

UNIVERSITE DE LIEGE

UNITE DE MODELISATION HYDRODYNAMIQUE

Prof. Jacques C.J. NIHOUL, Dr. François C. RONDAY

Sart Tilman B6 B 4000 LIEGE

MATHEMATISCH MODEL VAN DE ZEEWAARTSE

UITBOUW VAN DE HAVEN VAN ZEEBRUGGE

MOD 382

EIND RAPPORT

Deelkontrakt 1 , Jul. - Dec. 1977

UNIVERSITE DE LIEGE
UNITE DE MODELISATION HYDRODYNAMIQUE
Prof. Jacques C.J. NIHOUL, Dr. François C. RONDAY
Sart Tilman B6 B - 4000 LIEGE

3631

113959

MATHEMATISCH MODEL VAN DE ZEEWAARTSE

UITBOUW VAN DE HAVEN VAN ZEEBRUGGE

MOD 382

EIND RAPPORT

I N H O U D

	Bladzij.
<u>LIJST VAN SYMBOLEN</u>	1
<u>INLEIDING</u>	1
<u>HOOFDSTUK I. HYDRODYNAMISCH MODEL GEINTEGREERD</u> <u>OP DE DIEPTE</u>	2
1. <u>INLEIDING</u>	2
2. <u>DE QUASI-STATISCHE BENADERING</u>	4
3. <u>INTEGRATIE VAN DE BEWEGINGSVERGELIJKINGEN</u> <u>OP DE DIEPTE</u>	6
3.1. Astronomische getijdenkracht	3
3.2. De uitdrukkingen betreffende de wisselwerkingen aan het vrije oppervlak	8
3.3. De uitdrukkingen betreffende de wisselwerkingen op de bodem	8
3.4. De uitdrukkingen betreffende viscositeit en dispersie	9
3.5. Vergelijkingen van een wiskundig getijdemodel	10
<u>HOOFDSTUK II. METHODE VOOR DE OPLOSSING VAN HET OP DE</u> <u>DIEPTE GEINTEGREERD HYDRODYNAMISCH MODEL</u>	11
1. <u>INLEIDING</u>	11
2. <u>BESCHRIJVING VAN DE RUIMTE- en TIJD-</u> <u>ROOSTERS</u>	13
3. <u>VEREENVOUDIGING VAN DE VERGELIJKINGEN</u> <u>MET DE GEDEELTELIJKE AFGELEIDE FUNKTIES</u> <u>EN BEPALING VAN DE NAUWKEURIGHEID VAN</u> <u>HET SCHEMA</u>	14

3.1. Vereenvoudiging van de tijd	14
3.2. Vereenvoudiging in de ruimte . . .	15
4. <u>STABILITEIT VAN HET NUMERIEKE SCHEMA</u>	19
5. <u>GRENSVOORWAARDEN</u>	20
5.1. Gesloten grens	20
5.2. Open grens	23
6. <u>BEGINVOORWAARDEN</u>	23
HOOFDSTUK III. <u>HET MODEL VAN ZEEBRUGGE EN ZIJN</u>	
<u>KALIBRERING</u>	25
1. <u>INLEIDING</u>	25
2. <u>HET OPSTELLEN VAN HET MODEL VAN</u>	
<u>ZEEBRUGGE</u>	25
2.1. Grenzen van het wiskundige model met twee dimensies	25
2.2. De bathymetrie van het model van Zeebrugge	27
2.3. Beginvoorwaarden	29
2.4. Grensvoorwaarden van het model van Zeebrugge	29
2.5. Automatische koppeling van de modellen met één en twee dimensies	35
3. <u>KALIBRERING VAN HET WISKUNDIGE MODEL</u>	
<u>"ZEEBRUGGE"</u>	37
3.1. Inleiding	37
3.2. Vertikale getijden	37
3.3. Debiet van de Westerschelde ter hoogte van Vlissingen	38
3.4. Horizontale getijden	69
3.5. Analyse van de resultaten	109
3.6. Conclusies	109

HOOFDSTUK IV. INVLOEDEN VAN DE UITBOUW VAN DE	
<u>HAVEN ZEEBRUGGE OP HET STELSEL VAN</u>	
<u>DE HORIZONTALE EN VERTIKALE GETIJDEN</u>	110
1. <u>INLEIDING</u>	110
2. <u>WIJZIGINGEN VAN DE BATHYMETRIE VAN DE</u>	
<u>PASSEN EN VAN DE GEOMETRIE VAN DE</u>	
<u>VOORHAVEN TE ZEEBRUGGE</u>	110
2.1. Voorontwerp A	113
2.2. Voorontwerp B	131
2.3. Voorontwerp C	149
2.4. Voorontwerp D	167
2.5. Voorontwerp E	185
2.6. Conclusies	203
3. <u>STUDIE VAN DE INVLOED VAN DE KRACHT VAN</u>	
<u>CORIOLIS</u>	203
3.1. Inleiding	203
3.2. Dynamica van de getijden bij	
afwezigheid van de kracht van	
Coriolis - oorspronkelijk toestand .	204
3.3. Dynamica van de getijden bij	
afwezigheid van de kracht van	
Coriolis - Voorontwerp E	224
3.4. Invloed van de kracht van Coriolis	
op de hydrodynamische wijzigingen die	
uit de bouw van de voorhaven te	
Zeebrugge voortvloeien	241
<u>CONCLUSIES</u>	258
<u>LITERATUUROPGAVE</u>	261

LIJST VAN SYMBOLEN

C	:	coëfficiënt van Chezy
$\underline{D} = (D_1, D_2, D_3)$:	uitdrukkingen in verband met de dispersie van de hoeveelheid van beweging
f	:	uitdrukking van Coriolis
$\underline{F} = (F_1, F_2, F_3)$:	resultante van de externe krachten
$\overline{F} = (\overline{F}_1, \overline{F}_2, \overline{F}_3)$:	gemiddelde van \underline{F} over een tijdsinterval van 5 minuten
g	:	vertikale component van de zwaarte - kracht
h	:	diepte bij stille waterstand (rust)
h_e	:	kenmerkende diepte
$H = h + \zeta$:	ogenblikkelijke diepte
l_c	:	lengte ter kenmerking van de horizontale variaties van de snelheid
p_a	:	luchtdruk op zeeniveau
R	:	verhouding tussen de horizontale dissipatie en de verticale dissipatie van de hoeveelheid van beweging
$\underline{u} = (u_1, u_2, u_3)$:	gemiddelde van de snelheid \underline{v} over een tijdsinterval van 5 minuten
$\overline{u} = (\overline{u}_1, \overline{u}_2)$:	gemiddelde snelheid over de diepte
$\hat{u} = \underline{u} - \overline{u} = (\hat{u}_1, \hat{u}_2)$:	snelheidsverschil tussen \underline{u} en \overline{u}
$\underline{u} = \ \overline{u}\ $:	amplitude van de snelheid \overline{u}
\underline{u}_0	:	door de voorhaven niet verstoorde snelheid
\underline{u}_p	:	door de voorhaven verstoorde snelheid
$\underline{u}_{s.c.}$:	snelheid \overline{u} , berekend zonder de kracht van Coriolis

- $\Delta \bar{u}$: hydrodynamische verstoring van de snelheid \bar{u}
- \bar{u}_2^* : component \bar{u}_2 van de snelheid \bar{u} , berekend op een punt \bar{u}_1 (gedecentreerde roosters)
- $\underline{v} = (v_1, v_2, v_3)$: ogenblikkelijke snelheid
- $\underline{w} = \underline{u} - \underline{v} = (w_1, w_2, w_3)$: afwijking van de snelheid \underline{v} ten opzichte van \underline{u}
- x_1, x_2, x_3 : ruimtecoördinaten (de as x_3 naar het oppervlak gericht)
 (x_1 : west-oost en x_2 : zuid-noord)
- $\Delta x_1, \Delta x_2$: ruimte stappen ter integratie in de richtingen x_1 en x_2
- z_0 : lengte van de ruwheid
- ζ : waterstand van het vrije oppervlak in vergelijking met het peil bij waterstilstand
- ζ_c : kenmerkende waterstand van het vrije oppervlak ζ ;
- ζ_0 : door de voorhaven niet verstoorde waterstand ζ
- ζ_p : door de voorhaven verstoorde waterstand
- $\zeta_{s.c}$: waterstand ζ , berekend zonder de kracht van Coriolis
- $\Delta \zeta$: hydrodynamische verstoring van de waterstand ζ
- Θ : wrijvingscoëfficiënt op de bodem
- μ : moleculaire viscositeitscoëfficiënt
- ν_t : turbulente viscositeitscoëfficiënt
- ν_{cis} : dispersiecoëfficiënt in verband met de verticale schuif snelheid

$\underline{\xi} = (\xi_1, \xi_2, \xi_3)$: astronomische getijkracht
π	: ogenblikkelijke druk
$\overline{\pi}$: gemiddelde van de druk over een tijds- interval van 5 minuten
ρ	: soortgelijke massa van het water
$\underline{\tau}_b = (\tau_{b_1}, \tau_{b_2})$: schuifspanning op de bodem
τ	: tijdelijke integratie-stap
ϕ	: breedte
$\Delta\phi$: hoek van de snelheidsverstoring in vergelijking met de referentiestroom
$\underline{\Omega} = (\Omega_1, \Omega_2, \Omega_3)$: draaivector van de aarde
$\underline{\nabla} = \left(\frac{\partial}{\partial x_1}, \frac{\partial}{\partial x_2}, \frac{\partial}{\partial x_2} \right)$: operator "nabla"

INLEIDING

Het doel van deze studie (vgl. Deelkontrakt I) is het opstellen van een wiskundig model van de Belgische kust en de Westerschelde voor het bestuderen van de invloed van de bouw van een voorhaven te Zeebrugge op het stelsel van de horizontale en vertikale getijden.

In hoofdstuk I stellen wij de vergelijkingen van een geïntegreerd hydrodynamisch model over de diepte op waarbij de nadruk op de theoretische en proefondervindelijke grondslagen gelegd wordt.

De geometrie van de kusten en de bathymetrie sluiten het gebruik van de analytische methoden uit. Er dient dus een beproefde numerieke methode toegepast te worden : dit onderwerp wordt in hoofdstuk II behandeld.

Hoofdstuk III is gewijd aan het opstellen van het wiskundige model van "Zeebrugge" en zijn kalibrering.

De analyse van de resultaten van de berekeningen die met de verschillende voor de bouw van de voorhaven van Zeebrugge overwogen toestanden overeenkomen, wordt in hoofdstuk IV ontwikkeld*.

In onze conclusies leggen wij de nadruk op het feit dat de invloed van de bouw van de voorhaven op het stelsel van de horizontale en vertikale getijden zeer snel afneemt wanneer men zich van Zeebrugge verwijdert.

**

Voor een gedetailleerde studie van de hydraulische verstoringen in een zone in de onmiddellijke nabijheid van Zeebrugge, moet een wiskundig model ontwikkeld worden dat gekenmerkt wordt door een fijner numeriek rooster dan het rooster dat door Deelkontrakt I on-gelegd wordt. Dit onderwerp zal in Deelkontrakt II behandeld worden.

I. HYDRODYNAMISCH MODEL GEINTEGREERD OVER DE DIEPTE

1. INLEIDING

De ondiepe Noordzee is aan sterke getijden onderworpen die in staat zijn een wervelend mengsel tot stand te brengen voldoende om een groot gedeelte of de gehele waterkolom te homogeniseren. De metingen ter plaatse tonen aan dat de horizontale verdeling van het zoutgehalte zo goed als gelijkvormig is.

De zone met talrijke vaargeulen van de Schelde, bij middelmatige of zwakke opper debieten kan als goed gemengd bestempeld worden (8). 's Winters, bij een sterke was van het water, kan deze zone de kenmerken van een gestratificeerd estuarium hebben.

Voor de studie van de getijden, is de invloed van het zoutgehalte op de waterstanden en op de gemiddelde snelheden gering. Het één dimensioneel model van de Schelde (14), gebaseerd op de veronderstelling van de homogeniteit van de waterkolom, geeft namelijk uitstekende resultaten.

Op grond van deze redenen, kunnen wij de fundamentele veronderstelling maken.

$$(1) \quad \rho = \text{constant}$$

waarin ρ de soortelijke massa van het zeewater weergeeft (met 35 ‰). De vergelijkingen die de beweging van de vloeistof beheersen, zijn toepassingen van de wetten van behoud. De wet van het behoud van massa wordt als volgt geschreven :

$$(2) \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \underline{v}) = 0$$

met $\nabla = \left(\frac{\partial}{\partial x_1}, \frac{\partial}{\partial x_2}, \frac{\partial}{\partial x_3} \right)$ en \underline{v} de vektor snelheid.

Wanneer (1) in (2) opgenomen wordt, krijgen we :

$$(3) \quad \underline{\nabla} \cdot \underline{v} = 0$$

$$(3) \quad \text{of ook} \quad \frac{\partial v_1}{\partial x_1} + \frac{\partial v_2}{\partial x_2} + \frac{\partial v_3}{\partial x_3} = 0$$

De wet van de bewegingshoeveelheid in het vlak van de zwaartekracht en in een aan de aarde gekoppeld referentievlak, wordt als volgt geschreven

$$(4) \quad \frac{\partial}{\partial t} \underline{v} + 2 \underline{\Omega} \wedge \underline{v} + \underline{\nabla} \cdot (\underline{v} \underline{v}) = - \frac{1}{\rho} \underline{\nabla} \Pi + \underline{F} + \frac{\mu}{\rho} \nabla^2 \underline{v}$$

in de veronderstelling dat de soortelijke massa van het water constant is. $2 \underline{\Omega} \wedge \underline{v}$ vertegenwoordigt de versnelling van Coriolis, Π de druk, F de resultante van de externe krachten per massa eenheid (astronomische kracht en zwaartekracht) en μ de moleculaire viscositeit.

In zee en in de estuaria is het snelheidsveld uitzonderlijk complex samengesteld. Daar de verschijnselen die gekenmerkt worden door tijdschalen met een groote van enkele seconden (de deining, bijvoorbeeld) verwaarloosd worden, kunnen wij de bewegingsvergelijkingen integreren over een tijdsinterval van ongeveer 5 minuten voor het uitschakelen van de deining. We krijgen alsdan :

$$(5) \quad \underline{\nabla} \cdot \underline{u} = 0$$

$$(6) \quad \frac{\partial \underline{u}}{\partial t} + 2 \underline{\Omega} \wedge \underline{u} + \underline{\nabla} \cdot (\underline{u} \underline{u}) = - \frac{1}{\rho} \underline{\nabla} \bar{\Pi} + \bar{F} + \underline{D}$$

waarin \underline{u} de gemiddelde waarde van de snelheid is over een tijdsinterval van ongeveer 5 minuten. $\bar{\Pi}$ vertegenwoordigt de gemiddelde druk, \bar{F} de resultante van de gemiddelde externe krachten en \underline{D} de dispersieterm van de hoeveelheid, van beweging namelijk :

$$(7) \quad \underline{D} = \frac{\mu}{\rho} \nabla^2 \underline{u} - \overline{\underline{\nabla} \cdot \underline{w} \underline{w}}$$

waarin $\bar{\quad}$ het tijd gemiddelde voorstelt en \underline{w} de verstoring van de snelheid \underline{v} in vergelijking met \underline{u} .

Wanneer wij ons op de theorie van Kolmogoroff baseren, kunnen wij de uitdrukking \underline{D} als volgt in de vorm van een parameter onderbrengen :

$$(8) \quad \underline{D} = \nu_t \nabla^2 \underline{u}$$

waarin ν_t de turbulente viscositeitscoëfficiënt is. Deze coëfficiënt bedraagt ongeveer $10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$.

De vergelijking (6) wordt, rekening houdende met de betrekking (8) :

$$(9) \quad \frac{\partial \underline{u}}{\partial t} + 2 \underline{\Omega} \wedge \underline{u} + \underline{\nabla} \cdot (\underline{u} \underline{u}) = - \frac{1}{\rho} \underline{\nabla} \bar{\Pi} + \underline{\bar{F}} + \nu_t \nabla^2 \underline{u}$$

De getijden zijn bewegingen waarvoor de verplaatsing van de vloeistofdeeltjes zo goed als horizontaal is. Het is dus logisch om, met het oog op een vereenvoudiging, de integraal over de waterdiepte van de bewegingsvergelijkingen (5) en (9) op te nemen. Het aldus verkregen wiskundige model wordt een hydrodynamisch model geïntegreerd over de diepte genoemd.

2. DE QUASI-STATISCHE BENADERING

De theorie van de getijden (5) toont aan dat de verhouding tussen de astronomische getijdekrachten en de zwaartekracht zeer klein is (minder dan $0.56 \cdot 10^{-7}$). De enige belangrijke bijdrage voor de verticale component van de kracht $\bar{\underline{F}}$ is dus de zwaartekracht.

De verticale component van de vergelijking (9) wordt als volgt geschreven :

$$(10) \quad \frac{\partial u_3}{\partial t} + 2(\Omega_1 u_2 - \Omega_2 u_1) + \underline{\nabla} \cdot (\underline{u} u_3) \\ = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{\Pi}}{\partial x_3} - g + \nu_t \nabla^2 u_3$$

waarin Ω_1 , Ω_2 de beide horizontale componenten zijn van de vector der draaibeweging van de aarde $\underline{\Omega}$ terwijl g de vertikale component van de zwaartekracht is.

Wat de getijden betreft, is de horizontale snelheid veel groter dan de vertikale snelheid (ongeveer 10^4 maal). Een eenvoudige analyse inzake een orde van grootte van (10) geeft

$$(11) \quad \frac{\partial \bar{\pi}}{\partial x_3} = -\rho g$$

De betrekking (11) betekent dat er een hydrostatisch evenwicht in de vertikale richting is. De integratie van (11) op het vertikale vlak geeft onmiddellijk :

$$(12) \quad \bar{\pi} = p_a + \rho g(\zeta - x_3)$$

waarin p_a de luchtdruk is, ζ het niveau van het vrije oppervlak in vergelijking met het rustniveau en x_3 de vertikale coördinaat die positief naar boven gerekend werd.

Wanneer (12) voor (9) in de plaats gesteld wordt en rekening houdende met de kleine waarde van de vertikale component van de snelheid, hebben we :

$$(13) \quad \frac{\partial u_1}{\partial t} + \underline{\nabla} \cdot (\underline{u} u_1) - f u_2 = - \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\frac{p_a}{\rho} + g \zeta \right) + \xi_1 + v_t \nabla^2 u_1$$

$$(14) \quad \frac{\partial u_2}{\partial t} + \underline{\nabla} \cdot (\underline{u} u_2) + f u_1 = - \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\frac{p_a}{\rho} + g \zeta \right) + \xi_2 + v_t \nabla^2 u_2$$

met $f = 2\|\underline{\Omega}\| \sin \phi$, waarin ϕ de breedte vertegenwoordigt. ξ_1 en ξ_2 zijn de beide componenten van de astronomische getijdenkracht per massa-eenheid.

De door het schrijven van (11), (13) en (14) tot stand gebrachte benadering is gelijkwaardig met het aanvaarden van een statisch evenwicht in de vertikale richting en het verwaarlozen van alle componenten, behalve de verticale van de vectoriële draaibeweging van de aarde : dit wordt de quasi-statische benadering genoemd.

3. INTEGRATIE VAN DE BEWEGINGSVERGELIJKINGEN OVER DE DIEPTE

In de allereerste plaats gaan wij over tot het bepalen van de gemiddelde snelheid over de diepte.

$$(15) \quad \bar{u}_i = \frac{1}{H} \int_{-h}^{\zeta} u_i dx_i \quad (i = 1, 2)$$

waarin $H = h + \zeta$ de ogenblikkelijke diepte is, ζ de verhoging van het vrije oppervlak in vergelijking met het rust-niveau en h de diepte bij rust.

De integratie van de vergelijking (5) over de diepte geeft, met toepassing van de cinematische voorwaarde op het vrije oppervlak :

$$(16) \quad \frac{\partial H}{\partial \tau} + \frac{\partial \bar{u}_1 H}{\partial x_1} + \frac{\partial \bar{u}_2 H}{\partial x_2} = 0$$

De integratie van de vergelijkingen (13) en (14) over de diepte doet aanvullende uitdrukkingen naar voren komen wegens de niet-lineariteit van de advectieterm.

Het is namelijk zo dat

$$\int_{-h}^{\zeta} u_i u_j dx_3$$

in twee uitdrukkingen als volgt uiteenvalt :

$$\int_{-h}^{\zeta} u_i u_j dx_3 = H \bar{u}_i \bar{u}_j + \int_{-h}^{\zeta} \hat{u}_i \hat{u}_j dx_3$$

met \hat{u} als het snelheidsverschil tussen \underline{u} en $\bar{\underline{u}}$.

De eerste uitdrukking van het rechterlid vertegenwoordigt het produkt van de gemiddelden over de diepte en de tweede het gemiddelde produkt van de verschillen t.o.v. de gemiddelde waarde.

De tweede uitdrukking heeft als gevolg het verspreiden van hoeveelheid van beweging (1, 11).

Het integreren van de vergelijkingen (13) en (14) over de diepte geeft :

$$\begin{aligned}
 (17) \quad \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial t} + \bar{u}_1 \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_1} + \bar{u}_2 \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_2} - f \bar{u}_2 &= \xi_1 - \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\frac{p_a}{\rho} + g \zeta \right) \\
 &+ H^{-1} \int_{-h}^{\zeta} v_t \left\{ \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_2^2} \right\} dx_3 \\
 &+ H^{-1} \left\{ v_t \frac{\partial u_1}{\partial x_3} \Big|_{\zeta} - v_t \frac{\partial u_1}{\partial x_3} \Big|_{-h} \right\} \\
 &- \sum_{j=1}^2 H^{-1} \frac{\partial}{\partial x_j} \left\{ \int_{-h}^{\zeta} \hat{u}_1 \hat{u}_j dx_3 \right\}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (18) \quad \frac{\partial \bar{u}_2}{\partial t} + \bar{u}_1 \frac{\partial \bar{u}_2}{\partial x_1} + \bar{u}_2 \frac{\partial \bar{u}_2}{\partial x_2} + f \bar{u}_1 &= \xi_2 - \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\frac{p_a}{\rho} + g \zeta \right) \\
 &+ H^{-1} \int_{-h}^{\zeta} v_t \left\{ \frac{\partial^2 \bar{u}_2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 \bar{u}_2}{\partial x_2^2} \right\} dx_3 \\
 &+ H^{-1} \left\{ v_t \frac{\partial u_2}{\partial x_3} \Big|_{\zeta} - v_t \frac{\partial u_2}{\partial x_3} \Big|_{-h} \right\} \\
 &- \sum_{j=1}^2 H^{-1} \frac{\partial}{\partial x_j} \left\{ \int_{-h}^{\zeta} \hat{u}_2 \hat{u}_j dx_3 \right\}
 \end{aligned}$$

De vergelijkingen (17) en (18) doen grootheden tussenkomen die verbonden zijn met de verticale profielen van de stromingen en van de flux op de scheidingsvlakken. Deze kunnen niet opgelost worden zonder de afsluitingsbetrekkingen te laten tussenkomen.

3.1. Astronomische getijdenkracht

De astronomische kracht geeft slechts geringe hoogteverschillen ($\zeta \leq 0,03$ m) voor bekken van kleine afmetingen zoals de Noordzee, (11). Wij kunnen deze kracht zoveel te meer verwaarlozen want de door het model Zeebrugge bestreken zone zal veel kleiner dan de Noordzee zijn.

3.2. De uitdrukkingen inzake de wisselwerkingen aan het vrije oppervlak

De vergelijkingen (17) en (18) doen de uitdrukkingen inzake de wisselwerkingen met de atmosfeer naar voren komen. Het voor deze studie gevraagde wiskundige model is een getijdenmodel. Wij annuleren dus de uitdrukkingen die van meteorologische oorsprong zijn :

dat wil zeggen P_a , $v_t \left. \frac{\partial u_1}{\partial x_3} \right|_{\zeta}$ en $v_t \left. \frac{\partial u_2}{\partial x_3} \right|_{\zeta}$

3.3. De uitdrukkingen inzake de wisselwerkingen op de bodem

Om de vergelijkingen (17) en (18) te kunnen oplossen, is een afsluitingsbetrekking nodig tussen $\left. \frac{\partial u_i}{\partial x_3} \right|_{-h}$, de toestandsvariabelen \bar{u}_i , ζ en bepaalde parameters.

Wanneer we een logaritmisch snelheidsprofiel nemen, kunnen we de schuifspanning $\left(v_t \left. \frac{\partial u_i}{\partial x_3} \right|_{-h} \right)$ met de gemiddelde snelheid op de diepte in verband brengen. Het heeft aangetoond (11)

$$(19) \quad \tau_b \equiv v_t \left. \frac{\partial \bar{u}}{\partial x_3} \right|_{-h} = \frac{0.16}{\left\{ \ln \left(\frac{h}{z_0} \right) - 1 \right\}^2} \|\bar{u}\| \bar{u}$$

waarin h de diepte bij rust is en z_0 de lengte van de ruwheid. Voor zandachtige en on-diepe bodems ($h \sim 10$ m), komt z_0 met ongeveer $1.6 \cdot 10^{-3}$ m overeen. Onder deze omstandigheden,

$$(20) \tau_b = 2.7 \cdot 10^{-3} \|\bar{u}\| \bar{u} = \odot \|\bar{u}\| \bar{u}$$

waarin \odot de wrijvingscoëfficiënt vertegenwoordigt die met de Chezy door de betrekking

$$(21) \odot = \frac{g}{c^2}$$

in verband gebracht wordt.

Daar \odot gelijk is aan $2.7 \cdot 10^{-3}$ en $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, krijgen we onmiddellijk

$$(22) c = 60 \text{ m}^{1/2} \text{ s}^{-1}$$

3.4. De uitdrukkingen inzake viscositeit en dispersie

De uitdrukkingen

$$H^{-1} \int_{-h}^{\zeta} v_t \left(\frac{\partial^2 u_i}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_2^2} \right) dx_3 - \sum_{j=1}^2 H^{-1} \frac{\partial}{\partial x_i} \int_{-h}^{\zeta} \hat{u}_i \hat{u}_j dx_3$$

$$i = 1, 2$$

staan in associatie met de dispersie van de bewegings-hoveelheid ; zij zijn afhankelijk van de verticale structuur van het horizontale snelheidsveld en de turbulente viscositeit v_t .

De uitdrukkingen

$$H^{-1} \frac{\partial}{\partial x_j} \int_{-h}^{\zeta} \hat{u}_i \hat{u}_j dx_3 \quad \text{kunnen}$$

in de vorm $v_{cis} \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j}$ gebracht worden (17, 11)

Voor een logaritmisch snelheidsprofiel wordt de viscositeitscoëfficiënt v_{cis} gegeven (11) door de uitdrukking

$$v_{cis} \sim A \bar{u} \ell_c$$

waarbij A een coëfficiënt is in de buurt van 10^{-2} , \bar{u} de gemiddelde snelheid van de stroom en ℓ_c de kenmerkende lengte van de horizontale variaties van de snelheid \bar{u} . Voor waargenomen kenmerkende grootten van \bar{u} en ℓ_c , vinden we

$$(23) \quad v_{cis} \sim 10^3 \text{ m}^2/\text{s}$$

Daar de coëfficiënt v_{cis} veel groter is dan v_t ($10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$), kunnen we

$$H^{-1} \int_{-h}^{\zeta} v_t \left\{ \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_2^2} \right\} dx_3 \quad \text{t.o.v.} \quad v_{cis} \left(\frac{\partial^2 \bar{u}_i}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 \bar{u}_i}{\partial x_2^2} \right)$$

verwaarlozen.

3.5. Vergelijkingen van een wiskundig getijdenmodel

De bewegingsvergelijkingen (17) en (18) nemen een betere vorm aan indien we rekening houden met de in de paragrafen (3.1) tot en met (3.4) beschreven vereenvoudigende veronderstellingen. Deze worden :

$$(24) \quad \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial t} + \bar{u}_1 \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_1} + \bar{u}_2 \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_2} - f \bar{u}_2 \\ = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x_1} + v_{cis} \left\{ \frac{\partial^2 \bar{u}_1}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 \bar{u}_1}{\partial x_2^2} \right\} - \frac{\odot}{H} \|\bar{u}\| \bar{u}_1$$

$$(25) \quad \frac{\partial \bar{u}_2}{\partial t} + \bar{u}_1 \frac{\partial \bar{u}_2}{\partial x_1} + \bar{u}_2 \frac{\partial \bar{u}_2}{\partial x_1} + f \bar{u}_1 \\ = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x_2} + v_{cis} \left\{ \frac{\partial^2 \bar{u}_2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 \bar{u}_2}{\partial x_2^2} \right\} - \frac{\odot}{H} \|\bar{u}\| \bar{u}_2$$

II. METHODE VOOR DE OPLOSSING VAN HET
OVER DE DIEPTE GEINTEGREERDE HYDRODYNAMISCH MODEL

1. INLEIDING

De analytische oplossingsmethoden zijn niet toepasselijk want de geometrie van de kusten en de bathymetrie van de werkelijke bekkens is te onregelmatig.

Voor de gevraagde studie dient een beproefde oplossingsmethode gebruikt te worden, gebaseerd op de techniek van de eindige verschillen. Het algoritme dat wij ontwikkeld hebben (11, 12) is afgeleid van dat van Hansen (4, 2, 9) .

De bewegingsvergelijkingen (24) en (25) hebben een gemengd karakter : zij zijn parabolisch - ellipsvormig omwille van de viscositeitstermen. Een analyse, in orde van grootte laat uitschijnen dat de verhouding (R) tussen de horizontale dissipatie en de verticale dissipatie van de bewegingshoeveelheid, als volgt luidt :

$$(26) R = 10 \frac{h_c}{l_c}$$

waarin h_c de kenmerkende diepte is en l_c de kenmerkende lengte van de horizontale variaties van de snelheid \bar{u} . In het gebied in de onmiddellijke nabijheid van Zeebrugge, bedraagt h_c ongeveer 10 meter en l_c ongeveer 100 km. Hieruit vloeit voort dat

$$(27) R = 10^{-3}$$

terwijl de horizontale dissipatie van de bewegingshoeveelheid verwaarloosd kan worden.

Op grond van deze reden, kunnen wij de uitdrukkingen

$$v_{\text{cis}} \left(\frac{\partial^2 \bar{u}_1}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 \bar{u}_1}{\partial x_2^2} \right) \quad \text{en} \quad v_{\text{cis}} \left(\frac{\partial^2 \bar{u}_2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 \bar{u}_2}{\partial x_2^2} \right)$$

annuleren in de vergelijkingen (24) en (25). Deze aldus omgezette vergelijkingen worden hyperbolisch (er zou aangetoond kunnen worden dat de karakteristieken van deze vergelijkingen eenduidig en reël zijn). Het systeem van vergelijkingen dat de getijden in het kustgebied beheerst, wordt gegeven door :

$$(16) \quad \frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial \bar{u}_1 H}{\partial x_1} + \frac{\partial \bar{u}_2 H}{\partial x_2} = 0$$

$$(28) \quad \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial t} + \bar{u}_1 \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_1} + \bar{u}_2 \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_2} - f \bar{u}_2 = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x_1} - \frac{\Theta}{H} \|\bar{u}\| \bar{u}_1$$

$$(29) \quad \frac{\partial \bar{u}_2}{\partial t} + \bar{u}_1 \frac{\partial \bar{u}_2}{\partial x_1} + \bar{u}_2 \frac{\partial \bar{u}_2}{\partial x_2} + f \bar{u}_1 = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x_2} - \frac{\Theta}{H} \|\bar{u}\| \bar{u}_2$$

met $H = h + \zeta$

Om dit systeem op te lossen, moet men kennen :

- i) de beginvoorwaarden voor \bar{u}_1 , \bar{u}_2 en ζ ;
- ii) de grensvoorwaarden. Daar het probleem hyperbolisch is, kan volstaan worden één enkele voorwaarde bij de grenzen te hebben, namelijk \bar{u}_1 , \bar{u}_2 of ζ .
Over het algemeen stellen wij de snelheid loodrecht op kust gelijk aan nul, terwijl wij op de open grenzen ζ geven.

2. BESCHRIJVING VAN DE RUIMTE- en TIJD ROOSTERS

Het voor de oplossing van het probleem van de getijden in de kustzeeën gebruikte ruimterooster, is een door talrijke auteurs aangenomen klassiek rooster (4, 3, 11)

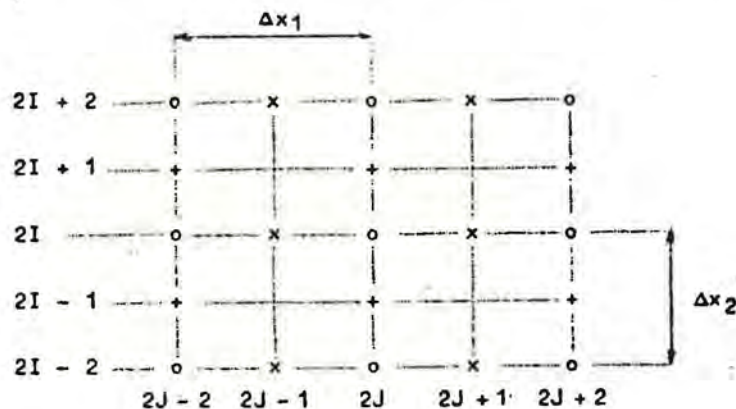


Fig. 2.2.

Δx_1 en Δx_2 vertegenwoordigen respectievelijk ruimte-stappen ter integratie in de richtingen x_1 en x_2 .

De variabelen \bar{u}_1 worden berekend op de knooppunten x , de variabelen \bar{u}_2 worden berekend op de knooppunten $+$ en de waterstand ζ op de knooppunten o . Dit rooster heeft het voordeel de uitdrukking van de voorwaarden op de grenzen sterk te vereenvoudigen want bij de grens hoeft geen enkele vergelijking opgelost te worden.

Wat het rooster betreft, passen wij een klassieke werkwijze toe: de variabelen \bar{u}_1 , \bar{u}_2 en ζ worden op eenzelfde ogenblik berekend. Het enige maar belangrijke verschil ligt in het gebruik van de nieuwe schattingen van \bar{u}_1 en \bar{u}_2 in de berekening van ζ . In het geval met één enkele richting, luidt het algoritme der oplossing als volgt:

$$\begin{aligned} \bar{u}_1^{n+1} &= a \bar{u}_1^n + b \zeta^n \\ (30) \quad \zeta^{n+1} &= c \bar{u}_1^{n+1} + d \zeta^n \end{aligned}$$

3. VEREENVOUDIGING VAN DE VERGELIJKINGEN MET DE PARTIELE
AFGELEIDE FUNKTIES EN BEPALING VAN DE NAUWKEURIGHEID
VAN HET SCHEMA

De vereenvoudiging van de afgeleide funkties is de eerste fase in de numerieke oplossing van vergelijkingen met gedeeltelijke afgeleide funkties. Zonder hierbij de algemene strekking teniet te doen, mogen wij veronderstellen dat de ruimte stappen constant en gelijk zijn. Een ontwikkeling van Taylor geeft voor $\frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_1}$ ofwel

$$(31) \quad \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_1} = \frac{\bar{u}_1(x_1 + \Delta x) - \bar{u}_1(x_1 - \Delta x)}{2 \Delta x} + O(\Delta x^2)$$

$$(32) \quad \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_1} = \frac{\bar{u}(x_1 + \Delta x) - u(x_1)}{\Delta x} + O(\Delta x)$$

volgens de gewenste nauwkeurigheid.

3.1. De vereenvoudiging van de vergelijkingen (16), (28)
en (29) geeft :

$$(33) \quad \frac{\bar{u}_1^{n+1} - \bar{u}_1^n}{\tau} = - \bar{u}_1 \left. \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_1} \right|^n - \bar{u}_2 \left. \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_2} \right|^n + f(\bar{u}_2)^n - g \left. \frac{\partial \zeta}{\partial x_1} \right|^n - \frac{\Theta}{H} \left. \|\bar{u}\| \bar{u}_1 \right|^n$$

$$(34) \quad \frac{\bar{u}_2^{n+1} - \bar{u}_2^n}{\tau} = - \bar{u}_1 \left. \frac{\partial \bar{u}_2}{\partial x_1} \right|^n - \bar{u}_2 \left. \frac{\partial \bar{u}_2}{\partial x_2} \right|^n + f(\bar{u}_1)^n - g \left. \frac{\partial \zeta}{\partial x_2} \right|^n - \frac{\Theta}{H} \left. \|\bar{u}\| \bar{u}_2 \right|^n$$

$$(35) \quad \frac{\zeta^{n+1} - \zeta^n}{\tau} = - \frac{\partial}{\partial x_1} \left. (\bar{u}_1 H) \right|^{n+1} - \frac{\partial}{\partial x_2} \left. (\bar{u}_2 H) \right|^{n+1}$$

n geeft de tijd integratieindex aan.

3.2. Ruitenvereenvoudiging

De variabelen \bar{u}_1 , \bar{u}_2 en ζ worden berekend op de knooppunten van het in figuur 2.1. weergegeven gedecentreerde rooster. De zuiver lineaire uitdrukkingen van de vergelijkingen worden uitgedrukt afhankelijk van de gecentreerde verschillen van het type (31). De niet-lineaire uitdrukkingen van de advection zijn over het algemeen veel zwakker dan de andere. Er zijn evenwel zeer gelokaliseerde streken (amfidromische punten in ondiep water) waar de advectionstermen rijk als de drukuitdrukking wordt. Op deze plaatsen geeft de numerieke oplossing minder bevredigende resultaten.

De eigenaardigheid op het punt van de amfidromie verstoort niet de numerieke oplossing in de omgeving want de door de vereenvoudiging ingevoerde numerieke viscositeit wordt in de buurt van dit punt zeer groot. De advectionstermen worden in ons werk vereenvoudigd door een gedecentreerd schema (van het type (32)) in de ruimte en in de tijd te gebruiken. Deze werkwijze voert onvermijdelijk de volgende numerieke viscositeit in :

$$(36) \quad \nu_{\text{num}} \sim \frac{u_0 \Delta x}{2} .$$

Om ervoor te zorgen dat het algoritme van de oplossing stabiel blijft, moeten wij de afgeleide functies nemen, vóór of achter voor de advectionstermen volgens het teken \bar{u}_1 , (10). De vereenvoudiging van de uitdrukkingen

$$\bar{u}_1 \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_1}, \quad \bar{u}_1 \frac{\partial \bar{u}_2}{\partial x_1}, \quad \bar{u}_2 \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_2}, \quad \bar{u}_2 \frac{\partial \bar{u}_2}{\partial x_2}$$

is afhankelijk van het teken \bar{u}_1 of \bar{u}_2 volgens het geval. Men heeft bijvoorbeeld voor

$$\begin{aligned} \bar{u}_1 > 0 \quad \bar{u}_1 \left. \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_1} \right|_{2I, 2J+1}^n &= \frac{\bar{u}_1}{\Delta x_1} \left(\begin{matrix} \bar{u}_1^n & - \bar{u}_1^n \\ 2I, 2J+1 & 2I, 2J-1 \end{matrix} \right) \\ \bar{u}_1 \left. \frac{\partial \bar{u}_2}{\partial x_1} \right|_{2I+1, 2J}^n &= \frac{\bar{u}_1}{\Delta x_1} \left(\begin{matrix} \bar{u}_2^n & - \bar{u}_2^n \\ 2I+1, 2J & 2I+1, 2J-2 \end{matrix} \right) \\ \bar{u}_1 < 0 \quad \bar{u}_1 \left. \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_1} \right|_{2I, 2J+1}^n &= -\frac{\|\bar{u}_1\|}{\Delta x_1} \left(\begin{matrix} \bar{u}_1^n & - \bar{u}_1^n \\ 2I, 2J+3 & 2I, 2J+1 \end{matrix} \right) \\ \bar{u}_1 \left. \frac{\partial \bar{u}_2}{\partial x_1} \right|_{2I+1, 2J}^n &= -\frac{\|\bar{u}_1\|}{\Delta x_1} \left(\begin{matrix} \bar{u}_2^n & - \bar{u}_2^n \\ 2I+1, 2J+2 & 2I+1, 2J \end{matrix} \right) \end{aligned}$$

Gelijkwaardige betrekkingen worden gebruikt voor de vereenvoudiging van de niet-lineaire advectionuitdrukkingen

$$\bar{u}_2 \left. \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_2} \right|^n \quad \text{et} \quad \bar{u}_2 \left. \frac{\partial \bar{u}_2}{\partial x_2} \right|^n$$

Zonder het algemene aspekt van onze uiteenzetting te benadelen, veronderstellen wij de snelheden \bar{u}_1 en \bar{u}_2 als positief. Onder deze omstandigheden, luidt de vereenvoudigde vorm van de vergelijkingen (16, 28 en 29) als volgt :

$$\begin{aligned}
 \frac{\bar{u}_1^{n+1}}{2I, 2J+1} &= \frac{\bar{u}_1^n}{2I, 2J+1} - N_1 \left(\frac{\zeta^n}{2I, 2J+2} - \frac{\zeta^n}{2I, 2J} \right) - N_2 \frac{\bar{u}_1^n}{2I, 2J+1} \cdot \left(\frac{\bar{u}_1^n}{2I, 2J+1} - \frac{\bar{u}_1^n}{2I, 2J-1} \right) \\
 &- N_3 \frac{\bar{u}_2^{n*}}{2I, 2J+1} \cdot \left(\frac{\bar{u}_1^n}{2I, 2J+1} - \frac{\bar{u}_1^n}{2I-2, 2J+1} \right) + N_4 \frac{\bar{u}_2^{n*}}{2I, 2J+1} \\
 &- N_5 \|\bar{u}\|_{2I, 2J+1}^n \cdot \frac{\frac{\bar{u}_1^n}{2I, 2J+1}}{H^n} + \mathcal{A}(\tau, \Delta x_1, \Delta x_2)
 \end{aligned}
 \tag{37}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\bar{u}_2^{n+1}}{2I+1, 2J} &= \frac{\bar{u}_2^n}{2I+1, 2J} - N_6 \left(\frac{\zeta^n}{2I+2, 2J} - \frac{\zeta^n}{2I, 2J} \right) - N_2 \frac{\bar{u}_1^{n*}}{2I+1, 2J} \cdot \left(\frac{\bar{u}_2^n}{2I+1, 2J} - \frac{\bar{u}_2^n}{2I+1, 2J-2} \right) \\
 &- N_3 \frac{\bar{u}_2^n}{2I+1, 2J} \cdot \left(\frac{\bar{u}_2^n}{2I+1, 2J} - \frac{\bar{u}_2^n}{2I+1, 2J-2} \right) - N_4 \frac{\bar{u}_1^{n*}}{2I+1, 2J} \\
 &- N_5 \|\bar{u}\|_{2I+1, 2J}^n \cdot \frac{\frac{\bar{u}_2^n}{2I+1, 2J}}{H^n} + \mathcal{A}(\tau, \Delta x_1, \Delta x_2)
 \end{aligned}
 \tag{38}$$

$$\begin{aligned}
 \zeta_{2I, 2J}^{n+1} &= \zeta_{2I, 2J}^n - N_7 \cdot \left(H^n \cdot \frac{\bar{u}_1^{n+1}}{2I, 2J+1} - H^n \cdot \frac{\bar{u}_1^{n+1}}{2I, 2J-1} \right) \\
 &- N_8 \cdot \left(H^n \cdot \frac{\bar{u}_2^{n+1}}{2I+1, 2J} - H^n \cdot \frac{\bar{u}_2^{n+1}}{2I-1, 2J} \right) + \mathcal{B}(\tau, \Delta x_1, \Delta x_2)
 \end{aligned}
 \tag{39}$$

met

$$\begin{aligned}
 N_1 &= \frac{g\tau}{\Delta x_1} & N_6 &= \frac{g\tau}{\Delta x_2} \\
 N_2 &= \frac{\tau}{\Delta x_1} & N_3 &= \frac{\tau}{\Delta x_2} \\
 (40) \quad N_4 &= \tau \cdot f & N_5 &= \ominus \cdot \tau \\
 N_7 &= \frac{\tau}{\Delta x_1} & N_8 &= \frac{\tau}{\Delta x_2}
 \end{aligned}$$

$$\frac{\bar{u}_2^{n*}}{2I, 2J+1} = \frac{1}{4} \left(\frac{\bar{u}_2^n}{2I+1, 2J+2} + \frac{\bar{u}_2^n}{2I+1, 2J} + \frac{\bar{u}_2^n}{2I-1, 2J+2} + \frac{\bar{u}_2^n}{2I-1, 2J} \right)$$

$$\frac{\bar{u}_1^{n*}}{2I+1, 2J} = \frac{1}{4} \left(\frac{\bar{u}_1^n}{2I+2, 2J+1} + \frac{\bar{u}_1^n}{2I+2, 2J-1} + \frac{\bar{u}_1^n}{2I, 2J+1} + \frac{\bar{u}_1^n}{2I, 2J-1} \right)$$

(41)

$$\frac{\bar{H}^n}{2I, 2J+1} = \frac{1}{2} \left(\frac{h}{2I, 2J+2} + \frac{\zeta^n}{2I, 2J+2} + \frac{h}{2I, 2J} + \frac{\zeta^n}{2I, 2J} \right)$$

$$\frac{\bar{H}^n}{2I+1, 2J} = \frac{1}{2} \left(\frac{h}{2I+2, 2J} + \frac{\zeta^n}{2I+1, 2J} + \frac{h}{2I, 2J} + \frac{\zeta^n}{2I, 2J} \right)$$

De uitdrukkingen $\mathcal{A}(\tau, \Delta x_1, \Delta x_2)$ en $\mathcal{B}(\tau, \Delta x_1, \Delta x_2)$ vertegenwoordigen de fouten ingevolge de vereenvoudiging. Een eenvoudige berekening toont aan dat :

- i) de nauwkeurigheid van de continuïteits vergelijking in $\tau * (\Delta x_1 + \Delta x_2)^2$ is

- ii) de nauwkeurigheid van de behoudsvergelijking van de bewegingshoeveelheid in

$$\tau * (\Delta x_1 + \Delta x_2) \quad \text{is}$$

Opmerking : bij afwezigheid van de advectietermen zou de nauwkeurigheid in $\tau * (\Delta x_1 + \Delta x_2)^2$ zijn.

Aangezien deze termen klein zijn (in een orde van grootte van 1 tot 10 %), blijft de fout ingevolge vereenvoudiging klein.

- iii) het algoritme van de oplossing is dissipatief. De numerieke viscositeit bedraagt ongeveer $\bar{u} \cdot \Delta x_1$. Voor het model van Zeebrugge zal de ruimtestap 1.000 meter zijn terwijl de snelheid \bar{u} ongeveer 1 m/sek. zal bedragen. Hieruit resulteert een numerieke viscositeit van $10^3 \text{ m}^2/\text{sek.}$ die van dezelfde orde is als de viscositeit, veroorzaakt door de verticale schuifspanning van de stroom die wij in onze vergelijkingen verwaarloosd hebben.

4. STABILITEIT VAN HET NUMERIEKE SCHEMA

Von Neumann (10) heeft een noodzakelijke stabiliteitsvoorwaarde opgesteld voor een systeem met lineaire vergelijkingen met constante coëfficiënten, met constante stappen en voor een onbeperkt domein. De ervaring leert dat dit criterium een bevredigende schatting van de tijd integratiestap geeft. Het criterium van Von Neumann luidt als volgt : indien een oplossingsalgoritme numeriek stabiel is, controleren de eigen waarden van de versterkingsmatrix de ongelijkheid

$$(42) \quad \lambda_i < 1 + O(\tau) \quad \forall i$$

waarin λ_i de i^e eigen waarde van de versterkingsmatrix is.

Runday (11) heeft de noodzakelijke stabiliteitsvoorwaarde opgesteld voor het door de vergelijkingen (37), (38) en (39) beschreven oplossingsalgoritme met niet-lineaire uitdrukkingen alsmede met lineaire uitdrukkingen en de coëfficiënten van de constante afgeleide funkties. In een dergelijk geval wordt de stabiliteitsvoorwaarde als volgt geschreven :

$$(43) \quad 2 \left[\frac{\bar{u}_{o1}}{\Delta x_1} + \frac{\bar{u}_{o2}}{\Delta x_2} \right] \tau + 2 \left[\sqrt{gh_c} \left(1 + \frac{\zeta_c}{h_c} \right) \frac{\tau}{\Delta x} \right]^2 \leq 1$$

met $\Delta x \approx \frac{1}{2}(\Delta x_1 + \Delta x_2)$.

$\bar{u}_o = (\bar{u}_{o1}, \bar{u}_{o2})$ is een constante vector waarvan de orde van grootte lijkt op die van de vector snelheid \bar{u} .

h_c en ζ_c vertegenwoordigen respektievelijk de kenmerkende diepte en de kenmerkende waterstand.

Om ervoor te zorgen dat het numerieke oplossingschema stabiel is, moet de ongelijkheid (43) dit zijn voor de meest beperkende voorwaarden en voor alle knooppunten van het numerieke rooster. Wij zullen dit probleem in hoofdstuk III onderzoeken i.v.m. het model van Zeebrugge.

5. GRENS VOORWAARDEN

Er zijn twee soorten grenzen, de gesloten grens (kust) en de open grens of vloeistof grens die een scheidingslijn tussen twee vloeistofzone's vormt.

5.1. Gesloten grens

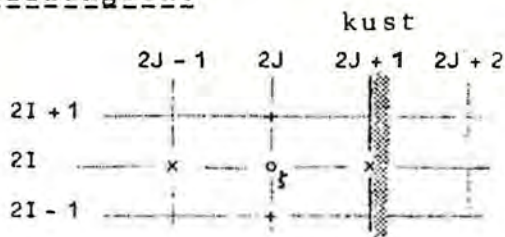
De dikte van de grenslaag aan de kust is veel kleiner dan de gekozen stap, voornamelijk afhankelijk van zuiver technische criteria (inbeslagneming geheugen, tijd van de berekening). Op grond van deze redenen, wordt de grensvoorwaarde tot uitdrukking gebracht door de afwezigheid van een waterflux door deze grens heen :

$$(44) \frac{\partial \bar{u}}{\partial n} = 0$$

waarin n de normale waarde aan de kust is.

Er kan dus mee volstaan worden een snelheid normaal op de kust gericht nul op te leggen. Om de vergelijkingen met de verschillen te kunnen oplossen, moeten tevens voorwaarden op de aanpalende grenzen ingevoerd worden. De advectietermen kunnen namelijk niet berekend worden zonder een veronderstelling over de waarde van de snelheidsgradiënt vlak bij de kust te doen.

Voor een meridiaangrens



de grens voorwaarde wordt uitgedrukt door

$$(45) \left. \bar{u}_1 \right)_{2I, 2J+1}^n = 0 \quad \forall n$$

Voor een kust rechts, luiden de grensvoorwaarden als volgt :

indien $\bar{u}_1^* < 0$

$$(46) \left. \bar{u}_1 \frac{\partial \bar{u}_2}{\partial x_1} \right)_{2I+1, 2J}^n = 0$$

indien $\bar{u}_1 > 0$, geen aanvullende voorwaarde.

Voor een kust links

indien $\bar{u}_1^* > 0$

$$(47) \left. \bar{u}_1 \frac{\partial \bar{u}_2}{\partial x_1} \right)_{2I+1, 2J}^n = 0$$

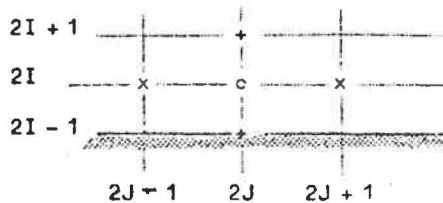
indien $\bar{u}_1^* < 0$, geen aanvullende voorwaarde.

De veronderstelling van de nulgradiënt aan de grens verstoort slechts in geringe mate de oplossing. Het is namelijk zo dat aan de andere kant van de grenslaag de horizontale gradiënten zwak zijn en de normale stroom aan de kust, hetzij in $(2I+1, 2J)$, hetzij in $(2I, 2J)$ kleiner is dan de stroom hiermee evenwijdig. We hebben dus :

$$\bar{u}_1)_{\text{ruimte}} \gg \bar{u}_1)_{\text{dagkust}}$$

Daar de advectieterm in zee reeds klein was, zal deze a fortiori ook klein zijn vlak bij de kust. De door de aanvullende voorwaarden ingevoerde fout is dus van dezelfde orde van grootte als de afstompingsvergissingen.

Voor een zonale grens



De voorwaarde bij de grens wordt uitgedrukt door

$$(47) \bar{u}_2)_{2I-1, 2J}^n = 0 \quad \forall n$$

Voor een "zuid" kust, luidt de aanvullende voorwaarde als volgt :

indien $\bar{u}_2 > 0$

$$(48) \left. \bar{u}_2^* \frac{\partial \bar{u}_1}{\partial x_2} \right|_{2I, 2J-1}^n = 0 \quad \forall n$$

indien $\bar{u}_2^* < 0$, geen aanvullende voorwaarde.

Voor een "noord" kust,

indien $\bar{u}_2^* < 0$

$$(49) \left. \bar{u}_2^* \frac{\partial u_1}{\partial x_2} \right|_{2I, 2J-1}^n = 0 \quad \forall n$$

indien $\bar{u}_2^* > 0$, geen aanvullende voorwaarde.

5.2. Open grens

Langs dergelijke grenzen moet hetzij \bar{u}_n , hetzij of een betrekking tussen deze beide grootheden opgelegd worden. Voor het model van Zeebrugge, zijn de voorwaarden bij de "vloeistof"grenzen waterstanden gegeven door

$$(50) \zeta = g(\underline{s}, t)$$

waarin g een gegeven functie is (zie hoofdstuk III), t de tijdelijke variabele en \underline{s} de kromlijnige coördinaat van de grens.

In verband met de gedecentreerde structuur van het rooster en de advectietermen hebben wij de bewegingsvergelijkingen vereenvoudigd door het annuleren van de advectietermen voor de knooppunten van het rooster die zich bij de open (of vloeibare) grenzen bevinden. De ingevoerde fout blijft gering want de niet-lineaire advectietermen zijn 10 tot 100 maal minder belangrijk dan de overheersende termen (inzake druk en wrijving).

6. BEGINVOORWAARDEN

Krachtens de eigenschappen van de vergelijkingen met de hyperbolische partieel afgeleide functies, kunnen wij veronderstellen dat het ingestelde slingerend regime

onafhankelijk van de beginvoorwaarden is. De eenvoudigste beginvoorwaarden worden gegeven door

$$(51) \quad \zeta = 0 \quad \text{en} \quad \bar{u}_1 \quad \text{en} \quad \bar{u}_2 = 0$$

Deze beginvoorwaarden zijn weinig economisch want er zijn zeer talrijke iteraties nodig om een model in regime-toestand te krijgen.

Wij hebben het overgangsstelsel in sterke mate vermindert door de resultaten te gebruiken van een wiskundig model, gekenmerkt door grote mazen (10 km). Een interpolatie is voldoende voor het berekenen van \bar{u} en ζ op de knooppunten van het fijne rooster.

III. HET MODEL VAN ZEEBRUGGE EN ZIJN KALIBRERING

1. INLEIDING

Het wiskundige model dat wij ontwikkeld hebben voor het bestuderen van de invloed van de bouw van een voorhaven te Zeebrugge op het stelsel van de getijden, bestrijkt een gedeelte van het zuiden van de Noordzee en een gedeelte van het Estuarium van de Westerschelde (figuur 3.1). De geometrische grenzen van dit model worden in de volgende paragraaf beschreven.

In overeenstemming met onze kontraktuele verplichtingen, hebben wij een constante ruimtestap ter integratie gekozen ($\Delta x_1 = \Delta x_2 = \Delta x = 1.000$ meter) en de "werkelijke" getijden van 6 september 1975 nagebootst. Het tweedimensionele model staat ter hoogte van Baarland in verbinding met het ééndimensionele model van de Schelde. Laatstgenoemd model werd ontwikkeld door W.L. Borgerhout. (14).

2. HET OPSTELLEN VAN HET MODEL VAN ZEEBRUGGE

2.1. Grenzen van het tweedimensionele wiskundige model

Het wiskundige model bezit de volgende grenzen :

- i) ten Westen een lijn loodrecht op de kust ter hoogte van Oostende ;
- ii) ten Oosten een lijn loodrecht op de kust ter hoogte van het eiland Schouwen ;
- iii) in zee, een lijn die op 38 kilometer uit de kust ligt (ter hoogte van Zeebrugge) ;

- iv) in de Oosterschelde een lijn ter hoogte van zijn uitmonding ;
- v) en in de Westerschelde een lijn die ter hoogte van Baarland gelegen is.

De kaart of fig.(1) (in bijlage toegevolgd) geeft de plaats van het rooster van het wiskundige model.

2.2. De bathymetrie van het model van Zeebrugge

De analyse van de maregrafische gegevens (Van Cauwenberghe 1973) laat zien dat het verschil tussen het gemiddelde niveau van het vrije oppervlak en het referentieniveau NAP (Normaal Amsterdam Peil) een waarde van 9 centimeter niet overschrijdt voor de stations die langs de kusten van ons model gelegen zijn. Daar de fout op de bathymetrie groter dan dit verschil is, zullen wij ervan uitgaan dat het NAP bij een eerste benadering het gemiddelde niveau is.

Het rooster van de diepten is afgeleid van de hydrografische kaarten van Rijkswaterstaat en het Bestuur der Waterwegen (tabel 1).

De bathymetrie van ons model is gebaseerd op :

- i) de kaarten (1 tot en met 13) en (1 en 2) op 1/10.000 van Rijkswaterstaat voor de gebieden in de buurt van de Belgisch-Nederlandse kust en voor het estuarium van de Westerschelde ;
- ii) de kaarten (2 tot en met 5) op 1/20.000 van het Bestuur der Waterwegen voor de zone in de buurt van Oostende en Zeebrugge ;
- iii) de kaart op 1/150.000 van het Hydrografisch Bureau voor de door de voorgaande kaarten niet bestreken zones.

Kaart 2 (in bijlage toegevoegd) laat het net van de diepten van het model van Zeebrugge zien. De diepten zijn berekend op de punten "waterstanden" van het numerieke rooster en uitgedrukt t.o.v. N.A.P.

TABEL 1 - Hydrografische en zeekaarten

Bron : Rijkswaterstaat, Studiedienst, Vlissingen.

			Année	Références	Echelle
1	Schelde	No 4	1976	C5 - 76789	1/10.000
2	Schelde	No 5	1976	C7 - 76825	1/10.000
3	Schelde	No 6	1976	C5 - 76903	1/10.000
4	Mond Westerschelde	No 9/10	1976	C5 - 77271	1/10.000
5	Mond Westerschelde	No 11	1976	C7 - 77269	1/10.000
6	Mond Westerschelde	No 12	1976	C7 - 77266	1/10.000
7	Mond Westerschelde	No 13	1975	C7 - 76512	1/10.000
8	Mond Westerschelde	No 14	1976	C7 - 77145	1/10.000
9	Mond Westerschelde	No 15	1975	C7 - 76331	1/10.000
10	Mond Westerschelde	No 16	1975	C7 - 76294	1/10.000
11	Mond Westerschelde	No 17	1976	C7 - 77208	1/10.000
12	Mond Westerschelde	No 18	1976	C7 - 77229	1/10.000
13	Mond Westerschelde	No 43/44	1976	C7 - 761042	1/10.000

Bron : Rijkswaterstaat, Deltadienst.

1	Domburger Rassen	No 9	1976	C7 - 769261	1/10.000
2	Mond Oosterschelde	No 8	1976	C7 - 769259	1/10.000

Bron : Bestuur der Waterwegen, Antwerpse Zeediensten

1	Schelde		1976	-	1/50.000
---	---------	--	------	---	----------

Bron : Hydrografisch Bureau, 15 'S Gravenhage

1	Noordzee	Sandettié en shipwash tot Oostende	1972	1349	1/150.000
---	----------	---------------------------------------	------	------	-----------

Bron : Bestuur der waterwegen, Dienst der Kust

1	Noordzee	Vlaamse Banken	1976	D 11	1/100.000
2	Noordzee	Wielingen - Scheur	1976	-	1/20.000
3	Noordzee	Pas van het Zand	1977	-	1/10.000
4	Noordzee	Appelzak	1976	-	1/5.000
5	Noordzee	Oostende - De Haan	1974	-	1/20.000

2.3. Beginvoorwaarden

Teneinde het aantal noodzakelijke iteraties te verminderen voor het verkrijgen van een systeem in regimetoestand, zullen wij in $t = 0$ (het zij nul uur op 6 september 1975) ervan uitgaan dat er sprake is van een hydrodynamische tussentoestand tussen dood tij en springtij ofwel het halfdagelijkse maangetij M_2 . De gegevens met betrekking tot dit gedeeltelijke getij worden afgeleid van de resultaten van een voorgaande studie (Ronday 1976 heeft het getij M_2 bestudeerd voor het zuiden van de Noordzee door zich te baseren op een numeriek rooster, gekenmerkt door een ruimtestap van 10 km). Aan de hand van een interpolatie kunnen \bar{u} en ζ berekend worden op alle knooppunten van het rooster "Zeebrugge". Minder dan 1.000 iteraties zijn voldoende om in een dergelijk geval een systeem in regimetoestand te bekomen.

2.4. Grens voorwaarden van het model van Zeebrugge

De voorwaarden op de grenzen van het wiskundige model langs de open grenzen, zijn voorwaarden met betrekking tot de waterstanden van het vrije oppervlak.

De opgestelde maregrafische stations tijdens de meetcampagne van 29 augustus tot 13 september 1975 door de Rijkswaterstaat Deltadienst en die gediend hebben voor de bepaling van de voorwaarden op de grenzen van ons model, zijn de volgende (zie figuur 3.1.).

Oostende	Knikpunt I	Knikpunt II
N. Thorntonbank	Middenbanjaard	Schouwen N.
B.G. II	B.G. V.	

Bepaling van de waterstanden op de knooppunten van het numerieke rooster

i) Voor de grens "West"

De grensvoorwaarden worden afgeleid uit de waarnemingen te Oostende en Knikpunt I (Tabel 2). Een lineaire interpolatie tussen deze beide meetstations bepaalt de waterstanden langs de "West" grens. De waterstanden in de

TABEL 2 : Waterstanden te Oostende en Knikpunt 1
(Bronnen : Deltadienst - Vertikale
getijmeting R.D. II, 1975) .

Oostende
coördinaten - x : 171.877
- y : 99.758

Knikpunt I
coördinaten - x : 180.209
- y : 70.130

Op 6/9/1975

Op 6/9/1975

Uren	Minuten		Uren	Minuten	
	00	30		00	30
0	222	242	0	164	198
1	247	239	1	204	201
2	225	198	2	193	159
3	159	114	3	131	90
4	50	2	4	50	4
5	- 53	-101	5	- 43	- 86
6	-148	-189	6	-124	-159
7	-219	-231	7	-176	-179
8	-219	-189	8	-160	-138
9	-150	-124	9	-115	- 88
10	- 97	- 65	10	- 67	- 39
11	- 24	40	11	- 5	46
12	+141	237	12	117	184
13	257	250	13	208	205
14	235	215	14	194	173
15	187	144	15	146	116
16	97	36	16	72	26
17	- 22	- 74	17	- 22	- 68
18	-125	-173	18	-112	-152
19	-215	-252	19	-186	-208
20	-264	-252	20	-208	-190
21	-215	-174	21	-166	

Waterstanden in het NAP vlak overgebracht en in centimeters
uitgedrukt .

linkerbovenhoek van het model (figuur 3.1.) zijn op deze wijze verkregen.

ii) Voor de grens "Oost"

Een lineaire interpolatie tussen de maregrafische waarnemingen (Tabel 3) te B.G. II en B.G. V geeft de waterstand op het knooppunt (104, 144) dat overeenkomt met het kruispunt van de rechte B.G. II - B.G. V met de grenslijn. Wij gaan uit van de veronderstelling dat de waterstand langs de "Oost" grens gelijk is aan die welke op het knooppunt (104, 144) berekend werd. De verhoging in de rechterbovenhoek van het model (figuur 3.1) is dus gelijk aan die van het punt (104, 144).

iii) Voor de grens "Noord"

Deze worden afgeleid van de waarnemingen (Tabel 4 en 5) van de Rijkswaterstaat (Stations : N. Thorntonbank, Knikpunt II, Midden-Banjaard en Schouwen N.) en uit extrapolaties voor de linker- en rechterbovenhoeken van het model.

Dank zij de lineaire interpolaties tussen de stations (N. Thorntonbank - Knikpunt II), (Knikpunt II - Midden-Banjaard), (Midden-Banjaard - Schouwen N.) en (Schouwen N. - B.G. II) kunnen de waterstanden op de knooppunten (106, 48), (106, 88), (106, 118) en (106, 134) berekend worden.

De bepaling van de waterstanden langs de "Noord" grens is gebaseerd op interpolaties tussen de op de knooppunten (106, 2), (106, 48), (106, 88), (106, 118), (106, 134) en (106, 144) berekende waterstanden.

Het wiskundige model houdt tevens rekening met de openingen (Roompot, Schaar van Roggeplaat en Hammen) die ter hoogte van de mond van de Oosterschelde gelegen zijn. De voorwaarden bij deze grenzen zijn voorwaarden met betrekking tot de waterstanden. De door Rijkswaterstaat overgemaakte waarnemingen komen overeen met een toestand van gemiddelde springtij die weinig verschilt van deze op 6 september 1975.

TABEL 3 : Waterstanden te B.G. II en B.G. V
(Bronnen : Deltadienst - Vertikale
getijmeting R.D. II, 1975)

B.G. II			B.G. V		
coördinaten - x : 122.005			coördinaten - x : 111.970		
- y : 41.655			- y : 35.650		
Op 6/9/1975			Op 6/9/1975		
Uren	Minuten		Uren	Minuten	
	00	30		00	30
0	14	63	0	- 20	28
1	132	168	1	103	154
2	170	157	2	160	149
3	140	120	3	132	113
4	99	74	4	96	79
5	40	4	5	48	15
6	- 35	- 68	6	- 20	- 54
7	- 93	- 96	7	- 78	- 87
8	- 96	- 86	8	- 81	- 72
9	- 81	- 76	9	- 68	- 69
10	- 69	- 62	10	- 67	- 61
11	- 48	- 35	11	- 52	- 42
12	- 18	9	12	- 30	- 10
13	64	126	13	28	94
14	158	158	14	142	146
15	149	130	15	137	120
16	106	84	16	98	80
17	53	14	17	53	19
18	- 27	- 68	18	- 19	- 59
19	-103	-125	19	- 94	-115
20	-131	-119	20	-120	-108
21	-109	-101	21	- 95	- 89

Waterstanden in het NAP vlak overgebracht en in centimeters
uitgedrukt .

TABEL 4 : Waterstanden op Schouwenbank. N. en Midden Banjaard
(Bronnen : Deltadienst - Vertikale getijmeting
R.D. II. , 1975)

<u>Schouwenbank</u>			<u>Midden Banjaard</u>		
coördinaten - x : 131.000			coördinaten - x : 131.595		
- y : 34.303			- y : 48.879		
Op 6/9/1975			Op 6/9/1975		
Uren	Minuten		Uren	Minuten	
	00	30		00	30
0	18	80	0	25	94
1	139	167	1	159	177
2	164	152	2	177	166
3	133	109	3	147	121
4	87	58	4	95	67
5	25	- 9	5	30	- 10
6	- 50	- 78	6	- 55	- 90
7	- 97	- 97	7	-110	-123
8	- 92	- 83	8	-117	-107
9	- 75	- 66	9	-100	- 88
10	- 57	- 49	10	- 75	- 64
11	- 38	- 24	11	- 47	- 33
12	- 8	27	12	- 9	30
13	80	132	13	100	157
14	154	153	14	167	164
15	143	120	15	154	136
16	97	66	16	109	83
17	34	- 1	17	44	2
18	- 44	- 81	18	- 41	- 88
19	-114	-131	19	-120	-148
20	-130	-119	20	-152	-140
21	-105	- 95	21	-129	-117

Waterstanden in het NAP vlak overgebracht en in centimeters
uitgedrukt .

TABEL 5 : Waterstanden op N. Thortonbank en Knikpunt II
 (Bronnen : Deltadienst - Vertikale
 getijmeting R.D. II. , 1975).

<u>N. Thortonbank</u>			<u>Knikpunt II</u>		
coördinaten - x : 168.161			coördinaten - x : 156.865		
- y : 57.733			- y : 45.726		
Op 6/9/1975			Op 6/9/1975		
Uren	Minuten		Uren	Minuten	
	00	30		00	30
0	120	166	0	75	129
1	180	180	1	158	164
2	167	147	2	158	142
3	122	89	3	120	90
4	51	11	4	60	28
5	- 28	- 67	5	- 6	- 46
6	-106	-136	6	- 80	-114
7	-153	-152	7	-128	-125
8	-137	-118	8	-115	-102
9	- 98	- 76	9	- 86	- 70
10	- 55	- 36	10	- 55	- 41
11	- 13	20	11	- 28	- 6
12	74	136	12	28	86
13	174	181	13	132	156
14	173	157	14	160	150
15	134	108	15	130	104
16	70	31	16	74	40
17	- 10	- 55	17	3	- 35
18	- 93	-133	18	- 78	-116
19	-164	-186	19	-143	-157
20	-181	-165	20	-154	-142
21	-146	-121	21	-124	-108

Waterstanden in het NAP vlak overgebracht en in centimeters
 uitgedrukt .

2.5. Automatische koppeling van de modellen met één en twee dimensies

Het model met één dimensie van de Westerschelde bestrijkt het grootste gedeelte van het bekken van de Schelde. Voor een vollediger beschrijving van dit model, is het goed het rapport MOD. 331-1, 1977 van het Waterbouwkundig Laboratorium te Borgerhout te raadplegen. De koppeling van het model "Zeebrugge" met twee dimensies met het model met één dimensie heeft plaats ter hoogte van Baarland.

De aansluitingsvoorwaarde is een voorwaarde met betrekking tot de waterstand. De automatische verbinding van de beide modellen wordt bemoeilijkt door het feit dat :

- i) de topografie van de bodem onregelmatig in de buurt van Baarland-Terneuzen is ;
- ii) de referentieniveau's verschillend zijn.

Voor het model met twee dimensies, is het referentieniveau het gemiddelde niveau, bij een eerste benadering het NAP vlak.

Voor het model met één dimensie, is het referentieniveau het NKD vlak.

Voor het verkrijgen van een bevredigende koppeling en om de numerieke onstabilliteiten te vermijden, hebben wij de diepte constant genomen in alle gedeelten stroomopwaarts van Terneuzen. Deze diepte wordt verkregen door het delen van de zone van het betreffende gedeelte door de breedte. Het verschil tussen de referentieniveau's (NAP-NKD) te Baarland moet 2,43 meter bedragen om de handhaving van de debietwaarden tussen de beide modellen te hebben.

TABEL 6 : Te Baarland op 6/9/1975 waargenomen waterstanden (Bron : Deltadienst - Vertikale getijmetin R.D. II, 1975) en op 11/5/1976 (Bronnen : MOD. 331-1, Waterbouwkundig Laboratorium te Borgerhout). In centimeters uitgedrukte grootten.

Op 6-9-1975

Op 11-5-1976

(Oorsprong van de tijden : het Hw te Vlissingen)

Uren	Minuten		Uren	Minuten	
	00	30		00	30
0	- 22	30			
1	114	216			

2	270	276	0	448	478
3	274	256	1	477	464
4	222	184	2	439	402
5	133	74	3	362	310
6	17	- 37	4	254	202
7	- 85	-132	5	154	110
8	-172	-205	6	76	44
9	-220	-196	7	25	27
10	-155	-119	8	62	98
11	- 86	- 56	9	129	158
12	- 26	5	10	188	219
13	52	130	11	258	315
14	226	277	12	396	

15	279	266			
16	241	209			
17	167	114			
18	55	- 3			
19	- 56	-107			
20	-154	-197			
21	-232	-251			

Opmerking :

Het verschil tussen het "gemiddelde niveau" op 6/9/1975 en het NKD komt ongeveer overeen met 2,18 meter (zie Tabel 6), terwijl men 2,39 meter zou moeten hebben (NAP - NKD - 0,06). De oorzaak van dit verschil is het gevolg van een te grove berekening van het gemiddelde niveau op 6/9/1975.

3. KALIBRERING VAN HET WISKUNDIGE MODEL "ZEEBRUGGE"

3.1. Inleiding

Voor de kalibrering van een model dient men te beschikken over een maximum aan "off-shore" hydrodynamische gegevens. In overleg met de verantwoordelijke personen van het Ministerie van Openbare Werken, hebben wij besloten de springtij van 6 september 1975 na te bootsen. De redenen van deze keuze zijn de volgende :

- i) Tussen 29 augustus en 13 september 1975 heeft de Rijkswaterstaat Deltadienst een groot aantal hydrografische toestellen in het Zuiden van de Noordzee en in het Estuarium van de Westerschelde uitgelegd. De op genoemde 6 september heersende toestand lag dicht bij die van een gemiddeld springtij.
- ii) De Dienst der Kust (Oostende) beschikt over een grote hoeveelheid gegevens en inlichtingen met betrekking tot horizontale en verticale getijden bij een gemiddeld springtij.

Een wiskundig (of fysisch) model van de getijden kan als gekalibreerd beschouwd worden indien er een goede overeenstemming aanwezig is tussen de resultaten van de nabootsingen en de waarnemingen. Deze overeenstemming moet zowel voor het horizontale als voor het verticale getijde bereikt worden.

3.2. Vertikale getijden

De "Nederlandse" maregrafische stations (figuur 3.1) die zich in het door het wiskundige model bestreken gebied bevinden, zijn de volgende:

a - Blankenberghe	i - Oostkapelle
b - Zeebrugge	
c - Kadzand	k - O.S.I V
d - Terneuzen	l - O.S.X.
e - Baarland	m - Kaloo N.
f - Borssele	n - Deurloo
g - Vlissingen	o - Vlakte V.D. Raan
h - Westkapelle	p - Scheur

(Berekening (—) ; waarneming (.....))

In de vergelijking "berekening-waarneming" sluiten wij de stations uit die voor de berekening van de grensvoorwaarden gediend hebben.

Voor het testen van de nauwkeurigheid van het wiskundige model, vergelijken wij de resultaten van de numerieke nabootsingen met de waarnemingen. De figuren (3.3.2.a tot en met 3.3.2.p) laten de vergelijkingen tussen de berekening en de waarnemingen zien. De getallen geven de waterstanden in centimeters aan. De oorsprong van de tijden is 30 minuten vóór LW te Zeebrugge (of $6\frac{1}{2}$ uur vóór HW te Zeebrugge).

Door een analyse van deze vergelijkingen kan tot een zeer goede overeenstemming tussen de berekening en de waarneming besloten worden. Wij merken evenwel op dat de maximumwaarden iets lager en de minimum waarden iets hoger zijn dan de waargenomen waarden. De oorzaak van deze verschillen vloeit voort uit een gebrek aan inlichtingen over de waterstanden langs de open "West" kust. Langs deze kust zijn slechts twee maregrafische stations (Oostende en Knikpunt I).

Opmerking : de voortplanting van de getijgolf in de Westerschelde is zeer goed met een verschil van 30 minuten tussen Vlissingen en Terneuzen.

3.3. Debiet van de Westerschelde ter hoogte van Vlissingen

Het is algemeen bekend dat de dynamica van de gehele Westerschelde aan het debiet ter hoogte van Vlissingen onderworpen is.

MEETPUNT : BLANKENBERG E

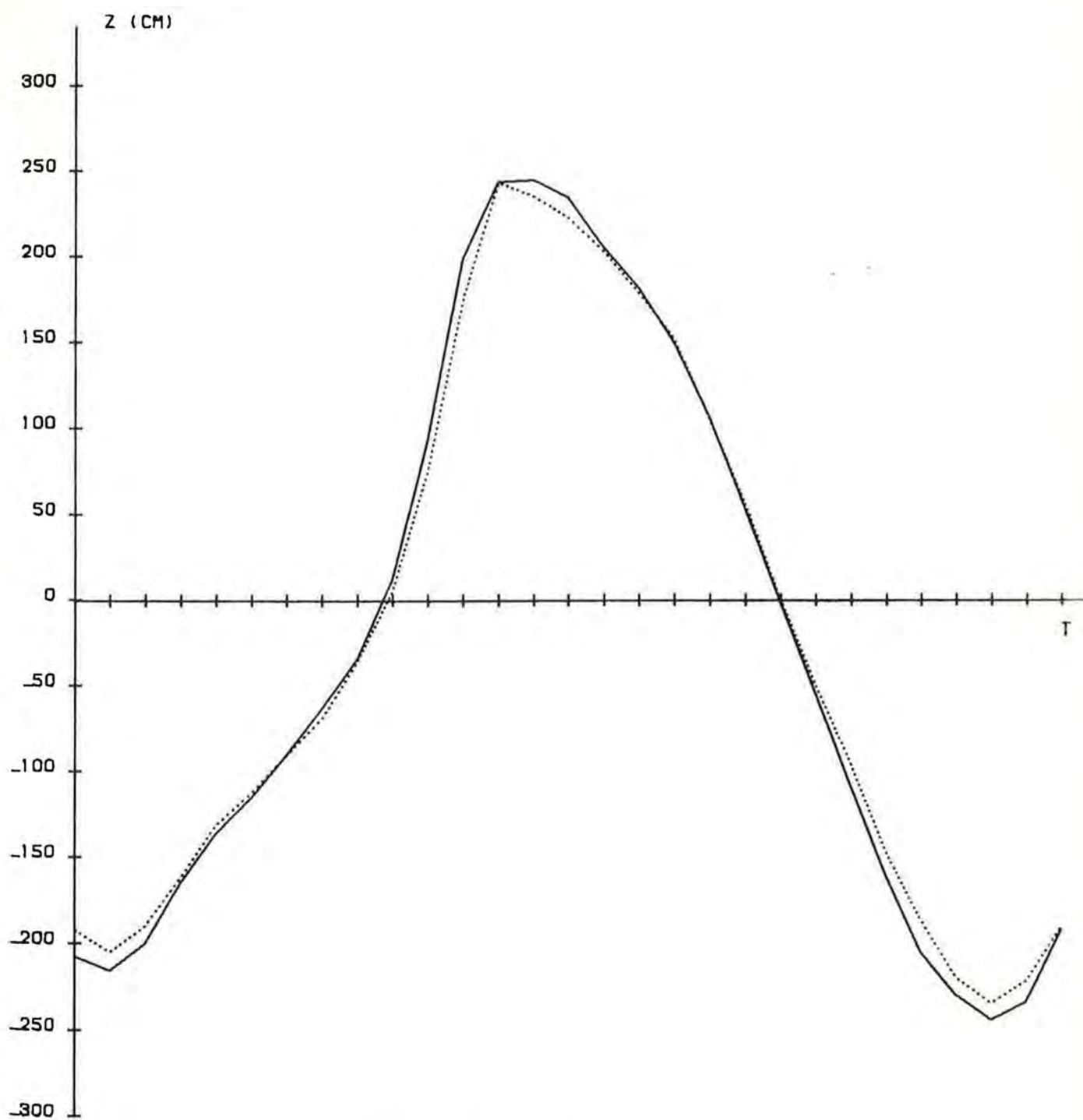


Fig. 3.3.2.a - I

MEETPUNT : BLANKENBERGE

TIJD	WAARGENOMEN WAARDEN (cm)	BEREKENDE WAARDEN (cm)
-30'	- 208	- 192
0h	- 216	- 225
0h30'	- 200	- 190
1h00'	- 165	- 162
1h30'	- 136	- 131
2h00'	- 115	- 112
2h30'	- 90	- 90
3h00'	- 63	- 69
3h30'	- 34	- 35
4h00'	+ 13	+ 6
4h30'	+ 93	+ 76
5h00'	+ 199	+ 176
5h30'	+ 244	+ 243
6h00'	+ 245	+ 235
6h30'	+ 234	+ 222
7h00'	+ 205	+ 202
7h30'	+ 181	+ 178
8h00'	+ 149	+ 151
8h30'	+ 105	+ 104
9h00'	+ 52	+ 55
9h30'	- 3	- 9
10h00'	- 56	- 51
10h30'	- 110	- 97
11h00'	- 162	- 148
11h30'	- 206	- 187
12h00'	- 231	- 221
12h30'	- 245	- 235
13h00'	- 234	- 222
13h30'	- 192	- 190

Fig. 3.3.2.a - 2

MEETPUNT : ZEEBRUGGE

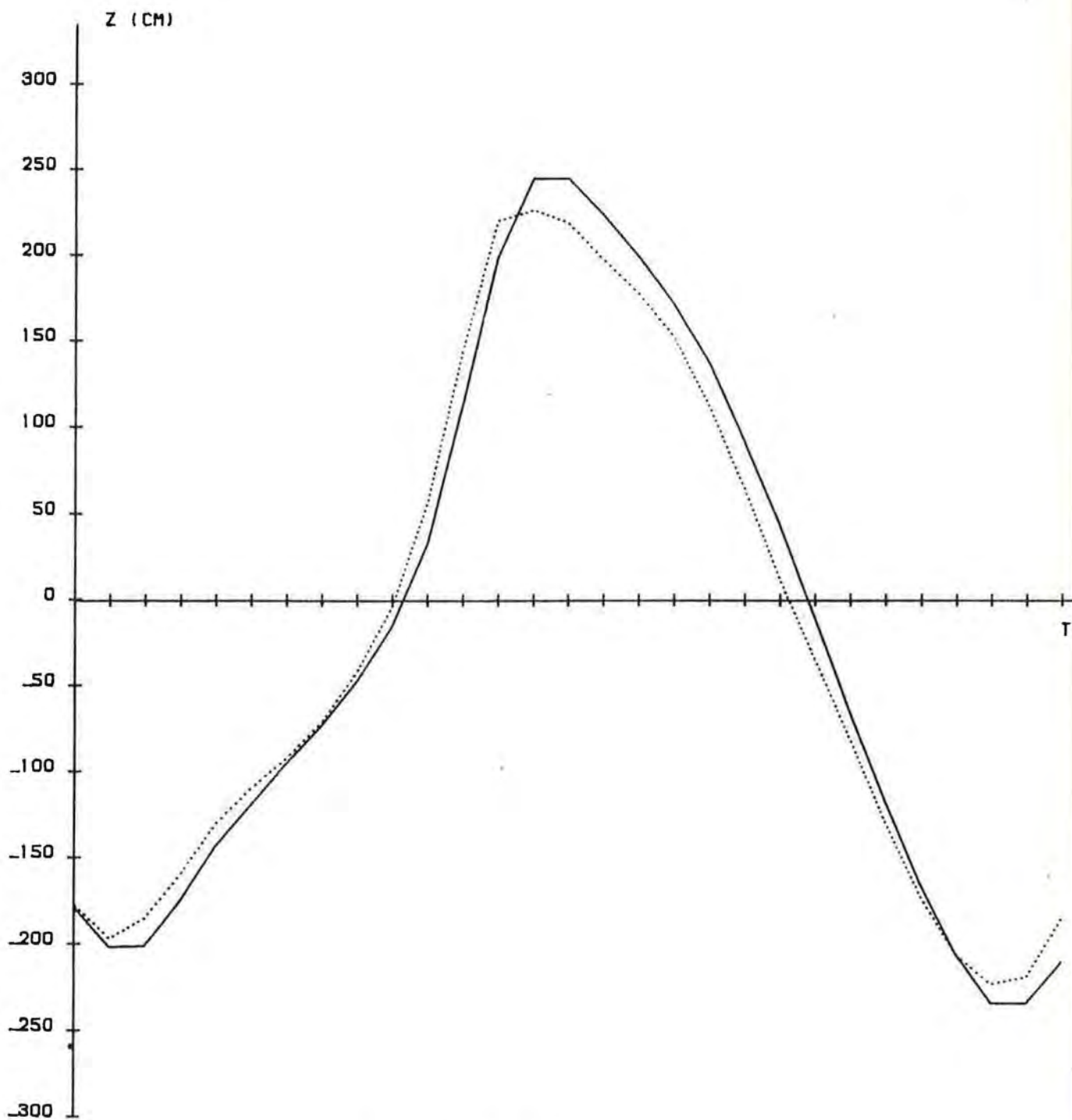


Fig. 3.3.2.b - I

MEETPUNT : ZEEBRUGGE

TIJD	WAARGENOMEN WAARDE (cm)	BEREKENDE WAARDEN (cm)
-30'	- 179	- 177
0h	- 202	- 197
0h30'	- 201	- 185
1h00'	- 175	- 160
1h30'	- 143	- 131
2h00'	- 119	- 110
2h30'	- 95	- 92
3h00'	- 73	- 71
3h30'	- 47	- 42
4h00'	- 15	- 37
4h30'	+ 33	+ 56
5h00'	+ 113	+ 145
5h30'	+ 199	+ 220
6h00'	+ 245	+ 227
6h30'	+ 245	+ 219
7h00'	+ 223	+ 197
7h30'	+ 199	+ 177
8h00'	+ 171	+ 152
8h30'	+ 137	+ 111
9h00'	+ 91	+ 64
9h30'	+ 43	+ 11
10h00'	- 11	- 36
10h30'	- 67	- 82
11h00'	- 119	- 131
11h30'	- 167	- 174
12h00'	- 207	- 207
12h30'	- 235	- 224
13h00'	- 235	- 220
13h30'	- 211	- 186

MEETPUNT : KADZAND

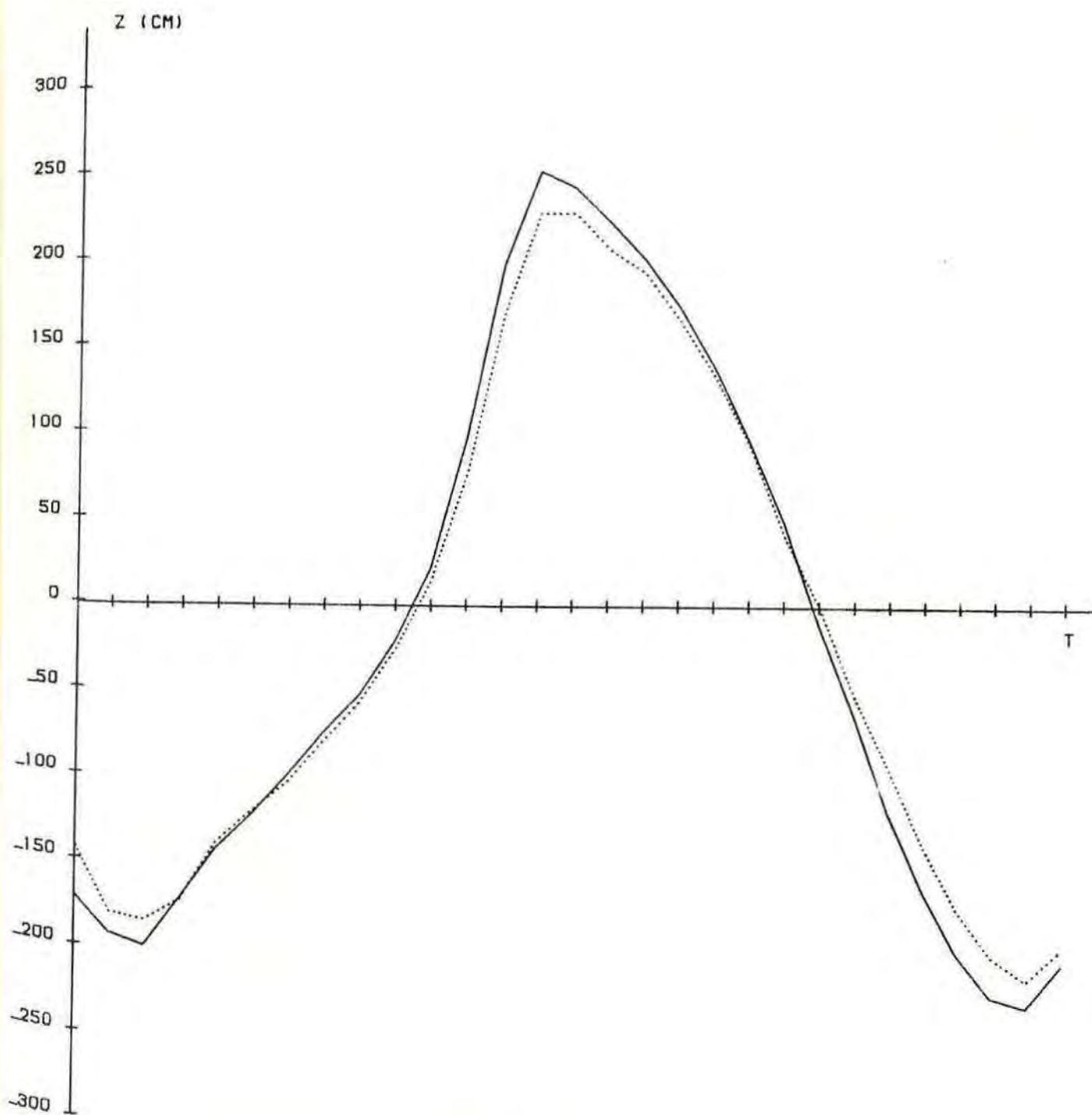
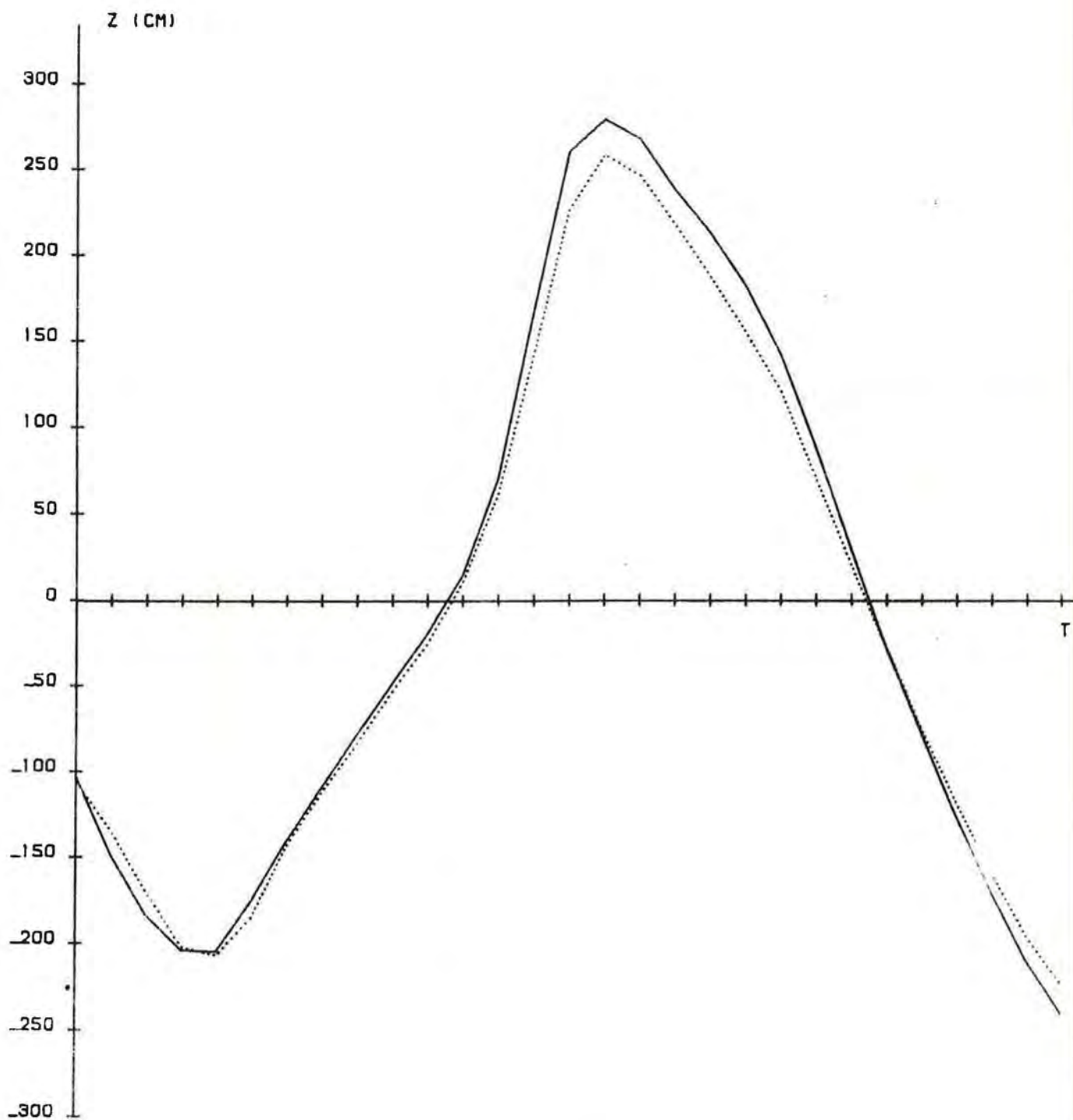


Fig. 3.3.2.c - I

MEETPUNT : KADZAND

TIJD	WAARGENOMEN WAARDEN (cm)	BEREKENDE WAARDEN (cm)
-30'	- 172	- 143
0h	- 193	- 181
0h30'	- 200	- 185
1h00'	- 172	- 173
1h30'	- 143	- 139
2h00'	- 123	- 121
2h30'	- 100	- 104
3h00'	- 75	- 80
3h30'	- 53	- 58
4h00'	- 21	- 26
4h30'	+ 22	+ 14
5h00'	+ 98	+ 76
5h30'	+ 198	+ 169
6h00'	+ 253	+ 229
6h30'	+ 243	+ 229
7h00'	+ 223	+ 207
7h30'	+ 201	+ 193
8h00'	+ 173	+ 165
8h30'	+ 138	+ 133
9h00'	+ 95	+ 93
9h30'	+ 48	+ 41
10h00'	- 11	- 3
10h30'	- 63	- 51
11h00'	- 120	- 94
11h30'	- 165	- 139
12h00'	- 202	- 177
12h30'	- 227	- 204
13h00'	- 233	- 217
13h30'	- 208	- 198

Fig. 3.3.2.c - 2

MEETPUNT : TERNEUZEN

MEETUPUNT : TERNEUZEN

TIJD	WAARGENOMEN WAARDE! (cm)	BEREKENDE WAARDEN (cm)
-30'	- 103	- 106
0h	- 149	- 135
0h30'	- 184	- 170
1h00'	- 204	- 202
1h30'	- 205	- 207
2h00'	- 175	- 185
2h30'	- 140	- 143
3h00'	- 109	- 112
3h30'	- 78	- 83
4h00'	- 48	- 53
4h30'	- 19	- 25
5h00'	+ 15	+ 11
5h30'	+ 71	+ 61
6h00'	+ 169	+ 143
6h30'	+ 261	+ 227
7h00'	+ 280	+ 259
7h30'	+ 268	+ 247
8h00'	+ 238	+ 218
8h30'	+ 213	+ 187
9h00'	+ 182	+ 155
9h30'	+ 142	+ 121
10h00'	+ 88	+ 70
10h30'	+ 29	+ 20
11h00'	- 29	- 28
11h30'	- 78	- 75
12h00'	- 127	- 119
12h30'	- 171	- 159
13h00'	- 210	- 196
13h30'	- 241	- 224

Fig. 3.3.2.d - 2

MEETPUNT : BAARLAND

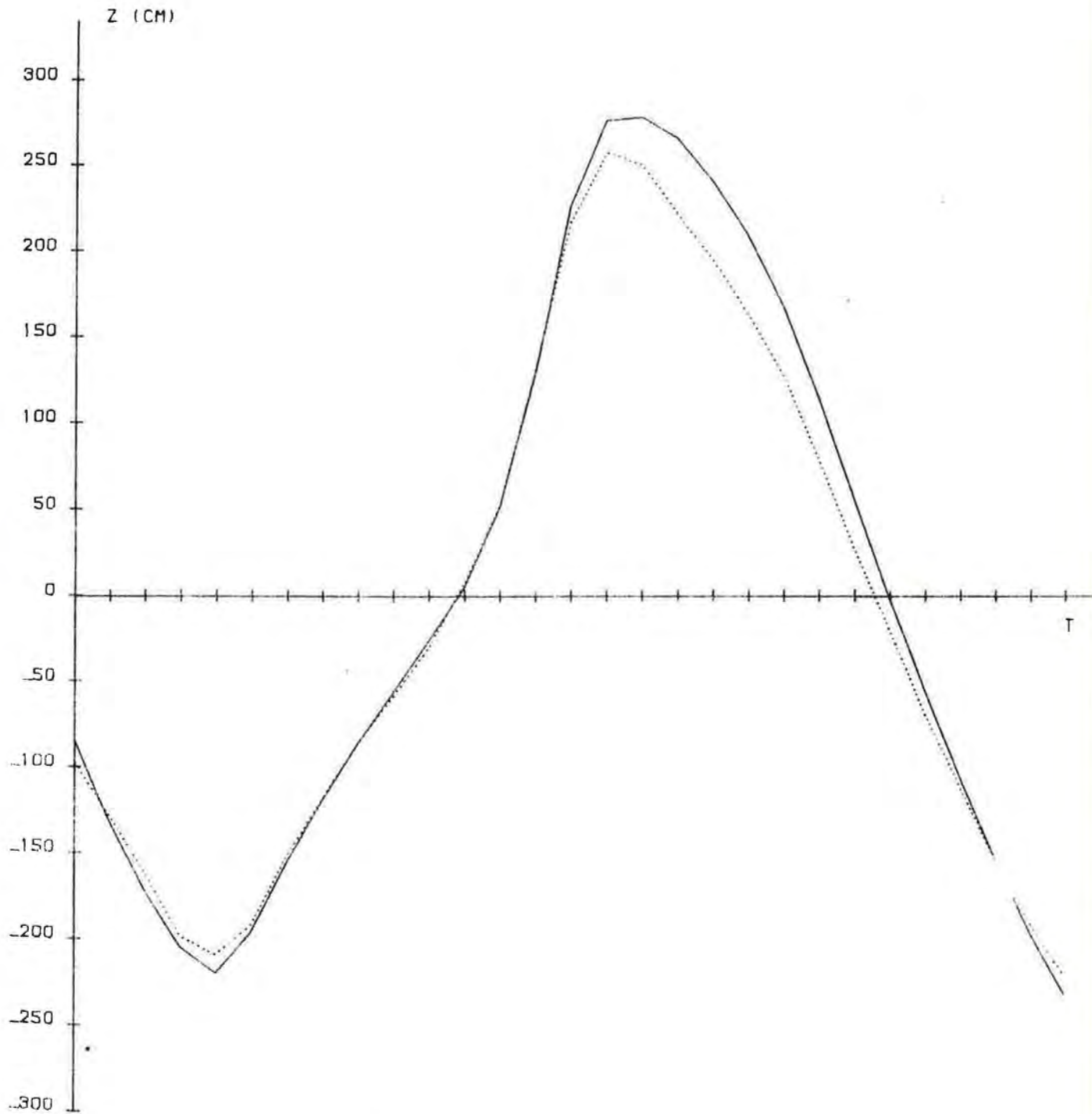


Fig. 3.4.1.0 - I

TIJD	WAARGENOMEN WAARDEN (cm)	BEREKENDE WAARDEN (cm)
-30'	- 85	- 97
0h	- 132	- 129
0h30'	- 172	- 162
1h00'	- 205	- 198
1h30'	- 220	- 209
2h00'	- 196	- 192
2h30'	- 155	- 152
3h00'	- 119	- 118
3h30'	- 86	- 86
4h00'	- 56	- 58
4h30'	- 26	- 29
5h00'	+ 5	+ 7
5h30'	+ 52	+ 53
6h00'	+ 130	+ 132
6h30'	+ 227	+ 217
7h00'	+ 277	+ 258
7h30'	+ 279	+ 258
8h00'	+ 266	+ 222
8h30'	+ 241	+ 195
9h00'	+ 209	+ 163
9h30'	+ 167	+ 127
10h00'	+ 114	+ 77
10h30'	+ 55	+ 26
11h00'	- 3	- 21
11h30'	- 56	- 69
12h00'	- 107	- 113
12h30'	- 154	- 154
13h00'	- 197	- 191
13h304	- 232	- 221

Fig. 3.3.2.e - 2

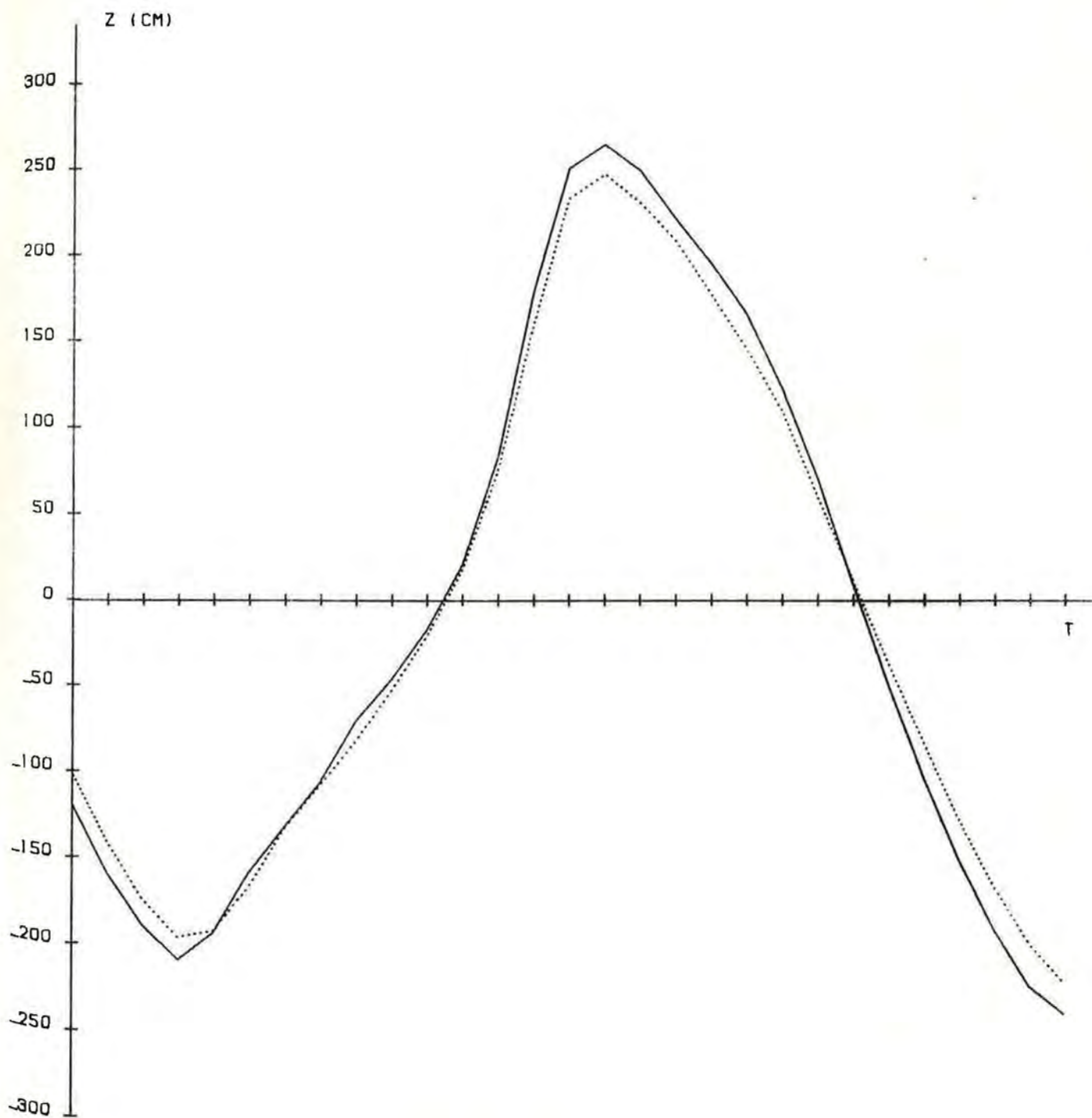
MEETPUNT : BORSSELE

Fig. 3.3.2.f - I

MEETPUNT : BORS SELE

TIJD	WAARGENOMEN WAARDE! (cm)	BEREKENDE WAARDEN (cm)
-30'	- 120	- 102
0h	- 160	- 142
0h30'	- 190	- 175
1h00'	- 210	- 197
1h30'	- 194	- 193
2h00'	- 169	- 167
2h30'	- 132	- 133
3h00'	- 106	- 108
3h30'	- 70	- 82
4h00'	- 46	- 52
4h30'	- 17	- 21
5h00'	+ 21	+ 18
5h30'	+ 84	+ 75
6h00'	+ 180	+ 160
6h30'	+ 251	+ 233
7h00'	+ 265	+ 248
7h30'	+ 249	+ 230
8h00'	+ 221	+ 208
8h30'	+ 195	+ 177
9h00'	+ 165	+ 145
9h30'	+ 122	+ 109
10h00'	+ 70	+ 59
10h30'	+ 8	+ 11
11h00'	- 51	- 38
11h30'	- 104	- 84
12h00'	- 151	- 128
12h30'	- 192	- 167
13h00'	- 225	- 200
13h30'	- 241	- 223

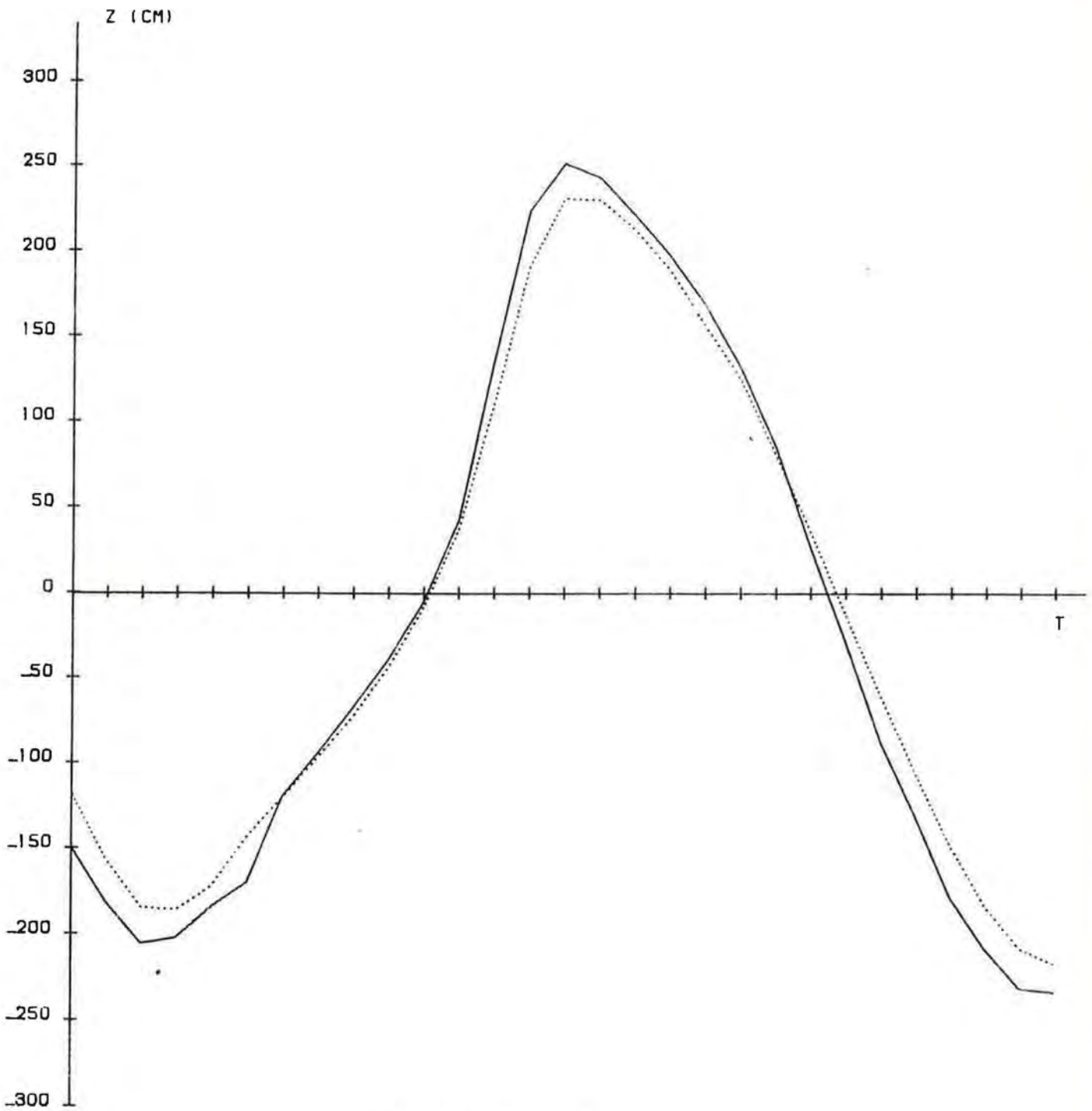
MEETPUNT : VLISSINGEN

Fig. 3.3.2.g - I

MEETPUNT : VLISSINGEN

TIJD	WAARGENOMEN WAARDEN (cm)	BEREKENDE WAARDEN (cm)
-30'	- 150	- 119
0h	- 182	- 157
0h30'	- 206	- 185
1h00'	- 202	- 186
1h30'	- 184	- 172
2h00'	- 170	- 143
2h30'	- 119	- 120
3h00	- 94	- 96
3h30'	- 67	- 72
4h00'	- 39	- 43
4h30'	- 5	- 8
5h00'	+ 43	+ 37
5h30'	+ 136	+ 110
6h00'	+ 224	+ 191
6h30'	+ 252	+ 231
7h00'	+ 243	+ 230
7h30'	+ 221	+ 212
8h00'	+ 197	+ 188
8h30'	+ 168	+ 155
9h00'	+ 131	+ 125
9h30'	+ 85	+ 80
10h00'	+ 26	+ 34
10h30'	- 30	- 13
11h00'	- 89	- 62
11h30'	- 132	- 107
12h00'	- 179	- 149
12h30'	- 209	- 184
13h00'	- 232	- 209
13h30'	- 234	- 217

Fig. 3.3.2.g - 2

MEETPUNT : WESTKAPELLE

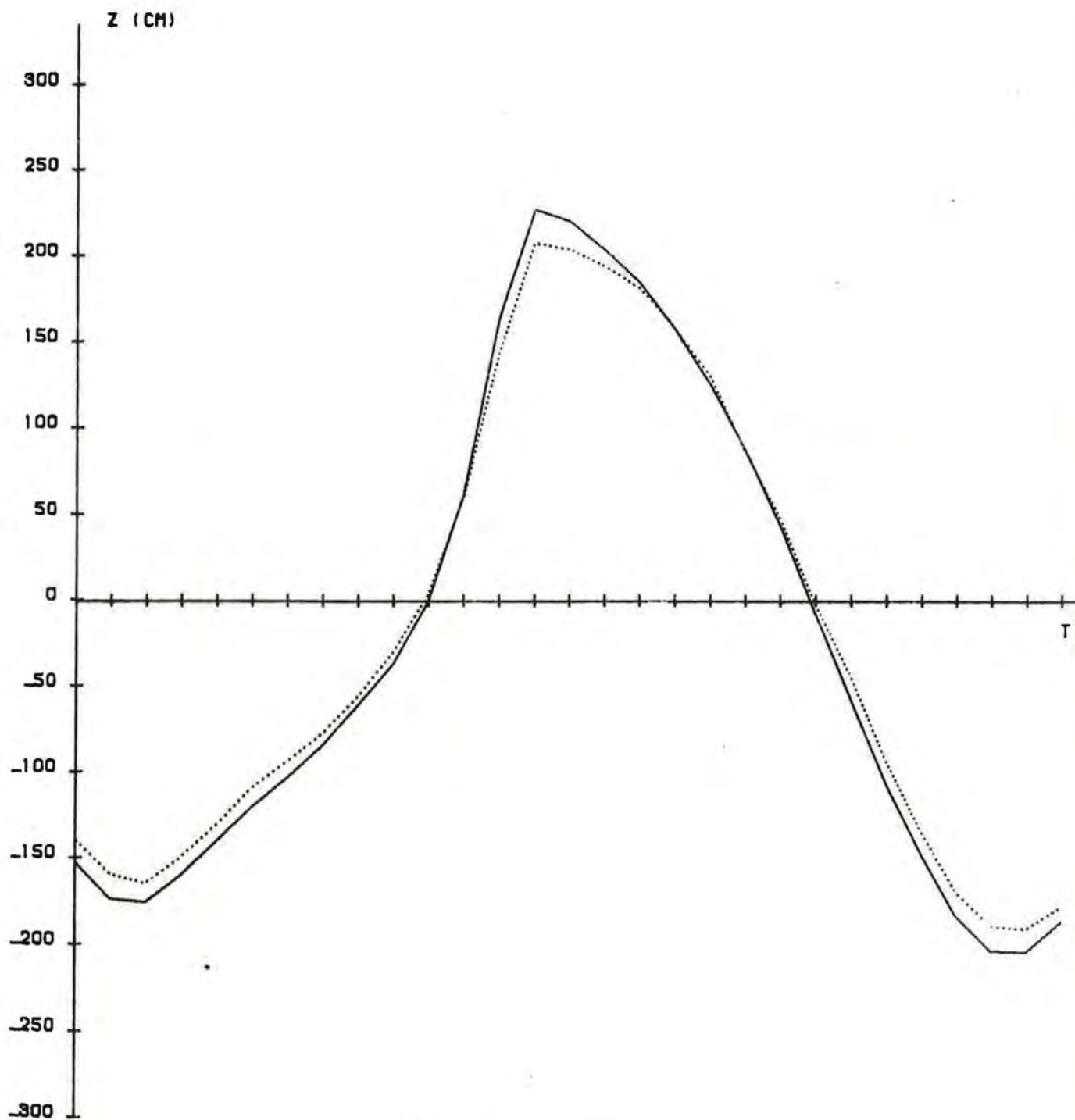
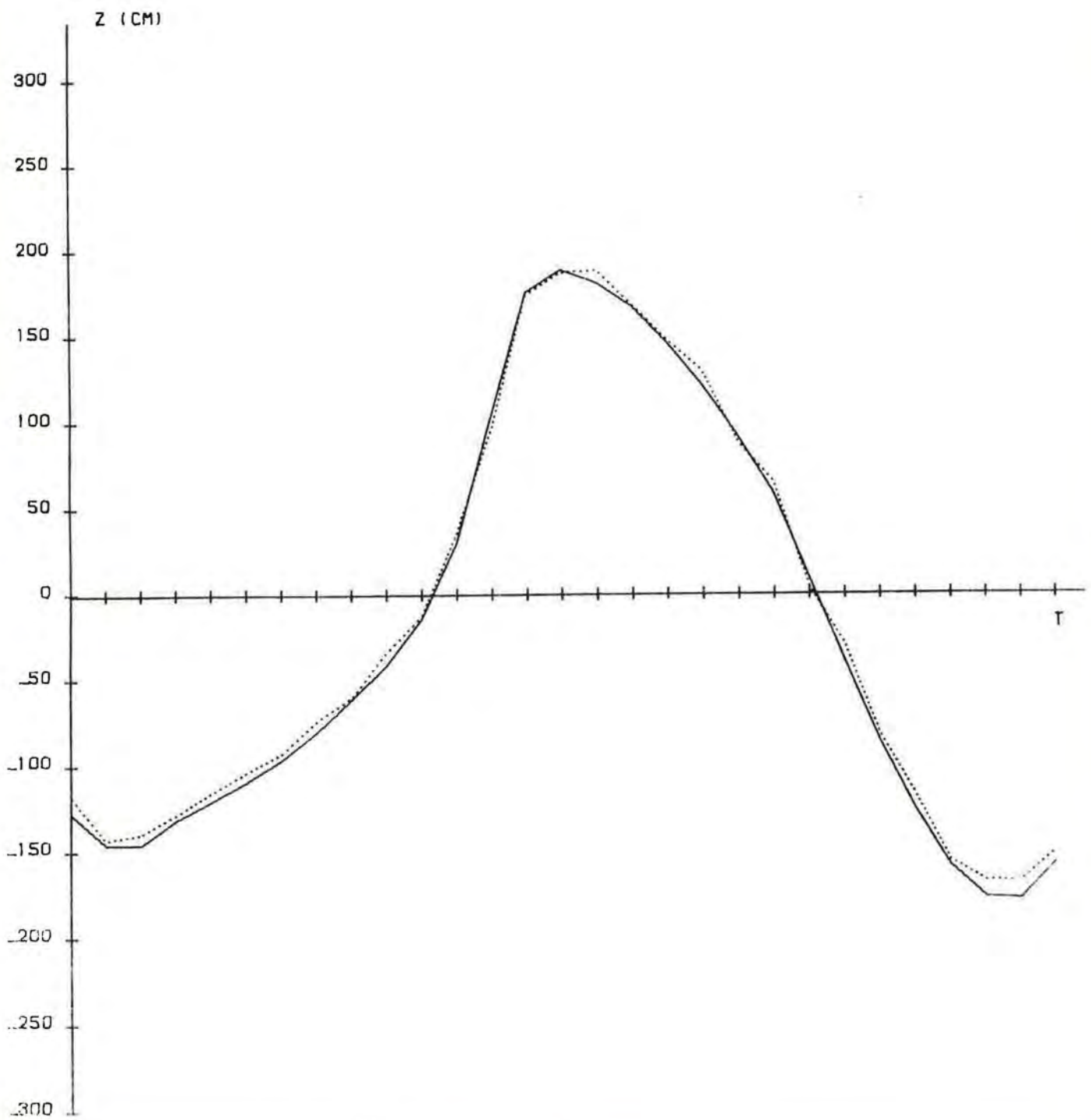


Fig. 3.3.2.h - I

MEETPUNT : WESTKAPELLE

TIJD	WAARGENOMEN WAARDEN (cm)	BEREKENDE WAARDEN (cm)
- 30'	- 153	- 140
0h	- 174	- 160
0h30'	- 176	- 165
1h00'	- 160	- 149
1h30'	- 140	- 131
2h00'	- 120	- 109
2h30'	- 103	- 93
3h00'	- 84	- 77
3h30'	- 61	- 55
4h00'	- 37	- 29
4h30'	0	+ 4
5h00'	+ 62	+ 60
5h30'	+ 164	+ 144
6h00'	+ 227	+ 208
6h30'	+ 220	+ 203
7h00'	+ 203	+ 194
7h30'	+ 184	+ 181
8h00'	+ 157	+ 157
8h30'	+ 125	+ 125
9h00'	+ 87	+ 85
9h30'	+ 43	+ 47
10h00'	- 8	- 28
10h30'	- 58	- 45
11h00'	- 107	- 94
11h30'	- 148	- 134
12h00'	- 184	- 170
12h30'	- 204	- 196
13h00'	- 205	- 192
13h30'	- 187	- 178

Fig. 3.3.2.h - 2

MEETPUNT : OOSTKAPELLE

MEETPUNT : OOSTKAPELLE

TIJD	WAARGENOMEN WAARDEN (cm)	BEREKENDE WAARDEN (cm)
-30'	- 128	- 118
0h	- 146	- 143
0h30'	- 146	- 139
1h00'	- 131	- 128
1h30'	- 120	- 115
2h00'	- 109	- 104
2h30'	- 96	- 92
3h00'	- 80	- 74
3h30'	- 61	- 59
4h00'	- 41	- 34
4h30'	- 14	- 13
5h00'	+ 30	+ 35
5h30'	+ 104	+ 95
6h00'	+ 176	+ 174
6h30'	+ 189	+ 187
7h00'	+ 181	+ 189
7h30'	+ 167	+ 168
8h00'	+ 146	+ 148
8h30'	+ 121	+ 130
9h00'	+ 91	+ 87
9h30'	+ 58	+ 64
10h00'	+ 9	+ 3
10h30'	- 40	- 30
11h00'	- 88	- 84
11h30'	- 127	- 118
12h00'	- 160	- 157
12h30'	- 178	- 169
13h00'	- 179	- 169
13h30'	- 158	- 151

Fig. 3.3.2.i - 2

MEETPUNT : O.S. IV

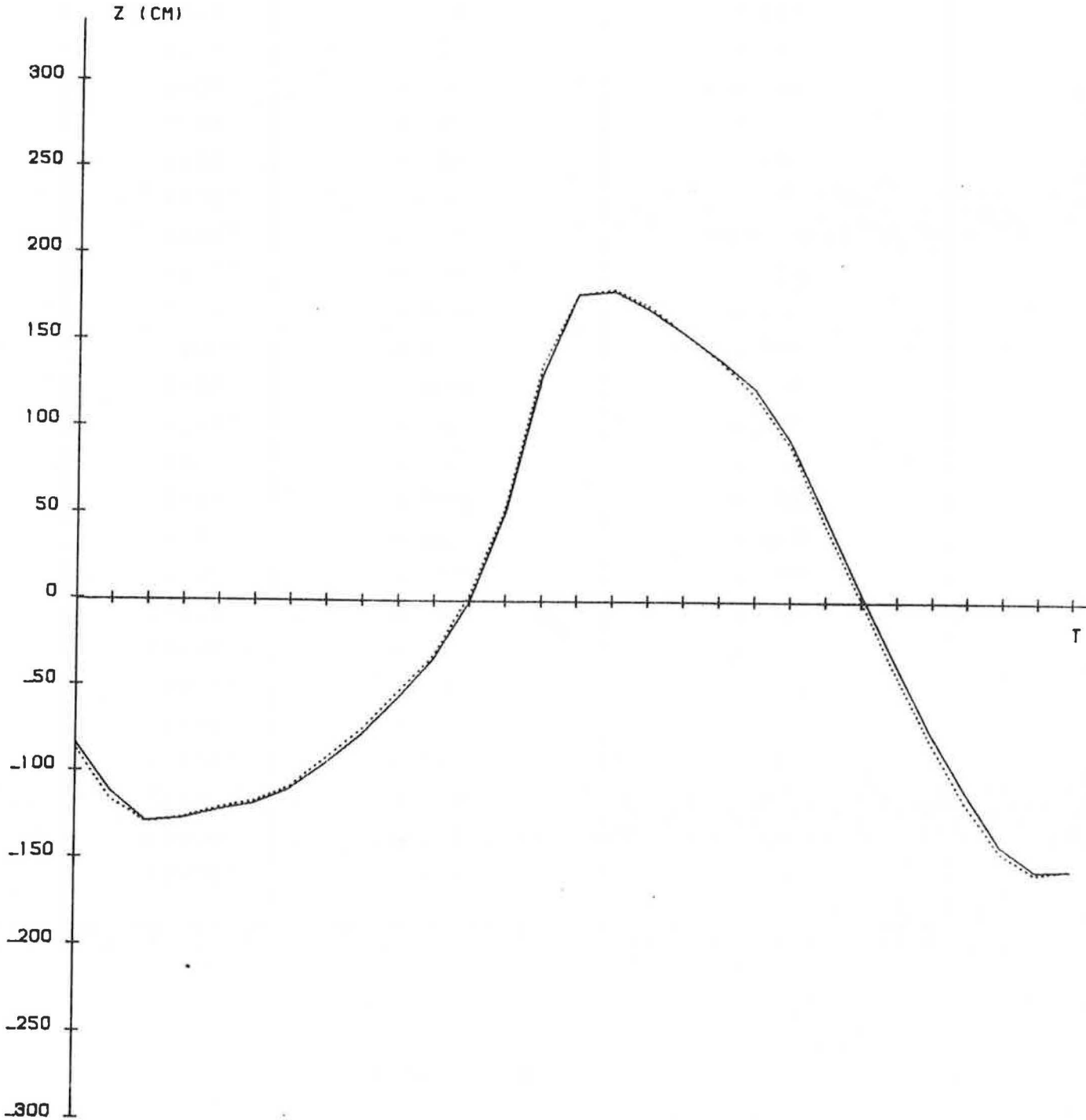


Fig. 3.3.2.k - I

MEETPUNT : O.S. IV

TIJD	WAARGENOMEN WAARDEN (cm)	BEREKENDE WAARDEN (cm)
-30'	- 84	- 87
0h	- 112	- 117
0h30'	- 129	- 130
1h00'	- 127	- 127
1h30'	- 122	- 121
2h00'	- 118	- 117
2h30'	- 110	- 109
3h00'	- 95	- 92
3h30'	- 78	- 75
4h00'	- 57	- 54
4h30'	- 34	- 32
5h00'	- 1	+ 3
5h30'	+ 51	+ 53
6h00'	+ 130	+ 135
6h30'	+ 177	+ 177
7h00'	+ 179	+ 180
7h30'	+ 168	+ 170
8h00'	+ 154	+ 154
8h30'	+ 139	+ 138
9h00'	+ 122	+ 118
9h30'	+ 92	+ 89
10h00'	+ 49	+ 43
10h30'	+ 5	+ 3
11h00'	- 37	- 43
11h30'	- 77	- 82
12h00'	- 111	- 117
12h30'	- 142	- 146
13h00'	- 156	- 158
13h30'	- 155	- 155

Fig. 3.3.2.k - 2

MEETPUNT : O.S. X

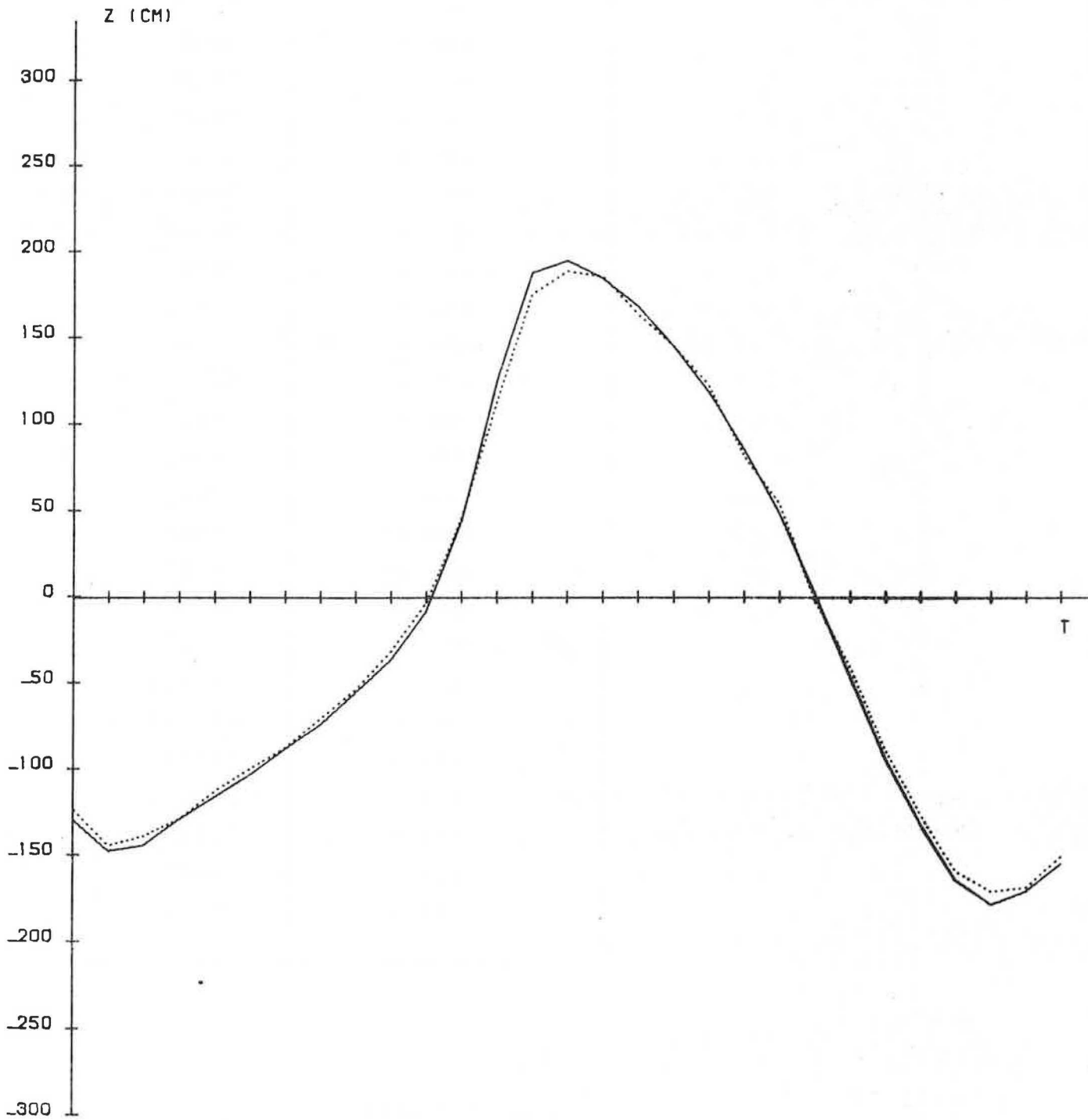


Fig. 3.3.2.1 - I

MEETPUNT : O.S. X

TIJD	WAARGENOMEN WAARDEN (cm)	BEREKENDE WAARDEN (cm)
-30'	- 130	- 124
0h	- 148	- 145
0h30'	- 144	- 139
1h00'	- 129	- 129
1h30'	- 116	- 113
2h00'	- 103	- 100
2h30'	- 88	- 87
3h00'	- 74	- 71
3h30'	- 55	- 54
4h00'	- 36	- 32
4h30'	- 8	- 3
5h00'	+ 44	+ 46
5h30'	+ 125	+ 113
6h00'	+ 188	+ 175
6h30'	+ 195	+ 189
7h00'	+ 184	+ 185
7h30'	+ 168	+ 163
8h00'	+ 145	+ 145
8h30'	+ 118	+ 122
9h00'	+ 85	+ 81
9h30'	+ 48	+ 53
10h00'	+ 2	- 2
10h30'	- 47	- 41
11h00'	- 95	- 89
11h30'	- 133	- 127
12h00'	- 165	- 160
12h30'	- 179	- 172
13h00'	- 171	- 169
13h30'	- 155	- 151

Fig. 3.3.2.1 - 2

MEETPUNT : KALOO NOORD

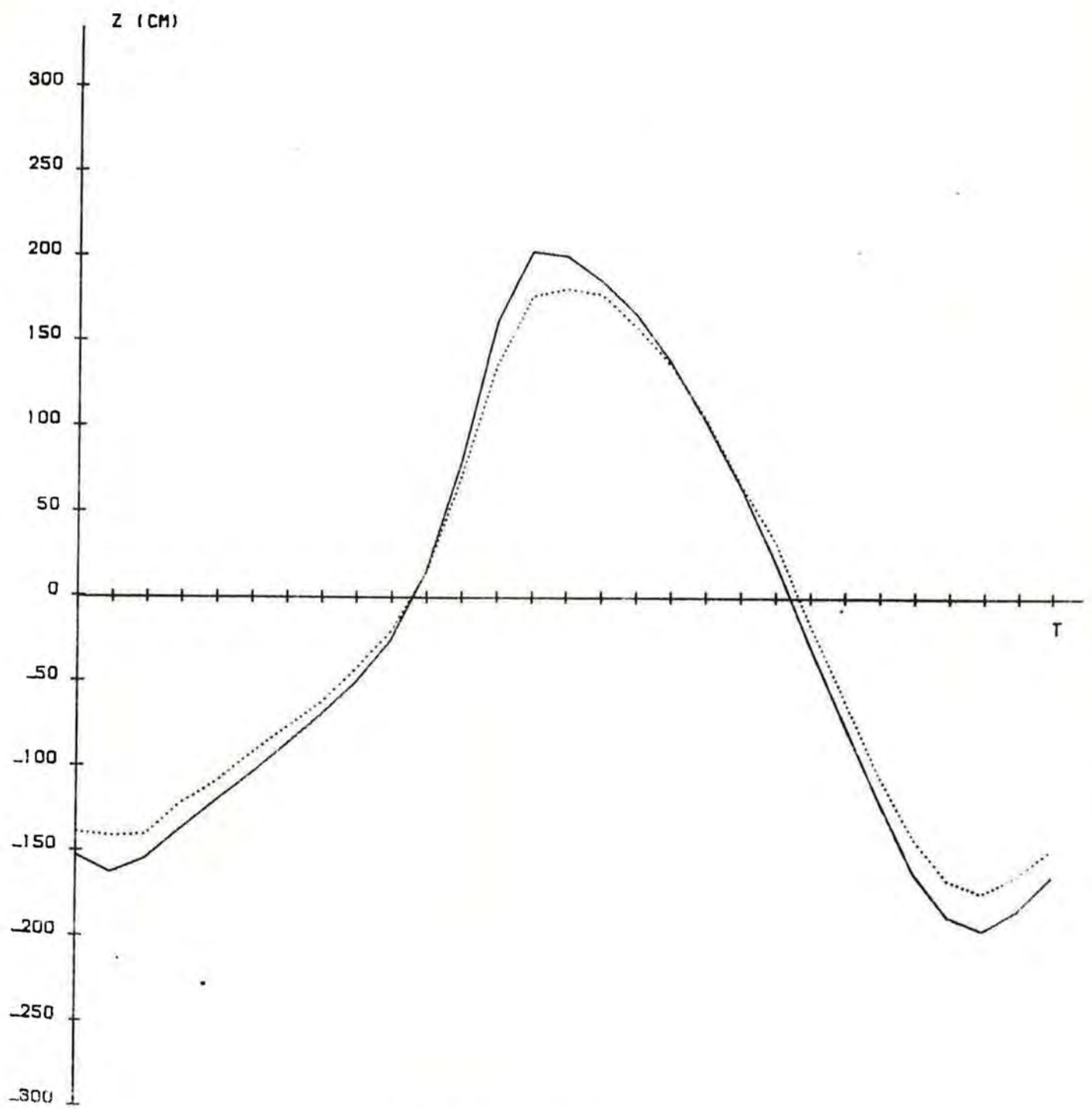


Fig. 3.9.2.m - I

MEETPUNT : KALOO NOORD

TIJD	WAARGENOMEN WAARDEN (cm)	BEREKENDE WAARDEN (cm)
-30'	- 153	- 139
0h	- 163	- 142
0h30'	- 154	- 148
1h00'	- 137	- 122
1h30'	- 120	- 109
2h00'	- 104	- 92
2h30'	- 87	- 77
3h00'	- 69	- 62
3h30'	- 50	- 42
4h00'	- 25	- 19
4h30'	+ 16	+ 15
5h00'	+ 80	+ 71
5h30'	+ 162	+ 136
6h00'	+ 203	+ 177
6h30'	+ 200	+ 181
7h00'	+ 185	+ 177
7h30'	+ 165	+ 158
8h00'	+ 137	+ 136
8h30'	+ 102	+ 105
9h00'	+ 64	+ 65
9h30'	+ 20	+ 31
10h00'	- 29	- 16
10h30'	- 75	- 60
11h00'	- 120	- 105
11h30'	- 162	- 142
12h00'	- 188	- 167
12h30'	- 196	- 174
13h00'	- 184	- 164
13h30'	- 164	- 148

Fig. 3.3.2.m - 2

MEETPUNT : DEURLOO

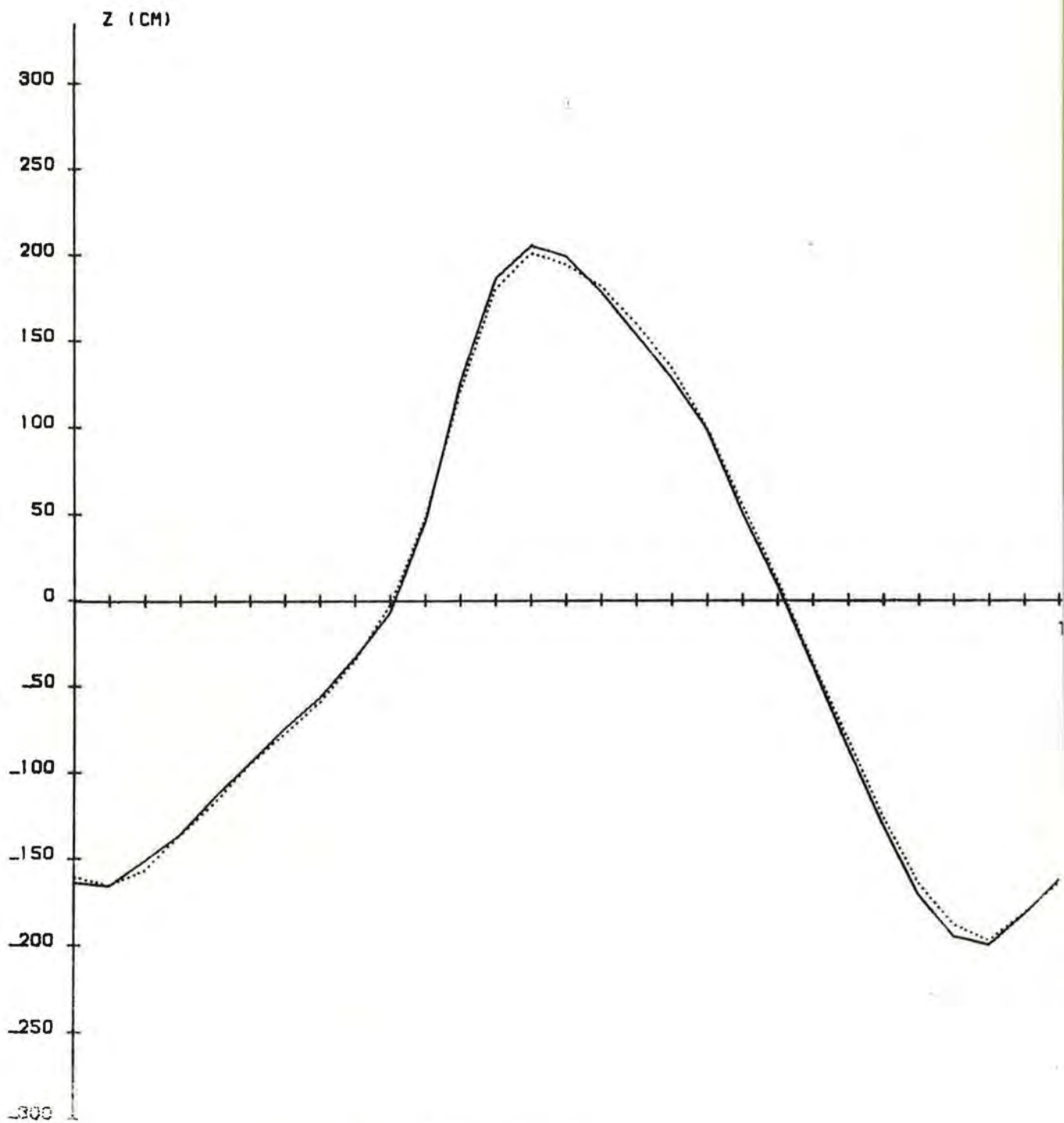


Fig. 3.3.2.n - I

TIJD	WAARGENOMEN WAARDEN (cm)	BEREKENDE WAARDEN (cm)
-30'	- 164	- 161
0h	- 166	- 166
0h30'	- 151	- 157
1h00'	- 136	- 136
1h30'	- 114	- 119
2h00'	- 94	- 94
2h30'	- 74	- 77
3h00'	- 56	- 59
3h30'	- 33	- 34
4h00'	- 7	- 2
4h30'	+ 46	+ 48
5h00'	+ 127	+ 122
5h30'	+ 187	+ 181
6h00'	+ 206	+ 201
6h30'	+ 199	+ 194
7h00'	+ 178	+ 181
7h30'	+ 153	+ 159
8h00'	+ 128	+ 134
8h30'	+ 98	+ 99
9h00'	+ 50	+ 54
9h30'	+ 8	+ 10
10h00'	- 39	- 36
10h30'	- 87	- 81
11h00'	- 132	- 127
11h30'	- 172	- 165
12h00'	- 196	- 189
12h30'	- 201	- 198
13h00'	- 183	- 183
13h30'	- 163	- 164

Fig. 3.3.2.n - 2

MEETPUNT : DEURLOO (MEETPAAL : VLAKTE VAN DE RAAN)

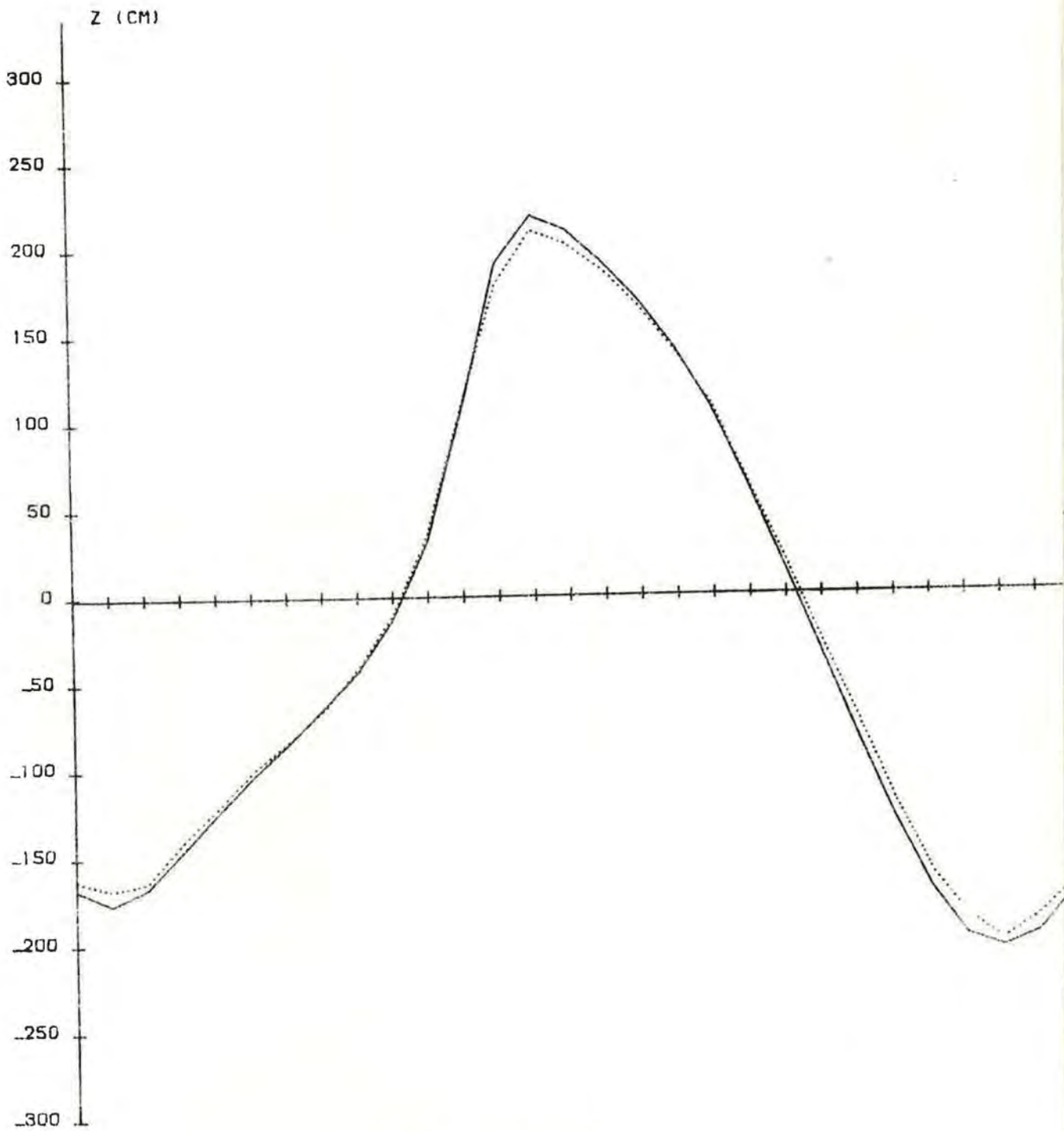


Fig. 3.3.2.0 - I

TIJD	WAARGENOMEN WAARDEN (cm)	BEREKENDE WAARDEN (cm)
-30'	- 168	- 163
0h00'	- 177	- 169
0h30'	- 167	- 164
1h00'	- 146	- 141
1h30'	- 124	- 121
2h00'	- 103	- 100
2h30'	- 84	- 83
3h00'	- 64	- 65
3h30'	- 43	- 41
4h00'	- 13	- 10
4h30'	+ 32	+ 35
5h00'	+ 108	+ 110
5h30'	+ 192	+ 180
6h00'	+ 219	+ 210
6h30'	+ 210	+ 202
7h00'	+ 191	+ 187
7h30'	+ 169	+ 166
8h00'	+ 141	+ 140
8h30'	+ 106	+ 109
9h00'	+ 61	+ 62
9h30'	+ 14	+ 19
10h00'	- 36	- 29
10h30'	- 86	- 75
11h00'	- 133	- 122
11h30'	- 173	- 163
12h00'	- 200	- 188
12h30'	- 207	- 203
13h00'	- 198	- 188
13h30'	- 175	- 171

Fig. 3.3.2.0 - 2

MEETPUNT : SCHEUR I

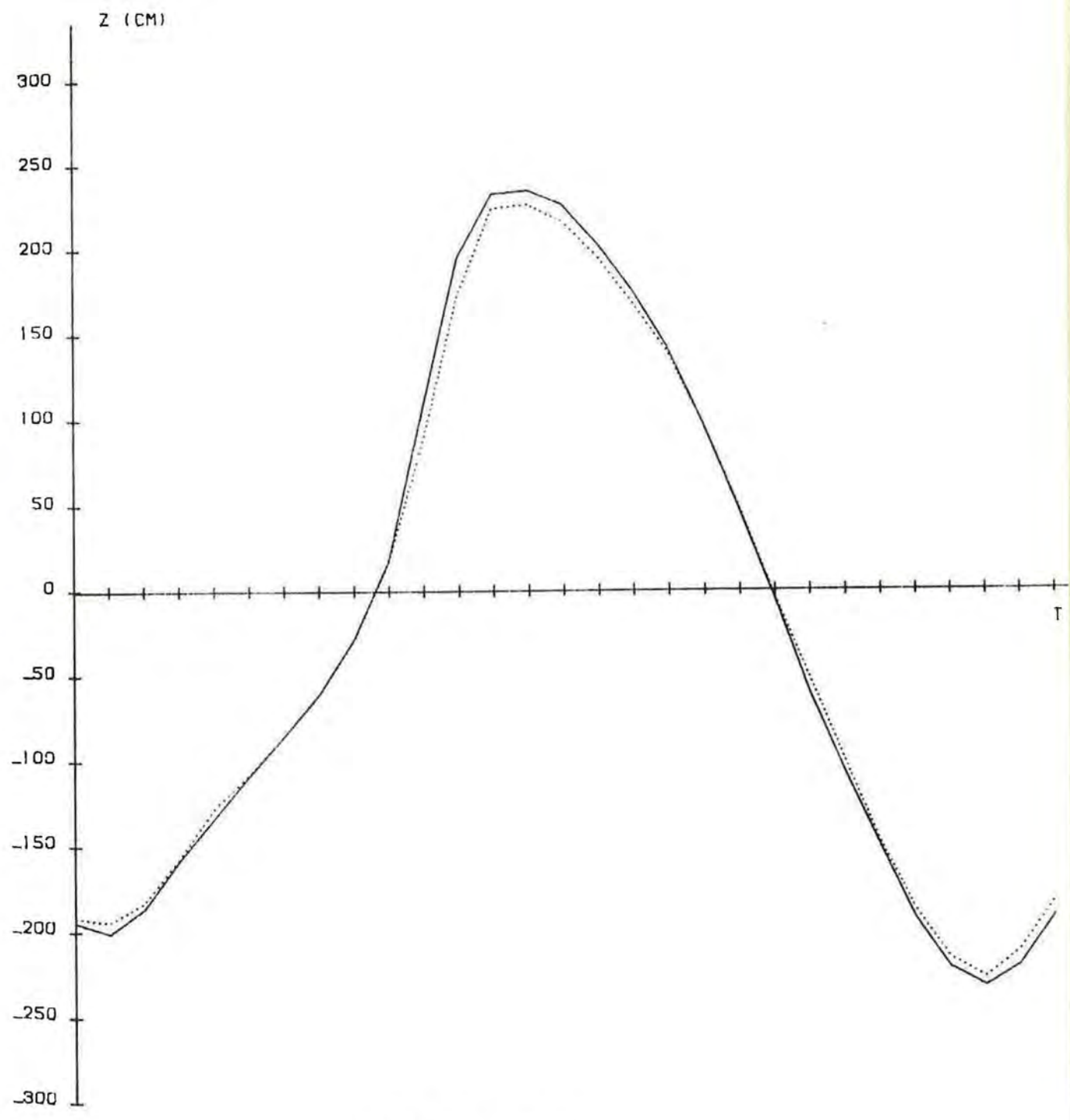


Fig. 3.3.2.n - I

MEETPUNT : SCHEUR I

TIJD	WAARGENOMEN WAARDEN (cm)	BEREKENDE WAARDEN (cm)
-30'	- 195	- 192
0h00'	- 201	- 195
0h30'	- 186	- 182
1h00'	- 158	- 156
1h30'	- 133	- 127
2h00'	- 108	- 107
2h30'	- 85	- 85
3h00'	- 60	- 60
3h30'	- 28	- 28
4h00'	+ 18	+ 17
4h30'	+ 109	+ 82
5h00'	+ 196	+ 174
5h30'	+ 233	+ 224
6h00'	+ 235	+ 227
6h30'	+ 226	+ 216
7h00'	+ 203	+ 195
7h30'	+ 175	+ 168
8h00'	+ 141	+ 139
8h30'	+ 96	+ 96
9h00'	+ 46	+ 47
9h30'	- 6	- 4
10h00'	- 62	- 54
10h30'	- 109	- 102
11h00'	- 152	- 149
11h30'	- 194	- 188
12h00'	- 223	- 217
12h30'	- 234	- 229
13h00'	- 221	- 212
13h30'	- 192	- 183

Fig. 3.3.2.p - 2

De vorm van het diagram van het debiet te Vlissingen is kenmerkend en algemeen bekend (vgl. Rapport MOD 331-1 van het Waterbouwkundig Laboratorium te Borgerhout). De maximum debietwaarden van vloed en eb bedragen respectievelijk ongeveer $110 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ en $80 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ voor een gemiddeld springtij. Voor het getij van 6 september 1975 dat ongeveer met een springtij overeenkomt geeft de numerieke nabootsing een maximum vloeddebiet van $111 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ en een maximum ebdebiet van $80,6 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$. Figuur (3.3.3) laat de tijds-variantie van het debiet ter hoogte van Vlissingen zien. Wij vinden in deze figuur de kenmerken weer van de tijdens een gemiddeld springtij waargenomen debietwaarden. Op grond van deze reden kunnen wij tot een zeer goede overeenstemming tussen de berekening en de waarneming besluiten.

(Berekening (—) ; waarneming (.....)).

3.4. Horizontale getijden

In overeenstemming met de vertegenwoordigers van het Ministerie van Openbare Werken hebben wij een bepaald aantal meetpunten gekozen om de waarnemingen met de resultaten van de numerieke berekening te vergelijken. De gegevens zijn afkomstig van de Dienst der Kust. De plaats bij benadering van de meetstations wordt in figuur (3.3.4) gegeven. De namen en getallen voor het aanduiden van deze stations zijn dezelfde als die welke door de Dienst der Kust gebruikt worden.

Voor iedere vergelijking geven wij twee tabellen die respectievelijk de resultaten van de nabootsing en die van de waarneming weergeven (figuur 3.3.5.a tot en met 3.3.5.r). De componenten van de snelheid en zijn amplitude worden in cm/sek tot uitdrukking gebracht terwijl zijn richting in graden in vergelijking met α_1 van het rooster van het model uitgedrukt wordt. Deze α_1 maakt een hoek van 70° in vergelijking met het geografische Noorden. De stroomrozen zijn eveneens voor ieder vergelijkingspunt getekend. (Berekening (*****) ; waarneming (++++)).

Tijd	Debiet(m ³ /s)	Tijd	Debiet(m ³ /s)
- 1h	- 72.335	6h30	+ 90.313
- 30'	- 66.841	7h	+ 48.348
0'	- 60.928	7h30	+ 11.938
0h30	- 50.201	8h	- 16.344
1h	- 31.969	8h30	- 37.974
1h30	- 5.769	9h	- 54.308
2h	+ 17.604	9h30h	- 73.149
2h30	+ 31.604	10h	- 79.045
3h	+ 37.321	10h30	- 80.598
3h30	+ 41.814	11h	- 77.033
4h	+ 44.832	11h30	- 73.422
4h30	+ 50.589	12h	- 67.895
5h	+ 64.269	12h30	- 60.975
5h30	+ 92.818	13h	- 50.561
6h	+ 111.452	13h30	- 33.893

Fig. 3.3.3.- 2

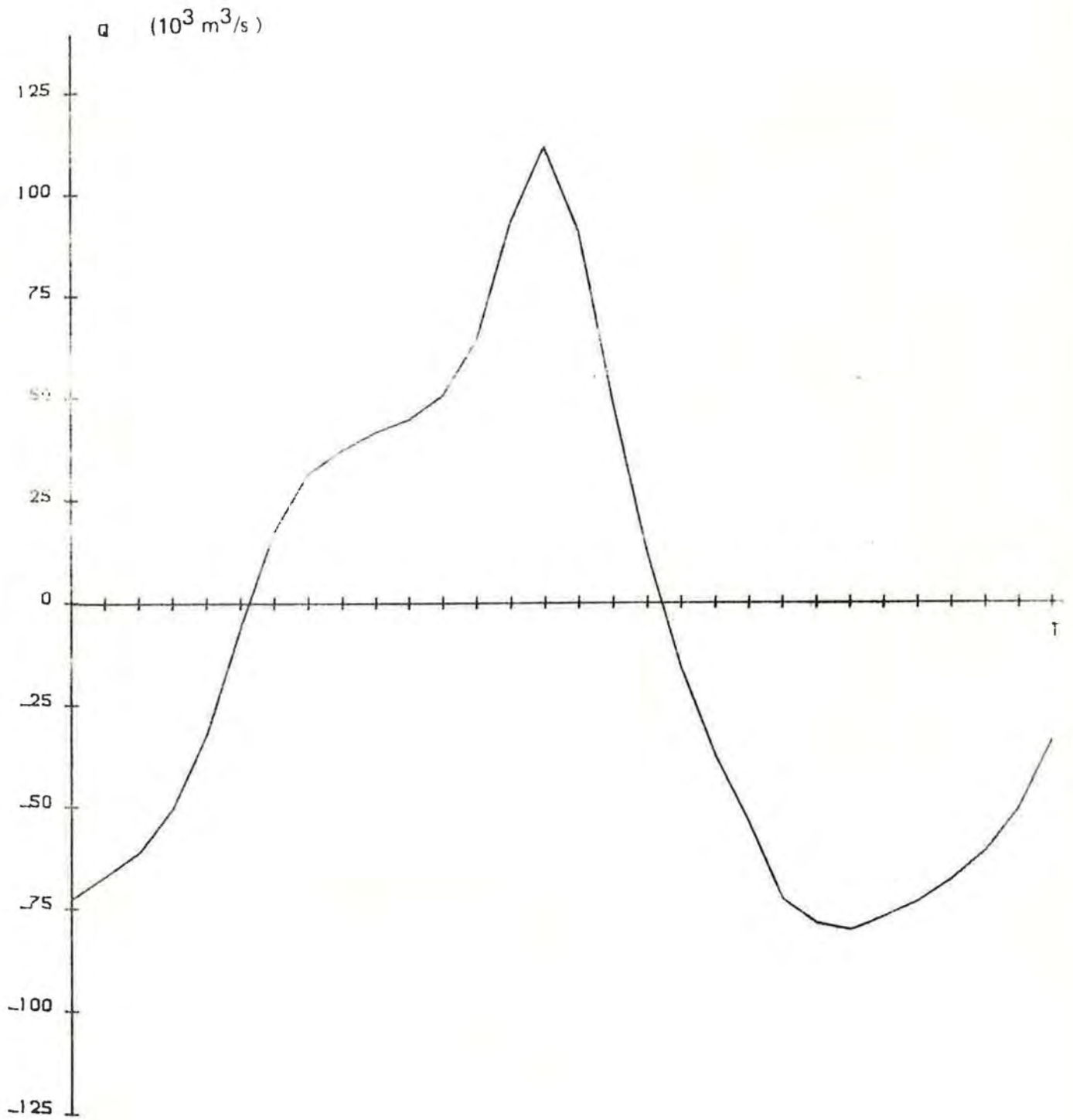


Fig. 3.3.3 - I

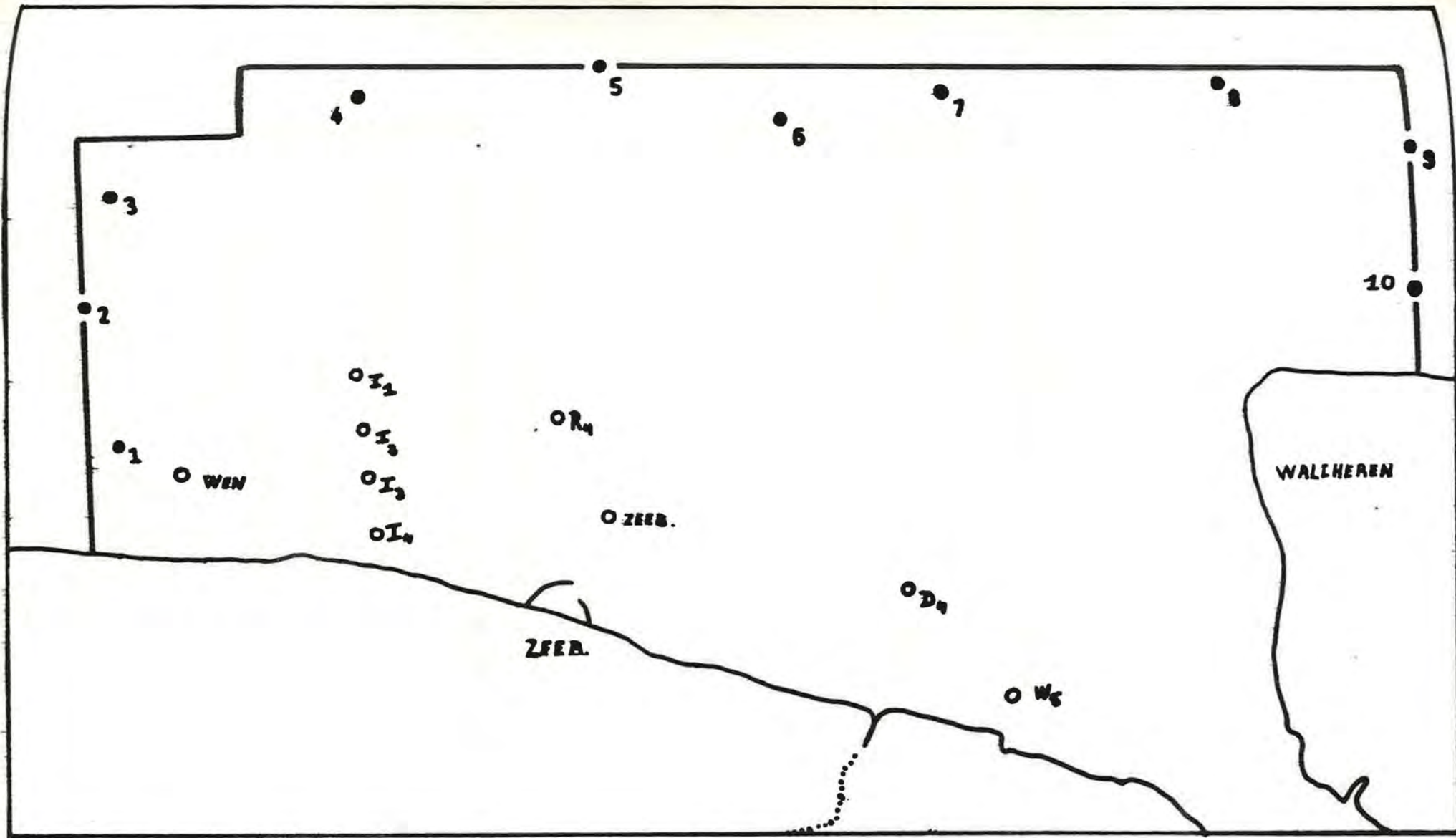


Fig. 3.3.4. Plaats bij benadering van de
 vergelijkingsstations voor de
 horizontale getijden .

PUNT 1

BEREKENDE WAARDEN

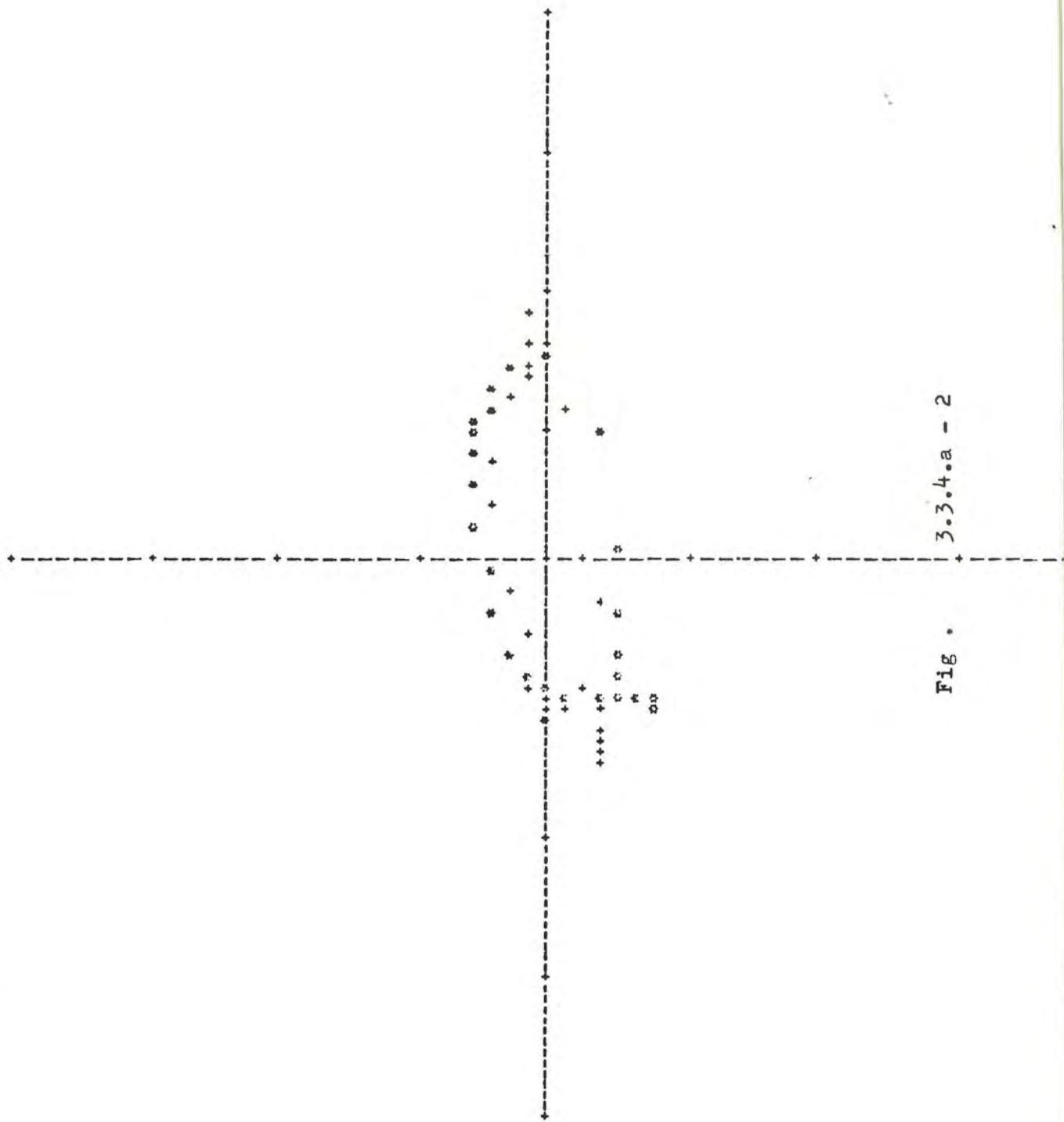
U= -58.	V= 1.	A= 58.	PHA= 179.
U= -50.	V= -9.	A= 51.	PHA= 191.
U= -48.	V= -21.	A= 53.	PHA= 203.
U= -49.	V= -30.	A= 58.	PHA= 212.
U= -45.	V= -38.	A= 62.	PHA= 218.
U= -50.	V= -32.	A= 59.	PHA= 213.
U= -47.	V= -29.	A= 56.	PHA= 212.
U= -41.	V= -29.	A= 50.	PHA= 215.
U= -33.	V= -27.	A= 42.	PHA= 219.
U= -18.	V= -25.	A= 31.	PHA= 234.
U= 5.	V= -24.	A= 24.	PHA= 283.
U= 47.	V= -18.	A= 50.	PHA= 340.
U= 77.	V= -2.	A= 77.	PHA= 353.
U= 71.	V= 13.	A= 72.	PHA= 11.
U= 63.	V= 20.	A= 66.	PHA= 18.
U= 58.	V= 23.	A= 62.	PHA= 21.
U= 51.	V= 25.	A= 57.	PHA= 26.
U= 50.	V= 28.	A= 57.	PHA= 29.
U= 41.	V= 28.	A= 50.	PHA= 35.
U= 27.	V= 28.	A= 39.	PHA= 45.
U= 12.	V= 27.	A= 30.	PHA= 65.
U= -2.	V= 23.	A= 23.	PHA= 98.
U= -19.	V= 19.	A= 26.	PHA= 135.
U= -32.	V= 15.	A= 36.	PHA= 156.
U= -42.	V= 9.	A= 42.	PHA= 168.
U= -46.	V= 2.	A= 46.	PHA= 177.
U= -51.	V= -6.	A= 51.	PHA= 187.
U= -45.	V= -21.	A= 53.	PHA= 203.
U= -48.	V= -35.	A= 60.	PHA= 216.
U= -51.	V= -40.	A= 64.	PHA= 218.

WERKELIJKE TOESTAND

UC= -54.	VC= 3.	AC= 54.	PHAC= 177.
UC= -53.	VC= 3.	AC= 53.	PHAC= 177.
UC= -52.	VC= -6.	AC= 52.	PHAC= 187.
UC= -64.	VC= -18.	AC= 67.	PHAC= 196.
UC= -71.	VC= -23.	AC= 75.	PHAC= 198.
UC= -70.	VC= -20.	AC= 73.	PHAC= 196.
UC= -66.	VC= -23.	AC= 70.	PHAC= 199.
UC= -61.	VC= -19.	AC= 64.	PHAC= 197.
UC= -54.	VC= -17.	AC= 57.	PHAC= 198.
UC= -43.	VC= -14.	AC= 45.	PHAC= 198.
UC= -12.	VC= -17.	AC= 21.	PHAC= 235.
UC= 2.	VC= -11.	AC= 11.	PHAC= 282.
UC= 55.	VC= -7.	AC= 55.	PHAC= 353.
UC= 81.	VC= -2.	AC= 81.	PHAC= 359.
UC= 93.	VC= 5.	AC= 93.	PHAC= 3.
UC= 92.	VC= 8.	AC= 92.	PHAC= 5.
UC= 79.	VC= 8.	AC= 79.	PHAC= 6.
UC= 73.	VC= 9.	AC= 74.	PHAC= 7.
UC= 68.	VC= 10.	AC= 69.	PHAC= 8.
UC= 60.	VC= 12.	AC= 61.	PHAC= 11.
UC= 35.	VC= 19.	AC= 40.	PHAC= 28.
UC= 21.	VC= 17.	AC= 27.	PHAC= 40.
UC= -10.	VC= 16.	AC= 19.	PHAC= 121.
UC= -23.	VC= 9.	AC= 25.	PHAC= 160.
UC= -45.	VC= 6.	AC= 45.	PHAC= 172.
UC= -54.	VC= 3.	AC= 54.	PHAC= 177.
UC= -53.	VC= 3.	AC= 53.	PHAC= 177.
UC= -52.	VC= -6.	AC= 52.	PHAC= 187.
UC= -64.	VC= -18.	AC= 67.	PHAC= 196.
UC= -71.	VC= -23.	AC= 75.	PHAC= 198.

Fig. 3.3.4.a - I

PUNT 1



3.3.4.a - 2

Fig .

PUNT 2

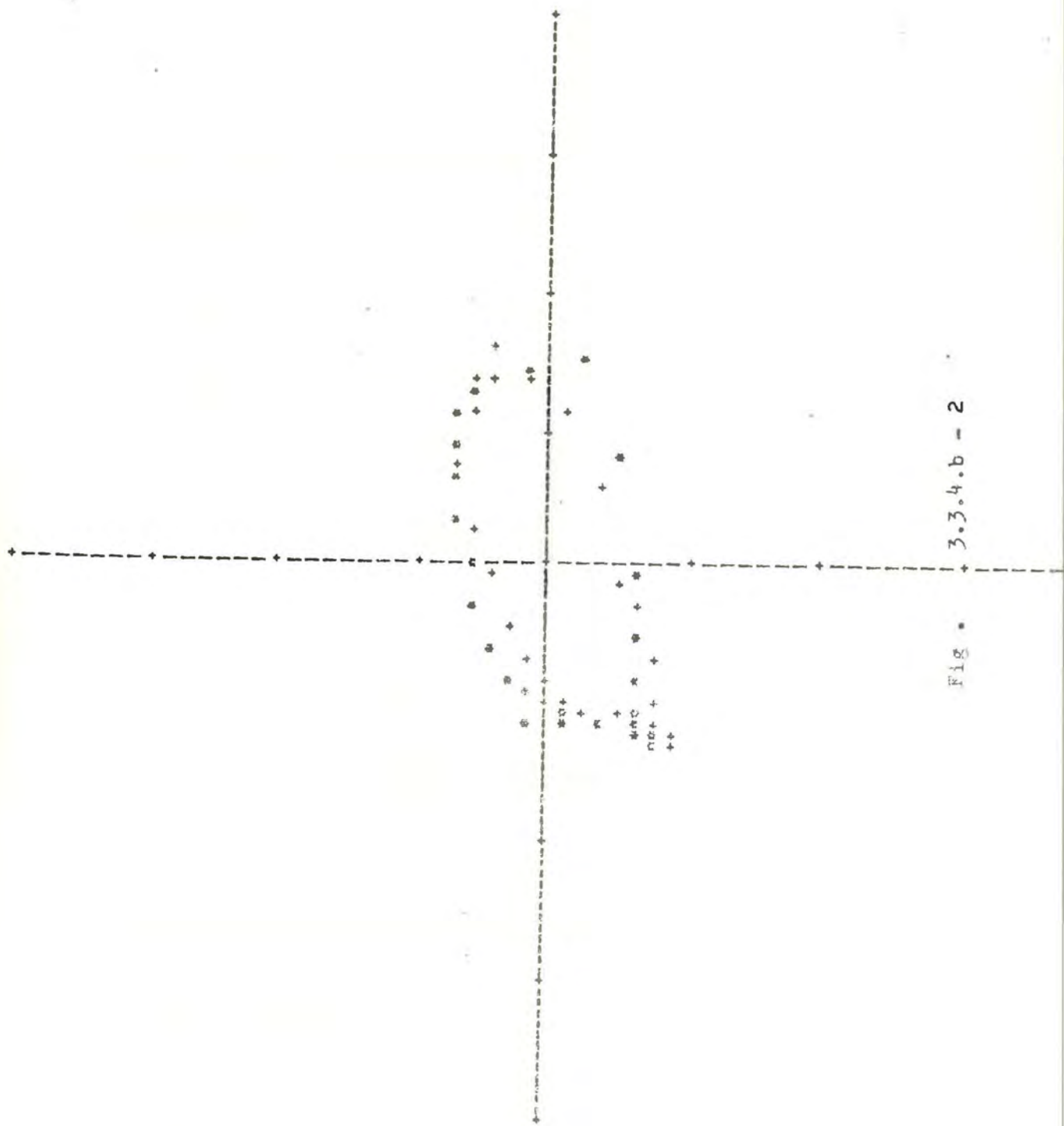
BEREKENDE WAARDEN

WERKELIJKE TOESTAND

U= -58.	V= 4.	A= 58.	PHA= 176.	UC= -40.	VC= 3.	AC= 40.	PHAC= 176.
U= -56.	V= -7.	A= 57.	PHA= 187.	UC= -47.	VC= -6.	AC= 47.	PHAC= 187.
U= -58.	V= -19.	A= 61.	PHA= 198.	UC= -51.	VC= -11.	AC= 52.	PHAC= 192.
U= -59.	V= -33.	A= 67.	PHA= 209.	UC= -51.	VC= -29.	AC= 59.	PHAC= 210.
U= -61.	V= -38.	A= 72.	PHA= 212.	UC= -55.	VC= -42.	AC= 69.	PHAC= 218.
U= -62.	V= -35.	A= 70.	PHA= 211.	UC= -61.	VC= -47.	AC= 77.	PHAC= 218.
U= -57.	V= -33.	A= 66.	PHA= 210.	UC= -66.	VC= -44.	AC= 79.	PHAC= 214.
U= -51.	V= -32.	A= 60.	PHA= 212.	UC= -58.	VC= -45.	AC= 74.	PHAC= 218.
U= -41.	V= -30.	A= 51.	PHA= 216.	UC= -48.	VC= -42.	AC= 64.	PHAC= 221.
U= -26.	V= -30.	A= 40.	PHA= 229.	UC= -32.	VC= -37.	AC= 49.	PHAC= 230.
U= -1.	V= -30.	A= 30.	PHA= 269.	UC= -13.	VC= -32.	AC= 35.	PHAC= 248.
U= 42.	V= -25.	A= 49.	PHA= 329.	UC= -5.	VC= -28.	AC= 28.	PHAC= 260.
U= 75.	V= -11.	A= 76.	PHA= 352.	UC= 28.	VC= -19.	AC= 34.	PHAC= 327.
U= 72.	V= 8.	A= 73.	PHA= 7.	UC= 58.	VC= -5.	AC= 58.	PHAC= 355.
U= 67.	V= 19.	A= 70.	PHA= 16.	UC= 68.	VC= 8.	AC= 69.	PHAC= 7.
U= 54.	V= 25.	A= 69.	PHA= 21.	UC= 79.	VC= 17.	AC= 81.	PHAC= 12.
U= 58.	V= 29.	A= 65.	PHA= 27.	UC= 70.	VC= 19.	AC= 72.	PHAC= 15.
U= 56.	V= 33.	A= 65.	PHA= 31.	UC= 69.	VC= 24.	AC= 73.	PHAC= 19.
U= 46.	V= 35.	A= 58.	PHA= 37.	UC= 68.	VC= 26.	AC= 73.	PHAC= 21.
U= 33.	V= 34.	A= 48.	PHA= 45.	UC= 55.	VC= 28.	AC= 62.	PHAC= 27.
U= 10.	V= 34.	A= 39.	PHA= 62.	UC= 37.	VC= 30.	AC= 48.	PHAC= 39.
U= 3.	V= 29.	A= 29.	PHA= 85.	UC= 14.	VC= 24.	AC= 27.	PHAC= 60.
U= -13.	V= 24.	A= 27.	PHA= 117.	UC= -4.	VC= 22.	AC= 22.	PHAC= 100.
U= -28.	V= 21.	A= 35.	PHA= 144.	UC= -20.	VC= 13.	AC= 24.	PHAC= 147.
U= -39.	V= 14.	A= 41.	PHA= 160.	UC= -31.	VC= 7.	AC= 32.	PHAC= 167.
U= -45.	V= 6.	A= 46.	PHA= 173.	UC= -40.	VC= 3.	AC= 40.	PHAC= 176.
U= -54.	V= -4.	A= 54.	PHA= 185.	UC= -47.	VC= -6.	AC= 47.	PHAC= 187.
U= -55.	V= -20.	A= 59.	PHA= 200.	UC= -51.	VC= -11.	AC= 52.	PHAC= 192.
U= -60.	V= -35.	A= 70.	PHA= 210.	UC= -51.	VC= -29.	AC= 59.	PHAC= 210.
U= -63.	V= -41.	A= 75.	PHA= 213.	UC= -55.	VC= -42.	AC= 69.	PHAC= 218.

Fig. 3.3.4.b - I

PUNT 2



3.3.4.b - 2

Fig.

PUNT 3

BEREKENDE WAARDEN

U= -60.	V= 7.	A= 60.	PHA= 174.
U= -62.	V= -2.	A= 62.	PHA= 182.
U= -65.	V= -15.	A= 66.	PHA= 193.
U= -69.	V= -27.	A= 74.	PHA= 202.
U= -70.	V= -34.	A= 78.	PHA= 206.
U= -71.	V= -33.	A= 79.	PHA= 205.
U= -67.	V= -30.	A= 73.	PHA= 204.
U= -62.	V= -29.	A= 68.	PHA= 205.
U= -50.	V= -29.	A= 58.	PHA= 210.
U= -35.	V= -29.	A= 45.	PHA= 219.
U= -8.	V= -29.	A= 30.	PHA= 254.
U= 35.	V= -26.	A= 44.	PHA= 323.
U= 72.	V= -13.	A= 73.	PHA= 349.
U= 75.	V= 4.	A= 75.	PHA= 3.
U= 73.	V= 14.	A= 74.	PHA= 11.
U= 71.	V= 20.	A= 74.	PHA= 16.
U= 65.	V= 26.	A= 70.	PHA= 22.
U= 62.	V= 30.	A= 69.	PHA= 26.
U= 53.	V= 33.	A= 63.	PHA= 32.
U= 39.	V= 33.	A= 52.	PHA= 40.
U= 25.	V= 33.	A= 41.	PHA= 52.
U= 8.	V= 29.	A= 30.	PHA= 74.
U= -8.	V= 25.	A= 26.	PHA= 109.
U= -24.	V= 22.	A= 33.	PHA= 138.
U= -37.	V= 16.	A= 41.	PHA= 157.
U= -46.	V= 9.	A= 47.	PHA= 169.
U= -56.	V= -1.	A= 56.	PHA= 181.
U= -60.	V= -15.	A= 62.	PHA= 194.
U= -69.	V= -30.	A= 74.	PHA= 204.
U= -72.	V= -37.	A= 81.	PHA= 207.

WERKELIJKE TOESTAND

UC= -32.	VC= 17.	AC= 36.	PHAC= 152.
UC= -40.	VC= 9.	AC= 41.	PHAC= 167.
UC= -49.	VC= 7.	AC= 50.	PHAC= 172.
UC= -59.	VC= 0.	AC= 59.	PHAC= 180.
UC= -66.	VC= -11.	AC= 67.	PHAC= 190.
UC= -66.	VC= -20.	AC= 69.	PHAC= 197.
UC= -60.	VC= -20.	AC= 63.	PHAC= 199.
UC= -57.	VC= -19.	AC= 60.	PHAC= 199.
UC= -47.	VC= -23.	AC= 52.	PHAC= 206.
UC= -37.	VC= -24.	AC= 44.	PHAC= 213.
UC= -23.	VC= -24.	AC= 33.	PHAC= 227.
UC= -30.	VC= -22.	AC= 37.	PHAC= 217.
UC= 54.	VC= -19.	AC= 57.	PHAC= 341.
UC= 62.	VC= -11.	AC= 63.	PHAC= 350.
UC= 69.	VC= 9.	AC= 70.	PHAC= 7.
UC= 71.	VC= 6.	AC= 71.	PHAC= 5.
UC= 66.	VC= 10.	AC= 67.	PHAC= 9.
UC= 58.	VC= 11.	AC= 59.	PHAC= 11.
UC= 54.	VC= 12.	AC= 55.	PHAC= 13.
UC= 49.	VC= 11.	AC= 50.	PHAC= 13.
UC= 31.	VC= 10.	AC= 33.	PHAC= 18.
UC= 9.	VC= 31.	AC= 32.	PHAC= 74.
UC= -9.	VC= 19.	AC= 21.	PHAC= 116.
UC= -18.	VC= 16.	AC= 24.	PHAC= 137.
UC= -31.	VC= 12.	AC= 33.	PHAC= 158.
UC= -32.	VC= 17.	AC= 36.	PHAC= 152.
UC= -40.	VC= 9.	AC= 41.	PHAC= 167.
UC= -49.	VC= 7.	AC= 50.	PHAC= 172.
UC= -59.	VC= 0.	AC= 59.	PHAC= 180.
UC= -66.	VC= -11.	AC= 67.	PHAC= 190.

Fig. 3.3.4.c - I

PUNT 3

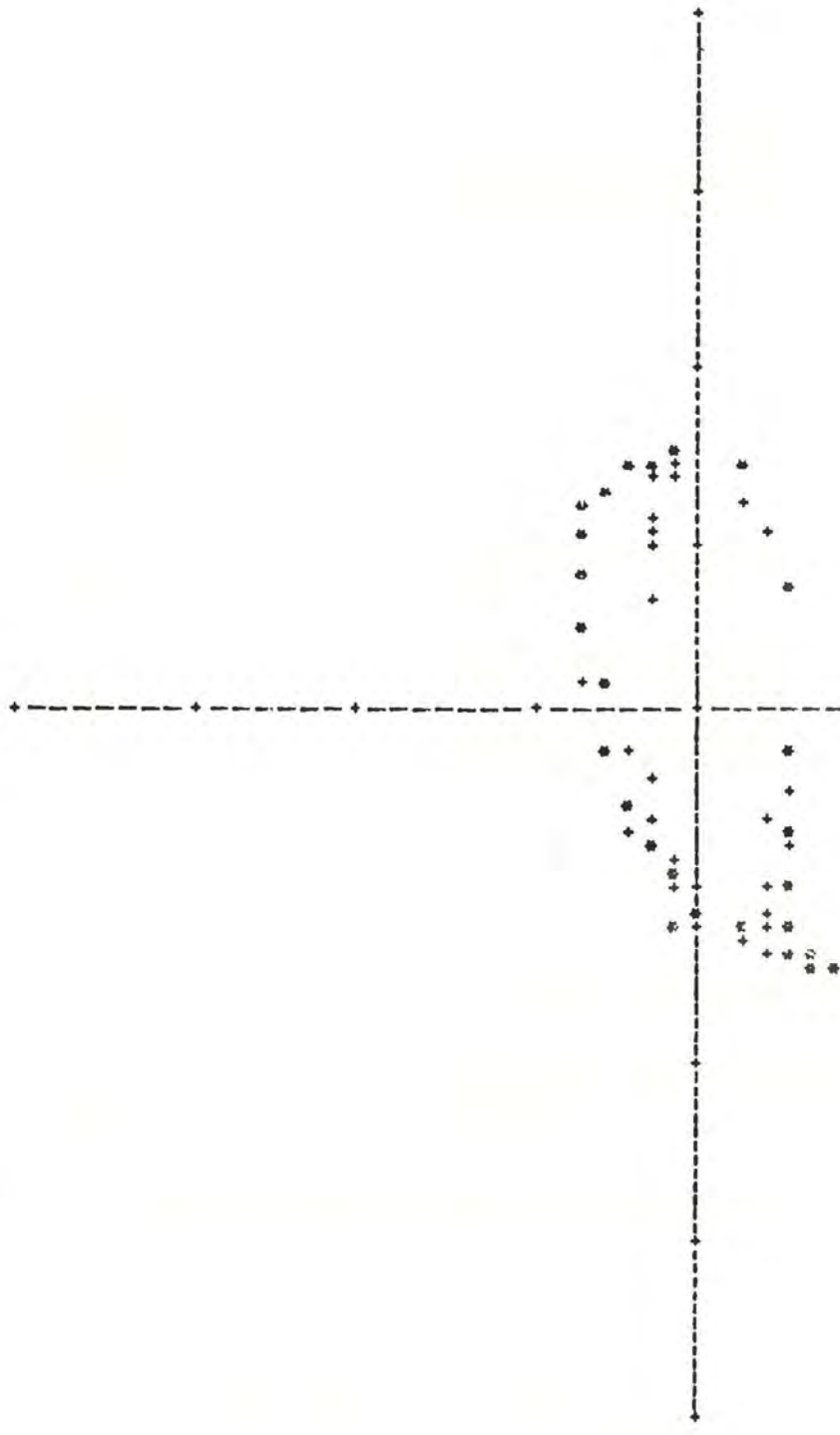


Fig. 3.3.4.c - 2

PUNT 4

BEREKENDE WAARDEN

WERKELIJKE TOESTAND

U= -51.	V= 7.	A= 52.	PHA= 172.	UC= -34.	VC= 2.	AC= 34.	PHAC= 176.
U= -55.	V= -5.	A= 55.	PHA= 185.	UC= -42.	VC= -7.	AC= 43.	PHAC= 189.
U= -59.	V= -21.	A= 63.	PHA= 199.	UC= -48.	VC= -13.	AC= 50.	PHAC= 195.
U= -62.	V= -34.	A= 71.	PHA= 209.	UC= -61.	VC= -26.	AC= 66.	PHAC= 203.
U= -65.	V= -42.	A= 78.	PHA= 213.	UC= -64.	VC= -37.	AC= 74.	PHAC= 210.
U= -64.	V= -40.	A= 75.	PHA= 212.	UC= -67.	VC= -43.	AC= 80.	PHAC= 213.
U= -61.	V= -37.	A= 71.	PHA= 211.	UC= -60.	VC= -43.	AC= 74.	PHAC= 216.
U= -56.	V= -36.	A= 66.	PHA= 213.	UC= -48.	VC= -42.	AC= 64.	PHAC= 221.
U= -46.	V= -34.	A= 58.	PHA= 216.	UC= -40.	VC= -42.	AC= 58.	PHAC= 227.
U= -33.	V= -34.	A= 48.	PHA= 226.	UC= -27.	VC= -38.	AC= 47.	PHAC= 235.
U= -11.	V= -34.	A= 35.	PHA= 252.	UC= -23.	VC= -38.	AC= 44.	PHAC= 239.
U= 26.	V= -31.	A= 41.	PHA= 310.	UC= -16.	VC= -25.	AC= 30.	PHAC= 239.
U= 63.	V= -17.	A= 66.	PHA= 345.	UC= -9.	VC= -25.	AC= 27.	PHAC= 250.
U= 76.	V= 5.	A= 76.	PHA= 4.	UC= 35.	VC= -19.	AC= 40.	PHAC= 332.
U= 74.	V= 19.	A= 76.	PHA= 14.	UC= 71.	VC= -19.	AC= 74.	PHAC= 345.
U= 70.	V= 26.	A= 75.	PHA= 20.	UC= 82.	VC= -5.	AC= 82.	PHAC= 357.
U= 64.	V= 32.	A= 71.	PHA= 26.	UC= 87.	VC= 2.	AC= 87.	PHAC= 1.
U= 59.	V= 35.	A= 68.	PHA= 31.	UC= 86.	VC= 3.	AC= 86.	PHAC= 2.
U= 51.	V= 38.	A= 63.	PHA= 37.	UC= 75.	VC= 9.	AC= 76.	PHAC= 7.
U= 38.	V= 40.	A= 55.	PHA= 46.	UC= 68.	VC= 22.	AC= 72.	PHAC= 18.
U= 26.	V= 40.	A= 48.	PHA= 57.	UC= 51.	VC= 30.	AC= 59.	PHAC= 31.
U= 11.	V= 36.	A= 37.	PHA= 73.	UC= 29.	VC= 33.	AC= 44.	PHAC= 48.
U= -4.	V= 31.	A= 31.	PHA= 98.	UC= 11.	VC= 30.	AC= 32.	PHAC= 70.
U= -19.	V= 27.	A= 33.	PHA= 126.	UC= -4.	VC= 24.	AC= 24.	PHAC= 100.
U= -32.	V= 20.	A= 38.	PHA= 148.	UC= -24.	VC= 11.	AC= 26.	PHAC= 155.
U= -40.	V= 11.	A= 42.	PHA= 164.	UC= -34.	VC= 2.	AC= 34.	PHAC= 176.
U= -45.	V= -1.	A= 49.	PHA= 181.	UC= -42.	VC= -7.	AC= 43.	PHAC= 189.
U= -54.	V= -19.	A= 57.	PHA= 199.	UC= -48.	VC= -13.	AC= 50.	PHAC= 195.
U= -60.	V= -36.	A= 70.	PHA= 211.	UC= -61.	VC= -26.	AC= 66.	PHAC= 203.
U= -64.	V= -45.	A= 78.	PHA= 215.	UC= -64.	VC= -37.	AC= 74.	PHAC= 210.

Fig. 3.3.4.d - I

PUNT 4

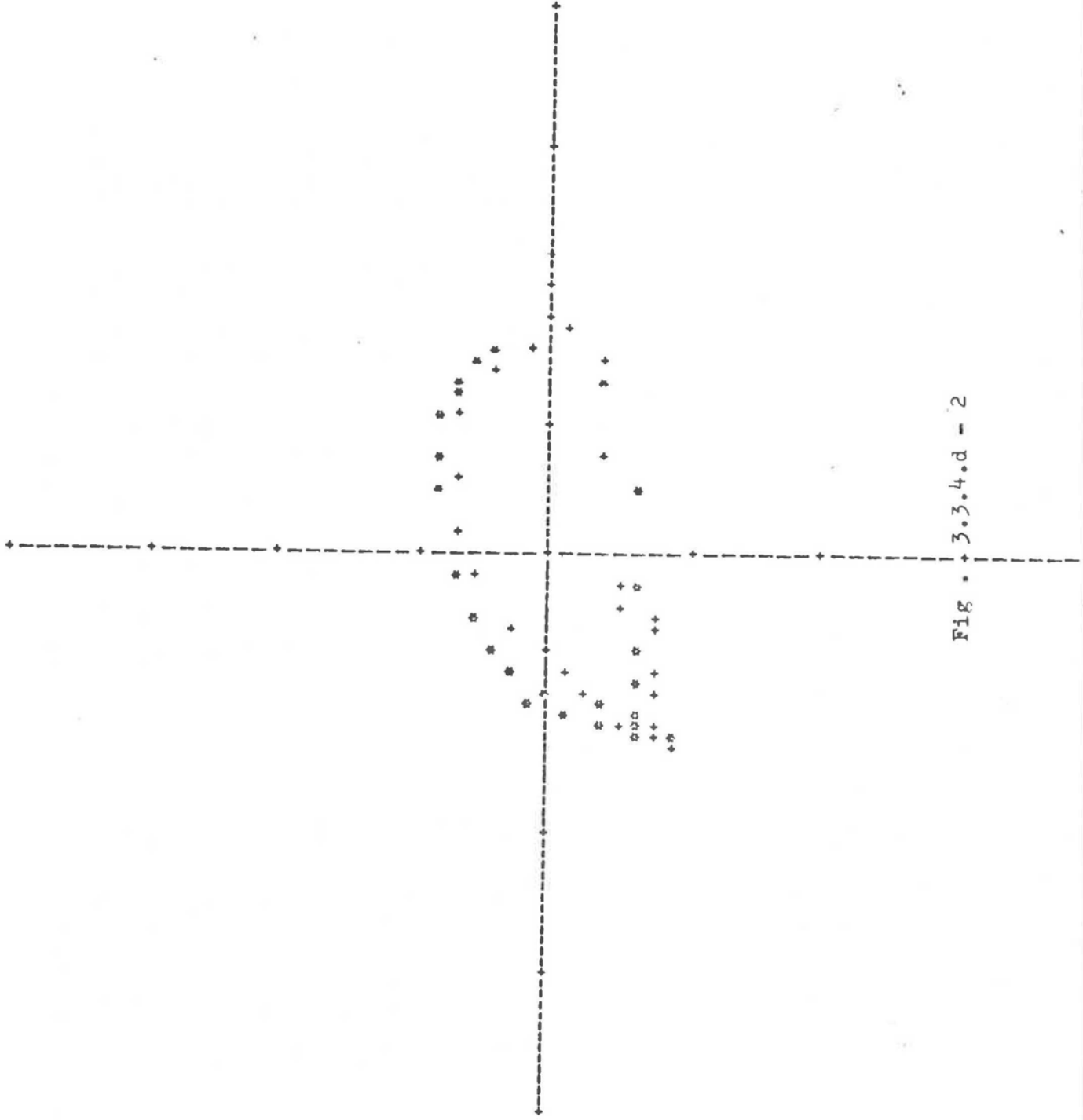


Fig . 3.3.4.d - 2

PUNT 5

BEREKENDE WAARDEN

U= -37.	V= 9.	A= 38.	PHA= 166.
U= -49.	V= -2.	A= 49.	PHA= 182.
U= -57.	V= -18.	A= 60.	PHA= 198.
U= -64.	V= -32.	A= 72.	PHA= 207.
U= -67.	V= -41.	A= 79.	PHA= 211.
U= -67.	V= -42.	A= 80.	PHA= 212.
U= -65.	V= -41.	A= 77.	PHA= 212.
U= -60.	V= -40.	A= 73.	PHA= 214.
U= -53.	V= -40.	A= 67.	PHA= 217.
U= -42.	V= -39.	A= 58.	PHA= 223.
U= -29.	V= -37.	A= 44.	PHA= 237.
U= 7.	V= -34.	A= 35.	PHA= 281.
U= 47.	V= -22.	A= 52.	PHA= 335.
U= 74.	V= 0.	A= 74.	PHA= 0.
U= 79.	V= 17.	A= 81.	PHA= 12.
U= 75.	V= 25.	A= 79.	PHA= 19.
U= 71.	V= 32.	A= 78.	PHA= 24.
U= 65.	V= 35.	A= 74.	PHA= 23.
U= 59.	V= 39.	A= 70.	PHA= 34.
U= 47.	V= 43.	A= 64.	PHA= 42.
U= 35.	V= 43.	A= 56.	PHA= 50.
U= 23.	V= 40.	A= 46.	PHA= 60.
U= 8.	V= 35.	A= 36.	PHA= 78.
U= -7.	V= 20.	A= 31.	PHA= 103.
U= -20.	V= 23.	A= 31.	PHA= 131.
U= -12.	V= 14.	A= 35.	PHA= 157.
U= -43.	V= 1.	A= 43.	PHA= 178.
U= -53.	V= -16.	A= 55.	PHA= 196.
U= -61.	V= -32.	A= 69.	PHA= 209.
U= -64.	V= -42.	A= 79.	PHA= 213.

WERKELIJKE TOESTAND

UC= -24.	VC= 29.	AC= 38.	PHAC= 130.
UC= -30.	VC= 16.	AC= 34.	PHAC= 153.
UC= -41.	VC= 0.	AC= 41.	PHAC= 180.
UC= -51.	VC= -14.	AC= 53.	PHAC= 196.
UC= -61.	VC= -23.	AC= 65.	PHAC= 201.
UC= -69.	VC= -35.	AC= 77.	PHAC= 207.
UC= -62.	VC= -40.	AC= 74.	PHAC= 213.
UC= -60.	VC= -39.	AC= 71.	PHAC= 213.
UC= -56.	VC= -39.	AC= 68.	PHAC= 215.
UC= -48.	VC= -33.	AC= 61.	PHAC= 219.
UC= -34.	VC= -31.	AC= 46.	PHAC= 223.
UC= -28.	VC= -26.	AC= 39.	PHAC= 223.
UC= -7.	VC= -31.	AC= 32.	PHAC= 257.
UC= 33.	VC= -23.	AC= 40.	PHAC= 325.
UC= 61.	VC= -13.	AC= 62.	PHAC= 348.
UC= 67.	VC= 14.	AC= 69.	PHAC= 12.
UC= 71.	VC= 19.	AC= 74.	PHAC= 15.
UC= 75.	VC= 24.	AC= 79.	PHAC= 18.
UC= 71.	VC= 32.	AC= 78.	PHAC= 24.
UC= 69.	VC= 37.	AC= 75.	PHAC= 28.
UC= 59.	VC= 36.	AC= 69.	PHAC= 31.
UC= 44.	VC= 34.	AC= 56.	PHAC= 38.
UC= 20.	VC= 36.	AC= 41.	PHAC= 61.
UC= 7.	VC= 34.	AC= 35.	PHAC= 78.
UC= -11.	VC= 31.	AC= 33.	PHAC= 110.
UC= -24.	VC= 29.	AC= 38.	PHAC= 130.
UC= -30.	VC= 16.	AC= 34.	PHAC= 153.
UC= -41.	VC= 0.	AC= 41.	PHAC= 180.
UC= -51.	VC= -14.	AC= 53.	PHAC= 196.
UC= -61.	VC= -23.	AC= 65.	PHAC= 201.

Fig. 3.3.4.e - I

PUNT 5

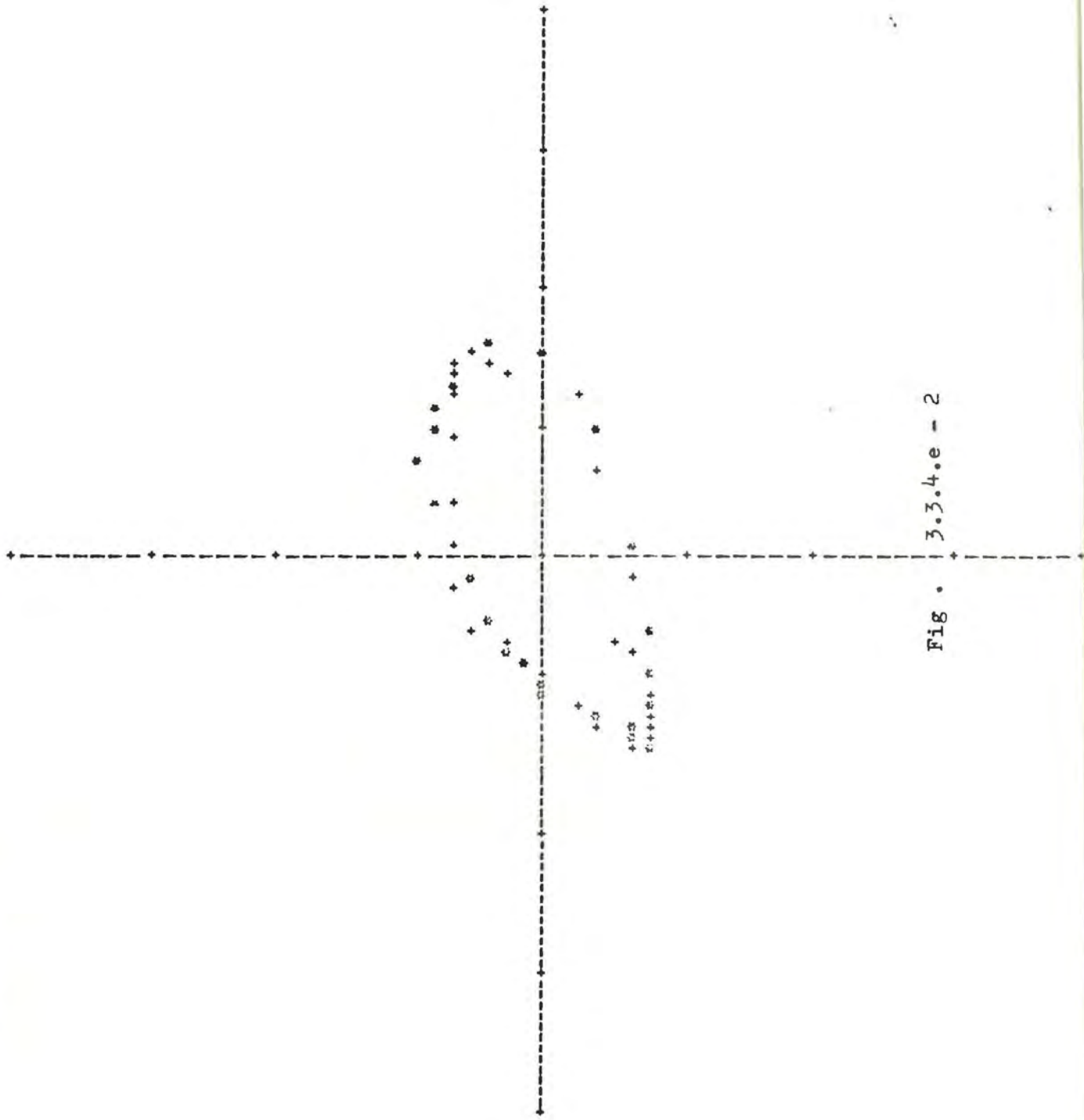


Fig. 3.3.4.e - 2

PUNT 6

BEREKENDE WAARDEN

U= -39.	V= 20.	A= 44.	PHA= 152.
U= -49.	V= 3.	A= 50.	PHA= 171.
U= -55.	V= -9.	A= 56.	PHA= 189.
U= -60.	V= -26.	A= 65.	PHA= 203.
U= -59.	V= -36.	A= 69.	PHA= 212.
U= -58.	V= -40.	A= 70.	PHA= 215.
U= -54.	V= -39.	A= 67.	PHA= 216.
U= -49.	V= -40.	A= 63.	PHA= 219.
U= -43.	V= -40.	A= 59.	PHA= 223.
U= -34.	V= -40.	A= 53.	PHA= 229.
U= -25.	V= -38.	A= 43.	PHA= 242.
U= 6.	V= -36.	A= 37.	PHA= 279.
U= 47.	V= -29.	A= 56.	PHA= 328.
U= 80.	V= -10.	A= 80.	PHA= 353.
U= 92.	V= 10.	A= 82.	PHA= 7.
U= 73.	V= 22.	A= 77.	PHA= 17.
U= 67.	V= 28.	A= 73.	PHA= 23.
U= 59.	V= 32.	A= 67.	PHA= 29.
U= 50.	V= 39.	A= 64.	PHA= 38.
U= 40.	V= 44.	A= 60.	PHA= 48.
U= 28.	V= 47.	A= 55.	PHA= 59.
U= 15.	V= 44.	A= 46.	PHA= 72.
U= -1.	V= 41.	A= 41.	PHA= 91.
U= -13.	V= 36.	A= 38.	PHA= 110.
U= -25.	V= 31.	A= 39.	PHA= 129.
U= -35.	V= 22.	A= 41.	PHA= 148.
U= -44.	V= 10.	A= 45.	PHA= 167.
U= -52.	V= -6.	A= 52.	PHA= 187.
U= -57.	V= -26.	A= 62.	PHA= 205.
U= -59.	V= -38.	A= 70.	PHA= 213.

WERKELIJKE TOESTAND

UC= -35.	VC= 31.	AC= 47.	PHAC= 139.
UC= -40.	VC= 20.	AC= 45.	PHAC= 154.
UC= -43.	VC= 9.	AC= 44.	PHAC= 169.
UC= -50.	VC= 4.	AC= 50.	PHAC= 176.
UC= -58.	VC= -9.	AC= 59.	PHAC= 189.
UC= -55.	VC= -24.	AC= 60.	PHAC= 204.
UC= -70.	VC= -29.	AC= 76.	PHAC= 203.
UC= -73.	VC= -31.	AC= 79.	PHAC= 203.
UC= -75.	VC= -36.	AC= 83.	PHAC= 206.
UC= -61.	VC= -38.	AC= 72.	PHAC= 212.
UC= -60.	VC= -42.	AC= 73.	PHAC= 215.
UC= -57.	VC= -39.	AC= 69.	PHAC= 215.
UC= -44.	VC= -28.	AC= 52.	PHAC= 213.
UC= 1.	VC= -38.	AC= 38.	PHAC= 272.
UC= 42.	VC= -33.	AC= 53.	PHAC= 322.
UC= 67.	VC= -12.	AC= 68.	PHAC= 350.
UC= 71.	VC= 5.	AC= 71.	PHAC= 4.
UC= 67.	VC= 22.	AC= 70.	PHAC= 18.
UC= 59.	VC= 29.	AC= 66.	PHAC= 25.
UC= 60.	VC= 38.	AC= 71.	PHAC= 32.
UC= 46.	VC= 46.	AC= 65.	PHAC= 45.
UC= 23.	VC= 48.	AC= 53.	PHAC= 64.
UC= 9.	VC= 40.	AC= 41.	PHAC= 78.
UC= -3.	VC= 40.	AC= 40.	PHAC= 95.
UC= -13.	VC= 40.	AC= 42.	PHAC= 108.
UC= -35.	VC= 31.	AC= 47.	PHAC= 139.
UC= -40.	VC= 20.	AC= 45.	PHAC= 154.
UC= -43.	VC= 9.	AC= 44.	PHAC= 169.
UC= -50.	VC= 4.	AC= 50.	PHAC= 176.
UC= -58.	VC= -9.	AC= 59.	PHAC= 189.

Fig. 3.3.4.f - I

PUNT 6

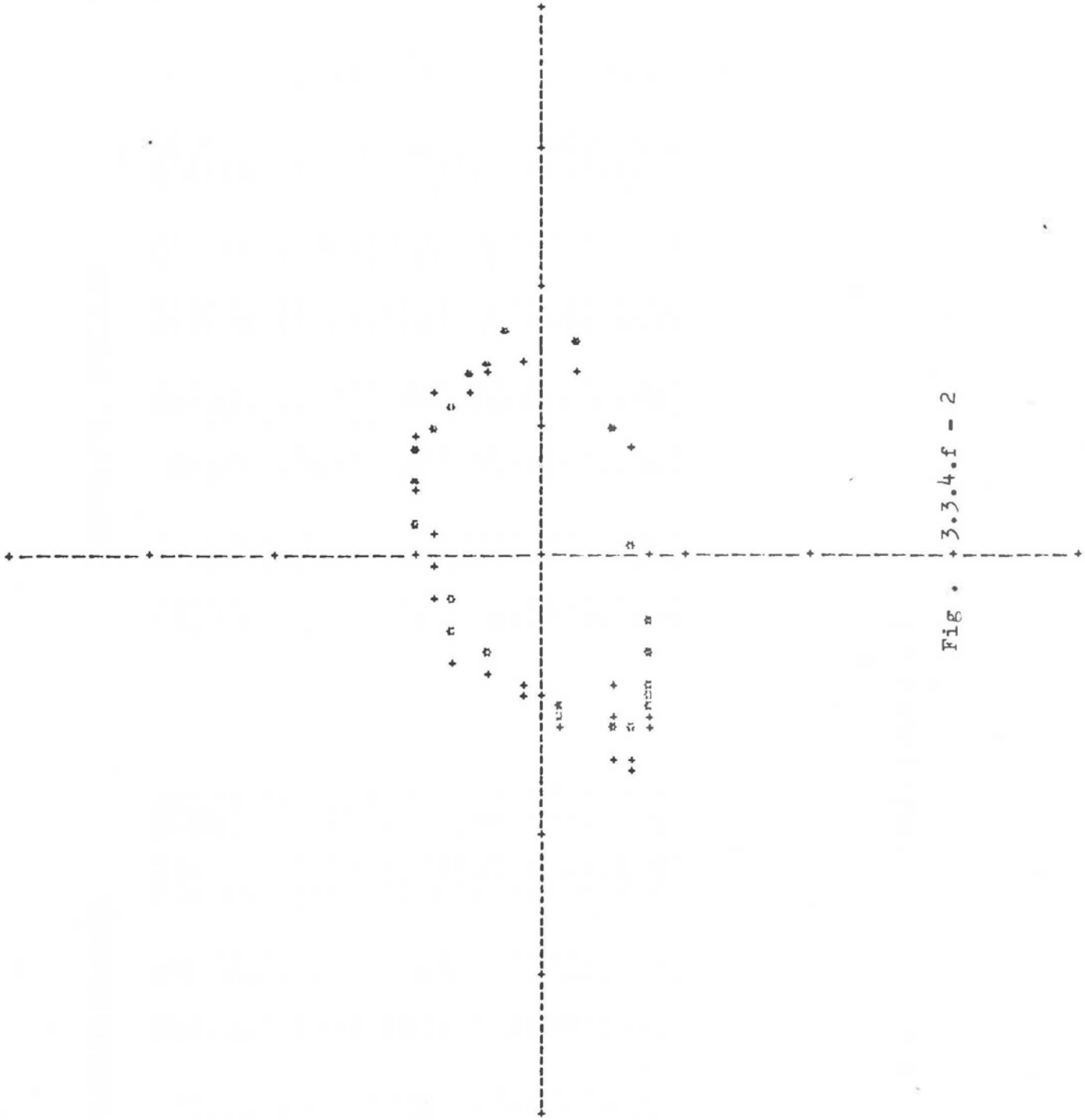


Fig. • 3.3.4.f - 2

PUNT 7

BEREKENDE WAARDEN

WERKELIJKE TOESTAND

U= -36.	V= 20.	A= 41.	PHA= 151.	UC= -26.	VC= 23.	AC= 35.	PHAC= 139.
U= -49.	V= 7.	A= 50.	PHA= 172.	UC= -32.	VC= 14.	AC= 35.	PHAC= 157.
U= -56.	V= -11.	A= 57.	PHA= 191.	UC= -51.	VC= 0.	AC= 51.	PHAC= 180.
U= -61.	V= -26.	A= 67.	PHA= 203.	UC= -55.	VC= -16.	AC= 57.	PHAC= 197.
U= -61.	V= -38.	A= 72.	PHA= 212.	UC= -54.	VC= -36.	AC= 65.	PHAC= 214.
U= -60.	V= -42.	A= 73.	PHA= 215.	UC= -67.	VC= -47.	AC= 82.	PHAC= 215.
U= -55.	V= -43.	A= 70.	PHA= 218.	UC= -64.	VC= -63.	AC= 90.	PHAC= 220.
U= -50.	V= -43.	A= 66.	PHA= 221.	UC= -62.	VC= -66.	AC= 90.	PHAC= 227.
U= -44.	V= -43.	A= 62.	PHA= 225.	UC= -51.	VC= -62.	AC= 80.	PHAC= 231.
U= -39.	V= -42.	A= 54.	PHA= 230.	UC= -51.	VC= -62.	AC= 80.	PHAC= 231.
U= -23.	V= -39.	A= 45.	PHA= 240.	UC= -28.	VC= -53.	AC= 60.	PHAC= 242.
U= 1.	V= -35.	A= 35.	PHA= 271.	UC= -35.	VC= -48.	AC= 60.	PHAC= 234.
U= 38.	V= -28.	A= 48.	PHA= 323.	UC= -12.	VC= -41.	AC= 43.	PHAC= 254.
U= 74.	V= -10.	A= 75.	PHA= 352.	UC= 36.	VC= -48.	AC= 60.	PHAC= 307.
U= 83.	V= 11.	A= 84.	PHA= 8.	UC= 78.	VC= -4.	AC= 78.	PHAC= 357.
U= 77.	V= 26.	A= 81.	PHA= 19.	UC= 80.	VC= 8.	AC= 80.	PHAC= 6.
U= 71.	V= 32.	A= 78.	PHA= 25.	UC= 73.	VC= 22.	AC= 76.	PHAC= 17.
U= 61.	V= 38.	A= 72.	PHA= 32.	UC= 68.	VC= 36.	AC= 77.	PHAC= 28.
U= 53.	V= 44.	A= 69.	PHA= 40.	UC= 70.	VC= 48.	AC= 85.	PHAC= 34.
U= 43.	V= 49.	A= 65.	PHA= 49.	UC= 68.	VC= 55.	AC= 89.	PHAC= 39.
U= 31.	V= 50.	A= 59.	PHA= 58.	UC= 50.	VC= 52.	AC= 72.	PHAC= 46.
U= 17.	V= 47.	A= 50.	PHA= 70.	UC= 34.	VC= 52.	AC= 62.	PHAC= 57.
U= 2.	V= 44.	A= 44.	PHA= 88.	UC= 14.	VC= 47.	AC= 49.	PHAC= 74.
U= -11.	V= 37.	A= 39.	PHA= 107.	UC= -4.	VC= 37.	AC= 37.	PHAC= 96.
U= -24.	V= 31.	A= 39.	PHA= 128.	UC= -18.	VC= 30.	AC= 35.	PHAC= 121.
U= -35.	V= 20.	A= 41.	PHA= 150.	UC= -26.	VC= 23.	AC= 35.	PHAC= 139.
U= -44.	V= 8.	A= 45.	PHA= 169.	UC= -32.	VC= 14.	AC= 35.	PHAC= 157.
U= -53.	V= -9.	A= 54.	PHA= 189.	UC= -51.	VC= 0.	AC= 51.	PHAC= 180.
U= -58.	V= -26.	A= 63.	PHA= 204.	UC= -55.	VC= -16.	AC= 57.	PHAC= 197.
U= -61.	V= -39.	A= 72.	PHA= 213.	UC= -54.	VC= -36.	AC= 65.	PHAC= 214.

Fig. 3.3.4.g - I

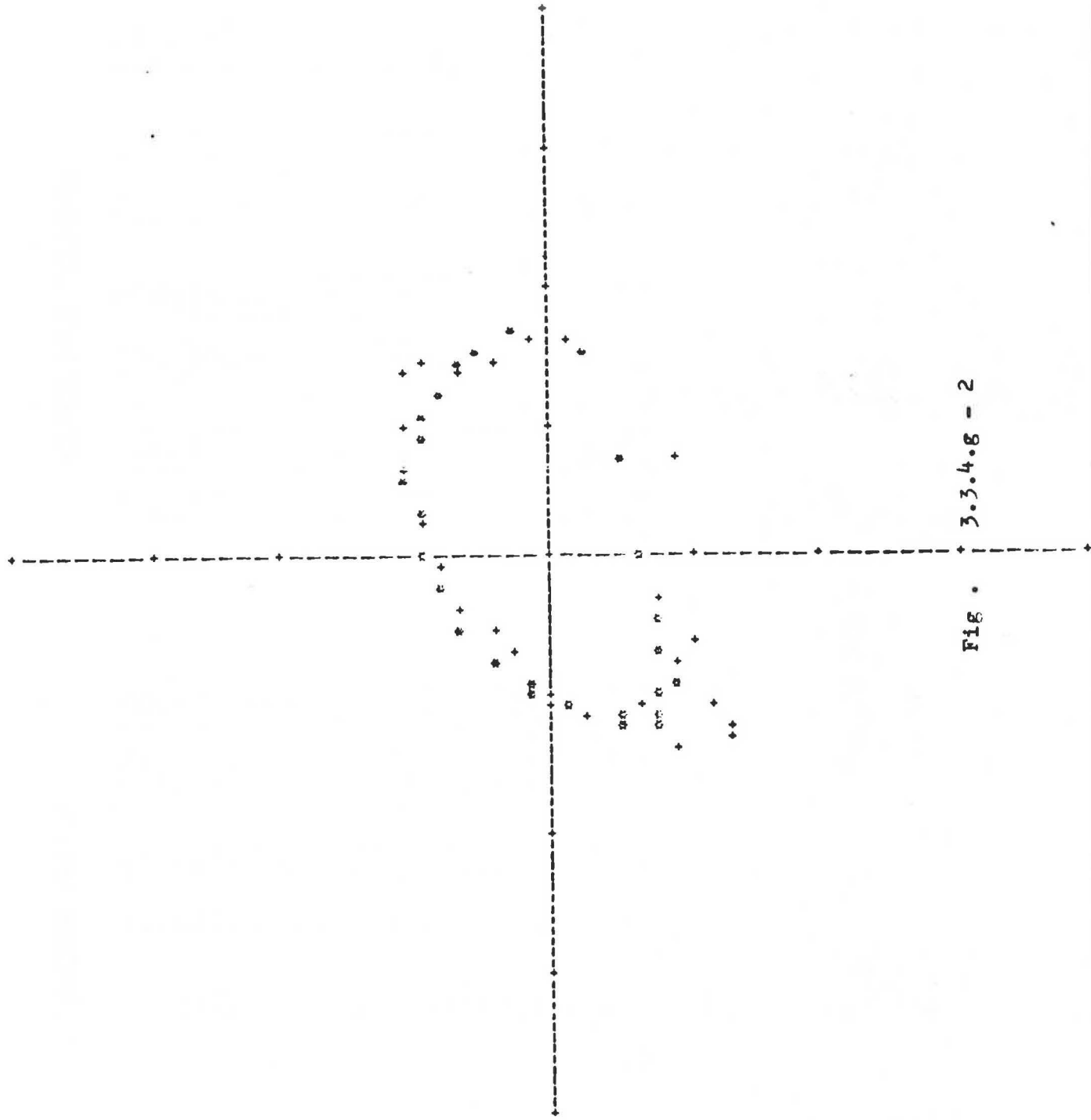


Fig. 3.3.4.8 - 2

PUNT B

BEREKENDE WAARDEN

UC=	-45.	V=	16.	A=	48.	PHA=	160.
UC=	-40.	V=	5.	A=	60.	PHA=	175.
UC=	-68.	V=	-11.	A=	69.	PHA=	189.
UC=	-72.	V=	-26.	A=	77.	PHA=	200.
UC=	-73.	V=	-36.	A=	82.	PHA=	206.
UC=	-71.	V=	-41.	A=	82.	PHA=	210.
UC=	-55.	V=	-41.	A=	73.	PHA=	212.
UC=	-53.	V=	-41.	A=	71.	PHA=	215.
UC=	-50.	V=	-41.	A=	65.	PHA=	220.
UC=	-40.	V=	-39.	A=	57.	PHA=	224.
UC=	-29.	V=	-36.	A=	46.	PHA=	232.
UC=	-5.	V=	-31.	A=	32.	PHA=	240.
UC=	31.	V=	-24.	A=	37.	PHA=	323.
UC=	7.	V=	-8.	A=	74.	PHA=	354.
UC=	00.	V=	13.	A=	91.	PHA=	8.
UC=	01.	V=	20.	A=	95.	PHA=	15.
UC=	93.	V=	35.	A=	90.	PHA=	23.
UC=	71.	V=	41.	A=	82.	PHA=	30.
UC=	61.	V=	43.	A=	75.	PHA=	35.
UC=	50.	V=	48.	A=	64.	PHA=	44.
UC=	37.	V=	46.	A=	59.	PHA=	52.
UC=	17.	V=	44.	A=	47.	PHA=	69.
UC=	1.	V=	41.	A=	41.	PHA=	89.
UC=	-17.	V=	34.	A=	38.	PHA=	116.
UC=	-30.	V=	28.	A=	43.	PHA=	139.
UC=	-47.	V=	18.	A=	51.	PHA=	150.
UC=	-57.	V=	6.	A=	57.	PHA=	174.
UC=	-66.	V=	-10.	A=	66.	PHA=	188.
UC=	-70.	V=	-25.	A=	74.	PHA=	200.
UC=	-73.	V=	-39.	A=	82.	PHA=	207.

WERKELIJKE TOESTAND

UC=	-30.	VC=	23.	AC=	38.	PHAC=	142.
UC=	-48.	VC=	12.	AC=	50.	PHAC=	160.
UC=	-55.	VC=	13.	AC=	56.	PHAC=	167.
UC=	-70.	VC=	-6.	AC=	70.	PHAC=	185.
UC=	-78.	VC=	-11.	AC=	79.	PHAC=	188.
UC=	-83.	VC=	-17.	AC=	85.	PHAC=	192.
UC=	-89.	VC=	-21.	AC=	101.	PHAC=	192.
UC=	-96.	VC=	-39.	AC=	103.	PHAC=	202.
UC=	-92.	VC=	-33.	AC=	59.	PHAC=	200.
UC=	-57.	VC=	-33.	AC=	63.	PHAC=	215.
UC=	-50.	VC=	-33.	AC=	67.	PHAC=	214.
UC=	-45.	VC=	-26.	AC=	58.	PHAC=	210.
UC=	-10.	VC=	-23.	AC=	30.	PHAC=	250.
UC=	26.	VC=	-26.	AC=	37.	PHAC=	315.
UC=	51.	VC=	-6.	AC=	80.	PHAC=	350.
UC=	96.	VC=	15.	AC=	97.	PHAC=	9.
UC=	96.	VC=	31.	AC=	101.	PHAC=	13.
UC=	100.	VC=	23.	AC=	110.	PHAC=	15.
UC=	85.	VC=	43.	AC=	55.	PHAC=	27.
UC=	74.	VC=	35.	AC=	82.	PHAC=	29.
UC=	52.	VC=	38.	AC=	54.	PHAC=	36.
UC=	37.	VC=	36.	AC=	52.	PHAC=	44.
UC=	12.	VC=	37.	AC=	33.	PHAC=	72.
UC=	1.	VC=	32.	AC=	33.	PHAC=	99.
UC=	-12.	VC=	31.	AC=	33.	PHAC=	112.
UC=	-30.	VC=	23.	AC=	39.	PHAC=	142.
UC=	-48.	VC=	12.	AC=	50.	PHAC=	160.
UC=	-55.	VC=	13.	AC=	56.	PHAC=	167.
UC=	-70.	VC=	-6.	AC=	70.	PHAC=	185.
UC=	-78.	VC=	-11.	AC=	79.	PHAC=	188.

Fig. 3.3.4.h - I

FIG. 8

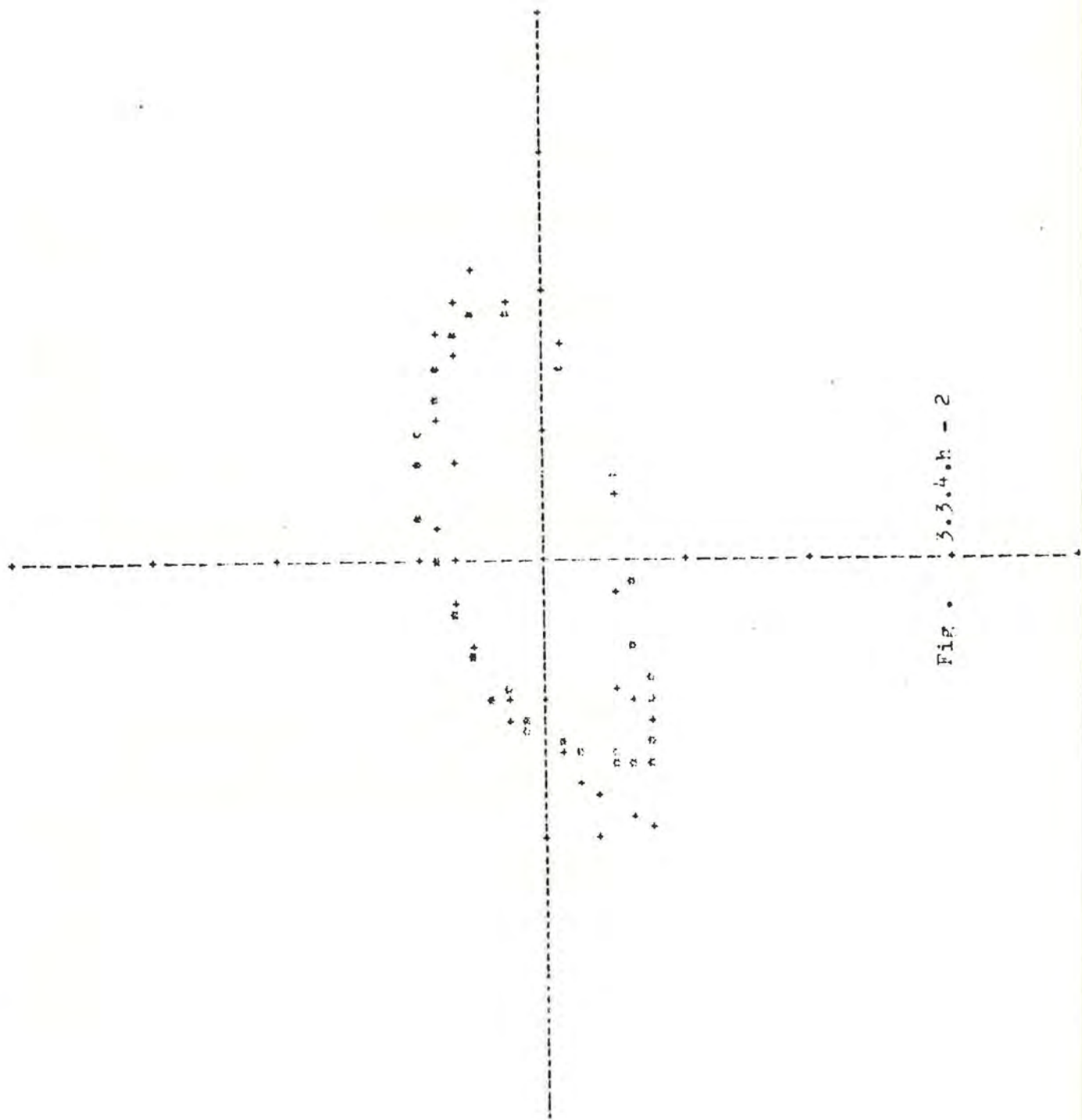


FIG. 3.3.4.h - 2

PUNT 9

BEREKENDE WAARDEN

U= -66.	V= 46.	A= 81.	PHA= 145.
U= -70.	V= 34.	A= 78.	PHA= 154.
U= -67.	V= 19.	A= 70.	PHA= 164.
U= -62.	V= 0.	A= 62.	PHA= 180.
U= -52.	V= -15.	A= 60.	PHA= 195.
U= -52.	V= -22.	A= 57.	PHA= 203.
U= -42.	V= -28.	A= 50.	PHA= 213.
U= -29.	V= -32.	A= 43.	PHA= 227.
U= -18.	V= -37.	A= 42.	PHA= 244.
U= -6.	V= -41.	A= 42.	PHA= 262.
U= 4.	V= -41.	A= 41.	PHA= 276.
U= 24.	V= -42.	A= 48.	PHA= 300.
U= 53.	V= -37.	A= 66.	PHA= 324.
U= 90.	V= -23.	A= 94.	PHA= 339.
U= 95.	V= -11.	A= 96.	PHA= 353.
U= 87.	V= 7.	A= 87.	PHA= 5.
U= 71.	V= 14.	A= 72.	PHA= 11.
U= 58.	V= 23.	A= 62.	PHA= 22.
U= 44.	V= 26.	A= 51.	PHA= 31.
U= 27.	V= 35.	A= 44.	PHA= 53.
U= 8.	V= 37.	A= 47.	PHA= 79.
U= -15.	V= 48.	A= 51.	PHA= 111.
U= -37.	V= 53.	A= 65.	PHA= 125.
U= -52.	V= 54.	A= 75.	PHA= 134.
U= -61.	V= 53.	A= 81.	PHA= 135.
U= -69.	V= 48.	A= 84.	PHA= 145.
U= -67.	V= 38.	A= 77.	PHA= 150.
U= -65.	V= 22.	A= 69.	PHA= 162.
U= -59.	V= 1.	A= 59.	PHA= 179.
U= -54.	V= -16.	A= 57.	PHA= 197.

WERKELIJKE TOESTAND

UC= -50.	VC= 49.	AC= 70.	PHAC= 136.
UC= -51.	VC= 43.	AC= 67.	PHAC= 140.
UC= -56.	VC= 33.	AC= 65.	PHAC= 150.
UC= -55.	VC= 20.	AC= 59.	PHAC= 160.
UC= -53.	VC= 5.	AC= 53.	PHAC= 175.
UC= -50.	VC= -11.	AC= 51.	PHAC= 193.
UC= -54.	VC= -12.	AC= 55.	PHAC= 193.
UC= -44.	VC= -24.	AC= 50.	PHAC= 209.
UC= -21.	VC= -38.	AC= 44.	PHAC= 241.
UC= -19.	VC= -40.	AC= 44.	PHAC= 245.
UC= -10.	VC= -46.	AC= 47.	PHAC= 256.
UC= -8.	VC= -41.	AC= 42.	PHAC= 259.
UC= 2.	VC= -49.	AC= 49.	PHAC= 272.
UC= 13.	VC= -50.	AC= 52.	PHAC= 285.
UC= 33.	VC= -56.	AC= 65.	PHAC= 301.
UC= 63.	VC= -44.	AC= 77.	PHAC= 325.
UC= 70.	VC= -26.	AC= 75.	PHAC= 340.
UC= 67.	VC= 1.	AC= 67.	PHAC= 1.
UC= 61.	VC= 13.	AC= 62.	PHAC= 12.
UC= 37.	VC= 37.	AC= 53.	PHAC= 45.
UC= 36.	VC= 33.	AC= 49.	PHAC= 43.
UC= 26.	VC= 38.	AC= 45.	PHAC= 56.
UC= 7.	VC= 47.	AC= 47.	PHAC= 82.
UC= -12.	VC= 55.	AC= 56.	PHAC= 103.
UC= -31.	VC= 52.	AC= 61.	PHAC= 121.
UC= -50.	VC= 49.	AC= 70.	PHAC= 136.
UC= -51.	VC= 43.	AC= 67.	PHAC= 140.
UC= -56.	VC= 33.	AC= 65.	PHAC= 150.
UC= -55.	VC= 20.	AC= 59.	PHAC= 160.
UC= -53.	VC= 5.	AC= 53.	PHAC= 175.

Fig. 3.3.4.i - I

PUNT 9

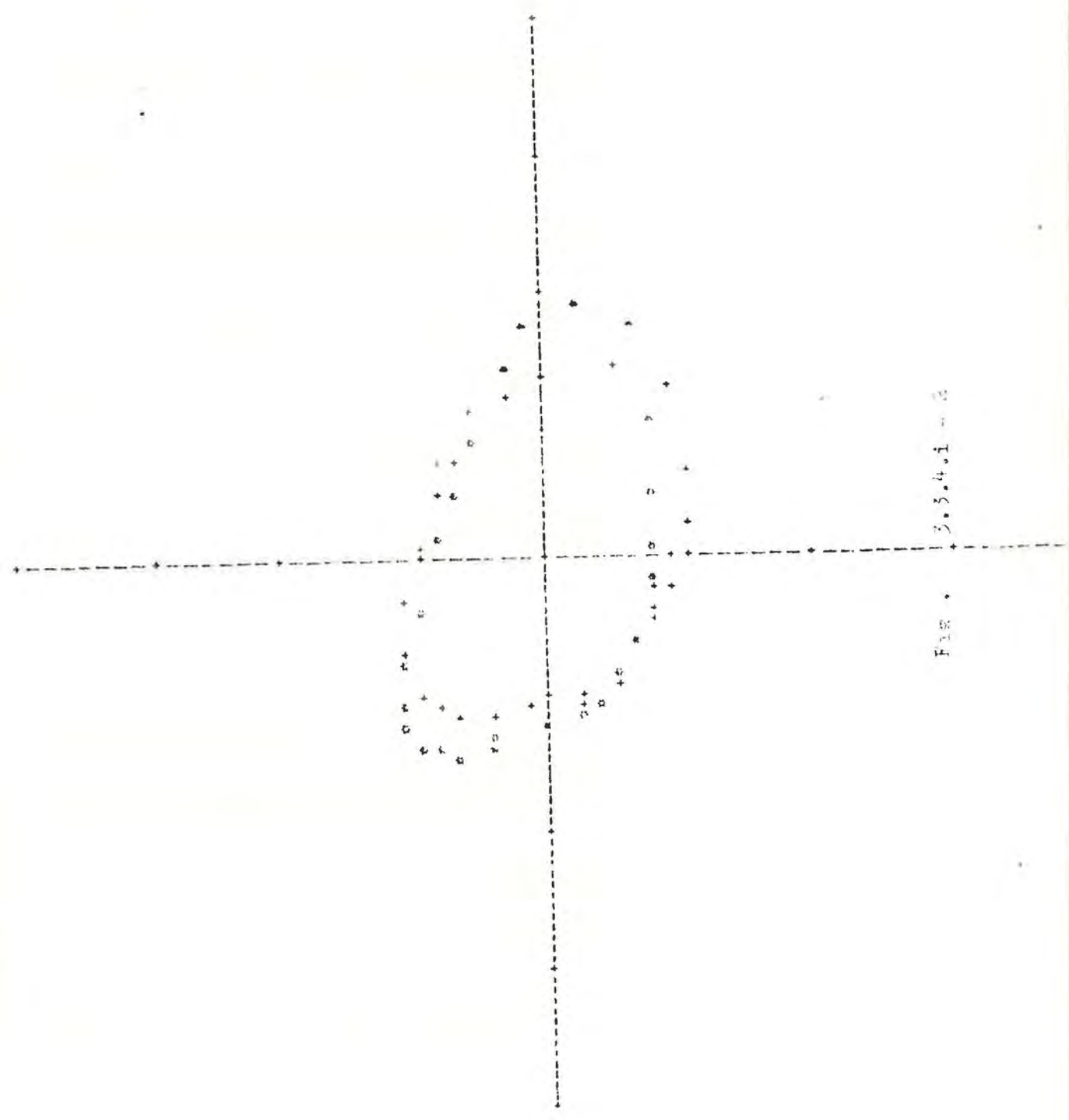


Fig. 3.3.4.1

BEREKENDE WAARDEN

U=	-61.	V=	18.	A=	64.	PHA=	164.
U=	-68.	V=	13.	A=	69.	PHA=	169.
U=	-71.	V=	4.	A=	71.	PHA=	177.
U=	-69.	V=	-11.	A=	69.	PHA=	189.
U=	-70.	V=	-19.	A=	73.	PHA=	196.
U=	-63.	V=	-25.	A=	68.	PHA=	202.
U=	-54.	V=	-24.	A=	59.	PHA=	204.
U=	-39.	V=	-25.	A=	47.	PHA=	213.
U=	-29.	V=	-26.	A=	39.	PHA=	221.
U=	-17.	V=	-26.	A=	31.	PHA=	237.
U=	-7.	V=	-25.	A=	26.	PHA=	255.
U=	15.	V=	-23.	A=	28.	PHA=	303.
U=	45.	V=	-18.	A=	49.	PHA=	338.
U=	88.	V=	-3.	A=	89.	PHA=	355.
U=	103.	V=	10.	A=	104.	PHA=	5.
U=	99.	V=	21.	A=	101.	PHA=	12.
U=	93.	V=	20.	A=	35.	PHA=	14.
U=	71.	V=	25.	A=	75.	PHA=	20.
U=	59.	V=	25.	A=	64.	PHA=	23.
U=	43.	V=	27.	A=	51.	PHA=	22.
U=	27.	V=	28.	A=	39.	PHA=	46.
U=	-3.	V=	29.	A=	29.	PHA=	96.
U=	-23.	V=	32.	A=	39.	PHA=	126.
U=	-41.	V=	30.	A=	50.	PHA=	144.
U=	-51.	V=	29.	A=	58.	PHA=	150.
U=	-61.	V=	24.	A=	65.	PHA=	159.
U=	-52.	V=	18.	A=	65.	PHA=	164.
U=	-66.	V=	6.	A=	66.	PHA=	175.
U=	-65.	V=	-8.	A=	66.	PHA=	187.
U=	-65.	V=	-21.	A=	68.	PHA=	198.

WERKELIJKE TOESTAND

UC=	-79.	VC=	16.	AC=	81.	PHAC=	169.
UC=	-83.	VC=	5.	AC=	83.	PHAC=	177.
UC=	-82.	VC=	-1.	AC=	82.	PHAC=	181.
UC=	-83.	VC=	-8.	AC=	83.	PHAC=	186.
UC=	-75.	VC=	-4.	AC=	75.	PHAC=	183.
UC=	-65.	VC=	-10.	AC=	66.	PHAC=	189.
UC=	-58.	VC=	-14.	AC=	60.	PHAC=	194.
UC=	-44.	VC=	-15.	AC=	46.	PHAC=	199.
UC=	-36.	VC=	-14.	AC=	39.	PHAC=	201.
UC=	-13.	VC=	-19.	AC=	23.	PHAC=	235.
UC=	-6.	VC=	-21.	AC=	22.	PHAC=	259.
UC=	0.	VC=	-28.	AC=	28.	PHAC=	271.
UC=	28.	VC=	-22.	AC=	36.	PHAC=	322.
UC=	51.	VC=	-16.	AC=	53.	PHAC=	343.
UC=	90.	VC=	-8.	AC=	90.	PHAC=	355.
UC=	97.	VC=	0.	AC=	97.	PHAC=	0.
UC=	82.	VC=	7.	AC=	82.	PHAC=	5.
UC=	69.	VC=	13.	AC=	70.	PHAC=	11.
UC=	56.	VC=	12.	AC=	57.	PHAC=	12.
UC=	45.	VC=	18.	AC=	48.	PHAC=	22.
UC=	27.	VC=	18.	AC=	33.	PHAC=	34.
UC=	12.	VC=	20.	AC=	23.	PHAC=	60.
UC=	-10.	VC=	22.	AC=	24.	PHAC=	115.
UC=	-38.	VC=	15.	AC=	41.	PHAC=	158.
UC=	-64.	VC=	11.	AC=	65.	PHAC=	170.
UC=	-79.	VC=	16.	AC=	81.	PHAC=	169.
UC=	-83.	VC=	5.	AC=	83.	PHAC=	177.
UC=	-82.	VC=	-1.	AC=	82.	PHAC=	181.
UC=	-83.	VC=	-8.	AC=	83.	PHAC=	186.
UC=	-75.	VC=	-4.	AC=	75.	PHAC=	183.

Fig. 3.3.4.j - I

PUNT 10

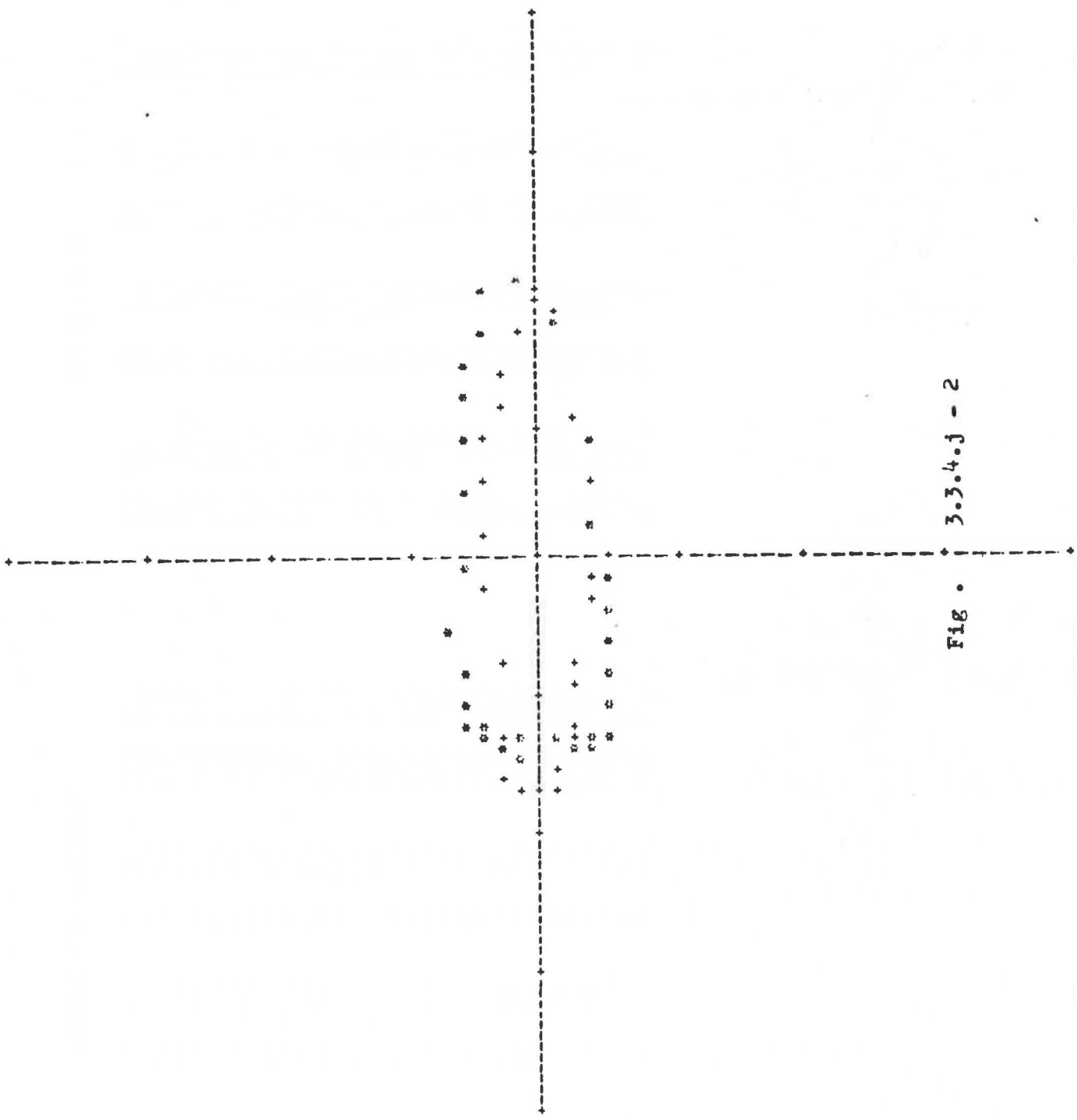


Fig. 3.3.4.j - 2

PUNT ZEEBRUGGE

BEREKENDE WAARDEN

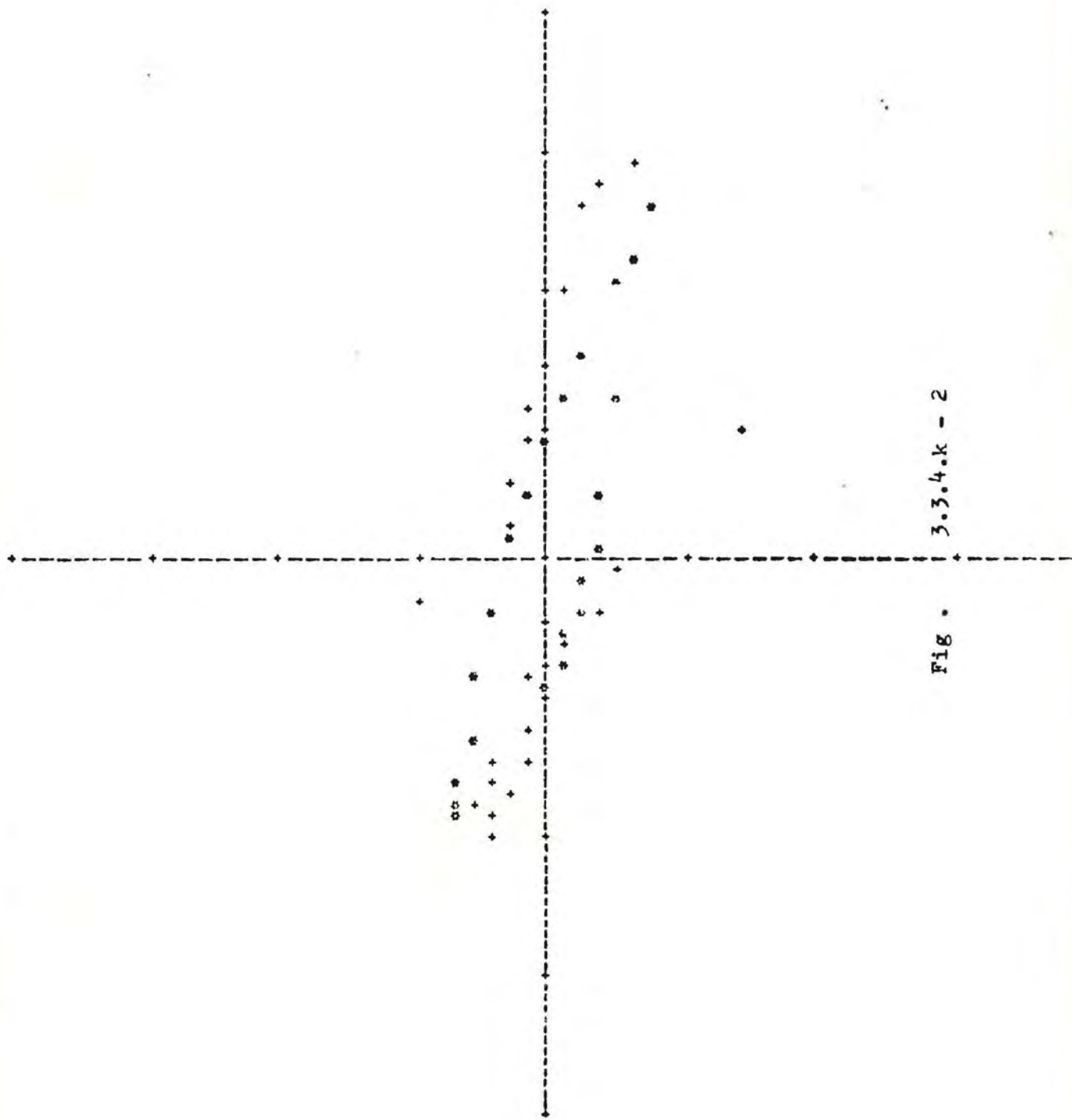
U= -86.	V= 29.	A= 91.	PHA= 161.
U= -89.	V= 27.	A= 93.	PHA= 163.
U= -78.	V= 17.	A= 80.	PHA= 168.
U= -61.	V= 7.	A= 62.	PHA= 174.
U= -45.	V= -3.	A= 45.	PHA= 184.
U= -36.	V= -6.	A= 37.	PHA= 189.
U= -27.	V= -6.	A= 27.	PHA= 193.
U= -18.	V= -10.	A= 21.	PHA= 210.
U= -7.	V= -12.	A= 15.	PHA= 242.
U= 6.	V= -18.	A= 19.	PHA= 288.
U= 25.	V= -21.	A= 33.	PHA= 321.
U= 61.	V= -28.	A= 67.	PHA= 336.
U= 105.	V= -36.	A= 115.	PHA= 342.
U= 130.	V= -37.	A= 135.	PHA= 344.
U= 172.	V= -24.	A= 105.	PHA= 347.
U= 74.	V= -13.	A= 75.	PHA= 350.
U= 60.	V= -6.	A= 61.	PHA= 354.
U= 43.	V= -0.	A= 43.	PHA= 359.
U= 26.	V= 7.	A= 27.	PHA= 16.
U= 10.	V= 11.	A= 15.	PHA= 48.
U= -17.	V= 22.	A= 28.	PHA= 127.
U= -42.	V= 26.	A= 50.	PHA= 148.
U= -65.	V= 30.	A= 72.	PHA= 156.
U= -90.	V= 33.	A= 87.	PHA= 158.
U= -39.	V= 31.	A= 93.	PHA= 160.
U= -90.	V= 32.	A= 96.	PHA= 161.
U= -86.	V= 25.	A= 89.	PHA= 164.
U= -78.	V= 21.	A= 81.	PHA= 165.
U= -62.	V= 5.	A= 62.	PHA= 175.
U= -44.	V= -3.	A= 44.	PHA= 184.

WERKELIJKE TOESTAND

UC= -86.	VC= 25.	AC= 90.	PHAC= 164.
UC= -92.	VC= 23.	AC= 95.	PHAC= 166.
UC= -98.	VC= 19.	AC= 100.	PHAC= 169.
UC= -84.	VC= 14.	AC= 85.	PHAC= 171.
UC= -71.	VC= 9.	AC= 72.	PHAC= 173.
UC= -60.	VC= 6.	AC= 60.	PHAC= 174.
UC= -20.	VC= 2.	AC= 20.	PHAC= 175.
UC= -40.	VC= 4.	AC= 40.	PHAC= 175.
UC= -35.	VC= -1.	AC= 35.	PHAC= 182.
UC= -30.	VC= -5.	AC= 30.	PHAC= 189.
UC= -19.	VC= -19.	AC= 27.	PHAC= 226.
UC= -4.	VC= -25.	AC= 25.	PHAC= 262.
UC= 50.	VC= -72.	AC= 88.	PHAC= 305.
UC= 147.	VC= -32.	AC= 150.	PHAC= 348.
UC= 138.	VC= -22.	AC= 140.	PHAC= 351.
UC= 129.	VC= -14.	AC= 130.	PHAC= 354.
UC= 100.	VC= -4.	AC= 100.	PHAC= 358.
UC= 70.	VC= 1.	AC= 70.	PHAC= 1.
UC= 58.	VC= 5.	AC= 58.	PHAC= 5.
UC= 45.	VC= 6.	AC= 45.	PHAC= 8.
UC= 29.	VC= 16.	AC= 33.	PHAC= 29.
UC= 13.	VC= 15.	AC= 20.	PHAC= 49.
UC= -13.	VC= 46.	AC= 48.	PHAC= 106.
UC= -72.	VC= 22.	AC= 75.	PHAC= 163.
UC= -80.	VC= 23.	AC= 83.	PHAC= 164.
UC= -86.	VC= 25.	AC= 90.	PHAC= 164.
UC= -92.	VC= 23.	AC= 95.	PHAC= 166.
UC= -98.	VC= 19.	AC= 100.	PHAC= 169.
UC= -84.	VC= 14.	AC= 85.	PHAC= 171.
UC= -71.	VC= 9.	AC= 72.	PHAC= 173.

Fig. 3.3.4.k - I

PUNT ZEEBRUGGE



3.3.4.k - 2

Fig .

I 1 WENDUINEBANK N

BEREKENDE WAARDEN

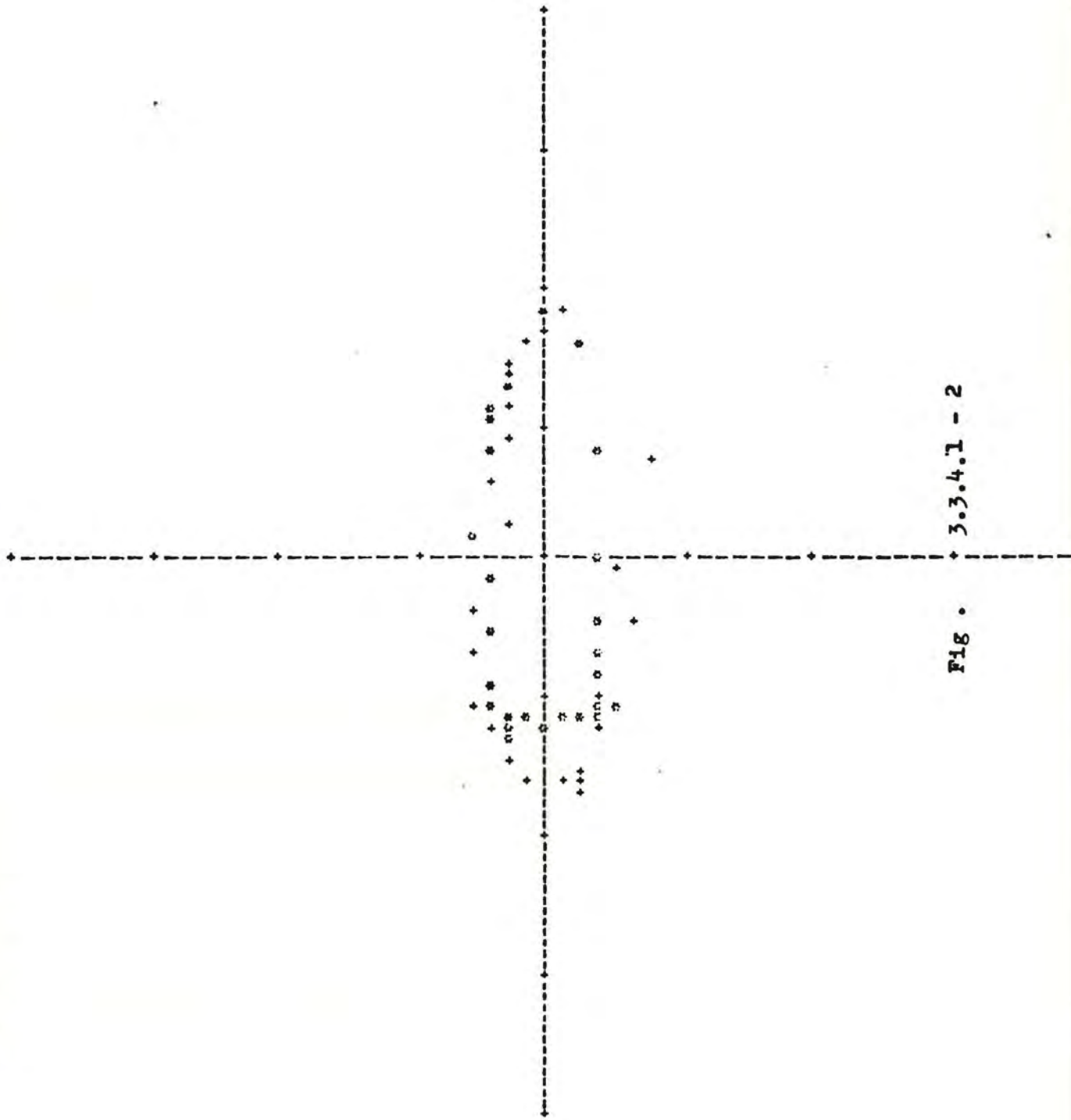
U= -51.	V= 12.	A= 62.	PHA= 169.
U= -55.	V= 10.	A= 65.	PHA= 171.
U= -57.	V= -8.	A= 57.	PHA= 188.
U= -58.	V= -13.	A= 60.	PHA= 193.
U= -52.	V= -24.	A= 59.	PHA= 205.
U= -52.	V= -22.	A= 55.	PHA= 201.
U= -49.	V= -17.	A= 52.	PHA= 201.
U= -42.	V= -17.	A= 47.	PHA= 205.
U= -34.	V= -10.	A= 39.	PHA= 209.
U= -21.	V= -20.	A= 27.	PHA= 224.
U= 1.	V= -22.	A= 22.	PHA= 274.
U= 41.	V= -22.	A= 47.	PHA= 331.
U= 41.	V= -14.	A= 82.	PHA= 350.
U= 71.	V= 1.	A= 91.	PHA= 1.
U= 79.	V= 9.	A= 77.	PHA= 6.
U= 65.	V= 14.	A= 67.	PHA= 12.
U= 56.	V= 17.	A= 59.	PHA= 19.
U= 52.	V= 15.	A= 55.	PHA= 23.
U= 42.	V= 22.	A= 47.	PHA= 23.
U= 19.	V= 23.	A= 36.	PHA= 37.
U= 11.	V= 26.	A= 28.	PHA= 69.
U= -7.	V= 23.	A= 24.	PHA= 107.
U= -24.	V= 21.	A= 34.	PHA= 140.
U= -43.	V= 21.	A= 49.	PHA= 154.
U= -52.	V= 13.	A= 55.	PHA= 161.
U= -57.	V= 16.	A= 59.	PHA= 165.
U= -59.	V= 8.	A= 58.	PHA= 172.
U= -50.	V= -1.	A= 60.	PHA= 181.
U= -54.	V= -19.	A= 57.	PHA= 200.
U= -55.	V= -23.	A= 50.	PHA= 203.

WERKELIJKE TOESTAND

UC= -51.	VC= 26.	AC= 57.	PHAC= 153.
UC= -61.	VC= 21.	AC= 65.	PHAC= 161.
UC= -73.	VC= 14.	AC= 74.	PHAC= 169.
UC= -78.	VC= 4.	AC= 78.	PHAC= 177.
UC= -81.	VC= -5.	AC= 81.	PHAC= 184.
UC= -83.	VC= -16.	AC= 85.	PHAC= 191.
UC= -79.	VC= -15.	AC= 80.	PHAC= 191.
UC= -75.	VC= -14.	AC= 76.	PHAC= 191.
UC= -62.	VC= -17.	AC= 64.	PHAC= 195.
UC= -50.	VC= -13.	AC= 53.	PHAC= 200.
UC= -23.	VC= -30.	AC= 38.	PHAC= 233.
UC= -2.	VC= -24.	AC= 24.	PHAC= 266.
UC= 38.	VC= -43.	AC= 57.	PHAC= 311.
UC= 91.	VC= -5.	AC= 91.	PHAC= 357.
UC= 85.	VC= 3.	AC= 85.	PHAC= 2.
UC= 78.	VC= 10.	AC= 79.	PHAC= 7.
UC= 73.	VC= 12.	AC= 74.	PHAC= 10.
UC= 67.	VC= 14.	AC= 69.	PHAC= 12.
UC= 57.	VC= 15.	AC= 59.	PHAC= 15.
UC= 47.	VC= 15.	AC= 49.	PHAC= 18.
UC= 28.	VC= 19.	AC= 34.	PHAC= 34.
UC= 12.	VC= 15.	AC= 19.	PHAC= 50.
UC= -2.	VC= -25.	AC= 25.	PHAC= 266.
UC= -17.	VC= 27.	AC= 32.	PHAC= 123.
UC= -33.	VC= 30.	AC= 44.	PHAC= 138.
UC= -51.	VC= 26.	AC= 57.	PHAC= 153.
UC= -61.	VC= 21.	AC= 65.	PHAC= 161.
UC= -73.	VC= 14.	AC= 74.	PHAC= 169.
UC= -78.	VC= 4.	AC= 78.	PHAC= 177.
UC= -81.	VC= -5.	AC= 81.	PHAC= 184.

Fig. 3.3.4.1 - I

II WENDUTNESANK N



3.3.4.1 - 2

FIG.

I 3 WENDUINEBANK E BOEI

BEREKENDE WAARDEN

U= -54.	V= 4.	A= 54.	PHA= 175.
U= -56.	V= 1.	A= 56.	PHA= 179.
U= -46.	V= -12.	A= 47.	PHA= 194.
U= -47.	V= -19.	A= 50.	PHA= 201.
U= -42.	V= -25.	A= 49.	PHA= 211.
U= -39.	V= -22.	A= 45.	PHA= 209.
U= -39.	V= -19.	A= 42.	PHA= 206.
U= -32.	V= -20.	A= 37.	PHA= 212.
U= -26.	V= -17.	A= 31.	PHA= 212.
U= -13.	V= -19.	A= 22.	PHA= 233.
U= 6.	V= -17.	A= 19.	PHA= 200.
U= 45.	V= -14.	A= 47.	PHA= 342.
U= 30.	V= -2.	A= 80.	PHA= 353.
U= 97.	V= 11.	A= 87.	PHA= 7.
U= 73.	V= 13.	A= 74.	PHA= 10.
U= 59.	V= 15.	A= 60.	PHA= 15.
U= 49.	V= 19.	A= 52.	PHA= 21.
U= 45.	V= 17.	A= 48.	PHA= 21.
U= 35.	V= 20.	A= 41.	PHA= 30.
U= 22.	V= 20.	A= 29.	PHA= 42.
U= 5.	V= 22.	A= 22.	PHA= 76.
U= -12.	V= 17.	A= 21.	PHA= 125.
U= -30.	V= 14.	A= 33.	PHA= 155.
U= -44.	V= 13.	A= 46.	PHA= 163.
U= -49.	V= 10.	A= 50.	PHA= 169.
U= -51.	V= 9.	A= 52.	PHA= 171.
U= -49.	V= 2.	A= 49.	PHA= 178.
U= -51.	V= -6.	A= 51.	PHA= 187.
U= -42.	V= -24.	A= 45.	PHA= 210.
U= -44.	V= -26.	A= 51.	PHA= 210.

WERKELIJKE TOESTAND

UC= -72.	VC= 32.	AC= 79.	PHAC= 156.
UC= -80.	VC= 27.	AC= 84.	PHAC= 161.
UC= -87.	VC= 20.	AC= 89.	PHAC= 167.
UC= -80.	VC= 10.	AC= 81.	PHAC= 173.
UC= -77.	VC= 3.	AC= 77.	PHAC= 178.
UC= -74.	VC= -4.	AC= 74.	PHAC= 183.
UC= -70.	VC= -3.	AC= 70.	PHAC= 182.
UC= -67.	VC= -2.	AC= 67.	PHAC= 182.
UC= -59.	VC= -4.	AC= 59.	PHAC= 194.
UC= -51.	VC= -5.	AC= 51.	PHAC= 196.
UC= -28.	VC= -19.	AC= 34.	PHAC= 215.
UC= -8.	VC= -15.	AC= 17.	PHAC= 244.
UC= 41.	VC= -61.	AC= 74.	PHAC= 304.
UC= 131.	VC= 9.	AC= 131.	PHAC= 4.
UC= 123.	VC= 14.	AC= 124.	PHAC= 7.
UC= 116.	VC= 18.	AC= 117.	PHAC= 9.
UC= 101.	VC= 21.	AC= 103.	PHAC= 12.
UC= 87.	VC= 23.	AC= 90.	PHAC= 15.
UC= 75.	VC= 25.	AC= 79.	PHAC= 19.
UC= 63.	VC= 25.	AC= 69.	PHAC= 22.
UC= 38.	VC= 25.	AC= 46.	PHAC= 34.
UC= 17.	VC= 17.	AC= 24.	PHAC= 45.
UC= 0.	VC= -32.	AC= 32.	PHAC= 271.
UC= -30.	VC= 28.	AC= 41.	PHAC= 137.
UC= -50.	VC= 33.	AC= 60.	PHAC= 146.
UC= -72.	VC= 32.	AC= 79.	PHAC= 156.
UC= -80.	VC= 27.	AC= 84.	PHAC= 161.
UC= -87.	VC= 20.	AC= 89.	PHAC= 167.
UC= -80.	VC= 10.	AC= 81.	PHAC= 173.
UC= -77.	VC= 3.	AC= 77.	PHAC= 178.

Fig. 3.3.4.m - I

I 3 WENDUINEBANK E BOEI

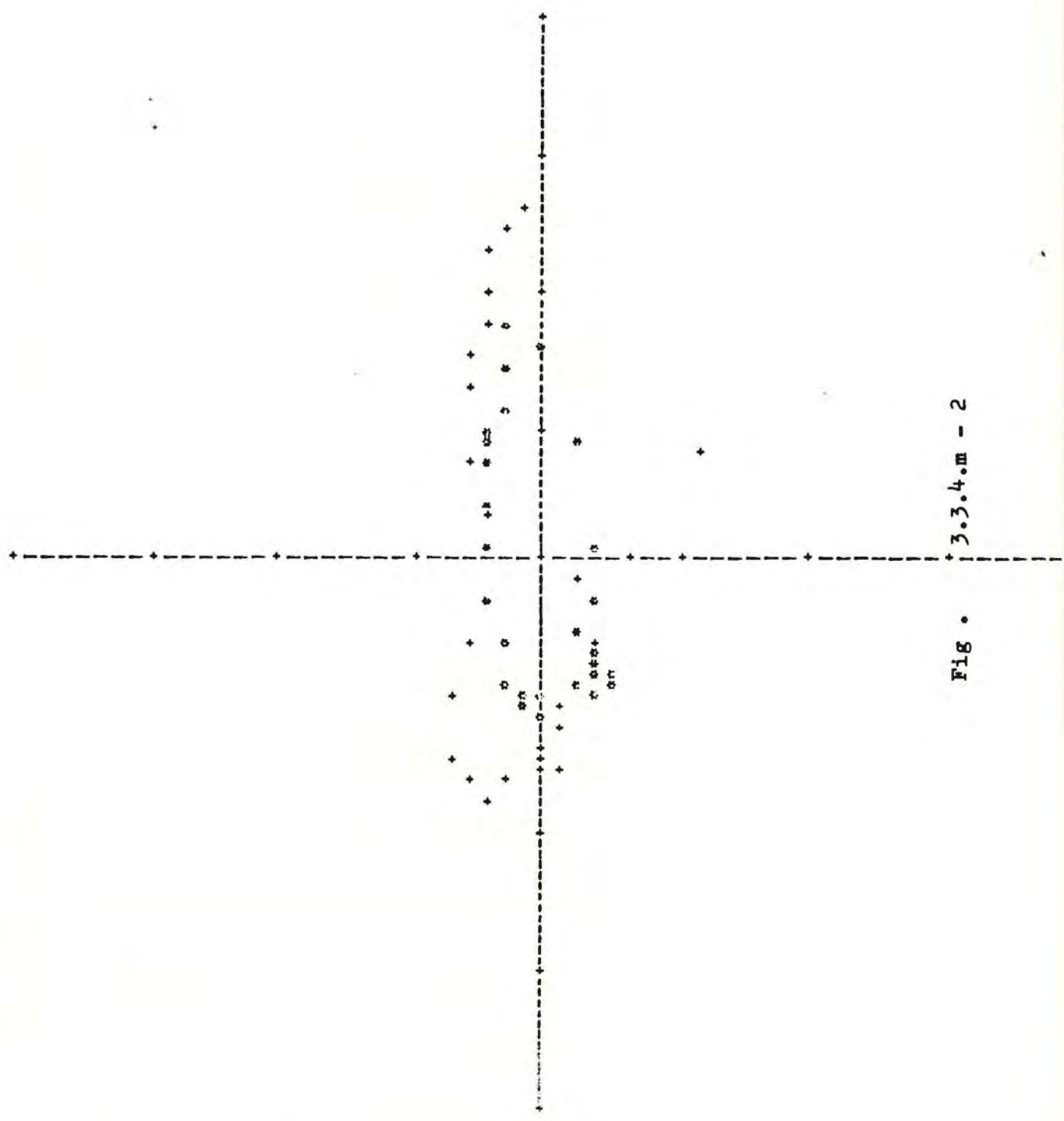


Fig. 3.3.4.m - 2

I 4 VOOR BLANKENBERGE

BEREKENDE WAARDEN

U= -51.	V= 1.	A= 61.	PHA= 179.
U= -57.	V= -7.	A= 57.	PHA= 187.
U= -50.	V= -7.	A= 51.	PHA= 188.
U= -46.	V= -14.	A= 43.	PHA= 197.
U= -43.	V= -14.	A= 45.	PHA= 198.
U= -40.	V= -14.	A= 42.	PHA= 199.
U= -40.	V= -11.	A= 41.	PHA= 195.
U= -32.	V= -10.	A= 34.	PHA= 198.
U= -29.	V= -9.	A= 30.	PHA= 193.
U= -14.	V= -9.	A= 17.	PHA= 211.
U= 4.	V= -6.	A= 8.	PHA= 302.
U= 42.	V= -2.	A= 42.	PHA= 357.
U= 33.	V= 5.	A= 83.	PHA= 3.
U= 94.	V= 11.	A= 95.	PHA= 6.
U= 77.	V= 10.	A= 77.	PHA= 7.
U= 50.	V= 9.	A= 61.	PHA= 9.
U= 51.	V= 11.	A= 52.	PHA= 12.
U= 46.	V= 9.	A= 47.	PHA= 11.
U= 37.	V= 10.	A= 39.	PHA= 15.
U= 23.	V= 9.	A= 25.	PHA= 21.
U= 7.	V= 9.	A= 11.	PHA= 53.
U= -15.	V= 6.	A= 16.	PHA= 157.
U= -35.	V= 3.	A= 35.	PHA= 175.
U= -50.	V= 1.	A= 50.	PHA= 178.
U= -54.	V= -1.	A= 54.	PHA= 181.
U= -56.	V= -1.	A= 56.	PHA= 181.
U= -52.	V= -5.	A= 52.	PHA= 185.
U= -53.	V= -9.	A= 54.	PHA= 189.
U= -43.	V= -17.	A= 46.	PHA= 201.
U= -45.	V= -15.	A= 47.	PHA= 199.

WERKELIJKE TOESTAND

UC= -84.	VC= 12.	AC= 85.	PHAC= 172.
UC= -75.	VC= 9.	AC= 76.	PHAC= 173.
UC= -67.	VC= 6.	AC= 67.	PHAC= 175.
UC= -63.	VC= 1.	AC= 63.	PHAC= 179.
UC= -57.	VC= -1.	AC= 57.	PHAC= 181.
UC= -52.	VC= -3.	AC= 52.	PHAC= 184.
UC= -45.	VC= -3.	AC= 45.	PHAC= 184.
UC= -38.	VC= -3.	AC= 39.	PHAC= 184.
UC= -28.	VC= -1.	AC= 28.	PHAC= 192.
UC= -18.	VC= -0.	AC= 19.	PHAC= 181.
UC= -5.	VC= -10.	AC= 11.	PHAC= 242.
UC= 3.	VC= -4.	AC= 5.	PHAC= 304.
UC= 59.	VC= -25.	AC= 64.	PHAC= 337.
UC= 121.	VC= 23.	AC= 123.	PHAC= 11.
UC= 113.	VC= 24.	AC= 114.	PHAC= 12.
UC= 107.	VC= 25.	AC= 110.	PHAC= 13.
UC= 86.	VC= 21.	AC= 88.	PHAC= 14.
UC= 65.	VC= 16.	AC= 67.	PHAC= 14.
UC= 51.	VC= 15.	AC= 53.	PHAC= 16.
UC= 37.	VC= 12.	AC= 39.	PHAC= 13.
UC= 18.	VC= 8.	AC= 20.	PHAC= 23.
UC= 2.	VC= 1.	AC= 2.	PHAC= 27.
UC= 2.	VC= -22.	AC= 22.	PHAC= 276.
UC= -42.	VC= 11.	AC= 43.	PHAC= 166.
UC= -63.	VC= 12.	AC= 64.	PHAC= 169.
UC= -84.	VC= 12.	AC= 85.	PHAC= 172.
UC= -75.	VC= 9.	AC= 76.	PHAC= 173.
UC= -67.	VC= 6.	AC= 67.	PHAC= 175.
UC= -63.	VC= 1.	AC= 63.	PHAC= 179.
UC= -57.	VC= -1.	AC= 57.	PHAC= 181.

Fig. 3.3.4.n - I

I 4 VOOR BLANKENSERIE

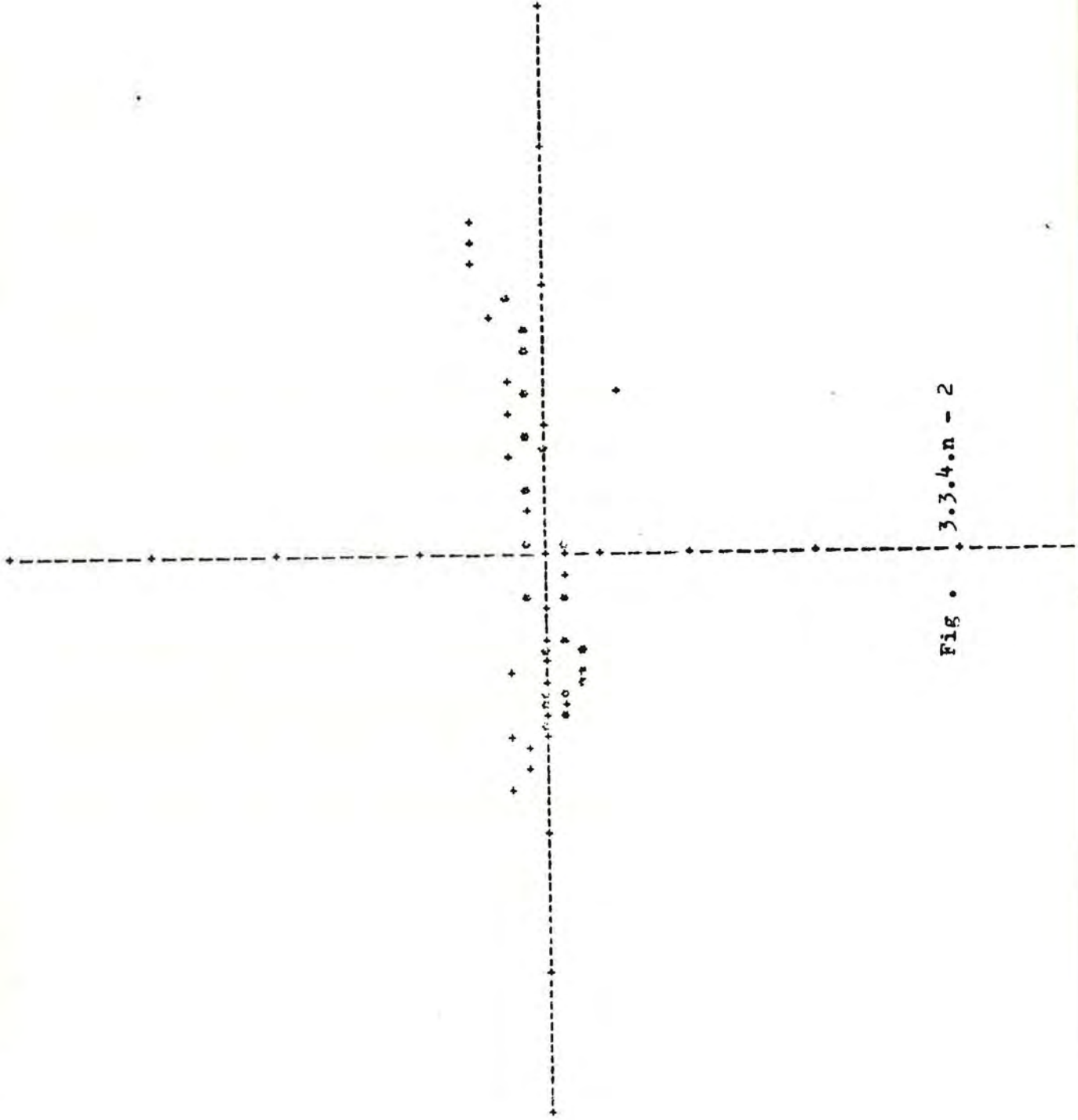


Fig. • 3.3.4.n - 2

BEREKENDE WAARDEN

U= -95.	V= 16.	A= 97.	PHA= 171.
U= -96.	V= 14.	A= 97.	PHA= 172.
U= -73.	V= 13.	A= 94.	PHA= 172.
U= -78.	V= 9.	A= 79.	PHA= 173.
U= -53.	V= 3.	A= 53.	PHA= 177.
U= -26.	V= -2.	A= 26.	PHA= 185.
U= -3.	V= -7.	A= 7.	PHA= 246.
U= 14.	V= -9.	A= 15.	PHA= 325.
U= 27.	V= -10.	A= 29.	PHA= 339.
U= 37.	V= -12.	A= 38.	PHA= 342.
U= 48.	V= -12.	A= 50.	PHA= 345.
U= 50.	V= -12.	A= 61.	PHA= 348.
U= 35.	V= -14.	A= 85.	PHA= 351.
U= 115.	V= -14.	A= 116.	PHA= 352.
U= 112.	V= -14.	A= 119.	PHA= 353.
U= 83.	V= -8.	A= 89.	PHA= 355.
U= 59.	V= -3.	A= 59.	PHA= 359.
U= 33.	V= 2.	A= 23.	PHA= 3.
U= 10.	V= 7.	A= 12.	PHA= 32.
U= -13.	V= 9.	A= 16.	PHA= 145.
U= -35.	V= 13.	A= 39.	PHA= 160.
U= -65.	V= 16.	A= 66.	PHA= 165.
U= -84.	V= 14.	A= 85.	PHA= 169.
U= -94.	V= 18.	A= 95.	PHA= 169.
U= -100.	V= 17.	A= 102.	PHA= 171.
U= -101.	V= 17.	A= 102.	PHA= 171.
U= -100.	V= 15.	A= 101.	PHA= 171.
U= -72.	V= 13.	A= 93.	PHA= 172.
U= -91.	V= 10.	A= 82.	PHA= 173.
U= -54.	V= 3.	A= 54.	PHA= 176.

WERKELIJKE TOESTAND

UC= -154.	VC= -10.	AC= 154.	PHAC= 184.
UC= -148.	VC= -11.	AC= 148.	PHAC= 184.
UC= -141.	VC= -12.	AC= 142.	PHAC= 185.
UC= -132.	VC= -11.	AC= 132.	PHAC= 185.
UC= -104.	VC= -10.	AC= 104.	PHAC= 185.
UC= -76.	VC= -8.	AC= 76.	PHAC= 185.
UC= -40.	VC= -22.	AC= 46.	PHAC= 208.
UC= -11.	VC= -13.	AC= 17.	PHAC= 231.
UC= 3.	VC= -23.	AC= 29.	PHAC= 277.
UC= 23.	VC= -25.	AC= 41.	PHAC= 323.
UC= 50.	VC= -26.	AC= 56.	PHAC= 333.
UC= 68.	VC= -21.	AC= 71.	PHAC= 343.
UC= 111.	VC= -22.	AC= 113.	PHAC= 349.
UC= 154.	VC= -14.	AC= 155.	PHAC= 355.
UC= 159.	VC= -10.	AC= 159.	PHAC= 356.
UC= 163.	VC= -6.	AC= 163.	PHAC= 358.
UC= 120.	VC= -6.	AC= 120.	PHAC= 357.
UC= 78.	VC= -4.	AC= 78.	PHAC= 357.
UC= 47.	VC= 31.	AC= 56.	PHAC= 34.
UC= 12.	VC= 32.	AC= 34.	PHAC= 70.
UC= 27.	VC= -39.	AC= 47.	PHAC= 305.
UC= -61.	VC= 0.	AC= 61.	PHAC= 180.
UC= -101.	VC= -2.	AC= 101.	PHAC= 181.
UC= -141.	VC= -7.	AC= 141.	PHAC= 183.
UC= -147.	VC= -9.	AC= 147.	PHAC= 183.
UC= -154.	VC= -10.	AC= 154.	PHAC= 184.
UC= -148.	VC= -11.	AC= 148.	PHAC= 184.
UC= -141.	VC= -12.	AC= 142.	PHAC= 185.
UC= -132.	VC= -11.	AC= 132.	PHAC= 185.
UC= -104.	VC= -10.	AC= 104.	PHAC= 185.

Fig. 3.3.4.0 - I

D4 - 3RH W2 BOEI

BEREKENDE WAARDEN

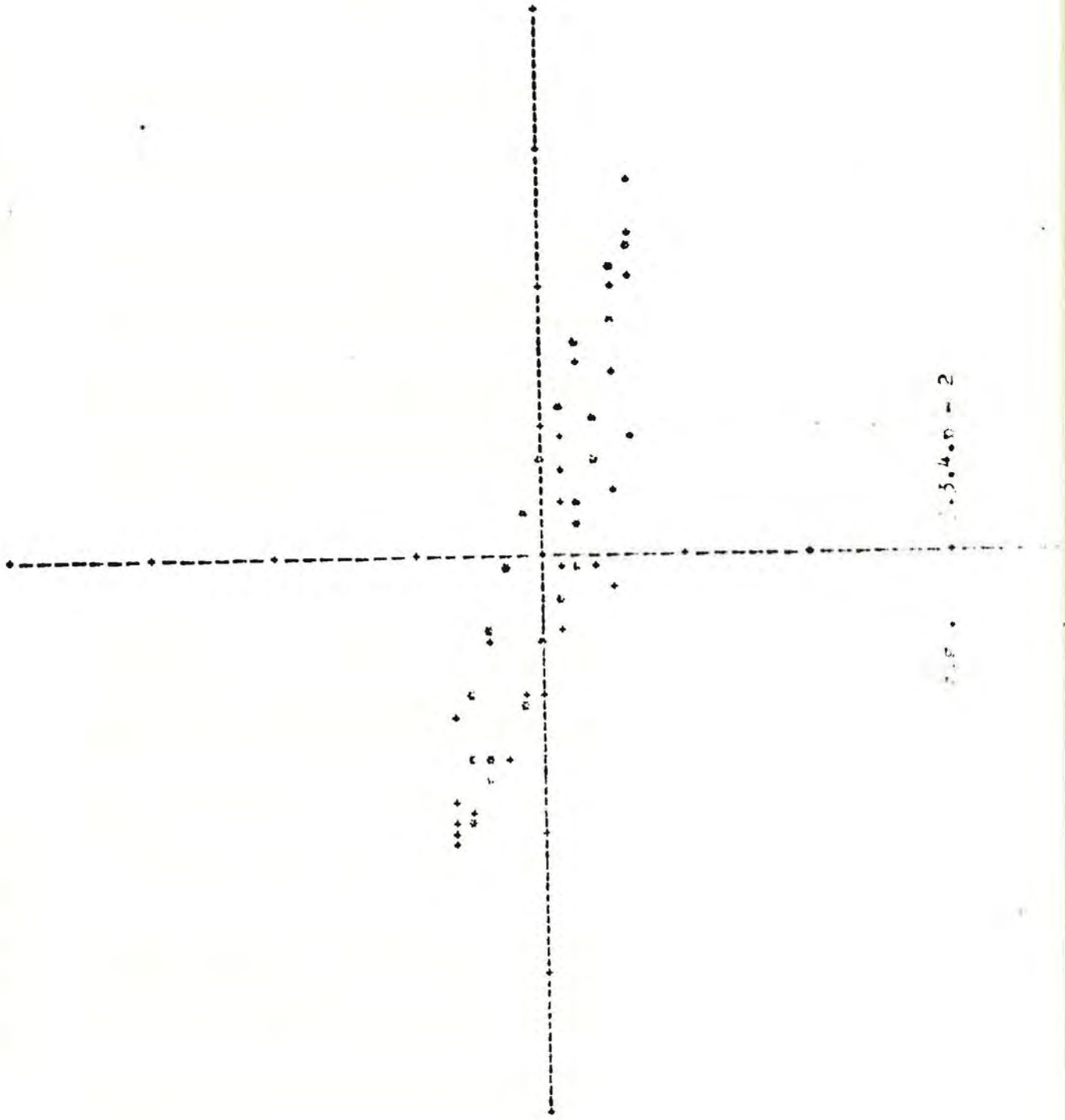
U= -94.	V= 30.	A= 99.	PHA= 162.
U= -76.	V= 29.	A= 100.	PHA= 163.
U= -92.	V= 27.	A= 96.	PHA= 164.
U= -73.	V= 17.	A= 75.	PHA= 167.
U= -93.	V= 7.	A= 53.	PHA= 172.
U= -32.	V= -9.	A= 30.	PHA= 180.
U= -13.	V= -5.	A= 14.	PHA= 203.
U= -1.	V= -10.	A= 10.	PHA= 265.
U= 13.	V= -13.	A= 18.	PHA= 313.
U= 22.	V= -16.	A= 27.	PHA= 323.
U= 36.	V= -18.	A= 40.	PHA= 334.
U= 54.	V= -21.	A= 58.	PHA= 339.
U= 96.	V= -27.	A= 90.	PHA= 342.
U= 114.	V= -31.	A= 118.	PHA= 345.
U= 127.	V= -24.	A= 110.	PHA= 347.
U= 78.	V= -13.	A= 79.	PHA= 350.
U= 57.	V= -6.	A= 57.	PHA= 354.
U= 36.	V= -1.	A= 36.	PHA= 359.
U= 18.	V= 6.	A= 17.	PHA= 19.
U= -1.	V= 11.	A= 11.	PHA= 95.
U= -25.	V= 17.	A= 31.	PHA= 143.
U= -50.	V= 24.	A= 55.	PHA= 155.
U= -72.	V= 27.	A= 77.	PHA= 160.
U= -75.	V= 31.	A= 91.	PHA= 163.
U= -95.	V= 31.	A= 100.	PHA= 162.
U= -99.	V= 32.	A= 103.	PHA= 162.
U= -98.	V= 30.	A= 102.	PHA= 163.
U= -70.	V= 27.	A= 94.	PHA= 163.
U= -76.	V= 20.	A= 91.	PHA= 166.
U= -52.	V= 9.	A= 53.	PHA= 171.

WERKELIJKE TOESTAND

UC= -104.	VC= 36.	AC= 110.	PHAC= 161.
UC= -101.	VC= 33.	AC= 106.	PHAC= 162.
UC= -98.	VC= 30.	AC= 103.	PHAC= 163.
UC= -92.	VC= 27.	AC= 96.	PHAC= 164.
UC= -70.	VC= 15.	AC= 72.	PHAC= 168.
UC= -48.	VC= 7.	AC= 48.	PHAC= 172.
UC= -25.	VC= -9.	AC= 26.	PHAC= 183.
UC= -4.	VC= -4.	AC= 5.	PHAC= 225.
UC= -1.	VC= -22.	AC= 22.	PHAC= 268.
UC= 26.	VC= -29.	AC= 39.	PHAC= 312.
UC= 45.	VC= -32.	AC= 55.	PHAC= 325.
UC= 67.	VC= -27.	AC= 72.	PHAC= 338.
UC= 103.	VC= -34.	AC= 109.	PHAC= 342.
UC= 140.	VC= -35.	AC= 144.	PHAC= 346.
UC= 120.	VC= -30.	AC= 124.	PHAC= 346.
UC= 101.	VC= -25.	AC= 104.	PHAC= 346.
UC= 73.	VC= -15.	AC= 75.	PHAC= 348.
UC= 46.	VC= -8.	AC= 47.	PHAC= 350.
UC= 33.	VC= -6.	AC= 34.	PHAC= 350.
UC= 21.	VC= -4.	AC= 21.	PHAC= 350.
UC= -11.	VC= -27.	AC= 29.	PHAC= 247.
UC= -31.	VC= 22.	AC= 38.	PHAC= 145.
UC= -57.	VC= 31.	AC= 65.	PHAC= 152.
UC= -87.	VC= 34.	AC= 93.	PHAC= 159.
UC= -95.	VC= 35.	AC= 101.	PHAC= 160.
UC= -104.	VC= 36.	AC= 110.	PHAC= 161.
UC= -101.	VC= 33.	AC= 106.	PHAC= 162.
UC= -98.	VC= 30.	AC= 103.	PHAC= 163.
UC= -92.	VC= 27.	AC= 96.	PHAC= 164.
UC= -70.	VC= 15.	AC= 72.	PHAC= 168.

Fig. 3.3.4.p - I

04 - IRH W2 BCEI



0.540 = 2

0.5

WENDUINEBANK S

BEREKENDE WAARDEN

U= -50.	V= -6.	A= 58.	PHA= 185.
U= -54.	V= -5.	A= 54.	PHA= 185.
U= -48.	V= -16.	A= 50.	PHA= 198.
U= -50.	V= -22.	A= 54.	PHA= 204.
U= -43.	V= -27.	A= 55.	PHA= 209.
U= -45.	V= -21.	A= 53.	PHA= 204.
U= -46.	V= -12.	A= 49.	PHA= 203.
U= -30.	V= -19.	A= 43.	PHA= 200.
U= -30.	V= -18.	A= 38.	PHA= 211.
U= -16.	V= -15.	A= 22.	PHA= 227.
U= 0.	V= -14.	A= 18.	PHA= 302.
U= 53.	V= -5.	A= 52.	PHA= 351.
U= 37.	V= 6.	A= 83.	PHA= 3.
U= 78.	V= 14.	A= 74.	PHA= 10.
U= 57.	V= 16.	A= 69.	PHA= 14.
U= 57.	V= 17.	A= 60.	PHA= 16.
U= 0.	V= 19.	A= 50.	PHA= 21.
U= 45.	V= 20.	A= 53.	PHA= 22.
U= 35.	V= 20.	A= 43.	PHA= 27.
U= 25.	V= 13.	A= 31.	PHA= 37.
U= 0.	V= 17.	A= 19.	PHA= 65.
U= -5.	V= 13.	A= 15.	PHA= 101.
U= -75.	V= 9.	A= 27.	PHA= 140.
U= -40.	V= 7.	A= 41.	PHA= 170.
U= -47.	V= 3.	A= 47.	PHA= 175.
U= -51.	V= 0.	A= 51.	PHA= 180.
U= -51.	V= -5.	A= 57.	PHA= 184.
U= -51.	V= -15.	A= 53.	PHA= 194.
U= -41.	V= -25.	A= 53.	PHA= 200.
U= -50.	V= -24.	A= 59.	PHA= 209.

WERKELIJKE TOESTAND

UC= -65.	VC= -3.	AC= 65.	PHAC= 193.
UC= -72.	VC= -7.	AC= 72.	PHAC= 185.
UC= -79.	VC= -11.	AC= 80.	PHAC= 185.
UC= -73.	VC= -17.	AC= 75.	PHAC= 193.
UC= -74.	VC= -22.	AC= 77.	PHAC= 197.
UC= -75.	VC= -28.	AC= 80.	PHAC= 201.
UC= -74.	VC= -30.	AC= 80.	PHAC= 202.
UC= -74.	VC= -31.	AC= 80.	PHAC= 203.
UC= -66.	VC= -31.	AC= 73.	PHAC= 205.
UC= -59.	VC= -31.	AC= 67.	PHAC= 208.
UC= -36.	VC= -37.	AC= 51.	PHAC= 226.
UC= -15.	VC= -31.	AC= 35.	PHAC= 244.
UC= 49.	VC= -62.	AC= 79.	PHAC= 308.
UC= 120.	VC= 24.	AC= 123.	PHAC= 13.
UC= 105.	VC= 27.	AC= 109.	PHAC= 15.
UC= 90.	VC= 26.	AC= 94.	PHAC= 16.
UC= 81.	VC= 24.	AC= 84.	PHAC= 17.
UC= 71.	VC= 22.	AC= 74.	PHAC= 17.
UC= 61.	VC= 22.	AC= 65.	PHAC= 20.
UC= 53.	VC= 21.	AC= 57.	PHAC= 22.
UC= 39.	VC= 17.	AC= 43.	PHAC= 24.
UC= 26.	VC= 12.	AC= 29.	PHAC= 25.
UC= 5.	VC= -32.	AC= 32.	PHAC= 230.
UC= -35.	VC= 3.	AC= 35.	PHAC= 175.
UC= -50.	VC= 1.	AC= 50.	PHAC= 179.
UC= -65.	VC= -3.	AC= 65.	PHAC= 193.
UC= -72.	VC= -7.	AC= 72.	PHAC= 185.
UC= -79.	VC= -11.	AC= 80.	PHAC= 185.
UC= -73.	VC= -17.	AC= 75.	PHAC= 193.
UC= -74.	VC= -22.	AC= 77.	PHAC= 197.

Fig. 3.3.4.g - I

WENDINEBANK S

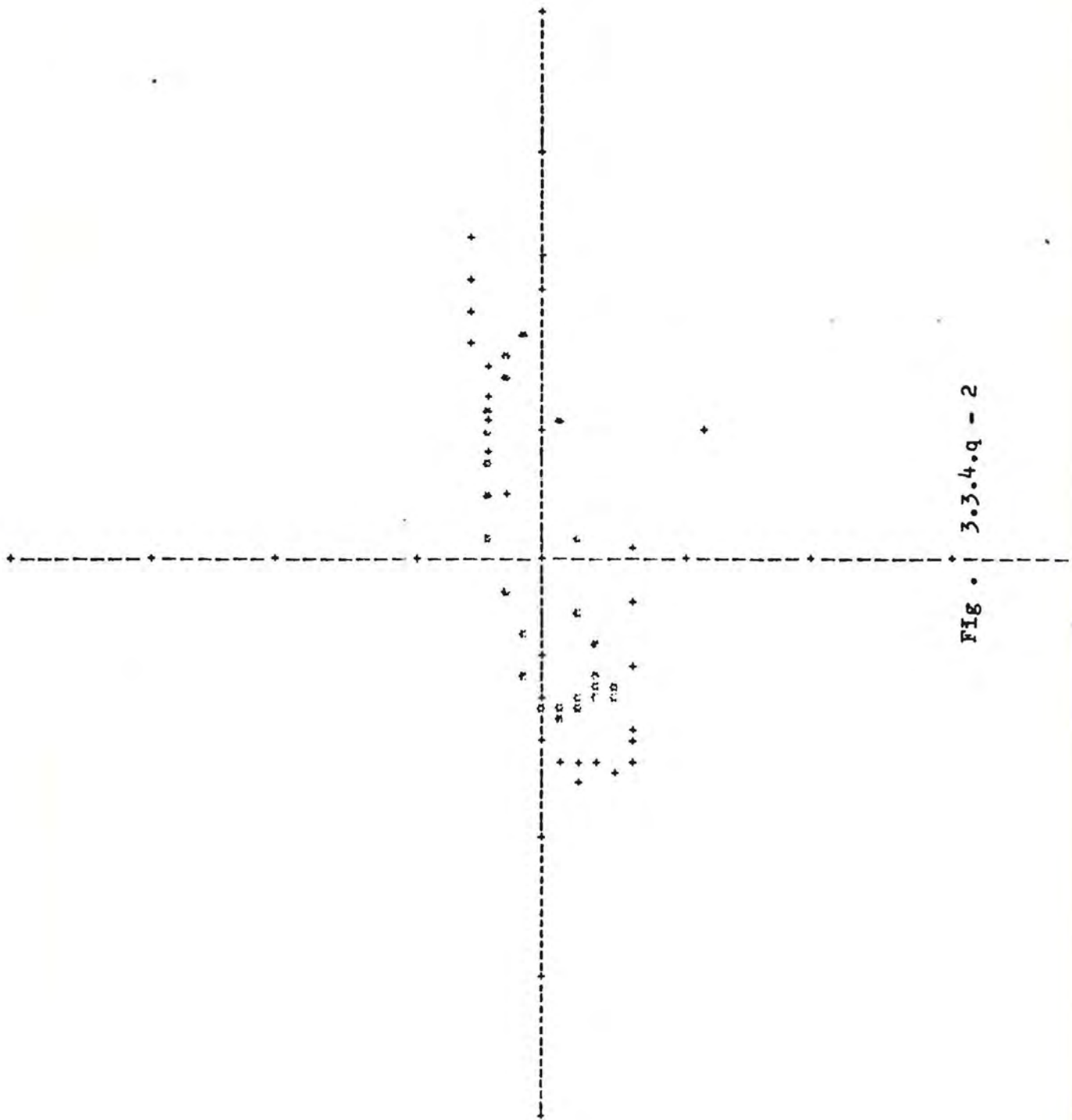


FIG. 3.3.4.9 - 2

R 4 RIBZAND

BEREKENDE WAARDEN

U= -67.	V= 24.	A= 71.	PHA= 160.
U= -70.	V= 25.	A= 74.	PHA= 160.
U= -62.	V= 9.	A= 63.	PHA= 172.
U= -53.	V= 2.	A= 53.	PHA= 177.
U= -44.	V= -8.	A= 45.	PHA= 191.
U= -36.	V= -11.	A= 38.	PHA= 196.
U= -32.	V= -11.	A= 35.	PHA= 198.
U= -24.	V= -15.	A= 27.	PHA= 212.
U= -17.	V= -15.	A= 23.	PHA= 222.
U= -5.	V= -20.	A= 21.	PHA= 257.
U= 12.	V= -22.	A= 25.	PHA= 299.
U= 44.	V= -24.	A= 50.	PHA= 331.
U= 96.	V= -25.	A= 90.	PHA= 344.
U= 176.	V= -21.	A= 108.	PHA= 340.
U= 36.	V= -10.	A= 07.	PHA= 353.
U= 68.	V= -0.	A= 66.	PHA= 360.
U= 55.	V= 6.	A= 55.	PHA= 6.
U= 42.	V= 9.	A= 44.	PHA= 12.
U= 30.	V= 15.	A= 34.	PHA= 26.
U= 16.	V= 19.	A= 24.	PHA= 45.
U= -4.	V= 25.	A= 26.	PHA= 93.
U= -24.	V= 26.	A= 35.	PHA= 133.
U= -43.	V= 28.	A= 51.	PHA= 147.
U= -57.	V= 30.	A= 64.	PHA= 152.
U= -64.	V= 28.	A= 70.	PHA= 155.
U= -68.	V= 23.	A= 74.	PHA= 157.
U= -65.	V= 23.	A= 69.	PHA= 161.
U= -62.	V= 18.	A= 65.	PHA= 164.
U= -52.	V= -1.	A= 52.	PHA= 181.
U= -42.	V= -9.	A= 44.	PHA= 191.

WERKELIJKE TOESTAND

UC= -76.	VC= 41.	AC= 86.	PHAC= 152.
UC= -78.	VC= 35.	AC= 86.	PHAC= 156.
UC= -81.	VC= 30.	AC= 86.	PHAC= 160.
UC= -73.	VC= 20.	AC= 76.	PHAC= 165.
UC= -67.	VC= 5.	AC= 67.	PHAC= 175.
UC= -58.	VC= -6.	AC= 58.	PHAC= 186.
UC= -50.	VC= -8.	AC= 51.	PHAC= 189.
UC= -44.	VC= -10.	AC= 45.	PHAC= 193.
UC= -30.	VC= -12.	AC= 32.	PHAC= 202.
UC= -16.	VC= -10.	AC= 19.	PHAC= 212.
UC= -6.	VC= -19.	AC= 20.	PHAC= 253.
UC= 9.	VC= -19.	AC= 21.	PHAC= 295.
UC= 49.	VC= -44.	AC= 66.	PHAC= 318.
UC= 106.	VC= -37.	AC= 112.	PHAC= 341.
UC= 90.	VC= -18.	AC= 92.	PHAC= 347.
UC= 73.	VC= -4.	AC= 73.	PHAC= 357.
UC= 73.	VC= 0.	AC= 73.	PHAC= 0.
UC= 73.	VC= 4.	AC= 73.	PHAC= 3.
UC= 58.	VC= 8.	AC= 59.	PHAC= 8.
UC= 45.	VC= 10.	AC= 45.	PHAC= 12.
UC= 19.	VC= 15.	AC= 24.	PHAC= 40.
UC= 1.	VC= 3.	AC= 3.	PHAC= 67.
UC= 5.	VC= -27.	AC= 27.	PHAC= 281.
UC= -37.	VC= 37.	AC= 52.	PHAC= 135.
UC= -55.	VC= 41.	AC= 69.	PHAC= 143.
UC= -76.	VC= 41.	AC= 86.	PHAC= 152.
UC= -78.	VC= 35.	AC= 86.	PHAC= 156.
UC= -81.	VC= 30.	AC= 86.	PHAC= 160.
UC= -73.	VC= 20.	AC= 76.	PHAC= 165.
UC= -67.	VC= 5.	AC= 67.	PHAC= 175.

Fig. 3.3.4.r - I

R 4 RIBZAND

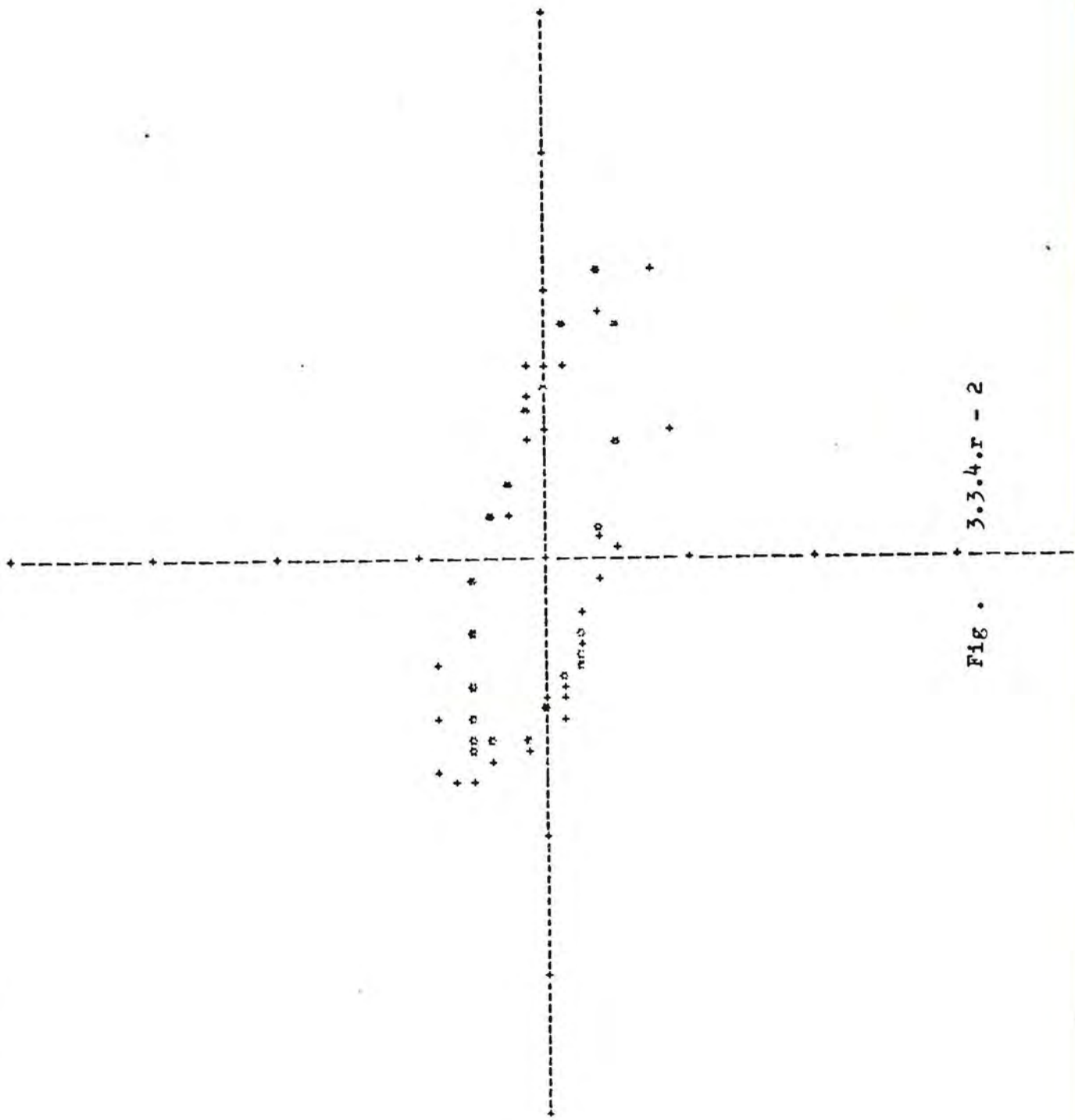


Fig . 3.3.4.r - 2

3.5. Analyse van de resultaten voor

- i) de punten die als grensvoorwaarden voor het fysische model van Borgerhout zullen dienen ;
de vergelijking tussen de berekende en waargenomen horizontale getijden (figuur 3.3.5.a tot en met 3.3.5.j) laat zien dat het wiskundige model zeer goede resultaten geeft zowel in richting als in amplitude.

N.B. : De stroomgegevens in situ, voor de meetpunten binnen de grenzen van het fysisch model, zijn gemiddelde snelheden.

- ii) de punten gelegen in de streken bij de Belgische kust en in de passen (zie figuur 3.3.4). Uit de vergelijking tussen de berekende en waargenomen horizontale getijden (figuur 3.3.5.k tot en met 3.3.5.r) kan men besluiten dat de overeenstemming tussen de berekening en de waarneming voldoet. Dit geldt zeker als men er rekening mee houdt dat de maaslengte 1 km bedraagt. Tevens merken wij op dat de berekende stromingen minder sterk zijn dan de waargenomen stromingen. De fouten vloeien voort uit een gebrek aan natuur gegevens langs de "West" grens van het model.

N.B. : De stroomgegevens zijn stroomsnelheden in situ op 3 m boven de bodem.

3.6. Conclusies

Daar de overeenstemming tussen de berekening en de waarneming voor de verticale en horizontale getijden en het debiet van de Westerschelde bevredigend is, beschouwen wij ons wiskundig model als gekalibreerd.

IV. INVLOEDEN VAN DE UITBOUW VAN EEN
VOORHAVEN TE ZEEBRUGGE OP HET STELSSEL
VAN DE HORIZONTALE EN VERTIKALE GETIJDEN

I. INLEIDING

De numerieke nabootsingen hebben betrekking op een getijdeperiode (namelijk $12 \frac{1}{2}$ uur) nadat het model in regimetoestand gebracht is.

In overeenstemming met onze verplichtingen hebben wij de hydrodynamische wijzigingen (horizontale en verticale getijden) bepaald, veroorzaakt door de bouw van een voorhaven te Zeebrugge : vijf voorontwerpen worden getest.

- i) Voorontwerp A
een voorhaven van 1 Km bij een breedte van 3 Km
- ii) Voorontwerp B
een voorhaven van 2 Km bij een breedte van 3 Km
- iii) Voorontwerp C
het betreft hier een voorhaven van 2 Km bij een breedte van 3 Km, een uitdieping van het Pas van het Zand tot NAP-17,5 over een breedte van 650 meter en een uitdieping van de scheur (in de richting van de zee) tot NAP - 17,5 meter over een breedte van 780 meter.
- iv) Voorontwerp D
voorontwerp C plus
een uitdieping van de scheur tussen de Pas van het Zand tot Vlissingen over een breedte van 600 meter. Deze uitdieping wordt als volgt berekend :
men veronderstelt de bodem diepte ten hoogte van de scheur 3 - boei op NAP - 16,5 meter en de bodem diepte te Vlissingen op NAP - 15 meter. Een lineaire interpolatie tussen deze beide waarden wordt gebruikt voor het berekenen van de nieuwe diepten in de Scheur tussen de Pas van het Zand en Vlissingen.
- v) Voorontwerp E
voorontwerp D plus
een verzanding van de Appelzak over één meter tussen de haven van Zeebrugge en de Belgisch-Nederlandse grens over een breedte van één kilometer.

Tevens hebben wij het belang van de kracht van Coriolis op de getijden voor het gebied bij Zeebrugge bestudeerd.

OORSPRONKELIJKE

DIEPTEN IN DECIMETERS

	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86
66	150	171	210	231	235	230	215	201	175	155	155	155	160	155	155	150	137	130	117	105	95	92	95	91	95	106	82	75	70	
64	200	245	241	235	220	230	185	150	135	150	150	145	140	150	142	127	120	105	97	95	90	86	90	92	90	97	112	75	56	47
62	236	225	211	190	155	141	135	111	145	135	140	127	130	135	125	105	97	91	91	91	82	80	85	86	86	91	110	80	51	45
60	156	180	166	145	130	120	110	120	121	130	120	111	121	112	105	90	87	90	87	90	82	70	75	77	81	85	100	90	70	60
58	155	145	135	130	130	125	115	110	100	121	115	110	105	102	85	80	85	85	85	90	81	77	70	70	77	80	80	85	67	65
56	151	155	155	146	135	125	117	115	106	105	100	100	91	90	80	72	80	81	80	85	82	71	70	67	71	75	75	72	71	57
54	165	160	151	141	140	130	115	110	105	96	81	80	81	77	72	71	72	81	75	75	80	75	70	65	65	67	70	65	66	70
52	150	140	131	125	131	135	125	112	105	90	80	75	80	77	72	75	75	70	67	65	66	65	65	60	60	61	60	56	56	71
50	122	120	115	115	122	125	136	130	125	111	101	95	95	95	85	80	80	81	75	65	60	57	56	55	55	55	51	52	55	60
48	110	105	106	106	111	115	120	125	127	130	130	126	121	117	112	102	95	90	85	85	81	75	70	60	50	45	42	47	55	60
46	110	110	110	112	115	112	110	115	117	120	120	120	127	135	136	135	130	120	105	95	92	95	95	90	82	55	45	50	55	60
44	106	107	107	110	112	112	115	115	115	117	120	110	106	105	106	112	121	130	140	125	100	90	90	95	100	105	96	81	71	70
42	95	96	95	95	96	100	96	101	106	110	125	110	105	106	105	107	110	116	125	140	135	127	111	100	100	97	95	95	90	85
40	82	80	80	77	80	91	82	85	87	91	105	105	96	100	102	105	107	111	120	127	136	141	145	145	136	132	132	130	125	110
38	70	70	70	70	70	70	75	75	80	85	90	110	90	85	86	86	90	92	100	110	116	125	135	141	146	147	150	151	152	157
36	72	72	71	70	71	71	75	77	80	85	95	110	111	90	85	81	76	75	75	80	87	95	101	111	125	137	145	151	157	161
34	71	75	71	72	71	70	67	70	71	75	91	85	130	85	80	81	82	80	80	80	77	80	82	90	100	106	115	147	166	135
32	71	70	65	60	52	45	45	45	35	35	*****	51	66	75	81	90	90	90	87	85	85	75	90	95	80	50	65	80		
30	45	30	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
28	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
26	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****

Fig. 4.2. Oorspronkelijke bathymetrie van het gebied in de buurt van Zeebrugge .

Toestand TO

2. WIJZIGINGEN VAN DE BATHYMETRIE VAN DE PASSEN EN VAN DE GEOMETRIE VAN DE VOORHAVEN TE ZEEBRUGGE

Alvorens de analyse van de resultaten van de nabootsingen aan te snijden, is het doelmatig de oorspronkelijke bathymetrie van het gebied in de buurt van Zeebrugge in herinnering te brengen (figuur 4.2).

Voor ieder voorontwerp bepalen wij :

- i) $\Delta\zeta$, d.i. het verschil tussen de verstoorde (ζ_p) en oorspronkelijke (ζ_o) verticale getijden

$$\Delta\zeta = \zeta_p - \zeta_o$$

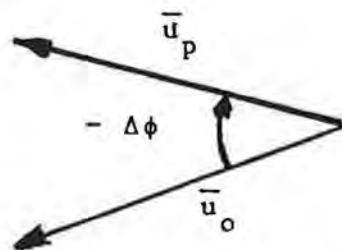
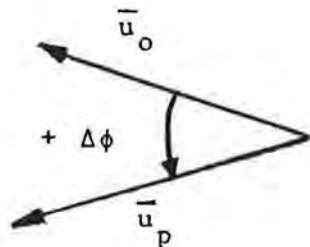
De waterstanden ($\Delta\zeta$, ζ_p en ζ_o) worden in centimeters uitgedrukt.

- ii) $\Delta\bar{u}$ d.i. het verschil tussen de amplituden (of modulen) van de verstoorde (\bar{u}_p) en oorspronkelijke (\bar{u}_o) horizontale getijden.

$$\Delta\bar{u} = \bar{u}_p - \bar{u}_o$$

De grootten \bar{u} , \bar{u}_p en \bar{u}_o worden in centimeters per seconde uitgedrukt.

- iii) $\Delta\phi$ de snelheidsverstoringshoek in vergelijking met de referentiestroom. Deze hoek wordt positief gerekend in de trigonometrische richting vanaf de richting van de oorspronkelijke of referentiestroom.



- iv) $100 \times \frac{\Delta\bar{u}}{\bar{u}_o}$ de amplitude van de verstoring van de snelheid in percentage.

1. De voor het visualiseren van de resultaten van de nabootsingen gekozen ogenblikken, zijn de volgende :

- a) het maximum van de eb,
- b) het laagwater te Zeebrugge,
- c) het maximum van de vloed,
- d) het hoogwater te Zeebrugge.

2. De analyse van de resultaten behorend bij de ingrijpendste wijzigingen van de voorhaven Zeebrugge en de passen (geval E.) overeenkomen, heeft aangetoond dat de hydrodynamische verstoringen zich niet deden voelen in de Schelde en evenmin langs de kusten van het eiland Walcheren (verschillen minder dan

1 cm of 1 cm/s). Op grond van deze reden, geven wij de resultaten van de nabootsingen alleen voor het gebied van Zeebrugge.

2.1 Voorontwerp A

Dit komt overeen met de bouw van een voorhaven van 1 km bij een breedte van 3 km (figuur 4.2.1). De analyse van de figuren (4.2.1-1 tot en met 4.2.1-16) laat zien dat de verstoringen zeer snel afnemen wanneer men zich van Zeebrugge verwijderd.

Met het oog op het vergemakkelijken van de analyse van de resultaten van de verschillende nabootsingen, geven wij enerzijds de maximum hydrodynamische wijzigingen (in de buurt van Zeebrugge) en anderzijds de bestaande hydrodynamische wijzigingen ter hoogte van de Belgisch-Nederlandse grens.

<u>Voorontwerp A</u>	$\Delta\zeta$	$\Delta\bar{u}$	$\Delta\phi$	$100 \times \frac{\Delta\bar{u}}{\bar{u}_0}$
	(cm)	(cm/s)	(graden)	in Z
<u>Fb : Maximum eb</u>				
v. Zeebrugge	3	- 36	46	- 53
grens	0	0	0	0
<u>Laagwater</u>				
v. Zeebrugge	0	- 27	47	- 46
grens	0	0	0	0
<hr/>				
<u>Vloed : Maximum vloed</u>				
v. Zeebrugge	- 5	- 51	47	- 44
grens	0	0	0	0
<u>Hoogwater</u>				
v. Zeebrugge	0	- 36	47	- 42
grens	0	0	0	0

TOESTAND A

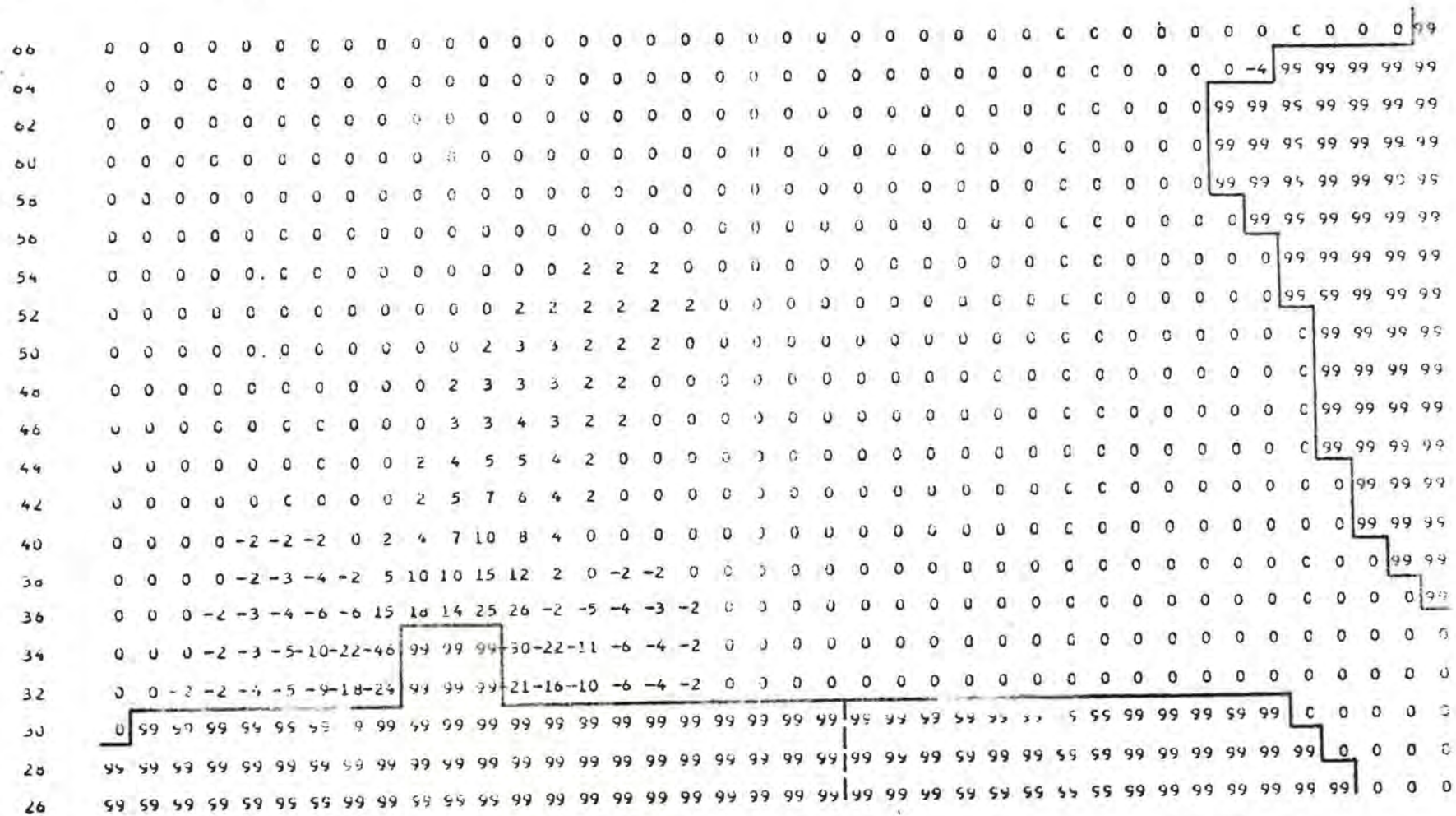
DIEPTEN IN DECIMETERS

	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86
66	150	171	210	231	235	230	215	201	175	155	155	155	160	155	155	150	137	130	117	105	95	92	55	95	91	95	106	82	75	70
64	200	245	241	235	220	200	185	150	135	150	150	145	140	150	142	127	120	105	97	95	90	86	90	92	90	97	112	75	56	47
62	236	225	211	190	155	141	135	111	145	136	140	127	130	135	125	105	97	91	91	91	82	80	85	86	86	91	110	80	51	45
60	196	180	166	145	130	120	110	120	121	130	120	111	121	112	105	90	87	90	87	90	82	70	75	77	81	85	100	90	70	60
58	155	145	135	130	130	125	115	110	100	121	115	110	105	102	85	80	85	85	85	90	81	77	70	70	77	80	80	85	67	65
56	151	155	155	146	135	125	117	115	106	105	100	100	91	90	80	72	80	81	80	85	82	71	70	67	71	75	75	72	71	57
54	165	160	151	141	140	130	115	110	105	95	81	80	81	77	72	71	72	81	75	75	80	75	70	65	65	67	70	65	66	70
52	150	140	131	125	131	135	125	112	105	90	80	75	80	77	72	75	75	70	67	65	66	65	65	60	60	61	60	56	56	71
50	122	120	115	115	122	125	136	130	125	111	101	95	95	95	85	80	80	81	75	65	60	57	56	55	55	55	51	52	55	66
48	110	105	106	106	111	115	120	125	127	130	130	126	121	117	112	102	95	90	85	85	81	75	70	60	50	45	42	47	55	60
46	110	110	110	112	115	112	110	115	117	120	120	120	127	135	136	135	130	120	105	95	92	95	95	90	82	55	45	50	55	60
44	106	107	107	110	112	112	115	115	115	117	120	110	106	105	106	112	121	130	140	125	100	90	90	95	100	105	96	81	71	75
42	95	96	95	95	96	100	96	101	106	110	125	110	105	106	105	107	110	116	125	140	135	127	111	100	100	97	95	95	90	85
40	82	80	80	77	80	81	82	85	87	91	105	105	96	100	102	105	107	111	120	127	136	141	145	145	136	132	132	130	125	110
38	70	70	70	70	70	70	75	75	80	85	90	110	90	85	86	86	90	92	100	110	116	125	135	141	146	147	150	151	152	157
36	72	72	71	70	71	71	75	77	80	85	95	110	111	90	85	81	76	75	75	80	87	95	101	111	125	137	145	151	157	161
34	71	75	71	72	71	70	67	70	71	75*	*****	85	80	81	82	80	80	80	80	77	80	82	90	100	106	115	147	166	135	
32	71	70	65	60	52	45	45	45	35	35*	*****	51	66	75	81	90	90	90	87	85	85	75	50	95	80	50	65	80		
30	45	30*	*****																											
28	*****																													
26	*****																													

Fig. 4.2.1. Bathymetrie van het gebied in de buurt van Zeebrugge .
Toestand A .

AMPLITUDE VAN DE SNELHEIDSVERSTORING IN PERCENTAGE

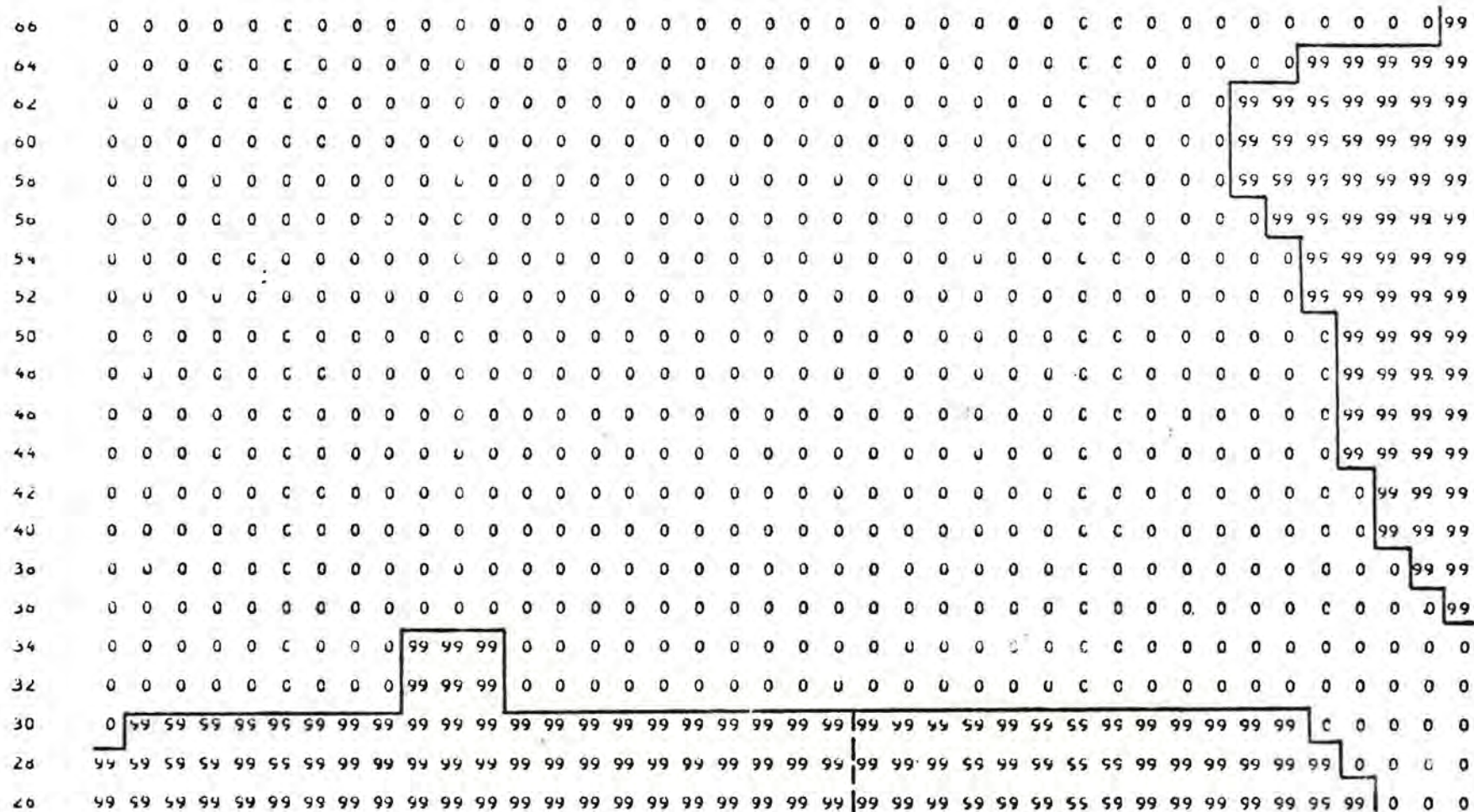
TIJD : LAAGWATER



Toestand A

Fig. 4.2.1 - 8

VERHOGING BIJ HOOGWATER



Toestand A

Fig. 4.2.1 - 13.

2.2. Voorontwerp B

Dit komt overeen met de bouw van een voorhaven van 2 km bij een breedte van 3 km (figuur 4.2.2). De analyse van de figuren (4.2.2-1 tot en met 4.2.2-16) laat zien dat de verstoringen snel afnemen wanneer men zich van Zeebrugge verwijdert. Aan de Belgisch-Nederlandse grens verkleint het verticale getij met 2 cm en verminderd het horizontale getij met 2 cm/s .

<u>Voorontwerp B</u>	$\Delta \zeta$ (cm)	$\Delta \bar{u}$ (cm/s)	$\Delta \phi$ (graden)	$100 \times \frac{\Delta \bar{u}}{\bar{u}_0}$ in %
<u>Tb : Maximum van eb</u>				
v. Zeebrugge	5	- 47	77	- 69
grens	0	0	0	0
<u>Laagwater</u>				
v. Zeebrugge	4	- 36	77	- 60
grens	0	0	0	0

Vloed : Maximum van vloed

v. Zeebrugge	-11	- 72	70	- 62
grens	- 2	- 2	0	- 2
<u>Hoogwater</u>				
v. zeebrugge	- 3	- 49	71	- 58
grens	0	0	0	0

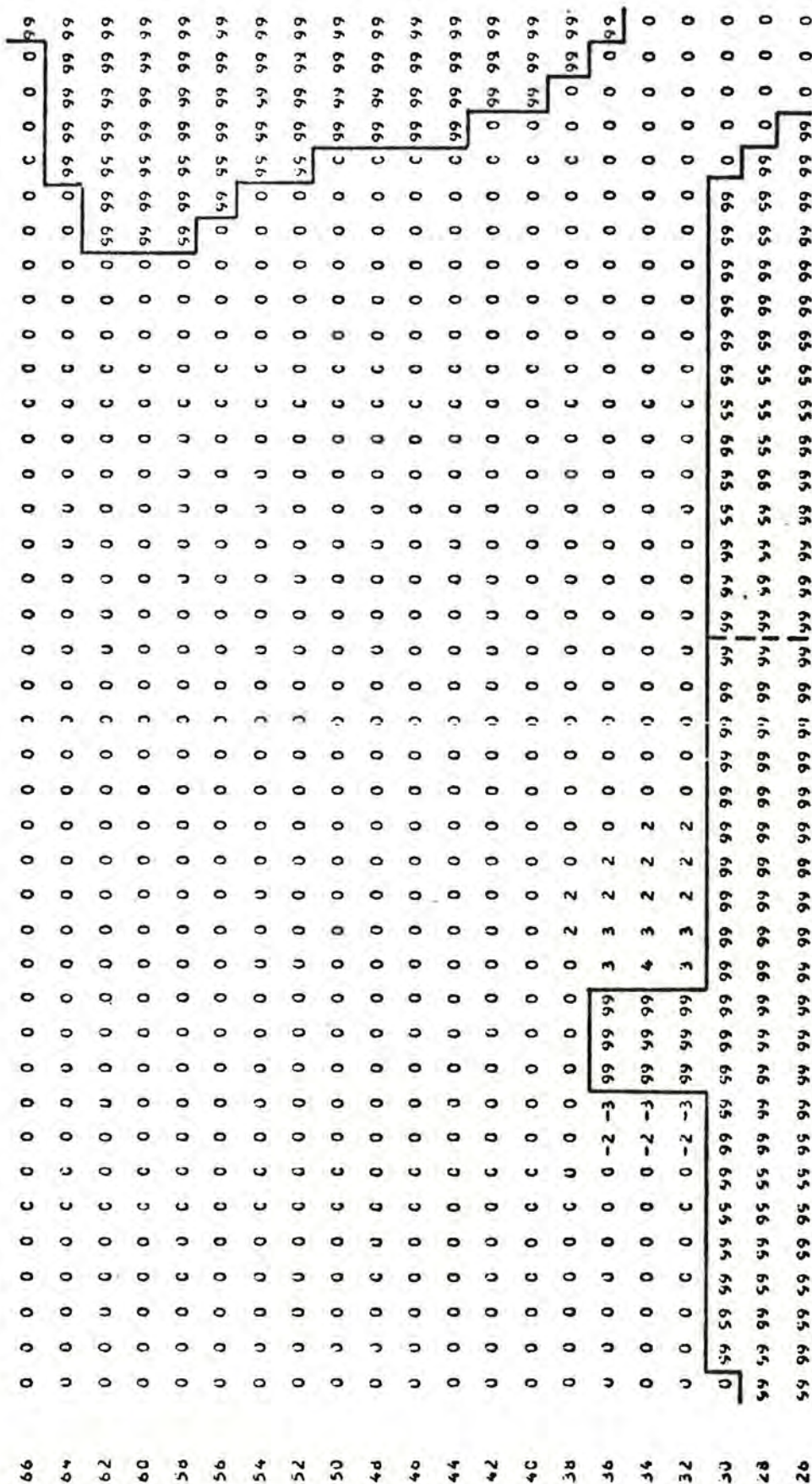
TOESTAND B

DIEPTEN IN DECIMETERS

	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86						
66	150	171	210	231	235	230	215	201	175	155	155	155	160	155	155	150	137	130	117	105	95	92	55	95	91	95	106	82	75	70						
64	200	245	241	235	220	200	185	150	135	150	150	145	140	150	142	127	120	105	97	95	90	86	90	92	90	97	112	75	56	47						
62	236	225	211	190	155	141	135	111	145	136	140	127	130	135	125	105	97	91	91	91	82	80	85	86	86	91	110	80	51	45						
60	196	180	166	145	130	120	110	120	121	130	120	111	121	112	105	90	87	90	87	90	82	70	75	77	81	85	100	90	70	60						
58	155	145	135	130	130	125	115	110	100	121	115	110	105	102	85	80	85	85	85	90	81	77	70	70	77	80	80	85	67	65						
56	151	155	155	146	135	125	117	115	106	106	100	100	91	90	80	72	80	81	80	85	82	71	70	67	71	75	75	72	71	57						
54	165	160	151	141	140	130	115	110	105	95	81	80	81	77	72	71	72	81	75	75	80	75	70	65	65	67	70	65	66	70						
52	150	140	131	125	131	135	125	112	105	90	80	75	80	77	72	75	75	70	67	65	66	65	65	60	60	61	60	56	56	71						
50	122	120	115	115	122	125	136	130	125	111	101	95	95	95	85	80	80	81	75	65	60	57	56	55	55	55	51	52	55	66						
48	110	105	106	106	111	115	120	125	127	130	130	126	121	117	112	102	95	90	85	85	81	75	70	60	50	45	42	47	55	60						
46	110	110	110	112	115	112	110	115	117	120	120	120	127	135	136	135	130	120	105	95	92	95	55	90	82	55	45	50	55	60						
44	106	107	107	110	112	112	115	115	115	117	120	110	105	105	106	112	121	130	140	125	100	90	90	95	100	105	96	81	71	75						
42	95	96	95	95	96	100	96	101	106	110	125	110	105	106	105	107	110	116	125	140	135	127	111	100	100	97	95	95	90	85						
40	82	80	80	77	80	81	82	85	87	91	105	105	96	100	102	105	107	111	120	127	136	141	145	145	136	132	132	130	125	110						
38	70	70	70	70	70	70	75	75	80	85	90	110	90	85	86	36	90	92	100	110	116	125	135	141	146	147	150	151	152	157						
36	72	72	71	70	71	71	75	77	80	85	*****	90	85	31	76	75	75	80	87	95	101	111	125	137	145	151	157	161								
34	71	75	71	72	71	70	67	70	71	75	*****	85	80	31	82	80	80	80	77	80	82	90	100	106	115	147	156	135								
32	71	70	65	60	52	45	45	45	35	36	*****	51	66	75	81	90	90	90	87	85	85	75	90	95	80	50	65	80								
30	45	30	*****																																	
28	*****																																			
26	*****																																			

Fig. 4.2.2. Bathymetrie van het gebied
in de buurt van Zeebrugge
Toestand B

VERHOOGING BIJ LAAGST/TER



Toestand B

Fig. 4.2.2. - 5

2.3. Voorontwerp C

Het betreft hier een voorhaven van 2 km bij een breedte van 3 km, een uitdieping van het Pas van het Zand tot NAP - 17,5 m over een breedte van 650 meter en een uitdieping van het Scheur (in de richting van de zee) tot NAP - 17,5 meter over een breedte van 780 meter, (figuur 4.2.3). Daar de ruimtestan van het numerieke rooster 1000 meter bedraagt, hebben wij de diepte gewijzigd door uit te gaan van de veronderstelling van de instandhouding van de secties.

De analyse van de figuren (4.2.3-1 tot en met 4.2.3-16) laat zien dat de verstoringen snel afnemen wanneer men zich van Zeebrugge vervijdert. De horizontale en verticale getijden zijn weinig gevoelig voor de uitdieping van de Pas van het Zand (behalve in de onmiddellijke nabijheid van Zeebrugge).

<u>Voorontwerp C</u>	$\Delta\zeta$ (cm)	$\Delta\bar{u}$ (cm/s)	$\Delta\phi$ (graden)	$100 \times \frac{\Delta\bar{u}}{\bar{u}_0}$ in %
<u>Tb : Maximum van e¹</u>				
v. Zeebrugge	5	- 47	77	- 69
grens	0	0	0	0
<u>Laagwater</u>				
v. Zeebrugge + 3	3	- 35	77	- 60
grens	0	0	0	0

Vloed : Maximum van vloed

v. Zeebrugge	-10	- 71	71	- 62
grens	0	- 2	0	- 2
<u>Hoogwater</u>				
v. Zeebrugge - 2	- 2	- 49	71	- 57
grens	0	0	0	0

TOESTAND C

DIEPTEN IN DECIMETERS

	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86						
66	150	171	210	231	235	230	215	201	175	155	155	155	160	155	155	150	137	130	117	105	95	92	55	95	91	95	105	82	75	70						
64	200	245	241	235	220	200	185	150	135	150	150	145	140	150	142	127	120	105	97	95	90	86	90	92	90	97	112	75	56	47						
62	236	225	211	190	155	141	135	111	145	135	140	127	130	135	125	105	97	91	91	91	82	80	85	86	86	91	110	80	51	45						
60	196	180	166	145	130	120	110	120	121	130	120	111	121	112	105	93	87	90	87	90	82	70	75	77	81	85	100	90	70	60						
58	155	145	135	130	130	125	115	110	100	121	115	110	105	102	85	80	85	85	85	90	81	77	70	70	77	80	80	85	67	65						
56	151	155	155	146	135	125	117	115	106	105	100	100	91	90	80	72	80	81	80	85	82	71	70	67	71	75	75	72	71	57						
54	165	160	151	<u>155</u>	<u>145</u>	<u>135</u>	115	110	105	95	81	80	81	77	72	71	72	81	75	75	80	75	70	65	65	67	70	65	66	70						
52	150	140	131	125	<u>145</u>	<u>145</u>	<u>130</u>	112	105	90	80	75	80	77	72	75	75	70	67	65	66	65	65	60	60	61	60	56	56	71						
50	122	120	115	115	122	<u>130</u>	<u>160</u>	<u>155</u>	<u>135</u>	111	101	95	95	95	85	80	80	81	75	65	60	57	56	55	55	55	51	52	55	66						
48	110	105	106	106	111	115	120	<u>130</u>	<u>150</u>	<u>175</u>	130	126	121	117	112	102	95	90	85	85	81	75	70	60	50	45	42	47	55	60						
46	110	110	110	112	115	112	110	115	117	<u>150</u>	120	120	127	135	136	135	130	120	105	95	92	95	95	90	82	55	45	50	55	60						
44	106	107	107	110	112	112	115	115	115	<u>125</u>	<u>145</u>	110	106	105	106	117	121	130	140	125	100	90	90	95	100	105	96	81	71	75						
42	95	96	95	95	96	100	96	101	106	110	<u>160</u>	110	105	105	105	107	110	116	125	140	135	127	111	100	100	97	95	95	90	85						
40	82	80	80	77	80	81	82	85	87	91	<u>120</u>	<u>140</u>	96	100	102	105	107	111	120	127	136	141	145	145	136	132	132	130	125	110						
38	70	70	70	70	70	70	75	75	80	85	90	<u>140</u>	90	85	86	85	90	92	100	110	116	125	135	141	146	147	150	151	152	157						
36	72	72	71	70	71	71	75	77	80	85*	*****	90	85	81	76	75	75	80	87	95	101	111	125	137	145	151	157	161								
34	71	75	71	72	71	70	67	70	71	75*	*****	85	80	81	82	80	80	80	77	80	82	90	100	105	115	147	166	130								
32	71	70	65	60	52	45	45	45	35	36*	*****	51	56	75	81	90	90	90	87	85	85	75	90	95	80	50	65	80								
30	45	30*	*****																																	
28	*****																																			
26	*****																																			

Fig. 4.2.3. Bathymetrie voor het gebied in de buurt van Zeebrugge . - De gewijzide dienten zijn onderstreep
Toestand C

AMPLITUDE VAN DE SNELHEIDSVERSTORING IN PERCENTAGE

TIJD : MAXIMUM VAN VLOED

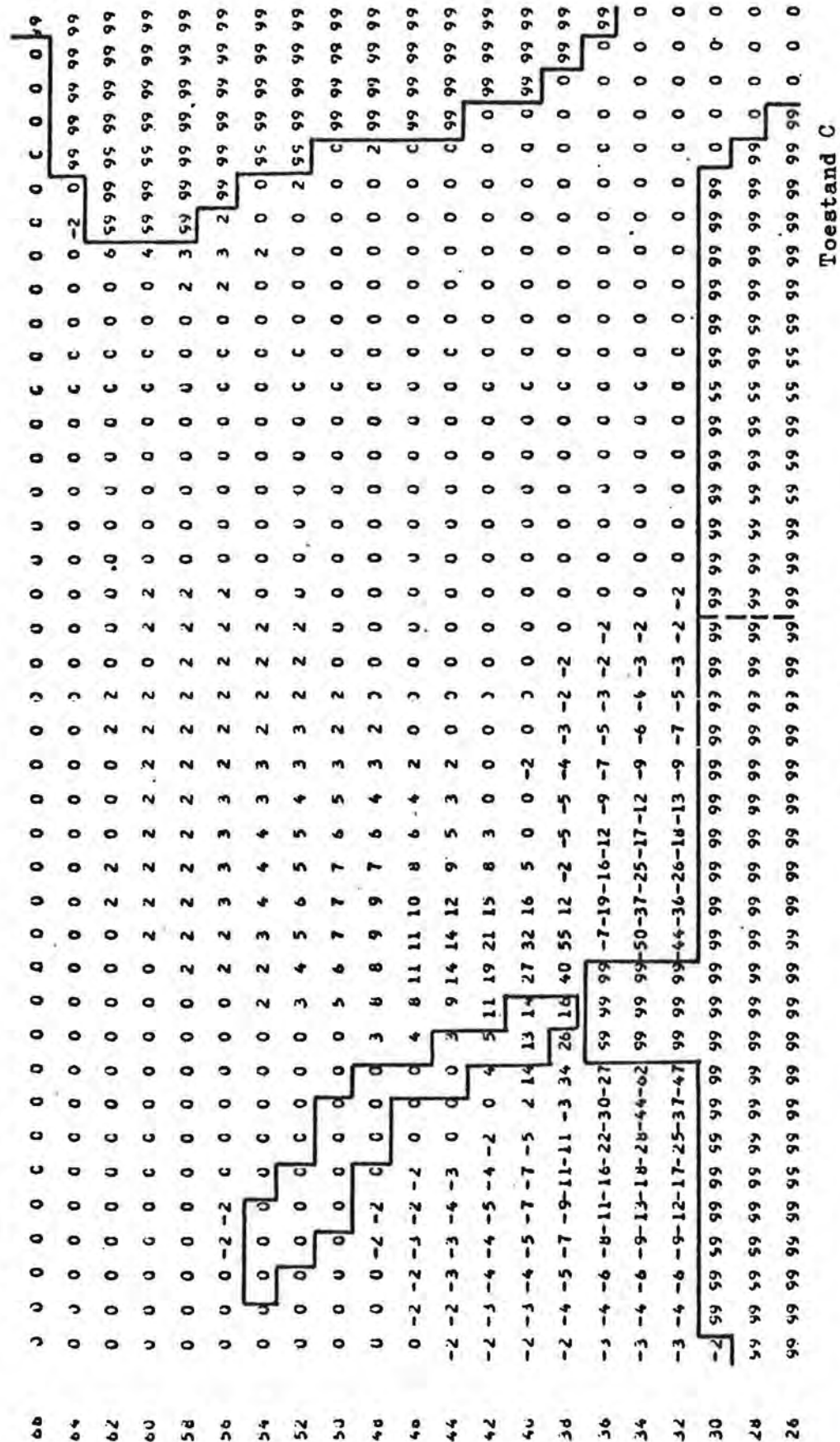


Fig. 4.2.3. - 12

2.4. Voorontwerp D

Dit omvat (figuur 4.2.4) :

- i) een voorhaven van 2 km bij een breedte van 3 km
- ii) een uitdieping van de Pas van het Zand tot NAP-17,5
- iii) een uitdieping van de Scheurpas (in de richting van de zee) tot NAP -17,5 meter over een breedte van 780 meter
- iv) een uitdieping van de Scheurpas tussen de pas van het Zand tot Vlissingen over een breedte van 600 meter.

Deze uitdieping wordt als volgt berekend :

men veronderstelt de bodem diepte ter hoogte van de Scheur 3 = loci op NAP - 16,5 meter en de bodem diepte te Vlissingen op NAP - 15 meter. Een lineaire interpolatie tussen deze beide waarden wordt gebruikt voor het berekenen van de nieuwe diepten in de Scheurpas tussen het Pas van het Zand en Vlissingen.

De analyse van de figuren (4.2.4-1 tot en met 4.2.4-16) laat zien dat de verstoringen snel afnemen wanneer men zich van Zeebrugge verwijderd. De horizontale en vertikale getijden zijn weinig gevoelig voor de uitdieping van de Scheurpas

<u>Voorontwerp D</u>	$\Delta \xi$ (cm)	$\Delta \bar{u}$ (cm/s)	$\Delta \phi$ (graden)	$100 \times \frac{\Delta \bar{u}}{\bar{u}_0}$ in %
<u>Fh : Maximum van eb</u>				
v. Zeebrugge	5	- 47	77	- 69
grens	0	0	0	0
<u>Laagwater</u>				
v. Zeebrugge	3	- 35	77	- 60
grens	0	0	0	0

Vloed : Maximum van vloed

v. Zeebrugge	- 9	- 71	71	- 62
grens	0	- 2	0	- 2
<u>Hoogwater</u>				
v. Zeebrugge	- 2	- 49	71	- 57
grens	0	0	0	0

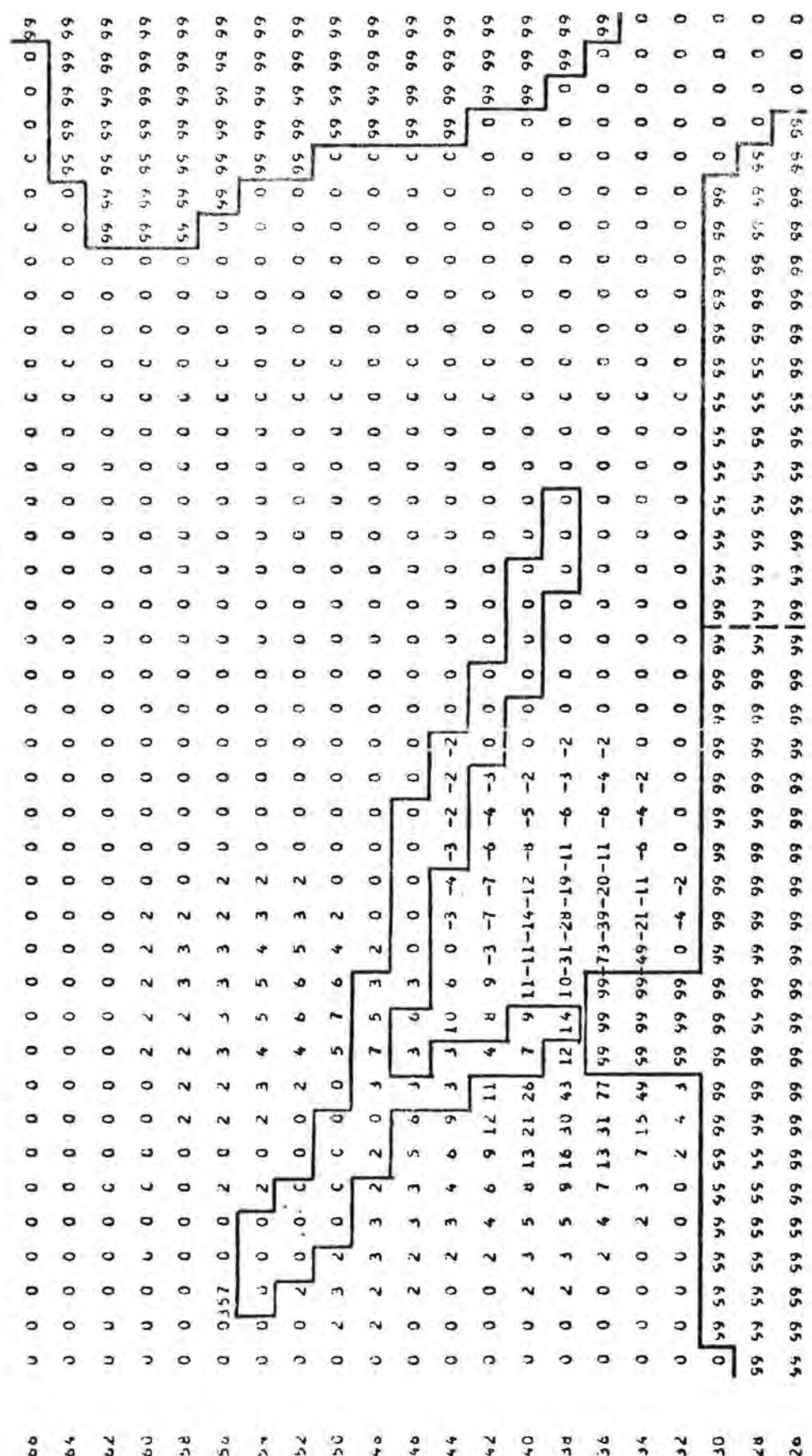
POESTAND D
 DIEPTEN IN DECIMETERN

	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86
66	150	171	210	231	235	230	215	201	175	155	155	155	160	155	155	130	137	130	117	105	95	92	95	95	91	95	106	82	75	70
64	200	245	241	235	220	200	185	150	135	150	150	145	140	150	142	127	120	105	97	95	90	86	90	92	90	97	112	75	56	47
62	236	225	211	190	155	141	135	111	145	136	140	127	130	135	125	105	97	91	91	91	82	80	85	86	86	91	110	80	51	45
60	156	180	166	149	130	130	110	120	121	130	120	111	121	112	105	90	87	90	87	90	82	70	75	77	81	85	100	90	70	60
58	155	145	135	130	130	125	115	110	100	121	115	110	105	102	85	80	85	85	85	90	81	77	70	70	77	80	80	85	67	65
56	151	155	155	146	135	125	117	115	106	106	100	100	91	90	80	72	80	81	80	85	82	71	70	67	71	75	75	72	71	57
54	105	150	151	<u>155</u>	<u>165</u>	<u>135</u>	115	110	105	95	81	80	81	77	72	71	72	81	75	75	80	75	70	65	65	67	70	55	66	70
52	150	140	131	125	<u>145</u>	<u>155</u>	<u>130</u>	112	105	90	80	75	80	77	72	75	75	70	67	65	<u>66</u>	65	65	60	60	61	60	56	56	71
50	122	120	115	115	122	<u>130</u>	<u>160</u>	<u>155</u>	<u>135</u>	111	101	95	95	95	85	80	80	81	75	65	60	57	56	55	55	55	51	52	55	66
48	110	105	106	106	111	115	120	<u>130</u>	<u>150</u>	<u>175</u>	<u>165</u>	<u>145</u>	<u>135</u>	117	112	102	95	90	85	85	81	75	70	60	50	45	42	47	55	60
46	110	110	110	112	115	112	110	115	117	<u>150</u>	120	120	<u>145</u>	<u>150</u>	<u>155</u>	<u>145</u>	<u>140</u>	<u>140</u>	105	95	92	95	95	90	82	55	45	50	55	60
44	106	107	107	110	112	112	115	115	115	<u>125</u>	<u>145</u>	110	106	105	106	112	<u>130</u>	<u>140</u>	<u>150</u>	<u>130</u>	100	90	90	95	100	105	96	81	71	75
42	85	96	95	95	96	100	96	101	106	110	<u>150</u>	110	105	106	105	107	110	116	125	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>135</u>	111	100	100	97	95	95	90	85
40	82	80	80	77	80	81	82	85	87	91	<u>120</u>	<u>140</u>	96	100	102	105	107	111	120	127	136	<u>150</u>	<u>145</u>	<u>150</u>	<u>140</u>	132	132	130	125	110
38	70	70	70	70	70	70	75	75	80	85	90	<u>160</u>	90	85	86	86	90	92	100	110	116	125	135	141	<u>150</u>	<u>163</u>	<u>155</u>	151	152	157
36	72	72	71	70	71	71	75	77	80	85*	*****	90	85	81	76	75	75	80	87	95	101	111	125	137	145	151	157	161		
34	71	75	71	72	71	70	67	70	71	75*	*****	85	80	81	82	80	80	80	77	80	82	90	100	106	115	147	166	135		
32	71	70	65	60	52	45	45	45	35	36*	*****	51	66	75	81	90	90	90	87	85	85	75	50	95	80	50	65	80		
30	45	30*	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
28	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
26	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****

Fig. 4.2.4. Bathymetrie van het gebied in de buurt van Zeebrugge - De gewijzigde diepten zijn onderstreept
 Poortand D

HOEK VAN DE SNELHEIDSVERSTORING IN VERGELIJKING MET DE REFERENTIESTROOK

TIJD : LAAGWATER

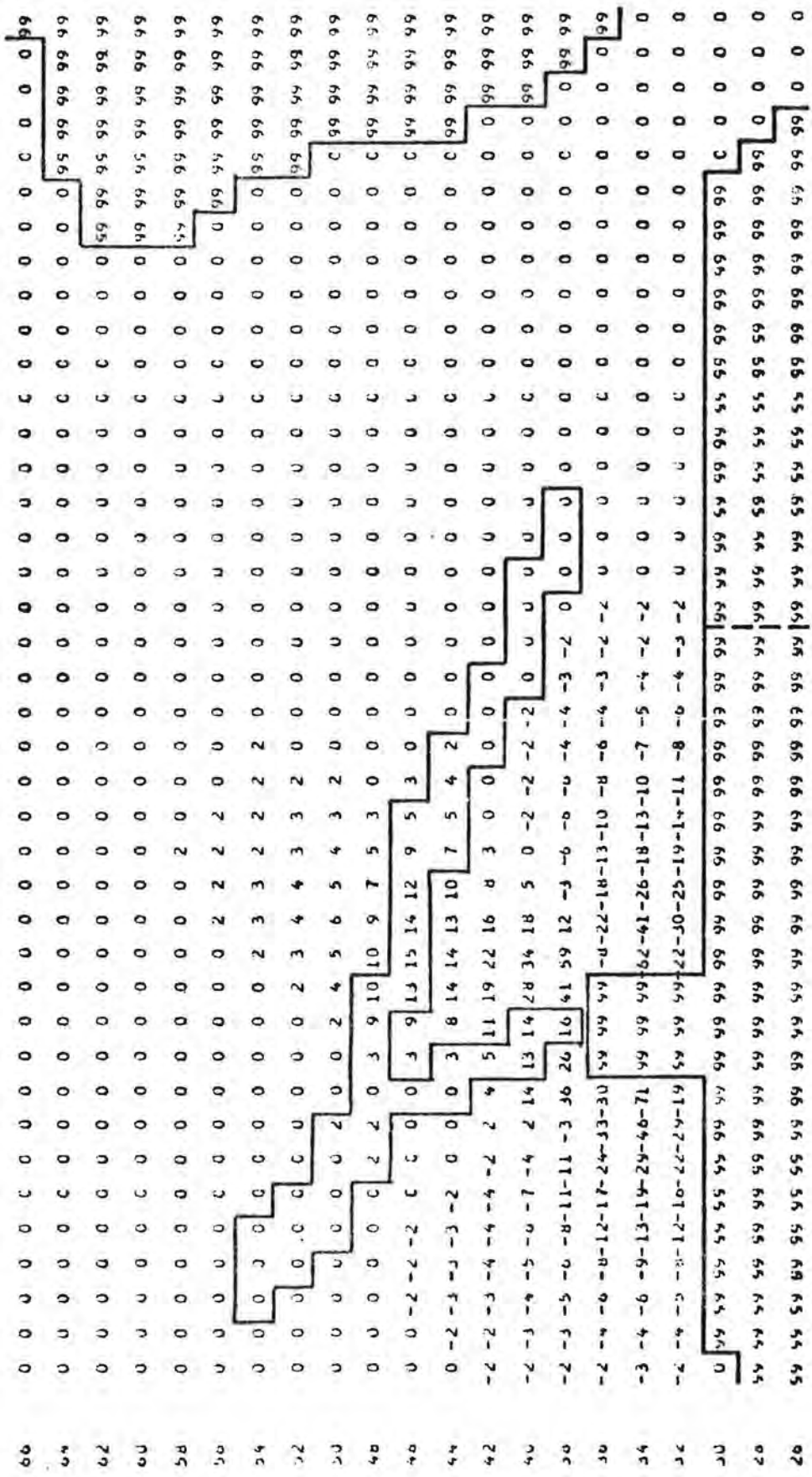


Toestand D

Fig. 4.2.4. - 7

VERSCHIL VAN DE MADJEN VAN DE SNEELHEDEN IN CM/S

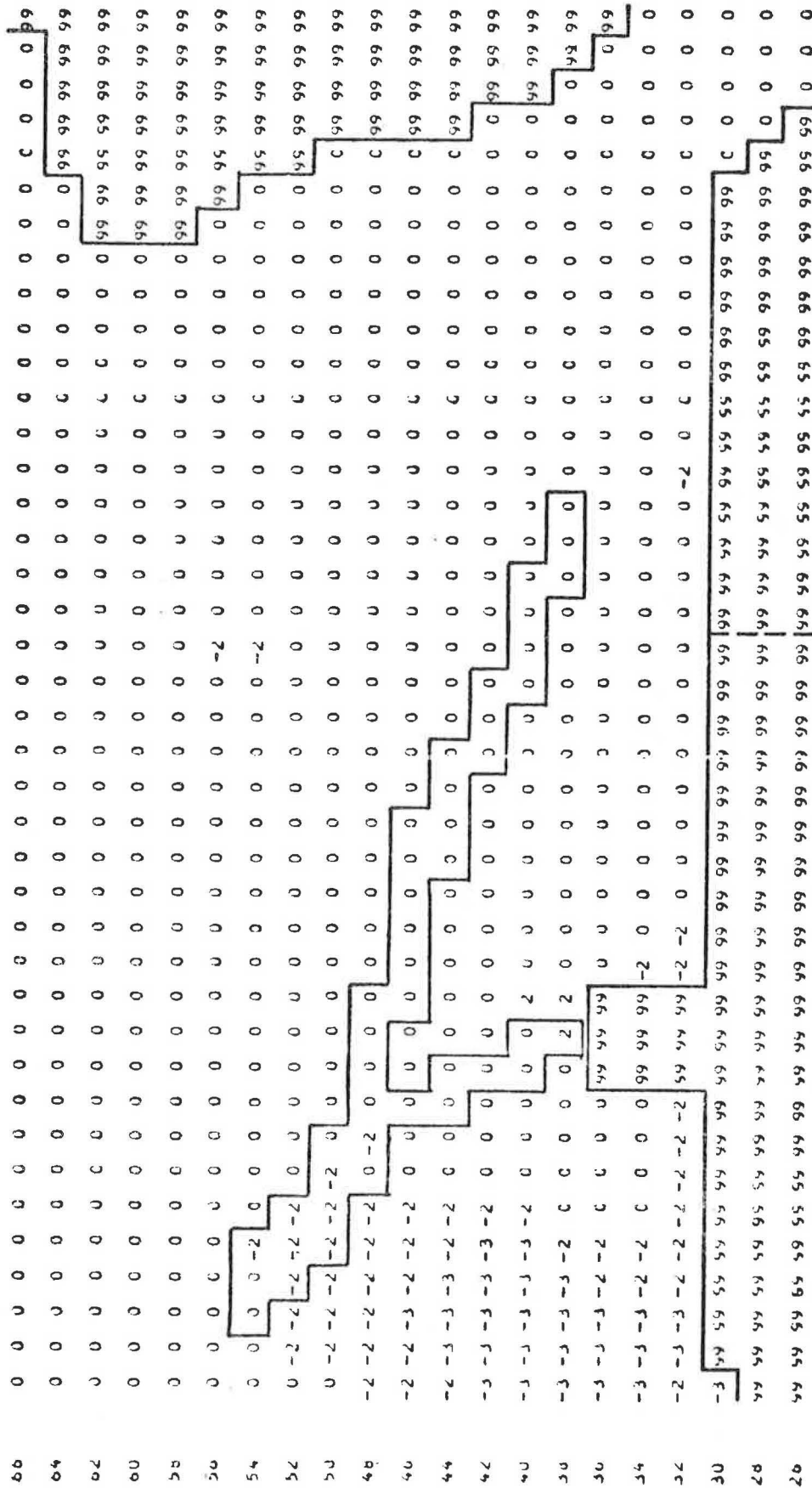
TIJD : MAXIMUM VAN VICEE



Toestand D

Figure 4.2.4.- 1C

VERHOING BIJ RECHENSTER

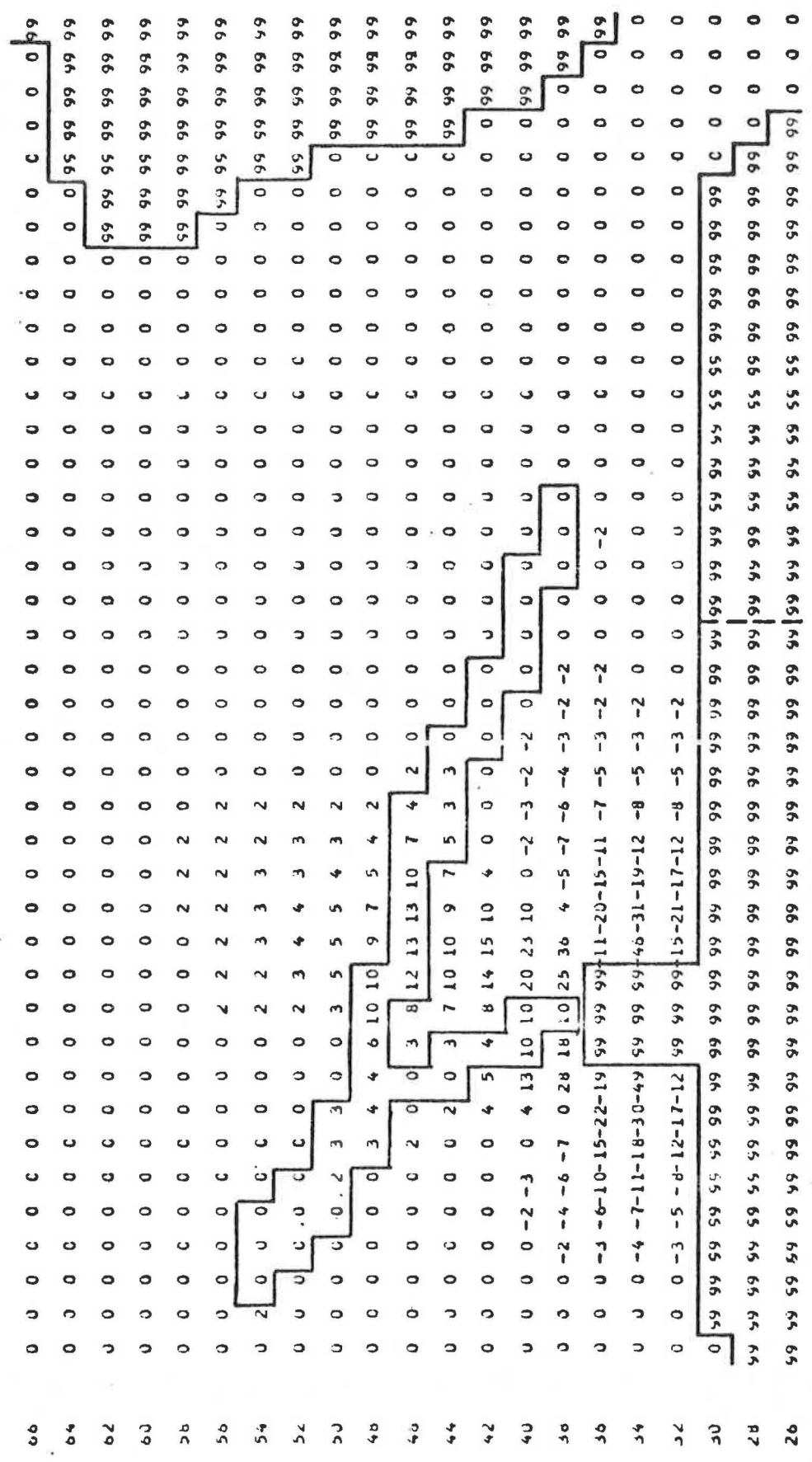


Toestand D

Fig. 4.2.4.- 13

VERSCHIL VAN DE MODULEN VAN DE SNEELHEIDEN IN CM/S

TIJD : HOOGWATER

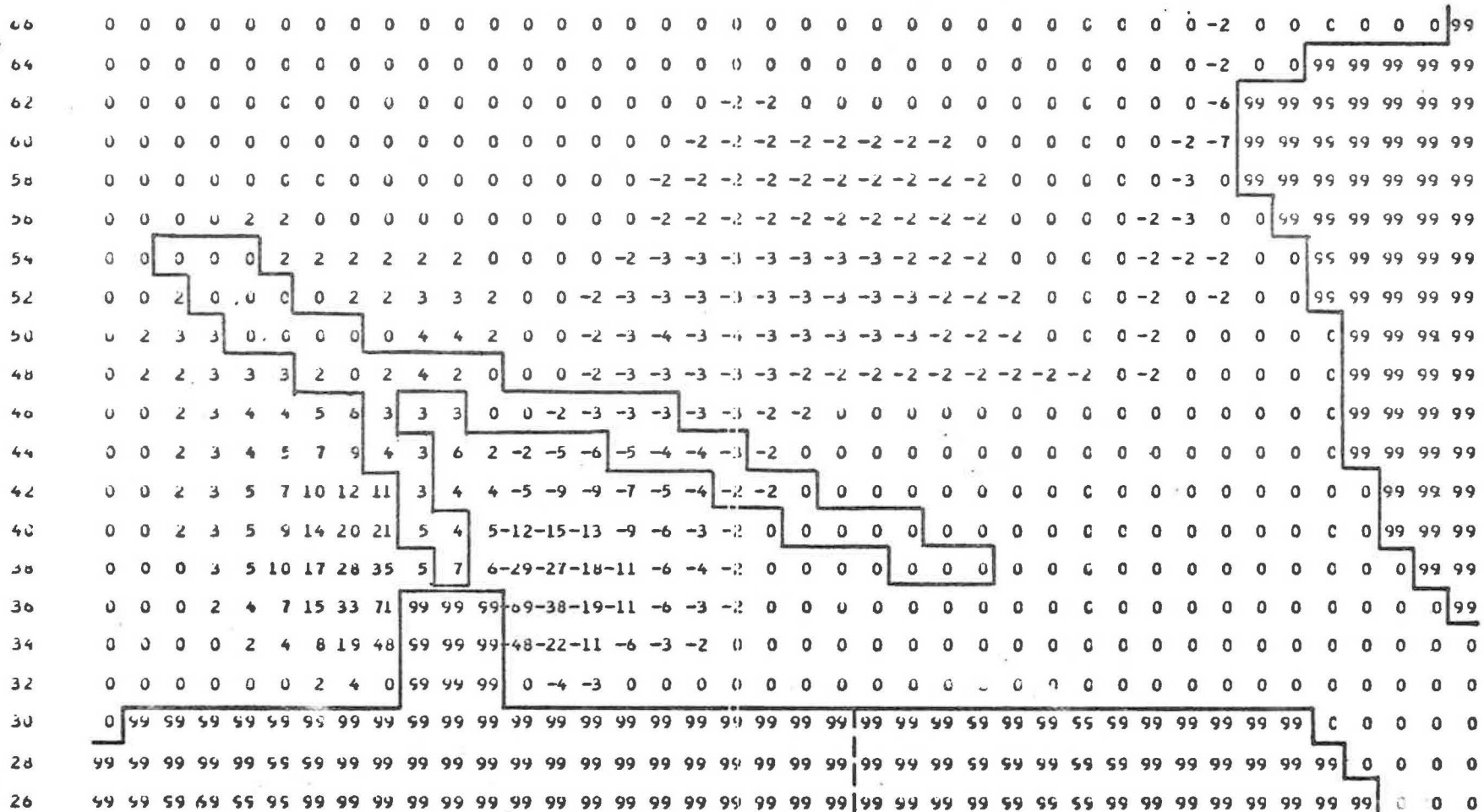


Toestand D

Fig. 4.2.4. - 14

HOEK VAN DE SNELHIEDSVERSTORING IN VERGELIJKING MET DE REFERENTIESTROOM

TIJD : HOOGWATER



Toestand D

Fig. 4.2.4. - 15

2.5. Voorontwerp E

Dit omvat (figuur 4.2.5) :

- i) een voorhaven van 2 km op een breedte van 3 km
- ii) een uitdieping van de Pas van het Zand tot NAP - 17,5 meter over een breedte van 650 meter
- iii) een uitdieping van de Scheurpas (in de richting van de zee tot NAP - 17,5 meter over een breedte van 750 meter.
- iv) een uitdieping van de Scheurpas tussen de pas van het Zand tot Vlissingen over een breedte van 600 meter. Deze uitdieping wordt als volgt berekend : men veronderstelt de bodem diepte ter hoogte van de Scheur 3 - boei op NAP - 16,5 meter en de bodemdiepte te Vlissingen op NAP - 15 meter. Een lineaire interpolatie tussen deze beide waarden wordt gebruikt voor het berekenen van de nieuwe diepten in de Scheurpas tussen de Pas van het Zand en Vlissingen.
- v) een verzanding van de Appelzak over één meter tussen de haven van Zeebrugge en de Belgisch-Nederlandse grens over een breedte van één kilometer.

De analyse van de figuren (4.2.5-1 tot en met 4.2.5-16) laat zien dat de verstoringen snel afnemen wanneer men zich van Zeebrugge verwijderd. De horizontale en verticale getijden zijn weinig gevoelig aan de verzanding van de Appelzak met één meter.

<u>Voorontwerp F</u>	Δz (cm)	$\Delta \bar{u}$ (cm/s)	$\Delta \phi$ (graden)	$100 \times \frac{\bar{u}}{\bar{u}_0}$ in %
<u>Eb : Maximum van eb</u>				
v. Zeebrugge	4	- 47	77	- 69
grens	0	- 4	- 2	- 4
<u>Laagwater</u>				
v. Zeebrugge	3	- 36	77	- 60
grens	0	- 4	- 2	- 5
<u>Vloed : Maximum van vloed</u>				
v. Zeebrugge	- 9	- 72	71	- 62
grens	0	- 4(-5)	0	- 4

Hoogwater

v. Zeebrugge	- 2	- 49	71	- 57
grens	0	- 3	0	- 3

TOESTAND E

DIEPTEN IN DECIMETERS

	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86
66	150	171	210	231	235	230	215	201	175	155	155	155	160	155	155	150	137	130	117	105	95	92	95	95	91	95	106	82	75	70
64	200	245	241	235	220	200	185	150	135	150	150	145	140	150	142	127	120	105	97	95	90	86	90	92	90	97	112	75	56	47
62	236	225	211	190	155	141	135	111	145	136	140	127	130	135	125	105	97	91	91	91	82	80	85	86	86	91	110	80	51	45
60	196	180	166	145	130	120	110	120	121	130	120	111	121	112	105	90	87	90	87	90	82	70	75	77	81	85	100	90	70	60
58	155	145	135	130	130	125	115	110	100	121	115	110	105	102	85	80	85	85	85	90	81	77	70	70	77	80	80	85	67	65
56	151	155	155	146	135	125	117	115	106	106	100	100	91	90	80	72	80	81	80	85	82	71	70	67	71	75	75	72	71	57
54	165	160	151	<u>155</u>	<u>145</u>	<u>135</u>	115	110	105	96	81	80	81	77	72	71	72	81	75	75	80	75	70	65	65	67	70	65	66	70
52	150	140	131	125	<u>145</u>	<u>135</u>	112	105	90	80	75	80	77	72	75	75	70	67	65	66	65	65	60	60	61	60	56	56	71	
50	122	120	115	115	122	<u>130</u>	<u>160</u>	<u>155</u>	<u>135</u>	111	101	95	95	95	85	80	80	81	75	65	60	57	56	55	55	55	51	52	55	66
48	110	105	106	103	111	115	120	<u>130</u>	<u>150</u>	<u>175</u>	<u>165</u>	<u>145</u>	<u>135</u>	117	112	102	95	90	85	85	81	75	70	60	50	45	42	47	55	60
46	110	110	110	112	115	112	110	115	117	<u>150</u>	120	120	<u>145</u>	<u>150</u>	<u>145</u>	<u>145</u>	<u>140</u>	<u>130</u>	105	95	92	95	95	90	82	55	45	50	55	60
44	106	107	107	110	112	112	115	115	115	<u>125</u>	<u>145</u>	110	106	105	106	112	<u>130</u>	<u>140</u>	<u>150</u>	<u>130</u>	100	90	90	95	100	105	96	81	71	75
42	95	96	95	95	56	100	56	101	106	110	<u>150</u>	110	105	105	105	107	110	116	125	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>135</u>	111	100	100	97	95	95	90	85
40	82	80	80	77	80	81	82	85	87	91	<u>120</u>	<u>140</u>	96	100	102	105	107	111	120	127	136	<u>150</u>	<u>155</u>	<u>150</u>	<u>140</u>	132	132	130	125	110
38	70	70	70	70	70	70	75	75	80	85	90	<u>140</u>	90	85	86	86	90	92	100	110	116	125	135	141	<u>150</u>	<u>153</u>	<u>155</u>	151	152	157
36	72	72	71	70	71	71	75	77	80	85	*****	90	85	81	76	75	75	80	87	95	101	111	125	137	145	151	157	161		
34	71	75	71	72	71	70	67	70	71	75	*****	85	80	81	82	80	80	80	77	80	82	90	100	106	115	147	156	135		
32	71	70	65	60	52	45	45	45	35	36	*****	<u>41</u>	<u>56</u>	<u>65</u>	<u>71</u>	<u>80</u>	<u>80</u>	<u>80</u>	<u>77</u>	<u>75</u>	<u>75</u>	75	50	95	80	50	65	80		
30	45	30	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
28	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
26	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****

Fig. 4.2.5. Bathymetrie van het gebied in de buurt van Zeebrugge
 De gewijzigde diepten zijn onderstreept
 Toestand E

VERHOOGING BIJ LAAGTIJ

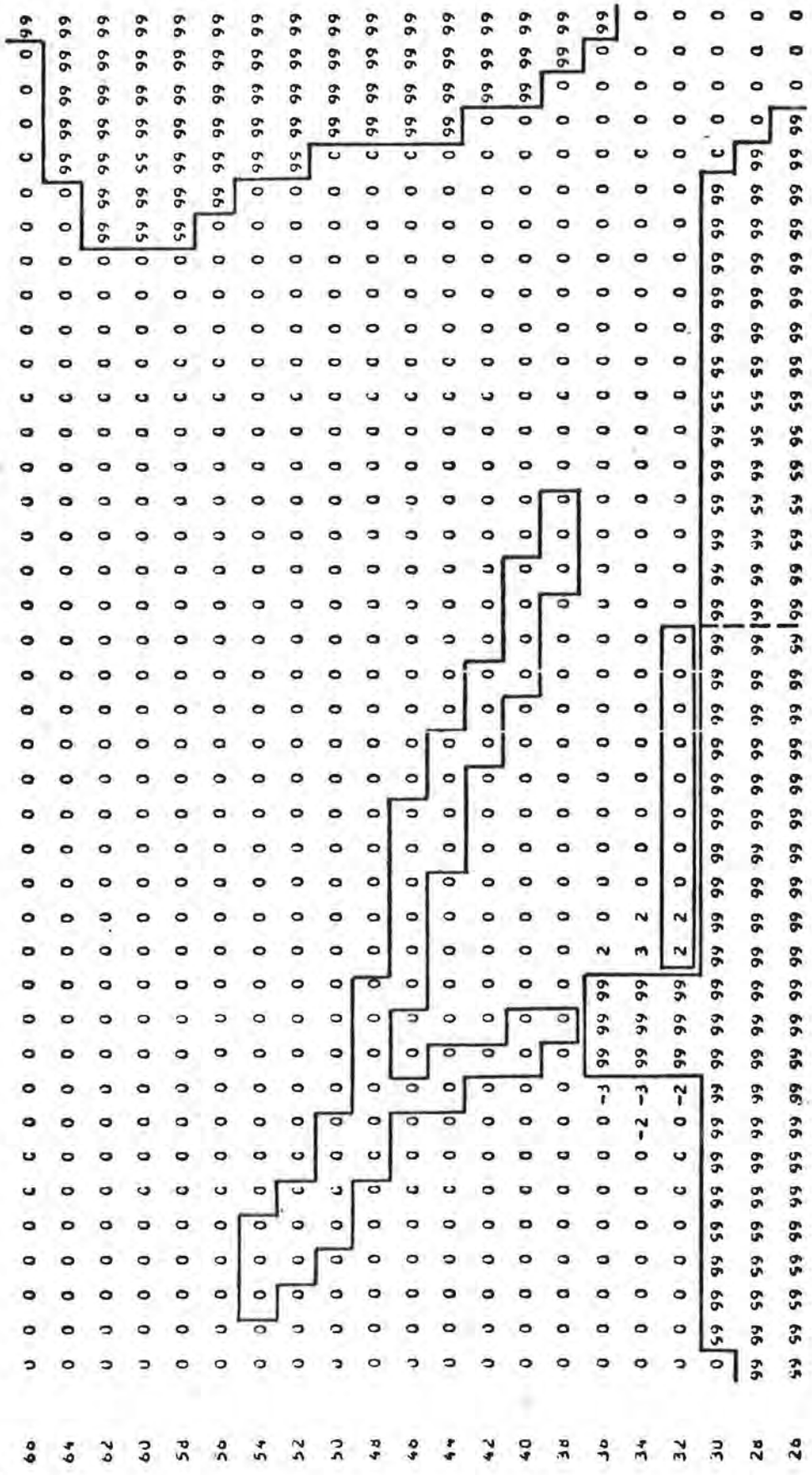
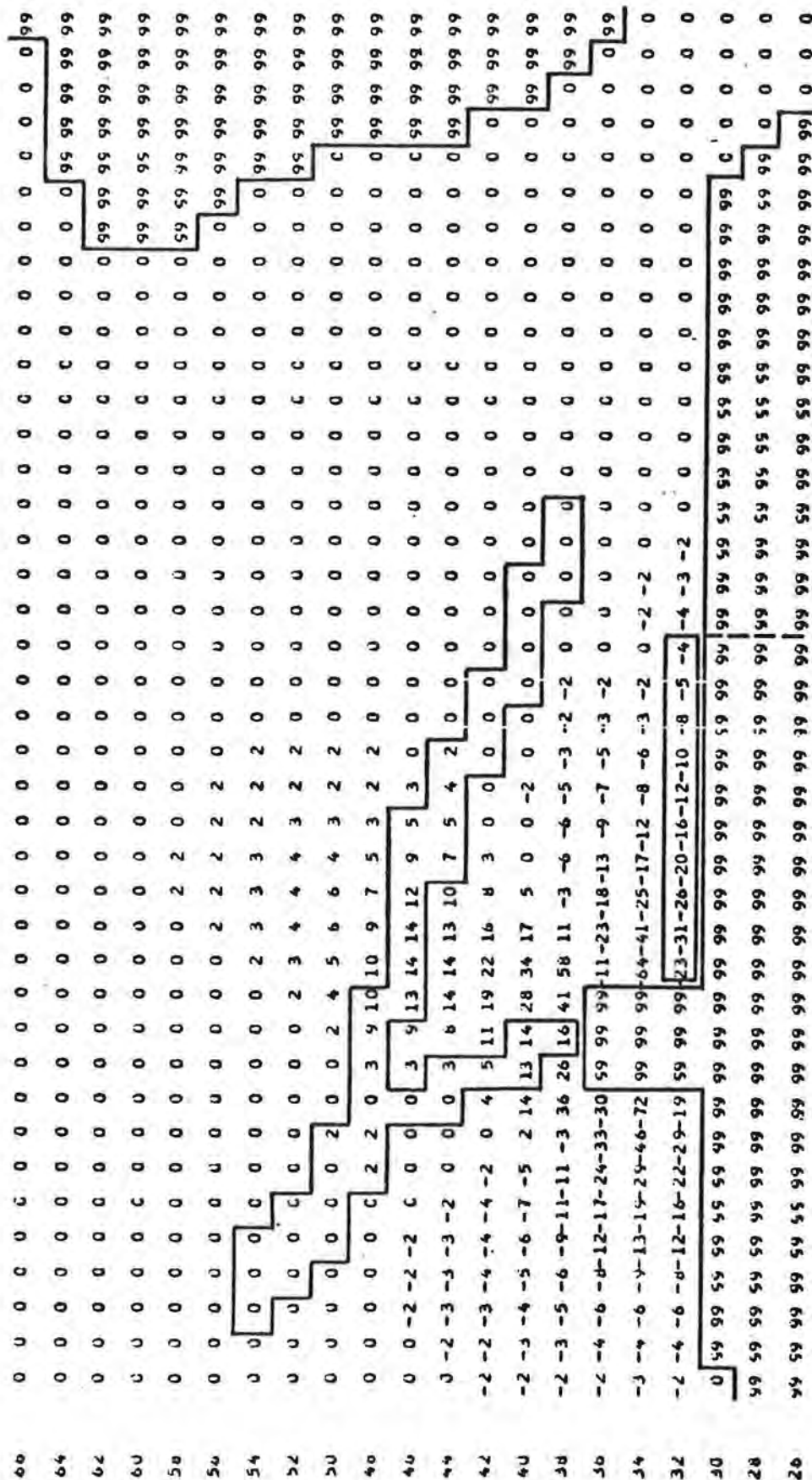


Fig. 4.2.5. - 5

Toestand E
(Toestand G)

VERSCHIL VAN DE MODULEN VAN DE SNELHEDEN IN CM/S

TIJD : MAXIMUM VAN VLOED

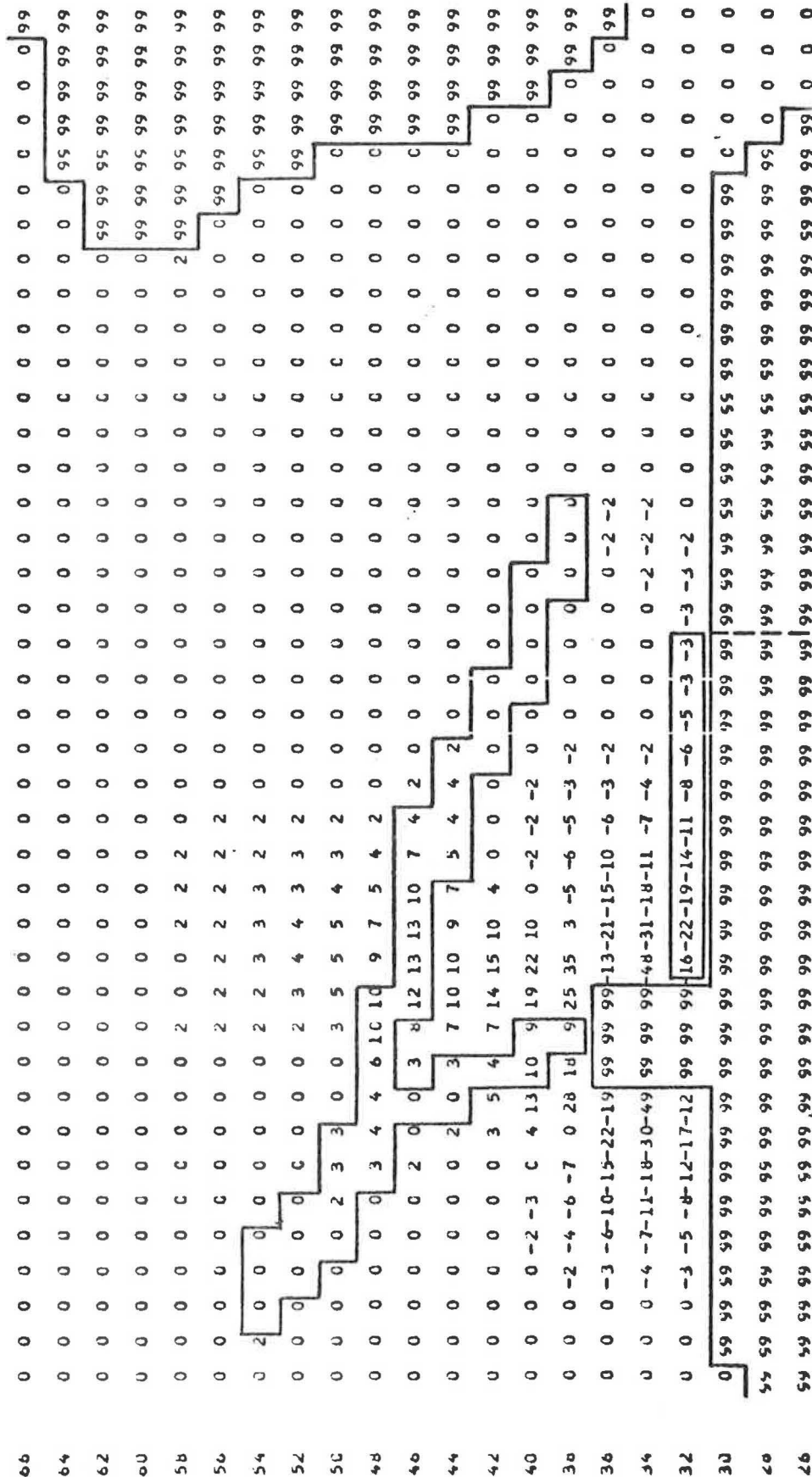


Toestand E

Fig. 4.2.5. - 10

VERSCHIL VAN DE MODULEN VAN DE SNELHEDEN IN CM/S

TIJD : HOOGWATER

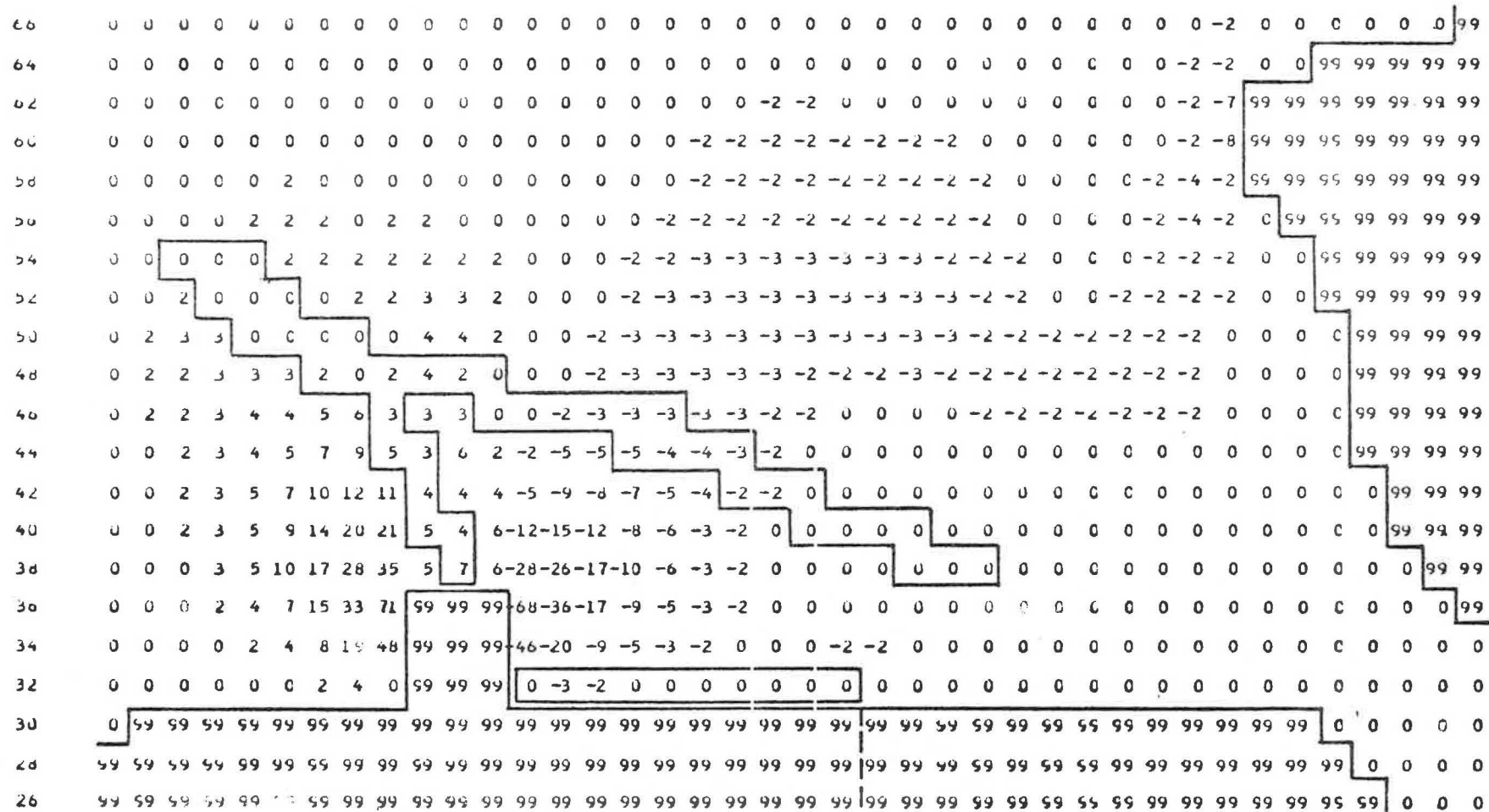


Toestand E

Fig. 4.2.5. - 14.

HOEK VAN DE SNELHEIDSVERSTORING IN VERGELIJKING MET DE REFERENTIESTROOM

TIJD : HOOGWATER

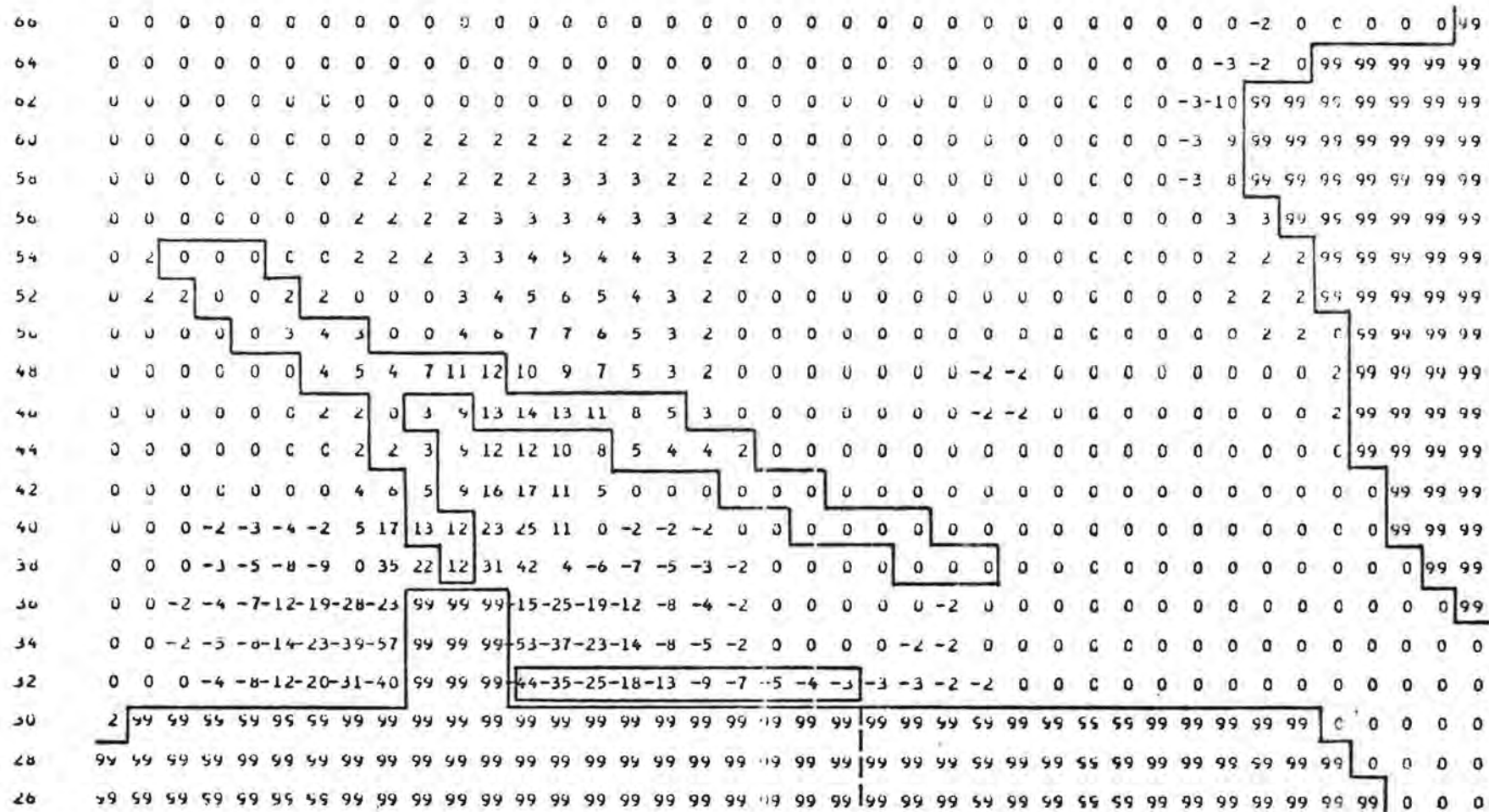


Toestand E

Fig. 4.2.5. - 15

AMPLITUDE VAN DE SNELHEIDSVORSTORING IN PERCENTAGE

TIJD : HOOGWATER



Toestand E

Fig. 4.2.5. - 16

2.6. Conclusies

De analyse van de resultaten (figuur 4.2.1-1 tot en met 4.2.5-16) laat zien dat de uitbouw van de voorhaven van Zeebrugge en de verdieping van de passen zich in the Schelde niet doen voelen en evenmin langs de kust van het eiland Walcheren (verschillen minder dan 1 cm of 1 cm/s).

Langs de Belgische kust beperken de wijzigingen van de horizontale en verticale getijden zich tot de buurt van Zeebrugge. Deze verstoringen nemen zeer snel af wanneer men zich van Zeebrugge verwijdert. Aan de Belgisch-Nederlandse grens zijn de hydrodynamische verstoringen namelijk kleiner dan 1 cm en 5 cm/s, zelfs voor het voorontwerp E. De uitbouw van de voorhaven van Zeebrugge heeft veel meer invloed op de dynamica van de getijden dan de verdieping der passen, de invloed van deze laatste is praktisch verwaarloosbaar.

3. STUDIE VAN DE INVLOED VAN DE KRACHT VAN CORIOLIS

3.1. Inleiding

Voor het bestuderen van deze invloed op de dynamica van de getijden in het gebied van Zeebrugge, hebben wij het getij van 6 september 1975 met en zonder de kracht van Coriolis nagebootst.

Teneinde zo volledig mogelijk te zijn, hebben wij het voorontwerp E eveneens met en zonder de kracht van Coriolis behandeld. Dank zij deze nabootsing kan de invloed van de kracht van Coriolis op de hydrodynamische verstoringen ($\Delta\zeta, \Delta\bar{u}$) welke uit de wijzigingen van de voorhaven van Zeebrugge en de passen voortvloeien, vastgesteld worden.

Om de invloed van de kracht van Coriolis te visualiseren berekenen wij

- i) $\Delta\zeta$ ofwel de verschillen tussen de verticale getijden, berekend zonder ($\zeta_{s,c}$) en met (ζ_0) Coriolis

$$\Delta\zeta = \zeta_{s,c} - \zeta_0$$

Deze grootheden zijn in centimeters uitgedrukt.

- ii) $\Delta \bar{u}$ ofwel de verschillen tussen de amplituden van de horizontale getijden, berekend zonder ($\zeta_{s.c}$) en met (ζ_o) Coriolis

$$\Delta \bar{u} = \bar{u}_{s.c} - \bar{u}_o$$

Deze grootheden zijn in centimeters per seconde uitgedrukt.

- iii) $\Delta \phi$, de hoek van de snelheidsverstoring in vergelijking met de referentiestroom. Deze hoek wordt positief gerekend in de trigonometrische richting vanaf de richting van de oorspronkelijke of referentiestroom.

- iv) $100 \times \frac{\Delta \bar{u}}{\bar{u}_o}$ de amplitude van de snelheidsverstoring in percentage.

De voor het visualiseren van de nabootsingen gekozen ogenblikken, zijn de volgende :

- a) het maximum van eb,
- b) het laagwater te Zeebrugge
- c) het maximum van vloed,
- d) het hoogwater te Zeebrugge.

3.2. Dynamica van de getijden bij afwezigheid van de kracht van Coriolis voor de oorspronkelijke situatie

De figuren (4.3.2-1 tot en met 4.3.2-16) geven de verschillen voor het getij van 6 september 1975 berekend zonder en met de Coriolis term binnen de modelgrenzen voor de oorspronkelijke situatie.

Hieruit kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- i) vertikale getijden :

zonder kracht van Coriolis valt het laagwater hoger en het hoogwater lager ;

VERSCHIL VAN DE MODULEN VAN DE SNEELHEDEN IN CM/S

TIJD : MAXIMUM VAN EE

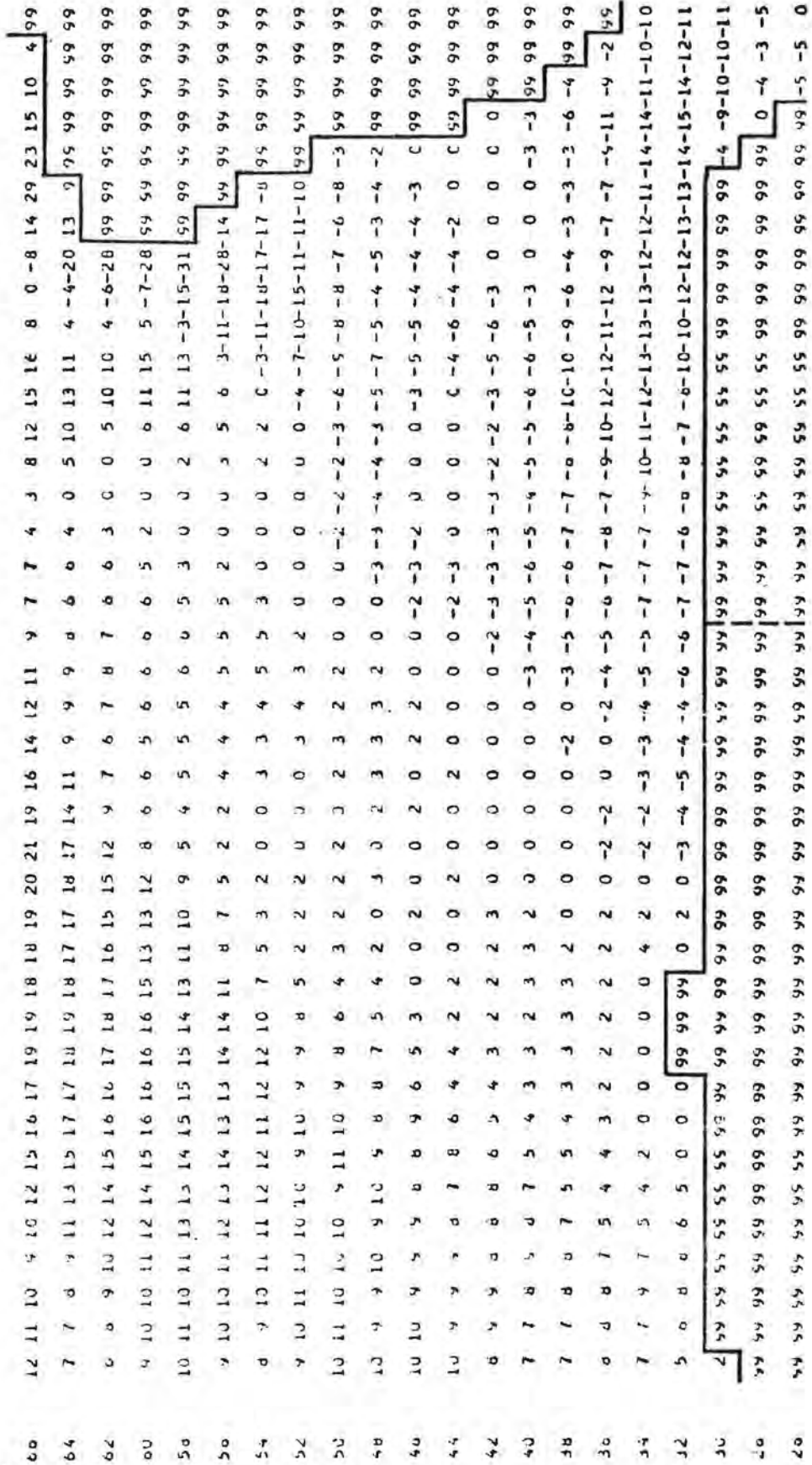


FIG. 4.3.2. - 2

HOEK VAN DE SNELHEIDSVERSTORING IN VERGELIJKING MET DE REFERENTIESTROOM

TIJD : MAXIMUM VAN E3

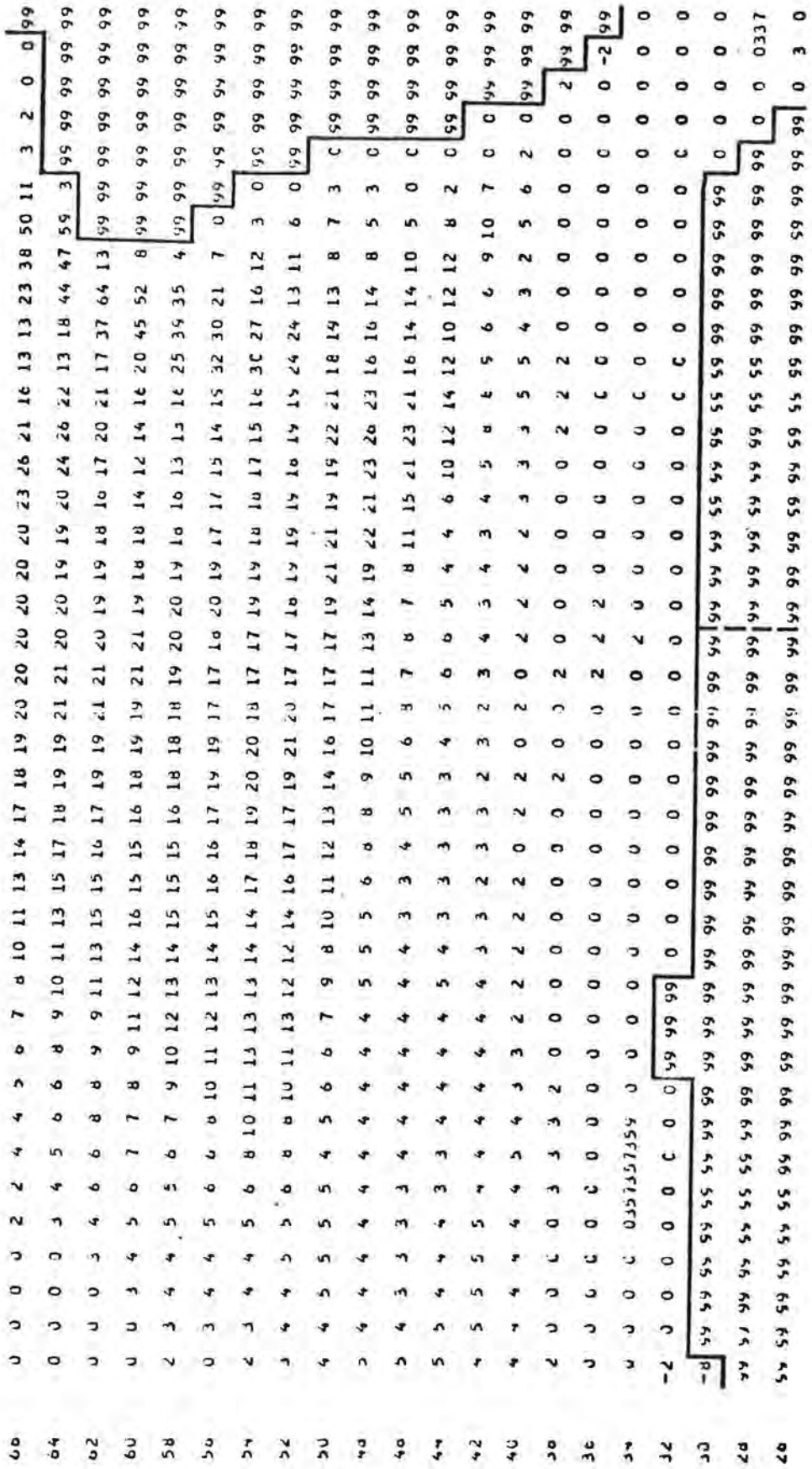


Fig. 4.3.2. - 3

AMPLITUDE VAN DE SNELHEIDSVORSTING IN PERCENTAGE

TIJD : MAXIMUM VAN EI

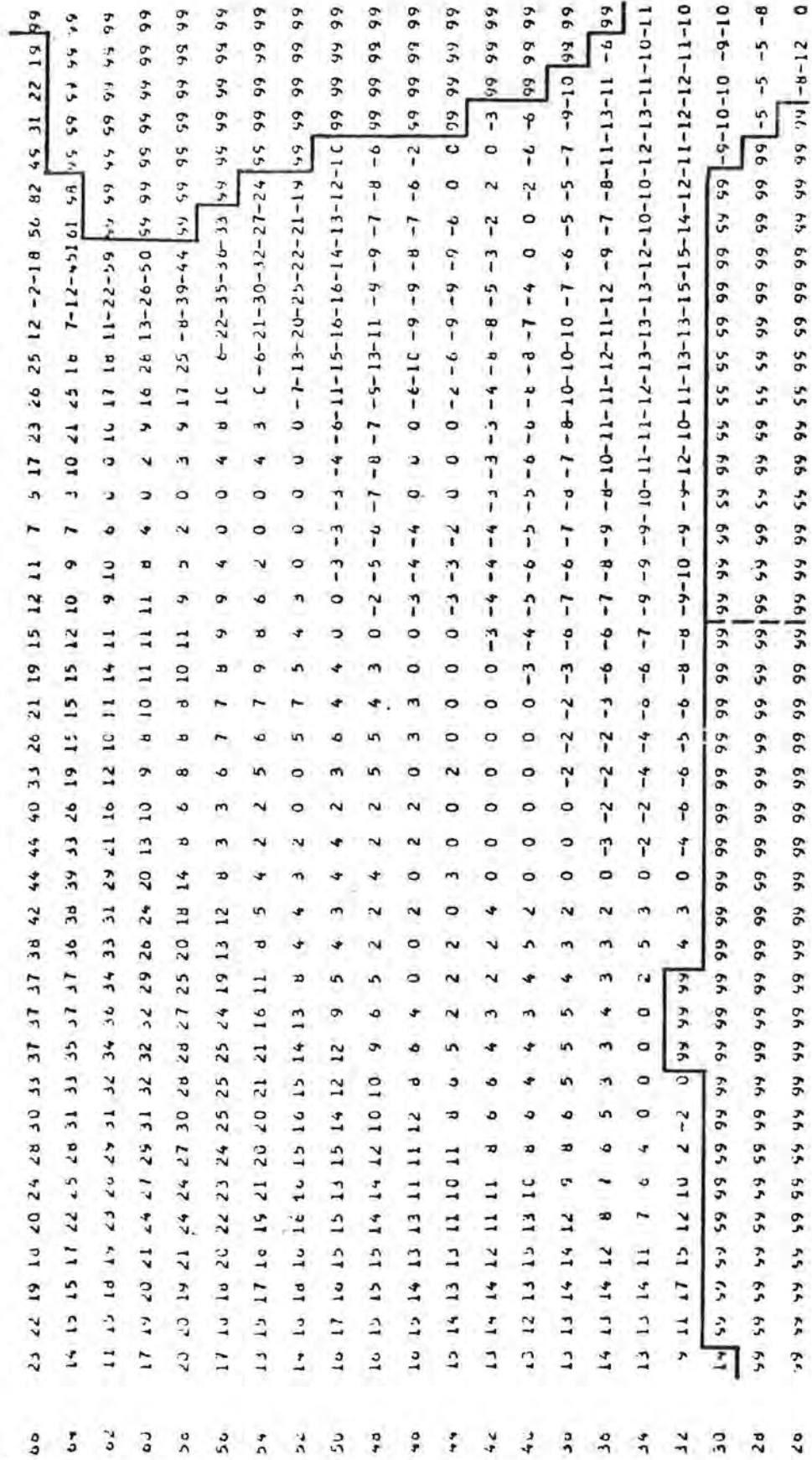


Fig. 4.3.2. - 4

VERHOOGING BIJ LAAGWATER

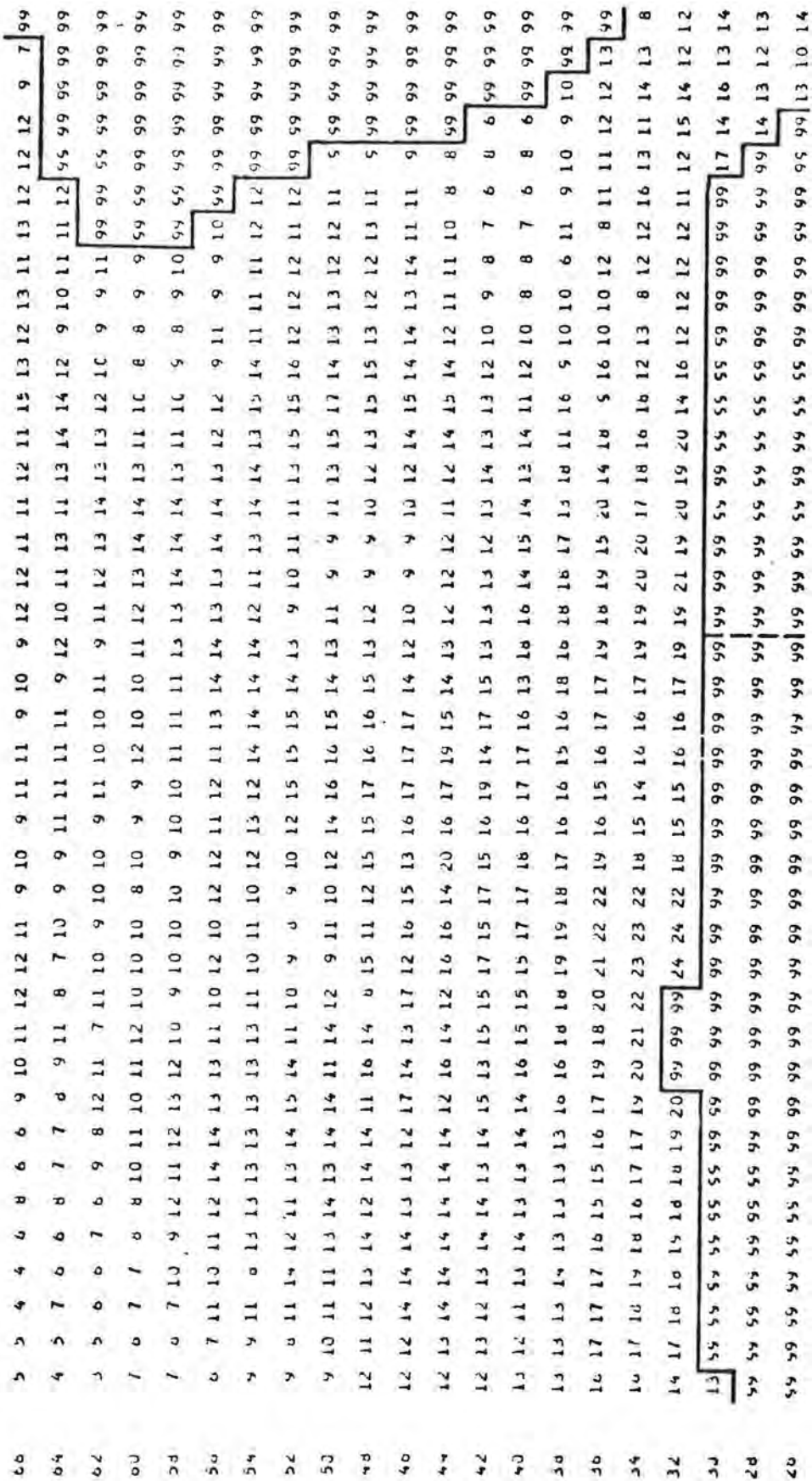


Fig. 4.3.2. - 5

VERSCHIL VAN DE MODULEN VAN DE SNELHEDEN IN CM/S

TIJD : LUCHTWATER

00	10	10	10	11	13	14	15	15	17	17	18	18	18	18	17	16	16	16	15	14	13	11	9	13	15	14	10	0	-2	0	19	20	14	9	5	2	99				
04	7	7	7	10	12	14	15	14	15	17	16	17	18	17	15	14	14	15	15	14	13	12	9	5	8	11	11	4	0	6	-2	14	6	59	99	99	99	99			
08	7	8	10	11	13	14	14	14	15	16	16	17	16	14	13	12	12	14	15	14	12	11	7	0	0	0	4	5	10	13	-20	49	99	99	99	99	99	99			
00	9	11	11	12	13	14	14	14	15	15	15	15	14	13	12	11	11	13	15	14	11	9	5	0	0	0	4	12	14	10	-23	99	99	55	99	99	99	99			
08	10	10	11	12	13	14	13	12	12	14	15	14	13	12	11	11	12	13	12	11	8	4	0	0	0	0	5	13	7	0	-23	99	99	99	99	99	99	99			
00	11	11	12	12	13	13	12	12	12	13	12	12	11	11	10	9	10	10	10	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-16	-10	99	95	99	99	99	99			
04	12	13	12	12	13	12	11	11	11	11	10	11	13	12	11	10	8	7	8	8	7	2	0	2	2	3	6	0	-8	-9	-12	-7	99	99	99	99	99	99			
08	13	13	13	11	11	11	9	9	9	10	11	12	12	11	9	7	5	4	4	4	3	3	3	2	0	0	0	0	-9	-9	-11	-13	99	99	99	99	99	99			
00	13	14	13	12	11	10	9	7	9	10	9	10	10	9	6	3	0	0	0	0	0	2	5	6	2	0	-2	-4	-3	-9	-10	-11	-11	-5	99	99	99	99	99		
04	14	14	12	11	10	8	7	7	7	7	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	-3	-5	-5	-7	-9	-8	-7	-6	99	99	99	99	99		
08	14	13	12	10	8	7	8	8	7	8	6	7	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	-3	-5	-5	-5	-6	-6	99	99	99	99	99			
00	15	12	12	10	8	8	7	6	6	7	6	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-4	-3	-3	-4	-5	99	99	99	99	99			
04	11	11	9	8	8	7	6	6	6	6	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-4	-2	0	0	0	0	0	0	0	0			
08	10	10	9	8	8	7	6	6	5	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-5	-3	0	0	0	0	0	0	0	0			
00	9	9	8	6	7	7	6	5	4	4	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-9	-8	-5	-3	-2	0	0	0	0	0			
04	9	8	6	5	7	6	5	4	3	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-7	-4	-6	-7	-7	-4	0	0	0	0			
08	10	9	8	7	6	5	4	2	2	3	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7	-11	-12	-11	-10	-7	-6	-7	-7	-4	0	0		
00	11	9	8	6	5	2	99	99	99	0	0	0	2	0	-2	-3	-3	-4	-6	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-10	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-10	-10		
04	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	
08	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
00	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
04	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
08	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99

Fig. 4.3.2. - 4

HOEK VAN DE SNEELHEIDSVERSTORING IN VERGELIJKING MET DE REFERENTIESTROOM

TIJD : LAAGWATER

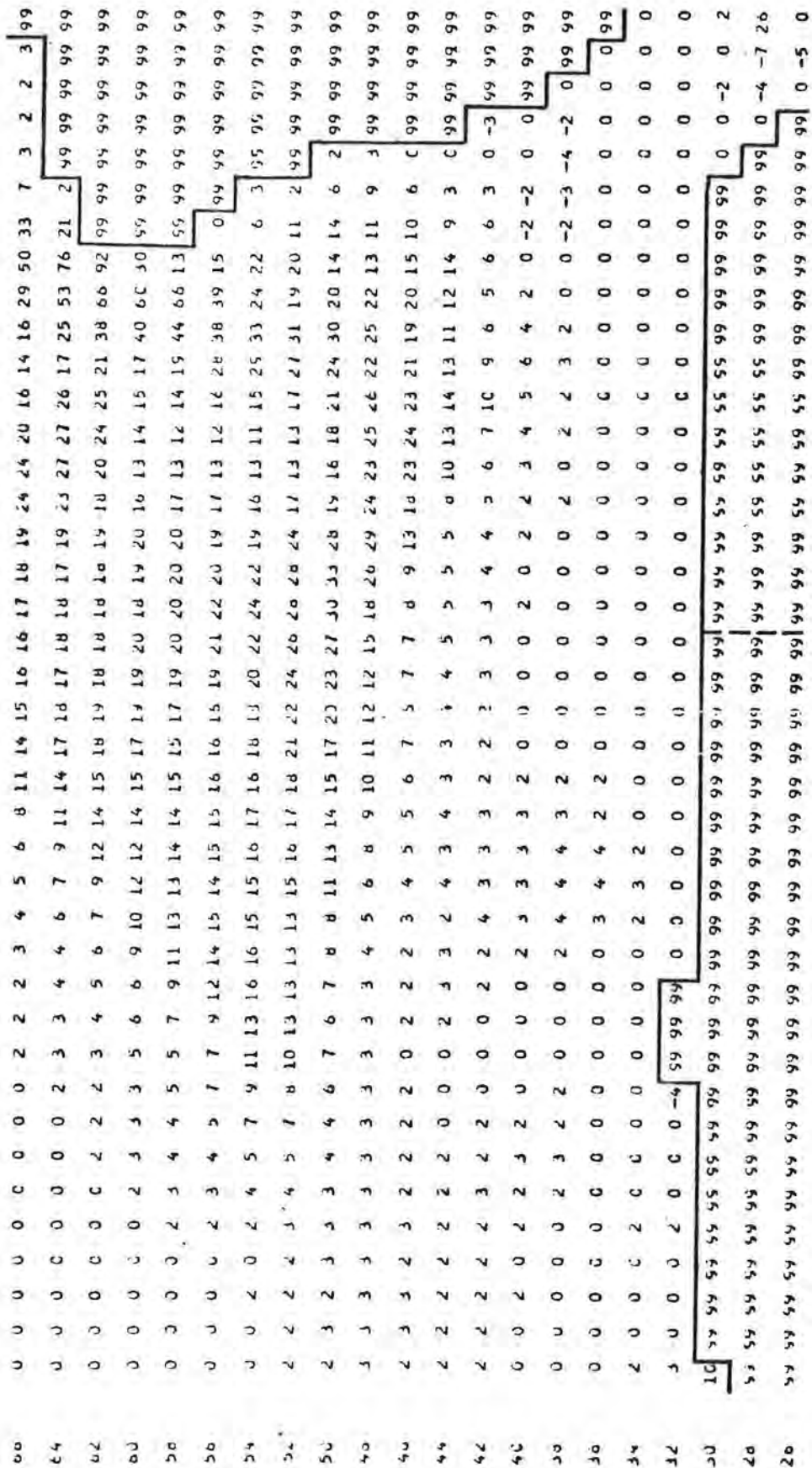


Fig. 4.3.2. - 7

AMPLITUDE VAN DE SNELHEIDSVERSTORING IN PERCENTAGE

TIJD : LAAGWATER

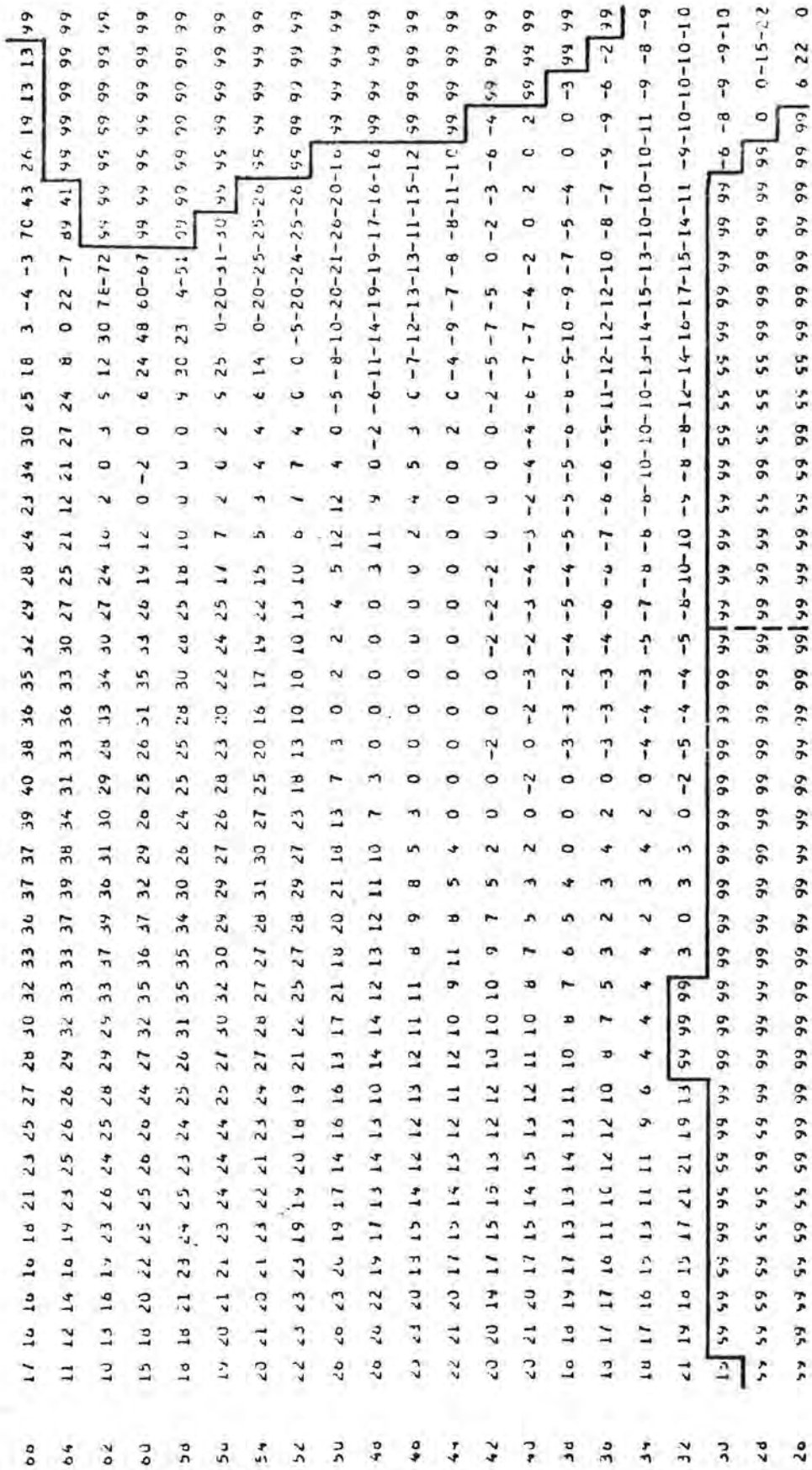


Fig. 4.3.2. - 8

VERSCHIL VAN DE MODIELEN VAN DE SNELHEDEN IN CM/S

TIJD : MAXIMUM VAN VIOED

60	13	12	12	12	13	14	15	15	16	16	16	15	14	13	12	12	11	10	9	7	6	11	13	14	14	9	6	9	26	30	25	17	10	3	99		
64	9	10	11	13	14	15	15	15	14	15	14	13	11	10	11	11	10	8	8	5	3	7	11	11	8	7	11	11	19	10	99	99	99	99	99	99	
62	9	11	13	14	14	15	14	14	13	13	11	10	9	9	10	10	9	8	6	4	0	2	6	10	13	14	11	99	99	99	99	99	99	99	99	99	
60	10	11	12	13	14	15	14	13	13	12	11	11	9	8	7	8	9	8	7	5	4	0	5	4	13	10	26	59	94	95	99	99	99	99	99	99	
58	11	11	12	13	13	13	12	12	11	11	10	9	8	7	6	6	7	8	7	5	4	2	0	4	8	11	6	0	30	54	99	95	99	99	99	99	
56	10	10	11	11	12	12	11	11	10	9	8	8	7	6	6	5	5	6	5	3	2	2	4	7	0	7	23	12	99	95	99	99	99	99	99		
54	9	9	9	9	10	10	9	9	8	6	6	5	5	4	4	4	5	4	2	2	0	0	0	3	2	2	9	12	16	7	99	99	99	99	99	99	
52	8	9	8	8	7	7	6	5	5	4	4	4	3	3	2	3	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	2	9	11	11	95	99	94	94	99	99	
50	5	9	8	7	6	6	6	5	4	4	3	3	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	3	2	7	9	9	11	4	59	99	99	99	99
48	9	8	7	7	6	5	4	4	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	8	7	6	5	4	4	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	8	7	6	5	4	4	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	7	6	5	4	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	7	6	5	4	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	7	6	5	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	7	6	5	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	6	5	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	5	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
28	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
26	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Fig. 4.3.2. - 10

HOEK VAN DE SNELHEIDSV ERSTORING IN VERGELIJKING MET DE REFERENTIESTROOM

TIJD : MAXIMUM VAN VLCEED

60	2	2	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	14	14	15	16	16	17	17	15	15	17	25	38	18	3	2	2	2	0	99		
64	0	2	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	13	14	14	14	15	16	17	17	18	18	18	20	35	55	9	0	99	99	99	99	99		
62	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11	12	12	13	14	14	14	15	16	17	17	18	17	16	25	44	107	59	99	99	99	99	99	99		
66	3	3	5	5	6	7	7	8	9	10	11	11	12	12	13	13	14	14	15	16	17	17	18	18	18	28	46	51	69	99	99	99	99	99	99		
70	3	4	5	6	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	13	14	14	15	16	17	17	18	18	19	24	29	51	18	55	99	99	99	99	99	99		
76	5	7	7	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	12	13	13	14	14	15	16	17	17	18	18	21	25	33	17	0	99	99	99	99	99	99		
78	3	4	4	5	6	7	8	9	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	15	16	17	17	18	20	23	21	20	5	0	99	99	99	99	99	99		
82	5	4	5	5	6	7	8	9	9	10	10	11	11	12	13	13	14	14	15	16	17	17	18	17	20	16	15	9	2	95	99	99	99	99	99		
86	4	5	5	5	6	7	8	9	9	10	10	11	11	12	13	13	14	14	15	16	17	17	18	17	14	11	9	4	0	99	99	99	99	99	99		
90	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	6	7	7	8	8	9	11	12	12	14	14	15	14	13	9	7	5	0	99	99	99	99	99	
94	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	0	99	99	99	99	99	99		
98	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
42	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
46	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
50	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
66	0	59	59	55	55	55	55	55	55	59	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	
70	57	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
74	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59

AMPLITUDE VAN DE SPELHEIDSVERSTORING IN PERCENTAGE

TIJD : MAXIMUM VAN VLOED

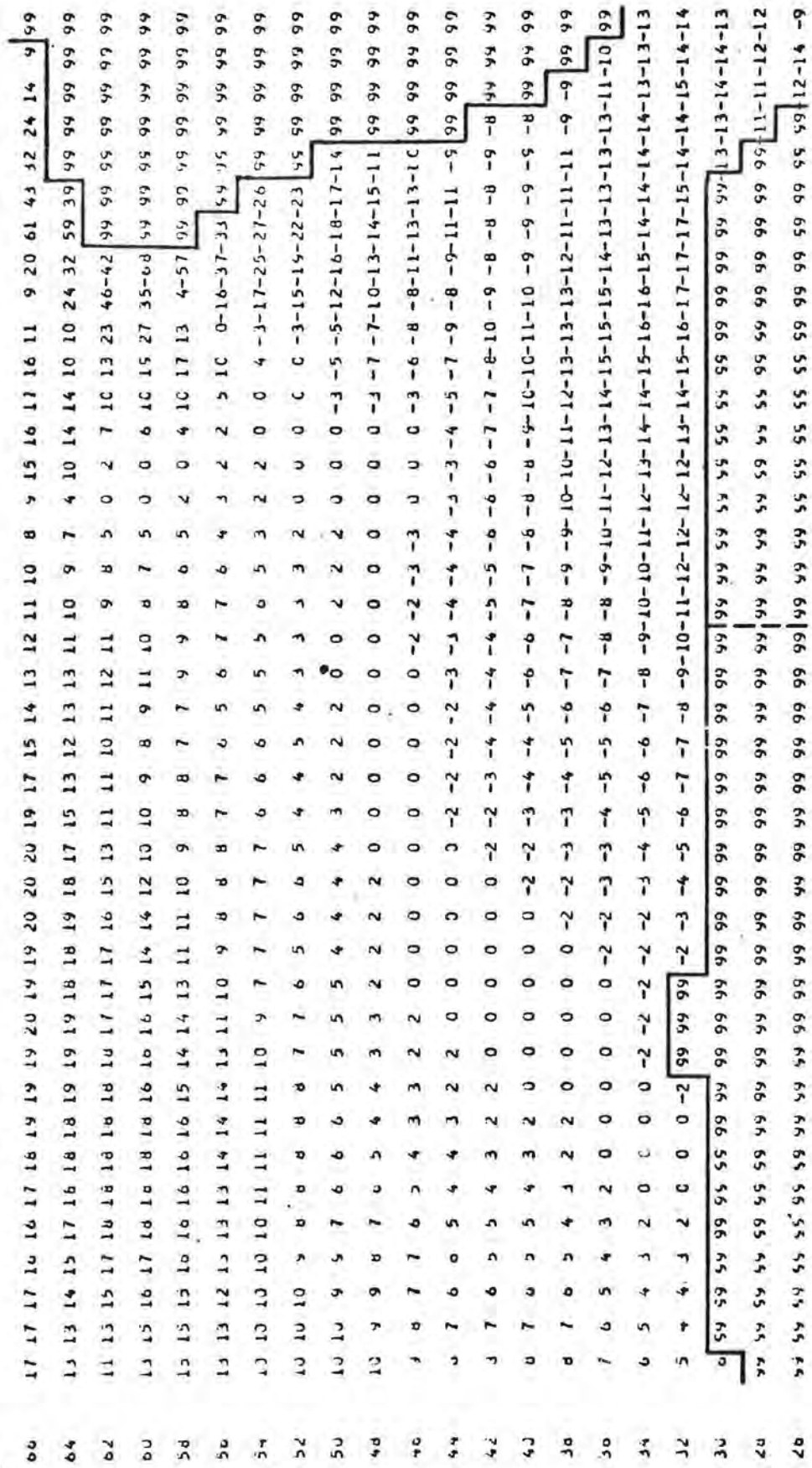
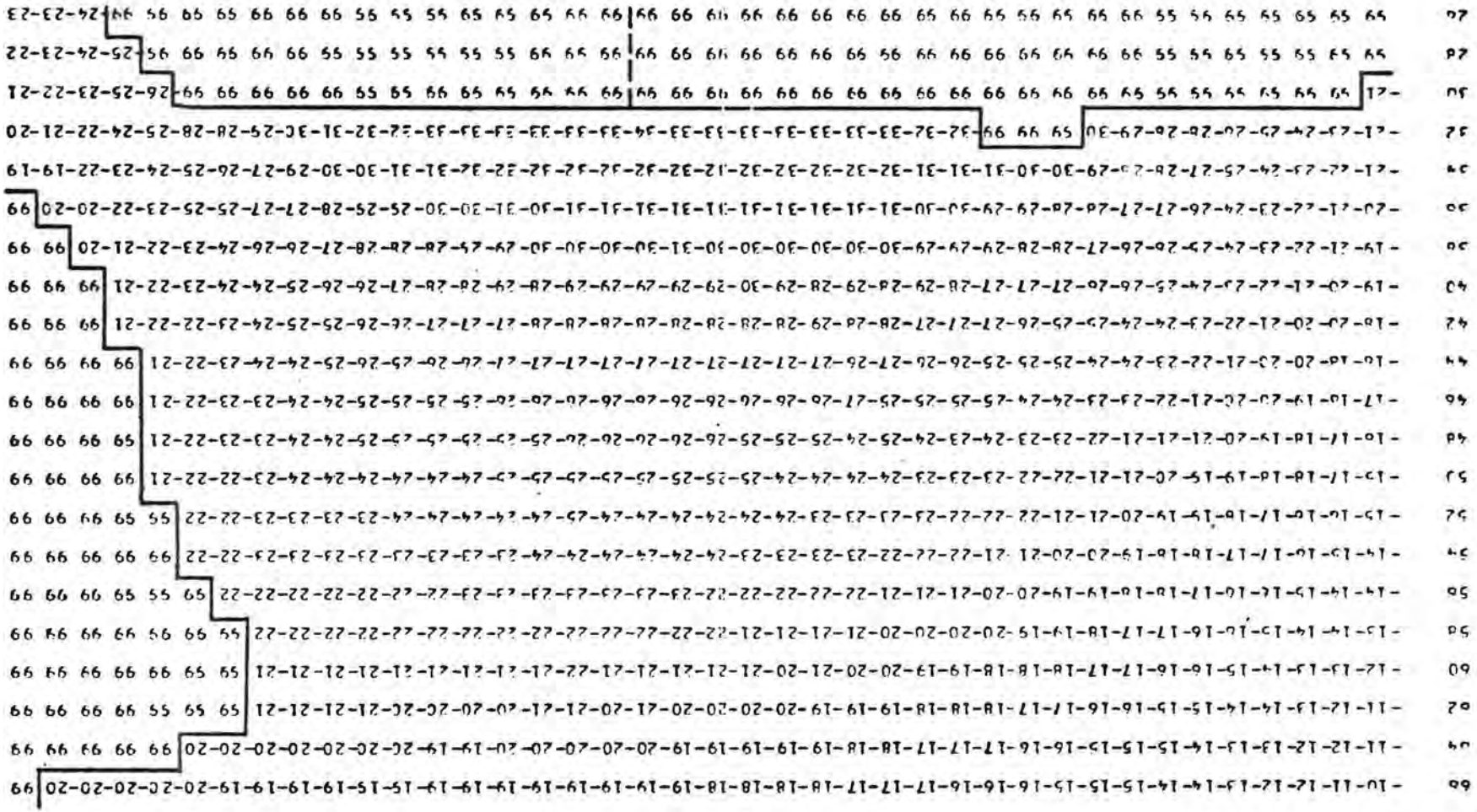


Fig. 4.3.2. - 12

Fig. 4.3.2. - 13



VERHOOGING BIJ HOOGWATER

HOEK VAN DE SNELHEIDSVERSTORING IN VERGELIJKING MET DE REFERENTIESTROOM

TIJD : HOOGWATER

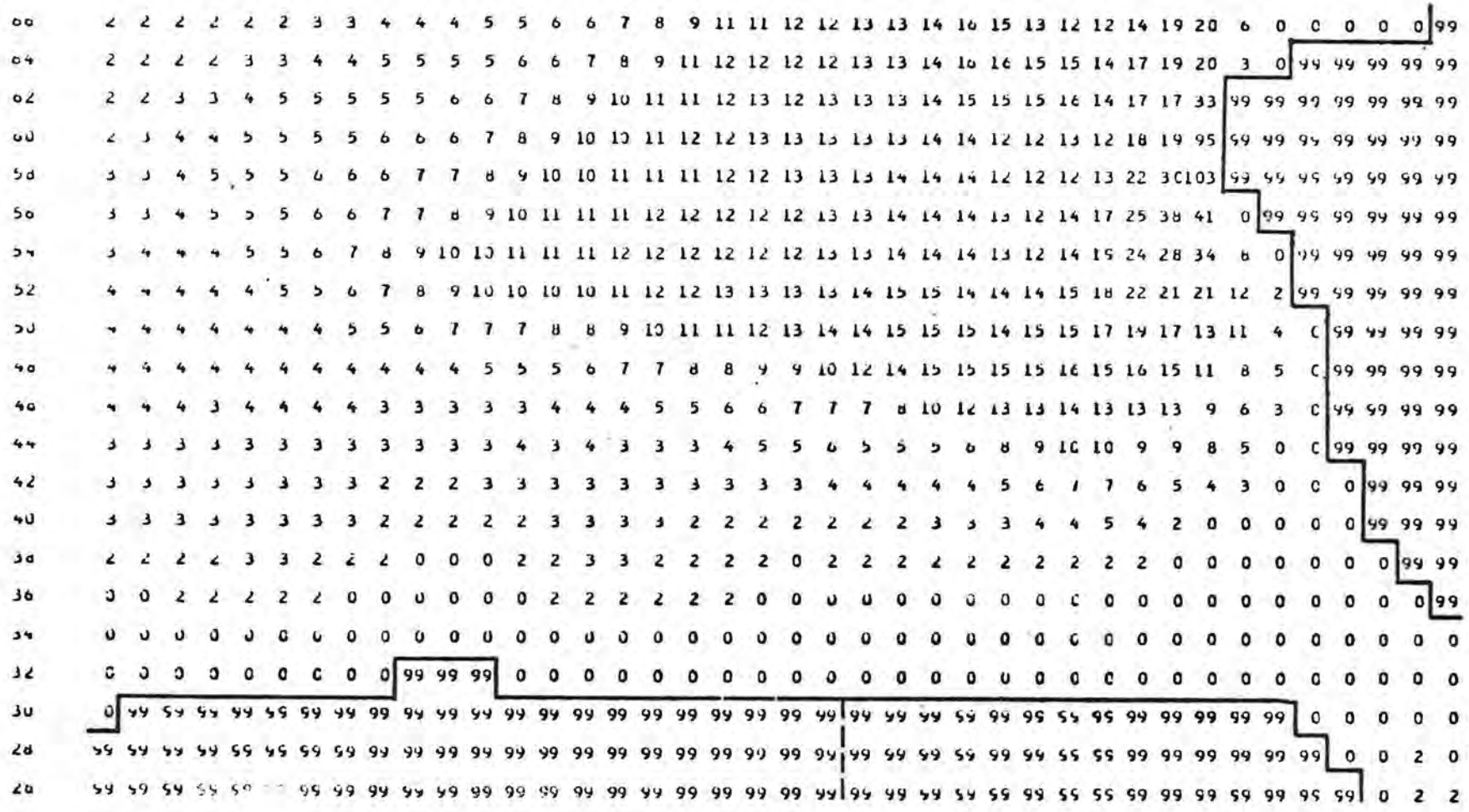
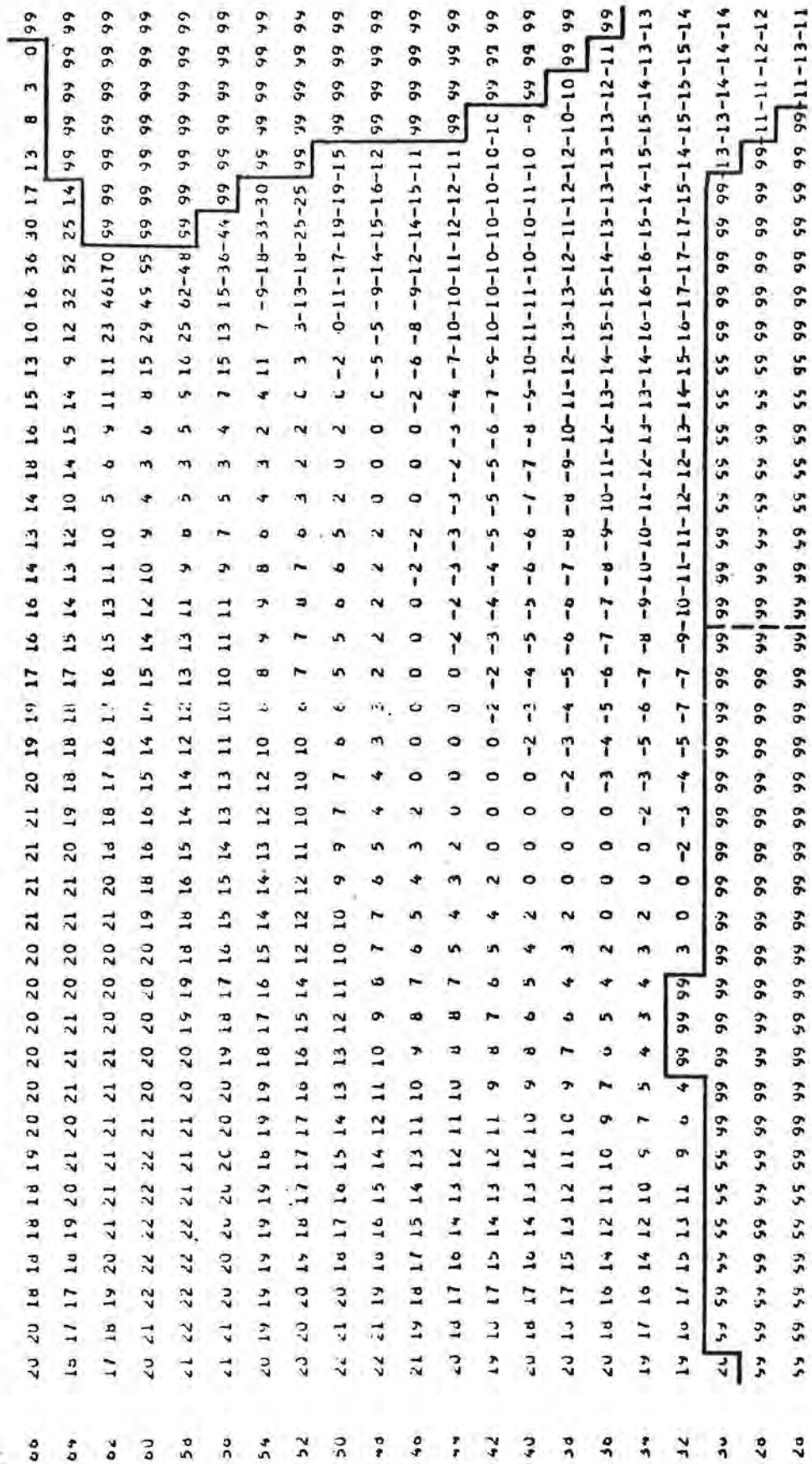


Fig. 4.3.2. - 15

AMPLITUDE VAN DE SNELHEIDSVORSTORING IN PERCENTAGE

TIJD : HOOGWATER



ii) horizontale getijden :

voor de snelheden, zijn de wijzigingen belangrijk (20 tot 30 cm/s) voor de gebieden in de buurt van de open grenzen en in de mond van de Schelde; in de buurt van Zeebrugge, overschrijden de verstoringen nauwelijks 3 cm/sek in verband met de aanwezigheid van de kust;

iii) debiet van de Schelde ter hoogte van Vlissingen :

wij stellen (figuur 4.3.2-17) een aanzienlijke vermindering vast van de hoeveelheid water welke de Westerschelde in en uit stroomt.

Om het belang van de kracht van Coriolis beter op de voorgrond te plaatsen, geven wij nog de hydrodynamische verstoringen te Zeebrugge en te Vlissingen.

	$\Delta \zeta$ (cm)	$\Delta \bar{u}$ (cm/s)	$\Delta \phi$ (graden)	$100 \times \frac{\Delta \bar{u}}{\bar{u}_0}$ in %
<u>Fb : Maximum van eb</u>				
Zeebrugge	13	0	0	0
Vlissingen	5	-10	0	-11
<u>Laagwater</u>				
Zeebrugge	21	2	0	4
Vlissingen	8	-9	0	-9

Vloed : Maximum van vloed

Zeebrugge	-25	-2	0	-2
Vlissingen	-4	-15	0	-13
<u>Hoogwater</u>				
Zeebrugge	-30	3	0	3
Vlissingen	-19	-18	0	-13

Tijd	Debiet (m ³ /s)	Tijd	Debiet (m ³ /s)
- 1h	- 67.037	6h30	+ 75.212
- 30'	- 59.453	7h	+ 41.644
0'	- 56.217	7h30	+ 12.534
0h30	- 45.358	8h	- 11.773
1h	- 26.011	8h30	- 33.541
1h30	- 429	9h	- 49.140
2h	+ 21.635	9h30	- 66.249
2h30	+ 33.395	10h	- 71.725
3h	+ 36.586	10h30	- <u>73.411</u>
3h30	+ 39.728	11h	- 70.627
4h	+ 41.909	11h30	- 67.889
4h30	+ 45.694	12h	- 63.233
5h	+ 55.976	12h30	- 56.912
5h30	+ 79.605	13h	- 46.589
6h	+ 94.510	13h30	- 28.881

Fig. 4.3.2. - 17a

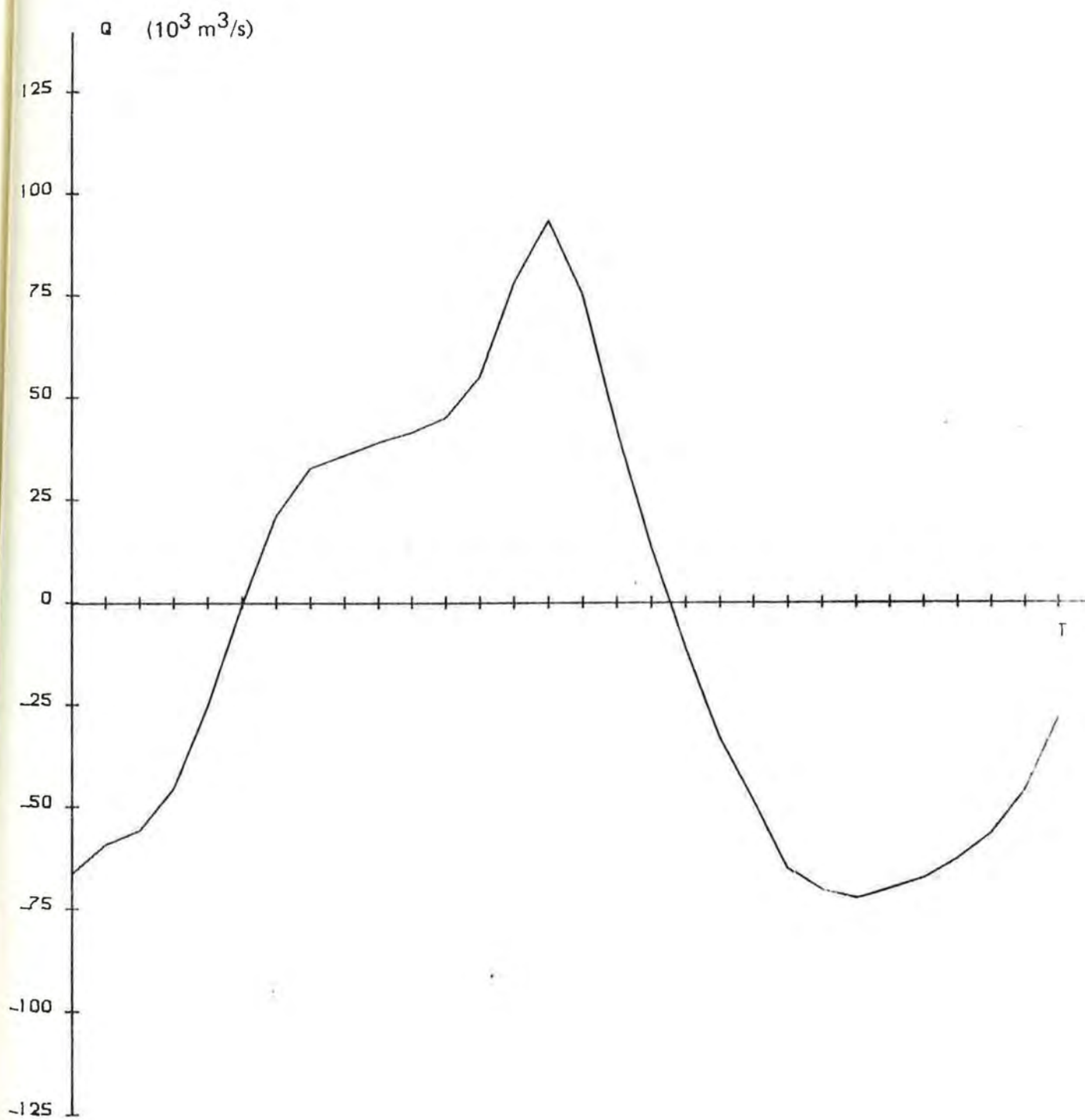


Fig. 4.3.2 - I7 b

3.3. Dynamica van de getijden bij afwezigheid van de kracht van Coriolis voor het voorontwerp E.

De figuren (4.3.-1 tot en met 4.3.3-16) geven de hydrodynamische wijzigingen $\Delta\zeta, \Delta\bar{u}, \Delta\phi$ en $100 \times \frac{\Delta\bar{u}}{\bar{u}_0}$ voor het getij van 6 september 1975 berekend zonder en met Coriolis term binnen de modelgrenzen voor het voorontwerp E. Het volgende tabel geeft de verstoringen te Zeebrugge en Vlissingen.

	$\Delta\zeta$ (cm)	$\Delta\bar{u}$ (cm/s)	$\Delta\phi$ (graden)	$100 \times \frac{\Delta\bar{u}}{\bar{u}_0}$ in %
Eb : <u>Maximum van eb</u>				
Zeebrugge	13	9	14	14
Vlissingen	3	- 9	0	- 9
<u>Laagwater</u>				
Zeebrugge	18	10	9	19
Vlissingen	7	- 7	0	- 8
<hr/>				
Vloed : <u>Maximum van vloed</u>				
Zeebrugge	- 24	0	0	0
Vlissingen	- 4	-15	0	-13
<u>Hoogwater</u>				
Zeebrugge	- 29	5	0	6
Vlissingen	- 19	-19	0	-14

VERSCHIL VAN DE MODULEN VAN DE SNEELHEIEN IN CM/S
 TIJD : MAXIMUM VAN EB

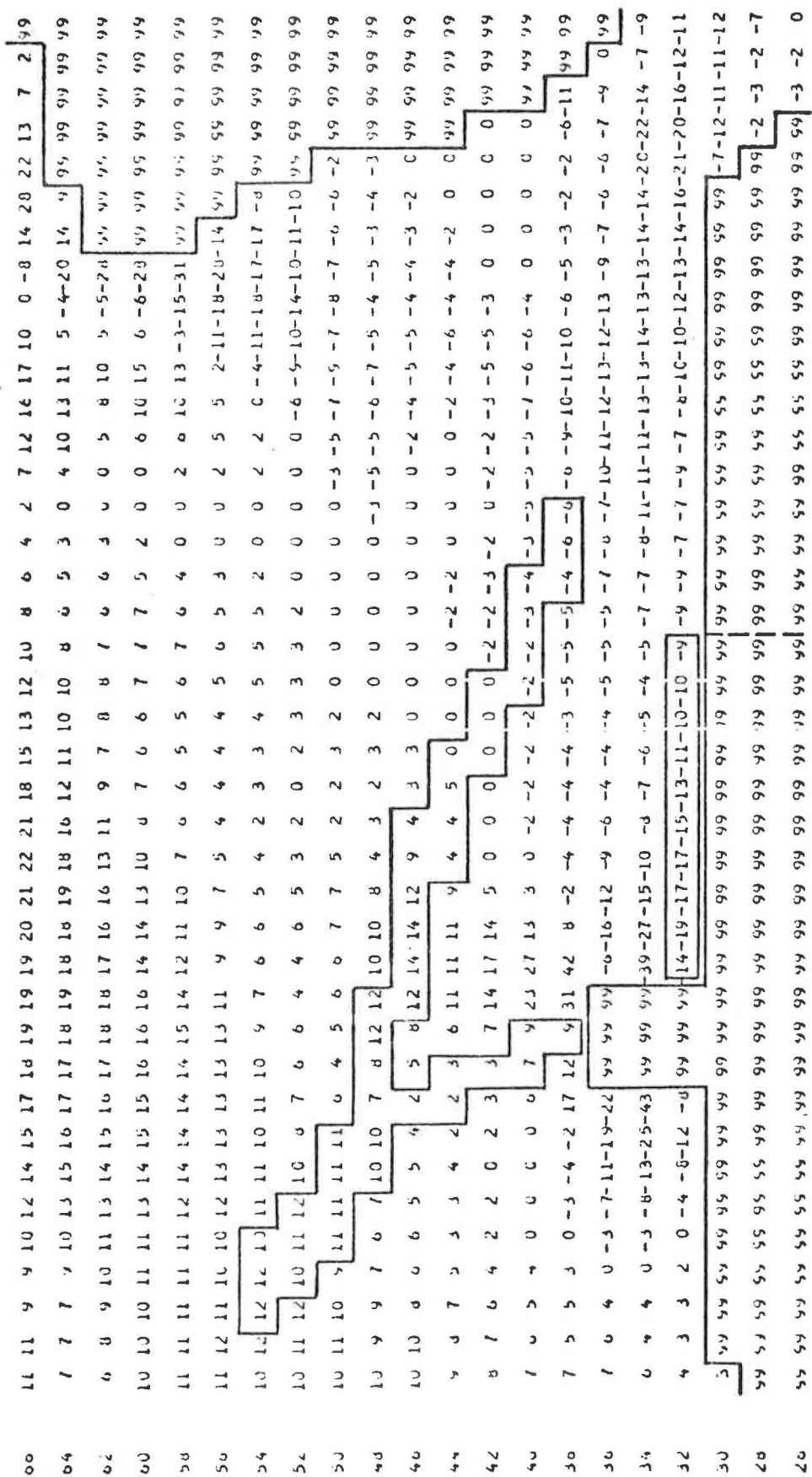


Fig. 4.3.3 - 2

HOEK VAN DE SNELHEIDSVERSTORING IN VERGELIJKING MET DE REFERENTIESTROOM

TID : MAXIMUM VAN EB

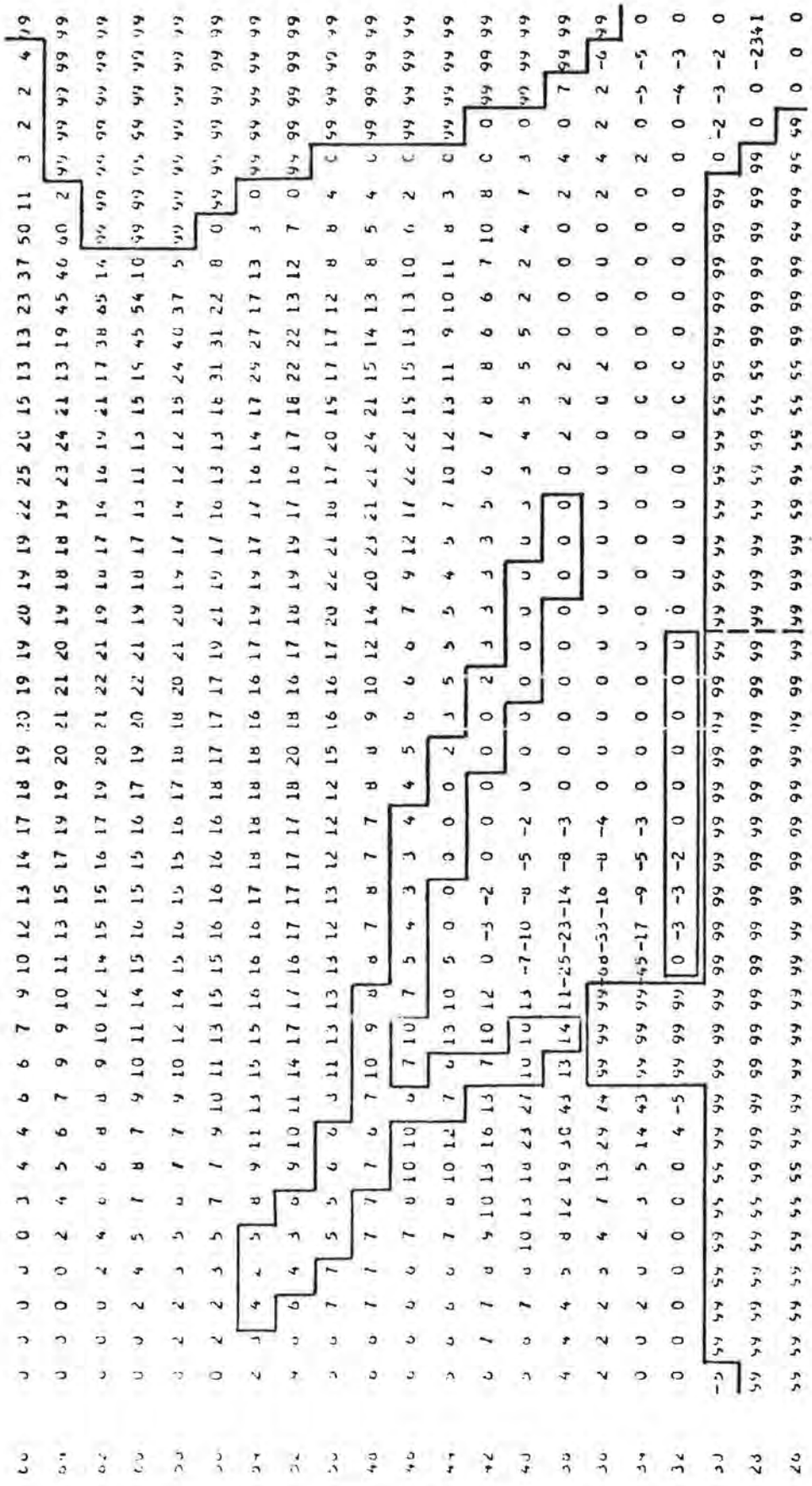


Fig. 4.3.3. - 3

AMPLITUDE VAN DE SMILHEIDSVERSTORING IN PERCENTAGE

TIJD : MAXIMUM VAN EB

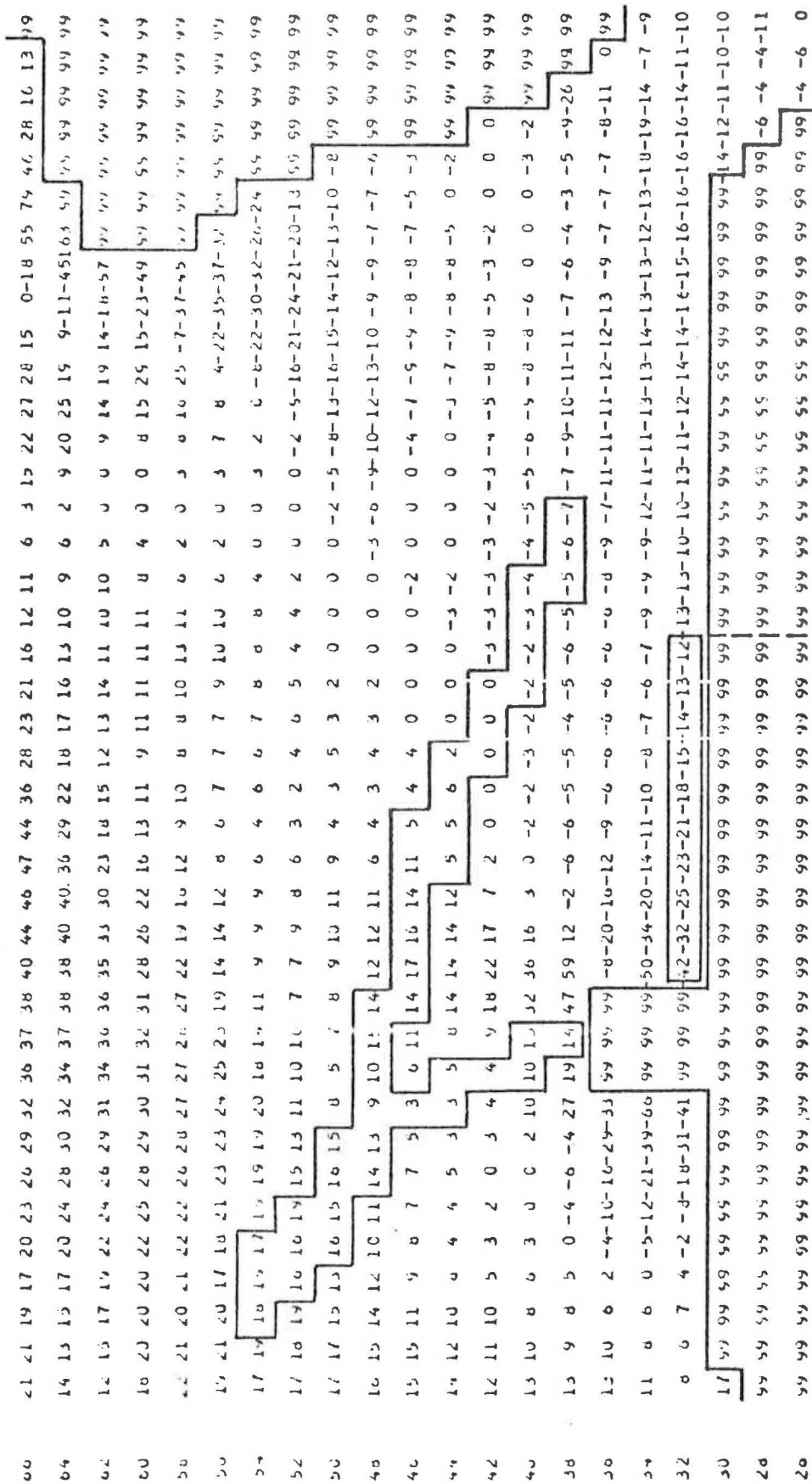


Fig. 4.3.3. - 4

VERHOOGING BIJ LAAGWATER

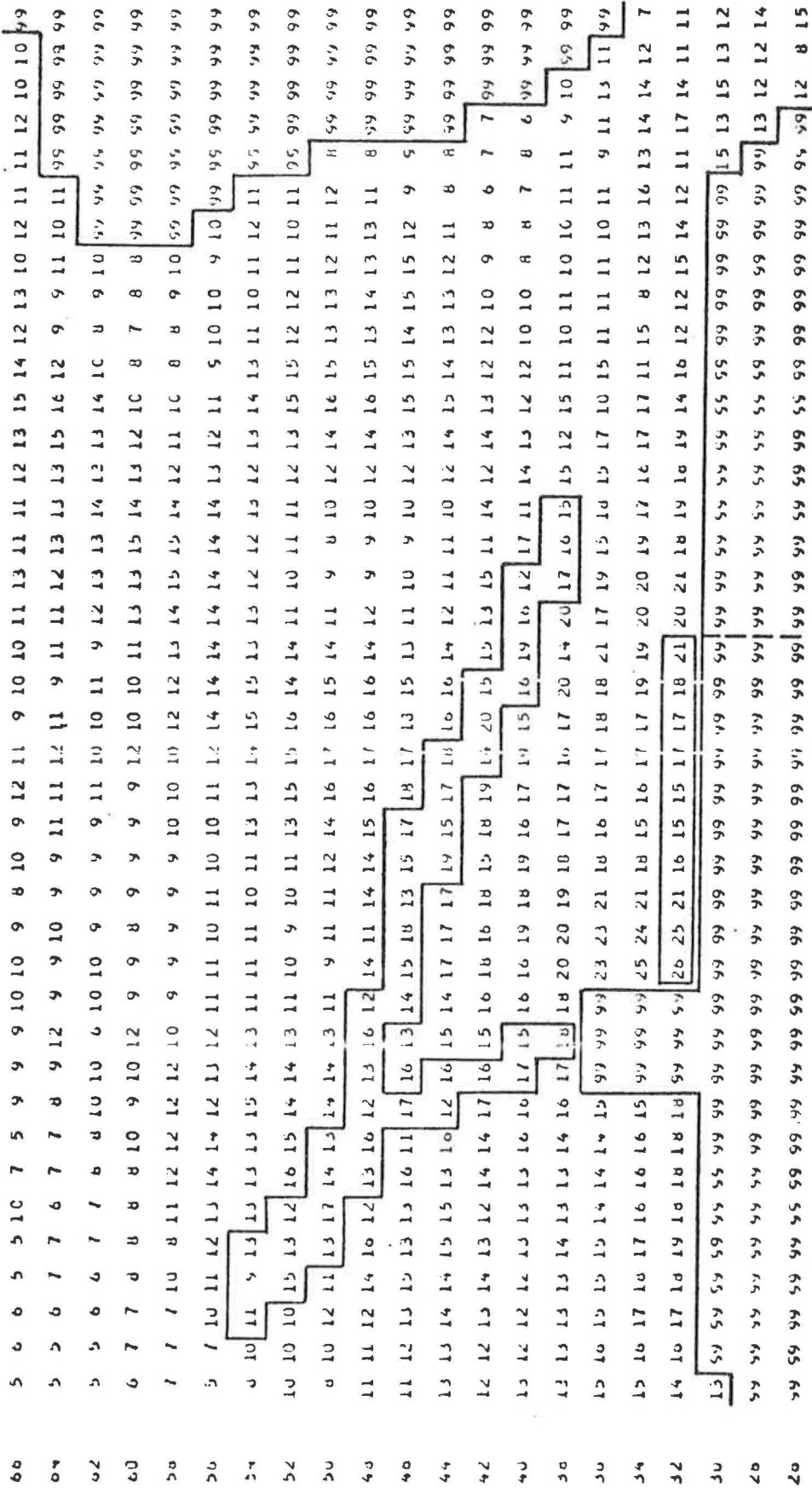


Fig. 4.3.3. - 5

VERSCHIL VAN DE MODULEN VAN DE SNELEDEN IN CM/S

TIJD : LAAGWATER

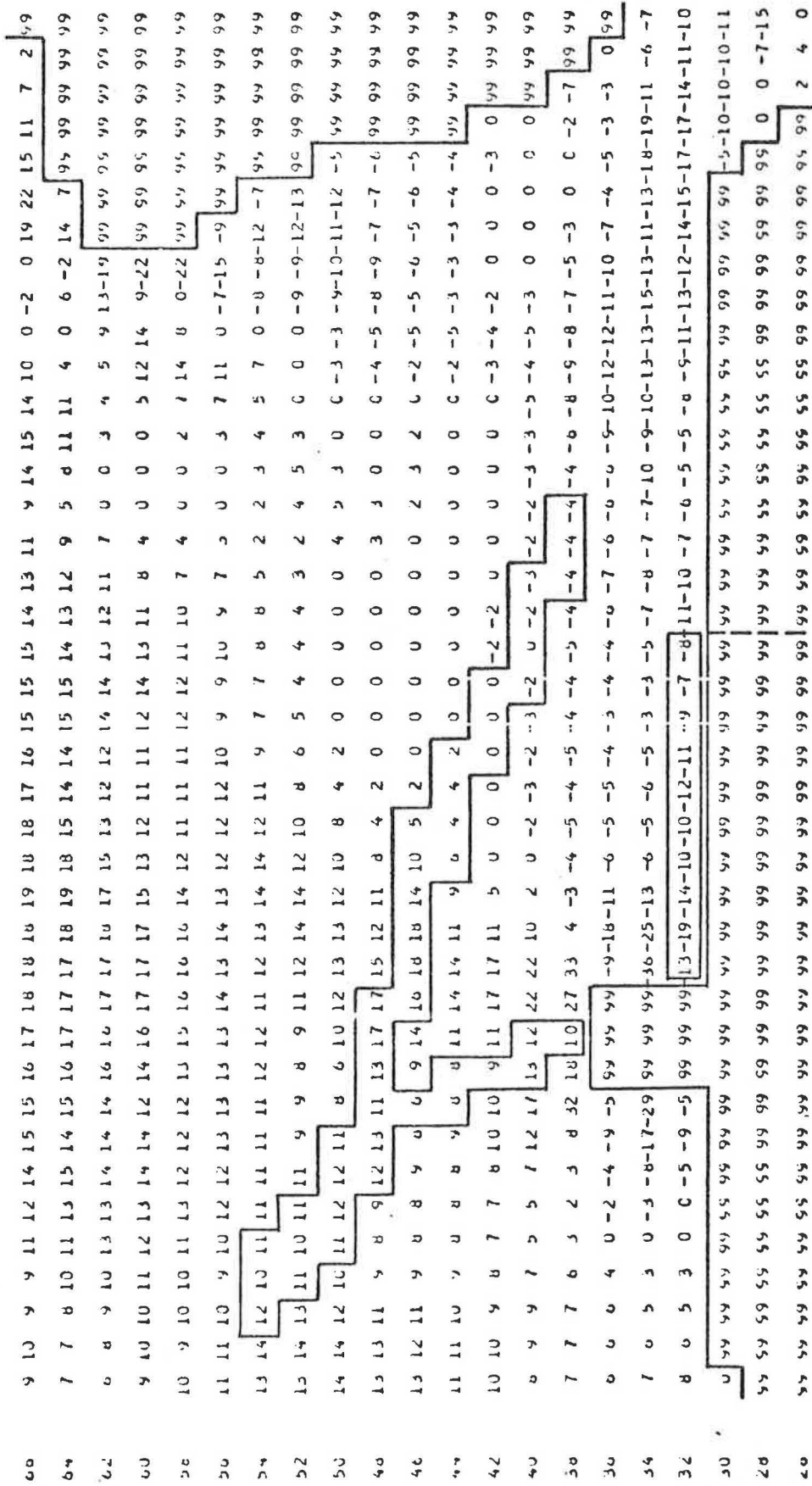


Fig. 4.3.3. - 6

HOFK VAN DE SNELHEIDSVERSTORING IN VERGELIJKING MET DE REFERENTIESTROOM

TIJD : LAAGWATER

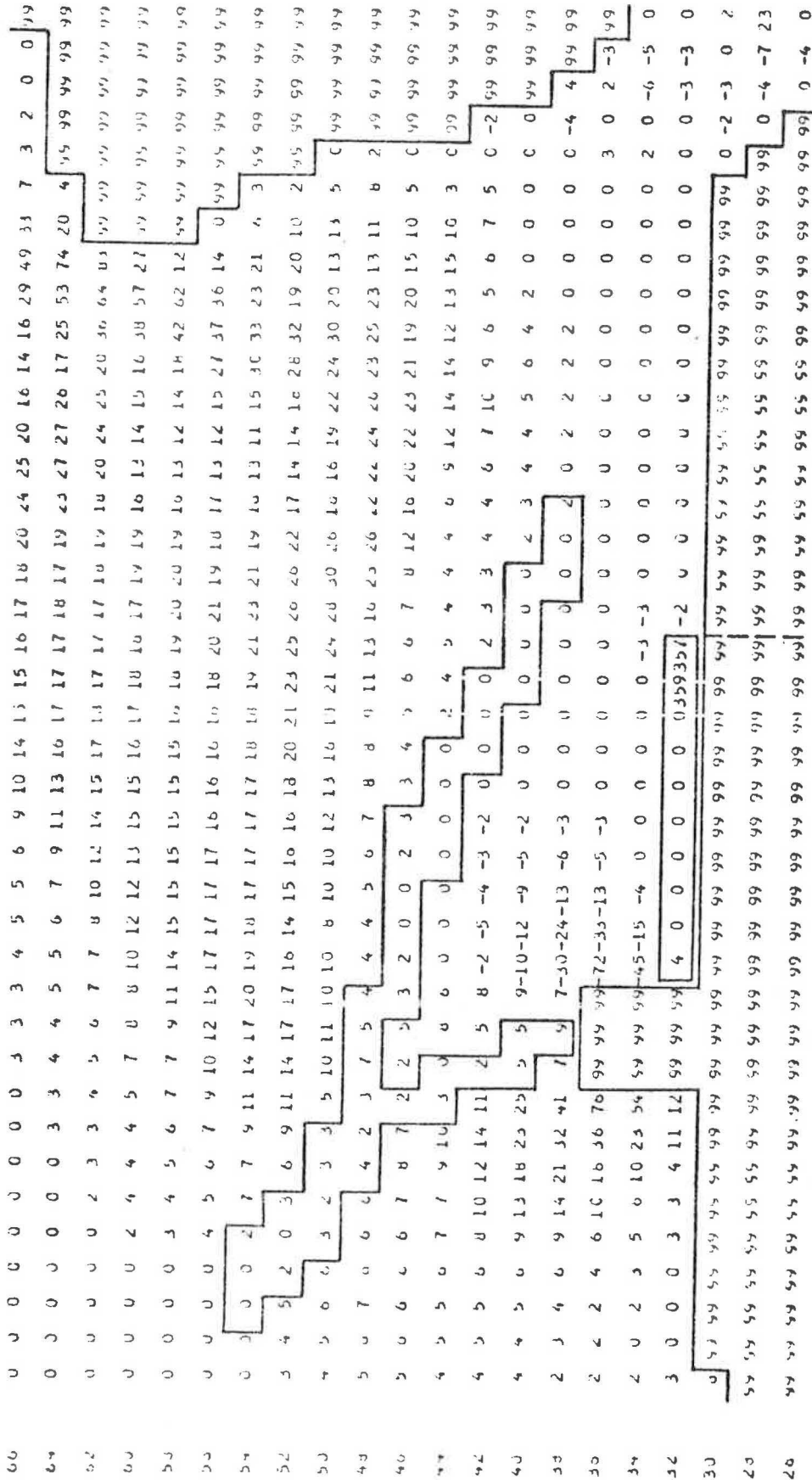


FIG. 4.3.3. - 7

AMPLITUDE VAN DE SNEELHEDSVERSTORING IN PERCENTAGE

TIJD : LAAGWATER

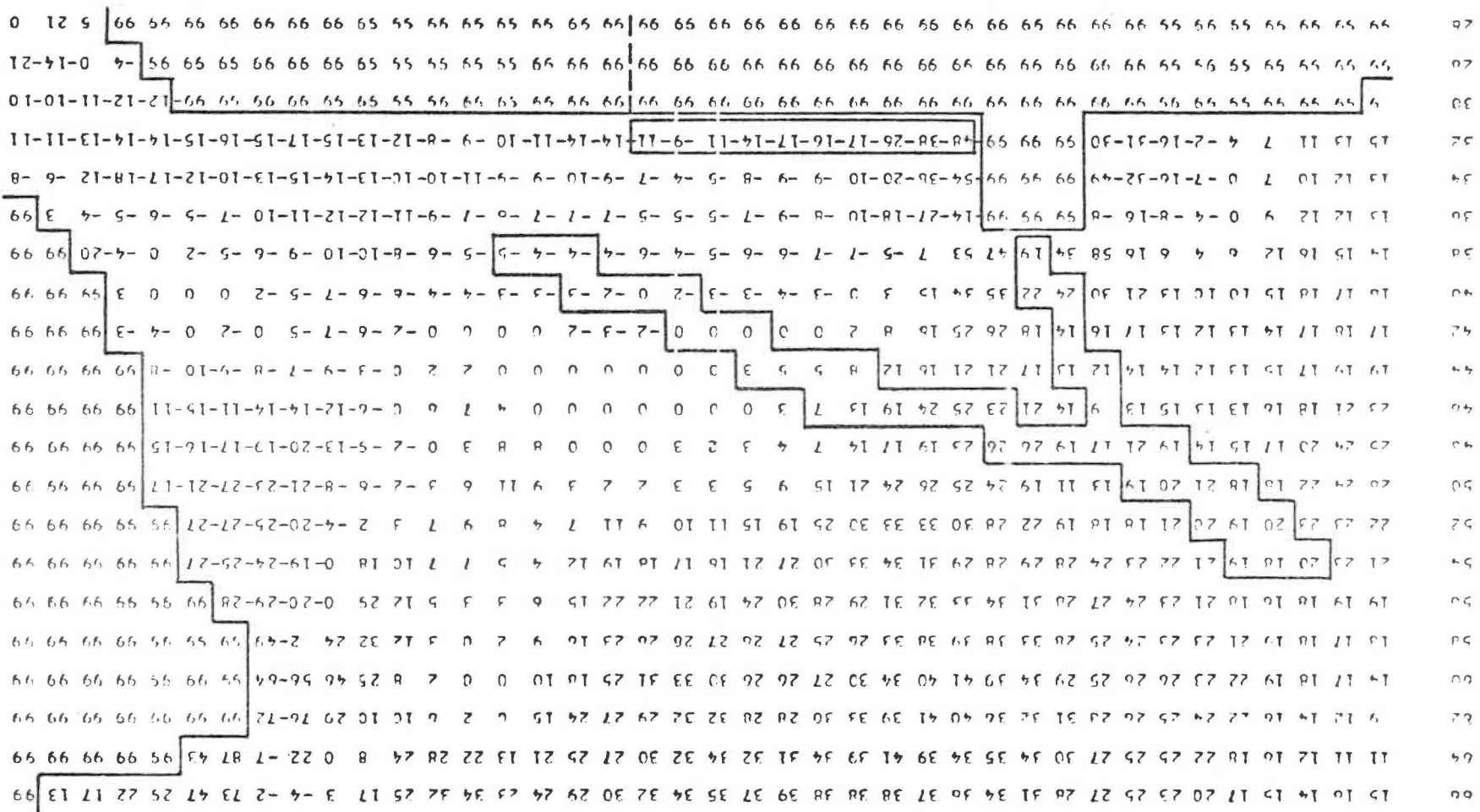


FIG. 4.3.3. - 8

HOEK VAN DE SNELHEIDSVERSTORING IN VERGELIJKING MET DE REFERENTIESTROOM

TIJD : MAXIMUM VAN VLOED

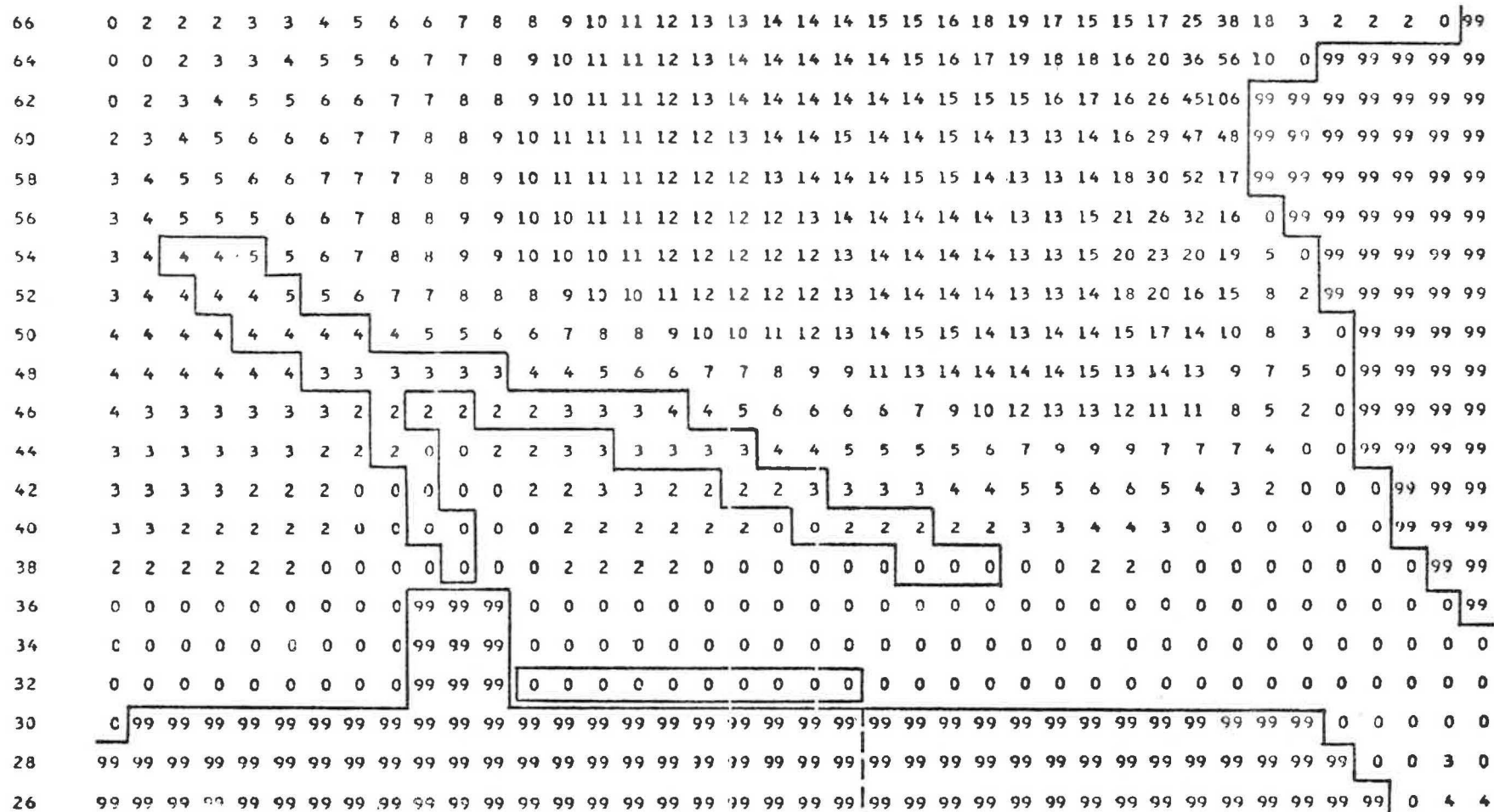


Fig. 4.3.3. - 11

VERHOOGING BIJ HOOGWATER

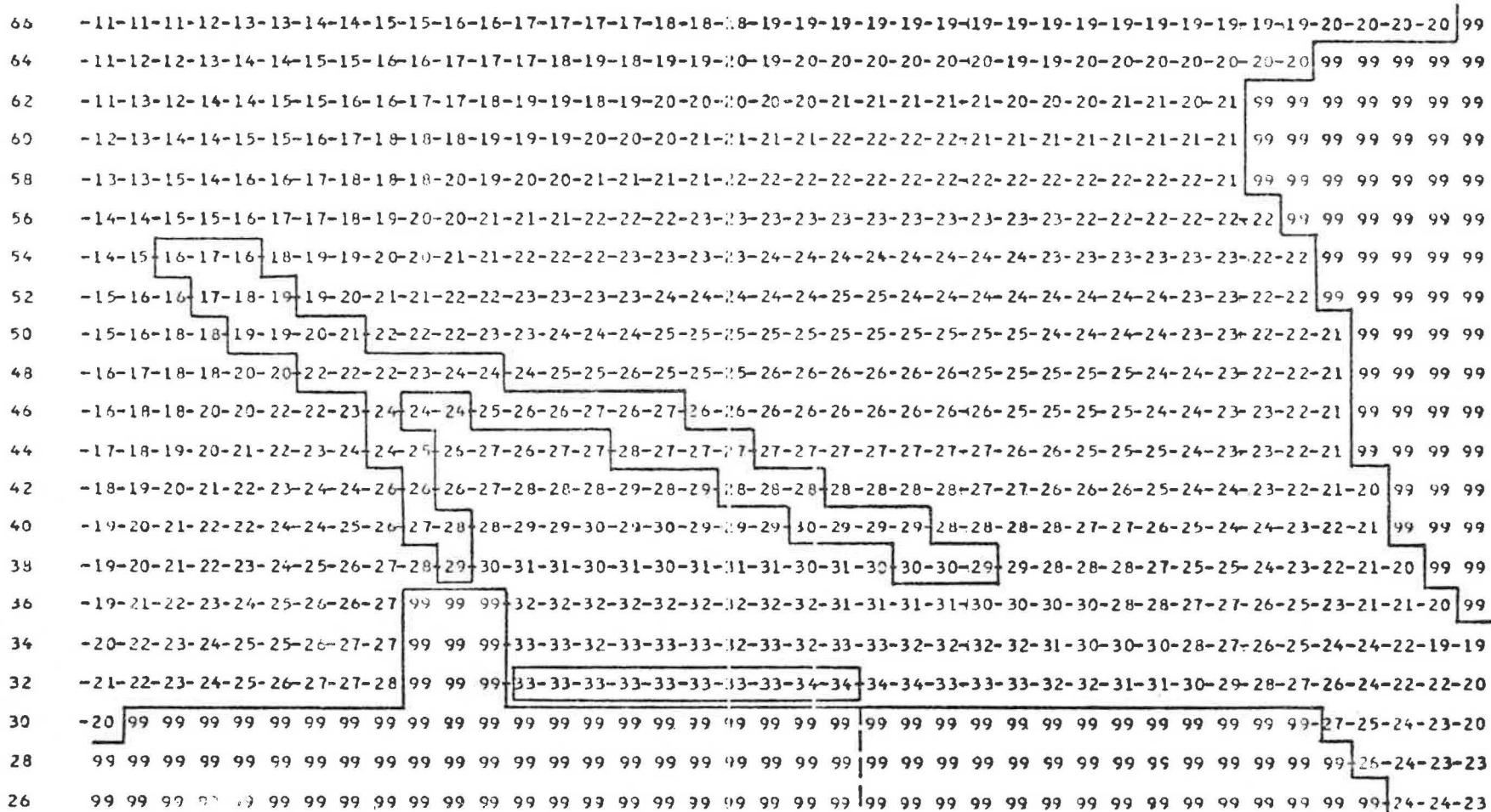


Fig. 4.3.3.- 13

VERSCHIL VAN DE MODULEN VAN DE SNPIPEDEN IN CM/S

TIJD : HOOGWATER

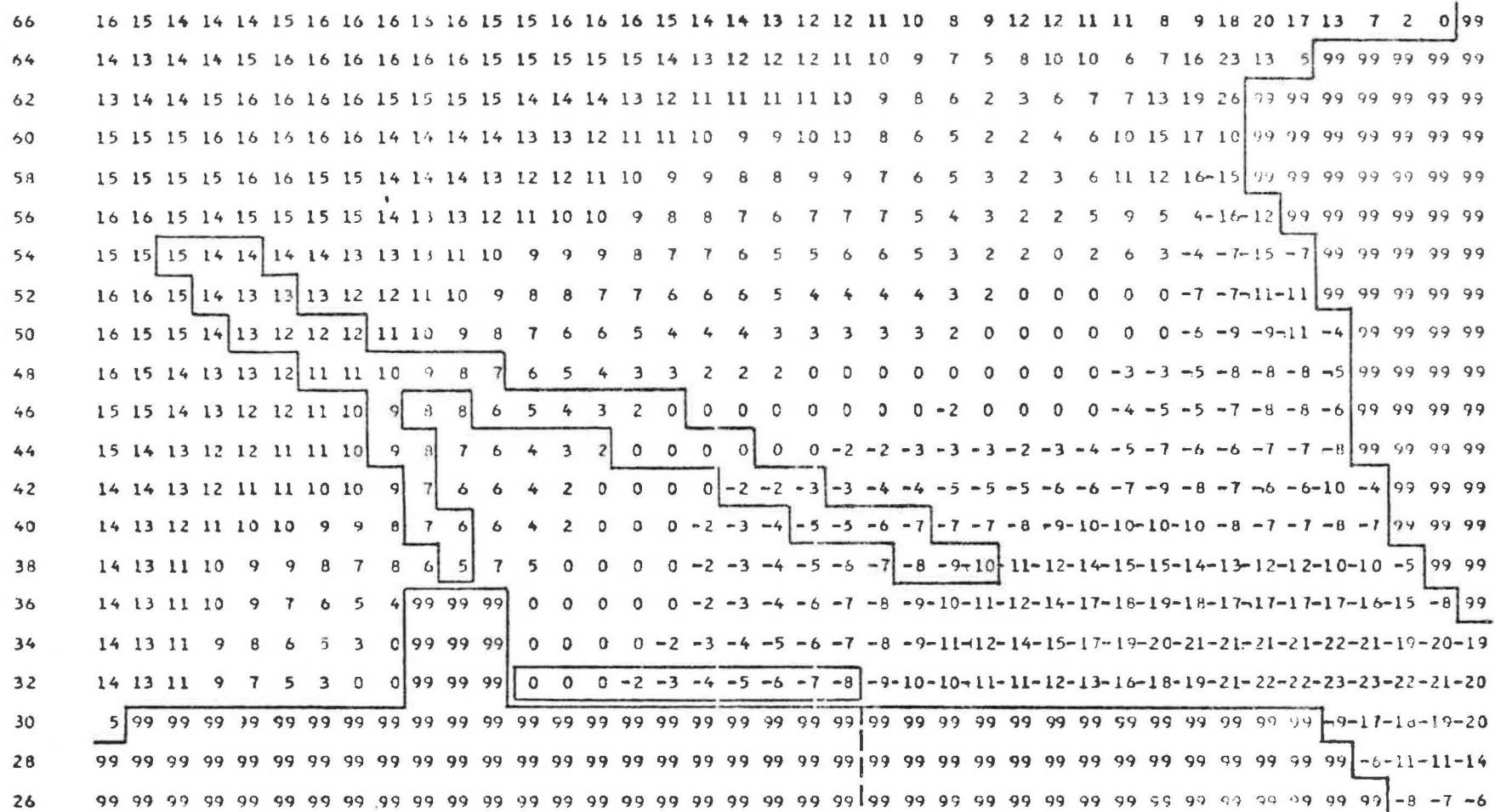


Fig. 13.3. - 14

HOEK VAN DE SNELHEIDSVERSTORING IN VERGELIJKING MET DE REFERENTIESTROOM

TIJD : HOOGWATER

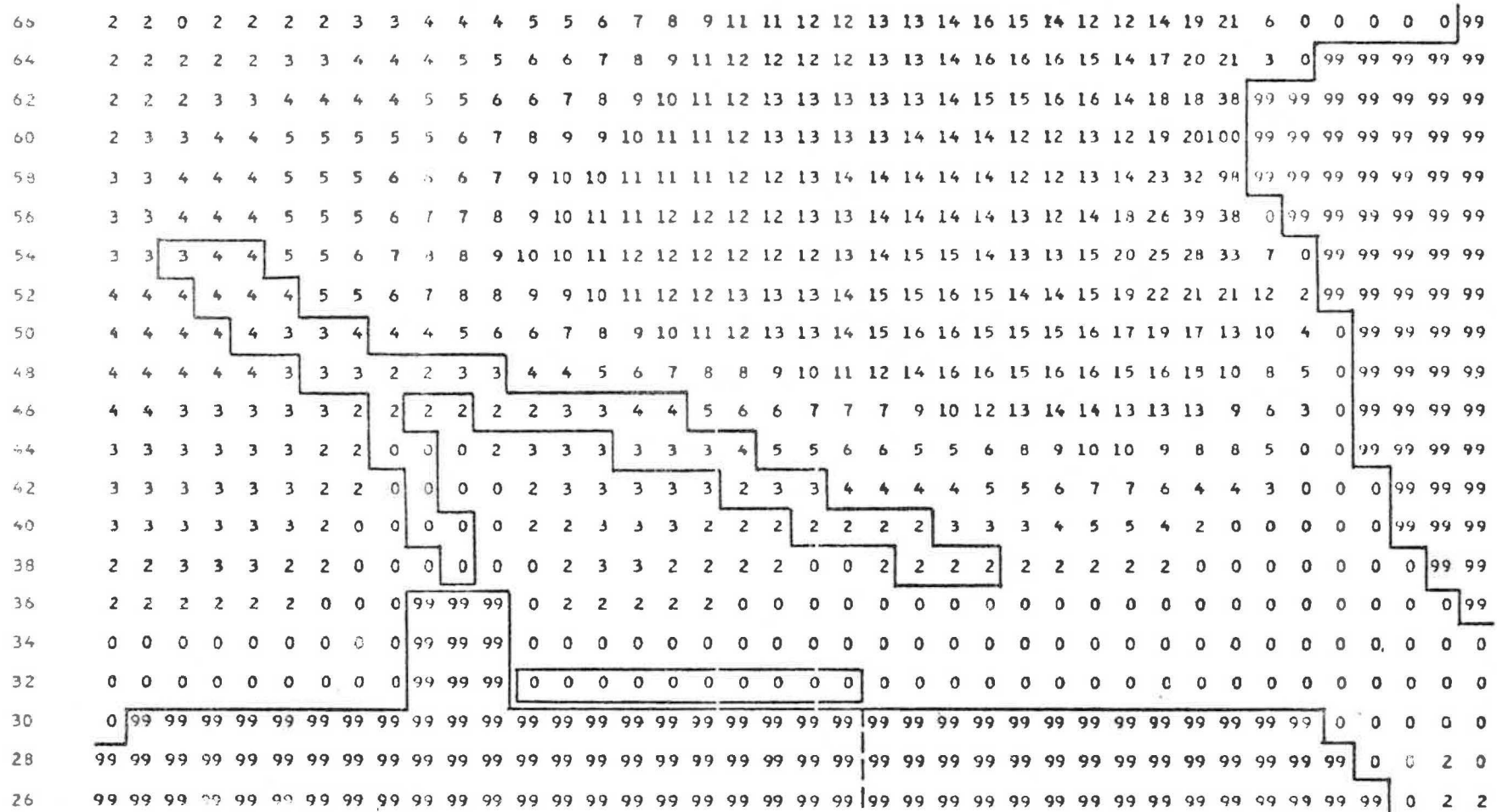


Fig. 4.3.3. - 15

AMPLITUDE VAN DE SNELHEIDSVERSTORING IN PERCENTAGE

TIJD : HOOGWATER

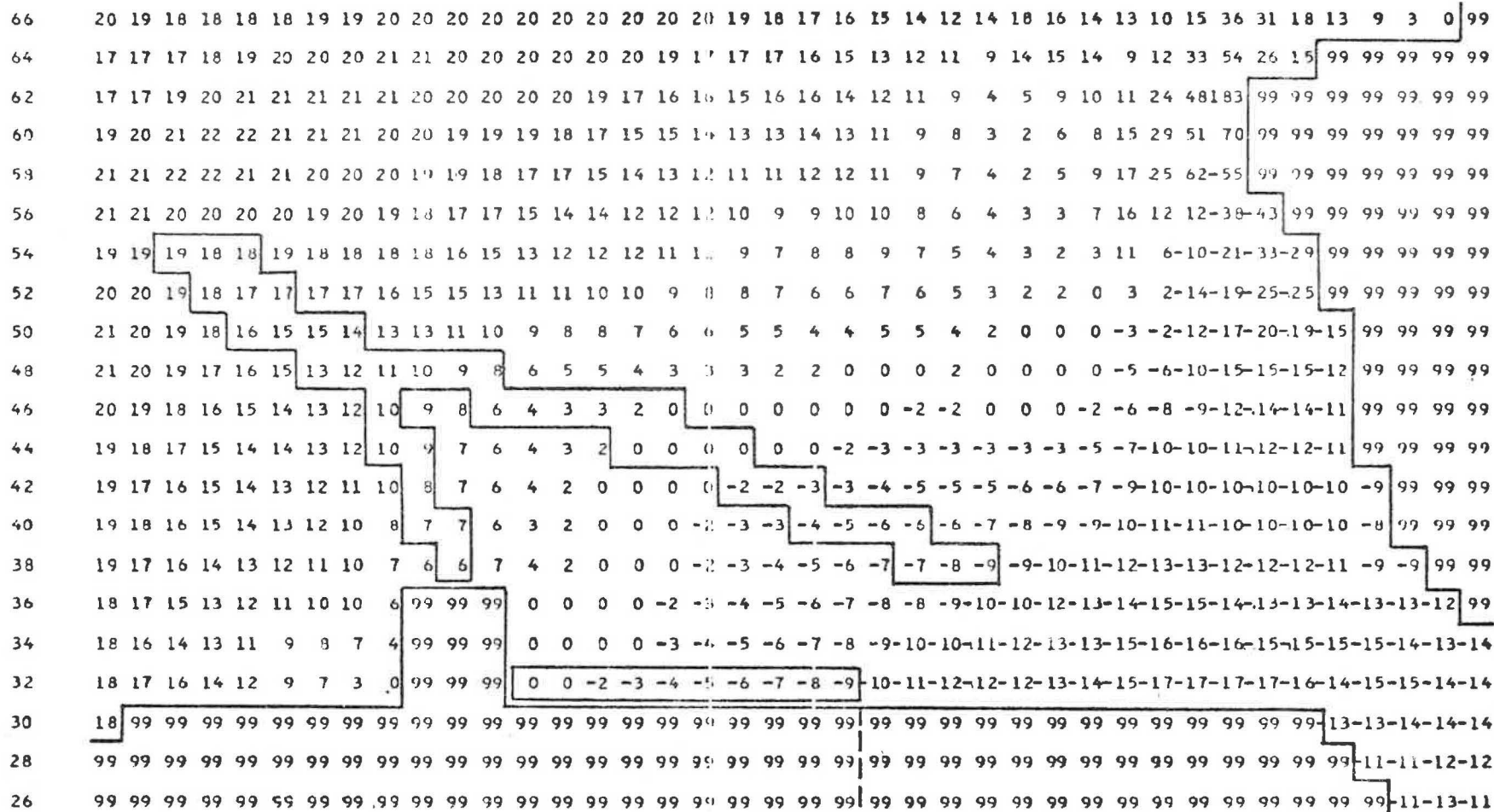


Fig. 4.3.3.- 16

3.4. Invloed van de kracht van Coriolis op de hydrodynamische wijzigingen die uit de bouw van de voorhaven te Zeebrugge voortvloeien

Voor het bepalen van deze invloed worden de verschillen berekend tussen de berekeningsresultaten voor de hindige situatie en de situatie volgens voorontwerp E zonder Coriolis (fig. 4.3.4.-16) teneinde deze te kunnen vergelijken met de verschillen voorkomend in par. 2.5 (verschil oorspr. toestand en situatie E, beiden berekend met Corioliskracht).

De volgende tabel geeft deze verschillen weer respectievelijk met () en zonder Coriolis

	$\Delta\zeta$ (cm)	$\Delta\bar{u}$ (cm/s)	$\Delta\phi$ (graden)	$100 \times \frac{\Delta\bar{u}}{\bar{u}_0}$ in %
<u>Fb : Maximum van eb</u>				
v. Zeebrugge	4(4)	-43(-47)	74(77)	-66(-69)
grens	0(0)	- 2(- 4)	- 2(-2)	- 4(- 4)
<u>Laagwater</u>				
v. Zeebrugge	2(3)	-40(-36)	75(77)	- 56(-60)
grens	0(0)	- 4(- 4)	- 2(-2)	- 6(- 5)
<hr/>				
<u>Vloed : Maximum van vloed</u>				
v. Zeebrugge	-10(-9)	-71(-72)	69(71)	- 62(-62)
grens	0(0)	- 4(- 4)	0(0)	- 4(- 4)
<u>Hoogwater</u>				
v. Zeebrugge	- 4(-2)	-53(-49)	69(71)	- 58(-57)
grens	0(0)	- 3(- 3)	0(0)	- 4(- 3)

() resultaten van § 2.5 met Coriolis.

Door het analyseren van de tabellen van §3.4 en 2.5 kan gezegd worden dat de kracht van Coriolis slechts een zwakke invloed op de hydrodynamische wijzigingen heeft die uit de bouw van de voorhaven te Zeebrugge voortvloeien. De algemene tendens is een vermindering van de grootheden $\Delta\zeta$, $\Delta\bar{u}$ wanneer de kracht van Coriolis geannuleerd wordt.

AMPLITUDE VAN DE SNEIHEIDSVERSTORING IN PERCENTAGE

TIJD : LAAGWATER

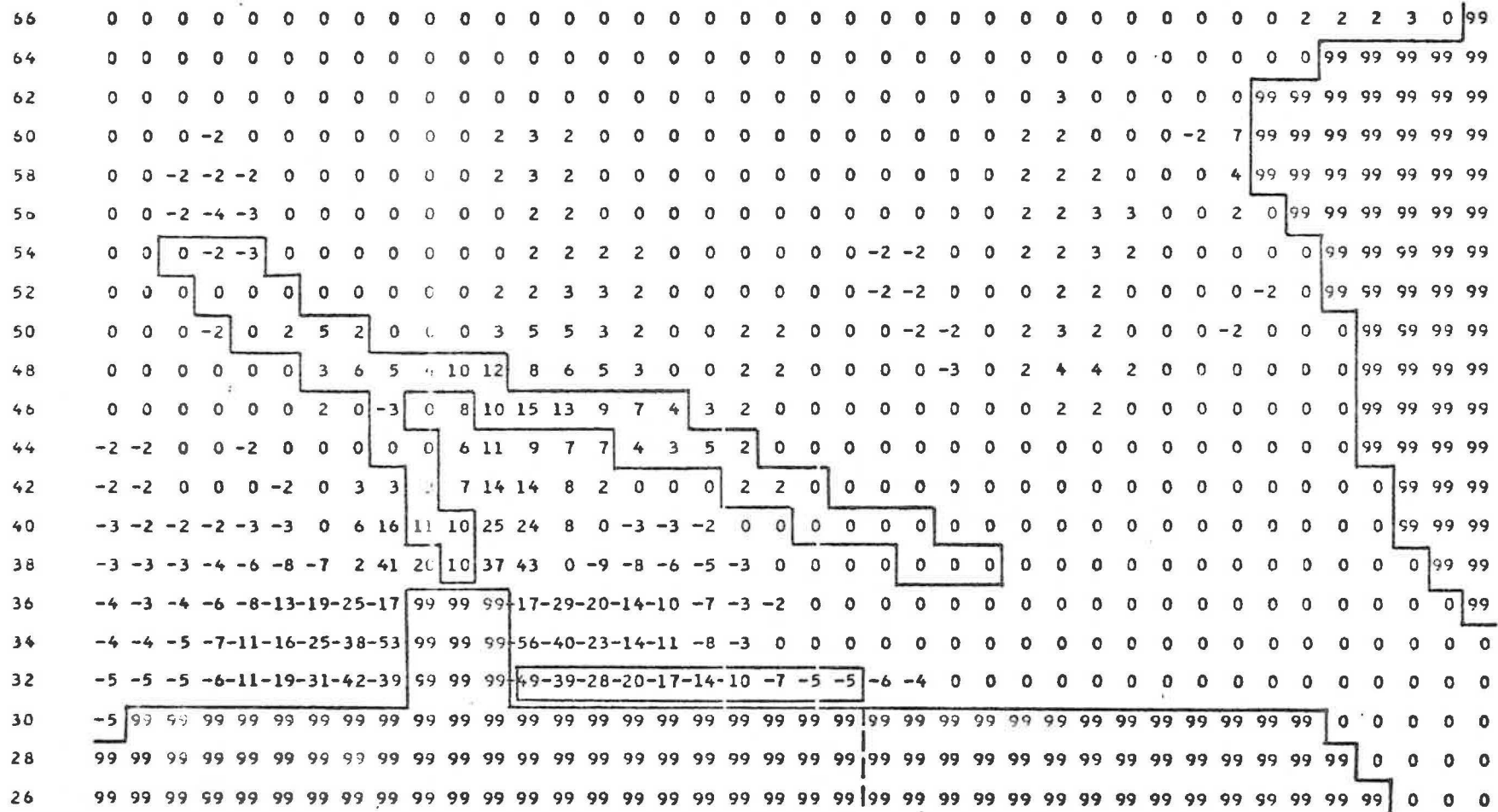


Fig. 4.3.4. - 8

VERSCHIL VAN DE MODIEN VAN DE SNELHEIEN IN CM/S

TIJD : MAXIMUM VAN VLOED

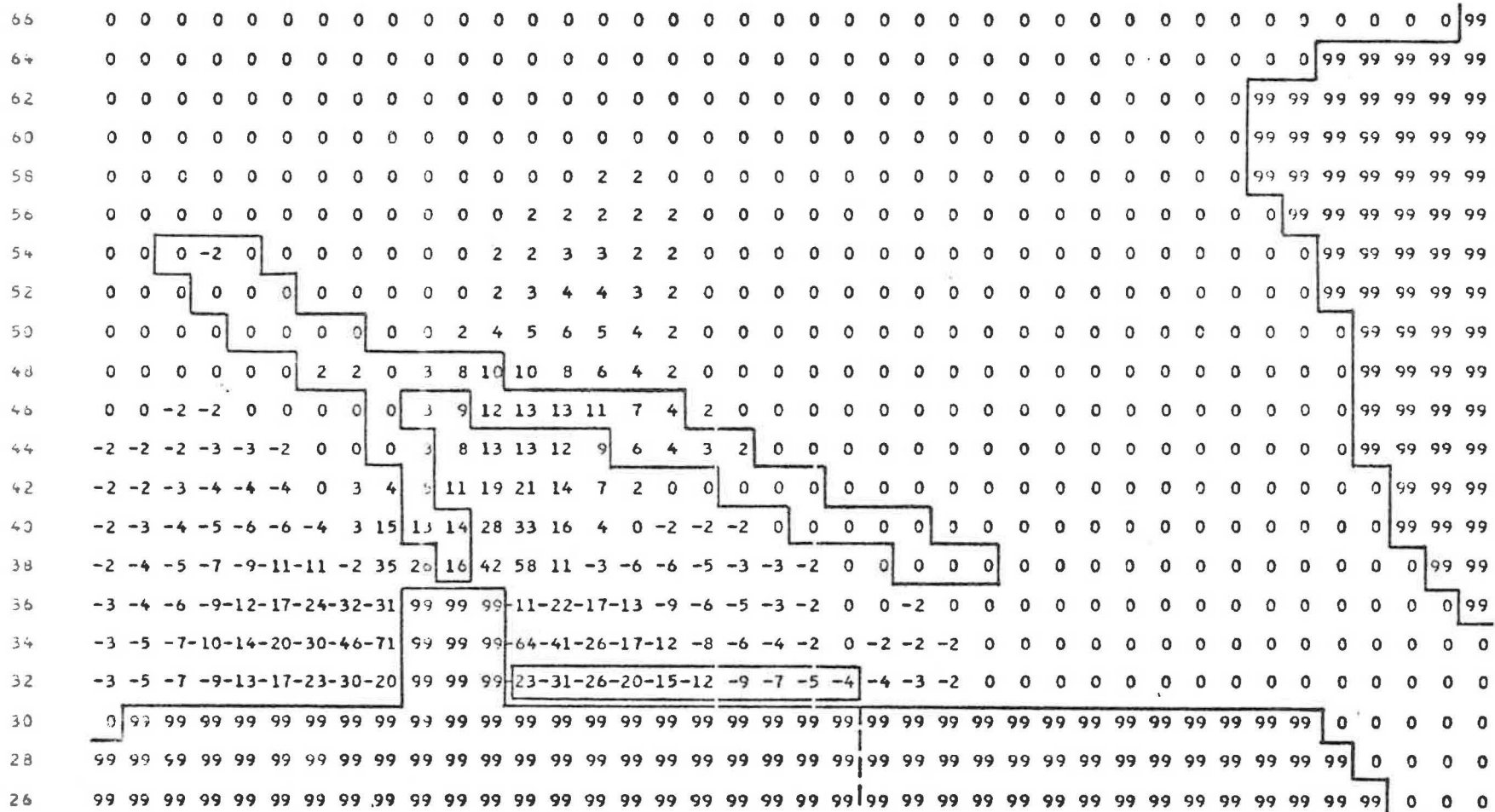


Fig. 4.3.4. - 10

AMPLITUDE VAN DE SNELHEIDSVERSTORING IN PERCENTAGE
 TIJD : MAXIMUM VAN VICEED

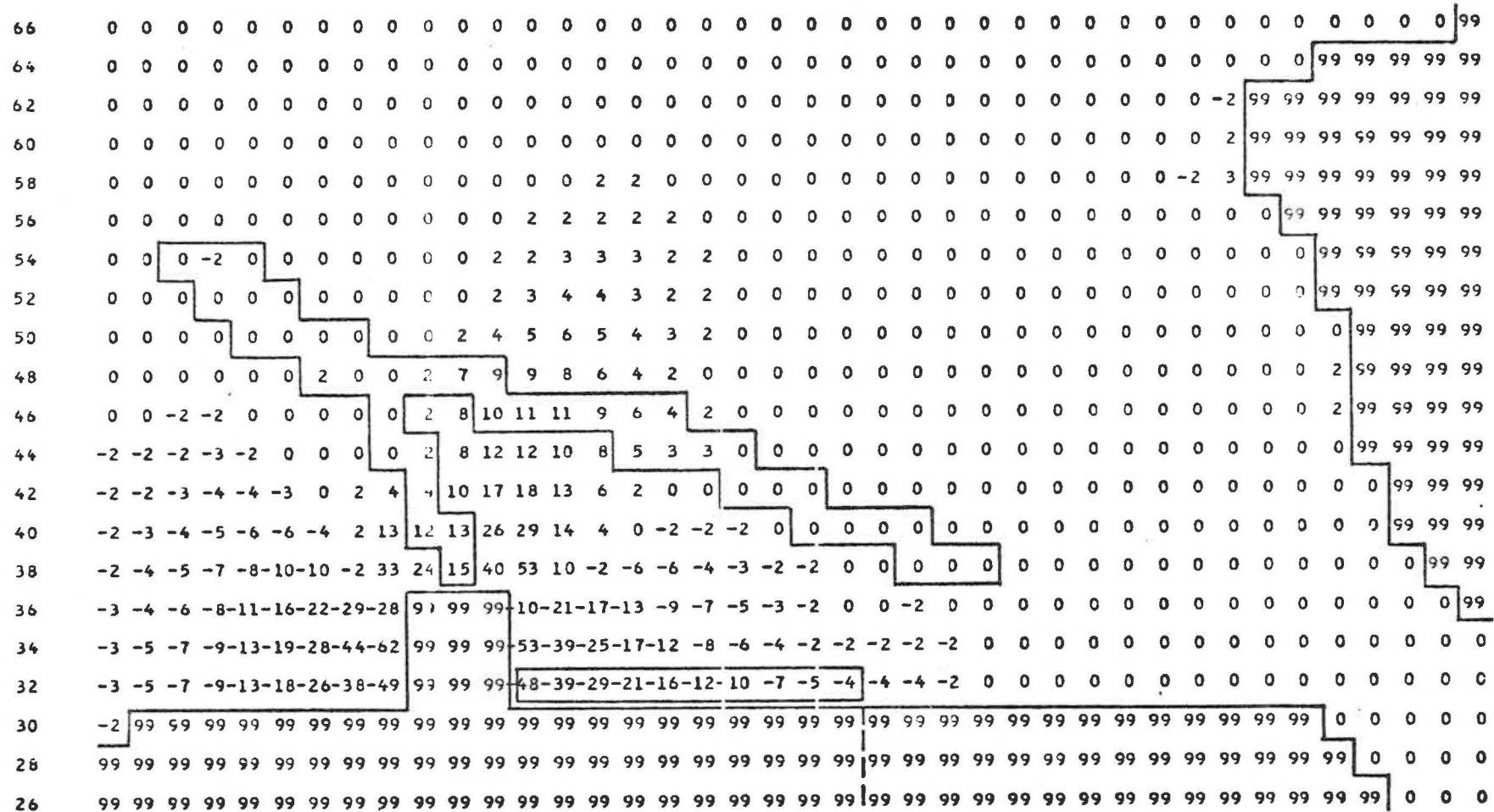


Fig. 4.3.4. - 12

AMPLITUDE VAN DE SNELHEIDSVERSTORING IN PERCENTAGE

TIJD : HOOGWATER

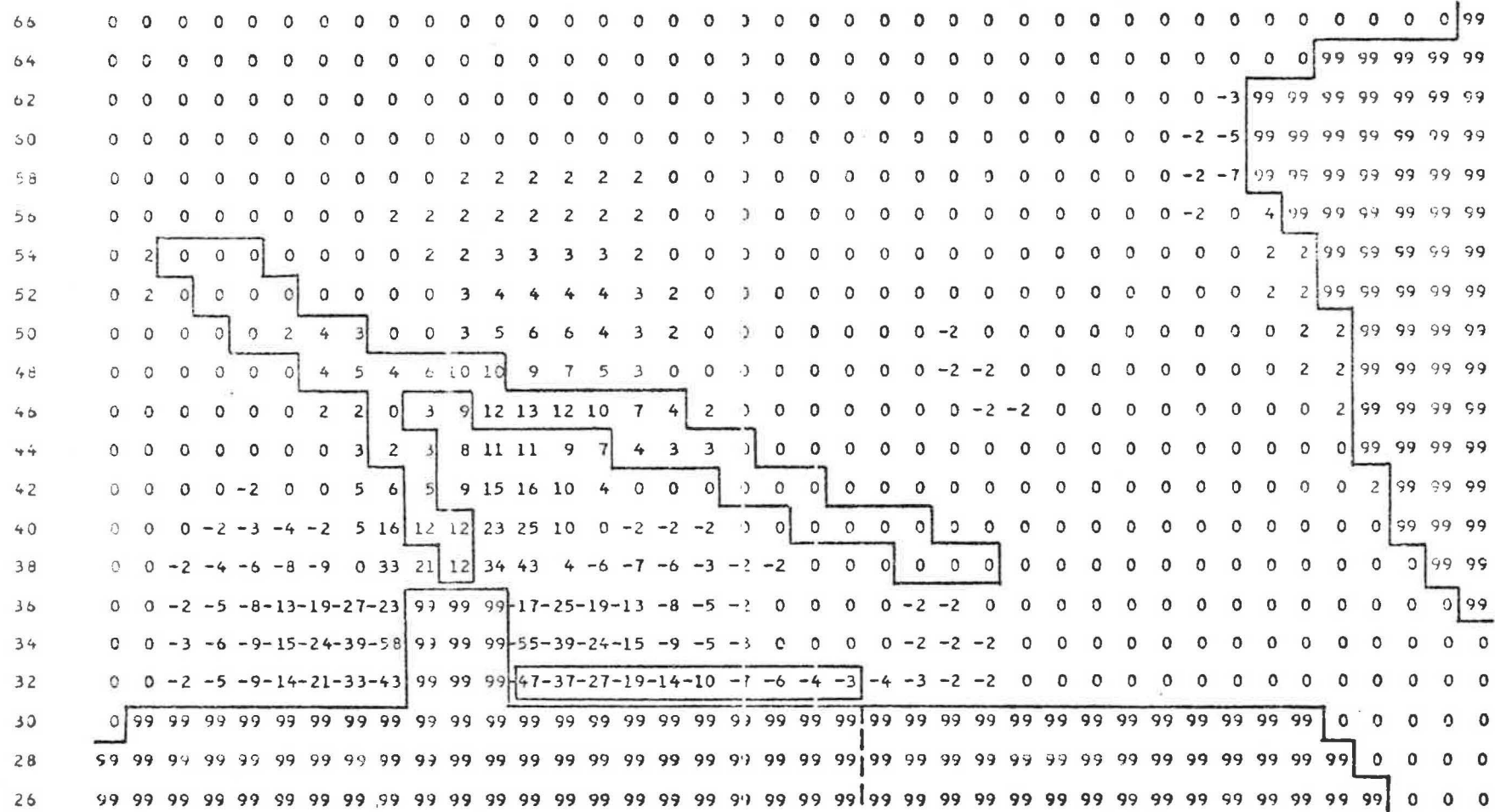


Fig. 4.3.4. - 16

CONCLUSIES

1) Het wiskundige model van Zeebrugge is een hydrodynamisch model geïntegreerd over de diepte. In verband met een ruimtestap ter integratie van één kilometer, is het niet mogelijk de nauwkeurige vormen van de voorhaven van Zeebrugge en van de passen te introduceren.

Gelet op de onmogelijkheid de nauwkeurige vormen van de voorhaven van Zeebrugge en van de passen te introduceren, zijn de waarden van de hydrodynamische wijzigingen ($\Delta\zeta$, $\Delta\bar{u}$, $\Delta\phi$ en $100 \times \frac{\Delta\bar{u}}{\bar{u}_0}$) in de buurt van Zeebrugge nog kwalitatief. Voor een uitvoerige studie van de hydrodynamische verstoringen in de zone in de nabijheid van Zeebrugge moet een wiskundig model ontwikkeld worden dat gekenmerkt wordt door een fijner numeriek rooster dan het door het Deelkontraakt I opgelegd rooster. Dit onderwerp zal in het Deelkontraakt II behandeld worden.

2) Ondanks deze geometrische onnauwkeurigheden, geeft het wiskundige model bevredigende resultaten, zowel voor de verticale getijden als voor de horizontale getijden.

i) Vertikale getijden

Door een analyse van de vergelijking berekening-waarneming kan tot een goede overeenstemming tussen de berekening en de waarneming besloten worden. Wij merken evenwel op dat de maximum en minimum waarden van de berekende waterstanden iets kleiner zijn dan de waargenomen waarden. De oorzaak van deze verschillen vloeit voort uit een gebrek aan inlichtingen over de waterstanden langs de open "West" kust. Langs deze kust zijn slechts twee maregrafische stations (Oostende en Knikpunt I).

ii) horizontale getijden

Voor de punten die als grensvoorwaarden voor het fysische model van Lorangehout zullen dienen : de vergelijking tussen de berekende en waargenomen horizontale getijden (figuur 3.3.5.a tot en met 3.3.5.j) laat zien dat het wiskundige model zeer goede resultaten geeft. Zowel in richting als amplitude.

N.B. : De stroomgegevens in situ, voor de meetpunten langs de grenzen van het fysisch model, zijn gemiddelde snelheden.

Voor de punten gelegen in de omgeving van de Belgische kust en in de passen (zie figuur 3.3.4) : door de vergelijking tussen de berekende en waargenomen horizontale getijden (figuur 3.3.5.k tot en met 3.3.5.r) kan tot een bevredigende overeenstemming tussen de berekening en de waarneming besloten worden gelet op de vereenvoudiging van het fysische domein door middel van een in mazen verdeeld net dat door mazen van 1 km gekenmerkt wordt. Tevens merken wij op dat de berekende stromingen minder sterk zijn dan de waargenomen stromingen. De fouten vloeien voort uit een gebrek aan proefonder vindelijke gegevens langs de "West" grens van het model.

N.B. : De stroomgegevens zijn stroomsnelheden in situ op 3 m boven de bodem.

ii) horizontale getijden

Voor de punten die als grensvoorwaarden voor het fysische model van Borgerhout zullen dienen : de vergelijking tussen de berekende en waargenomen horizontale getijden (figuur 3.3.5.a tot en met 3.3.5.j) laat zien dat het wiskundige model zeer goede resultaten geeft. Zowel in richting als amplitude.

N.B. : De stroomgegevens in situ, voor de meetpunten langs de grenzen van het fysisch model, zijn gemiddelde snelheden.

Voor de punten gelegen in de omgeving van de Belgische kust en in de passen (zie figuur 3.3.4) : door de vergelijking tussen de berekende en waargenomen horizontale getijden (figuur 3.3.5.k tot en met 3.3.5.r) kan tot een bevredigende overeenstemming tussen de berekening en de waarneming besloten worden gelet op de vereenvoudiging van het fysische domein door middel van een in mazen verdeeld net dat door mazen van 1 km gekenmerkt wordt. Tevens merken wij op dat de berekende stromingen minder sterk zijn dan de waargenomen stromingen. De fouten vloeien voort uit een gebrek aan proefonder vindelijke gegevens langs de "West" grens van het model.

N.B. : De stroomgegevens zijn stroomsnelheden in situ op 3 m boven de bodem.

3) Aan de hand van het model kunnen tevens de hydrodynamische wijzigingen (vertikale en horizontale getijden) bepaald worden die uit de uitbouw van de haven van Zeebrugge voortvloeien.

De analyse van de resultaten toont over dat de wijzigingen van de voorhaven van Zeebrugge en van de passen zich in de Schelde niet laten voelen en evenmin langs de kust van het eiland Walcheren (verschillen minder dan 1 cm of 1 cm/sek).

Langs de Belgische kust zijn de wijzigingen van de horizontale en vertikale getijden in de buurt van Zeebrugge geconcentreerd. Deze verstoringen nemen zeer snel af wanneer men zich van Zeebrugge verwijdert. Aan de Belgisch-Nederlandse grens zijn de hydrodynamische verstoringen namelijk kleiner dan 1 cm of 5 cm/s, zelfs voor het voorontwerp E.

De voorhaven van Zeebrugge heeft meer invloed dan de passen op de dynamica van de getijden.

4) De numerieke nabootsingen van het getij van 6 september 1975 laten een aanzienlijke verkleining van de verticale getijden zien (30 cm te Zeebrugge), van de horizontale getijden (18 cm/sek te Vlissingen) en van het debiet van de Schelde te Vlissingen ($16,5 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$), wanneer de kracht van Coriolis in het model geannuleerd wordt.

Door het overzicht van de tabellen van § 3.4 en 2.5 kan gezegd worden dat de kracht van Coriolis slechts een zwakke invloed op de hydrodynamische wijzigingen heeft die uit de uitbouw van de haven van Zeebrugge voortvloeien. De algemene neiging is een vermindering van de grootte van $\Delta \zeta$, $\Delta \bar{u}$ wanneer de kracht van Coriolis geannuleerd wordt.

LITERATUUROPGAVE

- (1) Bowden, K.F., 1965. Horizontal mixing in the sea due to shearing current, *J. Fluid Mechanics*, 21, 83-95.
- (2) Brettschneider, G., 1967. Anwendung des hydrodynamisch-numerischen Verfahrens zur Ermittlung der M_2 , Mitschwingungsgeseit der Nordsee, *Mitteilungen Inst. Meeresk. Univ. Hamburg*, 7.
- (3) Flather, R.A. & Heaps, N.S., 1975. Tidal computations for Morecambe Bay, *Geophys. J.R. Astr. Soc*, 42, 489-517.
- (4) Hansen, W., 1966. Tides, in *The Sea*, vol. I, édité par Hill, Interscience Publishers, Wiley, New York, 764-801.
- (5) Lamb, H., 1962. *Hydrodynamics*, Cambridge University Press, 6ème édition, Cambridge.
- (6) Nihoul, J.C.J., 1975. *Modelling of Marine Systems*, Elsevier Publ. Co., Amsterdam.
- (7) Nihoul, J.C.J., 1977. *Modèles Mathématiques et Dynamique de l'Environnement*, E.L.E., Liège.
- (8) Peters, J.J. et Sterling, A., 1976. *Hydrodynamique et transports de sédiments dans l'Estuaire de l'Escaut*, Rapport final du Prog. Nat. R.-D. Environnement, Eau, Services du Premier Ministre, Bruxelles. 10, 1 - 55.
- (9) Reid, R.O. & Bodine, B.R., 1968. Numerical model for storm surges in Galveston Bay, *J. Waterways, Harbors, Div. A.S.T.E.*, 94, 33-57.
- (10) Richtmyer, R.D. & Morton, K.W., 1967. *Difference methods for initial value problems*, Interscience Publishers, Wiley, New York.

- (11) Ronday, F.C., 1976. Modèles Hydrodynamiques, Rapport final du Prog. Nat. R.-D. Environnement, Eau. Services Premier Ministre, Bruxelles, 3.
- (12) Ronday, F.C., 1977. Modèles Hydrodynamiques de la Mer du Nord. Détermination des circulations transitaires et résiduelles, Coll. Publ. Sciences. Appl. Univ. Liège, Liège, 63, 67 - 113.
- (13) Van Cauwenberghe, C., 1973. Overzicht van de tijwaarnemingen langs de belgische kust, Ministerie van Openbare Werken, Hydrografische Dienst der Kust, Oostence, 1 - 41.
- (14) Wens, F. & Laforce, E., 1977. Mathematisch model van het tijgebied der Schelde, Waterbouwkundig Laboratorium, Borgerhout, MOD 331-1, 1977.



OVERZICHT G.L.W.S. STANDE
TOV NAP

OOSTENDE	- 20 dm
ZEEBRUGGE	- 27 "
TERNEUZEN	- 26 "
VLISSINGEN	- 25 "
WESTKAPELLE	- 22 "
BLUSSLUIS	- 19 "

TOELICHTING
LUN VAN G.L.W.S.

---	50 dm
---	80 "
---	100 "
---	150 "
---	200 "

DIETELIJNEN NAAR OPNAMEN 1962-1965
RECHTHOEKIGE COORDINATEN IN M TOV AMERSFOORT
EUROPESE COORDINATEN IN GRADEN TOV GREENWICH

RUKSWATERSTAAT
DIRECTIE WATERHUISSHOUDING EN WATERBEWEGING
STUDIEDIENST VLISSINGEN
ZEEUWS-BELGISCH KUSTGEBIED

GET
GEZ
REK
AKK

SCHAAL 1:100 000

CS 73.469



2 40 2 45 2 50 2 55 3 00 3 05 3 10 3 15 3 20 3 25 3 30 3 35 3 40 3 45 3 50