L 1816

TIJDSCHRIFT

VAN HET

Koninklijk Instituut van Ingenieurs.

Afdeeling Nederlandsch-Indië.

1912

Derde aflevering.

CENTRALE BIBLIOTHEEK
KON. INST. v. d. TROPEN
AMSTERDAM

PRIJS VOOR HET PUBLIEK *f* 2.—.

INHOUD:

ALGEMEEN VERSLAG OVER HET JAAR 1911.

DE SLIBKWESTIE BIJ DALAFSLUITINGEN

DOOR

A. A. MEIJERS.

☞ **Den leden der Afdeeling wordt dringend verzocht:**

a **bij verandering van woonplaats daarvan kennis te geven aan den PENNINGMEESTER der afdeeling.**

b **bij het zenden van postwissels ter betaling van contributie deze te adresseeren aan den PENNINGMEESTER der Afdeeling te WELTEVREDEN.**

Den leden, welke in het vervolg per POSTKWITANTIE over het door hen verschuldigde wenschen te doen beschikken, wordt beleefd verzocht hiervan kennis te geven aan den PENNINGMEESTER.

BATAVIA
Javasche Boekhandel & Drukkerij
1913.

TIJDSCHRIFT

VAN HET

Koninklijk Instituut van Ingenieurs.

Afdeeling Nederlandsch-Indië.

ALGEMEEN VERSLAG 1911.
VERHANDELING.

INSTITUUTJAAR

1912.

BATAVIA
Javasche Boekhandel & Drukkerij
1913.

TIJDSCHRIFT

VAN HET

Koninklijk Instituut van Ingenieurs.

Afdeeling Nederlandsch-Indië.

ALGEMEEN VERSLAG 1911.

VERHANDELING.

INSTITUUTLAAR

1912.

BATAVIA
Javasche Boekhandel & Drukkerij
1913.

ALGEMEEN VERSLAG

OVER

HET JAAR 1911.

Bestuur.

Behalve van den Penningmeester kwam in den loop van het jaar 1911 het mandaat van alle bestuursleden te eindigen. Verkiezing van nieuwe bestuursleden kon door verschillende omstandigheden niet tijdig plaats hebben, en moest deze worden uitgesteld tot Februari 1912.

Leden.

Het aantal leden steeg van 180 tot 204, waaronder 19 buitengewone leden van het Instituut en 3 bibliotheken. Voorts zijn 2 oud-leden geabonneerd op het Afdeelingstijdschrift.

Financiën.

Zijn omschreven in het verslag van den Penningmeester.

De Commissie van verificatie heeft tegen de rekening en verantwoording over het tijdvak 1 April 1910 — ultᵒ December 1910 geen bedenkingen.

Vergaderingen en bijeenkomsten.

I. Den 14den Januari 1912 werd een bezoek gebracht aan het in aanbouw zijnde kampement der Vesting Artillerie te Tanah Abang, waarbij de majoor der Genie Slors in het kort de inrichting van de uitgevoerde gebouwen en werken uiteenzette. Daarna werd de Opiumfabriek bezichtigd, terwijl het meerendeel der deelnemers zich 's avonds vereenigde aan een gemeenschappelijken maaltijd in het Hotel des ndes.

II. In Mei werd onder leiding van den ingenieur Snuijf een bezoek gebracht aan het Paleis te Rijswijk, waar de gerestaureerde portretten der Landvoogden en de teekeningen van de in aanbouw zijnde audiëntiezaal werden bezichtigd; in den tuin van het Paleis werd den bezoekers de machinale bewerking van het in groote hoeveelheden aan de audiëntie zaal te verwerken marmer getoond.

Vervolgens werd het nieuwe telefoonkantoor bezichtigd en gaf de heer Snuijf een interessant overzicht van hetgeen in de laatste jaren aan gebouwen voor de Post-, Telegraaf- en Telefoondienst was tot stand gebracht of in uitvoering genomen. Een groot aantal fraaie teekeningen was voor deze gelegenheid in de telefoonzaal geëxposeerd.

Na afloop der bezichtiging richtte de vice-president, de heer Stieltjes een hartelijk woord van afscheid tot den wegens ziekte naar Nederland vetrekkende hoofdingenieur W. Elenbaas, bestuurslid der Afdeeling, die gedurende zoo tal van jaren krachitig heeft bijgedragen om de Afd. N.-I. v/h K. I. v. I. aan haar doel te doen beantwoorden.

Vergaderingen.

III. Op 14 Aug. 1911 werd eene Algemeene vergadering in het gebouw der K. N. V. gehouden, waarin het lid A. A. Meijers, ingenieur der B. O. W. eene lezing hield over het onderwerp: Algemeen overzicht van de toepassing elders van eenige op Java weinig gebruikelijke middelen om irrigatiewater beschikbaar te krijgen (in 1913 als afd. tijdschrift uitgegeven).

Tijdschriften.

Er verscheen geen aflevering van het tijdschrift. De uitgifte van de door den heer A. A. Meijers gehouden voordracht hierboven genoemd onderging eenige vertraging.

Bibliotheek.

Onze verzameling tijdschriften en jaarberichten werd aangevuld met de periodieken van 1911.

Het meubilair voor de bibliotheek kwam nagenoeg gereed, de laatste stukken werden in het begin van 1912 afgeleverd.

De afwerking van het Bouwkundig Album had geen voortgang.

VERSLAG VAN DEN PENNINGMEESTER

OVER

HET BOEKJAAR 1911,

uitgebracht in de Algemeene Vergadering van 20 September 1912.

Kapitaal.

Uit de overgelegde winst- en verliesrekening blijkt dat de baten de lasten met een bedrag van *f* 809.81⁵ hebben overschreden.

Het kapitaal bedroeg bij het begin des jaars *f* 13467.87⁵ en is door toevoeging van het voordeelig saldo der winst- en verliesrekening hierboven genoemd, aangegroeid tot *f* 14277,69.

Deposito's en effecten.

De $3^1/_2$ % pandbrief der Rotterdamsche Hypotheek werd naar Nederland gezonden en daar verkocht met een koersverlies van *f* 35.--, hij werd namelijk gerealiseerd tegen $93^1/_2$ % en stond te boek voor 97%. Het vrijkomend bedrag werd belegd in een 4% depositobiljet der N.-I. Escompto-maatschappij te Weltevreden, groot *f* 1000.

De pandbrieven der N.-I. Hypotheekbank stonden te boek à 91%. Het is gewenscht op deze effecten, die weinig courant zijn, geleidelijk af te schrijven; ten laste van het jaar 1911 is er *f* 30.— = $^3/_4$ % van het nom. bedrag op afgeschreven. Deze belegging is, ondanks hare waardevermindering, als voldoende solide te beschouwen.

Het te goed bij de Bataviasche Spaarbank ad *f* 973.50 nam toe met *f* 75.20 aan bijgeschreven rente en verminderde met *f* 100 wegens terugname, zoodat het per ultᵒ December *f* 948.70 groot was.

Alle beleggingen zijn in de balans gespecificeerd.

Renterekening.

Het in het vorig jaar nog niet ontvangen bedrag aan rente 1910 werd in het begin des jaars ontvangen, die over 1911 kwamen geheel binnen, tezamen uitmakende *f* 547.06. Hiervan was *f* 50.— reeds geboekt op 1910, zoodat de gekweekte rente over 1911 is te stellen op *f* 497.06.

De kosten, vallende op het beheer der fondsen hebben bedragen *f* 13.75, waaronder *f* 10.— aan safehuur. De huur der safe is sedert opgezegd, wegens het geringe bedrag der waarden aan toonder in het bezit der Afdeeling.

De netto-opbrengst is dus *f* 483.31, welk bedrag verminderd met de afschrijving op effecten juist 4% van het belegd kapitaal uitmaakt.

Bibliotheek.

De onkosten aan de bibliotheek bedroegen *f* 32.77. 10% op de bibliotheek afschrijvende, dient deze op de balans gebracht te worden voor *f* 228.82.

Meubilair.

Het meubilair stond aan 't begin van het jaar te boek voor	*f*	700.—
In den loop van 1911 werd op bijgeleverd meubilair betaald	„	491.70
tezamen . . .	*f*	1191.70
Van het oude meubilair werd verkocht voor	„	17.50
Deze in mindering brengende en op het saldo 10% afschrijvende, dus een bedrag van	„	117.42

verkrijgt het meubilair een balanswaarde van *f* 1056.78

Voor de eindafrekening van het nieuwe meubilair zal in 1912 *f* 153.50 noodig zijn.

Contributierekening.

Volgens de vorige balans was aan achterstallige contributie nog te innen:

instituutsjaar 1909/1910	*f*	75.—
overgangshalfjaar 1910	„	505.—

van eerstgenoemd bedrag werd ontvangen *f* 50.—, van het tweede *f* 467.50.

Over 1911 werd aan contributie invorderbaar:

172 leden à *f* 25.— = ...	*f*	4300.—
15 buitengewone leden à *f* 15.— = . . .	„	225.—
17 leden, in den loop van het jaar tot de Afdeeling toegetreden	„	85.—
1 lid idem vorig jaar	„	2.50
tezamen . . .	*f*	4612.50

Hiervan werd 80% ontvangen n.l. *f* 3620.—.

Alzoo blijft achterstallig:

instituutsjaar 1909/1910	ƒ	25.—
overgangshalfjaar 1910.	„	37.50
boekjaar 1911, ...	„	992.50

Hiervan zal waarschijnlijk ƒ 37.50 moeten worden afgeschreven, overigens kan verwacht worden dat de achterstand geleidelijk zal worden ontvangen.

De kosten, vallende op de inning der contributiën bedroegen ƒ 115.69, zijnde ƒ 0,57 per lid te splitsen in ƒ 0.10 zegel en ƒ 0.47 aan porti en provisie- of invorderingskosten.

Abonnementen op het Tijdschrift der Afdeeling.

Deze gelden waren van het jaar 1908 af niet invorderbaar gesteld, van daar dat in de winst- en verliesrekening thans 3 jaargangen als baten zijn opgenomen, t. w. 1908/1909, 1908/1910 en overgangshalfjaar 1910.

Over 1911 zal geen abonnementsgeld worden ingevorderd, aangezien in dat jaar geen aflevering van het tijdschrift verscheen.

Van de ƒ 12.50, onder dit hoofd te ontvangen, werd ƒ 6.25 geïncasseerd.

Tijdschriften in depôt.

De voorraad tijdschriften stond 1 Januari te boek voor	ƒ	500.—
Teruggekocht werd voor	„	2.—
	ƒ	502.—
Verkocht werd voor een balanswaarde van	„	98.—
Zoodat in depôt is gebleven voor een waarde van	ƒ	404.—

Tijdschriften aan particulieren afgestaan worden berekend tegen het dubbele van den kostprijs.

De hiermede behaalde winst bedraagt .	ƒ	87.—
Voorts bracht verkoop van tijdschriften in Nederland een som op groot	„	68.07
tezamen . . .	ƒ	155.07

Uitgave van het Tijdschrift.

Aan onkosten voor verzending van tijdschriften enz. werd ƒ 33.78[5] betaald.

Voorts wordt ƒ 300.— gereserveerd voor de uitgave in 1912 van de in 1911 gehouden voordracht.

Verzendingskosten Holl. periodieken.

Deze bedroegen voor „ de Ingenieurs" 180 leden à ƒ 2.50 = ...	ƒ	450.—
Voor 1 aflevering van het Nederl. Tijdschrift	„	56,—
tezamen . . .	ƒ	506.—

Lokaalhuur.

Aan lokaalhuur werd betaald:

voor het achterstallige jaar 1910 . . .	ƒ	500.—
„ „ jaar 1911	„	500.—

Kosten van Bestuur.

Hoofdzakelijk voor schrijfbehoeften, schrijfloon, transportkosten, boodschappers en porti werden onder dit hoofd ƒ 43.15 in uitgaaf gesteld.

Algemeene vergaderingen en bijeenkomsten.

De kosten onder dit hoofd bedroegen, voor zoover zij niet ten laste van de leden konden worden gebracht ƒ 127.01.

Diverse uitgaven.

Deze bedroegen ƒ 19.80, hoofdzakelijk voor een krans met bedrukt lint aangeboden aan den aviateur Küller, w.i. en lid van het Instituut.

Raad van Bestuur.

De schuld der Afdeeling aan de Kas van het Instituut in Nederland bedroeg aan het einde des jaars ƒ 1470.78. Hiervan werd in het begin van 1912 ƒ 800.— aangezuiverd, waardoor ons saldo schuld ongeveer correspondeerde met het aandeel der Nederlandsche Kas in de achterstallige contributiën.

Bouwkundig Album.

Blijft te boek staan voor ƒ 72.25.

DE SLIBKWESTIE BIJ DALAFSLUITINGEN.

Wijzen, waarop de vaste stoffen in het rivierwater komen.

Eene rivier voert behalve water ook vaste stoffen af.

Het is soms van belang om zich rekenschap te geven van de wijze, waarop deze laatste in het water komen, daar een der methoden om het gevaar van vulling van reservoirs door vaste stoffen te ontgaan, bestaat in het tegengaan van de opname daarvan in het voedingswater. Het is niet de bedoeling om dit onderwerp eenigszins volledig te behandelen. Slechts het volgende zij aangestipt.

Slib en zand komen in het rivierwater 1e. door afslijting van de door de beken aangevoerde rolsteenen, 2e. door bodemverlaging van de bovenloopen, waarvan taludsafkalvingen het gevolg zijn en 3e. door de afspoeling van de bouwkruin.

Rolsteenen komen op 2 wijzen in eene rivierbedding. Vooreerst heeft men een primair ontstaan. Het losraken van de stukken steen geschiedt daarbij: 1e. zonder invloed van 't rivierwater, door chemische en mechanische verweering van rotswanden, bevorderd door temperatuurinvloed en speciaal door vorst, of 2e. door de schurende werking van het rivierwater op bodem en wanden. Door de voortbeweging met het stroomende water mee ontstaat daarna de ronde vorm.

Verder worden soms steenen, die reeds den vorm en de afmetingen van rolsteenen verkregen hebben, uit de oevers losgespoeld, zoodat men dan te doen heeft met eene voortzetting van een transportproces, dat in eene vorige periode gestremd is geworden.

Het wezen van de volslibbing.

Wordt een rivierdal afgedamd, dan wordt de stroom van rolsteenen, grind, of zand, welke zich vroeger langs den rivierbodem voortbewogen heeft, gestremd. Daarenboven slaan dan de in zwevenden toestand verkeerende lichtere deeltjes neer. Door deze afdamming wordt de levende kracht van 't stroomende water, die te voren voor een deel verbruikt werd om de vaste stoffen in beweging te houden, opgespaard. De vaste stoffen komen daarbij tot bezinking, maar de kracht, die haar onder de vroegere omstandigheden voortbewogen had, blijft beschikbaar en kan, b.v. door turbines, voor allerlei gebruik, dus ook voor 't opruimen van de bezonken stoffen, geschikt gemaakt worden.,

Evenwel dient opgemerkt te worden, dat nog geen met succes werkende methoden, die op deze grondgedachte berusten, bestaan.

Grijpt men niet in, dan is het in vele gevallen slechts eene kwestie van tijd en ten slotte is de plaatsruimte, die men voor het reserveeren van water bestemd had, door vaste stoffen ingenomen.

Verschillende slibgehalten.

In Algiers heeft men groote moeilijkheden met 't aanslibben van reservoirs, doordat het slibgehalte der rivieren daar zeer groot is.

Voor het water, dat het Hamiz-reservoir passeert, is een gemiddeld slibgehalte van $\frac{1}{200}$ gevonden, bij 't Habra-reservoir was dat getal $\frac{1}{100}$ en bij 't Djidiouia-reservoir zelfs $\frac{1}{30}$ (met $\frac{1}{14}$ als maximum bij eenen bandjir).

De capaciteit van het Habra-reservoir was in 1911 tot ca. $^1/_3$ van den oorspronkelijken inhoud gereduceerd, terwijl deze van het Djidiouia-reservoir practisch nihil geworden was.

Het bij reservoirbouw te verwachten gevaar van volslibbing moet vooruit bepaald worden. Om daarvoor aannamen te kunnen doen moeten in de rivier eene serie van slibwaarnemingen gedaan zijn.

Men kan in het algemeen niet eischen, dat

deze gedurende eenige jaren dagelijks verricht worden, doch men zal een verband moeten zoeken tusschen de waterafvoeren en de percentages aan zwevende stoffen. Met behulp daarvan en van eenen staat van debieten, die over eenige jaren moet loopen, kan men dan tot de aanname van een jaargemiddelde van in zwevenden toestand aan te voeren slib komen.

Het is vrij moeielijk gebleken om voor eene zekere rivier het bedoelde verband tusschen de grootte van den waterafvoer en het slibgehalte te vinden.

Van deze kwestie is nogal werk gemaakt bij het voorbereiden der plannen voor het Engle Reservoir in de Rio Grande in New Mexico (U. S. A.). Men beschikte over debietwaarnemingen gedurende eene periode van 12 jaren en over slibwaarnemingen, die gedurende 1 jaar 2 maal per week gedaan waren. De bewerker dezer cijfers achtte hier geen verband aanwezig te zijn tusschen 't slibgehalte van eene enkele waarneming en den bijbehoorenden rivierafvoer. Hij schreef dit toe aan het uiteenloopende karakter der zijrivieren. Toen hij evenwel de maandgemiddelden groepeerde, kwam hij tot eenig resultaat. Kleine afvoeren wezen daarby een grooter slibpercentage aan dan grootere. Als gemiddelde van alle verrichte waarnemingen werd een slibgehalte van 0.445% bepaald. Langs grafischen weg werd gevonden, dat van dit percentage, bij jaarafvoeren, die grooter zijn dan 1250 miljoen M^3, geen grootere afwijkingen dan hoogstens 50% te verwachten zijn en bij kleinere jaarafvoeren, geen grootere dan van 100%.

Nu waren 80 % van de, in totaal in de 12 jaren van waarneming, afgevoerde watermassa's tot afvoer gekomen in jaren met een afvoer grooter dan 1250 miljoen M^3, zoodat men wel kon aannemen met 't gevonden gemiddelde slibgehalte tot 50% nauwkeurig te zijn. De gemiddelde jaarlijksche afvoer was bepaald op 1400 miljoen M^3 en bevatte dus ruim 6 miljoen M^3 slib. In 't gegeven geval was dit 0.2% van den reservoirinhoud, die volgens het ontwerp ruim 3000 miljoen M^3 groot zou worden. Het zou dus 300 jaar (en in het ongunstigste geval niet korter dan 200 jaar) duren, voordat de reservoirinhoud met 60% (1800 miljoen M^3) verminderd zou zijn.

De vaste stoffen, die zich langs den rivierbodem voortbewegen, waren hierbij niet mede in rekening gebracht. Men wilde dezen post laten opwegen tegen dien voor het verlies van vaste stoffen door de aftapsluis en over den overlaat van het te maken reservoir.

Een andere bewerker der zelfde waarnemingen gebruikte eene andere verhoudingslijn tusschen slibgehalte en grootte van den afvoer en grondde daarop zijne meening, dat hij de jaarlijksche slibhoeveelheid met eene zekerheid van 15 % bepaald had.

Men drukt ook wel het slib, dat in een reservoir achterblijft, uit in M^3 per KM^2 stroomgebied per jaar.

Voor het Habra-reservoir is dat getal

$$\frac{1.000.000\ M^3}{10.000\ KM^2} = 100\ M^3 \text{ per } KM^2.$$

Het betreffende stroomgebied bestaat uit extra lossen grond. Overal, waar terreinhellingen voorkomen, ziet men daar zware afkalvingen en uitspoelingen.

Voor het reservoir St. Denis-du-Sig (ook in Algiers) is dit cijfer 15 M^3 per KM^2 en voor de Muchkundi tank in Bombay 1200 M^3 per KM^2.

Niet overal heeft men bij dalafsluitingen met slibbezwaren te maken. Er zijn gunstige uitzonderingen. In Britsch-Indië heeft men, naast vele volgeslibde (z.g.) tanks, andere, die reeds 300 jaren en langer functionneeren en die hare oorspronkelijke bergruimte nog grootendeels bezitten. De meeste reservoirs in Frankrijk en Duitschland verkeeren in dit opzicht eveneens in gunstige condities, zoo ook de reservoirs van de New-Yorksche drinkwaterleiding en zoo zijn er meerdere.

Doch bij rivieren, die veel vaste stoffen afvoeren, moet het bedoelde bezwaar wel degelijk onder de oogen gezien worden.

Typeerend voor den stand, waarin dit vraagstuk een tiental jaren geleden verkeerde, is, hetgeen dienaangaande meegedeeld werd in het werk „Irrigation in the United States" van F. N. Newell, die eerst als hoofdingenieur en later als directeur van de Amerikaansche

„Reclamation Service'' met den bouw van zeer vele dalafsluitingen bemoeienis heeft gehad. De schrijver vergelijkt de aanslibbing van een reservoir met het vervangen van de houten dwarsliggers van eene spoorbaan, waarbij men ook, voordat de ervaring daarin uitspraak gedaan had, had kunnen beweren, dat zoo eene baan slechts 15 jaar zou kunnen dienst doen, omdat daarna alle dwarsliggers vergaan zouden zijn en de rails dientengevolge opgebroken en opnieuw geplaatst zouden moeten worden, wat groote uitgaven en stoornis in 't bedrijf zou veroorzaken.

De ondervinding heeft evenwel geleerd, dat men geleidelijk de dwarsliggers kan vernieuwen. Evenzoo hoopte de schrijver, dat men methoden zou vinden om met matige uitgaven 't slib geleidelijk te verwijderen. Verder wees hij er op, dat men in 't verhoogen van den afsluitdam een middel had, waardoor men nieuwe bergruimte zou kunnen in de plaats stellen voor die, welke de natuur vernietigd had.

Zoo zal elke 3 M. verhooging van den Roosevelt-dam in de Saltriver in Arizona eene vermeerdering van reservoirruimte geven, die voldoende is om het in 40 jaren aantevoeren slib te bergen. Het uitgevoerde profiel is zoo zwaar, dat ééne kruinsverhooging van 3 M. toe te laten is.

Eenige eigenschappen van slib in water.

Bij een onderzoek omtrent 't slib in 't reeds boven vermelde Djidiouia-reservoir zijn de volgende bijzonderheden vastgesteld:

1e. Twee dagen na eenen bandjir was er geen slib meer zwevende in het reservoir.
2e. In rusttoestand klaarde het reservoirwater zich met eene snelheid van 20 cM. hoogte per uur.
3e. Bij kleine bandjirs bleef het water van het reservoir aan de oppervlakte helder.

Hoeveelheden van rolsteenen, die sommige rivieren kunnen afvoeren,

Wil men in bergstreken reservoirs bouwen, waartoe evenwel meerdere aanleiding bestaat, wanneer men de geregelde voeding van waterkrachtstations er mee beoogt (van wege de daarbij noodige niveauverschillen) dan bij irrigatiedoeleinden, dan krijgt men, in plaats van met zand en slib, met rolsteenen te doen. Deze door 't water aangevoerde vaste stoffen leveren voor het in stand blijven van de reservoirruimte nog meer gevaar op dan de fijnere zulks doen.

Dit vraagstuk is reeds meermalen onder de oogen gezien, doch veel reservoirs, gevoed door rolsteenen afvoerende rivieren, bestaan er nog niet en ze zullen op Java voorloopig ook niet aan de orde komen. In Oostenrijk hebben in de jaren 1909 en 1910 besprekingen in de „Ingenieur- und Architecten-Verein'' over de mogelijkheid om in het hooggebergte reservoirdammen te bouwen, zeer de aandacht getrokken. Ook bij die gelegenheid bleek, over hoe weinig ervaring men in dezen pas beschikte.

Volledigheidshalve zal hieronder evenwel steeds aan het rolsteen-vraagstuk, naast dat van het slib, eenige aandacht geschonken worden.

Het gemiddelde procentage, dat het afgevoerde rivierwater aan rolsteen bevat, is voor sommige Europeesche rivieren bepaald uit bezinkingsprofielen, welke voor meeren, waarin de bedoelde rivieren uitloopen, opgenomen zijn. Er moet op gewezen worden, dat het vastgestelde gehalte niet voor de heele rivier geldt, doch slechts voor de plaats van waarneming.

In bergbeken met groot verval slijpen de rolsteenen, in hunnen gang benedenwaarts, zeer vlug af, zoodat het bedoelde percentage vermindert. Hoewel de verschillen minder geprononceerd zijn, is dit ook voor het zand- en slibgehalte geldend.

Voor de Celina-rivier bij Monte Reale (Italië, Venetiaansche Alpen) is 't gemiddelde gehalte op 1.2 per mille bepaald. Voor de Wienrivier bij de Weidlinger Rechen op 0,14 per mille.

De Luscharibach in Kärnten, met een stroomgebied van 4.4 KM^2 en een jaarafvoer van 4.2 miljoen M^3 water, vervoerde in 1 jaar 30.000 M^3 rolsteen (ongerekend slib en zand), dus 0,72%. De hoogste gehalten aan rolsteenafvoer vindt men bij kleine beken.

Middelen ter bestrijding van het volslibbingsgevaar.

Velerlei middelen zullen onder beschreven worden ter bestrijding van het volslibbingsgevaar voor reservoirs. Zonderen we het boven reeds vermelde verhoogen van den afsluitdam uit, dan houden we 2 hoofdprincipes over:

1e. men poogt de schadelijke stoffen uit het reservoir te houden,

2e. men verwijdert ze na eene aanvankelijke nederzetting.

Bestrijding van het volslibbingsgevaar door de schadelijke stoffen uit 't reservoir te houden.

Tot de eerste groep behoort vooreerst de tegengang van 't opnemen van vaste stoffen, door afvloeiend water, in 't stroomgebied der rivier en verder het kiezen van een dal, waar geen groote rivier door stroomt, voor reservoirbouw. Dergelijke vergaarkommen worden dan door middel van een kanaal, dat 't water uit eene rivier aftapt, gevoed. Door 't manoeuvreeren met eene inlaatsluis zal men veelal het aftappen kunnen beperken tot tijden, waarin de rivier weinig vaste stoffen afvoert. Voorts kunnen, zoo noodig, deze in het voedingskanaal bezinken, want uit een kanaal is het veel gemakkelijker een neerslag weg te spuien dan uit een reservoir.

Heeft men met rolsteenen te doen, dan liggen de meest voor de hand zijnde middelen in deze groep. Naast de oplossing, waarbij men het reservoir niet in het rivierbed bouwt, kan men speciaal bij kleinere reservoirs, ook het omgekeerde doen, (gelijk te Furens in Frankrijk geschied is) door het reservoir wel in 't rivierdal te maken, doch voor den afvoer van rolsteenen eene nieuwe bedding tot stand te brengen. Dit is nog al kostbaar, daar men in het algemeen daarvoor eenen tunnel in den dalwand zal moeten maken, te beginnen bij het meest bovenstroomsche punt, waar de opstuwing zich gevoelen doet en die direct beneden den dam zal moeten eindigen. Hierin moet men bij rolsteen-aanvoerende bandjirs eene watersnelheid van b.v. 2 M. kunnen onderhouden, waardoor de steenen alsdan meegevoerd worden zonder in 't reservoir te komen. Om deze methode te doen slagen is het natuurlijk noodig, dat ter plaatse van het reservoir een groot rivierverval aanwezig is, wat evenwel met 't voorkomen van rolsteenen meest zal samengaan.

Daar de kosten van eene, op den bodem van het reservoir te plaatsen, beton-ijzeren buis veel lager zijn dan die van eene tunnel en men deze daarenboven ook een kortere lengte geven kan, zal deze constructie mede overwogen kunnen worden.

Bestrijding van het volslibbingsgevaar door 't aanleggen van werken in 't stroomgebied.

In zake de bestrijding van het slibbezwaar door het maken van werken in het stroomgebied van de watertoevoerende rivier kan het volgende vermeld worden.

In Britsch-Indië is gebleken, dat zelfs het aanleggen van sawahs in het stroomgebied de mate van aanslibbing van het reservoir reeds doet verminderen.

Bepaalde werken als hier bedoeld zijn reeds meerdere malen uitgevoerd, doch meestal voor andere doeleinden dan om vaste stoffen te verhinderen om een kunstmatig gemaakt reservoir te bereiken.

In Zwitserland, Oostenrijk en Zuid-Duitschland is veel gedaan aan de z.g. „Wildbachverbauung", waardoor de vorming en de voortbeweging van rolsteenen in bergbeken wordt tegengegaan, terwijl men in Italië en Zuid-Frankrijk met succes het in beken aanwezige slib voor grondwinning heeft gebruikt.

Overeenkomstige methoden zijn ook wel ten behoeve van reservoirs toegepast en hier en daar zijn gunstige rapporten hierover verschenen. Schrijver is evenwel gedurende eene reis van 10 maanden in de Vereenigde Staten van Noord-Amerika, de Sandwich-eilanden, Britsch-Indië, Egypte en Algiers, welke bijna uitsluitend benut is geworden voor het bestudeeren van de verschillende vraagstukken, die met reservoirs verband houden, nimmer in de gelegenheid geweest om een dergelijk stelsel te bezichtigen niettegenstaande hij er overal naar geïnformeerd heeft.

Te San Francisco werd uit goede bron vernomen, dat men vroeger in de stroomgebieden, die de plaatselijke watervoorziening verzorgen (men heeft daar een 4-tal groote reservoirs) en die geheel in het bezit zijn van de betrokken watermaatschappij, werkjes als hier bedoeld had aangelegd, doch de ingenieur der maatschappij, die me gedurende 2 dagen door dat gebied rondgeleidde, wist ze niet aan te wijzen, zoodat hier klaarblijkelijk deze methode niet meer op prijs gesteld werd.

In zijne verhandeling in den Indischen Gids van Augustus/September 1906 geeft H. VAN KOL een verslag over de te Gileppe verkregen resultaten, die zeer gunstig moeten zijn. Dit verslag wordt hieronder woordelijk overgenomen.

„Reeds gedurende den bouw van den sper„dam trachtte men den lateren aanvoer van „slib te verminderen door eene zorgvuldige „bewouding van het stroomgebied; verder werd „er gestreefd naar het uitgraven van kleisteenen „voor de verharding van de wegen, waarvan „aardstortingen vaak het gevolg waren, zooveel „mogelijk tegen te gaan. Ook slaagde men er „in den aanvoer van het schadelijke moeras„water te belemmeren door het graven van „draineergeulen, waardoor het stilstaan daarvan „werd tegengegaan, terwijl nog de mogelijkheid „wordt onderzocht om, door de lage water„scheiding heen, dit water naar een ander „stroomgebied dan dat der Gileppe af te leiden. „Doch voornamelijk werden goede resultaten „verkregen door het slaan van eenvoudige paal„rijen in de vaak breede en diep uitgeschuurde „geulen; daartusschen werden wilgen gevlochten „en de oevers met stekken daarvan beplant, „die snel wortel schoten, waardoor de taluds „werden versterkt en jaarlijks nieuw vlecht-ma„teriaal werd verkregen. Op den aangeslibden „bodem der geulen werden nieuwe „clayonna„ges" gemaakt, de geulen bedwongen, de nabij„liggende gronden vochtig gehouden, en aldus „veel nieuwe bouwgronden gewonnen. Deze „talrijke, doch weinig kostbare werkjes worden „door de stad Verviers uitgevoerd, doch vinden „algemeene instemming bij de omwonende land„bouwers, die steeds meer van die woeste hei„degronden „fagnes", in goede graan- en wei„landen hebben herschapen.

„Dank zij dit alles, ontvangt het reservoir „nauwelijks $^1/_4$ van de slib, die voorheen werd „afgevoerd, en is thans te Gileppe het slib„bezwaar geheel overwonnen! Bij de laatste „peilingen bleek de sliblaag op den bodem van „het reservoir, dat een lepelvormige doorsnede „heeft, gemiddeld niet meer dan 5 c.M. dikte te „hebben; op vele plaatsen waren de kleisteenen „nog zichtbaar. Vlak bij den stuwdam was de „grootste slibdiepte, die er ooit werd waargeno„men in de laatste jaren, 56 c.M.; in de oude „rivierbedding bedraagt deze thans nog 25—30 „c.M., doch op 20 M. afstand van den spermuur „wordt niet meer dan 10 c.M. slib aangetroffen".

Landwinning door aanslibbing.

De beschreven methode heeft veel overeenkomst met eene die in Italië en in Zuid-Frankrijk toepassing vindt, met het doel van landwinning, doch tevens ter bescherming van de oeverlanden.

Vele aardschuivingen van beekwanden zijn veroorzaakt door eene geleidelijke aantasting van den teen, en het is vooral langs dezen weg, dat de zwevende stoffen in 't rivierwater gekomen zijn. Men is daarom de teenen gaan verzekeren en dat heeft men o. a. gedaan door (door middel van lage dammen van aarde of met steen gevulde worsten) kommen in de ravijnen te maken, welke volslibben, wat terreinwinning is.

Fig. 1 (overgenomen uit een rapport door den ingenieur F. CLAYTON, na eene studiereis in Italië, aan de Britsch-Indische regeering uitgebracht) geeft voorbeelden van werkjes, die, naar gelang van de omstandigheden, voor het omschreven doel worden uitgevoerd.

a en *b* zijn stuwdammetjes, *a* van aarde, *b* van met steenen gevulde worsten. De eerste hebben hier een gemetselden verticalen koker als overlaat, doch soms wordt deze slechts door een bezood afvoergeultje gevormd. De waterkeering is 1 à $1^1/_2$ M. hoog. Groote waterdruk wordt vermeden. Is een kom volgeslibd, dan wordt op dien bodem een nieuw dammetje opgetrokken.

Daarnevens past men in dit systeem werkjes toe, die dienen tot 't tegengaan van erosie.

cd is eene verlegging van eene rivieras, door middel van de kribben *e*.

f zijn met steenen gevulde worsten, die oppervlakte-afschuivingen moeten beteugelen.

g is een droge muur, dienende voor taludverdediging langs eenen weg.

h zijn tranche-afvoerleidingen.

De Curaçou'sche dammen.

De boven bedoelde methode vertoont uiterlijk overeenkomst met die, welke in de jaren 1906—1910 met finantieele steun der regeering, op 't eiland Curaçao in het groot is toegepast. Ook daar zijn in de rivierdalen series van lage dammen geplaatst, ook om het water op te houden, doch in dat geval met het doel het in den bodem te doen dringen, waaraan het elders weer onttrokken wordt.

Ook hier heeft bovenstrooms van de dammetjes opslibbing plaats, doch dat is dan geen doel, maar een last bij de exploitatie.

Wildbachverbauung.

Wanneer het rolsteenen zijn, die het voortbestaan van het reservoir bedreigen dan kunnen de methoden der „Wildbachverbauung" toegepast worden. De techniek daarvan, zooals die in het Europeesche hooggebergte tot uitvoering is gekomen, gaat geheel parallel met die, welke door ons gebruikt wordt bij den aanleg van irrigatie-kanalen in terreinen met groote helling. Om te verhinderen dat in dit laatste geval door te groote watersnelheid de grond van bodem en taluds meegevoerd zal worden, verdeelt men het kanaal in panden, met een gering bodemverhang, welke door middel van verticale storten in elkaar overgaan. Overeenkomstig hiermee handelt men met bergbeken die veel rolsteenen afvoeren. Gelijk de figuren 2 en 3, die overgenomen zijn uit „Die Wildbachverbauung in der Schweiz", uitgegeven door het Oberbauinspectorat, aantoonen, maakt men ook daar trappen, zoodanig, dat boven de aantreden slechts geringe watersnelheden kunnen optreden, waarbij rolsteenen niet verplaatst worden. Van verdere verdieping der beek, waarvan periodiek aanzienlijke wandafschuivingen het natuurlijk gevolg zijn, zal dus geen sprake meer wezen, waardoor een groote factor bij het ontstaan van rolsteenen buiten werking gesteld zal zijn. Het deel van eene beek, waar de bodemverdieping nog plaats heeft en waar dus de meeste rolsteenen gevormd worden, is vaak met vrij groote juistheid te bepalen.

Om de bedoelde vorming verder te bestrijden worden reeds onderspoelde taluds, of die welke speciaal sterk aan den aanval van den stroom blootgesteld zijn, door middel van droge muren beschermd.

Voorts behoort tot de „Verbauung" het bewouden van die dalwanden, die reeds zulk eene helling aangenomen hebben, dat geen verdere afschuivingen te verwachten zijn. Daar, waar de rivierverdieping nog niet door nastorting der taluds gevolgd is, heeft bewouding n.l. voorloopig nog geen zin.

Ook wordt wel door eene niet hooge dalafsluiting een vangbekken voor de rolsteenen gemaakt. In dat geval wordt de kwaal niet in haar wortel aangetast, maar is het de bedoeling, dat het vangbekken herhaaldelijk geleegd zal worden, wat meestal slechts dan practisch uitvoerbaar is, als de verwijderde steenen nuttig gebruikt kunnen worden, b.v. voor wegenverharding.

De noodzakelijkheid van de bedoelde „Verbauung" vloeit in berglanden als Zwitserland voort uit overstroomingen, die veroorzaakt worden door rivierverstoppingen van rolsteenen, gevolgd door doorbraken.

Gelijk boven reeds is medegedeeld wordt niet verwacht, dat de ingnieurs, die op Java geroepen zullen worden om reservoirs aan te leggen, veel te maken zullen hebben met moeilijkheden, die uit den aanvoer van rolsteenen kunnen voortvloeien.

Schoonmaken van gedeeltelijk volgeslibde reservoirs.

Bij het schoonmaken van gedeeltelijk aange-

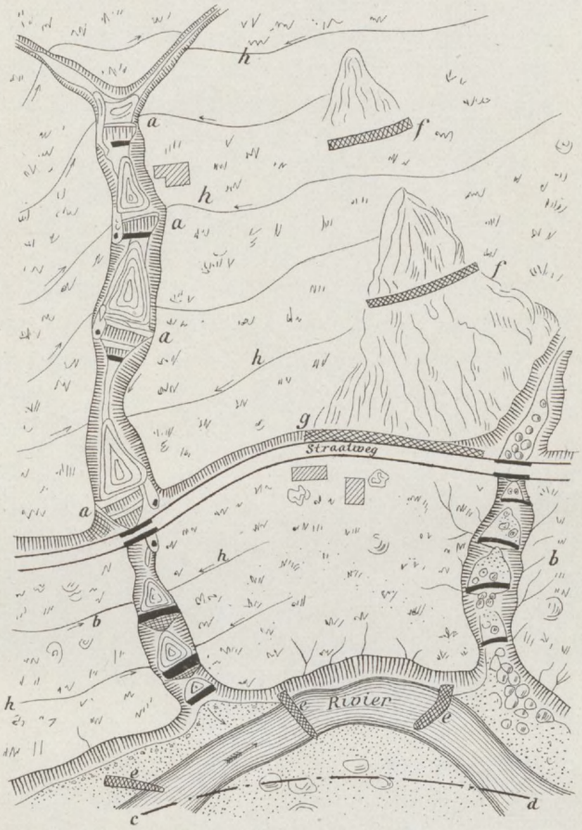


FIG. 1.

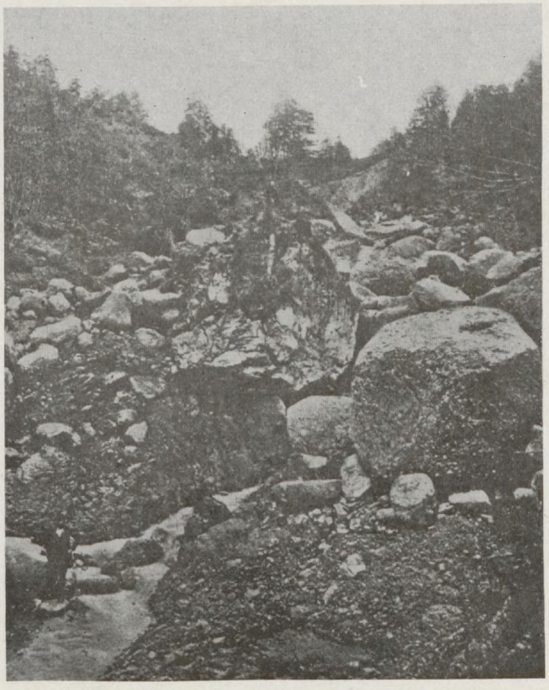


FIG. 2. DE SPREITENBACH VÓÓR DE „VERBAUUNG".

FIG. 3. DE SPREITENBACH NA DE „VERBAUUNG".

FOTO'S V.H. EIDGEN. TOPOGR. BUREAU, BERN.

slibde reservoirs ontmoeten we 2 principieel verschillende stelsels: n.l. het schoonmaken bij vol en bij leeg reservoir.

Bij de tot de eerste groep behoorende methoden heeft men het voordeel van eene groote energiebron ter beschikking te hebben, waar boven (pag. 1) reeds op gewezen is en rest de moeilijkheid om deze economisch aan te wenden.

Bij het schoonmaken van reservoirs in ongevulden toestand is men daarentegen over 't algemeen vrijer om de ontruimingswerkzaamheden regelmatig te verrichten en zijn alle plaatsen te bereiken.

Van de verschillende in zwang zijnde methoden voor het schoonmaken treden die, welke op de spuiwerking van het rivierwater zelf berusten, het meest op den voorgrond.

Spuien bij gevuld reservoir.

Oorspronkelijk dacht men in dezen zijn doel te kunnen bereiken door bij vol reservoir te spuien door de aftapsluis, of nog beter door speciale spuisluizen.

Men hoopte op deze wijs de levende kracht, die het uitstroomende water bezit, te benutten. Het is evenwel gebleken, dat de invloed van deze spuiing niet verder gaat dan de onmiddellijke nabijheid van de sluis. Zoo wordt voor de Algiersche reservoirs medegedeeld, dat men oorspronkelijk gehoopt had ze schoon te houden door steeds, voordat bij bandjirs de overlaat zou gaan werken, de spuisluizen te openen. Dit op zich zelf is zeer zeker een gezond principe, want behalve, dat men daardoor de veiligheid van den dam vergroot, zal 't water, dat eene spuisluis afvoert allicht, meer slibdeelen bevatten dan het, in 't algemeen heldere, water, dat een overlaat passeert. Evenwel heeft de ondervinding in Algiers geleerd, dat men daar aanvankelijk den invloed van deze omstandigheid overschat heeft. Waar een kleine bandjir zich in een groot reservoir ontlastte, was 't water, dat de spuisluis verliet, helder. Slechts bij groote bandjirs bereikte eene groote hoeveelheid vaste stoffen, die zich over den bodem van het reservoir voortbewogen had, de spuisluis, doch enkele uren na 't beëindigen van den bandjir was 't water, dat men uitliet, alweer slibvrij. Het overgroote deel van 't in 't reservoir belande slib was daarin achtergebleven en zette zich binnen enkele dagen vast. (Zie dienaangaande hetgeen op pag. 3 hierboven omtrent de eigenschappen van slib, zwevend in water, vermeld is). En toch is het bodemverhang der Algiersche reservoirs grooter dan dat van de meeste reservoirs in andere landen (over dit laatste is meer medegedeeld in de voordracht door ondergeteekende gehouden op de afdeelingsvergadering op 14 Augustus 1911.

Spuien bij ongevuld reservoir.

Sedert heeft men ervaren, dat men beter doet om, door het open houden van ruime en diep gelegen spuisluizen, de afdamming gedurende een tijd van het jaar buiten werking te stellen, in welke periode de rivier zelf het reservoir geheel of gedeeltelijk schoonmaken zal.

De slib, die zich tevoren op den reservoirbodem neergezet heeft, wordt daarbij op 2 wijzen opgeruimd, 1e. door geulvorming in den te voren vlakken slibbodem. Een verticale val verplaatst zich daarbij stroomopwaarts, terwijl de geul zich gedurende de eerste 10-tallen van uren tevens verbreedt. 2e. doordat slibvlakten naar deze geul afglijden. Door 't ontstaan van breuklijnen kan men ook op grooten afstand van de geul tot 2 M. diepe verticale zakkingen van groote vlakten waarnemen. De modder komt dan ook vaak bij groote hoeveelheden te gelijk voor de spuisluizen, zoodat deze wel verstoppen, waarna het water oploopt en de opening forceert.

Benedenstrooms van de spuisluis van 't Habra-reservoir is hierbij tijdelijk een slibgehalte van 84% volume-deelen waargenomen.

Van de bedoelde wijze van spuien zullen hieronder zeer geslaagde toepassingen in Britsch-Indië en Egypte ('t Nijlreservoir) beschreven worden, doch het meest interessant voor ons doel is de geschiedenis der aanslibbing van sommige Algiersche reservoirs, waar men pas na vele teleurstellingen ondervonden te hebben, in de allerlaatste jaren tot de methode van het

opruimen van aanslibbingen door het laten stroomen van de rivier door een leeg reservoir (daar de „à-sec" toestand genoemd) is overgegaan.

Daar men elders ook nog wel door perioden van proefnemingen heen zal moeten alvorens men een weg, die tot het doel leidt, gevonden zal hebben, komt het voor van waarde te zijn om eenige cijfers over te nemen uit de betreffende ambtelijke rapporten der Fransche ingenieurs, welke schrijver dezes met groote welwillendheid ter inzage verstrekt zijn.

De inhoud van het Habra-reservoir ook wel als dat van Oued Fergoug bekend, (zie fig. 4) welke in 1868 bij den bouw van den dam 30 miljoen M^3 groot was, was in 1907 tot $12^1/_2$ miljoen M^3 verminderd.

Men heeft hier 2 spuisluizen, afsluitbaar door schuiven van 1.20×2 M^2 oppervlakte.

Gedurende de eerste 5 jaren van zijn bestaan is slechts gedurende één jaar het reservoir gebruikt, de spuisluizen bleven de andere 4 jaren steeds geopend. Na deze periode was de inhoudsvermindering 940.000 M^3.

In 1878 kwam men reeds met voorstellen voor kunstmatige ontslibbing voor den dag.

Een dijksbreuk in 1881, welke pas in 1885 hersteld was, gaf eene zoo goed als algeheele slib-opruiming. De bovenvermelde inhoudsvermindering van $17^1/_2$ miljoen M^3 heeft dus sedert, in 22 iaar, plaats gehad.

In die periode is daarenboven 6 miljoen M^3 reservoirslib kunstmatig verwijderd. De gemiddelde vastzetting heeft dus ruim 1 miljoen M^3 per jaar bedragen.

Het periodiek buiten werking stellen van het reservoir is jarenlang bemoeielijkt door de stad Perrégaux, die haar drinkwater eruit betrok, terwijl daarenboven de stedelijk electrische verlichting aan het reservoir de noodige energie ontleende.

Terwijl de ingenieurs, die met de exploitatie belast waren, op het periodiek houden van eene groote schoonmaak, in het daarvoor gunstige seizoen, aandrongen, beweerden de vertegenwoordigers der stedelijke belangen, dat met gedeeltelijk gevuld reservoir even goed gespuid kon worden. Pas toen de onmogelijkheid daarvan klaar bewezen was, is men proeven gaan nemen met spuien in den „à-sec" toestand en toen het succes van deze spuiingen niet meer in twijfel getrokken kon worden, is men in 1911 er toe overgegaan om Perrégaux van eene drinkwaterleiding, die onafhankelijk is van het Habra-reservoir, te voorzien.

De geschiedenis van de bedoelde spuiingen is de volgende.

In de maanden October 1895 en Januari 1897 zijn de spuisluizen open gebleven, waardoor resp. 400.000 M^3 en 900.000 M^3 slib opgeruimd zijn.

In 1895 beschikte men bij deze spuiing slechts over een waterafvoer van 2 M^3 sec. Na 24 uur was toen, uitgaande van de spuisluis, stroomopwaarts een geul gevormd van 350 M. lengte.

Na 4 dagen was deze 1300 M. lang met 40 M. als grootste breedte en eene diepte, die nabij den dam 14 M. bedroeg en stroomopwaarts verliep.

In 1897 was de passeerende waterhoeveelheid 7 à 10 M^3 per sec. groot. Het reservoir bestaat uit 3 ravijnen. In het hoofdravijn ontstond in 5 dagen eene 2 KM. lange geul, die ongelijke breedten vertoonde, met 60 M. als maximum. Deze had zijgeulen, waarvan sommige 30 M. lengte hadden.

Den 6^{den} dag passeerde evenveel water als tevoren, doch de uitschuring nam toen niet meer toe.

In een der beide andere ravijnen was de geul 250 M. lang en tot 30 M. breed.

In October 1898 zijn de spuisluizen 24 uur na de lediging van het reservoir weer gesloten moeten worden, van wege een protest van de stad Perrégaux. Door het leegloopen alleen was al 200.000 M^3 slib verwijderd.

Van 15 October tot 30 November 1901 is tijdens eenen „à-sec" toestand 1.7 miljoen M^3 slib weggespoeld.

In Maart 1904 toen de landbouwers, dank zij de vele gevallen regens, geen irrigatiewater uit het reservoir noodig hadden, heeft men het, toen geheel gevulde, reservoir laten leegloopen en daarna liet men gedurende nog 5 dagen de toen waterrijke rivier vrij door 't reservoir stroomen. Er is toen 1 miljoen M^3 slib opgeruimd. In de meeste jaren echter had men hier evenwel

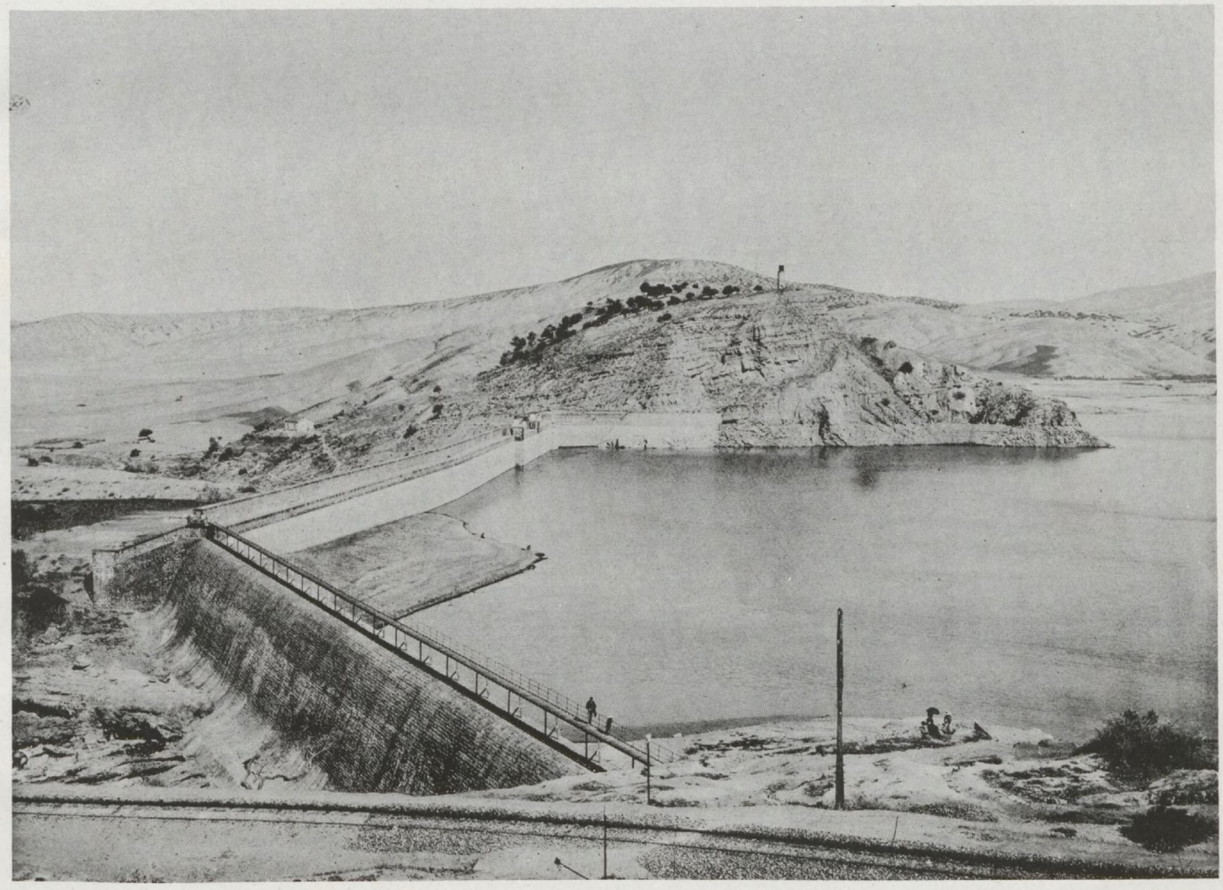


FIG. 4. HABRA-DAM (ALGIERS).

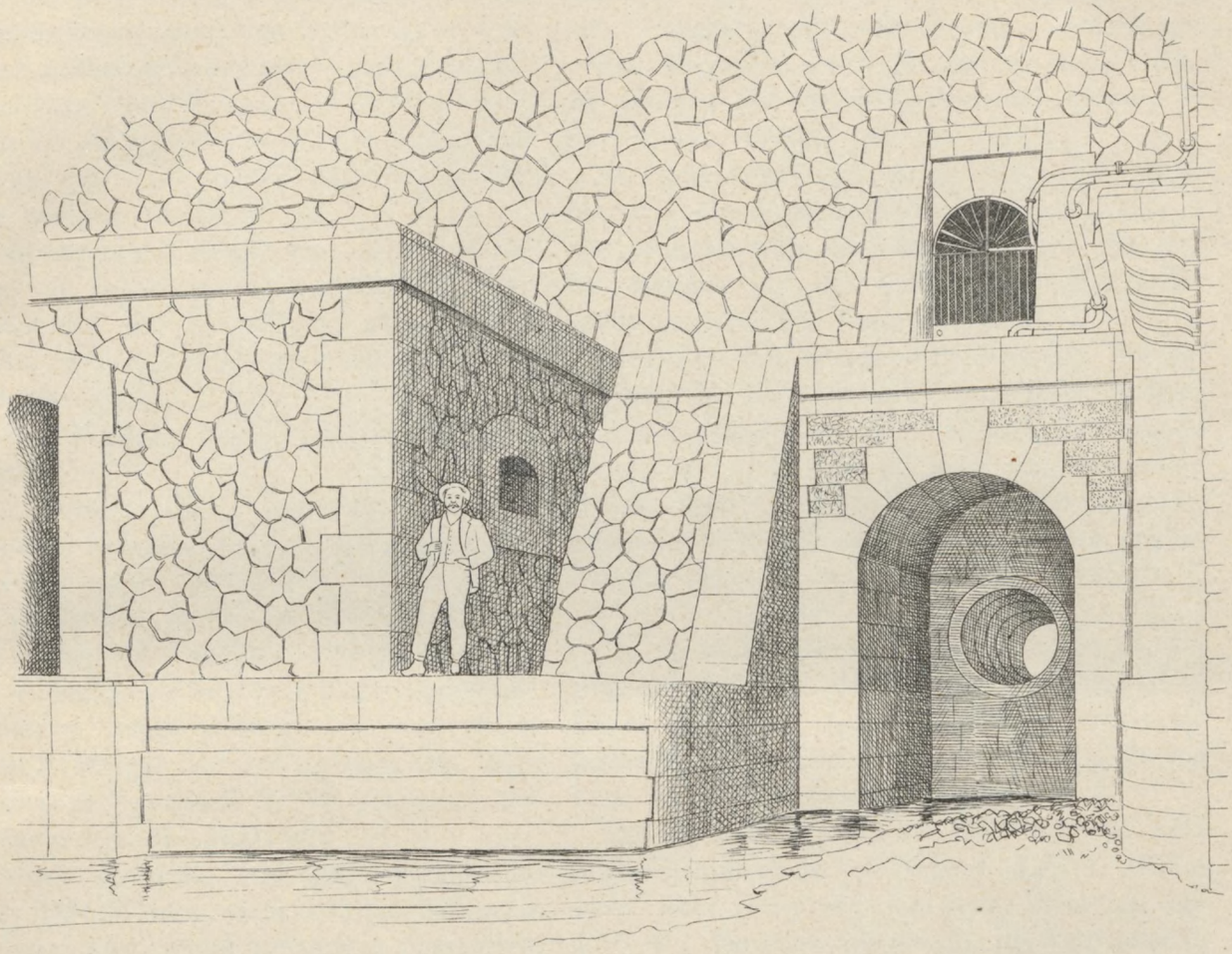


FIG. 6. HAMIZ-DAM. DETAIL SPUIOPENING.
(zie fig. 5. links)

NAAR EEN FOTO VAN M. REVAL.

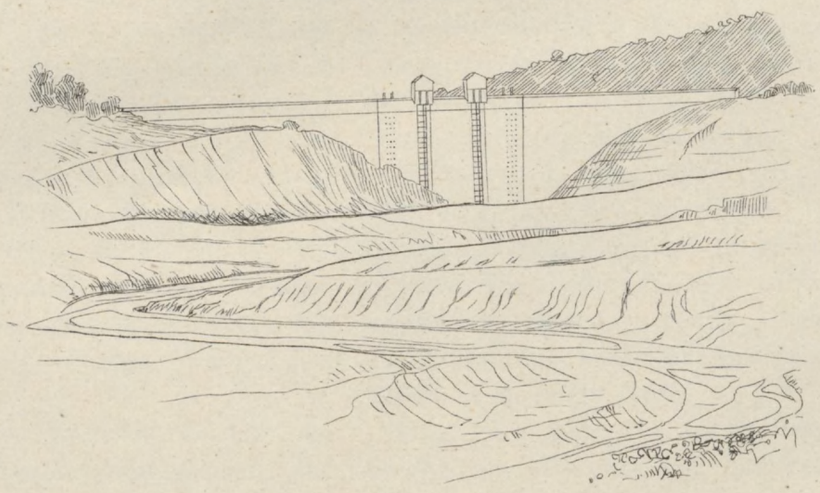


FIG. 7. HAMIZ-DAM.
HET RESERVOIR „ASEC".

NAAR EEN FOTO VAN DEN SCHRIJVER.

met de nadeelige omstandigheid rekening te houden, dat in het voor den landbouw daartoe meest geschikte seizoen, den herfst, er voor de spuiïngen slechts weinig water in de rivier is.

In het jaar 1906/07 had men het voordeel, dat, toen de sluizen opengesteld waren, een heftige regen viel. De sluizen voerden toen gedurende eenigen tijd 70 M^3 sec. af.

Het waargenomen slibgehalte van het water, dat toen de sluizen passeerde, was 84%, den volgenden dag was het 70% en den 3den dag 25%, den 4den dag was de waterafvoer onbeduidend geworden.

In deze 3 dagen is er 1,1 miljoen M^3 slib opgeruimd.

In de overige dagen, gedurende welke de sluizen open stonden, kwamen geen extra heftige bandjirs meer voor en de verdere opruiming bedroeg niet meer dan 400.000 M^3.

Men is tot de conclusie gekomen dat, wil hier bij droogliggend reservoir, eene aanzienlijke slibopruiming plaats hebben, de waterafvoer minstens 5 M^3 per sec. zal moeten zijn, doch het passeeren van 20 à 30 M^3 sec. geeft pas geheel bevredigende resultaten.

Nu voert de rivier wel flinke bandjirs af, (tot van 800 M^3 sec., deze kunnen natuurlijk de spuisluis niet zonder opstuwing passeeren), doch daar zulks geschiedt in een tijd (n.ml. in de maanden Januari, Februari en Maart), waarin het buitenwerking stellen van het reservoir meestal ook den landbouw zou hinderen zoo zijn deze afvoeren voer 't algemeen niet voor spuiïng te benutten. Doch, van wege het behoud van het reservoir, is het noodig, dat alle gebruikers zich aan zullen passen aan 't feit, dat jaarlijks van 1 October tot 1 Januari het reservoir leeg zal zijn, waar, na het gereedkomen van de in aanleg zijnde nieuwe drinkwatervoorziening voor Perrégaux, geen overwegende bezwaren meer tegen zullen zijn.

Wel is er nog een voorstel gedaan om eene inrichting te maken, waardoor de periode van droogleggen bekort zou worden, doch dit is ter zijde gelegd.

Uit de waarnemingen van 1895 en 1897 en ook uit die in de volgende jaren gedaan, was n.ml., gelijk reeds is medegedeeld, te concludeeren, dat voor de schoonspoeling van dit reservoir een waterafvoer van 5 M^3 sec. een, naar evenredigheid, veel grooter invloed uitoefent dan een van 2 M^3 sec. en verder dat, na eenigen tijd, bij gelijkblijvenden afvoer, de opruimende werking zeer achteruit gaat.

Op grond daarvan stelde men voor om in het bovenstroomgebied van de Oued Fergoug een hulpreservoir te bouwen van ca. 430.000 M^3 inhoud, dat dus gedurende 24 uur 5 M^3 water per sec. zou kunnen afstaan.

Men zou dus, wanneer de belangen der gebruikers het toestonden, het hoofdreservoir kunnen laten leegloopen en daarna nog gedurende 24 uur met minstens 5 M^3 water per sec. kunnen spuien, eene hoeveelheid, die anders slechts bij uitzondering beschikbaar is in het voor spuien 't minst nadeelige seizoen.

De geschiedenis van den strijd tegen het slibgevaar bij het Hamiz-reservoir (Algiers) is korter, daar zich hier de landbouwers niet verzetten tegen de periodieke drooglegging in het voor de spuiïng gunstige seizoen.

De afsluitdam werd in 1872 voltooid. Hij bezit 2 spuisluizen (zie figuren 5 en 6), afsluitbaar door schuiven met een diameter van 1.15 M. De reservoirinhoud, die aanvankelijk 14 miljoen M^3 bedroeg, was in 1901 tot 12½ miljoen M^3 verminderd.

In dat jaar heeft men de bedoelde exploitatiewijs ingevoerd, volgens welke de dam gedurende het eerste deel van den regentijd zooveel mogelijk buiten werking gesteld wordt, door 't blijven openstaan der spuisluizen (zie fig. 7). Deze periode is ook daarom eene gunstige, omdat daarin het, ook hier, rivierwater een grooter slibgehalte heeft dan in andere maanden.

Sedert werd, door elkaar genomen, geen verdere toename der aanslibbing geconstateerd. Heeft 't weinig geregend in den tijd, waarop de sluizen open stonden dan vindt men bij de jaarlijksche opmeting eenige vermeerdering van de slibvulling, welke evenwel weer opgeruimd wordt in gunstige jaren.

Daar men hier dus succes heeft, is het van belang om te weten met hoeveel water er gespuid wordt.

Water, dat het reservoir passeert bij opgestuwden waterspiegel, laat het meegevoerde slib achter, terwijl dat, hetwelk passeert, wanneer de dam buiten werking gesteld is, niet alleen het slib dat 't zelf meevoert verder kan transporteeren, doch ook reeds vastgezet slib zal verplaatsen. Het is dus natuurlijk van belang om over ruime spuimiddelen te kunnen beschikken, daar anders de grootere bandjirs niet zonder opstuwing zouden kunnen passeeren, in welk geval men weer onder deponeerende omstandigheden zou verkeeren.

In reservoirs met een groot bodemverval (gelijk in Algiers voorkomt) kan eene vrij groote opstuwing (die de capaciteit van de spuisluis zeer vergroot) weinig kwaad, omdat daardoor slechts eene kleine kom gevuld zal worden.

Voor den Hamiz-dam gelden de volgende cijfers.

Jaren.	Jaarafvoer, in milj. M³.	Totale afvoer terwijl de dam buiten werking was, in milj. M³.	Totale afvoer bij geopende spuisluizen, doch gedeeltelijke opstuwing, in milj. M³.	Datum van werkelijke sluiting.	Datum van mogelijke sluiting (achteraf gebleken).	Waterhoeveelheid gespuid in 't voorjaar na de sluiting, in milj. M³.
1	2	3	4	5	6	7
1903/4	126	4.8	5.6	15 Jan. 04	15 Mrt. 04	23
1904/5	47	3.5	2.6	5 Jan. 05	15 Febr. 05	7
1905/6	56	3.7	2.1	10 Febr. 06	20 Febr. 06	1,7
1906/7	84	11.5	5.5	15 Jan. 07	1 Mrt. 07	6
1907/8	55	3.0	—	6 Jan. 08	15 Mrt. 08	5
gemiddelden	74	5.3	3.2			8.5

Dit staatje geeft dus aan dat het Hamiz-reservoir van 1903 tot en met 1908 door gemiddeld 74 miljoen M³ water per jaar is gepasseerd geworden. Het gemiddelde slibgehalte daarvan was $^1/_2$ %. Hiervan liet gemiddeld 74 − 17 = 57 miljoen M³, of 77%, het meegevoerde slib in het reservoir tot bezinking komen. Van dit waterkwantum was evenwel, gelijk boven reeds is opgemerkt, het slibgehalte geringer dan het jaargemiddelde.

Gemiddeld 5,3 miljoen M³, of 7.2%, passeerde het reservoir onder condities, die zeer bevorderlijk voor sliboprumiming waren, en 3.2 miljoen M³ of 4.3% passeerden onder halfgunstige omstandigheden. Bij het passeeren van de in kolom 7 gegeven 8,5 miljoen M³, of 11,5%, heeft men, in eene periode waarin men overigens het reservoir gevuld wilde houden, water geloosd, terwijl men daarbij den waterspiegel zooveel mogelijk liet dalen.

Indien men deze 3 hoeveelheden te zamen wil tellen verkrijgt men dus 23% van de totale waterhoeveelheid die, opruimend werkende, in staat is geweest om het reservoir schoon te houden,

Men moest steeds met een gevuld reservoir den drogen tijd (zomer) ingaan. Daarom moest een datum aangenomen worden, waarop de spuisluizen gesloten werden. Kolom 5 geeft deze data.

Achteraf is te bepalen welke voor elk jaar de uiterste datum voor de sluiting had geweest kunnen zijn. Deze zijn in kolom 6 gegeven.

Uit deze kolom zou de gevolgtrekking gemaakt kunnen worden, dat men de spuisluizen elk jaar tot 15 Februari zou kunnen openlaten. Doch in 't seizoen 1902/03 heeft men zulks gedaan en toen is daarna het reservoir niet meer volgeloopen. Sedert is men voorzichtig geweest.

De sluizen worden steeds op 15 October open gezet.

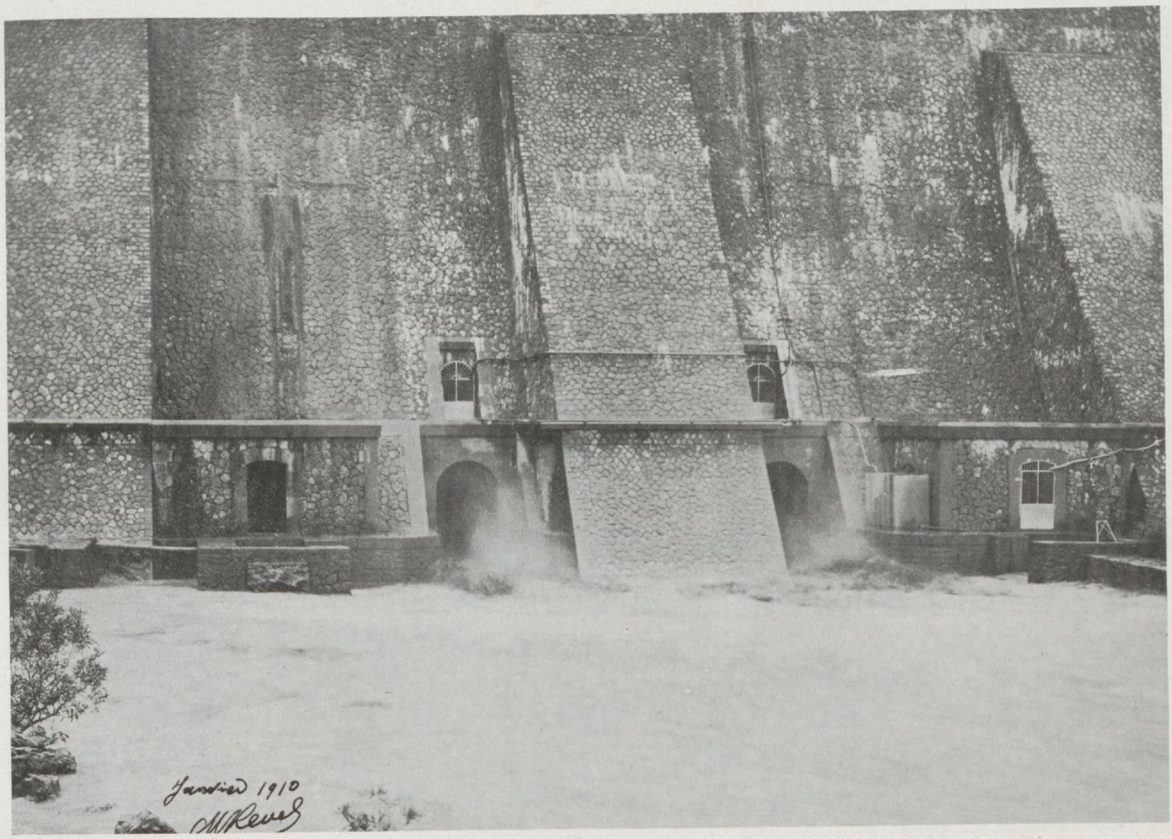
Verder zij nog vermeld dat de irrigatie hier jaarlijks ca. $13^1/_2$ miljoen M³ water eischt en dat de overlaat niet dikwijls werkt, zoodat de grootste hoeveelheid water het reservoir (loozing door de spuisluis) passeert, terwijl het gevuld gehouden wordt.

Nog een derde van de Algiersche reservoirs, wier exploitatie met eenen voortdurenden strijd tegen rolslibbing gepaard is gegaan, kan hier vermeld worden. Het is dat van Djidiouia.

Nadat het maneuvreeren met 2 spuisluizen, (zie fig. 8) van 1.15 M. minimum diameter, niet het geheel verloren gaan van den, oorspronkelijk beschikbaren, inhoud van $2^1/_2$ miljoen M³ heeft kunnen beletten (jaarlijks passeeren hier ca. $^1/_2$ miljoen M³ vaste stoffen), heeft men nu, ten koste van eene uitgaaf van *f* 50.000, in de rots een 100 M. langen spuitunnel, met eene doorsnede van 5 M² gemaakt. Tijdens

FIG. 5. HAMIZ-DAM (ALGIERS).
2 SPUISLUIZEN (ACHTERKANT).

daarboven deuren toegang gevende tot de hydraulische hefinrichtingen. Rechts en links openingen, toegang gevende tot de hydr. hefinrichtingen voor de aftapsluizen.



OPNAME M. REVEL.

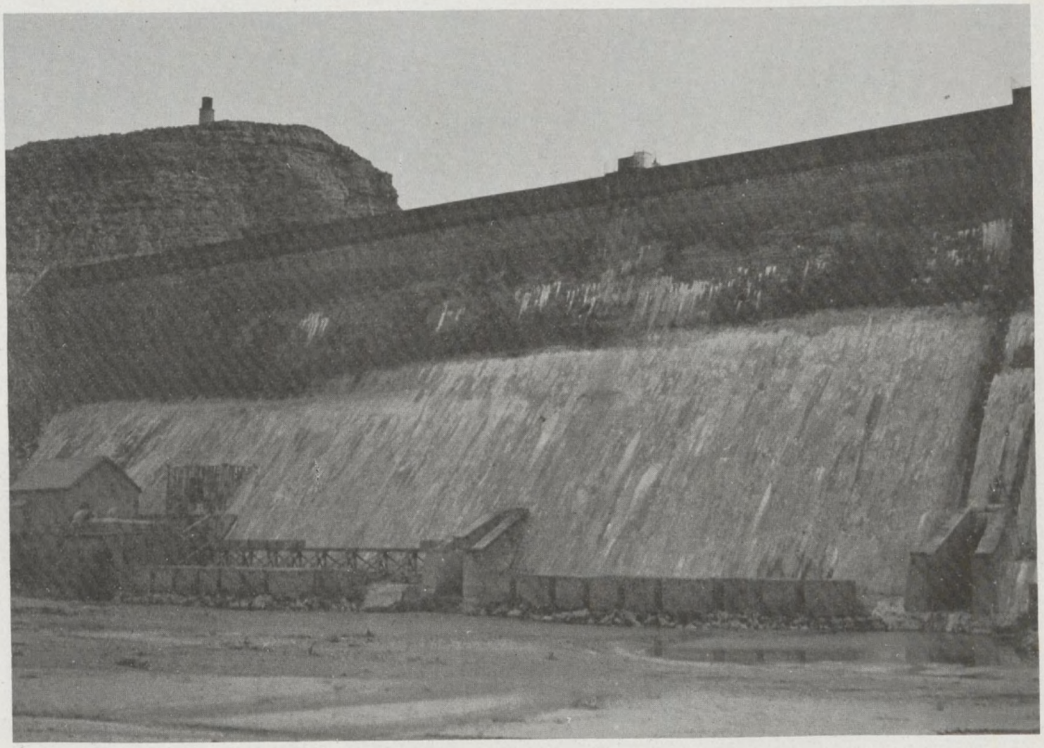


FIG. 8. DJIDIONIA-DAM. (ALGIERS).

EIGEN OPNAME.

het bezoek van ondergeteekende (Januari 1911) bestond deze al 1 jaar, maar de rivier had in die 12 maanden nimmer meer meer dan $^1/_2$ M^3 water per sec. afgevoerd, zoodat de invloed van 't werk nog niet te beoordeelen was.

De tunnel is geheel bemetseld, van wege de groote snelheden, die er in zullen optreden. Bij eene opstuwing van 5 M. kunnen de spuisluizen in het damlichaam slechts 10 M^3 sec. afvoeren. De nieuwe tunnel zal deze capaciteit verveelvoudigen.

Het bevorderen van de slibopruiming, bij spuiïng, doorverdeeling van 't ageerende water over den reservoirbodem.

Bij een der Algiersche reservoirs (Habra) heeft men eene poging gedaan om bij de boven omschreven spuimethode meer van de levende kracht van 't stroomende water te kunnen profiteeren.

Sedert 1895 heeft men daar, gedurende 4 jaren, (het laatst in 1901) gepoogd om, door middel van een ringkanaal, waaraan weer, door sluisjes afsluitbare, zijkanalen op korten onderlingen afstand ontsproten, de vastgezette slibmassa op vele punten den aanval van stroomend water te doen ondergaan. Daar de kosten voor 't maken van eene permanente inrichting, waarbij de ringkanalen in de ravijnwanden zouden aangelegd worden, zeer hoog zouden zijn (aquaducten en tunnels hadden daarbij in grooten getale gebouwd moeten worden), heeft men gepoogd deze kanalen in den slibbodem zelf uit te graven.

Daar men werken moest in een seizoen, waarin periodiek kleine bandjirs voorkwamen, waren de leidingen, die herhaaldelijk door 't water uit de zijravijnen verwoest werden, niet instand te houden. Ook was het grondverzet in de slib, gedurende en na regens, zeer bezwaarlijk. Deze proef, waaraan *f* 12 500.— besteed is geworden, is dan ook totaal mislukt. Evenwel is ze onder gunstiger omstandigheden nog wel eens over te doen.

De bovenbeschreven methode ter verwijdering van slib uit reservoirs, door het jaarlijks, gedurende zekere maanden buiten werking stellen van het reservoir, heeft het eerst toepassing gevonden bij Lake Whiting (den Bhatgarh dam) in Britsch-Indië (provincie Bombay). Deze dam is in 1892 voltooid. Hij heeft 15 spuiopeningen van 2.40 M. × 1.20 M., waarvan de drempels $3^1/_2$ M. boven den rivierbodem en 31 M. onder de damkruin gelegen zijn (zie fig. 9).

In een normaal jaar passeert door deze sluizen 1000 miljoen M^3, dit is bijna 6 × de reservoirinhoud. De rivier voert voornamelijk slib af in het begin van den regentijd, doordat in den drogen tijd het aardoppervlak, niet met vegetatie bedekt zijnde, door de inwerking van de zonnewarmte scheurt en verkorrelt. Slibgehalten van 1% komen dan veelvuldig in 't rivierwater voor. Gedurende het verdere verloop van het regenseizoen raakt het stroomgebied begroeid en verminderen de grondafspoelingen en ook 't slibgehalte van 't rivierwater.

De spuiopeningen zijn hier zoo groot, dat de meeste bandjirs kunnen passeeren zonder dat daarvoor het waterniveau hooger te stijgen heeft dan ca. 5 M. boven den drempel van de spuisluis. Daarbij is dan de riviergeul juist gevuld, doch het vlakke deel van den reservoirbodem is dan nog niet overstroomd, zoodat men er vrijwel voor zorgen kan, dat zich daar geen slib afzet.

De sluizen worden jaarlijks uiterlijk 14 Juli gesloten. Verwacht men een droog jaar dan spuit men soms in het geheel niet.

Sedert 1893 worden geregeld dwarsprofielen over het reservoir genomen en tijdens het bezoek van schrijver dezes (einde 1910) was de inhoud practisch nog niets verminderd.

Hiertegenover is te stellen de aanslibbing van Lake Fife, waar men eene soortgelijke spuiinrichting mist. Hier is sedert 1883 (tot 1905) de nuttige reservoirinhoud met 18% verminderd. Het stroomgebied van de voedende rivier grenst aan dat van de Lake Whiting-rivier.

Een gemak, bij de exploitatie van den Bhatgarh-dam, is ook nog dat het water, dat voor irrigatiedoeleinden afgetapt wordt, evengoed als het water dat voor spuiïng gediend heeft, in de rivierbedding, benedenstrooms van den dam

terecht komt. Pas veel verder benedenstrooms tapt een kanaal uit de rivier af.

Sedert men bij Lake Whiting succes gehad heeft, bouwt men in Britsch-Indië alle soortgelijke dammen met spuisluizen (undersluices).

Zoo ook den Darna-dam, dien fig. 10 in aanbouw geeft.

Bij het Gokak-reservoir (ook in de provincie Bombay gelegen) waren de omstandigheden niet gunstig voor het bereiken van een volledig succes met deze spui-methode. Toch zijn de aangebrachte 8 spuisluizen van groot nut geweest voor het behoud van een deel van de bergruimte van het reservoir.

Het stroomgebied (2500 KM^2, met een jaarlijkschen waterafvoer van 3000 miljoen M^3) is hier groot in verhouding tot de bergruimte van 't reservoir (30 miljoen M^3, dus 100 vullingen) en de hoogte van den dam. Het gevolg hiervan is dat de overlaat vaak in werking komt. De geheele, 900 M. lange, damkruin is dan ook als overlaat ingericht.

Het water werkt dus alleen slibopruimend bij de kleinere bandjirs.

Men laat hier de spuisluizen gedurende het grootste deel van den regentijd open staan en sluit ze pas in October.

Als jaargemiddelde is de vermindering van de bergruimte bepaald op 12 M^3 per 1 KM^2 stroomgebied, dus 30 000 M^3, welk resultaat, vooral de 100 vullingen per jaar in aanmerking nemend, nog zeer gunstig is te noemen.

Bij andere reservoirs in Bombay, die niet van dergelijke spuisluizen voorzien zijn, is de toestand veel ongunstiger. De aanslibbing van de Muchkundi tank bedraagt jaarlijks zelfs 1200 M^3 per KM^2 stroomgebied.

Eene andere geslaagde toepassing van het hier beschreven spuiingsprincipe geeft het Assouan-reservoir in Egypte.

Door de 140 sluizen van ca. 2 M. × 7 M., benevens 40 sluizen van ca. 2 M. × $3^1/_2$ M., die in den 1966 M. langen dam voorkomen, kan, wanneer ze alle geopend zijn, de grootste Nijlvloed passeeren. Men heeft hier geen specialen overlaat.

65 van deze openingen hebben eene drempelhoogte, die overeenkomt met den rivierbodem ter plaatse, resp. 75, 18 en 22 anderen zijn resp. $4^1/_2$ M., $8^1/_2$ M. en $12^1/_2$ M. hooger gelegen.

De bedoeling van deze plaatsing is dat men de onderste schuiven niet tegen den vollen waterdruk in zal te bewegen hebben.

Hier heeft men het zuivere type van reservoirdam verloren, doch heeft men een beweegbaren stuwdam in eene rivier.

Gedurende den geheelen tijd van hoogwater is het reservoir dan ook buiten werking gesteld. Dit is gedurende de maanden Augustus, September en October, wanneer het Nijlwater het meeste slib bevat. De maanden November, December en Januari, in welke periode het rivierwater helder is, worden benut voor de vulling van het reservoir.

Omtrent het vrijhouden van het reservoir van aanslibbing zijn schrijver geen bijzonderheden bekend. Wel werd hem medegedeeld, dat men daarin volkomen slaagde.

Spuien bij 't voorkomen van rolsteenen.

Ook wanneer men, in plaats van met slib, met rolsteenen te doen heeft, is de hier omschreven methode succesvol toegepast. In de Dornbirner Ache (Oostenrijk) heeft men een 20 M. hoogen dam in eene, aan rolsteenen zeer rijke, Alpenbeek. Hier laat men de ruime spuiinrichting bij groote afvoeren openstaan, waardoor men de rolsteenen kan laten passeeren. Bij kleinere bandjirs vult men 't reservoir.

Spuimethode der oude Spaansche reservoirs.

De minder volmaakte voorgangster van de, in bovenstaande regelen beschreven, spuimethode is die van de oude Spaansche reservoirdammen. Daar men, ten tijde van den bouw van deze kunstwerken, de middelen miste om de spuisluizen van inrichtingen te voorzien die maneuvreeren, onder waterdruk, mogelijk maken, moet men hier periodiek de deur vernielen en 't reservoir leeg laten loopen, waarna eene nieuwe deur gemaakt wordt.

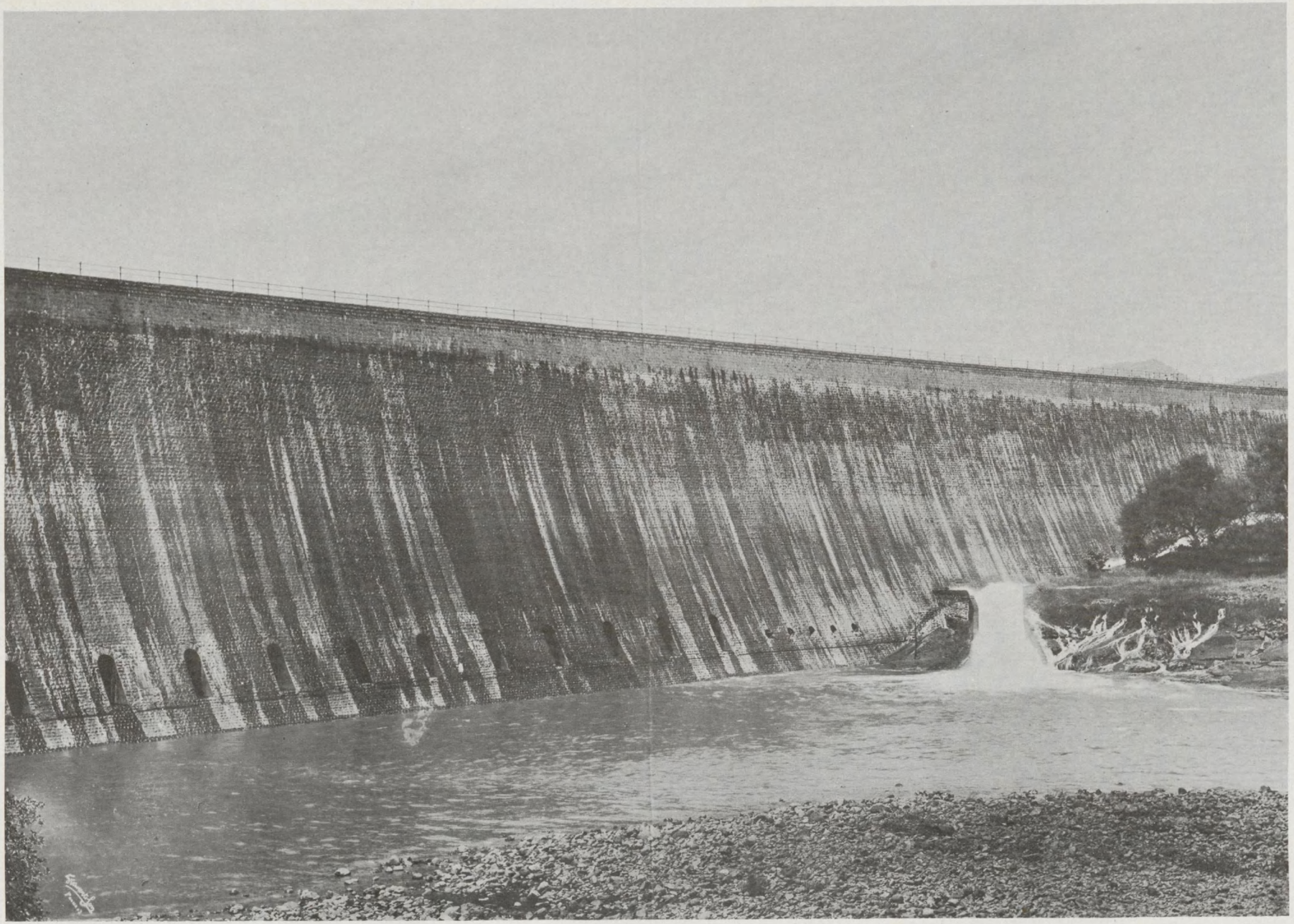
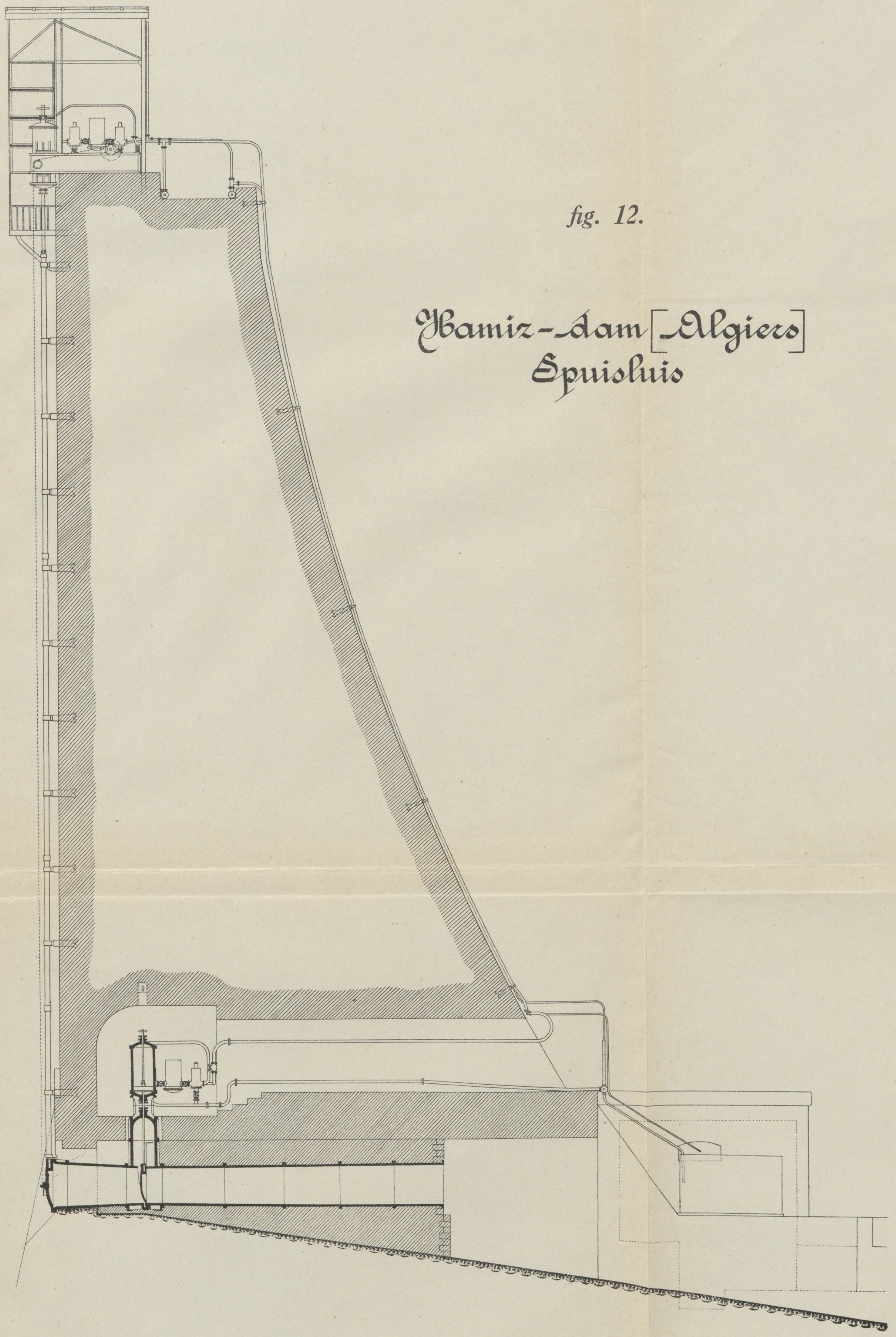
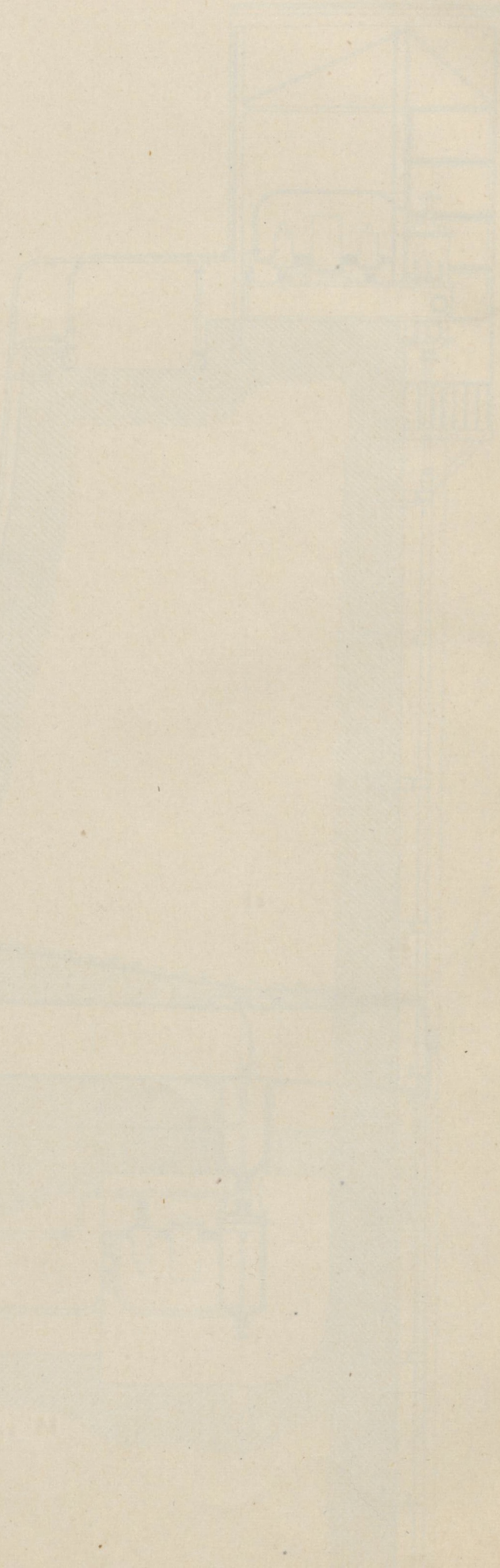


FIG. 9. SPUISLUIZEN VAN DEN BHATGARH-DAM (BOMBAY).

fig. 12.

Hamiz-dam [Algiers]
Spuisluis





Het gevolg van deze omslachtige inrichting is, dat men hier zelden spuit.

Voor dam Tibi (Alicante) wordt vermeld, dat men daar de sliblaag tot 30 M. hoogte laat aangroeien (dan heeft men nog slechts 4 M. hoogte voor nuttige bergruimte over). Daarna spuit men ze weg.

Toen in 1895 de Indische waterstaatsingenieur P. GRINWIS PLAAT dat reservoir bezocht, vernam hij dat toen de laatste spuiïng in 1876 had plaats gehad. Gedurende 3 maanden na de spuiïng hadden toen nog een 30 à 40 man gewerkt aan 't wegspoelen van het overgebleven slib.

Dit reservoir is, door geringe breedte en steile wanden, geschikt voor schoonspuiïng.

Het reservoir van Elche (Spanje) was van 1843 tot 1885 niet gespuid. In dit laatste jaar, toen het reservoir bijna geheel met slib gevuld was, en toen, bij eenen grooten bandjir, de waterstand tot boven de damkruin gestegen was, is de houten deur bezweken. Slecht eene onvolledige schoonmaak was het gevolg.

De geulvorming reikte tot slechts 600 M. stroomopwaarts. Volgens schatting werd $^1/_3$ van de aanwezige opslibbing opgeruimd. De groote breedte en het bochtige beloop van het dal bemoeilijkten hier krachtiger spuiïng.

Sluitmiddelen der spuisluizen.

Hoewel het niet in de bedoeling ligt om eene eenigszins volledige beschrijving van de schuiven en windwerken der spuisluizen te geven, komt het toch noodig voor iets aangaande dit, in dezen zoo belangrijken, detail mee te deelen.

Het type der z.g. Spaansche deuren wordt in fig. 11 gegeven. Elke dam bezit slechts eene spuiopening, waarvan de bovenstroomsche afmetingen zijn: van 1 tot 3 M. hoogte en van 1 tot 2 M. breedte. Benedenstrooms nemen de afmetingen geleidelijk toe tot b.v. 6×4 M^2. De waterdruk, die tegen de deur werkt, wordt door 3 houten horizontale balken opgenomen (zie fig. B). Boven den sluiskoker is een werkgalerij, waardoor men de deur kan bereiken, zonder door de spuiopening te gaan. De deur moet aangebracht worden als 't reservoir leeg is. Wil men later spuien, dan moet eerst door de deur een proefgat geboord worden, om te onderzoeken of de aanslibbing voor het doel voldoende vastheid verkregen heeft. Daartoe moet in den regel de aanslibbing minstens 4 jaar oud zijn. Is het resultaat der boring gunstig dan kapt men de horizontale regels door en ruimt de deur op, daarna boort men van af de bovenkant van den dam een verticaal gat in de aanslibbing, waardoor een groote waterdruk tegen de moddermassa voor de sluisopening zal optreden, welke dan bezwijkt.

Bij de Algiersche reservoirs, waarvan de dammen overigens naar Spaansch model gebouwd zijn, zijn de spuiopeningen van schuiven met windwerken voorzien. Daar heeft men de schuif in eene insnoering geplaatst. Daarachter verwijdt de opening zich geleidelijk tot den dubbelen diameter. Hierdoor kan men de schuif betrekkelijk kleine afmetingen geven, terwijl het verwijde achterste deel zuigend werkt.

Te Hamiz en te Djidiouia heeft men gelijk soortige inrichtingen aangebracht (zie figuren 12 en 13). Het zijn 2 schuiven achter elkaar. De eerste, welke in het voorvlak van den dam geplaatst is, en die als reserve te beschouwen is, heeft grooter afmetingen dan de, in de insnoering aangebrachte, hoofdwaterkeering, en wordt door middel van hydraulische kracht, door een lange stang, van af de damkruin bewogen.

In deze schuif heeft men 2 kleine, ronde, openingen aangebracht (d = 20 cM.). Door deze te openen (met behulp van een kabel, die in fig. 12 door eene stippellijn aangegeven is), wordt de waterdruk voor en achter de schuif gelijk en is voor het openen dus weinig kracht noodig. De hoofdschuif, die in de insnoering geplaatst is, heeft een diameter van slechts 1,15 M. en wordt ook hydraulisch bewogen, doch de plunger is in eene kamer geplaatst, die van de achterzijde van den dam toegankelijk is en die juist boven de schuif is gelegen.

De hydraulische druk wordt geleverd door een met water gevuld reservoir, op een nabij gelegen hoog punt gebouwd. Het water wordt

daarnaar opgepompt door middel van eene turbine, die door water uit 't groote reservoir gedreven wordt. De schuif is, bij een waterdruk van 33 M., in 1 minuut te openen of te sluiten. In elk der genoemde dammen heeft men 2 van deze spuikokers.

Het volgende staatje van de kosten van eenige andere op hetzelfde principe berustende in Algiers toegepaste schuiven met bewegingsinrichtingen kan wellicht elders van nut zijn.

Dammen.	Oppervlakte schuif.	Kosten schuiven en bewegingsinrichtingen.	Kosten per M² schuif.
Cheurfas.	3.40 M²	*f* 39.000	*f* 11.450
Tafarouia	1.52 „	„ 12.500	„ 8.200
avant-project van den nieuwen tunnel voor het Djidiouia reservoir	4.91 „	„ 38.000	„ 7.750

In Engelsch-Indië werden weinig interessante beweeginrichtingen voor spuischuiven aangetroffen. Daar heeft veelal eene trapsgewijze aftapping, door openingen op verschillende hoogten aangebracht, toepassing gevonden.

Dikwijls bestaat daar het geheele windwerk uit eene moer, waarin een 6-tal handspaken te steken zijn en waarmee men eene schroefstang kan opdraaien.

Fig. 14 is eene foto van het windwerk voor de spuischuiven van den Bhatgarh dam. De schuiven zijn 1.20 M. breed en 2.40 M. hoog. Voor heffing onder 27 M. druk heeft men 5 mannen aan elk der 6 handspaken (dus 30 in 't geheel) noodig. Bij 't sluiten zijn 6 × 2 voldoende.

Bij de bovenbeschreven spuiïngen van dit reservoir (Lake Whiting) had men last van den afvoer van drijvende boomstammen die, bekneld geraakt in de sluisopening, eene tijdige sluiting zouden kunnen beletten. Om dit bezwaar te ontgaan is eene eenigszins achterwaartsche plaatsing van de deur aan te bevelen. Daar zulks in dit geval niet had plaats gehad, heeft men op ca. 1 M. voor de schuiven roosterijzers aangebracht. Zoodra de reservoirwaterspiegel gedaald is tot $2^1/_2$ M. boven deze sluisopeninen, kan men 't drijvendvuil gaan opruimen.

Stoney-schuiven zijn nog weinig toegepast bij een zoo grooten druk als spuischuiven in dammen te weerstaan hebben.

De schuif van de spuisluis van den Rooseveltdam (in Arizona U. S. A.), die onder 70 M. waterdruk bewogen moet worden, was oorspronkelijk van Stoney-rollen voorzien, doch deze werkten hier niet tot voldoening, zoodat zij verwijderd zijn geworden. Thans heeft men gewone schuiven met glijdende wrijving. Evenwel heeft men er van af moeten zien om bij den vollen waterdruk met ze te maneuvreeren. Dit doet men pas als deze druk, door middel van aftappingen op hooger niveau, tot 30 M. verminderd is.

Bij de schuiven van den Nijldam te Assouan, waarmee bij eenen druk die geringer is dan 20 M. (zie pag. 12 hierboven) gewerkt moet worden, zijn de Stoney-rollen wel met succes toegepast.

Als voorbeeld van eenen afsluiter, die niet langs den mond van de opening geschoven wordt, doch in eene richting loodrecht daarop wordt bewogen, worden in fig. 15 de sluizen gegeven, die in den Roosevelt-dam aangebracht zijn voor de aftapping van irrigatiewater. Ze zijn 35 M. hooger geplaatst dan de bovenvermelde spuisluizen en moeten dus tegen een maximum druk van 35 M. bewogen kunnen worden.

De tunnel door den dam heeft hier 2.70 M. diameter. Om geen te groote sluisdeuren noodig te hebben heeft men dit kanaal 3 aanmondingen met diameters van ca. 1,40 M. gegeven

A staat in directe verbinding met het reservoir, B is de uitlaat. De sluis is dus in geopenden stand geteekend. Als C op D rust, is ze gesloten.

De deur wordt automatisch bewogen.

In de teekening is met roode lijnen een weg aangegeven, waardoor eenig water uit het reservoir door de sluis kan ontsnappen. Op eenige plaatsen is deze weg uiterst nauw, zoodat het eenigen tijd duurt voordat het water achter de sluis onder denzelfden druk, als die

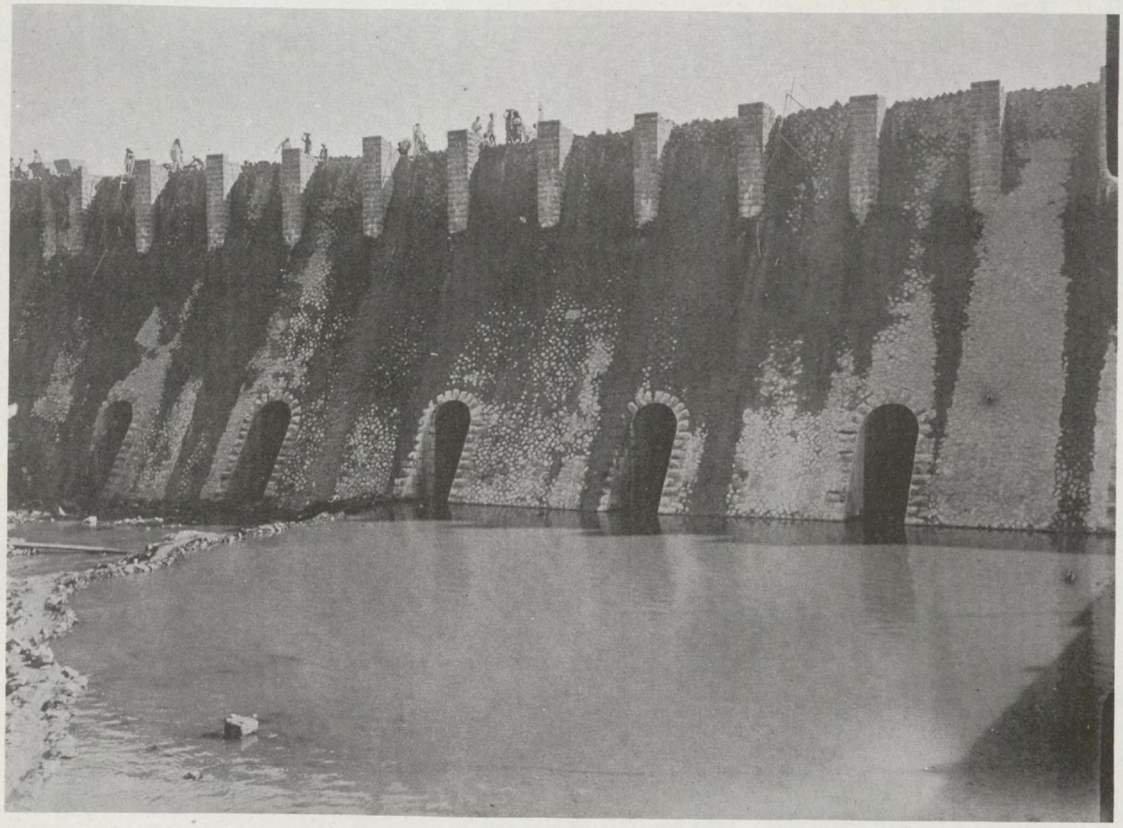


FIG. 10. DARNA-DAM IN AANBOUW (BOMBAY).

(EIGEN OPNAME).

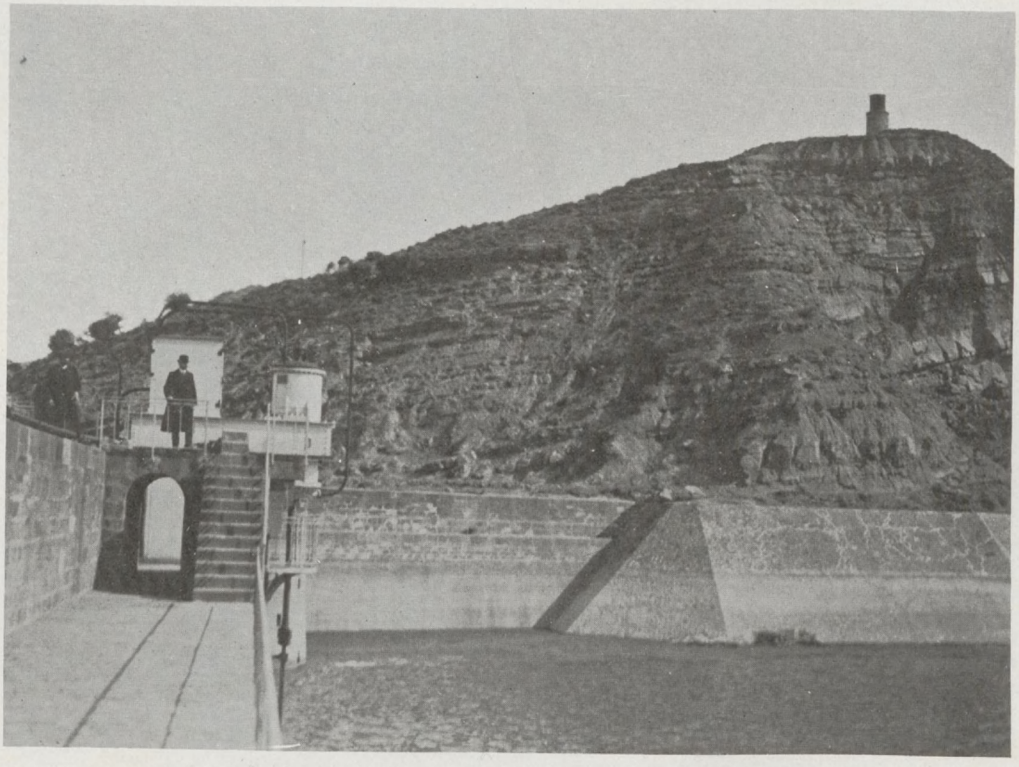


FIG. 13. DJIDIONIA RESERVOIR (ALGIERS).
HET HOOGE DRUK RESERVOIR IS ZICHTBAAR.

(EIGEN OPNAME).

in het reservoir heerscht, zal gekomen zijn, zoo tevoren daar die druk niet was. Doch als boven den cylinder deze druk eenmaal is, dan zal hij zich sluiten, daar bij den uitlaat B weinig druk is. De kegel F gaat daarbij mede, de toegang tot buis H opent zich en het water kan door H afgevoerd worden, zoodat de druk zich verliest en de cylinder weer opwaarts gedrukt wordt, waarbij H weer afgesloten wordt. De afsluiter is dus in een labiel evenwicht (vandaar dat dit type „balanced valve" genoemd wordt).

Wil men de sluis sluiten, dan moet het rad G aangedraaid worden (waarvoor men een electromotor van $^1/_4$ P.kr. heeft), waardoor de buis H de dalende beweging van kegel F volgen zal. De groote druk aan de bovenzijde van den afsluiter kan dus in stand gehouden blijven en deze sluit zich langzaam.

Fig. 16 geeft een ander, minder gecompliceerd, type van een stopvormig sluitmiddel. Dit wordt hydraulisch bewogen door eenen, er direct boven geplaatsten, plunger.

Schoonmaken van reservoirs door middel van grondverzet.

Boven, op pag. 12, is reeds meegedeeld hoe men, bij de pogingen om het Habra-reservoir in Algiers schoon te maken, ringkanalen heeft gemaakt, met de bedoeling om water op verschillende plaatsen van een ongevuld reservoir beschikbaar te krijgen, om de slibafzettingen weg te spoelen. Daar was deze methode van kunstmatig spoelen nog gecombineerd met spuien, doch vooral in kleinere reservoirs, en speciaal in Amerika, heeft men dit meerdere malen daar zonder gedaan en heeft men de modder losgespoten met water onder druk. Daar het gebruik van den „monitor" door schrijver dezes reeds vrij uitgebreid beschreven is in zijn handboekje in zake aarden reservoirdammen, wordt het onnoodig geoordeeld hier nadere details betreffende dit hulpmiddel der waterbouwkunde te geven.

De bedoelde methode zal vooral met voordeel toe te passen zijn, indien men water van eene, op hooger niveau gelegen, leiding daartoe kan gebruiken, zoodat men zonder te pompen water onder druk beschikbaar kan krijgen. Dit behoeft men dan alleen te bezigen voor het losspuiten van de slib, voor het vervoer (wat meer water eischt) is bij kleine reservoirs allicht het water uit de rivier zelf te gebruiken.

Ook door middel van gewoon grondverzet worden soms reservoirs weer op diepte gebracht.

Deze werkwijze werd o.a. ontmoet bij sommige reservoirs op de Sandwich eilanden. Deze waren dan van kleine afmetingen, bij eene ongunstige terreinformatie, waardoor uitgraving van 't reservoir voordeeliger uitkwam dan ophooging van de, daar zeer lange, dijken.

Indien ooit het kunstmatig ontgraven van aangeslibde reservoirs van eenig belang zal worden, dan zal zulk een grondverzet wel als baggerwerk moeten plaats hebben de daarvoor noodige kracht heeft men n.l. bij gevuld reservoir beschikbaar. Deze moet slechts in eene turbine opgewekt en in electriciteit omgezet worden.

Electrisch gedreven baggermolens heeft men reeds in groote getale in gebruik. In de Vereenigde Staten van Amerika, waar electriciteit, door water opgewekt, soms zeer goedkoop verkrijgbaar is. Dergelijke molens profiteeren van de omstandigheid dat een electromotor veel minder ruimte inneemt dan eene stoommachine.

Op deze wijze wordt het, boven reeds vermelde, principe gevolgd, dat een deel van de energie van 't stroomende water, die 't slib in beweging had gehouden zoo er geene afdamming ware geweest, weer voor 't verwijderen van de slib moeten word benut.

Bij hydro-electrische installaties, die haar water aan reservoirs ontleenen, kan het voorkomen, dat men in de verschillende tijden van het jaar verschillende hoeveelheden energie beschikbaar heeft. Bij het afsluiten van contracten voor de levering daarvan zal men met minimum hoeveelheden rekening moeten houden, (tenzij dat men reserve stoommachines wil gebruiken). Alzoo zal men periodiek energie beschikbaar hebben, die niet elders te gebruiken is en die dan voor baggerwerkzaamheden in 't reservoir zelf is aan te wenden.

Naast dit baggeren, dat, hoewel nog niet in 't groot toegepast, toch wel toekomst heeft voor 't schoonmaken van reservoirs, waarbij door

de afvoeromstandigheden der rivier de boven omschreven spuimethode niet toe te passen is, heeft men andere methoden voorgesteld voor het benutten van de, in een gevuld reservoir aanwezige, energie, voor de slibopruiming en zijn sommige daarvan ook beproefd, doch zonder definitief succes.

Schoonmaak volgens de methode Jandin.

Het verste is men in deze richting nog gekomen met de methode JANDIN. Deze ingenieur zou als aannemer uit het Djidiouia-reservoir in Algiers tegen *f* 0.10 per M³ ca. 1.2 miljoen M³ slib opruimen. Hij heeft in de jaren 1892, '93 en '94 daaraan gewerkt.

Volgens zijne methode gaat een der uiteinden van eene beweegbare buis door den voet van het damlichaam, terwijl het andere uiteinde met verschillende punten van den reservoirbodem in contact te brengen is. Evengoed als de spuisluis, bij gevuld reservoir, plaatselijk, doch alleen daar, een grooten invloed kan uitoefenen, zal door deze inrichting het slib opgeruimd worden, overal waar de mond van de buis geplaatst wordt. De moeielijkheid is slechts om eene inrichting te maken, waarmee men met dezen mond veel plaatsen bereiken kan. Dit heeft JANDIN verkregen door de buis aan plaatijzeren flotteurs, die op 't water drijven, op te hangen, terwijl ze zelf zoo aan den dam verbonden was, dat ze bewogen kon worden.

Voor modder, die zich reeds vastgezet heeft, had men evenwel een specialen loswerker noodig. Daarvoor had men nabij de aanmonding van de buis eene turbine aangebracht die, natuurlijk afgezien van de verliezen aan arbeidsvermogen door wrijving in de buis, onder geen anderen waterdruk werkt dan wanneer ze direct beneden den muur geplaatst ware. Aan deze turbine was eene draaiende snijinrichting, ter loswerking van den grond, direct gekoppeld.

Met deze werktuigen zijn werkelijk groote hoeveelheden slib uit het Djidiouia-reservoir verwijderd.

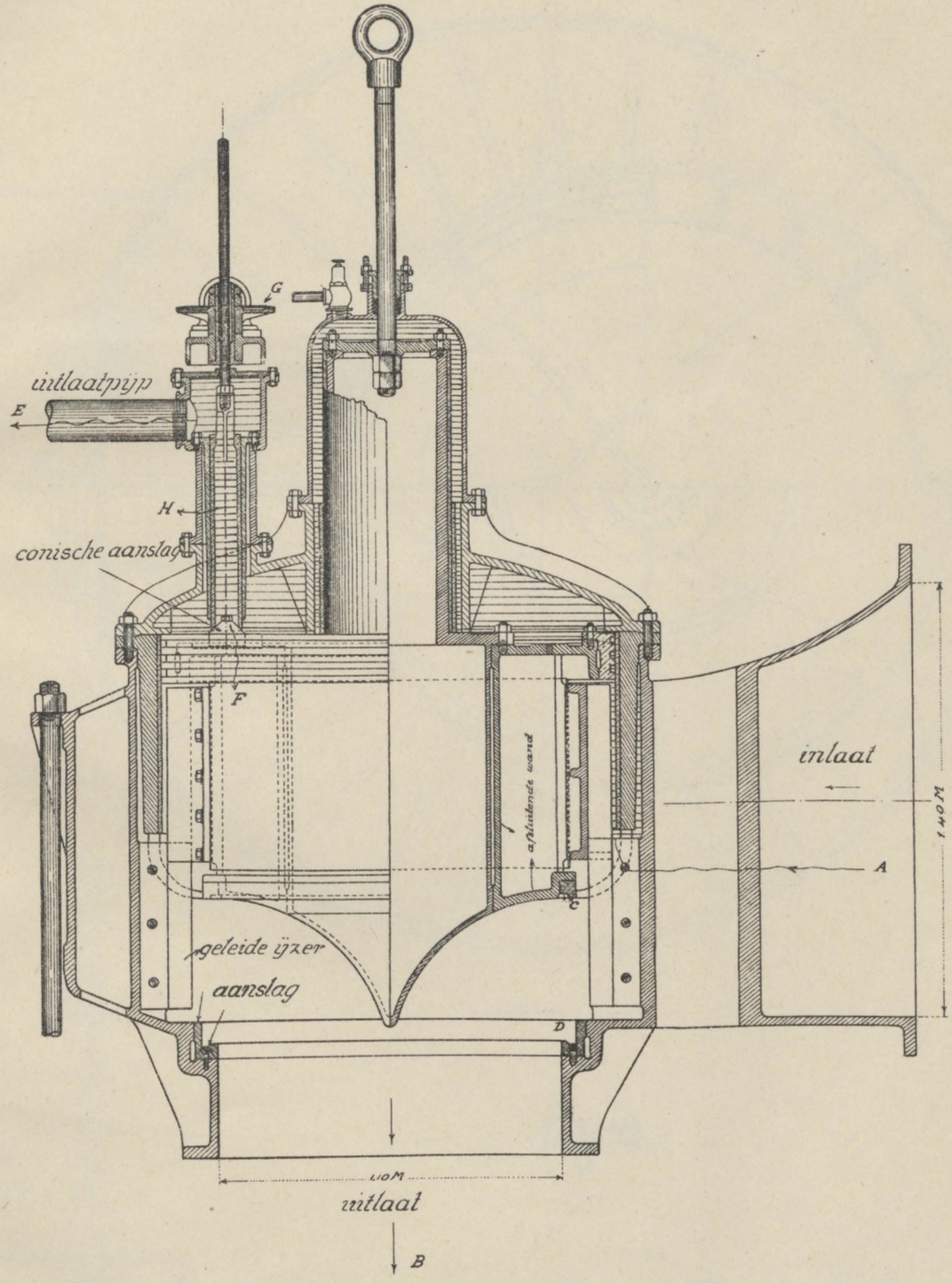
Evenwel werkte men daar onder ongunstige omstandigheden, die een definitief succes verhinderd hebben. De werkbuis had 60 cM. diameter en er was op gerekend dat, bij normale werking, $1^1/_2$ M³ water per sec. zou afgevoerd worden. Daardoor zouden 300 P.kr. worden opgewekt, waarvan de eene helft in de turbine met snijinrichting verbruikt zou worden, terwijl de andere helft dienen zou voor het vervoer van de modder door de buis, benedenstrooms van de turbine.

In de gegeven omstandigheden was de vereischte waterhoeveelheid zeer groot. Vooreerst kon men dit water niet weg laten loopen, doch moest men de verdunde modder voor irrigatie benutten. Doch voor de bevloeiïng mocht men niet eens $1^1/_2$ M³ sec. aftappen; en meer dan daarvoor noodig was mocht in den drogen tijd niet uitgelaten worden, zoodat men slechts werken kon in het voorjaar, den tijd van de bandjirs. Hierdoor werd natuurlijk de personeelrekening hoog en van de (hier meestal weinige) uren dat een bandjir aanhield ging nog steeds veel tijd verloren voor het verlengen van de pijp ter verplaatsing van den mond (de drijvende inrichting stond het beschrijven van een cirkel toe). Verder had men hier eene sliblaag van 15 à 16 M. dikte te verwijderen, die door eigen gewicht zeer vast geworden was, wat volgens het hieronder op pag. 17 gegeven staatje voor het losmaken extra veel water vereischt.

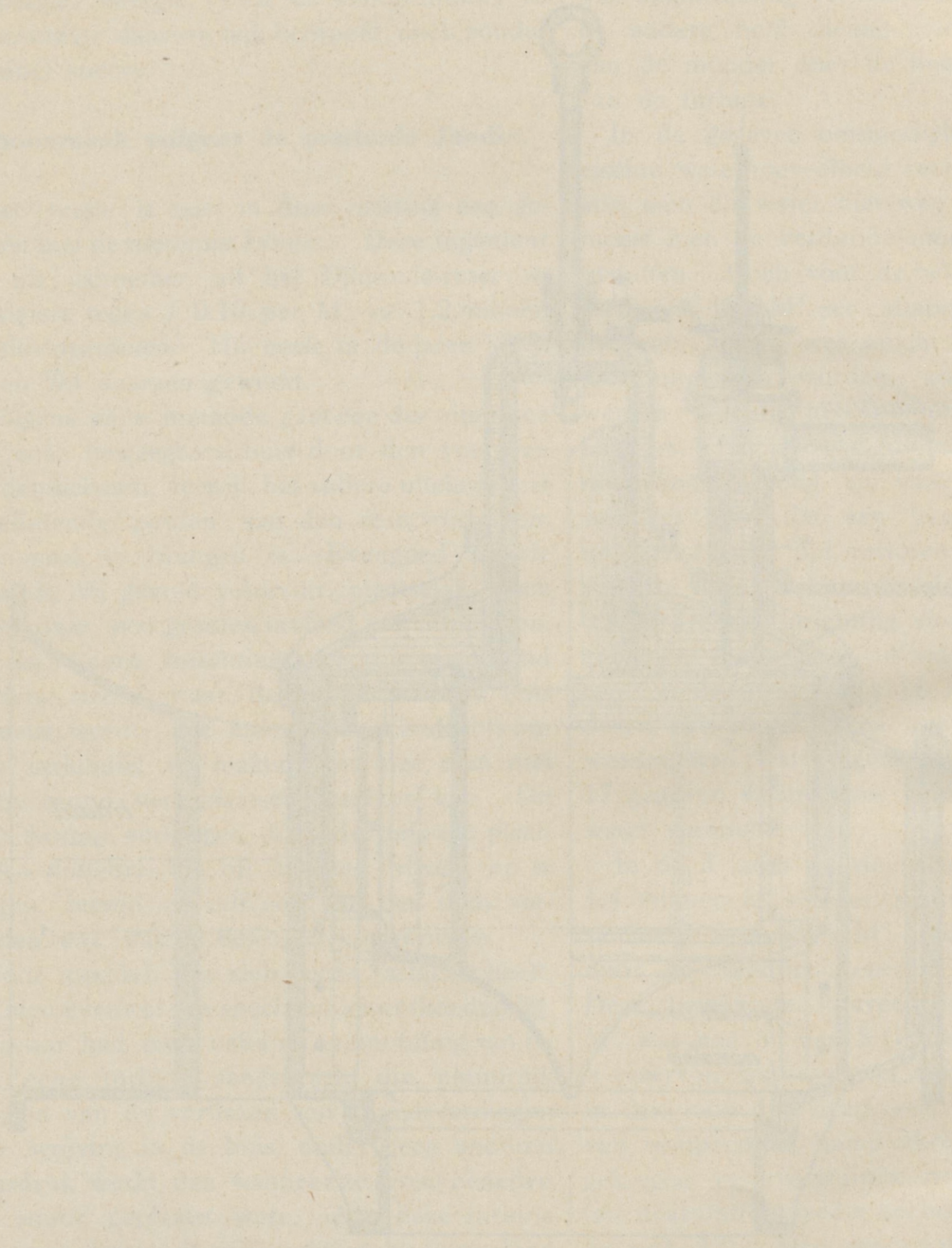
In de 3 jaren waarin men gewerkt heeft, zijn 1.4 miljoen M³ slib verwijderd. Daarvan waren slechts 0.5 miljoen M³. oud slib, de rest was door de bandjirs dezer 3 jaren aangevoerd. Deze berekende hoeveelheid van 0.5 miljoen M³ was nog bij een S.G. der slib van 1,4. In 't reservoir was evenwel voor een deel slib dat, in den loop der jaren, een veel grootere mate van compactheid had verkregen, zoodat de vrijgekregen reservoirruimte nog minder bedroeg (zie daaromtrent weder het bovenvermelde staatje op pag. 17). Men schoot dus niet op.

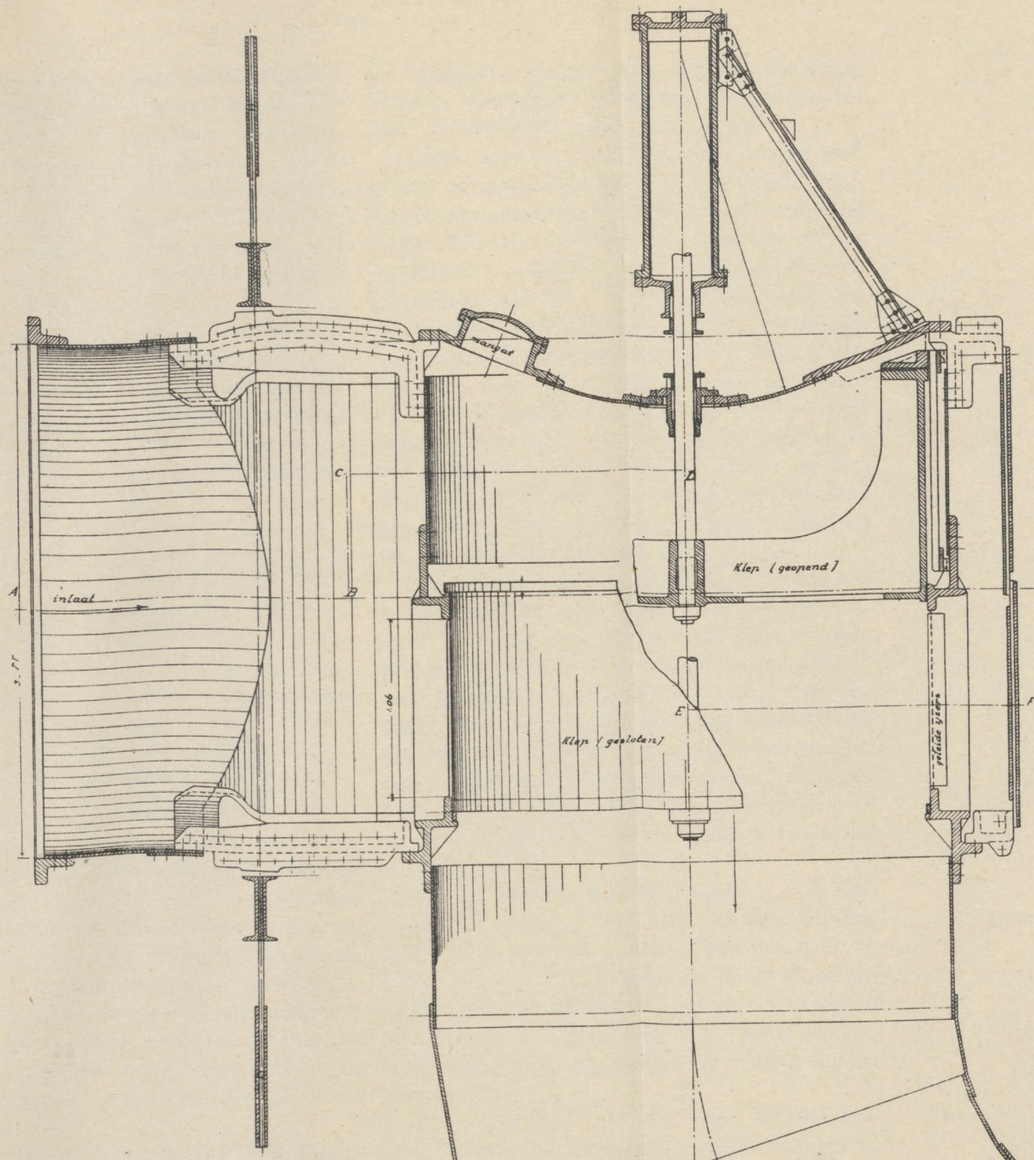
JANDIN heeft, na zijn aanvankelijk onvolkomen succes, een nieuw werkplan voorgesteld dat eene verhooging van den dam van 18 M. (bestaande hoogte) tot 26 M. inhield, waardoor de bergruimte van (de resteerende) 0.7 miljoen M³ tot 8 miljoen M³ zou stijgen. Hierdoor zou hij werkwater voor zijne schoonmaak krijgen.

Fig 15.

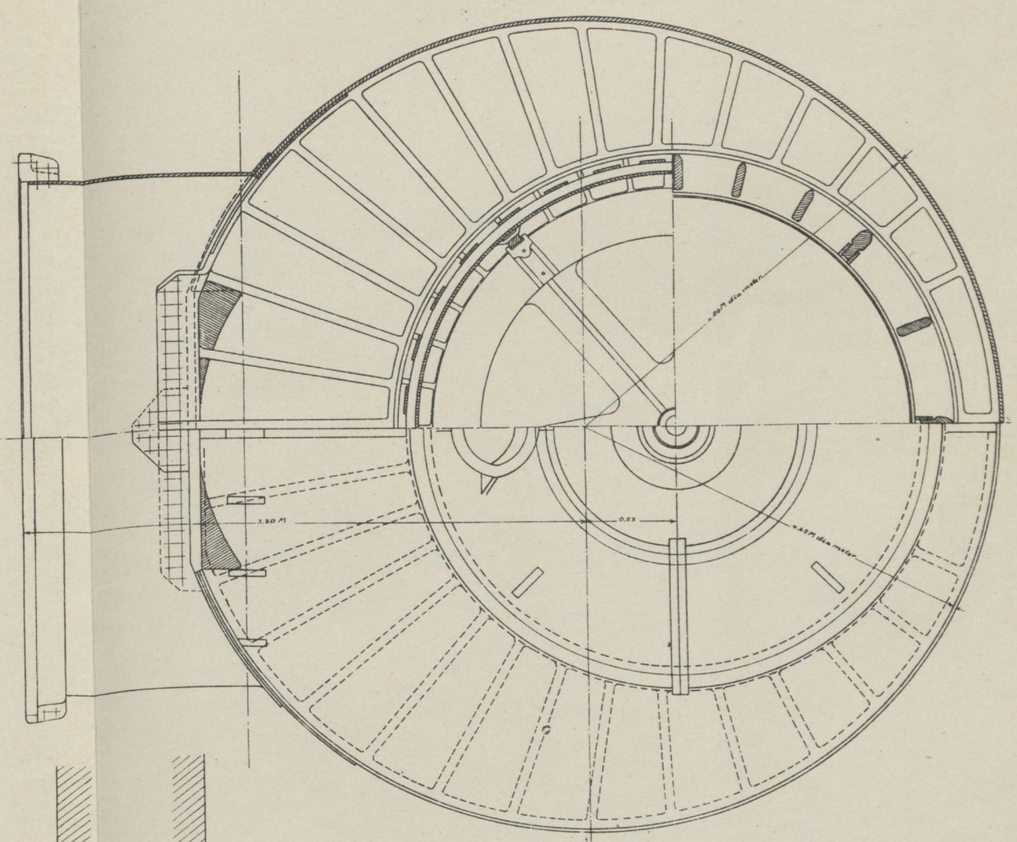


"Balanced Valve" van den Roosevelt-dam.





Verticale doorsnee



Bovenaanzicht

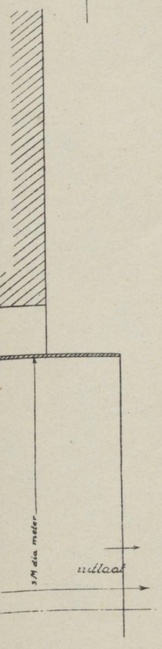


fig 16.

Cilindrische afsluiter Roosevelt-dam.

Principieel is het, bij eene toepassing van het systeem JANDIN, noodig om een reservoir te hebben dat grooter is dan alleen volgen zou uit de behoefte voor de irrigatie enz. Men moet n.l. zoo min mogelijk bandjirwater over den overlaat loozen. Aangezien dit water zijn slib in het reservoir gedeponeerd heeft, is 't ook gewenscht, dat het voor de wederopruiming daarvan dienst doet.

De ervaring heeft hier geleerd hoeveel water vereischt werd om slib te verwijderen, dat zich op den reservoirbodem neergezet had en zeer vast was geworden. Dit wordt toegelicht door het volgende staatje.

Slibsoorten.					
Benaming.	Soortelijk gewicht.	Watergehalte der slibsoorten in volume-eenheden.	Soortelijk gewicht van 't mengsel, dat uit de Jandinbuis kwam.	Watergehalte (in volume eenheden) daarvan.	Wijze van werken door JANDIN.
Vloeibaar	1.10	90%	1.100	90 %	Zonder loswerker.
Dik vloeibaar	1.20	80%	1.150	85 %	„ „
Normaal bodemslib	1.40	60%	1.080	92 %	Met „
Zeer vast id.	1.50	50%	1.060	94 %	„ „
Vaste klei	1.60	40%	1.040	96 %	„ „
Harde klei	1.80	20%	1.024	97.6 %	„ „
Geheel compacte klei	2.00	nihil	1.016	98.4 %	„ „

Volgens dit staatje moet bij 't, als normaal gestelde, reservoirslib, dat 40% vaste stoffen bevat (S.G. 1,40), een mengsel gemaakt worden, dat slechts 8% aan vaste stoffen bevat (zie de vierde kolom) en moet daartoe dus 400% water toegevoegd worden; en voor geheel compacte klei moet een mengsel gemaakt worden dat 1.6% aan vaste stoffen bevat, zoodat 61 × de volume-hoeveelheid, water toegevoegd moet worden.

Op grond van deze wetenschap wilde JANDIN zich in den vervolge zooveel mogelijk beperken tot 't direct opruimen van 't binnenkomende slib. Door verhooging van den dam zou nieuwe reservoirruimte geschapen moeten worden. De verloren bergruimte zou men daarenboven geleidelijk terug kunnen winnen, naar gelang de waterbalans zulks zou toelaten.

Voor de bedoelde nieuwe werkwijze was het noodig dat in zeer korten tijd het mondstuk den geheelen bodem zou kunnen afwerken, waarom voorgesteld werd om de oorspronkelijke inrichting eenigszins te wijzigen.

JANDIN wilde nu aan de hoofdbuis vele neerwaarts gebogen beweegbaar aangebrachte zijarmen (ontworpen met 0.13 M. diameter), die alle zuigen kunnen, aanbrengen zoodat, als men de hoofdbuis een cirkelboog laat beschrijven, men niet meer een deel van een ring maar een sector beheerschen zal (zie fig. 17). De hoofdbuis behoort dan afmetingen te krijgen die, naar den dam toe, toenemen. Aan het boveneind der hoofdbuis (A) zou men den loswerker kunnen behouden, om tusschen 2 bandjirs in oude slib te kunnen werken. Door de kettingen B op te halen, ondergaan alle monden eene horizontale verplaatsing. Met 't oog daarop zijn de zijbuizen stroomafwaarts gericht.

Een bezwaar van de gedachte inrichting zou kunnen zijn dat eene zijbuis van geringen diameter, wanneer ze in modder terecht komt veel minder schoon water (van boven de modder) mee zal zuigen dan eene buis van grooter diameter zou doen. Doch het is vrij waarschijnlijk dat niet alle zijbuizen gelijktijdig boven modder zullen werken, zoodat verscheidene zuiver water naar de hoofdbuis zullen voeren, waardoor êene partieel aangebrachte zware massa verdund zal worden.

JANDIN raadde aan voor eene, b.v. 2 KM. lange, hoofdleiding eene, naar den dam gerichte, toeneming van den buisdiameter van 0.40 M. tot 1 M., met 100 zuigarmen, op 20 M. onderlingen afstand. Men zou dan in een reservoir van ca. 35 M. diepte 1 à 4 M^3 water per sec. verbruiken (naar gelang van de vulling van het reservoir).

Eene dergelijke inrichting zou *f* 250.000 kosten, terwijl de jaarlijksche exploitatie-uitgaven *f* 25.000 zouden bedragen. Rekent men hierbij 12% of *f* 30.000 voor rente, afschrijving en reparaties, dan zou de jaarlijksche uitgave zijn *f* 55.000.

In Amerika werd over de toepassing van eene soortgelijke methode als die van JANDIN gedacht, voor het, in Arizona te bouwen, reservoir in de uiterst slibrijke Gila-rivier.

Men wilde daar op den reservoirbodem, in de richting van het dal, een gemetselden koker aanbrengen van 1 à $1^1/_2$ M. diameter en op onderlinge afstanden van ca. 1 KM. torens daarop oprichten. Aan zoo een toren zou luchtdicht, doch beweegbaar, een ijzeren buis te verbinden zijn waarvan het middendeel op 't water drijft, terwijl het andere uiteinde schuin naar beneden gaat en in een zuigmond eindigt. Ook op deze wijs is de aanval op de aanslibbing gemakkelijk te doen en zijn vlugge verplaatsingen mogelijk.

Schoonmaak volgens de methode Calmels.

In Algiers heeft ook nog een andere uitvinder, n.l. de ingenieur Calmels, gelegenheid gehad zijne methode aan de praktijk te toetsen. Dit had in 1879 te St. Denis-du-Sig en in 1900 in het, boven reeds herhaaldelijk vermelde, reservoir van Djidiouia plaats.

Deze methode berust op het loswerken van de vastgezette modder door het inbrengen van samengeperste lucht. De luchtcompressor werd gedreven door eene turbine, die aan het reservoir haar arbeidsvermogen ontleende.

Langs een der reservoiroevers was, iets boven reservoirpeil. eene buis voor de luchttoevoer van 8 cM. diameter, ter lengte van 300 M., aangelegd en aan deze waren vaste zijspruiten verbonden, waaraan caoutchouc-slangen te koppelen waren, die aan het andere uiteinde van eenen injecteur voorzien waren. Deze injecteurs van 8 cM. diameter waren oorspronkelijk van 30 gaten van 6 mM. voorzien, doch later bleken ze werkzamer te zijn als ze slechts 3 gaatjes van 2 mM. bevatten, van wege de, hier geringe, aanvoer van gecomprimeerde lucht. De lucht was n.l. slechts tot 3 atmosfeer druk samengeperst, daar de caoutchouc-verbindingen niet meer verdragen konden. De injecteurs werden met een gewicht van 80 KG. bezwaard en van af een vlot bediend.

Calmels wilde dus vlak voor den dam, en evenwijdig aan dezen, eene 300 M. breede geul in den slibbodem maken. Hoewel niet volkomen is men daarin ten slotte eenigermate geslaagd.

Verder dacht hij dat de slib van de rest van het reservoir na zou schuiven naar deze geul toe, van waaruit ze, na menging met water, weggespuid zou kunnen worden.

Daar dit niet het geval is geweest is de proef totaal mislukt.

Wel was het een feit dat, in het reservoir in kwestie, in proefputten, op $^3/_4$ à 1 M. onder de oppervlakte steeds slib in weeken staat aangetroffen werd, doch deze toestand bleek onvoldoende voor het gewenschte schuiven te zijn, wat men wijten moet aan het geringe verhang dat de slibvlakte in stroomopwaartsche richting vertoonde.

Daar andere slibsoorten onder de bedoelde omstandigheden zich heelemaal tot eene vaste massa samenpakken, zit in het idee van Calmels geen toekomst.

De gebruikte installatie heeft *f* 50.000 gekost, de bedrijfskosten zouden jaarlijks slechts *f* 5000.— bedragen en de uitvinder had gedacht er jaarlijks 125.000 M^3 mee te kunnen opruimen.

Serang, September 1912.

A. A. Meijers.

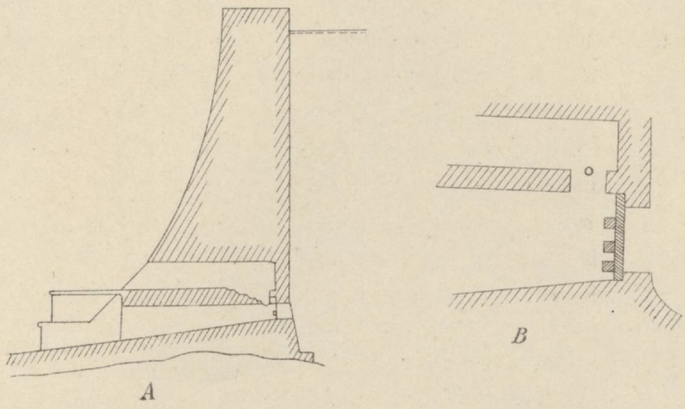


FIG. 11. SPAANSCHE DEUR.

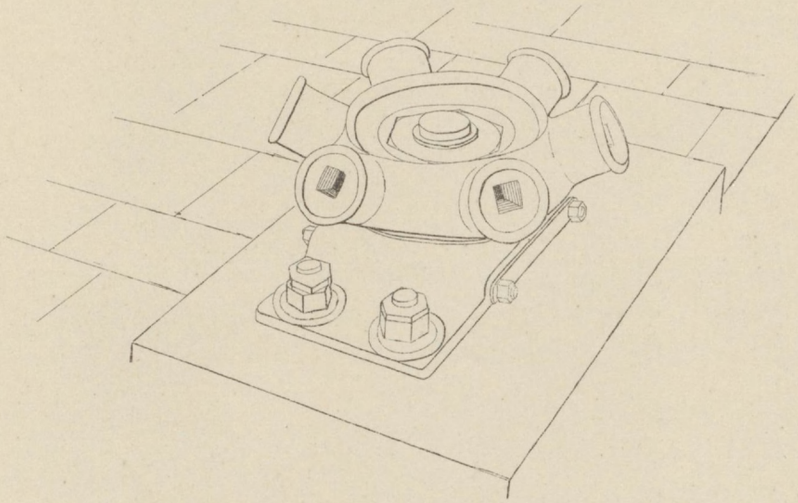


FIG. 14. WINDWERK (ENG. INDIË).
BHATGARHDAM (LAKE WHITING).

NAAR EEN FOTO.

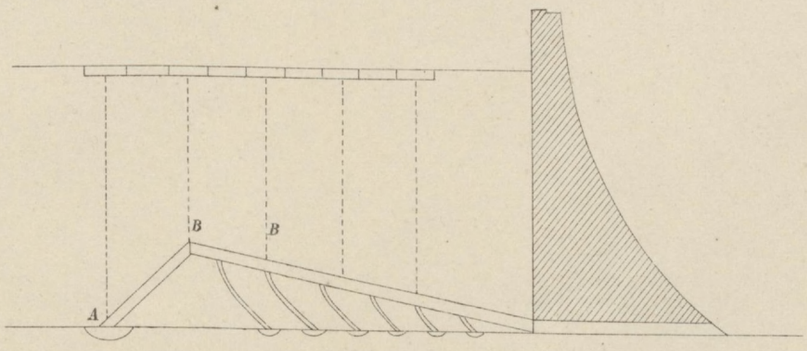


FIG. 17. ONTSLIBBINGSTOESTEL JANDIN