

GELEIDELIJKE SLUITING

VIII

STABILITEIT VAN EEN DAM OPGEBOUWD UIT STORTSTEEN

HARINGVLIET

RAPPORT MODELONDERZOEK

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM
DELFT

M 731

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

GELEIDELIJKE SLUITING

V III

Stabiliteit van een dam opgebouwd uit stortsteen

Haringvliet

Rapport Modelonderzoek

M 731

oktober 1968

INHOUD

	blz.
1. INLEIDING EN OPDRACHT	1
2. PROEFOPSTELLING	1
3. PROEVEN	2
3.1. Stabiliteit van een dam met een dubbele kruin opgebouwd uit stortsteen 10 - 300 kg.	2
3.2. Stabiliteit van een dam met verschillende kruinafstanden opgebouwd uit stortsteen 300 - 1000 kg.	3
3.3. Stabiliteit van een dam met dubbele kruin bij zowel stroming naar als van zee en golfaanval uit zee.	4
3.4. Stabiliteit van een dam met dubbele kruin en 5 m brede bermen op N.A.P. - 4 m.	5
3.5. Stabiliteit van een dam met een dubbele kruin bestaande uit betonblokken.	5
3.6. Snelheidsverdeling achter dammen met verschillende opbouw	6
4. KONKLUSIES	7

GELEIDELIJKE SLUITING

Stabiliteit van een dam opgebouwd uit stortsteen. Haringvliet

1. INLEIDING EN OPDRACHT

Door de Waterloopkundige Afdeling van de Deltadienst werd bij een bespreking op 13 maart 1967 opdracht gegeven een onderzoek in te stellen naar de stabiliteit van een dam opgebouwd uit stortsteen. De resultaten van dit onderzoek waren van belang voor het vaststellen van de eisen waaraan het voor de afsluiting van het Haringvliet te gebruiken materiaal zou moeten voldoen. De resultaten waren verder van belang voor het verkrijgen van een inzicht in de voor de sluiting benodigde hoeveelheid materiaal.

Bij het onderzoek moest er van worden uitgegaan dat de stortsteen zal worden gestort met behulp van één of twee kabelbanen. De proeven die in dit rapport worden beschreven verschillen van die beschreven in rapport M 731 VII voornamelijk doordat ze betrekking hadden op stortsteen 10 - 300 kg respectievelijk 300 - 1000 kg en niet op betonblokken (gewicht: 2500 kg). De reden waarom voor de geleidelijke sluiting van het Haringvliet de t.o.v. de betonblokken lichtere stortsteen werd onderzocht, was dat de daar optredende vervallen kleiner zijn dan die in het Brouwershavense Gat bij vrijwel gelijke omstandigheden.

Bij de proeven zijn de volgende grootheden gevarieerd; de hoogte en de vorm van de dam, de vervallen over de dam, de golfhoogte, de stroomrichting en de samenstelling van het materiaal waaruit de dam is opgebouwd. De teen van het talud lag steeds op N.A.P. - 10 m, behoudens één uitzondering (zie par. 3.4.).

De proeven zijn verricht door J.B.M. Wiggers die ook dit verslag samenstelde.

2. PROEFOPSTELLING

De proeven zijn gedaan in een goot met een breedte van 1 m en een horizontale bodem. De schalen waren 1 : 17 en 1 : 25 voor een dam opgebouwd uit stortsteen 10 - 300 kg respectievelijk 300 - 1000 kg en 1 : 10 en 1 : 20 voor enkele aanvullende proeven met betonblokken. De debieten werden gemeten met een bochtstuk-debietmeter en de snelheden

met een micromolen. De waterstanden voor en achter de dam werden bepaald met behulp van de statische drukopeningen van Pitotbuizen. Verder was de inrichting van de goot zo dat in beide richtingen een verval over de dam kon worden ingesteld. Een golfmachine zorgde voor de opwekking van golven vanuit één richting.

De hoogte waarvan de stortsteen en de betonblokken werden gestort was ongeveer N.A.P. + 6 m. Het storten vond steeds plaats in stilstaand water. De waterstand was daarbij N.A.P.

3. PROEVEN

3.1. Stabiliteit van een dam met een dubbele kruin opgebouwd uit stortsteen

10 - 300 kg

Bij het uitvoeren van de proeven is uitgegaan van een damopbouw met behulp van een kabelbaan. Deze maakt het mogelijk een dam te vormen met een enkele kruin en met kruinen die 3 m òf 6 m uit elkaar liggen.

Twee soorten stortsteen werden onderzocht: het drooggewicht van de ene soort was 10 - 300 kg (gemiddeld gewicht: 150 kg) en van de andere 300 - 1000 kg (gemiddeld gewicht: 500 kg).

Bij de in deze paragraaf omschreven proeven werd de stabiliteit bepaald van een dam opgebouwd uit stortsteen 10 - 300 kg met een kruinafstand van 6 m. De damhoogte was N.A.P. + 3 m en N.A.P. + 4 m. De binnenwaterstand was steeds N.A.P. De buitenwaterstand was N.A.P. + 1 m en N.A.P. + 1,5 m. De golfhoogte (H_{\max}) bedroeg 2 m bij een periode van 7 sec. De golfhoogte werd bepaald in stromend water.

In verband met het beschikbare materiaal is het onderzoek uitgevoerd op schaal 1 : 17. In fig. 1 is op waarschijnlijkheidspapier de verdeling van de steengewichten naar aantal uitgezet.

In de figuren 2 t/m 5 is de schade aangegeven die ontstond bij de in de figuren aangegeven vervallen en golfhoogten. De gemiddelde helling van het talud na het storten was 1 : 1,17 (in het geval van een betonblokken dam bedroeg deze gemiddeld 1 : 0,90).

Uit deze serie proeven bleek duidelijk dat het niet mogelijk was met behulp van stortsteen 10 - 300 kg een dam op te bouwen die onder de gegeven omstandigheden voldoende stabiliteit bezat.

3.2. Stabiliteit van een dam met verschillende kruinafstanden opgebouwd uit stortsteen 300 - 1000 kg

3.2.1. Stabiliteit in het geval van stroming van zee en golfaanval van zee

Het verdere onderzoek is voornamelijk gericht geweest op het bepalen van de stabiliteit van dammen opgebouwd uit stortsteen 300 - 1000 kg waarbij verwacht mocht worden dat deze dammen onder gelijke omstandigheden minder schade zouden oplopen.

De proeven zijn gedaan op schaal 1 : 25. In fig. 6 is op waarschijnlijkheidspapier de verdeling van de steengewichten van het voor de proeven gebruikte materiaal weergegeven.

Bij de proeven is gevarieerd: de kruinafstand (0, 3 en 6 m), de damhoogte, de buitenwaterstand en de golfhoogte. De periode was steeds 7 sec. De binnenwaterstand was bij alle proeven N.A.P. De buitenwaterstand was N.A.P. + 1 m en N.A.P. + 1,5 m. De figuren 7 t/m 17 geven een beeld van de schade die optrad onder de in de figuren omschreven omstandigheden. Het bleek dat de schade aan de dammen in die gevallen waarbij de kruinafstand 0 en 3 m bedroeg, aanzienlijk was. Een dam waarbij de kruinen op een afstand van 6 m uit elkaar lagen gaf een enigszins beter resultaat te zien.

De bestudering van de fig. 7 t/m 17 leidt tot de konklusie dat ook een dam opgebouwd uit stortsteen 300 - 1000 kg niet voldoende stabiel is onder de gegeven omstandigheden.

Bij de vaststelling van de vervallen is er van uit gegaan dat gedurende het afsluiten van het Haringvliet de spuisluizen geopend zullen zijn. De vervallen over de dam zijn daardoor klein. Wanneer het om welke reden dan ook nodig mocht zijn de spuisluis te sluiten, moet er rekening mee worden gehouden dat de dan optredende vervallen groter zullen zijn.

Om een inzicht te krijgen in de schade die zal optreden wanneer deze situatie zich mocht voordoen zijn een viertal proeven gedaan.

Damhoogte N.A.P. + 3 m,	binnenwaterstand N.A.P. + 0,4 m,
	buitenwaterstand N.A.P. + 2,4 m.
Damhoogte N.A.P. + 4 m,	binnenwaterstand N.A.P. + 0,4 m,
	buitenwaterstand N.A.P. + 2,4 m
Damhoogte N.A.P. + 2 m,	binnenwaterstand N.A.P. + 1,0 m,
	buitenwaterstand N.A.P. + 2,0 m.
Damhoogte N.A.P. + 2 m,	binnenwaterstand N.A.P. + 0,4 m,
	buitenwaterstand N.A.P. + 2,4 m.

De fig. 18 t/m 21 geven een beeld van de opgetreden schade. Zoals te verwachten viel was een dam opgebouwd uit stortsteen onder de in vergelijking met de overige in deze paragraaf beschreven proeven zwaardere omstandigheden niet stabiel.

3.2.2. Stabiliteit in het geval van alleen golfaanval uit zee.

Om de invloed van alleen golfaanval op de stabiliteit te kunnen nagaan zijn een tweetal proeven gedaan waarbij de damhoogte N.A.P. + 3 m was. De buitenwaterstand was gelijk aan de binnenwaterstand n.l. N.A.P. respectievelijk N.A.P. + 1 m. De kruinafstand bedroeg 6 m.

Uit de fig. 22 en 23 valt af te lezen dat de schade aan de zeezijde van de dammen van ongeveer gelijke grootte was als in die gevallen waarbij wel stroming door de dam optrad. Het vermoeden dat in het laatstgenoemde geval de schade in het algemeen beperkt bleef t.g.v. de stromingsdruk leek daarom niet gewettigd. Daarentegen heeft de stromingsdruk wel nadelige invloed op de stabiliteit van het materiaal dat zich op het talud aan landzijde bevindt.

3.3. Stabiliteit van een dam met dubbele kruin bij zowel stroming naar als van zee en golfaanval uit zee

Het doel van deze serie proeven was na te gaan of na het instellen van een verval waarbij grote schade ontstond de gewijzigde damvorm bij handhaving van ditzelfde verval en vergroting van het debiet meer stabiel was.

3.3.1. Stabiliteit van een dam met dubbele kruin bij stroming van zee en golfaanval uit zee

De damhoogte was N.A.P. + 3 m en N.A.P. + 4 m. De kruinafstand was 6 m. De golfhoogte, gemeten in stromend water, werd opgevoerd tot 2,1 m. De figuren 24 en 25 geven een beeld van de schade die ontstond bij de in stappen opgevoerde vervallen. Het bleek dat de aldus ontstane damvorm niet stabiel was. Er trad een doorgaande aantasting op bij gelijk blijvend verval en toenemend debiet.

3.3.2. Stabiliteit van een dam met dubbele kruin bij stroming naar zee en golfaanval uit zee

De damhoogte was N.A.P. + 3 m en N.A.P. + 4 m. De kruinafstand was ook nu weer 6 m. De golfhoogte werd opgevoerd tot 2,1 m. Deze werd echter bij deze proef gemeten in stilstaand water. Ook nu weer werden de vervallen instappen opgevoerd tot de in de fig. 26 en 27 aangegeven waarden. Ook bij deze situatie trad een doorgaande aantasting op.

3.4. Stabiliteit van een dam met dubbele kruin en 5 m brede bermen op N.A.P. - 4 m

Het doel van deze proef was na te gaan of de bermen een gunstige invloed op de stabiliteit van de dam uitoefenden.

De damhoogte was N.A.P. + 4 m. De kruinafstand bedroeg 6 m. De binnenwaterstand was N.A.P. terwijl de buitenwaterstand werd opgevoerd tot N.A.P. + 3,75 m. De golfhoogte, in stromend water gemeten, was 2,00 m. Fig. 28 geeft een beeld van de schade die ontstond. Er trad een langzaam doorgaande aantasting op. De stabiliteit van de dam onderging door het aanbrengen van de bermen geen merkbare verandering (vergelijk fig. 24 met fig. 28).

3.5. Stabiliteit van een dam met dubbele kruin bestaande uit betonblokken

Uit de bestudering van de in het bovenstaande beschreven proeven bleek duidelijk dat een dam opgebouwd uit stortsteen onvoldoende stabiliteit bezat. Tijdens een bespreking op 12-4-1967 heeft de Waterloopkundige afdeling van de Deltadienst het besluit medegedeeld dat de afsluiting van het Haringvliet met behulp van betonblokken zal geschieden. De reden daarvan is dat de stabiliteit van een betonblokkendam onder omstandigheden die gevaarlijker waren dan die in het Haringvliet kunnen optreden, ruim voldoende is gebleken. Bovendien is de voor een betonblokkendam benodigde hoeveelheid materiaal tengevolge van het steilere talud geringer dan voor een stortsteendam.

Een uitgebreide serie proeven genomen met een betonblokkendam is beschreven in het Rapport Modelonderzoek M 731 VII, Geleidelijke Sluiting, Stabiliteit van een dam opgebouwd uit betonblokken. Ter completering van deze proeven zijn een aantal aanvullende proeven gedaan met een dam opgebouwd uit afgeschuinde betonblokken. Het doel van deze proeven was na te gaan wat de invloed van de golfperiode op de schade was bij golf-

aanval vanuit zee en stroming naar zee. De damhoogte was N.A.P. + 4 m. De dam voet lag op N.A.P. - 6 m. De kruinafstand bedroeg 6 m. De golfhoogte was 2,0 m gemeten in stilstaand water.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de proeven. In geen enkele van de onderzochte toestanden trad schade op.

Golfperiode in sec	Buitenwaterstand in m t.o.v. N.A.P.	Binnenwaterstand in m t.o.v. N.A.P.	Schade
7	+ 0,4	+ 0,4	geen
5	+ 0,4	+ 0,4	geen
7	- 1,0	+ 0,4	geen
5	- 1,0	+ 0,4	geen
7	- 1,0	+ 1,5	geen
5	- 1,0	+ 1,5	geen

3.6. Snelheidsverdeling achter dammen met verschillende opbouw

Een stortsteendam heeft ten opzichte van een betonblokkendam het voordeel dat hij minder doorlatend is. Dit is van belang voor de opbouw van een zandlichaam dat voor de verdere afsluiting moet zorgen. Om de kosten van het aanleggen van een stortsteendam en een betonblokkendam beter met elkaar te kunnen vergelijken was het nodig enig inzicht te hebben in de snelheden die achter deze dammen van verschillende opbouw kunnen optreden.

Hiertoe zijn een tweetal proeven gedaan zowel met een stortsteendam als met een betonblokkendam. Daarnaast is een aantal proeven gedaan waarbij om de doorlatendheid van de betonblokkendam te verminderen het talud aan de landzijde wal bekleed met enkele lagen zandzakken. Tegelijkertijd is de stabiliteit van deze laag zandzakken onderzocht.

In fig. 29 is de snelheidsverdeling achter een stortsteendam weergegeven. In fig. 30 die achter een betonblokkendam.

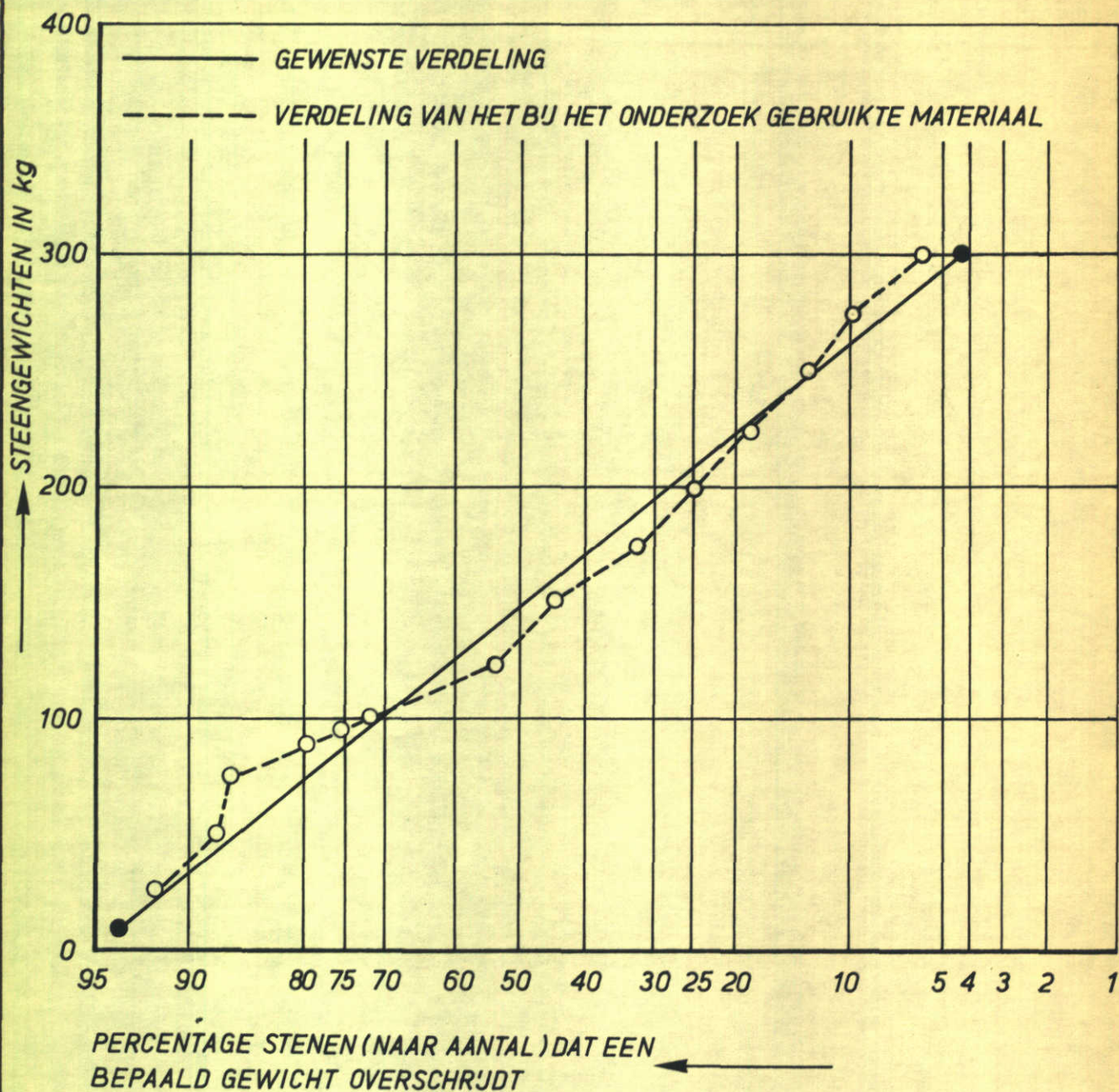
Vanwege de onregelmatige uitstroming uit het talud bekleed met zandzakken was het in dit geval niet mogelijk de snelheidsverdeling achter de dam te bepalen. Om een indruk te krijgen van het effect op de doorlatendheid zijn daarom de debieten gemeten. In de volgende tabel zijn de metingen weergegeven.

	Buitenwaterstand in m t.o.v. N.A.P.	Binnenwaterstand in m t.o.v. N.A.P.	Debiet in m^3/sec per m' dam
zonder zand- zakken	+ 0,4	+ 1,2	1,05
	+ 0,4	+ 2,4	1,65
met zand- zakken	+ 0,4	+ 1,2	0,60
	+ 0,4	+ 2,4	1,04

De loodrecht op het betonblokkentalud gemeten laagdikte van de zandzakkenbekleding was 2,5 m. Deze laag bleek stabiel bij de in de tabel aangegeven waterstanden en een golfhoogte $H_{max} = 2,0$ m ($T = 7$ sec).

4. KONKLUSIES

- a. Een dam met twee kruinen h.o.h. 6 m, opgebouwd uit stortsteen 10 - 300 kg, bleek onder de gegeven omstandigheden niet stabiel te zijn.
- b. Een dam met een enkele kruin opgebouwd uit stortsteen 300 - 1000 kg bleek niet stabiel te zijn. Hetzelfde gold voor een dam waarbij de afstand tussen de kruinen 3 m bedroeg.
- c. Een dam met twee kruinen die 6 m uit elkaar lagen opgebouwd uit stortsteen 300 - 1000 kg bleek onder de gegeven omstandigheden een grotere stabiliteit te bezitten dan de dammen onder a en b genoemd. De stabiliteit was echter in vergelijking met die van een dam opgebouwd uit betonblokken zoveel geringer dat de voorkeur uitging naar een dam opgebouwd met behulp van betonblokken.
- d. Het bleek mogelijk de doorlatendheid van een dam opgebouwd uit betonblokken met ca. 40% te verminderen door op het talud aan landzijde een circa 2,5 m dikke laag zandzakken aan te brengen. Deze laag zandzakken was onder de gegeven omstandigheden stabiel.



STORTSTEEN 10-300kg
 VERDELING VAN DE STEENGEWICHTEN

L²

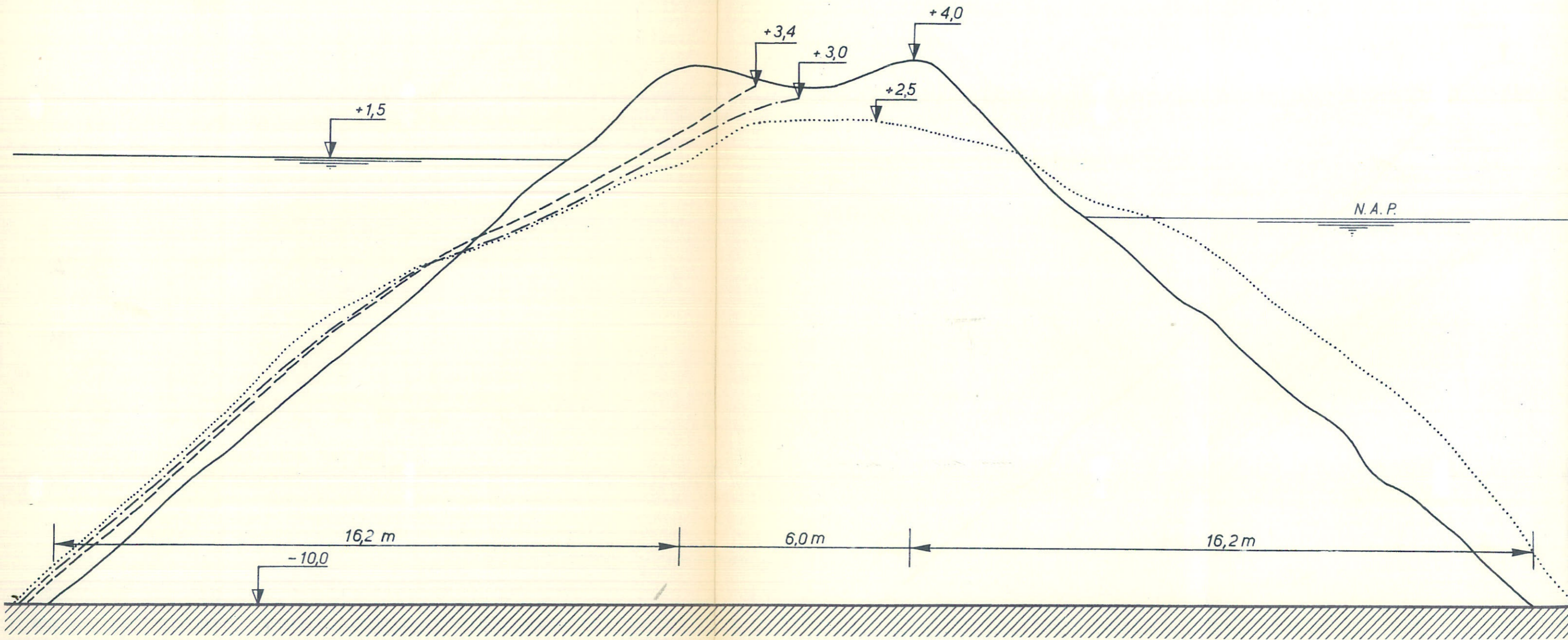
A4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M.731-VIII-1001

FIG. 1

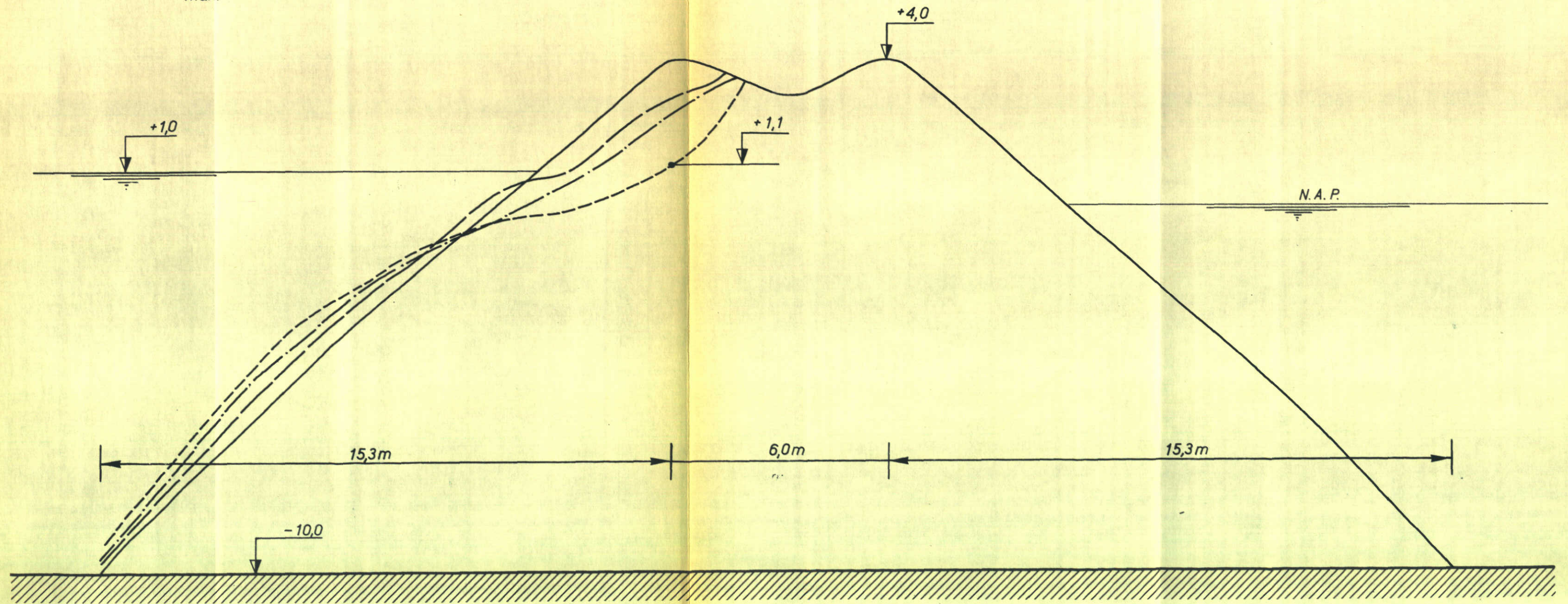
- $H_{max.} = 0,80 \text{ m}$
- - - - - $H_{max.} = 1,35 \text{ m}$
- · - · - $H_{max.} = 1,75 \text{ m}$
- $H_{max.} = 2,00 \text{ m}$



STORTSTEEN 10 - 300kg DAM MET DUBBELE KRUIJN h.o.h. 6m z = 1,5m h = N.A.P. + 4m			L?
			A3'
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1002	FIG. 2	

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P.
 buitenwaterstand : N.A.P. + 1,5m

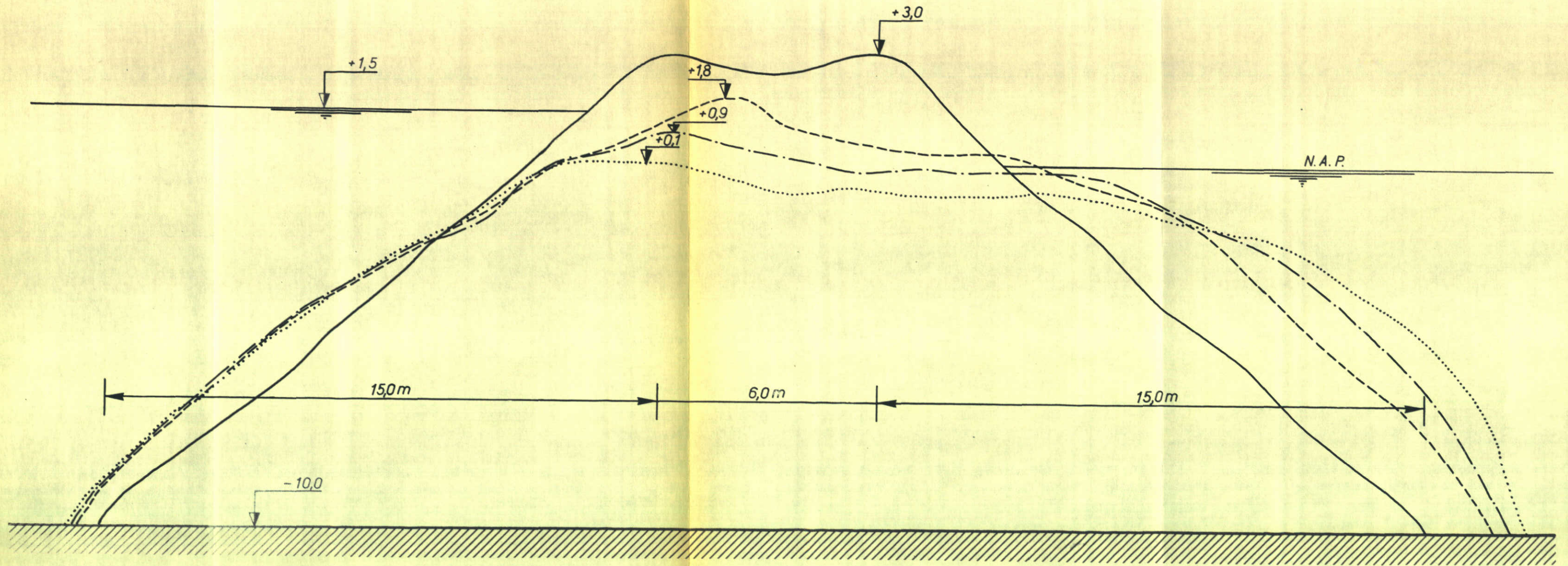
- $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
- - - - - $H_{max.} = 0,85 \text{ m}$
- · - · - $H_{max.} = 1,40 \text{ m}$
- - - - - $H_{max.} = 2,00 \text{ m}$



STORTSTEEN 10 - 300kg			L ²
DAM MET DUBBELE KRUIN h.o.h. 6m			A3'
z = 1,0m			
h = N.A.P. + 4m			
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1003	FIG. 3	

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P.
 buitenwaterstand : N.A.P. + 1,0m

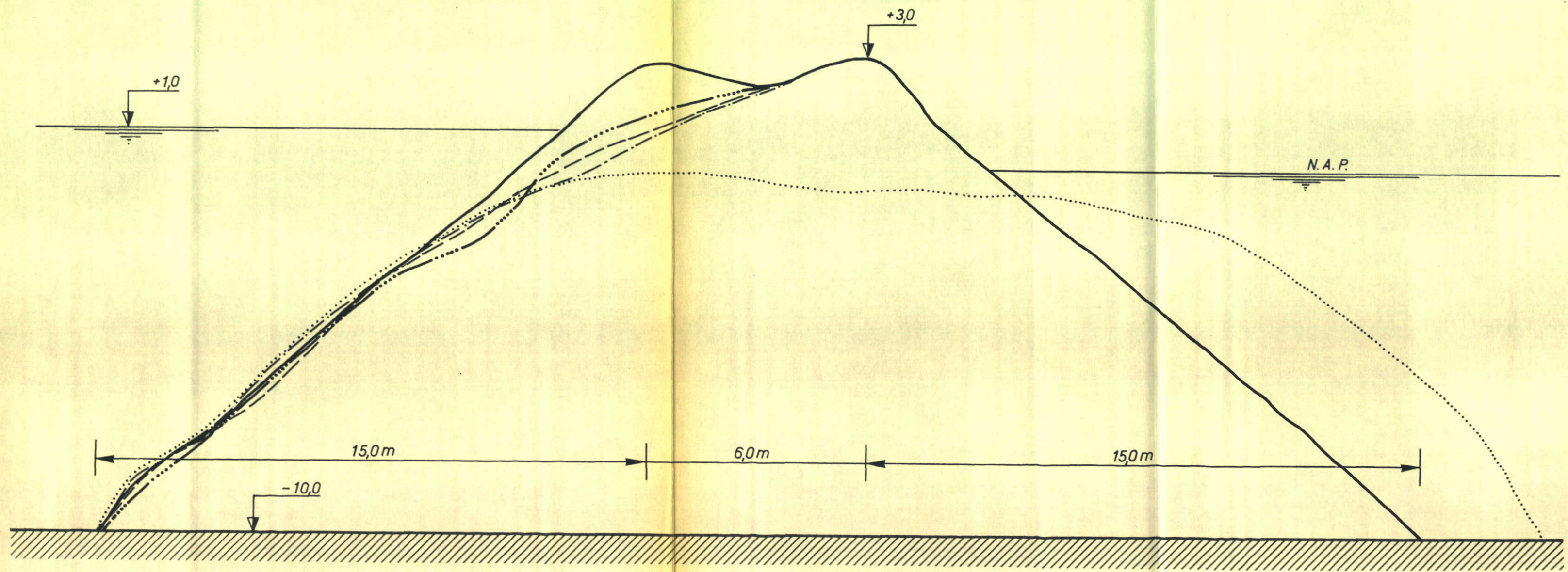
- $H_{max.} = 1,15 \text{ m}$
- - - - - $H_{max.} = 1,40 \text{ m}$
- · - · - $H_{max.} = 1,70 \text{ m}$
- $H_{max.} = 2,00 \text{ m}$



STORTSTEEN 10 - 300kg DAM MET DUBBELE KRUIN h.o.h. 6m z = 1,5m h = N.A.P. + 3m			L ²
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1004	FIG. 4	

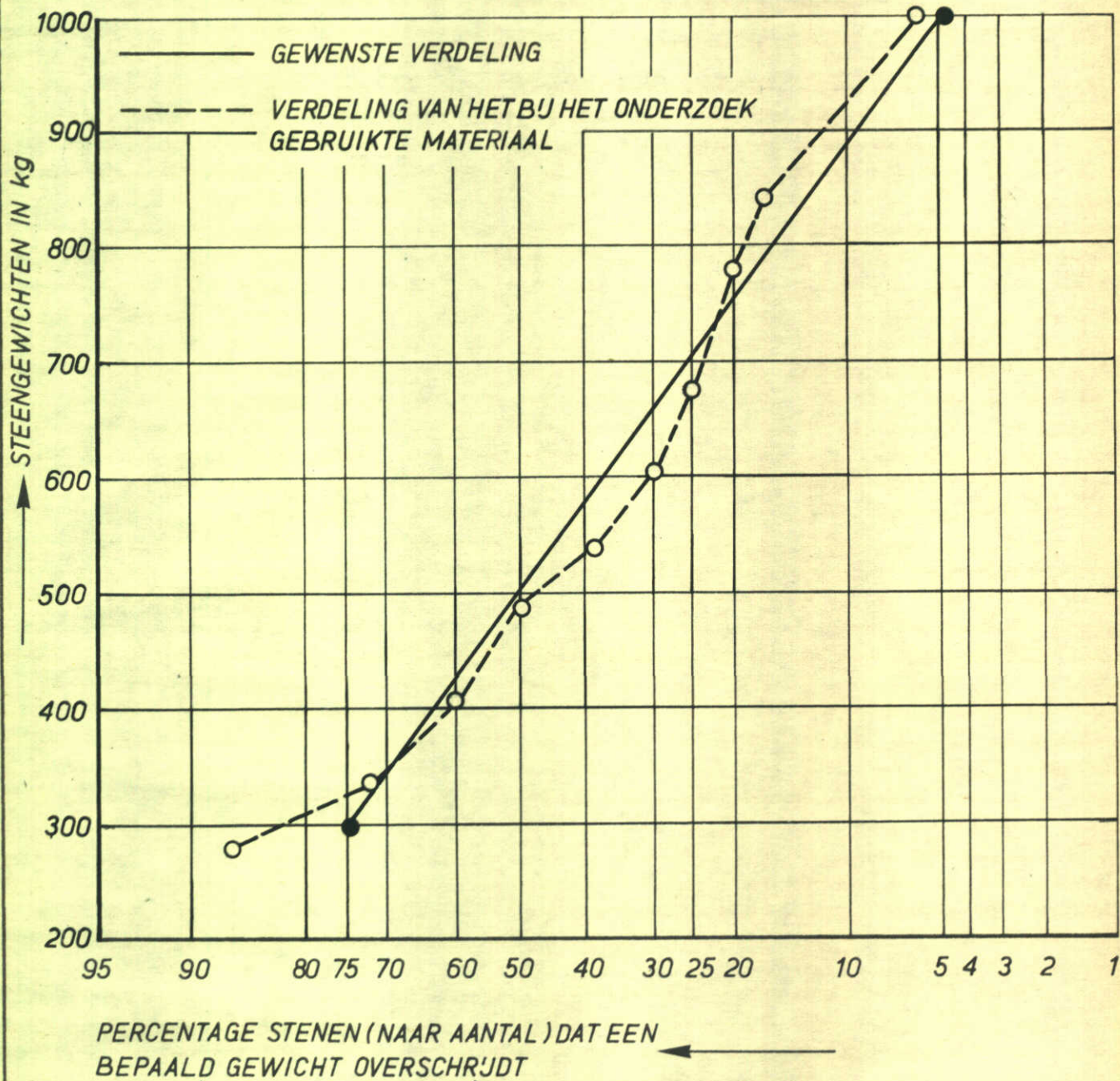
maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P.
 buitenwaterstand : N.A.P. + 1,5m

- $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
- $H_{max.} = 0,80 \text{ m}$
- - - - - $H_{max.} = 1,40 \text{ m}$
- · - · - $H_{max.} = 1,65 \text{ m}$
- $H_{max.} = 2,10 \text{ m}$



STORTSTEEN 10 - 300kg			L ²
DAM MET DUBBELE KRUIN h.o.h. 6m			A3'
z = 1,0 m		h = N.A.P. + 3 m	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1005	FIG. 5	

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P.
 buitenwaterstand : N.A.P. + 1,0 m



STORTSTEEN 300 - 1000 kg
 VERDELING VAN DE STEENGEWICHTEN

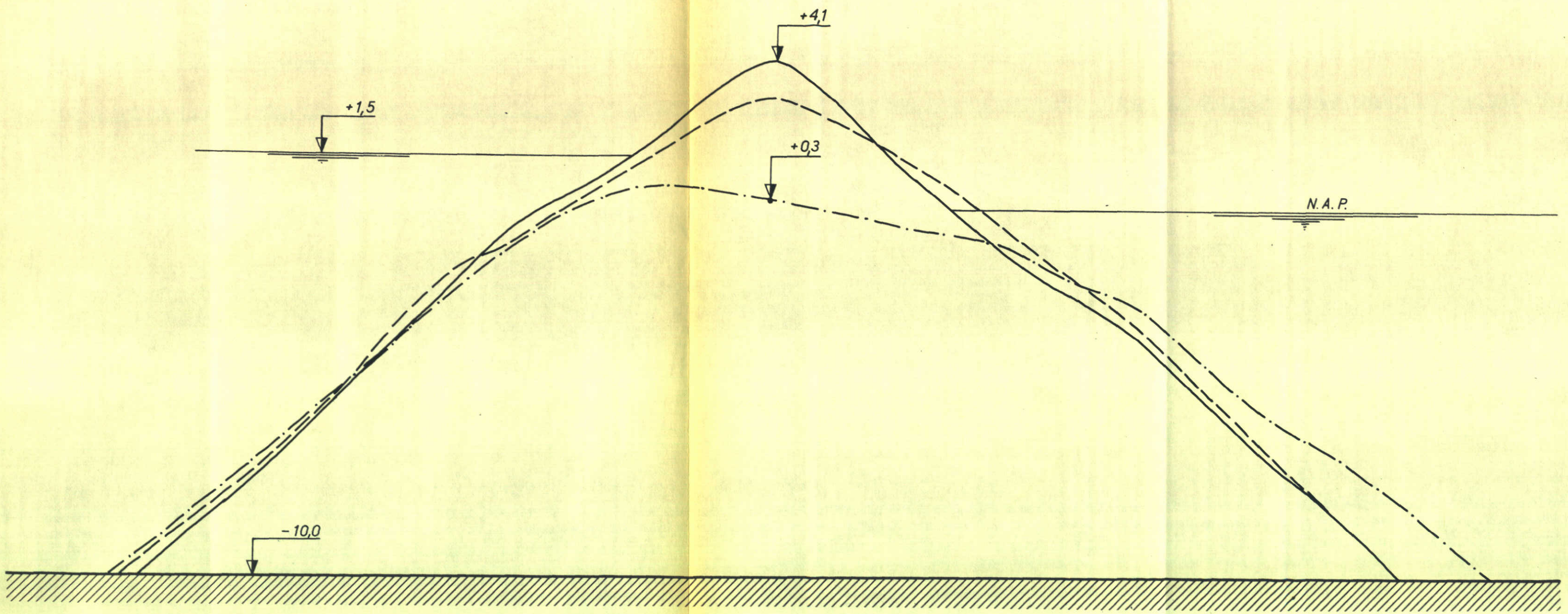
L²

A4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M.731-VIII-1006 FIG. 6

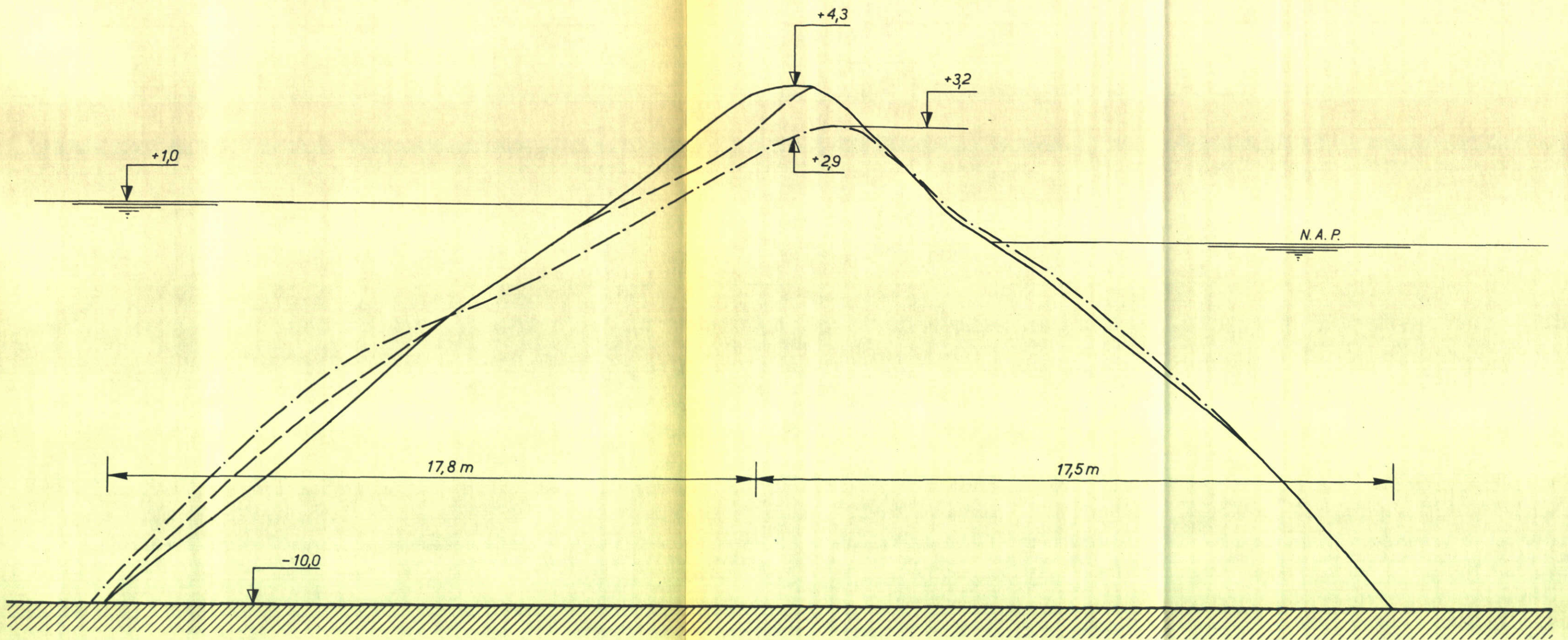
————— $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
 - - - - - $H_{max.} = 1,60 \text{ m}$
 - · - · - $H_{max.} = 1,95 \text{ m}$



STORTSTEEN 300-1000 kg DAM MET EEN ENKELE KRUIJN $z = 1,5 \text{ m}$ $h = \text{N.A.P.} + 4 \text{ m}$			L ²
			A3'
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1007	FIG. 7	

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P.
 buitenwaterstand : N.A.P. +1,5 m

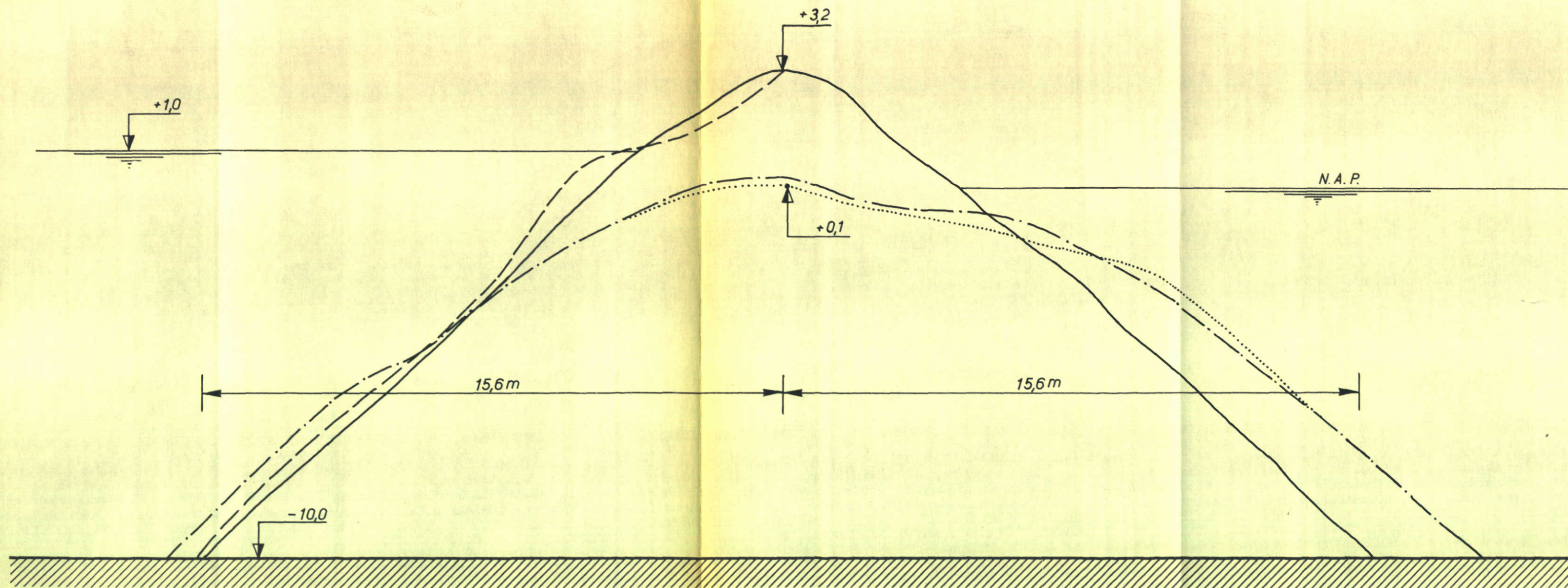
- $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
- - - - - $H_{max.} = 1,40 \text{ m}$
- · - · - $H_{max.} = 2,20 \text{ m}$



STORTSTEEN 300-1000kg DAM MET EEN ENKELE KRUIJN $z = 1,5 \text{ m}$ $h = \text{N.A.P.} + 4 \text{ m}$			L ²
			A3'
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1008	FIG. 8	

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P.
 buitenwaterstand : N.A.P. + 1,0 m

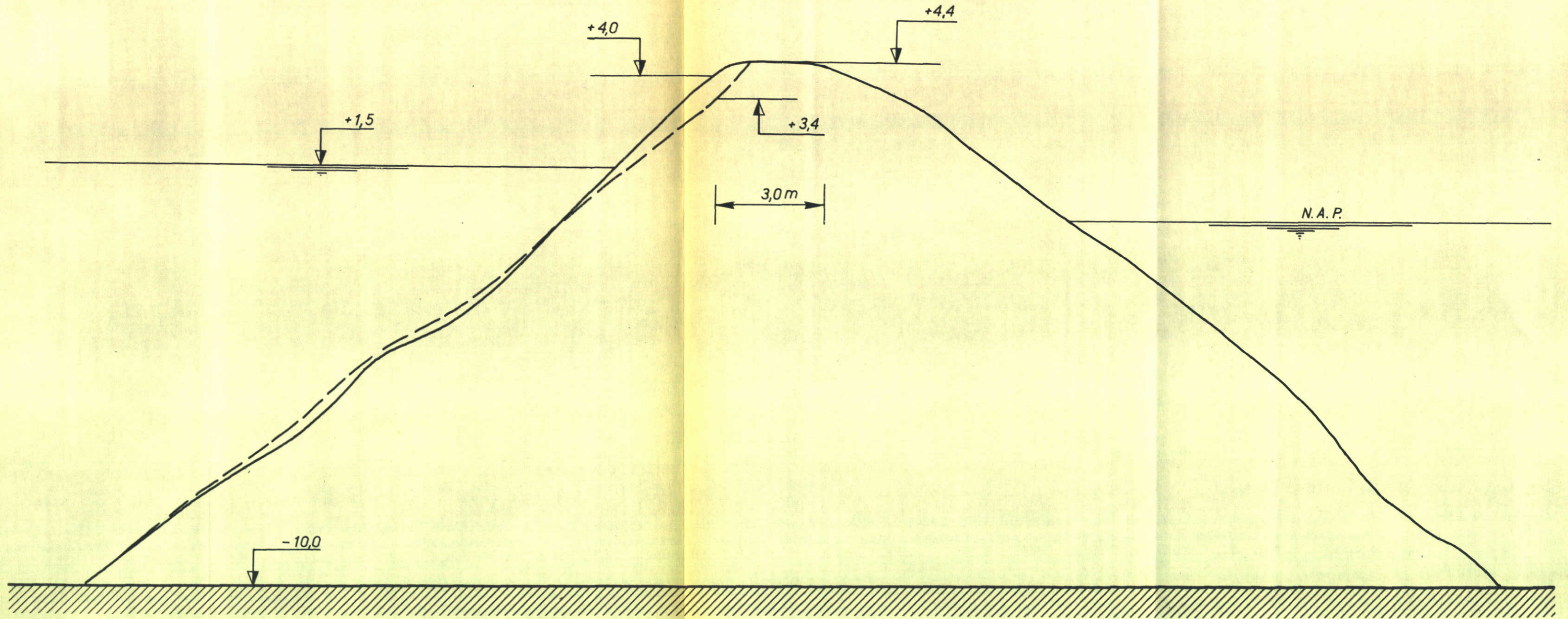
- $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
- - - - - $H_{max.} = 1,00 \text{ m}$
- · - · - $H_{max.} = 1,55 \text{ m}$
- $H_{max.} = 2,00 \text{ m}$



STORTSTEEN 300-1000 kg DAM MET EEN ENKELE KRUIJN $z = 1,0 \text{ m}$ $h = \text{N.A.P.} + 3 \text{ m}$			L ²
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1009	FIG. 9	A3'

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P.
 buitenwaterstand : N.A.P. + 1,0 m

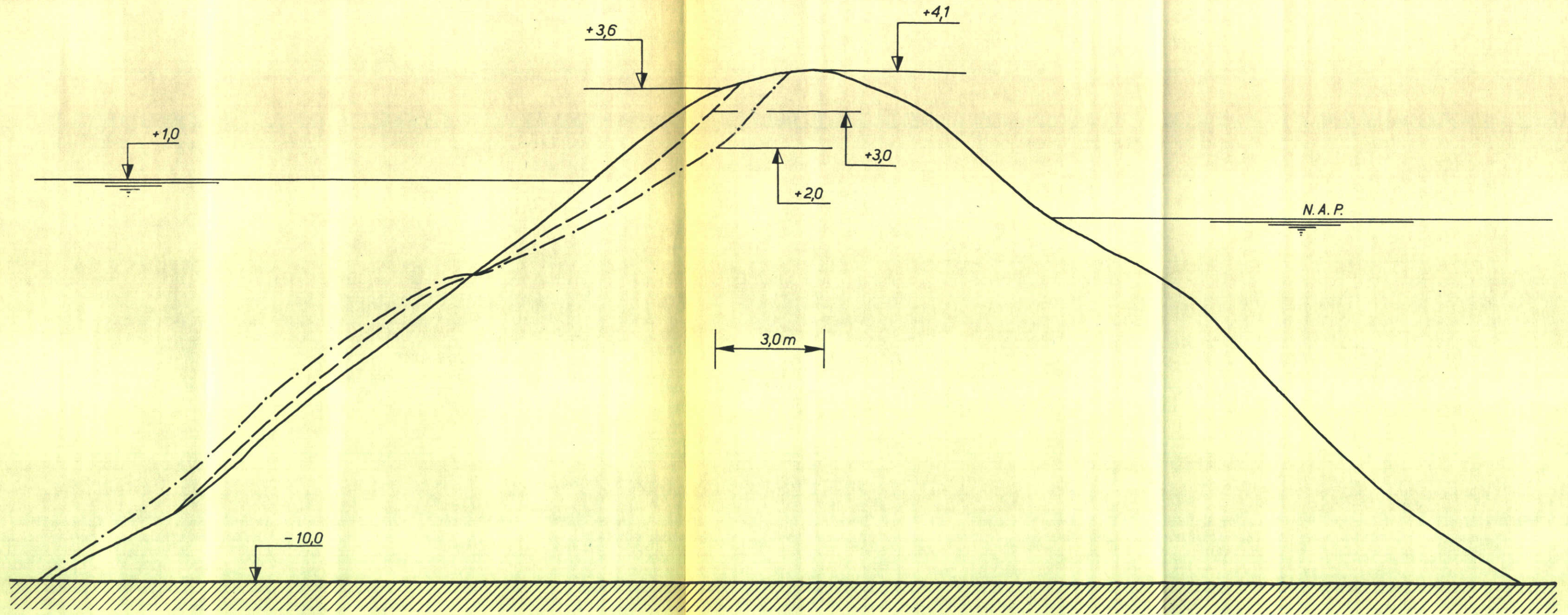
————— $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
 - - - - - $H_{max.} = 1,90 \text{ m}$



STORTSTEEN 300-1000 kg DAM MET EEN DUBBELE KRUIJN h.o.h. 3 m z = 1,5 m h = N.A.P. + 4 m			L ²
			A3'
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1010	FIG. 10	

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P.
 buitenwaterstand : N.A.P. + 1,5 m

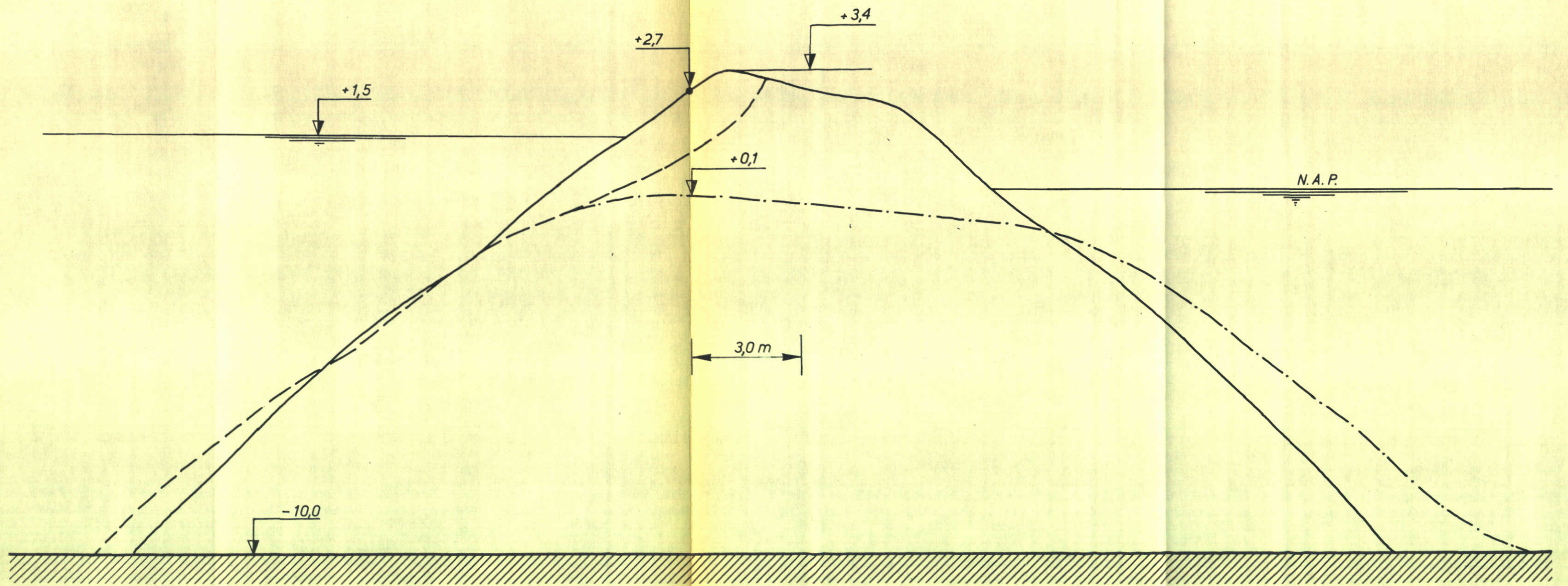
————— $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
 - - - - - $H_{max.} = 1,35 \text{ m}$
 - · - · - $H_{max.} = 2,50 \text{ m}$



STARTSTEEN 300-1000 kg DAM MET EEN DUBBELE KRUIJN h.o.h. 3m z = 1,0 m h = N.A.P. + 4 m			L ²
			A3'
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1011	FIG. 11	

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P.
 buitenwaterstand : N.A.P. + 1,0 m

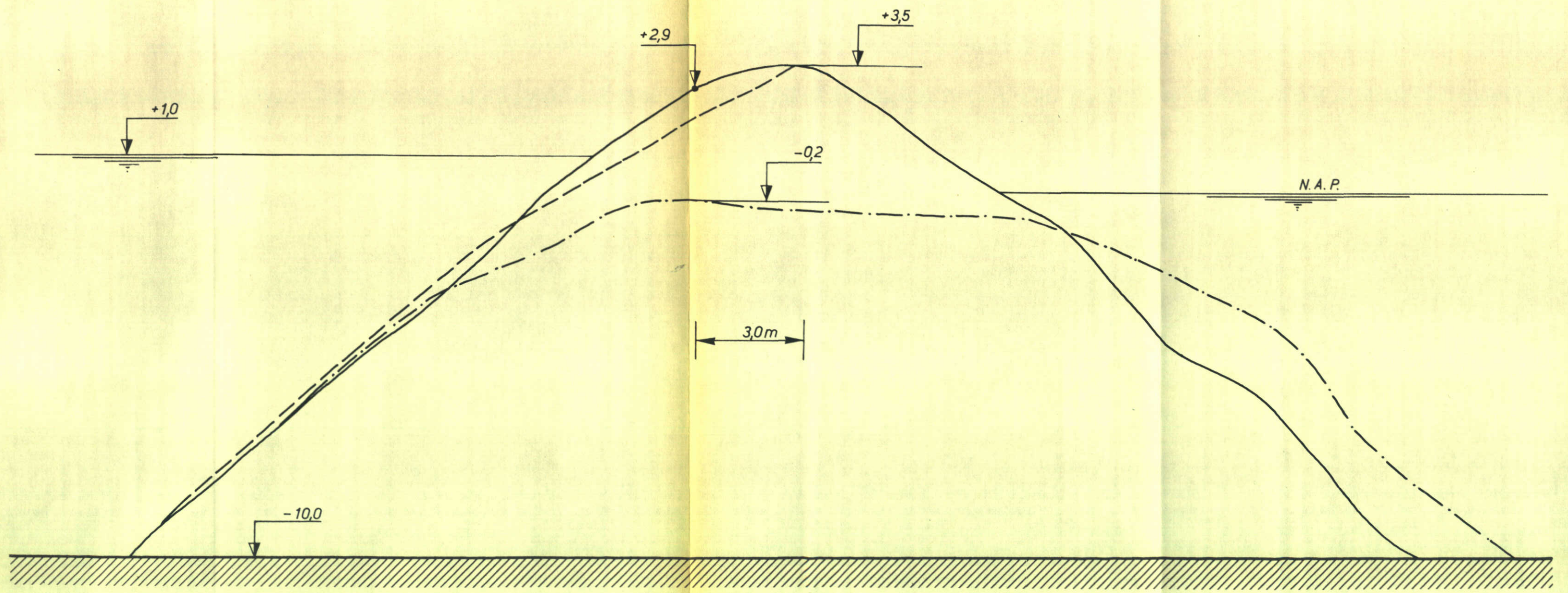
- $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
- - - - - $H_{max.} = 1,70 \text{ m}$
- · - · - $H_{max.} = 2,00 \text{ m}$



STORTSTEEN 300-1000 kg DAM MET EEN DUBBELE KRUIJN h.o.h. 3m z = 1,5 m h = N.A.P. + 3 m			L ²
			A3'
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1012	FIG. 12	

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P.
 buitenwaterstand : N.A.P. + 1,5 m

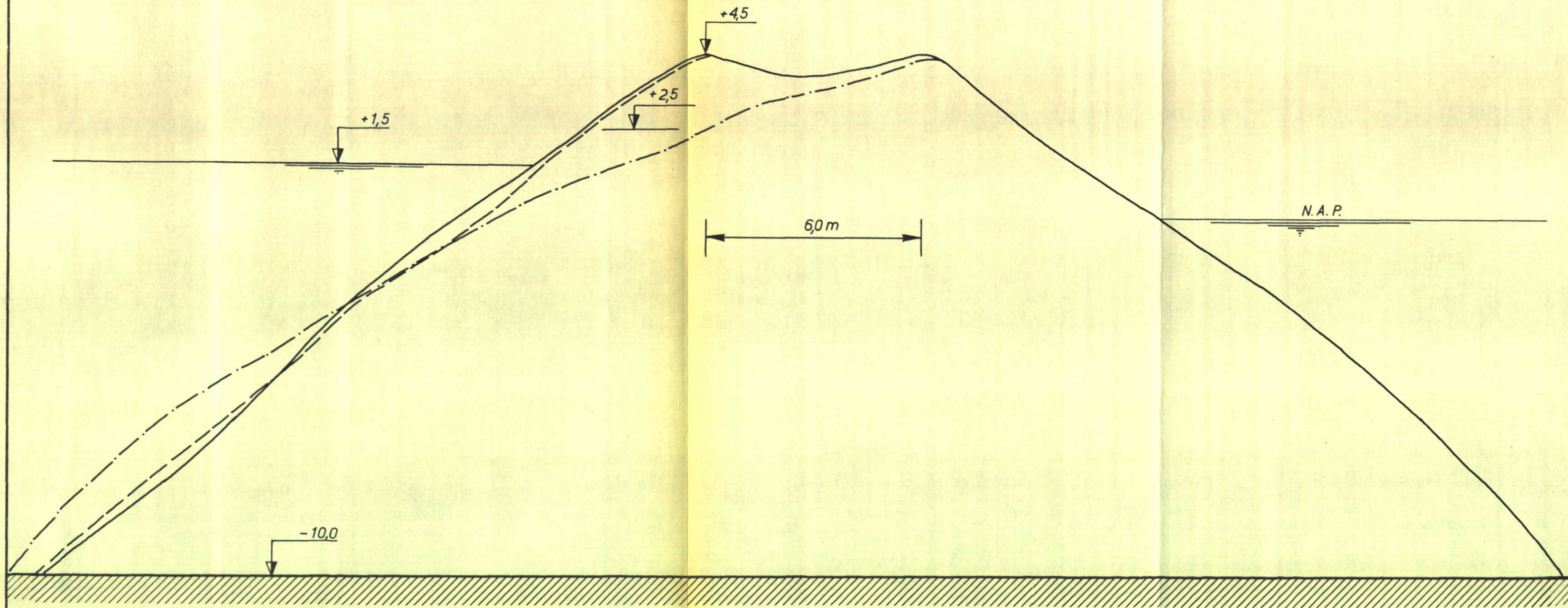
————— $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
 - - - - - $H_{max.} = 1,45 \text{ m}$
 - · - · - $H_{max.} = 2,15 \text{ m}$



STORTSTEEN 300-1000kg			L ²
DAM MET EEN DUBBELE KRUIN h.o.h. 3m			A3'
z = 1,0 m			
h = N.A.P. + 3 m			
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1013	FIG. 13	

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P.
 buitenwaterstand : N.A.P. + 1,0 m

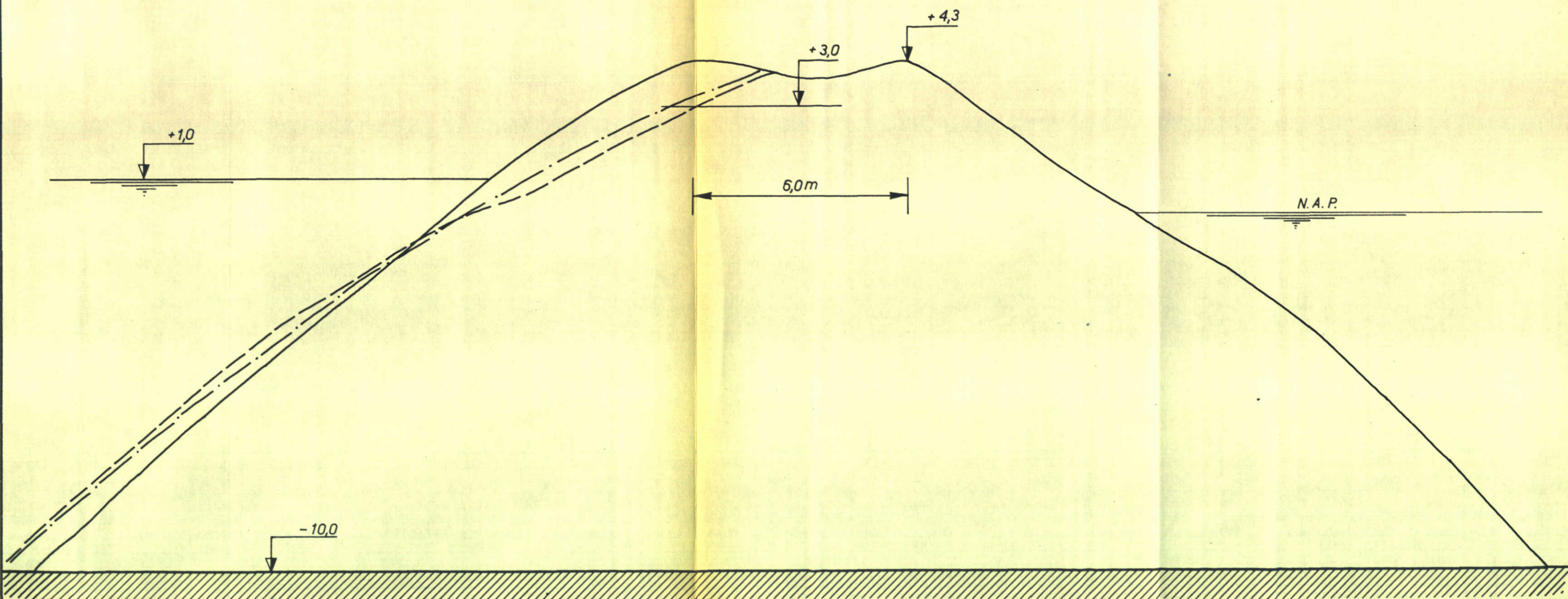
————— $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
 - - - - - $H_{max.} = 1,35 \text{ m}$
 - · - · - $H_{max.} = 2,15 \text{ m}$



STORTSTEEN 300-1000 kg DAM MET DUBBELE KRUIN h.o.h. 6m z = 1,5 m h = N.A.P. + 4 m			L ²
			A3'
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1014	FIG. 14	

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P.
 buitenwaterstand : N.A.P. + 1,5 m

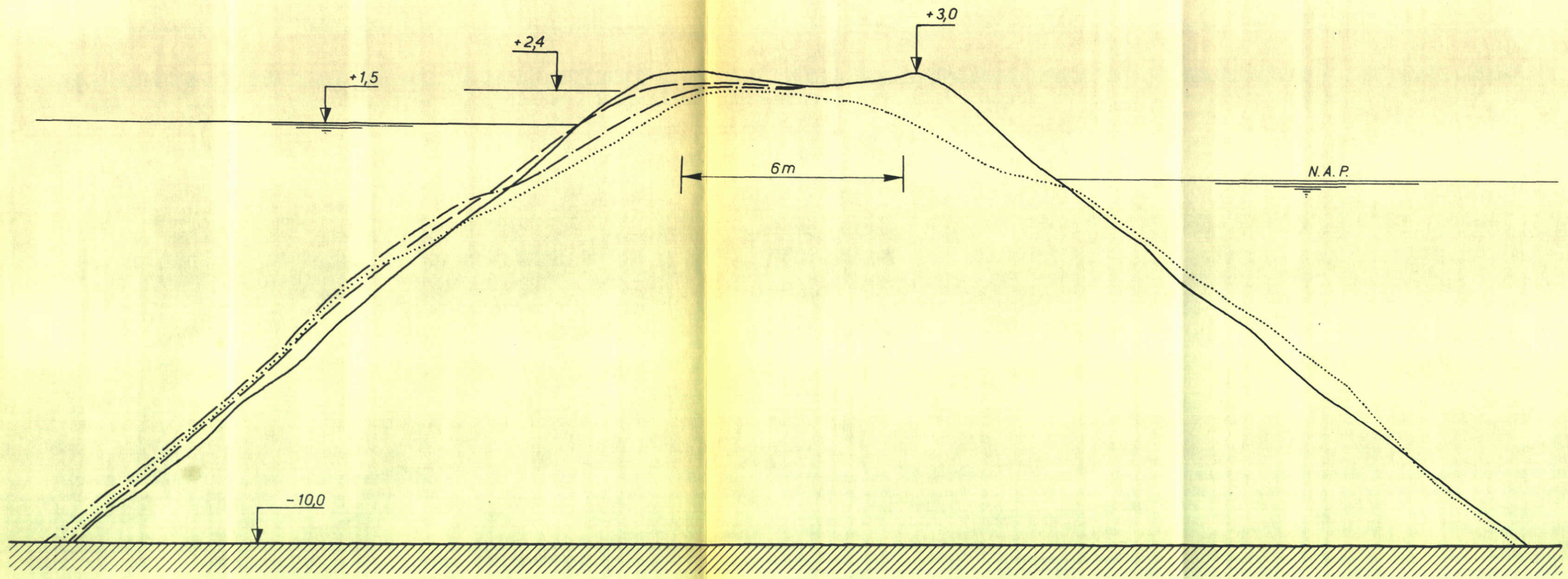
————— $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
 - · - · - · $H_{max.} = 1,35 \text{ m}$
 - - - - - $H_{max.} = 2,20 \text{ m}$



STORTSTEEN 300-1000kg			L ²
DAM MET DUBBELE KRUIN h.o.h. 6m			A3'
z = 1,0 m h = N.A.P. + 4 m			
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1015	FIG. 15	

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P.
 buitenwaterstand : N.A.P. + 1,0 m

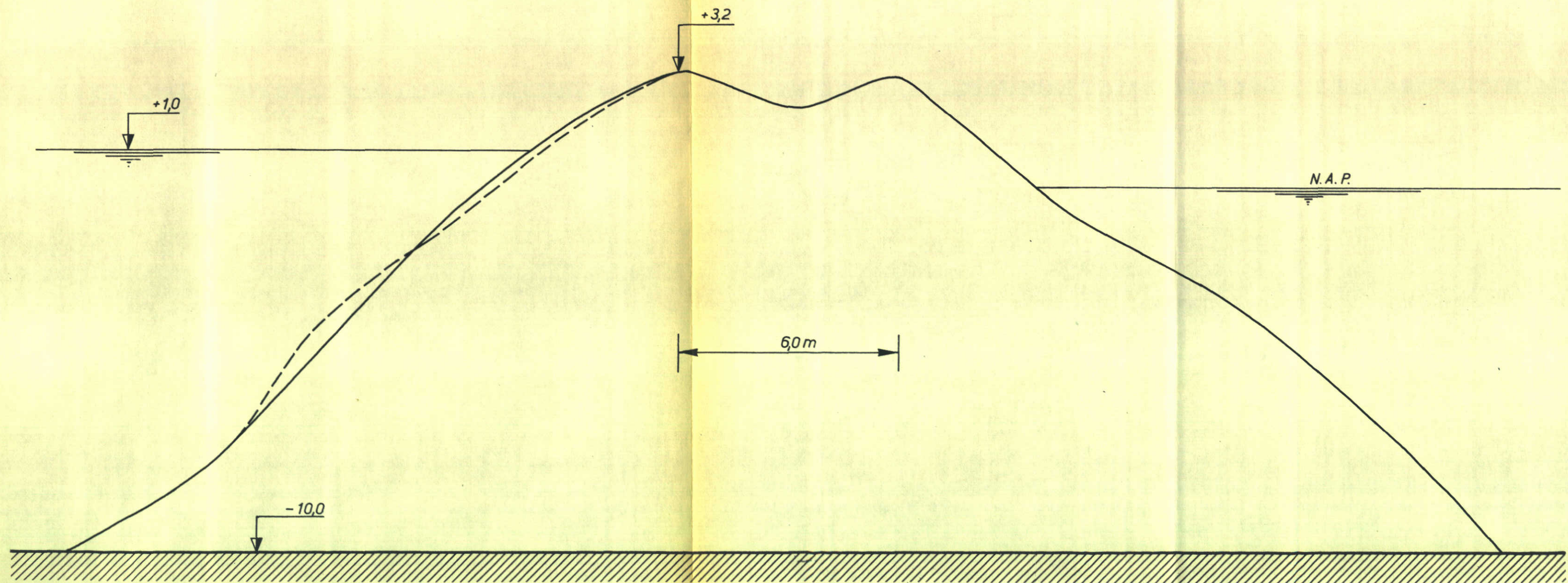
- $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
- - - $H_{max.} = 1,05 \text{ m}$
- · - · $H_{max.} = 1,50 \text{ m}$
- $H_{max.} = 2,00 \text{ m}$



STORTSTEEN 300-1000 kg			L ²
DAM MET DUBBELE KRUIN h.o.h. 6m			A3'
z = 1,5 m		h = N.A.P. + 3 m	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1016	FIG. 16	

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P.
 buitenwaterstand : N.A.P. + 1,5 m

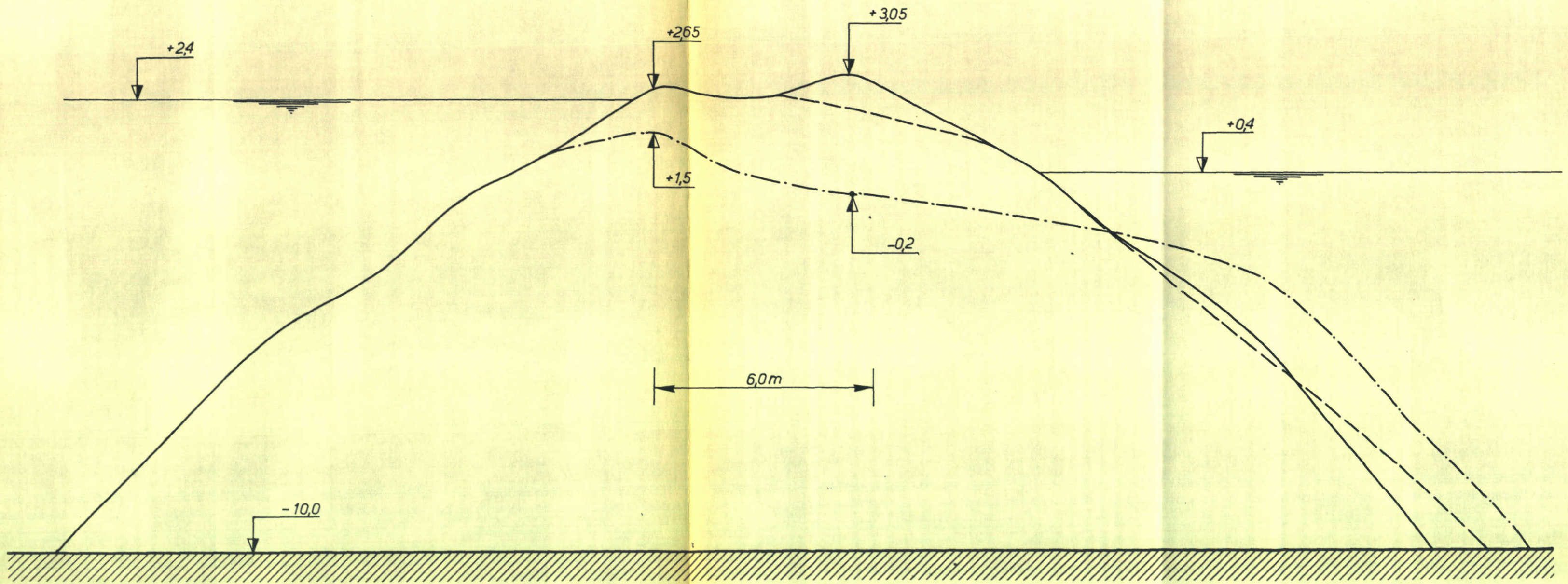
————— $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
 - - - - - $H_{max.} = 1,00 \text{ m}$



STORTSTEEN 300-1000 kg DAM MET DUBBELE KRUIN h.o.h. 6m z = 1,0 m h = N.A.P. + 3 m			L ²
			A3'
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1017	FIG. 17	

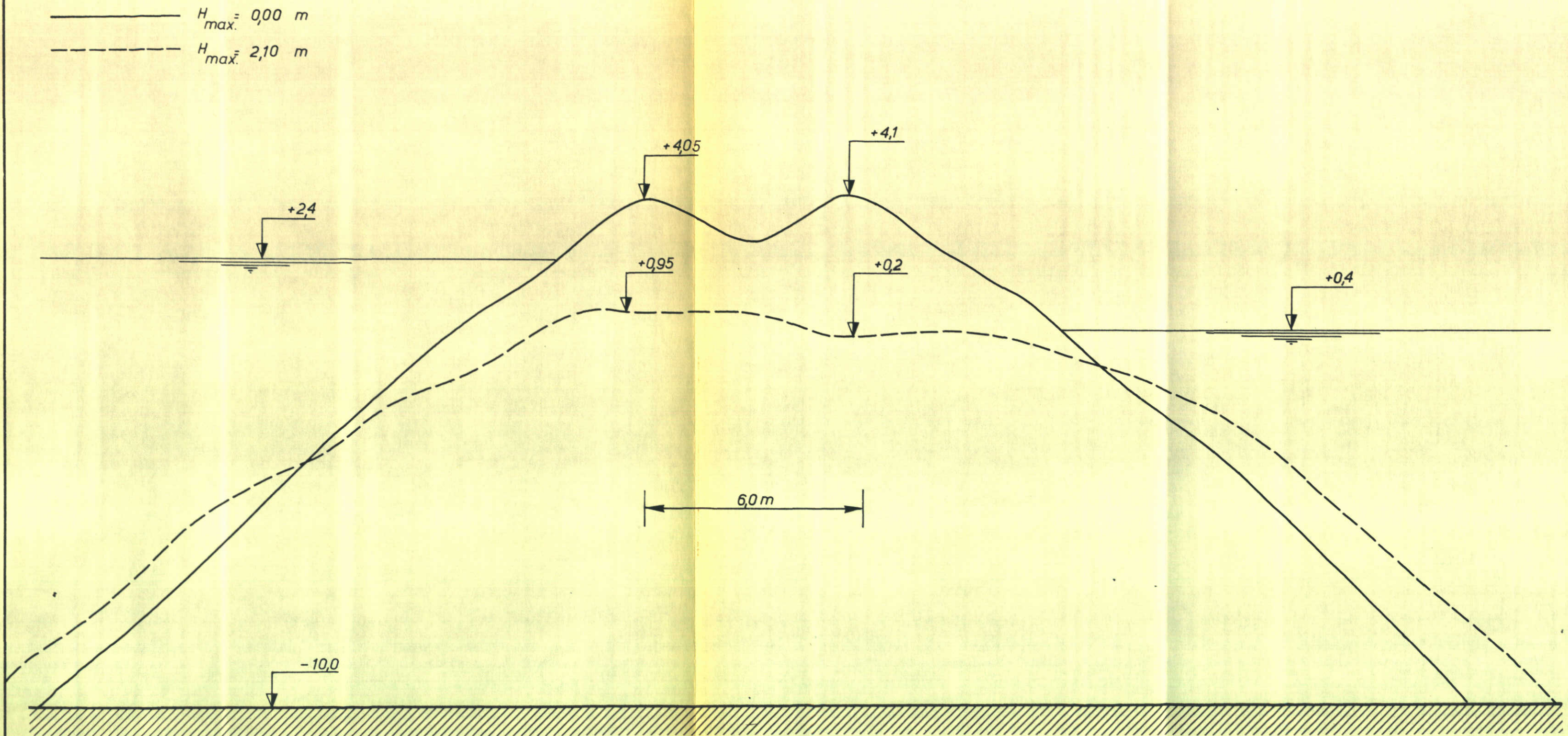
maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P.
 buitenwaterstand : N.A.P. + 1,0 m

————— $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
 - - - - - $H_{max.} = 1,65 \text{ m}$
 ······ $H_{max.} = 2,05 \text{ m}$



STORTSTEEN 300-1000kg DAM MET DUBBELE KRUIN h.o.h. 6m z = 2,0m h = N.A.P. + 3 m			L ²
			A3'
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1018	FIG. 18	

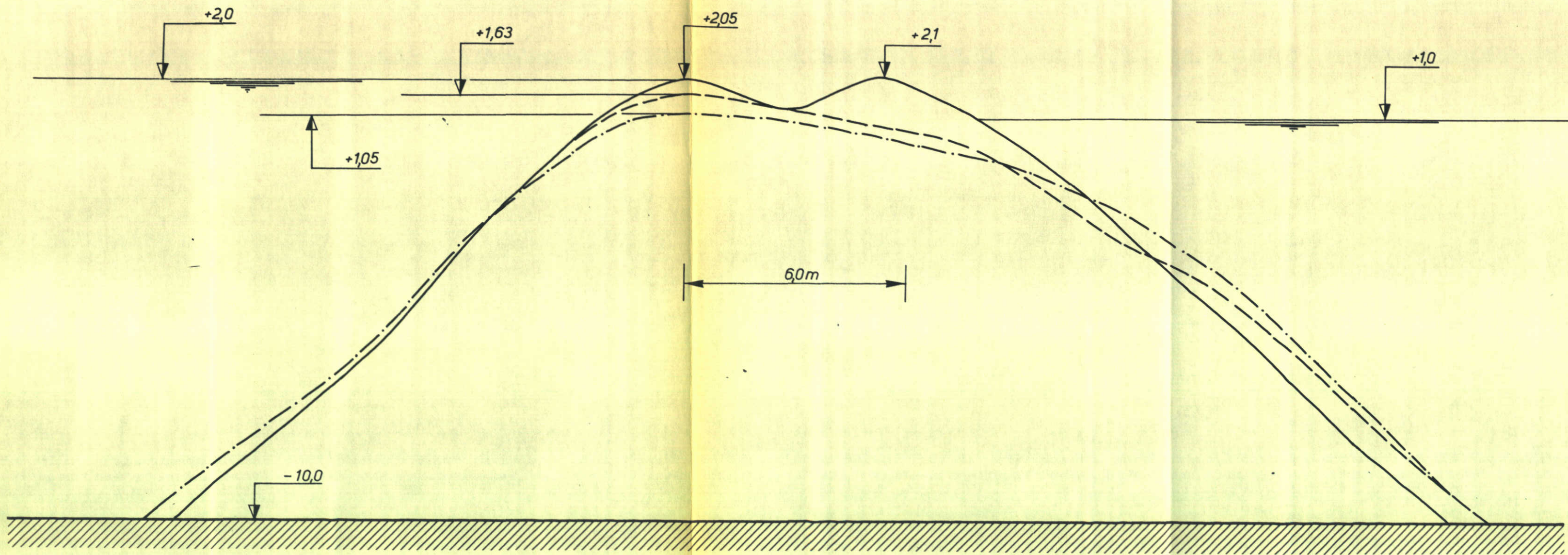
maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P. +0,4 m
 buitenwaterstand : N.A.P. +2,4 m



STORTSTEEN 300-1000 kg DAM MET DUBBELE KRUIN h.o.h. 6m z = 2,0 m h=N.A.P.+4 m			L ²
			A3'
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1019	FIG. 19	

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P. +0,4m
 buitenwaterstand : N.A.P. +24 m

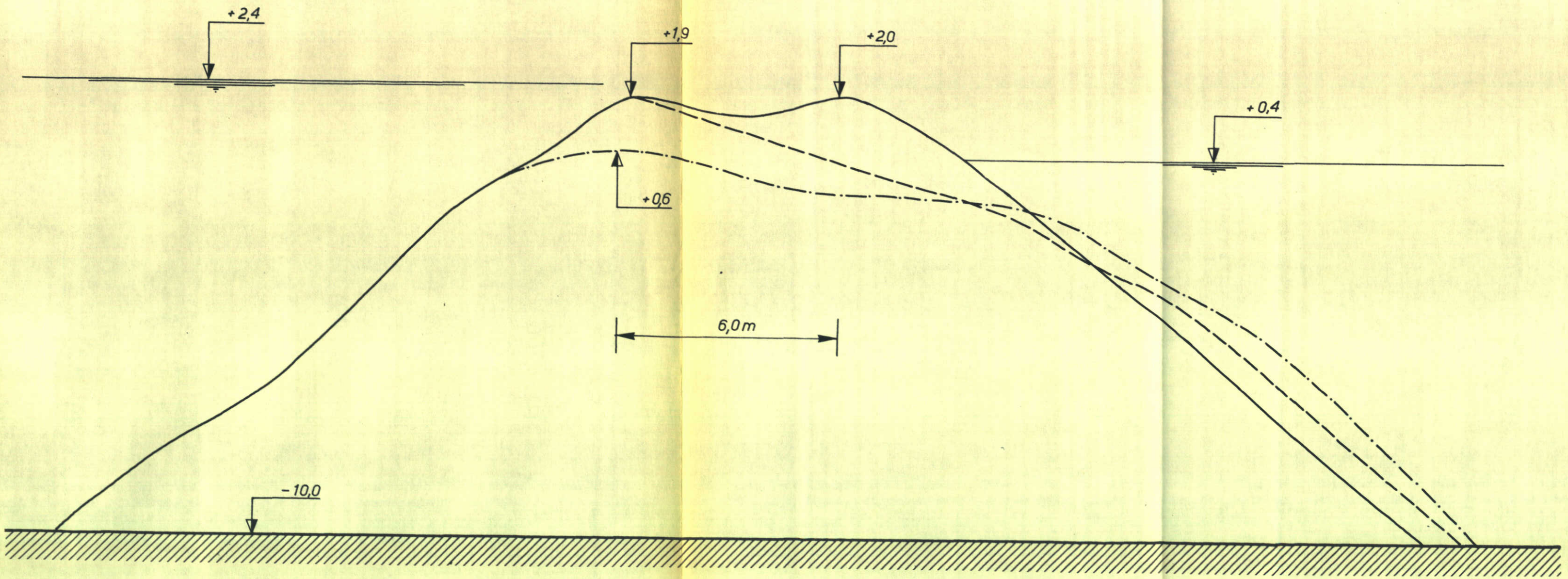
————— $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
 - - - - - $H_{max.} = 1,00 \text{ m}$
 - · - · - $H_{max.} = 2,10 \text{ m}$



STORTSTEEN 300-1000kg			L ²
DAM MET DUBBELE KRUIN h.o.h. 6m			A3'
z = 1,0 m		h = N.A.P. + 2 m	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1020	FIG. 20	

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P. + 1,0 m
 buitenwaterstand : N.A.P. + 2,0 m

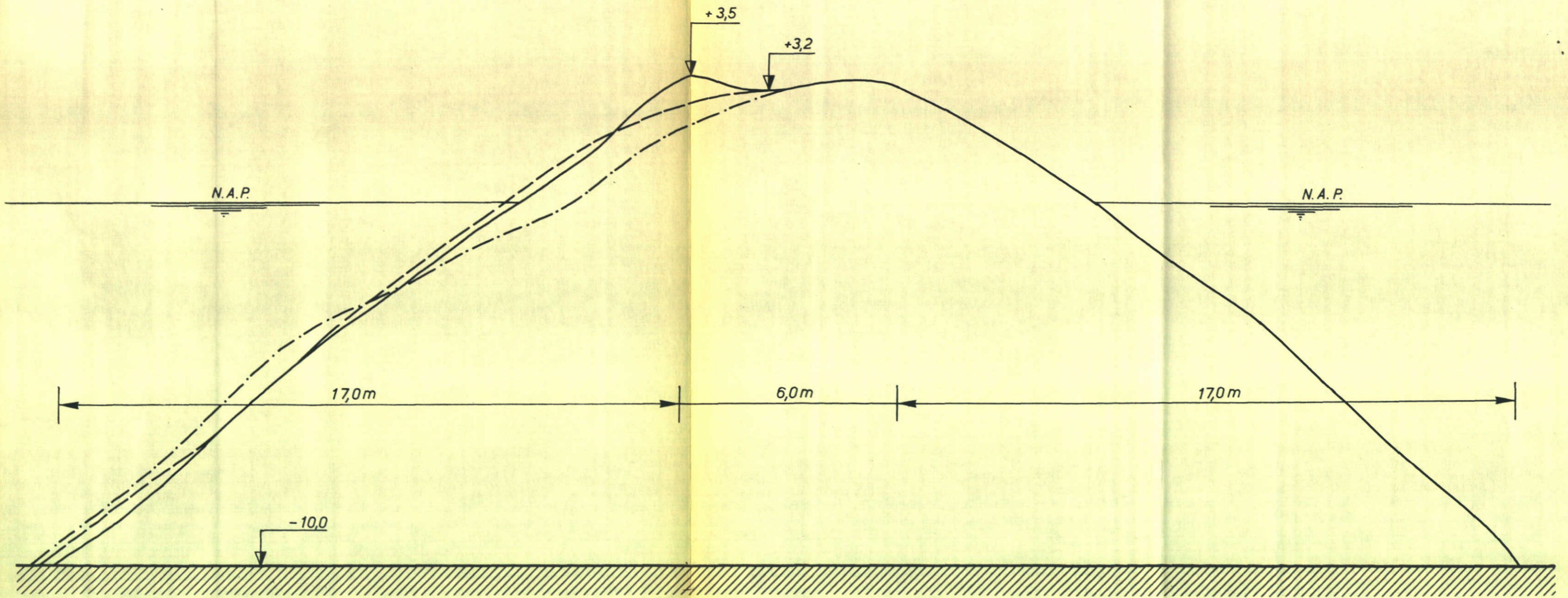
————— $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
 - - - - - $H_{max.} = 1,05 \text{ m}$
 - · - · - $H_{max.} = 2,30 \text{ m}$



STORTSTEEN 300-1000 kg DAM MET DUBBELE KRUIN h.o.h. 6m z = 2,0 m h = N.A.P. + 2 m			L ²
			A3'
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1021	FIG. 21	

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P. + 0,4m
 buitenwaterstand : N.A.P. + 2,4m

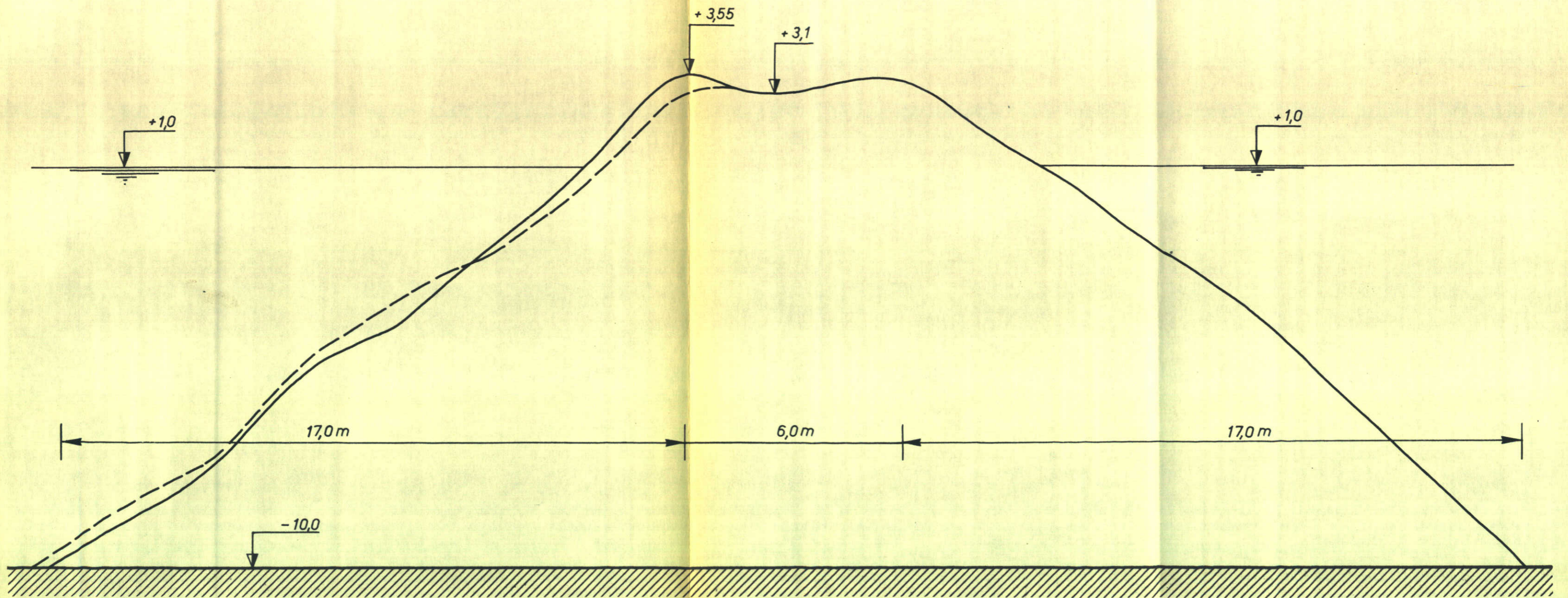
- $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
- - - $H_{max.} = 1,35 \text{ m}$
- · - · $H_{max.} = 2,00 \text{ m}$



STARTSTEEN 300-1000 kg DAM MET DUBBELE KRUIN h.o.h. 6m z = 0 m h = N.A.P. + 3 m			L ²
			A3'
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1022	FIG. 22	

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P.
 buitenwaterstand : N.A.P.

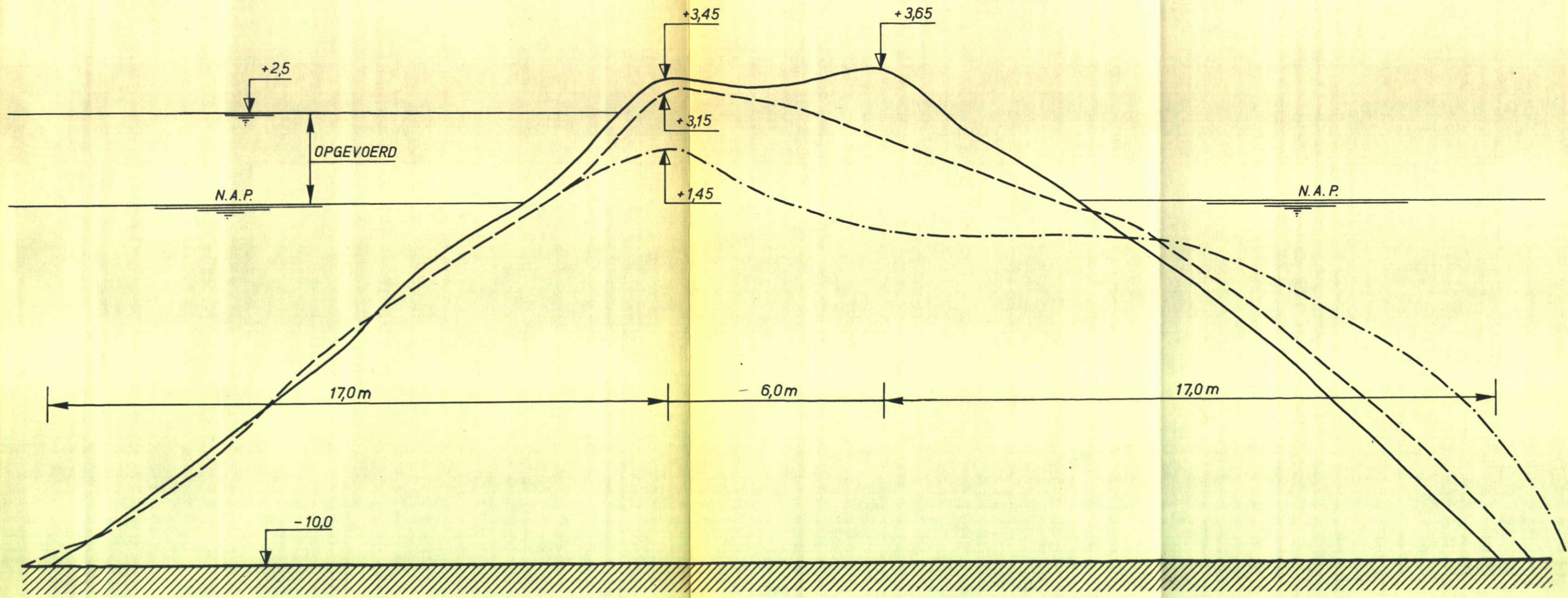
————— $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
 - - - - - $H_{max.} = 2,00 \text{ m}$



STARTSTEEN 300-1000 kg DAM MET DUBBELE KRUIN h.o.h. 6m z = 0 m h = N.A.P. + 3 m			L ²
			A3'
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1023	FIG. 23	

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P. + 1 m
 buitenwaterstand : N.A.P. + 1 m

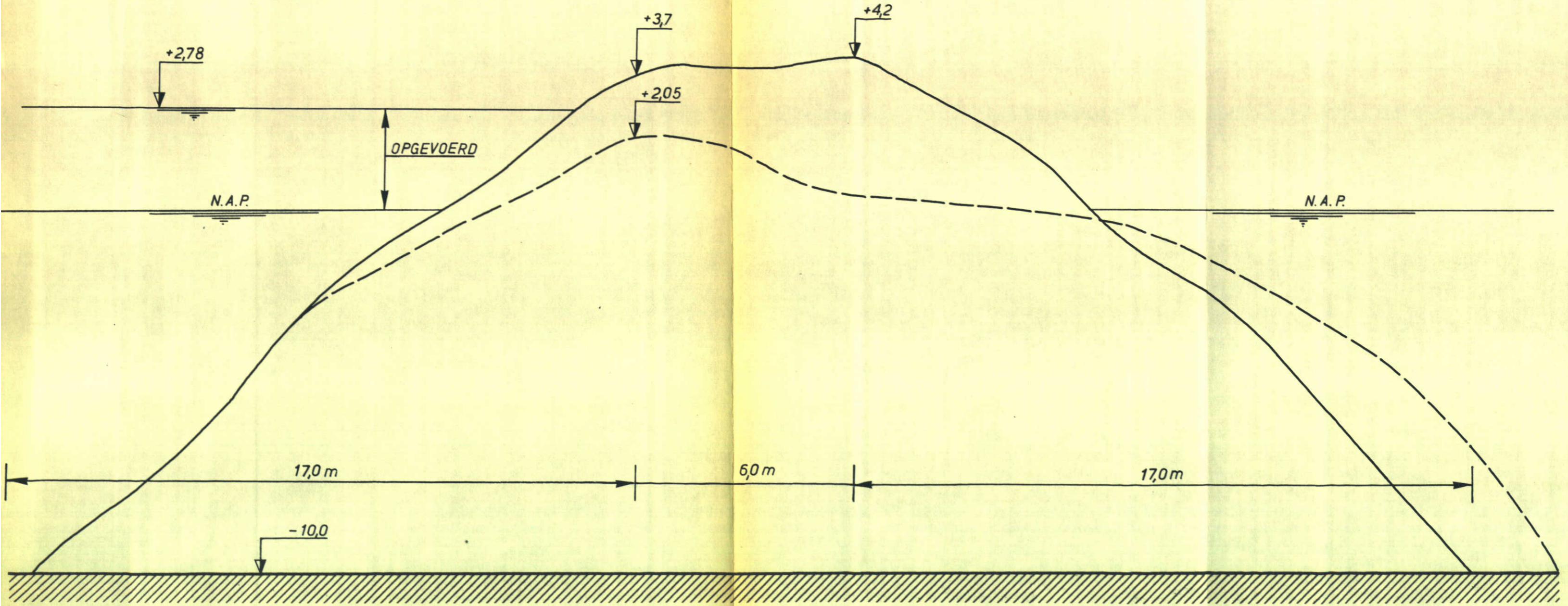
- $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
- - - - - $H_{max.} = 2,10 \text{ m Verval } 2,37 \text{ m}$
- · - · - $H_{max.} = 2,10 \text{ m Verval } 2,50 \text{ m}$



STORTSTEEN 300-1000kg DAM MET DUBBELE KRUIN h.o.h. 6m z = 2,5m h = N.A.P. + 3m			L ²
			A3'
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1024	FIG. 24	

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P.
 buitenwaterstand : OPGEVOERD TOT N.A.P. + 2,5m

————— $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
 - - - - - $H_{max.} = 2,10 \text{ m VERVAL } 2,78 \text{ m}$

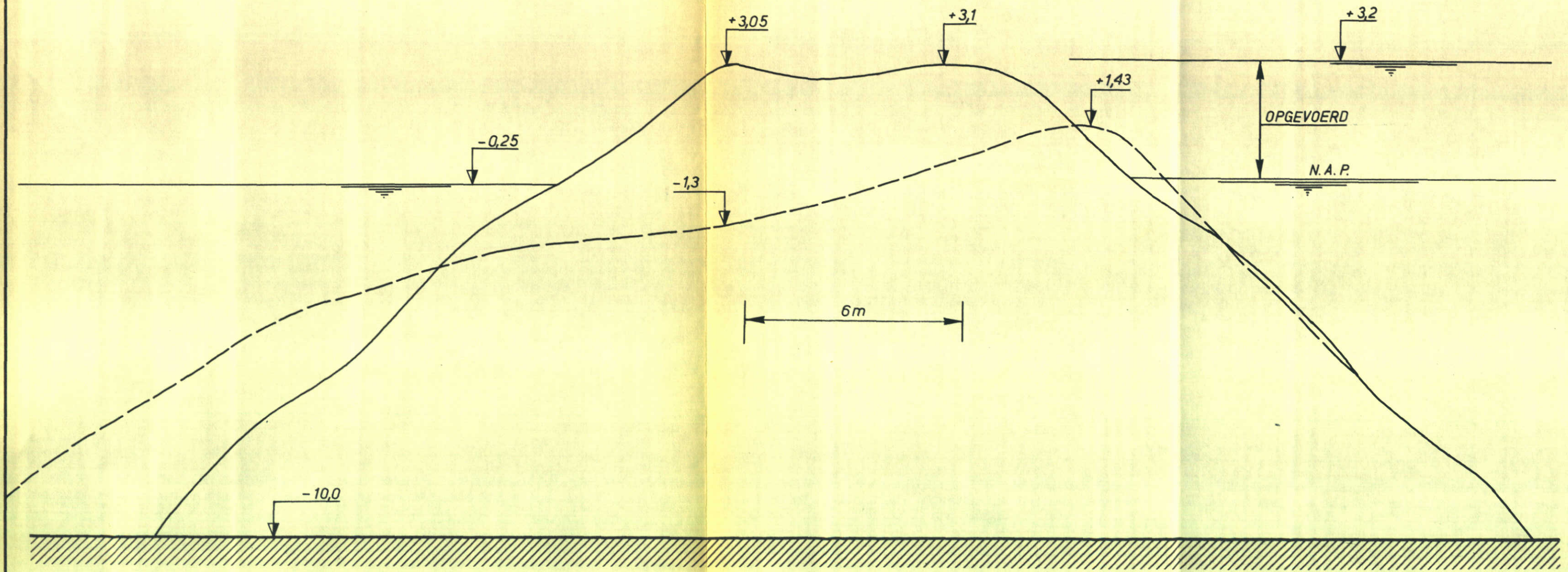


STARTSTEEN 300-1000 kg
 DAM MET DUBBELE KRUIN .h.o.h. 6m
 z = -2,78m h = N.A.P. + 4 m

		L ²
		A3'
M.731-VIII-1025		FIG. 25

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : N.A.P.
 buitenwaterstand : OPGEVOERD TOT N.A.P. + 2,78 m

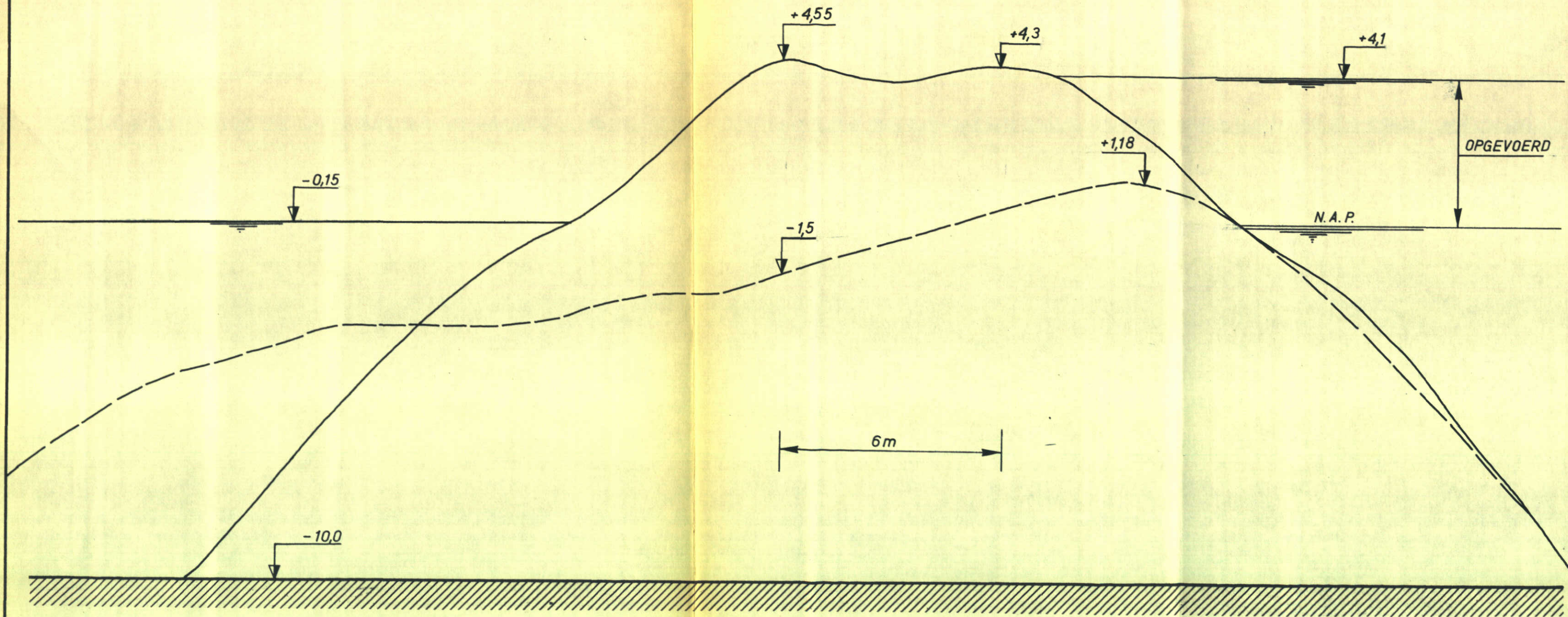
————— $H_{max.} = 0,00 \text{ m}$
 - - - - - $H_{max.} = 2,00 \text{ m Verval } 3,45 \text{ m}$



STARTSTEEN 300-1000 kg DAM MET DUBBELE KRUIN h.o.h. 6m z = 3,45m h = N.A.P. + 3 m			L ²
			A ³
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1026 FIG. 26		

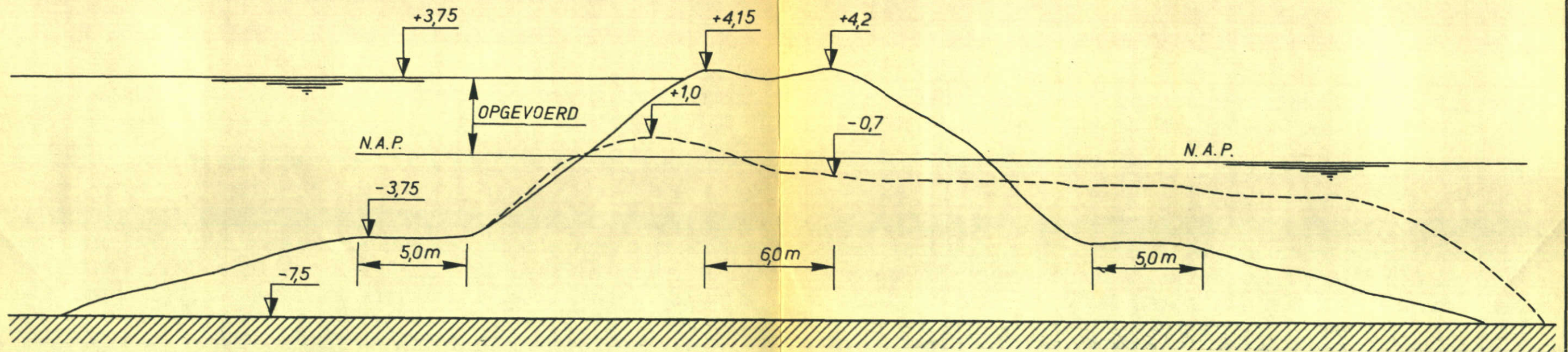
maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : OPGEVOERD TOT N.A.P. + 3,20 m
 buitenwaterstand : N.A.P. - 0,25 m

————— $H_{max} = 0,00 \text{ m}$
 - - - - - $H_{max} = 2,00 \text{ m}$ VERTVAL 4,25m



STORTSTEEN 300-1000 kg DAM MET DUBBELE KRUIJN h.o.h. 6m z = 4,25m.			L ²
	h = N.A.P. + 4 m		A3'
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1027	FIG. 27	

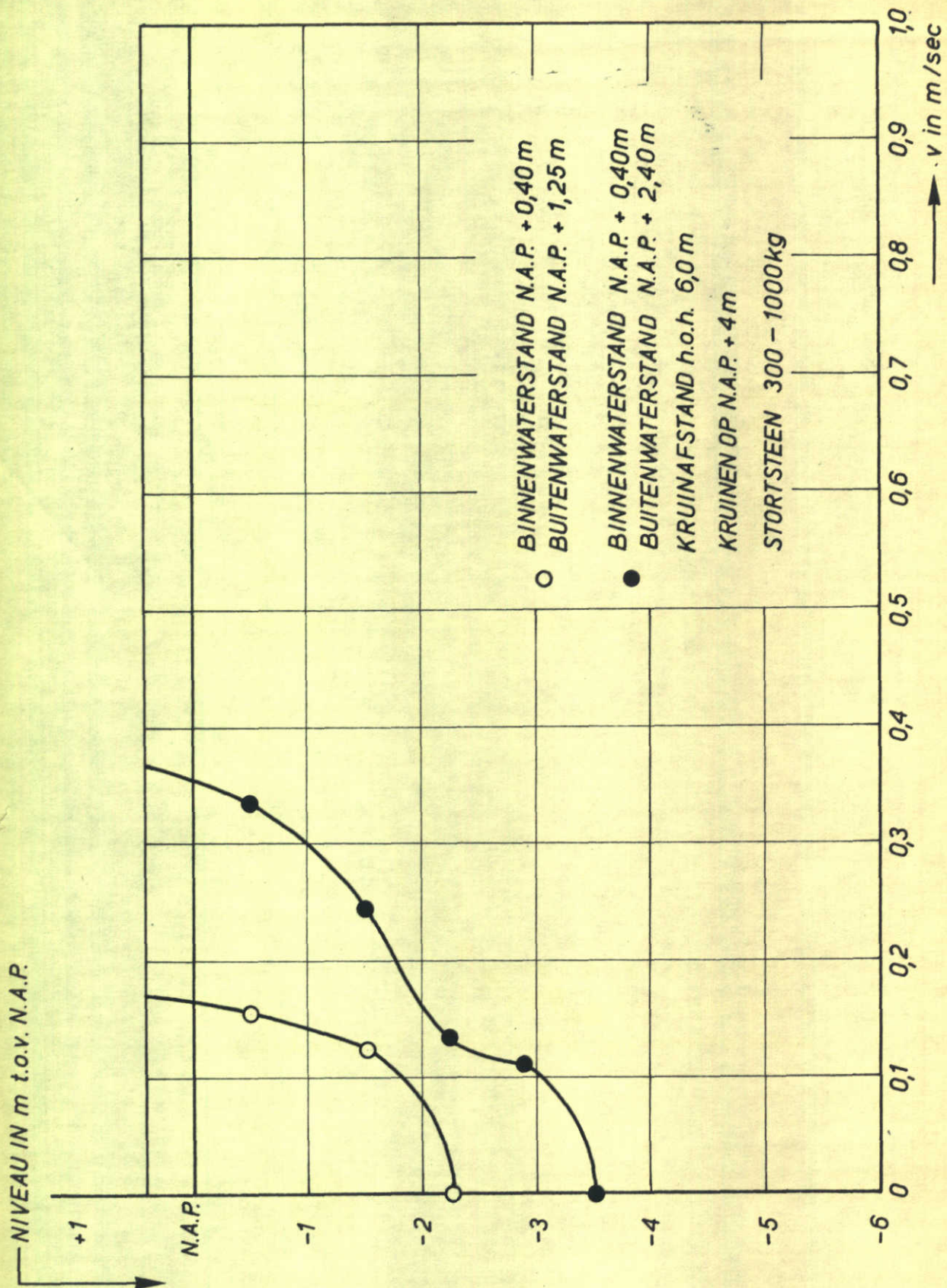
maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand : OPGEVOERD TOT N.A.P. + 4,10m
 buitenwaterstand : N.A.P. - 0,15 m



————— $H_{max.} = 0,00\text{ m}$
 - - - - - $H_{max.} = 2,00\text{ m}$ VERVAL $3,75\text{ m}$

maten in m t.o.v. N.A.P.
 binnenwaterstand: N.A.P.
 buitenwaterstand: OPGEVOERD TOT N.A.P. +3,75m

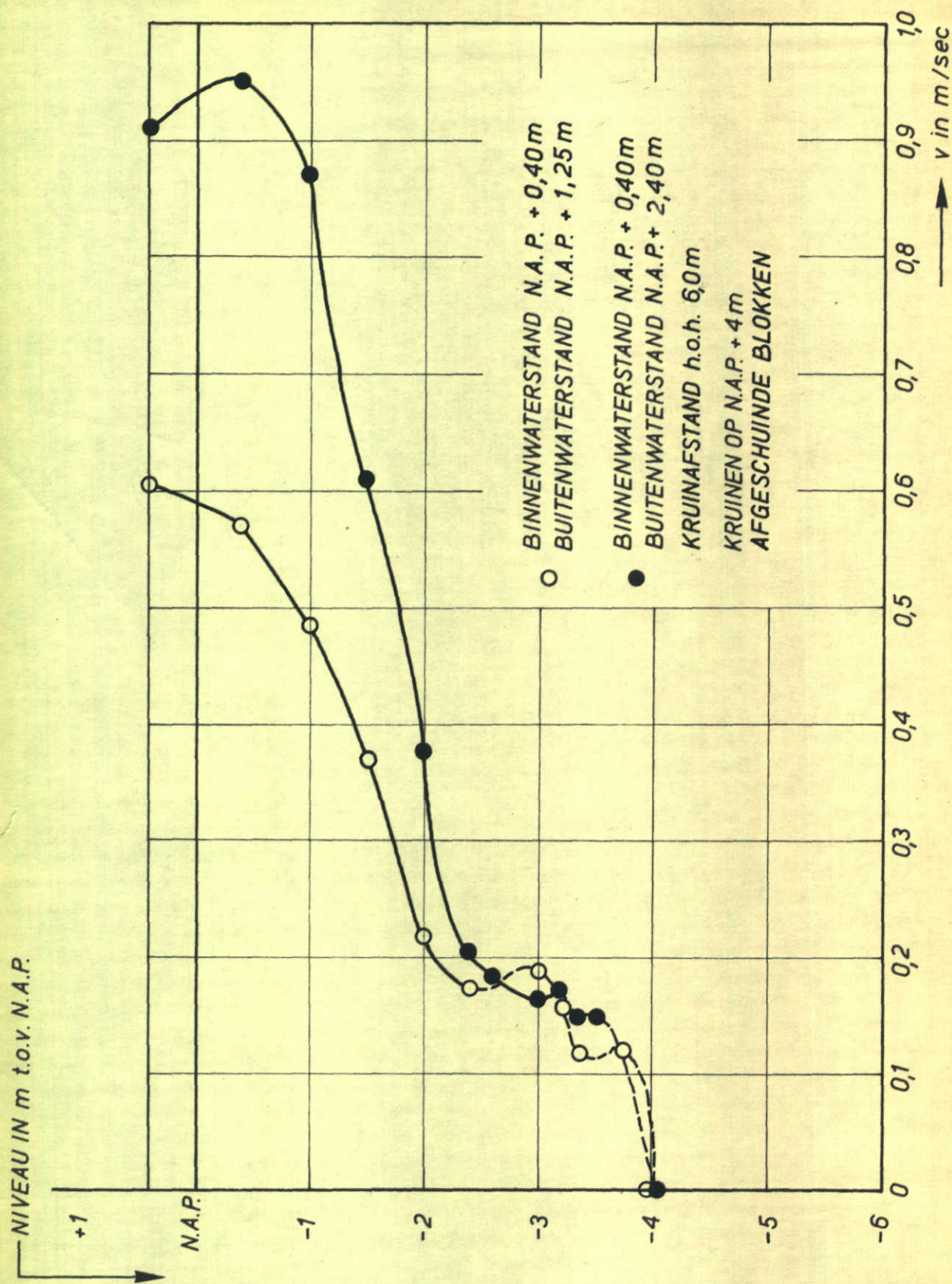
STORTSTEEN 300-1000kg DAM MET BERMEN KRUINAFSTAND 6m z = 3,75m			L ²
			A3
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.731-VIII-1028 FIG. 28		



SNELHEIDSVERDELING ACHTER EEN STORTSTEENDAM

L²

A4



SNELHEIDSVERDELING ACHTER EEN BETONBLOKKENDAM

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M.731-VIII-1030 FIG. 30

L²

A4

