateraanvoer naar het IJsselmeer heeft,is op bijlage 5 een sommatiefiguur gegeven van de veranderingen in den afvoer van den IJssel,welke gedurende een reeks van jaren zouden zijn opgetreden, indien de IJssel onder voortdurende toepassing van het normale programma gekanaliseerd ware geweest.

De totale naar het IJsselmeer gevoerde hoeveelheid water gaat over een reeks van jaren beschouwd er niet op achteruit. De totale naar het IJsselmeer gevoerde hoeveelheid zout zal echter onder die omstandigheden minder worden, aangezien bij de lage afvoeren, wanneer het zoutgehalte het grootst is, minder water zal worden afgevoerd, terwijl bij de grootere afvoeren met geringer zoutgehalte de waterafvoer grooter zal worden.

Over een lange periode beschouwd zal de als normaal gedachte stuwregeling een gunstigen invloed op het zoutgehalte van het IJsselmeer moeten uitoefenen.

Dit neemt niet weg, dat de afvoer van den IJssel in uitzonderlijk droge tijden, wanneer gestuwd moet worden, te klein kan zijn om te voldoen aan de belangen van het IJsselmeer, welks water niet boven de smaakgrens mag verzilten.

De beschreven stuwregeling werd dan ook door den waarnemend Directeur-Generaal der Zuiderzeewerken onaanvaardbaar geoordeeld.

§ 3. Nader overleg met den dienst der Zuiderzeewerken.

In verband met de gerezen bezwaren heeft nader overleg plaats gevonden.

Het doel daarvan was tot een regeling te geraken, waarbij volgens het oordeel van den dienst der Zuiderzeewerken de belangen van het IJsselmeer en volgens de directie Bovenrivieren de scheepvaartbelangen enz. in voldoende mate zouden worden behartigd.

Bij dit overleg bleek de hierboven geschetste stuwregeling normaal te voldoen. De daartegen door den dienst der Zuiderzeewerken ingebrachte bezwaren hebben uitsluitend betrekking op de zeer droge jaren.

Het lag daarom voor de hand deze droge jaren nader te bezien en met name na te gaan, hoe groot volgens de door de Zuiderzeewerken toegepaste berekeningen het chloorgehalte en de beschikbare water-

hoeveelheid zou zijn geweest, indien over een vrij afvloeiende IJssel onder de huidige omstandigheden kon worden beschikt.

De op deze wijze gevonden grootheden moeten worden vergeleken met de grootheden, die bij een gekanaliseerden IJssel met dezelfde wijze van berekenen worden gevonden, onder uitsluitende toepassing van het eerder beschreven normaal stuwprogramma.

Bij ontoelaatbare verschillen tusschen de uitkomsten zal laatstbedoeld programma zoodanig zijn te wijzigen, dat de verschillen -ook zooveel mogelijk voor wat betreft de andere dan de Zuiderzeebelangen- aanvaardbaar worden.

De hiertoe noodige becijferingen zijn gemeenschappelijk verricht door een ingenieur van den Waterloopkundigen dienst der Zuiderzeewerken en van den Studiedienst der Bovenrivieren.

Deze becijferingen hebben zich uitgestrekt over de jaren 1933-1934, aangezien dit feitelijk de eenige droge jaren zijn, waarover alle gegevens bekend zijn. Het jaar 1934 behoort in het onderhavige verband tot de zéér ongunstige jaren, en wordt wellicht slechts overtroffen door het jaar 1921. Als combinatie van twee jaren zijn de jaren 1933-1934 vermoedelijk de ongunstigste. Een regeling welke aan de in deze jaren te stellen eischen voldoet, kan derhalve geacht worden aan bijzonder strenge eischen te voldoen.

Bij de becijferingen is voorts uitgegaan van een aanwezig ondersteld zoutgehalte van 170 mg/l op 1 Januari 1921 voor het geval er géén, en van 168 mg/l voor het geval er wél een IJsselkanalisatie zou zijn geweest.

Deze cijfers geven n.l. het uiteindelijke gemiddelde chloorgehalte van het IJsselmeer in de beide te beschouwen gevallen weer.

Door deze getallen reeds op 1 Januari 1921 aan te houden worden zij direct op zeer ongunstige wijze door dit allerongunstigste jaar beïnvloed. Aan de hand van de beschikbare globale gegevens is nu

becijferd,dat bij de plaats gevonden afvoeromstandigheden,en uitgaande van een op 1 Januari 1921 reeds afgesloten Zuiderzee,het zoutgehalte op 1 Januari 1933 van het IJsselmeer 144 mg/l zou hebben bedragen. Dit cijfer werd eveneens gevonden indien aangenomen werd,dat gedurende genoemd tijdvak de IJsselkanalisatie -onder voortdurende toepassing van het normale stuwprogramma- bereids aanwezig zou zijn geweest.

Het hier bij voortduring aanhouden van het normale stuwprogramma is aan den veiligen kant. Immers,de te vinden wijzigingen beoogen juist een meerdere afvoer in droge tijden dan volgens het normale programma plaats heeft.

Uitgaande van genoemde 144 mg/l is vanaf 1 Januari 1933 het peil en het chloorgehalte van het IJsselmeer nagegaan. Aan de hand van de gevonden cijfers zijn de wijzigingen bepaald,welke **het normale programma** onder bepaalde criteria zal hebben te ondergaan

§ 4. Criteria voor wijziging van het normale stuwprogramma.

Het normale stuwprogramma ondergaat de straks te beschrijven eerste wijziging:

indien volgens de toegepaste berekening het zoutgehalte meer dan 200 mg/l zal bedragen, òf

indien het peil van het IJsselmeer minder dan 0.25 m - N.A.P. bedraagt ten tijde dat 0.20 m - N.A.P. wordt nagestreefd.

Indien de hierboven onderscheiden twee criteria gelijktijdig optreden zal het normale stuwprogramma op meer ingrijpende wijze moeten worden gewijzigd. Deze meer ingrijpende wijziging wordt in het vervolg als wijziging II aangeduid en zal straks nader worden beschreven.

Het tijdstip waarop het volgens wijziging I in werking zijnde programma wordt beëindigd,volgt zonder meer uit het vorengaande.

Het volgens wijziging II in werking zijnde programma gaat in het gewijzigd programma I over:

indien het zoutgehalte volgens de toegepaste berekening wederom onder de 200 mg/l is gedaald, òf

indien het peil van het IJsselmeer wederom de nagestreefde hoogte heeft en tegelijkertijd het zich volgens de berekening nog boven de 200 mg/l bevindende zoutgehalte afnemende is.

Met vorenomschreven criteria heeft men zich losgemaakt van alle -weliswaar nuttige,doch tenslotte toch eenigszins speculatieve- waardeeringen van in droge tijden te verwachten afvoeren in verband met het in het hooggebergte aanwezige sneeuwdek en te verwachten weersomstandigheden.

§ 5. Omschrijving der wijzigingen.

De in het normale programma aan te brengen wijziging I is op de bijlagen 3 en 4 door een streeplijn aangegeven. Deze wijziging beteekent op de grafiek slechts een verschuiving van de punten d en e naar d' en e'.

Wijziging II is op de bijlagen 3 en 4 door een stippellijn aangegeven. Door deze wijziging zal gedurende de lage afvoeren meer water door den IJssel tot afvoer komen dan bij het normale programma.

Bij de in de beschouwde periode gemiddeld gedurende 29 dagen per jaar opgetreden laagste afvoeren (derhalve tusschen a" en b") wordt de afvoer door den IJssel tot 65 m3/sec. beperkt.

Tusschen b" en c" op de bijlagen wordt wederom zoodanig gestuwd dat op den Neder-Rijn de afvoer gehandhaafd blijft.

Tusschen c" en d" wordt van den afvoer van den IJssel 25 m3/sec. teruggehouden.

Tusschen d" en e" wordt geleidelijk minder water teruggehouden, zoodanig dat op den Neder-Rijn ten minste staand water wordt gehouden.

Bij afvoeren grooter dan die behoorende bij e" wordt tot aan e zoodanig gestuwd dat de zonder kanalisatie heerschende waterverdeeling tusschen den Neder-Rijn en den IJssel gehandhaafd blijft.

Bij afvoeren grooter dan die,behoorende bij e, is er geen verschil meer met het normale stuwprogramma.

Volledigheidshalve worden hier nog de cijfers genoemd voor den allergeringsten afvoer, welke in 1921 is voorgekomen.

Door wijziging I zullen de bij het normale stuwprogramma behoorende cijfers niet veranderen. Van de minimum IJsselafvoer van ± 70 m3/sec. zal ± 20 m3/sec. door den Neder-Rijn en ± 10 m3/sec. door de Waal afvloeien.

Door wijziging II zal de minimum-afvoer van den IJssel met ruim 5 m3/sec. afnemen, welke grootendeels langs den Neder-Rijn zullen afvloeien.

HOOFDSTUK III.

GEVOLGEN VAN DE STUWREGELING.

§ 1. Inleiding.

Ten tijde van vrije afstrooming zullen in de toekomst geen belangen worden geschaad. Wel wordt door de dan ten aanzien van thans plaats hebbende vermeerdering van den afvoer van den IJssel, zoowel de afvoer van den Neder-Rijn en ook eenigszins van de Waal geringer dan thans, doch deze zullen dan reeds zoo groot zijn dat eenige vermindering zonder bezwaar kan plaats hebben.

De beschouwing der gevolgen van de wijziging, welke de afvoerverdeeling over de verschillende Rijntakken, ten gevolge van het in het vorige hoofdstuk geschetste ondergaat, kan dus in hoofdzaak worden beperkt tot het geval dat er op den IJssel moet worden gestuwd.

In het vorige hoofdstuk is gebleken dat het vaststellen van de stuwregeling in sterke mate wordt beïnvloed door de in het belang van het IJsselmeer te stellen eischen.

Bij de becijfering naar de mate waarop hieraan wordt tegemoet gekomen, speelt ook de wateraanvoer naar het Noordzeekanaal via het Amsterdam-Rijnkanaal een rol. Dit water wordt uit de Lek ingelaten, waarmede diverse belangen gemoeid zijn.

Het schijnt daarom aangewezen eerst deze waterinlaat nader te beschouwen.

§ 2. Waterinlaat in het Amsterdam-Rijnkanaal.

Ingevolge opdracht van den Directeur-Generaal moet -indien aan de belangen van het IJsselmeer is tegemoet gekomen- er naar worden gestreefd om zonder de bevaarbaaheid van den Neder-Rijn en de Lek en andere belangen te schaden, bij lagere waterstanden de maximum toelaatbare hoeveelheid in het Amsterdam-Rijnkanaal te kunnen inlaten.

Deze maximum-hoeveelheid was volgens mededeeling van den hoofdingenieur voor het district Amsterdam-Boven-Rijn II te stellen op ten

hoogste 50 m3/sec. of 4.32×10^6 m3 per etmaal. Dit is ~~als~~ in zijn geheel als meerdere inlaat te beschouwen, ten aanzien van hetgeen thans in het Merwedekanaal wordt ingelaten.

Nadat de becijferingen op deze basis waren verricht, bleek nader, dat in verband met eventueele schommelingen in den waterstand op het IJ de huidige sluis te Zeeburg deze waterhoeveelheid niet doorloopend zal kunnen afvoeren en hier slechts op een gemiddelde van maximaal 25 m3/sec. mag worden gerekend.

Wat het kanaal zelve betreft is een doorvoer van 50 m3/sec. toelaatbaar te achten.

In het volgende zal eerst van de oorspronkelijk opgegeven capaciteit van 50 m3/sec. worden uitgegaan en dan nader worden medegedeeld, welke verandering daarin komt door een beperking van de capaciteit tot een gemiddelde van maximaal 25 m3/sec. te Zeeburg.

Ter bepaling van de hoeveelheid water, welke vanaf de Lek beschikbaar kan worden gesteld, is van belang te weten hoeveel water door het Betuwepand van genoemd kanaal vanuit de Waal naar de Lek kan en mag worden aangevoerd, zonder de bevaarbaarheid in dit pand wegens te groote stroomsnelheid, en die van de Waal wegens vermindering van diepte op onaanvaardbare wijze te beïnvloeden.

Ten slotte zal er op zijn te letten dat de aftapping van de Lek naar het Amsterdam-Rijnkanaal op een voor de bevaarbaarheid van den Neder-Rijn en de Lek toelaatbare wijze geschiedt, derhalve dat van deze rivier in geval van IJsselkanalisatie nooit meer wordt afgetapt, dan de totale afvoervermeerdering tengevolge van het stuwen.

Het resultaat der becijferingen is samengevat in het drietal grafieken op bijlage 6.

Evenals tot dusver is ook hier uitgegaan van de afvoerverhoudingen over de periode Nov. 1924-Nov. 1934.

Om de grafieken op deze bijlage te laten correspondeeren met die op de eerder beschouwde bijlagen 3 en 4, zijn de gegevens gerangschikt

volgens den op de abcissen aangegeven gemiddelden onderschrijdingsduur in dagen per jaar der beschouwde periode.

De hovenste grafiek op de bijlage geeft een denkbeeld van de wijziging van de afvoeren van den Neder-Rijn en de Waal ten gevolge van de kanalisatie van den IJssel. De wijzigingen zijn voor den Neder-Rijn en de Lek ten opzichte van de nul-lijn geteekend, terwijl de afvoervermeerdering van de Waal uitgezet is ten opzichte van de voor den Neder-Rijn en de Lek geldende lijn.

De middelste grafiek geeft aan het verband tusschen de waterstanden te Wijk bij Duurstede en de hoeveelheid water welke volgens de Hoofdingenieur in het district Amsterdam-Boven-Rijn II door het Betuwepand van de Waal naar de Lek mag worden getransporteerd zonder de scheepvaart te hinderen.

Voorts is aangegeven het huidig verband -dus zonder kanalisatie- tusschen de waterstanden te Hulhuizen en de hoeveelheid water welke zonder hinder aan de scheepvaart van de Waal mag worden afgetapt. In verband met de vaardiepte op de gekanaliseerde Maas,ware van de Waal niet af te tappen beneden een waterstand van 0.20 m + O.L.R., d.i. beneden den stand van 8.69 m + N.A.P. aan de peilschaal te Hulhuizen. Aangenomen is,dat bij een waterstand van 8.84 m + N.A.P. en hooger (dus boven 0.35 m + O.L.R.) de Waal een hoeveelheid van 50 m3/sec.kan missen,zonder dat de diepte voor de Waalvaart onvoldoende wordt.

Deze hoeveelheid is echter reeds meer dan het Betuwepand in het onderhavige verband zou mogen transporteeren.

De benedenste grafiek op bijlage 6 is samengesteld uit de beide vorige.

Volgens deze grafiek zou dus bij toepassing van het normale stuwprogramma (zie de dik getrokken lijn) tijdens den in de beschouwde 10-jarige periode voorgekomen geringsten afvoer een hoeveelheid water van 45 m3/sec. voor inlating in het kanaal beschikbaar zijn geweest, zonder dat daardoor aan de oorspronkelijke afvoeren van Waal,Neder-

Rijn en Lek zou worden te kort gedaan.

Afgezien van dezen droogsten dag, zal gedurende de ruim 135 droogste dagen per gemiddeld jaar de maximum op het kanaal toelaatbare hoeveelheid van 50 m3/sec. steeds aanwezig zijn geweest.

Bij de dan volgende hoogere afvoeren wordt deze hoeveelheid niet geheel bereikt, ofschoon de hoeveelheid van 40 m3/sec. steeds ruim wordt overschreden.

De wijzigingen die deze hoeveelheden ondergaan ten tijde dat van het normale stuwprogramma moet worden afgeweken, zijn in de grafiek aangegeven, resp. door een streeplijn bij toepassing van wijziging I en door een stippellijn bij toepassing van wijziging II. Bij voortdurend toepassen van de laatstbedoelde wijziging, die het meest ingrijpt, is bij den laagsten afvoer van de beschouwde periode nog 15 á 20 m3/sec. beschikbaar, terwijl in totaal slechts gemiddeld gedurende 7 dagen per jaar de 40 m3/sec. niet beschikbaar zouden zijn. De maximum-hoeveelheid zou bij voortdurende toepassing van deze ingrijpende wijziging gemiddeld per jaar reeds aanwezig zijn gedurende de 80 dagen, die wat de grootte van den afvoer betreft, onmiddellijk volgen op de 15 droogste dagen.

In de werkelijkheid behoeft echter niet gerekend te worden met een voortdurende toepassing van wijziging II. In het beschouwde tijdvak 1924-1934 zou in de werkelijkheid slechts op één dag niet meer dan 20 m3/sec. beschikbaar zijn geweest en op 9 dagen 25 m3/sec.

Uit het vorengaande blijkt, dat bij het toelaten van een maximum watertransport van 50 m3/sec. op het Amsterdam-Rijnkanaal, er op ruime wijze aan den wensch wordt tegemoet gekomen, dat deze hoeveelheid inderdaad voor inlaat beschikbaar is.

Indien niet meer dan 25 m3/sec. mag worden ingelaten, zal in de beschouwde 10-jarige periode deze hoeveelheid steeds beschikbaar zijn geweest, behoudens op één enkelen dag, toen er 5 m3/sec. tekort zou zijn gekomen.

Volledigheidshalve zij hier nog opgemerkt,dat bij den geringsten afvoer,welke tot dusver (1921) is voorgekomen (IJssel ± 70, Neder-Rijn ± 90 en Waal ± 600 m3/sec.) er bij toepassing van het normale programma en ook bij toepassing van wijziging I 30 m3/sec.voor waterinlaat in het kanaal beschikbaar zou zijn geweest. Bij toepassing van wijziging II wordt dit cijfer slechts 5 m3/sec.

Ten slotte zij er op gewezen dat ook in het geval er niet gekanaliseerd wordt, er water van de Waal via het Betuwepand naar de Lek kan worden gevoerd en vandaar in het Amsterdam-Rijnkanaal worden gelaten. Er op te wijzen is echter, dat dan in de droge tijden,indien aftapping van de Waal bezwaren gaat opleveren of ontoelaatbaar wordt geacht, de continuiteit van het watertransport wordt onderbroken. Zoo zou (vergelijk de middelste grafiek) in het vgeval er niet zou worden gekanaliseerd de wateronttrekking gedurende gemiddeld 32 dagen per jaar niet op volle capaciteit van het Betuwepand kunnen plaats hebben, terwijl op gemiddeld 25 van deze 32 dagen de wateronttrekking stop had gestaan. Zulks is uiteraard zeer bezwaarlijk voor watergebruikers, die behoefte aan continue onttrekking hebben.

§ 3. Peil en chloorgehalte van het IJsselmeer.

Bij de -gemeenchappelijk met den Waterloopkundigen dienst der Zuiderzeewerken verrichte- becijferingen is uitgegaan van de onderstelling dat het IJsselmeer bereids op 1 Januari 1921 met een chloorgehalte van 170 mg/l (in geval van geen kanalisatie) en van 168 mg/l (in geval van kanalisatie) aanwezig zou zijn geweest.

Volgens globale becijfering zou dit bedrag zonder kanalisatie op 1 Januari 1933 tot 144 mg/l teruggeloopen zijn. Ditzelfde zou hebben plaats gevonden in het geval dat de kanalisatie er reeds geweest zou zijn en het normale stuwprogramma was toegepast.

Er is op te wijzen,dat hierbij -evenals bij de bepaling van het cijfer van 168 mg/l op 1 Januari 1921- geen rekening is gehouden met de voor het resultaat dezer becijfering gunstige omstandigheid,dat in

droge tijden van het normale stuwprogramma zou zijn afgeweken.

Uitgaande van een chloorgehalte van 144 mg/l op 1 Januari 1933 zijn de jaren 1933 en 1934, welke wellicht de meest ongunstig voorgekomen combinatie van jaren vormt, nader beschouwd.

Het resultaat is samengevat in den volgenden staat, waarop tevens het gevolgde stuwprogramma is aangegeven.

VERGELIJKENDE CIJFERS BETREFFENDE HET PEIL EN HET CHLOORGEHALTE VAN HET IJSSELMEER ZONDER EN MET KANALISATIE VAN DEN IJSSEL.

Toestand op den eersten dag van de maand:	Peil in cm t.o.v.N.A.P. zonder kanalisatie	met kanalisatie	Chloorgehalte in mg/l zonder kanalisatie	met	Toegepast stuwprogramma Norm. N	Wyz. I I	Wyz. II II
1933							
Januari	-40	-40	144	144	N		
Februari	-40	-40	150	150	N		
Maart	-40	-40	152	152	N		
April	-40	-40	155	155		I	
Mei	-34	-38	166	168		I	
Juni	-24	-26	173	176		I	
Juli	-23	-24	178	180	N		
Augustus	-20	-20	180	180	N		
September	-26	-25	188	188	N		
October	-40	-40	197	200	N		
November	-40	-40	204	208		I	
December	-40	-40	206	212		I	
1934							
Januari	-40	-40	213	220		I	
Februari	-40	-40	212	218		I	
Maart	-40	-40	215	223		I	
April	-40	-40	212	220			II
Mei	-26	-30	219	228			II
Juni	-29	-32	229	240			II
Juli	-39	-40	224	255			II
Augustus	-44[5]	-46[5]	256	269			II
September	-42	-41	262	275			II
October	-40	-40	269	283			II
November	-40	-40	269	285			II
December	-40	-40	269	285			II
1935							
Januari	-40	-40	256	272		I	

Het jaar 1933 is -overeenkomstig de in hoofdstuk II, par.4 gegeven criteria- ingezet gedacht met toepassing van het normale programma.

Op 1 April is het peil lager dan 25 cm - N.A.P., terwijl dan begonnen wordt met te streven naar het zomerpeil van -20. Derhalve zal wijziging I toepassing vinden.

Op 1 Juli blijkt het peil boven genoemde hoogte van -25 te zijn gestegen, weshalve het normaal programma weer kan worden ingevoerd.

Op 1 November blijkt het chloorgehalte op meer dan 200 mg/l te worden becijferd, zoodat wederom wijziging I in het stuwprogramma wordt aangebracht.

Op 1 April 1934 is het peil lager dan meergenoemde -25, terwijl wederom naar het zomerpeil van -20 moet worden gestreefd. Bovendien is het chloorgehalte nog steeds op hooger dan 200 mg/l becijferd.

Er moet daarom tot wijziging II worden overgegaan.

In October is de wenschelijkheid van het zomerpeil vervallen. Wijziging II wordt echter gehandhaafd omdat het chloorgehalte nog niet dalende is. Dit laatste blijkt pas op 1 Januari 1935 het geval te zijn, zoodat op dien datum tot wijziging I kan worden overgegaan.

Vergelijkt men thans de cijfers dan blijkt, dat in 1933 het gewenschte zomerpeil van 0.20 m - N.A.P., zoowel met als zonder kanalisatie slechts in Augustus aanwezig is.

In 1934 wordt dit peil in beide gevallen in het geheel niet bereikt. In Augustus van dat jaar bedraagt het peil zonder kanalisatie 0.445 m - N.A.P. en mét kanalisatie 0.465 m -. Ook in September is het peil van 0.40 m - N.A.P. onderschreden en wel met 1 cm in het geval van en met 2 cm in het geval van geen kanalisatie.

Wat het chloorgehalte betreft blijkt, dat het tijdstip van de overschrijding van het gehalte van 200 mg/l voor beide gevallen slechts zeer weinig verschilt.

Het hoogste chloorgehalte is volgens den staat 269 mg/l zonder kanalisatie, terwijl met kanalisatie het maximum chloorgehalte 285 mg/l zal bedragen.

Op 1 Januari 1935 zal bij een dalend chloorgehalte, het verschil bij beide veronderstelde omstandigheden nog steeds 16 mg/l bedragen. Op dien datum kan wijziging I ingaan. Bedoeld verschil in chloorgehalte zal dan vrij snel afnemen, om op 1 Maart, April, Mei, Juni en Juli

Halte zal dan vrij enel elmemen, om op 1 Maart,April,Mei,Juni en Juli

resp. 9, 7, 6, 3 en 0 mg/l te bedragen.

Uit den staat blijkt,dat in de beschouwde zeer droge periode het zoutgehalte van het IJsselmeerwater zich,in het geval van kanalisatie,gedurende een langeren tijd tusschen de 250 en 300 mg/l chloorgehalte, d.i.in de nabijheid van de smaakgrens,beweegt dan in het geval dat de IJssel niet wordt gekanaliseerd.

De studie,waarvan de resultaten hierboven zijn medegedeeld,heeft naar het oordeel van den dienst der Zuiderzeewerken geleerd, dat bij een eventueele IJsselkanalisatie een regeling van het waterbeheer kan worden getroffen, welke niet tot à priori onaannemelijke gevolgen van het IJsselmeer leidt.

§ 4. Drink-, aanvul-, doorspoel- en spuiwater.(verband houdende met het IJsselmeer.)

Het spuiwater,waaronder hier wordt verstaan het water,bestemd om ten behoeve van het IJsselmeer het zout terug te dringen kan,evenals het eventueel uit het IJsselmeer te betrekken drinkwater,op deze plaats buiten beschouwing blijven. Een en ander is reeds verdisconteerd in de hiervoren beschouwde cijfers omtrent het peil en chloorgehalte.

Er zal dus nader zijn in te gaan op de waterhoeveelheden met andere bestemming.

Ten behoeve hiervan zijn -wederom gemeenschappelijk met den dienst der Zuiderzeewerken- nader beschouwd de bij uitstek ongunstige maanden April t/m September 1934,gedurende welke wijziging II bij voortduring moet worden aangebracht.

In dezen tijd zal,zoowel mèt als zonder kanalisatie,niet aan de zich te ontwikkelen watervraag kunnen worden voldaan,zoodat in beide gevallen rantsoeneering moet plaats hebben.

Aangehouden is,dat deze rantsoeneering niet mag worden toegepast ten aanzien van het drink- en aanvulwater.

10^6 m³ per maand

$\frac{1}{30.24.60.60}$ m³ per sec

$\frac{}{3.2,4.36.10^4}$

$\frac{}{2,58.10^6}$

$\boxed{0,386.}$

Op deze hoeveelheden oefent de IJsselkanalisatie dus geen invloed uit.

De beschouwingen hebben daarom tenslotte slechts betrekking op het als doorspoelwater te gebruiken restant.

Dit doorspoelwater wordt naar de bestemming in twee gedeelten gesplitst; één gedeelte ter doorspoeling van Friesland en Schermerboezem, en het andere gedeelte voor het Noordzeekanaal.

Bij de becijferingen is,zoowel in het geval van kanalisatie als in het andere geval,er op gerekend,dat naar het Noordzeekanaal water wordt getransporteerd door het Amsterdam-Rijnkanaal.

In beide gevallen zal echter niet al het water,dat in het kanaal benoorden de Lek wordt ingelaten,in het Noordzeekanaal terecht komen, omdat onderweg voor diverse doeleinden kan worden afgetapt. Op deze hoeveelheden,die betrekkelijk gering zijn,wordt hier niet verder ingegaan,aangezien het hier er om te doen is een inzicht te verkrijgen in de verschillen,welke tusschen beide gevallen optreden.

In onderstaanden staat zijn de hoeveelheden samengevat,waaraan de gevolgen van de IJsselkanalisatie op het ter beschikking te stellen doorspoelwater kunnen worden nagegaan.

HOEVEELHEDEN SPOELWATER IN 10^6 m3 PER MAAND.

1934.	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.
Friesland en Schermerboezem						
I. zonder kanalisatie	0	80	50	50	100	100
II.met kanalisatie	0	80	20	0	95	135
Noordzeekanaal.						
uit het IJsselmeer						
III.zonder kanalisatie	100	100	50	50	70	100
IV. met kanalisatie	60	20	20	20	20	55
V. Uit het Amsterdam-Rijnkanaal komt bij kanalisatie meer dan zonder kanalisatie	40	70	90	30	25	20
VI. Totaal IV + V	100	90	110	50	45	75
VII.Verschil tusschen kanalisatie en geen kanalisatie (VI - III)	0	-10	60	0	-25	-25

Regel I en II der tabel,welke betrekking hebben op Friesland en Schermerboezem behoeven geen toelichting. Het blijkt dat in de uitzonderlijk ongunstige zomermaanden,als hier beschouwd,er mèt IJsselkanalisatie een weinig minder spoelwater ter beschikking kan worden gesteld dan zonder kanalisatie.

Ter toelichting van de cijfers betreffende het Noordzeekanaal zij opgemerkt,dat daarbij is gerekend,dat tot een maximum van 50 m3/sec.in het Amsterdam-Rijnkanaal benoorden de Lek zal mogen worden ingelaten.

Zonder kanalisatie zal,behoudens de hoeveelheden vermeld in regel III,ook nog rivierwater beschikbaar worden gesteld. Dit water is afkomstig van de Waal en wordt aangevoerd via het Betuwepand en het benoorden de Lek gelegen pand van het kanaal. Uiteraard zal de te transporteeren hoeveelheid minder bedragen dan het pand benoorden de Lek kan verzetten,omdat de capaciteit van het Betuwepand bij deze lage waterstanden daartoe niet toereikend is en bovendien is aangenomen dat niet steeds van de Waal kan worden afgetapt.

Hetgeen in het geval dat er niet gekanaliseerd wordt,minder aan Waalwater wordt getransporteerd,dan met de capaciteit van het benoorden de Lek gelegen pand overeenkomt,laat zich in bovenstaanden staatvorm als volgt uitdrukken:

40	70	130	30	25	20

Door de IJsselkanalisatie komt er echter meer water voor het inlaten uit de Lek beschikbaar en wel zooveel,dat het pand benoorden de Lek -behoudens in de maand Juni- op volle capaciteit kan transporteeren. (Vergelijk hiertoe regel V van den staat met de zooeven genoemde hoeveelheden).

Uit regel VII van den staat volgt,dat de doorspoeling van het Noordzeekanaal,zooals deze door den dienst der Zuiderzeewerken (dus zonder kanalisatie) is gedacht,er door de kanalisatie in de beschouwde zéér ongunstige periode niet op achteruit zou gaan. De totaal beschik-

bare hoeveelheden zouden in deze periode dezelfde zijn geweest.

Nadat de becijferingen hadden plaats gevonden, kwam het nader bericht, dat in verband met de huidige sluis te Zeeburg, het kanaal aldaar niet doorloopend de hoeveelheid zal kunnen afvoeren als waarop tot dusver is gerekend, en slechts op een gemiddelde van maximaal 25 m3/sec. mag worden gerekend.

In den hierboven weergegeven staat veranderen derhalve de voor het Noordzeekanaal beschikbare hoeveelheden spoelwater. Bij de bepaling van de gewijzigde hoeveelheden is aangehouden, dat door de sluis niet meer dan gemiddeld maximaal 25 m3/sec. mag passeeren, doch dat er geen bezwaar tegen bestaat zooveel meer uit de Lek in te laten als bovenwaarts van de sluis voor andere doeleinden noodig mocht zijn.

De gewijzigde hoeveelheden in 10^6 m3 per maand zijn als volgt:

1934	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.
Noordzeekanaal.						
uit het IJsselmeer						
III. zonder kanalisatie	100	100	50	50	70	100
IV. met kanalisatie	60	20	20	20	20	55
V. Uit het Amsterdam-Rijnkanaal komt bij kanalisatie meer dan zonder kanalisatie	0	20	65	10	0	0
VI. Totaal (IV + V)	60	40	85	30	20	55
VII. Verschil tusschen kanalisatie en geen kanalisatie (VI - III)	-40	-60	+35	-20	-50	-45

Uit dezen staat (regel VII) blijkt dat, rekening houdend met de onder omstandigheden minder voldoende afvoercapaciteit van de sluis te Zeeburg en gedurende de beschouwde ongunstige periode van 6 maanden in totaal 180 × 10^6 m3 water of gemiddeld 11^5 m3/sec. voor het Noordzeekanaal minder beschikbaar is dan zonder kanalisatie aan dat kanaal is toegedacht.

Indien hieraan moet worden tegemoet gekomen kan zulks geschieden door eenige wijziging in de verdeeling der beschikbare waterhoeveelheden ten koste van Friesland en Schermerboezem. Wordt dit minder wenschelijk geoordeeld, dan zal b.v. de wateraflaat van den IJssel

-ten koste van de vaardiepte- kunnen worden vergroot, zoodat de waterinlaat van het IJsselmeer naar het Noordzeekanaal dienovereenkomstig kan worden vermeerderd.

Indien ook hiertegen bezwaar wordt gemaakt, kan de oplossing gezocht worden in het maken van een doorlaatwerk nabij Zeeburg.

Waar het standpunt ten aanzien van het doorspoelen van het Noordzeekanaal nog niet voldoende schijnt te zijn vastgesteld, is het niet aangewezen op dit punt hier verder in te gaan.

§ 5. Afvoer van de Lek na de aftapping voor het Amsterdam-Rijnkanaal.

Het aftappen van water ten behoeve van het watertransport door het Amsterdam-Rijnkanaal kan, bij gekanaliseerden IJssel, plaats hebben ten tijde dat de IJssel vrij afstroomt, en ten tijde dat er op deze rivier gestuwd wordt.

Wanneer de IJssel vrij afstroomt, is de afvoer van den Neder-Rijn en de Waal zoo groot, dat de hoeveelheid af te tappen water van betrekkelijk geen of weinig invloed zal zijn op de rivier, zoowel voor wat de bevaarbaarheid betreft als voor wat betreft de beteekenis, die de afvoer heeft voor de geschiktheid van de benedenloop der rivier als plaats van waterontttrekking voor bestaande, c.q. te stichten drinkwatervoorzieningen en andere doeleinden.

Anders wordt het tijdens de minder groote en geringe afvoeren, welke juist optreden wanneer er op den IJssel gestuwd wordt.

Deze gevallen verdienen derhalve nadere beschouwing.

Ten gevolge van het stuwen op den IJssel zal de watertoevoer naar de Lek toenemen, voor een gedeelte met de hoeveelheid waarmede de Neder-Rijn-afvoer toeneemt en voor het overige deel met de hoeveelheid, welke door het Betuwepand wordt geleid.

Bij voortdurende toepassing van het normaal stuwprogramma zou per gemiddeld jaar der beschouwde 10-jarige periode (1 Nov. 1924 - 1 Nov. 1934) en na aftapping ten behoeve van het Amsterdam-Rijnkanaal

tot ten hoogste 50 m3/sec.een hoeveelheid van 200.000.000 m3 tijdens het stuwen op den IJssel meer langs de Lek zijn afgestroomd dan gedurende denzelfden tijd bij de huidige omstandigheden.

Dit cijfer zou bij voortdurende toepassing van wijziging I resp. van wijziging II achtereenvolgens 160.000.000 m3 en 58.000.000 m3 hebben bedragen.

Deze hoeveelheden worden uiteraard met dezelfde bedragen grooter, waarmede de wateronttrekking door eventueele beperking van de transportcapaciteit van het Amsterdam-Rijnkanaal vermindert.

§ 6. Diepte Neder-Rijn.

Door het stuwen op den IJssel vermeerdert de afvoer van den Neder-Rijn en daarmede de voor de scheepvaart beschikbare diepte.

De minste diepten (in meters) van den Neder-Rijn -waaronder in dit verband begrepen is het korte gedeelte Lek bovenwaarts van de rivierkruising te Wijk bij Duurstede- is op den volgenden staat aangegeven voor de afvoeren, behoorende bij de op bijlage 4 door letters aangegeven punten.

bij normaal stuwprogramma	a	b	c	d	e	f	g
zonder kanalisatie	1.30	1.65	1.83	2.28	2.45	2.70	2.85
met kanalisatie	1.50	2.=	2.=	2.45	2.45	2.70	2.70
tijdens wijziging I				d'	e'		
zonder kanalisatie				2.05	2.25		
met kanalisatie				2.22	2.25		
tijdens wijziging II	a"	b"	c"	d"	e"		
zonder kanalisatie	1.30	1.65	1.75	2.05	2.20		
met kanalisatie	1.40	1.85	1.85	2.15	2.20		

De in dezen staat vermelde diepten, waaraan de peilingen ten behoeve van de scheepvaart over Mei 1933-Januari 1935 ten grondslag liggen, zijn in het algemeen aan den veiligen kant genomen.

Uit den staat blijkt, dat de diepten op den Neder-Rijn geringer worden, indien deze zonder kanalisatie meer dan 2.70 m zouden bedragen.

Gezien de op den Neder-Rijn plaats vindende en te verwachten scheepvaart behoeft daartegen geen bezwaar te bestaan.

Uit den staat blijkt voorts dat ten tijde,dat daaraan voor de scheepvaart het meeste behoefte bestaat,de diepte door de kanalisatie gunstig wordt beïnvloed.

Wanneer derhalve een verbetering van vaardiepte door normaliseering moet worden nagestreefd,behoeft deze ter verkrijging van een bepaalde bevaarbaarheid niet zoo ingrijpend te zijn als thans. Zulks is ten gerieve van de scheepvaart,die daardoor een breedere rivier ter beschikking krijgt.

Ten slotte zij er hier op gewezen,dat ten behoeve van de vaart op de Lek het aanbeveling verdient de aftapping ten behoeve van het Amsterdam-Rijnkanaal bij voorkeur te Vreeswijk te doen geschieden.

§ 7. Diepte beschikbaar voor de Waal-Twenthevaart.

De maximum toelaatbare diepgang op het Twenthekanaal bedraagt 2.50 m.

Deze vaardiepte zal in geval van kanalisatie van den IJssel normalerwijs beschikbaar moeten zijn op den vaarweg van de Waal naar de uitmonding van het kanaal bij Zutphen.

Een vergelijkend overzicht omtrent het aantal dagen dat met een bepaalde diepgang niet kon worden gevaren volgt hieronder. Het is opgesteld voor de afvoeromstandigheden zooals die zijn opgetreden in het jaar 1933, in het buitengewoon droge jaar 1934 en in het min of meer normale jaar 1935. Voor de diepten op de vrij stroomende rivier is uitgegaan van de ten behoeve van de scheepvaart plaats gevonden peilingen. Bij de bepaling van de veranderingen,die de toe te laten diepgang door de IJsselkanalisatie ondergaat,is mede rekening gehouden met het toepassen van het volledige stuwschema, dus met inbegrip van de zoo noodig in het normale stuwprogramma aan te brengen wijzigingen.

Voorts is met een aanvullend normaliseeringswerk nabij km 11 à

12 op het Pannerdensch kanaal gerekend. Bij de laatste normaliseering van deze rivier, zijn aldaar eenige werken achterwege gelaten, in de verwachting dat zich daar ter plaatse geen maatgevende ondiepte zou vormen, welke verwachting tot dusver juist bleek te zijn. Indien echter het Pannerdensch kanaal vanuit den IJssel wordt opgestuwd zal het maken van deze normaliseeringswerken niet langer achterwege kunnen blijven.

Aantal ijsvrije dagen op de rivier, dat niet gevaren kon worden met nader aangegeven diepgang op:

	Vaarweg tusschen Pannerdenschen kop en uitmonding Twenthekanaal by Zutphen.		Waal tusschen mond Maas-Waalkanaal en Pannerdenschen kop.
	zonder kanalisatie	met kanalisatie	
1933			
diepgang 2.50 m	210	28	1
2.40 m	198	12	-
2.30 m	189	5	-
2.15 m	162	5	-
2.00 m	137	-	-
1934			
diepgang 2.50 m	316	74	28
2.40 m	309	64	18
2.30 m	299	53	4
2.15 m	254	40	-
2.00 m	193	12	-
1.90 m	163	-	-
1935			
diepgang 2.50 m	112	-	-
2.40 m	100	-	-
2.30 m	82	-	-
2.15 m	64	-	-
2.00 m	-	-	-

Uit het bovenstaande blijkt de groote verbetering tengevolge van de IJsselkanalisatie. Er volgt uit, dat in een buitengewoon ongunstig jaar, als 1934, gedurende 74 dagen niet met 2.50 m diepgaande schepen van Nijmegen (mond Maas-Waalkanaal) naar de uitmonding van het Twenthekanaal zou kunnen worden gevaren. In dat jaar kon echter zonder de kanalisatie reeds niet gedurende 28 dagen met deze diepgang op de Waal van Nijmegen naar den Pannerdenschen kop worden gevaren. Een diepgang van 1.90 m zou in dat jaar, in geval van kanalisatie, steeds toelaatbaar zijn geweest.

In een jaar als 1933 zouden de van de Waal afkomstige en voor Twenthe bestemde schepen met grootsten diepgang slechts gedurende een niet groot aantal dagen niet ten volle kunnen worden afgeladen.

In een min of meer normaal jaar als 1935 zou de vaarweg Nijmegen-Zutphen steeds voor de diepst gaande Twentheschepen te bevaren zijn geweest.

Voor wat de vaart op Duitschland betreft, staan ten aanzien van den Duitschen Rijn niet voldoende, op peilingen gebaseerde, gegevens ter beschikking om een nauwkeurige vergelijking te kunnen maken met de door kanalisatie op den vaarweg Pannerden-Zutphen te verkrijgen vaardiepten.

Uitgaande echter van de voor den Duitschen Rijn geldende z.g. vuistregels, mag worden aangehouden dat de verwachte vaardiepte tusschen Pannerden en Zutphen gelijk zal zijn aan die van den Duitschen Rijn benedenwaarts van Duisburg, zoo niet deze zal overtreffen.

Bij gekanaliseerden IJssel zal derhalve de uitmonding van het Twenthekanaal steeds voor de Duitsche vaart bereikbaar zijn.

§ 8. Diepte IJssel.

Bij kanalisatie zal bij de minder groote afvoeren -derhalve tijdens het stuwen- het gedeelte nabij de bovenmonding, alwaar de waterstand beheerscht wordt doordien aan het splitsingspunt, voor de scheepvaart maatgevend zijn.

Een indruk van de verbetering,welke aldaar door kanalisatie wordt bereikt,wordt gegeven door den in de vorige paragraaf opgenomen staat.

Overigens zal echter op den IJssel -bij een geschikte keuze van de plaatsen der stuwen- steeds voldoende diepte aanwezig zijn. Wel is waar zal hiertoe verdieping van de rivier beneden Kampen noodig zijn, doch deze verdieping zal reeds moeten plaats hebben als gevolg der Zuiderzeewerken.

Afgezien van de bovenmonding zal derhalve voor den geheelen IJssel in den in de vorige paragraaf opgenomen staat de cijfers in de kolom "met kanalisatie" door "nul" kunnen worden vervangen.

Dit is met name van belang voor de vaart van en naar Twenthe via de rivier benoorden Zutphen.

In verband met de vaart van de rivier naar de daarop uitmondende kanalen zij er nog op gewezen,dat een rivier uiteraard aan wijziging onderhevig is. Zoo valt er op de Rijntakken over de laatste halve eeuw in het algemeen een zakking van de verhanglijn bij lage afvoeren te constateeren.

Wanneer dus de afvoeromstandigheden van b.v.1933 en 1934 zich in de toekomst nauwkeurig herhalen,dan is het denkbaar dat de cijfers in de kolom "zonder kanalisatie" van den staat uit de vorige paragr. eenigszins gewijzigd zullen zijn. Als geheel beschouwd zullen zij echter ongeveer hetzelfde beeld geven. Immers,de dalingen van de verhanglijn kunnen als een gevolg van de dalingen van den rivierbodem worden beschouwd.

Wanneer echter bij voortzetting van de daling van den waterspiegel,de vaart een punt moet passeeren,hetwelk (wat den bodem betreft) niet aan zakking onderhevig kan zijn,dan zal,indien eenmaal dit punt voor de diepte maatgevend is geworden,de doorgaande vaardiepte bij voortduring ongunstiger worden.

Als niet aan zakking onderhevige punten zijn voor de vaart van een rivier naar de daarin uitmondende kanalen de buitendrempels der toegang gevende sluizen aan te merken.

Indien nu de zakking der waterstanden op den niet gekanaliseerden IJssel in hetzelfde tempo der laatste tientallen jaren doorgaat, zal binnen afzienbaren tijd een gedeelte van de IJsselvaart het ondiepste punt niet meer op de rivier,doch op den buitendrempel van de betrokken sluis vinden.

§ 9. Samenvatting.

Bij afvoeren,waarbij op den gekanaliseerden IJssel niet behoeft te worden gestuwd,zijn de verschillen met het geval,dat de IJssel niet wordt gekanaliseerd buiten beschouwing te laten.

Overigens geldt het volgende:.

Het eventueel inlaten van water in het Amsterdam-Rijnkanaal ten behoeve van drinkwater- en andere belangen,zonder dat daardoor de scheepvaartbelangen worden geschaad,is gewaarborgd. De hoeveelheid van 40 m3/sec.is,behoudens gemiddeld enkele dagen per jaar,steeds voor inlaat beschikbaar. Op den allerongunstigsten dag in het tijdvak 1924-1934 zou nog 20 m3/sec.beschikbaar zijn geweest. Bij terugkeer van den allerlaagsten afvoer,die ooit is waargenomen (N.ov.1921) en onder toepassing van de in dit verband ongunstige wijze van stuwen (wijziging II),zou er een hoeveelheid van 5 m3/sec.voor inlaat beschikbaar zijn, zonder dat daardoor de afvoeren van Neder-Rijn en Waal minder worden dan zij zonder kanalisatie zouden bedragen.

De bezwaren die het IJsselmeer en daarmede verband houdende belangen, tengevolge van de kanalisatie ondergaan,zijn volgens het oordeel van den wnd.Directeur-Generaal der Zuiderzeewerken,niet van dien aard,dat de daarbij ontstane toestand onaanvaardbaar mag worden genoemd. Naar genoemd oordeel is aangetoond,dat op den eventueel gekanaliseerden IJssel een regeling van het waterbeheer kan worden ge-

troffen,welke niet tot à priori onaannemelijke gevolgen voor het IJsselmeer leidt.

Na aftapping ten behoeve van het Amsterdam-Rijnkanaal van een hoeveelheid van 50 m3/sec.of zooveel minder als noodig om de huidige afvoeren benedenwaarts de plaatsen van aftapping op Lek (en Waal) niet te onderschrijden,zal als geheel genomen,tijdens het stuwen op den IJssel,de afvoer van de Lek beneden de plaats van aftapping grooter worden dan thans.

De Neder-Rijn zal ten tijde dat daaraan voor de scheepvaart het meeste behoefte bestaat,naar gelang van de omstandigheden,met 10 à 35 cm in diepte toenemen.

De vaarweg Waal-Twenthe zal als regel bevaarbaar zijn met de grootste,op het Twenthekanaal toegelaten diepgang (2.50 m). In een buitengewoon ongunstig jaar als 1934 zou deze diepgang gedurende 74 dagen niet beschikbaar zijn geweest; op de Waal was in 1934 die diepgang echter reeds gedurende 28 dagen niet beschikbaar. Voor de huidige vaart op den Duitschen Rijn zal de uitmonding van het Twenthekanaal nabij Zutphen steeds bereikbaar zijn.

Voor den IJssel geldt voor wat de bovenmonding betreft,hetzelfde als in de vorige zinsnede omschreven. De vaart welke echter deze bovenmonding niet behoeft te passeeren zal steeds ruimschoots over de maximum op het Twenthekanaal toegelaten diepgang kunnen beschikken.

Ten slotte zij opgemerkt, dat het bij uitvoering der kanalisatie mogelijk is de werken zoodanig te ontwerpen,dat eenige wijziging in de gedachte waterhuishouding kan plaats hebben,indien zulks geboden wordt door wijziging in de onderlinge waardeering der belangen.

HOOFDSTUK IV.

BOCHTAFSNIJDINGEN TEN BEHOEVE VAN DE AFVOERVERMEERDERING BIJ OPEN RIVIER.

§ 1. Inleiding.

Zooals in hoofdstuk II is opgemerkt, is het ten behoeve van de belangen van het IJsselmeer noodzakelijk dat de IJssel bij vrije afstrooming 10% van den toekomstigen afvoer meer afvoert, dan zonder kanalisatie zou geschieden, behoudens dan bij de zeer hooge afvoeren, die hier buiten beschouwing blijven.

Dit doel kan worden bereikt door enkele bochtafsnijdingen aan te brengen en wel zoodanig, dat de bovenwaarts optredende waterstandsverlaging nog aan den IJsselkop merkbaar is.

De bocht benedenwaarts Doesburg is bij uitstek geschikt om te worden afgesneden, in verband met de verbetering die de horizontale ligging van den vaarweg daardoor ondergaat en voorts omdat, zooals in een later hoofdstuk zal blijken, ter plaatse van de te maken bochtafsnijding een bevredigende oplossing wordt gevonden voor een combinatie van een aldaar uit anderen hoofde gewenscht sluis- en stuwcomplex en de bij Doesburg gewenschte vaste overbrugging van den IJssel.

Deze bochtafsnijding op zich zelf beschouwd is echter voor de gewenschte vermeerdering niet toereikend. Ten behoeve van een voldoende vermeerdering van den afvoer bij vrij stroomende rivier is het noodzakelijk ook nog meer bovenwaarts een bochtafsnijding te maken, waarvoor die bij Rheden tusschen de kmr 29 en 35 in aanmerking komt.

De hier bedoelde bochtafsnijdingen zijn schetsmatig aangegeven op de als bijlage 7 bijgevoegde overzichtsteekening.

§ 2. Wijze van berekening.

De berekening van den invloed der hier aangegeven bochtafsnijdingen op den afvoer is in principe geheel conform aan de in hoofdstuk II nader toegelichte berekening naar den invloed, die het stuwen

op den IJssel uitoefent op de afvoeren van Neder-Rijn en Waal.

Uitgaande van een bepaalden afvoer met bijbehoorenden waterstand te Dieren, wordt de verhanglijn bepaald, waardoor de bij dezen afvoer behoorende waterstand aan den IJsselkop wordt gevonden. Met behulp van betrekkingslijnen wordt de bijbehoorende waterstand te Arnhem en met behulp van een afvoerkromme de afvoer van den Neder-Rijn bepaald. Door sommatie is dus ook de afvoer van het Pannerdensch kanaal bekend.

Uitgaande nu van dezen afvoer is met behulp van afvoerkrommen en betrekkingslijnen de afvoer te bepalen welke "normaal" (dus zonder bochtafsnijdingen) door den IJssel tot afvloeiïng komt.

Het verschil van deze beide voor den IJssel gevonden afvoeren, is de verkregen afvoervermeerdering, indien althans geen rekening wordt gehouden met de omstandigheid, dat bij den meerderen afvoer van den IJssel het peil aan den IJsselkop, wegens den tegelijkertijd veroorzaakten minderen afvoer van den Neder-Rijn, zal dalen, waardoor op het Pannerdensch kanaal een negatieve stuwkromme zal optreden. Deze is aan den Pannerdenschen kop nog merkbaar en zal aldaar door afzuiging afvoervermeerdering van het Pannerdensch kanaal ten koste van de Waal veroorzaken.

Wil men dus den "normalen afvoer" van den IJssel vinden uit dien van het Pannerdensch kanaal, dan zal de op bovengeschetste wijze gevonden som der afvoeren van den IJssel en den Neder-Rijn eerst nog zijn te verminderen met de hoeveelheid water, welke ten gevolge van het optreden van de omgekeerde stuwkromme extra door het Pannerdensch kanaal wordt afgevoerd.

§ 3. <u>Resultaten der berekening</u>.

In onderstaanden staat zijn de resultaten der berekeningen voor een tweetal afvoeren samengevat.

Deze afvoeren zijn 282 m3/sec. te Westervoort, waarbij 8 m3/sec. worden gevoegd, welke ondersteld worden te Doesburg uit den Ouden IJssel te komen, zoodat de afvoer te Dieren 290 m3/sec. bedraagt en

voorts 360 m3/sec. te Westervoort, of 370 m3/sec.te Dieren.

	Afvoer te Westervoort in m3/sec.	
na bochtafsnijdingen	282	360
vóór bochtafsnijdingen,niet rekening houdend met afzuiging Pannerdensch kanaal	251	325
vóór bochtafsnijdingen,doch wel rekening houdend met de afzuiging	249	323

De vermeerdering van afvoer bedraagt derhalve voor een toekomstigen afvoer van 282 m3/sec. 12.5% zonder en ruim 13% met het in rekening brengen van de afzuiging van het Pannerdensch kanaal,terwijl voor den toekomstigen afvoer van 360 m3/sec. deze cijfers resp.10.7 en ruim 11% bedragen.

Opgemerkt zij,dat uitgaande van de afvoeromstandigheden,zooals die in de periode 1 Nov.1924-1 Nov.1934 zijn voorgekomen,de onderschrijdingsfrequentie dezer afvoeren gemiddeld 195 resp. 275 dagen per jaar zullen bedragen.

Bij de beschouwde afvoeren en ook bij die welke daar tusschen liggen,wordt de gestelde afvoervermeerdering van 11% van den huidigen (n.l.10% van den toekomstigen) afvoer ruimschoots bereikt.

Bij nog hoogere standen is de becijfering niet meer goed doenlijk,daar het profiel te onregelmatig wordt en niet meer het normaal zomerbed alleen aan den afvoer zal deelnemen. Het is niet onaannemelijk dat bij de hooge waterstanden,met geringe frequentie,wanneer het winterbed aan den afvoer gaat deelnemen,de afvoervermeerdering van den IJssel minder zal worden,omdat het winterbed van den Neder-Rijn ruimer is dan dat van den IJssel,althans benedenwaarts van het splitsingspunt.

Er aan herinnerd zij,dat bij het opstellen van de stuwregeling met deze mogelijkheid rekening is gehouden.

§ 4. Keuze der gebruikte gegevens en formules, benevens aanvullende beschouwingen.

Aangezien de door de bochtafsnijdingen te bewerken wijziging in den afvoer van den IJssel een der belangrijkste punten van het ontwerp is en van aan de praktijk ontleende c.q.daarop gebaseerde gegevens,constanten en onderstellingen moet worden uitgegaan,zullen deze nader worden toegelicht.

Door afsnijding van bochten wordt niet alleen de rivier verkort, doch ook wordt de weerstandscoëfficient beïnvloed,omdat bochten een extra-weerstand veroorzaken.

Aangezien het hier de bedoeling is de afvoer te beïnvloeden,is met die extra-weerstand rekening te houden.

Het extra-verhang -noodig om de door een bocht veroorzaakte extra-weerstand te overwinnen- wordt wel uitgedrukt (Boussinesq) door $I = t \frac{V^2}{R} \sqrt{\frac{b}{r}}$, waarin V en R,zooals gebruikelijk,resp. de gemiddelde snelheid en de gemiddelde natte straal voorstellen,en voorts :

b de breedte,

r de kromtestraal van de bocht voorstelt en

t een constante is,die ongeveer op 0.0003 à 0.0005 kan worden gesteld.

In het onderhavige geval is het aan den veiligen kant voor t de kleinste waarde te kiezen.

Het totale verhang zal,uitgaande van de formule van Chezy $I = \frac{V^2}{c^2 R}$,worden uitgedrukt door $I = \frac{V^2}{c^2 R} (1 + 0.0003\, C^2 \sqrt{\frac{b}{r}})$.

Het geeft gemak bij de becijferingen niet met verhangen doch met lengten te werken,zoodat het nuttig is het begrip "gestrekte" of "virtueele" lengte in te voeren. Hieronder wordt verstaan de som van de werkelijke lengte (l) van de te beschouwen rivier, vermeerderd met de lengte (Δ l) noodig om bij het extra-verhang het verval te krijgen ter overwinning van den weerstand in de bochten.

Indien gemakshalve, voor wat Δ l betreft, de coëfficient c gelijk 50 wordt gesteld, is de virtueele lengte (l + Δ l) uit te drukken door de formule $l + \Delta l = l + 0.75\, l\sqrt{\frac{b}{r}}$.

Aan de hand van de bodemligging is met behulp van deze "gestrekte" lengte ook het "gestrekte" bodemverhang te vinden en kan dus, waar ook de andere gegevens bekend zijn, de in Hoofdstuk I, par.4 genoemde formule $dl = \frac{d_o - d_1}{I_b - \frac{(v_1+v_2)^2}{2c^2\,(R_o+R_1)}}$ worden toegepast. Ook hier is de feitelijk in den teller thuis behoorende term $\frac{v_o^2 - v_1^2}{2g}$ verwaarloosd. Dit beteekent, dat aan den IJsselkop een iets hoogere waterstand wordt gevonden dan in de werkelijkheid zal voorkomen of m.a.w. de door de bochtafsnijdingen verkregen vermeerdering van afvoer zal iets grooter zijn dan wordt becijferd. De toegepaste vereenvoudiging is dus in het beschouwde verband voor de uitkomsten aan den veiligen kant.

Een belangrijk punt in de becijfering is voorts het aan te houden lengteprofiel van den rivierbodem.

Te verwachten is, dat beneden de afsnijdingen verhooging van den bodem (aanzanding) en daarboven uitschuring zal plaats hebben.

In welke mate dit zal geschieden is van te voren niet met zekerheid te voorspellen.

De becijfering heeft daarom voor een gemiddeld geval plaats gehad.

Aangehouden is, dat te Dieren, aan het benedeneinde van de benedenste bochtafsnijding, een aanzanding zal plaats hebben tot 40 cm over de geheele breedte, zoodat de bodembreedte aldaar op 60 m is te stellen.

Voorts is aangenomen, dat van Dieren uit zich bovenwaarts dezelfde gemiddelde bodemhelling zal ontwikkelen als zonder kanalisatie aanwezig is. Deze bodemhelling is niet over de geheele lengte van het beschouwde riviervak gelijk. Op omstreeks 16 km van de bovenmonding

vertoont zij een knik. Aangehouden is dat dit ook in de toekomst het geval zal zijn.

Op de als bijlage 8 hierbijgaande grafische voorstelling is een en ander, alsmede enkele waterstanden, nader aangegeven, uitgaande van in het jaar 1934 waargenomen gegevens. In het blauw is aangegeven de gemiddelde bodemlijn, zooals die uit de gegevens is afgeleid en in het rood de aangehouden toekomstige bodemlijn en de daarbij met een afvoer van 360 m3/sec. behoorende verhanglijn.

De bodembreedte van 60 m te Dieren is bovenwaarts doorgetrokken en met den noodigen overgang in km 42 aangesloten op de daar aanwezige breedte. Ter plaatse van de stuw is de breedte voor zooveel noodig vergroot, met de noodige overgangen boven- en benedenwaarts daarvan. Van km 42 tot km 35.4 wordt de tegenwoordige rivier met een gemiddelde bodembreedte van omstreeks 54 m geheel gehandhaafd, terwijl de daarboven gelegen bochtafsnijding wederom een bodembreedte van 60 m verkrijgt, welke wordt voortgezet tot km 22.5. Bovenwaarts km 22.5 blijft de rivier, welke hier een zeer smal winterbed heeft, wederom ongewijzigd.

De vraag is in hoeverre de gedachte bodemlijn zich zal handhaven.

De wijze waarop het zandtransport zal worden beïnvloed is kwantitatief nog niet met zekerheid te voorspellen.

Uit de becijferingen blijkt echter dat in het bovenste gedeelte van den IJssel de snelheden zullen toenemen, hetgeen op uitschuring wijst. Hetzelfde volgt uit de overweging dat blijkens metingen op onze rivieren bij grooteren waterafvoer het zandtransport en dus ook het zandtransporteerend vermogen in meerdere mate toeneemt dan de waterafvoer. Waar de IJssel meer water zal afvoeren, zal bij gelijken zandaanvoer uit het Pannerdensch kanaal derhalve uitschuring zijn te verwachten.

Hieraan zal eenigszins worden tegemoet gekomen door de omstandigheid, dat door de wijziging van de waterverdeeling bij het split-

singspunt ook wijziging in de zandverdeeling is te verwachten,waardoor het voor den IJssel bestemde kwantum zand zal toenemen.

Het is echter veilig hiervan niet te veel te verwachten. Immers door de wijziging in de waterverdeeling zal bij een bepaalden toekomstigen afvoer van den IJssel een afvoer van het Pannerdensch kanaal behooren,welke geringer is dan tegenwoordig. De te verdeelen zandafvoer van het Pannerdensch kanaal zal derhalve ook geringer zijn.

Volledigheidshalve zij er op gewezen dat aan den anderen kant het niet onmogelijk is,dat bij open IJssel op het Pannerdensch kanaal wellicht zand in beweging komt,dat aldaar bij gestuwden IJssel is neergeslagen. In het onderhavig verband is het veilig ook dit niet te hoog te waardeeren,omdat dit zand moet neerslaan bij de lagere afvoeren en daarbij het geheele zandtransport reeds betrekkelijk gering is.

Alles bijeen schijnt het daarom niet onaannemelijk dat zonder meer bij open rivier het bovenste gedeelte van den IJssel aan eenige uitschuring onderhevig zal kunnen zijn.

Tot hetzelfde inzicht geraakt men,indien op den tegenwoordigen en den gedachten toekomstigen toestand de zandtransportformules worden toegepast,welke het voorloopig resultaat zijn van het daaromtrent voor onze rivieren ingesteld onderzoek. Dit onderzoek is echter nog niet geëindigd,zoodat de resultaten daarvan geenszins als definitief mogen worden beschouwd.

Ten aanzien van de mogelijk geachte uitschuring zij er evenwel op gewezen,dat bovenwaarts van de Steeg (km 35) thans omstreeks 30.000 m3 per jaar door concessiebaggeraars wordt gebaggerd hetgeen, herleid tot de toekomstige lengte van dit riviergedeelte,gemiddeld ongeveer 4 á 5 cm verlaging per jaar van den geheelen rivierbodem beteekent indien géén zandaanvoer van boven zou plaats hebben.

In dit baggerwerk,dat nader kan worden geregeld of stopgezet, is derhalve een groote reserve aanwezig. Bovendien is eenige reserve

aanwezig in het mogelijk kunnen optreden van aanzanding bij gestuwden IJssel,waarop aanstonds wordt teruggekomen.

Eventueele verhooging van den rivierbodem is te verwachten benedenwaarts van de bochtafsnijdingen. Indien de aanzanding grooter wordt dan is voorzien,behoeft dit voor de scheepvaart niet nadeelig te zijn,omdat bij de lagere afvoeren wederom wordt gestuwd. Opruiming kan voorts zonder bezwaar plaats hebben.

Het is ook nog mogelijk dat in de bovenmonding en een betrekkelijk kort daaraan aansluitend gedeelte aanzanding plaats heeft bij gestuwde rivier. Dit zand is afkomstig van het Pannerdensch kanaal, waarvan de zandafvoer dan betrekkelijk gering zal zijn en bovendien in grootere mate dan voorheen in den Neder-Rijn terecht zal komen. De zandtoevoer naar den IJssel zal daardoor gering zijn,doch er moet op worden gerekend,dat hetgeen wordt aangevoerd tot neerslag komt, om later bij open rivier weer spoedig in beweging te komen.

Deze aanzanding kan slechts nabij de bovenmonding voor de scheepvaart van invloed zijn.

In verband met de scheepvaart behoeft derhalve tijdens het stuwen slechts aandacht te worden besteed aan een zeer kort riviervak bij de bovenmonding,in tegenstelling met een vrij stroomende rivier, waar bij lage afvoeren aandacht moet worden besteed aan verschillende over de geheele rivier verdeelde ondiepten.

Aan de hand van al het vorengaande wordt gemeend,dat de gedachte gemiddelde bodemhoogte zoowel als grondslag der berekening,alsmede uit een scheepvaartoogpunt aanvaardbaar is en er voldoende middelen ter beschikking staan om onverhoopt onaanvaardbare afwijkingen in beide richtingen te verhelpen.

In dit verband zij er nog de aandacht op gevestigd,dat ook zonder kanalisatie de noodige aandacht aan splitsingspunten moet worden besteed,om onaanvaardbare veranderingen in de waterverdeeling,

tengevolge van veranderingen van de hoogteligging van den rivierbodem, te voorkomen.

Bij kanalisatie van den IJssel wordt op dit punt te Westervoort eenige meerdere mogelijkheid geboden. Men kan dan immers zonder bezwaar voor de scheepvaart wijziging brengen in de voor den gekanaliseerden IJssel aangehouden breedte.

HOOFDSTUK V.

BETEUGELING VAN DEN MAXIMUM-AFVOER.

§ 1. Inleiding.

Door de geprojecteerde bochtafsnijdingen wordt, zooals eerder is uiteengezet, de waterverdeeling bij den IJsselkop in dier voege gewijzigd, dat bij vrij stroomende rivier de afvoer van den IJssel meer zal bedragen dan tot dusver.

Zonder nadere voorzieningen zal dit ook bij de grootste afvoeren plaats hebben.

Dit zal ten gevolge hebben dat de hoogste waterstanden op het beneden de bochtafsnijdingen gelegen riviergedeelte zullen toenemen.

Ten aanzien van de langs dit riviergedeelte gelegen dijken is zulks ongewenscht.

Bovendien is het t.a.v. het op het IJsselmeer toe te laten waterbezwaar minder gewenscht dat de hoogste IJsselafvoeren zullen toenemen.

Er zal derhalve naar zijn te streven de zeer groote IJsselafvoeren zoodanig te beteugelen dat bij het optreden dier hoogste afvoeren de invloed der bochtafsnijdingen niet meer bij het splitsingspunt te Westervoort merkbaar is.

Daarvoor komen werken in het door bochtafsnijding verkorte zomerbed minder in aanmerking.

Er is dus naar te streven den afvoer door het winterbed zoodanig te beperken, dat bij de allerhoogste afvoeren in totaal door het zomer- en winterbed niet meer kan afvloeien dan tot dusver.

Voor beperking van den afvoer door het winterbed schijnen de riviergedeelten nabij Doesburg en Rheden, waar de bochtafsnijdingen zijn ontworpen, aangewezen. Het winterbed heeft hier een bijzonder werkzaam aandeel aan den afvoer, zoodat met betrekkelijk geringe middelen veel kan worden bereikt.

Bij het ontwerpen der beteugelingswerken is aangehouden, dat bij het wederom optreden van de afvoeromstandigheden van Januari 1926,

de gekanaliseerde IJssel niet meer zal afvoeren dan voorheen.

Van dit hoogwater zijn echter betrekkelijk weinig gegevens met zekerheid bekend,n.l. slechts in zeer globale trekken de ligging van enkele stroombanen in het winterbed en, voor wat de waterhoogten betreft,wordt over weinig meer beschikt dan over de waarnemingen aan de officieele peilschalen.

Van het veel lagere hoogwater van November 1930 is echter een nauwkeurige topstandenlijn beschikbaar,welke behalve aan de officieele peilschalen ook aan verscheiden tusschengelegen punten is waargenomen.

Ook wordt nog beschikt over de resultaten van enkele tijdens hoogwater plaats gevonden metingen van den afvoer door de Carbenter doorlaatbrug (Januari 1920 en November 1930) en door de Driekoningendoorlaatbrug (November 1930),beide gelegen in den Doesburgschen dijk.

Deze gegevens zijn zonder nadere beschouwing onvoldoende voor een becijfering naar den toekomstigen toestand.

Het is daarom noodzakelijk de te bezigen methode van berekening en de daarbij te gebruiken coëfficienten,enz.eerst toe te passen op den bestaanden toestand.

Eerst indien voldoende overeenstemming wordt bereikt met hetgeen inderdaad is waargenomen,kan naar den toekomstigen toestand worden gecijferd.

Het ligt dan voor de hand eerst te trachten een inzicht te verkrijgen over de wijze van afstrooming door zomer- en winterbed tijdens den afvoer van November 1930.

Wanneer de becijferde uitkomsten betrouwbaar willen zijn,moeten zij kloppen met de verschillende tijdens dit hoogwater waargenomen of daaruit af te leiden waarden.

Dezelfde methode c.a. is dan toe te passen voor het hoogwater Januari 1926. De uitkomsten moeten ook hier wederom kloppen met hetgeen in de werkelijkheid is waargenomen.