

dos-1 d
77545

BIBLIOTHEEK-NO
ARROND. F. L. K.

C
434
rws gelderland

Programma van onderzoek
aan de vriesstuw te Hagerstein



C
434
rws gelderland

RWS Dir. Gelderland

Bibliotheeknr. C 434



PROGRAMMA VAN ONDERZOEK AAN DE VIZIERSTUW TE HAGESTEIN

Doel.

Het doel van de metingen is een inzicht te krijgen in de spanningstoestand van de schuif bij verschillende toestanden en het toetsen hieraan van de spanningsberekeningen en de trillingsmetingen aan een elastisch gelijkvormig model, schaal 1 : 20.

In beide gevallen zijn er onzekerheden: bij de spanningsberekening het meer of minder meewerken van de gebogen schaalwand, bij de modelonderzoekingen het in rekening brengen van een modelfactor. Wat dit laatste betreft hebben metingen aan deelmodellen schaal 1 : 20 en 1 : 6 niet een voldoende uitsluitel kunnen geven en bij een bepaalde vergrotingsfactor zouden ontoelaatbare dynamische spanningen in de schuiven kunnen ontstaan.

De metingen moeten een inzicht geven over de volgende punten:

- a) Of de statische spanningen opgemeten in de schuif overeenstemmen met de berekende spanningen. In de berekening is in bepaalde gevallen de gebogen schaalwand niet in rekening gebracht gezien de geringe kritieke plooispanningen.
- b) Welke dynamische spanningen er optreden bij het in bedrijf zijn van de schuif en de vergelijking van deze spanningen met de berekende.
- c) Of, gezien a) en b), elke bedrijfstoestand van de schuif toelaatbaar is.
- d) Aan wat voor trillingen de schuif onderhevig is en in hoeverre de trillingen van de schuif, door het stromende water opgewekt, overeenkomen met die in model gemeten en ook in hoeverre de dynamische eigenschappen van het model overeenkomen met die van de prototype-constructie. Deze proeven zijn nodig voor het bepalen van de waarde die is toe te kennen aan onderzoekingen met behulp van elastisch gelijkvormige modellen in het algemeen. Gezien de uitgebreide toepassingsmogelijkheden van deze modeltechniek is een uitspraak hierover van groot belang.

Deel I Rekmetingen.

1. Doel van de rekmetingen.

Controle van de berekening wat betreft de medewerking van de waterkerende plaat aan de dwarskrachten en het torsiemoment van de

gehele schuif (invloed plooiën van de plaat) en de spanningsverdeling over de boven- en onderligger en het direct nameten of in de gevaarlijkste doorsneden I, J en K de kritieke vermoeiingsspanningen in de aansluitingen flens-lijfplaat niet worden overschreden als de schuif ook aan trillingen onderhevig is.

2. Meetplaatsen.

De meetplaatsen zijn opgesteld in nauw overleg met de Rijkswaterstaat en het Waterloopkundig Laboratorium. In figuur 1a zijn de doorsneden waar rekstrookjes worden aangebracht aangegeven als G' en G'' en I, J en K.

De doorsneden G' en G'' bevinden zich direct aan weerszijden van één ophangarm. In beide doorsneden wordt hetzelfde aantal rekstrookjes in overeenkomstige plaatsen aangegeven. In figuur 1b zijn de meetplaatsen in de doorsneden G' en G'' nader aangegeven. In plaatsen, aangeduid met een kraaienpoot, worden rekstrookrozetten toegepast waarmee het mogelijk is de hoofdspanningen en hoofdrichtingen ter plaatse te bepalen. Een enkel streepje stelt een enkelvoudig rekstrookje voor. In alle meetplaatsen zijn de rozetten en de rekstrookjes aan weerskanten van de wand aangebracht om het aandeel van de plaatselijke buiging te kunnen meten en te elimineren.

In de doorsneden I, J en K worden in een aantal plaatsen, waar de hoogste spanningen worden verwacht, rozetten aangebracht, zie figuur 1c.

In de doorsneden I, J en K worden, gezien de berekeningsresultaten, voor de belangrijkste trillingsvormen de hoogste spanningen verwacht.

3. Belastingprogramma en programma metingen.

Het belastingprogramma is in nauw overleg met de Rijkswaterstaat en het Waterloopkundig Laboratorium opgesteld en aangepast aan de meetmogelijkheden, het bouwprogramma van de stuw en de waterhuishouding.

Voor het bouwprogramma en de eisen welke de waterhuishouding stelt zij verwezen naar het verslag van de bespreking van 5-10-'59 tussen de Directie Bovenrivieren van de Rijkswaterstaat en het Waterloopkundig Laboratorium, waarvan een copie als aanhangsel (1) hierbij is ingesloten.

Wegens de eb en vloed beweging, voor zover deze zich in Hagestein manifesteert, is het gewenst het betrekkelijk groot aantal meetpunten in de kortst mogelijke tijd af te tasten, bijvoorbeeld binnen een half uur. Dit is mogelijk met een automatisch digitaliserende rekmeter, indien met behulp van rekstrookdummies voor ieder meetpunt halve meetbruggen worden gevormd. Met deze apparatuur kunnen de spanningen in iedere belastingstoestand ten opzichte van een eerder of later gemeten referentietoestand (nul-stand) worden gemeten. Indien het meetsignaal is samengesteld uit een statische component en een niet-onbelangrijke dynamische component is toepassing van bovenstaande rekmeter niet mogelijk. De meetmethode kan dus alleen voor statische belastinggevallen worden toegepast.

De signalen van hoogstens 14 meetpunten kunnen tegelijkertijd met de beschikbare apparatuur worden gemeten, echter niet ten opzichte van een referentiesignaal, behorende bij een bepaalde ruststand, maar alleen als wisselend signaal uitgedrukt in amplitude en frequentie.

Het wisselend signaal van een meetpunt afzonderlijk kan wel worden gemeten ten opzichte van een frequentiesignaal en worden uitgedrukt in een gelijkspannings-component en een amplitude en een frequentie, maar in verband met de laag-frequentie-trillingen van de schuif onder dynamische belastingen is hier een betrekkelijk lange meettijd voor nodig (omstreeks vijf min.). Binnen een half uur kunnen dus door een man op deze wijze slechts 6 meetpunten worden afgetast.

Het volgende meetprogramma werd in het licht van bovenstaande beperkingen opgesteld:

- 3-1) Eerste referentietoestand (nulstand): de stuw gelijkmatig ondersteund in een droge bouwput. Rekening in alle meetpunten.
- 3-2) Eerste belastingtoestand: belasting door eigen gewicht. De stuw zo ver geheven dat ze volledig vrij is aan de bodem; in den droge. Rekening in alle meetpunten, oplegkrachten in de steunpunten.
- 3-3) Als onder 3-1.
- 3-4) Tweede belastingtoestand: a-symmetrische belasting door eigen gewicht. Deze toestand is representatief voor de maximale scheefheffing waarvoor het regelmechanisme nog niet ingrijpt. Rekening in alle meetpunten en meting van de steunpuntsreacties.

- 3-5) Als onder 3-1.
- 3-6) Verschillende belastingtoestanden als gevolg van het trillen in verschillende frequenties met een pulsator als aanstootbron. De stuw bevindt zich in geheven toestand als onder 3-2 (eerste belastingtoestand). Rekmetingen in enkele meetpunten gecombineerd met verplaatsingsmetingen. Stuw in den droge.
- 3-7) Tweede referentietoestand: stuw gelijkmatig ondersteund in met water gevulde bouwput (een dijk doorgestoken). Rekmeting in alle meetpunten.
- 3-8) Derde belastingtoestand: als onder 3-2 maar met volgelopen bouwput. Rekmeting in alle meetpunten, meting van de kabelkrachten.
- 3-9) Als onder 3-7.
- 3-10) Derde referentietoestand: stuw in opgetrokken toestand. Rekmeting in alle meetpunten, eventueel kabelkrachten.
- 3-11) Vierde referentietoestand: met betrekkelijk weinig verval, stuw waaraan wordt gemeten dicht, de andere geheel geopend. Rekmeting in alle meetpunten. Deze meting eventueel herhalen voor verschillende vervallen. Beide stuwen uiteraard inmiddels in functie.
- 3-12) Vierde belastingtoestand (meerdere belastingtoestanden mogelijk afhankelijk van het verval). De stuw is gesloten met verval. Van te voren is de stuw even geheven om de initiële horizontale drempelkracht te elimineren. Rekmeting in alle meetpunten. Deze belastingtoestand kan vergeleken worden met de derde referentietoestand als onder 3-10 of zo mogelijk met de vierde referentietoestand genoemd onder 3-11.
- 3-13) Vijfde belastingtoestand (ook hier meerdere belastingtoestanden al naar gelang het verval). De stuw is een klein stuk geheven bij een groot verval. Onder deze omstandigheden is de belasting samengesteld uit een statische en een dynamische component. Simultane rekmetingen in een beperkt aantal meetpunten van de doorsneden K, J of I (in deze volgorde van belangrijkheid) gecombineerd met successieve rekmetingen over langere tijd ter bepaling van de dynamische en statische component in een beperkt aantal meetpunten in de doorsneden K, J of I. Als referentietoestand voor de bepaling van de statische component kunnen dienen de vierde belastingtoestand onder 3-11 of de derde referentietoestand onder 3-10, zo mogelijk de vierde onder 3-11.

Bij groot verval kunnen de derde en vierde referentietoestanden alleen lange tijd voor of na de vierde en vijfde belastingtoestand worden genomen.

4. Apparatuur.

a) Rekstrookjes.

Voor zowel de enkelvoudige rekstrookjes als de rekstrookrozetten en de bijbehorende dummies zullen zogenaamde metaalrekstrookjes worden toegepast. Deze bestaan uit een in het laboratorium op een metalen plaatje aangebracht rekstrookje dat met een rubber compound volledig waterdicht is afgedekt tot een geheel met de kabel-aansluiting. Het metalen plaatje wordt tegen het te meten voorwerp gekit. Het geheel wordt nogmaals met een rubber compound afgedekt. Hiermede werden reeds over langere tijd goede resultaten verkregen op zeeschepen. Het wordt momenteel onderzocht of de hechting van de kit op geschopeerde oppervlakken voldoende is en of deze combinatie meetfouten introduceert.

Voor ieder meetpunt wordt een actief strookje met een dummie tot een halve brug geschakeld. De dummies worden zodanig bij de aangebrachte actieve strookjes gekozen dat de halve brug minder dan 1000 M rek uit evenwicht is. Daardoor wordt het mogelijk de meetapparatuur aan te sluiten zonder dat de meetbruggen behoeven te worden gebalanceerd.

b) Meet- en registratieapparatuur.

Voor het snel aftasten van de meetpunten onder statische belasting wordt gebruik gemaakt van de reeds genoemde volautomatische digitaliserende rekmeter. De snelheid van dit apparaat bedraagt ca 10 waarnemingen per minuut.

Voor het langzaam punt voor punt meten van gecombineerde statische en dynamische rekken wordt een met de hand bediende statisch-dynamische rekmeter gebezigd.

Voor het simultaan registreren van dynamische verschijnselen een veertienkanaals-recorder.

Alleen van de eerste twee meetapparaten wordt een grote stabiliteit over langere perioden vereist omdat de tijdsduur tussen de

metingen onder belasting en de metingen bij mogelijke referentie-toestanden groot is. Mogelijkerwijs kan de nauwkeurigheid verhoogd worden door de metingen uit te voeren tegen vaste ijkweerstand. Als dit mogelijk is zou de nauwkeurigheid worden bepaald door stabiliteit van de halve rekstrookbruggen. Temperatuurinvloed wordt geëlimineerd door de dragers van de dummies in voldoende warmte-contact met de constructie ter plaatse van het rekstrookje te brengen. Er bestaan geen gegevens over de stabiliteit van de rekstrookjes over perioden langer dan 2 maanden, maar het mag worden aangenomen dat deze alleszins redelijk is.

c) Dynamometers voor kabelkrachten en oplegreacties.

Voor dit doel kunnen normale rekstrookdynamometers worden gebruikt, die tot het vaste instrumentarium van het Instituut voor Werktuigkundige Constructies behoren. Speciale voorzieningen zullen moeten worden gemaakt om de dynamometers te kunnen aanbrengen. Zie figuur 2 met hoofdmaten van dynamometers van 250 t.

d) Pulsator. (zie deel II "Trillingsmetingen").

e) Verplaatsingsmeters (zie deel II "Trillingsmetingen").

5. Begrotingen.

5-1) Materialen.

152 metaalrekstrookkrozetten à f. 105,-	ca f. 16.000,-
120 metaalrekstrookjes à f. 50,-	ca " 6.000,-
54 km twee-aderige kabel à f. 0,35 per meter	ca " 19.000,-
Kit, afdekmiddelen, isolatiematerialen, panelen enz.	ca " 5.000,-
Aansluitkast	ca " 10.000,-
	<hr/>
	f. 56.000,-
	=====

5-2) Werkzaamheden.

5-2-a) Aanbreng apparatuur.

1 M.T. 180 uur à f. 17,-	f. 3.060,-
3 M.A. 540 uur à f. 10,-	" 5.400,-
Verblijf 18 dagen à f. 15,- per dag	" 1.070,-
Reiskosten 1200 km	" 300,-
	<hr/>
	f. 9.830,-
	" 10.000,-

rond af op

5-2-b) Metingen gerekend.

Per meettoestand 1 dag 10 uur	M.T.	f.	230,-
Voor 1 M.T. + 1 M.A. à f. 23,- resp. f. 13,-	M.A.	"	130,-
Uitwerken meetresultaten 25 uur	25 K	"	163,-
			<hr/>
		f.	523,-
Auto + verblijf		"	100,-
met eventuele overuren		"	127,-
			<hr/>
		f.	750,-
Dit zal volgens programma ca 30 x plaatsvinden		f.	22.500,-
			=====

5-2-c) Algemene leiding en rapportage.

Voor voorbereiding van de metingen, de algemene leiding bij de metingen, het houden van besprekingen en het rapporteren van de meetresultaten zal een bedrag van ca f. 10.000,- moeten worden uitgetrokken.

De totale kosten van de rekmetingen bedragen:

Apparatuur	f.	56.000,-
Werkzaamheden aanbrengen apparatuur	"	10.000,-
Metingen	"	22.500,-
Toezicht rapport.	"	10.000,-
		<hr/>
	Totaal	f. 98.500,-
	Afgerond	" 100.000,-

Deel II Trillingsmetingen.

1. Doel van de trillingsmetingen.

Bepaling van de door het water opgewekte trillingen en contrôle van de modelproeven voor wat betreft:

- a) de mechanische eigenschappen van het model, zijnde de eigen-trillingsvormen en frekwenties en bijbehorende interne demping;
- b) de door het water opgewekte trillingen en de invloed van het water op de demping.

2. Meetapparatuur.

Het meetprogramma is te verdelen in twee stukken:

- a) het meten van trillingen welke kunstmatig zijn opgewekt;
- b) het meten van trillingen welke ontstaan bij het doorstromen van de stuw.

2-1. Kunstmatig opgewekte trillingen.

Uit een informatie van het W.L.D. blijkt, dat volgens de berekeningen een verticale kracht van 1 ton aangrijpende in het midden van de stuw een uitbuiging van 0,07 min. veroorzaakt. De laagste verticale eigentrillingsvorm treedt op bij een frekwentie van ca 1,5Hz. Indien de opslingeringsfactor 1 is zou met een aanstootkracht van 1 ton een versnelling van 0,0007 g optreden. Met de op dit moment beschikbare versnellingsmeters is een dergelijke versnelling niet nauwkeurig te meten.

De ter beschikking staande trillingsexcitor ontwikkelt bij een frekwentie van 1,5 t ook niet meer kracht dan 1 ton.

Ditzelfde geldt ten aanzien van de laagste horizontale trillingsvorm welke zich bij een frekwentie van 0,5 Hz manifesteert. Een horizontale kracht van 1 ton veroorzaakt een verplaatsing van 1,07 mm. Met de opslingerfactor 1 bedraagt de optredende versnelling 0,001 g. De aanstootkracht van de excitator bedraagt bij 0,5 Hz echter slechts 125 kg zodat de hiermede te ontwikkelen versnelling ter plaatse niet groter dan 0,000125 g zal zijn. Om deze reden is gezocht naar een andere type aanstootbron en wel een pulsator, bestaande uit een machine voor heen- en weergaande bewegingen die via een slappe veer met de stuw is gekoppeld. Deze machine zou in staat moeten zijn ca 10 ton kracht af te kunnen geven.

Een dergelijke pulsator is niet voorhanden en moet voor dit doel speciaal worden gebouwd. Ze moet in staat zijn onder water te kunnen functioneren en ter vermijding van lange aandrijfmechanisme (assen, kettingen enz.) verdient het aanbeveling de elektrische aandrijfmotor eveneens onder water te laten werken. Dit kan worden verwezenlijkt door het geheel, pulsator tezamen met aandrijfmotor, in een waterdichte bak op te stellen. De pulserende stootstang kan door middel van een rubber manbraam worden uitgevoerd.

De opstelling van de pulsator vereist extra voorzieningen op de bodem van de bouwput.

De trillingen van de stuw worden gemeten met versnellingsgevoelige opnemers. De meetsignalen worden zonodig twee maal geïntegreerd, zodat het gemeten signaal in amplituden en frekwenties wordt gepresenteerd. De meetsignalen worden naar keuze vastgelegd op magnetische band of op film.

2-2. Door stroming opgewekte trillingen.

Deze metingen kunnen gedeeltelijk gecombineerd worden met de belastingstoestand 3-13, vermeld in deel I van het programma. De metingen worden eveneens uitgevoerd met versnellinggevoelige opnemers. Het signaal kan gegeven worden als een registratie van de versnellingen, de 2 x geïntegreerde versnellingen of een z.g.n. frekwentiespectrum.

3. Meetprogramma.

3-1. Metingen in den droge.

Gedurende de tijd dat er nog geen water is toegelaten in de bouwput zullen trillingsmetingen plaats vinden.

De trillingen worden opgewekt met een pulsator.

De volgende waarnemingen zullen plaats vinden:

- a) bepaling eigenfrekwenties;
- b) bepaling trillingsvormen;
- c) bepaling demping (op één of meerdere manieren).

3-2. Metingen in den natte.

Gedurende de tijd dat er water in de bouwput staat, maar deze nog niet geheel is doorgestoken, zullen trillingsmetingen plaatsvinden. De trillingen worden opgewekt door een pulsator welke onder water is opgesteld.

Dezelfde waarnemingen als genoemd onder 3-1 zullen plaatsvinden.

3-3. Metingen tijdens stroming.

Deze metingen vallen gedeeltelijk samen met die genoemd onder 3-13 in deel I van het programma.

De metingen, indien opgenomen op een magnetische band, kunnen worden gepresenteerd in de vorm van frekwentiespectra en ook kunnen

door middel van een harmonische analyse amplituden en frekwenties worden bepaald.

4. Kostenraming.

4-1. Materialen.

Ontwerp van een pulsator	f. 3.000,-
Bouw pulsator	" 5.000,-
Aandrijfmotor	" 2.500,-
Samenbouw in waterdichte kast	" 2.000,-
	<hr/>
	f. 12.500,-
Voorzieningen in de bouwput	" 10.000,-
	<hr/>
	f. 22.500,-

4-2. Werkzaamheden.

f. 10.000,- per meting volgens 3-1 of 3-2	f. 20.000,-
f. 10.000,- per meting volgens 3-3 indien frekwentiespectra gewenst zijn en f. 7.000,- indien niet	" 20.000,-
Door W.L.D. te verrichten modelmetingen, waarbij metingen 3-1, 3-2 en 3-3 zo nauwkeurig mogelijk worden nagebootst	" 25.000,-
Door W.L.D. te verlenen medewerking aan de prototypemetingen	" 15.000,-
	<hr/>
	f. 80.000,-
Totale kosten trillingsmeting	" 22.500,-
	<hr/>
	f.102.500,-
Af te ronden op	f.100.000,-

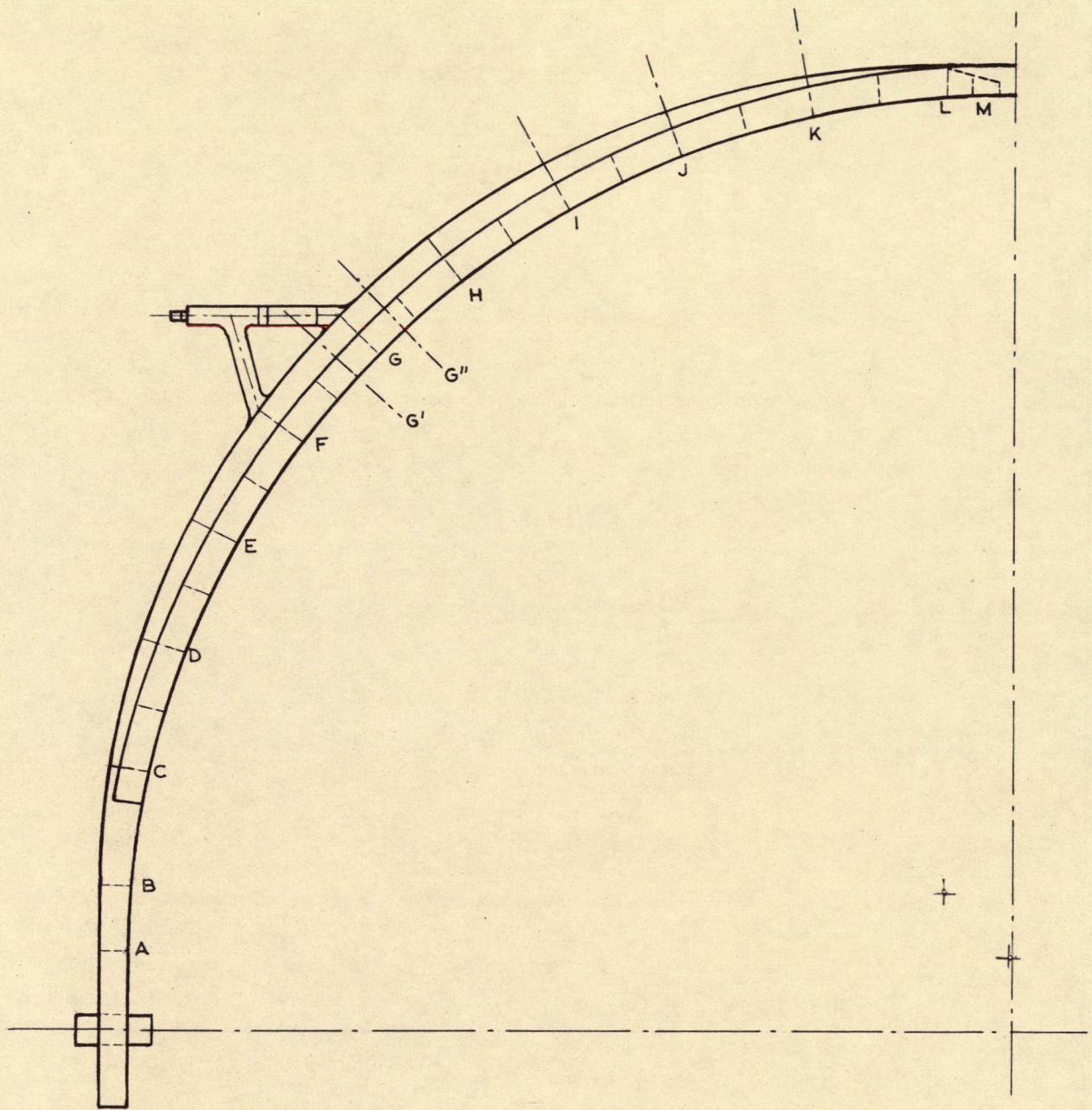
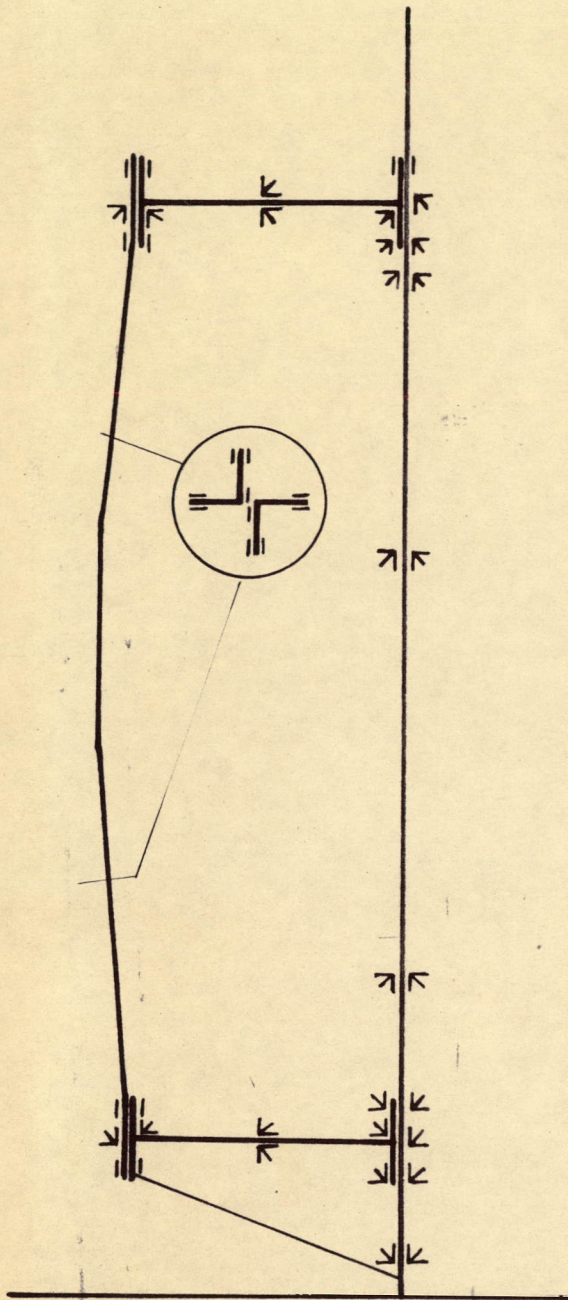


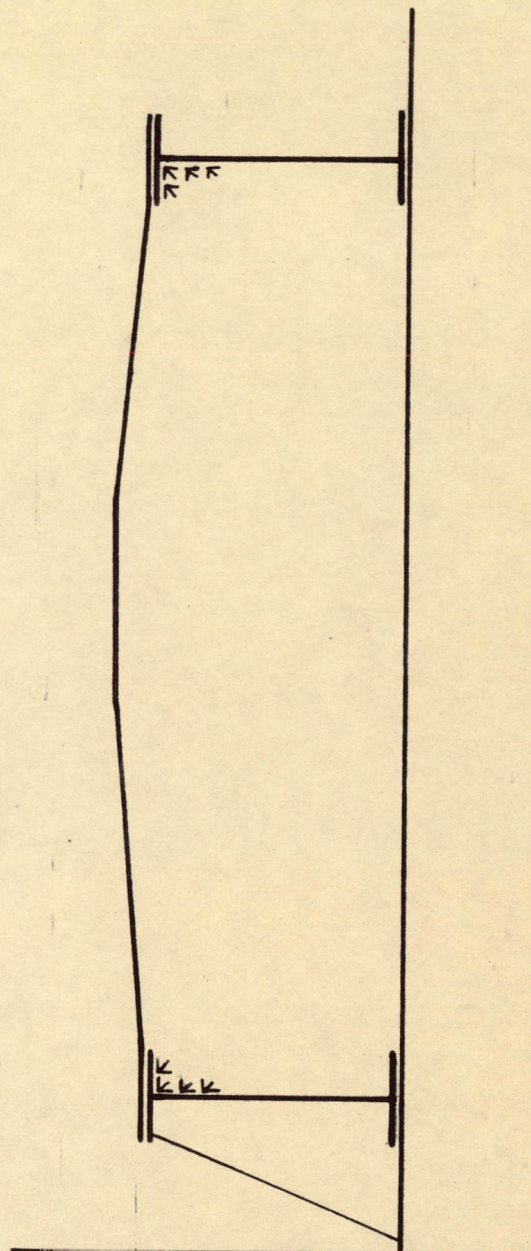
Fig. 1^a

Dit rapport mag slechts woordelijk en in zijn geheel worden gepubliceerd; voor reclame alleen na schriftelijke toestemming. Aanvragen om advies worden alleen behandeld op voorwaarde, dat de aanvrager afstand doet van ieder recht op aansprakelijkheid terzake van de inhoud van het te geven of gegeven advies.



Doorsnede G' en G''

Fig. 1 b



Doorsnede I, J of K

Fig. 1 c

Totaal 288 aansluitingen verdeeld over:

76 rekstrookrosetten

60 rekstrookjes

Dit rapport mag slechts woordelijk en in zijn geheel worden gepubliceerd; voor reclame alleen na schriftelijke toestemming. Aanvragen om advies worden alleen behandeld op voorwaarde, dat de aanvrager afstand doet van ieder recht op aansprakelijkstelling terzake van de inhoud van het te geven of gegeven advies.

Bespreking op maandag 5 oktober 1959, 10 uur te Arnhem, betreffende de omstandigheden bij de stuw te Hagestein tijdens te verrichten spannings- en trillingsmetingen.

Het onderhoud vond plaats tussen ir W.F. Hooning van de Rijkswaterstaat, Directie Bovenrivieren en ir P.A. Kolkman van het Waterloopkundig Laboratorium te Delft.

A. Kriteria voor het stuwprogramma.

- a. Het peil te Wijk bij Duurstede moet tenminste 50 cm lager liggen dan dat te Tiel.
- b. Het peil te Hagestein mag maximaal bedragen NAP + 2,75 m.
- c. Het peil op Kmr. 938 mag maximaal bedragen NAP + 3,00 m.
(Wijk bij Duurstede is Kmr. 927,6, de Spoorbrug te Culemborg is Kmr. 939,8).

Met deze criteria zijn voor de stuw te Hagestein stuwprogramma's ontwikkeld voor verschillende bodemliggingen van de rivier. Deze zullen worden toegezonden aan W.L.D.* Bij de huidige bodemligging zal een bovenwaterstand bij de stuw van NAP + 2,75 m alleen worden bereikt bij een rivierafvoer van $300 \text{ m}^3/\text{sec}$. Bij een afvoer tussen de 400 en $600 \text{ m}^3/\text{sec}$ worden de schuiven geheel opgetrokken.

B. Enige algemene gegevens.

De gemiddelde Lekafvoer bedraagt plm. $400 \text{ m}^3/\text{sec}$. Bij een afvoer van 350 à $400 \text{ m}^3/\text{sec}$ is bij geopende schuiven de vaardiepte voldoende.

Voor de schuiven is maximaal een negatief verval van 0,25 m toelaatbaar en misschien kunnen ook bij een positief verval kleiner dan 0,5 m kritieke situaties optreden. Van dit laatste is voor elke maand een frekwentieverdeling van voorkomen gemaakt. Deze zal ook aan W.L.* worden toegezonden.

Eenmaal per 2 jaar wordt gemiddeld een waterstand bereikt van NAP + 5,00 m. NAP + 6,50 m is het maximum dat ooit is voortgekomen. Dit kan van belang zijn voor een te bouwen meethuisje.

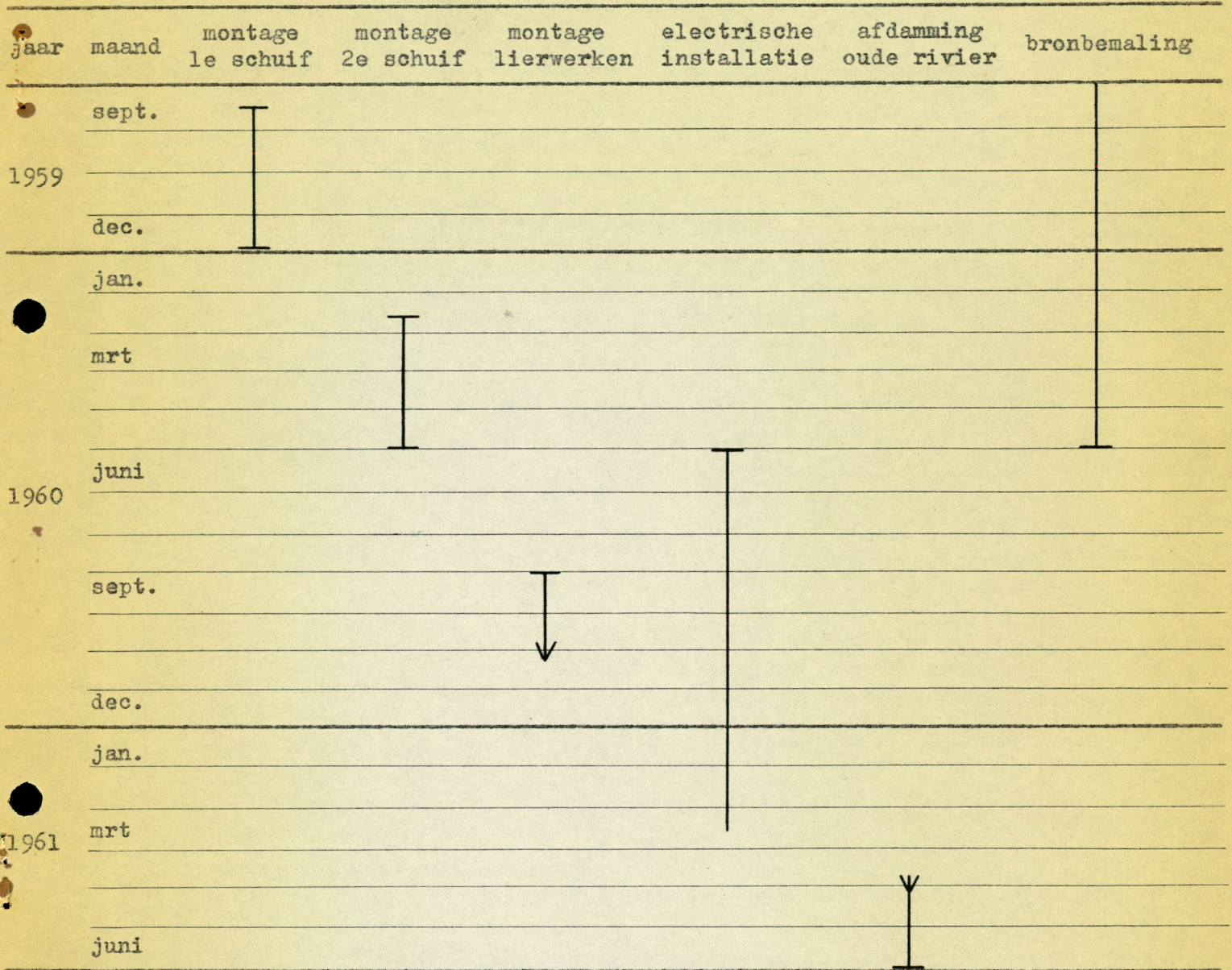
Men neemt aan dat de getijbeweging in het bovenwater nauwelijks bemerkbaar is.

De schuiven kunnen in $2\frac{1}{2}$ uur geheel worden geheven.

* Dit is inmiddels gebeurd.

De turbine wordt automatisch uitgeschakeld bij een verval kleiner dan 1,2 m.

C. Tijdschema voor de bouw van de stuw, voor zover in maart '59 bekend.



- |-----| begin en einde bekend
- > einde bekend, begin niet
- |----- begin bekend, einde ongeveer bekend
- > begin bekend, einde niet

De schuiven kunnen begin 1961 worden geheven. De bouw van het bedieningshuis zou 1 juni 1959 beginnen, maar dit is nog niet gebeurd.

D. Faciliteiten voor de metingen.

Voor zover niet in strijd met de criteria voor het stuwprogramma en ook de vaardiepte voldoende blijft, kan met de schuiven, de turbine en de cylinderschuif worden gemanipuleerd. De schuif mag bijv. ook voor korte tijd geheel worden neergelaten resp. gehesen als dit nodig is voor een contrôle van de nulstand van de rekstrookjes.

Het meethuisje kan ook in principe worden neergezet, waar dit voor de meting het beste uitkomt. Alleen de bovenstroomse kant van de pijler is al tamelijk vol.

Het ligt in de bedoeling zo snel mogelijk een flinke werkboot aan te schaffen, terwijl er ook een drijvende bok zal komen met een hefvermogen van 25 ton.

Van de situatie bij de stuw heeft W.L.D. al tekeningen ontvangen van de R.W.S., Directie Sluizen en Stuwen.
