

VEREENIGING

TER BEOEFENING VAN DE KRIJGSWETENSCHAP.

1876-1877.

Verslag der bijeenkomst van den 26^{en} Januari 1876.

De Voorzitter opent de vergadering met het aan de orde stellen der ballotage van nieuw voorgestelde leden.

De uitslag der stemming is, dat tot nieuwe leden worden aangenomen de heeren: C. O. van Kesteren, kap. adj. der infanterie te Amsterdam; L. A. H. Anemaet, 2^e luit. der inf. te Breda; P. G. van Schermbeek, 1^e luit. ingenieur te Culenborg; G. K. Hooghwinkel, 2^e luit. der inf. en J. D. A. Rahder, 1^e luit. der inf., beiden te Haarlem; H. Meijboom, 2^e luit. der inf. te Harlingen.

Aan de orde is daarna de beantwoording der vraag:

Welke middelen zijn practisch bruikbaar tot tijdelijke opsluicing van de wateren der rivieren de Lek, de Geldersche-IJssel en de Maas boven Woudrichem?

De heer T. J. STIELTJES: Mijne Heeren! Een van onze hoofdverdedigingsmiddelen zijn de inundatiën. Dit vooropstellende, behoeft de stelling zeker geen betoog dat, om een land onder water te kunnen zetten, een eerste vereischte is te hebben water, en wel in voldoende hoeveelheid en op voldoende hoogte.

Ik wensch mij thans alleen er toe te bepalen te spreken over het water in hoofdriolen, en wel in de Lek, den IJssel en de Maas.

In de eerste plaats de Lek. De grootste afvoer op die rivier is 1800 M³ per seconde. 1 M³ per seconde staat gelijk met 86.400 M³ per etmaal, zoodat de grootste afvoer van de Lek bedraagt 155.520.000 M³.

De gemiddelde afvoer, of juister gezegd de afvoer bij gemiddelden rivierstand (1), kan gesteld worden op $\frac{1}{4}$ van dat cijfer of 450 M³ per seconde, dus 38.880.000 M³ per etmaal.

De kleinste afvoer kan berekend worden op 150 M³ per seconde of 12.960.000 M³ per etmaal, zoodat men voor de Lek komt tot de volgende ronde cijfers:

afvoeren bij hoogsten stand 155 mill. M³.

„	„	middelb.	„	40	„	„
„	„	laagsten	„	13	„	„

Nu de IJssel. Laat men de buitengewone standen bij doorbraken in Pruissen of ijsbezetting enz., die eene stijging van den afvoer tot 2000, 3000, ja 4000 M³ per seconde kunnen veroorzaken, ter zijde, dan blijkt het dat de IJssel op regelmatige, ik zou haast zeggen officiële wijze, langs zijn bovenmond ontvangt als volgt:

hoogste	stand	1000	M ³	per	sec.	of	86.400.000	M ³	per	etmaal.
middelb.	„	240	„	„	„	„	20.736.000	„	„	„
laagste	„	55	„	„	„	„	4.752.000	„	„	„

Eindelijk de Maas, genomen boven de Dieze, doch vóór dat de Beersche Maas werkt. De afvoer van het water is aldus:

hoogste	stand	(globaal)	2000	M ³	per	sec.	of	172.800.000	M ³
middelb.	„	(2)	123	„	„	„	„	10.627.200	„
laagste	„		45	„	„	„	„	3.888.000	„

mede per etmaal.

Men ziet uit deze cijfers, dat er steeds eene groote hoeveelheid water voorhanden is, altijd in de veronderstelling, dat wij, op het oogenblik dat het stellen der inundatiën noodig zal zijn, zullen kunnen rekenen op den geheelen afvoer voor den laagsten stand.

(1) Niet gelijk, maar iets kleiner dan de gemiddelde afvoer.
(2) Opgave van Kraijenhoff.

T. J. S.
T. J. S.

Bleef nu altijd werkelijk die voorraad voorhanden, dan zou — daar de sluis bij Wijk bij Duurstede bij middelbaren rivierstand (aangeduid door M. R.) omstreeks 1 miljoen M³. kan inlaten — de massa Lekwater vertegenwoordigen 13 sluizen van Wijk bij Duurstede bij den laagsten stand en 40 bij middelbaren stand; de laagste IJssel zou vertegenwoordigen 5 en de laagste Maas 4 maal de capaciteit van de sluis bij Wijk bij Duurstede bij M. R.

Uit het vorenstaande ziet men dus — ik zal nu vooreerst alleen over de Lek spreken — dat er eene vrij groote hoeveelheid water voorhanden is, wanneer men steeds zeker kan zijn den afvoer van den laagsten stand à 150 M³. per seconde of 13 miljoen per etmaal te behouden.

Wanneer daarvan echter de helft wordt afgeleid naar den IJssel, dan zijn de overblijvende $6\frac{1}{2}$ miljoen M³. per etmaal voor de sluizen van de Grebbe, Wijk bij Duurstede, aan 't Spoel en te Everdingen, Honswijk en Vreeswijk niet veel; terwijl men daarbij niet moet vergeten, dat men dan nog maar slechts een gedeelte van dat water kan inlaten, wanneer tevens de rivier vrij blijft afvloeien.

Ware het nu mogelijk het bovenwater op de rivier nog meer af te leiden, dan zou het genoemde cijfer nog minder worden. Het zal echter zeer moeielijk zijn de rivier geheel af te dammen, doch wel zou de hoeveelheid water tot $\frac{1}{2}$ à $\frac{2}{3}$ kunnen worden gereduceerd.

Het denkbeeld eener opstuwing van het water in de Lek, om bijna al het water te kunnen benutten, is dus zeer rationeel. Doch dan zal er in de eerste plaats wel zekerheid moeten zijn, dat althans een vrij aanzienlijke boven-aanvoer behouden blijve, want zonder deze helpt de stuw niet, en dat de hoogte van opstuwing voldoende zij, om bij de sluizen der Utrechtsche-linie eene merktbare verhooging van stand te bekomen.

Alvorens echter over die hoogte te spreken, wensch ik een woord vooraf te zeggen over den invloed van eene opstuwing op eene vrij afstromende rivier.

(Ter verduidelijking hiervan had de heer Stieltjes eene teekening overgelegd van het lengteprofiel van Lek en IJssel bij den hoogsten, middelbaren en laagsten stand. De eene richting ging van de Pleij tot Krimpen a/d Lek; de andere van de Pleij tot Zutphen.)

De teekening toelichtende, zeide de heer Stieltjes:

De helling der rivier hangt af van de massa water, die van boven bij den kop in de rivier stroomt en van de dwarsprofielen. Op de bovenrivier heeft men een verhang van omstreeks een decimeter per Kilometer. Van het oogenblik nu af, dat men de rivier op eenig punt opstuwt, door welke afsluiting dan ook, stijgt het water boven en daalt het beneden de stuw en wel tot dat door het bovenwater de hoogte van den stuwdam is bereikt. (Ook dit wordt door eene teekening duidelijk gemaakt).

Op de benedenrivieren (1) moet men ook rekening houden met den stand van het benedenwater door eb en vloed, en door ophooging van het water bij aanhoudende winden uit zee.

Komt nu de tijd, dat het bovenwater over de stuw heen-gaat, dan wordt de stand beneden de stuw weer hooger; en gaat eindelijk, zonder zijdelingsche afleiding de rivier boven de stuw, de geheele rivier over de stuw heen weder naar beneden, dan herstelt zich de benedenstand van lieverlede, tot den stand vóór de opstuwing, behalve *vlak* beneden de stuw, waar, door een kleiner profiel, doch met verhoogde snelheid — een gevolg van den kunstmatig verhoogden waterdruk boven de stuw — het water afstroomt.

Bij de constructie van de stuw moet men dan ook bepaald rekenen op den druk van het water door een, zij het ook slechts tijdelijk, verlaagden stand beneden. Vooral is dit waar, wanneer men de rivier bovenwaarts door sluizen wil afleiden, en den onwillekeurigen afvoer door 't lekken der stuw tot een minimum wil beperken.

Wat nu de zaak zelve betreft, zoo is het zeker een nuttig denkbeeld, door opstuwing van het water op de rivier het stellen der inundatiën te bespoedigen. De vraag is echter: of dit denkbeeld uitvoerbaar is voor zoodanige sommen, dat men niet door andere middelen en met minder kosten een beter resultaat kan verkrijgen?

De middelen tot stuwing zijn van verschillenden aard.

Zoo heeft men voor kleine openingen de schotbalken, die men

(1) Dat is, in Nederlandschen zin, op die gedeelten, waar de invloed van eb en vloed en stormen uit zee zich doet gevoelen.

op elkaar laat zinken; de valschutten; de stuwnaalden of verticale schotbalken, die bij kleine openingen van onder tegen een dorpel, van boven tegen een aanslagbalk met loopbrug rusten; — verder de toldeuren, gelijk men die in Amsterdam bij de Amstelsluizen gebruikt, en die om een verticale as draaien, voorts de toldeuren, draaiende om een horizontale as, gelijk de Franschen die gebruiken als zelf werkende en zich zelve regelende overlaten, ook tot verhooging van vaste stuwdammen met 1 à 1.20 M. Deze kleppen werken als peilregelende overlaten zoo zuiver, dat ze bij 0.01 M. overschrijding van 't stuwpeil overslaan. Met eene inrichting om ze tegen afstroomend water op te richten, vindt men ze op de Marne (1).

Om sluisopeningen tot 12 M. opening af te sluiten, heeft men behalve de reeds genoemde toldeuren, nog verschillende andere Hollandsche afsluitingsmiddelen, als: waaierdeuren (eigenlijk gebroken toldeuren) van Blanken, die men aan 't Spoel, te Woudrichem, te Vreeswijk, enz. vindt; deuren van Redelijkheid, vroeger bij de Donkere-Sluis te Gouda, en te Schiedam; deuren ongeveer in parallelogram-vorm van Alewijn, de twee laatste soorten sedert verlaten.

Sedert de invoering van gesmeed ijzeren holle deuren, schijnt het mogelijk voor alle drie de soorten tot grootere wijdden (bijv. 20 à 30 M.) te gaan. Droge dokken worden gewoonlijk ook met drijvende deuren, schipdeuren genaamd, afgesloten, die door inlaten van water tusschen sponningen gezonken, door uitpompn van water uit de sponningen gelicht worden.

Doch al deze middelen kunnen alleen geschikt zijn voor kleine openingen van 3, 6, 8 à 10, hoogstens 12, of wellicht 20 à 30 M., maar zijn voor de groote rivieren weinig dienstig.

Voor grootere breedten heeft men andere inrichtingen noodig. Het kan bijv. noodig zijn eene rivier van 100 à 200 M. op te stuwen. Heeft men zoodanige breedte, waardoor de spanning zoo

(1) Men vindt deze stuwen beschreven in een werkje van den hoofd-ingenieur La Yanne, „Navigation de la Marne;” een model was in 1867 op de tentoonstelling.

De beschrijving der meeste stuwmiddelen vindt men in het Inst. v. Ing., Notulen van 1853; verder in de werken van de la Grené en Hagen.

groot moet zijn, dat er niet aan te denken is van horizontale balken gebruik te maken, dan moet men op eene andere wijze van opstuwing bedacht zijn. Voert de rivier, in een zuidelijk klimaat gelegen, geen of weinig ijs af, dan verdeelt men de opening door penanten in verschillende kleine vakken, die dan door de gewone middelen gesloten kunnen worden. Zoo heeft de heer H. De Bruijn de Kali-Brantas op Java afgesloten door 10 plaatijzeren schip-deuren, van 10 M., die tusschen 9 gemetselde penanten en 2 landhoofden worden geplaatst. De stuw van den Nijl is ook niets anders dan eene groote gemetselde boogbrug op doorgaanden vloer, waarvan de kleine bogen (ik meen van 7 M. opening) maar die in groot getal voorhanden zijn, door ijzeren sectoren worden gesloten. Maar wil men (om welke reden dan ook) geene of weinig pijlers in het rivierbed bouwen, dan moet naar andere middelen van opstuwing worden omgezien.

De Fransche inspecteur Poirée heeft hiervoor ongeveer 40 jaren geleden een stuw uitgedacht, waarvan door den heer Stieltjes mede eene afbeelding wordt gegeven, welke door hem aldus wordt toegelicht:

Men heeft een doorloopenden vloer van beton of paalwerk; daarop rusten twee slagbalken dwars over de rivier, op 1.5 tot 2.5 M. uit elkander. In deze slagbalken zijn van Meter tot Meter, tegenover elkander, ijzeren tappennen geplaatst, waarin kunnen draaien de tappenen, aangebracht aan de onderzijde van vierkante gesmeed ijzeren ramen. Elk van deze ramen is door een diagonaal als steunschoor versterkt. Deze ramen zijn, naarmate der hoogte van opstuwing, van 1.5 tot 3.5 à 4 M. hoog; neêrgeslagen op den bodem der rivier, liggen ze tusschen de twee slagdorpels en gedeeltelijk *over* elkander; in een der landhoofden of pijlers is eene holte of kas uitgespaard, om het eerst neer te laten raam te bergen. Een voor een, en van ééne zijde beginnende, opgericht, worden ze van boven door plaatijzeren loopbruggen, of door losse ijzers en planken als loopbrugjes gedekt en een zware ijzeren staaf, als *hovenaanslag*, verbindt elke twee jukken. Deze staven worden met de hand gelegd of weggenomen, de verticale planken of *stuwnaalden* worden met de hand geplaatst, stuk voor stuk. Soms zijn excentrieken aangebracht, waartegen de boven-aanslagstaven rusten, waardoor de gelegenheid ontstaat om, door een slag tegen dat excentrick,

een geheel vak stuwnaalden van hun boven-steunpunt te berooven en de rivier te doen afdrijven.

De loopbrug is aangebracht om de stuw te kunnen bedienen, en moet natuurlijk boven stuwpeil liggen, en wel des te hooger, naarmate de rivier aan snelleren was onderhevig is. Komt toch de loopbrug onder water, dan wordt de bediening der stuw moeielijk of onmogelijk. Naarmate de bediening van de stuw, door langere en zwaardere stuwnaalden, bezwaarlijker wordt, naar die mate moet de loopbrug breeder en steviger zijn.

Bij het oprichten der ijzeren ramen, of door schippersboomen uit de hand bij kleine opstuwingen, of door kettingen en lieren bij zwaardere ramen of jukken, worden de loopbruggen en boven-aanslagen eerst geplaatst, daarna de planken of naalden verticaal naast elkander neergezet, en op die wijze heeft men dan de rivier afgesloten *telle quelle*, want geheel afsluiten zal men nimmer, omdat men het sterk lekken der naden niet zal kunuen voorkomen.

Om dat nadeel van het lekken eenigszins weg te nemen, heeft de inspecteur Thénard kleppen aangebracht, en de hoofd-ingenieur Chanoine de stuwnaalden Poirée met de kleppen Thénard gecombineerd. (Spr. toont dit aan door eene teekening eener stuw tusschen Nogent en Montereau.) De tweede slagbalk werd van sterke scharnieren voorzien, waaraan kleppen verbonden waren, van ongeveer 1 M. breedte, staande 0.01 M. van elkander. Elke klep van houten stijlen met beplanking had in 't midden een steunschoor, die met zijn voet geplaatst werd tegen een ijzeren steunpunt op den vloer. Aanvankelijk deed men dit zeer primitief, varende met een schuit beneden de stuw en plaatsende die steunen met de hand. Later zijn die middelen van plaatsing en weg-ruiming door Chanoine en anderen aanmerkelijk verbeterd.

In 1853 heeft spreker in Overijssel kleppen van giet- of plaat-ijzer gemaakt en dezen een steun gegeven *onafhankelijk van den vloer*. Dit gewijzigd systeem werkt sedert 24 jaren goed.

Doch het groote bezwaar bij al deze inrichtingen is:

- 1o. de hoogte van het opstuwen;
- 2o. de samengestelde inrichting.

Wanneer op kleine rivieren de dorpel b. v. 0.5 M. onder laag zomerwater ligt en men stuwen wil tot 1.80 boven laag zomerwater,

dan krijgt men reeds een grooten aandrang van water tegen de planken of naalden en deze moeten zeer smal genomen worden om handelbaar te blijven.

Als men gaat tot 3.15 M. hoogte, dan heeft men ongeveer de grens bereikt, die men met het stelsel hereiken kan, omdat dan alles zwaarder gemaakt zou moeten worden. En wanneer de dorpel moest liggen 2 M. onder zomerwater, dan zal men misschien dat stelsel in het geheel niet kunnen gebruiken.

Ik kom nu terug op de moeilijke behandeling der stuwnaalden.

Naarmate de stuw hoger is, wordt de naald ook onhandelbaarder, terwijl het een groote mate van handigheid vereischt, om, gaande over een smalle loopbrug, balken van 40—60 Kilo zwaar, rechtstandig naar beneden te werpen, vooral wanneer ze van dennenhout zijn. Van daar dan ook de groote moeilijkheid om, al heeft men de balken in het water gebracht, deze op haar plaats te houden.

Om in dat bezwaar eenigszins te voorzien, heeft men in Overijssel gedeeltelijk gebruik gemaakt van eiken balken in plaats van dennen.

Doch nu komt het grootste bezwaar, dat, wanneer men al is kunnen slagen in het gedeeltelijk afsluiten der openingen, men zeer moeilijk het *laatste gat* zal kunnen sluiten.

Stel toch dat men eene rivier van 170 M. wil afsluiten; dan zal eene afsluiting van 40 M. den stroom reeds $\frac{1}{3}$ doen toenemen; wil men aan den anderen kant ook 40 M. sluiten, dan zal dit reeds meer tijd kosten, en de stroomsnelheid reeds bijna verdubbeld zijn door de overblijvende 90 M. vrije opening; en naarmate men verder die opening afsluit, wordt bij de laatste 50, 40, 30, 20 M. de stroom zoo sterk, dat het bijna onmogelijk is de naalden naar beneden te kunnen brengen.

Het sluiten der laatste opening is dan ook de grootste moeilijkheid bij elke stuw. Daarom heeft men veelal dat bezwaar *omgetrokken* en wel op verschillende wijzen, die ook door teekeningen en schetsen op 't bord worden opgehelderd.

Men legt bijv. de stuw niet meer met één horizontale dorpel, maar in twee verschillende hoogten, door een lang penant gescheiden. De eene stuw is aan het benedeneinde van 't penant

aangebracht, de andere aan 't bovineinde, en dit penant zelve tusschen de diepere linker- en ondiepere rechterstuw is tevens peil-regelende overlaat, liefst nog met kleine schuifopeningen of schot-balkgaten in dit penant. Of wel men maakt riolen met schuiven in de hoofden of penanten, en deze worden het laatst gesloten. Door de teekening der Haandrikstuw en sluis op de Vecht bij Gramsbergen, wordt aangewezen hoe door openingen in het penant het sterk rijzen der wateren tijdens het sluiten der kleppen en naalden voorkomen wordt.

Uit de graphische voorstelling der waterstanden van November 1854 tot en met het jaar 1858 toont de spreker aan, dat soms de Lekstuw 9 achtereenvolgende maanden zou neêrgeslagen moeten zijn om het te hooge water, en dat, gedurende zulke lange tijdvakken waarin de stuw *niet* gebruikt kan worden, veel zand of vuil het vrij ingewikkelde *méchanisme* kan beschadigen. Maar spreker constateert daarbij ten slotte: dat er steeds een groote profielruimte vrij zal moeten blijven voor de laatste sluiting, met andere mid-delen dan stuwnaalden, die men, wegens den woedenden stroom, zeker niet zal kunnen bewerkstelligen.

Bij eene stuw met nevenliggende schutsluis, slechts door een pijler van de stuw gescheiden (een *barrage éclusé*, zooals de Franschen dat noemen), kan die schutsluis als laatst te sluiten opening veel nut stichten, wanneer die daarop is ingericht. In de ontworpen Lekstuw is dit niet het geval; daar is die sluis *niet* tot strooming ingericht, wat te bejammeren is.

Wil men nu op de Lek een stuw gaan bouwen, dan zou men dit niet anders kunnen doen dan in overleg met de Rijnvaartcommissie. Doch ook uit verzamelde opgaven omtrent den stand van het water op de Lek blijkt, dat de afwisseling zeer groot is. Kistdammen zal men niet kunnen gebruiken dan onder voorwaarde, dat scheepvaart, afvoer van water en ijs, niet al te zeer belemmerd worden.

Het ware dus naar spreker's meening gewenscht, de stuw te bouwen buiten het rivierbed in het droge, in eene te maken afsnijding. De stuw gebouwd en de coupure gereed zijnde, zal men op den dan tijdelijk af te dammen oude rivierarm de schutsluis met de noodige stroomingsmiddelen als *laatst te sluiten opening* kunnen bouwen.

Nu nog een paar woorden over de quaestie van ijsgang.

Zooals reeds gezegd is, kan men op den Nijl een stuw bouwen met pijlers, op 7 of 8 M. afstands van elkaar, maar dat kan daar geen hinder veroorzaken, omdat men daar geen ijs heeft.

Waar echter sterke ijsgang bestaat, kan men geen steunpunten op korten afstand van elkander in de rivier hebben. Bij de stuw op de Lek heb ik dan ook aangenomen dat er geen steunpunten in de rivier kunnen zijn, omdat de vermeende belangen van de naaste eigenaren zich daartegen verzetten. Ik zeg *vermeende* belangen, want ik deel in dat bezwaar niet en zou geen bezwaar zien in een pijler.

Doch mag men nu geen pijlers in de rivier de Lek maken, dan zal men niet anders kunnen doen dan een stuw in het droge te bouwen en in den zijtak krachtige middelen tot spuiing maken.

Er zijn misschien nog andere middelen, waardoor men zonder pijlers tot oplossing der vraag zou kunnen komen. Doch aan de beantwoording dier vraag zal men nog wel eenige jaren mogen wijden.

Men zou de dorpels niet horizontaal op ééne hoogte, bijv. als is aangenomen 1.20 — A. P. of 2.20 — laag zomerwater, moeten liggen, maar in twee hoogten, bijv. een middenvak van $\frac{1}{3}$ der rivierbreedte op 2.00 — A. P. en de zij-openingen op A. P. In de zij-openingen zou dan het bezwaar tegen ijzeren jukken en stuwnaalden zeer verminderen; maar dan zou men weder een groote midden-opening krijgen, die door gewone middelen niet zal zijn te sluiten.

Men zou daar dan kunnen gebruik maken van schipdeuren, nl. een schip ingericht met verschillende dwarsopeningen, die door schuiven gesloten kunnen worden, zoodat, wanneer het schip gezonken is, de rivier toch nog eenigen tijd vrij kan afstroomen door die schuiven, alsmede door de op den onder-arm aangebrachte sluisopeningen (1)

Maar nu doet zich de vraag voor: is zoodanig werk wel al het geld waard wat het kosten moet? En dit betwijfel ik zeer.

Behalve dat de stuw (zooals die ontworpen was) eene som van

(1) Ik stel mij voor de vraag der inrichting met eene schipdeur nader afzonderlijk in geschrifte te behandelen, zoodra andere werkzaamheden mij dit zullen toelaten.

bijna 8 ton zou kosten, komen er nog verscheidene zaken bij (1).

De rivier moet worden verlegd en er moeten krachtige middelen tot spuiing worden aangebracht. Verder zijn gelden noodig voor coupures en remming-werken, boeien en drijvende remmingwerken, om te beletten dat, als de stuw is opgezet, de schepen er tegenaanvaren. Men moet hebben huizen voor het bedienend personeel, magazijnen voor het bewaren van hout, enz.

De kosten kunnen bij elkaar berekend worden op $1\frac{1}{2}$ à 2 miljoen. En nu vraag ik, of het maken van een stuw zulk eene aanzienlijke som waard is?

Een stuw kan natuurlijk wel groote verbetering geven, zoolang de rivier bovenwaarts niet is afgeleid. Maar zoodra dit wel het geval is, beteekent een stuw niets. En wanneer de stuw ook niet bijna waterdicht kan worden gemaakt, zal door de stuwnaalden heen een groot deel van het Lekwater weder wegloopen.

Daarbij vrees ik, dat wanneer eenige maanden lang de stuw onder water heeft gelegen en men haar plotseling zou moeten gebruiken, het zou blijken, dat zij onbruikbaar was geworden; en dit is nu wel nog de grootste grief.

Nu nog een enkel woord omtrent den IJssel. De Maas beneden St. Andries zal ik niet nader behandelen. Het geldt hier eene rivier, die, wat den waterafloop betreft, min of meer met de Lek gelijk staat, waarbij nog komt de quaestie van de Heerewaardensche Overlaat.

Hetzelfde bezwaar als tegen werken op de Lek, geldt ook voor de Beneden-Maas. Ook daar zal men geen groote werken kunnen uitvoeren, zoolang niet beslist is over de afleiding naar den Amer.

Daarenboven zou de capaciteit van de stuw moeten worden ingericht in verband met de overlaat van Heerewaarden.

Op de Boven-Maas en den IJssel zou men echter met meer gemak stuwen kunnen bouwen. Hier toch zou men gerust tusschenpijlers op de rivieren kunnen maken. De brug bij het Katerveer en de Westervoortsche brug hebben openingen van 50 tot 70 M., en men heeft daarvan nooit eenig werkelijk letsel ondervonden.

Van het oogenblik nu af, dat men pijlers in de rivier kan met-

(1) Bovendien komt mij die raming veel te laag voor.

selen, zou men met groot voordeel van een soort schipdeuren gebruik kunnen maken.

Kan men openingen hebben van 50 tot 70 el, met een vaste vloer en een goeden slagdorpel, gesloten met een schipdeur of een paar schipdeuren en met zij-openingen, dan zal men minder moeite hebben bij het sluiten der laatste opening.

Op den IJssel en op de Boven-Maas verkeert men dan in een gunstiger positie dan op de Lek om te stuwen.

Ik zal nu niet treden in bepaald militaire beschouwingen. Het kan zijn, dat men veel nut van stuwen kan trekken, maar zeker is het, dat een goed project voor een stuw grondige studie eischt van het régime onzer rivieren. Men zal moeten onderzoeken voor elke rivier afzonderlijk, welke stuwmiddelen daarvoor met vrucht te gebruiken zijn.

Doch ik vrees, dat al die projecten zoolang op zich zullen laten wachten, dat het zeker verkieselijker zou zijn dat geheele stelsel van stuwen voor de Lek te laten varen en zeer eenvoudig het water met stoommachines op te pompen.

De afsluiting van den Hollandschen IJssel zal men zeker met minder geld en spoediger kunnen verkrijgen dan die van de Lek.

Doch wat hier van zij, men moet er zich bepaald voor wachten vreemde stuwen zoo maar klakkeloos op onze rivieren over te nemen. Men moet de bezwaren goed bestudeeren en ik wil eindigen met onzen Nederlandschen ingenieurs te herinneren aan het woord van den Engelschen dichter: *No man was ever great by imitation.*

„Nooit werd iemand groot door navolging;” maar wel, voeg ik er bij, door toepassing van eigen denkbeelden, gegrond op langdurige bestudeering der Nederlandsche toestanden, en door ervaring.

De vergadering wordt voor eenigen tijd geschorst.

Na de hervatting der werkzaamheden is het woord aan den heer Nierstrasz.

De heer NIERSTRASZ zegt het navolgende:

Mijne Heeren!

Moeten wij den heer Stieltjes erkentelijk zijn dat hij, bij al hetgeen hij vroeger als oud-soldaat in het belang van de kenuis

van ons defensiewezen heeft geleverd, niettegenstaande zijn ingespannen werkzaamheden nog de gelegenheid vindt eene zoo belangrijke quaestie als die van de middelen tot opstuwung der hoofdrievieren voor het stellen van de inundatiën hier te komen bespreken, — ik in het bijzonder ben hem dank schuldig voor de gelegenheid mij daardoor geopend, om de door hem bedenavond aangevallen ontwerpen der stuwen op Lek en Maas te verdedigen. Immers, die ontwerpen werden in 1872 en 1873 op last van den toenmaligen Inspecteur-Generaal van fortificatiën, W. S. van der Hart Beek, door mij vervaardigd, en als een goed vader wensch ik hier de partij voor mijne kinderen op te nemen (1).

Vóór dat ik daartoe overga, moet ik doen opmerken dat de vraag aan de orde door den heer Stieltjes reeds is behandeld in een onlangs door hem uitgegeven werkje getiteld *Militaire studien. I. Over militaire inundatiën*. Rotterdam, H. A. Kramers. 1876. Ik vind daarin hoofdzakelijk terug, hetgeen door den heer Stieltjes bedenavond is gesproken, en wensch dat met zijne toestemming als leiddraad te nemen: dat is mij gemakkelijker.

De inrichting der naaldstuwen van Poirée volgens hetgeen daaromtrent door den heer Stieltjes gezegd is als bekend aannemende (2), kan ik daarbij voegen dat de naaldstuwen zijn toegepast o. a. op de Saar, de Seine en de Maas. Zij zijn gaandeweg, wat inrichting en beweging betreft, verbeterd door den Belgischen ingenieur Kummer en anderen en voldoen zoo zeer, dat ze op de Maas boven Maastricht als normaal stelsel zijn ingevoerd. In 1874 en 1875 is zulk een stuw gebouwd te Huy, met een stuwhoogte van 2.50 M. en een totale hoogte van 3.10 M. en de ontwerpen van stuwen van dezelfde afmetingen zijn gereed voor Waulsort en Hastières.

Het grootste nadeel der naaldstuwen bestaat volgens den heer Stieltjes (vergelijk *Studie* pag. 21 en 114) in het lekken der naden, waardoor zij voor het doel onbruikbaar worden.

(1) De ontwerpen zijn vervaardigd op grond van het onderzoek omtrent de beste wijze van opstuwung door eene Commissie bestaande, uit generaal v. d. Hart Beek, voorzitter, de hoofd-ingenieurs van den Waterstaat Caland en Rose benevens den ondergeteekende, en den kapitein der genie Ermerins als secretaris. Een reis langs de Maas was daaraan voorafgegaan.

(2) Ten overvloede zijn hierachter schetsen gevoegd van de ontworpen stuw op de Lek.

Dat de naalden lekken is volkomen juist. Het is gemakkelijk te berekenen hoeveel. Aannemende een stuwpeil van 2.25 M. boven de stuw, dan zal door elke naad van 1 m.M. wijdte per seconde 0.0104 M³. wegvloeien. Rekent men 10 naden per M¹. dan is het verlies voor een stuw van 170 M. lengte..... 17.680 M³. Voor naden van een halven centimeter dus 88.400 M³.

Derhalve, bij een minimum afvoer van de Lek van 180 M³. per seconde, bijna de helft van de geheele afgevoerde massa.

Wordt de stuw daardoor echter onbruikbaar? Tot het beantwoorden dezer vraag heb ik gemeend niet te moeten afgaan op hetgeen ik zelf daaromtrent heb waargenomen: daarom heb ik de meening gevraagd van een der Belgische ingenieurs, die sinds een tiental jaren met het beheer van naaldstuwen is belast. Ziehier wat mij door den heer A. Debeil, „ingénieur des ponts et chaussées” te Luik wordt geschreven; nadat hij mij heeft medegedeeld, dat bij laagwater en geringen afvoer der Maas, als de naalden zoo sluitend mogelijk zijn geplaatst, het lekken zoo sterk kan zijn, dat over eene stuwlengthe van 120 M. bijna de geheele afgevoerde hoeveelheid van 45 à 50 M³. door de wanden heenlekt.

„Mais,” gaat hij voort, „je ferai observer que cela ne vous „gène nullement, car les barragistes parviennent en *deux à trois „heures de temps à rendre le barrage complètement élanche*, en „plaçant d’une façon intelligente des herbes ou du foin devant „les aiguilles. Ces herbes ne gênent nullement les manoeuvres „ultérieures à l’époque des crues. Ce procédé, comme vous voyez, „est d’une simplicité rustique, primitive et sans aucun doute très „économique. Il est mis en usage tous les étés.”

Evenzeer zou dat doel bereikt worden door het schuiven van stuwplanken vóór de naalden; terwijl volkomen waterdichtheid zou bereikt worden door vóór de naalden een zeil te brengen van onderen met steenen bezwaard, op de wijze, zooals bij het droogmalen der fundeeringen van de pijlers der bruggen over de rivieren geschiedt.

Maar aangenomen dat de helft der afgevoerde watermassa door de naden verloren ging, en dat men geen der bovengemelde eenvoudige middelen om het lekken te keer te gaan toepaste, dan zou het gevolg zijn dat de tijd, noodig tot het bereiken van het

peil der opstuwing werd verdubbeld. Bij den afvoer van 180 M³. per seconde is die tijd te stellen op 8 à 9 uren; bij een afvoer van de helft zou die dus 16 à 18 uren bedragen.

Men moet verder niet uit het oog verliezen, dat de stuw tevens bestemd is om de scheepvaart op het ondiepe gedeelte der rivier te verbeteren, zoodat zij gesteld zal worden ten allen tijde wanneer lage rivierstanden de vaart belemmeren. Treedt dus de oorlogstoestand op zulk een oogenblik in, dan is de stuw reeds gesteld en behoeft men alleen het water door de sluizen in te laten.

Het bezwaar van ijsgang voor de naaldstuwten, door den heer Stieltjes geopperd, bestaat niet. Eenstemmig verklaren mij de Belgische ingenieurs Debeil en Hans, dat door de opstaande stuw-drempels de plat daartusschen nederliggende ramen volkomen tegen het ijs worden beschermd.

De inrichting der stuwten is niet samengesteld zooals de heer Stieltjes beweert. De beweging van het stellen en wegnemen is hoogst eenvoudig. De ramen kunnen uitgenomen en weder gesteld worden zonder eenige droogmaking, zelfs zonder duikers. Elk raam bevat aan gesmeed ijzer 300 K.G. en kost dus f 45, dat is voor 170 stuks f 7650. Het geheele stel naalden bevat aan grenenhout 64 M³. en kost dan f 3200. Wil men dus voor beschadiging een geheel dubbel stel van alles in voorraad hebben dan zou de uitgaf daarvoor slechts f 10850 bedragen.

Ook de vrees voor verzanding is ijdel. In België worden de ramen opgehaald, al ligt er 0.50 M. dikte Maaskiezel op. Doordien de ramen enkel uit staven bestaan, behoeft men met een haak slechts een dier staven te grijpen, om het raam door het zand heen op te halen.

Bovendien is het zand gemakkelijk te verwijderen door een gedeelte der stuw te stellen; de stroom wordt dan op het overig gedeelte zoo sterk, dat het zand van zelf wegschuurt (1).

Op pag. 115 der studie wordt de vrees uitgesproken, dat „een

(1) Uit de dupliek van den heer Stieltjes blijkt mij, dat ik mij hier niet duidelijk heb nitgedrukt. De ramen hoog 4 M. en op onderlinge afstanden van 1 M. slaan in ééne richting plat op den bodem neder, liggen dus over elkander en kunnen derhalve slechts van één einde der stuw worden opgehaald. Ligt het zand aan *die* zijde nu zoo dik dat het raam niet op kan, dan moet eenig

„storm uit zee de benedenrivier sneller zou doen wassen dan de „verarmde bovenrivier, en zich een omgekeerd verhang zou vormen, waarbij al de stuwplanken wegdrijven; een geval dat vooral voor kan komen, zoolang het volledig stuwpeil niet bereikt is.”

Indien het water door aanvoer van *beneden* wordt opgestuwd, behoeft men natuurlijk de stuw niet te stellen, vóór dat de rivier haar gewonen loop hervat heeft: om dat oogenblik te bepalen is waarlijk geen ingenieur van buitengewone intelligentie noodig. Doet zich dat geval voor terwijl de naalden gesteld zijn, en het stuwpeil boven lager is dan dat beneden de stuw, waardoor de naalden wegdrijven, dan vischt de stuwbaas ze weêr op. Hij doet dat evenzeer telkens als de stuw wordt weggenomen, en het eenige verschil is, dat hij bij opstuwing van beneden de naalden *boven* en bij opstuwing van boven de naalden *beneden* de stuw moet opvisschen. (1)

Op blz. 21 en 22 der studie behandelt de heer Stieltjes meer bepaald de hoogte der opstuwingen. Hij erkent dat de „Fransche „stelsels van Poirée en Thénard uitmuntend zijn voor opstuwingen „boven den dorpel van 1.20 tot 3.20 M. en vervallen van 1 à 2 „M.; maar onbruikbaar worden bij grooter hoogte-afmetingen.”

„Maar,” gaat hij voort, „wil men van een stuw beneden Vreeswijk nog eenig effect hebben te Wijk bij Duurstede, dan moet men opstuwen tot 3.50 M. + AP, hetgeen bij eene ligging van den dorpel der stuw op 1.50 M. — AP een hoogte geeft van 5.00 M. boven den stuwvloer. Loopt nu de Lek beneden de stuw bij e b af tot 0.50 M. + AP, dan heeft men 3.00 M. verval. Onder die gegevens zou hij niet gaarne den bouw eener stuw aanraden (2).

zand worden weggebaggerd, dat zeker wel niet als bezwaar kan gelden. Trouwens, daar de stuw gebouwd wordt in een genormaliseerd vak der rivier, zal aanzanding wel tot de groote zeldzaamheden behooren.

(1) Aannemende dat men 8 uren noodig heeft om van den laagsten stand 1.00 M. + AP het stuwpeil van 2.25 M. + AP te bereiken, dan is de op te stuwen hoogte 1.25. Daar nu de opstuwing het sterkst is in het begin om te eindigen met 0, zoo zal reeds in het eerste nur een opstuwing bereikt worden van circa 0.30, in het tweede van 0.56, het derde van 0.78 M. enz.

(2) In een artikel, voorkomende in de Fransche *Annales des ponts et chaussées*, November 1870, zet de ingenieur Saint-Yvres uiteen, dat met de naaldstuwen van Poirée opstuwingen van 3.50 M. zeer goed te bereiken zijn.

Welnu, de ontworpen stuw blijft dan geheel binnen de door den heer Stieltjes gestelde grenzen. De dorpel is ontworpen op $1.20 - AP$, het stuwpeil op $2.25 + AP$; dus wordt de opstuwing boven den dorpel $3.45 M.$ (slechts $0.25 M.$ hooger dan de heer Stieltjes wil toelaten) en het verval $2.25 - 0.50 = 1.75 M.$ of nog $0.25 M.$ minder dan hij wil toestaan.

De heer Stieltjes schijnt eene opstuwing tot $2.25 M. + AP$ niet voldoende te achten; hij wenscht die te brengen tot $3.50 M. + AP$. Die hoogte is evenwel onnoodig, want binnen de sluis te Vreeswijk kan geen hooger stand worden toegelaten dan $1.87 M. + AP$, omdat daarboven de strantweg ten westen van den Vaartschen Rijn en bovendien de kluiswoningen te Utrecht zouden onderloopen. Eene hoogte van $c^o 2.00 M. + AP$ is voldoende. Om evenwel bij de sluis te Wijk bij Duurstede nog eene opstuwing te krijgen van $0.25 M.$ is het peil der opstuwing te Vreeswijk gesteld op $2.25 M. + AP$. Op achterstaande schets zijn de verhanglijnen bij vrij afstroomende en bij opgestuwde rivier aangegeven, benevens de ligging van de dorpels der sluizen (1).

Ten einde de werking van de opstuwing eener rivier practisch toe te lichten, kiest de heer Stieltjes een voorbeeld uit het gebeurde met een ijssdam te Brakel in het laatst van December 1859 (zie *Studie* pag. 22), die $4 M.$ water keerde. „Niettegenstaande een stand op de bovenrivieren van minstens middelbare „rivier,” zegt de heer Stieltjes, „was de stand van het opgestuwde „water op 27 December 1859:

(1) De afvoer door de sluizen, bij den langsten stand der Lek bij open rivier van $2.62 M. + AP$ te Wijk bij Duurstede, gevende een afvoer van $164 M^3$. per seconde, zou bij eene op-tuwing te Vreeswijk tot $2.25 M. + AP$, gevende een waterstand te Wijk bij Duurstede van $2.81 M. + AP$, zijn als volgt in M^3 . per seconde:

door de sluis te Vreeswijk:	id. Honswijk:	id. het Spoel:	id. Wijk bij D.:	Totale afvoer door de sluizen:
58	53	23	10	144

Er is dan nog eene hoeveelheid beschikbaar van $20 M^3$., tot welks afvoer wordt voorgesteld een steenen heer met duiker vóór het fort te Everdingen.

te Bommel:	te St. Andries:	te Tiel:
7.05	7.30	7.66 M. + AP.

„Van 25 tot 29 December werkte de stuw — (lees overlaat) —
„van Heerwaarden.”

„Wanneer nu een afvoer van water, gelijk of meer dan mid-
„delbaar water, slechts *geen* of 0.25 M. verhang geeft van Bommel
„tot St. Andries, zal een kleinste afvoer op de Lek, (immers voor
„dien toestand wordt de stuw gebouwd) een kleiner verhang boven
„de Lekstuw geven. En het verhang tot Tiel, dat 28” — (lees
18) — „K.M. boven Bommel ligt, en dat 0.61 à 0.57 M. bedroeg,
„zal bij den betrekkelijk kleineren veronderstelden afvoer langs de
„Lek zeker niet meer dan de helft bedragen over dienzelfden af-
„stand boven een te bouwen stuw (1).”

Dezelfde ijsdam nu, die hier moet dienen om aan te toonen de
betrekkelijk geringe werking eener stuw op de verhooging van den
waterspiegel bovenwaarts, heeft den heer Stieltjes een jaar geleden
nog ééns een dienst bewezen. In eene brochure van zijne hand,
getiteld: „*Het vóór en tegen van verschillende spoorweginrichtingen
tusschen Arnhem en Nijmegen*”, - Rotterdam, H. A. Kramers en
Zoon, 1875, vinden wij op pag. 58 denzelfden ijsdam terug. Dáár
worden, behalve de waterstanden bij opstuwing ook die vóór de
opstuwing gegeven, en tevens de invloed daarvan op hooger lig-
gende punten der rivier nagegaan. Er staat letterlijk:

„Het water steeg dus van 22 tot 27 December 1859:

Te Bommel	van 3.80 tot	7.05 + AP of 3.25 M.
„ St. Andries	„ 4.71 „	7.30 „ „ 2.59 „
„ Tiel	„ 5.59 „	7.66 „ „ 2.07 „
„ Nijmegen	„ 7.63 „	10.07 „ „ 2.44 „
„ Hulhuizen	„ 9.90 „	11.68 „ „ 1.78 „

„Ware het water niet, onafhankelijk van den ijsdam, toch wassende
„geweeat op de Boven-Waal, dan zou de regelmatigheid der afne-
„ming van de stuwhoogte grooter zijn geweest en Nijmegen waar-

(1) Deze redeneering houdt geen steek, omdat de werking eener stuw niet
bepaald wordt door het verhang in de opgestuwde rivier, zooals de heer
Stieltjes aangeeft, maar door het verschil in hoogte bij hetzelfde punt op de
rivier vóór en gedurende de opstuwing.

„schijnlijk nog één of anderhalve M., Hulhuizen wellicht een halven „M. opstuwing hebben vertoond (1).”

Dezelfde ijsdam derhalve moest den heer Stieltjes in 1875 doen aantoonen, dat opstuwingen *zeer grooten* — en in 1876 dat zij slechts *geringen* invloed op het bovenwaarts gelegen riviervak uitoefenen.

Ik zou den heer Stieltjes kunnen vragen welke dier beide stellingen heden avond gelden moet.

Naar mijne meening geen van beide, want daar de werking der opstuwing afhangt van afvoer, verhang, profiel, natten omtrek enz. zoo kan het voorbeeld eener opstuwing op de ééne rivier niet de maatstaf zijn van hetgeen bij dergelijke opstuwing op eene andere zal gebeuren.

In geen geval daarenboven mag eene opstuwing door ijs tot voorbeeld worden gekozen van hetgeen bij geheel open water kan plaats hebben. Bij ijsgang verkeert de rivier in abnormalen toestand; behalve de wrijving van het water langs den natten omtrek, in gewonen toestand den bodem, ontstaan tal van andere wrijvingen en wederstanden door de ijsschollen veroorzaakt, hetzij langs de wanden en den bodem, hetzij langs de oppervlakte, als die met ijs is bezet, waardoor het water eerder in den toestand komt van beweging door een buis dan van vrije afstrooming.

Men behoeft trouwens de toevlucht niet te nemen tot ijsdammen, om de werking eener stuw op eene rivier te bepalen. De hydrodynamica geeft de middelen aan de hand, die met voldoende nauwkeurigheid door berekening te bepalen, op de wijze zooals dat door den generaal Delprat op onze hoofdrievieren is toegepast.

Zijn namelijk op eene rivier een zeker getal profielen gemeten, en is de waterafvoer bekend, dan heeft men door de formule van Bellanger :

(1) De afstanden zijn als volgt:

Bommel—Tiel	18 K.M.
Tiel—Nijmegen	30 "
Nijmegen—Hulhuizen	12 "
Bommel—Hulhuizen	60 "

De afstand der stuw te Vreeswijk tot de sluis te Wijk bij Duurstede is slechts 23 K.M.

$$a r + b v^2 = \frac{I}{R} \alpha \quad (1)$$

Ook in andere geschriften spreekt de heer Stieltjes herhaald over het afdammen van hoofdrivieren door het doen zinken van schepen. Ik voor mij geloof niet aan de mogelijkheid er van. Men moet dergelijke groote rivierwerken hebben uitgevoerd of gezien, om zich een denkbeeld te kunnen maken van de krachten die daarbij in werking treden. Bij eene afsluiting van de Maas boven Crevecoeur in 1870, nadat de rivier vooraf een nieuw bed had ontvangen van normale afmetingen, en welke afsluiting geschiedde met zink- en baardwerk, bleek mij dat, toen de geul beperkt was tot op eene breedte van 30 M., de stroom zoo sterk werd, dat een sterke sleepboot er zich niet tegenop kon werken, terwijl schepen met materialen geladen van hunne ankers werden geslagen en in vliegende vaart door den stroom werden medege-sleept. En dat was nog wel bij eene rivier, die door eene geheel voltooide afsnijding vrij kon wegstroomen. Men stelle zich nu de werking voor bij eene rivier, welke dat niet of slechts ten deele kan, maar die zich gedurende het doen zinken der schepen begint op te zetten. Vooreerst kan men, zooals de heer Stieltjes schijnt te meenen, met geene mogelijkheid een schip dwarastrooms op eene bepaalde plaats doen zinken, en moet men ze dus met den stroom in de lengte voor ankers laten afdrijven. Dat maakt dat men voor een rivierbreedte van 150 M. met schepen van 8 M. breedte er, in plaats van 3 of 4, circa 20 noodig heeft. Nu is aan te nemen dat er twee of drie op de bepaalde plaats kunnen worden gezonken; maar dan zal ook de stroom zoo sterk worden, dat de volgende schepen niet meer te besturen zullen zijn. Ze worden òf van hunne ankers geslagen, of de stroom sleurt hen naar zijn goetvinden waar hij hen hebben wil, zeker niet waar de ingenieur hunne plaats getraceerd heeft, en nadat zoo een gedeelte van de schepen als een knibbelspel op en over het stortebed zijn verspreid en een ander gedeelte te pletter is geslagen, zal er wel opstuwing zijn ontstaan, maar zal zeker niet het doel bereikt zijn

heele stuwwinrichting, dammen, sluizen, stortebedden, rijswerken, enz.! — De volledige naaldstuw te Vreeswijk is begroot tusschen de 6 en 7 ton!

eenen opstuwing tot een vast peil, met behoorlijke middelen om dat peil te behouden door het overvloedige water af te tappen, of bij voldoende waterafvoer geheel te doen ophouden (1).

Maar stel dat werkelijk al de schepen goed op de plaats komen en door de opstuwing van het water de overstorting begint, zoodat onmiddellijk achter de schepen een waterval ontstaat van 1.5 M. (die natuurlijk bij wassend water steeds grooter wordt), dan wordt immers het stortebed vernield, het water baant zich een weg onder de schepen door en de geheele dam gaat reddeloos naar den kelder.

Maar aangenomen weder dat de dam behouden blijft, wat moet men dan doen, wanneer de oorlog duurt tot den winter; (we hopen het toch zoo lang wel te kunnen houden), dan komt de ijsgang en waar moet dan de stuw blijven? Opruimen gaat niet; zij blijft dus water en ijs opstuwen, totdat zich een ijssdam vormt en de dijken doorbreken. Waarschijnlijk zullen we dan wel vijanden verdrinken, maar stellig van onze landgenooten nog meer. Ik twijfel dan ook of onze dijkbesturen den heer Stieltjes dankbaar zullen zijn voor dergelijke rivierwerken (2).

Wij komen zoo van zelf aan het gevaar, door den heer Stieltjes en meer anderen gevreesd, dat de vijand het water aan onze inundatiën zal onttrekken door het afdammen van den Neder-Rijn beneden den kop van den IJssel aan de Plei, waardoor het Rijnwater op den IJssel zou worden gebracht en eene stuw te Vreeswijk geen werking zou uitoefenen, omdat er dan geen water

(1) In een zeer goed geschreven stuk van den kapitein-ingénieur Eland (*Tijdspiegel*, Januari 1876) wordt door dezen ook gewezen op de moeielijkheid der afdamming van rivieren. In 1870 is men gedurende den Fransch-Duitschen oorlog begonnen met een dam in de Seine te leggen bewesten Rouaan. De stroomsnelheid van 2 M. per seconde maakte echter, dat de zwaarste ankers niet voldoende waren om de 2 eerste schepen op de plaats te houden. Van de volgende zeven dreven er nog twee af.

(2) In zijne inleiding der vrang, heeft de heer Stieltjes eene eenigszins andere inrichting van zinkschepen besproken, waardoor een meer permanent karakter voor de stuw werd verkregen en hij meende eene regeling van het stuwpeil te kunnen verkrijgen. Ik heb daarop niet gerepliceerd, omdat dan de behandeling van te uitsluitend technischen aard ware geworden voor eene vergadering van officieren. Beter is het daarop later, als het verslag gedrukt is, terug te komen.

in de Lek zou zijn. Om dat voor te komen wenscht de heer Stieltjes o. a. een fort aan den kop van den IJssel. In Mei 1875 meende ik die opvatting in het „Dagblad” te moeten bestrijden. Daarvoor deelt op pag. 19 der „Studie” de heer Stieltjes mij een uitroepingsteeken toe, als zou ik beweerd hebben dat het afleiden van den Neder-Rijn geen voordeel voor den vijand zou zijn, als we slechts een stuw beneden Vreeswijk op de Lek hadden.

Zulke dwaasheid heb ik natuurlijk niet gezegd. Mijne stelling is deze: het afdammen van den Neder-Rijn is een werk van zoo grooten omvang, dat met een stuw te Vreeswijk de inundatiën reeds lang volkomen gesteld zijn vóór dat de dam het daarvoor noodige water kan onttrekken. Aangezien dus het maken van zulk een dam den vijand volstrekt geen voordeel zou opleveren, zoo heeft men geen fort aan de Plei noodig, om hem het maken daarvan te beletten.

Wanneer namelijk de stuw te Vreeswijk gesteld is (en in droge zomers zal dit in het belang der scheepvaart altijd het geval zijn, zoolang het water beneden het stuwpeil is), dan heeft men enkel de inlaatsuizen in de beide Lekdijken te openen, om binnen 6 dagen de inundatie voorloopig, en 12 dagen om die volkomen te kunnen stellen tusschen de Merwede en de Zuiderzee.

Gaat men nu na, dat voor zulk een dam (1) eerst over de volle breedte der rivier over eene lengte van minstens 100 M. een zwaar stortebed op den bodem moet worden gezonken; dat daarop aan beide oevers, aanvangende hetzij met zinkstukken, hetzij met baardwerk een rijzendam met zeer flauw talud aan de benedenzijde moet worden opgewerkt; dat al de zinkstukken en de taluds bestorting vorderen met zwaren steen — dan rijst de vraag vanwaar al die materialen en rijswerkers moeten komen. Rijshout en rijswerkers vindt men op den Boven-Rijn bijna niet en van onze rivieren zullen zij er zeker niet komen. Daarenboven moeten de schepen met materialen van den Boven-Rijn komende, het fort te Pannerden passeeren, en dat zullen we toch zeker wel de eerste veertien dagen kunnen behouden. En is alles eindelijk aangevoerd,

(1) Van het laten zinken van schepen zal nu zeker geen sprake meer zijn.

dan zou ik grooten eerbied hebben voor den vijandelijken ingenieur, die zulk een dam in 14 dagen door de rivier maakte. (1)

De heer Stieltjes en velen met hem dringen steeds aan op het bouwen van stoomgemalen tot het stellen van inundatiën; ik twijfel er aan of zij zich rekenschap geven van de groote moeilijkheden en kosten daaraan verbonden. Zulke stoomgemalen, die slechts bij tusschenpoozen van jaren zullen worden gebruikt, loopen daardoor gevaar onbruikbaar te worden bevonden op 't oogenblik dat men ze noodig heeft. Het stoomgemaal te Steenenhoek b. v. dat slechts tusschenpoozend werkt, en waaraan de meeste zorg wordt besteed, vereischt telkens herstellingen. Een stoommachine c. a. is een veel te teeder werktuig om daarop de waterbezorging te doen nankomen, wanneer men ze langs den natuurlijke weg door de sluizen kan verkrijgen. Daarbij komt, dat men de stoomgemalen, tenzij men hen bomvrij overdekt, buiten het bereik van het vijandelijk vuur moet brengen. Daaruit volgt weder dat eene geheele omkeering moet gebracht worden in de toeleidingskanalen, welke thans in of nabij de forten in de rivieren uitmonden.

Men kan zich eenig denkbeeld maken van de kosten voor stoomgemalen noodig, wanneer deze dezelfde hoeveelheid water op het land moesten brengen als bij gestelde stuw door de sluizen stroomt. Bij den geringsten afvoer bedraagt dit voor de Lek 180 M³ per seconde. Stelt men nu dat het water door het gemaal even hoog moet worden opgestuwd als door de stuw, namelijk 1.25 M., dan wordt de op te voeren hoeveelheid voor één nominale paardekracht $\frac{75}{1.25} = 50$ K. G. per seconde, of, na aftrek der wrijvingen en

het verlies 40 K. G. Er zouden dus noodig zijn $\frac{180\,000}{40} = 4500$ paardekrachten effectief (2). Stelt men nu op het zuinigst de kos-

(1) In 1870 bestond plan tot afdamming van den Moezel beneden Metz. Het werd opgegeven omdat, volgens bekwame vaksmannen, het aanvoeren van den steen alléén 115 dagen zou vorderen. (Eland, Tijdspiegel, Januari 1877).

(2) Ik heb in de vergadering gesproken van 45 duizend paardekrachten.

ten van een stoomgemaal per paardekracht op / 2000, dan verkrijgt men eene totale som van *negen millioen* gulden aan stoomgemalen, ongerekend al de werken voor de wijziging der kanalen naar de te inundeeren landen zoowel als die, welke het water uit de rivier door de uiterwaarden heen naar het stoomgemaal moeten leiden.

Het denkbeeld, ook door den heer Stieltjes geuit, dat de stoomgemalen in tijd van vrede tevens kunnen worden gebezigd tot droogmaling van landerijen, is slechts bij uitzondering van toepassing, omdat de dubbele werking der gemalen plaats heeft in den regel onder twee geheel tegenovergestelde toestanden, namelijk voor de inundatie *inmaling* bij *lagen* stand van het buitenwater tot op hoog binnenpeil, en *droogmaling* tot laag binnenpeil tegen hoog buitenwater. Dit veroorzaakt, dat van een stoomgemaal meestal slechts de machine en de ketels voor beide doeleinden zouden bruikbaar zijn, terwijl voor elk der beide een afzonderlijk waterwerktuig vereischt werd. Dit is onder anderen het geval te Gorcum. Slechts dan, wanneer het buitenwater een tamelijk gelijkmatigen stand behoudt, kan dit middel worden toegepast; dit zou o. a. bij Muiden het geval zijn.

Ik zou nu nog wenschen te spreken over de stuw op de Maas; daar echter de heer Stieltjes die dezen avond niet heeft behandeld en de tijd reeds ver is verstreken, meen ik in den geest der vergadering te handelen door het hierbij te laten.

De heer Stieltjes heeft gezegd, dat de kwestie der stuwen nog niet rijp is en dat een groot getal ingenieurs daarover nog jaren kan studeeren. Ik hoop te hebben aangetoond dat de zaak zoo veel bestudeerd is, dat het tijd wordt de handen aan het werk te slaan. Hoe het ook zij, het zal mij voldoende zijn, wanneer ik aan de vergadering heb kunnen bewijzen, dat de ontwerpen der stuwen niet zoo lichtzinnig zijn behandeld als het betoog van den heer Stieltjes zou kunnen doen gelooven.

De heer STIELTJES: Mijne Heeren, ik zal in omgekeerde orde

Dat was natuurlijk eene vergissing: dit blijkt uit het eindcijfer van *negen millioen gulden*, dat juist is.

trachten te beantwoorden de bezwaren van den vorigen spreker.

In de eerste plaats zijne berekening omtrent de kosten voor de stoommachines; die berekening lijdt aan één gebrek, namelijk dat zij geheel verkeerd is. De heer Nierstrasz heeft zich met een 0 vergist; het zijn niet 45 *duizend*, maar 45 *honderd* paardekrachten, waartoe zijne becijferingen leiden, en hij is tot dat cijfer bovendien door eene geheel verkeerde berekening gekomen. Die cijfers moeten dus *hors de cause* worden gesteld; zij bestaan niet.

De heer Nierstrasz heeft ook veel opgegeven van formules en van *de wetenschap*. Maar nu moet ik verklaren, dat ik aan de vroegere formules volstrekt niet hecht en nog niet onvoorwaardelijk aan de nieuwere. Herhaalde malen toch is mij gebleken, dat die formules in de toepassing zeer falen.

Bovendien, die formules zijn meest aangegeven voor zeer kleine wateren. Maar nu zijn in werkelijkheid nog vele zaken niet onderzocht; men weet nog zeer weinig over den waterafvoer van onze rivieren. Men is steeds afgegaan op regelmatige kanalen van kleine afmeting, maar dit is zeker voor het geval, dat wij thans bespreken, niet voldoende.

Men kan dus inderdaad aan die formules nog geen groote waarde hechten. (1)

Ik wensch hier nog dit bij te voegen: ik heb ook eens volgens die formules eene berekening zien maken van den invloed, welken de opstuwing van het water te Utrecht tot 1.55 + A. P. zou hebben op den Neder-Rijn bij Wijk bij Duurstede, als daar de sluis water inliet, en men kwam daarbij tot dit merkwaardig resultaat, dat het water in de sluis van Wijk bij Duurstede een iets hooger stand (ik meen van 5 cM.) zou hebben dan vóór de afleiding.

Er is ook een Fransch waterbouwkundige — zijn naam zal ik hier niet in het openbaar noemen — die een boek geschreven heeft vol formules en daarbij tot zulke onbegrijpelijke uitkomsten kwam, dat bijv. de doorbraak van een dijk een verhoogden waterstand geeft op de rivier. Dat weet nu toch in Holland elke boer wel beter.

Wat nu de zaak zelve betreft, zoo vergeet de heer Nierstrasz

(1) Zie de aantekening achter dit verslag.

bij zijne beschouwingen over het opstuwingsgebied ook geheel de hoofdzaak, namelijk den afvoer van water, waardoor hij natuurlijk tot geheel verkeerde conclusiën moest komen.

Zoo wordt over de Lek gesproken bij een afvoer van 150 M. per seconde bij den laagsten waterstand, waarbij nog gevoegd moet worden het zijdelings aftappen bovenwaarts. Doch nu vergelijkt de heer Nierstrasz dit met de Waal, die een dubbel vermogen heeft, en dat wel op een oogenblik dat er was is op de bovenrivier.

Al zijne cijfers, heden avond aangehaald, zijn dan ook verkeerd (1).

Ik kom thans tot de fort en Pannerden. Ik had mij voorgenomen hedenavond niet over de defensiezaken te spreken en hoop met den heer Nierstrasz, dat wij die fort en lang genoeg zullen kunnen houden en daardoor meester blijven van onze rivieren. Maar nu heeft de heer Nierstrasz zich ook hier weder aan eene vergissing schuldig gemaakt.

Hij sprak over het door mij aangegeven denkbeeld van het gebruik maken van gezonken schepen, en deed het voorkomen alsof ik daarvoor gewone schepen wilde bezigen. Maar nu vergeet de heer Nierstrasz ook hier weder een punt en toevallig wel het hoofdpunt.

Ik heb zeer duidelijk gezegd, dat op de Lek beneden Vreeswijk de stuw in eene coupure zou worden gebouwd, maar op den ouden arm ruime stroomingsmiddelen aangebracht. In de coupure zou een goed stevig stortebed voor de te zinken schepen aanwezig zijn.

Het punt van uitgang bij mij is, dat ik alles vooraf gereed wil hebben. En zoo wil ik ook voor het sluiten der laatste opening niet gebruik maken van het eerste schip het beste, maar wensch ik vooraf gereed te hebben schepen van bijv. 10 el breed, met platte bakken, niet drijvende op kamers vóór en achter, maar op bakken aan beide zijden, terwijl ik bovendien de gaten in

(1) In een overzicht in cijfers, hierachter gevoegd, heb ik dit, geloof ik, duidelijk gemaakt.

't midden met schuiven wil sluiten. Men zou met zoodanig schip een proef op eene kleine rivier kunnen nemen.

Wat nu het bezwaar betreft van hinder voor de stuwen bij ophooping van zand, zoo wil ik wel toegeven dat dit voor de kleppen minder bezwaar zal opleveren, maar voor de ramen of jukken zal men van zulk eene ophooping wel last ondervinden.

Nu erken ik dat de inrichtingen door den heer Nierstrasz daargesteld, zich onderscheiden door eene uitmuntende bewerking der stortebedden; doch het is tevens waar dat, wanneer er slechts een klein gebrek aan de inrichting van één juk ontstaat, men met de stuw niet kan werken. Men kan toch maar niet beginnen te stuwen waar men wil. Hoe zal men bijv. op de loopplank komen? hoe zal men de stuwnaalden behoorlijk op haar plaats zetten?

Ik vrees inderdaad dat, wanneer men aanzienlijke sommen voor het werk zal hebben uitgegeven, het, als de stuw negen maanden ongebruikt zal zijn gebleven, bij lagen waterstand zal blijken dat de geheele inrichting in wanorde is.

Eene goede plaatsing der stuwnaalden hangt zeer zeker af van voortdurende oefening der manschappen, en wanneer de stuw nu negen maanden heeft stilgestaan, dan zal men aan de vroegere oefening niet veel meer hebben.

Wat het voorkomen van het lekken van de stuw op de Lek betreft, het aanbrengen van dubbele planken helpt niet voldoende. Ik heb dit vroeger ook gedaan, maar het heeft weinig geholpen. Dan heeft men nog meer baat van zeilen en van turfmoelm; doch om daarmede dichtheid te krijgen, heeft men dagen noodig.

Het groote bezwaar is echter hierin gelegen, dat men de jukken niet hoog genoeg zal kunnen maken.

Het bezwaar van ijsgang kan niet opgaan, zegt de heer Nierstrasz, want dan verkeert de rivier in abnormalen toestand. De wetenschap geeft dit aan. Ik zeg: die wetenschap bestaat niet. Maar nu verwijs ik naar de uitkomsten verkregen bij de opname in Maart 1855, om te doen zien, dat wanneer er geene eigenlijke ijsdammen zijn, het verhang bij ijsgang vrij regelmatig is (1).

(1) Ook dit blijkt uit de als bijlage gegeven lengte-profielen in cijfers.

Wat nu het stuwen met zinkschepen betreft, hierdoor, zegt de heer Nierstrasz, zouden de polders in gevaar worden gebracht. Doch dit zou waar zijn, wanneer ik hier met gewone schepen wilde werken. Maar dit is niet het geval. Ik wensch de schepen zoo te hebben, dat men het water kan in- en uitlaten, en wil, dat men die schepen zal kunnen wegnemen even als gewone schipdeuren. Nu erken ik, dat er ook veel bezwaren aan verbonden zijn, maar men moet die niet overdreven voorstellen.

Wat het gebruik van stoomwerktuigen betreft, ik erken dat ook aan de inrichting daarvan vele bezwaren verbonden zijn, maar ook hier moet men niet overdrijven.

In mijne *Studiën* heb ik reeds de punten opgegeven, waar zulke stoomwerktuigen zouden kunnen geplaatst worden. Men kan ze namelijk plaatsen bij Muiden, Gouda en Gorinchem, ofschoon men daar meer moeilijkheden zou ondervinden dan bij Gouda.

Wanneer de heer Nierstrasz echter zegt, dat men ook bij stoommachines het bezwaar zou hebben dat zij, op een gegeven oogenblik, onbruikbaar zouden zijn, dan moet ik daartegen opkomen.

In den Haarlemmermeer toch staan de stoommachines soms maanden achtereen stil. Eensklaps komt er bevel dat er water moet worden uitgepompt, en dan werkeu de machines dadelijk. En dit zijn stoomwerktuigen van 840 paardekracht gezamenlijk (1).

Rijnland heeft ook drie stoommachines bij Gouda, Halfweg en Spaarndam, van omstreeks 420 paardekracht, die ook altijd in orde zijn.

Ik geloof dan ook dat het oppompen van het water, waarvan de stand ons verzekerd is door de zee, de voorkeur verdient boven het maken van stuwen, waarvan de werking steeds zeer onzeker is, en het nut ophoudt wanneer bovenwaarts de rivier wordt afgeleid.

De VOORZITTER: Wanneer niemand meer het woord verlangt, dan verklaar ik de discussiën gesloten, onder bijzondere dankbe-

(1) De kosten van deze werktuigen, met het leegpompen van de Meer, zijn hierachter als bijlage medegedeeld.

tuiging aan de beide heeren, die met zulk eene uitstekende geleerdheid dit onderwerp hebben behandeld.

Het behoort niet tot de bevoegdheid van den Voorzitter een oordeel uit te spreken aan welke zijde de waarheid is; dit zou vooral in deze zaak groote aanmatiging zijn. Maar wel is het de plicht des Voorzitters den heeren den warmen dank der Vergadering over te brengen voor hunne bereidwilligheid om zooveel tijd aan hunne drukke bezigheden te ontwoekeren, om ons met dit belangrijk onderwerp bezig te houden. Wij houden ons dan ook zeer aanbevolen de heeren hier meer te hooren.

De Vergadering wordt hierop gesloten.

Namens het Bestuur:

De Secretaris,

F. E. L. A. ABEL.

A A N T E E K E N I N G.

Gedeeltelijk om terug te geven, wat in de vergadering van 26 Januarij 1877 uit de opgehangen graphische voorstellingen bleek, gedeeltelijk om eenige cijfers nader toetelichten, gedeeltelijk om te beantwoorden eene *Noot* van den heer Nierstras, laat ik hier nog eenige bemerkingen volgen.

Op bl. 262, in verband met bl. 268. Toepassing der formule van Bellanger.

Deze formule (het zal den heer Nierstras wellicht verwonderen) was mij bekend. Ik gebruikte die niet, *vooreerst* omdat men niet te veel waterloopkundige formules moet gebruiken voor een publiek, waarvan uit den aard der zaak het grootere deel niet met die formules vertrouwd is, maar *vooral* omdat die formules zeer slechte uitkomsten geven.

De heer Delprat paste die formules op de Lek en Neder-Rijn toe, en vond voor de *waargenomen*. . 461.02 M³ afvoer.

van Arnhem tot Vianen 5.36416 M. verval,

terwijl het feitelijk was 6.574

dus het berekende verhang te klein . 1.21 M. of 22½ pct.

De berekening nu hervattende voor een *aangenomen* afvoer van 511.26 M³, kwam het berekende verhang op 0.14 M. na met het feitelijke verhang overeen.

(Zie verh. Kon. Ned. Inst. 1850 en Verslagen en meded. der Ak. van Wet. Afd. Natuurkunde 1870.)

Maar de nieuwere nauwkeuriger metingen van afvoer geven voor den Neder-Rijn te Arnhem slechts 454 M³ per seconde, bij

een stand iets hooger dan M. R. Voor 450 M³ bij M. R. zou de formule van Bellanger nog meer dan 1.21 M. verschil met de werkelijkheid geven.

Die formule is dus gebleken voor de Lek niet betrouwbaar te zijn.
Daarom vooral gebruikte ik die niet.

Bl. 262, noot. De cijfers, hier door den heer Nierstrasz bijgevoegd, zijn loutere fantasiën. De coupure behoeft geene 3500, maar slechts 1500 M. lang te zijn (ten minste op mijn exemplaar der Stafkaart), een te graven profiel van 900 M² is overdreven, enz. enz.

Bl. 263. Bij de bezwaren, hier door den heer Nierstrasz aangevoerd, om de moeilijkheid der sluiting van de *laatste opening* te bewijzen, heb ik niets te voegen, die bewering was schering en inslag van mijn geheel betoog. De heer Nierstrasz gelieve slechts diezelfde bezwaren bij het sluiten der laatste 50, 40, 30, 20 Meters stuwopening niet uit het oog te verliezen.

Bl. 266 in verband met bl. 271.

Het stichten der 3 stoomtuigen Leeghwater, Cruquius en Lijnden van te zamen 840 werkelijke paardenkrachten, en het leegpompen van de Haarlemmermeer tot 4.00 M. onder A. P. van 1 April 1849 tot 1 Julij 1852, gevende 585 miljoen M³ water, kostte met personeel, brandstof, smeer en onderhoud f 1.930.000.

Dit cijfer doet mij twijfelen aan de juistheid der begrooting van den heer Nierstrasz omtrent de kosten der stoomgemalen. Het komt mij niet waarschijnlijk voor dat het stellen der inundatie *enkel* met opgepompt water (iets wat ik ook niet verlang) gelijk zou staan met het leegpompen, tot 4 M — A.P. van 4½ maal 18150 Hectaren of bijna 81700 Hectaren. Er moet ergens in de cijfers van den heer Nierstrasz eene grove fout schuilen.

Bl. 259 in verband met bl. 269.

De ijsdam te Bommel in 1859 leert: *dat een zeer hooge opstuwing zich verre bovenwaarts doet voelen.*

De opstuwing te Vreeswijk, tot slechts M. R., *zal zich niet verre bovenwaarts doen voelen.*

Had de heer Nierstrasz zich de moeite gegeven graphische voorstellingen te maken, hij zou gezien hebben dat niet ik eene dwaasheid verkocht.

Opstuwing boven A.P.

door een ijsdam . .	Bommel.	St.-Andries.	Tiel.	Nijmegen.
	7.05+	7.30+	7.66+	10.07+
Laag zomerwater van half Nov. 1874 . .	1.55+	2.45+	3.80+	6.70+(1)
Dus opstuwing <i>boven</i> laag zomerwater . .	5.50 M.	4.85 M.	3.86 M.	3.37 M.
Ontworpen opstuwing bij Vreeswijk tot . .	Vreeswijk. 2.25+	Kuilenb.	Wijk b.D.	Grebbe.
Laag zomerwater van half Nov. 1874 . .	1.03 vl. 0.91 eb.	1.70+	2.80+	4.73+

Dus opstuwing *boven*

laag zomerwater . .	1.22 à 1.34 M.	0.80 M.		
en <i>onder</i> laag zomerwater			0.55 M.	2.48 M.

Daarenboven bij de Lek een veronderstelde waterafvoer van $\frac{1}{3}$ middelbare rivier, bij de Waal in 1859 eene van minstens $\frac{1}{4}$ middelb. rivier.

Rivieren met ongeveer *gelijk verhang* (als Lek en Waal) kunnen zeer goed met elkander *onder gelijke omstandigheden* vergeleken worden. Bij afvoeren van $\frac{1}{3}$ middelb. rivier op $\frac{1}{2}$ of meer, zullen bij gelijke hoogten van opstuwing boven laagwater, de opstuwingskromme lijnen niet zeer veel verschillen.

Opstuwing is steeds merkbaar tot *boven* het punt, waar de doorgetrokken opstuwingshoogte het rivierbed ontmoet; en wel des te verder *boven* dat punt, hoe grooter de afvoer van bovenwater is.

Bl. 261 in verband met bl. 270.

Wanneer de rivier veel ijs afvoert, maar er geen eigenlijke

(1) Eerst omstreeks Bommel zal laagzomerwater gelijk komen met de opstuwingshoogte te Bommel.

ijsverstoppingen of ijsdammen zijn, blijven de verhauglijnen vrij regelmatig, zooals uit de volgende cijfers blijken kan:

Hoogwater op Neder-Rijn en Lek, met of zonder ijsgang:

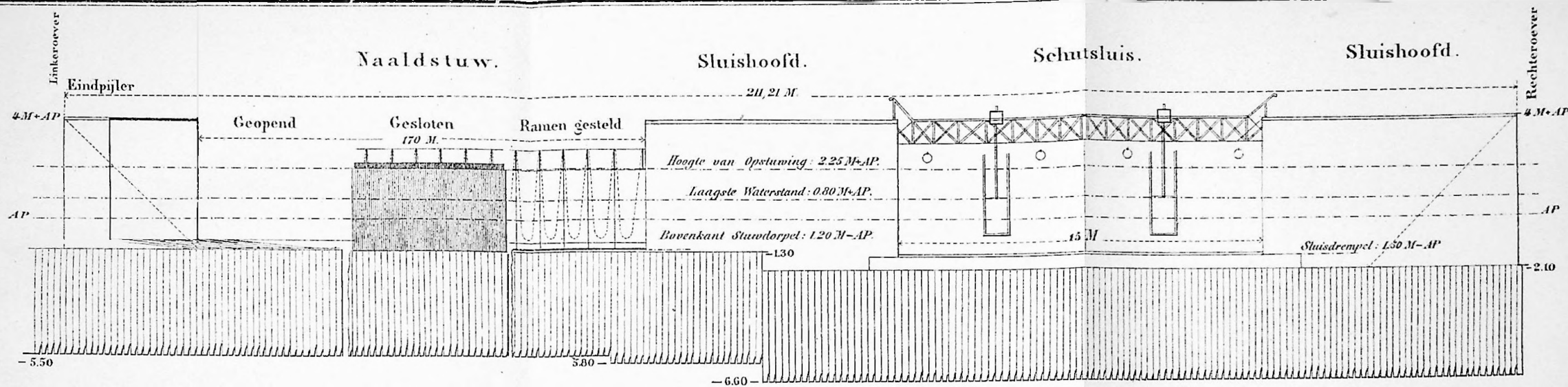
Afstanden der punten in Meters.		Zware ijsgang in Maart 1855.	Hoogwater zonder ijsgang. Dec. 1854.
Arnhem	24300	Waterstand 13.86 + A.P.	12.37 + A.P.
Grebbe		Verhang per kilometer 0.109 M.	0.119 M.
Remmerden	4700	Waterstand 11.21 + A.P.	9.47 + A.P.
		Verhang per kilometer 0.130 M.	0.140 M.
Wijk bij Duurstede	16675	Waterstand 10.60 + A.P.	8.81 + A.P.
		Verhang per kilometer 0.132 M.	0.095 M.
Kuilenburg	11670	Waterstand 8.40 + A.P.	7.23 + A.P.
		Verhang per kilometer 0.079 M.	0.108 M.
Vreeswijk	10755	Waterstand 7.48 + A.P.	5.97 + A.P.
		Verhang per kilometer 0.151 M.	0.100 M.
Afstand van Arnhem tot Vreeswijk 68100		Waterstand 5.85 + A.P.	4.89 + A.
		Totaal verval 8.01 M.	7.48 M.
		Verhang per kilometer 0.118 M.	0.110 M.

In December 1854, bij open water, waren de standen lager dan in Maart 1855 te Arnhem 1.49 M.
 „ Grebbe 1.74 „
 „ Remmerden 1.79 „
 „ Wijk bij Duurstede 1.17 „
 „ Kuilenburg 1.51 „
 „ Vreeswijk 0.96 „

Vergeleken met een regelmatig verloop tusschen Arnhem en Vreeswijk dus te Grebbe en Remmerden bij den ijsgang 0.40 à 0.50 M. te hoog, te Wijk bij Duurstede iets te laag.

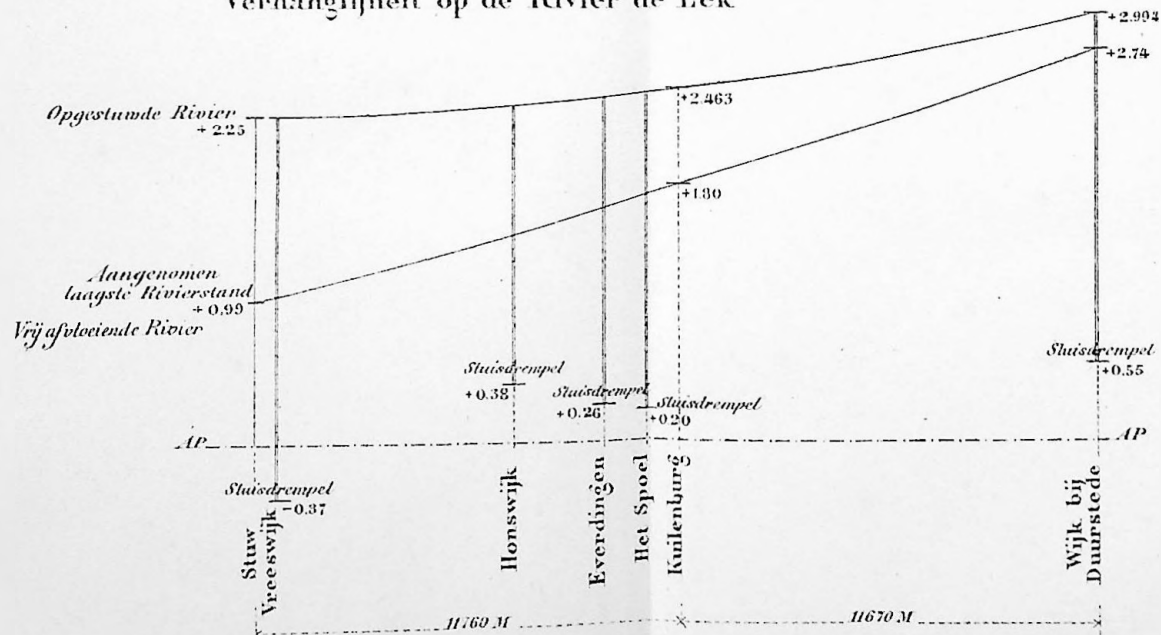
ERRATA.

Bl. 247 van onderen, na de cijfers 100 à 200 M. bijtevoegen
 het woord *breedte*.
 „ 253 in de *Noot*, staat *hoog*, lees *laag*.

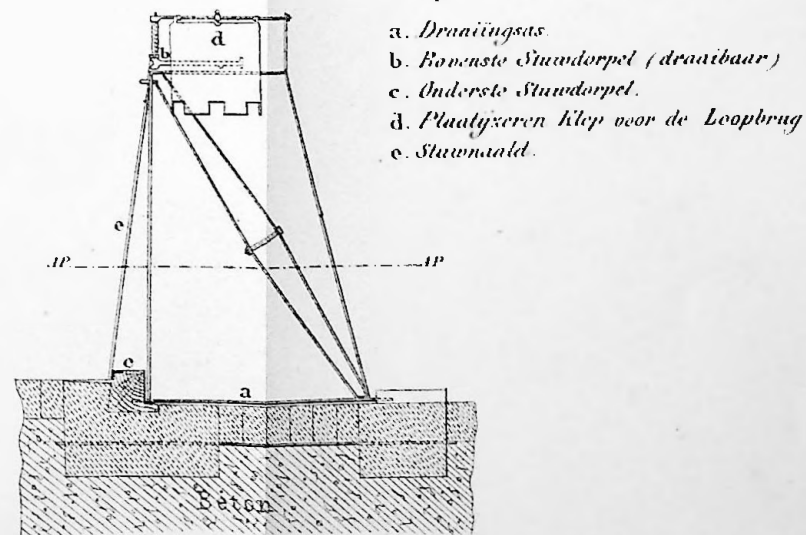


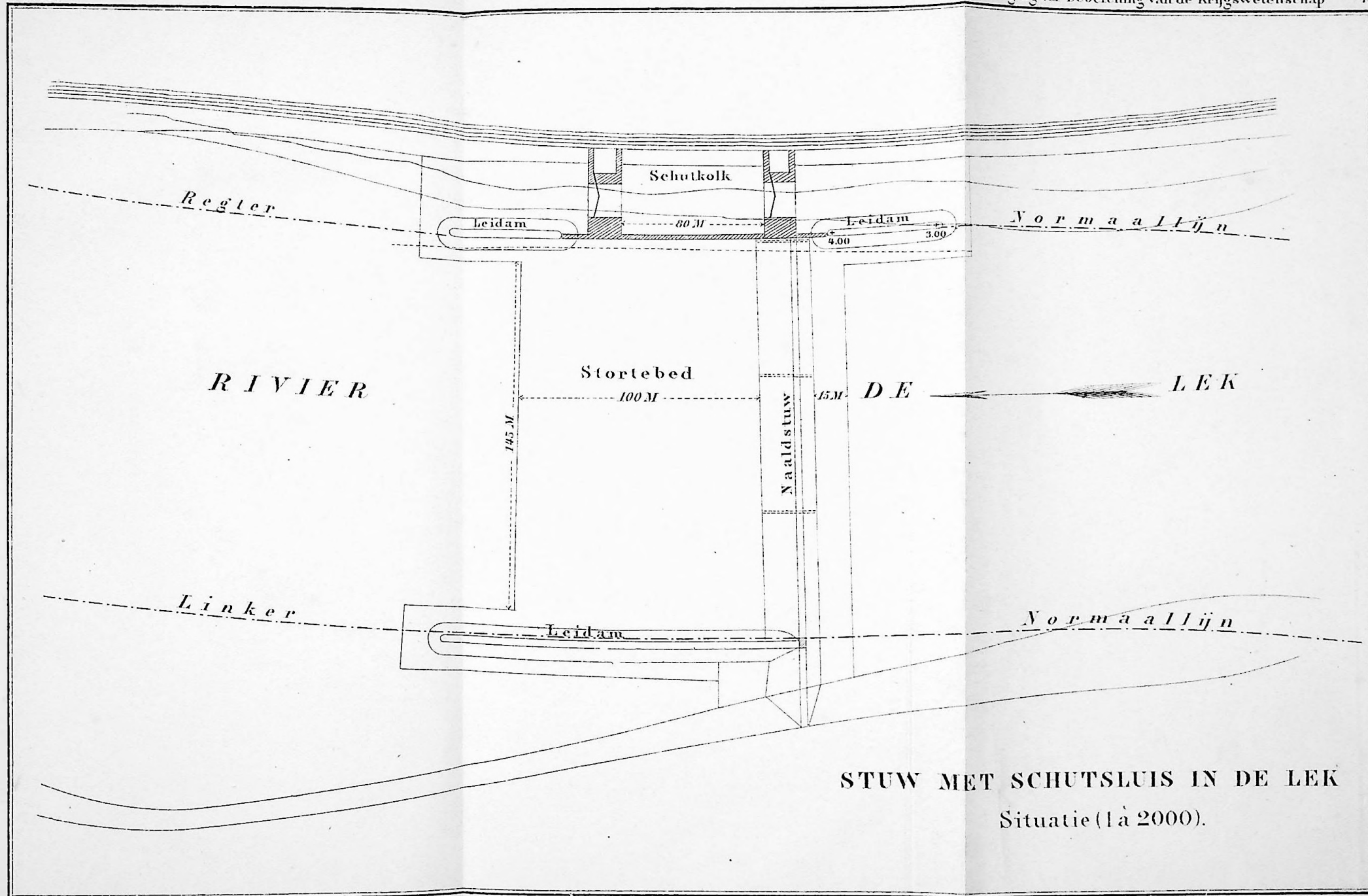
STUW MET SCHUTSLUIS IN DE LEK.
Opstand. (1 à 200).

Verhanglijnen op de Rivier de Lek.



Opstand van een Raam.





STUW MET SCHUTSLUIS IN DE LEK
Situatie (1 à 2000).