

NN31050.78-1

1978-01

stora

Meten en bemonsteren
van
afvalwaterstromen

II. Afvoerrelaties in meetputten met Thomson meetschotten

Bibliotheek STOWA

stowa

alleen ter inzage, niet voor uitlening
nagebruik RETOUR s.v.p.

serie: thema

*inzameling en transport
van afvalwater*

22/040 (78-11)

BIBLIOTHEEK DE HAAFF
Droevendaalsesteeg 3a
Postbus 241
6700 AE Wageningen

stora

Postbus 414, 2280 AK Rijswijk Z.H.

☎ 070 - 980.287

stichting toegepast onderzoek reiniging afvalwater

2 DEC 2003

Meten en bemonsteren van afvalwaterstromen

II. Afvoerrelaties in meetputten met Thomson meetschotten

STOWA
Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 8090
3503 RB Utrecht
tel. 030-321199
fax 030-321766

Publikaties en het publikatieoverzicht
kunt u uitsluitend bestellen bij:
Hageman Verpakkers BV
Postbus 281
2700 AC Zoetermeer
tel. 079-611188
fax 079-613927
o.v.v. ISBN- of bestelnummer en
een duidelijk afleveradres.

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0928 9345

170283/1702831

Inhoud

Ten geleide		III
1	SAMENVATTING	1
2	DOEL EN BEPERKINGEN VAN HET ONDERZOEK	2
2.1	Doel	
2.2	Beperkingen	
3	PROEFOPSTELLING EN MEETPROGRAMMA	3 - 4
3.1	Proefopstelling	
3.2	Meetprogramma	
4	RESULTATEN	5
5	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	6 - 7
5.1	Conclusies	
5.2	Aanbevelingen	
6	LIJST VAN FIGUREN	8

Ten geleide

In opdracht van de STORA is door de Vereniging van Gebruikers van Stoomketels en Krachtwerktuigen te Amersfoort in de periode 1975 - 1977 onderzoek verricht aan de problematiek rondom het meten en bemonsteren van afvalwaterstromen.

Het deelonderzoek, waarover hier wordt gerapporteerd, werd uitgevoerd in de vestiging Wageningen van het Waterloopkundig Laboratorium te Delft. Projectleider was ir. A.H. de Vries die zijn bevindingen vastlegde in rapport M 1446 van het Waterloopkundig Laboratorium.

De commissie, die namens de STORA het project van "Krachtwerktuigen" heeft begeleid, bestond uit: dr.ir. D.W. Scholte Ubing (voorzitter), ing. D. van Droffelaar, ir. J.H. Jansen (plaatsvervangend voorzitter), ir. A. Kiestra en de heer B. Vermij; eind 1976 trad ing. G.J. Broseliske toe.

De Onderzoekadviescommissie, die tot dit onderzoek adviseerde, bestond uit: prof.ir. A.C.J. Koot (voorzitter), drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff (secretaris) en dr.ir. H.J. Eggink, ir. R. Karper, ir. C.H. Kuggeleijn, ir. M. van der Lugt, ir. Th.G. Martijn, ir. H.A. Meijer, jhr.dr. J.J. Quarles van Ufford, ir. H.M.J. Scheltinga, dr.ir. D.W. Scholte Ubing, ir. J. van Selm, ir. F.B. Veldkamp en ir. A.P. Vernimmen, M.Sc. (leden).

Rijswijk, 31 mei 1978

De directeur van de STORA

drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff

SAMENVATTING

In het kader van STORA-onderzoek aan de problematiek rond meting en bemonstering van afvalwaterstromen heeft het Waterloopkundig Laboratorium de afvoerrelaties van meetputten met Thomson (90° scherp V-schot) meet-schotten onderzocht.

Het onderzoek resulteert in een standaardmeetput van aanzienlijk geringere afmetingen dan de maten die volgen uit het interimrapport "Meet- en Bemonsteringsapparatuur" van de gelijknamige discussiegroep uit februari 1974. Binnen een nauwkeurigheid van 2 à 3% geldt voor deze meetput dezelfde afvoerrelatie als voor het 90° V-schot met volledige contractie (zie British Standard 3680 - Part 4a - 1965 of ISO/TC 113/GT2 Draft Recommendation no. 1438 of Waterloopkundig Laboratorium, Publicatie no. 161).

De gevonden afvoerrelatie geldt alleen voor een schone meetput en een schoon V-schot met gladde voorzijde; de afvoerrelaties van scherpe overlaten zijn erg gevoelig voor vervuiling van het meetschot. Wanneer het meetschot niet goed is te reinigen of zo snel vervuult dat schoonmaken met aanvaardbare tussenpozen onmogelijk is, kunnen scherpe meetschotten beter niet worden toegepast.

Het onderzoek was te beperkt van opzet om na te kunnen gaan of alle afmetingen van de standaardmeetput zijn geminimaliseerd. Met name de hoogte van de apex van het V-schot boven de bodem van de meetput zou mogelijk kleiner kunnen zijn dan hier wordt voorgesteld. Evenmin is ingegaan op fouten in de debietmeting door fouten in de nul-puntsinstelling van de overstorthoogtemeting of in de overstorthoogtemeting zelf, alhoewel deze aanzienlijk kunnen zijn.

Verder blijkt het 90° V-schot dermate ongevoelig voor zijn aanstroomcondities dat de afvoerrelaties van de meeste thans voorkomende meetputten naar verwachting minder dan 5% zullen afwijken van de relatie voor het 90° V-schot met volledige contractie.

Een uitzondering hierop vormen meetputten waarbij een straal (het instromende water) op de opening van het V-schot is gericht en deze straal niet door een duikschot wordt gebroken, evenals meetputten waarbij vrij grote debieten zijdelings in de put worden ingevoerd (dit laatste is echter niet onderzocht).

2 DOEL EN BEPERKINGEN VAN HET ONDERZOEK

2.1 Doel

Doel van dit deelproject was het bepalen van vorm en hoofdafmetingen van een meetput met een 90° scherp V-schot, waarmee de totaal afgevoerde volumina qua afvoerrelatie op 2 à 3% nauwkeurig kunnen worden gemeten. Hierbij is uitgegaan van de afvoerrelatie van het 90° V-schot met volledige contractie als in tabelvorm gegeven in British Standard 3680 - Part 4a - 1965, ISO/TC 113/GT2 Draft Recommendation no. 1438 en/of in Publicatie no. 161 van het Waterloopkundig Laboratorium.

2.2 Beperkingen

Het onderzoek was te beperkt van opzet om na te kunnen gaan of de afmetingen van de aanbevolen meetput niet nog kleiner kunnen zijn. Met name de afstand tussen de apex van het V-schot en de bodem van de meetput (0,40 m bij een maximale overstorthoogte van 0,20 m boven de apex) zou wellicht nog verkleind kunnen worden.

Evenmin werd ingegaan op fouten in de debietmeting door onjuistheden in de nulpuntsinstelling van de overstorthoogtemeting of in de overstorthoogtemeting zelf. De daardoor veroorzaakte fouten kunnen aanzienlijk zijn.

De uitkomsten gelden alleen voor een schone meetput met redelijk gladde wanden en bodem en een schoon V-schot met gladde voorzijde.

3 PROEFOPSTELLING EN MEETPROGRAMMA

3.1 Proefopstelling

De metingen werden uitgevoerd in een stroomgoot (figuur 1) van 0,80 m breed met daarin een 90° scherp V-schot. De apex van dit schot lag op 0,40 m boven de bodem van de goot.

De aanvoer naar de stroomgoot vond plaats vanuit een boven de goot geplaatst reservoir met constant waterpeil.

Het debiet werd ingesteld met afsluiters in de aanvoerleiding tussen reservoir en stroomgoot en gemeten met een, in deze leiding opgenomen, elektro-magnetische debietmeter.

Met deze meter, die zeer frequent volumetrisch werd geijkt, kunnen debieten groter dan 0,010 m³/s binnen 0,5% nauwkeurig worden bepaald. Bij kleinere debieten is een dergelijke (of grotere) nauwkeurigheid alleen te bereiken door directe volumetrische bepaling; ook dit werd veelvuldig gedaan. De nauwkeurigheid van zo'n volumetrische debietsbepaling ligt op circa 1 0/00.

Tijdens de proeven is op vijf verschillende plaatsen met peilnaalden (p.n. in figuur 1) het waterniveau gemeten.

Twee peilnaalden maten direct op het wateroppervlak in de stroomgoot, drie op het wateroppervlak in open peilglazen verbonden met drukaansluitingen op drie plaatsen in de zijwand. De peilnaalden waren niet steeds allen tegelijk in gebruik.

De nauwkeurigheid waarmee de overstorthoogten ten opzichte van de apex van het meetschot met deze peilnaalden konden worden bepaald, bedroeg 0,2 à 0,3 mm, mits de stromingstoestand in de proefopstelling niet zo turbulent was dat slingeringen in de te meten waterniveaus optraden.

In een aantal gevallen (situaties 13, 14 en 15, zie tabel 1 blz. 4) is de overstorthoogte ook met een borrelbuis gemeten.

Deze kon op een U-buismanometer binnen 0,5 mm nauwkeurig worden afgelezen middels een systeem van verticaal verschuifbare aanwijzers en een spiegel om parallaxfouten te vermijden.

3.2 Meetprogramma

In de proefopstelling werden vijftien verschillende situaties (tabel 1, blz. 4) doorgemeten.

Bij alle metingen lag de waterstand benedenstrooms van het meetschot meer dan 0,05 m onder het niveau van de apex van dit schot.

situatie nr.	figuur nr.	omschrijving
1	2	Geen volledige contractie (althans niet bij overstorthoogten > 0,16 m). Aanstroming zeer gelijkmatig, volgens huidige normen.
2	2	Goot op 1,50 m bovenstrooms van het V-schot door een schot afgesloten. Pijp, inwendig ϕ 0,23 m, voert het debiet aan als volgt: - pijp in de onderste helft van het schot, beneden apexniveau; - pijp in de bovenste helft van het schot, boven apexniveau.
3	3	
4	3	Op 1,50 m bovenstrooms van het V-schot is een duikschot geplaatst. De spleet tussen duikschot en bodem is: - 0,10 m; - 0,20 m; - 0,40 m.
5	4	
6	4	
7	5	Op 1,00 m bovenstrooms van het V-schot is een duikschot geplaatst. De spleet tussen duikschot en bodem is: - 0,10 m; - 0,20 m; - 0,40 m.
8	5	
9	6	
10	6	Op 1,00 m bovenstrooms van het V-schot is een duikschot geplaatst met spleethoogte 0,20 m. Het debiet wordt aangevoerd via een pijp: - boven apexniveau (combinatie van situaties 3 en 8) - onder apexniveau (combinatie van situaties 2 en 8)
11	7	
12	7	Op 1,50 m bovenstrooms van het V-schot is de goot over de halve breedte door een schot afgesloten (asymmetrische aanstroomcondities).
13	8	Bovenstrooms van het V-schot is een duikschot geplaatst met een spleethoogte van 0,20 m. Midden in de goot, eveneens bovenstrooms, is een Flebalt-monstername-apparaat* met borrelbuis* geplaatst, als volgt: - duikschot op 1,50 m en Flebaltapparaat op 0,75 m van V-schot, borrelbuis benedenstrooms van Flebalt; - als situatie 13, met duikschot op 1,00 m en Flebaltapparaat op 0,50 m van V-schot; - als situatie 14, met borrelbuis bovenstrooms van Flebaltapparaat.
14	8	
15	8	

Tabel 1. In proefopstelling doorgemeten situaties

* ter beschikking gesteld door het Rijksinstituut voor de Zuivering van Afvalwater (RIZA)

De nulpunten van de peilnaalden (= niveau apex meetschot) werden bepaald door bij nagenoeg stilstaand water een waterpeil hoger dan de apex van het meetschot in te stellen door de goot benedenstrooms van dit schot af te sluiten. Met een aparte peilnaald werd het verschil tussen apexniveau en waterspiegel gemeten.

Het nulpunt van de borrelbuis werd bepaald door gelijktijdige aflezing bij stilstaand water van borrelbuis en peilnaalden.

Figuur 9 vergelijkt de afvoerrelatie van de proefopstelling (90° V-schot, apex op 0,40 m, gootbreedte 0,80 m, zie 3.1 blz. 3) met de relatie van een 90° V-schot met volledige contractie. De gegevens voor deze vergelijking zijn ontleend aan ISO/TC 113/GT2 Draft Recommendation no. 1438.

Uit figuur 9, die geldt voor een overstorthoogte van 0,25 m, blijkt dat het verschil tussen beide afvoerrelaties kleiner is dan 1% voor debieten tot 40 à 50 liter per seconde.

Het resultaat van de metingen in de vijftien verschillende situaties (tabel 1) is gegeven in de figuren 10 - 24. In deze figuren is de afwijking van de uit de overstorthoogten berekende debieten (Q_{ber}) in procenten ten opzichte van het gemeten debiet uitgezet. Q_{ber} werd bepaald uit de afvoerrelatie voor de stroomgoot volgens de bestaande normering (onvolledige contractie). Uit figuur 10 blijkt dat bij ongestoorde aanstroming (situatie 1) de normafvoerrelatie voor alle meetpunten (ook de op 0,40 m bovenstrooms gelegen peilnaald 3) goed overeenstemt met de metingen.

Tabel 2 geeft een samenvatting van de meetresultaten.

situatie no.	grenswaarden van het debiet ($\times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$):						waarboven de afleesnauwkeurigheid afneemt door turbulentie ^{xx}
	waarbeneden Q_{ber} minder dan 3% van de normafvoerrelatie afwijkt:						
	peilnaald no.					borrelbuis	
	1	2	3	4	5		
1	100	100	100	100	-	-	> ca. 100
2	> 50	> 50	> 50	> 50	-	-	30
3	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	25
4	35	30	35	35	-	-	35
5	> 50	> 50	> 50	> 50	-	-	45
6	> 50	> 50	> 50	> 50	-	-	> 50
7	-	30	15	> 50	25	-	25
8	-	45	50	> 50	40	-	40
9	-	> 50	> 50	> 50	> 50	-	> 50
10	-	40	20	> 50	20	-	25
11	-	> 50	40	35	30	-	25
12	> 50	> 50	> 50	> 50	-	-	> 50
13	> 50	50	> 50	50	-	20	45
14	-	> 50	50	> 50	-	15	40
15	-	> 50	50	> 50	-	-	40

Tabel 2. Samenvatting meetresultaten

* niet gemeten

xx subjectief beoordeeld, zie blz. 3

De navolgende conclusies en aanbevelingen moeten worden gezien in het licht van het doel en de beperkingen van het onderzoek (blz. 2); zo zijn zij niet van toepassing in situaties waarbij meetnauwkeurigheden groter dan 2 à 3% worden geëist.

5.1 Conclusies

De resultaten van de metingen duiden erop dat de hydraulische omstandigheden in de meeste op dit moment in de praktijk voorkomende meetputten met scherpe V-schotten niet zodanig zijn dat zij meetfouten groter dan 5% veroorzaken. Uitzonderingen moeten worden gemaakt voor meetputten waarbij een straal (het instromende water) op de opening van het V-schot is gericht en deze straal niet door een duikschot wordt gebroken en voor meetputten waarbij vrij grote debieten zijdelings in de put worden ingevoerd (het effect van dit laatste is niet onderzocht).

Bij overstorthoogten kleiner dan 0,05 m mogen geen metingen worden uitgevoerd. Voor de praktijk kan dit zo worden geïnterpreteerd dat het bij overstorthoogten kleiner dan 0,05 m doorgestroomde volume geen essentiële bijdrage tot het totaal geregistreerde volume mag leveren (bijvoorbeeld minder dan 5 à 10%).

Bij de metingen met de borrelbuis in de situaties 13, 14 en 15 (tabel 2, blz. 5) bleven voor $Q < 0,025 \text{ m}^3/\text{s}$ de verschillen tussen gemeten afvoer en normafvoer (berekend uit de borrelbuisaflezing) beneden circa 6%. Een zeer onregelmatig verloop van deze verschillen met nog vrij grote afwijkingen bij lage debieten trad op in situatie 15 (borrelbuis bovenstrooms van Flebalt). De oorzaak hiervan kan zowel in de stromingsomstandigheden als in de reproduceerbaarheid van de borrelbuis-metingen zijn gelegen. Het optreden van de verschillen bij lage debieten maakt het laatste waarschijnlijk.

De nulpuntsfout is bij deze proeven waarschijnlijk aanzienlijk geringer dan in de praktijk. Ten einde verder inzicht in de nauwkeurigheid van dit soort metingen te verkrijgen zal nader onderzoek naar de nulpuntsfouten en de nauwkeurigheid van de gebruikte apparatuur nodig zijn.

In alle situaties met verstoorde aanstroming zijn bijna uitsluitend negatieve afwijkingen van de afvoerrelatie waargenomen. Dit betekent dat het uit de overstorthoogte berekende debiet kleiner is dan het werkelijke debiet in zulke situaties.

5.2 Aanbevelingen

De minimale afstand tussen het meetpunt voor de overstorthoogte en een 90° scherp V-schot kan worden verkort tot $1,5 h_{\max}$ (h_{\max} = maximale overstorthoogte boven apexniveau). Volgens de huidige normen dient dit meetpunt tenminste op $3 h_{\max}$ bovenstrooms van het V-schot te liggen. Verwacht mag worden dat dezelfde conclusie geldt voor meetschotten met een openingshoek kleiner dan 90°.

Voor nieuw te bouwen meetputten met een 90° V-schot wordt het in figuur 25 gegeven standaardontwerp aanbevolen. Dit ontwerp kan ook worden toegepast voor meetputten voorzien van een scherp V-schot met een openingshoek kleiner dan 90°, alhoewel het dan resulteert in een put die groter is dan nodig. De inlaatpijp van de meetput moet vlak vóór de put recht en van constante diameter zijn, over een lengte, gelijk aan tenminste vijf maal de diameter van de pijp.

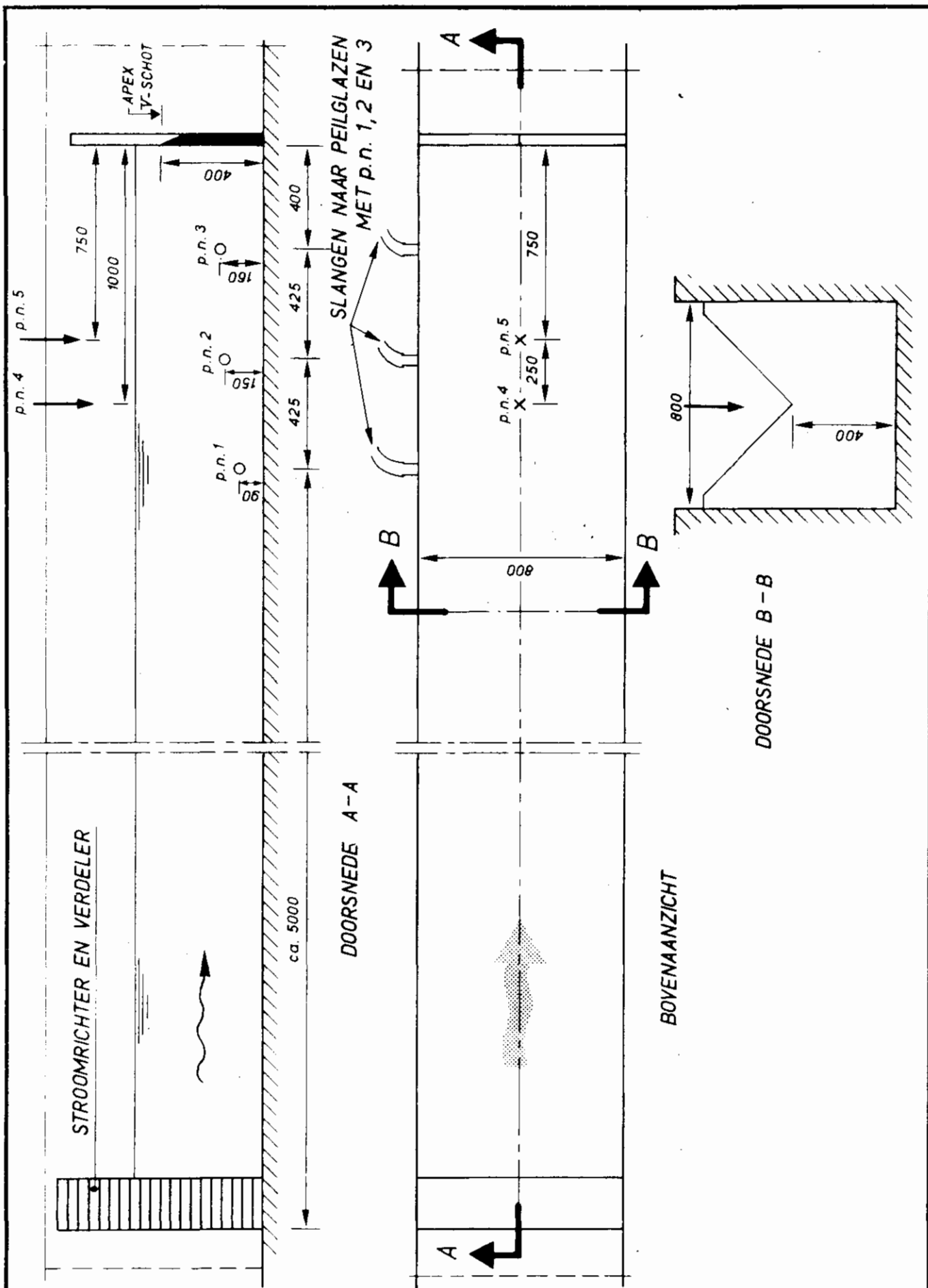
- 1 Proefopstelling met plaatsen voor meting van overstort-
hoogten

Proefprogramma (zie tabel 1, blz. 4)

- 2 Situaties 1 en 2
 - 3 Situaties 3 en 4
 - 4 Situaties 5 en 6
 - 5 Situaties 7 en 8
 - 6 Situaties 9 en 10
 - 7 Situaties 11 en 12
 - 8 Situaties 13, 14 en 15
- 9 Vergelijking van normdebiet bij onvolledige (als in
stroomgoot) en volledige contractie

Meetresultaten (zie ook tabel 2, blz. 5)

- 10 Situatie 1
 - 11 Situatie 2
 - 12 Situatie 3
 - 13 Situatie 4
 - 14 Situatie 5
 - 15 Situatie 6
 - 16 Situatie 7
 - 17 Situatie 8
 - 18 Situatie 9
 - 19 Situatie 10
 - 20 Situatie 11
 - 21 Situatie 12
 - 22 Situatie 13
 - 23 Situatie 14
 - 24 Situatie 15
- 25 Aanbevolen standaardmeetput voor 90° scherp V-schot



PROEFOPSTELLING MET PLAATSEN METING OVERSTORT-
HOOGTES d.m.v. PEILNAALDEN

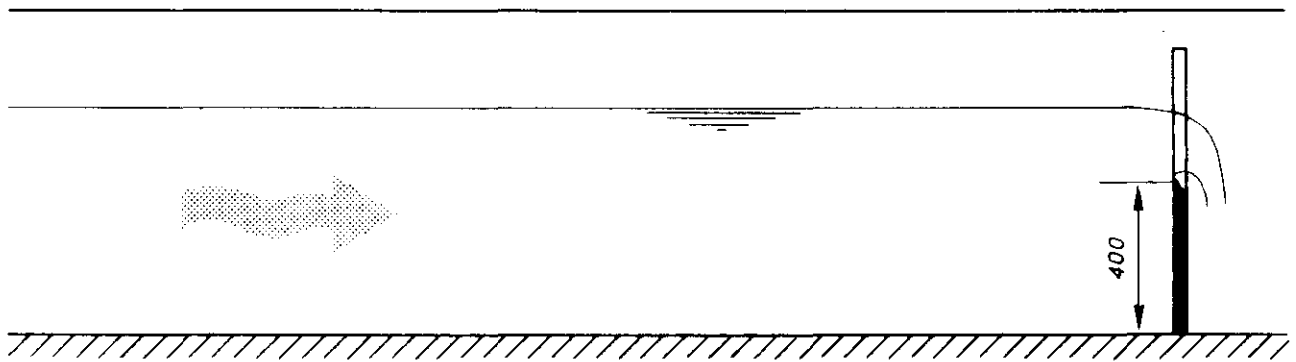
MATEN IN mm WK

SCHAAL 1:20 A4

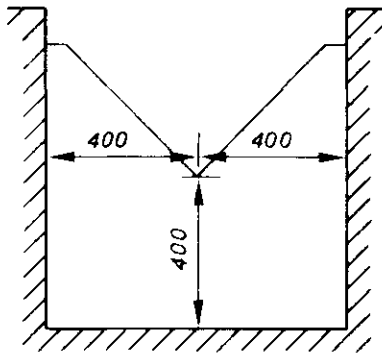
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 1446 - 1001

FIG. 1

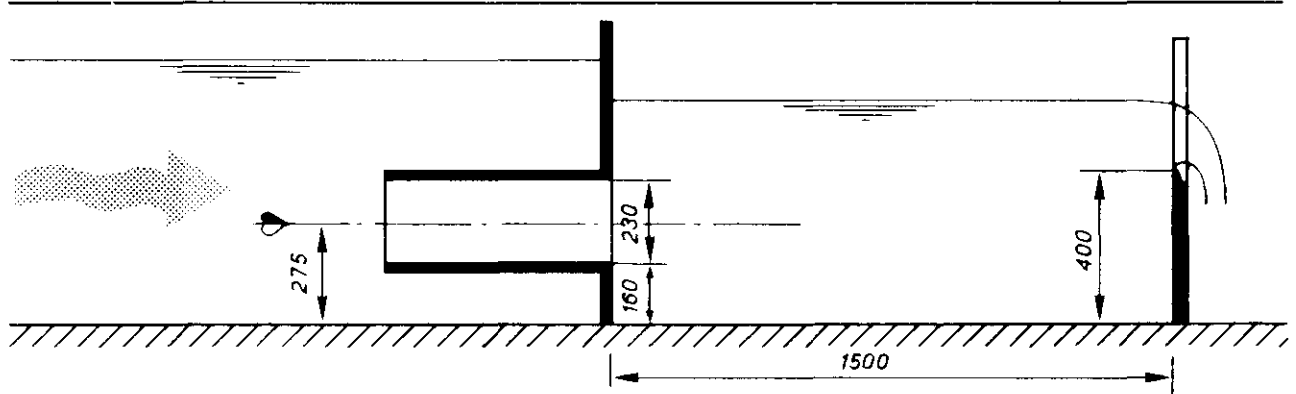


LANGSDOORSNEDE A-A (ZIE FIG. 1)

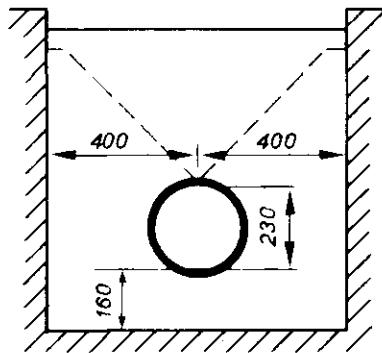


SITUATIE 1

DWARSDOORSNEDE
B-B (ZIE FIG. 1)



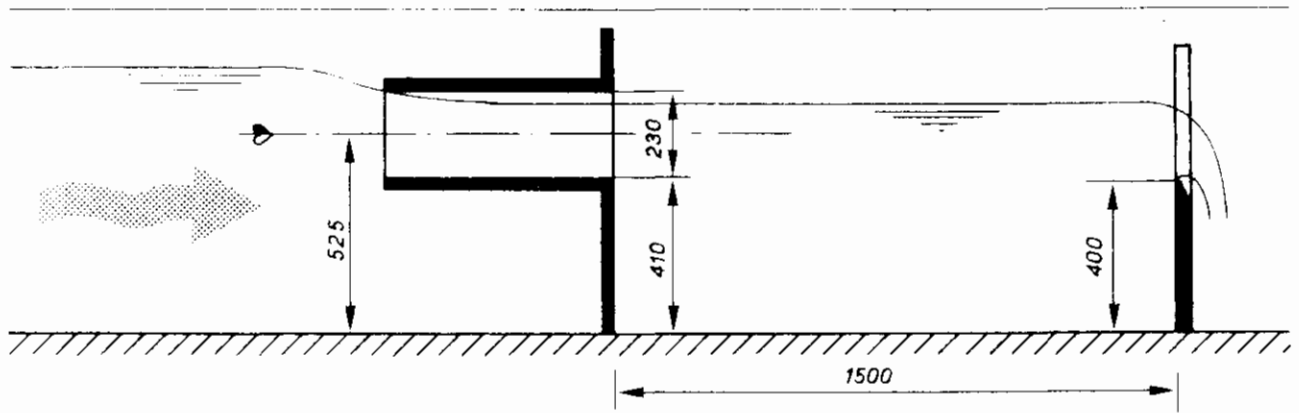
LANGSDOORSNEDE A-A



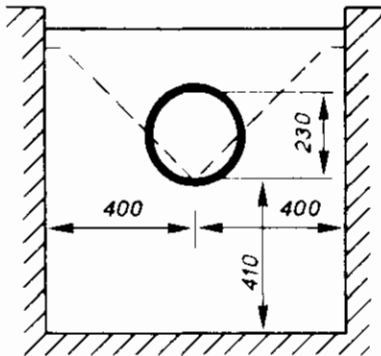
SITUATIE 2

DWARSDOORSNEDE B-B

SITUATIES 1 EN 2	MATEN IN mm	WK
	SCHAAL 1:20	A4
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.1446-1002	FIG. 2

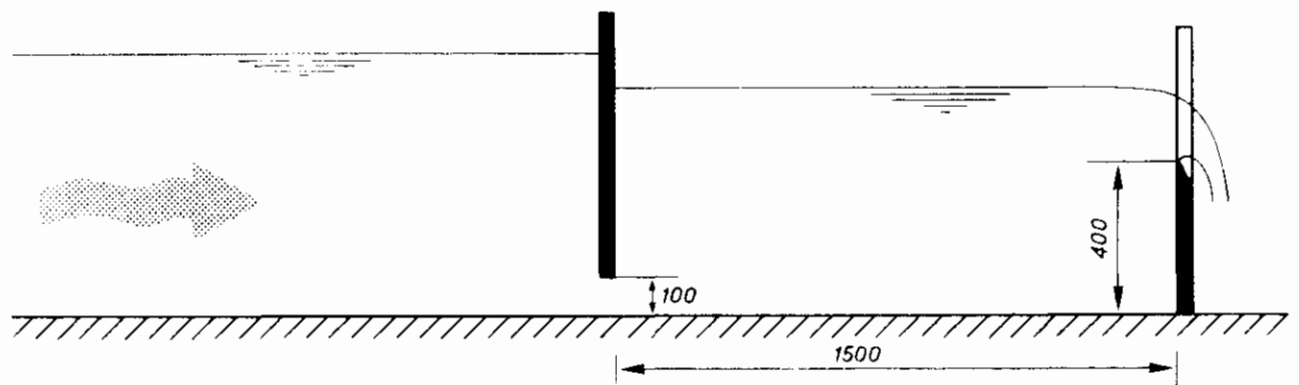


LANGSDOORSNEDE A-A

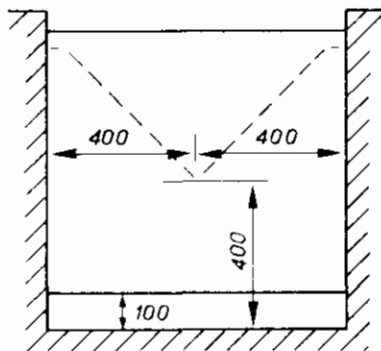


DWARSDOORSNEDE B-B

SITUATIE 3



LANGSDOORSNEDE A-A



DWARSDOORSNEDE B-B

SITUATIE 4

SITUATIES 3 EN 4

MATEN IN m

WK

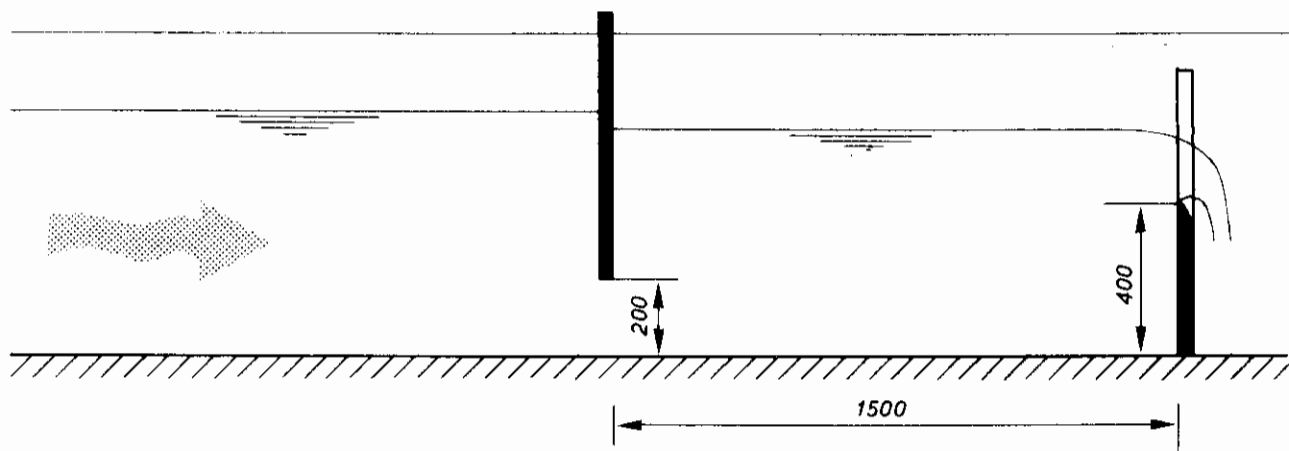
SCHAAL 1:20

A4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

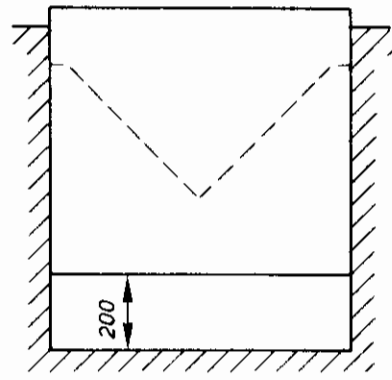
M. 1446 - 1003

FIG. 3

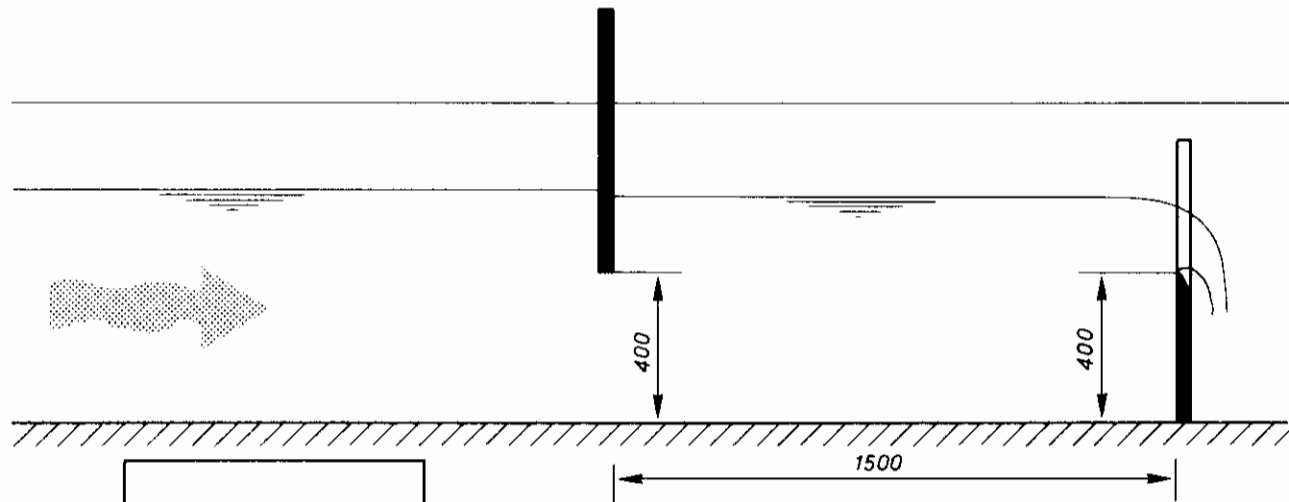


DOORSNEDE A - A

SITUATIE 5

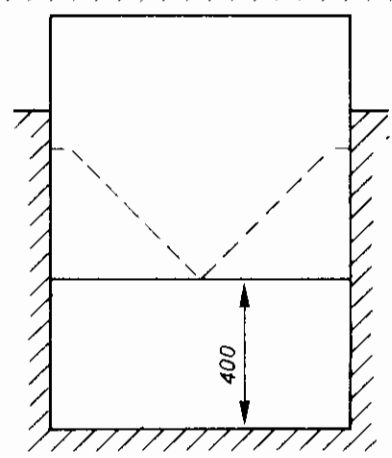


DOORSNEDE B - B



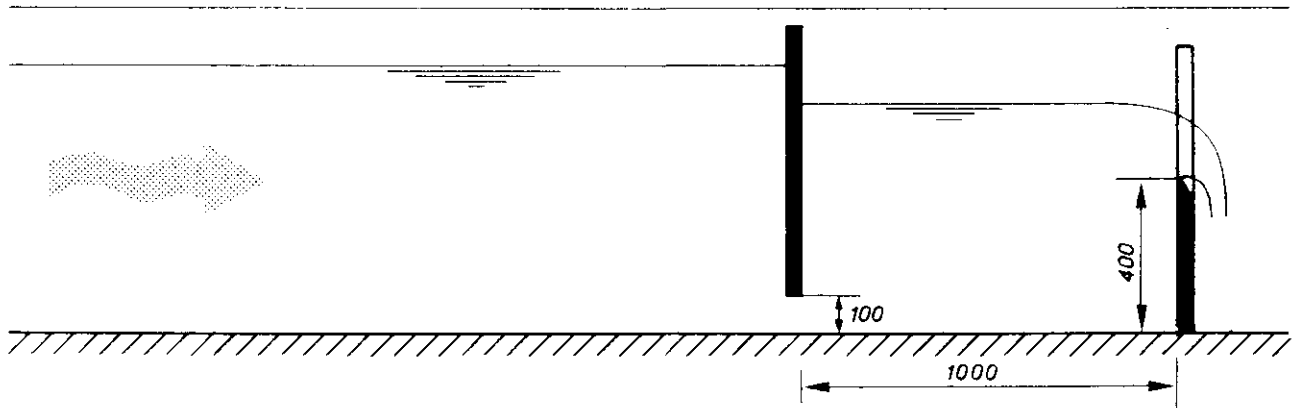
DOORSNEDE A - A

SITUATIE 6

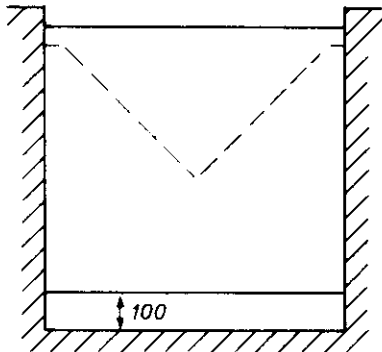


DOORSNEDE B - B

SITUATIES 5 EN 6	MATEN IN mm	WK
	SCHAAL 1:20	A4
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M. 1446 - 1004	FIG. 4

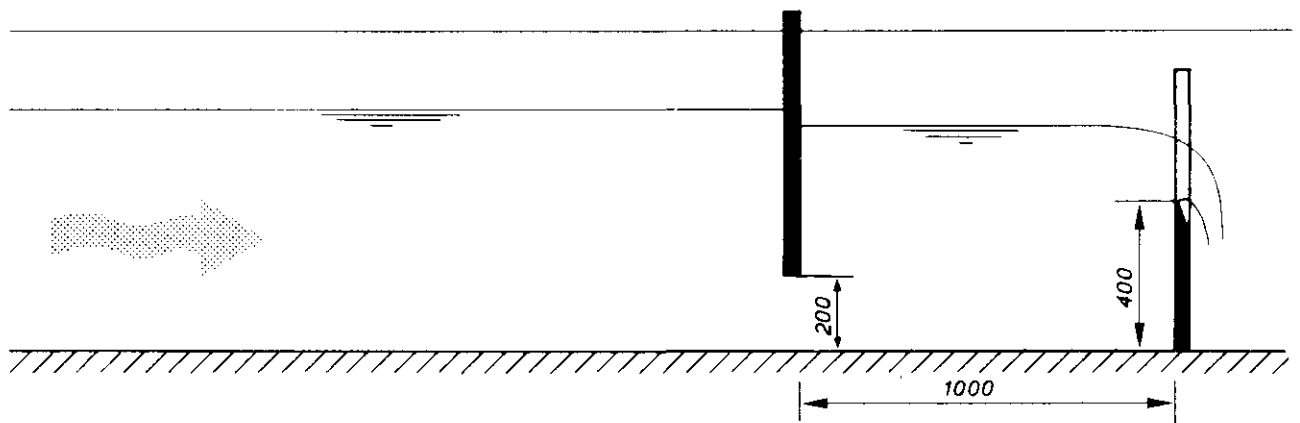


LANGSDOORSNEDE A-A

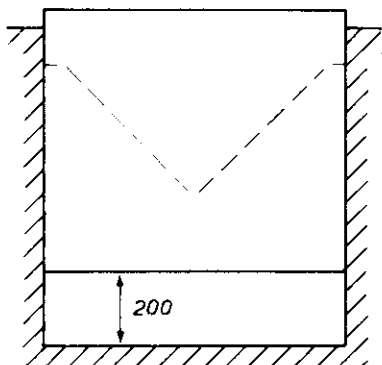


DWARSDOORSNEDE B-B

SITUATIE 7



LANGSDOORSNEDE A-A



DWARSDOORSNEDE B-B

SITUATIE 8

SITUATIES 7 EN 8

MATEN IN mm

WK

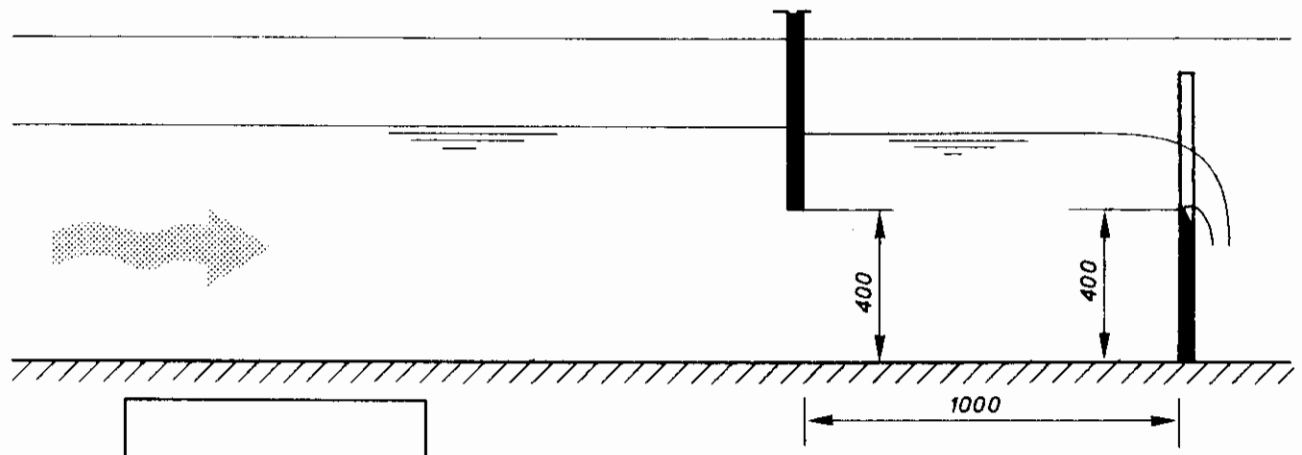
SCHAAL 1:20

A4

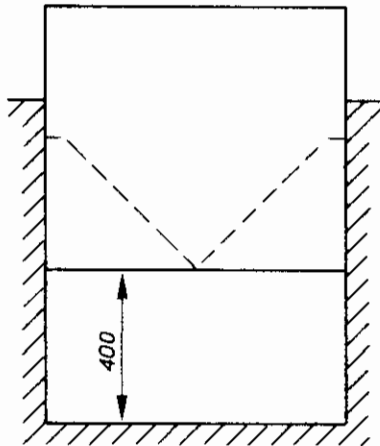
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 1446 - 1005

FIG. 5

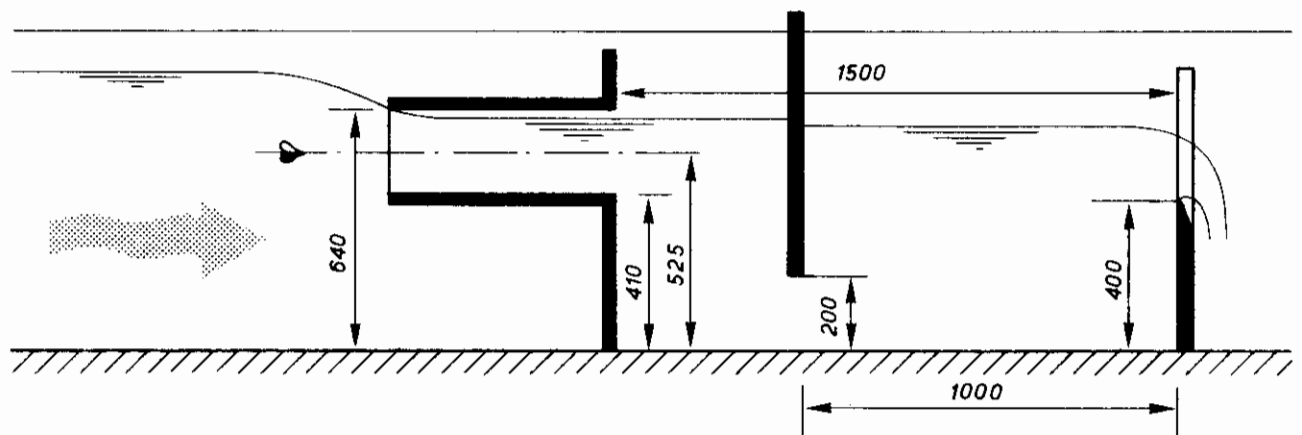


LANGSDOORSNEDE A-A

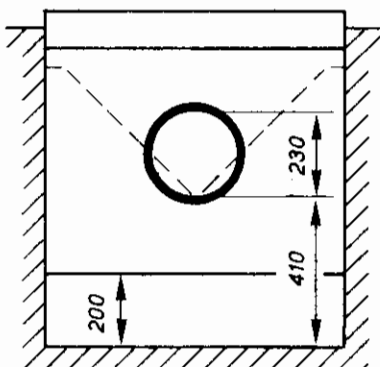


DWARSDOORSNEDE B-B

SITUATIE 9



LANGSDOORSNEDE A-A



DWARSDOORSNEDE B-B

SITUATIE 10

SITUATIES 9 EN 10

MATEN IN mm

WK

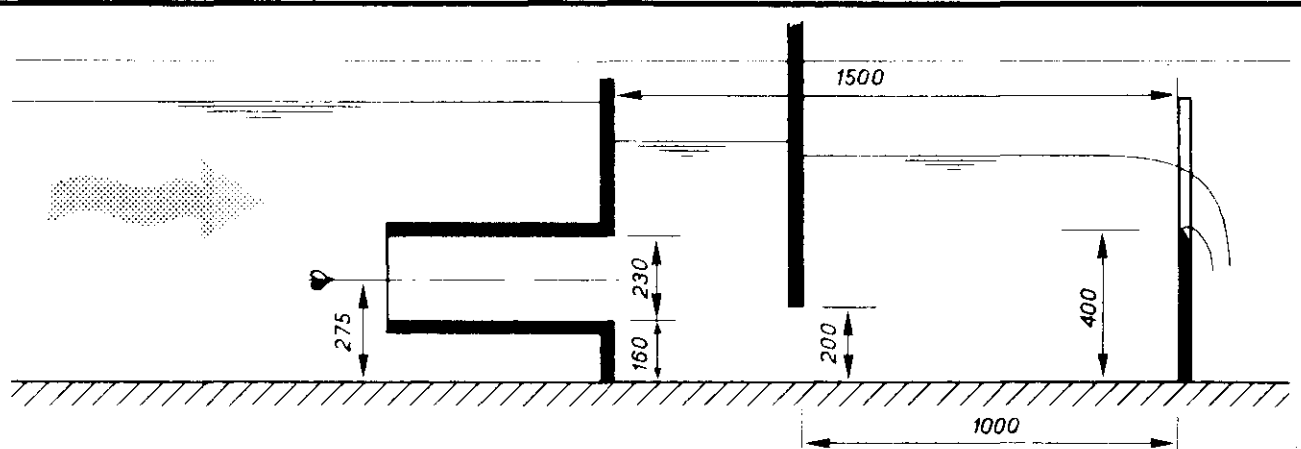
SCHAAL 1:20

A4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

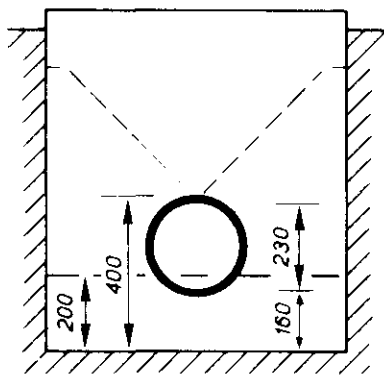
M. 1446 - 1006

FIG. 6

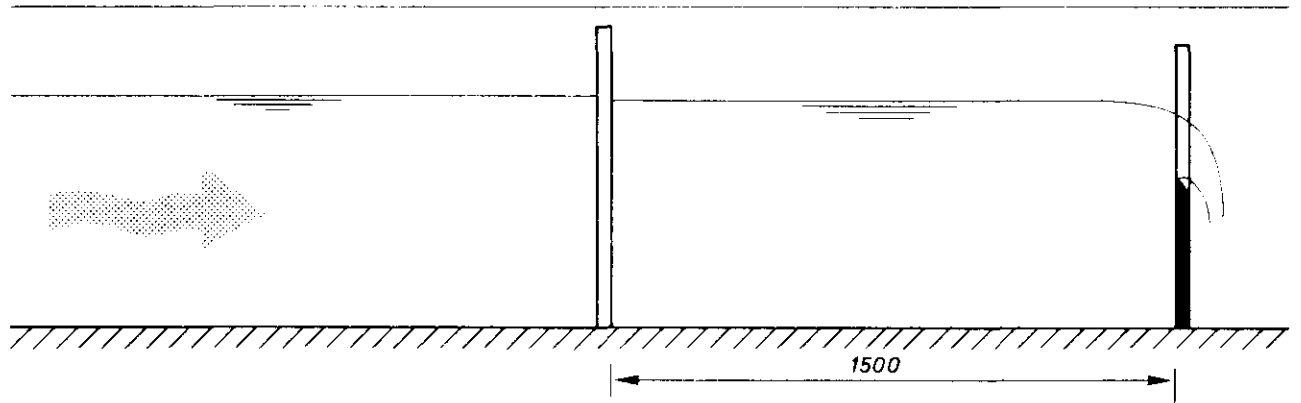


LANGSDOORSNEDE A - A

SITUATIE 11

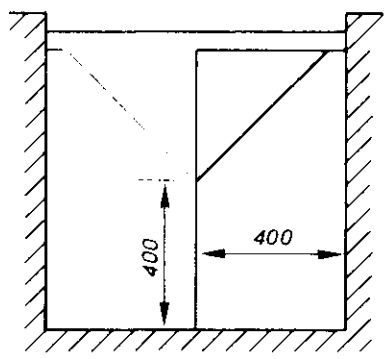


DWARSDOORSNEDE B - B



LANGSDOORSNEDE A - A

SITUATIE 12



DWARSDOORSNEDE B - B

SITUATIES 11 EN 12

MATEN IN mm

WK

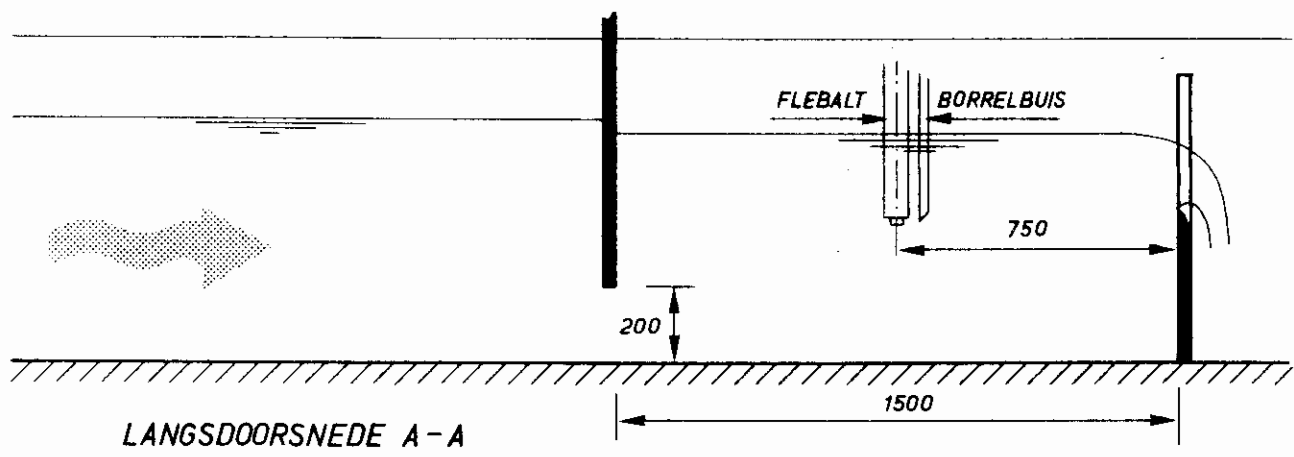
SCHAAL 1: 20

A4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

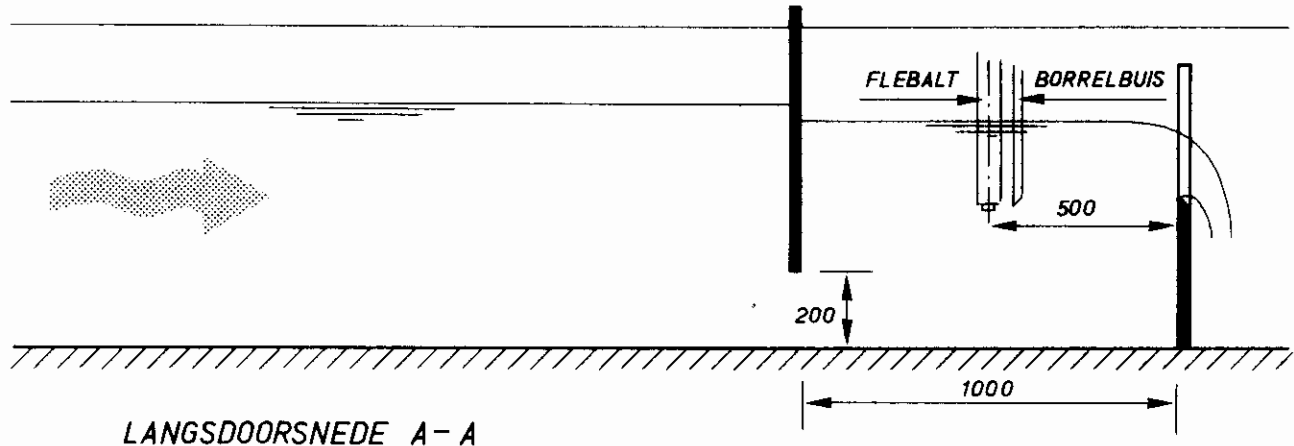
M.1446 - 1007

FIG. 7



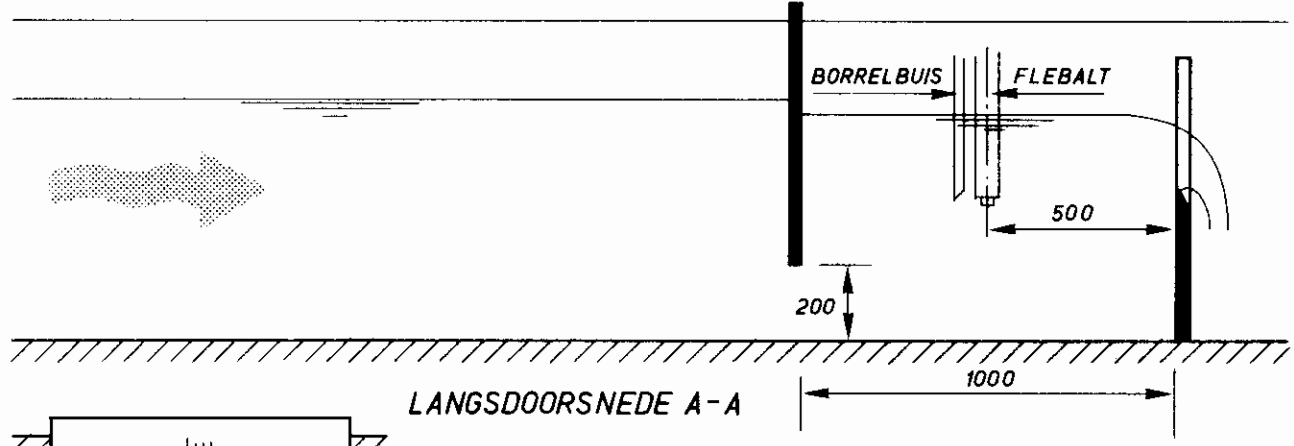
LANGSDOORSNEDE A-A

SITUATIE 13



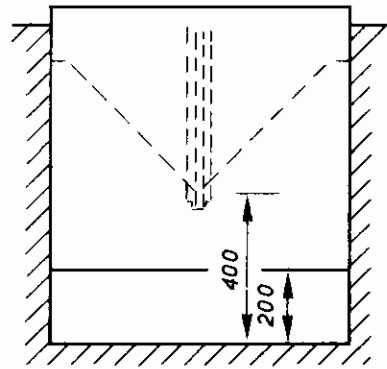
LANGSDOORSNEDE A-A

SITUATIE 14



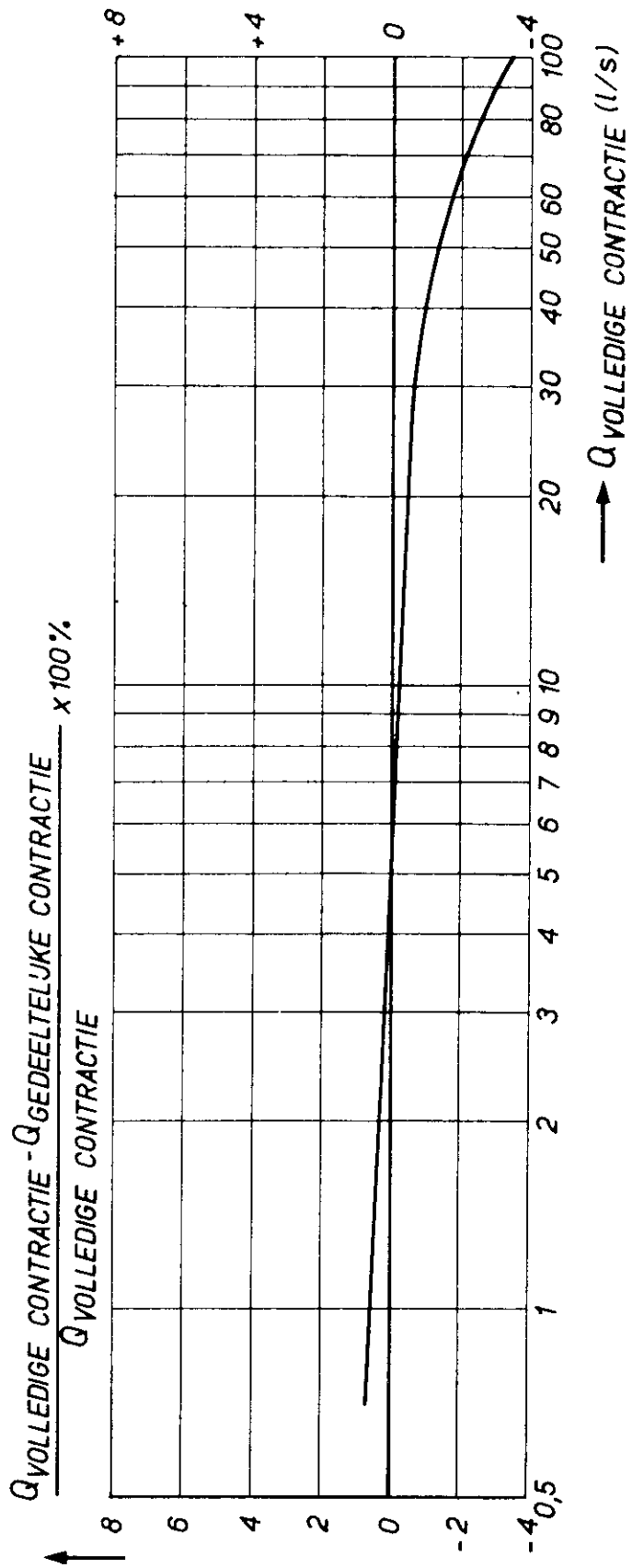
LANGSDOORSNEDE A-A

SITUATIE 15



DWARSDOORSNEDE B-B

SITUATIES 13, 14 EN 15	MATEN IN mm	WK
	SCHAAL 1: 20	A4
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M. 1446 - 1008	FIG. 8

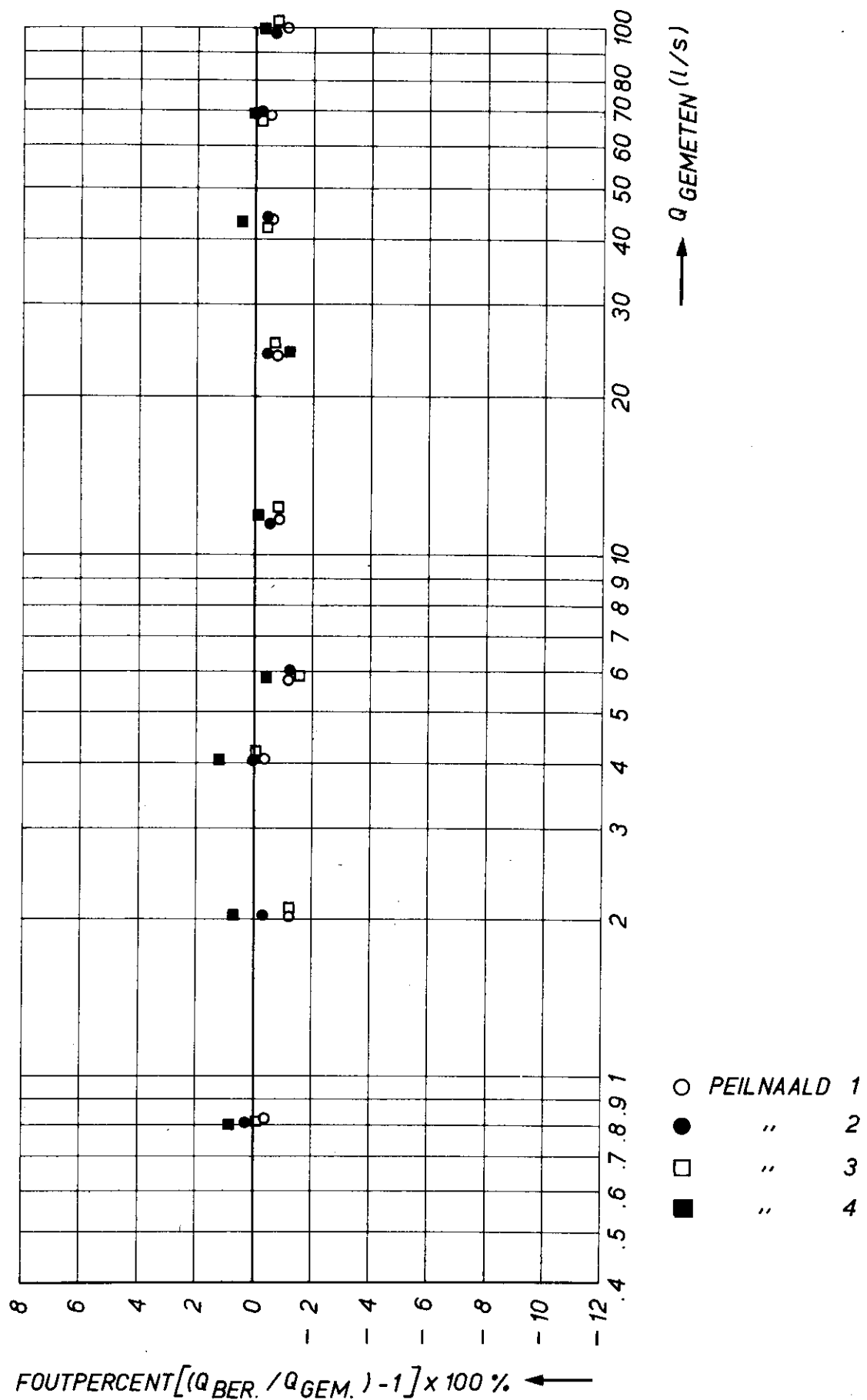


Q GEDEELTELIJKE CONTRACTIE - DEBIET BEREKEND VOLGENS NORMEN (ISO) VOOR SITUATIE IN STROOMGOOT BIJ ZELFDE OVERSTORTHOOGTE ALS Q VOLLEDIGE CONTRACTIE

VERGELIJING NORM-DEBIET BIJ ONVOLLEDIGE CONTRACTIE ALS IN STROOMGOOT EN BIJ VOLLEDIGE CONTRACTIE

WK

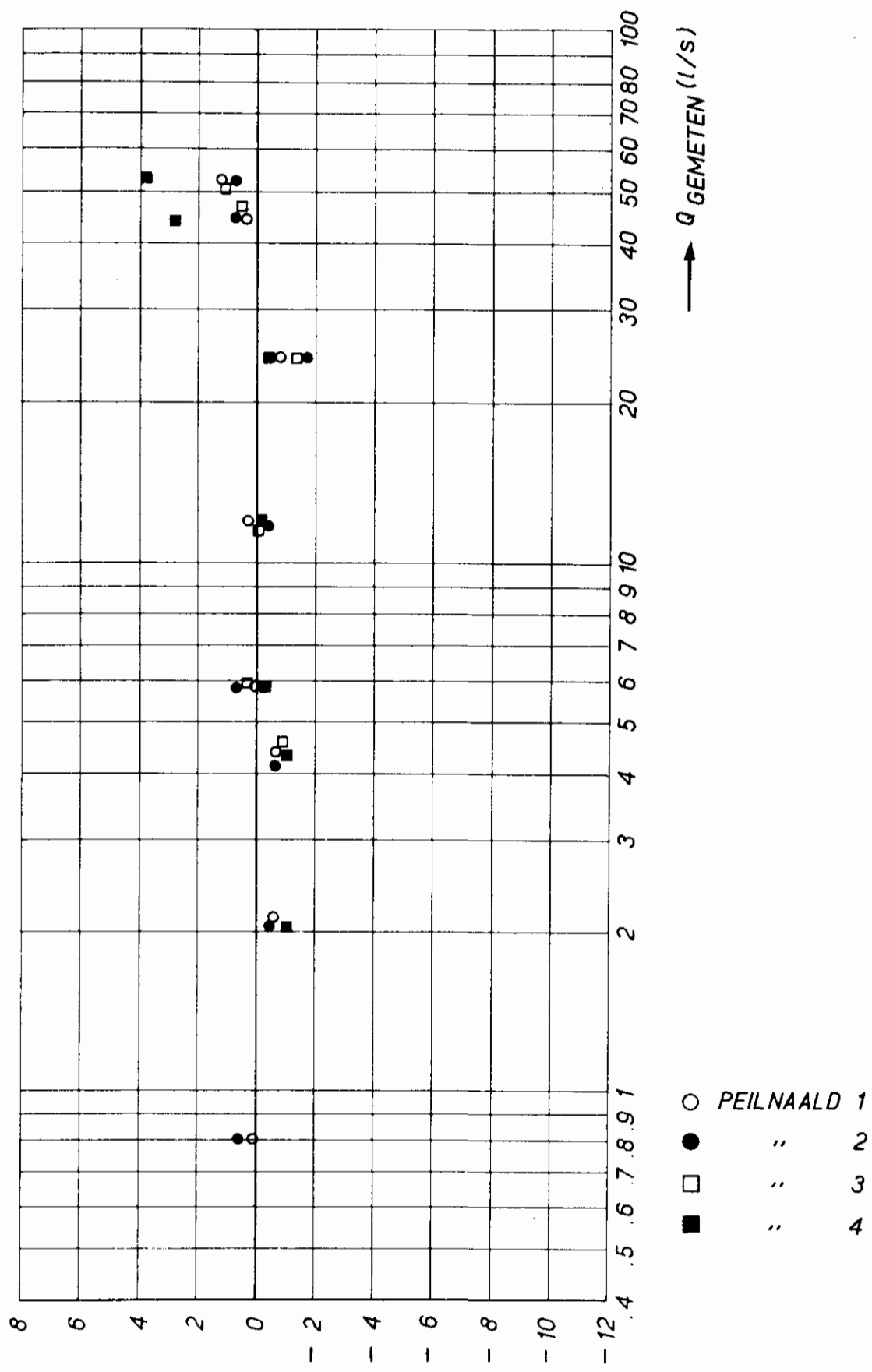
A4



MEETRESULTATEN SITUATIE 1

WK

A4

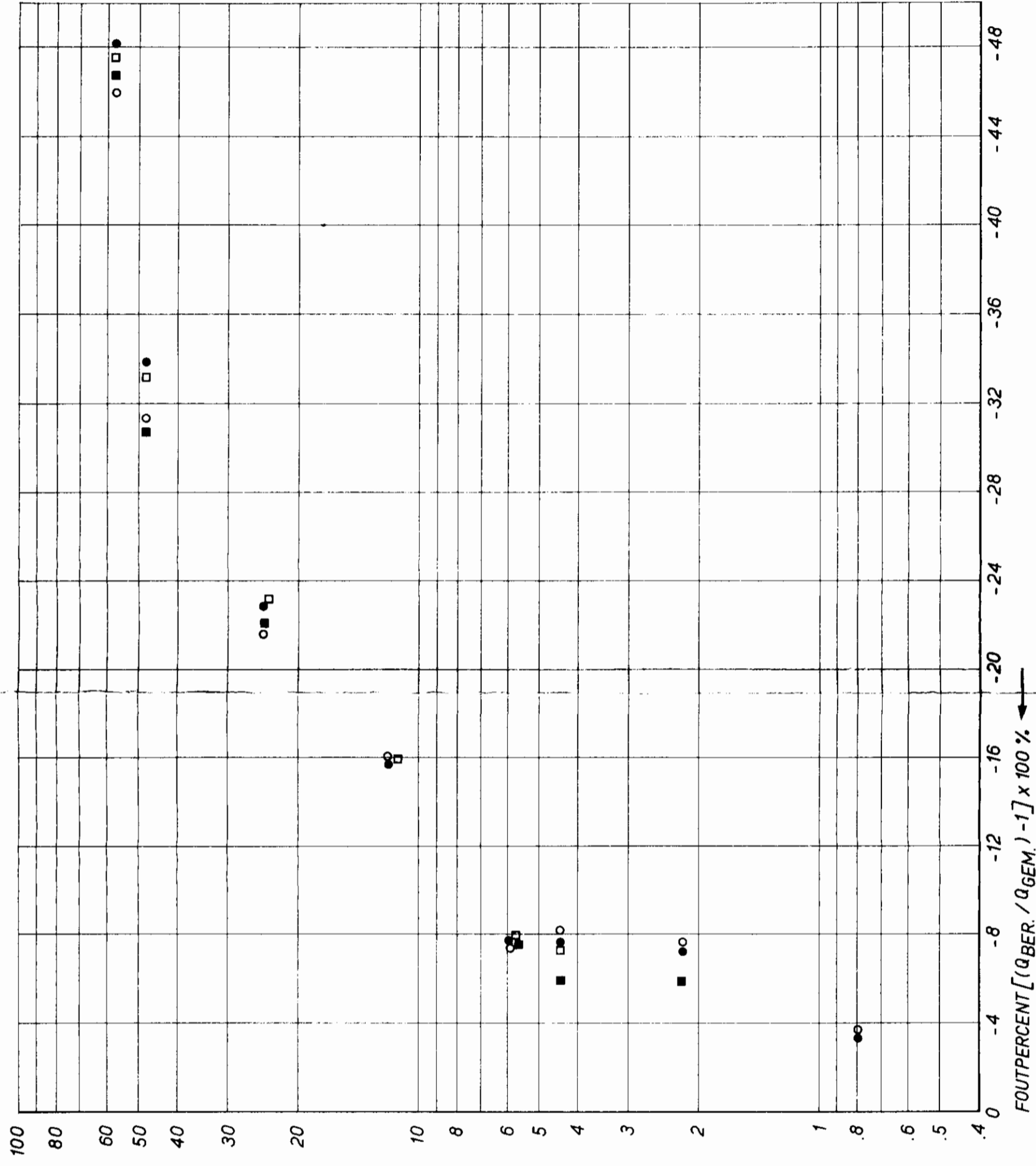


FOUTPERCENT $[(Q_{BER.} / Q_{GEM.}) - 1] \times 100 \%$

MEETRESULTATEN SITUATIE 2

WK

A4

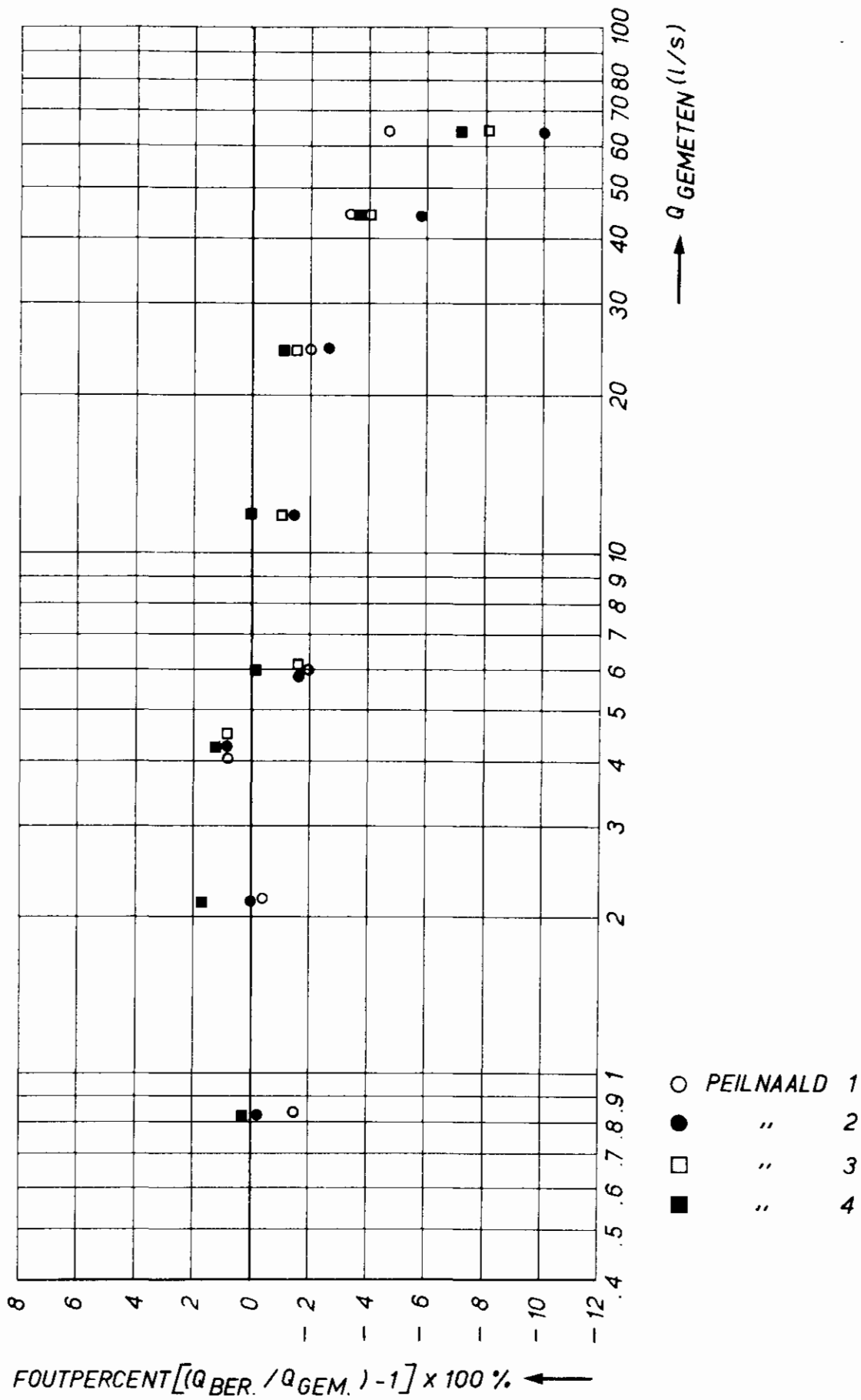


$q_{GEM.}$ (l/s) ↑

- PEILNAALD 1
- " 2
- " 3
- " 4

FOURPERCENT $[(q_{BER.} / q_{GEM.}) - 1] \times 100 \%$ ←

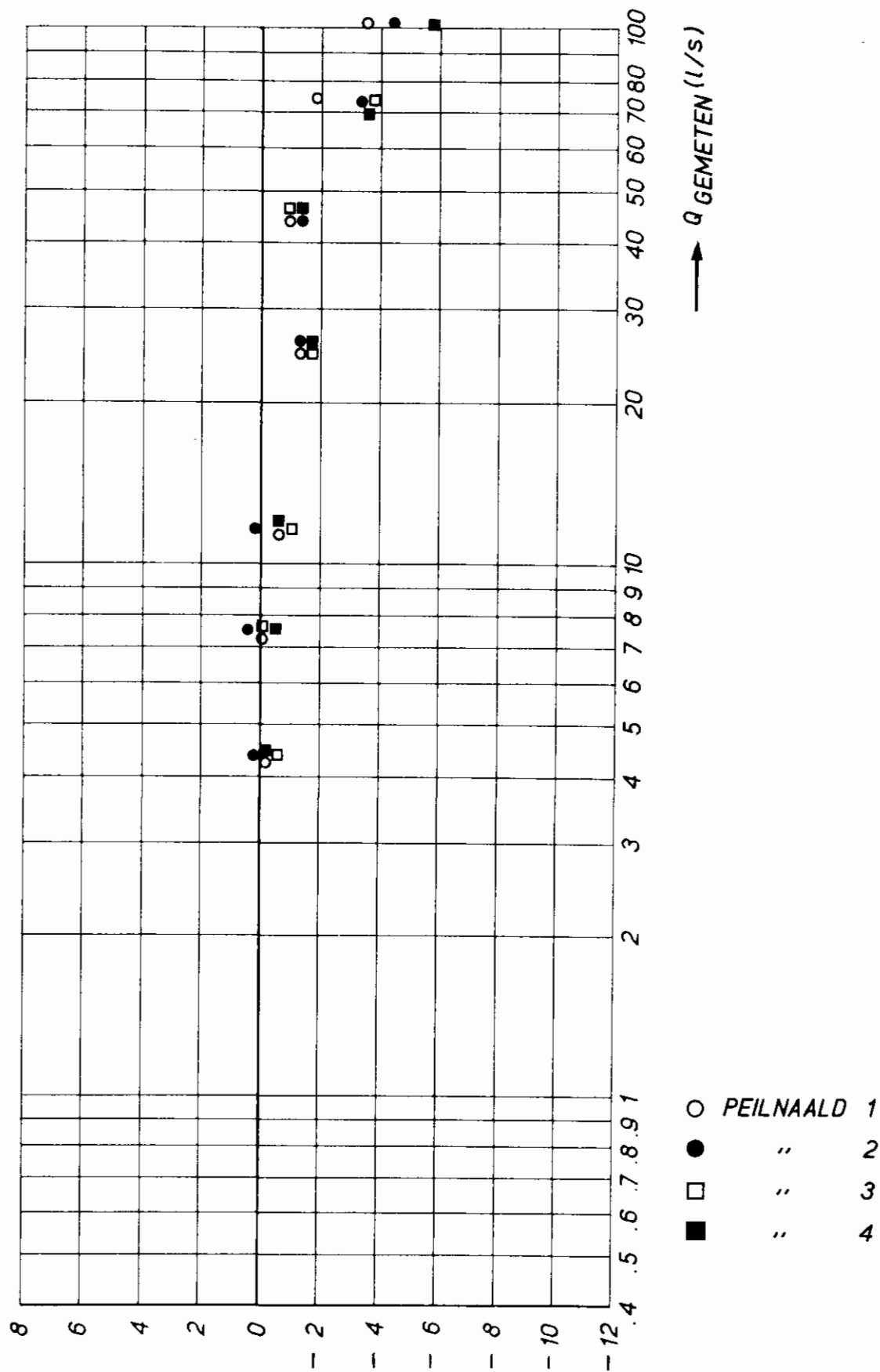
AANSTROMING DOOR PJP Ø 23 cm SITUATIE 3	WK
	A3
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.1446 - 1012
	FIG. 12



MEETRESULTATEN SITUATIE 4

WK

A4



FOUTPERCENT $[(q_{BER.} / q_{GEM.}) - 1] \times 100 \%$

- PEILNAALD 1
- " 2
- " 3
- " 4

MEETRESULTATEN SITUATIE 5

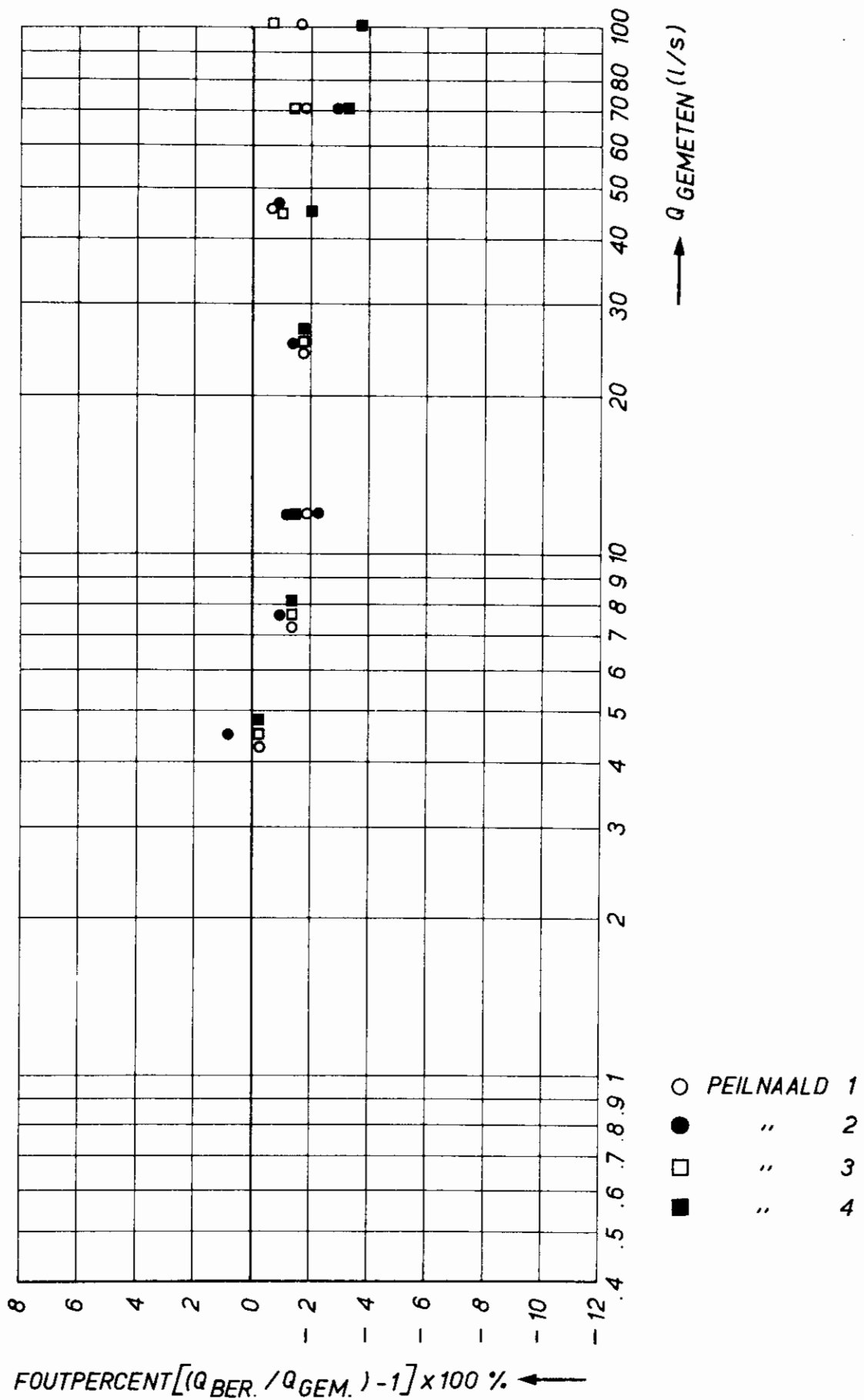
WK

A4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 1446 - 1014

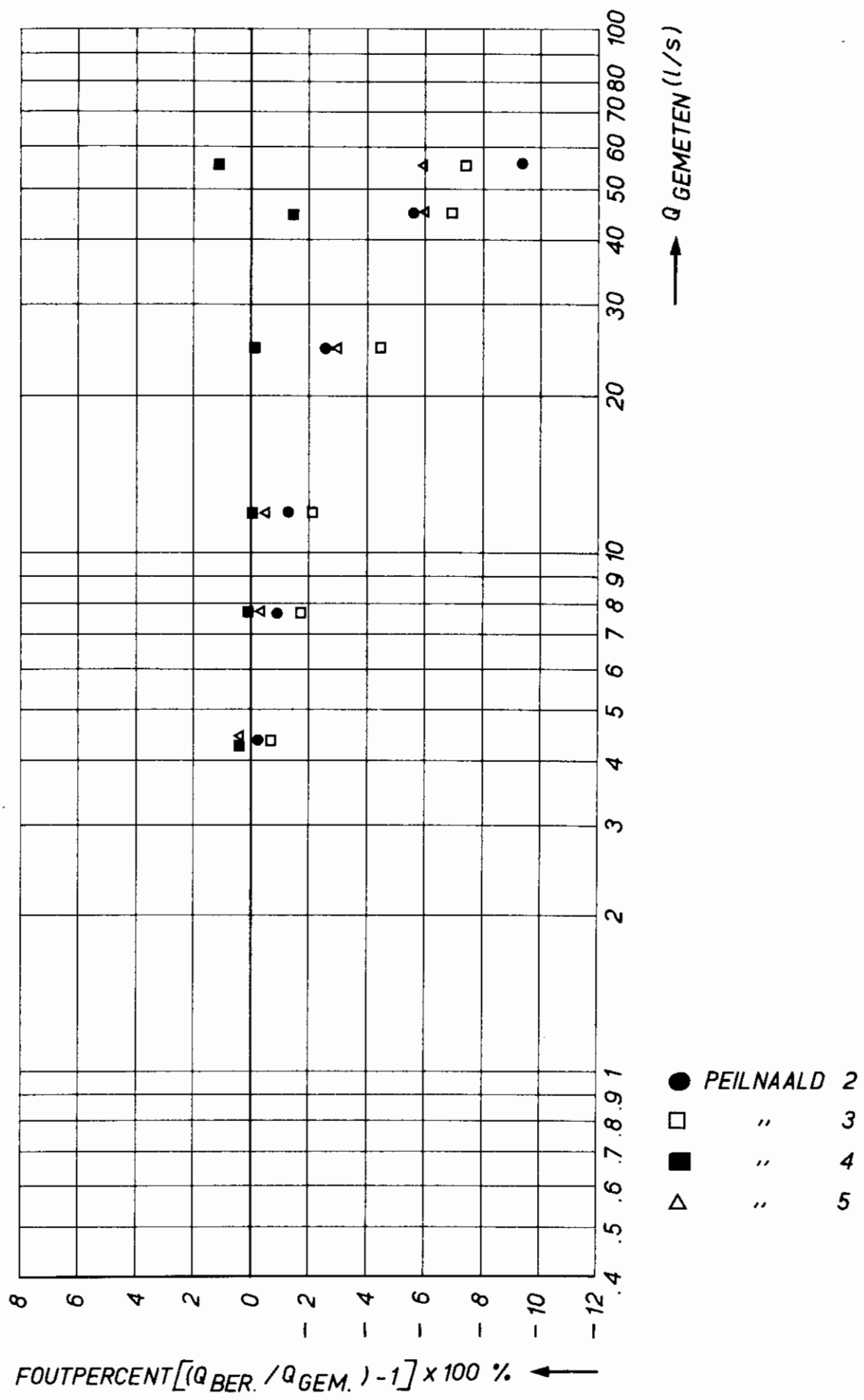
FIG. 14



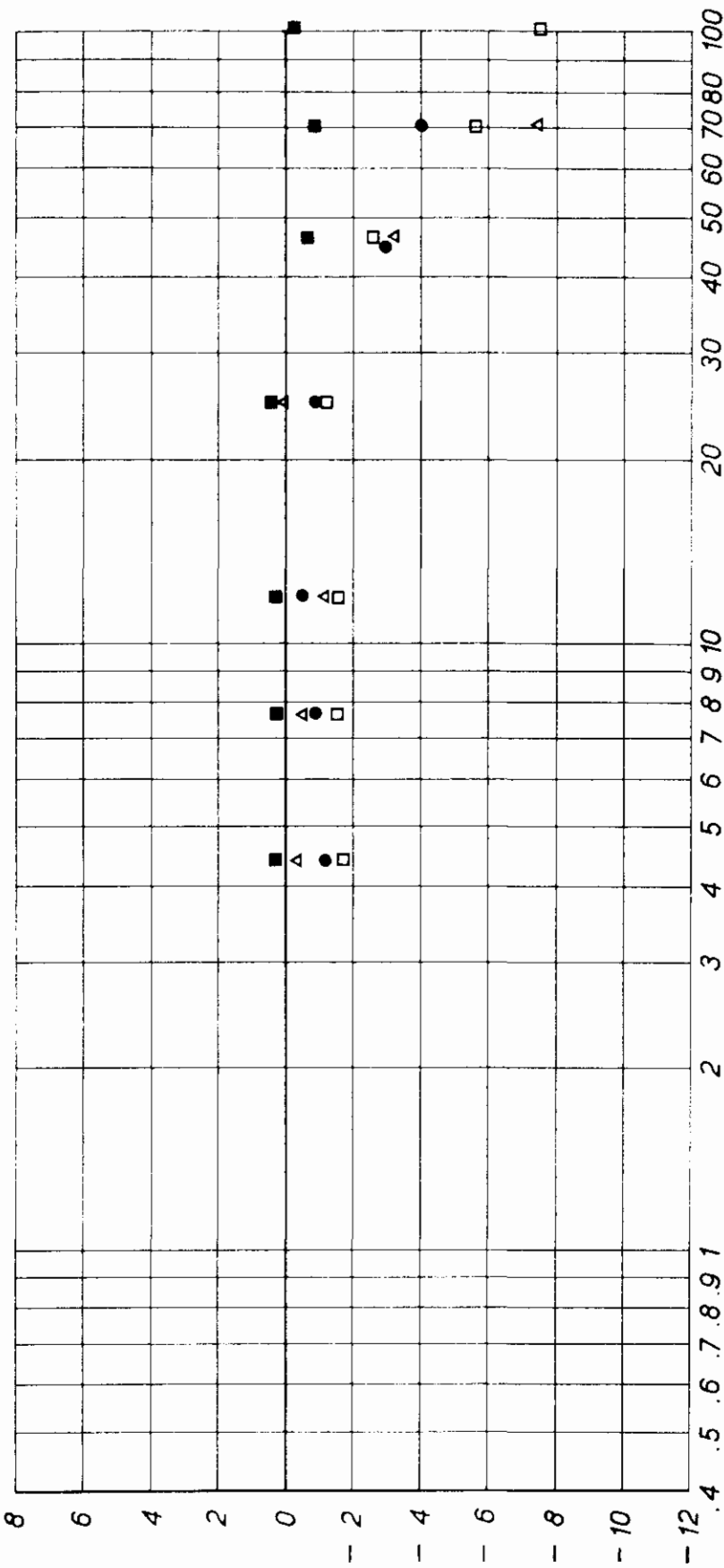
AANSTROMING
 MEETRESULTATEN SITUATIE 6

WK

A4



MEETRESULTATEN SITUATIE 7



Q GEMETEN (l/s) →

FOUTPERCENT $[(Q_{BER.} / Q_{GEM.}) - 1] \times 100\%$ ←

- PEILNAALD 2
- " 3
- " 4
- △ " 5

MEETRESULTATEN SITUATIE 8

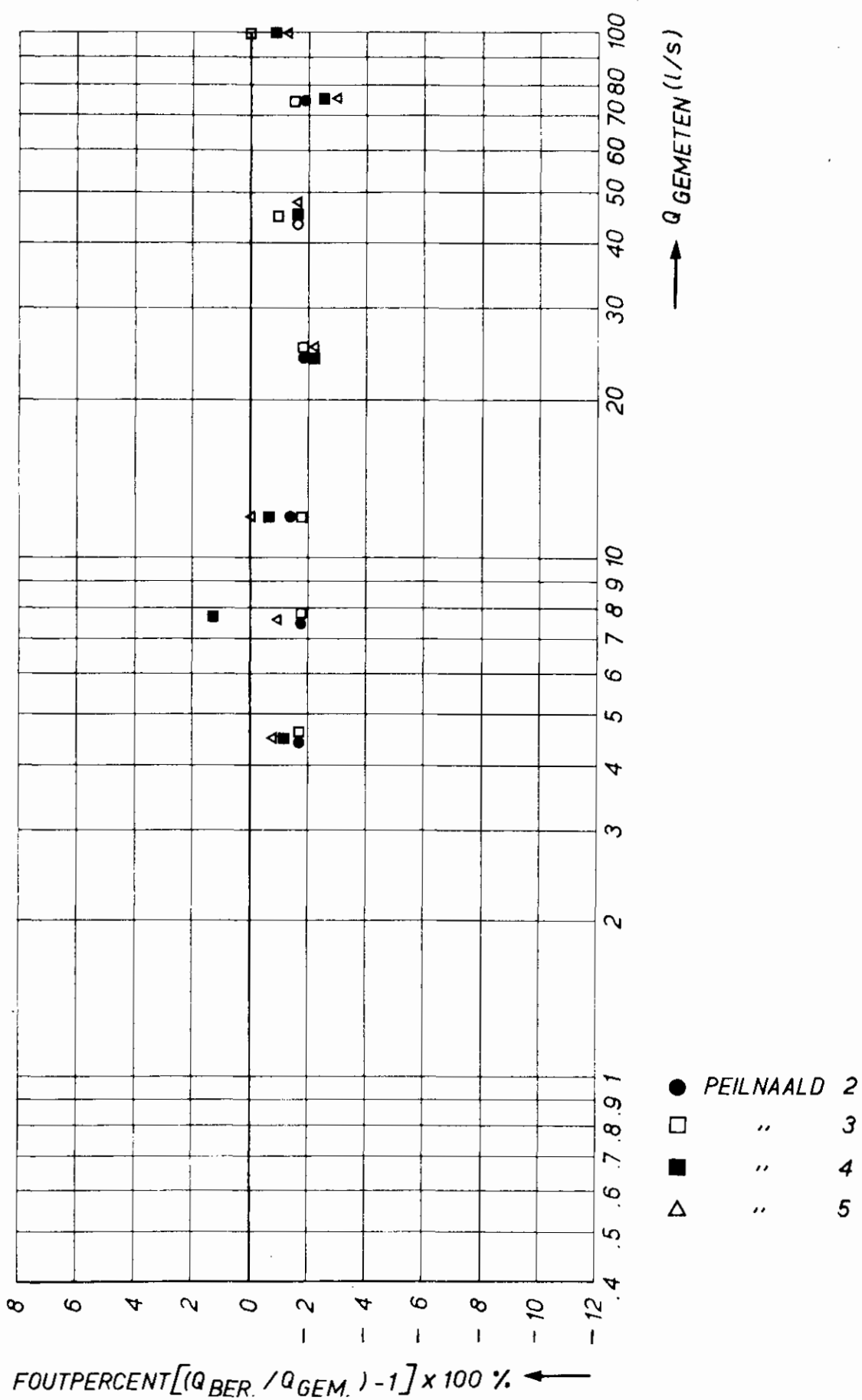
WK

A4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

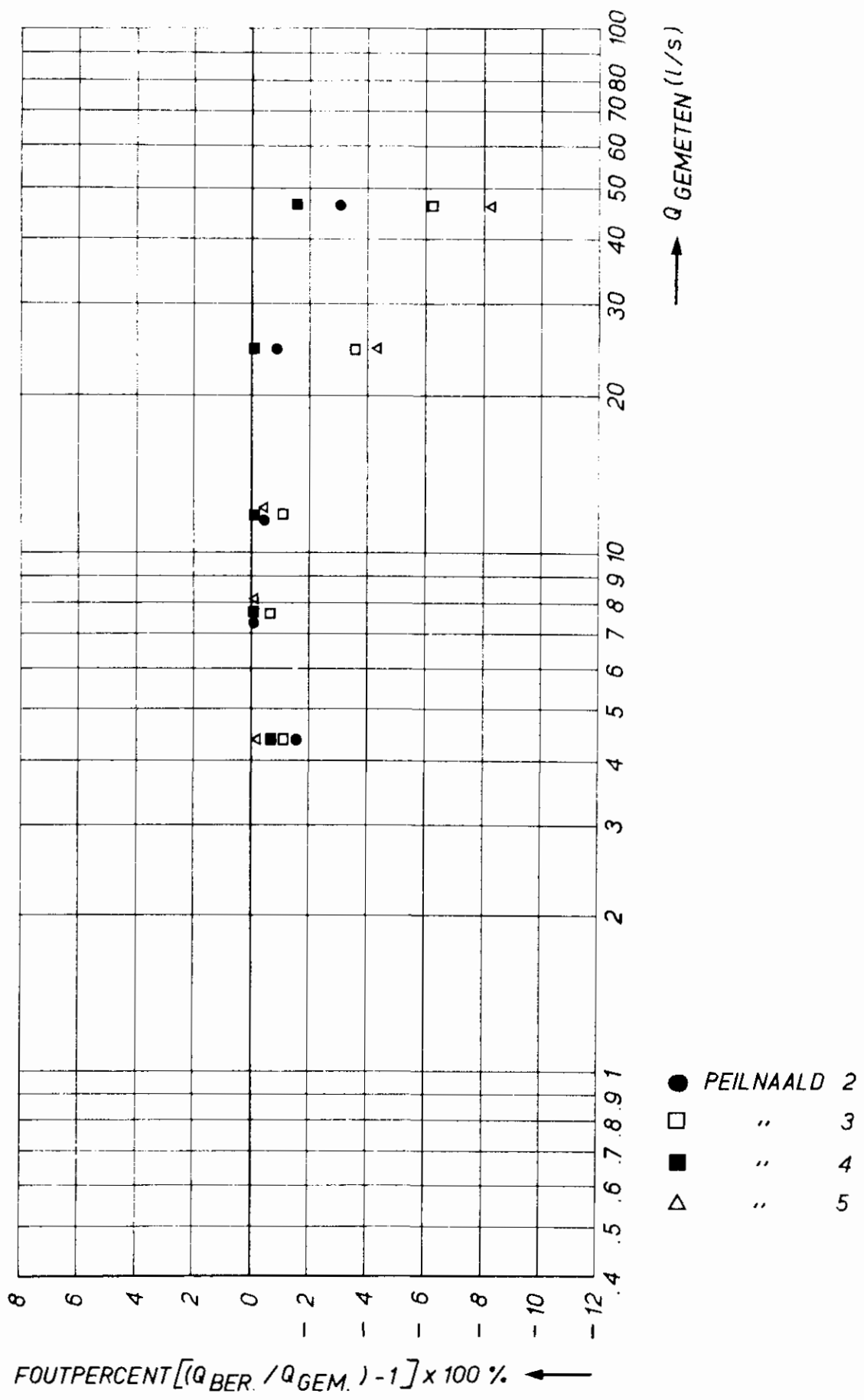
M. 1446-1017

FIG.17



MEETRESULTATEN SITUATIE 9

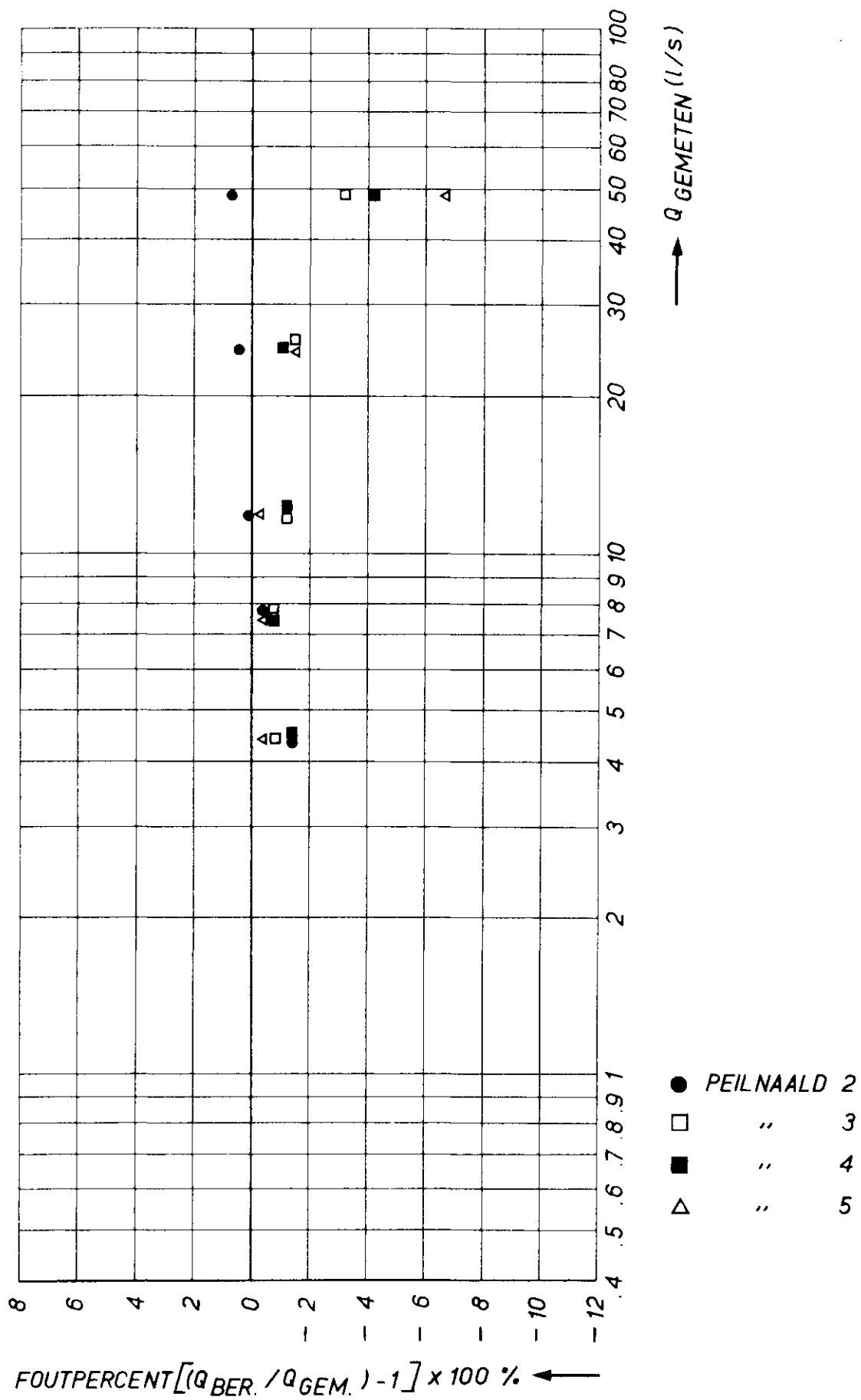
WK
A4



MEETRESULTATEN SITUATIE 10

WK

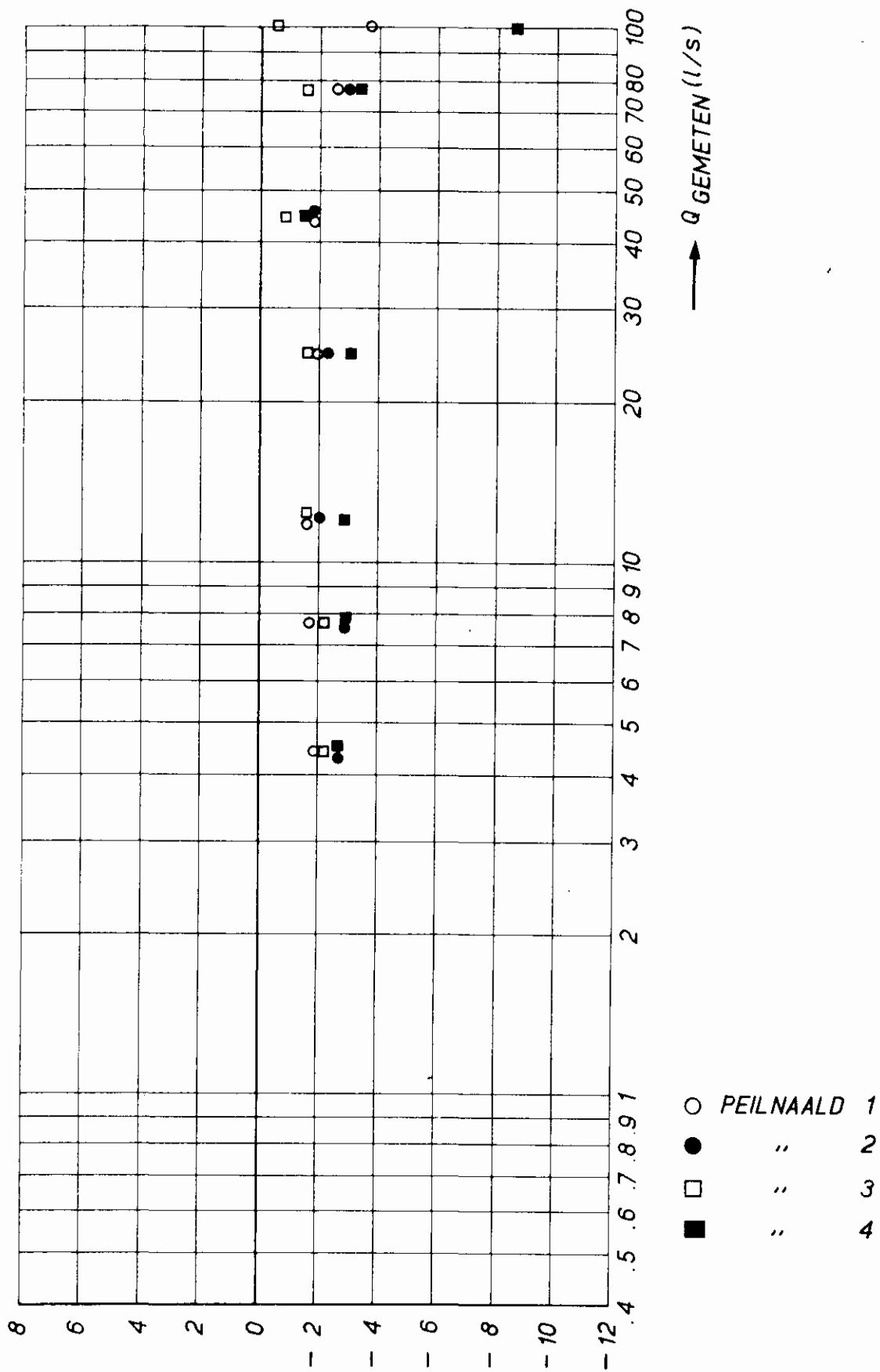
A4



MEETRESULTATEN SITUATIE 11

WK

A4



$$FOUTPERCENT [(Q_{BER.} / Q_{GEM.}) - 1] \times 100 \%$$

MEETRESULTATEN SITUATIE 12

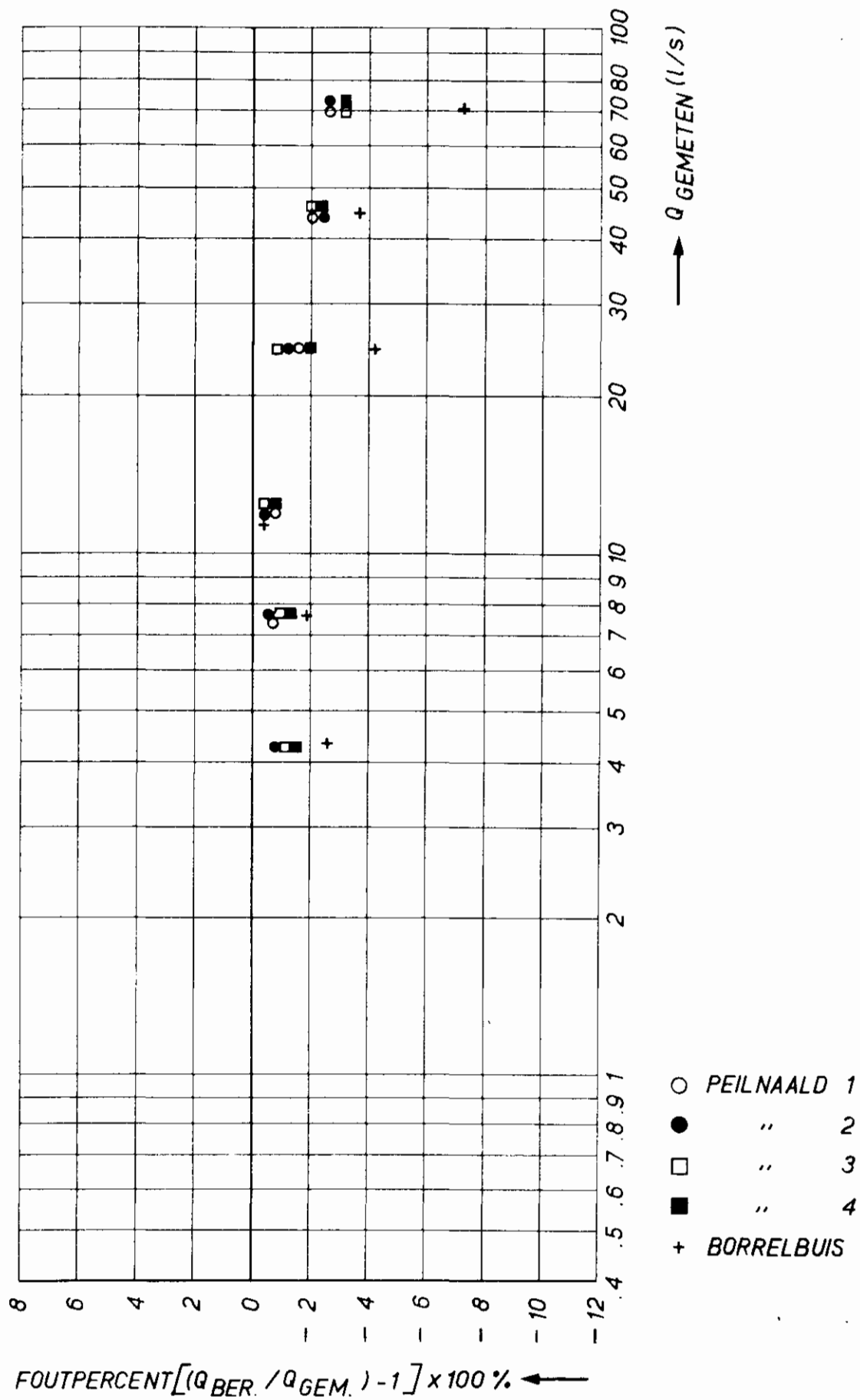
WK

A4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 1446-1021

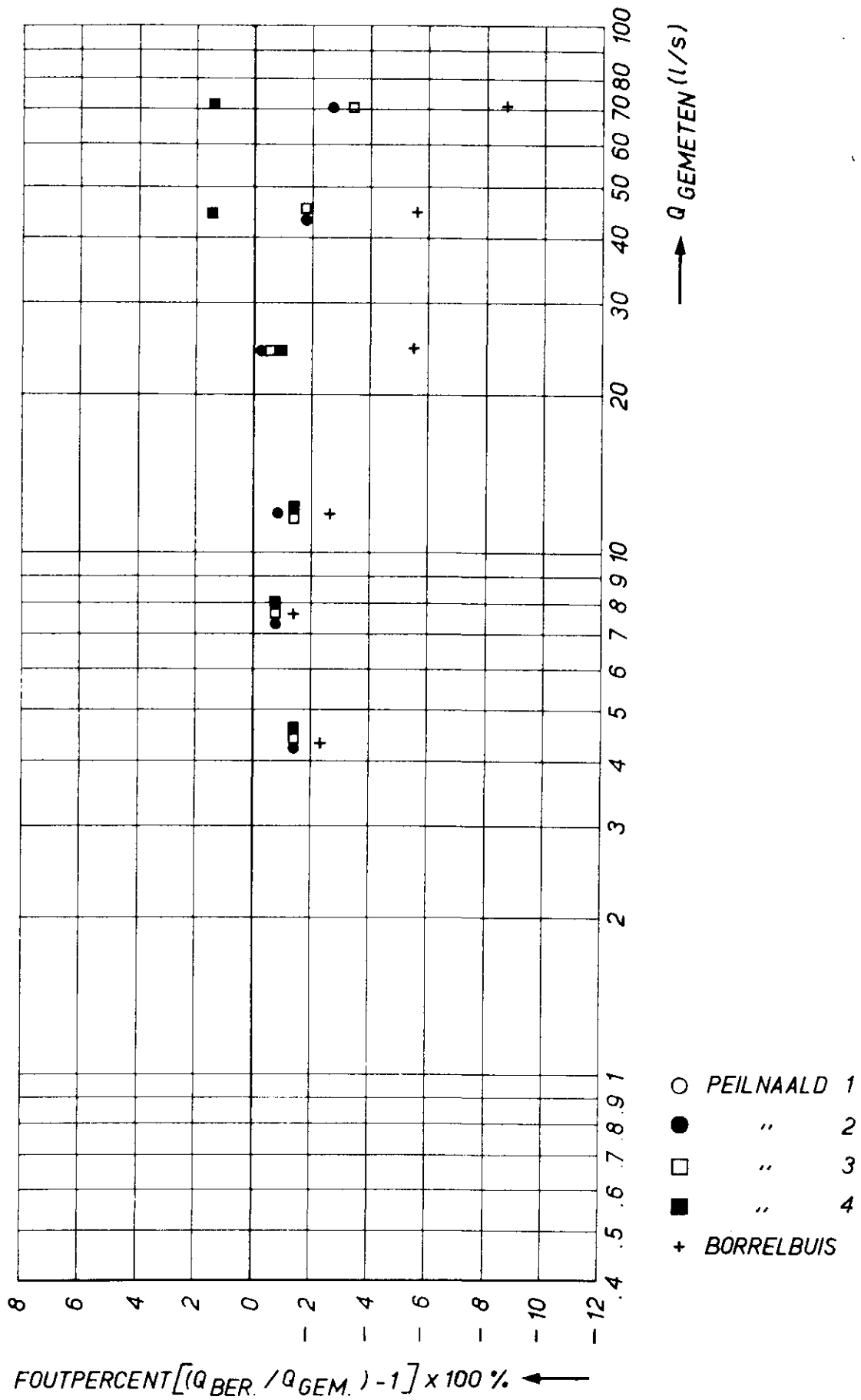
FIG. 21



MEETRESULTATEN SITUATIE 13

WK

A4



MEETRESULTATEN SITUATIE 14

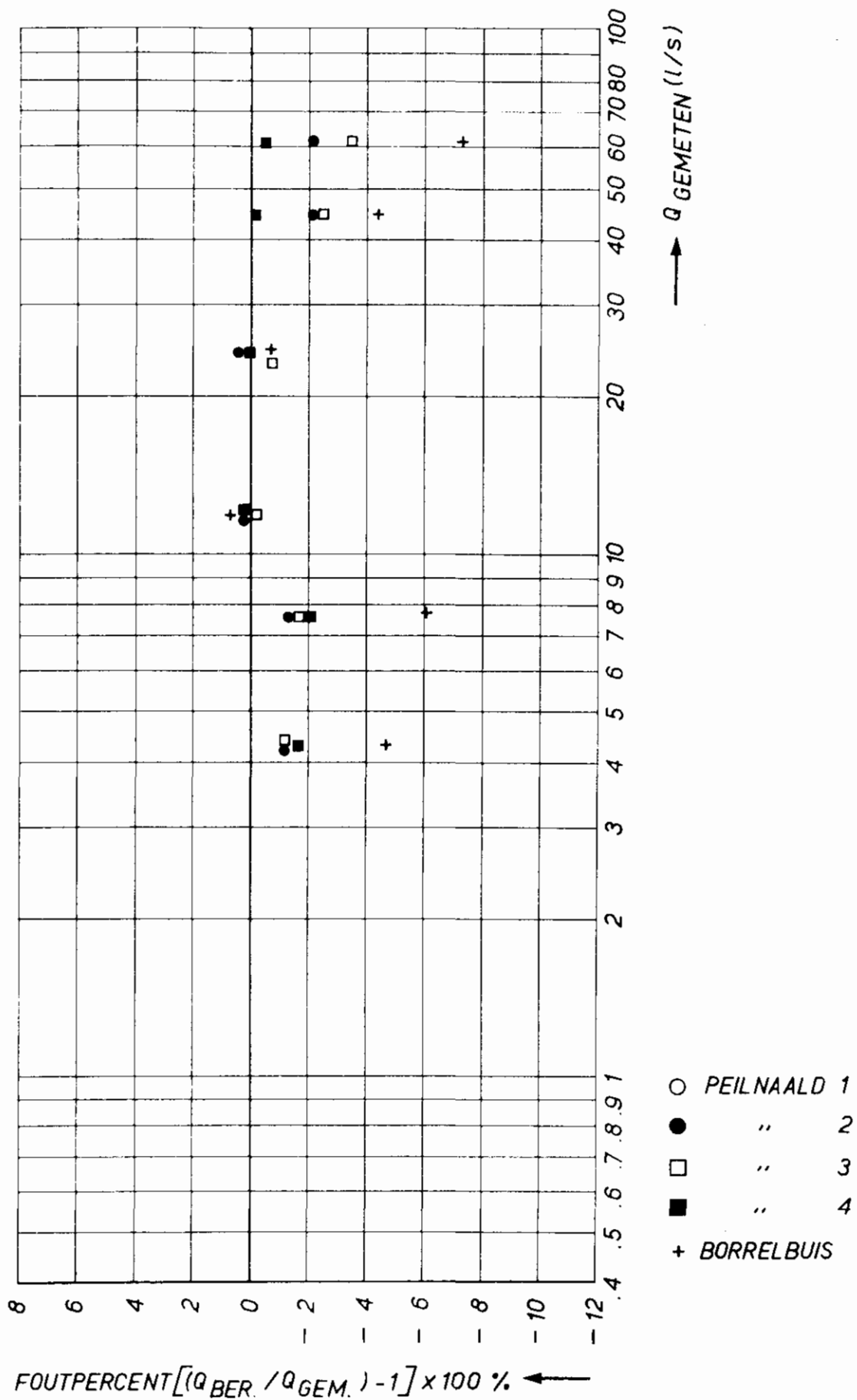
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

WK

A4

M. 1446 - 1023

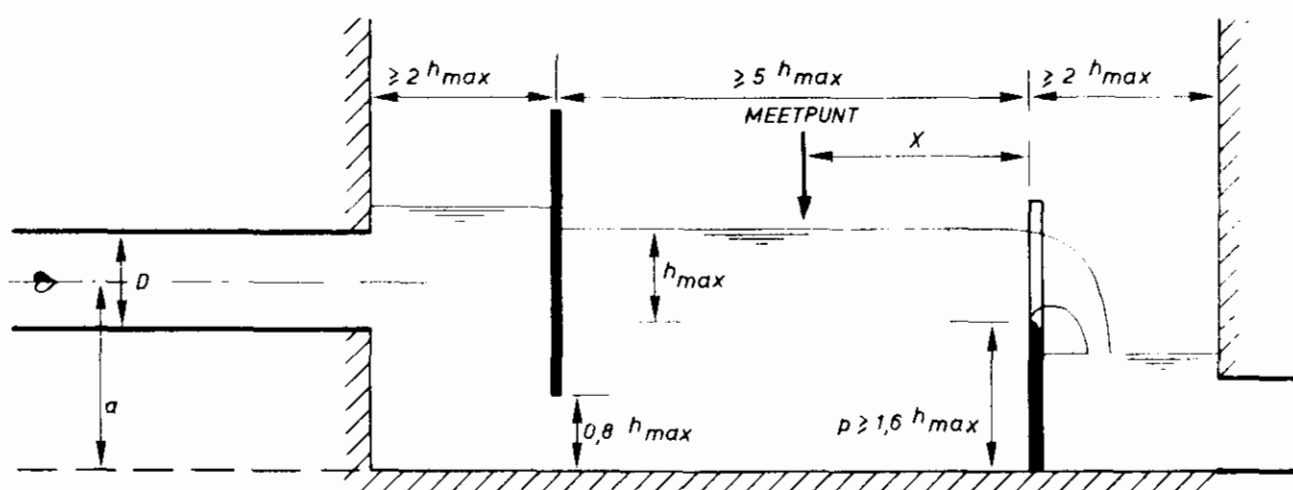
FIG. 23



MEETRESULTATEN SITUATIE 15

WK

A4



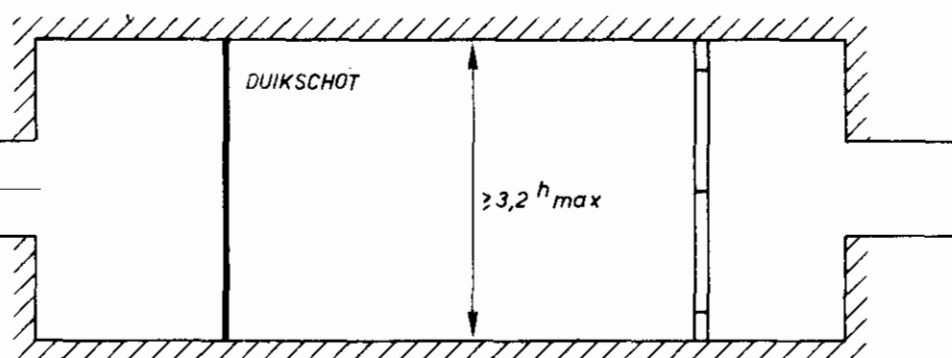
$D = \text{INWENDIGE DIAMETER AANVOERPJP} \geq 0,8 h_{max}$

$p + 0,55 D \geq a \geq 0,6 h_{max} + 0,5 D$

$2 h_{max} \leq x \leq 4,9 h_{max}$

^

PJP OVER MINIMAAL 5 D
RECHT EN MET CONSTATE
DIAMETER



$h_{max} = \text{MAXIMAAL VOORKOMENDE OVERSTORTHOOGTE (m)}$

N.B. 1) DE HIER GESCHETSTE MEETPUT IS GETEKEND OP SCHAAL
1:20 VOOR HET GEVAL, WAARIN h_{max} 0,25 m BEDRAAGT.

2 DE TEKENING IS ECHTER DIMENSIELOOS: VOOR ELKE
WILLEKEURIGE h_{max} KUNNEN DE ONTWERPAFMETINGEN
WORDEN ONTLEEND AAN DE IN DEZE FIGUUR
GEGEVEN MAATAANDUIDINGEN.

AANBEVOLEN STANDAARD MEETPUT VOOR 90°
SCHERP V-SCHOT

WK

A4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M. 1446 - 1025

FIG. 25

