


10: 226310

Nota betreffende type en
afmetingen van de
stuwen en sluizen van de
Rijnkanalisatie

door Ir. L. van Bendegom
(mei 1943)

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

Bibliotheek

SV BOR15 ON



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

Postbus 9070
6800 ED Arnhem
Tel. 026 - 3688355

Bibliotheek

naam	afd.	retour	paraaf

S.V.P. TIJDIG VERLENGEN

NOTA
R.K. 630 Rl.

RIJKSWATERSTAAT
DIRECTIE BOVENRIVIEREN

RWS Dir. Oost-Nederland

Bibliotheeknr. SV BONIS ON

NOTA.

BETREFFENDE TYPE EN AFMETINGEN VAN DE

STUWEN EN SLUIZEN

VAN DE

RIJNKANALISATIE

ARNHEM, MEI 1943.

I N H O U D.

	blz.
§ 1. Inleiding.	
§ 2. Waterhuishouding.	6
§ 3. Scheepvaart.	28
§ 4. Eenige algemeene opmerkingen betreffende stuw- en sluistypen.	50
§ 5. Type en hoofdafmetingen van de stuwen van de Rijnkanalisatie.	64
§ 6. Type en hoofdafmetingen van de sluizen van de Rijnkanalisatie.	74
§ 7. Conclusies.	80

=====

B I J L A G E N.

1. Overzicht van de scheepvaartwegen in Nederland.
2. Stuwprogramma - waterafvoer.
3. Stuwprogramma - waterstanden.
4. Goederenverkeer van Amsterdam en Rotterdam met Duitschland.
5. Scheepvaartverkeer op de Waal, den Nederrijn en den IJssel.
6. Stuwtype.
7. Stuwtypen.
8. Stuwtypen.

=====

§ 1. INLEIDING.

In het "Rapport betreffende eene kanalisatie van Nederrijn en Lek" werden situatie, type en hoofdafmetingen van de stuwen en sluizen van de Rijnkanalisatie slechts zeer globaal behandeld voor zover dit noodig was in verband met het verkrijgen van een inzicht in het geheele werk. In deze nota zullen type en hoofdafmetingen van de stuwen en sluizen aan de hand van de voor de Rijnkanalisatie te stellen eischen nader worden onderzocht. Nadat deze zullen zijn vastgesteld zal tenslotte nog een nota zijn te maken, waarin deze situatie van de kunstwerken zal worden bepaald en waarin nauwkeurige cijfers zullen worden genoemd betreffende de aan de kunstwerken te verwachten waterstanden, waterafvoeren en bodemliggingen. Voor de bepaling van type en hoofdafmetingen kan worden vplstaan met de globale gegevens hieromtrent, waaronder thans wordt beschikt.

Voor het algemeene plan van de Rijnkanalisatie moge worden verwezen naar bovengenoemd "Rapport betreffende eene kanalisatie van Nederrijn en Lek". De wijzigingen, welke sinds het schrijven van dat rapport in het stuwprogramma zijn aangebracht, zullen in § 2 van deze nota worden behandeld.

Type en afmetingen van de stuwen en sluizen voor de Rijnkanalisatie zijn in hoofdzaak afhankelijk van de waterhuishouding van de gekanaliseerde rivier (stuwprogramma, vereischte nauwkeurigheid in regeling van peil en afvoer, afvoervariatie van de bovenrivier, toestand bij open rivier, ijs, drijvend vuil, enz) van de scheepvaart (intensiteit en karakter van de scheepvaart, afmetingen der schepen, mogelijkheid van het nemen van andere routes, enz.) en van de technische- en economische mogelijkheden van de kunstwerken. Deze drie hoofdfactoren zullen

in de drie volgende paragrafen worden behandeld. Daarna zullen de hieruit getrokken conclusies worden getoetst aan de stuwen en sluizen van de Rijnkanalisatie. In de laatste paragraaf zal tenslotte een resumé worden gegeven van de uitkomsten van de voorgaande paragrafen.

§ 2. WATERHUISHOUDING.

In het "Rapport betreffende eene kanalisatie van Nederrijn en Lek" werd een stuwprogramma voor den gekanaliseerden Nederrijn ontworpen, dat voldoet aan de behoefte van de scheepvaart op den IJssel en den Nederrijn en eveneens aan die van de waterhuishouding van het IJsselmeer. Dit stuwprogramma zou evenwel niet kunnen voldoen aan de zoetwaterbehoefte van de Nieuwe Maas; integendeel, de toevoer van zoetwater via den Nederrijn naar de Nieuwe Maas zou gedurende een groot deel van de gestuwde periode kleiner zijn dan in den huidige toestand bij denzelfden afvoer van den Bovenrijn het geval is. Teneinde dit nadeel te verminderen, zou water van de Waal via het Betuwepand van het Amsterdam-Rijnkanaal worden afgetapt, zoodat de toevoer van zoetwater van de Lek naar de Nieuwe Maas den huidige toestand meer nabij zou komen. Om de hinder voor de scheepvaart op het Betuwepand tengevolge van deze aftapping tot een minimum te beperken, werd in genoemd rapport voorgesteld dit Betuwepand te verruimen en te Tiel een tweede sluis te bouwen. Dit laatste zou in elk geval wenschelijk zijn om voor de scheepvaart het van eene kanalisatie van Nederrijn en Lek te verwachten voordeel van het gedurende een groot deel van het jaar geopend zijn van het Betuwepand tot zijn volle rechte laten komen.

Ook bij toevoer van een vrij groote hoeveelheid Waalwater naar de Lek zou de huidige toestand nog niet kunnen worden benaderd. Hieraan zou kunnen worden tegemoetgekomen door bovendien de Beneden-Merwede en de Noord te verruimen, zoodat meer water langs deze takken en minder water langs de Nieuwe Merwede zou worden afgevoerd. Voor een meer uitgebreide behandeling van het stuwprogramma moge worden verwezen naar bovengenoemd rapport met de

bijlagen.

Sinds het schrijven van dit rapport zijn verschillende wijzigingen in het gedachte stuwprogramma ontworpen, die in verband staan met de waterhuishouding van het IJsselmeer en van de Nieuwe Maas. De eerste wijziging betreft het in bedoeld rapport aangegeven afwijkend stuwprogramma, dat ten doel had om na een lange periode van kleine bovenrivierafvoer het accumulatiebekken van het IJsselmeer weer snel op peil te kunnen brengen. Door den Dienst der Zuiderzeewerken werd na eene becijfering, waarbij met het ongekend droge jaar 1921 werd rekening gehouden, het niet meer noodig geacht, met dat afwijkend stuwprogramma rekening te houden, zoodat na overleg met dien Dienst dit stuwprogramma geheel werd geschrapt. Hiermede is niet alleen de waterhuishouding van de Nieuwe Maas gebaat doch ook de langs den IJssel en het boven-deel van den Nederrijn gelegen oeverlanden, aangezien de maximum gestuwde standen lager zouden zijn en de afwatering van deze landen dus minder overlast zou ondervinden. Bovendien zou het maximum stuwpeil van de bovenstuw niet 9.88 m + N.A.P. doch 9.10 m + N.A.P. bedragen, waardoor de afsluitmiddelen van deze stuw lager zouden kunnen blijven.

De tweede wijziging betreft de waterafvoer door het Betuwepand. Het werd namelijk in elk geval wel mogelijk geacht de Beneden Merwede en de Noord zoodanig te verruimen, dat ook zonder toevoer via het Betuwepand de zoetwateraanvoer van de Nieuwe Maas bij gekanaliseerden Nederrijn en "normaal stuwprogramma" ongeveer even groot zou zijn in den huidige toestand. Verruiming van dit pand en verdubbeling van de sluis te Tiel zouden niet meer noodzakelijk zijn, hetgeen belangrijke bezuiniging op het oorspronkelijke plan zou beteekenen. Verdubbeling van de sluis te Tiel zou echter wel zeer gewenscht blijven met het oog op de scheepvaart door deze na de gedachte Rijnkanalisatie gedurende een

groot deel van het jaar openstaande sluis.

Eenige doorvoer van het water door het Betuwepand zou in droge tijden gewenscht zijn, omdat dan voor verschillende doeleinden water aan de Lek zou worden onttrokken te Wijk bij Duurstede en daar beneden. Overigens is het voor de bepaling van constructie en afmetingen der stuwen niet van belang welke waterhoeveelheden door het Betuwepand worden doorgevoerd. De waterstanden te Tiel, op het Betuwepand en op het benedenstuwpannd zouden door de afvoervermindering van dat pand van 100 tot 50 m³/sec. met omstreeks 10 à 15 cm stijgen. Bij eventueele vermindering tot 0 m³/sec. zouden deze standen nog eens met 10 à 15 cm stijgen. In verband met een en ander is bij het normale stuwprogramma gerekend op een afvoer door het Betuwepand van ongeveer 50 m³/sec.

Een derde wijziging vond haar oorzaak in het volgende.

Bij verruiming van de rivieren de Beneden-Merwede en de Noord zouden de Zuidelijke takken van de benedenrivieren belangrijk minder water ontvangen dan in den bestaanden toestand. De mogelijkheid bestaat, dat dit ongewenscht wordt geacht. Ook is mogelijk, dat men tegen dit laatste geen bezwaar zou hebben, maar de zoetwaterafvoer door de Nieuwe Maas zooveel doenlijk zou willen opvoeren. In beide gevallen zou het gewenscht zijn om den afvoer van de Lek zoo weinig mogelijk te verminderen vergeleken bij den bestaanden toestand, hetgeen te bereiken zou zijn door het IJsselmeer iets minderen watertoevoer te geven en den watertoevoer naar de Lek via het Betuwepand tot een voor de scheepvaart toe te laten maximum op te voeren.

Dit leidde tot een "gewijzigd stuwprogramma" hetwelk nu als volgt is gedacht (zie bijlage 2): Bij zeer lage bovenrivierafvoer zou het normale stuwprogramma kunnen worden gevolgd. Zoodra de

IJssel voldoende vaarwaterdiepte biedt (d.i. bij een afvoer van ± 240 m³/sec. waarbij een vaarwaterdiepte van ruim 2.70 m optreedt), zou bij stijgenden afvoer van de bovenrivier de afvoer van den IJssel op 240 m³/sec. kunnen worden aangehouden. Dit kan evenwel niet onbeperkt voortgaan bij grootten afvoer van de bovenrivier, aangezien de afzuiging van de Waal dan te sterk zou worden en deze rivier er op achteruit zou gaan, vergeleken bij het normale stuwprogramma. Deze afzuiging bedroeg voor het normale stuwprogramma bij lagen afvoer van de bovenrivier, dus in tijden, dat de vaarwaterdiepte van belang is, maximum 5 cm. In deze vermindering der vaarwaterdiepte van de Waal zou zijn te voorzien door enkele kleine verbeteringswerken aan de Waal. We mogen dus bij het gewijzigd stuwprogramma eveneens een maximum afzuiging van 5 cm op de Waal toelaten. Deze afzuiging zou worden bereikt bij een onderschrijdingsfrequentie van gemiddeld 30 dagen per jaar. Zou bij een grootere afvoer van de bovenrivieren de afvoer van den IJssel op 240 m³/sec. worden gehouden, dan zou de afzuiging van de Waal meer dan 5 cm gaan bedragen. Het stuwprogramma is nu zoodanig opgesteld, dat bij een grootere afvoer van de bovenrivier dan die bij 30 dagen onderschrijving de waterstand aan den IJsselkop zoodanig wordt geregeld dat de verlaging aan den Pannerdenschen kop constant 5 cm zou bedragen; boven de onderschrijdingsfrequentie van omstreeks 140 dagen per jaar zou de waterafvoer van den IJssel weder de voor het IJsselmeer gewenschte grootte van 350 m³/sec. bedragen, zoodat dan het normale stuwprogramma weer gevolgd zou kunnen worden.

Uit bijlage 2 blijkt, dat het IJsselmeer bij deze wijze van stuwen wel in bepaalde tijden eene geringere hoeveelheid water zou ontvangen, doch aangenomen mag worden dat ook hierbij de waterhuishouding van het IJsselmeer vergeleken bij thans

een zeer groote verbetering zou ondergaan. Uit de bijlage blijkt tevens, dat de afvoer van den Nederrijn beneden de afvoerfrequentie van 208 dagen nog belangrijk lager zou zijn dan in den huidige toestand. Daarom is bij dit gewijzigd stuwprogramma het Betuwepand verruimd gedacht met inbegrip van een tweede sluis te Tiel. Bij een toe te laten watersnelheid in de sluizen van 0.50 m/sec., overeenkomende met eene in het kanaal van 0.30 m/sec zou de afvoer van de Lek dan zeer nabij den bestaanden toestand komen.

Nu van het stuwprogramma de afvoerfrequenties zijn bepaald, kunnen ook de waterstanden aan de stuwen worden bepaald. Deze zijn voor normaal en gewijzigd stuwprogramma op bijlage 3 weergegeven. De bepaling van deze standen mag slechts als een voorloopige worden beschouwd, aangezien de ligging der stuwen nog niet geheel vaststaat. Deze ligging is voorloopig aangehouden:

voor de bovenstuw in een bochtafsnijding nabij Renkum, voor de middenstuw in een bochtafsnijding beneden Ameringen en voor de benedenstuw in een bochtafsnijding boven Vreeswijk. Op de bijlagen 13 en 15 van het Rijnkanalisatierapport is de plaats van boven- en benedenstuw nader aangegeven. Hierin zijn slechts enkele onbeteekenende wijzigingen aangebracht. Wel gewijzigd is de plaats van de middenstuw. Deze is thans een bocht lager geprojecteerd dan aangegeven staat op bijlage 14 van genoemd rapport.

Bij de bepaling van de waterstanden aan de stuwen springt direct het principieele verschil in doelstelling van de drie stuwen naar voren. De bovenwaterstand van de bovenstuw is volkomen afhankelijk van den waterstand van den IJssel en van den waterafvoer van den Nederrijn. Beide volgen direct uit den waterafvoer van de bovenrivier. Bij een bepaalden afvoer van de bovenrivier hoort een zekere

afvoer door de stuw. De functie van de bovenstuw zou dus zijn om bepaalde afvoeren door te laten; de waterstand boven de stuw doet hier niet terzake. De wijze van stuwen zou dus zoodanig zijn, dat de met de stuwregeling belaste ambtenaar opgave krijgt van den bovenrivierafvoer, bijv. door opgave van den waterstand te Lobith. Uit een tabel volgt dan direct op welken afvoer de stuw moeten worden gesteld. Na instelling van deze afvoer zou na eenigen tijd een bepaalde stand aan den IJssel kop en dus ook aan de stuw moeten optreden. Deze kunnen voor controle dienen. Waar in dit geval de afvoer primair is, ligt het voor de hand om voor de bovenstuw onderstroom toe te paasen. Bij een dergelijke stuw is de afvoer regelmatiger dan bij een stuw met bovenafvoer. Bovendien is onderafvoer in dit geval wel gewenscht, aangezien uit de bijlagen 2 en 3 volgt dat bij stijgenden afvoer de waterstand aan de stuw moet dalen. Bij bovenafvoer zouden dus in dit geval de afsluitmiddelen zeer diep moeten kunnen zakken. Tenslotte zou bij onderafvoer het aantal keeren dat met de afsluitmiddelen zou moeten worden gemanipuleerd belangrijk minder kunnen zijn dan bij bovenafvoer. Zou men het stuwprogramma precies willen uitvoeren dan zou bijna gedurende de volle 24 uren per etmaal met de stuwen dienen te worden gemanipuleerd. Eenvoudiger is om het stuwprogramma trapsgewijs te verdeelen, waarbij elke trap slechts zoo groot mag zijn als in verband met de daardoor ontstane schommelingen in waterstand op Nederrijn en IJssel toelaatbaar zou zijn. Bij onderstroom zou de periode van 0 - 94 dagen onderschrijdingsfrequentie één trap kunnen vormen. De afvoer zou in dat geval wisselen van 45 m³/sec. bij 0 dagen tot 55 m³/sec. bij 94 dagen onderschrijding. Bij bovenafvoer zou deze periode zeker in 4 trappen moeten worden verdeeld. Onderstroom zou voor deze periode dus veel gemak voor de bediening geven. Echter ook voor de periode van 94 tot 224

dagen zou deze wijze van afvoer te verkiezen zijn. Dit kan op de volgende wijze worden verduidelijkt. In de periode van 94 tot 224 dagen zou bij stijgenden afvoer waterstand aan de bovenstuw moeten dalen. Dit beteekend, dat behalve de door de bovenrivier veroorzaakte afvoervermeerdering ook nog de geaccumuleerde hoeveelheid water, welke zich tusschen de stuw en den IJsselkop bevindt, door de stuw zou dienen te worden afgevoerd. Om met het stuwprogramma niet achter te geraken bij de bovenrivierafvoer, zou de afvoer door de stuw dus reeds eerder moeten worden vergtoot. Bij onderafvoer kan dit geschieden door de opening zoo groot te maken, dat de afvoer erdoor overeenkomt met de ongeveer een etmaal later vereischte hoeveelheid. In dat geval zouden aan den IJsselkop en dus op den IJssel geen groote schommelingen van den waterspiegel behoeven op te treden. De vermeerdering van den afvoer op het middenstuwpannd zal wel plotseling geschieden, doch deze zou niet zoo groot zijn, dat de groote translatiegolven zouden optreden. Zou daarentegen bij bovenafvoer de klep ineens in den stand gebracht worden, welke hoort bij een voor den volgende dag voorspelden afvoer, dan zou de afvoer over de stuw zeer sterk toenemen en een ongewenschte translatiegolf op het middenstuwpannd kunnen veroorzaken. In dit geval zou het dus noodzakelijk zijn om de stand van de klep geleidelijk te veranderen.

Uit het bovenstaande blijkt wel, dat onderafvoer verre te verkiezen is boven bovenafvoer en dat bovenafvoer slechts zou zijn te kiezen, indien andere overwegingen onderafvoer zeer bezwaarlijk zouden maken. In geval van bovenafvoer zou het zeer gewenscht zijn de afvoer automatisch te kunnen regelen.

Zoals reeds eerder is vermeld, zou het stuwprogramma niet volkomen behoeven te worden gevolgd maar zou in trappen kunnen worden gewerkt. Het zou dus ook niet noodzakelijk zijn elke gewenschte afvoer te kunnen instellen. Wel zou noodzakelijk zijn om de grootte van de ingestelde afvoer

tot op enkele m³/sec. nauwkeurig te kennen, dit in verband met de regeling van de benedenstuw. Ook zou het niet noodzakelijk zijn, dat de afsluitingen van de stuw zeer dicht zouden zijn, aangezien de minimum afvoer 50 m³/sec. zou bedragen en deze dus deels als lekwater door de afsluitingen zou kunnen stroomen. Voorwaarden is dan echter weer, dat deze hoeveelheid lekwater ongeveer bekend zou zijn. Dit geldt eveneens voor de beide overige stuwen.

De grootte van de bovengenoemde trappen, die men zou willen toelaten is afhankelijk van de toelaatbare dagelijksche schommelingen van den IJssel. Als uiterste grens zou bijvoorbeeld genomen kunnen worden een dagelijksche schommeling op den IJssel van ongeveer 50 cm. Dit beteekent, dat de trappen ongeveer 50 m³/sec. uiteen zouden liggen. In den huidige toestand komt dit ongeveer overeen met een waterstandsverandering van de bovenrivier van ongeveer 20 cm. Een dergelijke verandering treedt zeer veelvuldig op. Er moet dan ook op worden gerekend, dat tijdens de gestuwde periode eenige malen per week met de afsluitmiddelen van de bovenstuw zou dienen te worden gemanipuleerd, zelfs wel eens tweemaal op een dag, indien de bovenrivier gedurende den dag een ander gedrag zou gaan vertoonen dan waarop zou zijn gerekend. De mogelijkheid is klein, dat met de afsluitmiddelen wel eens des nachts zou moeten worden gemanipuleerd.

De tijd, die in verband met de snelheid, waarmee was of val op de bovenrivieren pleegt op te treden, beschikbaar zou zijn voor het strijken of plaatsen van de bovenstuw kan zeer ruim worden genomen, desnoods een halve etmaal. In het algemeen zou dit plaatsen of strijken van de stuw overdag kunnen plaats vinden. Slechts in noodgevallen zou het kunnen voorkomen dat des nachts met de stuw

-gemanipuleerd-

gemanipuleerd zou moeten worden. Over dit onderwerp wordt verderop in deze paragraaf nog het een en ander vermeld.

De functie van de middenstuw is een geheel andere dan die van de bovenstuw. Deze middenstuw heeft tot taak om een bepaald peil in het middenstuwpannd te handhaven en het van boven aangevoerde water af te laten op het benedenstuwpannd. In het algemeen kan dit het beste geschieden met behulp van bovenafvoer over de stuw heen. Eventueele kleine variaties in de hoeveelheid van boven aangevoerd water veroorzaken in dat geval slechts kleine peilvariaties op het boven de stuw gelegen pand. Bij onderafvoer zouden die variaties belangrijk grooter zijn. Een voortdurende controle van het stuwpeil zou dus gewenscht zijn teneinde die variaties te beperken. Hoewel dit laatste geheel automatisch tot stand zou kunnen worden gebracht, zou controle toch steeds noodig blijven. Bij toepassing van kleine afsluitelementen van de stuwopening zou automatisering van deze peilregeling misschien in 't geheel geen toepassing kunnen vinden in verband ook met het groote aantal keeren, dat met deze afsluitemiddelen zou moeten worden gemanipuleerd. Als een tweede bezwaar tegen onderstroom kan in dit bijzonder geval worden vermeld, dat variaties in bovenafvoer zich op het benedenstuwpannd in versterkte mate zouden doen gelden, tengevolge van de bovengenoemde bijregeling met de middenstuw. Dit is voor het benedenstuwpannd ongewenscht. Indien eenigszins mogelijk zou dus voor de middenstuw op bovenafvoer zijn te rekenen. Ook hier treden in geval van verandering van afvoer van den gekanaliseerden Nederrijn, dus op oogenblikken, dat de afvoer door de bovenstuw zou worden gewijzigd, enkele complicaties op, waarmede rekening moet worden gehouden. Teneinde dit te kunnen verduidelijken, zal allereerst een

-overzicht-

overzicht van de aan het stuw programma te stellen eischen worden gegeven.

De waterstand op het middenstuwpannd wordt in hoofdzaak bepaald door de vereischte vaarwaterdiepte op het bovendeel en de hoogteligging van de oeverlanden langs het benedendeel van dit pand. De laagste waterstand op het bovendeel wordt hierdoor bepaald op omstreeks 6.00 m + N.A.P. de hoogste waterstand op het benedendeel op ruim 6.00 m + N.A.P. Het stuwpeil bij kleine afvoer van de bovenrivier is daarom te stellen op ongeveer 6.00 m + N.A.P., hoewel voor de afwatering van de aanliggende terreinen gerekend moet worden op het voorkomen van een hoger stuwpeil. Bij een middenstuw met overstortende straal zou de bovenkant der afsluitmiddelen dus op omstreeks 5.60 m + N.A.P. dienen te komen. De eenvoudigste oplossing voor deze stuw zou nu zijn om deze stand van de afsluitmiddelen ook aan te houden bij grotere afvoer van de bovenrivier. Manipuleeren met de afsluitmiddelen zou dan slechts noodzakelijk zijn bij het plaatsen en strijken van de stuw. Bovendien zou de afvoer over de stuw bij wijziging van de afvoer door de bovenstuw automatisch vrij geleidelijk veranderen, hetgeen voor het benedenstuwpannd een gewenschte toestand is. Tegen deze wijze van stuwen bestaan evenwel twee bezwaren. In de eerste plaats zou de waterstand boven de middenstuw bij hooge gestuwde afvoer zeer hoog worden met betrekking tot de oeverlanden, tot bij de maximum gestuwde afvoer van 440 m³/sec. omstreeks 7.20 m + N.A.P. Bij het strijken van de middenstuw zou dit stuwpeil ineens moeten dalen tot beneden 5 m + N.A.P., waardoor dus in korten tijd een groote hoeveelheid water op het benedenstuwpannd zou moeten worden afgelaten. Bij het plaatsen van de middenstuw zou daarentegen een plotselinge en sterke vermindering van den afvoer op het benedenstuwpannd plaats vinden, teneinde het middenstuwpannd te kunnen opzetten. Hoewel de praktijk zal moeten leeren welk stuw-

programma op het middenstuwpannd zou dienen te worden toegepast, lijkt de aangewezen weg om bij groo- ter worden van den afvoer de waterspiegellijn op het middenstuwpannd geleidelijk te laten draaien op een zoodanige wijze, dat de waterstand op het benede- de deel van dit pand daalt en tegelijkertijd op het bovendee- el stijdt. Op de bijlage 3 is dit nader aan- gegeven. In de practijk zal waarschijnlijk niet dit vloeiend verloop doch een trapjeslijn worden gevolgd zooals voor de bovenstuw. In dat geval treedt hetzelfde bezwaar, hoewel in minder sterke mate op, als beschreven is voor de bovenstuw, in geval deze bovenafvoer zou hebben. Voor de trappen bij de lagere gestuwde afvoeren zullen de afwijkin- gen in den gewenschten afvoer niet zeer groot zijn, indien de afsluitmiddelen ineens op de volgende trap worden gebracht. Bij de trappen 300-350 en 350-400 m³/sec. zou in dat geval de afwijking te groot worden en zullen tusschentrappen dienen te worden gebezigt. De afwijkingen van de in te stellen afvoeren zouden in dat geval niet meer dan ± 20 m³/sec. bedragen.

Uit het bovenstaande volgt, dat voor de midden- stuw bovenafvoer verkiesselijk is, doch dat er op te rekenen is, dat geregeld gemanipuleerd zou moeten worden met de afsluitmiddelen evenals dit met den bovenstuw het geval zou zijn. Ook onderafvoer is voor deze stuw mogelijk; dan zou het aantal keeren dat met de afsluitmiddelen zou dienen te worden ge- manipuleerd, zeer groot worden. In dat geval zou automatisering zeer gewenscht zijn. Eventueel zou voor de periode van 0-94 dagen bovenafvoer kunnen worden toegepast en voor de overige gestuwde perio- de onderafvoer. Dit zou bijv. kunnen geschieden door de afsluitmiddelen tot een hoogte van ± 5.60 m + N.A.P. te doen reiken. Dit heeft evenwel het nadeel, dat het stuwpeil nooit zou kunnen worden verhoogd.

Indien afvoer door overstort zou worden geko- zen, zou gerekend dienen te worden op een laagste

zou met behulp van een automaat de stand van de klep zoodanig kunnen worden geregeld dat een bepaalde waterstand in de rivierkruising zou optreden. Deze waterstand zou bepaald dienen te worden aan de hand van den te verwachten stand te Tiel. In werkelijkheid zal de benedenstuw echter niet direct beneden de rivierkruising gelegen zijn, maar bijna 20 km lager. Met het oog hierop zou automatische peilregeling tot een zeer ingewikkelde apparatuur leiden, aangezien deze tevens het niet constante verval van de stuw tot de rivierkruising zou moeten herleiden en bovendien zou moeten zorgen voor de noodige voorijling. Aangezien - zooals verderop moge blijken - met behulp van afvoer-regeling op vrij eenvoudige wijze de noodige zekerheid voor den toestand in de rivierkruising en op het Betuwepand zal kunnen worden verkregen, is afgezien van verdere bestudeering van de mogelijkheid om het vraagstuk met behulp van peilregeling op te lossen en is dus de benedenstuw op afvoerregeling geprojecteerd gedacht. Zooals bij de behandeling van de bovenstuw is gebleken, is in dat geval onderafvoer door de stuw te verkiezen boven afvoer over de stuw heen. Ook dit laatste is mogelijk; in dat geval zou evenwel automatische regeling van den afvoer noodzakelijk zijn.

Bij een nadere beschouwing van de benedenstuw dienen een aantal mogelijkheden te worden bekeken, die complicaties geven. Deze zijn: ten eerste, het al dan niet stationnair zijn van den afvoer van den gekanaliseerden Nederrijn; ten tweede, het al dan niet stationnair zijn van den waterstand te Tiel, ten 3e het al dan niet stationnair zijn van den waterstand beneden de stuw. Allereerst de toestand als deze drie factoren stationnair zijn. De vereischte opening in de stuw is dan nauwkeurig te bepalen aan de hand van de gegevens welke de met de stuwregeling belaste ambtenaar verstrekt omtrent de hoeveelheid water, welke door de bovenstuw

-stroomt-

stuwpeil van ± 4.80 m + N.A.P. Bij een afvoer van $400 \text{ m}^3/\text{sec}$. zou de bovenkant van de afsluittmiddelen bij dien afvoer op omstreeks 3.20 m + N.A.P. moeten komen. De vraag kan worden gesteld of met de mogelijkheid rekening dient te worden gehouden, dat in bepaalde omstandigheden het peil van het benedenstuwpannd bij hogere afvoeren toch laag zou zijn te houden, Het zou namelijk voor de afwatering een voordeeltje kunnen zijn indien men den waterstand op dit pand laag bijvoorbeeld op 2.75 m + N.A.P. zou houden, wanneer de sluis te Tiel om de een of andere reden gedurende een bepaalde periode gesloten zou moeten blijven. Hiermede is inderdaad rekening te houden. In dat geval zou de middenstuw niet reeds bij een onderschrijdingsfrequentie van 210 dagen maar pas bij 224 dagen kunnen worden gestreken. Het peil bij het strijken zou den ± 3.20 m + N.A.P. bedragen i.p.v. 4.80 m + N.A.P. In dat geval komt het er evenwel minder op aan of er plotselinge variaties in afvoer zouden optreden.

Uit het bovenstaande moge blijken, dat afgezien van enkele complicaties de bovenstuw tot taak heeft regeling van den afvoer en onderafvoer door de stuw gewenscht is en dat de middenstuw tot taak heeft het peil op het middenstuwpannd te regelen, waarvoor bovenafvoer over de stuw het verkieselijkst is. De taak van de benedenstuw is ingewikkelder; eensdeels zou als deze taak kunnen worden beschouwd de regeling van het peil te Wijk bij Duurstede zoodanig, dat de stroomsterkte door het Betuwepand beneden een bepaalde grens zou blijven, anderdeels zou als deze taak kunnen worden beschouwd de directe regeling van den afvoer door het Betuwepand. Zou de benedenstuw direct beneden de rivierkruising te Wijk bij Duurstede zijn gelegen, dan zou regeling van het peil in deze rivierkruising zeer goed mogelijk zijn met behulp van overstort over de stuw. In dat geval

stroomt, verder van de hoeveelheid water, welke via het Betuwepand moet worden aangevoerd en tenslotte van de hoeveelheid water welke ten behoeve van drinkwaterleidingen enz. tusschen boven- en benedenstuw wordt afgetapt. Van deze laatste hoeveelheid dient dus steeds opgave te worden gedaan. Met eventueel kwelwater, enz. zou waarschijnlijk geen rekening behoeven te worden gehouden, daar dit wel te verwaarloozen klein zal zijn. Een kleine fout in de bepaling van den afvoer door de benedenstuw of in de opening van de stuw zou alleen ten gevolge hebben dat de afvoer door het Betuwepand automatisch in dezelfde mate zou gaan afwijken van de via dit pand gewenschte toevoer naar de Lek.

Deze afwijking mag evenwel niet te groot worden; in het bijzonder zou de scheepvaart op dit pand hinder kunnen ondervinden, indien de watersnelheid te groot zou worden. Een vermeerdering van de toetelaten snelheid met enkele cm, dus een vermeerdering van den afvoer met bijv. 5 à 10 m³/sec. is toelaatbaar te achten. Dit komt ongeveer overeen met een speling in de stuwopening van enkele m².

In werkelijkheid is de waterstand te Tiel in het algemeen niet stationnair. Wisselingen van den waterstand te Tiel zouden, indien geen maatregelen zouden worden genomen, tengevolge hebben, dat in het Betuwepand groote wijzigingen in de stroomstrekke zouden kunnen optreden. De grootte van de kom, gevormd door Betuwepand en benedenstuwpannd is globaal op 8 à 9 miljoen m² te stellen. Bij een voortgaande was van de Waal te Tiel van bijv. 1 cm per etmaal zou het verval van het Betuwepand slechts gelijk kunnen blijven, indien 85.000 m³ per etmaal of 1 m³/sec. op de hierbedoelde kom zou worden aangevoerd. De hierdoor veroorzaakte vergroting van stroomsnelheid in het Betuwepand zou wel is waar slechts gering zijn, doch bij een groo-tere was of val van de Waal, welke tot 1 m per
-etmaal-

etmaal kan bedragen, zou ook indien het Betuwepand zou zijn verruimd, de stroomsterkte op dit pand het voor de scheepvaart toe te laten maximum overschrijden. Dit is te voorkomen door bij de regeling van den afvoer door de benedenstuw met de waterstand te Tiel rekening te houden. Hieronder moge een voorbeeld worden gegeven teneinde dit te verduidelijken. Stel de afvoer van de bovenstuw bedraagt $50 \text{ m}^3/\text{sec.}$, de aftapping ten behoeve van waterleidingen, enz. $10 \text{ m}^3/\text{sec.}$ en de via het Betuwepand gewenschte afvoer eveneens $50 \text{ m}^3/\text{sec.}$ en stellen we de was van de Waal op 20 cm/etmaal , dan zou de stuwmeester de afvoer van de stuw zoodanig moeten knijpen, dat een verhooging van het peil van het benedenpand met ongeveer 20 cm per etmaal zou optreden. Dit zou globaal geschat ongeveer bereikt worden, indien hij den afvoer met $20 \text{ m}^3/\text{sec.}$ zou knijpen. Hij zou de stuw derhalve regelen op een afvoer van $50 - 10 + 50 - 20 = 70 \text{ m}^3/\text{sec.}$ Een afvoerverandering van de benedenstuw zou een translatiegolf veroorzaken, die pas uren later in Tiel merkbaar zou zijn. Daarom zou een zekere voorijling gegeven dienen te worden, hetgeen te bereiken is door de afvoerverandering van de benedenstuw afhankelijk te maken van een hooger gelegen peilschaal, bijv. van Hulhuizen of Lobith. De aantekening van deze peilschaal zou dan langs radiografischen of telefonischen weg naar de benedenstuw kunnen worden overgebracht.

Een tweede complicatie zou optreden door het niet-stationnair zijn van den afvoer van den Nederrijn. Zooals reeds eerder werd vermeld, zou waarschijnlijk bij verandering van den afvoer van de bovenrivier een trapsgewijze verandering van den afvoer van den Nederrijn worden gebezigd. Indien deze trappen $50 \text{ m}^3/\text{sec.}$ uit elkaar zouden liggen zou bij bovenafvoer van de middenstuw te rekenen zijn op een plotselinge verandering in afvoer van omstreeks $70 \text{ m}^3/\text{sec.}$, welke zeergeleidelijk tot $50 \text{ m}^3/\text{sec.}$ zou afnemen. Indien deze verandering in afvoer zonder meer op het benedenpand zou worden toegepast, zoude hierdoor

veroorzaakte translatiegolf een plotselinge verandering van den waterafvoer van het Betuwepand veroorzaken ter grootte van omstreeks 20 à 30 m³/sec. In geval van afvoervermindering van den Nederrijn zou dit een ontoelaatbare snelheidsvermeerdering op het Betuwepand kunnen veroorzaken. Dit is te voorkomen door de afvoerverandering te laten aanvangen bij de benedenstuw en wel zeer geleidelijk, bijv. over 10 minuten verdeeld. Omstreeks $\frac{1}{2}$ à 1 uur later (afhankelijk van den waterstand) zou de middenstuw geleidelijk een afvoerverandering kunnen verkrijgen. De beide translatiegolven zouden elkaar dan ter hoogte van de rivierkruising ontmoeten, zoodat de afvoerverandering van het Betuwepand tot een minimum zou zijn terug te brengen. Het lijkt niet noodzakelijk om ook de afvoerverandering van de benedenstuw eerst op 70 m³/sec. te brengen, aangezien een kleine afvoerverandering van het Betuwepand wel toelaatbaar is te achten.

De derde complicatie betreft het niet stationnair zijn van den benedenwaterstand aan de benedenstuw. In geval van onderafvoer door deze stuw zou het getij merkbaar zijn boven deze benedenstuw. Globaal is nagegaan hoe sterk dit getij boven de stuw zou zijn. Dit blijkt echter zoo klein te zijn, dat de afvoervariatie van het Betuwepand ten hoogste enkele m³/sec. zou bedragen. Het getij te Tiel zou van dezelfde orde van grootte, doch waarschijnlijk niet precies in fase zijn met het getij dat via de Lek komt. De complicatie wordt ernsiger in geval van stormvloed. In dat geval bestaat de mogelijkheid dat de benedenwaterstand aan de benedenstuw hooger zou oploopen dan de bovenwaterstand. Hoewel het constructief waarschijnlijk wel mogelijk zou zijn om de afsluitmiddelen naar weerszijden keerend te maken, bestaan tegen deze wijze van doen verschillende bezwaren. De eenvoudigste oplossing is om de stuw in dat geval geleidelijk te strijken. Dit zou evenwel vrij snel moeten kunnen geschieden, bijv. binnen één uur, hetgeen bij toepassing

van schuiven of walsen een hefsnelheid van bijv. 10 cm per minuut zou vorderen. Op de keuze van het type stuw is dit dus van grooten invloed. Het zou een enkele maal bij gestuwde rivier en dus open Betuwepand kunnen voorkomen, dat de stormvloed te Tiel zoo hoog zou oploopen dat de sluis te Tiel gesloten zou moeten worden. Dit laatste zou evenwel slechts zeer zelden kunnen voorkomen; de duur van de sluiting zou dan bovendien slechts ten hoogste enkele uren bedragen.

Bij de uitvoering van de Rijnkanalisatie zou het aanbeveling verdienen het eerst aan te vangen met den bouw van de benedenstuw. Na inbedrijfstelling van deze stuw zou namelijk direct het Betuwepand bij lage standen kunnen worden opengesteld en zou een veilig passeeren van de rivierkruising kunnen worden gegarandeerd. Tijdens deze periode zou het stuwprogramma voor deze stuw eenigszins anders moeten zijn dan na den bouw en inbedrijfstelling der overige stuwen. De waterafvoeren door de benedenstuw zouden dan namelijk grooter zijn dan na volledige inbedrijfstelling, terwijl de bovenwaterstanden een weinig lager zouden zijn. Bij onderafvoer door de stuw zou dit echter geen bezwaren geven, daar in dat geval de openingen iets grooter zouden kunnen worden gesteld. Bij bovenafvoer zou dit waarschijnlijk niet zoo eenvoudig zijn.

Reeds eerder werd medegedeeld, dat het aantal keeren, dat met de stuwen zou moeten worden gemanipuleerd, groot is. Indien de trappen als volgt worden gekozen: 50 - 100 - 150 - 200 - 250 - 300 - 340 - 375 - 400 - 425 - 440 dan zou gedurende de gestuwde periode van 94 - 224 dagen onderschrijding in de praktijk bijna dagelijks van trap dienen te worden veranderd, enkele dagen tweemaal, een heel enkele keer zelfs 3 of 4 maal. Het aantal keeren, dat de stuwen geheel gestreken og geplaatst
-zouden-

zouden moeten worden is globaal nagegaan over de periode 1921-1940. Hierbij werd ervan uitgegaan, dat zoodra drijfwijs gemeld zou worden de stuwen zouden worden gestreken. Verder, dat indien bij open rivier de waterstand slechts enkele dagen ten hoogste 25 cm zou dalen onder de stand overeenkomend met de frequentie van 224 dagen per jaar, de stuwen niet zouden worden geplaatst. Evenzoo, dat als bij gestuwde rivier de bovenwaterstand enkele dagen ten hoogste 25 cm hoger zou komen dan de stand volgens de 224 dagen onderschrijdingsfrequentie, de stuwen niet zouden worden gestreken. Voor de boven- en middenstuw heeft dit geen gevolgen. Voor de benedenstuw beteekent dit, dat de maximum stand iets hoger zou kunnen komen dan de op bijlage 3 geteekende. Deze zou ten hoogste 4.55 m à 4.60 m + N.A.P. kunnen bedragen. Het gemiddeld aantal keeren, dat de stuw gestreken en dus ook weer geplaatst zou moeten worden, zou voor die 20-jarige periode ongeveer viermaal per jaar hebben bedragen; het maximum kwam op 8 maal in één jaar.

Alvorens de overige factoren zullen worden behandeld, die van invloed kunnen zijn op de bepaling van het stuwtype, zal in het kort een programma van stuwen worden gegeven, dat zou kunnen worden gevolgd, indien de afvoer van de bovenrivier geleidelijk zou dalen tot een lage waarde en daarna weer zou toenemen. Verondersteld wordt hierbij, dat de voorspelling van waterstanden over een periode van twee dagen mogelijk zou zijn. Zoodra bekend zou zijn, dat over twee dagen de stuwen geplaatst zouden moeten worden, zou een voorloopig bericht voor de scheepvaart kunnen worden gegeven. De volgende dag zou het definitieve bericht kunnen volgen. Teneinde de vulling van het benedenstuwpannd geleidelijk te doen plaats vinden, zou op denzelfden avond de benedenstuw kunnen worden geplaatst. De volgende

ochtend zou de waterstand zoover kunnen zijn gestegen, dat de sluis te Tiel zou kunnen worden geopend. Daarna zou de middenstuw kunnen worden geplaatst en enkele uren later de bovenstuw. Het plaatsen van deze stuwen zou desnoods den geheelen dag mogen vorderen. Bij verspringen naar een lageren trap, hetwelk door den met de stuwregeling belasten ambtenaar zou dienen te worden bepaald aan de hand van den waterstand te Lobith, zou deze hiervan bericht geven aan den benedenstuwmeester. Deze zou den afvoer door de benedenstuw met 50 m³/sec. verminderen, waarna de middenstuwmeester omstreeks 45 minuten later de bovenafsluiting van de middenstuw een trap zou verhoogen. Na ongeveer twee uren zou dan de bovenstuwmeester den afvoer door de bovenstuw 50 m³/sec. lager stellen. De volgende trappen zouden op dezelfde wijze geschieden. Bij wassende bovenrivieren zou de volgorde dezelfde zijn; nu zou echter meer afvoer gegeven moeten worden. Bij de trap van 375 - 400 m³/sec. zou de middenstuw reeds geheel kunnen worden getrokken. Bij verdere stijging der rivieren zou ook nu weer twee dagen van te voren een voorloopig bericht kunnen worden gegeven, dat de stuwen zullen worden getrokken. De dag tevoren zou het definitieve bericht worden gegeven. Op den dag zelve zou door de benedenstuw eerst weer de afvoer worden vermeerderd van 425 - 440 m³/sec. Ongeveer tegelijk zou worden aangevangen met het strijken van de bovenstuw. 's Avonds zou de sluis te Tiel gesloten kunnen worden, waarna 's nachts de benedenstuwopening zou kunnen worden vergroot en het benedenstuw-pand leegloopen. De volgende ochtend zou dan de benedenstuw geheel kunnen worden getrokken.

Van de overige factoren, die van invloed kunnen zijn op de bepaling van het stuwtype dient in de eerste plaats te worden genoemd het optreden van drijfijis en ijsbezetting op den Nederrijn en de Lek. Evenals dit bij de stuwen van de Maaska-

-lisatie-

lisatie het geval is, zouden de stuwen van de Rijnkanalisatie moeten worden gestreken zoodra drijfijfs te verwachten is. Scheepvaart zou dan toch niet te verwachten zijn en het IJsselmeer zou onder dergelijke weersomstandigheden geen behoefte hebben aan zoetwater. Wel zou het gewenscht zijn, dat met het oog op deze omstandigheid op de aanwezigheid op Nederrijn en IJssel van een aantal voldoende diepe vluchthavens gerekend zou kunnen worden.

Bij de bepaling van het stuwtype zal er rekening mede dienen te worden gehouden, dat door een eventueele ijsgang geen beschadigingen aan het stuwlichaam zouden kunnen optreden en dat bij gestreken stuw zoo min mogelijk obstakels aanwezig zouden zijn in het zomerbed, zoodat de kans op het vastloopen van het ijs ter plaatse van de stuw zoo gering mogelijk zou zijn. Evenals bij de Maaskanalisatie dient er ook bij de Rijnkanalisatie op te worden gerekend, dat hoewel de stuwen gestreken zouden worden vóór het optreden van ijsgang op de rivier, toch reeds strenge vorst mogelijk zou zijn en dus reeds een groot gewicht aan ijs aan de afsluitorganen der stuwen zou kunnen zijn vastgevroren.

Een tweede factor is die van eventueele verontreinigingen van het water. Te verwachten is, dat de Nederrijn een vrij groote hoeveelheid drijvend vuil zou hebben af te voeren. Teneinde ophoopingingen hiervan bij de stuwen te vermijden is een stuwtype, waarbij het water over de stuw zou worden afgevoerd wel gewenscht. Zou dit type om andere redenen niet kunnen worden toegepast, dan zou het toch zeer gewenscht zijn om dit drijvend vuil op een andere wijze te kunnen afvoeren.

Bij gestuwde Nederrijn zouden nabij den bovenmond van den Nederrijn belangrijke slibafzettingen te verwachten zijn. Volgens een globale berekening zou deze hoeveelheid slib op omstreeks 50 à 100 m³/etmaal te stellen zijn, waardoor na

een lange gestuwde periode afzettingen van enkele dm te verwachten zouden zijn. Indien dit slib bij open rivier in beweging zou komen, zou het rivierwater gedurende eenigen tijd zeer sterk met slib verontreinig zijn. Bij het ontwerpen van details voor de stuwen zooals peilbuizen e.d. zal er dus rekening mede te houden zijn, dat verstopping van dergelijke instrumenten niet uitgesloten zou zijn.

Het zandtransport bij gestuwde rivier zou zeer klein zijn, hetgeen blijkt uit bijlage 11 van het Rijnkanalisatierapport. Slechts bij de hogere gestuwde afvoeren is eenig zandtransport te verwachten. Direct beneden de stuwen zou door de onregelmatige waterbeweging de zandtransportcapaciteit belangrijk grooter zijn. Bij een onvoldoende of niet ver genoeg doorgezette bodemverdediging beneden de stuw zouden aldaar dus groote verdiepingen van den bodem kunnen optreden. Teneinde aan bodemverdediging te besparen wordt deze verdieping wel direct aangebracht en de bodem slechts zoover verdedigd als dit voor de instandhouding van het kunstwerk noodig wordt geoordeeld. Dit zou echter bij de stuwen van de Rijnkanalisatie het volgende nadeel hebben. Bij open rivier zou de verdieping beneden de stuw aanzanden; zoodra de stuwen geplaatst zouden zijn, zou dit zand

door de stroom worden verwijderd en zich verder stroomaf neer kunnen zetten met alle voor de scheepvaart daaraan verbonden nadeelen. Alvoorens daarom besloten zou worden tot een dergelijke bodemvoorziening zou het zeer gewenscht zijn dit door modelproeven nader te onderzoeken.

Ook het natte dwarsprofiel ter plaatse van de stuw zou niet belangrijk grooter dan het natte dwarsprofiel van de open rivier zijn te kiezen. Dit zou anders aanleiding kunnen geven tot het optreden van ondiepten boven en in de stuwopening en ook hinder kunnen opleve-
-ren-

ren tijdens het plaatsen van de stuwafsluitingen. Echter zou het profiel niet te klein dienen te worden gekozen, teneinde onregelmatigheden in de waterbeweging ter plaatse van de stuw bij open rivier te verhinderen. De stuwbodern zou daarom op een hoogte zijn te projecteeren die slechts weinig zou mogen afwijken van de gemiddelde bodernhoogte, terwijl de gemiddelde breedte boven de stuw slechts weinig grooter zou mogen zijn dan de gemiddelde breedte op het overige riviergedeelte. Ook de dagwijdte in de stuw zou niet belangrijk grooter mogen zijn. De gemiddelde breedte bij een waterstand van 224 dagen onderschrijdingsfrequentie en bij verlaagden rivierbodern zou voor de bovenstuw omstreeks 105 m, voor de middenstuw eveneens 105 m en voor de benedenstuw omstreeks 130 m bedragen. De dagwijdte van de openingen zou maximaal omstreeks respectievelijk 115, 115 en 140 m mogen bedragen, de minimum dagwijdte respectievelijk 100, 100 en 120 m.

=====

§ 3. SCHEEPVAART.
=====

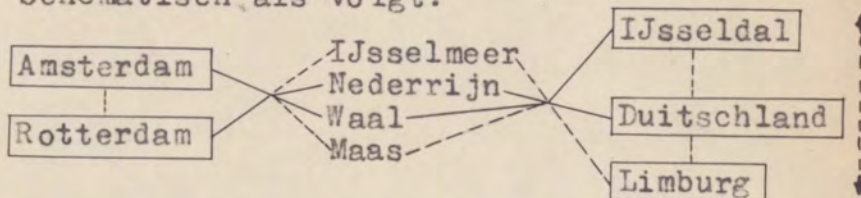
Voor de bepaling van type en afmetingen van de stuwen en sluizen der Rijnkanalisatie is het noodzakelijk een indruk te hebben van de intensiteit en het karakter van de scheepvaart op den Nederrijn, zooals deze na de uitvoering van de Rijnkanalisatie te verwachten zou zijn. Hiertoe zal allereerst een overzicht worden gegeven over de afgelopen jaren van dat deel van de scheepvaart, dat voor het gestelde doel van belang kan worden geacht. Daarna zal een voorspelling worden gedaan betreffende de toekomstige ontwikkeling van deze scheepvaart terwijl tenslotte zal worden nagegaan welke wijzigingen hierin zouden kunnen optreden tengevolge van de kanalisering van Nederrijn en Lek.

HUIDIGE TOESTAND. Bij de verzameling van de benodigde gegevens werd gebruik gemaakt van verschillende periodiek uitkomende geschriften, zooals de Jaarverslagen van de Centrale Commissie voor de Rijnvaart, de Statistiek der Scheepvaart beweging in Nederland, die van grootte en samenstelling van de binnenvloot in Nederland, e.d. en van de uitkomsten van andere op dit gebied verrichte waarnemingen. Desondanks was het niet mogelijk een volledig overzicht te verkrijgen, hetgeen eensdeels aan het tekort aan waarnemingspunten, anderdeels aan de wijze van verwerken der gegevens in de statistieken dient te worden geweten. Verschillende hier vermelde gegevens zijn daarom globaal. Dit is echter niet zeer bezwaarlijk, aangezien de op deze cijfers rustende voorspelling voor de toekomst ook slechts zeer globaal behoeft te zijn, mede in verband met de onzekerheid in de economische ontwikkeling na den oorlog.

Bij de bepaling van de intensiteit van de scheepvaart op de Nederlandsche Rijntakken kunnen in hoofdzaak 5 centra van verkeer worden onder-

scheiden. Deze centra zijn: Amsterdam met omgeving (Utrecht, IJmuiden), Rotterdam met omgeving (Vlaardingen, Schiedam, Delft, enz.), het IJsseldal met omgeving (Oude IJssel, Apeldoornsch kanaal, Twente kanalen, Noordelijke provinciën), Duitschland (via Lobith) en Limburg (producten van het kolengebied). De beide westelijke centra hebben via de groote rivieren verbinding met de drie oostelijke centra.

Schematisch als volgt:



De scheepvaartverbinding tusschen de westelijke centra onderling en tusschen de oostelijke centra onderling is voor de bepaling van type en afmetingen van de stuwen en sluizen der Rijnkanalisatie van geen belang. Evenmin zijn hier van belang de verbinding van Dordrecht en hetgeen ten Zuiden hiervan ligt met het oosten en de verbinding van de westelijke centra met Limburg, aangezien deze verbindingen niet of in zeer beperkte mate via den Nederrijn gaan, terwijl van de vier scheepvaartroutes die het westen met Duitschland verbinden, die over het IJsselmeer en die over de Maas te verwaarloozen zijn.

De scheepvaartverbindingen die dus onderzocht moeten worden, zijn die van Amsterdam en Rotterdam via Nederrijn en Waal met het IJsseldal op Duitschland. Bovendien dient te worden onderzocht de vaart naar en van plaatsen aan den Nederrijn. In hoofdzaak zijn dit Arnhem en Wageningen. Het scheepvaartverkeer met de overige plaatsen aan den Nederrijn is te verwaarloozen.

Het goederenverkeer van Amsterdam en Rotterdam (met omgeving) met Duitschland via Lobith is weergegeven in bijlage 4. Uit deze bijlage

-blijkt-

blijkt duidelijk de verstoring van de geleidelijke verkeerstoename tengevolge van de wereldoorlog, Roerbezetting en economische crisis. Voor de jaren na 1937 stonden geen directe gegevens ter beschikking. Het goederenvervoer van Rotterdam met Duitschland blijkt ongeveer gelijke grootte te hebben voor afvaart en voor opvaart. Voor Amsterdam is dit niet het geval. Uit Duitschland werden belangrijk meer goederen aangevoerd, dan naar Duitschland getransporteerd werden. De oorzaak dezer verschillen is gelegen in het verschil in karakter van beide havens. Rotterdam is in de eerste plaats haven voor massa vervoer. De aanvoer van kolen uit Duitsland bedroeg bijv. in 1937 \pm 85% van de totale aanvoer van goederen. De uitvoer van erts en granen naar Duitschland bedroeg in dat jaar respectievelijk 65 en 10% van de totale uitvoer. Voor Amsterdam waren deze percentages respectievelijk 45, 9 en 3%. Het karakter van de haven van Amsterdam is dan ook meer een stukgoederenhaven, dat van Rotterdam een massa-goederenhaven, hoewel laatstgenoemde haven toch nog meer stukgoederen verwerkt dan die van Amsterdam. Aangezien de export van afgewerkte producten uit Duitschland groter is dan de import, is de afvaart naar Amsterdam belangrijk groter dan de opvaart van Amsterdam. Naar verhouding is het percentage schepen met eigen beweegkracht, dat op Amsterdam vaart ook groter dan dat op Rotterdam vaart.

De totale tonnenmaat van het scheepvaartverkeer is uit bijlage 4 te bepalen, dus uit de totale tonnenmaat van het goederenverkeer, indien de gemiddelde beladingscoëfficiënt der schepen bekend is. Voor Amsterdam en Rotterdam is deze niet bekend, wel echter voor Lobith. Er zal geen groote fout worden gemaakt, indien deze coëfficiënt ook wordt aangehouden voor Amsterdam en Rotterdam. Deze beladingscoëfficiënt is niet alleen afhankelijk van scheepstype en afmetingen,

doch ook van conjunctuur en richting van de vaart. In het begin van deze eeuw bedroeg de coëfficiënt voor de afvaart omstreeks 0.5; voor de opvaart bedroeg zij: voor sleepschepen 0.8 en voor zelfvaarders 0.6. De coëfficiënt voor de afvaart is sindsdien gestegen, die voor de opvaart gedaald. De ontwikkeling van de Deutsche industrie zal hier wel mede in verband staan. Omstreeks 1937 bedroeg de coëfficiënt gemiddeld:

voor de opvaart:

zelfvaarders	0.5
sleepschepen	0.6

voor de afvaart:

zelfvaarders	0.6
sleepschepen	0.8

Voor Amsterdam zou dus een coëfficiënt zijn aan te houden, die voor de opvaart 0.55 bedraagt en voor de afvaart 0.7. Voor Rotterdam zouden deze cijfers respectievelijk 0.6 en 0.8 bedragen.

Behalve de totale tonnage is het van belang te weten, hoe deze is verdeeld over het geheele jaar. Verder welke vervoersroute wordt genomen en tenslotte welke soort schepen hiertoe wordt gebezigd. Bepaling van de topbelasting is zeer moeilijk, aangezien over weinig dagelijksche waarnemingen wordt beschikt. Indien dit gewenscht zou zijn, zou dit echter wel nagegaan kunnen worden door opvraging van de gegevens van de telpunten langs de rivieren. Uit de beschikbare gegevens blijkt, dat van een bepaalde seizoenvaart geen sprake is. Het maandtotaal kan wel eens 20% meer bedragen dan het twaalfde deel van het jaartotaal. Bij de bepaling van het dagelijksch totaal transport werd beschikt over gegevens betreffende den IJssel. Hieruit blijkt dat het maximum dagtotaal omstreeks 0.5% kan bedragen van het jaartotaal; dat is dus 50% meer dan het gemiddelde over een jaar, indien een jaar op 300 vaardagen wordt gesteld. De indruk bestaat, dat dit op Nederrijn en Waal nog grooter kan zijn; het vervoer in de tweede helft van de

week is meestal veel sterker dan in de eerste helft. Voorzichtigheidshalve ware daarom te rekenen op een vergrooting met 100% van het jaargemiddelde gedeeld door 300. Dit is dus 0.67% van het jaartotaal.

Van deze scheepsinhoud kiest verreweg het grootste deel de route via de Waal. Een indruk hiervan is te verkrijgen door naast elkaar te zetten de totale tonnenmaat, die per jaar via Nederrijn en Waal gaat (zie bijlage 5). Voor den Nederrijn is dit slechts bekend tot 1935; in dit jaar werd namelijk het telpunt bij de schipbrug te Arnhem opgeheven. Uit de vehandingsgetallen van bijlage 5 blijkt niet of de verhouding dezelfde is voor op- en afvaart, voor geladen- en ongeladen scheepvaart en voor sleepschepen en zelfvaarders. Dit blijkt bij nader onderzoek in het geheel niet het geval te zijn. Hoewel voor den Nederrijn voor de laatste jaren geen nauwkeurige gegevens bekend zijn, kan door een vergelijking van Waal en Pannerdensch kanaal toch wel een indruk hieromtrent worden verkregen. Voor de jaren 1938 en 1939 bedroeg de geladen opvaart van het Pannerdensch kanaal omstreeks 2% van die op de Waal, de geladen afvaart omstreeks 10%. De ongeladen opvaart bedroeg + 25%, de ongeladen afvaart slechts + 1% van dezelfde vaart op de Waal. Hieruit blijkt het volgende: De geladen opvaart kiest bijna steeds de Waal; vooral de groote sleepen ondervinden op den Nederrijn te veel weerstand, doordat de profielen zooveel kleiner zijn dan op de Waal. Dit geldt niet voor de afvaart; voor de afvaart is het echter een bezwaar, dat de Nederrijn zoo smal is en dat opzwaaien voor groote sleepen niet goed mogelijk is. Voor de ongeladen schepen is de opvaart over den Nederrijn zeer aantrekkelijk. Dan geldt niet het bezwaar van het kleine dwarsprofiel, daar de ongeladen schepen hiervan slechts een zeer klein deel innemen. De stroomsnelheden zijn kleiner dan op de Waal

en de weg is - voor de vaart van Amsterdam naar Duitsland - korter. Dat de afvaart met leege schepen langs den Nederrijn zoo gering is, zal wel voor een deel zijn oorzaak vinden in het feit dat leege schepen slechts kunnen manoeuvreeren en dit op een smalle rivier als den Nederrijn gevaar zou kunnen opleveren en ook, dat naar Amsterdam slechts weinig ongeladen schepen varen. Op den Nederrijn is dus voornamelijk geladen afvaart en ongeladen opvaart. Voor den Nederrijn is de totale afvaart in het algemeen iets grooter dan de totale opvaart.

Ook de wijze van vervoer heeft op beide rivieren een ander karakter. Op de Waal overheerscht het sleepschip; ongeveer 90% van de totale tonnage bestaat uit sleepschepen en 10% uit schepen met eigen beweegkracht. Voor de aantallen schepen zijn deze cijfers respectievelijk 75 en 25%. Op het Pannerdensch kanaal bedragen deze percentages respectievelijk 60 en 40% voor de tonnage en 50 en 50% voor het aantal. Op den Nederrijn zal dit wel ongeveer hetzelfde zijn. De gemiddelde tonnage der schepen loopt voor de beide rivieren eveneens vrij sterk uiteen. De gemiddelde tonnage der sleepschepen is sedert het begin van deze eeuw belangrijk toegenomen. In 1900 bedroeg deze op den Bovemijn en Waal gemiddeld 500 ton en omstreeks 1920 ongeveer 850 ton om daarna nog een weinig te stijgen, zoodat de gemiddelde tonnage thans omstreeks 900 ton bedraagt. De gemiddelde tonnage van de schepen met eigen beweegkracht steeg daarentegen gedurende de eerste 20 jaren van deze eeuw slechts langzaam nl. van 500 ton tot + 600 ton. Daarna had een sterke afname plaats, zoodat deze in 1930 nog slechts ongeveer 375 ton bedroeg, welke gemiddelde ook thans nog bestaat. De gemiddelde tonnage van de schepen op het Pannerdensch kanaal is belangrijk kleiner. Deze bedraagt thans voor sleepschepen omstreeks 600 ton en voor zelfvaarders (met uitzondering van sleepboten) omstreeks 225 ton. Dit wil natuurlijk niet zeggen, dat de groote schepen den Nederrijn in het geheel niet zouden bevaren.

De sleepen op Waal en Nederrijn vertoonen eveneens enkele verschilpunten. Op de Waal wordt in het algemeen met zeer zware sleepbooten en groote sleepen gevaren. Deze sleepen bestaan meestal uit een aantal sleepschepen van hetzelfde type. Op den Nederrijn zijn de sleepbooten kleiner: het aantal sleepschepen in een sleep kan op deze rivier zeer groot zijn; de sleepschepen zijn dan over het algemeen veel kleiner, terwijl de geheele sleep meestal zeer heterogeen van samenstelling is. Een dergelijke sleep kan op den Nederrijn bij geladen opvaart een totale tonnage bezitten van + 3000 ton; bij afvaart kan dit grooter zijn. Zoowel op de Waal als op den Nederrijn is het gewoonte dat bij afvaart de sleepschepen twee aan twee gekoppeld worden en met korte sleeplijn varen. Het manoeuvreeren bij eventueel opdraaien is dan eenvoudiger. Bij de opvaart is dit eveneens het geval voor de ongeladen sleepen. Het koppelen van meer dan twee schepen naast elkaar komt niet voor, aangezien dit in het algemeen verboden is.

Tenslotte moge hieronder een kort overzicht worden gegeven betreffende de op den Rijn voorkomende typen en afmetingen der schepen. Allereerst voor de sleepschepen. Hoewel hierin alle mogelijke maten voorkomen, zijn toch vooral voor grootere schepen wel bepaalde klassen aan te geven, waaromheen deze schepen zich groepeeren. Deze klassen hebben de volgende tonnage: 3000 ton - 2500 ton - 2000 ton - 1380 ton - 1000 ton. Slechts twee schepen zijn belangrijk grooter dan 3000 ton, nl. de Grotius (4320 ton, lang 130 m, breed 14.20 m en diep 3.10 m en de Rembrandt (3580 ton, lang 123 m, breed 14.10 m en diep 2.85).

-Hieronder-

Hieronder volgt een staat van de afmetingen dezer schepen en het globale aantal dat in Nederland is gedomicilieerd.

Type	tonnage m ³	lengte m	breedte m	diepgang m	globale aantal 1936.
aak	3000	112 ⁵⁰	13.10	2.90	25
"	2500	102 ⁵⁰	12.10	2.85	50
"	2000	92 ⁵⁰	11.00	2.75	150
Rijn-Herne	1380	80	9.50	2.55	200
aak	1000	67	8.20	2.50	200
Kempenaar	550	50 ⁵⁰	6.60	2.35	800
Spits	400	47 ⁵⁰	6.60	2.00	250

De kleinere schepen zijn niet aan bepaalde klassen gebonden. Deze kleinere schepen vormen de overgrote meerderheid van het totale aantal voor de Rijnvaart gebezigde schepen. Zoo is bijv. het totale aantal aken, gelegen tusschen de 200 en 1000 ton globaal te stellen op 2000. Het aantal aken, klippers, tjalken, enz. beneden de 200 ton is nog grooter.

Ook de meeste zelfvaarders zijn minder dan 2000 ton groot. Vele hiervan hebben breedten, die tusschen 4.50 m en 5.50 m zijn gelegen. De lengte varieert dan van 25 tot 40 m en de diepgang is meestal minder dan 2 m. Ook grotere zelfvaarders komen op den Rijn voor. Zoo bezit bijv. de Nieuwe Rijnvaartmaatschappij een 25-tal stoombooten met een gemiddelde tonnage van 800 ton, een breedte van bijna 8.50 en een lengte van omstreeks 65 à 70 m. De bekende raderbooten van de Nederlandsche Stoombootrederij hebben iets minder tonnage, doch zijn breeder en langer. De breedte bedraagt ruim 14 m, de lengte 70 à 80 m. De breedte schepen die op den Rijn varen zijn de groote radersleepbooten. De grootste dezer hebben een breedte van 22.60 m bij een lengte van 80 m. Op den Nederrijn komen deze sleepbooten echter niet voor. De op deze rivier gebruikte sleepbooten hebben een breedte die

-meestal-

meestal minder is dan 6 m en een lengte die de 35 m zelden overschrijdt.

DE IJSSSELVAART. Ook betreffende de scheepvaart van het Westen des lands naar den IJssel staan slechts weinig gegevens ter beschikking. Wel is bekend de totale scheepvaart (laadvermogen) op den IJssel. Op bijlage 5 is het verloop hiervan te Doesburg aangegeven. Voor de bepaling van de afmetingen van de stuw- en sluizen van de Rijnkanalisatie is echter slechts dat deel van deze vaart van belang, dat rond den IJsselkop vaart. Dat deel is slechts globaal te schatten. Gedurende de periode van 7 t/m 13 Mei 1937 werd aan de schipbrug te Doesburg waargenomen van elk passeerend schip de lading, de bestemming en de herkomst. Uit deze cijfers blijkt dat bijna een kwart van de lading uit het Westen of naar het Westen werd vervoerd. Door den bakenmeester, belast met het meten der schepen aan den IJsselkop werd het percentage, dat rond den IJsselkop vaart, globaal geschat op 25 tot 40%. Indien dus voor de onderhavige berekening het rond den IJsselkop varende deel van de IJsselvaart op een derd wordt aangehouden, zal dit niet te laag zijn geschat. Voor het jaar 1939 bedroeg de totale IJsselvaart (op- en afvaart), met uitzondering van de kustvaart, ruim 6 miljoen ton laadvermogen. Hiervan zou dus 2 miljoen ton laadvermogen rond den IJsselkop zijn gevaren. Op- en afvaart zijn ongeveer gelijk voor wat betreft het laadvermogen der schepen. Echter niet wat betreft de hoeveelheid getransporteerde goederen. Evenals op den Nederrijn blijkt ook de opvaart op den IJssel voor een groot deel uit leege schepen te bestaan. De reden hiervan is te zoeken in het feit, dat het IJsseldal (bv. Twente) grondstoffen noodig heeft, doch afgewerkte producten aflevert, die minder ruimte innemen en deels met andere middelen van vervoer worden getransporteerd.

Het op den IJssel gebruikelijke scheepstype is gemiddeld kleiner dan dat op Waal en Nederrijn.

Het gemiddelde sleepschip heeft aldaar thans een inhoud van ongeveer 290 ton, de gemiddelde zelfvaarder 120 ton. Het vervoer met zelfvaarders is ongeveer even groot als met sleepschepen, het aantal zelfvaarders is ongeveer tweemaal zoo groot als het aantal sleepschepen. Lange sleepen komen op den IJssel, vooral in afvaart, zelden voor, aangezien de vaargeul daarvoor te smal is.

DE VAART OP PLAATSEN, GELEGEN LANGS DEN NEDERRIJN. Voor beschouwing komen slechts Arnhem en Wageningen in aanmerking. Ook hiervan zijn weinig gegevens bekend, zoodat men zich op schatting moet verlaten; wel zijn gegevens bekend omtrent het totale laadvermogen, dat de beide havens heeft aangedaan, doch hieronder zijn ongetwijfeld ook schepen, die reeds meegeteld werden bij de IJsselvaart, terwijl ook een deel der schepen in deze havens zijn opgelegd. Het totale scheepvaartverkeer (zoo wel aanvoer als vertrek van geladen en ongeladen schepen) is voor de laatste jaren voor den oorlog globaal te schatten op 800.000 à 1.000.000 ton laadvermogen voor Arnhem en 500.000 ton laadvermogen voor Wageningen. Voor alle plaatsen, gelegen aan den Nederrijn zal het totale scheepvaartverkeer de 1.500.000 ton laadvermogen waarschijnlijk niet te boven gaan.

Met bovenstaande beschouwingen betreffende den huidige toestand moge worden volstaan. Slechts moge nog worden vermeld, dat bij hoogwater, mist, ijsgang en bij nacht vrijwel geen scheepvaart plaats heeft, terwijl ook des Zondags de schepen voor anker blijven.

VOORSPELLING VAN DE TE VERWACHTEN SCHEEPVAART. Een voorspelling van de te verwachten scheepvaart over de komende decennia is in verband met den huidige toestand en met de onzekerheid in de toekomstige ontwikkeling van het sociale en economische leven niet mogelijk. Dit is in het bijzonder het geval ten aanzien van de vaart op Duitsland-land-.

land. Daar het voor de bepaling van de afmetingen der sluizen noodzakelijk is om een indruk te hebben van de toekomstige vaart moge een zeer globale schatting van deze vaart worden gegeven. Aangenomen wordt, dat na den oorlog het goederenverkeer zich zal herstellen en dat in de daarop volgende jaren nog een geleidelijk afnemende stijging van dit verkeer zal volgen en wel zoodanig, dat op den duur een maximum zal komen, dat omstreeks 50% hooger zal liggen dan het tot op heden voorgekomen maximum. Het totale goederenverkeer van Rotterdam met Duitschland zou in dat geval zoowel voor op- als voor afvaart ruim 30 miljoen ton goederen kunnen bedragen; voor Amsterdam zou dit cijfer voor de opvaart 1 miljoen ton en voor de afvaart 3 miljoen ton goederen kunnen worden. De beladingscoëfficiënt zou ten gevolge van een betere ordening van het verkeer een weinig kunnen stijgen. De opvaart van Amsterdam zal ook in de toekomst wel slecht afgeladen blijven. Het totale scheepvaartverkeer met Duitschland kan dan als volgt worden geschat:

Rotterdam, op- en afvaart elk 40 miljoen ton laadvermogen; Amsterdam, opvaart 3 à 4 miljoen ton, afvaart 5 miljoen ton laadvermogen.

Bij een schatting van het te verwachten verkeer op den IJssel dient er rekening mede te worden gehouden, dat langs deze rivier een drietal gebieden zijn gelegen, die nog in een beginstadium van hunnen orienteering op het watertransport zijn. Deze drie gebieden zijn Twenthe, de Achterhoek en de Noordoostpolder. Van dit laatste gebied kunnen geen cijfers worden genoemd; een deel van het waterverkeer met dit gebied zal ongetwijfeld het IJsselmeer als vaarweg kiezen. Voor Twenthe zijn wel enkele cijfers te noemen. Het totale goederenverkeer via het Twenthekanaal bedroeg in de jaren

1938 en 1939 gemiddels omstreeks 800.000 ton. Door ir. Wolterbeek werd in zijn nota, bevattende de uitkomsten van een onderzoek naar den economischen grondslag van den aanleg der Twenthekanaalen voor 1945, de totale vaart op 1.4 miljoen ton goederen geschat. Hoewel dit bedrag tengevolge van den oorlog wel niet in 1945 zal worden bereikt, mag toch worden verwacht, dat dit cijfer eenige jaren later wel zal worden verkregen. Dit is dus bijna tweemaal de totale hoeveelheid vervoerde goederen over de jaren 1936 en 1939. Voor een verdere toekomst zou dit op $2\frac{1}{2}$ à 3 maal het huidige bedrag kunnen worden aangehouden. Het grootste deel van dit gewicht aan goederen zou náár Twenthe gaan evenals dit thans het geval is. De beladingscoëfficiënt van deze vaart is hoog en bedraagt thans omstreeks 0.8. De vaart uit Twenthe bestaat voor een groot deel uit leege schepen. Indien dat ook voor de toekomst wordt aangehouden en de vaart naar Twenthe op 80% van de totale goederenvaart wordt gesteld, zou dus de toekomstige scheepvaart op het Twenthekanaal op omstreeks 2 miljoen ton laadvermogen voor elke richting zijn te stellen, dus op 4 miljoen ton laadvermogen in totaal. Hiervan zou omstreeks $\frac{2}{3}$ of 2,7 miljoen ton Doesburg passeeren. Thans zal dit cijfer omstreeks 1 miljoen ton bedragen van de in totaal 6 miljoen ton, die in 1939 Doesburg passeerde.

Ook op den Ouden IJssel zou het scheepvaartverkeer in de toekomst, na verbetering van deze rivier, belangrijk kunnen toenemen. Het totale scheepvaartverkeer in beide richtingen op deze rivier bedroeg in de jaren 1938 en 1939 ruim 150.000 ton laadvermogen per jaar. Dit cijfer zou in de toekomst zeker eenige malen grooter kunnen worden.

Tenslotte zou de vaart op den IJssel naar

het Apeldoornsche Kanaal, naar plaatsen gelegen langs den IJssel en naar de Noordelijke provincies kunnen toenemen, niet alleen tengevolge van de normale groei van bevolking en industrie, doch ook tengevolge van de te verwachten groote verbetering in bevaarbaarheid van den IJssel. Al deze factoren in aanmerking nemende, lijkt het geoorloofd om de toekomstige IJsselvaart langs Doesburg op omstreeks tweemaal de huidige vaart te stellen.

De huidige vaart bedraagt omstreeks 6 miljoen ton laadvermogen, waarvan omstreeks 2 miljoen ton rond den IJsselkop zal varen. Voor de toekomst is deze vaart rond den IJsselkop dus op omstreeks 4 miljoen ton te stellen, waarvan ongeveer de helft opvaart.

Ook het scheepvaartverkeer naar plaatsen, gelegen langs den Nederrijn zal zich naar alle waarschijnlijkheid nog verder ontwikkelen. Indien de toename van deze vaart voor de komende decennia op omstreeks 50% wordt gesteld, zou dus deze totale vaart $2\frac{1}{2}$ miljoen ton laadvermogen bedragen. Een deel van deze vaart is begrepen in het cijfer van de vaart rond den IJsselkop. In totaal kan daaromde totale vaart naar plaatsen langs den Nederrijn en naar den IJssel op ongeveer 6 miljoen ton laadvermogen worden gesteld, waarvan de helft opvaart en de helft afvaart.

Tenslotte moge nog een voorspelling worden gegeven betreffende de te verwachten afmetingen der schepen. Te verwachten is, dat de kleine sleepschepen in aantal zullen afnemen. Gebouwd worden er nog slechts weinig van deze schepen. Verwacht mag worden dat het vooral de tonneklussen van 1000 - 3000 ton zullen zijn, die in de toekomst zullen worden gebouwd. Of in de toekomst nog sleepschepen zullen worden gebouwd, die grooter dan 3000 ton zijn is niet te zeggen; het is evenwel niet waarschijnlijk.

-Verwacht-

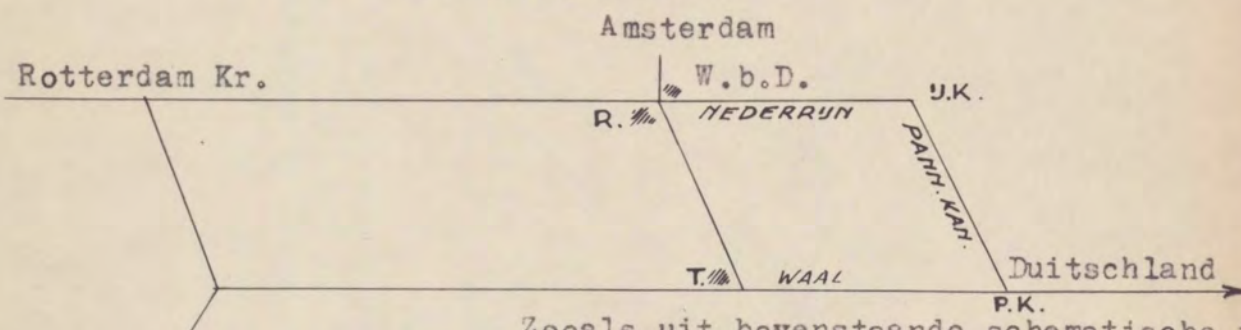
Verwacht mag worden, dat in de toekomst vooral motorschepen in de vaart zullen worden gebracht en wel van een grootte van enkele honderden tonnen laadvermogen.

WIJZIGINGEN IN DE TE VERWACHTEN SCHEEPVAART
TENGEVOLGE VAN DE KANALISERING VAN NEDERRIJN EN

LEK. Deze wijzigingen zijn van tweeërlei aard. In de eerste plaats zou de intensiteit van de vaart naar de verschillende centra kunnen worden gewijzigd, in de tweede plaats zou de te volgen route kunnen worden gewijzigd. De intensiteit van de IJsselvaart zou ongetwijfeld door een eventueele Rijnkanalisatie gunstig worden beïnvloed. Hiermede is bij de voorspelling reeds rekening gehouden. Dit is mogelijk eveneens het geval met de vaart naar en van plaatsen gelegem aan den Nederrijn. Ook hiermede is reeds rekening gehouden. De intensiteit van de Deutsche vaart zou door een eventueele Rijnkanalisatie weinig worden beïnvloed. De bij de voor de toekomst geschatte vaart aangenomen cijfers kunnen dus ongewijzigd worden aangehouden. De vraag is nu welke route deze vaart zou nemen. De verbindingsweg tusschen Rotterdam en Amsterdam eenerzijds en den IJssel en langs den Nederrijn gelegen plaatsen anderzijds zou ongetwijfeld worden gevormd door den Nederrijn, zoowel bij gestuwde en ongestuwde rivier. De omweg over den Pannerdensch en kop zou daarvoor te lang zijn, zooals uit een latere berekening zal blijken. Voor de vaart van Rotterdam en Amsterdam op Duitschland en terug is dit niet zoo direct te zeggen, althans niet voor de opvaart. De afvaart van Duitschland naar Rotterdam zou bij gestuwden Nederrijn ongetwijfeld de Waal kiezen, daar deze weg minder tijd en brandstof zou vorderen en minder risico zou geven. Dit zou bij gestuwde Nederrijn eveneens het geval zijn voor de afvaart naar Amsterdam, aangezien onder die omstandigheden het Betuwepand geheel open zou staan. Slechts indien zou blij-

ken dat het passeren van de open staande sluisen te Tiel en Ravenswaay te groote moeilijkheden zou opleveren, zou een deel van deze vaart den gestuwden Nederrijn kunnen kiezen als verbindingsweg. Bij ongestuwde rivier zou de Nederrijn in verband met de hieraan te brengen verbeteringen procentsgewijs waarschijnlijk iets meer scheepvaart kunnen trekken dan thans het geval is.

Van de opvaart is niet zonder meer te zeggen welke route hij zou kiezen. In het volgende zal een nadere beschouwing hieromtrent worden gegeven.



Zooals uit bovenstaande schematische figuur blijkt, zouden na Rijnkanalisatie en gereedkomen van het Betuwepand voor de verbinding Amsterdam-Duitschland tusschen Wijk bij Duurstede en den Pannerdenschen Kop twee vaarwegen kunnen worden gebezigt, n.l. die langs Nederrijn en Pannerdensch kanaal en die langs Betuwepand en Waal. Voor de verbinding tusschen Rotterdam en Duitschland zouden drie verbindingswegen mogelijk zijn n.l.: ten eerste, langs de Lek, Nederrijn en Pannerdensch kanaal; ten tweede, langs Lek, Betuwepand en Waal en ten derde, langs Noord, Merwede en Waal. Zooals reeds werd vermeld, zou de afvaart wel steeds de open vaarweg kiezen, dus voor Rotterdam bij gestuwden Nederrijn de Waal en voor Amsterdam bij gestuwden Nederrijn de Waal en het Betuwepand en bij ongestuwden Nederrijn en gesloten Betuwepand den Nederrijn. Voor de opvaart zal ook een deel der scheepvaart de open weg kiezen;

voor bepaalde categoriën heeft het echter voordeelen om bij gestuwden Nederrijn deze rivier te nemen. Deze keuze is van verschillende factoren afhankelijk, waarvan de voornaamste zijn:

1. tijdsduur van de vaart;
2. kosten(voornamelijk brandstoffen);
3. risico;
4. moeite voor de schippers;
5. gevoelsoverwegingen;

In de eerste plaats zal een berekening worden gegeven van de vaartijden voor de verschillende vaarwegen en wel bij gestuwden en ongestuwden Nederrijn. Hierbij zullen drie categoriën van transport in oogenschouw worden genomen, namelijk de zware Rijnsleep (snelheid in stil en ruim water 9 km/uur), de langzame zelfvaarder (eveneens 9 km/uur) en de snelle zelfvaarder (16 km/uur). Als totale schuttijd per sluis zal 1 uur worden aangehouden, terwijl ook voor het passeeren van een open sluis eenig tijdverlies zal worden berekend. Verder is aangenomen, dat de sluis te Tiel zal worden verdubbeld, zoodat bij open sluis nooit zal behoeven te worden gewacht. In de volgende tabel is de gemiddelde stroomsnelheid bij gestuwden en ongestuwden Nederrijn vermeld, benevens de vaarsnelheden der schepen. Deze laatsten zijn verkregen door de eigen snelheid te verminderen met de stroomsnelheid en bovendien met een klein bedrag, dat afhankelijk is van de vermeerdering der stroomsnelheid tengevolge van het passeeren van het schip. In dit bedrag is tevens verwerkt het verschil in af te leggen weg volgens de as van de rivier en de kortst mogelijke weg.

Deze snelheden worden dan als volgt:

Riviervak	lengte in km	Gem. stroomsnelh. in km/uur.		Vaarsnelheid in km/uur.					
				zware Rijn-sleep		langzame zelfvaarder		snelle zelfvaarder	
		gest.	ongest.	gest.	ongest.	gest.	ongest.	gest.	ongest.
Lek (Krimpen-W.b.D.)	60	3/4	3	8	5 3/4	8	5 3/4	15	12 3/4
Nederrijn	48 1/2	1	4 1/4	7 1/2	4 1/2	7 1/2	4 1/2	14 1/2	11 1/2
Pann.kanaal	11	3	4 1/4	5 1/2	4 1/2	5 1/2	4 1/2	12 1/2	11 1/2
Merweden, beneden Waal	71	2	3	6 3/4	5 3/4	6 3/4	5 3/4	13 3/4	12 3/4
Waal	45	4 1/2	4 3/4	4 1/4	4	4 1/4	4	11 1/4	11
Betuwepand	12 1/2	1	0	6	6	7	8	13	14

Uit deze snelheden zijn nu de volgende vaartijden te berekenen:

Vaart Amsterdam - Duitschland

vaartijden W.b.D. - Pann.kop.

route	vakken	vaartijden in uren.					
		zware sleep		langzame zelfv.		snelle zelfv.	
		gest.	ongest.	gest.	ongest.	gest.	ongest.
via de <u>Waal.</u>	Betuwepand	2.10	2.10	1.80	1.60	1.00	0.90
	2 sluizen	0.25	1.15	0.20	1.10	0.15	1.05
	Waal	10.60	11.15	10.60	11.15	4.00	4.10
	<u>Totaal</u>	12.95	14.40	12.60	13.85	5.15	6.05
via den <u>Nederrijn.</u>	Nederrijn	6.50	10.80	6.50	10.80	3.35	4.20
	2 sluizen	2.00	-. -	2.00	-. -	2.00	-. -
	Pann.kanaal	2.00	2.45	2.00	2.45	0.90	0.95
	<u>Totaal</u>	10.50	13.25	10.50	13.25	6.25	5.15

route	vakken	vaartijden in uren.					
		zware sleep		langzame zelfv.		snelle	zelfv.
		gest.	ongest.	gest.	ongest.	gest.	ongest.
via de <u>Waal</u>	Merweden, enz.	10.50	12.35	10.50	12.35	5.20	5.55
	Waal	10.60	11.15	10.60	11.15	4.00	4.10
	<u>Totaal</u>	21.10	23.45	21.10	23.50	9.20	9.65
via het <u>Betuwepand</u>	Lek	7.50	10.40	7.50	10.40	4.00	4.70
	Betuwepand	2.10	2.10	1.80	1.60	1.00	0.90
	3 sluizen	1.25	1.15	1.20	1.10	1.15	1.05
	Waal	10.60	11.15	10.60	11.15	4.00	4.10
	<u>Totaal</u>	21.45	24.80	21.10	24.75	10.15	10.75
via den <u>Nederrijn</u>	Lek	7.50	10.40	7.50	10.40	4.00	4.70
	Nederrijn	6.50	10.80	6.50	10.80	3.35	4.20
	3 sluizen	3.00	-. -	3.00	-. -	3.00	-. -
	Pann.kan.	2.00	2.45	2.00	2.45	0.90	0.95
		19.00	23.65	19.00	23.65	11.25	9.85

Uit bovenstaande cijfers kunnen de volgende conclusies worden getrokken. Voor de vaart van Amsterdam naar Duitsland is de route via den Nederrijn, zoowel bij gestuwde als ongestuwde rivier in het algemeen korter dan de route via de Waal. Het verschil bedraagt bij gestuwde rivier voor langzame schepen ruim 2 uur, bij ongestuwde rivier voor sleepen ruim 1 uur en voor langzame zelfvaarders ruim $\frac{1}{2}$ uur. Voor de snelle zelfvaarders is bij gestuwde rivier de route via de Waal ongeveer een uur korter; bij open rivier daarentegen die via den Nederrijn. Bij gestuwde rivier is het voor de langzame vaart mogelijk om in één dag van Wijk bij Duurstede naar Lobith te varen, indien de route via den Nederrijn wordt gekozen. Zou de andere route worden gekozen, dan zou dit

's winters zeker niet het geval zijn. Mogelijk zou deze factor gewicht in de schaal leggen, vooral indien de zekerheid zou bestaan, dat voor de sluizen van den Nederrijn niet zou behoeven te worden gewacht.

Voor de vaart van Rotterdam naar Duitsland kan de route via het Betuwepand worden uitgeschaakeld. Deze geeft langere vaartijden en ook in andere opzichten geen voordeelen boven de twee andere routes. Bij ongestuwde rivier is de vaart via de Waal iets korter; het verschil is echter gering. Bij gestuwde rivier is ook hier de vaart met langzame schepen via den Nederrijn ruim twee uren korter, met snelle schepen daarentegen twee uren langer dan via de Waal. Voor de hier bedoelde langzame vaart zijn echter die twee uren niet zoo belangrijk als voor de Amsterdamsche vaart, aangezien de reis van Rotterdam tot Lobith toch twee dagen vordert.

Uit het bovenstaande blijkt, dat de mogelijkheid niet uitgesloten is, dat bij gestuwden Nederrijn een vrij groot deel van de langzame vaart van Amsterdam de route via den Nederrijn zou kiezen. Er zijn, zooals gezegd echter ook nog andere factoren, die hierin een rol spelen. In de eerste plaats de kosten. Voor de vaart van Amsterdam naar Duitsland zouden deze bij gestuwde rivier vooral voor de langzame vaart belangrijk lager zijn, indien de route via den Nederrijn zou worden genomen. Niet alleen is de reis ruim 2 uren korter, doch bovendien is in de vaartijd 2 uren voor schutten begrepen in welke tijd het brandstofverbruik gering zou zijn. Bij ongestuwde rivier zouden de kosten voor beide routes weinig uiteen loopen. Ditzelfde geldt voor de vaart van Rotterdam naar Duitsland. Populair zou dit aldus kunnen worden uitgedrukt, dat een deel van de benodigde energie door de sluizen wordt overgenomen.

Ook het risico speelt bij de keuze van de

route een rol, niet alleen het risico voor beschadigingen doch ook voor vertragingen. Nu geeft het passeeren van een sluis steeds eenig risico, echter ook het passeeren van een open sluis zooals in het Betuwepand. Ook de moeite voor de schippers is grooter indien de schepen een sluis moeten passeeren. Dit geldt in het bijzonder vóór de sleepen. Voor de opvarende groote sleepen zouden bij de sluizen telkens de sleeprossen moeten worden ingekort, terwijl de afvarende met gekoppelde vrij groote schepen de formatie zouden moeten wijzigen. Tenslotte hebben ook gevoldsoverwegingen invloed op de keuze van de route. Vele schippers geven de voorkeur aan de vaart op stil water, zooals op de Maas is gebleken. Ook de plaats van sleepbootstations kan nog invloed uitoefenen. Niet te verwachten is, dat bijv. Pannerden een dergelijk station zou gaan vormen. De op den gestuwden Nederrijn uitgeoefende Rijnvaart naar en van Duitschland zou dus niet het karakter van kanaalvaart aannemen.

Zooals uit het bovenstaande moge zijn gebleken, is een voorspelling van de Amsterdamsche en vooral Rotterdamsche vaart op den gestuwden Nederrijn moeilijk te geven. De volgende conclusies kunnen echter wel worden getrokken.

Te verwachten is, dat de opvaart van Amsterdam bij ongestuwde Nederrijn voor een groot deel deze rivier als route naar Duitschland zou nemen. Ook bij gestuwden Nederrijn zou dit vooral voor de langzame vaart het geval kunnen zijn. De opvaart van Rotterdam naar Duitsland zou deze route, zoowel bij gestuwden als ongestuwden Nederrijn, in veel mindere mate kiezen. De capaciteit van de sluizen zelf zal op de vaart bij gestuwde rivier van invloed zijn. Zou men de sluizen zoo klein maken, dat lange wachttijden zouden voorkomen, dan zou de scheepvaart, die zonder veel bezwaar de andere route zou kunnen kiezen deze ook inderdaad nemen. Men zou dan bijvoorbeeld bij het

schutten de vaart naar den IJssel voorkeur kunnen geven. Dit lijkt echter ongewenscht. Daarom is bij de bepaling van de capaciteit der sluizen erop gerekend dat de onder gunstige omstandigheden te verwachten vaart ruimschoots zou kunnen worden doorgeschut.

Resumerend kan deze te verwachten vaart als volgt worden geschat:

Opvaart Nederrijn bij openrivier:

IJsselvaart	2.	millioen ton laadver-	
		mogen per jaar.	
vaart naar en van plaatsen a/d Nederrijn	1		id.
Amsterdam - Duitschland (75%)	3		id.
Rotterdam - Duitschland (10%)	4		id.
TOTAAL	10		id.

=====

Afvaart Nederrijn bij open rivier:

IJsselvaart	2	millioen ton laadver-	
		mogen per jaar.	
vaart naar en van plaatsen a/d			
Nederrijn	1		"
Duitschland - Amsterdam (60%)	3		"
Duitschland - Rotterdam (10%)	4		"
TOTAAL	10		"

=====

Opvaart Nederrijn bij gestuwde rivier:

IJsselvaart	2	millioen ton laadver-	
		mogen per jaar.	
vaart naar en van plaatsen a/d			
Nederrijn	1		"
Amsterdam - Duitschland (50%)	2		"
Rotterdam - Duitschland (3%)	1		"
TOTAAL	6		

=====

Afvaart Nederrijn bij gestuwde rivier:

IJsselvaart	2	millioen ton laadver-	
		mogen per jaar.	
vaart naar en van plaatsen a/d			
Nederrijn	1		"
Duitschland - Amsterdam (+ 5%)	0.2		"
Duitschland - Rotterdam (+ 2%)	0.8		"
TOTAAL	4		"

=====

In totaal dus:

opvaart bij open rivier	10	millioen ton
afvaart " " "	10	" "
opvaart bij gestuwde rivier	6	" "
afvaart " " "	4	" "

Zooals uit het bovenstaande blijkt, is dus het deel van de vaart van Rotterdam naar Duitschland, dat den gestuwden Nederrijn zou kiezen op 3% geschat. Dit is waarschijnlijk iets hooger dan in den huidige toestand. De mogelijkheid is echter niet uitgesloten dat dit percentage belangrijk hooger zou zijn, indien de capaciteit der sluizen voldoende zou zijn. In dat geval zou de gestuwde opvaart belangrijk hooger kunnen zijn dan 6 miljoen ton; zou het percentage 30 zijn in plaats van 3, hetgeen niet geheel onmogelijk schijnt, dan zou de totale opvaart in de toekomst 15 miljoen ton kunnen bedragen.

=====

§ 4. EENIGE ALGEMEENE OPMERKINGEN BETREFFENDE
STUW- EN SLUISTYPEN.

Bij de bepaling van het stuwtype heeft men de keuze tusschen stuwen met kleine en die met groote afsluitmiddelen. Ook bij de bepaling van het stuwtype van de stuw te Lith en later bij de stuw van de IJsselkanalisatie te Doesburg kwam dit vraagstuk ter sprake. Door. ir. P. Ph. Jansen werd in verband met de voor laatstgenoemde stuw te doene keuze een nota geschreven, waarin een algemeen overzicht wordt gegeven betreffende de mogelijke stuwtypen. Aan deze nota, waarbij behooren de als bijlagen 6, 7 en 8 hierbij gevoegde teekeningen, is het volgende ontleend:

"Ten overvloede wordt hieronder nogmaals nagegaan of ook met behulp van kleine elementen een goede oplossing zal kunnen worden verkregen.

"Ook bij het ontwerp van de stuw te Lith kwam hetzelfde vraagstuk naar voren en is destijds in een nota behandeld. We ontleenen hieraan het volgende:

"De afsluiting van de scheepvaart-opening kan geschieden:

"a. met kleine elementen;

"b. met een enkel groot element.

"Ingeval a is de afmeting van de scheepvaart-opening niet gebonden aan een maximum, bij toepassing van één enkel afsluitelement is men dat wel; in geval a zijn de kosten per m afsluiting bij verschillende breedten gelijk, in geval b nemen die kosten toe met de grootte van de overspanning.

"ad. a. Kleine elementen.

"In aanmerking zouden kunnen komen:

"1e. Brugstuw (als Grave)

"2e. Poiréejukken met schuiven (Linne tot Sambeek)

"3e. Canoine Pasqueau kleppen.

"Bij toepassing van kleine elementen moeten scharnieren en andere bewegende delen onder water

-zoveel-

"zoveel mogelijk worden vermeden, terwijl de be-
"dienting eenvoudig moet zijn."

"1e. Brugstuw. (fig.1.) - zie bijl.6-

"Deze is feitelijk alleen daar op haar plaats,
"waar een verkeersbrug de rivier moet kruisen,
"in andere gevallen is zij echter te duur vooral
"waar daarbij benodigde stijlen een te groote
"lengte zouden verkrijgen.

"2e. Poiréejukken met schuiven (fig.2.) -
zie bijl. 7 -

"Deze constructie is bij verschillende Maas-
"stuwen toegepast, waar een scheepvaartopening
"van 60 m moest worden gevormd. De oplossing heeft
"nimmer tot ernstige moeilijkheden aanleiding ge-
"geven, nadat daarin na eenige jaren ervaring en-
"kele verbeteringen zijn aangebracht. Een bezwaar
"is echter, dat vele constructiedeelen blijvend
"onder water zijn. Tevens is de bediening niet
"eenvoudig en eischt veel personeel wanneer de
"jukken moeten worden gestreken. De poiréejukken
"zijn dan ook ongewenscht, wanneer de stuw dik-
"wijls moet worden geopend en gesloten. We zagen
"reeds dat de stuw te Lith in elk geval gestreken
"is, wanneer de afvoer 750 m³ is, d.i. 30 dagen
"per jaar. Afhankelijk van de afwateringsbelangen
"der polders boven de stuw kan zij reeds worden -
"geopend, wanneer de afvoer grooter dan 400 m³ is,
"d.i. gedurende 110dagen per jaar. Men moet dus
"rekening houden met de mogelijkheid, dat vrijma-
"ken van de scheepvaartopening veel meer zal ge-
"schieden, dan bij de stuwen der Maaskanalisatie.

"Poiréejukken zijn dan ook aan te bevelen.

"3e. Chanoine Pasqueau kleppen (fig.3) - zie
bijl. 7-

"Deze constructie is o.a. uitgevoerd op de
"Seine bij de bevaarbaarmaking dezer rivier.

"Ook hier treft men weer het bezwaar van be-
"wegende deelen onder water, wat bij een rivier die
"bodemmateriaal meevoert zeer ongewenscht is.

"De bediening van de kleppen geschiedt vanaf

"een loopbrug op Poiréejukken of vanaf een hoogge-
"legen vaste brug. Bij Melun(Vives Eaux) is dit
"laatste het geval.

" "Opgemerkt moet nog worden dat het openen van
"een klep een zeer ruwe uitwerking heeft op de wa-
"terbeweging beneden de stuw waarvan aantasting van
"het storteded het gevolg kan zijn.

"Concludeerend kan men zeggen, dat kleine ele-
"menten moeten worden vermeden, indien groote
"eenheden geen technisch-of economische bezwaren
"meebrengen.

"Over de Chanoine-Pascaud kleppen en de Poi-
"réestuven zij nog het volgende aangeteekend.

"In "Rivières Canalisées et Canaux" par
"Cuénot, ingénieur en chef des ponts et chaus-
"sées, van 1913, zegt de schrijver betreffende het
"oude systeem Chanoine o.a. "Het systeem heeft
"echter vrij ernstige bezwaren. De ernstigste ligt
wel in het groote aantal der deelen onder water
waarvan de herstelling een duiker noodzakelijk maken."

"Een groote verbetering werd in het systeem ge-
"bracht door de Pascaudsche glijbaan, toegepast bij
"de stuw de la Malatière in de Saone, bij de sa-
"menvloeiing met de Rhône. Dezelfde schrijver ziet
"in deze uitvoering een van de beste stuwconstruc-
"ties.

"Toch is ook hier nog een deel der bewegende
"constructie onder water.

"In een beknopt rapport over een reis naar
"Noord-Amerika door de Heeren F.L.Schlingemann en
"G.J.v.d.Broek, destijds Ingenieurs van den Rijks-
"waterstaat, wordt het volgende medegedeeld be-
"treffende de stuwen op de Ohio.

"Vele openingen worden afgesloten door Chanoie-
"kleppen. Deze kleppen zijn van hout, met ijzer be-
"slagen, 15 à 13 voet (4.57 à 5.49 m) hoog en 3 voet
"9 inch (1.14 m) breed. De onderlinge tusschenruimte
"bedraagt 3 inch (0.076 m). De kleppen van de ope-
"ning met verhoogden drempel worden bedien van een

-bovenstrooms-

"bovenstrooms daarvan geplaatst bruggetje op
"Poiréjukken, die van de scheepvaartopening met
"een stoombokschuit.

"De Chanoine kleppen hebben op de Ohio over het
"algemeen goed voldaan. Zij vormen een eenvoudige
"en goedkoope afsluiting in gevallen waar niet
"naar zeer groote waterdichtheid wordt gestreefd.
"Zij hebben echter eenige nadeelen, voornamelijk
"doordat de glijbaan waarover zich de schoot bij
"het openen en sluiten moet bewegen licht vol
"zand raakt."

"Verder wijzen de schrijvers er op, dat de
"eveneens op de Ohio toegepaste Reboutkleppen
"te verkiezen is boven de Chanoineklep, wegens
"de afwezigheid van een glijbaan.

"In een nota betreffende het ontwerp voor de
"stuw in de Maas te Linne, merkt ir.F.L.Schlinge-
"mann het volgende op:

"Vergelijkt men nu de drie in aanmerking ko-
"mende hoofdsystemen, n.l. brugstuw, kleppenstuw
"en jukkenstuw, dan kan het volgende worden opge-
"merkt, welke opmerkingen niet alleen voor de
"stuw te Linne, doch ook voor de andere Maasstu-
"wen, met uitzondering van die te Grave, gelden.

"De brugstuw heeft het voordeel, dat alle dee-
"len geregeld boven water worden gehaald en dus
"voor schoonhouden, verven en kleine herstellingen
"geen bijzondere maatregelen genomen behoeven te
"worden. Worden de openingen tusschen de aan de
"brug ophangen jukken door twee of meer schuivenrijen
"boven elkaar afgesloten, dan heeft de brugstuw
"met andere schuivenstuwen het voordeel gemeen,
"dat naar omstandigheden het afstroomende water
"zoowel over de afsluiting heen als daaronder
"door geleid kan worden.

"Tegenover de voordeelen staan in de eerste
"plaats de hogere bouwkosten, welke voor elke Maas-
"stuw geraamd kunnen worden op f. 100.000.- bij de
"prijzen van vóór den oorlog, op f.200.000.- bij de
"tegenwoordige prijzen. Hierbij dient er de aan-

"dacht op te worden gevestigd, dat men voor deze
"hoogere kosten nog geen overbrugging van de rivier
"verkrijgt die tevens voor het verkeer zou kunnen
"dienen, daar dan de overbrugging nog met eenige
"honderden meters verlengd zou moeten worden.

"Bij de stuwen te Roermond, Belfeld en Affer-
"den zou de zeer hooge ligging van de overbrugging
"een ernstig bezwaar tegen de gemakkelijke manoeeu-
"vreerbaarheid van de stuw vormen.

"Hoewel de brugstuw dus wel een groote mate
"van zekerheid biedt, wordt deze slechts bereikt
"ten koste van groote materiaalverspilling. Het
"komt ondergeteekende dan ook voor, dat dit type
"alleen daar gerechtvaardigd is, waar uit anderen
"hoofde een overbrugging der rivier wenschelijk
"is en zulks is te Linnen evenmin als bij de overige
"Maasstuwen met uitzondering van die tr Grave, het
"geval.

"De kleppenstuw heeft het voordeel van een-
"voud van bediening door de afwezigheid van losse
"deelen. De bediening kan op de eenvoudigste wij-
"ze plaats hebben vanaf een bokschuit, zooals bij
"de Ohio-stuwen geschiedt. Aanvankelijk heeft men
"de bediening gedaan van losse loopbrugjes af,
"gemonteerd op Poiréejukken. Hierdoor verliest
"evenwel de constructie haar eenvoudige samen-
"stelling en worden nieuwe bewegende elementen
"ingeschakeld. De bediening met de bokschuit, zooals
"deze bij het bezoek aan de Ohio-stuwen werd
"waargenomen, verliep vlot en gemakkelijk, in het
"bijzonder bij de Beboutkleppen. Een bezwaar is
"evenwel, dat dit vaartuig ook voor een enkele
"beweging van een enkele Hef onder stoom gebracht
"moet worden.

"De afmetingen, die de kleppen voor de stuwen
te Linne en te Roermond zouden verkrijgen, komen
"ongeveer met die van de Ohio-stuwen overeen. Voor
"de stuwen te Belfeld en Afferden zouden de kleppen
"echter aanmerkelijk grooter worden. Daarmede zou-
"den ook de krachten, die van de bekschuit op de

"kleppen uitgeoefend moeten worden, aanzienlijk
"stijgen. Eveneens zouden de zwaarteafmetingen der
"kleppen zeer groot moeten worden, waarmede het
"voordeel van gemakkelijke vervangbaarheid vermin-
"dert. Voor de stuwen te Belfeld en Afferden worden
"de aanlegkosten van een kleppenstuw ongeveer
"gelijk aan die van een jukkenstuw, voor die te
"Linne en Roermond is het kostenverschil gering.

"De kleppenstuw heeft een groot aantal draai-
"punten onder water. Bij de geringere breedte der
"kleppen (1.-m à 1.20 m) is het bezwaar hiervan
"echter niet zeer groot zoolang de kleppen niet
"te zwaar worden. Iedere klep is dan gemakkelijk
"uitneembaar voor herstellingen, gemammelijker
"dan de zwaardere jukken van de jukkenstuw. In dit
"opzicht verdient naar ondergeteekende's meening
"de kleppenstuw zelfs de voorkeur boven de stuw
"met jukken en schuiven, waarbij door tijdelijke
"uitneming van een enkel juk een veel grootere o-
"pening wordt gemaakt.

"Het verschil in de wijze van doorstrooming
"van het water en de meerdere regelbaarheid bij
"de stuw met jukken en schuiven doen echter voor de
"Maasstuwen de balans ten gunste van laatstgenoemd
"stelsel overslaan en over de bezwaren van zwaardere
"constructiedeelen heenstappen. Deze bezwaren wor-
"den trouwens vergelijkenderwijze geringer bij de
"lager gelegen stuwen met groot verval, omdat daar
"ook de kleppenstuw zeer zware afmetingen der con-
"structiedeelen vereischt. Het kiezen van verschil-
"lende stelsels voor de verschillende stuwen ver-
"dient geen aanbeveling.

"Voorgesteld wordt dus de scheepvaartoepening
"der stuw te Linne en ook die van de stuwen te Roer-
"mond, Belfeld en Afferden, af te sluiten door
"schuiven in 2 rijen boven elkander bewegend tus-
"schen poirée-jukken. De jukken zijn ontworpen op
"onderlinge afstanden van 4 m zoodat de opening
"in 15 afdeelingen wordt onderverdeeld en wordt ge-
"-sloten-

"sloten door 30 schuiven. De jukken zijn geconstrueerd als geheel gesloten vakwerken, zoodat de krachten zoo eenvoudig mogelijk door de draaipunten op de fundeering worden overgebracht. In neergelaten toestand vallen de jukken gedeeltelijk over elkander. De Drempelhoogte bedraagt 0.60 m".

"Uit het voorgaande moge blijken dat de Chanoine klep door sommigen niet boven de Beboutklep wordt gesteld, juist wegens de aanwezigheid van een glijbaan.

"Bij de bevaarbaarheid van de Seine werd de Chanoineklep toegepast en daarin eenige verbeteringen aangebracht. In de eerste plaats werd de glijbaan van 3 nokken voorzien, zoodat meerdere standen mogelijk werden. De drempel werd verbeterd en tenslotte verving een hooge bedieningsbrug de bokschuit of de Poiréejukken, waardoor ook de uit te oefenen kracht werd vergroot en vereenvoudiging der bediening werd verkregen. Men vergeet echter niet dat de constructie "an sich" weinig veranderd is, de glijbaan is door het 3 nokken systeem zelfs ingewikkelder te noemen. Draaiende bewegende deelen onder water zijn niet vermeden.

"De eerste indruk kan ook niet anders zijn dan die eener verouderde constructie waarvan de bediening heel veel is verbeterd.

"Nu hebben alle systemen met kleine elementen tot dusver een bezwaar in de bediening ondervonden. Zonder aan de Fransche idéé te kort te doen rijst dan ook de vraag of ook niet een jukkenstuw als bij de Maaskanalisisatie is aanvaard in dit opzicht is te verbeteren. Het werken vanaf een over de Poiréejukken geslagen brug is niet aantrekkelijk, een vaste brug daarboven zou ook hier een verbetering zijn. Men zou het aantal bewegende deelen kunnen verminderen, immers men kan de brugdeelen laten vervallen en tevens de jukafstand vergrooten. Bij een jukafstand van 6 m zou dan een scheepvaartopening als bij de Maaskanalisisatie in gebruik, n.l. 60 m, kunnen bestaan uit:

"9 jukken

"20 of 30 schuiven, afhankelijk van de keuze

"van 2 of 3 rijen schuiven boven elkander.

" "Het gewicht van de schuiven zou geen be-

"zwaar geven, zij zouden vrij gemakkelijk door een

"loopkat boven de pijlers of landhoofden zijn te

"brengen.

"Toch is het voorstel tot zulk een verbetering
"niet aantrekkelijk, daar het de bezwaren der construc-

"structie wel vermindert, maar niet opheft. Ook

"hier voelt men het feit, dat bewegende deelen der

"constructie blijvend onder water zijn als een

"onvolkomenheid van het systeem.

"Bij eventueele verbetering van de kleine-

"schuiven-stuw komt dan ook het type brugstuw

"eerder in aanmerking.

"Zooals reeds eerder werd opgemerkt is de

"kwestie voor een groot deel afhankelijk van de

"vraag hoe zwaar men de onvolkomenheid in het

"systeem afweegt. Wanneer men dan de stuwen der

"Maaskanalisatione beziet, welke 60 m wijde scheep-

"vaartopeningen praktisch alleen door kleine ele-

"menten afgesloten konden worden, dan ziet men,

"dat hier een systeem is gevolgd dat reeds aller-

"wege toepassing vond en voorzoover bekend daar

"ook voldeed. En toch blijken er bezwaren aan

"verbonden te zijn, die wellicht vooruit niet te

"bezien waren. Ongetwijfeld zou men na de opgedane

"ervaring in staat zijn in hetzelfde systeem een

"stuw te bouwen waaraan die bezwaren niet meer

"kleven. Het komt mij voor dat men dan ook niet

"al te optimistisch moet zijn aangaande het over-

"nemen van constructies met kleine elementen uit

"het buitenland.

"Het oude systeem Chanoine kende slechts 2

"standen van de klep, n.l. geopend of gesloten.

"Een groote verbetering was dan ook het 3 nokken

"systeem waardoor de klep aan de regeling mee

"kon gaan doen.

"Het behoeft geen nader betoog, dat, wil men

De Chanoineklep toepassen, het inrichten van de "geheele stuw volgens dit stelsel aanbeveling verdient, indien het althans mogelijk blijkt de gewenschte hoeveelheid water door overstort af te voeren.

"Een gevaar ligt echter steeds in het openen van de stuw. Immers het strijken van een klep zal steeds een ruwe uitwerking hebben, wanneer nog eenig verval aanwezig is. Men zal dan ook op een zeer goede bodemvoorziening dienen te rekenen.

"Men kan nog opmerken dat de fundeeringsgrond te Melun rotsbodem is, zoodat uitspoeling bij onderstroom minder behoeft te worden gevreesd".

Voorts wordt aan bedoelde nota nog het onderstaande ontleend ten aanzien van groote afsluit-elementen:

"Gaaf men over tot de toepassing van groote stuwafsluitingen, dan blijkt ook daarin nog eenige keuze mogelijk. De overwegingen welke leidden tot de gekozen afsluiting bij de stuw van Lith werden beschreven in "De Ingenieur 1935, No.42". We ontleenen daaraan enkele passages.

"Groote afsluitende elementen zijn voor stuwen gedurende de laatste jaren veelvuldig toegepast, zoodat de afsluiting van de 38 m wijde openingen voor de stuw bij Lith zeker uitvoerbaar is, mits voldoende hoogte ter beschikking staat om haar genoegzaam stijf te kunnen construeeren. Het is namelijk de stijfheid, die bij groote overspanningen een overwegende rol gaat spelen.

"De keuze der groote elementen blijkt beperkt te zijn tot de volgende systemen:

"a. Gedeelde schuiven, bestaande uit onder- en bovenschuif (fig.4) - zie bijlage 8-

"b. Wielschuif met klep (fig.5) - zie bijl. 8-

"c. Segmentschuif met klep (fig.6) - zie bijl.8-

"d. Cylinderschuif of wals met klep (fig.7) - zie bijl. 8 -

"ad.a. Van de verschillende systemen gedeelde schuiven moet de voorkeur worden gegeven aan die constructie-

"structie, waarbij de bovenschuif aan de beneden-
"stroomsche zijde is geplaatst en waarbij beide
"deelen onafhankelijk van elkaar kunnen worden be-
"wogen. Ofschoon deze oplossing bij de stuwen van
"de boven-Maas nimmer aanleiding tot klachten gaf,
"kan zij toch voor de 38 m groote overspanning te Lith
"niet in aanmerking komen. Een bovenschuif van ± 3 m
"hoogte wordt slap en zal immers gemakkelijk in
"trilling kunnen worden beracht, al kan men ook trach-
"ten met dwarsprofiel een hydraulisch juisten vorm
"te geven. Daar bovendien de dichting der schuiven
"onderling gebrekkig is en tot vastvriezen aanlei-
"ding kan geven en ook in ander opzicht geen voor-
"deelen boven een wielschuif met klep zijn aan te
"geven moet van het systeem der dubbele schuiven
"worden afgezien.

"ad. b. De wielschuif met klep is te Borgharen
"toegepast en heeft daar haar doelmatigheid bewezen.
"De wijidte der opening kan bij deze constructie groot
"gekozen worden, zij is, afgezien van de kosten,
"slechts afhankelijk van de gewenschte stijfheid,
"welke op haar beurt wordt bepaald door de hoogte van
"het schuiflichaam. De mogelijkheid, om wielstellen
"voor zeer groote drukken te vervaardigen, laat ook
"in dat opzicht zeer groote overspanningen toe. Het
"afsluiten van de 38 m wijde openingen heeft dan
"ook geen enkel bezwaar.

"Bij een klephoogte van 2.25 m verticaal gemeten,
"verkrijgt men voor het ondergedeelte van de schuif
"te Lith een hoogte van 5 m, welke voldoende stijf-
"heid waarborgt.

"De afdichting van de klep en schuif dient met
"het oog op vastvriezen volkomen te zijn en er moet
"aan het schuiflichaam een zoodanige vorm worden
"gegeven, dat ook onderstroom zonder bezwaar kan
"worden toegelaten. Immers, hoewel in normale
"gevallen de regeling van den afvoer door middel
"van overstort geschiedt, is onderstroom niet
"uitgesloten. In het bijzonder zal deze optreden

"bij het inzetten en openen van de stuw. De tijds-
"duur hangt af van de snelheid, waarmede dit kan
"geschieden; deze is weer afhankelijk van moge-
"lijke scheepvaartbelangen. Bij snel openen en slui-
"ten toch zal het peil van de rivier, zoowel boven
"als beneden de stuw, zeer sterk worden beïnvloed;
"en ontstaat gevaar voor de scheepvaart. Daarom
"zal sluiting zoowel als opening van de stuw zeer
"langzaam moeten gebeuren en zijn daar meerdere
"uren mee gemoeid.

"ad. e. Een segmentschuif van 38 m wijdte is zeer
"goed bij de gegeven hoogte van 5 m en een klep van
"2.25 m te construeeren. In wezen is het verschil
"met een wielschuif niet zoo groot. Slechts speelt
"door het wegvallen der wielstellen de wrijving een
"veel geringere rol, waardoor de bewegingswerktui-
"gen wat lichter kunnen worden ontworpen. Daartegen-
"over staat, dat door de lange steunarmen de pijler-
"lengte wordt beïnvloed.

"Daar het wenschelijk wordt geacht om de stuw-
"vloeren tenminste tot het einder der pijlers door
"te trekken, teneinde elk risico van ontgronding van
"het stuwgebouw te vermijden, worden in dat geval
"ook de stuwvloeren lang en duur.

"Wanneer de draaipunten niet boven hoog water
"liggen, kunnen de steunarmen gevaar lopen bij ijsgang
"en bij scheepvaart, vooral door de groote lengte
"der pijlersponningen.

"ad. d. De cylinderschuif is als robuuste en
"stijve constructie zeker aan te bevelen voor het af-
"sluiten van zeer groote openingen. Haar stijfheid
"maakt eenzijdige aandrijving mogelijk, welk voor-
"deel echter grootendeels wegvalt, wanneer op de
"schuif een hooge klep ontworpen wordt, welke aan-
"drijving bezwaarlijk van één kant kan geschieden.
"In het algemeen zal een wals wat grooter gewicht
"hebben dan een wielschuif. Indien men dan vorm van
"deze laatste juist weet te kiezen, zoodat trilling
"uitgesloten mag worden gezacht, moet men haar dan
"ook de voorkeur geven boven een cylinderschuif met
"klep.

"Een cylinderschuif, welke in haar geheel kan
"worden neergelaten, zoodat het water door over-
"stort kan worden afgevoerd (Versenkwals) kwam als
"afsluitend element van de stuw bij Lith niet in
"aanmerking, daar een overstort van 2.25 m slechts
"bereikbaar zou zijn door groote verdieping van den
"stuwvloer. Bovendien biedt de onderafdichting van
"dit systeem bij een beweeglijken zandbodem groote
"kans op moeilijkheden. Als laatste bezwaar kan nog
"worden aangemerkt, dat de Versenkwals bijna steeds
"in haar kettingen hangt, wat de kans op trillingen
"doet toenemen.

"Tenslotte zij nog opgemerkt, dat afgezien wordt
"van groote afsluitende elementen, die blijvend onder
"water zijn, zooals de dak-stuw (beartrap) en de
"sector-stuw, eenerzijds wegens het gevaar op ver-
"zanding en beschadiging door het bewegende bodem-
"materiaal, anderzijds wegens de bij deze systemen
"noodige diepe fundeeringen, wat in het onderhavige
"geval tot groote bemalingskosten bij de uitvoering aan-
"leiding zou hebben gegeven.

"Bovenstaande overwegingen hebben geleid tot de
"keuze der wielschuif met klep als afsluitend element
"voor de stuw bij Lith. Zij bestaat uit een drie-
"hoekig liggersysteem, waartegen de beplating rust en
"waarop de klep waterdicht aansluit. Deze door de
"Dortmunder Union uitgedachte vorm heeft reeds bij
"eenige stuwen in Duitschland haar deugdelijkheid be-
"wezen. De vorm van deze beweegbare afsluiting van
"de stuw bij Lith is inderdaad zeer aantrekkelijk.

"De driehoekige doorsnede maakt de schuif tot een
"stijve wringingsvaste constructie, welke niet gemakke-
"lijk in trilling kan worden gebracht door de dynami-
"sche krachten van den waterstroom. Bovendien wordt
"dit trillingsgevaar belangrijk verminderd door de
"hooge ligging van den benedenstrooms gelegen vak-
"werkrand, welke niet kan worden getroffen door den
"bij heffing van de schuif onder de afsluiting door-
"schietende straal. De stijfheid tegen wringing wordt
"vooral groot, doordat de driehoekige doorsnede

"zonder insnoering kan worden doorgezet tot aan de
"zijdelingsche eindschotten, welke den waterdruk
"door buiten dezen driehoek liggende loopwagens
"op de rails overbrengen. Daar het ook bij de
"periodiek wisselende belasting bij overstroomde
"klep juist zoo op die stijfheid tegen wringing
"aankomt, is de driehoeksvorm zeer op zijn plaats,
"terwijl deze het bovendien mogelijk maakt om de
"klep te diep te laten zakken, wat de overstort-
"capaciteit ten goede komt.

"De op de schuif aangebrachte klep is draaibaar
"om een horizontale as, welke in de knooppunten van
"het onderliggende vakwerk in segmentvormige kussen-
"blokken wordt opgelegd. De klep bestaat uit een
"gebogen beplating, welke rust op dwarsschotten,
"die onderling worden verbonden door een wringings-
"stijve buis van 90 cm middellijn. Deze buis is
"een hoofdelement der klepconstructie. Daar immers
"de klep aan één lange zijde op een op onderlinge
"afstanden rustende horizontale as draagt, is ver-
"draaiing van de eens dwarsdoorsnede, ten opzichte
"van een naastliggende, niet mogelijk zonder wringing
"van de buis. Daar deze zich tegen die torsie verzet,
"kan, zonder belangrijke doorbuiging, het geheele
"kleplichaam vanuit de beide einden worden bewogen."

Aan het bovenstaande behoeft dezerzijds niets te
worden toegevoegd. In de volgende paragraaf zullen
enkele van de hierboven vermelde afsluitmiddelen
nader worden besproken aan de hand van de voor de
Rijnkanalisatie te stellen eischen.

De bepaling van het sluisstype zal waarschijn-
lijk minder moeilijkheden opleveren. Schutsluizen
worden thans in hoofdzaak zoodanig geconstrueerd,
dat de voorvlakken der schutkolkmuren in het ver-
lengde liggen van de dagvlakken der sluishoofden. Dag-
wijdten van kolk en hoofden zijn dus even groot.
De zijbegrenzungen van de schutkolk kunnen worden ge-
vormd door muren of door geleidingswerken met daar-
achter een grondtalud, (Ravenswaay). Bij voldoende
schutkolk lengte zouden de sluizen kunnen worden

voorzien van een middenhoofd. De voordeelen, verbonden aan gelijke dagwijdten van kolk en hoofden en die verbonden aan een middenhoofd zullen hier niet verder worden behandeld, aangezien zij algemeen bekend worden verondersteld. Bij de keuze der duren komen voor sluizen, zooals deze voor de Rijnkanalisatie zijn gedacht slechts 2 typen in aanmerking, n.l. puntdeuren en hefdeuren. Ook hiervan worden de verschillende voor- en nadeelen bekend verondersteld. Het is niet noodzakelijk om de sluishoofden en kolkwanden zoo hoog op te trekken, dat zij steeds hoogwatervrij zouden liggen. Hefdeuren hebben in dat geval het voordeel, dat de bewegingswerktuigen steeds hoogwatervrij zijn gelegen. In geval van toepassing van puntdeuren behoeft dit nog niet tot bezwaren aanleiding te geven, aangezien de mogelijkheid bestaat om de bewegingswerktuigen dezer deuren zoodanig te plaatsen, dat ook bij hoogwater geen water kan toetreden. Dit zou dan kunnen geschieden door deze bewegingswerktuigen hoog of onder duikerklokken te plaatsen.

Hoewel de situatie van stuwen en sluizen niet zal worden besproken, dient hier toch te worden vermeld, dat in 't algemeen de beste oplossing wordt verkregen, indien de sluis op korten afstand doch geheel los van de stuw wordt geplaatst en wel zoodanig, dat het middenhoofd van de sluis in het verlengde ligt van de stuw. Zou de stuw van heftorens zijn voorzien, dan zou ook het middenhoofd van de sluis heftorens kunnen krijgen. In dat geval is echter te vermijden om ook boven- en benedenhoofd van heftorens te voorzien, aangezien dit een uitaesthetisch oogpunt zeer onbevredigend beeld zou vertoonen. Beneden- en bovenhoofd zouden in dat geval van puntdeuren dienen te worden voorzien. In § 6 zullen de verschillende mogelijkheden aan de hand van de voor de Rijnkanalisatie te stellen eischen nader worden onderzocht.

=====

5. TYPE EN HOOFDAFMETINGEN VAN DE STUWEN
VAN DE RIJNKANALISATIE.

In § 2 werd aangetoond, dat voor de boven- en benedenstuw onderstroom, voor de middenstuw daar-entegen bovenstroom gewenscht is. De beste oplossing wordt verkregen, indien deze afvoer over de geheele breedte van de stuw plaats heeft en zoveel mogelijk gelijkmatig verdeeld is over deze breedte. In dat geval zouden ontgrondingen en aanzandingen tot een minimum beperkt kunnen blijven. Eenige ongelijkmatigheid in deze waterverdeling, bv. doordat een deel van de stuwbreedte voor fijnregeling zou worden gebezigd en voor het andere deel de waterafvoer slechts in groote sprongen zou kunnen worden gewijzigd, zou nog niet tot een ongewenschte toestand behoeven te leiden. Van belang is, dat ten opzichte van de rivier een symmetrisch stroombeeld bestaat, opdat geen eenzijdige neerwerking optreedt. Een gelijkmatig verdeelde afvoer over de geheele breedte van de stuw is zoowel bij toepassing van kleine als groote elementen te verkrijgen. Bij toepassing van een groot element ontstaat het bezwaar, dat in geval van bedrijfsstoring de geheele stuw buiten werking zou kunnen komen, zou bij toepassing van twee groote elementen één ervan onklaar geraken, dan zou een ongunstige toestand kunnen optreden, indien de andere opening den geheelen afvoer zou moeten aflaten. Door het onsymmetrische stroombeeld zouden beneden de stuw sterke ontgrondingen kunnen optreden. De kans, dat bedrijfsstoringen optreden bij moderne stuwen is echter niet groot, hoewel natuurlijk de kans bestaat dat schade ontstaat ten gevolge van aanvaringen. Bij toepassing van drie groote elementen is bij bedrijfsstoring aan een der elementen toch steeds een vrijwel symmetrisch stroombeeld te krijgen, zoodat ontgrondingen beneden de stuw minder sterk zouden zijn te vreezen. De mogelijkheid bestaat echter, dat in geval drie openingen

-zouden-

zouden worden gekozen, deze te klein zouden worden voor de scheepvaart. In dat geval zou men de middenopening kleiner kunnen maken en alleen als afvoeropening dienst laten doen. Zoo was bijv. de ontworpen stuw voor de IJsselkanalisatie te Doesburg gedacht. Welke eischen kunnen nu aan deze stuwopeningen op den Nederrijn worden gesteld. Zooals uit § 3 bleek is zeker 10 millioen ton scheepvaart voor elke richting op den Nederrijn te verwachten in de toekomst. De afvarende sleepen varen vaak gekoppeld (\pm 25 m breedte), terwijl dit bij opvaart eveneens geschiedt voor de leege schepen. Indien aangenomen mag worden dat de afvaart zeker over 10 m speling moet beschikken aan weerszijden en de opvaart over 5 à 10 m, dan bedragen dus de breedten der verkeersbanen:

1 verkeersbaan afvaart	45 m
1 " opvaart	40 m.

Twee verkeersbanen afvaart zouden dus 80 m breed zijn. Rekent men echter, dat alleen snelle zelfvaarders de langzame gekoppelde sleepen zouden inhalen, dan zou een dubbele verkeersbaan voor de afvaart 65 m en voor de opvaart 55 m bedragen. Neemt men de beide richtingen tezamen en houdt men met slechts één inhaalbaan rekening, dan zou de minimum breedte ruim 85 m moeten bedragen.

Voor de Rijnkanalisatie kunnen nu de volgende eischen worden gesteld:

Bezit de stuw slechts één opening, dan moet deze tenminste 85 m bedragen; indien dit evenwel mogelijk is ware deze breedte nog beter op \pm 100 m te stellen en dus ongeveer gelijk aan de vaargeulbreedte. Bezit de stuw 2 openingen, dan dient de afvaartopening zoo mogelijk niet kleiner te zijn dan 65 m, de opvaartopening niet kleiner dan 40 m. Indien dit mogelijk zou zijn, zou de opvaartopening een weinig grooter dan bovengenoemde maat van 40 m zijn te kiezen; waar mogelijk ware echter aan deze een gelijke grootte te geven als de afvaartopening. Indien de stuw drie scheepvaartopeningen zou bezitten, zouden hiervan twee voor de afvaart zijn te reserveeren; het zou echter ook mogelijk zijn om bij voldoende

uitzicht voor de opvaart ook de opvaart van deze middenopening gebruik te laten maken. Elke opening zou in dat geval tenminste 45 m wijd moeten zijn. Al de bovengenoemde cijfers zijn in de veronderstelling dat de ligging der stuwopeningen gunstig is voor de scheepvaart. Steeds ware uit scheepvaarttoogpunt de voorkeur te geven aan een stuw met één groote opening boven een stuw met een aantal kleinere.

Zooals uit § 4 blijkt, kunnen voor de afsluiting van stuwopeningen zoowel kleine als groote afsluitmiddelen worden gebezigd. Van de in die paragraaf genoemde drie kleine afsluitmiddelen komen bij de stuwen van de Rijnkanalisatie slechts de Poirée-jukken in aanmerking. Zelfs indien de stuwen gecombineerd zouden worden met verkeersbruggen zou de constructie als brugstuw niet in aanmerking komen, aangezien in dat geval de stijlen veel te lang zouden worden. Hoewel de bezwaren, verbonden aan de toepassing van Poirée-jukken, zeker niet onderschat mogen worden, bestaat er toch geen aanleiding om dit stuwtype zonder meer buiten beschouwing te laten. Aangezien de voordeelen, verbonden aan dit type groot zijn - de mogelijkheid om zeer groote scheepvaartopeningen toe te passen en de lage kosten - lijkt het de moeite waard om te trachten deze constructie, zij het in gewijzigden vorm bij de Rijnkanalisatie te doen toepassen. Poiréejukken zijn zoowel voor boven- als onderafvoer te bezigen. Het is echter wel gewenscht om dit type, indien het bij de Rijnkanalisatie toepassing zou vinden, zoodanig te wijzigen, dat de regeling van den afvoer eenvoudiger zou kunnen geschieden, dan in den huidige vorm. Dit zou misschien mogelijk zijn met behulp van een speciale kraanwagen of door elke schuif te verbinden met een centraal te bedienen electromotor of ketting zonder eind.

Van de in § 4 vermelde groote afsluitmiddelen

-komen-

komen bij de Rijnkanalisatie slechts de wals en de wielschuif, eventueel met klep, in aanmerking. Aan deze typen ware de voorkeur te geven boven de Poiréejukken, indien blijkt dat openingen van meer dan 85 m ermee zouden kunnen worden afgesloten. De kosten zouden weliswaar hooger zijn dan van Poiréejukken; daartegenover staat dat de bediening veel eenvoudiger kan zijn, hetgeen voor het geregeld manipuleeren met de stuwen van groot voordeel zou zijn. Het is echter zeer de vraag of de bovengenoemde openingen met groote elementen kunnen worden afgesloten, aangezien de lengte der afsluitmiddelen in verband met de mogelijkheid van het optreden van trillingen niet veel grooter mag zijn dan 8 à 10 maal de hoogte der afsluitmiddelen. Een grotere lengte zou slechts kunnen worden toegestaan, indien dit trillingsprobleem eerst zou worden opgelost. Het type wielschuif met klep komt slechts daar in aanmerking, waar bovenafvoer gewenscht is. In dit geval dus bij de middenstuw. Het blijkt nu, dat de voor de schuif beschikbare hoogte veel te klein is om een opening te verkrijgen, die aan de scheepvaartischen kan voldoen. Dit type afsluiting kan dus worden geëlimineerd. Van de in de praktijk uitgevoerde stuwtypen en stuwafsluitingen komen dus voor de Rijnkanalisatie slechts twee in aanmerking, n.l. de Poiréejukken en de wals.

Tenslotte moge worden gewezen op enkele typen stuwafsluitingen, die voor zoover bekend, nog niet zijn toegepast, doch die voor de Rijnkanalisatie mogelijk tot een oplossing zouden kunnen leiden. Bedoeld worden typen stuwafsluitingen, die gedurende de geheele stuwperiode een aanslag zouden hebben tegen den stuwbodem, waarbij dus een groot deel van de door den waterdruk veroorzaakte kracht direct naar den stuwbodem zou worden geleid. Daardoor zouden de overspanningen, die met deze typen bereikt zouden kunnen worden, niet alleen belangrijk grooter kunnen zijn dan bij de toegepaste groote afsluitmiddelen, doch bovendien zou het eigen gewicht per m'

lager kunnen zijn. Aangezien het onderzoek naar deze typen zich nog in het beginstadium bevindt, zal op deze mogelijke constructies hier niet nader worden ingegaan.

Thans zal worden overgegaan tot de behandeling van de drie stuwen afzonderlijk,

BOVENSTUW. Bij deze stuw bestaat de mogelijkheid dat ter plaatse een verkeersbrug zou worden gebouwd. In dat geval zou combinatie van beide kunstwerken gewenscht zijn. Daar evenwel hieromtrent geen zekerheid bestaat, moet voorlopig met beide mogelijkheden rekening worden gehouden. Voor de bovenstuw komen nu de volgende typen in aanmerking voor nadere beschouwing:

- 1e. één opening van omstreeks 100 m, dienende voor scheepvaart en waterafvoer, af te sluiten met Poiréejukken.
- 2e. twee scheepvaartopeningen, n.l. een opvaartopening van tenminste 45 m breedte en een afvaartopening van tenminste 65 m breedte, af te sluiten door walsen. Beide openingen zouden ook water moeten afvoeren, waarbij de opvaartopening speciaal voor fijnregeling ware in te richten. Deze oplossing zou, indien geen verkeersbrug over de stuw tot stand zou komen, waarschijnlijk aesthetisch weinig bevrediging geven door de ongelijke breedten der openingen.
- 3e. één opening van tenminste 85 m, doch liefst omstreeks 100 m of twee openingen van respectievelijk 45 en 65 m, af te sluiten door groote elementen, welke gedurende de geheele gestuwde periode tegen den onderaanslag rusten.

Bij alle drie de oplossingen ware op onderafvoer te rekenen.

Ten aanzien van de bovenstuw kunnen nog de volgende hoogtematen worden opgegeven; bovenkant stuwbodem 2.75 m à 2.90 m + N.A.P. (afhankelijk van de plaatsing van de stuw), hoogst gestuwde stand 9.30 m + N.A.P. (zeer zelden voorkomend), maximum waterstand 12.00 m + N.A.P., minimum vereischte

-doorvaarthoogte-

doorvaarthoogte bij maximum waterstand 9.10 m.

MIDDENSTUW. Ook voor de middenstuw bestaat geen zekerheid of gerekend dient te worden op een combinatie van de stuw met een verkeersbrug. De scheepvaartwisen voor de middenstuw zijn dezelfde als voor de bovenstuw. De wijze van waterafvoer is niet dezelfde, daar bij de middenstuw het water over de afsluitelementen heen dient te worden afgevoerd. Oplossing 2 is daarom bij de middenstuw niet mogelijk, aangezien de constructiehoogte van de afsluitmiddelen te klein zou worden ten opzichte van de lengte der elementen. Voor de middenstuw komen daarom alleen de oplossingen 1 en 3 in aanmerking, met dien verstande, dat in plaats van onderafvoer bovenafvoer zal zijn toe te passen.

De voornaamste hoogtematen voor de middenstuw zijn:

stuwbodem 0.75 m - N.A.P., hoogst gestuwde stand 6.20 m + N.A.P. maximum waterstand 8.50 m + N.A.P., minimum vereischte doorvaarthoogte bij maximum waterstand 9.10 m.

BENEDENSTUW. Voor de benedenstuw behoeft geen rekening te worden gehouden met een eventuele combinatie met een verkeersbrug. Hoewel de intensiteit van de scheepvaart door de benedenstuw geringer zou zijn dan door de overige stuwen, kunnen toch de eischen ten aanzien van de doorvaartopeningen voor deze stuw niet lager worden gesteld dan voor de midden- en bovenstuw. De waterafvoer door de benedenstuw zou met behulp van onderafvoer dienen plaats te hebben. Zou dit om andere redenen niet gewenscht zijn, dan zou ook bovenafvoer mogelijk zijn. Voor dit laatste geval zou dan evenwel een zoodanige apparatuur dienen te worden aangebracht, dat bij instelling van een bepaalden afvoer deze automatisch dezelfde waarde zou behouden bij wijziging van het bovenstuwpeil.

Doordat de benedenstuw in het gebied zou

-liggen-

liggen, waar de stormvloeden nog in belangrijke mate merkbaar zouden zijn, zou toepassing van kleine afsluitelementen niet mogelijk zijn. Het zal namelijk noodzakelijk zijn om in geval van stormvloed met het strijken van de stuw te wachten tot de benedenwaterstand bijna gelijk zou zijn aan de bovenwaterstand en dan de stuw snel te strijken, hetgeen met kleine elementen niet mogelijk zou zijn. Zoals uit het bovenstaande is gebleken, komt van de bestaande typen stuwafsluitingen voor de benedenstuw alleen de wals in aanmerking. Afsluiting van de geheele rivier door één wals moet constructief niet mogelijk worden geacht, terwijl dit voor de scheepvaart niet noodig is en ten aanzien van den waterafvoer bij defect raken bezwaar zou kunnen ontstaan. Mogelijk zou het zijn de stuw van twee openingen te voorzien, elk \pm 65 m breed. Aangezien dit om vroeger vermelde redenen bezwaar zou kunnen geven in geval een der walsen tijdelijk buiten gebruik zou moeten zijn en toepassing van drie openingen in dit geval goed mogelijk is, is deze laatste oplossing te verkiezen. Mogelijk zou het dan zijn alle drie de openingen voor de scheepvaart te benutten, namelijk twee openingen voor de afvaart en één voor de opvaart, of de middenopening voor op- en afvaart, waarbij dan evenwel een seininrichting noodig zou zijn; evenwel zou ook mogelijk zijn om de middenopening kleiner te maken en te reserveren voor waterafvoer. De beide overige openingen zouden in dat geval groter kunnen worden. Dit is de oplossing, zoals deze bij de IJsselkanalisatie voor de stuw te Doesburg was gedacht. Alleen de grootte der openingen zou niet dezelfde zijn. Zou de schuif in de middenopening dezelfde constructie kunnen verkrijgen als de hefdeur van het middensluishoofd (zie hiervoor § 6), dan zou de wijidte van deze middenopening op 18 m kunnen worden aangehouden en zouden de schuiven onderling verwisselbaar zijn. Voor de middenstuwopening zou echter wellicht een schuif van andere

constructie. bijv. een gedeelde schuif in aanmerking komen, waardoor het mogelijk zou zijn om periodiek het boven de stuw verzamelde drijvend vuil af te spuien. Toch zou ook in dit geval uit aesthetische overwegingen er aan kunnen worden gedacht de wijdte van 18 m aan te houden. Bij een pijlerbreedte van 5 m en een totale wijdte van de stuw van 140 m zouden de beide scheepvaartopeningen elk 56 m kunnen bedragen. Voor de afvaartopening is dit zeer gering. Indien het uit aesthetische en finantieele overwegingen geen bezwaar zou geven, zou daarom de afvaartopening bijv. 62 m en de opvaartopening 50 m kunnen worden genomen. Desnoods zou de totale breedte 143 m kunnen worden genomen of de middenopening 15 m, waardoor de afvaartopening 65 m zou kunnen worden.

Bij een opening van 65 m en eene beschikbare hoogte van 8 m is een wals zeer goed mogelijk.

Tenslotte zou ook bij de benedenstuw gebruik kunnen worden gemaakt van een afsluiting, die een onderaanslag tegen den stuwbodem zou bezitten. Theoretische zal het waarschijnlijk mogelijk blijken om de benedenstuw in dat geval door een opening van \pm 120 m af te sluiten. Hieraan bestaat evenwel ten aanzien van scheepvaart en waterafvoer geen behoefte. Ook een oplossing met twee openingen is in dit geval mogelijk, aangezien bij dit type de mogelijkheid bestaat om den waterafvoer over de breedte van de stuw naar verkiezing te wijzigen. Tenslotte is het ook mogelijk om bij de eerder besproken oplossing met drie openingen, de walsen te vervangen door dit nieuwe type afsluiting. Misschien zou dit een goedkoopere constructie kunnen geven dan de walsen.

Voor de benedenstuw zijn derhalve de volgende oplossingen mogelijk:

A. Toepassing van walsen.

1. een stuw met drie openingen, elk \pm 45 m wijd, voor scheepvaart en waterafvoer;
2. een stuw met 2 scheepvaartopeningen, wijd respectievelijk \pm 50 m en 65 m en één afvoering-

-opening-

opening voor fijnregeling, wijd \pm 16 m, af te sluiten door gedeelde schuiven.

B. Toepassing van afsluitingen met onderaanslag,
voor stuwen met één, twee of drie openingen.

De belangrijkste hoogtematen voor de benedenstuw zijn:

bodem 4.00 - N.A.P.

maximum gestuwde stand 4.60 m + N.A.P.

maximum waterstand \pm 5.50 m + N.A.P.

De afsluitelementen behoeven in gesloten stand niet tot boven de genoemde 4.50 m + N.A.P. te reiken. Bij dezen stand zouden deze elementen reeds ongeveer 0.50 m geheven zijn. Gerekend moet dus worden, dat de elementen bij een stand van 4.00 m + N.A.P. nog een weinig waakhogte bezitten. De totale hoogte is dus op omstreeks 8.25 m te stellen.

Bij de tot nog toe uitgevoerde stuwen van het type, beschreven als oplossing A 1, is de vormgeving in het algemeen niet zeer fraai, tenminste indien deze stuw niet wordt gecombineerd met een verkeersbrug. Misschien zou een fraaiere oplossing worden verkregen indien de lichte bedieningsbrug geheel weggelaten zou kunnen worden en vervangen door een brug, welk edirect op de wals zou rusten. Hiermede zou niet alleen een kostenbesparing kunnen worden verkregen, maar bovendien zou de door het stuwpersoneel af te leggen weg tijdens de gestuwde periode aanmerkelijk worden bekort. Mogelijk zouden de walsen zoodanig kunnen worden geconstrueerd, dat deze brug in den hoogsten stand weer horizontaal zou zijn.

Tenslotte moge nog worden vermeld, dat eem zeer globaal onderzoek naar de rentabiliteit van de toepassing van waterkrachtwerken bij de Rijnkanalisatie tot een negatief resultaat leidde. Voor boven- en middenstuw zou combinatie van stuw met waterkracht zeker niet rendabel zijn. Voor de benedenstuw zou dit wel het geval kunnen zijn, mits

de stuw pas gestreken zou worden bij zeer grooten waterafvoer, hetgeen voor de scheepvaart dus een belangrijk nadeel zou opleveren. Aangezien het niet zeker was, dat het krachtwerk in de stuw zou kunnen worden ondergebracht in verband met de groote ruimte, die laagedrukturbines behoeven, verder de regeling van den afvoer door de stuw nog ingewikkelder zou worden en tenslotte de opbrengst van het krachtwerk in verhouding tot het totale stroomverbruik in Nederland uiterst gering zou zijn, is een nader onderzoek naar deze mogelijkheid achterwege gelaten.

=====

6. TYPE EN HOOFDAFMETINGEN VAN DE SLUIZEN VAN
DE RIJNKANALISATIE.

Zooals in § 4 reeds werd besproken komt voor de sluizen van de Rijnkanalisatie slechts één type in aanmerking, n.l. een sluis, waarvan de breedte van kolk en hoofden gelijk is en die voorzien is van een tusschenhoofd. Vertikale kolkwanden zijn dan te prefereren boven een sluis met taluds. Combinatie van stuw en sluis tot één kunstwerk is mogelijk en geeft weliswaar enkele voordeelen doch aan den anderen kant zoveel nadeelen, dat dit type niet nader zal worden onderzocht.

Bij de bepaling van de kolkafmetingen zou in aanmerking kunnen worden genomen, dat de benedensluis een kleinere capaciteit zou kunnen bezitten dan de beide andere sluizen, indien althans de afmetingen door de intensiteit van het scheepvaartverkeer en niet door de scheepsafmetingen zouden worden bepaald. Zooals zal blijken zou de kolk lengte van de benedensluis daardoor wel iets kleiner kunnen worden aangehouden. Het verschil is echter zoo gering, dat terwille van de uniformiteit de hoofdafmetingen van alle drie de sluizen dezelfde waren te nemen. De breedte van de sluishoofden en -kolk worden bepaald door het type schip, dat de sluis moet kunnen passeeren. De breedste schepen, die de Nederrijn bevaren, hebben een breedte van 14.20 m. Dit zijn de raderbooten, die tusschen Rotterdam en Duitschland varen en ook verschillende plaatsen langs den Nederrijn aandoen. Indien de gebruikelijke breedten van de in Nederland gebouwde sluizen worden aangehouden, zouden de sluizen van de Rijnkanalisatie dus een breedte kunnen verkrijgen van 16 m. Er zijn echter redenen om deze maat iets grooter te nemen. In de eerste plaats is de speling voor bovengenoemde raderbooten niet zeer groot. In de tweede plaats is het afladen van een sluis, die iets breder is dan 15 m bij de op den Nederrijn voorkomende scheeps-

-typen-

typen beter mogelijk dan bij een sluis van 16 m breedte. Zou namelijk een sluis van 18 m worden gekozen, dan zou het bijna steeds mogelijk zijn om twee schepen naast elkaar te schutten, hetzij een groot sleepschip met een klein, hetzij een groot sleepschip met een zelfvaarder. In de derde plaats hebben de sluisen van het Amsterdam-Rijnkanaal een breedte van 18 m. Een uniforme breedte van de sluisen in den vaarweg van Amsterdam naar Duitschland is voor de schippers van groot gemak. Daarom wordt voorgesteld om de breedte van de sluisen van de Rijnkanalisatie te bepalen op 18 m.

Bij de bepaling van de kolk lengte dienen twee factoren in aanmerking te worden genomen, namelijk de vereischte capaciteit van de sluisen en de lengte der door te schutten sleepen. Zooals in § 3 werd uiteengezet moet voor de sluisen, indien men rekent dat slechts 3% van de vaart Rotterdam-Duitschland via den gestuwden Nederrijn zal gaan, op een opvaart van 6 miljoen ton worden gerekend. Op een maximum capaciteit voor de opvaart op één dag is derhalve te rekenen op 0.67% van 6.000.000 of 40.000 ton laadvermogen. Onder aanname van een werkdag van 12 uren, een schuttijd op van 1 uur en af van $\frac{1}{2}$ uur (er zou vaak met leege of halfgevulde kolk worden afgeschut) zouden per dag 8 schuttingen naar boven kunnen worden gedaan. Per schutting zou dus 5000 ton laadvermogen moeten kunnen worden geschut. Onderzocht is nu welk laadvermogen per m² schutkolk zou kunnen worden geschut bij een kolkbreedte van 18 m en bij verschillende mogelijkheden ten aanzien van gebruikelijke scheepstypen. Hieruit bleek, dat, indien de omstandigheden ongunstig zijn (veel kleine schepen of veel open water in de kolk), de capaciteit van de sluis per schutting op omstreeks 0.8 ton per m² zou zijn te stellen. Onder gunstiger omstandigheden zou dit 1.4 ton kunnen bedragen. Aangenomen is een gemiddelde van 1.1 ton per m² sluis kolk. Dit cijfer is in goede overeenstemming met de capaciteit van bestaande sluisen, indien men de voor die

sluizen, indien men de voor die sluizen geldende omstandigheden in aanmerking neemt. Het benodigde sluiskolkoppervlak zou dus $\frac{5000}{1.1} = 4500 \text{ m}^2$ dienen te bedragen. Bij een breedte van 18 m zou dit een lengte beteekenen van 250 m. Neemt men hierbij nog 200 m² voor sleepboten dan zou de schutkolk lengte dus op 260 m zijn aan te houden.

Deze lengte komt overeen met die der schutsluizen van de Maaskanalisatie. Bij de bepaling hiervan is aangenomen, dat een geladen sleep zou bestaan uit twee groote sleepscheepen van 100 m lengte met een sleepboot van 45 m. Bij een schutkolk van 260 m lengte en 18 m breedte zouden twee 3000-tonners met een niet te groote sleepboot met eenige moeite tegelijk kunnen worden doorgeschet.

Voor de sluizen van het Amsterdam-Rijnkanaal werd aangenomen, dat deze lengte te klein zou zijn, aangezien te verwachten zou zijn, dat 's ochtends kort achter elkaar een aantal sleepen uit Amsterdam zouden vertrekken en dus ongeveer tegelijk in Wijk bij Duurstede zouden aankomen. De lengte van de kolk werd hier dan ook grooter genomen en wel 360 m. Er schijnt reden om deze lengte ook voor de sluizen der Rijnkanalisatie aan te houden. De gezamenlijke vaartuigen van ééne schutting uit het kanaal zouden dan geen extra oponthoud vinden bij de sluizen van den Nederrijn.

Nog een andere reden om de grootere lengte aan te houden is te vinden in de omstandigheid, dat de mogelijkheid niet is uitgesloten, dat een veel grooter deel dan 3% van de vaart Rotterdam-Duitschland van den gestuwden Nederrijn zal gebruik maken.

Hieronder volgen tenslotte nog enkele gegevens betreffende de 3 sluizen.

BOVENSLUIS: drempelhoogte van beneden- en midden-sluishoofd: 2.50 m + N.A.P., waardoor 0.60 m speling zou bestaan onder het grootste schip, dat den Nederrijn bij het laagste stuwpeil eventueel zou kunnen bevaren. Drempelhoogte bovensluishoofd: $\pm 3.25 \text{ m} + \text{N.A.P.}$ Vulling van de sluis onder de bovensluisdeuren-

vensluisdeuren zou misschien mogelijk zijn, ook voor het geval puntdeuren zouden worden toegepast. Zou evenwel de middensluis niet dezelfde afmetingen bezitten, dan zou het misschien uit een oogpunt van beperking van het aantal reservedeuren beter zijn om de drempel van het bovenhoofd even hoog te leggen als die van midden- en benedenhoofd.

Voor de maximum gestuwde en ongestuwde stand moge worden verwezen naar de voorgaande paragraaf. Hieruit blijkt, dat het verschil in beide standen 2.70 m zou bedragen en dat het dus wel de kosten zou loonen om de sluis niet hoogwatervrij op te trekken maar bijvoorbeeld slechts tot een hoogte van ruim 9.50 m + N.A.P. Indien in dat geval puntdeuren zouden worden toegepast, zouden de motoren voor de bewegingswerktuigen hiervan niet hoogwatervrij liggen en van een duikerklok moeten worden voorzien. Mogelijk is ook om deze motoren hoger te plaatsen. Deze verhoogingen zouden dan zeer robust dienen te worden uitgevoerd in verband met eventuele beschadiging bij ijsgang. Zou evenwel uit een globale kostenberek-ening blijken, dat het verschil in prijs met een hoogwatervrije sluis niet groot zou zijn, dan zou zijn aan te bevelen de sluis hoogwatervrij op te trekken.

Zooals reeds werd vermeld, kan de keuze van het type sluisdeur eenigszins worden beïnvloed door het type stuw, dat zou worden gekozen. Dit laatste zal dus eerst zijn te bepalen.

MIDDENSLUIS. Hiervoor gelden dezelfde overwegingen als voor de bovensluis. De hoogte van beneden- en middendrempel zou voor deze sluis 0.75 m - N.A.P. bedragen en voor de bovendrempel \pm N.A.P. De bovenkant van de sluis zou op \pm 6.50 m + N.A.P. moeten komen, zoodat dus de deuren van midden- en bovensluis dezelfde afmetingen zouden kunnen verkrijgen en dus de bovenhoofden van deze sluizen niet dezelfde afmetingen zouden behoeven te hebben als de midden- en benedendeuren. Ook voor deze

sluis bedraagt het verschil in maximum gestuwden en ongestuwden waterstand meer dan 2 m, zoodat het een besparing zou kunnen geven deze sluis niet hoogwatervrij op te trekken.

BENEDENSLUIS. Het type deuren van deze sluis is bepaald, doordat de stuw in elk geval heftorens zou verkrijgen en bij stormvloed tegenstroom is te verwachten. Uit aesthetisch overwegingen zouden boven- en benedenhoofd bij voorkeur met puntdeuren zijn te voorzien, terwijl voor het middenhoofd, teneinde bij stormvloed terugstroom door de sluis te verhinderen een hefdeur, die tweezijdig water zou kunnen keeren, in het bijzonder in aanmerking zou komen. De druk bij tegenstroom zou echter zeer klein zijn, maximaal misschien 5 cm waterdruk. Daarom zou ook nog kunnen worden overwogen om alle drie de hoofden van puntdeuren te voorzien en eventuele druk van de benedenzijde door de duwpers te doen opnemen.

Daar het verschil in maximum gestuwden en ongestuwden waterstand bij deze sluis slechts ongeveer 1 meter zou bedragen komt hier practisch alleen in aanmerking de sluis hoogwatervrij op te trekken. Aangezien verder de deuren van deze benedensluis belangrijk hooger zouden worden (ook indien zij niet hoogwatervrij zouden worden opgetrokken) dan die van de overige sluis, zou het aanbeveling verdienen om de deuren van beneden- en bovenhoofd gelijk te maken. De drempel van alle drie de hoofden zou dan op een hoogte komen van 4.50 m - N.A.P. De sluiskolk zou moeten worden opgetrokken tot een hoogte van omstreeks 6.00 m + N.A.P. De hoogte van de onderkant van de hefdeur zou in geopenden stand tenminste 9.10 m boven den maximum gestuwden stand moeten liggen. De onderkant van de hefdeur zal aldus op 13.70 m + N.A.P. komen te liggen.

Zooals reeds werd vermeld, zou de capaciteit van een sluis van 260 x 18 m onder normale omstandigheden omstreeks 6 millioen ton bedragen voor de

opvaart indien tenminste de capaciteit van de afvaart belangrijk lager zou zijn. Zou de capaciteit moeten worden verhoogd, dan zou dit mogelijk zijn door per dag langer te schutten, door betere aflading van de sluiskolk en door sneller schutten der schepen (in- en uittrekken der schepen met behulp van tractoren). Geschat wordt dat de capaciteit hierdoor nog met maximaal 75 à 100% zou kunnen worden verhoogd. Zou ook dit in de toekomst niet voldoende zijn dan zouden de sluizen dienen te worden verdubbeld. Bij de bepaling van de situatie der sluizen ware daarom op deze mogelijkheid te rekenen.

Indien het percentage van de vaart Rotterdam-Duitschland over den gestuwden Nederrijn tot 30% mocht oplopen, dan zou een sluis van 260 m niet voldoende capaciteit hebben eene van 360 m wèl. Een voordeel van deze grootere lengte is wel, dat men minder gauw genoopt zou worden tot den bouw van tweede sluizen.

=====

§ 7. CONCLUSIES.

Uit § 5 van deze nota is gebleken, dat voor geen van de drie stuwen direct kan worden gezegd welk type stuw voor uitvoering in aanmerking komt. Dit vindt voor een deel zijn oorzaak in het feit, dat voor de boven- en middenstuw niet bekend is of deze gecombineerd zouden moeten worden met een verkeersbrug; voor een ander deel is dit te wijten aan de onzekerheid of bepaalde gewenschte typen constructief wel uitvoerbaar zouden zijn. In genoemde § 5 werden de volgende typen voor een nader onderzoek aanbevolen:

BOVENSTUW.

1. Een opening van omstreeks 100m, dienend voor scheepvaart en waterafvoer, af te sluiten met Poiréejukken.
2. Twee openingen, een van 45 m en een van 65 m, voor scheepvaart en waterafvoer, af te sluiten door walsen.
3. Eén opening van tenminste 85 m, doch liefst 100 m of twee openingen van respectievelijk 45 m en 65 m, af te sluiten door groote elementen, die gedurende de geheele gestuwde periode tegen den onderaanslag rusten.

Bij alle drie de oplossingen ware onderafvoer te bezigen.

MIDDENSTUW.

Oplossingen 1 en 3 als voor de bovenstuw, echter met bovenafvoer.

BENEDENSTUW.

A. Toepassing van walsen.

1. Drie openingen, voor scheepvaart en waterafvoer, elk 45 m, af te sluiten door walsen.
2. Twee scheepvaartopeningen, één wijd 50 m en één wijd 65 m, af te sluiten door walsen, tevens voor waterafvoer en een kleine opening voor fijnregeling van den afvoer, wijd 18 m, af te sluiten door een tweedeelige achuif.

B. Toepassing van afsluitingen met onderaanslag,
voor stuwen met één, twee of drie openingen.

Aangezien het benedenstuwcomplex het eerst voor uitvoering in aanmerking zou komen, zou kunnen worden begonnen met het ontwerp voor deze stuw.

In § 6 wordt voor de drie sluizen van de Rijnkanalisatie aanbevolen een type, waarbij de sluis geheel los staat van de stuw, de breedte van kolk en hoofden gelijk is, de kolk met verticale wanden wordt ontworpen en voorzien wordt van een tusschenhoofd. Als hoofdafmetingen wordt voor de drie sluizen aanbevolen een breedte van 18 m bij een lengte van 260 m of wel van 360 m. Voor boven- en middensluis zal het type van de deuren pas kunnen worden bepaald, als het type stuw is vastgesteld; voor de benedensluis wordt aanbevolen om beneden- en bovenhoofd te voorzien met puntdeuren, het middenhoofd met een hefdeur. Aanbevolen wordt om deze sluis hoogwatervrij op te trekken. Voor de beide overige sluizen zou dit niet noodzakelijk zijn; bij gering verschil in kosten zou dit echter wel gewenscht zijn.

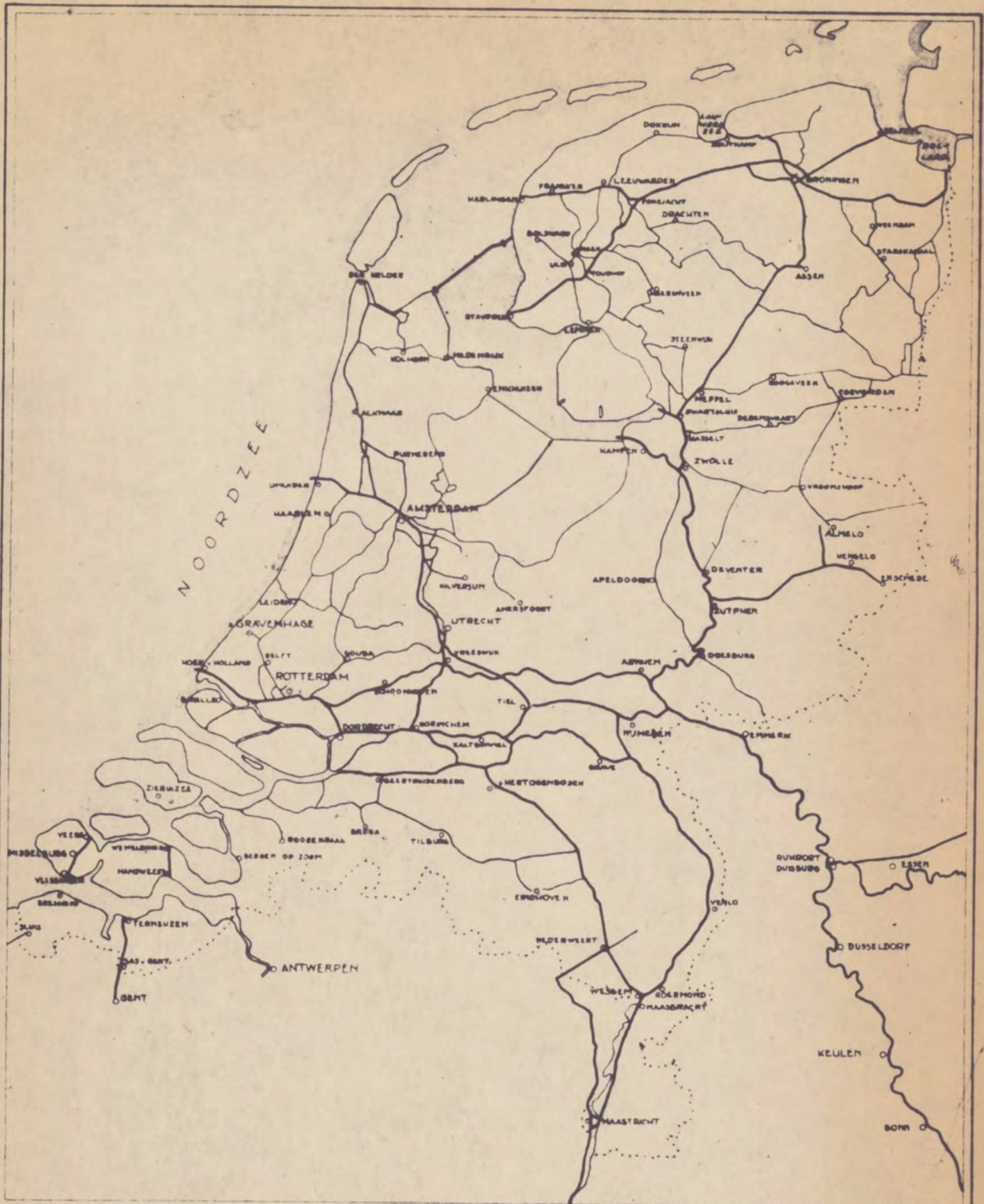
=====

Arnhem, Mei 1943.

de Ingenieur voor den Studiedienst,

W.g. Ir.L. van Bendegom

.T.-



RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE BOVENRIVIEREN

RIJNKANALISATIE

OVERZICHT VAN DE SCHEEPVAARTWEGEN
IN NEDERLAND

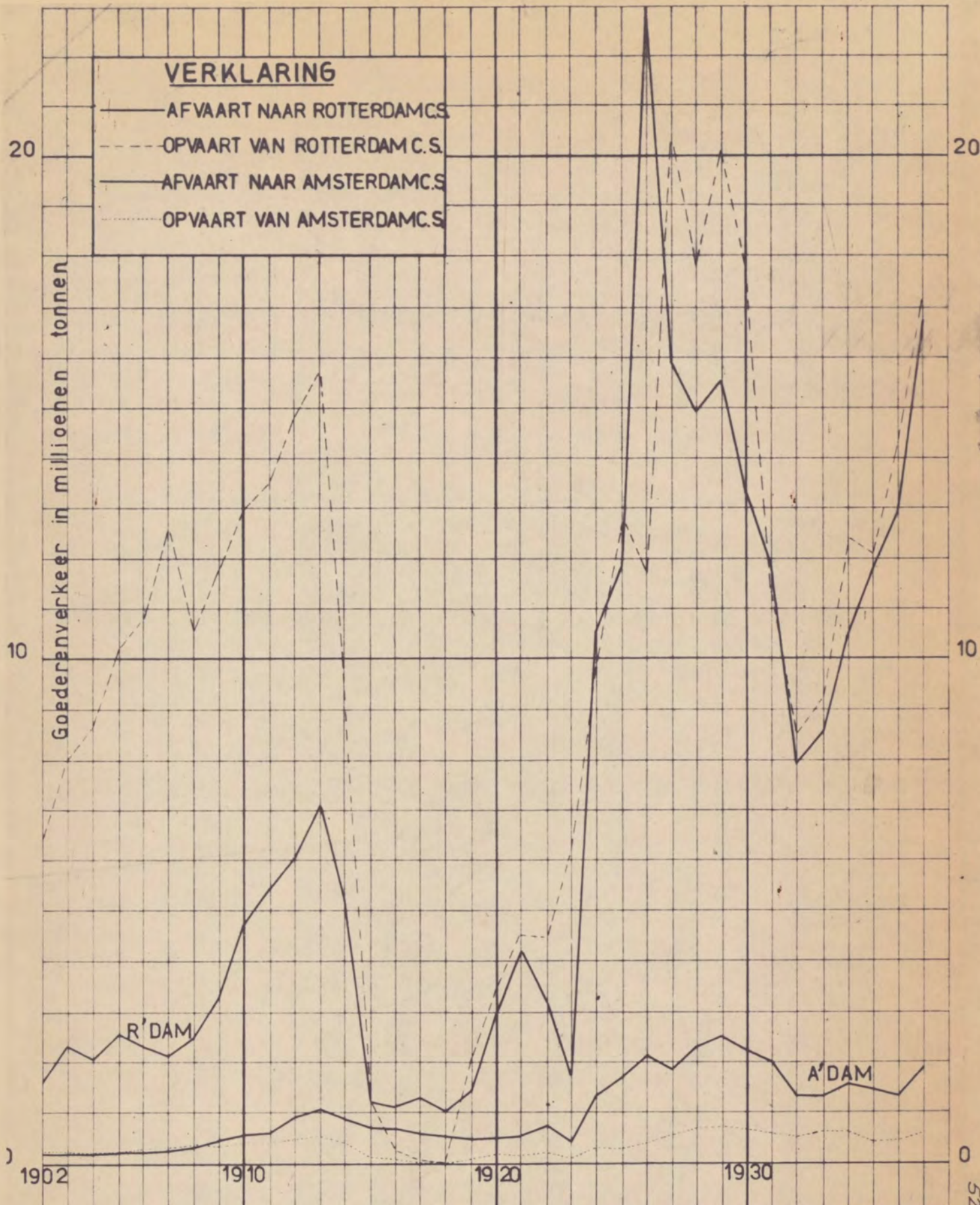
SCHAAL 1:1500000

Behoort bij Nota
d.d. Mei 1943

BIJLAGE 1

52.553

S 443 C1



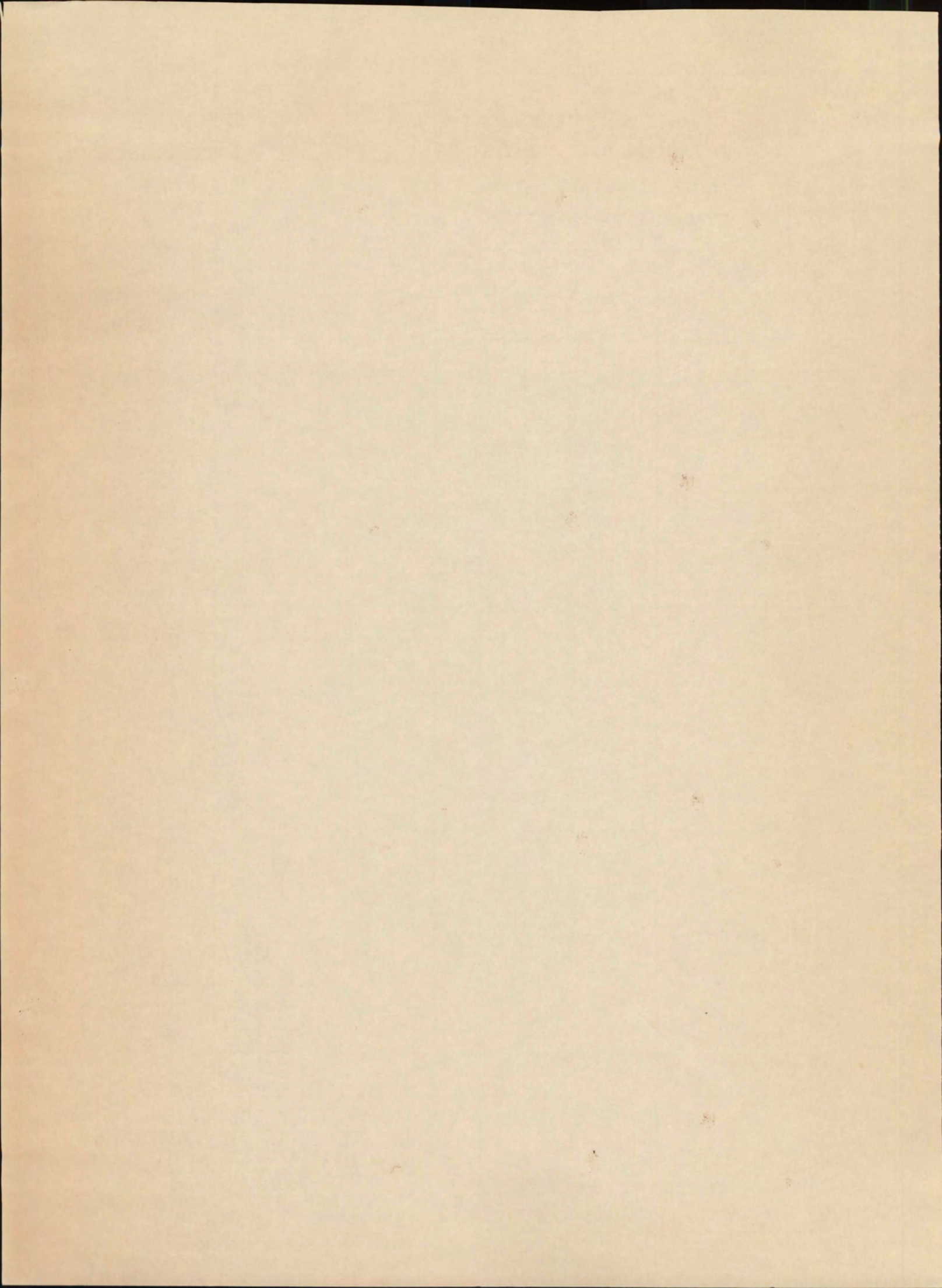
RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE BOVENRIVIEREN

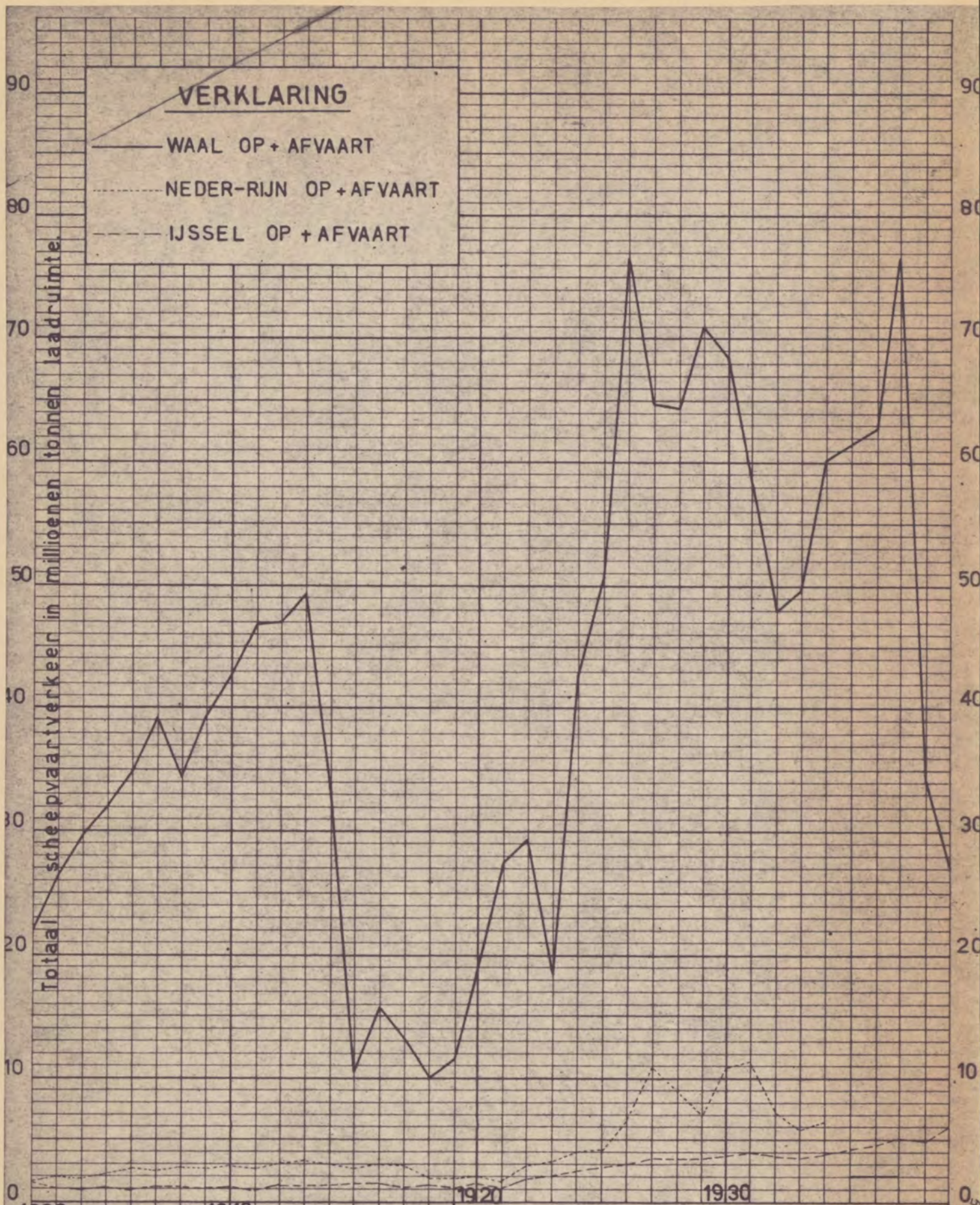
RIJNKANALISATIE

SCHEEPVAART
GOEDERENVERKEER VAN AMSTERDAM EN
ROTTERDAM MET DUITSCHLAND

Schaal: $V 1 \text{ cm} = 1.10^6 \text{ t}$ Behoort bij Nota **BIJLAGE 4**
 $H 1 \text{ cm} = 2 \text{ j}$ d.d. Mei 1943.

0 52.356 S 442 C.11





RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE BOVENRIVIEREN

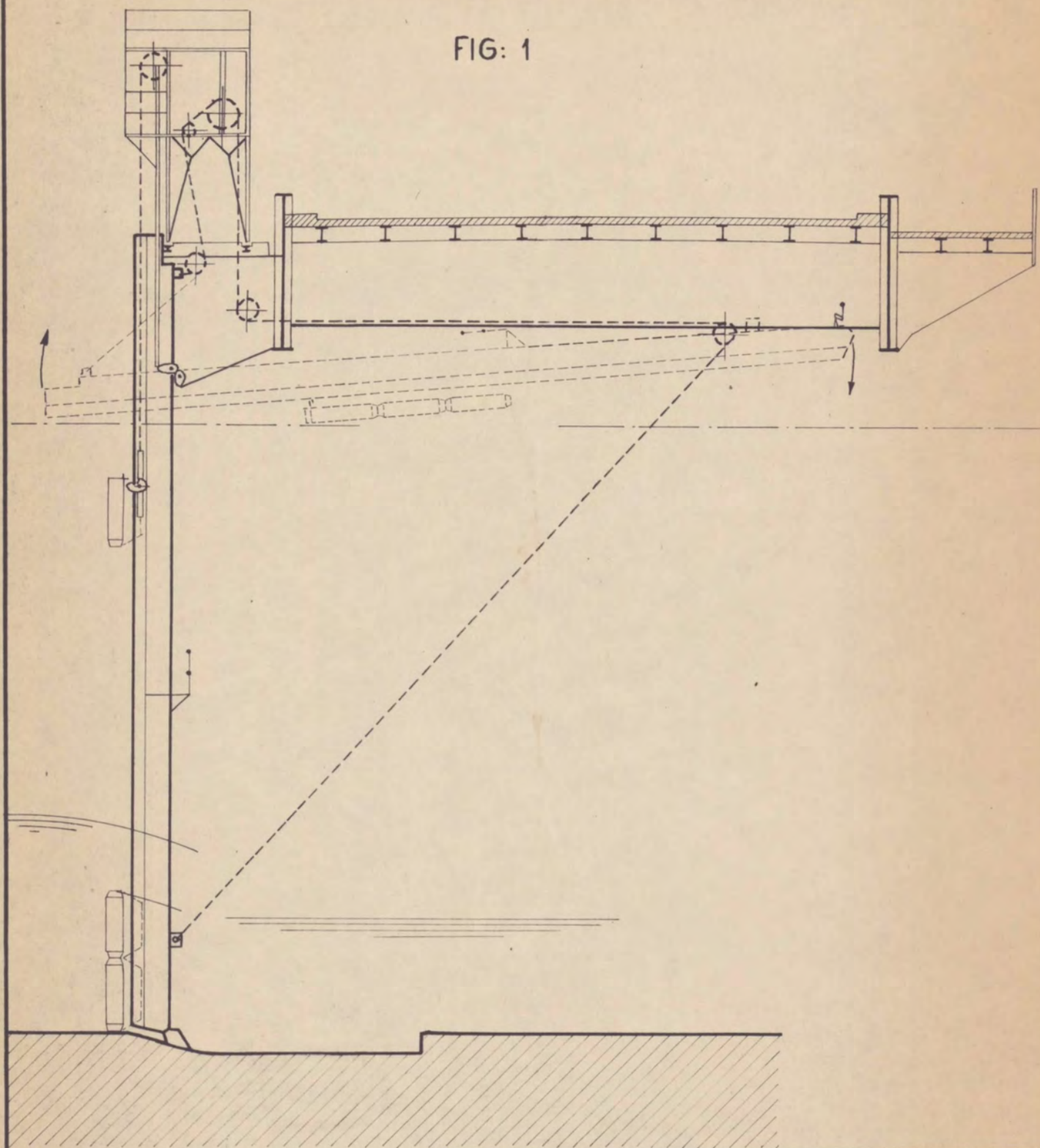
RIJNKANALISATIE

SCHEEPVAART
SCHEEPVAARTVERKEER OP DE WAAL
DEN NEDER-RIJN EN DEN IJSSEL

Schaal: $V 1 \text{ cm} = 4 \cdot 10^6 \text{ t}$ Behoort bij Nota
 $H 1 \text{ cm} = 2 \text{ j.}$ d.d. Mei 1943.

0 52.55/5 442. 210 R.K. C.10

FIG: 1



RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE BOVENRIVIEREN

RIJNKANALISATIE

STUWTYPE

Behoort bij Nota
d.d. Mei 1943.

BIJLAGE 6

FIG: 2

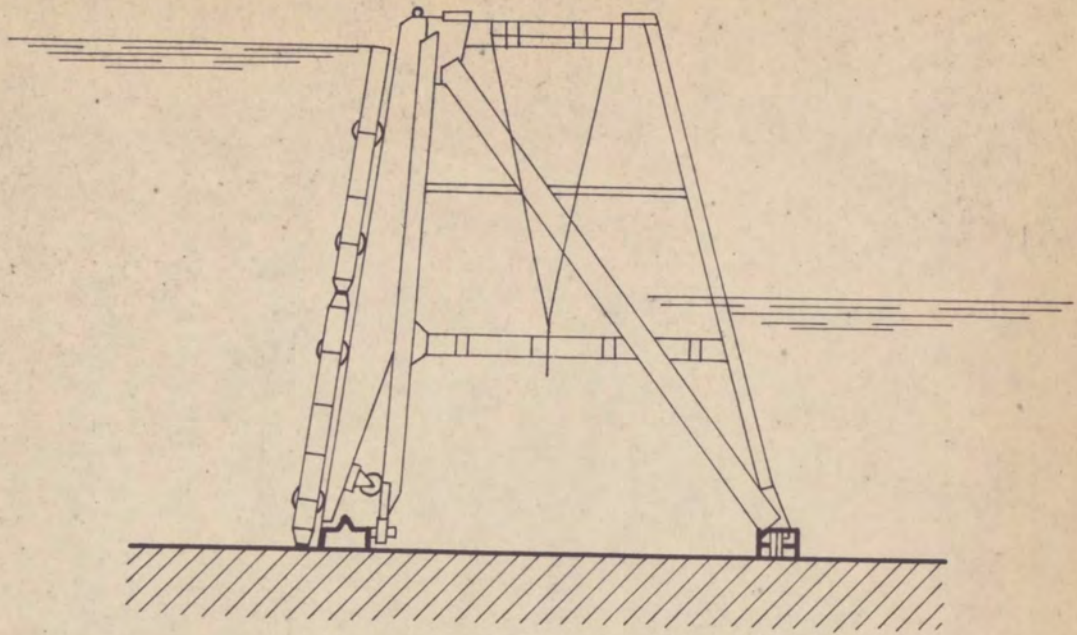
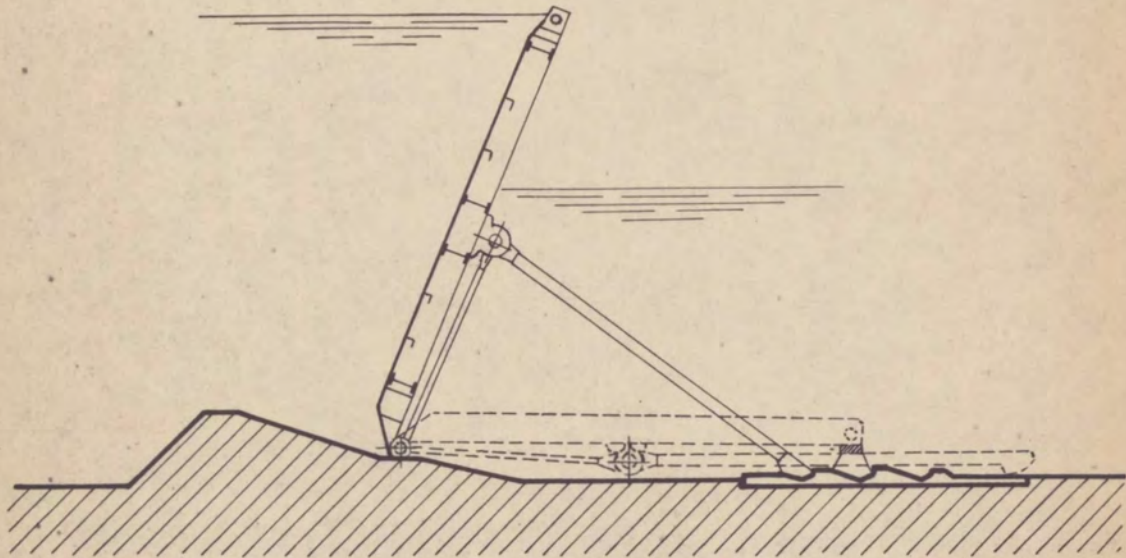


FIG: 3



PIJKSWATERSTAAT DIRECTIE BOVENRIVIEREN

RIJNKANALISATIE

STUWTYPEN

Behoort bij Nota
d.d. Mei 1943

BIJLAGE 7

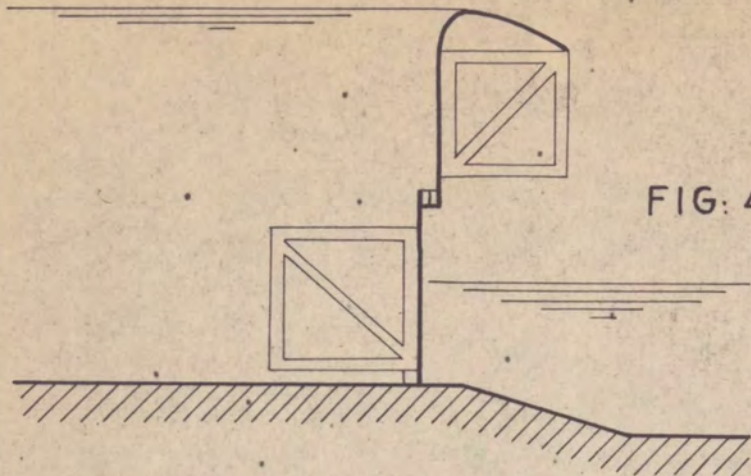


FIG: 4

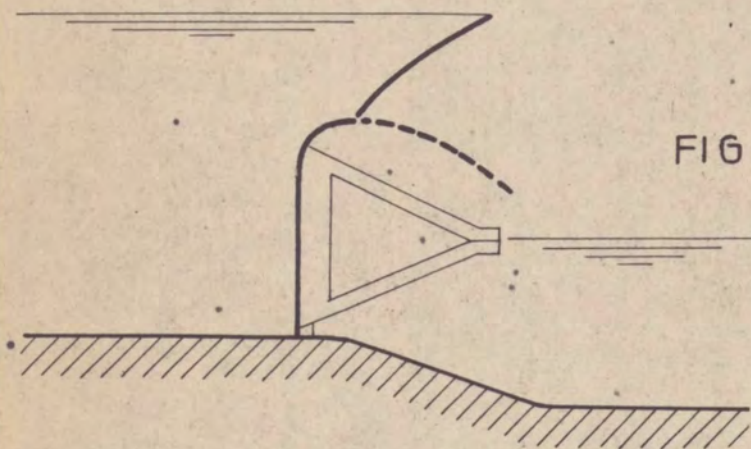


FIG: 5

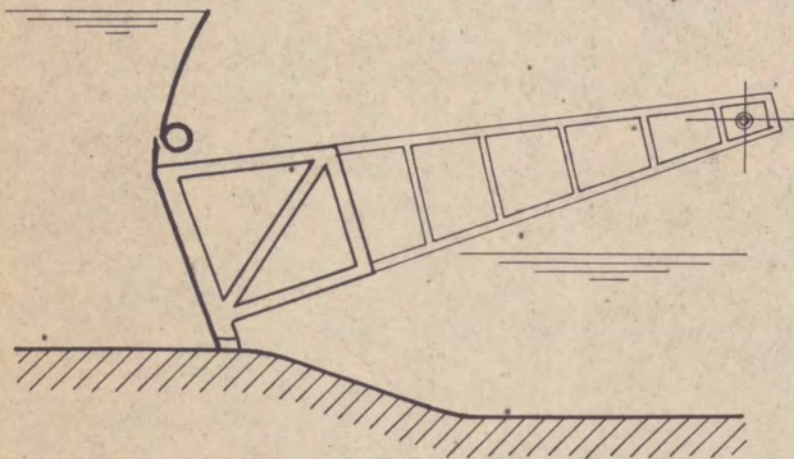


FIG: 6

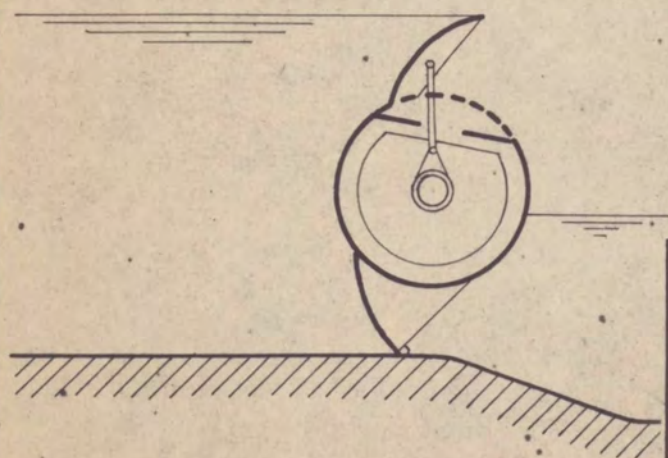


FIG: 7

RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE BOVENRIVIEREN

RIJNKANALISATIE

STUWTYPEN

Behoort bij Nota
d.d. Mei 1943.

BIJLAGE 8