



waterloopkundig laboratorium
delft hydraulics laboratory

stormvloedkering Oosterschelde

berekening verhangkrachten op drijvend hefmaterieel
bij plaatsen van dorpelbalken, stroombalken en
schuiven

AFGEHANDELD

interim-verslag

M 1000 - 1

februari 1977

M1000-1

27 OKT. 1980

BIBLIOTHEEK
Waterloopkundig Laboratorium
Postbus 177 - DELFT
NEDERLAND

INHOUD

	blz.
<u>1 Inleiding</u>	1
<u>2 Berekeningsmethode</u>	2
<u>3 Resultaten</u>	3

FIGUREN

- 1 Berekeningsschema verhangkracht
- 2 Overzicht toestanden
- 3 Waterspiegelverloop nabij pijler
- 4,5 Verhangkracht als functie van positie ten opzichte van as dorpel
- 6 Maximum verhangkracht als functie van verval
- 7 Stroomkracht als functie van verval
- 8...10 Waterstanden
- 11 Vervallen

BEREKENING VERHANGKRACHTEN OP DRIJVEND HEFMATERIEEL BIJ PLAATSEN VAN DORPEL- BALKEN, STROOMBALKEN EN SCHUIVEN

1 Inleiding

Bij de stormvloedkering in de Oosterschelde moeten, nadat de pijlers en de drempel gereed zijn, een aantal onderdelen (zoals dorpelbalken, stroombalken en schuiven) tussen de pijlers worden aangebracht. Het aanbrengen kan gebeuren met behulp van portaalkranen of drijvend hefmaterieel. In dit verslag worden de resultaten gepresenteerd van een aantal oriënterende berekeningen naar de krachten, zoals die optreden tijdens het in positie houden van het drijvend hefmaterieel.

2 Berekeningsmethode

In figuur 1 wordt het berekeningsschema gegeven voor de verhangkracht. Onder verhangkracht wordt verstaan de kracht, welke moet worden geleverd om het schip in positie te houden als het ten gevolge van het waterspiegelverloop in de omgeving van de stormvloedkering onder een helling gaat liggen. In de berekening worden niet de krachten meegenomen ten gevolge van het stromende water (huidwrijving en stroomweerstand).

Per toestand wordt voor een aantal posities van een rechthoekige bak ten opzichte van een gemeten waterspiegelverloop de verhangkracht berekend.

De verhangkrachten zijn berekend voor de volgende toestanden (zie ook figuur 2):

toestand	situatie	h_{ben}	Δh
T1	plaatsingsfase	+0,85	0,50
T2	plaatsingsfase	-1,35	0,95
T3	eindfase	+1,00	1,50
T4	eindfase	-1,20	1,55

Hierbij is de plaatsingsfase de situatie, waarbij de pijlers en de drempel klaar zijn, terwijl bij de eindfase bovendien de dorpels zijn geplaatst (N.B. ter plaatse van het hart van de pijler en zonder stroombalken).

De onderzochte situaties hebben betrekking op de Roompot (gelet op de hoogteligging van bodem, drempel en dorpel).

Figuur 3 geeft het waterspiegelverloop nabij de pijler (gegevens ontleend aan M 1382; verslag WL 8-52: "bepaling afvoercoëfficiënten pijleroplossing").

3 Resultaten

De berekening is uitgevoerd voor 2 schepen, te weten:

- "Taklift 1": L = 60 m; B = 24 m; D = 3,0 m; V = 4320 m³
- "Jan Heymans": L = 96 m; B = 24 m; D = 2,5 m; V = 5760 m³

De figuren 4 en 5 geven de verhangkrachten als functie van de positie ten opzichte van de as van de dorpel voor respectievelijk de "Taklift 1" en de "Jan Heymans".

In figuur 6 wordt de maximum optredende verhangkracht als functie van het verval gegeven. Eerder uitgevoerde berekeningen voor een schip boven een blokken-dam hebben aangetoond, dat er een vrijwel lineair verband bestaat tussen het verval en de verhangkracht (de helling van de lijn is afhankelijk van de opbouwfase). Aangezien er op dit moment voor de pijleroplossing geen gegevens van het waterspiegelverloop bij andere vervallen beschikbaar zijn, is voor de lijnen in figuur 6 aangenomen dat er ook bij de pijleroplossing een lineair verband bestaat tussen het verval en de verhangkracht. Uit figuur 6 blijkt, dat voor de "Jan Heymans" de maximum optredende verhangkrachten kleiner zijn dan voor "Taklift 1", hoewel de waterverplaatsing ca. 30% groter is. Dit verschijnsel kan worden verklaard uit de grotere lengte van de "Jan Heymans". Het waterspiegelverloop wordt dan over een grotere lente gemiddeld en hierdoor wordt de helling, welke het schip gaat aannemen kleiner. Tevens blijkt uit deze figuur, dat bij hogere benedenwaterstanden de verhangkrachten enigszins groter zijn. In hoeverre met de maximum optredende verhangkrachten rekening moet worden gehouden is afhankelijk van de maximaal in te nemen positie van het schip. Indien de boeg van het schip 15 m van de as van de dorpel verwijderd moet blijven, betekent dit, dat bijvoorbeeld in figuur 4 de waarden tussen -45 m en +45 m niet optreden (45 m = halve scheepslengte + speling van 15 m).

In figuur 7 wordt een schatting gegeven van de stroomkracht (kracht ten gevolge van huidwrijving en stroomweerstand). Hierbij is uitgegaan van de volgende formule:

$$K_v = C_D \cdot A \cdot \frac{1}{2} \rho v^2$$

hierin is: K_v = stroomkracht

C_D = weerstandcoëfficiënt (aanname $C_D = 0,15$)

A = natte doorsnede van het schip

ρ = dichtheid water

v = stroomsnelheid (aanname: $v = \sqrt{2g\Delta h}$).

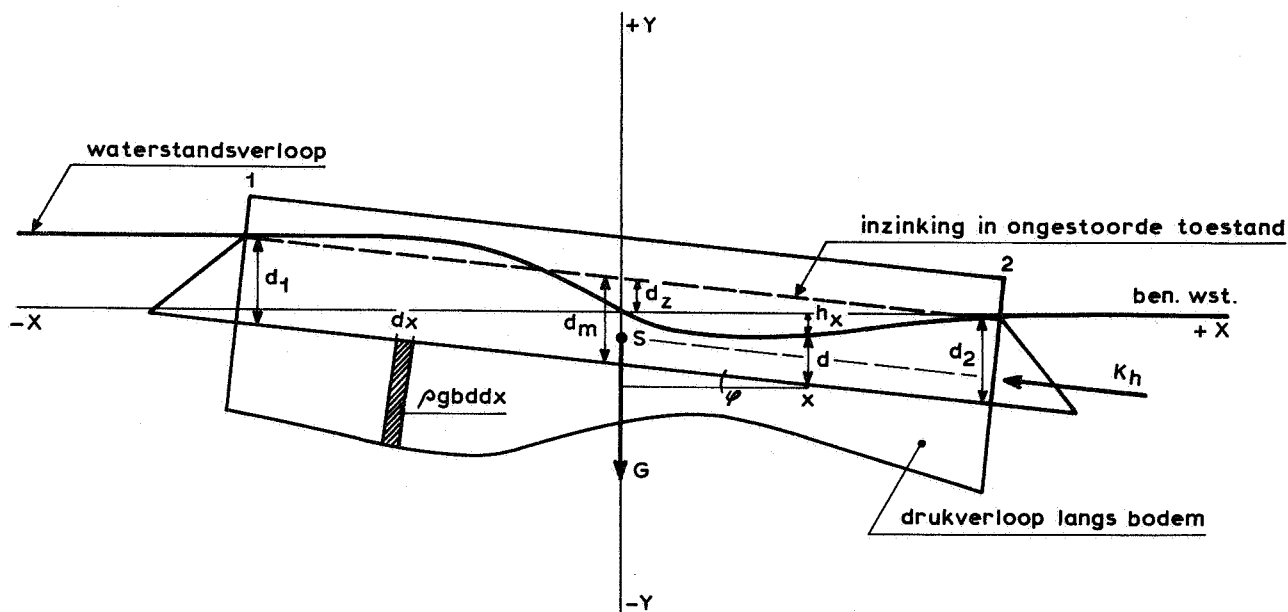
De figuren 8, 9 en 10 geven voor de plaatsingsfase en een tweetal eindfasen het waterstandsverloop aan de zee- en meerzijde van de Roompot gedurende het getij (gemiddeld getij: 11 september 1968).

Figuur 11 geeft het verval over het sluitgat van de Roompot gedurende het getij. Uit deze figuur zijn de werkelijk optredende vervallen af te lezen voor de periodes rond H.W.- en L.W.-kentering.

Voor de berekeningsmethode en de gepresenteerde resultaten gelden de volgende beperkingen:

- 1e de schematisatie van het schip tot een rechthoekige bak
- 2e het waterspiegelverloop geldt voor:
 - een ongestoorde toestand (zonder schip)
 - situaties met as dorpel = hart pijler
 - situaties zonder stroombalk
 - extreme vervallen (geen kleinere waarden beschikbaar)
- 3e de stroomkrachten zijn sterk afhankelijk van de C_D -waarde

Samenvattend kan worden gezegd dat met behulp van de gebruikte berekeningsmethode een redelijke schatting wordt gegeven van de verhangkrachten. Een goede oplossing van het probleem kan slechts worden verkregen met behulp van modelonderzoek, waarbij ook een modelschip is betrokken. Bij een dergelijk modelonderzoek worden de verhangkrachten en de stroomkrachten op juiste wijze weergegeven en kunnen de optredende krachten direkt worden gemeten.



K_h = verhangkracht

d_m = diepgang in ongestoorde toestand

d_z = verhoging "waterlijn" t.o.v. x-as (t.p.v. midden schip)

φ = hellingshoek van schip

h_x = waterstand t.o.v. x-as

$$d = d_m - d_z + x \cdot \varphi + h_x$$

$$\textcircled{1} \quad \sum X = 0 \quad \frac{1}{2} \rho g b (d_1^2 - d_2^2) + \rho g b \varphi \int_1^2 d \cdot dx - K_h = 0$$

$$\textcircled{2} \quad \sum Y = 0 \quad \rho g b \int_1^2 d \cdot dx - G = 0$$

$$G = \rho g V$$

$$\textcircled{3} \quad \sum M = 0 \quad - \rho g b \int_1^2 x \cdot d \cdot dx = 0$$

(t.o.v. S)

opm.: 1 φ is klein, dus $\sin \varphi = \varphi$ en $\cos \varphi = 1$

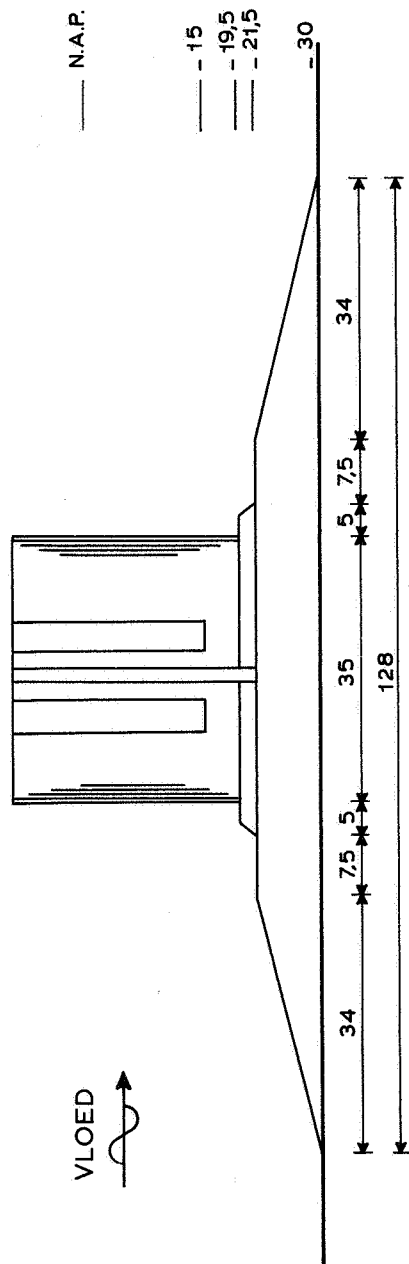
2 Andere krachten of ontbondenen van krachten, welke klein zijn t.o.v. de vermelde krachten, zijn niet in vgl. 1,2 of 3 opgenomen

BEREKENINGSSCHEMA VERHANGKRACHT

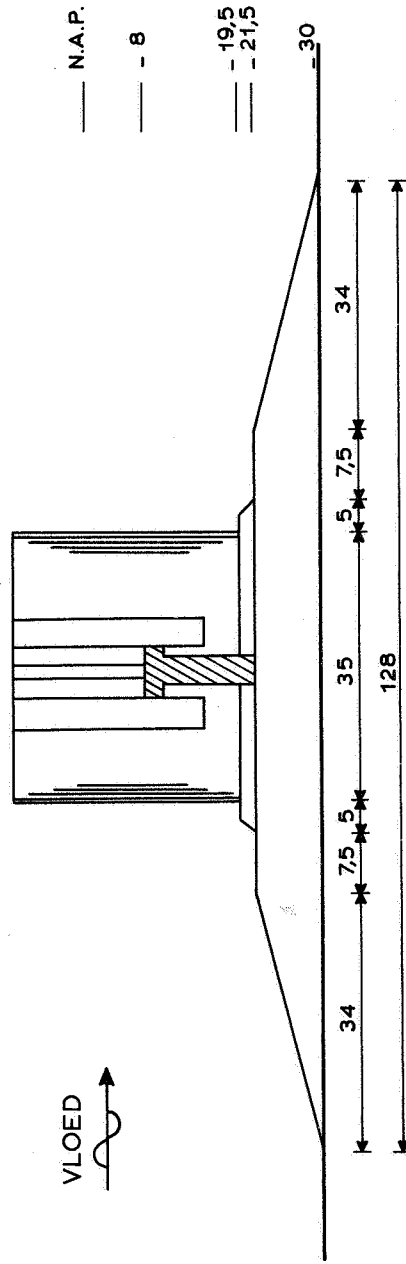
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1000

FIG. 1

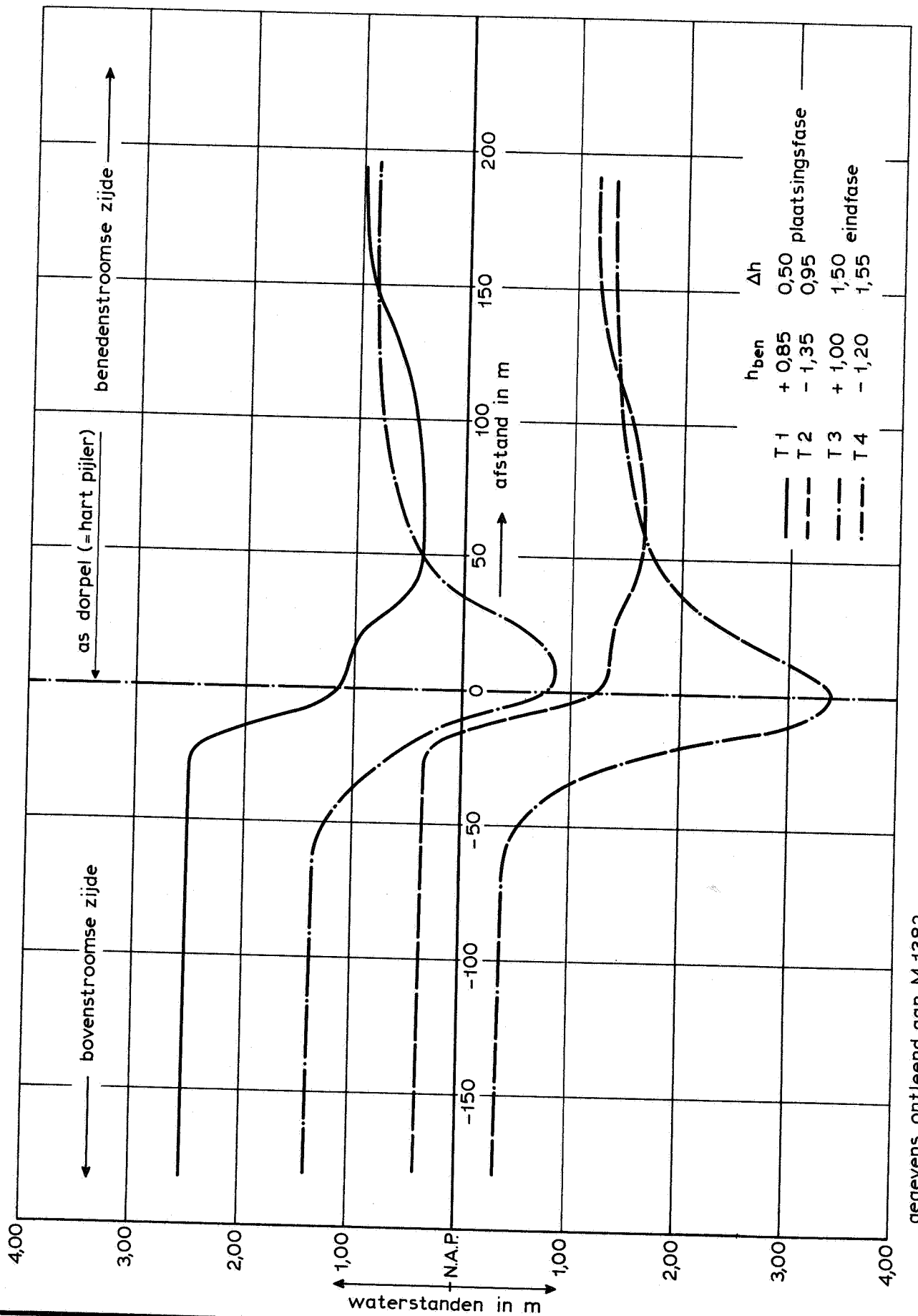


SITUATIE ROOMPOT : PLAATSINGSFASE (T1, T2)



SITUATIE ROOMPOT : EINDFASE (T3, T4)

OVERZICHT TOESTANDEN



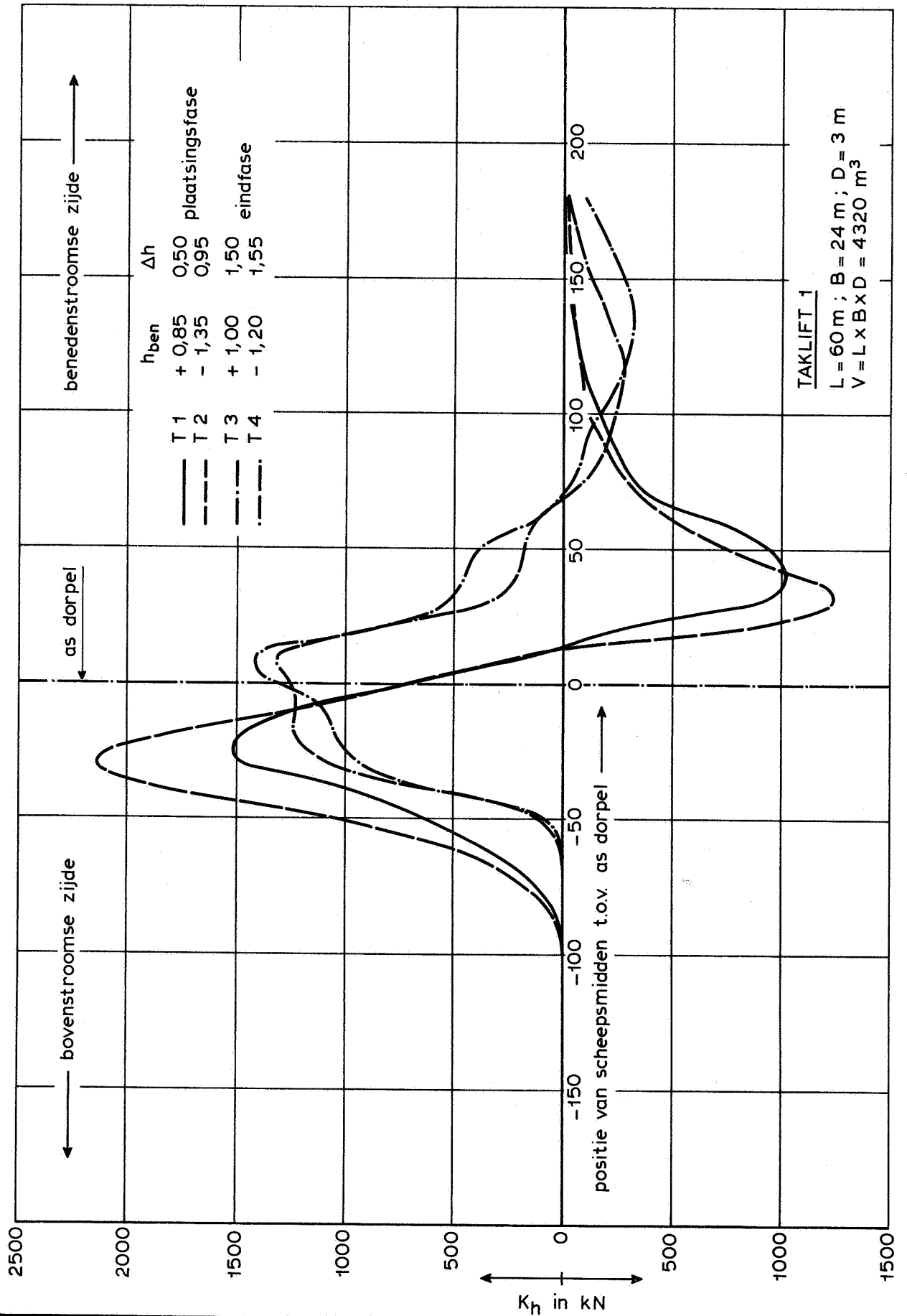
gegevens ontleend aan M 1382

WATERSPIEGELVERLOOP NABIJ PIJLER

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1000

FIG. 3



TAKLIFT 1

$L = 60 \text{ m}$; $B = 24 \text{ m}$; $D = 3 \text{ m}$
 $V = L \times B \times D = 4320 \text{ m}^3$

VERHANGKRACHT ALS FUNKTIE VAN POSITIE
 TEN OPZICHTE VAN AS DORPEL

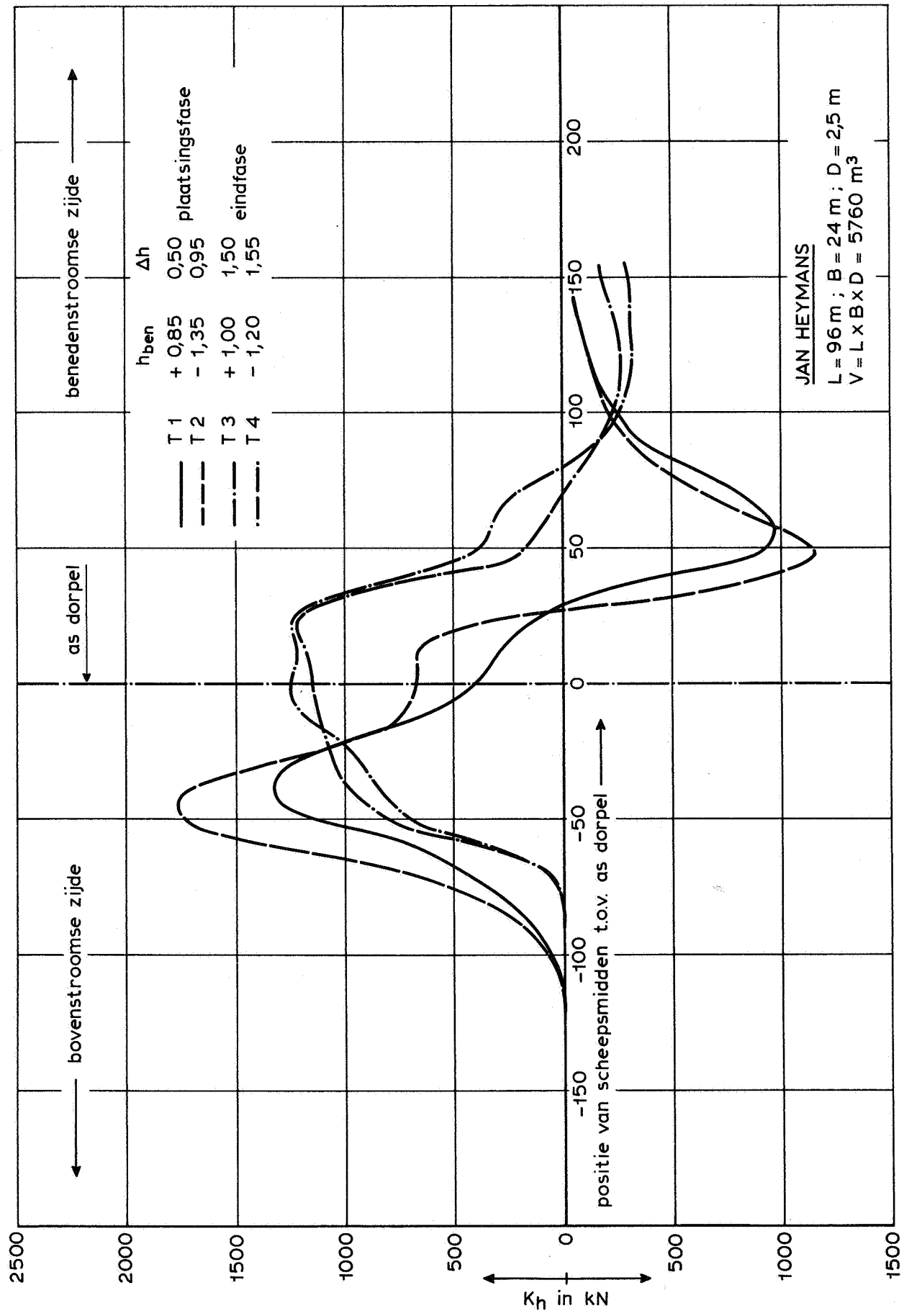
TAKLIFT 1

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1000

FIG. 4

eh-tl



JAN HEYMANS
 $L = 96 \text{ m}$; $B = 24 \text{ m}$; $D = 2,5 \text{ m}$
 $V = L \times B \times D = 5760 \text{ m}^3$

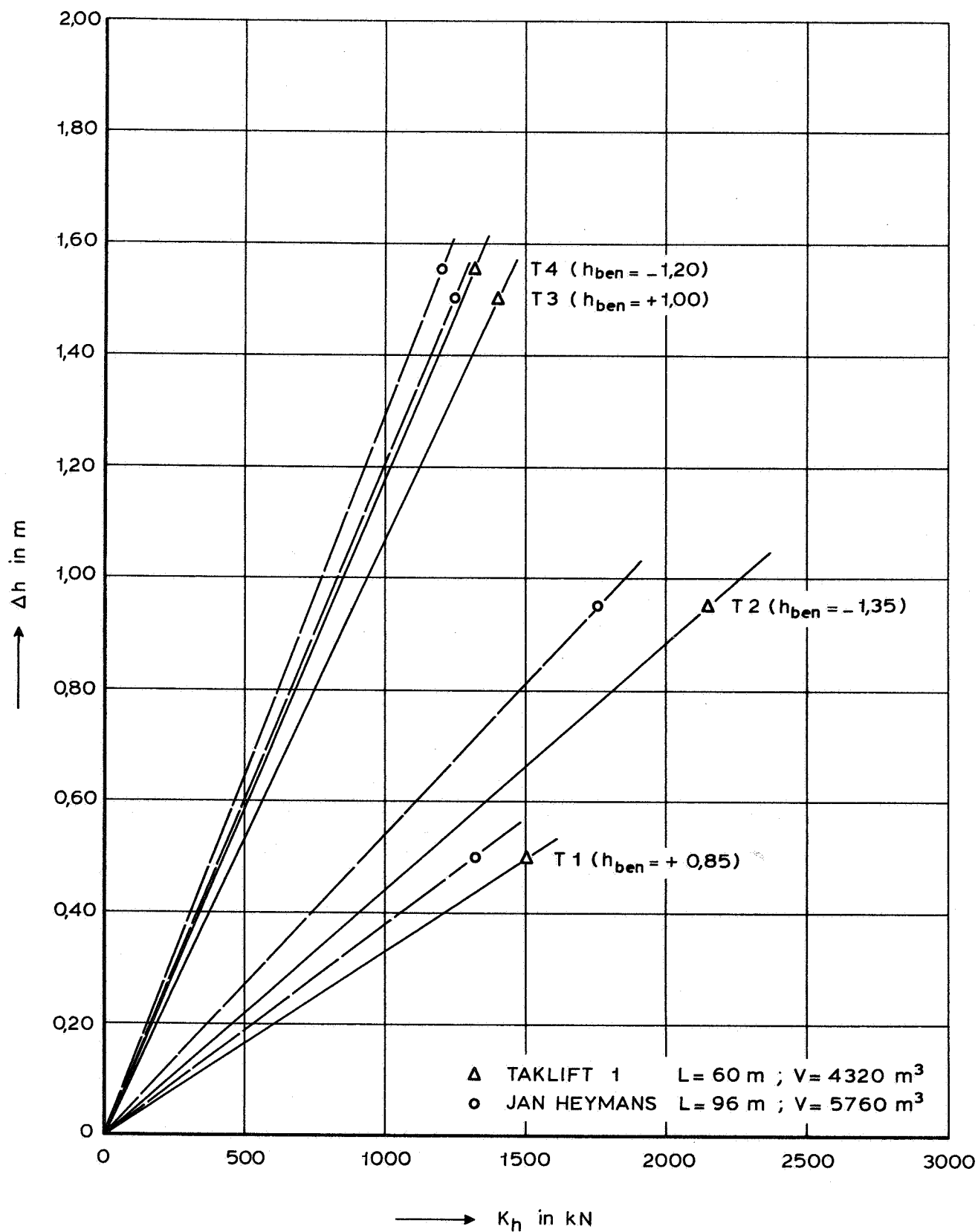
VERHANGKRACHT ALS FUNKTIE VAN POSITIE
 TEN OPZICHT VAN AS DORPEL

JAN HEYMANS

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1000

FIG. 5

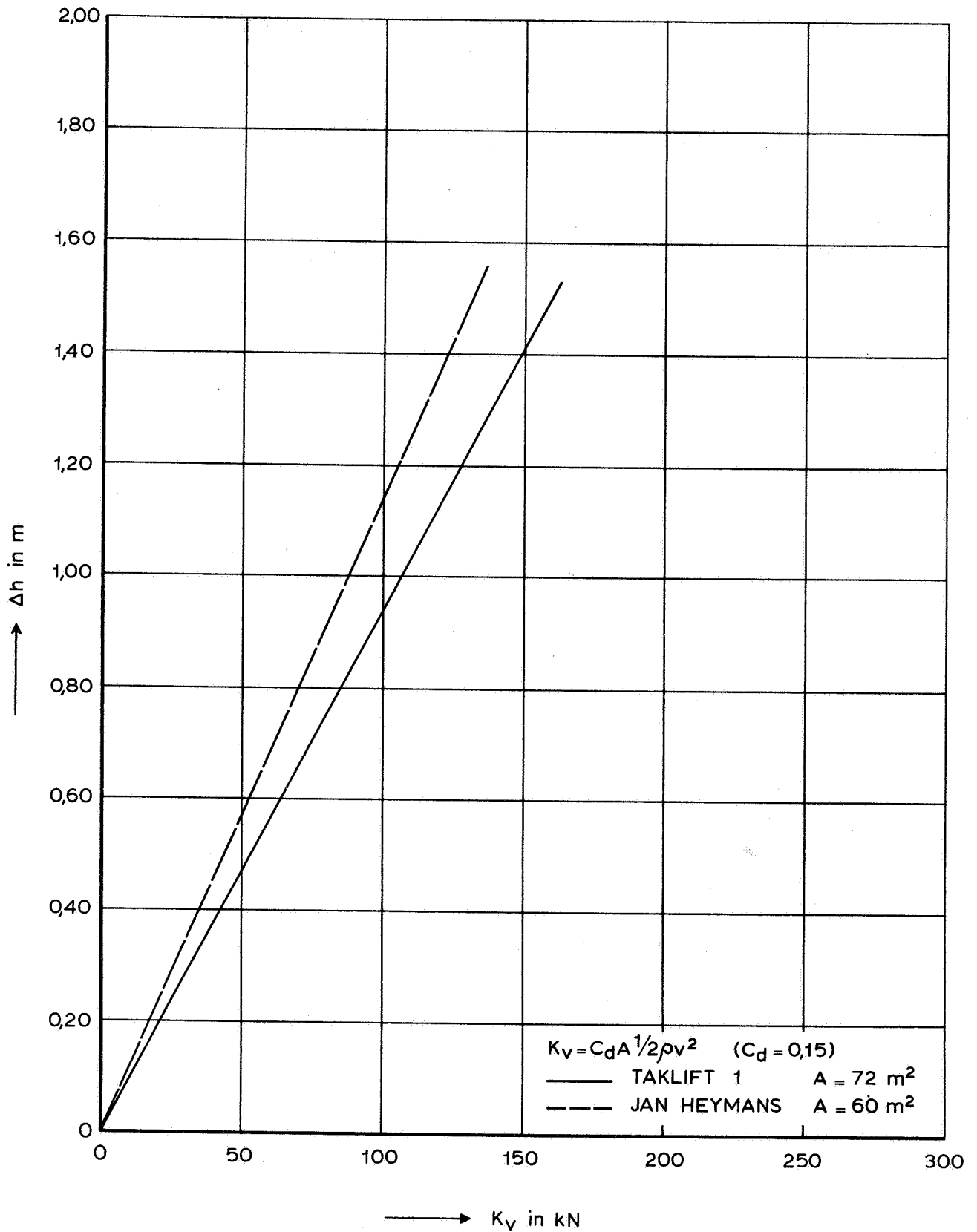


MAXIMUM VERHANGKRACHT ALS FUNKTIE VAN
VERVAL

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1000

FIG. 6

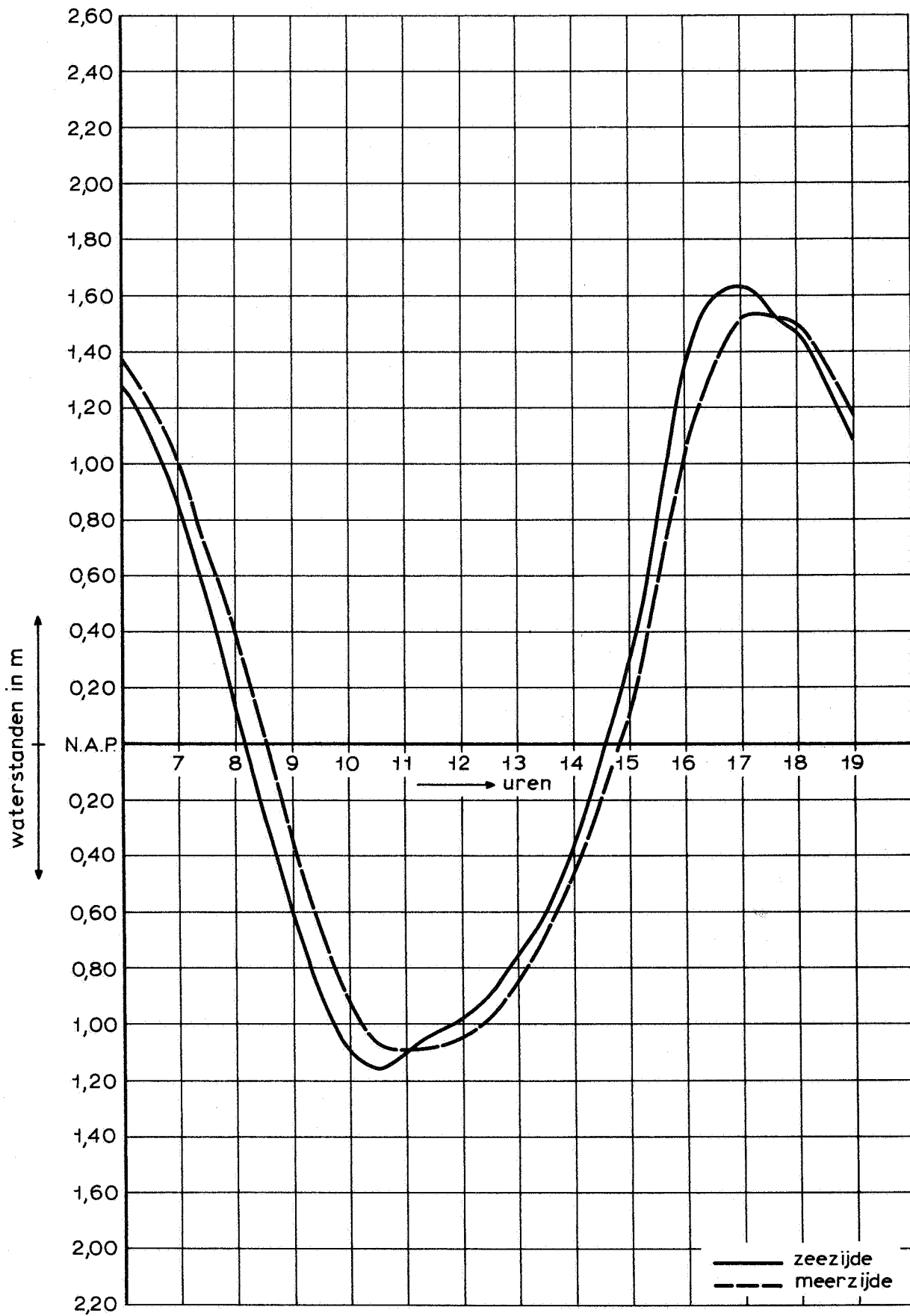


STROOMKRACHT ALS FUNKTIE VAN VERVAL

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1000

FIG. 7



WATERSTANDEN

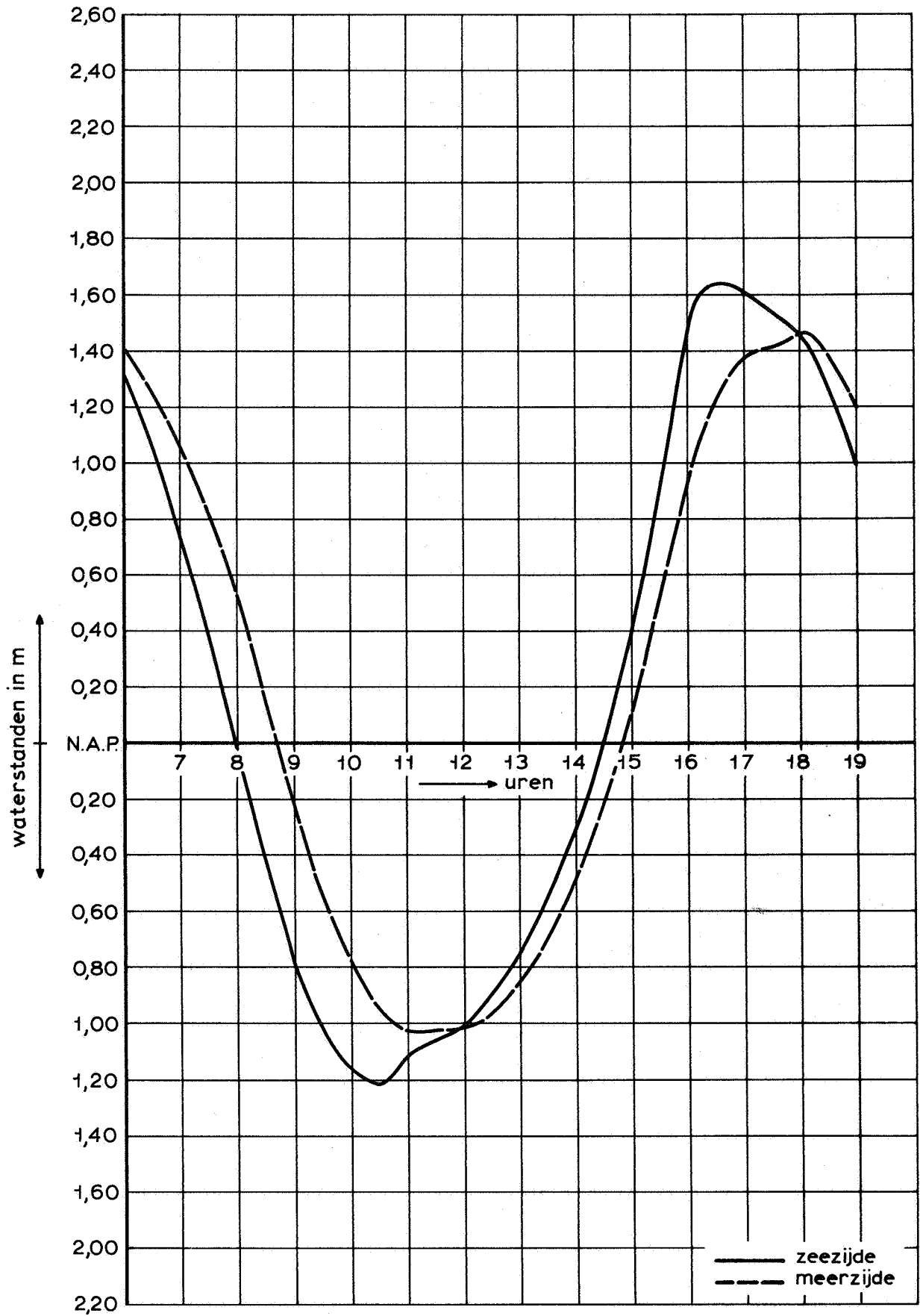
ROOMPOT 11.09.68

plaatsingsfase

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1000

FIG. 8



WATERSTANDEN

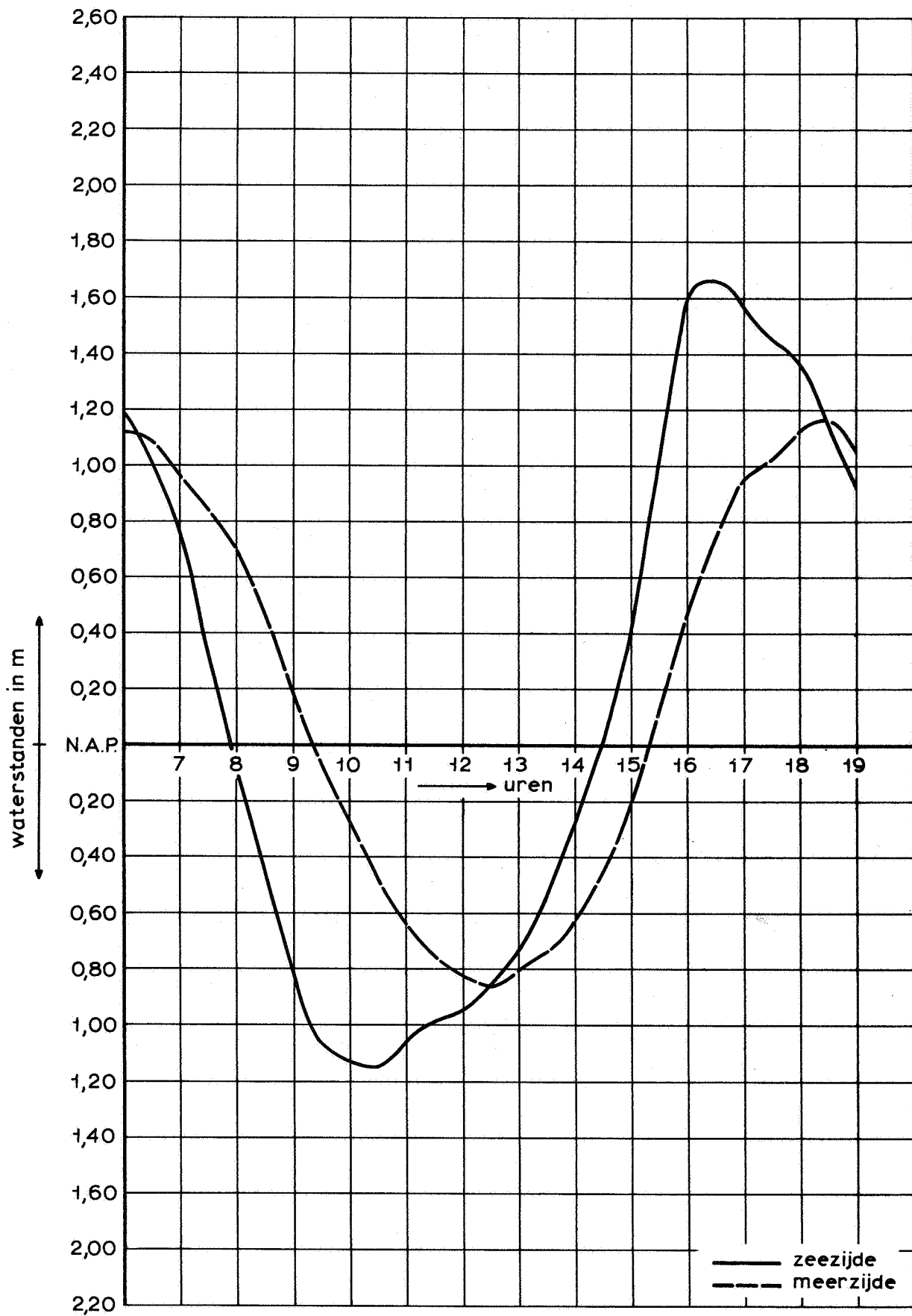
ROOMPOT 11.09.68

eindfase $\mu A = 20.000 m^2$

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1000

FIG. 9



WATERSTANDEN

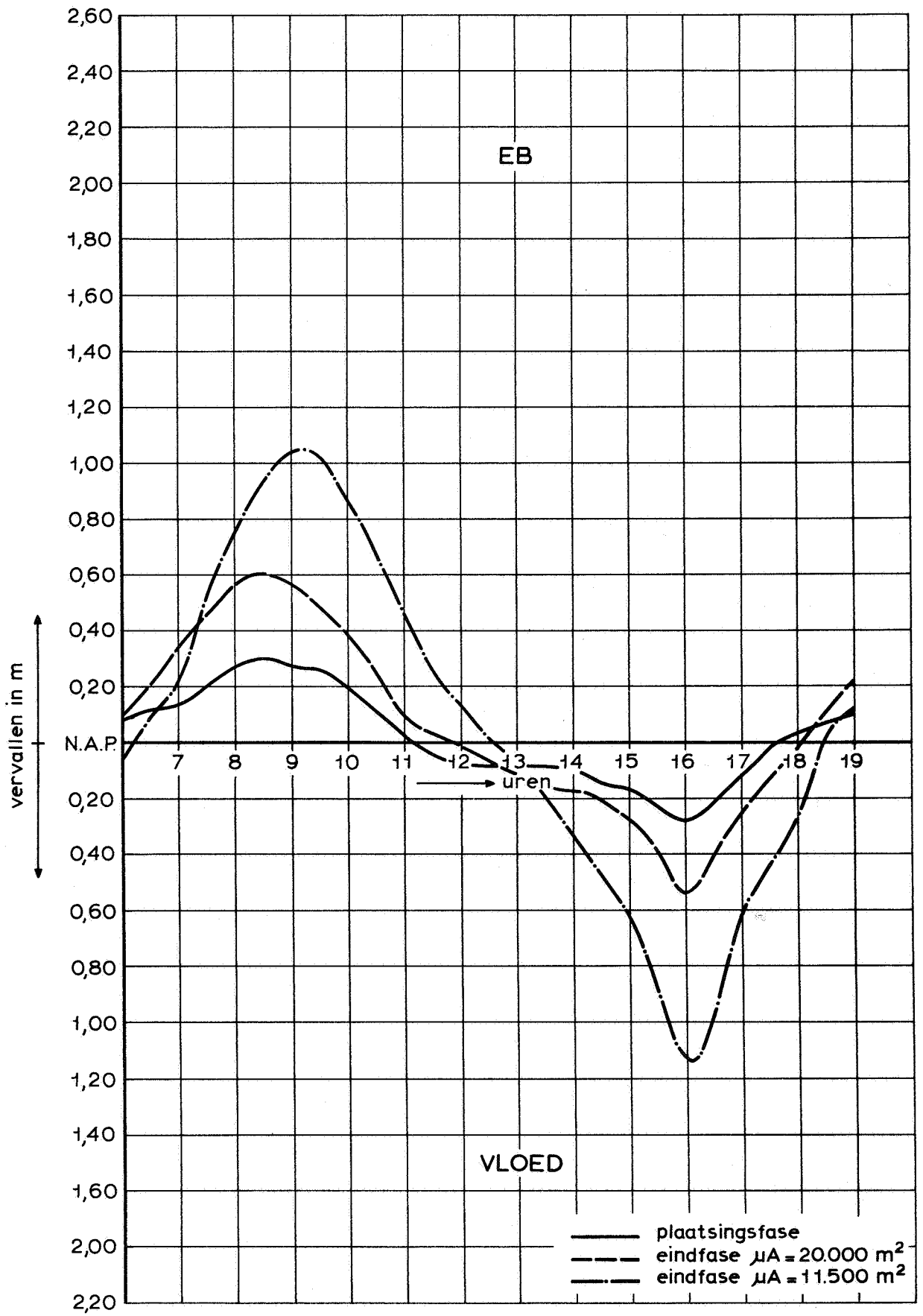
ROOMPOT 11.09.68

eindfase $\mu A = 11.500 \text{ m}^2$

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1000

FIG. 10



VERVALLEN

ROOMPOT

11.09.68

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1000

FIG. 11

