

KW-GET- 3144
Bruin - 1980

TWEE-DIMENSIONALE GETIJBEREKENING T.B.V. HET
ONTWERP VAN EEN SLIBBERGINGSRESERVOIR
GECOMBINEERD MET JACHTHAVEN VOOR DE KUST VAN
HOEK VAN HOLLAND.

J.J.Bruin

Afstudeerdeelontwerp Vloeistofmechanica.

TWEE-DIMENSIONALE GETIJBEREKENING T.B.V.
HET ONTWERP VAN EEN SLIBBERGINGSRESERVOIR
GECOMBINEERD MET JACHTHAVEN VOOR DE KUST
VAN HOEK VAN HOLLAND.

J.J.Bruin

Afstudeerdeelontwerp Vloeistofmechanica.

Begeleider: ir. C.Verspuy, Vakgroep Vloeistofmechanica.

Assistentie van: ir. N.Booij, Vakgroep Vloeistofmechanica.

Technische Hogeschool Delft

Afdeling Civiele Techniek

Delft, april 1980.

INHOUDSOPGAVE

	pag.
1. INLEIDING.	3
2. THEORETISCHE ACHTERGROND VAN TIDES.	6
2.1. Lange-golftheorie.	6
2.2. Berekeningsmethode met programma TIDES.	8
2.3. Behandeling van stranden en droogvallende platen.	13
2.4. Behandeling van ondoorlatende wanden.	15
3. BEREKENINGEN.	16
3.1. Opzet van de berekeningen.	16
3.2. Gegevens voor de berekeningen.	27
3.2.1. Algemeen.	27
3.2.2. Bodem- en kustconfiguratie.	27
3.2.3. Rand- en beginvoorwaarden.	28
3.3. Resultaten van de berekeningen.	32
3.3.1. Print-uitvoer van het programma TIDES.	32
3.3.2. Plot-uitvoer van het programma TIDES.	33
3.3.3. Opmerkingen n.a.v. de plots.	34
3.3.4. Omrekening van doodtij-resultaten naar springtij en gemiddeld tij.	35
3.4. Commentaar op programma TIDES.	38
4. INTERPRETATIE VAN DE BEREKENINGSRESULTATEN.	39
4.1. Betrouwbaarheid van de modellen.	39
4.2. Invloed van de termen van de differentiaalvergelijkingen.	40
5. CONCLUSIES.	44
5.1. Algemeen.	44
5.2. Vergelijking van T_0 -print-uitvoer met die van Burger.	44
5.3. Vergelijking van T_1 - en T_0 -model.	45
5.4. Beschouwing T_2 -berekening.	46
5.5. Beschouwing T_3 -berekening.	
6. SLOTBESCHOUWINGEN.	51
6.1. Suggesties voor nader onderzoek.	51
6.2. Samenvatting van conclusies.	51
6.3. Waarde van het onderzoek.	52

vervolg INHOUDSOPGAVE

	pag.
GERAADPLEEGDE LITERATUUR.	56
LIJST VAN BIJLAGEN.	57
BIJLAGEN A.	

1. INLEIDING.

Voor het ontwerp van een slibbergingsreservoir voor de kust van Hoek van Holland (in het vervolg afgekort tot H.v.H.) wordt gedacht aan een naar het noorden ombuigende verlenging van de Noorderdam van ca. 650 m en een stel golfbrekers, gecombineerd met een jachthaven, op ongeveer 4 km uit de kust en 4 km ten noorden van de kop van de Noorderdam, met een totale lengte van ca. 1400 m. Deze golfbrekers worden met elkaar en met de kust bij Ter Heijde verbonden door zo stabiel mogelijke strandbogen met duinen. Het plan is globaal weergegeven in figuur 1.1.

De golfbrekers van het "vaste punt" annex jachthaven moeten worden aangelegd in een waterdiepte van ca. 11 m.

De strandbogen zullen worden opgespoten met zand te winnen uit het toekomstige slibbergingsreservoir, dat hiertoe verdiept wordt tot ca. NAP - 20 m en zo voor een lange reeks van jaren (minimaal 30 jaar) slib uit het Rotterdamse havengebied zal kunnen bergen.

Gezien de afmetingen van het project, zal, door uitvoering hiervan, het stroombeeld voor de kust een verandering ondergaan.

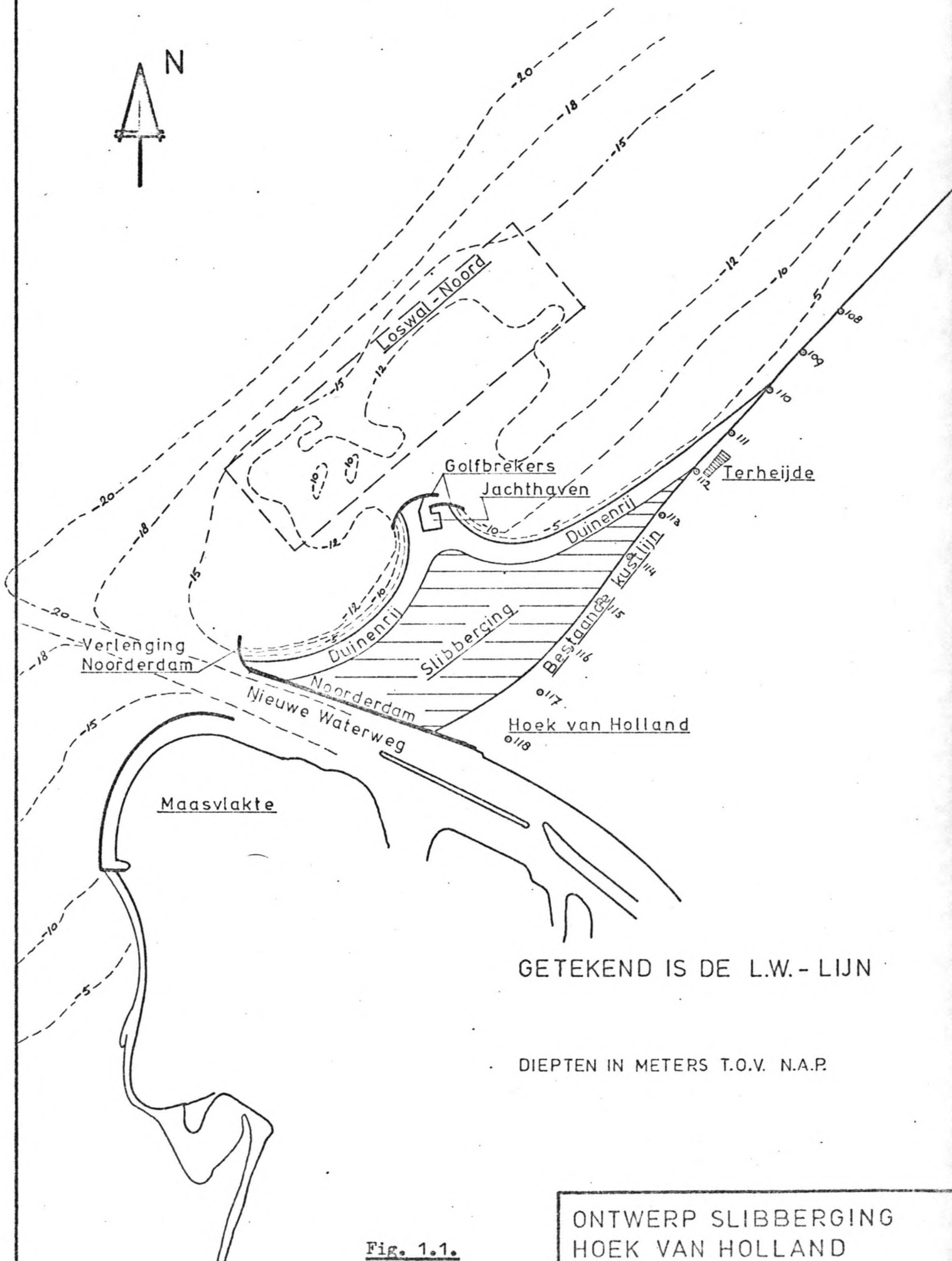
Om hiervan een gefundeerde prognose te kunnen geven wordt een getijberekening uitgevoerd met in het bijzonder tot doel het bepalen van:

- a. stroomsnelheden langs de golfbrekers ten behoeve van het ontwerp ervan;
- b. stroomsnelheden langs de strandbogen ten behoeve van een morphologische berekening;
- c. nieuwe stroomsnelheden in de Eurogeul i.v.m. eventuele hinder voor de scheepvaart;
- d. eventueel ook het stroombeeld en de stroomsnelheden voor de mond van de jachthaven.

Aan de T.H.-Delft is een computerprogramma - TIDES - beschikbaar voor het maken van een twee-dimensionale getijberekening.

Het programma is opgeslagen in een achtergrondgeheugen van het T.H.-Reken-centrum in Delft. Een "gebruikersgids" [1] geeft voorschriften voor gebruik en mogelijkheden voor in- en uitvoer. In hoofdstuk 2 worden globaal de theoretische achtergronden van het programma belicht.

Naast numerieke uitvoer geeft het programma de mogelijkheid om het berekende stroombeeld zichtbaar te maken d.m.v. het plotten van de snelheidsvectoren.



GETEKEND IS DE L.W.-LIJN

DIEPTEN IN METERS T.O.V. N.A.P.

Fig. 1.1.

ONTWERP SLIBBERGING
HOEK VAN HOLLAND

SITUATIE

SCHAAL 1 : 90.000

Om een bestaande situatie langs de randen van het door het model beschreven gebied als randvoorwaarde te kunnen invoeren, moet dit gebied zo groot worden gekozen, dat de voorgenomen verandering van de kustlijn geen invloed meer heeft ter plaatse van de randen.

De berekening betreft dus noodgedwongen een nogal groot gebied. En aangezien het i.v.m. de kosten wenselijk is, om het aantal rekenpunten de 1000 niet te veel te laten overschrijden, zal de schematisatie van de bodem en de kust grof zijn en dus ook de berekeningsresultaten.

Voor een nauwkeuriger berekening van de waterbeweging rondom H.v.H. kan uit het grote gebied een deelgebied worden genomen, voor een fijnmaziger schematisatie en met randvoorwaarden, die volgen uit de vorige berekening. Deze stap wordt nog één maal herhaald.

De opbouw van de modellen, de invoer van randvoorwaarden en de opvolgende berekeningen, inclusief de resultaten, worden behandeld in hoofdstuk 3.

De originele numerieke en plot-uitvoer van de berekeningsresultaten zijn verzameld in aparte Bijlagen B en C. Van de plots zijn verkleiningen bij het rapport gevoegd als Bijlagen A-III t/m VI.

De randvoorwaarden voor de waterbeweging betreffen een periode van doortij.

Er is aangegeven hoe de berekende snelheden kunnen worden omgezet in waarden voor gemiddeld tij en springtij.

Het rapport wordt besloten met conclusies en slotbeschouwingen.

De belangrijkste conclusies zijn:

- De maximale stroomsnelheden langs de kop van de Noorderdam en de golfbrekers van het "vaste punt" zijn 1,1 m/s (springtij - vloed), d.i. ongeveer gelijk aan de maximale stroomsnelheden langs de Noorderdam in de huidige situatie.
- De strandbogen zijn dusdanig gunstig gesitueerd, dat de stroomsnelheden erlangs kleiner zijn dan de snelheden langs de oorspronkelijke kust.
- De nautische situatie in de Eurogeul blijkt praktisch niet te worden beïnvloed door de landaanwinning.

2. THEORETISCHE ACHTERGROND VAN TIDES.

2.1. Lange-golftheorie.

De waterbeweging waarin wij hier geïnteresseerd zijn is de getijbeweging; een min of meer periodieke beweging, die kan worden opgevat als een tweedimensionale lange-golfbeweging. Voor een lange-golfbenadering wordt de beweging t.o.v. een orthogonaal rechtsdraaiend assenstelsel, met de x-as en y-as horizontaal en de z-as verticaal omhoog, beschreven door de volgende differentiaalvergelijkingen:

-bewegingsvergelijkingen

in x-richting:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \frac{\partial h}{\partial x} + \Omega \cdot v + g \frac{u \sqrt{u^2 + v^2}}{c^2 D} - \frac{\beta |W| W_x}{\rho \cdot D} = k_x \quad \dots\dots(2.1.1)$$

in y-richting:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial y} + u \frac{\partial v}{\partial x} + g \frac{\partial h}{\partial y} - \Omega \cdot u + g \frac{v \sqrt{u^2 + v^2}}{c^2 D} - \frac{\beta |W| W_y}{\rho \cdot D} = k_y \quad \dots\dots(2.1.2)$$

-continuïteitsvergelijking:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(D u)}{\partial x} + \frac{\partial(D v)}{\partial y} = 0 \quad \dots\dots(2.1.3)$$

waarin:

u = snelheid in x-richting, gemiddeld over de hoogte;

v = snelheid in y-richting, gemiddeld over de hoogte;

h = z-coördinaat van de waterspiegel;

$\Omega = 2\omega \sin \theta$, Corioliscoëfficiënt betreffende de geostrofische versnelling

$\Omega \sqrt{u^2 + v^2}$; deze laatste is loodrecht op de bewegingsrichting en op het noordelijk halfrond naar rechts gericht;

ω = hoeksnelheid van de aardrotatie;

θ = breedtegraad;

C = coëfficiënt van Chézy, een maat voor de bodemwrijving;

$D = h - z_0$, de waterdiepte met z_0 = niveau van de bodem t.o.v. het referentievlak;

g = versnelling van de zwaartekracht;

ρ = soortelijke massa van het water;

$|W|$ = absolute waarde van de windsnelheid;

W_x = de x-component van de windsnelheid;

W_y = de y-component van de windsnelheid;

k_x = de x-component van de getijverwekkende kracht per eenheid van massa;

k_y = de y-component van de getijverwekkende kracht per eenheid van massa;

β = coëfficiënt van de windwrijving.

Een vereenvoudiging van de vergelijkingen kan worden bereikt, doordat we k_x en k_y nul mogen stellen en doordat wij voorlopig geïnteresseerd zijn in een stroombeeld, dat gemiddeld zal optreden waarbij dus de windwrijving buiten beschouwing kan blijven.

De differentiaalvergelijkingen kunnen dan, m.b.v. $D = h - z_0$, worden geschreven als:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \frac{\partial h}{\partial x} - \Omega v + g \frac{u \sqrt{u^2 + v^2}}{C^2 (h - z_0)} = 0 \quad \dots\dots (2.1.4)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \frac{\partial h}{\partial y} - \Omega u + g \frac{v \sqrt{u^2 + v^2}}{C^2 (h - z_0)} = 0 \quad \dots\dots (2.1.5)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + (h - z_0) \frac{\partial u}{\partial x} + u \frac{\partial (h - z_0)}{\partial x} + (h - z_0) \frac{\partial v}{\partial y} + v \frac{\partial (h - z_0)}{\partial y} = 0 \quad \dots\dots (2.1.6)$$

Dit stelsel vergelijkingen vormt de basis voor de in dit rapport behandelde getijberekening met het programma TIDES.

2.2. Berekeningsmethode met programma TIDES.

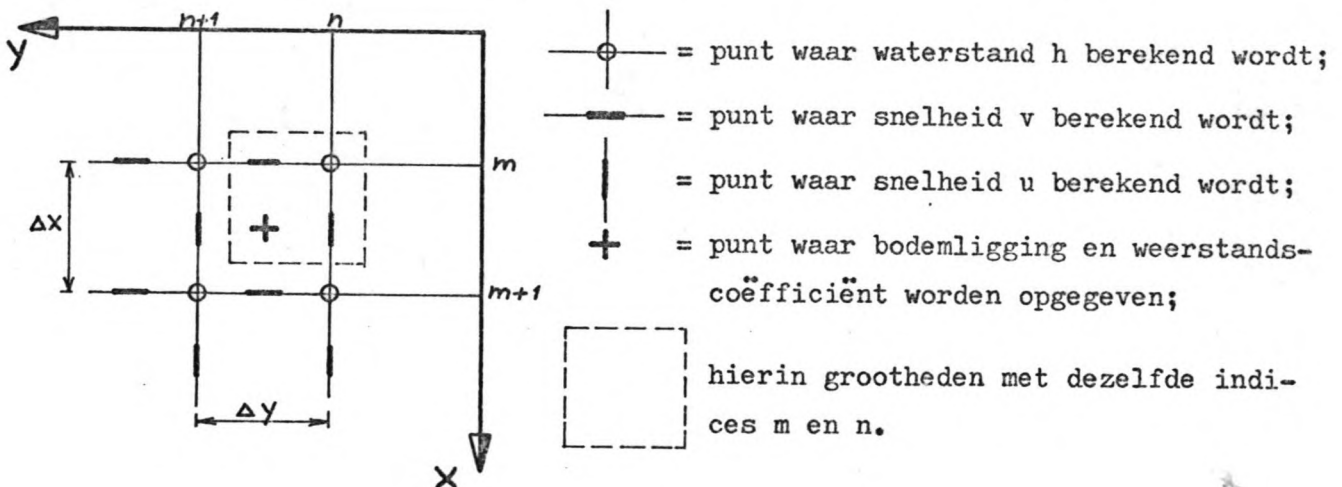
In de voor de berekening benodigde vergelijkingen, de continuïteitsvergelijking (2.1.6) en de bewegingsvergelijkingen voor 2 richtingen (2.1.4) en (2.1.5), komen partiële afgeleiden voor, die benaderd kunnen worden met differentiequotienten.

Met behulp van deze differentiebenaderingen is het nu mogelijk om, uitgaande van bekende waarden van h , u en v , op verschillende tijdstippen en plaatsen, nieuwe waarden van h , u en v te berekenen.

De berekening wordt uitgevoerd door gebruik te maken van een impliciete methode, waarbij achtereenvolgens in afwisselende richting wordt gerekend, ofwel een "alternating direction implicit method". Hierbij worden om beurten nieuwe waarden van h en u en van h en v bepaald door het oplossen van impliciete vergelijkingen in x - resp. y -richting.

Bij de discretisatie wordt een in de ruimte en in de tijd versprongen schema gehanteerd.

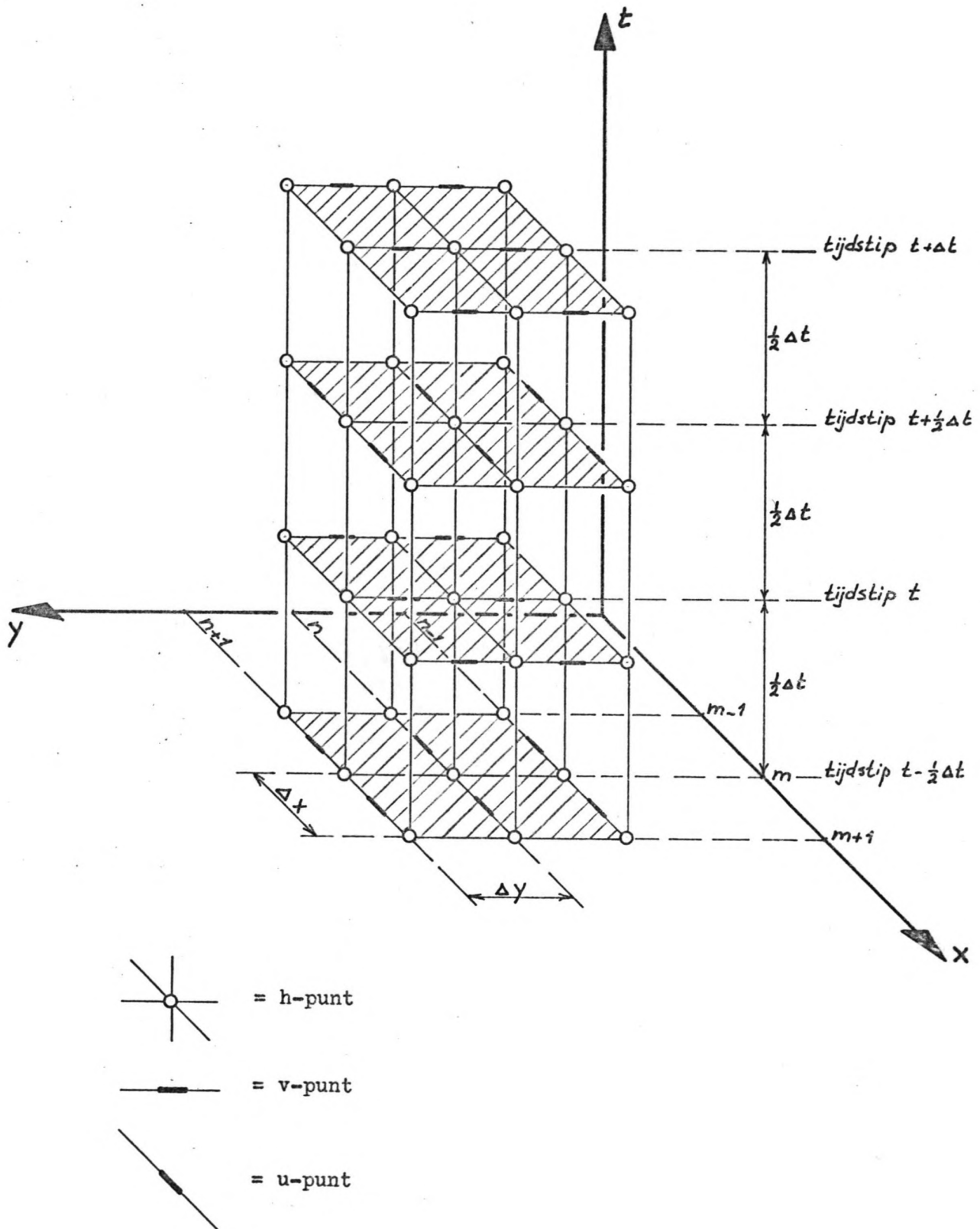
Schema, waarbij de tijd buiten beschouwing is gelaten.



Er geldt nu:

$$\begin{aligned}
 H(m,n) &= h(m.\Delta x, n.\Delta y) \\
 U(m,n) &= u[(m+\frac{1}{2}).\Delta x, n.\Delta y] \\
 V(m,n) &= v[m.\Delta x, (n+\frac{1}{2}).\Delta y] \\
 Z(m,n) &= z[(m+\frac{1}{2}).\Delta x, (n+\frac{1}{2}).\Delta y] \\
 FR(m,n) &= f[(m+\frac{1}{2}).\Delta x, (n+\frac{1}{2}).\Delta y]
 \end{aligned}$$

Schema, waarbij ook de tijd in beschouwing is genomen:



Op tijdstip t worden voor het gehele veld door impliciete berekening h en v bepaald, op tijdstip $t + \frac{1}{2}\Delta t$ idem voor h en u , enz.

De differentie-benadering van elk van de termen van de bewegingsvergelijking in x-richting (2.1.4) is als volgt gekozen (waarden met ' stellen nieuwe waarden voor, waarden zonder ' oude):

$$g \frac{\partial h}{\partial x} = g \frac{H'(m+1, n) - H'(m, n)}{\Delta x}$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{U'(m, n) - U(m, n)}{\Delta t}$$

$$u \frac{\partial u}{\partial x} = U(m, n) \left[\frac{U(m+1, n) - U(m-1, n)}{2 \cdot \Delta x} \right]$$

$$v \frac{\partial u}{\partial y} = V_4 \left[\frac{U(m, n+1) - U(m, n-1)}{2 \cdot \Delta y} \right]$$

$$\Omega v = \Omega V_4$$

$$f \frac{u \sqrt{u^2 + v^2}}{D} = f \frac{U'(m, n) [U^2(m, n) + V_4^2]^{\frac{1}{2}}}{H(m, n) - Z(m, n)}$$

Hierin is:

$$H'(m, n) = h(m \cdot \Delta x, n \cdot \Delta y, t + \frac{1}{2} \cdot \Delta t)$$

$$H(m, n) = h(m \cdot \Delta x, n \cdot \Delta y, \Delta t)$$

$$U'(m, n) = u[(m + \frac{1}{2}) \cdot \Delta x, n \cdot \Delta y, t + \frac{1}{2} \cdot \Delta t]$$

$$U(m, n) = u[(m + \frac{1}{2}) \cdot \Delta x, n \cdot \Delta y, t - \frac{1}{2} \cdot \Delta t]$$

$$V(m, n) = v [m \cdot \Delta x, (n + \frac{1}{2}) \cdot \Delta y, \Delta t]$$

$$V_4 = \frac{1}{4} [V(m, n) + V(m, n-1) + V(m+1, n) + V(m+1, n-1)]$$

De term $\frac{\partial h}{\partial x}$ is voorgesteld door een differentiequotient op het niveau $t + \frac{1}{2} \Delta t$ ter wille van de stabiliteit. De termen $u \frac{\partial u}{\partial x}$ en $v \frac{\partial u}{\partial y}$ zijn voorgesteld door differenties op een ouder tijdstip, n.l. $t - \frac{1}{2} \cdot \Delta t$ en t . Weliswaar is dit niet gunstig voor de stabiliteit, maar deze termen zijn over het algemeen niet van grote betekenis (zie ook hoofdstuk 4.2).

Tijdens de berekeningsstap in x-richting moet de bewegingsvergelijking worden gecombineerd met de continuïteitsvergelijking (2.1.6), waarvan de termen volgens dezelfde principes worden gediscretiseerd:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{H'(m,n) - H(m,n)}{\frac{1}{2} \cdot \Delta t}$$

$$(h - z) \frac{\partial u}{\partial x} = [H'(m,n) - Z(m,n)] \frac{U'(m,n) - U'(m-1,n)}{\Delta x}$$

$$u \frac{\partial(h - z)}{\partial x} = U(m,n) \left[\frac{H'(m+1,n) - Z(m+1,n) - H'(m,n) + Z(m,n)}{\Delta x} \right]$$

$$(h - z) \frac{\partial v}{\partial y} = [H'(m,n) - Z(m,n)] \frac{V(m,n) - V(m,n-1)}{\Delta y}$$

$$v \frac{\partial(h - z)}{\partial y} = V(m,n) \left[\frac{H(m,n+1) - Z(m,n+1) - H(m,n) + Z(m,n)}{\Delta y} \right]$$

In de berekeningsslag in x-richting ten tijde $t + \frac{1}{2} \cdot \Delta t$ ontstaat aldus voor elke n een stelsel vergelijkingen, waarin per stap van punt (m,n) naar $(m+1,n)$ als onbekenden voorkomen $U'(m-1,n)$, $H'(m,n)$, $U'(m,n)$, $H'(m+1,n)$ Deze onbekenden worden opgelost, vanuit per rand berekende waarden voor H' of U' , m.b.v. de "double sweep" methode.

Dit wordt gedaan voor $n = 1, 2, \dots$, waarna t met $\frac{1}{2} \cdot \Delta t$ verhoogd wordt en hetzelfde proces wordt uitgevoerd in y-richting met $V'(m,n-1)$, $H'(m,n)$, $V'(m,n)$, $H'(m,n+1)$, als onbekenden; dit wordt gedaan voor $m = 1, 2, \dots$

De bewegingsvergelijking in y-richting (2.1.5) wordt op analoge wijze behandeld als die in x-richting:

$$\frac{\partial h}{\partial y} = \frac{H'(m,n+1) - H'(m,n)}{\Delta y}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = \frac{V' (m,n) - H' (m,n)}{\Delta t}$$

$$v \frac{\partial v}{\partial y} = V (m,n) \left[\frac{V (m,n+1) - V (m,n-1)}{2 \cdot \Delta y} \right]$$

$$u \frac{\partial v}{\partial x} = U_4 \left[\frac{V (m+1,n) - V (m-1,n)}{2 \cdot \Delta x} \right]$$

$$\Omega u = \Omega U_4$$

$$f \frac{v \sqrt{u^2 + v^2}}{D} = f \frac{V' (m,n) [U_4^2 + V^2 (m,n)]^{\frac{1}{2}}}{H (m,n) - Z (m,n)}$$

Hierin is:

$$H' (m,n) = h (m \cdot \Delta x, n \cdot \Delta y, t + \Delta t)$$

$$H (m,n) = h (m \cdot \Delta x, n \cdot \Delta y, t + \frac{1}{2} \Delta t)$$

$$V' (m,n) = v [m \cdot \Delta x, (n + \frac{1}{2}) \Delta y, t + \Delta t]$$

$$V (m,n) = v [m \cdot \Delta x, (n + \frac{1}{2}) \Delta y, \Delta t]$$

$$U (m,n) = u [(m + \frac{1}{2}) \Delta x, n \cdot \Delta y, t + \frac{1}{2} \Delta t]$$

$$U_4 = 1/4 [U (m,n) + U (m-1,n) + U (m,n+1) + U (m-1, n+1)]$$

De termen van de continuïteitsvergelijking bij deze berekeningsstap in y-richting worden als volgt behandeld:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{H' (m,n) - H (m,n)}{\frac{1}{2} \Delta t}$$

$$(h - z) \frac{\partial u}{\partial x} = [H' (m,n) - Z (m,n)] \frac{U (m,n) - U (m-1,n)}{\Delta x}$$

$$u \frac{\partial (h - z)}{\partial x} = U (m,n) \left[\frac{H (m+1,n) - Z (m+1,n) - H (m,n) + Z (m,n)}{\Delta x} \right]$$

$$(h - z) \frac{\partial v}{\partial y} = [H' (m,n) - Z (m,n)] \frac{V' (m,n) - V' (m,n-1)}{\Delta y}$$

$$v \frac{\partial(h - z)}{\partial y} = V(m, n) \left[\frac{H'(m, n + 1) - Z(m, n + 1) - H'(m, n) + Z(m, n)}{\Delta y} \right]$$

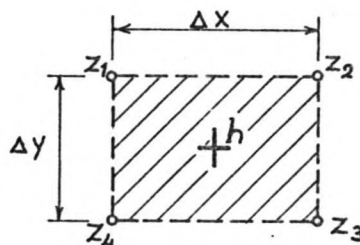
Naast de hierboven geschetste algemene berekeningsgang kent het programma nog de behandeling van enkele bijzondere situaties in de bodem- en kust-configuratie.

2.3. Behandeling van stranden en droogvallende platen.

TIDES moet ook getijproblemen kunnen behandelen, waarbij gedeelten van het beschouwde gebied soms wel en soms niet onder water staan.

Bij de continuïteitsvergelijking speelt een belangrijke rol het bergend oppervlak behorend bij een h-punt. De verhoging van de waterstand in dit punt, vermenigvuldigd met het bergend oppervlak, is gelijk aan de som van de instromende minus de uitstromende debieten. Bij de berekening van het bergend oppervlak B wordt de h vergeleken met de vier omringende z-waarden (z = peil van de bodem). h - z is immers de momentane diepte.

fig. 2.3.1. bovenaanzicht



Als $h >$ alle vier z-waarden, dan wordt gesteld $B = \Delta x \cdot \Delta y$.

Als $h <$ alle vier z-waarden, dan is $B = 0$.

Voor tussenliggende waarden van h wordt een formule voor B gebruikt waarbij een continue overgang wordt bewerkstelligd (zie voorbeeld in fig. 2.3.2).

De formule luidt:

$$B = \Delta x \cdot \Delta y \frac{\sum_{i=1}^4 G(h - z_i)}{\sum_{i=1}^4 |h - z_i|}$$

Hierin is G de volgende functie: $G(x) = x$, als $x > 0$
 $= 0$, als $x \leq 0$

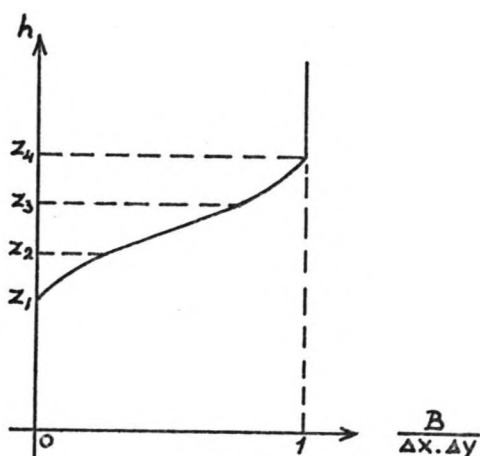


Fig. 2.3.2.

Voorbeeld van het verloop van B als functie van h.

De continue overgang in B is gewenst om te vermijden, dat bij drooglopen schokken in het model worden geïntroduceerd.

Bij de bewegingsvergelijking speelt het doorstromingsprofiel tussen twee h-punten een belangrijke rol (zie fig. 2.3.3). In deze doorsneden worden de debieten berekend. Als voorbeeld wordt de stroom in x-richting bekeken.

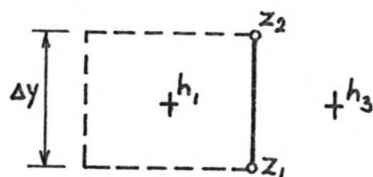


Fig. 2.3.2. Boveraanzicht.

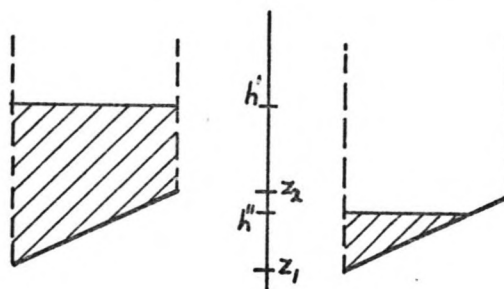


Fig. 2.3.4. Verticale doorsnede.

In de doorsnede wordt voor h genomen: $h = \frac{1}{2} (h_1 + h_3)$.

Deze h wordt vergeleken met z_1 en z_2 (zie fig. 2.3.4). Als h groter is dan de beide z-waarden dan wordt voor het doorstromingsprofiel A genomen:

$$A = \frac{1}{2} \cdot \Delta y \cdot (2h - z_1 - z_2)$$

en voor de hydraulische straal R:

$$R = \frac{1}{2} \cdot (2h - z_1 - z_2) .$$

Als h kleiner is dan de beide z-waarden, dan worden A en R beide gelijk aan nul gesteld.

In het tussenliggende gebied $z_1 < h < z_2$ wordt gesteld:

$$R = \frac{1}{2} (h - z_1)$$

$$A = 2 R^2 \cdot \Delta y / (z_2 - z_1)$$

Op deze manier wordt, afhankelijk van de waarden van h en z , beslist of een bepaald vakje van het mazennet op het land ligt of in het water, of gedeeltelijk onder water. Een strand-kustlijn kan hiermee dus goed worden benaderd, ondanks het rechthoekig mazennet.

2.4. Behandeling van ondoorlatende wanden.

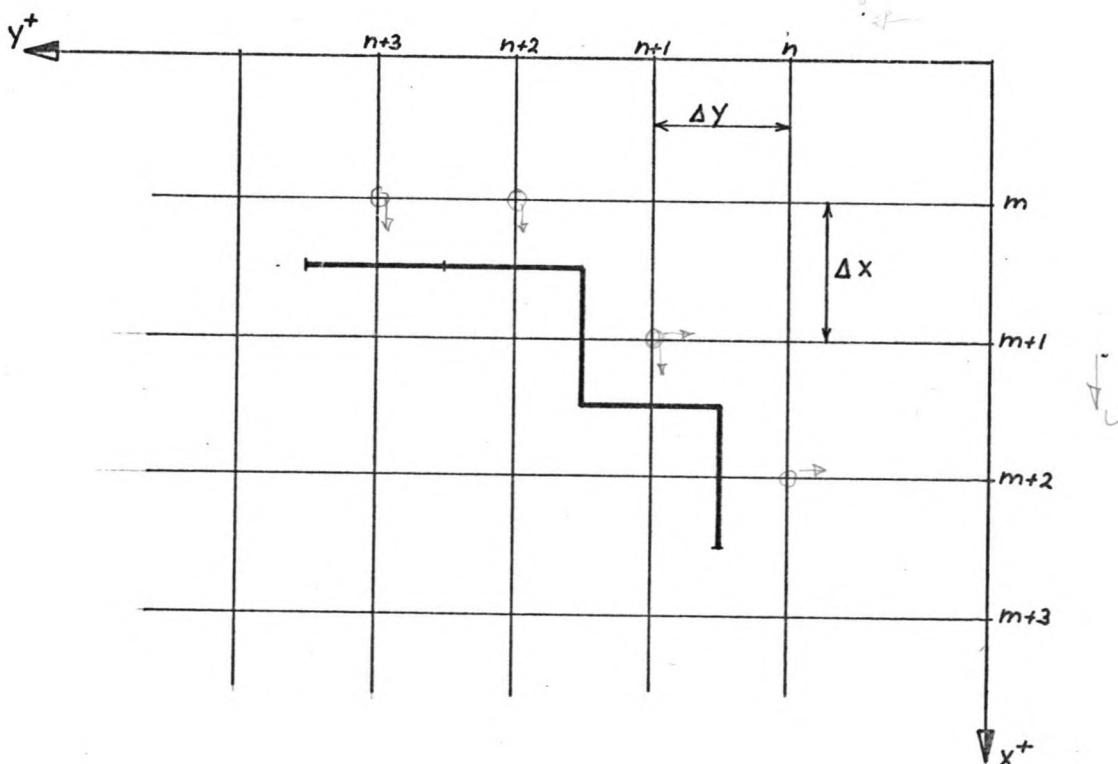
Ondoorlatende wanden (dammen e.d.) kunnen met TIDES worden verwerkt, als ze worden geschematiseerd tot trapjeslijnen.

Het programma kent n.l. de mogelijkheid om in bepaalde punten de watersnelheid een constante of variabele waarde in x - of y -richting te geven.

De snelheid loodrecht op een ondoorlatende wand is nul. Door in bepaalde punten u of v de waarde nul te geven, kan een wand worden geschematiseerd.

Voorbeeld:

Onderstaand schema is het resultaat van het nul stellen van $U(m+1, n+1)$, $U(m, n+2)$, $U(m, n+3)$, $V(m+1, n+1)$ en $V(m+2, n)$.



3. BEREKENINGEN.

3.1 Opzet van de berekeningen.

Om de hoeveelheid werk enigszins te beperken, is aansluiting gezocht bij reeds uitgevoerde berekeningen van de Deltadienst-Rijkswaterstaat met het Rand-Delta II model en van A.M. Burger met zijn Deelontwerp Vloeistof-mechanica "Een twee-dimensionale getijberekening betreffende de aanleg van een zanddam ten behoeve van de overslag van L.N.G. voor de kust van Voorne-Putten" [2].

Bij het maken van de modellen moeten de volgende punten worden onderzocht:

- a. Bepalen van de grootte van het model.
- b. Bepalen van de grootte van de mazen.
- c. Schematiseren van de randen en de diepte (dus ook strand-kustlijn).
- d. Schematiseren van dammen.
- e. Bepalen van rand- en beginvoorwaarden.
- f. Bepalen van de tijdstap en de inspeeltijd.

Er zijn achtereenvolgens met 4 modellen berekeningen uitgevoerd, waarvan de korte karakteristieken zijn:

T_0 : Huidige ongewijzigde situatie; bestrijkt gebied van $60 \times 38 \text{ km}^2$; maaswijdte 1600 m.

T_1 : Bestrijkt zelfde gebied met zelfde maaswijdte; gewijzigde situatie door het inbrengen van het geplande project.

T_2 : Verfijning van een deelgebied uit T_1 ; maaswijdte 400 m; bestrijkt gebied van $22,5 \times 10 \text{ km}^2$.

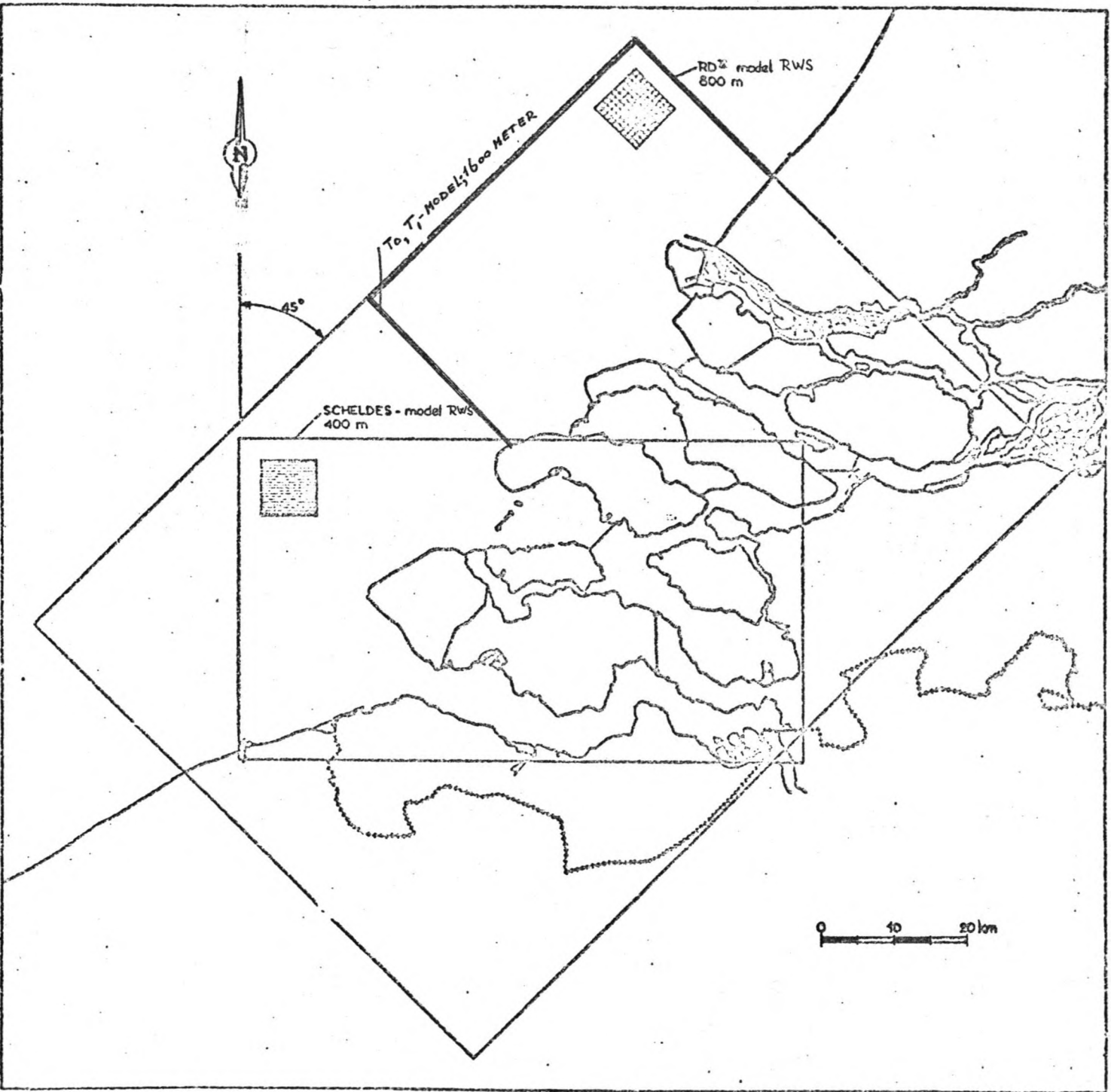
T_3 : Verfijning van een deelgebied uit T_2 ; maaswijdte 200 m; bestrijkt gebied van $12 \times 6,5 \text{ km}^2$.

Verdere bijzonderheden en motivering volgen hierna.

T_0 - model. (fig. 3.1.2.)

Het Rand-Delta II-model van de Deltadienst heeft een rechthoekig assenstelsel met een maaswijdte van 800 m en een oriëntatie t.o.v. de Noord-Zuid-richting van 45° . Het strekt zich uit van Blankenberge tot Kijkduin/Scheveningen en vanaf de kustlijn tot ca. 30 km in zee (fig. 3.1.1).

Hieruit heeft Burger ongeveer de N.O.-helft gelicht, d.i. van Schouwen tot Kijkduin, welk gebied, ook bij een onderzoek met een electrisch analoon, voldoende groot bleek om daarmee zijn berekeningen uit te voeren.

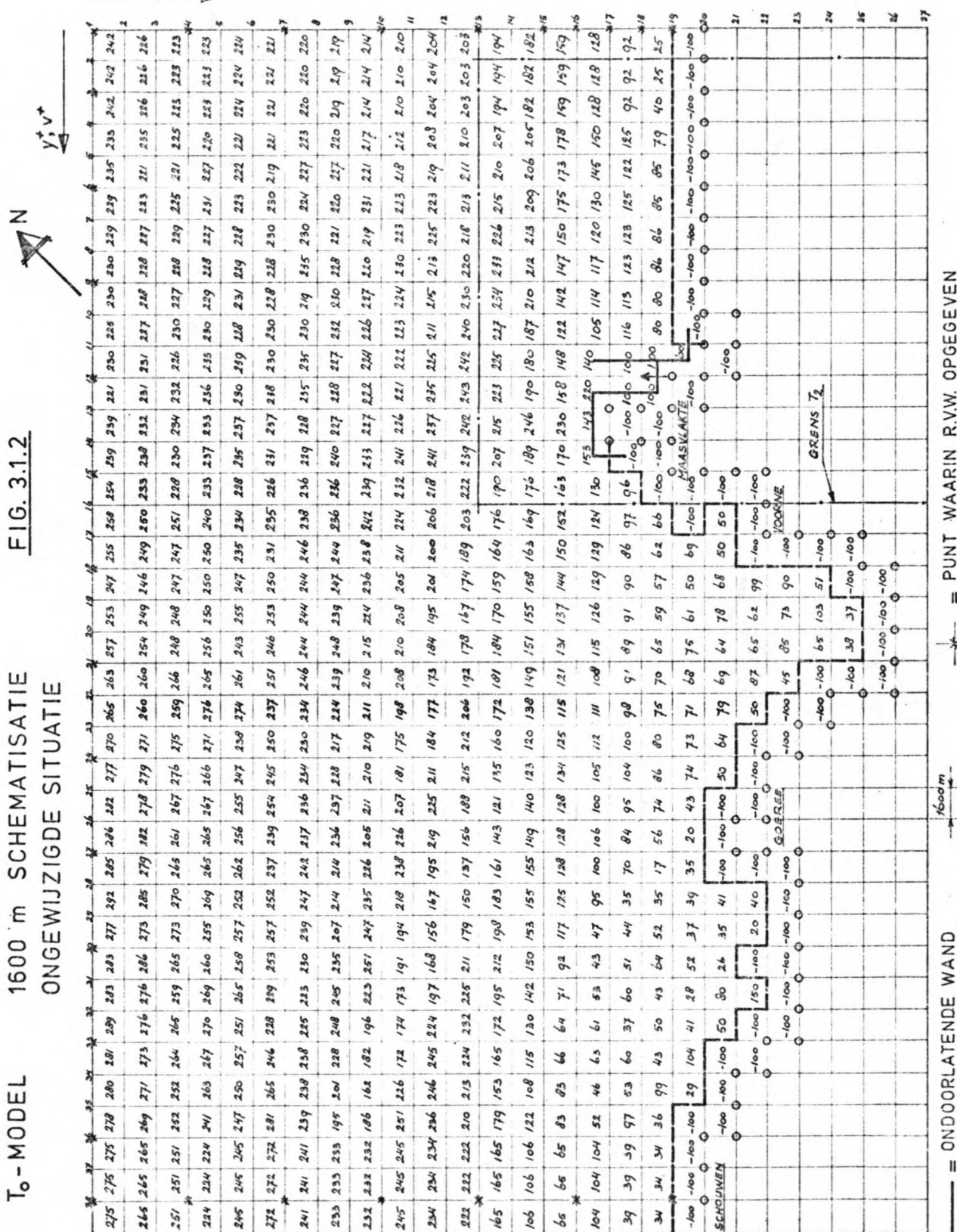


Ligging T₀- en T₁-model.

Ligging Rand-Delta II-model van Rijkswaterstaat.

Schaal 1 : 800.000

T₀-MODEL 1600 m SCHEMATISATIE
ONGEWIJZIGDE SITUATIE



— = ONDOORLATENDE WAND
- - - = STRANDLIJN
- o - = PUNT AFGESLOTEN VOOR BEREKENING
- x - = PUNT WAARIN R.V.W. OPGEGEVEN
DIEPTEN IN DM. BENEDEN N.A.P.

Ook voor ons doel wordt ongeveer dit gebied aangenomen voor de beginberekening T_0 . Ons project ligt weliswaar dichterbij de N.O.-rand, maar het steekt duidelijk minder ver uit in zee en de overgang naar de noordelijke kust is zeer vloeiend.

Voor de maaswijdte is 1600 m genomen, een veelvoud van de maaswijdte van het Rand-Delta-model, hetgeen resulteerde in een zeer acceptabel aantal rekenpunten van 850.

Een Fourier-analyse van waterstandswaarnemingen gedurende een periode van 5 dagen plus een getijberekening leverden de waterhoogten in alle punten van het RD II-model als periodieke functie, n.l. in Fourier-componenten (Bijlage A-I-1 t/m 28). De waterhoogten in de randpunten van het T_0 -model kunnen hier dus uit worden gekozen.

Ons T_0 -model, dus een weergave van de huidige situatie, verschilt echter toch op enkele punten van Burger's model:

- a. Uit een vergelijking van Burger's model met kaarten van de kust en een schema van het RD II-model blijkt dat Burger's N.O.-grens niet samenvalt met die van RD II, maar er 4 x 800 m binnen ligt.

Voor onze berekening is het gunstiger om de N.O.-grens zo ver mogelijk weg te leggen. Dus we nemen daarvoor de oorspronkelijke RD II-grens (fig. 3.1.3).

Verder blijken in Burger's model de meetraaien langs de N.O.- en Z.W.-grenzen 9 km te dicht bij elkaar te zijn gekozen. Op een werkelijke afstand van 57 km betekent dit $\frac{9}{57} = 0,16 = 16\%$ verschil. Dit komt een vergelijking van berekende waarden met overeenkomstige metingen niet ten goede. Om de meetraai 57 km ten zuidwesten van de N.O.-grens binnen het T_0 -model te houden, en dus een mogelijkheid tot controle in te bouwen, maken we het model $38 \times 1,6 \text{ km} = 60,8 \text{ km}$ lang.

- b. Aangezien het hier beschouwde project direct ten noorden van de monding van de Nieuwe Waterweg ligt, kunnen wij ons niet net als Burger veroorloven om de Nieuwe Waterweg in het model af te sluiten.

Om de getijstroom en de bovenafvoer in de berekening te betrekken wordt in al onze rekenmodellen de Nieuwe Waterweg weliswaar afgesloten gedacht, maar wordt tevens ter plaatse als randvoorwaarde een, bij de andere randvoorwaarden behorend, periodiek snelheidsverloop ingevoerd.

- c. De kustlijn kan iets beter benaderd worden in de buurt van H.v.H. Het is beter en mogelijk om de Maasvlakte en de Noorderdam in het model 800 m verder in zee door te voeren.

Voor ons assenstelsel geldt:

Het meest noordelijke punt en oorsprong van het RD II en ons T_0 en T_1 -model is een meetpunt in zee met als plaatsbepaling in Amersfoort-coördinaten $X = - 97391,25$ en $Y = + 12753,74$ (fig. 3.1.3).

Vanuit dit punt zijn de lijnen onder 45° met de noordrichting de N.O.- en N.W.-grens resp. de X- en Y-as van het RD II, T_0 en T_1 -model.

De positieve x-richting wijst naar het zuidoosten. De positieve y-richting wijst naar het zuidwesten. De positieve z-richting is naar boven. $z = 0$ komt overeen met N.A.P.

Het doel van deze T_0 -berekening is:

- a. Berekening van het stroombeeld voor de monding van de Nieuwe Waterweg en meer in het bijzonder in de Eurogeul in de bestaande situatie om goed vergelijkingsmateriaal te hebben voor het berekende stroombeeld in de gewijzigde situatie (T_1 -model).
- b. Onderzoeken, voor zover mogelijk, of de configuratie en de randvoorwaarden goed zijn ingevoerd, door te bekijken of de resultaten zinvol zijn en door ze te vergelijken met Burger's uitkomsten, waar ze niet veel van behoren te verschillen.
- c. Onderzoeken wat de invloed is van de door ons aangebrachte wijzigingen in het T_0 -model.
- d. Vergelijkingsmateriaal bieden voor de T_1 -berekening om te controleren of er geen grove fouten in de invoer zijn gemaakt en of inderdaad de geplande wijziging in de configuratie geen merkbare invloed meer heeft op de stroomsnelheden nabij de randen.

T_1 -model (fig. 3.1.4 en 5.3).

Na in het T_0 -model als wijziging schematisch de ontworpen golfbrekers en strandbogen te hebben aangegeven, wordt met dezelfde randvoorwaarden de T_1 -berekening uitgevoerd met als doel:

- a. Een indruk te geven van de veranderingen in het stroombeeld voor een groter zeegebied, vooral in de omgeving van de scheepvaartgeul.
- b. Het verschaffen van de randvoorwaarden voor de T_2 -berekening, een fijnmaziger berekening van een deelgebied van het T_1 -model.

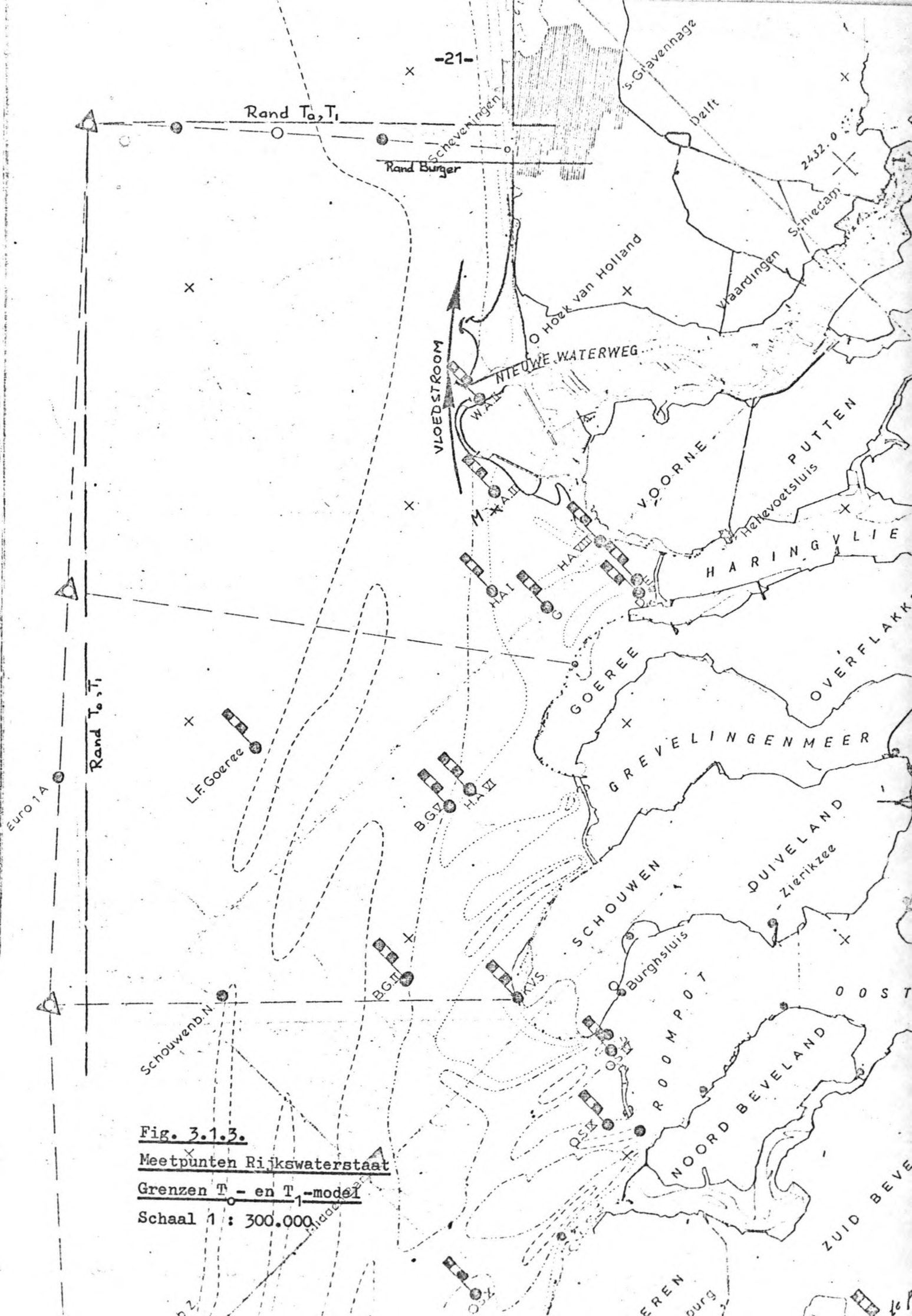


Fig. 3.1.3.

Meetpunten Rijkswaterstaat

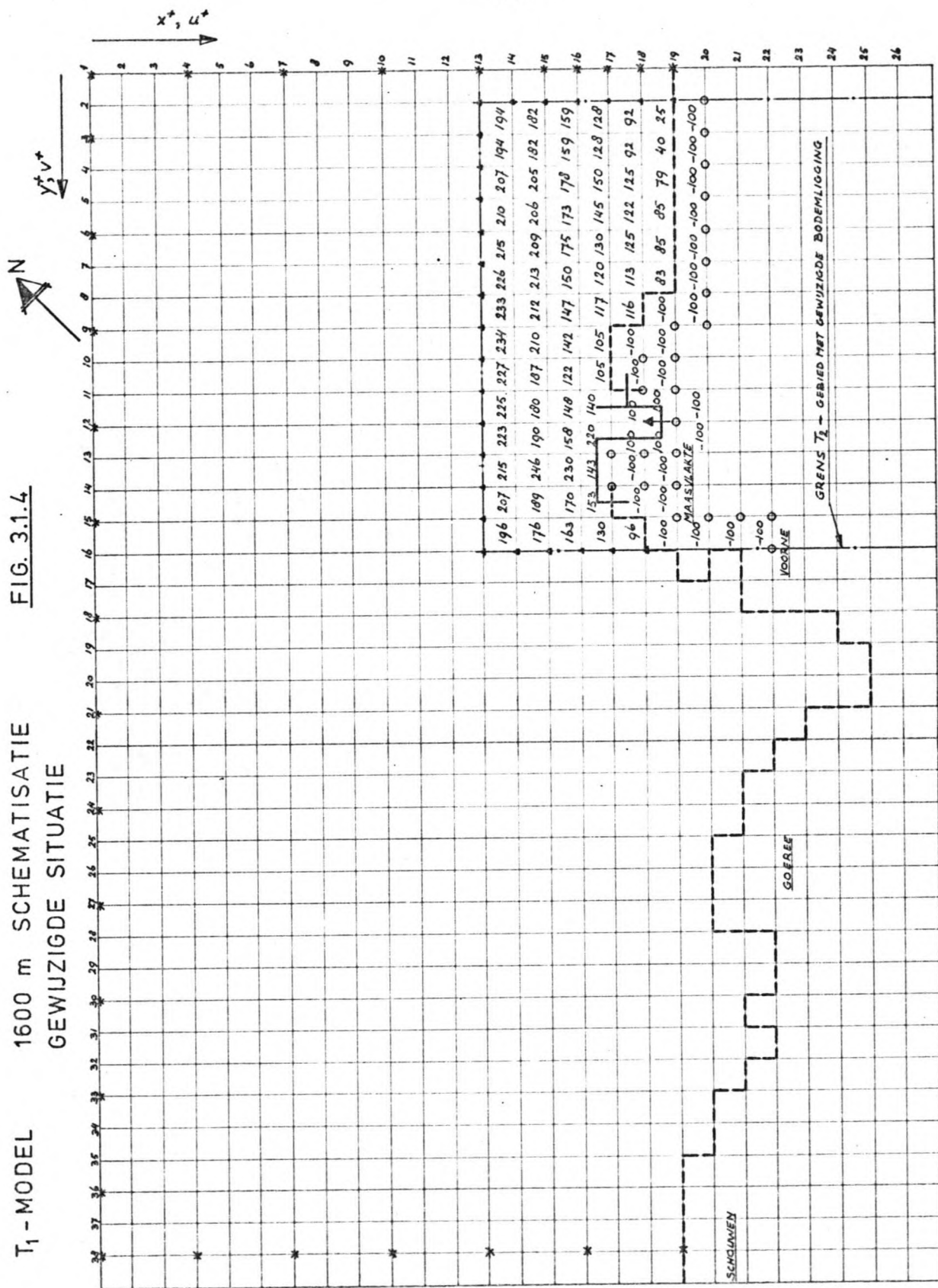
Grenzen T₀ - en T₁-model

Schaal 1 : 300.000

T₁ - MODEL

1600 m SCHEMATISATIE
GEWIJZIGDE SITUATIE

FIG. 3.1.4



T₂-model (fig. 3.1.5 en 5.4).

Voor een nauwkeuriger berekening van het stroombeeld om het project zelf geldt, dat het project in zijn geheel en voldoende nauwkeurig in het vervolg-model wordt weergegeven. Tevens moet rekening worden gehouden met beperkingen, die het programma stelt:

- het programma laat geen grotere verfijning toe dan met een factor 4;
- i.v.m. de kosten mag het aantal rekenpunten de 1000 niet te veel overschrijden;
- het project moet een voldoende aantal mazen van de rand verwijderd zijn om de invloed van randstoring buiten het voor ons belangrijke gebied te houden.

De grenzen van het T₂-model moeten samenvallen met netlijnen van het T₁-model om hieruit als randvoorwaarden periodiek verlopende waterstanden (of snelheden) te kunnen overnemen.

De maaswijdten moeten zich dan nog zodanig verhouden, dat voldoende randpunten van T₂ samenvallen met punten van T₁.

De N.O.-grens valt samen met die van het T₁-model, omdat ons project nogal dicht bij die rand ligt. De Z.W.-grens ligt op 6200 m van de Noorderdam, dat zijn 15 mazen van 400 m. Voor de N.W.-grens wordt een lijn op 5800 m (14 mazen van 400 m) buiten de Noorderdam aangenomen, hetgeen resulteert in ca. 1200 rekenpunten, wat nog wel acceptabel is.

De T₂-berekening kan een goede indruk geven van de te verwachten hoofdgetijstroom over een breedte van ca. 4 km om de kop van de Maasvlakte, de te verlengen Noorderdam en de golfbrekers van de jachthaven en kan dus helpen bij het bepalen van de nautische problemen voor de kust en bij het beoordelen van de gekozen hoofdvorm van het project.

De bodem- en kustconfiguratie zijn echter te grof weergegeven om hieruit bruikbare resultaten te kunnen verwachten voor de berekening van de stabiliteit van golfbrekers en strandbogen. Voor dit laatste is nog een verfijning nodig, de T₃-berekening.

T₃-model (fig. 3.1.6 en 5.5).

Een verfijning met een factor 2, dus een maaswijdte van 200 m, geeft, voor het bepalen van de snelheden langs golfbrekers en strandbogen, een redelijke weergave van de gehele te veranderen configuratie.

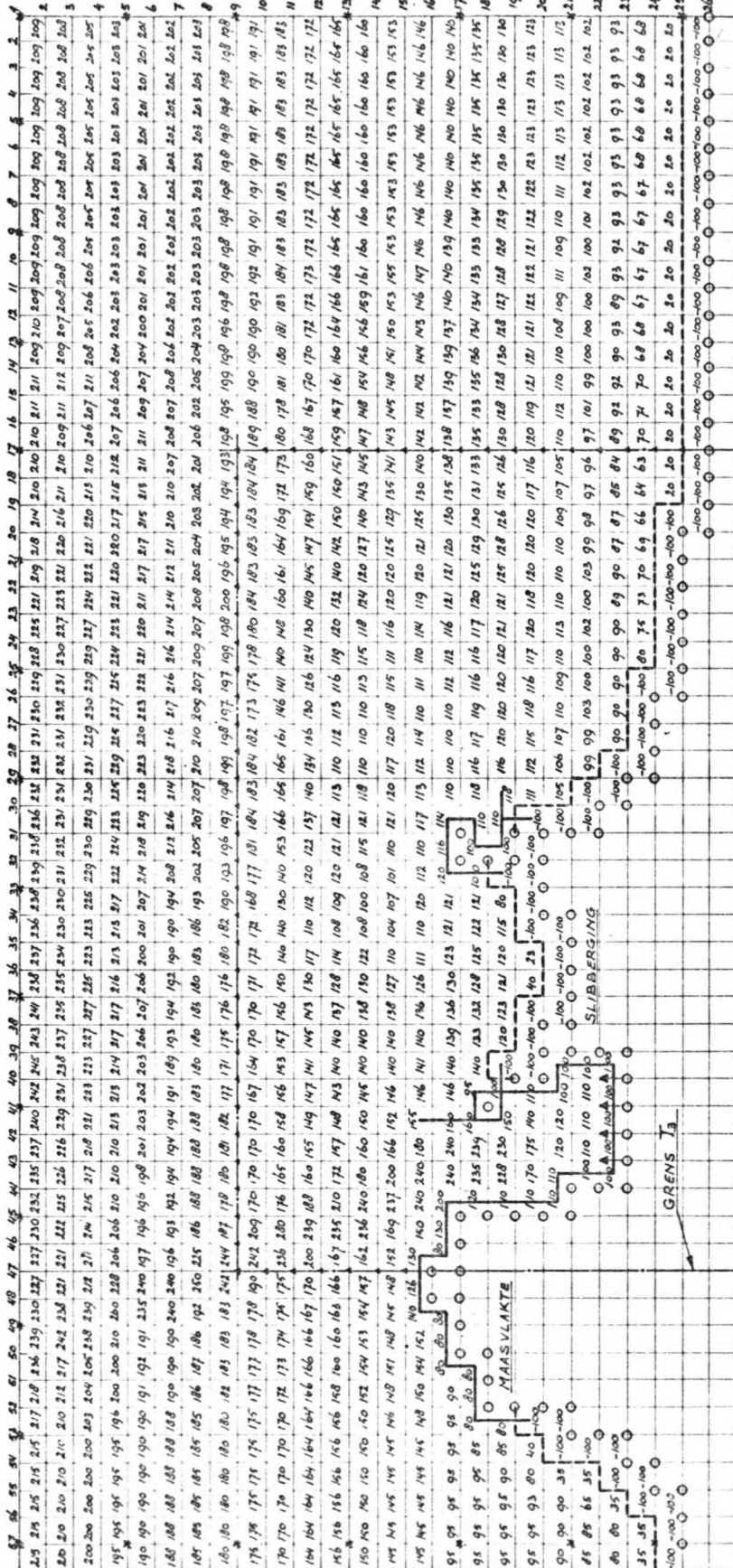
T₂ - MODEL

400 m SCHEMATISATIE
GEWIJZIGDE SITUATIE

FIG. 3.1.5



12.5



= ONDOORLATENDE WAND

= STRANDLIJN

= PUNT AFGESLOTEN VOOR BEREKENING

= PUNT WAARIN R.V.W. UIT T₁

= PUNT LEVERT R.V.W. VOOR T₃

400 m

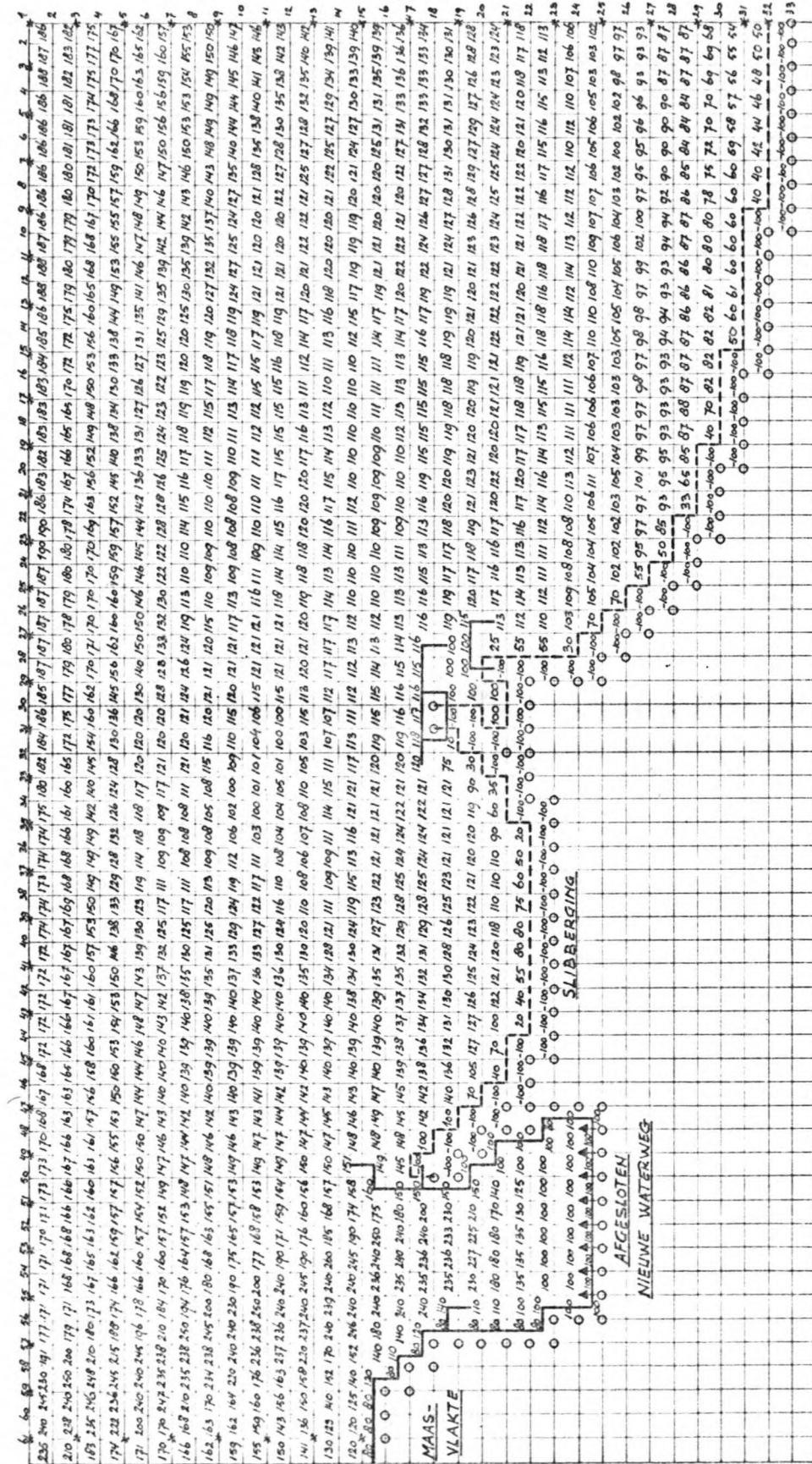
DIEPTEN IN DM. BENEDEN N.A.P.

FIG. 3.1.6

T₃-MODEL 200 m SCHEMATISATIE
GEWIJZIGDE SITUATIE



y, v^*



DIEPTEN IN DM. BENEDEN N.A.P.

200 m

ONDOORLATENDE WAND.

STRANDLIJN

PUNT AFGESLOTEN VOOR BEREKENING

PUNT WAARIN R.V.W. UIT T₂

De morphologische processen langs de kust spelen zich hoofdzakelijk af in de brandingszone, een strook van 200 à 300 m. Een model met maaswijdte van 200 m levert dus gemiddelde snelheden langs de kust op, die bruikbaar zijn voor een morphologische berekening.

Met de N.O.-grens aan het einde van de nieuwe strandboog, de N.W.-grens 2700 m (13 mazen van 200 m) vanaf de Noorderdam en de Z.W.-grens 2300 m (11 mazen van 200 m) vanaf de Noorderdam, levert dit een model met ca. 1200 rekenpunten op.

Deze grenzen moeten weer samenvallen met netlijnen van het T_2 -model om hieruit de randvoorwaarden te kunnen overnemen.

Tijdstap.

De uitdrukking $c \frac{\Delta t}{\Delta s}$ moet ter wille van de nauwkeurigheid niet al te groot zijn. Een praktische bovengrens is ongeveer 10.

De voortplantingssnelheid van een lange golf in 20 m diep water is

$$c = \sqrt{g \cdot D} = \sqrt{10 \cdot 20} = 14,1 \text{ m/s.}$$

Voor het T_0 - en T_1 -model is de lengtestap $\Delta s = 1600$ m. Volgens bovengenoemde voorwaarde voor de tijdstap-lengtestap-verhouding moet dan dus gelden $\frac{14,1 \times \Delta t}{1600} \leq 10$, waaruit volgt $\Delta t \leq 1135 \text{ s} = 18,9 \text{ min.}$

We nemen voor het T_0 - en T_1 -model een tijdstap van 15 min. = 900 s, net als Burger, zodat we inderdaad de resultaten kunnen vergelijken.

Voor het T_2 -model is de lengtestap 400 m. Het model ligt in zijn geheel wat dichterbij de kust. Voor de globale bepaling van de voortplantingssnelheid kunnen we een iets geringere diepte nemen.

Voor $D = 18$ m is $c = \sqrt{10 \cdot 18} = 13,4 \text{ m/s.}$

Dus moet gelden $\frac{13,4 \times \Delta t}{400} \leq 10$, waaruit volgt $\Delta t \leq 298 \text{ s} = 5,0 \text{ min.}$

Neem voor het T_2 -model een tijdstap van 5 min. = 300 s, zodat ook aan de voorwaarde is voldaan, dat de tijdstap van T_1 een veelvoud is van die van T_2 . Deze voorwaarde ontstaat door onze wens om resultaten van T_1 te gebruiken als randvoorwaarden voor T_2 .

Voor het T_3 -model is de lengtestap weer gehalveerd tot 200 m. Door ook de tijdstap te halveren tot $2\frac{1}{2}$ min. = 150 s is aan alle voorwaarden voldaan.

Inspeeltijd.

Voor een periodiek probleem zoals een getijgolf kan men gewoonlijk de inspeeltijd gelijk stellen aan enkele malen de looptijd van de getijgolf door het model. Deze looptijd is in het T_0 - en T_1 -model $\frac{60800}{14,1} = 4312 \text{ s} = 1,2 \text{ uur.}$

Een halve getijperiode zou dus waarschijnlijk al voldoen als inspeeltijd. We nemen echter voor al onze berekeningen een gehele getijperiode van 25 uur om onze resultaten gemakkelijk onderling en met die van Burger te kunnen vergelijken. Na deze inspeeltijd wordt nog een volledige getijperiode van 25 uur berekend.

3.2. Gegevens voor de berekeningen.

3.2.1. Algemeen.

De versnelling van de zwaartekracht wordt gesteld op $9,81 \text{ m/sec}^2$. In de uitdrukking voor de geostrofische of Coriolisversnelling $\Delta v = 2\omega v \sin \theta$, die voorkomt in de bewegingsvergelijking en waarin ω = hoeksnelheid van de aardrotatie en θ = breedtegraad, wordt voor de breedte van Nederland een waarde aangehouden van $\Omega = 0,11461 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$.

In het gehele veld wordt eenzelfde waarde voor de coëfficiënt van de bodemwrijving aangehouden, n.l. $\text{fr} = \frac{g}{C^2} = 0,0039$. Dit komt overeen met een Chézy-coëfficiënt van $C = 50 \text{ m}^{\frac{1}{2}} \text{ s}^{-1}$.

3.2.2. Bodem- en kustconfiguratie.

De bodemconfiguratie wordt in de modellen aangebracht door het bodempeil in het midden van de mazen op te geven t.o.v. het referentievlak = N.A.P. De getallen voor het gebied rondom H.v.H. komen van 4 peilkaarten van okt. 1977 van Rijkswaterstaat-Deltadienst-Waterloopkundige Afdeling Hellevoetsluis [4], n.l.:

Blad 1002 Lodingen Kustgebied Monster

Blad 1002^A Lodingen Kustgebied Monster; zeewaarts

Blad 1003 Lodingen Kustgebied H.v.H.

Blad 1003^A Lodingen Kustgebied H.v.H.; zeewaarts

Voor het gebied buiten deze kaarten worden de waarden voor het bodempeil gehaald uit de bodemconfiguratie van Burger's rekenmodellen en dus indirect uit RD II.

Ter plaatse van het geplande project wordt de bodemligging geschat uit het voorlopig ontwerp.

Het grootste deel van de kustlijn wordt geschematiseerd als strand, door aan de zeezijde het negatieve bodempeil in te voeren en aan de landzijde een zodanig hoog positief bodempeil (b.v. N.A.P. + 10 m), dat dit altijd boven water blijft.

De golfbrekers van de Maasvlakte, Noorderdam en geplande jachthaven worden evenals de oevers van de Nieuwe Waterweg beschouwd als ondoorlatende wanden. Hiertoe wordt ter plaatse de stroomsnelheid loodrecht op de wand gelijk aan nul gesteld.

De figuren 3.1.2 en 3.1.4 t/m 3.1.6 geven in schema de bodem- en kustconfiguratie voor de verschillende rekenmodellen.

3.2.3. Rand- en beginvoorwaarden.

In alle berekeningen wordt in alle punten de beginwaterstand gelijk aan het N.A.P.-niveau gesteld, behalve in de punten waar de waterstand als randvoorwaarde is gegeven. Het gemiddeld zeeniveau bij H.v.H. is N.A.P. - 0,03 m.

T₀- en T₁-model.

Voor de T₀- en T₁-berekening zijn de randvoorwaarden identiek.

Op de open randen wordt als randvoorwaarde een periodieke waterstand ingevoerd. De randvoorwaarden worden verkregen uit een Fourier-analyse van getijmetingen, uitgevoerd door Rijkswaterstaat in de periode van 1 t/m 5 sept.'75.

Een getijkromme kan worden beschreven als de som van een middenstand en een aantal sinusvormige componenten elk met een amplitude, hoeksnelheid en fasehoek: $h(t) = h_0 + \sum_n h_n \cos(\omega_n t - \alpha_n)$.

Voor de Fourier-analyse is aangenomen dat de getijbeweging periodiek is met een periode van T = 25 uur.

In het resultaat van de Fourier-analyse

$$h(t) = \sum_{k=0}^{\infty} M_k = \sum_{k=0}^{\infty} A_k \left[\cos \frac{2\pi k t}{T} + B_k \sin \frac{2\pi k t}{T} \right]$$

blijken voor ons alleen de middenstand, het enkeldaags, dubbeldaags en viermaal daags getij van belang te zijn.

De Fourier-coëfficiënten A_k en B_k moeten dus voor onze berekening worden ingevoerd voor k = 0, 1, 2 en 4.

De Deltadienst-Rijkswaterstaat berekende de Fourier-component voor het getij

voor alle punten van het RD II-model en heeft ze m.b.v. amplitude en fase in een schema verzameld, dus van de vorm $M_k = c_k \cos(\frac{2\pi kt}{T} - \phi_k)$, waarbij c_k = amplitude en ϕ_k = fasehoek worden gegeven. Zie Bijlage A-I. De Fourier-coëfficiënten A_k en B_k kunnen uit de amplitude en fasehoek worden bepaald.

$$c_k \cos(\frac{2\pi kt}{T} - \phi_k) = c_k \left[\cos(\frac{2\pi kt}{T}) \cdot \cos \phi_k + \sin \phi_k \cdot \sin \frac{2\pi kt}{T} \right] = \\ = c_k \cos \phi_k \cdot \cos \frac{2\pi kt}{T} + c_k \sin \phi_k \cdot \sin \frac{2\pi kt}{T}.$$

Dus $A_k = c_k \cos \phi_k$ en $B_k = c_k \sin \phi_k$.

Voor de waarden van c_k , ϕ_k , A_k en B_k wordt verwezen naar Bijlagen II-1 en II-2.

De randvoorwaarden worden ingevoerd in de randpunten om de 4800 m.

In de tussenliggende 2 randpunten van het 1600 m-net worden de randvoorwaarden lineair geïnterpoleerd.

Als randvoorwaarde in de Nieuwe Waterweg moet een periodieke snelheid worden ingevoerd.

Er is een afvoerkromme voor de Rotterdamse Waterweg bepaald aan de hand van metingen op 4/9/1975 in meetpunt K van raai 1029 bij H.v.H. (zie fig.3.2.1). Daaruit blijkt voor het in- en uitstromend debiet ten noorden van de splitsingsdam:

maximale vloeddebiet $6300 \text{ m}^3/\text{s}$ treedt op $1/4$ uur na H.W. te H.v.H.

maximale ebdebiet $9000 \text{ m}^3/\text{s}$ treedt op $5\frac{1}{2}$ uur na H.W. te H.v.H.

Uit de gegevens volgt een bovenafvoer van de rivieren door de Waterweg van $\frac{1}{2} (9000 - 6300) = \frac{1}{2} \cdot 2700 = 1350 \text{ m}^3/\text{s}$. Hetgeen goed overeenkomt met de gemeten bovenafvoer van Lobith op 2/9/1975 van $2364 \text{ m}^3/\text{s}$; daarbij behoort een bovenafvoer in de Waterweg van ca. $1500 \text{ m}^3/\text{s}$.

Het in- en uitstromend getijdebet door de geul zuidelijk van de spitsingsdam kan globaal worden bepaald door een kombergingsbeschouwing toe te passen op het Europoort-havengebied.

Continuïteitsvergelijking $\frac{\partial h}{\partial t} \sum F = Q_t$.

Kombergingsoppervlakte van het Europoort-havengebied $\sum F \approx 14 \text{ km}^2$.

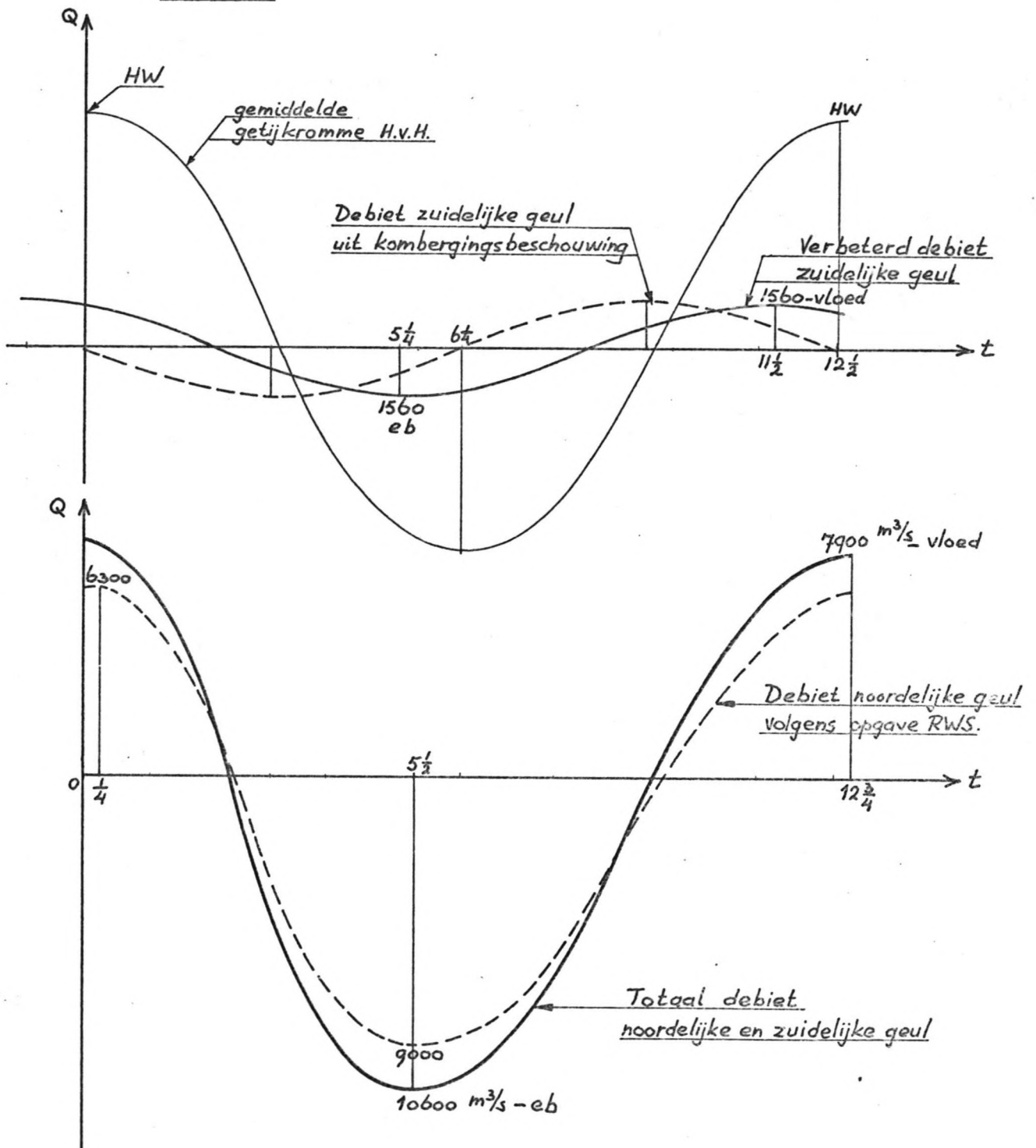
Uit de getijkromme voor H.v.H. wordt geschat de maximale helling van de kromme van het verticale getij in de monding $\frac{\partial h}{\partial t} \approx 1,11 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$.

Het maximale getijdebet is dan: $Q_t = 1,11 \cdot 10^{-4} \cdot 14 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{s} = 1560 \text{ m}^3/\text{s}$.

Controle op de maximale over de doorsnede gemiddelde snelheid in de zuidelijke geul levert bij een breedte van 500 m en diepte 23 m :

$$\bar{v} = \frac{1560}{23 \cdot 500} = 0,14 \text{ m/s},$$

Fig. 3.2.1. In- en uitstromend debiet door de monding van de Nieuwe Waterweg.



Tijd t in uren na H.W.-H.v.H.

Debieten Q in m^3/s .

hetgeen in overeenstemming is met Rapport M 900-14 van het Waterloopkundig Laboratorium-Delft betreffende een modelonderzoek. Daarin wordt gevonden:

$$\bar{v}_{eb} = 0,13 \text{ m/s en vloedstroom } \bar{v}_{vl} = 0,15 \text{ m/s.}$$

Deze laatste waarde treedt op ca. 1 uur vóór H.W.-H.v.H., dat is ca. 2 uur later dan bij een kombergingsbeschouwing wordt verwacht.

We superponeren bovenstaande debieten tot totalen voor de gehele monding van de Nieuwe Waterweg (zie ook fig. 3.2.1):

$$\text{maximaal vloeddebiet } Q_v = 6300 + 1600 = 7900 \text{ m}^3/\text{s optredend bij H.W.-H.v.H.,}$$

$$\text{maximaal ebdebiet } Q_e = 9000 + 1600 = 10600 \text{ m}^3/\text{s optredend 6,25 uur na}$$

H.W.-H.v.H.

Dit periodieke debiet kan worden geschreven als:

$$Q(t) = -1350 + 9250 \cos(\omega t - \varphi) = -1350 + 9250 (\cos \varphi \cdot \cos \omega t + \sin \varphi \cdot \sin \omega t),$$

waarin $\omega = \frac{4\pi}{T}$ de hoeksnelheid is behorend bij het dominerende dubbeldaags getij en φ de faseachterstand van het maximale positieve debiet op $t = 0$.

Het debiet in positieve x-richting wordt positief genoemd en is maximaal bij H.W.-H.v.H.

De fasehoek van het dubbeldaags getij in H.v.H. blijkt in de opgave van de Fourier-componenten door de Deltadienst 301° te zijn (Bijlagen I en II).

Dit betekent dat op $t = 0$ in het model de maximale positieve waarde voor dit getij (hoogwater-H.v.H.) nog een faseachterstand van 301° heeft. De fasehoek van het in te voeren debiet is dus ook $\varphi = 301^\circ$.

$$\text{Nu is dus } Q(t) = -1350 + 4764 \cos \omega t - 7929 \sin \omega t \text{ m}^3/\text{s.}$$

Dit debiet moet tot een snelheid worden omgerekend om als randvoorwaarde voor de berekening te kunnen dienen.

De snelheid wordt ingevoerd 3200 m binnen de monding. Om modeltechnische redenen is daar de breedte 1600 m en de diepte 10 m.

Dus de in te voeren snelheid is:

$$\begin{aligned} v_x(t) &= \frac{1}{16} \cdot 10^{-3} (-1350 + 4764 \cos \omega t - 7929 \sin \omega t) = \\ &= -0,0844 + 0,2978 \cos \omega t - 0,4956 \sin \omega t \text{ m/s.} \end{aligned}$$

T₂-model.

Tijdens de T₁-berekening worden gedurende de gehele getijperiode van 25 uur na een inspeelperiode van 25 uur, voor alle toekomstige randpunten van het T₂-model, de bij elke tijdstap van 15 minuten berekende waterhoogten weggeschreven op een achtergrondgeheugen.

Deze waarden worden als randvoorwaarden gebruikt voor de T₂-berekening.

Voor tussengelegen randpunten wordt lineair geïnterpoleerd.

Ook in de tijd wordt lineair geïnterpoleerd, aangezien de tijdstappen voor de T_2 -berekening 5 minuten zijn.

De modelbegrenzing bij de Nieuwe Waterweg heeft in het T_2 -model weer een breedte van 1600 m en een diepte van 10 m. Het in te voeren periodieke snelheidsverloop is dus gelijk aan dat voor T_0 .

T_3 -model

Tijdens de T_2 -berekening worden vervolgens gedurende de periode van 25 uur na de inspeelperiode van 25 uur voor alle toekomstige randpunten van het T_3 -model de bij elke tijdstap van 5 minuten berekende waterhoogten weggeschreven op een achtergrondgeheugen.

Deze waarden worden als randvoorwaarden gebruikt voor de T_3 -berekening. Voor de tussengelegen randpunten wordt lineair geïnterpoleerd evenals voor de tussengelegen tijdstippen, aangezien de tijdstap voor de T_3 -berekening $2\frac{1}{2}$ minuut bedraagt.

Ook voor het T_3 -model heeft de afgesloten Nieuwe Waterweg dezelfde dwarsafmetingen als in het T_0 -model en dus ook hetzelfde periodieke snelheidsverloop.

3.3. Resultaten van de berekeningen.

3.3.1. Print-uitvoer van het programma TIDES.

Over de inspeeltijd van 25 uur = 90000 s. zal geen uitvoer worden geproduceerd. Bij het refereren naar berekeningsresultaten zal het einde van de inspeeltijd als $t = 0$ worden aangenomen met de tijdsaanduiding in uren na dit moment.

Het programma geeft de mogelijkheid om na elk geheel aantal tijdstappen voor alle rekenpunten de waarde voor h , u en v af te drukken.

Deze gedrukte uitvoer wordt voor de verschillende berekeningen geproduceerd voor een gehele getijperiode voor elk heel uur vanaf het tijdstip $t = 0$ tot $t = 25$ uur (Bijlage B - één exemplaar).

De resultaten van $t = 0$ en $t = 25$ voor de 2^e periode van 25 uur stemmen voor alle berekeningen zeer goed overeen, waaruit we dus kunnen concluderen, dat de inspeeltijd van 25 uur voldoende is.

3.3.2. Plot-uitvoer van het programma TIDES.

Na elk geheel aantal tijdstappen kan een plot worden gemaakt van een schema van het rekenmodel met daarin voor elk gewenst rekenpunt de snelheidsvector. Deze vorm van uitvoer is zeer overzichtelijk; direct is een overzicht te krijgen van grootte en richting van de snelheid. Alle originele plots zijn verzameld in één exemplaar Bijlage C; verkleiningen van de plots zijn als Bijlage A-IV bij elke afdruk van het rapport gevoegd.

T₀-model

Gezien het doel van de T₀-berekening, worden hiervan geen plots gemaakt. Controle van het rekenmodel en vergelijking met Burger's berekening kunnen heel goed zonder plots geschieden.

De zes T₀-plots, die Burger heeft gemaakt, worden trouwens wel bij dit rapport afgedrukt.

T₁-model

Om het budget enigszins te beperken en omdat de plots nogal prijzig zijn, is getracht niet van de gehele berekeningsgang plots uit te voeren, maar alleen van de voor ons belangrijke fasen in het getij. We zijn vooral geïnteresseerd in de maximale absolute waarden van de snelheden. Het moment van optreden is te schatten uit onze T₀-berekening, Burger's plots en uit een beschouwing van het dominerende dubbeldaags getij M₂.

Getracht is om 3 plots, met 1 uur tussenruimte, van de snelheden te maken rond elk moment van maximale vloed- en ebstroom, te weten t = 3,9,15 en 21 uur. Voor een gehele getijperiode zouden dit 12 plots zijn.

Dit bleek echter in de huidige opzet van het programma niet mogelijk te zijn. Na een plot-opdracht blijft het programma plots uitvoeren met het oorspronkelijk opgegeven tijdsinterval tot de berekening wordt gestopt.

De plot-uitvoer kan dus niet tijdelijk worden gestopt.

Het resultaat was dat er plots zijn uitgevoerd voor elk heel uur.

Vanwege de overzichtelijkheid zijn de snelheidsvectoren niet voor elk rekenpunt getekend, maar met een tussenruimte van 2 lengtestappen.

T₂-model

De plotter van het rekencentrum kan maximaal per berekening 10.000 "punch

records" verwerken, waarvan er naar schatting voor één snelheidsvector 3 nodig zijn. Dit stelt dus een grens aan het aantal plots en/of het aantal snelheidsvectoren per plot.

Na beschouwing van de T_1 -berekening zijn zeker plots nodig op de tijden $t = 3, 9, 15, 17, 21$ en 23 uur. Tevens rekening houdend met de bij het vorige model genoemde overwegingen is besloten om plots uit te voeren op de on-even uren vanaf $t = 0$, dus totaal 13 plots.

Om het aantal vectoren per plot nog wat te reduceren, worden alle plot-punten van de buitenste rand en een aantal in de noordhoek weggelaten. Het gebied rondom het project, Eurogeul, Waterweg en langs de kust wordt ongemoeid gelaten.

De definitieve berekening begon om niet te achterhalen redenen pas te plotten bij $t = 15$ uur. Gelukkig waren er nog plots voor $t = 1$ t/m 11 uur van een vroegere T_2 -berekening, die na 11 uur was afgebroken wegens het overschrijden van de toen gestelde maximale rekentijd. Het missen van alleen plot 13 was geen reden om de gehele berekening à raison van f. 1000,- te herhalen. Te meer daar wel de complete print-uitvoer aanwezig is.

T_3 -model

Voor dit model, het meest gedetailleerde en voor ons meest interessante, zouden plots op elk uur wel op zijn plaats zijn. De grens van maximaal 10.000 punch records geldt echter ook hier. Daarom worden hier, net als bij het T_2 -model, 13 plots gemaakt, waarin nog een aantal punten zijn weggelaten.

De plots verschaffen naast de maximale snelheden ook een indruk van het verloop in de tijd van de getijstroom in combinatie met de rivieraafvoer. De eerste berekening is na 21 uur afgebroken wegens het overschrijden van de toen gestelde maximale rekentijd. I.v.m. de kosten is er toen een berekening gemaakt van slechts 25 uur, waarbij we de uitvoer vanaf 21 uur gebruiken als aanvulling van onze afgebroken berekening. Beide uitvoeren van $t = 21$ uur zijn nagenoeg gelijk, zodat we mogen verwachten, dat een inspeeltijd van 21 uur ook voldoende is.

3.3.3. Opmerkingen n.a.v. de plots.

a. Het idee om naast de snelheidscomponenten u en v ook de grootte van de

snelheid $\sqrt{u^2 + v^2}$ en eventueel de richting af te drukken, zo de print-uitvoer overzichtelijker te maken en om daarmee het aantal plots te kunnen reduceren, was niet direct uitvoerbaar. Voor het plotten van de snelheidsvectoren wordt n.l. geen gebruik gemaakt van lengte en richting, maar van x- en y-componenten.

- b. De schuine getrokken lijnen dwars door plots T_2 -9 en 21 zijn geen plot- of andere fouten, maar worden veroorzaakt doordat links in de plot de snelheidsvectoren zo groot zijn, dat ze buiten de rand vallen. Er wordt dan in het betreffende punt de grootte van de vector als getal geplot plus de schuine lijn volgens de richting van de vector.

3.3.4. Omrekening van doodtij-resultaten naar springtij en gemiddeld tij.

Basis van de berekeningen zijn getijmetingen van 1 t/m 5 september 1975. Volgens de "Getijtafels voor Nederland 1975" [7] is dat een periode van doodtij, waarvoor was voorspeld voor H.v.H. t.o.v. N.A.P.:

gemiddeld HW	+ 0,86 m
gemiddeld LW	- 0,65 m
gemiddeld tijverschil	1,50 m

Uit onze getijberekening T_3 vinden we voor deze periode van doodtij:

gemiddeld HW	+ 0,76 m
gemiddeld LW	- 0,71 m
gemiddeld tijverschil	1,47 m

De gemiddelde getijkromme voor H.v.H. levert:

gemiddeld HW	+ 1,00 m
gemiddeld LW	- 0,71 m
gemiddeld tijverschil	1,71 m

Uit de getijtafel voor 1975 kunnen de volgende waarden voor het gemiddeld springtij bij H.v.H. worden gehaald:

HW	+ 1,26 m
LW	- 0,89 m
tijverschil	2,14 m

De resultaten van deze berekeningen gelden voor een periode van doodtij. Een groter getijverschil gaat, bij verder gelijk blijvende omstandigheden, gepaard met grotere stroomsnelheden.

Voor de beoordeling van nautische problemen en de berekening van golfbrekers en morphologische processen zijn de stroomsnelheden van belang zoals ze optreden in perioden van springtij en gemiddeld tij.

Onderzocht zal worden of de maximale stroomsnelheden, optredend bij doottij, op een simpele wijze d.m.v. vermenigvuldigingsfactoren omgezet kunnen worden in maximale snelheden bij springtij en gemiddeld tij.

Voor een algemene beschouwing omtrent de invloed van de verschillende termen van de bewegingvergelijkingen en continuïteitsvergelijking wordt verwezen naar hoofdstuk 4.2. en de bijbehorende bijlagen.

Op het moment van maximale stroomsnelheid kan de bewegingsvergelijking (2.1.4) in de stroomrichting worden geschreven als:

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + g \frac{\partial h}{\partial x} + g \frac{u |u|}{c^2 D} = 0;$$

de x-as is langs de stromingsrichting genomen, dus v en diens gevolgde termen $v \frac{\partial u}{\partial y}$ en Ωv zijn dan gelijk aan nul.

Op het moment van maximale u is de traagheidsterm $\frac{\partial u}{\partial t} = 0$.

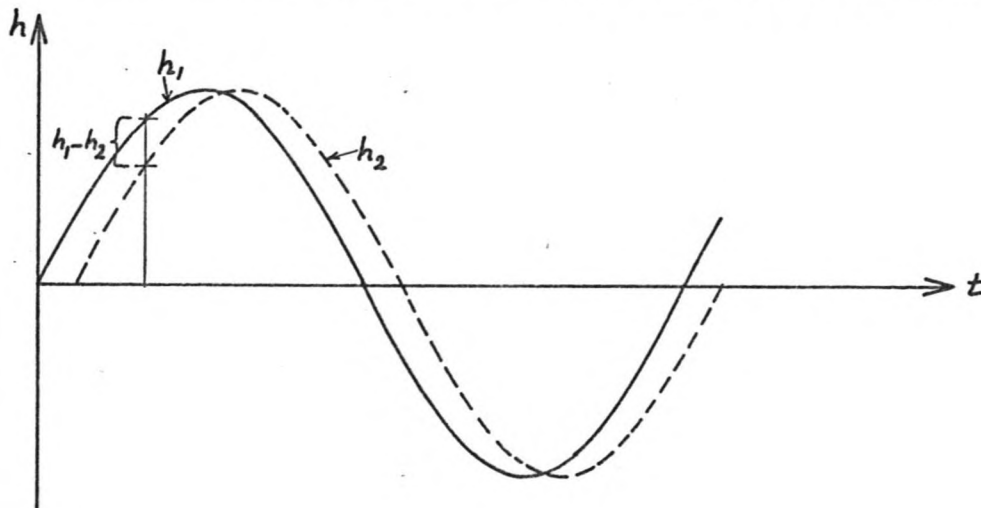
Als we nu de relatief geringe invloed van de convectieve term $u \frac{\partial u}{\partial x}$ buiten beschouwing laten, resteert als bewegingsvergelijking

$$\frac{\partial h}{\partial x} + \frac{u |u|}{c^2 D} = 0$$

Het verval tussen 2 punten op afstand $L_{1,2}$ als gevolg van de weerstandsterm kan geschreven worden als:

$$h_1 - h_2 = \frac{u |u|}{c^2 D} L_{1,2}$$

Verder nemen we aan, dat bij vergroting van het tijverschil een evenredige vergroting van de ordinaten van de h-t-krommen optreedt zonder faseverschuiving en zonder vervorming, behoudens het steiler worden van de krommen.



De waarde voor $h_1 - h_2$ op een bepaald tijdstip, en dus ook de waarde voor $u|u|$, zijn dan evenredig met het tijverskil. Of in formulevorm:

$$\text{max. stroomsnelheid} = \text{constante} \cdot \sqrt{\text{getijverschil}}.$$

Onder bovengenoemde aannamen kunnen nu de factoren bepaald worden, waarmee de reeds bepaalde stroomsnelheden bij doodtij vermenigvuldigd moeten worden, om de snelheden bij gemiddeld tij en springtij te berekenen:

$$v_{\text{springtij}} = \sqrt{\frac{214}{147}} \cdot v_{\text{doodtij}} = 1,21 \cdot v_{\text{doodtij}}$$

$$v_{\text{gem. tij}} = \sqrt{\frac{171}{147}} \cdot v_{\text{doodtij}} = 1,08 \cdot v_{\text{doodtij}}$$

De beschouwing in hoofdstuk 4.2 leert echter, dat vooral voor dieper water de weerstandsterm van minder belang is.

Een ander uitgangspunt kan dan zijn, dat $\frac{\partial h}{\partial t}$ evenredig is met $\frac{\partial u}{\partial x}$ op hetzelfde moment. De continuïteitsvergelijking voor een één-dimensionale stroming kan n.l., door de waterdiepte D als constant aan te nemen, worden vereenvoudigd tot:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + D \frac{\partial u}{\partial x} = 0.$$

Ook nu wordt weer aangenomen, dat bij vergroting van het tijverschil en van de maximale stroomsnelheden bij eb en vloed een evenredige vergroting van de ordinaten van de h - t kromme resp. de u - t kromme optreedt, zonder faseverschuiving en zonder vervorming. $\frac{\partial h}{\partial t}$ is dan evenredig met het tijverschil en $\frac{\partial u}{\partial x}$ met u_{max} . Dus:

$$\text{max. stroomsnelheid} = \text{constante} \cdot \text{getijverschil}.$$

De vermenigvuldigingsfactoren kunnen dan weer worden bepaald

$$v_{\text{springtij}} = \frac{214}{147} \cdot v_{\text{doodtij}} = 1,46 \cdot v_{\text{doodtij}}$$

$$v_{\text{gem. tij}} = \frac{171}{147} \cdot v_{\text{doodtij}} = 1,16 \cdot v_{\text{doodtij}}.$$

Beide benaderingen leveren vermenigvuldigingsfactoren op, die relatief weinig van elkaar verschillen, n.l., voor springtij ca. 17 % en voor gemiddeld tij ca. 7 %.

Voor het verkrijgen van bruikbare praktijkwaarden is het dus verantwoord om het gemiddelde van beide benaderingen te nemen:

$$v_{\text{springtij}} = \frac{1,46 + 1,21}{2} \cdot v_{\text{doodtij}} = 1,34 \cdot v_{\text{doodtij}}$$

$$v_{\text{gem. tij}} = \frac{1,16 + 1,08}{2} \cdot v_{\text{doodtij}} = 1,12 \cdot v_{\text{doodtij}}.$$

3.4. Commentaar op programma TIDES.

- a. Het programma TIDES biedt de mogelijkheid om op een bepaald moment tijdens of aan het einde van een berekening de totale toestand weg te schrijven in een achtergrondgeheugen en deze later weer te gebruiken als beginvoorwaarde voor een nieuwe berekening. Dit is vooral nuttig bij lange, uitgebreide en dus dure berekeningen. Als er dan iets mis gaat, of er moet iets in veranderd worden, dan kan eventueel rekentijd worden bespaard door een tussentijds resultaat als start te laten dienen voor de verbeterde berekening.

Het kan gewenst zijn om op elk moment van de berekening bovenstaande procedure te kunnen uitvoeren.

Momenteel kan dit echter alleen maar voor een moment, dat in de berekening wordt gestart met het begin van een lijst of cyclus van randvoorwaarden, hetgeen een ernstige beperking van de mogelijkheden is.

- b. Het moet mogelijk zijn om het maken van plots te stoppen en later te vervolgen, om zodoende alleen plots te verkrijgen op en rondom eventueel te voorspellen kritieke of anderszins interessante momenten.

Plots zijn n.l. nogal duur.

Een andere reden is de praktische omstandigheid, dat de plotprocedure max. ca. 10.000 punch records kan verwerken, waarvan er ca. 3 nodig zijn voor elk punt waar een snelheidsvector geplott moet worden. Er is dus een praktisch bereikbaar maximum gesteld aan het aantal plots en/of het aantal punten.

Bijvoorbeeld in onze T_1 -berekening, met t.o.v. het T_2 - en T_3 -model nog een bescheiden aantal punten, wilden we om de 2 stappen in x- en y-richting, d.w.z. in 326 punten, de snelheidsvectoren plotten om het uur en gedurende één getijperiode van 25 uur. Dit zou ca. $326 \times 25 \times 3 = 24450$ punch records vereisen; dus meer dan twee maal te veel.

Op dit moment is zo'n probleem alleen op te lossen door:

1. het aantal te behandelen punten te verminderen,
2. het aantal plots te verminderen door met grotere tussenpozen te laten plotten,
3. een berekening meerdere keren uit te voeren en iedere keer over een andere periode te laten plotten,
4. een combinatie van 1,2 en 3.

4. INTERPRETATIE VAN DE BEREKENINGSRESULTATEN.

4.1. Betrouwbaarheid van de modellen.

Om de betrouwbaarheid van de resultaten van de twee-dimensionale getijberekeningen met een gewijzigde kust te kunnen beoordelen, is het noodzakelijk, dat het T_0 -model wordt geijkt aan de bestaande situatie.

Series waarnemingen van waterhoogten en snelheden in meetpunten, die binnen het T_0 -model vallen en door Rijkswaterstaat gedaan van 1 t/m 5 september 1975, zijn door Burger vergeleken met de berekeningsresultaten in de overeenkomstige punten van het model. Die berekeningen zijn uitgevoerd met randvoorwaarden, die weer bepaald zijn uit metingen ook uit de periode 1 t/m 5 september 1975. Het resultaat van de vergelijking was bevredigend. De waterhoogten kwamen zeer goed overeen. De berekende snelheden waren weliswaar iets groter (tot ca. 10 %) dan de gemeten snelheden, maar alleen al in het meten van de snelheden op zee kan gemakkelijk een fout van 10 % gemaakt worden.

Bij veel snelheidsmetingen wordt n.l. van te voren geschat op welke diepte de snelheid gelijk zal zijn aan de gemiddelde snelheid en wordt daarna de snelheidsmeter op die diepte gebracht voor een waarneming. Het niveau van bodem en waterspiegel en het snelheidsprofiel moeten dan bekend zijn. Fouten in de waarnemingsdiepte van bv. 1 m zijn licht gemaakt en kunnen ook heel goed resulteren in systematische fouten in de snelheidsmetingen van 10 %. De conclusie was dus gerechtvaardigd, dat het T_0 -model geacht wordt de bestaande situatie wat betreft C-waarde, bodem- en kustconfiguratie, randvoorwaarden, e.d., goed weer te geven. Bij de harmonische componenten M_0 , M_1 , M_2 en M_4 , die als randvoorwaarden dienen, zijn dus geen belangrijke getij-componenten verwaarloosd.

Ook de gewijzigde toestand in het $T_{1,2,3}$ -model zal dus waarschijnlijk redelijk betrouwbaar worden berekend.

Bij de hier doorgevoerde verfijning van de maaswijdte moet men zich wel realiseren, dat slechts enkele factoren, zoals bodemconfiguratie en de vorm van dammen, nauwkeurig kunnen worden benaderd. Factoren als randvoorwaarden en bodemwrijving worden door verfijning niet betrouwbaarder.

Een groot voordeel is wel dat we in de uitvoer tot een sterkere differentiatie naar plaats kunnen komen.

De waarde van deze ver doorgevoerde verfijning (van 1600 tot 200 m) zou eventueel eens moeten worden getoetst aan metingen in werkelijkheid of in een fysisch model.

De berekeningsresultaten langs de randen zijn niet betrouwbaar. Als randvoorwaarden worden waterhoogten opgegeven als harmonische componenten. Het programma neemt zelf nog 1 of 2 vaste randvoorwaarden aan. Bv. op een rand evenwijdig aan de x-as is $\frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial v}{\partial y} = 0$ nodig voor het rekenproces, hetgeen niet met de werkelijkheid behoeft te stroken.

Een oplossing voor dit probleem kan gevonden worden door de randen verder weg te kiezen en bv. over 5 maaslengten hetzelfde bodemprofiel in te voeren.

Uit de plots blijkt duidelijk, dat de berekeningen in de buurt van de randen en bij de scherpe overgangen van de doorgaande wanden aan storingen onderhevig zijn.

Ook de resultaten in de rivier zien er niet zo betrouwbaar uit, ook niet bij het T_3 -model, waar de rivier toch 8 mazen breed is. De in het schema als getrapte doorgaande wanden weergegeven oevers hebben kennelijk een storende invloed. Dit is echter geen bezwaar, daar het onderzoek gericht is op het verkrijgen van resultaten buiten de monding.

4.2. Invloed van de termen van de differentiaalvergelijkingen.

De invloed van de verschillende termen van de bewegingsvergelijkingen en continuïteitsvergelijking is door Burger onderzocht in 2 punten. Punt (7,24) van zijn T_0 -model ligt in volle zee met over een behoorlijk gebied een gelijkmatig bodemprofiel met een diepte van ca. 22 m; de stroomlijnen zijn daar nagenoeg recht. Het andere punt is (15,22) van het T_1 -model; de diepte is daar ca. 16 m en de stroomlijnen zijn daar licht gekromd door de invloed van een golfbreker op ca. 3 km afstand.

De bewuste termen zijn door Burger bepaald met uitvoer om het halve uur voor h , u en v uit een TIDES-berekening over een totale periode van 12 uur. Het verloop in de tijd van h , u en v en de termen van de bewegingsvergelijkingen en continuïteitsvergelijking zijn door Burger geschetst in Bijlagen A-VII-4 t/m 10 voor T_0 -(7,24) en in Bijlagen A-VII-14 t/m 20 voor punt T_1 -(15,22). Een samenvatting van deze schetsen is te vinden in de tabellen van Bijlagen A-VII-11 en A-VII-21. Hierin zijn de termen van de bewegingsvergelijkingen weergegeven als vervallen in mm over de lengte van één maas van het netwerk, dus 1600 m.

De conclusies t.a.v. de invloed van de afzonderlijke termen worden hieronder

samengevat. Daarbij worden o.a. de extreme waarden met elkaar vergeleken door ze uit te drukken als percentage van de tijdsafgeleide van de snelheid.

Punt T₀-(7,24) - rechte stroomlijnen.

Bewegingsvergelijking in y-richting (2.1.5); N.O.→Z.W.; ≈ stroomrichting:

1. $\frac{\partial v}{\partial t}$ invloed belangrijk; door de keuze van het assenstelsel is $v > u$, maar met eenzelfde periodieke verloop, dus $\frac{\partial v}{\partial t} > \frac{\partial u}{\partial t}$ (ca. factor 2).
2. $u \frac{\partial v}{\partial x}$ zeer geringe invloed; ca. 2 % van $\frac{\partial v}{\partial t}$; door combinatie van zeer kleine $\frac{\partial v}{\partial x}$ met vrij kleine u .
3. $v \frac{\partial v}{\partial y}$ invloed relatief klein, ca. 11 % van $\frac{\partial v}{\partial t}$.
4. $-\Omega u$ doordat u veel kleiner is dan v , is de Coriolistterm hier minder groot dan voor de bewegingsvergelijking in x-richting; invloed toch nog aanzienlijk, ca. 30 % van $\frac{\partial v}{\partial t}$.
5. $g \frac{\partial h}{\partial y}$ door de grotere snelheid in de y-richting is het verval hier ook groter dan in de x-richting; de term heeft een overheersende invloed op de bewegingsvergelijking; ca. 128 % van $\frac{\partial v}{\partial t}$.
6. $f \frac{v\sqrt{u^2+v^2}}{D}$ ca. 64 % van $\frac{\partial v}{\partial t}$; toch nog vrij belangrijke invloed door grootte van v .

Bewegingsvergelijking in x-richting (2.1.4); N.W.→Z.O.:

1. $\frac{\partial u}{\partial t}$ invloed belangrijk; ca. 47 % van $\frac{\partial v}{\partial t}$.
2. $u \frac{\partial u}{\partial x}$ invloed erg klein; stroomlijnen nagenoeg recht, dus $\frac{\partial u}{\partial x}$ erg klein; ca. 2 % van $\frac{\partial u}{\partial t}$.
3. $v \frac{\partial u}{\partial y}$ relatief kleine invloed, ca. 10 % van $\frac{\partial u}{\partial t}$; gevolg van kleine $\frac{\partial u}{\partial y}$.
4. Ωv de Coriolistterm speelt een belangrijke rol in de bewegingsvergelijking; ca. 174 % van $\frac{\partial u}{\partial t}$.
5. $g \frac{\partial h}{\partial x}$ belangrijkste term in de bewegingsvergelijking, ca. 242 % van $\frac{\partial u}{\partial t}$; de functie heeft een regelmatig verloop.
6. $f \frac{u\sqrt{u^2+v^2}}{D}$ de invloed van de weerstandsterm is niet groot, ca. 35 % van $\frac{\partial u}{\partial t}$; dit is een gevolg van de, t.o.v. de golfhoogte, grote diepte van 22 m en de vrij kleine u .

Samenvattend kan worden geconcludeerd, dat behalve de termen 1. en 5. van de

bewegingsvergelijkingen, de termen 4. en 6. toch ook een vrij bepalende rol spelen. De zogenaamde convectieve termen 2. en 3. zijn, zoals te verwachten bij een min of meer rechtlijnig stroombeeld, relatief onbelangrijk voor de beschrijving van de waterbeweging.

Continuïteitsvergelijking (2.1.6):

Bij de continuïteitsvergelijking kunnen de volgende opmerkingen geplaatst worden.

Geen der termen kan bij deze keuze van het assenstelsel worden verwaarloosd. De extreme waarden van de termen worden vergeleken en uitgedrukt in percentages van de grootste, n.l. $D \frac{\partial v}{\partial y}$.

1. $\frac{\partial h}{\partial t}$ ca. 32 % van $D \frac{\partial v}{\partial y}$.
2. $D \frac{\partial u}{\partial x}$ ca. 28 % van $D \frac{\partial v}{\partial y}$; verloop van $D \frac{\partial u}{\partial x}$ is vrijwel gelijkvormig met $\frac{\partial u}{\partial x}$, doordat $D (=h-z_0)$ slechts weinig fluctueert in de tijd.
3. $u \frac{\partial D}{\partial x} = u \left(\frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial z_0}{\partial x} \right)$; ca. 34 % van $D \frac{\partial v}{\partial y}$; de verandering van de bodemligging in x-richting $\frac{\partial z_0}{\partial x}$ is constant in de tijd; de verandering van de waterhoogte in de x-richting $\frac{\partial h}{\partial x}$ heeft hier altijd een waarde die klein is t.o.v. $\frac{\partial z_0}{\partial x}$; dus $\frac{\partial D}{\partial x}$ is vrijwel constant in de tijd; dit verklaart dat de kromme van $u \frac{\partial D}{\partial x}$ vrijwel gelijkvormig is met die van u .
4. $D \frac{\partial v}{\partial y}$ verloopt vrijwel gelijkvormig met $\frac{\partial v}{\partial y}$; dit is de term met de grootste extreme waarde.
5. $v \frac{\partial D}{\partial y}$ ca. 62 % van $D \frac{\partial v}{\partial y}$; omdat $\frac{\partial D}{\partial y}$ hier een vrijwel constante negatieve waarde heeft, is het verloop van $v \frac{\partial D}{\partial y}$ gelijkvormig aan de negatieve v-kromme.

Punt T_1 -(15,22) - gekromde stroomlijnen.

Voor punt T_1 -(15,22) met geringere diepte (16 m) en gekromde stroomlijnen valt waar te nemen, dat de convectieve termen $v \frac{\partial u}{\partial y}$ en $u \frac{\partial v}{\partial x}$, aanzienlijk groter zijn dan bij punt T_0 -(7,24).

De extreme waarden van de afzonderlijke termen uit de differentiaalvergelijkingen worden weer met elkaar vergeleken.

Bewegingsvergelijking in y-richting (2.1.5); N.O.→Z.W.:

1. $\frac{\partial v}{\partial t}$ invloed belangrijk; ook hier $v > u$, dus $\frac{\partial v}{\partial t} > \frac{\partial u}{\partial t}$ (ca. factor 1,7).
2. $u \frac{\partial v}{\partial x}$ ca. 27 % van $\frac{\partial v}{\partial t}$.
3. $v \frac{\partial v}{\partial y}$ ca. 9 % van $\frac{\partial v}{\partial t}$.
4. $-\Omega u$ ca. 40 % van $\frac{\partial v}{\partial t}$.
5. $g \frac{\partial h}{\partial y}$ ca. 137 % van $\frac{\partial v}{\partial t}$.
6. $f \frac{v\sqrt{v^2+u^2}}{D}$ ca. 58 % van $\frac{\partial v}{\partial t}$.

Bewegingsvergelijking in x-richting (2.1.4); N.W.→Z.O.:

1. $\frac{\partial u}{\partial t}$ invloed belangrijk; ca. 60 % van $\frac{\partial v}{\partial t}$.
2. $u \frac{\partial u}{\partial x}$ ca. 4 % van $\frac{\partial u}{\partial t}$.
3. $v \frac{\partial u}{\partial y}$ ca. 30 % van $\frac{\partial u}{\partial t}$.
4. Ωv ca. 113 % van $\frac{\partial u}{\partial t}$.
5. $g \frac{\partial h}{\partial x}$ ca. 363 % van $\frac{\partial u}{\partial t}$.
6. $f \frac{u\sqrt{u^2+v^2}}{D}$ ca. 48 % van $\frac{\partial u}{\partial t}$.

Continuïteitsvergelijking (2.1.6):

De extreme waarden van de termen worden vergeleken en uitgedrukt in percentages van de grootste, n.l. $D \frac{\partial v}{\partial y}$.

1. $\frac{\partial h}{\partial t}$ ca. 60 % van $D \frac{\partial v}{\partial y}$.
2. $D \frac{\partial u}{\partial x}$ ca. 64 % van $D \frac{\partial v}{\partial y}$.
3. $u \frac{\partial D}{\partial x}$ ca. 69 % van $D \frac{\partial v}{\partial y}$.
4. $D \frac{\partial v}{\partial y}$ grootste term.
5. $v \frac{\partial D}{\partial y}$ ca. 23 % van $D \frac{\partial v}{\partial y}$.

Bij dit stroombeeld met gekromde stroomlijnen hebben inderdaad de convectieve termen $v \frac{\partial u}{\partial y}$ en $u \frac{\partial v}{\partial x}$ uit de bewegingsvergelijkingen een aanzienlijke invloed en kunnen dus zeker niet verwaarloosd worden.

5. CONCLUSIES.

5.1. Algemeen.

In dit hoofdstuk worden uit verschillende berekeningsresultaten conclusies getrokken t.a.v. de punten, waarvoor de berekeningen zijn opgezet. Tevens zal worden getracht om aan te geven, welke waarde aan die conclusies kan worden gehecht.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor een periode van doodtij. Indien er in dit hoofdstuk waarden voor de snelheden worden gegeven zonder enige toevoeging, dan worden ze geacht te gelden voor doodtij. Snelheden bij gemiddeld of springtij krijgen een aparte vermelding. In hoofdstuk 3.3.4 is uiteengezet hoe de snelheden bij doodtij kunnen worden omgezet voor springtij of gemiddeld tij.

Het dominerende dubbeldaags getij heeft, zoals voor de berekeningen is ingevoerd, een fasehoek van 301° bij H.v.H. (zie Bijlagen A-I-19 en A-II-1). Dit betekent, dat H.W.-H.v.H. in de berekeningen wordt verwacht omstreeks de tijden $t = \frac{301}{360} \cdot 12,5 \text{ uur} = 10,45 \text{ uur}$ en $t = 10,45 + 12,5 = 22,95 \text{ uur}$.

Voor L.W.-H.v.H. zijn die tijden $t = 10,45 - 6,25 = 4,20 \text{ uur}$ en $t = 10,45 + 6,25 = 16,70 \text{ uur}$.

Uit de print-uitvoer van berekende waterhoogten blijkt voor alle modellen H.W.-H.v.H. op te treden omstreeks $t = 10$ en $t = 23 \text{ uur}$ en L.W.-H.v.H. omstreeks $t = 5$ en $t = 17 \text{ uur}$.

Deze noodgedwongen op hele uren afgeronde tijden stemmen goed overeen met de verwachte waarden.

De tijd $t = 23 \text{ uur}$ levert de hoogste waarde voor het hoogwater en wordt als "H.W.-H.v.H." in de plots vermeld.

5.2. Vergelijking van T_0 -print-output met die van Burger.

Bij vergelijking van de gedrukte uitvoer van de T_0 -berekening met die van Burger blijkt het algemene beeld, voor wat betreft waterhoogten en stroomsnelheden, goed overeen te stemmen. Buiten de gebieden, waarvoor in deze berekening de invoergegevens enigszins zijn veranderd, dus buiten de directe omgeving van de Maasvlakte en de monding van de Nieuwe Waterweg, zijn de snelheden op vergelijkbare tijden praktisch gelijk. In de waterhoogten is in het geheel

geen verschil te constateren.

We mogen dus concluderen, dat onze berekeningsopzet juist is geweest.

De betere benadering van de configuratie van de Maasvlakte heeft tot gevolg, dat het stroombeeld rondom de Maasvlakte wat regelmatig is geworden. De stroomsnelheden zijn wat beter in overeenstemming met die in de omgeving; plaatselijk voorkomende onverwacht hoge waarden van 0,6 m/s zijn in de nieuwe berekening teruggebracht tot 0,2 m/s.

De invloed van het in de Nieuwe Waterweg als randvoorwaarde ingevoerde periodieke debiet is uiteraard in de mond het sterkst merkbaar, de maximale stroomsnelheden gaan daar in het model omhoog van 0,09 m/s tot 0,35 m/s. De invloed van de rivier is in het model merkbaar tot 10 à 15 km uit de kust, met een vrij geringe uitwaaiing. De snelheidscomponent in x-richting is daar nog 0,05 m/s groter. Aangezien de y-component van de snelheid enkele malen groter is dan de x-component, resulteert dit dus hoofdzakelijk in een lichte verdraaiing van de snelheidsvectoren.

5.3. Vergelijking van T_1 - en T_0 -model.

Voor beide berekeningen zijn de resultaten nabij de randen identiek. Slechts in de oostelijke hoek is er tussen de 2 modellen een verschil in enkele waarden voor de snelheden van maximaal 0,02 m/s. We mogen dus concluderen, dat de grenzen van ons T_1 -model ver genoeg van het geplande project verwijderd zijn om daar als randvoorwaarde voor de berekening een bestaande, bekende toestand in te mogen voeren, dus ook de randvoorwaarden van het T_0 -model.

Het aanbrengen van de golfbrekers en strandbogen in de configuratie heeft geen invloed op de waterstanden en de x-componenten van de snelheden in het gehele model, verder niet op de stroming langs de Maasvlakte en op de dwars-snelheid in de Eurogeul, behalve direct in de mond. Daar is bij de ebstroom een ca. 8 % vergroting van de dwarsstroom (van 0,51 m/s tot 0,55 m/s; springtij) berekend en bij de vloedstroom een ca. 13 % verkleining (van 0,64 m/s tot 0,56 m/s; springtij).

De maximale snelheden langs de golfbrekers van het "vaste punt" zijn t.g.v. de vloedstroom groter dan bij de ebstroom, n.l. 0,88 m/s tegen 0,63 m/s (bij

springtij). De invloed van deze dammen strekt zich bij de vloedstroom uit tot 4 km in zee; op die afstand is nog een verhoging van de snelheid merkbaar van 0,48 m/s tot 0,53 m/s (ca. 10 %).

Door de grove schematisatie lenen deze modellen zich alleen voor globale indrukken en onderlinge vergelijking. In de buurt van de kust mag aan de waarden voor de snelheid niet veel waarde worden gehecht, aangezien de berekende snelheden gemiddelden zijn over een breedte van 1600 m (zie fig. 5.1).

Kwantitatieve conclusies omtrent plaatselijke snelheden kunnen beter uit de volgende modellen worden getrokken.

5.4. Beschouwing T₂-berekening.

De schematisatie van de aan te leggen dammen en strandbogen is ook in dit model nog niet bruikbaar om de snelheden er langs te bepalen (zie fig. 5.2). Het model leent zich wel tot een beschouwing van de nautische gevolgen in de Eurogeul en het algemene stromingsbeeld in een strook van 4 km langs de kust met daarin de hoofdvorm van het project.

Het stroombeeld is zodanig vloeiend, dat de golfbrekers van de jachthaven geen uitzonderlijk obstakel vormen, de stroomsnelheden zijn daar ongeveer gelijk aan die voor de Maasvlakte en om de kop van de Noorderdam. Verder is duidelijk, dat de getijstroom geen aanval van betekenis doet op de ontworpen strandbogen. Er is dus voorlopig geen reden om de vorm van het project te wijzigen.

In dit model wordt in de geplotte snelheidsvectoren de invloed duidelijk zichtbaar van het variabele rivierdebiet.

De maximale dwarsstroom in de aanvaargeul treedt op tijdens de vloedstroom.

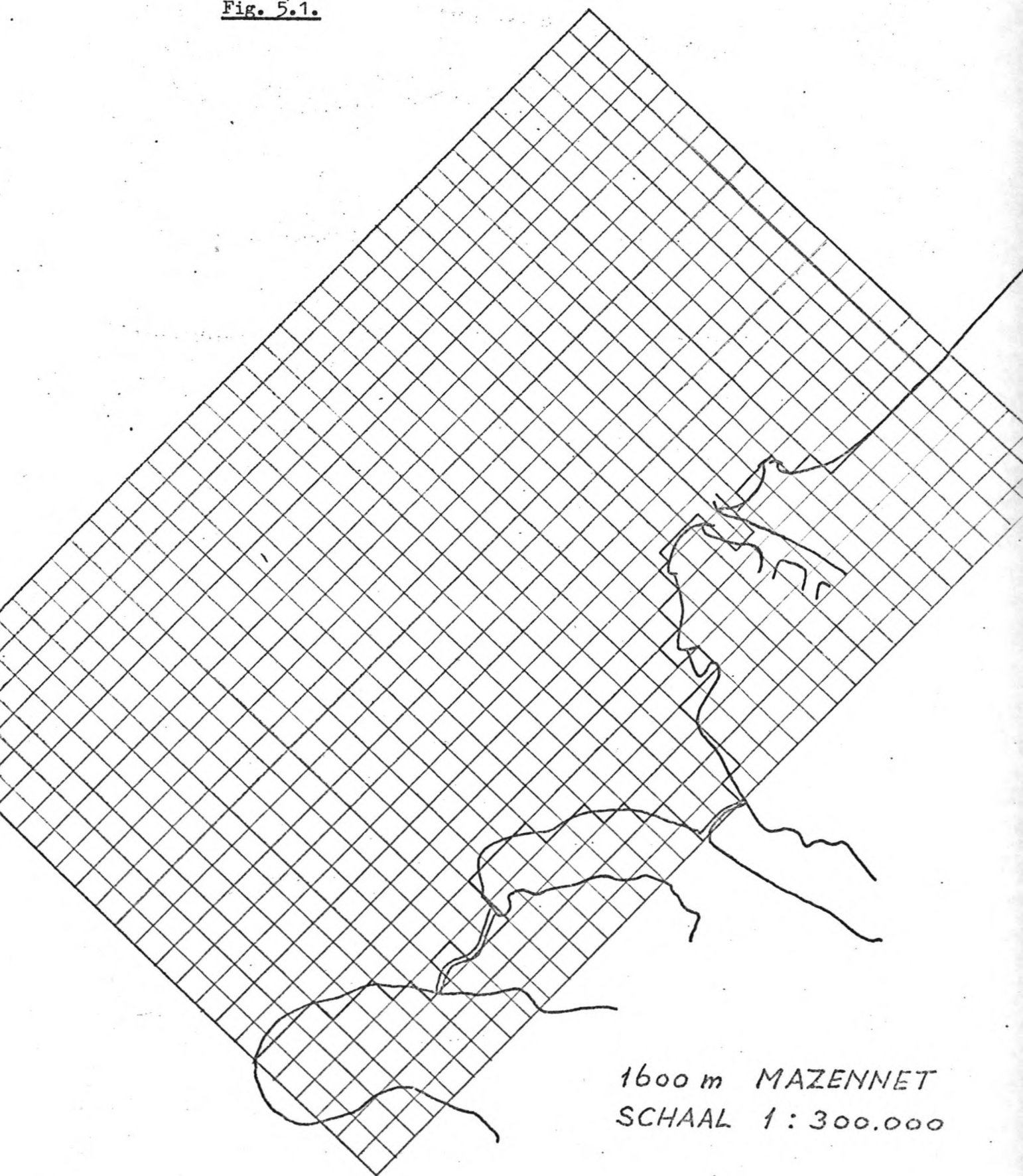
Overzicht van maximale stroomsnelheden in m/s.

	Doodtij		Springtij	
	Eb	Vloed	Eb	Vloed
dwarsstroom Eurogeul	0,50	0,45	0,67	0,60
dwarsstroom havenmond	0,40	0,65	0,54	0,87
langs golfbreker jachthaven	0,50	0,65	0,67	0,87
langs Noorderdam	0,25	0,68	0,34	0,91
langs Maasvlakte	0,59	0,69	0,79	0,92
uitgaande stroom in havenmond	0,75		1,00	

T₁ - MODEL

VERGELIJKING KUSTLIJN EN
SCHEMATISATIE

Fig. 5.1.



T₂ - MODEL

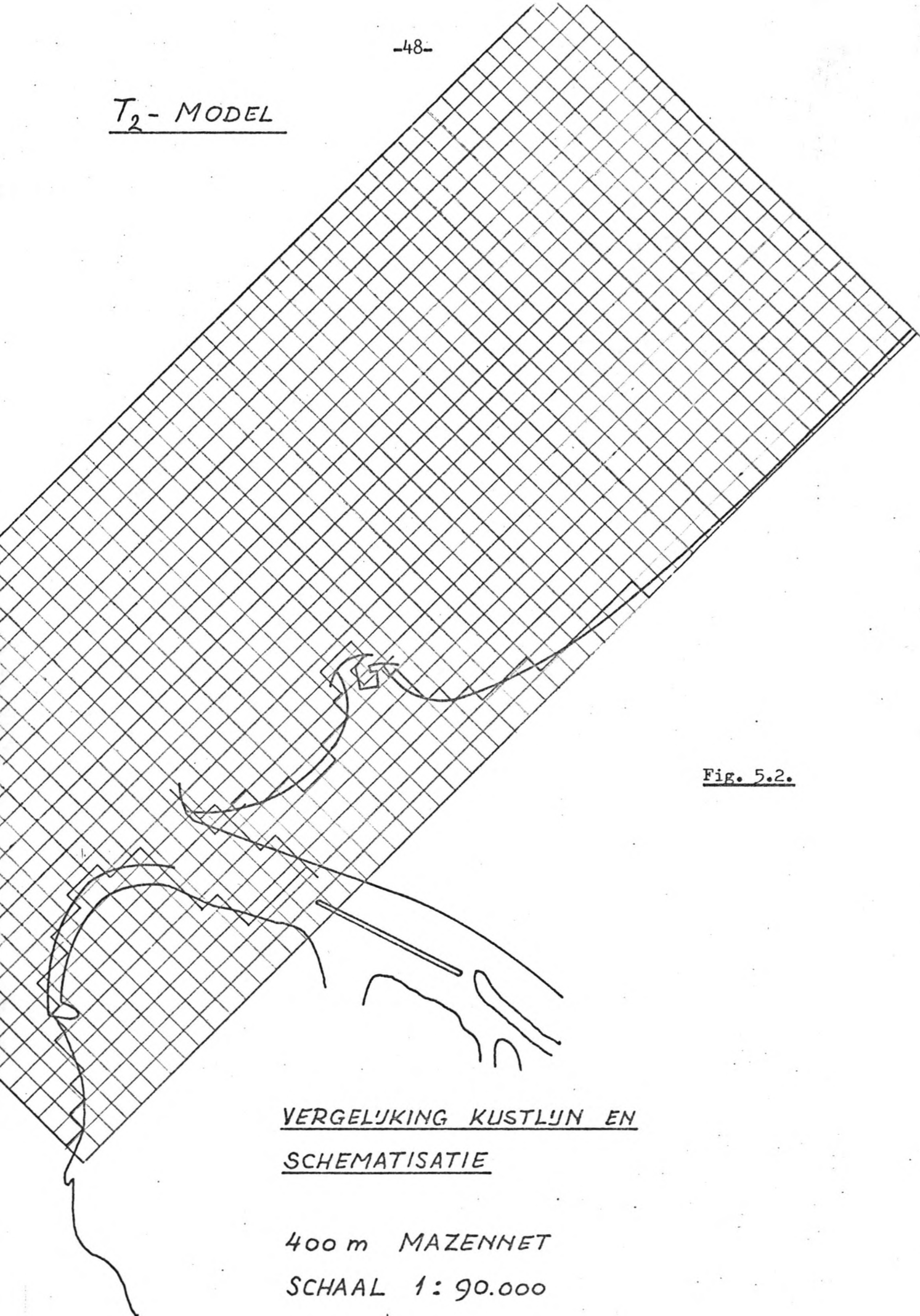


Fig. 5.2.

VERGELIJING KUSTLIJN EN
SCHEMATISATIE

400 m MAZENNET
SCHAAL 1: 90.000

5.5. Beschouwing T_z -berekening.

Uit het plotbeeld blijkt duidelijk, dat de Eurogeul nogal dicht bij de Z.W.-rand van het model ligt en dat door de randstoringen alleen voorzichtige conclusies t.a.v. het stroombeeld in de Eurogeul mogelijk zijn (fig. 5.3 en Bijlagen A-VI).

Het algemene stroombeeld is ook in dit model zeer acceptabel. De strandbogen liggen goed beschut en de verlengde Noorderdam levert geen problemen op. Slechts de stroomsnelheid langs de dam van het vaste punt is van 0,87 m/s opgelopen tot 1,01 m/s (springtij), maar hierbij moet wel rekening gehouden worden met het feit, dat de geplande vloeiende vorm voor de golfbrekers niet in het schema kan worden weergegeven.

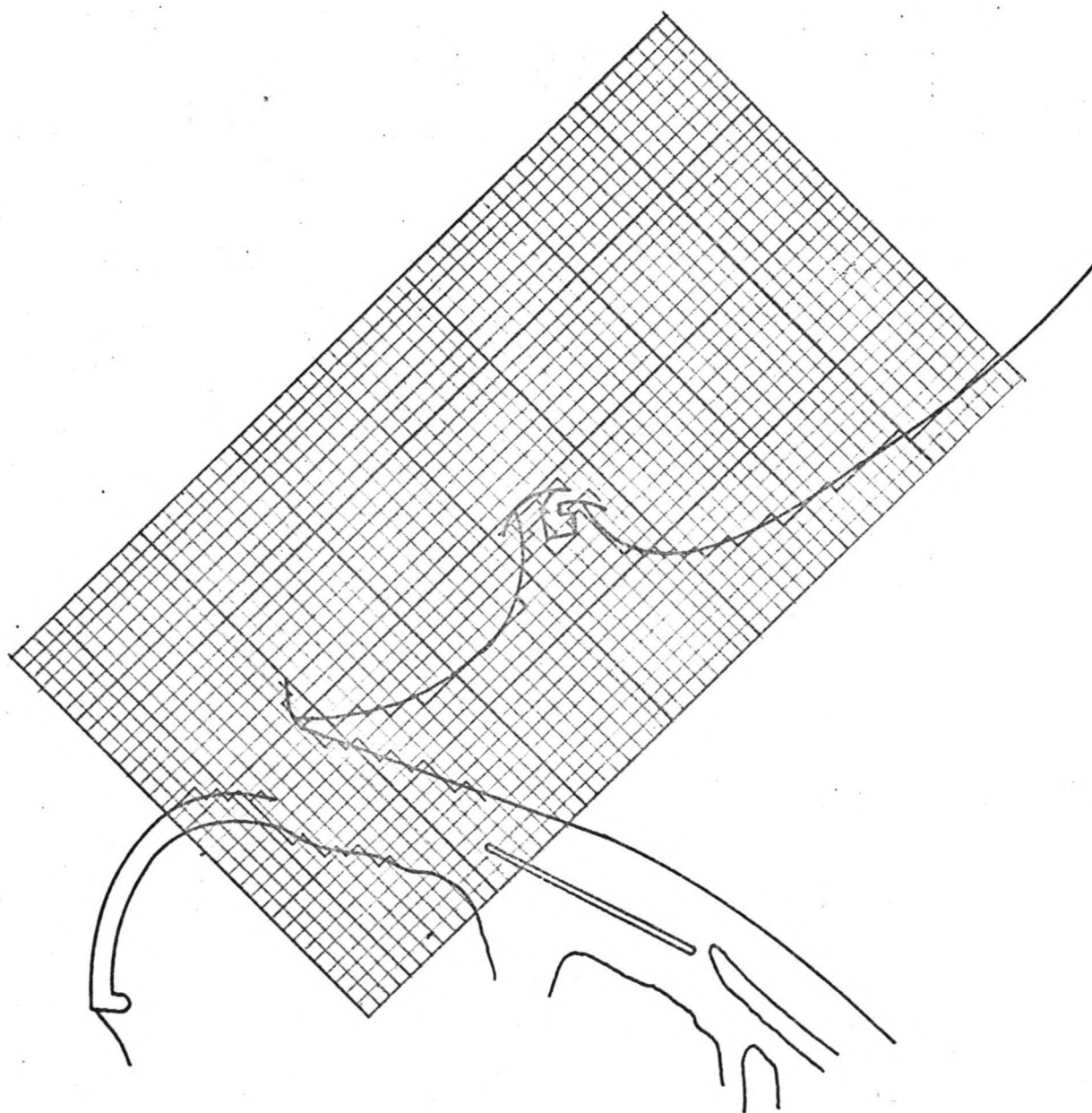
Overzicht van maximale stroomsnelheden in m/s.

	Doodtij		Springtij	
	Eb	Vloed	Eb	Vloed
dwarsstroom jachthavenmond	0,43		0,58	
langs golfbreker jachthaven	0,70	0,75	0,94	1,01
langs Noorderdam	0,35	0,50	0,47	0,67
dwarsstroom Eurogeul	0,48	0,53	0,64	0,71
dwarsstroom havenmond		0,46		0,62
uitgaande stroom in havenmond	0,53		0,71	

T₃ - MODEL

VERGELIJKING KUSTLUN EN
SCHEMATISATIE

Fig. 5.3.



200 m MAZENNET

SCHAAL 1:90.000

6. SLOTBESCHOUWINGEN.

6.1. Suggesties voor verder onderzoek.

In het kader van dit afstudeerdeelontwerp was niet voldoende tijd en geld beschikbaar om het vloeistofmechanica-aspect van het totale ontwerp volledig te onderzoeken.

T.a.v. de volgende punten zou een nader onderzoek gewenst zijn:

- a. Om de beste hoofdvorm van de landaanwinning te vinden kunnen meerdere getijberekeningen worden uitgevoerd bij verschillende mogelijke configuraties.
- b. Voor de juiste vorm en plaats van de dammen van de jachthaven en de verlenging van de Noorderdam zou een fysisch modelonderzoek moeten worden verricht.
- c. Een fysisch modelonderzoek zou ook op zijn plaats zijn voor het bepalen van de beste vorm van de haven, inclusief toegang.
- d. Het T_0 -model is gecontroleerd door de berekeningsresultaten te vergelijken met metingen over dezelfde periode van doodtij, waaruit ook de randvoorwaarden zijn bepaald. Na een eventuele aanpassing van het model zou een nieuwe controle moeten volgen door voor andere getijomstandigheden weer berekeningsresultaten te vergelijken met metingen. De hiervoor benodigde tweede serie meetresultaten was niet aanwezig.
- e. Dit zelfde gemis aan een tweede serie meetresultaten verhindert ook om een controle uit te voeren op de in paragraaf 3.3.4 bepaalde vermenigvuldigingsfactoren, die de snelheden bij doodtij moeten omzetten in waarden bij springtij en gemiddeld tij. De vermenigvuldigingsfactoren dienen eigenlijk bepaald te worden door nieuwe berekeningen uit te voeren met gemiddeld tij- en springtijgegevens.

6.2. Samenvatting van conclusies.

Uit de plots van snelheidsvectoren zijn voor het T_2 - en T_3 -model samenvattingen gemaakt van de maximaal optredende snelheden bij eb en vloed voor de volgende gebieden: - in de Eurogeul,

- langs de kustbogen,
- langs de kop van de Noorderdam,
- voor de mond van de jachthaven,
- langs de golfbrekers van het "vaste punt".

In fig. 6.1 en 6.2 zijn de globale richtingen van de snelheidsvectoren aangegeven met bijgeschreven de waarden voor de maximale snelheden bij doodtij, gemiddeld tij en springtij.

De belangrijkste conclusies zijn:

- De maximale stroomsnelheid langs de kop van de Noorderdam is ca. 1,1 m/s (vloed - springtij).
- De stroomsnelheden langs de noordwestelijke golfbreker van het "vaste punt" zijn, zoals verwacht, vrij groot; bij springtij en vloed maximaal ca. 1,1 m/s en bij eb maximaal ca. 1,0 m/s.
- De strandbogen zijn dusdanig gunstig gesitueerd, dat de stroomsnelheden erlangs kleiner zijn dan de snelheden langs de oorspronkelijke kust tussen Monster en Kijkduin.
- In de Eurogeul blijkt het stroombeeld en dus de nautische situatie praktisch niet te worden beïnvloed door het landaanwinningproject.
- Stroomsnelheid voor de mond van de jachthaven is het grootst bij eb. Aan de berekende waarde van 0,64 m/s (springtij - eb) kan niet te veel waarde worden toegekend wegens de gebrekkige weergave in het model van de havenmond.

6.3. Waarde van het onderzoek.

De waarde van deze twee-dimensionale getijberekening is, dat waterstanden en stroomsnelheden kunnen worden voorspeld voor een niet bestaande situatie, zoals de verandering van een kustgebied.

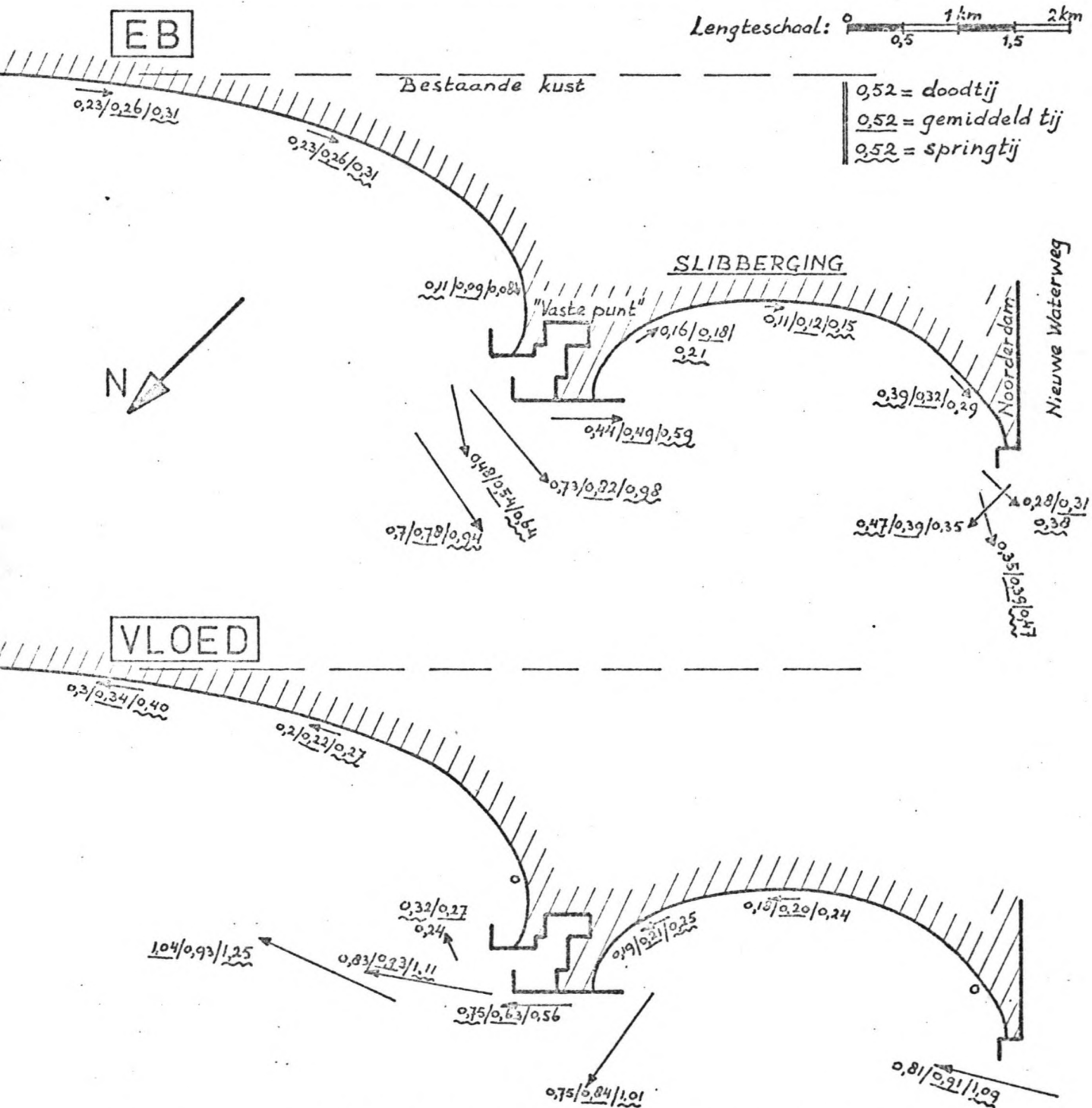
Verder kan het verloop in de tijd worden gevolgd van de termen van de bewegingsvergelijkingen en continuïteitsvergelijking, waardoor het inzicht wordt vergroot in de factoren, die de getijbeweging beïnvloeden (paragraaf 4.2). Een twee-dimensionale getijberekening levert t.o.v. een fysisch modelonderzoek snel en goedkoop globale resultaten, waarbij de mogelijkheden om in details te treden beperkter zijn.

De verfijning van 1600 m-mazen via 400 m- tot 200m-mazen is zinvol, omdat daardoor de bodem- en kustconfiguratie meer gedetailleerd in het model kan worden weergegeven (vergelijk fig. 5.1, 5.2 en 5.3). Zo zijn voor meer plaatsen berekeningsresultaten te verkrijgen. Deze resultaten zijn dan gemiddelden over een kleinere breedte, dus de uitkomsten zullen in het algemeen dichter bij de plaatselijk werkelijk optredende waarden liggen.

Fig. 6.1. Maximale stroomsnelheden t.g.v. het getij (in m/s) langs strand-
dammen en golfbrekers.

Samenvatting van de resultaten van de twee-dimensionale getijberekening T_3 .

De stroomsnelheden zijn berekend als gemiddelden over een maaswijdte van 200 m.

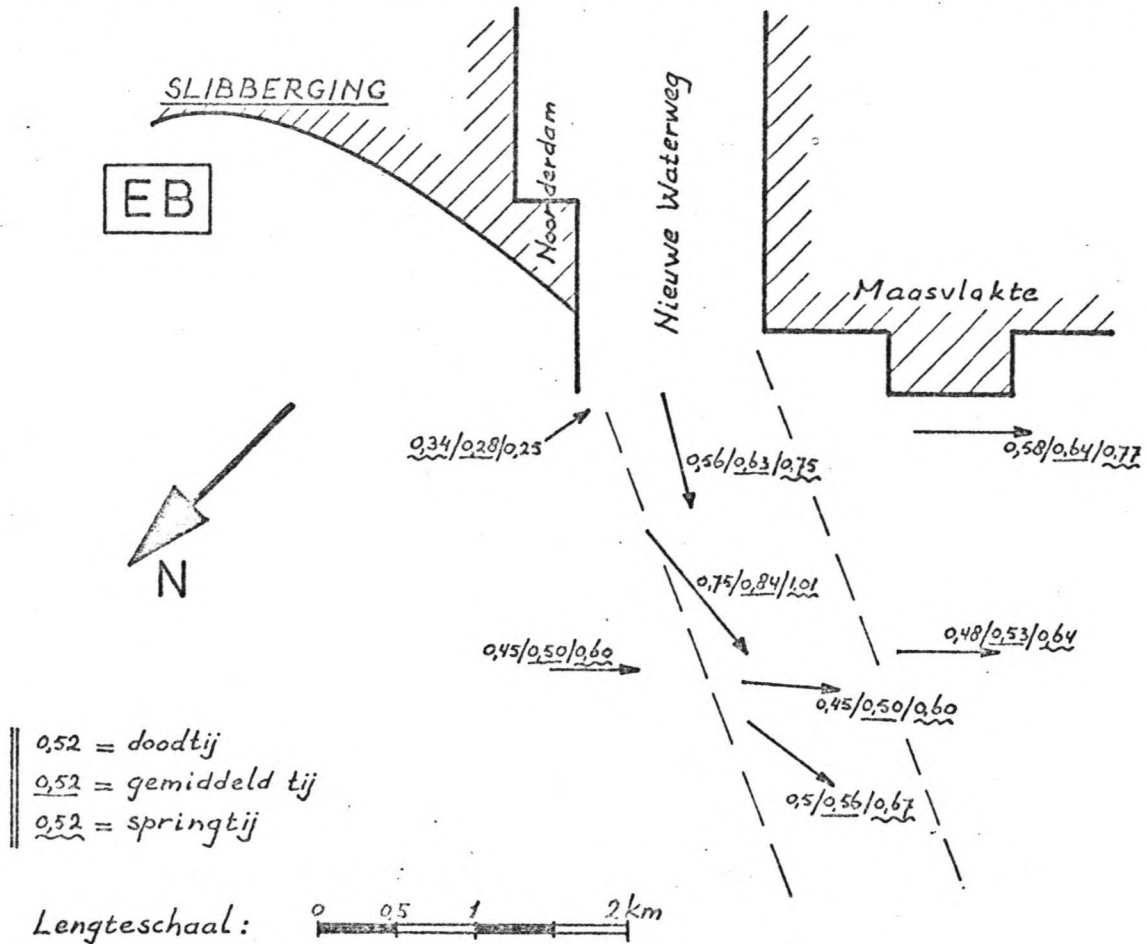


De strandbogen zijn dusdanig gunstig gesitueerd, dat de stroomsnelheden erlangs kleiner zijn dan de snelheden langs de oorspronkelijke kust tussen Monster en Kijkduin.

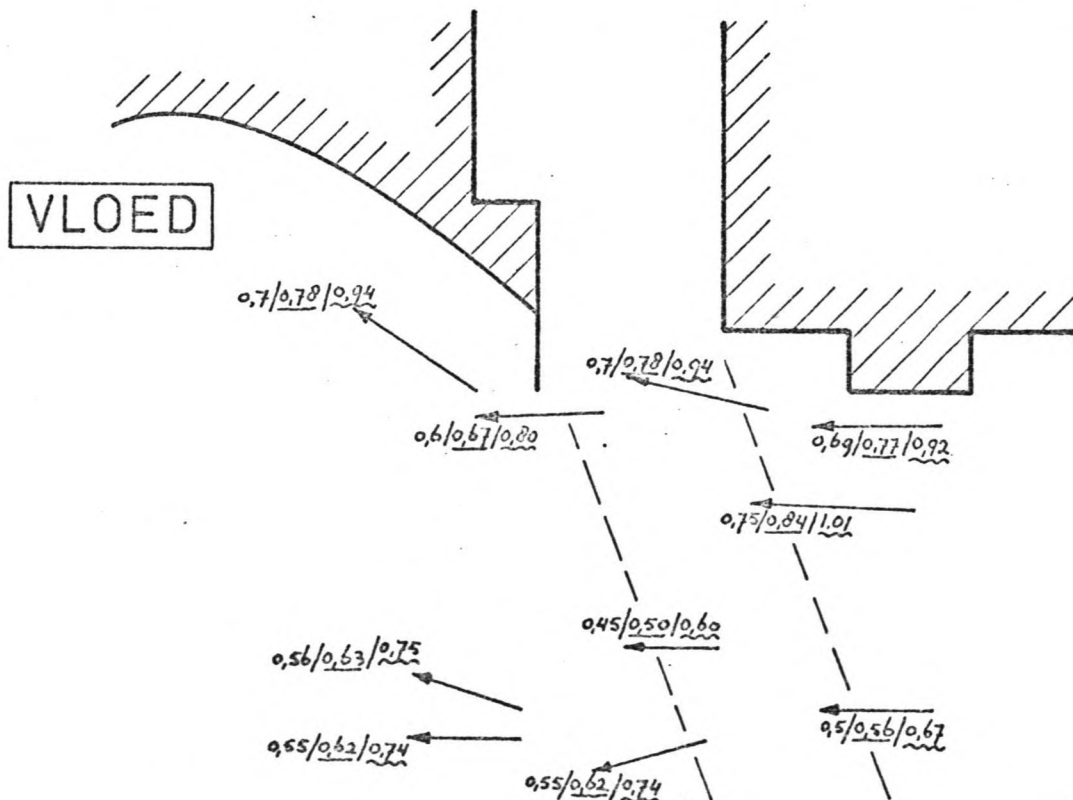
De stroomsnelheid langs de N.W.-golfbreker van de jachthaven is, zoals verwacht, vrij groot; bij springtij en eb maximaal ca. 1,0 m/s en bij vloed maximaal ca. 1,1 m/s. Deze laatste waarde is ongeveer gelijk aan de maximale stroomsnelheid langs de kop van de Noorderdam (1,1 m/s bij springtij en vloed).

Fig. 6.2.

Maximale stroomsnelheden t.g.v. het getij (in m/s) in en om de Eurogeul.



De stroomsnelheden zijn berekend als gemiddelden over een maaswijdte van 400 m.



Samenvatting van de resultaten van de twee-dimensionale getijberekening T₂.

In de omgeving van in zee uitstekende objecten blijkt dit duidelijk van belang te zijn.

- Bv. a. maximale stroomsnelheid langs golfbreker van de jachthaven (doodtij - vloed): T_1 -model 0,66 m/s, T_3 -model 0,83 m/s.
b. maximale stroomsnelheid langs de kop van de Noorderdam (springtij - vloed): T_1 -model 0,63 m/s, T_2 -model 0,94 m/s, T_3 -model 1,01 m/s.

De uiteindelijke betrouwbaarheid van de berekeningsresultaten blijft uiteraard afhankelijk van de randvoorwaarden, zoals die in het 1600 m-model zijn ingevoerd. Dit aspect wordt door verfijning van het mazennet niet verbeterd.

Ter plaatse van een gebied met sterk gekromde stroomlijnen is een twee-dimensionale getijberekening weinig betrouwbaar. De waterbeweging is dan duidelijk drie-dimensionaal, zodat een twee-dimensionale berekening geen juist gedetailleerd resultaat kan verschaffen.

LITERATUUR.

Verwijzing in de tekst is aangegeven door [].

1. N.Booij.

Gebruikersgids voor het programma TIDES voor twee-dimensionale getijberekeningen; T.H.-Delft, 1979.

2. A.M.Burger.

Een twee-dimensionale getijberekening betreffende de aanleg van een zanddam t.b.v. de overslag van L.N.G. voor de kust van Voorne-Putten. Afstudeerdeelontwerp Vloeistofmechanica; T.H.-Delft, 1979.

3. C.Verspuy.

Collegedictaat Lange Golven; T.H.-Delft, 1978.

4. Deltadienst - Rijkswaterstaat.

Peilkaarten H.v.H. en Monster, nummers 1002, 1002 A, 1003, 1003 A; 1979.

5. Ministerie van Marine.

Stroomatlas voor de Nederlandse kust; Den Haag, 1951.

6. Rijkswaterstaat.

Getijtafels voor de zeehavens in Nederland, 1975.

7. Rijkswaterstaat.

Getijtafels voor Nederland, 1975.

8. Waterloopkundig Laboratorium Delft.

Verslag Modelonderzoek; Havenmond Hoek van Holland; M900-14; 1970.

LIJST VAN BIJLAGEN.

Gevoegd bij elke afdruk van het rapport:

BIJLAGEN A.

- A-I-1 t/m 28 Harmonische componenten van het getij in de punten van het Rand-Delta II-model t.b.v. randvoorwaarden voor het T_0 - en T_1 -model.
- A-II-1 Randvoorwaarden voor T_0 - en T_1 -berekening. Harmonische componenten van het verticale getij, gegeven in amplitude en fase.
- A-II-2 Randvoorwaarden voor T_0 - en T_1 -berekening. Fouriercoëfficiënten van het verticale getij.
- A-III T_0 -model; plot-uitvoer van snelheidsvectoren; verkleind.
- A-IV T_1 -model; plot-uitvoer van snelheidsvectoren; verkleind.
- A-V T_2 -model; plot-uitvoer van snelheidsvectoren; verkleind.
- A-VI T_3 -model; plot-uitvoer van snelheidsvectoren; verkleind.
- A-VII Vergelijking van de invloed van de termen van de differentiaalvergelijkingen.
- A-VII-4 t/m 10 Grafieken voor punt met rechte stroomlijnen.
- A-VII-11 Verzameltabel voor punt met rechte stroomlijnen.
- A-VII-14 t/m 20 Grafieken voor punt met gekromde stroomlijnen.
- A-VII-21 Verzameltabel voor punt met gekromde stroomlijnen.

In éénmalige uitvoering:

BIJLAGEN B.

Resultaten van berekeningen met programma TIDES.

Print-uitvoer van de T_0 -, T_1 -, T_2 - en T_3 -berekening.

BIJLAGEN C.

Resultaten van berekeningen met programma TIDES.

Plot-uitvoer van snelheidsvectoren voor het T_0 -, T_1 -, T_2 - en T_3 -model.

B I J L A G E N A

RANDVOORWAARDEN VOOR T₀ - EN T₁ -BEREKENING.

Overzicht van de periodiek verlopende waterstand in de punten van de noordelijke helft van het Rand-Delta II-model van de Deltadienst-Rijkswaterstaat.

Gegeven zijn de harmonische componenten van het getij in amplitude A_n en fase φ_n voor $n = 0, 1, 2$ en 4 :

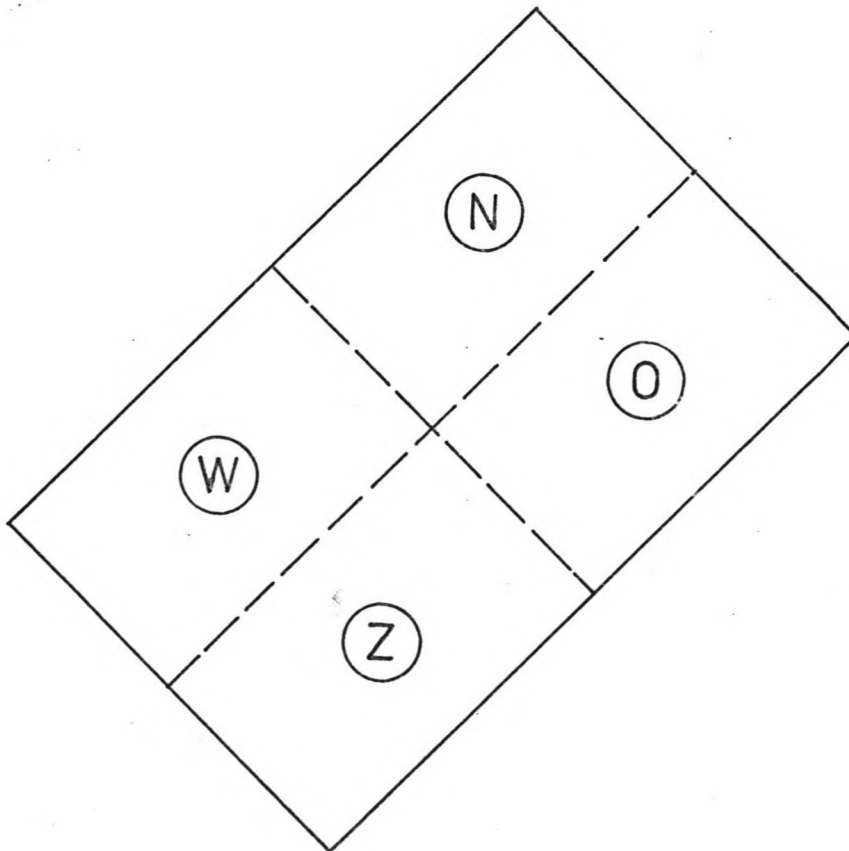
$$h = \sum A_n \cos \left(\frac{2\pi n t}{T} - \varphi_n \right), \text{ waarin } T = 25 \text{ uur.}$$

De harmonische componenten zijn met een Fourier-analyse bepaald uit waarnemingen gedurende de periode 1 t/m 5 september 1975.

Een complete lijst van één component is vanwege zijn grootte afgedrukt in 4 delen: Noord, West, Oost en Zuid.

Bijlage A-I bestaat uit totaal 28 pagina's.

De bedoelde randvoorwaarden zijn met pijlen aangegeven op de lijsten.



Co

8
HRS

independent

↑

1998

AMPL. W.S.	T ₂	MIDDENSTAND
56	-15	-15
57	-15	-15
58	-15	-15
59	-15	-15
60	-15	-15
61	-15	-15
62	-15	-15
63	-15	-15
64	-15	-15
65	-15	-15
66	-15	-15
67	-15	-15
68	-15	-15
69	-15	-15
70	-15	-15
71	-15	-15
72	-15	-15
73	-15	-15
74	-15	-15
75	-15	-15
76	-15	-15
77	-15	-15
78	-15	-15
79	-15	-15
80	-15	-15
81	-15	-15
82	-15	-15
83	-15	-15
84	-15	-15
85	-15	-15
86	-15	-15
87	-15	-15
88	-15	-15
89	-15	-15
90	-15	-15
91	-15	-15
92	-15	-15
93	-15	-15
94	-15	-15
95	-15	-15
96	-15	-15
97	-15	-15
98	-15	-15
99	-15	-15
100	-15	-15
101	-15	-15
102	-15	-15
103	-15	-15
104	-15	-15
105	-15	-15
106	-15	-15
107	-15	-15
108	-15	-15
109	-15	-15
110	-15	-15
111	-15	-15
112	-15	-15
113	-15	-15
114	-15	-15
115	-15	-15

25 June

C1

[illegible]

R0111-03 800M-GRID-SIMULATION 1-5 SEP. 1975. NEW COTTON BACK O.S.
 AMPLITUDE: WATERSTANDEN (25.000 HRS PERIOD) 25.000 HRS

[illegible]

$$T = 25 \text{ hrs.}$$

	AMP.	W.S.
56	10	10
57	10	10
58	10	10
59	10	10
60	10	10
61	10	10
62	10	10
63	10	10
64	10	10
65	10	10
66	10	10
67	10	10
68	10	10
69	10	10
70	10	10
71	10	10
72	10	10
73	10	10
74	10	10
75	10	10
76	10	10
77	10	10
78	10	10
79	10	10
80	10	10
81	10	10
82	10	10
83	10	10
84	10	10
85	10	10
86	10	10
87	10	10
88	10	10
89	10	10
90	10	10
91	10	10
92	10	10
93	10	10
94	10	10
95	10	10
96	10	10
97	10	10
98	10	10
99	10	10
100	10	10
101	10	10
102	10	10
103	10	10
104	10	10
105	10	10
106	10	10
107	10	10
108	10	10
109	10	10
110	10	10
111	10	10
112	10	10
113	10	10
114	10	10

[illegible]

EASEN

(3)

122

[illegible]

M	N											
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
1	354	354	354	354	354	0	0	0	0	0	0	0
2	353	352	352	352	352	0	0	0	0	0	0	0
3	352	352	351	351	351	0	0	0	0	0	0	0
4	351	351	351	351	350	0	0	0	0	0	0	0
5	351	351	350	350	350	0	0	0	0	0	0	0
6	351	350	350	350	350	0	0	0	0	0	0	0
7	350	350	350	350	349	0	0	0	0	0	0	0
8	350	350	350	349	349	0	0	0	0	0	0	0
9	350	350	350	349	349	0	0	0	0	0	0	0
10	350	350	350	349	349	0	0	0	0	0	0	0
11	350	350	350	349	349	0	0	0	0	0	0	0
12	350	350	350	349	349	0	0	0	0	0	0	0
13	350	350	350	349	349	0	0	0	0	0	0	0
14	350	350	350	349	349	0	0	0	0	0	0	0
15	350	350	350	350	349	0	0	0	0	0	0	0
16	350	350	350	350	349	0	0	0	0	0	0	0
17	350	350	350	350	350	0	0	0	0	0	0	0
18	350	350	350	350	350	0	0	0	0	0	0	0
19	350	350	350	350	350	351	0	0	0	0	0	0
20	350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	349	349	349	348	348	348	0	0	0	0	0	0
22	349	349	349	349	349	348	348	0	0	0	0	0
23	349	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	349	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	349	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	349	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	348	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	348	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	348	347	347	347	0	0	0	0	0	0	0	0
30	348	347	347	347	0	0	0	0	0	0	0	0
31	348	347	347	347	0	0	344	344	343	0	0	0
32	348	347	347	347	346	345	345	344	344	0	0	0
33	348	347	347	347	346	346	345	345	345	0	0	0
34	348	347	347	347	347	346	346	345	345	0	0	0
35	349	348	347	347	347	346	346	345	345	0	0	0
36	348	347	347	347	347	346	346	345	345	345	345	344
37	348	347	347	347	347	346	346	345	345	345	345	345
38	348	347	347	347	347	346	346	345	345	345	345	345
39	348	347	347	347	347	346	346	345	345	345	345	345
40	348	347	347	347	347	346	346	345	345	345	345	345
41	348	347	347	347	347	346	346	345	345	345	345	345
42	348	347	347	347	347	346	346	345	345	345	345	345
43	347	347	347	347	347	346	346	345	345	345	345	345
44	347	347	347	347	347	346	346	345	345	345	345	345
45	347	347	347	347	347	346	346	345	345	345	345	345
46	347	347	347	347	347	346	346	345	345	345	345	345
47	347	347	347	347	347	346	346	345	345	345	345	345
48	347	347	347	347	347	346	346	345	345	345	345	345
49	347	347	347	347	347	346	346	345	345	345	345	345
50	347	347	347	347	347	346	346	345	345	345	345	345
51	347	347	347	347	347	346	346	345	345	345	345	345
52	347	347	347	347	347	346	346	345	345	345	345	345
53	347	347	347	347	346	346	346	345	345	345	345	345

FASSEN

④

$$\underline{T = 25 \text{ hrs.}}$$
[illegible]

BURGERS
GREENS

AMP. W.S.

④

$$\underline{T = 12.5 \text{ hrs}}$$
[illegible]

[illegible]

FASSEN

③

$$Y = 12,5 \text{ hrs}$$
[illegible]

900M-GRID, SIMULATION 1-5 SEP. 1975, NEW PUTTOMACK BASIN

EASSEN

ON 10/25/11

1975,

РЯТТЮ РАК

[illegible]

[illegible]

OTOM BACK
(6,250) HRS

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
M	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	18	18
	14	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17					

② FASEN

FASSEN		1 = 1/250 MTS	
56	218	218	218
57	218	217	217
58	217	217	217
59	216	216	216
60	216	216	216
61	215	215	215
62	215	215	215
63	214	214	214
64	214	214	214
65	213	213	213
66	213	213	213
67	212	212	212
68	211	211	211
69	210	210	210
70	210	210	210
71	209	209	209
72	209	209	209
73	208	208	208
74	208	208	208
75	207	207	207
76	207	207	207
77	206	206	206
78	206	206	206
79	205	205	205
80	205	205	205
81	204	204	204
82	204	204	204
83	203	203	203
84	203	203	203
85	202	202	202
86	202	202	202
87	201	201	201
88	201	201	201
89	200	200	200
90	200	200	200
91	199	199	199
92	199	199	199
93	198	198	198
94	198	198	198
95	197	197	197
96	197	197	197
97	196	196	196
98	196	196	196
99	195	195	195
100	195	195	195
101	194	194	194
102	194	194	194
103	193	193	193
104	193	193	193
105	192	192	192
106	192	192	192
107	191	191	191
108	191	191	191
109	190	190	190
110	190	190	190
111	189	189	189
112	189	189	189
113	188	188	188
114	188	188	188
115	187	187	187
116	187	187	187
117	186	186	186
118	186	186	186
119	185	185	185
120	185	185	185
121	184	184	184
122	184	184	184
123	183	183	183
124	183	183	183
125	182	182	182
126	182	182	182
127	181	181	181
128	181	181	181
129	180	180	180
130	180	180	180
131	179	179	179
132	179	179	179
133	178	178	178
134	178	178	178
135	177	177	177
136	177	177	177
137	176	176	176
138	176	176	176
139	175	175	175
140	175	175	175
141	174	174	174
142	174	174	174
143	173	173	173
144	173	173	173
145	172	172	172
146	172	172	172
147	171	171	171
148	171	171	171
149	170	170	170
150	170	170	170
151	169	169	169
152	169	169	169
153	168	168	168
154	168	168	168
155	167	167	167
156	167	167	167
157	166	166	166
158	166	166	166
159	165	165	165
160	165	165	165
161	164	164	164
162	164	164	164
163	163	163	163
164	163	163	163
165	162	162	162
166	162	162	162
167	161	161	161
168	161	161	161
169	160	160	160
170	160	160	160
171	159	159	159
172	159	159	159
173	158	158	158
174	158	158	158
175	157	157	157
176	157	157	157
177	156	156	156
178	156	156	156
179	155	155	155
180	155	155	155
181	154	154	154
182	154	154	154
183	153	153	153
184	153	153	153
185	152	152	152
186	152	152	152
187	151	151	151
188	151	151	151
189	150	150	150
190	150	150	150
191	149	149	149
192	149	149	149
193	148	148	148
194	148	148	148
195	147	147	147
196	147	147	147
197	146	146	146
198	146	146	146
199	145	145	145
200	145	145	145
201	144	144	144
202	144	144	144
203	143	143	143
204	143	143	143
205	142	142	142
206	142	142	142
207	141	141	141
208	141	141	141
209	140	140	140
210	140	140	140
211	139	139	139
212	139	139	139
213	138	138	138
214	138	138	138
215	137	137	137
216	137	137	137
217	136	136	136
218	136	136	136
219	135	135	135
220	135	135	135
221	134	134	134
222	134	134	134
223	133	133	133
224	133	133	133
225	132	132	132
226	132	132	132
227	131	131	131
228	131	131	131
229	130	130	130
230	130	130	130
231	129	129	129
232	129	129	129
233	128	128	128
234	128	128	128
235	127	127	127
236	127	127	127
237	126	126	126
238	126	126	126
239	125	125	125
240	125	125	125
241	124	124	124
242	124	124	124
243	123	123	123
244	123	123	123
245	122	122	122
246	122	122	122
247	121	121	121
248	121	121	121
249	120	120	120
250	120	120	120
251	119	119	119
252	119	119	119
253	118	118	118
254	118	118	118
255	117	117	117
256	117	117	117
257	116	116	116
258	116	116	116
259	115	115	115
260	115	115	115
261	114	114	114
262	114	114	114
263	113	113	113
264	113	113	113
265	112	112	112
266	112	112	112
267	111	111	111
268	111	111	111
269	110	110	110
270	110	110	110
271	109	109	109
272	109	109	109
273	108	108	108
274	108	108	108
275	107	107	107
276	107	107	107
277	106	106	106
278	106	106	106
279	105	105	105
280	105	105	105
281	104	104	104
282	104	104	104
283	103	103	103
284	103	103	103
285	102	102	102
286	102	102	102
287	101	101	101
288	101	101	101
289	100	100	100
290	100	100	100
291	99	99	99
292	99	99	99
293	98	98	98
294	98	98	98
295	97	97	97
296	97	97	97
297	96	96	96
298	96	96	96
299	95	95	95
300	95	95	95
301	94	94	94
302	94	94	94
303	93	93	93
304	93	93	93
305	92	92	92
306	92	92	92
307	91	91	91
308	91	91	91
309	90	90	90
310	90	90	90
311	89	89	89
312	89	89	89
313	88	88	88
314	88	88	88
315	87	87	87
316	87	87	87
317	86	86	86
318	86	86	86
319	85	85	85
320	85	85	85
321	84	84	84
322	84	84	84
323	83	83	83
324	83	83	83
325	82	82	82
326	82	82	82
327	81	81	81
328	81	81	81
329	80	80	80
330	80	80	80
331	79	79	79
332	79	79	79
333	78	78	78
334	78	78	78
335	77	77	77
336	77	77	77
337	76	76	76
338	76	76	76
339	75	75	75
340	75	75	75
341	74	74	74
342	74	74	74
343	73	73	73
344	73	73	73
345	72	72	72
346	72	72	72
347	71	71	71
348	71	71	71
349	70	70	70
350	70	70	70
351	69	69	69
352	69	69	69
353	68	68	68
354	68	68	68
355	67	67	67
356	67	67	67
357	66	66	66
358	66	66	66
359	65	65	65
360	65	65	65
361	64	64	64
362	64	64	64
363	63	63	63
364	63	63	63
365	62	62	62
366	62	62	62
367	61	61	61
368	61	61	61
369	60	60	60
370	60	60	60
371	59	59	59
372	59	59	59
373	58	58	58
374	58	58	58
375	57	57	57
376	57	57	57
377	56	56	56
378	56	56	56
379	55	55	55
380	55	55	55
381	54	54	54
382	54	54	54
383	53	53	53
384	53	53	53
385	52	52	52
386	52	52	52
387	51	51	51
388	51	51	51
389	50	50	50
390	50	50	50
391	49	49	49
392	49	49	49
393	48	48	48
394	48	48	48
395	47	47	47
396	47	47	47
397	46	46	46
398	46	46	46
399	45	45	45
400	45	45	45
401	44	44	44
402	44	44	44
403	43	43	43
404	43	43	43
405	42	42	42
406	42	42	42
407	41	41	41
408	41	41	41
409	40	40	40
41			

26

[illegible]

4

N	V	T
1	18	0
2	18	0
3	18	0
4	18	0
5	17	0
6	17	0
7	17	0
8	17	0
9	17	0
10	17	0
11	17	0
12	17	0
13	17	0
14	17	0
15	17	0
16	17	0
17	17	0
18	17	0
19	16	0
20	16	0
21	16	0
22	16	0
23	16	0
24	16	0
25	16	0
26	16	0
27	16	0
28	16	0
29	16	0
30	16	0
31	16	0
32	16	0
33	16	0
34	16	0
35	16	0
36	16	0
37	16	0
38	16	0
39	16	0
40	16	0
41	16	0
42	16	0
43	16	0
44	16	0
45	16	0
46	16	0
47	16	0
48	16	0
49	16	0
50	16	0
51	16	0
52	16	0
53	16	0
54	16	0

Harmonische componenten van het verticale getij als randvoorwaarden

$$M_k = c_k \cdot \cos \left(\frac{2\pi k t}{T} - \phi_k \right); \quad c_k \text{ in cm}; \quad \phi_k \text{ in graden.}$$

x,y	M_0 ; T=	M_1 ; T = 25 h.		M_2 ; T = 12.5 h.		M_4 ; T = 6,25 h.	
	c_0	c_1	ϕ_1	c_2	ϕ_2	c_4	ϕ_4
1,1	-12	8	352	53	312	14	241
4,1	-13	8	353	56	313	15	242
7,1	-13	8	353	59	314	16	244
10,1	-14	8	354	62	315	17	246
13,1	-14	9	354	65	316	17	248
15,1	-15	9	354	68	316	18	249
16,1	-15	9	354	69	317	18	250
17,1	-15	9	354	70	317	18	250
18,1	-15	9	354	71	317	18	251
19,1	-15	9	354	71	317	18	251
1,3	-12	8	353	54	309	14	239
1,6	-12	8	354	56	306	14	237
1,9	-12	9	355	57	303	14	235
1,12	-12	9	356	59	299	13	233
1,15	-12	9	355	60	295	13	231
1,18	-12	9	355	61	292	12	229
1,21	-12	9	353	63	288	12	227
1,24	-12	10	350	65	285	12	224
1,27	-12	10	347	67	283	12	221
1,30	-13	10	348	71	280	11	217
1,33	-13	10	351	75	277	11	212
1,36	-14	10	353	79	274	10	207
1,38	-14	11	354	82	273	10	205
4,38	-14	11	352	86	275	10	206
7,38	-15	11	351	91	276	11	207
10,38	-15	11	350	95	278	12	206
13,38	-16	11	349	99	279	12	206
16,38	-17	11	348	103	281	13	207
19,38	-18	10	348	113	286	11	202
H.v.H. 18,12				76	301		

Randvoorwaarden - Fouriercoëfficiënten van het verticale getij in meters.

$$M_k = A_k \cos \frac{2\pi kt}{T} + B_k \sin \frac{2\pi kt}{T}$$

x,y	M_0 A_0	M_1		M_2		M_4	
		A_1	B_1	A_2	B_2	A_4	B_4
1,1	-0,12	0,0792	-0,0111	0,3546	-0,3939	-0,0679	-0,1224
4,1	-0,13	0,0794	-0,0097	0,3819	-0,4096	-0,0704	-0,1324
7,1	-0,13	0,0794	-0,0097	0,4098	-0,4244	-0,0701	-0,1438
10,1	-0,14	0,0796	-0,0084	0,4384	-0,4384	-0,0691	-0,1553
13,1	-0,14	0,0895 ⁺	-0,0094	0,4676	-0,4515	-0,0637	-0,1576
15,1	-0,15	0,0895 ⁺	-0,0094	0,4892	-0,4724	-0,0645 ⁺	-0,1680
16,1	-0,15	0,0895 ⁺	-0,0094	0,5046	-0,4706	-0,0616	-0,1691
17,1	-0,15	0,0895 ⁺	-0,0094	0,5119	-0,4794	-0,0616	-0,1691
18,1	-0,15	0,0895 ⁺	-0,0094	0,5193	-0,4842	-0,0580	-0,1702
19,1	-0,15	0,0895 ⁺	-0,0094	0,5193	-0,4842	-0,0580	-0,1702
1,3	-0,12	0,0794	-0,0097	0,3398	-0,4197	-0,0721	-0,1200
1,6	-0,12	0,0895 ⁺	-0,0084	0,3292	-0,4530	-0,0762	-0,1174
1,9	-0,12	0,0897	-0,0078	0,3104	-0,4780	-0,0803	-0,1147
1,12	-0,12	0,0878	-0,0063	0,2860	-0,5160	-0,0782	-0,1038
1,15	-0,12	0,0897	-0,0078	0,2536	-0,5438	-0,0818	-0,1010
1,18	-0,12	0,0897	-0,0078	0,2285	-0,5656	-0,0787	-0,0957
1,21	-0,12	0,0893	-0,0110 ⁻	0,1947	-0,5992	-0,0818	-0,0876
1,24	-0,12	0,0985 ⁻	-0,0174	0,1682	-0,6279	-0,0863	-0,0834
1,27	-0,12	0,0974	-0,0225 ⁻	0,1507	-0,6528	-0,0957	-0,0787
1,30	-0,13	0,0978	-0,0208	0,1233	-0,6992	-0,0878	-0,0662
1,33	-0,13	0,0977	-0,0156	0,09140	-0,7444	-0,0933	-0,0583
1,36	-0,14	0,0993	-0,0122	0,05511	-0,7881	-0,0891	-0,0454
1,38	-0,14	0,1094	-0,0150	0,04292	-0,8189	-0,0906	-0,0423
4,38	-0,14	0,1089	-0,0153	0,0750	-0,8567	-0,0899	-0,0438
7,38	-0,15	0,1086	-0,0172	0,0951	-0,9050	-0,0980	-0,0499
10,38	-0,15	0,1083	-0,0191	0,1322	-0,9408	-0,1079	-0,0526
13,38	-0,16	0,1080	-0,0210	0,1549	-0,9778	-0,1079	-0,0526
16,38	-0,17	0,1076	-0,0287	0,1965	-1,0111	-0,1158	-0,0590
19,38	-0,18	0,0978	-0,0208	0,3115	-1,0862	-0,1020	-0,0412

BIJLAGE A-III.

T₀-model.

Plot-uitvoer van snelheidsvectoren; verkleind.

t = 23 uur komt ongeveer overeen met H.W.-H.v.H.

T₀ - BEREKENING

t = 20 uur

LENGTESCHAAL 1:200.000

0 2 4 6 8 10 km

SCHAAL SNELHEIDSVECTOR 1cm $\hat{=}$ 0,25 m/s

0 0,25 0,50 0,75 1,00

TIME = 15.00.00

VECTOR SCALE = 0,25

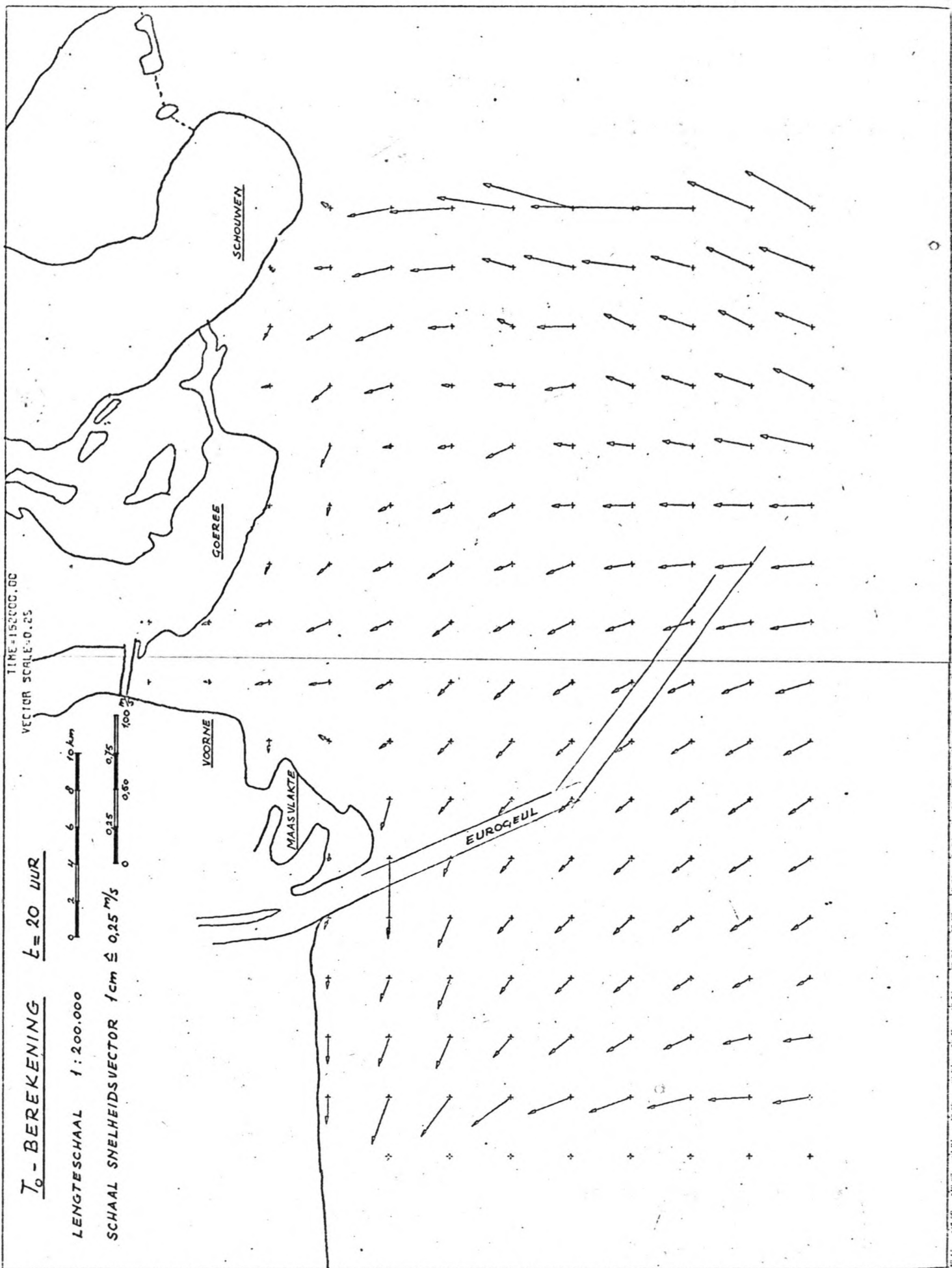
VOORNE

MAASVLAKTE

EUROGEUL

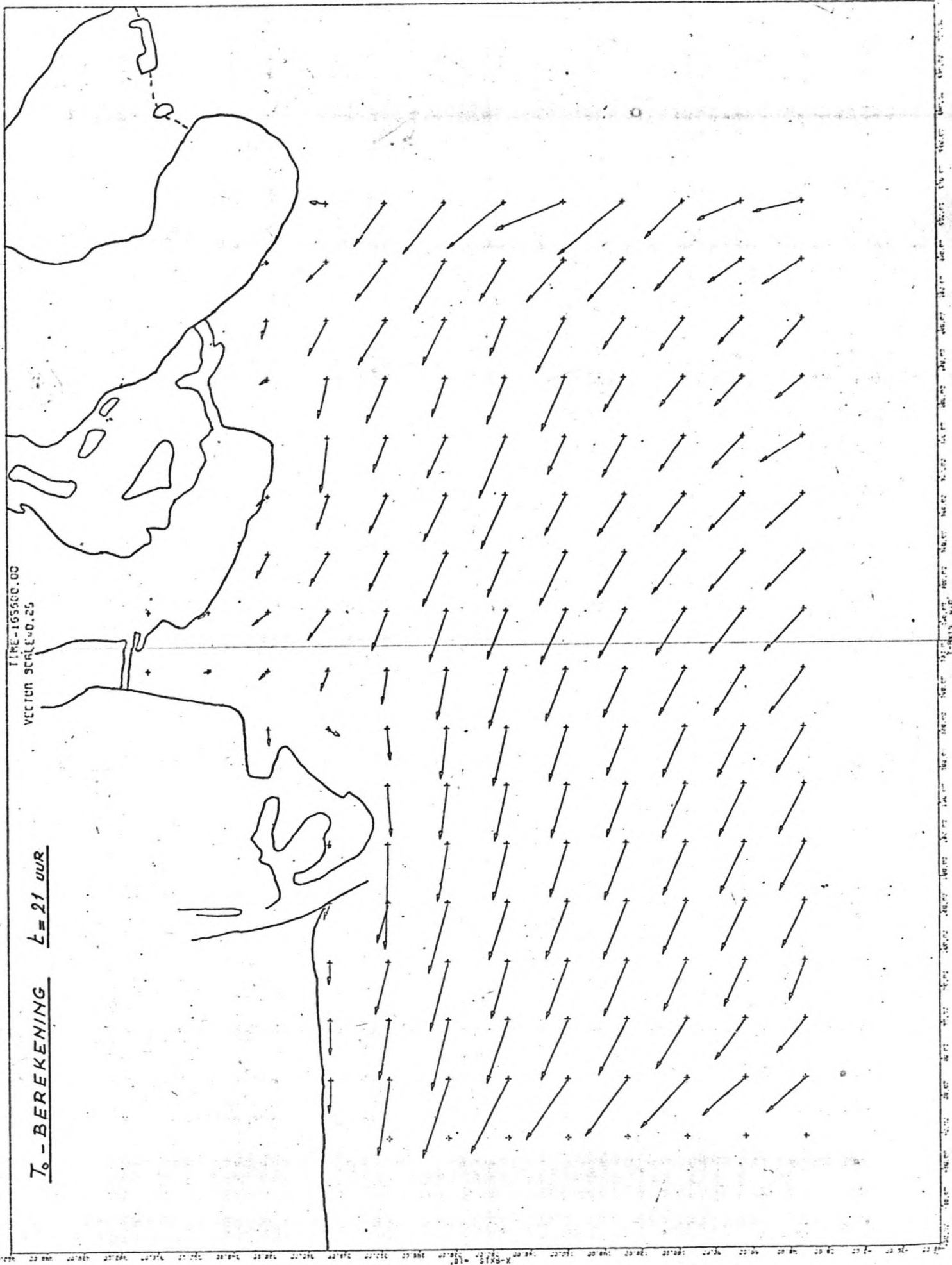
SCHOUWEN

GOEREE



T₀ - BEREKENING L = 21 uur

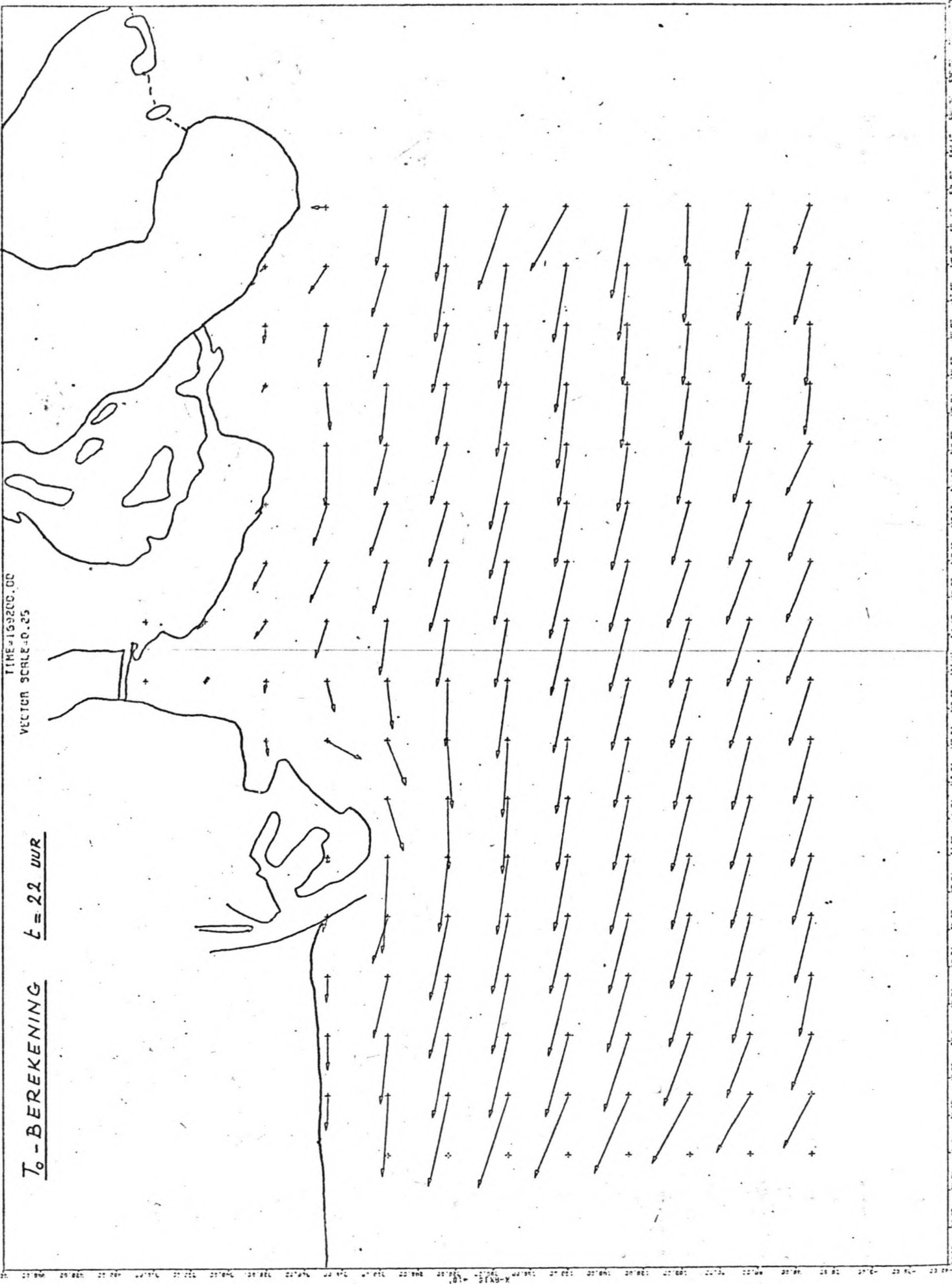
TIME-165500.00
VECTOR SCALE=0.25



T_0 - BEREKENING

$t = 22$ uur

TIME-153200.00
VECTOR SCALE-0.25

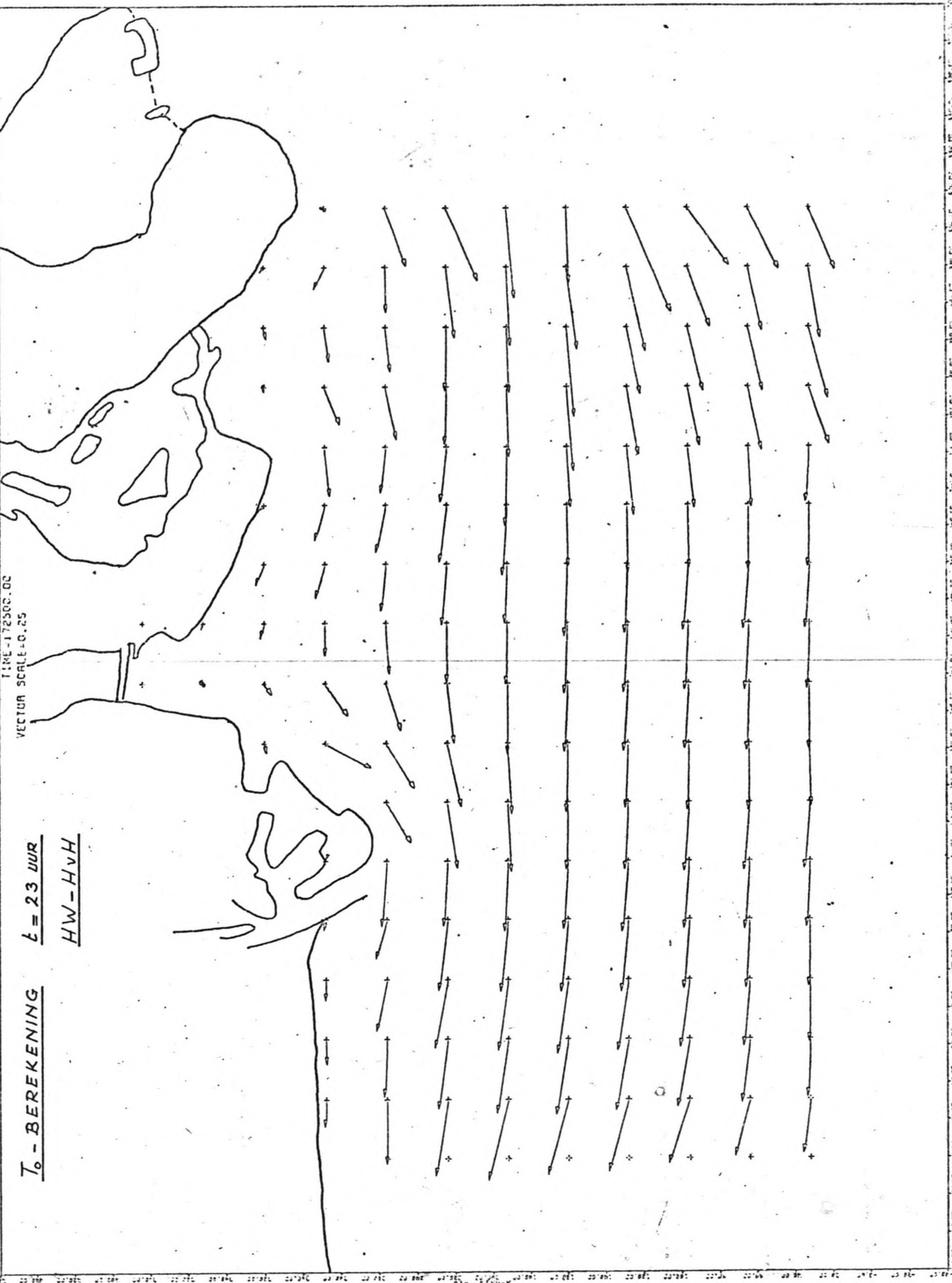


T_0 - BEREKENING

$t = 23 \text{ uur}$

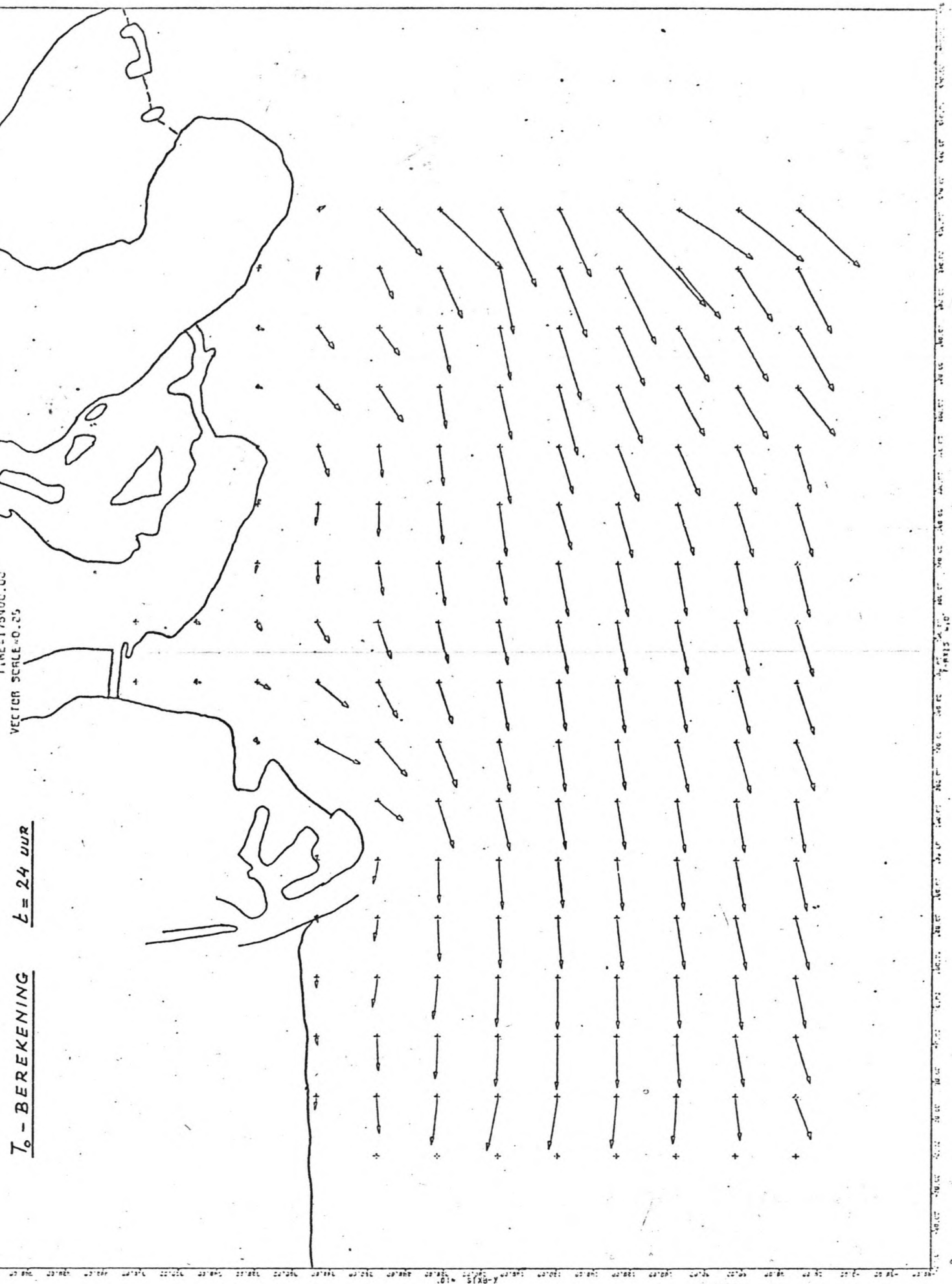
$HW - H_{vH}$

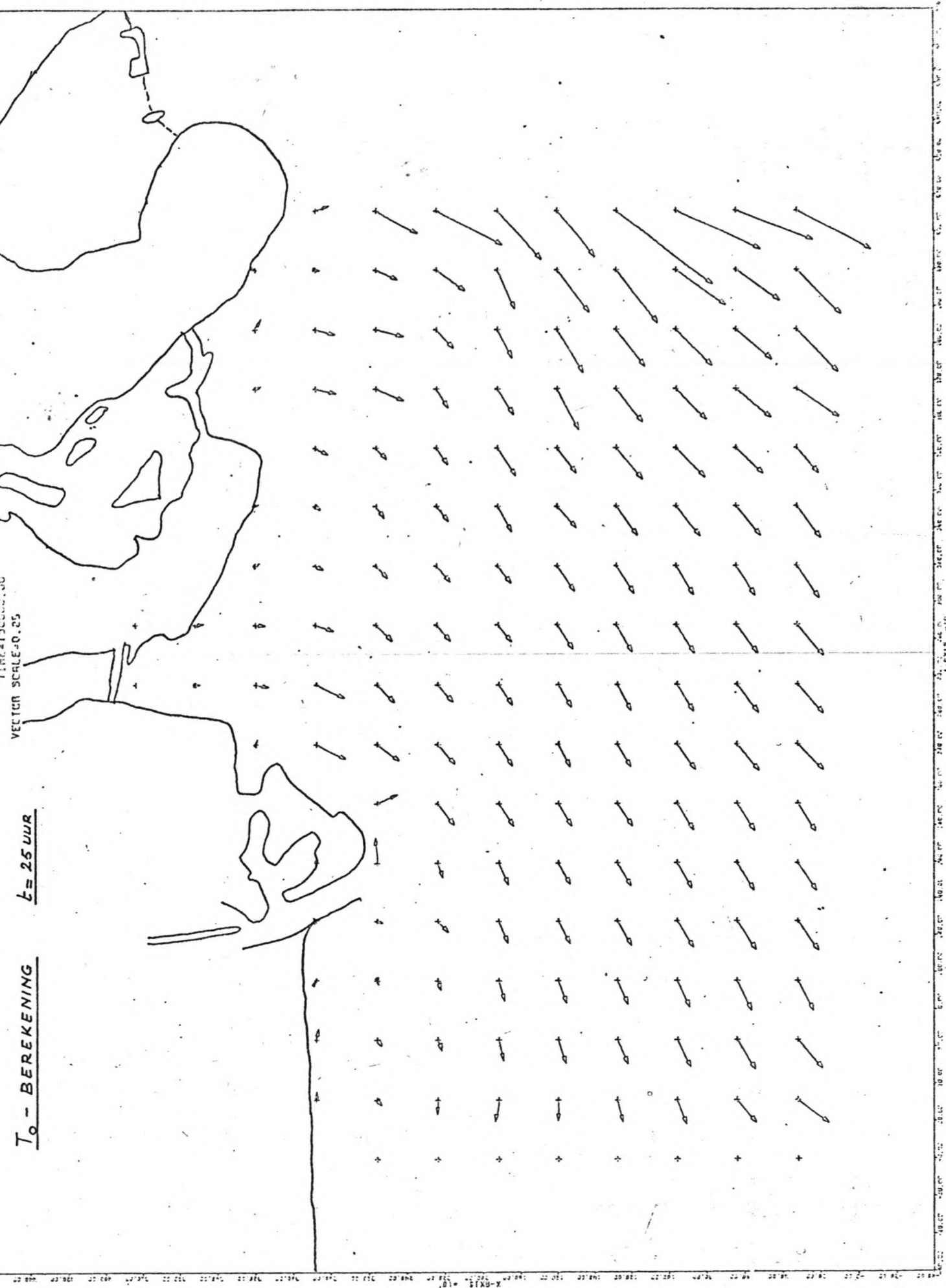
TIME - 172500.00
VECTOR SCALE - 0.25



FILE-175400.00
VECTOR SCALE=0.25

T_0 - BEREKENING $L = 24$ uur





T₀ - BEREKENING

t = 25 uur

VECTOR SCALE = 0.25

BIJLAGE A-IV.

T₁-model.

Plot-uitvoer van snelheidsvectoren; verkleind.

t = 23 uur komt ongeveer overeen met H.W.-H.v.H.

T₁ - BEREKENING

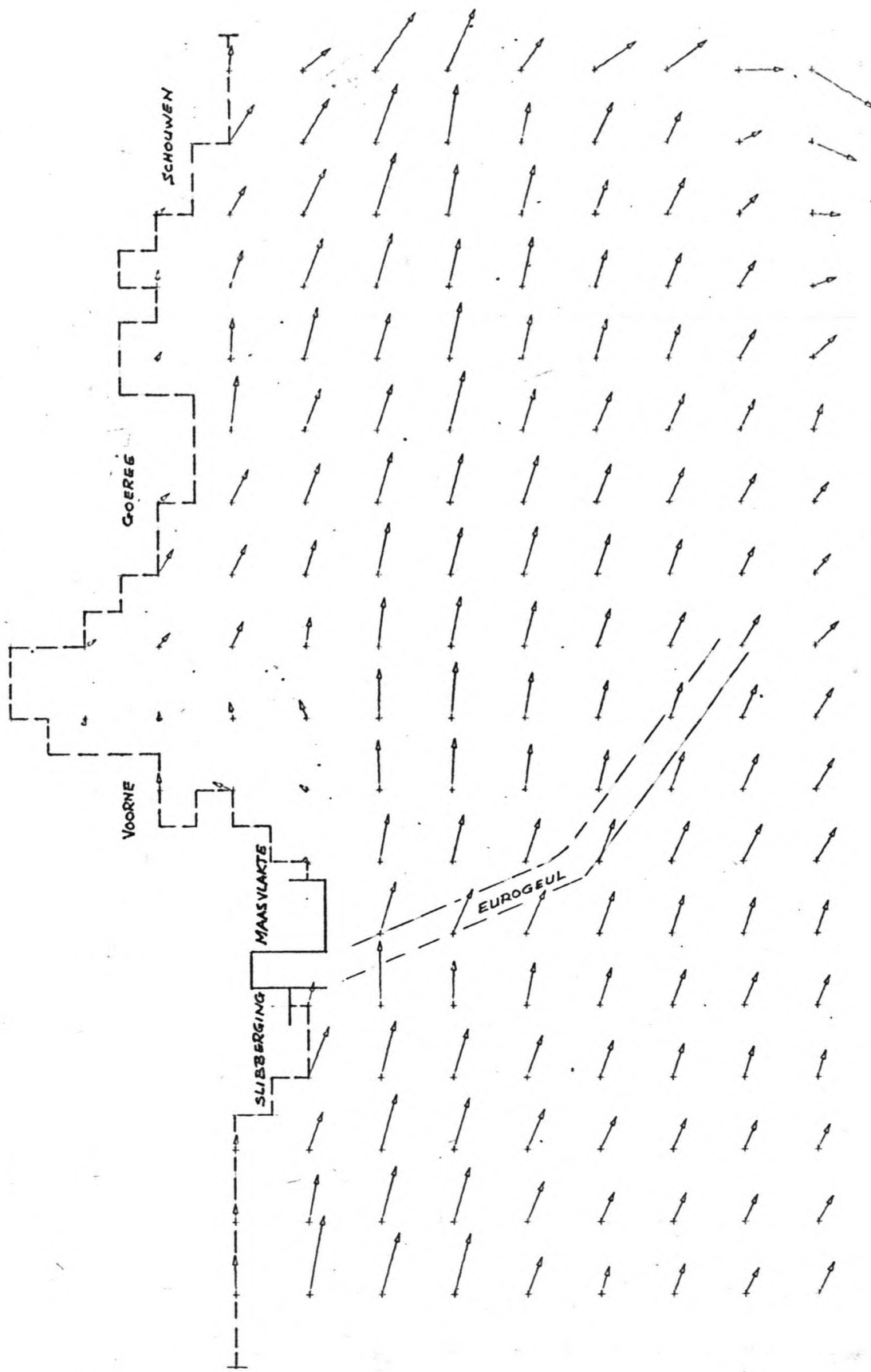
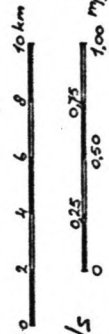
t = 2 uur

LENGTESCHAAL 1:200.000

SCHAAL SNELHEIDSVECTOR 1cm Δ 0,25 m/s

TIME=97200.00

VECTOR SCALE=0.25

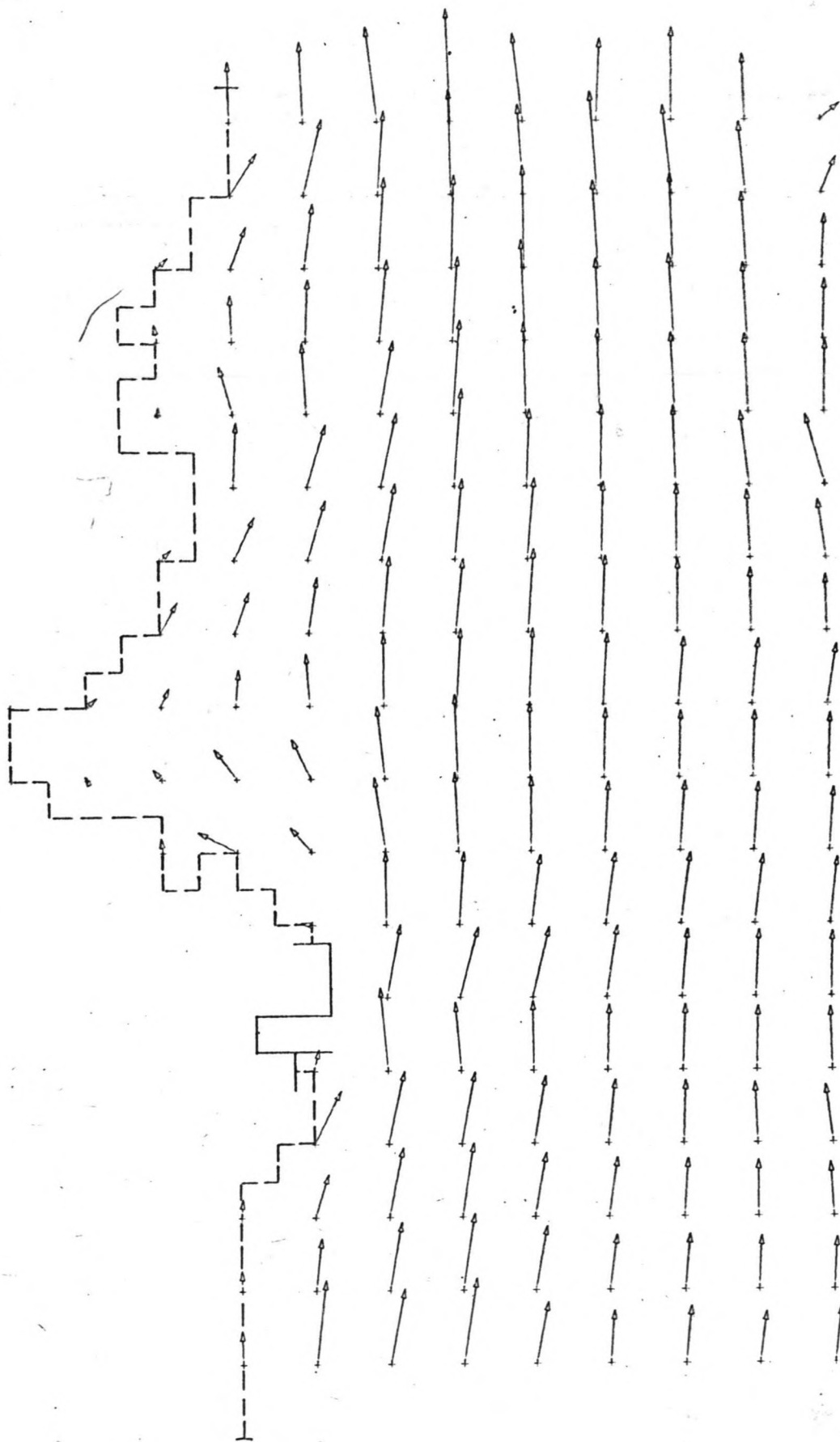


TIME=100800.00

VECTOR SCALE=0.25

$L=3$ LUR

T_1 - BEREKENING

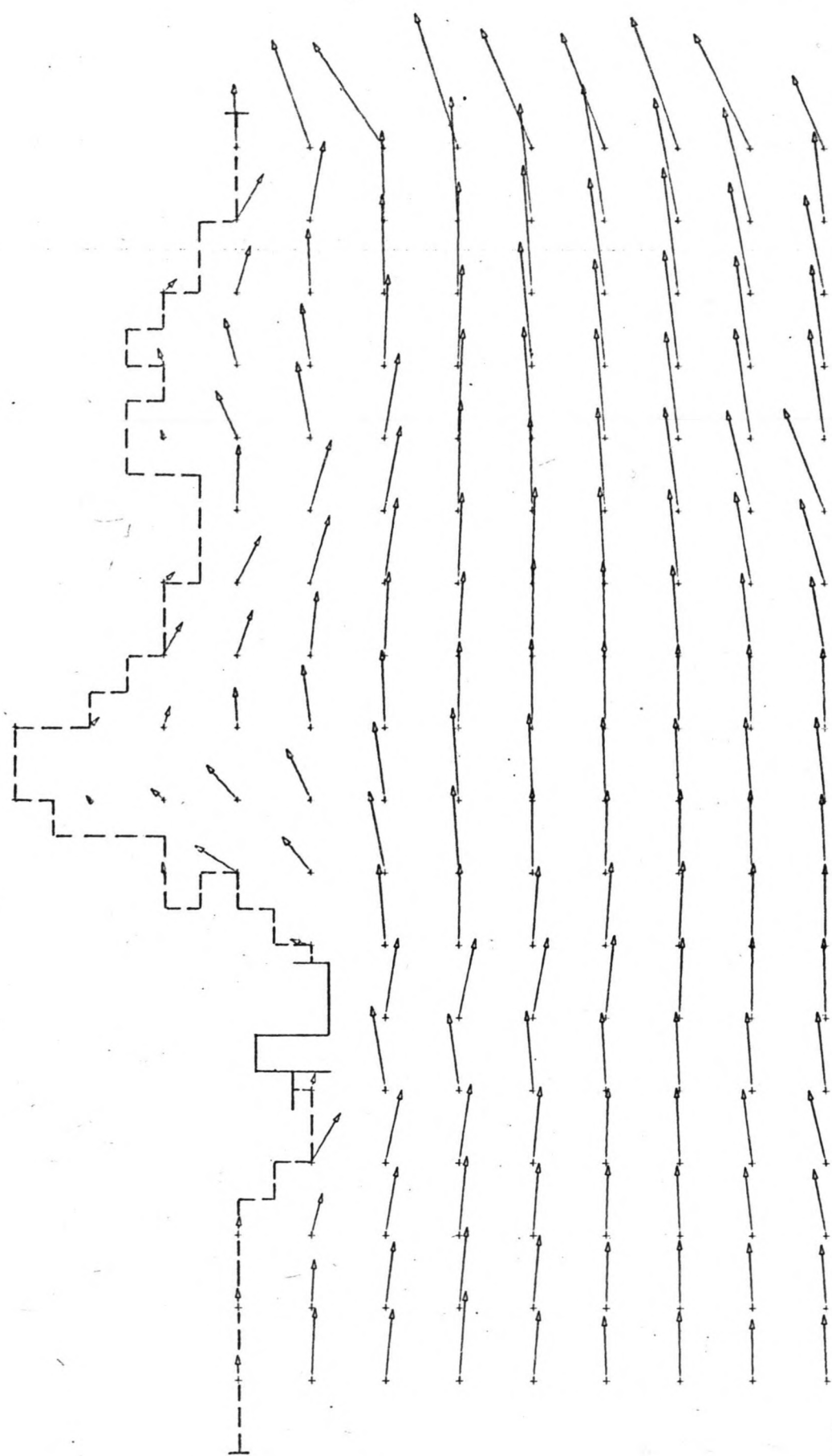


140.00 120.00 100.00 80.00 60.00 40.00 20.00 0.00 -20.00 -40.00
-30.00 -20.00 -10.00 0.00 10.00 20.00 30.00 40.00 50.00 60.00 70.00 80.00 90.00 100.00 110.00 120.00 130.00 140.00
T-MXIS *10

TIME=104400.00
VECTOR SCALE=0.25

$t = 4$ UUR

T_1 - BEREKENING

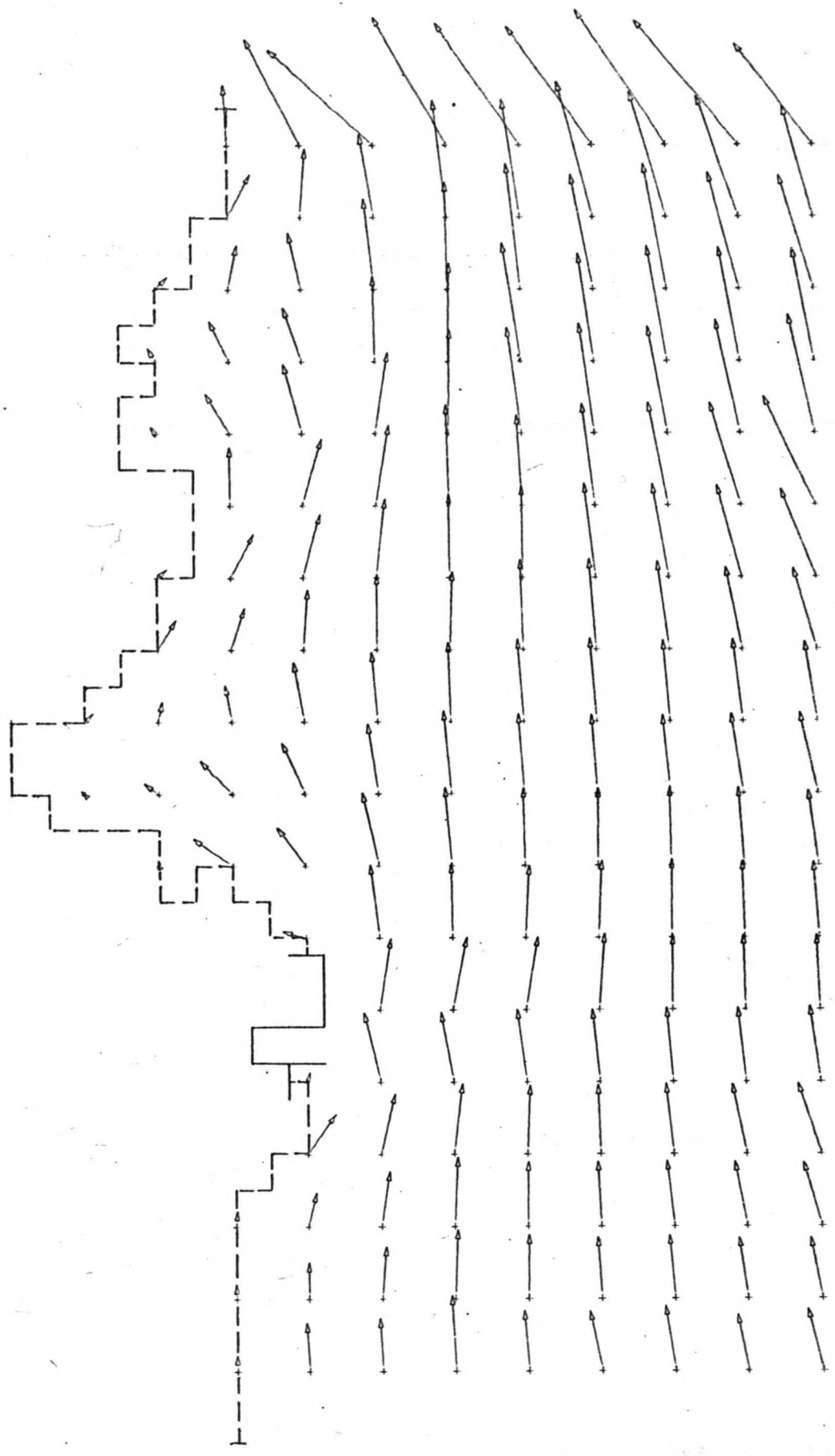


10.00 20.00 30.00 40.00 50.00 60.00 70.00 80.00 90.00 100.00 110.00 120.00 130.00 140.00 150.00 160.00 170.00 180.00 190.00 200.00 210.00 220.00 230.00 240.00 250.00 260.00 270.00 280.00 290.00 300.00 310.00 320.00 330.00 340.00 350.00 360.00 370.00 380.00 390.00 400.00 410.00 420.00 430.00 440.00 450.00 460.00 470.00 480.00 490.00 500.00 510.00 520.00 530.00 540.00 550.00 560.00 570.00 580.00 590.00 600.00 610.00 620.00 630.00 640.00 650.00 660.00 670.00 680.00 690.00 700.00 710.00 720.00 730.00 740.00 750.00 760.00 770.00 780.00 790.00 800.00 810.00 820.00 830.00 840.00 850.00 860.00 870.00 880.00 890.00 900.00 910.00 920.00 930.00 940.00 950.00 960.00 970.00 980.00 990.00 1000.00

TIME=108000.00
VECTOR SCALE=0.25

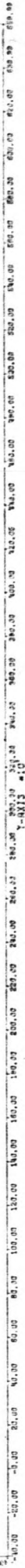
$t = 5 \text{ uhr}$

$T_1 - \text{BEREKENING}$



17.00 16.00 15.00 14.00 13.00 12.00 11.00 10.00 9.00 8.00 7.00 6.00 5.00 4.00 3.00 2.00 1.00 0.00 -1.00 -2.00 -3.00 -4.00 -5.00 -6.00 -7.00 -8.00 -9.00 -10.00 -11.00 -12.00 -13.00 -14.00 -15.00 -16.00 -17.00 -18.00 -19.00 -20.00 -21.00 -22.00 -23.00 -24.00 -25.00 -26.00 -27.00 -28.00 -29.00 -30.00 -31.00 -32.00 -33.00 -34.00 -35.00 -36.00 -37.00 -38.00 -39.00 -40.00 -41.00 -42.00 -43.00 -44.00 -45.00 -46.00 -47.00 -48.00 -49.00 -50.00 -51.00 -52.00 -53.00 -54.00 -55.00 -56.00 -57.00 -58.00 -59.00 -60.00 -61.00 -62.00 -63.00 -64.00 -65.00 -66.00 -67.00 -68.00 -69.00 -70.00 -71.00 -72.00 -73.00 -74.00 -75.00 -76.00 -77.00 -78.00 -79.00 -80.00 -81.00 -82.00 -83.00 -84.00 -85.00 -86.00 -87.00 -88.00 -89.00 -90.00 -91.00 -92.00 -93.00 -94.00 -95.00 -96.00 -97.00 -98.00 -99.00 -100.00

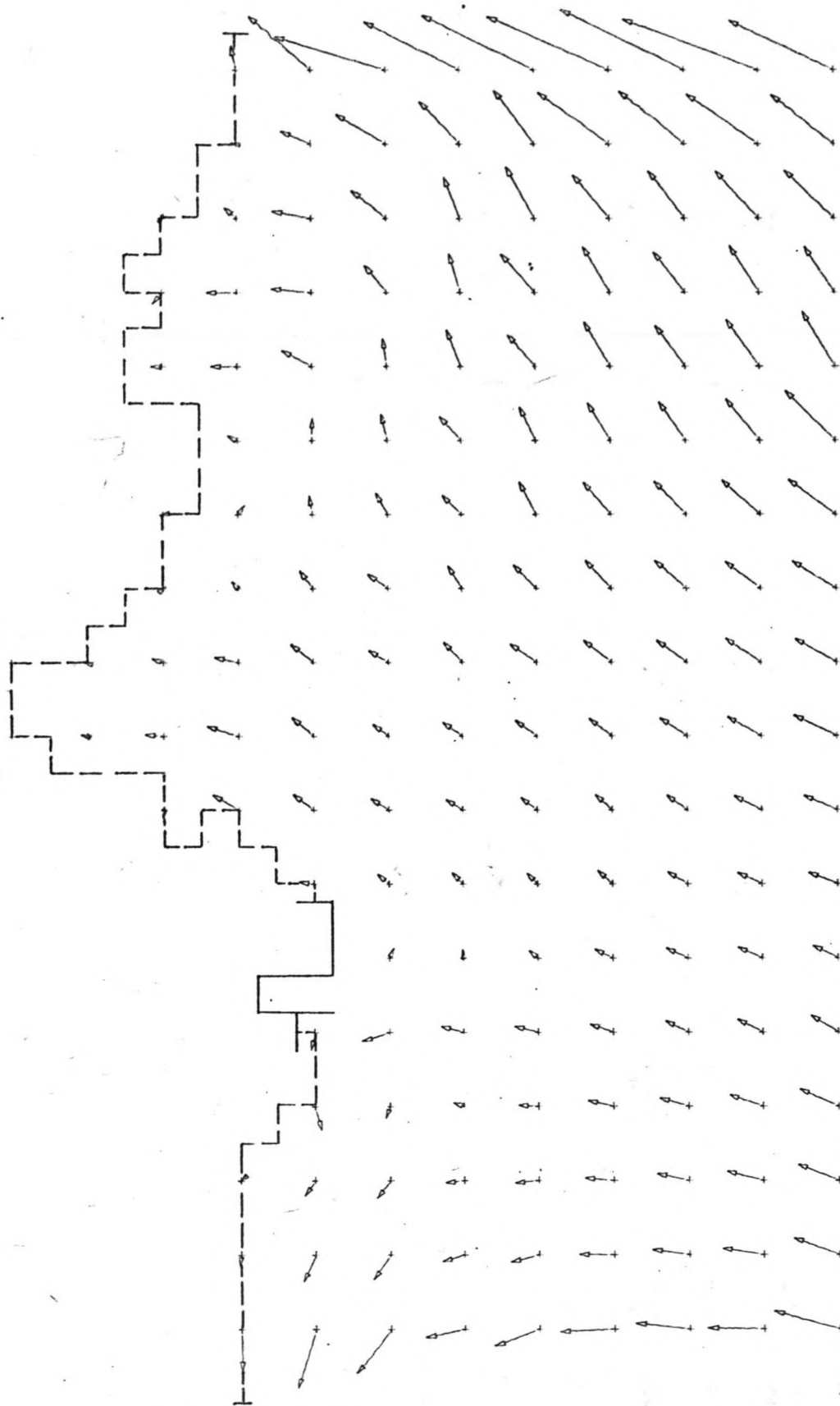
CALC=0.25



T₁ - BEREKENING

t = 7 uur

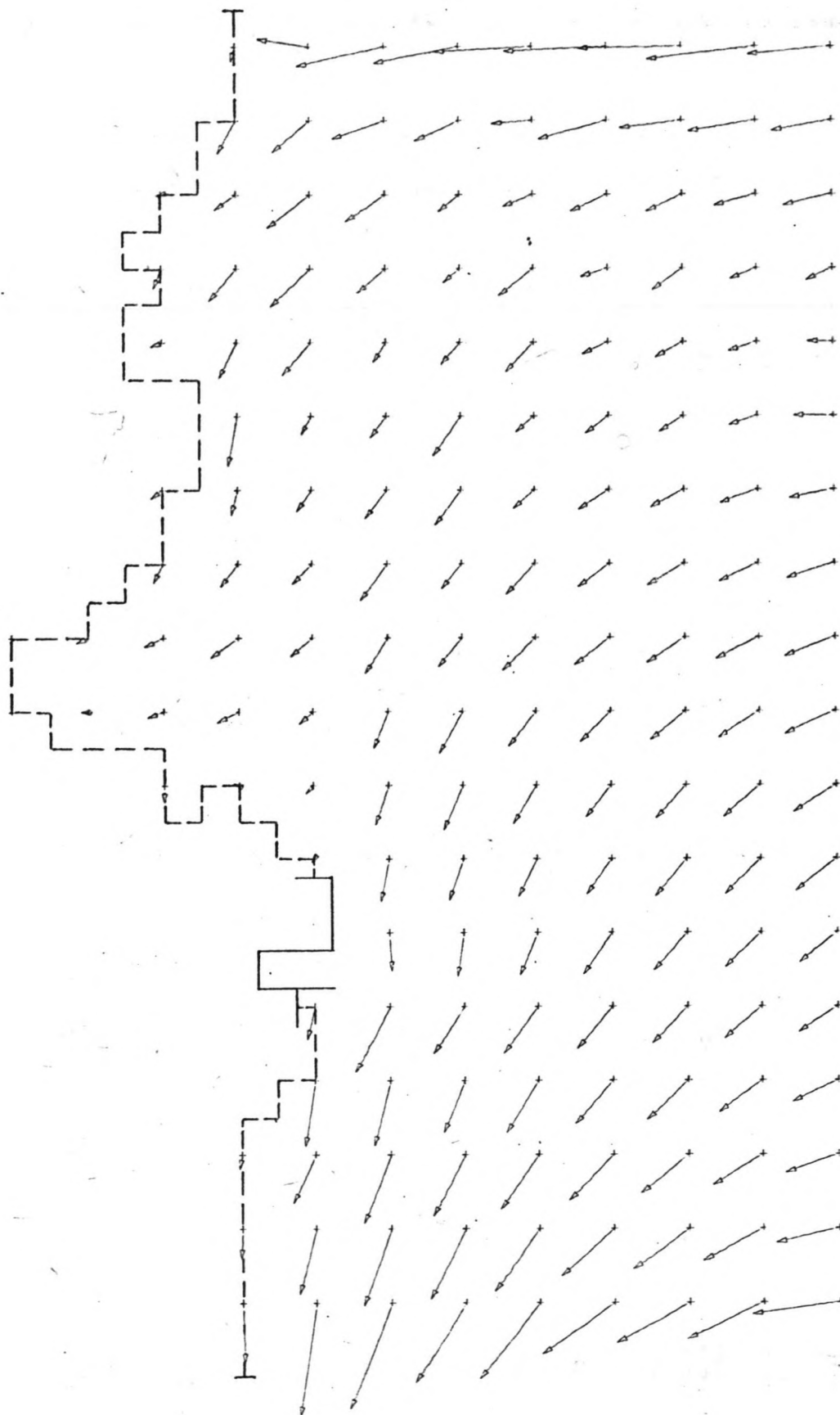
TIME=115200.00
VECTOR SCALE=0.25



TIME=11800.00
VECTOR SCALE=0.25

$t = 8 \text{ uur}$

T_1 - BEREKENING

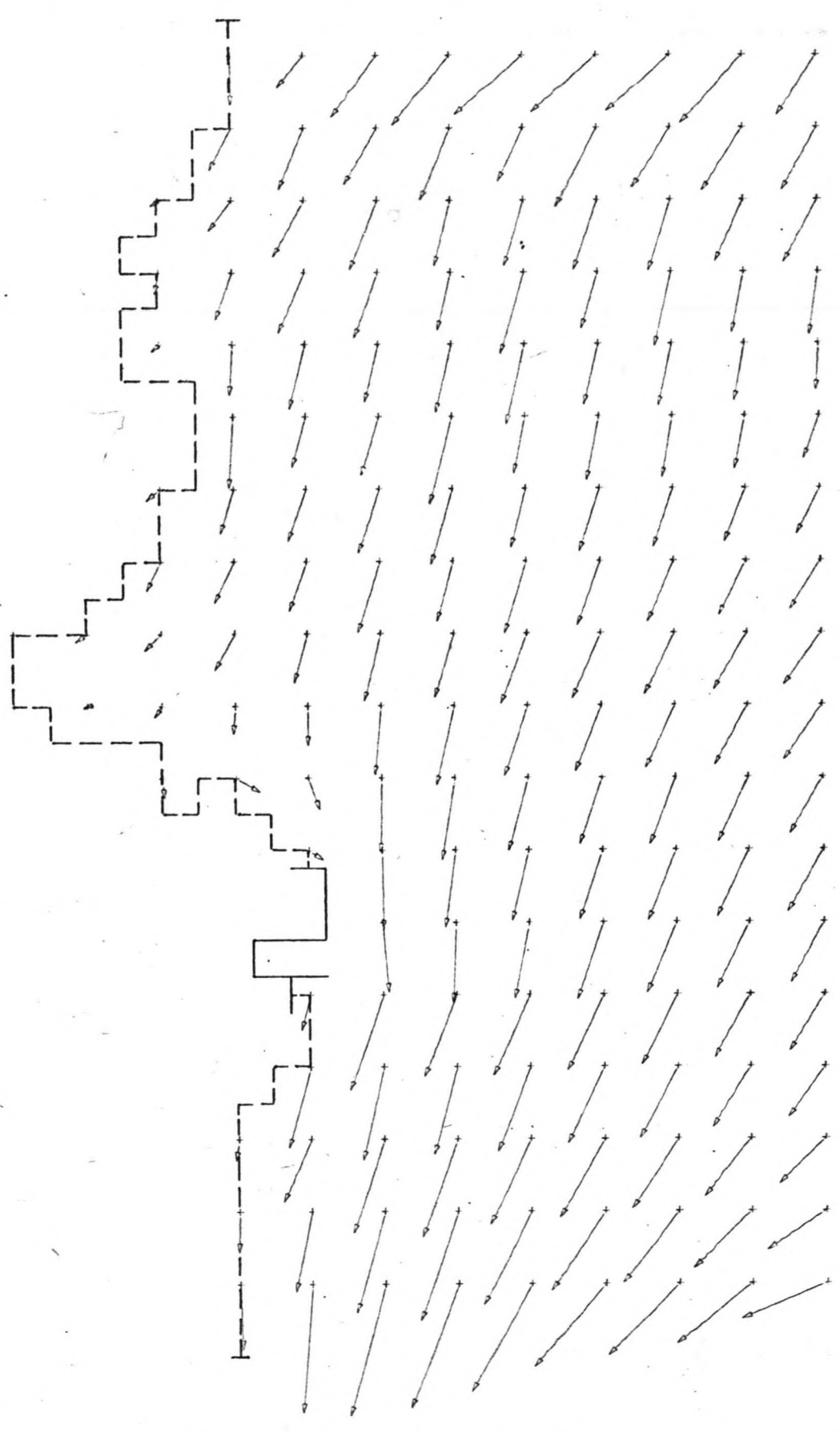


X=100.00 90.00 80.00 70.00 60.00 50.00 40.00 30.00 20.00 10.00 0.00 -10.00 -20.00 -30.00 -40.00 -50.00 -60.00 -70.00 -80.00 -90.00 -100.00
Y=100.00 90.00 80.00 70.00 60.00 50.00 40.00 30.00 20.00 10.00 0.00 -10.00 -20.00 -30.00 -40.00 -50.00 -60.00 -70.00 -80.00 -90.00 -100.00

TIME=122400.00
VECTOR SCALE=0.25

$t=9$ UUR

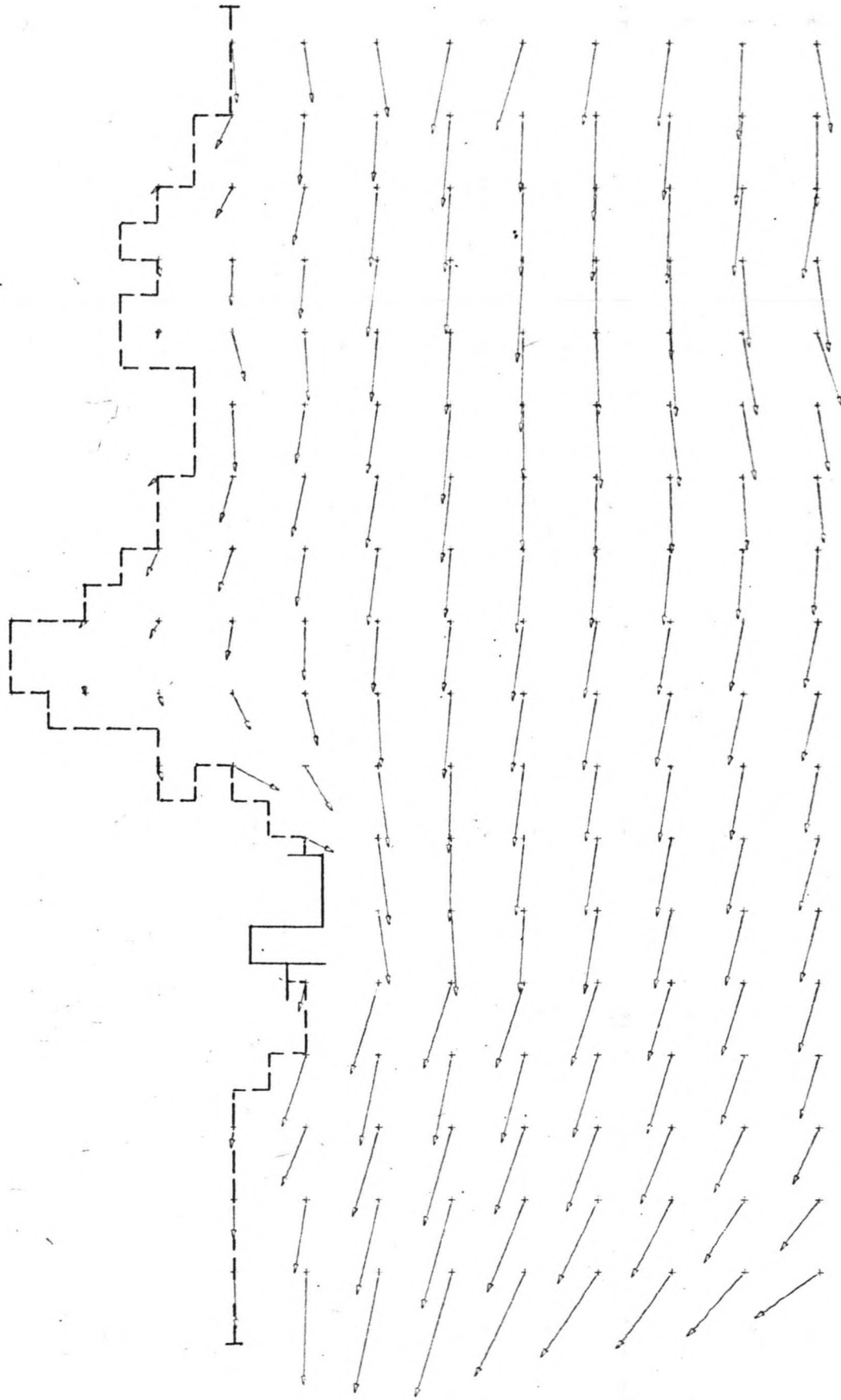
T_1 - BEREKENING



T₁ - BEREKENING

t = 10 uur

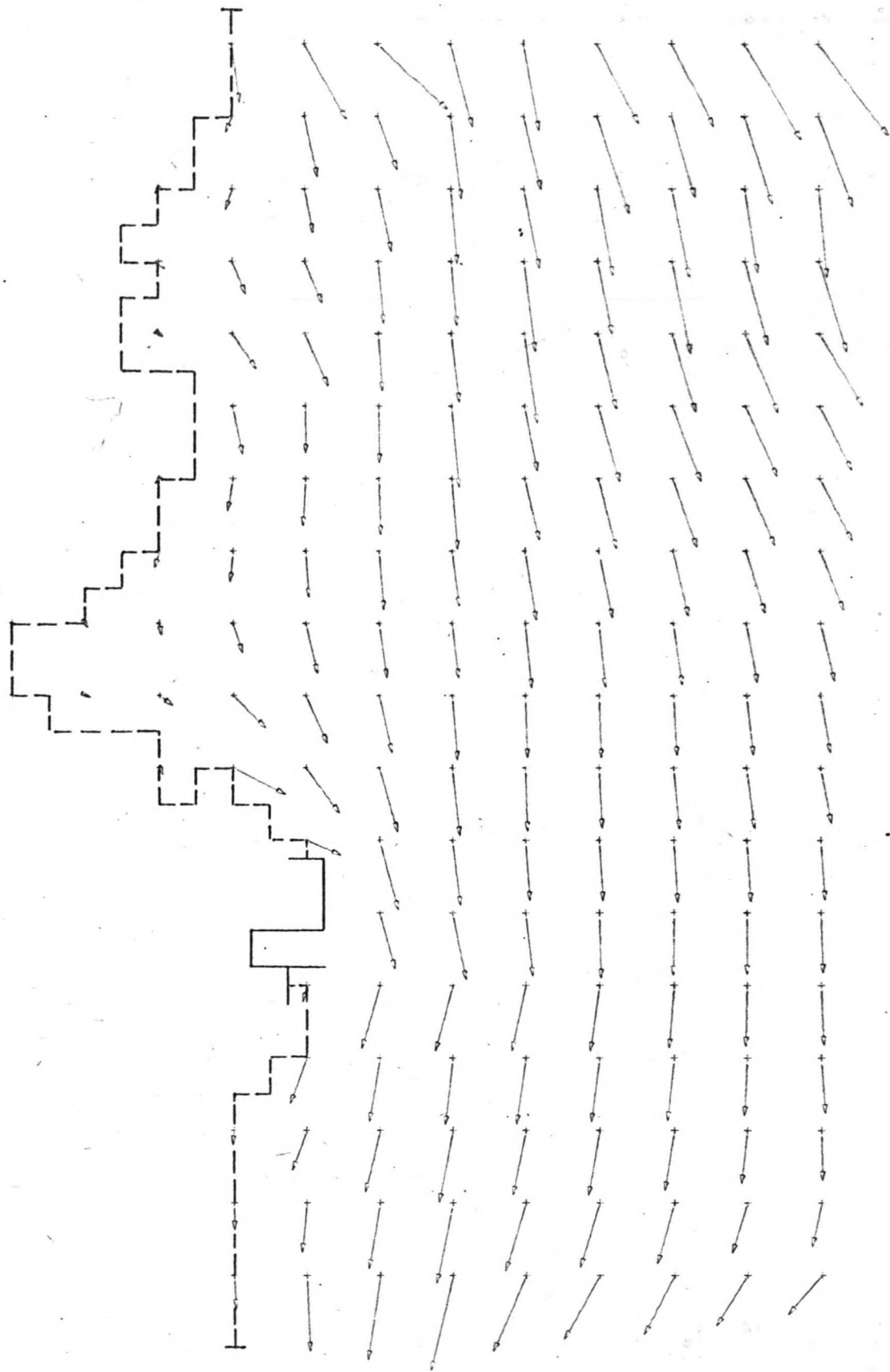
1:XE=126003.00
VECTOR SCALE=C.25



T_1 - BEREKENING

$t = 11$ uur

$1:45 = 129500.00$
VECTOR SCALE = 0.25

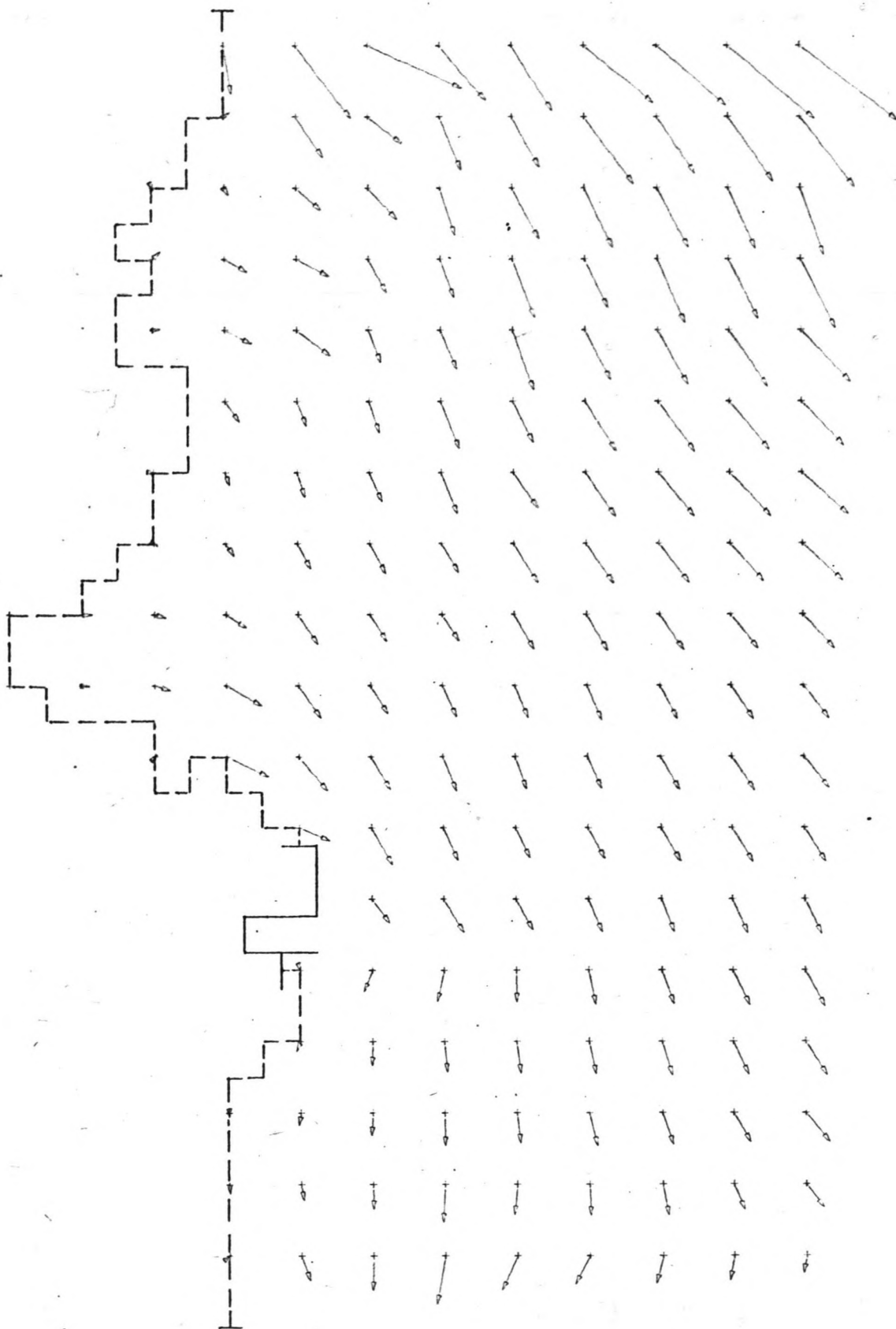


10.00 20.00 30.00 40.00 50.00 60.00 70.00 80.00 90.00 100.00 110.00 120.00 130.00 140.00 150.00 160.00 170.00 180.00 190.00 200.00 210.00 220.00 230.00 240.00 250.00 260.00 270.00 280.00 290.00 300.00 310.00 320.00 330.00 340.00 350.00 360.00 370.00 380.00 390.00 400.00 410.00 420.00 430.00 440.00 450.00 460.00 470.00 480.00 490.00 500.00 510.00 520.00 530.00 540.00 550.00 560.00 570.00 580.00 590.00 600.00 610.00 620.00 630.00 640.00 650.00 660.00 670.00 680.00 690.00 700.00 710.00 720.00 730.00 740.00 750.00 760.00 770.00 780.00 790.00 800.00 810.00 820.00 830.00 840.00 850.00 860.00 870.00 880.00 890.00 900.00 910.00 920.00 930.00 940.00 950.00 960.00 970.00

T₁ - BEREKENING

t = 12 uur

TIME=133200.00
VECTOR SCALE=0.25

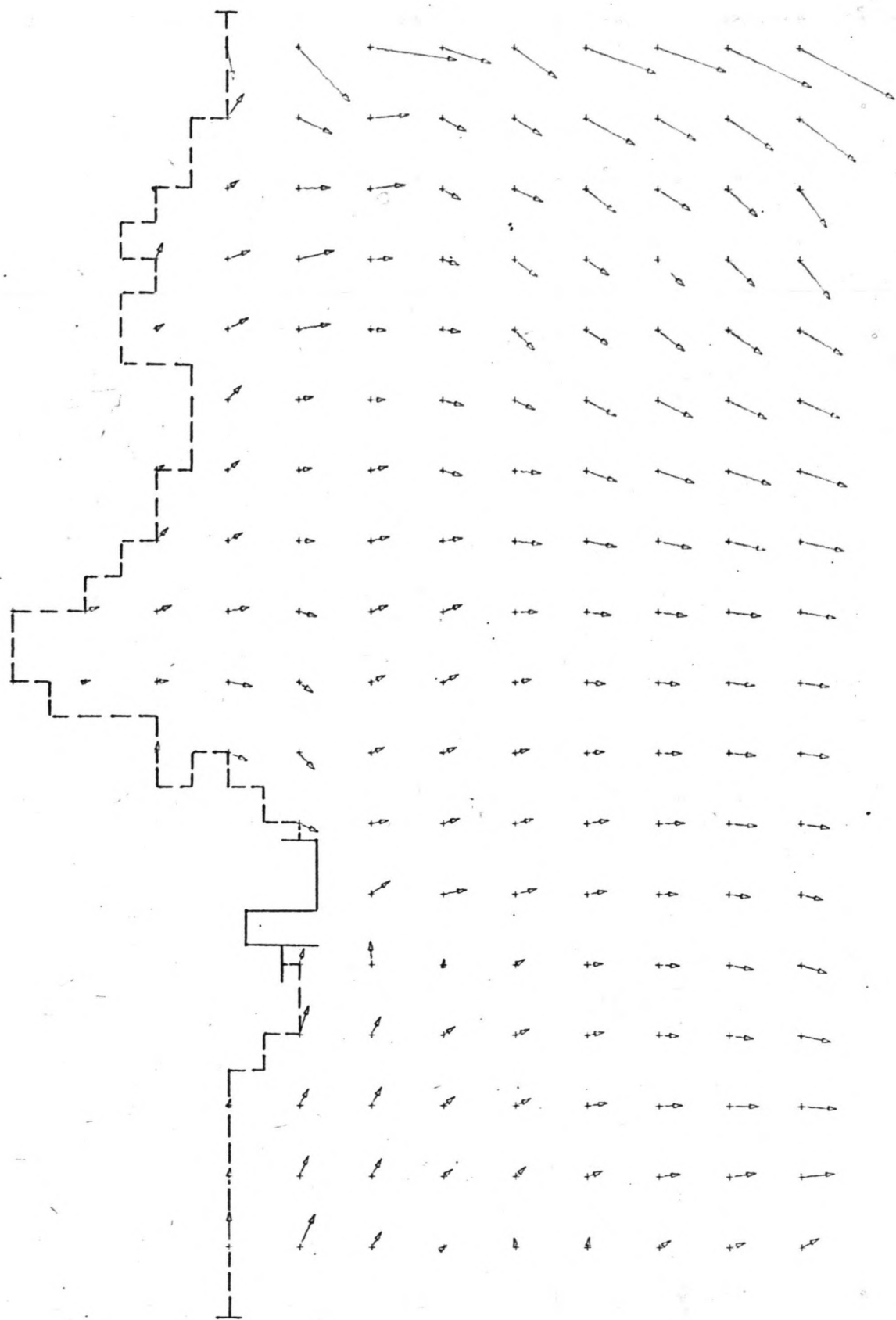


120.00 110.00 100.00 90.00 80.00 70.00 60.00 50.00 40.00 30.00 20.00 10.00 0.00 -10.00
-10.00 -5.00 0.00 5.00 10.00 15.00 20.00 25.00 30.00 35.00 40.00 45.00 50.00 55.00 60.00 65.00 70.00 75.00 80.00 85.00 90.00 95.00 100.00 105.00 110.00 115.00 120.00

T₁ - BEREKENING

$$\underline{t = 13 \text{ uur}}$$

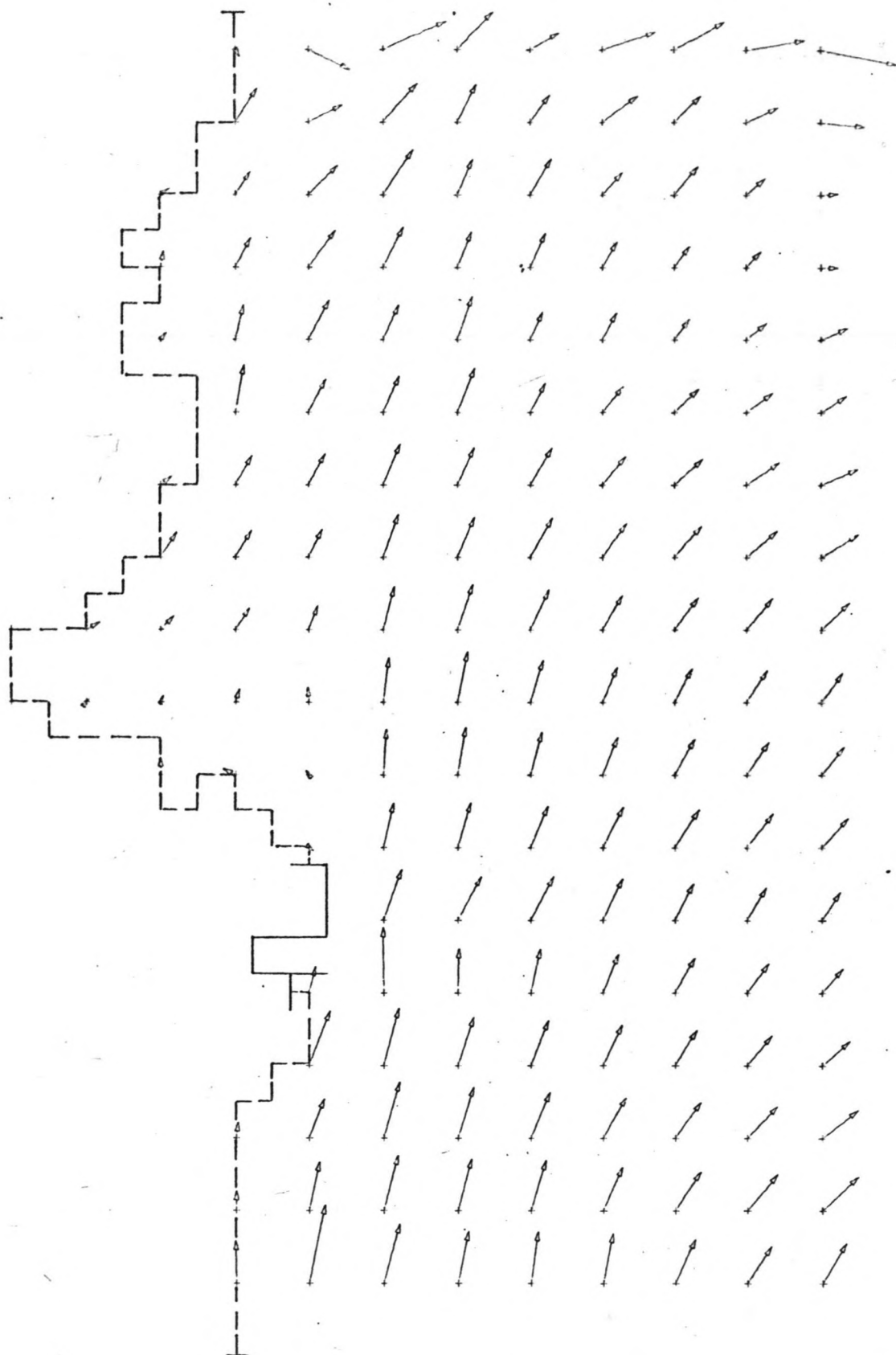
TIME=136800.00
VECTOR SCALE=0.25



TIME: 140400.00
VECTOR SCALE: 0.25

$t = 14 \text{ uhr}$

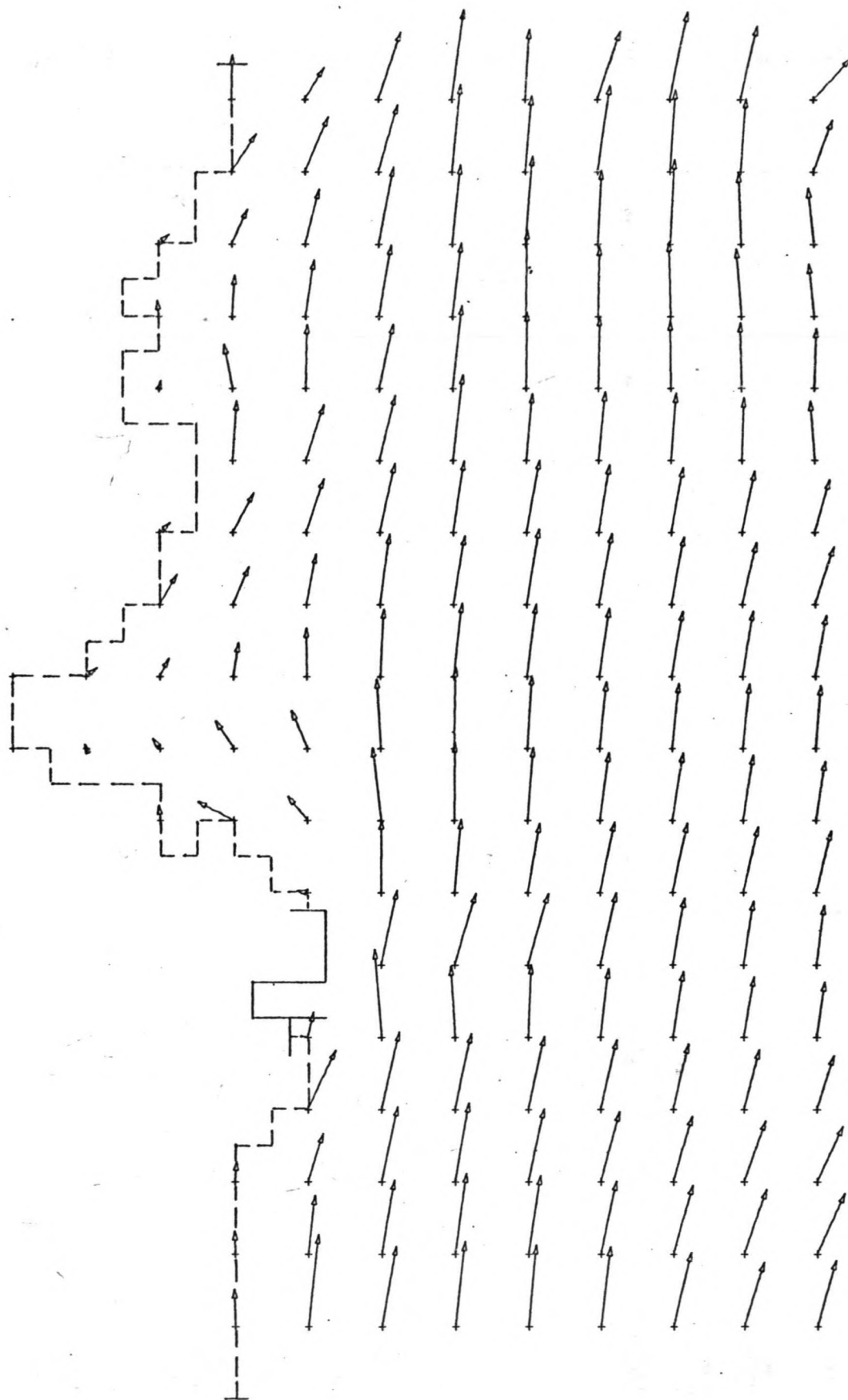
$T_1 - \text{BEREKENING}$



TIME=144000.00
VECTOR SCALE=0.25

$t = 15$ uur

T_1 - BEREKENING



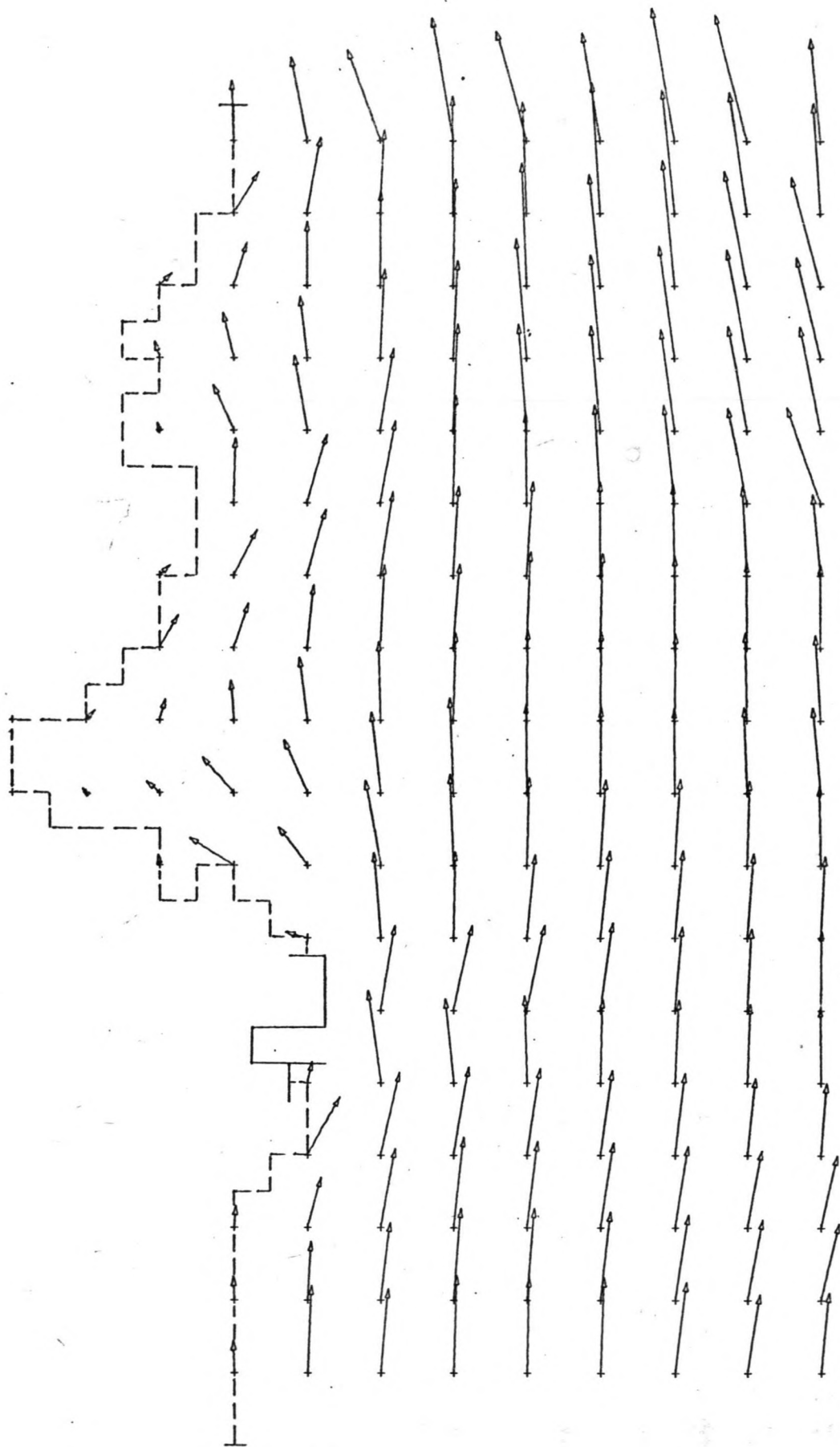
12.00 11.00 10.00 9.00 8.00 7.00 6.00 5.00 4.00 3.00 2.00 1.00 0.00 -1.00 -2.00 -3.00 -4.00 -5.00 -6.00 -7.00 -8.00 -9.00 -10.00 -11.00 -12.00 -13.00 -14.00 -15.00 -16.00 -17.00 -18.00 -19.00 -20.00 -21.00 -22.00 -23.00 -24.00 -25.00 -26.00 -27.00 -28.00 -29.00 -30.00 -31.00 -32.00 -33.00 -34.00 -35.00 -36.00 -37.00 -38.00 -39.00 -40.00 -41.00 -42.00 -43.00 -44.00 -45.00 -46.00 -47.00 -48.00 -49.00 -50.00 -51.00 -52.00 -53.00 -54.00 -55.00 -56.00 -57.00 -58.00 -59.00 -60.00 -61.00 -62.00 -63.00 -64.00 -65.00 -66.00 -67.00 -68.00 -69.00 -70.00 -71.00 -72.00 -73.00 -74.00 -75.00 -76.00 -77.00 -78.00 -79.00 -80.00 -81.00 -82.00 -83.00 -84.00 -85.00 -86.00 -87.00 -88.00 -89.00 -90.00 -91.00 -92.00 -93.00 -94.00 -95.00 -96.00 -97.00 -98.00 -99.00 -100.00 -101.00 -102.00 -103.00 -104.00 -105.00 -106.00 -107.00 -108.00 -109.00 -110.00 -111.00 -112.00 -113.00 -114.00 -115.00 -116.00 -117.00 -118.00 -119.00 -120.00 -121.00 -122.00 -123.00 -124.00 -125.00 -126.00 -127.00 -128.00 -129.00 -130.00 -131.00 -132.00 -133.00 -134.00 -135.00 -136.00 -137.00 -138.00 -139.00 -140.00 -141.00 -142.00 -143.00 -144.00 -145.00 -146.00 -147.00 -148.00 -149.00 -150.00 -151.00 -152.00 -153.00 -154.00 -155.00 -156.00 -157.00 -158.00 -159.00 -160.00 -161.00 -162.00 -163.00 -164.00 -165.00 -166.00 -167.00 -168.00 -169.00 -170.00 -171.00 -172.00 -173.00 -174.00 -175.00 -176.00 -177.00 -178.00 -179.00 -180.00 -181.00 -182.00 -183.00 -184.00 -185.00 -186.00 -187.00 -188.00 -189.00 -190.00 -191.00 -192.00 -193.00 -194.00 -195.00 -196.00 -197.00 -198.00 -199.00 -200.00 -201.00 -202.00 -203.00 -204.00 -205.00 -206.00 -207.00 -208.00 -209.00 -210.00 -211.00 -212.00 -213.00 -214.00 -215.00 -216.00 -217.00 -218.00 -219.00 -220.00 -221.00 -222.00 -223.00 -224.00 -225.00 -226.00 -227.00 -228.00 -229.00 -230.00 -231.00 -232.00 -233.00 -234.00 -235.00 -236.00 -237.00 -238.00 -239.00 -240.00 -241.00 -242.00 -243.00 -244.00 -245.00 -246.00 -247.00 -248.00 -249.00 -250.00 -251.00 -252.00 -253.00 -254.00 -255.00 -256.00 -257.00 -258.00 -259.00 -260.00 -261.00 -262.00 -263.00 -264.00 -265.00 -266.00 -267.00 -268.00 -269.00 -270.00 -271.00 -272.00 -273.00 -274.00 -275.00 -276.00 -277.00 -278.00 -279.00 -280.00 -281.00 -282.00 -283.00 -284.00 -285.00 -286.00 -287.00 -288.00 -289.00 -290.00 -291.00 -292.00 -293.00 -294.00 -295.00 -296.00 -297.00 -298.00 -299.00 -300.00 -301.00 -302.00 -303.00 -304.00 -305.00 -306.00 -307.00 -308.00 -309.00 -310.00 -311.00 -312.00 -313.00 -314.00 -315.00 -316.00 -317.00 -318.00 -319.00 -320.00 -321.00 -322.00 -323.00 -324.00 -325.00 -326.00 -327.00 -328.00 -329.00 -330.00 -331.00 -332.00 -333.00 -334.00 -335.00 -336.00 -337.00 -338.00 -339.00 -340.00 -341.00 -342.00 -343.00 -344.00 -345.00 -346.00 -347.00 -348.00 -349.00 -350.00 -351.00 -352.00 -353.00 -354.00 -355.00 -356.00 -357.00 -358.00 -359.00 -360.00 -361.00 -362.00 -363.00 -364.00 -365.00 -366.00 -367.00 -368.00 -369.00 -370.00 -371.00 -372.00 -373.00 -374.00 -375.00 -376.00 -377.00 -378.00 -379.00 -380.00 -381.00 -382.00 -383.00 -384.00 -385.00 -386.00 -387.00 -388.00 -389.00 -390.00 -391.00 -392.00 -393.00 -394.00 -395.00 -396.00 -397.00 -398.00 -399.00 -400.00 -401.00 -402.00 -403.00 -404.00 -405.00 -406.00 -407.00 -408.00 -409.00 -410.00 -411.00 -412.00 -413.00 -414.00 -415.00 -416.00 -417.00 -418.00 -419.00 -420.00 -421.00 -422.00 -423.00 -424.00 -425.00 -426.00 -427.00 -428.00 -429.00 -430.00 -431.00 -432.00 -433.00 -434.00 -435.00 -436.00 -437.00 -438.00 -439.00 -440.00 -441.00 -442.00 -443.00 -444.00 -445.00 -446.00 -447.00 -448.00 -449.00 -450.00 -451.00 -452.00 -453.00 -454.00 -455.00 -456.00 -457.00 -458.00 -459.00 -460.00 -461.00 -462.00 -463.00 -464.00 -465.00 -466.00 -467.00 -468.00 -469.00 -470.00 -471.00 -472.00 -473.00 -474.00 -475.00 -476.00 -477.00 -478.00 -479.00 -480.00 -481.00 -482.00 -483.00 -484.00 -485.00 -486.00 -487.00 -488.00 -489.00 -490.00 -491.00 -492.00 -493.00 -494.00 -495.00 -496.00 -497.00 -498.00 -499.00 -500.00 -501.00 -502.00 -503.00 -504.00 -505.00 -506.00 -507.00 -508.00 -509.00 -510.00 -511.00 -512.00 -513.00 -514.00 -515.00 -516.00 -517.00 -518.00 -519.00 -520.00 -521.00 -522.00 -523.00 -524.00 -525.00 -526.00 -527.00 -528.00 -529.00 -530.00 -531.00 -532.00 -533.00 -534.00 -535.00 -536.00 -537.00 -538.00 -539.00 -540.00 -541.00 -542.00 -543.00 -544.00 -545.00 -546.00 -547.00 -548.00 -549.00 -550.00 -551.00 -552.00 -553.00 -554.00 -555.00 -556.00 -557.00 -558.00 -559.00 -560.00 -561.00 -562.00 -563.00 -564.00 -565.00 -566.00 -567.00 -568.00 -569.00 -570.00 -571.00 -572.00 -573.00 -574.00 -575.00 -576.00 -577.00 -578.00 -579.00 -580.00 -581.00 -582.00 -583.00 -584.00 -585.00 -586.00 -587.00 -588.00 -589.00 -590.00 -591.00 -592.00 -593.00 -594.00 -595.00 -596.00 -597.00 -598.00 -599.00 -600.00 -601.00 -602.00 -603.00 -604.00 -605.00 -606.00 -607.00 -608.00 -609.00 -610.00 -611.00 -612.00 -613.00 -614.00 -615.00 -616.00 -617.00 -618.00 -619.00 -620.00 -621.00 -622.00 -623.00 -624.00 -625.00 -626.00 -627.00 -628.00 -629.00 -630.00 -631.00 -632.00 -633.00 -634.00 -635.00 -636.00 -637.00 -638.00 -639.00 -640.00 -641.00 -642.00 -643.00 -644.00 -645.00 -646.00 -647.00 -648.00 -649.00 -650.00 -651.00 -652.00 -653.00 -654.00 -655.00 -656.00 -657.00 -658.00 -659.00 -660.00 -661.00 -662.00 -663.00 -664.00 -665.00 -666.00 -667.00 -668.00 -669.00 -670.00 -671.00 -672.00 -673.00 -674.00 -675.00 -676.00 -677.00 -678.00 -679.00 -680.00 -681.00 -682.00 -683.00 -684.00 -685.00 -686.00 -687.00 -688.00 -689.00 -690.00 -691.00 -692.00 -693.00 -694.00 -695.00 -696.00 -697.00 -698.00 -699.00 -700.00 -701.00 -702.00 -703.00 -704.00 -705.00 -706.00 -707.00 -708.00 -709.00 -710.00 -711.00 -712.00 -713.00 -714.00 -715.00 -716.00 -717.00 -718.00 -719.00 -720.00 -721.00 -722.00 -723.00 -724.00 -725.00 -726.00 -727.00 -728.00 -729.00 -730.00 -731.00 -732.00 -733.00 -734.00 -735.00 -736.00 -737.00 -738.00 -739.00 -740.00 -741.00 -742.00 -743.00 -744.00 -745.00 -746.00 -747.00 -748.00 -749.00 -750.00 -751.00 -752.00 -753.00 -754.00 -755.00 -756.00 -757.00 -758.00 -759.00 -760.00 -761.00 -762.00 -763.00 -764.00 -765.00 -766.00 -767.00 -768.00 -769.00 -770.00 -771.00 -772.00 -773.00 -774.00 -775.00 -776.00 -777.00 -778.00 -779.00 -780.00 -781.00 -782.00 -783.00 -784.00 -785.00 -786.00 -787.00 -788.00 -789.00 -790.00 -791.00 -792.00 -793.00 -794.00 -795.00 -796.00 -797.00 -798.00 -799.00 -800.00 -801.00 -802.00 -803.00 -804.00 -805.00 -806.00 -807.00 -808.00 -809.00 -810.00 -811.00 -812.00 -813.00 -814.00 -815.00 -816.00 -817.00 -818.00 -819.00 -820.00 -821.00 -822.00 -823.00 -824.00 -825.00 -826.00 -827.00 -828.00 -829.00 -830.00 -831.00 -832.00 -833.00 -834.00 -835.00 -836.00 -837.00 -838.00 -839.00 -840.00 -841.00 -842.00 -843.00 -844.00 -845.00 -846.00 -847.00 -848.00 -849.00 -850.00 -851.00 -852.00 -853.00 -854.00 -855.00 -856.00 -857.00 -858.00 -859.00 -860.00 -861.00 -862.00 -863.00 -864.00 -865.00 -866.00 -867.00 -868.00 -869.00 -870.00 -871.00 -872.00 -873.00 -874.00 -875.00 -876.00 -877.00 -878.00 -879.00 -880.00 -881.00 -882.00 -883.00 -884.00 -885.00 -886.00 -887.00 -888.00 -889.00 -890.00 -891.00 -892.00 -893.00 -894.00 -895.00 -896.00 -897.00 -898.00 -899.00 -900.00 -901.00 -902.00 -903.00 -904.00 -905.00 -906.00 -907.00 -908.00 -909.00 -910.00 -911.00 -912.00 -913.00 -914.00 -915.00 -916.00 -917.00 -918.00 -919.00 -920.00 -921.00 -922.00 -923.00 -924.00 -925.00 -926.00 -927.00 -928.00 -929.00 -930.00 -931.00 -932.00 -933.00 -934.00 -935.00 -936.00 -937.00 -938.00 -939.00 -940.00 -941.00 -942.00 -943.00 -944.00 -945.00 -946.00 -947.00 -948.00 -949.00 -950.00 -951.00 -952.00 -953.00 -954.00 -955.00 -956.00 -957.00 -958.00 -959.00 -960.00 -961.00 -962.00 -963.00 -964.00 -965.00 -966.00 -967.00 -968.00 -969.00 -970.00 -971.00 -972.00 -973.00 -974.00 -975.00 -976.00 -977.00 -978.00 -979.00 -980.00 -981.00 -982.00 -983.00 -984.00 -985.00 -986.00 -987.00 -988.00 -989.00 -990.00 -991.00 -992.00 -993.00 -994.00 -995.00 -996.00 -997.00 -998.00 -999.00 -1000.00

T₁ - BEREKENING

t = 16 uur

TIME=147600.00

VECTOR SCALE=0.25



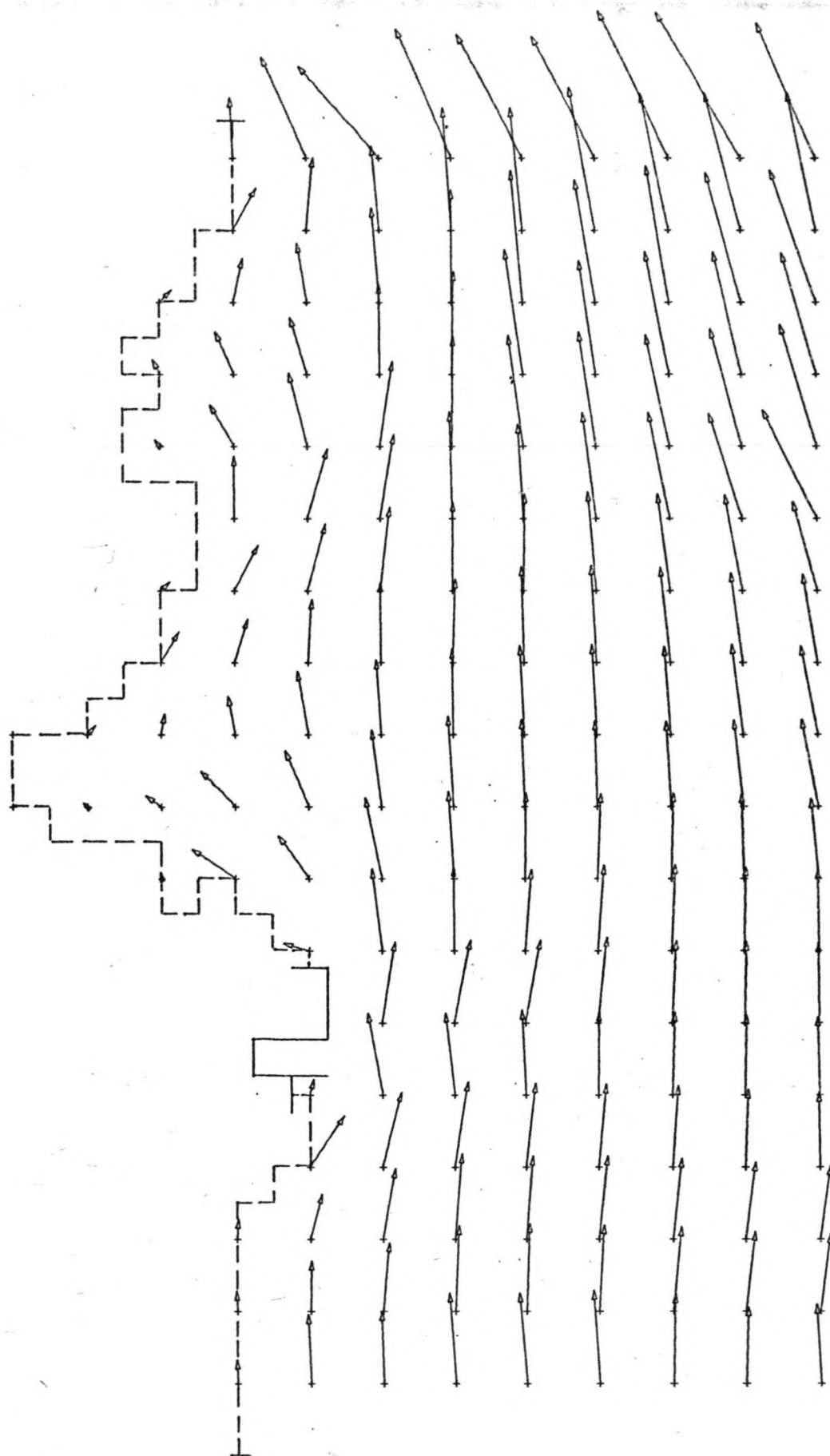
140.00 -30.00 -20.00 -10.00 0.00 10.00 20.00 30.00 40.00 50.00 60.00 70.00 80.00 90.00 100.00 110.00 120.00 130.00 140.00 150.00 160.00 170.00 180.00 190.00 200.00 210.00 220.00 230.00 240.00 250.00 260.00 270.00 280.00 290.00 300.00 310.00 320.00 330.00 340.00 350.00 360.00 370.00 380.00 390.00 400.00 410.00 420.00 430.00 440.00 450.00 460.00 470.00 480.00 490.00 500.00 510.00 520.00 530.00 540.00 550.00 560.00 570.00 580.00 590.00 600.00

T₁ - BEREKENING

t = 17 uur

VECTOR SCALE = 0.25

TIME = 151200.00

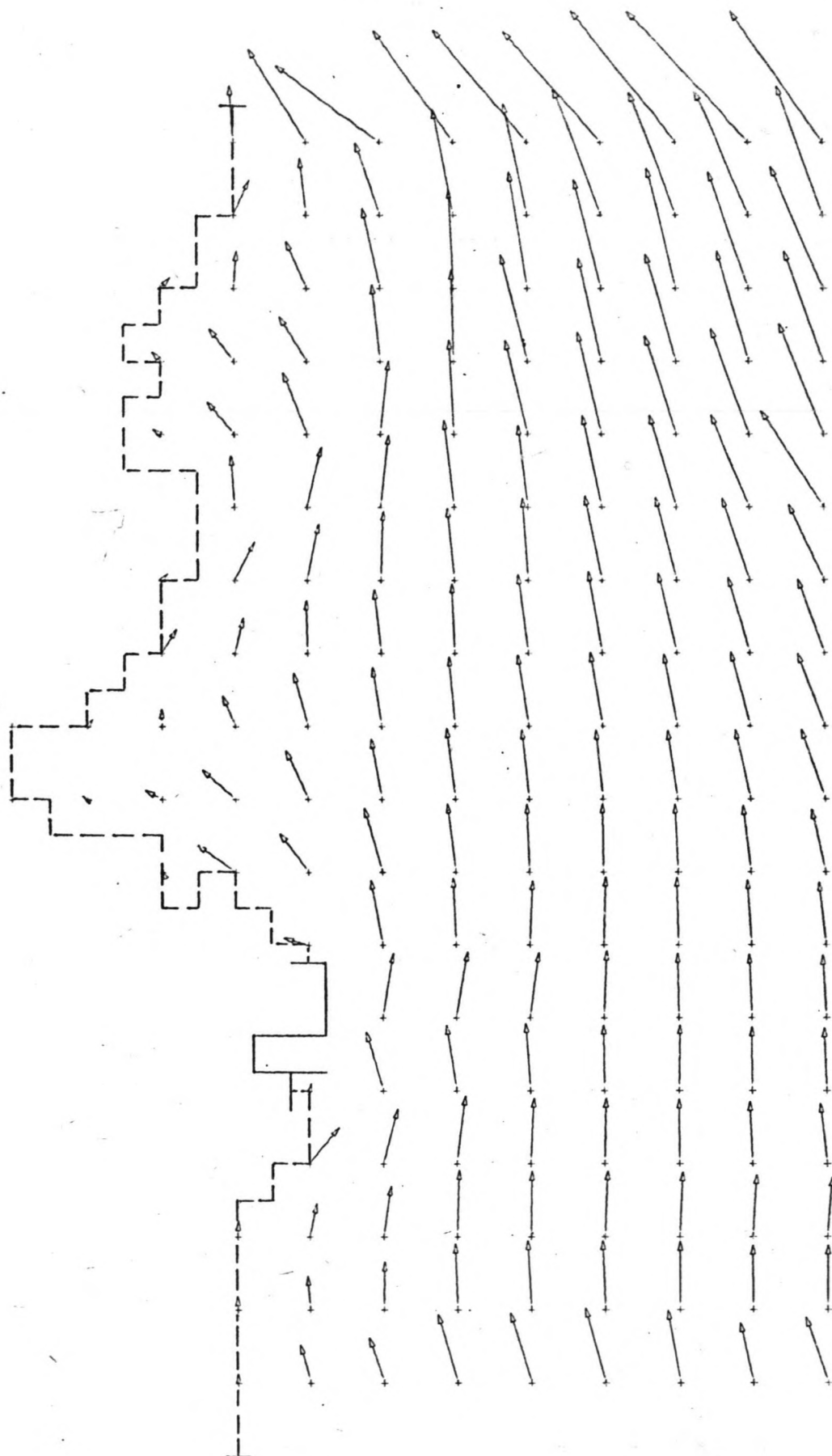


X-AXIS *10⁴
Y-AXIS *10⁴
-40.00 -30.00 -20.00 -10.00 0.00 10.00 20.00 30.00 40.00 50.00 60.00 70.00 80.00 90.00 100.00 110.00 120.00 130.00 140.00
-20.00 -10.00 0.00 10.00 20.00 30.00 40.00 50.00 60.00 70.00 80.00 90.00 100.00 110.00 120.00 130.00 140.00
t = 17 uur
TIME = 151200.00
VECTOR SCALE = 0.25
T₁ - BEREKENING

TIME=154800.00
VECTOR SCALE=0.25

$$\underline{t = 18 \text{ uur}}$$

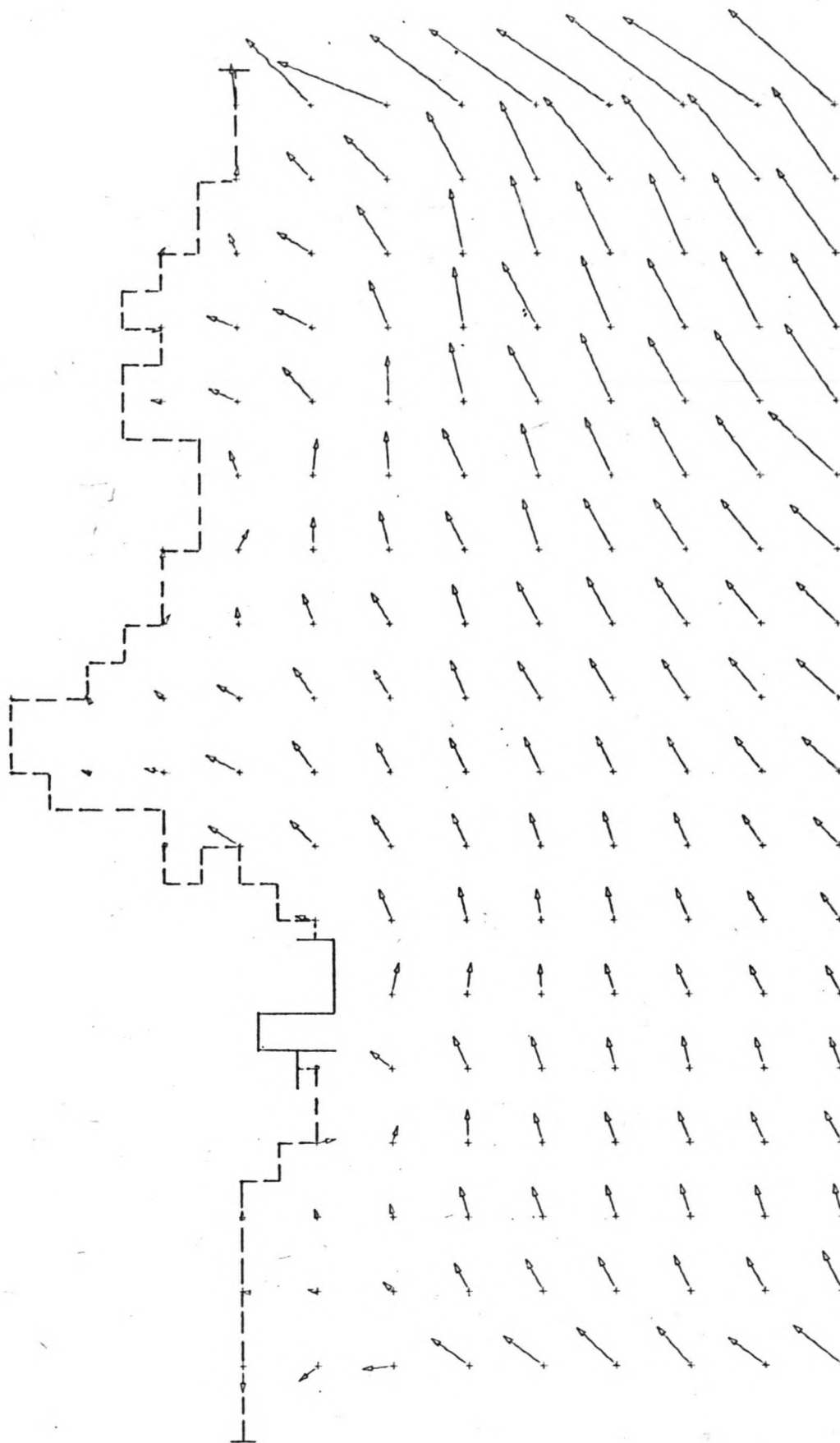
T₁ - BEREKENING

[illegible]

TIME=158400.00
VECTOR SCALE=0.25

$$\underline{t = 19 \text{ uur}}$$

T₁ - BEREKENING

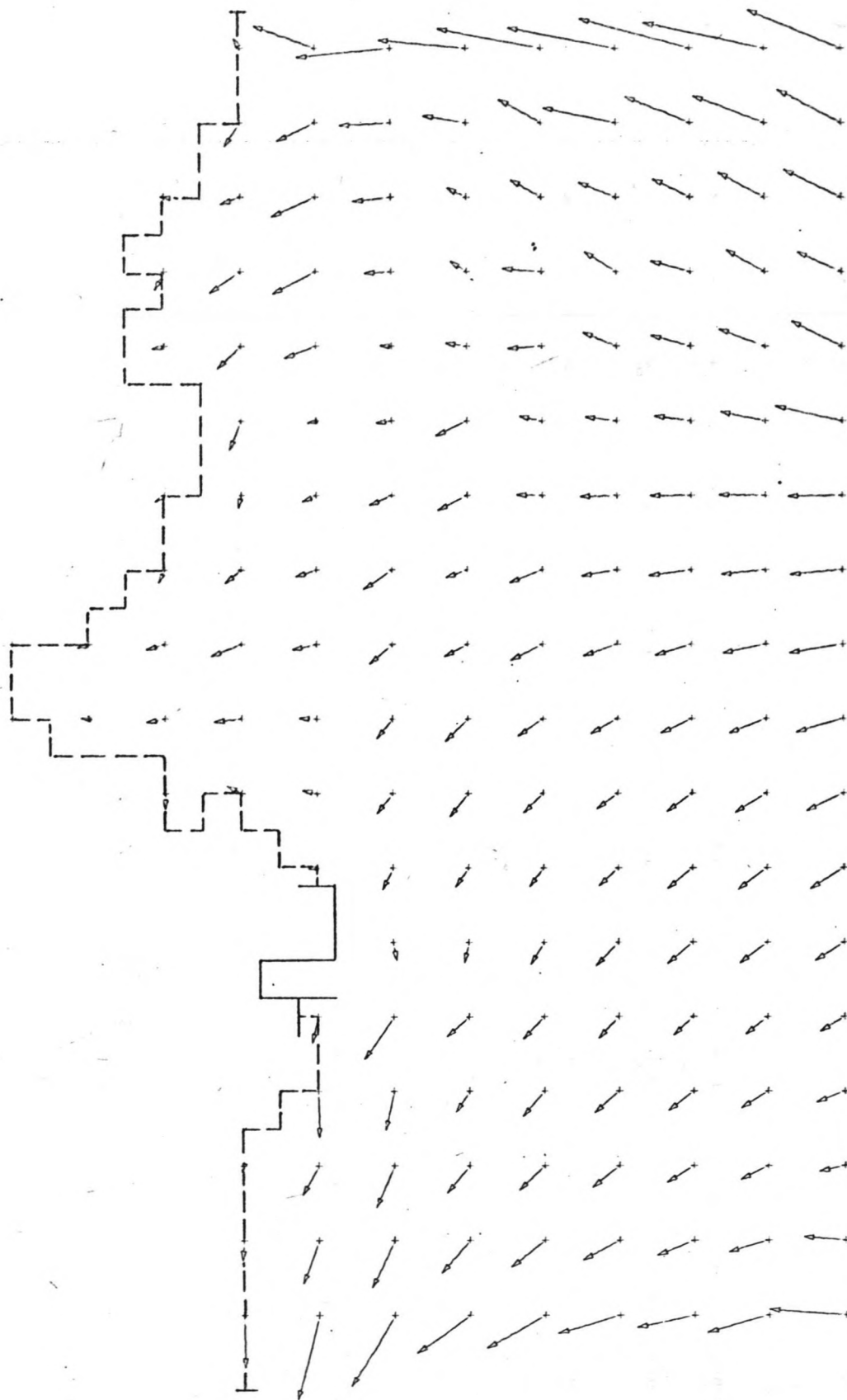
[illegible]

TIME=162000.00

VECTOR SCALE=0.25

$t = 20 \text{ uhr}$

T_1 - BEREKENING

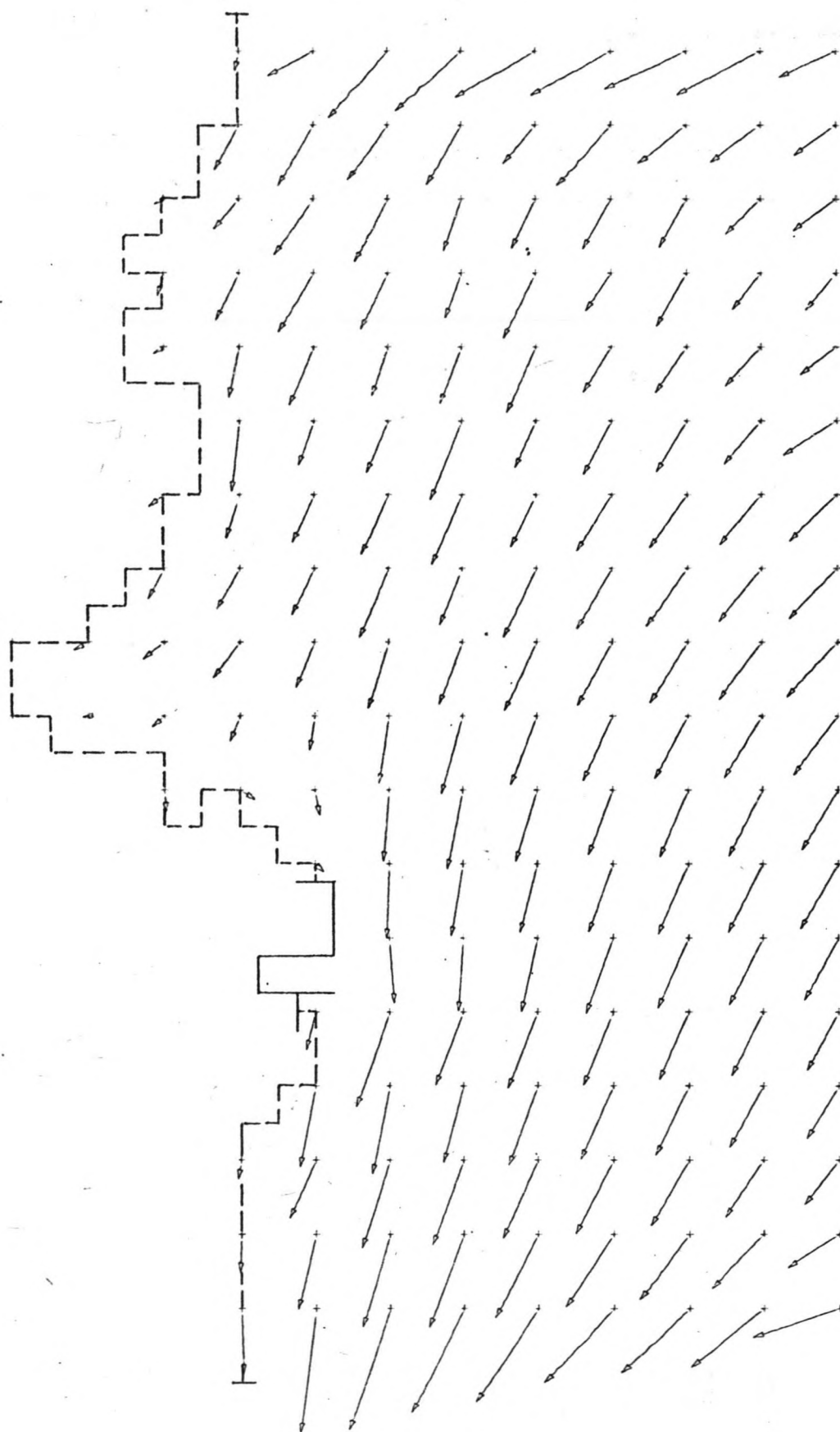


100.00 98.00 96.00 94.00 92.00 90.00 88.00 86.00 84.00 82.00 80.00 78.00 76.00 74.00 72.00 70.00 68.00 66.00 64.00 62.00 60.00 58.00 56.00 54.00 52.00 50.00 48.00 46.00 44.00 42.00 40.00 38.00 36.00 34.00 32.00 30.00 28.00 26.00 24.00 22.00 20.00 18.00 16.00 14.00 12.00 10.00 8.00 6.00 4.00 2.00 0.00 -2.00 -4.00 -6.00 -8.00 -10.00

TIME=165500.00
VECTOR SCALE=0.25

$t = 21$ HUR

T_1 - BEREKENING



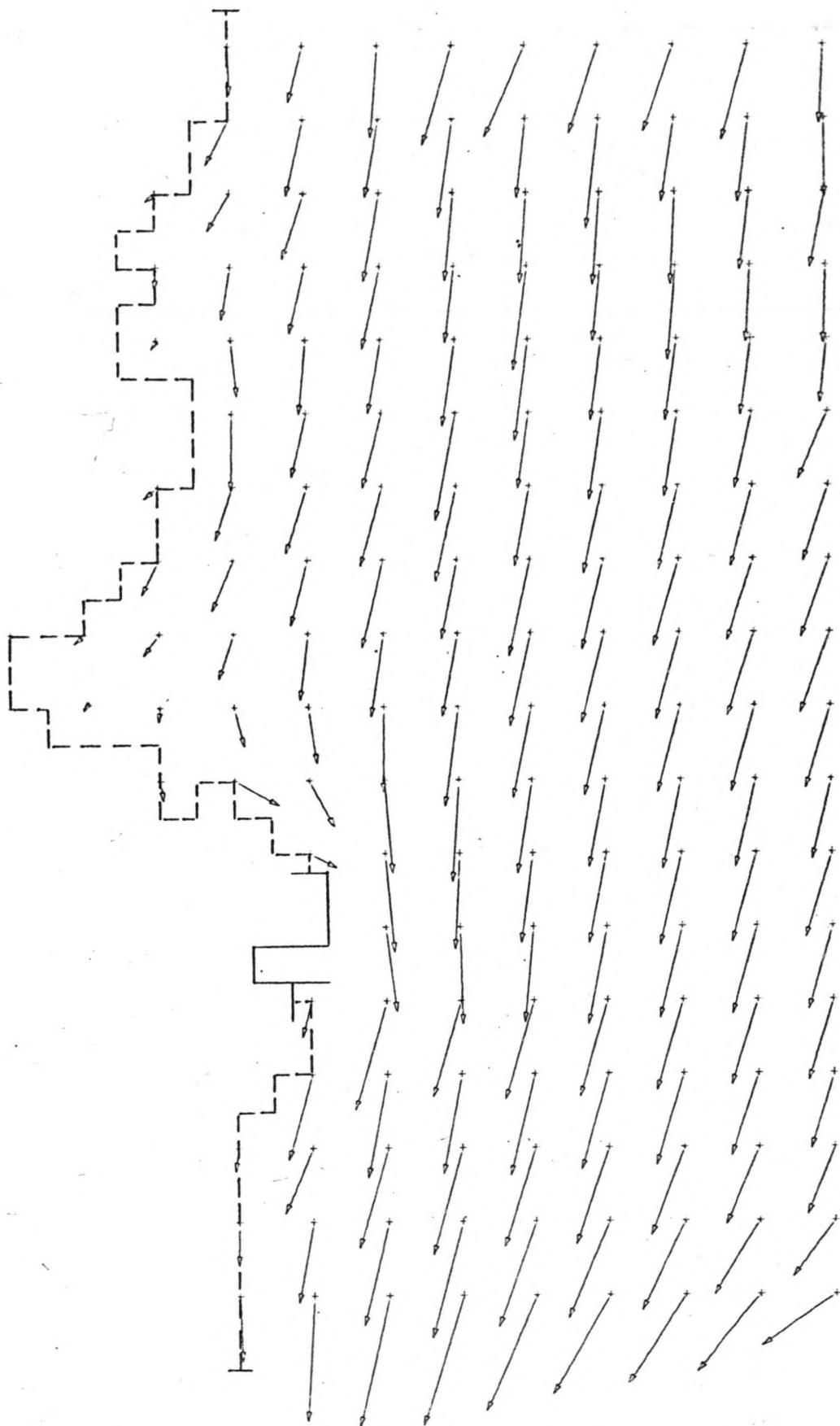
100.00 200.00 300.00 400.00 500.00 600.00 700.00 800.00 900.00
0.00 10.00 20.00 30.00 40.00 50.00 60.00 70.00 80.00 90.00 100.00
X-10.00
Y-10.00
10.00
20.00
30.00
40.00
50.00
60.00
70.00
80.00
90.00
100.00
110.00
120.00
130.00
140.00
150.00
160.00
170.00
180.00
190.00
200.00
210.00
220.00
230.00
240.00
250.00
260.00
270.00
280.00
290.00
300.00
310.00
320.00
330.00
340.00
350.00
360.00
370.00
380.00
390.00
400.00
410.00
420.00
430.00
440.00
450.00
460.00
470.00
480.00
490.00
500.00
510.00
520.00
530.00
540.00
550.00
560.00
570.00
580.00
590.00
600.00
610.00
620.00
630.00
640.00
650.00
660.00
670.00
680.00
690.00
700.00
710.00
720.00
730.00
740.00
750.00
760.00
770.00
780.00
790.00
800.00
810.00
820.00
830.00
840.00
850.00
860.00
870.00
880.00
890.00
900.00
910.00
920.00
930.00
940.00
950.00
960.00
970.00
980.00
990.00
1000.00

TIME-18200.00

VECTOR SCALE-0.25

$t = 22$ UUR

T₁ - BEREKENING



10.00 9.00 8.00 7.00 6.00 5.00 4.00 3.00 2.00 1.00 0.00 -1.00 -2.00 -3.00 -4.00 -5.00 -6.00 -7.00 -8.00 -9.00 -10.00

10.00 9.00 8.00 7.00 6.00 5.00 4.00 3.00 2.00 1.00 0.00 -1.00 -2.00 -3.00 -4.00 -5.00 -6.00 -7.00 -8.00 -9.00 -10.00

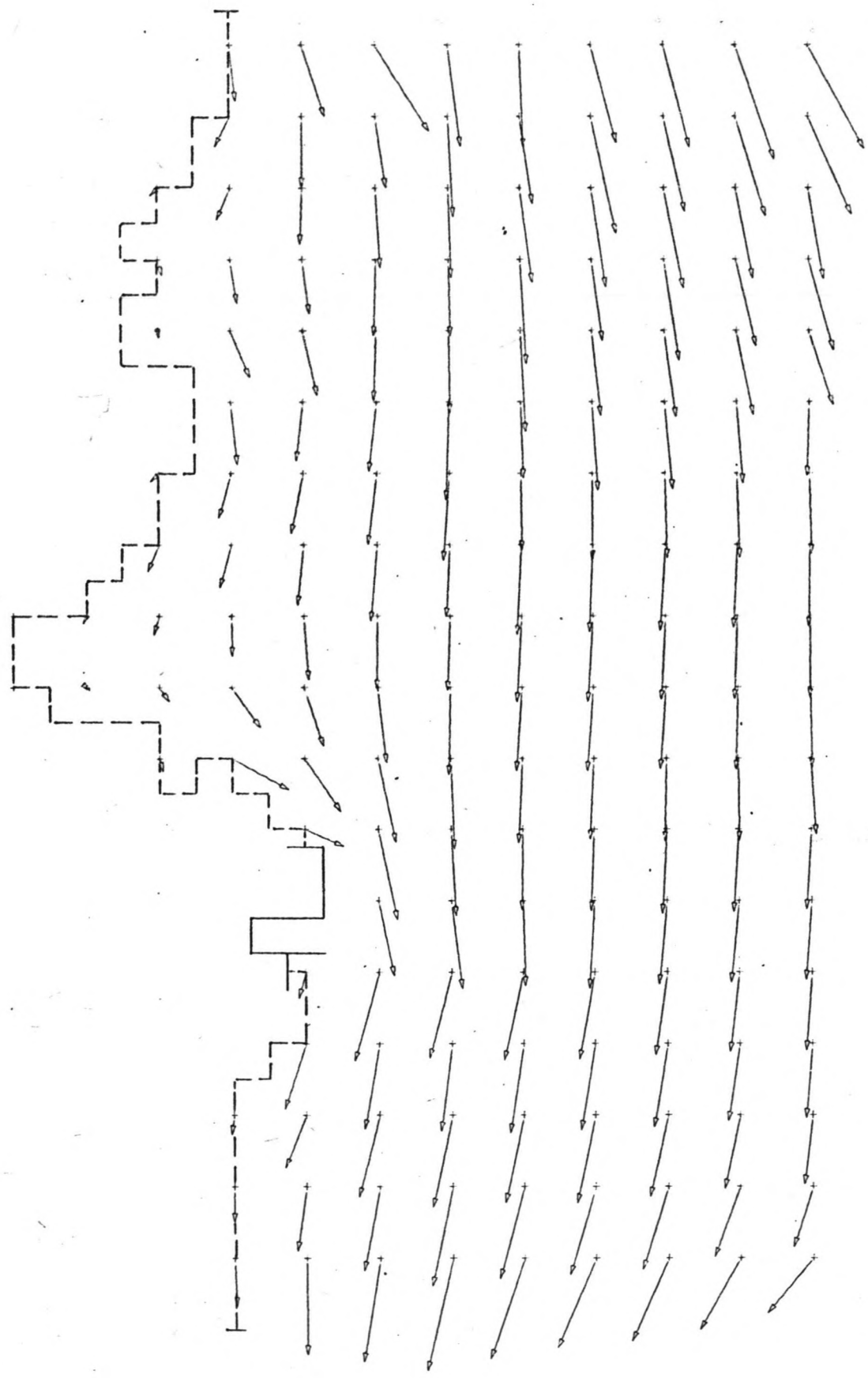
TIME=172800.00

VECTOR SCALE=0.25

t = 23 UUR

HW - HVH

T₁ - BEREKENING



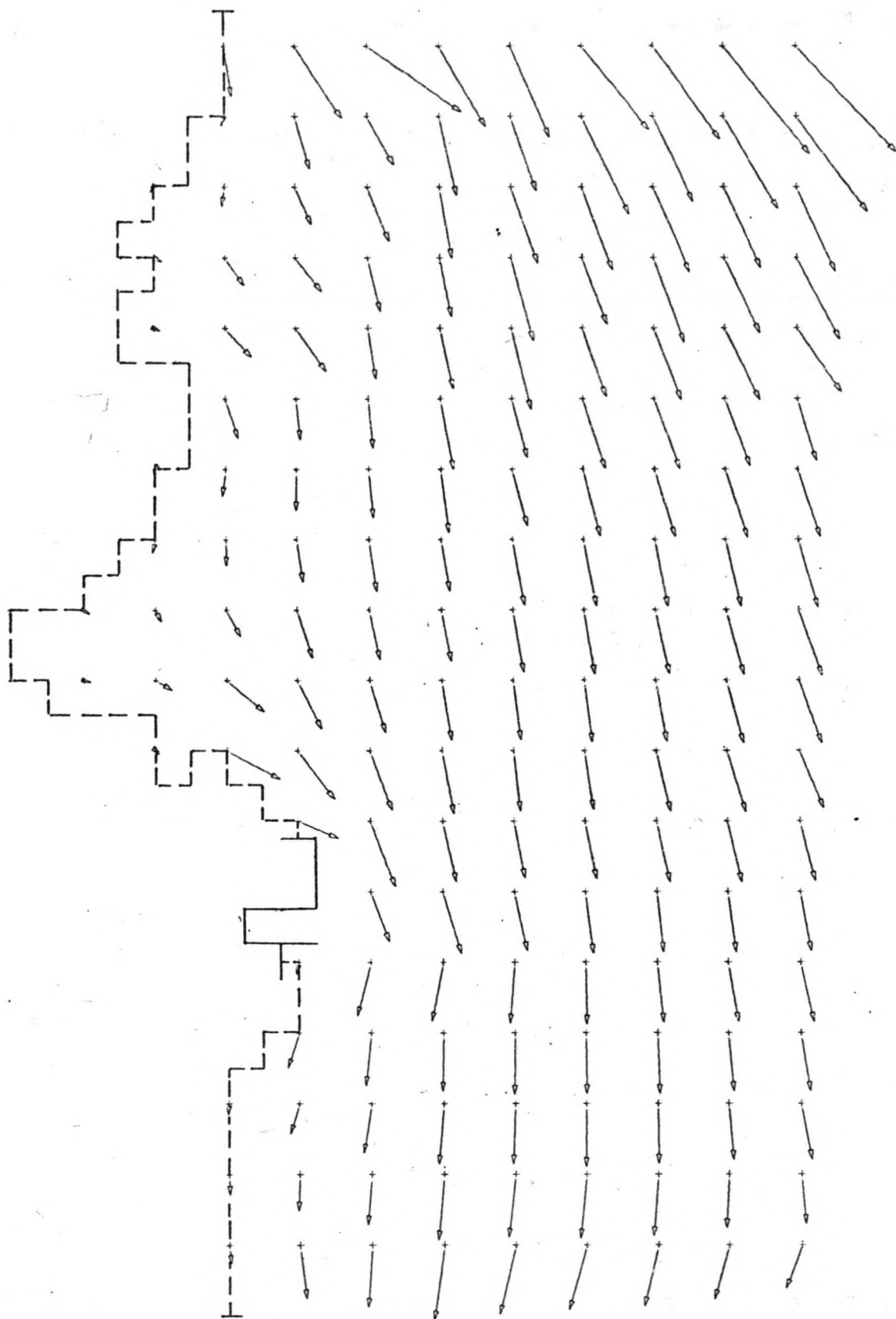
X-AXIS *10⁴ 0.00 10.00 20.00 30.00 40.00 50.00 60.00 70.00 80.00 90.00 100.00 110.00 120.00 130.00 140.00 150.00 160.00 170.00 180.00 190.00 200.00 210.00 220.00 230.00 240.00 250.00 260.00 270.00 280.00 290.00 300.00 310.00 320.00 330.00 340.00 350.00 360.00 370.00 380.00 390.00 400.00 410.00 420.00 430.00 440.00 450.00 460.00 470.00 480.00 490.00 500.00 510.00 520.00 530.00 540.00 550.00 560.00 570.00 580.00 590.00 600.00 610.00 620.00 630.00 640.00 650.00 660.00 670.00 680.00 690.00 700.00 710.00 720.00 730.00 740.00 750.00 760.00 770.00 780.00 790.00 800.00 810.00 820.00 830.00 840.00 850.00 860.00 870.00 880.00 890.00 900.00 910.00 920.00 930.00 940.00 950.00 960.00 970.00 980.00 990.00 1000.00

Y-AXIS *10⁴ 0.00 10.00 20.00 30.00 40.00 50.00 60.00 70.00 80.00 90.00 100.00 110.00 120.00 130.00 140.00 150.00 160.00 170.00 180.00 190.00 200.00 210.00 220.00 230.00 240.00 250.00 260.00 270.00 280.00 290.00 300.00 310.00 320.00 330.00 340.00 350.00 360.00 370.00 380.00 390.00 400.00 410.00 420.00 430.00 440.00 450.00 460.00 470.00 480.00 490.00 500.00 510.00 520.00 530.00 540.00 550.00 560.00 570.00 580.00 590.00 600.00 610.00 620.00 630.00 640.00 650.00 660.00 670.00 680.00 690.00 700.00 710.00 720.00 730.00 740.00 750.00 760.00 770.00 780.00 790.00 800.00 810.00 820.00 830.00 840.00 850.00 860.00 870.00 880.00 890.00 900.00 910.00 920.00 930.00 940.00 950.00 960.00 970.00 980.00 990.00 1000.00

TIME=176400.00
VECTOR SCALE=0.25

$t = 24 \text{ UUR}$

T₁ - BEREKENING

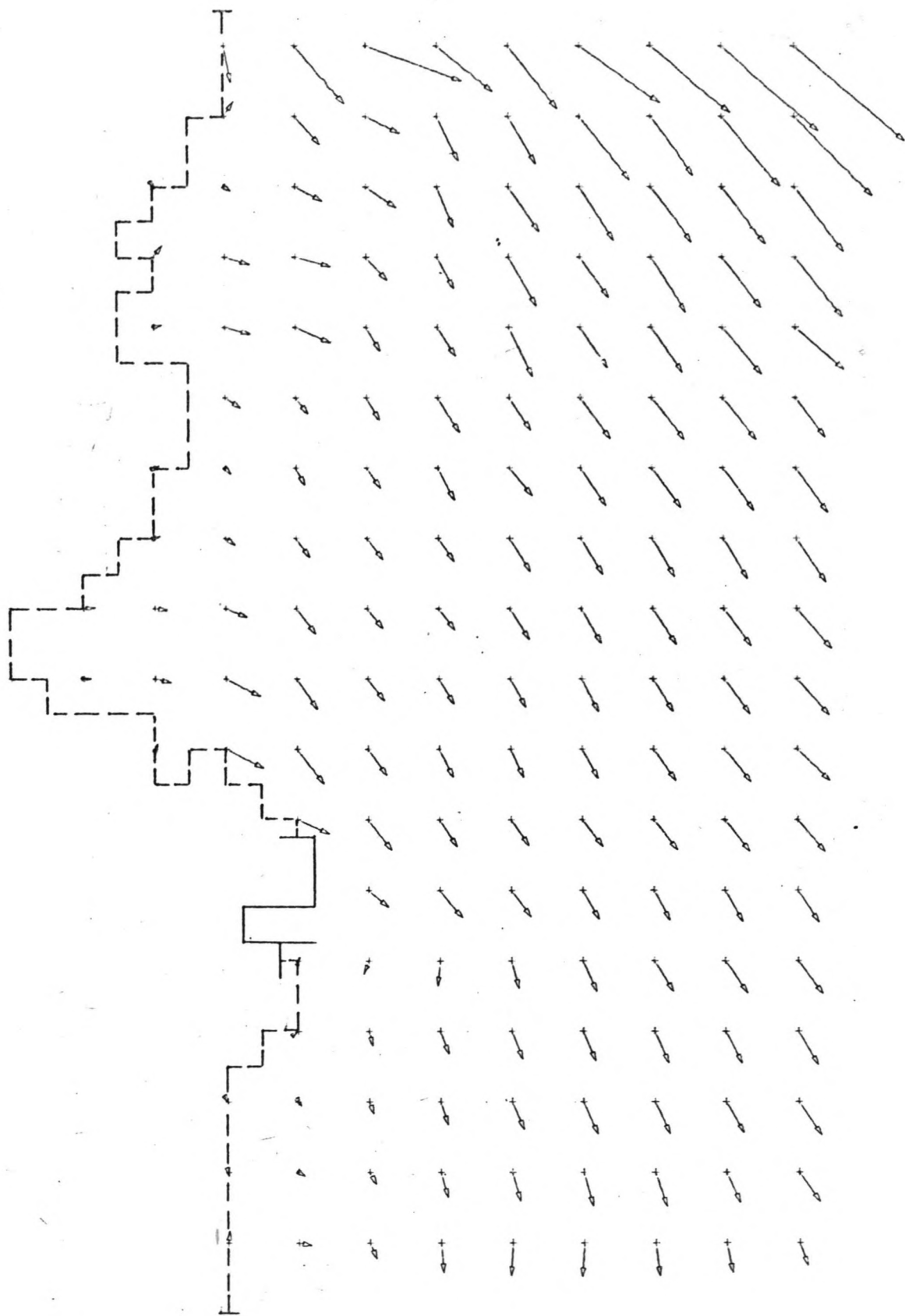


TIME: 180000.00

VECTOR SCALE: 0.25

$L = 2.5 \text{ UVR}$

T₁ - BEREKENING



10.00 20.00 30.00 40.00 50.00 60.00 70.00 80.00 90.00 100.00 110.00 120.00 130.00 140.00 150.00 160.00 170.00 180.00 190.00 200.00 210.00 220.00 230.00 240.00 250.00 260.00 270.00 280.00 290.00 300.00 310.00 320.00 330.00 340.00 350.00 360.00 370.00 380.00 390.00 400.00 410.00 420.00 430.00 440.00 450.00 460.00 470.00 480.00 490.00 500.00 510.00 520.00 530.00 540.00 550.00 560.00 570.00 580.00 590.00 600.00 610.00 620.00 630.00 640.00 650.00 660.00 670.00 680.00 690.00 700.00 710.00 720.00 730.00 740.00 750.00 760.00 770.00 780.00 790.00 800.00 810.00 820.00 830.00 840.00 850.00 860.00 870.00 880.00 890.00 900.00 910.00 920.00 930.00 940.00 950.00 960.00 970.00 980.00 990.00 1000.00

BIJLAGE A-V.

T₂-model.

Plot-uitvoer van snelheidsvectoren; verkleind.

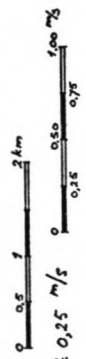
t = 23 uur komt ongeveer overeen met H.W.-H.v.H.

T₂ - BEREKENING

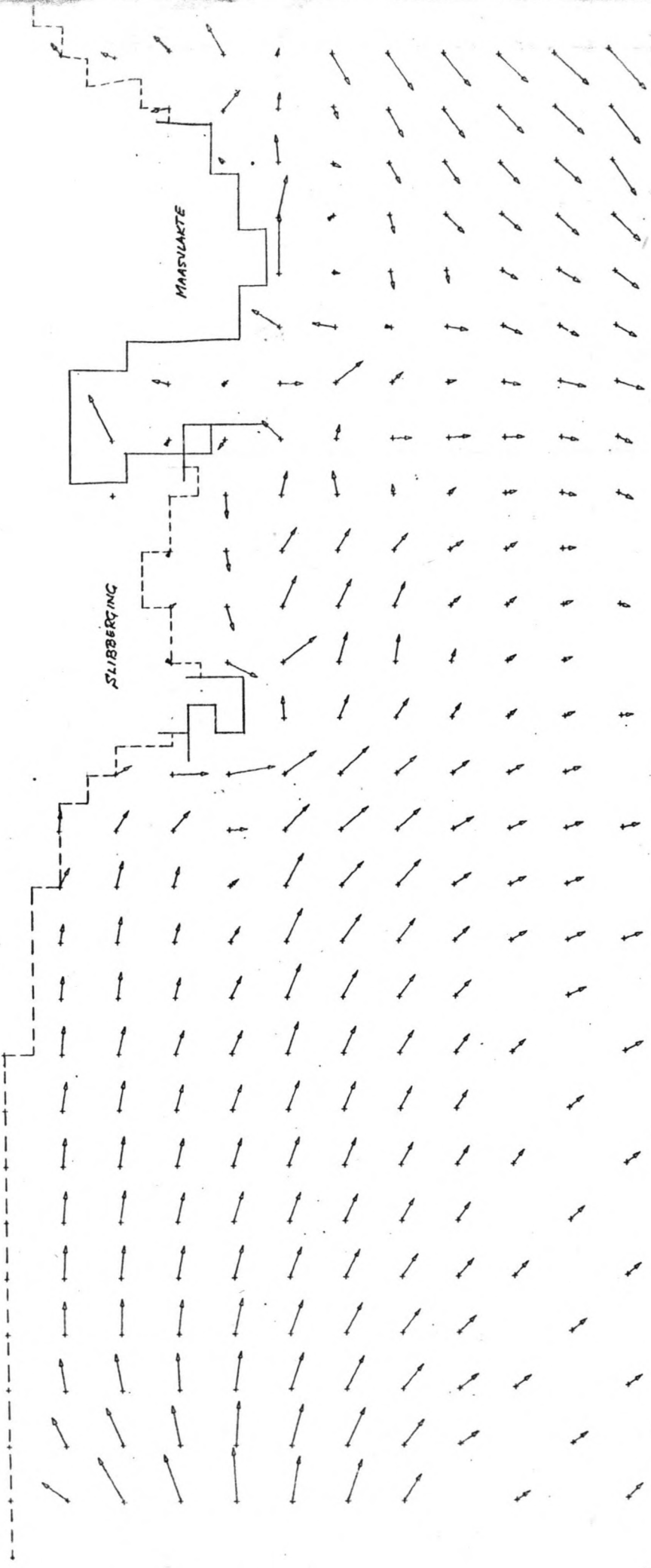
LENGTESCHAAL 1:50.000

SCHAAL SNELHEIDSVECTOR 1 cm $\hat{=}$ 0,25 m/s

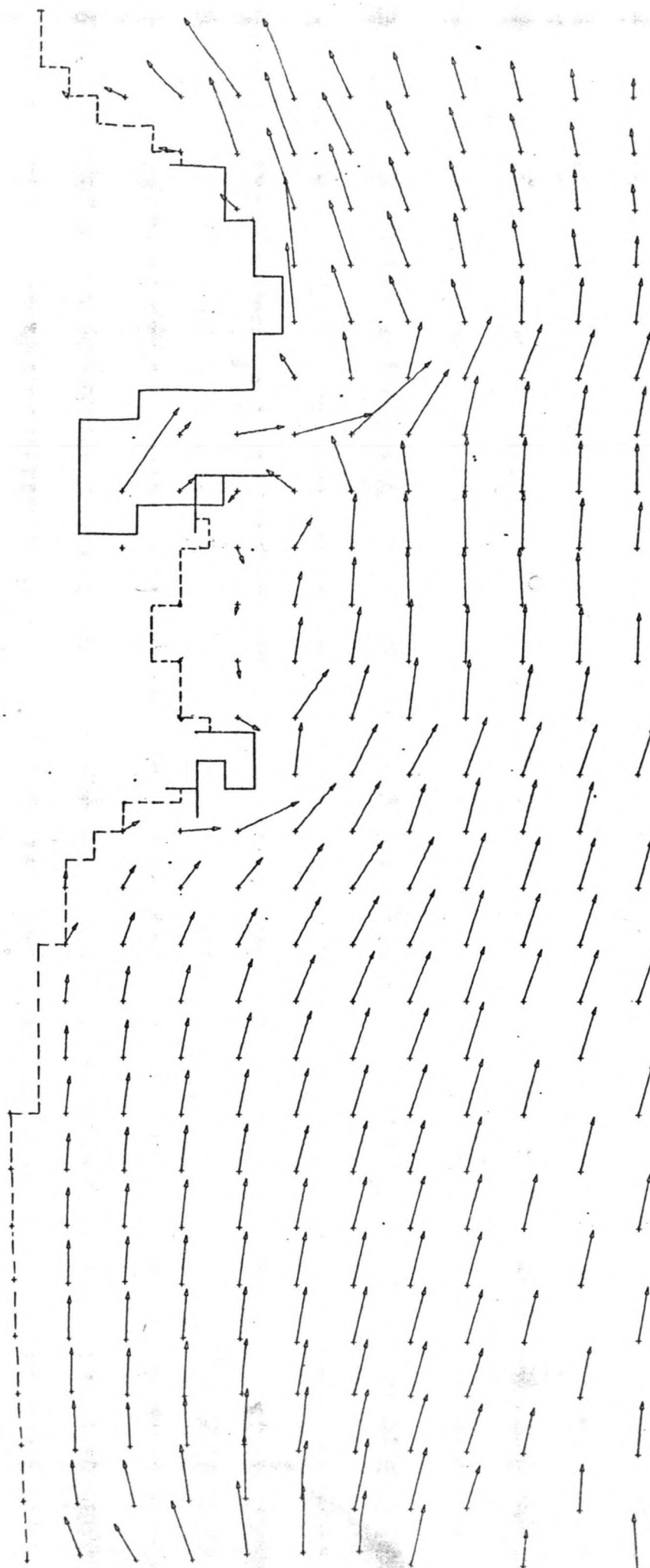
t = 1 uur



TIME=93600,00
VECTOR SCALE=0,25



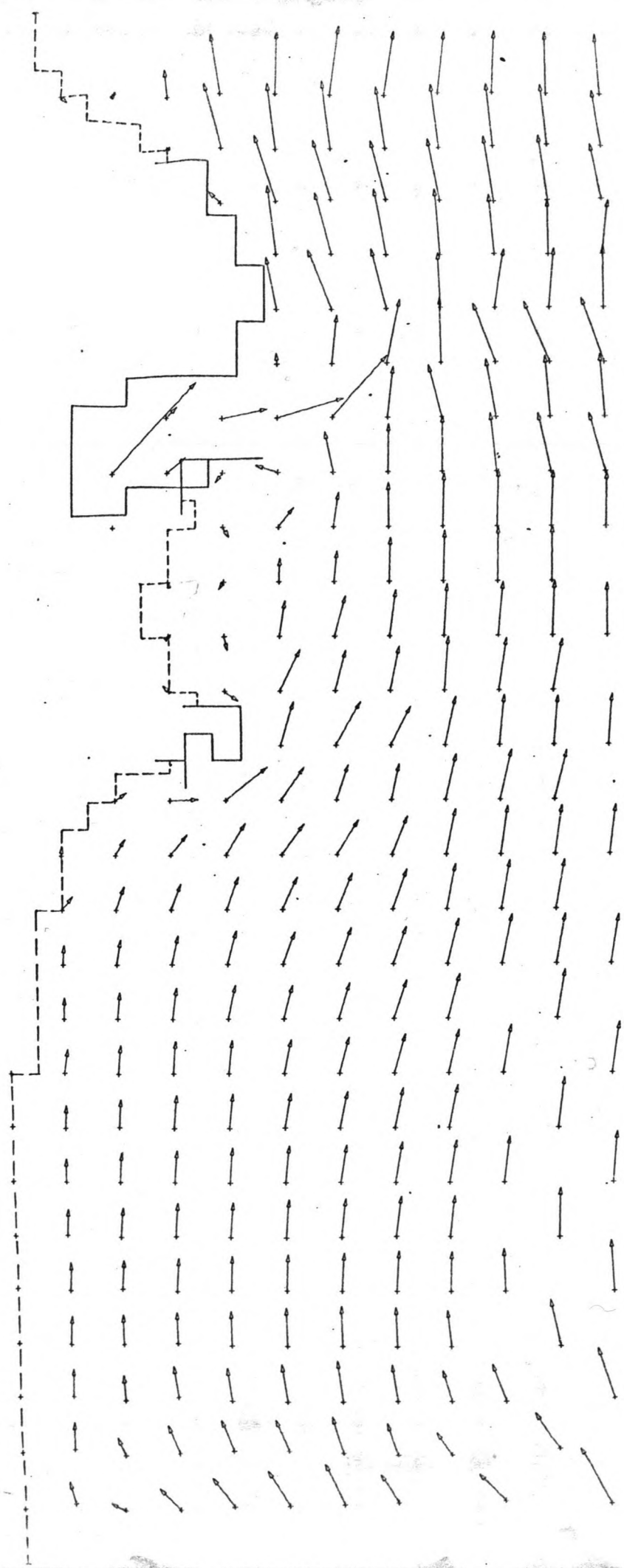
TOTAL - 26 REKENING



TIME=108000.00
VECTOR SCALE=0.25

$t = 5 \text{ hr}$

$T_2 - \text{BEREKENING}$

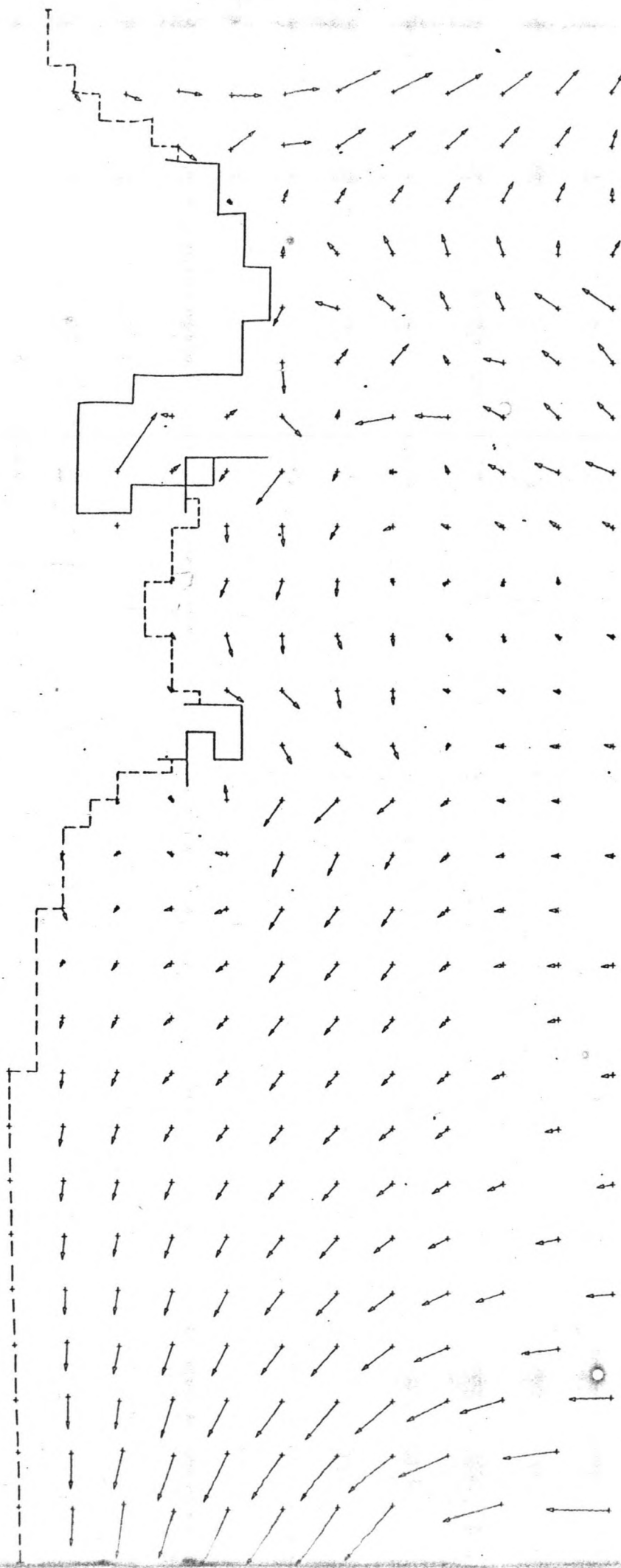


0.00 1.00 2.00 3.00 4.00 5.00 6.00 7.00 8.00 9.00 10.00 11.00 12.00 13.00 14.00 15.00 16.00 17.00 18.00 19.00 20.00 21.00 22.00 23.00 24.00 25.00 26.00 27.00 28.00 29.00 30.00 31.00 32.00 33.00 34.00 35.00 36.00 37.00 38.00 39.00 40.00 41.00 42.00 43.00 44.00 45.00 46.00 47.00 48.00 49.00 50.00 51.00 52.00 53.00 54.00 55.00 56.00 57.00 58.00 59.00 60.00 61.00 62.00 63.00 64.00 65.00 66.00 67.00 68.00 69.00 70.00 71.00 72.00 73.00 74.00 75.00 76.00 77.00 78.00 79.00 80.00 81.00 82.00 83.00 84.00 85.00 86.00 87.00 88.00 89.00 90.00 91.00 92.00 93.00 94.00 95.00 96.00 97.00 98.00 99.00 100.00

TIME=115200.00
VECTOR SCALE=0.25

$L = 7.44R$

T_2 - BEREKENING

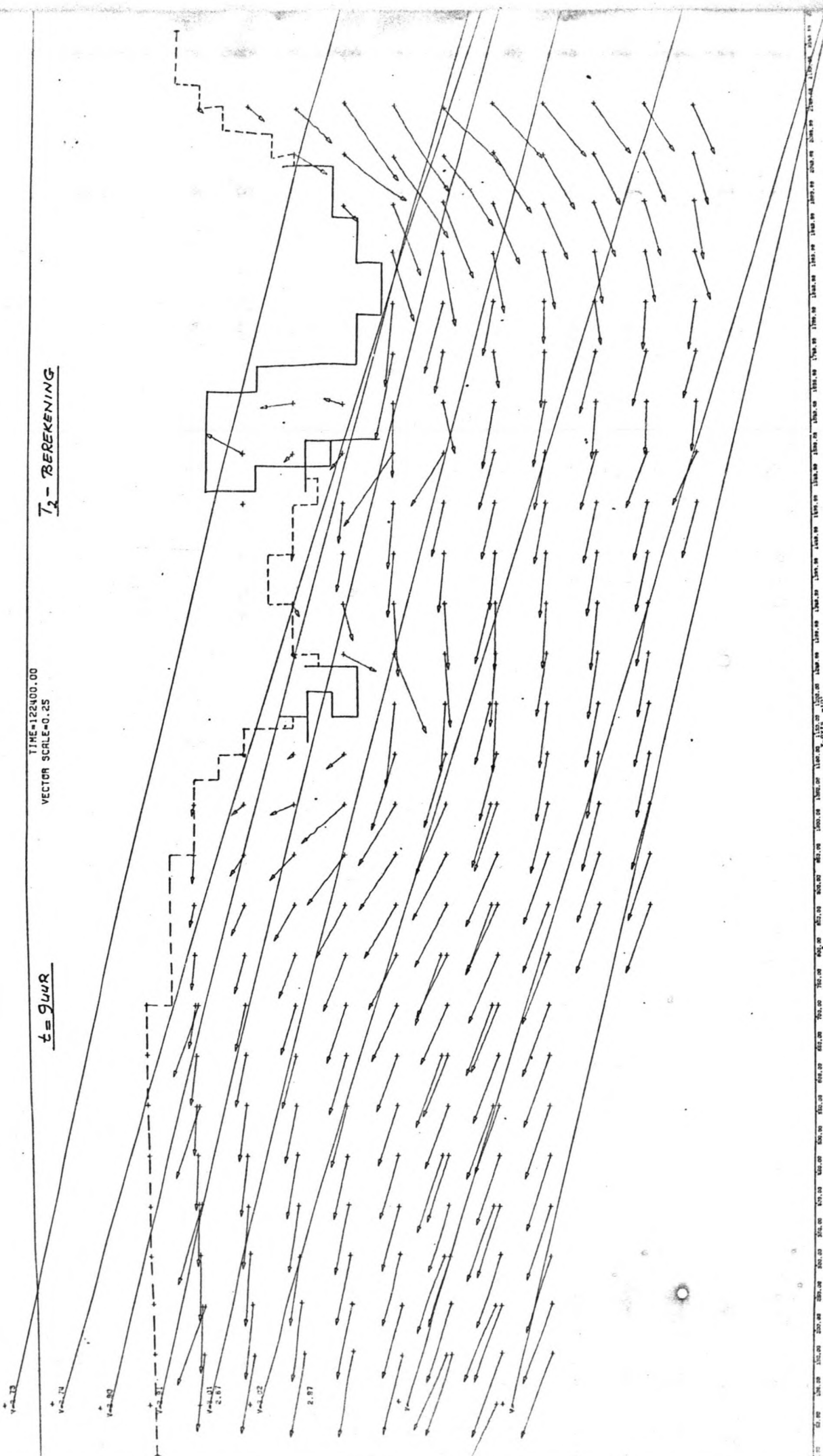


0.00 10.00 20.00 30.00 40.00 50.00 60.00 70.00 80.00 90.00 100.00 110.00 120.00 130.00 140.00 150.00 160.00 170.00 180.00 190.00 200.00 210.00 220.00 230.00 240.00 250.00 260.00 270.00 280.00 290.00 300.00 310.00 320.00 330.00 340.00 350.00 360.00 370.00 380.00 390.00 400.00 410.00 420.00 430.00 440.00 450.00 460.00 470.00 480.00 490.00 500.00 510.00 520.00 530.00 540.00 550.00 560.00 570.00 580.00 590.00 600.00 610.00 620.00 630.00 640.00 650.00 660.00 670.00 680.00 690.00 700.00 710.00 720.00 730.00 740.00 750.00 760.00 770.00 780.00 790.00 800.00 810.00 820.00 830.00 840.00 850.00 860.00 870.00 880.00 890.00 900.00 910.00 920.00 930.00 940.00 950.00 960.00 970.00 980.00 990.00 1000.00

T₂ - BEREKENING

TIME=122400.00
VECTOR SCALE=0.25

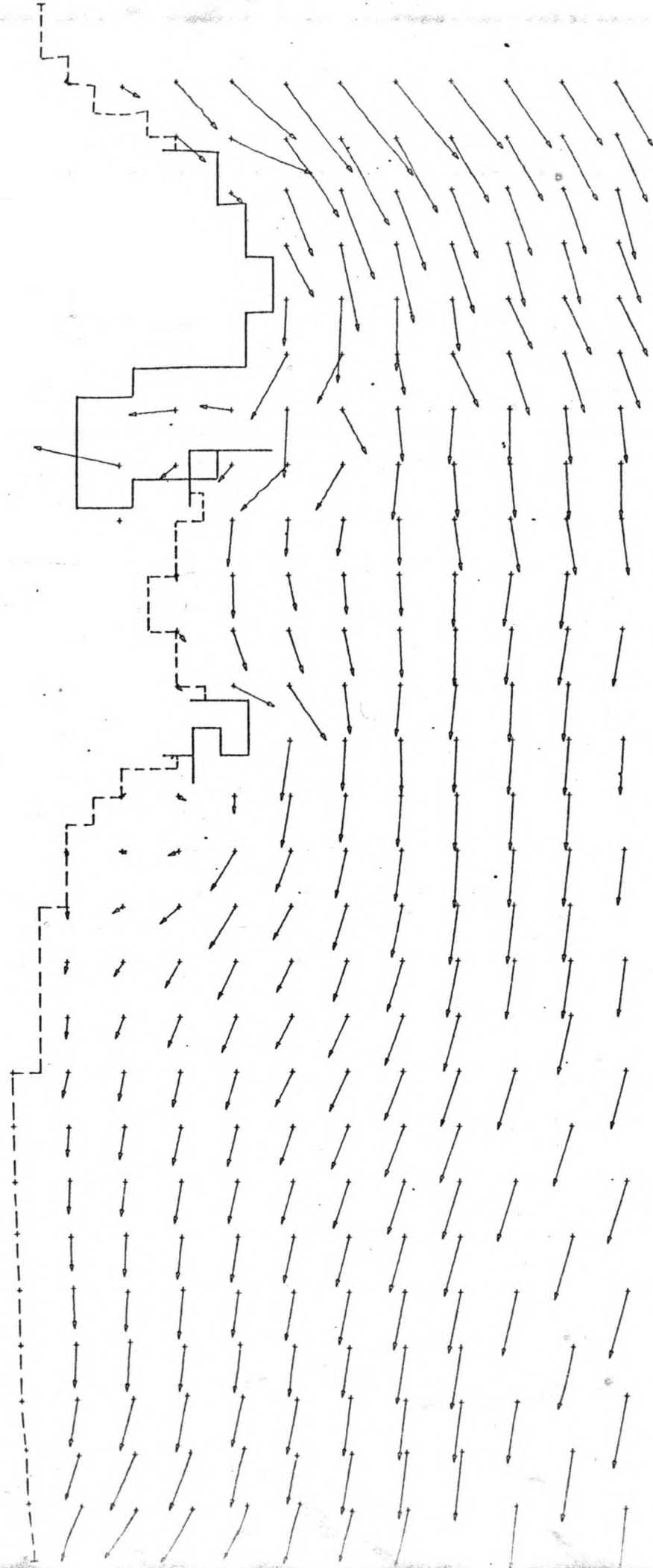
t = 900R



TIME=129600.00
VECTOR SCALE=0.25

t=11 uhr

T₂ - BEREKENING

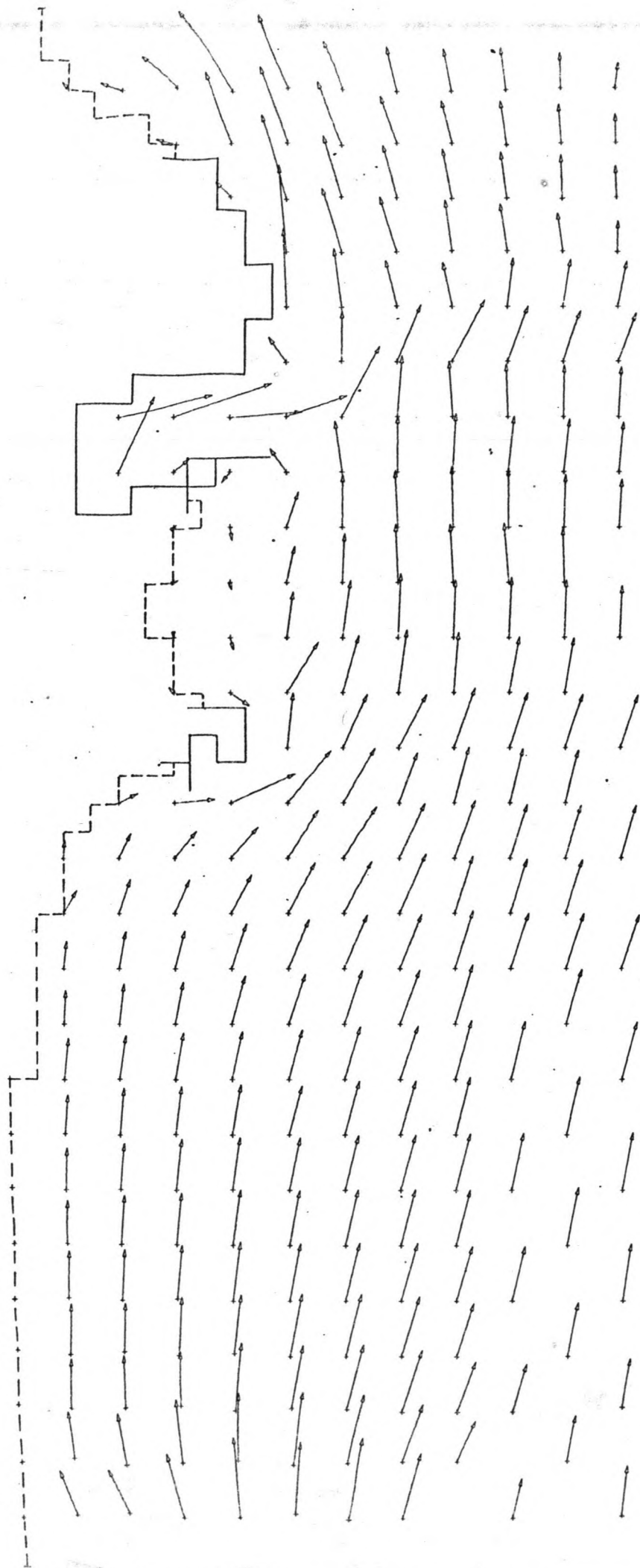


0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000

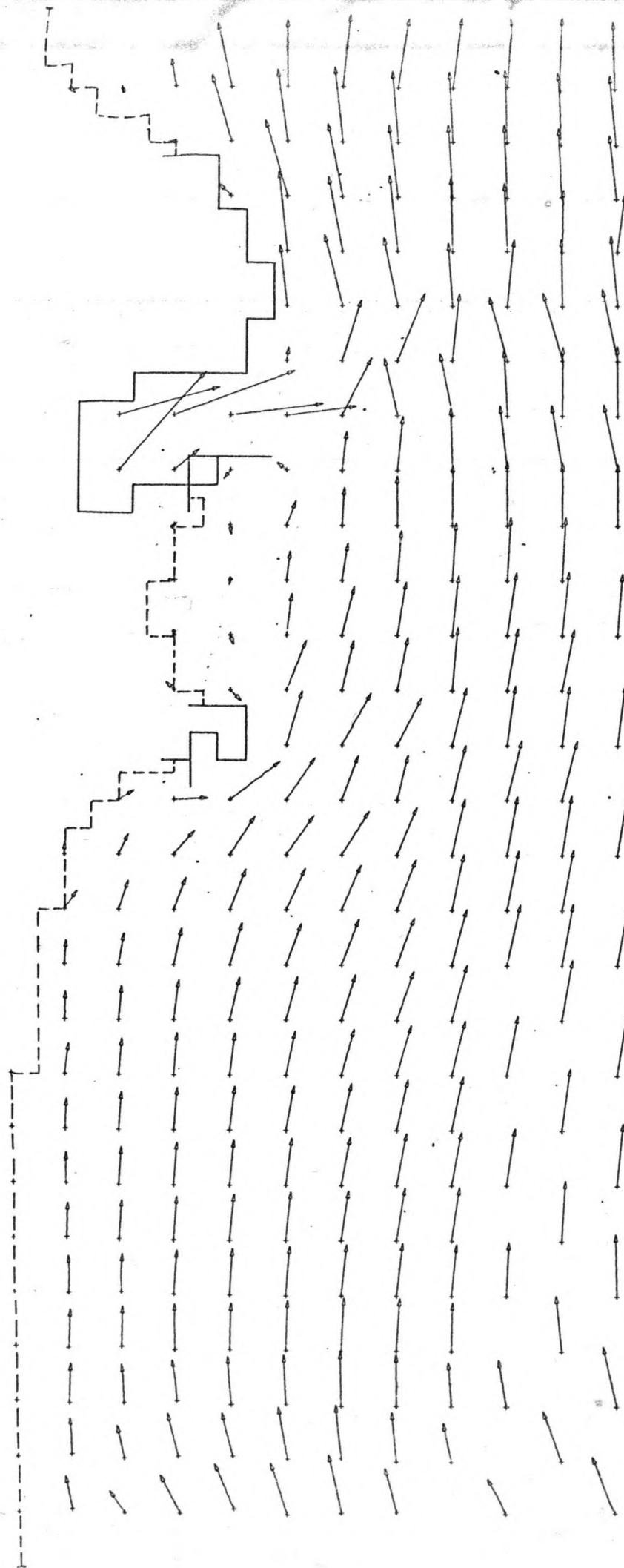
T₂ - BEREKENING

t = 15 uur

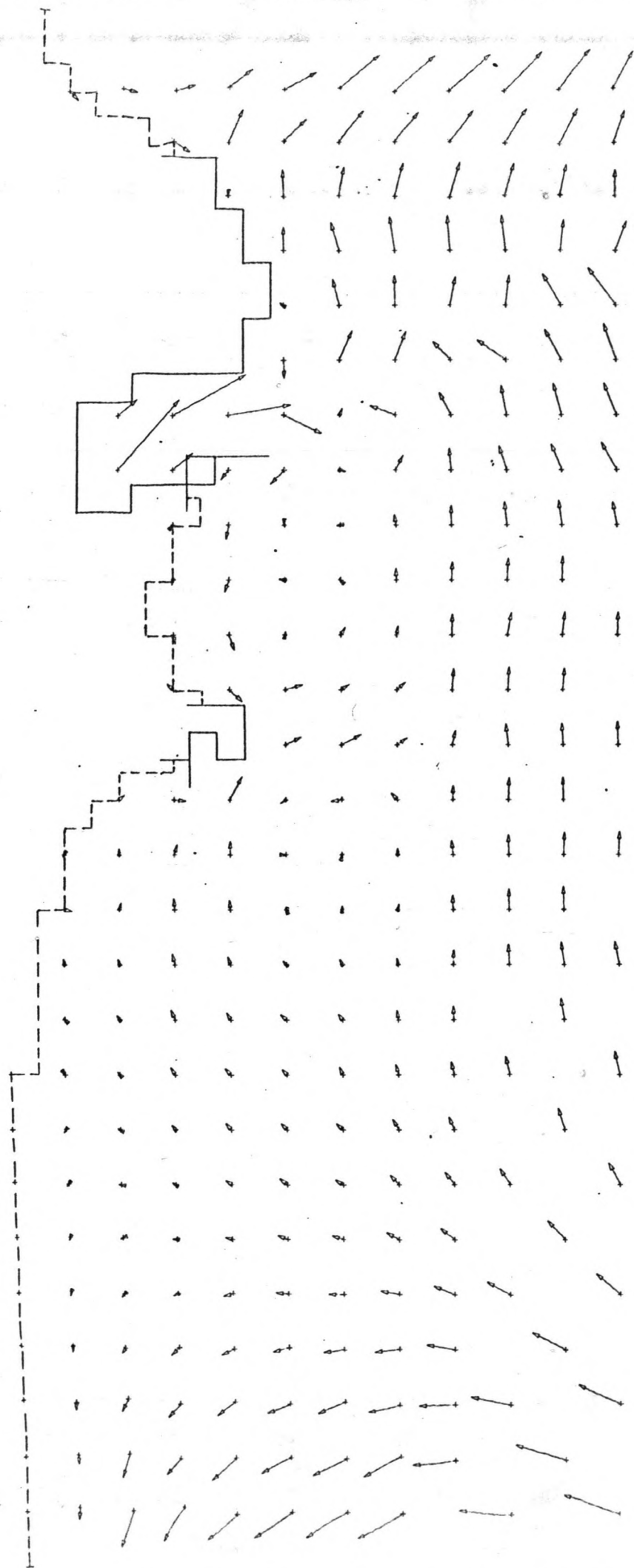
TIME=144000.00
VECTOR SCALE=0.35



T₂ - BEREKENING



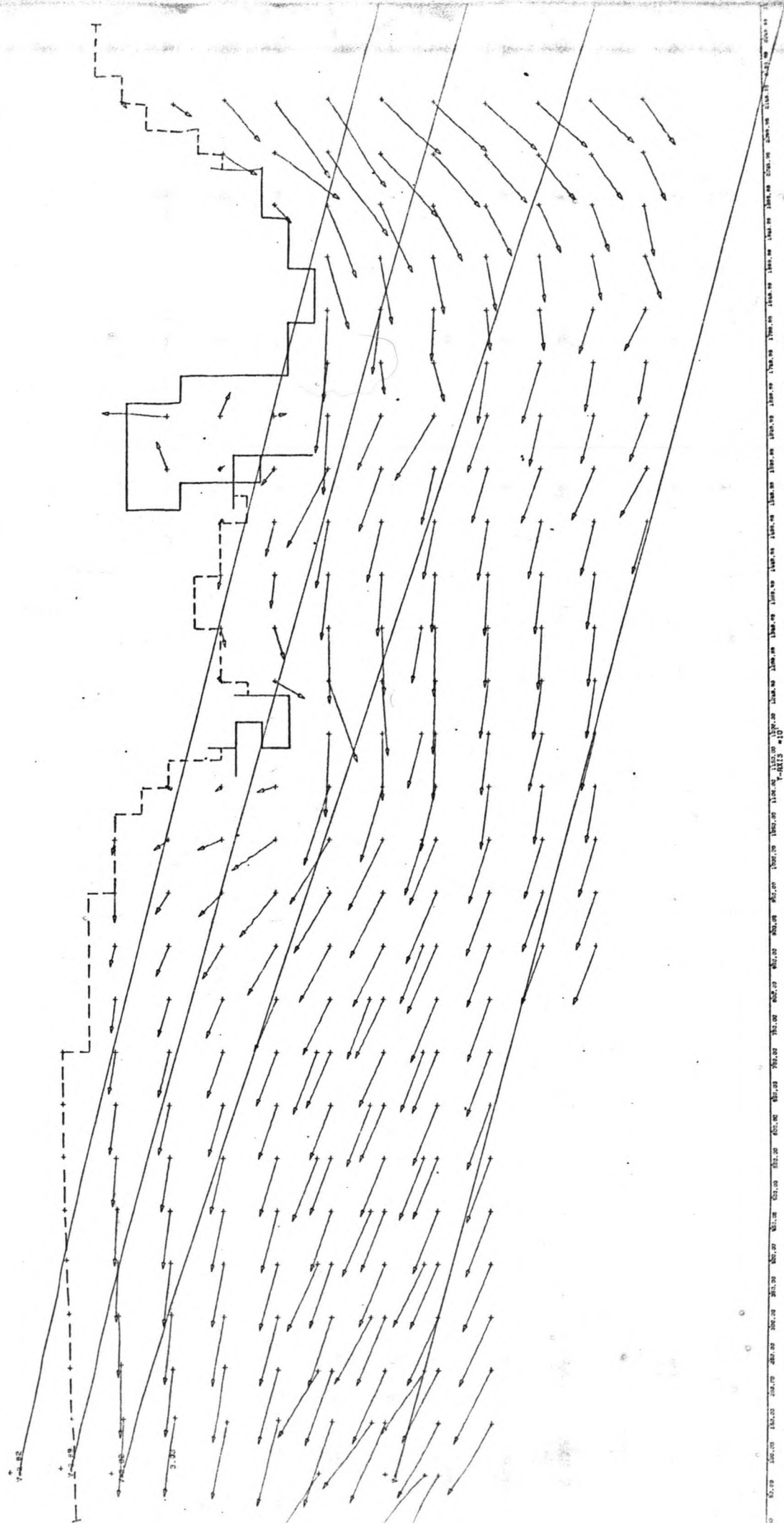
T₂ - BERREKENING



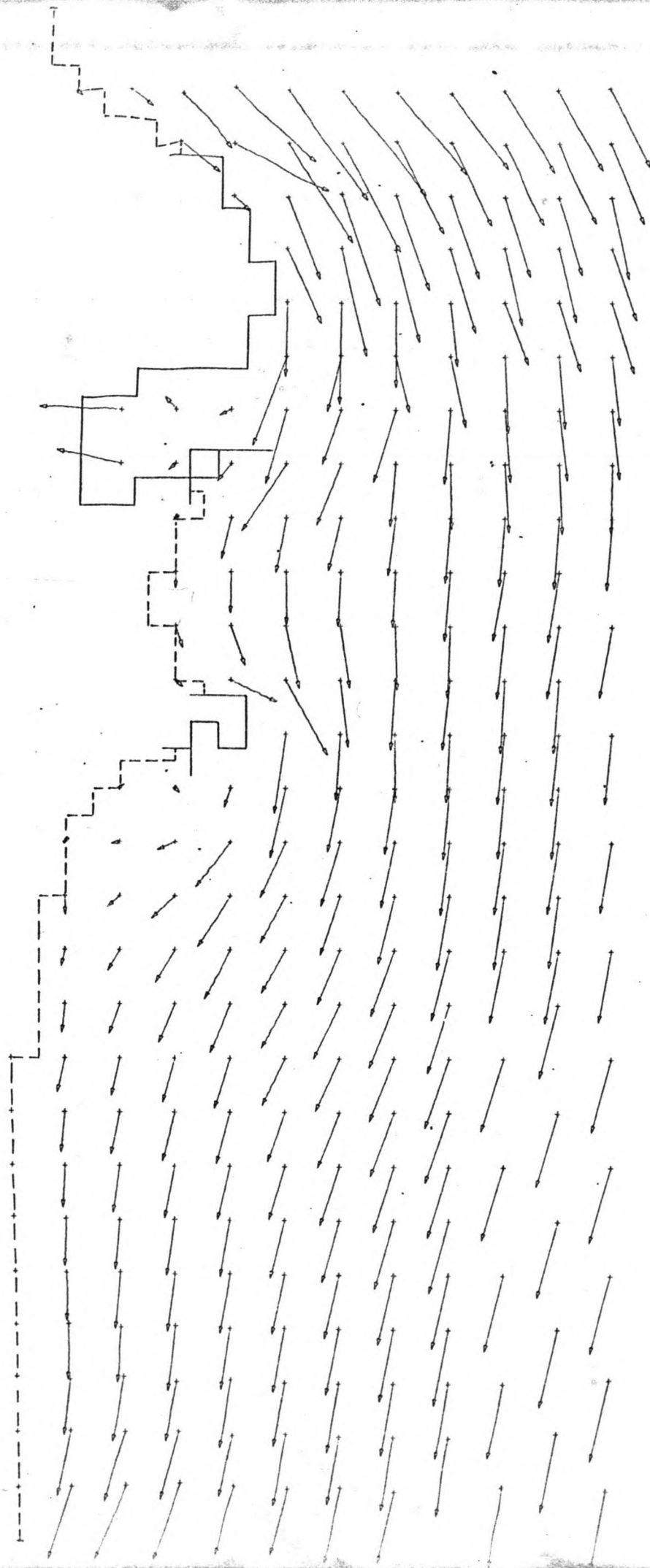
TIME=165600.00
VECTOR SCALE=0.25

T₂ - BEREKENING

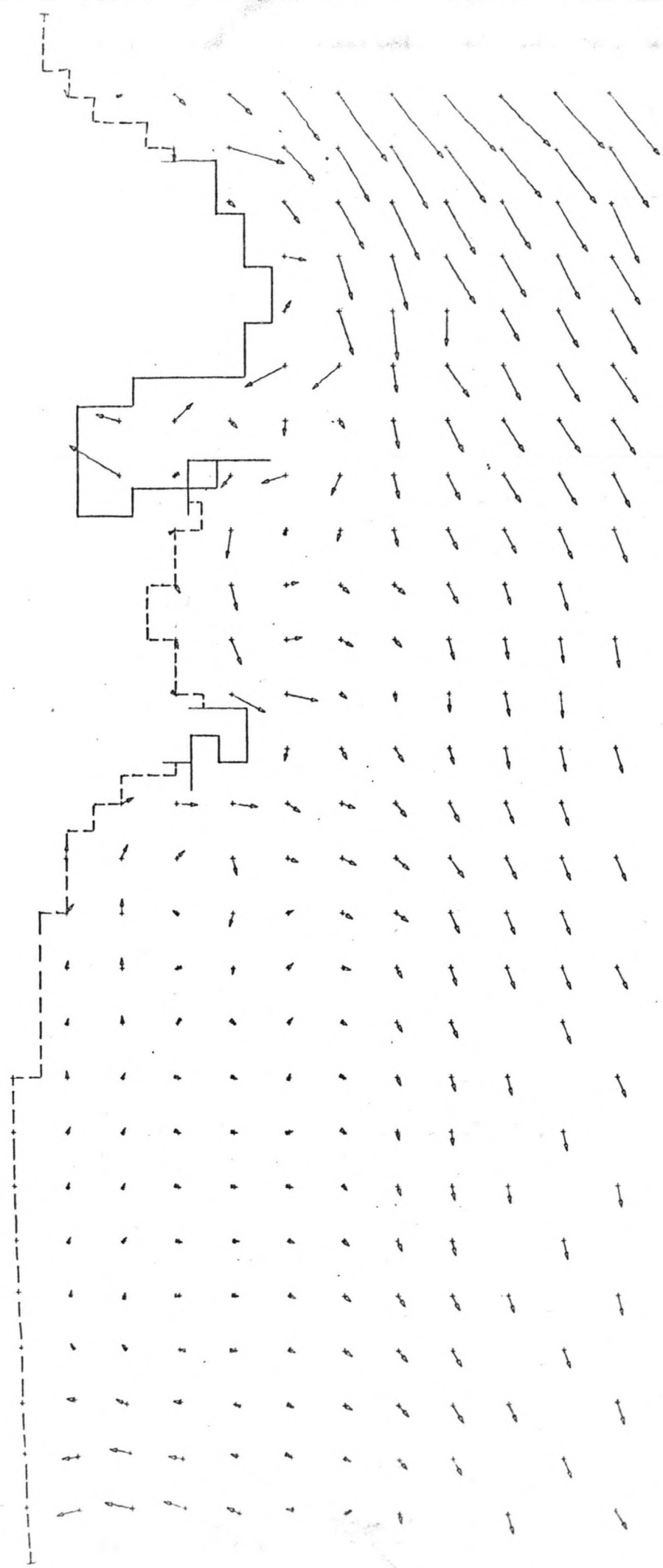
t = 21 uur



T₂ - BEREKENING



T₀ - BEREKENING



BIJLAGE A-VI.

T₃-model.

Plot-uitvoer van snelheidsvectoren; verkleind.

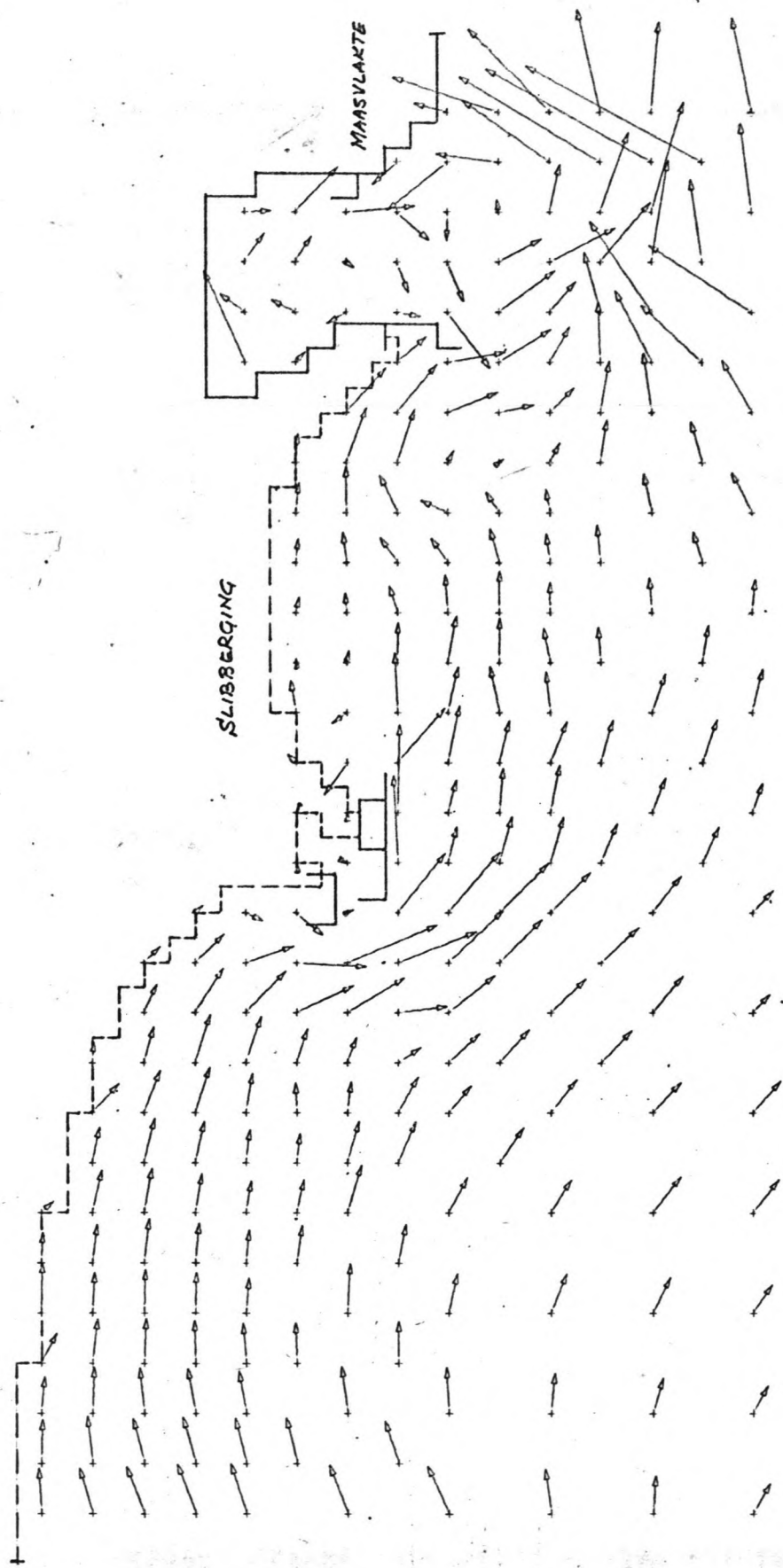
t = 23 uur komt ongeveer overeen met H.W.-H.v.H.

T₃ - BEREKENING

t = 1 uur

VECTOR SCALE = 0.25

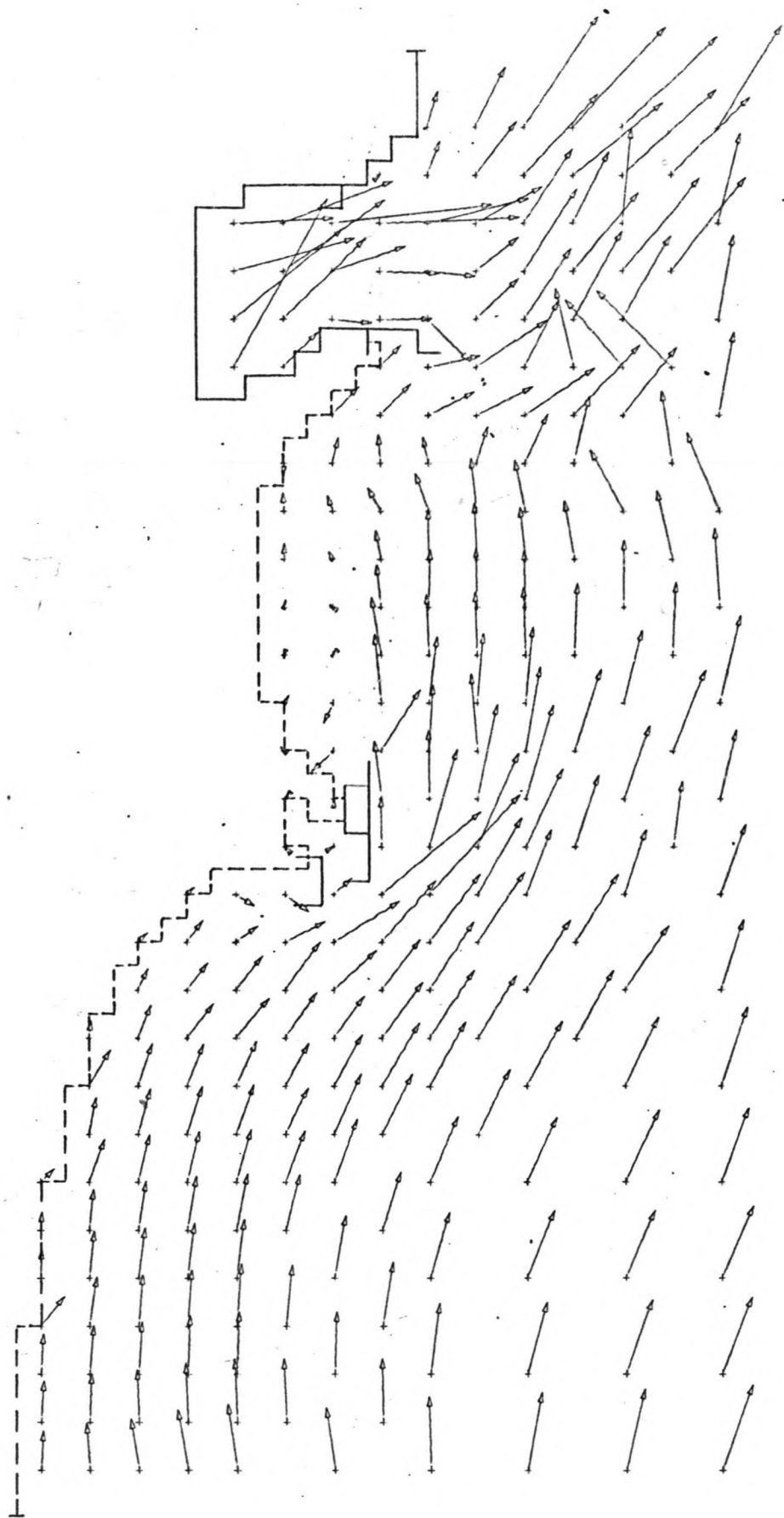
LENGTESCHAAL 1:40.000
 SCHAAL SNELHEIDSVECTOR 1cm $\hat{=}$ 0.25 m/s



T₃ - BEREKENING

t = 3 uur

TIME=100800.00
VECTOR SCALE=0.25

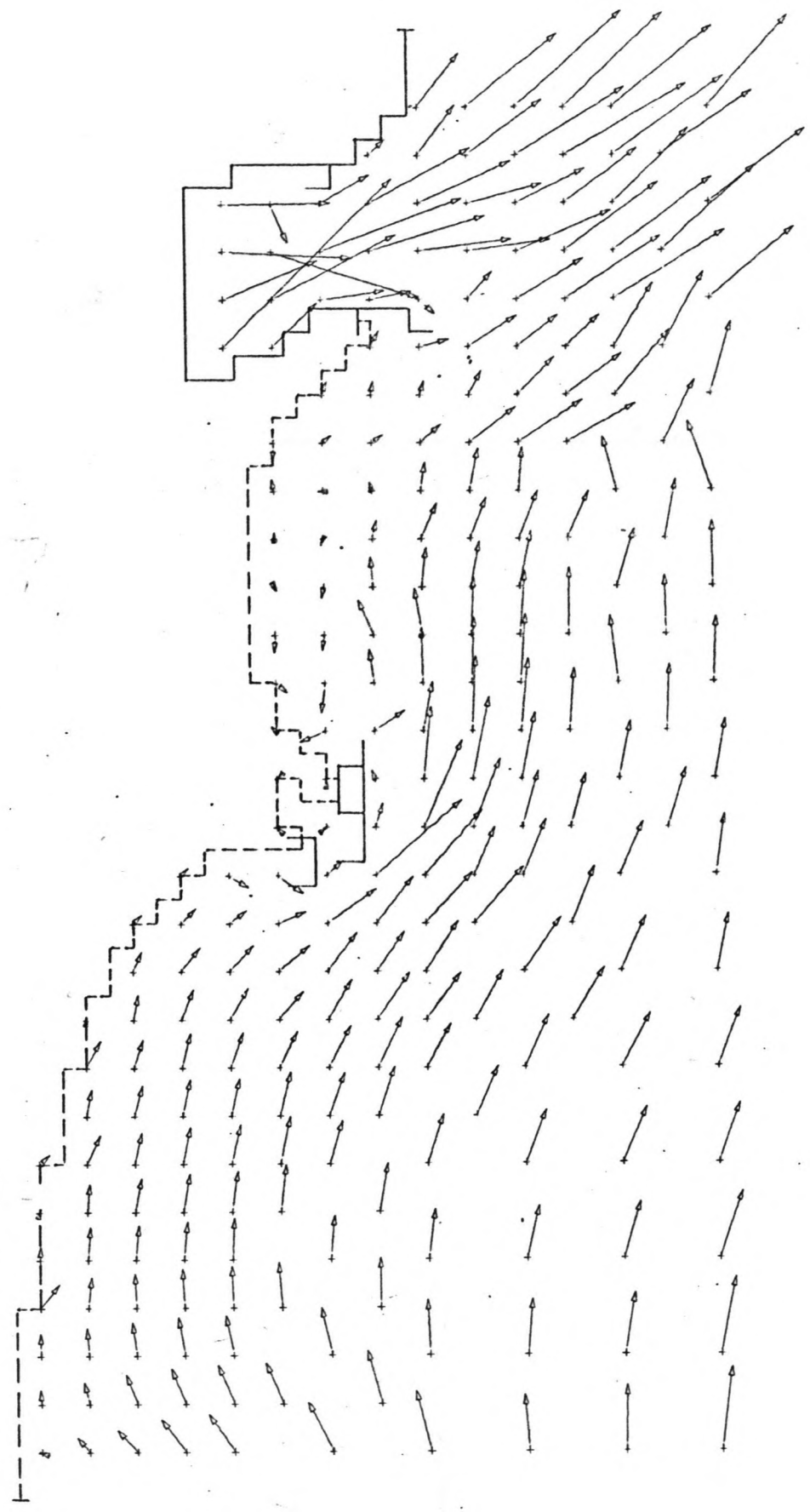


100.00 90.00 80.00 70.00 60.00 50.00 40.00 30.00 20.00 10.00 0.00 -10.00 -20.00 -30.00 -40.00 -50.00 -60.00 -70.00 -80.00 -90.00 -100.00

T₃ - BEREKENING

t = 5 uur

TIME=108000.00
VECTOR SCALE=0.25

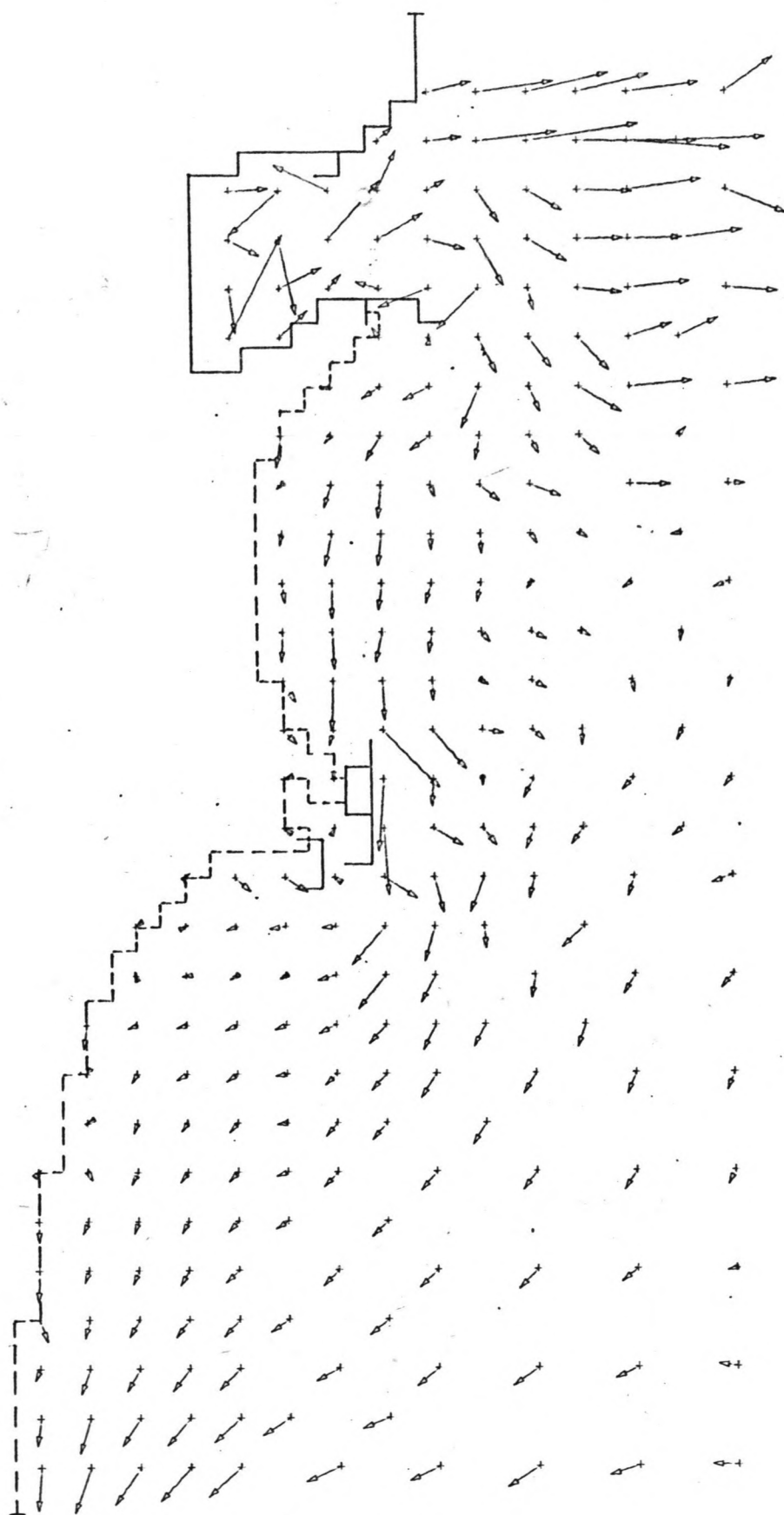


100.00 120.00 140.00 160.00 180.00 200.00 220.00 240.00 260.00 280.00 300.00 320.00 340.00 360.00 380.00 400.00 420.00 440.00 460.00 480.00 500.00 520.00 540.00 560.00 580.00 600.00 620.00 640.00 660.00 680.00 700.00 720.00 740.00 760.00 780.00 800.00 820.00 840.00 860.00 880.00 900.00 920.00 940.00 960.00 980.00 1000.00

VECTOR SCALE=0.25

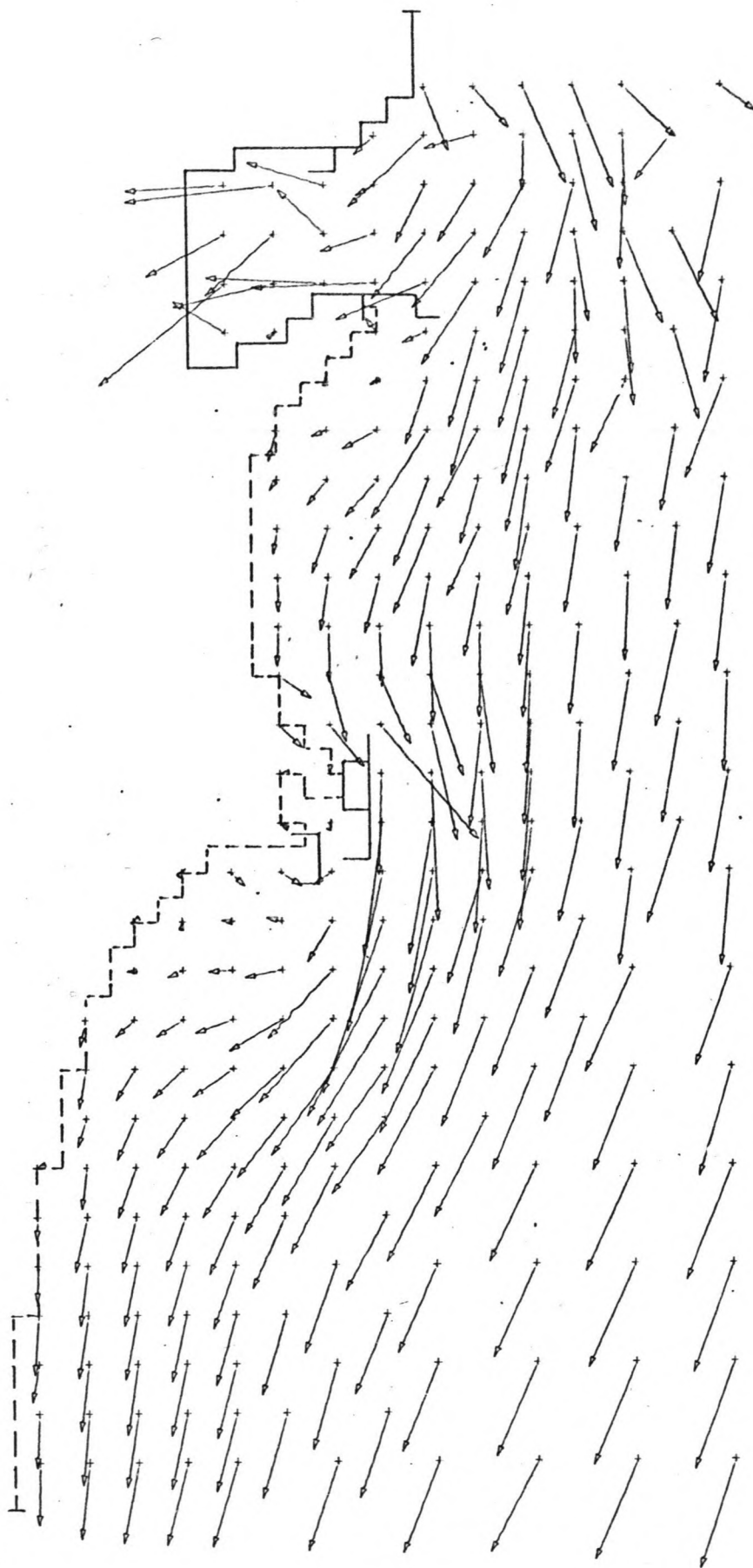
$$\underline{t = 7 \text{ uur}}$$

T₃ - BEREKENING

[illegible]

$$\underline{t = 9 \text{ uur}}$$

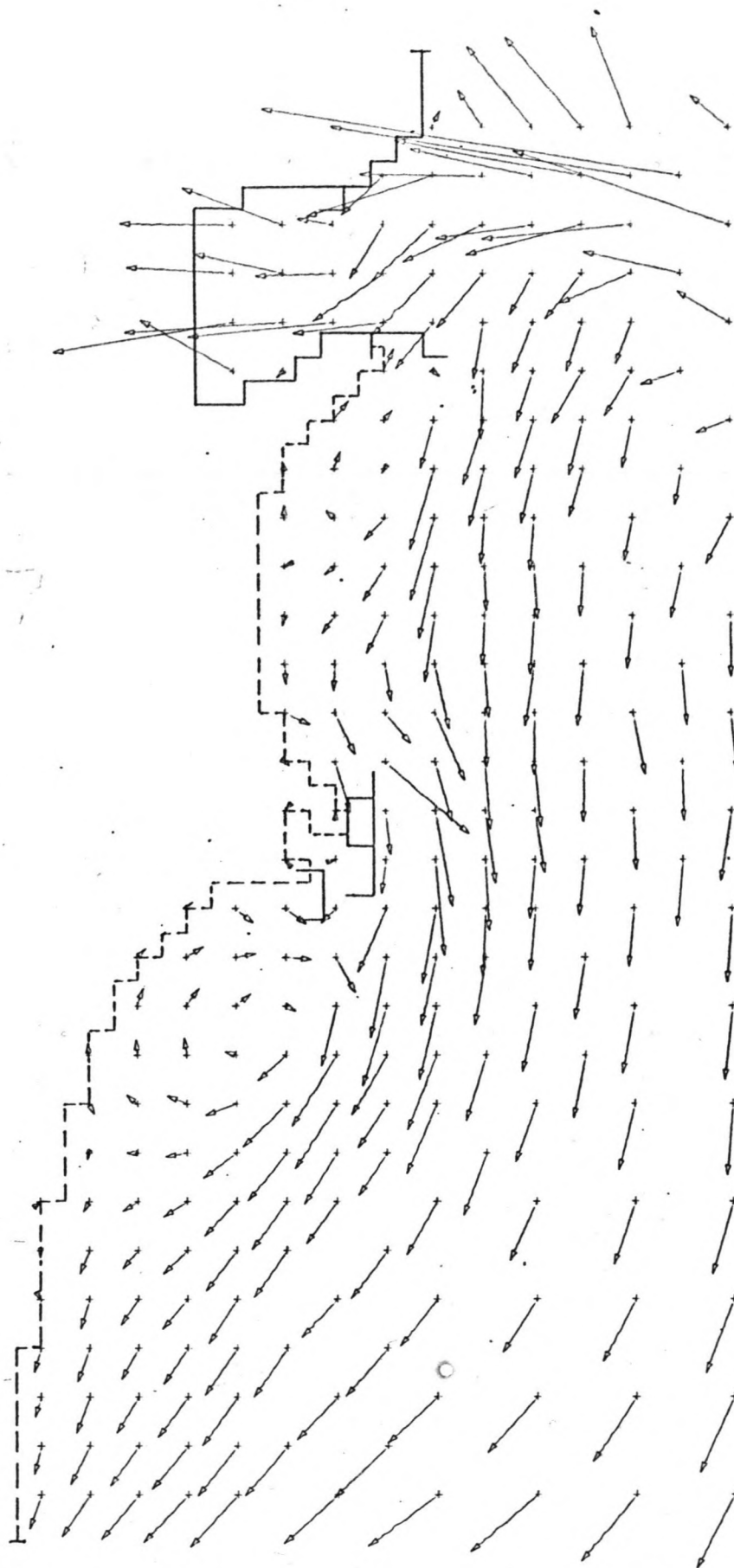
TIME=122400.00
VECTOR SCALE=0.25

[illegible]

TIME=129600.00
VECTOR SCALE=0.25

t = 11 uhr

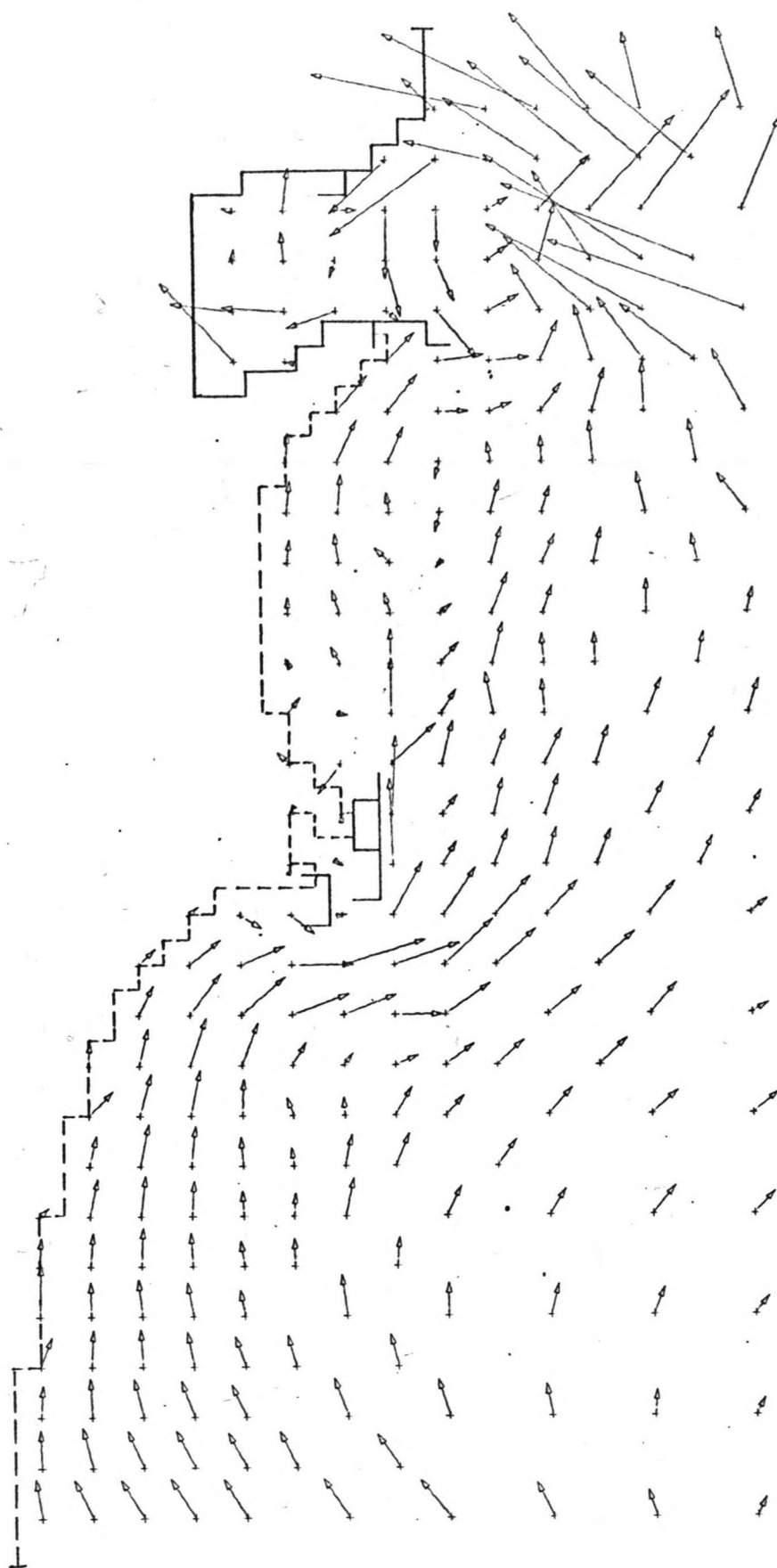
T₃ - BERKENDING



117.00 118.00 119.00 120.00 121.00 122.00 123.00 124.00 125.00 126.00 127.00 128.00 129.00 130.00 131.00 132.00 133.00 134.00 135.00 136.00 137.00 138.00 139.00 140.00 141.00 142.00 143.00 144.00 145.00 146.00 147.00 148.00 149.00 150.00 151.00 152.00 153.00 154.00 155.00 156.00 157.00 158.00 159.00 160.00 161.00 162.00 163.00 164.00 165.00 166.00 167.00 168.00 169.00 170.00 171.00 172.00 173.00 174.00 175.00 176.00 177.00 178.00 179.00 180.00 181.00 182.00 183.00 184.00 185.00 186.00 187.00 188.00 189.00 190.00 191.00 192.00 193.00 194.00 195.00 196.00 197.00 198.00 199.00 200.00 201.00 202.00 203.00 204.00 205.00 206.00 207.00 208.00 209.00 210.00 211.00 212.00 213.00 214.00 215.00 216.00 217.00 218.00 219.00 220.00 221.00 222.00 223.00 224.00 225.00 226.00 227.00 228.00 229.00 230.00 231.00 232.00 233.00 234.00 235.00 236.00 237.00 238.00 239.00 240.00 241.00 242.00 243.00 244.00 245.00 246.00 247.00 248.00 249.00 250.00 251.00 252.00 253.00 254.00 255.00 256.00 257.00 258.00 259.00 260.00 261.00 262.00 263.00 264.00 265.00 266.00 267.00 268.00 269.00 270.00 271.00 272.00 273.00 274.00 275.00 276.00 277.00 278.00 279.00 280.00 281.00 282.00 283.00 284.00 285.00 286.00 287.00 288.00 289.00 290.00 291.00 292.00 293.00 294.00 295.00 296.00 297.00 298.00 299.00 300.00 301.00 302.00 303.00 304.00 305.00 306.00 307.00 308.00 309.00 310.00 311.00 312.00 313.00 314.00 315.00 316.00 317.00 318.00 319.00 320.00 321.00 322.00 323.00 324.00 325.00 326.00 327.00 328.00 329.00 330.00 331.00 332.00 333.00 334.00 335.00 336.00 337.00 338.00 339.00 340.00 341.00 342.00 343.00 344.00 345.00 346.00 347.00 348.00 349.00 350.00 351.00 352.00 353.00 354.00 355.00 356.00 357.00 358.00 359.00 360.00 361.00 362.00 363.00 364.00 365.00 366.00 367.00 368.00 369.00 370.00 371.00 372.00 373.00 374.00 375.00 376.00 377.00 378.00 379.00 380.00 381.00 382.00 383.00 384.00 385.00 386.00 387.00 388.00 389.00 390.00 391.00 392.00 393.00 394.00 395.00 396.00 397.00 398.00 399.00 400.00 401.00 402.00 403.00 404.00 405.00 406.00 407.00 408.00 409.00 410.00 411.00 412.00 413.00 414.00 415.00 416.00 417.00 418.00 419.00 420.00 421.00 422.00 423.00 424.00 425.00 426.00 427.00 428.00 429.00 430.00 431.00 432.00 433.00 434.00 435.00 436.00 437.00 438.00 439.00 440.00 441.00 442.00 443.00 444.00 445.00 446.00 447.00 448.00 449.00 450.00 451.00 452.00 453.00 454.00 455.00 456.00 457.00 458.00 459.00 460.00 461.00 462.00 463.00 464.00 465.00 466.00 467.00 468.00 469.00 470.00 471.00 472.00 473.00 474.00 475.00 476.00 477.00 478.00 479.00 480.00 481.00 482.00 483.00 484.00 485.00 486.00 487.00 488.00 489.00 490.00 491.00 492.00 493.00 494.00 495.00 496.00 497.00 498.00 499.00 500.00 501.00 502.00 503.00 504.00 505.00 506.00 507.00 508.00 509.00 510.00 511.00 512.00 513.00 514.00 515.00 516.00 517.00 518.00 519.00 520.00 521.00 522.00 523.00 524.00 525.00 526.00 527.00 528.00 529.00 530.00 531.00 532.00 533.00 534.00 535.00 536.00 537.00 538.00 539.00 540.00 541.00 542.00 543.00 544.00 545.00 546.00 547.00 548.00 549.00 550.00 551.00 552.00 553.00 554.00 555.00 556.00 557.00 558.00 559.00 560.00 561.00 562.00 563.00 564.00 565.00 566.00 567.00 568.00 569.00 570.00 571.00 572.00 573.00 574.00 575.00 576.00 577.00 578.00 579.00 580.00 581.00 582.00 583.00 584.00 585.00 586.00 587.00 588.00 589.00 590.00 591.00 592.00 593.00 594.00 595.00 596.00 597.00 598.00 599.00 600.00 601.00 602.00 603.00 604.00 605.00 606.00 607.00 608.00 609.00 610.00 611.00 612.00 613.00 614.00 615.00 616.00 617.00 618.00 619.00 620.00 621.00 622.00 623.00 624.00 625.00 626.00 627.00 628.00 629.00 630.00 631.00 632.00 633.00 634.00 635.00 636.00 637.00 638.00 639.00 640.00 641.00 642.00 643.00 644.00 645.00 646.00 647.00 648.00 649.00 650.00 651.00 652.00 653.00 654.00 655.00 656.00 657.00 658.00 659.00 660.00 661.00 662.00 663.00 664.00 665.00 666.00 667.00 668.00 669.00 670.00 671.00 672.00 673.00 674.00 675.00 676.00 677.00 678.00 679.00 680.00 681.00 682.00 683.00 684.00 685.00 686.00 687.00 688.00 689.00 690.00 691.00 692.00 693.00 694.00 695.00 696.00 697.00 698.00 699.00 700.00 701.00 702.00 703.00 704.00 705.00 706.00 707.00 708.00 709.00 710.00 711.00 712.00 713.00 714.00 715.00 716.00 717.00 718.00 719.00 720.00 721.00 722.00 723.00 724.00 725.00 726.00 727.00 728.00 729.00 730.00 731.00 732.00 733.00 734.00 735.00 736.00 737.00 738.00 739.00 740.00 741.00 742.00 743.00 744.00 745.00 746.00 747.00 748.00 749.00 750.00 751.00 752.00 753.00 754.00 755.00 756.00 757.00 758.00 759.00 760.00 761.00 762.00 763.00 764.00 765.00 766.00 767.00 768.00 769.00 770.00 771.00 772.00 773.00 774.00 775.00 776.00 777.00 778.00 779.00 780.00 781.00 782.00 783.00 784.00 785.00 786.00 787.00 788.00 789.00 790.00 791.00 792.00 793.00 794.00 795.00 796.00 797.00 798.00 799.00 800.00 801.00 802.00 803.00 804.00 805.00 806.00 807.00 808.00 809.00 810.00 811.00 812.00 813.00 814.00 815.00 816.00 817.00 818.00 819.00 820.00 821.00 822.00 823.00 824.00 825.00 826.00 827.00 828.00 829.00 830.00 831.00 832.00 833.00 834.00 835.00 836.00 837.00 838.00 839.00 840.00 841.00 842.00 843.00 844.00 845.00 846.00 847.00 848.00 849.00 850.00 851.00 852.00 853.00 854.00 855.00 856.00 857.00 858.00 859.00 860.00 861.00 862.00 863.00 864.00 865.00 866.00 867.00 868.00 869.00 870.00 871.00 872.00 873.00 874.00 875.00 876.00 877.00 878.00 879.00 880.00 881.00 882.00 883.00 884.00 885.00 886.00 887.00 888.00 889.00 890.00 891.00 892.00 893.00 894.00 895.00 896.00 897.00 898.00 899.00 900.00 901.00 902.00 903.00 904.00 905.00 906.00 907.00 908.00 909.00 910.00 911.00 912.00 913.00 914.00 915.00 916.00 917.00 918.00 919.00 920.00 921.00 922.00 923.00 924.00 925.00 926.00 927.00 928.00 929.00 930.00 931.00 932.00 933.00 934.00 935.00 936.00 937.00 938.00 939.00 940.00 941.00 942.00 943.00 944.00 945.00 946.00 947.00 948.00 949.00 950.00 951.00 952.00 953.00 954.00 955.00 956.00 957.00 958.00 959.00 960.00 961.00 962.00 963.00 964.00 965.00 966.00 967.00 968.00 969.00 970.00 971.00 972.00 973.00 974.00 975.00 976.00 977.00 978.00 979.00 980.00 981.00 982.00 983.00 984.00 985.00 986.00 987.00 988.00 989.00 990.00 991.00 992.00 993.00 994.00 995.00 996.00 997.00 998.00 999.00 1000.00

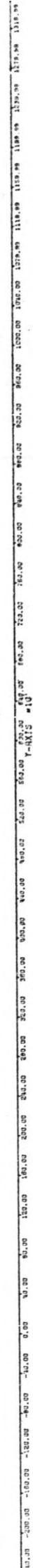
$$\underline{t = 13 \text{ uur}}$$

TIME=136800.00
VECTOR SCALE=0.25



DATE	DESCRIPTION	AMOUNT	BALANCE	CHECK NO.	CHECK DATE	CHECK AMOUNT	CHECK TYPE	CHECK STATUS	CHECK REFERENCE
10/01/20	DEPOSIT	100.00	100.00						
10/05/20	PAYROLL	50.00	50.00						
10/10/20	RENT	25.00	25.00						
10/15/20	UTILITIES	15.00	15.00						
10/20/20	FOOD	10.00	10.00						
10/25/20	TRANSPORT	20.00	20.00						
10/30/20	ENTERTAINMENT	12.00	12.00						
10/31/20	SALES TAX	5.00	5.00						
11/01/20	TOTAL	237.00	237.00						

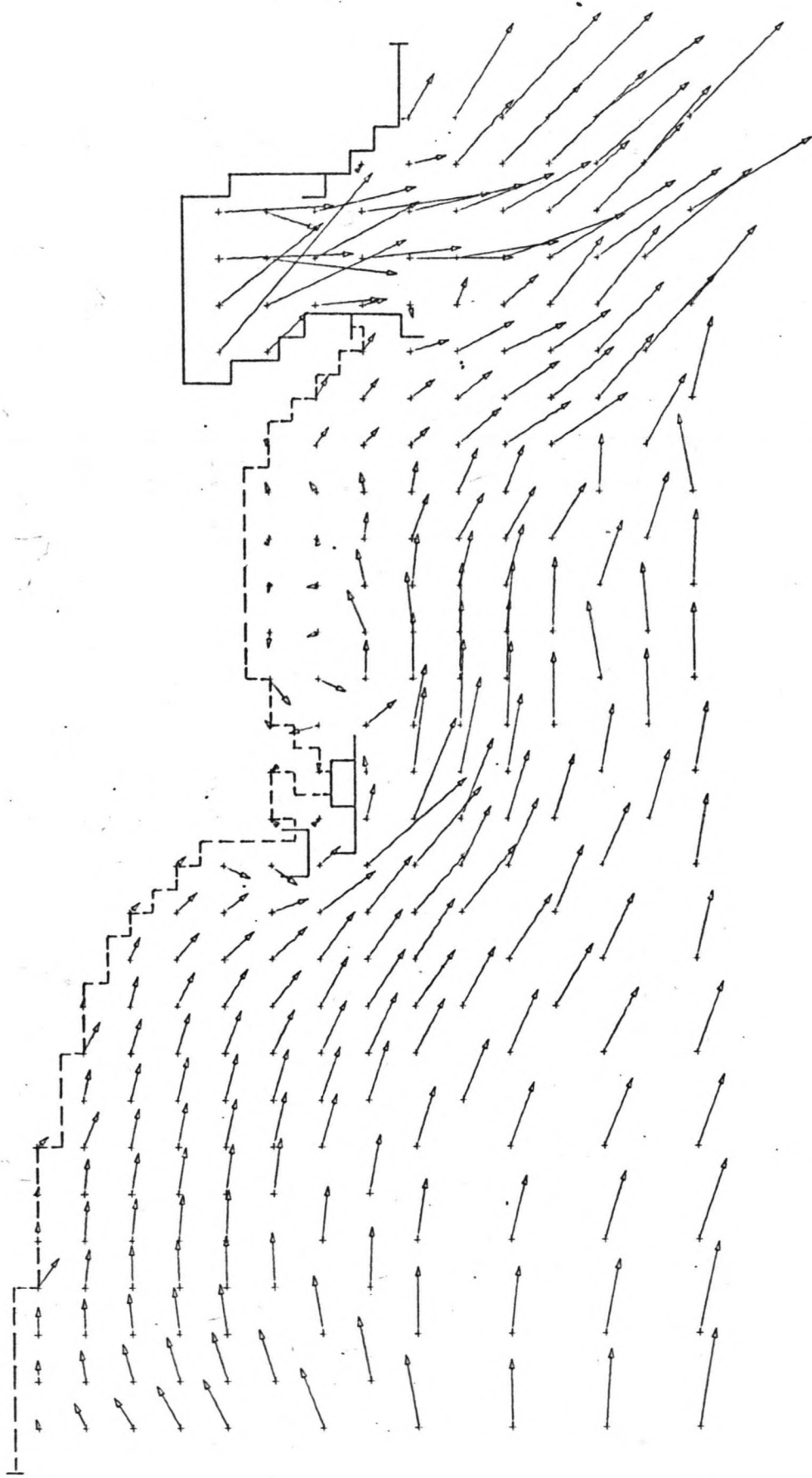
T₃ - BEREKENING



TIME=151200.00
VECTOR SCALE=0.25

$t = 17 \text{ uhr}$

$T_3 - \text{BEREKENING}$

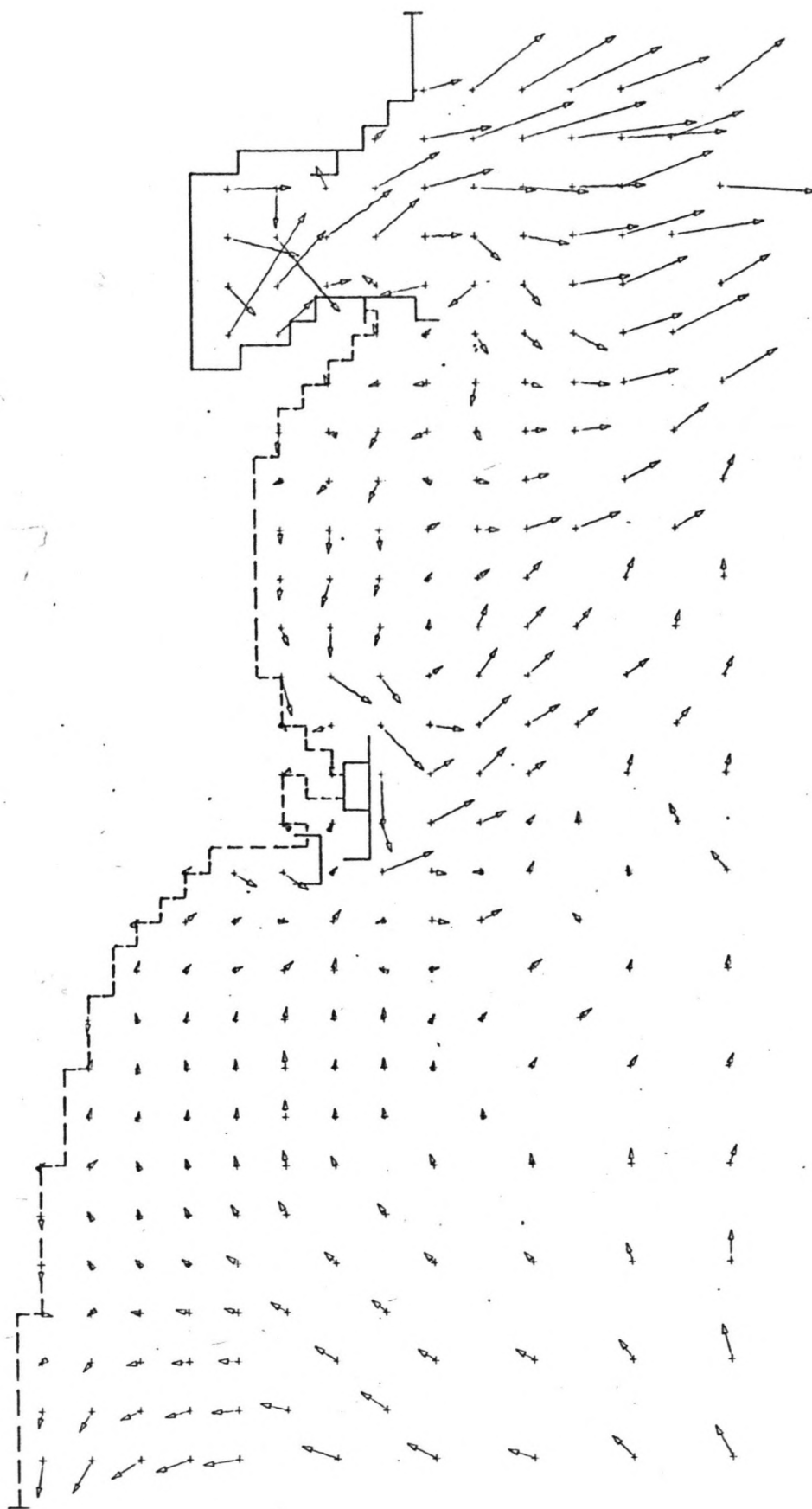


151.00 152.00 153.00 154.00 155.00 156.00 157.00 158.00 159.00 160.00 161.00 162.00 163.00 164.00 165.00 166.00 167.00 168.00 169.00 170.00 171.00 172.00 173.00 174.00 175.00 176.00 177.00 178.00 179.00 180.00 181.00 182.00 183.00 184.00 185.00 186.00 187.00 188.00 189.00 190.00 191.00 192.00 193.00 194.00 195.00 196.00 197.00 198.00 199.00 200.00 201.00 202.00 203.00 204.00 205.00 206.00 207.00 208.00 209.00 210.00 211.00 212.00 213.00 214.00 215.00 216.00 217.00 218.00 219.00 220.00 221.00 222.00 223.00 224.00 225.00 226.00 227.00 228.00 229.00 230.00 231.00 232.00 233.00 234.00 235.00 236.00 237.00 238.00 239.00 240.00 241.00 242.00 243.00 244.00 245.00 246.00 247.00 248.00 249.00 250.00 251.00 252.00 253.00 254.00 255.00 256.00 257.00 258.00 259.00 260.00 261.00 262.00 263.00 264.00 265.00 266.00 267.00 268.00 269.00 270.00 271.00 272.00 273.00 274.00 275.00 276.00 277.00 278.00 279.00 280.00 281.00 282.00 283.00 284.00 285.00 286.00 287.00 288.00 289.00 290.00 291.00 292.00 293.00 294.00 295.00 296.00 297.00 298.00 299.00 300.00 301.00 302.00 303.00 304.00 305.00 306.00 307.00 308.00 309.00 310.00 311.00 312.00 313.00 314.00 315.00 316.00 317.00 318.00 319.00 320.00 321.00 322.00 323.00 324.00 325.00 326.00 327.00 328.00 329.00 330.00 331.00 332.00 333.00 334.00 335.00 336.00 337.00 338.00 339.00 340.00 341.00 342.00 343.00 344.00 345.00 346.00 347.00 348.00 349.00 350.00 351.00 352.00 353.00 354.00 355.00 356.00 357.00 358.00 359.00 360.00 361.00 362.00 363.00 364.00 365.00 366.00 367.00 368.00 369.00 370.00 371.00 372.00 373.00 374.00 375.00 376.00 377.00 378.00 379.00 380.00 381.00 382.00 383.00 384.00 385.00 386.00 387.00 388.00 389.00 390.00 391.00 392.00 393.00 394.00 395.00 396.00 397.00 398.00 399.00 400.00 401.00 402.00 403.00 404.00 405.00 406.00 407.00 408.00 409.00 410.00 411.00 412.00 413.00 414.00 415.00 416.00 417.00 418.00 419.00 420.00 421.00 422.00 423.00 424.00 425.00 426.00 427.00 428.00 429.00 430.00 431.00 432.00 433.00 434.00 435.00 436.00 437.00 438.00 439.00 440.00 441.00 442.00 443.00 444.00 445.00 446.00 447.00 448.00 449.00 450.00 451.00 452.00 453.00 454.00 455.00 456.00 457.00 458.00 459.00 460.00 461.00 462.00 463.00 464.00 465.00 466.00 467.00 468.00 469.00 470.00 471.00 472.00 473.00 474.00 475.00 476.00 477.00 478.00 479.00 480.00 481.00 482.00 483.00 484.00 485.00 486.00 487.00 488.00 489.00 490.00 491.00 492.00 493.00 494.00 495.00 496.00 497.00 498.00 499.00 500.00 501.00 502.00 503.00 504.00 505.00 506.00 507.00 508.00 509.00 510.00 511.00 512.00 513.00 514.00 515.00 516.00 517.00 518.00 519.00 520.00 521.00 522.00 523.00 524.00 525.00 526.00 527.00 528.00 529.00 530.00 531.00 532.00 533.00 534.00 535.00 536.00 537.00 538.00 539.00 540.00 541.00 542.00 543.00 544.00 545.00 546.00 547.00 548.00 549.00 550.00 551.00 552.00 553.00 554.00 555.00 556.00 557.00 558.00 559.00 560.00 561.00 562.00 563.00 564.00 565.00 566.00 567.00 568.00 569.00 570.00 571.00 572.00 573.00 574.00 575.00 576.00 577.00 578.00 579.00 580.00 581.00 582.00 583.00 584.00 585.00 586.00 587.00 588.00 589.00 590.00 591.00 592.00 593.00 594.00 595.00 596.00 597.00 598.00 599.00 600.00 601.00 602.00 603.00 604.00 605.00 606.00 607.00 608.00 609.00 610.00 611.00 612.00 613.00 614.00 615.00 616.00 617.00 618.00 619.00 620.00 621.00 622.00 623.00 624.00 625.00 626.00 627.00 628.00 629.00 630.00 631.00 632.00 633.00 634.00 635.00 636.00 637.00 638.00 639.00 640.00 641.00 642.00 643.00 644.00 645.00 646.00 647.00 648.00 649.00 650.00 651.00 652.00 653.00 654.00 655.00 656.00 657.00 658.00 659.00 660.00 661.00 662.00 663.00 664.00 665.00 666.00 667.00 668.00 669.00 670.00 671.00 672.00 673.00 674.00 675.00 676.00 677.00 678.00 679.00 680.00 681.00 682.00 683.00 684.00 685.00 686.00 687.00 688.00 689.00 690.00 691.00 692.00 693.00 694.00 695.00 696.00 697.00 698.00 699.00 700.00 701.00 702.00 703.00 704.00 705.00 706.00 707.00 708.00 709.00 710.00 711.00 712.00 713.00 714.00 715.00 716.00 717.00 718.00 719.00 720.00 721.00 722.00 723.00 724.00 725.00 726.00 727.00 728.00 729.00 730.00 731.00 732.00 733.00 734.00 735.00 736.00 737.00 738.00 739.00 740.00 741.00 742.00 743.00 744.00 745.00 746.00 747.00 748.00 749.00 750.00 751.00 752.00 753.00 754.00 755.00 756.00 757.00 758.00 759.00 760.00 761.00 762.00 763.00 764.00 765.00 766.00 767.00 768.00 769.00 770.00 771.00 772.00 773.00 774.00 775.00 776.00 777.00 778.00 779.00 780.00 781.00 782.00 783.00 784.00 785.00 786.00 787.00 788.00 789.00 790.00 791.00 792.00 793.00 794.00 795.00 796.00 797.00 798.00 799.00 800.00 801.00 802.00 803.00 804.00 805.00 806.00 807.00 808.00 809.00 810.00 811.00 812.00 813.00 814.00 815.00 816.00 817.00 818.00 819.00 820.00 821.00 822.00 823.00 824.00 825.00 826.00 827.00 828.00 829.00 830.00 831.00 832.00 833.00 834.00 835.00 836.00 837.00 838.00 839.00 840.00 841.00 842.00 843.00 844.00 845.00 846.00 847.00 848.00 849.00 850.00 851.00 852.00 853.00 854.00 855.00 856.00 857.00 858.00 859.00 860.00 861.00 862.00 863.00 864.00 865.00 866.00 867.00 868.00 869.00 870.00 871.00 872.00 873.00 874.00 875.00 876.00 877.00 878.00 879.00 880.00 881.00 882.00 883.00 884.00 885.00 886.00 887.00 888.00 889.00 890.00 891.00 892.00 893.00 894.00 895.00 896.00 897.00 898.00 899.00 900.00 901.00 902.00 903.00 904.00 905.00 906.00 907.00 908.00 909.00 910.00 911.00 912.00 913.00 914.00 915.00 916.00 917.00 918.00 919.00 920.00 921.00 922.00 923.00 924.00 925.00 926.00 927.00 928.00 929.00 930.00 931.00 932.00 933.00 934.00 935.00 936.00 937.00 938.00 939.00 940.00 941.00 942.00 943.00 944.00 945.00 946.00 947.00 948.00 949.00 950.00 951.00 952.00 953.00 954.00 955.00 956.00 957.00 958.00 959.00 960.00 961.00 962.00 963.00 964.00 965.00 966.00 967.00 968.00 969.00 970.00 971.00 972.00 973.00 974.00 975.00 976.00 977.00 978.00 979.00 980.00 981.00 982.00 983.00 984.00 985.00 986.00 987.00 988.00 989.00 990.00 991.00 992.00 993.00 994.00 995.00 996.00 997.00 998.00 999.00 1000.00

VECTOR SCALE=0.25

$$\underline{t = 19.44 \text{ hr}}$$

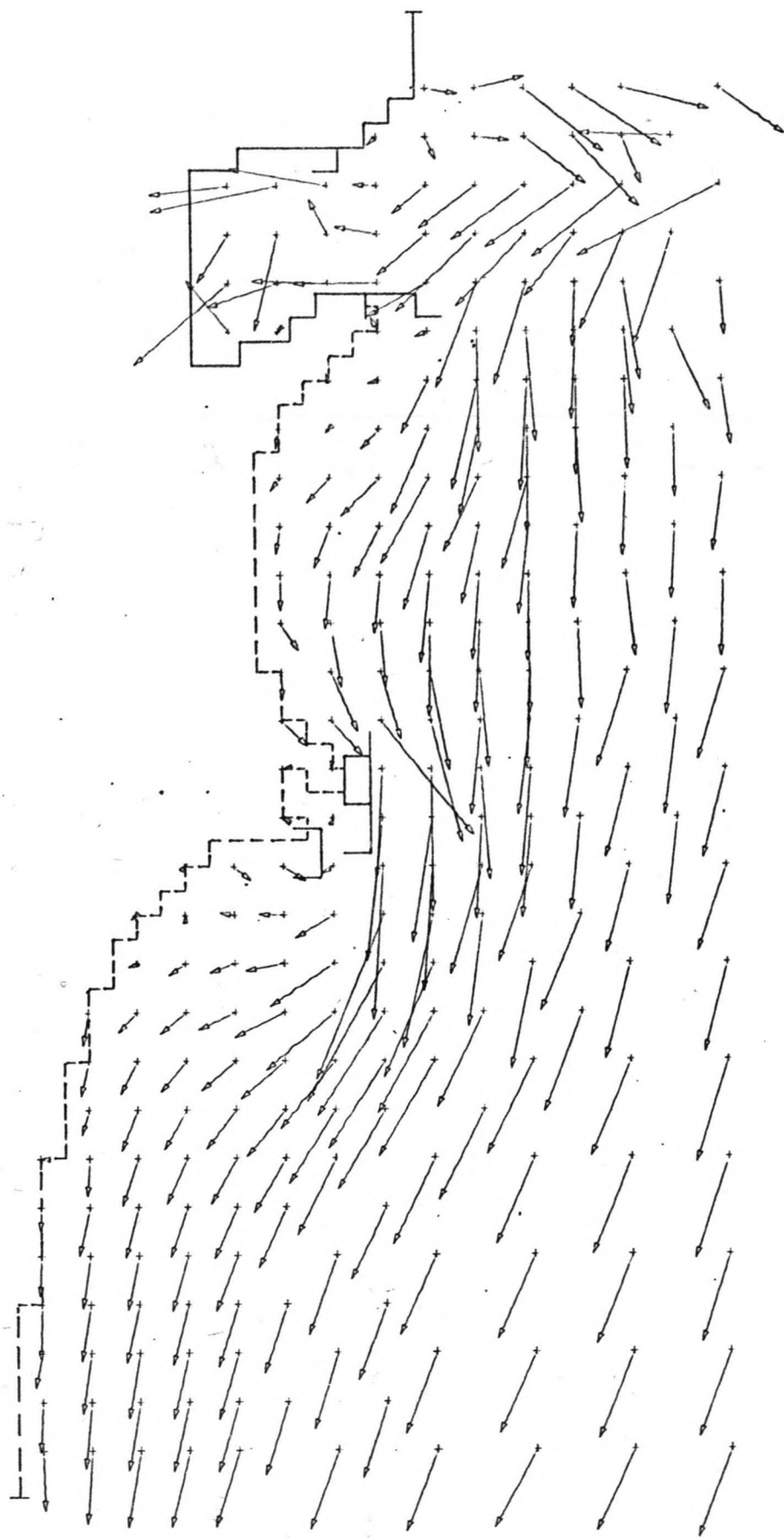
T₃ - BEREKENING



Year	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100										
Population	100,000	105,000	110,000	115,000	120,000	125,000	130,000	135,000	140,000	145,000	150,000	155,000	160,000	165,000	170,000	175,000	180,000	185,000	190,000	195,000	200,000	205,000	210,000	215,000	220,000	225,000	230,000	235,000	240,000	245,000	250,000	255,000	260,000	265,000	270,000	275,000	280,000	285,000	290,000	295,000	300,000	305,000	310,000	315,000	320,000	325,000	330,000	335,000	340,000	345,000	350,000	355,000	360,000	365,000	370,000	375,000	380,000	385,000	390,000	395,000	400,000	405,000	410,000	415,000	420,000	425,000	430,000	435,000	440,000	445,000	450,000	455,000	460,000	465,000	470,000	475,000	480,000	485,000	490,000	495,000	500,000	505,000	510,000	515,000	520,000	525,000	530,000	535,000	540,000	545,000	550,000	555,000	560,000	565,000	570,000	575,000	580,000	585,000	590,000	595,000	600,000	605,000	610,000	615,000	620,000	625,000	630,000	635,000	640,000	645,000	650,000	655,000	660,000	665,000	670,000	675,000	680,000	685,000	690,000	695,000	700,000	705,000	710,000	715,000	720,000	725,000	730,000	735,000	740,000	745,000	750,000	755,000	760,000	765,000	770,000	775,000	780,000	785,000	790,000	795,000	800,000	805,000	810,000	815,000	820,000	825,000	830,000	835,000	840,000	845,000	850,000	855,000	860,000	865,000	870,000	875,000	880,000	885,000	890,000	895,000	900,000	905,000	910,000	915,000	920,000	925,000	930,000	935,000	940,000	945,000	950,000	955,000	960,000	965,000	970,000	975,000	980,000	985,000	990,000	995,000	1,00

NA 25 UUR INSPEELPERIODE.

T₃ - BEREKENING

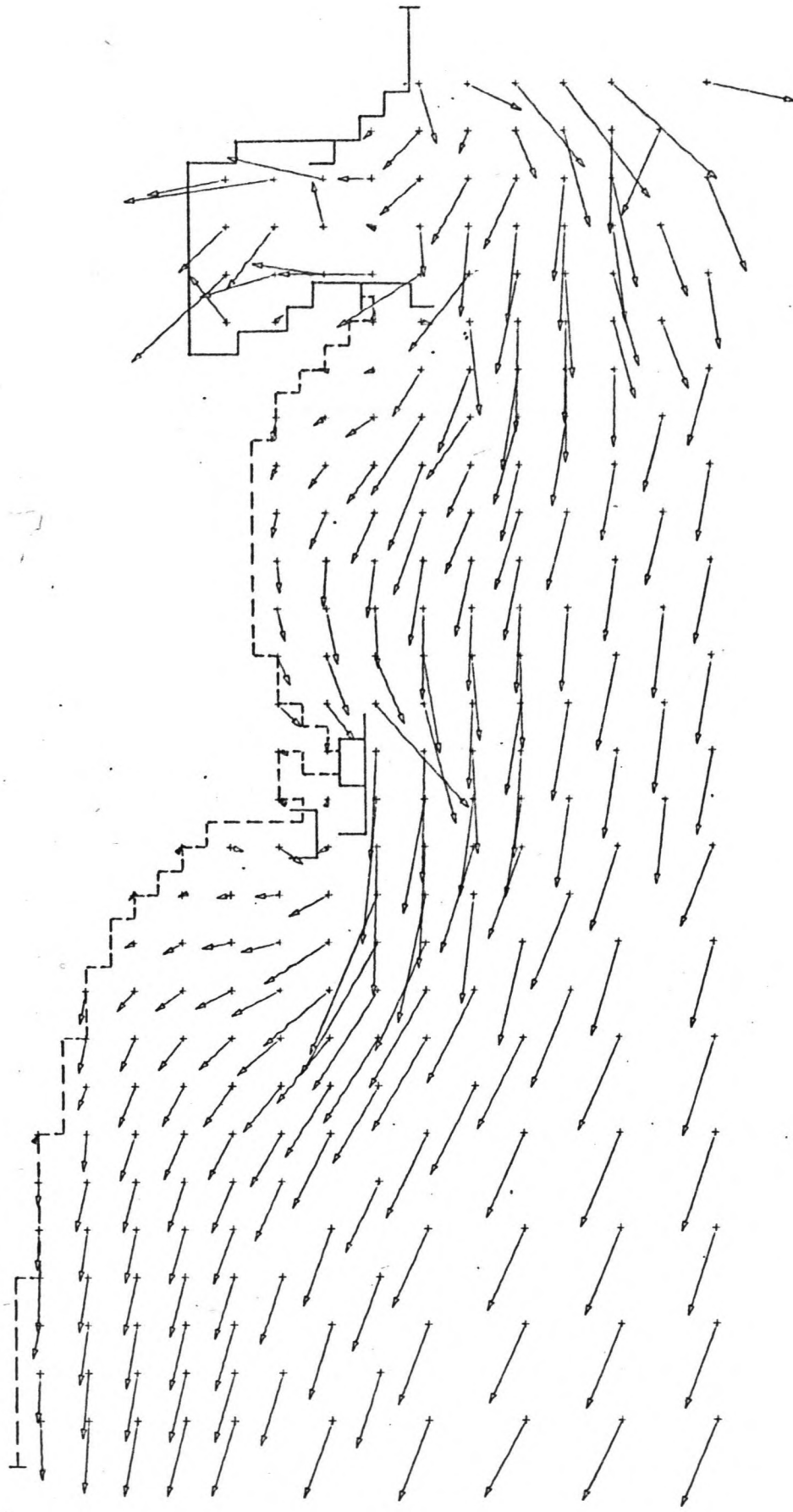
[illegible]

T₃ - BEREKENING

TIME=75600.00
VECTOR SCALE=0.25

t=21 uur

ZONDER 25 uur INSPELPERIODE.



13.00 1379.00 1189.00 1118.00 1078.00 1000.00 962.00 900.00 840.00 782.00 722.00 662.00 600.00 540.00 480.00 420.00 360.00 300.00 240.00 180.00 90.00 0.00 -90.00 -180.00 -270.00

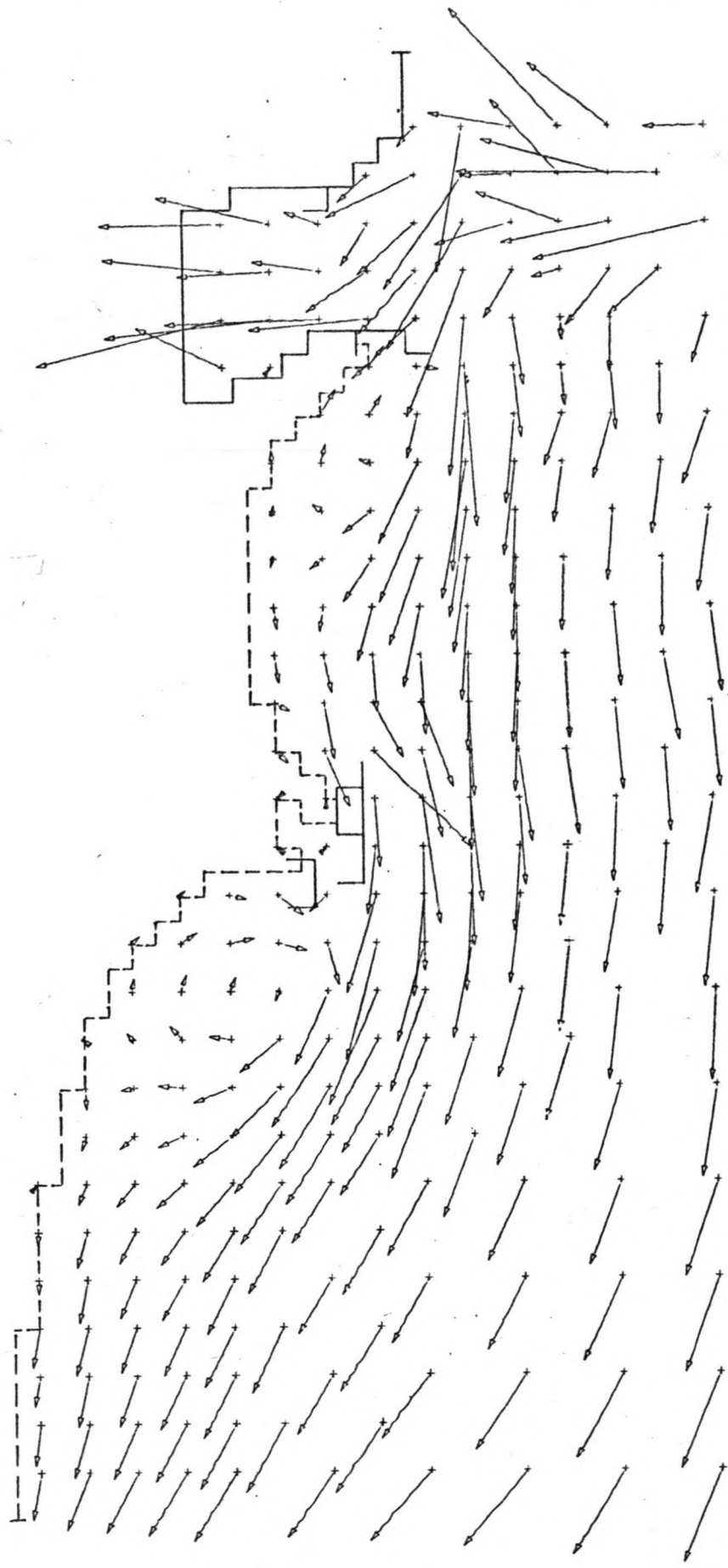
TIME=82800.00
VECTOR SCALE=0.25

ZONDER 25 UUR INSPPELPERIODE.

$t = 23$ UUR

$HW - HVH$

$T_3 - \text{BEREKENING}$

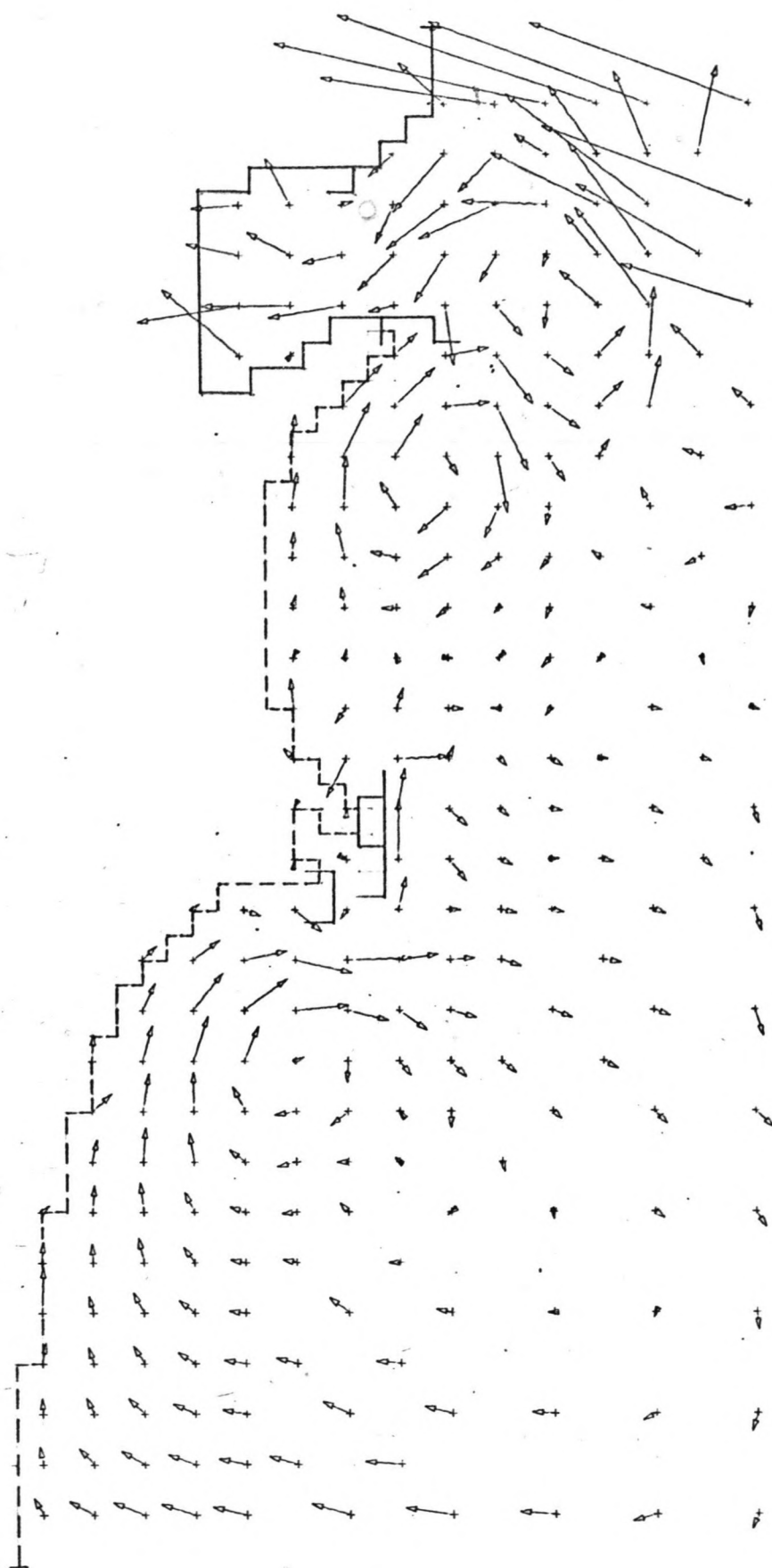


TIME=90000.00

T₃ - BEREKENING

$$\underline{t = 25 \text{ uur}}$$

ZONDER 25 uur INSPELPERIODEN.

[illegible]

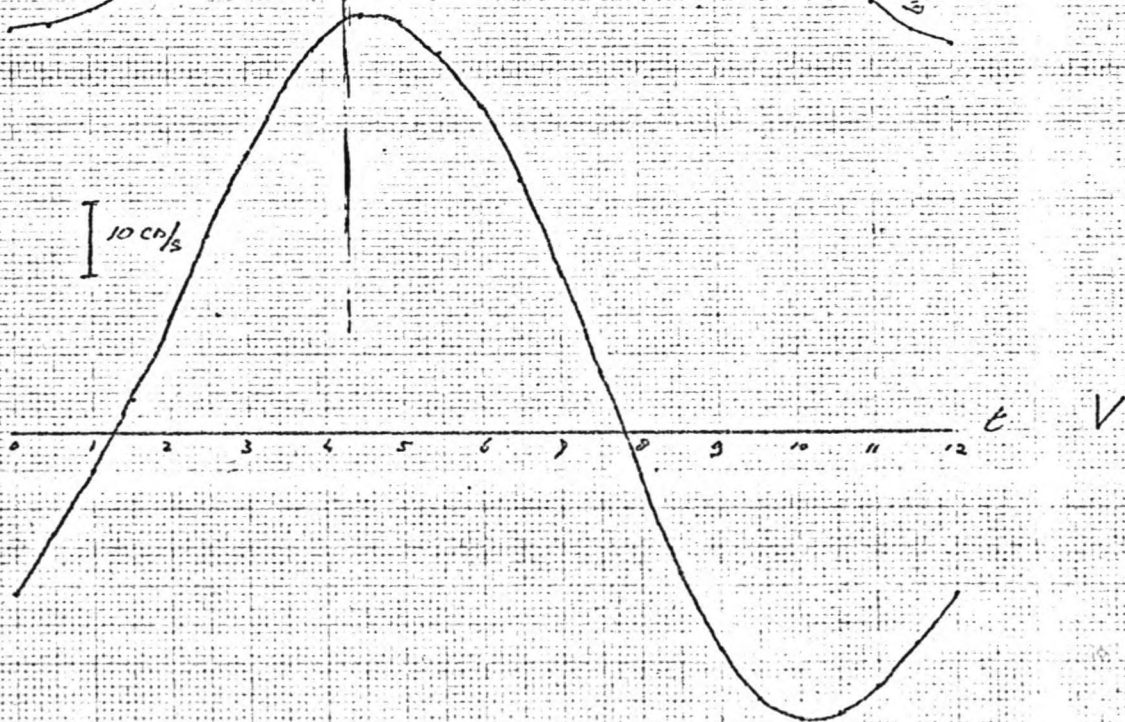
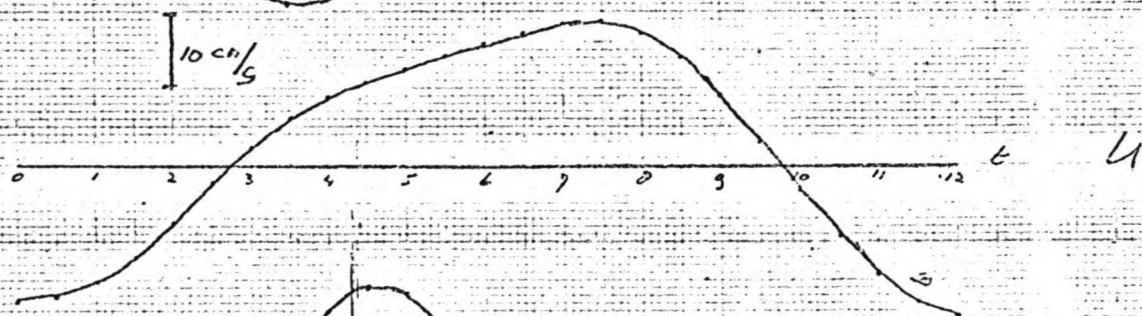
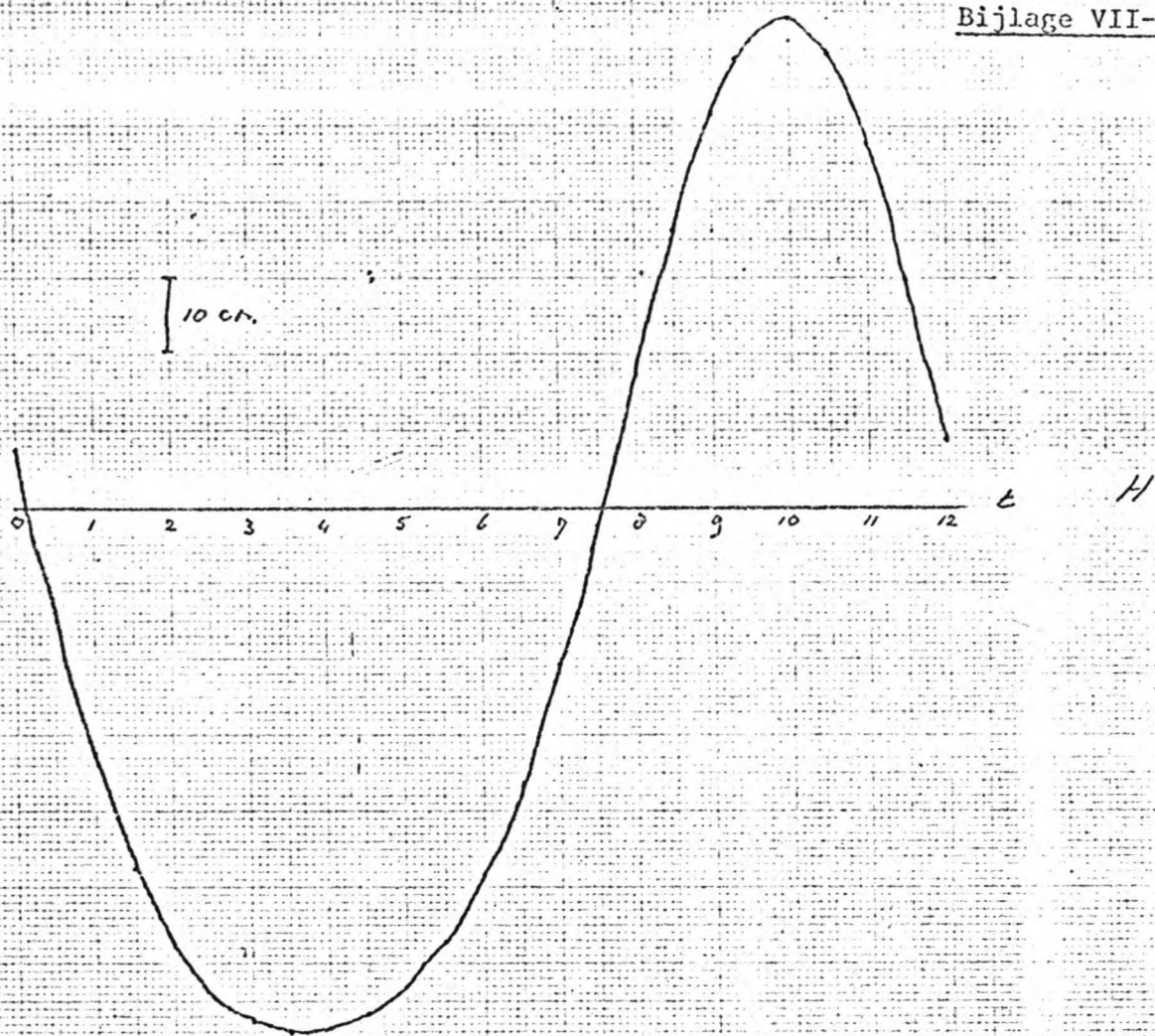
BIJLAGE A-VII.

VERGELIJKING VAN DE INVLOED VAN DE TERMEN VAN DE DIFFERENTIAAL-
VERGELIJKINGEN.

Punt (7,24) - rechte stroomlijnen.

Punt (15,22) - gekromde stroomlijnen.

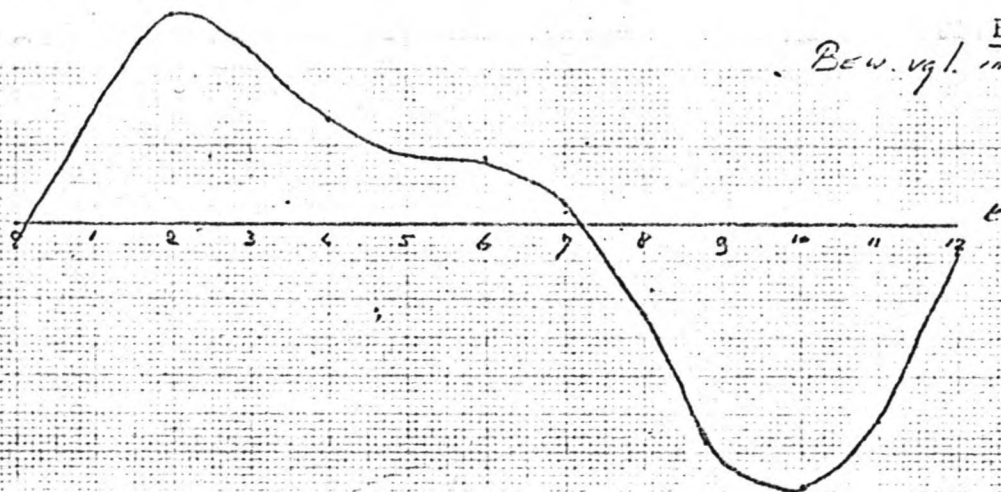
Bron: [2]



7,24

Bew. vgl. in x-richting

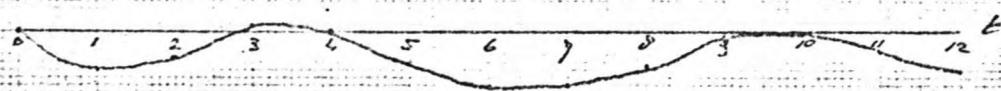
①



$\frac{dU}{dt}$

②

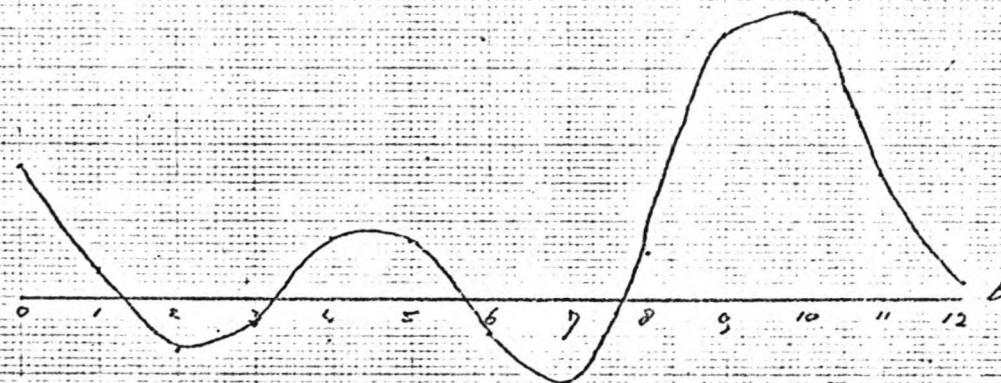
$\times 10$



$U \cdot \frac{dU}{dx}$

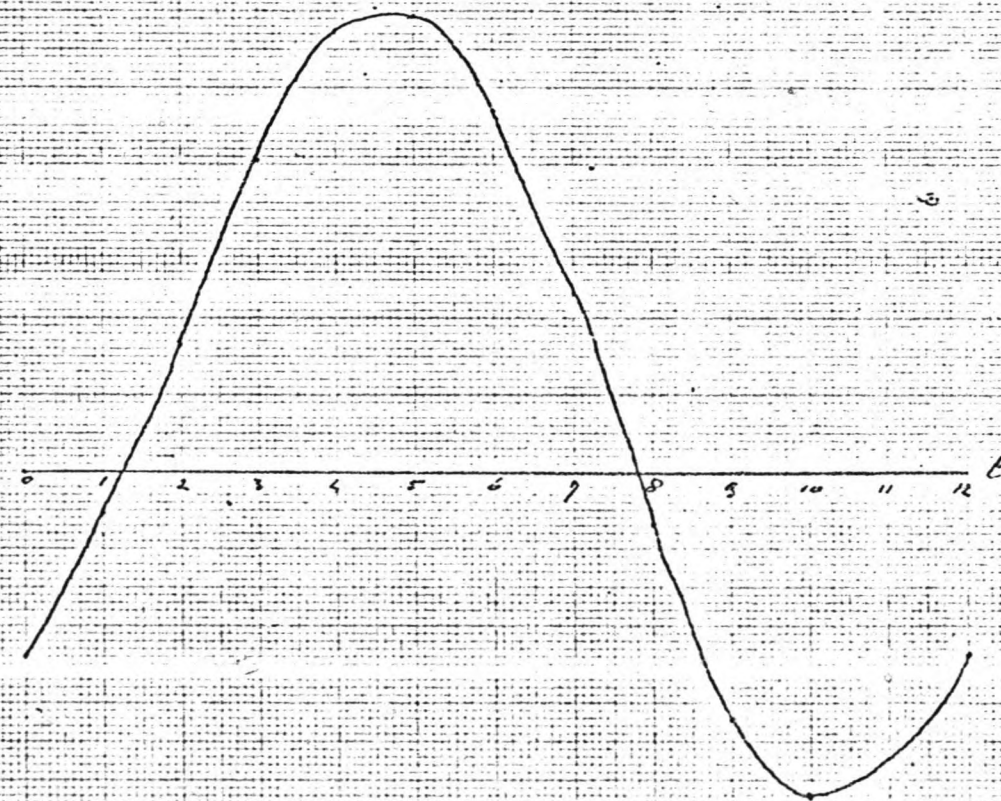
③

$\times 10$



$V \cdot \frac{dU}{dt}$

④



$U \cdot V$

$\left[= 10^{-5} \text{ m/s}^2 \right]$

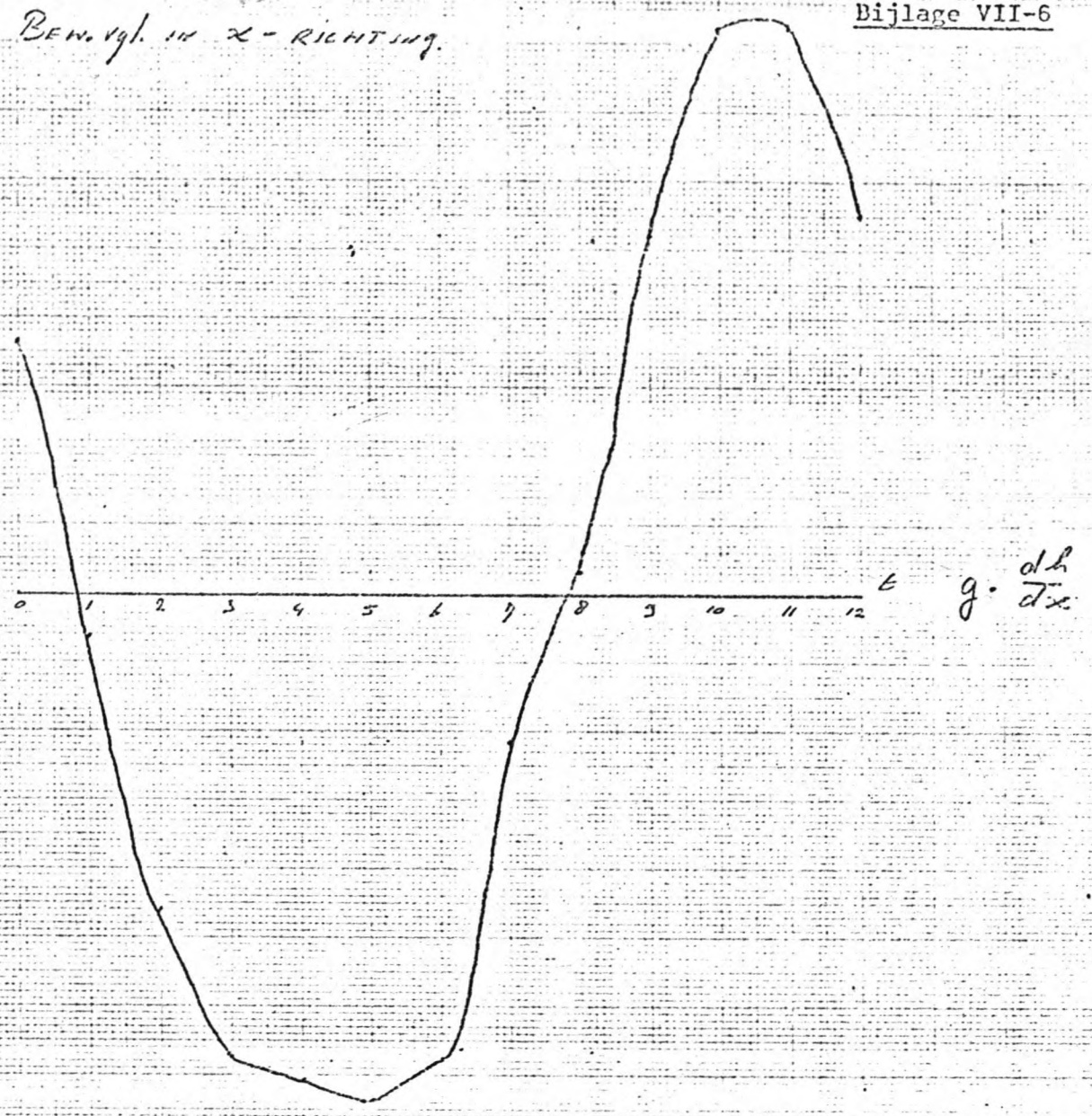
Tijd in uren.

(7,24)

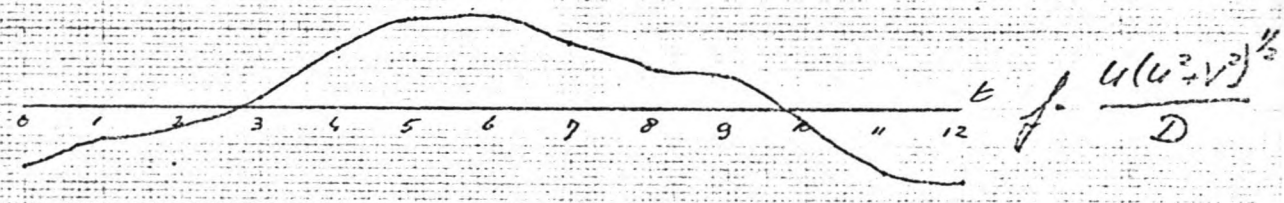
Bew. vgl. in x-richting.

Bijlage VII-6

5



6



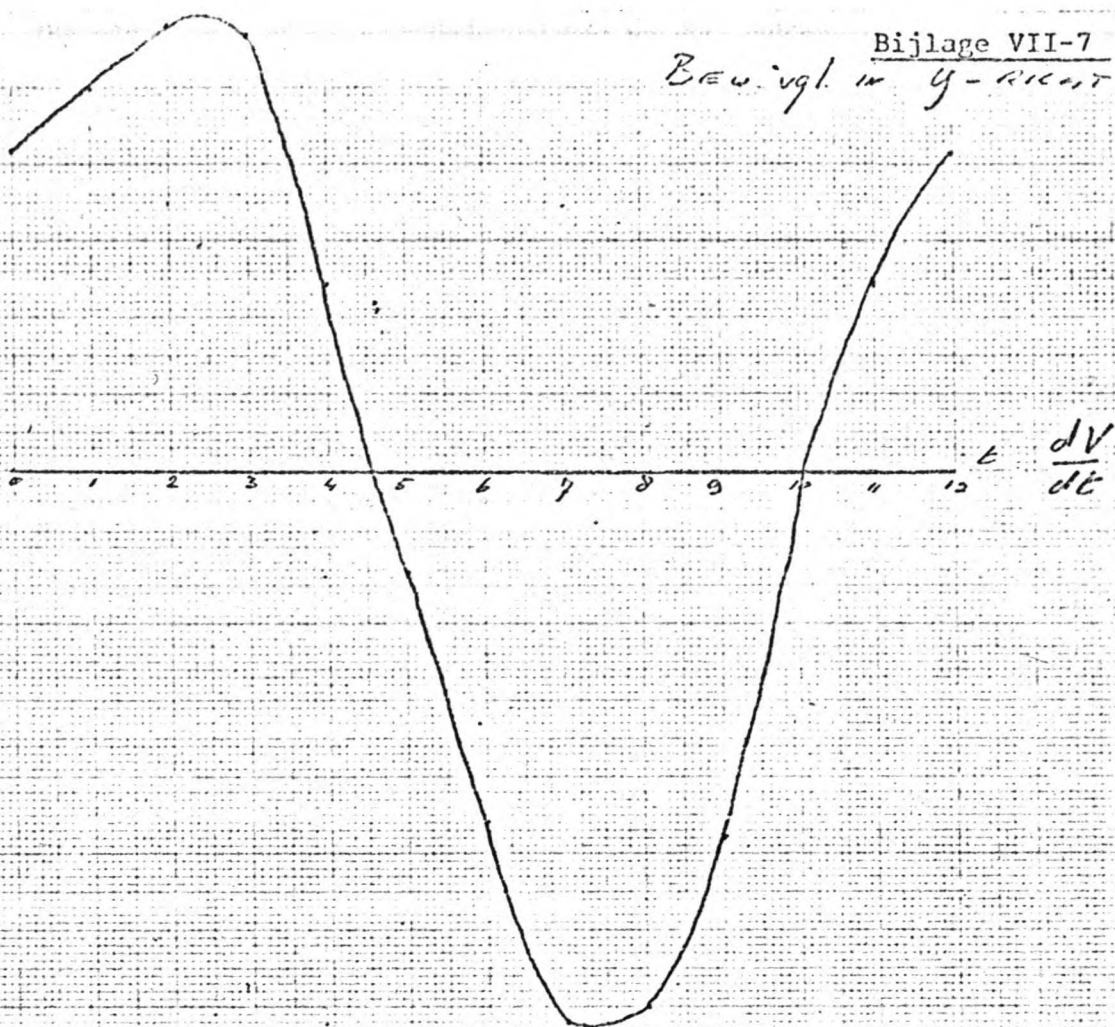
$\Gamma = 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

Tijd in uren

(7,24)

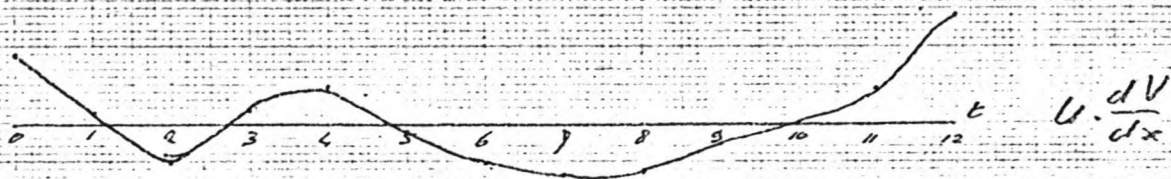
Bijlage VII-7
Bew. vgl. in y-richting

①



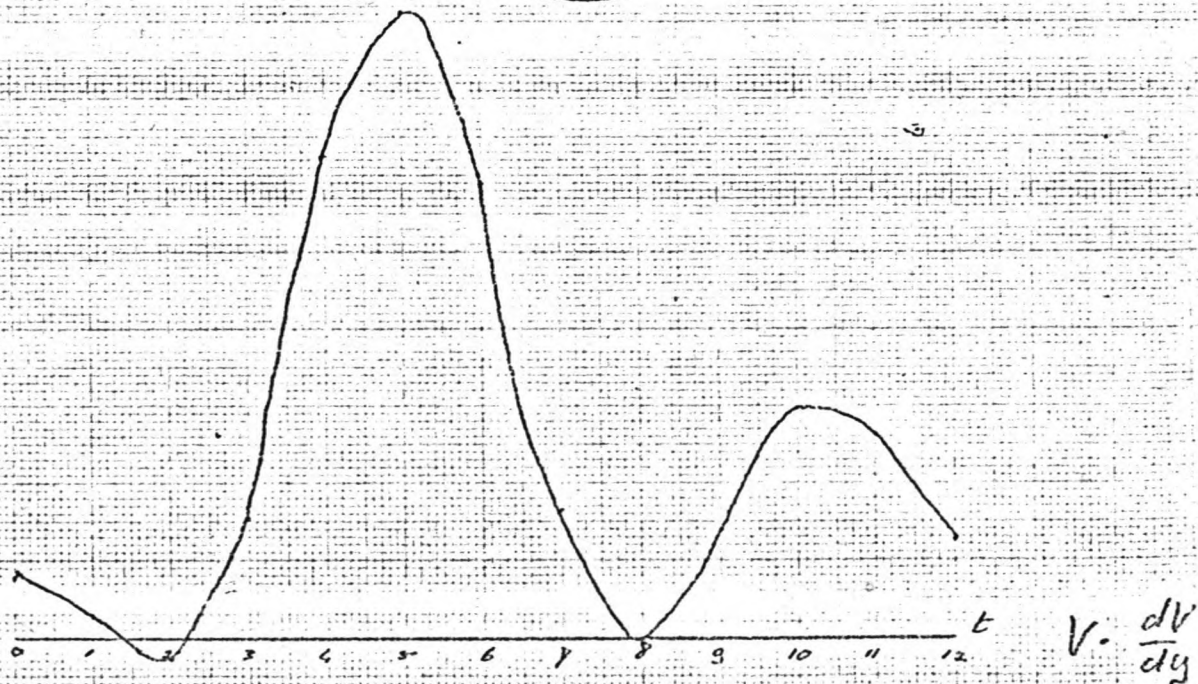
②

$\times 10$



③

$\times 10$



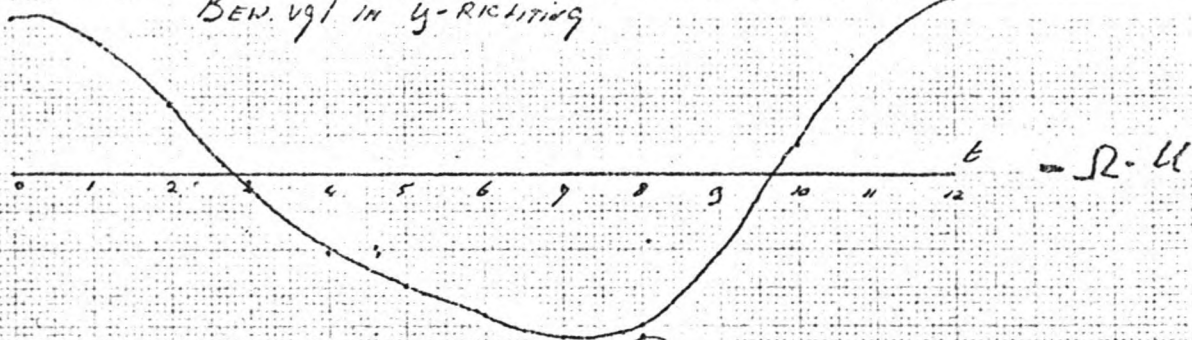
$\Gamma = 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}^2$

Tijd in uren

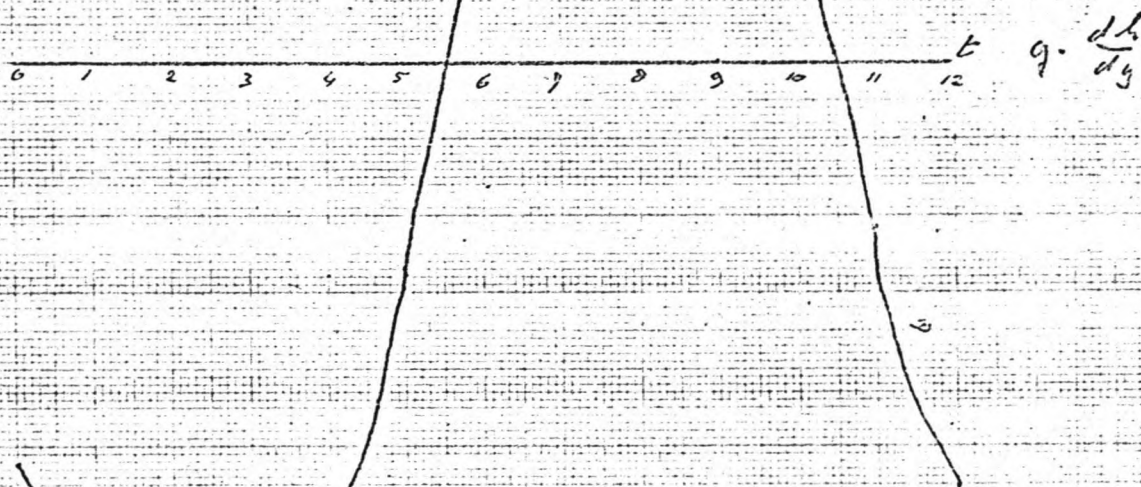
(7.24)

Bew. vgl in y-Richtung

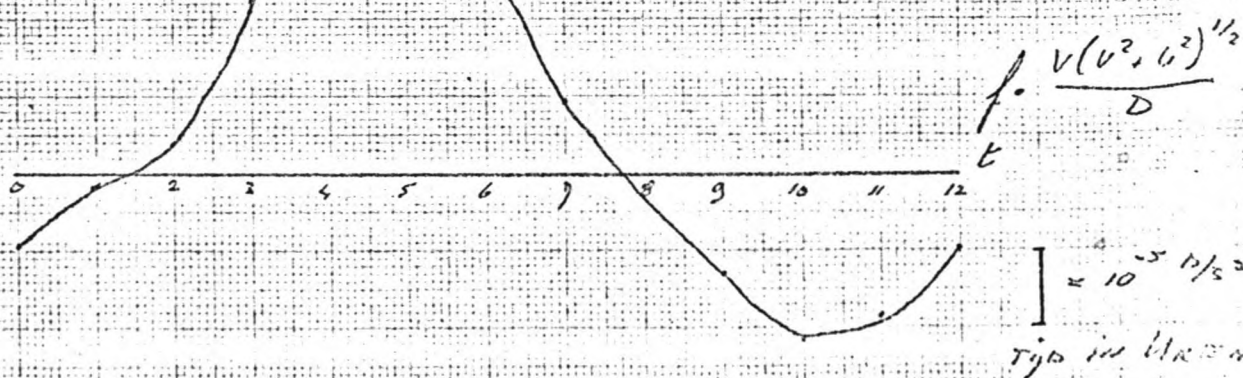
④



⑤



⑥

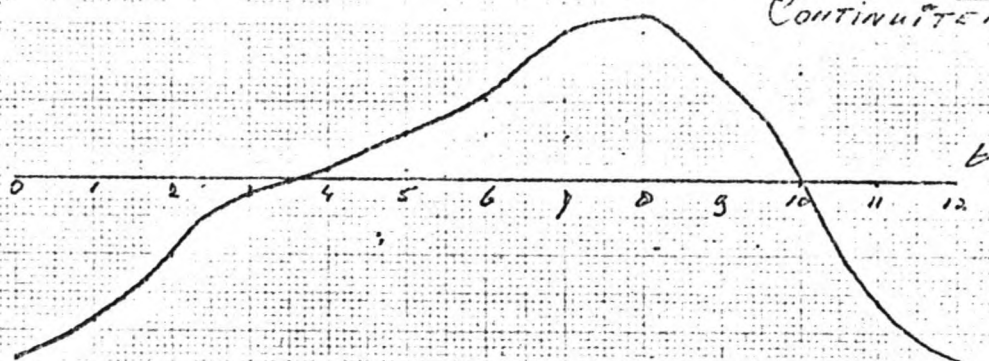


(7.24)

Bijlage VII-9

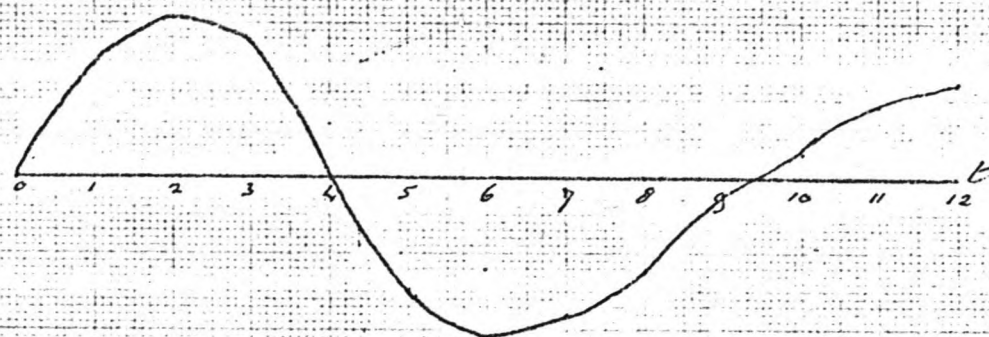
CONTINUÏTEIT 3 vgl.

①



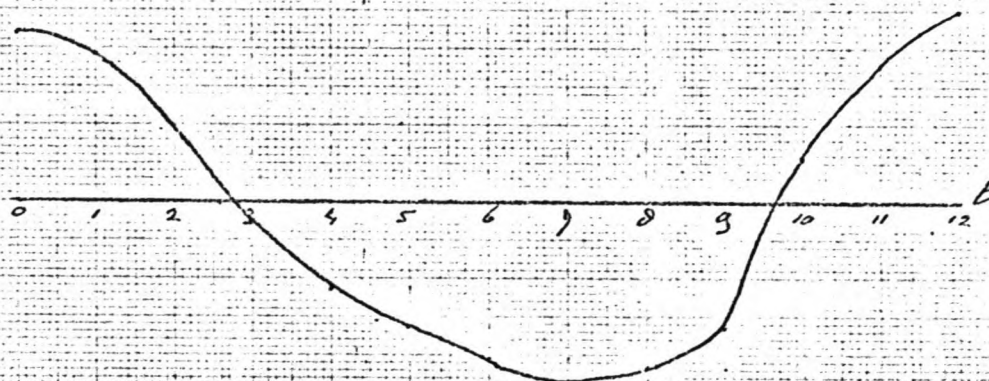
$\frac{dh}{dt}$

②



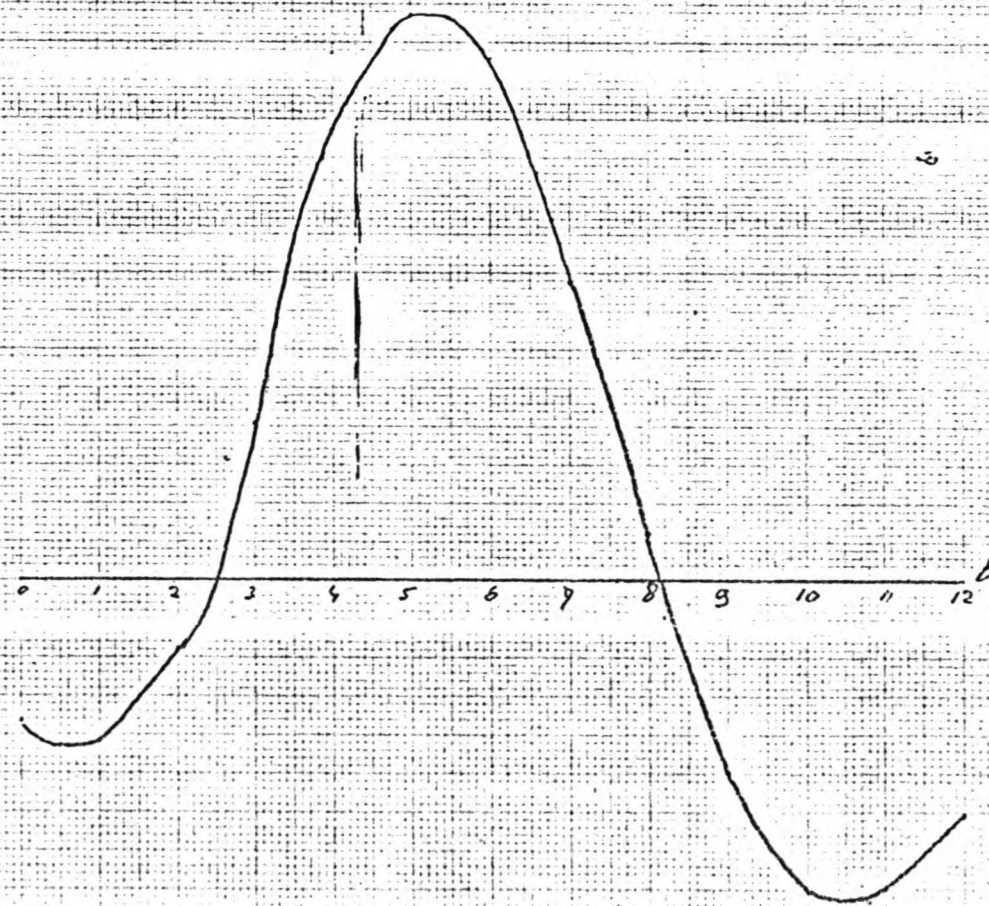
$D \cdot \frac{dh}{dx}$

③



$U \cdot \frac{dD}{dx}$

④



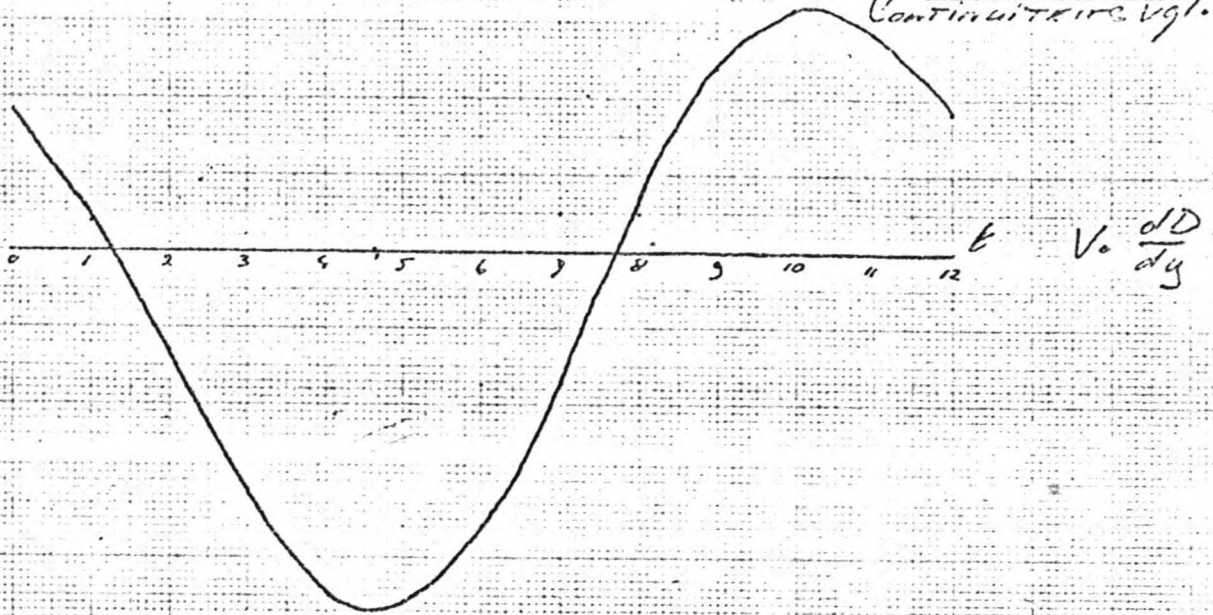
$D \cdot \frac{dV}{dy}$

$I = 5 \cdot 10^{-5} \text{ N/s}$
tijd in uren

(7,24)

Bijlage VII-10
Continuïteits vgl.

5



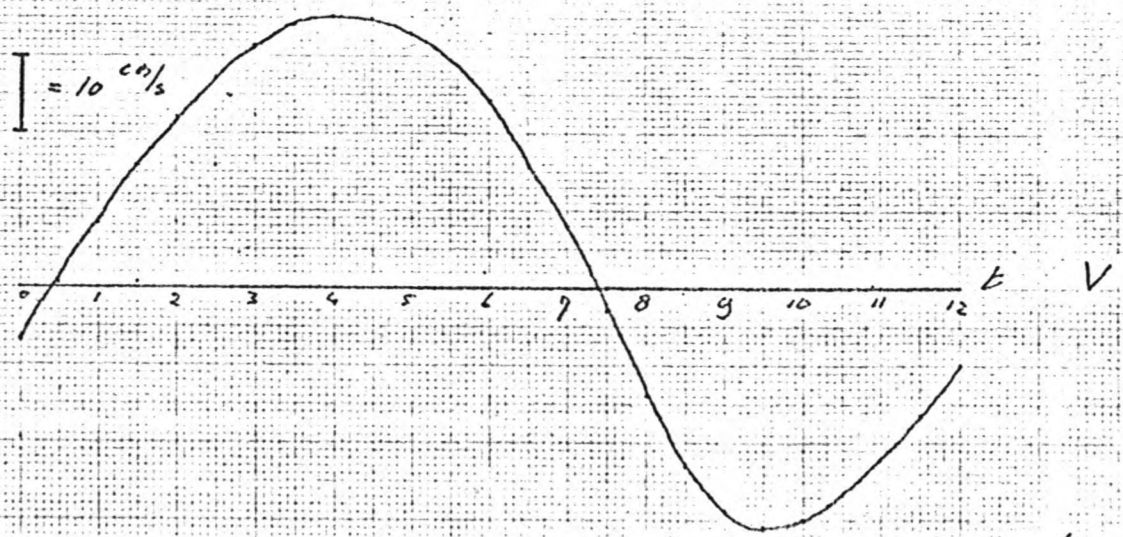
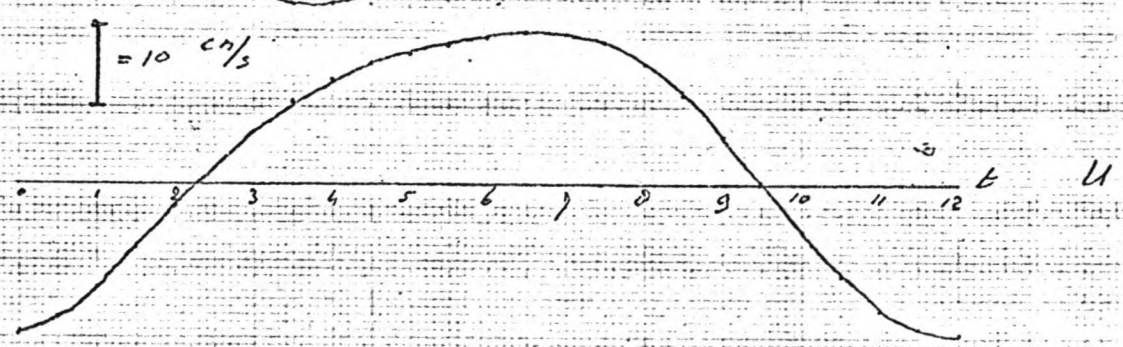
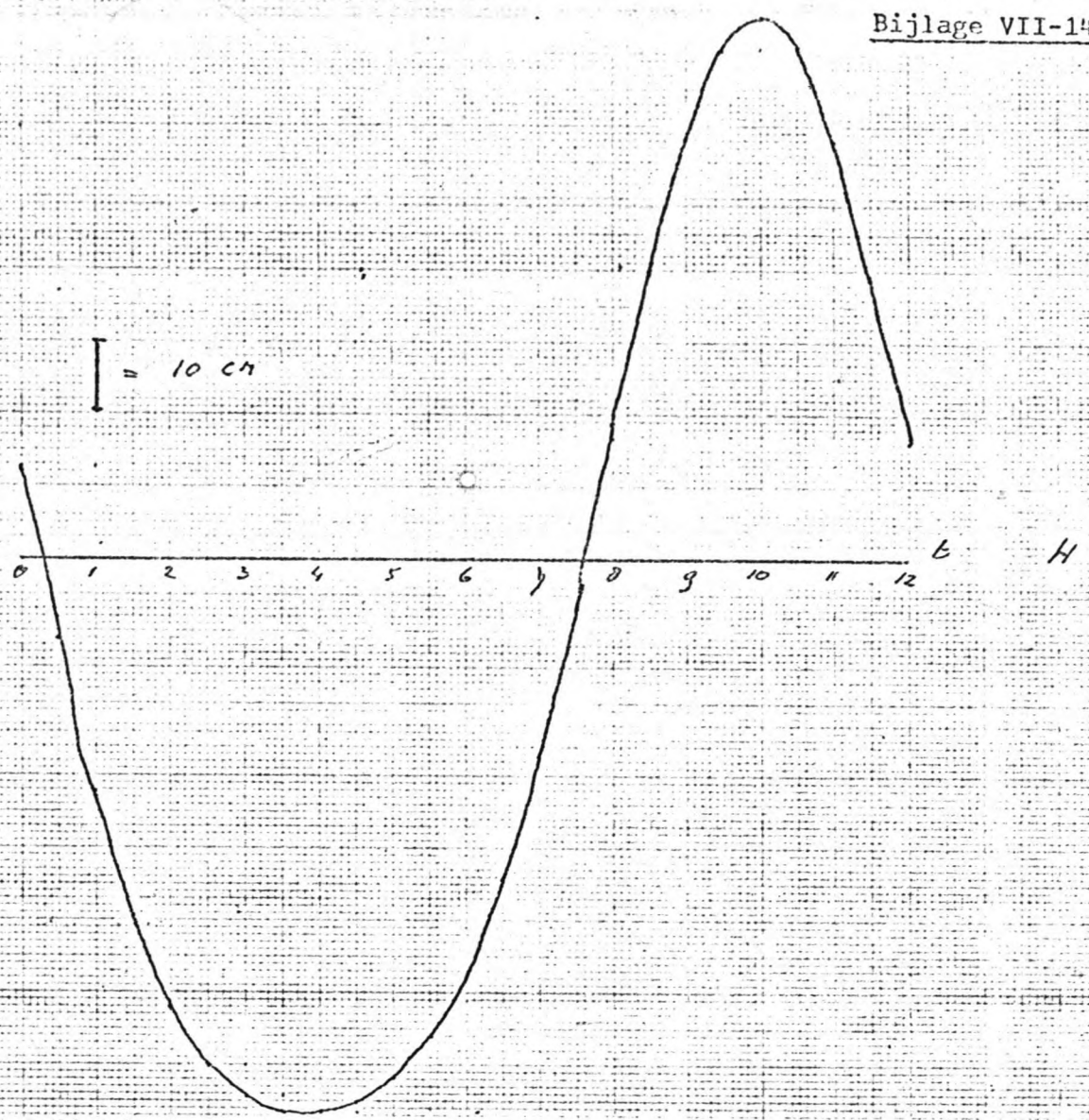
$\Gamma = 5 \cdot 10^{-5} \text{ 1/s}$
Tjd in hren.

Tijdschip	Bereijngsvergelyking in X-richting						Bereijngsvergelyking in Y-richting						Continuïteitsvergelyking					
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱
0	$\frac{dU}{dt}$	$U \cdot \frac{dU}{dt}$	$V \cdot \frac{dU}{dt}$	$\Omega \cdot V$	$g \cdot \frac{dU}{dt}$	$f \cdot \frac{d(U \cdot V)}{dt}$	$\frac{dU}{dt}$	$U \cdot \frac{dU}{dt}$	$V \cdot \frac{dU}{dt}$	$\Omega \cdot V$	$g \cdot \frac{dU}{dt}$	$f \cdot \frac{d(U \cdot V)}{dt}$	$\frac{dU}{dt}$	$U \cdot \frac{dU}{dt}$	$V \cdot \frac{dU}{dt}$	$\Omega \cdot V$	$g \cdot \frac{dU}{dt}$	$f \cdot \frac{d(U \cdot V)}{dt}$
1	-0,50	0	+0,20	-3,20	+6,00	-1,20	0,60	+6,80	+0,15	+0,13	+3,33	-0,50	-1,19	-0,88	-4,70	+11,06	-9,00	+9,11
2	+2,10	-0,08	+0,05	-0,08	-1,00	-0,68	-0,18	+0,11	+0,02	+0,05	+2,90	-11,00	-0,23	-0,15	-9,33	+9,11	-1,12	+2,01
3	+4,16	-0,05	-0,11	+2,12	-1,50	-0,35	-0,25	+0,41	-0,08	-0,05	+1,18	-11,50	+0,65	-0,02	-5,06	+1,93	+1,07	-3,52
4	+3,72	+0,01	-0,05	+6,63	-11,00	+0,18	-0,51	+1,29	+0,03	+0,25	+6,26	-11,50	+3,53	1,14	-1,03	+0,80	-1,10	+10,21
5	+2,32	0	+0,13	+9,35	-11,50	+1,23	+1,53	+3,99	+0,08	+1,02	+1,66	-19,00	+6,93	-0,36	+0,61	-5,63	-2,33	-2,17
6	+1,45	-0,06	+0,12	+9,71	-12,00	+1,81	1,09	-2,15	-0,02	+1,32	+3,10	-1,50	+7,56	-0,11	+2,06	-8,13	+3,63	-22,08
7	+1,40	-0,12	-0,07	+7,61	-11,00	+1,93	-0,59	-1,11	-0,09	+0,96	+3,02	+3,50	+1,18	-1,22	+5,25	-10,25	+5,02	-1,17
8	+0,15	-0,11	-0,18	+3,77	-1,50	+1,36	-1,71	-11,73	-0,11	+0,37	+3,18	+11,50	-0,27	-0,07	+9,64	-10,98	+19,35	-8,67
9	-1,95	-0,07	+0,10	-1,10	+0,50	+0,84	-1,68	-11,12	-0,11	-0,01	+3,25	+15,00	-0,27	-0,08	+10,72	-10,88	+3,05	+3,52
10	-5,12	-0,01	+0,56	-5,22	+8,50	+0,69	-0,60	-1,79	-0,06	+0,23	+5,69	+4,50	-3,12	+0,09	+1,09	-5,70	-1,33	+13,01
11	-5,57	-0,00	+0,61	-6,25	+13,50	-0,32	1,37	-9,50	+0,01	+0,19	+0,63	-3,00	-3,18	+1,15	-0,77	+1,35	+2,56	+13,94
12	-4,21	-0,04	+0,21	-6,09	+13,50	-1,34	0,09	+1,03	+0,08	+0,13	+3,70	-3,50	-3,01	+0,73	-0,71	+5,62	-2,01	+11,31
13	-0,63	-0,08	+0,06	-3,05	+9,00	-1,53	2,35	+6,84	+0,23	+0,21	+3,76	-3,00	-1,57	+0,19	-4,67	+6,06	+13,15	+9,11

1* Door vermenigvuldiging 1/6 wanneer wij de grafiek met $\frac{1600 \cdot 10^3}{g}$ zijn alle waarden ongeveer in 1000 vermenigvuldigd met 1000.

2* Alle waarden in 10,5 r/s.

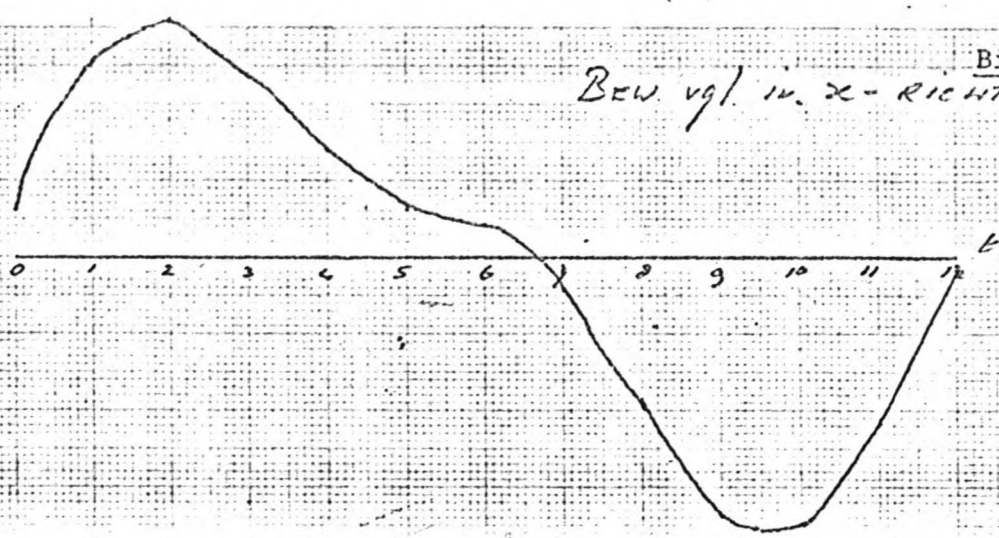
3* De rest-term is de som van de termen ① t/m ⑬.



Tijd in uren

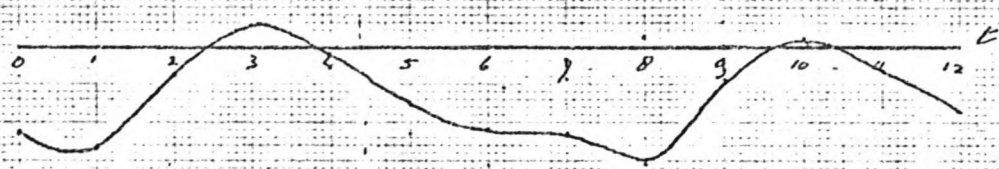
Bew. vgl. in x-richting

①



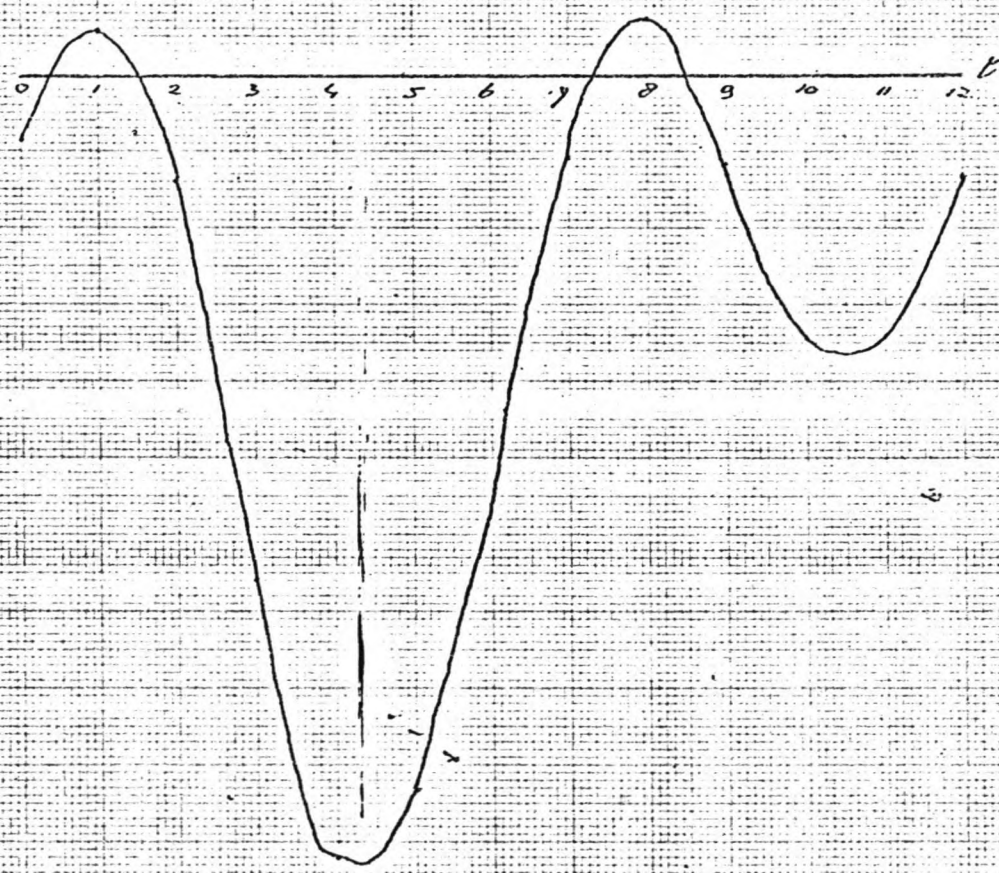
$\frac{dU}{dt}$

② $\times 10$



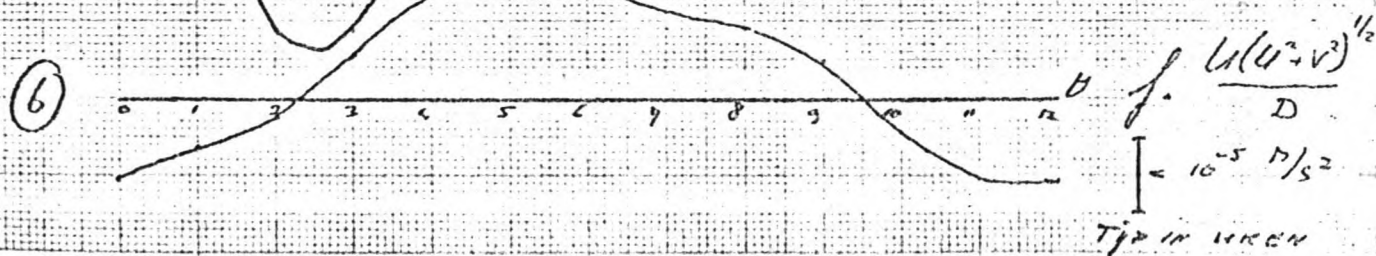
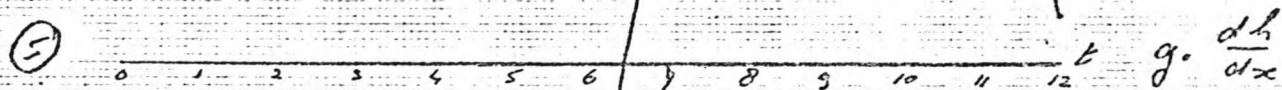
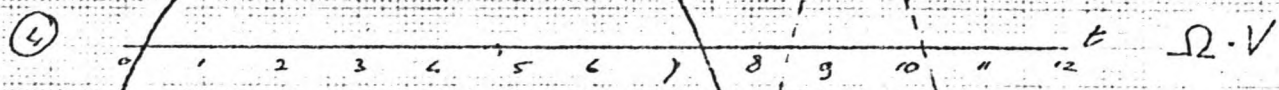
$U \cdot \frac{dU}{dx}$

③ $\times 10$



$V \cdot \frac{dU}{dy}$

$\tau = 10^{-5} \text{ s}$
Tijd in uren

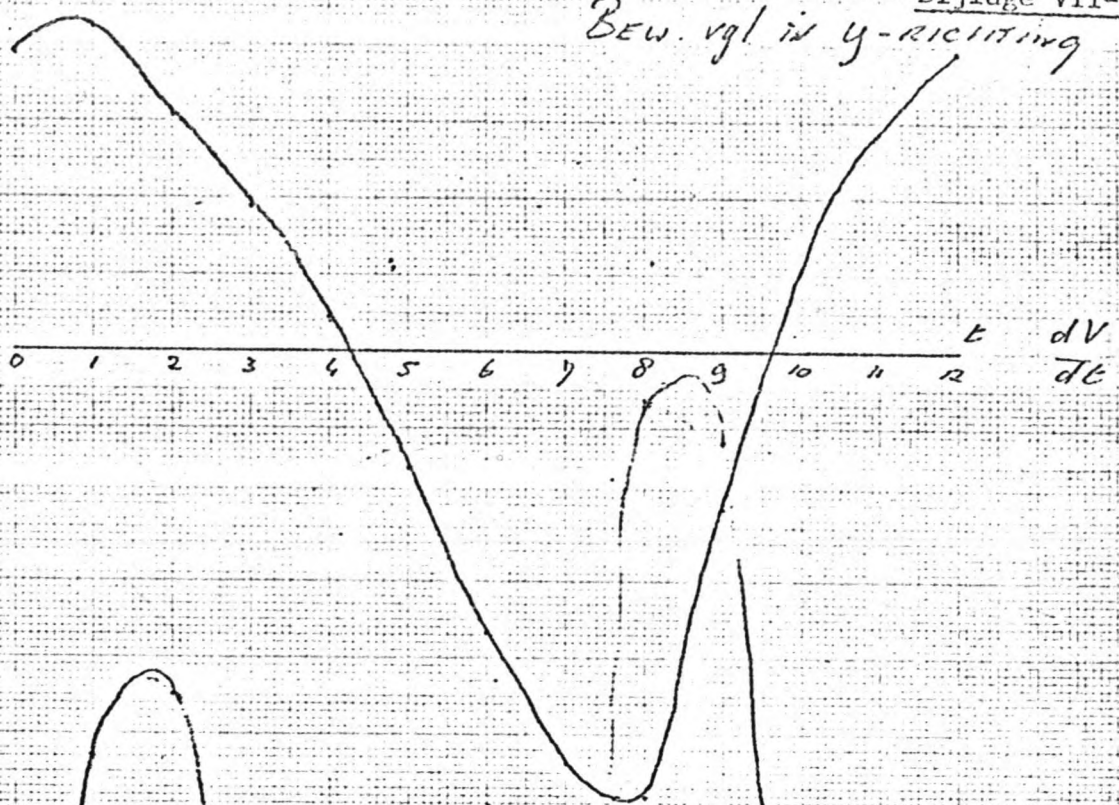


(15, 22)

Bew. vgl in y-richting

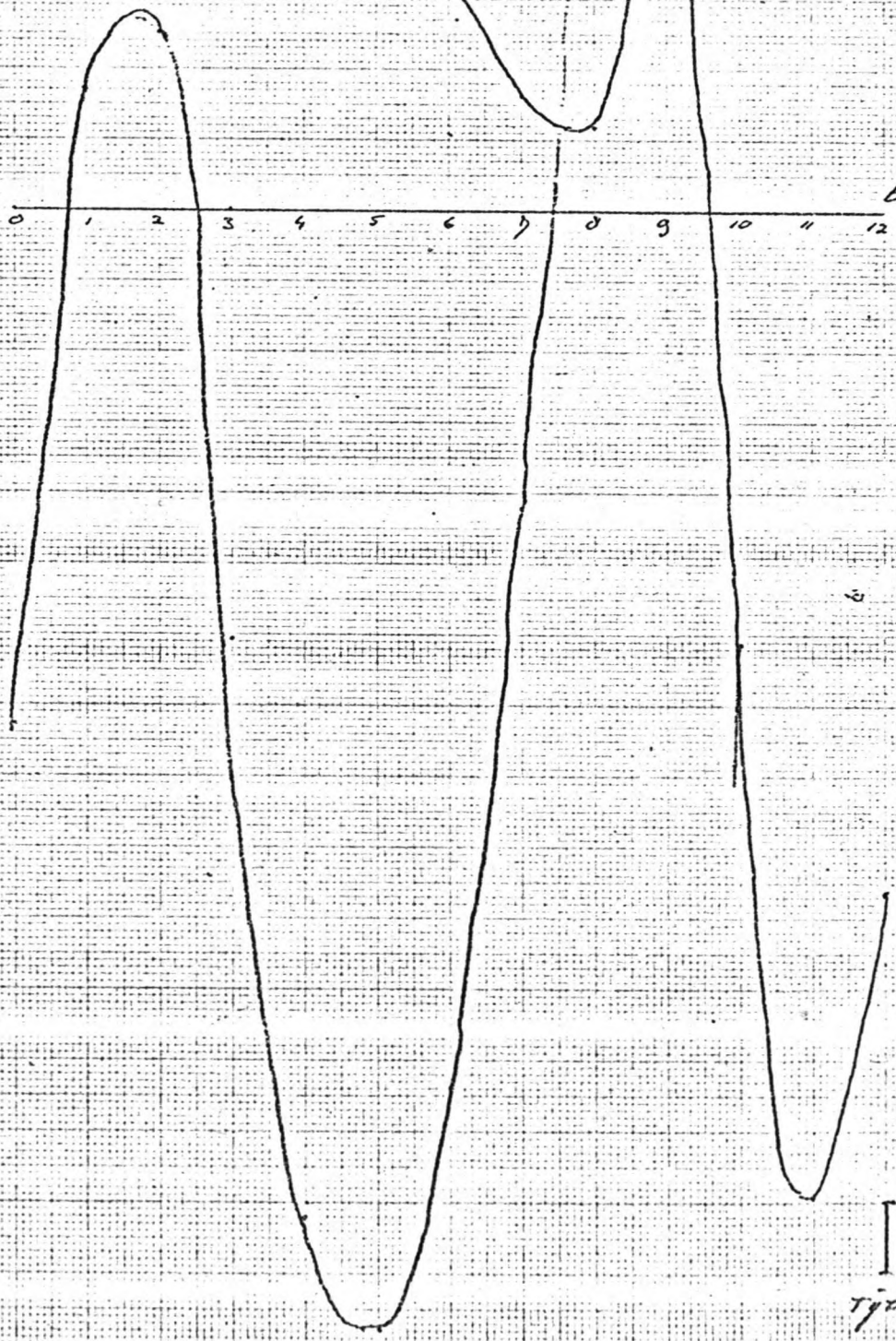
①

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 t $\frac{dV}{dt}$



! ② x 10

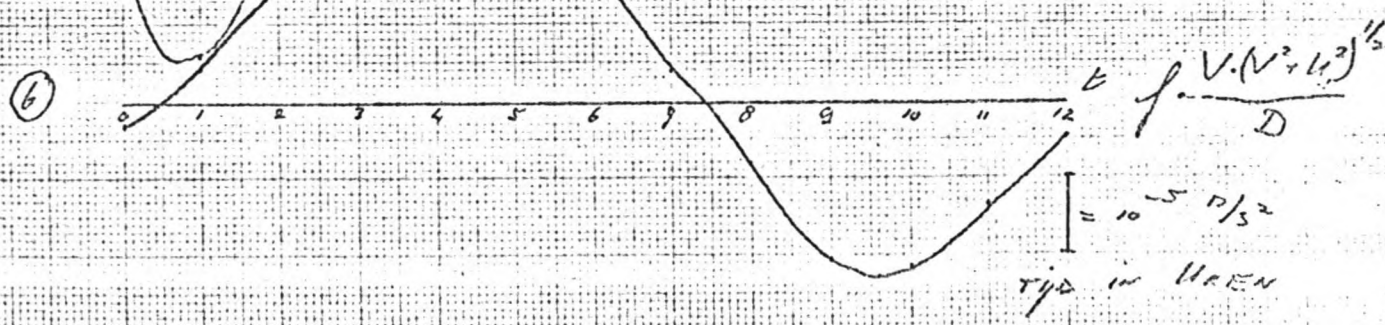
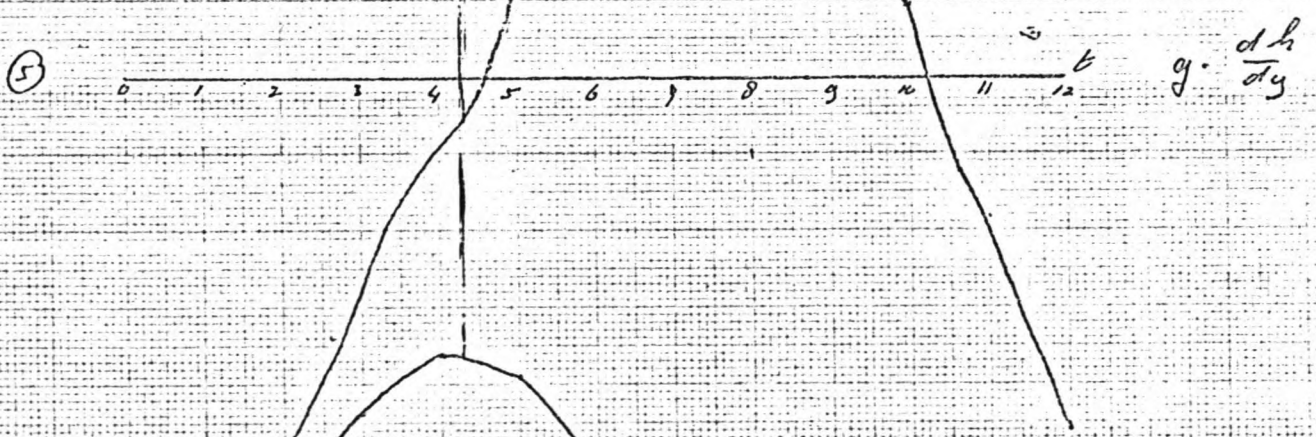
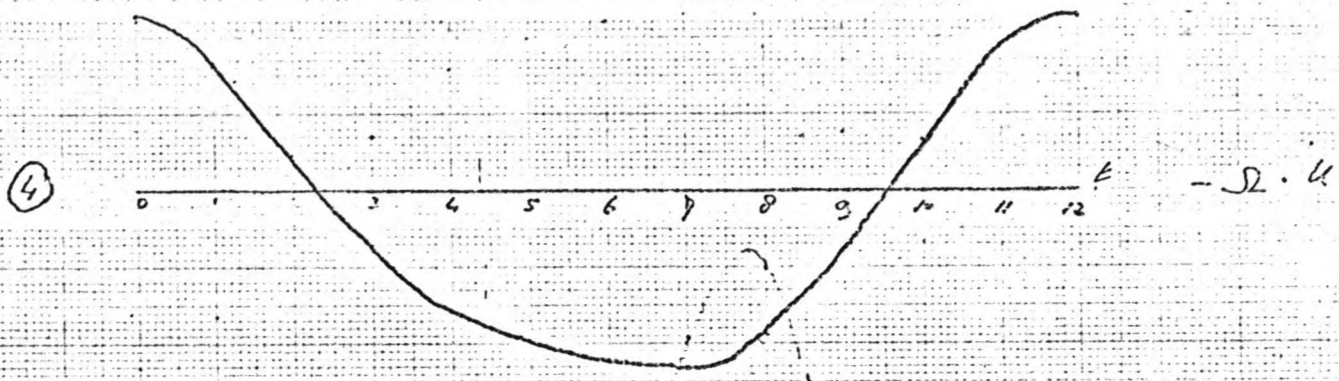
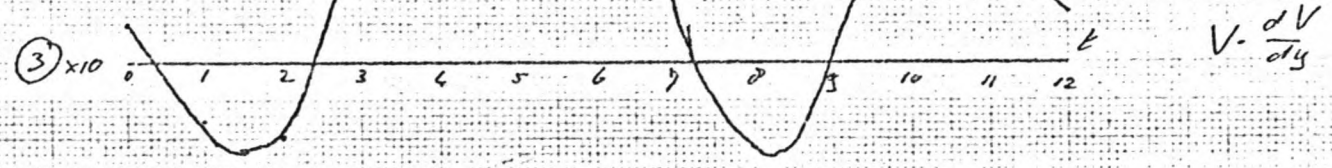
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 t $U \cdot \frac{dV}{dx}$



$\times 10^{-5} \text{ m/s}^2$
Tijp in uren

(15,22)

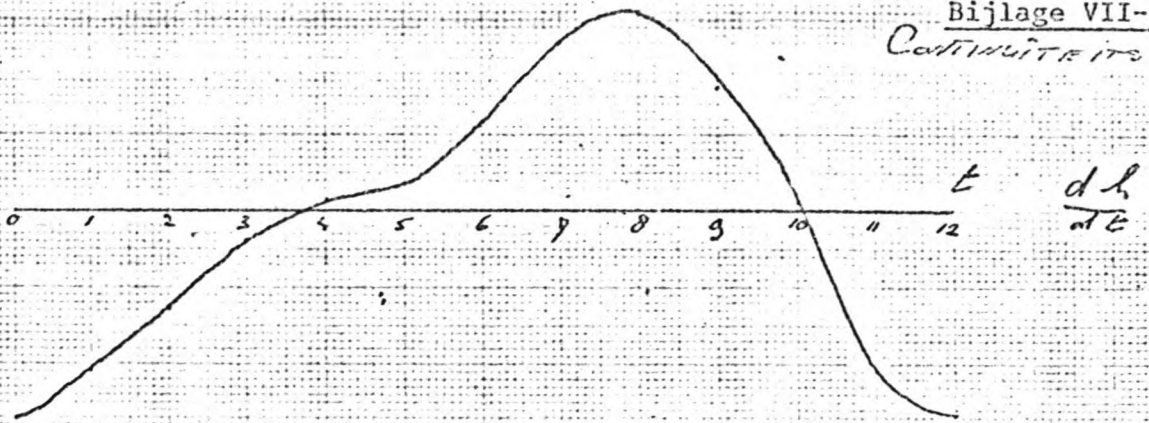
Bew. vgl. in y-Richtung Bijlage VII-18



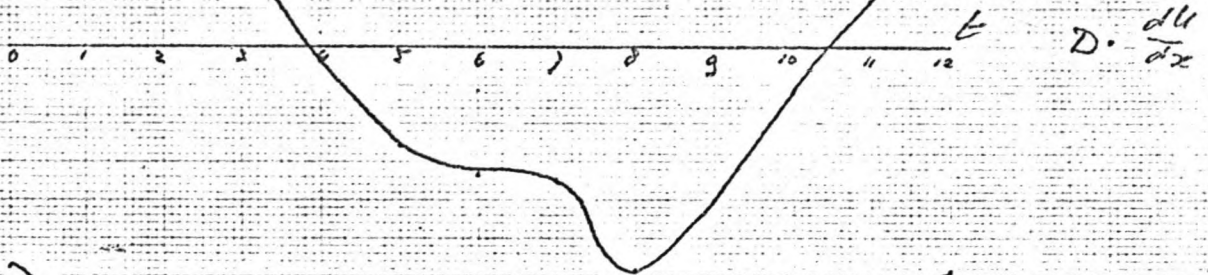
(15, 22)

Bijlage VII-19
Continuïteitsvgl.

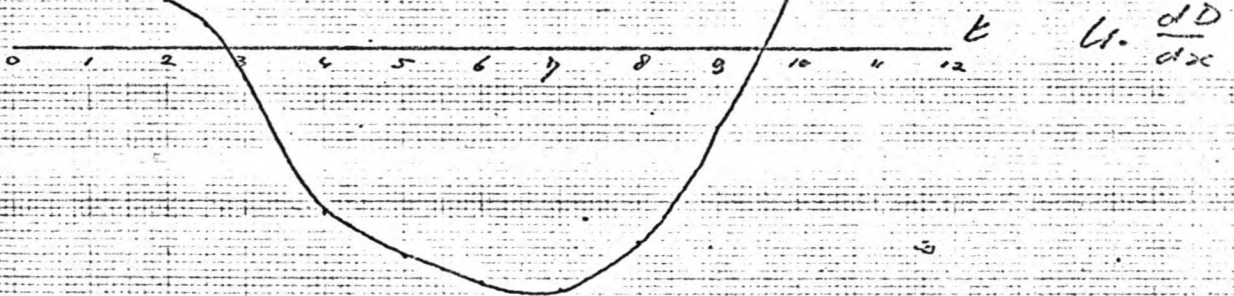
①



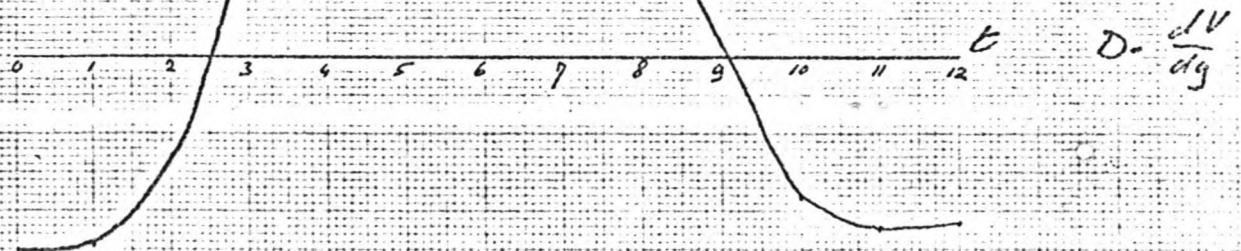
②



③



④



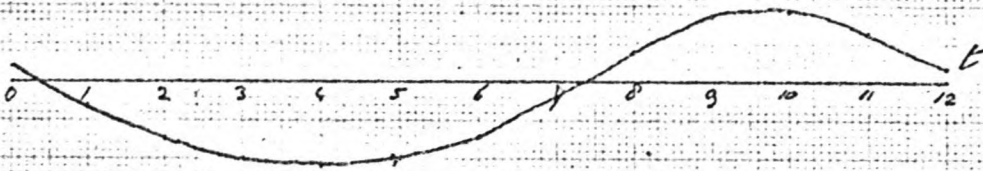
$\Gamma = 5 \cdot 10^{-5} \text{ 1/s}$
Tijd in uren

(15,22)

Bijlage VII-20

CONTINUÏTEITSVERGELIJKING

⑤



$V = \frac{dD}{dy}$

$25 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}^2$
Tijd in uren

Tijdstip	Bewegingsvergelijking in x-richting						Bewegingsvergelijking in y-richting						Continuïteitsvergelijking					
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱
	$\frac{d^2u}{dt^2}$	$u \cdot \frac{d^2u}{dt^2}$	$V \cdot \frac{d^2u}{dt^2}$	$\Omega \cdot V$	$g \cdot \frac{d^2u}{dt^2}$	$\frac{d^2u}{dt^2} \cdot \frac{d^2u}{dt^2}$	$\frac{d^2u}{dt^2}$	$u \cdot \frac{d^2u}{dt^2}$	$V \cdot \frac{d^2u}{dt^2}$	$\Omega \cdot V$	$g \cdot \frac{d^2u}{dt^2}$	$\frac{d^2u}{dt^2} \cdot \frac{d^2u}{dt^2}$	$\frac{d^2u}{dt^2}$	$u \cdot \frac{d^2u}{dt^2}$	$V \cdot \frac{d^2u}{dt^2}$	$\Omega \cdot V$	$g \cdot \frac{d^2u}{dt^2}$	$\frac{d^2u}{dt^2} \cdot \frac{d^2u}{dt^2}$
0	+ 1,00	- 0,18	- 0,14	- 1,09	- 1,50	- 1,73	+ 6,30	- 1,15	+ 0,08	+ 2,15	- 0,50	- 0,50	- 13,64	+ 8,72	+ 15,12	+ 12,59	- 12,59	+ 9,35
1	+ 5,11	- 0,22	+ 0,09	+ 1,13	- 1,50	- 1,03	+ 6,93	+ 0,28	- 0,12	+ 2,66	- 0,50	+ 0,67	- 10,42	+ 15,11	+ 11,26	- 12,23	- 1,51	- 1,51
2	+ 5,12	- 0,06	- 0,23	+ 1,23	- 1,50	- 0,20	+ 5,03	+ 0,51	- 0,16	+ 0,74	- 0,00	+ 2,26	- 6,36	+ 12,02	+ 2,13	- 6,15	- 3,65	- 3,65
3	+ 2,90	+ 0,05	- 1,01	+ 5,19	- 1,50	+ 0,88	+ 3,08	- 0,99	+ 0,25	- 1,19	- 0,50	+ 1,29	- 1,96	+ 6,10	- 3,03	+ 7,32	- 0,93	- 0,93
4	+ 3,27	- 0,01	- 1,61	+ 6,39	- 1,50	+ 2,22	+ 0,12	- 2,32	+ 0,70	- 2,57	- 0,50	+ 5,52	+ 0,50	- 0,91	- 10,06	+ 10,26	- 5,38	- 5,38
5	+ 1,04	- 0,12	- 1,52	+ 5,95	- 0,50	+ 2,72	- 3,19	- 2,58	+ 0,81	- 3,22	+ 2,00	+ 5,01	+ 1,03	- 6,11	- 11,57	+ 2,10	- 5,92	- 5,92
6	+ 0,72	- 0,08	- 0,90	+ 5,29	- 2,00	+ 2,53	- 5,28	- 3,02	+ 0,54	- 3,65	+ 2,00	+ 2,98	+ 0,78	- 8,32	- 15,23	+ 2,22	- 3,19	- 3,19
7	- 0,69	- 0,18	- 0,18	+ 1,23	+ 1,50	+ 1,83	- 0,74	- 0,69	+ 0,12	- 3,37	+ 1,50	+ 0,64	+ 1,0	- 8,19	- 15,69	+ 15,10	- 1,06	- 1,06
8	- 3,17	- 0,25	+ 0,12	- 2,73	+ 1,50	+ 1,10	- 0,57	+ 1,04	- 0,18	- 3,06	+ 12,00	- 1,32	+ 13,16	- 1,57	- 13,63	+ 1,66	+ 2,16	+ 2,16
9	- 5,48	- 0,07	- 0,19	- 5,37	+ 2,00	+ 0,78	- 3,35	+ 0,95	- 0,03	- 1,23	+ 1,50	- 2,10	+ 8,17	- 3,07	- 5,07	+ 0,93	+ 3,36	+ 3,36
10	- 5,66	+ 0,02	- 0,56	- 5,50	+ 0,50	- 0,72	+ 1,68	- 1,00	+ 0,27	+ 1,13	+ 1,50	- 3,52	+ 0,66	- 3,02	+ 4,65	- 0,07	+ 5,57	+ 5,57
11	- 3,53	- 0,05	- 0,56	- 5,03	+ 10,00	- 1,70	+ 1,67	- 2,07	+ 0,26	+ 3,09	- 3,00	- 3,21	- 10,66	+ 2,99	+ 13,82	- 1,97	+ 3,11	+ 3,11
12	- 0,18	- 0,14	- 0,22	- 1,77	+ 1,00	- 1,67	+ 6,39	- 1,57	+ 0,11	+ 3,69	- 7,50	- 0,80	- 13,17	+ 6,80	+ 15,36	- 10,68	+ 1,52	+ 1,52

¹* Door vermenigvuldiging $\frac{1}{6}$ waarden uit de gattiken met $\frac{1600}{g} \cdot 10^3$ zijn alle waarden opgegeven in 10's vermenigvuldigen over 1600 meter.

²* Alle waarden in 10's $\frac{1}{10}$.

³* De eerste is de son van de tekenen ① $\frac{1}{10}$ ②.

