

01 M



waterloopkundig laboratorium delft hydraulics laboratory

Hevels in de Grevelingendam

vormgeving instroomkonstruktie



nota V vooronderzoek

M 1331 nota V
juli 1976

1331
nota 5

	Blz.
1. Opdracht	1
2. Model	1
3. Stroombeeldonderzoek	2
4. Resultaten stroombeeldonderzoek	3
5. Aanvullend onderzoek	4
5.1 Luchtaanzuigen	4
5.1.1 Inleiding	4
5.1.2 Meetprogramma	5
5.1.3 Resultaten van onderzoek naar luchtaanzuigen	7
5.2 Golfklappen	9
6. Conclusies en aanbevelingen	10

Figuren

1. Vormgeving instroomconstructie variant I en II
2. Vormgeving instroomconstructie variant III
3. Luchtaanzuigen bij instroomconstructie variant Ia
4. Luchtaanzuigen bij instroomconstructie variant IIIe
5. Gekozen vormgeving instroomconstructie

1. Opdracht

In opdracht van de Waterloopkundige Afdeling van de Deltadienst van de Rijkswaterstaat werd door het Waterloopkundig Laboratorium in juni 1975 enig principe-onderzoek gedaan naar de vormgeving van de instroomconstructie van de hevels in de Grevelingendam.

De resultaten van dit onderzoek (zie hoofdstuk 4 en figuur 1) werden gepresenteerd op de vergadering van 15 september 1975. In model werd luchtaanzuigen geconstateerd, afgesproken werd dit verschijnsel later te onderzoeken.

Toen in oktober/november 1975 het eigenlijke hevelonderzoek startte (M 1347 en M 1348; de nota's I t/m V van M 1331 beschrijven immers slechts het vooronderzoek) bleek ook bij de hevelmodellen luchtaanzuigen op te treden. Op de vergadering van 17 november 1975 werd afgesproken in het bestaande model waarin eveneens bovengenoemd principe-onderzoek was uitgevoerd enig aanvullend onderzoek te doen teneinde maatregelen te beoordelen om het luchtaanzuigen te onderdrukken c.q. te voorkomen.

In december 1975 werd het aanvullend onderzoek uitgevoerd. Omdat een aantal constructieve aspecten een rol spelen bij de vormgeving werden enkele proeven gedaan in het bijzijn van vertegenwoordigers van de Directie Sluizen en Stuwen van de Rijkswaterstaat. De resultaten van dit laatste deel van het vooronderzoek werden gepresenteerd op de vergadering van 20 januari 1976.

Voorliggende nota beschrijft genoemd principe-onderzoek en aanvullend onderzoek. Bovendien werd een beschouwing toegevoegd omtrent de mogelijke golfbelasting. Het gedeelte van de nota betreffende het aanvullend onderzoek werd geschreven door Ir. E.M. Okhuysen Mulder, de rest van de nota werd geschreven door Ir.P.van Groen.

2. Model

In een bestaand model werden achtereenvolgens 3 varianten van de instroomconstructie van de hevel ingebouwd.

Variant I bestond uit één groep van 3 hevels met vierkante kokers van $3,20 \times 3,20 \text{ m}^2$ en tussenwanddikten van 0,4 m (prototype-waarden). In verband met de beschikbare ruimte werd als lengteschaal 1 : 20 gekozen. Het model werd zodanig uitgevoerd, dat

de tussenwanden in langsrichting verplaatsbaar waren, het plafond met de gekromde overgangs (R_v) naar de frontmuur demontabel was en de zijdelingse afronding (R_h) op eenvoudige wijze kon worden gevarieerd.

Variant II bestond uit één hevel met als doorsnede $3,20 \times 3,20 \text{ m}^2$. (Hierbij werd gedacht aan een hevelcomplex waarbij de hevels op regelmatige afstanden van elkaar zijn gesitueerd). Tijdens het onderzoek met deze variant werden twee lengteschalen gebruikt (zie volgende hoofdstuk). Het model werd zodanig uitgevoerd, dat het plafond met de gekromde overgang (R_v) naar de frontmuur demontabel was en de zijdelingse afronding (R_h) gemakkelijk was te variëren.

Variant III bestond uit één groep van 3 hevels met vierkante kokers van $3,20 \times 3,20 \text{ m}$ en tussenwanddikten van $0,4 \text{ m}$. Evenals variant I (variant III is in feite een modifikatie van variant I) werd als lengteschaal $1 : 20$ genomen. Belangrijkste kenmerk van deze variant is dat de frontmuur een helling van 45° maakt met het horizontale vlak. Als zijdelingse afrondingsstraal R_h werd $2,5 \text{ m}$ genomen.

Het stroombeeldonderzoek (hoofdstuk 3 en 4) werd uitgevoerd met de varianten I en II. Het aanvullend onderzoek (paragraaf 5.1) met de varianten I en III.

Voor wijzigingen die tijdens het aanvullend onderzoek aan de varianten I en III werden aangebracht zie de desbetreffende paragraaf.

3. Stroombeeldonderzoek

Voor varianten I en II (zie figuur 1) verliep het onderzoek als volgt:

- zonder plafond plus overgangsstuk werd de instroming bekeken.
- de zijdelingse afrondingsstraal R_h werd gevarieerd. Gezocht werd naar een zo klein mogelijke straal bij goede instroming. Met drijvers (oppervlakte- en stokdrijvers) en kleurstofinjecties werd het stroombeeld beoordeeld, waarbij vooral op het mogelijk loslaten van de stroom werd gelet.
- bij variant I werd bovendien nog gezocht naar de minimale afstand (a) tussen de voorkant van de tussenwand en het vlak van de tussenfrontmuur (tussen de hevelgroepen). De hydraulische situatie werd beoordeeld zoals hiervoor genoemd, bovendien werd als criterium een gelijkmatige snelheidsverdeling (gelijk debiet per hevel) gehanteerd. Gekeken werd dan naar verschillen in afgelegde weg tussen gelijk gestarte drijvers.

- boven omschreven tweedimensionale proeven werden met variant II op schaal 1 : 6 uitgevoerd (variant I op schaal 1 : 20). Na het vinden van de minimale toelaatbare waarden voor R_h en a werd het plafond met het overgangsstuk gemonteerd. De waterstand werd verhoogd en met kleurstoffen werd gecontroleerd of de geschatte waarde voor R_v (= halve hevelkokerhoogte, zie figuur 1) voldeed (driedimensionale proeven).
- tenslotte werd bij enkele debieten en een bovenwaterstand op N.A.P. - 0,20 gekeken of luchtaanzuiging optrad.
- de driedimensionale proeven werden zowel met variant I als II op schaal 1 : 20 uitgevoerd.

4. Resultaten stroombeeldonderzoek

- De volgende minimale maten werden gevonden:

	R_h (m)	a (m)
variant I	2,50	1,20
variant II	0,80	—

- De geschatte waarde voor R_v , zijnde de halve kokerhoogte ($R_v = 1,60$ m) bleek zowel bij variant I als II te voldoen.
- Bovenstaande resultaten zijn verwerkt in figuur 1.
- Bij grote debieten boven $300 \text{ m}^3/\text{s}$ en een Grevelingenstand op N.A.P. - 0,20 m werd in model luchtaanzuigen waargenomen. Het aanzuigen vond bij beide varianten plaats op de overgangen tussen zijdelingse afrondingen en kokerwand. In het aanvullend onderzoek (zie volgende hoofdstuk) zal het probleem van luchtaanzuigen nader worden onderzocht.

5. Aanvullend onderzoek

5.1 Luchtaanzuigen

5.1.1 Inleiding

Het verschijnsel van luchtaanzuigen werd, zoals uit het voorgaande blijkt, waargenomen tijdens het vooronderzoek (juni 1975). Ook bij het eigenlijke hevelonderzoek (M 1347 en M 1348) dat startte in respectievelijk oktober en november 1975, traden deze verschijnselen op. Uit ervaring met andere inlaatwerken en uit speelproeven in het hevelmodel M 1347 bleek dat het verschijnsel onderdrukt kon worden door aanpassingen van de vormgeving van de inlaatconstructie.

Bij dit alles werd overwogen dat van een absolute noodzaak tot het vermijden van luchtaanzuigen geen sprake is. Bij de beoordeling van de mate waarin luchtaanzuigen mag optreden kunnen twee criteria worden gesteld:

- het luchtdebiet dat wordt aangezogen dient in ieder geval kleiner te zijn dan het z.g. zelftransporterend vermogen van de aangeslagen hevel, zodat de aangezogen lucht zeker direkt door de hevel kan worden afgevoerd (anders vormt zich een luchtkamer in de hevelknie waardoor de afvoercapaciteit terugloopt).
- het luchtaanzuigen mag niet zo groot worden dat eerder kavitatie zal gaan optreden. Als het luchtdebiet n.l. een zeker percentage zal bereiken van het waterdebiet zal het expanderen van luchtbellens in de hevelknie als gevolg van onderdruk merkbare snelheidsverhogingen (kontinuïteit) veroorzaken waardoor de druk verder daalt (voor een verdere beschouwing hierover zie het eindrapport M 1347/M 1348).

Besloten werd dat volstaan kon worden met het zoeken naar eenvoudige (goedkope) maatregelen om het aanzuigen zo goed mogelijk te onderdrukken. Hierdoor kon in model een eenvoudige aanpak worden toegepast: visuele beoordeling van het luchtaanzuigen. Deze aanpak heeft bovendien het voordeel dat problemen die ontstaan door optredende schaafeffekten in het luchtaanzuigen, worden vermeden. De indruk bestaat n.l. dat de grens tussen het wel en niet optreden van luchtaanzuigen beter in model wordt gereproduceerd dan het luchtaanzuigen in kwantitative zin. Voor het vermijden van de oorzaak van het luchtaanzuigen, n.l. een roterende watermassa (die uiteindelijk een wervel geeft met lage druk in de as) kan goed in een model worden bekeken.

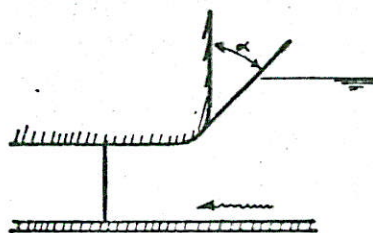
Omdat veranderingen van de vormgeving van de inlaatconstructie constructieve consequenties kunnen hebben o.a. met betrekking tot de schotbalkvoorziening voor het afsluiten (bijv. voor onderhoud) van de hevelgroep, werden een aantal proeven bijgewoond door vertegenwoordigers van de Direktie Sluizen en Stuwen van de Rijkswaterstaat. Van hen is het ontwerp van variant III, zie figuur 2.

5.1.2 Meetprogramma

Uitgaande van variant I, het resultaat uit het stroombeeldonderzoek (zie figuur 1), werd de lengte van de tussenwanden (of de afstand a , zie figuur 1) gevarieerd omdat dit een belangrijke parameter bij het luchtaanzuigen is. Er werd een proevenserie uitgevoerd waarbij het luchtaanzuigen visueel werd beoordeeld bij variërende tussenwandlengte en constant maximum debiet, terwijl de bovenwaterstand constant en op N.A.P. - 0,20 m gehouden werd.

Variant	tussenwandlengte (a , zie figuur 1)	debiet per hevelgroep (m^3/s)
Ia	1,20	179
Ib	7,80	179
Ic	3,80	179
Id	- 1,30	179

Vervolgens werden enkele proeven gedaan met een verstelbaar (variërende hoek α) plafondgedeelte:



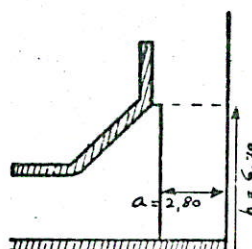
Hiermee werd getracht een dekneer van de instroomopening te voorkomen omdat werd geconstateerd dat de dekneer één van de oorzaken van het instromen van lucht is.

Een systematische proevenserie werd hiermee echter niet uitgevoerd omdat de Direktie Sluizen en Stuwen in deze onderzoekfase een inlaatontwerp presenteerde variant III, waarin reeds een hellend inlaatplafondgedeelte was opgenomen. Besloten werd toen variant III op luchtaanzuigen te onderzoeken.

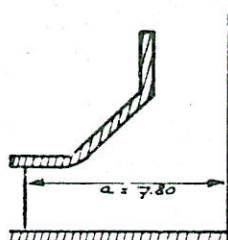
N.B. Variant III werd niet meer expliciet op stroombeeld onderzocht omdat de vormgeving qua afrondingsstralen gelijk aan variant I en qua tussenwandlengte (a) gunstiger dan variant I is, vergelijk figuur 1 met 2.

Analoog aan de meetserie bij variant I werd nu variant III onderzocht:

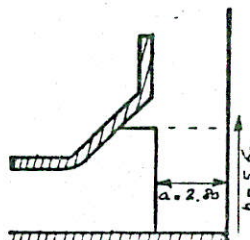
Variant	vorm tussenwand zie schetsen	debiet per hevelgroep m^3/s
IIIa	$a = 2,80$ $h = 6,70$	179
IIIb	$a = 7,80$ -	179
IIIc	$a = 2,80$ $h = 5,60$	179
IIId	$a = 2,80$ $h = 3,95$	179



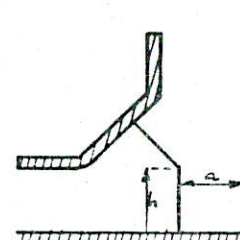
IIIa



IIIb



IIIc



IIId

Vervolgens is uitgaande van variant IIId de hoogte h systematisch gevarieerd (bij constante bovenwaterstand op N.A.P. - 0,20 m):

Variant	hoogte tussenwand h	debiet m^3/s
-	3,90	179
-	4,95	179
IIId	3,95	179
-	3,70	179
IIIe	3,50	179

Tenslotte zijn de meest waarschijnlijke oplossingen van de varianten I en III n.l. variant Ia en variant IIIe nader met elkaar vergeleken.

Daartoe werden de bovenwaterstanden, de debieten en de afschakelsituatie gevarieerd, zie figuur 3 en 4.

5.1.3 Resultaten van onderzoek naar luchtaanzuigen

Het meenemen van lucht bij maximum debiet en een bovenwaterstand op N.A.P.
- 0,20 werd visueel waargenomen:

Variant	waarneming luchtaanzuigen
Ia	weinig
Ib	geen
Ic	vrijwel niet
Id	veel
IIIa	tamelijk veel
IIIb	geen
IIIc	tamelijk veel
IIId	matig
IIIe	redelijk

Hieruit is af te leiden dat (bij stroming van alle hevels) het verschil tussen variant I en III niet erg groot is ten aanzien van luchtmeenemen. Bovendien blijkt het luchtmeenemen toe te nemen bij grotere tussenwandlengte (= kleinere a-waarde, zie figuur 1).

Op constructieve gronden (tussen steunpunten voor schotbalken) zijn de varianten met kortere tussenwandlengte (variant Ib, Ic en IIIb) minder aantrekkelijk.

Min of meer daarmee in overeenstemming is dat uitgaande van variant IIId een kleine h-waarde (zie schets vorige paragraaf) een geringe luchtmeename betekent. Een kleine h-waarde is echter eveneens i.v.m. de ondersteuningsfunctie van de tussenwanden voor de schotbalken minder aantrekkelijk. Het afronden van het bovenrandgedeelte van de tussenwand dat onder 45° loopt vermindert eveneens het aanzuigen van lucht.

Van de overblijvende varianten zijn variant Ia en IIIe t.a.v. luchtaanzuigen dan nog de meest aantrekkelijke.

De resultaten van het verdere onderzoek aan de varianten Ia en IIIe zijn samengevat in respectievelijk de figuren 3 en 4. Vergelijking van de varianten o.a. met behulp van de figuren 3 en 4 leidt tot het volgende schema.

	Variant Ia	Variant IIIe	IIIe t.o.v. I
dekneer	ja	nee	+
alle hevels aan- geslagen	weinig luchtmeename	redelijk weinig lucht wordt mee- genomen	ca. 0
variatie boven- waterstand	minder gevoelig	gevoeliger	-
variatie debiet	alleen bij de grootste debieten treedt lucht- meename op	idem	0
1/3 afgeschakeld	symm: iets minder luchtmeename asymm: sterke lucht- aan- zuiging in de middenhevel	symm: meer luchtmeename asymm: iets meer lucht- meename	-
2/3 afgeschakeld	symm: sterke lucht- aan- zuiging in middenhevel asymm: sterke lucht- aan- zuiging in de zijhevel	symm: veel minder luchtmeename asymm: wat minder luchtmeename	+ +

N.B. Bij het gedeeltelijk afgeslagen hevelcomplex wordt in bovenstaand schema de luchtmeename vergeleken met de situatie waarbij alle hevels zijn aangeslagen. Omdat de debieten per hevel constant blijven moet bijvoorbeeld de 1/3 afgeschaalde situatie met een debiet van $113 \text{ m}^3/\text{s}$ (per hevelgroep) vergeleken worden met de situatie waarbij alle hevels stromen met een debiet van $179 \text{ m}^3/\text{s}$.

5.2 Golfklappen

Als gevolg van onder meer de relatief kleine golven die op de Grevelingen of het Zijpe te verwachten zijn werd besloten geen fysisch onderzoek te doen naar optredende golfbelastingen doch te volstaan met een schatting van de golfbelasting op grond van de ervaringen met andere constructies. Hierbij werd uitgegaan van de randvoorwaarden zoals deze zijn gegeven in de Nota W-75.076: "De randvoorwaarden en voorlopige dimensies van het doorlaatmiddel (hevel) in de Grevelingendam" van de Waterloopkundige Afdeling van de Deltadienst van de Rijkswaterstaat:

Golven Zijpe:	$H_s = 0,5 \text{ m}$	10 uur/jaar
	$H_s = 1,0 \text{ m}$	1 uur/jaar
Golven Grevelingen:	$H_s = 1,0 \text{ m}$	10 uur/jaar
	$H_s = 1,7 \text{ m}$	1 uur/jaar
LW Zijpe	NAP - 2,64 m	1 keer/jaar
	NAP - 2,88 m	0,1 keer/jaar
	NAP - 3,00 m	0,01 keer/jaar
LW Grevelingen	NAP - 0,5 m	

Tegenover het ongunstige effect van de lage waterstanden aan de Zijpe-zijde staat de lagere golfhoogte, zodat de golfbelasting aan Zijpe- en Grevelingen-zijde niet ver uiteen zal lopen.

Vergelijking van de vormgeving van variant Ia met IIIe leidt tot de conclusie dat variant IIIe als iets ongunstiger moet worden gekwalificeerd t.a.v. golfbelasting voornamelijk i.v.m. het plafondgedeelte onder 45° .

De maximum golfbelasting wordt op grond van ervaring geschat op ca. 10 tf/m^2 .

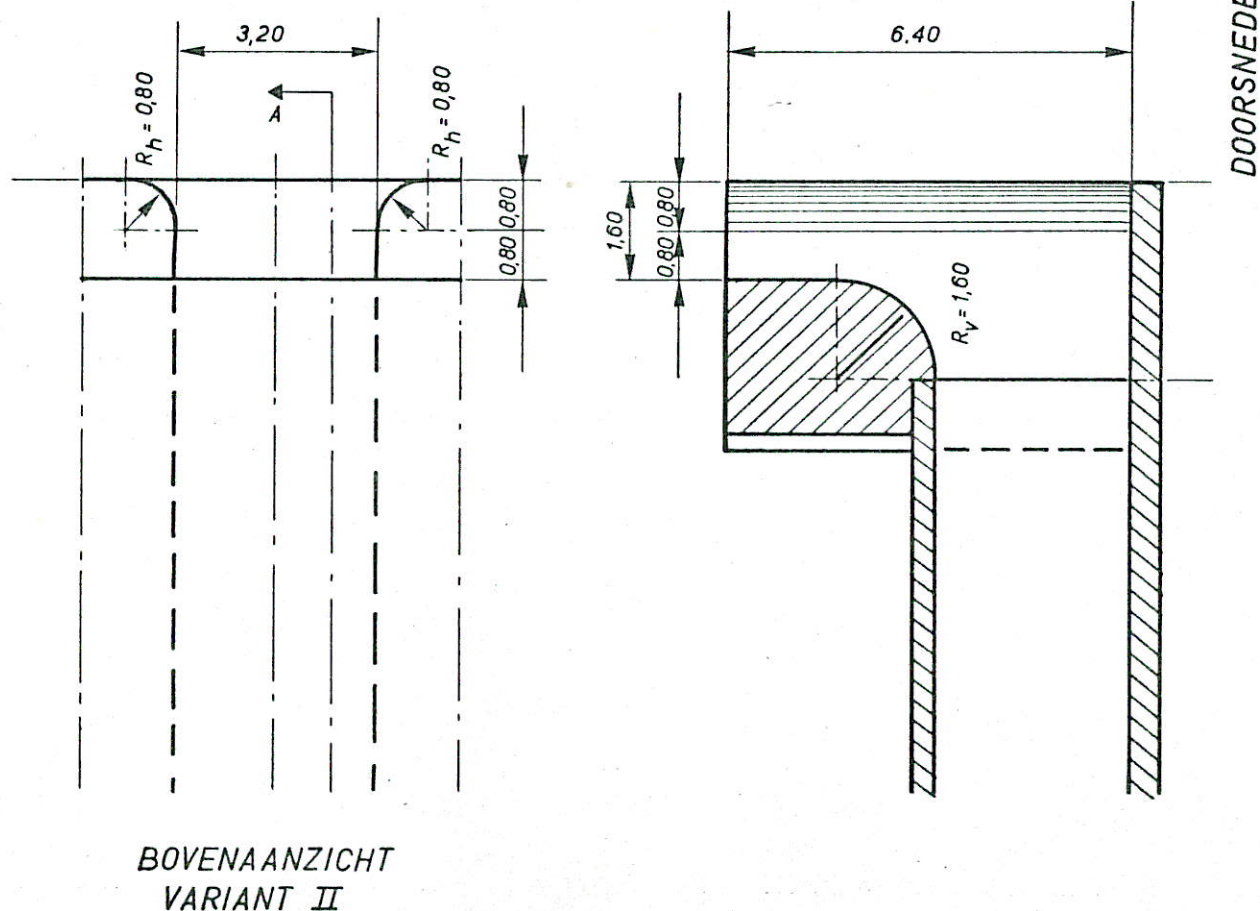
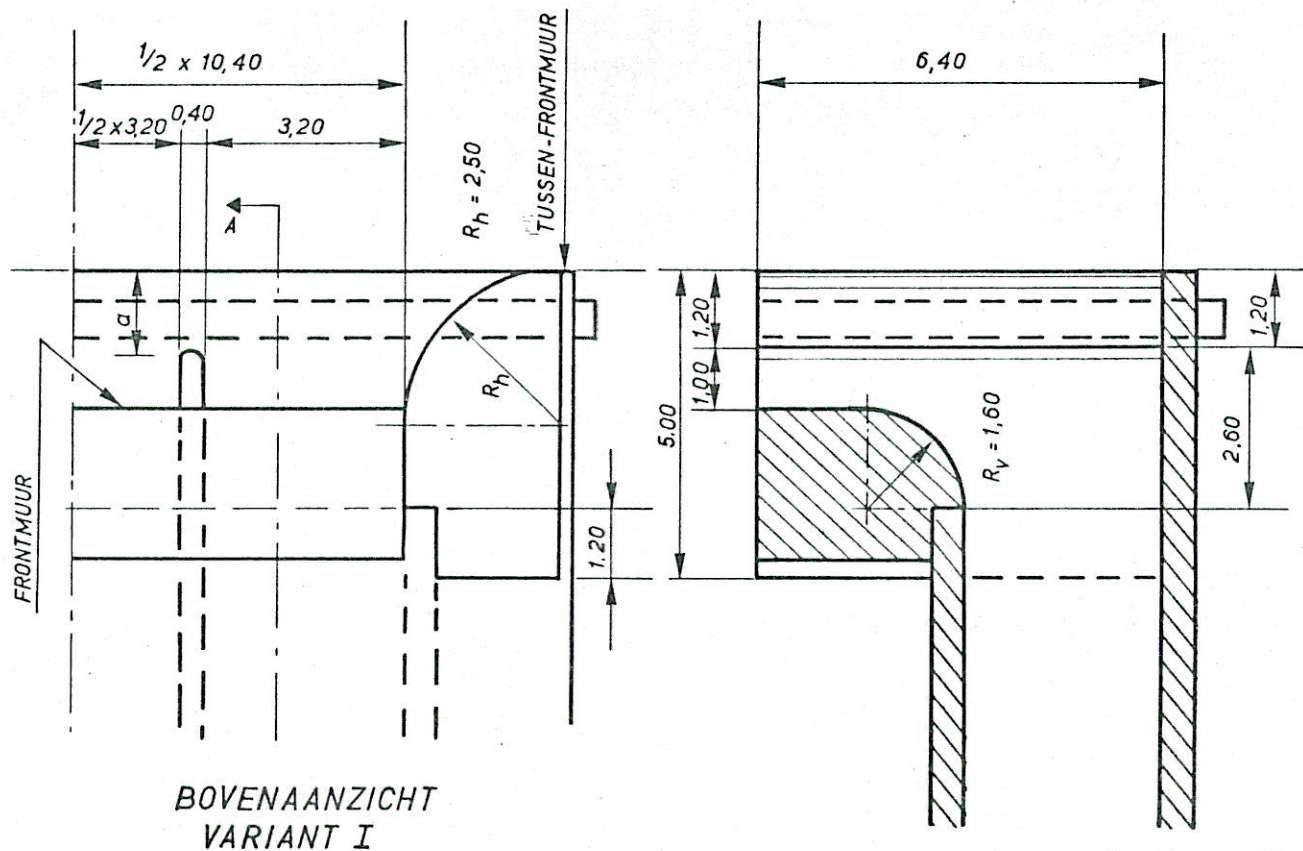
Hierbij werd gekeken naar de verhouding tussen significante golfhoogte en gemeten golfklappen in o.a. het Haringvliet (schuiven prototypemeting) en

Manfredonia, Italië (keermuur, modelmeting). Verwacht mag worden dat de uitbreiding van de klap ten hoogste enkele meters zal bedragen.

De mening van de Direktie Sluizen en Stuwen dat genoemde golfbelasting constructie gezien geen probleem zal opleveren is een tweede reden waarom met een globale schatting van de golfbelasting kan worden volstaan.

6. Conclusies en aanbevelingen

- Bij lage bovenwaterstanden en grote debieten (in zekere zin strijdige voorwaarden) kan tamelijk veel lucht door de hevels via de inlaatconstructie aanzogen worden.
- Het verschil in luchtaanzuigen bij de verschillen in vormgeving van het inlaatswerk volgens variant Ia en IIIe is gering. I.v.m. het luchtaanzuigen bij verschillende afslag-situaties bestaat enige voorkeur voor variant IIIe (met afgeronde bovenrand van het laatste 45°-gedeelte van de tussenwand).
- Indien per hevelgroep 2 hevels in gebruik zijn verdient een asymmetrische situatie de voorkeur (dus 1 zijhevel afslaan); bij gebruik van 1 hevel per hevelgroep alleen de middelste hevel aanslaan (dit geldt voor variant IIIe).
- Variant Ia is i.v.m. de te verwachten golfbelasting wat gunstiger dan variant III. Omdat in verband met te verwachten golfhoogte en lage waterstanden de golfbelasting aan de Zijpe kant even groot is als aan de Grevelingen-zijde en omdat i.v.m. het gebruik van de hevel (zelden stromen van Zijpe naar het Grevelingen waarbij de bovenwaterstand dan ook nog vrij hoog moet zijn t.o.v. het inlaatplafond) luchtaanzuigen aan de Zijpe-zijde minder relevant is als ontwerpkriterium, zou een vormgeving volgens variant Ia aan de Zijpe-zijde enige voorkeur verdienen.
- Omdat een verschillende vormgeving (variant IIIe aan de Grevelingen-zijde en variant Ia aan de Zijpe-zijde) toch minder aantrekkelijk wordt geacht en de golfbelasting constructief geen probleem door de grote grondmassa boven het plafond oplevert, is aan beide zijden van de hevels een vormgeving volgens variant IIIe gekozen, zie figuur 5.
(Bij het droogzetten van de hevel zal op het einde van de tussenwand een vertikaal naald gezet worden als tijdelijke tussenondersteuning van de schotbalken tussen N.A.P. - 3,50 m en de waterstand op het Grevelingen. De 45° beëindiging van de tussenwand geldt alleen aan de Grevelingenzijde. Aan de Zijpe-zijde worden de tussenwanden vertikaal beëindigd, aan deze kant dus geen hulpnaald bij het droogzetten).
- De uit het stroombeeldonderzoek gewenste afrondingsstralen zijn in de gekozen vormgeving van de instroomconstructie (figuur 5) verwerkt.



ALLE MATEN IN m PROTOTYPE

VORMGEVING INSTROOMCONSTRUCTIE VARIANT I EN II

NOTA V

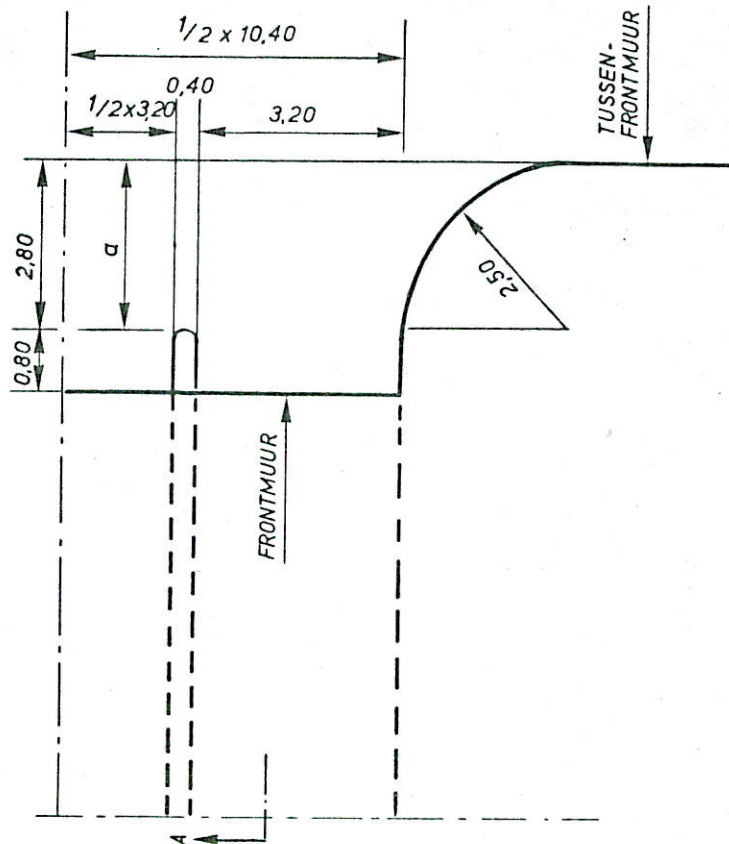
JM

A4

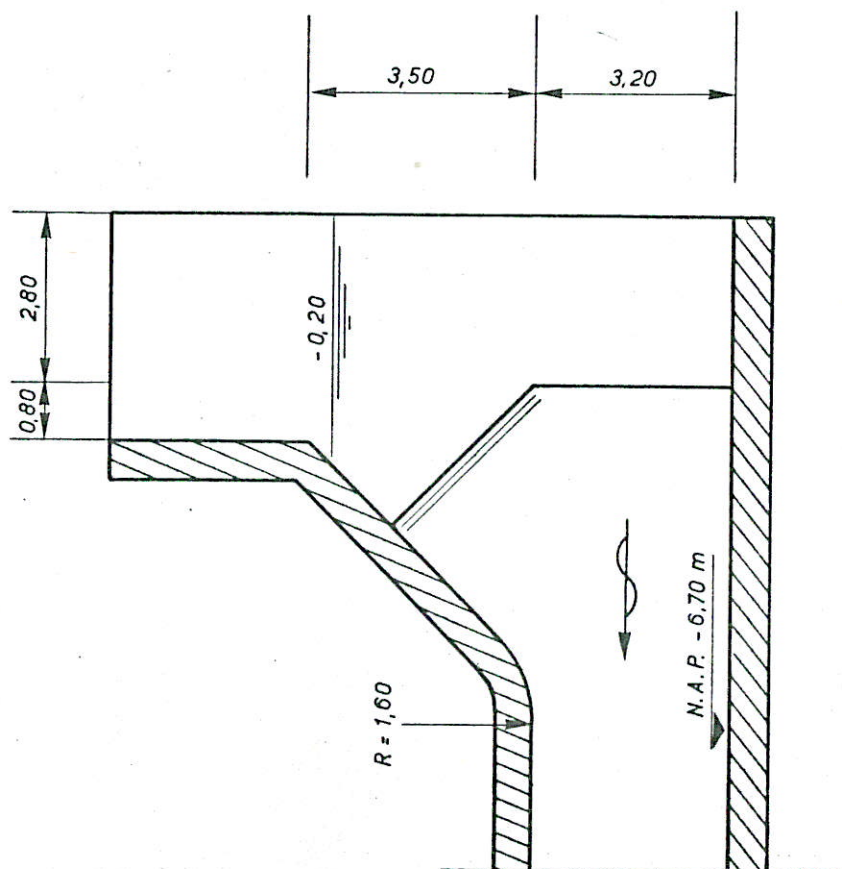
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1331 - 10 68

FIG.1



BOVENA ANZICHT



DOORSNEDE A

MATEN IN m PROTOTYPE

VORMGEVING INSTROOMCONSTRUKTIE VARIANT III
GREVELINGENZIJD

JM

NOTA V

A4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1331 - 1069

FIG. 2

LUCHTAANZUIGING																
DEBIET DOOR DE HEVELKOP- KER(S) (m ³ /s)	W.S. GREV. T.O.V. N.A.P. (m)	DRIE KOKERS OPEN			MIDDENKOKER GESLOTEN			ÉÉN ZIJKOKER GESLOTEN			TWEAANLIG- GENDE KOKERS GESLOTEN			TWEAANZIJKOKERS GESLOTEN		
		Z	M	Z	Z	M	Z	Z	M	Z	Z	M	Z	Z	M	Z
179	+ 0.40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	+ 0.10	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.20	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.50	□	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.80	▲	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
143	+ 0.40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	+ 0.10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.20	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.50	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.80	□	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
118	+ 0.40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	+ 0.10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.80	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
59	+ 0.40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	+ 0.10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.80	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Z = ZIJKOKER
M = MIDDENKOKER

+ GEEN LUCHTAANZUIGING
O WEINIG LUCHTAANZUIGING
□ REDELIJKE LUCHTAANZUIGING
▲ VEEL LUCHTAANZUIGING
— GEEN WAARNEMING

* CONSTATE LUCHTSLURF

1)* LUCHTSLURF BLIJFT TOT ONGEVEER 20 m³/s
2)* LUCHTSLURF BLIJFT AANWEZIG BIJ 20 m³/s

VISUELE WAARNEMINGEN VAN LUCHTAANZUIGING BIJ
EEN HEVELGROEP
INSTROOMCONSTRUCTIE: VARIANT Ia

maten proto

A4

LUCHTAANZUIGING		DRIE KOKERS OPEN			MIDDENKOKER GESLOTEN			ÉÉN ZIJKOKER GESLOTEN			TWEÊ AANLIG- GENDE KOKERS GESLOTEN			TWEÊ ZIJKOKERS GESLOTEN		
DEBIET DOOR DE HEVELKO- KER(S) (m ³ /s)	W.S. GREV. T.O.V. N.A.P. (m)	Z	M	Z	Z	M	Z	Z	M	Z	Z	M	Z	Z	M	Z
		0	+	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
179	+ 0.40	0	+	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	+ 0.10	0	+	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	- 0.20	0	+	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	- 0.50	0	+	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	- 0.80	0	+	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
143	+ 0.40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	+ 0.10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.80	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
118	+ 0.40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	+ 0.10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.80	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
59	+ 0.40	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	+ 0.10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	- 0.80	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Z = ZIJKOKER
M = MIDDENKOKER

- + GEEN LUCHTAANZUIGING
- 0 WEINIG LUCHTAANZUIGING
- REDELIJKE LUCHTAANZUIGING
- ▲ VEEL LUCHTAANZUIGING
- GEEN WAARNEMING

VISUELE WAARNEMINGEN VAN LUCHTAANZUIGING BIJ
EEN HEVELGROEP
INSTROOMCONSTRUCTIE: VARIANT III_e

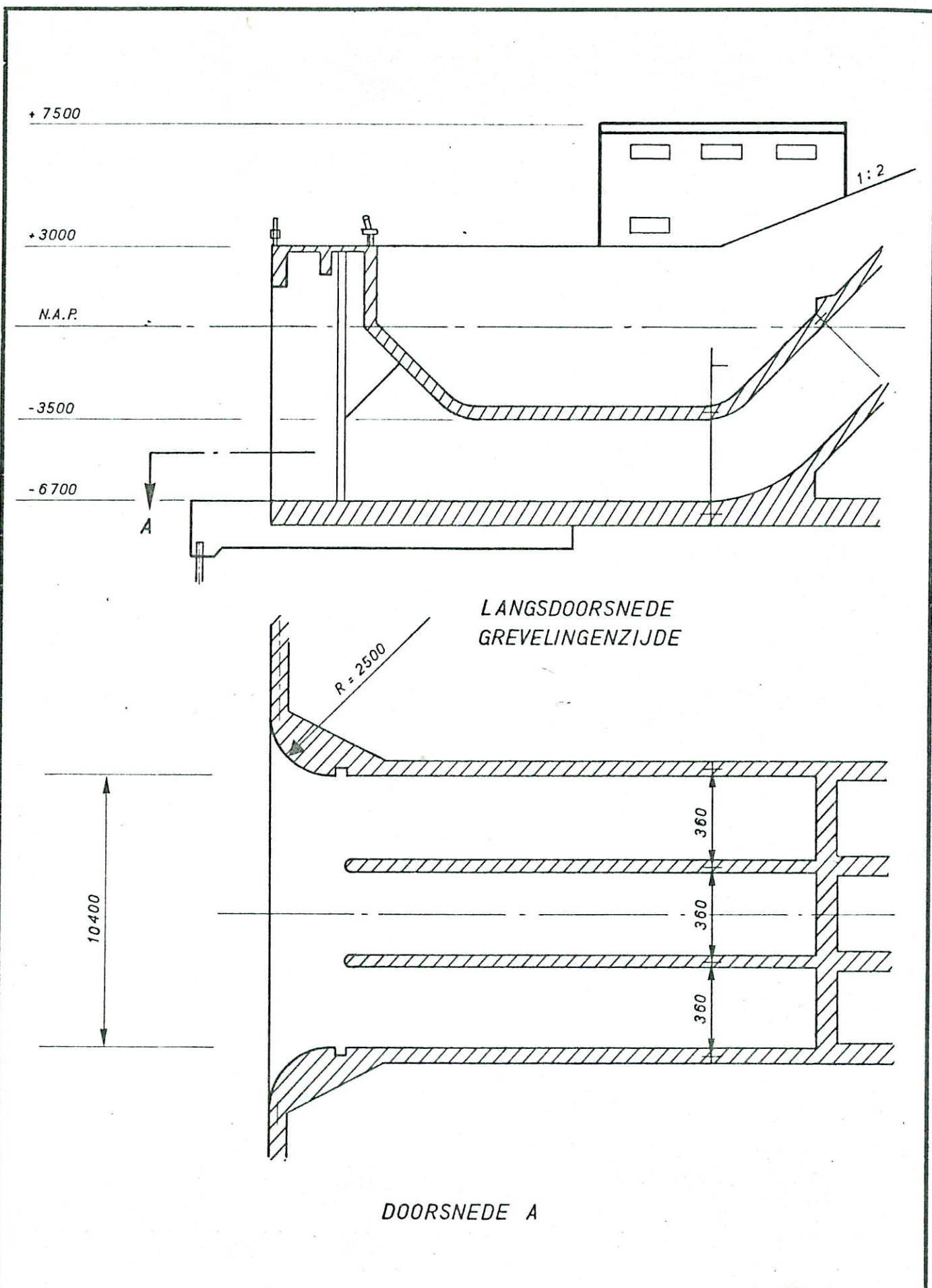
maten proto

A4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1331 - 1070

FIG. 4



GEKOZEN VORMGEVING INSTROOMKONSTRUKTIE
(OVERGENOMEN VAN TEK. GB 322 VAN DIREKTIE
SLUIZEN EN STUWEN RIJKSWATERSTAAT)

JM

A4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1331 - 1072

FIG. 5

