

RAPPORTEN EN MEDEDEELINGEN VAN DEN RIJKSWATERSTAAT.

Nº. 12.

INHOUD:

I. KORT VERSLAG VAN EEN BEZOEK IN 1916 GEBRACHT
AAN HET PANAMA-KANAAL EN AAN VERSCHILLENDE
SLUIS- EN KANAALWERKEN IN NOORD-AMERIKA, DOOR
DEN INGENIEUR VAN DEN RIJKSWATERSTAAT

JHR. C. E. W. VAN PANHUYS.

II. EENIGE AANTEKENINGEN VAN DEN INGENIEUR VAN
DEN RIJKSWATERSTAAT F. L. SCHLINGEMANN, NAAR AAN-
LEIDING VAN EEN IN 1916 GEMAAKTE REIS NAAR NOORD-
AMERIKA TER BEZICHTIGING VAN WERKEN OP WATER-
BOUWKUNDIG GEBIED.

III. EENIGE AANTEKENINGEN VAN DEN INGENIEUR VAN
DEN RIJKSWATERSTAAT G. J. VANDEN BROEK, NAAR AAN-
LEIDING VAN EEN IN 1916 GEMAAKTE REIS NAAR NOORD-
AMERIKA TER BEZICHTIGING VAN WERKEN OP WATER-
BOUWKUNDIG GEBIED.

UITGEGEVEN DOOR HET MINISTERIE
VAN WATERSTAAT.



I.

KORT VERSLAG VAN EEN BEZOEK IN 1916 GE- BRACHT AAN HET PANAMA-KANAAL EN AAN VERSCHILLENDE SLUIS- EN KANAALWERKEN IN NOORD-AMERIKA, DOOR DEN INGENIEUR VAN DEN RIJKSWATERSTAAT JHR. C. E. W. VAN PANHUYS.

In verband met de aanhangige plannen voor den bouw van een sluis te IJmuiden was reeds in 1914 door den toenmaligen Hoofdingenieur-Directeur van den Rijkswaterstaat in de 9de directie H. WORTMAN de wenschelijkheid uitgesproken om een bezoek te doen brengen aan het Panama-kanaal, teneinde de vele belangrijke constructiën, bij dat kanaal in toepassing gebracht, te kunnen doen bestudeeren.

De tijdsomstandigheden, die belangrijke vertraging brachten in de behandeling van het wetsontwerp voor den genoemden sluisbouw, waren oorzaak, dat deze reis eerst in 1916 door ondergeteekende kon worden ondernomen.

Een door de ingenieurs van den Rijkswaterstaat F. L. SCHLINGEMANN en G. J. VAN DEN BROEK, in verband met de ontworpen werken voor de Maaskanalisisatie en den aanleg van het kanaal Wessem—Nederweert, voorgenomen bezichtiging van eenige sluis- en kanaalwerken in Noord-Amerika kwam tegelijkertijd tot uitvoering.

Daar verschillende van de op deze reis te bezoeken werken mede voor het IJmuider-sluisontwerp van belang waren, lag het voor de hand beide reizen ten deele gezamenlijk te maken.

Ondergeteekende heeft in het onderstaande eenige indrukken en algemeene beschouwingen over de door hem bezochte werken in het kort weergegeven, terwijl zijne beide reisgenooten daaraan eveneens in beknopten vorm hunne opmerkingen, vooral met het oog op het doel hunner reis, hebben toegevoegd.

Reisplan. De meest geschikte tijdsindeeling bleek te worden verkregen door aan te vangen met eene gemeenschappelijke rondreis door Noord-Amerika, welke ook nog tot enkele werken in Canada werd uitgestrekt, waarna mijne reisgenooten zich naar elders begaven en ik naar Panama reisde.

De terugreis vandaar werd weder over Noord-Amerika genomen, teneinde nog enkele werken te bezoeken en omtrent het Panama-kanaal nog inlichtingen te kunnen inwinnen en boeken en kaarten te verzamelen.

Ten einde in verband met de bijzondere tijdsomstandigheden in alle opzichten goed voorbereid te zijn, was het meer dan anders noodig zoo volledig mogelijk van introducties te zijn voorzien. Behalve de langs ambtelijken weg verkregen aanbeveling waren in dit opzicht van veel nut eenige introductiebrieven van den Raad van Bestuur van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs en van den Handelsattaché van het Amerikaansch Gezantschap te 's Gravenhage.

De Nederlandsche Gezant te Washington, RIDDER VAN RAPPARD, en de waarnemend secretaris van het gezantschap, Jhr. Mr. TJARDA VAN STARKENBORCH, verschaften ons in alle opzichten hulp en inlichtingen, hetgeen hier met erkentelijkheid wordt vermeld. Daarenvens moge worden herinnerd aan de medewerking van den chef van het inkoopbureau van het Departement van Koloniën te New-York den ingenieur ANKERSMIT, van den consul-generaal der Nederlanden, den Heer SPÄKLER, en diens tijdelijken vervanger, den vice-consul STEYN PARVÉ, en van de Nederlandsche consuls te Colon en Panama.

Het was niet goed mogelijk vóór onze aankomst in Noord-Amerika een zelfs ook maar globaal reisplan op te maken; dit moest afhankelijk worden gesteld van de inlichtingen en gegevens die wij daar zouden ontvangen.

Op het voorloopig reisprogramma stonden aanvankelijk alleen de werken van het New-York State Barge-kanaal, de kanalisatie van de Ohio en zijrivieren, terwijl was gedacht aan de mogelijkheid van een bezoek aan de sluis in de Mississippi te Keokuk en de Amerikaansche sluizen in den scheepvaartweg der groote meren te Sault Ste Marie.

Dit reisplan werd later bovendien nog uitgestrekt tot de Canaadesche sluis te Sault Ste Marie en de sluizen in het Welland-kanaal, terwijl ten slotte ook het Chicago Drainage-kanaal werd bezocht.

Bij een gemeenschappelijk bezoek bij het hoofd van het Corps of Engineers, United States Army te Washington, den «Chief of Engineers», werd een rondschrjven aan eenige onder Z.H.E.G. ressorteerende ingenieurs ontvangen, hetwelk eene in algemeene termen gestelde aanbeveling bevatte, die door ieder onzer, zoo gewenscht, ook afzonderlijk en bij andere niet speciaal in den brief genoemde ingenieurs kon worden gebezigd, waartoe ons eene volledige adreslijst werd medegegeven van de onder het Departement van Oorlog behoorende ingenieurs. (Genie-officieren).

De werken, waarvan een bezoek aldus bijzonder werd aanbevolen, waren als volgt samen te vatten :

1. Sluiswerken in verband staande met het New-York State Barge-kanaal, (sluizen te Troy en te Black Rock).
2. Kanalisatie van de Ohio en verschillende zijrivieren.
3. Sluis- en electriciteitswerk te Keokuk.
4. Sluizen te Sault Ste Marie.
5. Kanalisatie van de Black Warrior-rivier in den staat Alabama.
6. Sluis te Seattle (Lake Washington-kanaal) in den staat Washington en sluiswerken langs de Columbia-rivier.

De werken 1—4 vielen grootendeels samen met hetgeen in ons voorloopig programma was opgenomen.

Het werk sub 5 dat dicht bij de golf van Mexico en het werk sub 6 dat aan den Stillen Oceaan was gelegen, vielen ver buiten de grenzen van het aanvankelijk opgemaakte reisplan.

Door verdeeling van arbeid konden ten slotte nagenoeg alle aanbevolen werken worden bezocht.

De reis werd als volgt ingedeeld over verschillende punten van oponthoud :

New-York en Washington. Verkrijgen van inlichtingen, brengen van officieele bezoeken en vragen van aanbevelingen.

Albany. Sluis in de Hudson te Troy en eerste gedeelte van het Erie-kanaal.

Syracuse. Middengedeelte van het Erie-kanaal en zijtakken.

Buffalo. Havenwerken aan het einde van het Erie-kanaal en sluis in de Niagara-rivier te Black Rock.

Pittsburgh, Wheeling en Cincinnati. Werken in de rivieren Monongahela en Ohio.

Chicago. Werken van het Chicago Drainage-kanaal en beweegbare bruggen.

Keokuk. Sluis- en electriciteitswerk in de Mississipi.

Sault Ste Marie, (Vereenigde Staten). Sluiswerken en stuwwerken in exploitatie en in aanbouw.

Sault Ste Marie. (Canada). Sluis in exploitatie.

Niagara-Falls. (Canada). Werken van het Welland-kanaal.

Intusschen was bij het bezoek aan Pittsburgh, Wheeling en Cincinnati de stand van de rivier de Ohio te hoog om de sluiswerken te zien, terwijl een latere poging om deze werken te bezichtigen eveneens mislukte door een ongewoon hoogen waterstand, zoodat althans van een *gemeenschappelijk* bezoek aan deze belangrijke werken niets kon komen.

Een *gemeenschappelijk* bezoek aan de sluis te Seattle en de sluizen aan de Columbia-rivier zou betrekkelijk veel tijd hebben gekost en bleef eveneens achterwege, ten einde, wat mij betrof, meer tijd te kunnen besteden voor het bezoek aan het Panama-kanaal.

Op reis naar Panama werden daarentegen de mede vrij afgelegen werken van de Black Warrior-rivier bezocht en ofschoon dit bezoek ook door hoogen waterstand werd belemmerd, konden toch zeer volledige inlichtingen en teekeningen worden verkregen.

De gemeenschappelijke reisroute gaf verder gelegenheid een bezoek te brengen aan de volgende fabrieken:

General Electric Company te Schenectady;

Lackawanna Steel Company te Buffalo;

American Bridge Company by Pittsburgh.

Bovendien werden enkele beweegbare bruggen bezocht en hadden besprekingen plaats met eenige firma's, die zich bijzonder op het ontwerpen of den bouw daarvan toeleggen. Ook hadden wij, door particuliere aanbeveling, een bespreking met eene aannemersfirma te New-York, die onder meer bij den bouw van het Chicago Drainage-kanaal, de sluis te Black Rock en de sluizen te Sault Ste Marie betrokken was geweest en ons omtrent de bijzondere Amerikaansche werkmethoden inlichtingen gaf.

Het gemeenschappelijk vertrek uit Nederland had plaats op 7 Mei 1916, de aankomst te New-York op 24 Mei, waarna de gemeenschappelijke reis door de Vereenigde Staten en Canada aanving, welke 8 Juli werd beeindigd.

De reis naar Panama ving aan 9 Juli en eindigde 14 Augustus; het vertrek van New-York naar Nederland had plaats op 25 Augustus, de terugkomst in Nederland den 12en September.

Het is wellicht van belang te vermelden, ten einde eenig begrip te vormen van de te bereizen afstanden, dat voor het bezoeken der verschillende werken in de Vereenigde Staten en Canada, ongerekend de afstanden te water, ongeveer 7200 Engelsche mijlen ($\pm$ 13000 K.M.) per spoor moesten worden afgelegd, ofschoon toch maar een betrekkelijk klein deel van Noord-Amerika is bereisd, waaruit blijkt, dat het reisprogramma, waarvoor aanvankelijk ruimschoots tijd beschikbaar scheen, inderdaad zeer nauw aaneensloot en weinig gelegenheid liet voor onvoorziene wijzigingen.

Zulke wijzigingen werden, behalve door hooge rivierstanden en dergelijke omstandigheden, onder meer ook veroorzaakt door Amerikaansche en Canadeesche feestdagen, welke van de onze verschillen en aanleiding gaven tot oponthoud in de werkzaamheden, daar niet alleen op die dagen, maar ook op de onmiddellijk daaraan voorafgaande en daaropvolgende dagen, als regel bezoeken op bureelen of werken minder gewenscht bleken.

Bezochte werken. De werken van het Panama-kanaal als afzonderlijke rubriek beschouwende, kunnen de werken, waarover gegevens werden verkregen, ingedeeld worden als volgt:

a. Sluiswerken in scheepvaartkanalen.

Welland-kanaal.

New-York State Barge-kanaal.

Chicago Drainage-kanaal.

b. Sluiswerken in rivieren.

Amerikaansche en Canadeesche sluizen te Sault Ste Marie.

Sluis te Black Rock Harbor bij Buffalo, in de Niagara-rivier.

Sluis te Troy in de Hudson.

Sluis te Keokuk in de Mississipi.

Sluizen in de Ohio.

Sluizen in de Monongahela.
Sluizen in de Black Warrior-rivier.
Sluis in de Charles-rivier te Boston.

c. Haven- en dokwerken.

Buffalo.

Boston.

d. Beweegbare bruggen.

Chicago.

Sault Ste Marie.

e. Fabrieken.

General Electric Company te Schenectady.

Lackawanna Steel Company te Buffalo.

American Bridge Company te Ambridge bij Pittsburgh.

Algemeene be- Eene beknopte samenvatting van de meest belang-
schouwing. rijke punten in de reis moge hier volgen.

Zooals reeds medegedeeld, werd in de eerste plaats een bezoek gebracht aan den «Chief of Engineers,» het hoofd van de waterstaatswerken onder het Departement van Oorlog

Evenals hier te lande worden lang niet alle waterstaatswerken van Rijkswegen gemaakt en beheerd, en wordt in deze ook veel aan de afzonderlijke Staten, die in de Vereenigde Staten veel meer macht hebben dan onze provinciën, overgelaten. In sommige gevallen zijn waterstaatswerken ook in beheer bij gemeenten.

Het Departement van Oorlog heeft onder zich het «Corps of Engineers», dat, behalve met de militaire werken, belast is met rivierverbeteringen en kanalisatiewerken, sluizen daaronder begrepen. De wetgeving in de Vereenigde Staten veroorlooft aan de Rijksregeering (Federal Government), wat de eigenlijke waterstaatswerken betreft, niet veel meer dan de bemoeienis met rivieren, doch het begrip «rivier» wordt ruim opgevat, zoodat daaronder ook de haventoe-gangen, die meestal tevens riviermonden zijn, worden begrepen.

Zoo laat zich verklaren, dat het zeer belangrijke stelsel van kanalen, waarvan het Erie-kanaal de hoofdader is en waarop geenerlei tol wordt geheven, geheel in beheer is bij een enkelen Staat, nl. den Staat New-York, hoewel het toch naar onze begrippen eerder een

Rijkskanaal zou moeten zijn, omdat het van overwegend belang is voor een aantal omliggende Staten; zoo is het Chicago Drainagekanaal, dat door den ruimen aanleg een deel van een zeer belangrijke scheepvaartweg had kunnen uitmaken, niet meer dan een afwateringskanaal ten behoeve der stad Chicago en voor de scheepvaart van geen beteekenis, daar het in ééne richting met zeer gebrekkige waterwegen van klein profiel in verbinding staat, waarover Chicago, dat het beheer over dit kanaal voert, geen invloed kan of wil uitoefenen.

Het Departement van Oorlog beheert niet alle Rijkswerken, die naar Nederlandsche opvatting tot de eigenlijke waterstaatswerken zouden mogen worden gerekend. De zoogenaamde «Reclamation Works», waaronder begrepen zijn de ter bevordering van de bodemcultuur dienende dalafsluitingen en daarmede samenhangende rivierverbeteringen en bevoelingsen, staan niet onder dat Departement.

De havenwerken en dokken voor de Amerikaansche zeemacht worden gebouwd en beheerd door het Departement van Marine, dat daartoe een uitgebreid corps civiel-ingenieurs in dienst heeft.

De beschikbare tijd zou niet hebben toegelaten ook eenige van de beide laatstgenoemde groepen van werken, hoe belangrijk deze ook waren, in het reisplan op te nemen.

De reis werd derhalve, wat de bezoeken aan Rijkswerken betreft, uitsluitend bepaald tot die, welke onder het Departement van Oorlog behooren.

Deze Rijkssluiswerken waren nagenoeg allen riviersluizen, al of niet gecombineerd met stuwwerken, waarbij derhalve inrichtingen tot het besparen van water, als regel niet noodig zijn. Dit levert een typeerend verschil met vele Europeesche voorbeelden van moderne sluiswerken voor de binnenscheepvaart; de bepaling van de sluisafmetingen staat dan ook in den regel niet met de voedingskwestie in verband. Soms zijn de sluisen abnormaal lang, dan weer abnormaal breed; zij kunnen zich dus over het geheel aan alle wenschen der scheepvaart aanpassen.

Meermalen levert het aanwezige verval bij overvloedigen watertoevoer ook de kracht voor de beweging, zoodat men veel eerder dan bij ons te lande tot mechanische beweegkracht overgaat.

Bij het Panama-kanaal is het voedingsvraagstuk wel van veel belang; dit werk staat echter geheel afzonderlijk, zij het dan ook, dat

bij de constructie de invloed van de in Noord-Amerika opgedane ervaring zeer merkbaar is.

In het algemeen kenmerken zich de Amerikaansche sluizen door grooten eenvoud; daarbij treedt evenals in andere bedrijfstakken, in sterke mate op den voorgrond het streven naar besparing op den zoo duren handenarbeid, terwijl de scherpe concurrentie met de spoorwegen noodig maakt veel aandacht te wijden aan een snelle behandeling der schepen, en in het algemeen aan een zuinige en handige exploitatie, waardoor het oponthoud voor de schepen tot een minimum wordt beperkt.

De spoorwegen verkeerden in Noord-Amerika meestal in vrij wat gunstiger omstandigheden dan in Europa, door hun groot profiel van vrije ruimte en hun zwaren bovenbouw, welke het gebruik van groot materieel met zware belasting veroorlooft. Wagens laden daar tot 50 ton, soms zelfs tot 70 ton, zoodat een Amerikaansche goederentrein, die bovendien in den regel door zwaardere locomotieven wordt getrokken en aldus meer wagens medevoert, dikwijls *eenige malen* meer laadt dan een Europeesche, waardoor de verhouding tusschen spoorwegvrachten en vrachten te water geheel anders is dan in Europa. Ook weegt in Amerika het voordeel van grootere snelheid van het vervoer bij den handel zwaarder dan in Europa, terwijl bovendien de waterwegen in de Noordelijke Staten het nadeel hebben van een vrij langdurige stremming door ijs.

In het hierbijgaand overzicht, bijlage I, zijn de hoofdafmetingen van eenige sluizen aangegeven.

De grootste sluizen zijn die in den scheepvaartweg over de groote meren, welke eigenlijk als zeescheepvaart van middelbare grootte is te beschouwen en in Europa wellicht te vergelijken zou zijn met de handelsvaart op de Oostzee. Evenwel hebben de bijzondere eischen van het vervoer van groote hoeveelheden — zoogenaamde massa-goederen (erts, kolen en graan) — aanleiding gegeven tot de constructie van zeer bijzondere scheepsmodellen, zooals men die in het groote zeeverkeer nog weinig aantreft.

De diepgang der schepen is beperkt door de geringe diepte op sommige plaatsen in het Huron- en Erie-meer, alsmede in de engte, die beide meren verbindt, de St. Clair- en Detroitrivieren.

De sluizen te Sault Ste Marie, waarvan drie op Amerikaansch en een op Canadeesch gebied, alsmede een op Amerikaansch gebied in

aanbouw, dienen om de stroomversnellingen te ontgaan, die gevormd worden door de St. Mary's-rivier, welke de verbinding vormt tusschen het Bovenmeer en het Huron-meer.

Het op Canadeesch gebied in aanbouw zijnde Welland-kanaal, dat dienen moet om het bestaande kanaal van denzelfden naam geheel te vervangen, verbindt het Erie- met het Ontario-meer.

De scheepvaartweg over de groote meren, welke door het in aanleg zijnde Welland-kanaal eene ruimere verbinding verkrijgt met het Ontario-meer, zal mettertijd wel op dezelfde afmetingen worden verlengd in de richting van Montreal (Canada) en aldus met den Oceaan in verbinding worden gebracht; echter zullen nog zeer kostbare werken noodig zijn om het bovendeel van de St. Laurensrivier, die den afloop vormt van het Ontario-meer naar zee, met schepen van groote afmetingen te kunnen bevaren. Thans zijn op dat deel der rivier een aantal sluizen aanwezig met een drempeldiepte van 14 voet (4.26 M.) Kleine zeeschepen met geringe lading kunnen dien weg volgen, terwijl ook de binnenscheepvaart belangrijk is.

Getracht is eenige gegevens te verzamelen omtrent de voornemens tot verdere verruiming van dien scheepvaartweg, die voor onze reederijen den toegang naar de Amerikaansche meren zou openen, en dus voor den Nederlandschen handel van zeer veel belang kon worden, doch van de Canadeesche autoriteiten werden daarover geen afdoende inlichtingen verkregen; de groote financieele druk, welke de Europeesche oorlog ook over Canada heeft gebracht, is, naar van terzijde werd vernomen, oorzaak, dat men dergelijke groote werken tot later moet verschuiven.

Intusschen worden de sluizen van het Welland-kanaal reeds ingericht op 30 voet (9.15 M.) diepte, terwijl het eigenlijke kanaal voorloopig gegraven wordt op een diepte van 25 voet (7.62 M.), zijnde ongeveer gelijk aan de drempeldiepte van de beide nieuwe sluizen te Sault Ste Marie. De grootste diepte, waarop men in verband met den toestand der vaarwaters op de groote meren kan rekenen, bedraagt thans nog niet meer dan $\pm$ 22 voet (6.70 M.); verdere verdieping is echter niet uitgesloten.

De sluis te Black-Rock Harbor is gelegen in een parallelkanaal van de vrij ondiepe Niagara-rivier, die het water van het Erie-meer langs den Niagarawaterval naar het Ontario-meer afvoert.

Boven dezen waterval, doch beneden Buffalo, liggen aan deze

rivier een aantal fabrieken, welke voorheen afhankelijk waren van de geringe rivierdiepte, doch thans langs het parallelkanaal en de sluis ook door de schepen, die het Erie-meer bevaren, met vollen diepgang bereikt kunnen worden. Bovendien is door den bouw der sluis met bijbehorende werken aan de haven van Buffalo, waarin het Erie-kanaal zijn eindpunt vindt, een hooger peil kunnen worden gegeven, tengevolge waarvan deze sluis ook voor dat kanaal van belang is geworden. De afmetingen der sluis zijn belangrijk grooter dan die van het Erie-kanaal, daar zij verband houden met de scheepvaart over de groote meren, doch zijn eigenaardig genoeg kleiner dan die van de sluizen van het Welland-kanaal en te Sault Ste Marie.

De sluizen op de groote rivieren Mississippi en Ohio passen zich natuurlijk aan de veel kleinere vaardiepte, die op die rivieren mogelijk is aan, doch zijn overigens vrij ruim van afmetingen; de eigenaardige vorm der sleeptreinen en het speciale type van stoombooten (hekwielbooten) dat daar vaart, maken eene groote breedte (110 voet = 33.53 M.) noodig. De naar verhouding niet bijzonder groote lengte der sluizen op de Ohio (600 voet = 182.90 M.), levert voor het verkeer geen bezwaar op, daar de sluizen een groot deel van het jaar wegens den voldoende waterstand buiten gebruik kunnen worden gesteld en de doorvaart dan zonder schutten is toegestaan door de scheepvaartopening in de stuw.

De sluizen van de Monongahela- en Black Warrior-rivieren, alsmede die van het Erie-kanaalstelsel, zijn kleiner, van 45 tot 56 voet (13.70 — 17 M.) breed, doch voor binnenvaart-sluizen zijn zij altijd nog vrij ruim. Tot deze groep kan ook gerekend worden de sluis in de Charles-rivier te Boston, die een binnenhavenbassin van de stad Boston van de zee afsluit.

Hoewel men in het oog moet houden, dat de eischen aan de afmetingen der sluizen te stellen, in verband met de groote uitgestrektheid van het land en het gering onderling verband der waterwegen, geheel anders zijn dan in Europa, zoo valt het toch op, dat in Noord Amerika, waar men veel gevoelt voor eenheid van afmeting, bij de sluizen betrekkelijk nog veel verschil bestaat.

Bepaalde standaard-afmetingen zijn niet aan te wijzen, tenzij men uit een oogpunt van constructie als zoodanig wil aannemen de maximumwijdte van 110 voet voor de sluizen van Mississippi en Ohio, die toevallig met die van de sluizen van het Panama-kanaal overeenstemt

en de maximumwijdte van 80 voet van de sluizen voor de scheepvaart op de groote meren, die toevalligerwijze ook voor de zeesluis te Seattle is aangenomen, doch waarmede de aan de meren aansluitende sluis te Black Rock weer niet overeenstemt.

Ook in de lengte is weinig eenheid, de riviersluizen zijn kort in verhouding tot de meestal ruime breedte, de sluizen voor de vaart op de groote meren zijn betrekkelijk lang.

In het algemeen schijnt het vraagstuk van de sluisafmetingen in Amerika niet van zulk overwegend belang geacht te worden als b.v. hier te lande. De Amerikaansche opvattingen brengen mede, dat men er geenerlei bezwaar in ziet om, zoo het scheepvaartbedrijf blijkt te bloeien, een nieuwe sluis of stel sluizen van grootere afmetingen te bouwen. Meermalen zijn in den loop der laatste 50 à 70 jaren geleidelijk grootere sluizen gebouwd en vindt men somtijds deze verschillende sluiswerken nog nevens elkaar aanwezig.

Zoo laat het zich vermoedelijk ook verklaren, dat men voor het Panama-kanaal is gekomen tot sluisafmetingen, welke voor de naaste toekomst wel voldoende zijn, doch voor een verdere toekomst, ook naar de meening van Amerikaansche ingenieurs, niet.

Wel is waar was men daar aan beperkte afmetingen gebonden door de moeilijkheid, en vooral de onzekerheid, welke de voeding van het bovenpand zou kunnen opleveren, doch een onoverkomelijk beletsel voor grootere sluisafmetingen behoefde dit toch niet op te leveren.

Eerder is denkbaar, dat men na reeds herhaaldelijk en zeer geleidelijk de afmetingen te hebben vergroot, met het nu aangenomen cijfer van 1000 voet lengte bij 110 voet breedte (304.80 M. bij 33.53 M.) bij het begin van den aanleg in 1907 wel meende te kunnen volstaan.

In 1906 waren de in aanbouw zijnde grootste schepen ter wereld lang 800 voet en breed 88 voet met een maximum-diepgang van 38 voet, terwijl het grootste toen in de vaart zijnde schip, de »Baltic», afmetingen van $726 \times 75 \times 37$ voet had.

Het project van de Isthmian Canal Commission van 1899—1901 rekende nog met sluizen van 740 voet lengte bij 84 voet breedte en 35 voet drempeldiepte ($225.50 \times 25.60 \times 10.66$ M.).

Het sluizenproject van de minderheid der Internationale Commissie van 1906, dat door de Amerikaansche regeering werd aanvaard, rekende met sluizen van 900 voet lengte bij 95 voet breedte en

40 voet drempeldiepte ($274 \times 28.95 \times 13.20$ M.), terwijl het zoogenaamd »sealevel«-project van de meerderheid der Commissie rekende met een getijsluis aan den Stillen Oceaan van 1000 voet lengte bij 100 voet breedte en 40 voet drempeldiepte ($305 \times 30.50 \times 12.20$ M.).

Op advies van een commissie van Amerikaansche Ingenieurs werden in 1909 de afmetingen van het ontwerp der bovengenoemde minderheid in de Internationale Commissie gewijzigd en gesteld op 1000 voet lengte bij 100 voet breedte en een toegelaten diepgang van 40 voet, hetgeen echter een protest uitlokte van den Amerikaanschen Marineraad, tengevolge waarvan de breedte in het belang der defensie tot 110 voet werd vergroot.

Na al deze veranderingen is het niet te verwonderen, dat men het ten slotte bij deze afmetingen wenschte te laten, ofschoon toen reeds door sommige leden van dien Marineraad voor de defensiebelangen eene breedte van 120 voet (36.50 M.) werd noodig geacht.

Intusschen worden thans ongeveer 10 jaren later zoowel de sluislengte als de sluiswijdte en de drempeldiepte alleen voldoende geacht voor de naaste toekomst; deze meening wordt meermalen zoowel uit marine- als uit handelskringen in de Vereenigde Staten vernomen. De betrekkelijk smalle vorm van het ontwerp der nieuwste Amerikaansche slagkruisers, type «Constitution», lang 266 M., breed 29.50 M. schijnt deze meening te bevestigen en doet veronderstellen, dat daarbij reeds met de afmetingen dezer sluizen moest worden gerekend.

Volgens Amerikaansche opvattingen moet men, zooals reeds werd opgemerkt, het bezwaar van te kleine afmetingen niet zoo groot achten, zelfs niet bij het Panama-kanaal, omdat deze opvattingen eerder leiden tot het verbouwen of veranderen van hetgeen gemaakt is, zoodra dit maar blijkt in voldoende mate economisch voordeelig te zijn.

Echter behoort men zich dan ook, evenmin als de Amerikanen zelf, bij het stellen van grenzen aan den scheepsbouw der toekomst, niet al te veel aan de afmetingen van het Panama-kanaal vast te klampen en zou het gevaarlijk zijn er op te rekenen, dat deze nimmer zullen worden gewijzigd.

Ditzelfde geldt ook min of meer voor de diepte van de verschillende groote haventoeegangen in de Vereenigde Staten. Werd langen tijd de voor New-York bereikte diepte van 40 voet het toekomstig maximum geacht voor de groote wereldscheepvaart, thans wordt bij een van Rijkswegen ondernomen verbetering van het vaar-

water in den haventoeegang tot Boston, de rotsbodem reeds verwijderd tot 45 voet (13.70M.) beneden laag water, ten einde in een verdere toekomst gereed te zijn. Al wordt overigens het vaarwater voorloopig nog op dezelfde diepte gebracht als te New-York aanwezig is, zoo bewijst dit toch, dat men reeds verdere verdieping in het vooruitzicht heeft.

Hierbij zij ook opgemerkt, dat de beide grootste in dienst zijnde stoomschepen van de Holland-Amerika lijn de haven van New-York meestal en in den laatsten tijd geregeld met meer dan 33 voet diepgang, zelfs tot 35 voet (10.65 M.), hebben verlaten en dat een dergelijke diepgang daar geenszins als een uitzondering wordt beschouwd.

In het eerste halfjaar van 1914 (derhalve vóór den oorlog) kwamen binnen of voeren uit de haven van New-York 35 schepen met 35 voet diepgang of meer, bij een totaal van 4576 schepen, of $\frac{3}{4}$ procent van het geheele aantal. Hiervan waren er 3 met 38 à 39 voet, wat eene uiterste maat is om dat de haven toegang hoogstens 40 voet diepte aanbiedt.

In verhouding tot de scheeps lengten wordt de schutlengte van de sluizen van het Panama-kanaal, welke men allicht ook als een uiterste maat voor de toekomst zou willen aannemen, blijkbaar niet meer als algemeen voldoende beschouwd, daar te Boston en te Quebec thans droogdokken in aanbouw zijn, geschikt voor schepen van 1200 voet (366 M.) lengte. Het is zeker wel merkwaardig, dat men met dezen bouw in het begin van 1916 is aangevangen, ondanks den heerschenden oorlog en de bij sommigen bestaande verwachting, dat de scheepsafmetingen na den vrede over het algemeen niet meer zoo sterk zullen toenemen als voorheen.

Ten aanzien van de steeds toenemende afmetingen van alle werken voor de scheepvaart is er derhalve geen verschil tusschen de Europeesche en de Amerikaansche toestanden. Ook in Amerika blijkt het herhaaldelijk, dat men ten deze mistast en te klein heeft gewerkt, doch het groote verschil is, dat men in Noord-Amerika zooveel te eerder weer bereid is om hetgeen enkele jaren heeft dienst gedaan, door nieuwere en grootere constructies te vervangen.

Met dergelijke overwegingen houdt de Amerikaansche ingenieur als het ware instinctmatig rekening bij het maken van zijn ontwerpen en ook bij den sluisbouw is het dikwijls merkbaar, dat men alleen op de naaste toekomst behoeft te rekenen.

De werken kenmerken zich door eenvoud van bouw en inrichting, doch daarnevens wordt zeer gelet op een gemakkelijk en snel gebruik door de scheepvaart.

Voor zoover de degelijkheid der constructie daaronder niet behoeft te lijden, wordt er bij het ontwerp ook rekening mede gehouden het werk met een minimum handenarbeid te kunnen maken, hetgeen vooral neerkomt op toepassing van beton en gelijkvormigheid van muurprofielen, terwijl ook de algemeene ligging en de inrichting van het bouwwerk ten opzichte van aanvoer en afvoer van materialen voor den bouw nauwkeurig wordt overwogen.

De Amerikaansche Rijksingenieur heeft in dit opzicht meer ervaring dan zijn Nederlandsche collega, omdat er meermalen in eigen beheer wordt gebouwd en hij dus nauwkeurig kan beoordeelen door welke oorzaken de kosten van het werk het meest worden verhoogd.

Inrichting der Hiervan worden afzonderlijk behandeld: grondwerk
sluizen. en fundeeringen, muurwerk, deuren, bewegingsinrichtingen en verlichting.

In het algemeen zijn de fundeeringen in Amerika eenvoudiger dan bij ons; veelal wordt rotsbodem aangetroffen en ofschoon ook dan zekere voorzorgen zijn te nemen, zijn die toch meestal niet van veel beteekenis. Wel levert het afdammen en drooghouden van den fundeeringsput nogal eens moeite, omdat de meeste der besproken werken in rivieren of daar dicht nevens moeten worden gebouwd. In den laatsten tijd wordt voor eenigszins moeilijke fundeeringen zeer veel gebruik gemaakt van een ijzeren damwand, vooral van het type «Lackawanna», welke tot rechthoekige kuipen (in Amerika «Pocket» genaamd) kunnen worden vereenigd en aldus, zoo noodig met eenige verstijving van profielijzer, met elkaar den noodigen steun tegen doorbuiging aanbieden. De aldus gevormde koffers of kuipen worden met klei, desnoods ook wel met zand, gevuld en tot een rondgaanden kistdam vereenigd.

Bronbemaling, als in Europa veelvuldig toegepast, werd niet aangetroffen, en komt, voor zoover bij navraag bleek, op groote schaal ook niet voor; ook van pneumatische fundeering verneemt men niet dikwijls, tenzij daar waar die onvermijdelijk is, als bijvoorbeeld bij den bouw van den ondergrondschen spoorweg in New-York en bij enkele diepgelegen fundeeringen van brugpijlers in rivieren.

Te Panama hebben sommige fundeeringen zeer bijzondere voorzieningen geeischt: daar is onder meer gebruik gemaakt van de in Amerika veel gebruikte methode van fundeeren op ijzeren cilinders, welke in den bodem ingelaten of ingeheld worden en dan met beton gevuld.

Bij de groote sluiswerken in uitvoering, welke werden bezichtigd te Sault Ste Marie en aan het Welland-kanaal, was de toestand van den bodem uitstekend en vorderde geenerlei bijzondere voorziening; bij de sluiswerken van de Ohio kwam hier en daar onderheing voor; hetzelfde was het geval aan het Erie-kanaal.

Meer van belang waren de verschillende wijzen waarop grond uit den fundeeringssput werd verwijderd en de beton daarin aangevoerd.

De transport-methoden, op verschillende wijzen toegepast, hebben indertijd aan het Panama-kanaal ernstig verschil van meening en een zekeren wedijver veroorzaakt tusschen de ingenieurs, die de sluizen bouwden aan de Atlantische zijde en hen, die de sluizen hadden te maken aan de Pacific-zijde.

Eerstgenoemde ingenieurs waren allen genie-officieren, laatstgenoemden civiel-ingenieurs met praktijk van verschillenden aard.

Het bleek, dat dit geschilpunt ook op verschillende werken in Noord-Amerika nog voortdurend van veel belang werd geacht.

De eene wijze van vervoer der materialen is die met zoogenaamde kabelkranen, (dubbele stellen van loopkranen), door een draag- en loopkabel verbonden, waarlangs een grijpemer of bak met bodemkleppen zich kan verplaatsen, op en neer zoowel als heen en weer; deze methode schijnt vooral voor zeer groote werken, waar de fundeeringssput ongeschikt is voor het maken van doorgaande spoorlijnen in den put zelf, aan te bevelen.

Het andere stelsel, waarbij de materialen worden vervoerd met groote verplaatsbare loopkranen op rails in den put zelf en langs de wanden daarvan, vereischt zeer zware kraanconstructies en maakt het noodig het werk in zoodanige volgorde uit te voeren, dat de plaatsing van de sporen steeds mogelijk blijft, daarentegen kunnen de lasten sneller op de plaats worden gebracht.

Bij dergelijke opstellingen, zoowel van de eene als van de andere soort, behoort dan nog een zeer regelmatige aanvoer of afvoer van materialen buiten den put, waartoe een gedetailleerd werkplan voor den aanvang der werkzaamheden zorgvuldig moet worden overwogen,

terwijl een en ander aanleiding geeft tot eene vrij kostbare inrichting van het werk.

In vele gevallen geschiedde bij groote werken de afvoer van grond ook op andere wijze, hetzij met een stoomschop en werksporen, hetzij met een of ander baggerwerktuig; het uitgraven van den grond in handenarbeid was echter ook bij kleinere werken uitzondering.

Het viel op dat bij den aanleg van het Welland-kanaal, waar het vervoer van grond of steen uit kanaal en bouwput over eenige kilometers moest plaats hebben, daartoe een kostbare spoorweg met zeer zwaren bovenbouw was aangelegd, voortreffelijk ingericht met automatisch bloksignaal en dubbel spoor, zoodat de zware werktreinen zonder eenig bezwaar dicht achter elkaar konden rijden en derhalve eene groote capaciteit werd bereikt. Ook in dit geval bestond geen bedenking tegen het gebruik van kostbaar materieel bij den aanleg van het werk, mits daarvan slechts een spoediger en beter vervoer en dus ook besparing van arbeidskracht het gevolg was.

Bij kleinere werken werden veelal verplaatsbare draaikranen met zeer langen kraanarm toegepast, rijdende op een steiger langs een der zijden van de sluis.

In het algemeen was het materialentransport meestal op zeer oordeelkundige wijze ingericht, zoodat dit langs den kortst mogelijken weg en met een minimum tijdverlies plaats had.

Dit uitte zich vooral bij het vervoeren van beton, waaruit de sluizen uitsluitend zijn samengesteld. Steeds was daarbij het beginsel een minimum aantal arbeiders te verkrijgen met een maximum rendement, zij het ook dat daardoor een kostbare machine-installatie noodig was, veel kostbaarder dan men hier te lande gewoonlijk aanwendt. Behalve besparing van arbeidskracht is echter hiervan ook bespoediging van het werk een gevolg, hetgeen in Noord-Amerika van veel waarde kan zijn, omdat daar meermalen onder ongunstige omstandigheden moet worden gewerkt, zooals op de groote rivieren, die een lange periode hebben van hooge waterstanden en in het noorden, waar met een strengen en langdurigen winter moet worden gerekend.

Een dergelijke meer machinale inrichting opent voorts de gelegenheid, tenminste bij niet te kleine werken, om al naar behoefte of beschikbare geldmiddelen, de uitvoering te bespoedigen of desnoods te vertragen door het bijplaatsen of wegnemen van machine-eenheden.

Van veel belang bij de inrichting van het werk is de keuze van de plaats voor de beton-mengmachines ten opzichte van het werk. Meermalen werden bij sluizen in rivieren, waar het werk dus meestal aan een zijde in het water lag, de samenstellende materialen te water aangevoerd, soms de cement per spoor, doch in ieder geval zand en grind per zolderschuit of bak, welke tevens als voorraadruimte dient. Een draaikraan, op den kistdam of soms mede op een vaartuig geplaatst, voerde alle materialen zoo hoog mogelijk op in een hoog mengtoestel (mixer), meestal meerdere verdiepingen hoog, waarin geleidelijk de menging van een en ander met elkaar en met water plaats had, om ten slotte op de gewone wijze in een of andere mengtrommel tot beton te worden gemaakt en te worden gestort in kleine bakken van een of twee kubieke Yard inhoud, (buckets genaamd), voorzien van bodemkleppen, welke dan op een of meer lorrie's met locomotief ter plaatse werden vervoerd en aldaar met een transport-kabelkraan of op andere wijze in den betonvorm geledigd. Eigenaardig was de schijnbaar veel te groote hoogte, waartoe de materialen dikwijls werden opgevoerd, ten einde slechts te verkrijgen, dat de toevoer voor het geleidelijk mengen benedenwaarts steeds door de zwaartekracht zonder eenige verdere arbeidshulp kon plaats hebben. Alle arbeid bepaalde zich dan ook tot het openen en sluiten van een toevoerklep of kraan ter regeling van de juiste hoeveelheden.

Een dergelijk stelsel werd b.v. ook toegepast bij het schoonwasschen van steenslag; deze werd, na in een zoogenaamde »crusher« te zijn gebroken, over groote hoogte, naar schatting 15 à 18 M. opgevoerd, en kon vandaar langs goten benedenwaarts glijden, onderwijl voortdurend bespoten met water, dat aan een, op vrij grooten afstand gelegen, hooger kanaalpand werd ontleend en door roosters weer kon afvloeien. De schoongespoelde steenslag verzamelde zich in silovormige ruimten, aan de onderzijde van kleppen voorzien, waaruit gemakkelijk de daarvoor bestemde »buckets« op lorrie's staande konden worden gevuld.

Overall schijnt derhalve op besparing van mechanische kracht en kostbare transportinrichtingen niet te worden gelet, indien slechts kan gewerkt worden met een gering aantal arbeiders.

Zooals reeds opgemerkt moet de Amerikaansche ingenieur hieromtrent ervaring hebben, omdat er betrekkelijk veel wordt gewerkt in eigen beheer, soms uit gebrek aan geschikte aannemers, doch dik-

wijls ook ten einde zelf de juiste prijzen van de werken te weten te komen. Hoewel aan het eigen-beheer-stelsel veel omslag is verbonden, heeft dat in laatstgenoemd opzicht toch ook wel degelijk nut opgeleverd, bijvoorbeeld aan de Ohio, waar tal van sluis- en stuwwerken van bijna gelijk type moesten worden gemaakt en dus door vergelijking van de werken in eigen beheer met de in aanneming uitgevoerde werken, gemakkelijk een oordeel kon worden verkregen over de eenheidsprijzen.

Het verdient daarbij wel vermelding dat, ondanks dit werken in eigen beheer door een Rijksorganisatie, van particuliere zijde met den meesten lof over de werkmethoden van het Amerikaansche Corps militaire ingenieurs werd gesproken, hoewel men allicht, waar aldus aan het aannemersbedrijf concurrentie wordt aangedaan, scherpe critiek had kunnen verwachten, zoo daartoe maar de minste aanleiding had bestaan.

Omtrent het eigenlijke bouwwerk der sluizen kan in de eerste plaats worden opgemerkt, dat bijna uitsluitend gebruik werd gemaakt van beton, met vermindering zooveel mogelijk van alle andere bouwstoffen, blijkbaar omdat dit materiaal zich machinaal met een minimum aantal arbeiders laat aanbrengen. Hieruit moet intusschen niet worden afgeleid, dat de werkwijze minder zorgvuldig is; integendeel aan de samenstelling van de beton wordt veel zorg besteed en wij troffen onder meer te Sault Ste Marie op het toch niet zóó omvangrijk werk der 4de sluis een jong ingenieur aan, die zich uitsluitend bezig hield met het keuren van materialen en het nemen van proeven omtrent de vastheid van beton. Toch werd dit werk niet in eigen beheer uitgevoerd. De betrekkelijk onbelangrijke uitgaaf van zulk een eigen proefstation schijnt echter wel besteed, indien men in aanmerking neemt, dat dan ook de mengverhouding van de beton voor ieder bijzonder geval en vooral voor iedere cementsoort kan worden vastgesteld op grond van genomen proeven en daaruit dikwijls in het eene geval besparing, in het andere verbetering in de samenstelling zal kunnen voortvloeien. Het bestek moet dan echter zijn ingericht om daarop te kunnen verrekennen.

Aan sommige hier te lande geldende bezwaren als b.v. tegen het storten van beton onder water, werd minder gehecht en zulks had dan ook meermalen plaats. Bij sluiswerken echter werd de beton meestal in den droge verwerkt.

Afpleistering heeft bijna nooit plaats, althans niet aan de wanden der sluishoofden en schutkolkmuren; wel werden oppervlakken, die meer in het oog vielen op een of andere wijze bewerkt. In de meeste gevallen waren ook geen dekzerken aanwezig. Ook remmingwerk of andere bescherming van de schutkolkmuren ontbrak bijna overal, somtijds waren enkele beschermende remmingbalken aan de muren bevestigd, meestal in de nabijheid van de sluisdeuren, terwijl bijna altijd de sluisdeuren zelf van beschermende remmingbalken of houten aanvaarroosters waren voorzien.

Bij het Panama-kanaal was in de sluizen zelf of aan de sluisdeuren geen bescherming aanwezig, hetgeen evenwel samenhang met het stelsel om de schepen in de sluis met behulp van electrische locomotieven te verplaatsen en alleen bij uitzondering het aanleggen tegen de schutkolkmuren toe te laten. De sluisdeuren zijn te Panama in geopenden stand door uitstekende en overhangende gedeelten van den sluismuur beschermd; bij de sluismuren echter bespeurt men daar en elders wel eens de gevolgen van aanvaring.

Bij den bouw van sluismuren worden ijzeren vormen gebezigd, welke aan de voorzijde reiken tot de volle muurhoogte, aan de achterzijde in enkele gedeelten worden opgezet, zoodat de muur in korten tijd tot de volle hoogte kan worden afgestort. De ijzeren wand dezer vormen geeft aan de voorzijde een betrekkelijk gladde oppervlakte, zoodat het achterwege laten der afpleistering minder bezwaar oplevert. De ijzeren vormen zijn meermalen gemakkelijk verschuifbaar, zoodat indien het te maken muurwerk, riool, enz. over belangrijke lengte eenzelfde profiel behoudt, daarmede zeer voordeelig en snel kan worden gewerkt.

Waar houten vormen worden toegepast ziet de sluiswand er minder ooglijk uit. Toch wordt het in een dergelijk geval niet voordeelig geacht om den voorkant van eene afpleistering of bekleeding met klinkers of iets dergelijks te voorzien.

Dergelijke bedekking is, zal zij stand houden, vrij kostbaar en in ieder geval in Amerika veel kostbaarder dan een afdoende herstelling van beschadigde muren na een aantal jaren, omdat het dadelijk aanbrengen daarvan eene afwijking van de machinale werkmethode zou noodig maken.

Daarbij is in aanmerking te nemen, dat meermalen tengevolge van het ontbreken van remmingwerk of aanvaarhouten de sluismuren

toch worden beschadigd en dat men dit dan liever vrij ver laat komen eer herstelling van de muurvlakten plaats heeft.

Het zou zeker de moeite loonen voor onze Nederlandsche toestanden eens na te gaan of het op den duur niet voordeeliger zou zijn de gebruikelijke afpleistering of bekleding met klinkers of basalt achterwege te laten, al zou het uiterlijk aanzien daar ook onder lijden.

Ook tegen stroomend water in de riolen was de beton niet op bijzondere wijze beveiligd, soms was voor die gedeelten de hardheid van de beton vergroot door meer cement toe te voegen.

Alleen in de sluizen te Panama worden in de nabijheid der schuiven in de riolen ijzeren bekledingsplaten aangetroffen, doch ook daar zelfs geen natuursteen.

Omtrent de algemeene inrichting der sluizen valt op te merken, dat slechts bij uitzondering nog sluizen werden aangetroffen, waar de schutkolk wijder is dan het sluishoofd.

Te Sault Ste Marie, waar nog een der sluizen aldus gemaakt is, is door ondervinding gebleken, dat het geen voordeel oplevert om de schutkolk zooveel breeder te maken dan het sluishoofd, dat meerdere schepen in de schutkolk naast elkaar kunnen liggen en geeft men, ook ter voorkoming van aanvaringen, in het algemeen de voorkeur aan lange schutkolken van gelijke breedte als het sluishoofd. Feitelijk was van een afzonderlijk sluishoofd dan geen sprake meer. De daardoor noodige rechthoekige muren van een gelijk doorgaand profiel zijn om gemelde redenen bovendien goedkoper te bouwen dan die met veranderlijk profiel.

De *deuren* van de bezichtigde sluizen waren natuurlijk meereendeels van ijzer, echter werden ook houten deuren aangetroffen, zelfs voor de toch wijde sluizen te Sault Ste Marie, nl. voor de zoogenaamde waakdeuren, zijnde een tweetal paar deuren aan het boven- en benedeneind van de sluis, welke alleen dienden om deze droog te kunnen leggen; deze deuren, welke steeds bijna geheel onder water blijven en dus weinig onderhoud vereischen, waren, evenals die in het Erie-kanaal, gemaakt van opeengestapelde balken met bouten vereenigd, doch hunne toepassing is alleen mogelijk indien, zooals in Noord-Amerika, het hout in zeer zware afmetingen en in goede kwaliteit verkrijgbaar is. Getoond werden o. a. lange balken van eerste kwaliteit dennenhout, zoogenaamd «Oregon-fir» van 50 bij 115 c.M. doorsnede.

In het algemeen vindt men bijna steeds puntdeuren toegepast,

meermalen met grooteren sprong dan in Nederland gebruikelijk is.

Schuif- en roldeuren werden slechts aangetroffen aan de Ohio en te Boston en zijn, naar Amerikaansche opvatting, slechts voordeelig indien een groote wijdte voorkomt bij betrekkelijk geringe diepte.

Bij de werken aan de Ohio was omtrent de voordeeligste toepassing, «puntdeur» of «schuifdeur», een speciaal onderzoek ingesteld, hetwelk er aanvankelijk toe had geleid in den benedenloop der rivier, waar de diepte grooter was, puntdeuren, doch overigens schuifdeuren, toe te passen. Wegens de bezwaren van aanslibbing en verzanding der looprails op den bodem gaat men echter in den laatsten tijd ook in den bovenloop der rivieren meer en meer tot puntdeuren over.

Bij het Panama-kanaal heeft het een punt van ernstige overweging uitgemaakt of schuif- (ponton) deuren voordeel zouden opleveren; deze bleken echter aanmerkelijk duurder bij de bijzondere eischen, die aldaar aan de waterkeering moeten worden gesteld, hetgeen geleid heeft tot de keuze van puntdeuren.

Men moet hierbij in aanmerking nemen, dat men in Amerika o.a. te Sault Ste Marie en te Panama niet tevreden is met ééne waterkeering als bij ons te lande, doch veelal den eisch stelt, dat ieder niveauverschil moet worden verkregen met een dubbel stel deuren, wat bij een groot verval uit een oogpunt van veiligheid wel gemotiveerd is.

Waar dit om de kosten bezwaarlijk bij alle sluizen was door te voeren, heeft men bijv. bij het Erie-kanaal toch op enkele punten in het kanaal noodwaterkeeringen aangebracht. Bij de oudere sluizen te Sault Ste Marie en in de sluizen van het Panama-kanaal zijn nog speciale noodwaterkeeringen aanwezig.

Stelt men den eisch van ten minste een dubbele waterkeering voor ieder watersverschil, dan wordt de oplossing met schuifdeuren minder geschikt, daar deze ieder op zichzelf al zooveel materiaal vereischen dat een dubbel stel zeer duur wordt.

Bij het Welland-kanaal werd, wegens bizondere omstandigheden, eene enkele, om een verticale as draaiende deur gekozen, een constructie die anders alleen bij zeer kleine sluizen, in hoofdzaak bij uitwateringssluizen, wordt toegepast.

Het verval tusschen het Erie- en het Ontario-meer, 325.5 voet (99.20 M.), wordt verdeeld over slechts zeven sluizen, welke daardoor ieder het zeer belangrijke verval van 46.5 voet (14.17 M.) moeten verkrijgen. Dit, gevoegd bij de zeer groote afmetingen van de sluizen

(80 voet breedte en 30 voet drempeldiepte), gaf aanleiding tot bijzondere moeilijkheden bij het ontwerpen der sluisdeuren. Gewone puntdeuren achtte men in dit geval voor den grootsten waterdruk niet voldoende zeker, terwijl ook eene oplossing met schuifdeuren niet voordeelig werd geacht.

Tegen het aanbrengen van een enkele draaiende deur, zij het ook, dat deze als benedendeur circa 1200 ton zal moeten wegen, achtte men echter geen principieel bezwaar aanwezig. Ter vergelijking diene, dat de zwaarste deuren in het Panama-kanaal 750 ton wegen.

Een bijzondere constructie was bij deze deuren in overweging, teneinde het benedendraaipunt niet alleen ten opzichte van den sluisbodem, maar ook ten opzichte van de deur eenigszins verplaatsbaar te maken, waardoor meer volkomen zekerheid van volledigen steun tegen den benedendrempel kon worden verkregen.

De beweging zou plaats hebben door een lier, welke op de deur zelf wordt geplaatst en een kabel, welke op den bodem onder de deur is bevestigd en waaraan de deur zichzelf als het ware heen en weer trekken kan. Teneinde de groote massa der deur betrekkelijk snel te kunnen draaien was de vloer in het sluishoofd belangrijk lager dan de drempel gehouden en daardoor de weerstand tegen de beweging in het water verminderd. De deurkas en de verticale aanslag waren zoodanig ingericht, dat de deur door de daarin aanwezige watermassa bij wijze van een kussen werd geremd.

Deze werken waren in het begin van uitvoering, de teekeningen voor de deuren waren daardoor nog niet geheel vastgesteld en het zou zeker de moeite waard zijn te trachten mettertijd over dezen merkwaardigen sluizenbouw nog nadere inlichtingen te verkrijgen.

Bij het Erie-kanaal werden ook hefdeuren aangetroffen, welke met behulp van tegenwichten omhoog werden getrokken, zooals die ook wel bij Europeesche kanalen zijn toegepast. Deze deuren dienden zoowel voor noodafsluiting van een geheel kanaalpand bij beschadiging aan de sluizen, als in de sluizen zelf.

Te Keokuk is een der deuren van de schutsluis een hef-deur, welke in den vloer van het sluishoofd wordt neergelaten en met behulp van luchtdruk weder omhoog gaat. Deze schijnbaar ingewikkelde inrichting voldeed zeer goed, doch kan alleen toegepast worden bij een betrekkelijk groot verval.

De schuifdeuren van de Ohio-sluizen bestaan uit een zwaren bovenregel en een aantal verticale stijlen, welke den druk op den drempel overbrengen. Onder elk der stijlen vindt men een stel rollen, die over rails loopen, doch geen zijdelingschen druk opnemen.

Bij de beoordeeling van deze deurtypen moet er op gelet worden, dat men in Amerika zich steeds als eisch stelt, voor het nazien van bewegingsinrichtingen en verder onderhoud de sluis geheel te kunnen droogleggen.

Bij de meeste scheepvaartwegen levert dit geen bezwaar op, omdat er toch altijd wel eene stremming door ijs voorkomt of de sluis bij hooge waterstanden buiten gebruik wordt gesteld of de scheepvaart tijdelijk van eene doorvaartopening in den aangrenzenden stuwdam gebruik kan maken.

Te Panama was drooglegging zonder stremming der vaart mogelijk, omdat alle sluizen dubbel waren en het verkeer zich tijdelijk wel met een der sluizen kon behelpen.

Deze periodieke drooglegging maakt constructies mogelijk, die elders wel eens bezwaar ontmoeten, indien de sluizen steeds onder water moeten blijven.

Zowel de verticale als de horizontale aanslag, als ook de draaipunten der puntdeuren, leverden verschillen op met de Nederlandsche constructies.

Bij de sluizen van het Panama-kanaal en die te Sault Ste Marie wordt de druk, uitgeoefend door den verticalen aanslag, overgebracht van staal op staal; een stalen aanslag, die aan den sluismuur is bevestigd, is verstelbaar ten opzichte van een in het beton van den sluismuur vastgegoten stalen gietstuk, zoodat na afslijting van den aanslag opnieuw een dichte afsluiting kan worden verkregen. Bij beide sluiswerken was dit stalen gietstuk tot onder de taats voortgezet; te Sault Ste Marie vormde dit onder de taats een vlakke horizontale plaat, waarop de taats *zonder eenige vaste verbinding* was opgesteld. Hoewel de sterke wrijving tusschen deze beide stalen vlakken als regel iedere beweging zal beletten, bestaat toch bij ongevallen de mogelijkheid, dat de taats op zijn steunvlak wordt verplaatst en aldus een breken van taats of taatskom of ontzetten van de deur wordt voorkomen, hetgeen een groot voordeel moet worden geacht.

Daar de drempel niet als bij ons uit natuursteen, doch slechts uit beton was samengesteld was meestal een stalen of houten aan-

slagbalk aanwezig, die dan weder stevig in den sluisvloer was verankerd.

In aanmerking genomen de beschadigingen, die de natuursteen-drempels dikwijls ondergaan door ongelijke drukverdeeling, komt het aanbrengen van zulk een aanslag wel nuttig voor.

Granieten drempels waren toegepast voor de puntdeuren in het dok te Balboa (Panama-kanaal), alwaar men inwerking van het zee-water op de beton en diensgevolge schade aan den drempel vreesde. De eischen aan de waterdichtheid van een dokdrempel te stellen zijn dan ook veel grooter.

Zeer krachtige constructies moesten worden toegepast voor de verankering van den halsbeugel van de soms zeer groote puntdeuren; de verankering was daartoe verlengd in den muur aan een stelsel van geconstrueerde stalen balken, waardoor inderdaad een goede verbinding zelfs in beton kon worden verkregen.

Ook aan de voorhar der puntdeuren kwam als dichtingsmateriaal staal op staal in toepassing; op de voorhar is dan bevestigd een zwaar gietstalen stuk, dat nauwkeurig passend moet kunnen worden gesteld of versteld.

In sommige gevallen werd er de voorkeur aan gegeven den achter-aanslag van de deur over een vrij groote breedte nagenoeg sluitend te maken in het sluishoofd.

In vele gevallen waren de deuren niet met een drijfkamer ingericht, zelfs met de groote deuren van Sault Ste Marie was dit niet het geval, omdat bij een groot verval zulk een drijfkamer niet altijd van veel nut is, vooral indien het verval groot is in verhouding tot het deel der deur, dat altijd onder water blijft. Voor het uitnemen en inhangen der deuren zijn dan echter meer krachtige hulpmiddelen noodig.

In de deuren waren zelden schuiven aangebracht; het in- en uitlaten van water werd dan geheel door riolen verkregen.

De afsluiting der riolen geschiedde meermalen door tolkleppen, waarbij de deskundigen het niet eens waren of deze beter gelijkarmig dan wel ongelijkarmig waren te maken.

Overigens kwamen alle in Europa gebruikelijke afsluitingsmiddelen ook hier voor; te Panama werd van cilindrische schuiven en Stoney-schuiven gebruik gemaakt; te Oswego in den zijtak van het Erie-kanaal was een hevelinrichting tot het vullen en ledigen van de schutkolk toegepast (Syphon-sluis); aan het Welland-kanaal werd

overwogen in de riolen sectorvormige afsluitingen te maken, welke tot nog toe voor dat doel nog niet zijn aangewend.

Bij de samenstelling der deuren bestond, evenals in Europa, verschil, welke constructie het beste voldoet; met horizontale regels of wel met verticale stijlen en een zwaren horizontalen bovenregel.

Laatstgenoemd stelsel is zooals bekend meermalen aanbevolen, omdat daarbij de berekening zooveel eenvoudiger en zekerder is uit te voeren.

Aan den anderen kant beweren de voorstanders van het stelsel met horizontale regels, dat dit den druk meer gelijk doet verdeelen over de zijmuren en ook overigens een lichtere deurconstructie geeft.

Een middenweg heeft men gevonden te Keokuk, waar een zeer licht stelsel van horizontale regels verstijfd is door een stelsel van zeer zware verticale en gekruiste diagonale verbindingen.

Te Panama werd aan de schuiven der riolen zeer veel bezwaar ondervonden van het verteren der aanslagen; sommige klinkboutkoppen waren in de drie jaren, dat de bewuste sluis onder water was geweest, reeds voor meer dan tweederde weggeroest, hetgeen waarschijnlijk moet worden toegeschreven aan de gelijktijdige aanwending dicht bij elkaar van staal en brons aan die schuiven en aanslagen, waardoor galvanische werking ontstond, wellicht nog eenigszins verhoogd doordat het water mogelijk nog een gering gehalte aan humuszuren bevatte (veenwater).

De wijze van onderhoud der deuren te Panama herinnerde aan die te IJmuiden. Daar werd evenals hier bitumineuze emailverf gebezigd en het gedeelte, dat daarmede was behandeld, had eveneens eene zeer ruwe oppervlakte en weinig ooglijk aanzien. Ondanks het warme klimaat werd geen last ondervonden van het smelten der verflaag.

Het inwendige der deuren had nog geen onderhoud gevorderd, zoodat daar omtrent de o. a. te IJmuiden wel ondervonden moeilijkheden voor de arbeiders bij het afbikken der verflaag in eene nauwe ruimte, nog geen ervaring was verkregen.

Ondanks de groote afmetingen der puntdeuren werd de in Engeland veel gebruikelijke constructie van ondersteuning der deur door een loopwiel op den sluisvloer in Amerika nergens aangetroffen.

Bij het Panama-kanaal was een grendelinrichting aanwezig om de deuren na sluiting aan elkaar te kunnen verbinden; deze inrichting werd echter niet gebruikt.

De leuning van het voetpad over de deuren van het Panama-kanaal worden vóór het openen automatisch neergelaten, teneinde de deuren geheel in de overdekte deurkassen te doen passen.

De beweging der deuren van de meeste sluizen had plaats door duwpersen of door kabels. Laatstgenoemde waren op den bodem der sluis of althans beneden het aangrijpingspunt van den waterdruk aan de deuren bevestigd.

Te Sault Ste Marie, Keokuk en Panama werd rekening gehouden met de grootere kracht, die noodig is bij het begin der beweging.

Waar het niet mogelijk was de bewegingstoestellen op of naast de deur te plaatsen, was toch altijd het electrisch schakelbord, waarmede deze in beweging werden gezet, zoo dicht mogelijk bij de sluis en in den regel hoog geplaatst, teneinde vandaar een overzicht te hebben over de scheepvaart in de sluis.

Gaf dit aanleiding tot belemmering van het uitzicht voor het sluispersoneel, zooals te Panama, dan werd het centrale gebouw zeer hoog geplaatst op enkele smalle steunpunten, waartusschen het uitzicht onbelemmerd blijft.

De beweegkracht was zooveel mogelijk electriciteit, vooral bij de grootere sluizen. Bij eene der oudere sluizen te Sault Ste Marie en bij verschillende riviersluizen werd hydraulische kracht toegepast. Ook wordt bij sommige riviersluizen nog handenarbeid aangetroffen, die echter geleidelijk door mechanische beweegkracht wordt vervangen.

De Canadeesche sluis te Sault Ste Marie is de oudste ter wereld, die electrisch wordt bewogen; de inrichting der beweging doet denken aan de principes der hydraulische krachtoverbrenging.

Onnoodig te zeggen, dat waar electrische kracht beschikbaar was, ook kaapstanden aanwezig waren om de schepen te kunnen voortbewegen. Bij de grootere sluizen, als te Sault Ste Marie, werden deze echter maar weinig gebruikt, daar de schepen de voorkeur gaven aan de aanwending hunner eigen lieren.

Zooals reeds opgemerkt stelt men zich in Amerika veelal niet tevreden met ééne enkele waterkeering bij het schutten en wordt dus een tweede stel deuren vereischt. In denzelfden gedachtengang wordt dan ook noodig het aanbrengen van veiligheidsmiddelen tegen aanvaring of tot sluiting der sluis bij ongevallen.

Dergelijke sluitinrichtingen worden gevonden te Panama en Sault

Ste Marie; ook in het Chicago Drainage-kanaal bevond zich een soort veiligheidsdeur.

Te Panama is daartoe over ieder bovensluishoofd een ongelijk-armige draaibrug gebouwd, waaraan eene beweegbare stuw is bevestigd, welke in geval van nood in zeer korten tijd kan worden neergelaten tot afsluiting van het geheele sluisprofiel.

Te Sault Ste Marie, Amerikaansche zijde, is een gelijkarmige draaibrug met twee dergelijke stuwen aangebracht, welke tegelijkertijd twee toeleidingskanalen tot de sluizen kunnen afsluiten, terwijl aan de Canadeesche zijde een ongeveer gelijk geconstrueerde afsluiting aanwezig is, welke aldaar het eenige sluiskanaal overspant. Deze afsluiting heeft eenige vermaardheid, omdat zij voor weinige jaren bij een schadevaring werkelijk heeft moeten dienst doen. De destijds in dienst zijnde ingenieur was nog met het beheer belast en heeft ons de toedracht van het ongeval in bijzonderheden medegedeeld.

De veiligheidssluiting van het Chicago Drainage-kanaal is eene om eene verticale middenas draaibare deur, feitelijk een zeer groote tolklep.

Aan de sluizen van het Panama-kanaal zijn ter beveiliging van de deuren kettingen aangebracht; de ketting kan niet worden verwijderd alsvorens de daarbij behorende deur geheel is geopend; het sein, aangevende de vrije doorvaart, wordt automatisch gegeven zoodra de ketting is neergelaten.

Aan de sluizen van het Welland-kanaal was men voornemens kabels toe te passen ter beveiliging tegen aanvaring.

Aan de sluizen van het Erie-kanaal waren draaibare veiligheidsbalken, welke echter tot dusverre niet in gebruik waren gesteld.

De verlichting van de meeste sluizen bood geen bijzonderheden. Natuurlijk was hier uitsluitend van electriche verlichting sprake en diende deze meestal zoowel voor seinlichten als voor verlichting van het sluisterrein. De scheepvaartwegen, die toegang geven tot de sluizen te Sault Ste Marie zijn uitstekend verlicht, daar het zeer drukke verkeer dag en nacht doorgaat.

De wijze van verlichting van deze vaarwaters levert geen aanleiding tot opmerkingen; de daarbij toegepaste geleidelichten, lichtboeien enz. wijken van de Europeesche niet af.

De sluizen van het Panama-kanaal zijn bijzonder zorgvuldig verlicht; er is daarbij voor gewaakt, dat de lichtstralen zich niet zijwaarts kunnen verspreiden, zoodat de bestuurders der schepen daardoor

niet verblind kunnen worden. Tegen de helderwitte betonvlakken van de bovenzijde der sluismuren kaatst het licht van de talrijke, op circa 30 M. uit elkaar en 9 M. hoog geplaatste groote lampen terug en de geheele omgeving der sluis is daardoor zeer gelijkmatig verlicht.

Seinlichten aan de scheepvaart zijn ten deele automatisch en verbonden aan de bewegingsinrichtingen.

Het kanaal is met boeien en lantaarns op ducdalven, sommige met electrische lampen, doch overigens met acetyleen-lampen (systeem A. G. A.) goed verlicht; in de engte van Culebra verlicht men de steile rotsoevers door zeer kleine roode, groene en witte electrische lampjes van geringe lichtsterkte zonder reflector, welke zeer laag op het water zijn geplaatst; bovendien heeft elk recht vak krachtige geleidelichten.

Exploitatie der sluizen. De wijze van exploitatie van de meeste sluizen gaf geen aanleiding tot opmerkingen, behalve deze, dat in de Vereenigde Staten, ook indien men in aanmerking neemt het verschil in waarde van het geld, het gelijksoortig personeel veel beter beloond wordt dan hier te lande, waartegenover, en dit betreft vooral het lagere personeel, zwaardere eischen aan hen worden gesteld.

Eigenaardig is het wel, dat er in het algemeen geen belangrijk verschil in belooning bestaat tusschen de Rijksambtenaren in het Panama-gebied en die in het moederland, in tegenstelling derhalve met den Nederlandschen Staatsdienst, waarbij tusschen de overeenkomstige bezoldigingen in Nederland en in Nederlandsch Oost-Indië beduidend verschil bestaat.

Bovendien wordt de toestemming van den ambtenaar in den regel niet vereischt voor overplaatsing naar het Panama-kanaal, hoewel het klimaat daar toch ten volle tropisch is en dus het leven aldaar veel hoogere eischen stelt, en ook nu en dan een kostbare reis naar koeler klimaat noodig is.

De ingenieurs, die deel uitmaken van het Corps of Engineers United States Army worden er voor geruimen, min of meer onbepaalden, tijd heen gezonden, terwijl de overige officieren er slechts drie jaar behoeven te blijven.

Alle Rijksambtenaren en officieren in het gebied van het Panama-kanaal hebben echter, voor zoover er woningen beschikbaar zijn, vrij wonen met gebruik van eenvoudig meubilair en vrij genot van elec-

trische stroom; verder heeft de Regeering den geheelen aanvoer van voedingsmiddelen en verdere levensbehoefden in handen en kan ieder ambtenaar zich tegen den kostenden prijs allerlei gebruiksartikelen en zelfs kleding van goede kwaliteit in de regeeringsswinkels aanschaffen, waardoor het leven aldaar ook wel enkele voordeelen biedt.

Terloops moge hierop worden gewezen om aan te toonen dat tegenover eene ruime belooning en gunstige levensvoorwaarden in den Amerikaanschen Staatsdienst ook vrij hooge eischen aan het personeel worden gesteld.

De wijze van behandeling der schepen aan de buitengewoon drukke sluizen te Sault St. Marie levert veel overeenkomst met die te IJmuiden. Hoewel kaapstanden ten dienste der schepen beschikbaar zijn, maken deze, zooals gezegd, liever gebruik van eigen stoomlieren om vast te meren. Het sluispersoneel is verplicht hulp te verleen en bij het vastmaken der trossen en het is wel opmerkelijk, dat van het geven van fooien, naar met de meeste stelligheid werd verzekerd, daarbij geen sprake was.

De toeleidingskanalen te Sault St. Marie zijn in de nabijheid van de sluizen eenigzins breeder dan de sluis zelf, doch begrensd door kaaimuren, waaraan de schepen kunnen aanleggen, zoolang zij op doorschutten wachten.

Het vastleggen der schepen in die sluizen, die toch een zeer groot verval hebben, geschiedt op soortgelijke wijze als hier te lande nl. met een touw voor en achter en verder nog met een of twee veiligheids-trossen dwars; bij het dalen van het water in de schutkolk moet de behandeling der trossen met veel zorg geschieden.

De vulling der schutkolk geschiedt door bodemriolen, waardoor zeer weinig stroom wordt veroorzaakt en de schepen nagenoeg in rust blijven. Ieder riool loopt evenwijdig aan de lengteas over de volle lengte in de schutkolk door en heeft een aantal openingen in den vloer, welke inrichting blijkbaar uitnemend voldoet; daar deze sluizen op rots zijn gefundeerd, leverde eene diepe fundeering, als noodig was voor het maken dezer riolen, weinig moeilijkheden op; de bewegings-inrichtingen voor de kleppen, waarmede de riolen worden gesloten, kunnen bij de jaarlijksche drooglegging behoorlijk nagezien worden.

Bij de sluizen in het Panama-kanaal is de schutkolkmuur, welke de twee aan twee naast elkaar gelegen schutsluizen van elkaar scheidt,

naar iedere zijde buiten de sluizen doorgetrokken tot een z.g. «Approachwall» of aanleghoofd, waaraan de schepen aan weerszijden kunnen vastmeren, indien zij op schutting wachten. Zoodanig wachtend schip verspert dan echter de uitvaart van een schip, dat uit de sluis zou komen varen.

Op het oogenblik levert dit nog geen bezwaar op, daar de havenmeesters aan iederen ingang van het kanaal de doorvaart der schepen door het kanaal zoodanig regelen, dat deze vrij kort na elkaar in beide eindpunten vertrekken en elkaar dan in het breede Gatunmeer of in de Culebra-doorgraving, doch niet bij een der sluizen, passeeren.

Daarenboven zijn de sluizen dubbel en kan men als regel de schepen, die elkaar bij de sluizen mochten tegenkomen, van verschillende schutkolken laten gebruik maken.

Is dit echter niet mogelijk bij zeer drukke vaart of reparatie van een der schutkolken, dan moet het eene schip wachten, wellicht ankeren, en kan van het aanleghoofd geen gebruik maken alvorens het tegenkomende schip de sluis heeft verlaten.

Hoewel deze aanleghoofden te Panama zeer gemakkelijk en bij gebruik van treklocomotieven zelfs noodig zijn, zouden zij in dien vorm elders wellicht minder aanbeveling verdienen, indien de ruimte meer beperkt is en het bovendien niet steeds mogelijk is de tijdstippen van de doorvaart der schepen te regelen.

Het aankomende schip ontvangt bij de sluis een sein met behulp van een groote metalen pijl, welke om een horizontale as draaibaar is bevestigd aan een stelling op den kop van het aanleghoofd en aldus verschillende standen kan aannemen, gevende de seinen; «invaart linker of rechter sluis gereed», «vastmaken aan aanleghoofd alvorens links of rechts in te varen», «sluis gesloten», enz.

Er zijn voor de sluizen speciale loodsen, daartoe gedetacheerd uit de overige loodsen, die uitsluitend dienst doen om de schepen door de sluis te brengen.

Dit is een maatregel, die zeer goed blijkt te voldoen, al vordert dit ook een talrijker loodspersoneel.

Ieder schip, dat door het kanaal vaart, krijgt bovendien voor die geheele vaart een loods mede, doch deze geeft zijn taak over aan een der speciale sluizenloodsen, zoolang het schip zich in eene sluis bevindt of voor de sluis gemeerd ligt.

Laatstgenoemde regelt de behandeling van het schip met behulp

der over de sluismuren rijdende locomotieven, die het schip voortbewegen; hij maakt daarbij nagenoeg uitsluitend gebruik van optische seinen om de bestuurders der locomotieven aan te wijzen hoe zij het schip moeten voortbewegen. Van het geven van orders door schreeuwen of roepen is geen sprake.

De behandeling van het schip met locomotieven, eigenlijk rijdende kaapstanden, is zeer doeltreffend en werd in hoofdzaak ingevoerd om de beweging van het schip geheel te kunnen beheerschen en aldus de sluisdeuren zoo goed mogelijk tegen (moedwillige) aanvaring te beschermen.

Bovendien levert deze behandeling het voordeel op, dat de doorschutting vlug plaats heeft, daar het schip tijdens het schutten geenerlei verbinding met den oever heeft.

De opvatting is zoo, dat een schip, hetwelk de Panama-sluizen passeert, behoudens de naleving van zekere formaliteiten, desverkiezende zelfs niet onderworpen is aan quarantaine of douane-onderzoek. Wordt het Panama-kanaal doorgevaren zonder tevens een der havens aan de eindpunten aan te doen, dan wordt het beschouwd geen verbinding met den wal te hebben gehad en ondervindt de doorvaart van het kanaal derhalve geen oponthoud.

Deze winst in tijd van doorschutten zal bij toenemend scheepvaartverkeer van veel belang zijn, doch is ook thans reeds van veel gewicht, daar het sluispersoneel, dat in hoofdzaak technisch personeel is, ook belast is met de onderhoudswerkzaamheden aan de sluizen en vooral aan de talrijke machinedeelen, zoodat besparing op den tijd van het schutten ook besparing op de onderhoudskosten beteekent.

Uit een en ander valt de conclusie te trekken hoe gewenscht het is de periode, welke het schip in de schutkolk moet doorbrengen, niet tevens voor andere doeleinden te besteden; dit maakt dan evenwel noodzakelijk de beschikbaarheid van voldoende ligplaats in de nabijheid der sluis of, zooals te Panama, aan een der inganghavens, ten einde aldaar te verrichten, wat in de sluis niet behoort of niet kan geschieden.

Aan de behandeling met locomotieven is het nadeel verbonden, dat het vrij bezwaarlijk is om twee schepen van middelbare grootte tegelijk in een schutkolk op te nemen. Ieder schip vordert ten minste vier treklocomotieven, twee voor en twee achter en neemt dus door het schuin zijwaarts gespannen houden der kabels, te zamen met de

bijbehorende treklocomotieven een aanmerkelijk deel der schutkolk-lengte in. Er wordt daarom de voorkeur aan gegeven ieder schip zoo-veel mogelijk afzonderlijk te schutten. Worden wel eens eenige kleinere schepen tegelijkertijd met een grooter schip in dezelfde kolk toegelaten, dan moeten de kleinere schepen aan de schutkolkmuren vastmaken en geldt het bovenstaande voor hen dus niet.

Daar grootere schepen het gebruik van zes tot zelfs acht locomotieven vorderen om veilig te kunnen worden bewogen, zou indien beide sluizen tegelijk in gebruik waren, een vrij groot aantal locomotieven noodig zijn en wordt, naar door scheepvaartbelanghebbenden werd medegedeeld, nogal eens oponthoud bij het doorvaren van het kanaal ondervonden, omdat er niet voldoende locomotieven gereed staan.

Intusschen is de tijd noodig voor de kanaalvaart vrij gering. Een passagiersboot, die werd uitgeklaard van Cristobal (Colon) en dus verder geen formaliteiten had te vervullen, volbracht destijds de vaart door het kanaal naar den Stillen Oceaan in circa 11 uren, daaronder begrepen 2 à 3 uur wachten in de Culebra-doorgraving. Een snelheids-record werd gemaakt door een andere passagiersboot, die einde Juli van Cristobal den Stillen Oceaan bereikte in minder dan 7 uur, wat destijds, in verband met het noodzakelijk oponthoud bij de baggerwerken in de Culebra-doorgraving, een zeer laag cijfer was. Sedert is de tijd voor de vaart door het kanaal benodigd nog verminderd en werd een minimum van ongeveer 6 uur bereikt.

Het schutten gaat op zich zelf snel genoeg, onder meer werd waargenomen, dat het opschutten in de drievoudig gekoppelde sluis te Gatun, die een verval van 85 voet (26.90 M.) overwint, voor een passagiersboot van middelbare grootte van het begin der invaart tot de uitvaart in het Gatunmeer nog geen uur vorderde.

Dit schutten zou nog vlugger kunnen plaats hebben, indien niet het toelaten van water in de schutkolken met omzichtigheid moest plaats hebben.

De riolen laten ook hier het water toe door bodemopeningen, doch door bijzondere redenen is in de meeste gevallen de strooming in de schutkolk eenigszins naar eene zijde gericht; daarom moet de waterinlaat in den aanvang wat minder snel geschieden.

Een nadeel van het stelsel der treklocomotieven is de dure exploitatie. Wil men dag en nacht kunnen schutten, wat hier plaats heeft, dan moeten er voor iedere locomotief drie bestuurders zijn, (be-

houdens reserve voor aflossing bij feestdagen, verlof en ziekte) die ieder, naar den bij Amerikaansche werken geldenden regel, acht uren dienst doen.

Hoewel men zich voorloopig bij de aanstelling van personeel nog had beperkt, was nu reeds een zeer talrijk personeel op iedere sluis noodig.

Het bevel en de leiding der werkzaamheden op iedere sluis is in handen van *technisch* personeel. Aan het hoofd van het sluis-personeel van de driedubbel gekoppelde sluis te Gatun, met inbegrip van al de daaraan verbonden machinerieën, staat een kapitein van het korps genieofficieren, die tevens al de onderhoudswerkzaamheden in eigen beheer uitvoert. In dezen voor een jong ingenieur buitengewoon leerzamen en niet altijd gemakkelijken werkkring wordt hij door een jonger collega bijgestaan, daar op alle uren van den dag een hunner beschikbaar moet zijn.

Onder hen zijn twee «chief operators» (hoofdmachinisten) de een speciaal werktuigkundig, de ander speciaal electrotechnisch, ieder met een groep personeel, waaronder timmerlieden, smeden en metselaars, doch in hoofdzaak bankwerkers en monteurs, die min of meer gelijk te stellen zouden zijn met de beambten der Rijkselectriciteitswerken te IJmuiden. Voor den handenarbeid, waarbij geen vakkennis vereischt wordt, bezigt men negers, die ook belangrijk minder loon verdienen.

Al dit personeel is voortdurend bezig, hetzij met onderhoudswerkzaamheden, hetzij met het doorschutten van schepen. De beide hoofdmachinisten vervullen daarbij de functie van onze hulpsluismeesters.

Het stelsel, waarbij het gezag op de sluizen geheel in handen wordt gegeven van technische personen, bijgestaan, voor de nautische kwesties, door de aan hen toegevoegde speciale loodsen, komt mij voor wel navolging te verdienen voor die sluizen, waar de bewegingswerktuigen hoofdzaak zijn.

Eigenaardig was het bij de zeer nauwkeurige regeling van dienst op de Panama-sluizen, bij te wonen hoe op de zoogenaamde schafturen alle arbeid, zij het ook korten tijd werd gestaakt en met doorschutten werd gewacht tot eenig voedsel was gebruikt. Blijkbaar maakte de meer afmattende dienst in de tropische warmte zulks noodig en de nengerwerklieden zouden zonder zulke regelmatige tusschenpoozen ook bezwaarlijk bereid zijn dienst te doen.

Ook bij de soms buitengewone felle tropische stortregens is het niet altijd gemakkelijk de schuttingswerkzaamheden te doen voortgaan; wel waren de blanken onder het sluispersoneel, als er regen dreigde, meerendeels van een regenscherm voorzien en maakten de neger-sluis knechts gebruik van een zeildoektentje op vier bamboestokken, dat, licht verplaatsbaar zijnde, door hen op de sluismuren werd meegenomen, doch desniettegenstaande moesten de werkzaamheden wel eens een oogenblik worden gestaakt tot het weder opklaarde.

Men houde daarbij in het oog, dat bijv. de Gatunsluizen met inbegrip van de aanleghoofden een totale lengte hebben van 6330 voet (1930 M.), zoodat het bij plotselinge weersverandering niet mogelijk is zich spoedig een schuilplaats te verschaffen.

Die groote afstand maakt een goede telefoonvervinding op de sluis noodig. Aan alle lantaarnpalen van den middenmuur is gelegenheid een telefoontoestel, dat bij iedere schutting door een der beamtten in den zak wordt medegenomen, aan te sluiten en aldus orders te kunnen geven naar het centrale gebouw.

Voor de belangen van het verkeer van voetgangers over de sluizen is in het algemeen bij de Amerikaansche sluizen goed gezorgd, door de looppaden over de deuren zoo breed mogelijk te maken en volkomen te doen aansluiten aan de sluismuren met ver daarover heen reikende leuning.

Bij het Panama-kanaal waren daarentegen de looppaden over de sluisdeuren zeer smal en maakte het den indruk of deze oorspronkelijk uitsluitend voor het personeel bestemd waren.

Men had zich dan ook voorgesteld na de voltooiing van het kanaal alle gebouwen van den westelijken oever te kunnen verwijderen en dus alle verkeer over het kanaal overbodig te maken. Dit bleek echter in verband met andere belangen ten slotte niet gewenscht, zoodat zelfs op dien oever nog een locaalspoorweg werd geëxploiteerd, die op sommige uren van den dag over een pontonbrug het kanaal kruiste, doch overigens aan de hoofdlijn aansluiting gaf door gelegenheid tot overstappen te geven aan de Pedro Miguelsluizen. Over de wijze waarop dan de overgang te voet over de sluizen moest plaats hebben werd geklaagd.

In overweging was om de noodkeeringen (emergency-dams) voor dergelijk voetgangersverkeer in te richten en daartoe de bruggen, waaraan deze zijn bevestigd, op enkele tijdstippen even te sluiten.

In hoeverre daartoe besloten zal worden is nog niet bekend, doch

het bevorderen van het verkeersbelang *over* het kanaal kwam mij voor op den duur een hindernis te zullen zijn bij de exploitatie van het kanaal, waarop blijkbaar bij den aanleg in het geheel niet was gerekend.

Havens en dokwerken. Omtrent de haven van Buffalo, welke in den aanvang der reis werd bezocht, valt weinig mede te deelen; de uitbreidingswerken waren nog in begin van wording en de daarbij toe te passen fundeeringsmethoden op vaste rots waren zeer verschillend van de Nederlandsche.

Bijgewoond werd het verdiepen van den havenbodem met behulp van rotsboormachines, waarbij opvallend was de schijnbaar weinig voorzichtige wijze waarop met dynamiet gehandeld werd. De haven werd gebracht op eene diepte van 25 voet (7.60 M.), overeenkomende met de drempeldiepte van de sluizen te Sault Ste Marie en de voorloopige diepte in het nieuwe Welland-kanaal.

Onder meer werd aldaar ook een kolenlosinrichting bezichtigd van het zeer veel gebruikte bekende Amerikaansche type, zijnde een lange zeer hooge steiger, waarover de gevulde spoorwagens rijden; deze wagens zijn van speciaal model met een valklep tusschen de assen en ledigen hun inhoud in bakken met schuinen bodem, welke zich in den steiger bevinden en een uitstortopening hebben tot in het langs den steiger stilliggende schip.

Hoewel hiermede in korten tijd zeer belangrijke hoeveelheden kolen in een schip kunnen worden geladen, wordt tegenwoordig toch meer en meer van verbeterde kolentippen gebruik gemaakt, waarbij wel het schip langs de tip geleidelijk verhaald moet worden, doch waarbij de werktuigelijke inrichting meer geconcentreerd en dus het aantal arbeiders geringer is.

Te Cristobal en te Balboa, de beide havens van het Panama-kanaal, zijn groote kolenlaadinrichtingen aanwezig, in de eerste plaats aangelegd om de Amerikaansche marine van kolen te kunnen voorzien, doch tevens ook als bunkerstation voor de particuliere scheepvaart.

Voor beide inrichtingen worden de kolen met gouvernementsschepen aangevoerd, meestal uit Norfolk in den staat Virginia; de inrichting te Cristobal behoort tot de grootste van dien aard en kan zoo noodig een schip laden met een snelheid van 2000 ton per uur.

Het laden geschiedt al naar de behoefte op verschillende wijzen met bijzondere kolenkranen of van uit een zeer hoog gelegen bunker.

Het bunkeren der schepen, dat zich gewoonlijk beperkt tot enkele honderden tonnen, geschiedt dan ook in zeer korten tijd, hoogstens 30 à 40 minuten.

Te Balboa, waar de inrichting kleiner is, wordt gebruik gemaakt van de kranen, die indertijd waren gebezigd bij den bouw der kanaalsluizen en welke daartoe zijn omgebouwd, als zijnde voor geen ander doel meer van veel waarde.

Zoowel te Cristobal (Atlantische Oceaan) als te Balbao (Stille Oceaan) waren belangrijke havenwerken in uitvoering, ten deele reeds gereed, waarbij gebruik werd gemaakt van fundeering op putten. In de modderlagen, welke tot groote diepte de vaste rots bedekken, werden dunne ijzeren cylinders geheid, welke met magere beton werden gevuld. Daarop werd een betonijzeren balklaag met vloer bevestigd. Op deze vloeren werden zeer groote ijzeren loodsen gebouwd. Volgens de Amerikaansche methode waren veelal geen poortkranen langs de kaden aanwezig, doch was alleen gelegenheid takels te bevestigen aan een aan de loods uitgebouwd ijzeren draagbalk; deze takels te zamen met de kranen der schepen, brachten de lasten, meerendeels lichte stukgoederen, in de loodsen.

Sommige loodsen hadden alleen een verzonken spoor binnenin, anderen ook wel één spoor op de kade, doch nimmer meer dan één, in afwijking van de Europeesche methode.

De voorwand der loodsen was in den regel geheel wegneembaar op enkele steunpunten na, doch van het gebruik van rolblinden als afsluitmiddel had men wegens de hooge onderhoudskosten afgezien en schuifblinden toegepast; ten einde zoo noodig den geheelen wand te kunnen verwijderen, waren de steunpunten om den anderen scharnierende en konden met de schuifblinden tegen het dak der loods worden opgeschen.

De beide havendammen te Cristobal (Colon) bestonden uit ruw gestapelde blokken, ongeveer van de afmeting als te Ijmuiden in de golfbrekers worden verwerkt.

Te Balboa was een havendam gestort van het materiaal uit de Culebra-doorgraving afkomstig; de bodem was zeer slap en aanzienlijke verschuivingen hadden plaats alvorens de dam tot rust kwam. Dergelijke ophoogingen in slappen bodem zijn in Panama niet ongevoen en had men ook moeten maken voor den spoorweg in de nabijheid van Gatun en voor den bekenden afsluitdam in het Gatunmeer,

welke ten deele op zeer slappen bodem steunt en lang aan verzakking onderhevig is gebleven, doch thans wel tot rust schijnt gekomen.

Te Balboa is een dok gebouwd lang 1044 voet en dus geschikt voor schepen van de lengte als op het Panama-kanaal kunnen varen; het dok wordt met puntdeuren gesloten, die geheel gelijk zijn aan die voor de kanaalsluizen, doch biedt overigens geen belangrijke bijzonderheden. Het was in den droge gebouwd achter een afdamming van grond.

De haven te Boston in de Vereenigde Staten heeft een zeer belangrijken handel op Europa, waaraan een vrij groot aantal vaste lijnen, echter tot dusver geen Nederlandsche reederijen, deelnemen.

Het spoorwegverkeer is in handen van een drietal maatschappijen, welker stations onderling verbonden zijn, zoodat elk havenemplacement en elke pier langs alle spoorlijnen kan worden bereikt. Ofschoon de spoorwegtoestanden door het overdrukke verkeer ook in vele opzichten te kort schieten, schijnt de toestand van deze haven toch aanmerkelijk gunstiger dan b.v. van die van New-York, waarmede Boston tracht te concurreeren en wel omdat de havenwerken van New-York veel meer verspreid zijn en aldaar de spoorwagens en goederen ten deele per pont moeten worden overgebracht, wat zeer kostbaar is en veel tijdverlies geeft.

De haven van Boston staat sedert kort onder beheer van een centraal lichaam, dat gevormd is uit vertegenwoordigers van den staat Massachusetts, van de stad Boston en van den handel aldaar, terwijl de Rijksregeering het beheer voert over den toegang van uit zee en in dien toegang ook verdiepingswerken uitvoert.

In uitvoering was thans een vaarwater breed 900 voet (275 M.) ter diepte van 40 voet (12.80 M.) onder laagwater, overeenkomende met 49.8 voet (15.10 M.) onder hoog water. Dit vaarwater wordt zeewaarts geleidelijk breeder tot een maximum van 1100 voet (385 M.), terwijl het zooals reeds werd opgemerkt, daar waar de bodem uit rots bestaat, nu reeds verdiept wordt tot 45 voet (13.70 M.) onder *laagwater*.

Het havenbestuur, dat aan de haven zelf over een ruime oppervlakte terrein beschikt, had aldaar doen bouwen een pier met loodsen, aan weerszijden waarvan zeer groote schepen kunnen aanleggen; de pier is lang 1200 voet (366 M.), de diepte langs de pier is 40 voet (12.20 M.) onder laag water. Deze aanlegplaatsen waren nagenoeg

gereed, terwijl het voornemen bestond nog een dergelijke, iets kortere, aanlegplaats te bouwen met dezelfde diepte.

De overige aanlegkaden, eigendom van de drie spoorwegmaatschappijen, bieden een diepte aan van 30—35 voet onder laag water (9.15 tot 10.65 M.)

Intusschen is men onlangs begonnen met den bouw van een droogdok lang 1200 voet (366 M.), breed aan den ingang 133 voet (40.50 M.) en diep op den drempel 35 voet (10.65 M.) bij laagwater of 44.8 voet (13.60 M.) bij hoog water.

Dit dok zal, met een eveneens in aanbouw zijnd dok te Quebec, voorloopig het grootste zijn ter wereld en is voor Amerika te meer van belang, daar de dokgelegenheid aan de oostkust, in het bijzonder te New-York, niet van voldoende afmetingen is voor de allergrootste schepen.

Het dok te Balboa (Panama-kanaal), alsmede enkele andere onlangs gebouwde of in aanbouw zijnde dokken aan de westkust der Vereenigde Staten, zijn wel van ruime afmeting, in overeenstemming met het Panama-kanaal.

Het dok te Boston wordt gefundeerd in den droge op rotsbodem, nadat de bovenliggende slik- en zandlagen zullen zijn weggebaggerd.

Het terrein, waarin het dok moet worden gebouwd, was rondom geheel opgespoten met baggerspecie, waarbij echter de plaats voor den fundeeringsput zooveel mogelijk was opengehouden door een geschoorden houten damwand.

Binnen dien damwand werd vervolgens een fundeeringsput gebaggerd, welke na verwijdering van den baggermolen, zou worden gesloten met een kistdam, waarna met het droogmalen zou worden aangevangen. Het maken van den kistdam, eene dubbele rij damwand waartusschen grond en waartegen stortsteen verwerkt werd, was in Augustus 1916 in uitvoering.

Omtrent de haventoegangen aan de oostkust der Vereenigde Staten bleek in verband met de haven van Boston nog het volgende: De toegang tot de haven van New-York is, gelijk reeds gezegd, diep 40 voet (12.20 M.) onder laag water, overeenkomende met 44.5 voet (13.50 M.) bij hoog water. Daar het tijverschil te Boston grooter is dan te New-York verkrijgt eerstgenoemde haven, die bij laag water dezelfde diepte heeft als New-York, bij hoog water eene grootere diepte, namelijk 15.10 M.

Op dergelijke cijfers mag wel eens de aandacht worden gevestigd, omdat daaruit blijkt met welke toekomstplannen de Europeesche havens, die mede willen blijven doen aan de Oceaanvaart, zullen moeten rekening houden.

En deze beide havens staan in hun streven naar meerderen diepgang niet alleen; Philadelphia wordt toegankelijk gemaakt voor 10.60 M. bij laag water (12.50 M. bij hoog water), terwijl dezelfde laagwaterdiepte reeds wordt aangetroffen te Baltimore, Newport-News en Norfolk.

Providence, een kleinere haven tusschen Boston en New-York, verkrijgt binnenkort reeds een diepte van 9.10 M. bij laag water (10.40 M. bij hoog water), Galveston, New Orleans en Pensacola aan de golf van Mexico hebben reeds 9.40 M. diepte.

De meesten dezer havens zijn alzoo minstens gelijk of min of meer vooruit bij het Noordzee-kanaal en het is wel niet twijfelachtig of IJmuiden zal in de jaren, die nog moeten verlopen eer de nieuwe sluis gereed kan zijn, reeds ten achter staan bij wat verschillende havens aan de Noord-Amerikaansche oostkust dan kunnen aanbieden.

Beweegbare bruggen. Waar Noord-Amerika in dit opzicht bijzonder opmerkelijke constructien kan aanwijzen, werd het wenschelijk geacht ook daarover eenige gegevens in te winnen.

Zulks werd echter beperkt tot het bezoeken van enkele technische bureaux, welke ieder een bepaald stelsel van brugbeweging voorstonden, en tot het bezichtigen van enkele bruggen o. a. een enkele basculebrug systeem STRAUSS in de Erie Railroad te South-Chicago en een dubbele basculebrug systeem STRAUSS van de Canadian Pacific Railroad te Sault Ste Marie.

Laatstgenoemde brug is de grootste basculebrug voor spoorweg-verkeer en heeft tusschen de draaipunten op de landhoofden een overspanning van 336 voet (102.5 M.) De verbinding der beide bascule-armen heeft plaats door grendels, waarmede een volkomen veilige aansluiting wordt verkregen.

Als bezwaar tegen het type van bruggen systeem STRAUSS werd genoemd de groote beweegkracht, welke vereischt wordt en de zeer groote gevoeligheid van het evenwicht, wat bij temperatuursveranderingen nogal eens bezwaar oplevert.

Fabrieken. Het overzicht van fabrieken was te vluchtig om daarvan meer dan een oppervlakkigen indruk te krijgen; het was trouwens ook uitsluitend de bedoeling zich eenig denkbeeld te kunnen vormen van de specifiek Amerikaansche werkplaatspraktijken.

Opvallend was het betrekkelijk gering aantal werklieden, de practische verdeling van de werktuigen ter verplaatsing van zware lasten, alsmede de ruime overzichtelijke aanleg.

Al zijn de wijze van productie en daardoor de aan het product te stellen eischen meestal afwijkend van de Europeesche, in hun soort is de levering van Amerikaansche fabrieken zeker niet minder goed dan van Europeesche, al zal het bij eventueele bestellingen noodig zijn op keuring streng te zijn.

Het bezoek aan de werken van de General Electric Company was van belang, daar deze firma een groot aantal sluisbewegings-werktuigen o. a. die van het Panama-kanaal en voor het New-York State Barge-kanaal heeft gebouwd.

Het bezoek aan de Lackawanna Steel Company was van belang om te worden ingelicht over fundeeringen met behulp van het stalen damwandtype, dat zij vervaardigt en waarvan een groot aantal fotografische voorbeelden werden getoond.

Onder de fabrieken is ook te noemen de zeer ruim aangelegde werkplaats te Balboa aan het Panama-kanaal, waar alle werkzaamheden tot onderhoud van het drijvend en rollend materieel en de werktuigen van het kanaal, tevens ook herstellingen aan schepen, die in het gouvernementdok worden opgenomen, van Rijkswegen kunnen worden verricht.

Panamakanaal. Ten slotte, in aansluiting aan de reeds gedane mededeelingen betreffende de sluizen van dit kanaal, nog een enkel woord over dit kanaal in zijn geheel.

Het kanaal is bestemd voor schepen van 40 voet (12.20 M.) diepgang, doch voorloopig is blijkens aankondiging van de Amerikaansche Regeering de toegelaten diepgang nog maar 30 voet (9.15 M.).

Hoewel de sluizen en de wederzijdsche toegangen uit zee en de gedeelten van het vaarwater, die door een meer loopen (Gatun- en Miraflores-meer) op de volle diepte zijn, is dit nog niet het geval met een gedeelte van de Culebra-doorgraving, waar, tengevolge van de nog voortdurend in beweging zijnde rotsmassa's, in Juli—Augustus

tus 1916 veiligheidshalve ook zelfs geen 30 voet diepgang werd toegelaten.

Het meest diepgaande schip, dat destijds werd doorgelaten, de Japansche passagiersboot «Korea», had een diepgang van 27.5 voet (8.40 M.). Kort daarna zijn ook nog schepen met grooteren diepgang, 28 à 29 voet, gepasseerd.

Hierbij is in aanmerking te nemen, dat het bovenpand van het kanaal zoet water bevat en dus de eigenlijke diepgang der schepen, die meestal in zeewater wordt berekend, nog 1 à 0.5 decimeter geringer moet zijn.

Zooals bekend is staat een gedeelte van de Culebra-doorgraving, waar het kanaal tusschen hooge heuvels doorloopt, (120 M. boven kanaalpeil en meer), bloot aan voortdurende afschuivingen, welke in hoofdzaak wel zijn toe te schrijven aan den verweerenden invloed van de zeer vochtige warme lucht op de blootgelegde rotsoppervlakten.

Sommige dezer afschuivende massa's bewegen zich geleidelijk neerwaarts, soms wel met een snelheid van gemiddeld 0.5 of 1 M. per etmaal, hetgeen het onmogelijk maakt daarover of in de nabijheid daarvan werksporen aan te leggen tot opruiming der afschuivende specie. De eenige mogelijke methode van opruiming is dan de rots-massa's zoo noodig te verkleinen door de grootste blokken te laten springen en overigens de massa aan den voet der helling op te ruimen met verschillende soorten van baggerwerktuigen, welke hun inhoud storten in onderlossers van 700 à 800 M³. inhoud of wel wegpersen in nabijgelegen valleien. Bovendien wordt de massa van boven nog in beweging gebracht en gehouden door zoogenaamd «sluicing», zijnde het wegsputten van de massa met krachtige waterstralen.

Hoewel de doorgraving een zeer voldoende breedte heeft, 300 voet (91.5 M.) in den bodem, is voor het zeer groote en omvangrijke baggermateriaal met bijbehorende onderlossers enz. toch geen voldoende ruimte, zoodra schepen moeten worden doorgelaten. Niet-tegenstaande de doorvaart zooveel mogelijk zoo wordt geregeld, dat alle schepen op een bepaald uur van den dag zeer kort na elkaar zich voor de doorvaart aanmelden, levert dit toch wel oponthoud en wordt daardoor het vermogen van het baggermaterieel beperkt. Toch wordt daarmede nog verwijderd circa 1 miljoen kubieke Yard (765 000 M³.) per maand, waarmede men alle thans waarneembare rotsverschuivingen wel meent te kunnen beheerschen, tenzij die aan

twee oevers tegelijk mochten komen, wat in de gegeven omstandigheden niet waarschijnlijk is.

De afschuivingen, waardoor de scheepvaart in 1914 gedurende korte perioden en in 1915—1916 gedurende 6 maanden werd gestremd, ontstonden nagenoeg allen in den regentijd Mei—December, speciaal in het laatste deel daarvan.

Men baggert echter altijd geregeld door, of er afschuivingen voorkomen of niet, en behaalt daardoor in de eerste maanden van het jaar (droge periode) een steeds grooter wordenden voorsprong op de hoeveelheid op te ruimen materiaal, waardoor de kans, dat de afschuivingen in het tweede deel van het jaar de doorvaart zullen versperren, steeds geringer wordt.

Door krachtig baggeren is men er in geslaagd, na de zeer belangrijke afschuivingen van het najaar 1915, het kanaal in April 1916 weder open te stellen en was men einde Juli 1916, hoewel reeds midden in het natte seizoen, voldoende meester van den toestand.

Volgens het »Canal Record» heeft zich in September 1916 weder eene stremming der scheepvaart van enkele dagen voorgedaan, zooals ook in het openingsjaar 1914 herhaaldelijk was voorgekomen.

Men is echter na den ondervonden tegenspoed bijzonder voorzichtig geworden en zal er dus te eerder toe overgaan de scheepvaart eenige dagen op te houden.

Destijds liet de ingenieur met de baggerwerken belast nog dagelijks het vaarwater oppeilen en stelde daarna de voor dien dag door te laten maximum-diepgang vast, waarbij een overmaat in diepte van minstens 5 à 6 voet (1.50 à 1.60 M.) werd aangenomen, al kwam die minste diepte slechts op een enkel punt voor.

De werkelijke toestand is zeker veel gunstiger te achten dan die meermalen zoowel in de Amerikaansche als in de Europeesche pers, ook technische zijde, is afgeschilderd en het mag zeker als een uitgemakte zaak worden beschouwd, dat er, met de thans beschikbare middelen van diephouding en opruiming, voor een blijvend minder goed succes, zooals men wel eens beweerd heeft, niet behoeft te worden gevreesd.

Van onzijdig standpunt beschouwd is de doorgraving wellicht wat vroeg voor de scheepvaart opengesteld en heeft men daardoor in den aanvang verwachtingen opgewekt, waarvan tevoren reeds kon worden voorzien, dat zij niet dadelijk zouden worden verwezenlijkt.

Men zal ongetwijfeld de grondopruiming in het middendeel der doorgraving nog wel een aantal jaren moeten blijven volhouden en in het meest ongunstige deel van het natte seizoen, de maanden October—December, zal er in de eerste jaren nog wel kans op eenige belemmering blijven bestaan.

Dat het in scheepvaartkringen aanvankelijk wel wat geschokte vertrouwen weer terugkeert, bewijzen de in den laatsten tijd zeer talrijke nieuwe scheepvaartverbindingen, waaronder echter de Nederlandsche vlag in 1916 door de belanghebbenden ter plaatse nog in vele gevallen noode werd gemist. Sedert gaan wel de scheepvaartverbindingen tusschen Noord-Amerika en Nederlandsch-Indië door het kanaal, doch op de Nederlandsche handelsbetrekkingen met Midden-Amerika en de Amerikaansche Westkust is dit niet van invloed.

Een tweede belangrijk punt, waarop van technische zijde critiek is uitgeoefend, is de voeding van het kanaal, welke niet behoorlijk zou zijn verzekerd.

Men vreesde n.l. dat aan het Gatun-meer water zou worden onttrokken door de aanwezigheid van spleten in den bodem tengevolge van vulkanische werking. Dit is tot dusver niet juist gebleken en naarmate het meer langer in gebruik is, zal de bodem zich vermoedelijk meer en meer met een slik- en veenlaag bedekken en is de kans op een dergelijk doorkwellen van den bodem geringer.

Eigenaardig is het overigens, dat zelfs bij het inderdaad toch zoo ruim ontworpen Panama-kanaal nadat dit 2 jaren in gebruik is, in verschillende opzichten behoefte aan uitbreiding bestaat. Zoo is de hoeveelheid elektrische energie, die geleverd wordt door een turbinecentrale aan het Gatun-meer en door eene stoomcentrale te Miraflores reeds tot het uiterste in gebruik en is vermeerdering daarvan hoog noodig, zelfs al is daarin nog niet eens begrepen eene mede voorgenomen electricatie van den spoorweg.

Onder de werken, die reeds spoedig te klein zijn gebleken, moet ook gerekend worden de haven van Cristobal (Colon); een vrij groot aantal scheepvaartlijnen maakt daarvan gebruik als overlaadhaven voor goederen naar of van de westkust van Zuid- en Midden-Amerika, terwijl de lijnen, die door het kanaal gaan, hier in den regel hun voorraad kolen of vloeibare brandstof, alsook levensmiddelen en drinkwater, waarvan de levering door tusschenkomst van het kanaalbeheer geschiedt, aanvullen.

Hoewel reeds verschillende werken zijn uitgevoerd, laat het zich voorzien, dat hier in de naaste toekomst nog belangrijke havenuitbreidingen noodig zullen blijven en Colon aldus een handelscentrum van beteekenis zal worden.

Het is van belang daarop te wijzen, daar de kanaal-directie steeds had gemeend, dat de haven van Balboa (Pacific-zijde) zich het spoedigst zou ontwikkelen en daar dan ook belangrijke werken werden aangelegd, zooals het groote droogdok.

Het aandeel van de Nederlandsche scheepvaart in de handelsbeweging in beide havenplaatsen is intusschen nog zeer gering.

Tot de bedenkingen van technische zijde tegen enkele onderdeelen van den kanaalaanleg geuit, is nog te rekenen het bezwaar, dat ook door de kanaaldirectie indertijd wel werd ingezien, dat men aan de eene (Atlantische) zijde heeft één *driedubbel* gekoppelde sluis, en aan de andere (Pacific)zijde twee sluizen, waarvan de een eene enkelvoudige sluis en de andere een *tweevoudig* gekoppelde. Dit geeft vooreerst verschil in beheer en in verbruik van schutwater, doch vooral is de ligging van een dezer sluizen, die van Pedro Miguel, zeer dicht bij de betrekkelijk nauwe doorgraving van Culebra, van ongunstigen invloed op de scheepvaart, tenzij men, wat dan nu geschiedt, aldaar de schutkolk niet te snel vult. Bij vulling van de schutkolk met groote snelheid ontstaat er nl. een stroom van beteekenis in het nauwste deel van de doorgraving, wat wegens de aardschuivingen niet gewenscht is en derhalve niet wordt geoorloofd. Had men de sluis te Miraflores ingericht als driedubbel gekoppelde sluis, evenals die van Gatun, waartoe de aangetroffen bodem nog wel gelegenheid bleek te bieden, dan zou bovendien het bovenpand van het kanaal zeer zijn vergroot en daarmee ook de watervoorraad in tijden van droogte vermeerderd.

In verband met het, reeds vermelde, nu reeds komende tekort aan electrische energie wordt wel de opmerking gemaakt, dat het de voorkeur zou hebben verdiend er op te rekenen het peil van het bovenpand (Gatun-meer) nog wat te kunnen verhoogen, waardoor belangrijk meer waterkracht zou zijn beschikbaar geweest, terwijl daardoor tevens het kanaalpeil in het kritieke deel van het kanaal, de doorgraving van Culebra, zou zijn verhoogd en dus de vaardiepte zoo noodig vermeerderd.

De juistheid van deze opmerkingen, welke zonder speciaal onder-

zoek niet verder zijn na te gaan. in het midden latende, mag voorzeker worden verklaard, dat niet alleen met den aanleg, maar ook met de exploitatie van het kanaal, de Amerikaansche regeering op zeer volkomen wijze is geslaagd, niettegenstaande de zeer ernstige moeilijkheden, welke waren te overwinnen, zoodat de op het kanaal ook nu nog voortdurend uitgeoefende scherpe critiek zeker voor het grootste deel aan minder eerlijke bijbedoelingen is toe te schrijven.

Besluit. Het bezoek aan Amerikaansche werken, Panama daaronder begrepen, leidt tot de volgende slotsom :

1°. de Amerikaansche ingenieur ontwerpt zijne werken, meer dan in Europa over het geheel de gewoonte is, op economische grondslagen, al is hij niet gewoon bij dat ontwerp overigens spaarzaam te zijn. Hij houdt vooreerst rekening met eene goedkoopste bouwmethode, meestal ook met eene snelle wijze van werken en voorts met eene goedkoopste wijze van exploitatie. Daarbij wordt wel in voldoende mate voor degelijke samenstelling gezorgd, doch op het uiterlijk aanzien weinig gelet.

2°. Bij alle werkzaamheden, zoowel bij aanleg als later bij exploitatie, wordt gestreefd naar eene zoo groot mogelijke beperking van den handenarbeid, zelfs al is daardoor eene kostbare inrichting hetzij bij de uitvoering, hetzij definitief, noodig.

3°. De algemeene aanleg der Amerikaansche sluiswerken is niet beter, maar, het uiterlijk aanzien daargelaten, ook geenszins minder dan in het algemeen in Europa; het streven naar besparing op den handenarbeid is oorzaak, dat inzake bewegingsinrichtingen een grootere volmaaktheid wordt bereikt.

De sluiswerken van het Panama-kanaal kunnen zoowel wat algemeen aanleg als wat bewegingsinrichtingen betreft, als een model gelden.

4°. Hoofdafmetingen worden minder angstvallig bepaald dan in Europa regel is, waar het de naaste toekomst geldt; daarentegen wordt betrekkelijk weinig met eene meer verwijderde toekomst rekening gehouden.

Ten slotte zij de opmerking veroorloofd, dat het reizen in een technisch en industrieel zoo ontwikkeld land als Noord-Amerika uit

een algemeen oogpunt buitengewoon leerzaam moet worden geacht en dat een dergelijke reis telkens aanleiding geeft verschillende denkbeelden en beginselen op het gebied van den civiel-ingenieur, die onwillekeurig als onaantastbaar werden beschouwd, opnieuw te onderzoeken en te beoordeelen.

IJmuiden, 13 December 1916.

De Ingenieur van den Waterstaat,

C. E. W. VAN PANHUYS.

Bijlage I.

HOOFDAFMETINGEN
VAN EENIGE AMERIKAANSCH E SLUIZEN
(in Engelsche voeten ¹⁾.)

Naam van kanaal of rivier.	Lengte.	Wijdte.	Diepte.	Verval.
Panama-kanaal.	1 000	110	43	28
Welland-kanaal	800	80	30 (25)	46 ¹ / ₂
Lake Washington-kanaal (sluizen te Seattle)	825	80	25 (36)	7—25
St. Mary Falls-kanaal:	150	30	12 (17)	idem
<i>a.</i> Weitzel sluis	515	60	13 (17)	20
<i>b.</i> Poesluis.	800	100	18 (22)	20
<i>c.</i> Sluis 3	1 350	80	24 ¹ / ₂	20
<i>d.</i> Sluis 4 (in aanbouw)	1 350	80	24 ¹ / ₂	20
<i>e.</i> Canadeesche sluis	900	60	20	20
Black Rock Harbor (Buffalo)	650	70	22	5
Keokuk (Mississippi).	400	110	8	40
Ohio-kanalisatie	600	110	9	6—8 (26—40)
Troy (Hudson).	493	45	16	14 ¹ / ₂
New-York State Barge-kanaal (Erie-kanaal en zijkanalen)	310	45	12	6—40 ¹ / ₂
Dalles-Celilo-kanaal (Columbiarivier)	300	45	8	35
Monongahela (Pittsburgh)	360	56	9	4—12
Black-Warrior (Alabama)	286	52	6 ¹ / ₂	8—31 ¹ / ₂
Charlesrivier (Boston)	355	50	17	—
Scheepvaartweg van de groote meren naar zee door Canada, minstens	270	45	14	—
Red-river (Manitoba).	215	45	8	21

¹⁾ 1 Engelsche voet = 0,305 M.

II.

EENIGE AANTEEKENINGEN VAN DEN INGENIEUR VAN DEN RIJKSWATERSTAAT F. L. SCHLINGEMANN, NAAR AANLEIDING VAN EEN IN 1916 GEMAAKTE REIS NAAR NOORD-AMERIKA TER BEZICHTIGING VAN WERKEN OP WATERBOUWKUNDIG GEBIED.

Ondergeteekende bezocht in Noord-Amerika in den aanvang zijner reis dezelfde werken als zijne ambtgenooten VAN PANHUYSEN en VAN DEN BROEK, met uitzondering van de stuw in de Mississippi te Keokuk en het Welland-kanaal. Aanvankelijk lag het niet in de bedoeling de reis verder westwaarts uit te strekken dan Chicago en Sault Ste Marie. Het bleek echter bij het eerste bezoek in de maand Juni aan het hoofdbureau van de kanalisatiewerken der Ohio te Cincinnati, dat de waterstand op de rivier zoo hoog was, dat geen mogelijkheid bestond iets van de werken te zien. Alle stuwen waren neergelaten, de sluizen stonden geheel onder water en van de in aanbouw zijnde werken had men de bouwputten moeten laten volloopen. Volgens de te Cincinnati verkregen inlichtingen kon vóór het midden van Juli niet op lage waterstanden op de rivier worden gerekend. Daar nu de kanalisatie van de Ohio met het oog op het doel, waarmede de reis door ondergeteekende werd ondernomen, verreweg het belangrijkste der te bezichtigen werken was, werd besloten langer in Amerika te blijven dan eerst het plan was. Van den diensgevolge beschikbaar komende tijd werd gebruik gemaakt om de reis uit te strekken tot het noordwesten der Vereenigde Staten en aldaar en in Canada eenige belangrijke rivier- en kanaalwerken te bezoeken.

De werken, welke ondergeteekende alleen bezocht, zijn de volgende:

de stuw in de Red River bij Winnipeg (Manitoba);
het Lake Washington-kanaal te Seattle (Washington);

de werken aan den mond van de Columbia-rivier (Oregon);
de kanaalwerken langs de Columbia-rivier (Cascades-Canal en Dalles-Celilo-Canal) in den staat Oregon;
eenige verbeteringswerken van de Mississippi bij St. Louis;
de kanalisatiewerken van de Ohio en van haar zijrivier, de Big Sandy.

Voorts werd te Kansas City (Missouri) een bezoek gebracht aan de firma HARRINGTON, HOWARD & ASHE (vroeger WADDELL & HARRINGTON), die zich in het bijzonder toelegt op het ontwerpen van kabelhefbruggen en werden te Portland (Oregon) en te Kansas City eenige hefbruggen van verschillende typen bezocht, terwijl op de Columbia-rivier, de Mississippi en de Ohio eenig baggermaterieel werd bezichtigd.

Van de bezochte werken zijn die te Seattle en aan den mond van de Columbia-rivier ten dienste van de zeevaart gemaakt. Ook de sluizen te Sault Ste Marie en te Black Rock bij Buffalo kunnen met betrekking tot de daardoor verkeerende schepen naar Europeesche begrippen niet als binnenscheepvaartsluizen worden beschouwd. De vaart op de groote meren draagt meer het karakter van zeevaart, al worden daarin speciale scheepstypen gebruikt. Zij zal geheel tot de zeevaart gerekend kunnen worden wanneer op den duur eene verbinding voor zeeschepen tusschen deze meren en den Oceaan langs de St. Lawrence-rivier tot stand komt, waartoe de bouw van het nieuwe Welland-kanaal een eerste stap is.

De eigenlijke binnenscheepvaartwegen, die bezocht werden, kunnen tot drie afzonderlijke stelsels worden gebracht nl. het kanalenstelsel van den Staat New York (het New York State Barge Canal), de Mississippi met de Ohio en hare zijrivieren en aan de westkust de Columbia-rivier.

Het New Yorksche kanalenstelsel is de oudste binnenscheepvaartweg in de Vereenigde Staten. De behoefte aan eene verbinding tusschen de groote meren en de Atlantische kust deed reeds in het einde van de 18e eeuw den aanleg door eene particuliere maatschappij ter hand nemen. In 1820 werd het kanaal door den Staat New York overgenomen en sinds dien herhaalde malen vergroot. De in 1905 begonnen en thans nagenoeg voltooide vergrooting bestaat eigenlijk in eene geheele vernieuwing van het hoofdkanaal (Erie-kanaal), dat

het Erie-meer met den Hudson verbindt. Het kanaal zal geschikt worden voor schepen van 3000 ton, de sluizen hebben een doorvaart-wijdte van 45 voet (13.70 M.), eene lengte van 311 voet (94.80 M.) en eene diepte van 12 voet (3.66 M.). Het nieuwe kanaal kan dus met de groote binnenscheepvaartwegen in Europa op ééne lijn worden gesteld.

Van het nieuwe Erie-kanaal wordt eene groote ontwikkeling van het verkeer verwacht en waar dit kanaal werkelijk eene korte verbinding vormt tusschen de voornaamste zeehaven van de Vereenigde Staten en de groote meren, wier oevers toegang geven tot uitgestrekte landstreken met grooten natuurlijken rijkdom, zoowel aan grondstoffen voor industrieën als aan landbouwvoortbrengselen, mag deze verwachting zeker niet overdreven worden geacht.

In dit opzicht onderscheidt het New Yorksche kanaalstelsel zich van de andere genoemde binnenscheepvaartwegen; tusschen de Mississippi en de groote meren bestaat wel eene scheepvaartverbinding, het Illinois and Mississippi-kanaal, doch dit is van kleine afmetingen en van weinig belang. Ook bestaat wel de verwachting, dat later het Chicago Drainage-Canal (een afwateringskanaal van de stad Chicago) dienstbaar gemaakt zal worden aan een waterweg tusschen het Michigan-meer en de Mississippi en bestaan er ook plannen tot verbinding van de Ohio bij Pittsburgh met de groote meren, doch voorloopig vormt de Mississippi met hare zijrivieren als scheepvaartweg een afzonderlijk geheel. Een belangrijk verkeer op deze rivier zou zich dus van en naar haren mond in de golf van Mexico moeten richten; deze is echter ten opzichte van de groote lijnen van het wereldverkeer niet gunstig gelegen. In de Vereenigde Staten loopen de hoofdrichtingen van het verkeer west-oost en omgekeerd, terwijl de hoofdrichting van de Mississippi noord-zuid is. Hieraan mag het wel in hoofdzaak worden toegeschreven, dat deze grootste Noord-Amerikaansche rivier sedert de ontwikkeling der spoorwegen haar belang voor het goederenverkeer grootendeels heeft verloren. Inderdaad is de eenmaal bloeiende scheepvaart op de Mississippi tot zeer bescheiden afmetingen teruggebracht en in de voornaamste stad aan de rivier, St. Louis, verkeerden de langs den rivieroever gelegen oude handelswijken thans in tamelijk vervallen toestand. De meening is wel eens geuit, dat dit het gevolg daarvan zou zijn, dat men niet tijdig de verbetering van de rivier heeft ter hand genomen om de

scheepvaart in staat te stellen met de spoorwegen te kunnen concurreeren (Zie o.a. bladz. 120 van het rapport der Nederlandsch-Belgische commissie voor de gemeenschappelijke Maas). Veeleer schijnt echter het omgekeerde het geval en is de betrekkelijk geringe zorg, die de Amerikanen aan de Mississippi hebben besteed, gevolg van de omstandigheid, dat zich tot nu toe geen sterke economische behoefte aan verbetering van dezen scheepvaartweg heeft doen gevoelen.

Wellicht zal door de opening van het Panama-kanaal de beteekenis van de haven van New Orleans nog stijgen en in dat geval zal vermoedelijk ook de rivier, die deze haven met een reusachtig achterland verbindt, wel weder een belangrijke scheepvaartweg worden, waarvoor eene diepte van 8 à 9 voet, waarnaar thans wordt gestreefd, wel niet voldoende meer zal zijn.

Op de Ohio, de belangrijkste van de zijrivieren van de Mississippi, welke haar met het grootste kolen- en ijzerindustriegebied van de Vereenigde Staten verbindt, is de scheepvaart evenmin van overwegende economische beteekenis voor de oeverlanden. Ook hier geldt weer hetzelfde: de hoofdrichting van het verkeer loopt niet naar de Golf van Mexico, maar naar de havens aan de Atlantische kust. Van beteekenis is hier alleen het vervoer van steenkolen stroomafwaarts. Retourvrachten zijn hier evenwel niet te bedingen, zoodat nog voor korten tijd de houten vaartuigen, waarmede het vervoer plaats had, na elke reis te New Orleans voor slooping werden verkocht. Slechts in de omgeving van Pittsburgh, waar de Ohio uit de samenvloeiing van Monongahela en Alleghany ontstaat, komt eene drukke plaatselijke scheepvaart voor, die op de Monongahela dubbele schutsluizen noodzakelijk heeft gemaakt.

Ook de machtige Columbia-rivier in het noordwesten is voornamelijk van minder belang voor de scheepvaart dan voor de zalmvangst. Zij doorstroomt trouwens een gebied, dat eerst in den aanvang zijner ontwikkeling verkeert. De staat Oregon, waarvan deze rivier grootendeels de noordelijke grens vormt, heeft op eene oppervlakte, zeven en een half maal zoo groot als Nederland, nog slechts eene bevolking van 600 000 zielen, en naast de vischvangst is de houtaankap het hoofdmiddel van bestaan.

De bezochte stuw bij Winnipeg ligt in de Red River (door de Amerikanen Red River of the North genoemd, ter onderscheiding

van de zijrivier van de Mississippi van denzelfden naam). Deze rivier ontlast zich noordwaarts in het Winnipeg-meer, dat weder door verschillende rivieren zijn water naar de Hudson-Baai afvoert. Ook deze Canadeesche waterweg is slechts van plaatselijk belang en de verbetering van de Red River is ondernomen om den waterweg tusschen genoemd meer, waarvan de oevers nog grootendeels onontgonnen zijn, en de stad Winnipeg ook in droge tijden voor de scheepvaart bruikbaar te maken. Ook hier heeft nog geen drukke scheepvaart plaats.

Van den betrekkelijk geringen omvang van de scheepvaart op de genoemde rivieren wordt hier melding gemaakt, omdat deze voor een belangrijk deel het karakter der reeds tot stand gebrachte en nog onderhanden zijnde verbeteringswerken bepaalt.

Over het algemeen toch voldoen deze vaarwaters, naar Europeesche begrippen, niet aan zeer hooge eischen en waar de Regeering ter verbetering ingrijpt, geschiedt dit vaak tastenderwijze en vergeen men zich met de slechtste gedeelten van eene rivier te verbeteren.

Zoo bij de Mississippi, waarvoor een afzonderlijke dienst onder leiding van de te St. Louis zetelende Mississippi River Commission is ingesteld. Naar een algemeen normaliseeringsplan wordt niet gewerkt. Baggerwerk en het opruimen van boomstammen en andere hindernissen vormen hier het hoofdwerk. Slechts daar, waar bijzondere omstandigheden aanwezig zijn, gaat men ook over tot het vernauwen van het rivierbed door kribben en het vastleggen van de oevers. Met deze verbeteringswerken wordt, afgezien van het riviervak beneden New Orleans, waar voor de zeevaart veel grootere diepte aanwezig is, voorloopig slechts beoogd eene doorgaande diepte van 9 voet beneden den mond van de Ohio en van 8 voet tusschen dit punt en St. Louis te verkrijgen. Dit is zeker een bescheiden program. voor eene rivier met een afvoer, welke bij de laagste standen nog 3000 M³. per secunde bedraagt om bij de hoogste tot 60 000 M³. per secunde te stijgen, terwijl het verhang van den mond der Missouri, even boven St. Louis tot aan de zee, over een afstand van ruim 2000 K.M., geleidelijk afneemt, van 10 tot 3.5 cM. per K.M. Eene algeheele normaliseering van de Mississippi zou ongetwijfeld tot veel grooter resultaten kunnen leiden, doch zou bij de groote lengte der rivier reusachtige kosten meebrengen, die, het werd reeds gezegd, niet door de behoefte worden gerechtvaardigd.

Ook op de Columbia-rivier stelt men zich met eene vaardiepte van 8 voet tevreden, welke diepte over groote lengte van nature aanwezig is. Slechts waar bij het breken door het gebergte van de Cascades Range de rivier verondiepingen en stroomversnellingen vormt, heeft men over korten afstand laterale kanalen (het Cascades-kanaal en het Dalles-Celilo-kanaal) gevormd, om ook in droge tijden de scheepvaart mogelijk te maken. Bij hooge waterstanden vindt hier in het geheel geen scheepvaart plaats en zelfs bij het bezoek aan deze kanalen in het midden van den zomer (13 Juli) was de vaart nog door te hoogen waterstand gestremd.

Van de groote Noord-Amerikaansche rivieren is de Ohio de eenige, waarvoor over de geheele lengte een verbeteringsplan opge maakt en in uitvoering is. De kanalisatie van deze rivier zal na de voltooiing over een lengte van 1600 K.M. ongeveer \$ 80.000.000 kosten, waarmede een minste diepte van 9 voet voor de scheepvaart zal worden bereikt. Deze kanalisatie is thans voor een groot deel gereed en aan hare voltooiing wordt met kracht gewerkt. Toch is ook hier de scheepvaart, hoewel belangrijker dan op de andere genoemde rivieren, nog niet evenredig aan de grootte der aan de verbetering bestede bedragen en de verwachtingen daarvan voor de toekomst, die bij het het bezoek werden vernomen, waren niet zeer optimistisch.

Men moet dit in aanmerking nemen bij de beoordeeling van de doelmatigheid van de in Amerika toegepaste stelsels en constructies. Systemen, die daar tot volkomen tevredenheid van de beheerende ingenieurs werken, zouden dikwijls op rivieren of kanalen met een drukke scheepvaart ten eenenmale onvoldoende blijken.

Zoo was men tot voor korten tijd op de Ohio zeer ingenomen met de daar in alle stuwen toegepaste Chanoine-kleppen. In werkelijkheid echter brengen deze kleppen mede, dat het opzetten der stuwen bij vallende rivier soms eenige dagen vereischt, terwijl veelal eerst het water tot eenige voeten beneden stuwpeil moet zijn gedaald, alvorens met het sluiten der stuw kan worden begonnen. Het spreekt vanzelf dat dit bij eene drukke scheepvaart tot groote bezwaren aanleiding zou geven. Dat men thans de Chanoine-kleppen door gewijzigde constructies gaat vervangen, waarop hieronder nog zal worden teruggekomen, is minder toe te schrijven aan de aangeduide bezwaren, dan wel aan het streven om de aanlegkosten der werken te verminderen.

Zoo ziet men er weinig tegen op bij herstellingen aan de kunstwerken deze voor geruimen tijd droog te leggen of de stuwpannen tijdelijk af te laten, waardoor de scheepvaart gestremd of ernstig bemoeilijkt wordt. Bij de sluizen op de Ohio en vele andere bezochte scheepvaartsluizen zijn geperfectioneerde inrichtingen aanwezig om den geheelen sluisvloer droog te leggen. Bij sommige sluizen, zooals die te Black Rock (Niagara-rivier), Sault Ste Marie, Seattle (Lake Washington-kanaal) en Louisville (Ohio) zijn zelfs speciale pompen opgesteld voor dit werk. Het droogleggen van de geheele sluizen geschiedt hier geregeld eenmaal per jaar, waarbij dan alle deelen onder water kunnen worden nagezien, gereinigd en hersteld. Hierbij is in aanmerking te nemen, dat de scheepvaart op de groote meren reeds van nature in de wintermaanden door ijs is gestremd, gedurende welken tijd natuurlijk de drooglegging plaats vindt.

Remmingwerken ontbreken gewoonlijk bij de invaart van de Amerikaansche sluizen. Alleen heeft men dikwijls den sluismuur, die aan den oever van het kanaal of de rivier valt, buiten de sluis als geleidingsmuur (guidewall) voor de scheepvaart verlengd en daarop dan meerpalen geplaatst. Toeleidingskanalen naar de sluizen, om aan de schepen gelegenheid te geven in stil water hunne vaart te vermindern vóór zij de sluis binnenvaren, worden op de Ohio evenmin aangetroffen. Wellicht maakt ook de wijze van slepen op deze rivier zulke kanalen minder noodig. De sleepboten zijn hier n.l., evenals op de Mississippi en de Columbia, hekwielers, die niet vóór, maar achter de voortbewogen vaartuigen worden bevestigd en deze voortduwen, waarbij dus het stoppen van de geheele sleep door achteruitslaan van de stoomboot verkregen wordt.

Ten aanzien van de samenstelling der kunstwerken werd bij de werken, welke door ondergeteekende alleen werden bezocht, overal dezelfde eenvoud opgemerkt, die ook reeds in het verslag van zijn ambtgenoot VAN PANHUYS wordt vermeld. Terwijl bij oudere werken, zelfs die van een tiental jaren geleden, nog een rijkelijk gebruik van natuursteen werd gemaakt, zijn bij alle nieuwere werken eigenlijk slechts drie materialen, beton, ijzer en hout gebruikt. Overal worden muurwerk, vloeren, drempels en pijlers uitsluitend uit beton opgetrokken, waaraan nagenoeg altijd de samenstelling 1 cement, 3 zand, 6 grind wordt gegeven.

De dagvlakken van deze beton zijn zonder uitzondering onbekleed en ongepleisterd; zij hebben over het algemeen een goed uiterlijk. De beton werd, bij de bezochte in uitvoering zijnde werken, tamelijk droog gestort; muren, drempels en dergelijke werden gewoonlijk in vakken van 10 à 12 M. lengte gemaakt, waartusschen geen andere verbinding dan eene vischbekvormige sponning. Stampen van de beton werd nergens waargenomen, wel werd de specie, nadat zij gestort was, nog door eenige in de stortkuip staande arbeiders met de schop goed door elkaar gewerkt, in het bijzonder langs de wanden van de kuip.

Zelfs de pijlers van eenige spoorweg- en andere bruggen over de Ohio, die in verband met de na de kanalisatie vereischte vrije doorvaart-hoogte verhoogd moesten worden, waren geheel in beton opgetrokken, hoewel de oudere onderste gedeelten daarvan in natuursteen waren uitgevoerd. Terloops zij hier opgemerkt, dat deze verhoogingen krachtens een uitspraak van het Hooggerechtshof der Vereenigde Staten op kosten van de eigenaars der bruggen moesten worden uitgevoerd.

Bekleding van de hoeken van het betonwerk met ijzer kwam een enkele maal voor, voornamelijk waar beschadiging door ijsgang te vreezen was. In den regel echter waren ook de hoeken onbekleed en dan met een kleinen straal afgerond. Trouwens bij de sluizen waren hoeken zooveel mogelijk vermeden. Alle nieuwere sluizen hebben over de geheele lengte dezelfde breedte en gewoonlijk was tegen de benedenzijde der puntdeuren een houten aanvaringsrooster bevestigd, dat in open stand der deuren juist in het dagvlak van het doorgaande muurwerk viel. Blijkbaar hecht men veel aan volkomen gladde sluiswanden om de doorvaart voor de schepen zooveel mogelijk te vergemakkelijken en te bespoedigen.

De aanslagen voor deuren en schuiven waren gewoonlijk bekleed met staal of hout. Aanslagen van natuursteen, zooals in Europa nog veelal gebruikelijk zijn, werden slechts een enkele maal aangetroffen. Voor de aanslagen tusschen de puntdeuren onderling werd veelal staal op staal gebezigd.

Hout, dat vroeger in Noord-Amerika wegens zijn goedkoopte een zeer veel gebruikt bouwmetaal was, is in den waterbouw thans reeds voor een goed deel door beton en ijzer verdrongen. De oude, van het midden der 19^{de} eeuw dagteekenende vaste stuwen op de Monongahela b.v. waren zoogenaamde «cribs», dammen, samenge-

steld uit een houten geraamte, opgevuld met zware stortsteen (rip-rap). Waar bij de moderne verbetering dezer rivier de oude stuwdammen verhoogd moesten worden, werd de oude constructie verlaten en daarop een betondam gebouwd. Toch worden de cribs nog veelvuldig toegepast. Zoo is de dam, welke te Buffalo het kanaal naar de Black Rock-sluis van de rivier scheidt, op deze wijze samengesteld en worden op de Ohio de cribs gebruikt als bovenste deel van de stortebedden beneden de stuwen. Houten sluisdeuren van groote afmetingen, bestaande uit opeengestapelde zware balken, zonder voor- of achterhar, werden slechts enkele malen aangetroffen, o. a. bij de Canadeesche sluis te Sault Ste Marie. In den regel echter geeft men thans voor sluisdeuren aan ijzer de voorkeur. De prijs van hout van groote afmetingen is thans in het oosten der Vereenigde Staten niet veel lager meer dan in Europa (vóór den oorlog). Slechts in het noordwesten en in Britsch Columbia is thans nog uitnemend hout voor zeer lage prijzen te verkrijgen.

Tot afsluiting der sluizen wordt gewoonlijk de voorkeur gegeven aan puntdeuren, waarvan de beweging geschiedt hetzij door duwpersen, hetzij door staalkabels op den sluisvloer. Dat men over laatstgenoemd stelsel, waar het was toegepast, over het algemeen voldaan was, moet mede worden toegeschreven aan de reeds genoemde omstandigheid, dat deze sluizen geregeld eenmaal per jaar worden drooggelegd. Op de Ohio heeft men tot voor korten tijd de sluizen van roldeuren voorzien. Deze hadden hier veel voor wegens de groote wijidte der sluizen, 110 voet (33.50 M.) bij eene diepte van slechts 9 voet (2.75 M.) en een verval van 6 à 8 voet (1.80 M. à 2.50 M.). Daar echter de hoogste rivierstanden tot 12 à 15 M. boven de sluis-muren stijgen, heeft men veel last van zand en slib, dat elken winter zich in de van boven open, slechts met plaatijzeren deksels afgedekte, deurkassen neerzet. Bij de nieuwste sluizen op de Ohio is men daarom, ondanks den ongunstigen vorm, toch tot puntdeuren overgegaan, die dan zijn samengesteld uit een zwaren boven- en onderregel, verbonden door verticale stijlen.

Het vullen en ledigen der schutkolk geschiedde nagenoeg overal door riolen, soms in den sluisbodem (Sault Ste Marie), meestal in de sluismuren. Als afsluiting dezer riolen werden alle, ook in Europa gebruikelijke, systemen van kleppen en schuiven aangetroffen.

Als beweegkracht voor deuren en rioolafsluitingen werd dikwijls electriciteit, dikwijls ook hydraulische kracht gebruikt. Deze laatste, met gebruik van samengeperste olie, werd o.a. gebruikt aan alle Ohio-sluisen, waar het periodiek onder water komen der sluismuren het gebruik van electriciteit verbood. Bij de sluis in het lateraal kanaal van de Ohio te Louisville werden de oliepompen gedreven door electriciteit en waren zij daartoe opgesteld op een verhoogd gedeelte van het bovensluishoofd boven den hoogsten waterstand. Bij de andere Ohiosluizen werden de pompen gedreven door kleine waterturbines, die met het verval van de stuw werkten en bij geopende stuw vervangen werden door een op den oever geplaatste reserve-stoommachine. Bij de sluizen langs de Columbia-rivier werd de hydraulische druk verkregen uit, op grooten afstand in het gebergte gelegen, waterreservoirs. Waar hydraulische beweegkracht werd toegepast, was men daarmede zeer ingenomen wegens de eenvoudige wijze, waarop deze op de deuren en schuiven kan worden overgebracht.

De afsluitingen van de beweegbare stuwen in de gekanaliseerde Amerikaansche rivieren zijn meerendeels nagevolgd naar reeds vroeger in Europa gevonden en toegepaste stelsels. Zoo zijn de brugstuwen in de Mohawk (Erie-kanaal) navolgingen van de stuw in de Moldau te Mirowitz (Bohemen), de Chanoine-kleppen in de Ohio-stuwen zijn reeds veel vroeger in Frankrijk toegepast; op de Big Sandy zijn naaldstuwen met Poirée-jukken eveneens van Fransche vinding gebouwd; de stuw in de Red River bij Winnipeg is eene combinatie van de brugstuw met de evenzeer uit Frankrijk afkomstige Caméré-jalouzie-schuiven. Hoewel men dus veelal Europeesche stelsels van afsluiting heeft gebruikt is toch zelden van directe navolging sprake en hebben de Amerikaansche ingenieurs dikwijls deze stelsels weten te verbeteren.

De Chanoine-kleppen op de Ohio bijv., waarmede in den loop der jaren bij een groot aantal stuwen eene rijke ervaring is opgedaan, mogen wel, wat de onderdeelen der constructie aangaat als de volmaking van dit systeem worden beschouwd. Deze kleppen worden thans door den dienst van het Corps of Engineers in eigen beheer gemaakt, waardoor men tot een minimum van kosten is gekomen. De bediening dezer kleppen door middel van een stoombokschuit, die daartoe bij elke stuw aanwezig is, heeft het gebruik zeer vergemakkelijkt en het mogelijk gemaakt kleppen van zeer groote afmetingen toe te

passen. Ook bij de naaldstuwen op de Big Sandy is het door het gebruik dezer bokschuiten mogelijk geworden aan de naalden veel grooter afmetingen te geven dan in Europa geschiedt en dit stelsel toe te passen voor stuwhoogten, waarvoor het gewoonlijk als onbruikbaar wordt beschouwd. Bij de Ohio- en Big Sandystuwen zijn daarvoor met betrekkelijk geringe kosten voor de aldaar geldende eischen zeer goede resultaten bereikt.

De op de Ohio voor de afvoeropeningen en op vele andere plaatsen gebruikte «beartrap»-kleppen zijn de eenige stuwafluitingen, die van eigen Amerikaansche vinding zijn en ook aldaar haar geheelen ontwikkelingsgang hebben doorgemaakt. Een honderdtal jaren geleden voor het eerst in een eenvoudigen vorm van hout geconstrueerd toegepast, hebben deze afsluitingen thans een hoogen graad van technische volmaaktheid bereikt en zijn zij als middel om zeer groote openingen in zeer korten tijd te openen of te sluiten zeker gelijkwaardig aan de Duitsche «Walzenwehre», boven welke zij het voordeel hebben, dat de afvoer niet door onderstrooming, maar door overstrooming wordt verkregen. Waar de beartraps waren toegepast, was men over de werking zeer voldaan en alleen de dure fundeering, die zij vereischen, is de reden dat men in de laatste jaren op de Ohio naar een middel is gaan zoeken om de bear-traps te vermijden.

Men heeft daarom gezocht naar eene verbetering der Chanoine-kleppen, waardoor het opzetten en neerlaten daarvan bij alle waterstanden zoo vlug en gemakkelijk zou worden, dat zij ook voor de afvoeropeningen te gebruiken zouden zijn. Het hoofdbezwaar der Chanoine-kleppen is, gelegen in de beweegbare schoor, waarvan het onderende zich bij het openen en sluiten los over een glijbaan beweegt. Deze glijbaan geraakt licht vol zand of grind en de beweging bij het sluiten der kleppen wordt dan zeer moeilijk, welke moeilijkheid vergroot wordt doordat de op de klep uitgeoefende trekkracht in het begin der beweging zeer onvoordeelig wordt aangewend.

De ingenieur BEBOUT, assistant-engineer in het District Engineer Office te Wheeling (West-Virginia) heeft een gewijzigden vorm van klep uitgedacht, naar hem Bebout-wicket genoemd, welke voor het eerst is toegepast in stuw n°. 13 bij Wheeling. De Bebout-kleppen onderscheiden zich van de gewone Chanoine-kleppen, doordat de schoor vast scharnierend aan den stuwvloer is verbonden, terwijl het draagjuk in het midden een scharnier heeft, dat samenklapt bij het

neerlaten der kleppen. De kracht voor het ophalen wordt bij deze kleppen veel voordeeliger aangewend, terwijl de glijbaan ontbreekt. Bij het bezoek aan stuw n°. 13 kon worden geconstateerd, dat deze kleppen van af de bokschuit bij den vollen waterdruk zeer snel en gemakkelijk kunnen worden opgericht en neergelaten. Als bijkomend voordeel kan de stuwvloer aanmerkelijk korter zijn dan bij de Chanoine-kleppen. In verschillende in aanbouw zijnde stuwen zouden dan ook de Bebout-kleppen worden toegepast.

In het District Office te Cincinnati overwoog men eene eenigszins andere wijziging van de Chanoine-kleppen, die evenwel nog niet tot uitvoering was gekomen. De algemeene indruk, die bij het bezoek aan de Ohio-stuwen werd verkregen was, dat het beginsel der Chanoine-kleppen, hetwelk in Europa eenigszins op den achtergrond is geraakt, door de daaraan in Amerika toegepaste verbeteringen voor stuwen met niet al te groot verval en waarbij groote waterdichtheid van de afsluiting geen hoofdvereischte is, nog altijd ernstig in aanmerking komt.

Verschillende van de bezochte, in uitvoering zijnde, werken werden door het Corps of Engineers geheel in eigen beheer uitgevoerd. De ingenieurs zelve waren onverdeeld gunstig in hun oordeel over deze wijze van werken, niettegenstaande de Vereenigde Staten over een groot aantal hoogst bekwame en kapitaalkrachtige aannemers op waterbouwkundig gebied beschikken. In het algemeen huldigt men het stelsel, dat men of een groot werk in zijn geheel aanbesteedt, waarbij men het werkplan, onder goedkeuring der directie, geheel aan den aannemer overlaat en hem bij de uitvoering een groote mate van vrijheid laat, of het werk geheel zelf uitvoert. Op de Ohio beschikt de directie zelf over een uitgebreid aannemersmaterieel en is daardoor in staat, indien een aanbesteding geen aanneembaar geacht bod oplevert, of door de soliditeit van de inschrijvers geen volle waarborgen voor goede uitvoering geeft, de gegadigden voorbij te gaan en zelf het werk ter hand te nemen. Ook wordt soms in eigen beheer gewerkt wanneer het regeeringsmaterieel van een vorig werk is vrijgekomen, om dit niet renteloos te laten liggen.

Ook het onderhoud der werken geschiedt overal in eigen beheer en de onderhoudsaannemer, die hier te lande dikwijls geen andere rol speelt dan als kassier voor de directie op te treden, is onbekend. Het bezichtigde baggermaterieel was overal eigendom van den Staat en men denkt er niet meer aan geregeld terugkeerend baggerwerk aan te besteden.

Van verschillende ingenieurs werd vernomen, dat de Staat over het algemeen eerder goedkoop dan duurder werkte dan bij aanbesteding het geval was. Hierbij is in het oog te houden, dat de ingenieurs van het Army Corps of Engineers zelve een groote ervaring in de uitvoering hebben. Ook bij werk in eigen beheer worden alle ontwerpen door den op het Ministerie te Washington (War-Office) zetelenden Chief of Engineers goedgekeurd. Bij de uitvoering zelf echter, den aankoop van materialen, enz., wordt aan de verantwoordelijke ingenieurs binnen de grens der toegestane credieten eene groote mate van vrijheid gelaten.

De indruk werd verkregen dat de wisselwerking, eenigszins de mededinging, tusschen ingenieurs en aannemers een zeer gunstigen invloed heeft en dat de ervaring in de uitvoering van werken den Amerikaanschen ingenieurs in staat stelt bij hunne ontwerpen ten volle met de eischen van de praktijk rekening te houden. In alle geval heeft het stelsel van of aanneming in haar geheel, of eigen beheer, het voordeel dat de verantwoordelijkheid berust bij degenen, die werkelijk handelend optreden, terwijl het hier te lande maar al te dikwijls voorkomt, wanneer minder bekwame aannemers een werk uitvoeren, dat de directie, met het oog op het welslagen daarvan, de eigenlijke leiding wel op zich moet nemen, hoewel de verantwoordelijkheid bij den aannemer berust, welke tegenstrijdigheid uit den aard der zaak een bron vormt van conflicten.

Aan het einde van deze beschouwingen gekomen, meent ondergeteekende niet te mogen nalaten zich aan te sluiten bij den dank door zijn ambtgenoot VAN PANHUYS gebracht aan de verschillende autoriteiten, die hunne medewerking hebben verleend om de reis te doen beantwoorden aan het doel, waarmede zij werd ondernomen. In het bijzonder mag worden vermeld de buitengewoon welwillende en collegiale wijze, waarop de officieren van het U. S. Army Corps of Engineers en de aan hen toegevoegde Assistant-Engineers overal hun tijd beschikbaar stelden en geen moeite spaarden om persoonlijk bij het verzamelen van gegevens en het bezoeken der werken behulpzaam te zijn.

De Ingenieur van den Rijkswaterstaat,

F. L. SCHLINGEMANN.

III.

EENIGE AANTEKENINGEN VAN DEN INGENIEUR VANDEN RIJKSWATERSTAAT G. J. VANDEN BROEK, NAAR AANLEIDING VAN EENE IN 1916 GEMAAKTE REIS NAAR NOORD-AMERIKA TER BEZICHTIGING VAN WERKEN OP WATERBOUWKUNDIG GEBIED.

Het bezoek van ondergeteekende aan de Vereenigde Staten en Canada, in het belang van den hem opgedragen aanleg van het kanaal Wessem—Nederweert ondernomen, viel geheel samen met het eerste gedeelte der reizen door de Ingenieurs VAN PANHUYS en SCHLINGEMANN in de vorige bladzijden beschreven. Toen de tweede naar het westen der Vereenigde Staten was vertrokken en de eerste zijn reis naar Panama aanvaarde, beëindigde ook ondergeteekende zijn verblijf in de Vereenigde Staten om zich in opdracht van den Minister van Koloniën naar Britsch Guyana en Suriname te begeven, vanwaar hij langs den rechten weg naar Nederland terugkeerde. Alleen bezocht hij geen werken in Noord-Amerika.

Daar nu van de algemeene indrukken der reis reeds in het voorgaande tamelijk uitvoerig en op eene wijze, waarmede hij zich geheel kan vereenigen, verslag gegeven is, kan zijn aandeel in het voorloopig rapport zich bepalen tot dat, wat meer in het bijzonder voor het hem opgedragen werk van belang was en zich ook daarbij beperken, omdat immers veel wat voor het kanaal Wessem—Nederweert beteekenis heeft, dit ook voor de dienstkringen der beide reisgenooten had en reeds door hen naar voren is gebracht.

Enkele aantekeningen mogen dus volgen.

Sluizen met groot verval. De ontwikkeling der techniek heeft ook in Amerika de schutsluizen uit het stadium gebracht, waarbij men 4 M.

reeds als een groot verval voor één sluis beschouwde en grootere vervallen in den regel over meerdere sluizen verdeeld of door een gekoppelde sluis gekeerd werden. Zoo ligt naast een nieuwe sluis van het Erie-kanaal bij Waterford, die ongeveer 10 M. water keert, een drievoudig gekoppelde sluis, die in het oude kanaal dit verval overwon en zal het nieuwe Welland-kanaal, om het waterverschil van bijna 100 M. tusschen het Erie- en het Ontario-meer te keeren, 7 sluizen bevatten, terwijl het bestaande Welland-kanaal er 25 heeft. Thans wordt het hoogste verval in Amerika aangetroffen bij de sluis bij Little Falls, in het Erie-kanaal, waarbij het verschil tusschen beide panden 12.34 M. is; door de sluizen van het Welland-kanaal, die elk ruim 14 M. keeren, zal deze hoogte nog worden overtroffen.

De eerste vraag, die de Nederlandsche ingenieur bij sluizen met groot verval zich stelt, is de wijze waarop hierbij onder- en achterloopsheid wordt gekeerd. Bij de meeste van deze soort sluizen in Amerika maakt de solide rotsgrond, waarop zij gefundeerd zijn bijzondere maatregelen daartegen overbodig en was een sterke verankering van de betonvloeren aan de rots, zooals te Sault Ste Marie, voldoende om elken nadeeligen invloed van het water, dat nog tusschen de rots en de vloer mocht komen, tegen te gaan. Waar echter de grond uit zand en zelfs uit loopzand bestaat, zooals bij verschillende sluizen van het Erie-kanaal het geval is, moest men wel tot een kunstmatige keering van het grondwater overgaan en heeft men in het algemeen één (of bij loopzand twee) ijzeren damwanden onder de hoofden geplaatst, die een lengte van 7 tot 12 M. verkregen. De betonsluisvloer werd dan waterdicht gemaakt en met palen in den ondergrond verankerd. Bekleeding van het bovenpand met klei, om de onderloopsheid tegen te gaan, zooals bij verschillende Duitsche sluizen is toegepast, was, naar ons werd medegedeeld, overwogen, maar daar juist bij de sluizen in loopzand, waar het meeste behoefte aan deze bekleeding zou bestaan, geen klei te verkrijgen was en het transport hooge kosten mede zou brengen, had men daar aan een tweeden ijzeren damwand de voorkeur gegeven.

Op te merken is, dat in Amerika het vraagstuk van de bestrijding van onder- en achterloopsheid van meer belang is dan bij de sluizen bij de groote reservoirdammen (ten behoeve van waterkrachtstations, watervoorziening voor irrigaties, kanalen enz. aangelegd) daar deze dammen nog belangrijk hooger verval te keeren hebben dan de

scheepvaartsluizen. In den regel kon men, zooals ook bij den door ons bezochten Hinckleydam, die een der watervoorzieningen voor het Erie-kanaal afsluit, de onderloopsheid tegengaan door een betonmuur, die in het hart van den aarden dam aangebracht wordt, tot op den rots door te trekken. Waar echter deze te laag ligt heeft men ook hier door bekleeding van den teen van den dam met klei of beton en het aanbrengen van damwanden de onderloopsheid moeten keeren. Bij het New York Barge-kanaal was het juist bij een tweetal dammen, dat zich onder- en achterloopsheid heeft voorgedaan en wel in den zijtak naar het Seneca-meer te Seneca Falls, waar het water achter de inkassing van den dam in den rotswand, die in aansluiting met de daargebouwde sluis door de Seneca-rivier is gelegd, een weg had gevonden door den plaatselijken slechten rotsgrond en te Little Falls, waar de dam door de rivier de Mohawk zich tengevolge van den slechten ondergrond gezet had en daardoor de betonafdekking lek was geworden. In beide gevallen heeft men, nadat het water afgelaten was, de ontstane holten met cement volgeperst en zoo de waterdichtheid weer teruggekregen.

De sluizen met groot verval bieden eenige oplossingen voor de deuren, die bij andere sluizen onmogelijk zijn. Voor het bovenhoofd is dit de wegzinkende deur, welke oplossing tot nu toe alleen bij de sluis in de Mississipi te Keokuk is toegepast. In geopenden stand bevindt de deur zich in een put, welke achter den hoogen stormmuur is uitgespaard en ligt het bovenvlak even hoog als de slagdrempel. Om de deur te sluiten wordt er lucht in de drijfkamer geperst, waardoor zij zich uit het water opheft, tot zij tegen een bovenaanslag in de sponningen stuit. In de sponningen worden dan opleggingen uitgebracht, waarop de deur komt te rusten, zoodat zij voldoende vast ligt om ook voor spoorwegverkeer gebruikt te worden. Om de deur te openen brengt men de opleggingen weer achteruit en opent de kleppen in de drijfkamers. Over de beweging, die inderdaad snel en zonder stoornis plaats vond, was men zeer tevreden. Voordeel boven puntdeuren schijnt mij deze oplossing slechts te bieden bij de breede en tamelijk ondiepe sluishoofden, die voor de vaart op de groote Amerikaansche rivieren noodig zijn.

Voor het benedenhoofd is, indien men althans niet op een groote vrije hoogte rekenen moet, bij een sluis met groot verval een hefdeur mogelijk, zooals men te Little Falls heeft aangebracht. Tot de voor-

deelen van deze deur kan men de kleinere sluislengte en de meerdere zekerheid rekenen, waar tegenover de hoogere kosten en het grootere krachtsverbruik dan bij puntdeuren staan.

Ook bij de sluizen met groot verval vormen gewone puntdeuren in Amerika de gebruikelijke waterkeering. Er is hierbij nog op te merken, wat ook voor sluizen met klein verval geldt, dat men meestal niet, zooals in Nederland gebruikelijk is, eerst de halsbeugel aanbrengt en daarna de taats ten opzichte van den beugel centreert, maar dat de ankers van den halsbeugel verstelbaar zijn, zoodat deze laatste ten opzichte van de vaststaande taats gecentreerd wordt. Dat dikwijls ook de taats los op een taatsplaat staat, maar in de richting der er op werkende krachten door den (ijzeren) slagstijl gesteund wordt, is boven reeds opgemerkt. De bewegings-inrichtingen der deuren van de nieuwe sluizen hebben dikwijls de bekende, aan het Panama-kanaal voor 't eerst gebruikte en ook aan het Wilhelminakanaal nagevolgde constructie tot voorbeeld, of wel de deuren worden door over den vloer geleide kabels geopend. Bij de hooge sluisdeuren van het benedenhoofd grijpt bij de eerste constructie de kracht ver boven de resultanten van den waterdruk, bij de tweede daar beneden aan. Bij de sluizen te Lockport in het Chicago Drainage-Canal laat men de kracht juist ter hoogte dezer resultanten aangrijpen en wordt zij door een verticale stang naar de zich op het sluisplateau bevindende bewegingsinrichtingen overgebracht.

De sluizen met groot verval maken ruime riolen en snel tegen een grooten waterdruk bewegende schuiven noodig. De daarvoor in Amerika gebruikte inrichtingen zijn in de voorgaande rapporten reeds vermeld. Op te merken is dat men, daar toch gewoonlijk goedkoope electrische kracht beschikbaar was, niet in het bijzonder naar het sterk verminderen van de wrijving bij deze schuiven streefde en b.v. rol-schuiven bij het Erie-kanaal algemeen toepassing vonden. Te wijzen is hier op de riolen in den sluisbodem van de nieuwe sluizen te Sault Ste Marie. Bij de derde sluis zijn dit van elkander onafhankelijke riolen; bij de vierde zijn, om een gelijkmatiger uitstrooming te verkrijgen, verbindingen tusschen de verschillende riolen aanwezig. De aandacht trok het ontwerp voor de schuiven van het Welland-kanaal, waarbij de Taintorgates of de segmentdeuren, bij bewegelijke stuwen veel toegepast, als voorbeeld waren genomen en dat verder veel overeenkomst vertoonde met de sluizen te Horvin (Oostenrijk-Hongarije) en

Minden gebruikte segmentschuif. Voor sluizen met groot verval schijnt dit type, dat gemakkelijker beweegt dan de gewone schuiven, beter sluit dan de tolkleppen en minder constructie-hoogte noodig heeft dan cylinderschuiven, bijzonder aanbevelingswaardig.

Bij het ontwerp voor het kanaal Wessem-Nederweert was de vraag gerezen of niet de snelle aflating van de groote waterhoeveelheid uit een sluis met ruim 8 M. verval op het tamelijk smalle benedenpand hinderlijk zou zijn voor de scheepvaart. Bij het Erie-kanaal bleek dat slechts de zich zeer dicht nabij de sluis bevindende schepen eenigszins den invloed van de kolklediging ondervonden en dat het daarom noodig was dicht bij het benedenhoofd der sluizen goede meergelegenheden te maken.

Wanneer de kolk van de sluis met groot verval gelijk staat met het benedenwater is het eenigszins moeilijk van af den kolkmuur verbinding met de in de kolk binnenvarende schepen te krijgen. Om hierin te voorzien zal bij het Welland-kanaal even boven het peil van het benedenwater in den kolkmuur een gaanderij worden uitgespaard, die door trappen met het sluisplateau verbinding krijgt. Bij het Erie-kanaal oordeelde men zulk een gaanderij niet bepaald noodig.

Een bij sluizen met groot verval dikwijls noodig bassin voor waterbesparing kwam slechts bij de sluis te Little Falls voor. Tot bijzondere opmerkingen gaf de inrichting dezer spaarkom geen aanleiding. De voeding van de overige kanalen en kanaalpanden, die veelal uit de rivieren plaats vond, maakte deze overal elders bij de bezichtigde kanalen overbodig.

Beveiligings- In meerdere mate dan in Nederland wordt in Amerika **inrichtingen.** aan beveiliging der sluizen de aandacht gewijd. Bij het nieuwe Erie-kanaal is bijv. het systeem toegepast, dat iedere sluis door draaiende afsluitbalken wordt beschermd en dat bovendien in kanaal-projecten, waar een beschadiging ernstige gevolgen zou hebben, hefdeuren als afsluitinrichtingen zijn geplaatst. Zoo zijn twee achter elkander geplaatste hefdeuren, waarvan één steeds gesloten is, aanwezig bij den ingang van het verbindingskanaal van de gekanaliseerde Mohawk naar de Hudson, waar over korten afstand een hoogte verschil van omstreeks 50 M. door vijf sluizen wordt overwonnen. Een beschadiging van de bovenste sluis zou tot het gevolg hebben, dat zich de Mohawk over dien sluistrap ging ontlasten, wat in ieder geval

moet gekeerd worden. Ook boven de sluis en de dam te Little Falls bevindt zich een veiligheidsafsluiting, die bij de bovenvermelde onderloopshoud in werking is gebracht. Indien dit systeem consequent doorgevoerd wordt, heeft het belangrijke voordeelen; beschadiging wordt zooveel mogelijk tegengegaan en, als zij voorkomt, worden althans de gevolgen tot een minimum beperkt. Bij niet-consequente doorvoering echter ontstaat een gevoel van zekerheid, zonder dat daarvoor een voldoende basis aanwezig is. Reeds is er op gewezen, dat de afsluitbalken bij het Erie-kanaal niet steeds gebruikt worden. Naar voorkomt zouden zij zoodanig met de deuren verbonden moeten zijn, dat zij niet geopend kunnen worden vóór de deuren open staan; bij een ongeregeld gebruik zouden zij beter weggelaten kunnen worden. Zoo trok het ook de aandacht, dat bij Sault Ste Marie wel een veiligheidsafsluiting aanwezig was in het kanaal, dat naar de 1e en 2e sluis aan de Noord-Amerikaansche zijde voerde, maar dat zij in het kanaal naar de 3e en 4e sluis ontbrak. Bij de riviersluizen waren geen bijzondere veiligheidsinrichtingen aanwezig. Dat zij er niet geheel overbodig zouden zijn geweest, bewees een reeks foto's van het uitvaren van een der bovendeuren in een sluis op de Monongahela, wat slechts met groote moeite hersteld is kunnen worden.

De seinlichten bij de sluizen van het Erie-kanaal komen ongeveer overeen met de bij Nederlandsche sluizen gebruikelijke.

Op te merken is, dat witte lichten aangeven of de kolk voor $\frac{1}{3}$, voor $\frac{2}{3}$ of geheel gevuld of ledig is, en dat de seinlichten automatisch met de deuren zijn verbonden.

Materiaal. In de beide voorgaande rapporten is er reeds op gewezen, dat voor de kunstwerken beton, ijzer en hout de voornaamste materialen zijn.

Wat de samenstelling van de beton betreft zij nog aangeteekend, dat bij de sluizen van het Welland-kanaal in de beton groote stukken natuursteen werden verwerkt, waardoor de prijs eenigszins daalde en de samenhang, naar men mededeelde, werd bevorderd.

Betreffende het gebruik van grint of steenslag in de beton bestond geen eenstemmigheid. Van de ingenieurs van het Erie-kanaal waren er enkele, die aan grint de voorkeur gaven, omdat dit blijkens verrichte proeven een beton van meer samenhang en grooter drukweerstand zou geven dan bij het gebruik van steenslag, indien er

slechts voor gezorgd werd de grint geheel te reinigen, vóórdat zij gebruikt werd. Bij andere werken gaf men aan steenslag de voorkeur.

De langdurige en strenge winters in het Noorden van de Vereenigde Staten en Canada maken het dikwijls noodig ook bij vorst beton te storten. Eenig bezwaar wordt daar niet in gezien, indien de materialen slechts vóór en gedurende de menging verwarmd worden en de beton na de storting behoorlijk wordt afgedekt. Afspleistering van de beton bij de eerste kunstwerken van het Erie-kanaal toegepast, heeft hier evenals elders slechte resultaten gegeven en het tegendeel van de bedoelde verfraaiing van het uiterlijk opgeleverd. Het optreden van scheuren in de beton wordt dikwijls tegengegaan door het aanbrengen van een voeg op afstanden, die bij de verschillende kunstwerken tusschen 10 en 40 M. wisselden. Niet overal heeft men daarover dezelfde meening. Terwijl men bij het Erie-kanaal de beton van het volgende stuk tegen de reeds verharde beton van het gereed zijnde muurwerk stortte en van oordeel was, dat zoo noodig van zelf op de plaats der vereeniging van oud en nieuw werk een voeg zou ontstaan, trachtte men bij de werken te Sault Ste Marie en van het Welland-kanaal deze kunstmatig te sparen, waarbij dan bij het Welland-kanaal nog een koperen strip, geklonken aan in de beton ingelaten ijzeren banden, de voeg over de geheele hoogte van den muur afsloot. Ook tusschen den vloer en de kolkmuuren werd een zoodanige afsluiting van de voeg toegepast. Elders was men van oordeel, dat de voeg zonder eenig kunstmiddel waterdicht zou worden door de slib, die er zich in zou afzetten.

Zooals reeds in de voorgaande rapporten gezegd is, blijft de beton dikwijls onbeschermd, zooals bij het meerendeel van de werken van het Erie-kanaal het geval is. De door het Federale Gouvernement daarvoor gebouwde sluis te Troy in de Hudson echter had gebogen ijzers ter bescherming van de kolken van den bovenrand enz., terwijl ook tegen de kolkmuuren verticale aanvaarbalken zijn aangebracht. Ook elders, b.v. bij het Welland-kanaal, zijn de meest kwetsbare plaatsen, zooals de kolkzijde van den stortmuur en bij bijna alle sluizen de deuren ter hoogte van den boven- of benedenwaterstand van aanvaarroosters voorzien, welke uit den aard der zaak zoodanig bevestigd zijn, dat vernieuwing mogelijk is.

De ondervinding bij een aantal sluizen, b.v. op de Monongahela opgedaan, waarbij de beton geheel onbekleed is gelaten en door her-

haalde aanvaringen groote stukken uit de beton, die bovendien door het met zuren verontreinigde water reeds aangetast was, zijn weggebroken, kan leeren, dat, indien er eenigszins om het uiterlijk aanzien wordt gegeven, een bescherming van de beton zeker noodig is.

Wat nu het uiterlijk aanzien betreft van de kunstwerken, zoo zou wellicht de schijn ontstaan, dat het onversierde beton met de ijzeren deuren en ook de onversierde landhoofden der bruggen een aan geen enkel schoonheidseisch voldoende geheel te voorschijn roepen. Het tegendeel is het geval. De strakke lijnen van de bouwwerken en de groote egale onversierde vlakken, met als enkele kleurentegenstelling het grijs van de beton en het zwart der deuren, geven aan de kunstwerken, in ieder geval zoolang zij in behoorlijken staat van onderhoud zijn, een uiterlijk, dat m. i. evenzeer aan schoonheidseischen voldoet als de van baksteen en natuursteen samengestelde kunstwerken in Nederland.

De bedieningshuisjes, gemaakt van beton en van hoogst eenvoudige lijn, passen volkomen bij het werk.

Bovendien wordt dikwijls door een zorgzaam onderhoud der grasvlakten op het sluisplateau en door beplanting met bloemen de goede indruk van het geheel nog zeer verhoogd.

Vorm der sluizen. Bij de binnenscheepvaartwegen is de lange smalle sluis voor één schip of voor een sleeptrein in Amerika het gebruikelijke type. In de kolk worden zooveel mogelijk uitstekende hoeken vermeden, zoodat de kolkmuren hetzelfde voorvlak als de sluishoofden hebben. De bajonetvorm, die thans in Nederland meer aanhangers gaat vinden en bij het Wilhelminakanaal ook is gekozen, wordt in Amerika niet gebruikt. Wel is voor de nieuwe sluis aan de Canadeesche zijde van de Ste Mariesriver de bajonetvorm voorgesteld, maar ten slotte is hier ook de lange smalle kolk gekozen. Dat voor de binnenvaart en met name voor het Erie-kanaal de smalle kolkvorm alle voordeelen wordt geacht te hebben, vindt ook zijn oorzaak hierin, dat er nog geen grootere binnenvaart-schepen bestonden, voor welke het Erie-kanaal werd gebouwd, maar dat omgekeerd een scheepstype gevormd zal worden, dat zich aan de sluizen aanpast. Wanneer nu alle schepen dezelfde afmetingen krijgen, heeft de smalle lange kolk voordeelen, terwijl waar schepen van verschillende afmetingen de kolk gebruiken een breede vorm te verkiezen is.

De muren der hoofden zijn dikwijls aan een of aan beide zijden verlengd, zoodat zij een approach of guide-wall vormen. Remmingwerken worden dan overbodig. Soms ook wordt in het Erie-kanaal een lange guide-wall uitgebracht, die weinig anders dan een steenen remmingwerk of loopsteiger is, bestaande uit een reeks smalle steenen pijlers door vlakke gewapend-betonplaten overbrugd en door drijfdennen tegen beschadiging verdedigd. Bij enkele der sluizen te Waterford is deze guide-wall zelfs over de geheele lengte tusschen twee sluizen doorgetrokken, omdat het zeer korte kanaalpand tusschen beide sluizen achter de guide-wall verbreed is om voldoende waterberging te krijgen; de guide-wall vormt dan tevens een verkeersweg langs het pand.

Exploitatie. De bediening van de sluizen en bruggen geschiedt bij de nieuwere kanalen bijna zonder uitzondering mechanisch, waarbij zoowel electrische als hydraulische of luchtdrukbeweging voorkomt. Waar de jaarwedde van een sluismeester bij het Erie-kanaal \$ 1200 en van een sluisknecht \$ 840 bedraagt en deze daarvoor slechts 8 uren per dag behoeven te werken, terwijl des winters de vaart gestremd is en daarentegen de electrische kracht ongeveer denzelfden prijs heeft als in Nederland, ligt het voor de hand dat liever van electrischen dan van handenarbeid bij de kunstwerken gebruik wordt gemaakt.

De bedieningsinrichtingen kenmerken zich door eenvoud. Bij het Erie-kanaal zijn zij niet, zooals bij vele sluizen in Nederland het geval is, in één huisje vereenigd, maar op elk hoofd staat aan weerszijden een schakeltoestel, met elk waarvan de beide deuren, de beide schuiven en de afsluitbalk van het hoofd bediend kunnen worden.

Op het nieuwe Erie-kanaal wordt gerekend, dat alle tractie door sleepbooten zal geschieden; jaagpaden zijn dus niet aanwezig. Bij het bestaande Erie-kanaal kwam tractie door muilezels veelvuldig voor; en in den overgangstijd, waarin gedeelten van het oude kanaal reeds de nieuwe afmetingen hebben gekregen, zoodat daar geen tractie met muilezels meer mogelijk is, wordt van Staatswege het sleepen van schepen verricht.

Het trok de aandacht, dat bij vele Amerikaansche sluizen geen dienstwoningen zijn gebouwd. Naar mij voorkomt is dit de consequentie van de regeling van den arbeidstijd. Het personeel komt op bepaalde uren dienst doen op de sluis, maar heeft overigens geen

verplichtingen. Het is dus niet noodig, dat zij in de onmiddellijke nabijheid der sluis hun woning hebben.

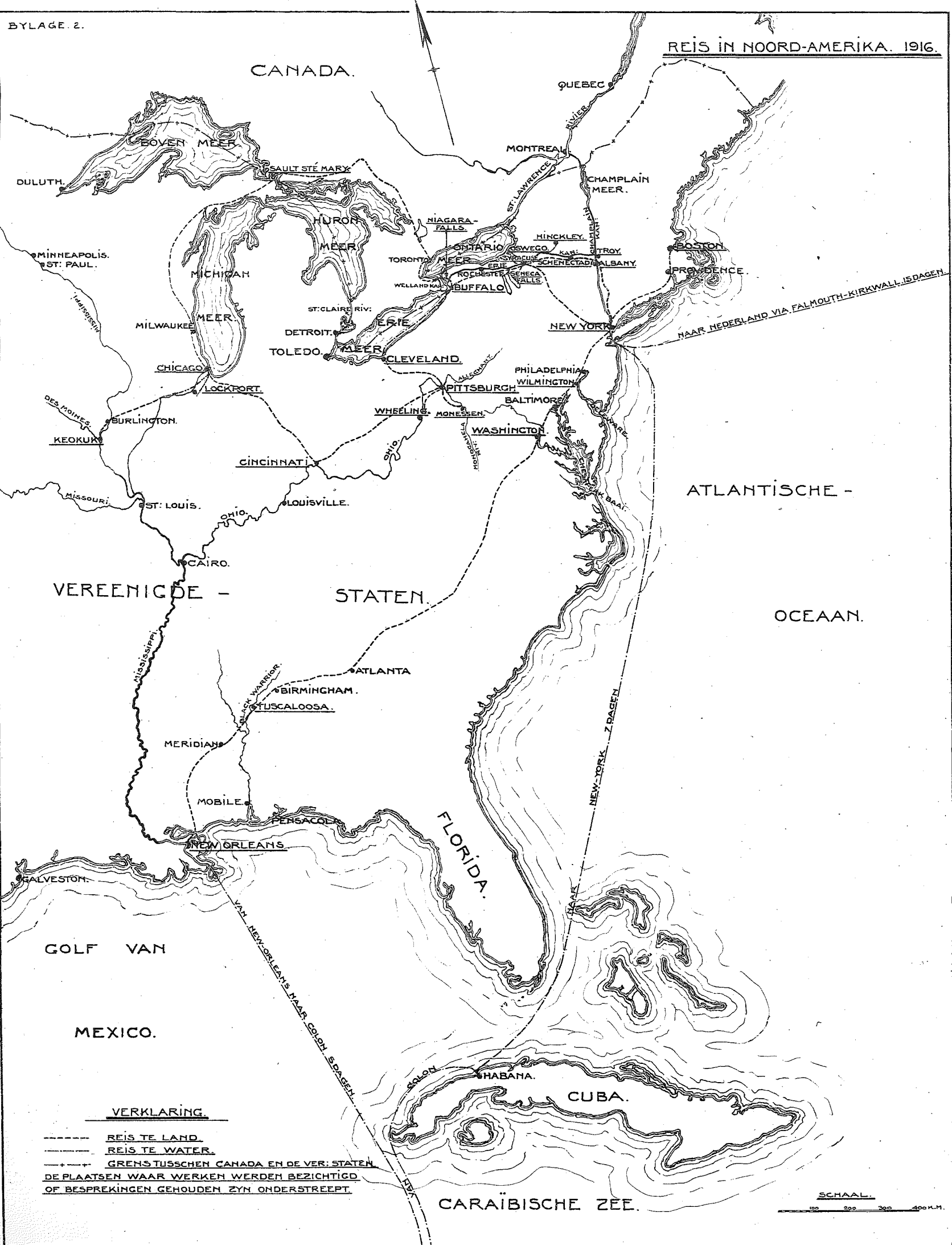
Uitvoering der werken. In de bovenstaande rapporten is reeds gezegd hoeveel waarde bij den Gouvernementsdienst aan het uitvoeren van werken in eigen beheer wordt toegekend en welken gunstigen invloed, de aldus opgedane ondervinding op het ontwerpen der werken en ook op de kosten heeft.

Wordt niet in eigen beheer uitgevoerd dan is het toch bij het Corps of Engineers en bij de andere goed georganiseerde diensten, als bij den aanleg van het Erie-kanaal, gewoonte het risico van de aannemers zooveel mogelijk te beperken. Veelal wordt een afrekening volgens eenheidsprijzen in het bestek opgenomen. Een onderscheid met de in Nederland gebruikelijke methode is, dat bij het bestek de begrooting van den ingenieur gepubliceerd wordt en ook de aannemer bij zijn inschrijving een uit dezelfde posten bestaande begrooting overlegt. Voor de posten, waarop afrekening geschiedt, worden daarbij de eenheidsprijzen van de begrooting van den aannemer gebruikt. Behalve dat zodoende een goede contrôle op de eenheidsprijzen der ingenieurs-begrootingen ontstaat, heeft men het voordeel, dat klaarblijkelijk op vergissingen berustende inschrijvingen niet voor zullen komen en dat de afrekening minder tot meeningsverschil aanleiding geeft, dan wanneer de bestekseenheidsprijzen als basis gelden.

Bij de woorden van dank zijner ambtgenooten sluit de ondergeteekende zich geheel aan.

De Ingenieur van den Rijkswaterstaat,

G. J. VAN DEN BROEK.



VERKLARING.

REIS TE LAND.

REIS TE WATER.

GRENS TUSSEN CANADA EN DE VER. STATEN
DE PLAATSEN WAAR WERKEN WERDEN BEZICHTIGD
OF BESPREKINGEN GEHOUDEN ZYN ONDERSTREEPT.

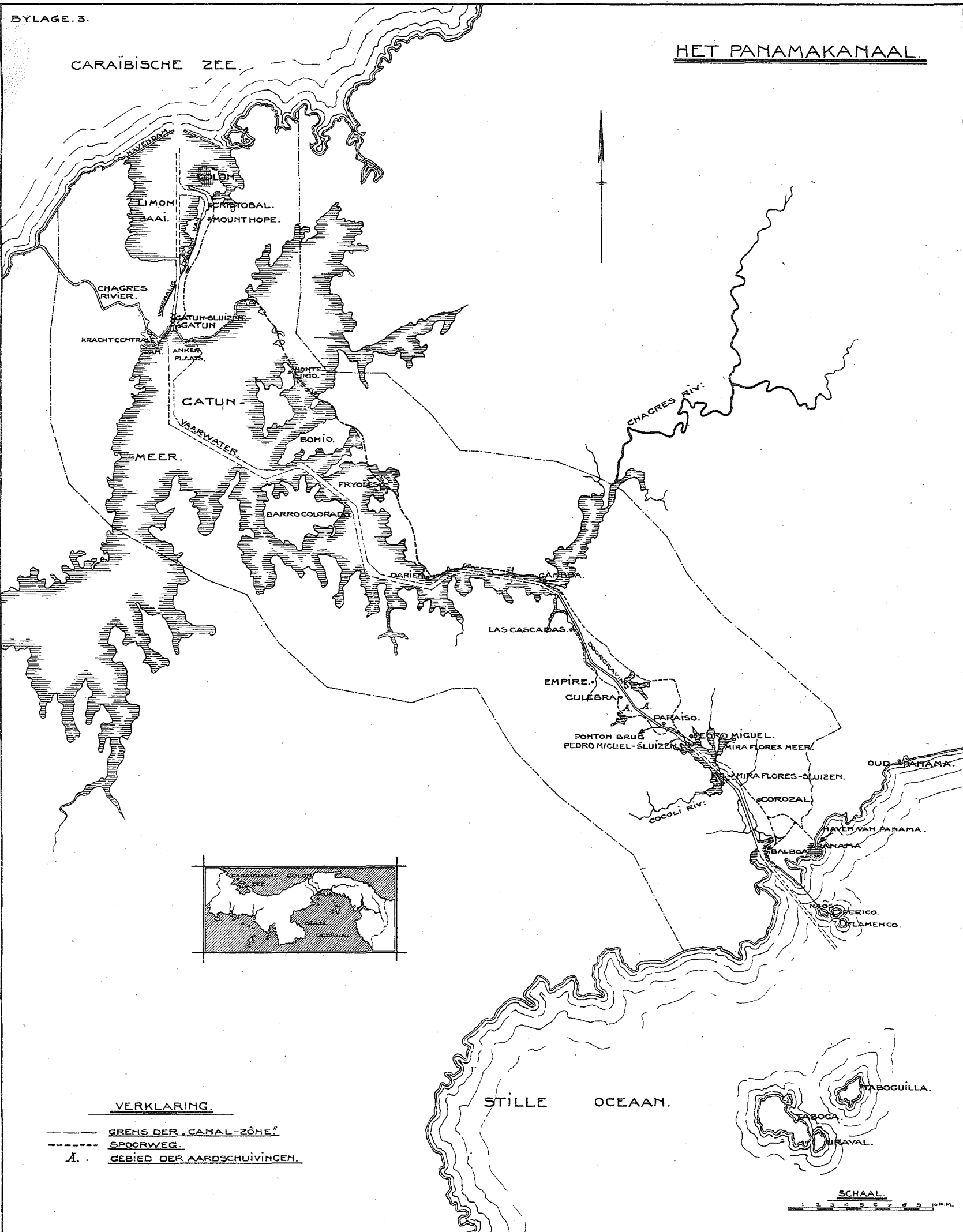
CARAÏBISCHE ZEE.

SCHAAL.

100 200 300 400 K.M.

CARAÏBISCHE ZEE.

HET PANAMAKANAAL.



VERKLARING.

- GRENS DER CANAL-ZONE.
- - - SPOORWEG.
- A. . GEBIED DER AARDSCHUIVINGEN.

STILLE OCEAAN.

SCHAAL.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 KM.