

DOK

# waterloopkundig laboratorium delft hydraulics laboratory

---

stormvloedkering Oosterschelde

twee-dimensionale detailmodellen van de monding  
van de Oosterschelde

berekening stroombeeld in Schaar en Hammen met  
betrekking tot scheve bouwfasen

notitie berekeningen

---

R 2073

augustus 1984

INHOUD

	blz.
1. <u>Inleiding</u> .....	1
2. <u>Opzet van de berekeningen</u> .....	2
3. <u>Resultaten van de berekeningen</u> .....	3
4. <u>Interpretatie van de resultaten</u> .....	5

## TABELLEN

- 1 Overzicht resultaten berekeningen MOOS-NOORD
- 2 Overzicht resultaten berekeningen OOSTIII; invloed profiel kortsluitgeul

## FIGUREN

- 1 Overzicht dieptelijnen; MOOS-NOORD model
- 2 Overzicht meetpunten; MOOS-NOORD model

### berekening C04/N13; uitgangssituatie

- 3 Waterstanden
- 4 Debieten
- 5 Stroomsnelheden en vervallen
- 6 Stroombeeld maximum eb
- 7 Stroombeeld maximum vloed

### berekening C17/N12; Schaar dicht

- 8 Waterstanden
- 9 Debieten
- 10 Stroomsnelheden en vervallen
- 11 Stroombeeld maximum eb
- 12 Stroombeeld maximum vloed

### berekening C06/N14; Hammen dicht

- 13 Waterstanden
  - 14 Debieten
  - 15 Stroomsnelheden en vervallen
  - 16 Stroombeeld maximum eb
  - 17 Stroombeeld maximum vloed
- 
- 18 Invloed profiel kortsluitgeul; C04
  - 19 Invloed profiel kortsluitgeul; C17
  - 20 Invloed profiel kortsluitgeul; C06

## STORMVLOEDKERING OOSTERSCHELDE

### Twee-dimensionale detailmodellen van de monding van de Oosterschelde; berekening stroombeeld in Schaar en Hammen met betrekking tot scheve bouwfasen

#### 1. Inleiding

In opdracht van de Hoofdafdeling Waterloopkunde van de Deltadienst van Rijkswaterstaat is het stroombeeld in de omgeving van de noordelijke sluitgaten berekend met behulp van WAQUA-modellen.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor een drietal situaties, namelijk de uitgangssituatie (sluitgaten zonder bouwfase) en twee zogenaamde scheve bouwfasen (groot verschil in vernauwing van de verschillende sluitgaten). De bouwfasen betreffen situaties, waarbij alle dorpels zijn geplaatst en respectievelijk de sluitgaten Schaar en Hammen zijn gesloten.

Het doel van de berekeningen is het verkrijgen van informatie met betrekking tot snelheden ter plaatse van de platengebieden tussen Schaar en Hammen (met name in de kortsluitgeul ten oosten van het werkeiland Roggenplaat). De gegevens dienen onder andere voor het uitvoeren van onderzoek naar morfologische veranderingen van de platengebieden. Aan de hand hiervan kan worden bepaald, welke bouwfasen (volgens de huidige planning) problemen gaan geven met betrekking tot de uitschuring van de platengebieden. Een en ander kan aanleiding zijn tot het bijstellen van de uitvoeringsplanning.

De berekeningen van het stroombeeld vinden plaats in een tweetal WAQUA modellen, namelijk achtereenvolgens de modellen OOSTIII (maaswijdte 400 m) en MOOS-NOORD (maaswijdte 90 m). De berekeningen in OOSTIII zijn verricht door de afdeling WTV van de Deltadienst van Rijkswaterstaat. De overige berekeningen zijn door het Waterloopkundig Laboratorium verzorgd.

De berekeningen zijn uitgevoerd onder leiding van ing. G. Hartsuiker, die tevens dit verslag heeft samengesteld.

## 2. Opzet van de berekeningen

De berekeningen zijn uitgevoerd voor een drietal situaties. De codering van de berekeningen is respectievelijk OOSTIII en MOOS-NOORD en de omschrijving van de drie situaties is als volgt:

C04/N13 = uitgangssituatie; in de drie sluitgaten is geen vernauwing aanwezig

C17/N12 = situatie met alle dorpels geplaatst en sluitgat Schaar volledig gesloten

C06/N14 = situatie met alle dorpels geplaatst en sluitgat Hammen volledig gesloten.

De afvoereigenschappen van de poortjes van de stormvloedkering zijn bepaald met behulp van het rekenmodel R 1495.

De berekeningen voor de genoemde situaties zijn achtereenvolgens uitgevoerd in de volgende modellen:

OOSTIII = overzichtsmodel gehele Oosterschelde, maaswijdte 400 m, randvoorwaarden uit prototypemetingen

MOOS-NOORD = overzichtsmodel noordelijk deel mond Oosterschelde, maaswijdte 90 m, randvoorwaarden uit OOSTIII.

De randvoorwaarden voor het OOSTIII model zijn afgeleid uit meetreeksen van het gemiddeld getij van 18 juli 1982.

Er moet op worden gewezen dat er bij het uitvoeren van de berekeningen problemen zijn geweest met de randvoorwaarden voor MOOS-NOORD. De problemen zijn onder andere veroorzaakt door verschillen in de bodemligging ter plaatse van de kortsluitgeul door Roggenplaat-oost (in OOSTIII was er aanvankelijk een ruimer dwarsprofiel aanwezig dan in MOOS-NOORD). Na aanpassing van de bodemligging waren de problemen vrijwel opgelost.

Een en ander betekent dat er aan de hand van de OOSTIII berekeningen nu reeds een beeld kan worden verkregen van de invloed van een "uitgeschuurde" kortsluitgeul. In deze notitie worden daarom ook enige resultaten gepresenteerd met betrekking tot de invloed van de bodemligging.

### 3. Resultaten van de berekeningen

De presentatie is zodanig dat eerst de resultaten van C04/N13 worden gegeven (figuren 3...7) en aansluitend de resultaten van C17/N12 (figuren 8...12) en C06/N14 (figuren 13...17). In deze figuren worden in hoofdzaak resultaten gepresenteerd van de berekeningen in MOOS-NOORD. Tenslotte worden een aantal resultaten gepresenteerd van berekeningen in OOSTIII, waaruit de invloed van het profiel van de kortsluitgeul is af te leiden.

Er moet op worden gewezen dat de gepresenteerde resultaten een beperkt deel zijn van de beschikbare gegevens. De presentatie is zodanig dat een beeld kan worden verkregen van de stroomomstandigheden. Indien aanvullende gegevens nodig zijn kunnen die ten allen tijde worden verstrekt.

#### C04/N13; uitgangssituatie

In figuur 3 worden voor OOSTIII en MOOS-NOORD waterstanden gegeven van de stations B.S.II en B.H.I (N.B. voor MOOS-NOORD zijn punten gegeven, welke enigszins oostelijker zijn gelegen). In OOSTIII valt station B.H.I. rond laagwater droog.

Figuur 4 geeft ook voor OOSTIII en MOOS-NOORD de debieten door Schaar en Hammen (in MOOS-NOORD respectievelijk sectie 30 en sectie 40). Het blijkt dat er tijdens eb verschillen bestaan, namelijk in OOSTIII gaat meer debiet door Schaar en in gelijke mate minder door de Hammen (zie interpretatie).

In figuur 5 worden stroomsnelheden in en vervallen over de kortsluitgeul gegeven. De stroomsnelheden zijn voor een punt aan het zuidelijke einde van de geul (75,26) en een punt aan het noordelijke einde van de geul (70,31). Voor de vervallen zijn zowel de resultaten van OOSTIII als MOOS-NOORD gegeven. Als gevolg van het droogvallen van station B.H.I. wordt voor OOSTIII geen verval rond laagwater gegeven. Het blijkt dat er ook bij de vervallen verschillen bestaan (zie interpretatie).

De figuren 6 en 7 geven voor de omgeving van het werkeiland Roggenplaat het stroombeeld omstreeks maximum eb en maximum vloed in de kortsluitgeul.

#### C17/N12; Schaar dicht

In de figuren 8...12 worden in dezelfde volgorde als de figuren 3...7 de resultaten gegeven met betrekking tot waterstanden, debieten, stroomsnelheden, vervallen en stroombeelden.

Uit de figuren blijkt dat ook bij deze berekeningen verschillen bestaan tussen OOSTIII en MOOS-NOORD. Bij de waterstanden is met name het station B.S.II (bekkenzijde Schaar) in fase verschoven, namelijk MOOS-NOORD later dan OOSTIII. De sluitgatdebieten zijn volkomen gelijk, maar het verval over de kortsluitgeul tijdens vloed vertoont verschillen (MOOS-NOORD groter dan OOSTIII).

C06/N14; Hammen dicht

In de figuren 13...17 worden in dezelfde volgorde als de figuren 3...7 de resultaten gegeven met betrekking tot waterstanden, debieten, stroomsnelheden, vervallen en stroombeelden.

Uit de figuren blijkt dat er bij de waterstanden faseverschillen bestaan, met name tijdens eb (MOOS-NOORD later dan OOSTIII). De sluitgatdebieten zijn vrijwel gelijk, terwijl de vervallen over de kortsluitgeul in MOOS-NOORD gemiddeld enigszins kliner zijn dan in OOSTIII.

In de figuren 18, 19 en 20 worden resultaten gepresenteerd van berekeningen in OOSTIII met betrekking tot debieten door en vervallen over de kortsluitgeul. Hierbij is de codering van de berekeningen als volgt:

C04 = uitgangssituatie

C17 = Schaar dicht            }     profiel kortsluitgeul beneden N.A.P. ca 2800 m<sup>2</sup>

C06 = Hammen dicht

O04 = uitgangssituatie

O17 = Schaar dicht            }     profiel kortsluitgeul beneden N.A.P. ca 4000 m<sup>2</sup>

O06 = Hammen dicht

Uit de figuren blijkt dat bij een ruimer profiel de debieten door de geul groter zijn en tevens dat de vervallen over de geul over het algemeen kleiner zijn (zie interpretatie).



#### 4. Interpretatie van de resultaten

In tabel 1 wordt voor de 3 situaties een overzicht gegeven van de berekeningen in MOOS-NOORD. Gepresenteerd zijn achtereenvolgens de maximum waarden van het debiet door de Schaar, het debiet door de Hammen, het verval over de kortsluitgeul en de snelheid in twee punten van de kortsluitgeul (respektievelijk zuidkant en noordkant).

Gelet op de toename van het verval en de stroomsnelheden blijkt, dat de situatie "Schaar dicht" duidelijk ongunstiger is dan de situatie "Hammen dicht". De maximale toename van de snelheden bedraagt bij "Schaar dicht" tijdens vloed 95% en tijdens eb 37%; voor de situatie "Hammen dicht" is de toename respektievelijk 32% en 14% (alles ten opzichte van de uitgangssituatie).

Tabel 2 geeft voor de 3 situaties een overzicht van de berekeningen in OOSTIII, waaruit de invloed van het profiel van de kortsluitgeul is af te leiden. Gegeven zijn voor een geulprofiel van respektievelijk 2800 m<sup>2</sup> en 4000 m<sup>2</sup> de debieten door en het verval over de kortsluitgeul.

Hieruit blijkt dat bij een ruimer profiel (bij waterstand op N.A.P. ca 40%) de debieten gemiddeld 15 à 25% (eb) of 20 à 55% (vloed) groter zijn, terwijl het verval gemiddeld 10 à 20% afneemt. Indien de afname van het verval als maatgevend wordt verondersteld voor de optredende snelheden, dan is hieruit af te leiden dat bij het ruime profiel de gemiddelde stroomsnelheid 5 à 10% lager zal zijn. Lokaal kunnen de verschillen anders zijn, de maaswijdte van het model (400 m) is echter relatief te groot om uit de modelresultaten konklusies hierover te trekken.

Tenslotte nog enige opmerkingen met betrekking tot de in hoofdstuk 3 gesignaleerde verschillen tussen MOOS-NOORD en OOSTIII.

Bij het uitvoeren van de berekeningen zijn uiteraard alle van belang zijnde parameters op dezelfde waarde "ingesteld". Toch kunnen er met name op het punt van de bodemligging verschillen bestaan. In OOSTIII wordt namelijk de bodemligging van een gebied van 400 x 400 m<sup>2</sup> door 1 dieptewaarde weergegeven, terwijl voor hetzelfde gebied in MOOS-NOORD ca 20 dieptewaarden kunnen worden ingevoerd. Dit betekent dat voor relatief kleine gebieden, waarin grote dieptever verschillen bestaan, de schematisatie voor OOSTIII een uiterst moeilijke zaak is. Het gebied in de omgeving van het werkeiland Roggenplaat is een dergelijk gebied en alhoewel de schematisatie met grote zorgvuldigheid is uitgevoerd, kunnen hier toch verschillen in bodemligging bestaan.

De berekeningen in MOOS-NOORD worden uitgevoerd met behulp van randvoorwaarden uit OOSTIII. Hierdoor worden voor het grootste deel van de rand de snelheden (debieten) vastgelegd, slechts een klein deel van de rand wordt door waterstanden gestuurd. Blijkbaar is het vastleggen van het debiet op de rand (afstand tot de sluitgaten is 4 à 5 km) geen 100% garantie voor het verkrijgen van identieke debieten en waterstanden in de directe omgeving van de sluitgaten in zowel MOOS-NOORD als OOSTIII. Door de mogelijke verschillen in bodemligging kunnen intern in het MOOS-NOORD model een enigzins andere debietverdeling en een afwijkend waterstandsverloop ontstaan.

Gezien de nauwkeurigheid van de diepteschematisatie moet aan de uitkomsten van de berekeningen in MOOS-NOORD voor wat betreft het stroombeeld in de omgeving van de sluitgaten meer waarde worden toegekend dan de berekeningen in OOSTIII.

omschrijving	uitgangssituatie		Schaar gesloten		Hammen gesloten	
	vloed	eb	vloed	eb	vloed	eb
debiet Schaar	17.700	20.500	-	-	15.400	13.800
debiet Hammen	18.900	16.600	14.600	13.100	-	-
verval kortsluitgeul	0,05	0,04	0,26	0,20	0,13	0,13
snelheid punt 75,26	0,82	1,05	1,60	1,44	1,08	1,20
snelheid punt 70,31	0,85	1,10	0,98	1,48	0,68	0,78

Tabel 1 Overzicht resultaten berekeningen MOOS-NOORD

N.B. - vloed = maximum uit periode 7.00-13.00 uur

- eb = maximum uit periode 13.00-19.00 uur

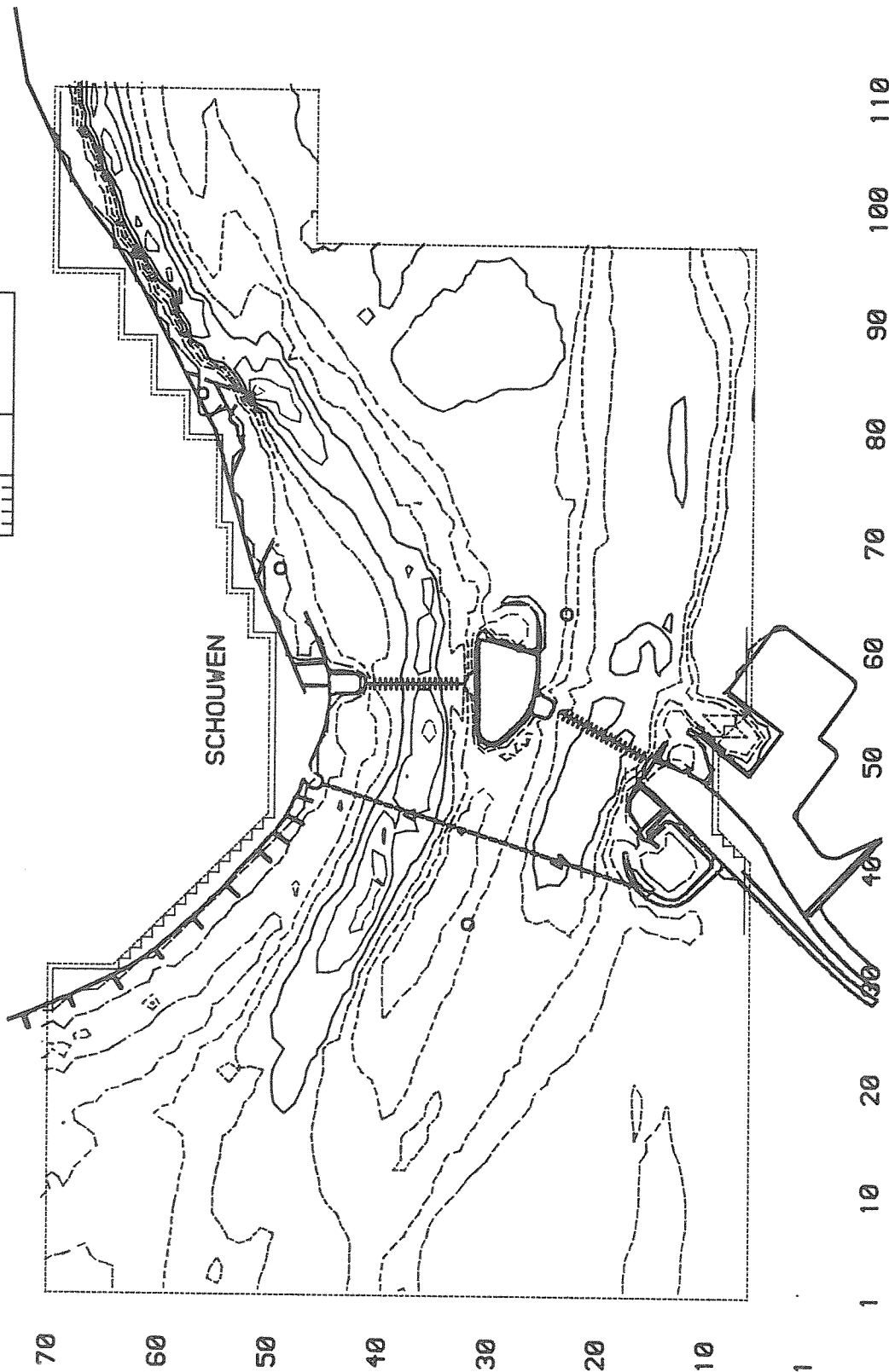
omschrijving	uitgangssituatie		Schaar gesloten		Hammen gesloten	
	vloed	eb	vloed	eb	vloed	eb
<u>debiet kortsluitgeul</u>						
F-geul = 2800 m <sup>2</sup>	3080	2330	3080	4000	1830	4000
F-geul = 4000 m <sup>2</sup>	3710	2750	4170	4920	2830	4670
<u>verval kortsluitgeul</u>						
F-geul = 2800 m <sup>2</sup>	-	-	0,17	0,20	0,18	0,16
F-geul = 4000 m <sup>2</sup>	-	-	0,14	0,16	0,16	0,14

Tabel 2 Overzicht resultaten berekeningen OOSTIII; invloed profiel kortsluitgeul

MOOS-NOORD

DEPTH ISOLINES=

- 150000E 2
- 350000E 2
- 250000E 2
- 150000E 2
- 50000E 1
- 40000E 2
- 30000E 2
- 20000E 2
- 10000E 2
- 5000E -2



OVERZICHT DIEPTELIJNEN

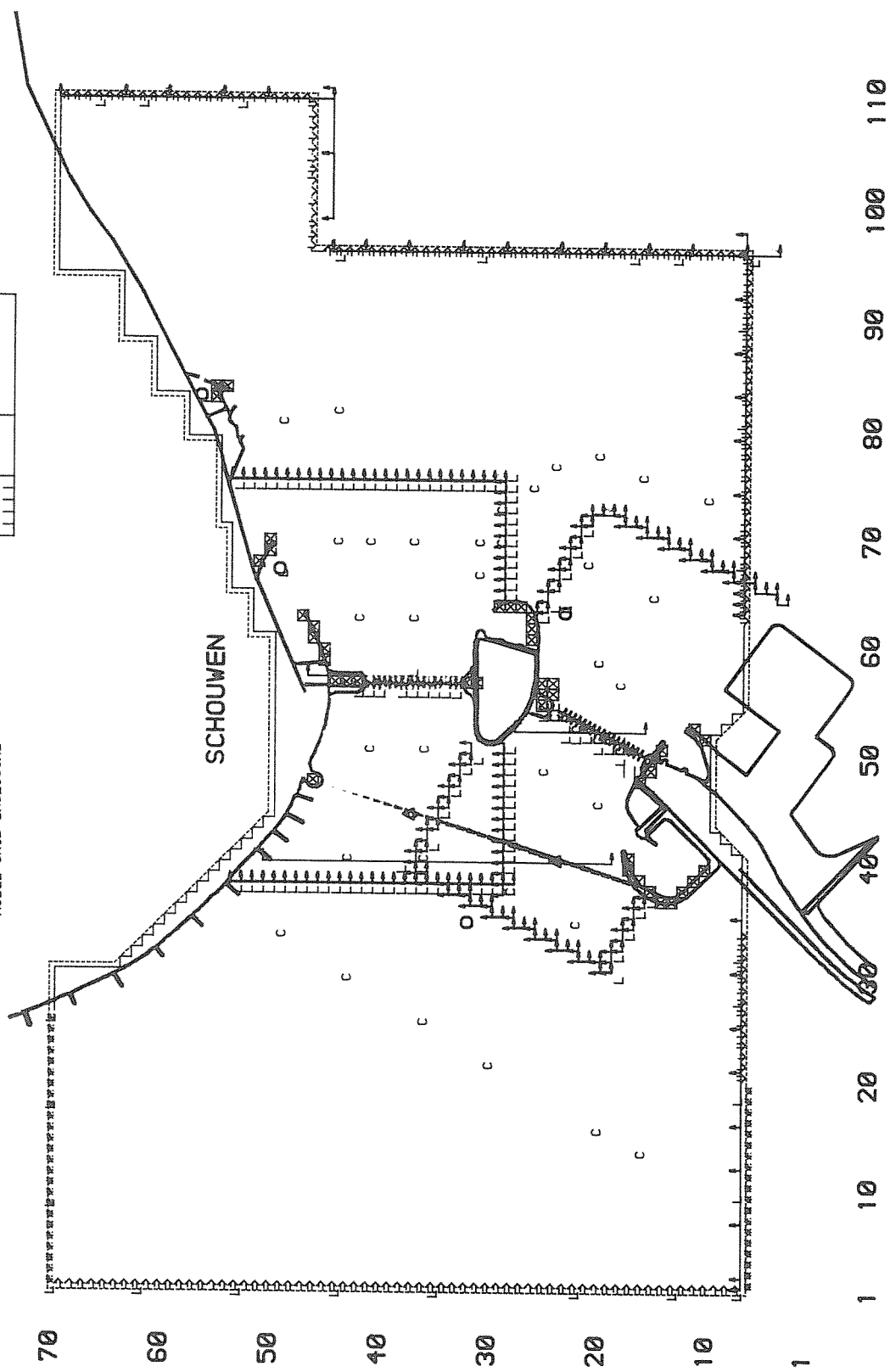
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2073

FIG. 1

MOOS-NOORD

- L WATER LEVEL STATIONS ( 279
- C CURRENT STATIONS ( 57
- U TRANSPORT CROSS-SECTIONS ( 12 )
- V PERMANENTLY DRY POINTS ( 52
- ▣ LEVEL OPENINGS
- VELOCITY OPENINGS
- MODEL GRID BOUNDARY
- MODEL GRID ENCLOSURE



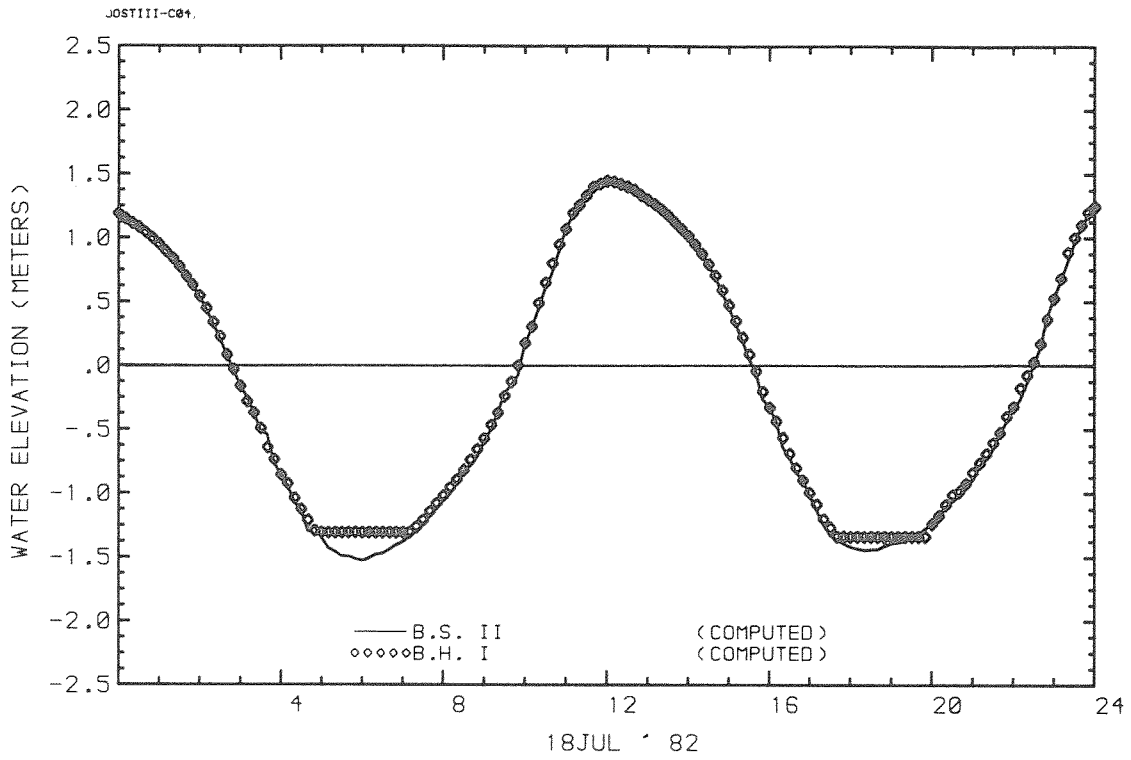
OVERZICHT MEETPUNTEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

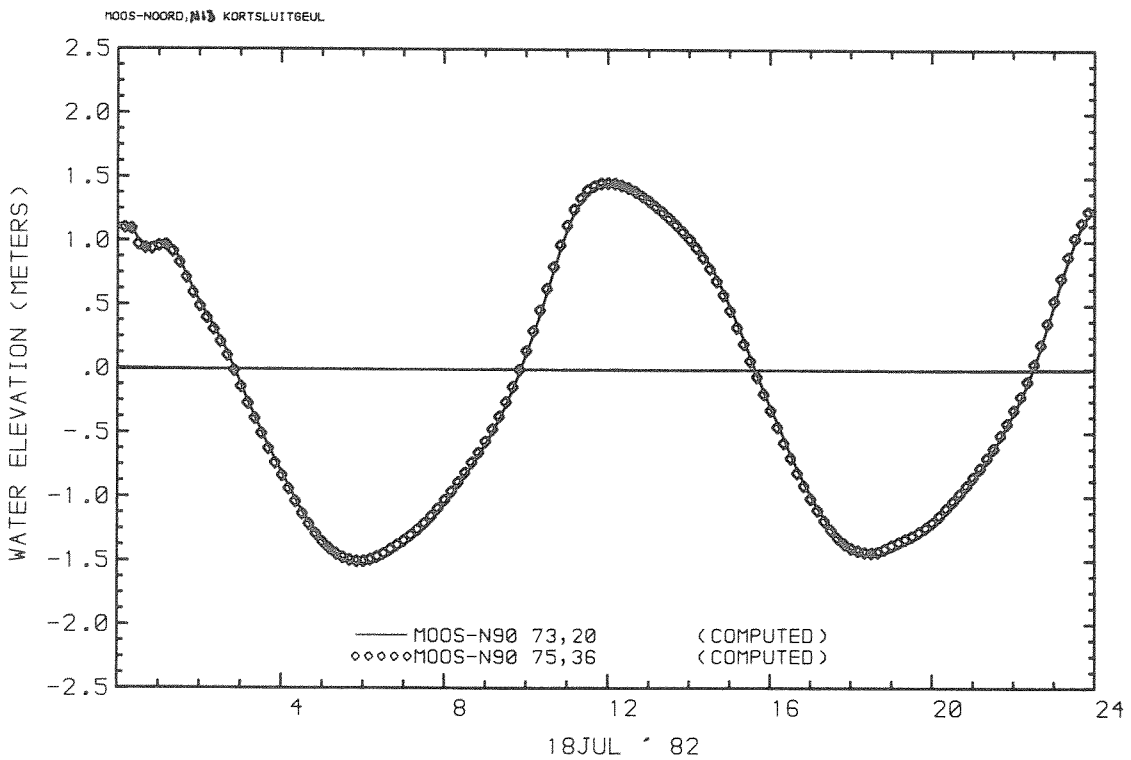
R 2073

FIG. 2

# OOST III



# MOOSN



WATERSTANDEN

18 JULI 82

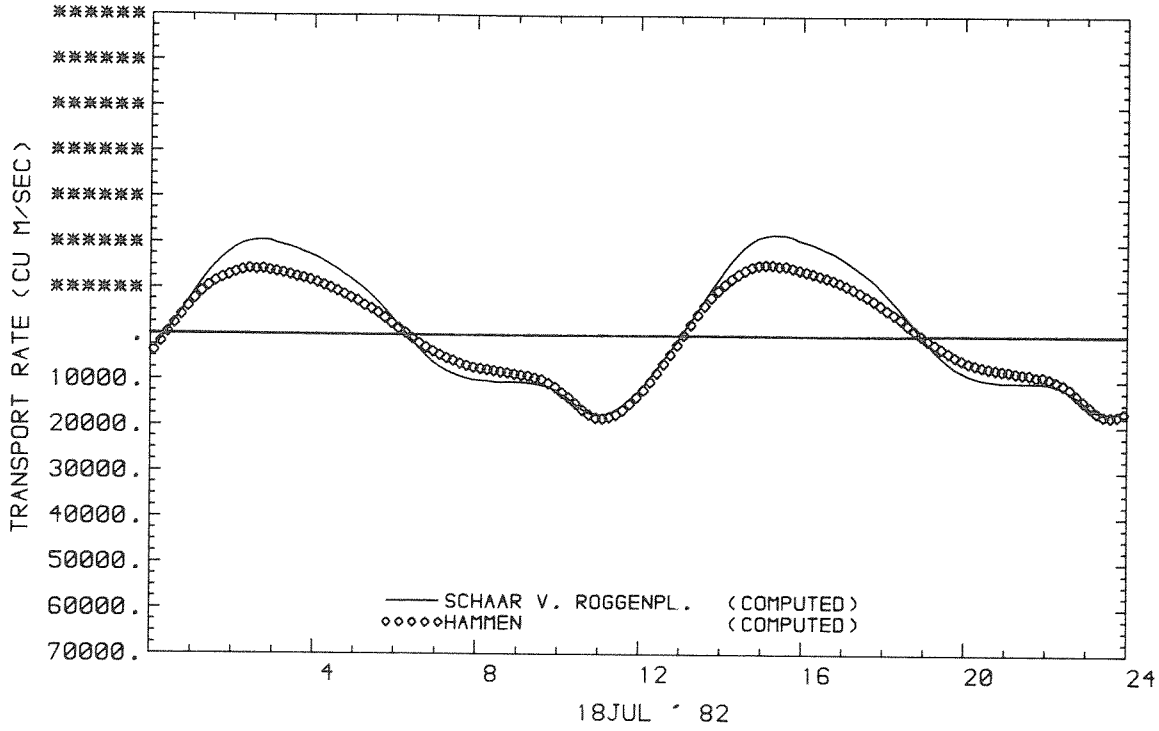
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2073

FIG. 3

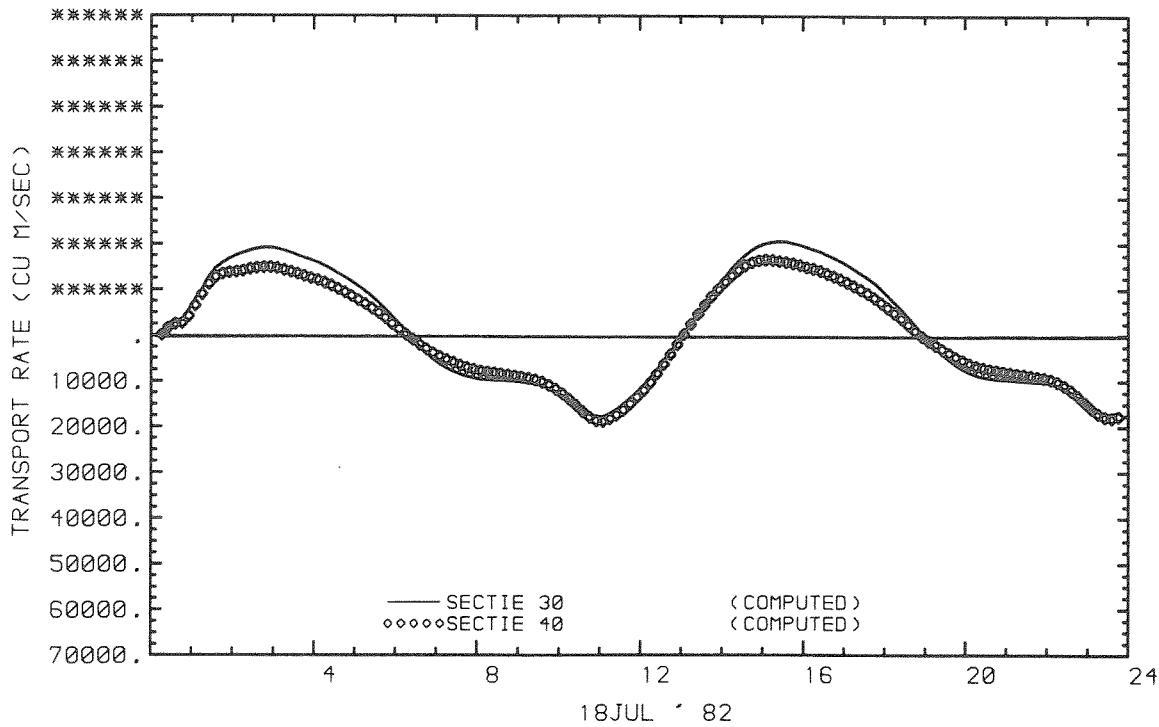
# OOST III

JOOSTIII-C04



# MOOSN

1005-NOORD, N85, KORTSLUITGEUL



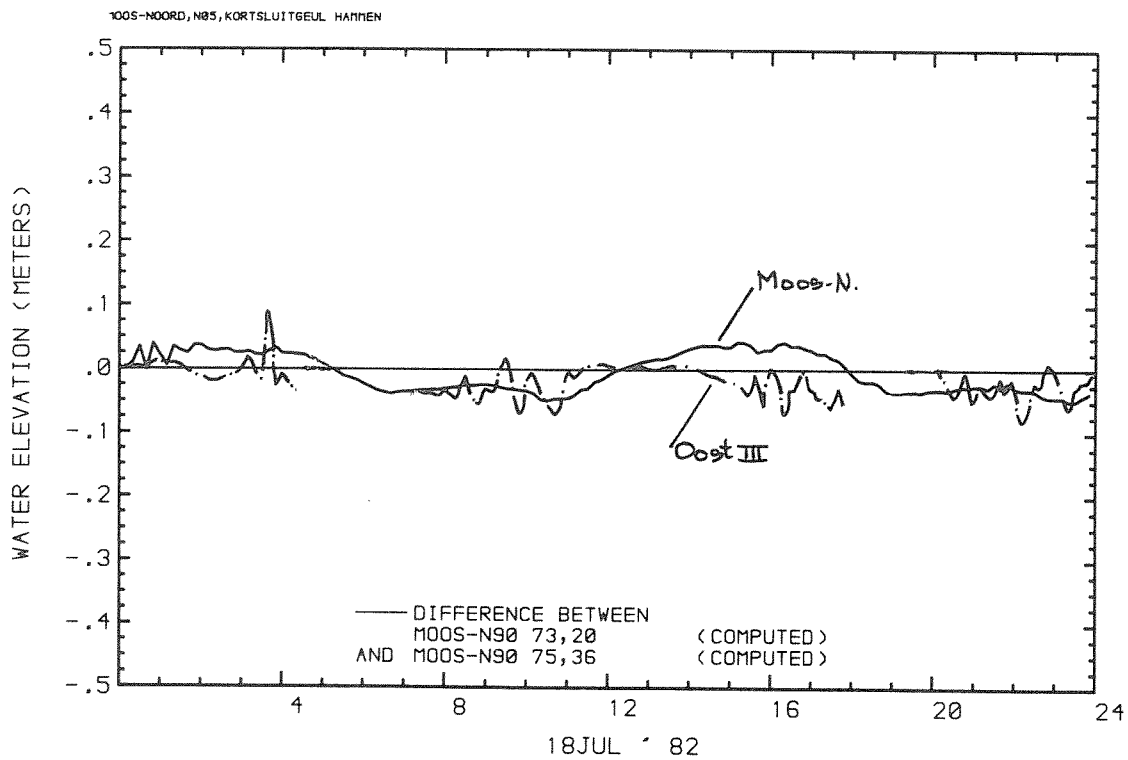
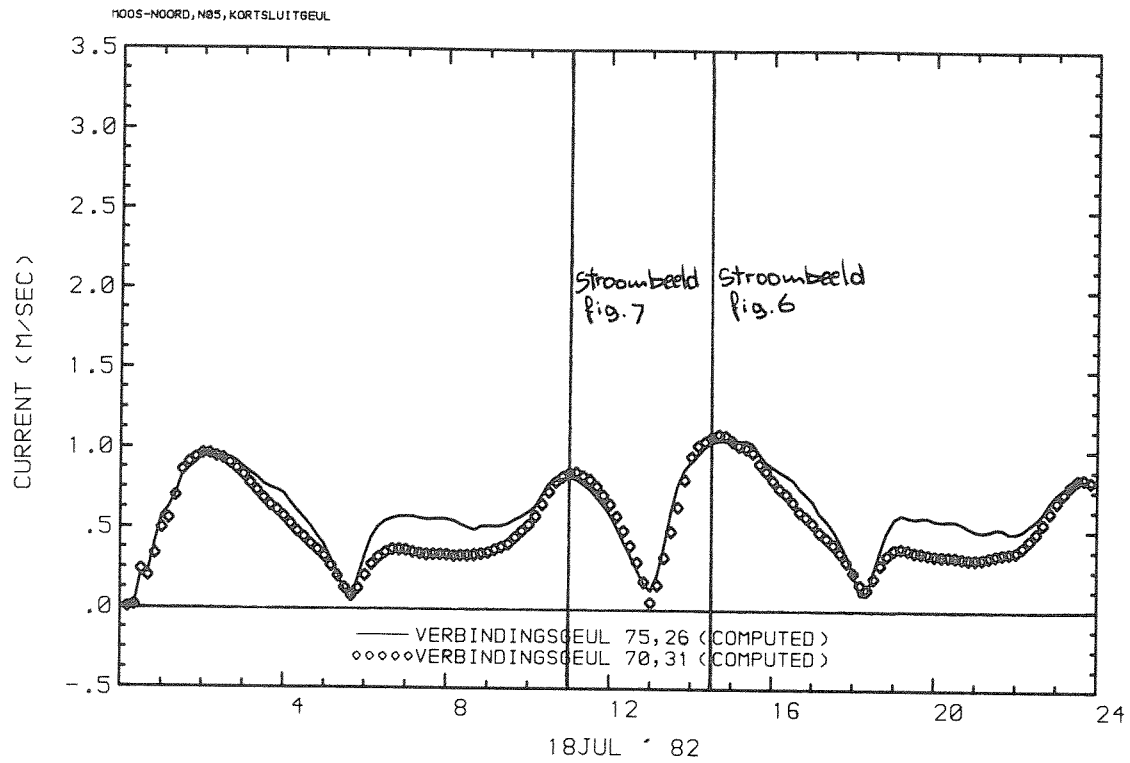
DEBIETEN

18 JULI 82

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2073

FIG. 4



STROOMSNELHEDEN EN VERVALLEN

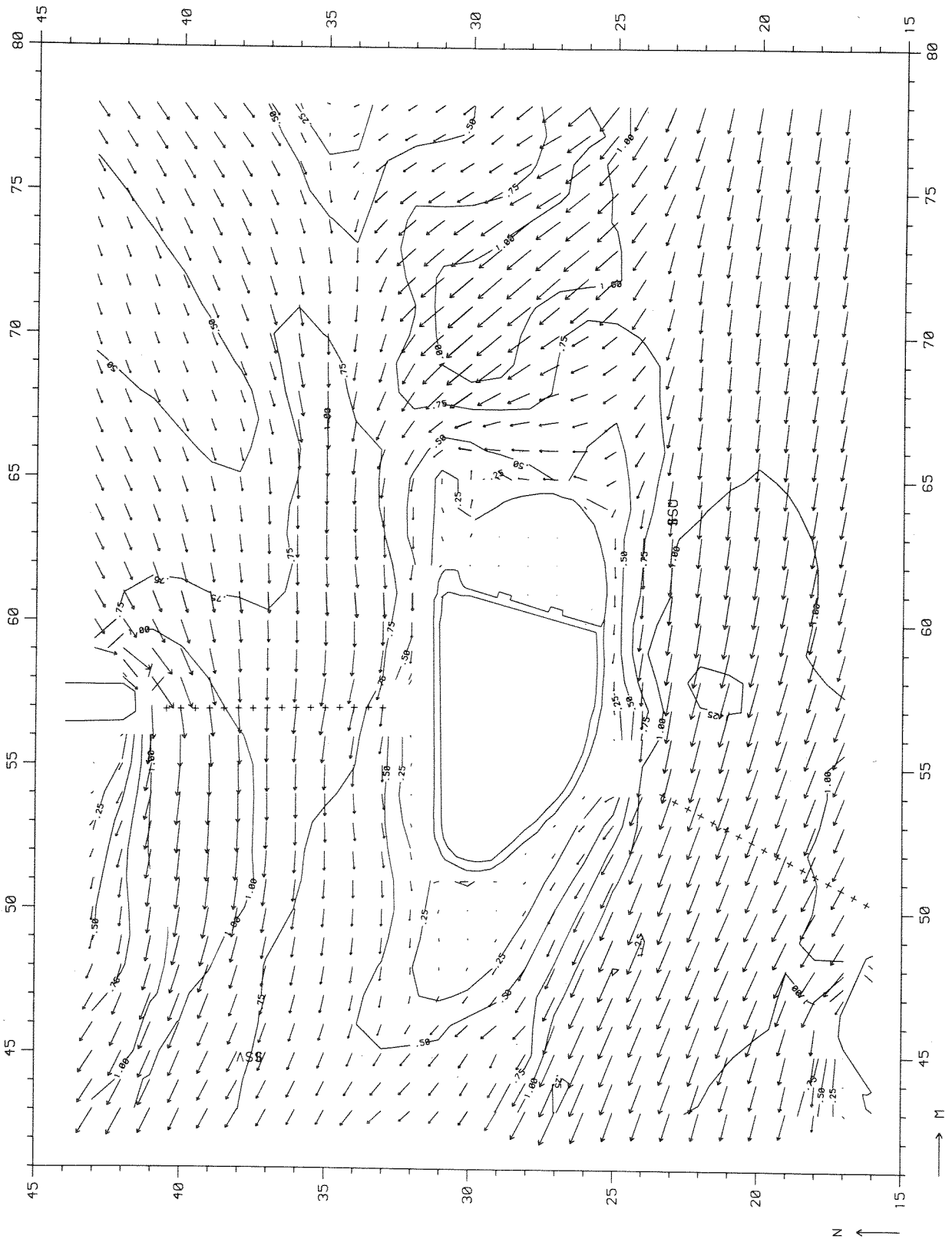
18 JULI 82

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2073

FIG. 5





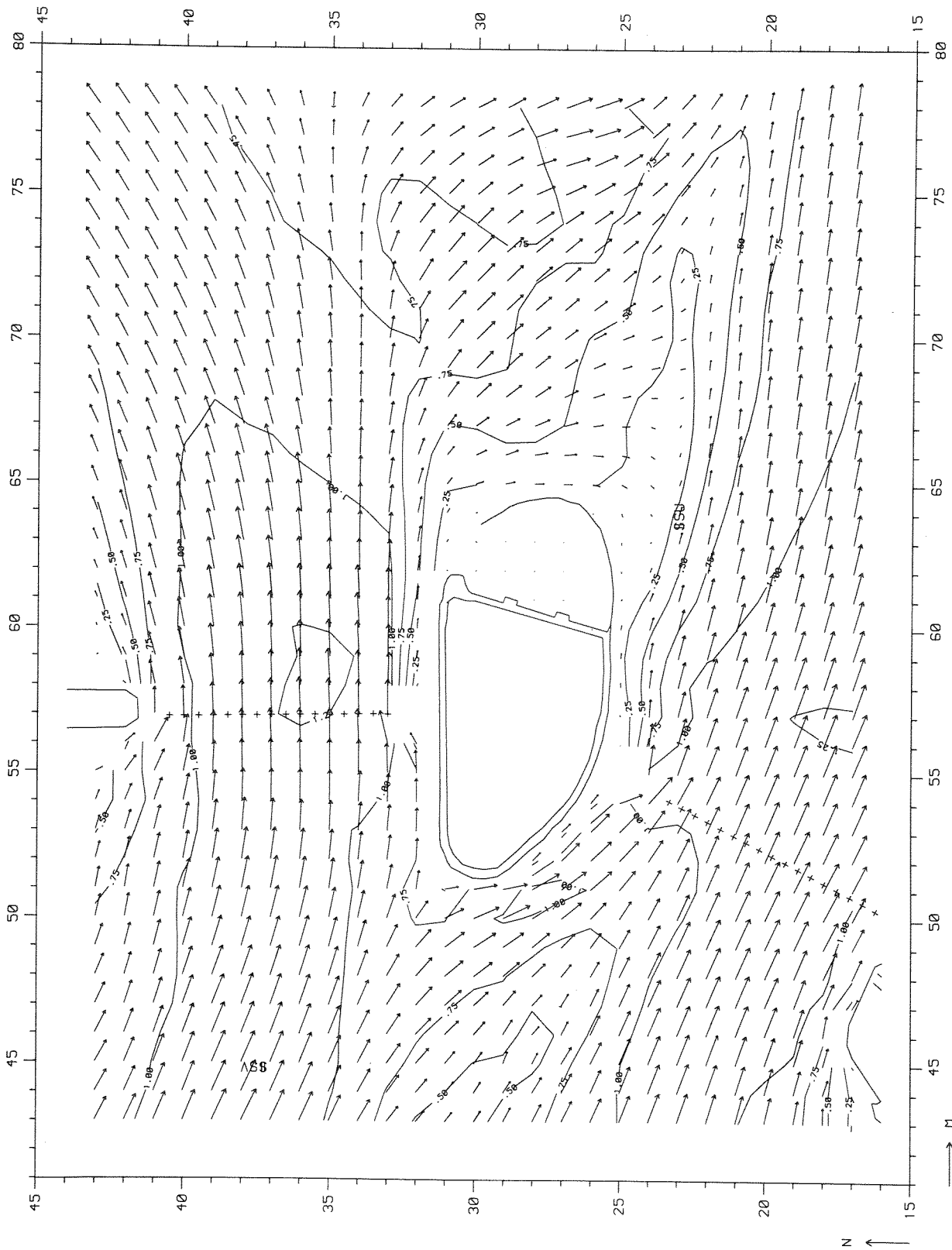
STROOMBEELD MAX EB

18 JULI 82

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2073

FIG. 6



STROOMBEELD MAX VLOED

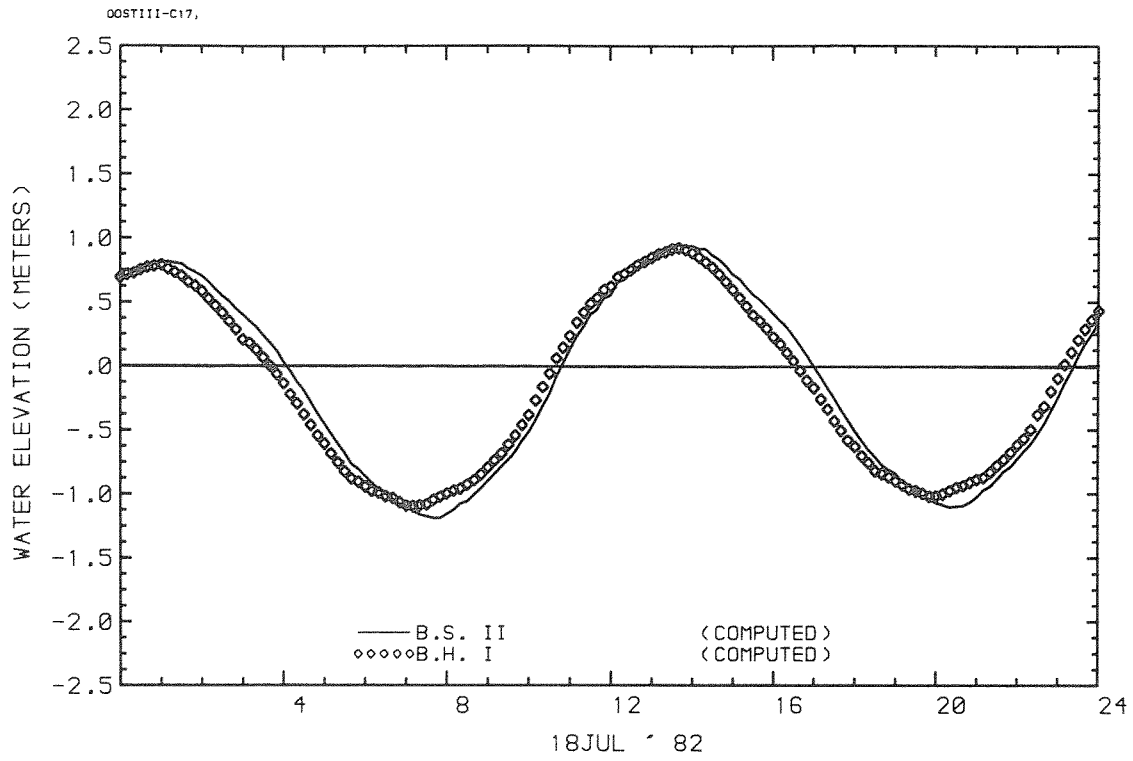
18 JULI 82

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

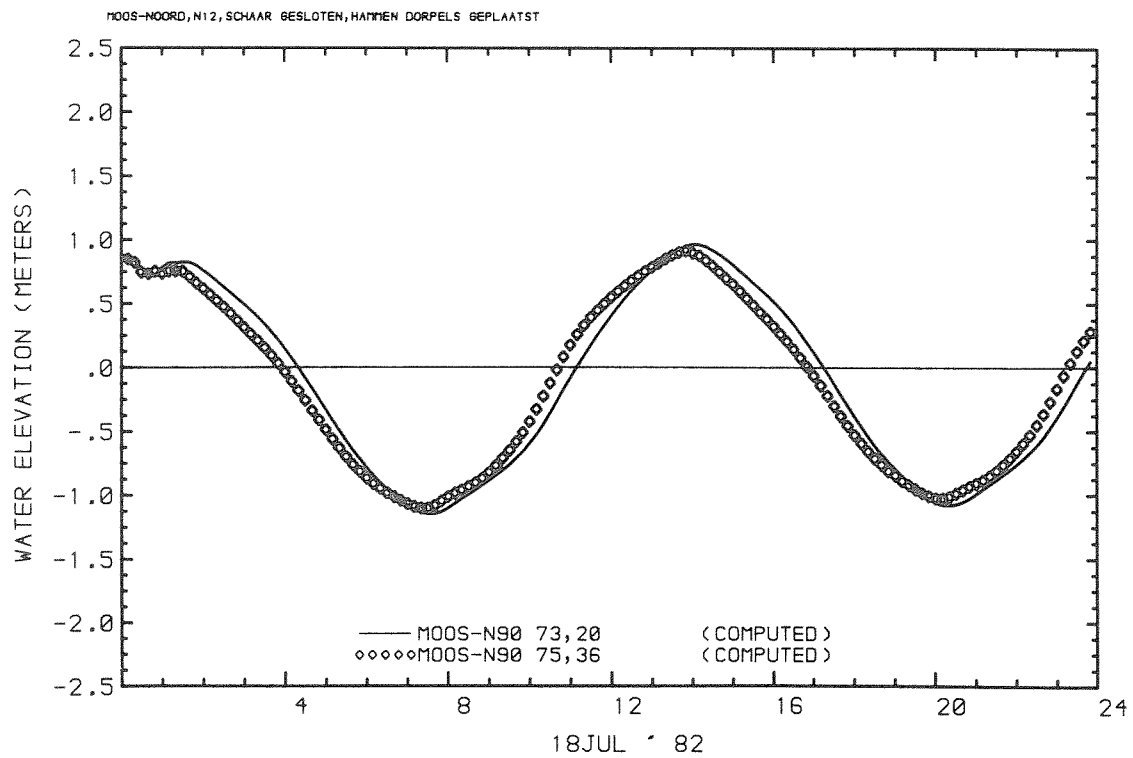
R 2073

FIG. 7

# OOST III



# MOOSN



WATERSTANDEN

18 JULI 82

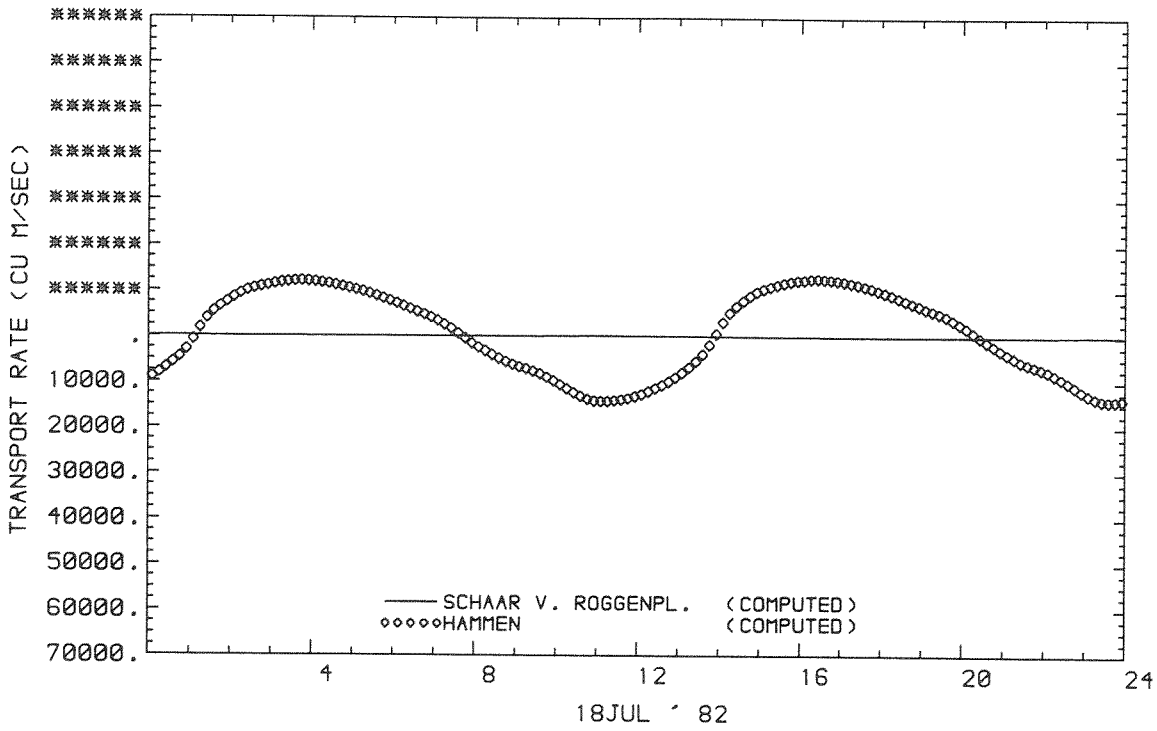
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2073

FIG. 8

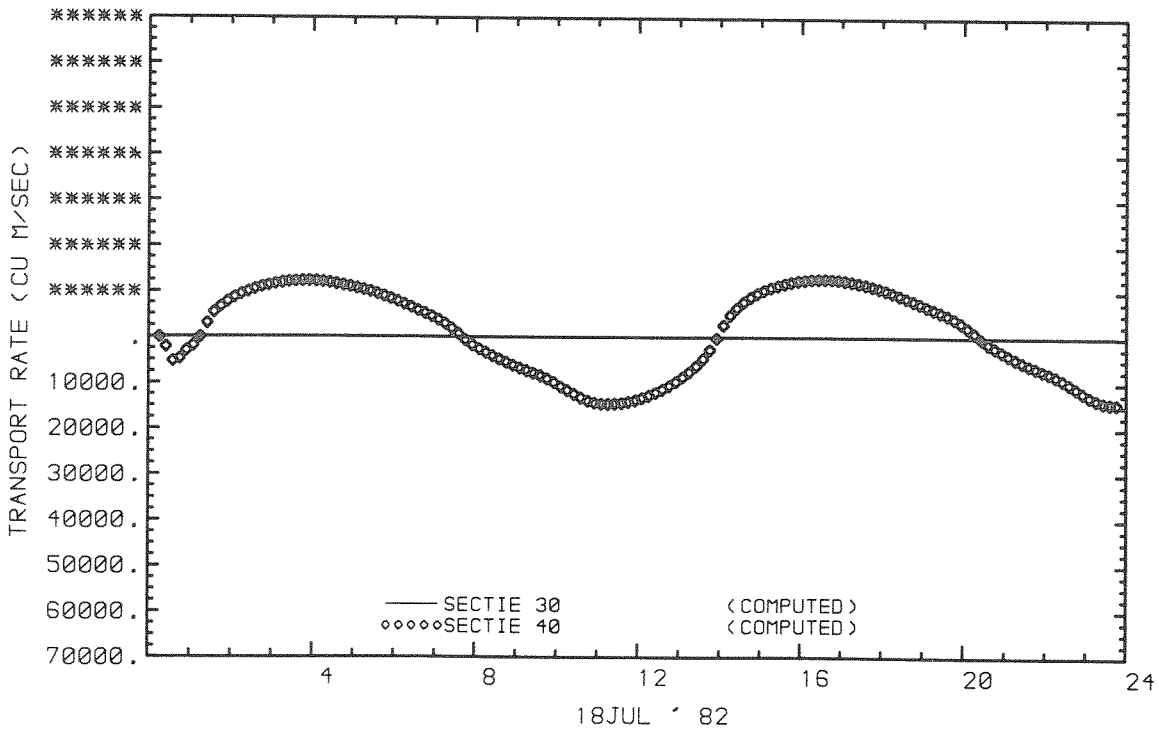
# OOST III

JOSTIII-C17



# MOOSN

'005-NOORD, N12, SCHAAR BESLOTEN, HAMMEN DORPELS GEPLAATST



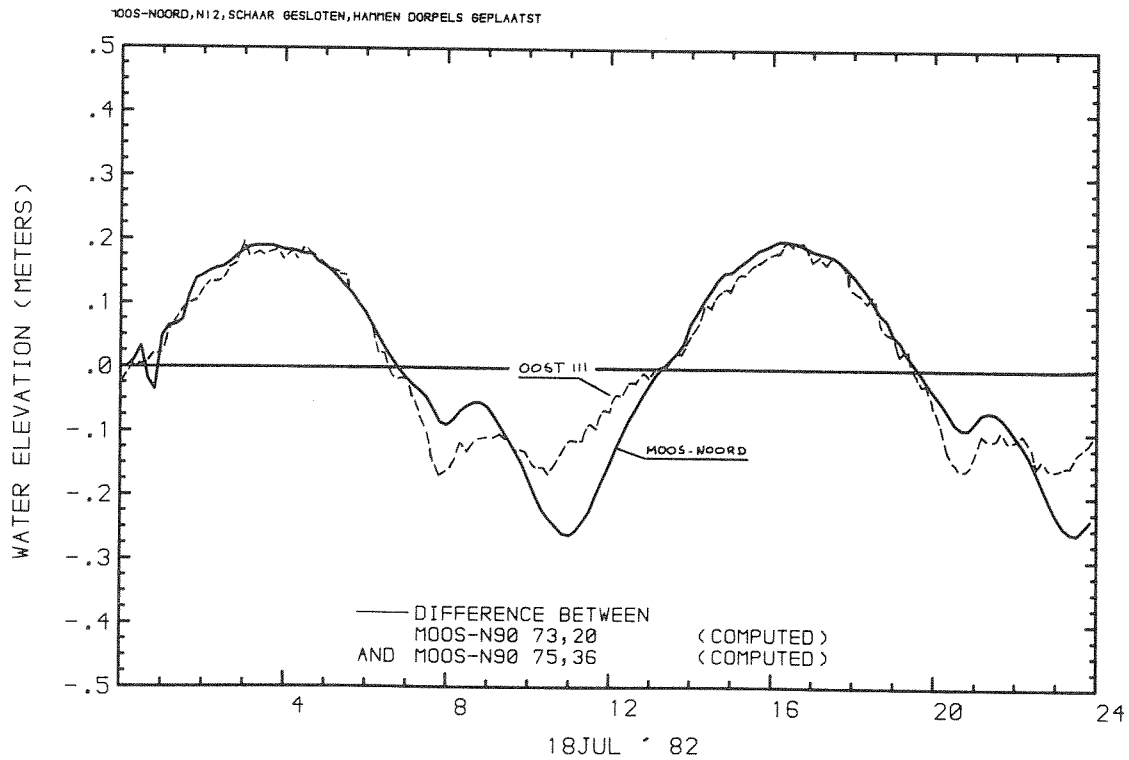
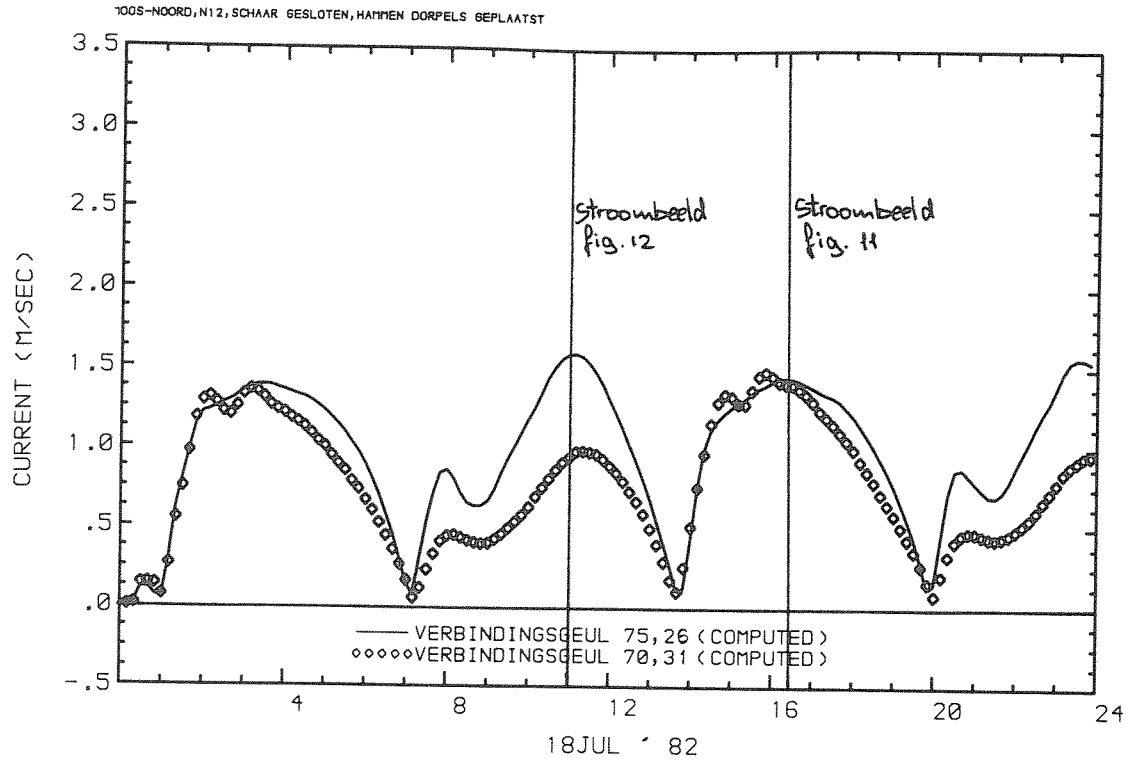
DEBIETEN

18 JULI 82

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2073

FIG. 9



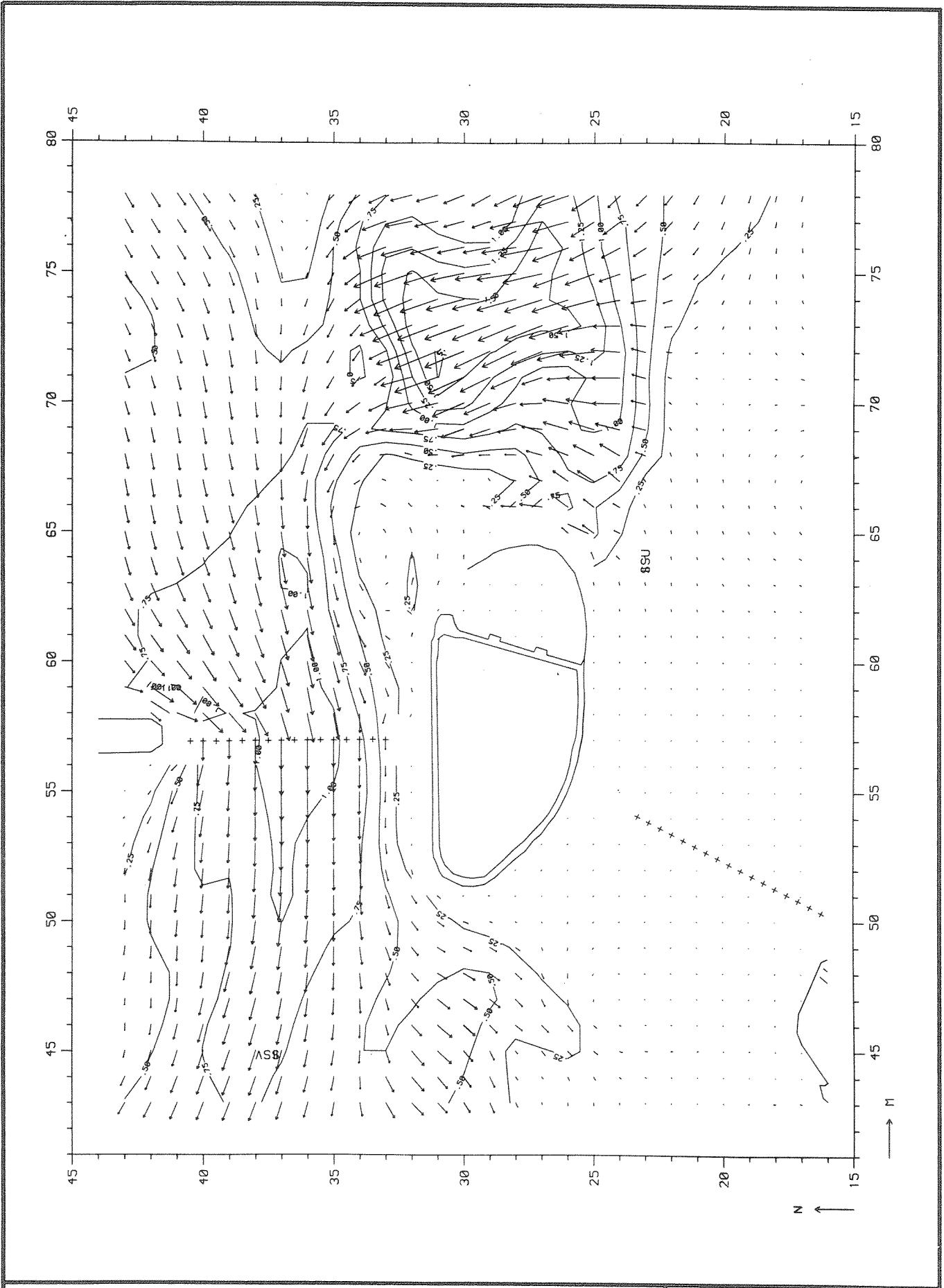
STROOMSNELHEDEN EN VERVALLEN

18 JULI 82

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2073

FIG.10



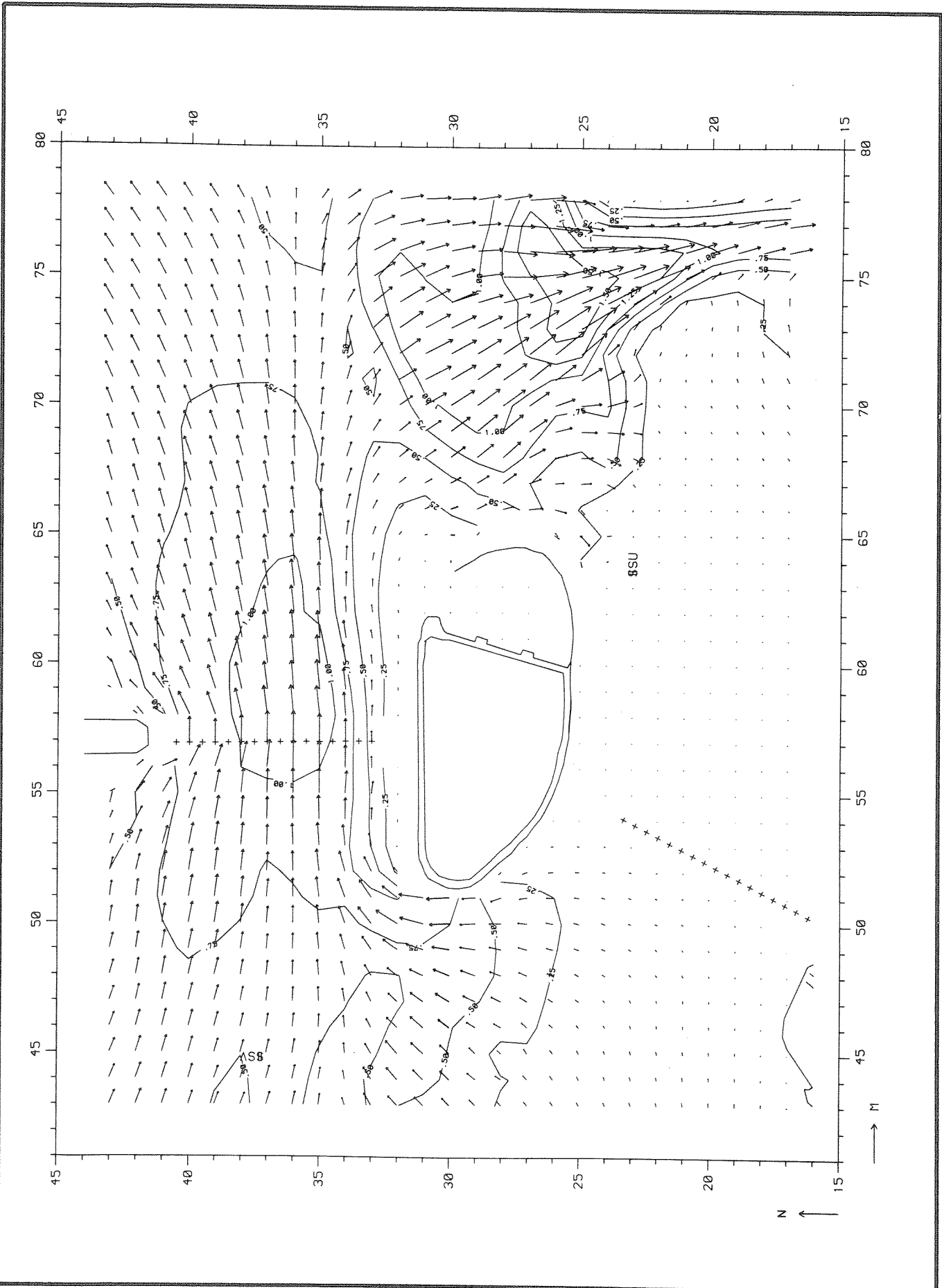
STROOMBEELD MAX EB

18 JULI 82

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2073

FIG.11



STROOMBEELD MAX VLOED

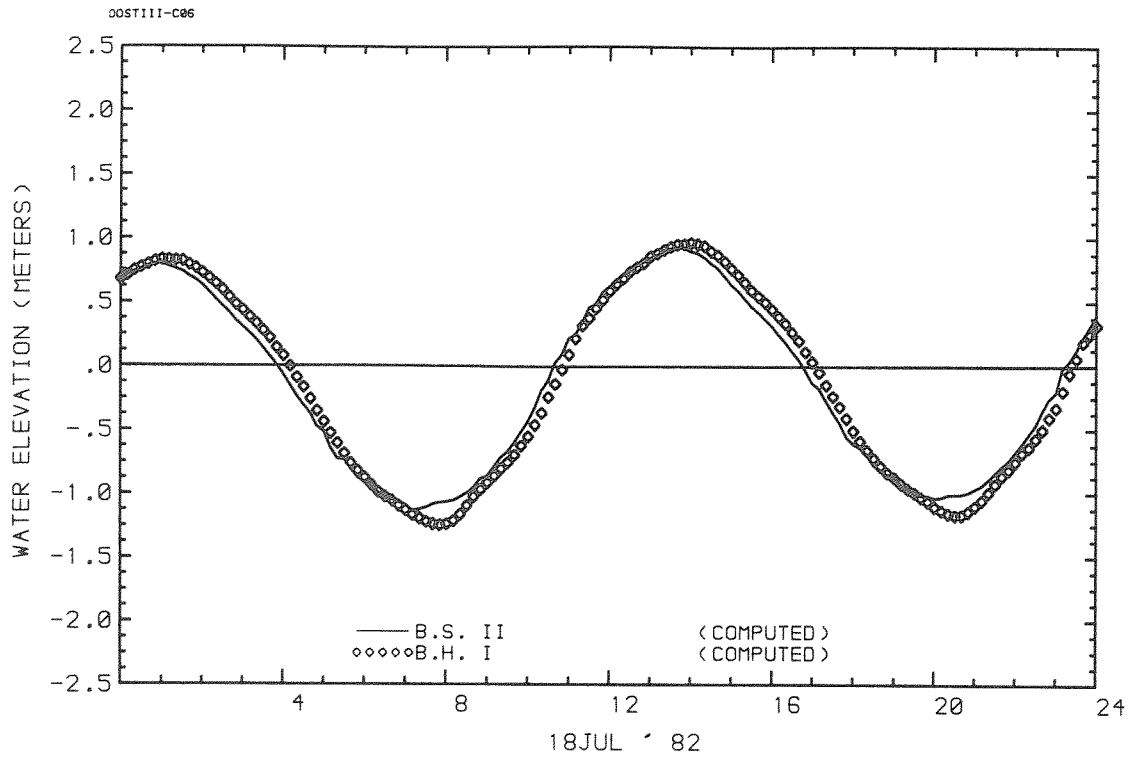
18 JULI 82

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

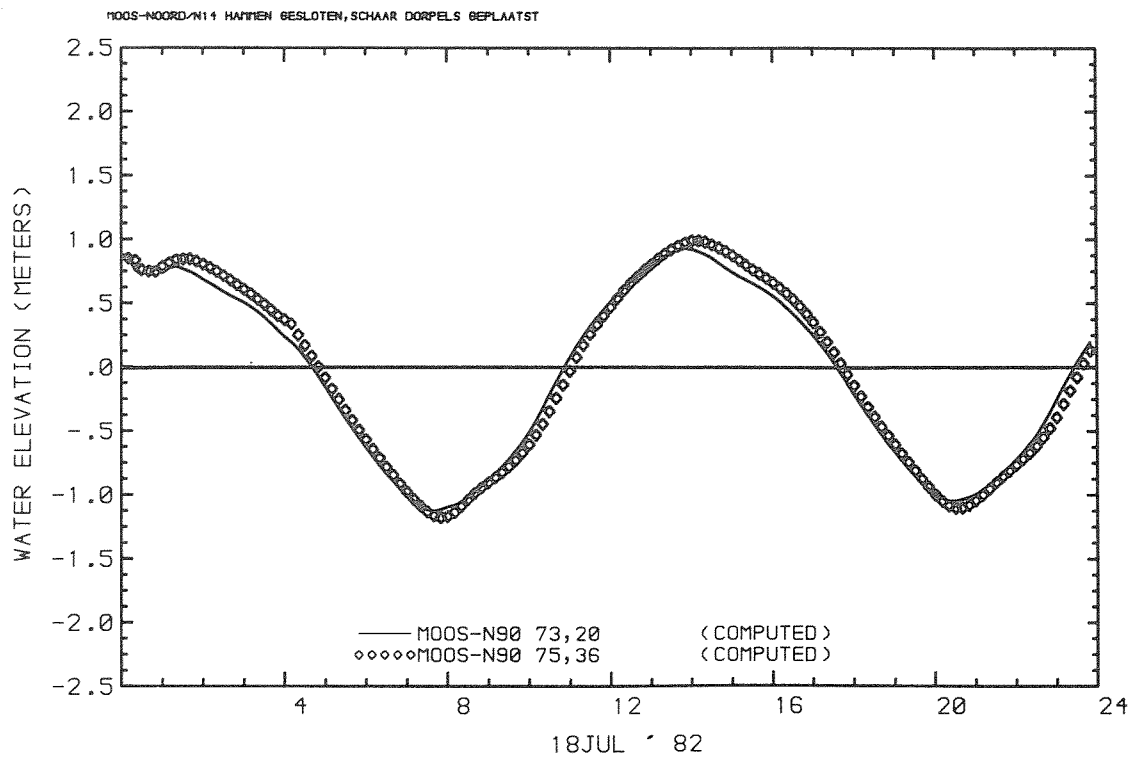
R 2073

FIG.12

# OOST III



# MOOSN



WATERSTANDEN

18 JULI 82

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

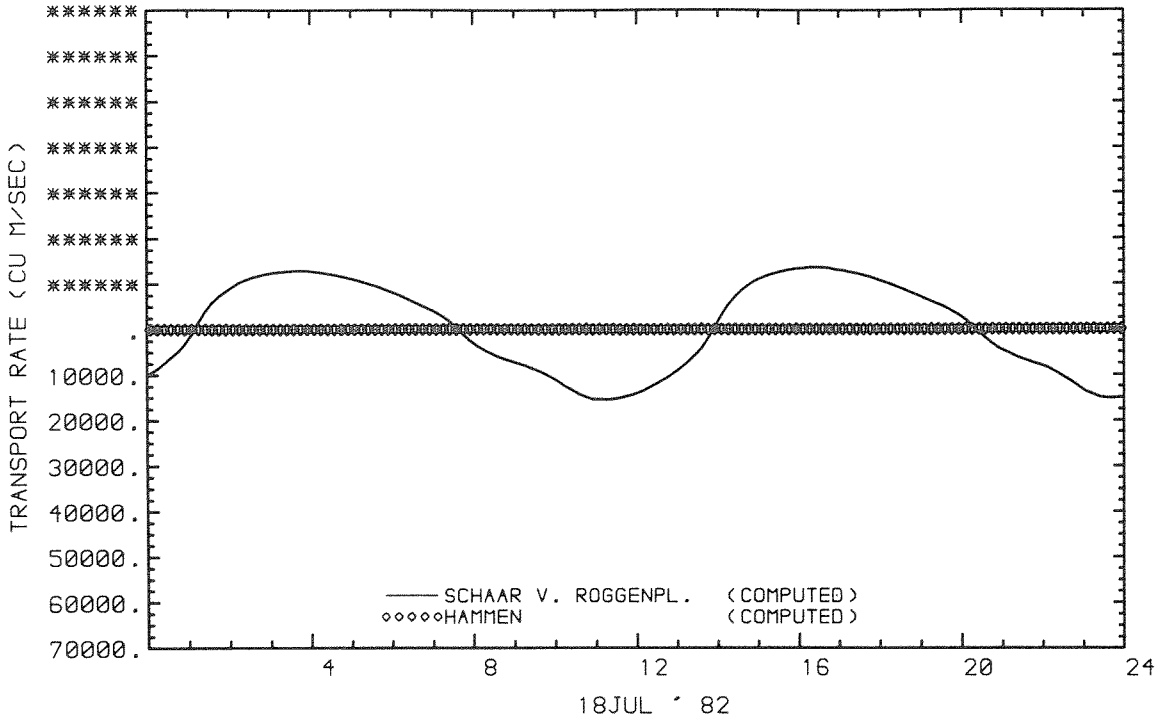
R 2073

FIG. 13



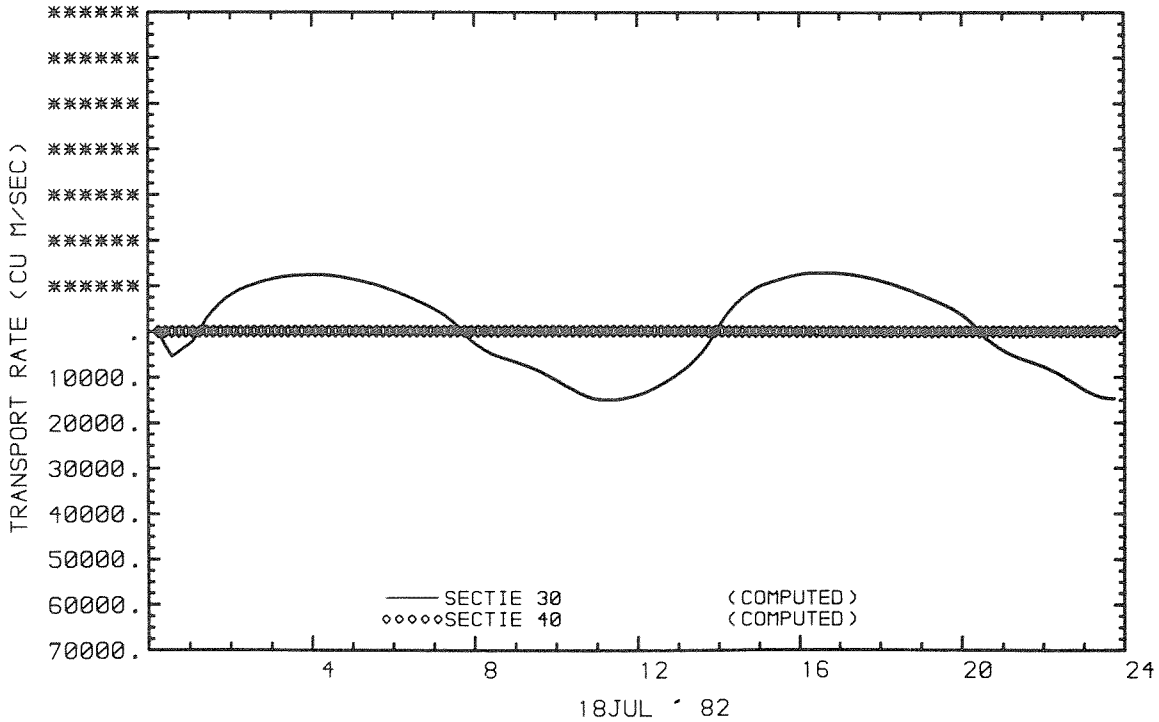
# OOST III

OOSTIII-C06



# MOOSN

MOOS-NOORD/N14 HAMMEN GESLOTEN, SCHAAR OORPELS GEPLAATST



DEBIETEN

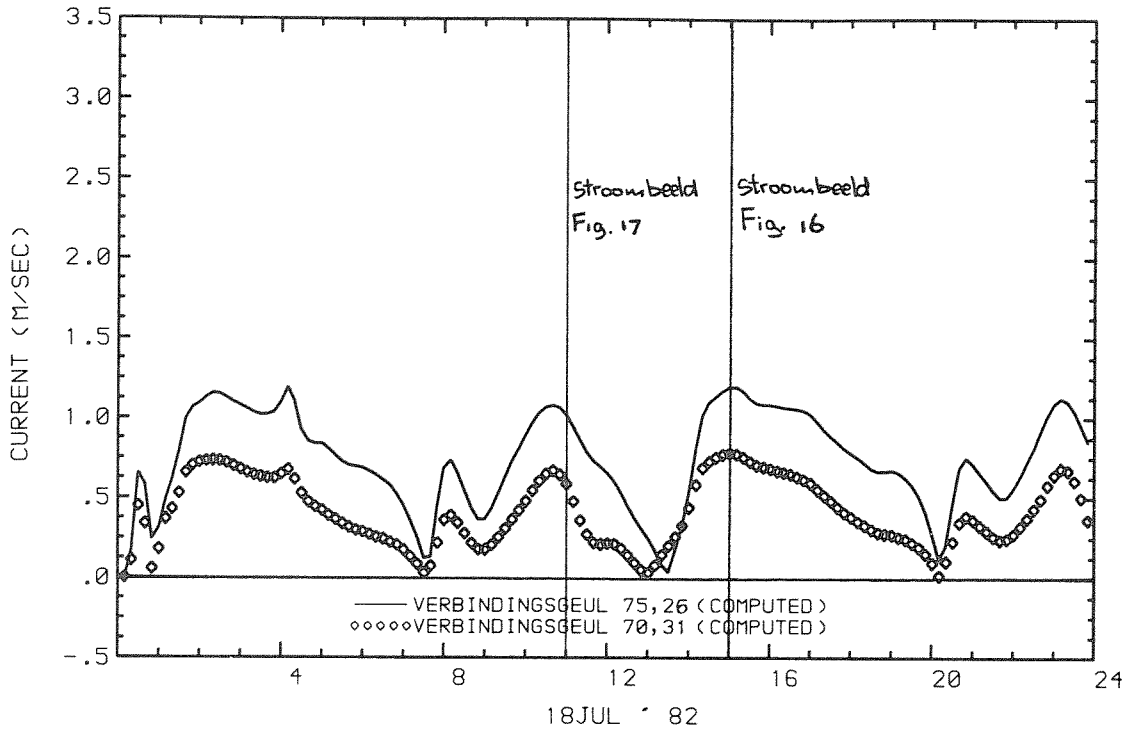
18 JULI 82

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

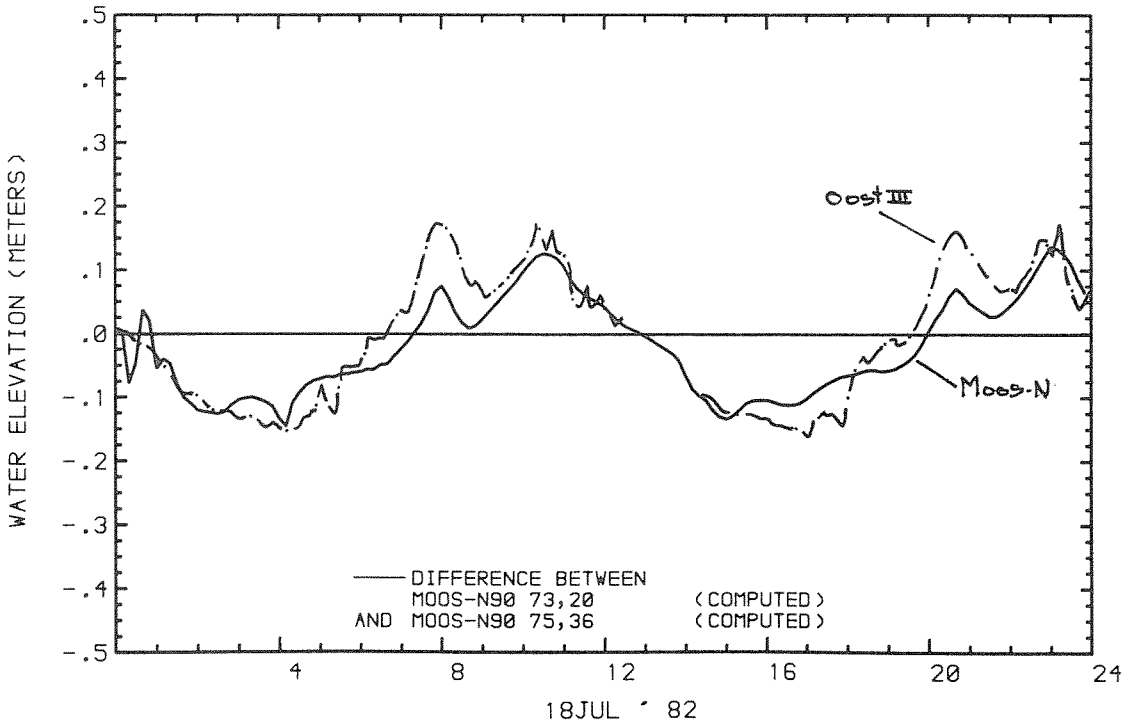
R 2073

FIG. 14

MOOS-NOORD/N14 HAMMEN GESLOTEN, SCHAAR DORPELS GEPLAATST



MOOS-NOORD/N14 HAMMEN GESLOTEN, SCHAAR DORPELS GEPLAATST



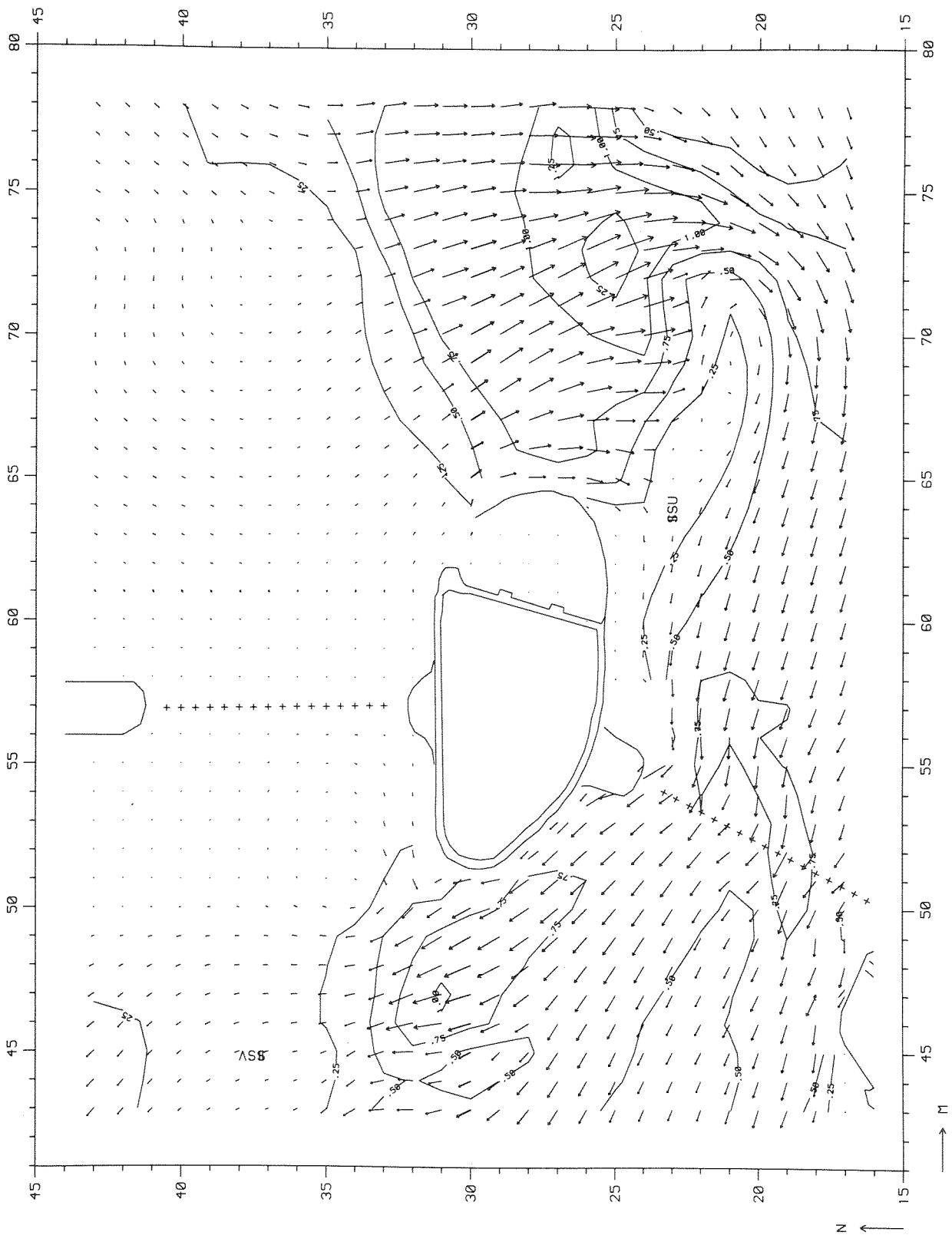
STROOMSNELHEDEN EN VERVALLEN

18 JULI 82

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2073

FIG.15



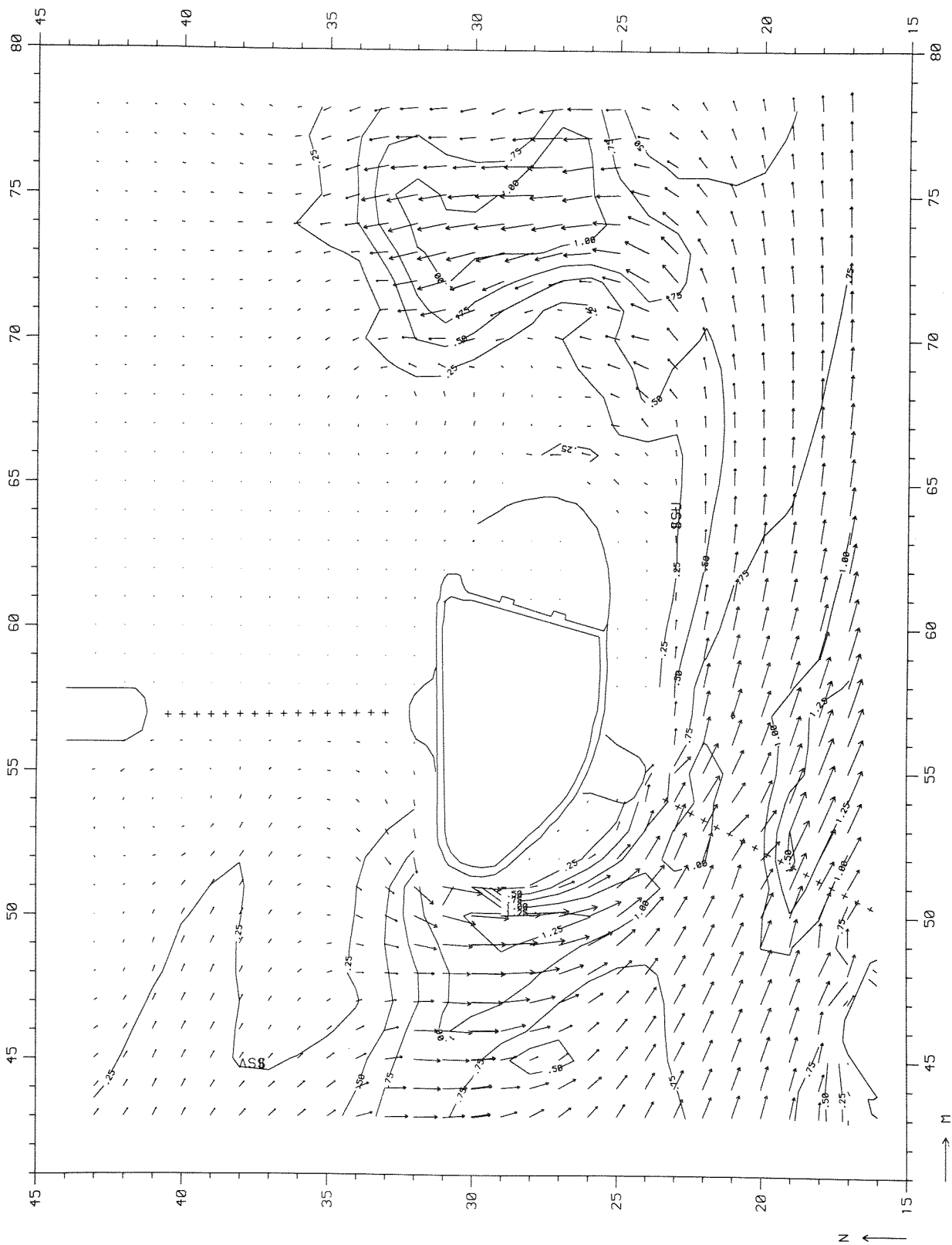
STROOMBEELD MAX EB

18 JULI 82

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2073

FIG.16



STROOMBEELD MAX VLOED

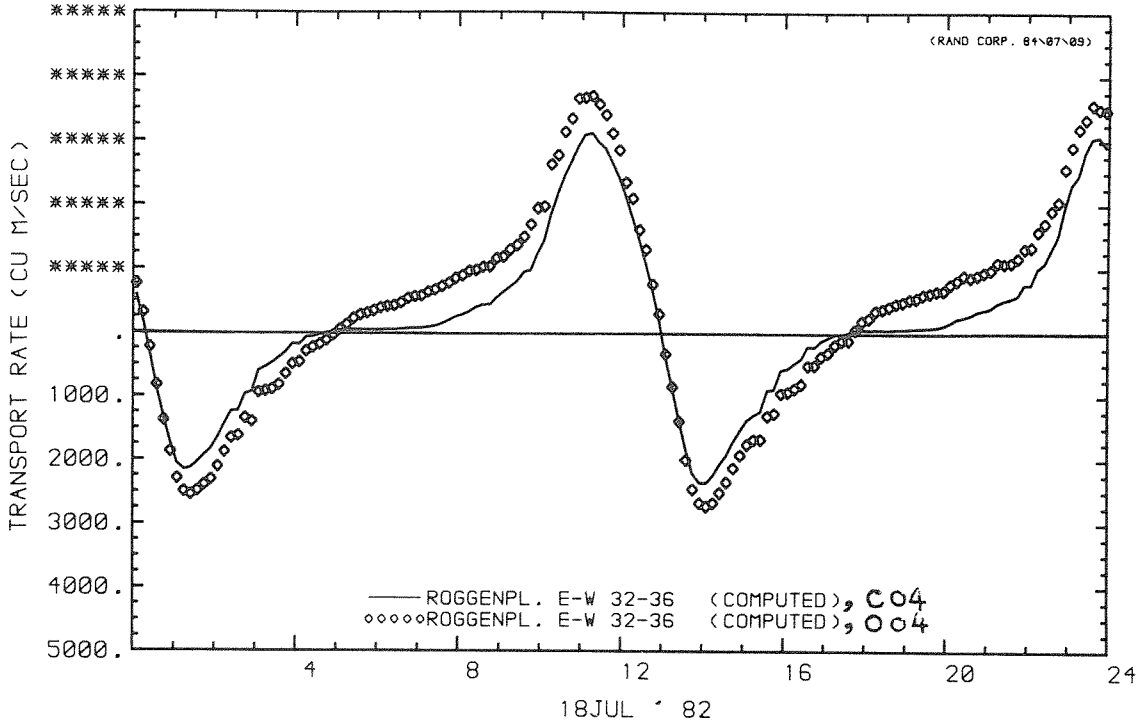
18 JULI 82

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

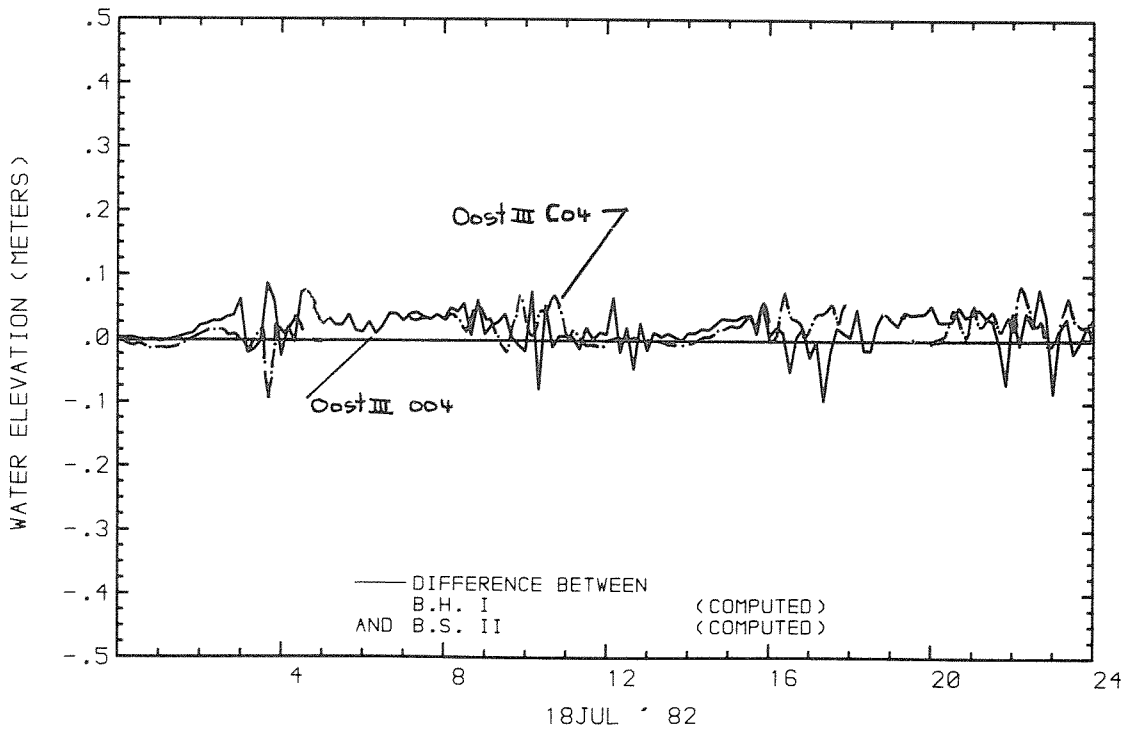
R 2073

FIG. 17

OOSTIII-C04, RVV. 16-18 JULI '82, S.V.K.:MATTEN GELEGD  
 JOSTIII-004, RVV. 16-18 JULI '82, S.V.K.:MATTEN GELEGD



MASS TRANSPORT RATE AT V CROSS-SECTION



INVLOED PROFIEL KORTSLUITGEUL

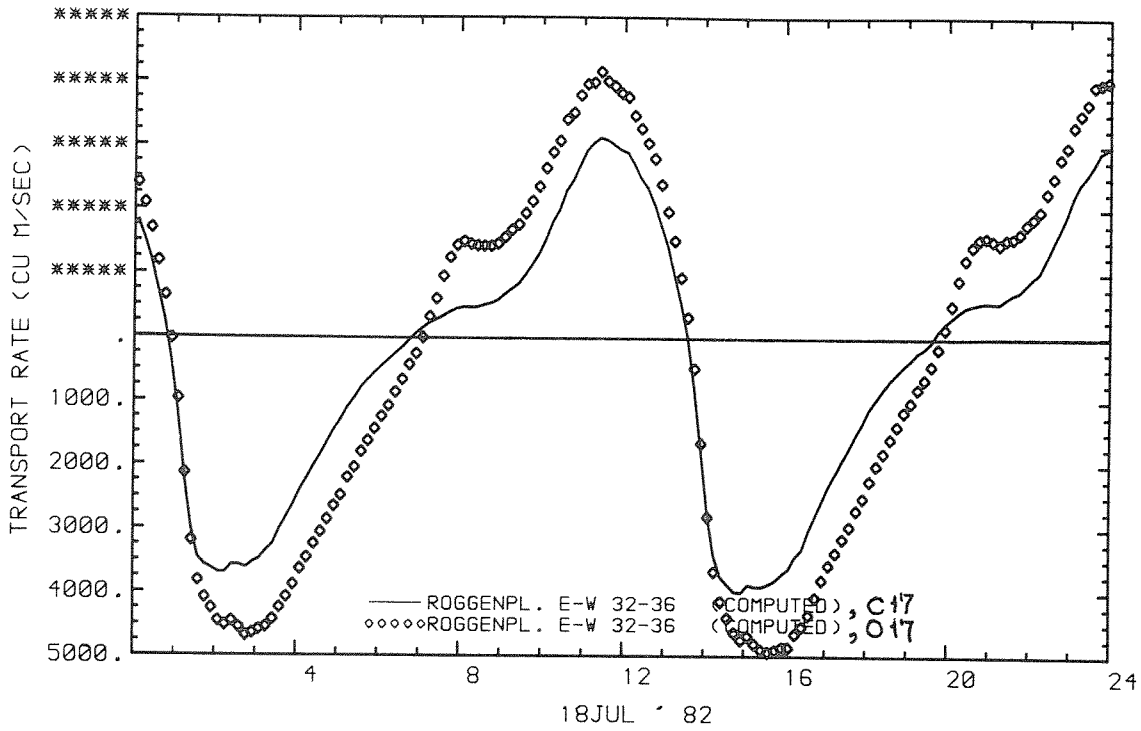
18 JULI 82

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

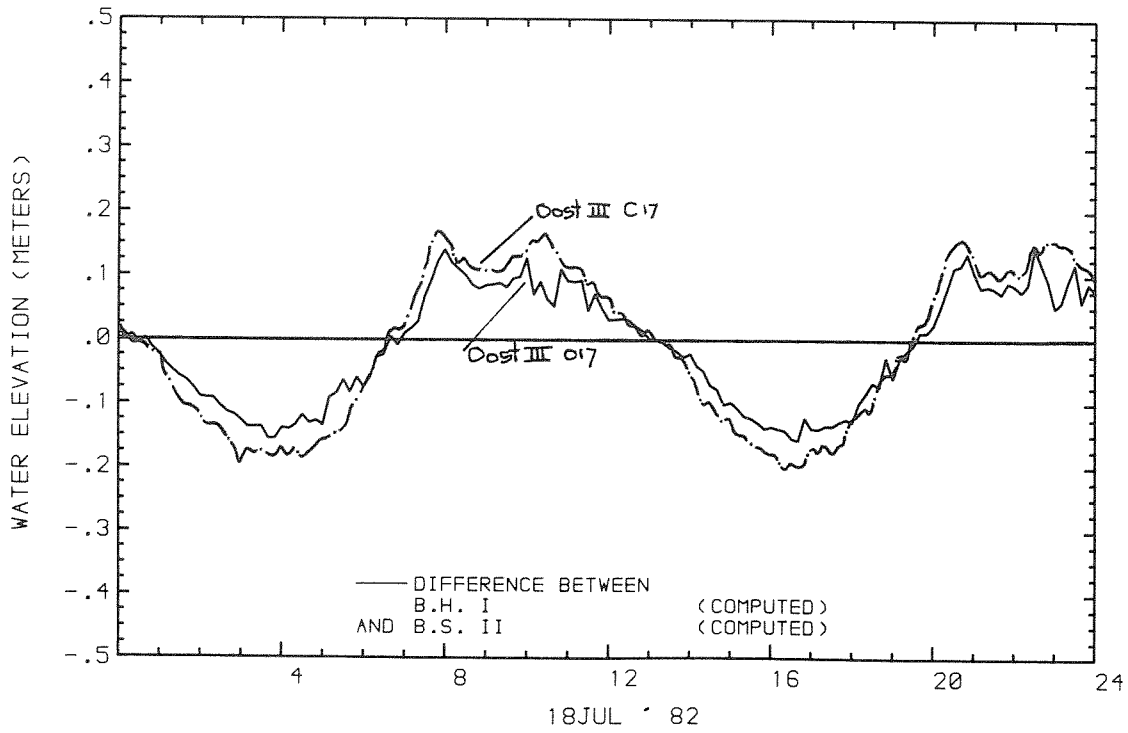
R 2073

FIG.18

OOSTIII-C17,C17 = 017 N.U.V. KORTSLUITGEUL, PROF. VERKLEIND NAAR 2000 M2  
 OOSTIII-017,16-18 JULI '82, S.V.K. VOLTOOID, SCHAAR + MARKIZAAT DICHT



MASS TRANSPORT RATE AT V CROSS-SECTION



INVLOED PROFIEL KORTSLUITGEUL

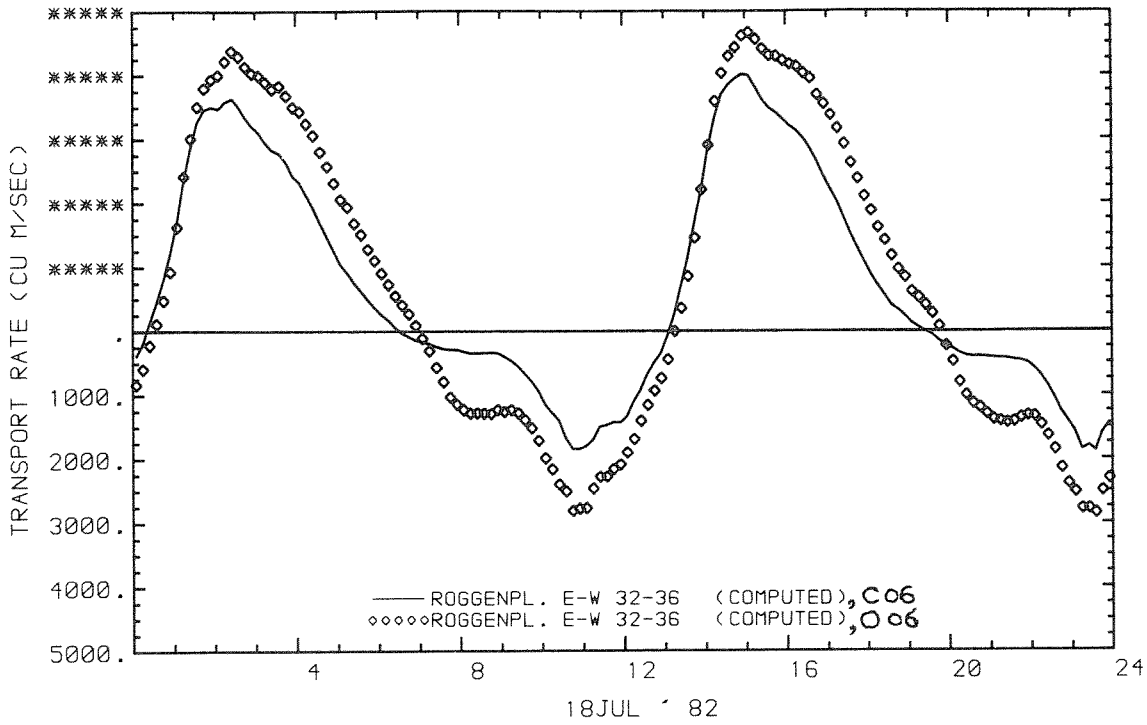
18 JULI 82

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

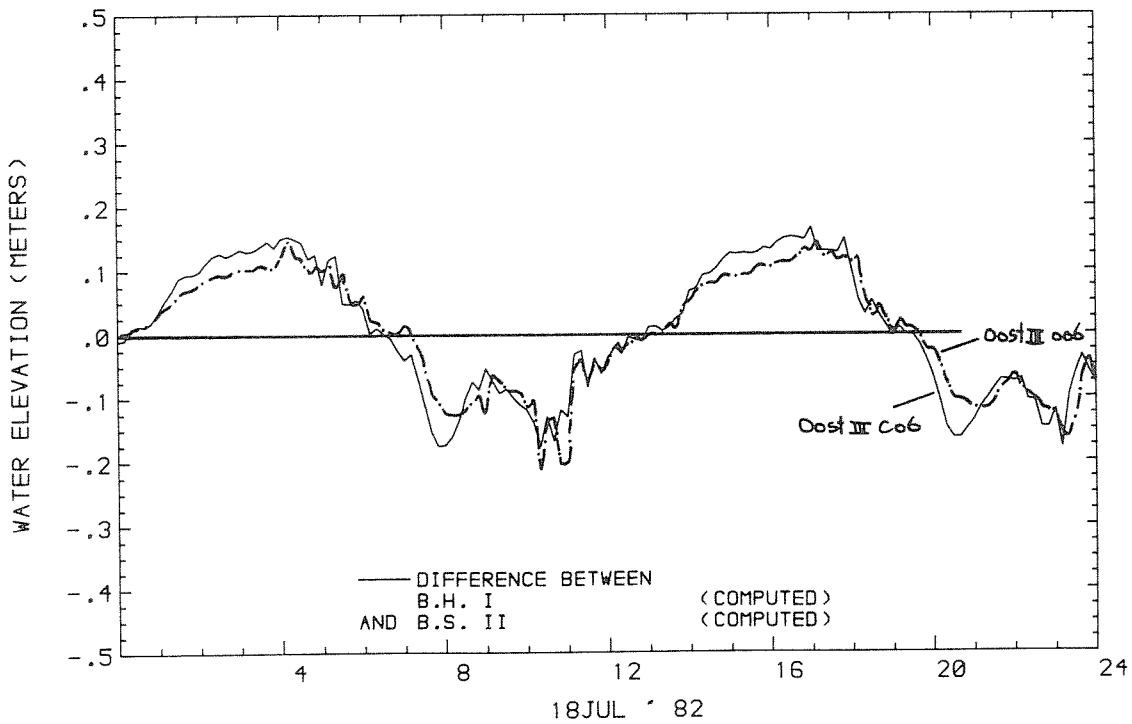
R 2073

FIG.19

00STIII-C06, 16-18 JULI '82, S.V.K. VOLTOOID, HAMMEN + MARKIZAAT DICHT  
 00STIII-006, 16-18 JULI '82, S.V.K. VOLTOOID, HAMMEN + MARKIZAAT DICHT



MASS TRANSPORT RATE AT V CROSS-SECTION



INVLOED PROFIEL KORTSLUITGEUL

18 JULI 82

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 2073

FIG.20

