

waterloopkundig laboratorium
delft hydraulics laboratory

compartimentering Oosterschelde

tweedimensionaal onderzoek van het sluitgat
van het Slaak

onderzoek van de afvoereigenschappen voor een
aantal bouwfasen

AFGEHANDELD

verslag berekeningen

R 2273/Q 368

juni 1987

compartimentering Oosterschelde

tweedimensionaal onderzoek van het sluitgat
van het Slaak

onderzoek van de afvoereigenschappen voor een
aantal bouwfases

verslag berekeningen

R 2273/Q 368

juni 1987

INHOUD

	blz.
1. <u>Inleiding</u>	1
2. <u>Konklusies</u>	2
3. <u>Opzet van de berekeningen</u>	3
3.1 Ontwerp van de sluiting.....	3
3.2 Beschrijving onderzoek.....	3
3.2.1 Algemeen.....	3
3.2.2 Randvoorwaarden.....	3
3.2.3 Onderzoeksaspecten.....	4
3.2.4 Beschrijving van het model.....	4
3.3 Aanpak van het onderzoek.....	5
3.3.1 Meting en verwerking onderzoeksaspecten.....	5
3.3.2 Beschrijving uitgevoerde berekeningen.....	7
4. <u>Resultaten van de berekeningen</u>	9
4.1 Algemeen.....	9
4.2 Bouwfase 1.....	10
4.3 Bouwfase 4.....	11
4.4 Bouwfase 6.....	11
4.5 Bouwfase 8.....	12
5. <u>Nadere beschouwing van de resultaten</u>	13
5.1 Sluitgatdebiet.....	13
5.2 Afvoercoëfficiënt.....	13
5.3 Stroombeeld en snelheidsverdeling as sluitgat.....	14

LITERATUUR

TABELLEN

FIGUREN

TABELLEN

1 Toegepaste parameters

FIGUREN

- 1 Situatie sluitgat Slaak
- 2 Detail sluitgat Slaak
- 3 Overzicht bouwfasen
- 4 Overzicht meetpunten

Onderzochte bouwfasen

- 5 bouwfase 1
- 6 bouwfase 4
- 7 bouwfase 6
- 8 bouwfase 8
- 9...68 Resultaten berekeningen

bouwfase	1		4	6	8	
	T11	T21	T14	T16	T18	T28
figuur	nummer					
stroombeeld vloed	9	19	29	39	49	59
eb	10	20	30	40	50	60
waterstandsveld vloed	11	21	31	41	51	61
eb	12	22	32	42	52	62
afvoercoëfficiënt	13	23	33	43	53	63
stroomsnelheids- verdeling as sluitgat	14	24	34	44	54	64
debiet damsektie	15	25	35	45	55	65
waterstand as midden	15	25	35	45	55	65
verval sluitgat	16	26	36	46	56	66
stroomsnelheden	16	26	36	46	56	66
debiet westrand	17	27	37	47	57	67
waterstand westrand	17	27	37	47	57	67
debiet oostrand	17	27	37	47	57	67
waterstand oostrand	17	27	37	47	57	67
debiet SRV	18	28	38	48	58	68
waterstand SRV	18	28	38	48	58	68
debiet Krammer	18	28	38	48	58	68

TWEEDIMENSIONAAL ONDERZOEK VAN HET SLUITGAT VAN HET SLAAK
ONDERZOEK VAN DE AFVOEREIGENSCHAPPEN VOOR EEN AANTAL BOUWFASSEN

1. Inleiding

In de periode 1986-1987 worden een aantal sluitgaten in de compartimenteringsdammen in de Oosterschelde gesloten. Voor deze afsluitingen zijn in 1983 ontwerpen gemaakt, die zijn vastgelegd in de Sluitingennota's [1]. Bij het opstellen van deze nota's is gebruik gemaakt van onderzoeksresultaten van het fysisch model M 1000 [2]. Teneinde het ontwerp van de sluiting van het Slaak nader te kunnen toetsen en te optimaliseren was een meer gedetailleerde kennis van het stroombeeld in de naaste omgeving van het sluitgat nodig. Beschikbaar hiervoor was een numeriek twee-dimensionaal getijmodel van de Philipsdam. Dit model is ontwikkeld ten behoeve van de sluiting van het Krammer [3] (figuur 1).

Het doel van het onderzoek is het bepalen van de afvoereigenschappen van het sluitgat en het verschaffen van meer gedetailleerde gegevens van het stroombeeld in de omgeving van het sluitgat ter ondersteuning van het vaststellen van de sluitingsmethodiek.

Opdracht voor het onderzoek is verleend op 20-3-1985 per brief met kenmerk WT202. Het onderzoek stond onder leiding van ir. R.A.H. Thabet en ing. J.J. Taat, waarvan laatstgenoemde dit verslag heeft samengesteld. De berekening zijn grotendeels uitgevoerd door C. Hofland.

Het onderzoek werd namens de Rijkswaterstaat begeleid door ir. A.J.G.M. van Roermund en ir. J.J.P. Lodder.

2. Konklusies

- * De afvoerkoëfficiënt van het sluitgat is zowel bij vloed- als bij ebstroom circa 0,7.
- * De afvoerkoëfficiënt is niet of nauwelijks afhankelijk van de bouwfase.
- * In de open sluitgat situatie is het debiet door het sluitgat slechts in geringe mate gevoelig voor een verandering van de bodemruwheid.
- * De gevoeligheid van de afvoerkoëfficiënt voor wijzigingen van de bodemruwheid is met name in de laatste bouwfasen aanzienlijk vanwege de geringe waterdiepte.
Een verhoging van de bodemruwheid k_s van 0,1 naar 0,2 m leidt tot een afname van de afvoerkoëfficiënt van 0,7 naar circa 0,6.
- * De stroomsnelheidsverdeling wordt gedomineerd door de noordelijke damaanzet. De verhoging van de stroomsnelheid ten opzichte van de gemiddelde stroomsnelheid bedraagt hier bij vloed circa 1,2 voor alle bouwfasen. In de eb situatie is de verhoging 1,5 bij de open sluitgat situatie en neemt de waarde van de verhoging af tot circa 1,2 bij bouwfasen 6 en 8.

3. Opzet van de berekeningen

3.1 Ontwerp van de sluiting

Het ontwerp van de sluiting volgens de Sluitingennota [1] is gebaseerd op een sluiting met zand, waarbij vanaf het werkeiland (figuur 2) het sluitgat wordt dichtgespoten. De ontworpen sluigatprofielen voor een aantal kenmerkende bouwfasen zijn gegeven in figuur 3. Uit de figuur blijkt dat eerst het damvak Slaak en het damvak lage bekken (als onderdeel van het werkeiland) worden aangelegd waarna de eigenlijke sluiting plaatsvindt vanaf het damvak lage bekken. Tengevolge van deze procedure wordt het diepste gedeelte van het sluitgat het eerst gesloten, terwijl in de laatste fasen het sluiten plaatsvindt op het plaatgebied waarvan de bodem op ongeveer NAP ligt.

3.2 Beschrijving onderzoek

3.2.1 Algemeen

Ten behoeve van de sluiting van het Krammer is een tweedimensionaal numeriek getijmodel ontwikkeld [3]. Aangezien in dit model de gehele Philipsdam is weergegeven kon dit model gebruikt worden voor het onderhavige onderzoek. Naast dit bestaande model waren ook de gegevens zoals vermeld in de notitie "mA en bouwfasenonderzoek sluitgaten compartimenteringsdammen" uitgangspunt [4].

3.2.2 Randvoorwaarden

De randvoorwaarden voor de afsluiting van het Slaak worden gegenereerd door de getijbeweging op de Noordzee. Vervorming van het getij vindt plaats tengevolge van de aanwezigheid en het eventueel (gedeeltelijk) neerlaten van de schuiven van de Stormvloedkering en vervolgens in het Oosterschelde bekken. Voor het model is het derhalve noodzakelijk de getijbeweging op de Noordzee, gemeten in de monding van de Oosterschelde, te kunnen vertalen naar de randen van het model.

Hiervoor is beschikbaar het één-dimensionale model IMPLIC. De voor de randvoorwaarden van het model benodigde berekeningen zijn hiermee uitgevoerd door de onderafdeling WTV van de Hoofdafdeling Waterloopkunde van de Deltadienst. De

randvoorwaarden komen ter beschikking in de vorm van tijdreeksen van waterstanden en stroomsnelheden in knooppunten van de IMPLIC schematisatie van de Oosterschelde.

Alle berekeningen zijn uitgevoerd met het getij van 18 juli 1982, waarvan de kenmerkende waterstanden bij Yerseke zijn:

1e hoogwater 1.00 uur-	1,26 m
laagwater	- 1,44 m
2e hoogwater	- 1,42 m
laagwater	- 1,36 m

De bijbehorende getijverschillen zijn respektievelijk 2,70, 2,86 en 2,78 m.

3.2.3 Onderzoeksaspecten

Het model van het Slaak heeft als belangrijkste taak het bepalen van de afvoercoëfficiënt van het sluitgat bij verschillende bouwfases, de bijbehorende stroomsnelheidsverdelingen in de as van het sluitgat en het stroombeeld in de omgeving van het sluitgat.

Het eerste aspect is voornamelijk van belang voor het bepalen van de grootte van de te verwachten debieten en vervallen met als afgeleide de te verwachten stroomsnelheden. Het tweede aspect levert de verdeling van de stroomsnelheden over de as van het sluitgat, hetgeen van belang is voor de te berekenen zandverliezen tijdens de sluiting. Het derde aspect is van belang voor de te verwachten uitschuringen in de omgeving van het sluitgat, eventuele stroomaanval op de oevers en dergelijke.

Ten aanzien van de afvoercoëfficiënt moet worden opgemerkt dat voor het uitvoeren van berekeningen voor het genereren van randvoorwaarden voor het model met het ééndimensionale getijmodel IMPLIC vooraf een afvoercoëfficiënt geschat moet worden. Uit vorige onderzoeken [3,5,6], is gebleken dat een enigszins foutieve schatting vooraf geen invloed heeft op de in het tweedimensionale model bepaalde afvoercoëfficiënt.

3.2.4 Beschrijving van het model

De grootte van het gemodelleerde gebied is 12x11,5 km. De randen van het model zijn zodanig gekozen dat de gehele Philipsdam kan worden weergegeven, terwijl de in- en uitstroomranden voldoende ver van de Philipsdam weg liggen om het

stroombeeld in de omgeving van de sluitgaten niet te verstoren. De westrand is een waterstandsrand en is gesitueerd nabij Zijpe. In het oosten is het model begrensd ter hoogte van de Anna-Wilhelminapolder door middel van een snelheidsrand, terwijl in de monding van de Schelde-Rijnverbinding eveneens een snelheidsrand is gelegd.

De maaswijdte van het model is 50 m, hetgeen circa 22.000 actieve rekenpunten oplevert. Dit aantal rekenpunten in combinatie met een tijdstap van 30 seconden en de door te rekenen periode van ca. 22 uur (één getijperiode + circa 6 uur inspeeltijd) vraagt op de huidige computer 18 uur rekentijd. Een berekening kan derhalve alleen worden uitgevoerd in een weekend of drie nachten.

De bodem van het model is middels het programmapakket BODKAR van de RWS overgenomen van het DOOS4 model. Met behulp van peilkaarten is de bodem in het tracé van de sluitdam van het Slaak meer gedetailleerd geschematiseerd. De N-as van het model loopt evenwijdig aan het noordelijk deel van het damtracé (Krammer). Hierdoor ontstaat voor het Slaak het probleem dat noch de N-as noch de M-as evenwijdig aan het tracé ligt, terwijl bovendien het tracé zelf gekromd is. Voor het verwerken van de berekeningsresultaten is dit een complicerende faktor. Om dit nadeel te beperken was het mogelijk een apart detailmodel voor het Slaak te ontwikkelen en te nesten in het Krammermodel. Afweging van de voor- en nadelen leidde echter tot de konklusie dat de nadelen van het nesten groter zijn dan de voordelen, zodat geen apart detailmodel voor het Slaak is ontwikkeld.

Een overzicht van het sluitgat Slaak is gegeven in figuur 2.

3.3 Aanpak van het onderzoek

3.3.1 Meting en verwerking onderzoeksaspecten

Vanwege de kromming van het sluitgat is het niet mogelijk met één debietraai het sluitgatdebiet in het tracé te bepalen. Een mogelijkheid dit probleem op te lossen is een combinatie van debietraaien zo goed mogelijk door het tracé te leggen en achteraf de debieten te sommeren. Een andere mogelijkheid is een debietraai op een N-koördinaat te definiëren, zo goed mogelijk aansluitend bij het sluitgat. Vanwege de eenvoud is de laatste mogelijkheid gekozen, waarbij controles zijn uitgevoerd met behulp van de eerste methode.

Figuur 4 geeft een overzicht van de meetraaien. Uit de figuur is te zien dat aan elke zijde van het sluitgat twee debietraaien zijn gedefinieerd op de N-

koördinaat, terwijl tevens op de M-koördinaat debietraaien zijn gedefinieerd. De benodigde waterstanden voor het berekenen van de afvoercoëfficiënt zijn in overleg met de RWS gesitueerd op circa 300 m ter weerszijden van de as, zoveel mogelijk aan de noordzijde op de rand van de stroomgeul. Hierdoor wordt voorkomen dat deze punten tijdens laagwater droogvallen, terwijl tijdens de afsluiting meetpalen geplaatst kunnen worden in dezelfde omgeving zonder hinder voor de scheepvaart.

De definiëring van de afvoercoëfficiënt is:

$$\mu = Q / (A \sqrt{2g\Delta h})$$

waarin:

Q	=	sluitgatdebiet	(m ³ /s)
A	=	doorstroomoppervlak gerelateerd aan de benedenstroomse waterstand (h ₂)	(m ²)
g	=	versnelling van de zwaartekracht	(m/s ²)
Δh	=	verval = h ₁ -h ₂	(m)
h ₁	=	bovenstroomse waterstand op 300 m bovenstrooms	(m t.o.v. NAP)
h ₂	=	benedenstroomse waterstand op 300 m benedenstrooms	(m t.o.v. NAP)

Voor h₁ en h₂ zijn de M en N-koördinaten:

h ₁	107,124	(in Parijse koördinaten: h ₁ x = 71355,83	y = 407102,70
h ₂	118,128	h ₂ x = 71723,63	y = 407557,91)

Bij de onderzoeken van het Tholense Gat en het Krammer zijn de stroombeelden genormeerd weergegeven. Hiervoor werd middels een hulpprogramma de gemiddelde stroomsnelheid in de as van het sluitgat berekend, waarna alle stroomsnelheden op alle punten door deze gemiddelde stroomsnelheid werden gedeeld. Met deze waarden werd vervolgens een vektor plot gemaakt met isolijnen. Voor het Slaak is toepassing van het hulpprogramma niet mogelijk aangezien de as van het sluitgat uit een hele serie debietraaien bestaat. Het presenteren van genormeerde stroombeelden is daarom niet mogelijk, zodat moet worden volstaan met stroombeelden van de absolute stroomsnelheden.

3.3.2 Beschrijving uitgevoerde berekeningen

Bouwfase 1 (figuur 5)

Begonnen is met de situatie waarbij zowel aan de noord- als aan de zuidzijde reeds dammen zijn aangelegd ter voorbereiding van de eigenlijke sluiting. De dam aan de noordzijde (damvak lage bekken) heeft ten doel de stroomgeul voldoende ver van het werkeiland vandaan te houden, terwijl de zeer lange dam aan de zuidzijde (damvak Slaak) over een platengebied is aangelegd waarvan de bodem op circa NAP ligt. Het overblijvende deel is derhalve het feitelijke sluitgat met een breedte van circa 600 m (T11).

Voor het definiëren van de bodem in de as van het sluitgat is gebruik gemaakt van tekening nr. BC85.047 van de RWS.

Tabel 1 geeft een overzicht van diverse toegepaste parameters.

Overeenkomstig de onderzoeken van het Tholense Gat en het Krammer is in de situatie open sluitgat een Manningkoëfficiënt voor de bodemruwheid voor het gehele gebied toegepast, alhoewel bouwfase 1 in strikte zin niet de situatie open sluitgat is vanwege de aanwezigheid van het damvak Slaak. De aanwezigheid van dit damvak heeft door de hoge bodemligging echter geen significante betekenis voor te verwachten energieverliezen welke door het tweedimensionale karakter van het model niet goed weergegeven zouden kunnen worden. Bij de overige onderzochte bouwfases is, overeenkomstig het onderzoek in het HAMMER-model [7] ter compensatie van de in WAQUA onderschatte 3-D verdragingsverliezen, in de omgeving van het sluitgat (500 m ter weerszijden van de as) een constante C-waarde toegepast van $40 \text{ m}^{\frac{1}{2}}/\text{s}$.

Aangezien door de omvangrijke platengebieden en een relatief lange smalle stroomgeul langs het werkeiland het model gevoelig kan zijn voor de bodemruwheid is een aanvullende berekening gemaakt met een afwijkende bodemruwheid (T12) voor het gehele gebied.

Bouwfase 4

Bouwfase 4 kenmerkt zich door een duidelijke uitbouw vanaf de noordzijde. Het talud van de uitgebouwde dam is onder de laagwaterlijn 1:15, boven NAP 1:5 en tussen NAP en NAP -1,5 m 1:60 overeenkomstig de te verwachten taluds bij het stort van een zandsluiting. Het diepere deel van het sluitgat is hiermee vrijwel afgesloten (figuur 6).

De tekening nr. BC85.044 van RWS geeft gedetailleerd de bodemligging in de as van het sluitgat weer.

Bouwfase 6

De dam vanaf de noordzijde van het sluitgat is hier nog verder uitgebouwd. Het diepe deel van de stroomgeul is nu geheel gesloten (T16) (figuur 7).

Bouwfase 8

Deze bouwfase is gezien de grootte van het doorstroomprofiel en het aantal koördinaatpunten dat in de as resteert de laatst mogelijk te berekenen bouwfase. Slechts een deel van het plaatgebied is nog niet afgesloten (T18) (figuur 8). Opgemerkt moet worden dat tijdens de sluiting de feitelijke bodemligging anders zal zijn wegens uitschuring door de stroom. De schematisatie van het sluitgat geeft een iets afwijkend doorstroomoppervlak ten opzichte van het gewenste oppervlak.

Uit tabel 1 blijkt dat de schematisatie van het sluitgatprofiel bij de voor de bepaling van de randvoorwaarden benodigde IMPLIC-berekening bij de meeste waterstanden sterk afwijkt in grootte van het werkelijke doorstroomprofiel (S04). Als oplossing hiervoor zijn de randvoorwaarden opnieuw bepaald met een betere IMPLIC-schematisatie van het sluitgat (S14). Deze verbetering is bereikt door het toepassen van meerdere vervalsekties (semi-2D) in IMPLIC. Met deze nieuwe randvoorwaarden is opnieuw een berekening uitgevoerd (T28). Bij deze berekening is tevens de bodemruwheid bij het sluitgat gewijzigd.

Het probleem van het schematiseren van het sluitgat in IMPLIC is geconstateerd bij bouwfase 8, die in chronologisch volgorde gezien werd uitgevoerd na T11. Voor de berekeningen T14 en T16 zijn vervolgens eveneens nieuwe schematisaties van het sluitgat in IMPLIC aangebracht en nieuwe randvoorwaarden bepaald (S12 en S13), zodat voor deze berekeningen alleen met de verbeterde randvoorwaarden is gerekend. Voor de situatie bouwfase 1 (T11) was geen aanpassing noodzakelijk.

4. Resultaten van de berekeningen

4.1 Algemeen

In deze paragraaf worden de resultaten van de berekeningen per onderzochte bouwfase weergegeven.

De bijbehorende figuren zijn gegroepeerd in vier onderdelen:

- stroombeelden en waterstandsvelden. Gegeven zijn de stroombeelden en waterstandsvelden voor eb en vloed op de tijdstippen van maximum stroom in het sluitgat.
- hydraulische aspecten van het sluitgat. Gegeven zijn de afvoercoëfficiënt gerelateerd aan de benedenwaterstand en de genormeerde stroomsnelheidsverdeling in de as van het sluitgat.

In deze laatste figuren zijn de stroomsnelheidsverdelingen gegeven in de as van het sluitgat op de tijdstippen van maximale vloed- en ebstroom. Uitgezet zijn zowel de stroomsnelheden in de U(=x) richting gedeeld door de gemiddelde stroomsnelheid, als de grootte van de stroomsnelheidsvector gedeeld door de gemiddelde stroomsnelheid.

De stroomsnelheidsvector wordt bepaald uit:

$$\text{vec}/u_{\text{gem}} = (\sqrt{u^2 + v^2})/(Q/A)$$

waarin:

- u = stroomsnelheid in de U richting (m/s)
- v = stroomsnelheid in de V (=y) richting (m/s)
- Q = sluitgat debiet (m³/s)
- A = sluitgat oppervlak (m²)

Tevens is de hoek (alfa) gegeven tussen de stroomsnelheidsvector en de x (=M) as. (figuur 14a)

- debieten, waterstanden en stroomsnelheden van het sluitgat. De belangrijkste hiervan zijn het sluitgatdebiet en het verval over het sluitgat.
- debieten en waterstanden van de randen van het model en het debiet door het Krammer.

In paragraaf 5 wordt nader ingegaan op een aantal aspecten.

4.2 Bouwfase 1

Berekening T11 (figuren 9...18)

De overeenkomst KRAMMER-IMPLIC is matig. Met name de grootte van het vloeddebiet en de fase van de neergaande vloedtak zijn slecht. De oorzaken hiervoor zijn gelegen in het (nog) niet goed afgeregeld zijn van het Slaak in IMPLIC, afwijkingen in de westrand van het KRAMMER-model (figuur 17) en de schematisatie van het sluitgat in IMPLIC door een barrier formulering waarbij het sluitgatprofiel is vervormd tot een rechthoek. Het gebied is bovendien mogelijk gevoelig voor de ingestelde bodemruwheid doordat een groot deel van het sluitgat op ongeveer NAP ligt waardoor geringe waterdiepten voorkomen.

Uit figuur 16 blijkt dat van een verval over het sluitgat nauwelijks sprake is. De afvoercoëfficiënt (figuur 13) bedraagt, rekening houdend met het tijdstip waarop de maximale stroomsnelheden optreden, voor eb 0,60. Voor vloed is vanwege het gering verval geen bepaling van de afvoercoëfficiënt mogelijk (figuur 11).

Het stroombeeld bij vloed (figuur 9) toont een regelmatig beeld, waarbij de stroom de kromming van de geul goed volgt. De bijbehorende stroomsnelheidsverdeling (figuur 14a) toont de te verwachten verdeling: een hogere stroomsnelheid in de geul en een lagere stroomsnelheid in het ondiepe deel. Tengevolge van de stroomrichting, van de kop af, is er vrijwel geen snelheidsverhoging te constateren tengevolge van de noordelijke damaanzet. Aan de zuidzijde is de damaanzet tengevolge van de geringe waterdiepte van geen of weinig invloed. Bij eb is de situatie duidelijk gekompliceerder. Figuur 14b toont een zeer sterke verhoging van de stroomsnelheid bij de noordelijke damaanzet. Uit figuur 10 is af te leiden dat de oorzaak hiervoor gelegen is in het stroombeeld, waarbij de stroom in de geul naar de kop wordt gedrukt tengevolge van de naar de kop toe gerichte stroom in het deel van het sluitgat buiten de geul.

Berekening T21 (figuren 19...28)

Teneinde een indruk te verkrijgen van de invloed van de grootte van de bodemruwheid is een berekening uitgevoerd met een Manningcoëfficiënt van 0,02 in plaats van 0,024.

Uitgaande van een diepte van 10 m zijn de bijbehorende Chézy-waarden 61 en 73. Vergelijking van de figuren 15 en 25 toont dat het debiet in de damsectie met circa 4% toeneemt, terwijl ook het eb verval groter wordt (figuren 16 en 26). Op de overige berekeningsresultaten is de verandering van de bodemruwheid nauwelijks van invloed.

4.3 Bouwfase 4 (figuren 29...38)

Het beeld van de berekeningsresultaten stemt grotendeels overeen met die van bouwfase 1. De schematisatie van het sluitgat in IMPLIC (tabel 1) is echter principieel afwijkend. Het Slaaktracé in IMPLIC is nu geschematiseerd met meerdere vervalsekties waardoor een semi-tweedimensionale bodemligging in IMPLIC is verkregen.

Vergelijking van de figuren 15 en 35 geeft tenopzichte van T11 een betere overeenkomst te zien bij maximum vloed debiet, het eb debiet is nu echter aanzienlijk groter dan het IMPLIC-debiet.

De afvoercoëfficiënt (figuur 33) bedraagt zowel bij eb als bij vloed circa 0,7 en is daarmee bij eb hoger dan bij bouwfase 1. De oorzaak hiervoor is vermoedelijk de wat beter "gestroomlijnde" damkop aan de noordzijde (vergelijk figuren 5 en 6). Het toepassen van een konstante C-waarde van 40 in de omgeving van het sluitgat zal vrijwel geen effect hebben vanwege de geringe waterdiepte in het grootste deel van het sluitgat ($h = 5$ m, $C = 54$; $h = 0,8$ m, $C = 40$). De genormeerde stroomsnelheidsverdeling (figuur 34) toont bij eb hetzelfde beeld als bij bouwfase 1, het maximum is echter geringer. Bij vloed treedt de hoogste stroomsnelheid nu op tegen de damkop.

4.4 Bouwfase 6 (figuren 39...48)

In grote lijnen zijn de berekeningsresultaten gelijksoortig als bij de vorige bouwfases. De afvoercoëfficiënt (figuur 43) neemt, in tegenstelling tot de vorige berekeningen, echter iets toe met hoger wordende waterstand. Bij maximum debiet is de afvoercoëfficiënt bij eb 0,69 en bij vloed 0,67 en is daarmee bijna gelijk als bij T14. Bij lagere benedenwaterstanden is de afvoercoëfficiënt echter beduidend lager, hetgeen wordt veroorzaakt doordat de geul nu is afgesloten, waardoor de afvoercoëfficiënt vrijwel alleen bepaald wordt door de bodemruwheid bij zeer geringe waterdiepten.

De stroomsnelheidsverdeling (figuur 44) geeft in grootte bij eb een verdere afname te zien bij de kop aan de noordzijde, waaruit blijkt dat bij eb een meer tweedimensionaal stroombeeld wordt verkregen (vergelijk figuren 32-42 en 30-40). De reproductie van het sluitgatdebiet (figuur 45) ten opzichte van IMPLIC is slecht, vooral bij eb.

4.5 Bouwfase 8

Berekening T18 (figuren 49...58)

Berekening T18 is uitgevoerd met een schematisatie in IMPLIC (tabel 1) van het sluitgat middels één barrier. Het doorstroomoppervlak zal hierdoor bij een lage waterstand in IMPLIC duidelijk afwijken van het SLAAK-model. De reproductie van het sluitgatdebiet ten opzichte van IMPLIC (figuur 55) is echter niet significant slechter als bij vorige berekeningen. Uit het verloop blijkt dat de maximale debieten, bij een waterstand hoger dan NAP +0,8 m, op ongeveer gelijke wijze worden weergegeven terwijl bij lage waterstanden IMPLIC tengevolge van de te lage drempel van de barrier te laat droogvalt.

De afvoercoëfficiënt blijft gelijk ten opzichte van de vorige berekening. Het beeld van de berekening is ook verder consistent ten opzichte van de vorige berekening.

Berekening T28 (figuren 59...68)

Teneinde de invloed van de schematisatie in IMPLIC te onderzoeken is een berekening gemaakt met een schematisatie met meerdere vervalsekties (tabel 1). Vergelijking van alle relevante figuren toont dat er vrijwel geen verschillen optreden in de berekeningsresultaten, met uitzondering van de maximale sluitgatdebieten (figuur 65). De oorzaak hiervoor is een wijziging van de bodemruwheid in de strook 500 m ter weerszijde van de as van $C = 40$ naar $C = 30 \text{ m}^{\frac{1}{2}}/\text{s}$.

5. Nadere beschouwing van de resultaten

5.1 Sluitgatdebit (figuren 15, 25, 35, 45, 55, 65)

De berekende sluitgatdebieten wijken af van de met IMPLIC bepaalde debieten. De toegepaste semi-tweedimensionale benadering van de schematisatie van het sluitgat in IMPLIC (paragraaf 4.2) bij de berekening T14-T18 geeft alleen bij lage waterstanden een verbetering. De maximale eb- en vloeddebieten treden echter op bij circa NAP + 1,0 m. De onderzochte invloed van de ruwheid in het model (T12) is slechts enkele procenten, zodat ook hier de oorzaak niet kan liggen. Bovendien zijn de verschillen bij eb aanzienlijk groter dan bij vloed. Vooralsnog lijkt het op grond van bovenstaande waarschijnlijk dat de verschillen SLAAK-IMPLIC in hoofdzaak te wijten zijn aan het (nog) niet goed afgeregeld zijn van IMPLIC in de Slaak tak. Nader onderzoek met behulp van prototypemetingen is voor een betere verklaring noodzakelijk.

5.2 Afvoercoëfficiënt (figuren 13, 23, 33, 43, 53, 63)

Bij de bouwfase 1 is de afvoercoëfficiënt bij eb 0,6. Voor de overige bouwfasen is de waarde circa 0,7. Dit verschil wordt veroorzaakt door de betere stroomlijning van de noordelijke damkop bij de bouwfasen 4 .. 8 ten opzichte van bouwfase 1. De afvoercoëfficiënt bij vloed bij bouwfase 1 is gezien het geringe verval vrijwel niet te bepalen. Voor de overige bouwfasen is een waarde van circa 0,7 bepaald.

De grootte van de afvoercoëfficiënt is enigszins afhankelijk van de ingestelde bodemruwheid. Overeenkomstig vorige onderzoeken is nabij het sluitgat een Chézy waarde van $40 \text{ m}^{\frac{1}{2}}/\text{s}$ toegepast. Gezien de optredende waterdiepten en de te verwachten bodemruwheid ($k_s \approx 0,1 \text{ m}$) zal deze waarde goed overeenstemmen met de werkelijkheid. De bij de proef T11 toegepaste Manningwaarde van 0,024 geeft eveneens een C-waarde van ongeveer 40 in het ondiepe deel van het sluitgat. Hierbij is echter geen rekening gehouden met extra verliezen in het sluitgat (turbulentie, verwijding van de stroom in verticale richting).

De te verwachten spreiding in de gevonden afvoercoëfficiënten zal derhalve gering zijn. Indien de optredende bodemruwheid echter groter blijkt te zijn, hetgeen bij met zand opgespoten dammen niet uitgesloten is, zal de afvoercoëfficiënt afnemen. Bij een bodemruwheid van $k_s \approx 0,2 \text{ m}$ neemt de afvoercoëfficiënt af tot circa 0,6 (T28). De afvoercoëfficiënt behorende bij een C waarde van $40 \text{ m}^{\frac{1}{2}}/\text{s}$ is dus een bovengrens. Aanbevolen worden de onderstaande waarden:

bouw- fase	OPC	afvoercoëfficiënt bij Q_{max}		Q_{max}	
		eb	vloed	eb	vloed
1	T11	} 0,6	} 0,7	1295	710
	T21			1365	748
4	T14	0,7	0,7	1105	592
6	T16	0,7	0,7	848	399
8	T18	} 0,7	} 0,7	550	238
	T28			456	200

5.3 Stroombeeld en snelheidsverdeling as sluitgat (figuren 14,24,34,44,54,64)

In de vloodsituatie treedt een stroomsnelheidsverdeling op waarbij de hoogste stroomsnelheden bij de noordelijke damkop voorkomen. Bij alle onderzochte bouwfasen blijft dit gehandhaafd. De verhouding vec/u_{gem} bedraagt circa 1,2, een waarde die voor deze situatie als normaal gekenschetst kan worden. Bij eb is de situatie gekompliceerder. De stroomrichting in het sluitgat is aanvankelijk naar de noordelijke kop toe gericht, waardoor hier de verhouding vec/u_{gem} 1,5 bedraagt. Bij verder gevorderde bouwfasen wordt de stroom geleidelijker meer loodrecht op de as gericht, waardoor de grootte van vec/u_{gem} afneemt naar 1,2 bij bouwfase 6.

LITERATUUR

- [1] Ontwerpnota Zandsluiting Slaak,
DD-WWO 83.20.011, 30 december 1983

- [2] Afvoercoëfficiënt sluitgaten C-dammen,
A.J.G.M. van Roermund
DDWT-83.246, 10 oktober 1983

- [3] Compartimentering Oosterschelde, tweedimensionaal detailmodel van het
sluitgat van het Krammer
Berekeningen van de afvoereigenschappen voor een aantal sluitingsfasen
J.I. Crebas
verslag berekeningen, R 2221, september 1985

- [4] mA→ bouwfasen onderzoek sluitgaten compartimenteringsdammen
G.J. Bosselaar en A.J.G.M. van Roermund
DDWT-84.422, 12 juli 1984

- [5] Compartimentering Oosterschelde, tweedimensionaal detailmodel van het
sluitgat van het Tholense Gat (THOGAT)
Berekeningen van de afvoereigenschappen voor een aantal sluitingsfasen
J.J. Taat
verslag berekeningen, R 2103, juni 1985

- [6] Compartimentering Oosterschelde, tweedimensionaal onderzoek van het
sluitgat van het Tholense Gat (THOGAT)
Vervolgonderzoek van de afvoereigenschappen voor een aantal bouwfasen
J.J. Taat
verslag berekeningen, R 2345/Q 377, februari 1986

- [7] Bewijsproef WAQUA
G.J. Bosselaar
DDWT - 85.311, 5 maart 1985

SLAAK							
berekening	bouwfase	IMPLIC- berekening	doorstroom- oppervlak	Manning- waarde	C-waarde sluitgat	doorstroom- oppervlak (m ²)	
OPC		OPC	m ² (NAP)	veld		NAP-1 m	NAP+1 m
T11	1	S01	1640	0,024	n.v.t.	1190	2300
T21	1	S01	1640	0,020	n.v.t.		
T14	4	S12	900	0,024	40		
T16	6	S13	450	0,024	40		
T18	8	S04	175	0,024	40	32	483
T28	8	S14	175	0,024	30		

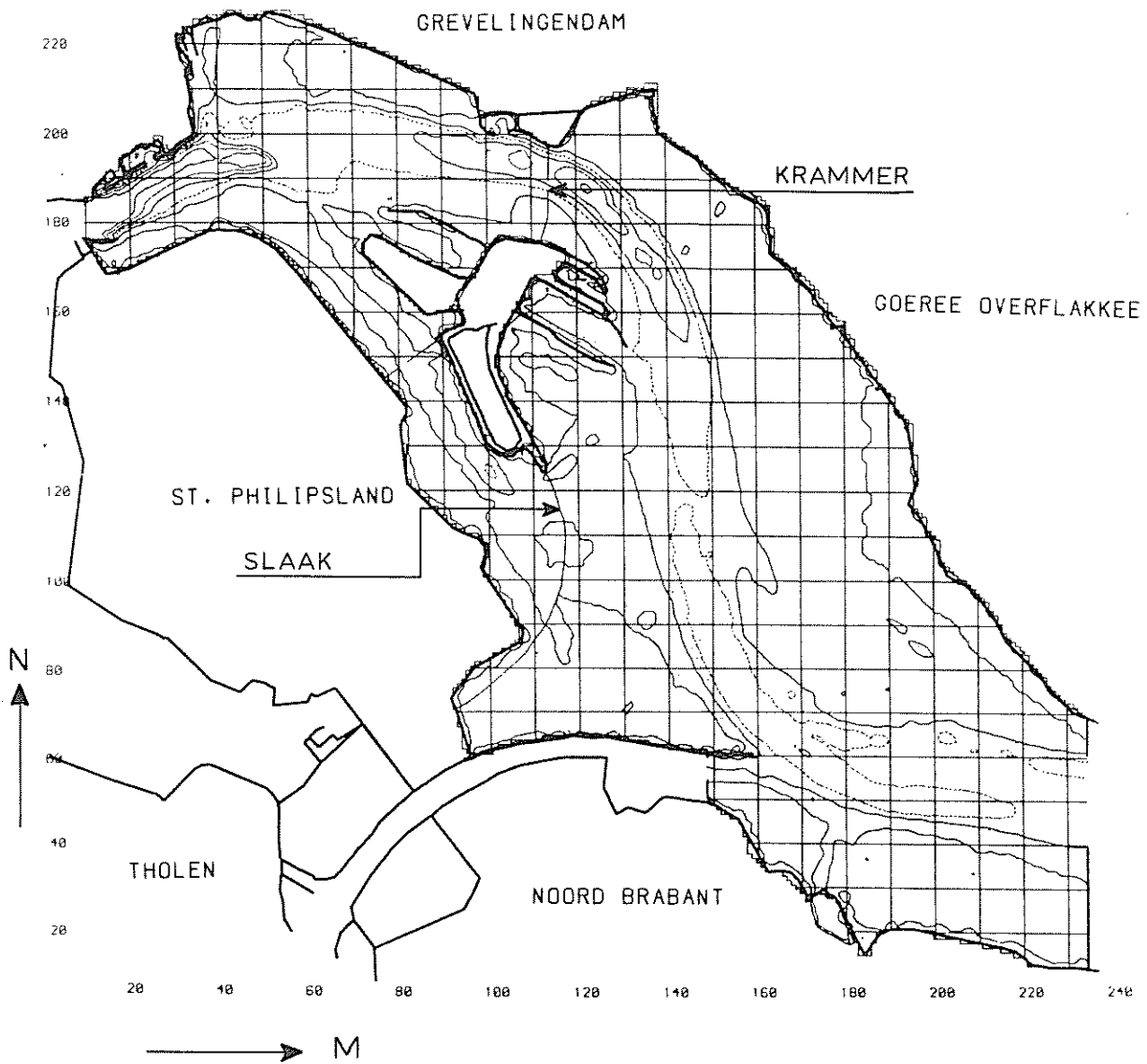
IMPLIC								
berekening	verval- sektie	drempel		afvoercoëfficiënt		doorstroom- oppervlak (m ²)		
		nivo	breedte	vloed	eb	NAP-1 m	NAP	NAP+1 m
		m tov NAP	m					
S01	A1	-5	328	1	1	1312	1640	1968
S12	A1	-2,75	265	0,75	0,75			
	A2	-1,15	100	0,75	0,75			
	A3	-0,26	215	0,75	0,75			
S13	A1	-1,87	150	0,75	0,75			
	A2	-1,15	100	0,75	0,75			
	A3	-0,26	215	0,75	0,75			
S04	A1	-1,50	100	0,80	0,90	50	150	250
S14	A1	-1,60	53	0,80	0,90	32	174	486
	A2	-0,80	53	0,80	0,90			
	A3	-0,50	52	0,80	0,90			
	A4	-0,20	52	0,80	0,90			
	A5	-0,10	51	0,80	0,90			
	A6	-0,10	51	0,80	0,90			

Tabel 1 Toegepaste parameters



DEPTH ISOLINES=

— — — — —	.200000E	1	— — — — —	.100000E	-3
— — — — —	.500000E	1	- - - - -	.100000E	2
- - - - -	.150000E	2	- - - - -	.200000E	2
— — — — —	.250000E	2			



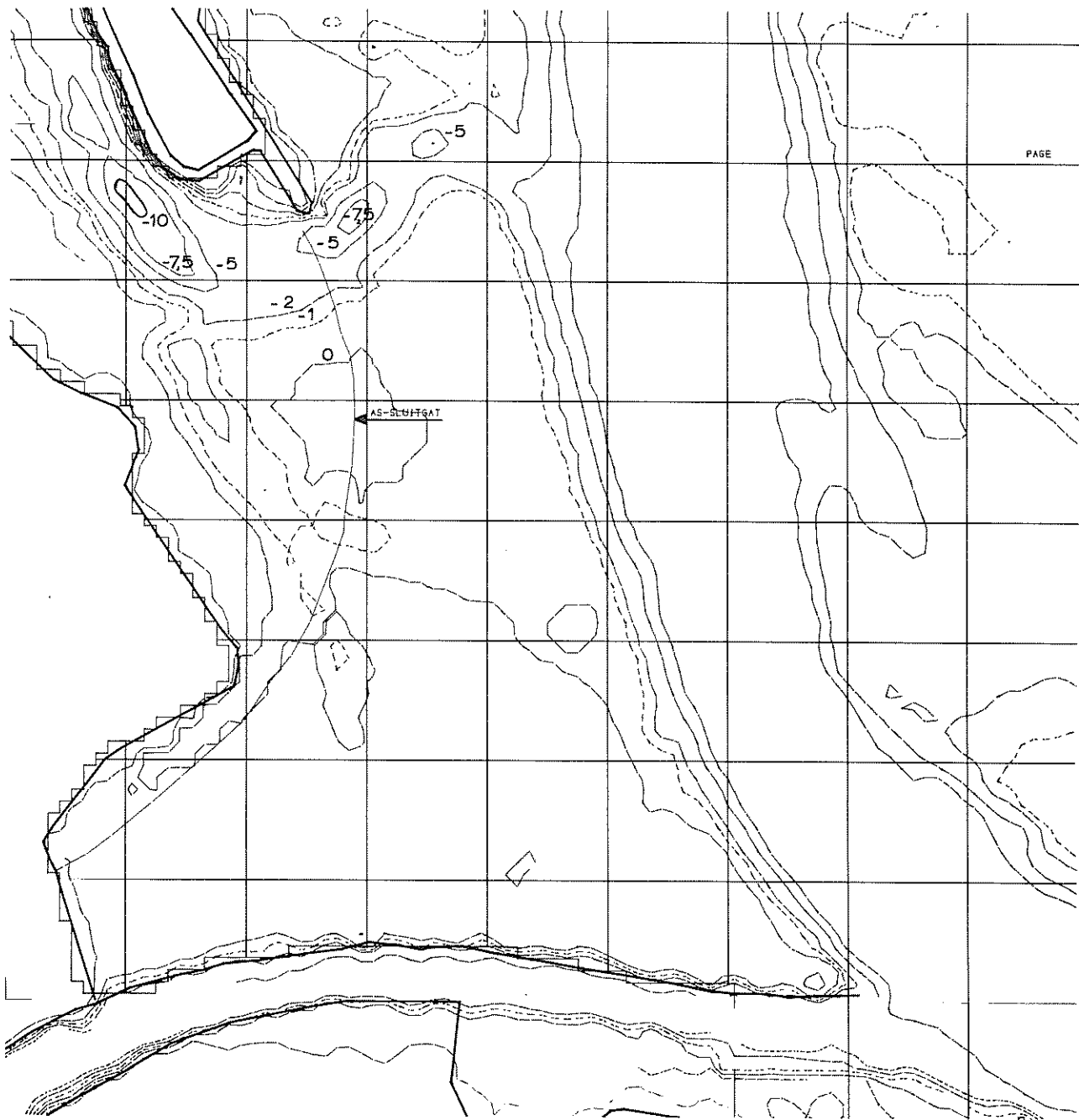
SITUATIE SLUITGAT SLAAK

SLAAK

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 1

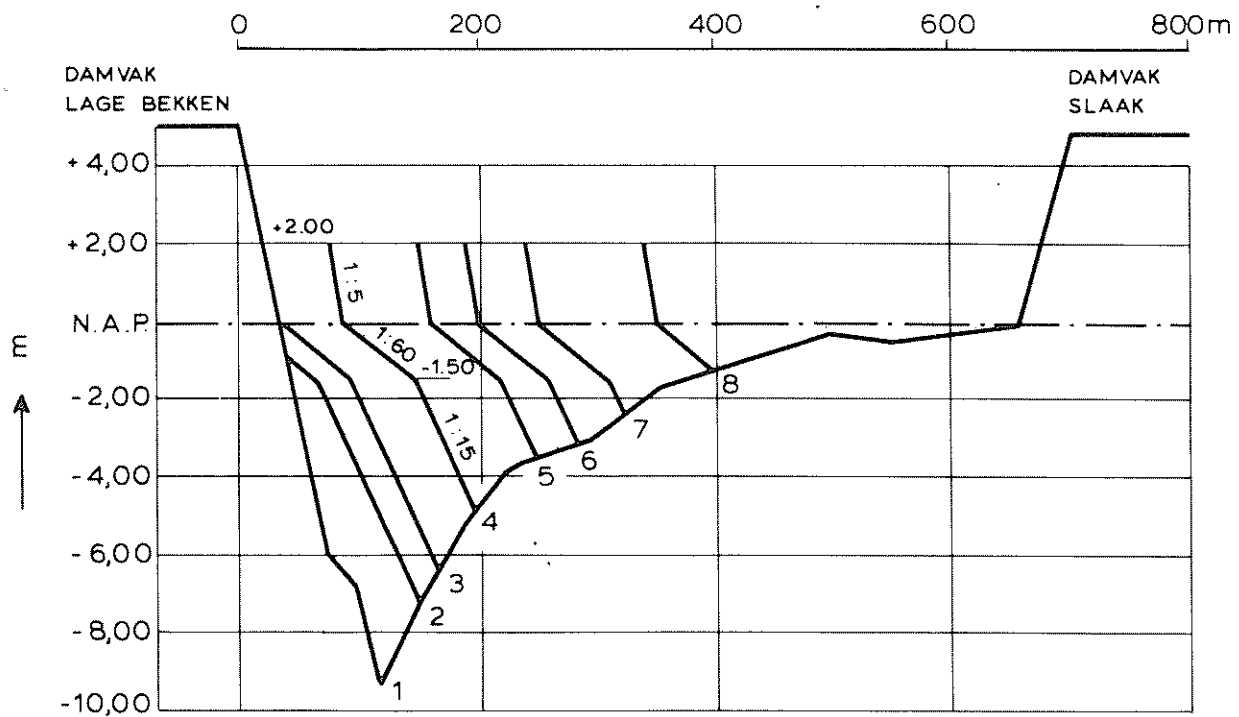


DETAIL SLUITGAT SLAAK

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 2



Bouwfase nr	sluitgatoppervlak (m ²)
1	1640
4	900
6	450
8	175

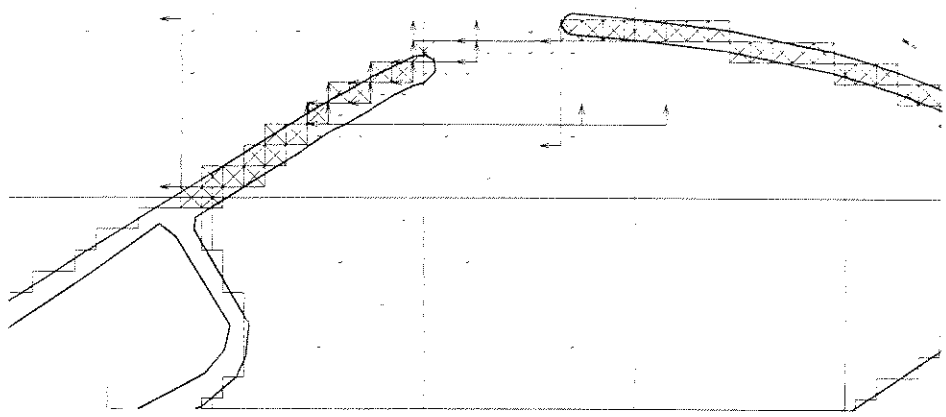
OVERZICHT BOUWFASEN

SLAAK

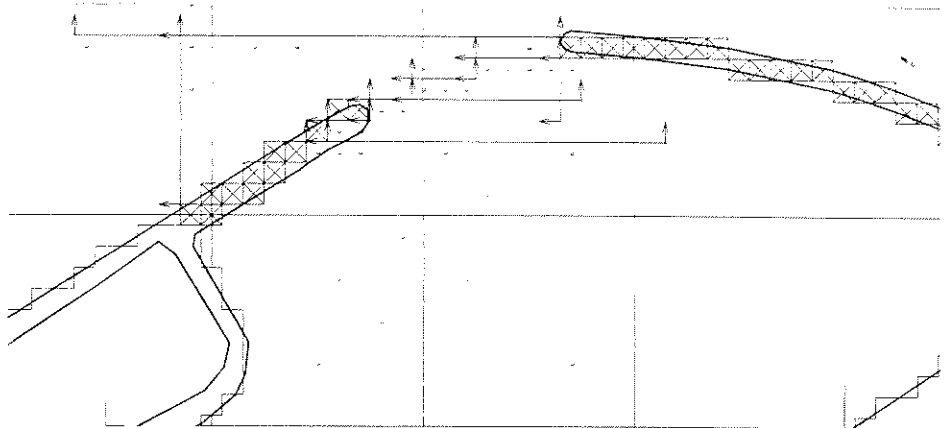
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

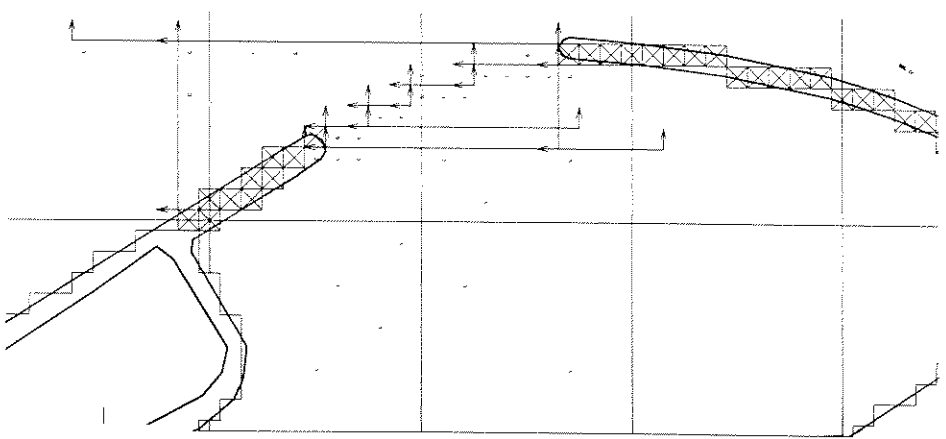
FIG. 3



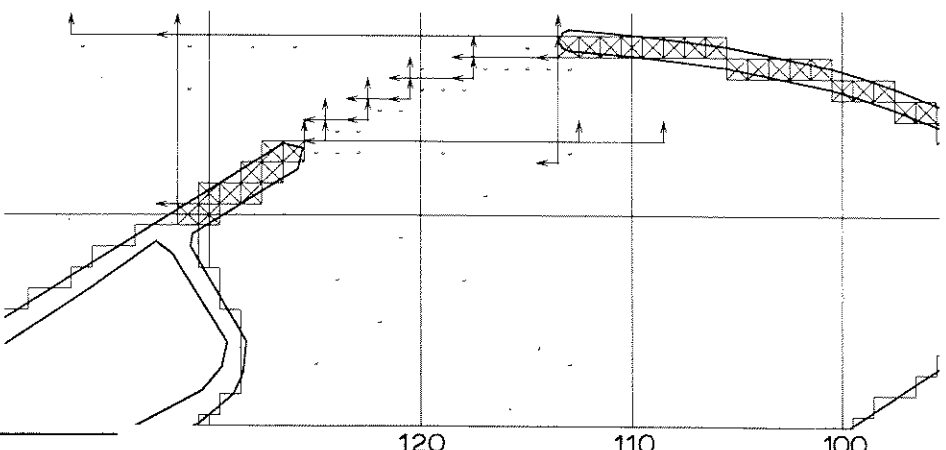
b8



b6



b4



110 b1

M
↑
N ←

120

110

100

OVERZICHT MEETPUNTEN

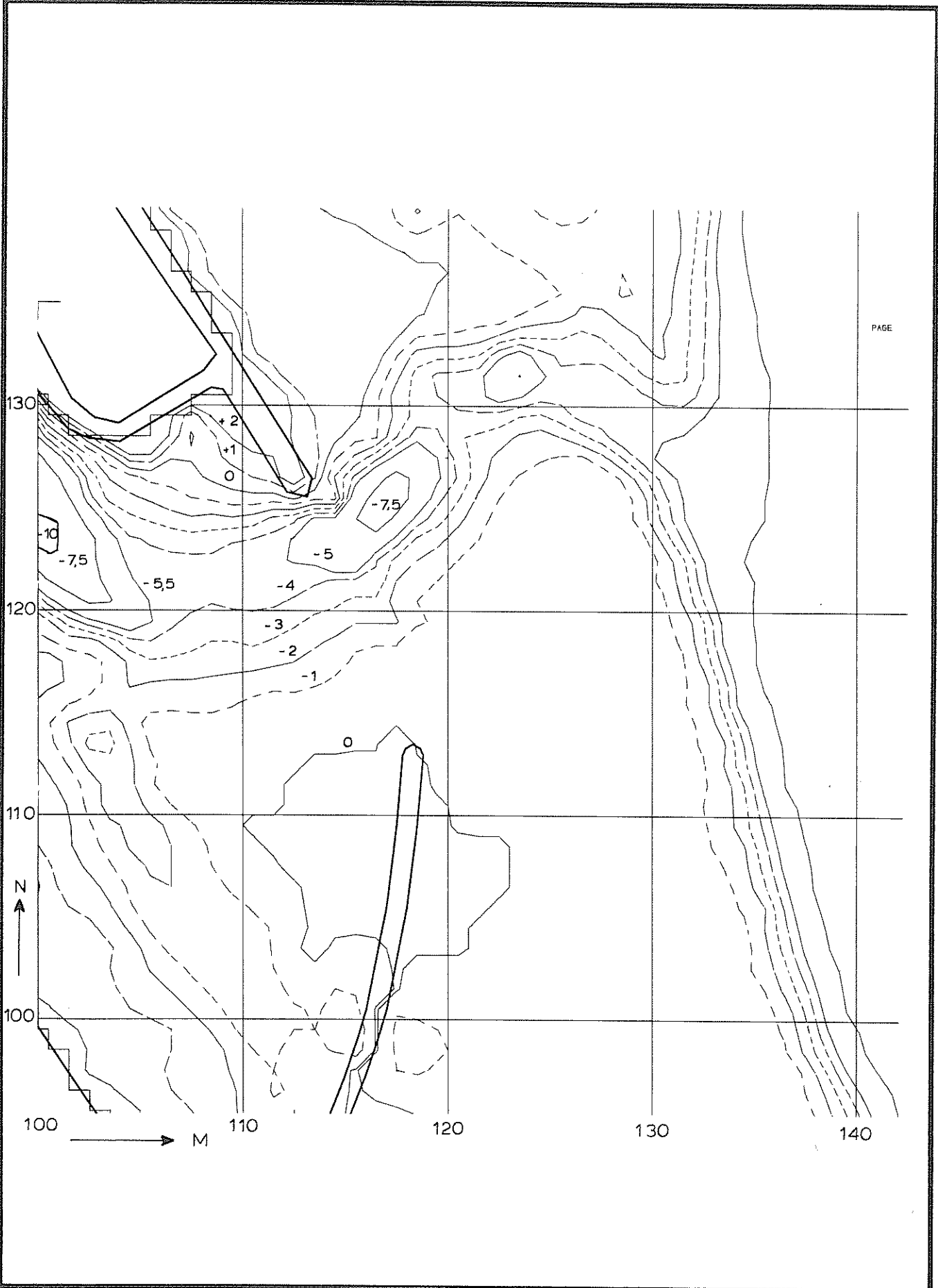
T11...T21

BOUWFASE 1,4,6,8

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

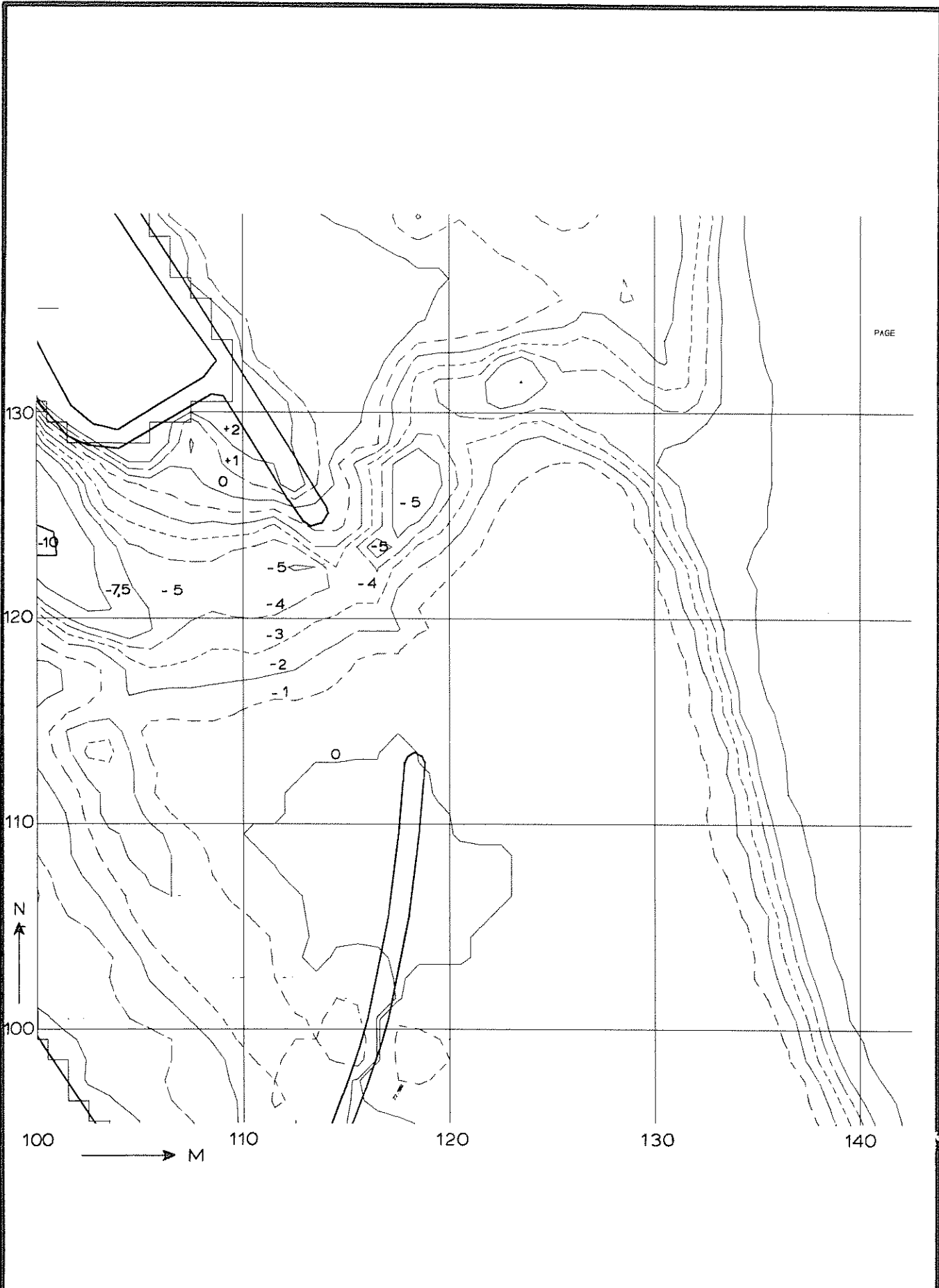
R 2273

FIG. 4



PAGE

ONDERZOCHE BOUWFASE	T11, T21	
	BOUWFASE 1	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	R 2273	FIG. 5



PAGE

ONDERZOCHE BOUWFASE

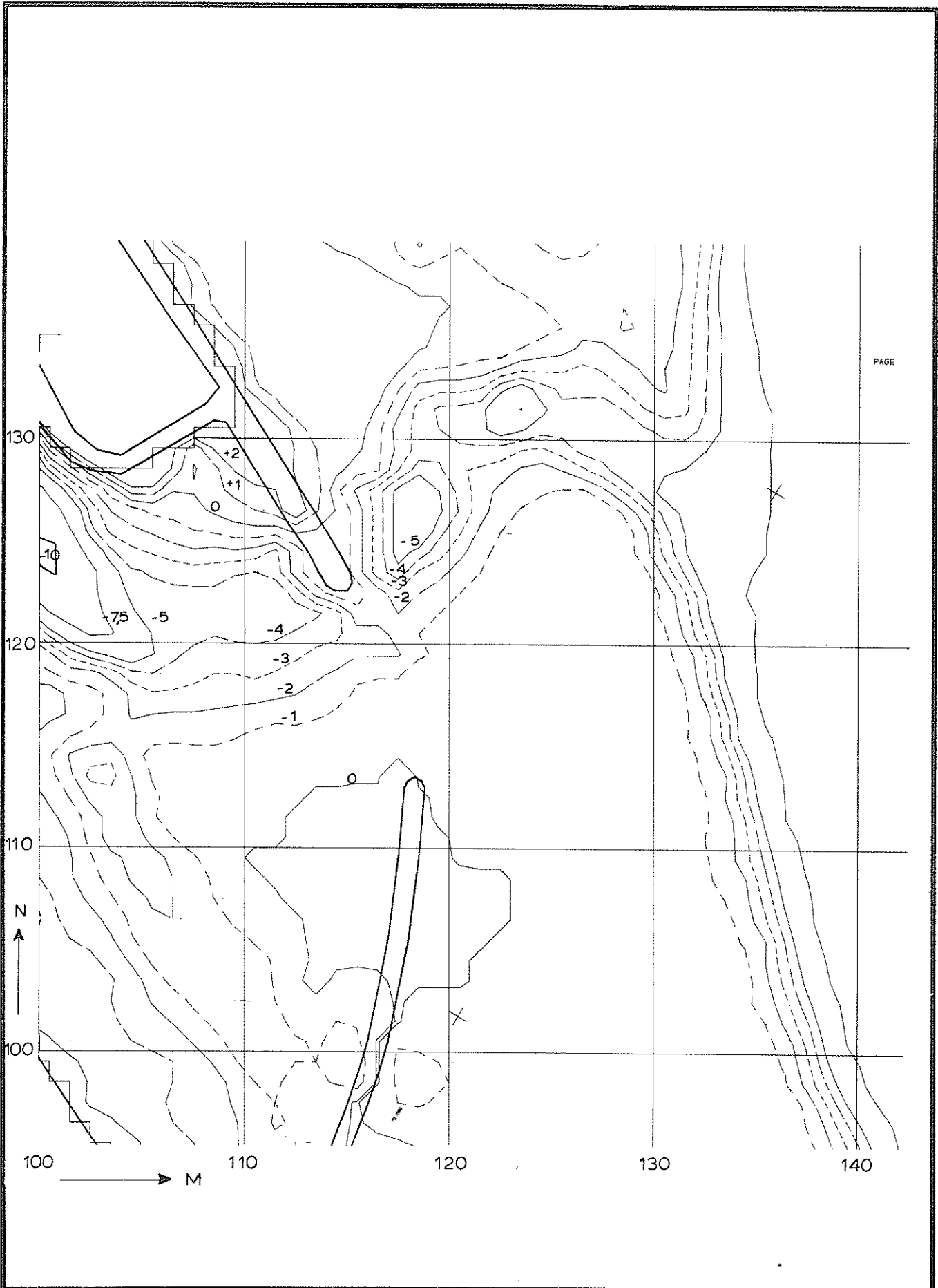
T 14

BOUWFASE 4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

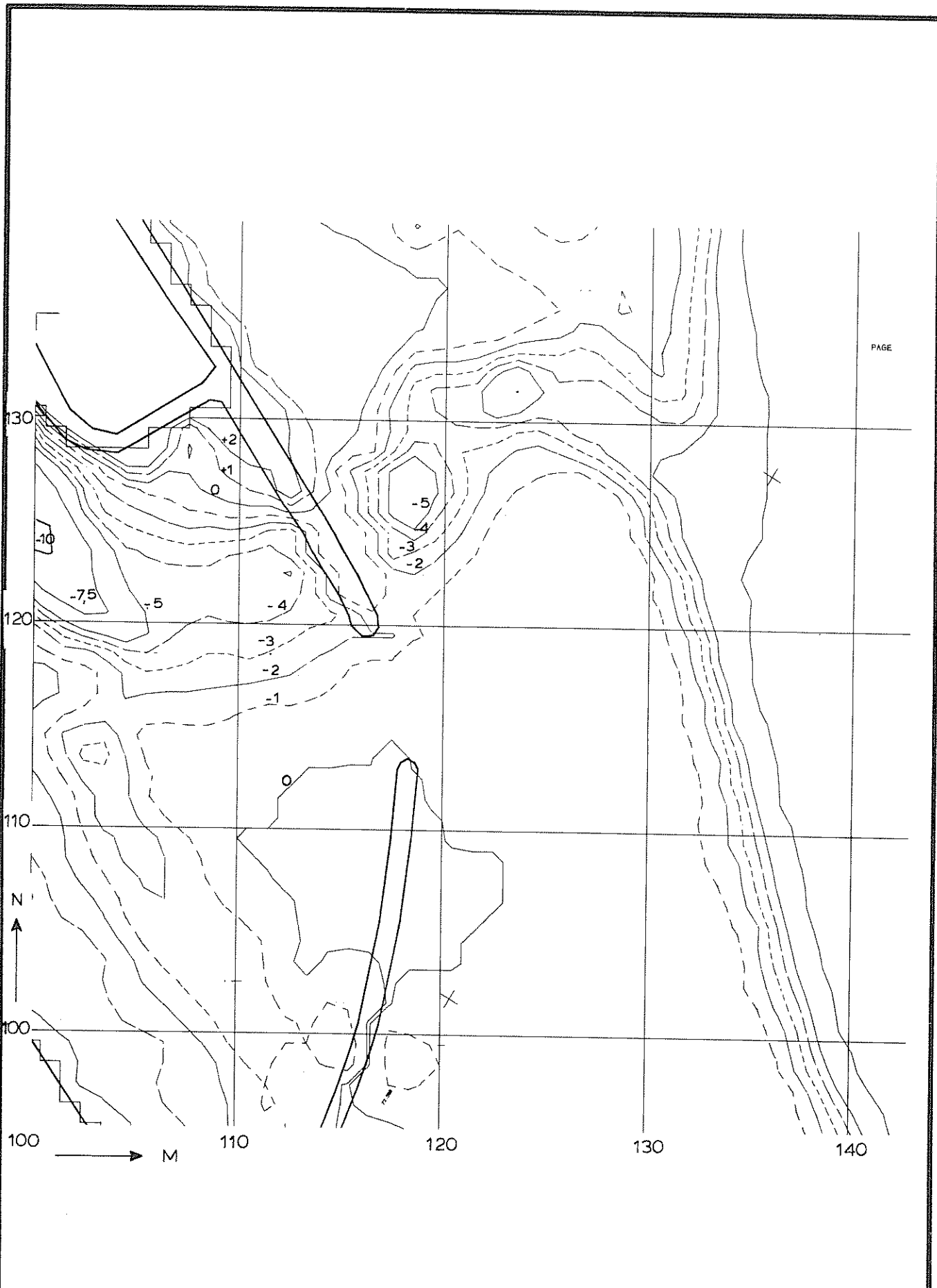
R 2273

FIG. 6



PAGE

ONDERZOCHE BOUWFASE	T 16	
	BOUWFASE 6	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	R 2273	FIG. 7



ONDERZOCHE BOUWFASE

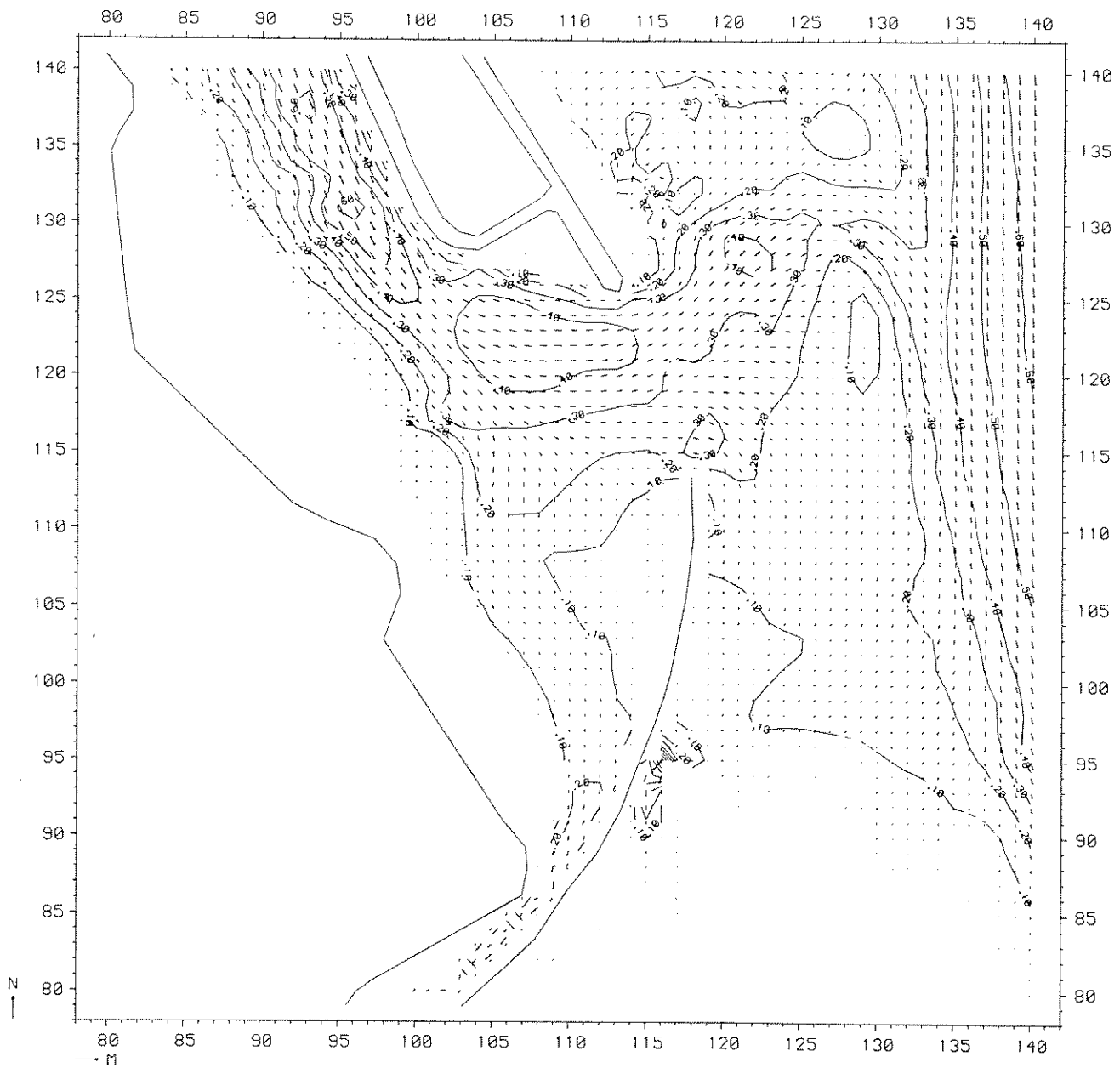
T18, T28

BOUWFASE 8

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 8



STROOMBEELD

T11

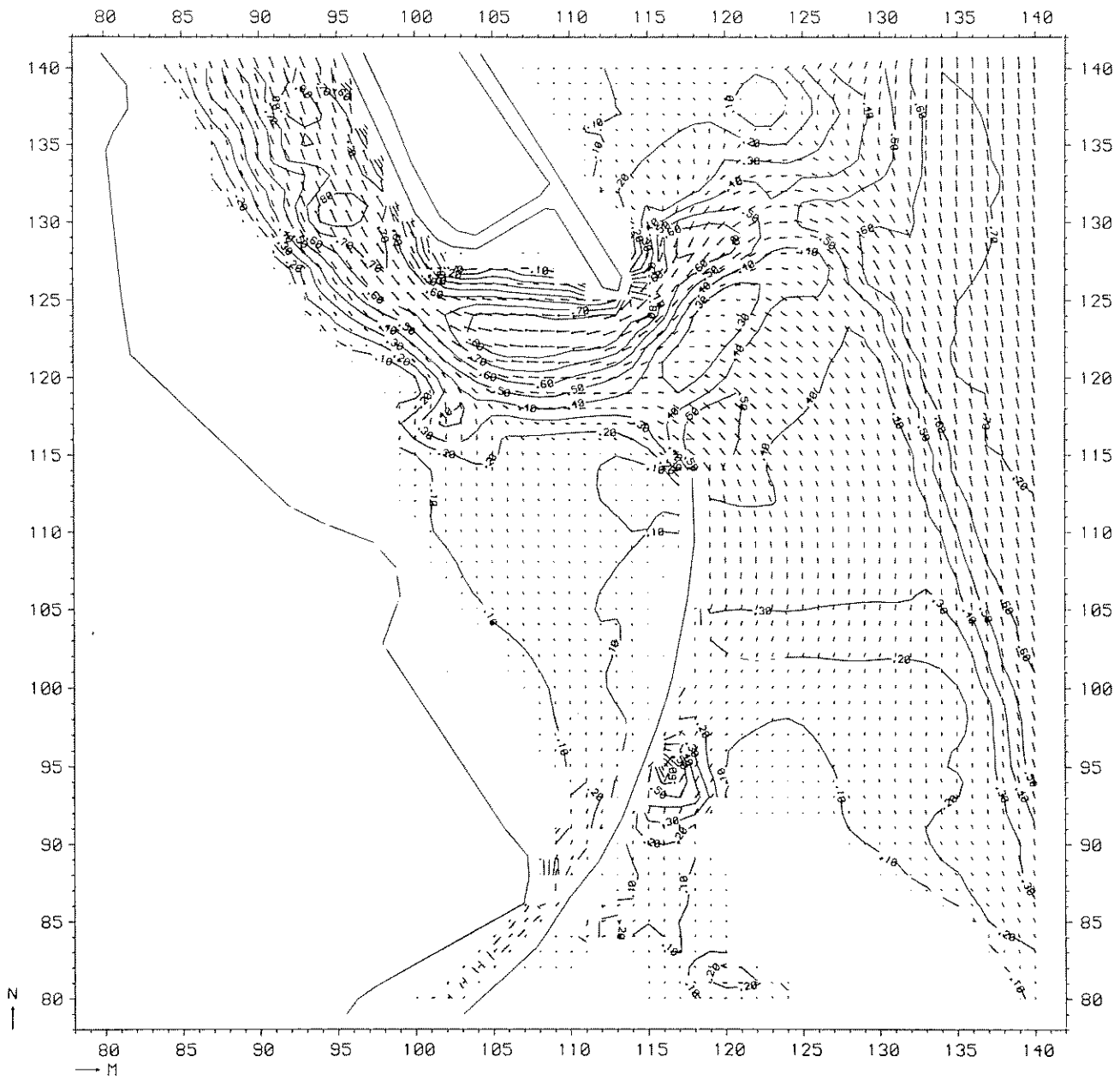
vloed

BOUWFASE 1

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 9



STROOMBEELD

T11

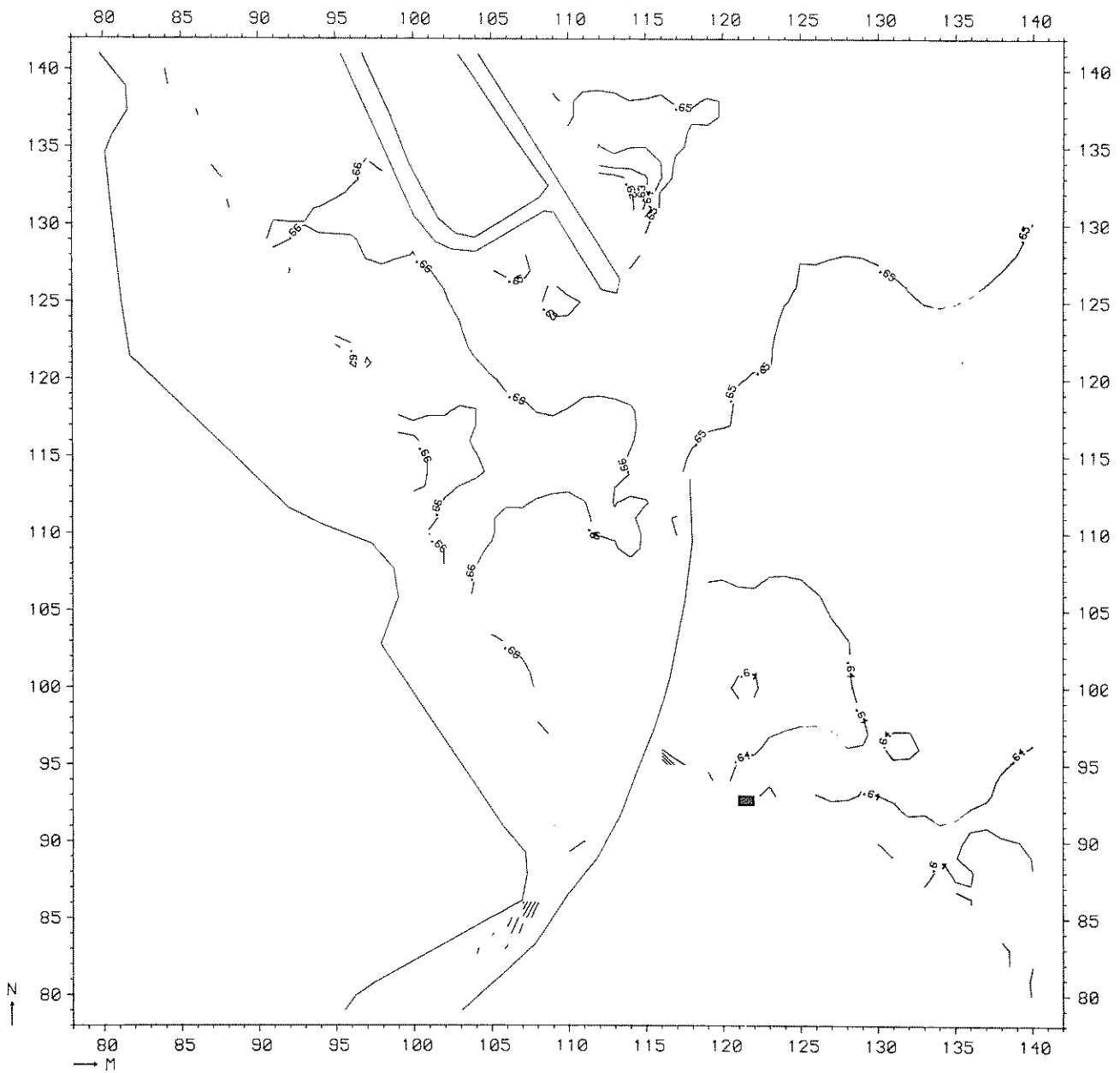
eb

BOUWFASE 1

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 10



WATERSTANDSVELD

T 11

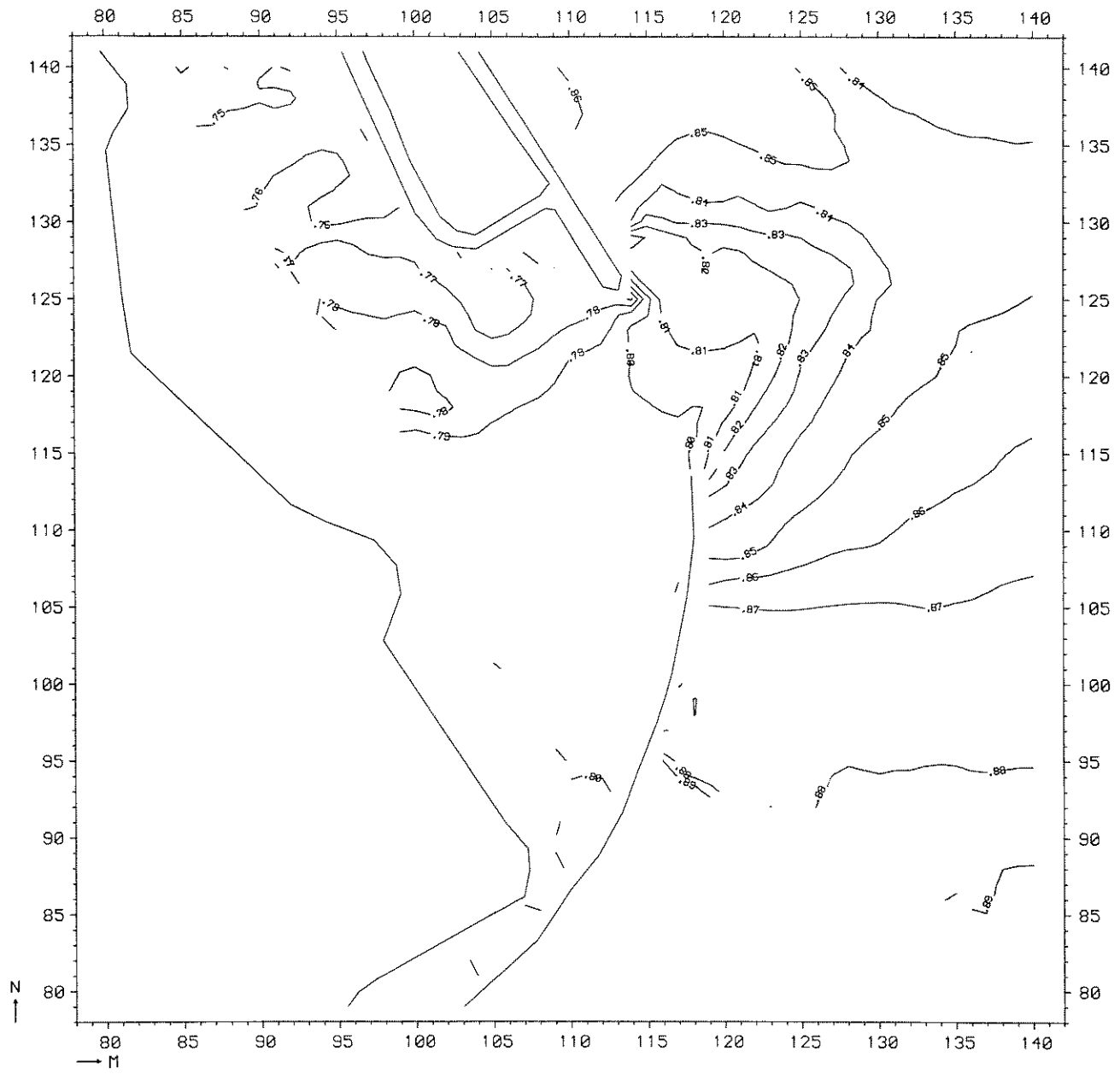
vloed(12.00)

BOUWFASE 1

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 11



WATERSTANDSVELD

T 11

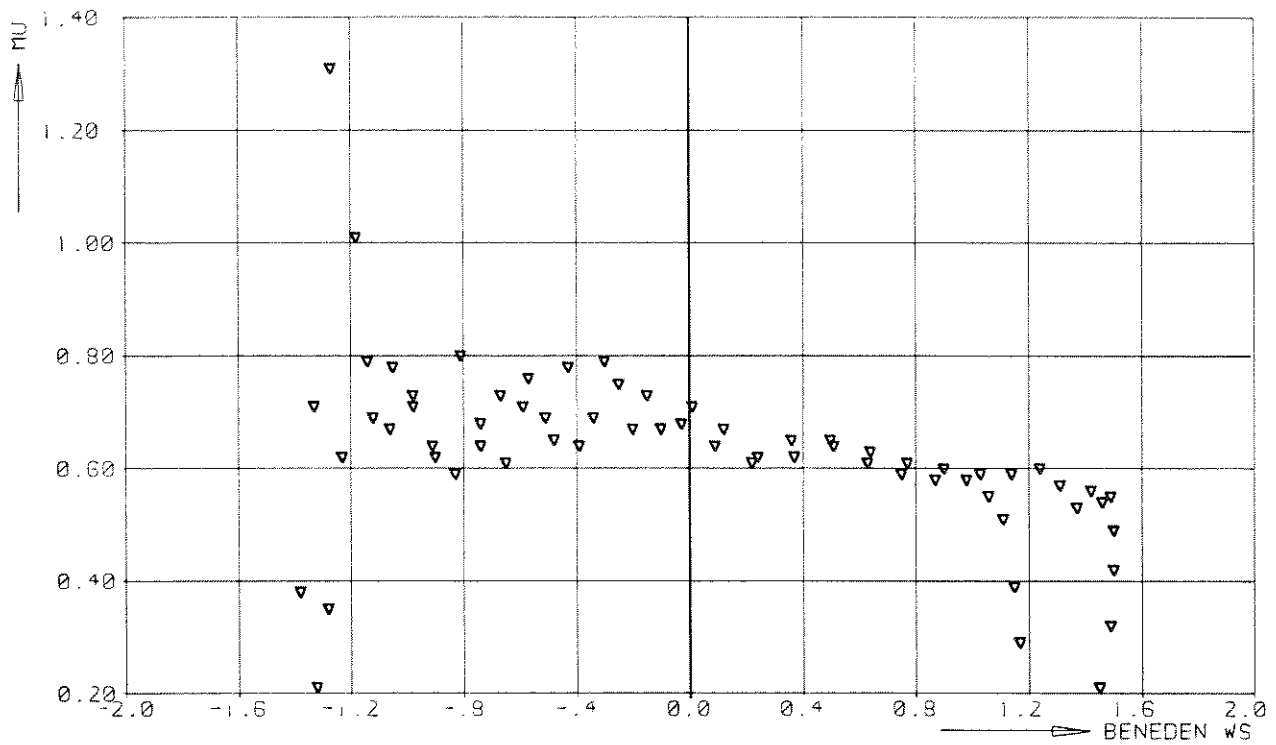
eb (16.00)

BOUWFASE 1

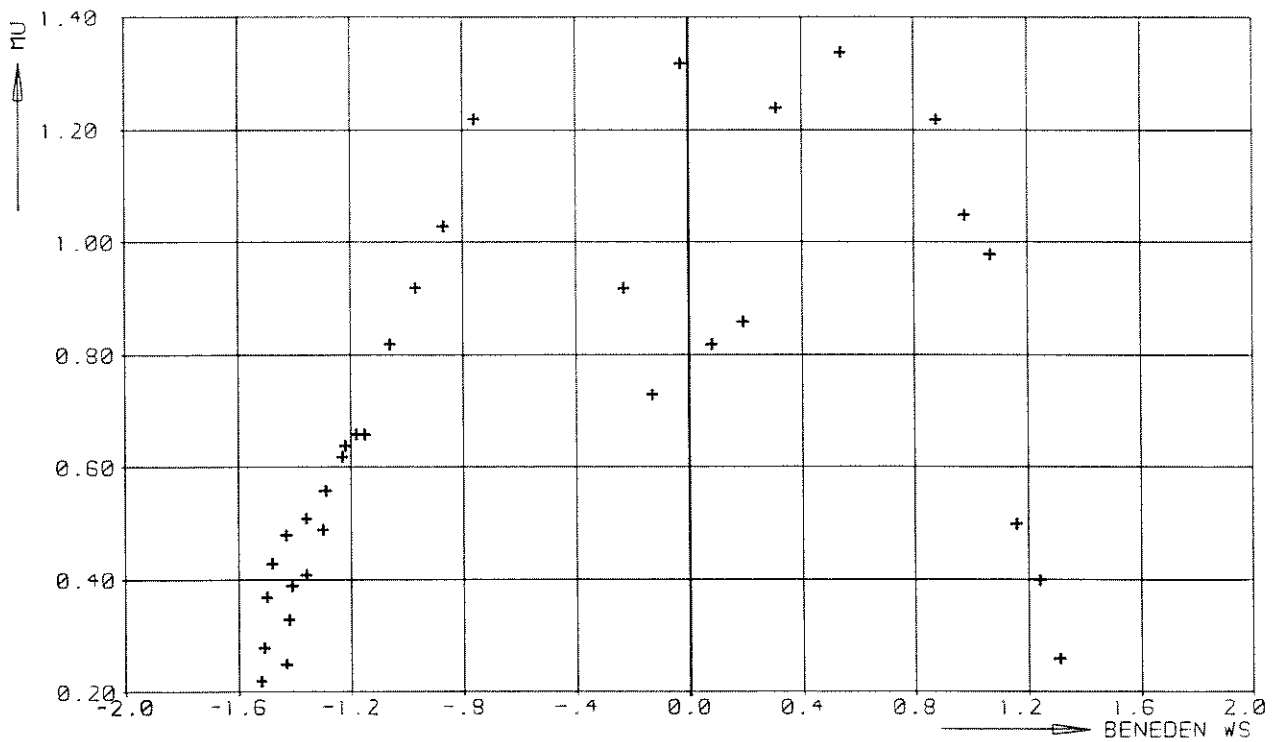
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 12



▽ SLAAK T11 EB



+ SLAAK T11 VLOED

AFVOERKOEFFICIENT

T11

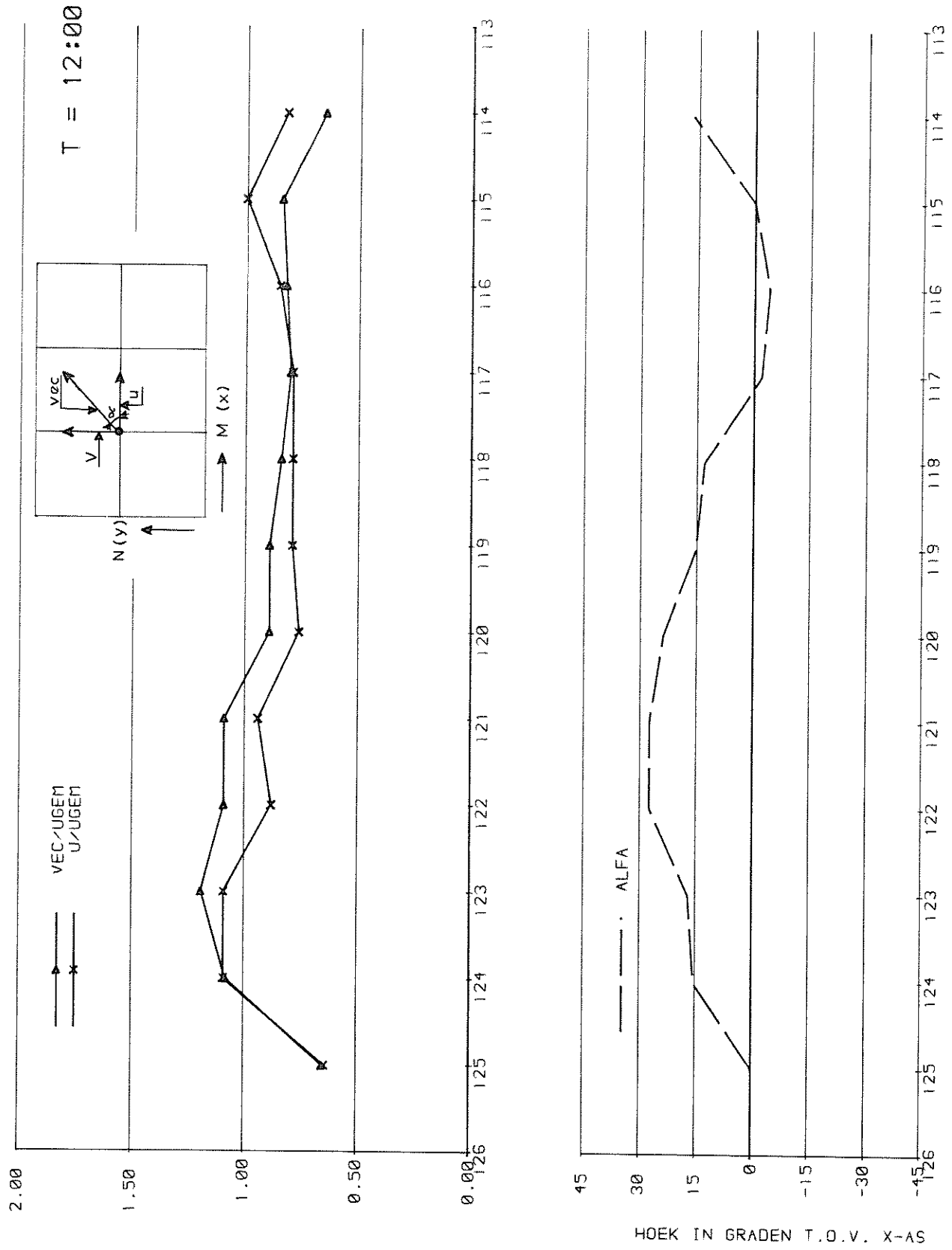
SLAAK

BOUWFASE 1

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 13



STROOMSNELHEIDSVERDELING IN DE
AS VAN HET SLUITGAT

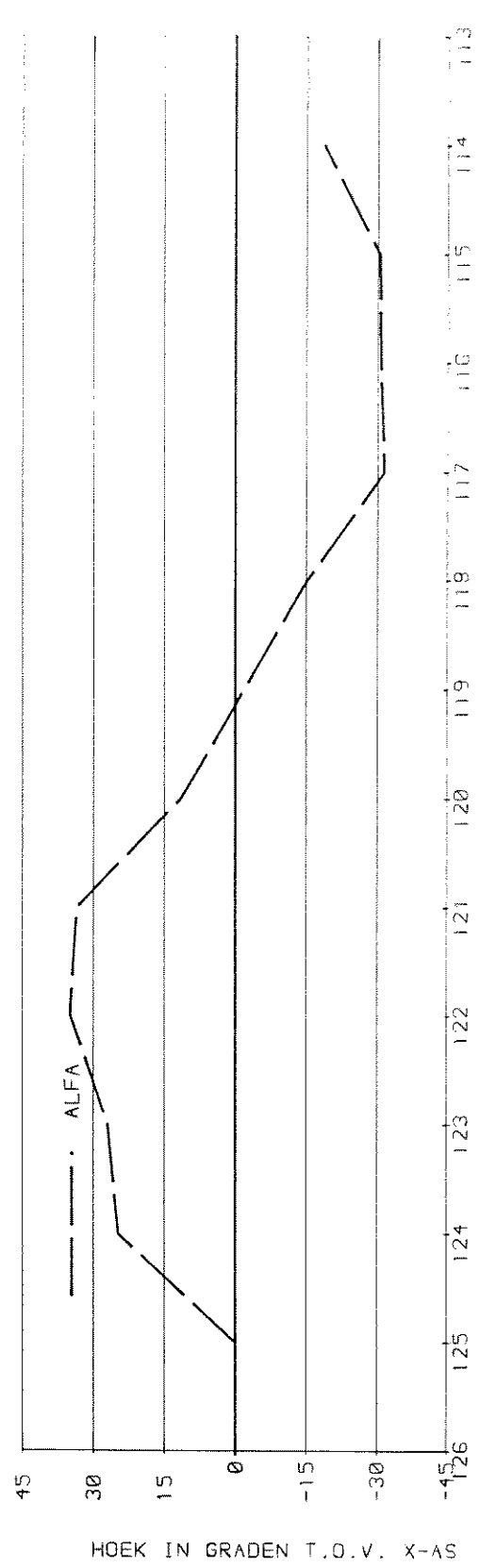
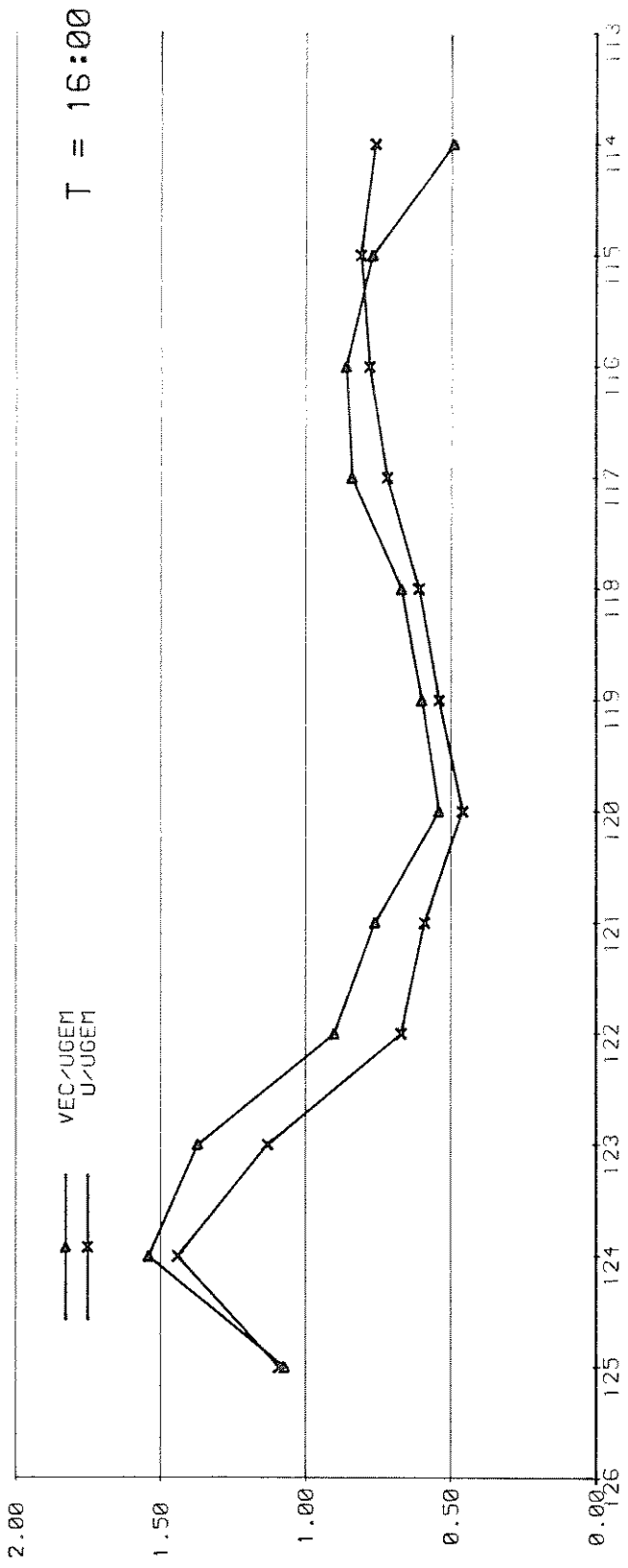
T 11

SLAAK

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 14 a



STROOMSNELHEIDSVERDELING IN DE AS VAN HET SLUITGAT

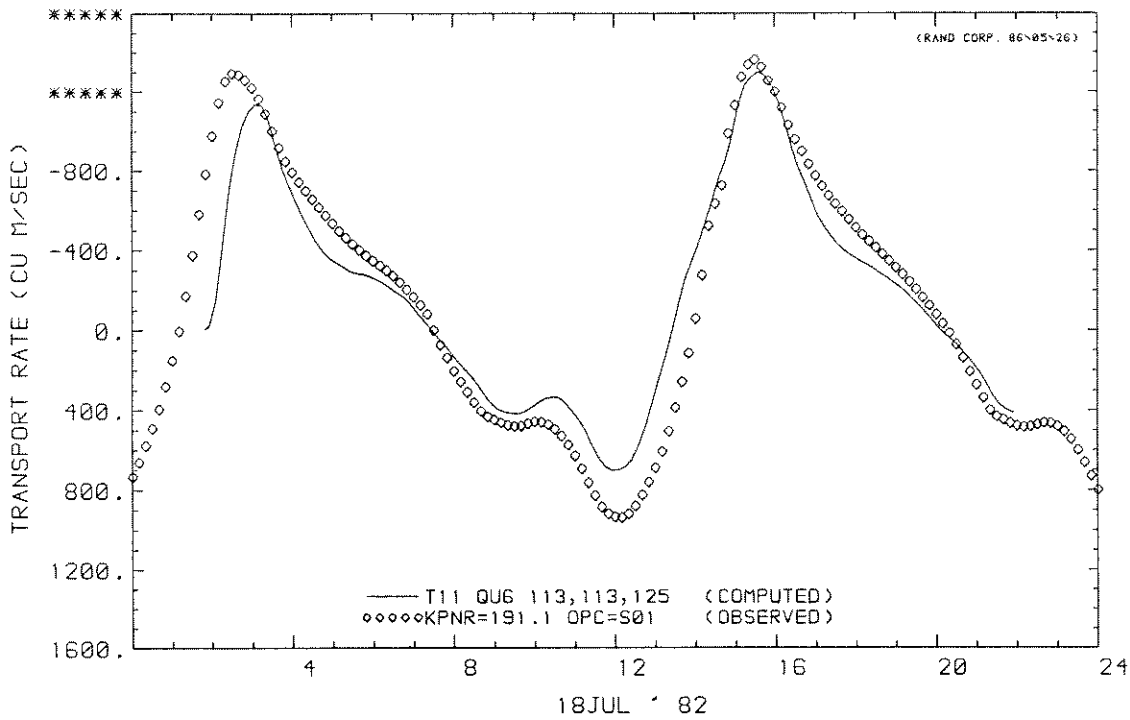
T 11

SLAAK

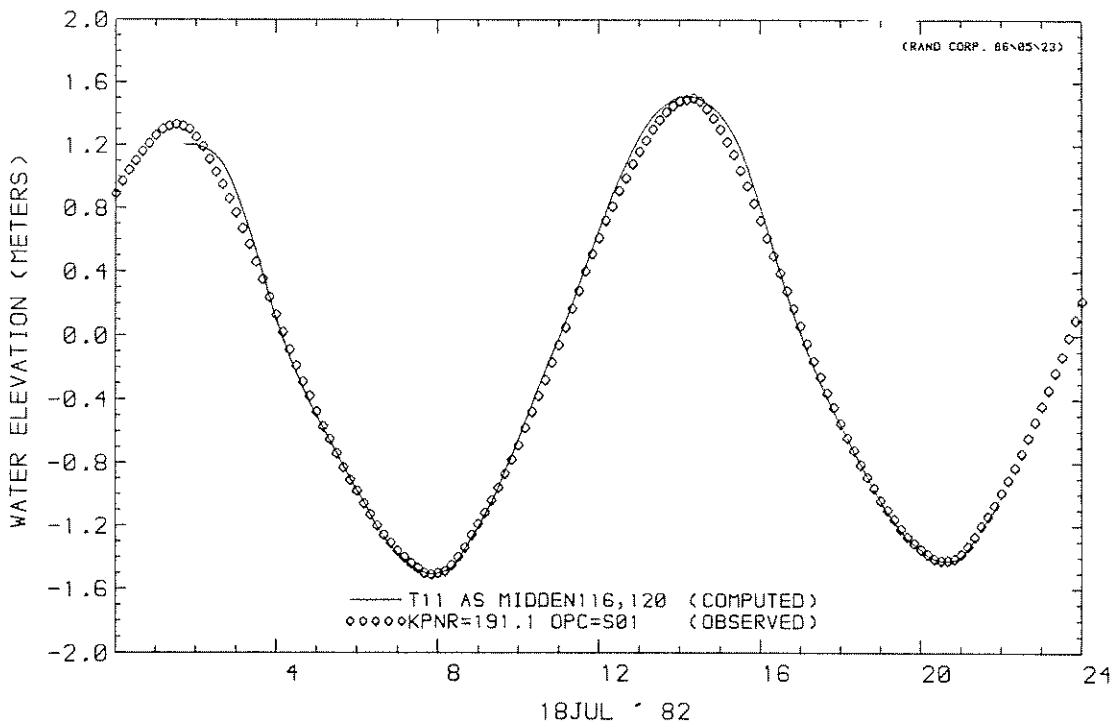
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 14 b



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
 MASS TRANSPORT OBSERVED



WATER LEVEL AT STATION
 OBSERVED WATER LEVEL

DEBIET DAMSEKTIE EN WATERSTAND AS MIDDEN

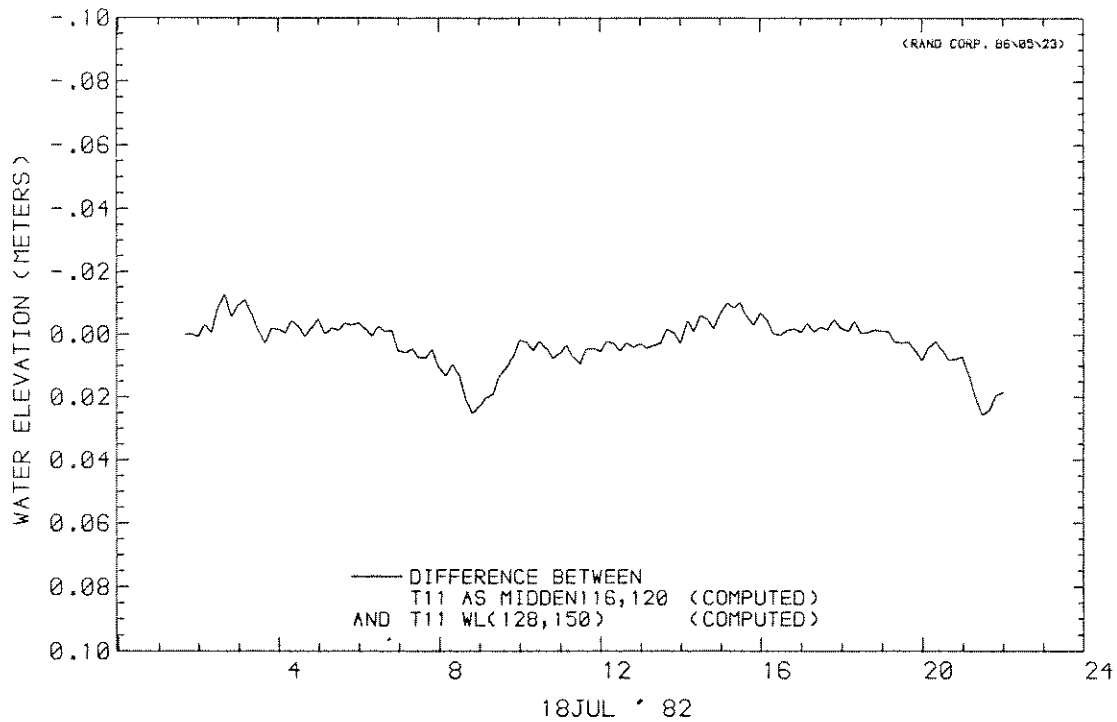
T11

BOUWFASE 1

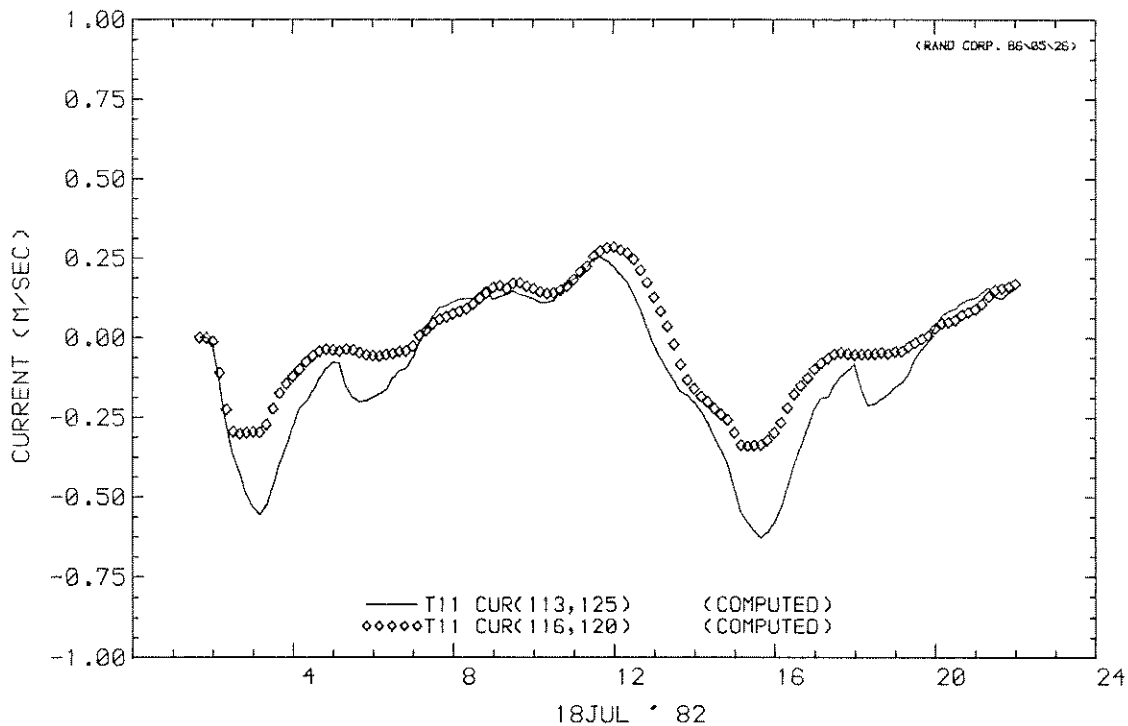
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 15



DIFFERENCE BETWEEN
WATER LEVEL AT STATION
AND WATER LEVEL AT STATION



CURRENT AT STATION (U)
CURRENT AT STATION (U)

VERVAL SLUITGAT EN STROOMSNELHEDEN

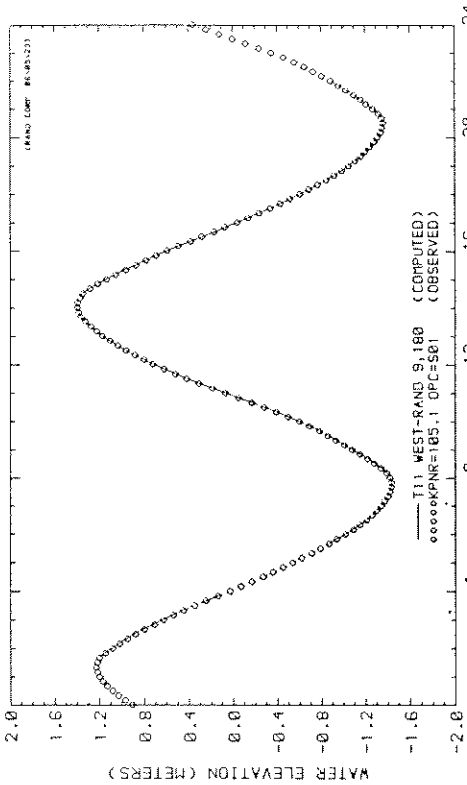
T 11

BOUWFASE 1

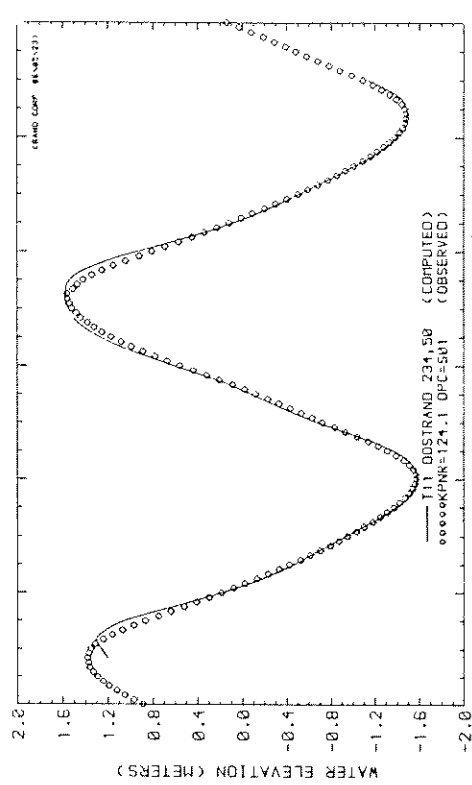
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

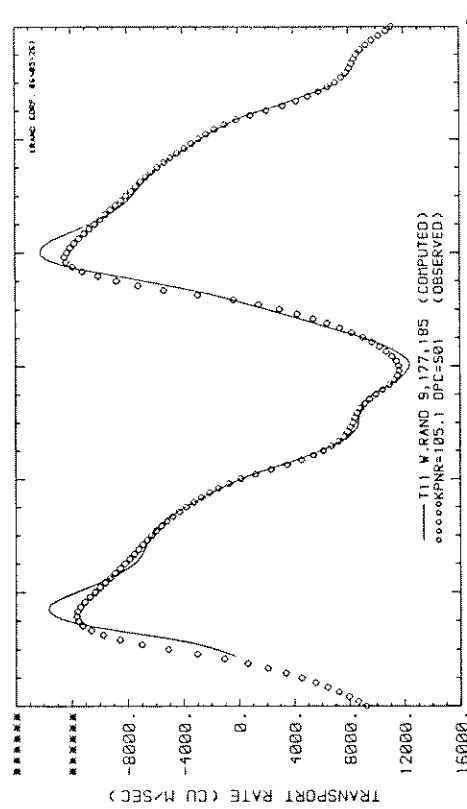
FIG. 16



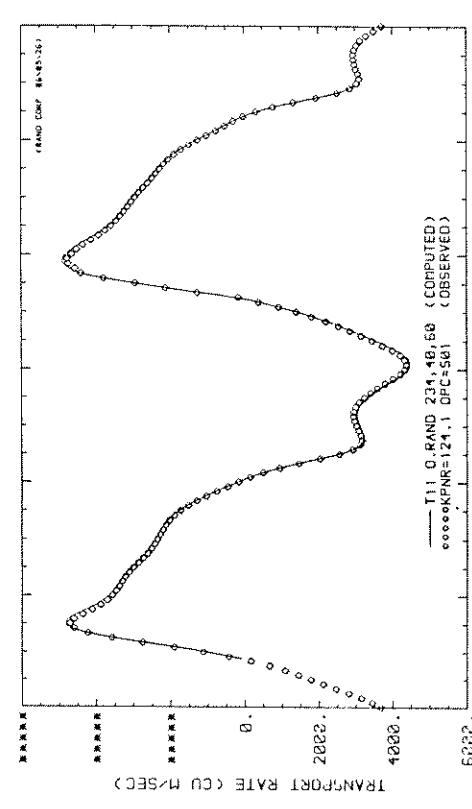
WATER LEVEL AT STATION
OBSERVED WATER LEVEL



WATER LEVEL AT STATION
OBSERVED WATER LEVEL



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
MASS TRANSPORT OBSERVED



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
MASS TRANSPORT OBSERVED

DEBIET EN WATERSTANDEN RANDEN

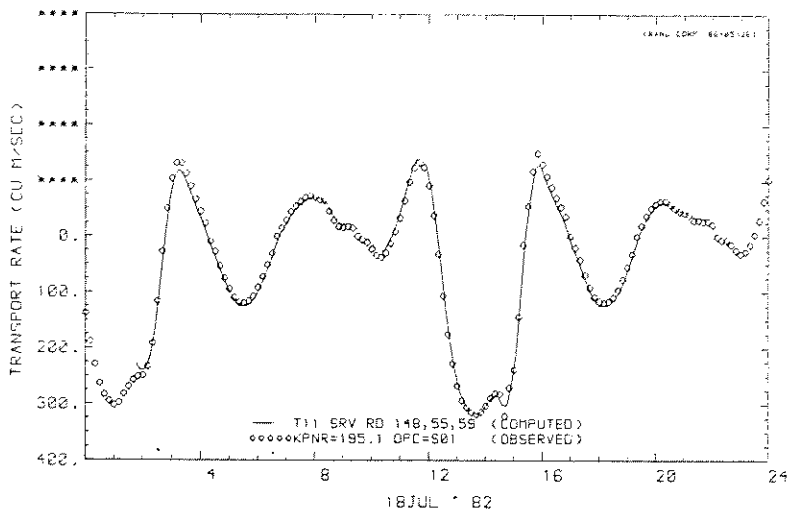
T11

BOUWFASE 1

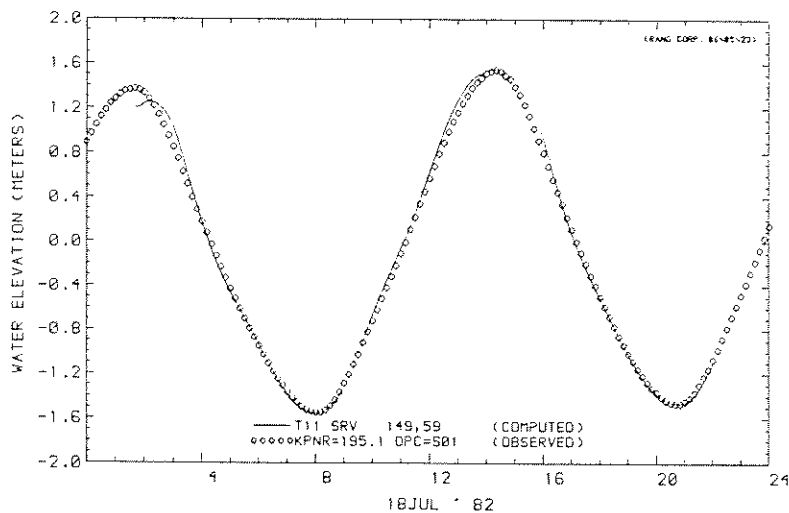
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

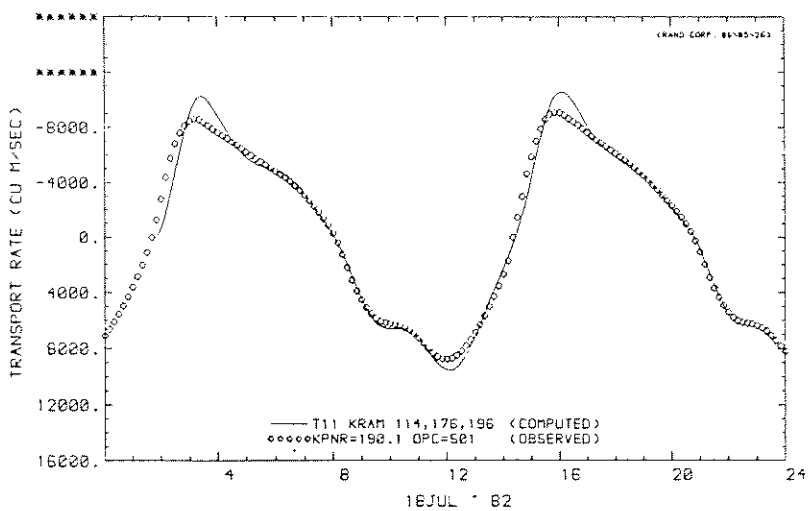
FIG. 17



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
MASS TRANSPORT OBSERVED



WATER LEVEL AT STATION
OBSERVED WATER LEVEL



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
MASS TRANSPORT OBSERVED

DEBIET EN WATERSTAND SRV EN KRAMMER

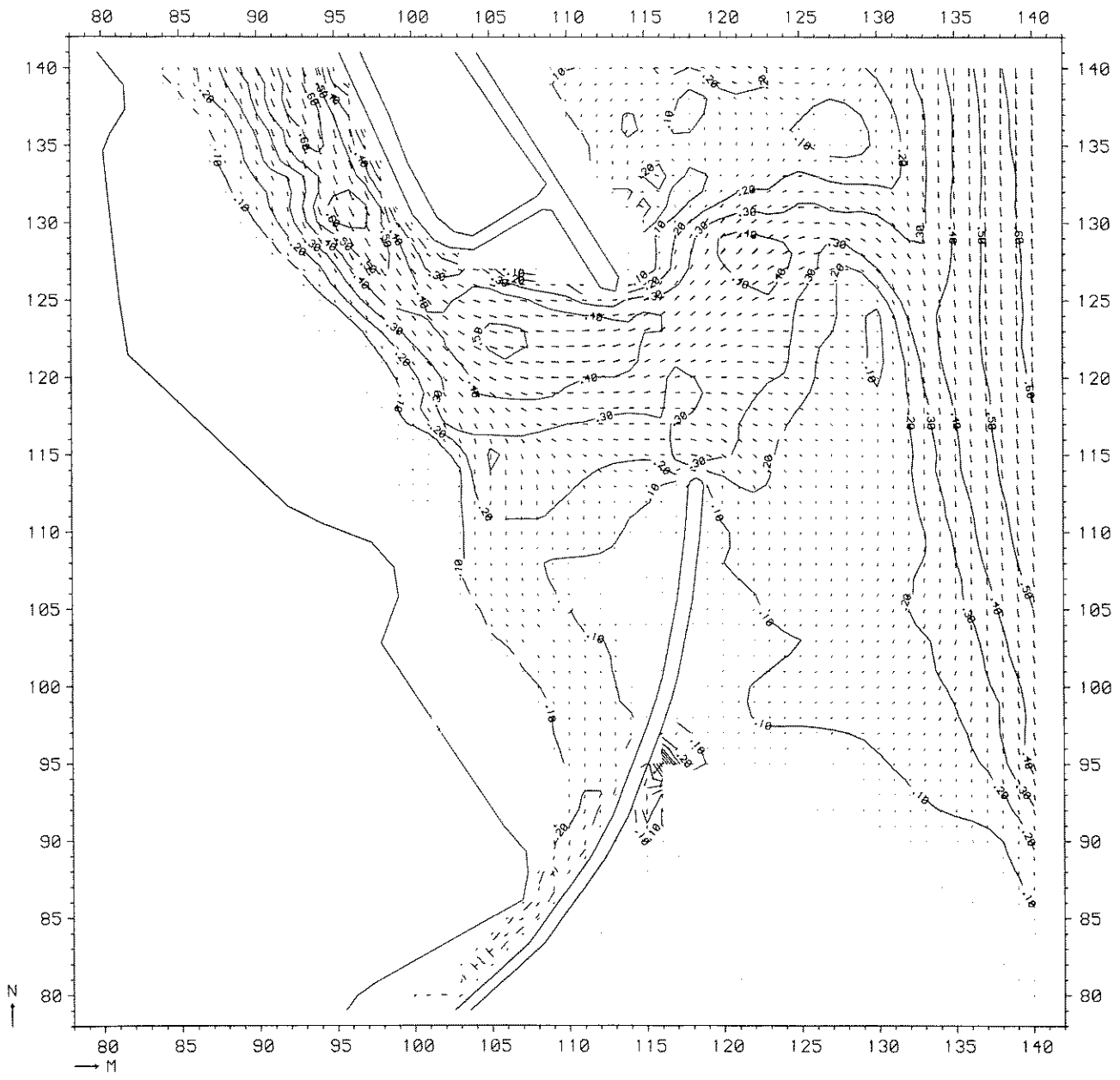
T 11

BOUWFASE 1

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 18



STROOMBEELD

T 21

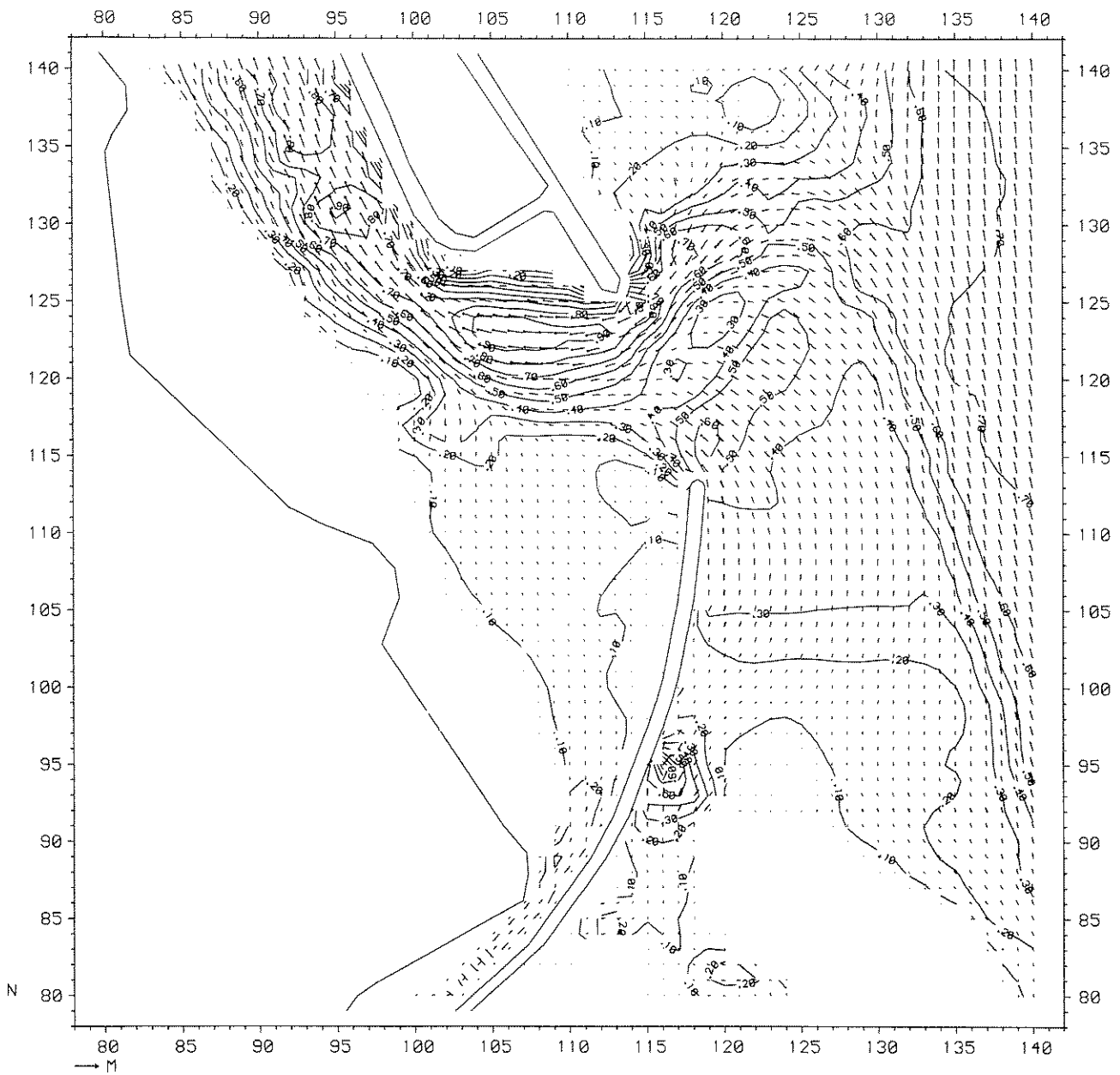
vloed (12.00)

BOUWFASE 1

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 19



STROOMBEELD

T21

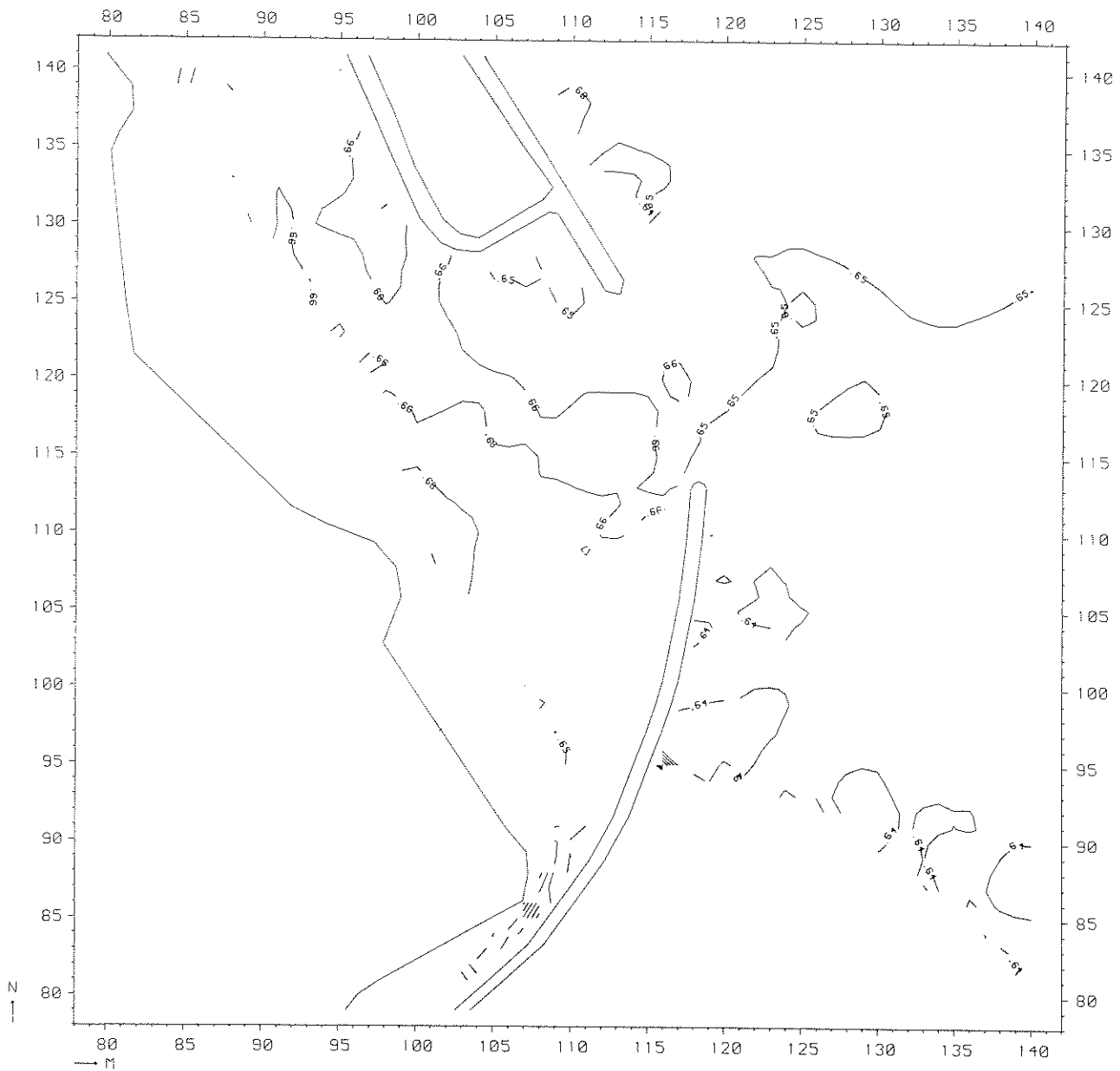
eb (16.00)

BOUWFASE 1

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 20



WATERSTANDSVELD

T 21

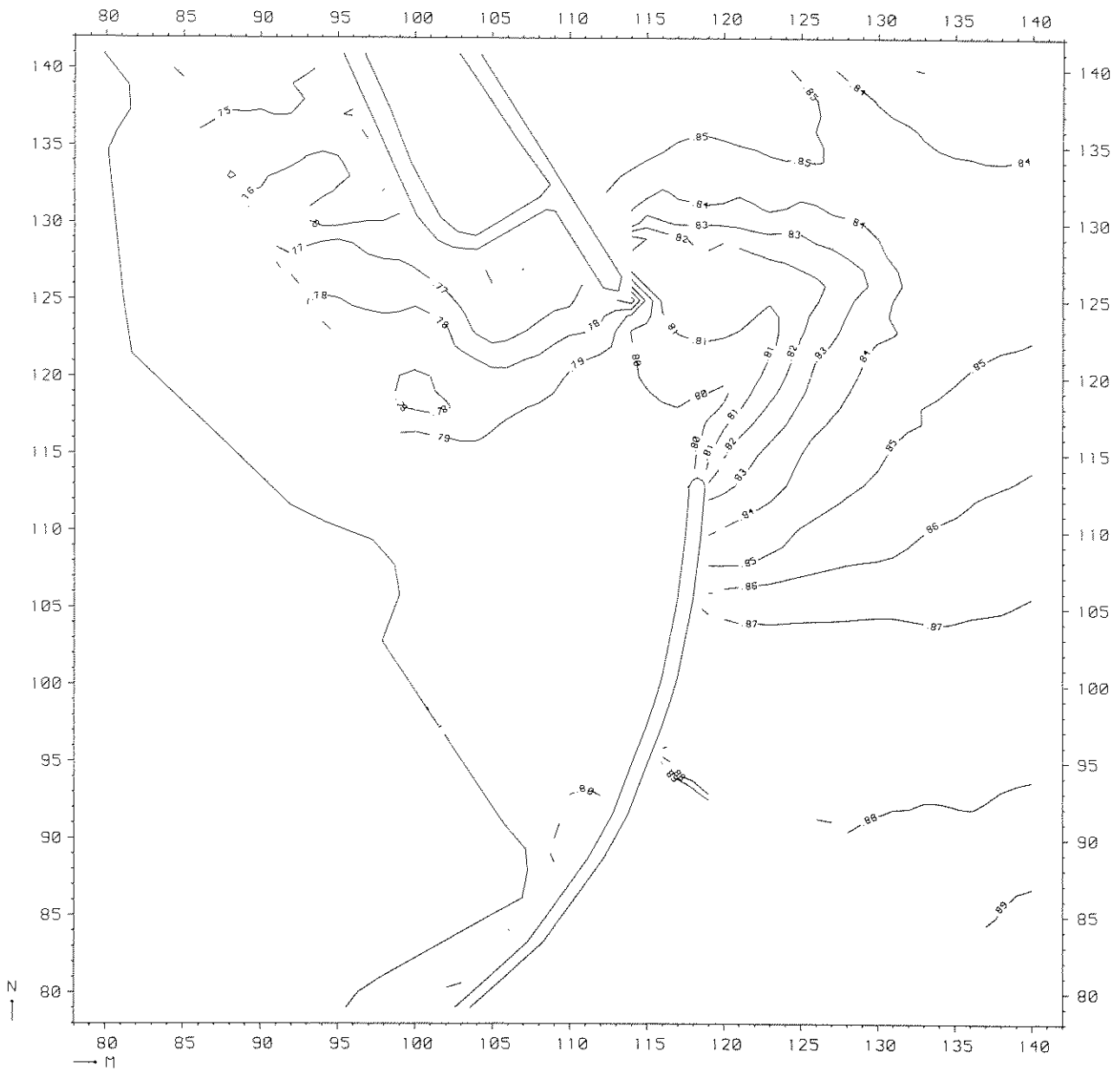
vloed (12.00)

BOUWFASE 1

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 21



WATERSTANDSVELD

T 21

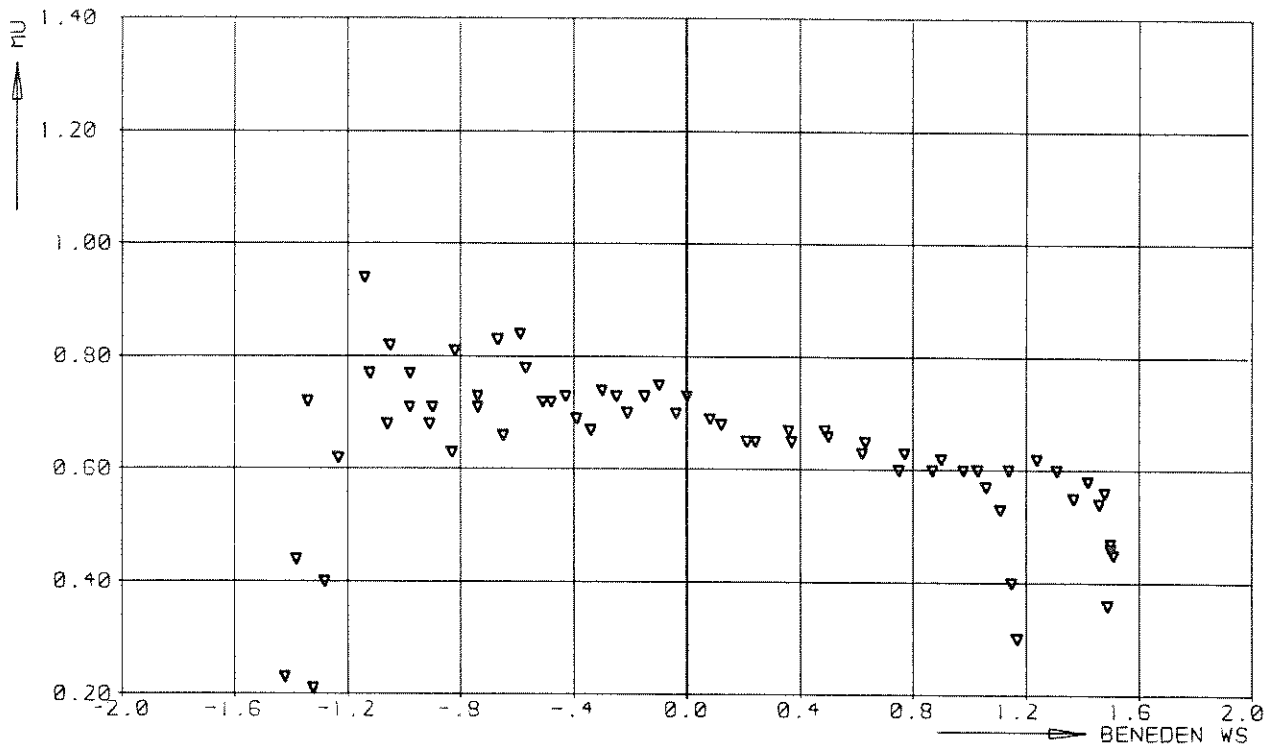
eb (16.00)

BOUWFASE 1

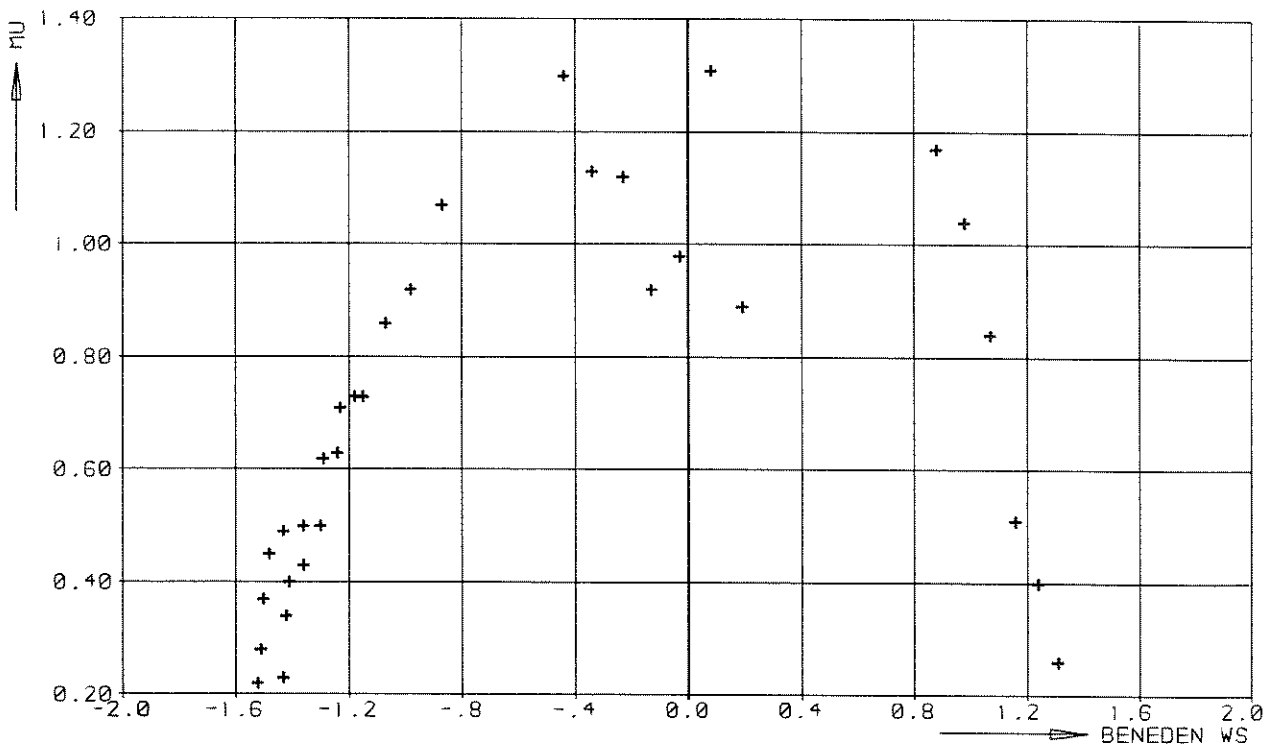
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 22



▽ SLAAK T21 EB



+ SLAAK T21 VLOED

AFVOERKOEFFICIENT

T21

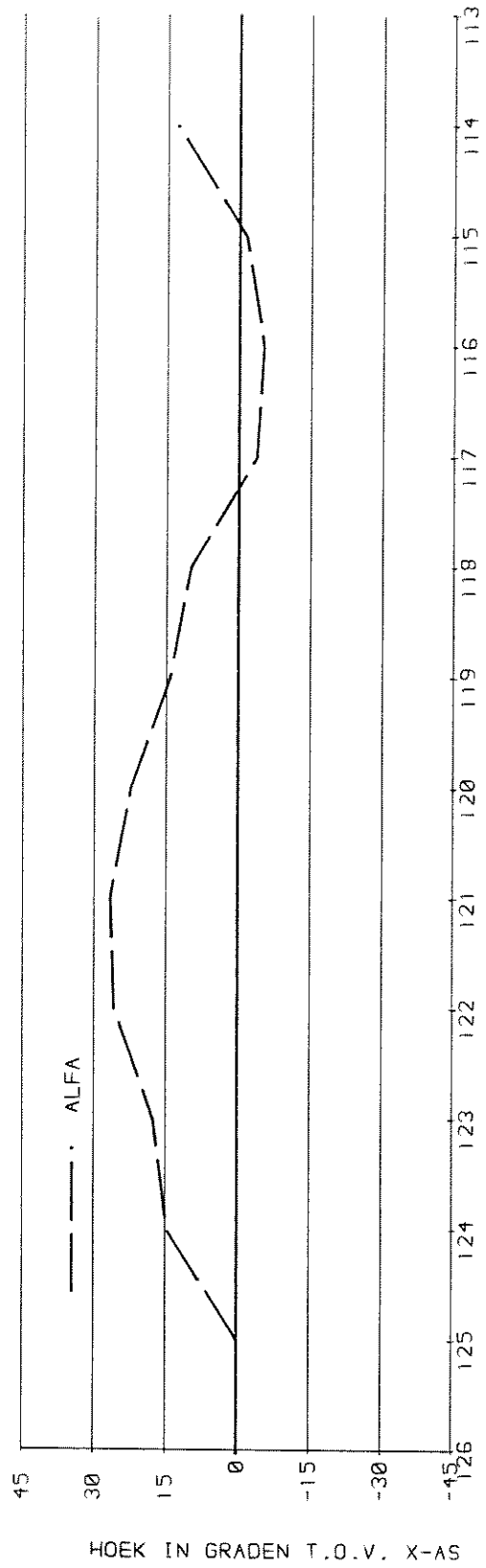
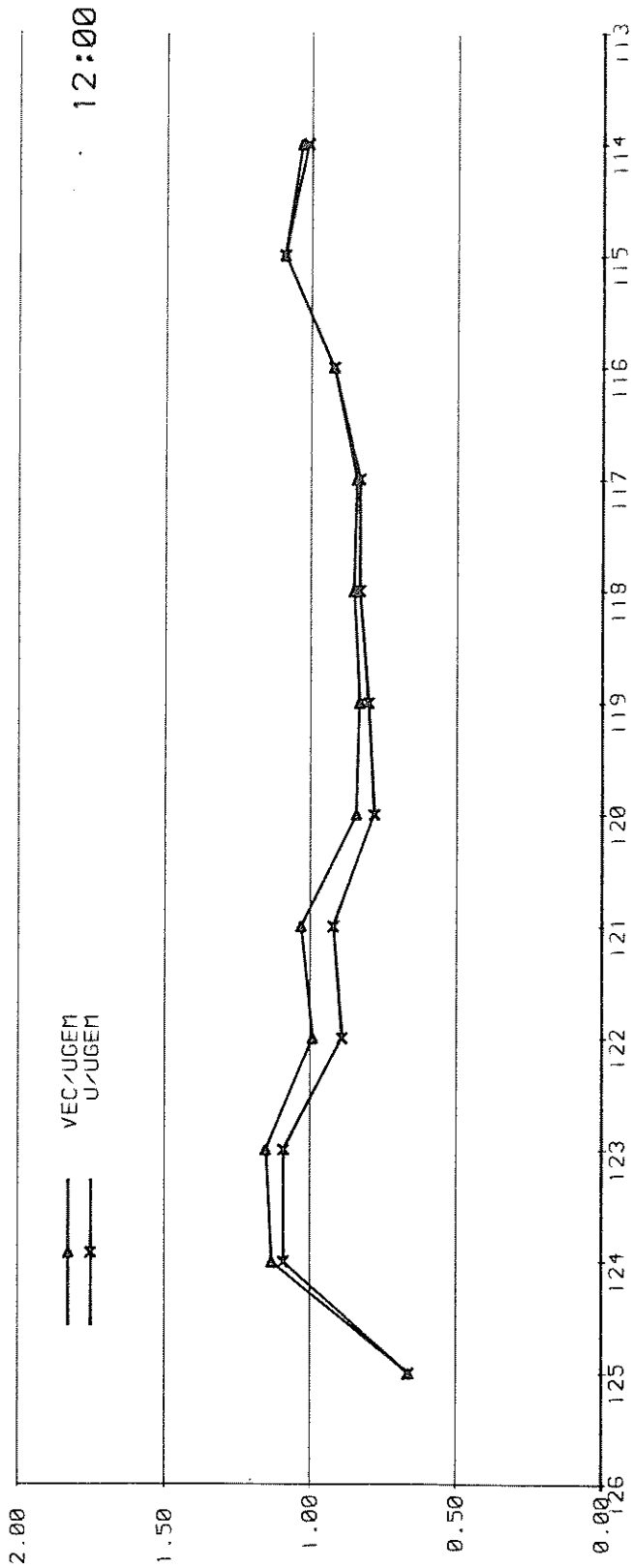
SLAAK

BOUWFASE 1

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 23



STROOMSNELHEIDSVERDELING IN DE
AS VAN HET SLUITGAT

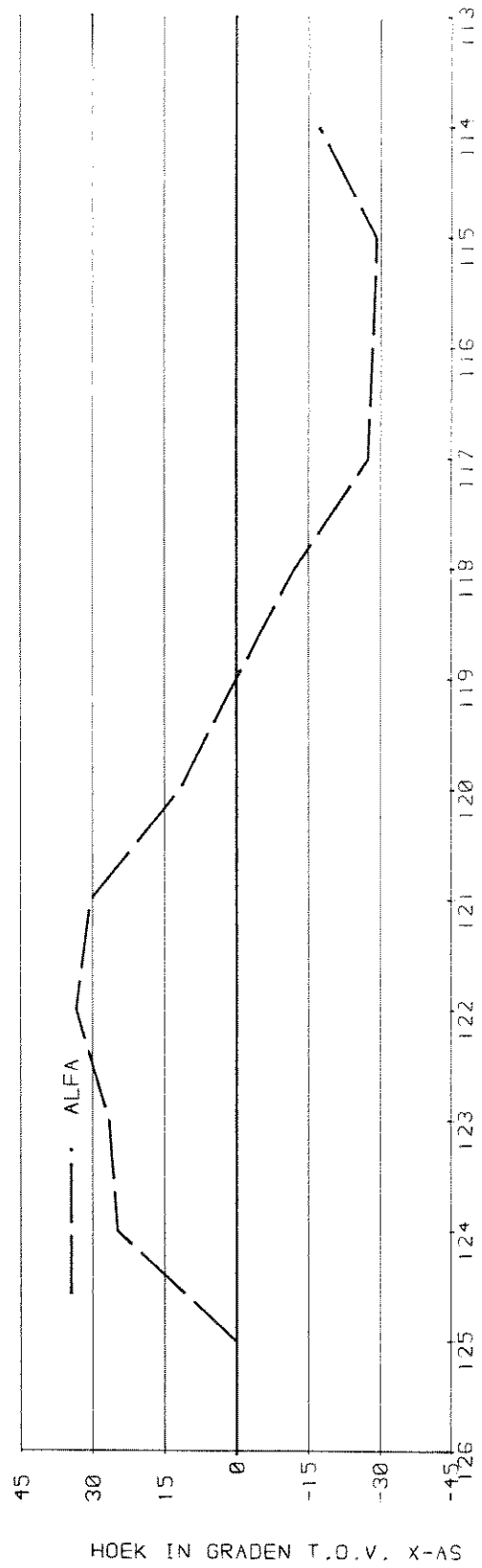
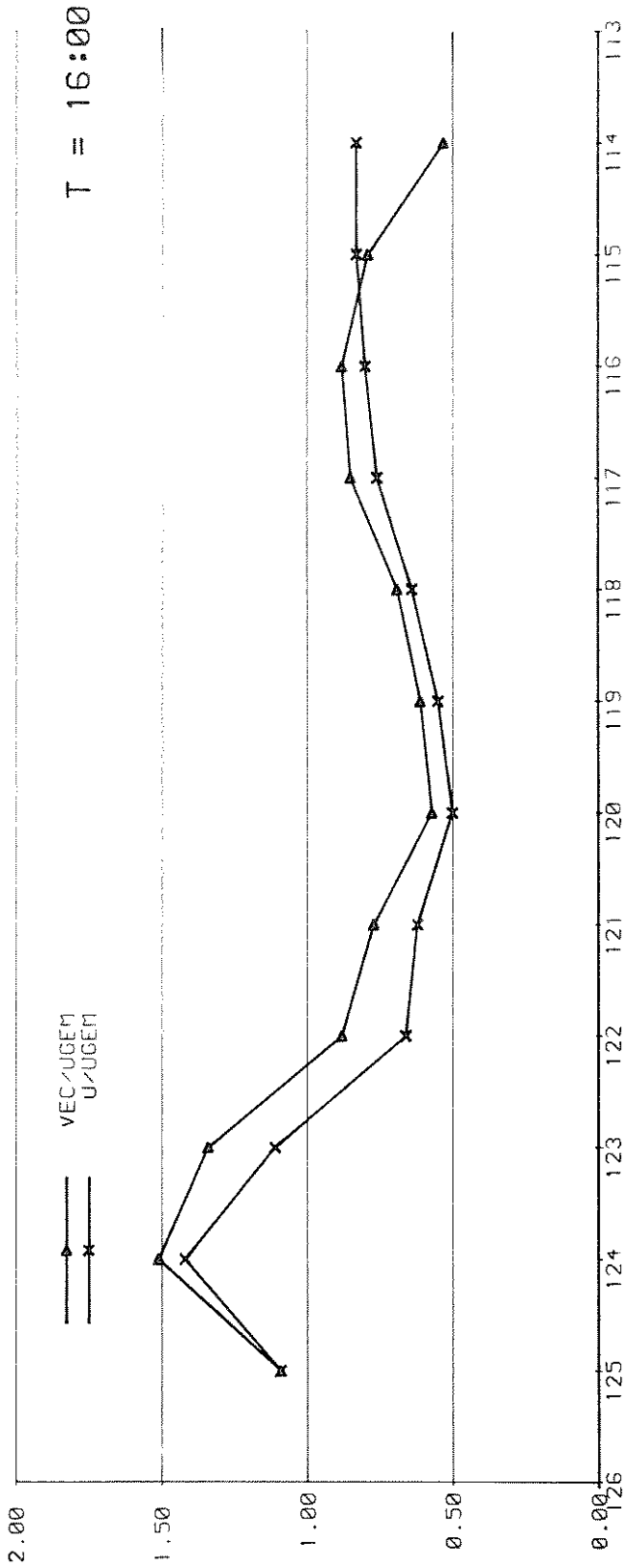
T 21

SLAAK

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 24 a



STROOMSNELHEIDSVERDELING IN DE
AS VAN HET SLUITGAT

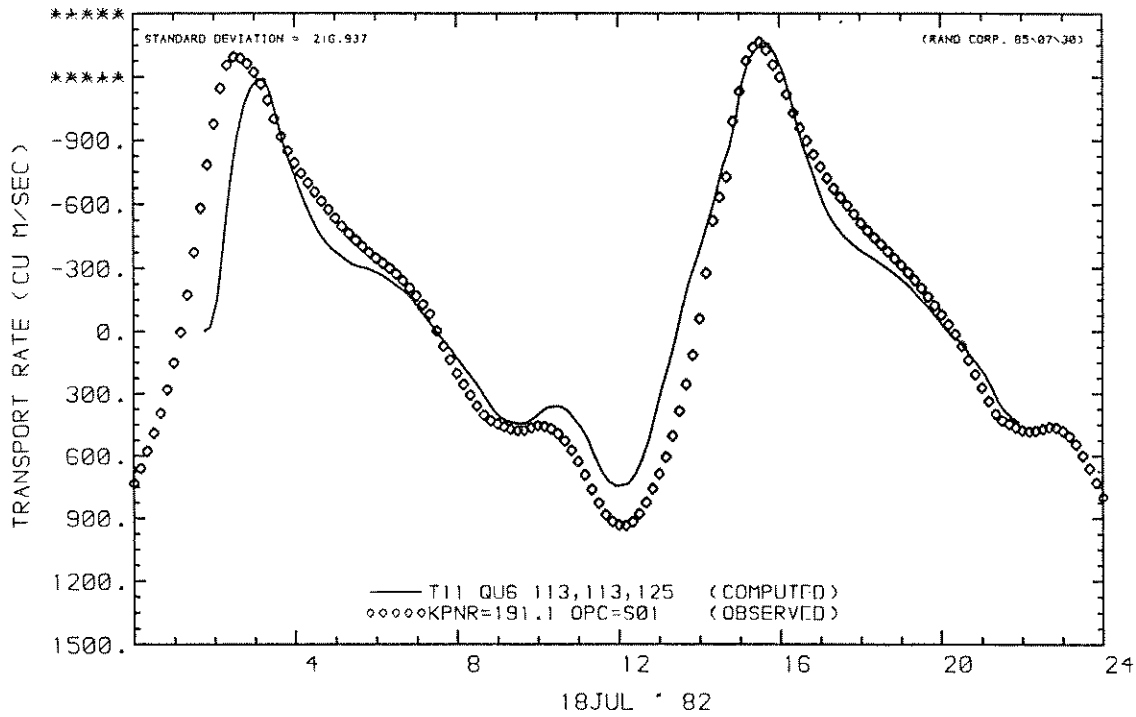
T 21

SLAAK

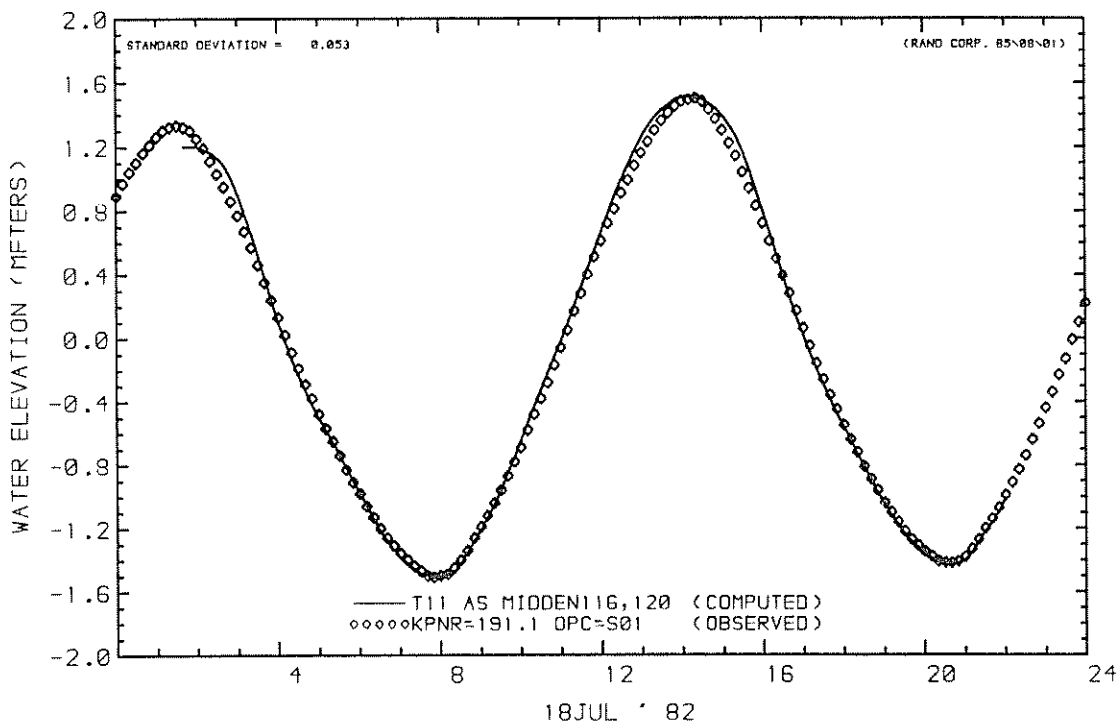
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 24 b



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
 MASS TRANSPORT OBSERVED



WATER LEVEL AT STATION
 OBSERVED WATER LEVEL

DEBIET DAMSEKTIE EN WATERSTAND AS MIDDEN

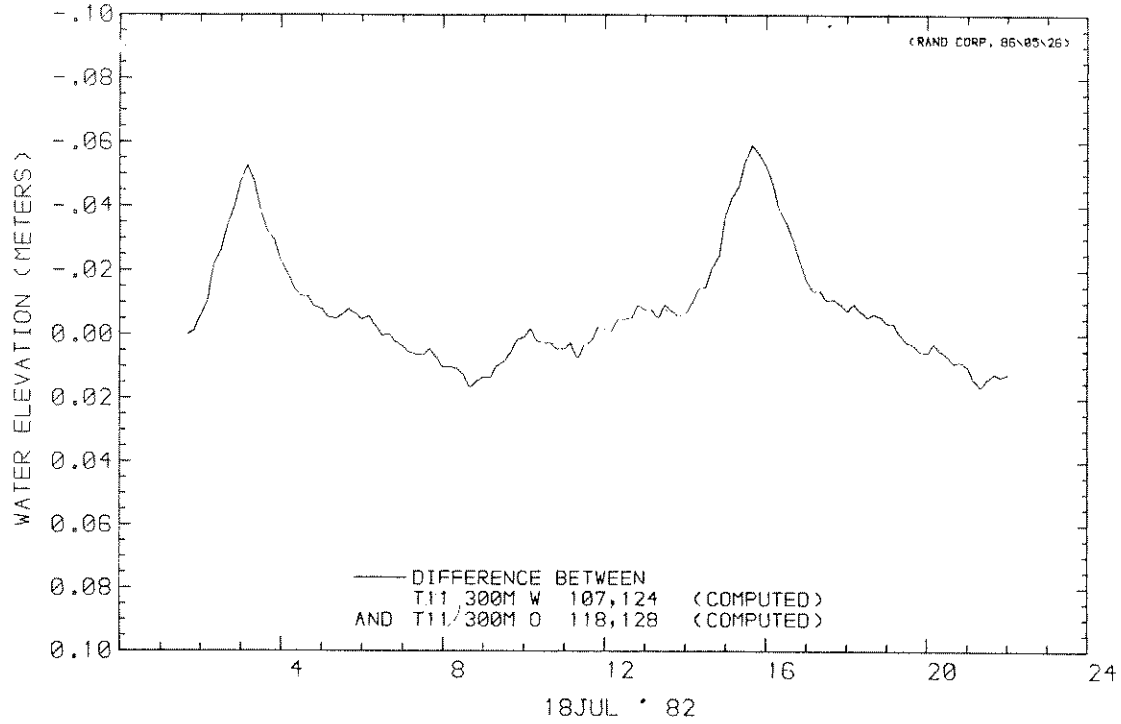
T21

BOUWFASE 1

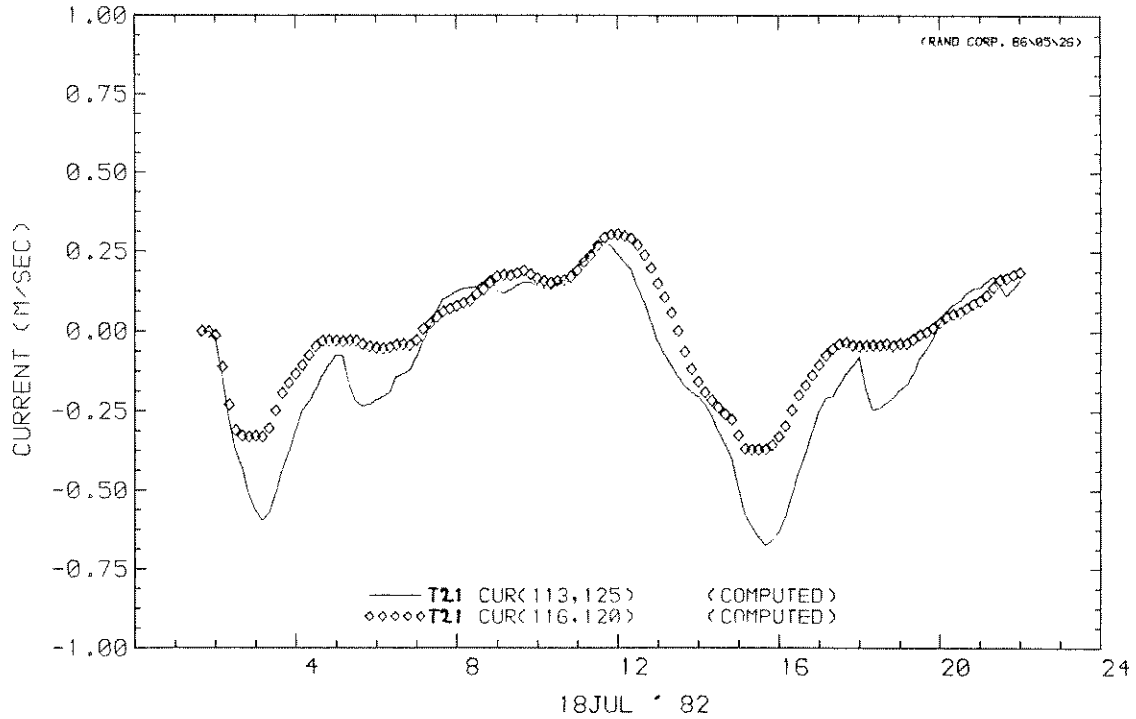
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 25



DIFFERENCE BETWEEN
WATER LEVEL AT STATION
AND WATER LEVEL AT STATION



CURRENT AT STATION (U)
CURRENT AT STATION (U)

VERVAL SLUITGAT EN STROOMSNELHEDEN

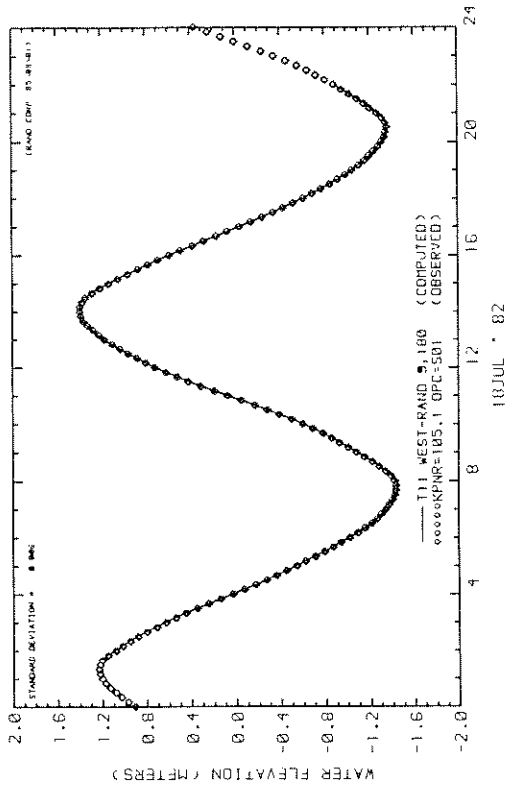
T21

BOUWFASE 1

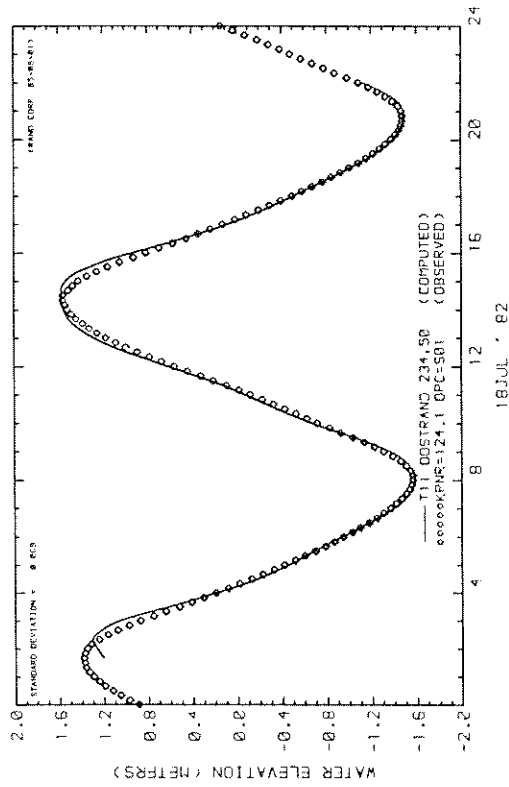
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

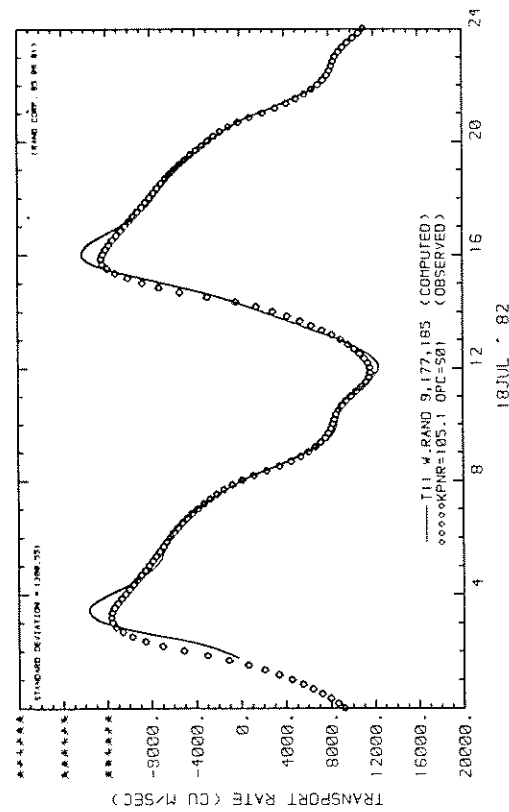
FIG. 26



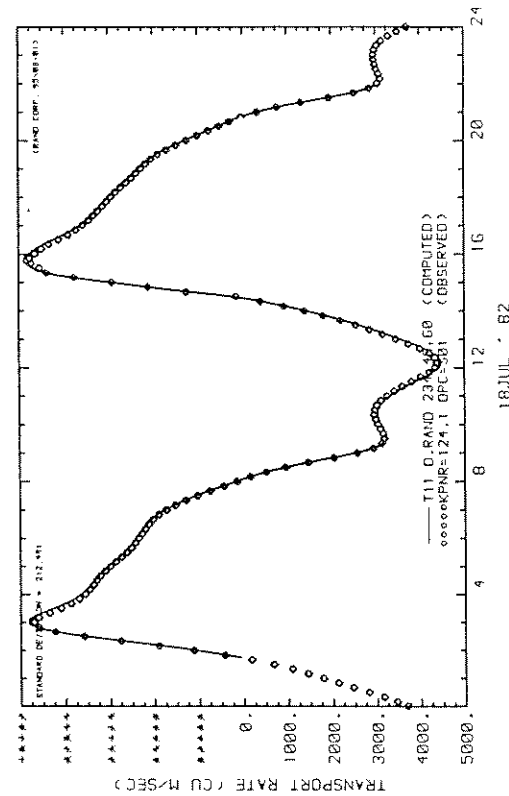
WATER LEVEL AT STATION
OBSERVED WATER LEVEL



WATER LEVEL AT STATION
OBSERVED WATER LEVEL



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
MASS TRANSPORT OBSERVED



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
MASS TRANSPORT OBSERVED

DEBIET EN WATERSTANDEN RANDEN

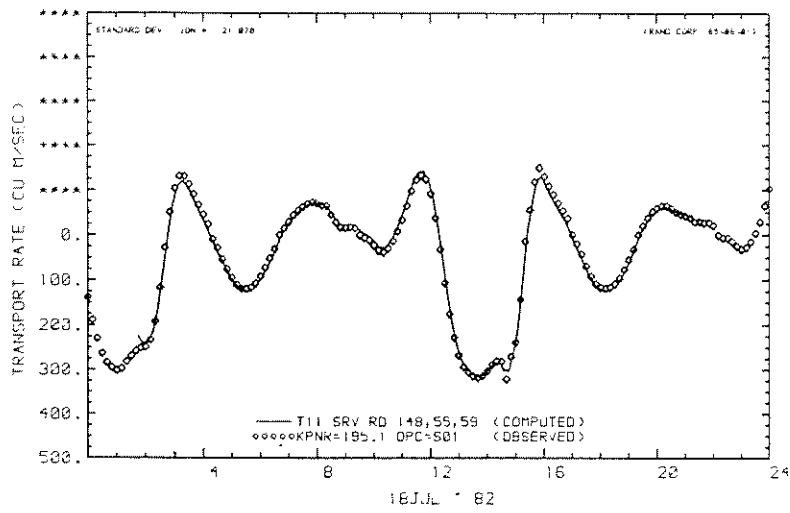
T 21

BOUWFASE 1

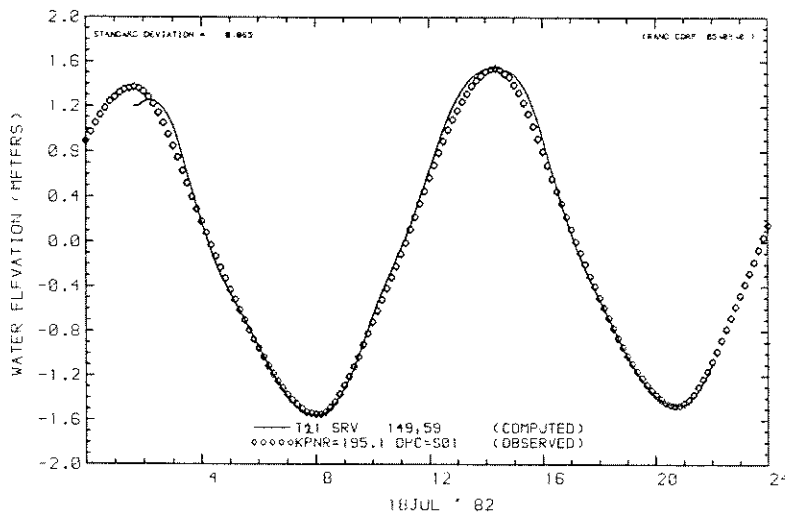
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

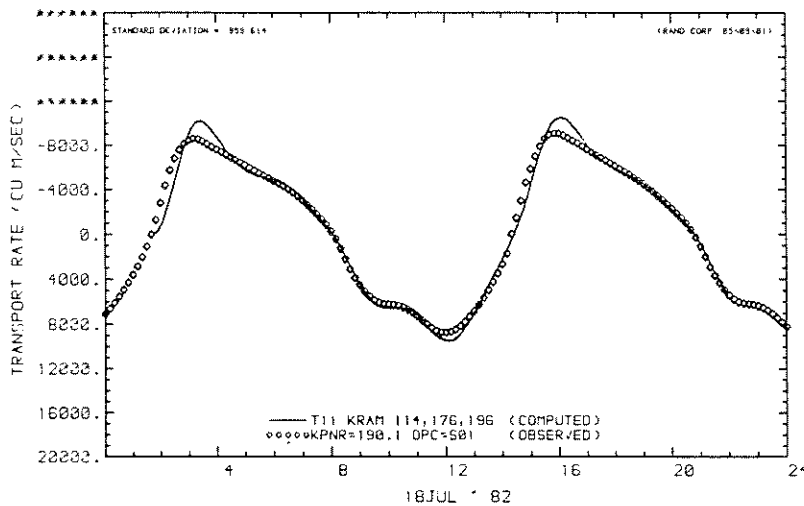
FIG. 27



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
 MASS TRANSPORT OBSERVED



WATER LEVEL AT STATION
 OBSERVED WATER LEVEL



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
 MASS TRANSPORT OBSERVED

DEBIET EN WATERSTAND SRV EN KRAMMER

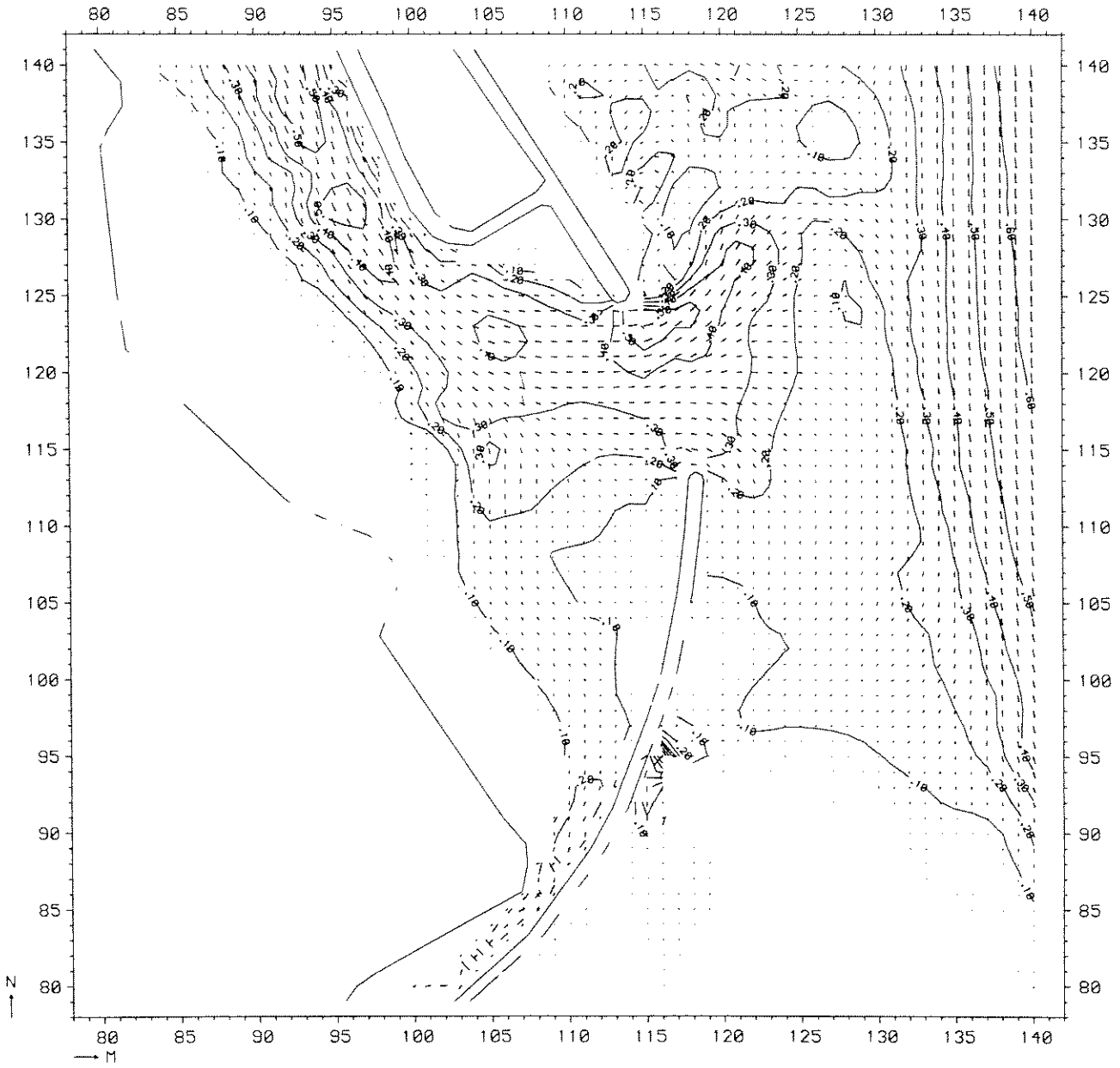
T21

BOUWFASE 1

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 28



STROOMBEELD

T14

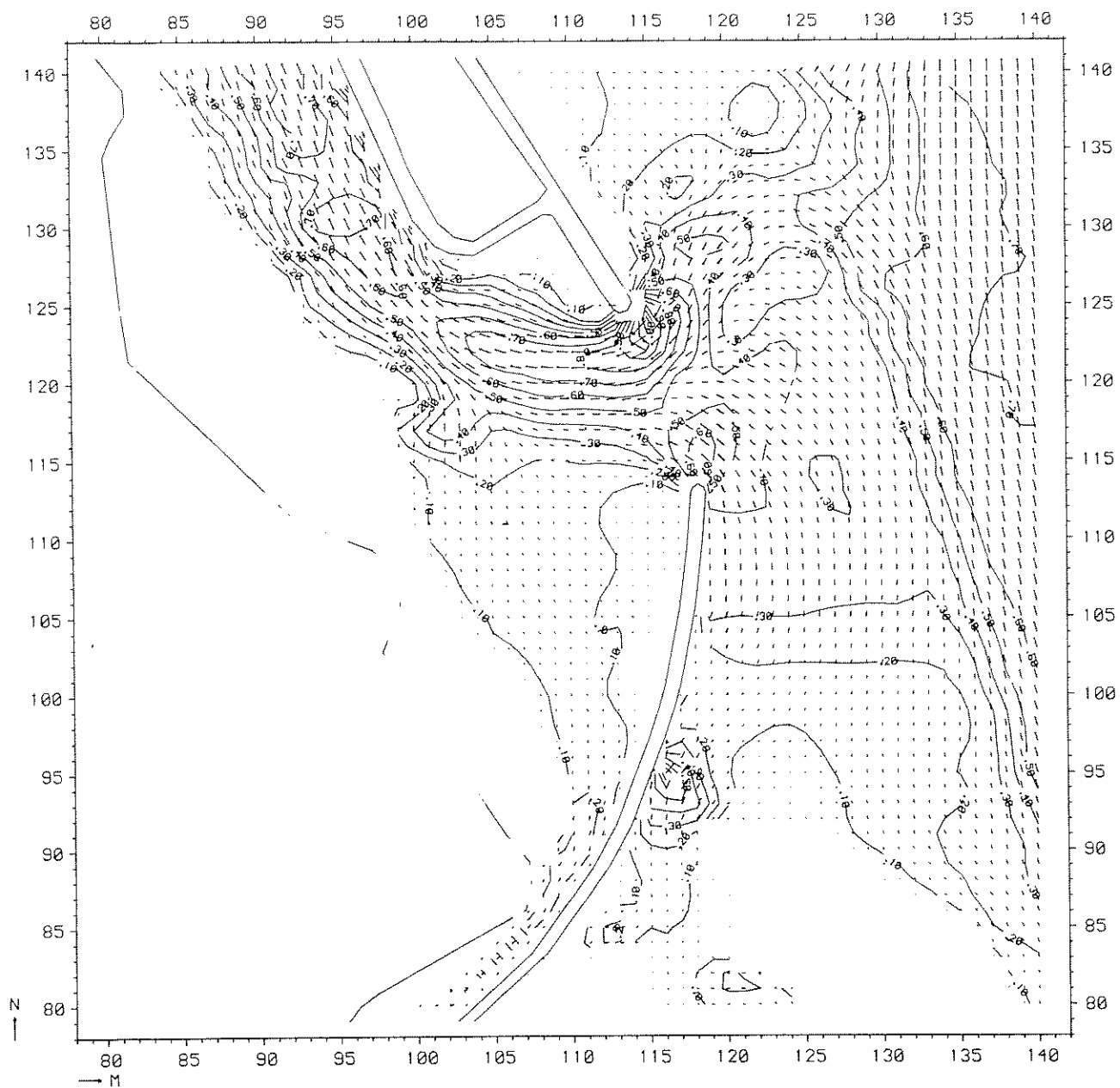
vloed

BOUWFASE 4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 29



STROOMBEELD

T 14

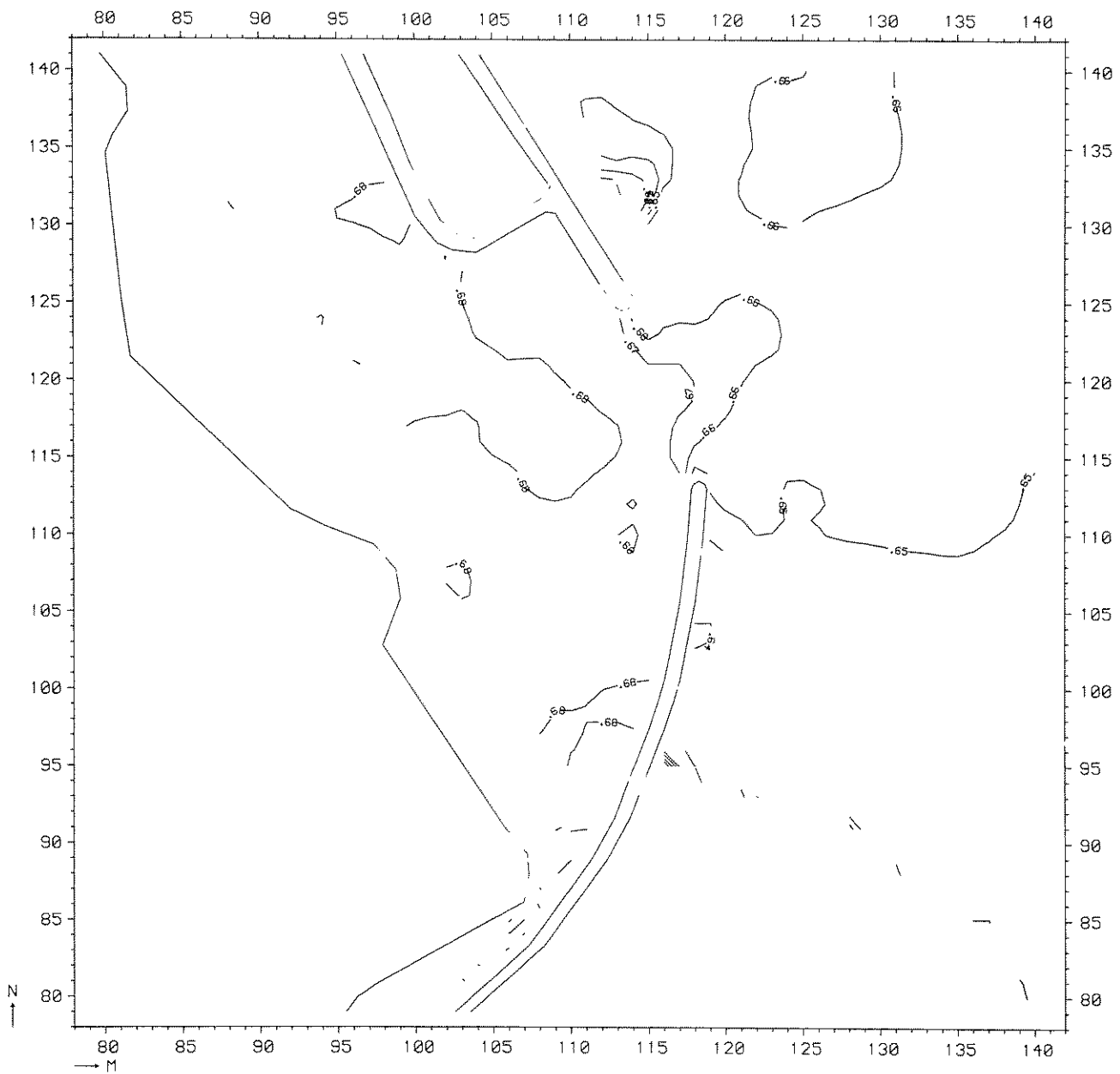
EB

BOUWFASE 4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 30



WATERSTANDSVELD

T 14

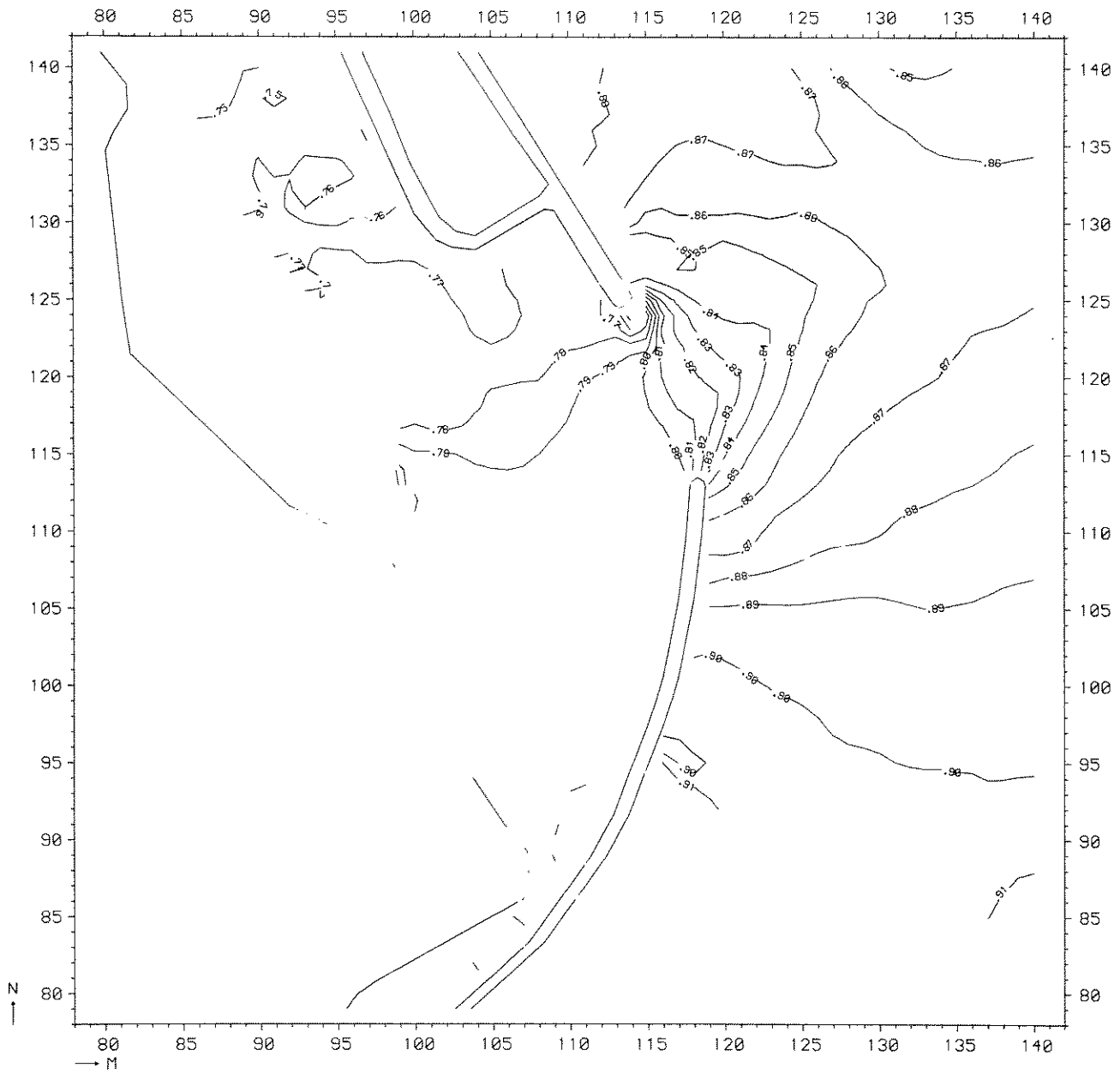
vloed(12.00)

BOUWFASE 4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 31



WATERSTANDSVELD

T 14

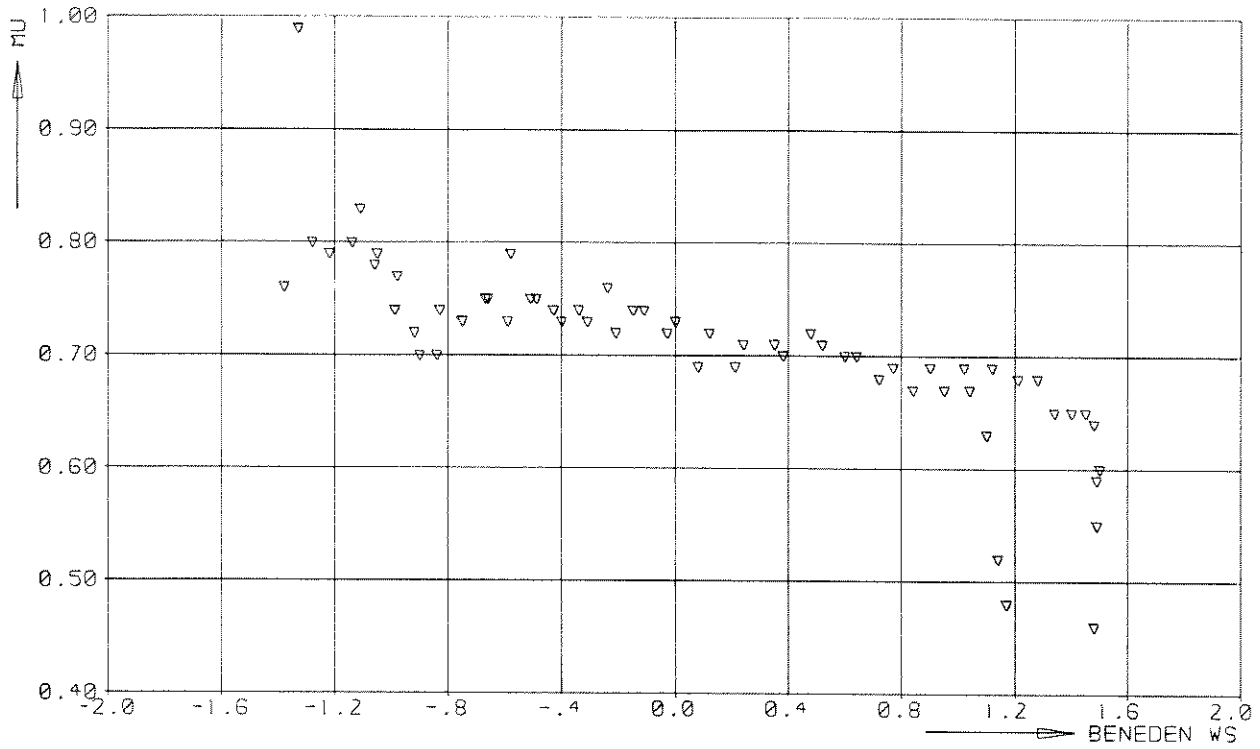
eb (16.00)

BOUWFASE 4

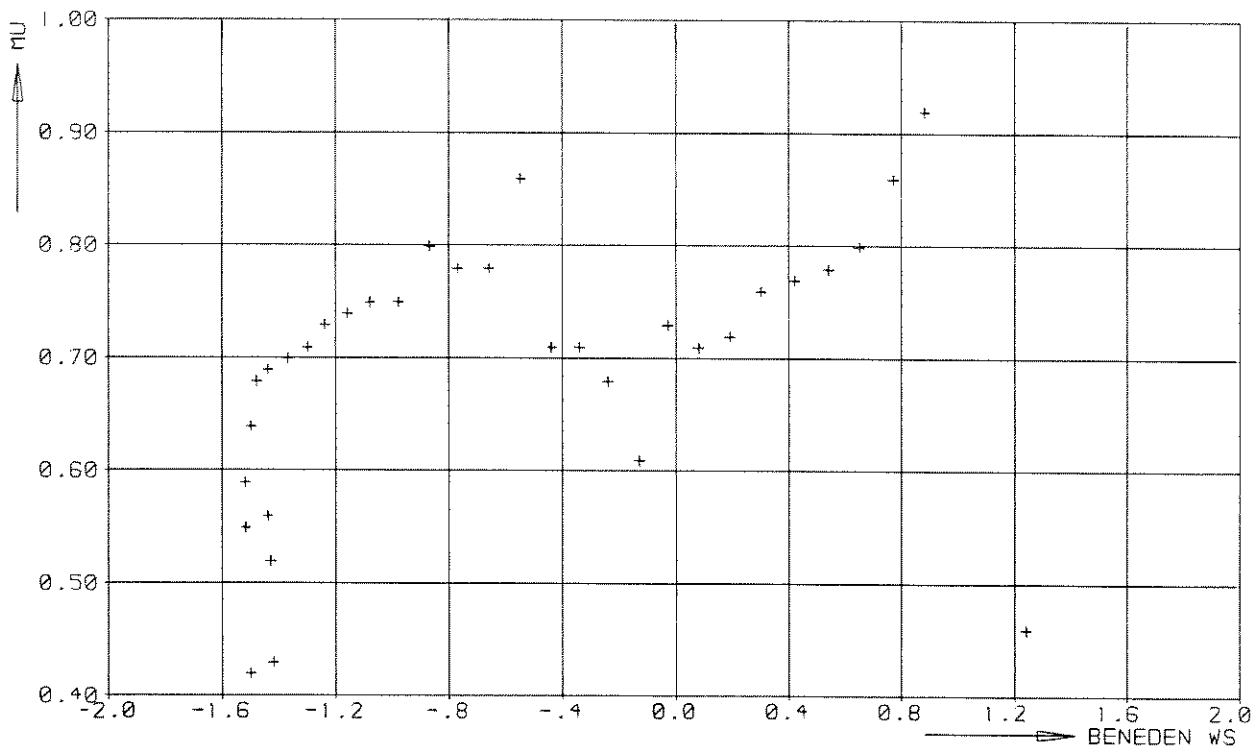
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 32



▽ SLAAK T14 EB



+ SLAAK T14 VLOED

AFVOERKOEFFICIENT

T14

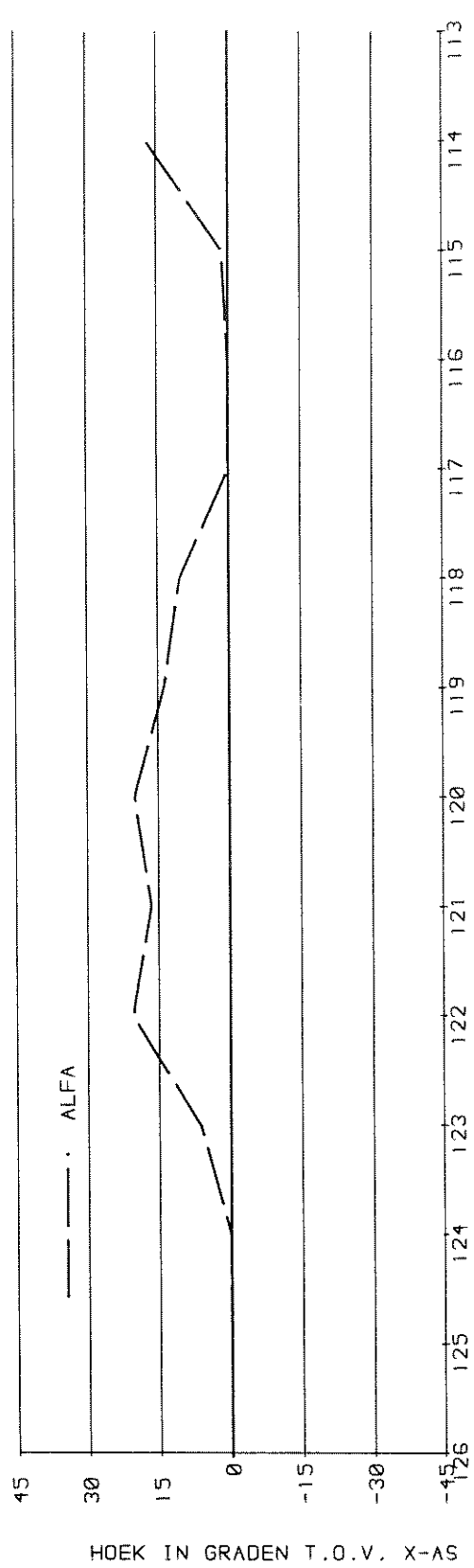
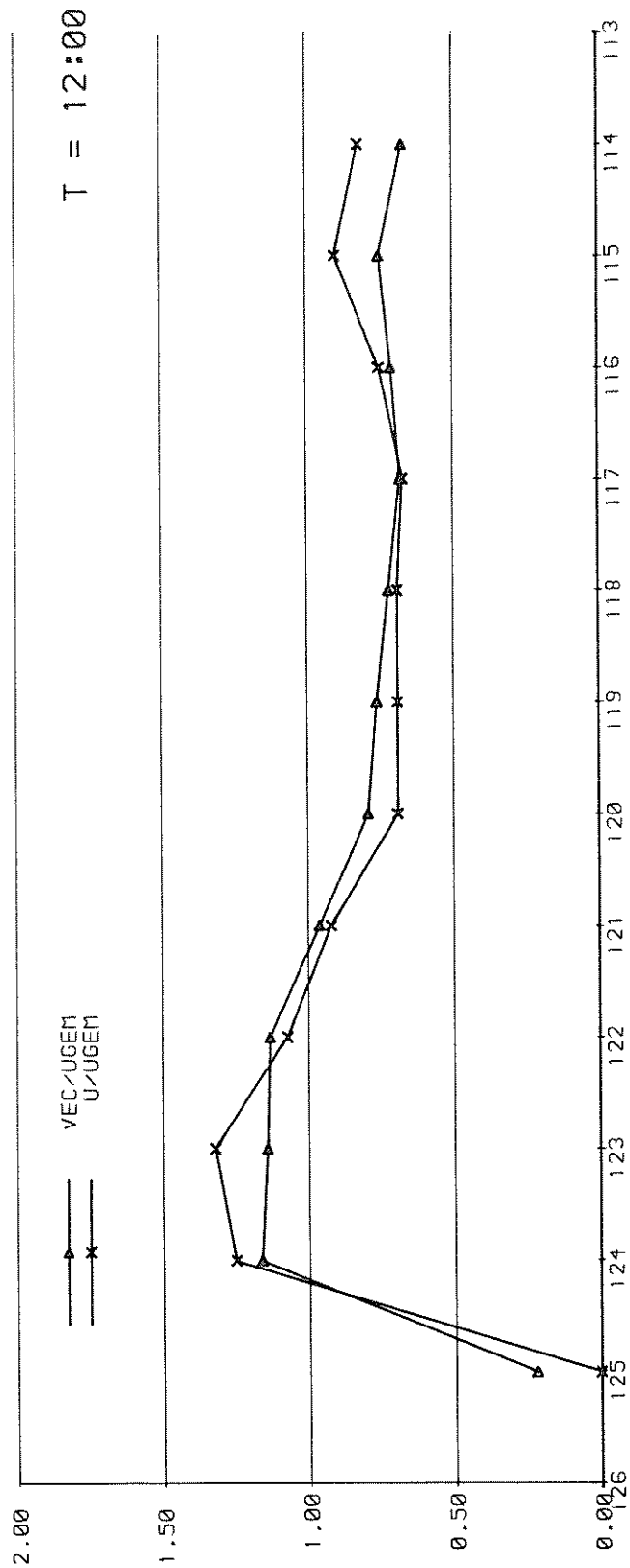
SLAAK

BOUWFASE 4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 33



STROOMSNELHEIDSVERDELING IN DE
AS VAN HET SLUITGAT

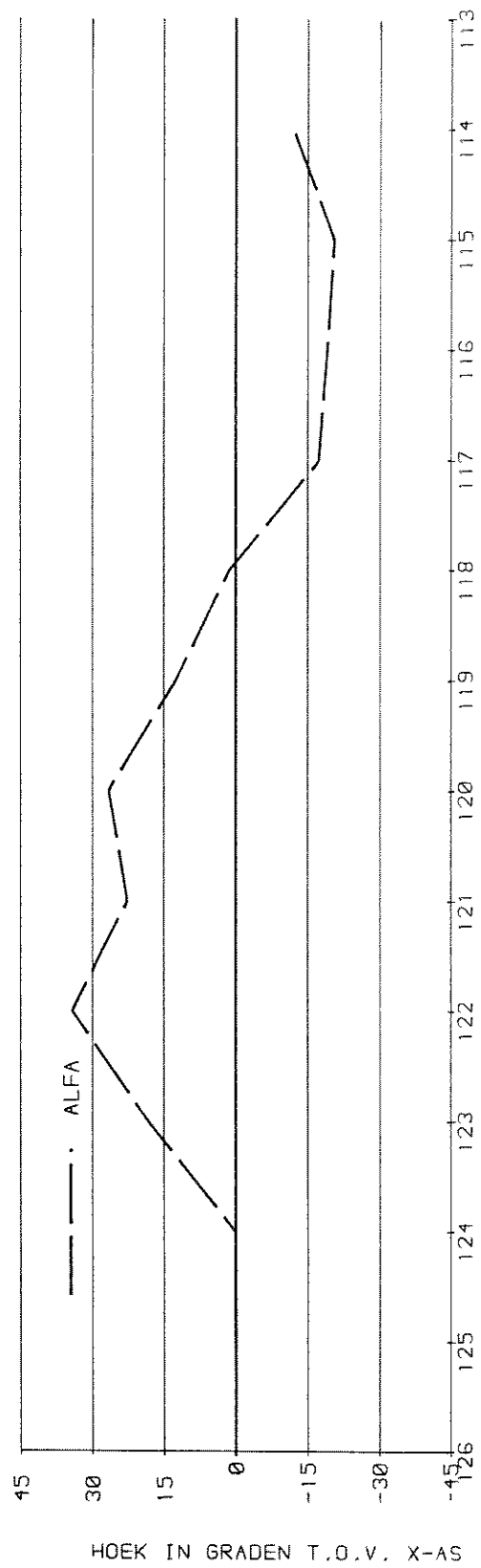
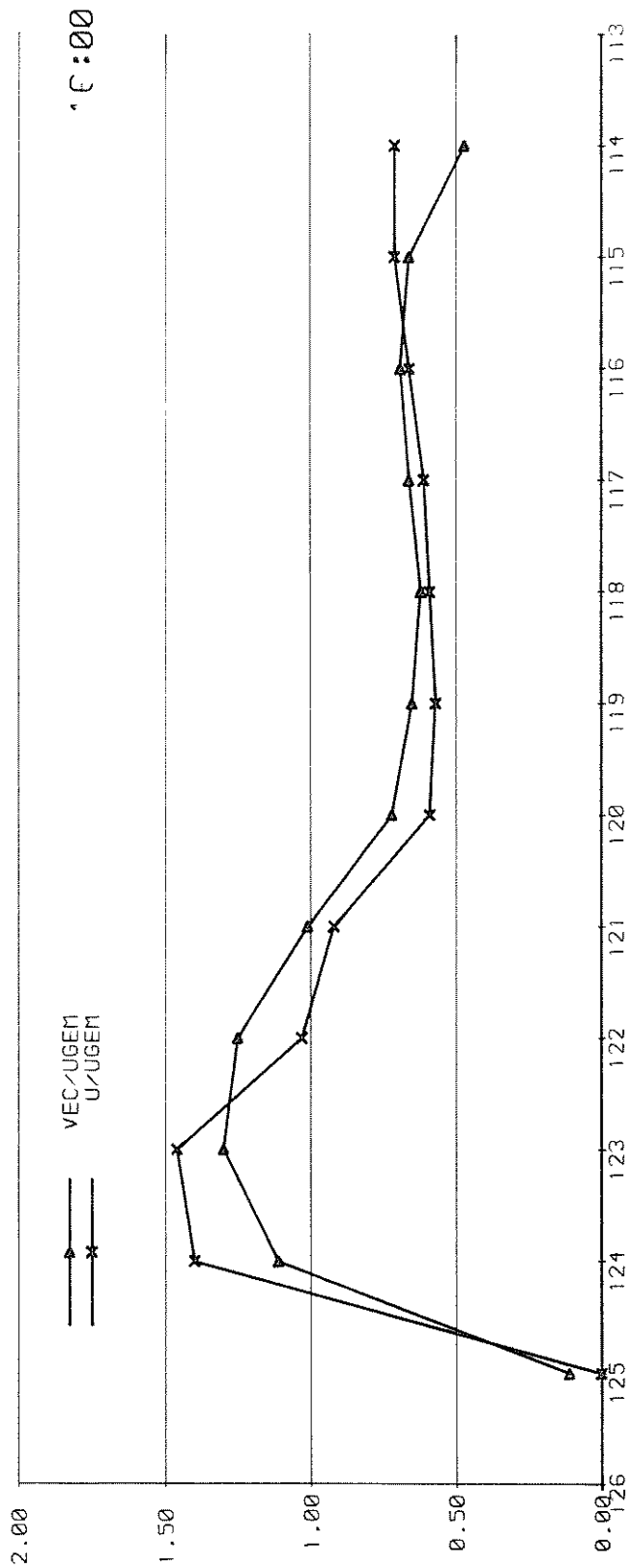
T 14

SLAAK

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 34 a



STROOMSNELHEIDSVERDELING IN DE
AS VAN HET SLUITGAT

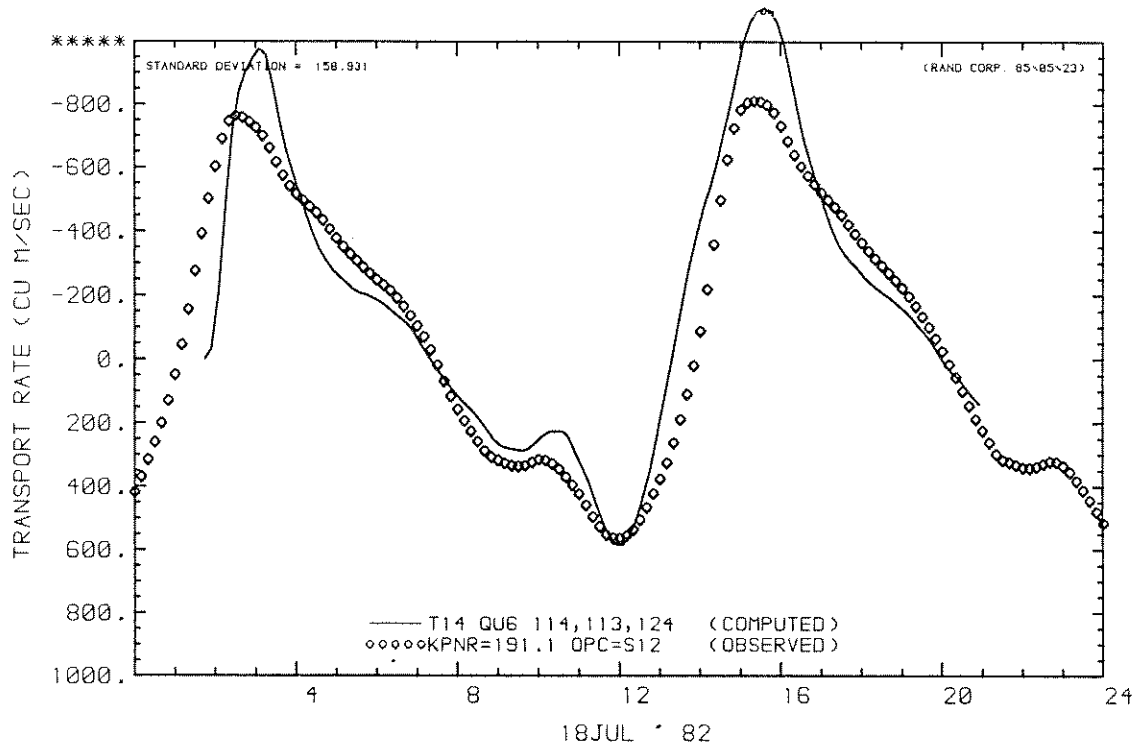
T 14

SLAAK

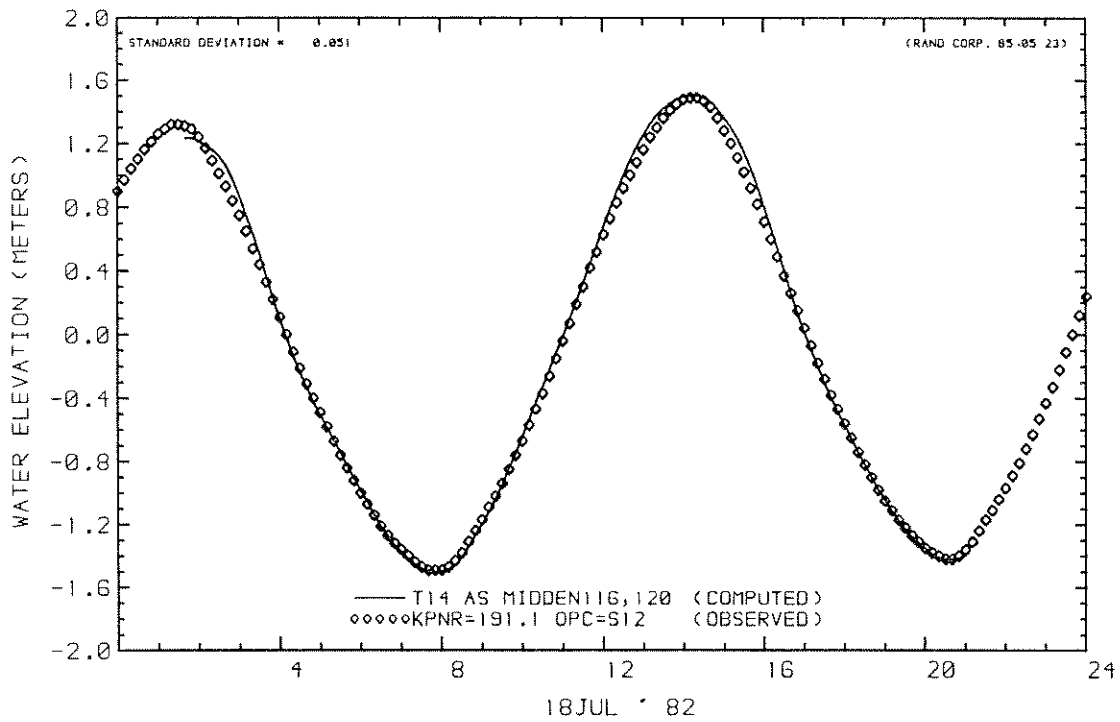
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 34b



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
 MASS TRANSPORT OBSERVED



WATER LEVEL AT STATION
 OBSERVED WATER LEVEL

DEBIET DAMSEKTIE EN WATERSTAND AS MIDDEN

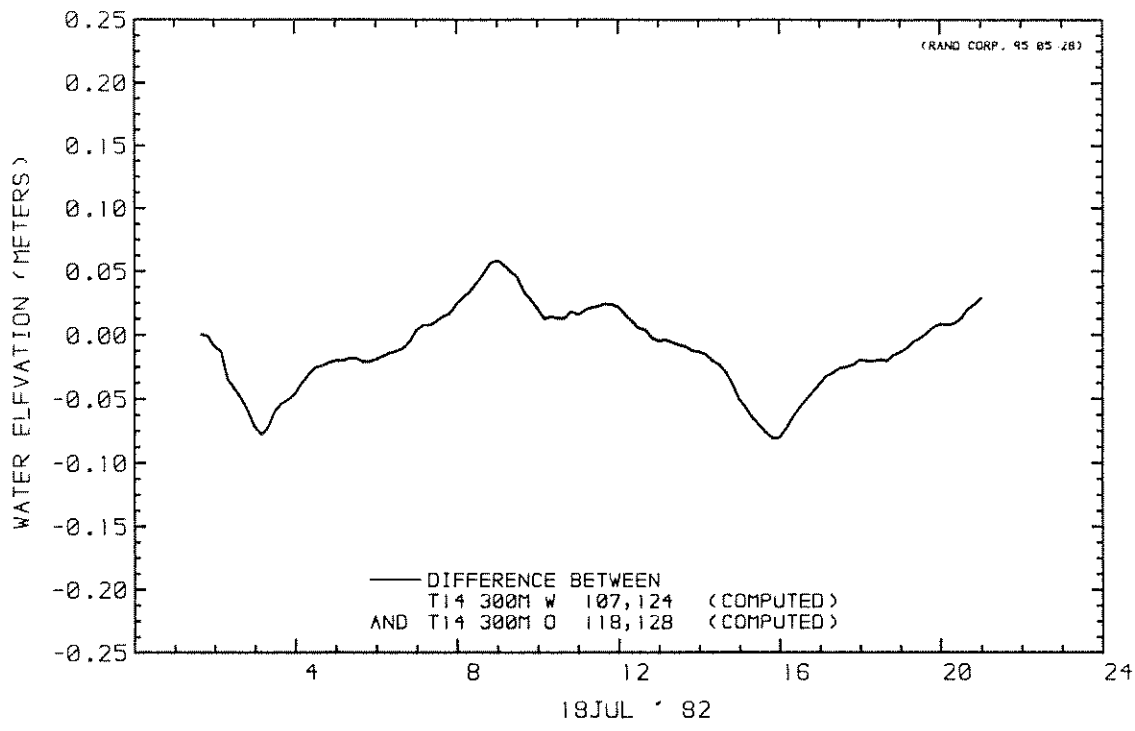
T14

BOUWFASE 4

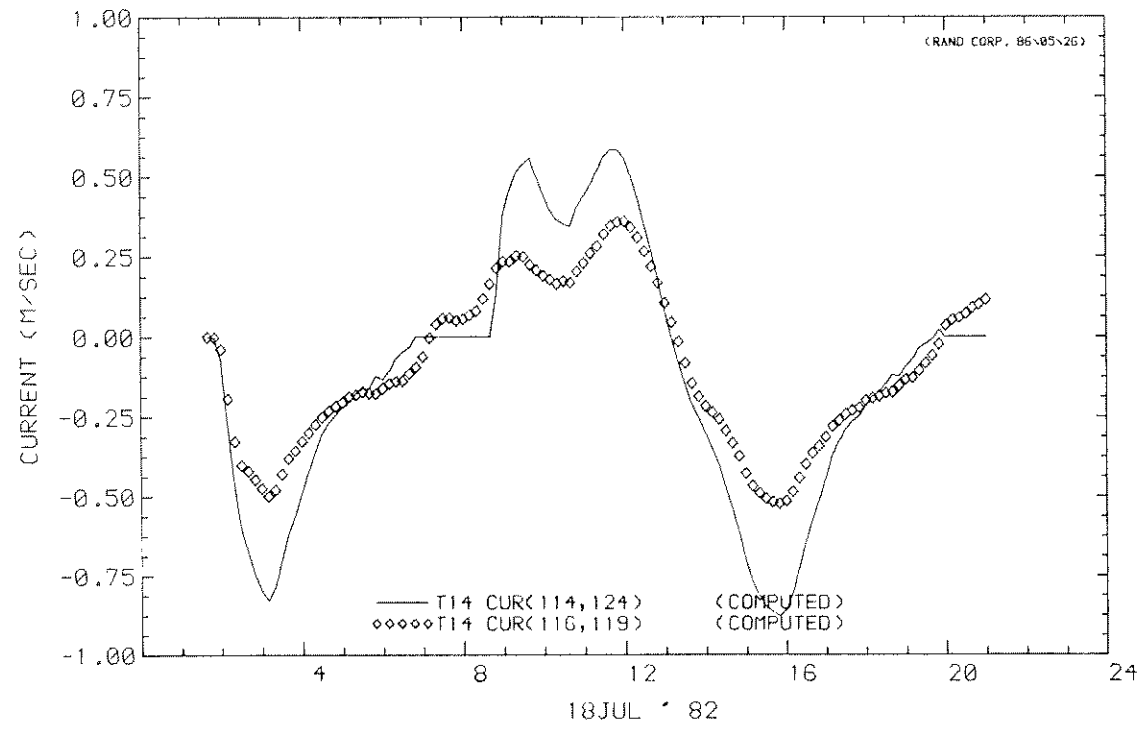
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 35



DIFFERENCE BETWEEN
WATER LEVEL AT STATION
AND WATER LEVEL AT STATION



CURRENT AT STATION (U)
CURRENT AT STATION (U)

VERVAL SLUITGAT EN STROOMSNELHEDEN

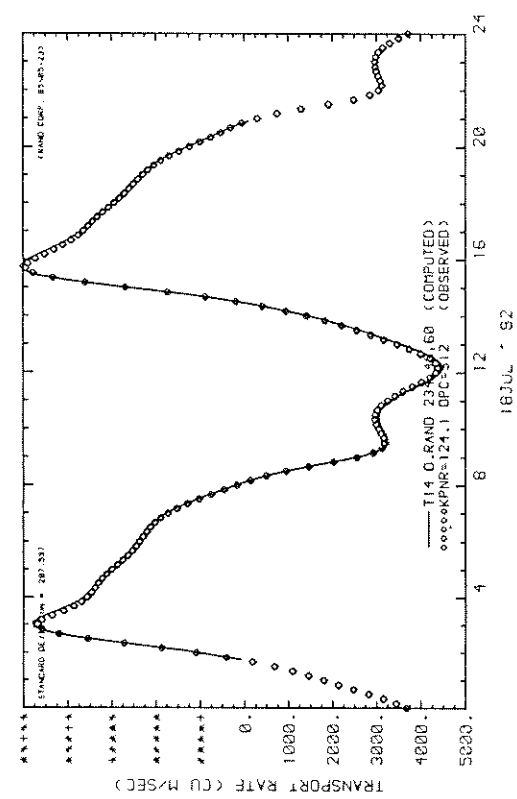
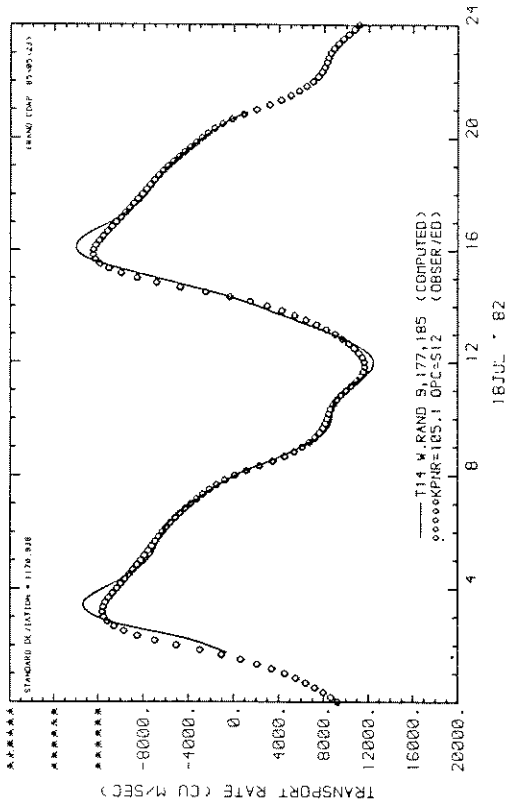
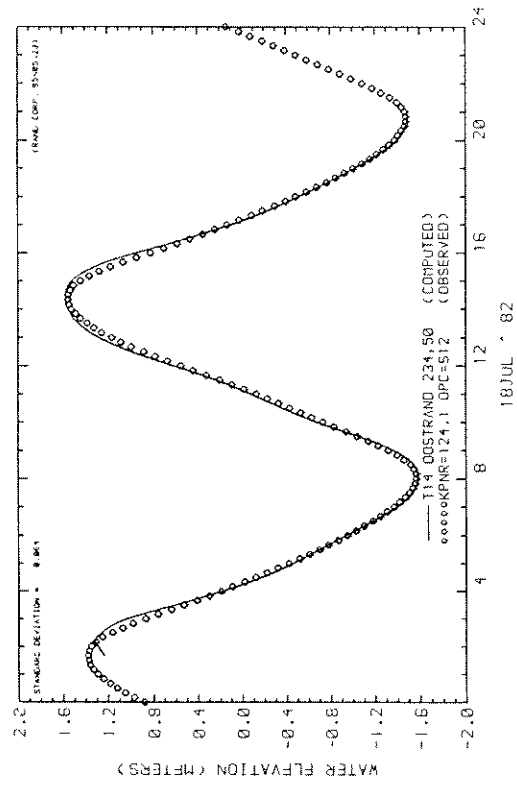
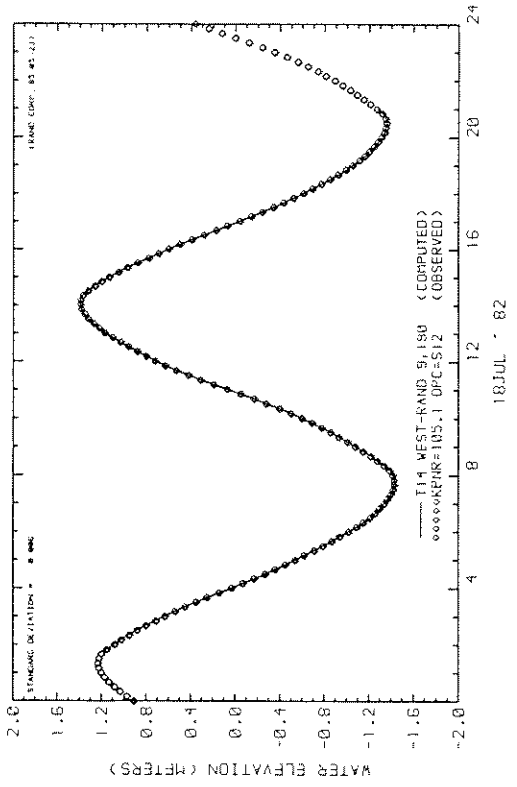
T 14

BOUWFASE 4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 36



DEBIET EN WATERSTANDEN RANDEN

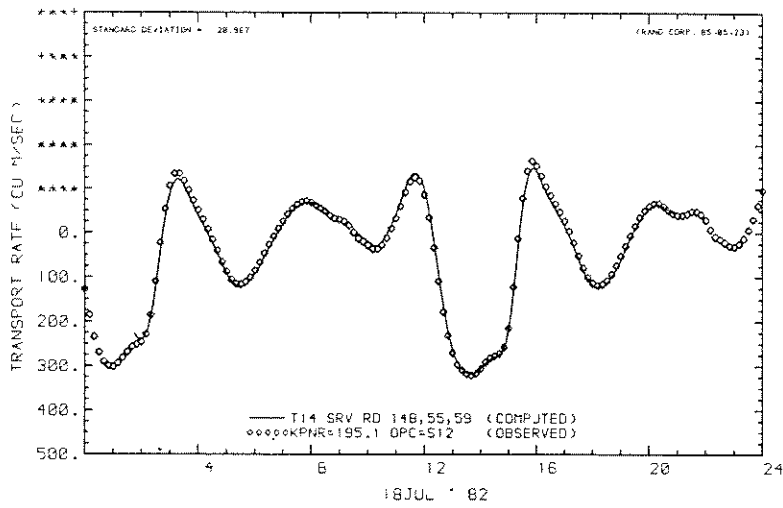
T14

BOUWFASE 4

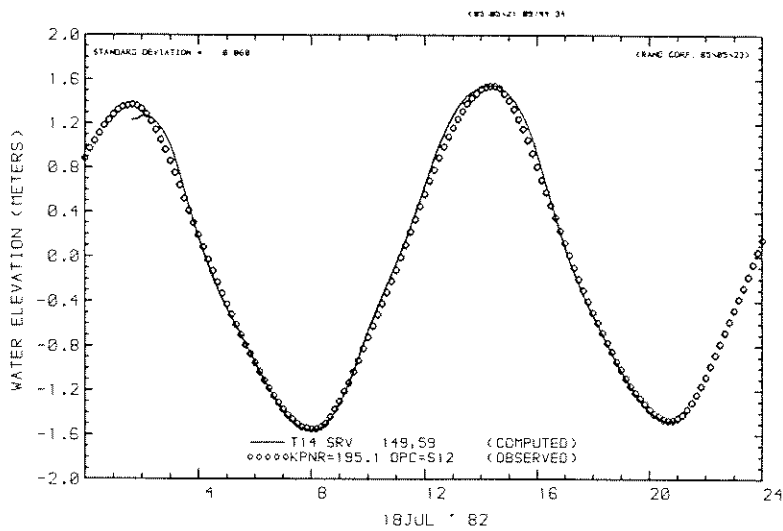
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

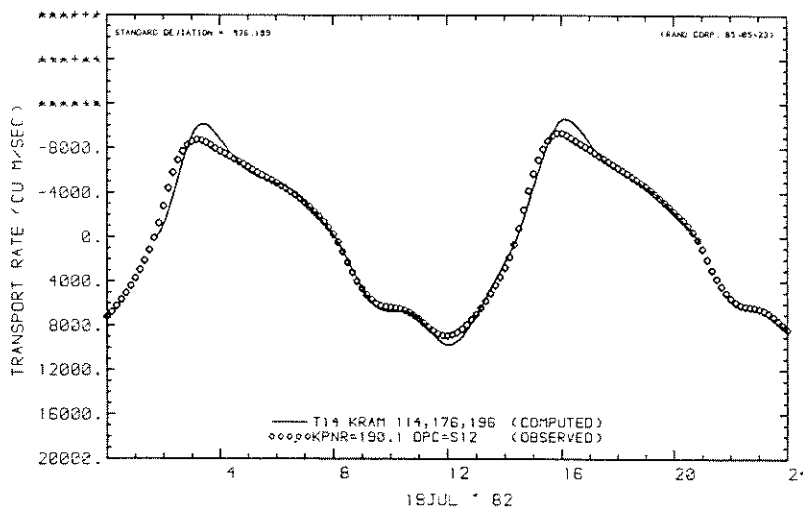
FIG. 37



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
 MASS TRANSPORT OBSERVED



WATER LEVEL AT STATION
 OBSERVED WATER LEVEL



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
 MASS TRANSPORT OBSERVED

DEBIET EN WATERSTAND SRV EN KRAMMER

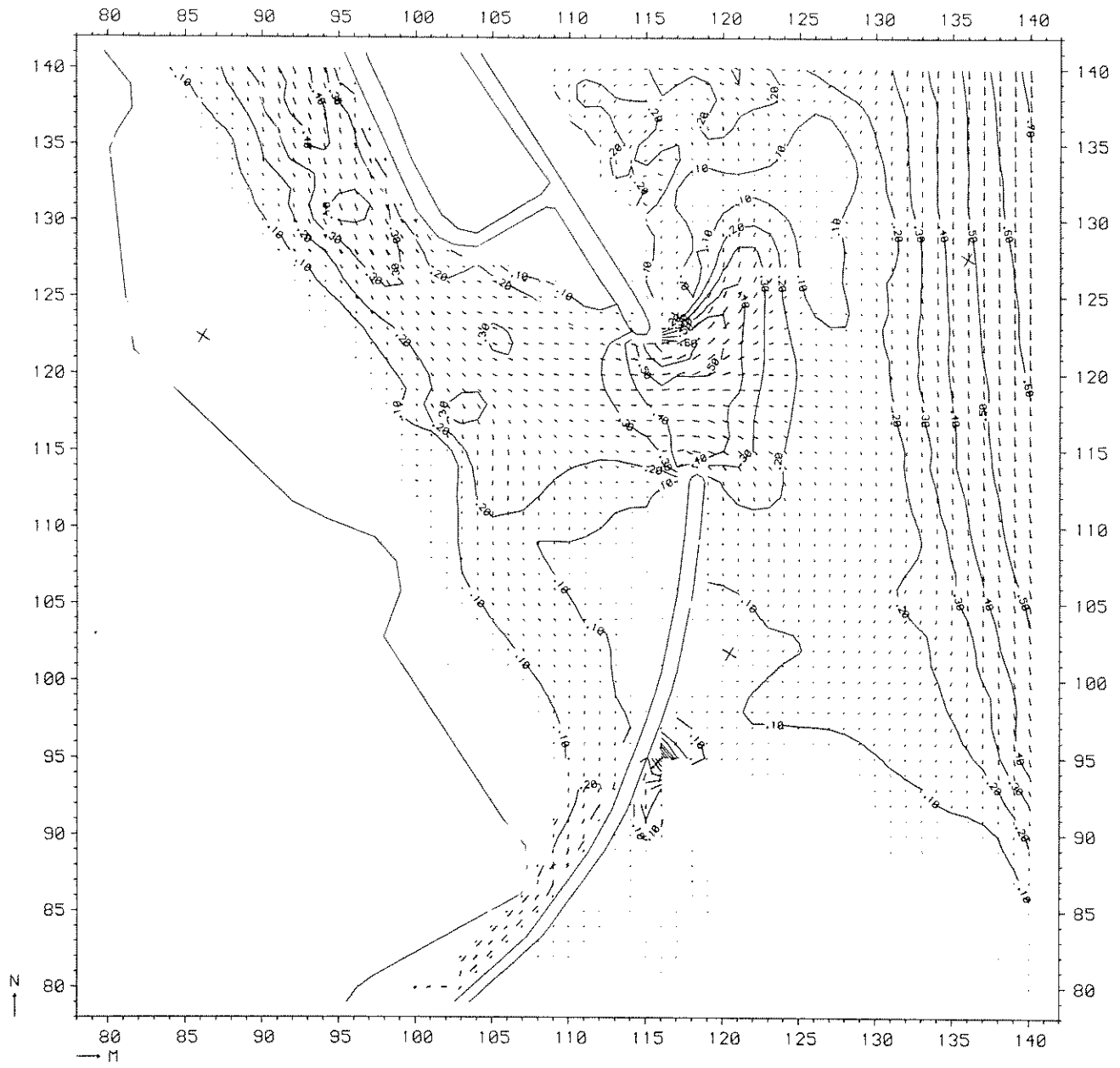
T14

BOUWFASE 4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 38



STROOMBEELD

T 16

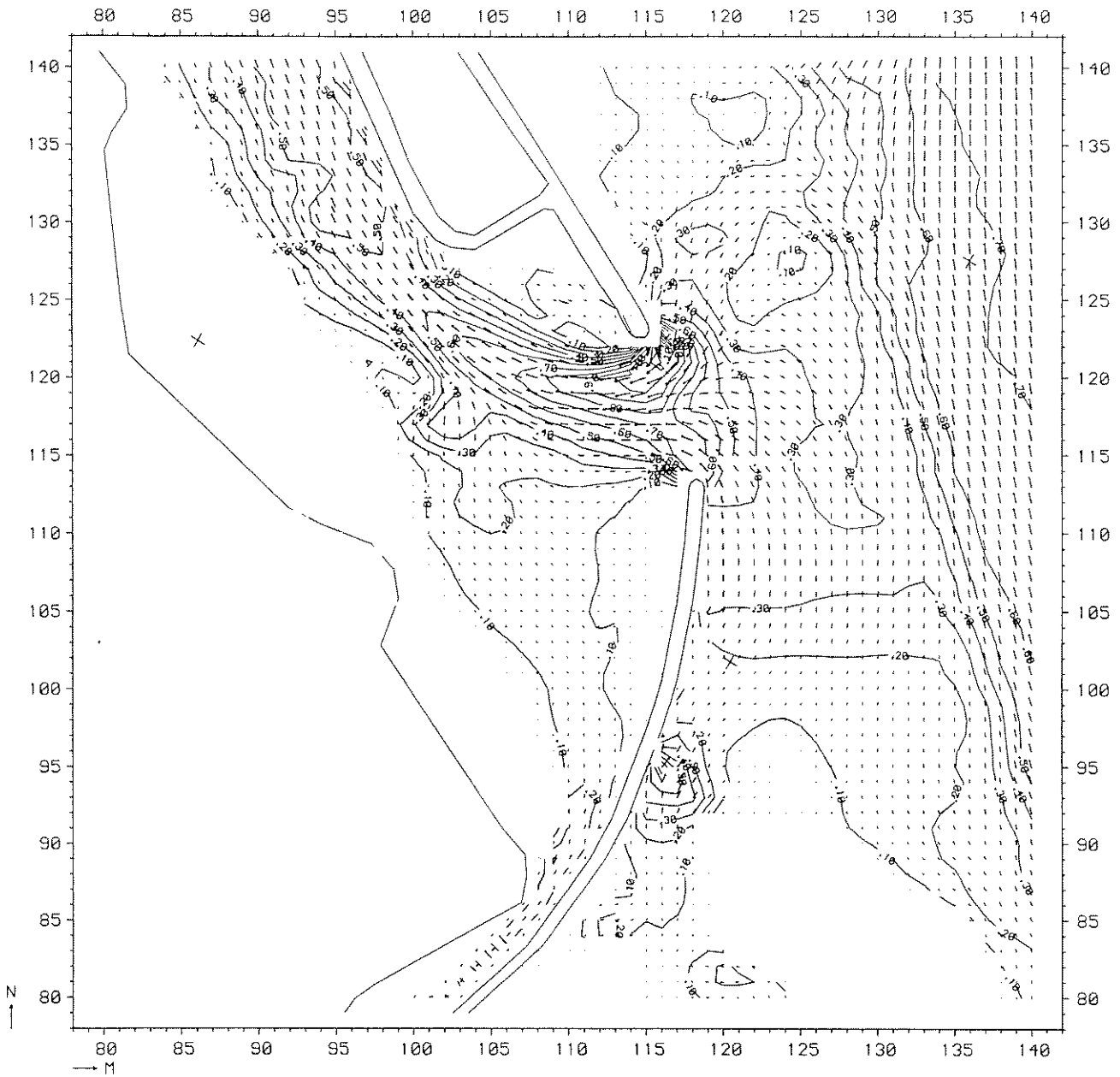
VLOED

BOUWFASE 6

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 39



STROOMBEELD

T 16

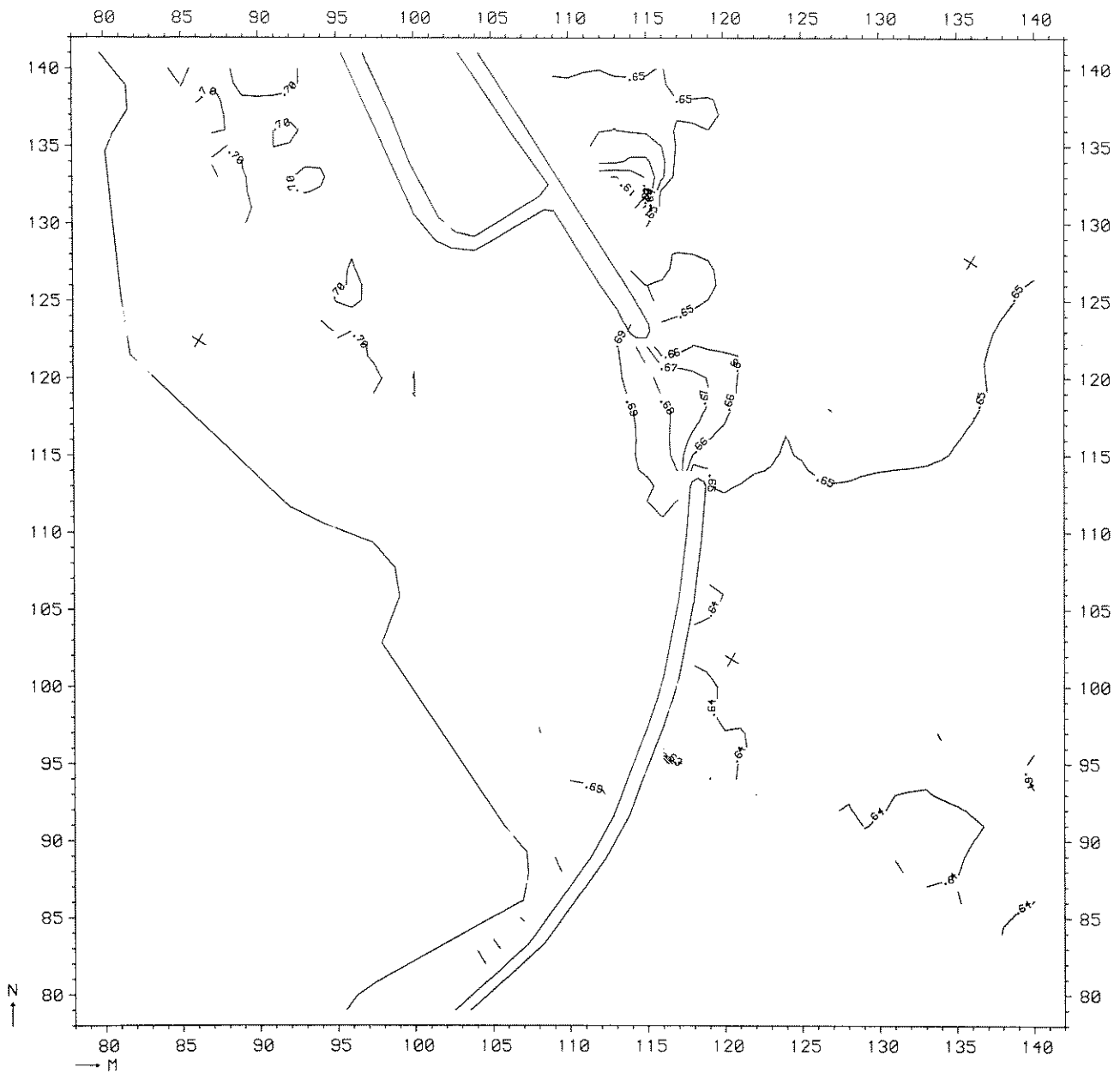
eb

BOUWFASE 6

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 40



WATERSTANDSVELD

T 16

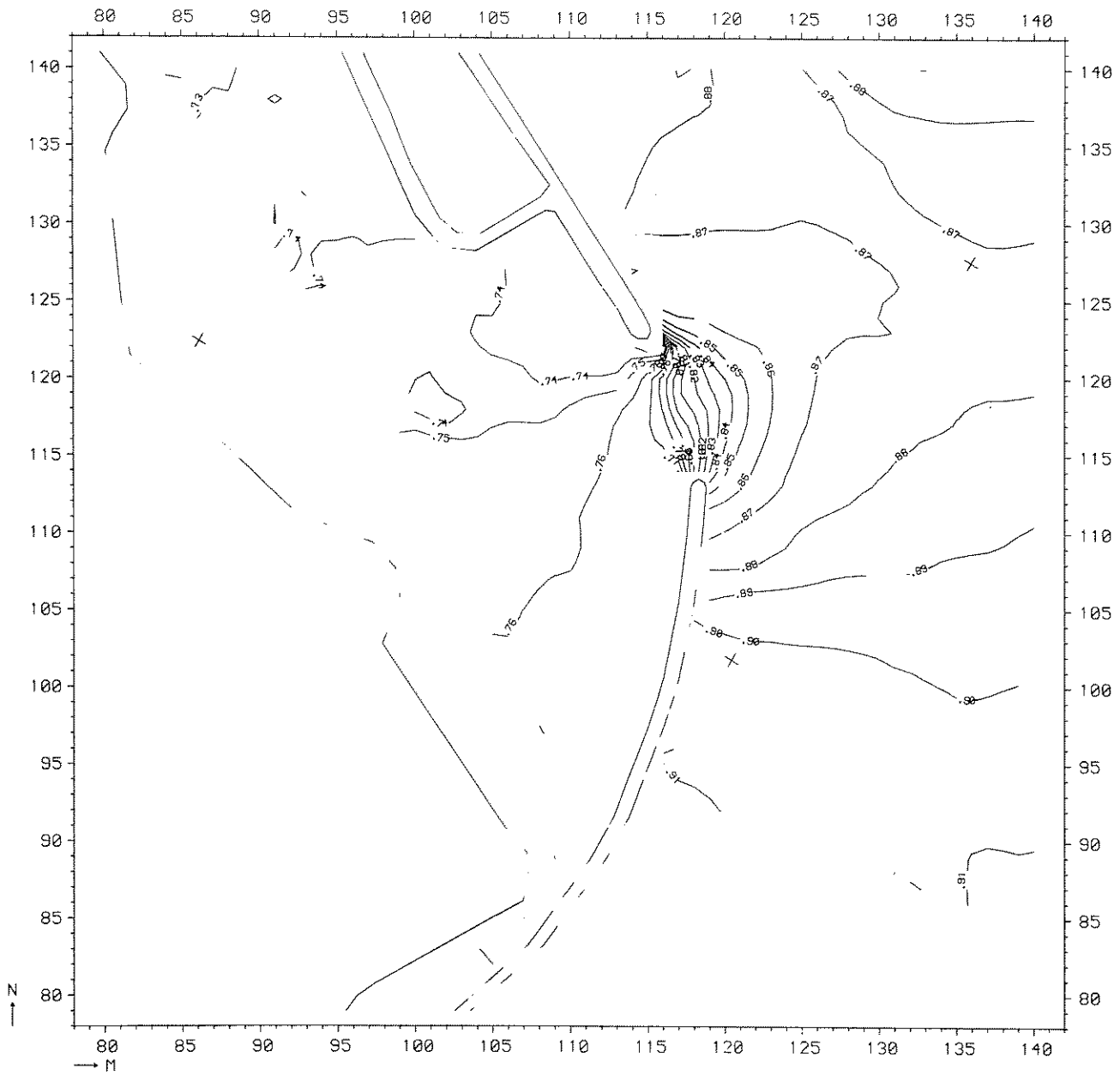
vloed (12.00)

BOUWFASE 6

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 41



WATERSTANDSVELD

T 16

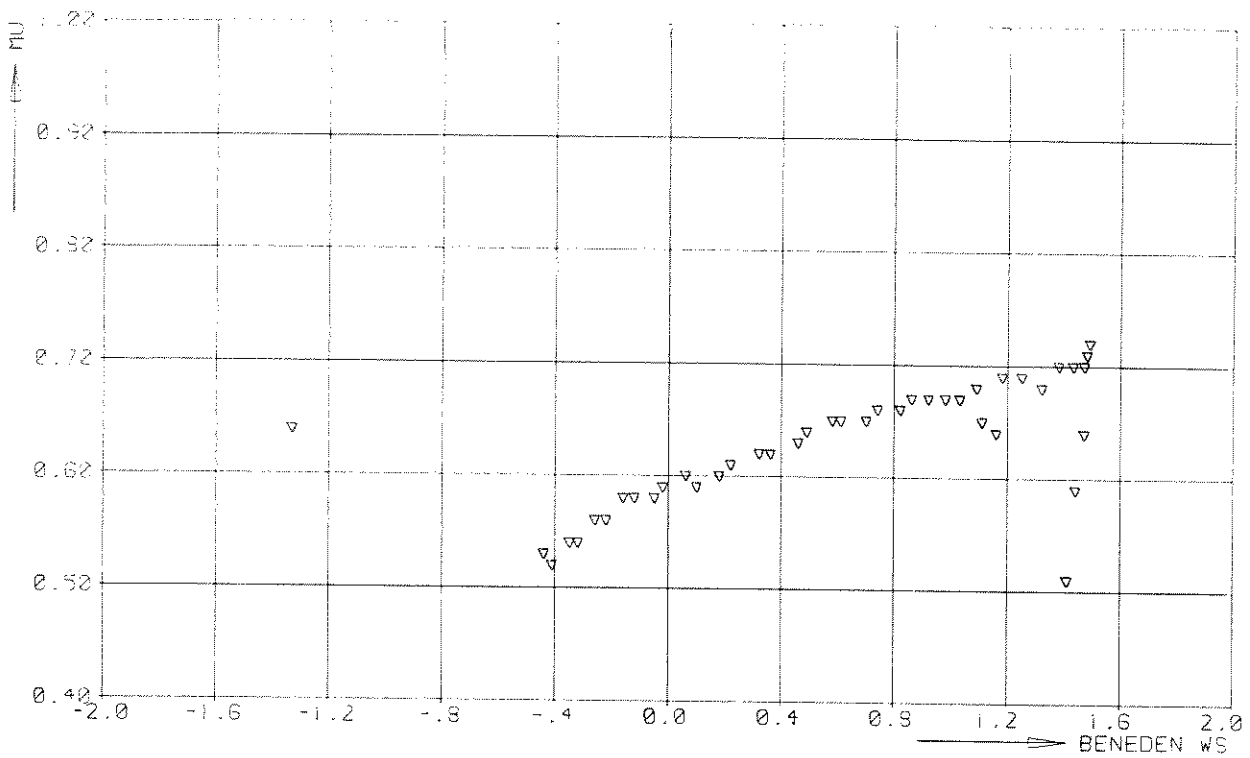
eb (16.00)

BOUWFASE 6

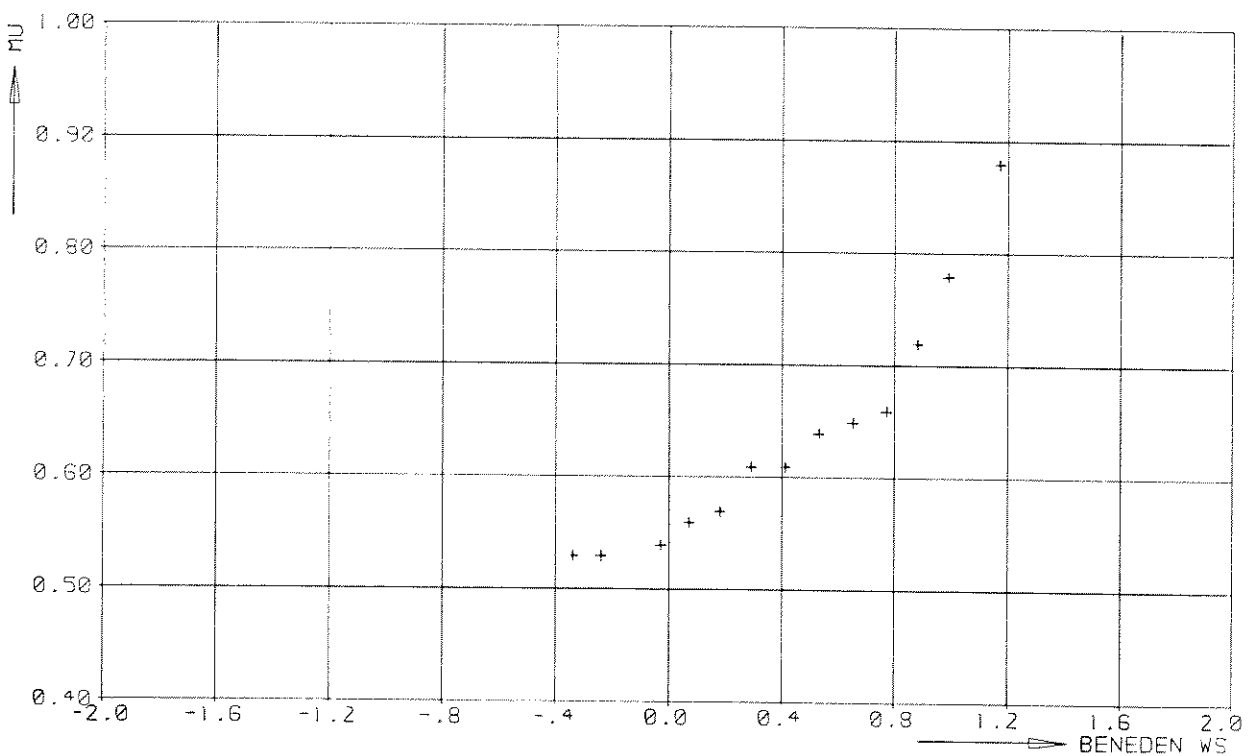
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 42



▽ SLAAK T16 EB



+ SLAAK T16 VLOED

AFVOERKOEFFICIENT

T16

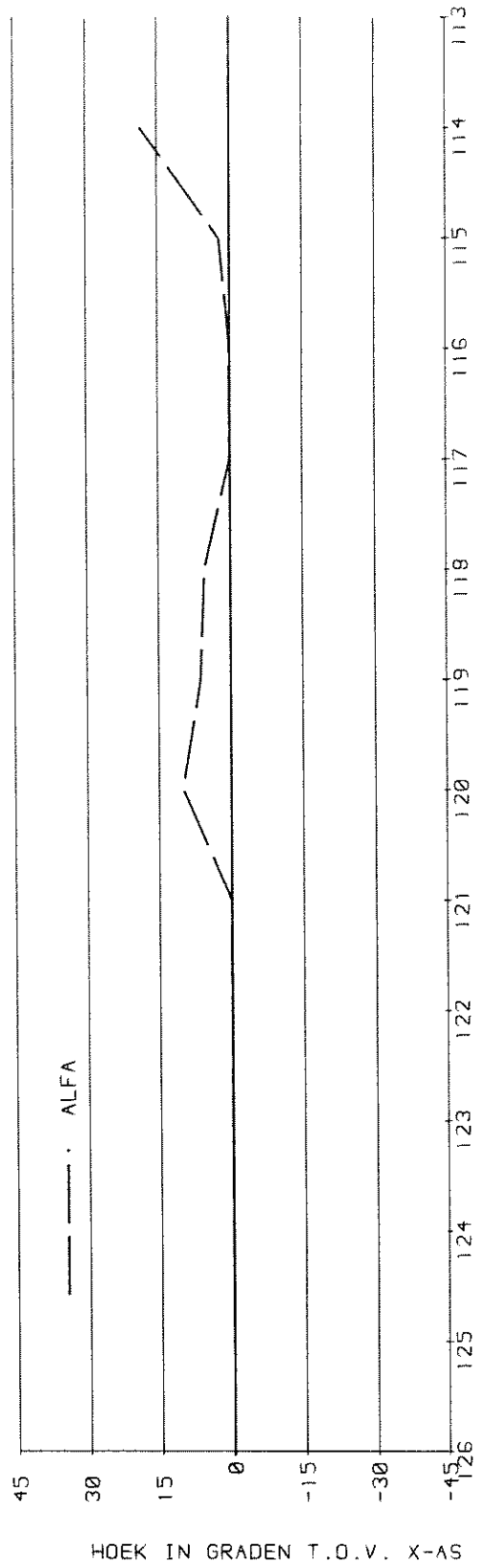
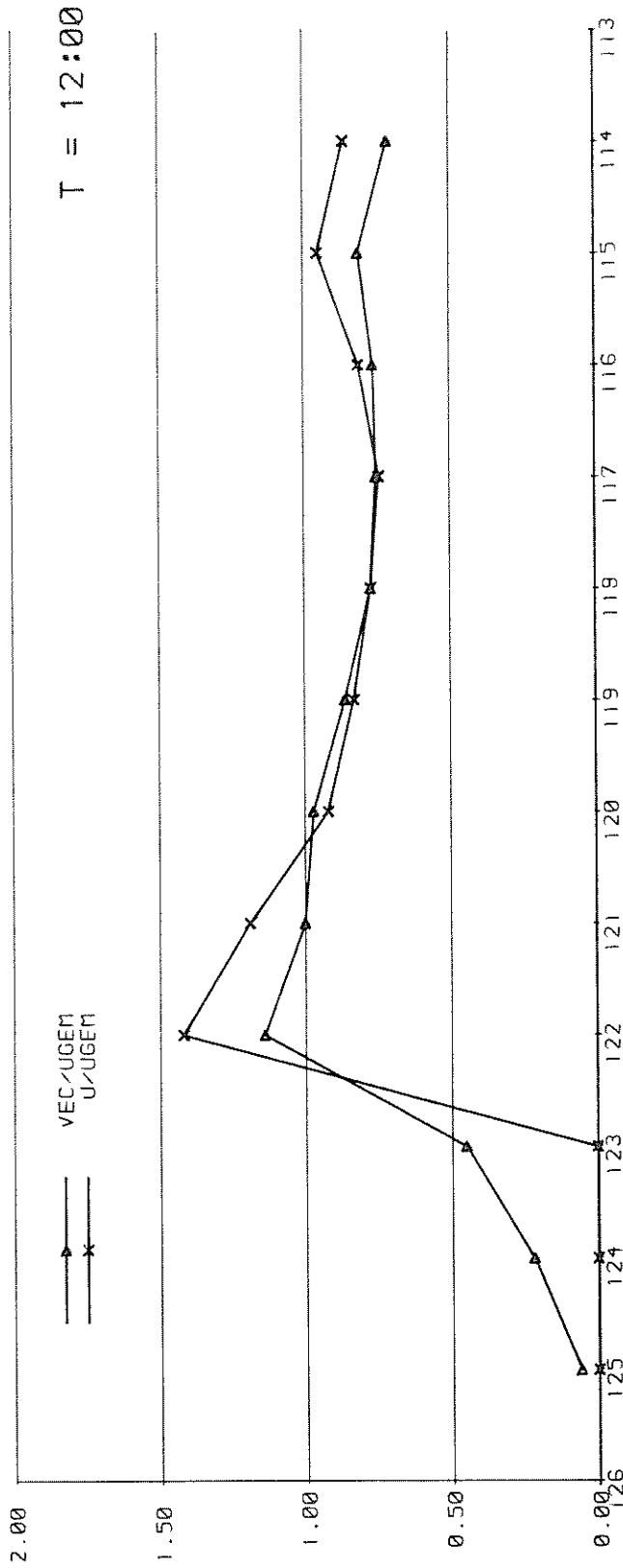
SLAAK

BOUWFASE 6

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 43



STROOMSNELHEIDSVERDELING IN DE
AS VAN HET SLUITGAT

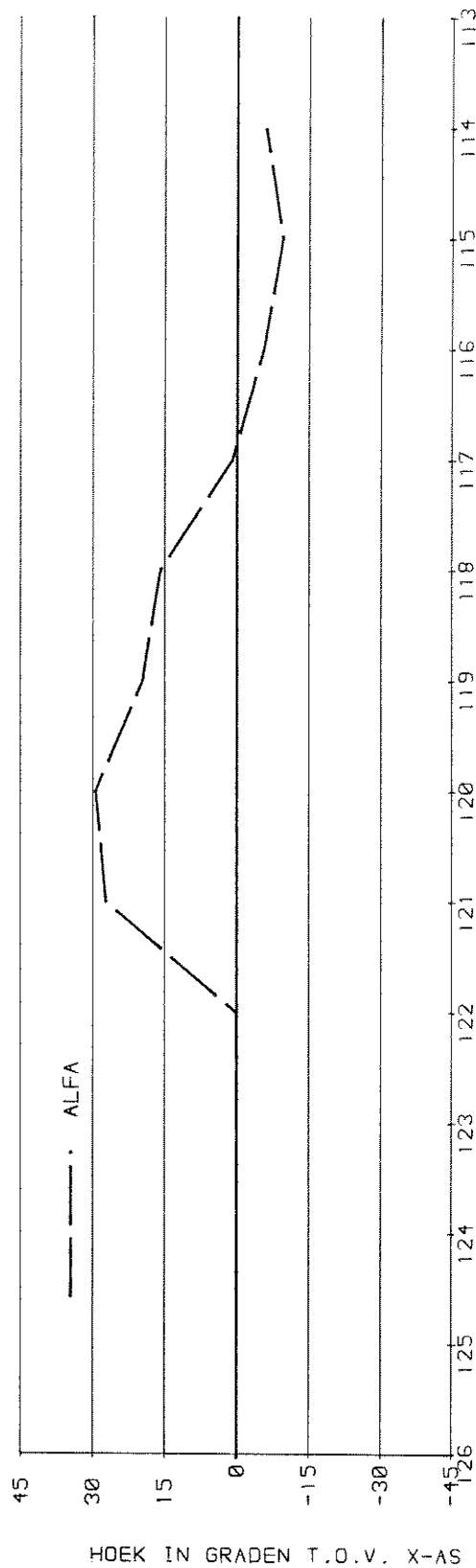
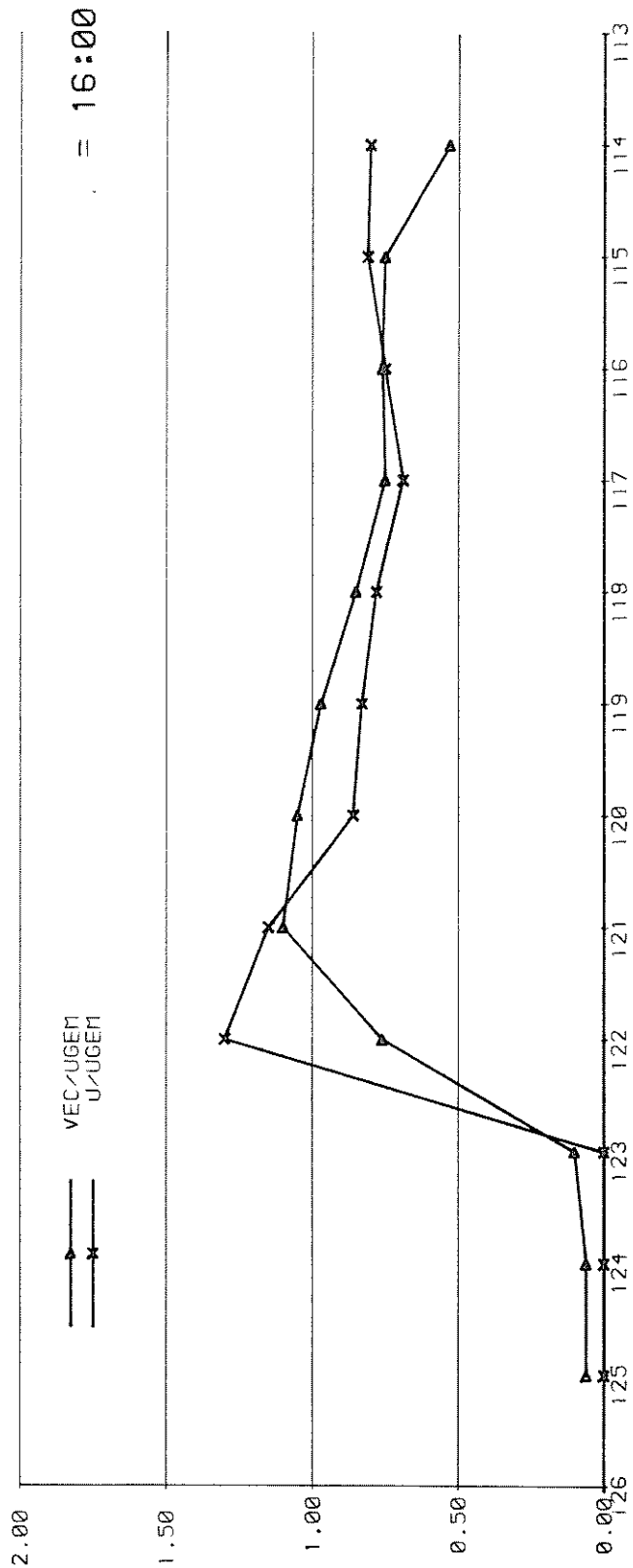
T 16

SLAAK

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 44 a



STROOMSNELHEIDSVERDELING IN DE
AS VAN HET SLUITGAT

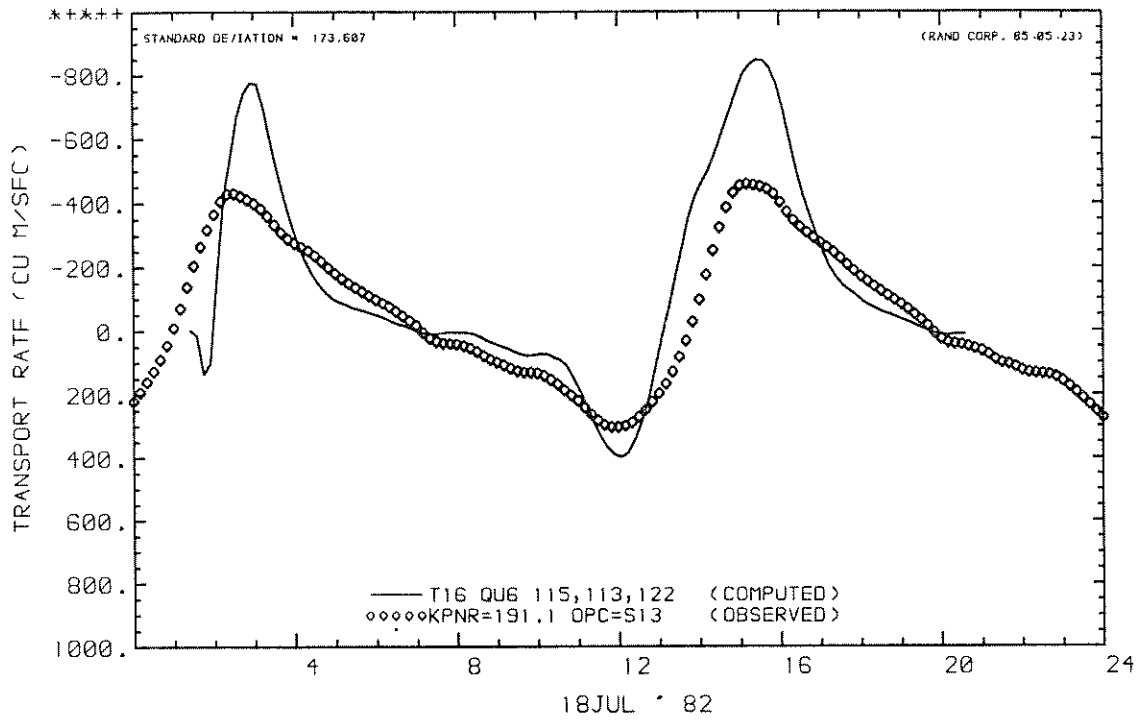
T 16

SLAAK

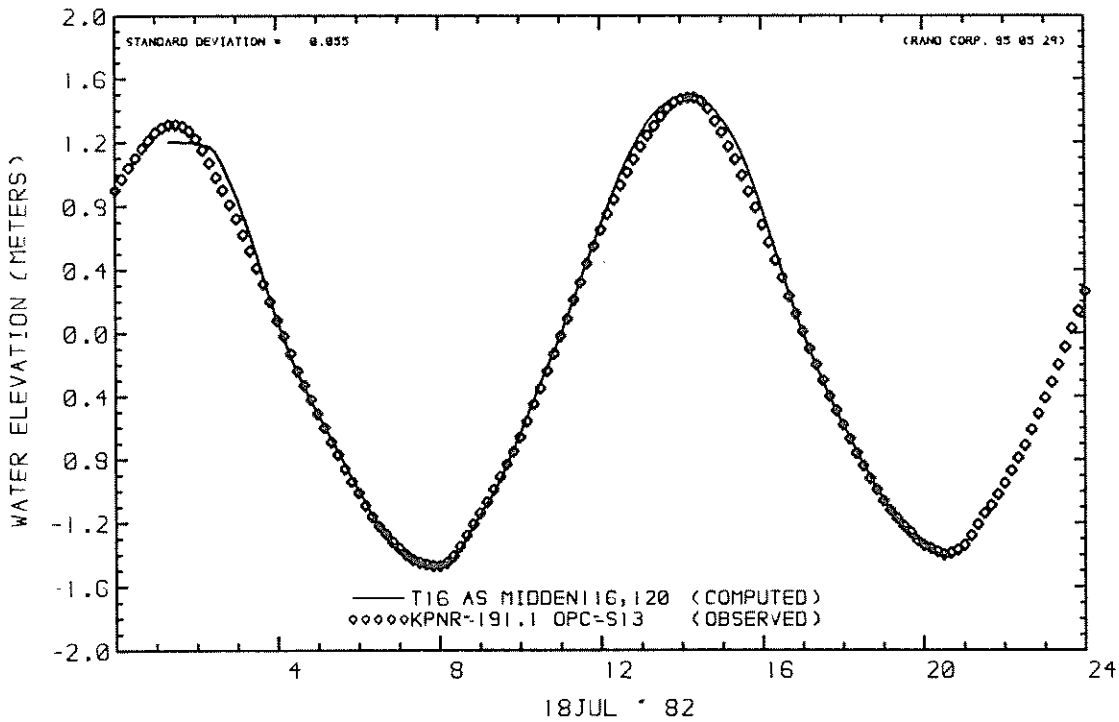
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 44 b



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
 MASS TRANSPORT OBSERVED



WATER LEVEL AT STATION
 OBSERVED WATER LEVEL

DEBIET DAMSEKTIE EN WATERSTAND AS MIDDEN

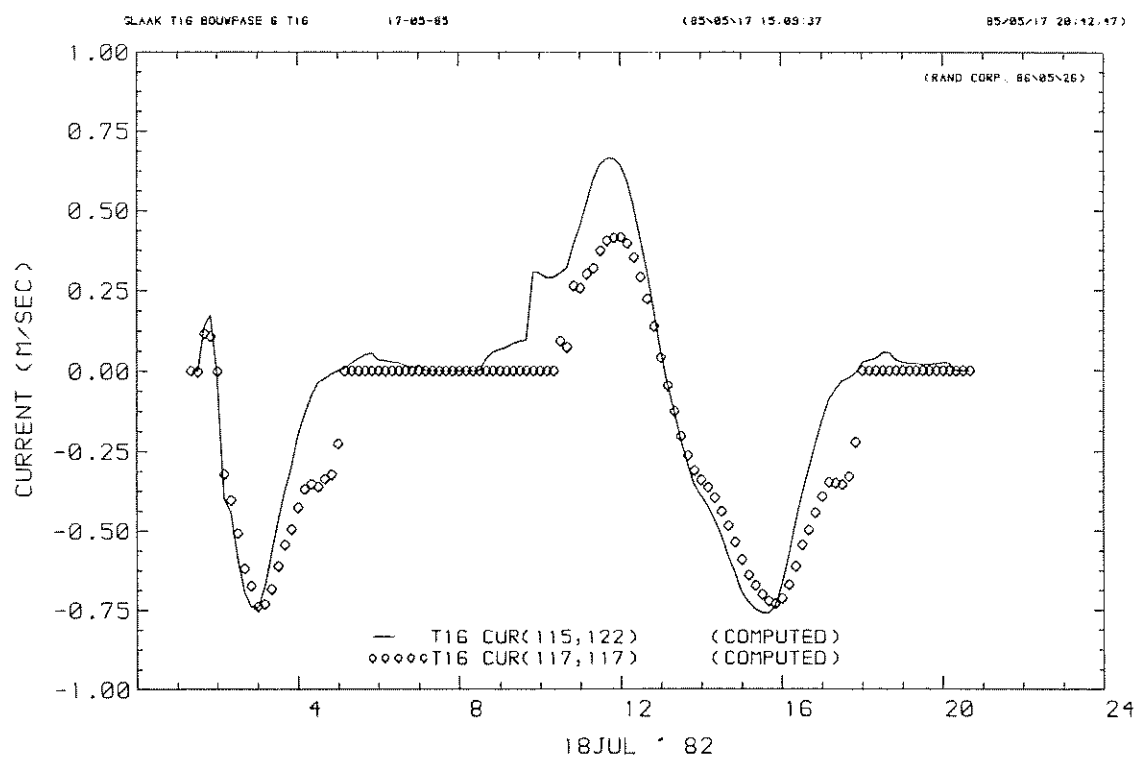
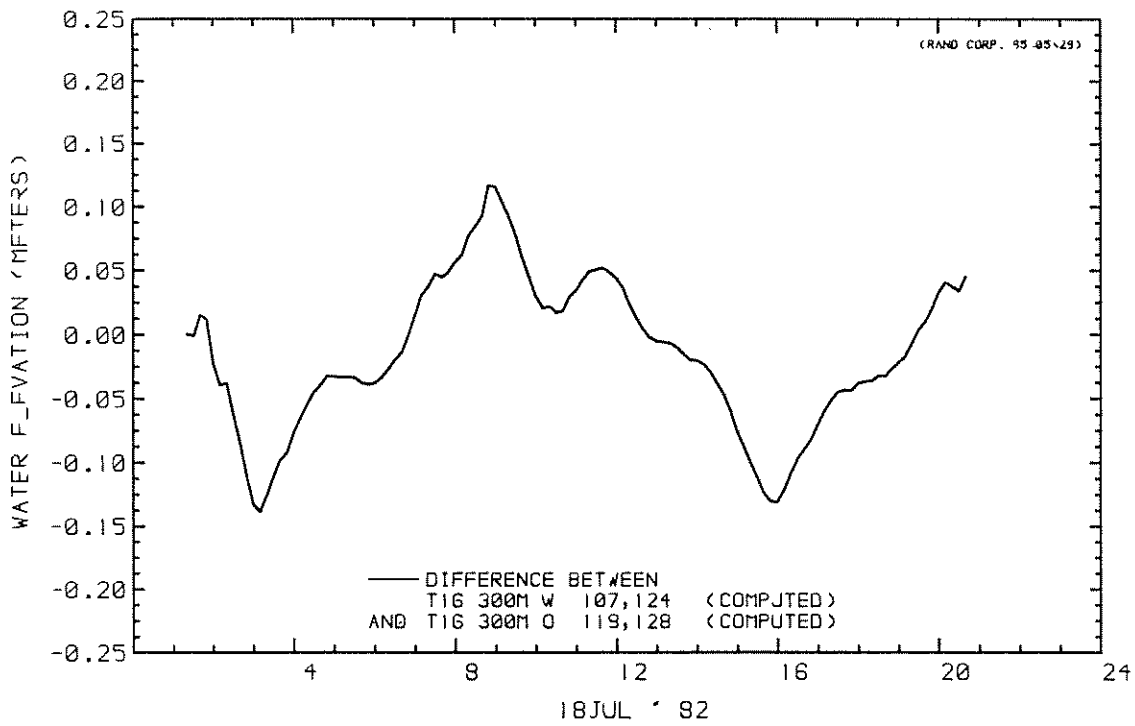
T 16

BOUWFASE 6

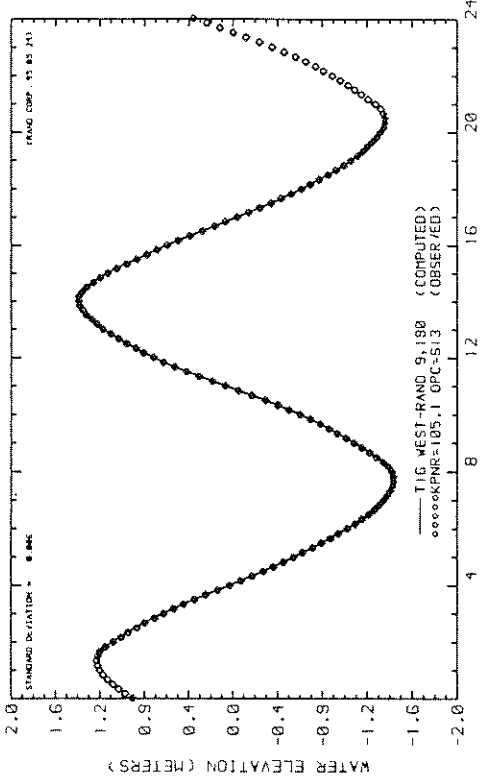
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 45

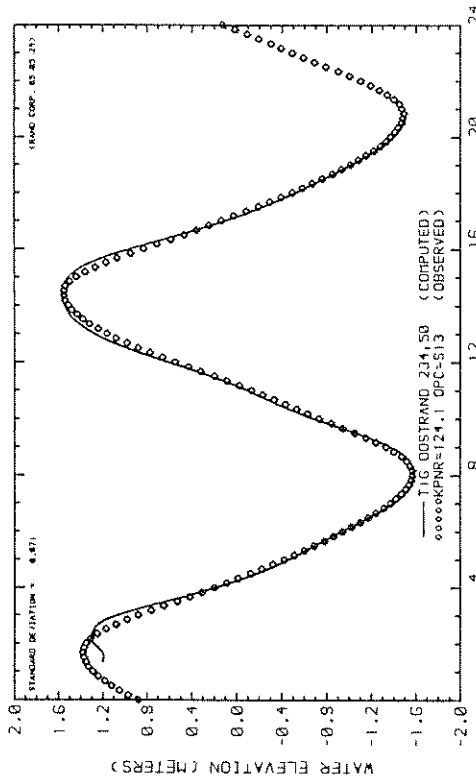


VERVAL SLUITGAT EN STROOMSNELHEDEN	T 16	
	BOUWFASE 6	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	R 2273	FIG. 46



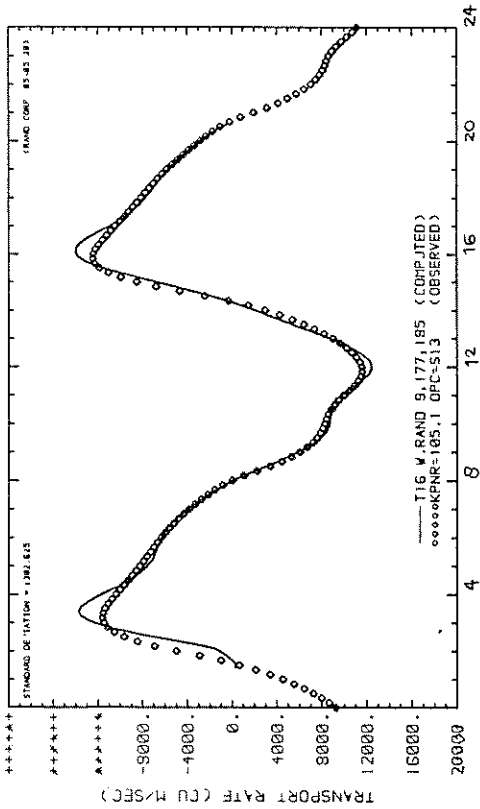
WATER LEVEL AT STATION
OBSERVED WATER LEVEL

18 JUL '82



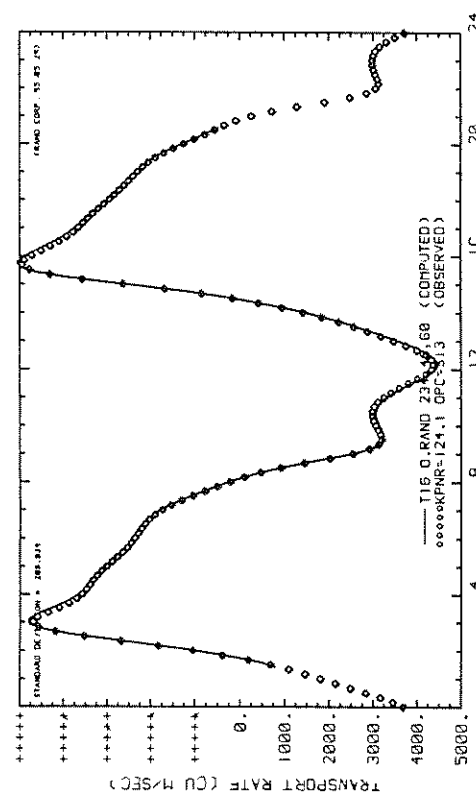
WATER LEVEL AT STATION
OBSERVED WATER LEVEL

18 JUL '82



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
MASS TRANSPORT OBSERVED

18 JUL '82



MASS TRANSPORT RATE AT J CROSS-SECTION
MASS TRANSPORT OBSERVED

18 JUL '82

DEBIET EN WATERSTANDEN RANDEN

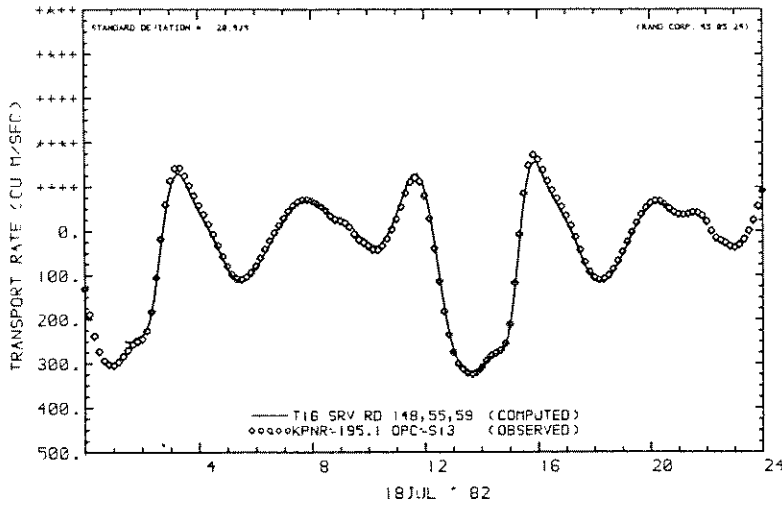
T16

BOUWFASE 6

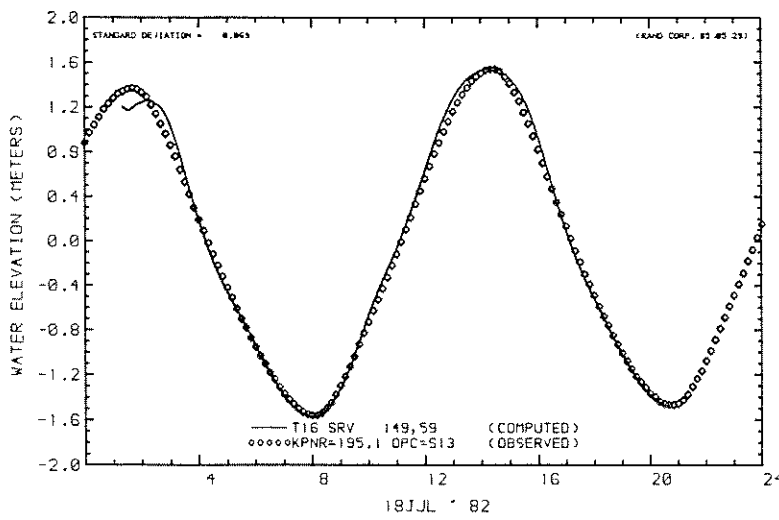
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

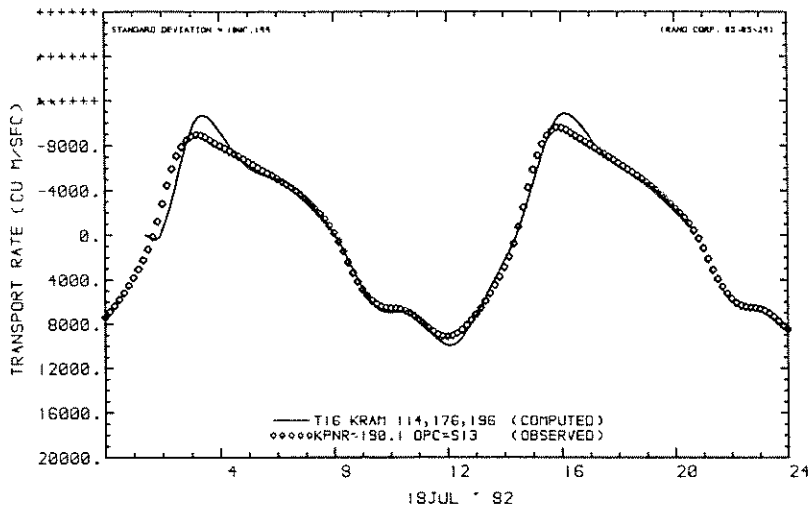
FIG. 47



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
MASS TRANSPORT OBSERVED



WATER LEVEL AT STATION
OBSERVED WATER LEVEL



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
MASS TRANSPORT OBSERVED

DEBIET EN WATERSTAND SRV EN KRAMMER

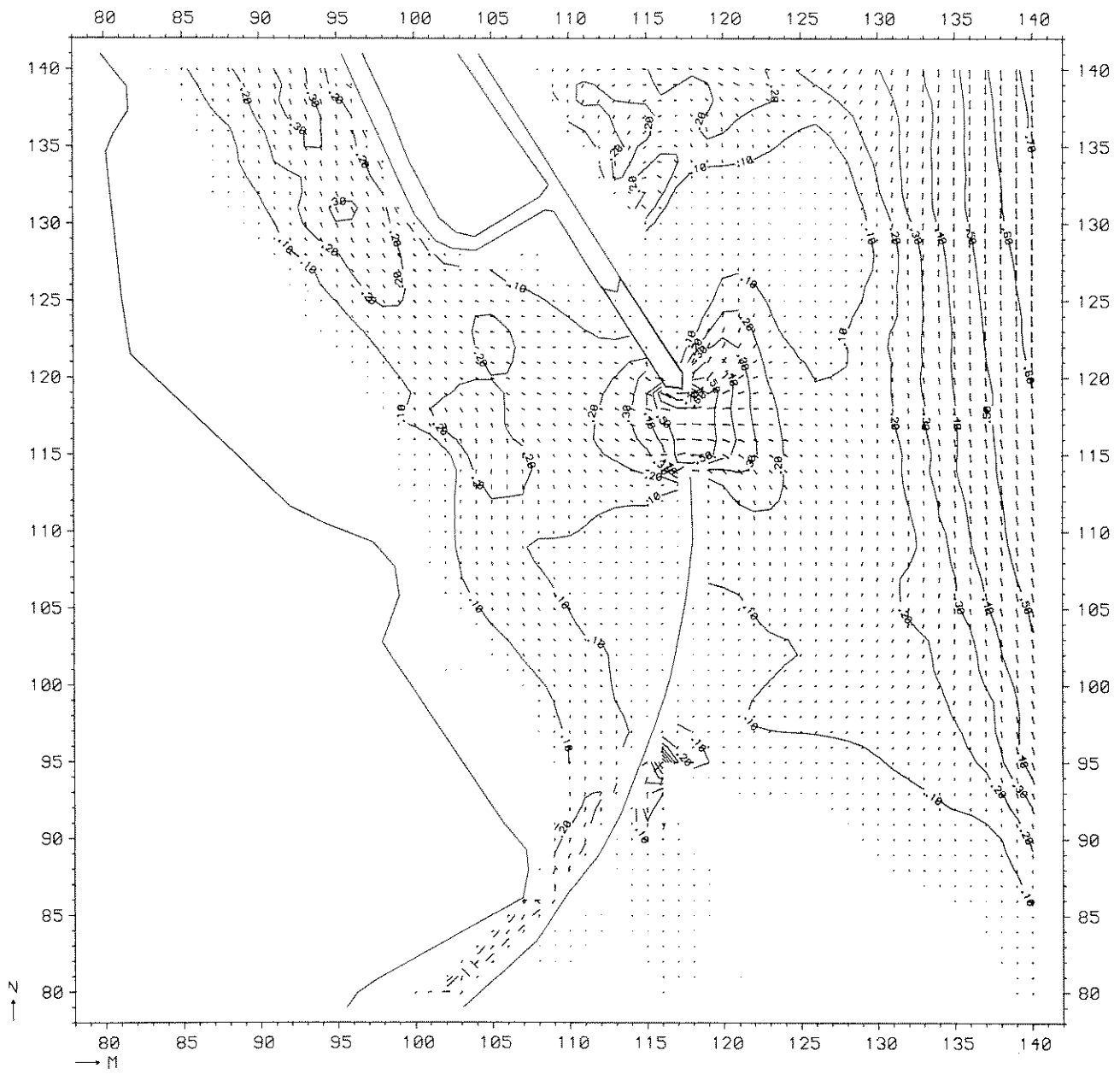
T16

BOUWFASE 6

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 48



STROOMBEELD

T 18

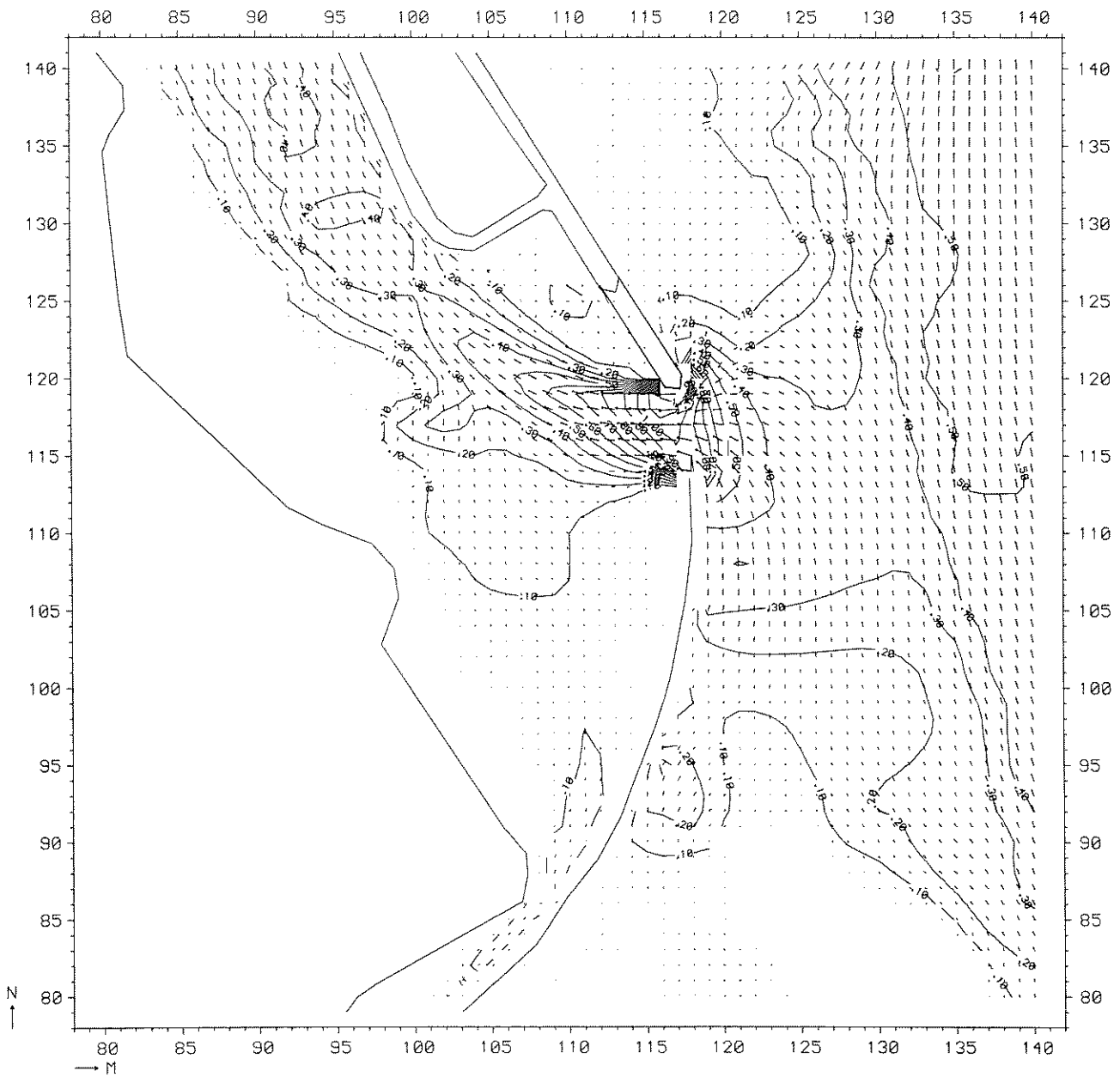
vloed

BOUWFASE 8

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 49



STROOMBEELD

T18

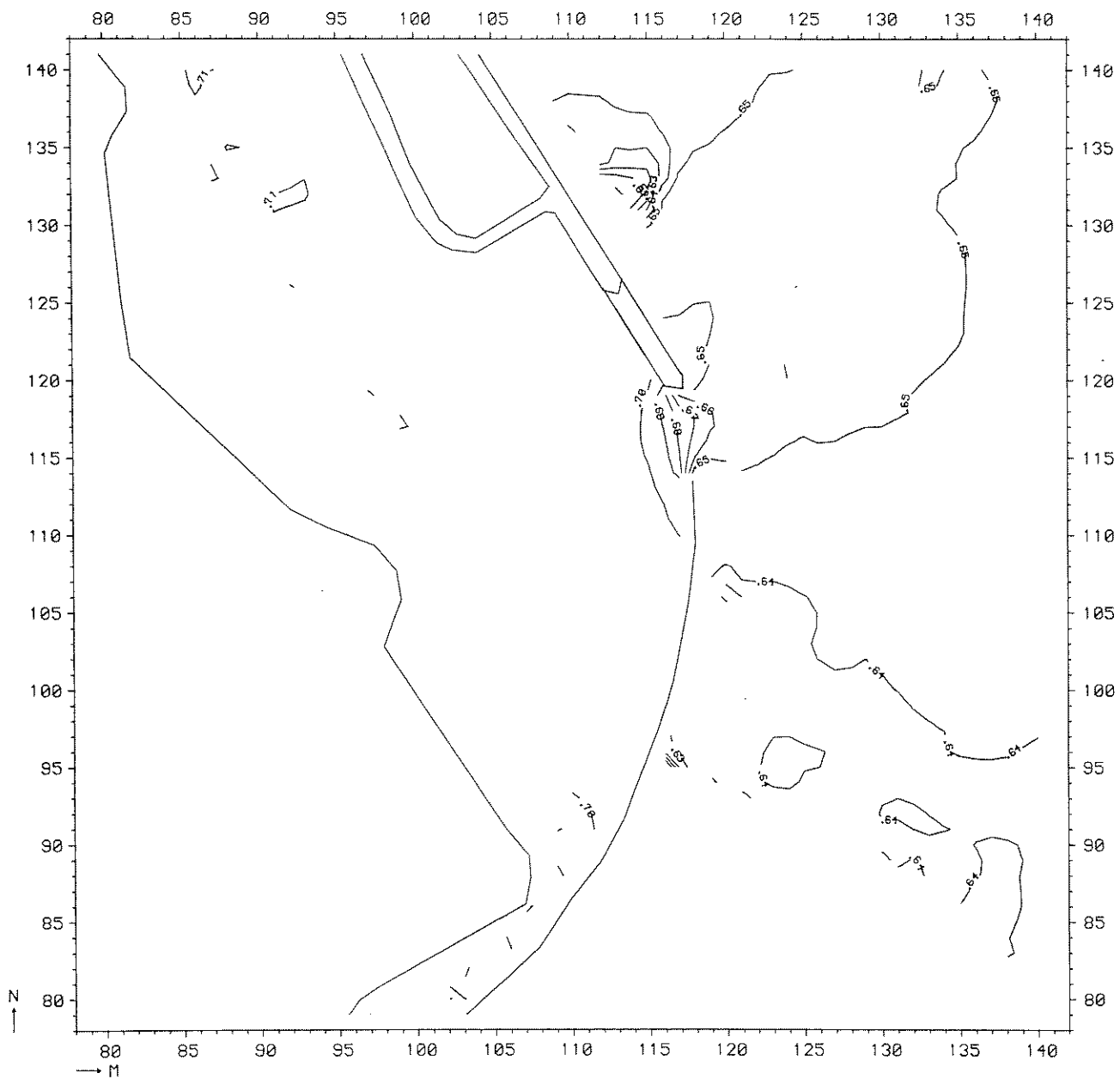
eb

BOUWFASE 8

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 50



WATERSTANDSVELD

T 18

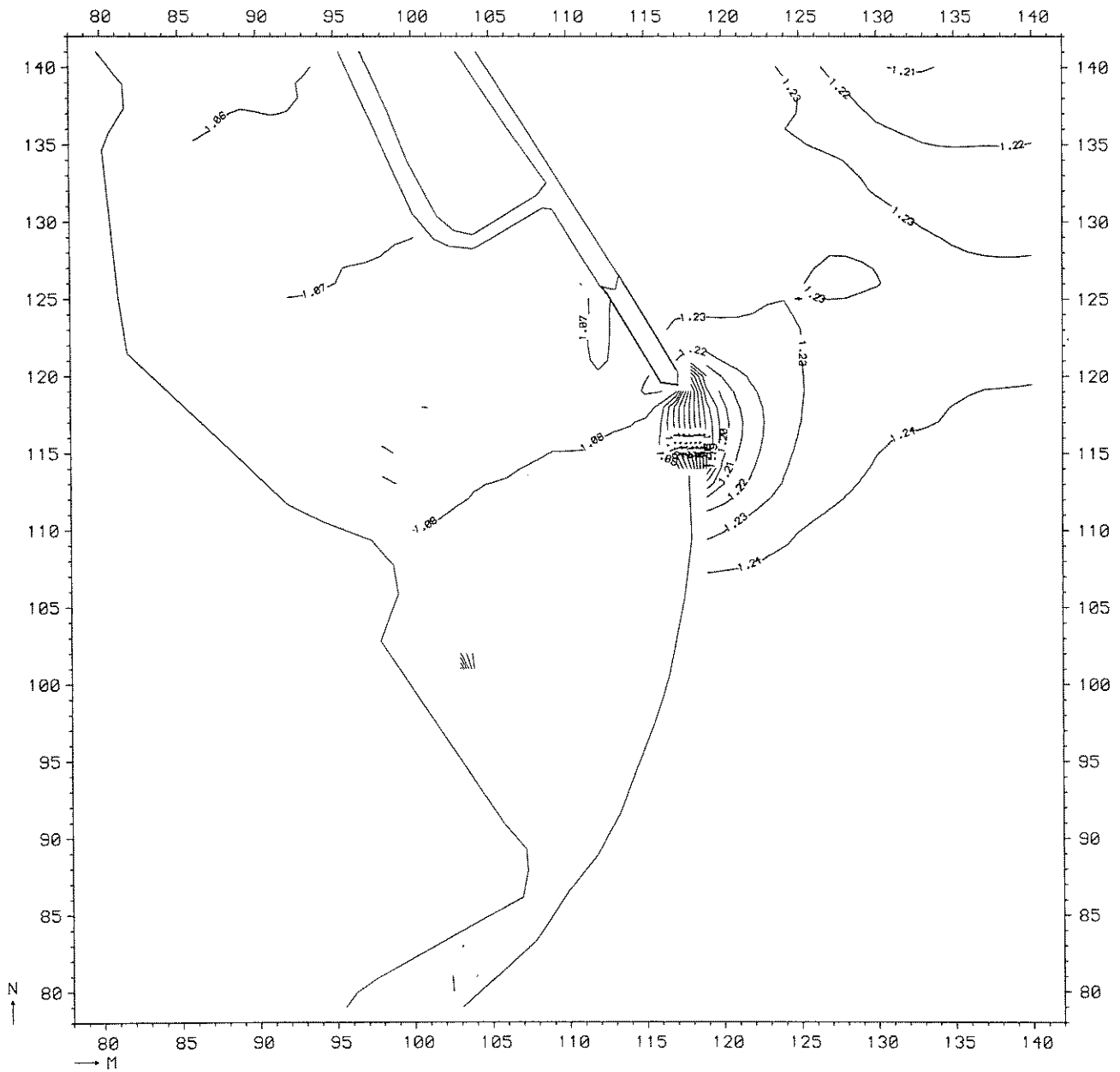
vloed (12.00)

BOUWFASE 8

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 51



WATERSTANDSVELD

T 18

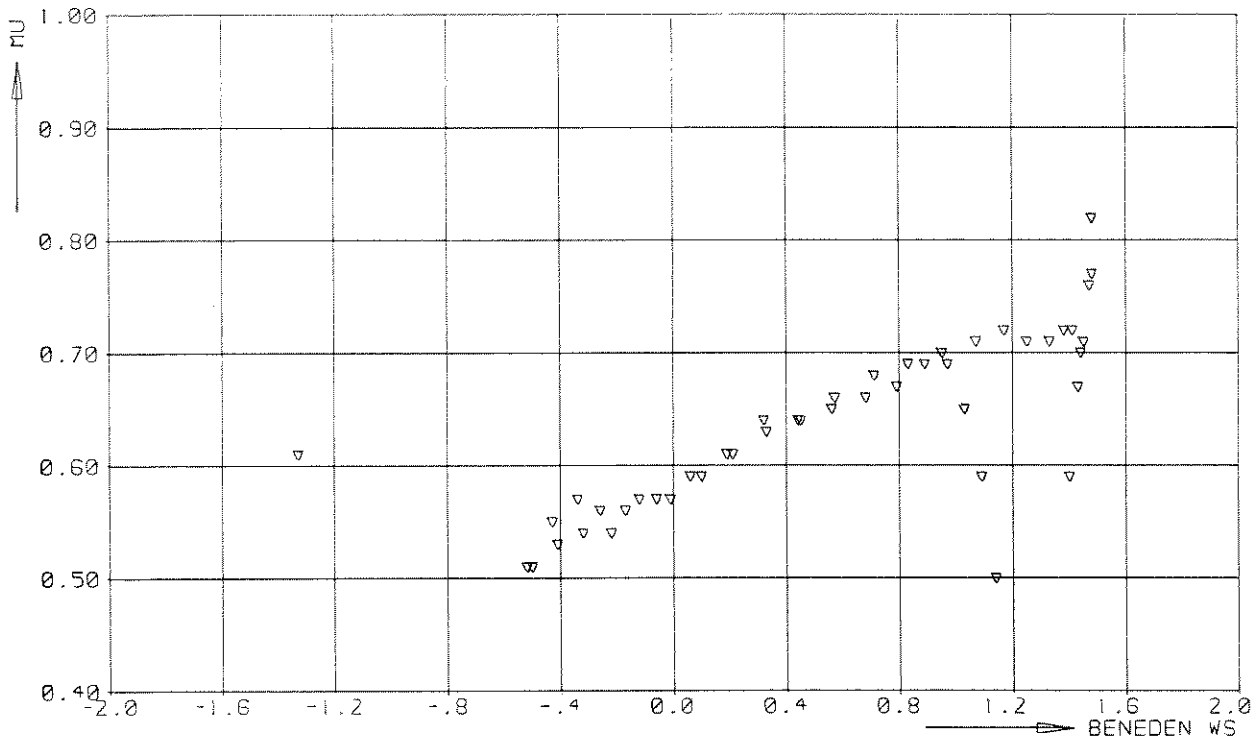
eb (15.30)

BOUWFASE 8

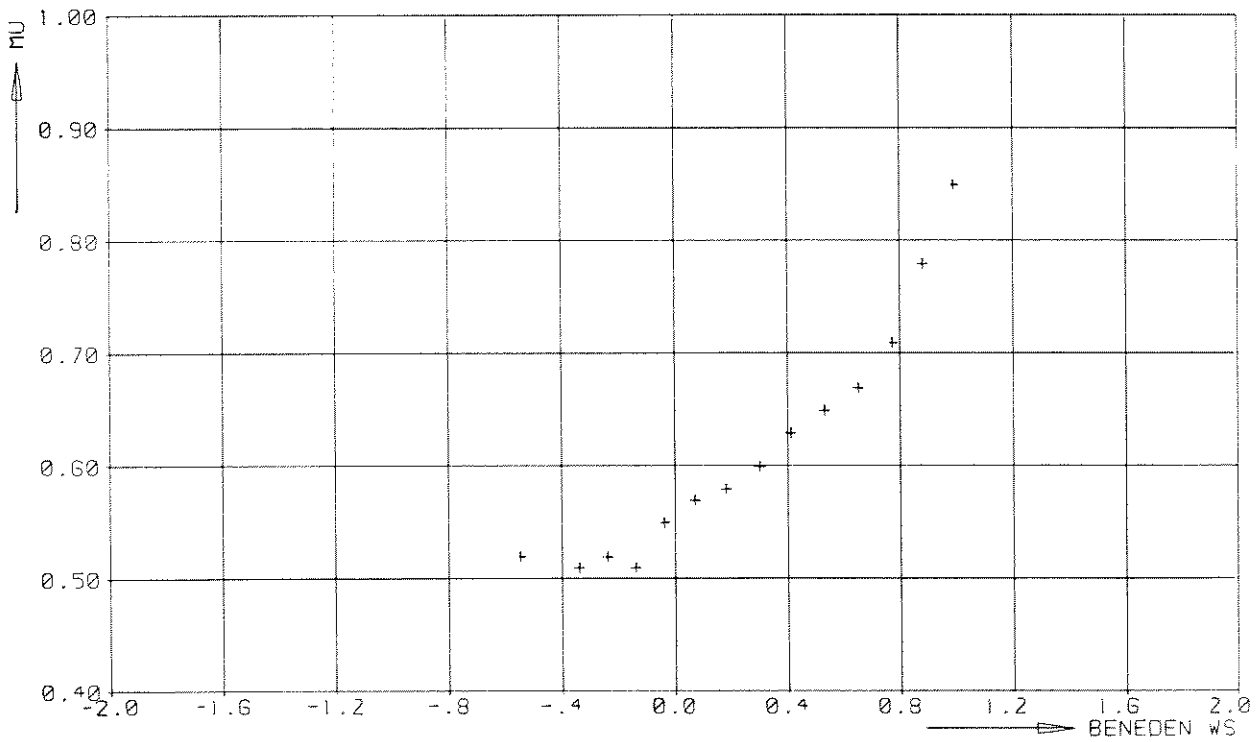
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 52



▽ SLAAK T18 EB



+ SLAAK T18 VLOED

AFVOERKOEFFICIENT

T18

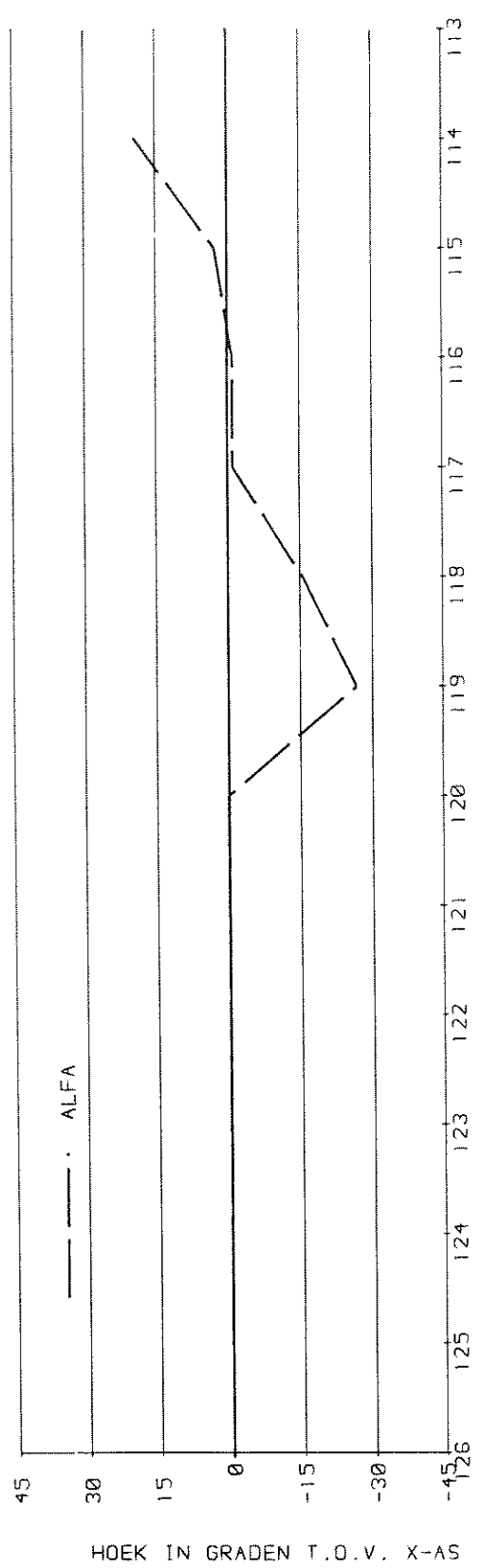
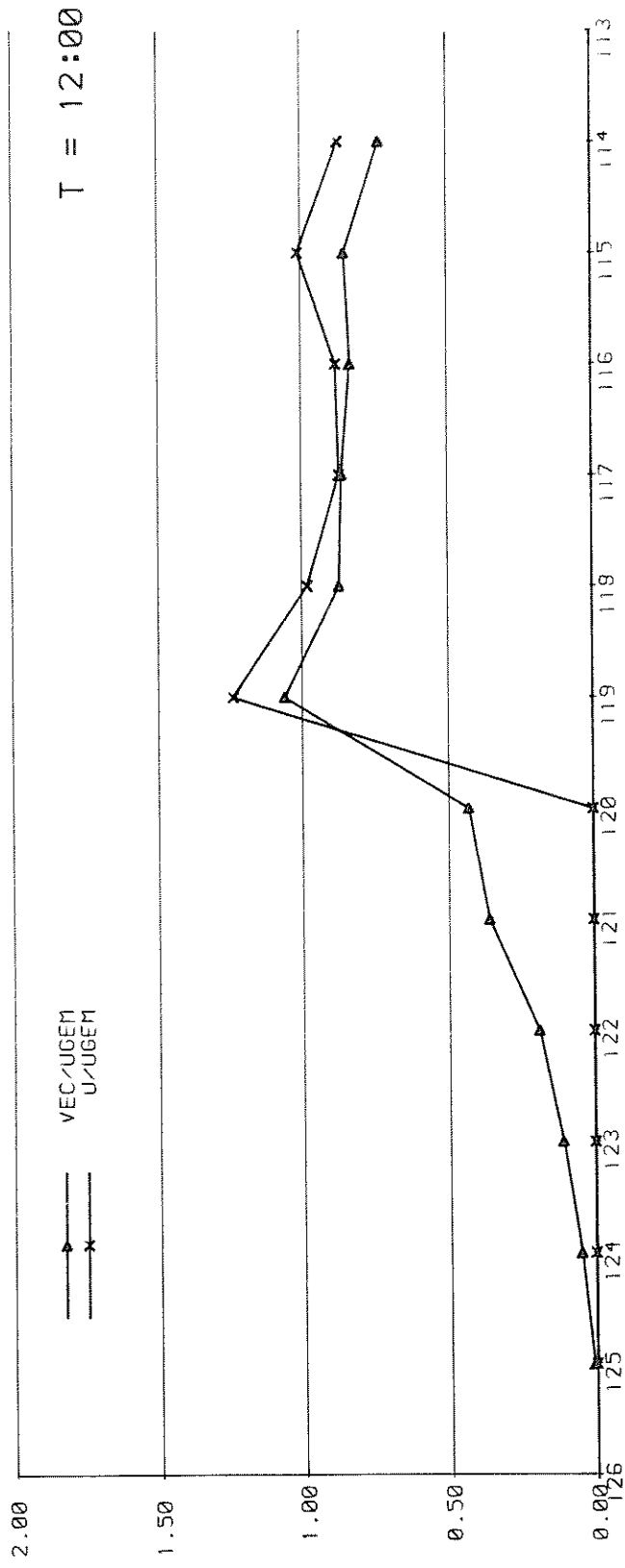
SLAAK

BOUWFASE 8

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 53



STROOMSNELHEIDSVERDELING IN DE
AS VAN HET SLUITGAT

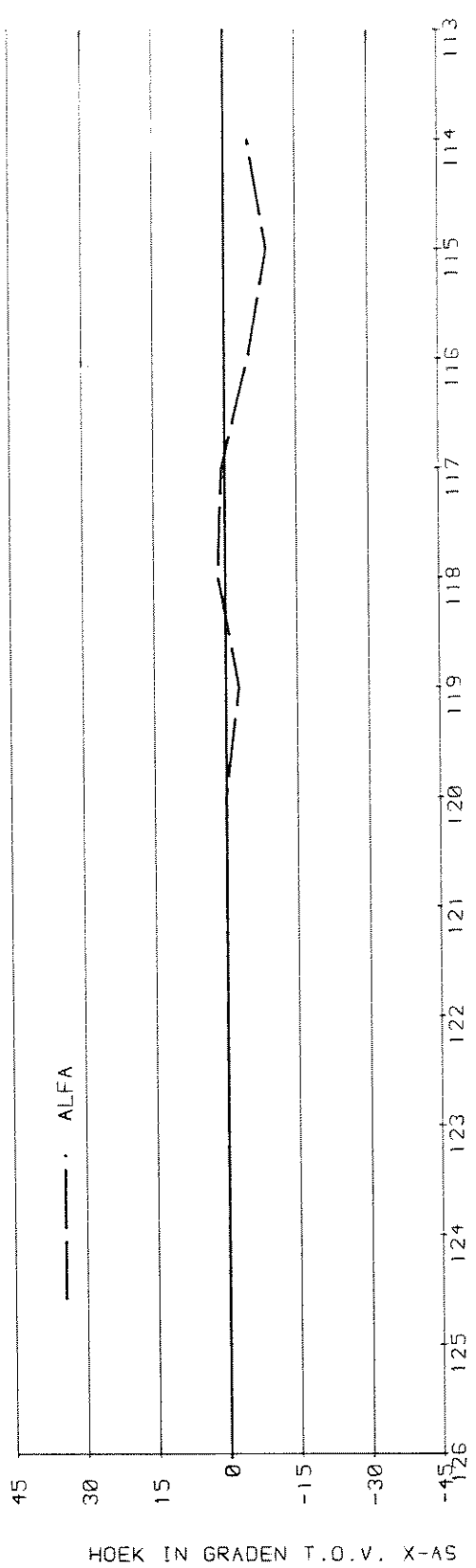
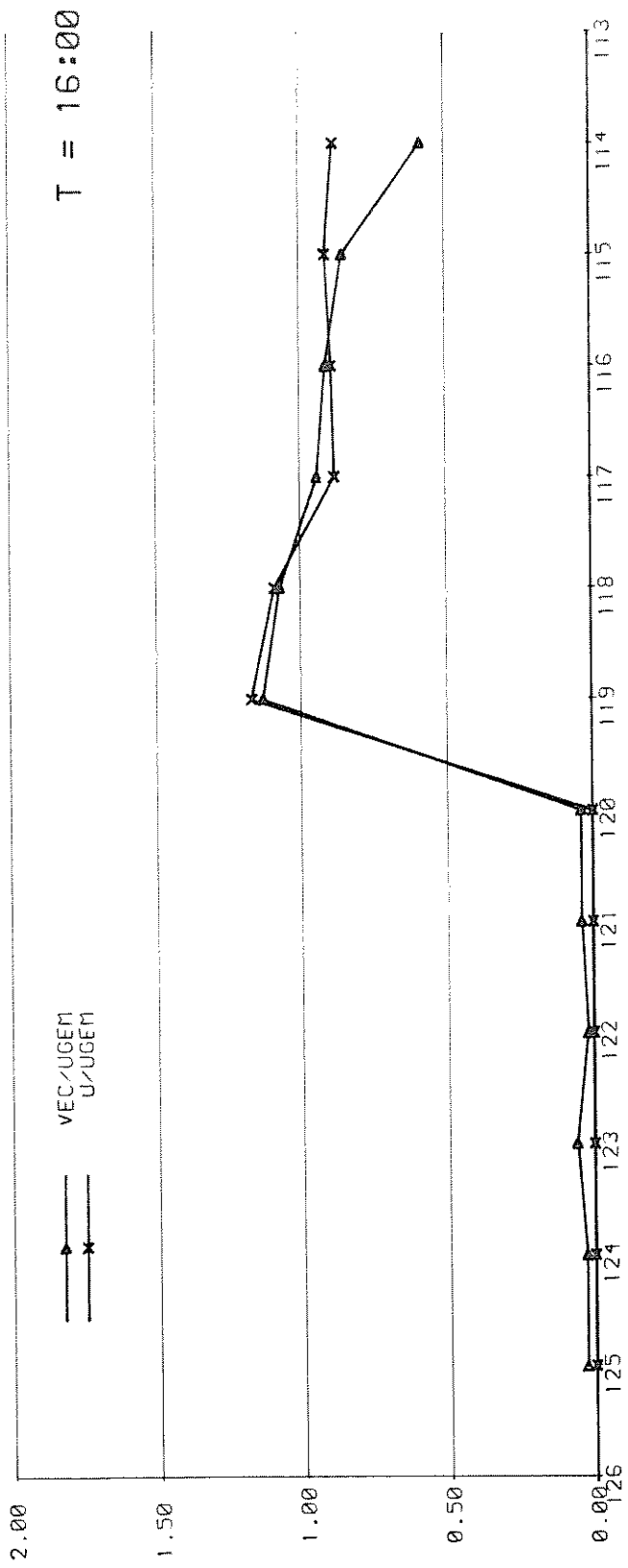
T 18

SLAAK

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 54 a



STROOMSNELHEIDSVERDELING IN DE
AS VAN HET SLUITGAT

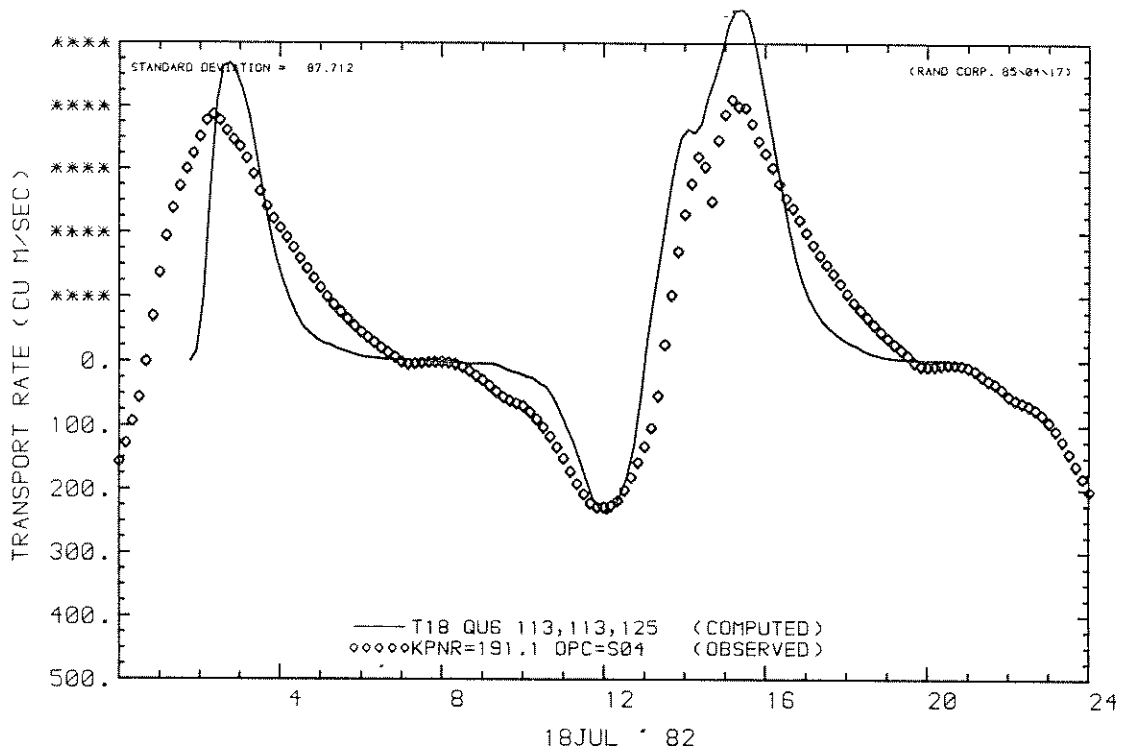
T 18

SLAAK

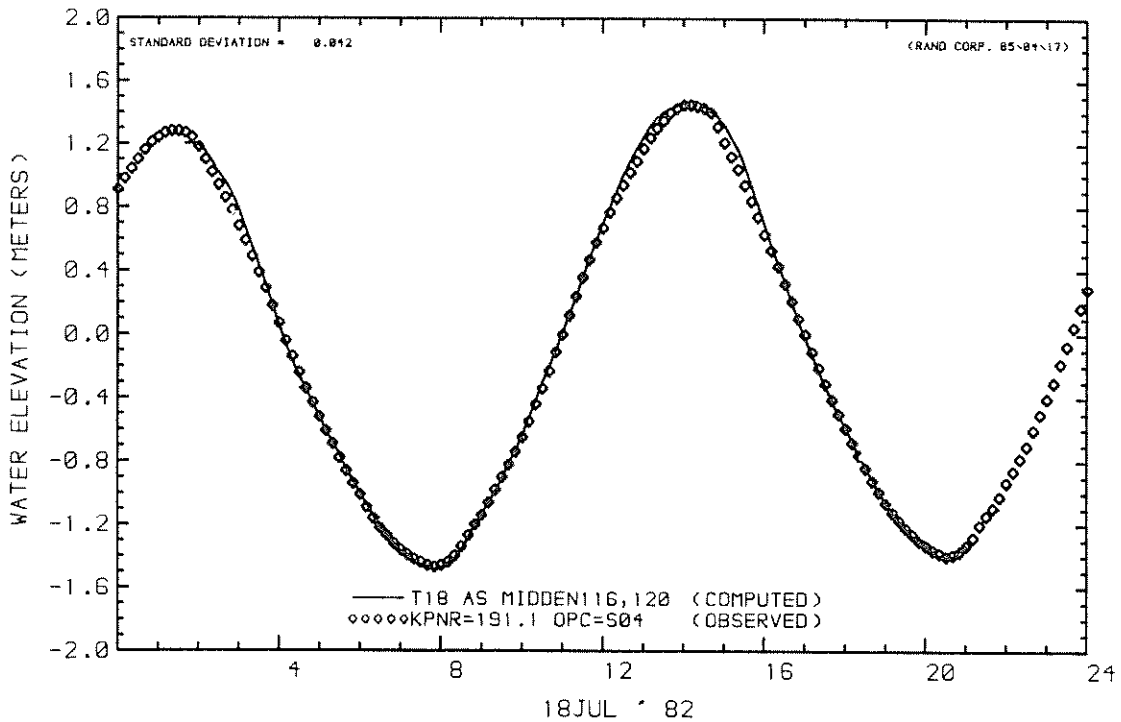
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 54 b



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
 MASS TRANSPORT OBSERVED



WATER LEVEL AT STATION
 OBSERVED WATER LEVEL

DEBIET DAMSEKTIE EN WATERSTAND AS MIDDEN

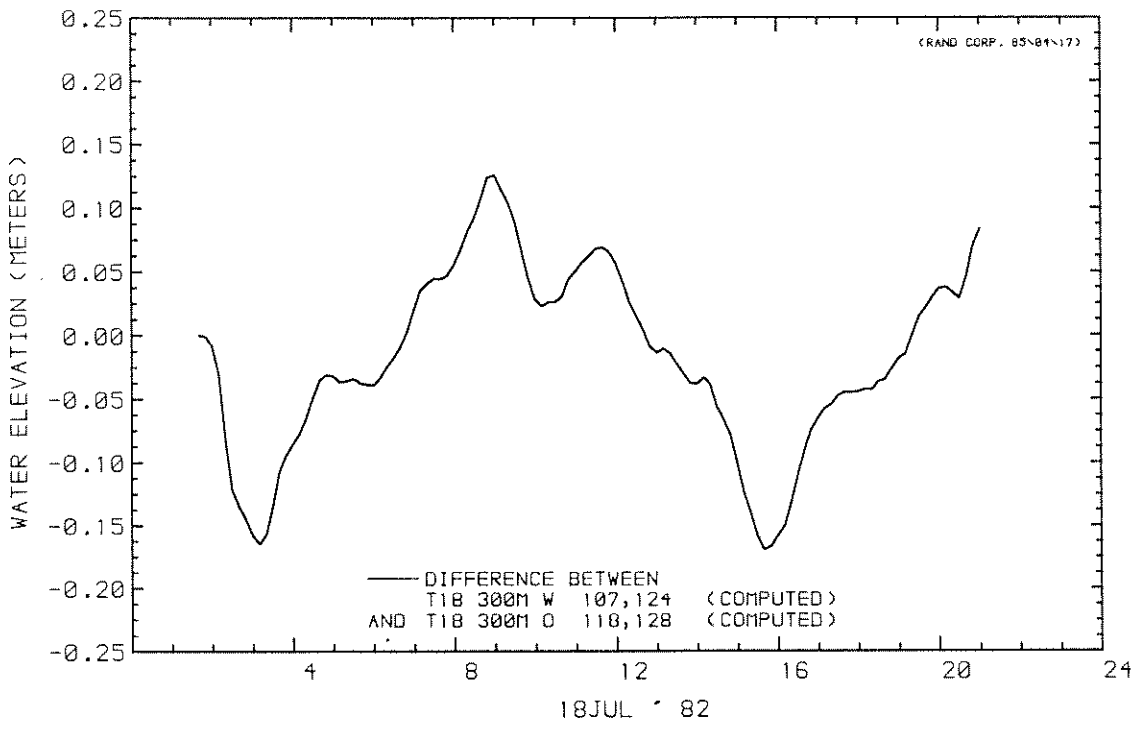
T 18

BOUWFASE 8

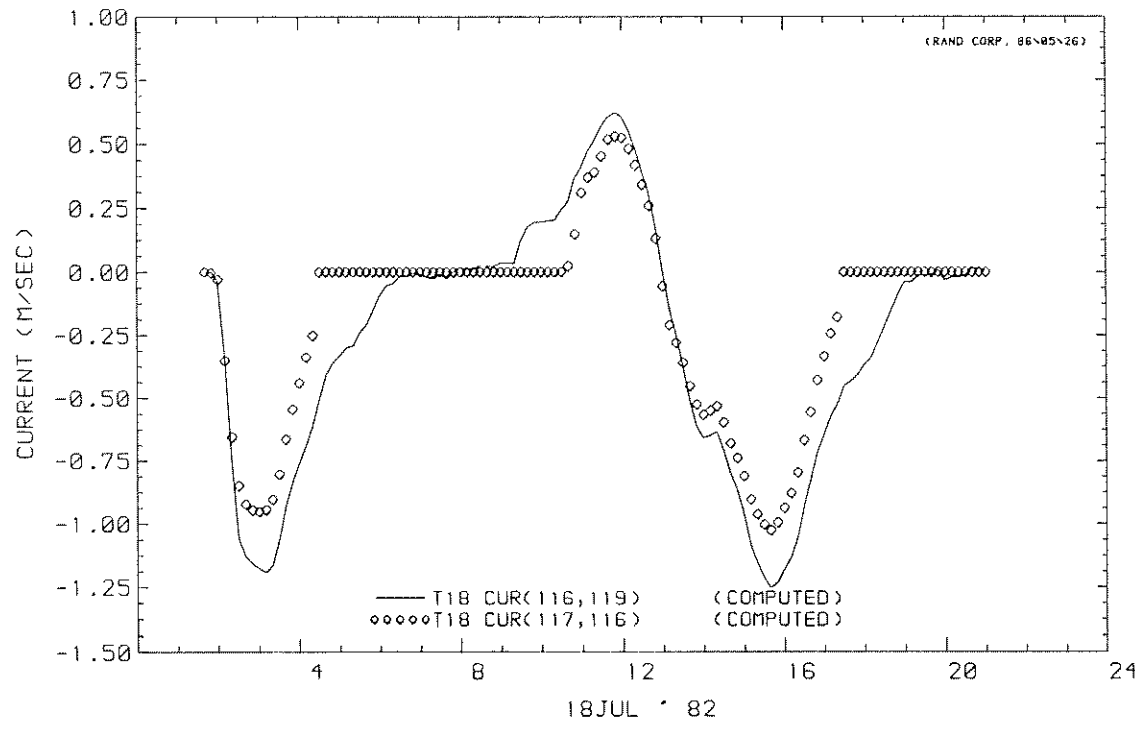
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 55



DIFFERENCE BETWEEN
 WATER LEVEL AT STATION
 AND WATER LEVEL AT STATION



CURRENT AT STATION (U)
 CURRENT AT STATION (U)

VERVAL SLUITGAT EN STROOMSNELHEDEN

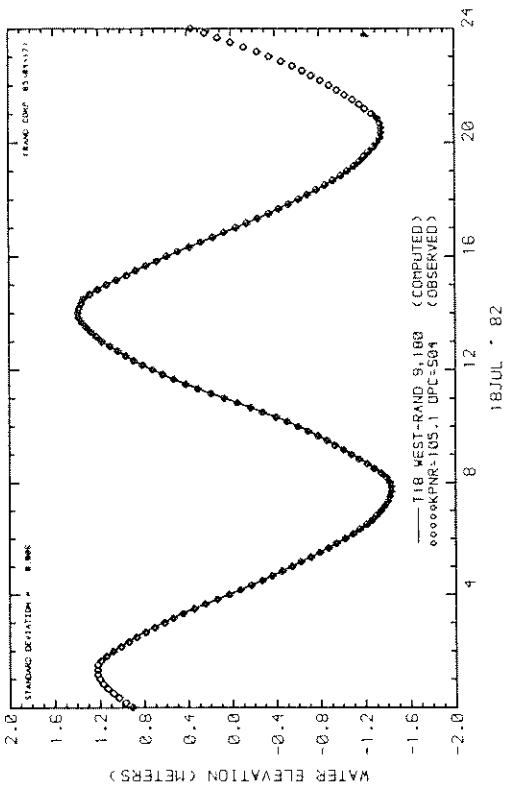
T 18

BOUWFASE 8

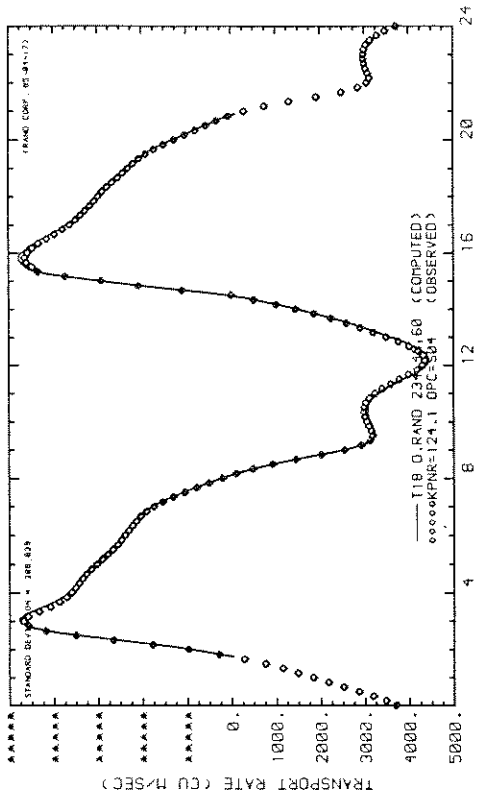
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

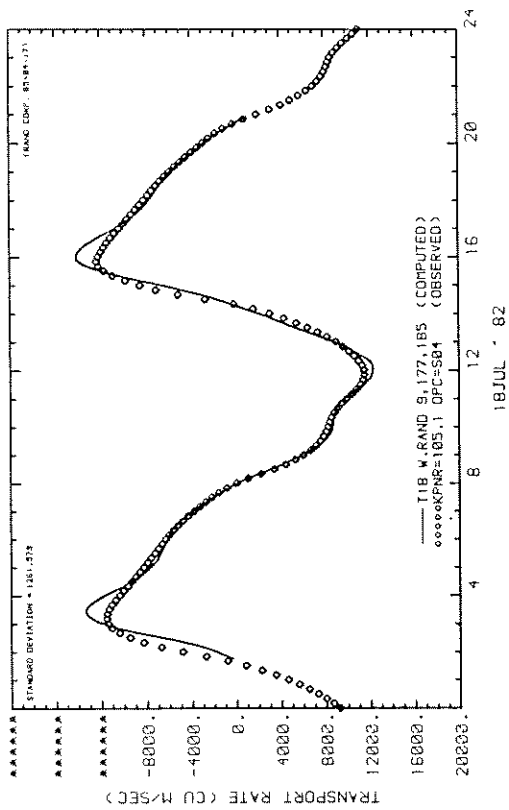
FIG. 56



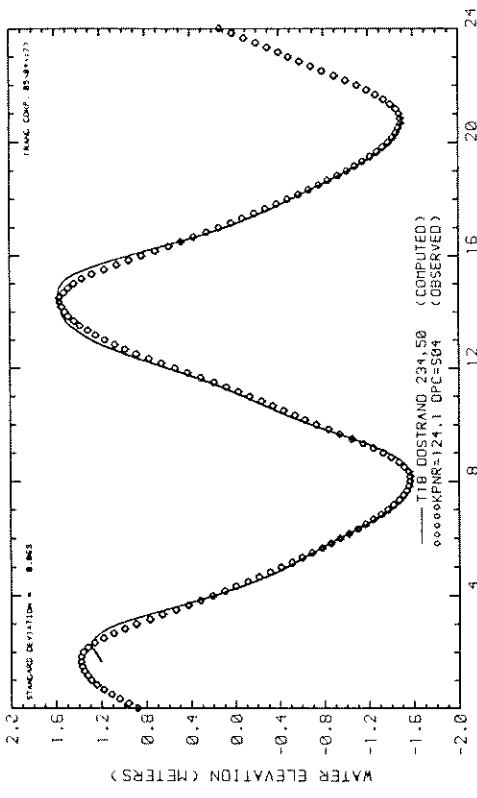
WATER LEVEL AT STATION
OBSERVED WATER LEVEL



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
MASS TRANSPORT OBSERVED



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
MASS TRANSPORT OBSERVED



WATER LEVEL AT STATION
OBSERVED WATER LEVEL

DEBIET EN WATERSTANDEN RANDEN

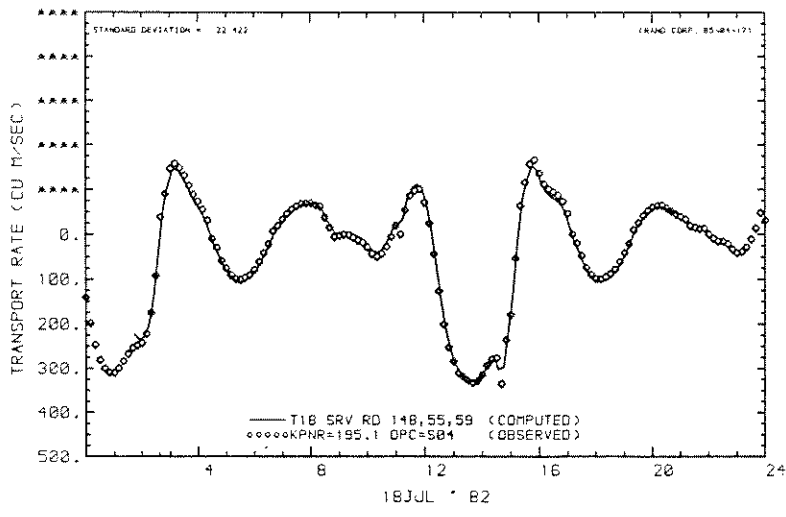
T18

BOUWFASE 8

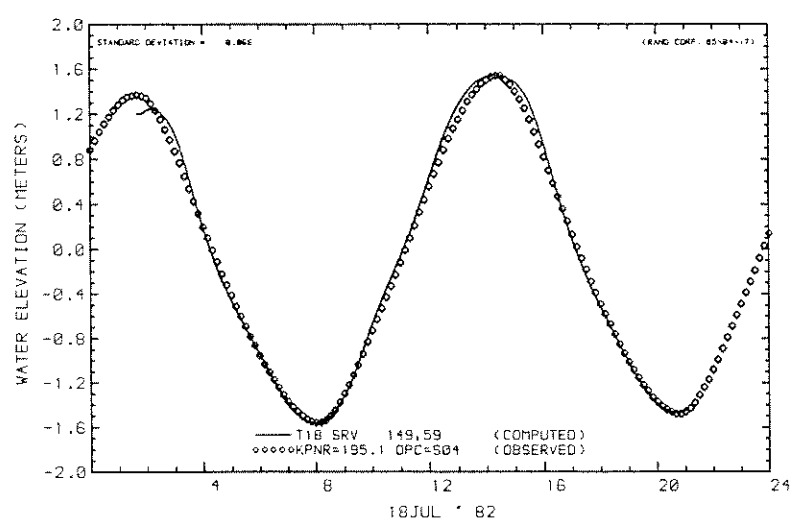
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

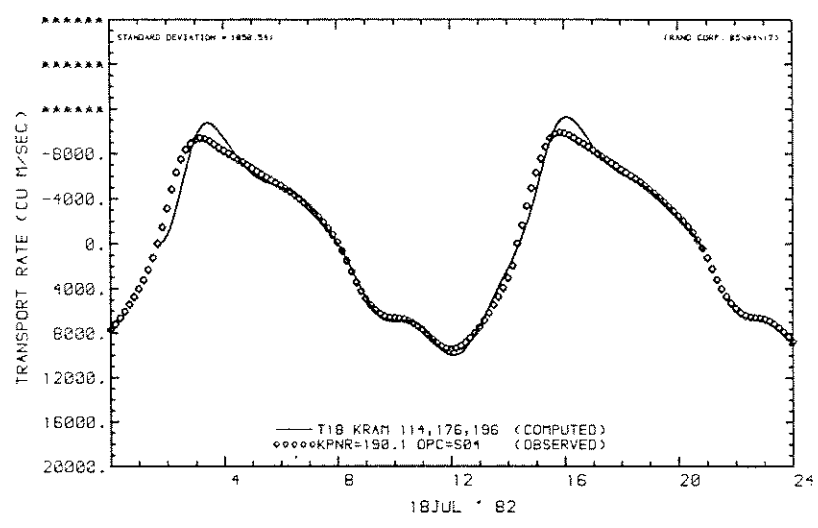
FIG.57



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
 MASS TRANSPORT OBSERVED



WATER LEVEL AT STATION
 OBSERVED WATER LEVEL



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
 MASS TRANSPORT OBSERVED

DEBIET EN WATERSTAND SRV EN KRAMMER

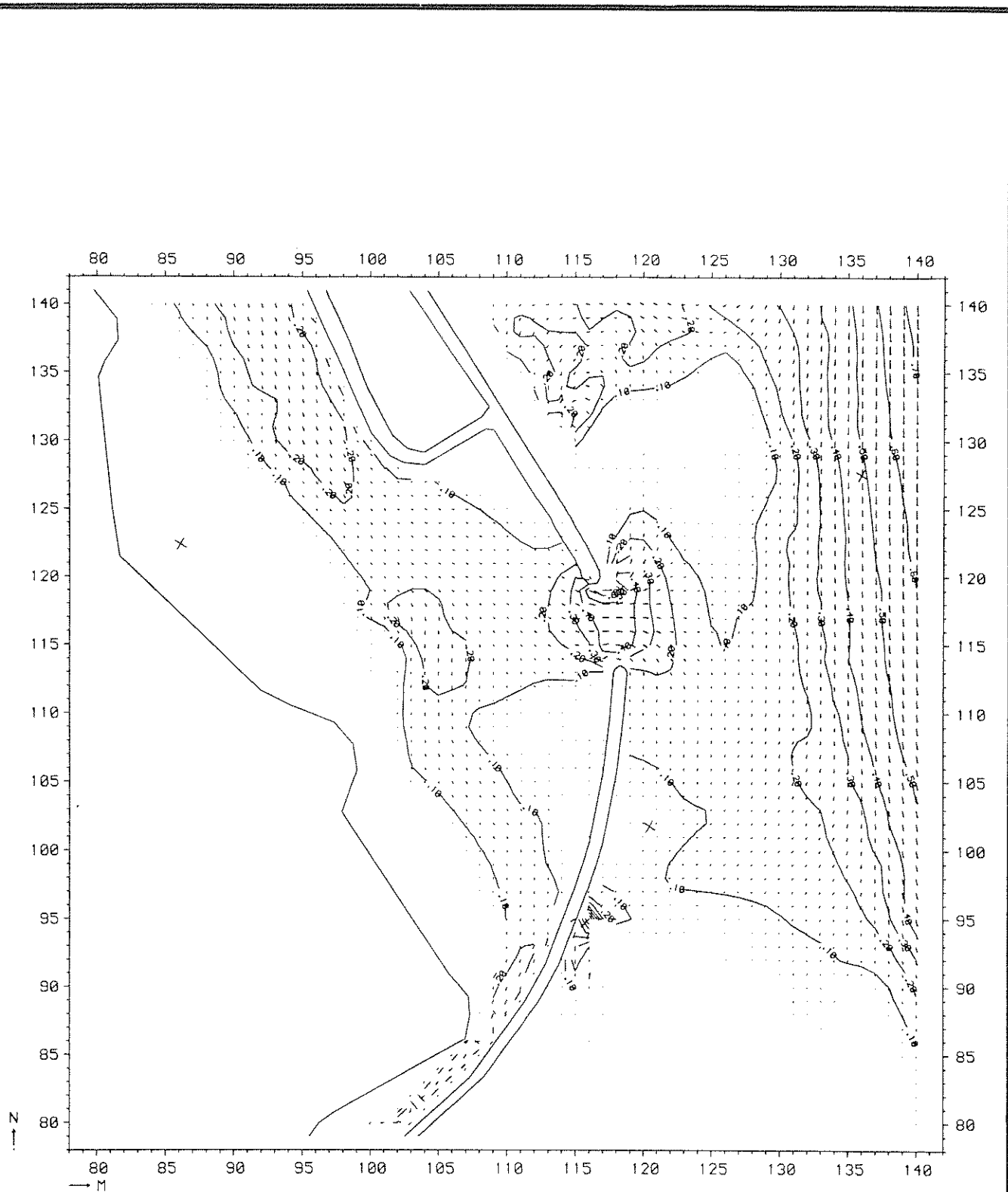
T 18

BOUWFASE 8

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 58



STROOMBEELD

T 28

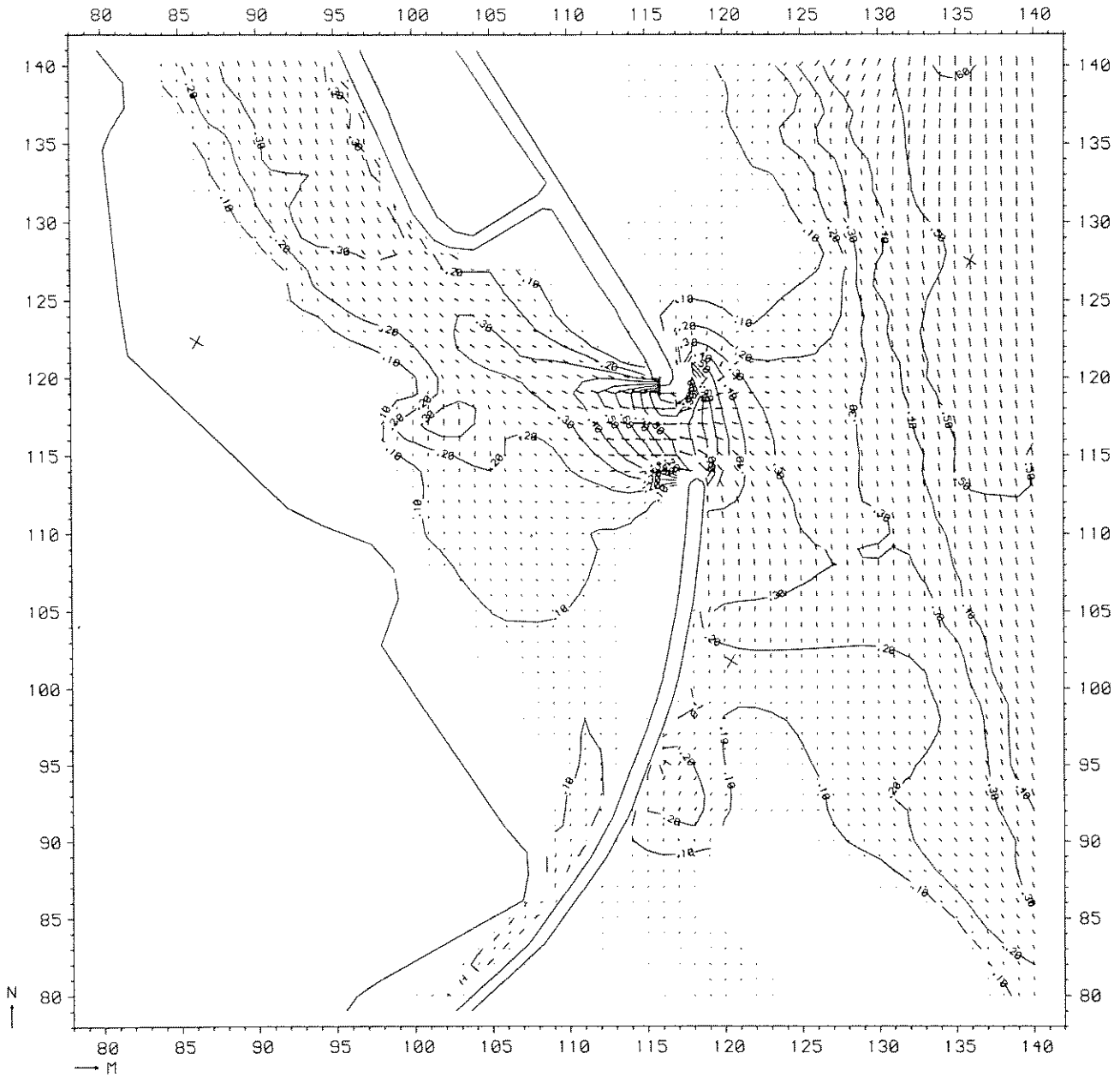
vloed

BOUWFASE 8

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 59



STROOMBEELD

T 28

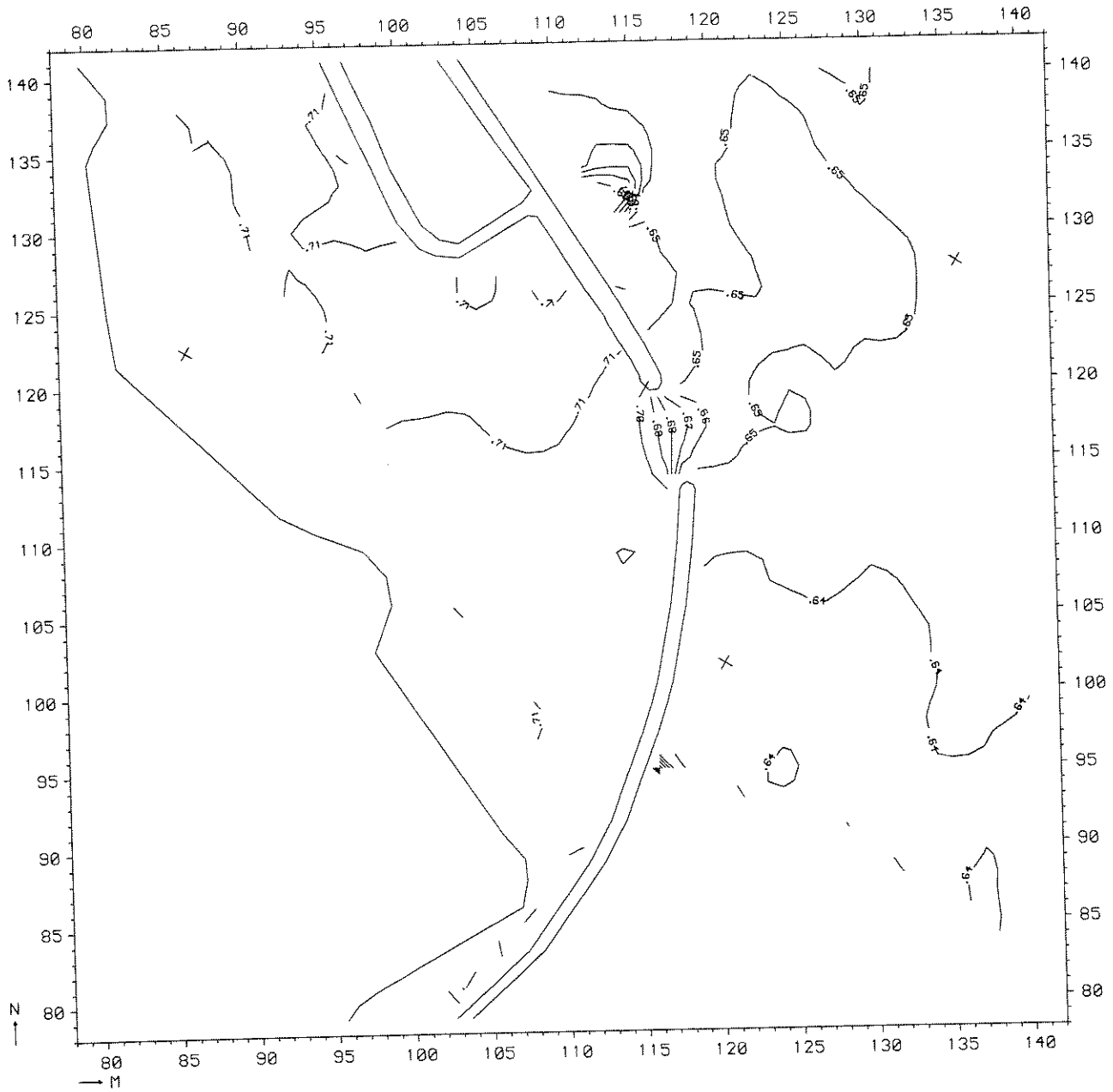
eb

BOUWFASE 8

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 60



WATERSTANDSVELD

T28

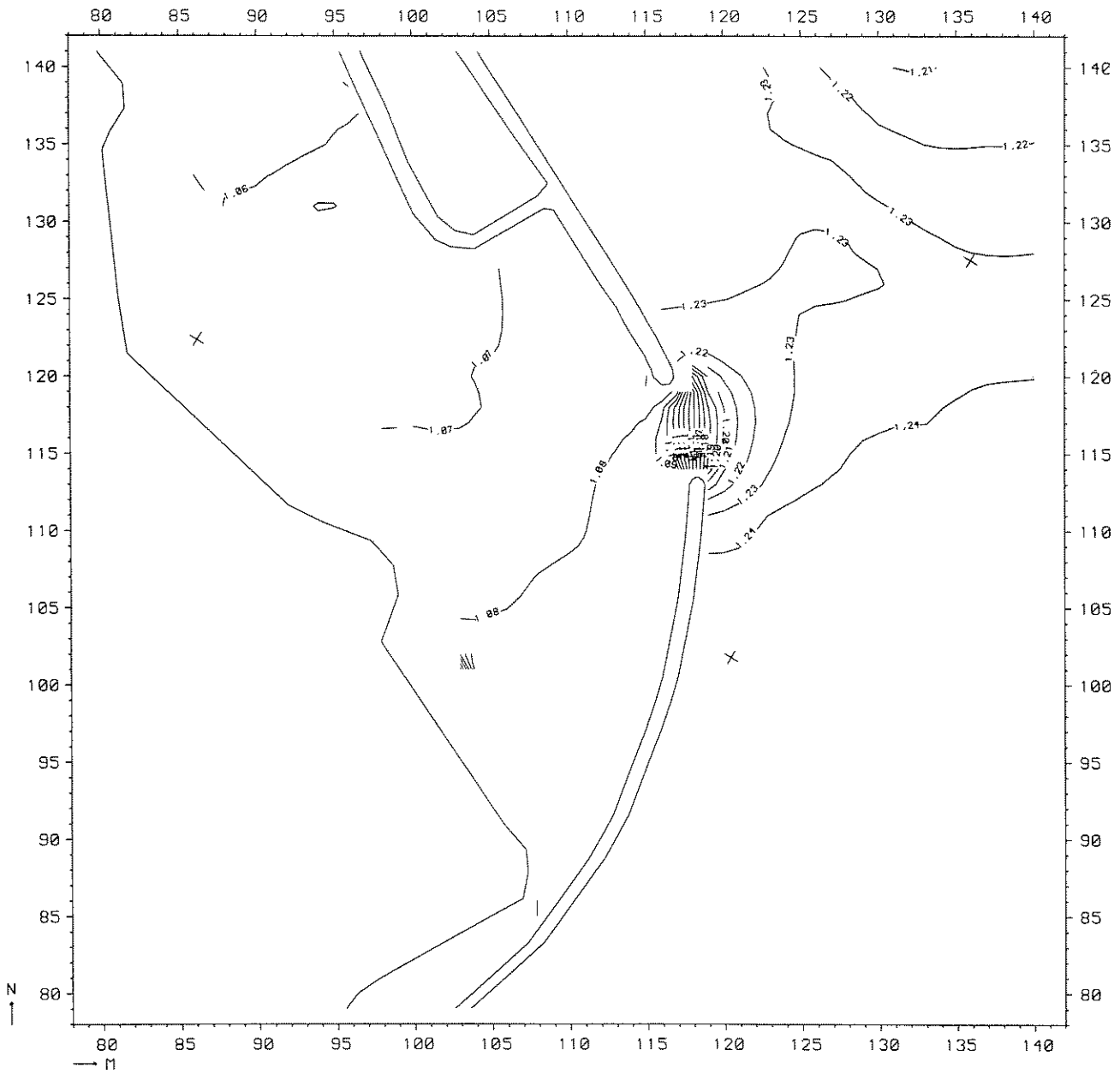
vloed(12.00)

BOUWFASE 8

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 61



WATERSTANDSVELD

T 28

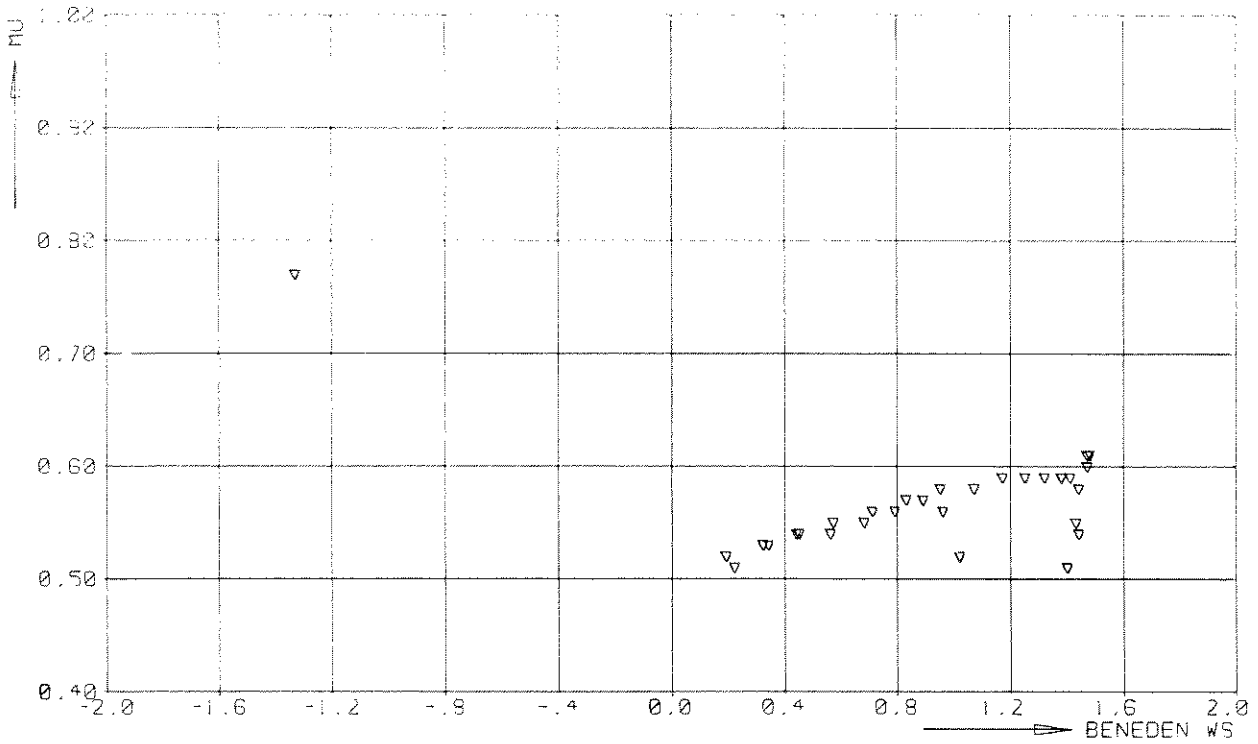
eb (15.30)

BOUWFASE 8

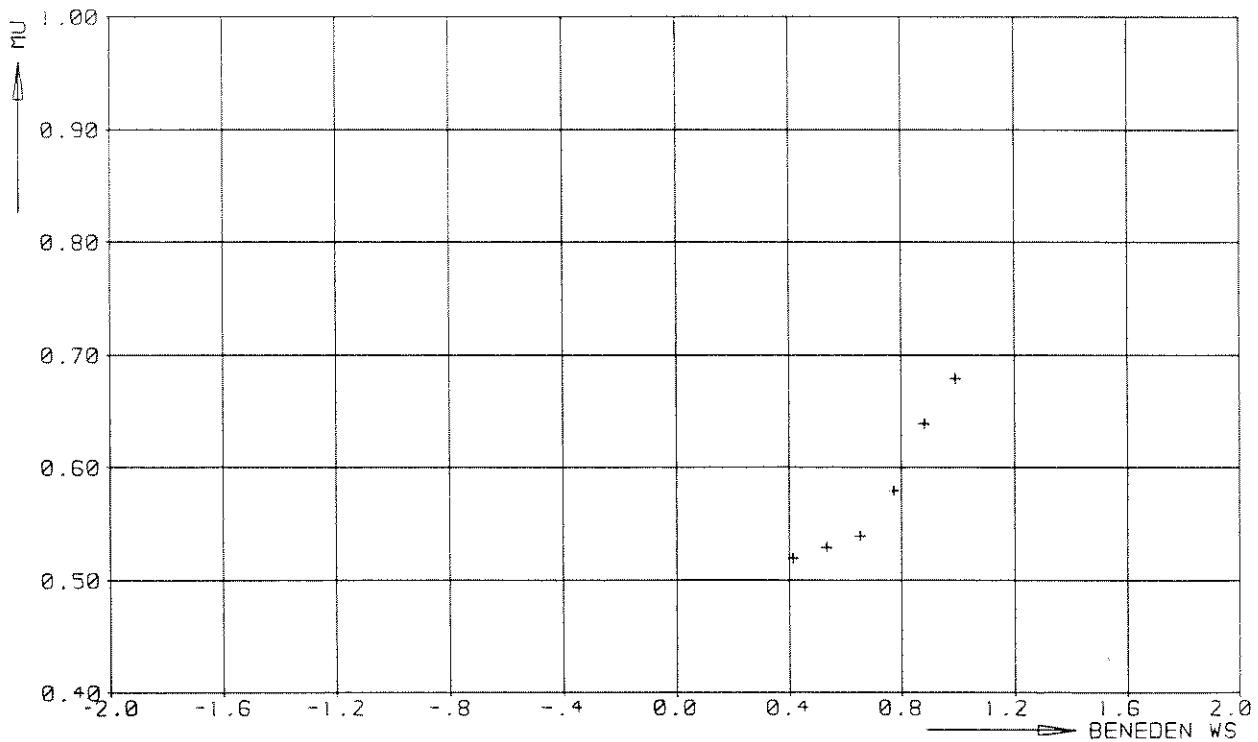
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 62



▽ SLAAK T28 EB



+ SLAAK T28 VLOED

AFVOERKOEFFICIENT

T28

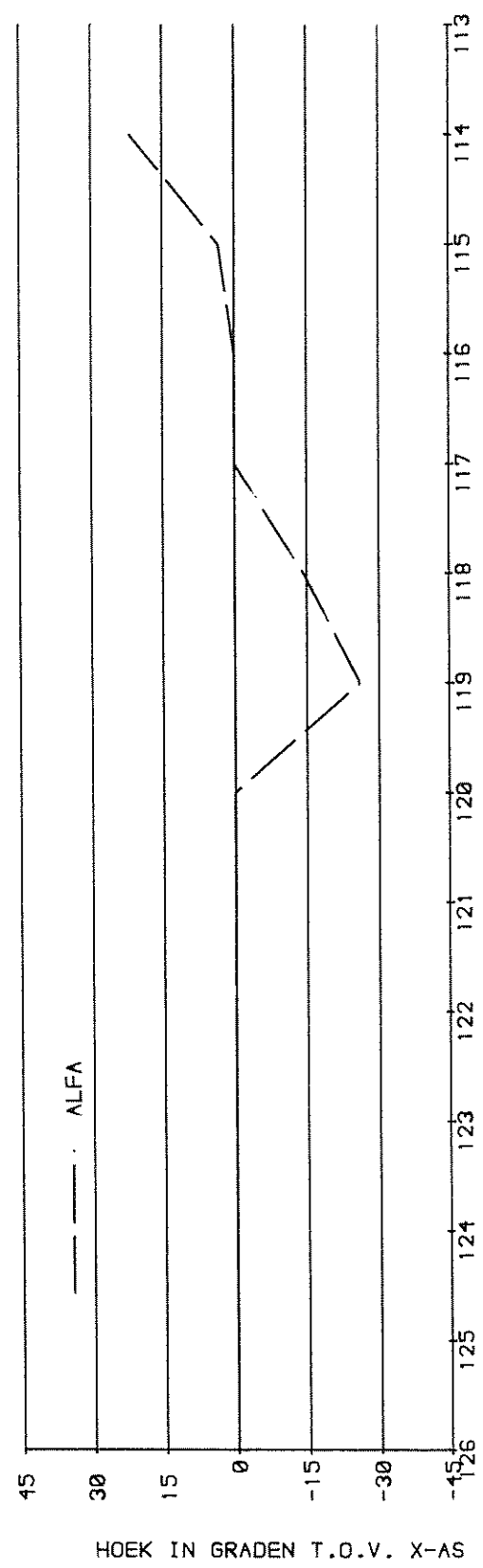
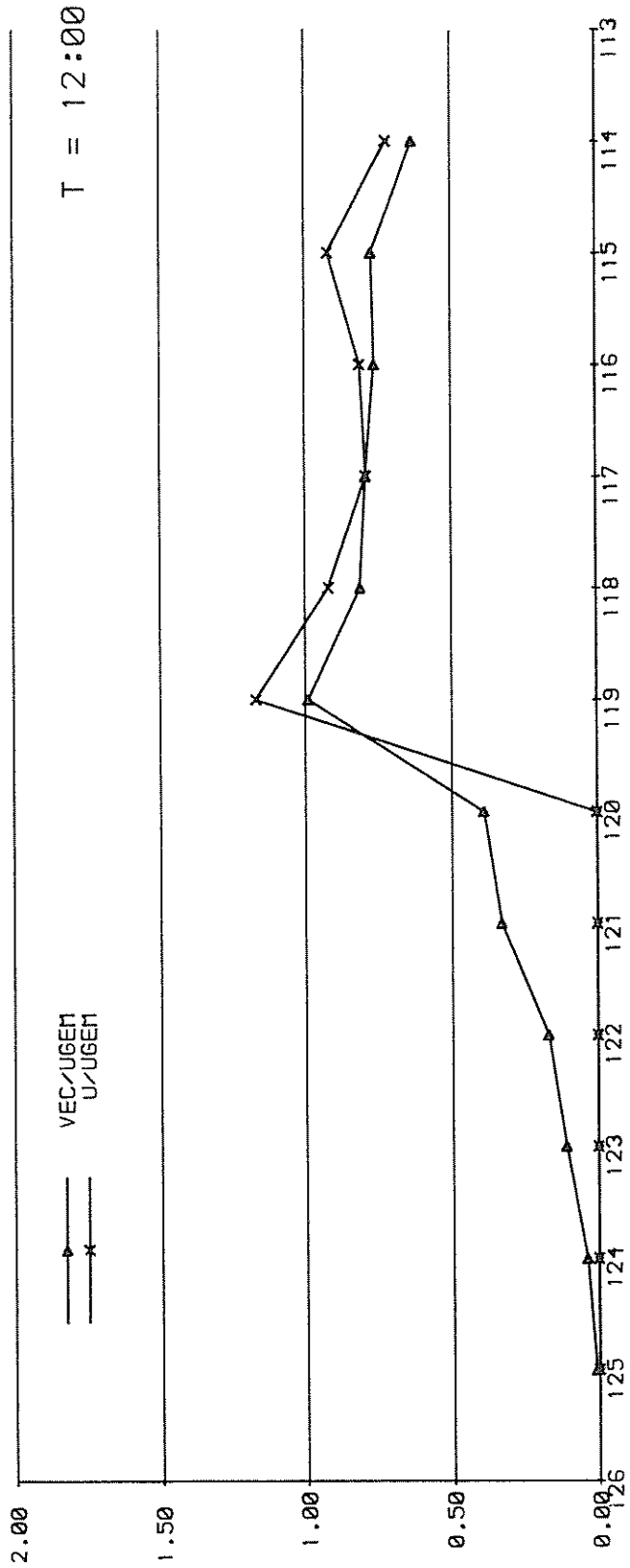
SLAAK

BOUWFASE 8

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 63



STROOMSNELHEIDSVERDELING IN DE
AS VAN HET SLUITGAT

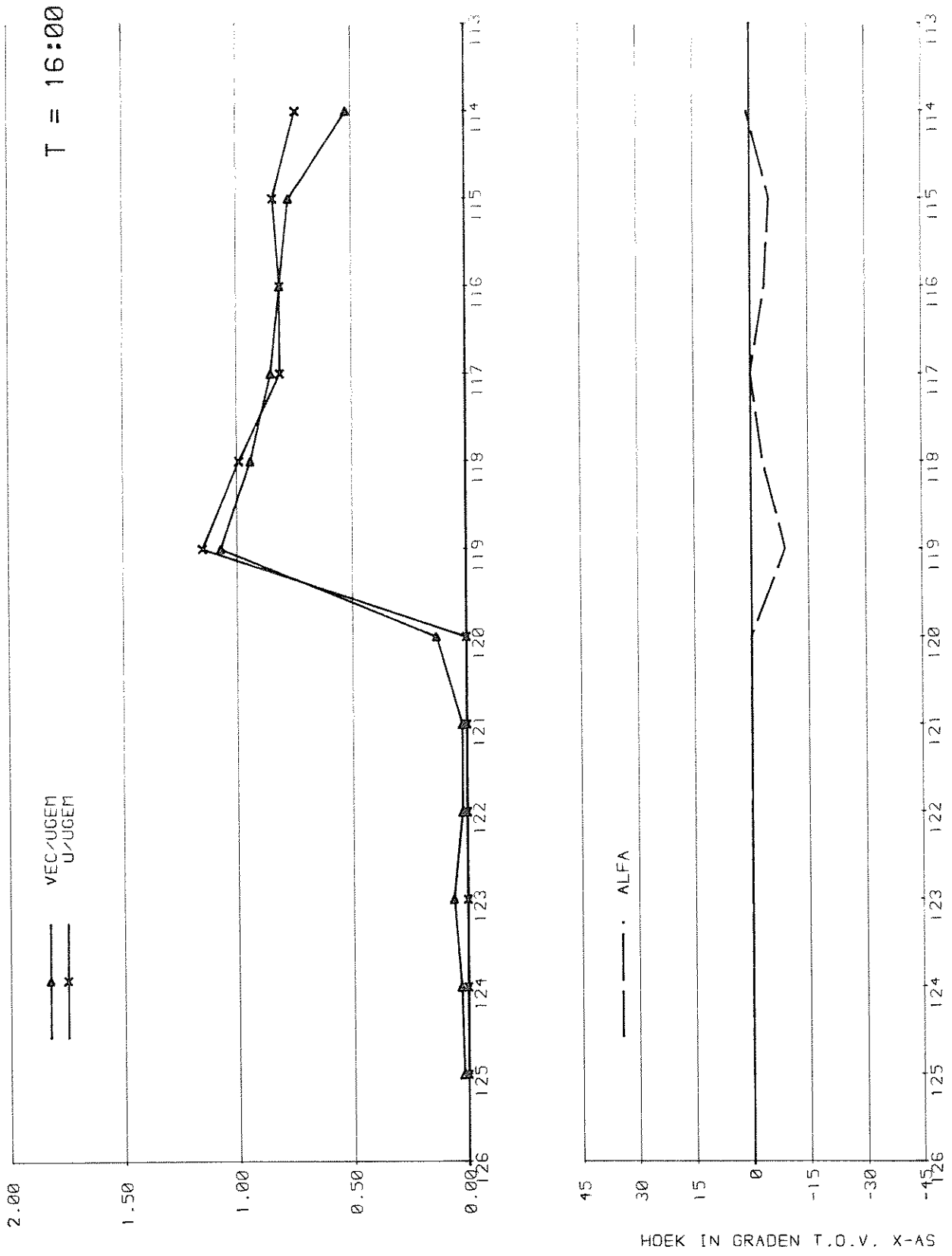
T28

SLAAK

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 64 a



STROOMSNELHEIDSVERDELING IN DE
AS VAN HET SLUITGAT

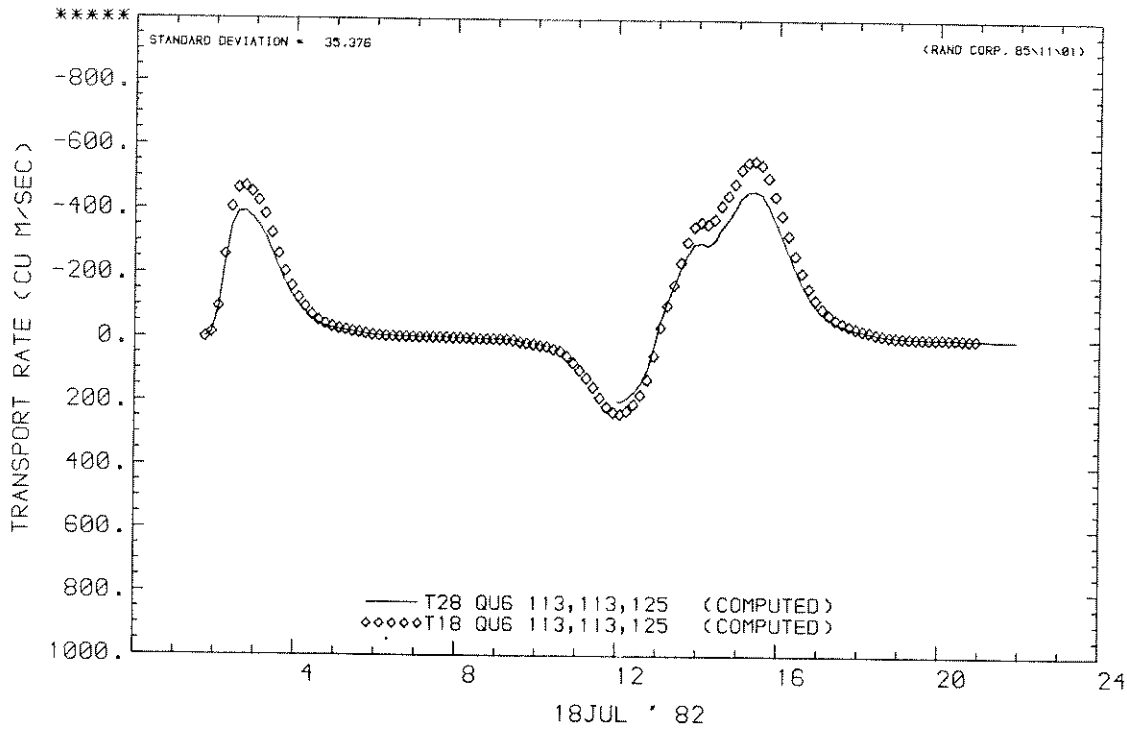
T28

SLAAK

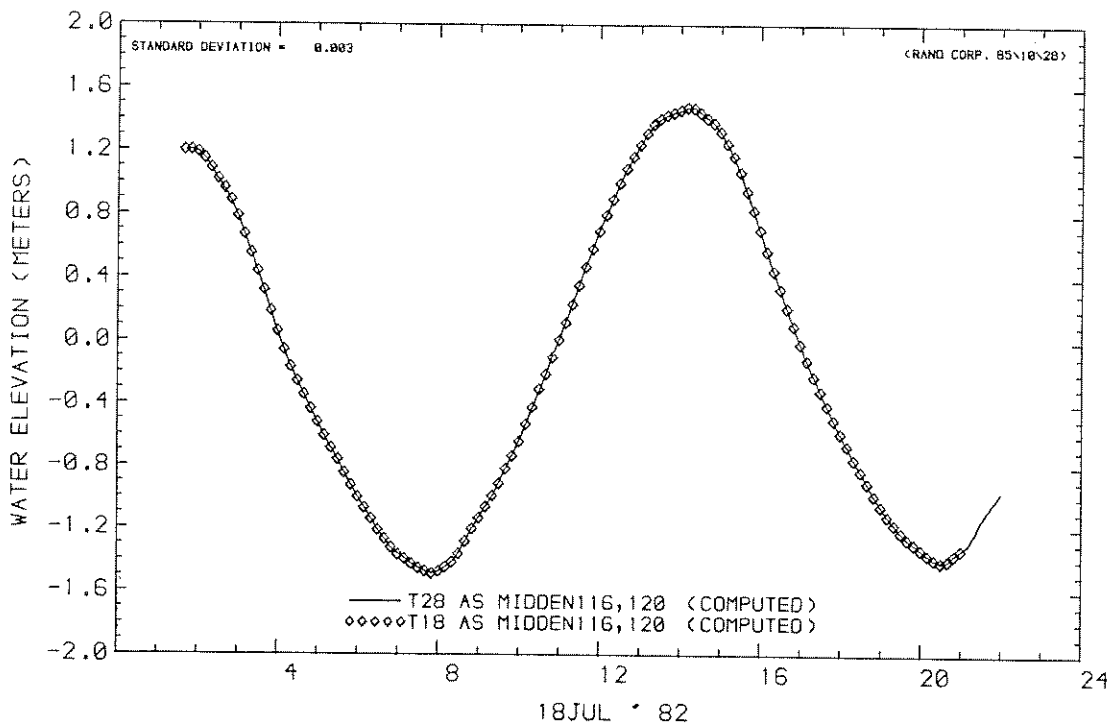
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 64 b

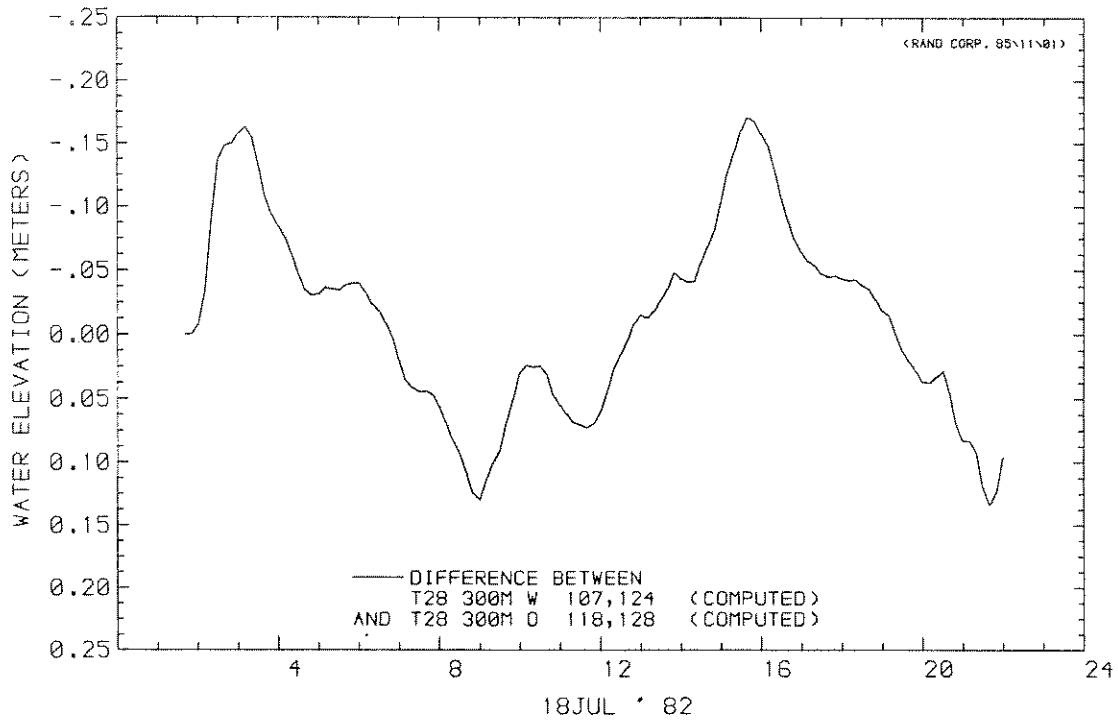


MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
 MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION

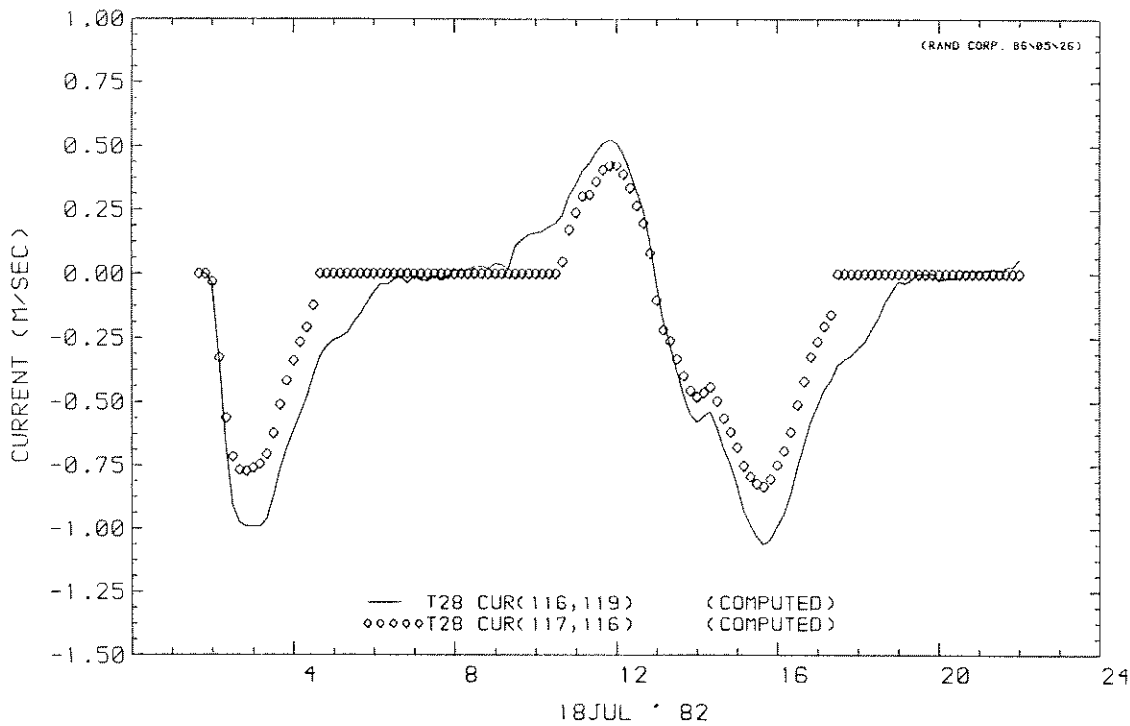


WATER LEVEL AT STATION
 WATER LEVEL AT STATION

DEBIET DAMSEKTIE EN WATERSTAND AS MIDDEN	T28	
	BOUWFASE 8	
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	R 2273	FIG. 65



DIFFERENCE BETWEEN
WATER LEVEL AT STATION
AND WATER LEVEL AT STATION



CURRENT AT STATION (U)
CURRENT AT STATION (U)

VERVAL SLUITGAT EN STROOMSNELHEDEN

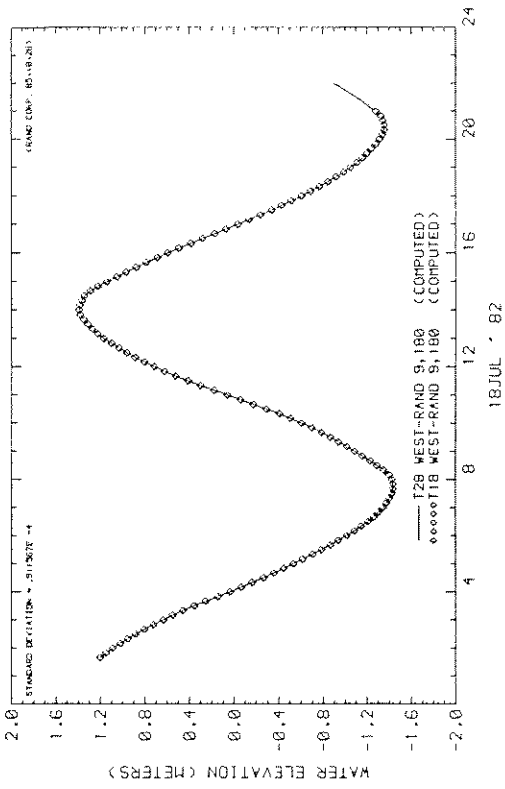
T28

BOUWFASE 8

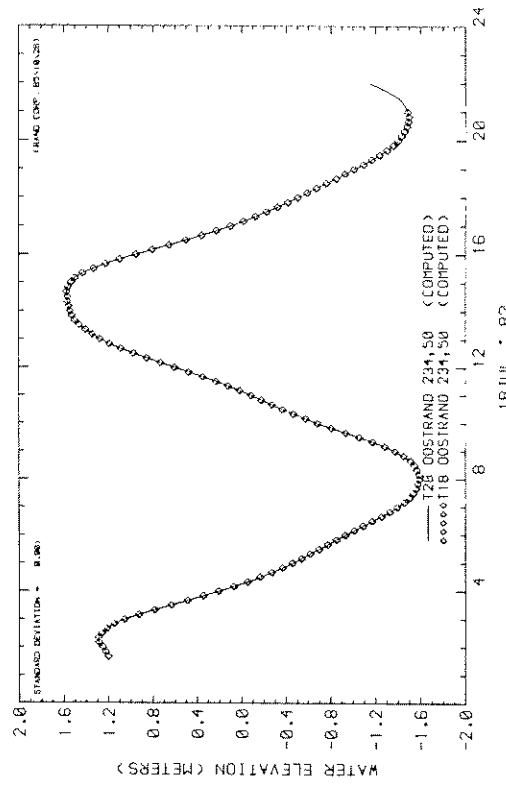
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

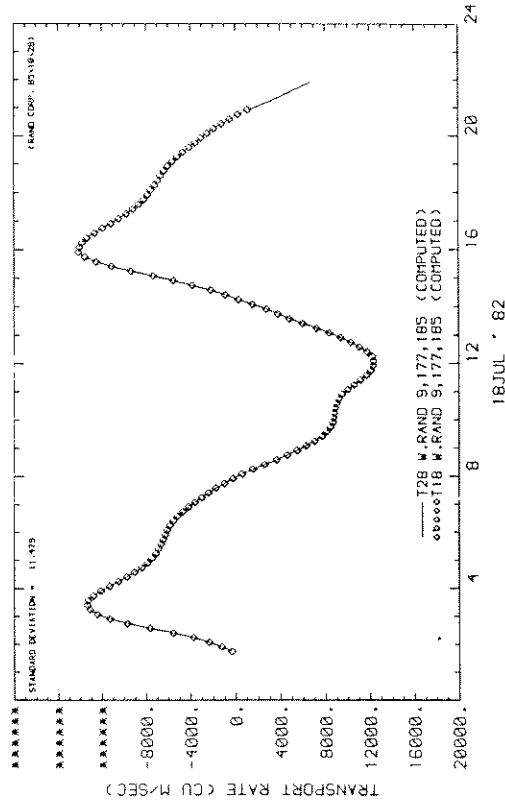
FIG. 66



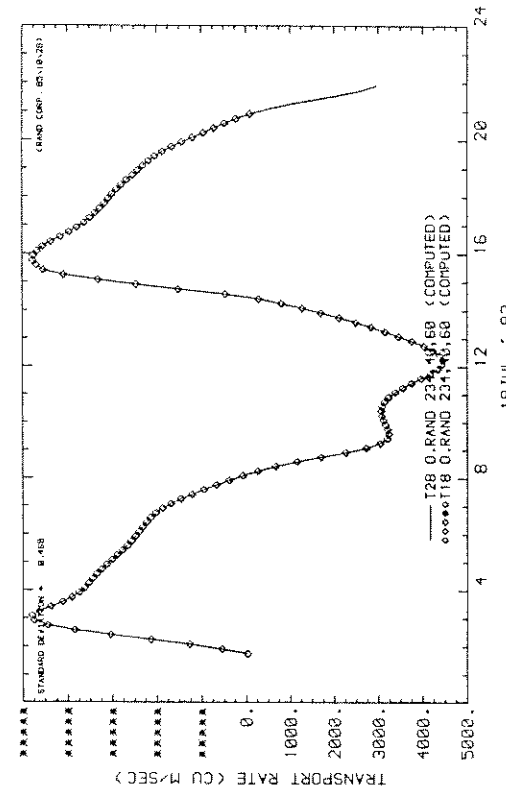
WATER LEVEL AT STATION
WATER LEVEL AT STATION



WATER LEVEL AT STATION
WATER LEVEL AT STATION



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION

DEBIET EN WATERSTANDEN RANDEN

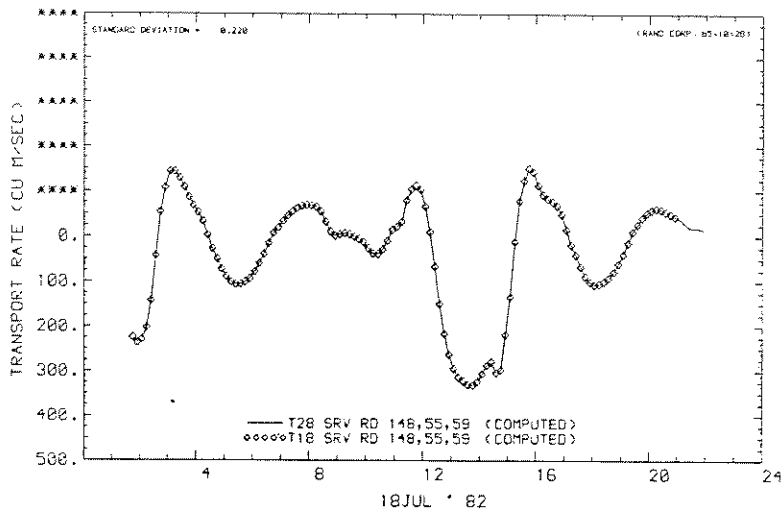
T28

BOUWFASE 8

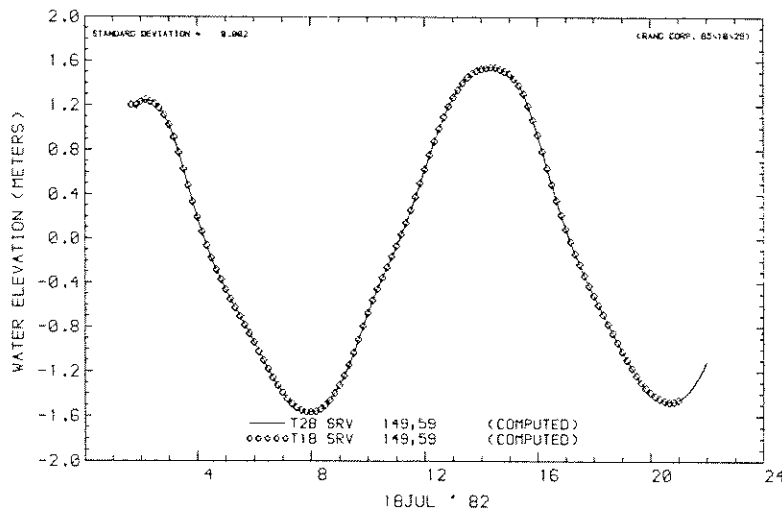
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

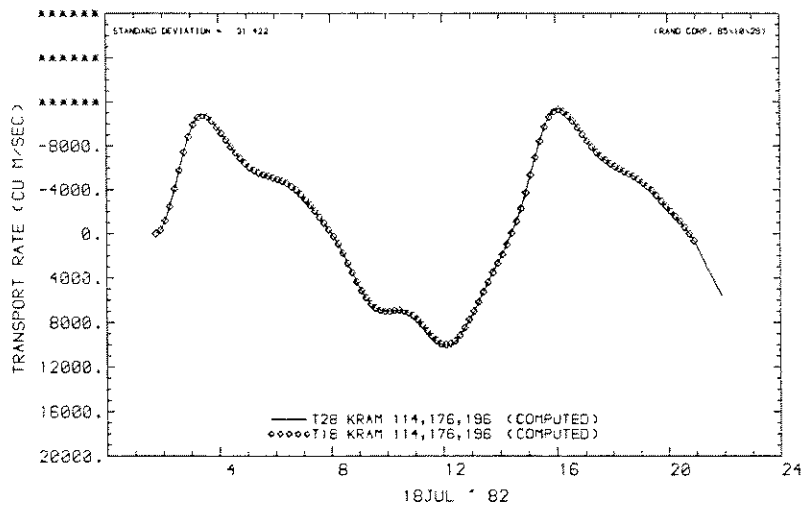
FIG. 67



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
 MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION



WATER LEVEL AT STATION
 WATER LEVEL AT STATION



MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION
 MASS TRANSPORT RATE AT U CROSS-SECTION

DEBIET EN WATERSTAND SRV EN KRAMMER

T28

BOUWFASE 8

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2273

FIG. 68

p.o. box 177

2600 mh delft

the netherlands