

Technische Hogeschool Delft,
Afdeling der Weg- en Waterbouwkunde,
Vakgroep Kustwaterbouwkunde

Beschreven door

F. Franzen

en

Ir. W.T. Bakker

Computerprogramma's,
welke bij de Technische Hogeschool Delft
zijn ontwikkeld betreffende:
Kusten, Kustverdediging en aanverwante onderwerpen.

Computerprogramma's, welke bij de TH-Delft zijn ontwikkeld betreffende kusten, Kustverdediging en aanverwante onderwerpen.

In het volgende worden beschrijvingen gegeven van computerprogramma's betreffende kusten en kustverdediging welke geprogrammeerd zijn t.b.v. de IBM 360-65 van de TH-Delft.

De programma's hebben betrekking op de volgende onderwerpen:

1° Snelheidsveld en zandconcentraties in oscillerende stromen:

TA 1 - snelheidsveld in oscillerende stroom zonder reststroom				
SA 1 - zandconcentraties	"	"	"	"
TA 2 - snelheidsveld	"	"	met	"
SA 2 - zandconcentratie	"	"	"	"

2° Dynamica van getijgeulen:

CHERIE - getijberekeningsprogramma

Wadzand - bijbehorende zandtransportberekening, met in aanmerking nemen van golfgrootten (methode - Bijker).

3° Zandtransporten in golven (al of niet in combinatie met stroom):

BIJKZAN - berekening van het zandtransport t.g.v. golf en stroom volgens de methode - Bijker

ZAND - berekening van het zandtransport volgens de methode - Svašek bij een strand en vooroever die een hoek met elkaar maken.

4° Kustvormen en daarmee samenhangende refractie - en diffractie - programma's.

GB 2 - diffractieprogramma

GB 4 - refractieprogramma

De kustvorm-programma's kunnen worden verdeeld in zgn. "één-lijn-" en "twee-lijn-programma's". Bij de één-lijn-programma's wordt aangenomen dat alle dieptelijnen, gelegen boven een bepaalde diepte evenwijdig zijn; bij de twee-lijn-programma's dat de dieptelijnen van het strand evenwijdig zijn en evenzo de dieptelijnen van de vooroever, doch dat niet noodzakelijk de dieptelijnen van het strand evenwijdig aan de dieptelijnen van de vooroever zijn.

De beschreven twee-lijn programma's zijn:

RW0 - ontwikkeling van strand en vooroever bij een kust tussen 2 strand hoofden, die zich niet op de vooroever doorzetten.

RW4 - idem bij een kust net één strandhoofd dat zich niet tot de vooroever doorzet.

Verder worden de volgende één-lijn programma's beschreven:

RW8 - Kustlijnberekening bij een kust met één havendam (inclusief berekening invloed diffractie).

RW9 - Kustlijnberekening bij een kust tussen 2 dammen (inclusief berekening invloed diffractie).

Bij de RW-serie programma's wordt wel de invloed van diffractie in rekening gebracht, maar er wordt aangenomen, dat de waterdiepte bij de kop van de dam gelijk is aan de waterdiepte ver in zee en dat alle dieptelijnen boven dit niveau meedoen aan het kustvervormingsproces (zie fig. bij RW8). Deze schematisatie is voor vele in het prototype optredende omstandigheden te grof, op het ogenblik wordt gewerkt aan twee universele programma's:

KC - Kustconstanten

KL - Kustlijn

De faciliteiten van deze programma's zijn vermeld in de programmabeschrijvingen.

5° Golfoploop bij dijken:

GO 1: Mathematisch model voor de berekening van golfoploop

6° Dieptelijnen tekenen:

Zie de betreffende programmabeschrijving.

De programma's Cherie en GO 1 zijn ontwikkeld door de vakgroep Vloeistofmechanica (resp. door ir. N. Booy en o.l.v. dr. ir. J. A. Battjes)

Het ad 6° genoemde programma is door ir. W. Massy (momenteel werkzaam bij de vakgroep Kustwaterbouwkunde) ontwikkeld aan de Oregon State University in Amerika. Het Bijkzan programma is o.l.v. prof. dr. ir. W. Bijker in het Waterloopkundig Laboratorium de Voorst ontwikkeld. De overige programma's zijn onder begeleiding van ir. W.T. Bakker tot stand gekomen of door hemzelf vervaardigd in nauwe samenwerking tussen de Afd. Kustonderzoek van de Dir. W. en W. van de Rijkswaterstaat en de Vakgroep Kustwaterbouwkunde van de Technische Hogeschool.

De indeling van de programmabeschrijvingen is als volgt.

Eerst wordt de naam aan het programma gegeven en (zo mogelijk) de titel van

de literatuur, waarin het programma in detail is beschreven. Daarna wordt een globale beschrijving van respectievelijk de werking van het programma en van de uitvoer gegeven, waarna in een commentaar wordt ingegaan op de wenselijkheid van implementatie van de betreffende programma's op de P 1400 - computer van de Dienst Informatie Verwerking (D.I.V.) van de Rijkswaterstaat.

Dit commentaar kan als volgt worden samengevat.

De ad 1^o genoemde programma's zijn researchprogramma's in ontwikkeling; implementatie op de DIV-computer is nog niet nodig.

Het Cherie-getij programma is niet duidelijk beter (of slechter) dan de bij Rijkswaterstaat gebruikelijke "één-dimensionale" getijprogramma's en zou als zodanig dus niet te hoeven worden geïmplementeerd. Het Wadzand-programma sluit hierop aan; hoewel het nog in ontwikkeling is, geeft het reeds zoveel informatie, dat de implementatie van dit programma of de vervaardiging van iets soortgelijks voor de DIV-computer (eventueel aansluitend bij een bij de RWS gebruikelijke getijberekening) nuttig zou zijn.

Het programma "Bijkzan" is reeds geïmplementeerd voor de DIV-computer en ook per telex aanroepbaar; het programma "Zand" wordt geïmplementeerd.

De kustlijn-programma's (één-lijn programma's) worden op het ogenblik gestandardiseerd tot het tweetal KC en KL; deze laatste zullen t.z.t. voor implementatie op de DIV-computer in aanmerking komen. De 2-lijn programma's vragen nog enige nadere ontwikkeling.

Het golfoploop-programma is een research-programma; het zou nuttig zijn als deze research zou worden doorgezet.

Het programma "Dieptelijnen" overlapt het BODKAR-programma van de DIV slechts gedeeltelijk (men kan namelijk starten vanuit ad random gelegen punten waarvan de x,y, en z coördinaat bekend zijn); het zou zeer nuttig zijn als de DIV over een soortgelijk programma de beschikking had.

Tenslotte mag de volgende waarschuwing niet ontbreken: Alle programma's geven een mathematische benadering van de werkelijkheid en de resultaten die hieruit volgen kunnen slechts bij toeval beter zijn door de aannamen waarop de berekeningen gebaseerd zijn. Een sterke schematisering van de werkelijkheid is in alle morfologische programma's onvermijdelijk. Het baseren van conclusies, alleen op dit soort berekeningsresultaten, zonder een gelijktijdige ijking aan prototypemetingen en/of modelresultaten is ten sterkste af te raden.

Naam Programma: TA - 1

Memo 72 - 23^b

Bottom friction and velocity
distribution in an oscillatory
flow

by ir. W.T. Bakker.

Beschrijving: Dit programma berekent de schuifspanningssnelheden "P" en de oscillerende bewegingssnelheid "U" als functie van de diepte in een oscillerende stroom zonder reststroom. Vlak bij de bodem wordt een sinusoidale schuifspanningssnelheid PNUL verondersteld, waaruit de schuifspanning als functie van de diepte berekend wordt. De schuifspanning in de stroom wordt gevonden uit een differentiaalvergelijking die opgelost wordt volgens een expliciete methode, waarbij een "pulsating grid" gebruikt wordt.

Het programma begint met een "Fourier Analyse Procedure". Nadat de berekende "P" waarden harmonisch geanalyseerd zijn, wordt de schuifspanningssnelheid geïntegreerd tot "U" en de resultaten afgedrukt. Nadat "U" harmonisch geanalyseerd is, wordt de modulus en de fase van "P" en "U" afgedrukt en wordt de wrijvingscoëfficiënt $f_w = \frac{2\tau}{\rho U_\infty^2}$ berekend.

- Invoer:
1. M : de kleinste grid-lengte is gelijk aan 2^{-m-1} . YMAX
 2. YMAX : maximale hoogte boven de bodem van de turbulente grenslaag.
 3. PRINTT: het interval in tijdstappen waartussen P moet worden afgedrukt.
 4. ENDT : aantal golfperiodes, waarvoor de berekening uitgevoerd moet worden.
 5. OUTPUT: waarden, die aangeven voor welke niveau's y boven de bodem P afgedrukt moet worden.

Uitvoer: Tabel van de schuifspanningssnelheden in golven. [Iedere rij geeft de waarde van P voor verschillende hoogten boven de bodem op één bepaald tijdstip.]

Grafiek van P als functie van de tijd voor verschillende hoogten boven de bodem.

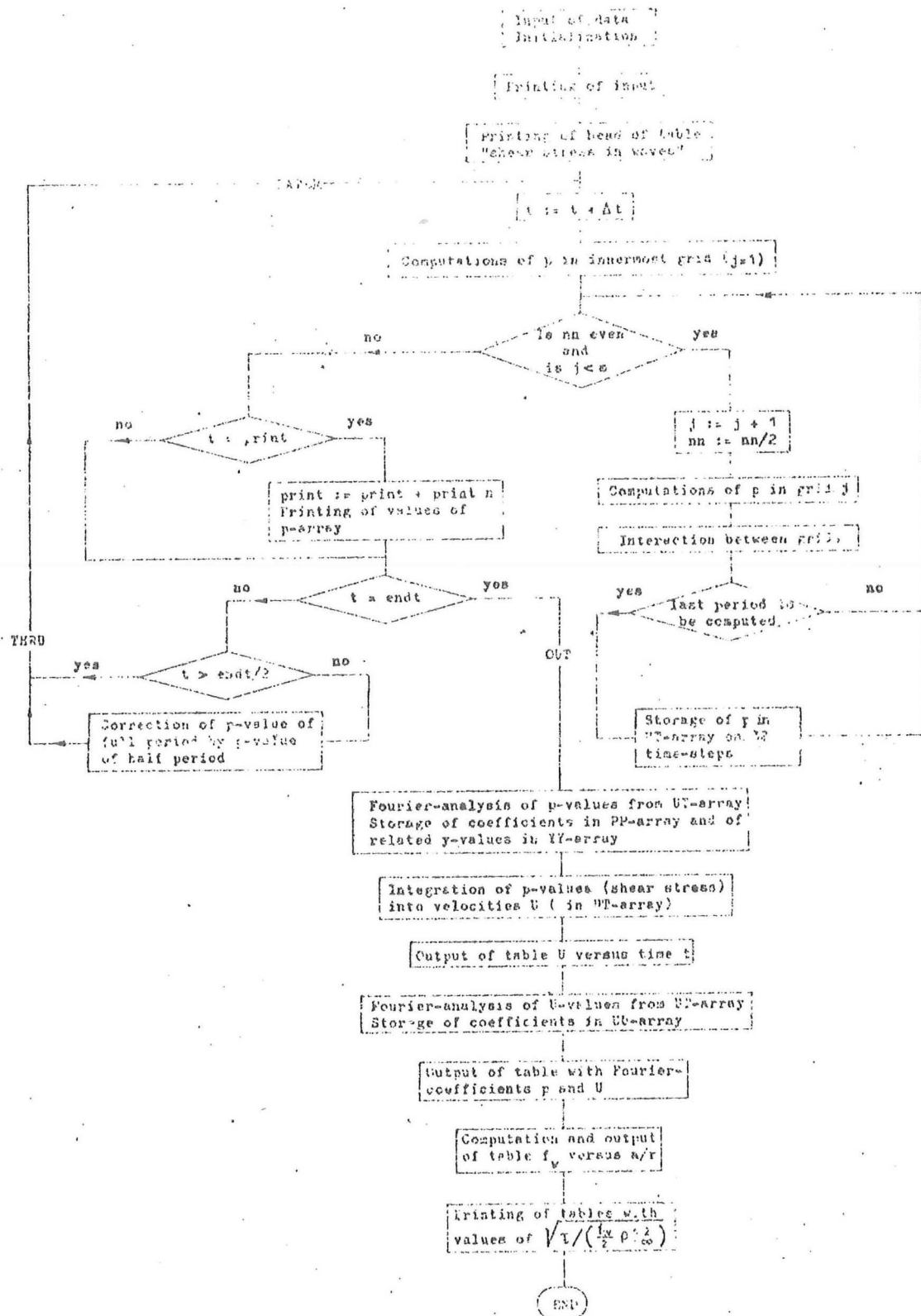
Tabel van de snelheden "U" in de grenslaag. [Iedere rij geeft de waarde van U voor verschillende hoogtes boven de bodem op één bepaald tijdstip.]

Grafiek van U als functie van de tijd voor verschillende hoogten
boven de bodem.

De snelheidsverdeling over de hoogte op verschillende tijdstippen.
De waarden van wrijvingscoëfficiënt f_w uitgezet tegen de verhouding
amplitude/ribbelhoogte.

Commentaar: Dit programma is duidelijk een research-programma; implementatie
voor de DIV-computer lijkt niet nodig.

FLOW DIAGRAM TA1-PROGRAM - SHEAR STRESS BY WAVES



Naam programma: SA-1

Memo 72-28^b

Sand concentration in an
oscillatory flow

by Ir. W.T. Bakker.

Beschrijving: Dit programma berekent de concentraties c , de schuifspanningssnelheden P en de oscillerende snelheden U in een oscillerende stroom zonder reststroom.

Vlak bij de bodem wordt een sinusoidale schuifspanningssnelheid P_{NUL} verondersteld, waaruit de interne schuifspanning en de turbulente viscositeit ϵ berekend wordt. De zandconcentraties worden berekend uit de differentiaalvergelijking:

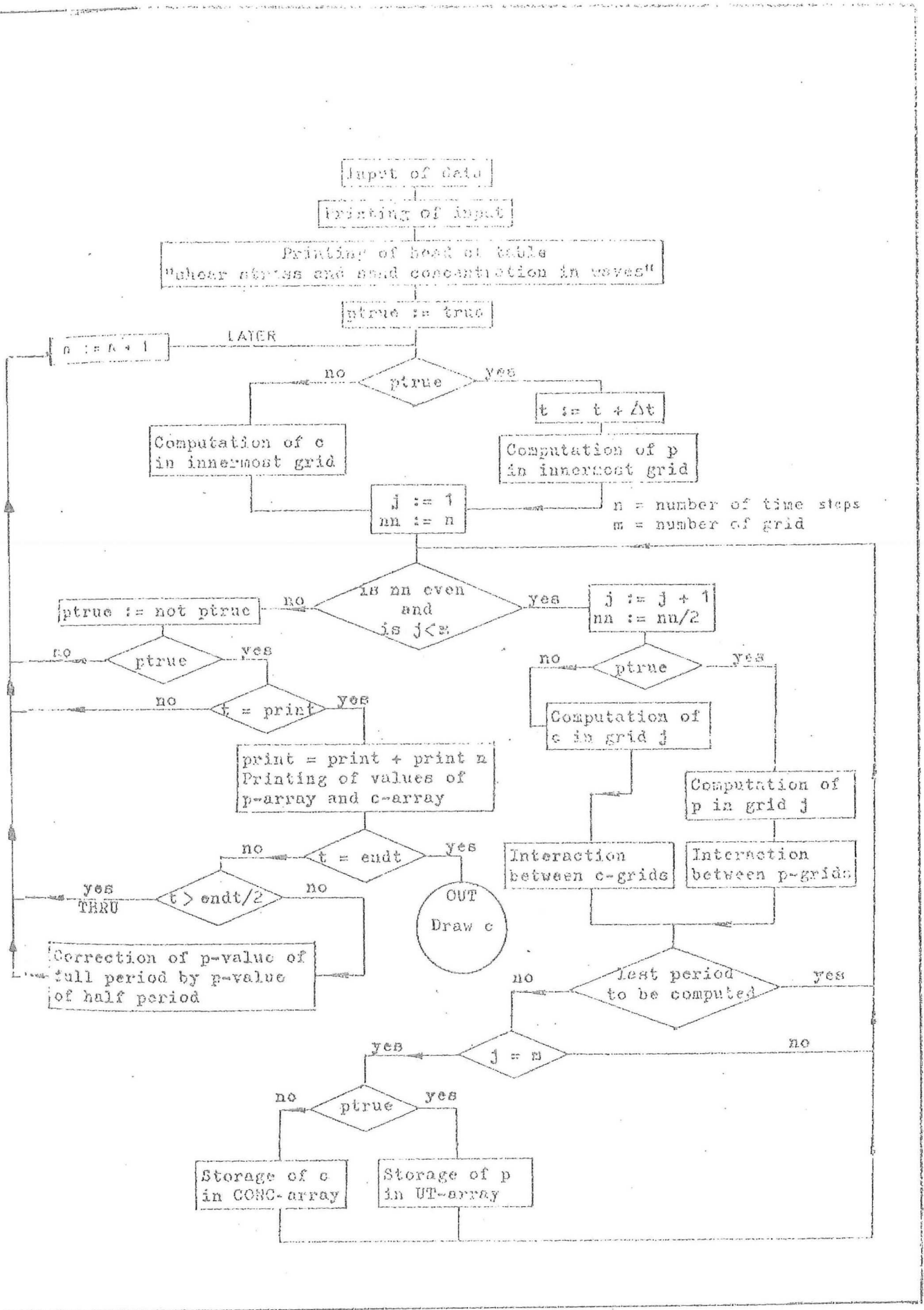
$$\frac{\delta c}{\delta t} = \frac{\delta}{\delta z} (\epsilon \frac{\delta c}{\delta z} + wc)$$

waarin w de valsnelheid is. De bodemconcentraties wordt verondersteld evenredig te zijn aan de modulus van deze schuifspanningssnelheid. [Zie de stroomschema's.]

- Invoer:
1. M : de kleinste gridlengte is gelijk aan $Y_{MAX} * 2^{**}(-M-1)$
 2. Y_{MAX} : maximale hoogte boven de bodem
 3. PRINTN: het interval in tijdstappen waartussen P moet worden afgedrukt.
 4. ENDT : aantal golfperioden, waarvoor de berekening uitgevoerd moet worden.
 5. W : dimensieloze valsnelheid = $W/U(INF)/SQRT(FW/2)$
 6. OUTPUT: waarden, die aangeven voor welke niveau's Y boven de bodem, P afgedrukt moet worden.

Uitvoer: Tabel van de schuifspanningssnelheden P en de zandconcentraties C in golven.
Grafiek van de concentraties, als functie van de tijd voor verschillende hoogtes boven de bodem.

Commentaar: Dit programma is duidelijk een research-programma, waarvoor implementatie op de DIV-computer niet noodzakelijk is.



Sand concentration in an
oscillatory flow

C.E.C. Kopenhagen 1974

door ir. W.T. Bakker

Naam Programma: TA - 2

Beschrijving: Dit programma berekent de schuifspanningssnelheden P en de oscillerende bewegingssnelheid van U als functie van de diepte in een heen en weer gaande stroom met reststroom. Vlak bij de bodem wordt een periodieke schuifspanningssnelheid PNUL verondersteld, bestaande uit een gemiddelde schuifspanningssnelheid VSTAR en 3 bovenharmonischen, waaruit de schuifspanning als functie van de diepte berekend wordt. De schuifspanning in de stroom wordt gevonden uit een differentiaalvergelijking, die opgelost wordt volgens een expliciete methode, waarbij een "pulsating grid" gebruikt wordt.

Het programma begint met een "Fourier Analyse Procedure". Nadat de berekende P waarden harmonisch geanalyseerd zijn, wordt de schuifspanningssnelheid geïntegreerd tot U en de resultaten afgedrukt en getekend.

Nadat U harmonisch geanalyseerd is, wordt het gemiddelde de modulus en de fase van 1^e t/m 3^e harmonische P en U afgedrukt en wordt (provisorisch) de wrijvingscoëfficiënt $f_w = 2\hat{\tau}/(\rho U_\infty^2)$ berekend.

- Invoer:
1. M : de kleinste gridlengte, is gelijk aan 2^{m-1} . YMAX
 2. YMAX : maximale hoogte boven de bodem van de turbulente grenslaag
 3. PRINTT : het interval in tijdstappen waartussen P moet worden afgedrukt
 4. ENDT : aantal golfperiodes, waarvoor de berekening uitgevoerd moet worden.
 5. OUTPUT : waarden, die aangeven voor welke niveau's Y boven de bodem, P afgedrukt moet worden.

Uitvoer: Tabel van de schuifspanningssnelheden in golven (iedere rij geeft de waarde van P voor verschillende hoogten boven de bodem op één bepaald tijdstip).

Grafiek van P als functie van de tijd voor verschillende hoogten boven de bodem.

Tabel van de snelheden U in de grenslaag.

Naam Programma: SA-2

Sand concentration in an
oscillatory flow.

C.E.C. Kopenhagen 1974

door ir. W.T. Bakker

Beschrijving: Dit programma berekent de concentratie C, de schuifspanningssnelheid P en de oscillerende snelheden U in een heen en weer gaande stroom met reststroom. Als randvoorwaarde wordt een gegeven schuifspanningssnelheid PNUL vlak bij de bodem verondersteld. PNUL is in een functie van de tijd en is samengesteld uit een gemiddelde (VSTAR) en 3 harmonischen. Hieruit wordt de interne schuifspanning en de turbulente viscositeit ϵ berekend.

De zandconcentraties worden berekend uit de differentiaalvergelijking $\frac{\delta c}{\delta t} = \frac{\delta}{\delta z} (\epsilon \frac{\delta c}{\delta z} + w.c)$, waarin w de valsnelheid is.

De bodemconcentraties worden verondersteld gelijk te zijn aan de kans P_r , dat een korreltje van de bodem wordt opgenomen

$$[P_r = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} e^{-z^2/2} dz] \quad [\text{zie CERC Memo 2 Kalkanis}]$$

$$\beta \cdot \psi - \frac{1}{\eta_0}$$

ψ wordt gelijk genomen aan ψ_{\min}/p^2 .

Het programma lijkt erg veel op het SA-1 programma, beschreven in Memo 72-28A, door Ir. W.T. Bakker. In de eerste twee perioden wordt er niet gerekend met rest stroom, om op die manier van de aanvangsverstoringen af te komen.

- Invoer:
1. M : de kleinste gridlengte, is gelijk aan $YMAX*2**(-M-1)$
 2. YMAX : maximale hoogte boven de bodem, waarmee gerekend wordt.
 3. PRINTN : interval in tijdstappen waartussen P afgedrukt moet worden.
 4. ENDT : aantal golfperioden, waarvoor de berekening moet worden uitgevoerd.
 5. W : dimensieloze valsnelheid = $W/U(INF)/SQRT(FW/2)/KAPPA$
 6. BSTAR : constante (volgens Kalkanis 4
" Einstein 0,156)

Grafiek van U als functie van de tijd voor verschillende hoogten boven de bodem.

De snelheidsverdeling over de hoogte op verschillende tijdstippen.

Het resultaat van de harmonische analyse, dus het gemiddelde van de modulus en de fase van de diverse componenten van P en U.

De waarden van wrijvingscoëfficiënt f_w als functie van de verhouding amplitude/ribbelhoogte.

Commentaar: Dit programma is duidelijk een research-programma.

Implementatie voor de D.I.V.-computer lijkt niet nodig.

7. INVETA : $1/\eta_0$ = gemiddelde /standaard afwijking v.d. opwaartse kracht = 2,5 (EL - SAMNI, Einstein) of 1,5 (Kalkanis)
8. PSIMIN : ψ van Kalkanis voor maximum τ
9. AMP 1 : amplitude van de eerste harmonische van PNUL
10. PHASE 1 : fase van de eerste harmonische
11. AMP 2; PHASE 2; AMP 3; PHASE 3; (analoog aan 9 en 10)
12. OUTPUT : 11 maal 2 waarden, I en J, die de Y-waarden aangeven waarvoor P afgedrukt moet worden.
13. VSTAR : schuifspanningssnelheid veroorzaakt door de reststroom.

Uitvoer: Tabel van de schuifspanning en de zandconcentratie in golven
Grafiek van de concentratie als functie van de tijd voor de verschillende hoogten.

Tabel van het sedimenttransport $[U * C / U(\text{INFTOP}) / \text{SQRT}(FW/2)]$
als functie van plaats en tijd.

Commentaar: Dit programma is een research-programma. Implementatie op de D.I.V.-computer lijkt niet nodig.

Naam Programma: Cherie

Cherie gebruikersgids
Computerprogram for
Hydrological Estuary and
River Engineering

door N. Booij

Beschrijving: Het programma CHERIE dient voor het berekenen van met de tijd veranderende stromen in een netwerk van waterlopen. In het programma werd gewerkt met een geschematiseerd netwerk. Dit geschematiseerde netwerk bestaat uit 'takken' en 'punten'. Elke 'tak' verbindt twee 'punten' met elkaar. Elke tak en elk punt krijgt een nummer, en de structuur van het geschematiseerde netwerk ligt vast doordat vastgelegd wordt van elke tak, welke twee punten hij met elkaar verbindt. De richting van de takken, de ligging van de takken ten opzichte van elkaar e.d. zijn hiermee niet vastgelegd, zodat het programma alleen te gebruiken is in die gevallen waarin deze eigenschappen geen rol spelen.

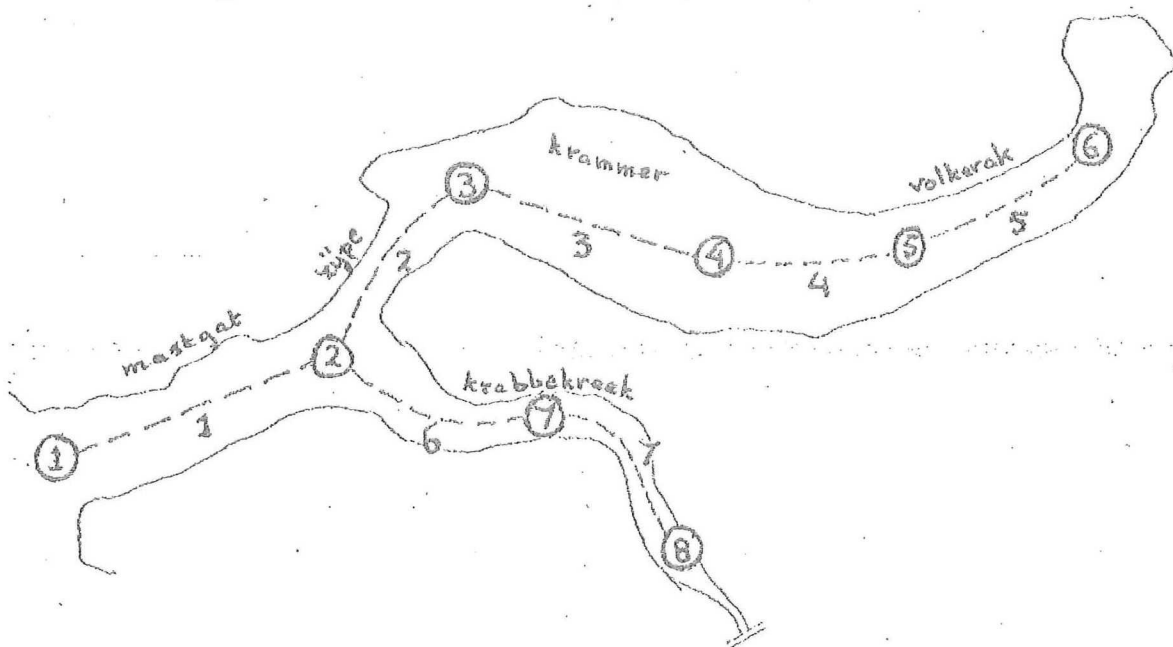


Fig. 1 voorbeeld van een netwerk voor een getijberekening.

De fysische grootheden debiet, snelheid en waterpeil passen op een natuurlijke wijze in dit netwerk. In de takken worden debieten

en snelheden berekend, met behulp van de waterpeilen in de punten aan de beide uiteinden van deze takken. In de punten worden waterpeilen berekend met behulp van de som van de debieten in de takken die in die punten bij elkaar komen. In het eerste geval wordt van de bewegingsvergelijking in de een of andere vorm gebruik gemaakt, in het tweede van de continuïteitsvergelijking.

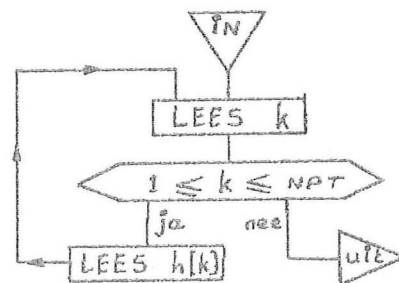
Hieruit blijkt dat elke tak opgevat kan worden als een elementaire stapgrootte in de numerieke berekening. De grootte van de takken zal dus bepaald worden door de gewenste nauwkeurigheid. Verder wordt de vrijheid om een netwerk te kiezen alleen nog beperkt doordat het gewenst is dat een punt waar twee waterlopen bij elkaar komen, korrespondeert met een 'punt' in het geschematiseerde netwerk.

Naast de takken en punten waar debieten en waterpeilen worden berekend uit de grootte van grootheden in de omgeving, zijn er takken en punten, waar het debiet resp. het waterpeil als functie van de tijd gegeven is. Met dit laatste kan men de randvoorwaarden in het probleem verwerken.

De veelzijdige toepasbaarheid van CHERIE is vooral te danken aan de keuze die men heeft in het karakter van de takken en de punten. Allerlei soorten waterlopen kunnen worden gesimuleerd en het systeem is zo opgezet dat toevoering van nieuwe soorten steeds mogelijk is. Alle soorten takken en punten kunnen samen in één netwerk voorkomen.

Invoer : I_N , \underline{k} , \underline{h} , \underline{k} , \underline{h} , \underline{k} , \underline{h} , 0,

hiermee geeft men de beginvoorwaarde op, voor zover het de peilen betreft. Men geeft op: \underline{k} , d.i. het nummer van een knooppunt, en daarna \underline{h} , d.i. de waterstand in het betreffende knooppunt waarna de \underline{k} en de \underline{h} van een ander knooppunt worden gelezen, tenzij de nieuwe $\underline{k} = 0$ is (of een ander getal < 1 of $> npt$). In knooppunten waarover niets wordt opgegeven, is $h = 0$ gesteld.



punt met gegeven veranderend peil:

PV k , ds , nread ,

k = nr van het knooppunt

ds = nr. van de dataset waarvan h wordt gelezen

nread = aantal tijdstappen tussen twee keer lezen.

tak met gegeven constant debiet:

BC m , side1 , side2 , q ,

m = nr. van de tak

side1 = nr. van het knooppunt aan het ene einde van de tak

side2 = " " " " " andere " " " "

q = debiet in tak nr. m

tak met gegeven periodiek veranderend peil:

BP m , side1 , side2 , nh , tt , a₀ , b₁ , a₁ , , a_{nh} ,

<u>m</u>	}	zie bij BC
<u>side1</u>		
<u>side2</u>		
<u>nh</u>	}	zie bij PP
<u>tt</u>		
<u>a_i</u>		
<u>b_i</u>		

In tak nr m wordt Q berekend volgens:

$$Q[m] = a_0 + \sum_{i=1}^{nh} a_i \cos(2i\pi t / tt) + b_i \sin(2i\pi t / tt);$$

Tak met gegeven veranderend debiet:

BV m , side1 , side2 , ds , nread ,

<u>m</u>	}	zie BC
<u>side1</u>		
<u>side2</u>		
<u>ds</u> , <u>nread</u>		zie PV

opm.: een tak met gegeven debiet zal doorgaans als randvoorwaarde fungeren, zodat òf side1 òf side2 een punt zal zijn dat niet tot

het netwerk behoort. Dit is geen bezwaar, alleen moet ook voor het nummer van een dergelijk punt gelden, dat het ≥ 1 en $\leq npt$ is.

Opheffen van een punt:

PN \underline{k} ,

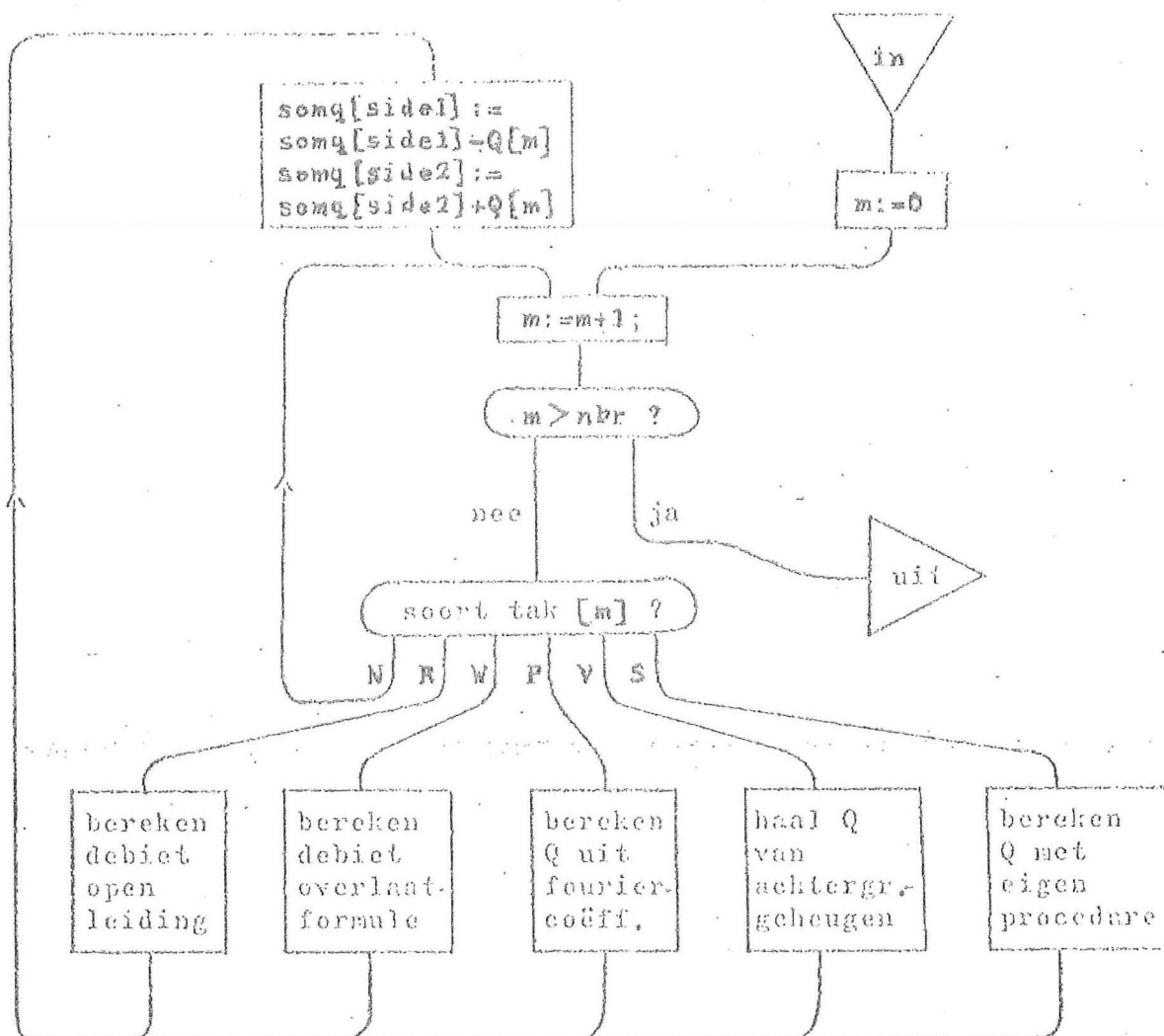
\underline{k} = nummer van het punt

Opheffen van een taak:

BN \underline{m}

\underline{m} = nummer van de taak

Bij gebruik van een van deze twee data-eenheden N wordt het betreffende element uit het netwerk gelicht. De uitvoer van de toestand in dit element wordt eveneens beëindigd.



Stroomschema voor het onderdeel van CHERIE, waarin de debieten in de takken worden berekend. Niet alle mogelijkheden van soorten takken zijn vermeld.

$IQ \ \underline{m} \ , \ \underline{q} \ , \ \underline{m} \ , \ \underline{q} \ , \ \dots \ , \ \underline{m} \ , \ \underline{q} \ , \ 0 \ ,$

hiermee geeft men de debieten in een aantal takken op. \underline{m} is het nummer van de tak, \underline{q} is het debiet in die tak. Ook deze lijst wordt afgesloten met een 0 (of een ander getal < 1 of $> nbr$).

In takken waarover niets wordt opgegeven, is $q = 0$ gesteld.

Als een voorbeeld is doorgerekend, kan men met IH of IQ één of meer peilen en/of debieten wijzigen. De andere behouden hun waarde.

ID , \underline{ds} ,

Hiermee kunnen alle Q's, V's en h's in één keer worden ingelezen vanaf data set ALGLDDds . Ingelezen worden achtereenvolgens: Q[1], Q[2], ..., Q[nbr], V[1], V[2],, V[nbr], h[1], h[2], ..., h[npt]; ook voor die tak- en puntnummers die niet tot het door de gebruiker vastgestelde systeem behoren, maar die wel tussen 1 en nbr, resp. tussen 1 en npt vallen, worden waarden van Q en V en h ingelezen. Deze faciliteit kan samen met de faciliteit 'DA' gebruikt worden om een toestand die in een vorige job is berekend, te gebruiken als beginvoorwaarden in een nieuwe job.

punt met gegeven constant waterpeil.

PC \underline{k} , \underline{h} ,

\underline{k} = nr. van het knooppunt

\underline{h} = waterpeil

punt met gegeven periodiek veranderend peil:

PP \underline{k} , \underline{nb} , \underline{tt} , \underline{a}_Q , \underline{b}_1 , \underline{a}_1 , \underline{b}_2 ,, \underline{b}_{nh} , \underline{a}_{nh} ,

\underline{k} = nr. van het knooppunt \underline{tt} = periode

\underline{nh} = aantal harmonischen

\underline{a}_i = cos-componenten

\underline{b}_i = sin-componenten

In het knooppunt nr. k wordt h berekend volgens:

$$h[k] := a_0 + \sum_{i=1}^{nh} a_i \cos(2 \pi i t / tt) + b_i \sin(2 \pi i t / tt) ;$$

Uitvoer: De snelheid van de stroom en het debiet in de takken.
De waterpeilen in de punten.

Commentaar: Dit programma geeft een goede mogelijkheid tot het maken van getijberekeningen met zowel de voordelen van de expliciete methode (simpel invoeren van overlagen, droogvallende platen etc.), als de nadelen (kans op instabiliteit bij grote rekenstappen).

Daar de Rijkswaterstaat eveneens over goede getijberekeningsmethoden beschikt, lijkt het niet noodzakelijk dit programma voor de DIV te implementeren, tenzij in verband met het WADZAND-programma (zie aldaar).

Naam programma: Wad zand

Afstudeerrapport:

Onderzoek naar de mogelijkheden van een zandtransportberekening met behulp van een computer, toegepast in het westelijk deel van de Waddenzee.

Door: D.W. Baints

J.P. Noppen

onder assistentie van

Ir. W.T. Bakker.

Omschrijving: Het programma is een koppeling van het Cherie-programma en het Bijkzan-programma. Het bestaat uit 5 stappen.

STEP 1.

Dit is de getijberekening met behulp van het programma CHERIE voor het westelijk deel van de Waddenzee. Uitgevoerd worden de snelheden (v) en de waterstanden t.o.v. N.A.P. (h) in iedere tak om de 20 minuten.

Daar het CHERIE-programma de v 's en de h 's in het midden van de takken en aan de uiteinden van de takken (in de knooppunten) geeft, terwijl het BIJKZAN-programma de h 's zowel als v 's in het midden van een tak nodig heeft, was het noodzakelijk de h 's te middelen.

Daarom werden bij iedere tak de twee h 's aan de uiteinden hiervan ingevoerd, die in een volgende stap worden gemiddeld.

STEP 2.

Daar het programma BIJKZAN op ieder willekeurig tijdstip de waterdiepte (d) en de stroomvoerende breedte als gegevens nodig heeft, dienden deze, hetzij van een DATASET hetzij van getal-kaarten te worden ingelezen.

STEP 3.

De volgorde waarmee de v's en h's met behulp van het programma CHERIE op DATASET waren gezet, was niet geschikt als invoer voor het BIJKZAN-programma.

Deze volgorde moest als het ware omgekeerd worden. Bij CHERIE worden op een zeker tijdstip de v's van iedere tak en daarna de h's van de takken uitgevoerd. Vervolgens gebeurt hetzelfde op een tijdstip n.At (bij voorbeeld 20 minuten) later.

Tevens werden er twee h's (aan de uiteinden der takken) tegen één v (in het midden van een tak) uitgevoerd. Deze h's dienden gemiddeld te worden.

Als wij nu het gemiddelde peil van tak a op tijdstip b: $h_{a,b}$ noemen, dan hebben wij voor het BIJKZAN-programma de volgende volgorde van invoergegevens v en h nodig.

Eerst de v's op alle tijdstappen 1 t/m 37 van tak 1

```

dan " h's " " " " " " " " " " "
    " " v's " " " " " " " " " " "
    " " h's " " " " " " " " " " "

```

enz. tot en met tak 56.

STEP 4.

Zoals reeds eerder is vermeld, is het mogelijk om m.b.v. het BIJKZAN-programma zandtransporten veroorzaakt door stroom, eventueel mede onder invloed van golforbitaal beweging te berekenen.

Hiertoe dienen de golflengte en de golfhoogte of golfperiode als gegeven te worden ingevoerd.

Step 4 dient nu om deze gegevens te berekenen.

Iedere tak is apart bekeken. Dit leidde tot het onderkennen van 3-berekeningsgevallen, aangeduid met A, B en C, afhankelijk van het te beschouwen gebied.

Geval A.:

Diepe geul waarbij de golven geen aanvangshoogte hebben.

De golven zijn in dit geval alleen afhankelijk van de fetch lengte en onafhankelijk van de diepte.

Geval B :

Voor ondiep water.

In dit geval zijn de variabelen afhankelijk van de diepte, zodat hier de invloed van de getijbeweging zich doet gelden. Hierbij is het volgende gedaan.

Met behulp van de grafieken zijn zowel bij N.A.P. -1 m als bij N.A.P. +1 m de golfhoogtes (GH_1 , GH_2) en golfperioden (T_1 , T_2) bepaald. Om bij tussenliggende peilen de waarden van deze variabelen te bepalen wordt er rechtlijnig geïnterpoleerd.

Geval C :

Diepe geulen waarbij de golven reeds een aanvangshoogte hebben.

Nu wordt een fetchlengte voor een peil van N.A.P. -1 m (HF) en één voor bij een peil van N.A.P. +1 m (FH) bepaald. Eerst doet de aanroep van procedure L (s, i) de golfhoogtes en golflengtes bij 1 + N.A.P. en bij 1 - N.A.P. berekenen.

Vervolgens worden d.m.v. de procedure INTERPOL de waarden van de G.H.'s en G.L.'s bij tussenliggende peilen berekend. Deze worden uitgevoerd naar DATASET.

Step 5.

Hiermede worden de zandtransporten tenslotte berekend. Deze stap bestaat uit het BIJKZAN-programma, in een aangepaste vorm.

Zo berekende het oorspronkelijke programma de zandtransporten (zowel suspensietransport als bodemtransport als de som van beide) per sec. per m² in verschillende punten van een raai in een kustgebied. Zoals het hier gebruikt is, berekent het zandtransporten/sec. om de 20 minuten over een periode van een volledig getij. Vervolgens worden deze transporten voor iedere tak over die periode van het volle getij gesommeerd en vermenigvuldigd met 1200, zodat bij benadering het totale zandtransport dat gedurende een getij door een geul gaat, bekend is.

Invoer: Toestand: In dit geval het taknummer voorzien van een minteken.

$$\text{Delta: } \frac{\rho_w - \rho_k}{\rho_w}$$

DM = D₅₀: Gemiddelde korreldiameter.

- B : Coëfficiënt in Bijker-formule, wordt meestal 5 genomen.
- A X P : 0 of 1, afhankelijk van het feit ofwel golfperiodes dan wel golflengtes later moeten worden ingelezen.
- D₉₀ : Korreldiameter. Bij een zeef met deze diameter valt 90% van het monster erdoor heen.
- W_g : valsnelheid deeltje in water
- Kappa : konstante van von KARMAN

Nauwkeurigheid: Als het verschil tussen de functiewaarde en de maximum respectievelijk minimumwaarde van de functie, deze nauwkeurigheid bereikt heeft, wordt voor het verdere verloop deze functie konstant.

- nk : het aantal malen dat een ribbelhoogte wordt opgegeven.
- n : het aantal tijdstappen waarover de berekening moet worden uitgevoerd.
- K : maat voor ribbelhoogte.
- SUSLOAD : deze is 'Boolean' verklaard. Indien men geen suspensie transport wenst te bepalen, dient men 'FALSE' in te vullen, anders 'TRUE'.
- U₀ : Orbitaal snelheid aan de bodem.
- 1 : dit dient ter informatie dat er geen nieuwe U₀ volgt.

model: : +1 als de berekening met een volgende tak moet worden voortgezet, waarna bovenstaande en onderstaande gegevens weer volgen.

-1 als de berekening moet worden beëindigd.

Voor iedere tak moet worden ingelezen:

- | | | |
|----------------|---|-----------------------------------|
| snelheden | : | v ₁ t/m V _n |
| waterdiepten | : | d ₁ t/m d _n |
| stroom voerend | : | A ₁ t/m A _n |
| golfhoogtes | : | Golfh.(1) t/m Golfh.(n) |
| golflengtes | : | Golfl.(1) t/m Golfl.(n) |
| golfperiodes | : | T ₁ t/m T _n |

Uitvoer: Voor iedere tak:

- voor iedere tijdstip : het bodemtransport sb(i)
- " " " : het suspensietransport suss(i)
- " " " : som van beide [sb(i) + suss(i)]

Verder: het totale bodemtransport (som B) over één getij,
het totale suspensietransport (som S) over één getij
de som van deze beide.

Commentaar: Het programma gaat uit van het Cherie-programma m.b.t. het berekenen van het getij. Bij de R.W.S. is het gebruikelijk van andere getijberekeningsmethoden uit te gaan (implicite methode). Het zou nuttig zijn als bij de R.W.S. op soortgelijke wijze een brug geslagen werd tussen de R.W.S.-getijprogrammatuur en BIJKZAN. Een andere mogelijkheid is de verdere uitbouw van het programma op de TH te doen ontwikkelen, waarbij de R.W.S. schematisaties van getijgebieden in het Cherie-programma vertaald worden. Wil dit echter nuttig effect hebben, dan worden hoge eisen aan de groep Kustwaterbouw-studenten gesteld wat betreft planmatig werken. Verder zal een duidelijke respons van R.W.S.-zijde noodzakelijk zijn (check aan gegevens, etc.). Bij RWS is een koppeling tussen IMPLIC (één dimensionale getijberekening met implicite methode) aan BIJKZAN thans in voorbereiding.

Naam programma: Een mathematisch model van de kustzone, betreffende de invloed van golven, getij, wind en corioliskracht op de stroming langs de kust. (Studie rapport WWK 70-11)
door ir. H.J. Opdam

Beschrijving: In dit programma wordt berekend hoe de stroomsnelheid van het water evenwijdig aan de kust afhangt van golven, getij, wind en corioliskracht. Het betreffende kustgedeelte dient (vrijwel) recht te zijn, zonder strandhoofden of soortgelijk obstakels. Er wordt uitgegaan van het CHERIE-programma, voor wat betreft het getij. De aandrijvende kracht t.g.v. de radiation stress van de brekende golven wordt in rekening gebracht, evenals wind en corioliskracht. De bodemwrijving wordt in x- en y-richting respectievelijk evenredig aan $|u|u$ en $|v|v$ gekozen. De wrijving in u-richting wordt dus wat onderschat (deze is evenredig aan $v\sqrt{u^2+v^2}$). De kanalen in v-richting dienen echter hoofdzakelijk om de berging in de kustvakken te verzorgen. De ontstane fout zal relatief gering zijn. Ook de verandering van de wrijving t.g.v. de golven wordt in rekening gebracht.

De kust dient geschematiseerd te worden tot n_1 onderling loodrechte geulen en n_2 knooppunten.

Om het stelsel van vergelijkingen, - bestaande uit de bewegingsvergelijking voor de twee richtingen, evenwijdig aan, respectievelijk loodrecht op de kust en, de continuïteitsvergelijking -, op te lossen, is dit één-dimensionale expliciete vergelijking computerprogramma geschreven. Hierdoor wordt er slechts in één richting gerekend. Dit houdt in dat de grootheden en veranderingen van grootheden loodrecht op de rekenrichting niet, of niet zonder meer in beschouwing kunnen worden genomen.

De snelheid van het water in een geul wordt uitgerekend met behulp van de waterstanden in de knooppunten en de krachten die in de richting van de tak, op het water van de geul werken. De berging wordt dan geconcentreerd gedacht in de knooppunten.

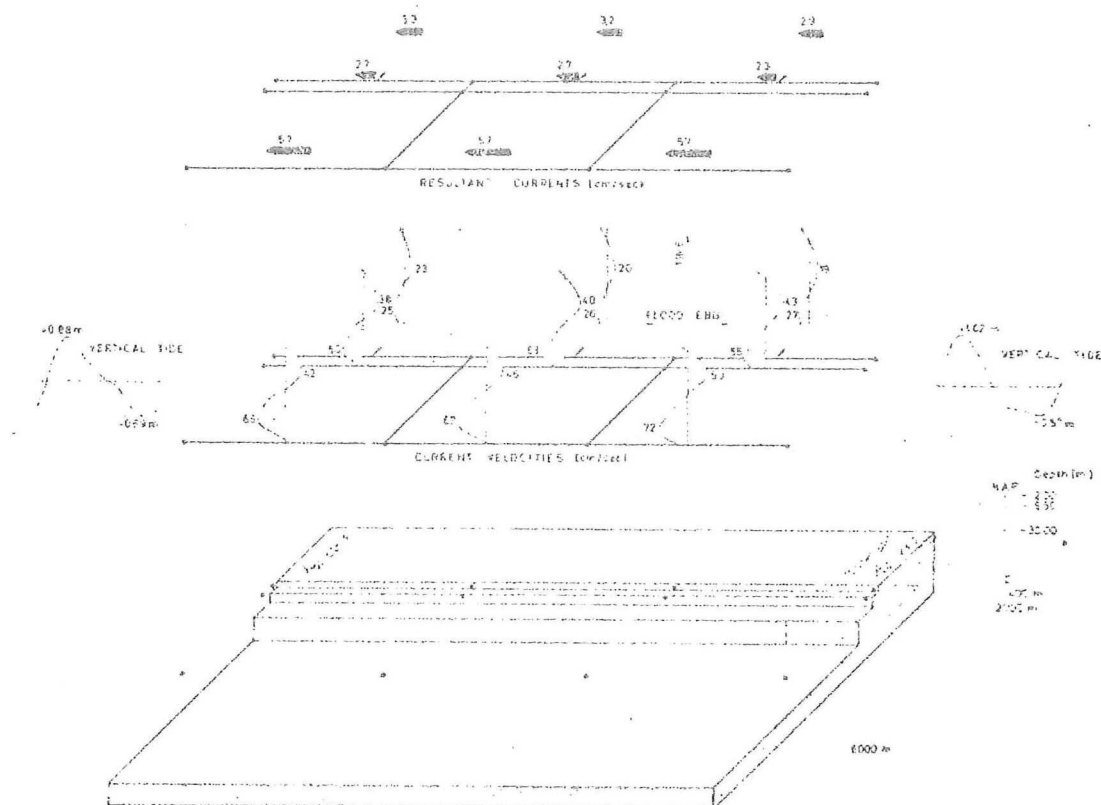


Fig. 1 Tidal model

Invoer: n_1 = aantal geulen

n_2 = " knooppunten

n_4 = " peilen waarvoor de bergende oppervlakten gegeven zullen worden en waarvoor de breedten van de brandingszone zullen worden gegeven.

tt = aantal tijdstappen in één periode

n_5 = " " tussen twee uitvoeren

n_3 = " harmonischen van de randvoorwaarden

Δt = tijdstap

CRIT = aantal perioden, door te rekenen, alvorens h en v uit te voeren

Voor iedere geul:

kop = nummer van het knooppunt aan het ene einde

staart = " " " " " " andere einde van de geul

Δx = lengte van de geul.

A_0 = doorstromingsprofiel onder het referentievlak

b = stroomvoerende breedte van de geul

f = wrijvingscoëfficiënt $f = g/C_h^2$

C_h = wrijvingsconstante van Chézy

Hierna wordt opgegeven de gemiddelde waterstand a_m . Dit is de gemiddelde waarde van alle a_m -hoogten van de punten waarin randvoorwaarden worden gegeven of de eventueel gemeten gemiddelde waterstand boven het referentievlak bij afwezigheid van het getij: a_m .

Nu worden de gegevens voor de randvoorwaarden ingelezen. Eerst wordt het nummer k van het knooppunt opgegeven en dan de daarbij behorende getij-constanten $a_m, s_1, c_1, s_2, c_2, \dots, s_{n_3}, c_{n_3}$;

$$k, a_m, s_1, c_1, s_2, c_2, \dots, s_{n_3}, c_{n_3}$$

De lijst wordt afgesloten met een nul als men alle punten waarin randvoorwaarden worden gegeven zo heeft behandeld. Indien er geen getijbeweging is wordt alleen de waarde nul opgegeven.

Vervolgens worden eerst de peilen opgegeven waarbij later respectievelijk de bergende oppervlakken van de knooppunten en de breedten van de brandingszone worden opgegeven.

$$z_1, z_2, \dots, z_{n_4}$$

Hierna volgt voor ieder knooppunt in volgorde van nummering de bergende oppervlakten die respectievelijk bij deze waarden horen:

$$\begin{aligned} & \text{Be}(1, z_1), \text{Be}(1, z_2), \dots, \text{Be}(1, z_{n_4}), \\ & \text{Be}(2, z_1), \text{Be}(2, z_3), \dots, \text{Be}(2, z_{n_4}), \dots \\ & \text{be}(n_2, z_1), \text{be}(n_2, z_2), \dots, \text{be}(n_2, z_{n_4}), \end{aligned}$$

Nu wordt voor ieder knooppunt in volgorde van nummering de gemiddelde diepte ten opzichte van het referentievlak gegeven:

$$d_1, d_2, d_3, \dots, d_{n_2}$$

vervolgens volgen de golfgegevens:

α = de hoek van golfinval in radialen

μ = de significante golfhoogte op diep water

T = de golfperiode

$$\text{brb}(z_1), \text{brb}(z_2), \dots, \text{brb}(z_{n_4}),$$

= de breedten van de brandingszone bij de gegeven n_4 peilen.

Zijn er geen golven dan geeft men voor iedere grootheid de waarde nul op.

Nu geeft men de windgegevens:

δ = hoek van de windrichting t.o.v de kust in radialen

u_w = windsnelheid

Zonder wind geeft men voor beide waarden nul

Dan volgt de geografische breedte in radialen:

ϕ = geografische breedte

Als men coriolis wilt verwaarlozen wordt de waarde nul ingevoerd.

Vervolgens wordt aangegeven waar de geulen liggen in de structuur van het schema:

Achtereenvolgens worden de nummers van de geulen gegeven die

- buiten de brandingszone liggen; de lijst wordt afgesloten met een nul; zijn er geen golven dan geeft men alleen de nul op.
- binnen de brandingszone liggen; de lijst wordt afgesloten met een nul; zijn er geen golven dan geeft men alleen nul op.
- evenwijdig aan de kust zijn; de lijst wordt afgesloten met een nul.
- loodrecht op de kust zijn; de lijst wordt afgesloten met een nul.

Uitvoer: De stroomsnelheid in de diverse kanalen

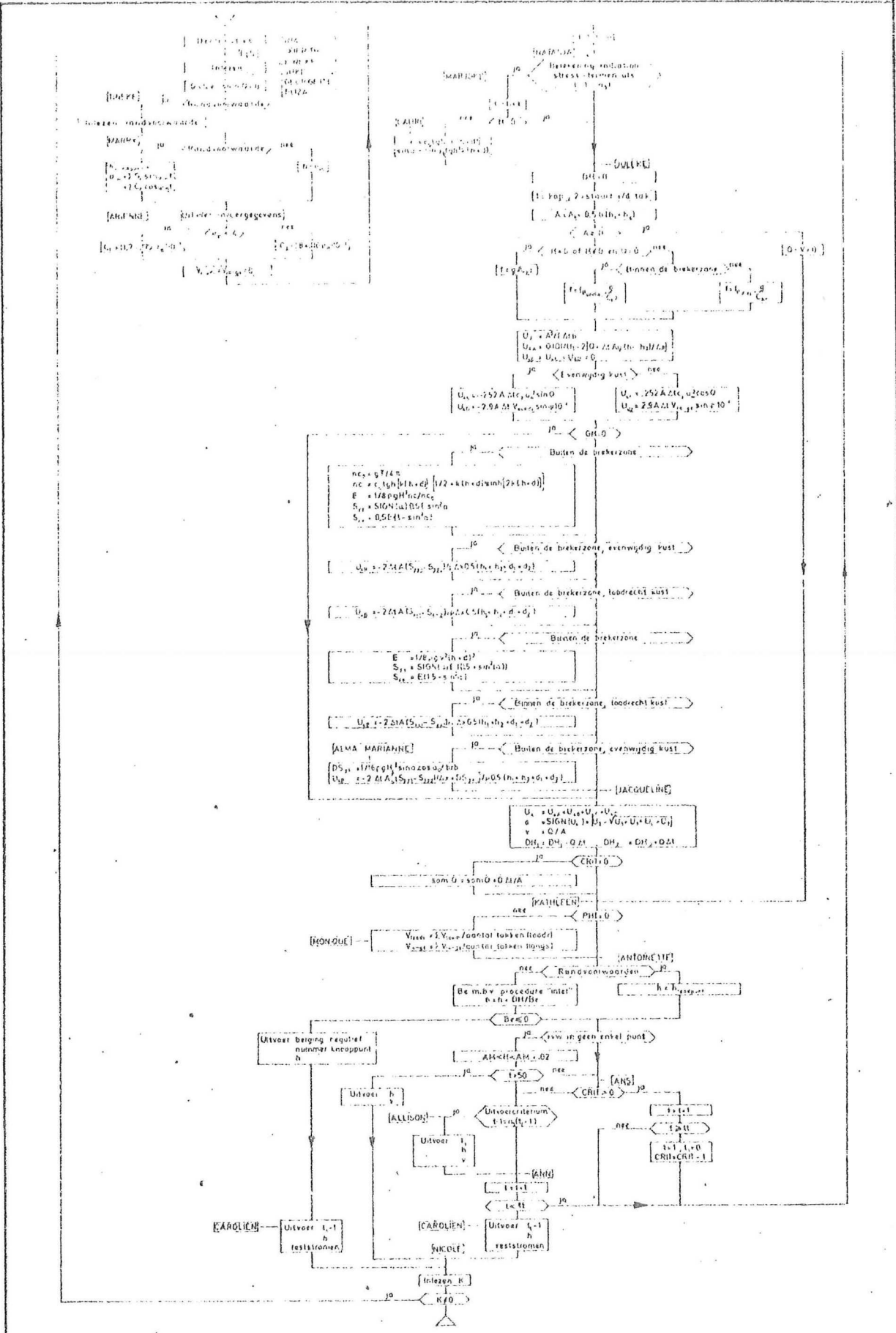
Het model is te gebruiken als:

Model voor het berekenen van de brandingsstroom

Getijberekeningsmodel

Gecombineerd model

Commentaar: Dit is een research-programma. Implementatie op de D.I.V.-computer is niet nodig.



STROOMDIAGRAM VAN HET GOLF-GETJ-MODEL

Studierapport W.W.K. 70-11 Bijlage 3

RUKSWATERSTAAT DIRECTIE W. en W. AFD. KUSTONDERZOEK	Getek.	Gewijz.	Gezien	Acc.	A1	Nr.	71.030
	<i>[Signature]</i>		<i>[Signature]</i>				

Naam Programma: Bijkzan

Memo 73 - 11 1)
 afd. Kustonderzoek
 Dir. W. en W., Rijkswaterstaat
 (Werkplan nr. W 73.124)

Beschrijving: Het bodemtransport en het suspensietransport worden berekend volgens de methode Bijker. Het is mogelijk om uitgaande van één invoer, een groot aantal meetpunten te berekenen.

Invoer: Korrelgegevens (D_m , D_{90} , valsnelheid, rel. S.g.)
 Golfgegevens: of orbitaalsnelheden, of golfhoogte en -periode
 Stroomgegevens: watersnelheid
 Bodemgegevens: geuldiepte, geulbreedte, ribbelhoogte, bodemruwheid
 Uitvoergegevens: aantal meetpunten, tijdsduur waarover het zand-transport moet worden berekend.

<u>Uitvoer:</u> Bodem transport	} per opgegeven strook en getotaliseerd over de meetpunten
Suspensie "	
Totaal "	

Commentaar: Het programma is reeds voor de D.I.V.-computer geïmplementeerd, evenals voor de W.L.-computer. Bij de DIV-versie is de mogelijkheid aanwezig om de lay-out van de uitvoer aan te passen aan het smalere papierformaat indien men gebruik maakt van een telex-terminal. De nieuwste versie zal uniform worden gebruikt door de TH, R.W.S. en D.I.V. Het programma, zowel in source- als in core-image versie, bevindt zich bij de DIV op de library KUST op D2-pack HYD 1. (HYD 1 zal in de loop van 1975 veranderen.) Deze library is read shareable voor alle gebruikers.

- 1) Dit programma is vervaardigd door de Wisk.Afd. van het Waterloopzandig Laboratorium onder begeleiding van prof.dr.ir. E.W. Bijker en beschreven en enigszins uitgebreid door ir. M.A.M. de Ras en B.M. Peters van de Afdeling Kustonderzoek, Dir. W. en W., Rijkswaterstaat.

Naam Programma: Zand

Studierapport W.W.K. 71 - 18
Berekening van het zandtransport
volgens de methode SVASEK bij een
strand en een vooroever die een
hoek met elkaar maken.

Door: Ir. W.T. Bakker,
Ir. H.G.H. ten Hoopen en
G.R.H. Grieve B. Sc.

Beschrijving: Dit rapport is een vervolg op W.W.K. 69-7 [1]. Het studierapport W.W.K. 69-7 behandelt de berekening van het langstransport door de golven met de methode van evenwijdige dieptelijnen. Hierin werd aangenomen dat het langstransport tussen twee dieptelijnen everedig is met de langsc component van het energieverlies van de golf tussen deze beide dieptelijnen.

In het nu volgende rapport worden twee groepen evenwijdige dieptelijnen beschouwd die een hoek met elkaar maken. Deze hoek is gelijk aan de hoek die strand en vooroever met elkaar maken. Langs strand en vooroever wordt het langstransport berekend, respectievelijk Pl_1 en Pl_2 (zie figuur 1).

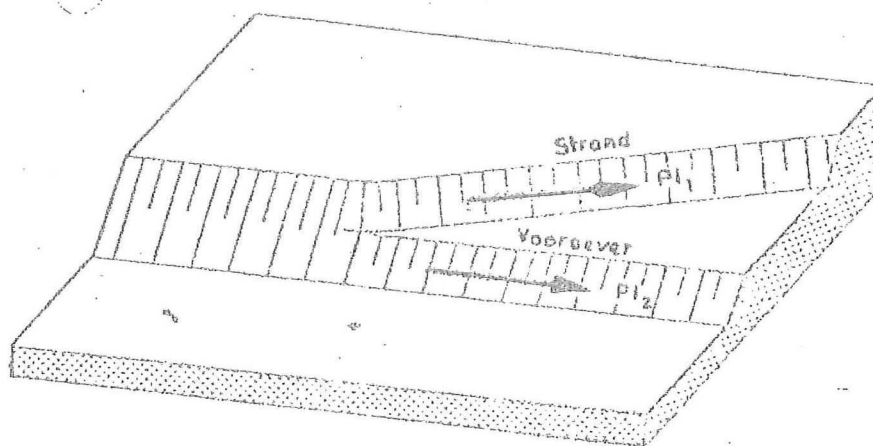


Fig. 1

De in W.W.K. 69-7 gebruikte formules voor de berekening van het langstransport zijn aangepast aan deze nieuwe theorie.

AANNAMEN

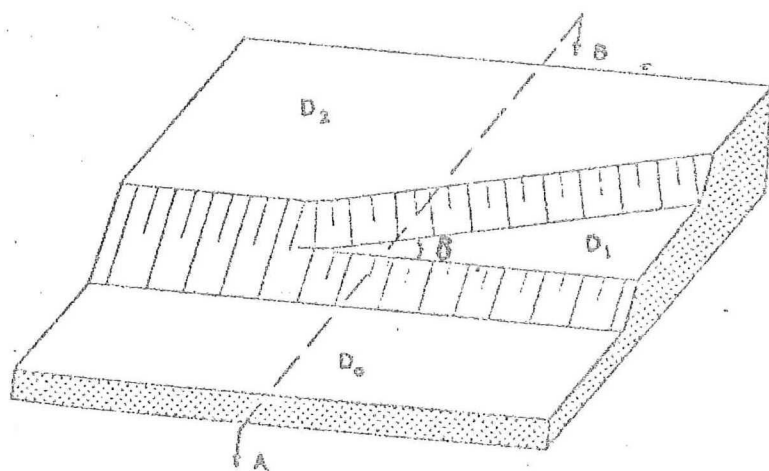
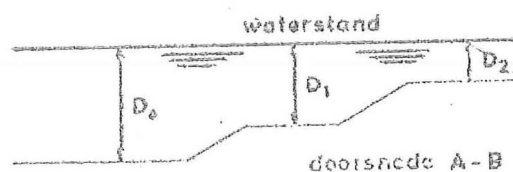
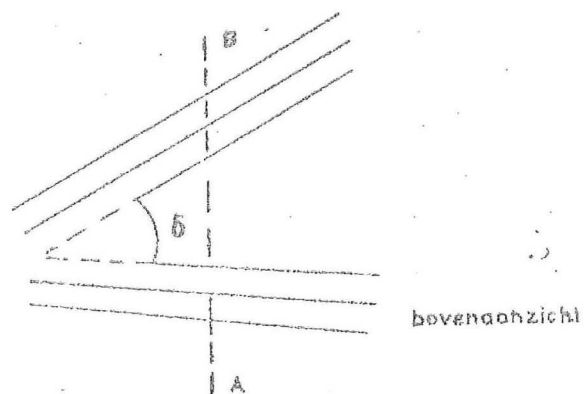
De volgende aannamen worden gedaan:

Het sedimenttransport is bij een zandige kust recht evenredig met de langs de kust gerichte component van het energieverlies.

Het energieverlies van de golf wordt veroorzaakt door het branden van de golf. Het energieverlies van de diep water tot aan de brekerdiepte wordt verwaarloosd t.o.v. de verliezen in de brekerzone.

Rekening wordt gehouden met golven; geen rekening wordt gehouden met muien en dwarsstromen.

Alle dieptelijnen van één groep zijn evenwijdig.

Fig. 4^aFig. 4^bFig. 4^c

NB: De mogelijkheid bestaat verschillende "gevallen" achter elkaar uit te rekenen.

Voor het rekenproces zie de stroom schema's.

- Invoer:
- 1: Aantal golfhoogtes H , golfperiodes T , golfrichtingen ϕ in diep water
 - 2: Kansen op gegeven combinaties van H , T en ϕ
 - 3: Gemiddeld windeffect (na uitmiddeling van het getij), die bij een gegeven combinatie van H , T en ϕ verwacht kan worden.
 - 4: Getijstanden met stappen van 1 m: tijdsduur, ieder van deze standen optreedt.
 - 5: Diepte D_1 (plaat) t.o.v. NAP in m .
 - 6: " D_2 (strand of andere plaat) t.o.v. NAP in m .
 - 7: " D_0 (diep water ter plaatse van Lichtschip) t.o.v. NAP in m .
 - 8: Hoek tussen 2 groepen van // dieptelijnen.

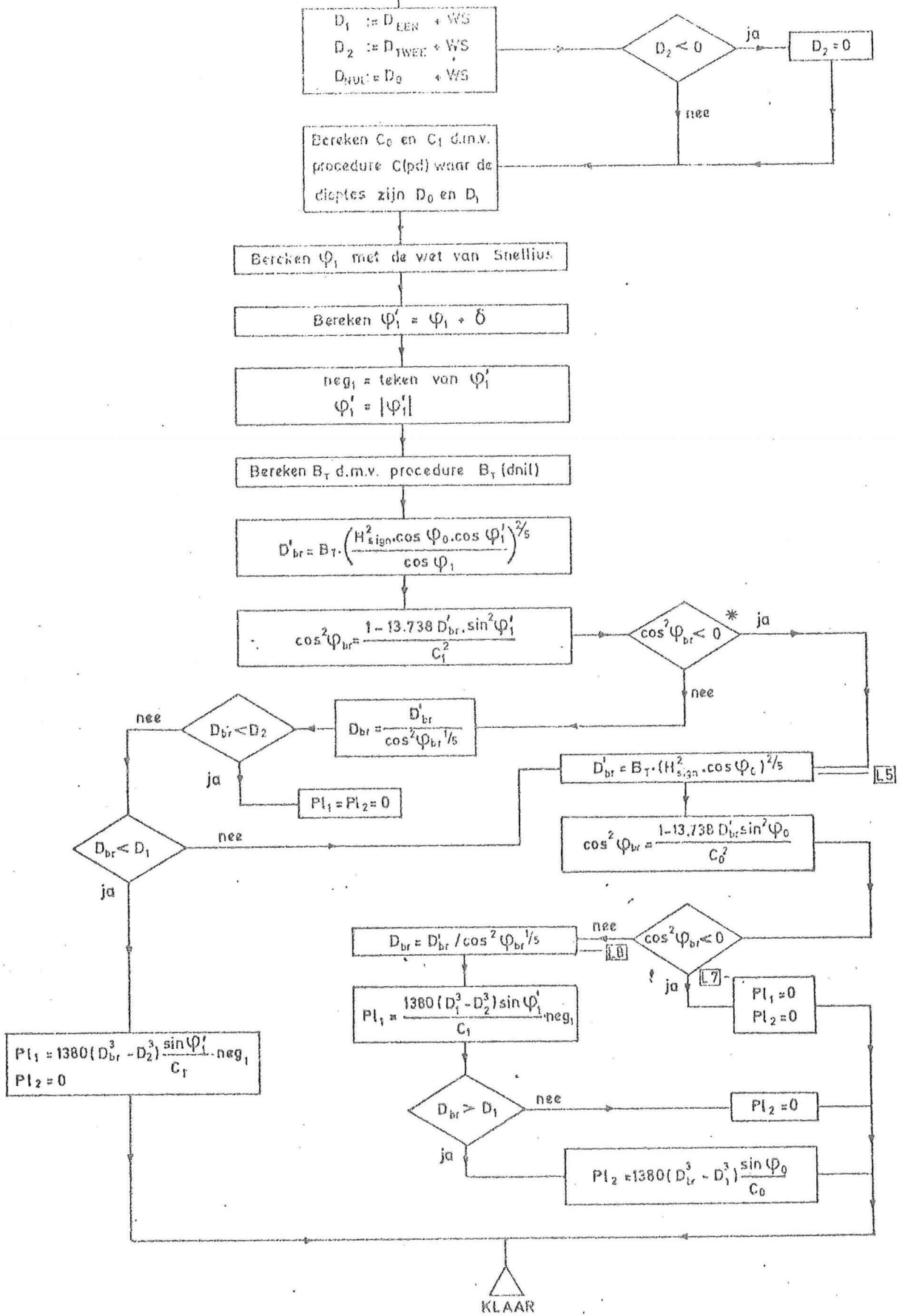
Uitvoer: Het positief, negatief en resulterend langstransport.

Commentaar: Het lijkt nuttig als dit programma zowel bij RWS als bij TH aanwezig zou zijn en per telex zou zijn op te roepen.

Hier en daar zijn nog een aantal verfijningen mogelijk en nuttig, zoals golfdemping op de plaat op diepte D_1 bij de bepaling van de brekerdiepte. Hieraan wordt op de TH gewerkt; dit betekent alleen dat in een later stadium het programma zou moeten worden aangepast. Operationeel gebruik is echter mogelijk.

Het programma is tevens opgenomen in het in ontwikkeling zijnde programma "KUSTCONSTANTEN".

lees: kans gstij, kans op bepaalde golfrichting, periode en gelinoozte, $D_1, D_2, \varphi_c, \delta, D_0, T, H$



Naam Programma: GB - 2

Memo 72 - 18

Het GB-2 diffractie computer-
programma

door Ir. G. v. Bochove

Beschrijving: Golven die vanuit diep water de kust naderen zijn aan verschillende invloeden onderhevig. Hiervan zijn refractie en diffractie de belangrijkste. In fig. 1 wordt een kust met een dam schematisch voorgesteld. Alle dieptelijnen worden evenwijdig van de x' as aangenomen.

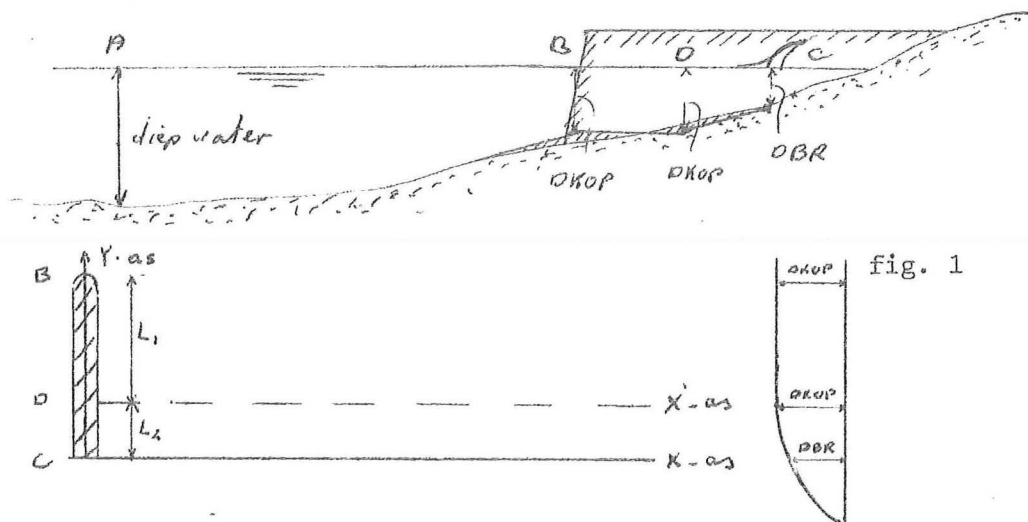


fig. 2

Bij A worden de golven niet beïnvloed door de waterdiepte. Tussen A en B, de kop van de dam, worden de golven gerefracteerd. Van B tot C, de brekerlijn, worden de golven zowel gerefracteerd als gediffracteerd. Wanneer de golven gebroken zijn zal refractie en diffractie nog wel van invloed zijn. Hierover is echter nog weinig bekend.

Het GB-2 programma berekent eerst de refractie tussen A en B, uitgaande van diepte D_0 bij A, D_{kop} bij B en evenwijdige dieptelijnen. Daarna wordt m.b.v. een numerieke benadering van de spiraal van Cornu, golfhoogte en golfrichting in een groot aantal punten op de diepteliijn t.p.v. de x' as in fig. 2 berekend.

Een refractieberekening betreffende het aansluitende ondiepere deel tussen D_{kop} en D_{br} kan eventueel worden uitgevoerd met het aansluitende GB-4 programma.

Wel kan de lijn "y₀" berekend worden, d.w.z. de stabiele kustlijn, als de invloed van de refractie na de diffractie zou zijn te verwaarlozen.

Uitvoer: De verdeling van de golfhoogten, op de dieptelijn t.p.v. D_{kop}
De hoeken van golfinval, op de dieptelijn t.p.v. D_{kop}
Eventueel de stabiele kustlijn.

Commentaar: Dit programma wordt opgenomen in het programma "kustconstanten".
Het laatste programma wordt t.z.t. een standaard programma en leent zich dan voor implementatie op de DIV-computer.
Er zit een beperking in, doordat de dieptelijnen evenwijdig moeten zijn.

Naam Programma : G B 4

Memo WWK 72 - 19

Refractieprogramma

door Ir. G. v. Bochove

Beschrijving: Golven die vanuit diep water de kust naderen zijn aan verschillende invloeden onderhevig. Hiervan zijn refractie en diffractie de belangrijkste. In fig. 1 wordt een kust met een dam schematisch voorgesteld. Alle dieptelijnen worden evenwijdig van de x' -as aangenomen.

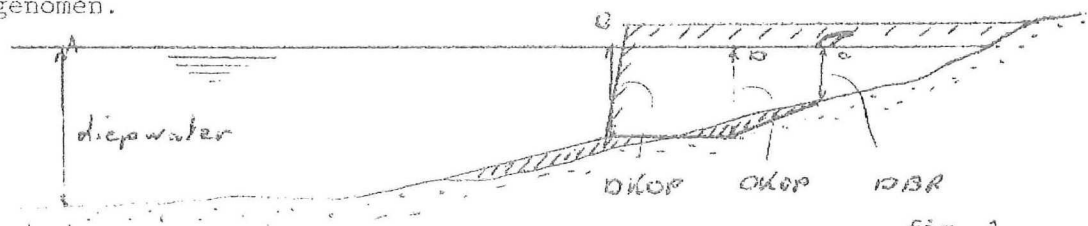


fig. 1

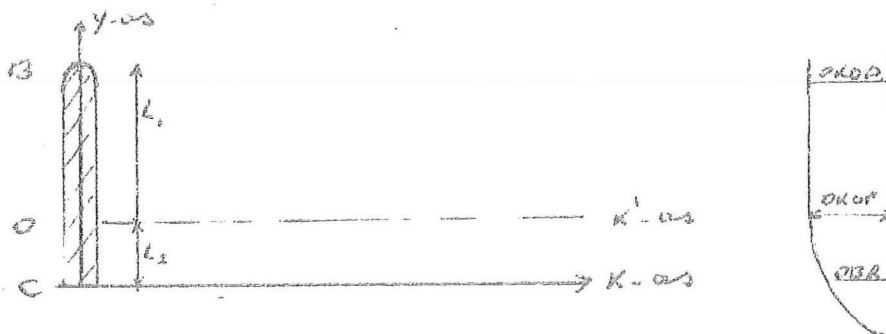


fig. 2

Bij A worden de golven niet beïnvloed door de waterdiepte. Tussen A en B, de kop van de dam, worden de golven gereflecteerd. Van B tot C, de brekerlijn, worden de golven zowel gereflecteerd als gediffracteerd. Wanneer de golven gebroken zijn, zal refractie en diffractie nog wel van invloed zijn. Hierover is echter nog weinig bekend. Het programma GB₄ nu berekent alleen de refractie tussen de x' -as en de x -as, ofwel tussen D en C.

De golfhoogten en richtingveranderingen tussen diep water en de x' -as worden in het GB-2 programma berekend, waar dit programma op aansluit.

De diepte tussen DKOP en DBR 1) worden in 10 gelijke stapjes verdeeld. De breedte van de op een volgende "treden" (die verschillend kunnen zijn) worden ingelezen.

- 1) DBR hoeft niet altijd de brekerlijn te zijn. Hiervoor kan ook een diepte op b.v. $\frac{2}{3}$ DBR gekozen worden. De keuze wordt aan het inzicht van de gebruiker overgelaten.

- Invoer:
1. T : de golfperiode
 2. DELX : de afstand tussen 2 punten op de x'-as
 3. DKOP : diepte t.p.v. de x'-as
 4. DBR : " " " x-as
 5. I : het rangnummer van de x-waarde, die het verst binnen het diffractie-gebied gelegen is [op de neg. x'-as]
 6. ENDIFF: het rangnummer v.d. x-waarde, die nog net binnen de diffractie-invloed gelegen is [op de pos. x-as]
 7. ENDX : het rangnummer van de x-waarde, die het verst buiten het diffractie-gebied gelegen is [op de pos. x'-as]
[NB: ENDX moet zo gekozen worden dat ENDX buiten de diffractie invloed-valt]
 8. SPH (/I:ENDX/): de sin van de hoek van golfinval in de verschillende equidistant gelegen startpunten.
 9. HC (/I:ENDX/): de verhouding H_x/H_t t.p.v. de kop in de verschillende startpunten.
 10. DD (/1:10/): de afstanden uitgedrukt in [m] boven de 11 dieptelijnen. De dieptelijnen liggen bij de diepten:
$$D_k = DKOP - \frac{k}{10} (DKOP - DBR)$$

- Uitvoer:
- 1^e de voortplantingssnelheden c op de verschillende treden.
 - 2^e de refractiecoëfficiënt $\sqrt{\cos \alpha / \cos \alpha'}$, buiten het diffractie-gebied van de x-as t.o.v. de x'-as.
 - 3^e de (ingelezen) waarden $\sin \phi$ en rel. golfhoogte in de equidistante punten op de x'-as (dus vòòr refractie)
 - 4^e de waarden van x, waar de diverse golfstralen op de x-as eindigen.
 - 5^e de \sin en rel. golfhoogte in deze punten op de x-as.
 - 6^e de geïnterpoleerde waarden van $\sin \phi$ en de ref. golfhoogten in dezelfde equidistante punten op de x-as, die oorspronkelijk op de x'-as werden aangenomen.
 - 7^e de waarden van y, d.w.z. van de stabiele kustlijn.

Commentaar: zelfde als bij GB-2.

Naam Programma: RW - 0

Berekening van strandlijn en voor-
oeverlijn bij een kust tussen 2
dammen, die zich niet op de voor-
oever doorzetten.

Beschrijving: In een reeks rapporten en artikelen is een theorie ontwikkeld (litt. 1 t/m 5),
waarmee het dynamische gedrag van kustlijn kan worden berekend.

De ontwikkelde theorie is een uitbreiding van de theorie van Pel-
nard - Considère met een aantal belangrijke aspecten, zoals:

- de invloed van het transport loodrecht op de kust kan in rekening
worden gebracht.
- er wordt rekening gehouden met de diffractie, die optreedt achter
een obstakel, zoals een strandhoofd of havendam.
- het is mogelijk om met variabele golfcondities te werken.

De vergelijkingen, die het ontwikkelde dynamische kustmodel be-
schrijven zijn te gecompliceerd voor een analytische oplossing,
daarom worden ze numeriek opgelost.

Het RW - 0 programma berekent de ontwikkeling van de kust (twee-
lijnen-theorie) tussen twee strandhoofden, die deel uitmaken van een

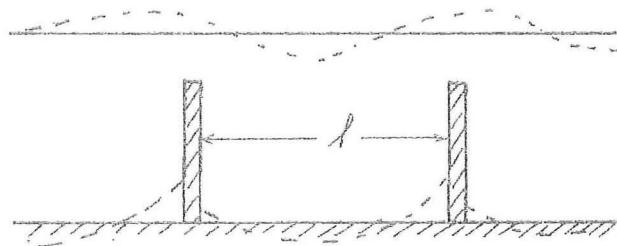
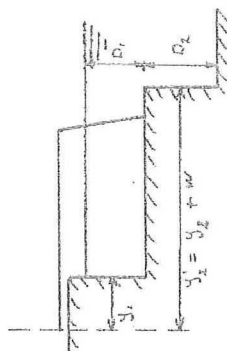


fig. 1. kustmodel RW-0.

oneindig lange rij strandhoofden op onderling gelijke afstanden.
De strandhoofden liggen op het strand, doch niet op de vooroever.

Het hele model kan nu beschreven worden met vijf vergelijkingen, de continuïteits- en bewegingsvergelijking voor strand en vooroever afzonderlijk, en de vergelijking, die de materiaaluitwisseling tussen beide gebieden geeft.

Als randvoorwaarde heeft men:

Voor $x = 0$ en $x = 1$ is er geen langstransport langs het strand.

De x-as (// strand) wordt verdeeld in discrete stapjes Δx en

Y_1 (// strandhoofd) wordt opgesplitst in twee afzonderlijke delen,

een stationair en een niet-stationair deel volgens $Y_1(x,t) = Y_0(x) + Y_1^*(x,t)$. Y_0 , de zgn. "stabiele kustlijn" wordt van tevoren "met de hand" berekend (litt.1).

Invoer: ENDIFF : grootte v.h. gebied rechts v.h. strandhoofd, uitgedrukt in Δx , waarover de diffractie van invloed is m.a.w. het gebied waar $Y_0 \neq 0$ en $h \neq 1$

ENDT : geeft het aantal tijdstapjes Δt tot waartoe de berekening moet worden doorgezet.

DELXFI : $\Delta x \cdot \phi_\infty$, waarin Δx de grootte van de discrete stapjes langs de x-as voorstelt, en ϕ_∞ de hoek van golfval is van de ongestoorde golf.

AANTT : het aantal printtijden

Y_0 [0 : ENDIFF] : de berekende Y_0 -waarden voor de punten 0 t/m ENDIFF langs de x-as

H[-1 : ENDIFF] : de berekende rel. golfhoogten voor de punten -1 t/m ENDIFF langs de x-as. Het punt -1 is een "virtueel" punt voor het gebied rechts van het strandhoofd.

$q_y^* := q_y (\Delta x)^2 / q_1 \max$ q_1 en q_2 geven aan hoe het transport langs strand en vooroever van de richting van strand en vooroever afhangen

$q_2^* := q_2 / q_1 \max$ q_y is een maat voor de afhankelijkheid van het dwarstransport van de kusthelling

$D_1^* = D_1 / D$ verhouding tussen "stranddiepte" D_1 en totale diepte (fig.1)

PRINTT[1 : AANTT]: tijdstippen waarop de kustlijn moet worden geprint, uitgedrukt in Δt .

0 : Dit is de afsluiting van de getallenreeks. Vervangt men dit door "-100.000", dan kan opnieuw beginnen met een nieuwe reeks invoergegevens.

Uitvoer: De coördinaten van de strand- en vooroverlijn op de gevraagde tijdstippen.
De inhoud van het getransporteerde zand.

Commentaar: Het numerieke rekenproces is nog niet nauwkeurig genoeg.
Het programma wordt verbeterd door F. Franzen, Technische Hogeschool.

Litt.1 t/m 5:

- [1] W.T. Bakker
The influence of diffraction near a harbour mole on the coastal shape.
R.W.S.; Afdeling Kustonderzoek, Studierapport W.W.K. 70-2.
- [2] W.T. Bakker.
One aspect of the dynamics of a coast, partly protected by a row of groynes.
R.W.S.; Afdeling Kustonderzoek, Studierapport W.W.K. 67-5.
- [3] W.T. Bakker.
The dynamics of a coast with a groyne system.
Proc. of the 11th Conf. on Coastal Engineering, London 1968.
- [4] W.T. Bakker.
The influence of offshore transport on the dynamics of a coast with a harbour mole.
R.W.S.; Afdeling Kustonderzoek, Studierapport W.W.K. 69-2.
- [5] W.T. Bakker; E.H.J. Klein Breteler en A. Roos.
The dynamics of a coast with a groyne system.
R.W.S.; Afdeling Kustonderzoek, Studierapport W.W.K. 70-13.

Naam Programma: RW - 4

Berekening van strandlijn en voor-
oeverlijn bij een kust met een
strandhoofd, dat zich niet op de
vooroever doorzet

door A. Roos

Beschrijving: In een reeks rapporten en artikelen is een theorie ontwikkeld (litt.1 t/m 5), waarmee het dynamische gedrag van kustlijnen kan worden berekend. De ontwikkelde theorie is een uitbreiding van de theorie van Felnard - Considère met een aantal belangrijke aspecten, zoals:

- de invloed van het transport loodrecht op de kust kan in rekening worden gebracht.
- er wordt rekening gehouden met de diffractie, die optreedt achter een obstakel, zoals een strandhoofd of, havendam.
- het is mogelijk om met variabele golfcondities te werken.

De vergelijkingen, die het ontwikkelde dynamische kustmodel beschrijven zijn te gecompliceerd voor een analytische oplossing, daarom worden ze numeriek opgelost.

Het RW - 4 programma berekent het gedrag van een kust

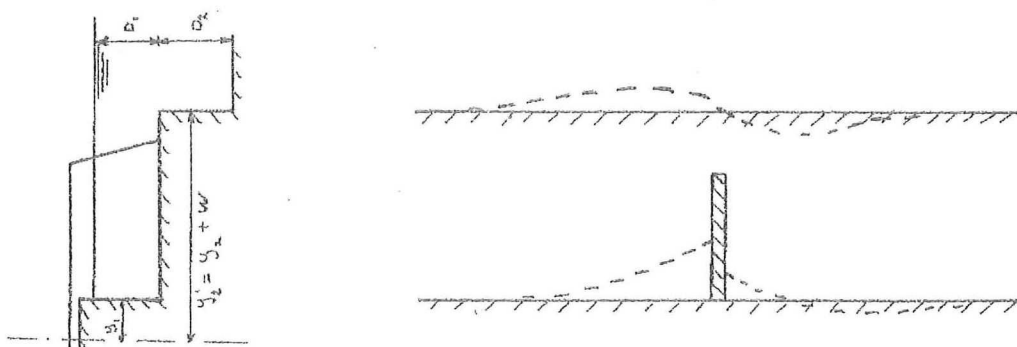


fig. 1. Kustmodel RW-4.

(tweelijnen theorie) in geval van een oorspronkelijk oneindige lange rechte kustlijn met een loodrecht op de kust uitgebouwde dam. De dam ligt op het ondiepe strandgedeelte (fig.1).

Er mag materiaaluitwisseling zijn tussen vooroever en strandlijn. Is de situatie in evenwicht, dan is de afstand tussen die twee lijnen: W . Het hele model kan nu beschreven worden met drie vergelijkingen, de continuïteits- en bewegingsvergelijking voor strand en vooroever afzonderlijk, en de vergelijking die de materiaal uitwisseling tussen beide gebieden geeft.

Als randvoorwaarden heeft men:

a) op $x = 0$ is er geen langstransport over het strand (t.g.v. de dam)

b) op $x = \pm \infty$ zijn strand- en vooroeverlijn niet gestoord.

De x -as (// strand) wordt verdeeld in discrete stapjes Δx en Y_1 (de Y -oord. van de strandlijn) wordt opgesplitst in twee afzonderlijke delen, een stationair en een niet stationair deel volgens: $Y_1(x,t) = Y_0(x) + Y_1'(x,t)$.

Invoer: ENDIFF : grootte v.h. gebied rechts v.h. strandhoofd, uitgedrukt in Δx , waarover de diffractie van invloed is, m.a.w. het gebied waar $Y_0 \neq 0$ en $h \neq 1$.

ENDT : geeft het aantal tijdstapjes Δt tot waartoe de berekening moet worden doorgezet.

DELXFI : $\Delta x \cdot \phi_\infty$, waarin Δx de grootte van de discrete stapjes langs de x -as voorstelt, en ϕ_∞ de hoek van de golfinval is van de ongestoorde golf.

AANTT : het aantal printtijden.

$Y_0[0 : \text{ENDIFF}]$: de berekende Y_0 -waarden voor de punten 0 t/m ENDIFF langs de x -as

$H[-1 : \text{ENDIFF}]$: de berekende H -waarden voor de punten -1 t/m ENDIFF langs de x -as. Het punt -1 is een "virtueel" punt voor het gebied van het strandhoofd.

h is de verhouding tussen de golfhoogte ter plaats en de golfhoogte op de x -as buiten het diffractiegebied.

$q_y' = q_y (\Delta x)^2 / q_1 \max$ q_1 en q_2 geven aan hoe het transport langs strand en vooroever van de richting van strand en vooroever afhangen

q_y is een maat voor de afhankelijkheid van het dwarstransport van de kusthelling

$D_1' = D_1 / D$ verhouding tussen "stranddiepte" D_1 en totale diepte (fig. 1).

PRINTT [1 : AANTT] : tijdstippen waarop de kustlijn moet worden
geprint, uitgedrukt in At.

0 : Dit is de afsluiting van de getallenreeks.
Vervangt men dit door "-100.000", dan kan op-
nieuw beginnen met een nieuwe reeks invoer-
gegevens.

Uitvoer: De coördinaten van de strand- en vooroeverlijn op de gevraagde
tijdstippen.

De inhoud van het getransporteerde zand (nat = 0) links van het
strandhoofd, rechts van het strandhoofd en de algebraïsche som
van beide (aanwas pos., erosie neg.).

Commentaar: Het numerieke rekenproces is nog niet nauwkeurig genoeg.
Het programma wordt verbeterd door F. Franzen, Technische
Hogeschool.

Litt. 1 t/m 5:

- [1] W.T. Bakker.
The influence of diffraction near a harbour mole on the coastal
shape.
R.W.S.; Afdeling Kustonderzoek, Studierapport W.W.K. 70 - 2.
- [2] W.T. Bakker.
One aspect of the dynamics of a coast, partly protected by a row
of groynes.
R.W.S.; Afdeling Kustonderzoek, Studierapport W.W.K. 67-5.
- [3] W.T. Bakker.
The dynamics of a coast with a groyne system.
Proc. of the 11th Conf. on Coastal Engineering, London 1968.
- [4] W.T. Bakker.
The influence of offshore transport on the dynamics of a coast
with a harbour mole.
R.W.S.; Afdeling Kustonderzoek, Studierapport W.W.K. 69-2.
- [5] W.T. Bakker; E.H.J. Klein Breteler en A. Roos.
The dynamics of coast with a groyne system.
R.W.S.; Afdeling Kustonderzoek, Studierapport W.W.K. 70-13.

Naam Programma: RW - 8

Kustlijnberekening bij een kust
met één havendam (inclusief bere-
kening invloed diffractie)

door A. Roos

Beschrijving: In een reeks rapporten en artikelen is een theorie ontwikkeld (litt. 1 t/m 5), waarmee het dynamische gedrag van kustlijnen kan worden berekend. De ontwikkelde theorie is een uitbreiding van de theorie van Pelnard - Considère met een aantal belangrijke aspecten, zoals:

- er wordt rekening gehouden met de diffractie, die optreedt achter een obstakel, zoals een strandhoofd of havendam.
- het is mogelijk om met variabele golfcondities te werken.

De vergelijkingen, die het ontwikkelde dynamische kustmodel beschrijven zijn te gecompliceerd voor een analytische oplossing; daarom worden ze numeriek opgelost.

Het RW 8-programma is in staat het dynamisch gedrag van de kust

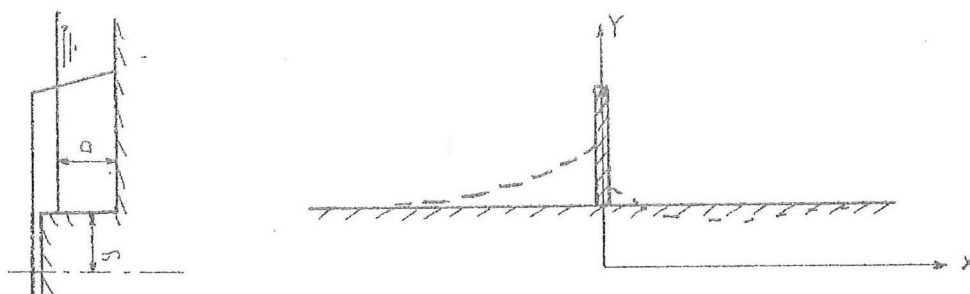


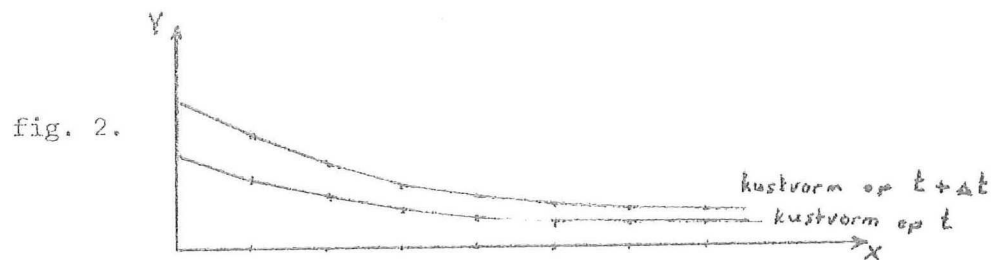
fig. 1. Kustmodel RW8.

te berekenen (één-lijn theorie) in geval van een oneindig lange rechte kustlijn met een loodrecht op de kust uitgebouwde dam.

Het gedrag van de kustlijn kan nu beschreven worden met behulp van twee vergelijkingen, namelijk de continuïteitsvergelijking $[\frac{\partial Q}{\partial x} + D \frac{\partial y}{\partial t} = 0]$ en de bewegingsvergelijking. Hiervoor nemen we die van Pelnard-Considère.

De x-as (// aan het strand) wordt verdeeld in discrete stapjes Δx en Y (// strandhoofd), die de plaats van de kustlijn aangeeft ter plaatse van iedere x op ieder tijdstip t, wordt gesplitst

in twee afzonderlijke delen, een stationair en een niet stationair.



Aannamen:

- Constante diepte
- $Q = A \cdot h^2 \cdot \Phi_c$, waarin Φ_c de hoek van golfinval op de kustlijn, h de verhouding tussen de golfhoogte ter plaatse $x = x$ op de x-as en de hoogte van de ongestoorde golf op $x = \infty$, A is een evenredigheidsconstante.
- de waarden van Φ_c en h worden genomen op de x-as, ook indien een punt van de kustlijn daar niet mee samenvalt.
- voor de diffractietheorie wordt de "vereenvoudigde theorie" van Putnam and Arthur genomen.

Invoer: ENDIFF : grootte v.h. gebied rechts v.h. strandhoofd, uitgedrukt in Δx , waarover de diffractie van invloed is, m.a.w. het gebied waar $y_c \neq 0$ en $h \neq 1$

ENDT : geeft het aantal tijdstapjes Δt dat moet worden genomen in het beschouwde geval.

DELXFI : $\Delta x \cdot \Phi_\infty$, waarin Δx de grootte van de discrete stapjes langs de x-as voorstelt, en Φ_∞ de hoek van golfinval is van de ongestoorde golf.

AANTT : het aantal printtijden

Y_c [0 : ENDIFF] : de berekende Y_c -waarden voor de punten 0 t/m ENDIFF langs de x-as

H [-1 : ENDIFF] : de berekende H-waarden voor de punten -1 t/m ENDIFF langs de x-as. Het punt -1 is een "virtueel" punt van het gebied rechts van het strandhoofd.

PRINTT[1:AANTT] : tijdstippen waarop de kustlijn moet worden geprint, uitgedrukt in Δt .

0 : Dit is de afsluiting van de getallenreeks. Vervangt men dit door "-100.000", dan kan opnieuw beginnen met een nieuwe invoergegevens.

Uitvoer: De coördinaten van de stabiele kustlijn op de gevraagde tijdstippen.

De totale inhoud van het getransporteerde zand.

Commentaar: Het numerieke rekenproces is nog niet nauwkeurig genoeg. De oorzaak hiervan is waarschijnlijk bekend, maar de tijd heeft tot nu toe ontbroken de noodzakelijke veranderingen aan te brengen.

Een veel nauwkeuriger (niet alleen numeriek, doch ook qua schematisatie) rekenmethode kan worden gevolgd als de programma's "Kustlijn" en "Kustconstanten" gereed zijn. Het programma is dus enigszins achterhaald door nieuwe ontwikkelingen.

Litt. 1 t/m 5:

- [1] W.T. Bakker.
The influence of diffraction near a harbour mole on the coastal shape.
R.W.S.; Afdeling Kustonderzoek, Studierapport W.W.K. 70-2.
- [2] W.T. Bakker.
One aspect of the dynamics of a coast, partly protected by a row of groynes.
R.W.S.; Afdeling Kustonderzoek, Studierapport W.W.K. 67-5.
- [3] W.T. Bakker.
The dynamics of a coast with a groyne system.
Proc. of the 11th Conf. on Coastal Engineering, London 1968.
- [4] W.T. Bakker.
The influence of offshore transport on the dynamics of a coast with a harbour mole.
- [5] W.T. Bakker; E.H.J. Klein Breteler en A. Roos.
The dynamics of a coast with a groyne system.
R.W.S.; Afdeling Kustonderzoek, Studierapport W.W.K. 70-13.

Naam Programma: RW - 9

Kustlijnberekening bij een kust tussen 2 dammen (inclusief berekening invloed diffractie).

Beschrijving: In een reeks rapporten en artikelen is een theorie ontwikkeld (litt.1 t/m 5), waarmee het dynamische gedrag van kustlijnen kan worden berekend. De ontwikkelde theorie is een uitbreiding van de theorie van Pelnard - Considère met een aantal belangrijke aspecten zoals:

- er wordt rekening gehouden met de diffractie, die optreedt achter een obstakel, zoals een strandhoofd of havendam,
- het is mogelijk om met variabele golfcondities te werken.

De vergelijkingen, die het ontwikkelde dynamische kustmodel beschrijven zijn te gecompliceerd voor een analytische oplossing, daarom worden ze numeriek opgelost.

Het RW-9 programma berekent de ontwikkeling van de kustlijn

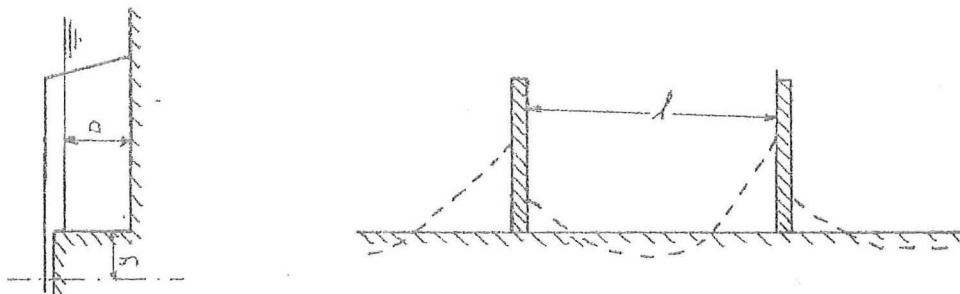


fig. 1. Kustmodel RW₉

(één-lijn theorie) tussen twee strandhoofden, die deel uitmaken van een oneindig lange rij strandhoofden op onderling gelijke afstanden.

Het gedrag van de kustlijn kan nu beschreven worden met behulp van twee vergelijkingen, namelijk de continuïteitsvergelijking
$$\left[\frac{\partial Q}{\partial x} + D \frac{\partial y}{\partial t} = 0 \right]$$
 en de bewegingsvergelijking. Hiervoor nemen we die van Pelnard-Considère met aanpassingen i.v.m. diffractie (lit.1)

De x-as (//aan het strand) wordt verdeeld in discrete stapjes Δx en y (// strandhoofd), die de plaats van de kustlijn aangeeft ter plaatse van iedere x op ieder tijdstip t, wordt opgesplitst in twee afzonderlijke delen, een stationair en een niet stationair deel.

Aannamen:

- Constante diepte.
- $Q = A \cdot h^2 \cdot \phi_c$, waarin ϕ_c de hoek van golfinval op de kustlijn, h de verhouding tussen de golfhoogte ter plaatse $x = x$ op de x -as en de hoogte van de ongestoorde golf op $x = \infty$; A is een everedigheidsconstante.
- de waarden van ϕ_c en h worden genomen op de x -as, ook indien een punt van de kustlijn daar niet mee samenvalt.
- voor de diffractietheorie wordt de "vereenvoudigde theorie" van Putnam and Arthur genomen.

Invoer:

ENDIFF : grootte v.h. gebied rechts v.h. strandhoofd, uitgedrukt in Δx , waarover de diffractie van invloed is m.a.w. het gebied waar $Y_0 \neq 0$ en $h \neq 1$.

ENDT : geeft het aantal tijdstapjes Δt dat moet worden genomen in het beschouwde geval.

DELFXFI : $\Delta x \cdot \phi_\infty$, waarin Δx de grootte van de discrete stapjes langs de x -as voorstelt, en ϕ_∞ de hoek van golfinval is van de ongestoorde golf.

AANTT : het aantal printtijden.

Y_0 [0 : ENDIFF] : de berekende Y_0 -waarden voor de punten 0 t/m ENDIFF langs de x -as

H [-1 : ENDIFF] : de berekende H -waarden voor de punten -1 t/m ENDIFF langs de x -as. Het punt -1 is een "virtueel" punt van het gebied rechts van het strandhoofd.

PRINTT [1:AANTT] : tijdstippen waarop de kustlijn moet worden geprint, uitgedrukt in Δt .

0 : Dit is de afsluiting van de getallenreeks . Vervangt men dit door "-100.000", dan kan opnieuw beginnen met een nieuwe reeks invoergegevens.

STRANDL : afstand tussen de beide strandhoofden uitgedrukt in Δx .

Uitvoer: De coördinaten van de stabiele kustlijn op de gevraagde tijdstippen.
De totale inhoud van het getransporteerde zand.

Commentaar: Het numerieke rekenproces is nog niet nauwkeurig genoeg. De oorzaak hiervan is waarschijnlijk bekend, maar de tijd heeft tot nu toe ontbroken de noodzakelijke veranderingen aan te brengen.

Een veel nauwkeuriger (niet alleen numeriek, doch ook qua schematisatie) rekenmethode kan worden gevolgd als de programma's "Kustlijn" en "Kustconstanten" gereed zijn. Het programma is dus enigszins achterhaald door nieuwe ontwikkelingen.

Litt. 1 t/m 5:

- [1] W.T. Bakker.
The influence of diffractie near a harbour mole on the coastal shape.
R.W.S.; Afdeling Kustonderzoek, Studierapport W.W.K. 70-2.
- [2] W.T. Bakker.
One aspect of the dynamica of a coast, partly protected by a row of groynes.
R.W.S.; Afdeling Kustonderzoek, Studierapport W.W.K. 67-5.
- [3] W.T. Bakker.
The dynamics of a coast with a groyne system.
Proc. of the 11th Conf. on Coastal Engineering, London 1968.
- [4] W.T. Bakker.
The influence of offshore transport on the dynamics of a coast with a harbour mole.
R.W.S.; Afdeling Kustonderzoek, Studierapport W.W.K. 69-2.
- [5] W.T. Bakker; E.H.J. Klein Breteler en A. Roos.
The dynamics of a coast with a groyne system.
R.W.S.; Afdeling Kustonderzoek, Studierapport W.W.K. 70-13.

Naam Programma: Kustconstanten
(K.C.)

Verslag in voorbereiding
door J.A. Casteleyn.

Beschrijving: Dit programma is de eerste van een tweetal, benodigd voor het uitrekenen van kustlijnen. Uitgaande van de hieronder nader te bepalen randvoorwaarden en schematisaties worden in dit programma de kustconstanten bepaald.

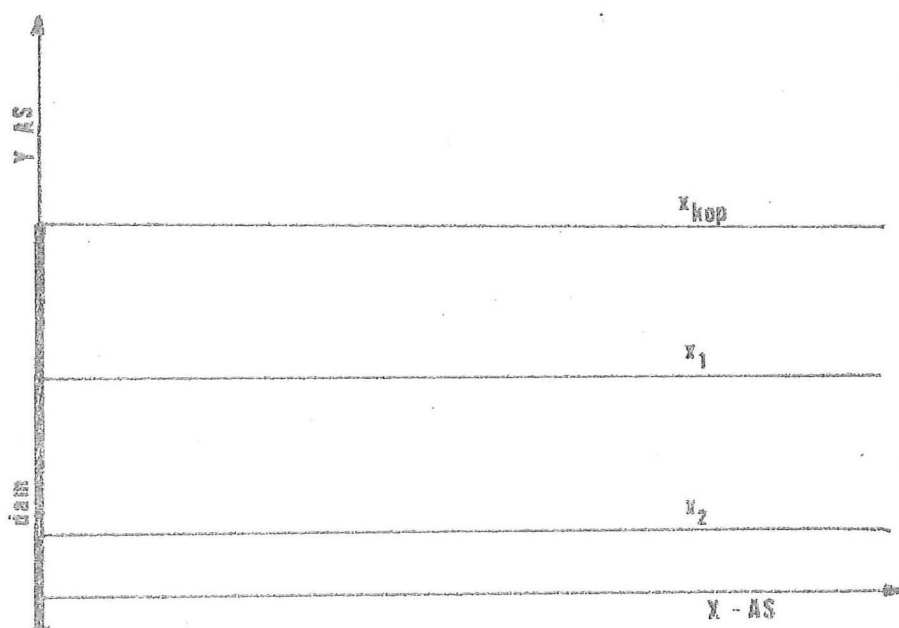
Onder kustconstanten worden verstaan de grootheden Q_0 en q , resp. het langstransport bij een bepaalde gegeven kustrichting en de verandering van dit transport bij een verdraaiing van de kustrichting.

Het programma biedt o.a. de mogelijkheid om de invloed van een havendam op de kustlijn te simuleren, waarbij de invloed van diffractie, welke hierdoor ontstaat, in rekening wordt gebracht. Het is dan echter wel noodzakelijk dat men de dam op de rand van het te berekenen gebied legt (zie fig. 1).

Een andere mogelijkheid is een refractiepatroon bij een geulen en bankenstelsel in te lezen, waarna de "constanten" worden bepaald.

Aan de hand van twee schetsen wordt nu globaal de indeling en de mogelijkheden in de verschillende onderdelen van het programma uiteengezet.

fig. 1.



Golven die van-uit diepwater de kust naderen zijn door verschillende invloeden onderhevig. Bij het geschetste voorbeeld van een havendam aan een rechte kust spelen vooral refractie en diffractie een grote rol.

Op een bepaalde afstand uit de kust, in fig. 2, punt A, wordt het golfclimaat en de waterdiepte d_0 bekend verondersteld.

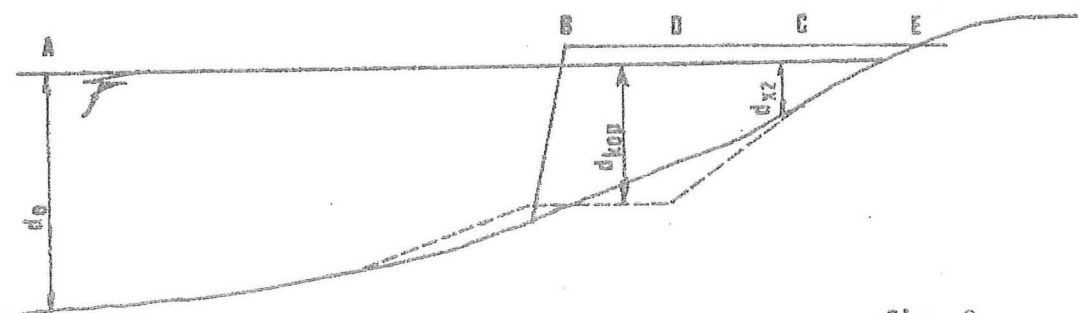


fig. 2.

Van dit punt tot de kop van de dam (punt B), op een afstand Y_0 uit de oorsprong van het langs de dammen gekozen assenstelsel, worden de veranderingen in golfrichting en golfhoogte t.g.v. refractie bepaald. Om dit te kunnen doen is het vereist dat de waterdiepte ter plaatse van de kop, d_{kop} , bekend is.

Het is mogelijk de golfgegevens ter hoogte van de kop van de dam in te lezen, zodat genoemde berekening achterwege kan blijven.

Van de kop van de dam tot de berekening worden de golven zowel gerefracteerd als gediffracteerd. Over de gecombineerde invloed van refractie en diffractie vindt op dit ogenblik een vrij uitgebreid onderzoek plaats, hetgeen echter nog niet tot concrete resultaten heeft geleid. Dit verschijnsel wordt, zoals gesuggereerd in C.E.R.C. memo 4, (lit. 1) "voorlopig" benaderd door achtereenvolgens een diffractie en refractie berekening toe te passen, en wel diffractie in het gebied BD en refractie in DC (zie fig. 2).

Het bodemprofiel zal hiervoor geschematiseerd dienen te worden. Een denkbare schematisatie is gestippeld in fig. 2.

De wijze van schematisatie is sterk afhankelijk van de omstandigheden en wordt aan het inzicht van de gebruiker overgelaten. Essentieel voor de berekening is dat na schematisatie een horizontale bodem overblijft tussen B en D. In dit gebied met zowel

op de lijn x_{kop} als x_1 (zie fig. 1) de diepte d_{kop} wordt een diffractie berekening uitgevoerd, welke stoelt op de oplossingsmethode met de Spiraal van Cornu (zie GB-2).

Ook de diffractie berekening behoeft niet op de bovenstaande wijze bepaald te zijn om de kustconstanten met dit programma te berekenen. Men kan door een juiste keuze in het blokschema (zie fig. 1) met behulp van een op een andere wijze bepaalde diffractie berekening de golfhoogte op de lijn x_1 in op een vaste afstand Δx van elkaar gelegen punten inlezen.

De refractie berekening wordt zoals gezegd uitgevoerd voor punten gelegen tussen de lijnen x_1 en x_2 (zie fig. 1), welke lijnen respectievelijk liggen op de diepten d_{kop} en d_{x2} (zie GB-4). Het spreekt dat de randvoorwaarden voor deze berekening gelijk zijn aan de resultaten van de diffractie berekening. Ook hier kunnen de de refractie berekening weer op de lijn x_2 ingelezen worden, waarbij gelijktijdig de gehele bovenstaande berekening kortgesloten wordt.

Met de gegevens welke men thans tot de beschikking heeft, wordt het langstransport berekend. Deze berekening is gebaseerd op een theorie van Svasek en door Bakker toegespitst op het geval aan evenwijdige dieptelijnen (lit. 2).

De theorie stelt dat het langstransport tussen twee dieptelijnen evenredig is met de langscomponent van het energieverlies van een golf tussen deze dieptelijnen.

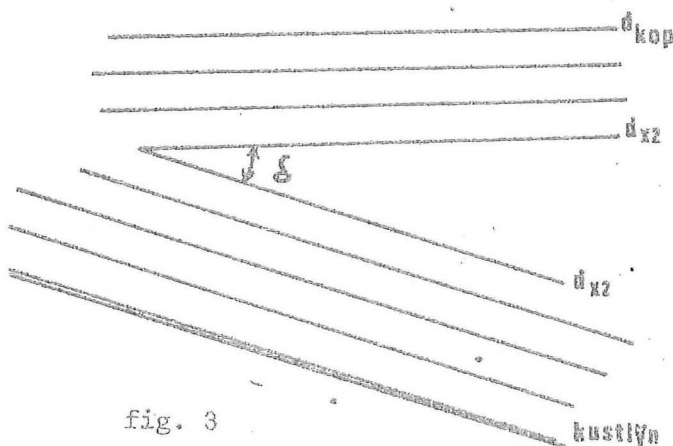


fig. 3

Het programma is zodanig geschematiseerd dat met 2 groepen evenwijdig dieptelijnen wordt gewerkt. Dit is mogelijk door op de lijn x_2 een hoek δ in rekening te brengen, waardoor een dieptelijnenverloop zoals in fig. 3 is weergegeven kan ontstaan.

Opgemerkt hierbij dient te worden dat het zandtransport, dat van invloed is op de verandering van de kustlijn, plaats vindt tussen de lijn d_{x2} en de kust.

De brekerdiepte dient derhalve ook voor de berekening kleiner te zijn dan d_{x2} . Tevens is de invloed van getij en golfopzet in het programma in rekening gebracht.

De berekening welke in bovenstaand globaal is geschetst kan worden uitgevoerd voor een hele reeks van golfgegevens. M.a.w. in één "run" kunnen de kustconstanten voor meerdere golfhoogten, perioden en golfrichtingen worden bepaald en gesommeerd, zodat een resulterende waarde voor de genoemde "constanten" over een bepaald tijdvak in één berekening wordt verkregen.

Uitvoer: Damkopgegevens: HS : golfhoogte op diepwater
 HKOP : golfhoogte t.p.v. damkop
 PHIKOP: hoek van golfinval ter hoogte van de damkop.

Diffractie : x_1 : afstand van punt op de x_1 -lijn tot havendam
 TETA : fase hoek bij beschouwd punt op x_1 -lijn
 HC : diffractie coëfficiënt
 PHIX₁ : hoek van golfinval op x_1 -lijn in beschouwd punt.

Refractie : HR : refractie coëfficiënt
 HRFC : diffractie * refractie coëfficiënt
 PHIX₂ : hoek van golfinval op x_2 -lijn in beschouwd punt

Transport : DBR : brekerdiepte bij beschouwde "golf"
 PL : langscomponent van golfenergie
 QNUL : langstransport zand bij kustrichting // x-as
 q : de verandering van het langstransport bij een kleine hoekverandering

Commentaar: Het is de bedoeling dat dit programma - nadat het voldoende door de gebruikers is uitgetest en nadat er door verschillende instanties commentaar op is gegeven - het eerste van een tweetal standaard programma's wordt voor het berekenen van kustlijnen volgens de één-lijn theorie.

Als het zover is zou het ook een standaard programma bij de DIV kunnen worden.

Litteratuur: (1) Shore Protection Planning and Design.

U.S. Army. Coastal. Eng. Res. Center.

Techn. report no. 4, 1966, p.p. 175

(2) Berekening van het langstransport door golven met de methode van evenwijdige dieptelijnen.

W. Th. Bakker W.W.K. 69 - 7

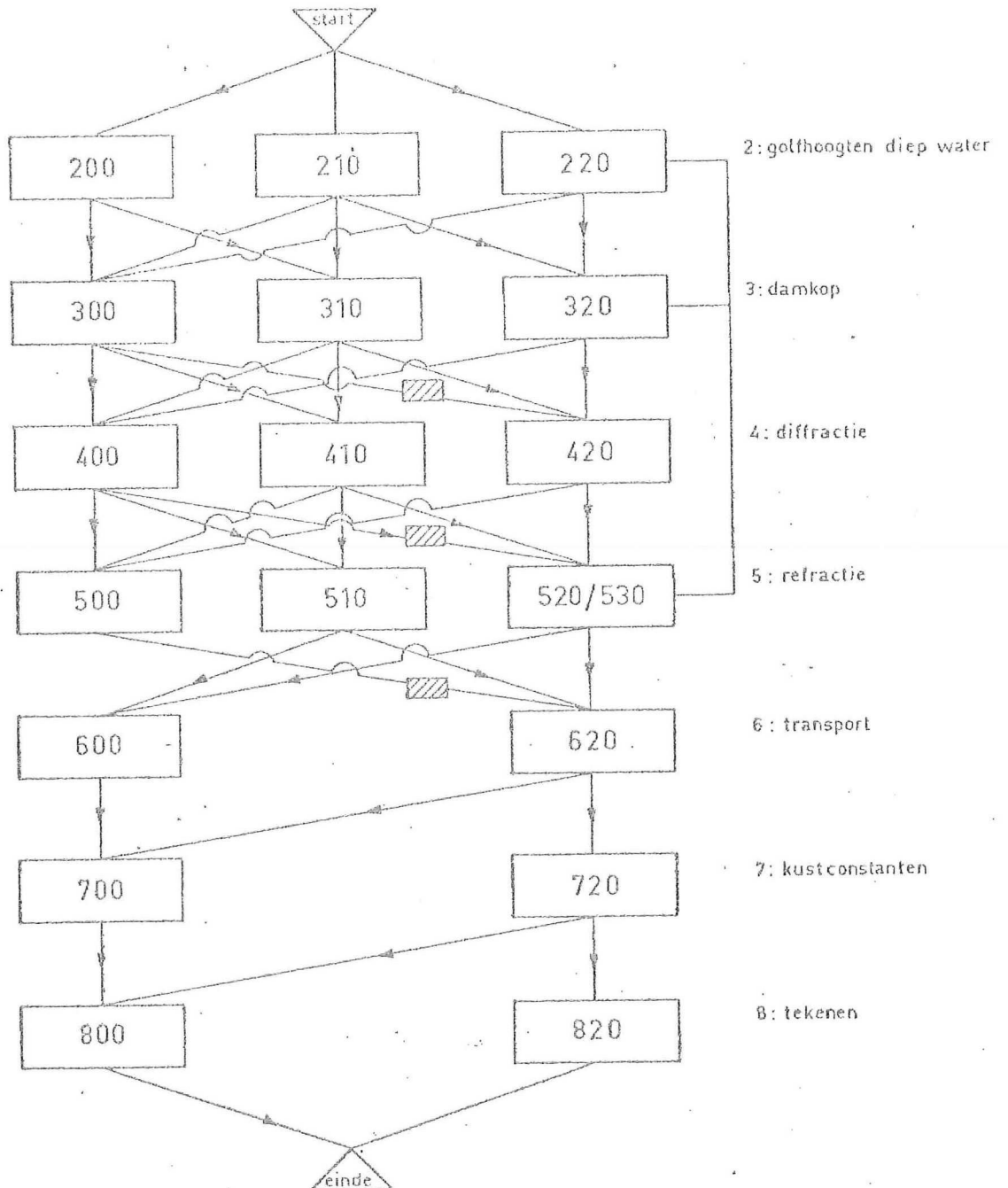
R.W.S. Directie Waterhuishouding en Waterbeweging,
afd. kustonderzoek

Blokschema

- 00 : niets

- 10 : inlezen

- 20/-30 : berekenen.
L_o alternatief.



▨ hier vindt gelijkstelling van variabele plaats.

bijlage 4.

Naam Programma: Kustlijn
(K.L.)

Verslag in voorbereiding
door J.A. Castelijm

Beschrijving: Doel van dit programma is bestaande programmatuur te bundelen in een zo'n universeel mogelijk standaard uitvoering. Deze programmatuur beperkt zich tot de z.g.n. één-lijn programma's.

Bij deze theorie wordt aangenomen dat alle dieptelijnen tot een zekere diepte d evenwijdig voor- en achterwaarts verschuiven, terwijl de overige dieptelijnen in rust blijven. Ieder van deze eerst genoemde dieptelijnen kan als kustlijn worden beschouwd.

Bij het bekend zijn van de kustconstanten Q_0 en q , resp. het langstransport bij een kustrichting // x -as en de transport verandering bij een verdraaiing van de kustrichting (zie voor berekening programma K.C.), is het mogelijk uitgaande van eveneens bekende rand- en beginvoorwaarden de kustlijn van een gegeven gebied te bepalen.

De ontwikkelde theorie is een uitbreiding van de theorie van Pelnard-Considère.

De opzet van het programma is, zoals is gesteld een zo universeel mogelijk programma te maken met dus een zo groot mogelijk toepassingsgebied.

Een scala van mogelijk begin- en randvoorwaarden is derhalve in het programma ingebouwd. Bovendien bestaat de mogelijkheid om naast het langstransport ook het dwarstransport van invloed te laten zijn op de kustontwikkeling. Dit is gerealiseerd door het symbool p , staande voor de hoeveelheid zand in meters erosie per jaar, in de continuïteits-vergelijking op te nemen.

Een overzicht van enige mogelijke randvoorwaarden wordt hier nagegeven.

- De kustligging van het gebied kan in de loop der jaren bekend zijn. Uitgaande van de gegevens op de randen van het gebied en bij begin van de berekening ($t = 0$), kan dan de kustlijn nagerekend worden. De berekende waarden kunnen worden vergeleken met de in de natuur gemeten kustlijn. De resultaten

geven een indruk van de nauwkeurigheid van de kustconstanten (zie bijl. 1 - berekening van het eiland TEXEL van 1910 - 1963

- Op de linkenrand van het gebied ligt een havendam welke een deel of het gehele transport welke een deel of het gehele transport onderschept. Aan de hand van bekendveronderstelde kustconstanten kan dan de kustlijn achter de dam worden bepaald.

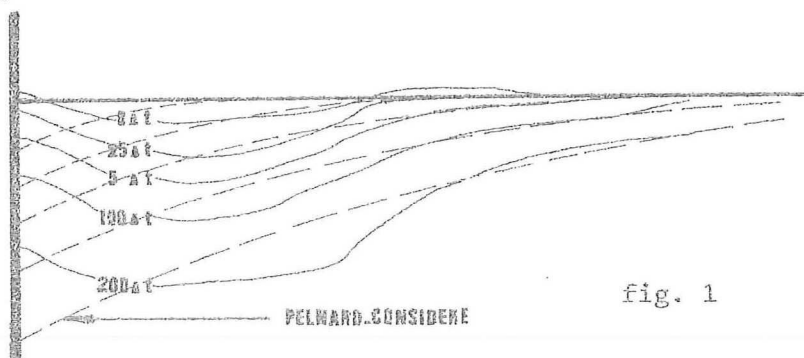


fig. 1

Figuur 1 geeft het resultaat van een dergelijke berekening. Hierin geeft de getrokken lijn de kustligging weer indien rekening wordt gehouden met diffractie, de gestippelde lijn geeft de kustlijn volgens Pelnard Considère weer.

- Een gebied waar een onverdedigde kust aansluit op een verdedigde kust wordt weergegeven in fig. 2. De verdediging wordt gerealiseerd gedacht door strandhoofden.

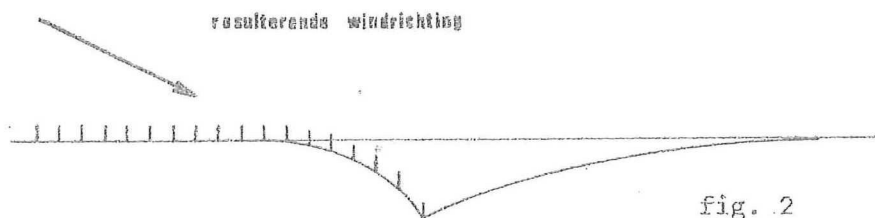


fig. 2

Voor het gemak is hier bij de beginsituatie de kustlijn recht getekend, dit is echter niet noodzakelijk.

- Als laatste wordt het voorbeeld van een kust met twee strand-
hoofden gegeven. De kustlijn welke hierbij ontstaan is ge-
tekend in fig. 3.

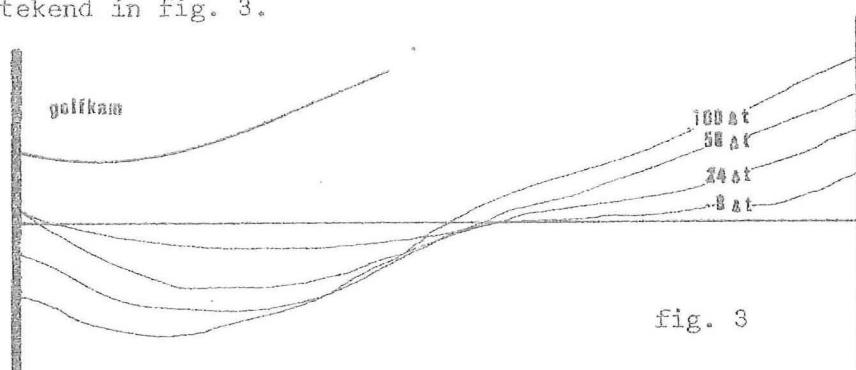


fig. 3

De berekende kustlijn kan met tekenprocedure (DRAW) worden
geplot . Een voorbeeld hierna is weergegeven in bijlage 1.

Uitvoer: Y : berekende kustlijn
YREAL : gemeten kustlijnindien de berekende kust hiermee
wordt vergeleken (deze waarden zijn ingelezen)
B1100 = 1120 : Optredende erosie/sedimentatie zowel de berekende
als gemeten (laatste alleen indien vergeleken met
bestaande kust.
B1200 = 1220 : Uittekenen van het verloop van de kustlijn per
jaar.
B1300 = 1320 : Uittekenen van het verloop van de kust om de x-jaar.

Commentaar: Het is de bedoeling dat dit programma - nadat het voldoende door
de gebruikers is uitgetest en nadat er door verschillende instan-
ties commentaar is gegeven - een standaard programma wordt voor
het berekenen van kustlijnen volgens de één-lijn theorie.
Als het zover is, zou het ook een standaard programma bij de
DIV. kunnen worden.

KUSTLYN IN 1960

1 KUSTLYN IN 1910

2 BEREKENDE KUSTLYN

3 GEMETEN KUSTLYN

+.2800+02

3 1

23 1

23 1

2 3 1

23 1

+.2624+02

23 1

23 1

2 3 1

2 3

2 3 1

+.2447+02

3 1

32 1

3 2 1

3 2 1

3 2 1

3 2 1

3 2 1

3 2 1

3 2 1

32 1

321

321

31

231

23 1

+.1918+02

3 1

2 3 1

2 3

2 1 3

2 1 3

2 3

+.1741+02

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

+.1565+02

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

2 3 1

+.1388+02

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

+.1212+02

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

+.1035+02

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

+.9647+01

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

3 2

+.1375+04

3 2

+.6789+03

3 2

1 POSITION REPRESENTS ++.15447+02

1 LINE REPRESENTS ++.35294+00

Naam Programma: GO.1

Mathematisch model voor de
berekening van golfloop
door A. Roos (zie lit. [2])

Beschrijving: Ontwikkeld is een eenvoudig model voor de berekening van periodieke golfloop, dat is gebaseerd op de beschrijving van de waterbeweging op het talud door middel van de niet-lineaire lange-golfvergelijkingen. In deze lange golfvergelijkingen is een weerstandsterm opgenomen volgens Chézy.

Teneinde te onderzoeken of bepaalde termen in de lange-golfvergelijkingen kunnen worden verwaarloosd en om inzicht te krijgen in de rol van de wrijvingsterm, zijn termen van de lange-golfvergelijkingen berekend op basis van de proefresultaten uit [1]. Deze berekeningen leveren geen bruikbare informatie op.

Bij de opzet van het rekenschema is gekozen voor een differentieschema waarbij een expliciete rekenmethode wordt gebruikt. Het oplopende golfvront wordt niet geïsoleerd in de berekening. Numerieke vergelijkingen zijn afgeleid voor de waterbeweging op het talud. Hierbij blijkt dat het rekenproces door een bepaalde numerieke ingreep stabiel is te maken, die neerkomt op een toevoeging van diffusie-achtige termen aan de lange-golfvergelijkingen. Deze nieuwe vergelijkingen beschrijven de waterbeweging op het talud inclusief de beweging van het oplopende golfvront. Speciale vergelijkingen zijn afgeleid voor het randpunt $x = 0$ en het bovenste gedeelte van de watertong op het talud.

De randvoorwaarden van het rekenmodel worden gevormd door een bekend periodiek verloop van de waterlaagdikte t.p.v. $x = 0$ en het feit dat ter plaatse van de vrij over het talud bewegende watertip de waterlaagdikte steeds nul is.

De resultaten van het rekenmodel laten zien dat er kwalitatief een redelijke overeenkomst is met de proefresultaten. De berekende maximale golfloop blijkt echter een faktor 2 à 3 te klein te zijn. Mogelijke oorzaken hiervan kunnen zijn:

1. Het rekenschema is niet verfijnd genoeg.
2. De lange-golfvergelijkingen beschrijven de waterbeweging op het talud niet goed.

Bij de voortzetting van het onderzoek is het nuttig dat men zich deze beide punten goed realiseert.

In eerste instantie kan men trachten door het aanbrengen van enkele correcties of verfijningen op het beschreven model beter aan de proefresultaten te voldoen. Lukt dit niet dan kan men denken aan het maken van rekenmodellen die op verfijndere rekenschema's zijn gebaseerd.

Mocht ook dan geen overeenstemming met de proefresultaten worden gevonden dan wijst dit erop (indien men uitgaat van de juistheid van de proefresultaten) dat de waterbeweging op het talud niet goed door de lange-golfvergelijkingen wordt beschreven. Men zal dan naar andere vergelijkingen moeten zoeken voor de beschrijving van de waterbeweging op het talud.

<u>Invoer:</u>	PER	= golfperiode T.
	COTALFA	= $\cotan \alpha$, d.i. de reciproke waarde van de taludhelling.
	DELTAX	= de onderlinge afstand tussen de discrete punten op het talud Δx .
	XMAX	= totaal aantal discrete punten (uitgezonderd het punt t.p.v. $x = 0$) waarmee het talud belegd is.
	DELTAT	= de tijdstap tussen twee opeenvolgende tijdstippen waarop de golftong wordt berekend Δt .
	TMAX	= totaal aantal tijdstappen Δt , dat tijdens berekening moet worden genomen.
	P	= aantal tijdstippen per golfperiode waarop de golftong moet worden afgedrukt.
	MBEG	= plaats van de marker M op het talud op het begintijdstip $t = 0$ (beginvoorwaarde). **)
	VMARKBEG	= snelheid van de uiterste watertip (M) op het begintijdstip $t = 0$ (beginvoorwaarde).
	WBEGIN [0:R]	= waterlaagdikten in de discrete punten op het talud op het begintijdstip $t = 0$ (beginvoorwaarde).
	VBEGIN [0:R]	= deeltjessnelheden in de discrete punten op het talud op het begintijdstip $t = 0$ (beginvoorwaarde).

***) De plaats van de watertip, die hier wordt ingelezen, is niet uitgedrukt in Δx .

HO [0:TPER-1] = als periodieke randvoorwaarde t.p.v. $x = 0$ gegeven waterlaagdikten gedurende alle tijdstippen (fasen) van de golfperiode (TPER = aantal tijdstappen Δt per golfperiode).

PRINTT [1:P] = tijdstippen (fasen) waarop voor iedere golfperiode de golftongen moeten worden afgedrukt, uitgedrukt in Δt . Voor het laatste tijdstip uit de reeks moet de waarde 0 worden opgegeven, dit laatste bewerkstellingt dat de golftongen op de gehele perioden worden afgedrukt.

A = maat voor de ruwheid van het talud.

Uitvoer: De randvoorwaarden en beginvoorwaarden worden ontleend aan resultaten van golfoploop in Rapport [2]. De snelheid en de waterhoogte in elk punt op het talud voor een aantal opgegeven tijdstippen.

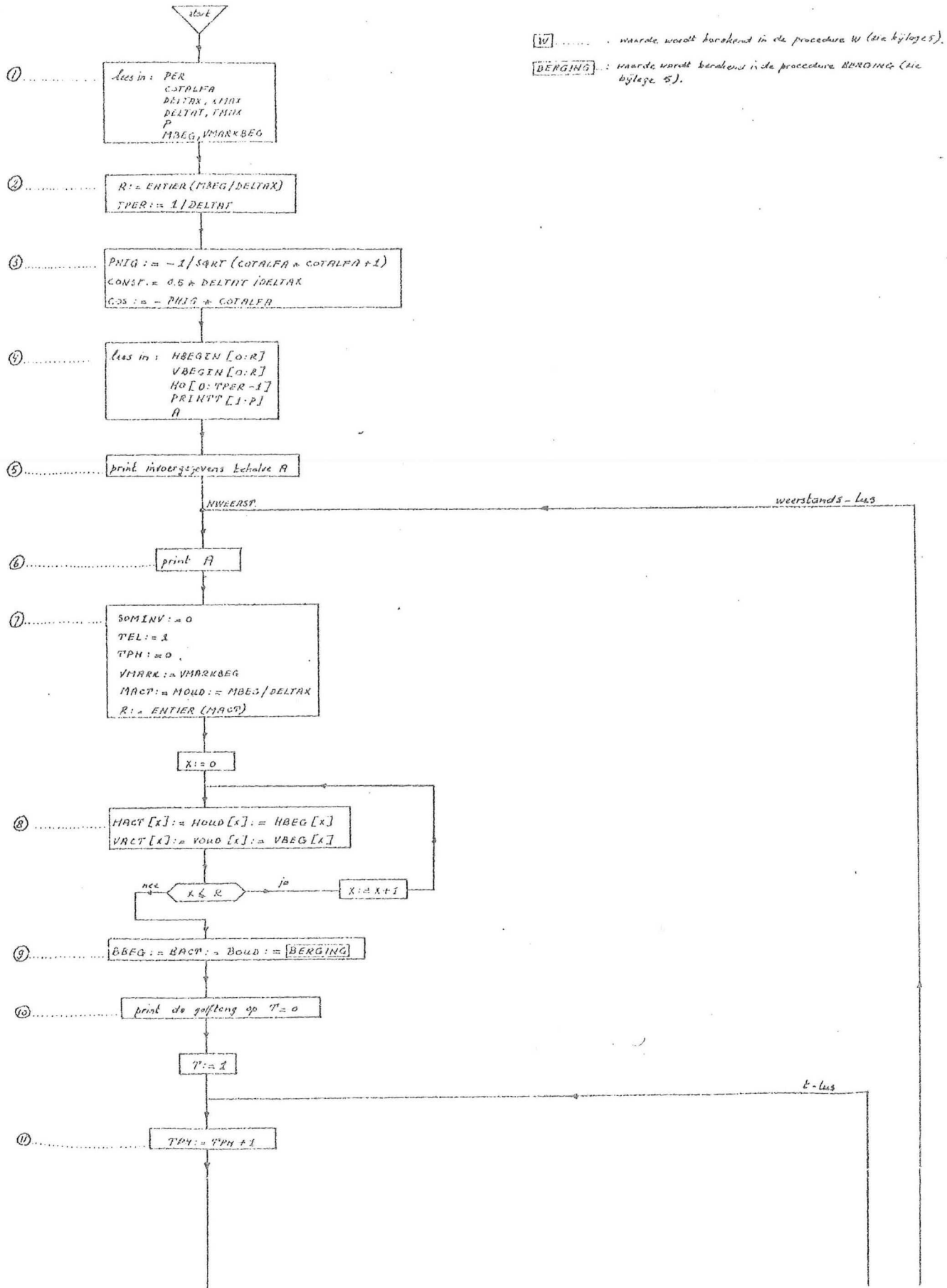
Commentaar: Bij dit onderwerp is er een duidelijk research-programma, dat zich goed leent voor verdere studie. Het is echter niet noodzakelijk dit programma te implementeren op de D.I.V.-computer.

Litt.: [1]: Afstudeerverslag van A. Roos

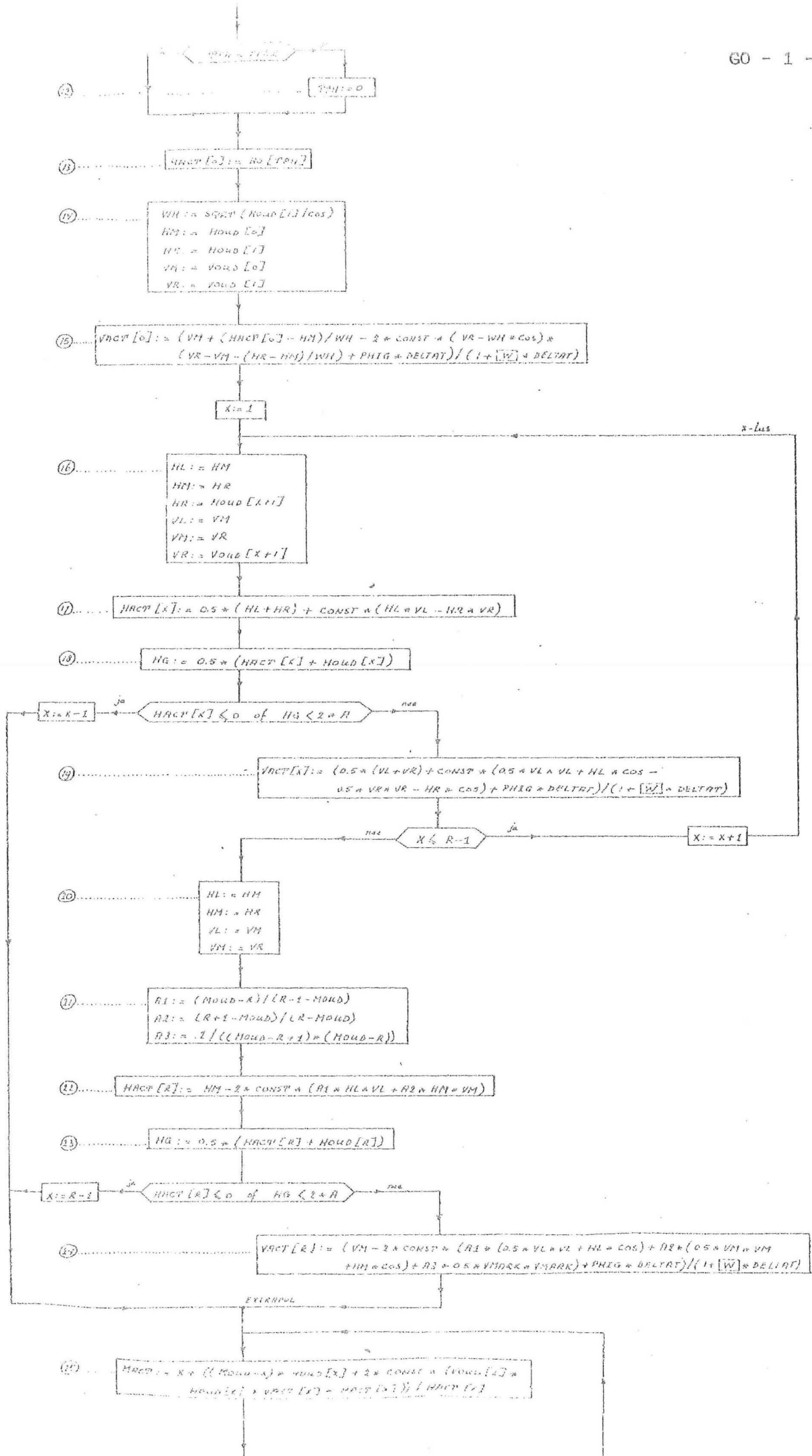
Experimenteel onderzoek naar het gedrag van tegen taluds oplopende regelmatige golven.

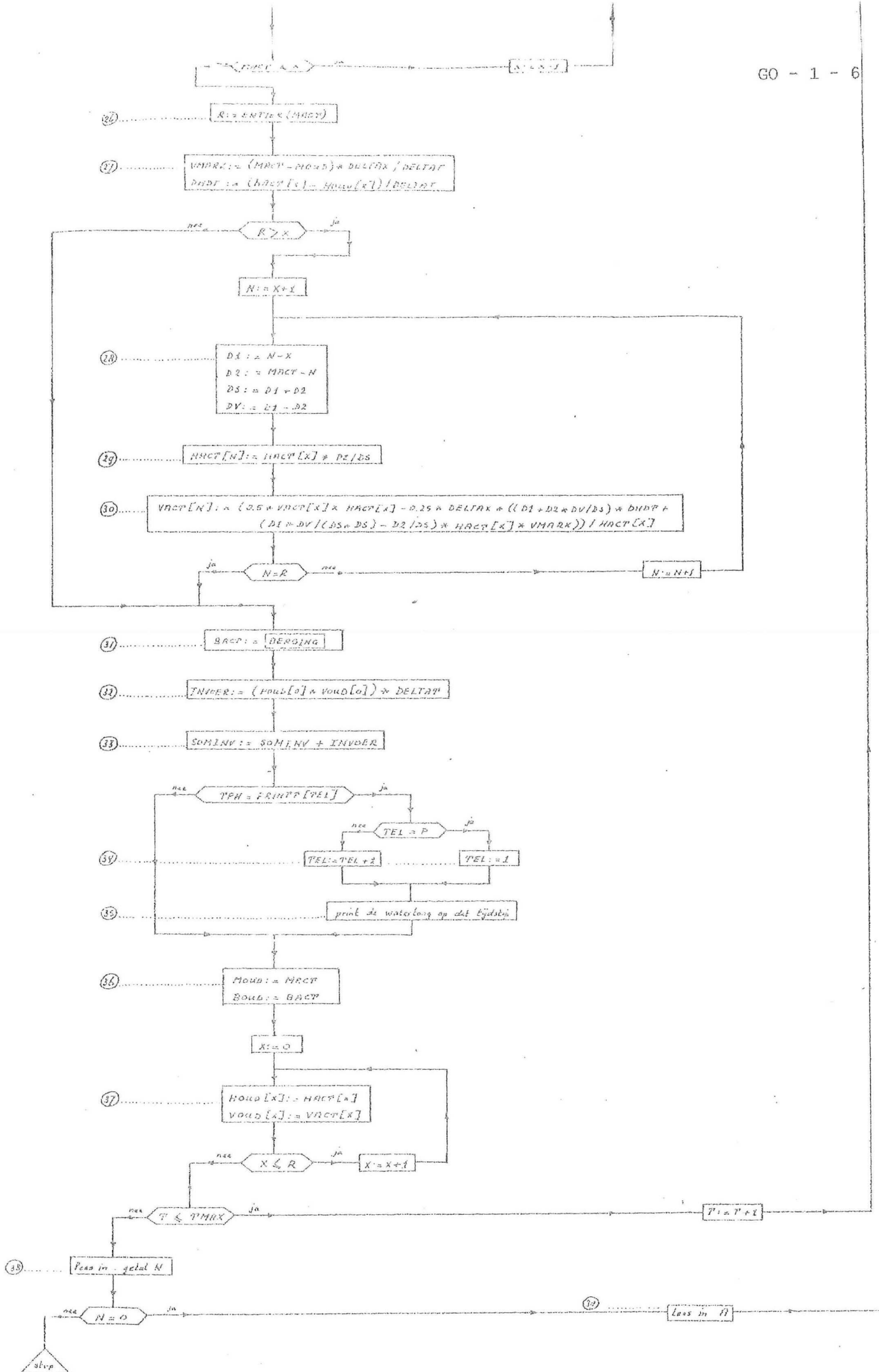
[2]: Rapport R/1972/6/H, Vakgroep Vloeistofmechanica, Afd. Weg- en Waterbouwkunde, TH-Delft.

Stroomschema computerprogramma "golfsploop 1"



Bijlage 4





Naam Programma: Dieptelijnen

door W. Massy

Beschrijving: Het programma geeft een tweedimensionale afbeelding van een driedimensionale ruimte m.b.v. diepte- of hoogtelijnen.

De berekening geschiedt in twee delen.

In het eerste deel voert men een rechthoekig grid in, waarbij de grootte opgegeven dient te worden. De coördinaten van de knooppunten worden dan uitgerekend door de data in te voeren, die willekeurig verspreid mogen liggen over het gebied.

Echter in elke rechthoek moet minstens één punt liggen, of er moet in ieder van de 4 omringende rechthoeken een punt liggen. De coördinaten worden berekend door de data lineair te interpoleren.

In het tweede deel worden dan de hoogtelijnen getekend, door een bepaald hoogteverschil op te geven plus een beginniveau. Door lineaire interpolatie zoekt de computer dan het punt op waar hij het grid binnen kan komen, waarna hij één voor één de andere zijden van het rechthoekje afzoekt naar een punt met dezelfde hoogte. Hierna worden deze twee punten met een rechte lijn verbonden en gaat de computer verder met het volgende rechthoekje.

- Invoer:
1. de x, y en z - coördinaten van de verschillende punten.
 2. het nulniveau en het gewenste hoogteverschil tussen de dieptelijnen.
 3. de afmetingen van de rechthoekjes in het grid.
 4. de schaalfactor.

- Uitvoer:
- 1^e de hoogteligging van de gridpunten.
 - 2^e een kaartje met geplotte dieptelijnen.

Commentaar: Een programma zoals dit is uitermate nuttig ten einde te komen tot het tekenen van dieptekaarten uit peilingen met automatieke dataregistratie, bijvoorbeeld volgens het Autocarta systeem. Ten einde aan te sluiten op ontwikkelingen bij de DIV zou het nuttig zijn het eerste deel van het programma zodanig te herprogrammeren, dat aansluiting op het BODKAR-programma wordt verwezenlijkt.

Zie ook DIV-programma: ORIEO