

waterloopkundig laboratorium
delft hydraulics laboratory

afsluiting Oosterschelde

belastingen op de pylonen

verslag modelonderzoek

M 1160

september 1980

INHOUD

	blz.
1. <u>Inleiding</u>	1
2. <u>Beschrijving van de modellen</u>	2
3. <u>Samenvatting van het meetprogramma</u>	4
4. <u>Voorlopige resultaten van het onderzoek</u>	6

FIGUREN

- 1 Betonnen pyloon
- 2 Stalen pyloon
- 3 Modelopstelling betonnen pyloon t.b.v. belasting door aanstortings-
 blokken
- 4 Modelopstelling stalen pyloon t.b.v. belasting door aanstortings-
 blokken
- 5 Modelopstelling betonnen en stalen pyloon t.b.v. golfbelasting
- 6 Schema van het meetprogramma dat tot 1 januari 1972 is uitgevoerd
- 7 Opbouw van de blokkendam
- 8 Volgorde van opbouw van het blokkenpakket bij de opstortmethoden A en B
- 9 Verband tussen de coëfficiënt van de actieve gronddruk (λ_a) en de
 afstand (d)

- Momentverloop over de hoogte bij de betonnen pyloon
- 10 a...f T4, opstortmethode A
- 11 a...f T9, opstortmethode A
- 12 a...f T6, opstortmethode B
- 13 a...f T8, opstortmethode B
- 14 Verloop van de maximale momenten over de hoogte bij de betonnen pyloon

- Momentverloop over de hoogte bij de stalen pyloon
- 15 a...g T15, opstortmethode A
- 16 a...g T16, opstortmethode B

- 17 Verloop van de maximale momenten over de hoogte bij de stalen pyloon
- 18 Verband tussen golfkrachten en golfhoogten bij de betonnen pyloon,
 massaverdeling niet op schaal
- 19 Verband tussen golfkrachten en golfhoogten bij de betonnen pyloon,
 massaverdeling op schaal

AFSLUITING OOSTERSCHELDE, BELASTINGEN OP DE PYLONEN

1. Inleiding

Aangezien de afsluiting van de Oosterschelde volgens de oorspronkelijke plannen mogelijk met behulp van een kabelbaan plaats zou vinden, is een onderzoek ingesteld naar de grootte van de belastingen op de dan benodigde pylonen.

In het volgende worden de voorlopige resultaten van het verrichte modelonderzoek gegeven. Er zijn twee pylonen onderzocht, namelijk een betonnen pyloon, zoals deze ook is gebruikt voor de sluiting van het Brouwershavense Gat, met een bodemligging op N.A.P. -30 m (zie fig. 1 voor een schematische tekening van deze pyloon) en een stalen pyloon naar een schetsontwerp van Rijkswaterstaat, Directie Sluizen en Stuwen met een bodemligging op N.A.P. -36 m (zie fig. 2). Beide pylonen zijn beproefd op belasting door regelmatige golven en als gevolg van aanstorting met betonblokken met een ribbe van 1 m. Bovendien zijn de eigen frekwenties van de pylonen bepaald.

In Hoofdstuk 2 volgt een korte beschrijving van de beproefde modellen, terwijl in hoofdstuk 3 een samenvatting van het verrichte meetprogramma is opgenomen. In hoofdstuk 4 worden de voorlopige resultaten van het tot 1 januari 1972 verrichte modelonderzoek gegeven. Het onderzoek is uitgevoerd onder leiding van ir. J.K. Kostense, die tevens dit verslag heeft opgesteld.

2. Beschrijving van de modellen

Zowel van de betonnen als de stalen pyloon zijn twee modellen gemaakt, te weten een aanstortings- en een golfmodel, waarbij opgemerkt kan worden dat alle modellen volledig in de bodem waren ingeklemd.

De aanstortingsmodellen van de betonnen en de stalen pylonen (zie foto's 1 en 2) hebben beide een lengteschaal $n_1 = 20$. De bovenbouw van de pylonen is bij deze modellen weggelaten. Alleen de vorm van het ondergedeelte, d.w.z. de drie palen met hun inklemming aan de bovenzijde, is op schaal gebracht. Elastische gelijkvormigheid is niet nagestreefd in verband met de statische belasting door de blokken. Bovendien speelt hier de verhouding tussen de elasticiteit van de palen en die van het blokkenpakket een rol. Deze verhouding is evenwel slecht op schaal te krijgen in verband met het gebruik van betonnen blokken in het model. Deze betonkubussen van het model met een dichtheid $\rho = 2400 \text{ kg/m}^3$ hebben een ribbe van 0.05 m. Ter vermindering van het benodigd aantal kubussen is gebruik gemaakt van dummy-materiaal, bestaande uit kubussen met dezelfde dichtheid en een ribbe van 0.08 m.

De metingen aan de aanstortingsmodellen vinden plaats met behulp van rekstrookjes op de middelste paal van de pyloon. De plaatshoogte van deze rekstrookjes en de ligging van het dummy-materiaal zijn schematisch aangegeven op de figuren 3 en 4 voor respectievelijk de betonnen en de stalen pyloon. Met behulp van deze rekstrookjes is het mogelijk het verloop over de hoogte van het buigend moment in de slappe buigingsrichting van de pylonen aan te geven.

Evenals bij de aanstortingsmodellen is voor de lengteschaal van het golfmodel van de betonnen pylonen $n_1 = 20$ genomen. In verband met de beschikbare waterdiepte had dit tot gevolg dat de bodemligging van N.A.P. -30 m naar N.A.P. - 26 m moest worden verschoven. Dit heeft geen invloed op de grootte van de golfkrachten die t.p.v. de caisson van de pylonen aangrijpen. Het model werd zodanig ingebouwd dat de hoek tussen de voortplantingsrichting van de golven en de lengterichting van de pyloon 60° was (zie fig. 5).

In eerste instantie is slechts het ondergedeelte van de pyloon in model gebracht, en wel zodanig dat een elastisch gelijkvormig model werd verkregen. Omdat tijdens de metingen aan dit model ook het probleem van de eigen frequentie van de pyloon aan de orde kwam, is later de massaverdeling over de hoogte op schaal aangebracht. Hiervoor was ook aanpassing van de massa van de drie palen noodzakelijk, hetgeen gerealiseerd werd door loodblokjes aan de binnenkant van deze palen te bevestigen.

Ook aan dit golfmodel vonden de metingen plaats met behulp van rekstrookjes en wel op de twee buitenpalen. Met behulp van deze rekstrookjes konden de golfkrachten in twee loodrechte richtingen, benevens een eventuele rotatie van de pyloon, gemeten worden. De plaatsing van de rekstrookjes is schematisch aangegeven op figuur 5.

Omdat reeds van te voren bekend was dat van het golfmodel van de stalen pylonen ook de eigen frekwentie bepaald zou moeten worden, is voor de lengteschaal van dit model $n_1 = 30$ genomen, zodat de bodemligging op N.A.P. -36 m gehandhaafd kon worden.

Dit model is evenals het golfmodel van de betonnen pylonen uitgevoerd als een elastisch gelijkvormig model waarbij de massaverdeling over de hoogte op schaal is aangebracht. Evenals bij de betonnen pylonen is deze stalen pyloon onderzocht voor golfaanval onder een hoek van 60° met de lengterichting van een pyloon, hetgeen op figuur 5 is aangegeven; voor de plaatsing van de rekstrookjes op deze pylonen wordt eveneens verwezen naar figuur 5.

3. Samenvatting van het meetprogramma

Het meetprogramma omvatte drie soorten metingen, namelijk metingen van de belasting door aanstorting, metingen van de belasting door golven en het bepalen van de eigen frekwenties van de pylonen. Bij de aanstortingsproeven kan onderscheid gemaakt worden tussen twee soorten metingen en wel enerzijds metingen ter bepaling van de coëfficiënt van de actieve gronddruk (λ_a), waarbij aan één zijde van de pyloon blokken worden gestort, welke metingen alleen aan de betonnen pylonen zijn verricht en anderzijds metingen ter bepaling van het momentverloop over de hoogte t.g.v. de blokkenbelasting, wanneer aan beide zijden van de pylonen blokken worden gestort. Bij de laatste metingen is onderscheid gemaakt in de manier van opbouw van het blokkenpakket. Wat betreft de metingen van de golfkrachten op de pylonen: deze kunnen onderverdeeld worden naar de golfperioden, waarbij de metingen zijn uitgevoerd. Een schema van het meetprogramma dat tot 1 januari 1972 is uitgevoerd wordt gegeven op figuur 6; hierop is tevens aangegeven welke metingen nog zullen worden uitgevoerd. Aan de hand van dit schema volgt hieronder een nadere uiteenzetting over de omstandigheden waaronder bij de verschillende metingen is gewerkt. Bij alle metingen aan de aanstortingsmodellen is de blokkendam tot N.A.P. -7 m over de volle breedte van de pylonen in horizontale lagen opgebouwd. Wanneer de hoogte N.A.P. -7 m is bereikt, is overgegaan op storten langs twee loodrecht op de pylonen staande lijnen op een afstand van 6,5 m van elkaar, d.i. de kabelafstand van de kabelbaan. Dit is aangegeven op figuur 7 waarop tevens de niveaus van blokkenopstorting bij meting T1 zijn ingetekend. Bij de metingen T1, T2 en T3 aan de betonnen pylonen ter bepaling van de coëfficiënt van de actieve gronddruk (λ_a) werden aan één zijde van de pyloon blokken gestort. Om te voorkomen dat een gedeelte van de blokken tussen de palen van de pyloon door zouden rollen werd voor de pyloon een in zijn vlak slap schot geplaatst. Bij de meting T1 is in zes stappen opgestort tot N.A.P. +4 m. Omdat vooral bij de kleine opstorthoogtes aanzienlijke waarden voor λ_a werden gevonden zijn T2 en T3 uitgevoerd. De omstandigheden bij meting T2 waren identiek aan die bij T1, alleen werd nu in drie stappen tot N.A.P. -15 m opgestort. Om de invloed van het dummy-materiaal op de gevonden waarden van λ_a te vinden werd voor de meting T3 dit materiaal verwijderd. Ook bij deze meting werd in drie stappen tot N.A.P. -15 m opgestort. Na deze metingen werd overgegaan op het storten aan twee zijden van de pyloon om zodoende het momentverloop over de hoogte t.g.v. de blokkenbelasting te vinden.

Deze metingen zijn zowel voor de betonnen pyloon (T4, T6, T8 en T9) als voor de stalen pylonen (T15 en T16) uitgevoerd. Er is gestreefd naar hoogteverschillen "voor en achter" de pylonen van 2,5 m en 5,0 m. Deze hoogteverschillen zijn steeds m.b.v. twee verschillende opstortmethoden gecreeërd (zie fig. 8). Bij de eerste methode liggen de blokken aan de ene zijde steeds hoger dan aan de andere zijde van de pyloon (methode A) en bij de tweede methode wisselt de zijde met het hoogste opstortingsniveau. Vanwege het stochastisch karakter van de gevonden resultaten zijn bij de betonnen pylonen beide methoden tweemaal uitgevoerd. Bij de stalen pyloon waren op 1 januari 1972 beide methoden nog slechts één maal uitgevoerd.

Op 1 januari 1972 waren alleen de golfkrachtmetingen op de betonnen pyloon gereed. Deze metingen zijn verricht aan een model zonder aangepaste massaverdeling voor regelmatige golven met periodes $T = 6,5$ sec en $T = 9,7$ sec. Later is de massaverdeling op schaal aangebracht en zijn metingen verricht bij $T = 4,2$ sec, $T = 6,5$ sec en $T = 9,7$ sec.

4. Voorlopige resultaten van het onderzoek

Het verband tussen de coëfficiënt van de actieve gronddruk, (λ_a), en de afstand tussen de aanstortingshoogte en de plaatshoogte van de rekstrookjes wordt voor de betonnen pylonen weergegeven op figuur 9. De coëfficiënt λ_a is steeds bepaald door de gemeten momenten gelijk te stellen aan het moment, berekend voor een, met de diepte h lineair toenemende, belasting. Wanneer echter de blokkenaanstorting tot boven het niveau N.A.P. -7 m reikte, werd de belasting aangepast daar de belasting dan niet meer over de volle breedte van de pyloon aangrijpt, doordat wordt overgegaan op het kabelbaanbedrijf (zie ook figuur 7).

Zoals uit figuur 9 blijkt bestaat er een vrij grote spreiding in de resultaten van T1 en T2, metingen onder identieke omstandigheden. De invloed van het dummy-materiaal in het model blijkt gering te zijn zoals blijkt uit vergelijking van de uitkomsten van de metingen T2 (zonder dummy-materiaal) en T3 (met dummy-materiaal).

De resultaten van het tweezijdig opstorten bij de betonnen pyloon worden voor opstortmethode A weergegeven in de figuren 10a t/m 10f en 11a t/m 11f. Hierbij kan worden opgemerkt dat de op deze figuren genoemde buigende momenten werken op de gehele constructie.

Voor opstortmethode B wordt het momentenverloop over de hoogte aangegeven in de figuur 12a t/m 12f en 13a t/m 13f. Uit de resultaten blijkt dat de verschijnselen vrij slecht reproduceren, hetgeen ook de reden is geweest voor het herhalen der metingen. De maximale momenten welke tijdens deze vier metingen op de verschillende hoogten gevonden zijn, worden weergegeven op figuur 14.

Op 1 januari 1972 waren de metingen aan de stalen pylonen voor beide opstortmethoden nog slechts eenmaal uitgevoerd. De resultaten van deze metingen worden gegeven op de figuren 15a t/m 15g voor opstortmethoden A en de figuren 16a t/m 16g voor opstortmethode B. De maximale momenten welke tijdens deze twee metingen op de verschillende hoogten boven de bodem gevonden zijn, worden gegeven op figuur 17.

De metingen van de golfkrachten op de betonnen pylonen werden zowel aan een model zonder aangepaste massa als een model met aangepaste massa uitgevoerd. Bij beide modellen zijn de golfperioden $T = 6,5$ sec en $T = 9,7$ sec. beschouwd.

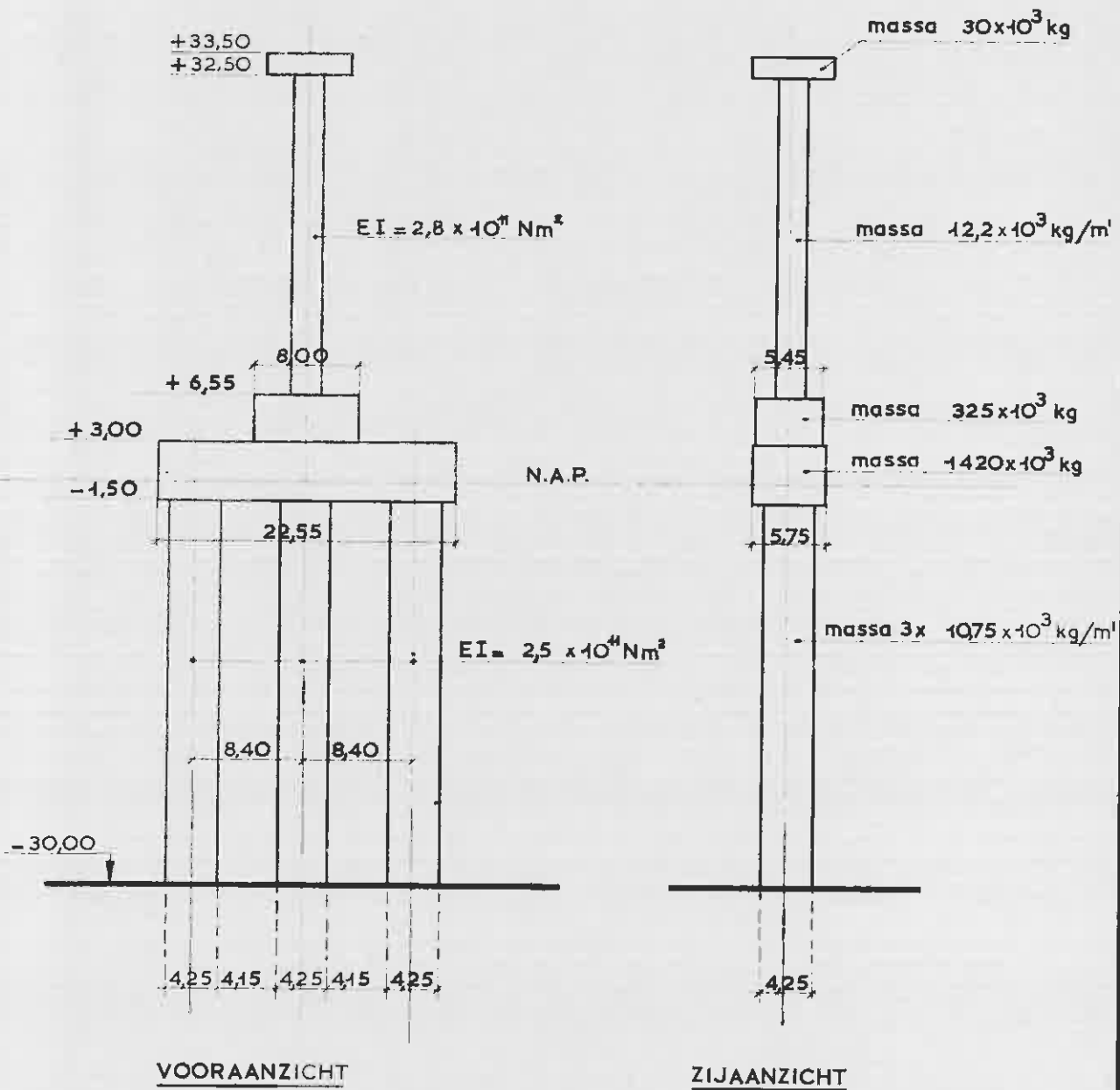
Voor het model met aangepaste massa zijn bovendien de golfkrachten bij een periode $T = 4,2$ sec bepaald.

De resultaten van deze metingen zijn verzameld op de figuren 18 en 19. Ter toelichting op figuur 18 en 19 dient het volgende te worden opgemerkt. IJking vna de krachtopnemers van het model is geschied door een kracht K op de constructie te laten aangrijpen op een hoogte van N.A.P. +3 m. Op deze wijze is voor iedere meetpunt het verband bepaald tussen de geregistreerde rek en de bijbehorende kracht.

Bij de uitwerking zijn eenvoudigheidshalve voor iedere meetpunt de gemeten rekken omgerekend naar equivalente krachten op een hoogte N.A.P. +3 m. Deze equivalente krachten, die op de gehele constructie werken zijn op de figuren gegeven. Het is duidelijk dat deze waarden slechts een eerste benadering is voor de pyloonberekening. De verdeling van de krachten over de hoogte, zowel bij regelmatige als onregelmatige golven, dient voor het definitieve ontwerp nog verder te worden onderzocht. Gebleken is, dat vrijwel geen rotatie van de pyloon optreedt.

De metingen van de eigen frekwenties van de pylonen werden uitgevoerd aan de modellen met aangepaste massaverdeling. Voor de betonnen pylonen met een bodemligging op N.A.P. -26 m werd een eigen frekwentie $f_n = 0,78$ Hz gemeten. Uit de berekening m.b.v. de zogenaamde Rayleigh-methode volgde een eigen frekwentie van $f_n = 0,81$ Hz. Met een bodemligging op N.A.P. +36 m werd dit $f_n = 0,54$ Hz.

Voor de stalen pyloon met een bodemligging op N.A.P. -36 m werd een eigen frekwentie $f_n = 0,70$ Hz gemeten, hetgeen goed met de berekende waarde $f_n = 0,69$ Hz overeenstemt.



maten in m prototype

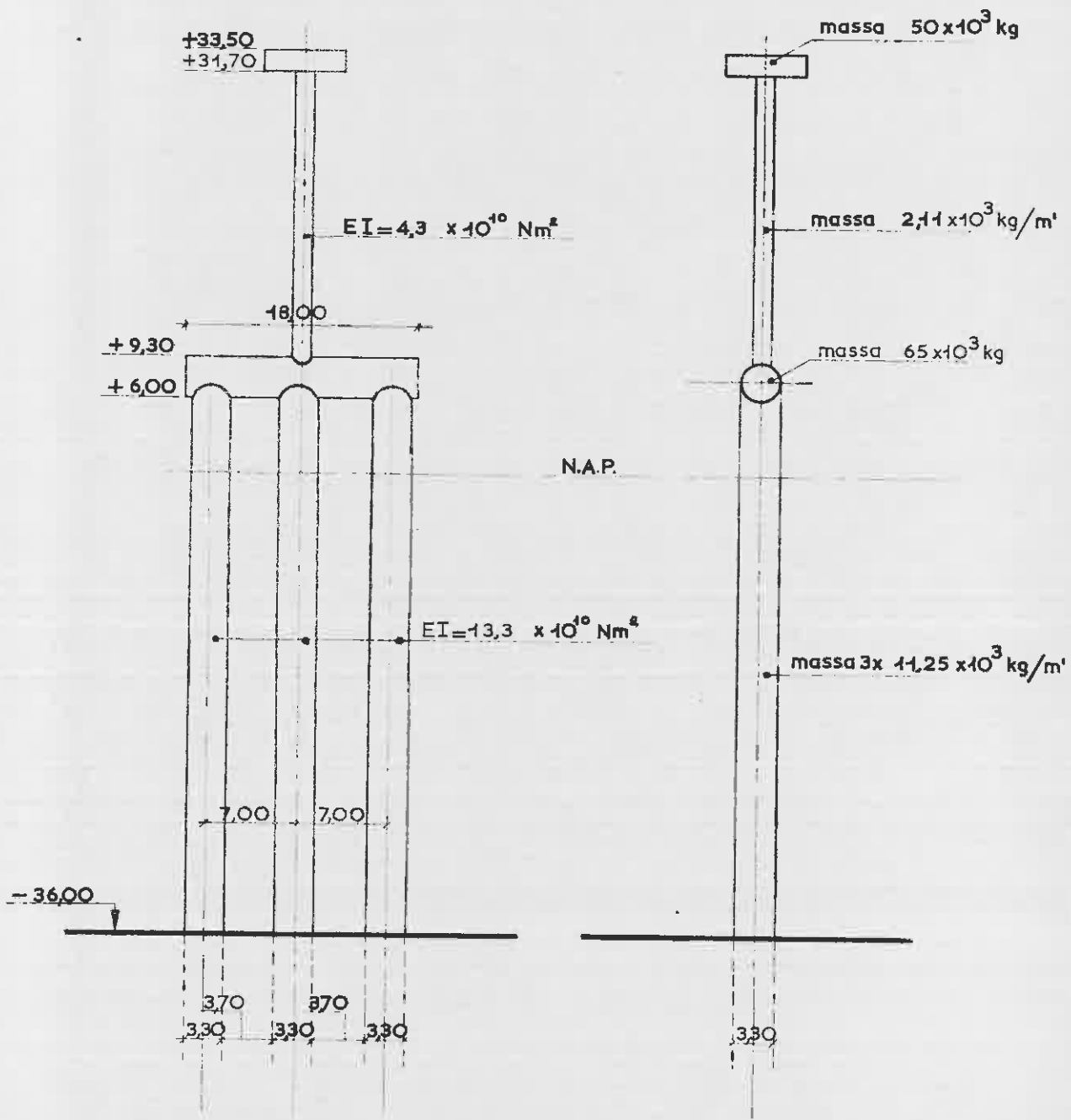
BETONNEN PYLOON

SCHAAL 1 : 500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 1



VOORAANZICHT

ZIJAANZICHT

maten in m prototype

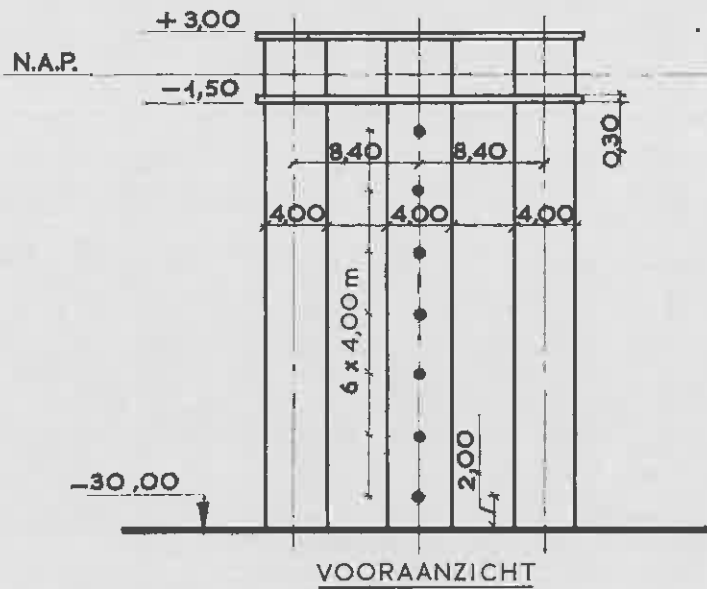
STALEN PYLOON

SCHAAL 1 : 500

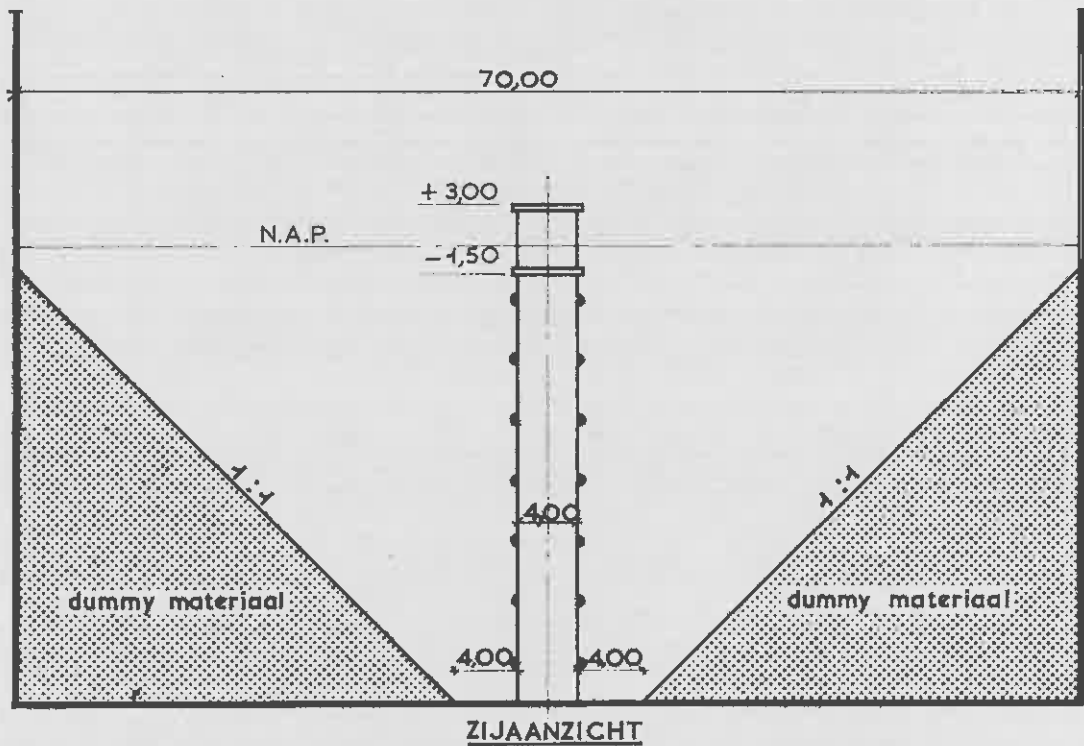
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 2



- : Rekstrookje met behulp waarvan het buigend moment in de slappe buigingsrichting van de pyloon bepaald kan worden.



maten in m prototype

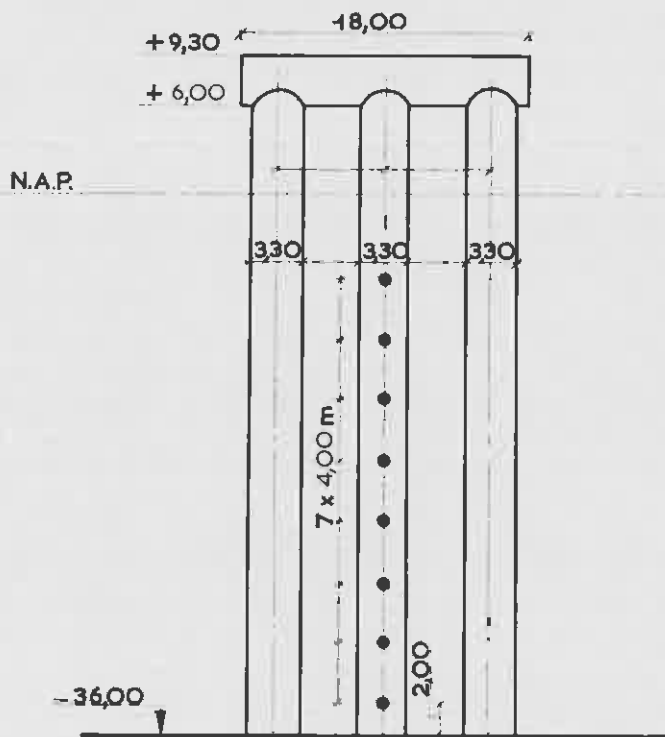
MODELOPSTELLING BETONNEN PYLOON T.B.V.
BELASTING DOOR AANSTORTINGSBLOKKEN

SCHAAL 1:500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

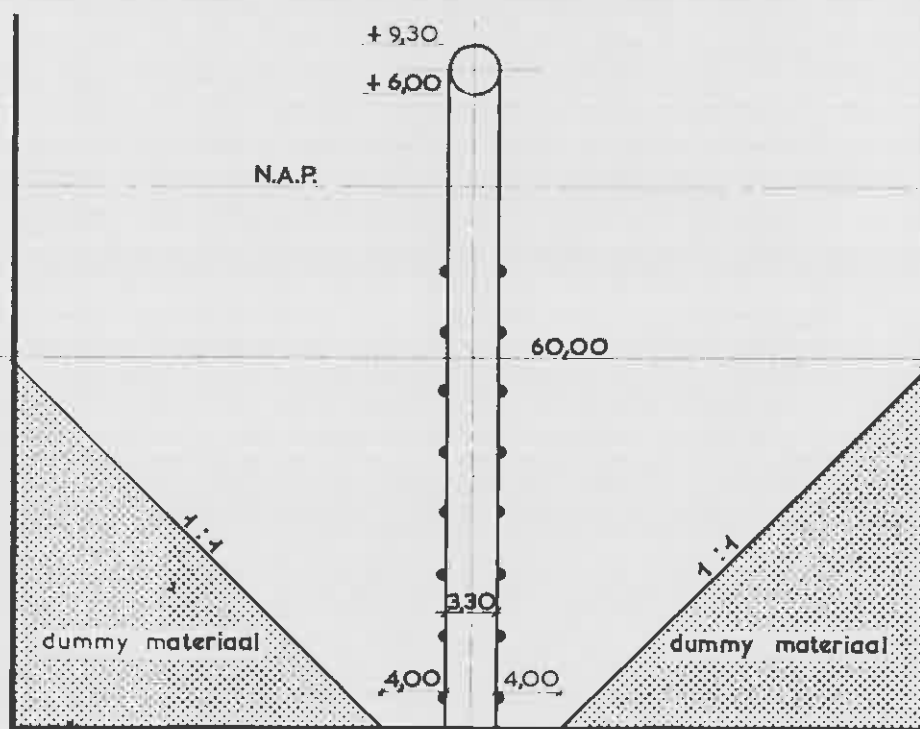
M 1160

FIG. 3



VOORAANZICHT

- Rekstrookje met behulp waarvan het buigend moment in de slappe buigingsrichting van de pyloon bepaald kan worden.



ZIJAANZICHT

maten in m prototype

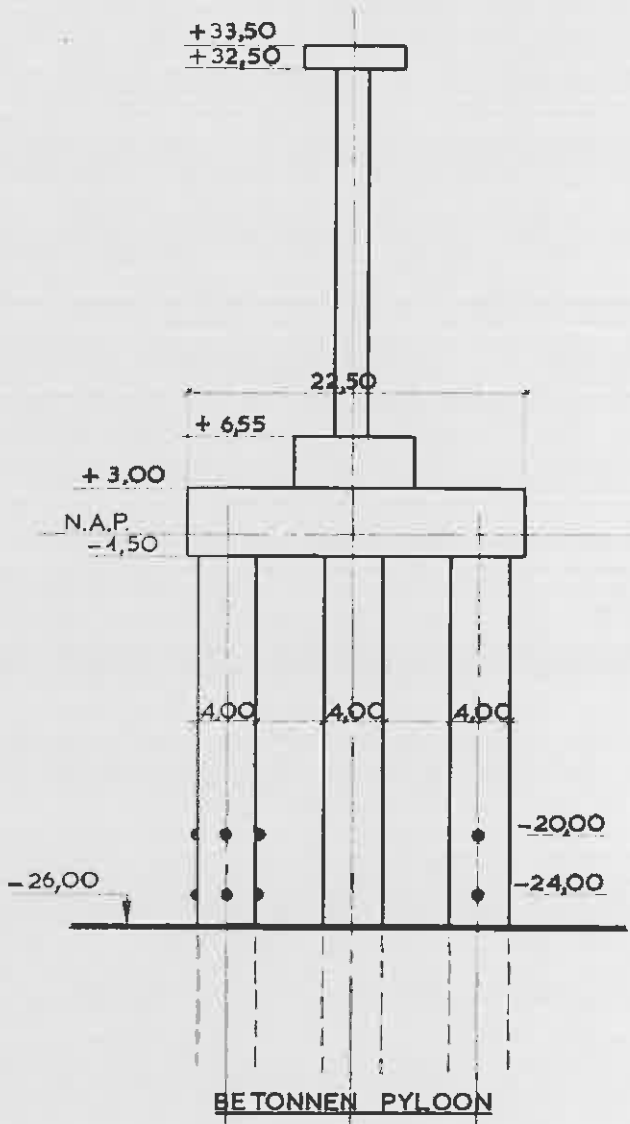
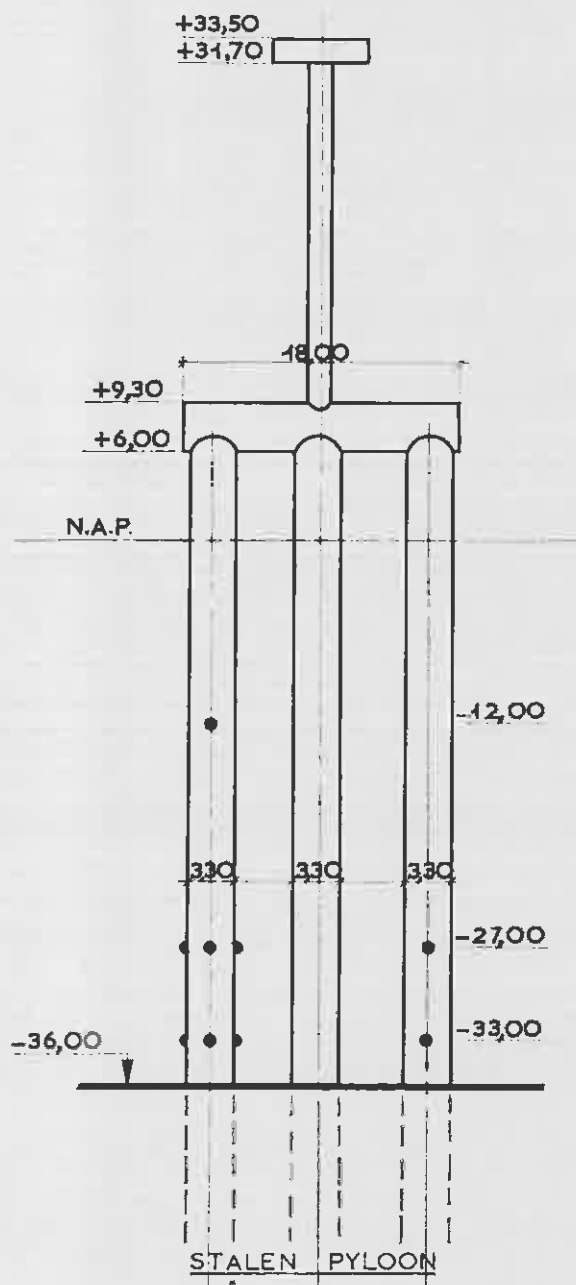
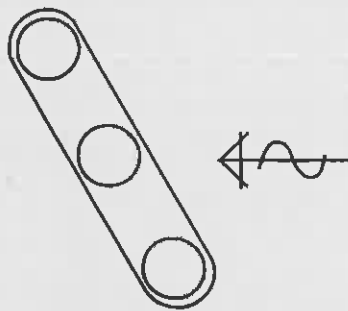
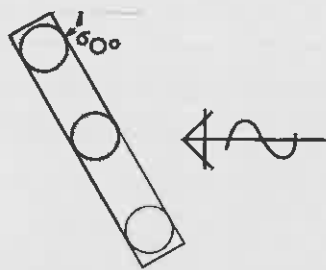
MODELOPSTELLING STALEN PYLOON T.B.V.
BELASTING DOOR AANSTORTINGSBLOKKEN

SCHAAL 1:500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 4



- - Rekstrookje met behulp waarvan het buigend moment in de slappe buigingsrichting van de pyloon bepaald kan worden.
- - Idem, voor de stijve buigingsrichting van de pyloon.

MODELOPSTELLING VAN DE STALEN EN
BETONNEN PYLOON T.B.V. GOLFBELASTING

SCHAAL 1:500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

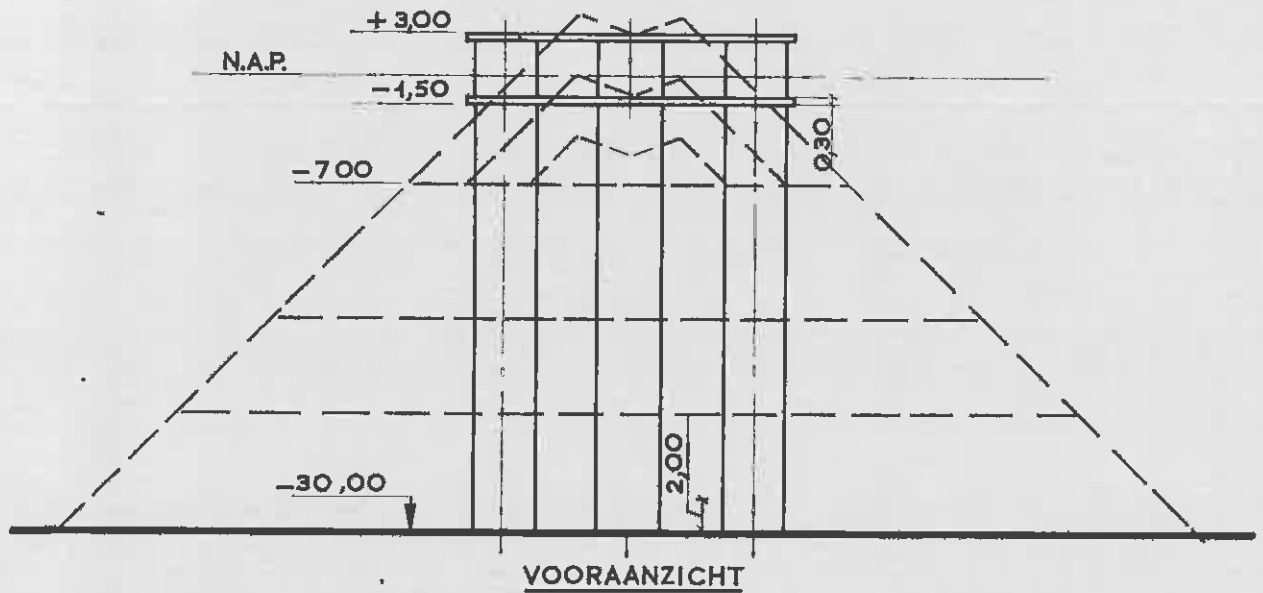
M. 1160

FIG. 5

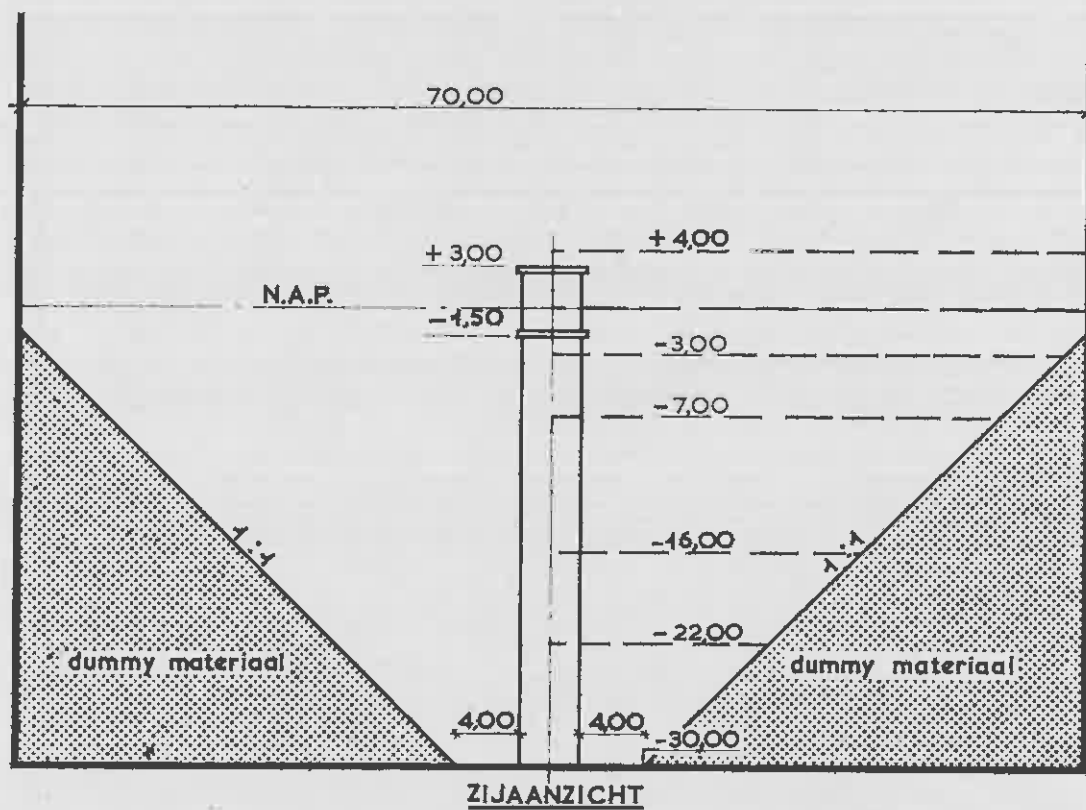
Soort model waaraan metingen zijn verricht	Bepaling van	Metingen aan de betonnen pyloon	Metingen aan de stalen pyloon
model t.b.v. blokkenbelasting (zie fig. 3 en 4)	de coëff. van de actieve gronddruk λa	T 1, T 2, T 3	-
	het momentenverloop over de hoogte van de pylonen bij opstortmethode A (zie fig 8)	T 4, T 9	T 15, *
	idem, bij opstortmethode B (zie fig 8)	T 6, T 8	T 16, *
model t.b.v. golfbelasting (massaverdeling niet op schaal)	de golfbelasting bij verschillende golfhoogten voor: T=6,5 s T=9,7 s	T 5 T 7	- -
model t b v golfbelasting (massaverdeling op schaal) (zie fig. 5)	idem, T=4,2 s T=6,5 s T=9,7 s	T 13 T 12 T 11	* * *
	de eigen frekwentie van de pyloon	T 10	T 17

* : deze metingen zullen in januari 1972 uitgevoerd worden.

SCHEMA VAN HET MEETPROGRAMMA DAT TOT 1 JANUARI 1972 IS UITGEVOERD



----- De verschillende niveaus van de blokkenopstorting
bij meting T 4



maten in m prototype

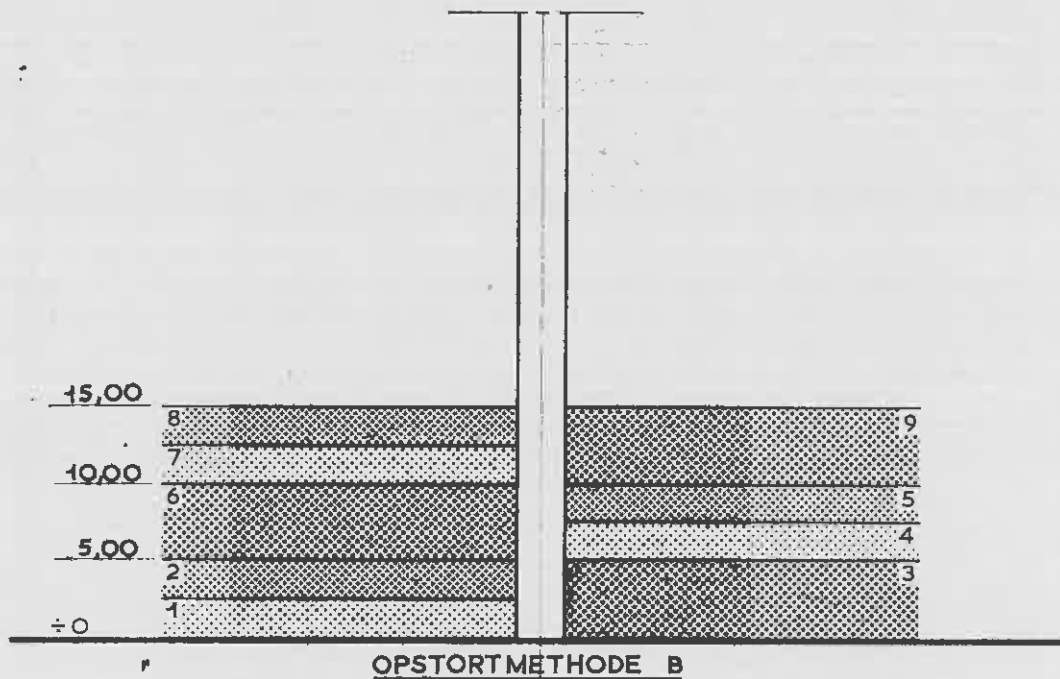
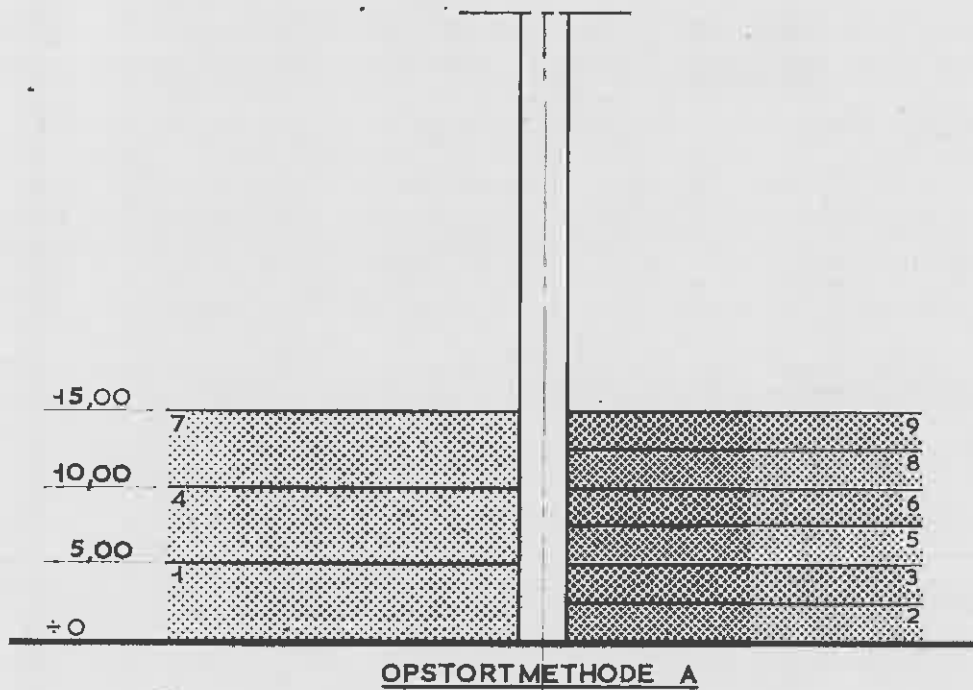
OPBOUW VAN DE BLOKKENDAM

SCHAAL 1:500

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 7



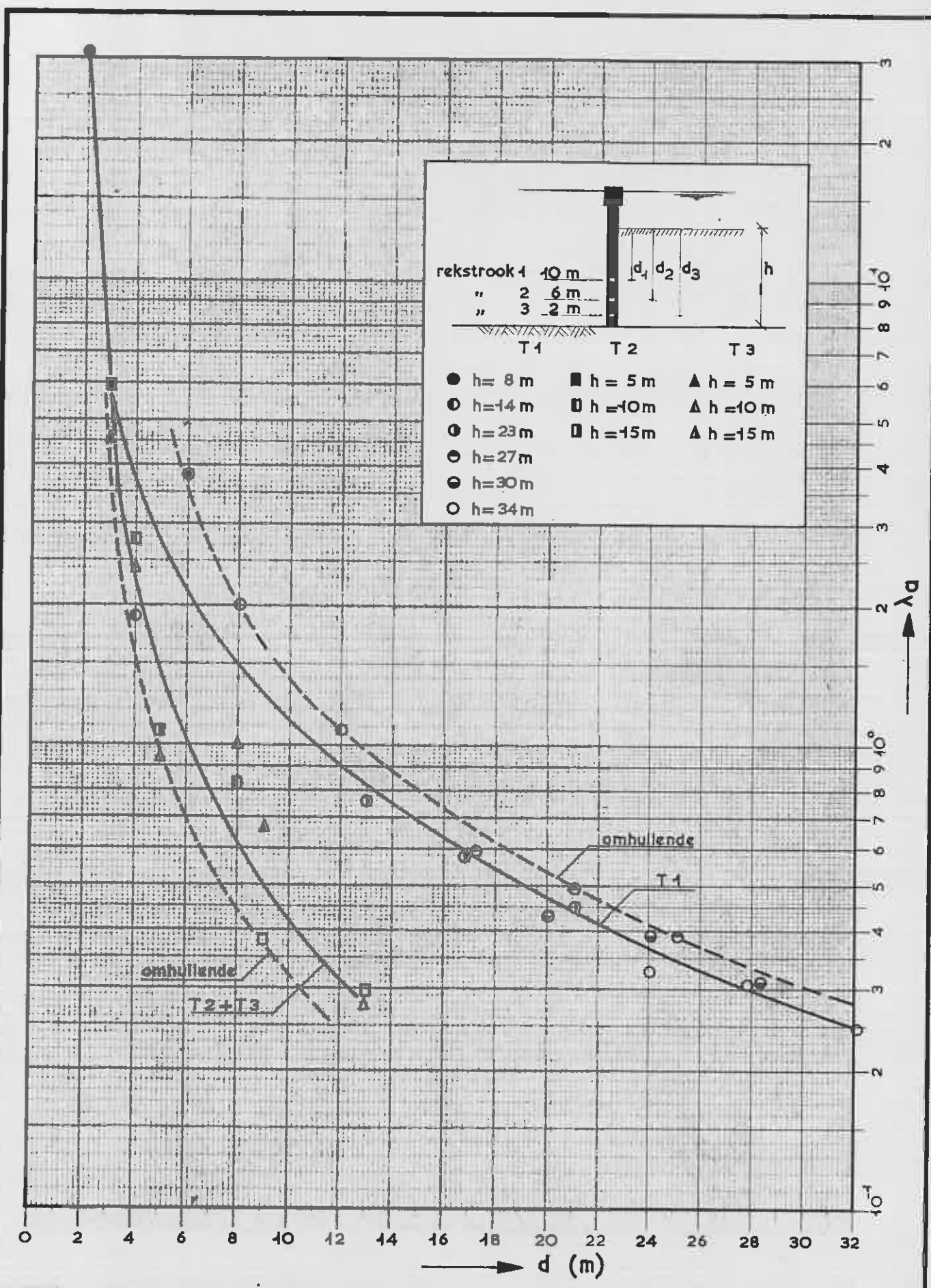
VOLGORDE VAN OPBOUW VAN HET BLOKKEN
PAKKET BIJ DE OPSTORTMETHODEN A EN B

SCHAAL 1:500

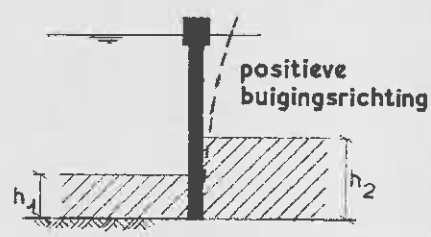
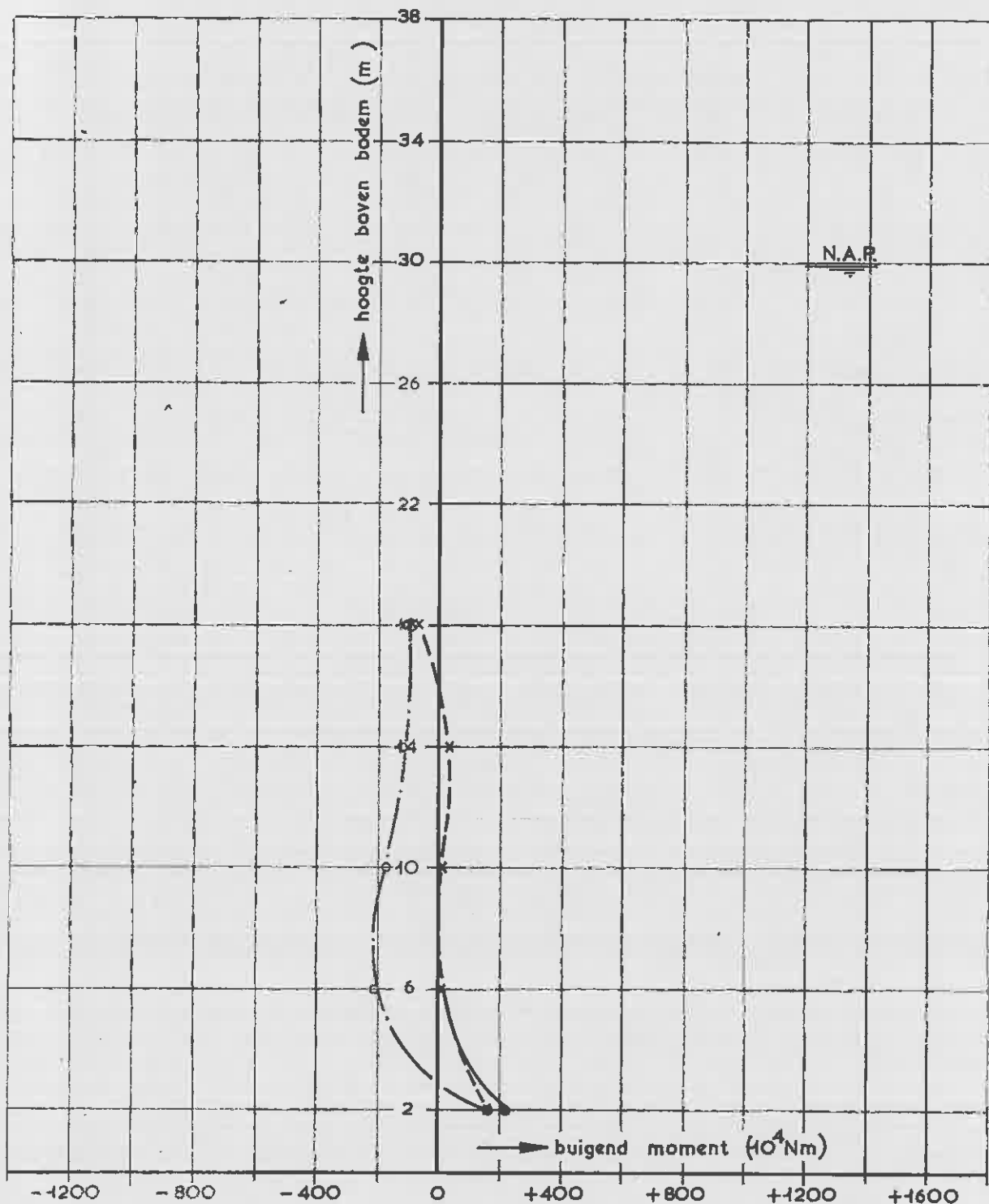
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 4160

FIG. 8

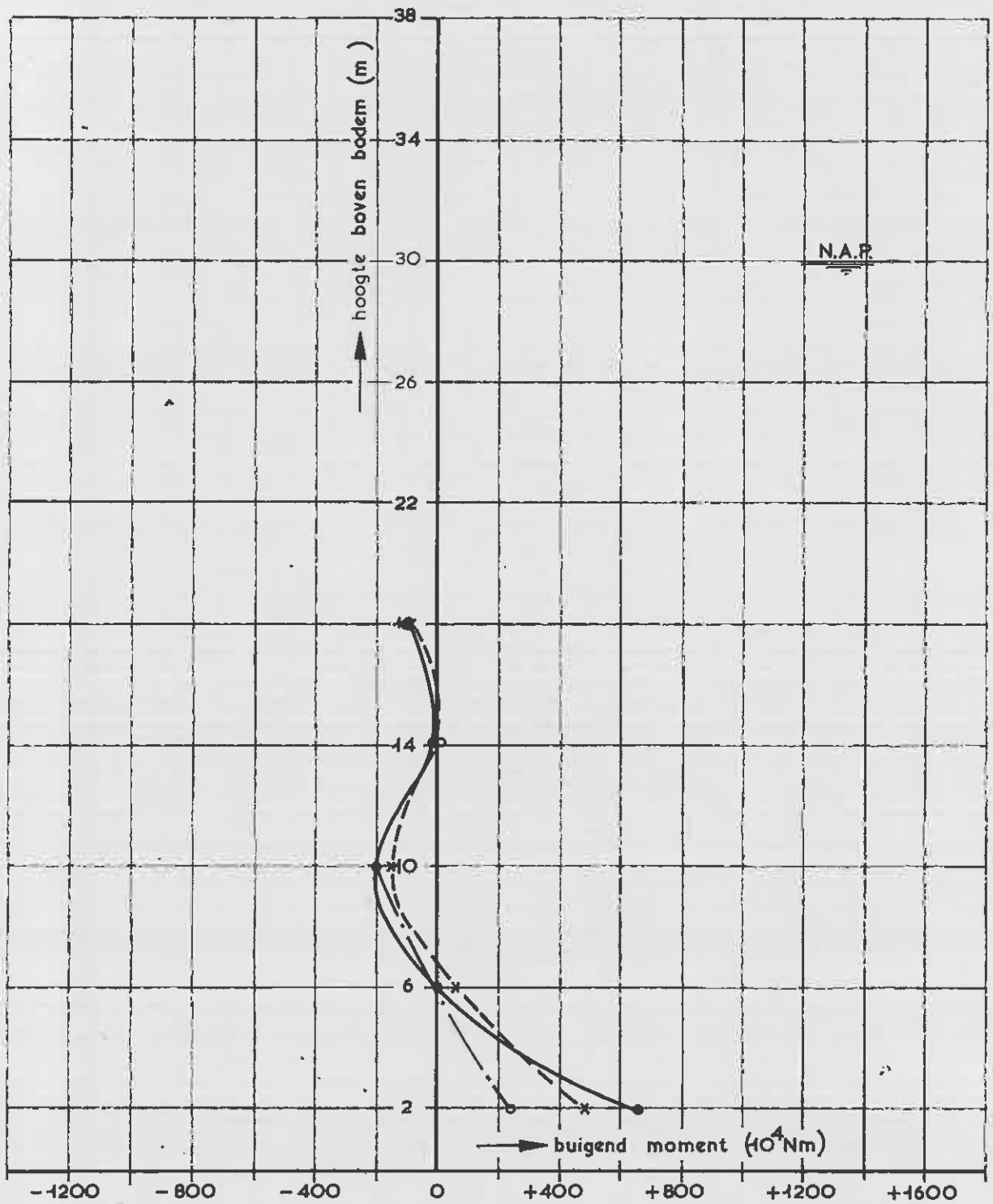


VERBAND TUSSEN DE COEFFICIENT VAN DE ACTIEVE GRONDDRUK (λ_a) EN DE AFSTAND (d)

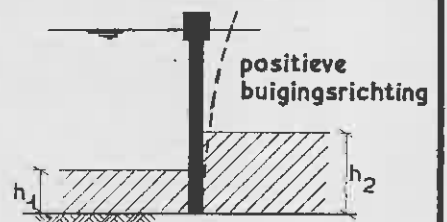


MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE A)

T 4



- ————— $h_1 = 9,94 \text{ m} ; h_2 = 5,31 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 9,94 \text{ m} ; h_2 = 7,51 \text{ m}$
- o - · - · - $h_1 = 9,94 \text{ m} ; h_2 = 9,51 \text{ m}$



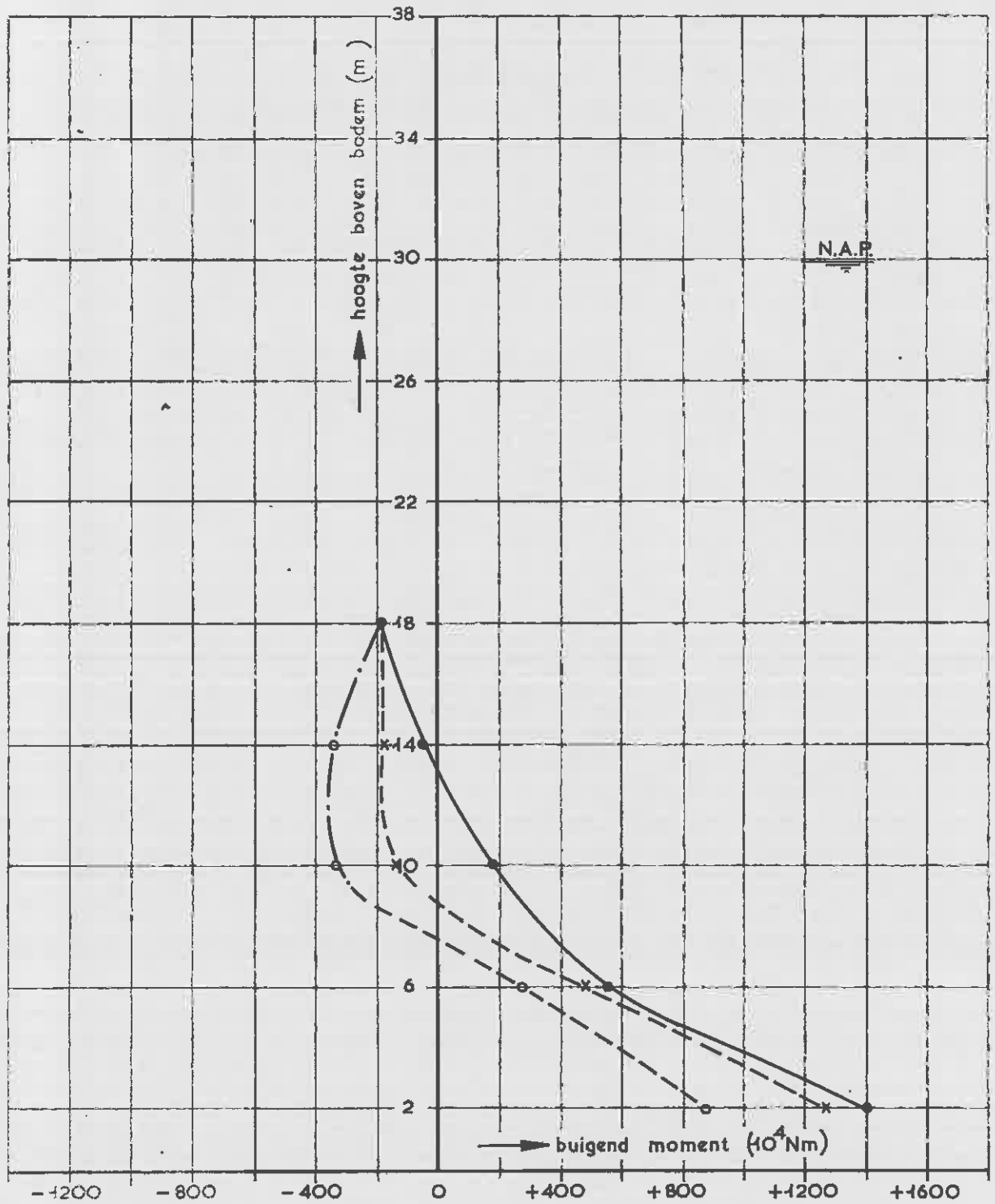
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE A)

T 4

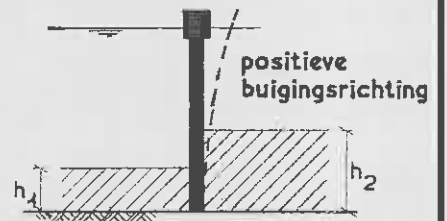
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 10^b



- ————— $h_1 = 15,31 \text{ m} ; h_2 = 9,51 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 15,31 \text{ m} ; h_2 = 12,56 \text{ m}$
- o - · - · - · $h_1 = 15,31 \text{ m} ; h_2 = 15,06 \text{ m}$



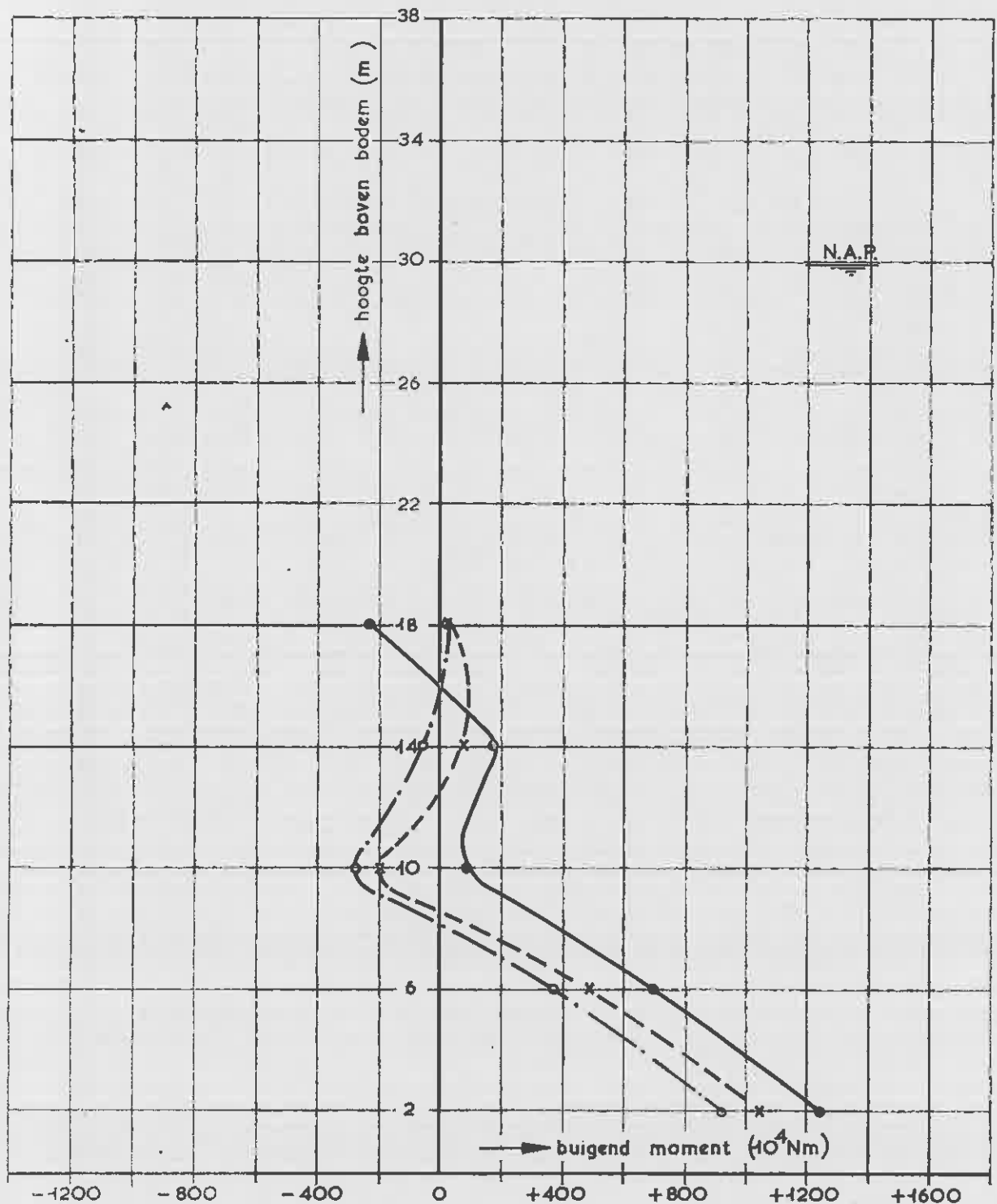
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE A)

T 4

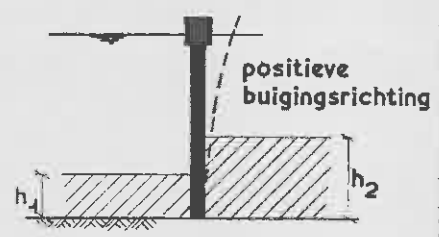
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 10^c



- ————— $h_1 = 20,12 \text{ m} ; h_2 = 15,06 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 20,12 \text{ m} ; h_2 = 18,09 \text{ m}$
- o - · - · - · $h_1 = 20,12 \text{ m} ; h_2 = 20,00 \text{ m}$



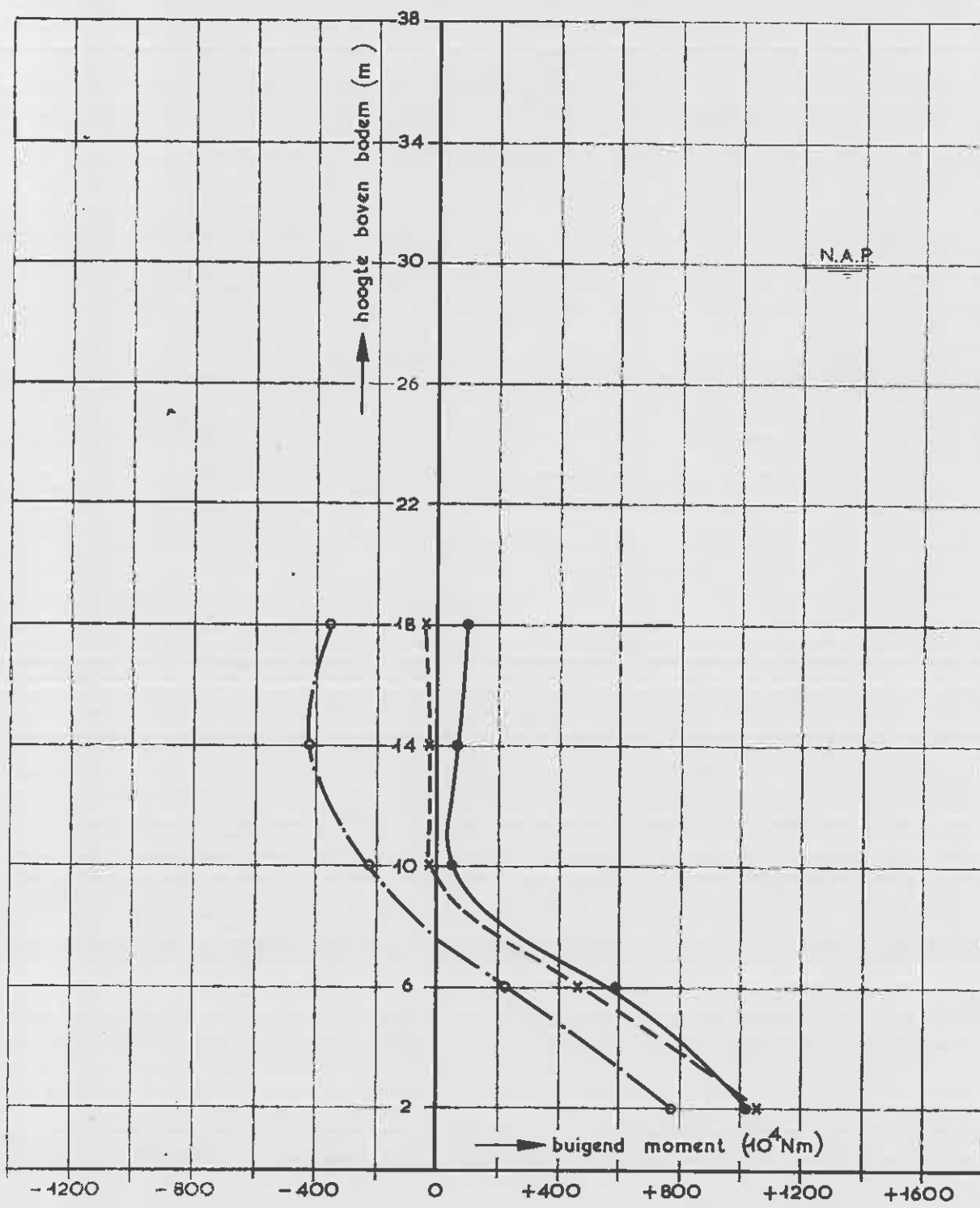
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE A)

T 4

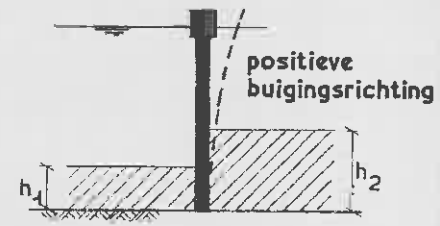
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 10^d



- ————— $h_1=24,90 \text{ m} ; h_2=20,00\text{m}$
- x - - - - - $h_1=24,90 \text{ m} ; h_2=22,56 \text{ m}$
- - · - · - $h_1=24,90 \text{ m} ; h_2=25,50\text{m}$



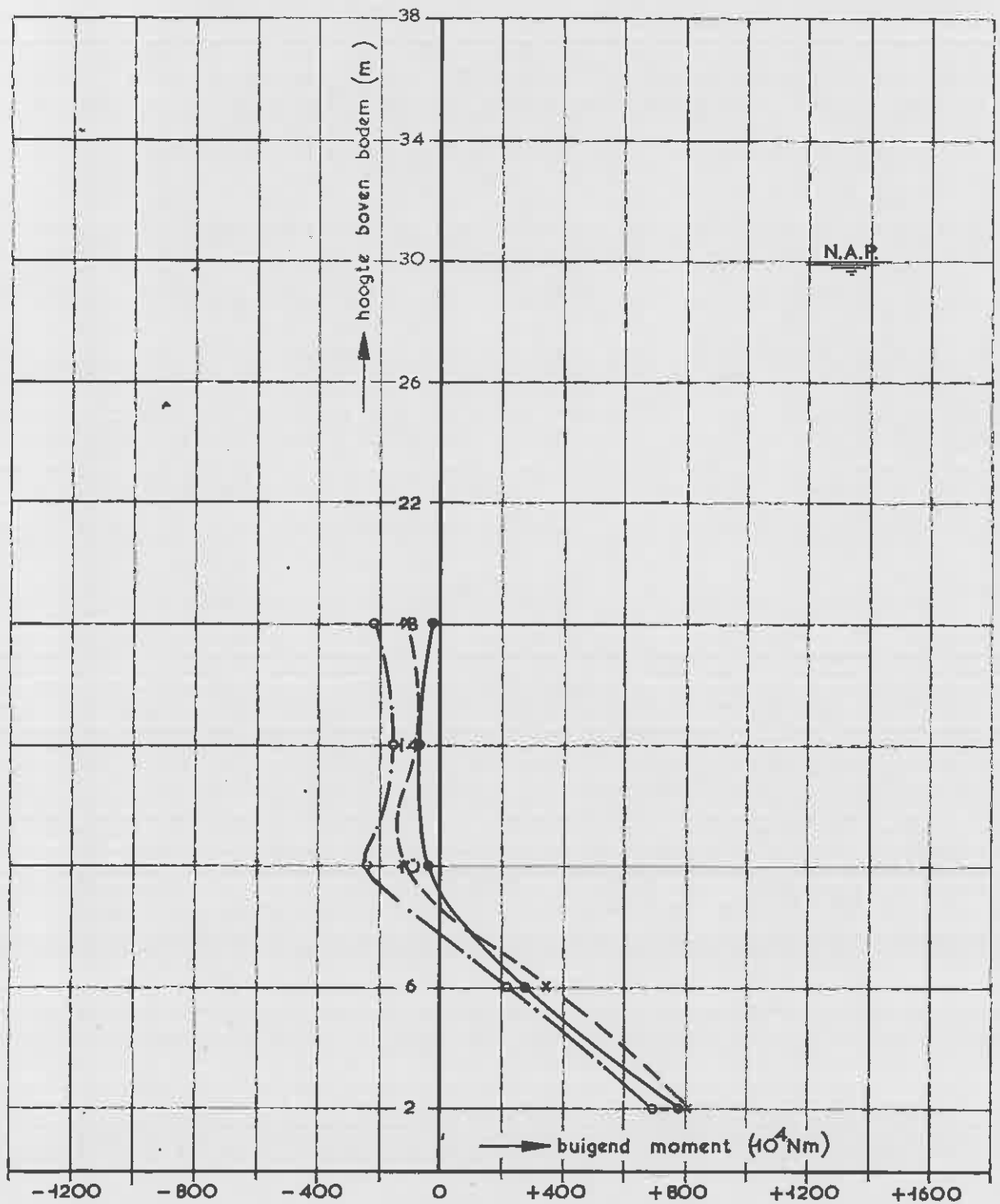
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE A)

T 4

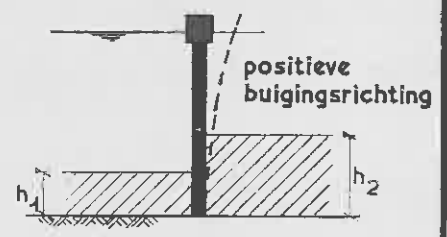
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 10^e



- ————— $h_1 = 26,80 \text{ m} ; h_2 = 25,50 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 26,80 \text{ m} ; h_2 = 25,76 \text{ m}$
- - · - · - · $h_1 = 26,80 \text{ m} ; h_2 = 28,94 \text{ m}$



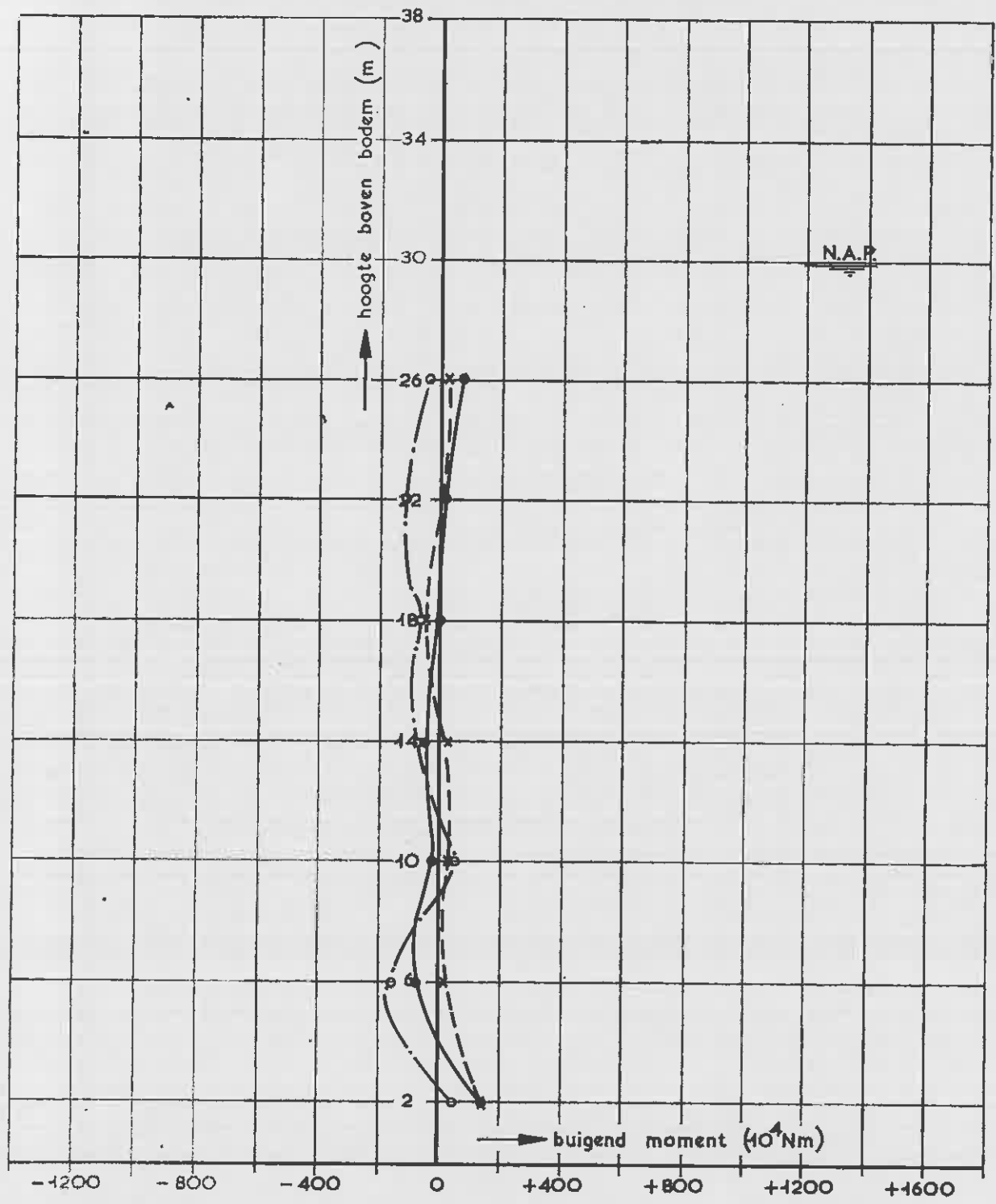
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE A)

T 4

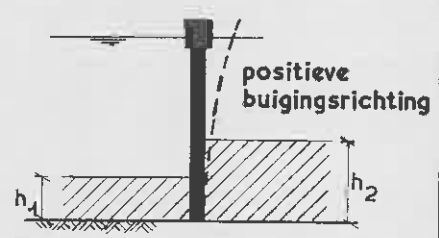
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

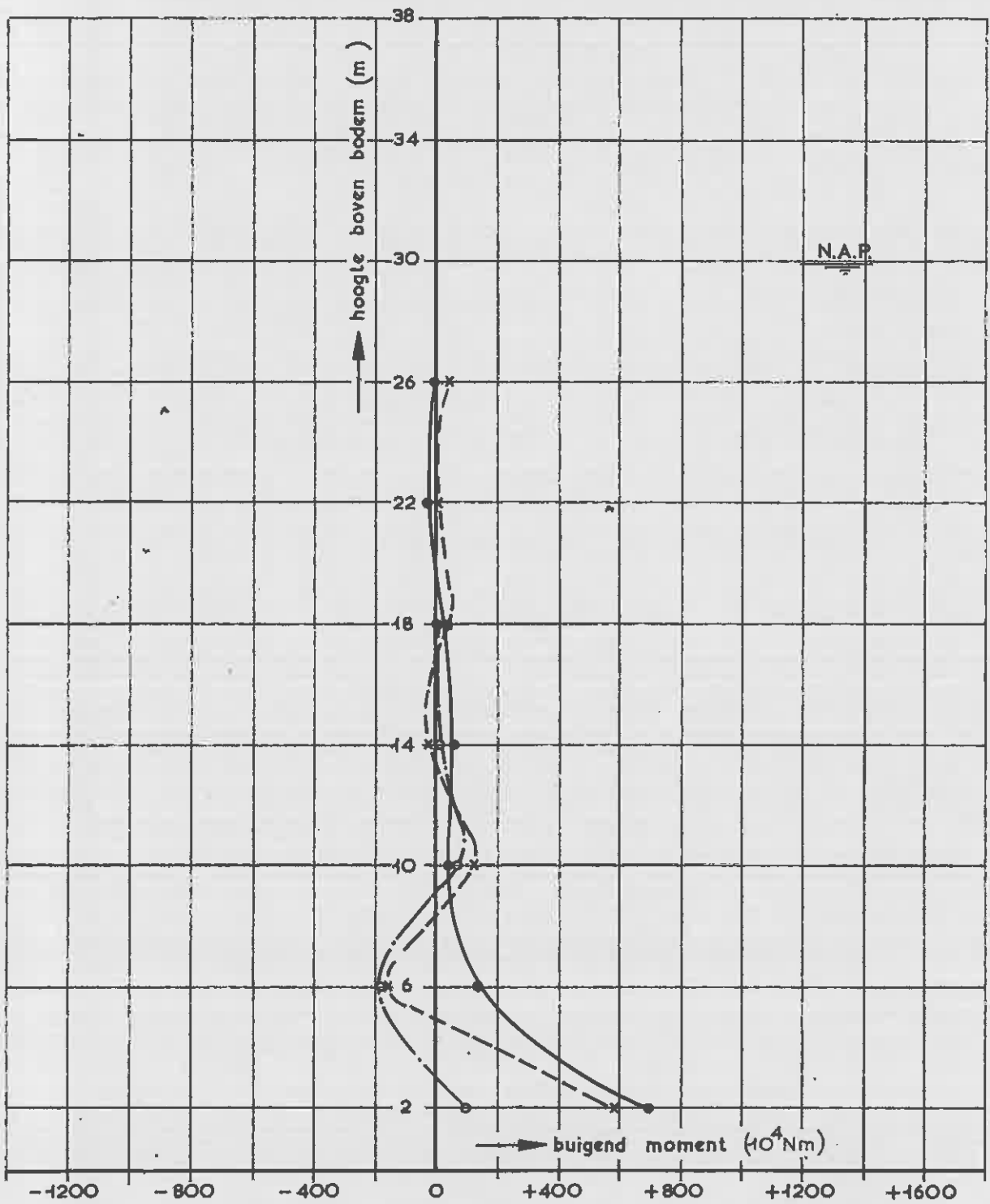
FIG. 10^f



- ————— $h_1 = 4,69 \text{ m} ; h_2 = 0 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 4,69 \text{ m} ; h_2 = 2,62 \text{ m}$
- - · - · - $h_1 = 4,69 \text{ m} ; h_2 = 4,58 \text{ m}$



MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE A)	T 9	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M 1160	FIG. 11 ^a



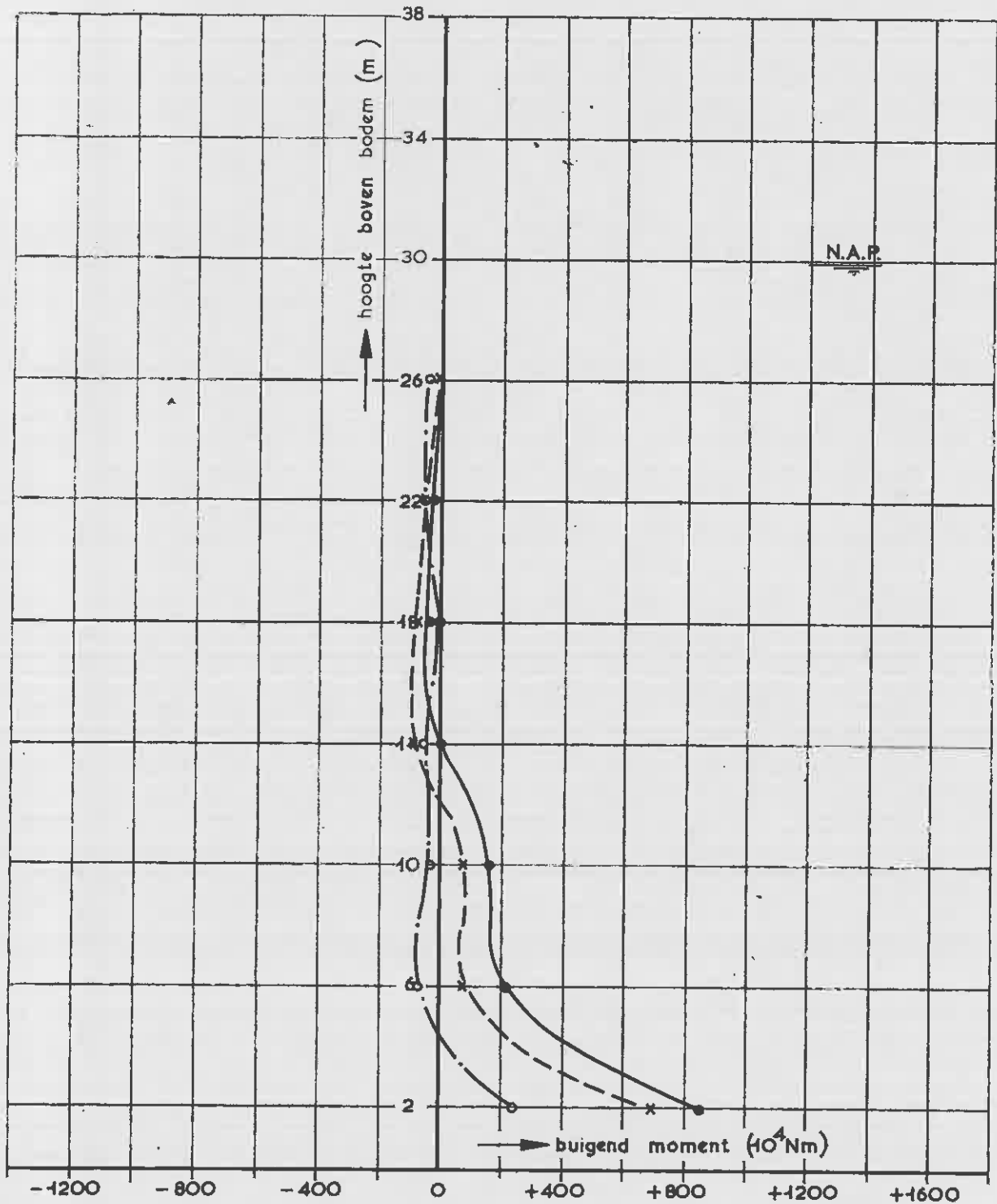
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE A)

T 9

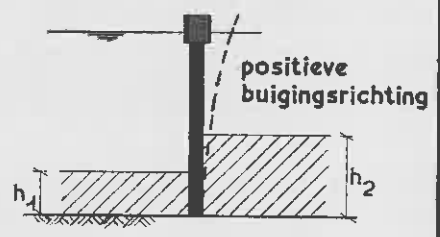
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 11^b

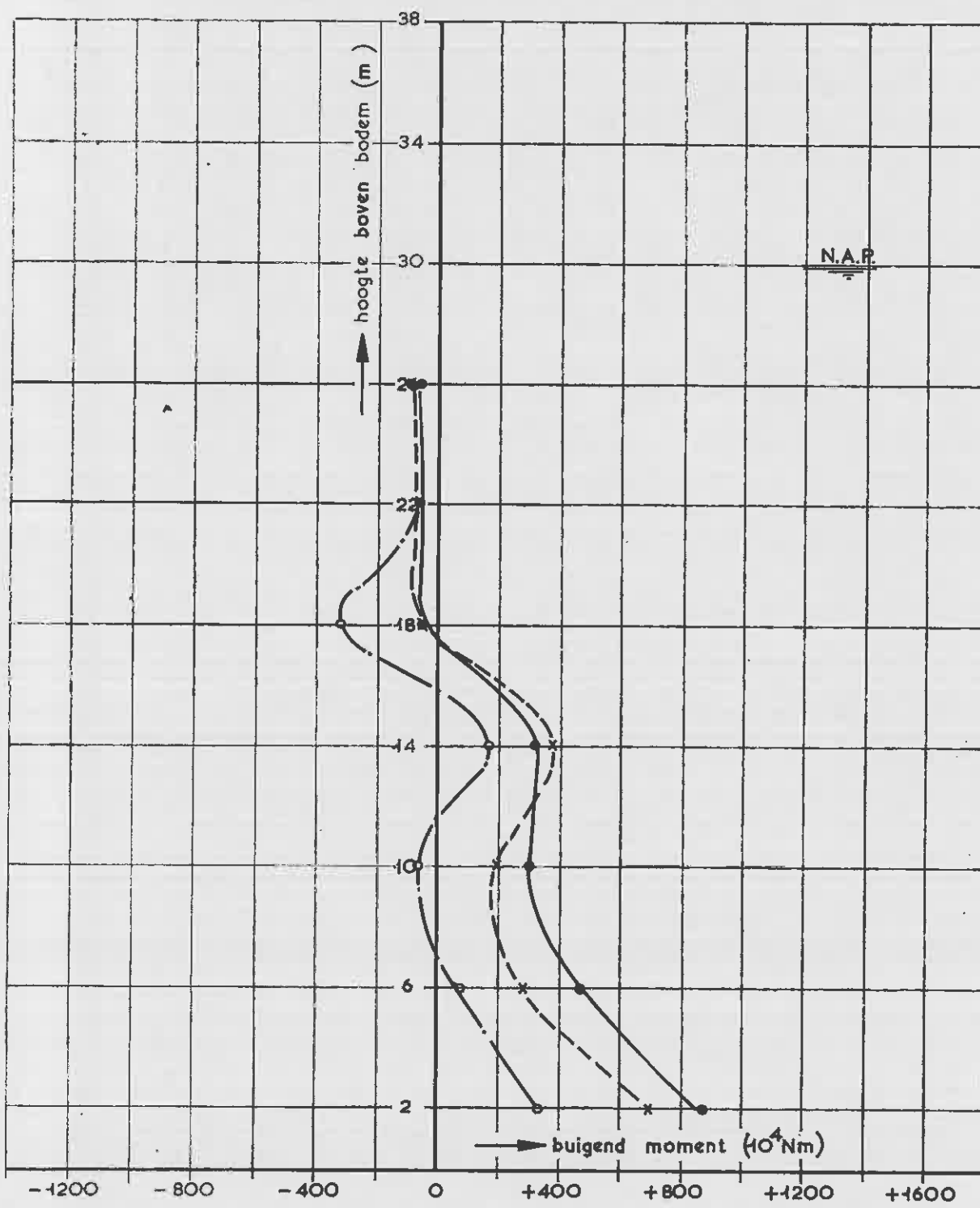


- ————— $h_1=15,27 \text{ m} ; h_2= 9,64 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1=15,27 \text{ m} ; h_2=12,53 \text{ m}$
- o - · - - - $h_1=15,27 \text{ m} ; h_2=15,53 \text{ m}$

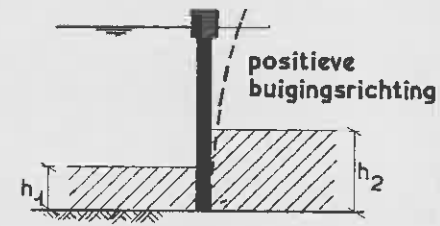


MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE A)

T 9

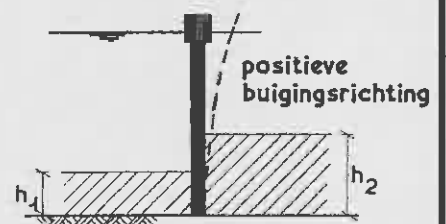
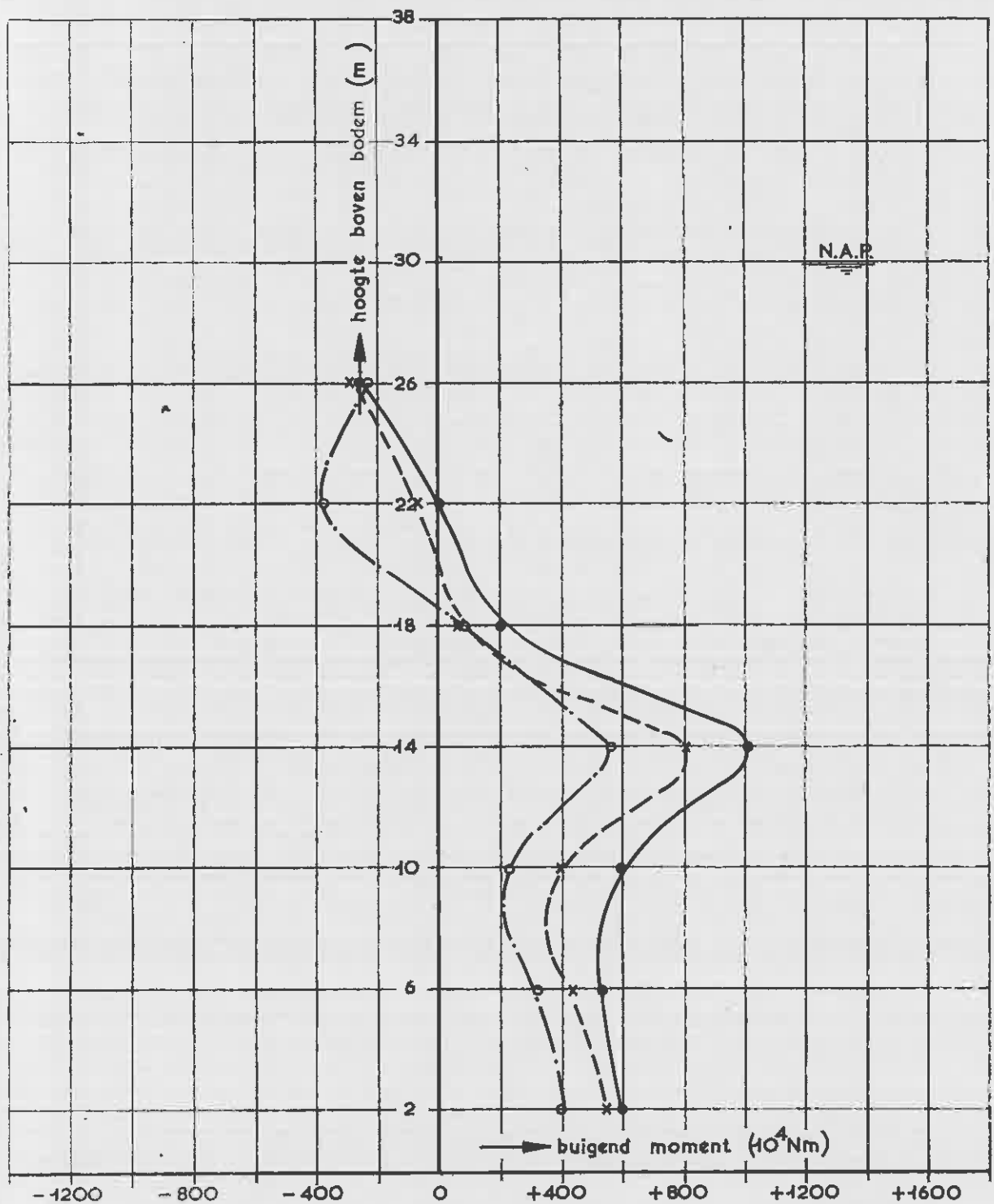


- ————— $h_1 = 19,20 \text{ m} ; h_2 = 15,53 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 19,20 \text{ m} ; h_2 = 17,71 \text{ m}$
- - · - · - $h_1 = 19,20 \text{ m} ; h_2 = 20,09 \text{ m}$



MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE A)

T 9



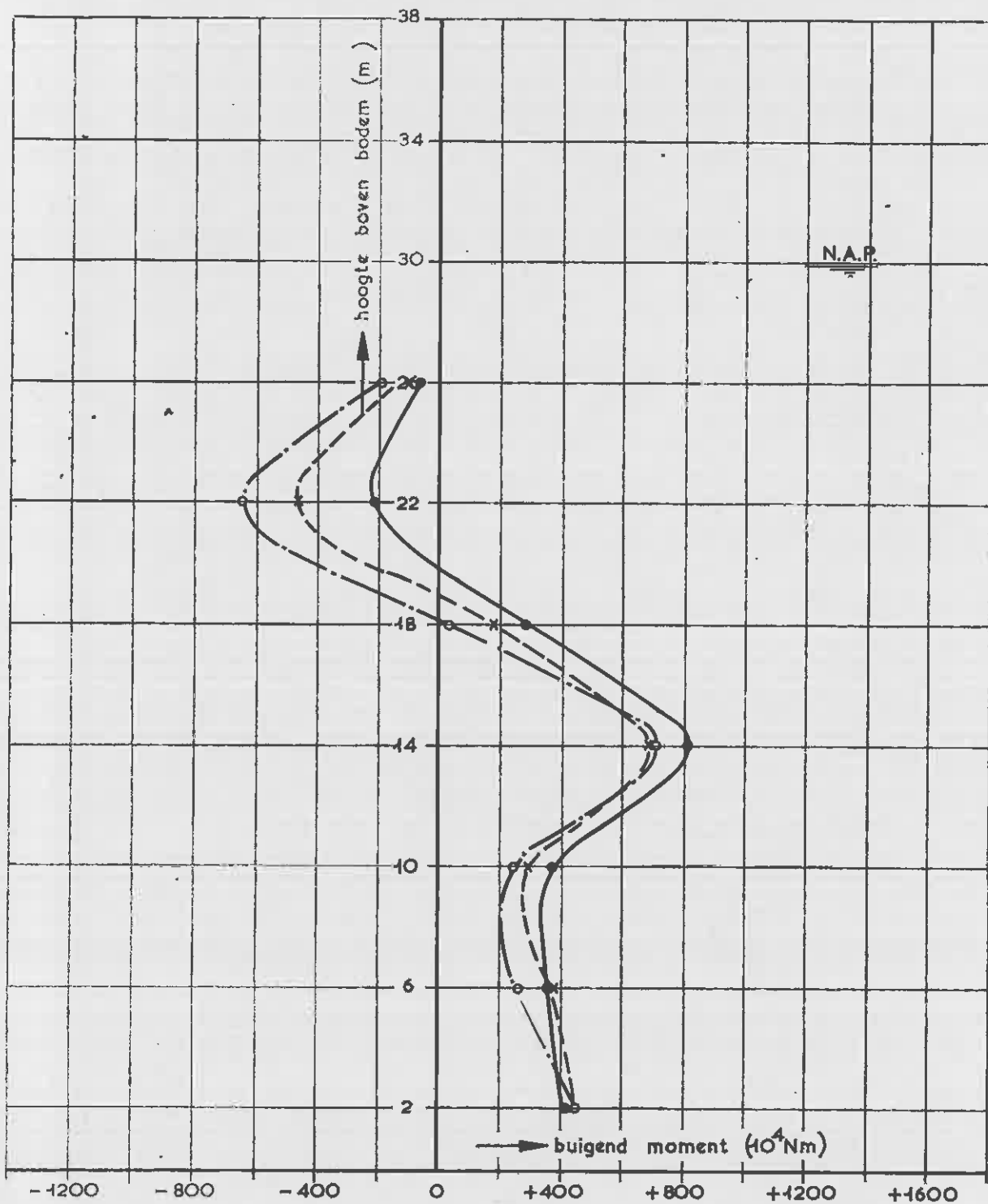
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ
DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE A)

T 9

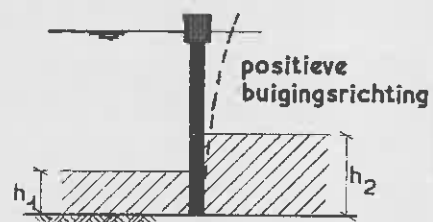
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 11^e



- ————— $h_1=30,00\text{ m} ; h_2=25,93\text{ m}$
- x - - - - - $h_1=30,00\text{ m} ; h_2=28,20\text{ m}$
- o - · - · - $h_1=30,00\text{ m} ; h_2=30,00\text{ m}$



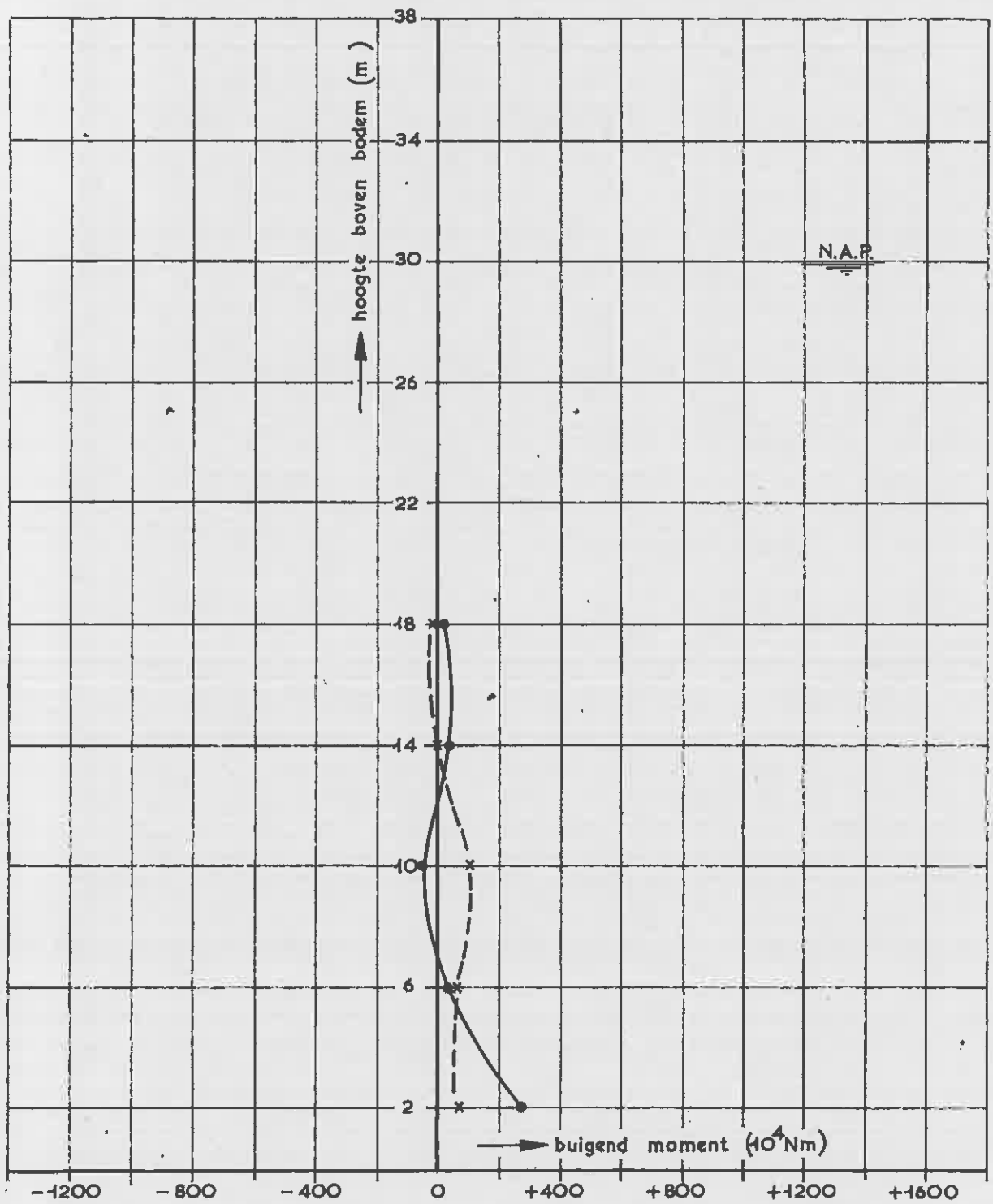
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE A)

T 9

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 11^f



- ————— $h_1 = 4,24 \text{ m} ; h_2 = 0 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 4,24 \text{ m} ; h_2 = 5,33 \text{ m}$



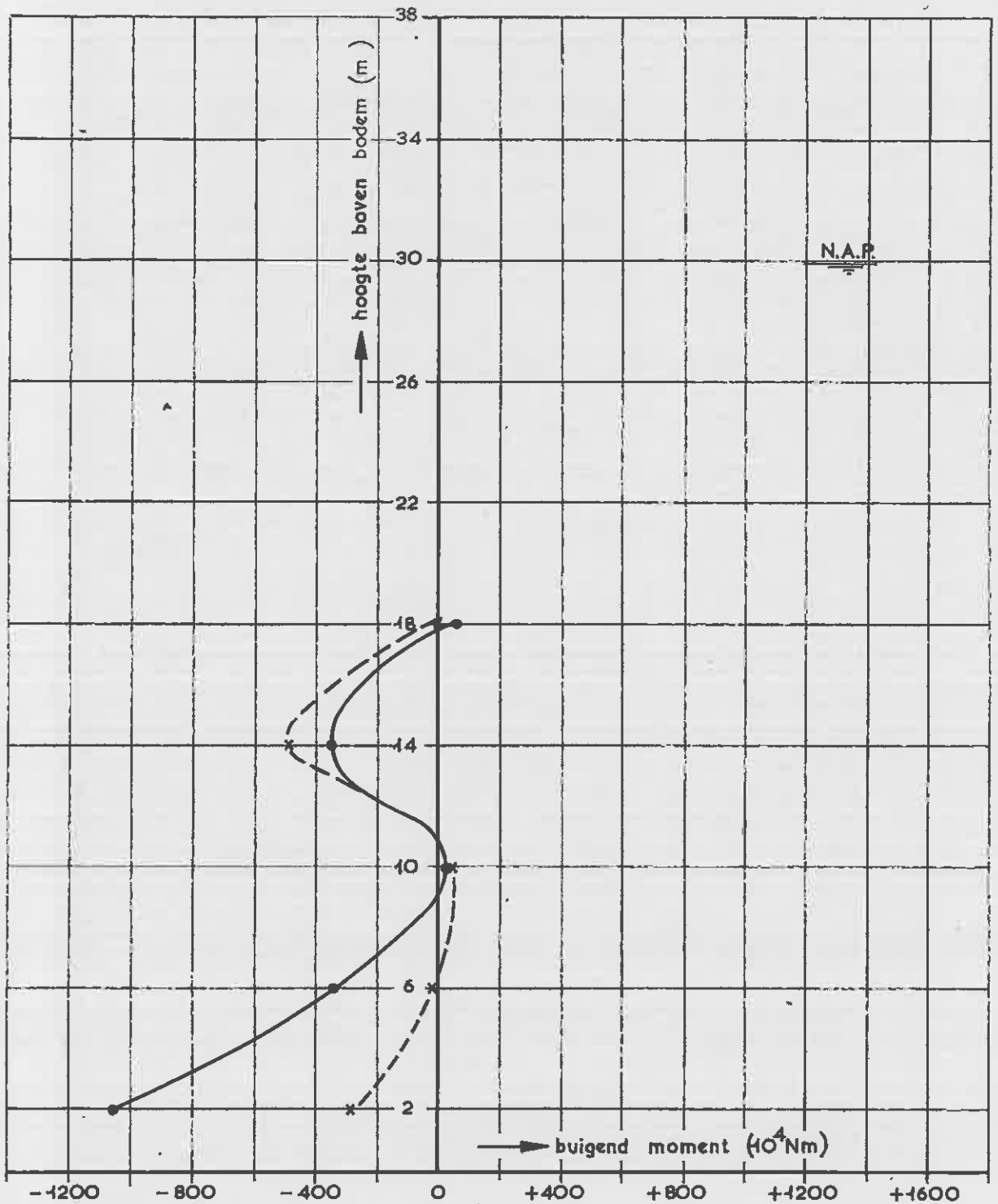
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE B)

T 6

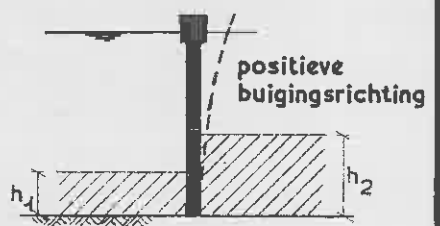
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 12^a

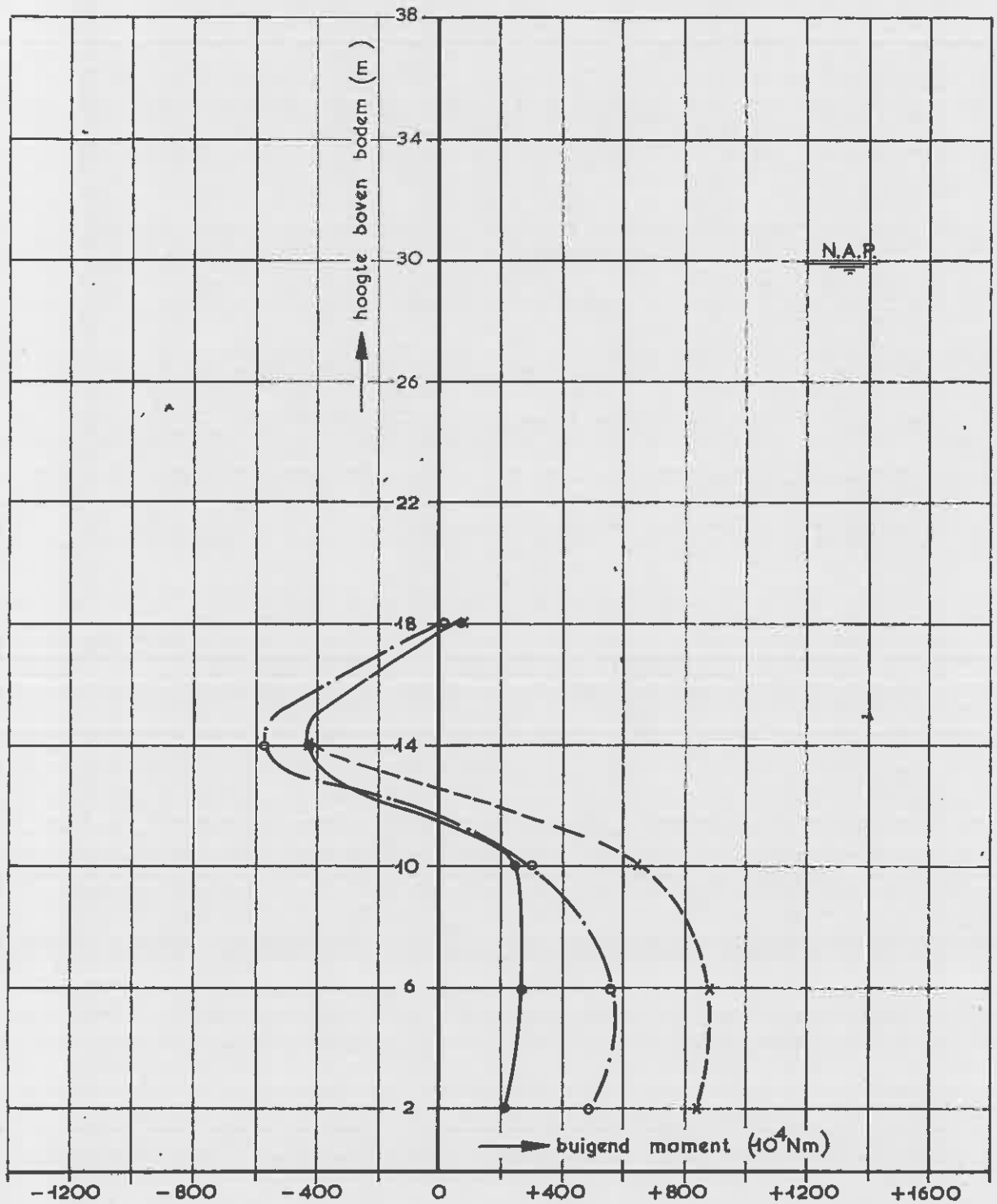


● ————— $h_1 = 4,24 \text{ m} ; h_2 = 10,88 \text{ m}$
 x - - - - - $h_1 = 11,76 \text{ m} ; h_2 = 10,88 \text{ m}$

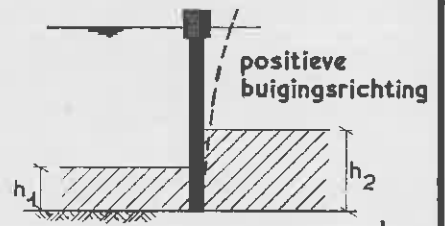


MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE B)

T 6

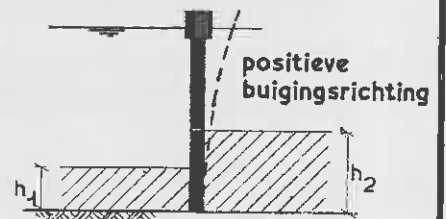
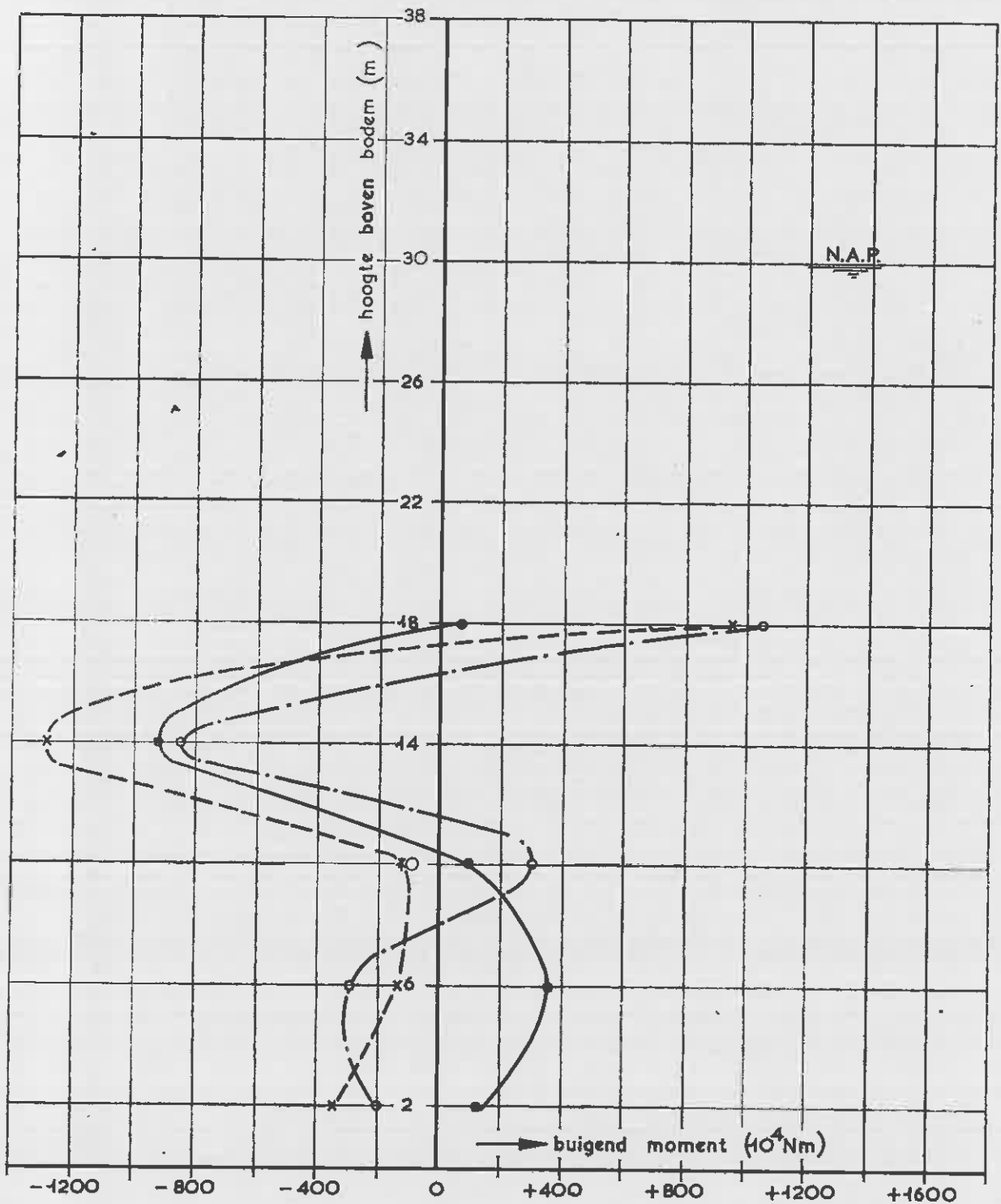


- ————— $h_1=12,60\text{ m} ; h_2=10,88\text{ m}$
- x - - - - - $h_1=15,42\text{ m} ; h_2=10,88\text{ m}$
- - · - · - · $h_1=15,42\text{ m} ; h_2=14,98\text{ m}$



MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE B)

T 6



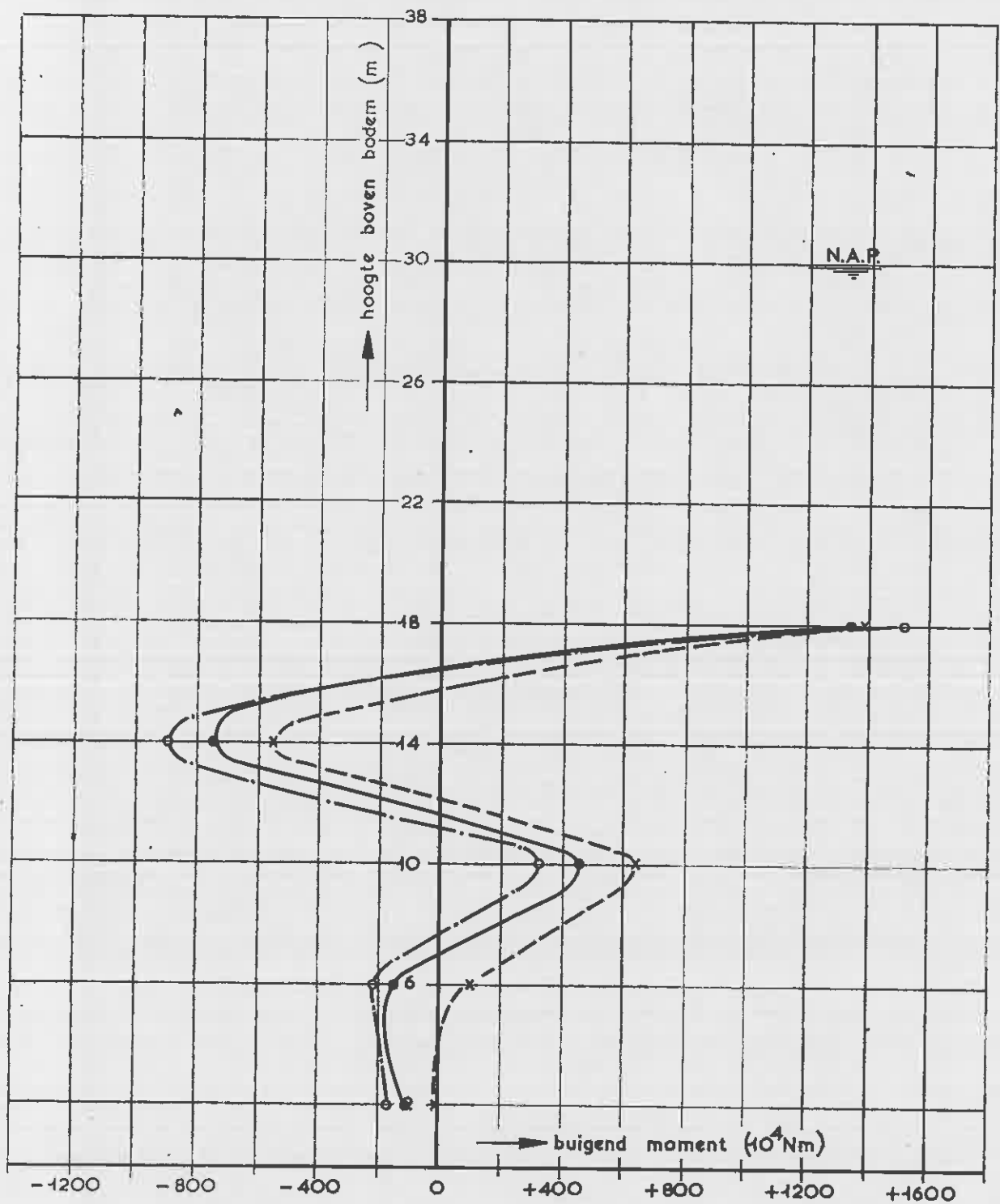
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE B)

T 6

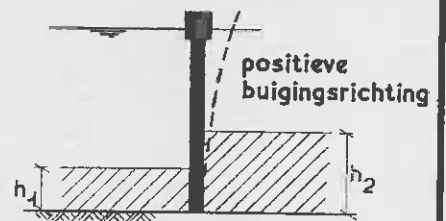
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 12^d



- ————— $h_1 = 22,64 \text{ m} ; h_2 = 19,85 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 23,80 \text{ m} ; h_2 = 19,85 \text{ m}$
- - · - · - $h_1 = 23,80 \text{ m} ; h_2 = 24,92 \text{ m}$



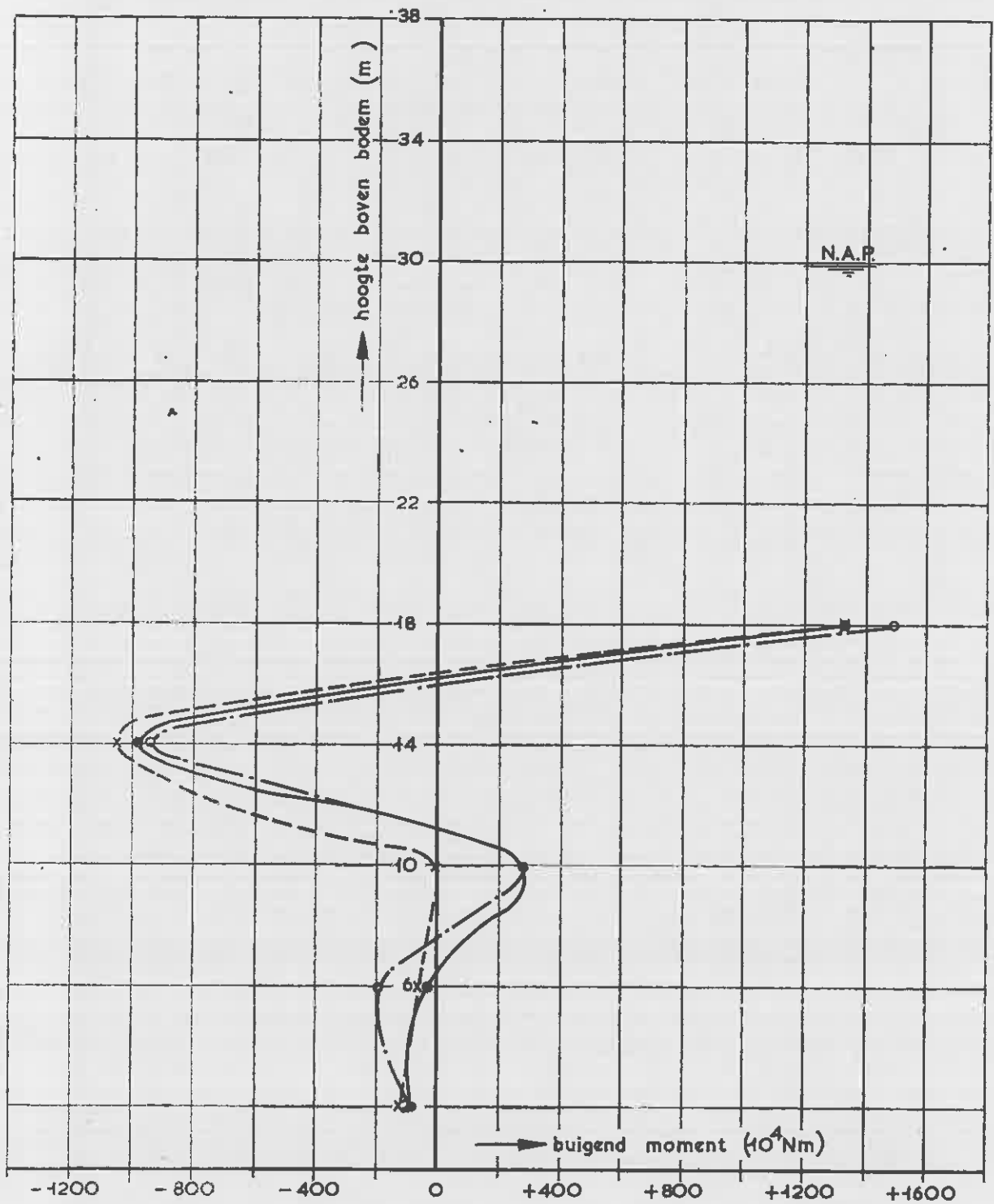
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE B)

T 6

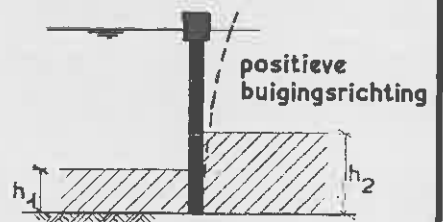
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 12^e



- ————— $h_1 = 23,80 \text{ m} ; h_2 = 27,90 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 23,80 \text{ m} ; h_2 = 30,00 \text{ m}$
- - · - · - $h_1 = 30,00 \text{ m} ; h_2 = 30,00 \text{ m}$



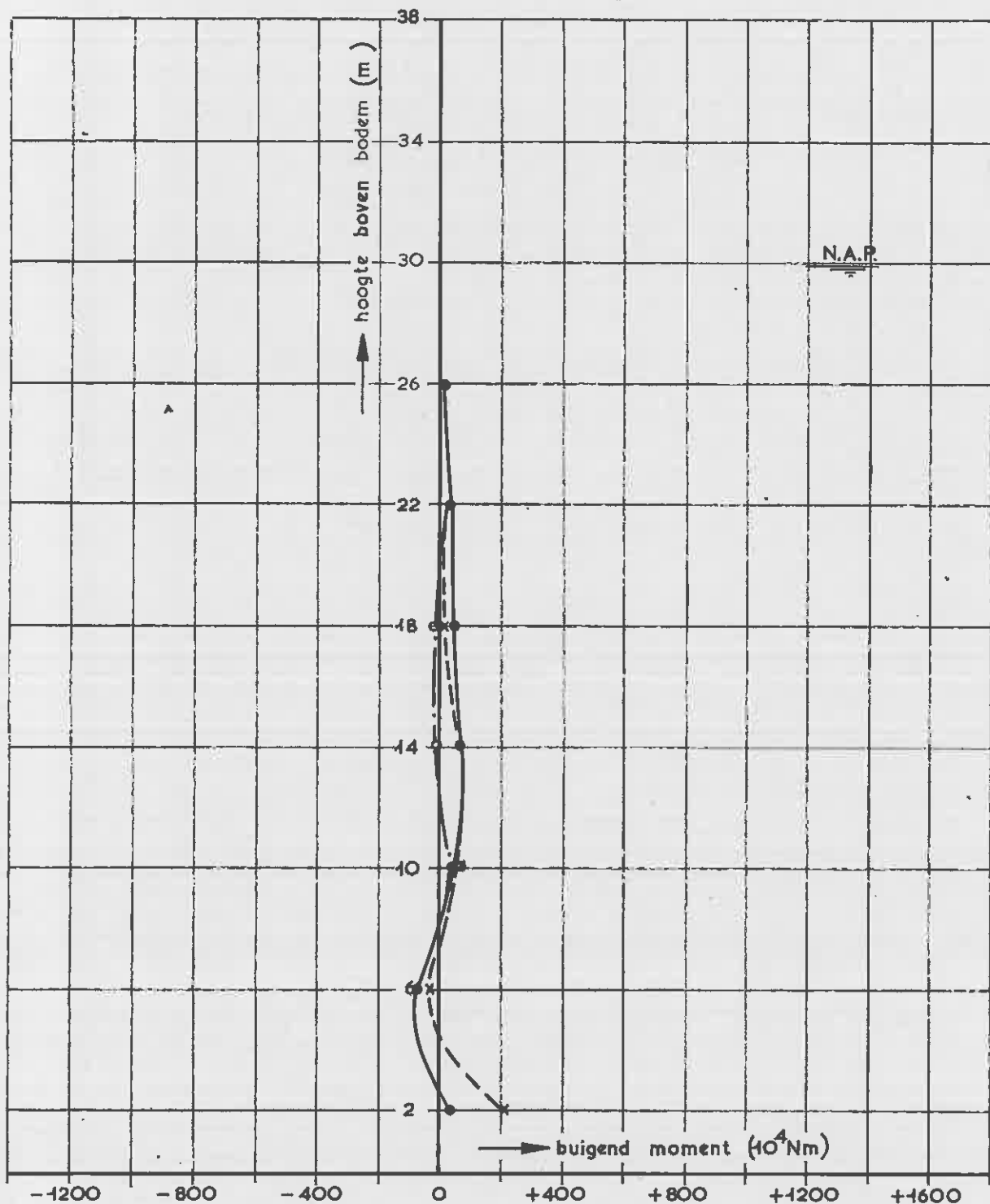
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE B)

T 6

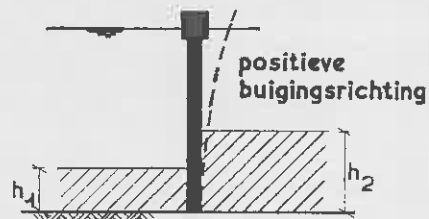
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 12^f



- ————— $h_1 = 3,04 \text{ m} ; h_2 = 0 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 5,10 \text{ m} ; h_2 = 0 \text{ m}$
- - · - · - $h_1 = 5,10 \text{ m} ; h_2 = 5,40 \text{ m}$



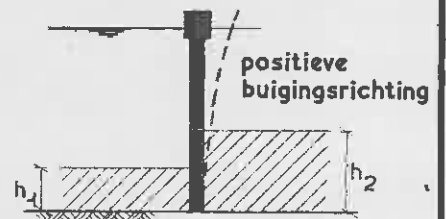
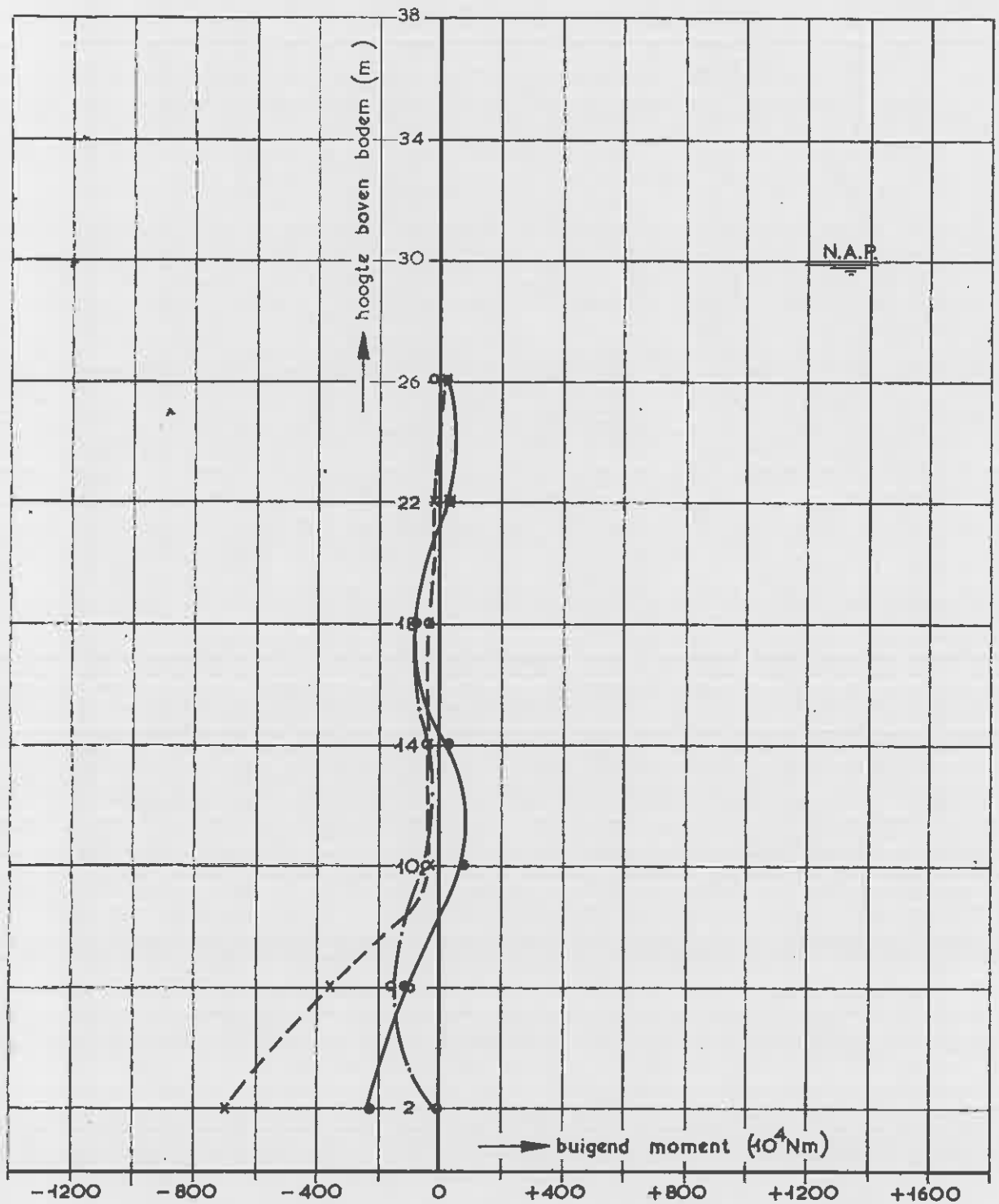
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ
DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE B)

T 8

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 13^a



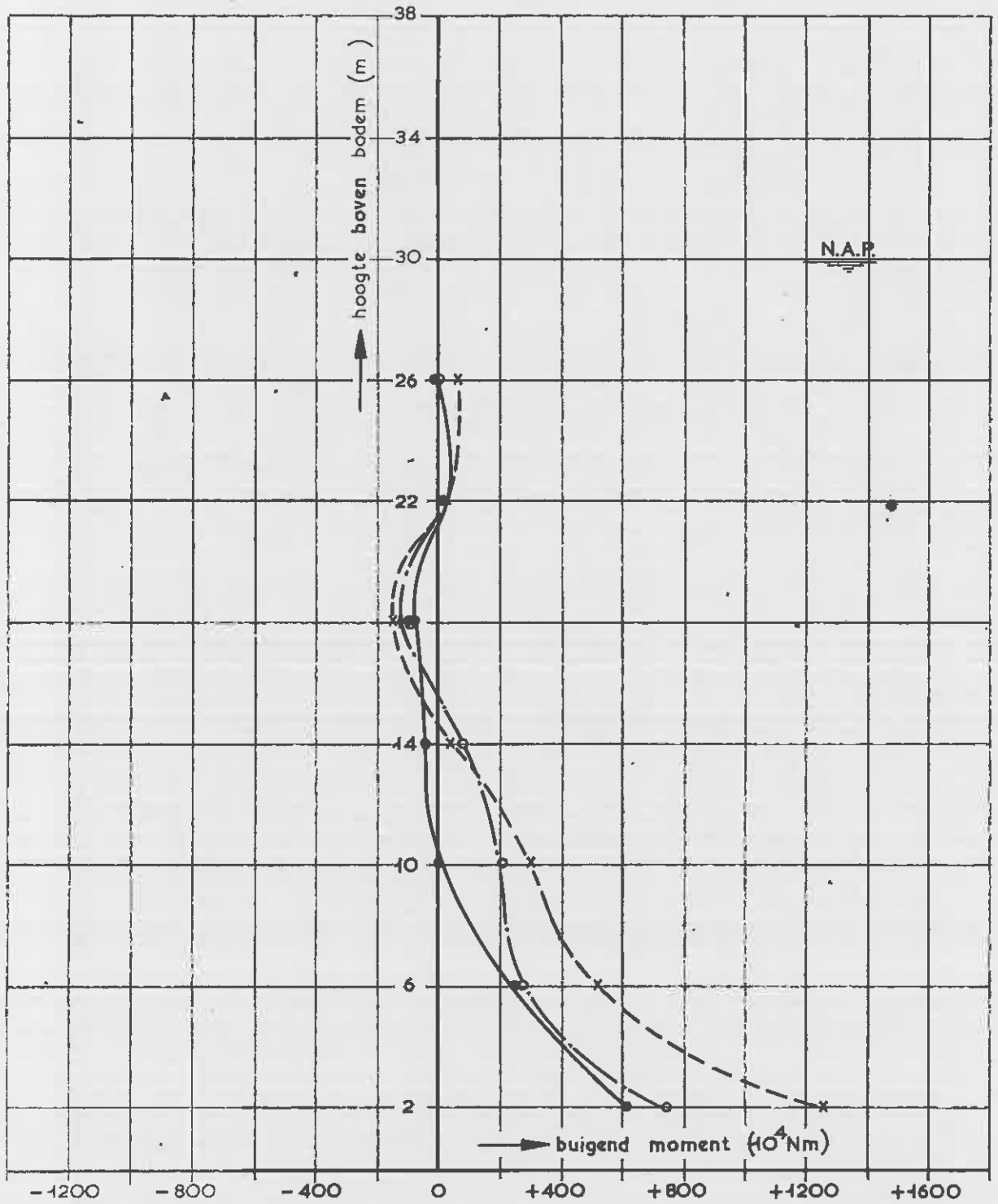
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ
DE BETONNEN PYLOON (OPSTORMETHODE B)

T 8

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 13^b



- ————— $h_1 = 12,69 \text{ m} ; h_2 = 10,36 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 14,89 \text{ m} ; h_2 = 10,36 \text{ m}$
- - · - · - · $h_1 = 14,89 \text{ m} ; h_2 = 14,62 \text{ m}$



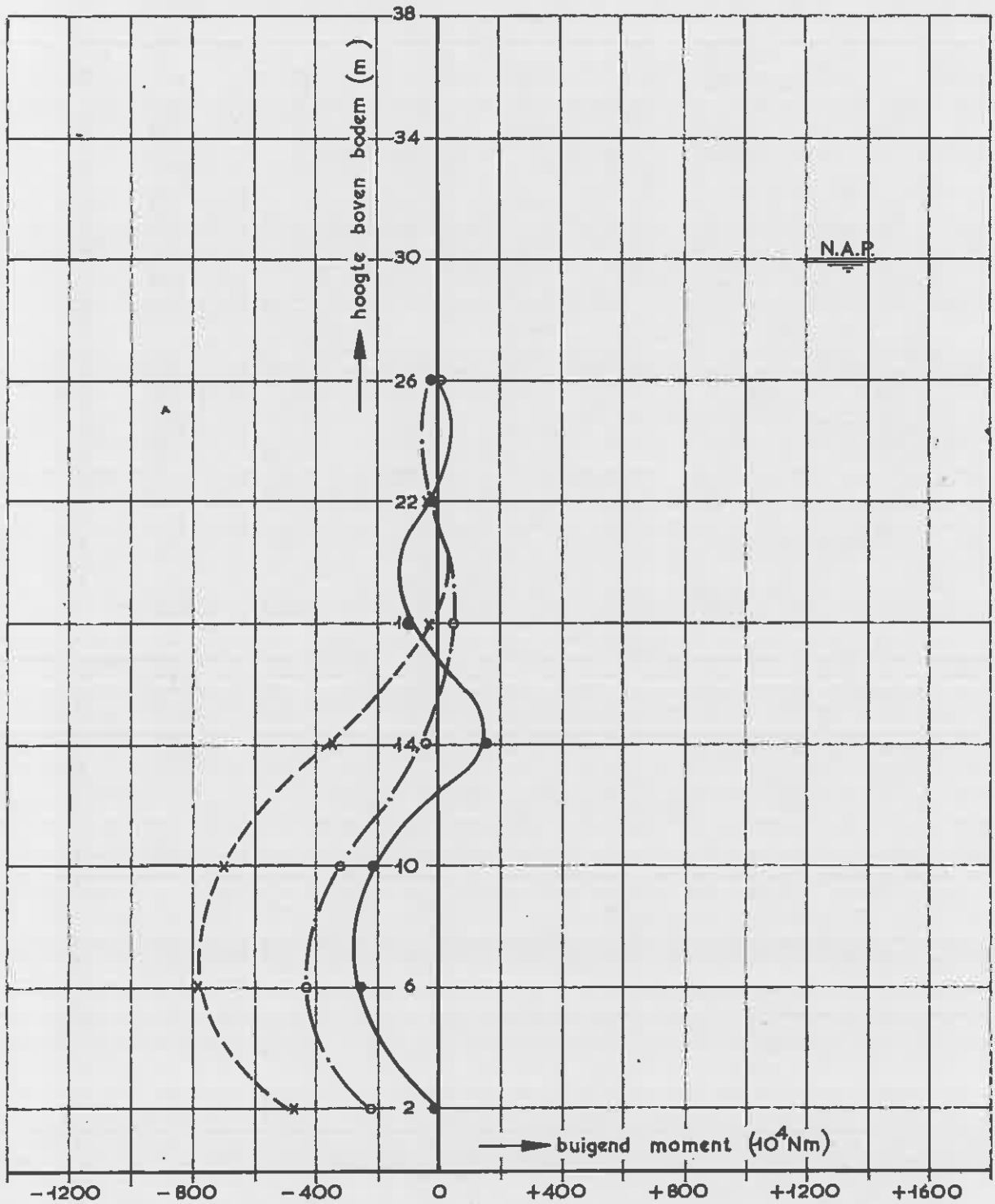
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE B)

T B

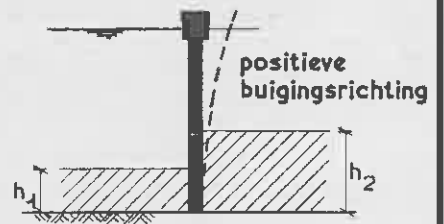
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 13^c



- ————— $h_1=14,89 \text{ m} ; h_2=17,38 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1=14,89 \text{ m} ; h_2=19,98 \text{ m}$
- - · - · - $h_1=20,53 \text{ m} ; h_2=19,98 \text{ m}$



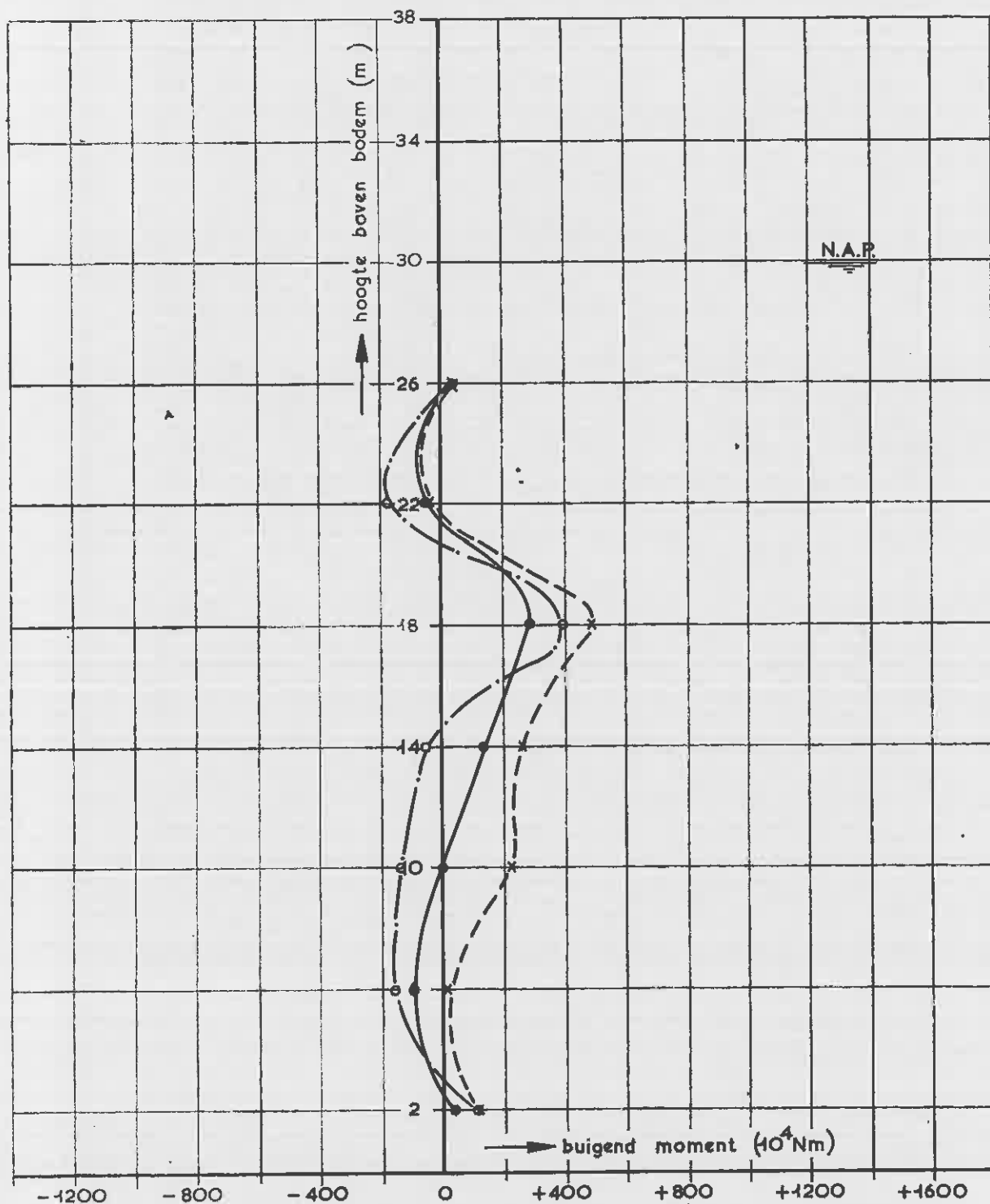
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE B)

T 8

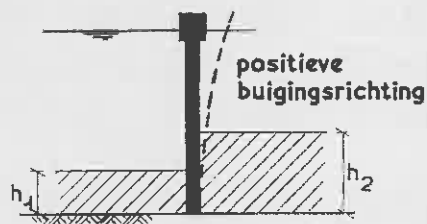
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 13^d



- ————— $h_1 = 22,60 \text{ m} ; h_2 = 19,98 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 24,90 \text{ m} ; h_2 = 19,98 \text{ m}$
- o - · - · - · $h_1 = 24,90 \text{ m} ; h_2 = 25,00 \text{ m}$



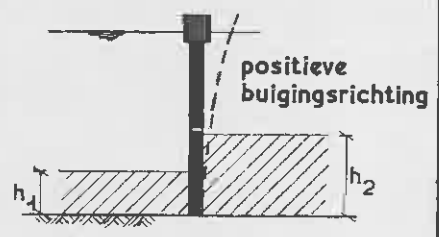
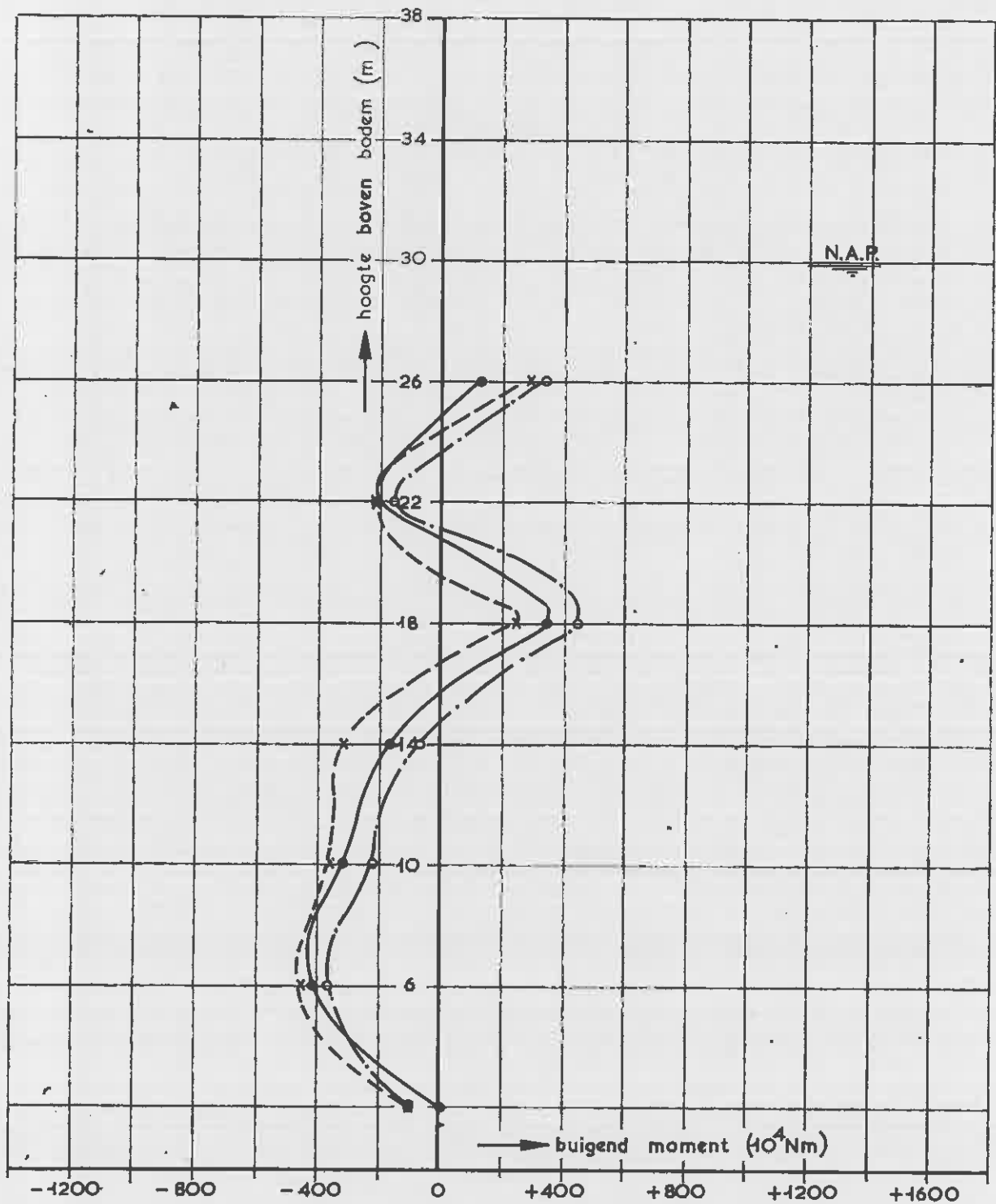
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE B)

T 8

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 13^e



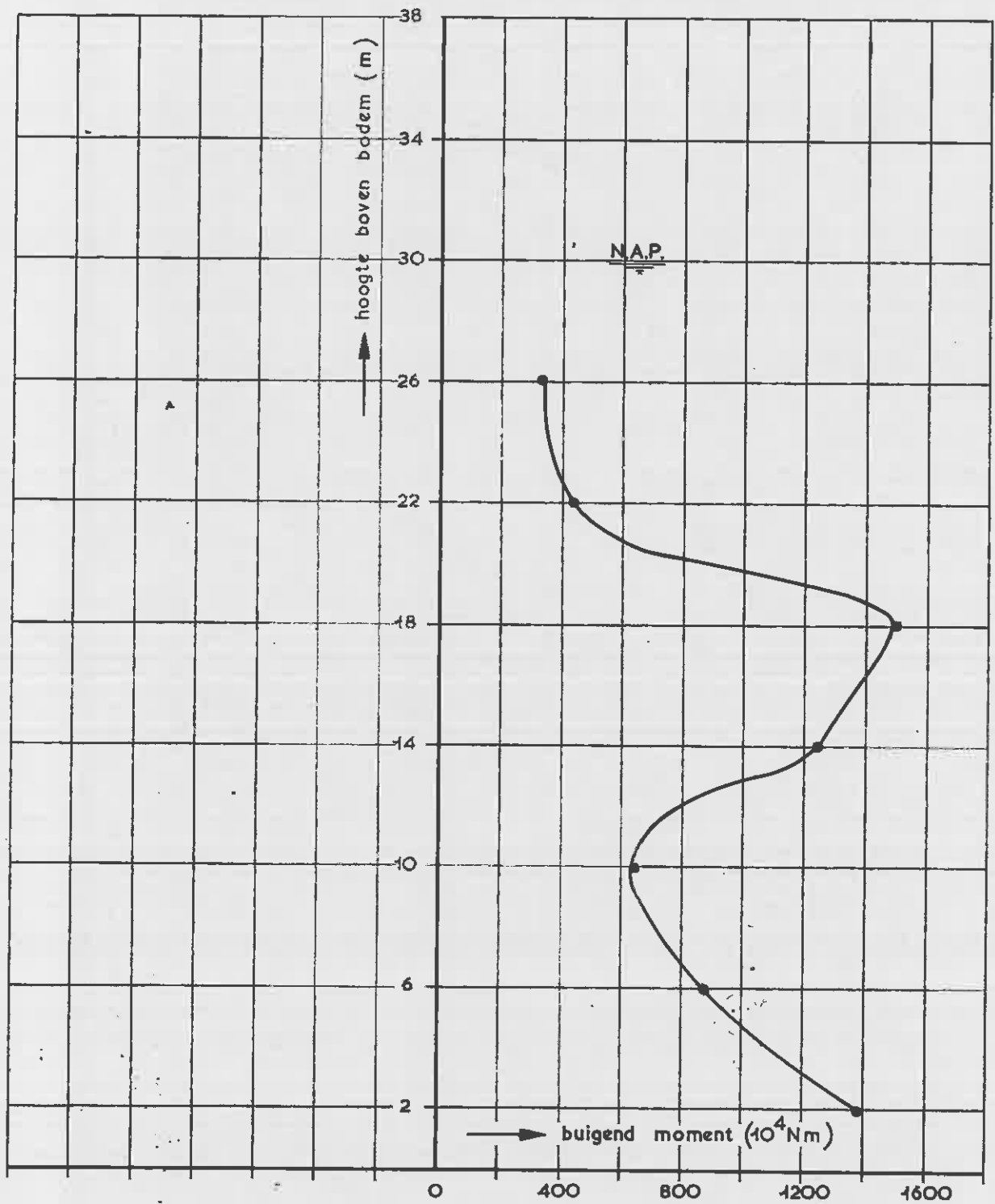
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON (OPSTORTMETHODE B)

T 8

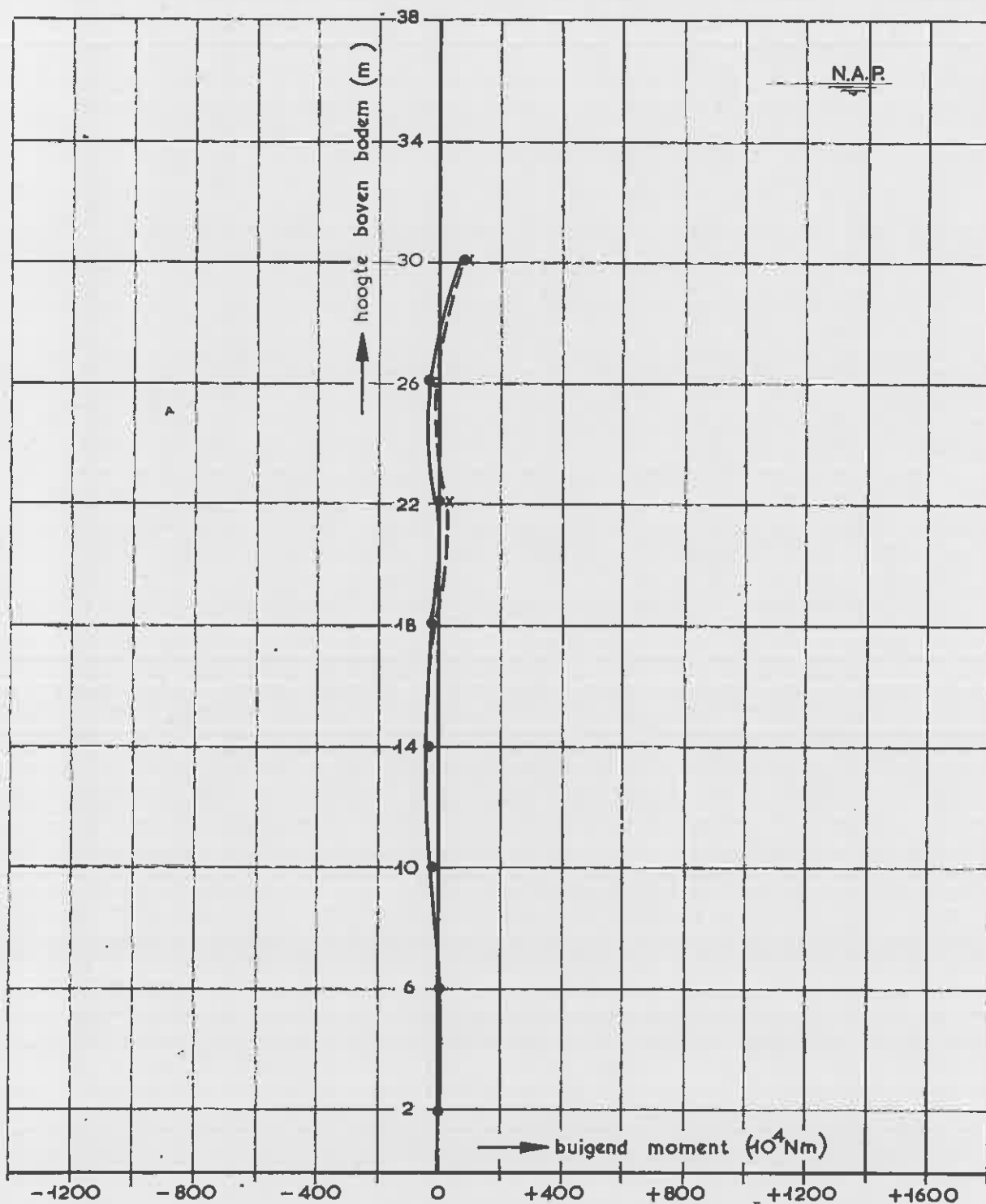
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

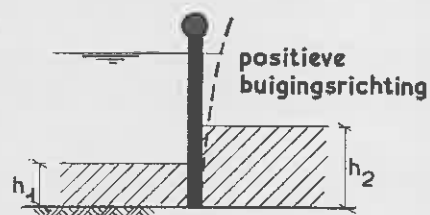
FIG. 13^f



VERLOOP VAN DE MAXIMALE MOMENTEN
OVER DE HOOGTE BIJ DE BETONNEN PYLOON

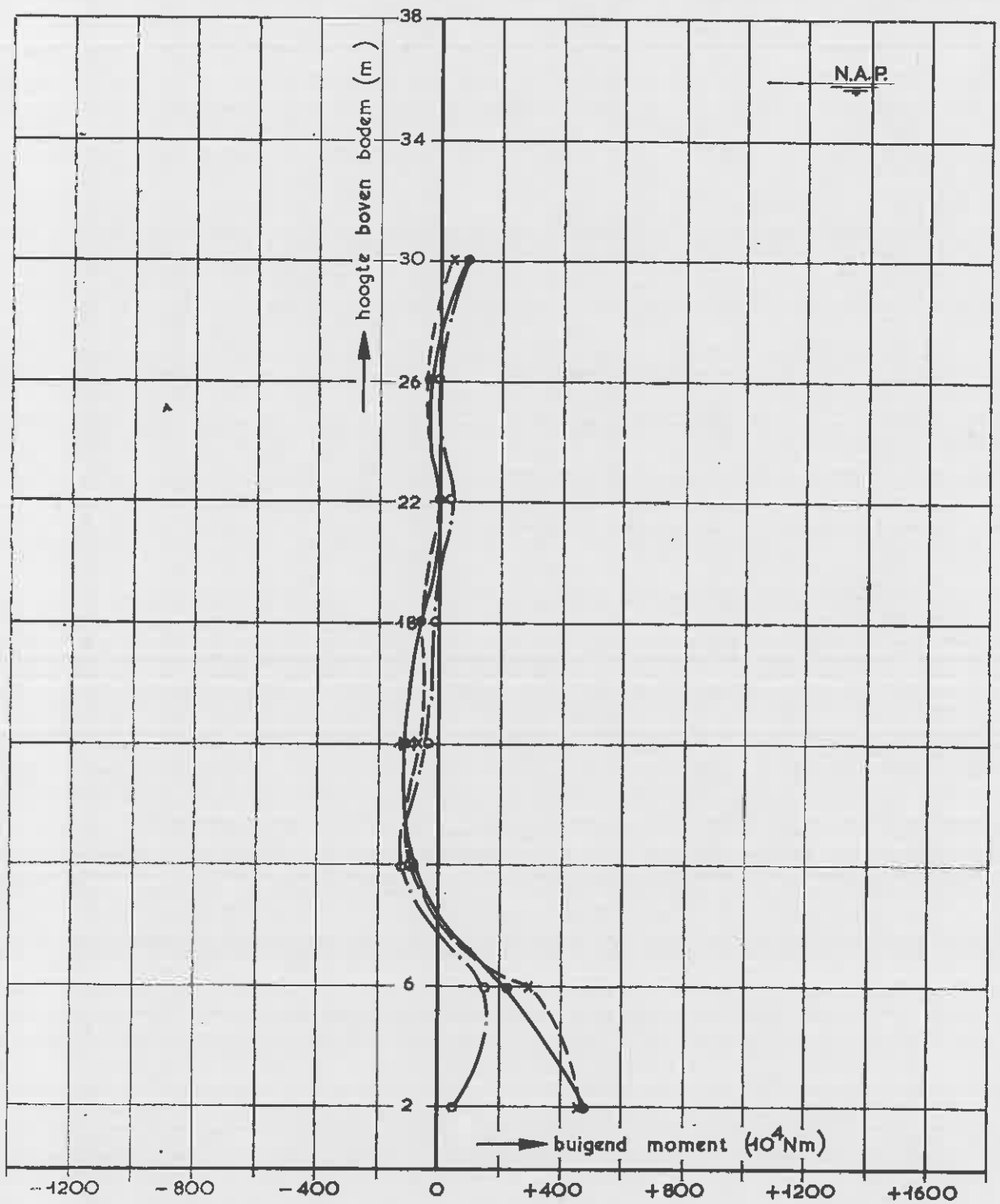


- ————— $h_1 = 5,60 \text{ m} ; h_2 = 0 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 5,60 \text{ m} ; h_2 = 3,60 \text{ m}$
- - · - · - $h_1 = 5,60 \text{ m} ; h_2 = 5,60 \text{ m}$



MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE STALEN PYLOON (OPSTORMETHODE A)

T 15



- ————— $h_1 = 9,60 \text{ m} ; h_2 = 6,60 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 9,60 \text{ m} ; h_2 = 7,40 \text{ m}$
- - · - · - $h_1 = 9,60 \text{ m} ; h_2 = 10,00 \text{ m}$



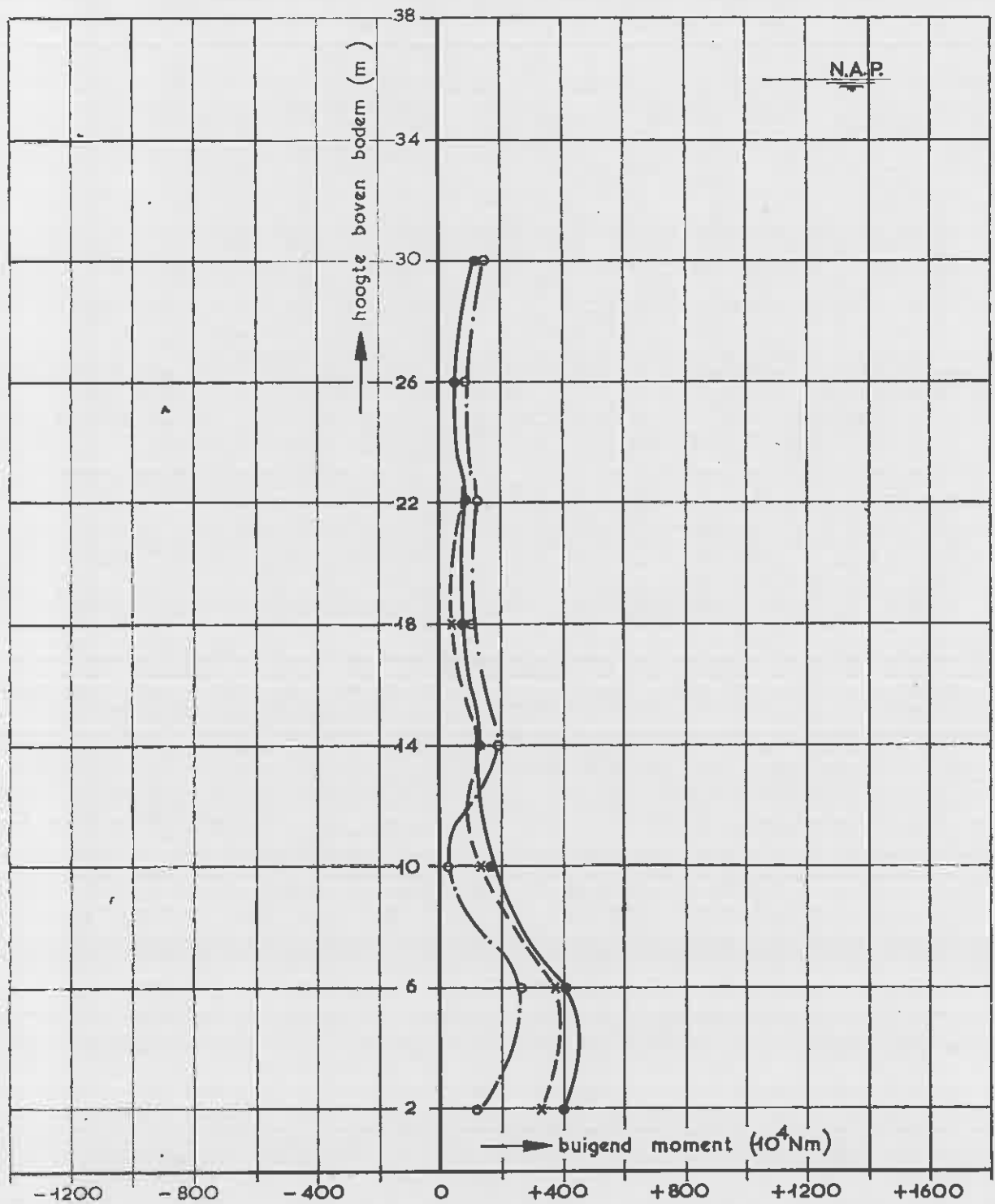
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE STALEN PYLOON (OPSTORTMETHODE A)

T15

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 15^b



- ————— $h_1 = 15,60 \text{ m} ; h_2 = 13,00 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 15,60 \text{ m} ; h_2 = 13,40 \text{ m}$
- - · - · - · $h_1 = 15,60 \text{ m} ; h_2 = 15,20 \text{ m}$



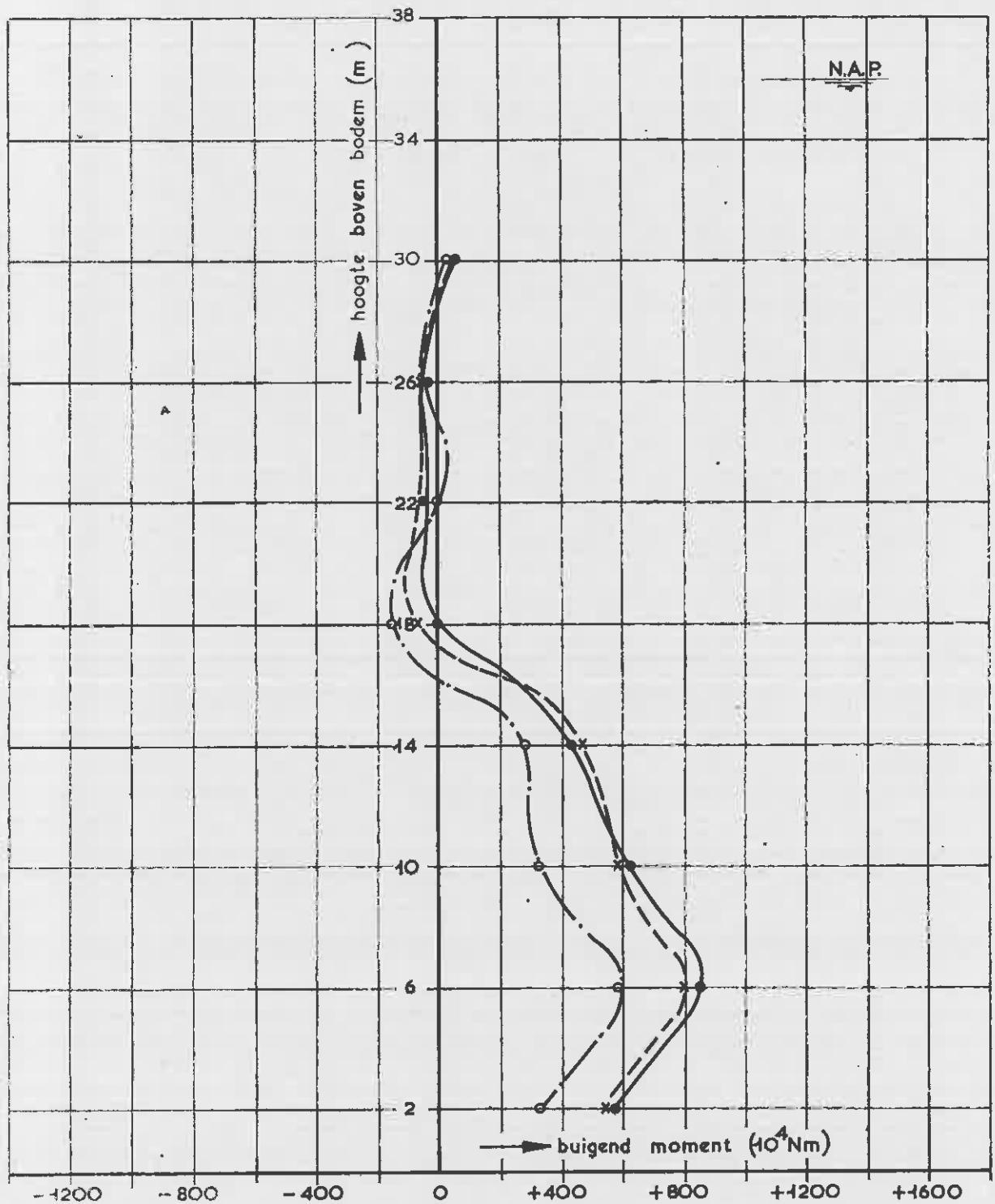
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ
DE STALEN PYLOON (OPSTORTMETHODE A)

T-15

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 15^c



- ————— $h_1 = 20,00 \text{ m} ; h_2 = 17,00 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 20,00 \text{ m} ; h_2 = 17,40 \text{ m}$
- o - · - · - · $h_1 = 20,00 \text{ m} ; h_2 = 20,40 \text{ m}$



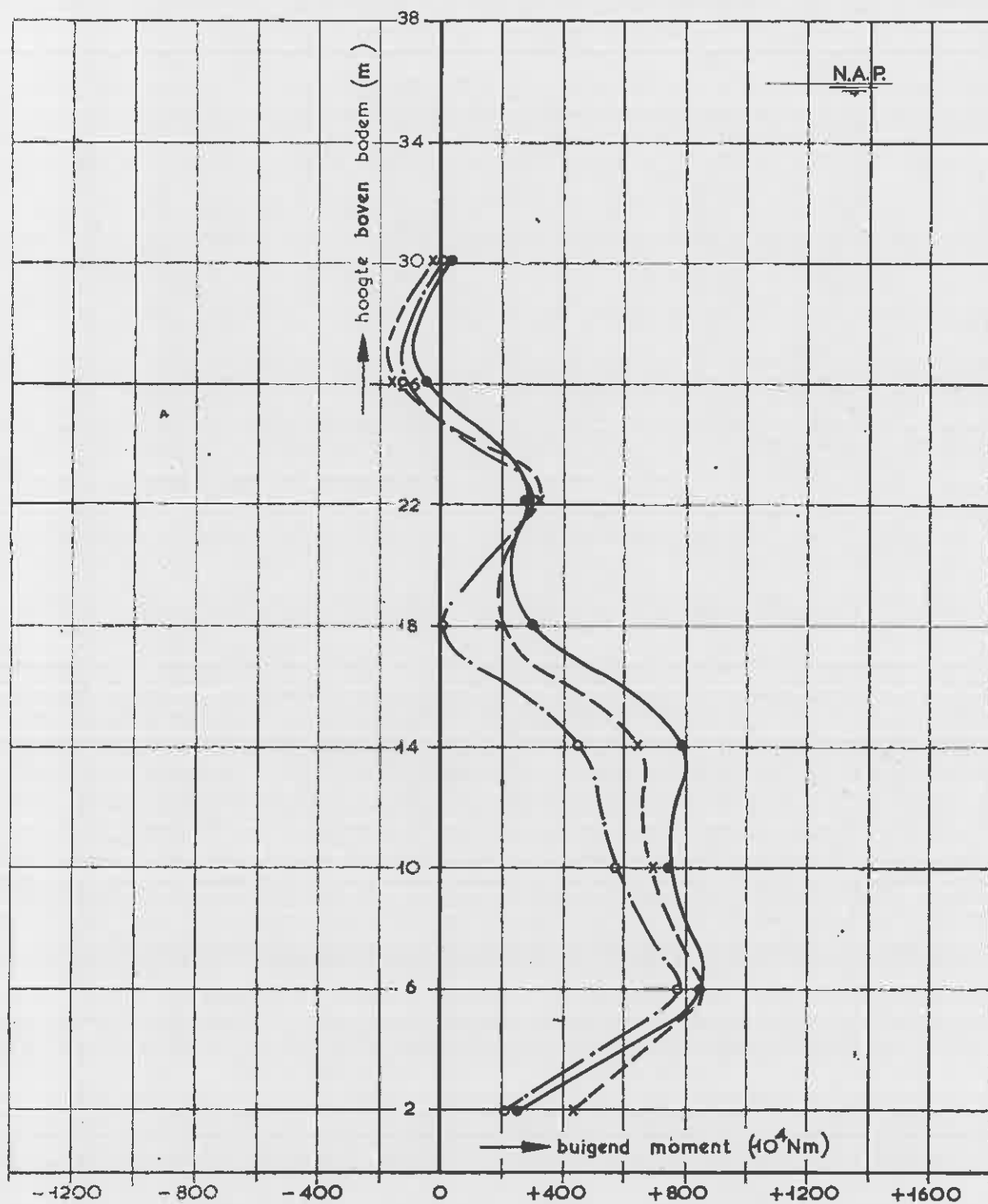
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE STALEN PYLOON (OPSTORTMETHODE A)

T 15

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 15^d



- ————— $h_1 = 24,40 \text{ m} ; h_2 = 21,60 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 24,40 \text{ m} ; h_2 = 22,80 \text{ m}$
- o - · - · - · $h_1 = 24,40 \text{ m} ; h_2 = 24,80 \text{ m}$



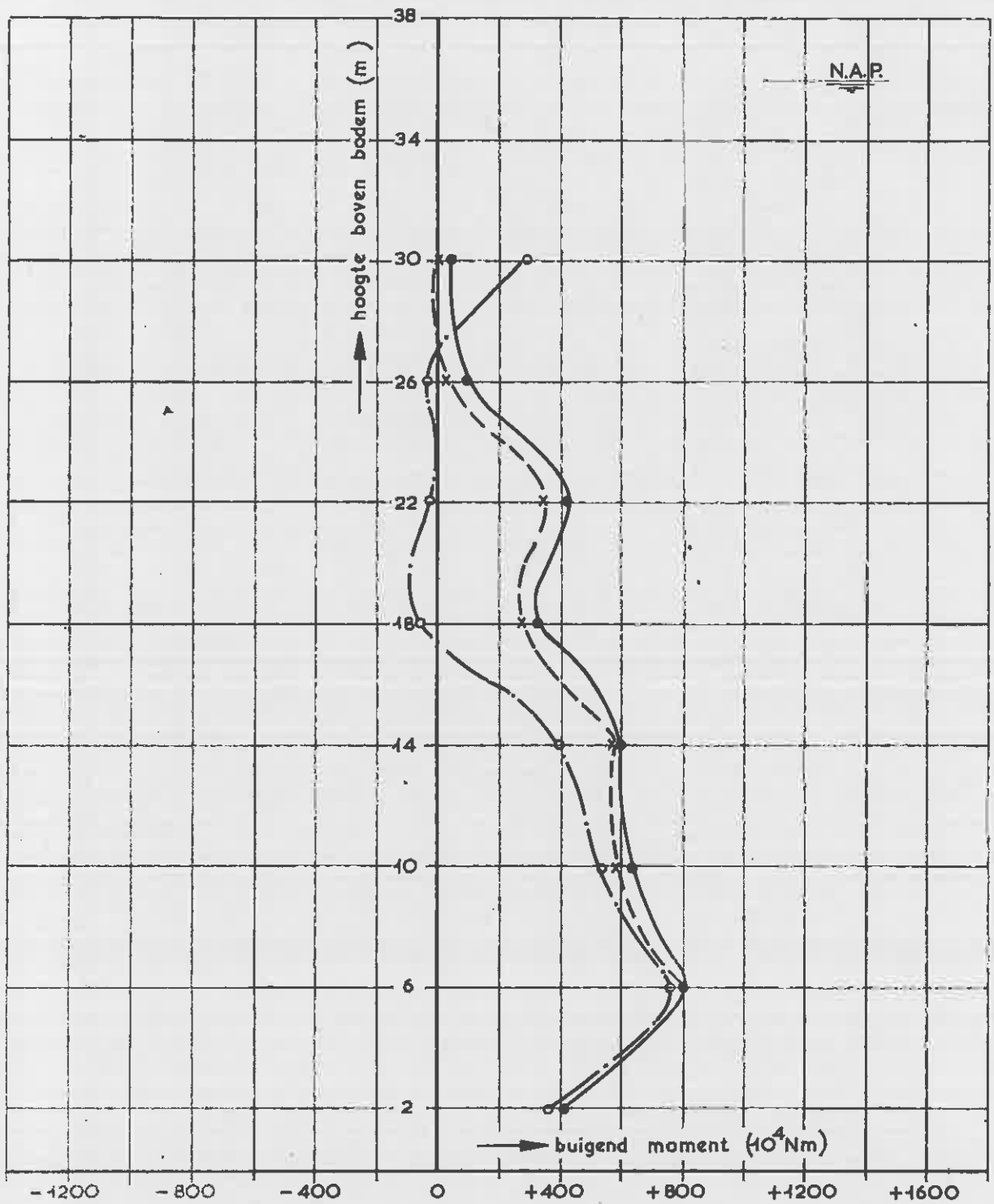
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE STALEN PYLOON (OPSTORTMETHODE A)

T 15

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 15^e



- ————— $h_1 = 30,00 \text{ m}$; $h_2 = 25,60 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 30,00 \text{ m}$; $h_2 = 27,20 \text{ m}$
- o - · - · - · $h_1 = 30,00 \text{ m}$; $h_2 = 31,60 \text{ m}$



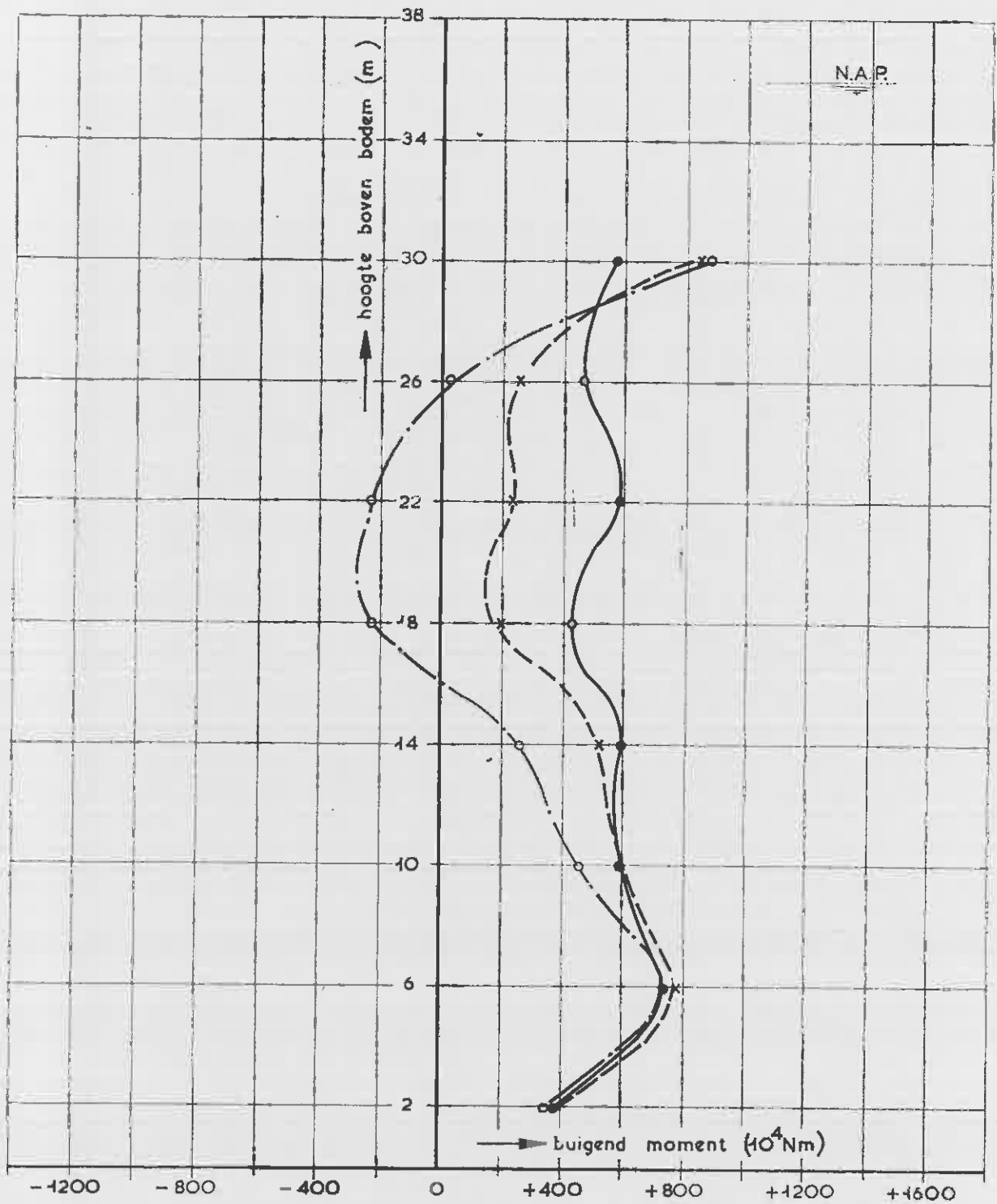
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE STALEN PYLOON (OPSTORTMETHODE A)

T 15

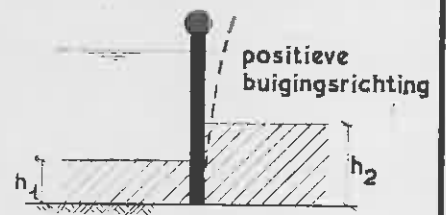
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 15^f



- ————— $h_1 = 34,40 \text{ m} ; h_2 = 30,70 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 34,40 \text{ m} ; h_2 = 33,60 \text{ m}$
- - · - · - · $h_1 = 34,40 \text{ m} ; h_2 = 34,90 \text{ m}$



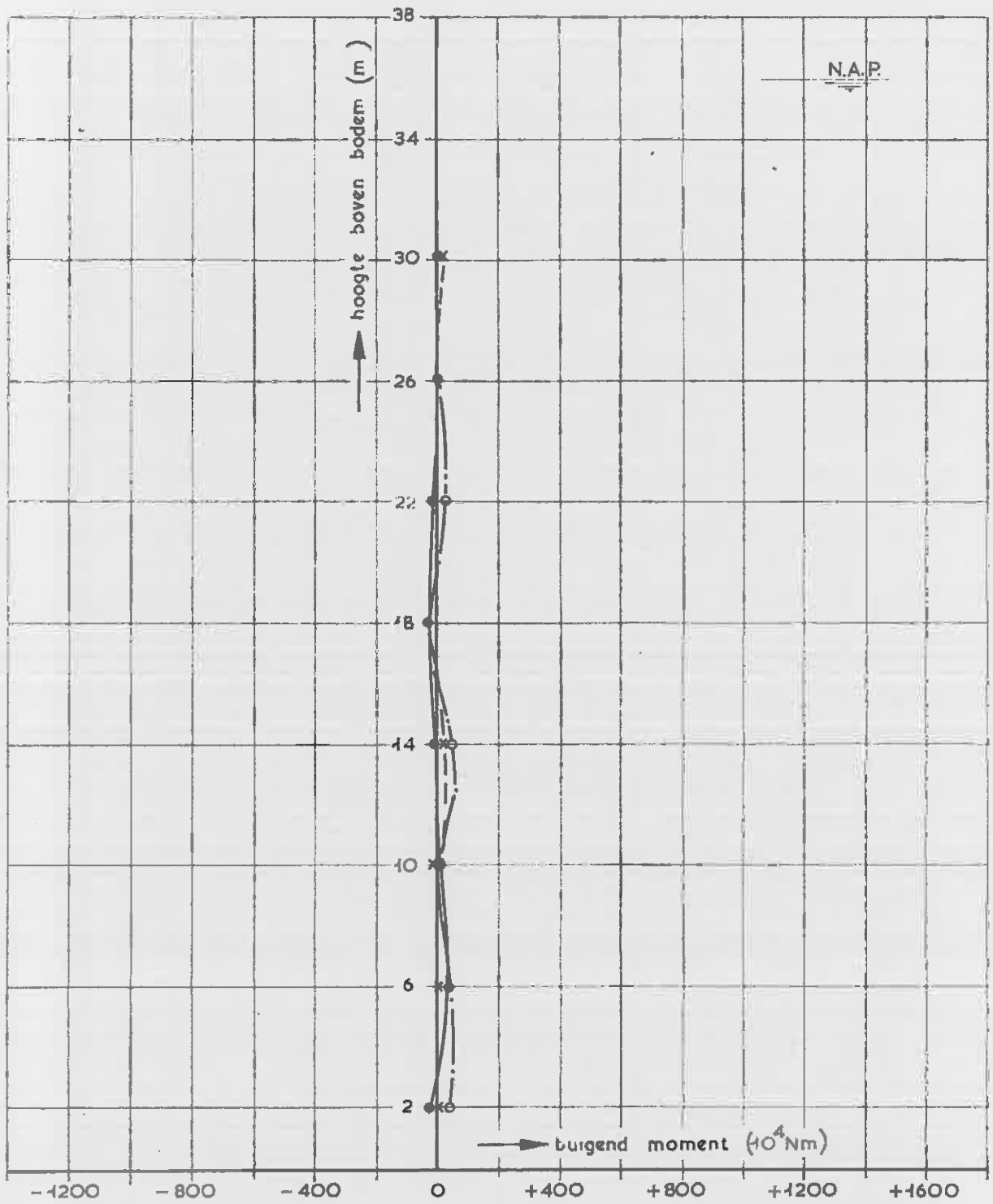
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE STALEN PYLOON (OPSTORTMETHODE A)

T 15

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 15^g



- ————— $h_1 = 3,20 \text{ m} ; h_2 = 0 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 6,00 \text{ m} ; h_2 = 2,60 \text{ m}$
- o - · - · - $h_1 = 6,00 \text{ m} ; h_2 = 5,80 \text{ m}$



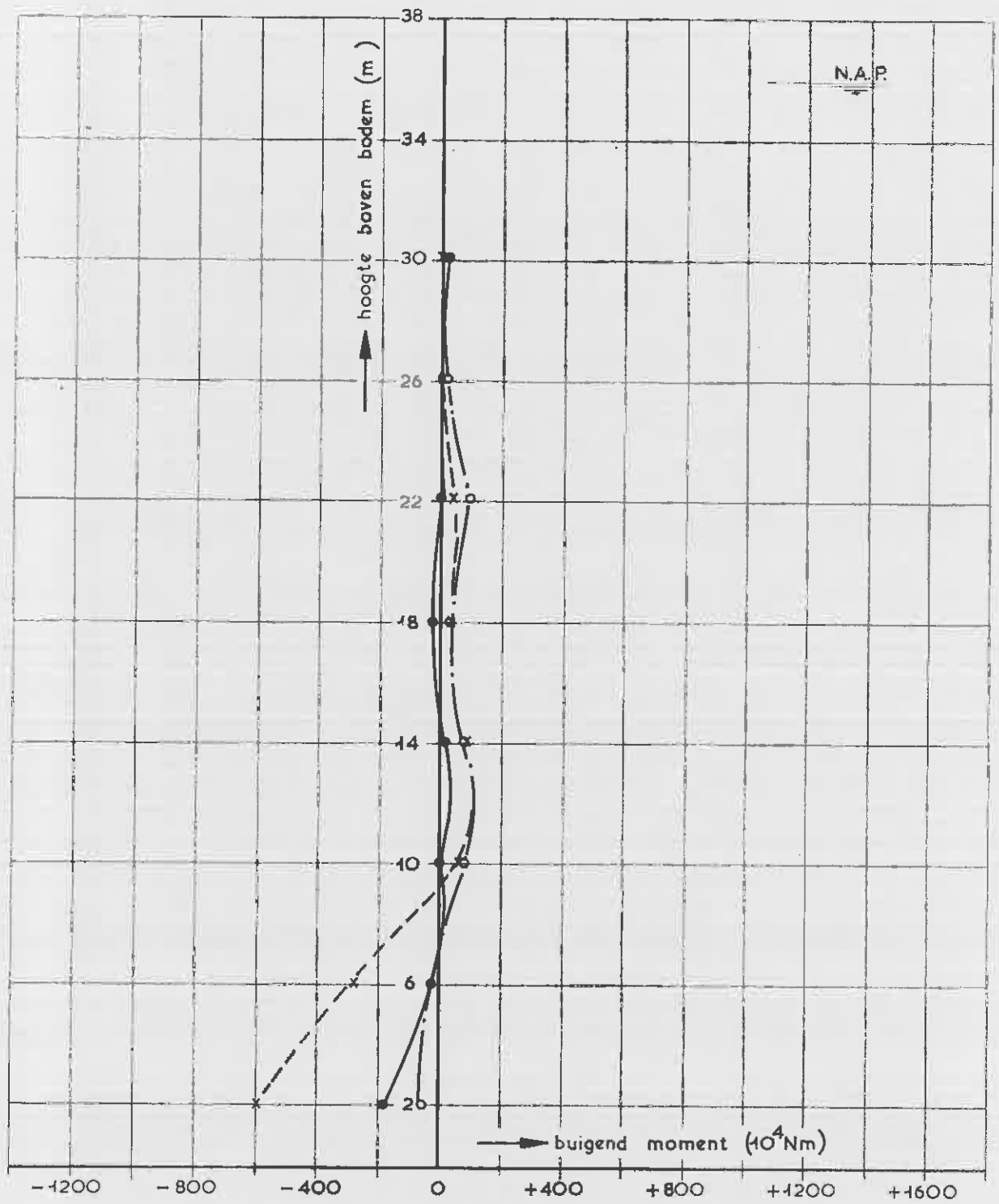
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE STALEN PYLOON (OPSTORTMETHODE B)

T 16

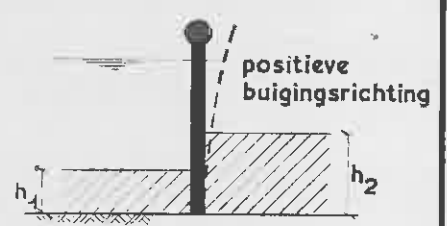
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 16^a



- ————— $h_1 = 6,00 \text{ m} ; h_2 = 8,00 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 7,60 \text{ m} ; h_2 = 10,20 \text{ m}$
- o - · - · - · $h_1 = 9,80 \text{ m} ; h_2 = 10,20 \text{ m}$



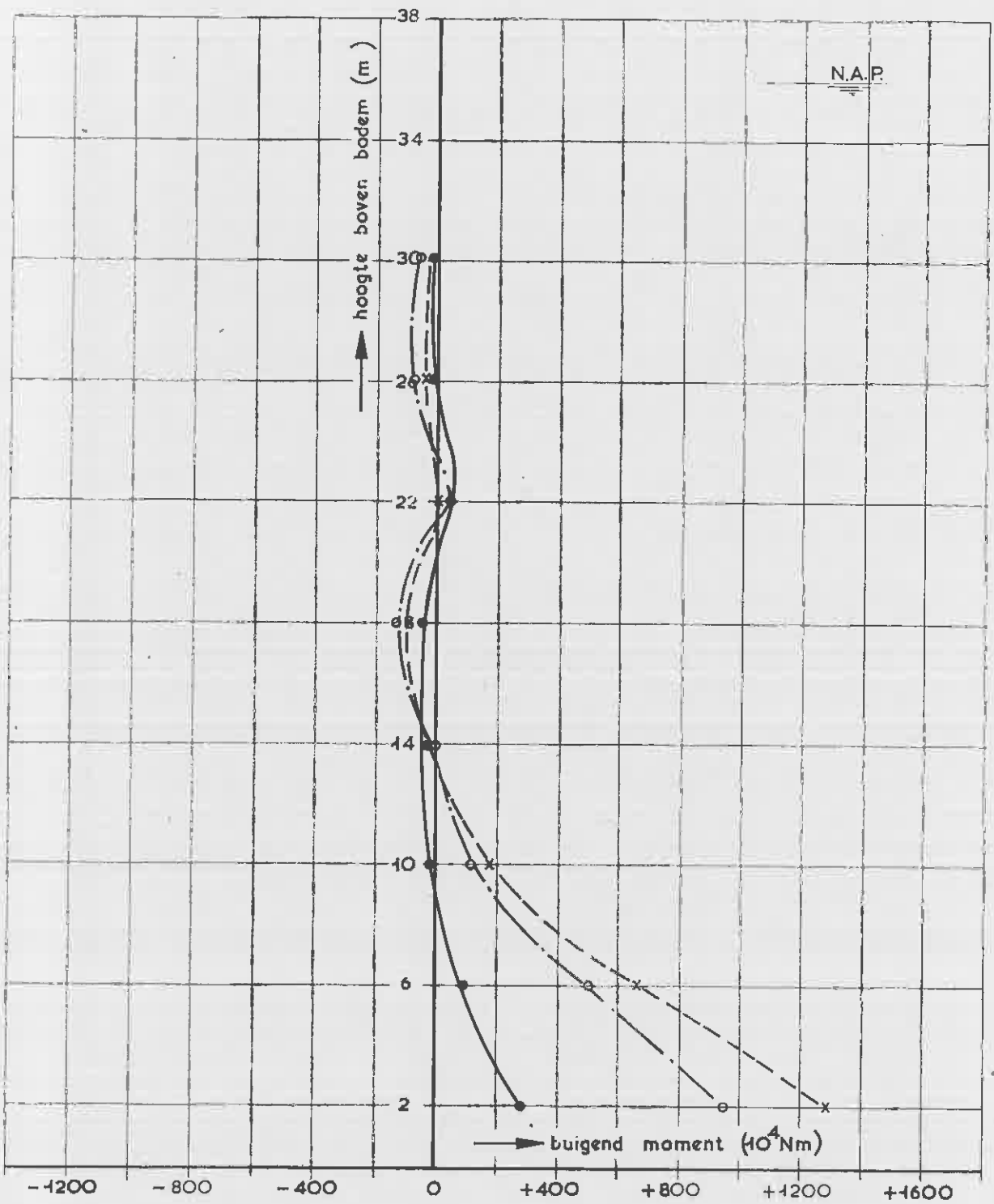
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE STALEN PYLOON (OPSTORTMETHODE B)

T 16

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 16^b



- ————— $h_1 = 12,40 \text{ m} ; h_2 = 10,20 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 15,40 \text{ m} ; h_2 = 12,40 \text{ m}$
- o - · - - - - $h_1 = 15,40 \text{ m} ; h_2 = 15,00 \text{ m}$



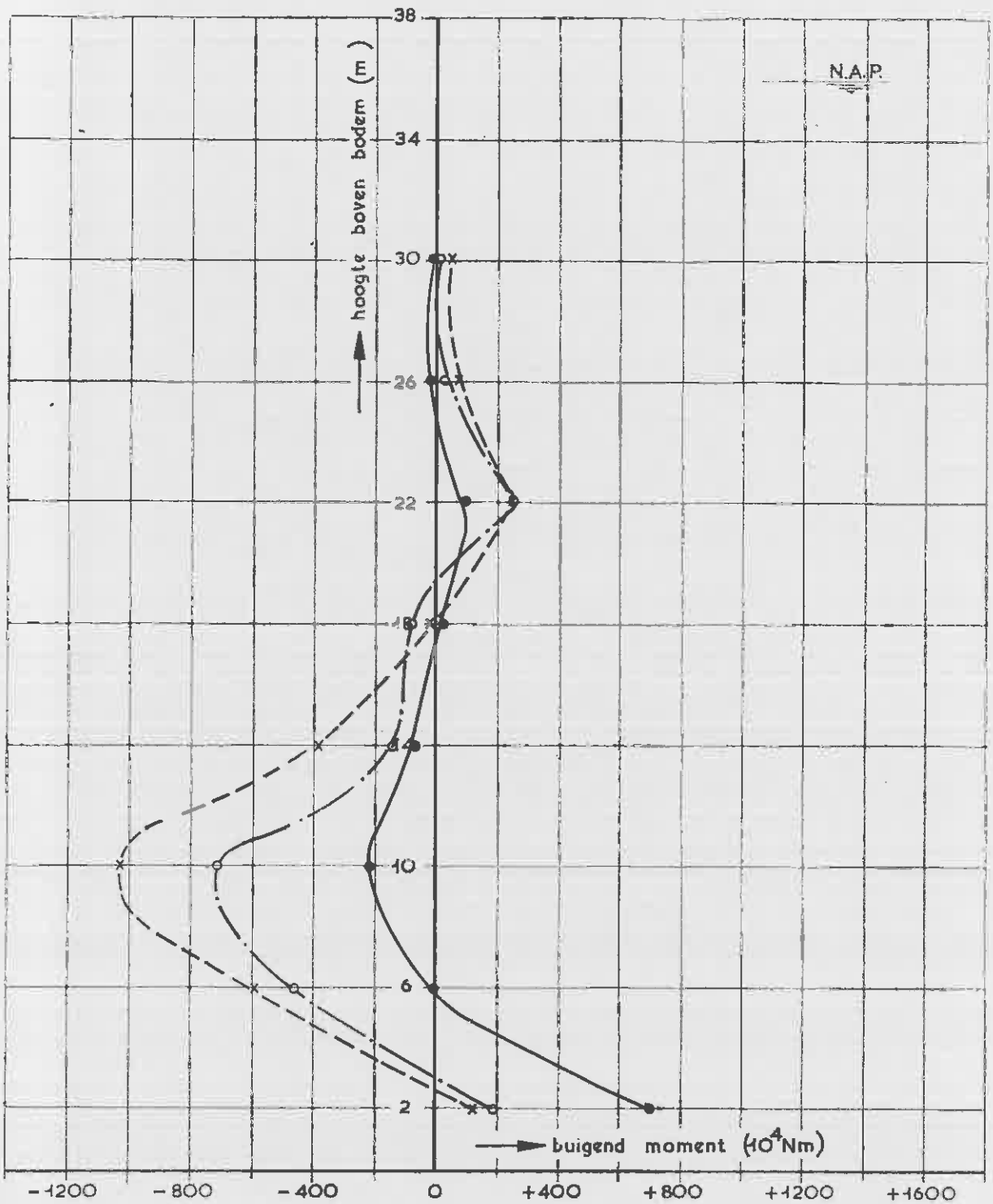
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE STALEN PYLOON (OPSTORTMETHODE B)

T 16

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 16^c



- ————— $h_1 = 15,40 \text{ m} ; h_2 = 17,60 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 17,20 \text{ m} ; h_2 = 20,40 \text{ m}$
- o - · - · - $h_1 = 20,20 \text{ m} ; h_2 = 20,40 \text{ m}$



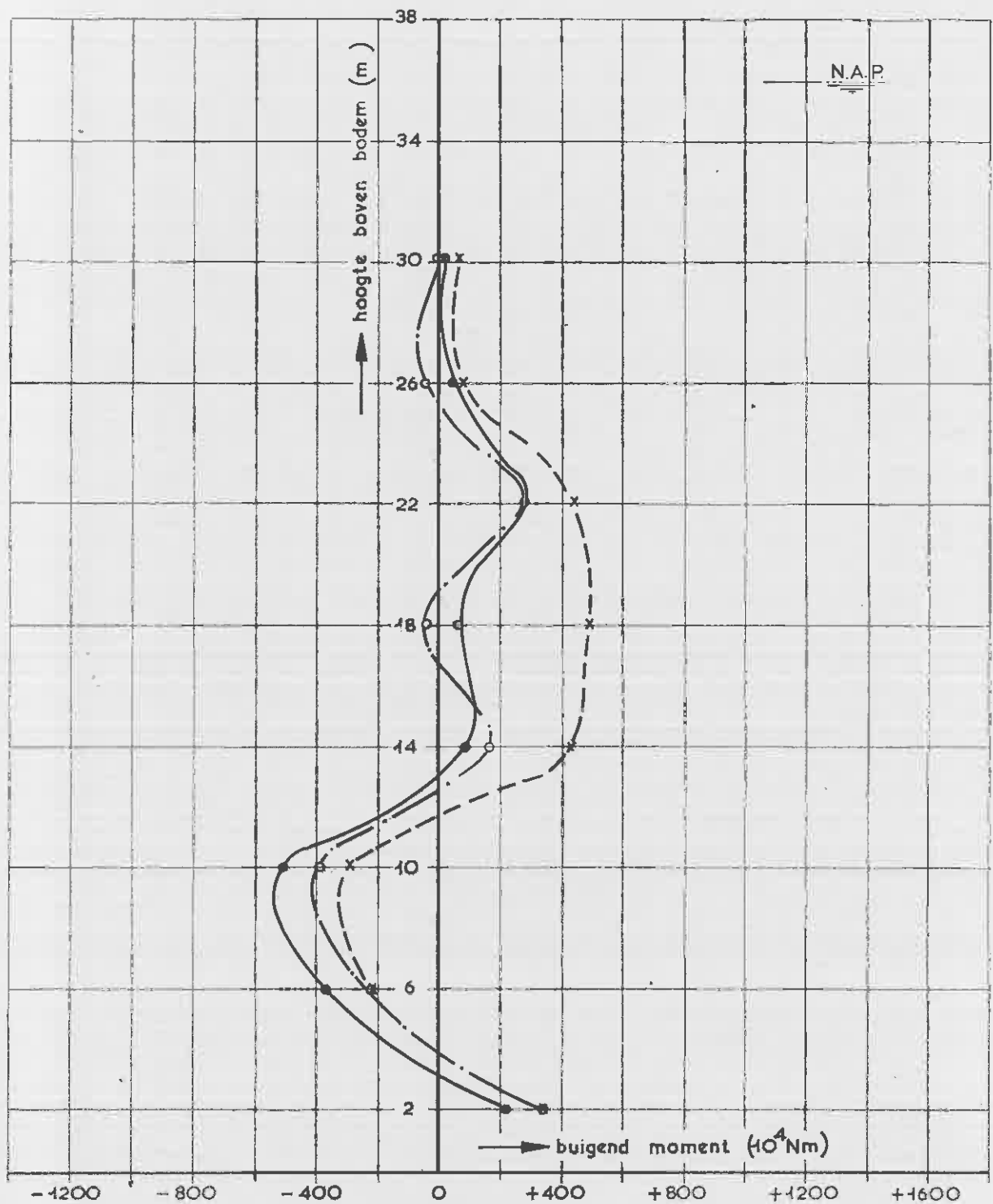
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE STALEN PYLOON (OPSTORTMETHODE B)

T 16

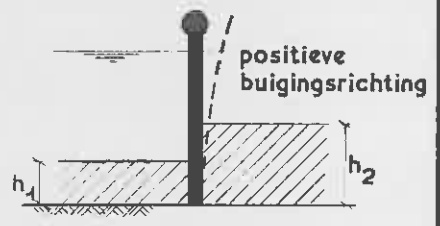
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

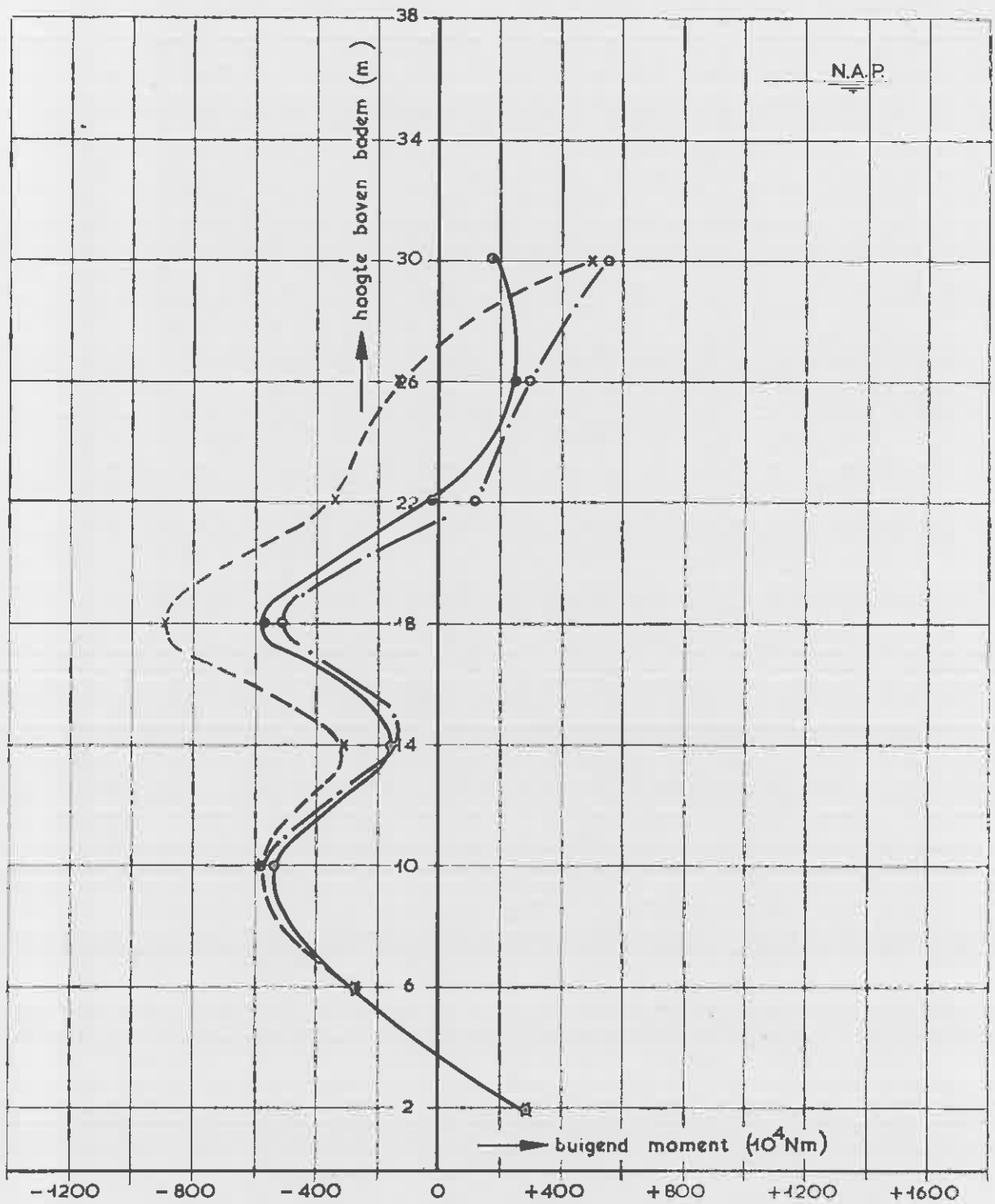
FIG.16^d



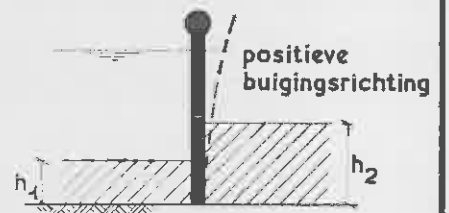
- ————— $h_1 = 22,60 \text{ m} ; h_2 = 20,40 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 25,40 \text{ m} ; h_2 = 21,40 \text{ m}$
- o - · - · - · $h_1 = 25,40 \text{ m} ; h_2 = 25,00 \text{ m}$



MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE STALEN PYLOON (OPSTORMETHODE B)	T 16	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M 1160	FIG. 16 ^e



- ————— $h_1 = 25,40 \text{ m} ; h_2 = 28,00 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 26,40 \text{ m} ; h_2 = 29,40 \text{ m}$
- o - · - · - · $h_1 = 32,00 \text{ m} ; h_2 = 29,40 \text{ m}$



MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE STALEN PYLOON (OPSTORTMETHODE B)

T 16

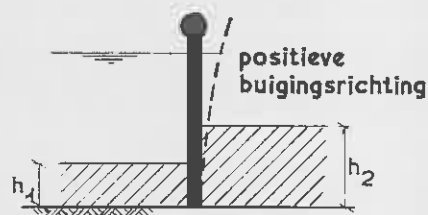
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

FIG. 16^f



- ————— $h_1 = 33,60 \text{ m} ; h_2 = 29,40 \text{ m}$
- x - - - - - $h_1 = 35,20 \text{ m} ; h_2 = 31,40 \text{ m}$
- o - · - · - · $h_1 = 35,20 \text{ m} ; h_2 = 35,20 \text{ m}$



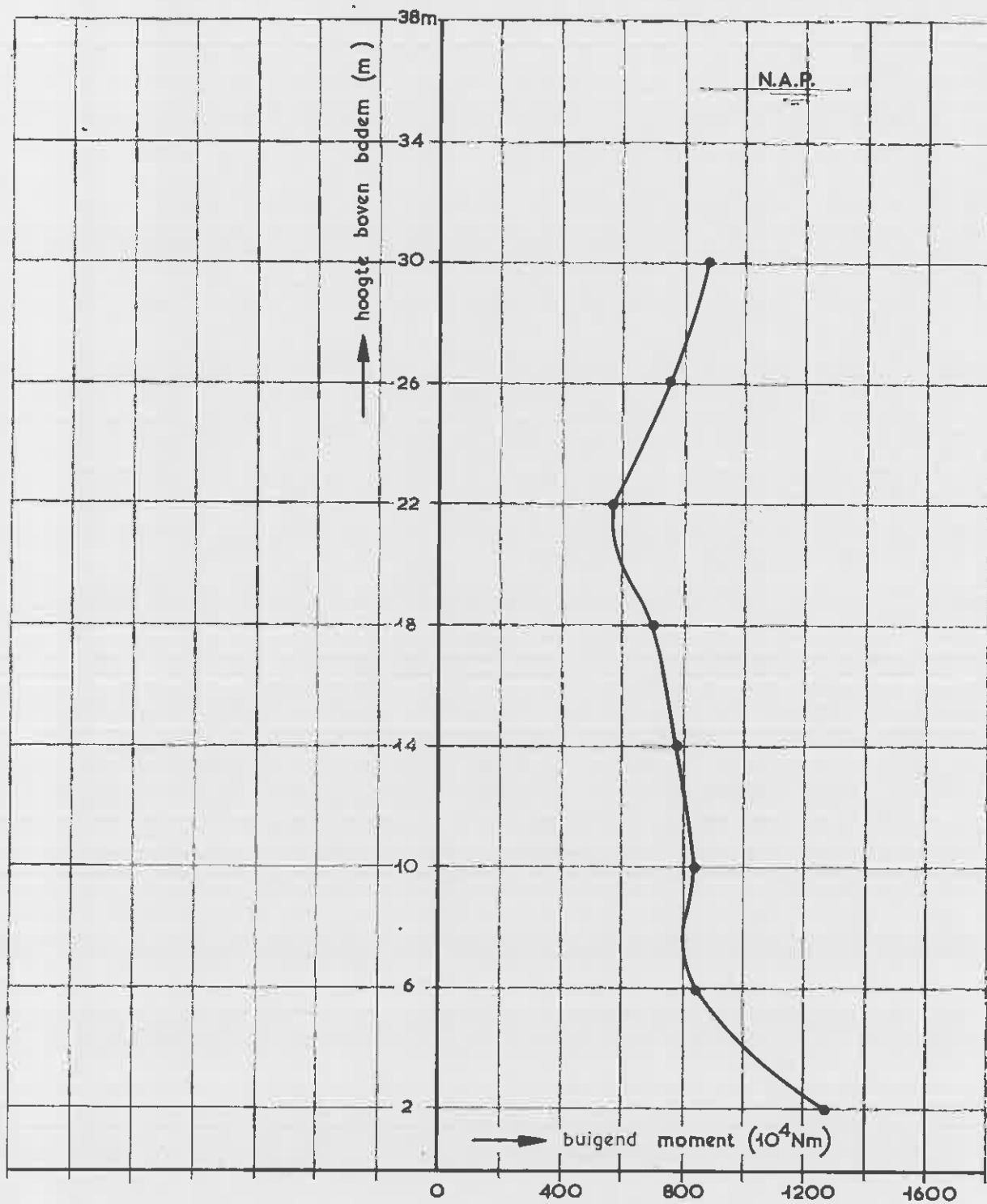
MOMENTENVERLOOP OVER DE HOOGTE BIJ DE STALEN PYLOON (OPSTORTMETHODE B)

T 16

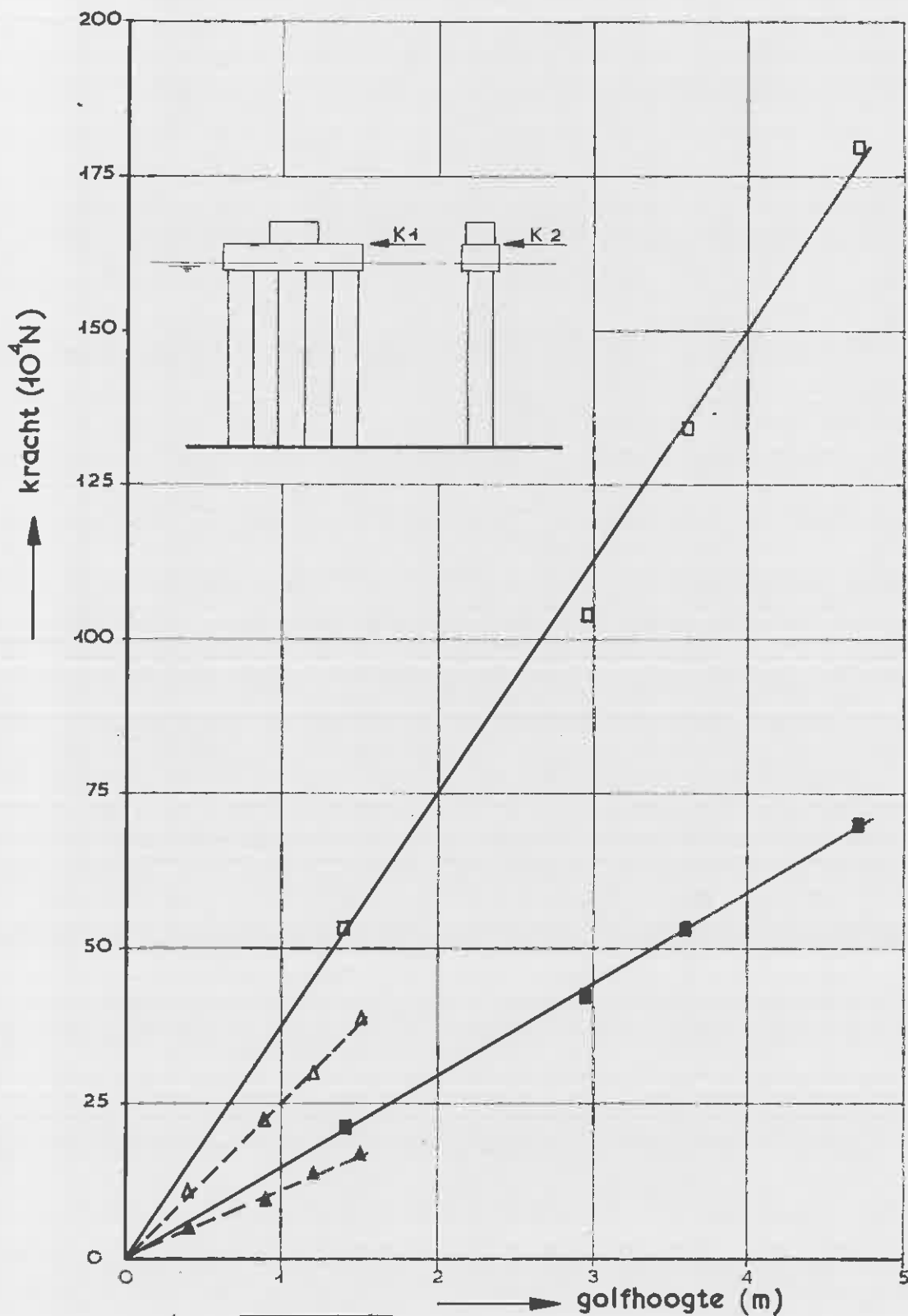
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1160

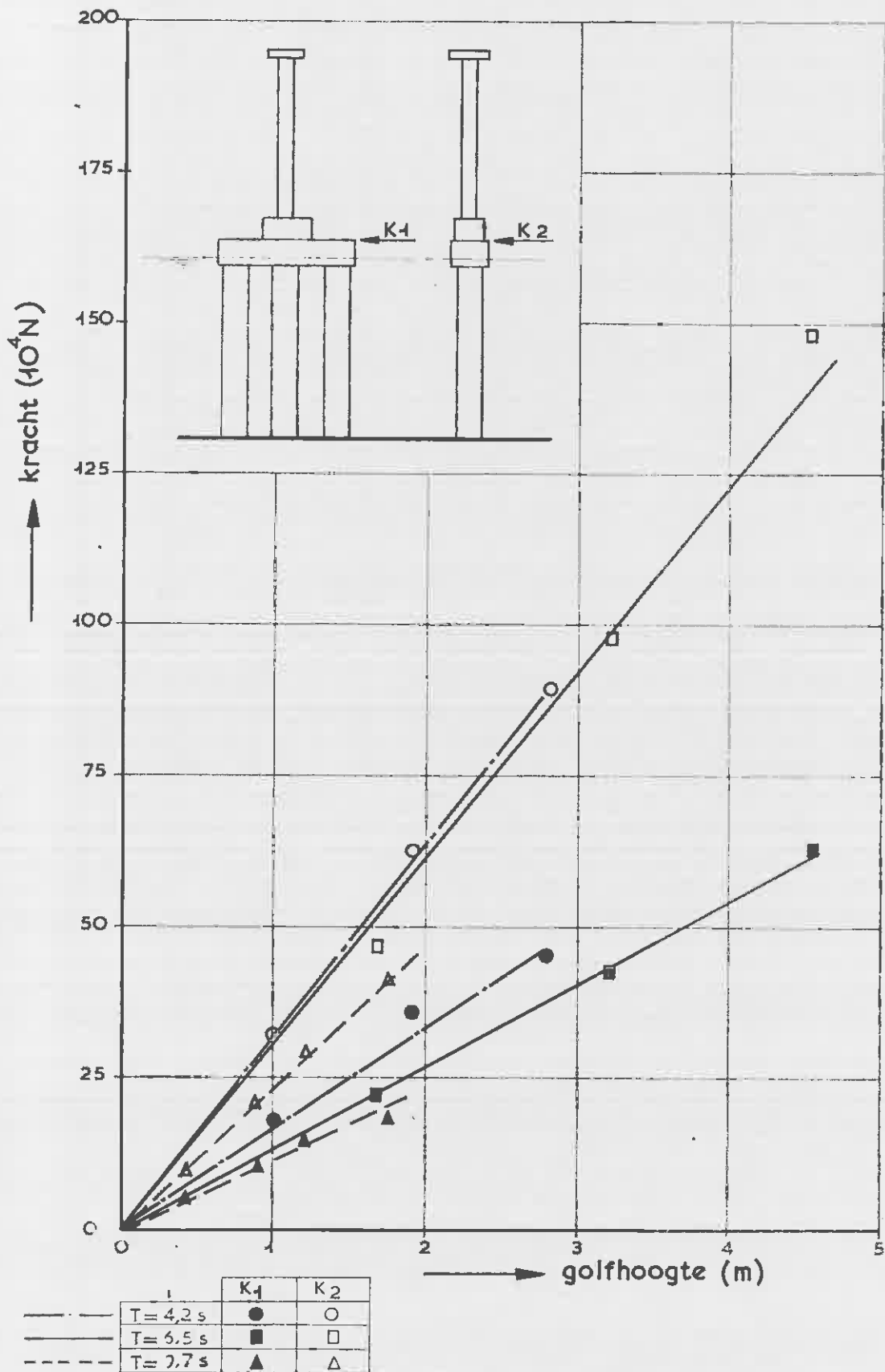
FIG. 16⁹



VERLOOP VAN DE MAXIMALE MOMENTEN
OVER DE HOOGTE BIJ DE STALEN PYLOON



HET VERBAND TUSSEN GOLFKRACHTEN
EN GOLFHOOGTEN VAN DE BETONNEN
PYLOON (MASSAVERDELING NIET OP SCHAAL)



HET VERBAND TUSSEN GOLFKRACHTEN EN GOLFHOOGTEN VAN DE BETONNEN PYLOON (MASSAVERDELING OP SCHAAL)

