

waterloopkundig laboratorium
delft hydraulics laboratory

stormvloedkering Oosterschelde

berekening debietverdeling in de sluitgaten

vergelijking van berekening en meting

verslag onderzoek

AFGEHANDELD

R 1495/M 1696/M 1757

januari 1982

BIBLIOTHEEK
Waterloopkundig Laboratorium
Postbus 177 - DELFT

30.MRT1982

stormvloedkering Oosterschelde

berekening debietverdeling in de sluitgaten

vergelijking van berekening en meting

verslag onderzoek

R 1495 / M 1696 / M 1757

januari 1982

INHOUD

	b1z.
1. <u>Inleiding</u>	1
2. <u>Konklusies</u>	2
3. <u>Opzet van de berekeningen</u>	3
4. <u>Resultaten van de berekeningen</u>	5
4.1 Ingevoerde gegevens.....	5
4.2 Toetsing.....	8

Tabellen

1 Overzicht toestanden

Figuren

1	Overzicht sluitgaten Oosterschelde
2	Dwarsprofielen aanstroming
3	Overzicht opbouwfasen
4	Overzicht toegepaste oppervlakten
5	Overzicht afvoercoëfficiënten μ
6	Overzicht correctiefactor γ
7	Overzicht aanstromingsfactor β
8...26	Dwarsprofielen; T325...T343
27...41	Debiet- en snelheidsverdelingen; Roompot, T325...T343
42...59	Debiet- en snelheidsverdelingen; Schaar, T325...T343
60...77	Debiet- en snelheidsverdelingen; Hammen, T325...T343

STORMVLOEDKERING OOSTERSCHELDE

Berekening debietverdeling in de sluitgaten

1. Inleiding

Voor de bouw van de stormvloedkering in de mond van de Oosterschelde zijn voor de diverse bouwfasen gegevens nodig over de stroomsnelheden. Deze gegevens dienen enerzijds voor het bepalen over de werkbaarheid van drijvend materieel in de omgeving van de stormvloedkering en anderzijds voor het bepalen van de stabiliteit van een aantal lagen van de drempel of het fundatiebed.

In het getijmodel van de Oosterschelde zijn reeds voor een groot aantal toestanden de noodzakelijke gegevens gemeten, namelijk bij het bouwfasenonderzoek (M1696) voor 11 bouwfasen volgens het werkplan van PGO-nota nr. 9 en bij het onderzoek alternatieve volgorde dorpelbalkplaatsingen (M1757) voor 8 mogelijke fasen van de dorpelbalkplaatsingen.

De gegevens van de stroomsnelheden voor tussenliggende bouwfasen, of voor bouwfasen welke een afwijkende bouwvolgorde hebben, kunnen worden bepaald door interpolatie van de beschikbare gegevens, door onderzoek in het getijmodel of door berekening van de stroomsnelheidsverdeling in het sluitgat. Indien in verband met beschikbare tijd of in verband met kosten een onderzoek in het getijmodel (of in het detailmodel van de sluitgaten) niet mogelijk is, dan moet de stroomsnelheidsverdeling door berekening worden bepaald. De berekening van de debietverdeling in een sluitgat kan geschieden met behulp van de berekeningsmethode, zoals die is beschreven in de nota R1495: "Berekening stroomsnelheden in de bouwfasen".

Teneinde de gebruikswaarde van de berekeningsmethode te kunnen beoordelen wordt in dit verslag een vergelijking gepresenteerd tussen de metingen in het getijmodel en de resultaten van berekeningen voor alle toestanden van de eerder genoemde onderzoeken M1696 en M1757. Aan de hand van deze vergelijking is vastgesteld hoe bepaalde coëfficiënten bij de berekeningsmethoden gevarieerd moeten worden om een zo goed mogelijke overeenkomst tussen meting en berekening te verkrijgen.

De berekeningen en de vergelijkingen zijn uitgevoerd door ing. G. Hartsuiker, die tevens het verslag heeft samengesteld.

2. Konklusies

Aan de hand van de gepresenteerde vergelijking van de berekende en de gemeten debietverdelingen kunnen de volgende konklusies worden getrokken:

1. De overeenkomst tussen de berekende en de in het getijmodel gemeten debietverdeling is over het algemeen redelijk tot goed. Dit is bereikt met het toekennen van β -waarden (= aanstromingsfaktor) volgens een vast schema, uitgaande van de β -waarden bij een kaal sluitgat.
2. De nauwkeurigheid in de overeenkomst kan worden weergegeven door de standaardafwijking σ . De gemiddelde waarde van de standaardafwijking σ bedraagt voor gelijkmatig vernauwde situaties 8 à 9% (kaal sluitgat, drempel volledig gereed of alle dorpelbalken geplaatst) en voor ongelijkmatig vernauwde situaties 9 à 13% (pijlers en pijlers + drempel of pijlers + drempel en pijlers + dorpelbalken).
3. Gezien konklusie 1 mag worden verwacht dat voor tussenliggende bouwfasen of voor bouwfasen met een afwijkende bouwvolgorde met behulp van de berekeningsmethode een redelijk tot goede voorspelling van de debietverdeling kan worden verkregen. Hierbij moet uiteraard de verdeling van het totale debiet over de sluitgaten en de optredende waterstand worden berekend door interpolatie of worden bepaald door een schatting.

Tenslotte moet nog worden opgemerkt, dat de berekeningsmethode is getoetst voor situaties met maximum eb en maximum vloed. De debietverdeling op andere tijdstippen gedurende het getij kan soms aanzienlijk afwijken. Alleen gedurende 1 à 2 uur vóór of na maximum stroom is de debietverdeling redelijk gelijkvormig.

3. Opzet van de berekeningen

De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van de berekeningsmethode, zoals die is beschreven in de nota R1495 en eerder in de nota R1219/M1000/M1001.

In het kort komt de methode op het volgende neer:

1. Het debiet per strekkende meter wordt uitgedrukt als:

$$q = \frac{1}{n} h^{5/3} I^{1/2} \quad (1)$$

waarin: q = debiet per strekkende meter (m^2/s)
 n = ruwheidscoëfficiënt volgens Manning $(s/m^{1/3})$
 h = waterdiepte (m)
 I = waterstandsverhang $(-)$

2. Het doorstroomprofiel wordt geschematiseerd in een aantal stroombanen; uitgaande van gelijke I en n voor alle banen wordt het totale debiet:

$$Q = \sum_{i=1}^m Q_i = \frac{1}{n} I^{1/2} \sum_{i=1}^m b_i h_i^{5/3} \quad (2)$$

waarin: h_i, b_i = diepte, respektievelijk breedte van baan i .

De debiet- en snelheidsverdeling in de geuldoorsnede kan met behulp van vergelijking (2) worden berekend, indien Q , h_i en b_i bekend zijn.

3. Om de invloed van convergerende aanstroming nabij de oevers van de sluitgaten te betrekken, wordt de aanstromingsfaktor β geïntroduceerd, waarbij geldt:

$$Q_i = \frac{1}{n} I^{1/2} \beta_i b_i h_i^{5/3} \quad (3)$$

De waarden van β voor de sluitgaten in de Oosterschelde zijn opnieuw empirisch bepaald aan de hand van eerder gemeten debietverdelingen in het getijmodel van de Oosterschelde.

4. Op de plaatsen waar de stormvloedkering is aangebracht wordt, uitgaande van de bekende afvoercoëfficiënt μ , het debiet in baan i :

$$Q_i = \frac{1}{n} \cdot I^{1/2} \cdot \beta_i \cdot B_i \cdot \gamma_i \cdot h_{pi}^{5/3} \quad (4)$$

$$\text{waarin: } \gamma_i = \frac{\mu_i \cdot n}{h_{pi}^{2/3}} \sqrt{2gL} \cdot \frac{h_{asi}}{h_i} \quad (\text{voor } h_{asi} > h_i) \quad (5a)$$

of

$$\gamma_i = \frac{\mu_i \cdot n}{h_{pi}^{2/3}} \sqrt{2gL} \quad (\text{voor } h_{asi} < h_i) \quad (5b)$$

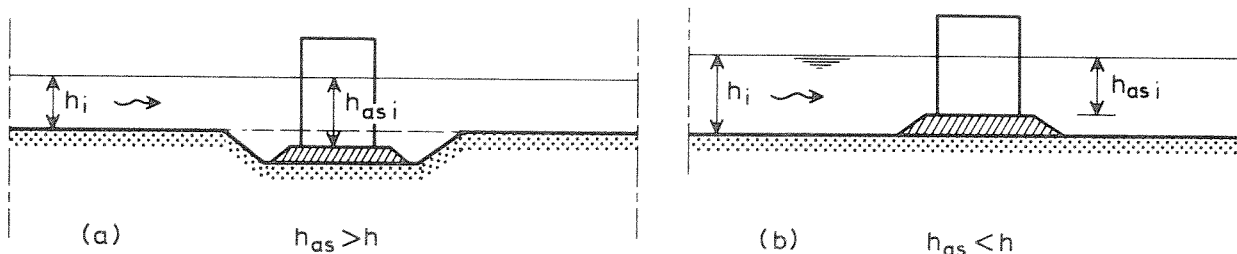
γ_i = vertaalfactor tussen het geval met een gekoncentreerd energieverlies (konstruktie) en het geval met eenparige stroming

B_i = gemiddelde breedte van het vak (tussen 2 pijlers) (m)

h_{pi} = kleinste waterdiepte (as of aanstroming) (m)

μ = afvoercoëfficiënt van de konstruktie betrokken op het doorstroomprofiel ter plaatse van de as van de kering (-)

L = karakteristieke lengte, empirisch bepaald aan de hand van eerdere metingen bij de modelonderzoekingen M1000 en M1001 (= 600 m)



In verband met het grote aantal uit te voeren berekeningen is de berekeningsmethode omgezet in een computerprogramma. Voor de berekening van een debietverdeling moeten per vak van 45 m gegevens bekend zijn van de bodemligging in de aanstroming, waterdiepte in de as, breedte in de as, β -waarde en γ -waarde. Met het programma wordt per vak van 45 m het debiet berekend, uitgaande van een totaal debiet door het sluitgat en de benedenstroomse waterstand. Tevens worden afgeleide grootheden berekend zoals het debiet per m^1 , en gemiddeld per vak de stroomsnelheid in de as en de stroomsnelheid in de aanstroming.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor alle toestanden van het bouwfasenonderzoek (M1696) en het onderzoek voor alternatieve volgorde van dorpelbalkplaatsingen (M1757). Aan de hand van de resultaten van deze toestanden zijn onder andere de gegevens bepaald met betrekking tot de verdeling van het totaal debiet over de sluitgaten en de waterstand. Dit betekent dat de in dit verslag gepresenteerde stroomsnelheden en debietverdelingen gelden voor het gemiddeld getij van 11 september 1968 met een getijdaling van 2,76 m en een getijrijzing van 2,86 te Burghsluis (bij open Oosterschelde).

4. Resultaten van de berekeningen

4.1 Ingevoerde gegevens

In hoofdstuk 3 zijn een aantal voor de berekening noodzakelijke gegevens vermeld, welke voor elk vak van 45 m moeten worden ingevoerd. In deze paragraaf zal worden aangegeven hoe voor een bepaalde toestand de waarden van de verschillende gegevens zijn vastgesteld.

De benodigde gegevens zijn:

- bodemligging in de aanstroming
- waterdiepte in de as
- breedte in de as
- γ -waarde
- β -waarde

Ten behoeve van het programma zijn voor een aantal grootheden functies bepaald, waarmee de waarde van deze grootheden kan worden berekend (als functie van de waterdiepte). Hierbij wordt binnen een bepaalde functie onderscheid gemaakt in 6 verschillende stadia van de opbouw. Deze zogenaamde opbouwfasen zijn (zie ook figuur 3):

- opbouwfase 1 = geen pijler geplaatst
- opbouwfase 2 = alleen pijler geplaatst
- opbouwfase 3 = steen 10-60 kg aangebracht
- opbouwfase 4 = steen 60-300 kg aangebracht
- opbouwfase 5 = steen 1-3 ton aangebracht (drempel gereed)
- opbouwfase 6 = dorpelbalk aangebracht

De bodemligging in de aanstroming wordt bepaald aan de hand van een maatgevend dwarsprofiel van een sluitgat. Dit dwarsprofiel is verkregen door middeling van 3 dwarsprofielen per sluitgat, namelijk: R17, R10 en R18 voor de Roompot, R37, R30 en R38 voor de Schaar en R47, R40 en R48 voor de Hammen (zie figuur 1 voor de ligging van de raaien). In figuur 2 zijn de aldus bepaalde dwarsprofielen weergegeven en hieruit kan per vak de waarde voor de bodemligging in de aanstroming worden afgelezen. De bodemligging in de aanstroming is uiteraard onafhankelijk van de bouwphase in het sluitgat.

De waterdiepte in de as wordt bepaald door de opbouwphase in het bewuste vak. Voor elk vak is in het programma opgegeven hoe groot de waterdiepte is bij opbouwphase 1 en 5. Vanuit deze bekende waterdiepten in de as worden voor andere opbouwfasen de waterdiepten als volgt bepaald:

$$\begin{aligned} \text{opbouwphase 2: } h_{\text{as } 2} &= h_{\text{as } 1} \\ \text{opbouwphase 3: } h_{\text{as } 3} &= h_{\text{as } 5} + 4,0 \text{ m} \\ \text{opbouwphase 4: } h_{\text{as } 4} &= h_{\text{as } 5} + 2,5 \text{ m} \\ \text{opbouwphase 6: } h_{\text{as } 6} &= h_{\text{as } 5} - 8,5 \text{ m} \end{aligned}$$

De breedte in de as wordt bepaald aan de hand van de oppervlakte in de as en de waterdiepte in de as. De waarde van de oppervlakte in de as wordt in twee stappen berekend, namelijk door eerst de oppervlakte bij N.A.P. te bepalen en daarna de invloed van de heersende waterstand hierop te superponeren.

De oppervlakte in de as bij een waterstand van N.A.P. ($=A_{\text{NAP}}$) wordt bepaald door de opbouwphase in het bewuste vak. Tevens zijn de waterdiepte in de as of het verschil in aanlegdiepte van pijler en dorpel van belang. De waarde van A_{NAP} voor de verschillende opbouwfasen is als volgt (zie ook figuur 4):

$$\begin{aligned} \text{opbouwphase 1: } A_1 &= 45 \times h_{\text{as } 1} \\ A_2 &= A_1 - A_2 \text{ (functie van } h_{\text{as } 2}) \\ A_3 &= A_6 + A_3^1 \text{ (functie van } h_{\text{as } 6} - h_{\text{as } 2}) \\ A_4 &= A_6 + A_4^1 \text{ (functie van } h_{\text{as } 6} - h_{\text{as } 2}) \\ A_5 &= A_6 + A_5^1 \text{ (functie van } h_{\text{as } 6} - h_{\text{as } 2}) \\ A_6 &= 39,5 \times h_{\text{as } 6} \end{aligned}$$

De invloed van de heersende waterstand wordt afzonderlijk berekend en gesommeerd bij de waarde van A_{NAP} , namelijk voor vakken zonder pijler $45 \times$ waterstand (t.o.v. N.A.P.) en voor vakken met pijler $39,5 \times$ waterstand.

De γ -waarde wordt bepaald door de opbouwphase in het bewuste vak en de waterdiepte in de as. Aan de hand van de gegevens van de afvoercoëfficiënten (ontleend aan M1644): "Schematisatie van de pijlers voor het detailmodel en het getijmodel van de Oosterschelde") zijn de waarden van de korrektiefactor γ volgens formule (5b)(zie blz.4) berekend. Voor de opbouwfasen 3 en 4 is geen afvoercoëfficiënt bekend. Daarom is voor deze opbouwfasen geïnterpoleerd tussen de opbouwfasen 2 en 5. In figuur 5 worden de gebruikte afvoercoëfficiënten gegeven en figuur 6 geeft een overzicht van de berekende γ -waarden voor de verschillende opbouwfasen als functie van de waterdiepte.

De β -waarde wordt bepaald door de opbouwphase in het bewuste vak en de geometrie van het sluitgat. In deze term wordt het effect verdisconteerd van een convergerende aanstroming, vooral nabij de oevers. Er wordt hierbij onderscheid gemaakt tussen de aanstroming tijdens eb of vloed en tussen de aanstroming bij aanwezigheid van 1 of 2 dam aanzetten. Beginnend met toestand T325 = bouwphase F.1 (kaal sluitgat, alle sluitgaten 1 dam aanzet) zijn voor alle toestanden de β -waarden bepaald door vergelijking met de resultaten van de metingen in het getijmodel. Aan de hand van deze vergelijking is uiteindelijk een schema vastgelegd, waarmee, uitgaande van de β -waarde bij opbouwphase 1, de β -waarde voor de andere opbouwfasen kan worden berekend. Dit schema is als volgt:

opbouwphase 2 : $\beta_2 = (\beta_1 + 1) \times 0,5$

opbouwphase 3 : $\beta_3 = 1$

opbouwphase 4 : $\beta_4 = 1$

opbouwphase 5 : $\beta_5 = 1$

opbouwphase 6 : $\beta_6 = 2$

Indien volgens dit schema de β -waarden worden toegekend, dan wordt voor alle toestanden gemiddeld een zo goed mogelijke overeenkomst tussen berekening en meting bereikt.

Figuur 7 geeft voor opbouwphase 1 (= kaal sluitgat) een overzicht van de β -waarde voor de drie sluitgaten als functie van de plaats in het sluitgat. In de figuur is onderscheid gemaakt tussen β -waarden voor eb en vloed en voor situaties met 1 of 2 dam aanzetten.

Er moet op worden gewezen, dat $\beta=2$ bij opbouwphase 6 (=dorpelbalk aangebracht) eigenlijk niet logisch is. Verwacht mag worden, dat bij situaties met een grote weerstand in het sluitgat de aanstroomcondities een ondergeschikte rol gaan spelen (dus $\beta=1$, zoals bij opbouwphase 4 en 5).

Een gedeeltelijke verklaring kan worden gevonden in de wijze waarop de μ -waarde is berekend, namelijk uitgaande van het verval zonder bovenstroomse energiehoopte. Indien de μ -waarde wordt berekend, uitgaande van verval vermeerderd met de energiehoopte, dan is de μ -waarde voor de situatie met dorpelbalken relatief 25% hoger dan de μ -waarde voor de situatie met drempel gereed. Met andere woorden een gedeelte van de korrektie op de debietverdeling, welke nu is aangebracht met behulp van de β -waarde, moet in principe worden gerealiseerd door een aanpassing van de γ -waarde (= afgeleide μ -waarde). Voor het goed reproduceren van de debietverdeling moet, indien bovenstaande korrektie op de γ -waarde wordt toegepast, de β -waarde voor opbouwphase 6 toch nog 1,6 bedragen. Een mogelijke andere verklaring kan zijn het rekenen met tweedimensionale

μ -waarden. Door de aanwezigheid van een bouwfront kunnen duidelijk driedimensionale effecten ontstaan. Hierdoor kan enerzijds de μ -waarde van het meest geblokkeerde deel groter worden (meezuigefфект) en anderzijds de μ -waarde van het minst geblokkeerde deel kleiner worden (koeffект). Hoe groot de invloed van bovengenoemde effecten is, is echter aan de hand van de beschikbare metingen uit het getijmodel niet te schatten.

4.2 Toetsing

De figuren 8 tot en met 26 geven voor alle toestanden de dwarsprofielen van de sluitgaten. In de figuren is in het vakje links naast het figuurnummer aangegeven van welk onderzoek de bewuste toestand afkomstig is (M1696 of M1757). De figuren geven een overzicht van welke opbouwphase voor elk vak aanwezig is (N.B. een vak is de opening tussen 2 pijlers).

In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de toestanden met vermelding van de toestanden waarvoor berekeningen zijn uitgevoerd en tevens de toestanden welke voor een bepaald sluitgat een overeenkomstig dwarsprofiel hebben.

De figuren 27 tot en met 41 geven de debiet- en snelheidsverdelingen voor de Roompot. In de figuren 42 tot en met 59 worden de debiet- en snelheidsverdelingen gegeven voor de Schaar en in de figuren 60 tot en met 77 voor de Hammen. In de figuren is als plaatsindicatie de hektometrering van de as van de stormvloedkering gebruikt en tevens zijn de pijlernummers gegeven (ook voor vakken met opbouwphase 1 = zonder pijlers!).

De gepresenteerde gegevens betreffen de berekende stroomsnelheid in de as ($v_{as} = Q_{vak}/A_{vak}$), de berekende debieten per m^1 en de gemeten debieten per m^1 . Er moet op worden gewezen dat het gemeten debiet voor de toestanden T325 tot en met T329 is bepaald aan de hand van metingen in de as voor sluitgatgedeelten zonder pijlers. Voor de overige toestanden is het gemeten debiet bepaald door metingen in raaien direct bovenstrooms van de stormvloedkering. Uit de figuren blijkt, dat er over het algemeen een redelijk tot goede overeenkomst bestaat tussen de berekende en de gemeten debietverdelingen. Dit geldt voor bouwfasen met pijlers en kaal sluitgat, voor bouwfasen met pijlers + drempel en pijlers en tevens voor bouwfasen met dorpelbalkplaatsingen. Alleen in de Roompot is bij toestand T331 (zie figuur 33) te zien dat in het gedeelte met opbouwphase 4 (tussen pijlers 16...24) de modelmetingen duidelijk lager liggen dan de berekende waarden. Dit verschil kan worden veroorzaakt door hetzij een foute schatting van de μ -waarde voor de berekening of door een

schematisatiefout in het model. In het model is namelijk voor dit gedeelte van het sluitgat een geschematiseerde pijler gebruikt, welke hoort bij opbouwphase 5 (N.B. de hoogte van de drempel in het model is wel korrekt).

De nauwkeurigheid in de overeenkomst tussen meting en berekening kan worden weergegeven met de standaardafwijking σ . Hierbij wordt er van uitgegaan dat de verschillen volgens een normale (Gauss) funktie zijn verdeeld.

Voor alle toestanden van de toetsing zijn standaardafwijkingen bepaald. Hieruit blijkt dat er onderscheid kan worden gemaakt tussen toestanden met een gelijkmatige of een ongelijkmatige vernauwing in een sluitgat.

De gemiddelde waarden van de standaardafwijkingen zijn als volgt:

- gelijkmatige vernauwde situaties, zoals kaal sluitgat, drempel volledig gereed of alle dorpelbalken geplaatst: $\sigma = 8 \text{ à } 9\%$
- ongelijkmatige vernauwde situaties, zoals pijlers en pijlers + drempel of pijlers + drempel en pijlers + dorpelbalken: $\sigma = 9 \text{ à } 13\%$.

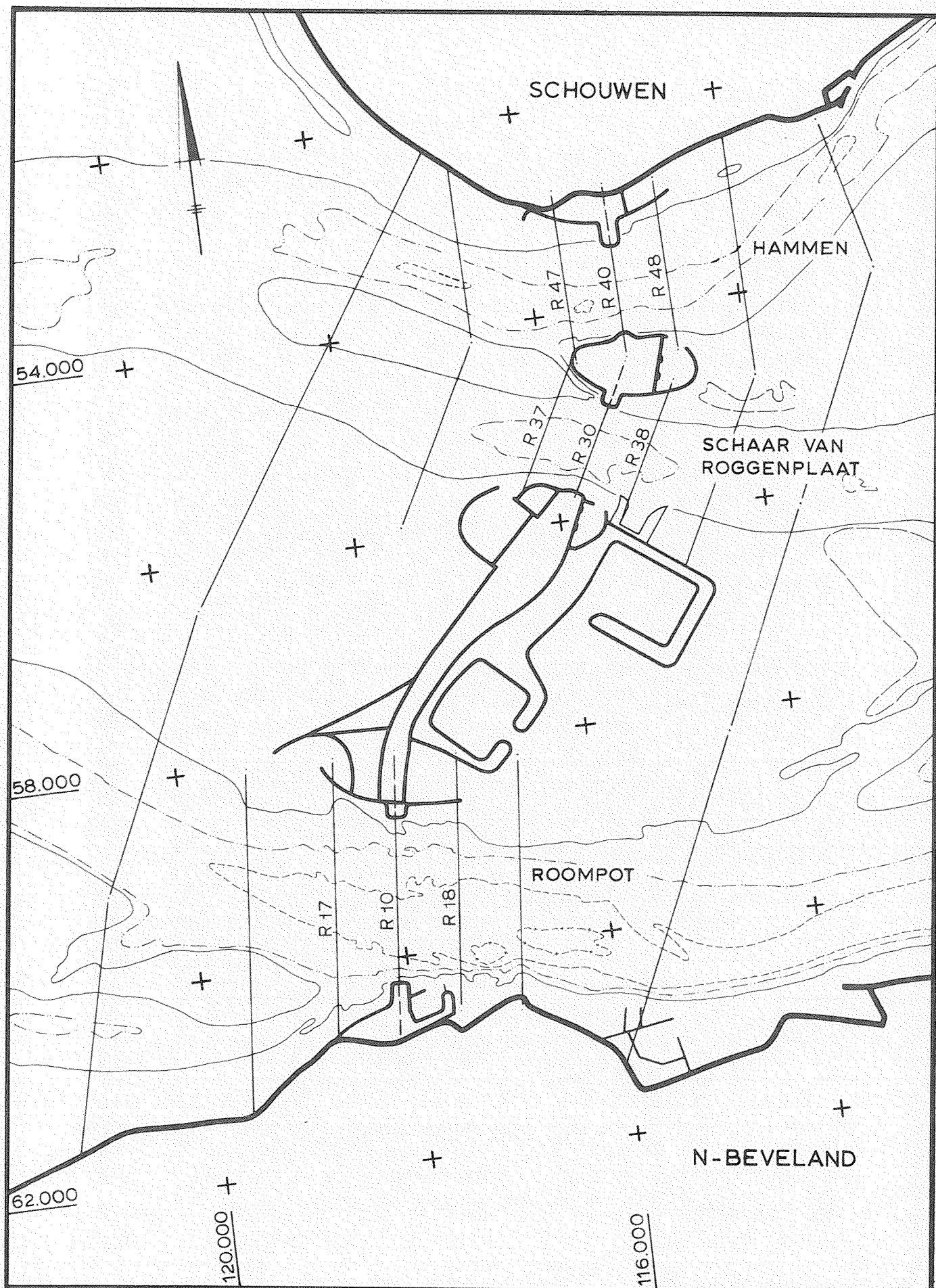
Er moet op worden gewezen, dat bij de bepaling van bovengenoemde σ -waarden de meetpunten ter plaatse van steile gradiënten in de debietverdeling niet zijn meeberekend (o.a. bij de oevers en bij een bouwfront).

Toestand	Bouwfase	Roompot	Schaar	Hammen
T325	F.1	* ¹⁾	*	*
T326	H.1	*	* = T325 ²⁾	*
T327	K.1	*	*	*
T328	M.1	*	* = T327	*
T329	N	*	*	*
T330	O	*	*	* = T329
T331	P.1	*	*	* = T329
T332	S	*	*	* = T329
T333	T.1	*	*	*
T334	U	*	*	*
T335	V	*	*	*
T336	-		* = T332	
T337	-	* = T332		* = T329
T338	-	*	*	*
T339	-	*	*	*
T340	-		*	* = T339
T341	-		*	* = T338
T342	-		* = T332	* = T338
T343	-	* = T339	* = T338	* = T329

Tabel 1 Overzicht toestanden

¹⁾ toestanden, welke zijn berekend

²⁾ toestanden met overeenkomstig dwarsprofiel



OVERZICHT SLUITGATEN OOSTERSCHELDE

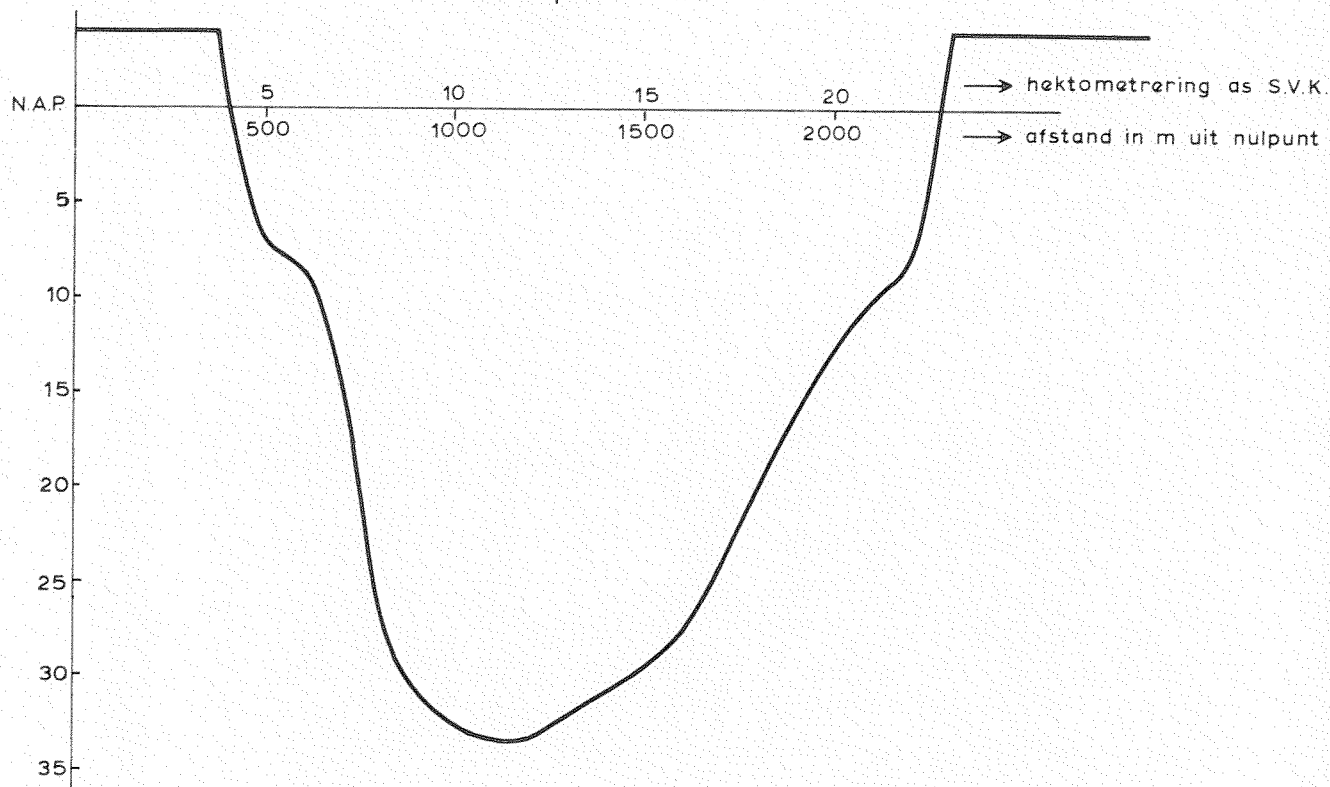
SCHAAL 1:50.000

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

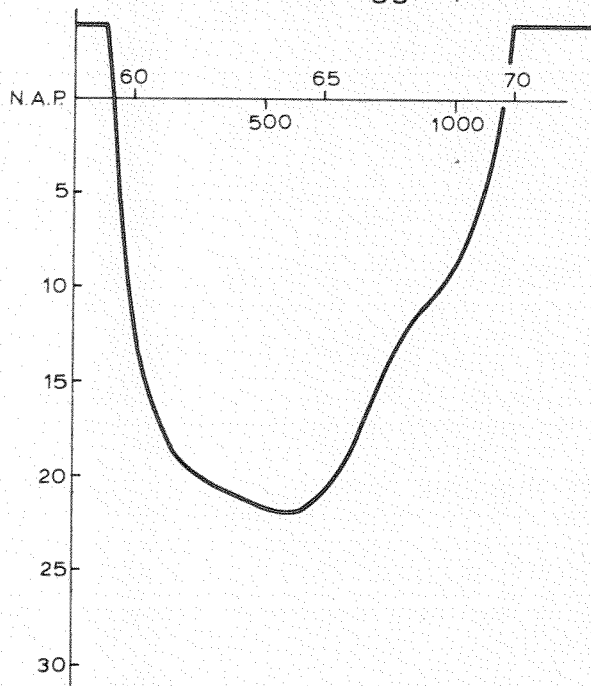
R 1495

FIG. 1

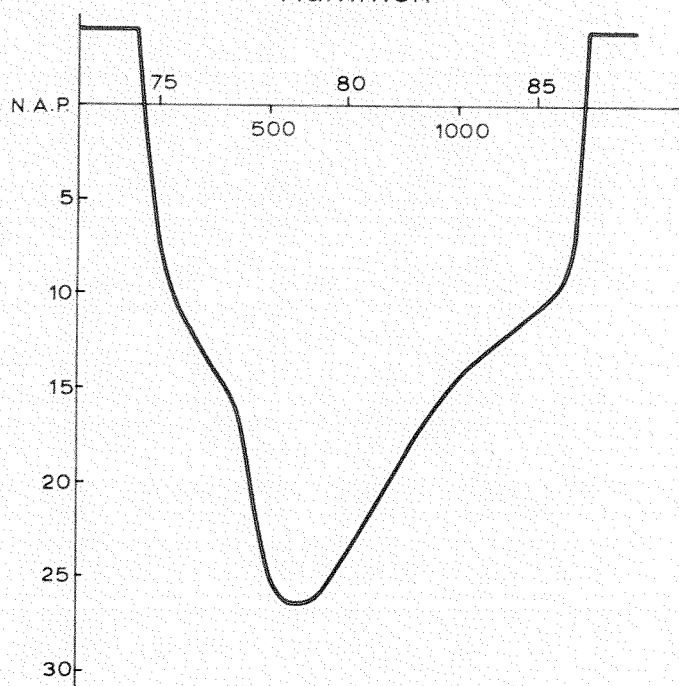
Roompot



Schaar van Roggenplaat



Hammen



diepten in m

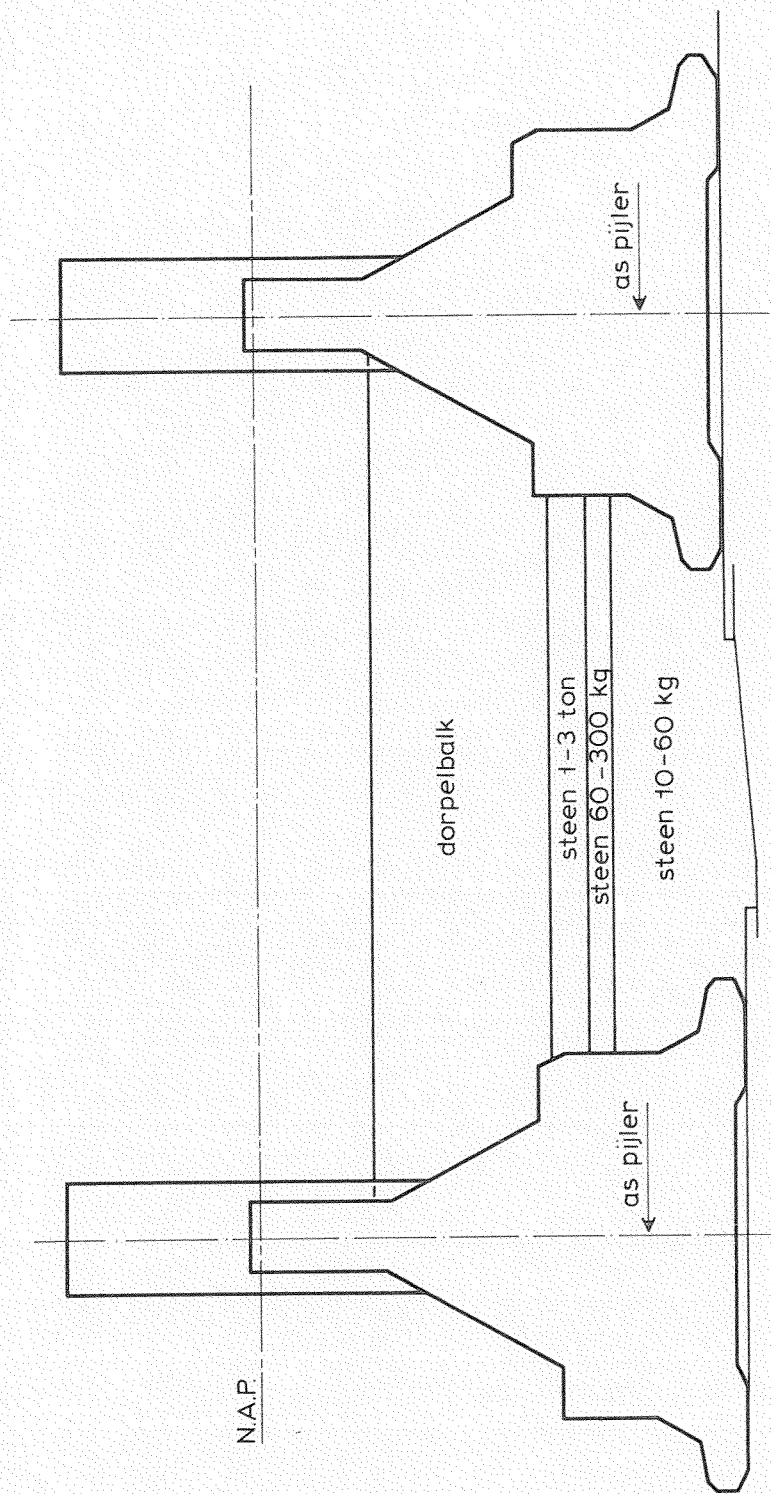
DWARSPROFIELEN AANSTROMING

lengteschaal 1 : 20.000
diepteschaal 1 : 400

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1495

FIG. 2



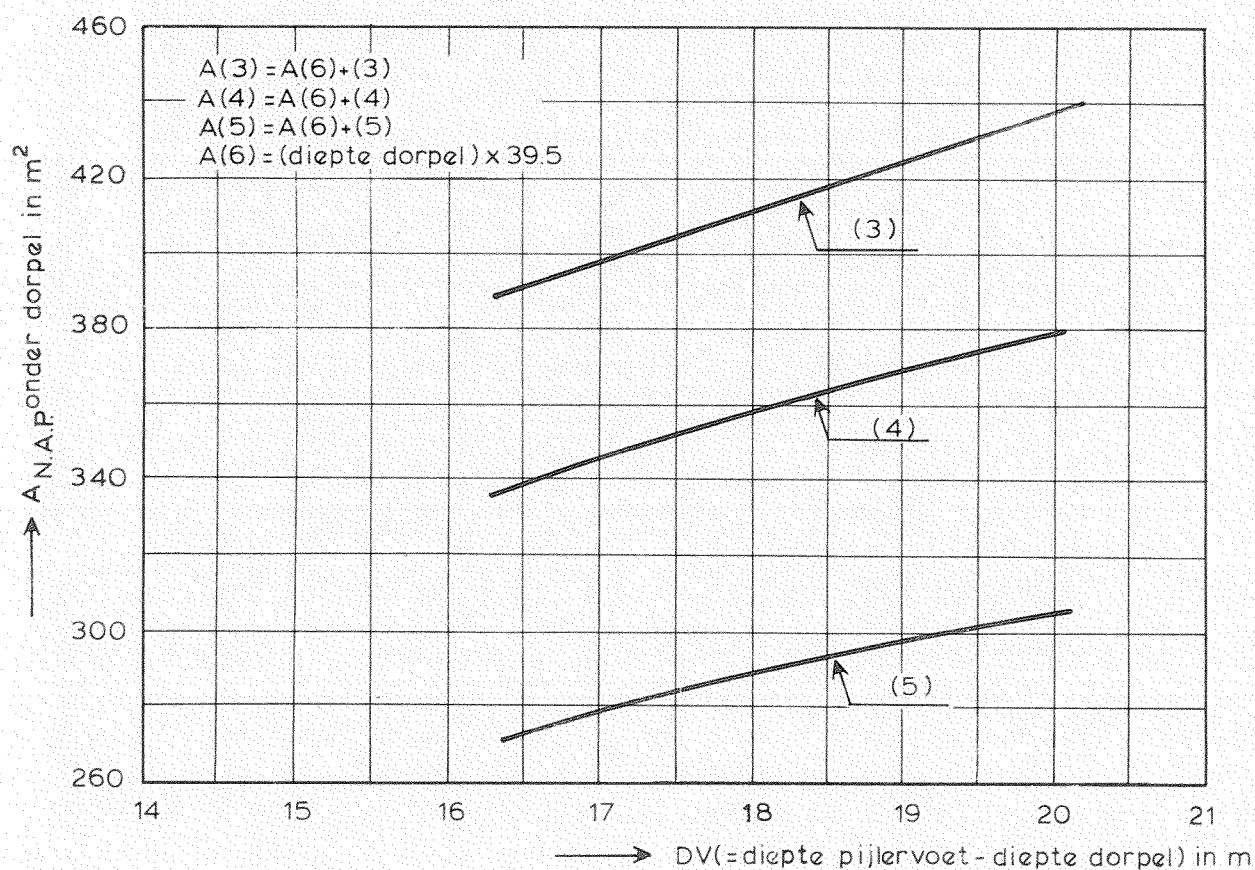
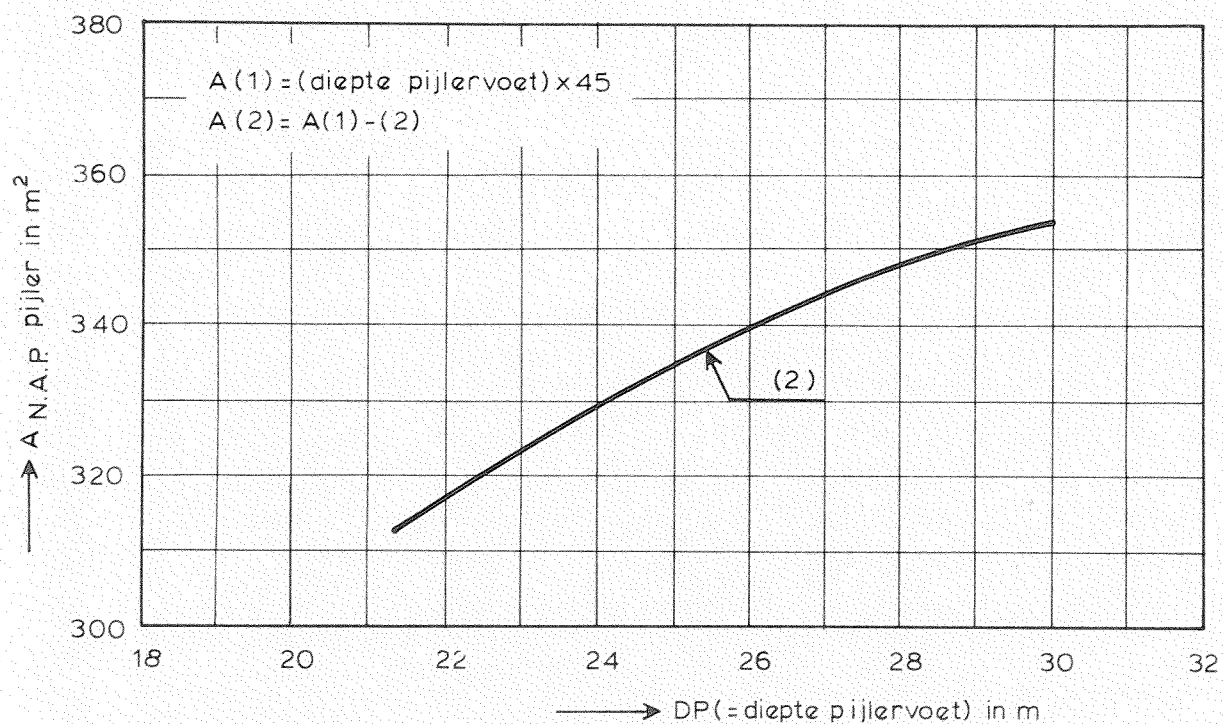
- opbouwfase:
- 1 = geen pijlers geplaatst
 - 2 = alleen pijlers geplaatst
 - 3 = steen 10-60 kg aangebracht
 - 4 = steen 60-300 kg aangebracht
 - 5 = steen 1-3 ton aangebracht
 - 6 = dorpelbalk aangebracht

OVERZICHT OPBOUWFASEN

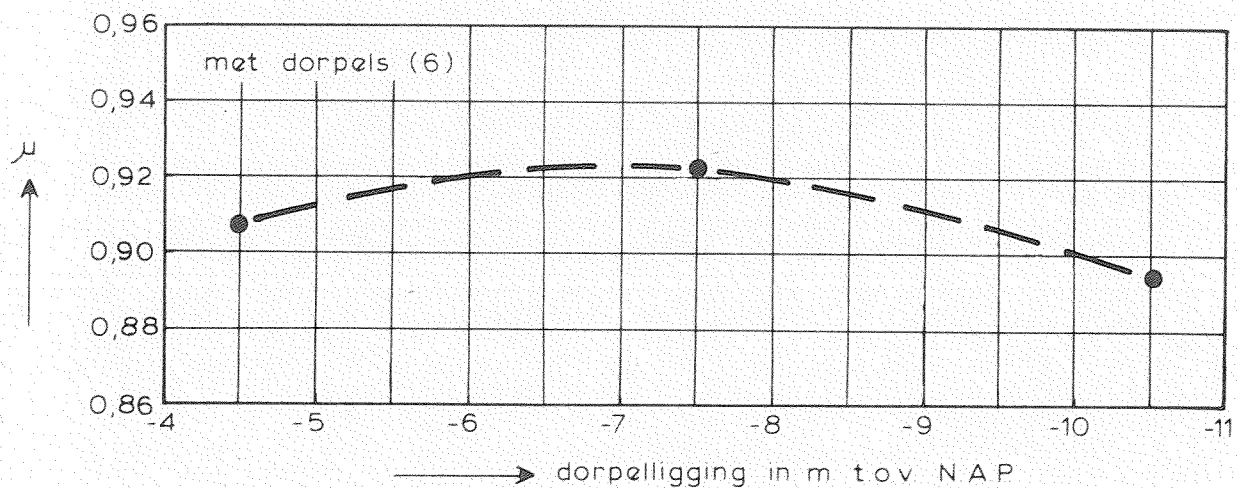
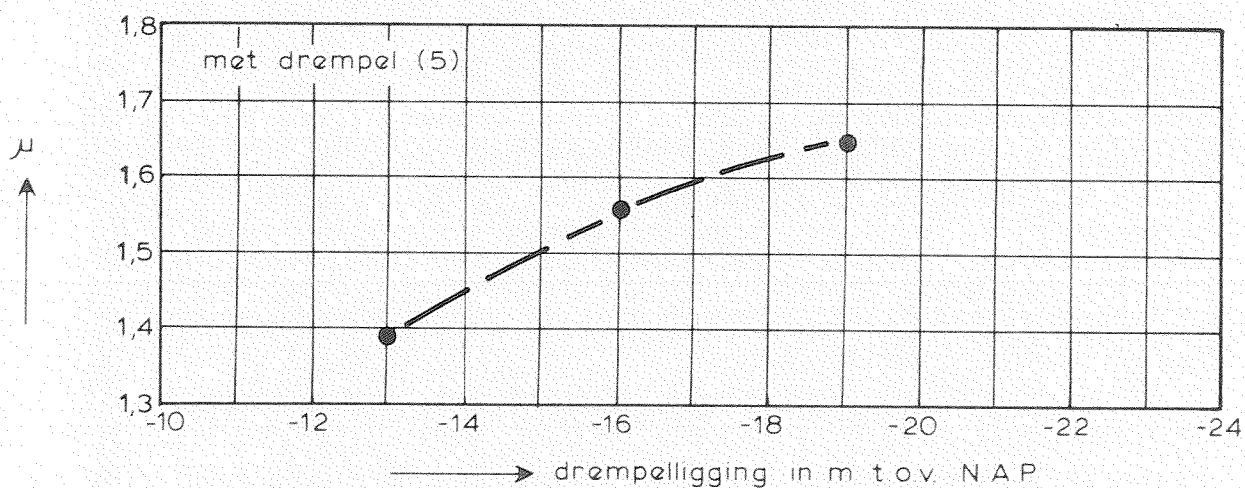
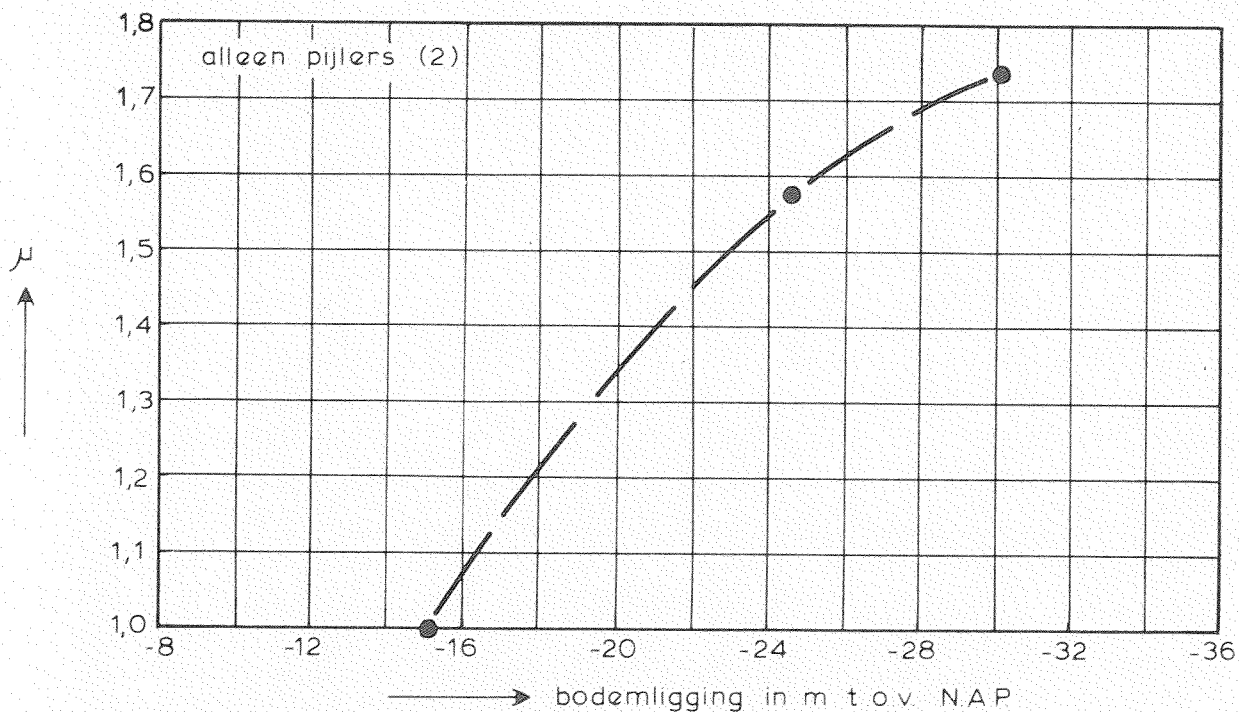
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1495

FIG. 3



OVERZICHT TOEGEPASTE OPPERVLAKTEN



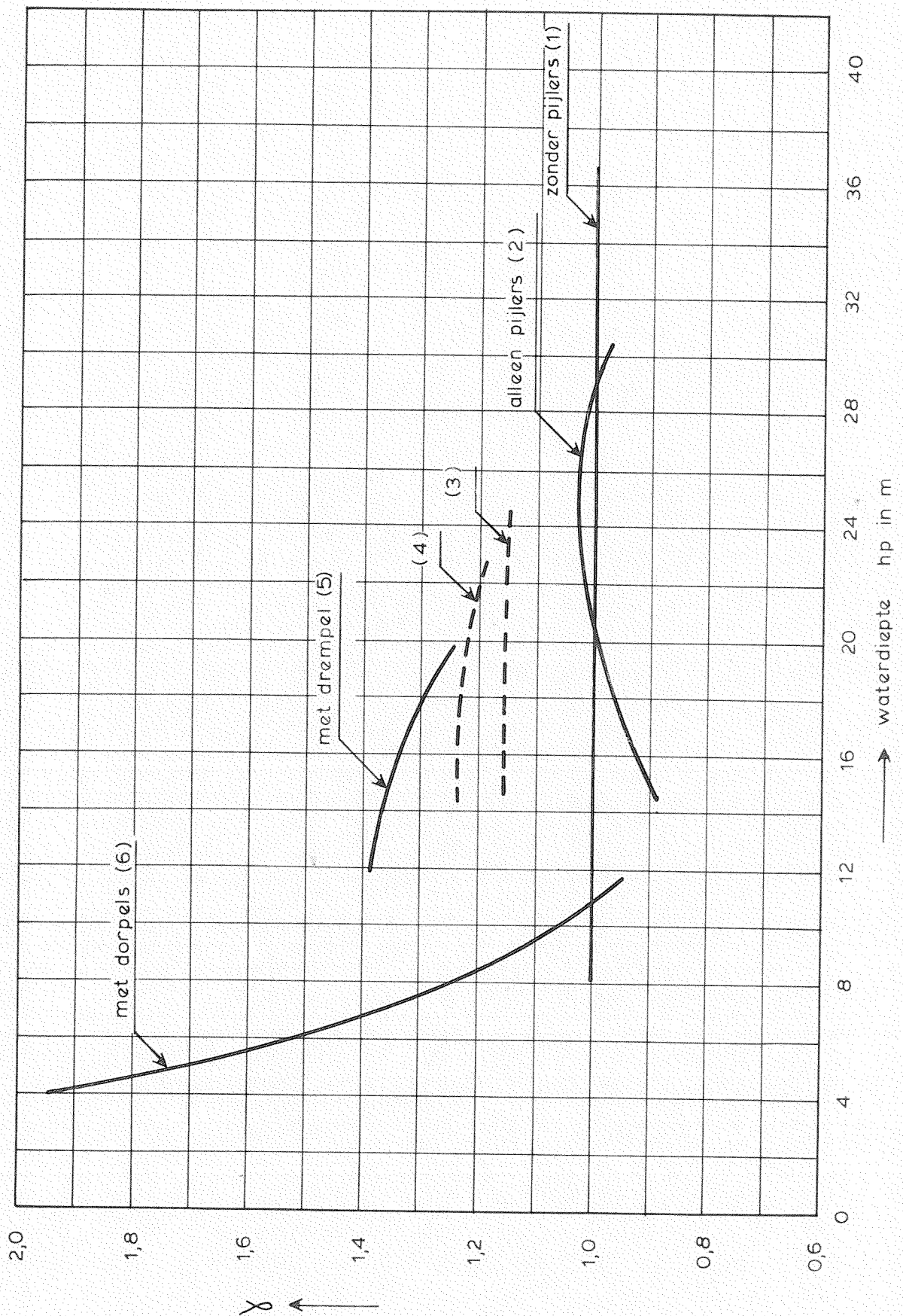
OVERZICHT AFVOERKOEFFICIËNTEN μ

ontleend aan M 1644

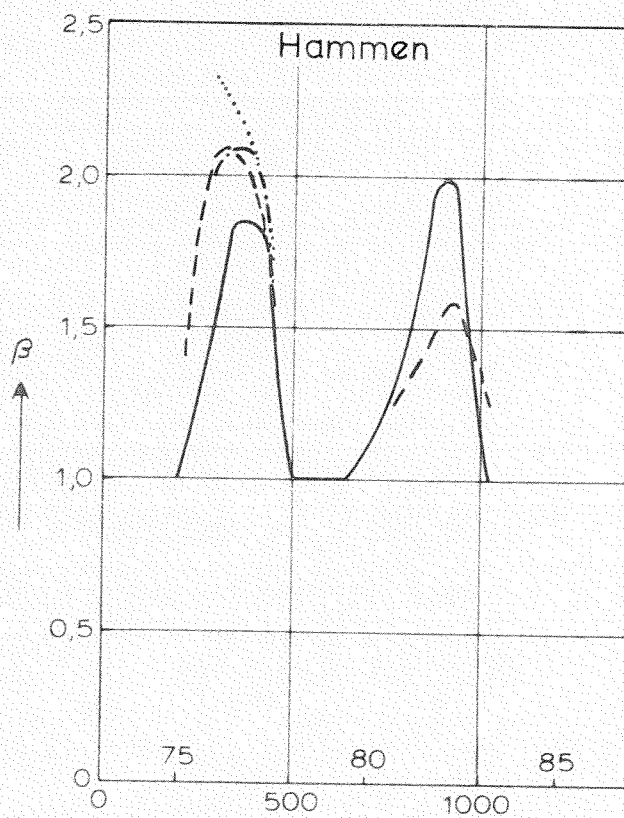
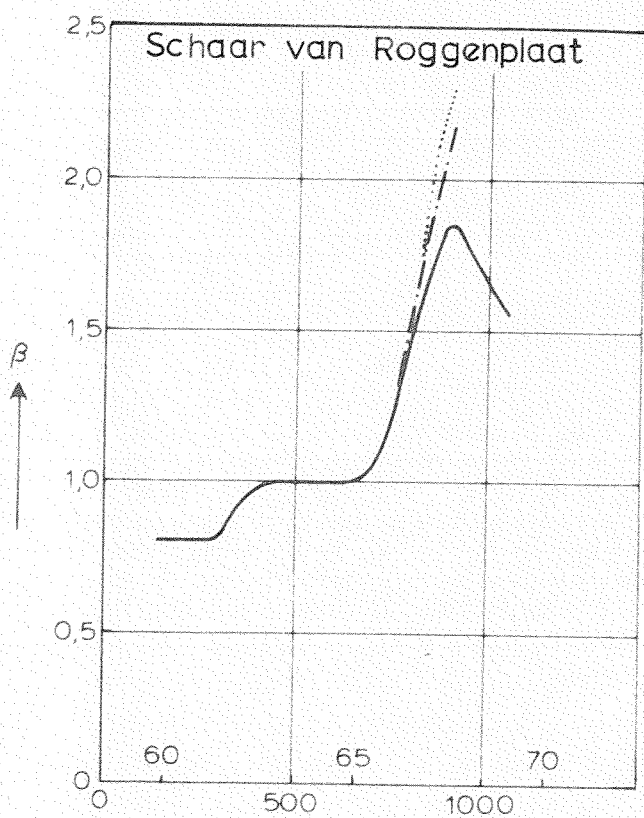
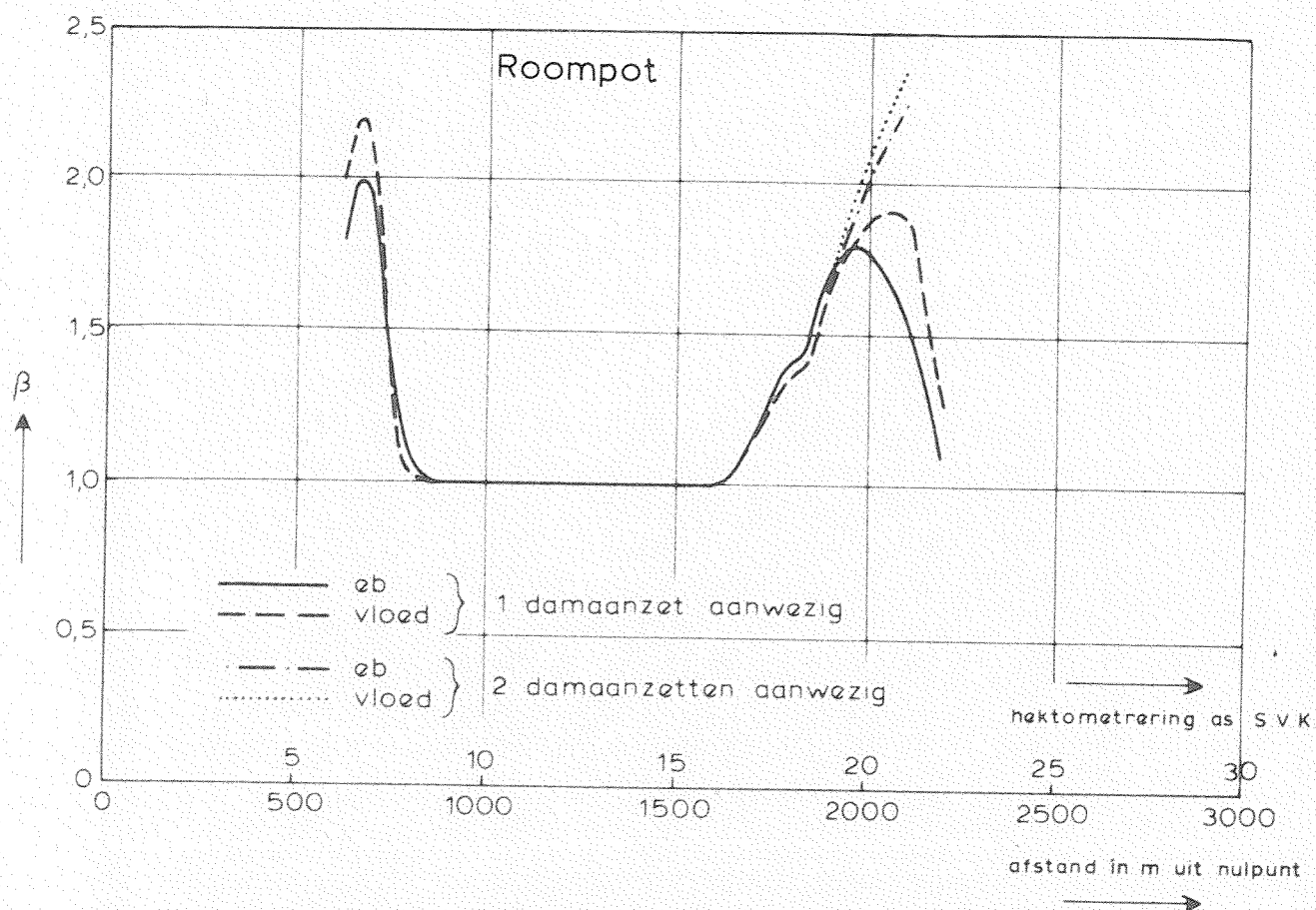
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1495

FIG 5



OVERZICHT KORREKTIEFAKTOR γ



N.B. alleen geldig voor opbouwphase zonder pijlers (1)

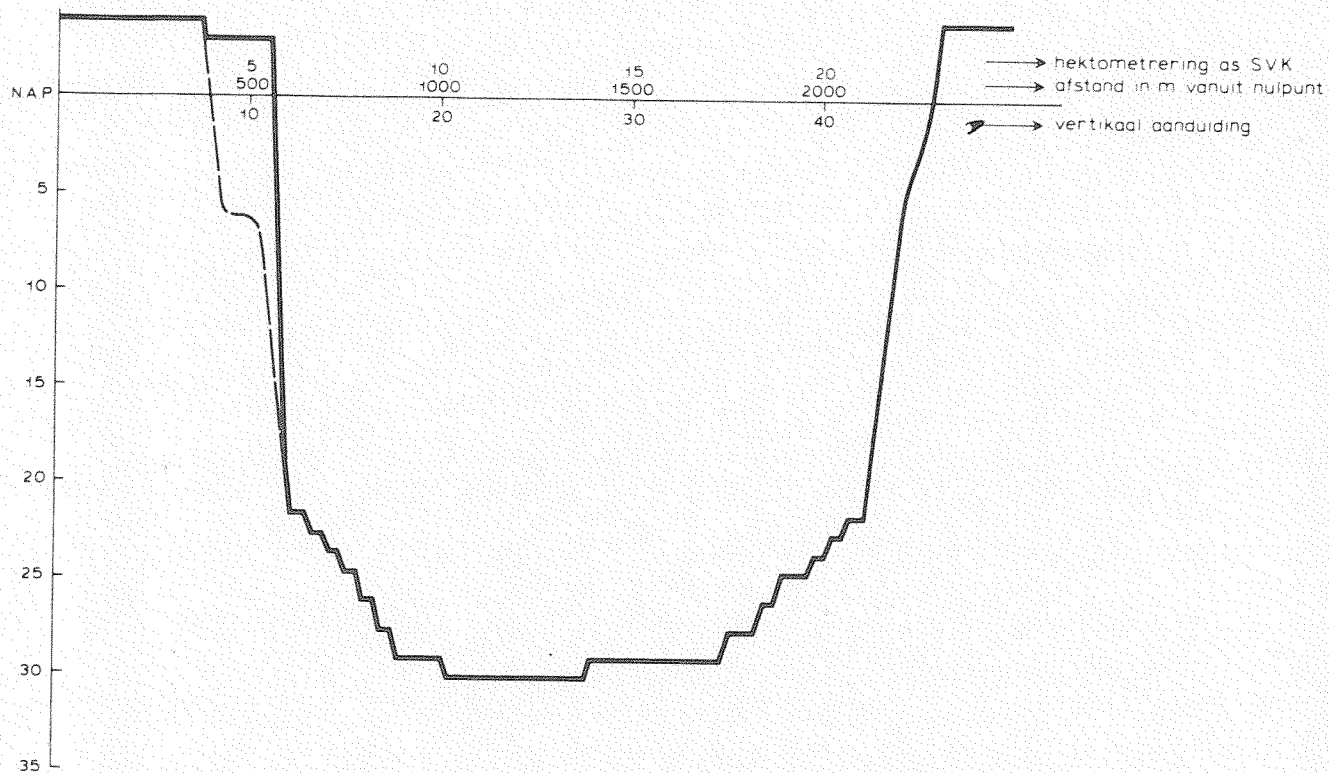
OVERZICHT AANSTROMINGSFAKTOR β

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

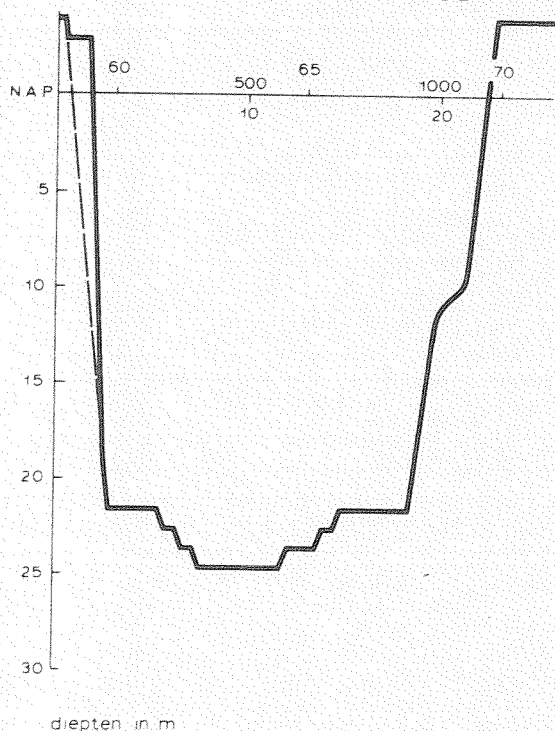
R 1495

FIG 7

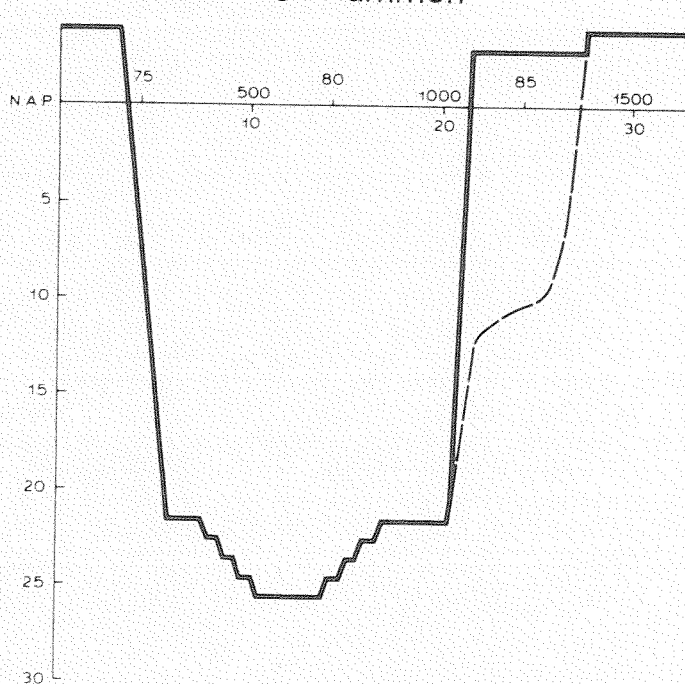
Raai 10 = Roompot



Raai 30 = Schaar van Roggenplaat



Raai 40 = Hammen



DWARSPROFIELEN

T 325

fase F 1

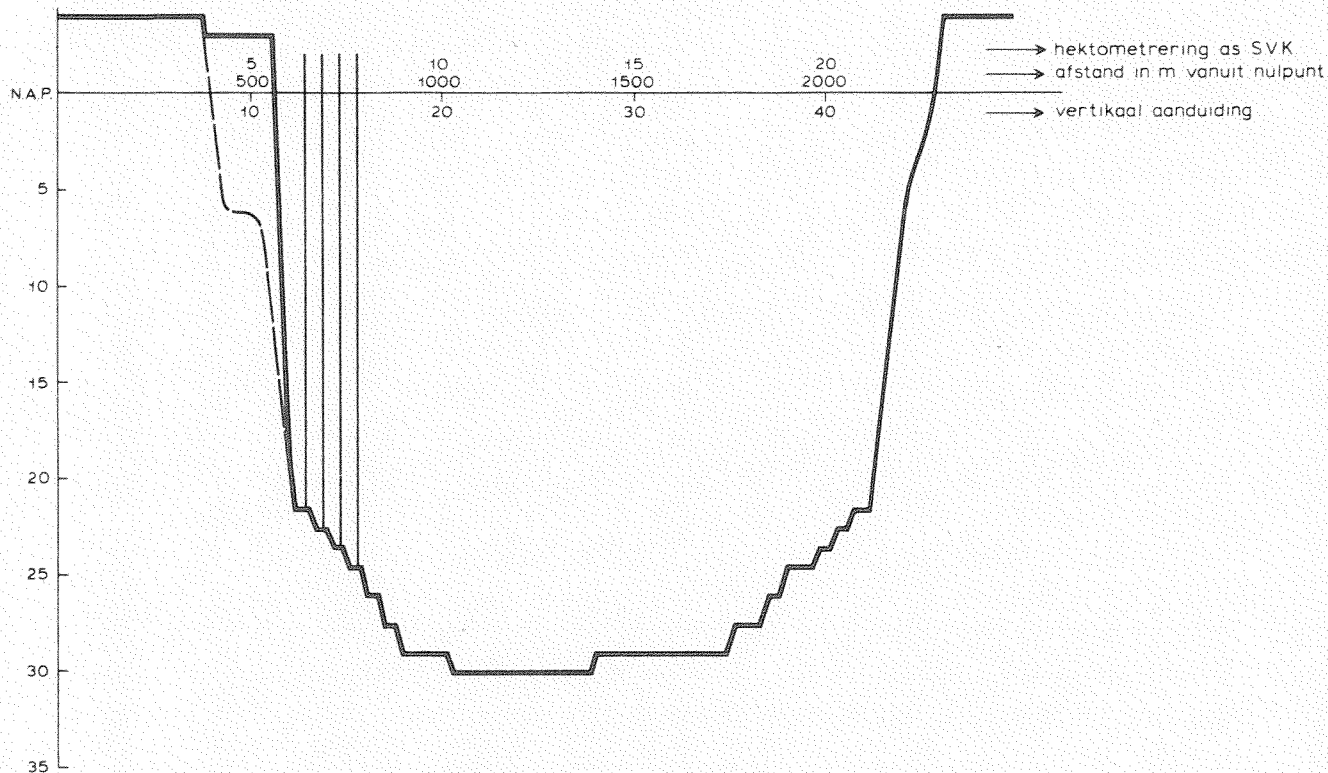
lengteschaal 1 : 20.000
 diepteschaal 1 : 400

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

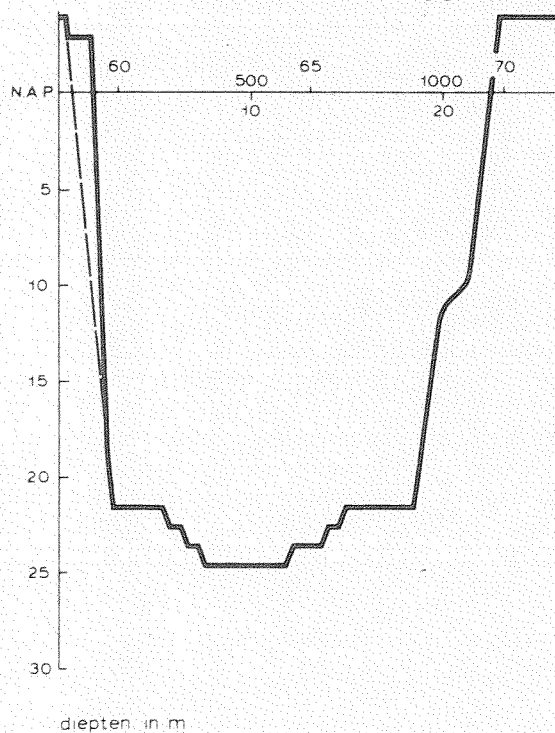
M 1696

FIG. 8

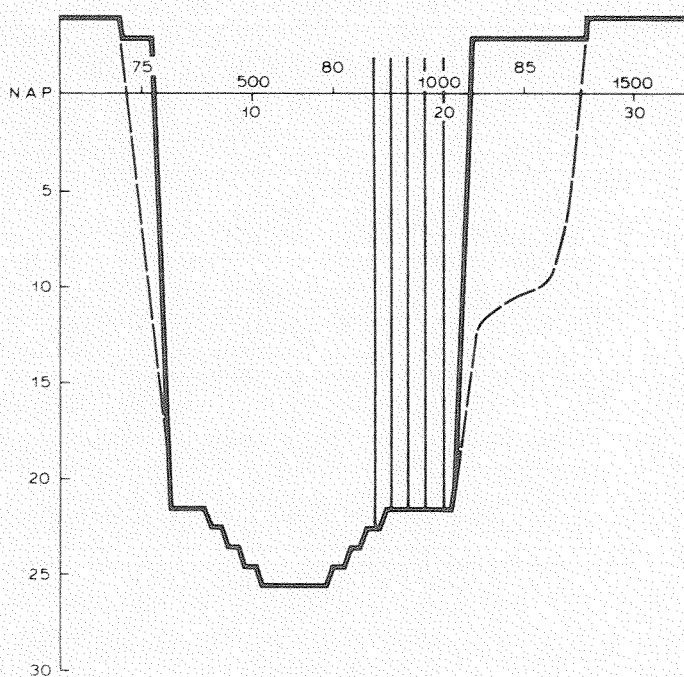
Raai 10 = Roompot



Raai 30 = Schaar van Roggenplaat



Raai 40 = Hammen



diepten in m

DWARSPROFIELEN

T 326

fase H 1

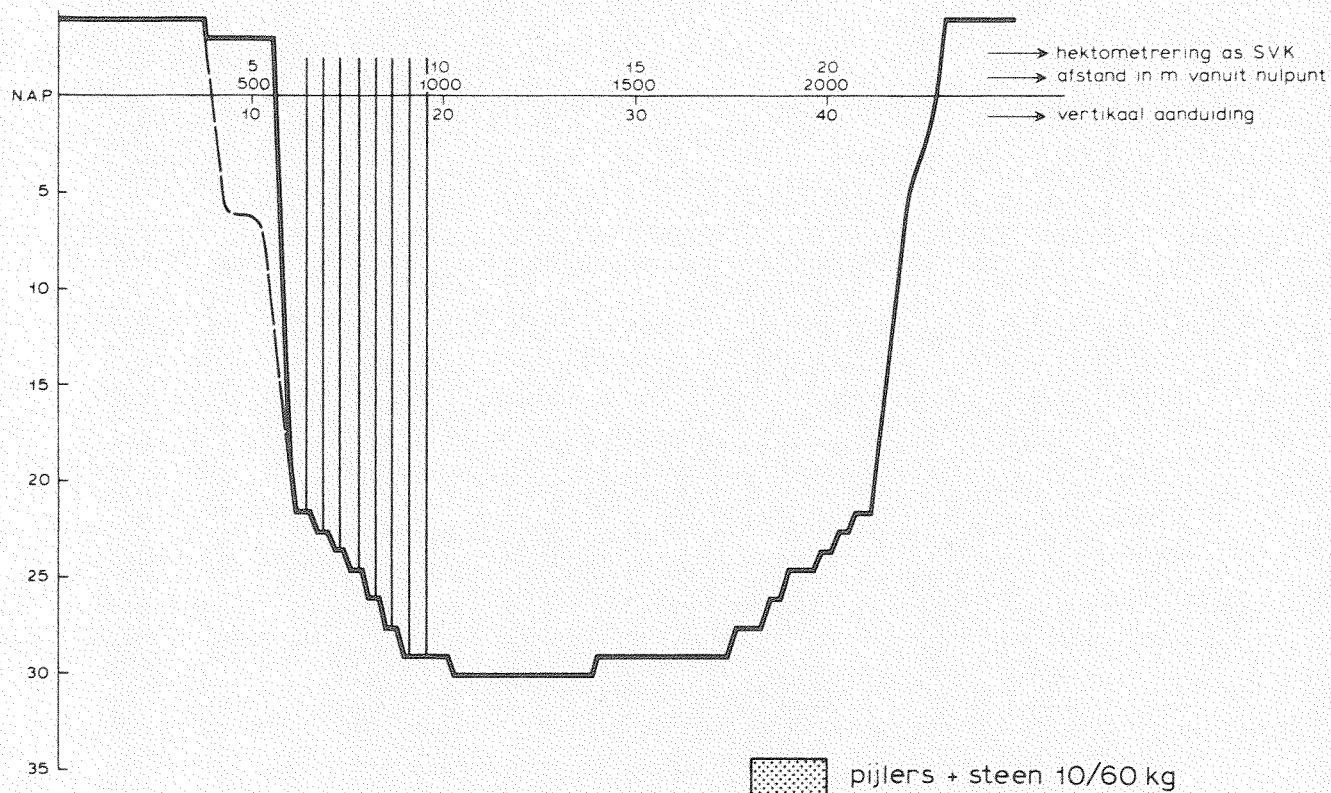
lengteschaal 1 : 20000
diepteschaal 1 : 400

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

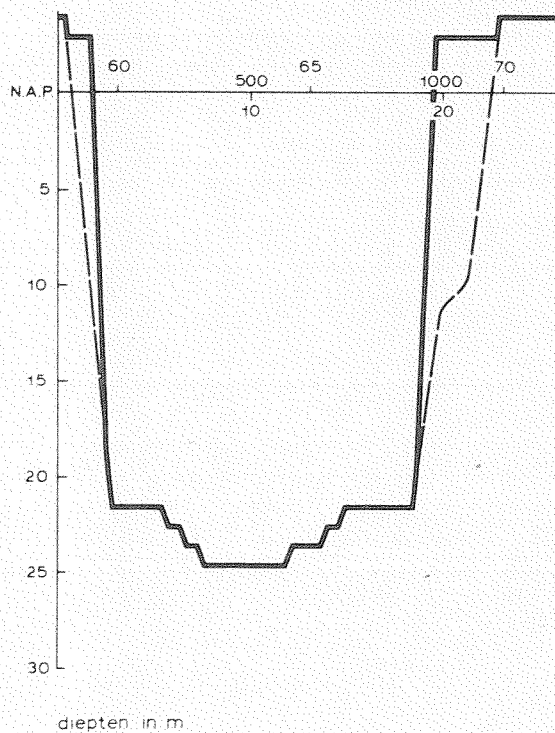
M 1696

FIG. 9

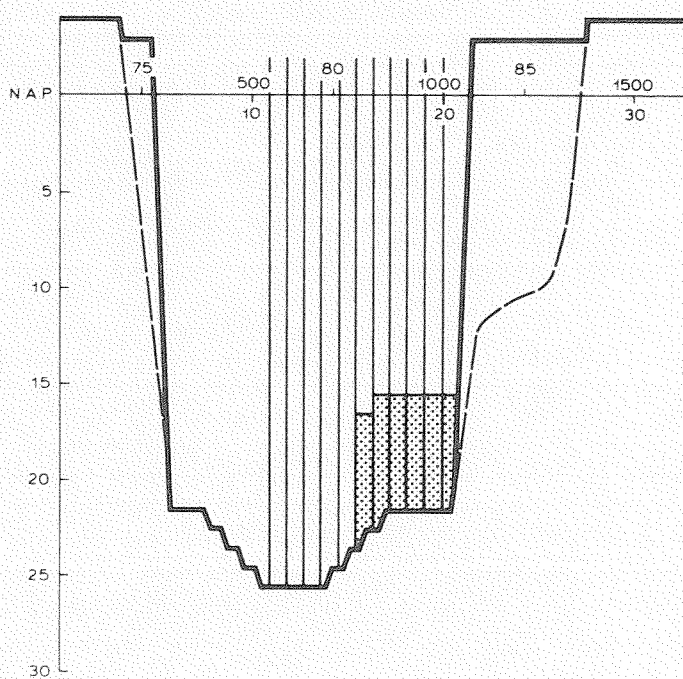
Raai 10 = Roompot



Raai 30 = Schaar van Roggenplaat



Raai 40 = Hammen



DWARSPROFIELEN

T 327

fase K 1

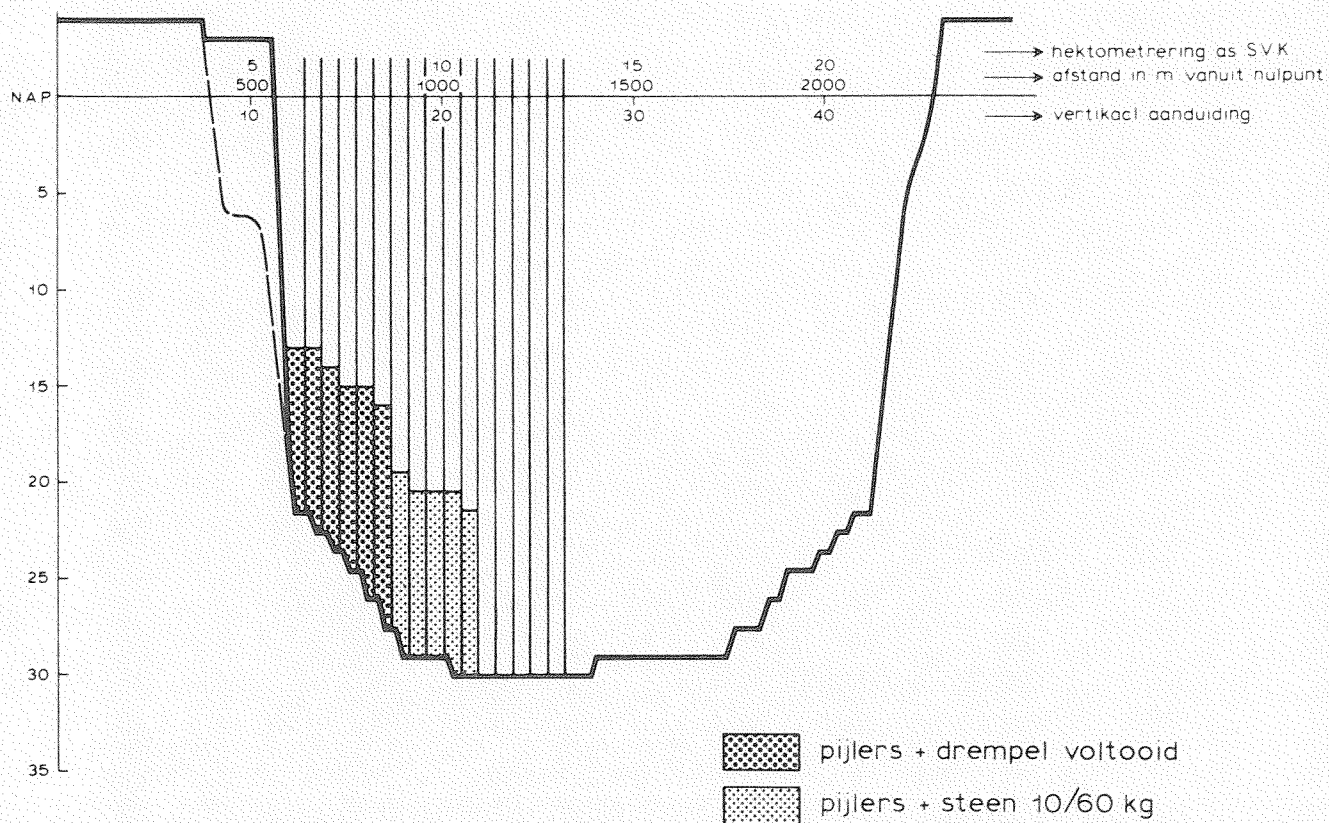
lengteschaal 1 : 20.000
diepteschaal 1 : 400

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

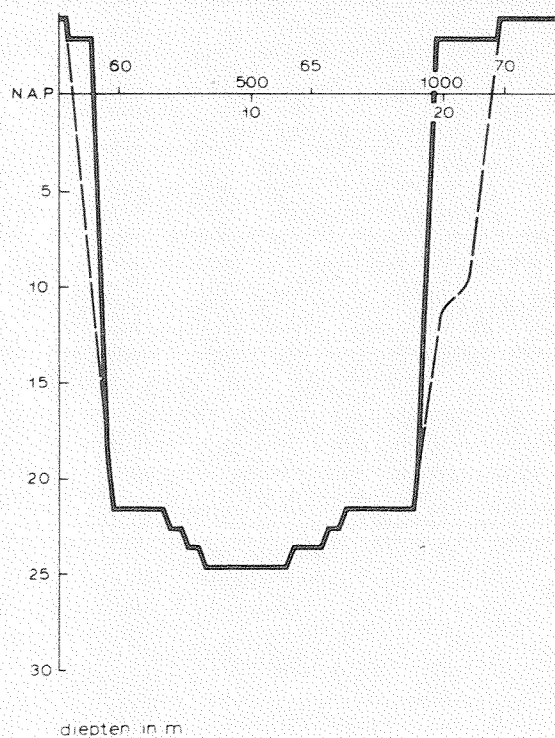
M 1696

FIG. 10

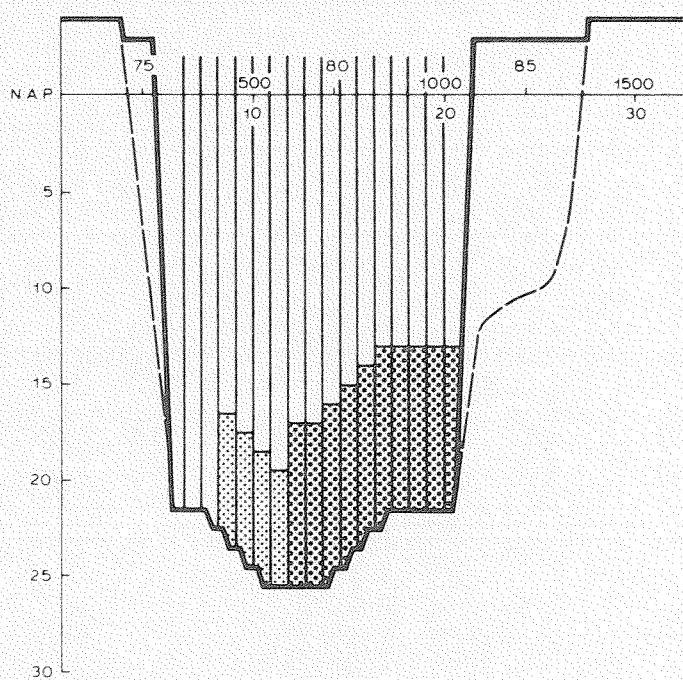
Raai 10 = Roompot



Raai 30 = Schaar van Roggenplaat



Raai 40 = Hammen



DWARSPROFIELEN

T 328

fase M 1

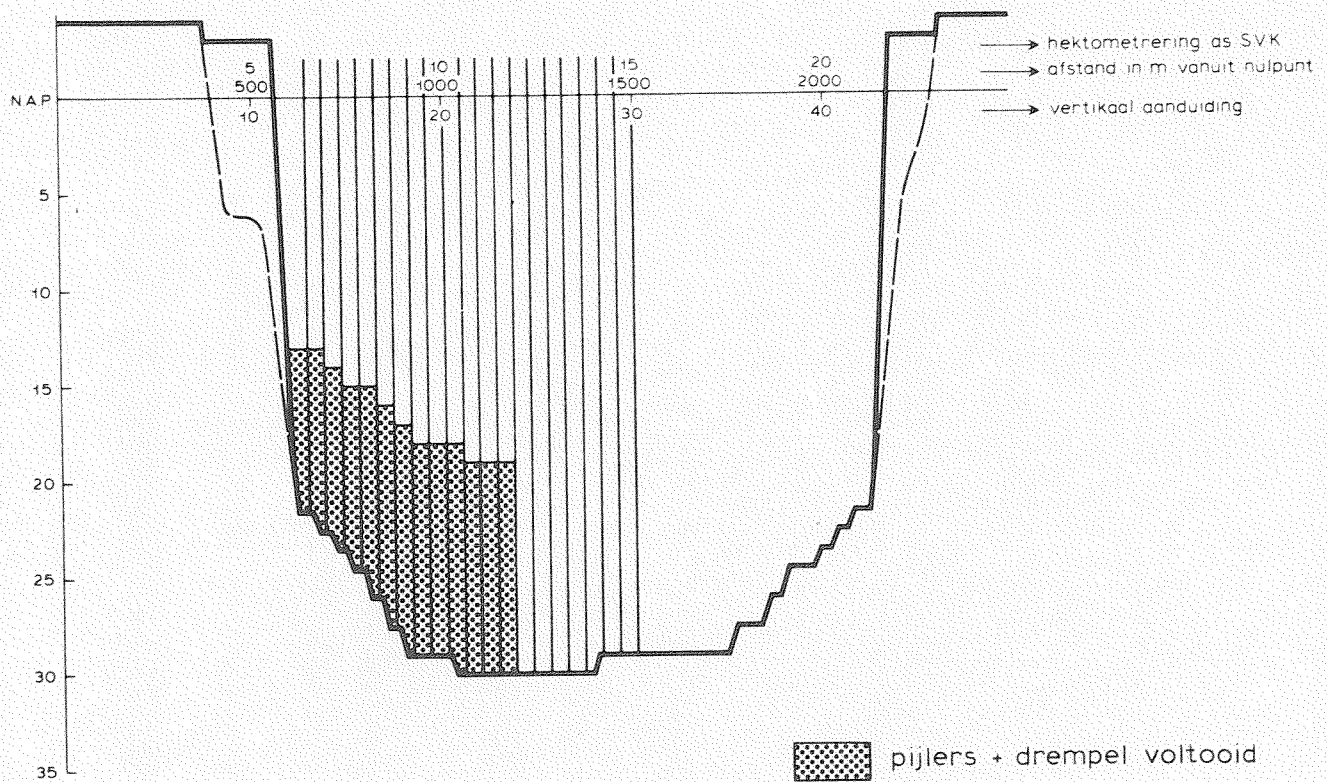
lengteschaal 1 : 20 000
diepteschaal 1 : 400

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1696

FIG. 11

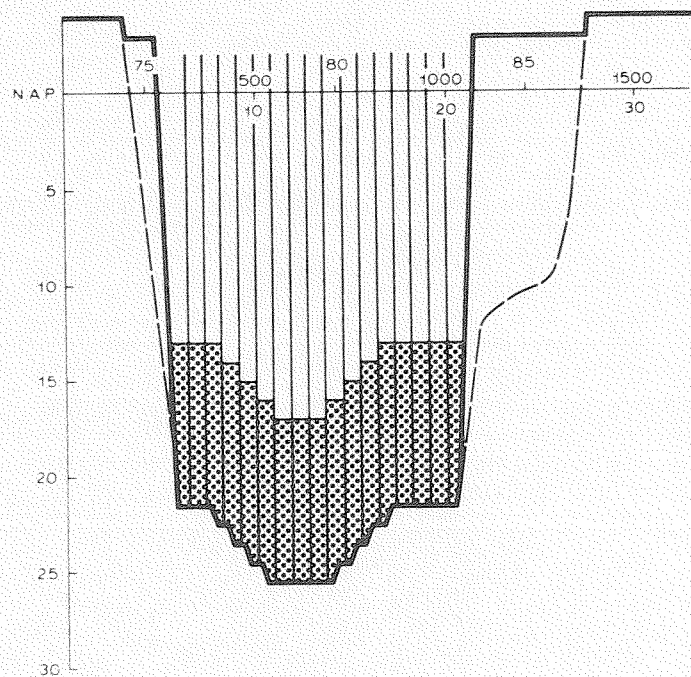
Raai 10 = Roompot



Raai 30 = Schaar van Roggenplaat



Raai 40 = Hammen



DWARSPROFIELEN

T 329

fase N

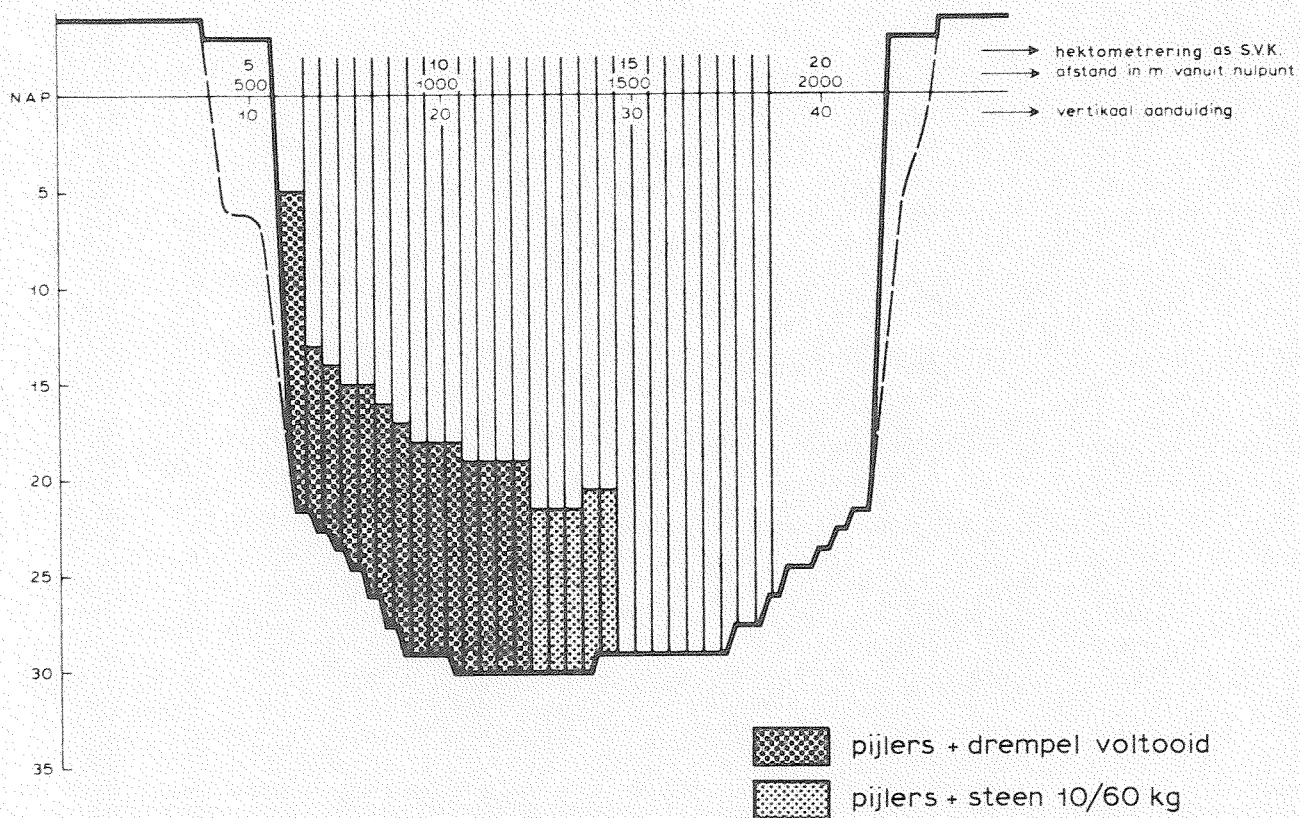
lengteschaal 1 : 20000
diepteschaal 1 : 400

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

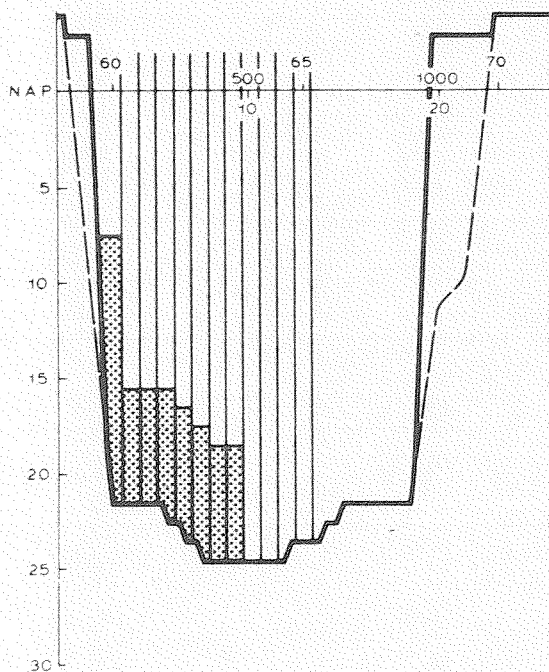
M 1696

FIG. 12

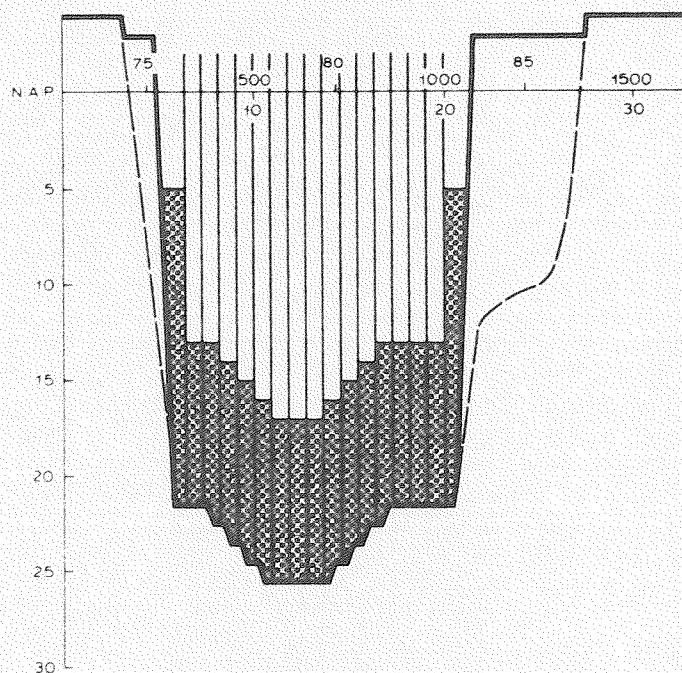
Raai 10 = Roompot



Raai 30 = Schaar van Roggenplaat



Raai 40 = Hammen



diepten in m

DWARSPROFIELEN

T 330

fase O

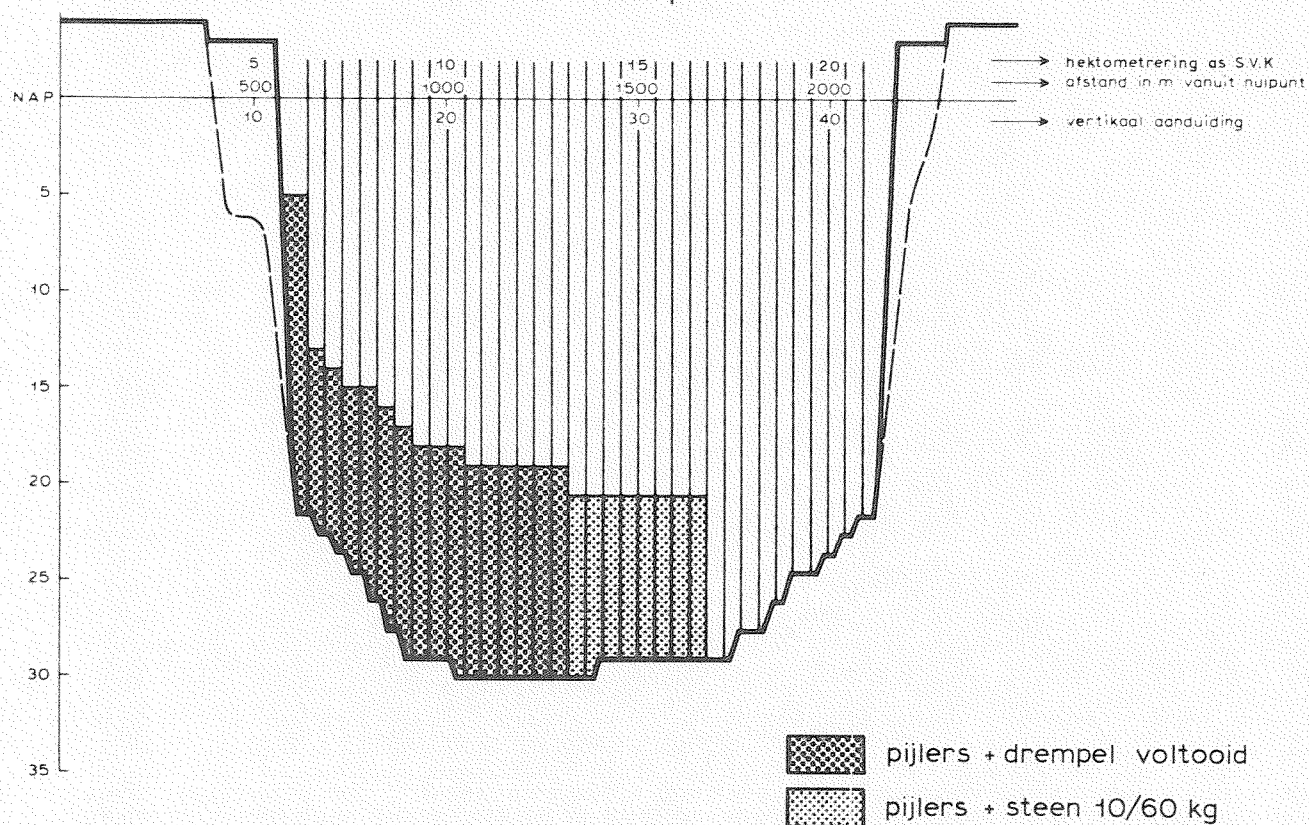
lengteschaal 1 : 20.000
diepteschaal 1 : 400

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

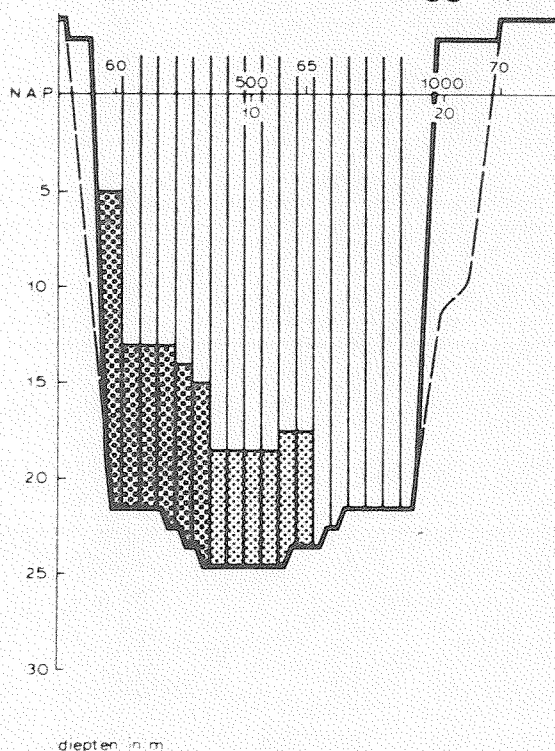
M 1696

FIG. 13

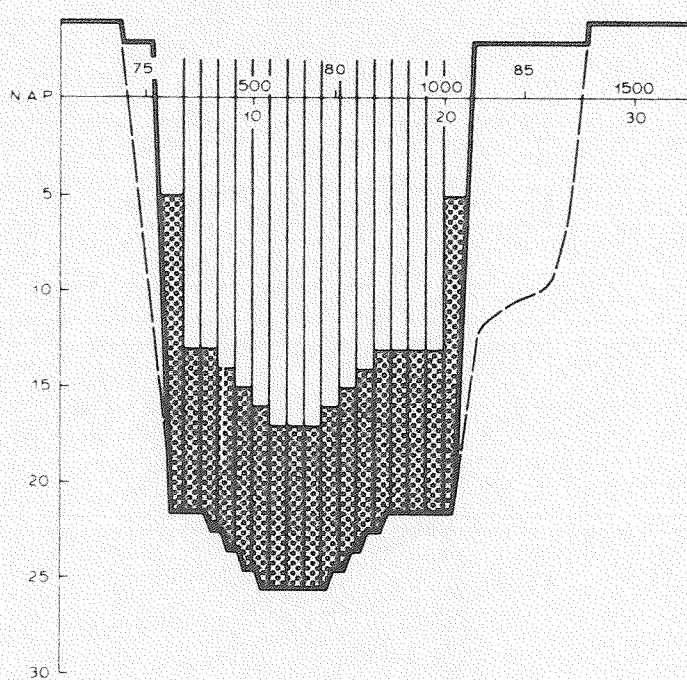
Raai 10 = Roompot



Raai 30 = Schaar van Roggenplaat



Raai 40 = Hammen



DWARSPROFIELEN

T 331

fase P 1

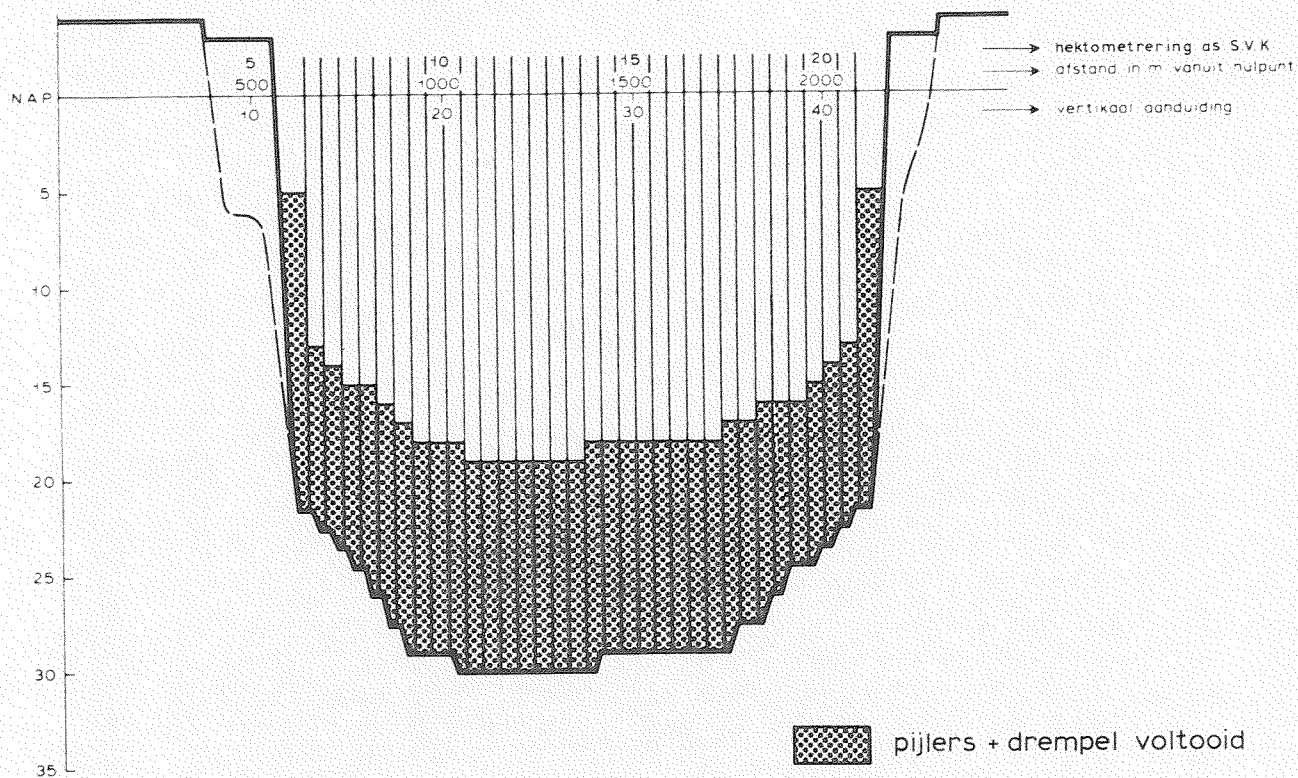
lengteschaal 1 : 20000
diepteschaal 1 : 400

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

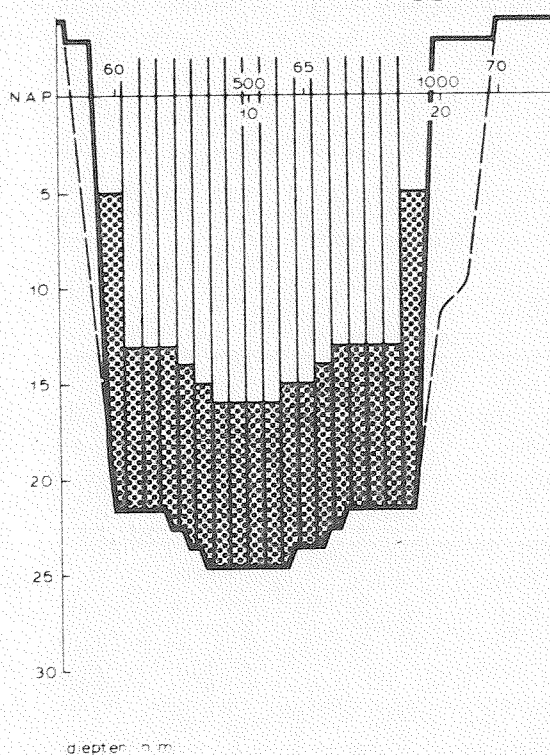
M 1696

FIG. 14

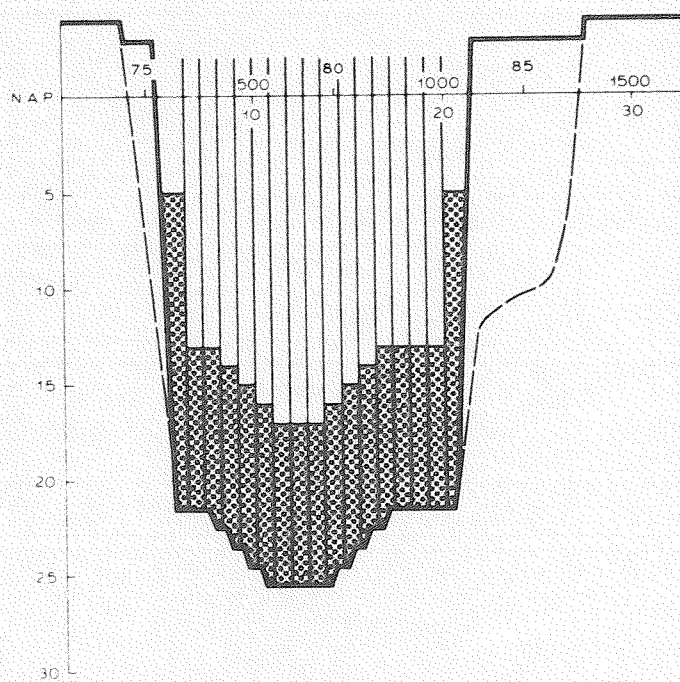
Raai 10 = Roompot



Raai 30 = Schaar van Roggenplaat



Raai 40 = Hammen



DWARSPROFIELEN

T 332

fase S

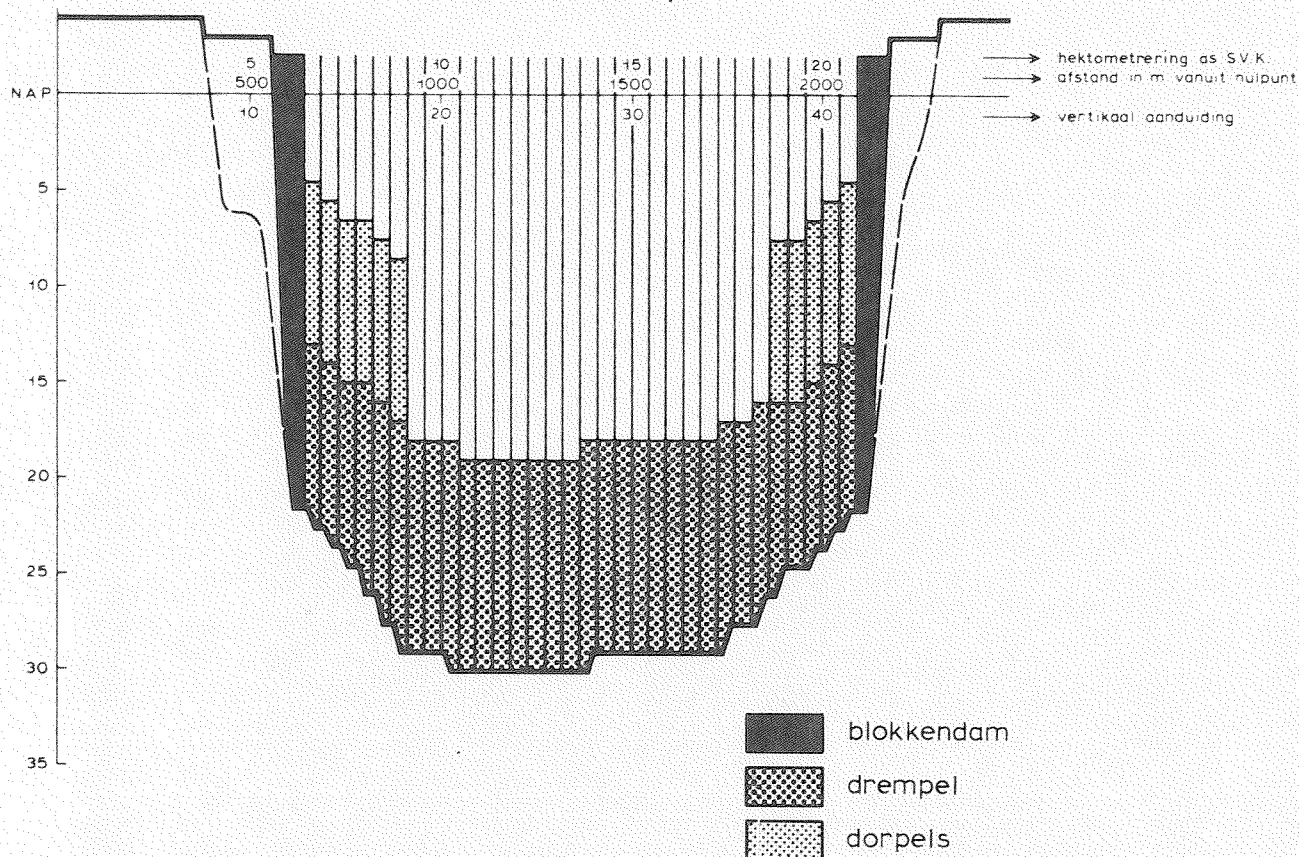
lengteschaal 1 : 20.000
diepteschaal 1 : 400

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

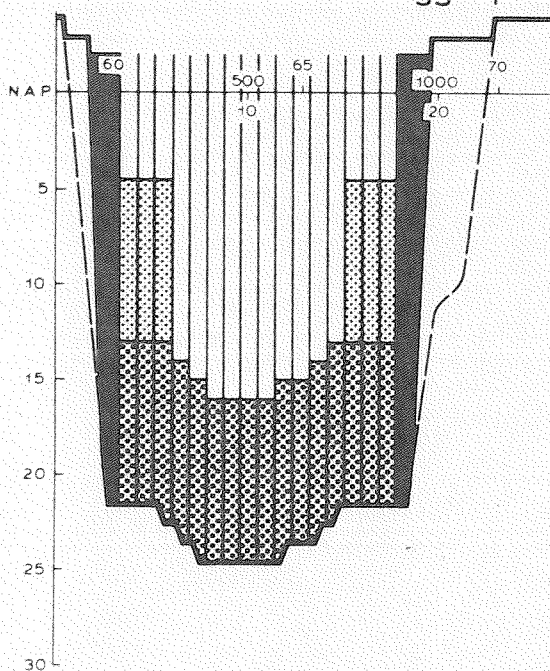
M 1696

FIG. 15

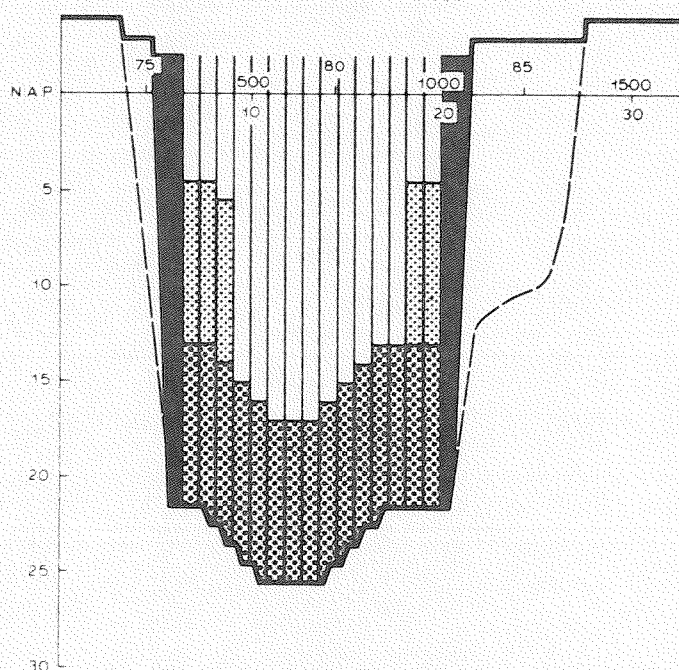
Raai 10 = Roompot



Raai 30 = Schaar van Roggenplaat



Raai 40 = Hammen



diepten in m

DWARSPROFIELEN

T 333

fase T 1

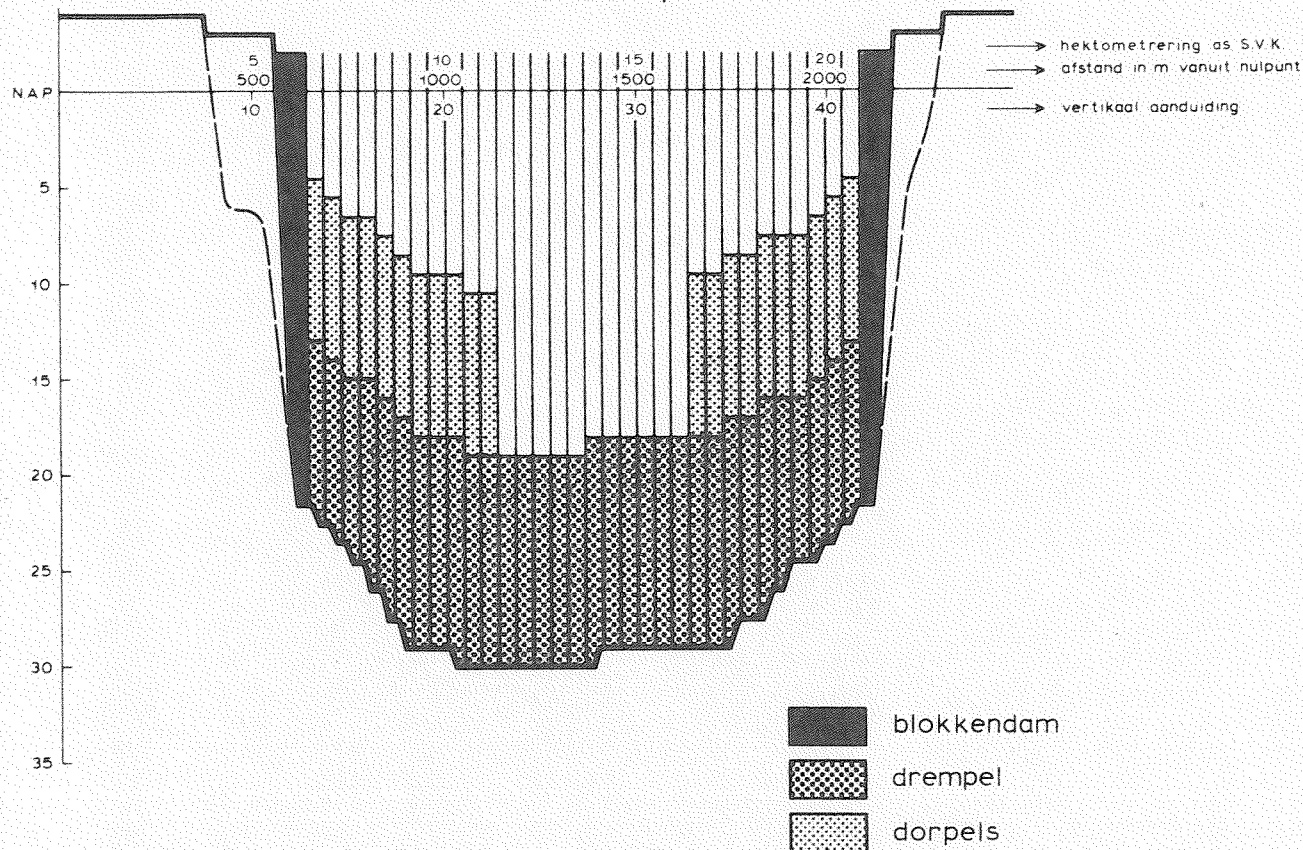
lengteschaal 1 : 20.000
diepteschaal 1 : 400

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

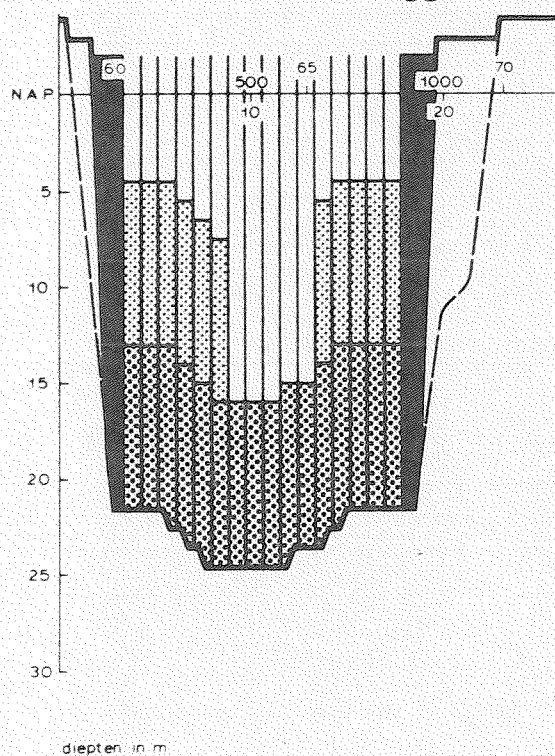
M 1696

FIG. 16

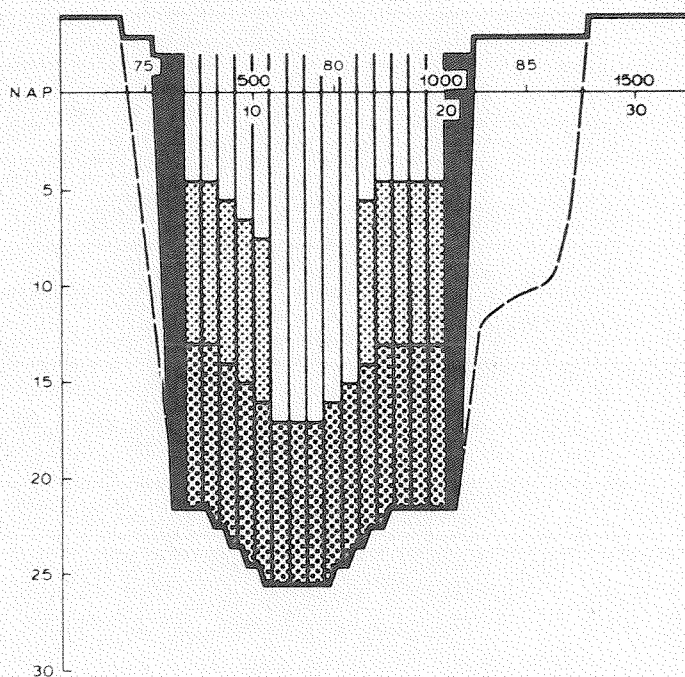
Raai 10 = Roompot



Raai 30 = Schaar van Roggenplaat



Raai 40 = Hammen



DWARSPROFIELEN

T 334

fase U

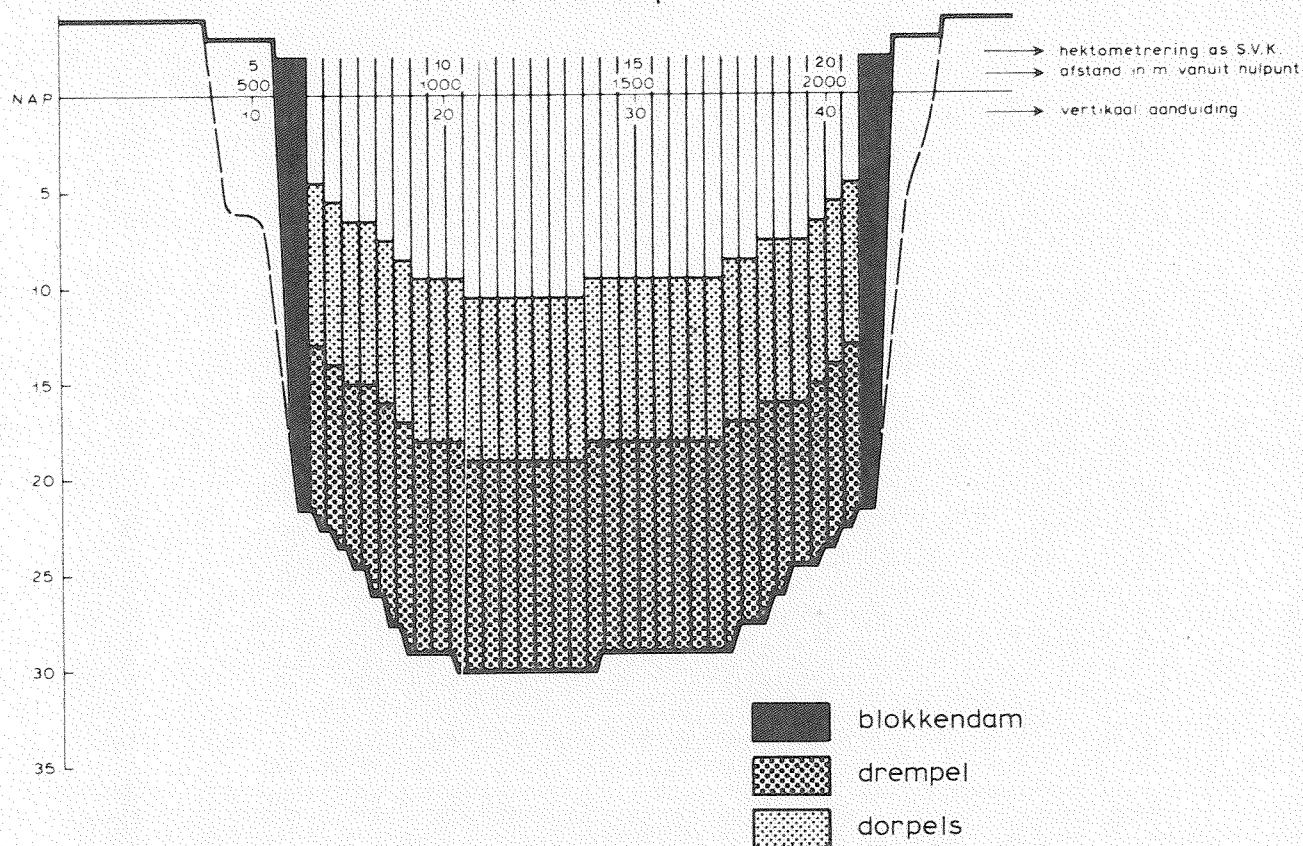
lengteschaal 1 : 20.000
diepteschaal 1 : 400

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

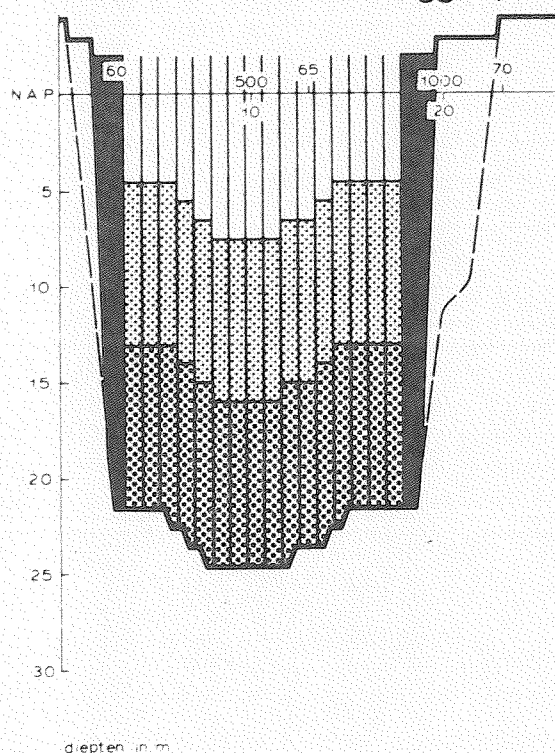
M 1696

FIG. 17

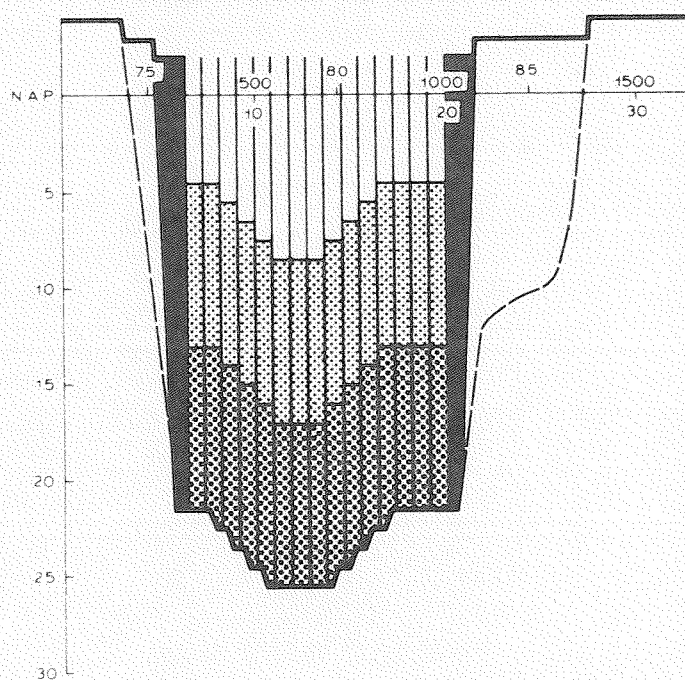
Raai 10 = Roompot



Raai 30 = Schaar van Roggenplaat



Raai 40 = Hammen



DWARSPROFIELEN

T 335

fase V

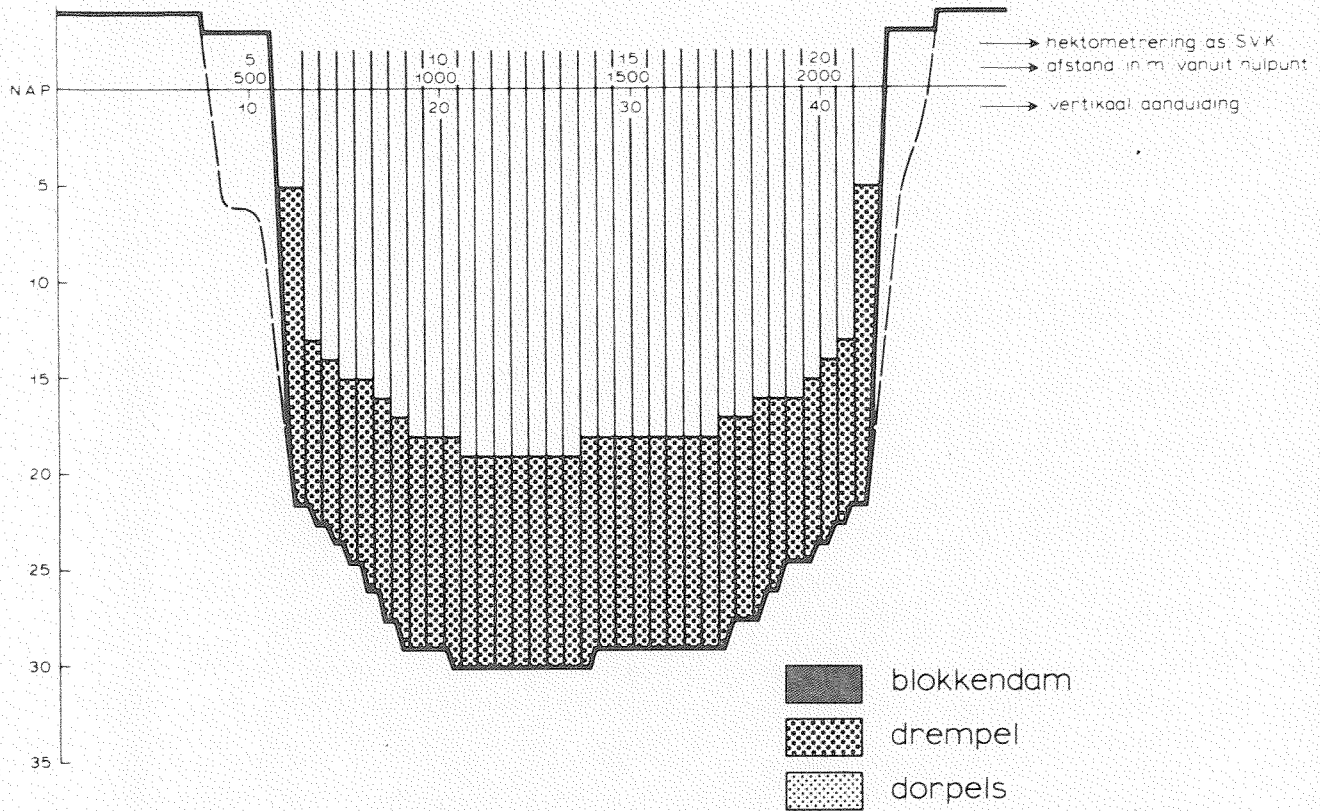
lengteschaal 1 : 20.000
diepteschaal 1 : 400

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

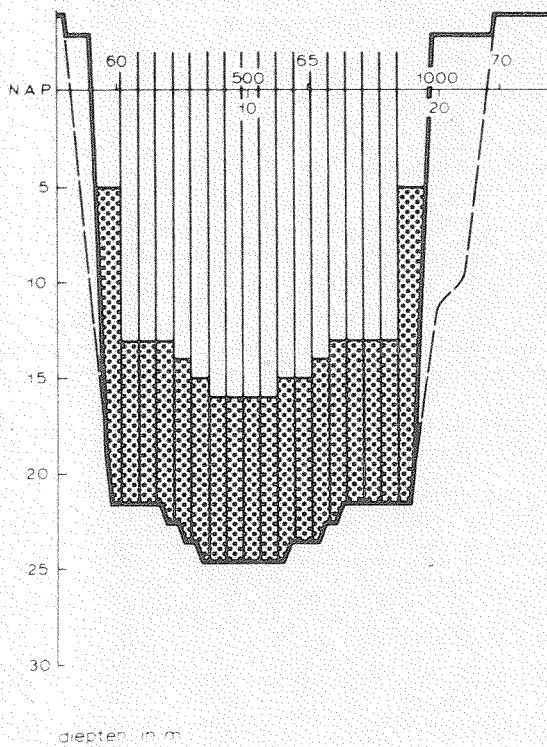
M 1696

FIG. 18

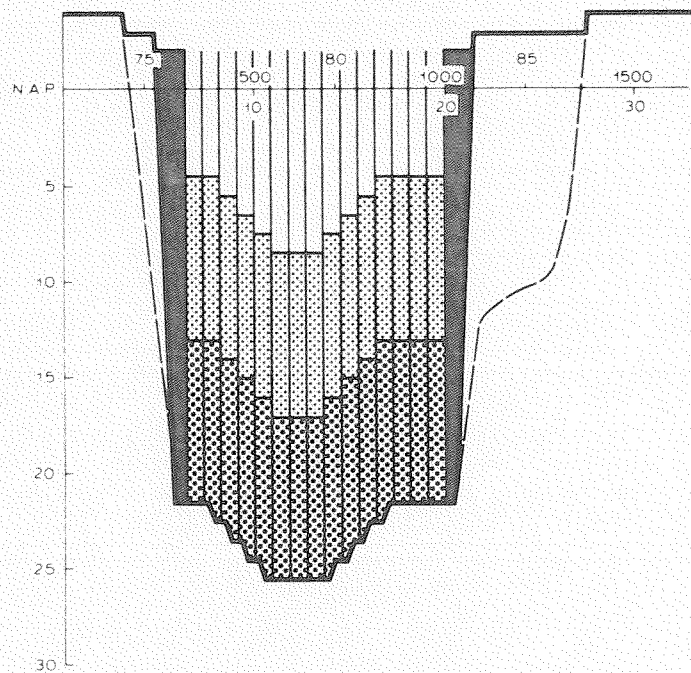
Raai 10 = Roompot



Raai 30 = Schaar van Roggenplaat



Raai 40 = Hammen



DWARSPROFIELEN

T 336

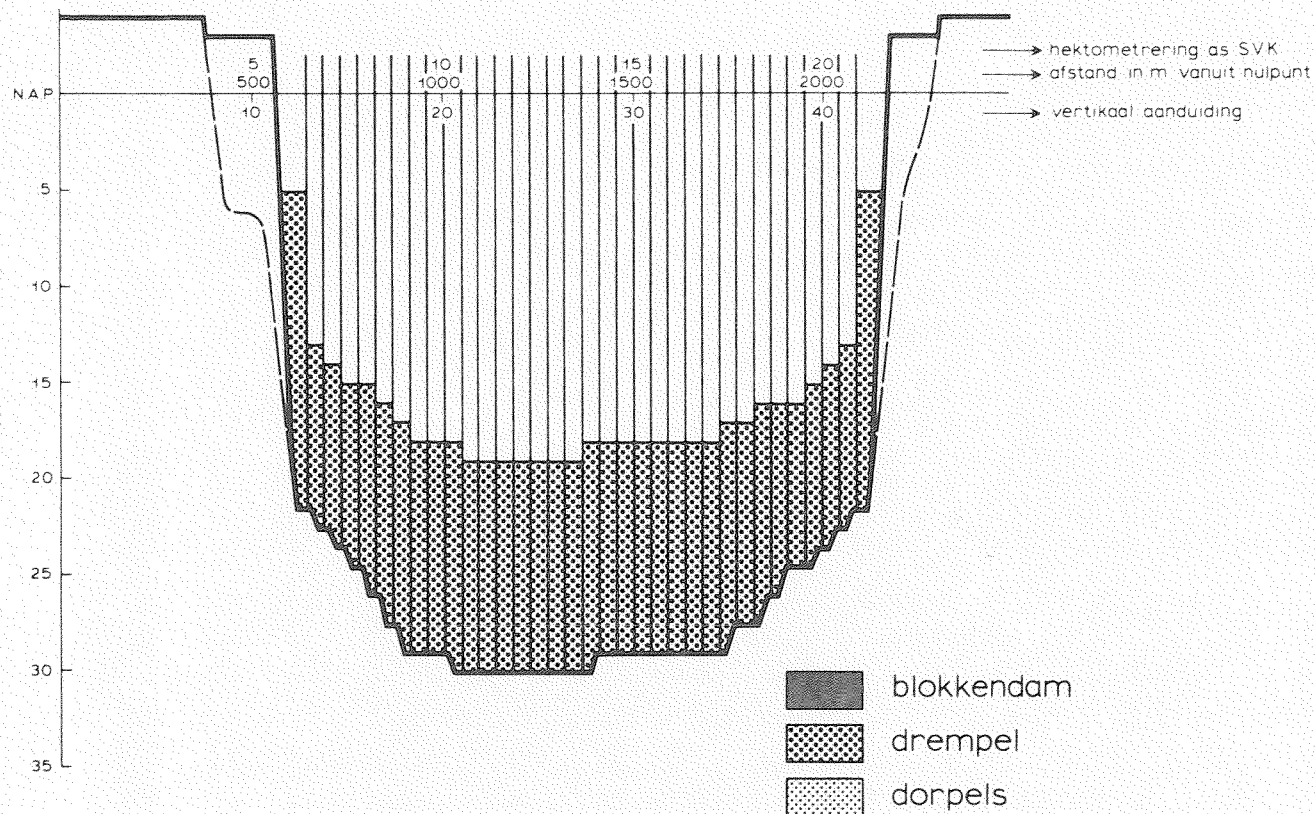
lengteschaal 1 : 20000
diepteschaal 1 : 400

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

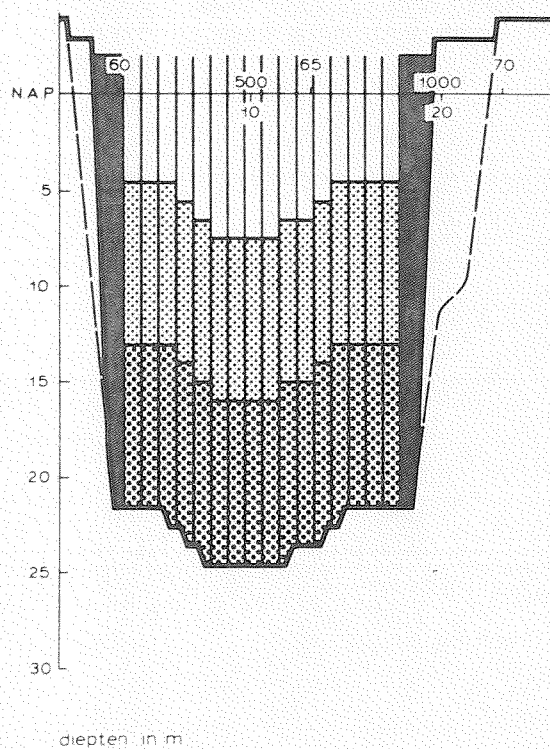
M 1757

FIG. 19

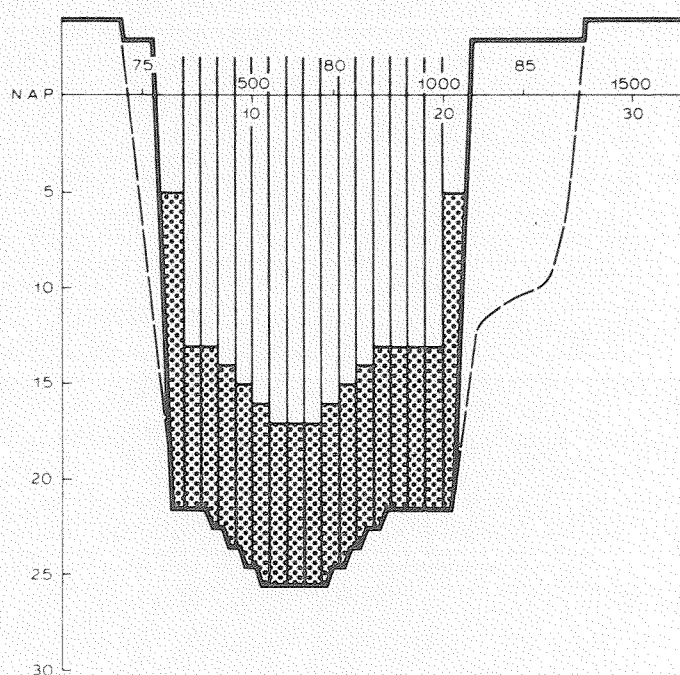
Raai 10 = Roompot



Raai 30 = Schaar van Roggenplaat



Raai 40 = Hammen



DWARSPROFIELEN

T 337

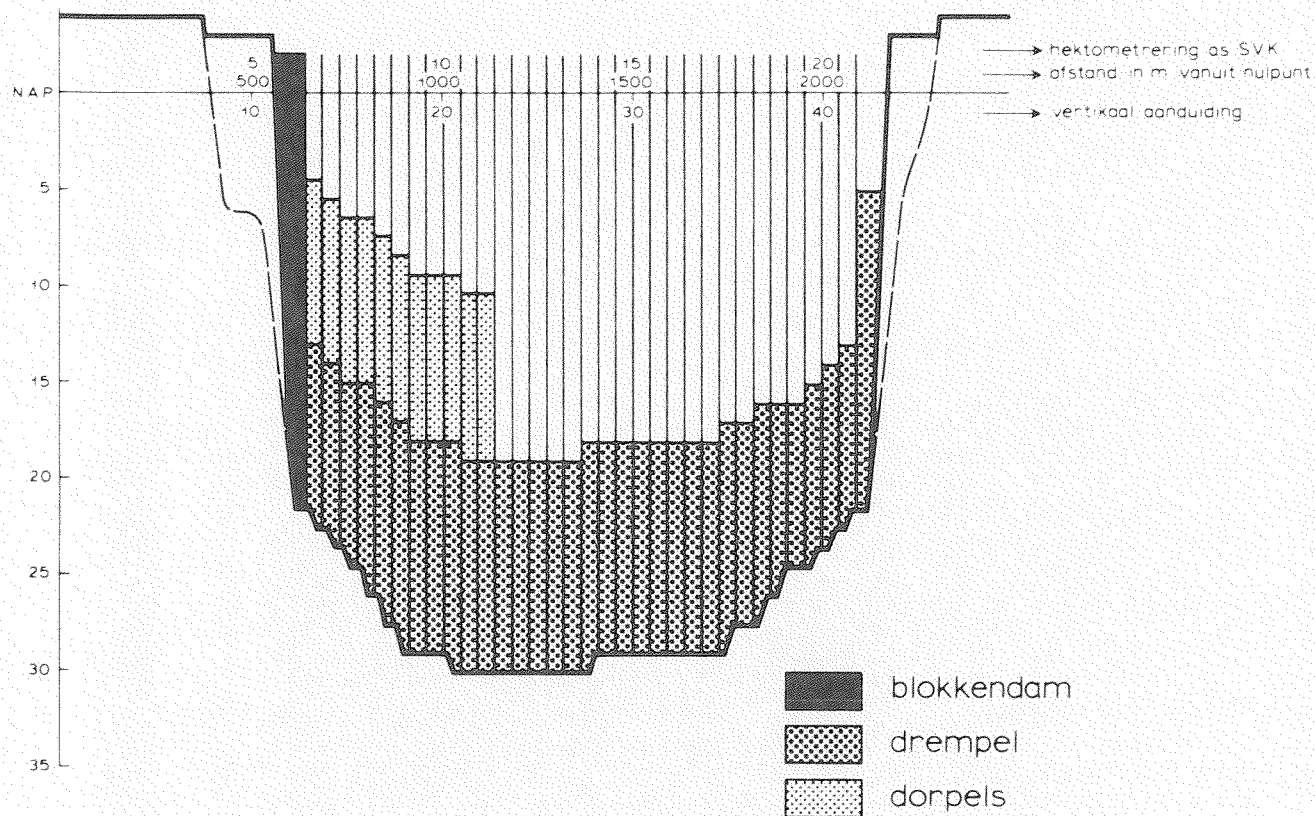
lengteschaal 1 : 20.000
diepteschaal 1 : 400

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

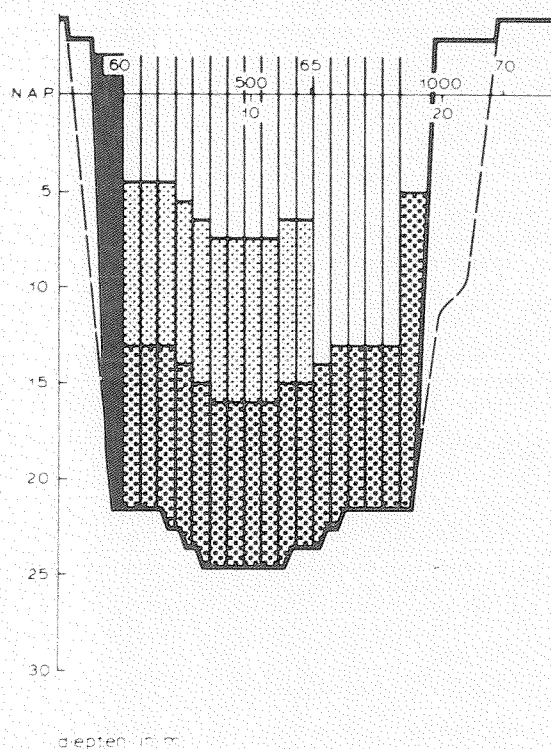
M 1757

FIG. 20

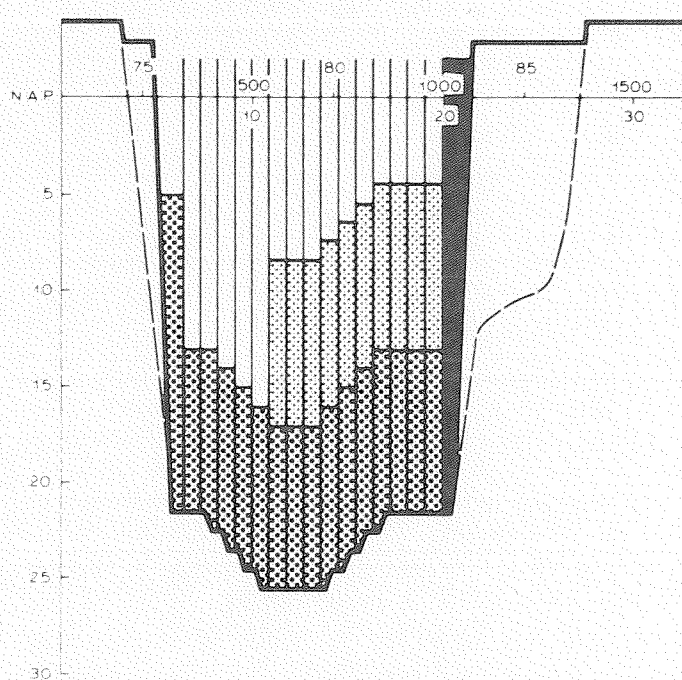
Raai 10 = Roompot



Raai 30 = Schaar van Roggenplaat



Raai 40 = Hammen



DWARSPROFIELEN

T 338

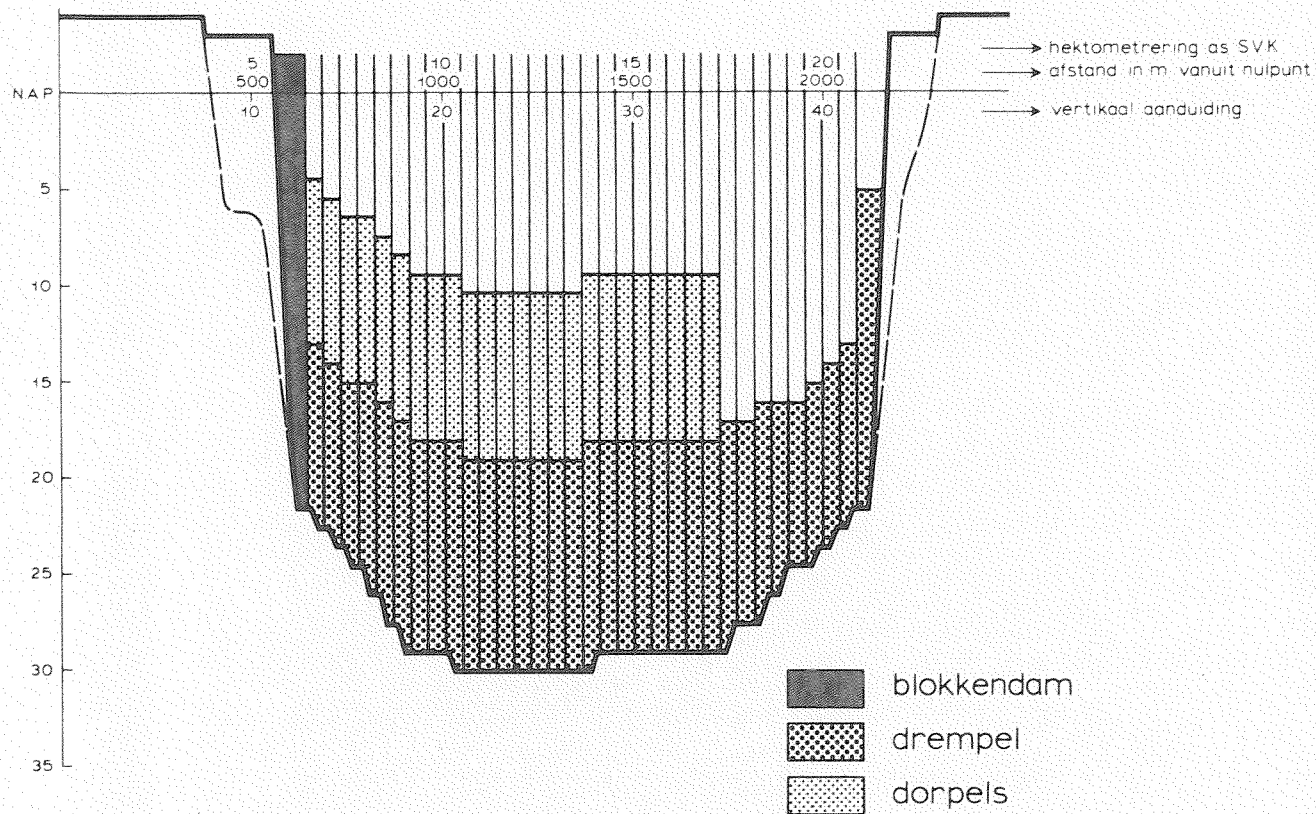
lengteschaal 1 : 20000
diepteschaal 1 : 400

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

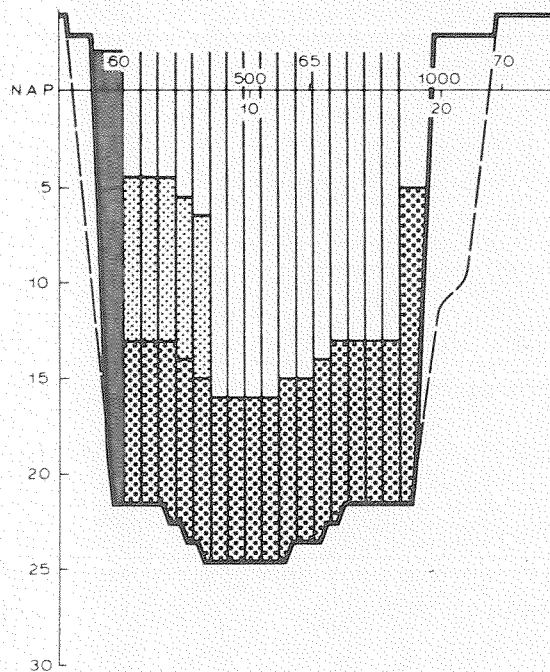
M 1757

FIG. 21

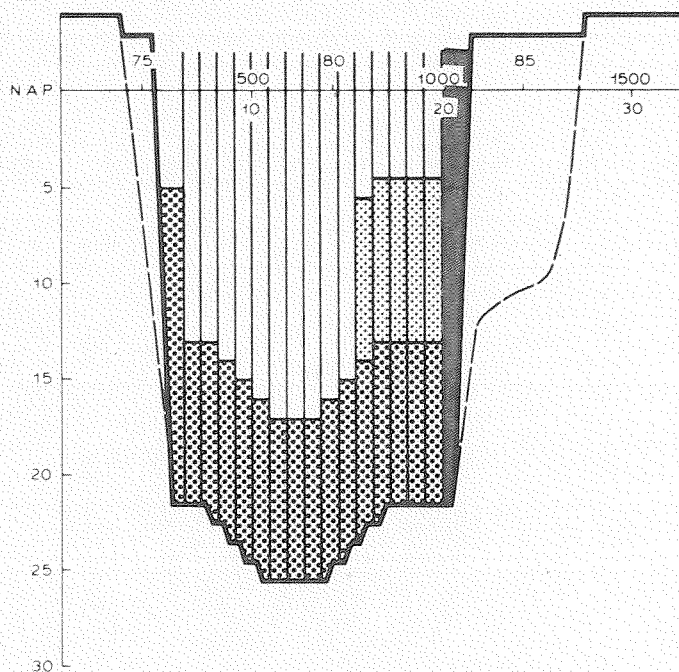
Raai 10 = Roompot



Raai 30 = Schaar van Roggenplaat



Raai 40 = Hammen



diepten in m

DWARSPROFIELEN

T 339

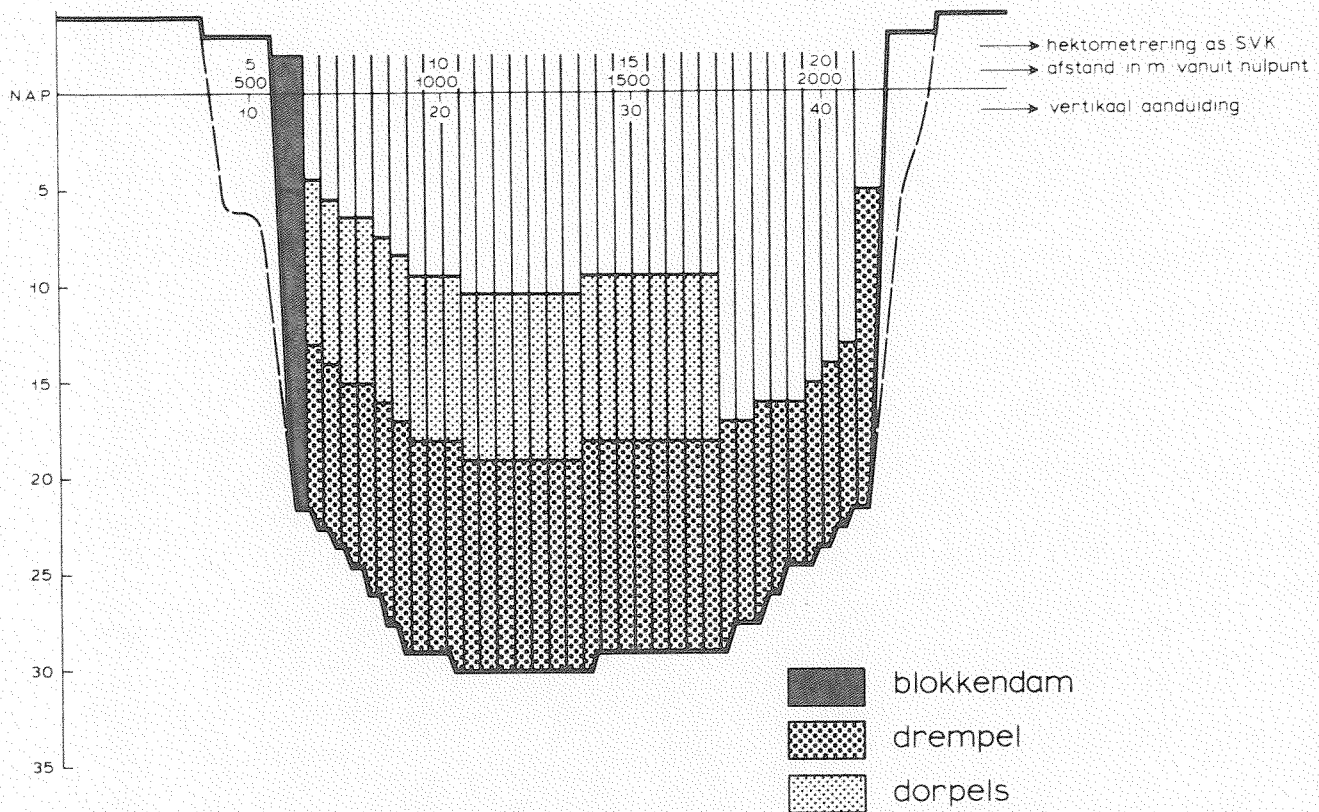
lengteschaal 1 : 20000
diepteschaal 1 : 400

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

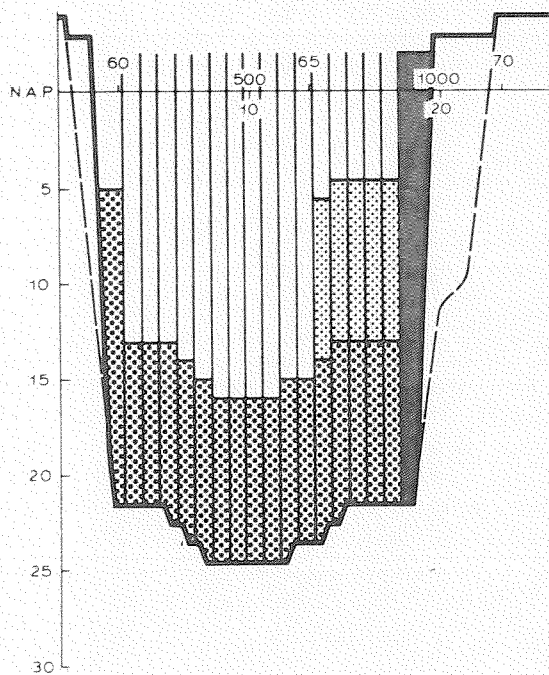
M 1757

FIG. 22

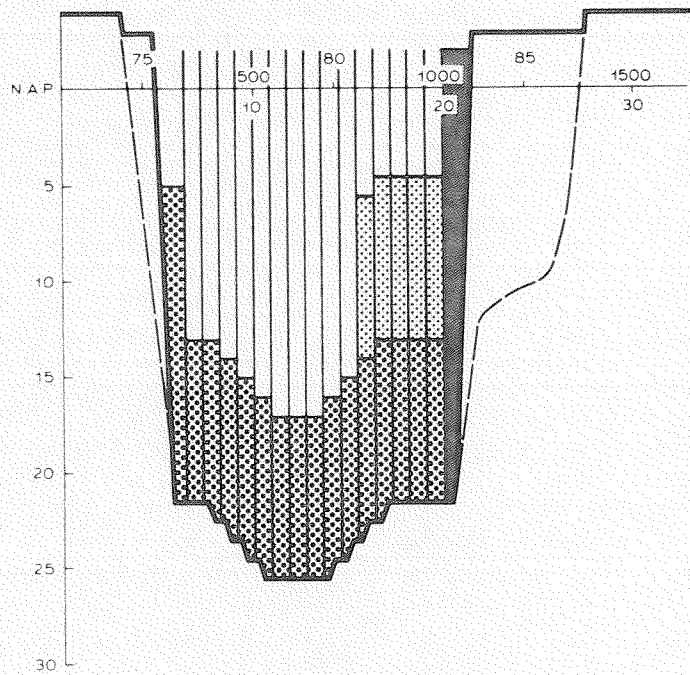
Raai 10 = Roompot



Raai 30 = Schaar van Roggenplaat



Raai 40 = Hammen



diepten in m

DWARSPROFIELEN

T 340

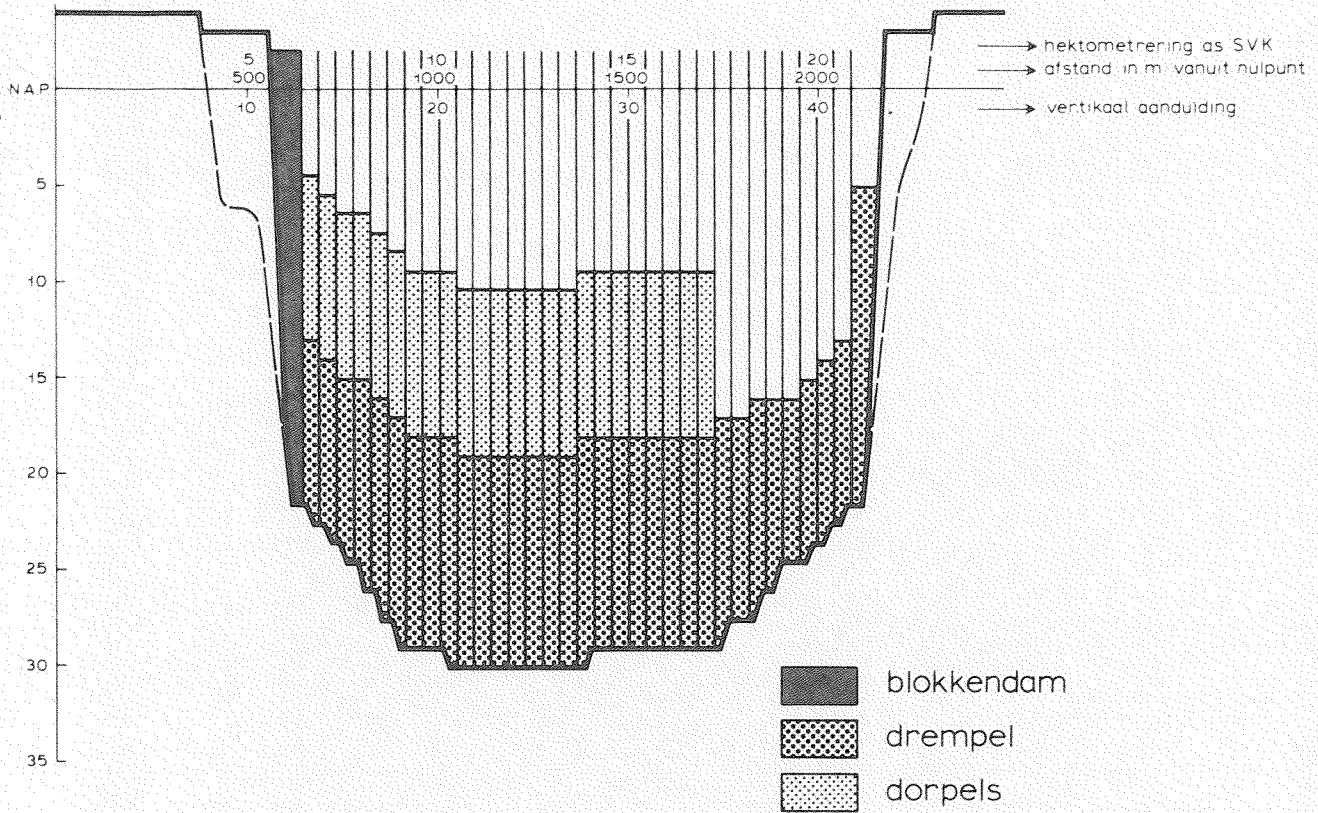
lengteschaal 1 : 20.000
diepteschaal 1 : 400

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

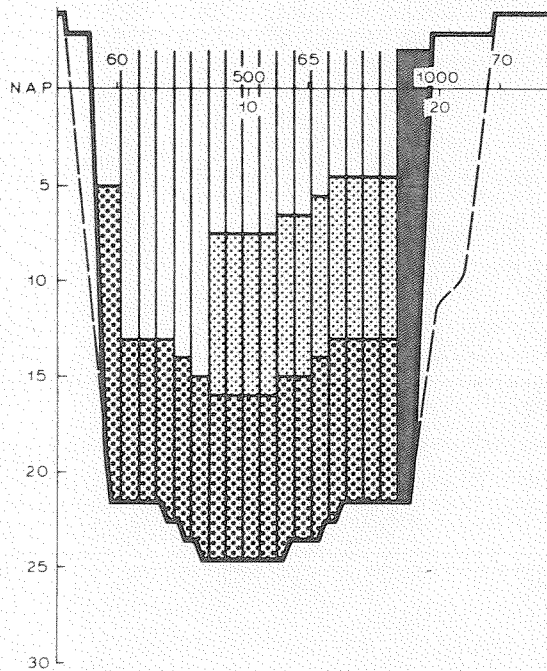
M 1757

FIG. 23

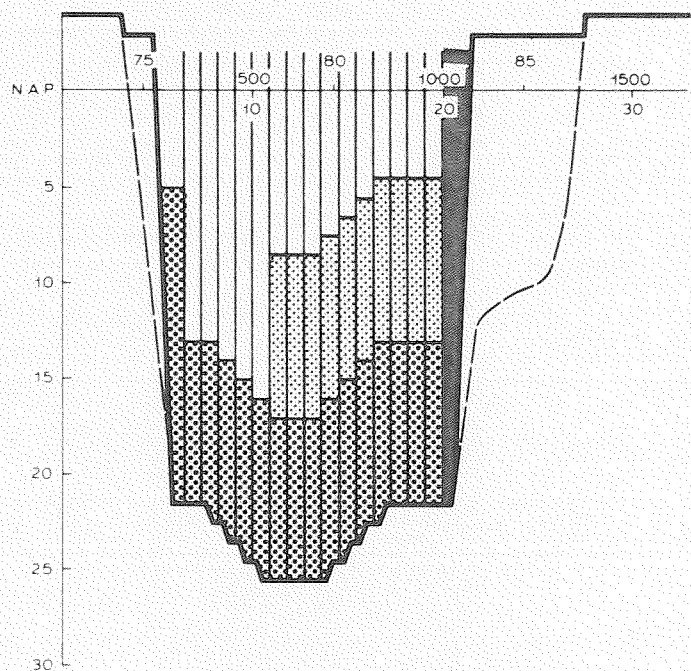
Raai 10 = Roompot



Raai 30 = Schaar van Roggenplaat



Raai 40 = Hammen



diepten in m

DWARSPROFIELEN

T 341

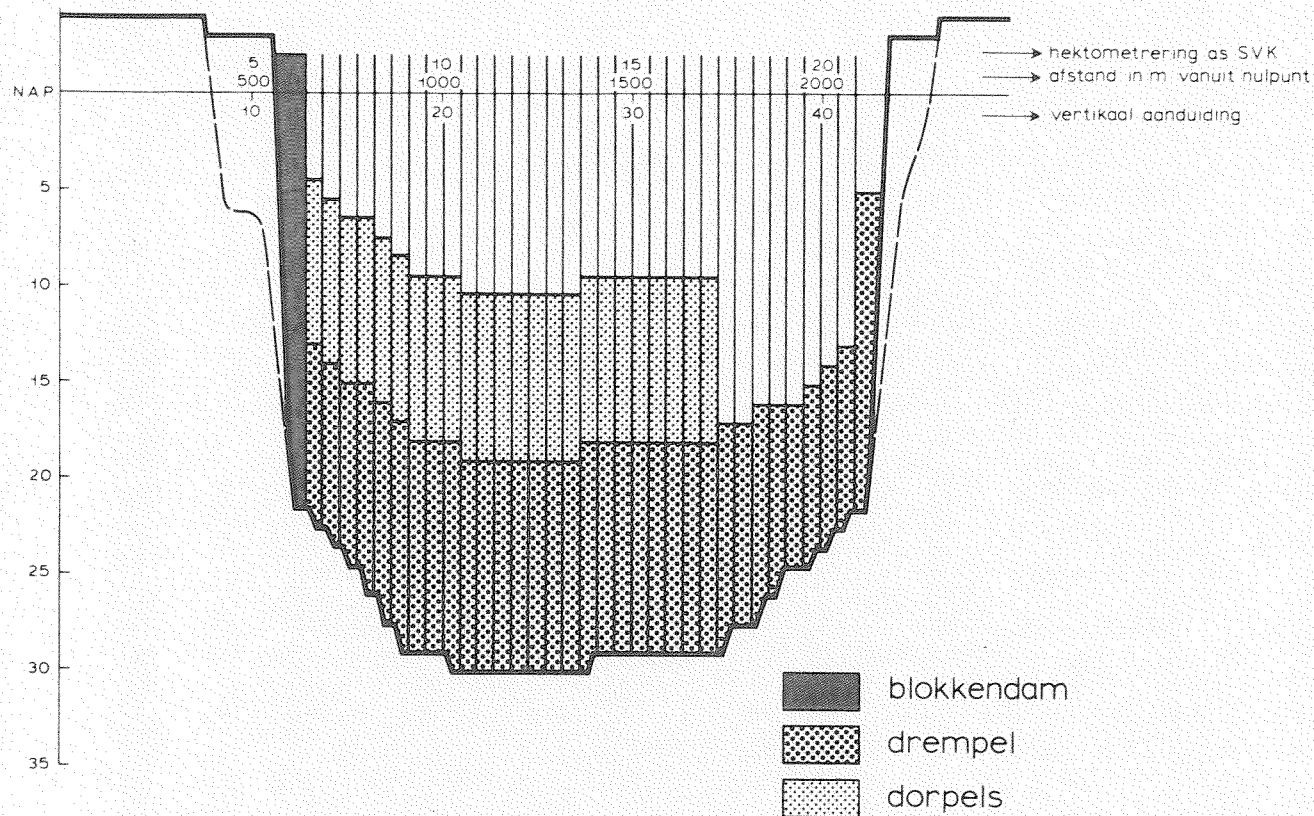
lengteschaal 1 : 20000
diepteschaal 1 : 400

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

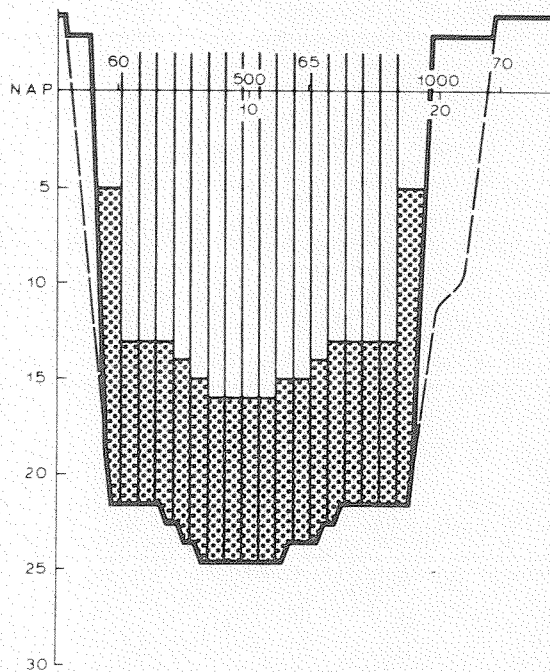
M 1757

FIG. 24

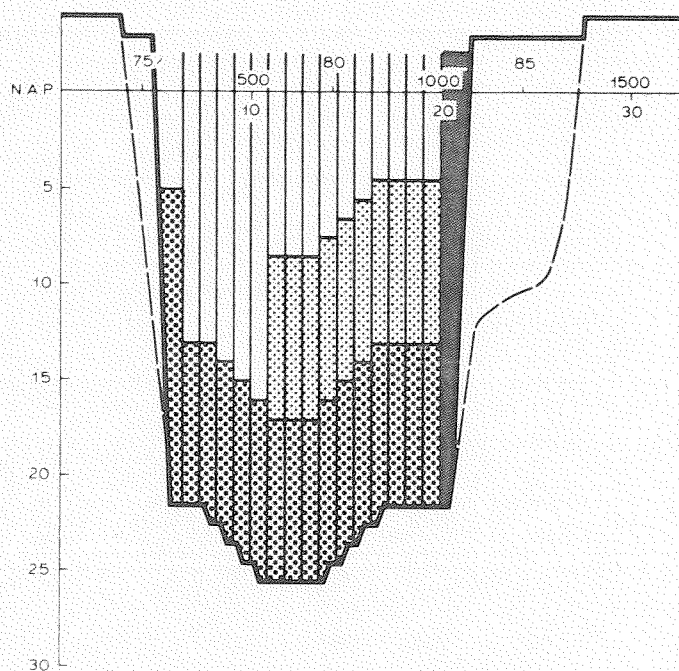
Raai 10 = Roompot



Raai 30 = Schaar van Roggenplaat



Raai 40 = Hammen



diepten in m

DWARSPROFIELEN

T 342

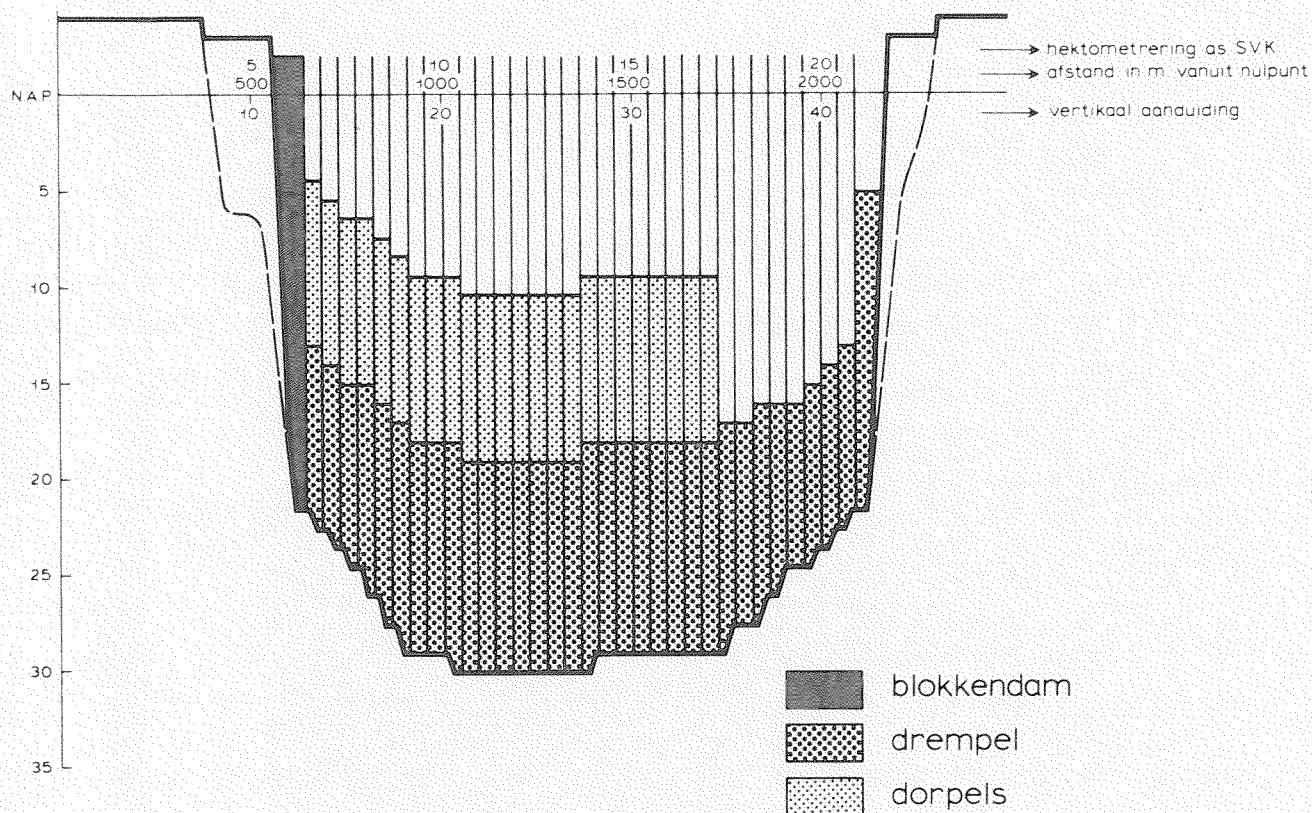
lengteschaal 1 : 20.000
diepteschaal 1 : 400

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

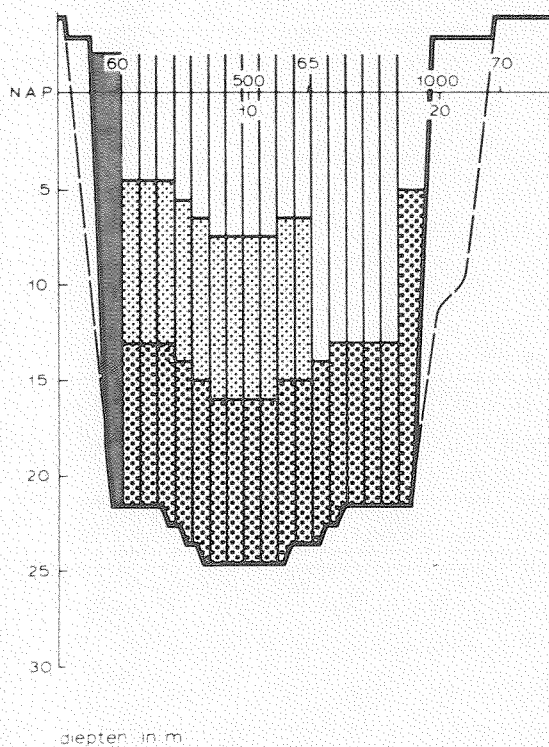
M 1757

FIG. 25

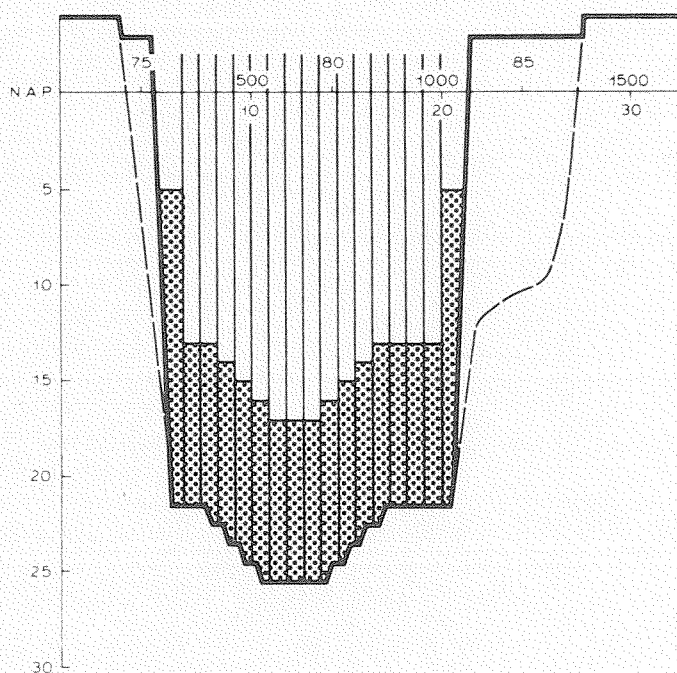
Raai 10 = Roompot



Raai 30 = Schaar van Roggenplaat



Raai 40 = Hammen



DWARSPROFIELEN

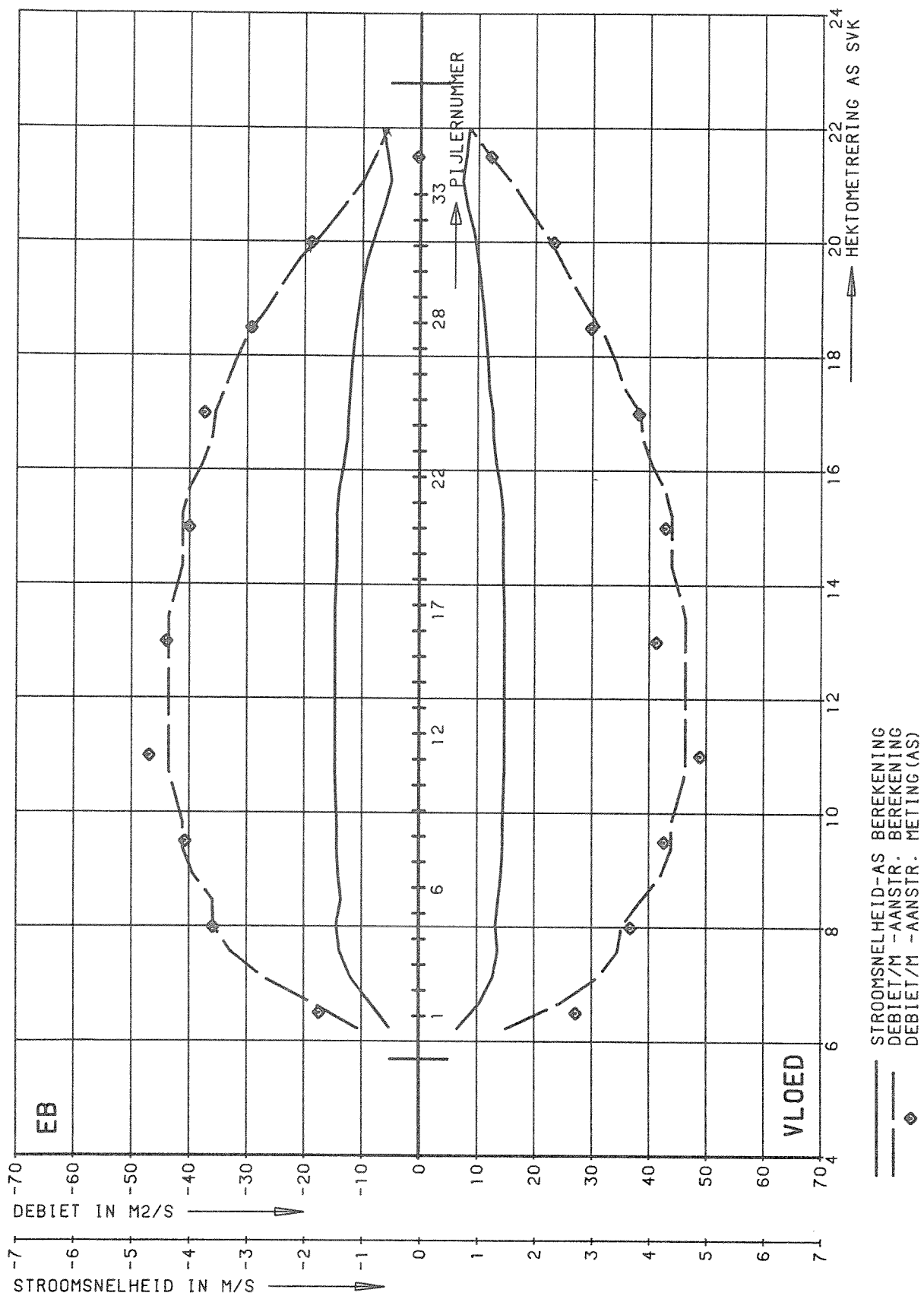
T 343

lengteschaal 1 : 20.000
diepteschaal 1 : 400

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1757

FIG. 26



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

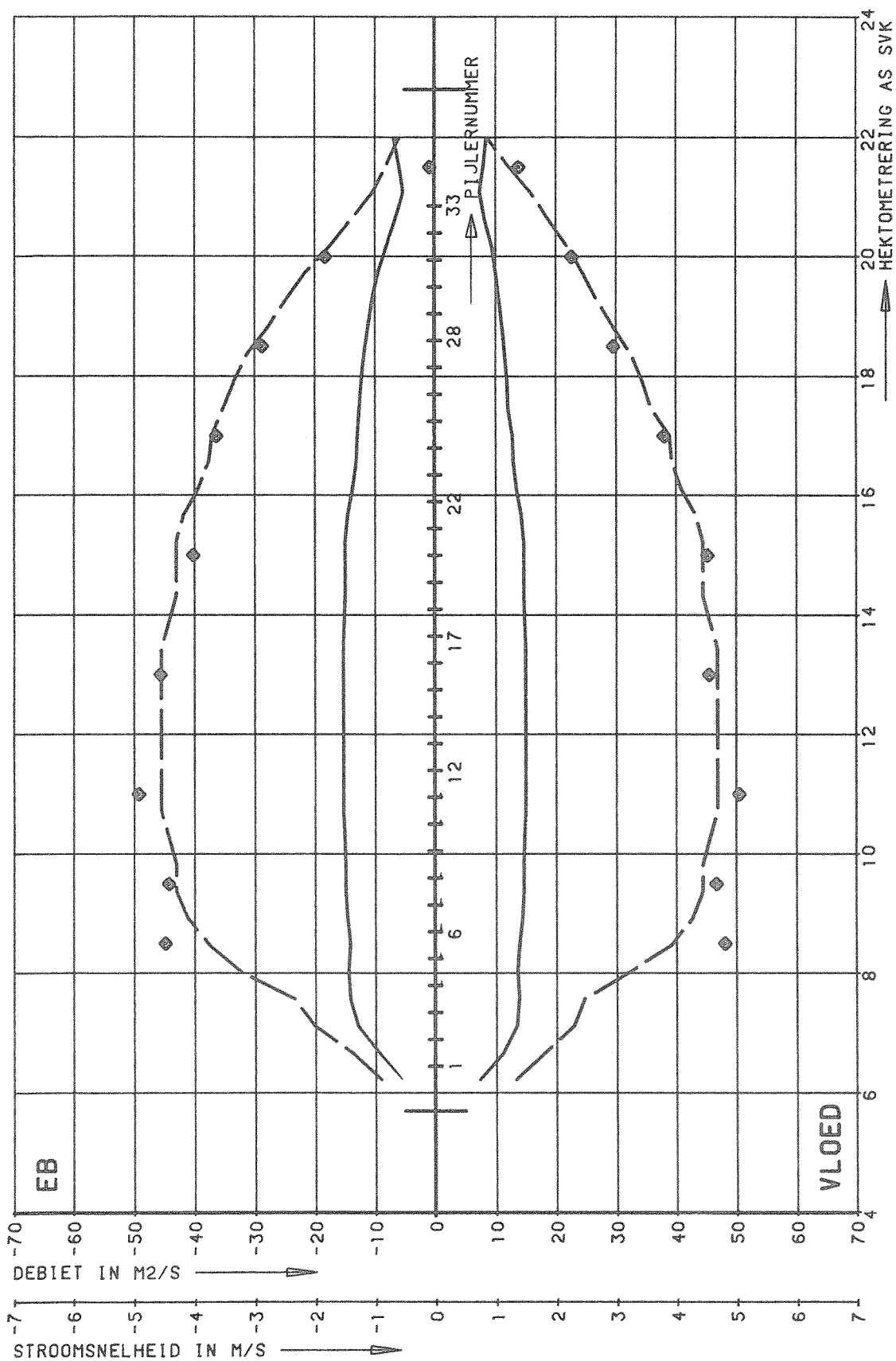
T325

ROOMPOT

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.27



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

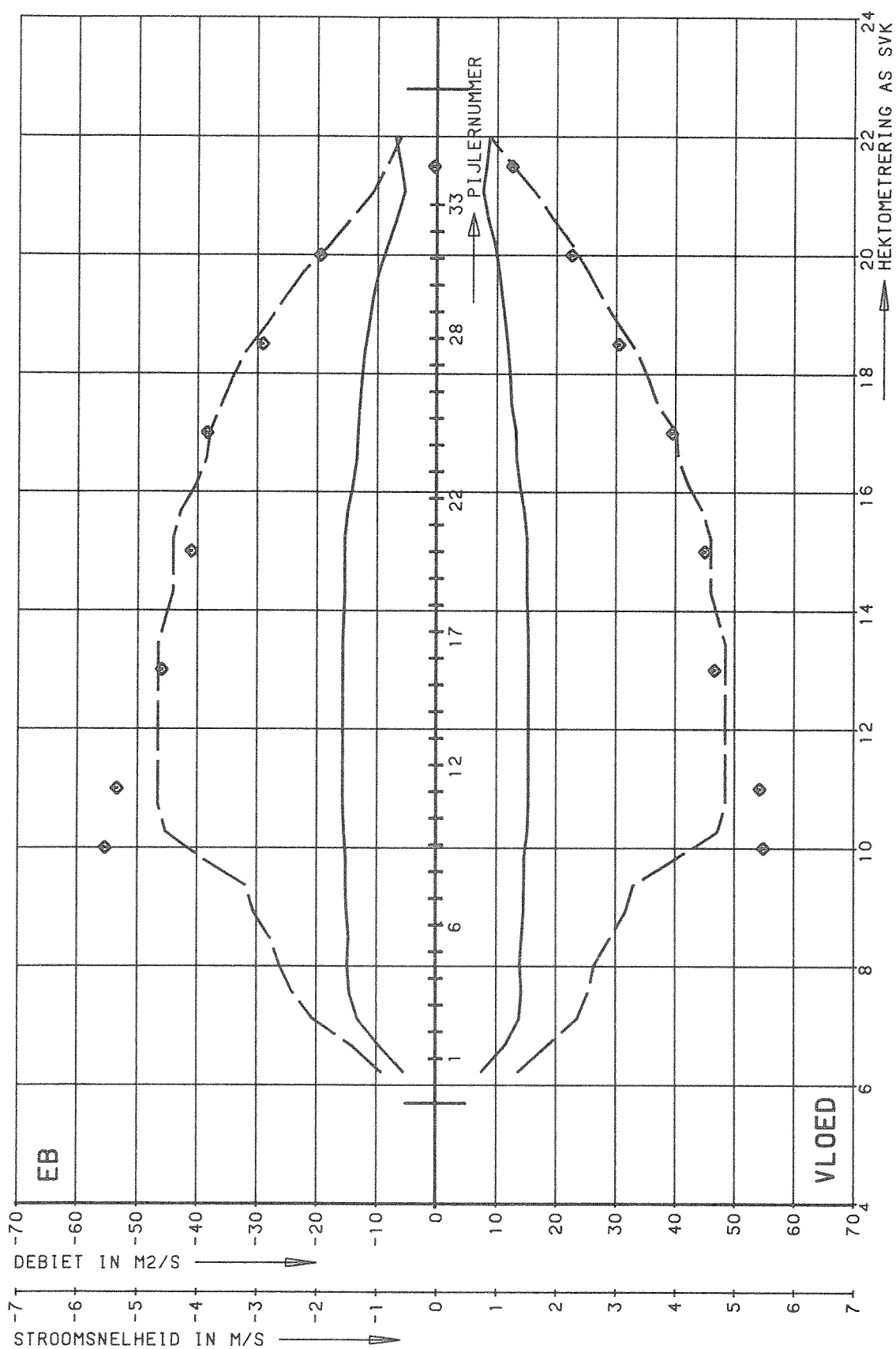
T326

ROOMPOT

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.28



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

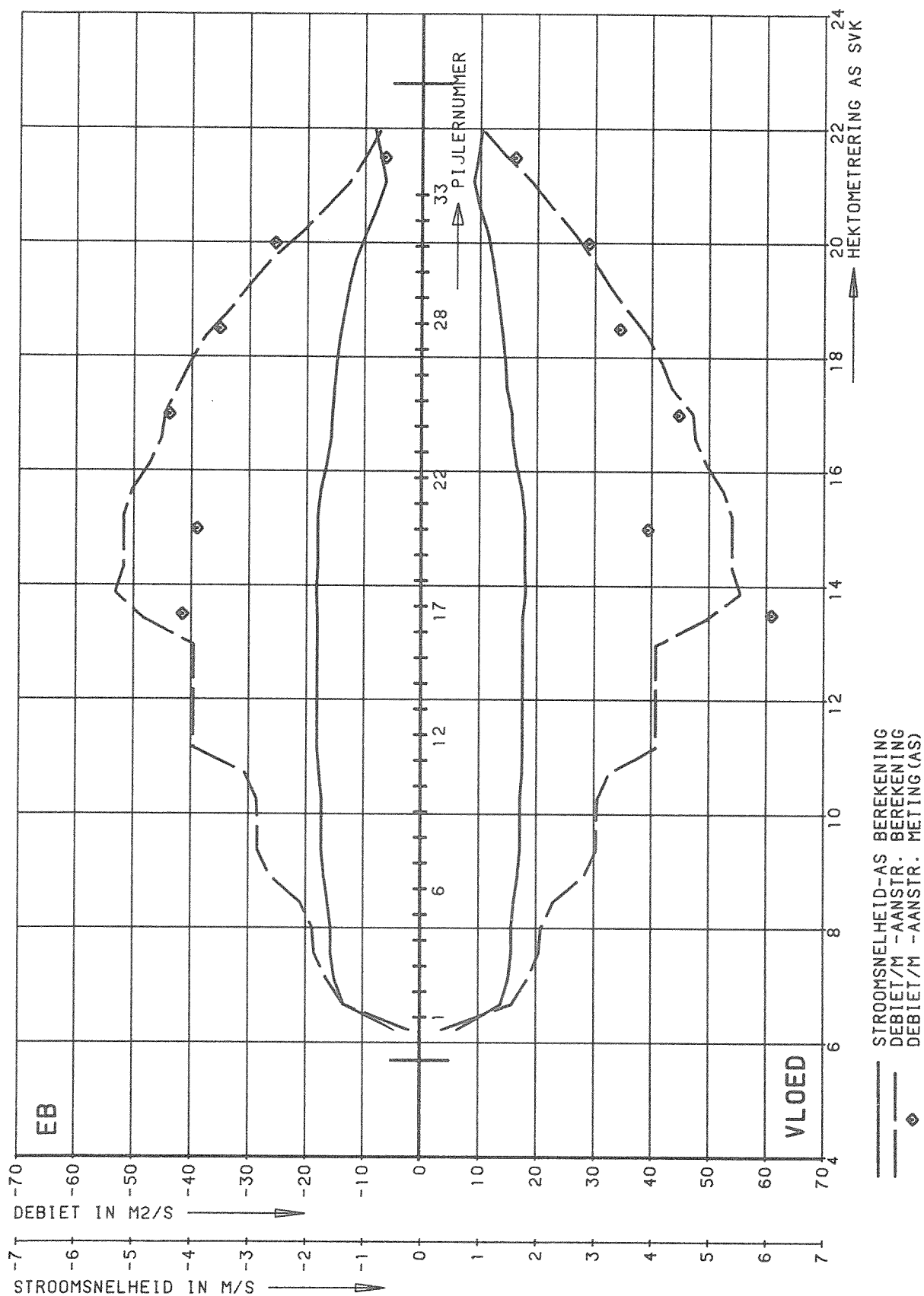
T327

ROOMPOT

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.29



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

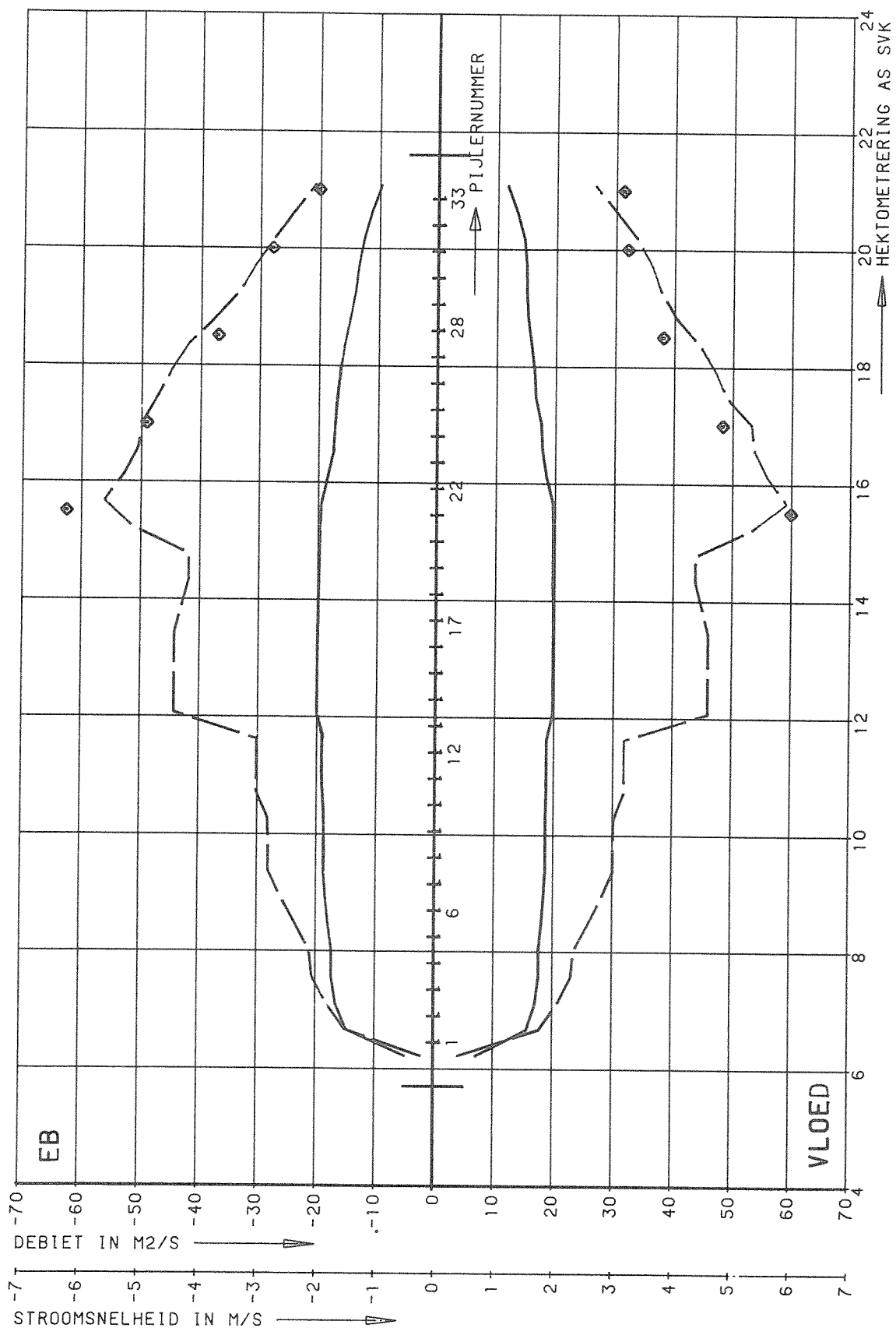
T328

ROOMPOT

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.30



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

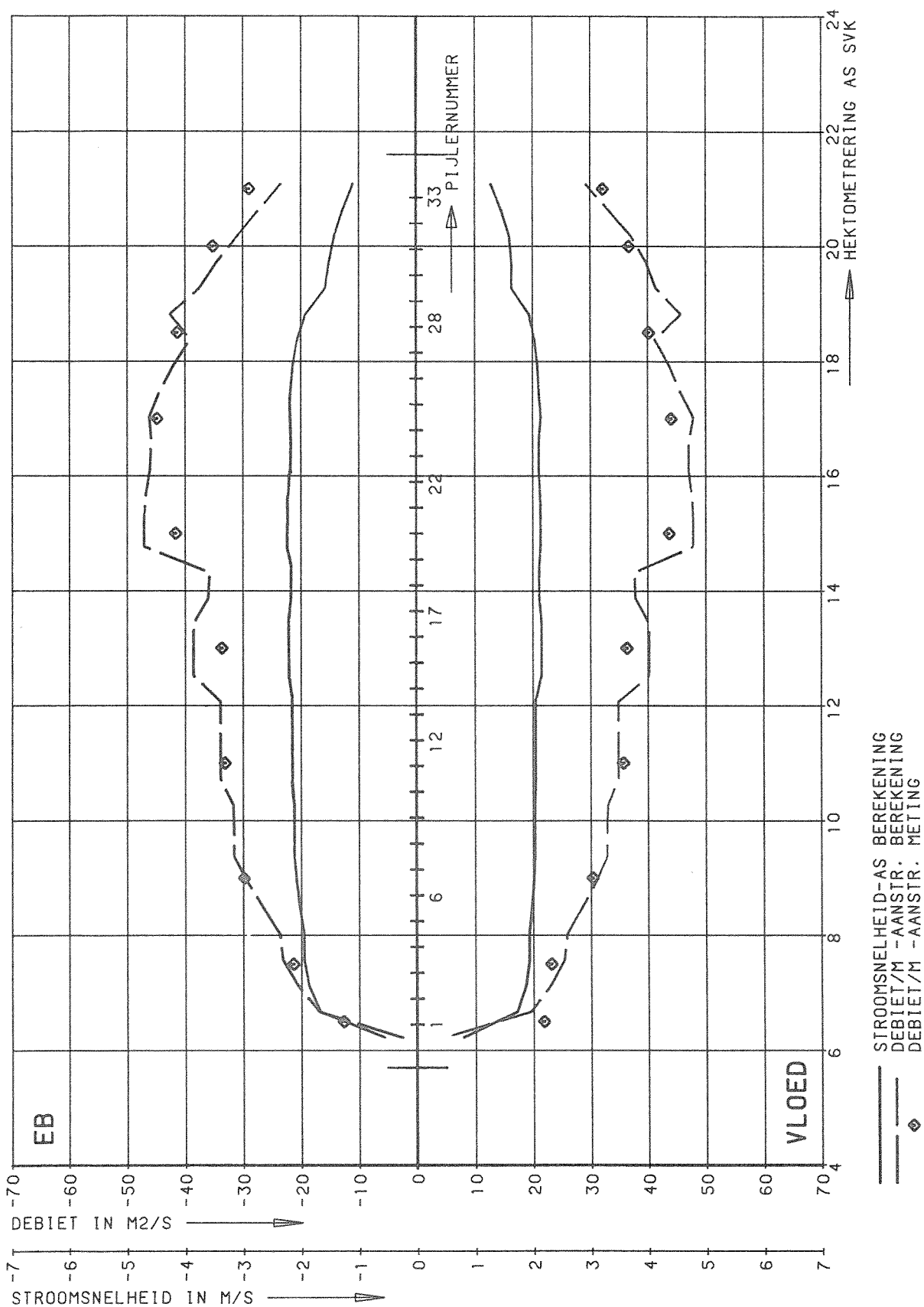
T329

ROOMPOT

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.31



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

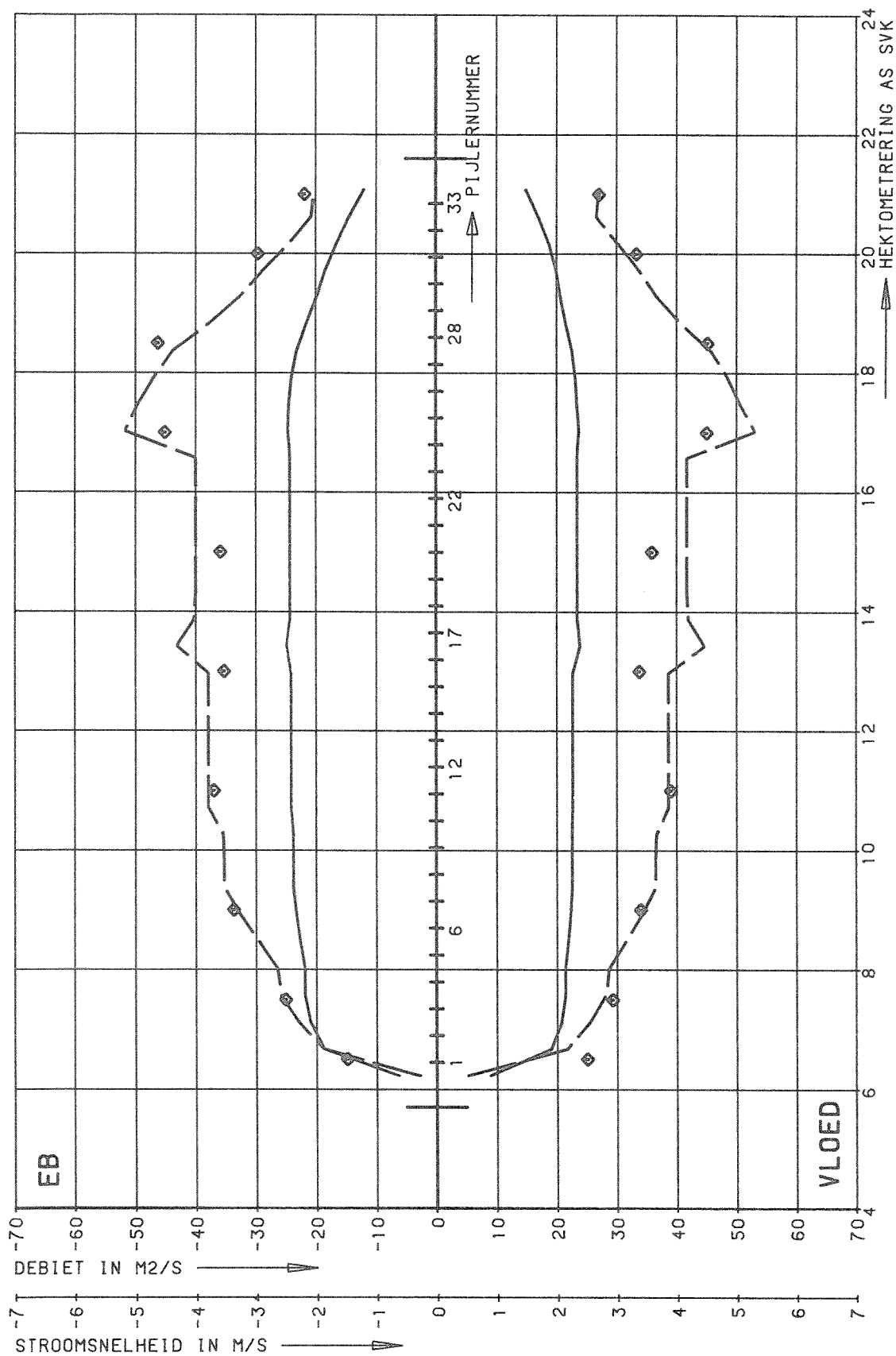
T330

ROOMPOT

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.32



— STROOMSNELHEID-AS BEREKENING
 - - - DEBIET/M -AANSTR. BEREKENING
 ◆ DEBIET/M -AANSTR. METING

DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

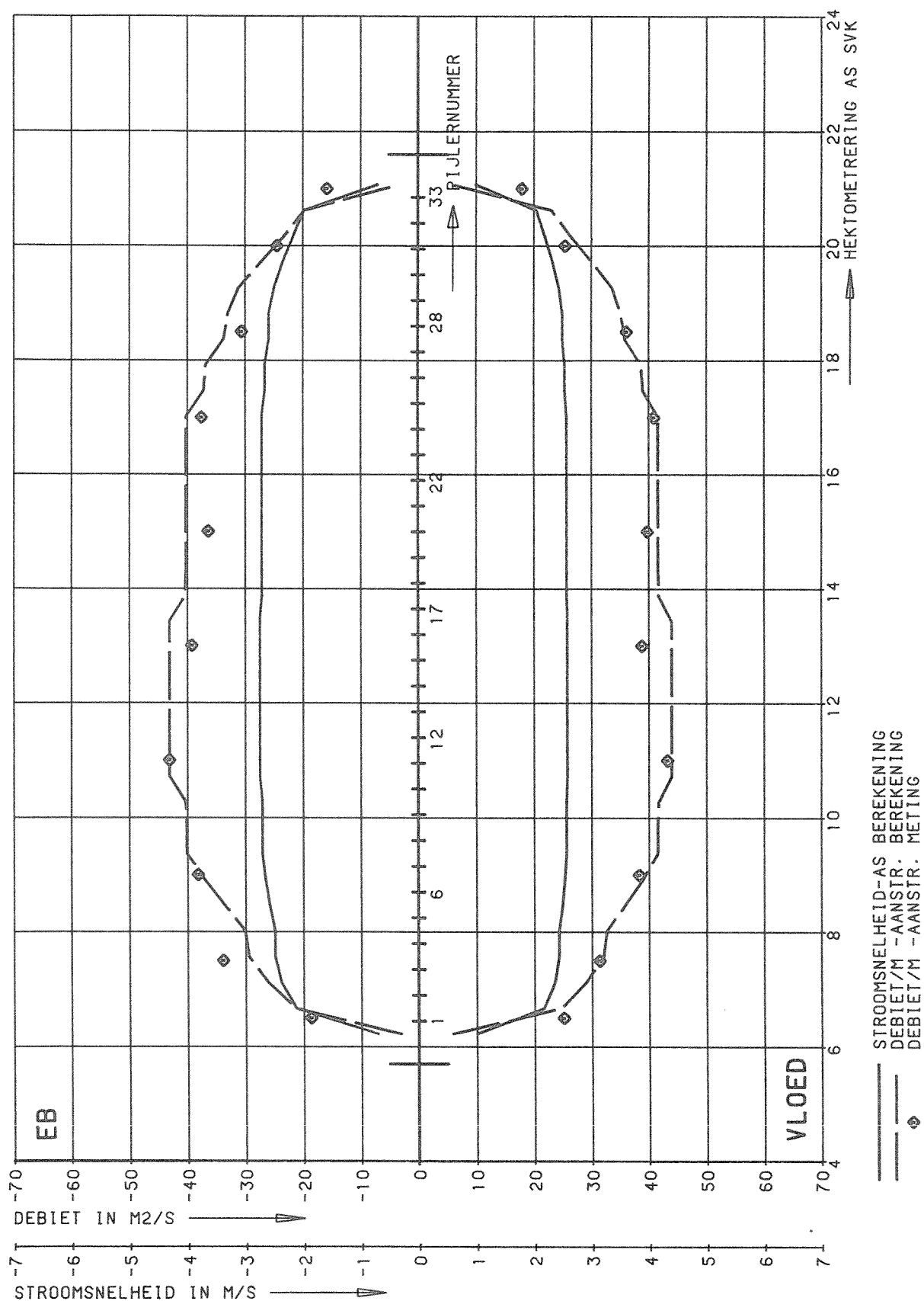
T331

ROOMPOT

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.33



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

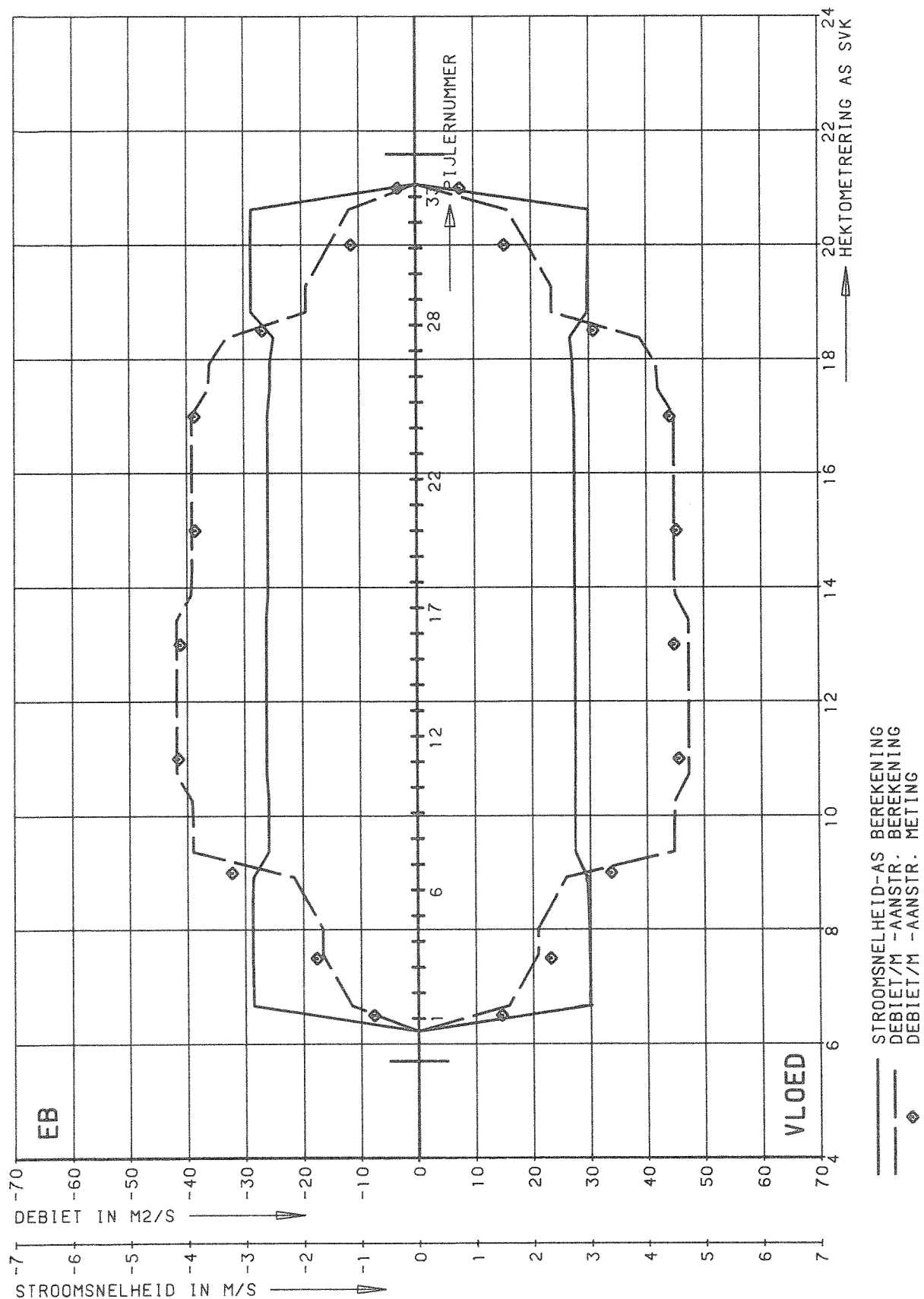
T332

ROOMPOT

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.34



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

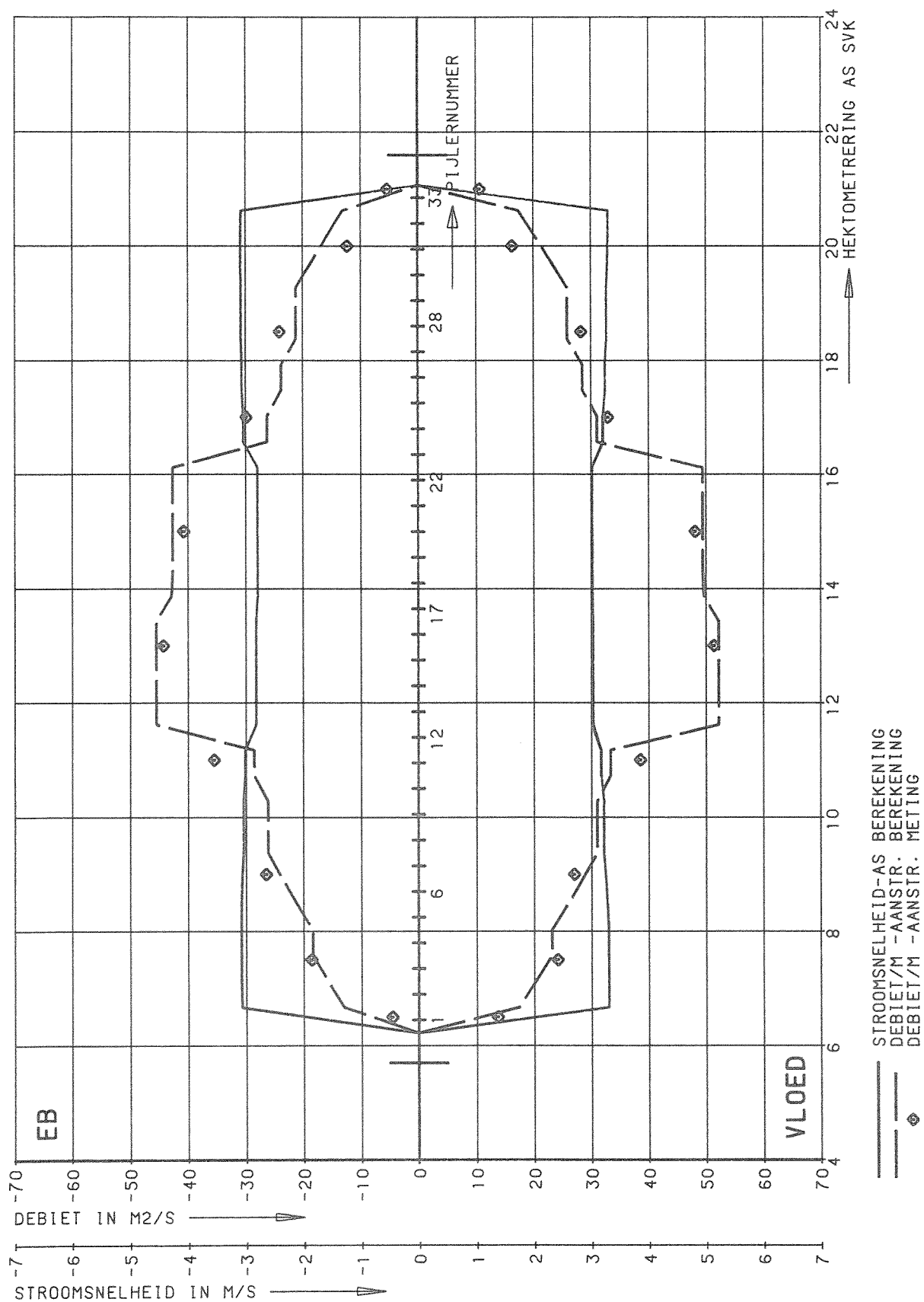
T333

ROOMPOT

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.35



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

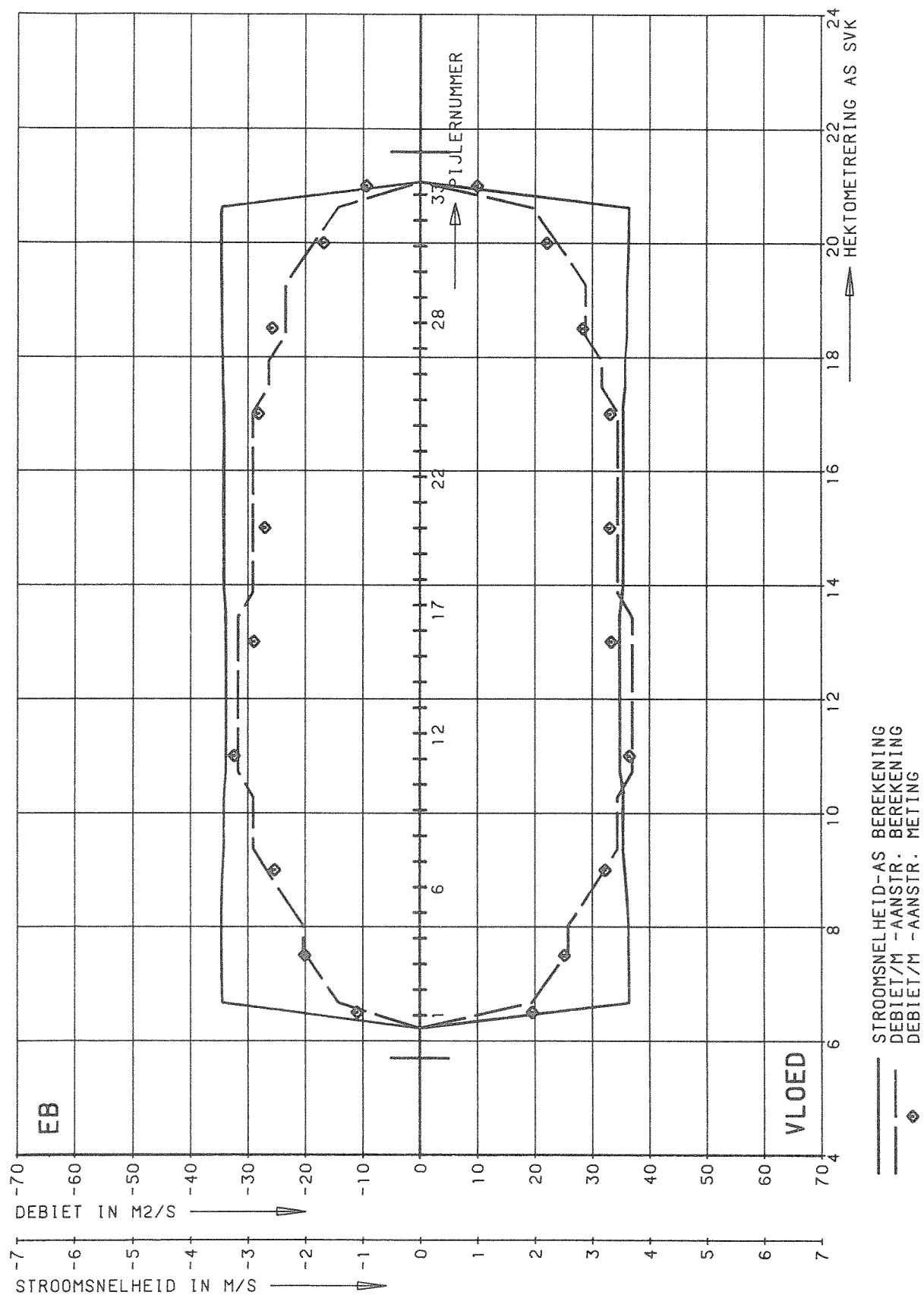
T334

ROOMPOT

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.36



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

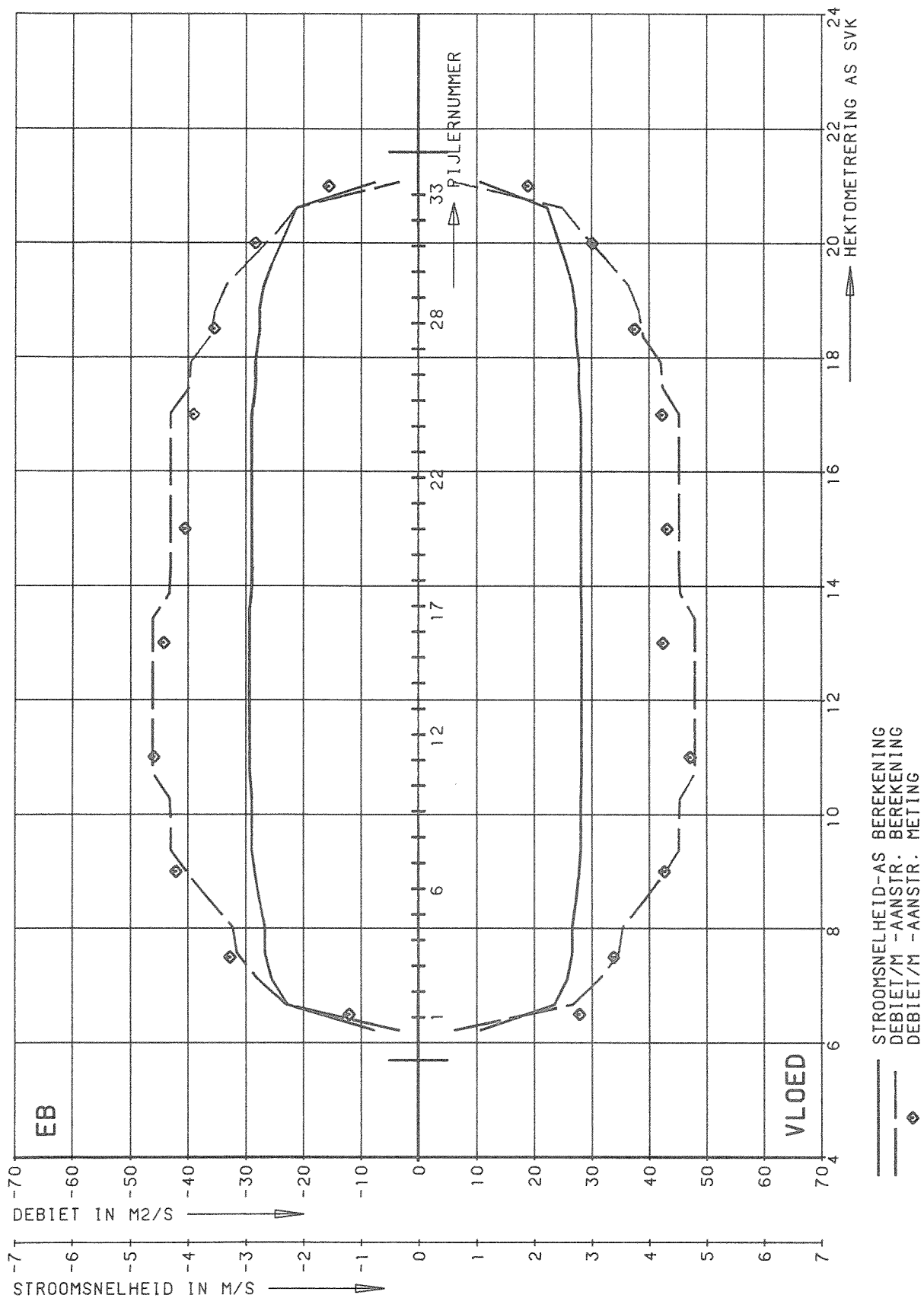
T335

ROOMPOT

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.37



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

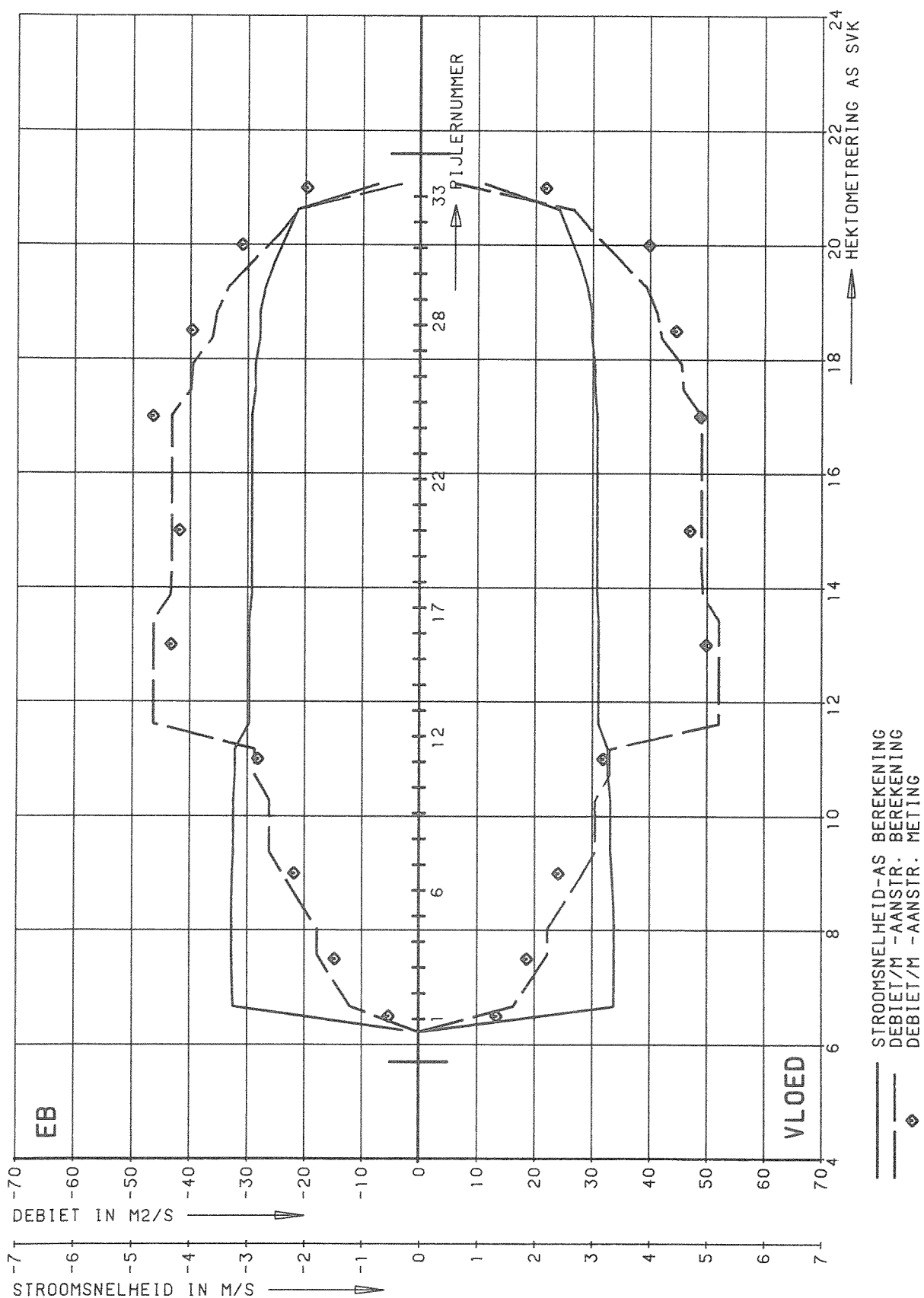
T337

ROOMPOT

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1757

FIG.38



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

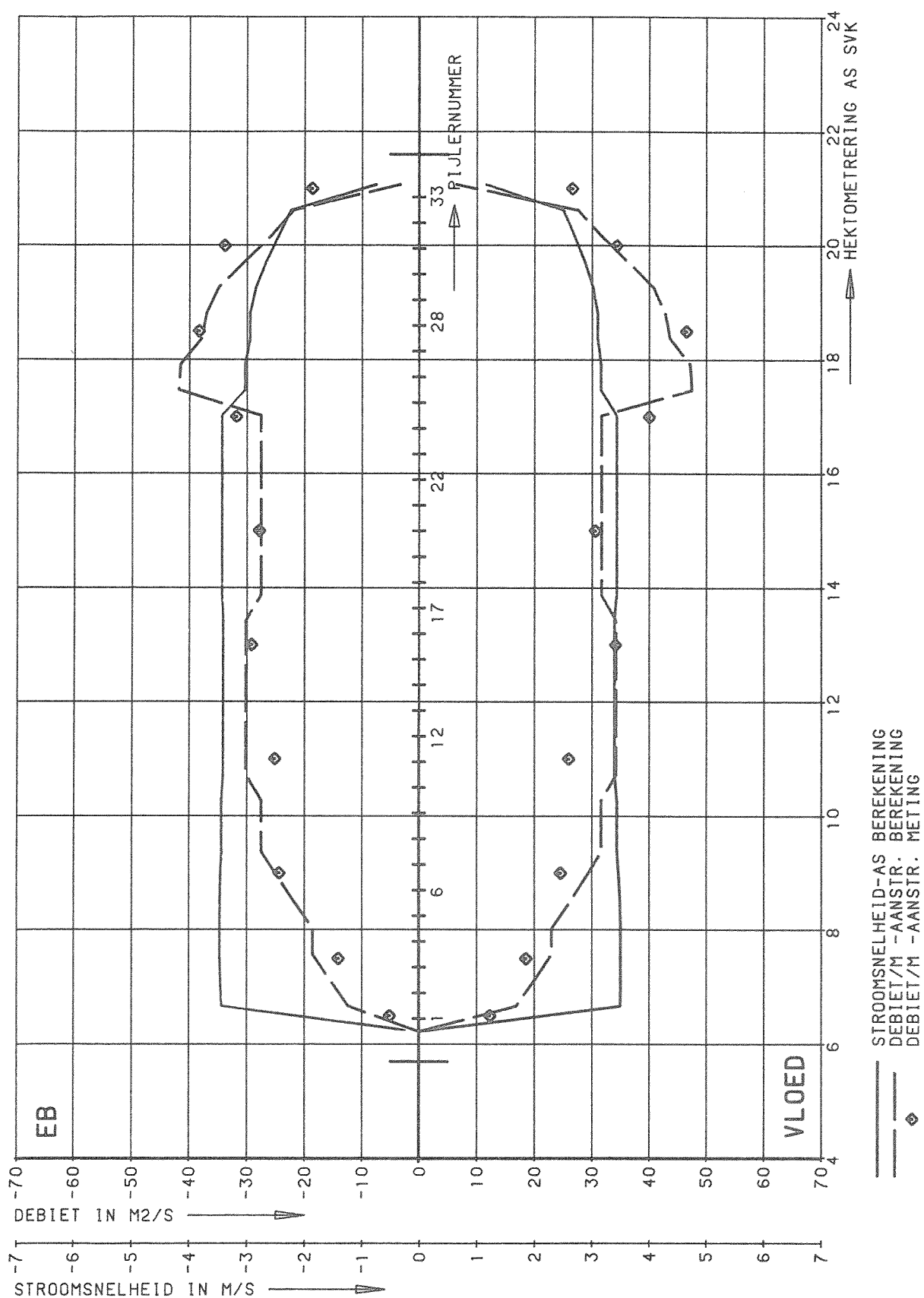
T338

ROOMPOT

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1757

FIG.39



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

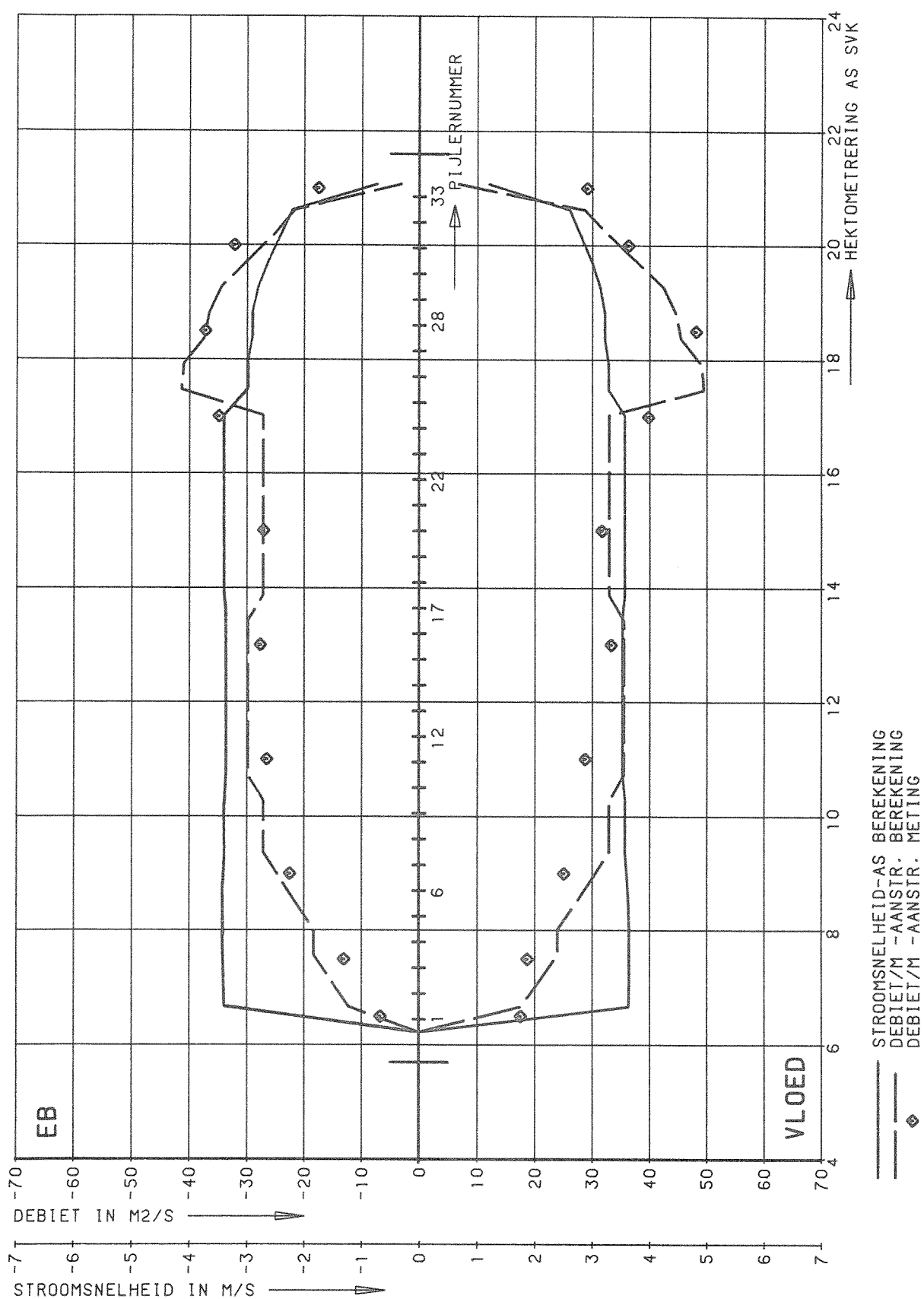
T339

ROOMPOT

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1757

FIG.40



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

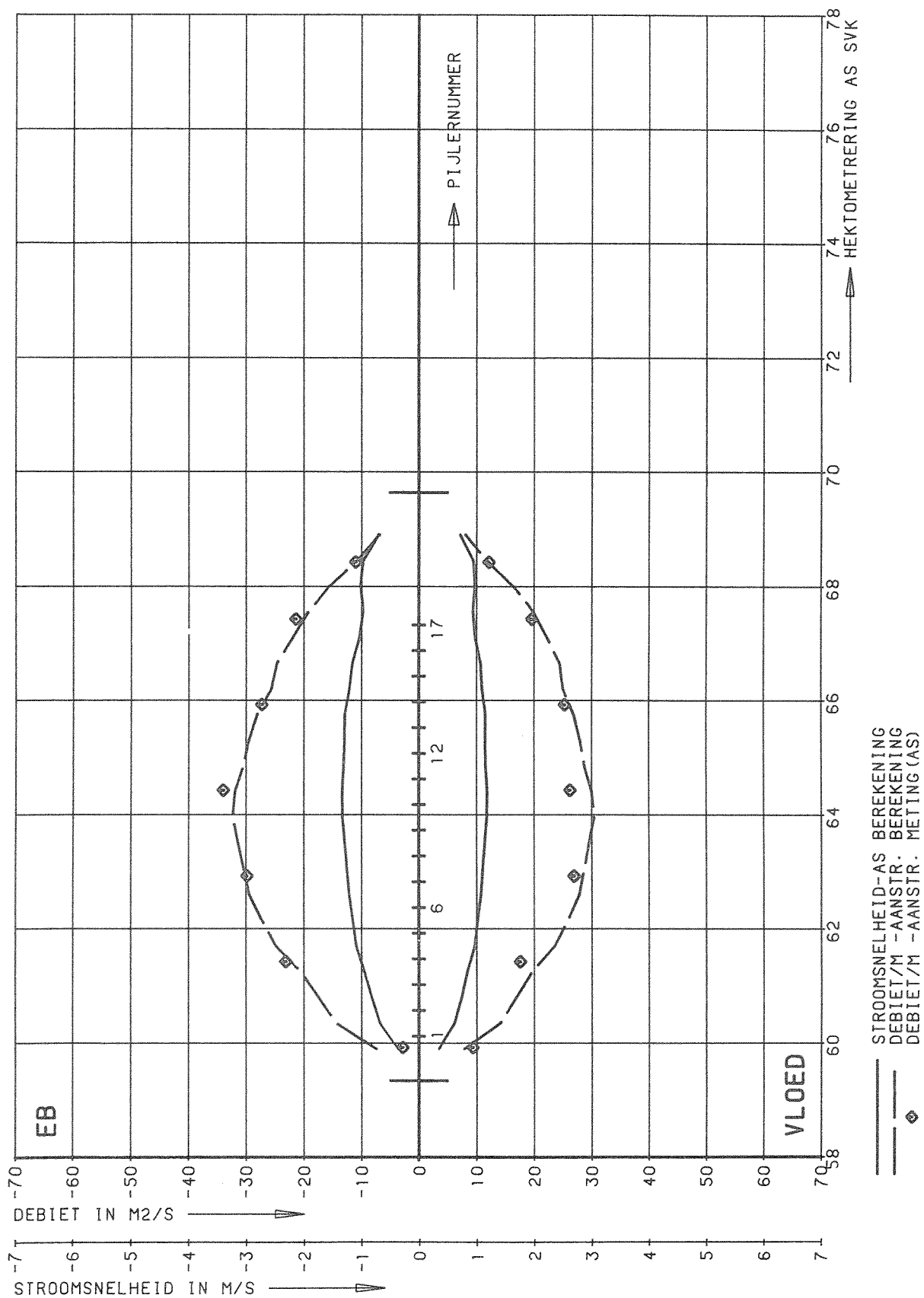
T343

ROOMPOT

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1757

FIG.41



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

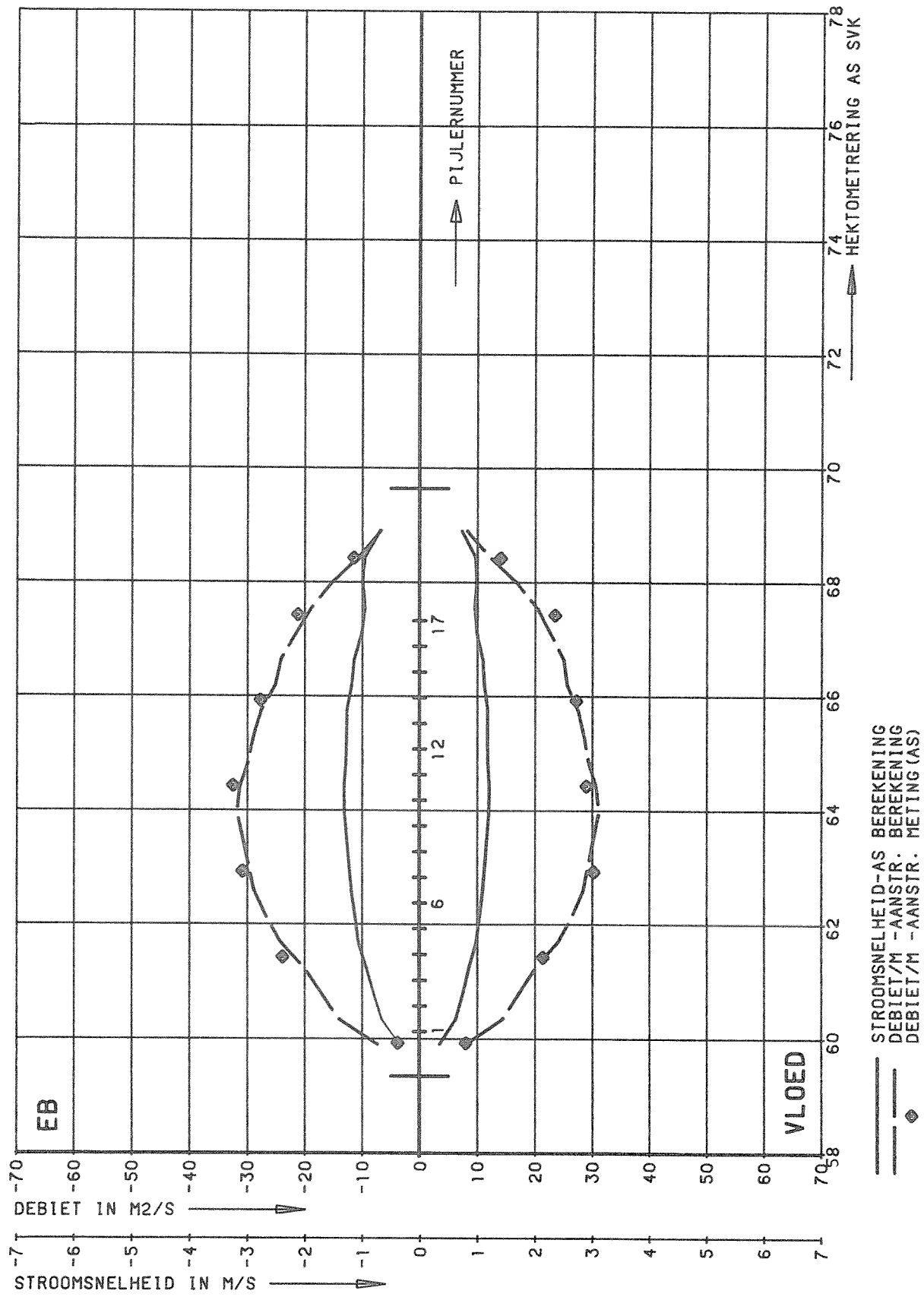
T325

SCHAAR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.42



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

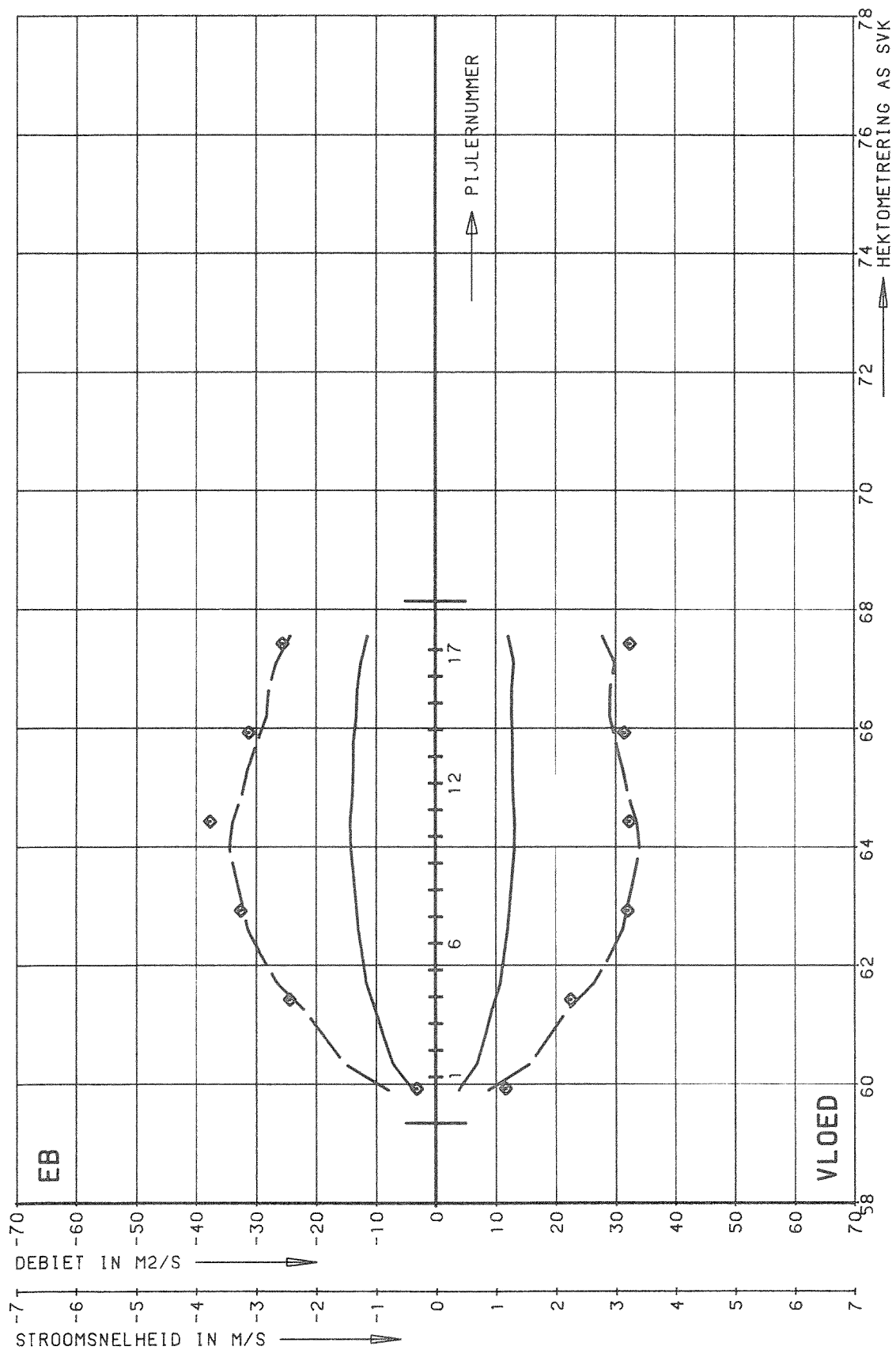
T326

SCHAAR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.43



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

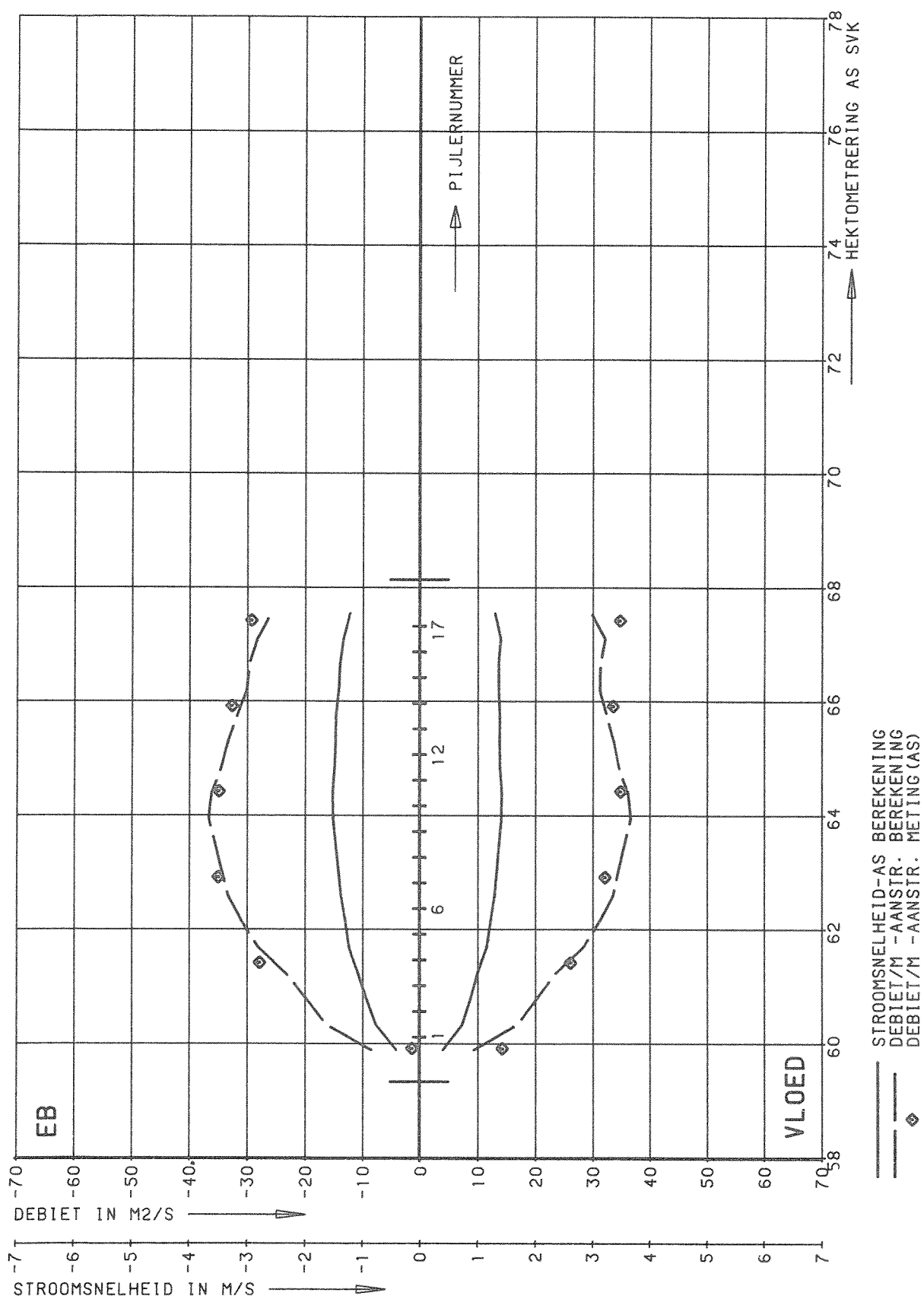
T327

SCHAAR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.44



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

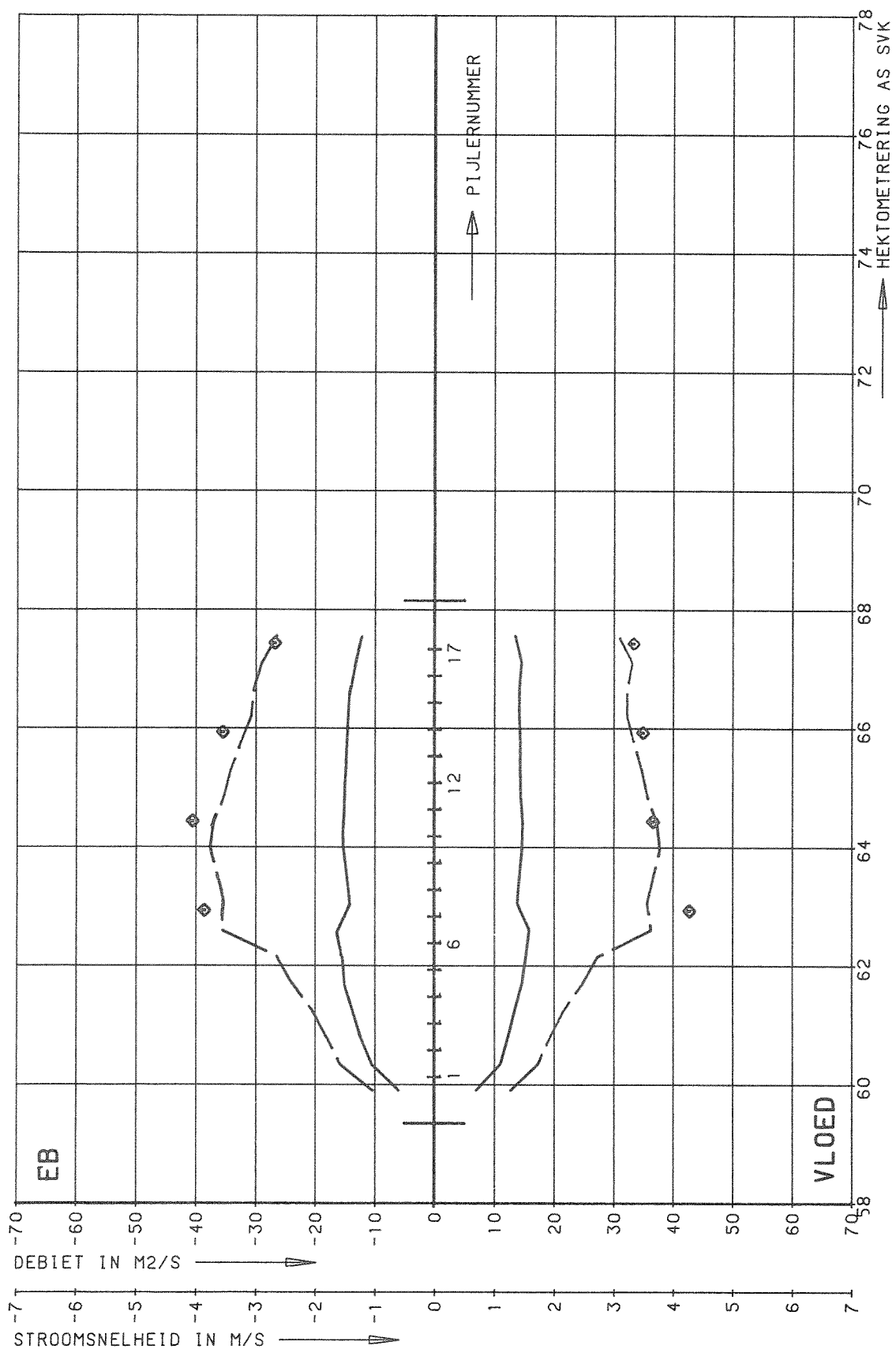
T328

SCHAAR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.45



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

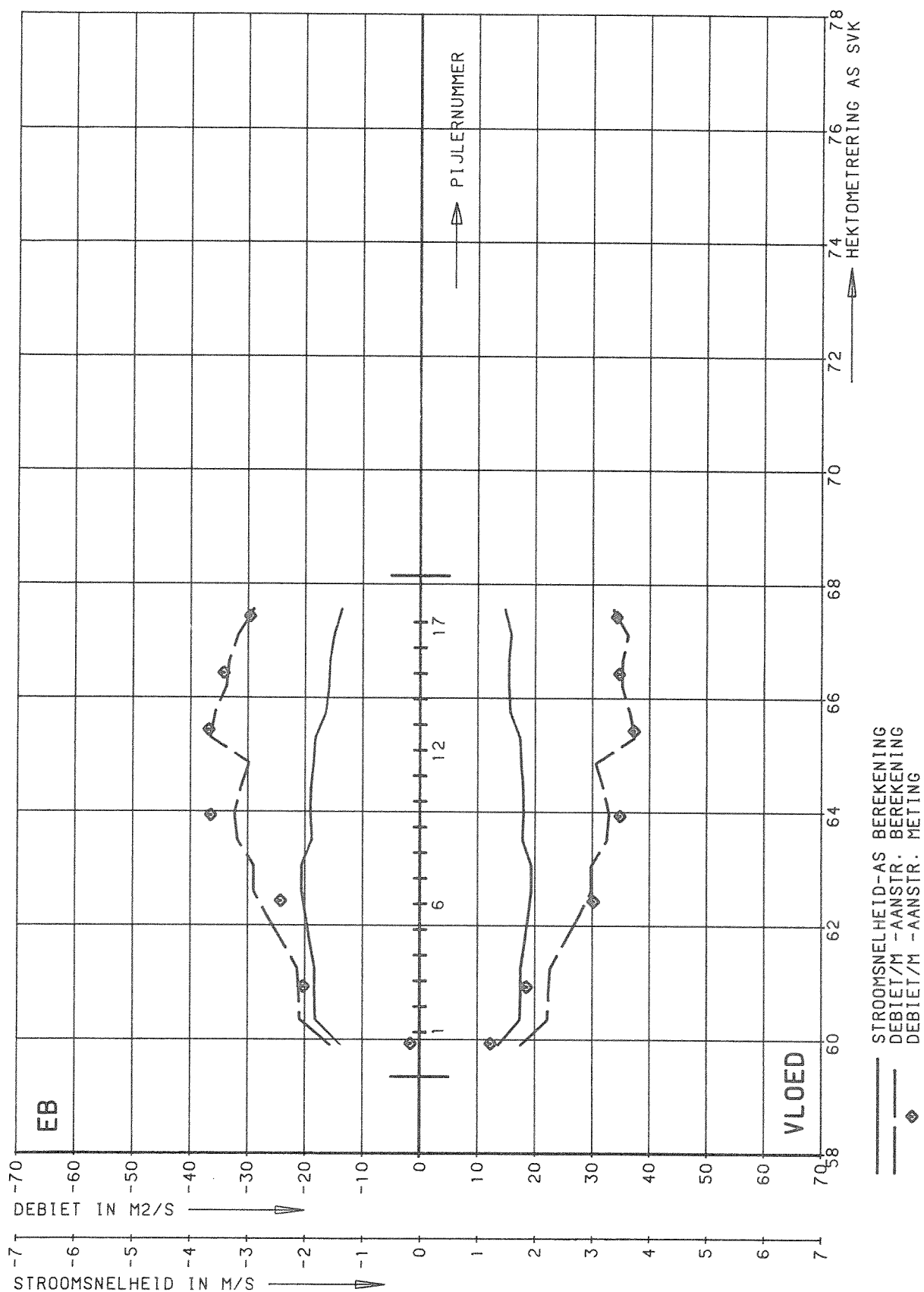
T329

SCHAAR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.46



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

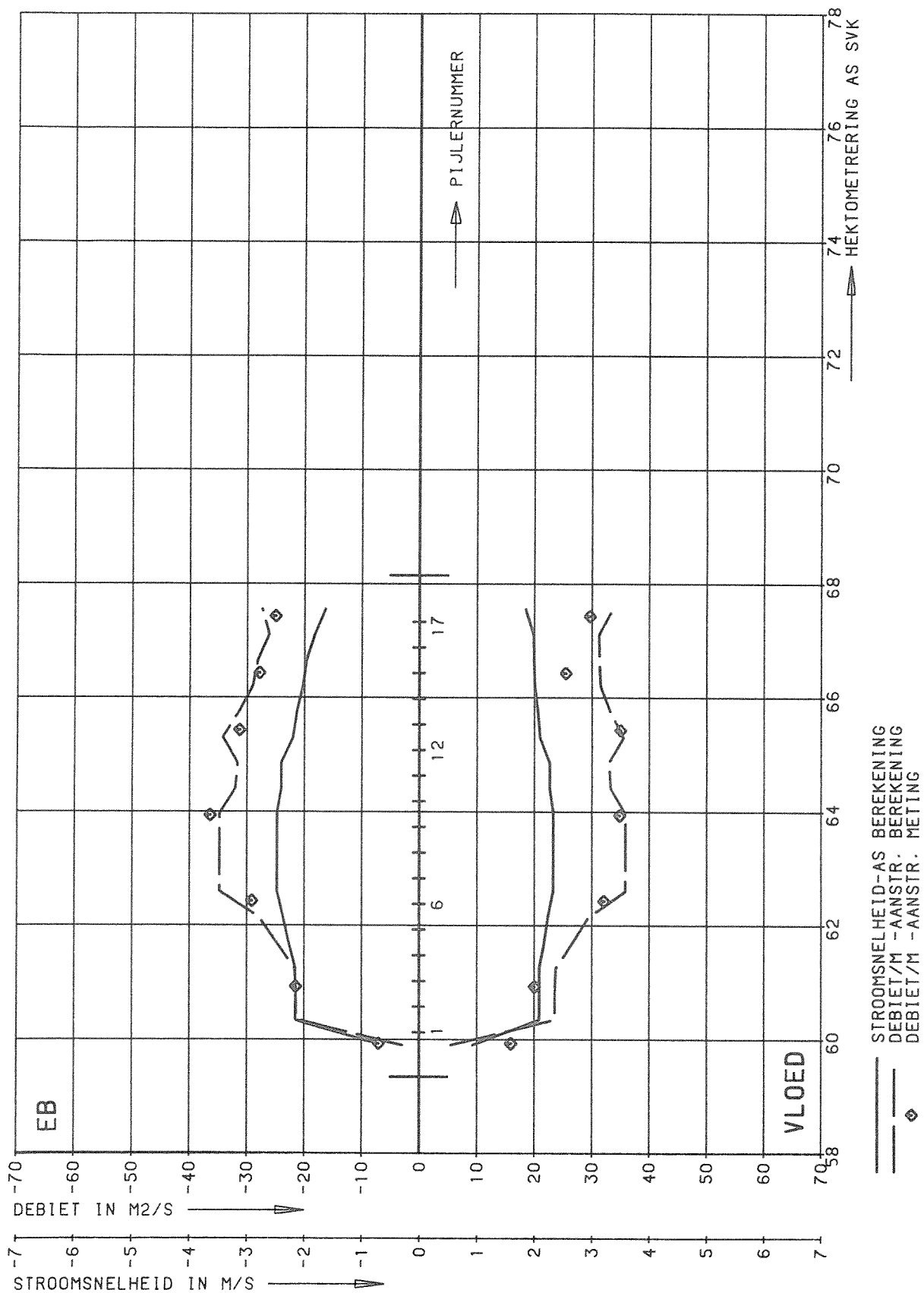
T330

SCHAAR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.47



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

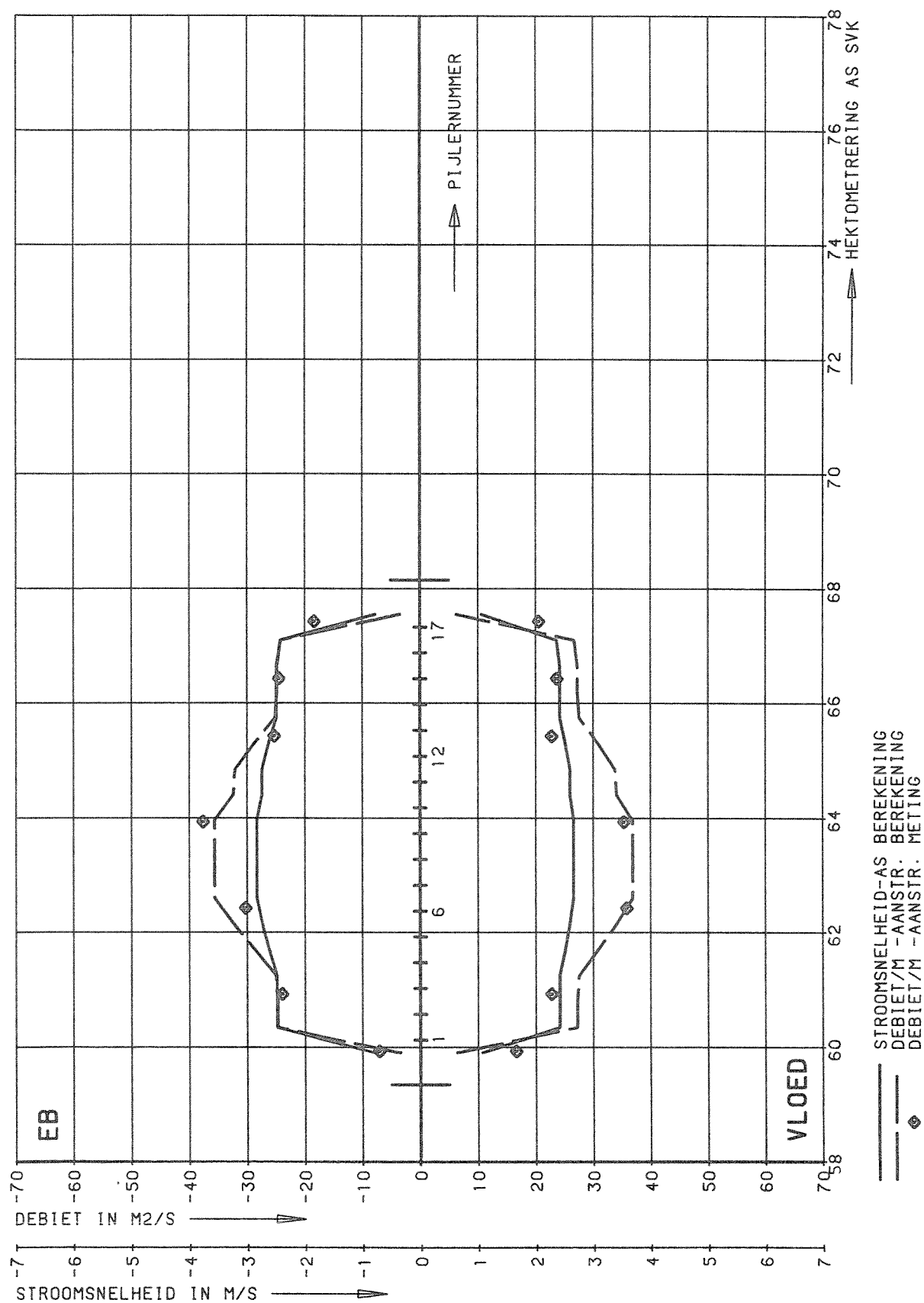
T331

SCHAAR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG. 48



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

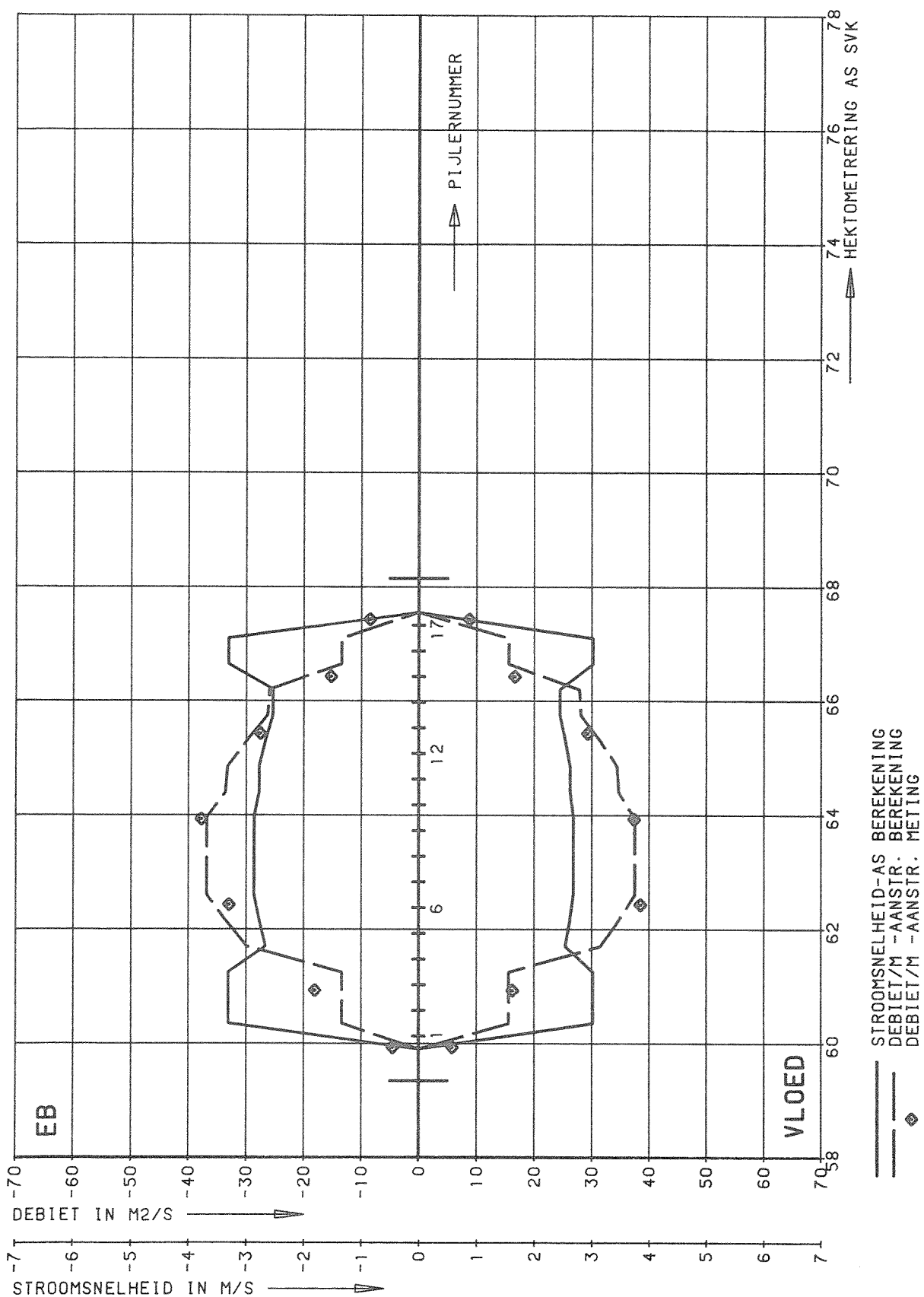
T332

SCHAAR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.49



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

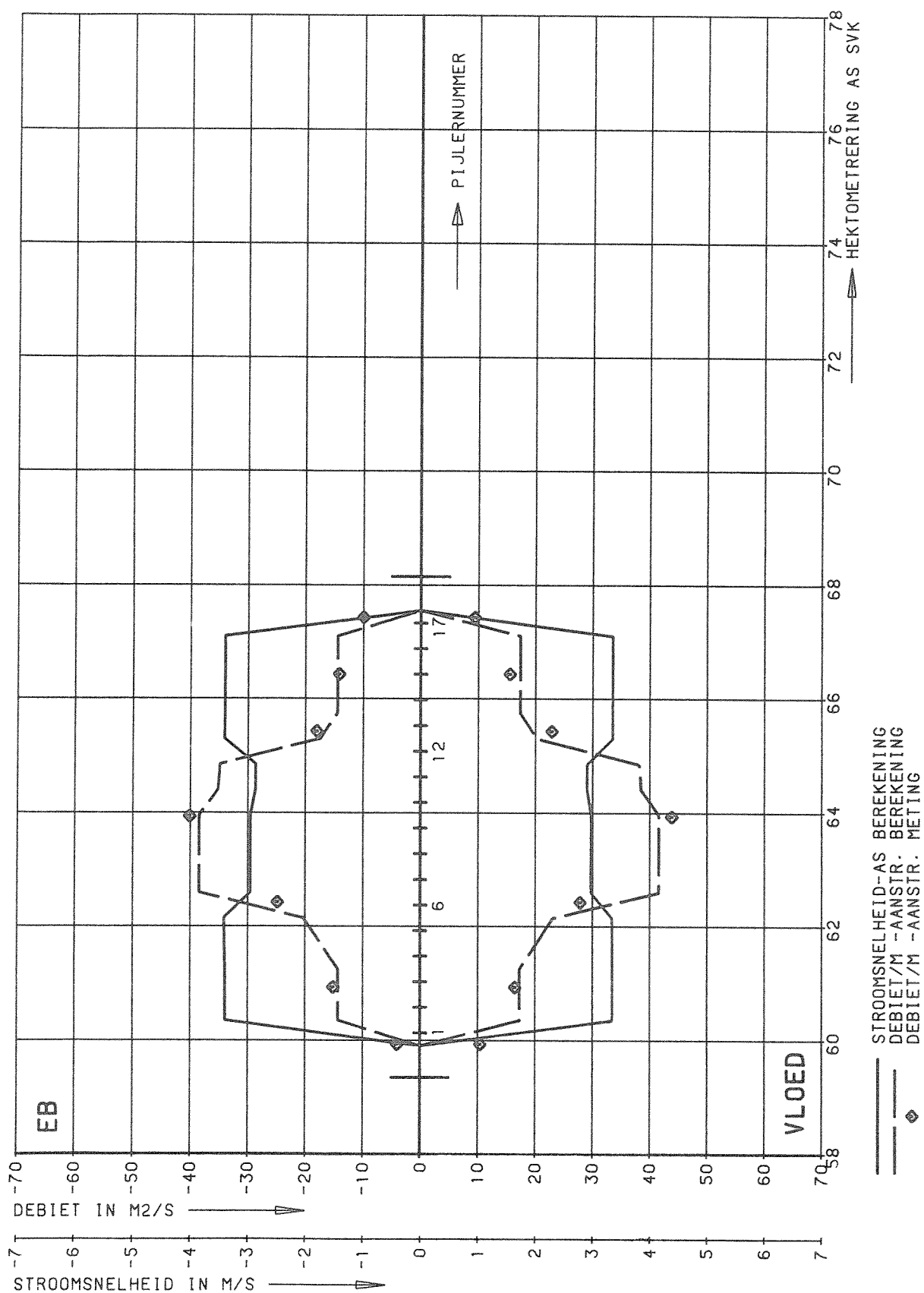
T333

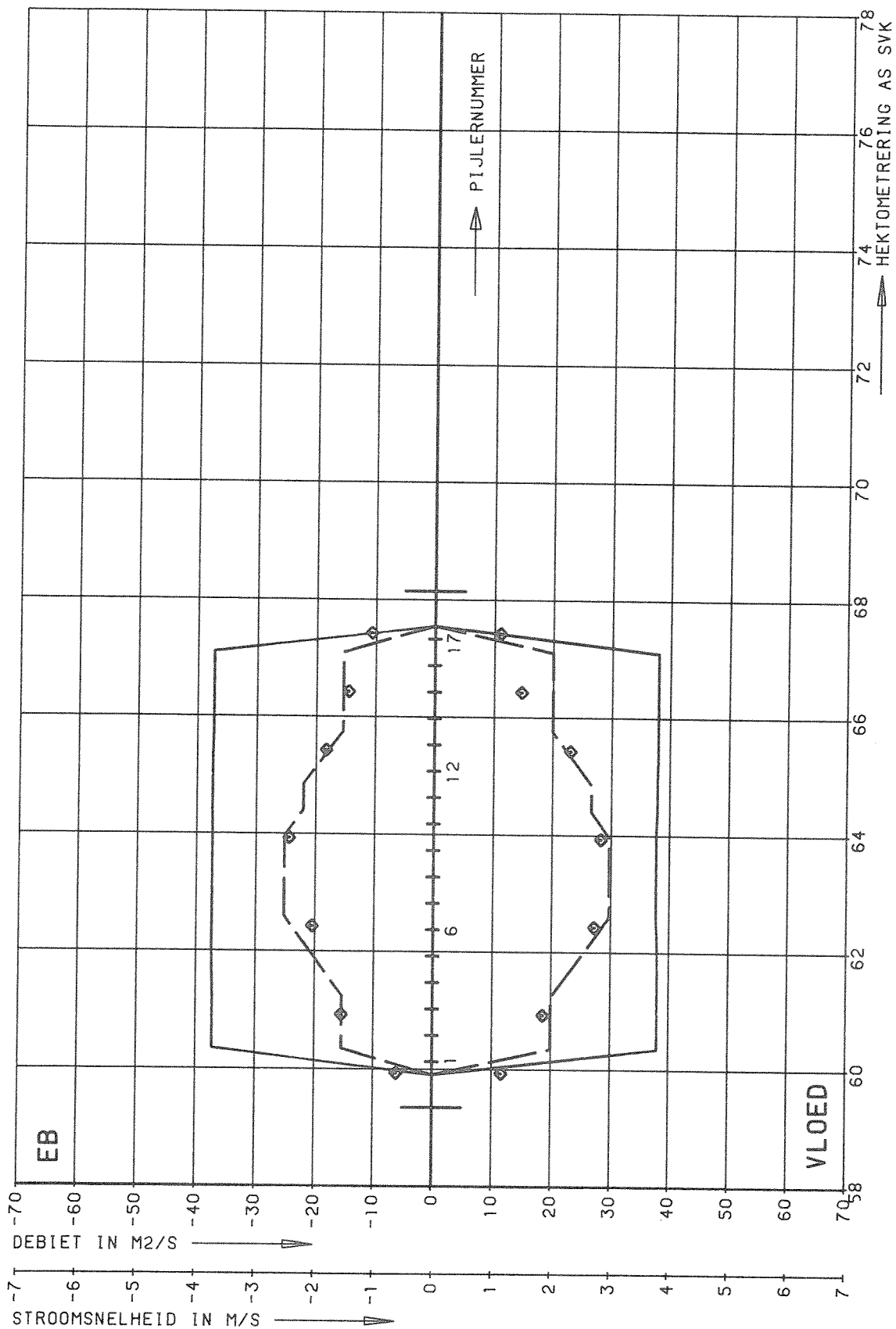
SCHAAR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.50





DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

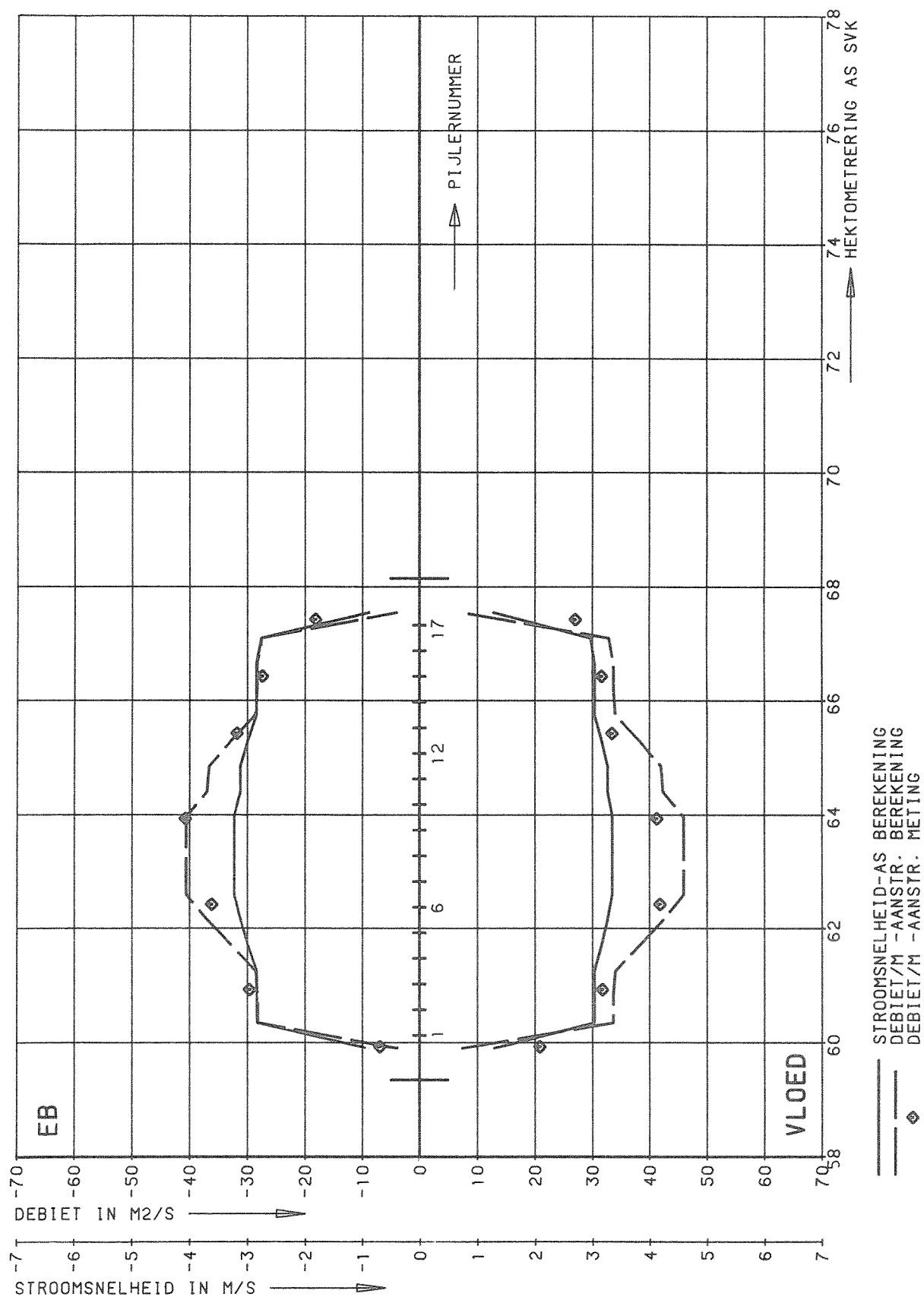
T335

SCHAAR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.52



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

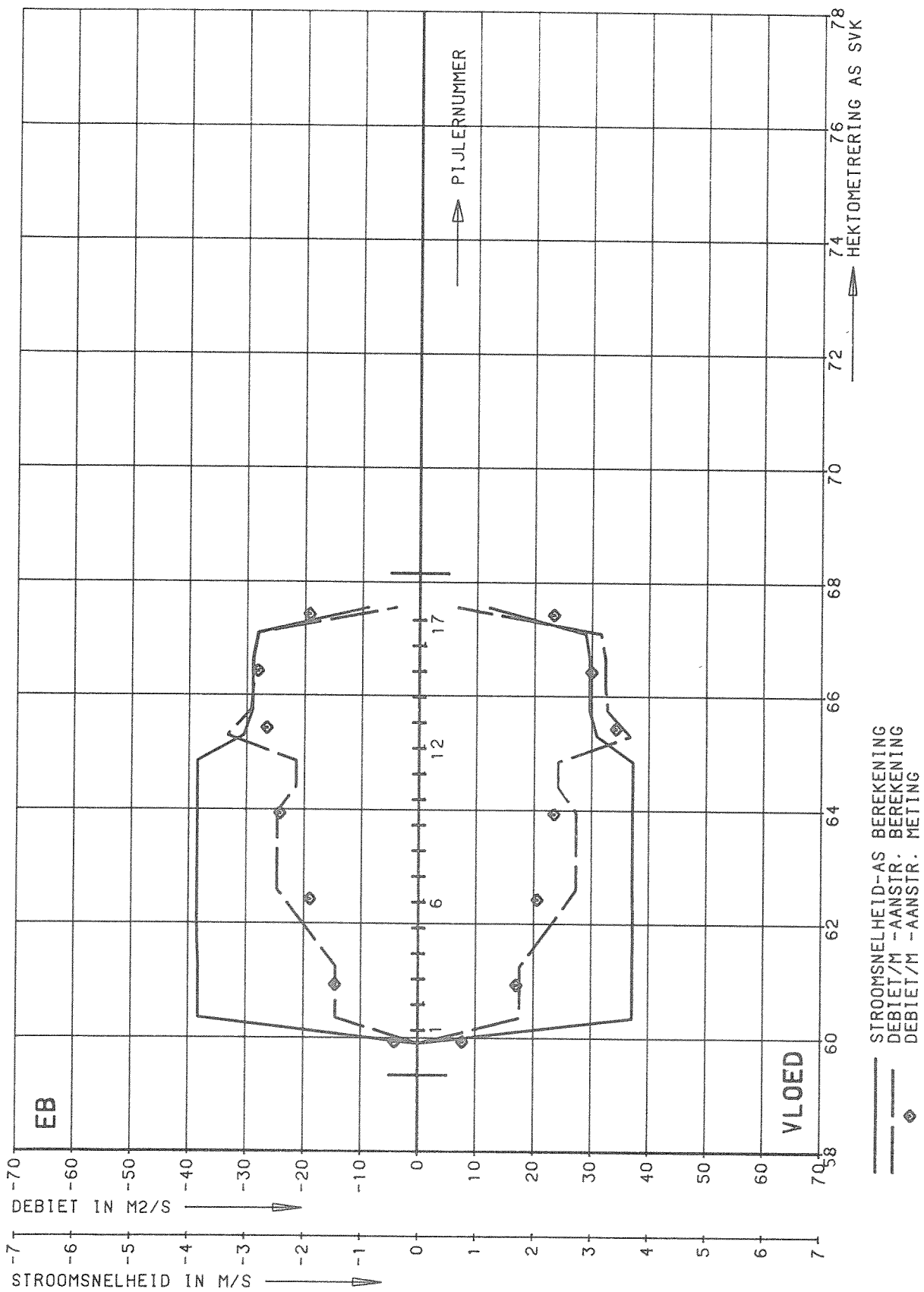
T336

SCHAAR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1757

FIG.53



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

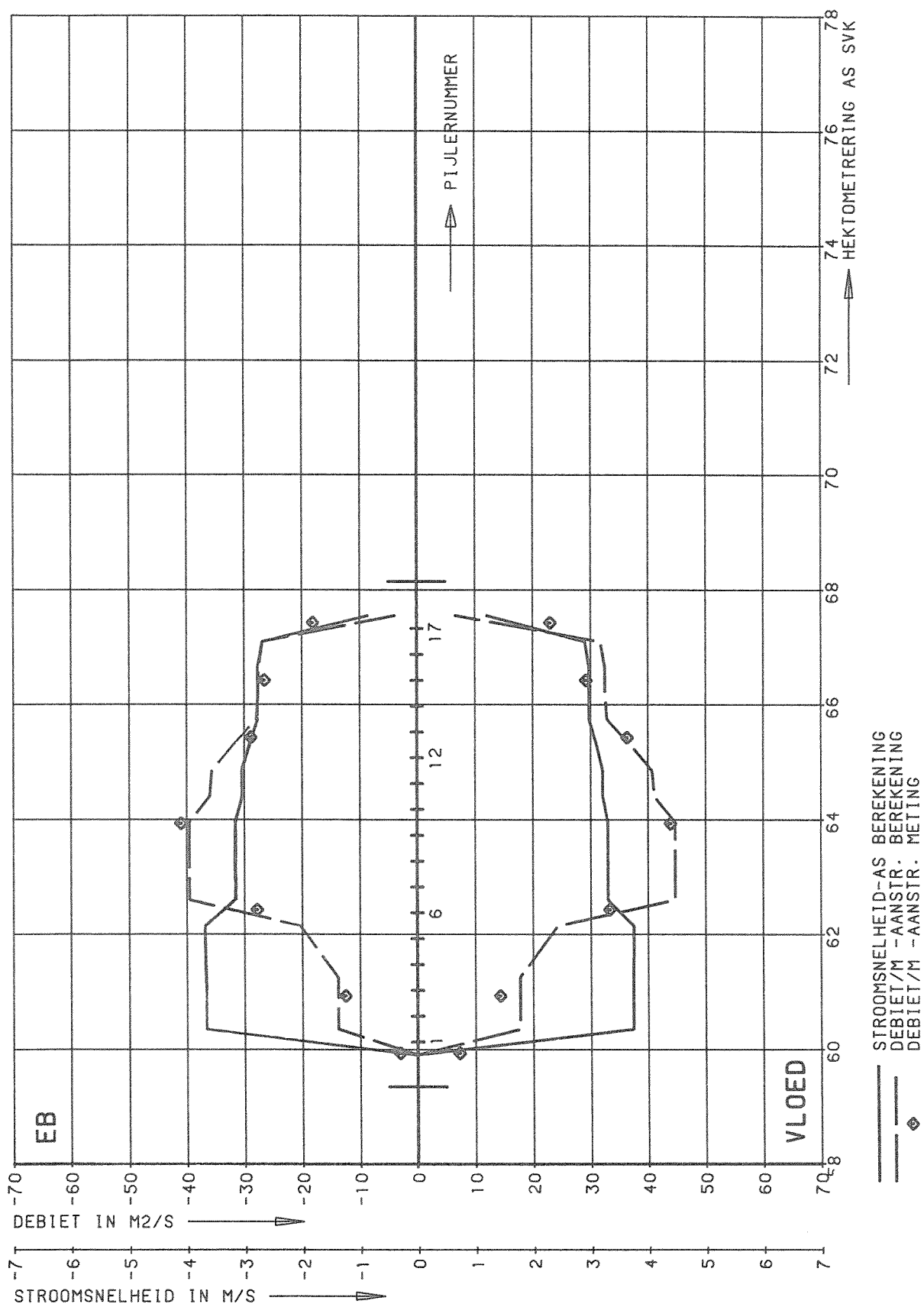
T338

SCHAAR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1757

FIG.54



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

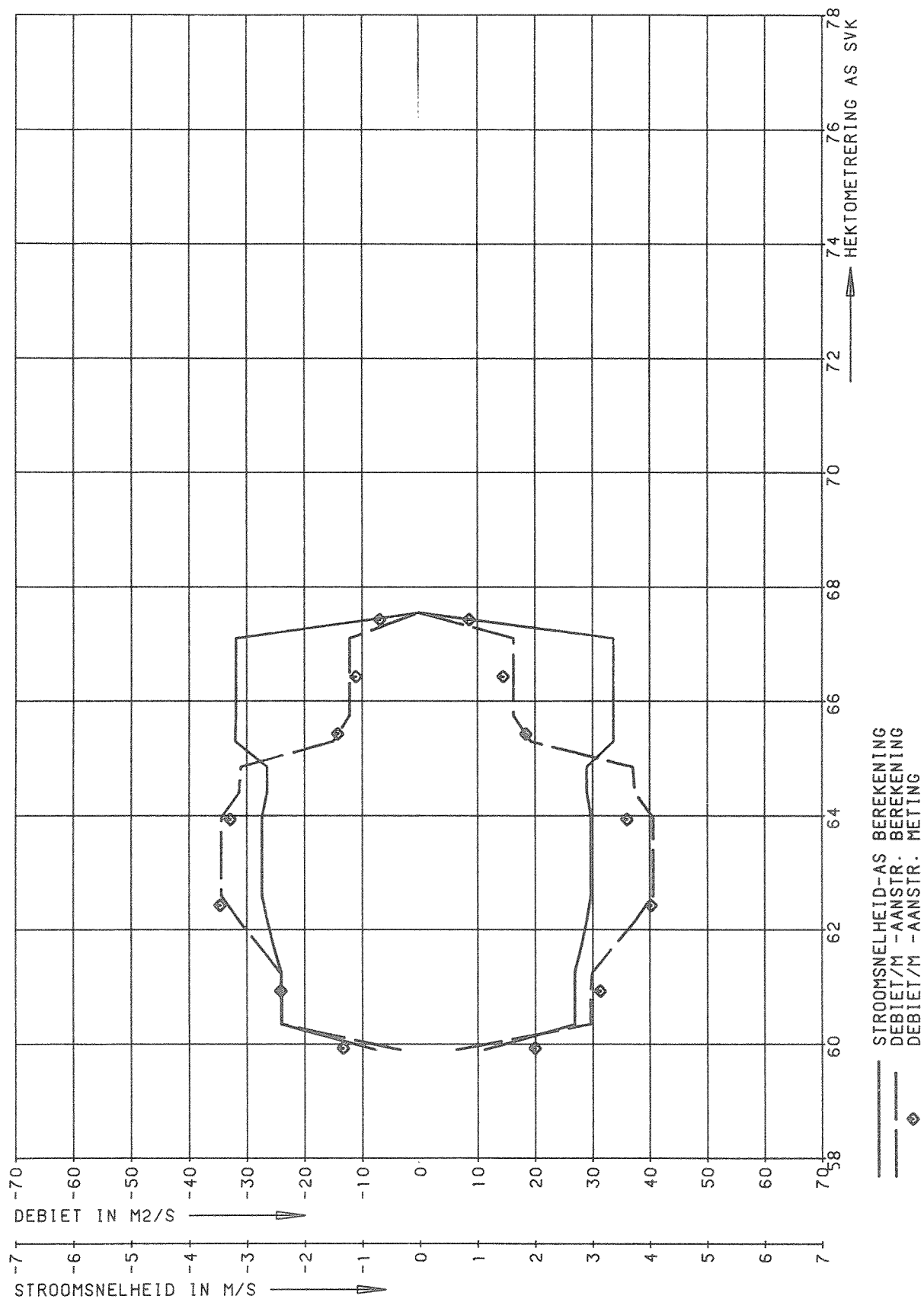
T339

SCHAAR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1757

FIG.55



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

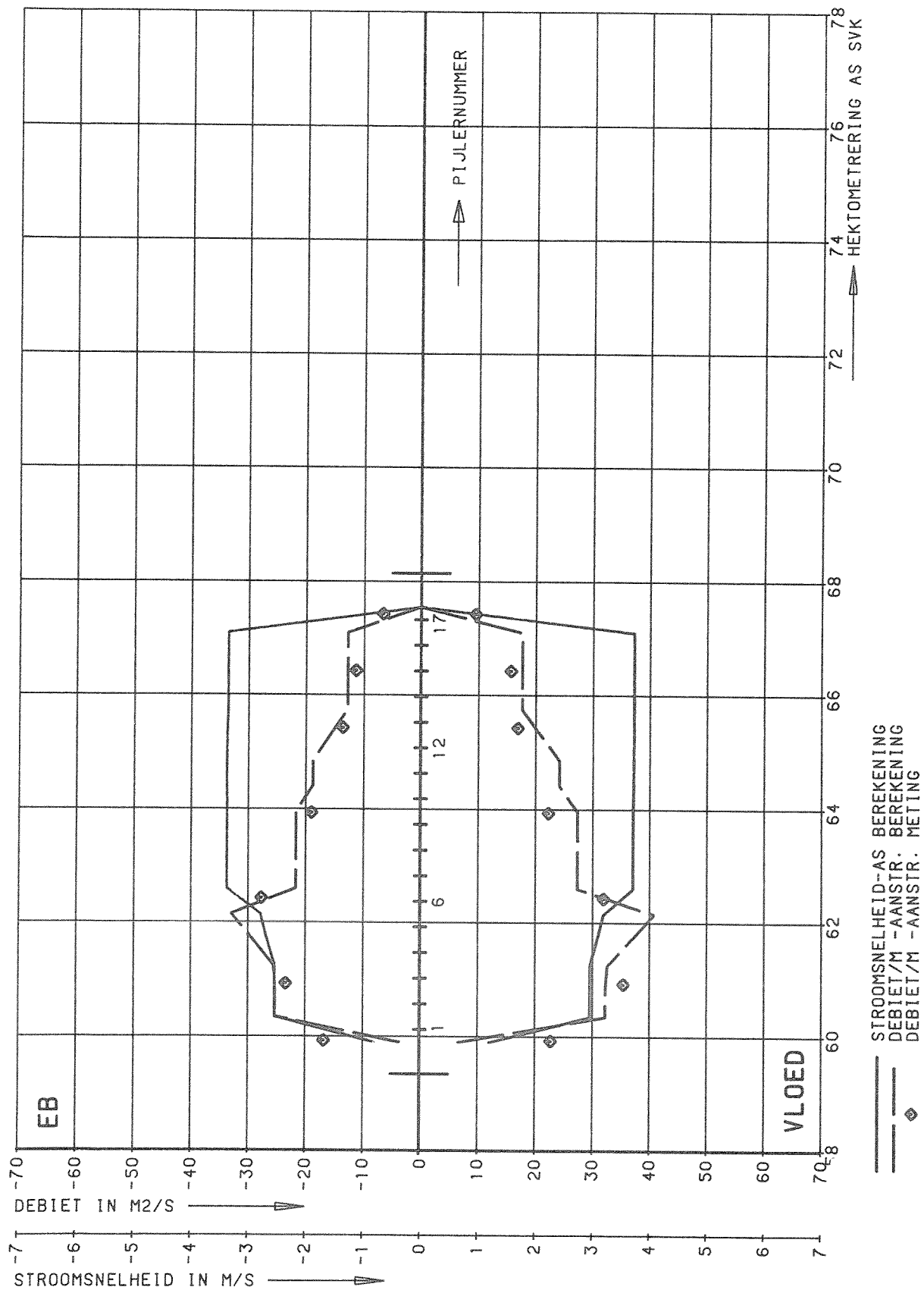
T340

SCHAAR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1757

FIG.56



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

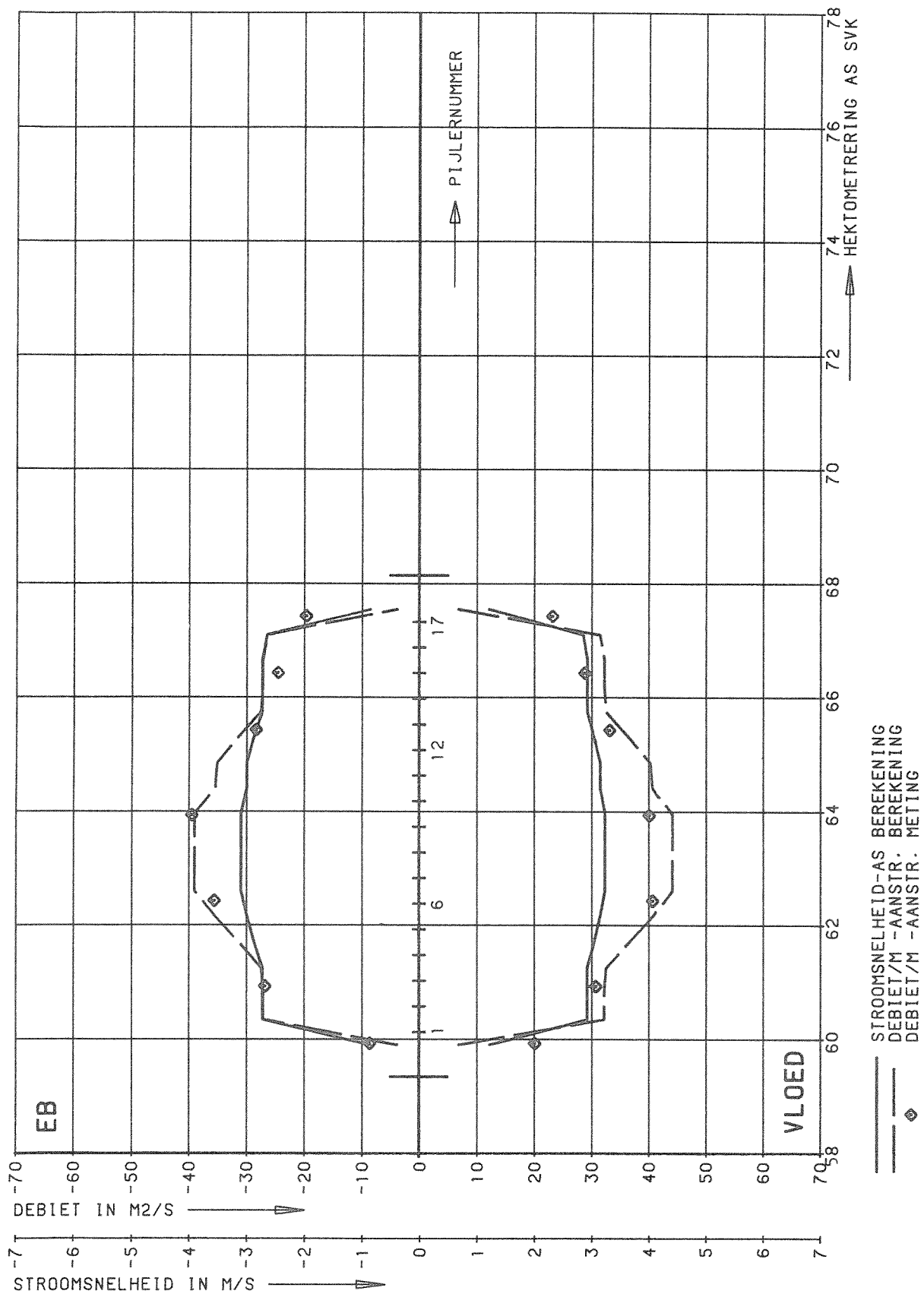
T341

SCHAAR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1757

FIG.57



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

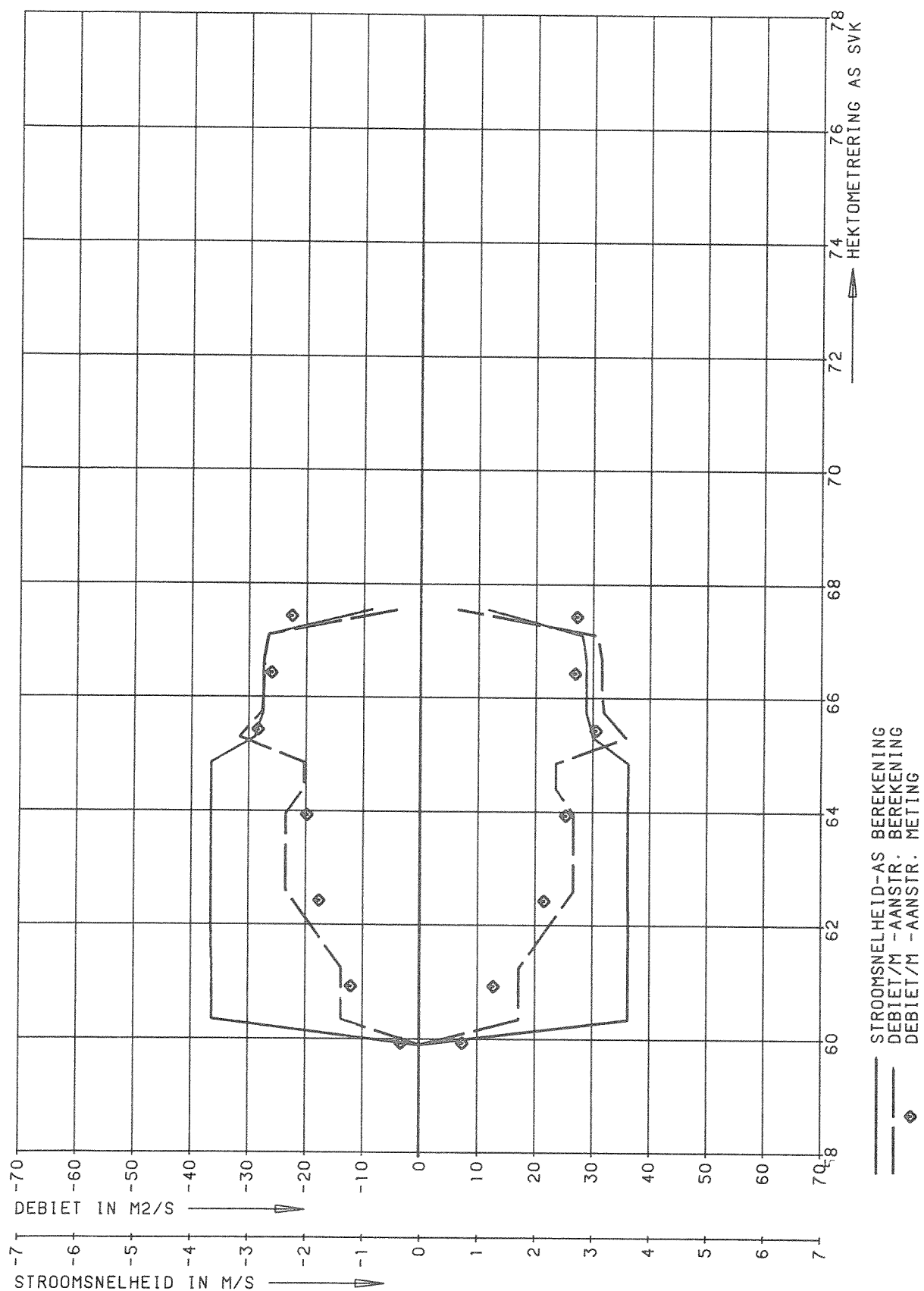
T342

SCHAAR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1757

FIG.58



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

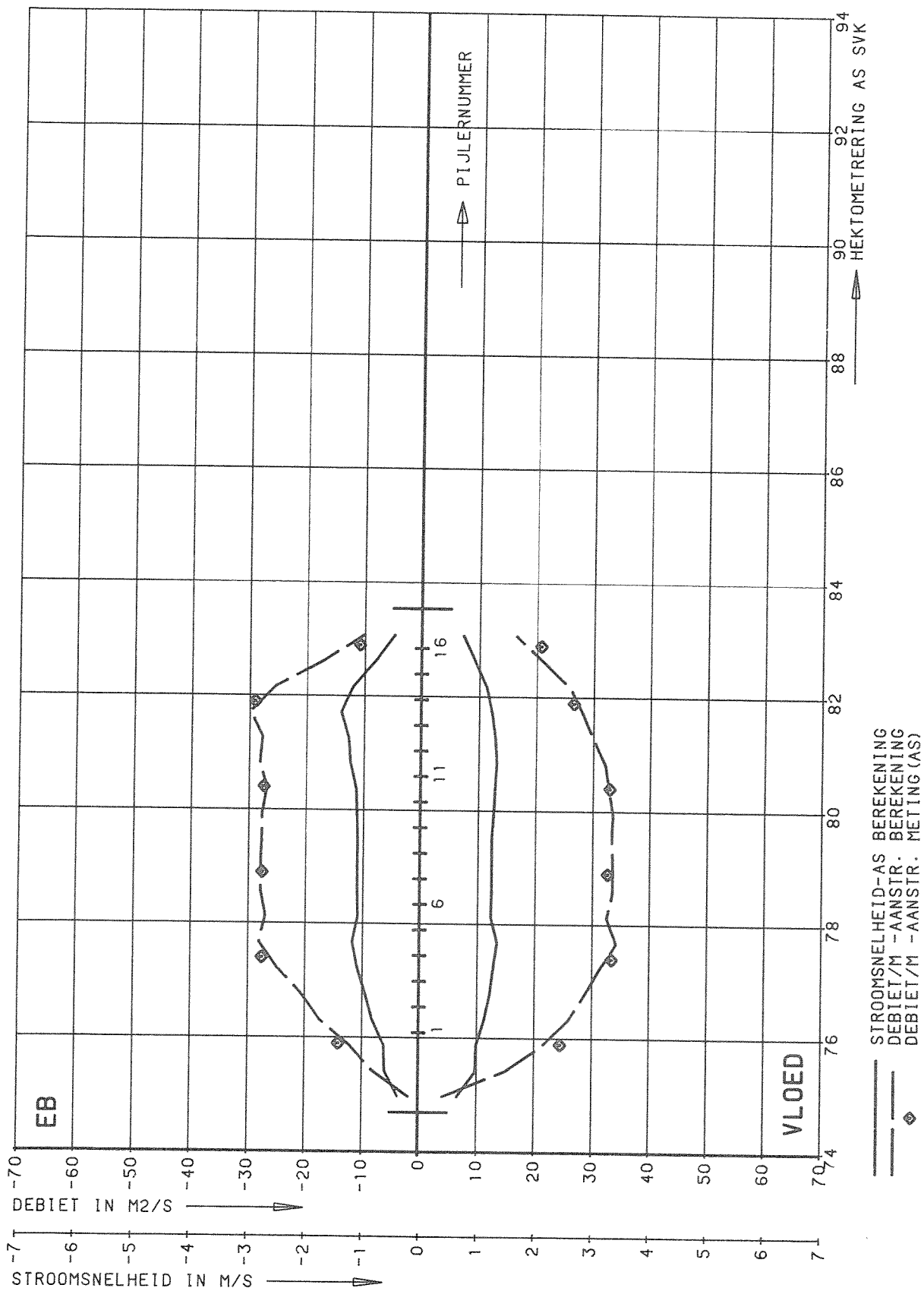
T343

SCHAAR

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1757

FIG.59



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

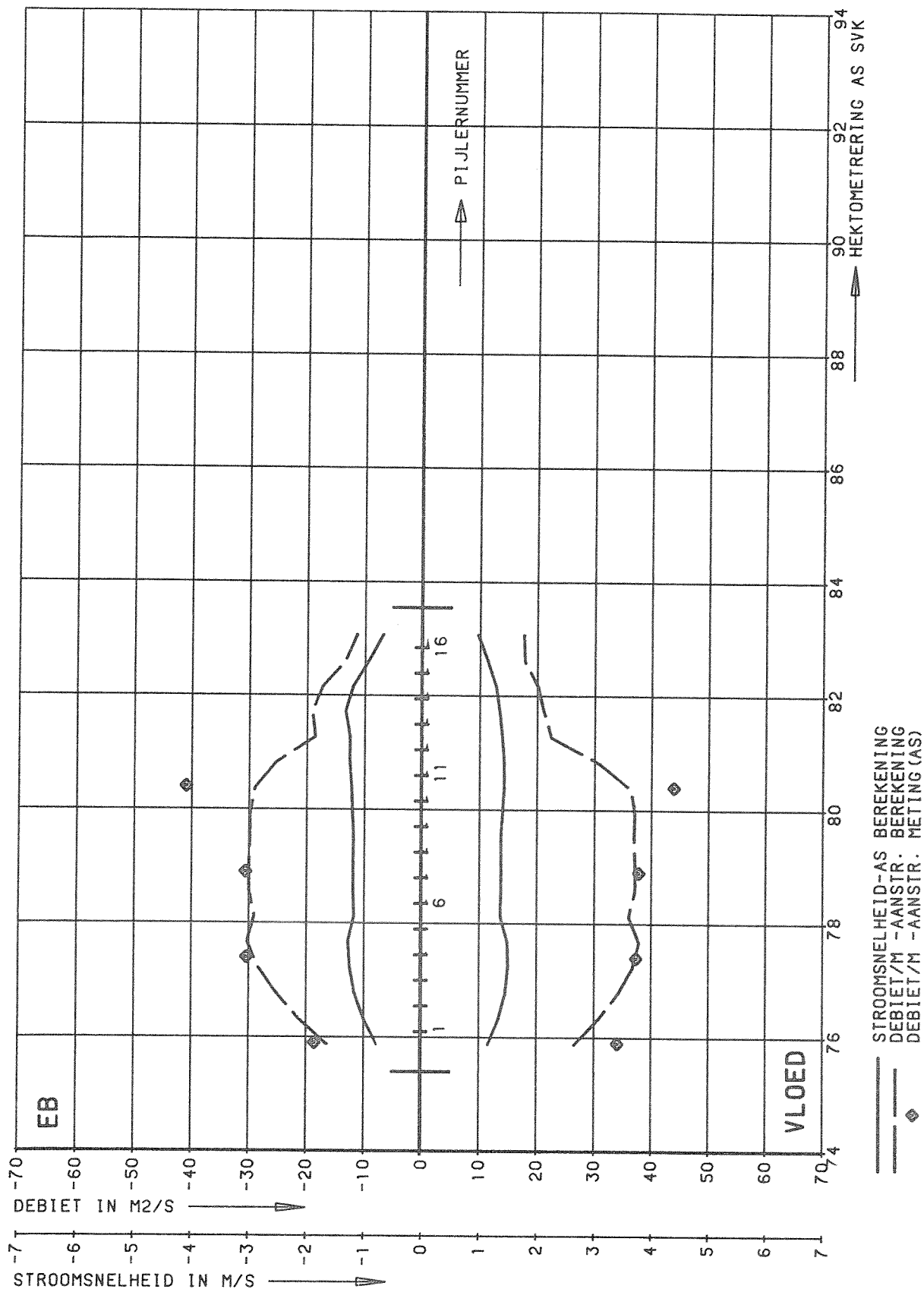
T325

HAMMEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.60



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

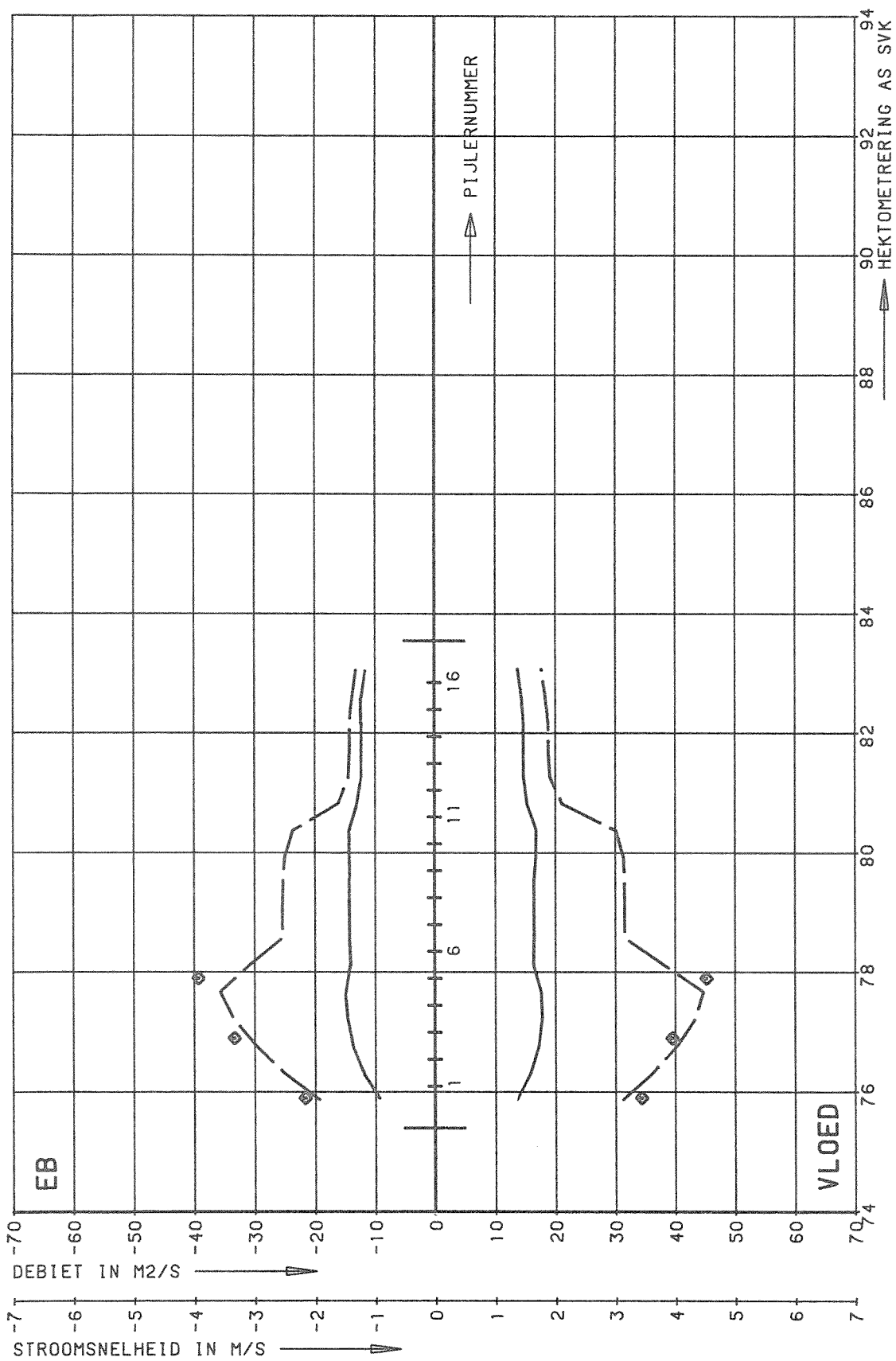
T326

HAMMEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.61



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

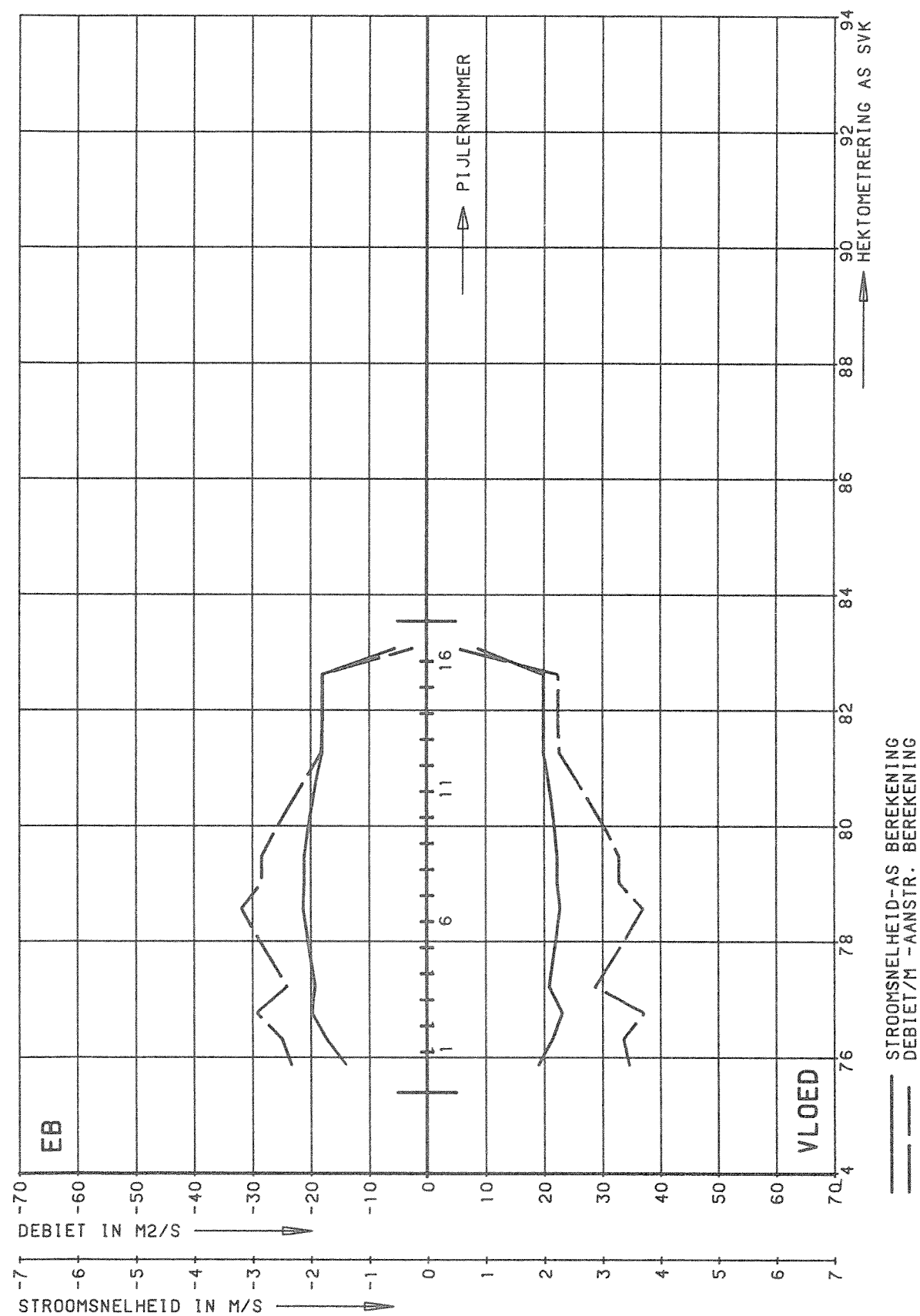
T327

HAMMEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.62



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

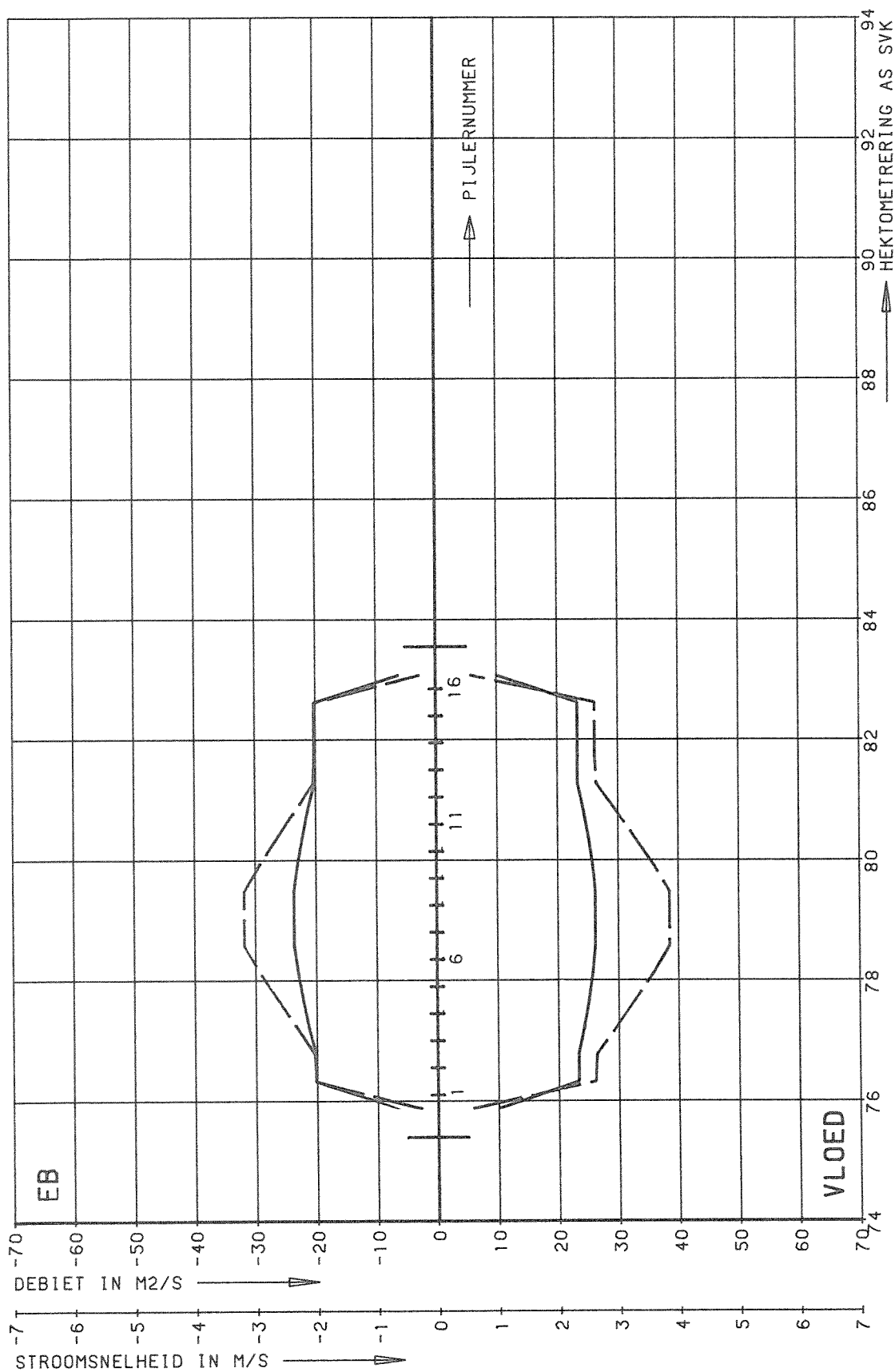
T328

HAMMEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.63



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

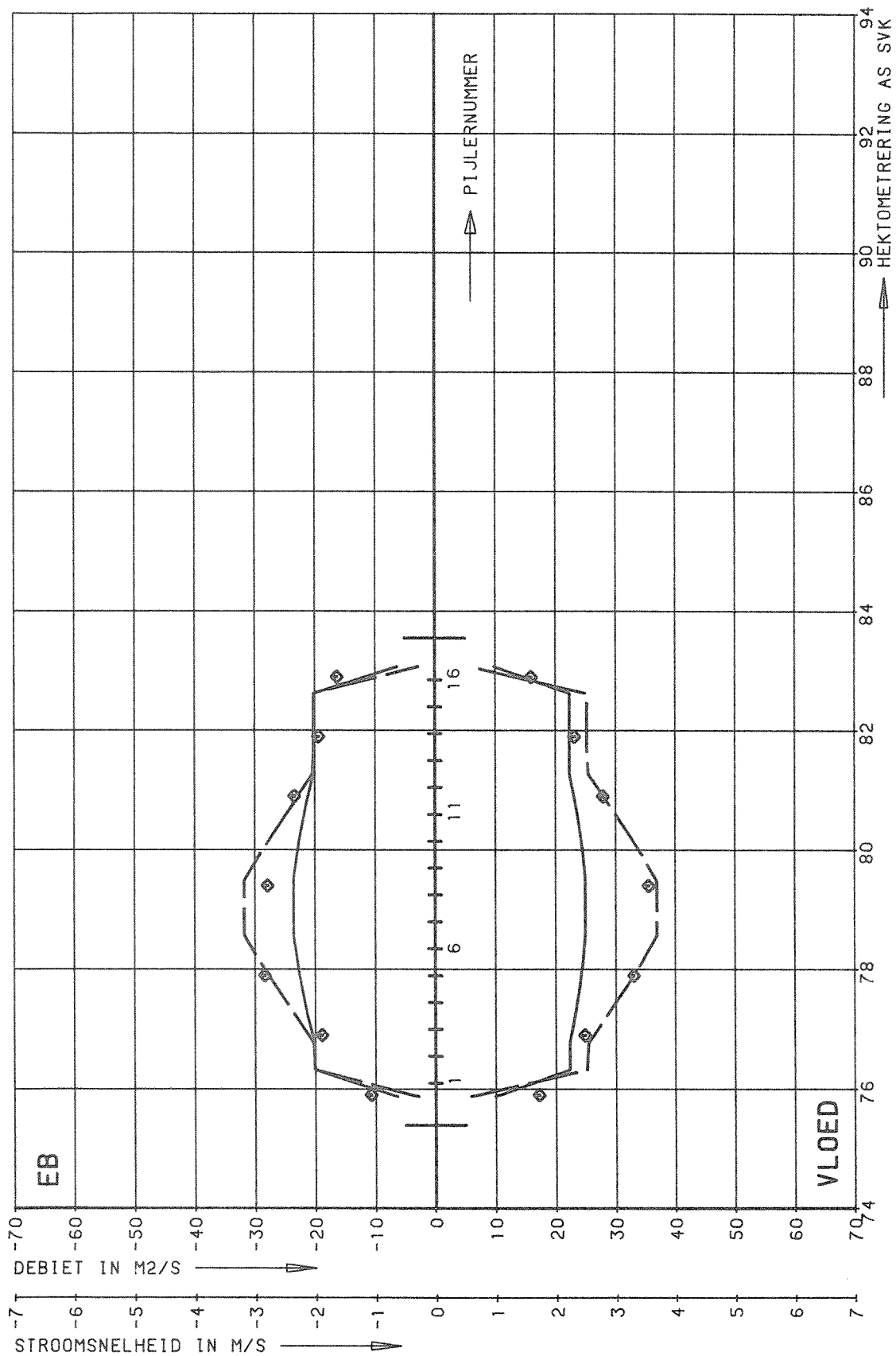
T329

HAMMEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.64



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

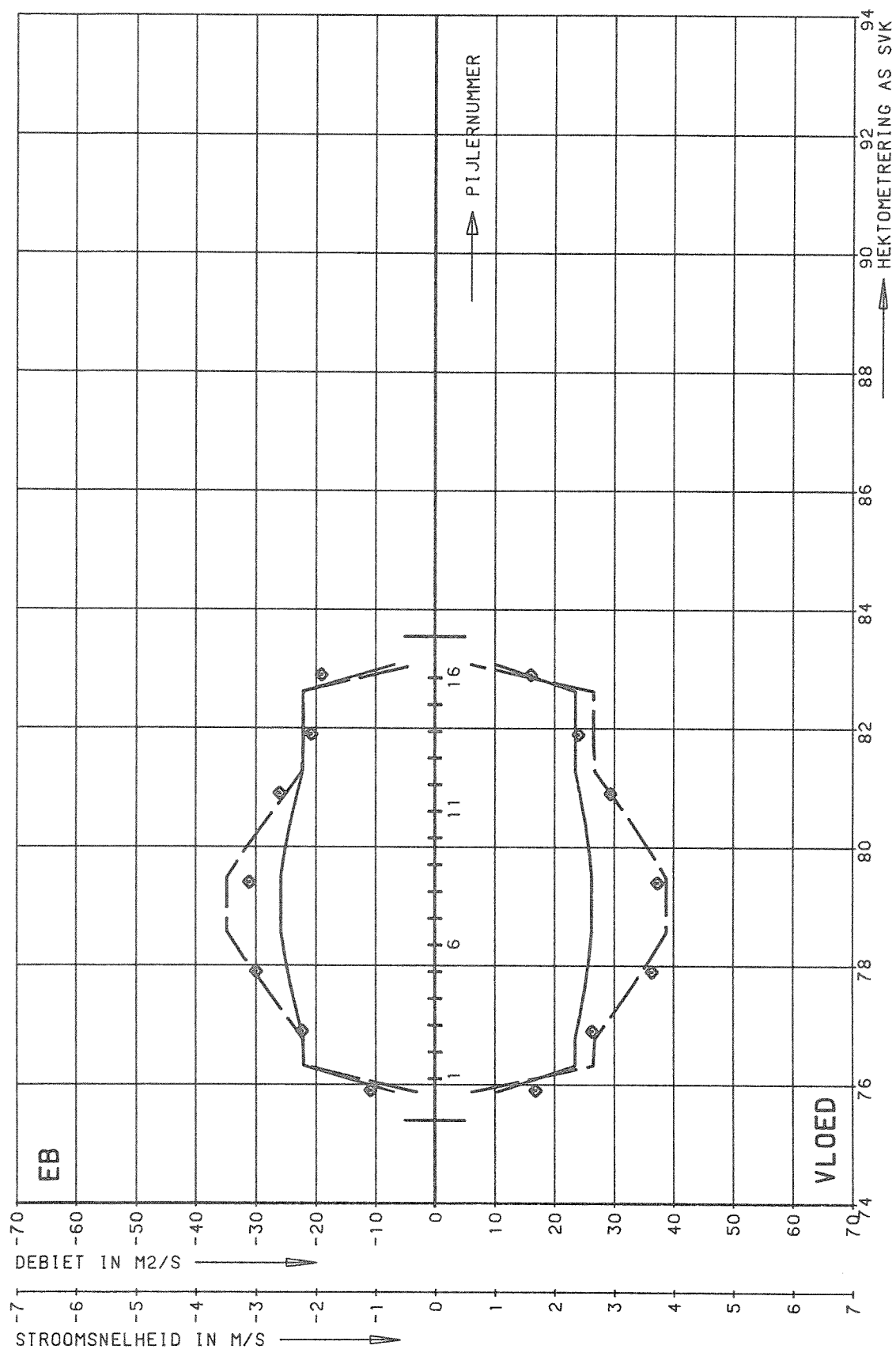
T330

HAMMEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.65



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

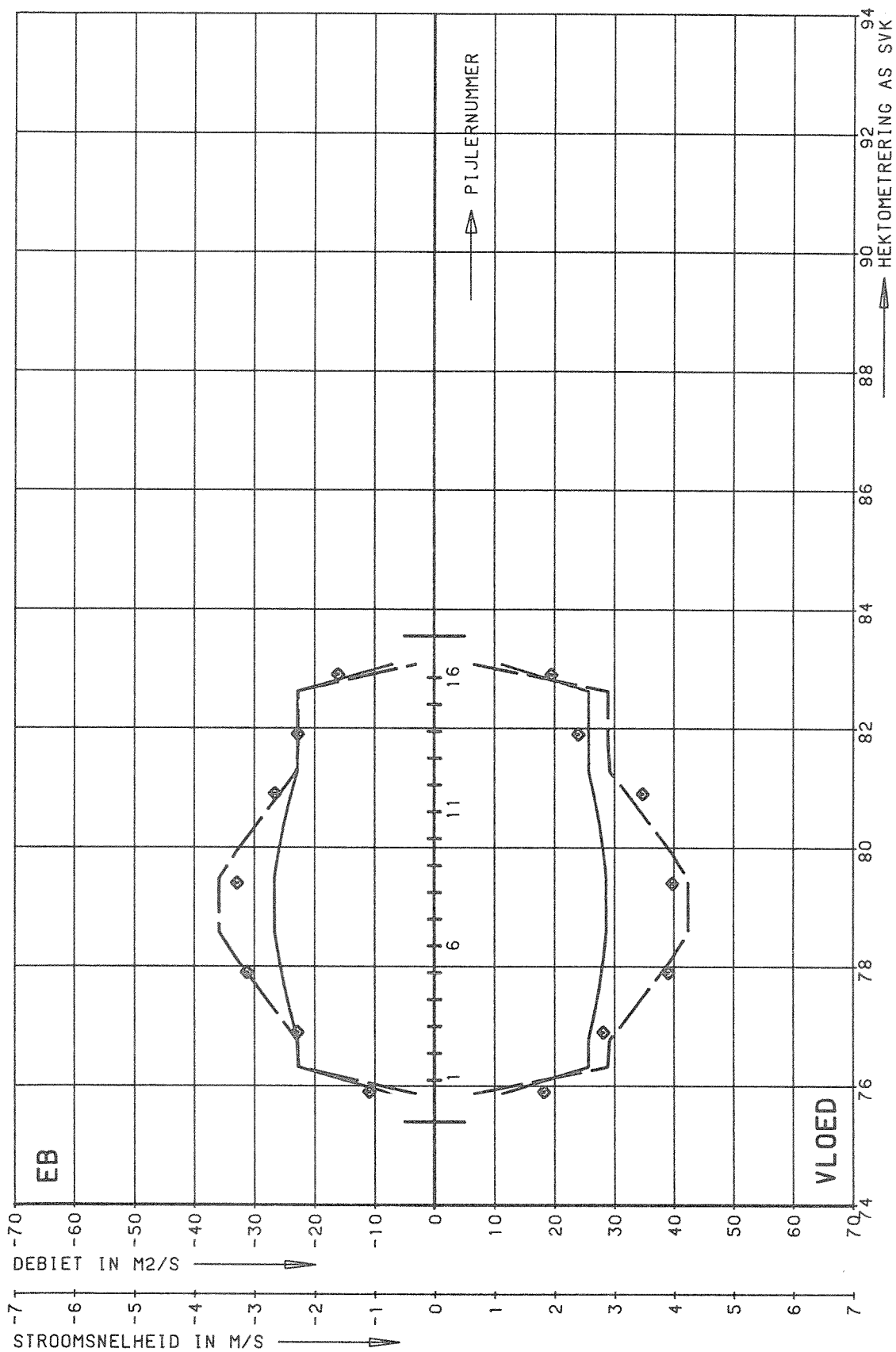
T331

HAMMEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.66



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

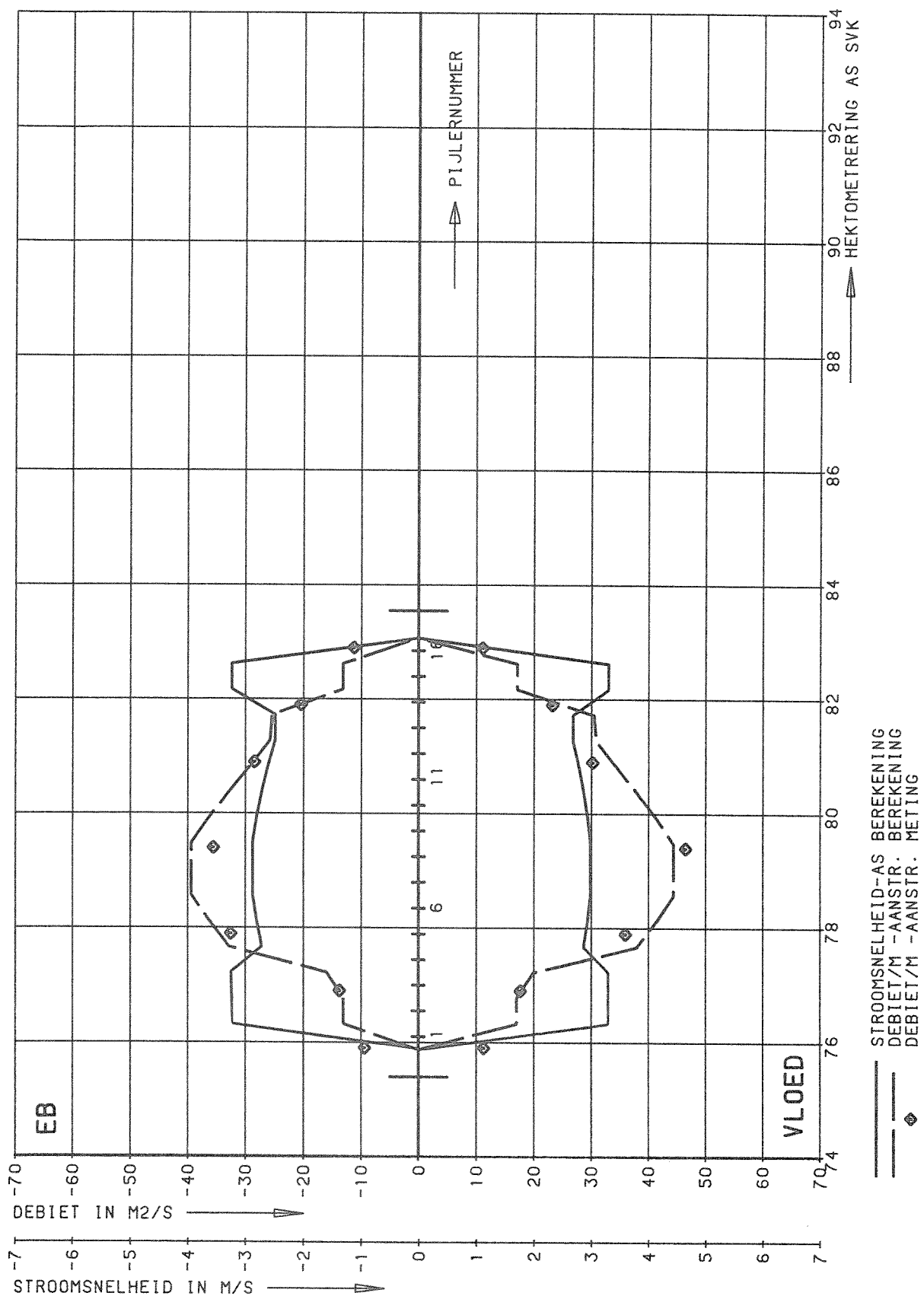
T332

HAMMEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.67



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

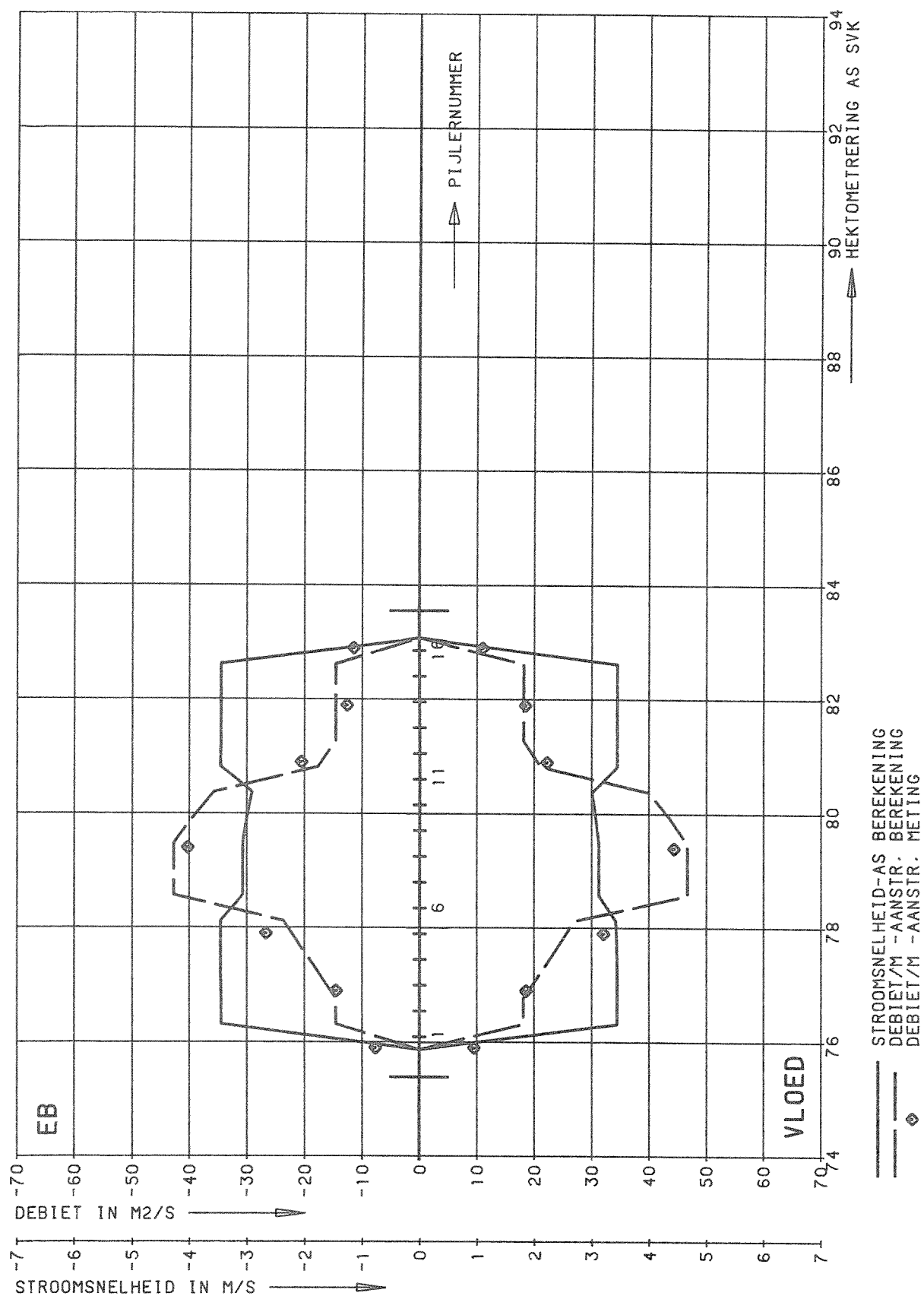
T333

HAMMEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.68



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

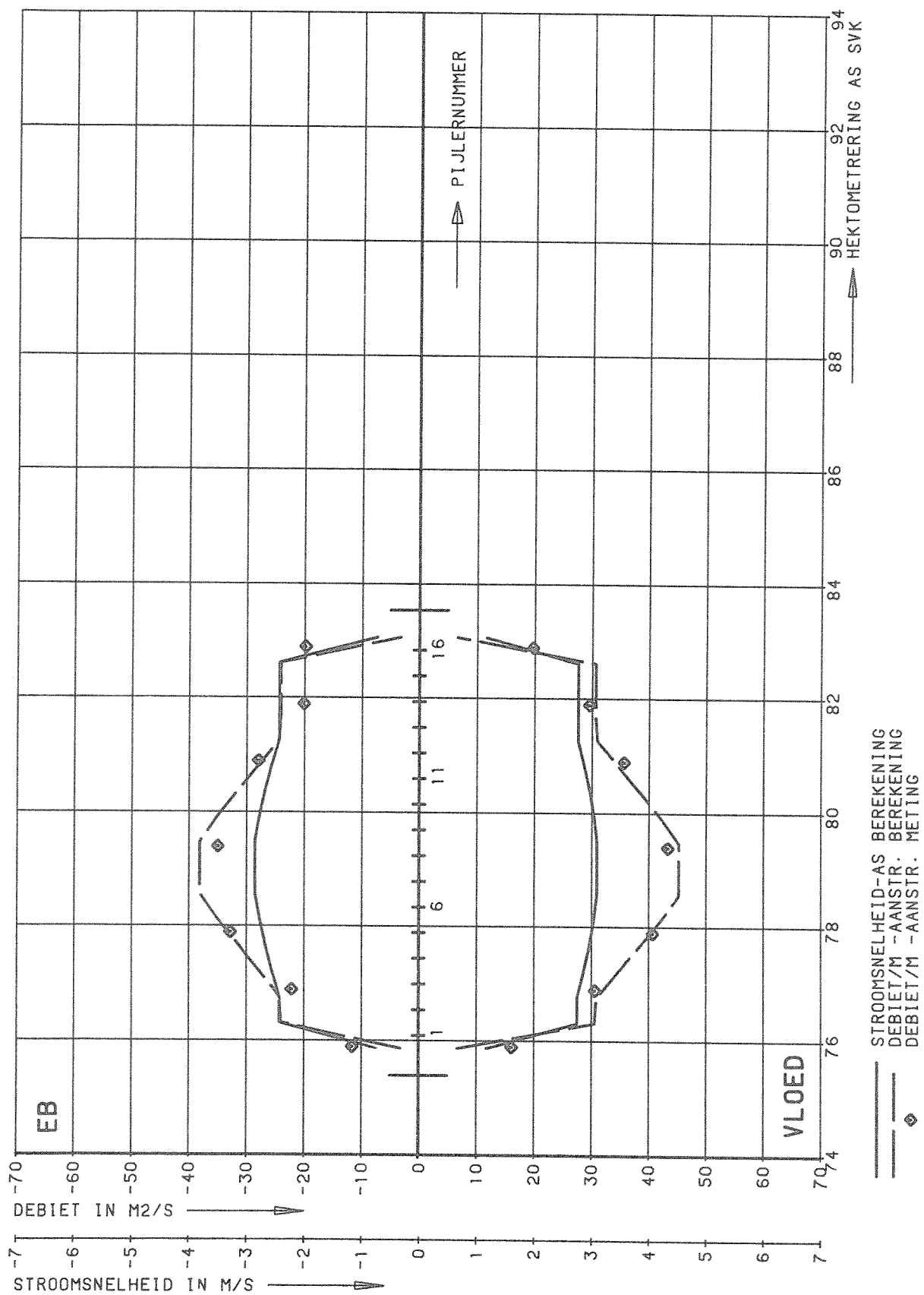
T334

HAMMEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.69



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

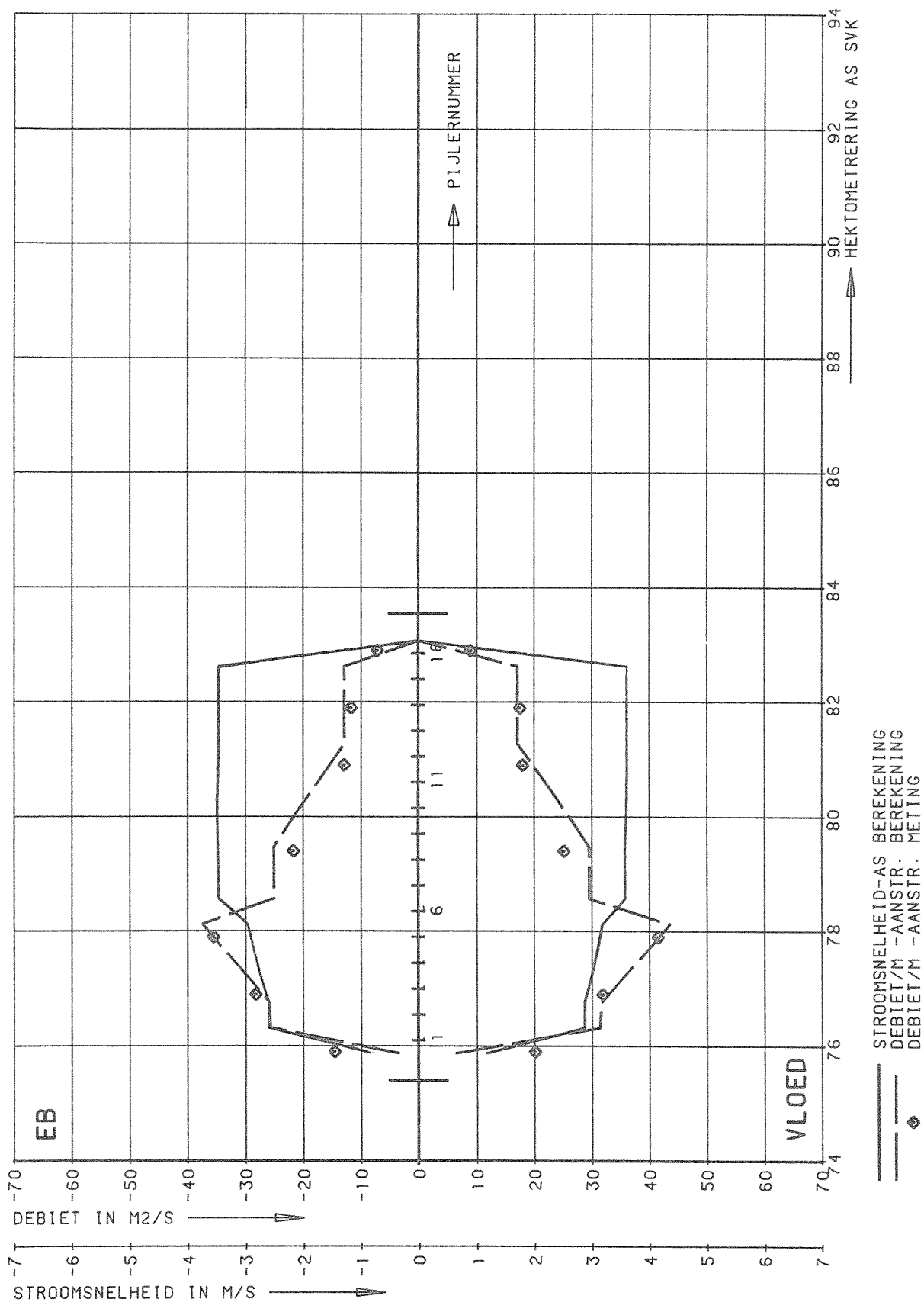
T337

HAMMEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1757

FIG.71



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

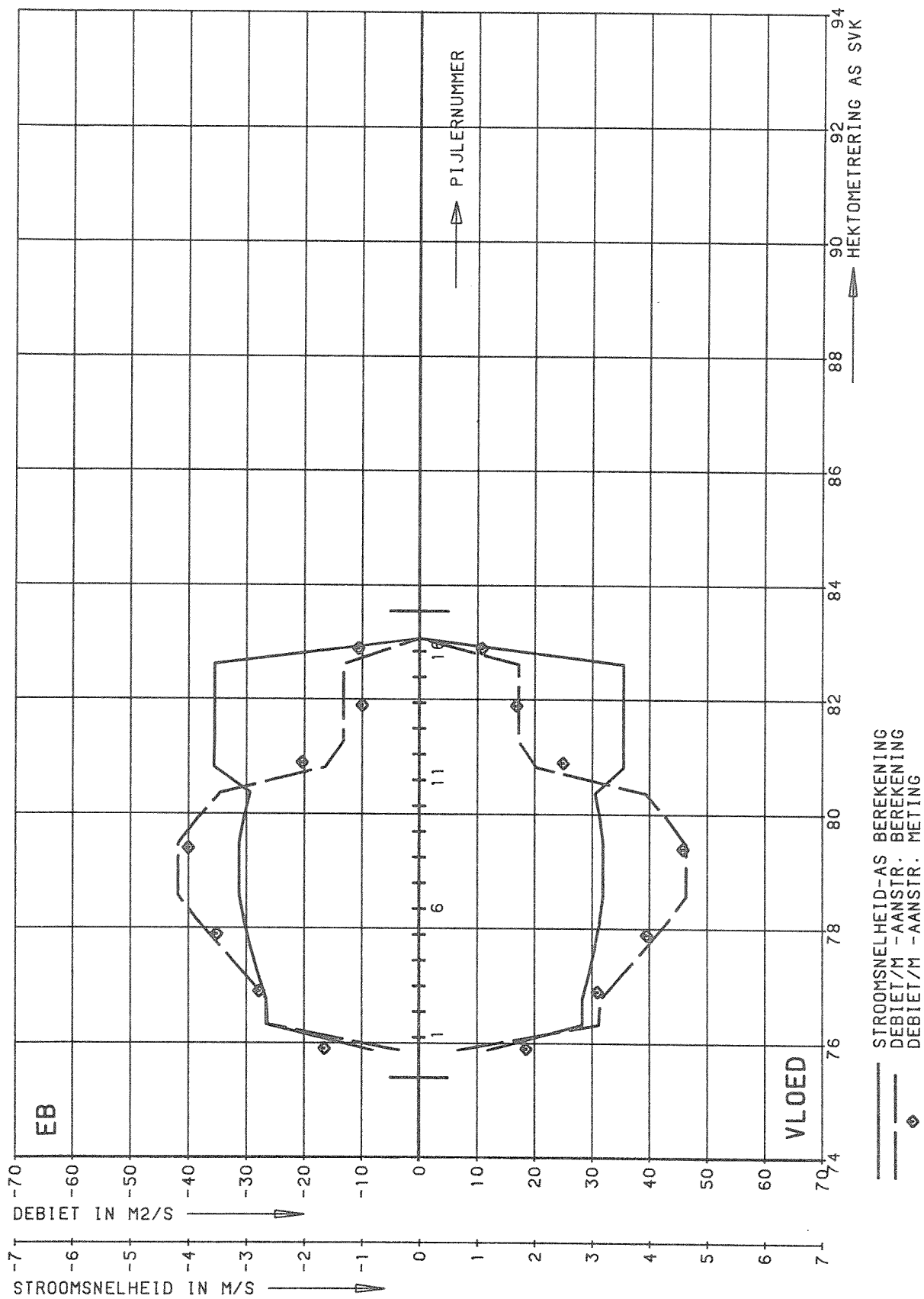
T338

HAMMEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1757

FIG.72



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

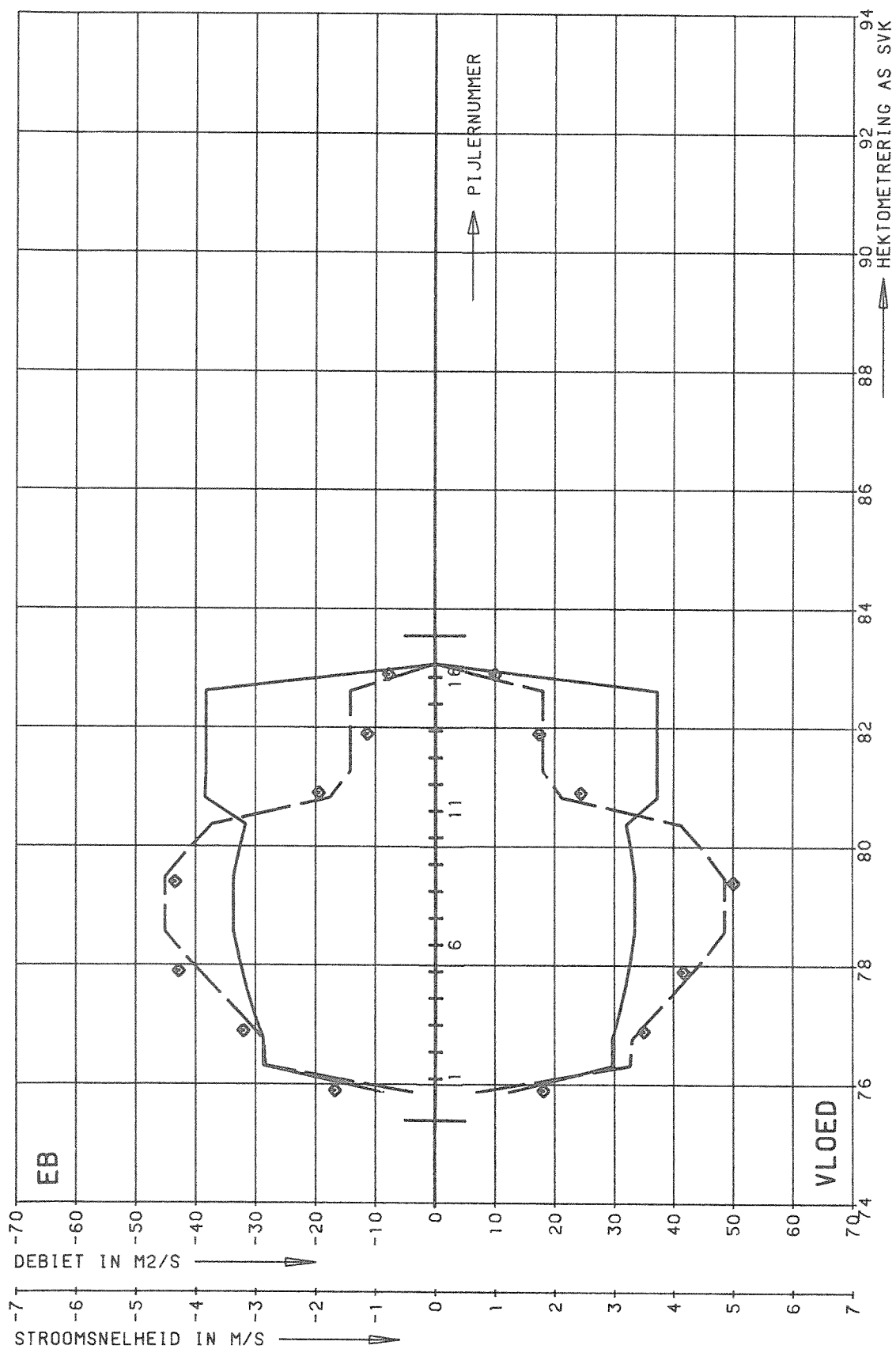
T339

HAMMEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1757

FIG.73



STROOMSNELHEID-AS
DEBIET/M -AANSTR. BEREKENING
DEBIET/M -AANSTR. METING

DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

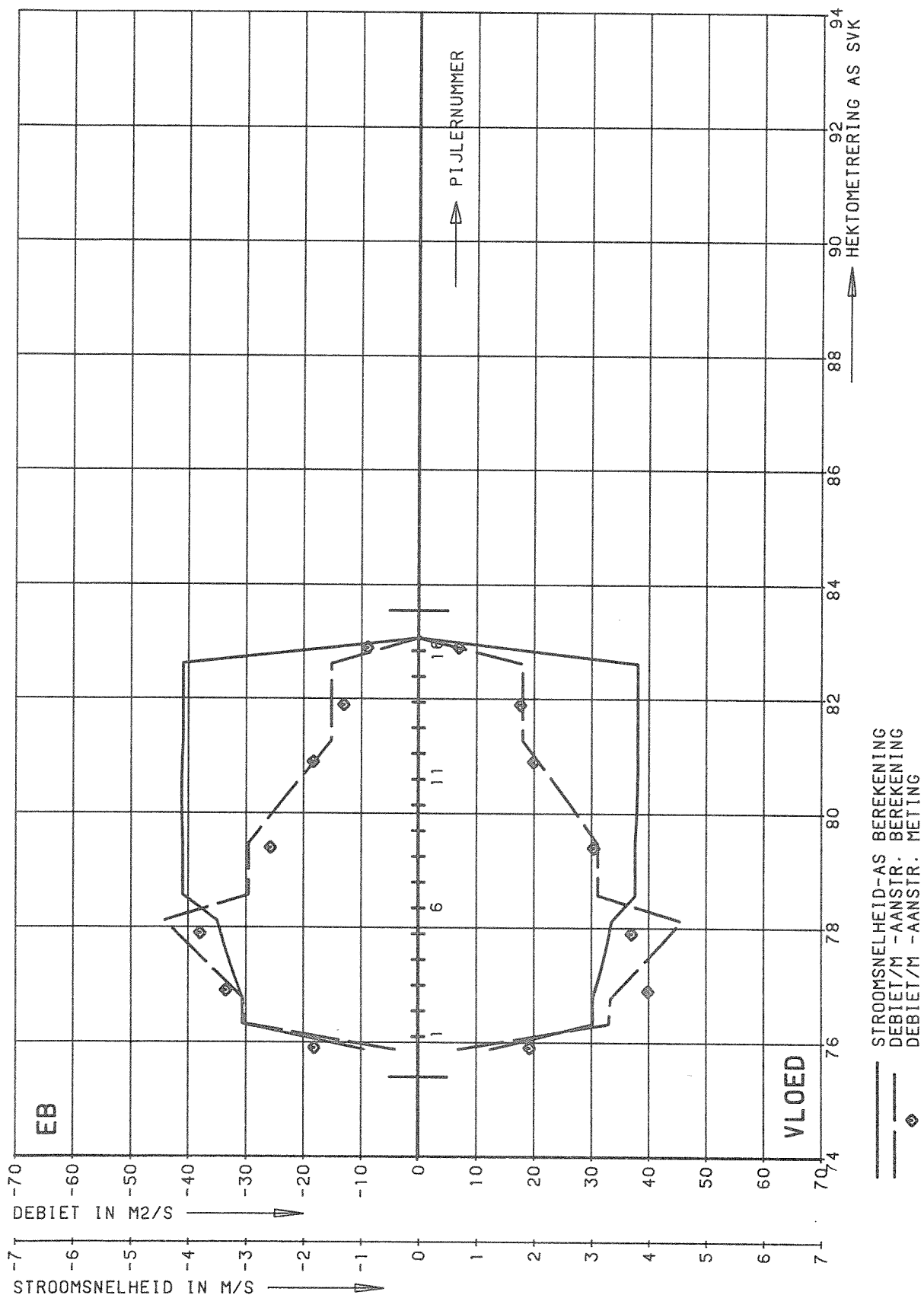
T340

HAMMEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1696

FIG.74



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

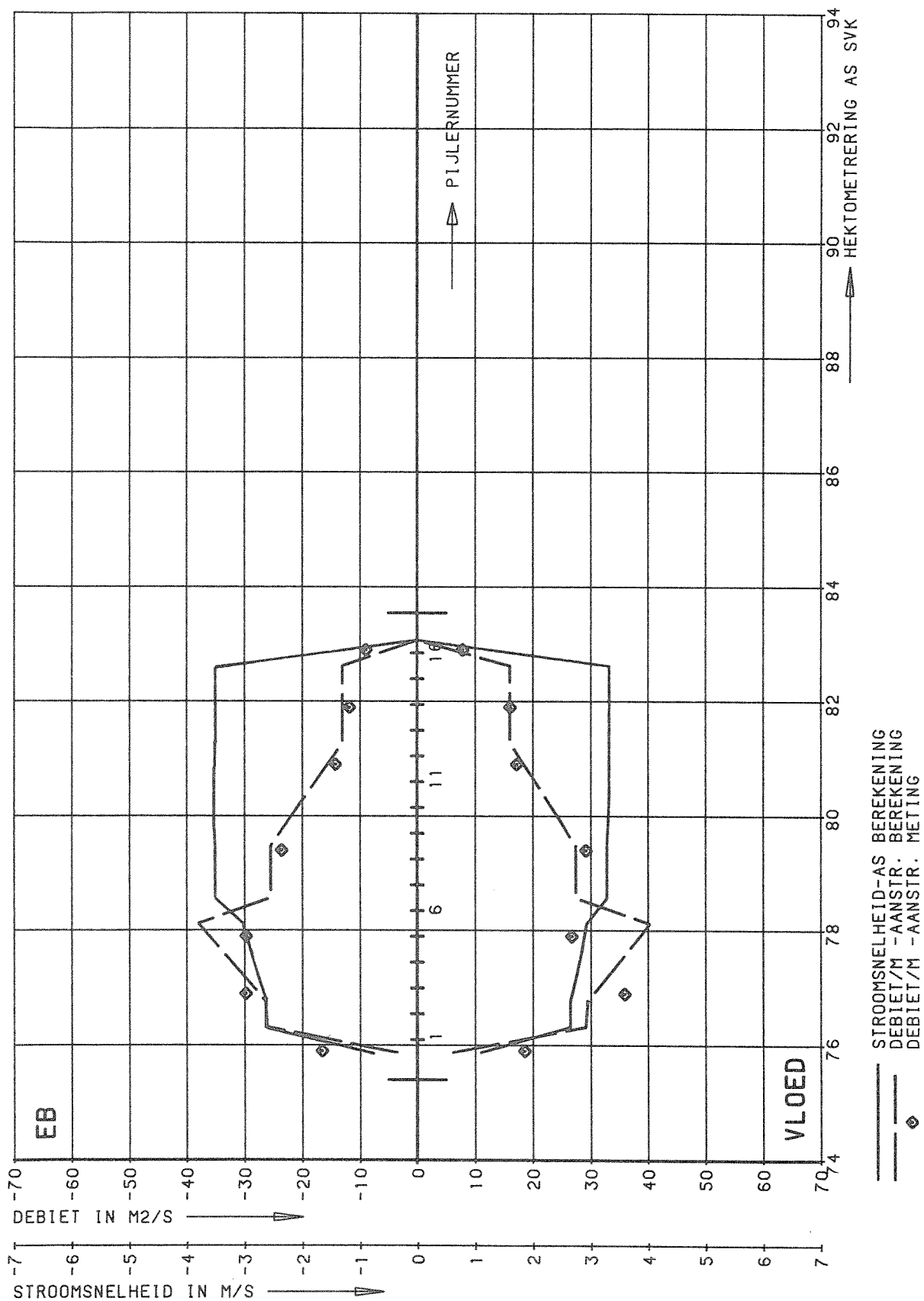
T341

HAMMEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1757

FIG.75



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

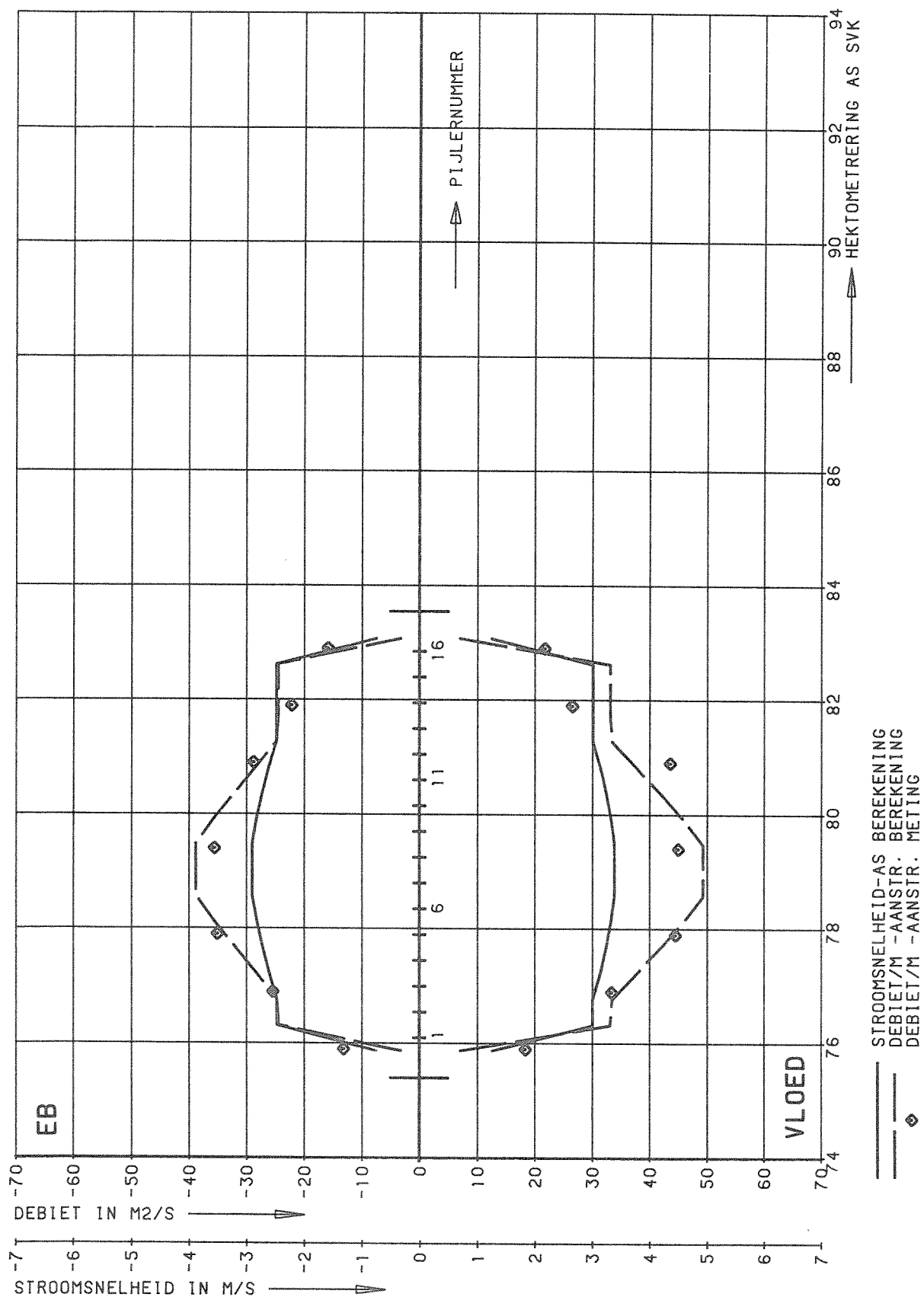
T342

HAMMEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1757

FIG.76



DEBIET- EN SNELHEIDSVERDELINGEN

11.09.68

T343

HAMMEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1757

FIG.77

p.o. box 177

2600 mh delft

the netherlands