



dienst weg en water bouwkunde



BIBLIOTHEEK
Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Postbus 5044, 2600 GA DELFT
Tel. 015-699111

NOTITIE: WBA-R-89096

aan : J.J. v.d. Ploeg

van : A. Jonker

datum: 21 november 1989

onderwerp : Grondmechanische stabiliteit oostelijke hoogwaterkering buiten-
haven Vlissingen

1. INLEIDING.

Door Rijkswaterstaat Directie Zeeland is aan de Dienst Weg- en Waterbouwkunde gevraagd om een oordeel te geven over de grondmechanische stabiliteit van de oostelijke hoogwaterkering van de buitenhaven te Vlissingen.

De waterstand waarvoor deze beoordeling moet plaats vinden is die bij een frequentie van $2,5 \times 10^{-4}$.

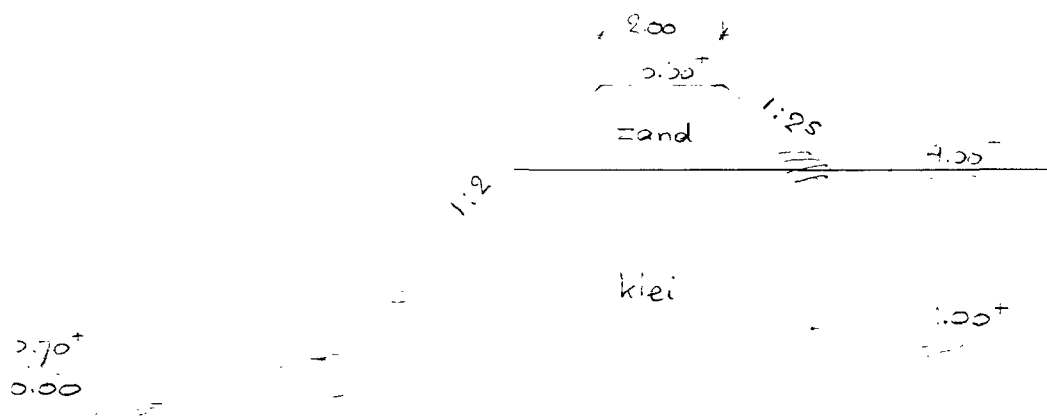
2. UITGANGSPUNTEN.

1. Tekening 60-74-C6 van Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, geeft het verloop van de westelijke hoogwaterkering met een 2-tal dwarsprofielen.
2. Tekening ZLNX 1989-1003 geeft een situatie met de lokaties van een aantal dwarsprofielen. Deze zijn weergegeven op tekening ZLNX 1989-1004. Hieruit blijkt dat aan de binnenzijde van de waterkering een puinkist aanwezig is. De hoogte van het buitendijkse gebied bedraagt ca. NAP + 4,00 m.; het kruinniveau van de waterkering is ca. NAP + 6,60 m. (profiel 3 t/m 5). Eerstgenoemde tekening geeft tevens enkele boorprofielen. Als aanvulling op deze informatie zijn een aantal korte boringen uitgevoerd. Ter plaatse van het dwarsprofiel waar boring 49 ligt zijn dit de aanvullende boringen V en VI. Bijlage 1 geeft het resultaat van deze boringen.
3. Bijlage 2 geeft een mogelijk verloop van de waterstand voor een frequentie van $2,5 \times 10^{-4}$ (getijtafel, blz. 164).
4. De grondwaterstand aan de buitenzijde van de hoogwaterkering wordt voor dagelijkse omstandigheden geschat op NAP + 1.00 m. (dit is dus hoger dan de gemiddelde buitenwaterstand); het polderpeil (slootpeil) staat op NAP 0.00 m.

5. De waterdoorlatendheid van de ondergrond is geschat op een maximale waarde van 10 m/etmaal.
6. De waterspanningen in de ondergrond hebben een hydrostatisch verloop (geen wateroverspanningen).
7. Het buitendijkse terrein is vrijwel overal verhard of begroeid.

3. BEOORDELING GRONDMECHANISCHE STABILITEIT.

De geometrie met grondlagenopbouw waarvoor de berekeningen zijn uitgevoerd is weergegeven in figuur 1. Hierbij heeft het binnentalud een helling van 1:2. Om na te gaan wat de consequenties zijn van een iets steiler beloop zijn 2 berekeningen uitgevoerd voor een binnentalud van 1:1½ (tijdens de terreinverkenning bestond de indruk dat de helling wellicht steiler is dan 1:2).



figuur 1 Geometrie en grondlagenopbouw.

Met het programma MSTAB zijn een aantal stabiliteitsberekeningen gemaakt. Toepassing van dit programma is verantwoord, omdat er geen aanwijzingen zijn dat een ander mechanisme (niet cirkelvormig afschuiven) zal optreden.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor profiel C. De overige profielen vertonen nagenoeg dezelfde opbouw en zullen derhalve tot nagenoeg dezelfde resultaten leiden.

Uit het beschikbare onderzoek bleek de volgende opbouw van de ondergrond:

- afdekkende kleilaag dikte ca. 0,5 m.
- tot ca. NAP + 4 m.: zand
- beneden ca. NAP + 4 m.: klei

Voor de sterkteparameters van de ondergrond zijn pessimistische waarden aangehouden. Deze zijn vermeld bij de berekeningsresultaten (bijlage 3 t/m 7).

Samenvatting van de berekeningsresultaten:

- bijlage 3:

Stabiliteitsfaktor: ca. 0,75; volledig verzadigde ondergrond bij een water stand van NAP + 5,4 m. buitendijks en NAP 0.00 m. binnendijks.

- bijlage 4:

Stabiliteitsfaktor: ca. 1,25; grondwaterstand buitendijks op NAP + 2 m; binnendijks op NAP 0.00 m., onder het dijklichaam verlopend; waterschijf op buitendijks maaiveld van 1,4 m dik (waterstand op NAP + 5,4 m.). In deze berekening is rekening gehouden met infiltratie van water in de ondergrond. Omdat uit bijlage 2 blijkt dat een waterstand boven NAP + 4 m. gedurende 2 keer 5½ uur optreedt is een maximale grondwaterstandsverhoging aangenomen van 1 m.

- bijlage 5:

Stabiliteitsfaktor: ca. 1,05; grondwaterstand idem als bij voorgaande berekening, met uitzondering van gedeelte onder dijklichaam, waar ook een verhoogde waterstand is aangehouden.

- bijlage 6:

Stabiliteitsfaktor: ca. 1,10; binnentalud 1:1½; grondwaterstand buitendijks op NAP + 2 m; binnendijks op NAP 0.00 m. (idem als bijlage 4). Lagere stabiliteitsfaktor uitsluitend gevolg van steiler talud.

- bijlage 7:

Stabiliteitsfaktor: ca. 0,92; binnentalud 1:1½; grondwaterstand idem als bijlage 5.

4. KONKLUSIE.

Voor de grondmechanische stabiliteit van dijken wordt in het algemeen uit gegaan van stabiliteitsfactoren van ca. 1,25.

Onder dagelijkse omstandigheden is de stabiliteit van de konstruktie voldoende (stabiliteitsfaktor 1,25; binnenbeloop 1:2). Dit blijkt uit bijlage 4, waar de maatgevende cirkel niet door het grondwater gaat.

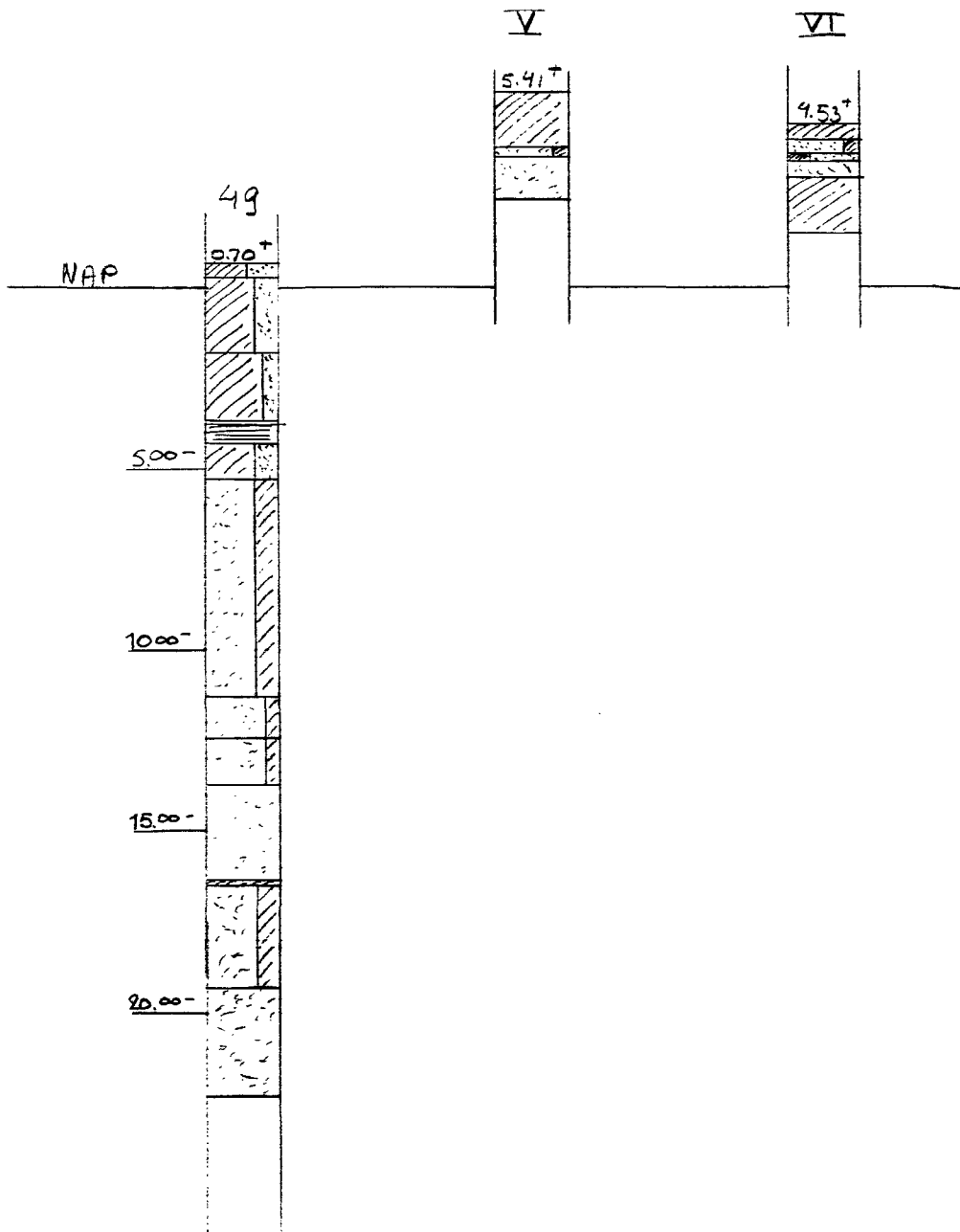
Waar het binnenbeloop steiler is, lijkt een uitvulling tot een helling van 1:2 op zijn plaats.

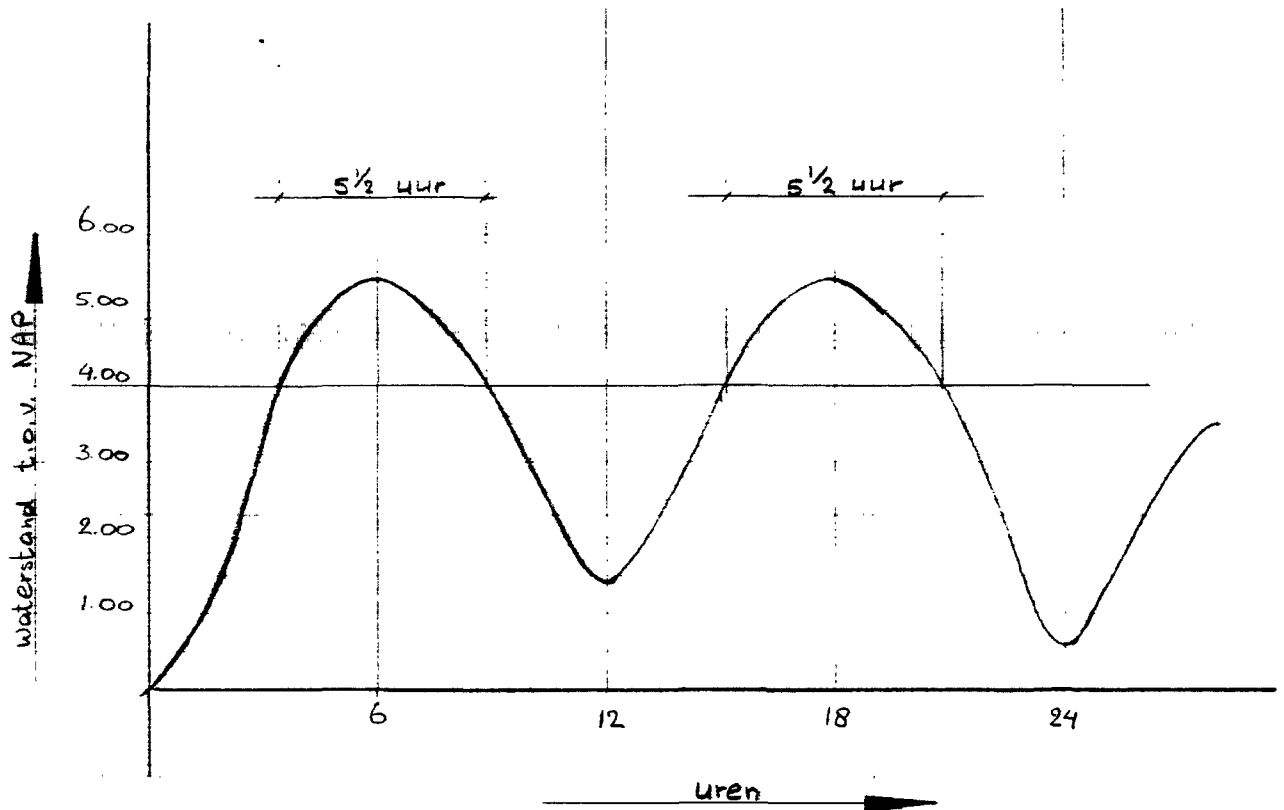
Voor de situatie met maatgevend hoog water is de stabiliteitsfactor afhankelijk van de grondwaterstand. Gelet op de korte duur van deze situatie is een grondwaterstand volgens bijlage 3 niet realistisch. Bij een geschatte K-waarde van 10 m/etmaal zal het grondwaterpeil niet hoger komen dan NAP + 2 m. Uit bijlage 4 blijkt dat, indien de grondwaterstand het geschetste verloop heeft, de stabiliteitsfactor gelijk is aan die welke behoort bij dagelijkse omstandigheden. Bijlage 5 geeft de faktor die behoort bij een iets ander verloop van de grondwaterstand. Gelet op de bekleding van de dijk en het maaiveld aan de buitenzijde, waarvan grote delen van een harde, waterdoorlatende bekleding is voorzien, moet deze situatie als pessimistisch worden beschouwd. De gevonden stabiliteitsfactor van 1,054 is dan ook een ondergrens. Alleen in geval het binnenbeloop van de dijk steiler is, lijkt sprake te zijn van een labiel evenwicht.

5. ADVIES.

Gelet op het voorgaande wordt geadviseerd om na te gaan of aan de binnenzijde taludhellingen voorkomen steiler dan 1:2. Indien dit het geval is, dient de helling van het binnentalud te worden verflauwd tot deze waarde.

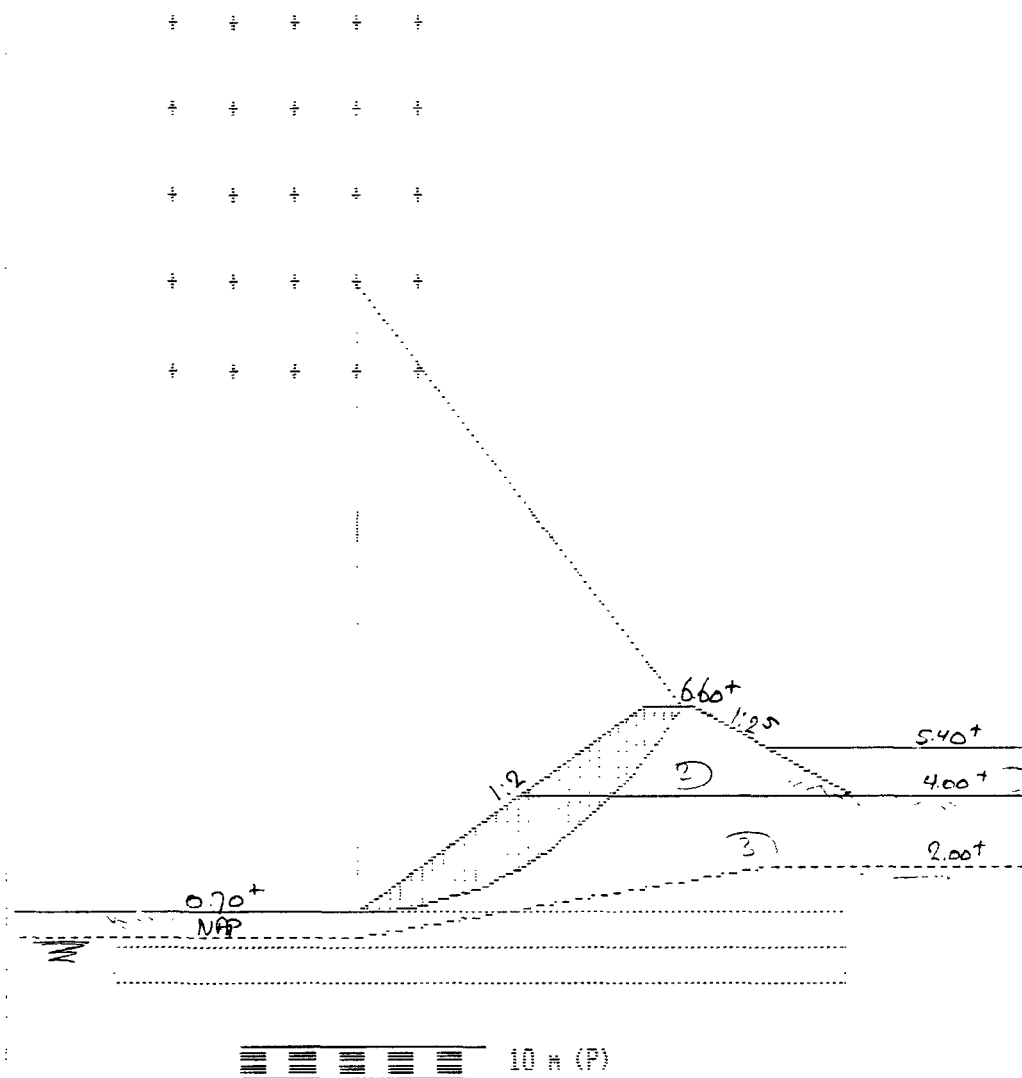
N.B. In voorgaande beschouwing is ervan uit gegaan dat de waterkering voldoet aan het 2% overslagkriterium. Mocht uit aanvullende gegevens blijken dat hieraan niet wordt voldaan en de waterkering een bepaald groter overslagdebiet heeft, dan moet de grondmechanische stabiliteit opnieuw worden beoordeeld. Te meer, daar uit de veldverkenning blijkt dat het binnenbeloop van de waterkering niet gelijkmatig is, en de afdekkende kleilaag waarschijnlijk niet bestand is tegen grote hoeveelheden overslaand water.





Waterstandsverloop frequentie $2,5 * 10^{-4}$ / jaar

CIRKEL ZONDER SPANNINGEN : Methode Bishop



RIJKSWATERSTAAT D.W.W.

profiel c 1989-08-04

LIC. ENON/0051 COP. 1

PROGRAMMA MSTAB (3.0) X_m = 50.00 m Straal = 18.00 m

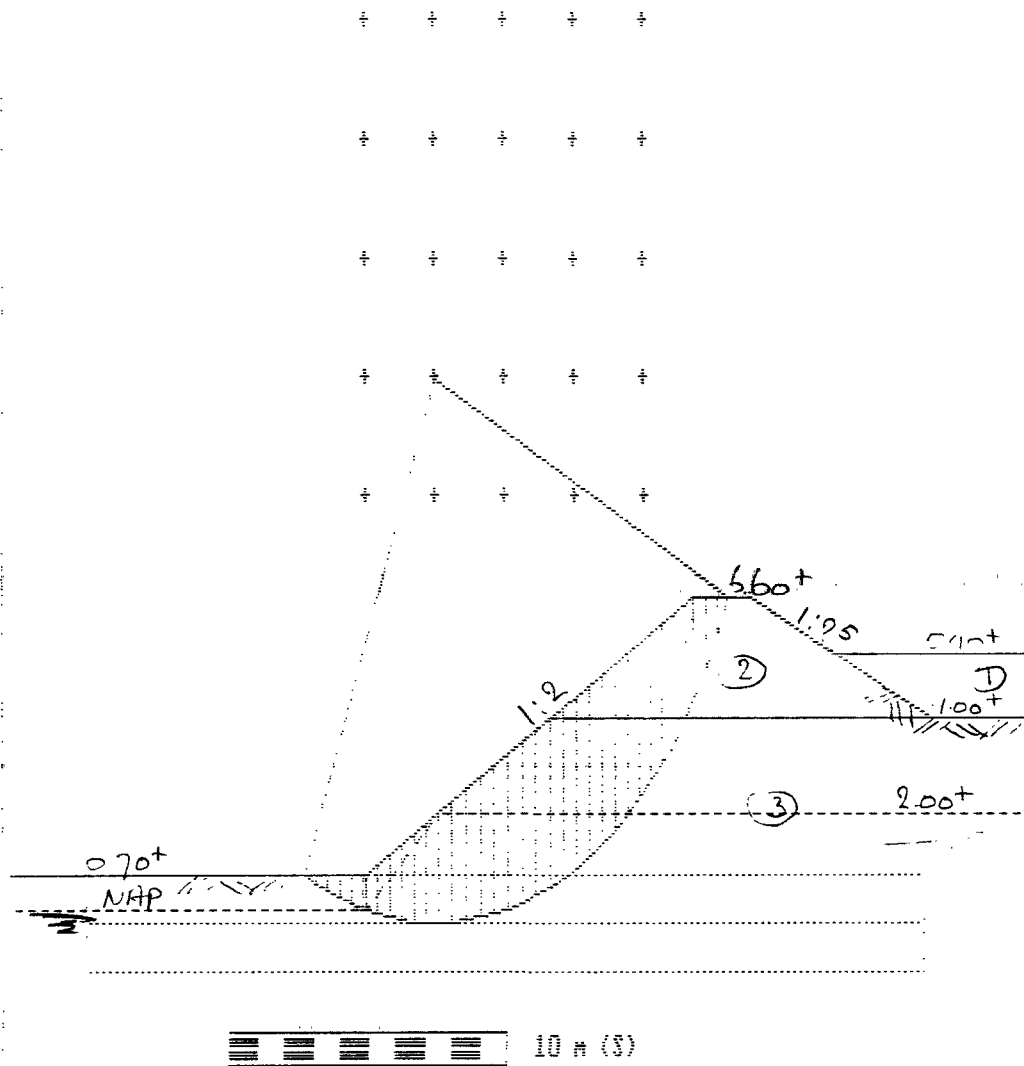
File : B:\WLISSING.DRS Y_m = 18.00 m F_{min} = 1.252

① water

② zand $\gamma_{20} = 20.0 \text{ kN/m}^3$
 $c = 0 \text{ kN/m}^2$
 $\phi = 30^\circ$

③ klei $\phi = 22.5^\circ$
 $c = 25 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma_{cl} = 20.0 \text{ kN/m}^3$

CIRKEL ZONDER SPANNINGEN : Methode Bishop



RIJKSWATERSTAAT D.W.W.	profiel c 1989-08-04	
LIC. ENOV/0051 COP. 1		
PROGRAMMA MSTAB 13.01	Xm = 52.50 m	Straal = 11.50 m
File : B:\VLISSING.DRS	Wm = 10.50 m	Fmin = 1.054

① water

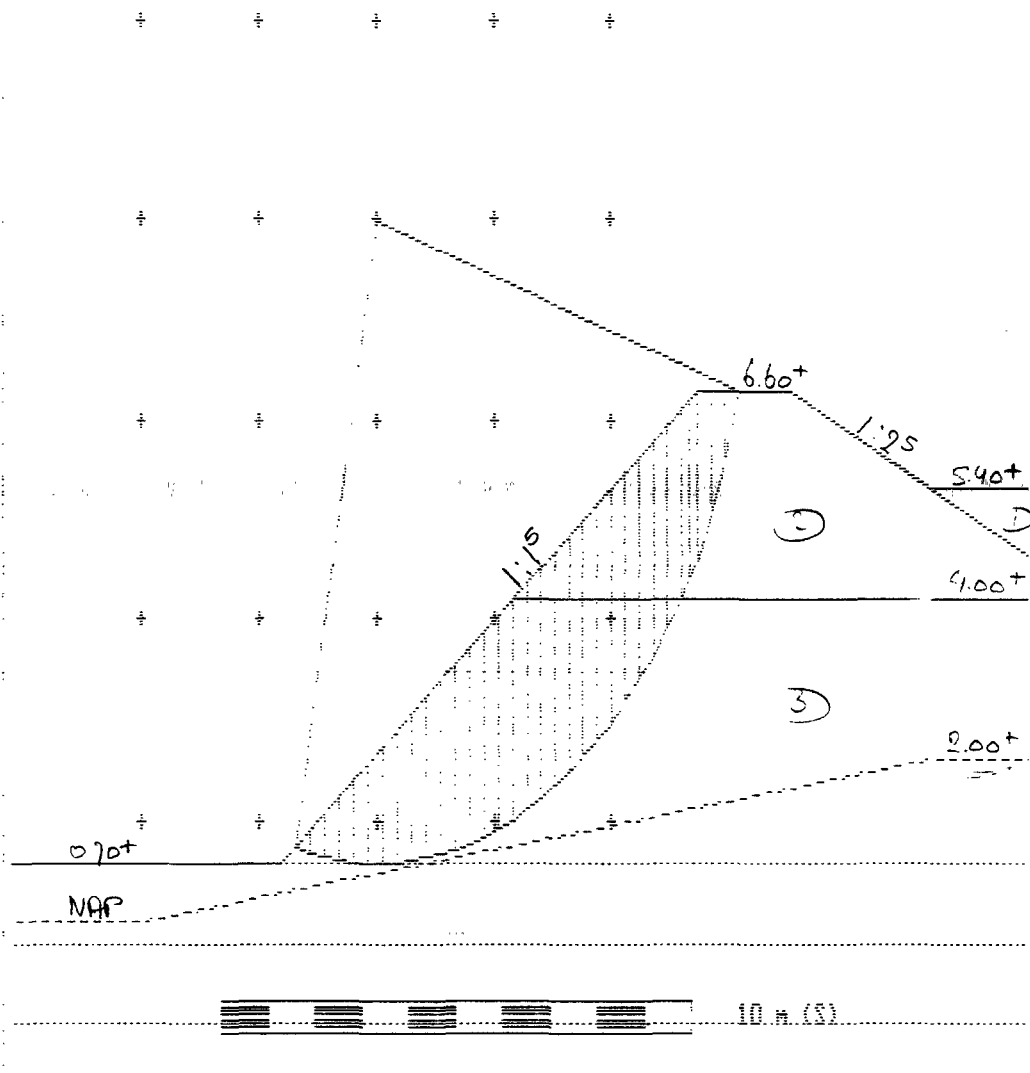
② zand

$$\begin{aligned} \phi &= 20^\circ \\ c &= 0 \text{ kN/m}^2 \\ \gamma_d &= 15 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

③ klei

$$\begin{aligned} \phi &= 22.5^\circ \\ c &= 2.5 \text{ kN/m}^2 \\ \gamma_d &= \gamma_n = 15 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

CIRKEL ZONDER SPANNINGEN : Methode Bishop



RIJKSWATERSTAAT D.W.W.

profiel c 1989-08-04

LID. ENOM/0051 OOP. 1

PROGRAMMA NSTAB (3.01) $X_m = 55.00$ m Straal = 8.00 m

File : B:\NULISSING.DRS $Y_m = 8.00$ m $F_{min} = 1.098$

① water

② zand $\phi = 30^\circ$

$c = 0$ kN/m²

$\gamma = 18$ kN/m³

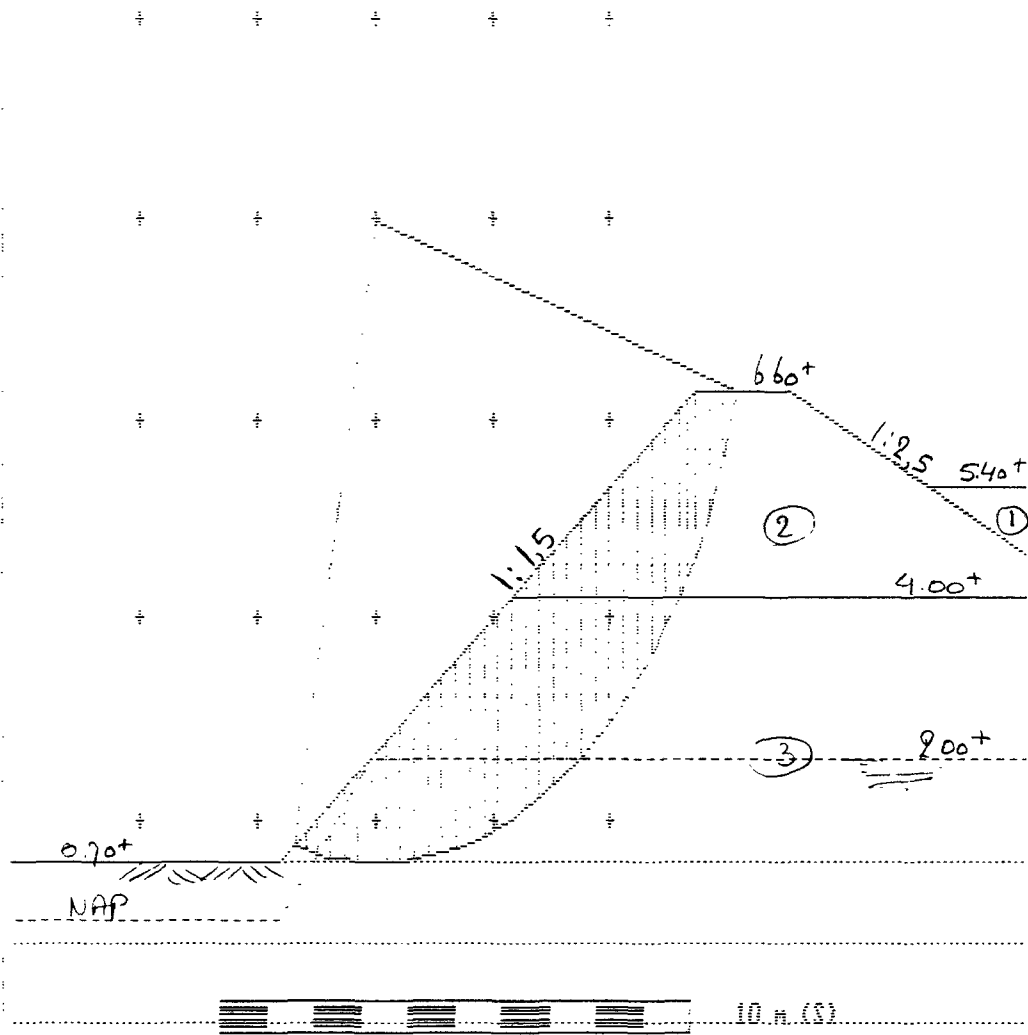
③ klei

$\phi = 22.5^\circ$

$c = 2.5$ kN/m²

$\gamma_{cl} = \gamma_m = 15$ kN/m³

CIRKEL ZONDER SPANNINGEN : Methode Bishop



RIJKSWATERSTAAT D.W.W.

profiel c 1989-08-04

LIC. ENON/0051 COP. 1

PROGRAMMA NSTAB (3.01) $X_m = 55.00$ m Straal = 8.00 m

File : B:\VLISSING.DRS $Y_m = 8.00$ m $F_{min} = 0.924$

① water

③ klei

$\phi = 22.5^\circ$

② zand $\phi = 30^\circ$

$c = 2.5$ kN/m²

$c = 0$ kN/m²

$\gamma_d = \gamma_s = 15$ kN/m³

$\gamma_d = 15$ kN/m³

BIJLAGE 7