

Interne notitie betreffende het
computerprogramma SOFIA 104
t.b.v. S-80.055

Centrum voor Onderzoek Waterkeringen
A.M. Cappendijk-de Bok
Juli 1983

<u>Bijlagenlijst</u>	S-80.055	<u>Tek.nr.</u>
Bijlage I	Model en invoergegevens t.b.v. het computerprogramma PLONY.104.	A4/83.127
Bijlage II	Freatisch niveau-tijdstap op $x = 2,5$ m resp. $x = 7,5$ m bij de diverse tijdstapgroottes.	A3/83.128
Bijlage III	Verloop freatisch niveau in het model bij tijdstapgrootte 0,1 en 0,4.	A3/83.129
Bijlage IV	Freatisch niveau in het model ten tijde van de 10^e tijdstap voor een stijgende (r.v.w. 1) resp. dalende (r.v.w. 2) waterstand.	A3/83.130
Bijlage V	Verloop waterstand tijdens een superstormvloed.	A4/83.131
Bijlage VI	Basisconfiguratie en basisinvoergegevens t.b.v. het computerprogramma PLONY.DUIN.	A4/83.132
Bijlage VII	Invloed tijdstapgrootte op de hoogte van de freatische lijn in de tijd.	A4/83.133
Bijlage VIII	Invloed aantal kolommen op de hoogte van de freatische lijn in de tijd.	A4/83.134
Bijlage IX	Invloed lengte van het model op de hoogte van de freatische lijn in de tijd.	A4/83.135
Bijlage X	Invloed diepte model (dikte pakket) op de hoogte van de freatische lijn in de tijd.	A4/83.136
Bijlage XI	Invloed grootte effectieve porositeit op de hoogte van de freatische lijn in de tijd.	A4/83.137

<u>Inhoud</u>	<u>Blz.</u>
I. Inleiding	1
II. Het onderzoek	2
II.1. Uitgevoerde programma's	2
II.2. Enige wetenswaardigheden omtrent de invoergegevens	2
III. Berekeningsresultaten	4
III.1. PLONY.104 (run 1 t/m 5)	4
III.2. PLONY.DUIN	4
III.2.1. Tijdstapgrootte (run 6 t/m 9)	4
III.2.2. Aantal kolommen (run 6 t/m 9)	5
III.2.3. Lengte van model (run 9 en 12)	5
III.2.4. Diepte van model (dikte pakket; run 7, 14 en 15)	5
III.2.5. Doorlatendheidscoëfficiënt (run 13)	6
III.2.6. Effectieve porositeit (run A1 en A2)	6
III.2.7. Conclusies	6
IV. Toepassing van het SOFIA 104 computerprogramma	7

Interne notitie betreffende het computerprogramma SOFIA 104.

I. Inleiding

In deze notitie worden de bevindingen beschreven die opgedaan zijn bij het gebruik van het programma SOFIA 104. (Voor een nadere toelichting op dit programma wordt verwezen naar het dictaat "Applications of the finite element method in Geomechanics" van Verruijt).

Het programma SOFIA 104 is in aangepaste vorm gebruikt voor de bepaling van het freatisch niveau in het duinafslagprofiel ten tijde van een superstormvloed. Ten einde hierbij tot "enigszins betrouwbare" resultaten te komen is het programma vooraf aan een nader onderzoek onderworpen.

II. Het onderzoek

II.1. Uitgevoerde programma's

Het oorspronkelijke programma SOFIA 104 staat onder de naam PLONY.104 (qualifier = SOFIA 104) op de Univac-computer. De gewijzigde versie hiervan genaamd PLONY.DUIN staat eveneens op de Univac-computer.

Het programma PLONY.104 is gedraaid met de volgende randvoorwaarden $PL = PL - HH/20$ en $PL = PL + HH/20$ teneinde enig inzicht te krijgen over "hoe en wat" van het programma.

Vervolgens is het programma PLONY.104 op zodanige wijze veranderd dat als randvoorwaarde het verloop van de waterstand tijdens een superstormvloed ingevoerd kan worden. Met behulp van deze versie, PLONY.DUIN, is onderzoek gedaan naar invloed op het freatisch niveau bij wijzigingen van de diverse invoerparameters.

Tenslotte is aan de hand van de bevindingen PLONY.DUIN gedraaid voor het duinafslagprofiel.

De gebruikte invoergegevens en berekeningsresultaten hiervan zijn nader beschreven in een interne notitie ten behoeve van de leidraad "Duinafslag".

II.2. Enige wetenswaardigheden omtrent de invoergegevens

1. De grootte van het aantal rijen (NR) en het aantal kolommen (NC) is bepalend voor de dimensie van de diverse "array"-grootheden. Zonodig dient het programma wat betreft die dimensies te worden aangepast.
2. Het produkt van NR en NC mag niet te groot zijn. Een acceptabele waarde voor $NR \cdot NC$ is ongeveer 200. Bij een grotere waarde van dit produkt bestaat de kans dat de maximaal toelaatbare reken-tijd wordt overschreden. Het programma wordt dan afgebroken.
3. De hoeken AL en AR moeten aan de volgende eisen voldoen $AL \leq 90^\circ$ en $AR \geq 90^\circ$.
4. Tot slot verdient de tijdstapgrootte TS nog de aandacht. Er moet gelden:

$$O(TS) = \frac{STOR \cdot L^2}{PERM \cdot HH} \text{ met}$$

STOR = effectieve porositeit

L = lengte zijde van een element.

PERM = doorlatendheidscoëfficiënt.

HH = oorspronkelijke waterniveau.

III. Berekeningsresultaten

III.1. PLONY.104 (run 1 t/m 5)

Met behulp van het programma PLONY.104 is een eenvoudig model doorgerekend; zie bijlage I voor de configuratie en invoergegevens.

Op bijlage II en III zijn de resultaten weergegeven van berekeningen waarbij de tijdstapgrootte gevarieerd is (0,1, 0,2 en 0,4) en de overige parameters ongewijzigd zijn gebleven. De randvoorwaarde PL neemt per tijdstap met de waarde HH/20 af. PL is dus onafhankelijk van de grootte van de tijdstap. De randvoorwaarde PR is constant en gelijk aan HH. Uit de grafiek op bijlage III blijkt dat naarmate de tijdstap groter is het freatisch niveau meer naar een evenwichtssituatie gaat.

Op bijlage IV zijn de berekeningsresultaten van een stijgende en dalende waterstand met elkaar vergeleken. Het blijkt geen symmetrisch beeld te zijn hetgeen ook niet te verwachten is aangezien - het "vullen" bij een stijgende waterstand en het "leeglopen" bij een dalende waterstand - twee geheel verschillende processen zijn.

III.2. PLONY.DUIN

Met behulp van het programma PLONY.DUIN is de invloed van verschillende parameters op de hoogte van de freatische lijn getest.

Als randvoorwaarde PL is het verloop van de waterstand tijdens een superstormvloed ingevoerd, zie bijlage V. PR is constant gehouden.

De configuratie van het model en de basisinvoergegevens zijn weergegeven op bijlage VI.

III.2.1. Tijdstapgrootte (run 6 t/m 9)

De tijdstapgrootte is gevarieerd met een factor 2.

Op bijlage VII is voor enkele plaatsen in het model ($x = 5, 10, 25$ en 45) het verschil tussen het freatisch niveau bij een tijdstapgrootte van 3200 sec en 1600 sec weergegeven.

Voor grote x ($x = 25$, $x = 45$) blijkt de invloed van de tijdstapgrootte niet duidelijk merkbaar te zijn.

De gevoeligheid voor de randvoorwaarde PL is daar eveneens zeer gering (grote demping in het zandpakket).

Een wijziging van het aantal kolommen (een vergroting met een factor 1,5) geeft een zelfde beeld te zien voor de verschillen $f_1(x) - f_2(x)$. Deze zijn niet in de grafiek op bijlage VII aangegeven.

III.2.2. Aantal kolommen (run 6 t/m 9)

De invloed van het aantal kolommen op de hoogte van de freatische lijn is zeer gering. Op bijlage VIII is voor enkele plaatsen in het model ($x = 5$, 10 en 25) het verschil tussen het freatisch niveau bij een $NC = 31$ en $NC = 21$ weergegeven.

Voor $x > 25$ is er nauwelijks nog verschil, daarom is " $x = 45$ " niet uitgezet in de grafiek op bijlage VIII.

III.2.3. Lengte van model (run 9 en 12)

De invloed van de lengte van het model op de hoogte van de freatische lijn is vooral merkbaar voor grote x ($x = 25$, $x = 45$). Dit is echter wel te verklaren. De randvoorwaarde achter (PR) "trekt" het freatisch niveau naar PR. Voor het model met lengte 75 m is dit op $x = 25$ en $x = 45$ minder merkbaar dan bij het model met lengte 50 m.

III.2.4. Diepte van model (dikte pakket; run 7, 14 en 15)

Uit de grafiek op bijlage X waarin $f_2(x) - f_1(x)$ is uitgezet tegen de tijd blijkt dat de keuze van de dikte van het zandpakket zeker van invloed is op de hoogte van de freatische lijn. Ook is de plaats in het model relevant voor de verschillen in hoogte (grootste verschil voor $x = 25$). Voorts is te zien dat naarmate x groter is de verschillen het grootst zijn verder in de tijd, m.a.w. de vertraging is groter naarmate x groter is.

III.2.5. Doorlatendheidscoëfficiënt (run 13)

Uit berekeningen is gebleken dat de grootte van de doorlatendheidscoëfficiënt van zeer grote invloed is op de hoogte van de freatische lijn. Een grotere doorlatendheidscoëfficiënt geeft een hoger freatisch niveau.

III.2.6. Effectieve porositeit (run A1 en A2)

De grootte van de effectieve porositeit is eveneens van zeer grote invloed op de hoogte van de freatische lijn. Hiertoe zijn berekeningen gemaakt met een zeer eenvoudig model van 10 m bij 4 m.

De effectieve porositeit is gevarieerd met een factor 2. De berekeningsresultaten zijn weergegeven in de grafiek op bijlage XI.

Ook hier geldt weer dat naarmate x groter is de vertraging groter is.

III.2.7. Conclusies

Uit de berekeningsresultaten van III.2.1. t/m III.2.6. blijkt dat de keuze van het aantal kolommen (bepalend voor het netwerk) van weinig invloed is op de hoogte van de freatische lijn. Variatie in de "grond"-gegevens (doorlatendheidscoëfficiënt, effectieve porositeit) en in de configuratie van het model (lengte, dikte) geeft echter wel grote verschillen te zien. Schematisering van een praktijkgeval dient dus de nodige aandacht evenals de keuze van de grootte van de "grond"-gegevens.

IV. Toepassing van het SOFIA 104 computerprogramma

Voor een toepassing van het SOFIA 104-programma wordt verwezen naar de bijgaande notitie "Stabiliteit van het duin-afslagprofiel tijdens (na) een superstormvloed".

De daarin toegepaste invoerparameters zijn gekozen aan de hand van de hiervoor beschreven bevindingen.