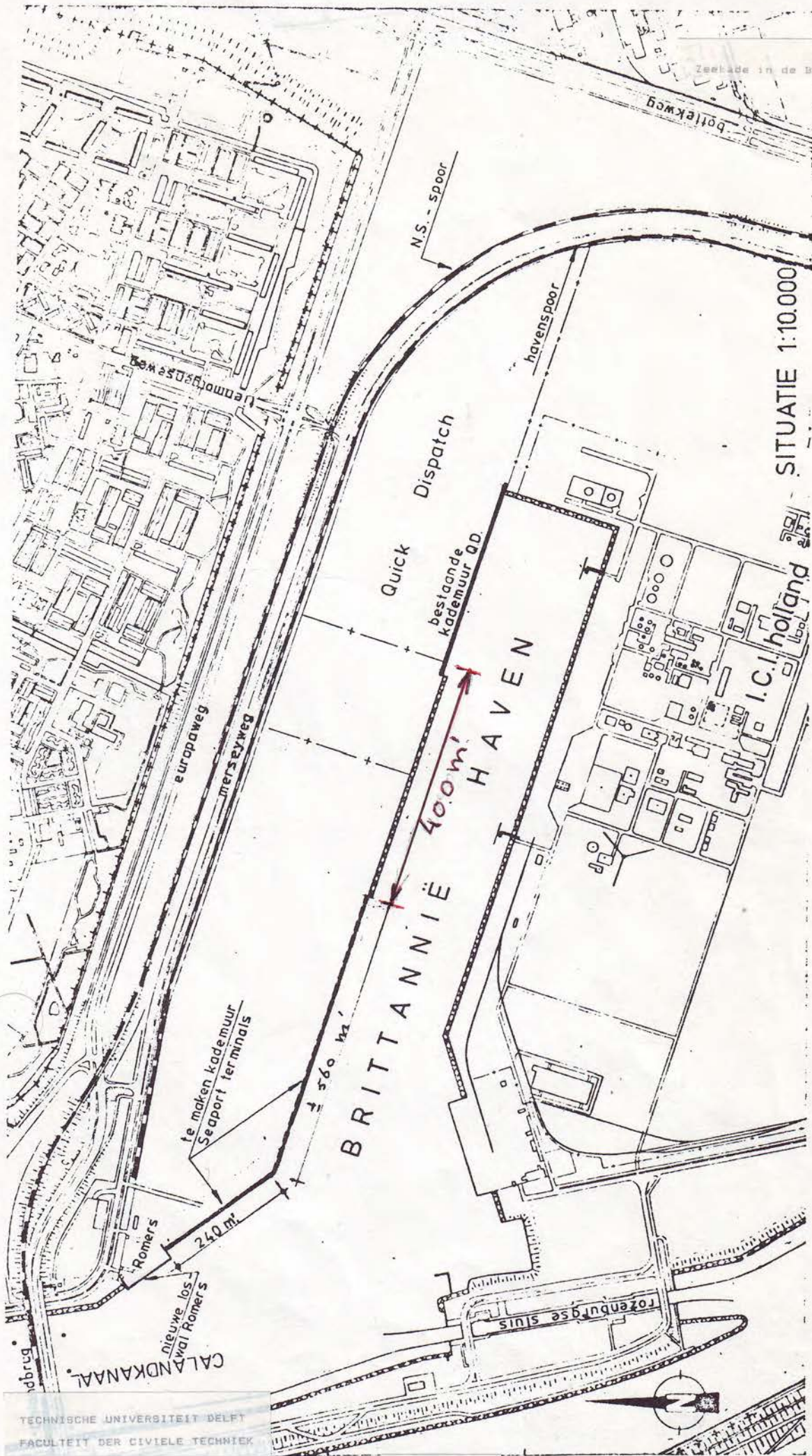


ONTWERP EN BEREKENING
van de
ZEEKADE aan de BRITTANIEHAVEN
te
ROTTERDAM

.....
februari 1988

M. J. Vos

TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT
FACULTEIT DER CIVIELE TECHNIEK
VAKGROEP WATERBOUWKUNDE
SECTIE CONSTRUCTIEVE WATERBOUWKUNDE



DEELONTWERP
Zeehaven in de Britanniehaven

11/1/83

SITUATIE 1:10.000

gemeentewerken rotterdam

ingenieursbureau

7

BRITANNIEHAVEN

OPMERKINGEN:

MAREU 11/1 M.M.

TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT
FACULTEIT DER CIVIELE TECHNIEK

FIG. 1



Overslag in de Rotterdamse havens

INHOUD.

VOORWOORD;

INLEIDING;

1. PROGRAMMA VAN EISEN;

2. CONSTRUCTIE : OVERWEGINGEN;

3. BEREKENINGEN :

3.1. DAMWAND;

3.2. BETONPALEN;

3.3. ONTLASTVLOER;

4. GEVOLGTREKKINGEN EN AANBEVELINGEN.

LITTERATUUR

FIGUREN

BIJLAGEN

APPENDICES

VOORWOORD.

In het kader van het afstuderen aan de Technische Universiteit te Delft, Faculteit der Civiele Techniek - Vakgroep Waterbouwkunde, Sectie Constructieve Waterbouwkunde - is naast

een hoofdonderzoek bij de Sectie der Constructieve Waterbouwkunde in een samenwerkingsverband van TU DELFT en de RIJKSWATERSTAAT (Dienst Weg- en Waterbouwkunde) te DELFT t.w. een ENERGIEANALYSE voor een Gepenetreerde Stortsteenglooiing,

en een deelopdracht bij de Vakgroep Hydrologie t.w. het ontwikkelen van een met andere theorieën uitbreidbaar interactief hydrologisch computerprogramma genaamd "HYDROLIN" met daarin de theorie van de Unit Hydrograph

als deelontwerp bij de Sectie der Constructieve Waterbouwkunde een ontwerp gemaakt van een ZEEKADE voor de noordzijde van de Britanniëhaven te Rotterdam.

Op deze plaats wil ik voor de begeleiding en ondersteuning bij de laatstgenoemde in dit rapport opgenomen opdracht mijn dank uiten aan:

de Hoogleraar Prof.Ir. A. Glerum

en de heer Ir. G.P. Bourguignon.

INLEIDING.

De opdracht is om een kademuur te ontwerpen met een lengte van 400 m. aan de noordzijde van de Britanniëhaven tussen de kademuren van Seaport en Quick Dispatch. FIG. 1

Het wordt een ontwerp voor een hoofdconstructie zonder nadere detaillering en bevat de berekeningen en keuzen voor:

- de damwand,
- trek- en drukpalen en
- de dimensies van een L-vormige ontlastvloer.

De maten en belastingen op de kade, alsook de eigenschappen van de grond en het verloop van waterstanden zijn bij de opdracht gegeven.

1. PROGRAMMA VAN EISEN.

TERREIN:

hoogte N.A.P. + 3.50 m
helling 1 %
nuttige belasting 30 kN/m²
nuttige lengte 400 m

HAVENDIEPTE:

contractdiepte N.A.P. - 12.65 m
constructiediepte N.A.P. - 14.00 m

WATERSTANDEN:

G.H.W. N.A.P. + 0.95 m
G.L.W. N.A.P. - 0.70 m

L.W. (1x per jr.) N.A.P. - 1.30 m
met G.W. N.A.P. - 0.30 m

H.W. (1x per jr.) N.A.P. + 1.00 m
met G.W. N.A.P. + 2.00 m

CONSTRUCTIE:

voorkant kademuur : vlakke wand van N.A.P. + 3.50 m
tot N.A.P. - 0.50 m

ontlastvloer niet dieper dan N.A.P. - 1.50 m
nuttige belasting tot 2.50 m uit de voorkant van de kademuur :
10 kN/m²

idem vanaf 2.50 m uit de voorkant van de kademuur :
30 kN/m²

waterzijdige kraanrail : 2.50 m uit de voorzijde van de kademuur
landzijdige kraanrail : 11.35 m uit de voorzijde van de kademuur

BOLDERS:

onderlinge afstand : 20m
bolderkracht 1000 kN

KRAAN:

maximale hoekdruk 4000 kN (* naderhand aangepast)
horizontale kracht 400 kN
aantal wielen per poot 8
wielaafstand per poot 1.00 m
pootafstand 12.50 m
bufferstand 22.60 m
afstand tussen voor- en achterkraanbaam 8.85 m

vervolg PROGRAMMA VAN EISEN

ACHTERKRAANBAAN:

gesitueerd op 11.35 m uit de voorkant van de kademuur
gefundeerd op staal; belasting wordt verrekend in het palenplan
kraantype 350 kN/ Stork
maximale hoekdruk 1800 kN
aantal wielen per hoek 6
pootafstand 11 m
radafstanden 1.7 m
maximale raddruk 300 kN

* d.d. 880112 opgevraagde gegevens bij Gemeentewerken Rotterdam:

KRAANBELASTING:

Poot 1 waterzijde
2 idem
3 landzijde
4 idem

Kraan overhoeks naar het schip:

1 1210 kN
2 1790 kN
3 890 kN
4 310 kN som : 4200 kN

Kraan met arm loodrecht op de kade:

1 1620 kN
2 1620 kN
3 480 kN
4 480 kN som : 4200 kN

Eigen gewicht van de kraan:

4000 kN

(Een 350 kN Stork heft dus 200 kN).

2. CONSTRUCTIE : OVERWEGINGEN

Aan het programma van eisen zijn enige bijlagen toegevoegd t.w. grondsamenstelling, sonderingswaarden, wateroverdrukken en damwandsystemen. (FIG. 2 - FIG. 5)

APPENDIX

Om een min of meer verticale begrenzing te verkrijgen tussen het land(kade) en het water(haven) wordt een grondkerende damwand gevergd.

De ankerkracht en andere horizontale krachten op de ontlastvloer worden opgenomen door een groep van druk- en trekpalen onder de landzijde van de ontlastvloer. Tevens dragen deze palen verticale bovenbelastingen. Over de damwand (met zadel ?) en de palengroep wordt een betonconstructie ontworpen om de ankerkracht uit de damwand (en de bovenbelastingen) naar deze palengroep over te brengen. Teneinde de trekbelasting op de trekpalen te kunnen reduceren wordt een extra bovenbelasting gecreëerd door een in de diepte - extra grondbelastingen - ontworpen L-vormige vloer. Optimalisatie van de hoogteligging van deze ontlastvloer resulteert in gunstige druk- en trekbelastingen op resp. druk- en trekpalen; hierdoor wordt een zo gunstig mogelijk palenplan verkregen.

De damwand moet ook dragend zijn. Dit houdt in, dat de damwand zal bestaan uit holle profielen - propvorming in de onderzijde - verbonden door damwandplanken.

De damwand wordt gesitueerd gedacht onder de waterzijdige kraanbaan, waardoor de verticale belasting uit deze kraanbaan in de - eerst verticale - damwand worden geleid; bovendien krijgt de kade een overstek die de mogelijkheid biedt tot het schuin heien van de damwand zonder problemen te krijgen met langs zij liggende stukgoed- of bulkschepen (contractdiepte).

De eis van een vlakke kadewand aan de waterzijde tot N.A.P. - 0.50 m is gesteld met het oog op afgemeerde binnenschepen: door de getijbeweging zou een schip onder de kademuur kunnen blijven hangen.

Voor de berekening wordt een L-vormige ontlastvloer op een diepte van N.A.P. - 0.50 m genomen en de damwand verticaal gedacht onder de waterzijdige kraanbaan.

Voor twee waterstandssituaties, zoals weergegeven op de figuren betreffende horizontale belastingen op de damwand, worden damwandberekeningen uitgevoerd overeenkomstig de methode Blum - opvallend zijn de wateroverdrukken in de grond achter de damwand. In de rechter gronddrukfiguur wordt de korrelspanning verkregen door het hydrostatisch drukverloop van de waterspanning in mindering te brengen op de verticale gronddrukken, echter bestaat de horizontale belasting op de damwand uit een korrelspannings- ($\lambda_p = 0.279$) en een wateroverspanningsaandeel ($\lambda = 1$). Aan de linkerzijde van de damwand worden de horizontale drukken verkregen door korrelspanningen ($\lambda_p = 5.75$); de wateroverdrukken hier zijn grotendeels in evenwicht met de wateroverdrukken aan de rechterzijde van de damwand door de beperkte inheidiepte van de tussenplanken. Hieruit volgen maximale momenten en benodigde ankerkracht voor de damwand. Een profiel voor de damwand kan dan worden bepaald op grond van verticale belasting, momenten en knik.

Daarna worden alle op de ontlastvloer werkende krachten bepaald.

vervolg CONSTRUCTIE: OVERWEGINGEN

Vervolgens worden met het sondeerdiagram en gangbare paaldoorsneden toelaatbare paalbelastingen bepaald voor de betonnen trek- en drukpalen. Nu kan het palenplan worden bepaald op grond van de belastingen. Voor de gronddrukken op de stijve bovenbouw wordt met een $\lambda_{da_n} = 0.4 \text{ à } 0.5$ gerekend.

Tenslotte kan een globale betonberekening worden gemaakt.

3. BEREKENINGEN:

VANWEGE DE GERINGE VERSCHILLEN IN DE EIGENSCHAPPEN VAN DE GRONDLAAGEN IS BESLOTEN DE BEREKENING UIT TE VOEREN VOOR:

ZAND; $\gamma_n = 20 \text{ kN/m}^3$; $\gamma_d = 18 \text{ kN/m}^3$; $\varphi = 30^\circ$; $\delta = \frac{2}{3}\varphi$; $c = 0$

HIERBIJ BEHOREN VOOR EEN VERTICALE DAMWAND:

$$\lambda_a = 0.279; \lambda_p = 5.75; \lambda_c = 2.204. \quad (\text{APPENDIX 3})$$

AAN WEERSZIJDEN VAN DE DAMWAND WORDEN DE GRONDDRUK FIGUREN GETEKEND OP BASIS VAN DE LASTFALL 1 EN 2 - WATEROVERDRUK FIGUREN. HIERUIT WORDEN DOOR VERMENIGVULDIGING MET λ_a EN λ_p DE HORIZONTALE GRONDDRUKKEN* BEPAALD EN GETEKEND. DE λ_{ACTIEF} GELDT NIET VOOR DE WATEROVERDRUKKEN. DOOR VANAF N.A.P. - 14.00 m DE PASSIEVE HORIZONTALE GRONDDRUKKEN* AF TE TREKKEN VAN DE ACTIEVE WORDT HET BELASTINGNULPUNT BEPAALD. (* KORRELSPANNING)

BIJ DE METHODE BLUM** WORDT DE HORIZONTALE GRONDDRUKKEN* + OVERDRUKKEN, SAMEN f , GEKARAKTERISEERD DOOR:

$$\text{EEN KRACHTENCOEFFICIENT } C_0 = \frac{6}{\lambda_c l^2} \int_0^l f \cdot dz$$

$$\text{EEN MOMENTENCOEFFICIENT } C_1 = \frac{6}{\lambda_c l^3} \int_0^l f z \cdot dz \quad \text{EN}$$

$$\text{EEN VERPLAATSINGS-COEFFICIENT } C_3 = \frac{6}{\lambda_c l^5} \int_0^l f z^3 dz$$

WAARIN $f = \text{BELASTING IN } \text{kN/m}^3$;

$l = \text{HOOGTE VAN BOVENAF TOT HET BELASTINGNULPUNT IN M}$;

$z = \text{COÖRDINAAT VAN BOVEN* NAAR BENEDEN IN M}$; (* VANAF VERANKERING*)

$\lambda_c = (\gamma_n - \gamma_w) / (\lambda_p - \lambda_a)$; γ_n EN γ_w IN kN/m^3 .

(* ONTLASTVLOER).

DE PASSIEF BELASTE DAMWANDLENGTE $x = \int \cdot l$ VOLGT DAN UIT:

$$\gamma^3 [0.8 \gamma^2 + 2.5 \gamma + 2] - C_1 [1 + \gamma]^2 + C_3 = 0. \quad (\text{APPENDIX 4 EN 5})$$

** GEREKENO WORDT MET: EEN BELASTINGVLAEK BOVEN EEN BELASTINGNULPUNT (ZIE FIG.: 14.70 RESP. 14.80);

MOMENTENVLAEK: POSITIEF, TOT NUL (IETS ONDER DE HAVENBODEM), NEGATIEF (INKLEMMING) TOT NUL; EXTRA IN HEI DÏEPTE

BEREKENINGEN :

DE ANKERKRACHT $F_a = \int_0^l f dz - \frac{1}{l+x} * \int_0^l f z dz - \frac{\lambda x \cdot x^3}{6(l+x)}$

DE VASTHOUDKRACHT ONDERIN DE DAMWAND WORDT DAN :

$$F_c = \lambda x * x^2/2 + F_a - \int_0^l f dz$$

DE EXTRA BENODIGDE INHEIDIEPTE WORDT DAN

$$\Delta x = \frac{\frac{F_c}{F_c}}{2 \lambda_c \cdot \sigma'_v}$$

,WAARIN σ'_v DE VERTICALE KORRELSPANNING AAN DE RECHTERZIJDE VAN DE DAMWAND IS. (LITT. [12]).

VOOR H.W. LASTFALL 2 IS BEREKEND : (FIG 5); (FIG.7).

$$C_0 = 0,23$$

$$C_1 = 0,135$$

$$C_3 = 0,045$$

HIERUIT VOLGT $\int = 0,42$ EN $X = 0,42 \times 14,30 = 6,00 \text{ m}$ (APPENDIX 5)

$$F_a = 159 \text{ kN}$$

$$F_c = 710 \text{ kN}$$

$$\Delta x = 0,75 \text{ m}$$

$$l_{\text{tot. DAMWAND}} = 14,30 + 6,00 + 0,75 = 21,05 \text{ m}$$

ONDERKANT DAMWAND LIGT DAN OP $\div 21,55 \text{ m}$.

BEREKENINGEN:

Voor L.W. LASTFALL 1 IS BEREKEND: (FIG. 4); (FIG. 6.)

$$C_0 = 0,2585$$

$$C_1 = 0,142$$

$$C_2 = 0,044$$

HIERUIT VOLGT $S = 0,42$ EN $X = 0,42 \times 14,70 = 6,17 \text{ m}$ (APPENDIX 4).

$$F_a = 217 \text{ kN}$$

$$F_c = 734 \text{ kN}$$

$$\Delta x = 0,83 \text{ m}$$

$$l_{\text{TOT. DAMWAND}} = 14,70 + 6,17 + 0,83 = 21,70 \text{ m}$$

ONDERKANT DAMWAND LIGT DAN OP $\div 22,20 \text{ m}$.

DE MOMENTEN WORDEN BEREKEND OP DE PLAATS WAAR DE DWARSKRACHTEN NUL WORDEN; HIER ZIJN DE MOMENTEN MAXIMAAL.

Voor H.W. LASTFALL 2:

$$M_{L \text{ MAX}} = -697 \text{ kNm}$$

$$M_{V \text{ MAX}} = 615 \text{ kNm}$$

Voor L.W. LASTFALL 1:

$$M_{L \text{ MAX}} = -1035 \text{ kNm}$$

$$M_{V \text{ MAX}} = 1047 \text{ kNm}$$

BEREKENINGEN :

DE BEREKENINGEN WORDEN OVEREENKOMSTIG DE EAU (LITT. 3) EN ERVARINGEN IN ROTTERDAM (LITT. 14.) UITGEVOERD MET MOMENTEN REDUCTIES:

$\frac{1}{3}$ VOOR HET VELD MOMENT ;

$\frac{1}{6}$ VOOR HET INKLEMMINGS MOMENT ,

DE DAMWAND - HOEWEL LATER ONDER 6:1 GEPLAATST IN VERBAND MET PROBLEMEN MET HET BETONPALENJUK (DRUKPAAL) - VERTICAAL VERONDERSTELD EN GEEN EXCENTRISCH DAMWANDZAPEL GEDACHT

$$M_{V\text{MAX}} = 1047 \text{ kNm}$$

$$M_{I\text{MAX}} = -1035 \text{ kNm}$$

$$F_{A\text{MAX}} = 217 \text{ kNm}$$

$$M_{V\text{MAX RED.}} = \frac{2}{3} \times 1047 = 698 \text{ kNm} \quad [\text{Litt. 12}]$$

$$M_{I\text{MAX RED.}} = -\frac{5}{6} \times 1035 = -863 \text{ kNm.}$$

$$F_{\text{DAMW. VERTIC.}} = 730 \text{ kN.}$$

$$\text{VEILIGHEID } \gamma = 1,7 - 2.$$

BEREKENINGEN:

DE KRACHTEN BETREFFENDE ONTLASTVLOER

(ZIE FIG. 8)

GELÏKMATIG VERDEELDE BELASTING GEEFT	$10 \times 2.5 = 25 \text{ kN}$	(V)
" " " "	$30 \times 13.5 = 405 \text{ kN}$	(V)
BOLDERKRACHT GEEFT	$1000/20 = 50 \text{ kN}$	(H)
HORIZONTALE KRAANBELASTING	$(400/2)/8 = 25 \text{ kN}$	(H)
HORIZONTALE ANKERKRACHT	$F_a = 220 \text{ kN}$	(H)
HORIZONTALE GRONDDRUKKEN	$30 \times 4 \times \frac{1}{2} \times 0.4 +$	
" "	$(30 + 4 \times 18) \times \frac{1}{2} \times 0.4 = 105 \text{ kN}$	(H) (y _d ALS OPTIE)
VERTICALE GRONDDRUK	$13 \times 18 \times 3 = 702 \text{ kN}$	(V) (y _d ALS OPTIE)
GEWICHT ONTLASTVLOERDELEN	$11.6 \times 1 \times 24 = 278 \text{ kN}$	(V)
	$4 \times 0.8 \times 24 = 77 \text{ kN}$	(V)
	$4 \times 0.5 \times 24 = 48 \text{ kN}$	(V)
	$2 \times 1.6 \times 0.5 \times 24 = 36 \text{ kN}$	(V)
VERTICALE KRAANBELASTING	$1790/8 = 224 \text{ kN}$	(V)
	$890/6 \times 1.7 = 87 \text{ kN}$	(V)

VERDELING OVER DAMWAND EN PALENJUK GEEFT MIDDELS BEREKENING (i.p.v. GRAFISCH)

OP DE DAMWAND730 kN (V)OP DE PALENJUK1200 kN (V) }400 kN (H.)^{*} }^{*} DEZE HORIZONTALE RESULTANTE LIGT OP 2.85 M ONDER MAAIVELD

d.i. + 0.65 m N.A.P. = 1.15 m. BOVEN DE O.K. ONTLASTVLOER.

(BYLAGE 8).

BEREKENINGEN:DRAAGVERMOGEN VAN DE ONDERGROND:DAMWAND BEREKEND TOT $\pm 22,20$ m RESP $\pm 21,55$ mMINIMUM GEGARANDEERDE CONUSWEERSTAND OP $\pm 22,00$ m IS CA. 10×10^6 N/m².
(FIG. 2 EN 3)

OpM. BEREKENINGEN AAN POSITIEVE KLEEF LEVEREN AL GAAN EEN VERDUBBELING VAN HET DRAAGVERMOGEN, EN, LEVERT HET DRAAGVERMOGEN VAN DE TREKPAAL.

STEL BETONPAAL $0,40 \times 0,40$ m² $l = 20$ m (NADERHAND I.V.M. TRANSPORT EN HEIEN: $\phi 0,45$)
 $C_w = 2 \times 10^3$ kN/m² (ZIE SONDEERDIAGRAM)

POSITIEVE KLEEF OP TREKPALEN:

$$\text{TOT } 20 \text{ M: } 2 \times 10^3 \times \underbrace{4 \times 0,4}_{\text{oppant m}'} \times \underbrace{1,5 \times 10^{-2}}_{1,5\%} \times \underbrace{1/3}_{\text{FACTOR}} \times 20 = 320 \text{ kN.} \quad (360 \text{ kN voor } \phi 0,45)$$

$$\text{VAN } 20 \text{ - } 25 \text{ M: } 10 \times 10^3 \times \dots \times 5 = \underline{400 \text{ kN}} \quad (450 \text{ kN voor } \phi 0,45)$$

(LITT. 16). 720 kN OVER 25 m HOOGTE

BETONPALEN TOT $\pm 25,00$ m

$$\text{GEMIDDELTE CONUSWEERSTAND} \quad \frac{\frac{22 + 12,2}{2} + 10}{2} = 13,55 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\text{PAAL } \phi 0,40 \text{ m} \quad 0,4 \times 0,4 \times 13,55 = 2160 \text{ kN}$$

$$\begin{array}{llll} \text{DRUKPAAL } (\gamma = 2) & l \approx 29 \text{ m} & 2160/2 \approx & \underline{1100 \text{ kN}} \\ \text{TREKPAAL } (\gamma = 2\frac{1}{2}) & l \approx 29 \text{ m} & 720/2,5 \approx & \underline{288 \text{ kN.}} \end{array} \quad \phi 0,40 \text{ m}$$

[POSITIEVE KLEEF NIET IN REKENING GEBRACHT. BY DRUKPALEN].

EEN PAALDOORSNEDE $\phi 0,40$ KENT EEN LENGTE VAN 29 m, ECHTER IS NOGAL SLANK.
 VOOR $\phi 0,45$ WORDT HET DRAAGVERMOGEN VAN EEN

$$\begin{array}{llll} \text{DRUKPAAL } (\gamma = 2) & l \approx 29 \text{ m} & 2744/2 = & \underline{1372 \text{ kN}} \\ \text{TREKPAAL } (\gamma = 2,5) & l \approx 29 \text{ m} & 810/2,5 = & \underline{324 \text{ kN}} \end{array} \quad \phi 0,45 \text{ mm.}$$

BEREKENINGEN :DAMWANOPROFIELKEUZE (FIG. 9, 11 ; Bijl. 1-7) : HZ 600 LAVERTICALE BELASTING :

OPPERVLAKTE VAN DE HOLLE DOORSNEDE :

$$(2 \times 28,65) \times (2 \times 22,70) = 2600 \text{ cm}^2 = 26 \times 10^4 \text{ mm}^2.$$

SISTEEMBREEDTE IN COMBINATIE MET DAMPLANK (2x) RH 16 (BIJLAGE 3)

$$= 2,050 \text{ m}$$

OPPERVLAKTE PER M'

$$= \frac{26 \times 10^{-2}}{2,050} = 0,127 \text{ m}^2 = 127 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

MET EEN CONUS WEERSTAND OP Ca. - 22.00 m VAN $10 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ WORDT HET DRAAGVERMOGEN :

$$10 \times 10^6 \times 0,127 = 1270 \text{ kN/m' DAMWAND.}$$

DE BELASTING VERTICAAL OP DE DAMWAND

$$= 730 \text{ kN/m' DAMWAND}$$

POSITIEVE KLEEF NIET MEEGEREKEND - ZIE TREKPALEN : ERG VEEL - VOLDOET DE DAMWAND VOOR EEN $\gamma = 1,7$: $1,7 \times 730 = 1241$

SCHUINSTAND 6:1 LEVERT EEN REDUCTIEFACTOR 0,985 OP VOOR DE 730.

MOMENT :EN EAU EN IN ROTTERDAM REKENT MEN MET MOMENTENREDUCTIE TEN GEVOLGE VAN BOOGWERKING VAN DE GROND : $\frac{1}{3} M_V$. EEN WORDT GEREKEND MET EEN VERTICALE DAMWAND.

(OOK WORDT WEL GEWERKT MET EEN EXCENTRISCH GEPLAATST TEN BEHOEVE VAN EEN REDUCEERD NEGATIEF MOMENT).

$$M_{V_{\text{MAX}}}^{\text{GEREDUCEERD}} = \frac{2}{3} \times 1050 = 698 \text{ kNm} \quad W_x^{\text{HZ600LA} + \text{2RH16}} = 5460 \text{ cm}^3/\text{m'}$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{1,7 \times \frac{2}{3} \times 1050 \times 10^3}{5460 \times 10^{-6}} = 2,18 \times 10^8 \text{ N/m}^2 = 218 \text{ N/mm}^2 < 240 \text{ N/mm}^2 \quad (\sigma_e \text{ FE 360}).$$

$$M_{i_{\text{MAX}}}^{\text{GEREDUCEERD}} = -863 \text{ kNm} \rightarrow \sigma = 270 \text{ N/mm}^2 < 280$$

$$(\sigma_e \text{ FE 430}).$$

BEREKENINGEN:

CONTROLE KNIK VOOR DE DAMWAND:

$$l \approx 22 \text{ m.}$$

$$l_k = 0,7 \times 22 = 16,80 \text{ m.}$$

INKLEMMING

$$\sigma_k = \frac{\pi^2 E}{n \lambda^2}$$

$$\lambda = \frac{l_k}{i} \quad i = \sqrt{\frac{I}{F}} \quad n = 3,5 = \gamma_{\text{knik}}$$

$$\rightarrow \approx 73$$

$$w \approx 1,5 \rightarrow w \frac{F}{A} < \sigma_e \quad (\text{KNIKCOEFFICIENT } w).$$

$$P_k = \frac{\pi^2 E I}{n l_k^2}$$

PER M' DAMWAND:

$$P_k = \frac{\pi^2 E I}{b. n. l_k^2} = \frac{\pi^2 \times 2,1 \times 10^5 \times 311220 \times 10^4}{2,050 \times 10^3 \times 3,5 \times (16,8 \times 10^3)^2} = 3227 \text{ kN} \quad \text{RUIM VOLDOENDE}$$

Opm. PLAATSIJNG VAN DE DAMWAND ONDER 6:1 IS NOG GUNSTIGER VANWEGE GERINGER VERTICALE BELASTING ECHTER VERHOOGT DE BEGINEXCENTRICITEIT.

PLAATSIJNG VAN EEN DAMWANDZADEL OP DE BUITENFLENS GEEFT EEN MOMENT T.O.V. VAN HET "HART" VAN DE DAMWANDCOMBINATIE ($v = 17,45 \text{ cm}$) VAN

$$730 \times 10^3 \times 0,1745 \times 10^{-3} = 127 \text{ kNm.}$$

HET VELD MOMENT REDUCEERD DAARDOOR VERDER TOT $698 - 127 = 571 \text{ kNm}$.

* DE BEREKENINGEN ZYN UITGEVOERD MET REDUCTIE HOEWEL IN DIT RAPPORT OLVREWEGINGEN STAAN OM DIT NIET TE POEN

DE VERTICALE BELASTING LAAT GEEN REDUCTIE TOE EN VRAAGT EEN PROFIEL ZOALS GEKOZEN.

BEREKENINGEN:

PALENPLAN:

KRACHTEN OP DE BETONPALEN		1200 kN (V) *	UIT BEREKENINGEN
		400 kN (H).	(BYLAGE 8)
DRAAGVERMOGEN	DRUKPAAL	1372 kN	UIT BEREKENINGEN
	TREKPAAL	325 kN	
SCHOOR ONDER		3 1/2 : 1.	(KEUZE)

$$\frac{1200}{400} = 3.00 * \quad (3.00 : 1) \text{ d.i. ONGEVEER DE SCHOORSTAND (3,5 : 1).}$$

D.W.Z. DAT DE DRUKPAAL DE RESULTANTE PRAKTISCH GEHEEL DRAAGT: 1255 kN.
DE TREKPAAL TREKT DAN CA. 60 kN.

DE HORIZONTALE COMPONENT 369 kN LIGT OP 2.85 m ONDER HET MAAIVELD = NAP + 0.65 m.

DRUKPALEN : 3.5 : 1 H.O.H. ~ 1.20 m.

TREKPALEN : 3.5 : 1 H.O.H. ~ 5.00 m.

Opm. NOEG GUNSTIGER WORDT DE SITUATIE BIJ PLAATSIJNG VAN DE DAMWAND ONDER B.V. 6:1, OF DOOR DE ONTLASVLOER HOGER TE LEGGEN: DAN WORDT DE TREK GROTER OP DE TREKPAAL EN DE DRUKPAAL KRIJGT MINDER DRUK. DIT BETEKENT, DAT DE DRUKPALEN IETS VERDER VAN ELKAAR VERWIJDERD ZULLEN STAAN EN DE NOGAL GROTE AFSTAND TUSSEN DE TREKPALEN WORDT DAN MINDER.

WEL MOET WORDEN BEDACHT DAT DE BEREKENING WORDT UITGEVOERD VOOR ZEER EXTREME OMSTANDIGHEDEN MET MOEILYK TE IMPLEMENTEREN SPREIDING VAN PUNTLASTEN. DE TREKLAST OP DE TREKPALEN IS ZO KLEIN, DAT DIT GEEN PROBLEMEN GEEFT VOOR OPNAME (PUNTLAST) IN DE ONTLASVLOER.

CONTRÔLE TOELAATBARE BETONDRUKSPANNING IN DE BETON PALEN:

$$B37.5 \quad f'_{b \text{ CENTRISCH}} = 22.5 \text{ N/mm}^2$$

$$450 \times 450 \times 22.5 = 4556 \text{ kN. Dus ruim voldoende!}$$

BEREKENING:

ONTLASTVLOERDIKTE EN WAPENINGSPERCENTAGE:

SCHATTING VLOERDIKTE 1.00 m (ZIE BELASTINGENFIGUUR FIG. 8)

GELYKMATIG VERDEELDE BELASTING OVER DE ONTLASTVLOER TUSSEN DE DAMWAND EN DE HARTLIJN VAN HET PALENJUK:

$$30 + (3 \times 18) + (1 \times 24) = 108 \text{ kN/m} = q + \text{GROND} + 2 \cdot q_{\text{CONSTR}} \quad (\text{OPTIE: 8d}).$$

MAXIMUM MOMENT HIERVOOR:

$$\frac{1}{8} q l^2 = \frac{1}{8} \times 108 \times (8,85)^2 = 1060 \text{ kNm} \quad M_u = 1,7 \times 1060 = 1800 \text{ kNm}$$

EXCENTRISCHE TREKKRACHT VAN:

$$160 + 105 = 265 \text{ kN} \quad \text{TOT} \quad 220 + 105 + 50 + 25 = 400 \text{ kN}.$$

$$P_{u \text{ MAX}} = 1,7 \times 400 = 680 \text{ kN} \quad e = (400 - 265) - \frac{1000}{2} = 650 \text{ mm}.$$

P_u VEROORZAAKT EEN ONTLASTING VAN HET MAXIMUM MOMENT, EXTRA TREK OP HET STAAL EN TREK OP DE BETONZÖNE (BOVENIN).

BETONKWALITEIT: B 22,5; STAALKWALITEIT FE B 400

ECONOMISCHE WAPENINGSPERCENTAGE 0,7-1% : 1%.

STAALVLOEI BIJ HERVERDELING: $\epsilon_a \geq 7\%$ (TOT 10 à 14%). [$\epsilon_{a \text{ VLOEI}} = 3-7\%$].

MAXIMUM BETONSTREK $\epsilon_b' = 3,5\%$

BETON- EN STAALDOORSNEDE WORDEN BEREKEND MET $w_0 = 1$ EN EEN ZUIVER BUIGEND MOMENT, EN NADERHAND GECONTROLEERD OP DE EXCENTRISCHE KRACHT EN DE SCHEURWYDTE — w_0 IS VAN TE VOREN VASTGESTELD, EN DE P_u IS NIET ALTIJD AANWEZIG EN WERKT, M.U.V. OP DE SCHEURWYDTE, POSITIEF.

$$M_u = 1,7 \times 1060 = \sigma_e \cdot A \cdot 0,9 \cdot h \rightarrow 240 \times 0,01 \times 1000 \times h \times 0,9 \times h$$

$$h = 910 \text{ mm}.$$

DE DEKING OP DE HOOFDWAPENING IS MINIMAAL 35 mm.

$$A = 9100 \text{ mm}^2 \text{ d.i. b.v. } \phi 40 - 135.$$

$$\text{DE TOTALE HOOGTE WORDT DAN: } 910 + \frac{40}{2} + 35 = 965 \text{ mm} \quad \underline{h_f = 1.00 \text{ m.}}$$

VERVOLG BEREKENING ONTLASTVLOER:

HOOGTE BETONDRIJKZONE

$$x_u \times b \times \frac{1}{2} \times \sigma'_{bc} = 240 \times 9100 = \sigma_e \cdot A_a$$

$$x_u = \frac{240 \times 9100}{1000 \times \frac{1}{2} \times 18} = 243 \text{ mm} \quad \frac{x_u}{h} = 0,2666 << 0,333$$

STAAL VLOEIT, FASE HERVERDELING

WORDT EEN BEPERKTE f'_b IN REKENING GEBRACHT ($0,75 \times f'_b$) VANWEGE EEN EXCENTRISCHE NORMAALKRACHT — DEZE IS ECHTER EENTREKKRACHT — DAN NOG VLOEIT HET STAAL: $\frac{x_u}{h} = 0,36$

CONTROLE SCHEURWIJDTE MET MAXIMALE EXCENTRISCHE NORMAALKRACHT (TREK):

$$N_u = 400 \times 1,7 = 680 \text{ kN} \quad e = 650 \text{ mm} \quad M_u = 1000 \text{ kNm}$$

$$N = 400 \text{ kN} \quad e = 650 \text{ mm} \quad M = 1060 \text{ kNm}$$

HART ORSN.

GEREKEND WORDT MET WERKELIJK OPTREDENDE STAALSPANNINGEN σ_a .

GLOBAL:

$$\text{MOMENT} : 1060 - (400 \times 0,65) = 903 \text{ kNm}$$

$$903 \times 10^6 = \sigma_a \cdot A \cdot 0,9h = \sigma_a \cdot 9100 \times 0,9 \times 910 \quad \sigma_a = 121 \text{ N/mm}^2$$

$$P_A = 121 \times 9100 = 1,1 \times 10^6 \text{ N}$$

$$\epsilon_a = 0,58 \times 10^{-3}$$

HIERBY IS DE ONGESCHEURDE BETONDOORSNEDEN 325 mm HOOG.

EXTRA REK TEN GEVOLGE VAN DE TREKKRACHT:

$$\epsilon_m * (2,1 \times 10^4 \times 325 \times 1000 + 2,1 \times 10^5 \times 9100) = 400.000$$

$$\epsilon_m = 4,57 \times 10^{-5}$$

DIT VERORZAAKT EEN EXTRA STAALSPANNING

$$\sigma_a = 9,6 \text{ N/mm}^2$$

STAALSPANNING TOTAAL

$$\sigma_a = 121 + 9,6 = 131 \text{ N/mm}^2$$

STAALSPANNING ZONDER TE REKENEN MET EEN EXCENTRISCHE KRACHT:

$$M = 1060 \text{ kNm} \quad A = 9100 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_a \cdot A \cdot 0,9h = M \rightarrow \sigma_a = \frac{1060 \times 10^6}{0,9 \times 910 \times 9100} = 142 \text{ N/mm}^2$$

IN BEIDE GEVALLEN STAAT DE BETONDOORSNEDEN BOVENIN ONDER DRUK.

VERVOLG BEREKENING ONTLASTVLOER:

CONTRÔLE SCHEURWYDTE EN DWARSKRACHT

$$B = 1000 \times 1000 = 10^6 \text{ mm}^2$$

$$\text{MAXIMALE DWARSKRACHT } 8,85 \times 108 \times 10^3 \times \frac{1}{2} = 477900 \text{ N}$$

$$T_u = 1,7 \times 477900 = 812.430 \text{ N}$$

$$T_{\text{MAX}} = \frac{812430}{10^6} = 0,80 \text{ N/mm}^2 \quad \begin{array}{l} > \tau_1 = 0,65 \text{ N/mm}^2 * \\ < \tau_2 = 4,5 \text{ N/mm}^2 \end{array}$$

*

Buiging met trek:

$$\tau_1 = 0,5 f_b - \frac{0,5 N_b}{A_b} = 0,5 * 1,3 - \frac{0,5 * 400000}{1000000} = 0,45 \text{ N/mm}^2$$

$$A_a = \frac{\frac{1}{2} (\tau - \tau_1) * b * h * y}{z * f_a} = \frac{\frac{1}{2} (0,80 - 0,45) * 1000 * 910 * 2770}{820 * 400} = 1345 \text{ mm}^2$$

BEGEL

$$z = 0,9 h = 0,82 \text{ m} \quad f_a = 400 \text{ N/mm}^2 \quad y = \frac{0,45 * 8,85}{0,80 * 2} = 2,77 \text{ m.}$$

TWEESNEDIG. (Vis en Sadel).

VOOR DE ZWARE VLOER EEN PRAKTISCHE BEBEUGELING TOEPASSEN $\phi 16-300$. d.i. VERTICALE STAVEN.

SCHEURWYDTE:

$$\bar{c} = 35 \text{ mm} \quad \phi_k = 40 \text{ mm} \quad \sum_2 = 1,25 \quad \sum_3 = 2,5 \quad (\text{VIB E. 508.})$$

$$\Delta l = \sum_2 \left(2\bar{c} + \sum_3 \cdot \frac{\phi_k}{\omega_0} \right) = 1,25 \left(2 * 35 + 2,5 * \frac{40}{1} \right) = 212,5 \text{ mm}$$

$$\text{Max staalspanning in de gebruiksfase: } \sigma_a = 142 \text{ N/mm}^2$$

$$w = 0,8 \times \sigma_a \times \Delta l \times 10^{-5} = 0,8 \times 142 \times 212,5 \times 10^{-5} = 0,24 \text{ mm} < 0,40 \text{ mm.}$$

(FIG. 8, 9, 11).

4. GEVOLGTREKKINGEN EN AANBEVELINGEN:

DE CONSTRUCTIE ZOALS GETEKEND VRAAGT OM EEN HELLING VOOR DE DAMWAND, OMDAT HET RISICO VAN RAKEN VAN DAMWAND EN DRUKPALEN TE GROOT IS.

ER VOLGEN UIT DE BEREKENINGEN ZEER WEINIG TREKPALEN; DIT AANTAL NIET TE KLEIN TE KIEZEN VERHOOGT DE VEILIGHEID. DE TREKPALEN MOETEN ZEKER TOT DIEP DOOR DE DRAAGKRACHTIGE LAAG WORDEN GEHEIDOM ZEKER TE ZYN VAN TREKKRACHT OPNAME EN IN GEVAL VAN NEGATIEVE KLEEF EEN NIET VERHOOGDE TREKKRACHT. NAUWELÏKS TREKKRACHT OP DE TREKPALEN KAN DOEN BESLISSEN DE ONTLASTVLOER HOGER TE LEGGEN. DE DRUKPALEN STAAN REDELYK DÏCHT BY ELKAAR EN KUNNEN DOOR DE HELLING (3,5:1) - MAAR OOK IN VERTICAAL STAND - ALS SCHERM WERKEND BELASTINGEN ONDER VINDEN LOODRECHT OP DE LENGTEAS. TE GROTE DRUKBELASTING OP DE DRUKPALEN KAN WORDEN OPGEVANGEN DOOR: EXTRA PALEN BY-PLAATSEN DANWEL DE ONTLASTVLOER HOGER TE LEGGEN. SCHERMWERKING, ZOALS BESCHREVEN, EN HEI-MOEILÏKHEDEN VANWEGE DE KORTE AFSTAND VAN PALEN, KAN WORDEN OPGEROST DOOR DE DRUKPALEN 2 RÏYEN TE ZETTEN EN EVENTUEEL ONDER VERSCHILLENDE SCHOORSTAND TE HEÏEN. TE VEEL VERT. DRUK OP DE DAMWAND IS OP TE VANGEN DOOR HET HOGER LEGGEN VAN DE ONTLASTVLOER^{*}; VERLENGING NAAR ACHTEREN ONTLAST DE DAMWAND EN DE TREKKRACHT IN DE TREKPALEN.

EEN SCHOORSTAND VAN DE DAMWAND BETEKENT EEN NIET GERINGE OPNAME VAN EEN HORIZONTALE KRACHT ($\frac{1}{6} * P_{\text{VERT.}}$). DIE BEREKENING IS HIER NIET MEEGENOMEN. ALS VERVOLGBEREKENING - NAUWKEURIGER UITWERKING VAN DIT (VOOR-)ONTWERP - DIENT DAT ZEKER TE GEBEUREN.

* HOGERE LIGGING VAN DE ONTLASTVLOER GEEFT MINDER BOVENBELASTING VAN DE GRONDOP DE ONTLASTVLOER.

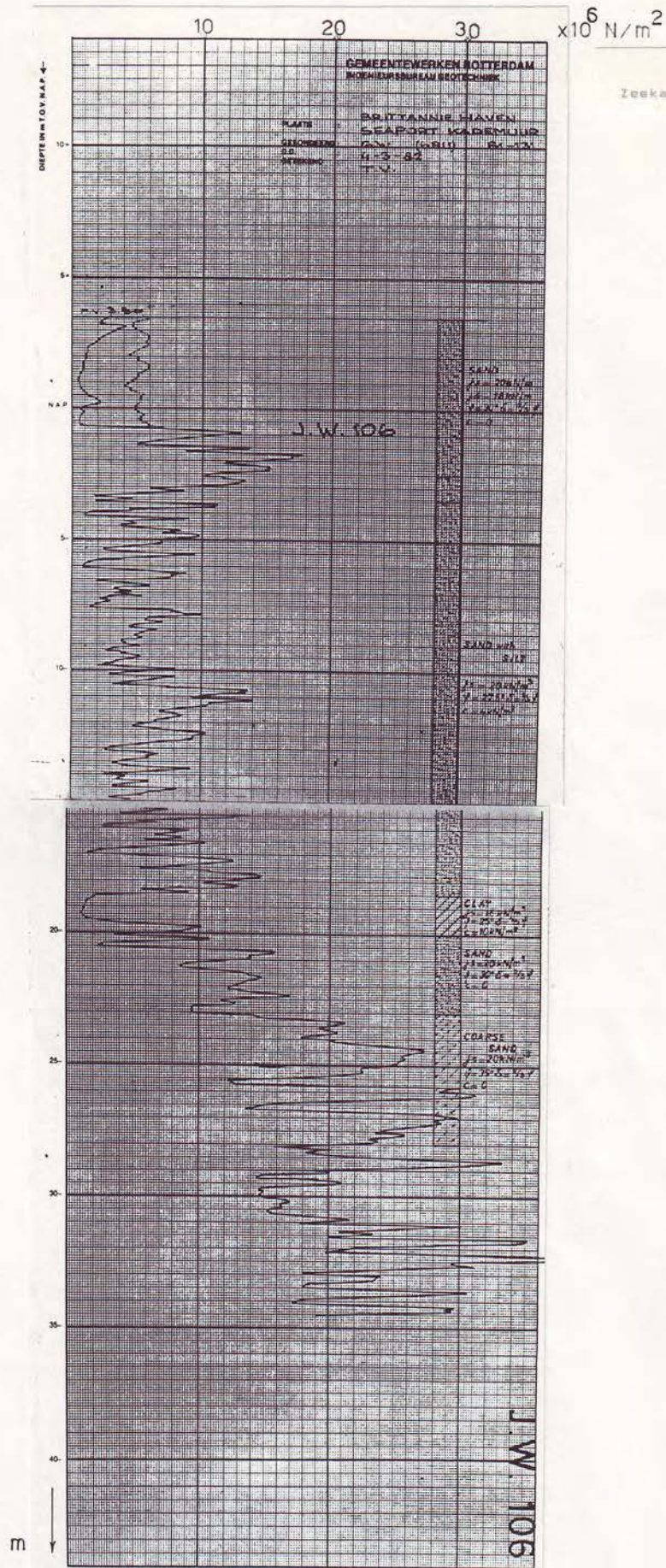
LITTERATUUR.

LITTERATUUR

1. PROGRAMMA VAN EISEN
Ingenieursbureau Havenwerken, Gemeentewerken Rotterdam
ROTTERDAM, 30 maart 1985;
2. FOUNDATION ENGINEERING
door Prof. Ir. N. Nanninga,
Technische Hogeschool Delft, DELFT 1965;
3. EMPFEHLUNGEN DES ARBEITSAUSSCHUSSES "UFEREINFASSUNGEN"
EAU 1985, 7 Auflage
VERLAG ERNST & SOHN, BERLIN 1985;
4. PATO CURSUS HAVENS III
Technische Universiteit Delft, DELFT 1981;
5. STALEN DAMWAND
Davum Exportation, DEN HAAG 1970;
6. SPUNDWAND-HANDBUCH / BAUWERKE
Hoesch Huttenwerke Dortmund 1987;
7. SPUNDWANDHANDBUCH / BERECHNUNG
Hoesch Stahl AG Dortmund 1987;
8. STATISCHE BEMESSUNGSWERTE FÜR SPUNDWANDE
Hoesch Stahl AG Dortmund 1987;
9. PROFILTAFELN FÜR HOESCH STAHLSPUNDWANDE
Hoesch Stahl AG Dortmund 1987;
10. TRADE ARBED LUXEMBURG / DOCUMENTATIE
ROTTERDAM 1987;
11. VAN LEEUWEN STOCKLIST 153
ZWIJNDRECHT 1985;
12. BEREKENING VAN DAMWANDCONSTRUCTIES
Technische Universiteit Delft, DELFT 1987
Centrum Hout, BUSSUM 1987;
13. HOUTEN DAMWANDEN
Technische Universiteit Delft, DELFT 1987
Centrum Hout, BUSSUM 1987;
14. HAND-OUT
door Ir. Parent, Gemeentewerken Havenwerken Rotterdam
ROTTERDAM, november 1987;
15. PRAKTISCHE BETONBEREKENINGEN
door Vis en Sagel
AMSTERDAM 1978;

16. FUNDERINGSTECHNIEK / g80
door Prof. Ir A.F. van Weele
Technische Universiteit Delft
DELFT, februari 1974.

FIGUREN.



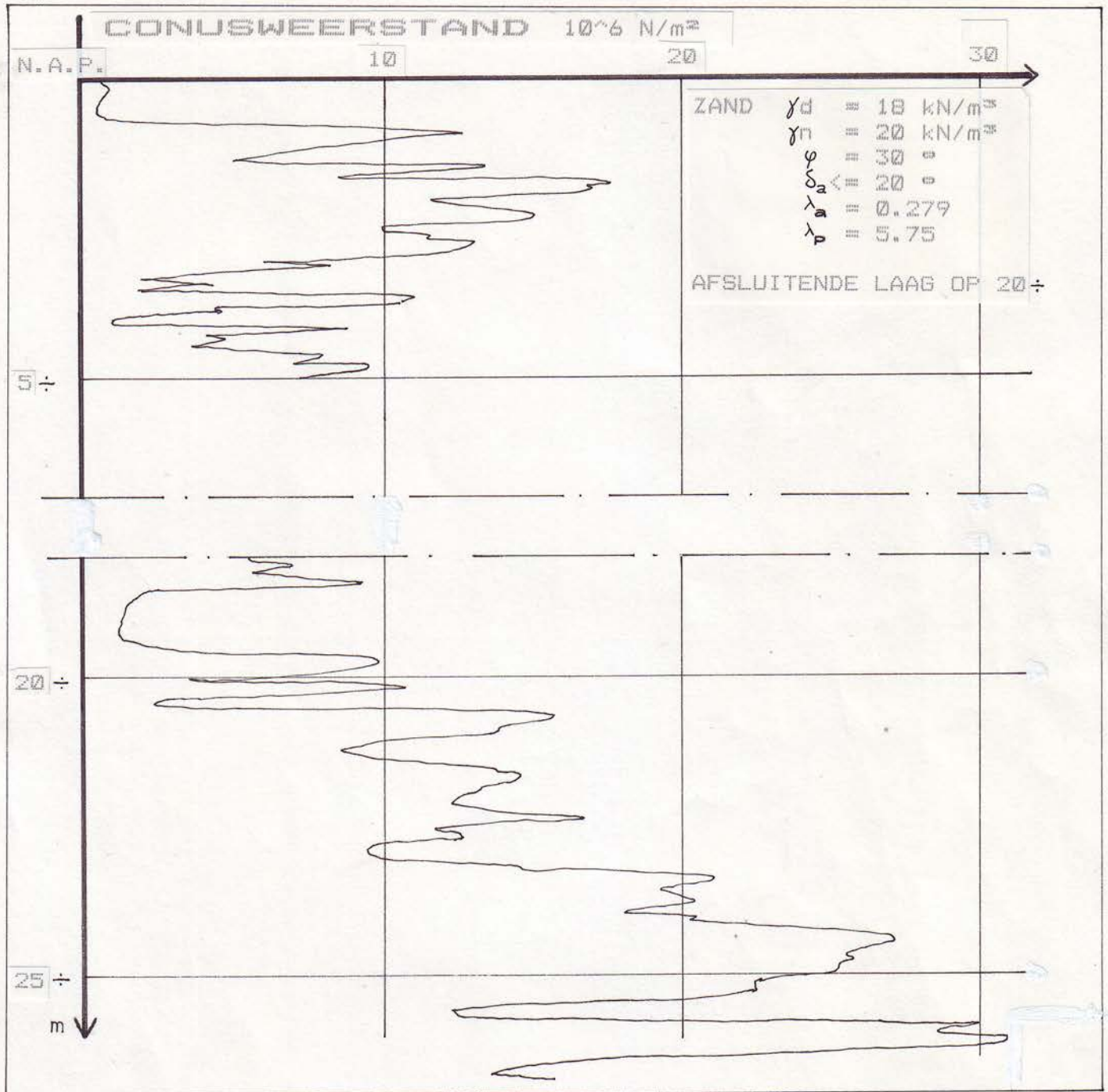
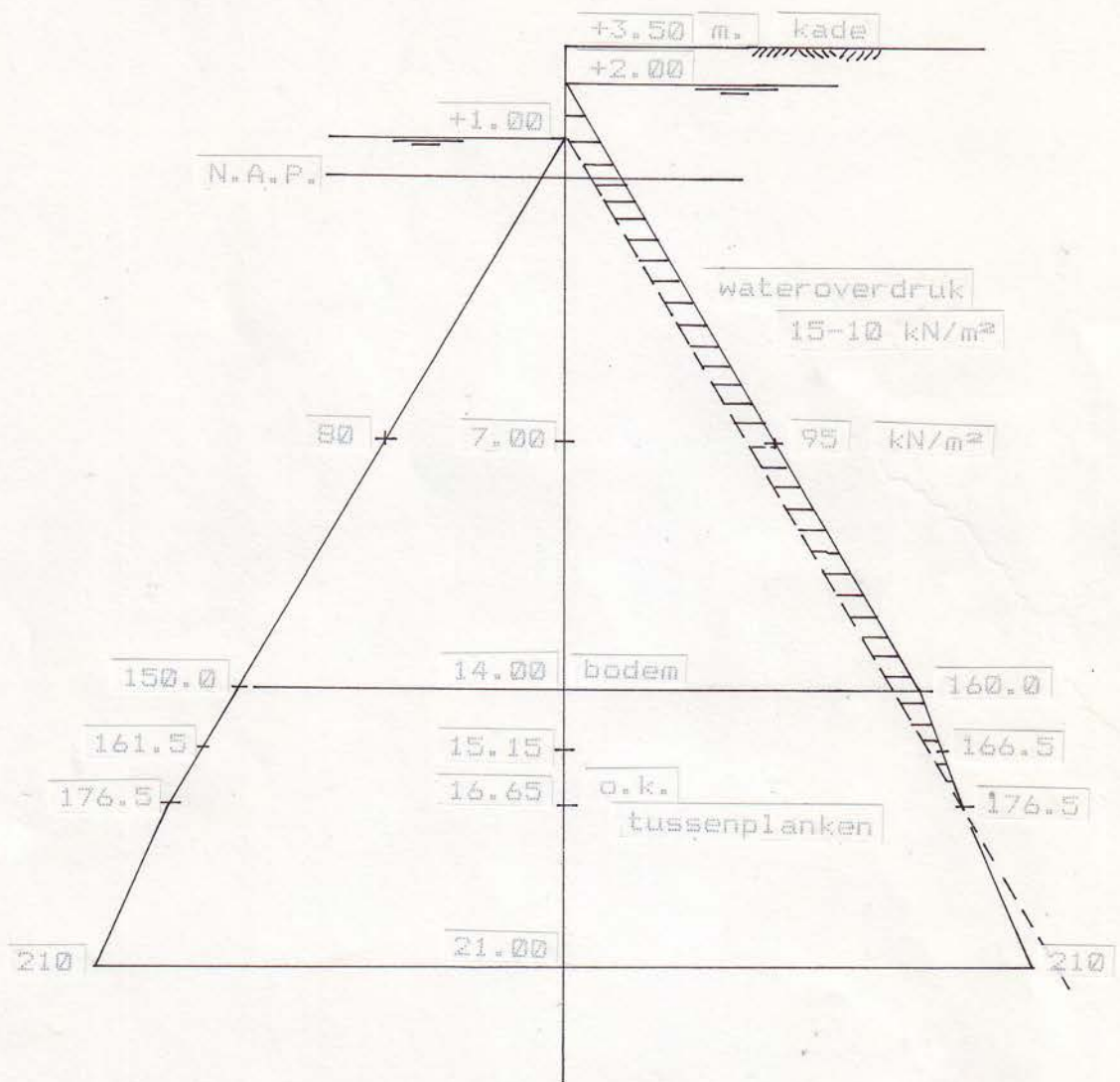
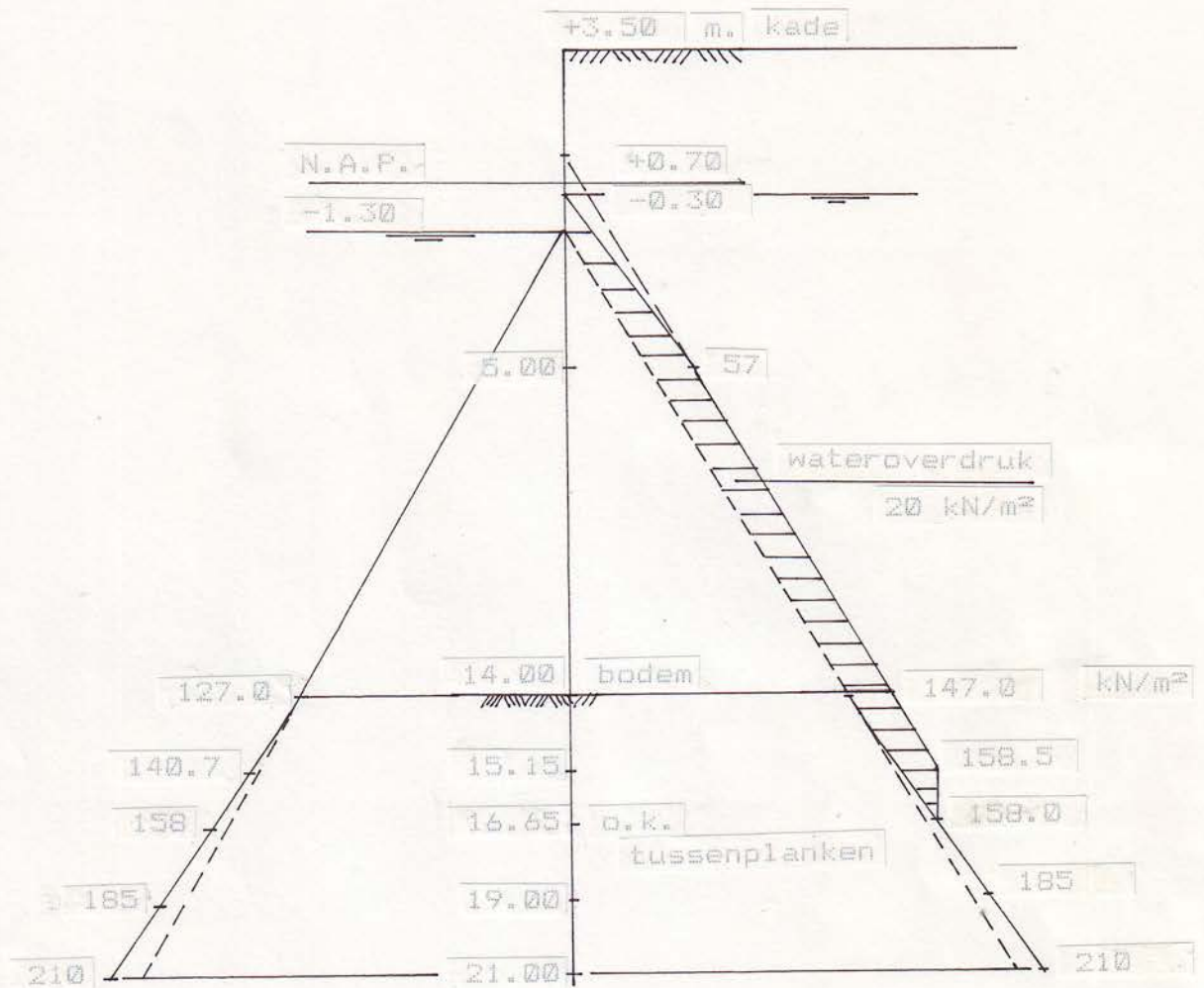


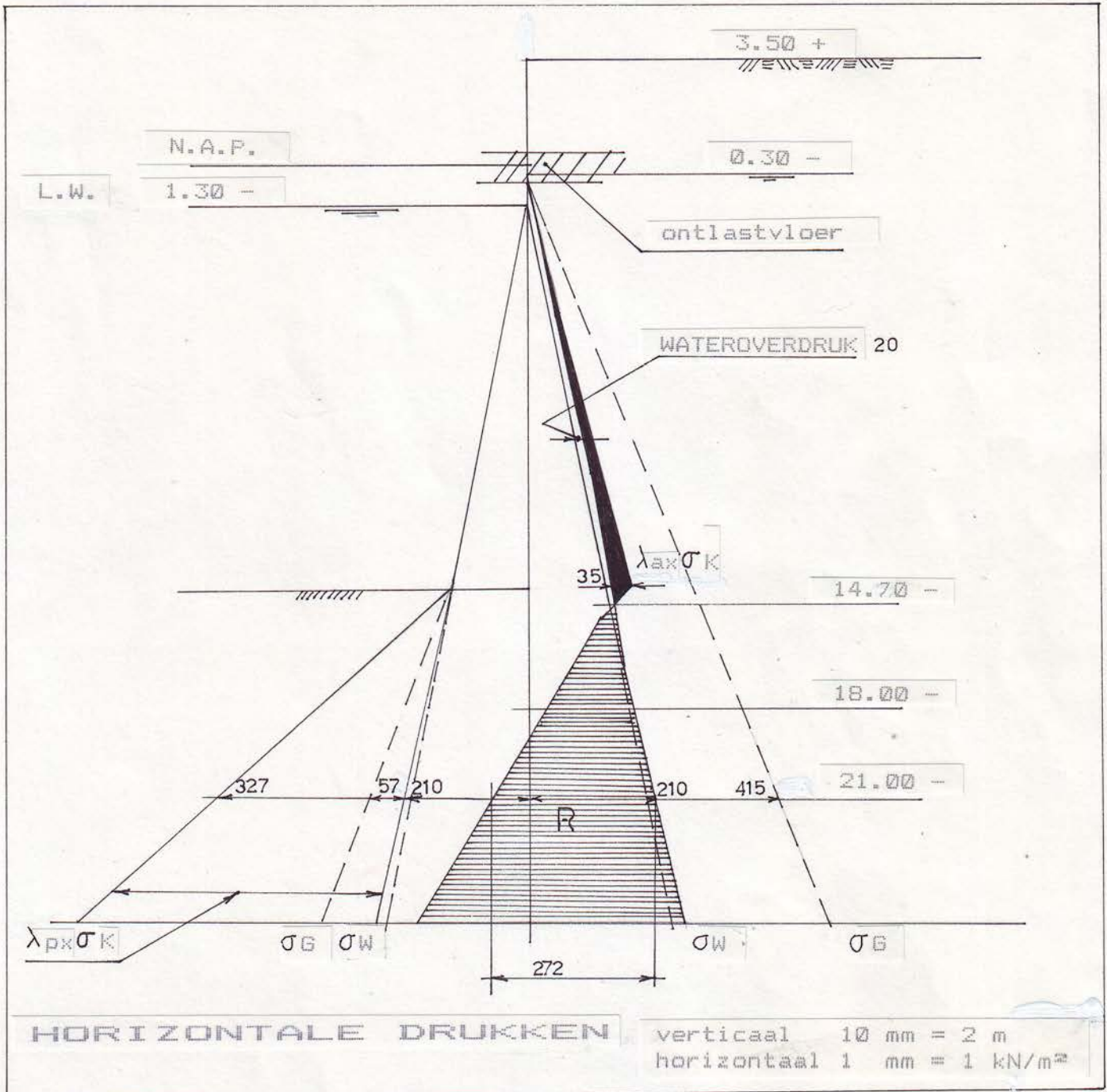
FIG. 3.

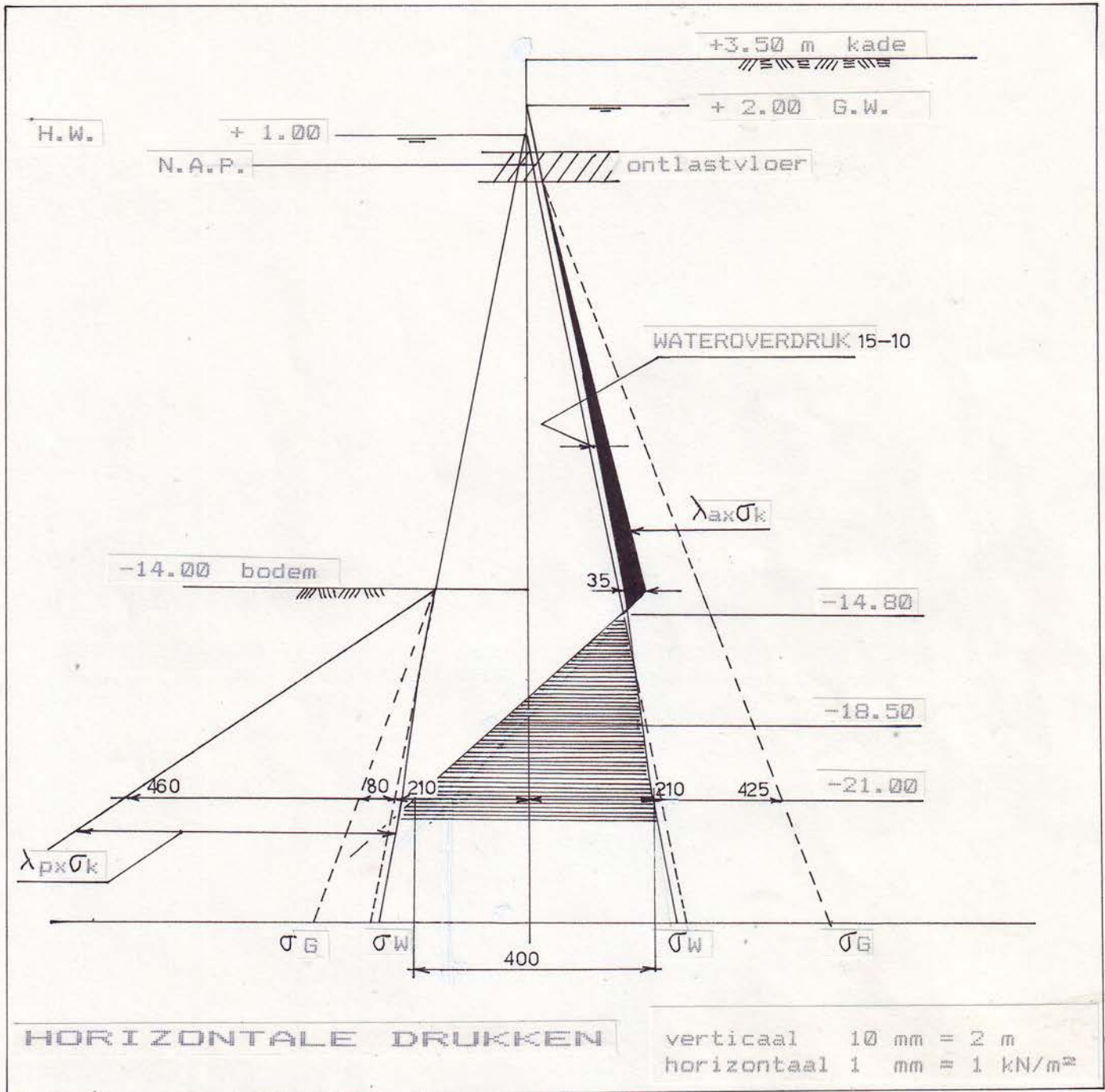


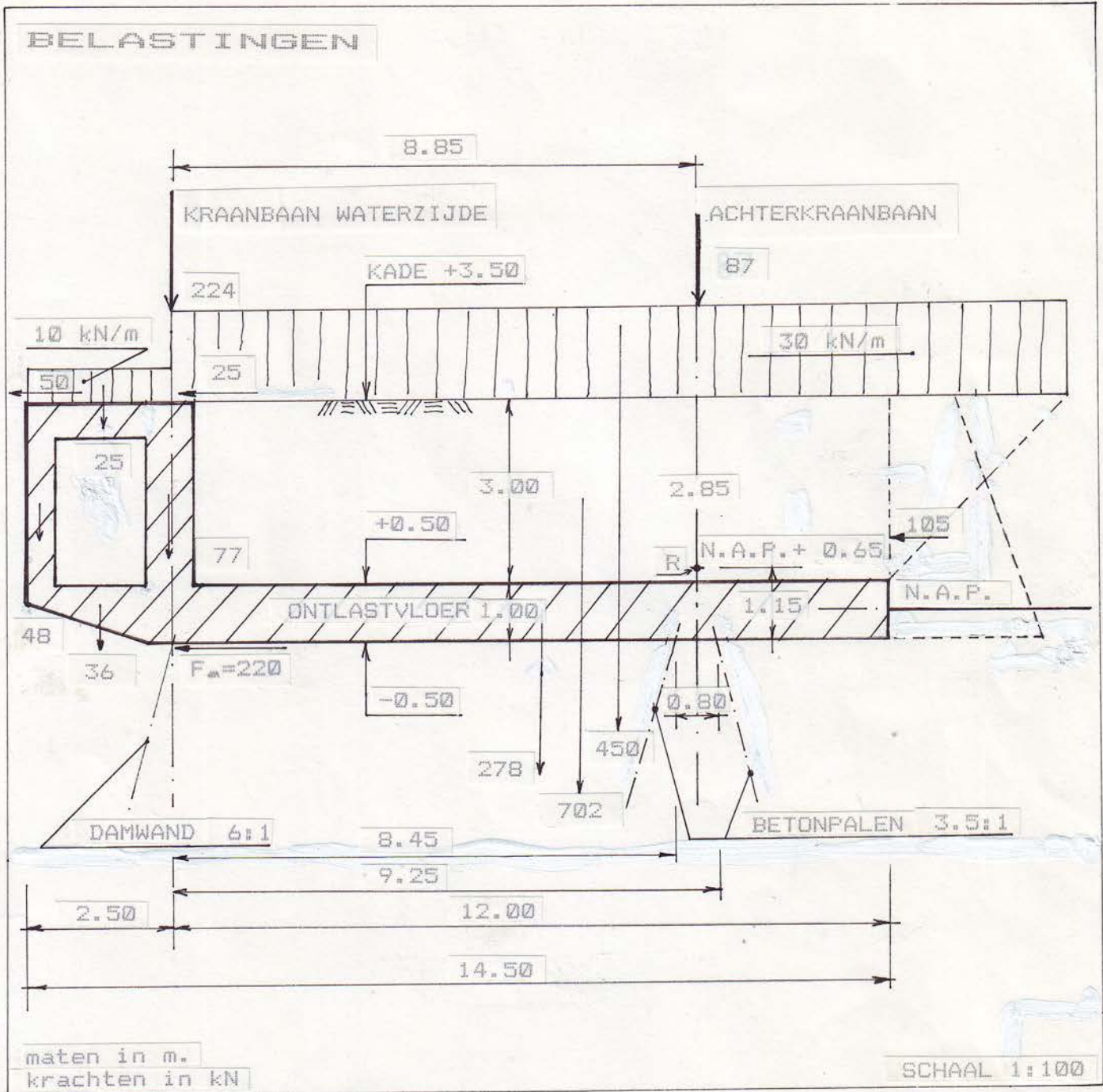
EAU : LASTFALL 2
 H.W. N.A.P. + 1.00
 G.W. N.A.P. + 2.00
 WATEROVERDRUK 15-10 kN/m²

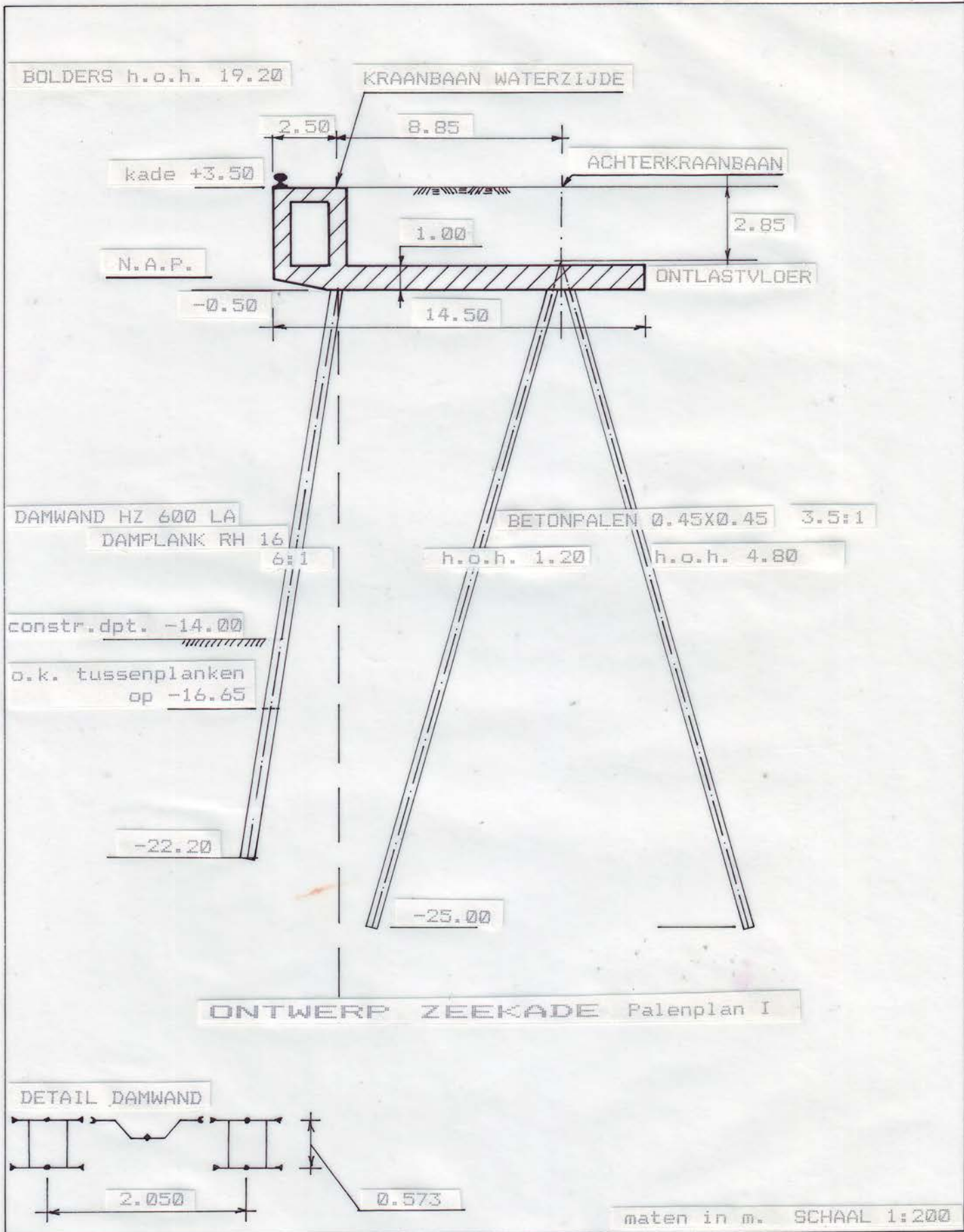


EAU : LASTFALL 1
 L.W. N.A.P. - 1.30
 G.W. N.A.P. - 0.30
 WATEROVERDRUK 20 kN/m²









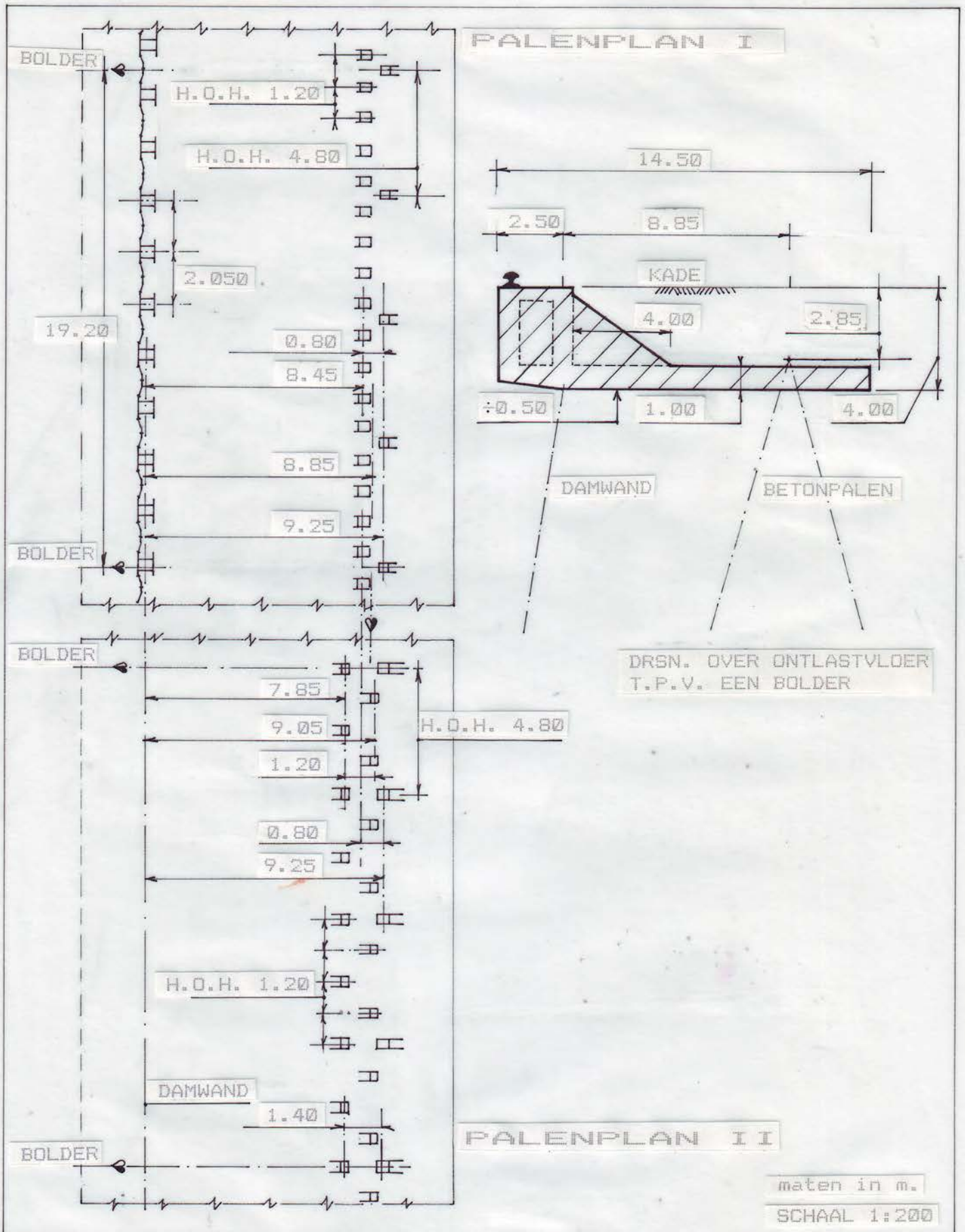
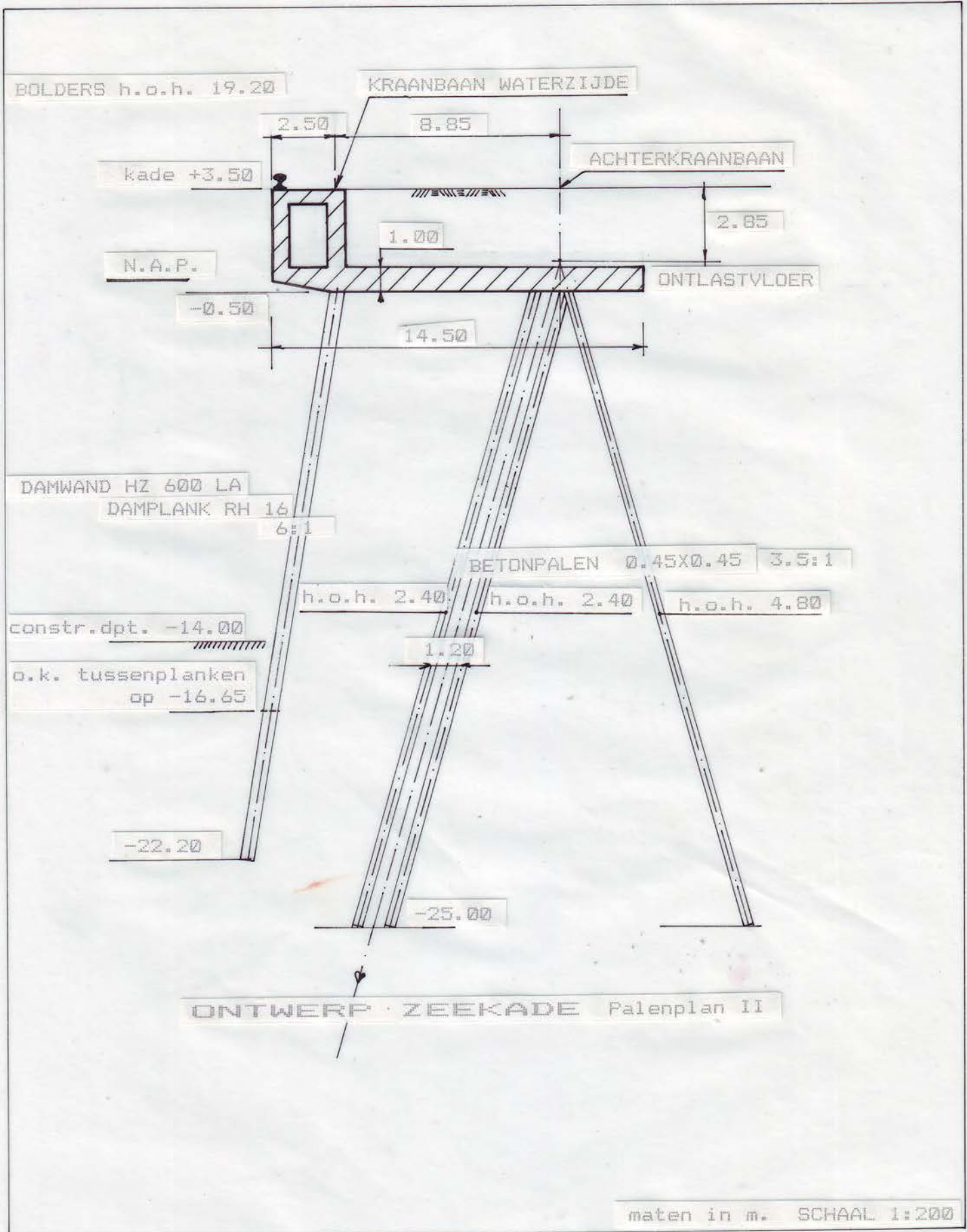


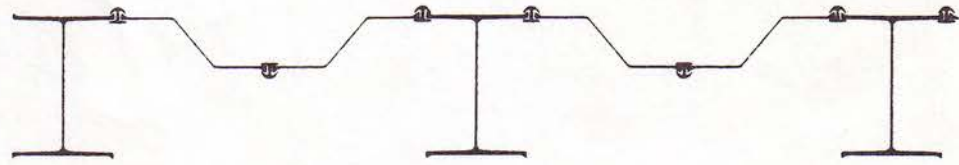
FIG. 11



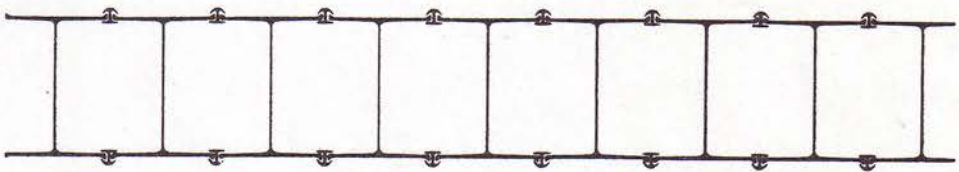
BIJLAGEN.

Suitable sheet pile systems

TORPEREN!

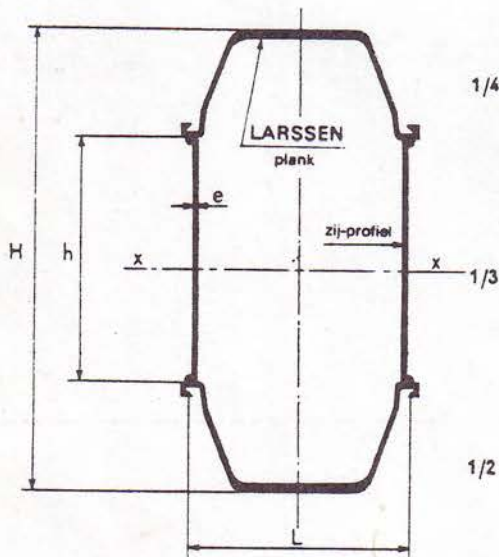


DUUR!

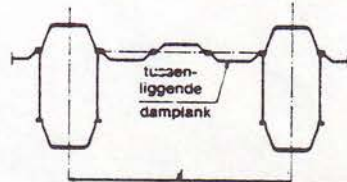


DRAAGVERMOGEN
GROTER DAN VOOR ϕ

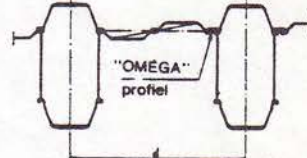
②



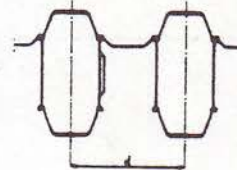
1/4



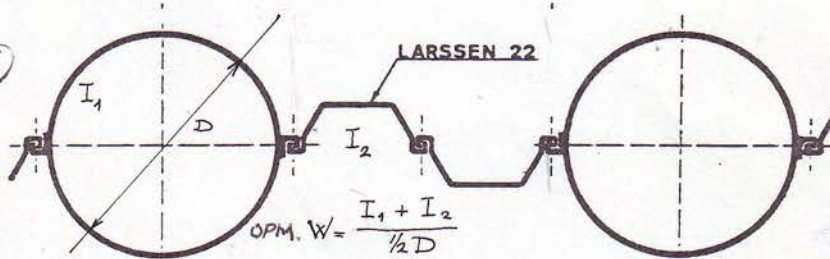
1/3



1/2

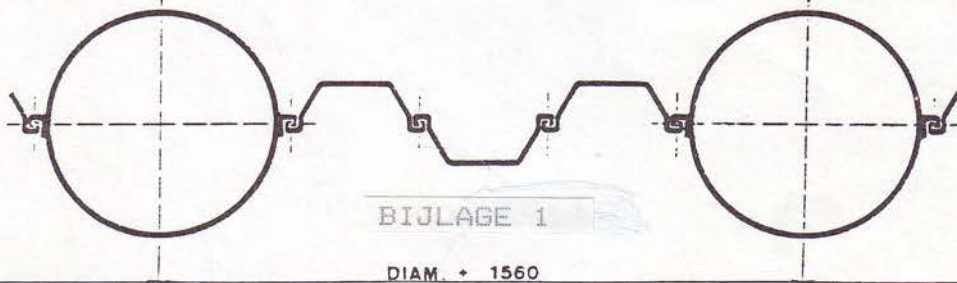


①



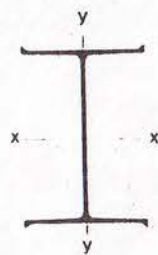
VANVEGE RECESSIE
IN DE OFFSHORE-
INDUSTRIE
VOORDELIG ;
HEI TECHNISCH
PRIMA

BIJLAGE 1



ERVARING: 3 PLANKEN NIET TOEPASSEN

HZ Bearing Piles



Combination 10

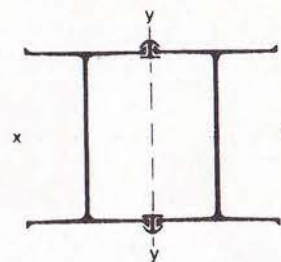
ARBED
HZ Steel Sheet Piling System

Properties of combinations of HZ and interlocking sections joined together by welding

F sectional area
P weight per metre
I_x, I_y moments of inertia
W_x, W_y section moduli
i_x, i_y radii of gyration
SR_x, SR_y statical moments of the outer interlocking section referred to neutral axis
U perimeter

HZ Bearing Piles

Combinations of HZ and RH joined together by welding



Combination 22

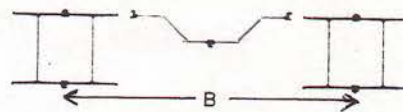
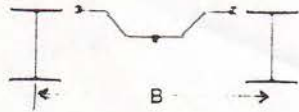
OPM. DUURSTE SYSTEEM!

BIJLAGE 2

Designation	Combination	Section	Interlocking section	v	v'	u	u'	F	P	I _x	$W_x = \frac{I_x}{v}$	i _x	I _y	$i_y = \frac{I_y}{u}$	i _y	SR _x	SR _y	U
				cm	cm	cm	cm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ³	m ² /m
10		HZ 360 A	RH 16	17,45	-	18,40	-	144,9	113,7	34800	1990	15,50	13900	755	9,79	-	-	2,2
		HZ 360 B	RH 16	17,70	-	18,50	-	163,3	132,1	40600	2290	15,53	15600	842	9,62	-	-	2,2
		HZ 600 LA	RH 16	28,65	-	22,70	-	219,3	172,1	135900	4740	24,90	27000	1190	11,10	-	-	2,9
		HZ 600 LB	RH 16	28,90	-	22,80	-	252,0	197,9	156700	5420	24,93	30600	1350	11,03	-	-	2,9
		HZ 800 LA	RH 16	38,60	-	22,80	-	280,6	220,3	298700	7740	32,62	30650	1340	10,45	-	-	3,3
		HZ 800 LB	RHR 20	38,90	-	22,90	-	324,2	254,5	348800	8970	32,80	36200	1580	10,57	-	-	3,3
		HZ 1000 L	RHR 20	48,60	-	22,80	-	353,9	277,8	570600	11740	40,16	35500	1560	10,02	-	-	3,7

22		HZ 360 A	RH 16	17,45	21,17	37,90	-	330,6	259,5	82900	4750	15,83	138100	3640	20,44	365	-	3,0		
		HZ 360 B	RH 16	17,70	21,17	38,10	-	377,3	296,2	94400	5330	15,82	160600	4210	20,63	365	-	3,0		
		HZ 600 LA	RH 16	28,65	32,14	46,20	-	479,3	376,3	306000	10680	25,27	298300	6410	24,86	588	-	3,9		
		HZ 600 LB	RH 16	28,90	32,14	46,40	-	544,8	427,7	347500	12020	25,25	342200	7370	25,06	588	-	3,9		
		HZ 800 LA	RH 16	38,60	41,84	46,40	-	602,0	472,6	658200	17050	33,06	374000	8060	24,93	786	-	4,3		
		HZ 800 LB	RHR 20	38,90	42,14	46,80	-	699,9	549,4	773900	19890	33,25	443000	9470	25,16	989	-	4,3		
				HZ 1000 L	RHR 20	48,60	51,84	46,60	-	759,2	596,0	1260900	25940	40,75	472100	10130	24,94	1238	-	4,7

Combined walls formed by HZ and 9,5 mm thick intermediary ZH sections



Combination 10/13

Combination 22/13

King pile section	Combination 10/13			Combination 22/13		
	System width B m	Mass per sq. m of wall G kg/m ²	Section modulus per m of wall W _x cm ³ /m	System width B m	Mass per sq. m of wall G kg/m ²	Section modulus per m of wall W _x cm ³ /m
HZ 360 A	1,500	176,4	1900	1,890	217,1	2970
HZ 360 B	1,502	188,4	2090	1,894	236,0	3260
HZ 600 LA	1,580	204,4	3330	2,050	257,1	5460
HZ 600 LB	1,582	220,4	3750	2,054	281,7	6110
HZ 800 LA	1,582	234,6	5140	2,054	303,5	8490
HZ 800 LB	1,588	261,5	5900	2,066	343,7	9820
HZ 1000 L	1,586	276,5	7610	2,062	367,0	12740

Steel Grades

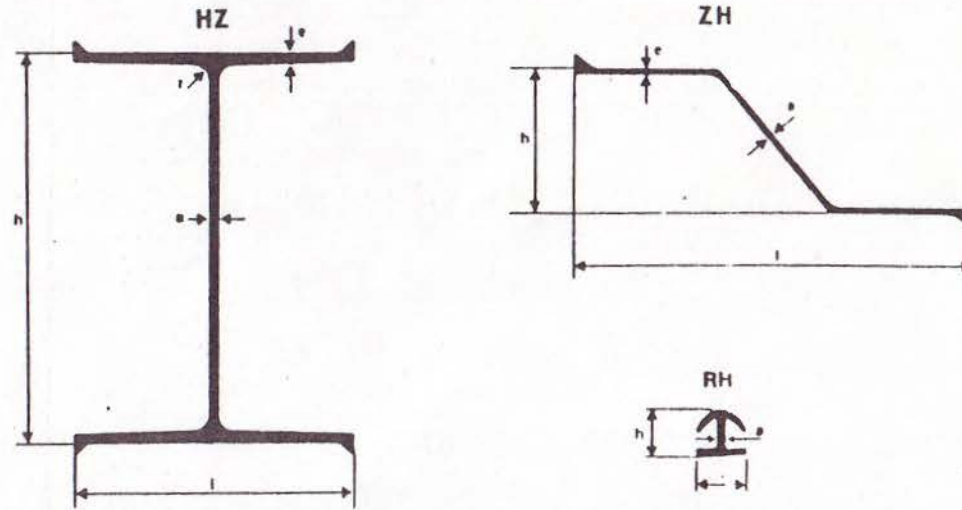
Designation	Yield point min N/mm ² (kg/mm ²)	Tensile strength min N/mm ² (kg/mm ²)	Elongation Lo = 5,65 So min %	Bend test 180° a)
1. PAE 25	245 (25)	390 (40)	26	2 e
2. PAE 27	265 (27)	430 (44)	26	2 e
3. PAE 30	295 (30)	460 (47)	24	2,5 e
4. PAE 32	315 (32)	490 (50)	23	2,5 e
5. PAE 36 (Belcor)	355 (36)	490 (50)	22	2,5 e
6. PAE 40	390 (40)	510 (52)	20	2,5 e
7. PAE 43	420 (43)	540 (55)	19	2,5 e
8. Mercor 36 1)	355 (36)	490 (50)	22	2,5 e

Other steel grades can be supplied with full prescription of their standards. The mechanical properties of these grades are shown in comparison to ARBED grades.

Belgium Circulaire 590-2	USA ASTM	Canada CSA G 40.21	Euronorm 25-72	G.B. BS 4360	France NFA 35-520	Germany EAU	Japan A 5528
1. PAE 25			Fe 360	40 A	E 240 SP	StSp. 37	
2. PAE 27	A 328	38 W	Fe 430	43 A	E 270 SP	StSp. 45	
3. PAE 30	A 572 Gr. 42	44 W	Fe 490				SY 30
4.	A 572 Gr. 45				E 320 SP		
5. PAE 36 N 36 Sp.	A 572 Gr. 50	50 W	Fe 510	50 B	E 360 SP	StSp.S	
6. PAE 39	A 572 Gr. 55	55 W					SY 40
7.	A 572 Gr. 60						
8.	A 690						

- 1) The MERCOR quality gives increased resistance to corrosion by sea water through the combined presence of such elements as Cu, Ni and P. MERCOR grades with different mechanical properties are available on request.
- 2) a = bend diameter
e = thickness of tested specimen

- Remarks
- a) If improved weldability is required the mill has the possibility to supply C-quality steel (not-rimmed)
- b) Other steel grades can be supplied i. e.
- grades with copper content
 - high strength fine grained structural steels

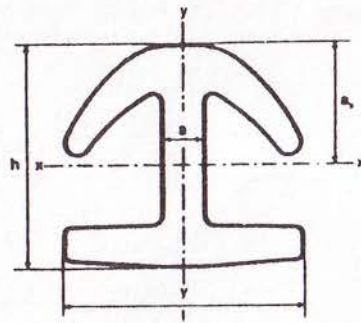


BIJLAGE 4

Section	h mm	l mm	a mm	e mm	r mm	Sectional area F cm ²	Weight P kg/m	Perimeter U m ² /m	Corresponding interlock		Corresponding intermediary section
									HZ-HZ HZ-ZH	ZH-ZH	
HZ 360 A	349	368	10	13	27	144,9	113,7	2,20	RH 16		ZH 9,5 or ZH 12
HZ 360 B	354	370	12	15,5	27	168,3	132,1	2,20	RH 16		ZH 9,5 or ZH 12
HZ 600 LA	573	454	12	15,5	27	219,3	172,1	2,96	RH 16		ZH 9,5 or ZH 12
HZ 600 LB	578	456	14	18	27	252,0	197,9	2,97	RH 16		ZH 9,5 or ZH 12
HZ 800 LA	772	456	14	18	30	280,6	220,3	3,35	RH 16		ZH 9,5 or ZH 12
HZ 800 LB	778	458	16	21	30	324,2	254,5	3,36	RHR 20		ZH 9,5 or ZH 12R
HZ 1000 L	972	456	16	21	30	353,9	277,8	3,74	RHR 20		ZH 9,5 or ZH 12R
ZH 9,5	190	535	9,5	9,5		65,5	51,4	1,30	RH 16	RH 16	
ZH 9,5 R	190	535	9,5	9,5		66,4	52,2	1,30	RHR 20	RH 16	
ZH 12	195	535	12	12		79,7	62,5	1,30	RH 16	RH 16	
ZH 12 R	195	535	12	12		80,7	63,4	1,30	RHR 20	RH 16	
RH 16	61,8	68,2	12,2			20,4	16,0	0,38			
RHR 20	67,3	80,0	15,0			25,7	20,2	0,41			

ARBED
HZ Steel Sheet Piling System

Properties of the
interlocking sections



BILAGE 5

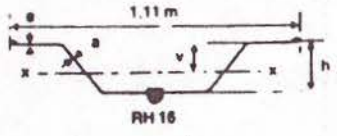
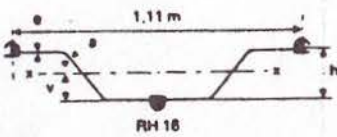
Section	Depth mm	Width mm	Web thickness mm	Sectional area cm ²	Weight kg/m	Moment of inertia cm ⁴	Section modulus cm ³	Moment of inertia cm ⁴	Section modulus cm ³	Distance between outer fibre and neutral cm
RH 16	61,8	68,2	12,2	20,38	16,00	81,8	25,1	54,5	16,0	3,26
RHR 20	67,3	80,0	15,0	25,72	20,19	123	33,5	87,9	22,0	3,6E



ARBED
HZ Steel Sheet Piling System

Properties of the double BZ
intermediary sheet piling

BILAGE 6

Designation	Combination	Section	Interlocking section	h mm	a = e mm	Sectional area F cm ²	Weight P kg/c	Moment of inertia I _x cm ⁴	Section modulus $W_x = \frac{I_x}{v}$ cm ³	Peri cm
11		ZH 9,5	RH 16	190	9,5	151,4	118,9	10440	960	26
		ZH 9,5 R	RHR 20	190	9,5	153,2	120,3	10610	986	26
		ZH 12	RH 16	195	12	179,7	141,1	12350	1132	26
		ZH 12 R	RHR 20	195	12	181,8	142,7	12540	1161	26
13		ZH 9,5	RH 16	190	9,5	192,2	150,9	14920	1410	20
		ZH 9,5 R	RHR 20	190	9,5	204,7	160,7	15610	1415	20
		ZH 12	RH 16	195	12	220,5	173,1	16810	1572	20
		ZH 12 R	RHR 20	195	12	233,3	183,1	17550	1580	20

Tabel of deliverable prefabricated prestressed heavy concrete piles in the Netherlands with their maximum lengths.

Piles with square cross section

Shaft in mm	max. length in m
380 x 380	27;
400 x 400	29;
420 x 420	30;
→ 450 x 450	31;*
500 x 500	31.

Piles with rectangular cross section

Shaft in mm	max. length in m
380 x 450	27;*
400 x 450	27;
420 x 500	28;
450 x 500	31;
500 x 550	32;
500 x 600	31.

Piles with circular hollow cross section

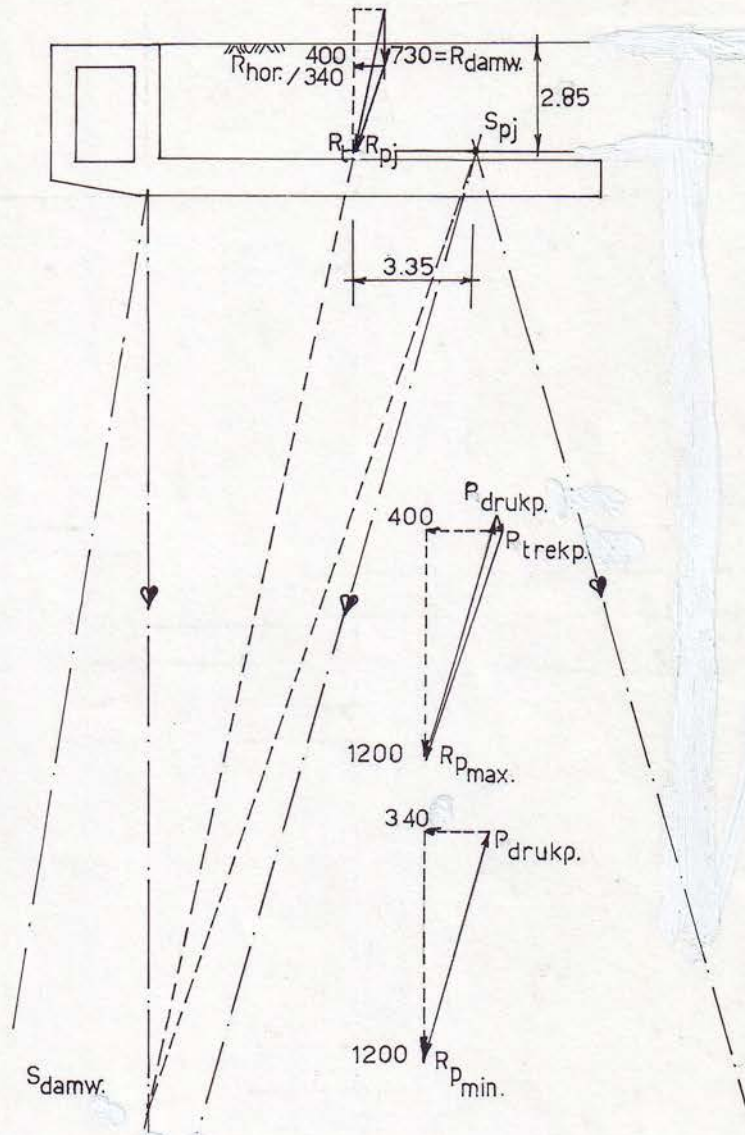
Ø 600 mm 35 m;
thickness 125 mm.

* most suitable piles for the quay wall design.

VERDELING BOVENBELASTING OVER DAMWAND EN PALENJUK :

BELASTING	DAMWAND	PALENJUK
VERTICAAL		
224	224	
77	77	
48	60	- 12
36	40.7	- 4.7
87		
450	66	384
278	82	196
25	28	- 3
702	150	552
HORIZONTALAAL		
25		25
50		50
220		220
		105

		400 SOM HORIZONTALAAL
TOTAAL	730	1200



GROOTTE, PLAATS EN GRAFISCHE ONTBINDING
VAN DE RESULTANTE OP DE ONTLASTVLOER.

APPENDICES.

→ CONUSWEERSTAND IN 10^2 N/m^2

20 30

DIEPTE IN m T.O.V. N.A.P. ↓

GEMEENTEWERKEN ROTTERDAM INGENIEURSBUREAU GEOTECHNIEK

PLAATS : BRITANNIE HAVEN
 SEAPORT KADEMUUR

GESONDEERD : G.W. (6811) 81-131
 D.D. : 4-3-82
 GETEKEND : T.V.

10+

5+

N.A.P.

5-

10-

15-



J.W. 106



SAND
 $f_s = 20 \text{ kN/m}^2$
 $f_d = 18 \text{ kN/m}^2$
 $\phi = 30^\circ$
 $c = 0$

SAND with
 SILT
 $f_s = 20 \text{ kN/m}^2$
 $\phi = 27.5^\circ$
 $c = 4 \text{ kN/m}^2$

m ↓

APPENDIX 1

20-

25-

30-

35-

40-

CLAY
 $\gamma_s = 16 \text{ kN/m}^3$
 $\phi = 25^\circ \delta = 1/2 \phi$
 $c = 10 \text{ kN/m}^2$

SAND
 $\gamma_s = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\phi = 30^\circ \delta = 2/3 \phi$
 $c = 0$

COARSE SAND
 $\gamma_s = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\phi = 35^\circ \delta = 2/3 \phi$
 $c = 0$

m

Berekeningen / SUPPLEMENT.

SCHUIN HEIEN VAN DE DAMWAND ONDER 6:1 GEEFT :

$\alpha = 10^\circ$	$\cos(\varphi + \alpha) = 0.766$ (80s 40°)
$\varphi = 30^\circ$	$\sin(\varphi + \delta_a) = 0.766$ (sin 50°)
$\delta_a = 20^\circ$	$\cos(\delta_a - \alpha) = \cos 10^\circ = 0.984$
$\delta_p = -20^\circ$	$\sin \varphi = 0.500$
$\delta_c = 10^\circ$	$\cos \alpha = \cos 10^\circ = 0.984$
	$\cos(\delta_p + \alpha) = \cos -10^\circ = 0.984$
	$\sin(\varphi - \delta_p) = \sin 50^\circ = 0.766$
	$\sin(\varphi - \delta_c) = \sin 20^\circ = 0.342$
	$\cos(\delta_c - \alpha) = \cos \varphi = 1$
	$\cos(\varphi - \alpha) = \cos 20^\circ = 0.940$

$$\lambda_a = \frac{\cos^2(\varphi + \alpha)}{\cos^2 \alpha \left[1 + \frac{\sqrt{\sin(\varphi + \delta_a) \sin \varphi}}{\cos(\delta_a - \alpha) \cos \alpha} \right]^2} = 0.228 \longleftrightarrow 0.279$$

(82%)

$$\lambda_p = \frac{\cos^2(\varphi + \alpha)}{\cos^2 \alpha \left[1 - \frac{\sqrt{\sin(\varphi - \delta_p) \sin \varphi}}{\cos(\delta_p + \alpha) \cos \alpha} \right]^2} = 4.40 \longleftrightarrow 5.75$$

(77%)

$$\lambda_c = \frac{\cos^2(\varphi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \left[1 - \frac{\sqrt{\sin(\varphi - \delta_c) \sin \varphi}}{\cos(\delta_c - \alpha) \cos \alpha} \right]^2} = 2.855 \longleftrightarrow 2.204$$

(129%)

INHEIDIEPTE X VAN EEN DAMWAND

L.W.	N.A.P. - 1.30
G.W.S.	N.A.P. - 0.30

C0 = .2585 C1 = .142 C3 = .044

eps = -.098	ksi = 0
eps = -.100852	ksi = .01
eps = -.10372	ksi = .02
eps = -.106592	ksi = .03
eps = -.109453	ksi = .04
eps = -.112289	ksi = .05
eps = -.115086	ksi = .06
eps = -.117828	ksi = .07
eps = -.1205	ksi = .08
eps = -.123083	ksi = .09
eps = -.125562	ksi = .1
eps = -.127917	ksi = .11
eps = -.13013	ksi = .12
eps = -.132182	ksi = .13
eps = -.134052	ksi = .14
eps = -.135719	ksi = .15
eps = -.137161	ksi = .16
eps = -.138356	ksi = .17
eps = -.139281	ksi = .18
eps = -.139912	ksi = .19
eps = -.140224	ksi = .2
eps = -.140191	ksi = .21
eps = -.139788	ksi = .22
eps = -.138987	ksi = .23
eps = -.13776	ksi = .24
eps = -.136078	ksi = .25
eps = -.133912	ksi = .26
eps = -.131232	ksi = .27
eps = -.128006	ksi = .28
eps = -.124201	ksi = .29
eps = -.119786	ksi = .3
eps = -.114726	ksi = .31
eps = -.108986	ksi = .32
eps = -.102531	ksi = .33
eps = -.095324	ksi = .34
eps = -.0873277	ksi = .35
eps = -.0785036	ksi = .36
eps = -.0688123	ksi = .37
eps = -.0582137	ksi = .38
eps = -.0466663	ksi = .39
eps = -.0341281	ksi = .4
eps = -.0205558	ksi = .41
eps = -5.90526E-03	ksi = .42
eps = 9.86874E-03	ksi = .43

INHEIDIEPTE X VAN EEN DAMWAND

DEELONTWERP
Zeekade in de Britanniehaven

C0 = .23 C1 = .135 C3 = .045

H.W. N.A.P. + 1.00
G.W.S. N.A.P. + 2.00

eps = -.09	ksi = 0	
eps = -.0927115		ksi = .01
eps = -.0954376		ksi = .02
eps = -.0981655		ksi = .03
eps = -.100882		ksi = .04
eps = -.103572		ksi = .05
eps = -.106221		ksi = .06
eps = -.108814		ksi = .07
eps = -.111335		ksi = .08
eps = -.113767		ksi = .09
eps = -.116092		ksi = .1
eps = -.118293		ksi = .11
eps = -.12035		ksi = .12
eps = -.122244		ksi = .13
eps = -.123955		ksi = .14
eps = -.125461		ksi = .15
eps = -.126742		ksi = .16
eps = -.127774		ksi = .17
eps = -.128534		ksi = .18
eps = -.128999		ksi = .19
eps = -.129144		ksi = .2
eps = -.128943		ksi = .21
eps = -.128369		ksi = .22
eps = -.127397		ksi = .23
eps = -.125997		ksi = .24
eps = -.124141		ksi = .25
eps = -.121799		ksi = .26
eps = -.118942		ksi = .27
eps = -.115537		ksi = .28
eps = -.111553		ksi = .29
eps = -.106956		ksi = .3
eps = -.101713		ksi = .31
eps = -.0957893		ksi = .32
eps = -.0891487		ksi = .33
eps = -.0817548		ksi = .34
eps = -.0735702		ksi = .35
eps = -.0645564		ksi = .36
eps = -.0546741		ksi = .37
eps = -.0438829		ksi = .38
eps = -.0321417		ksi = .39
eps = -.0194081		ksi = .4
eps = -5.63912E-03		ksi = .41
eps = 9.20951E-03	$\mathcal{I} =$	ksi = .42

Programma van Eisen: ZEEKADE BRITTANNIEHAVEN

2e fase Seaport Terminals

Datum : 1 april 1985
Wijz. datum :

NADERHAND AANGEPASTE VERSIE
VAN HET PROGRAMMA VAN EISEN

De zeeкаде Brittanniëhaven is te splitsen in twee delen:

- a. de verlenging van de bestaande kademuur van Quick Dispatch;
- b. de verlenging van de bestaande kademuur van Seaport Terminals.

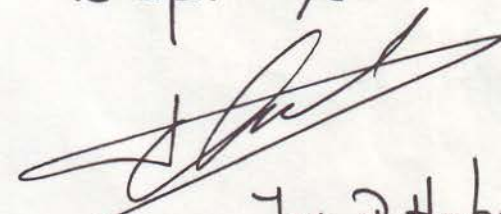
1. <u>TERREIN</u>	
a. hoogte (voorkant kademuur)	N.A.P. +3.50m
b. helling	terreinindeling Seaport
c. afwatering	riooleringssysteem met
d. nuttige belasting	doorvoeren door kademuur
e. situatie	tot achterkraanbaan 30 kN/m^2 daarna 70 kN/m^2 zie overzichtstekening
2. <u>HAVENDIEPTE VOOR KADEMUUR</u>	
a. contractdiepte	N.A.P. -12.65m
b. constructiediepte	N.A.P. -13.65m
3. <u>CONSTRUCTIE KADEMUUR</u>	
a. voorkant kademuur	vlakke betonwand van N.A.P.
b. nuttige belasting op kademuur (strook voorzijde ter breedte van 2,50 m)	+3.50m tot N.A.P. -1,50m 35 kN/m^2 of 10 kN/m^2 in combinatie met railkraan
c. afstand waterzijdige kraanrail tot voorkant kademuur (= voorkant beton)	2,50 m

<p>3. <u>CONSTRUCTIE KADEMUUR</u> (vervolg)</p> <p>d. afstand landzijdige kraanrail tot voorkant kademuur</p> <p>e. railhoogte</p> <p>f. kabelgoot</p>	<p>11,35 m en 22,50 m.</p> <p>verzonken rail</p> <p>660 * 120/130 mm</p> <p>hart goot 1,42 m t.o.v. v.k. kade</p>		
<p>4. <u>BOLDERS</u></p> <p>a. bolderkracht (voor bolder geplaatst op kademuur)</p> <p>b. type</p> <p>c. enkele/dubbele uitvoering</p> <p>d. h.o.h.-afstand</p> <p>e. situering</p>	<p>1000 kN per bolder</p> <p>bolder met centrale breekbout, eenvoudig te verwijderen.</p> <p>enkele en dubbele uitvoering</p> <p>c.a. 20 m.</p> <p>zie situatietekening</p>		
<p>5. <u>STORMBOLDERS</u></p> <p>a. belasting</p> <p>b. situering</p> <p>c. fundatie</p>	<p>dubbele stormbolders</p> <p>1600 kN</p> <p>zie situatietekening</p> <p>op staal</p>		
<p>6. <u>KRAAN</u></p> <p>a. type kraan</p> <p>b. belasting op kademuur (maximale hoekdruk)</p> <p>c. horizontaalkracht</p> <p>d. aantal wielen per poot</p> <p>e. wielafstand per poot</p> <p>f. pootafstand (hoekafstand)</p> <p>g. bufferafstand</p> <p>h. afstand tussen voor- en achterkraanbaan</p> <p>i. railondersteuning</p>	<p>35 t. Stork</p> <p>1800 kN</p> <p>180 kN</p> <p>6 st.</p> <p>1,7 m</p> <p>11 m</p> <p>8,85 m</p> <p>neopreen</p>	<p>25 t. Bailey</p> <p>1340 kN</p> <p>134 kN</p> <p>4 st.</p> <p>2,22 m</p> <p>8,26 m</p> <p>8,85 m</p> <p>neopreen</p>	<p>container kraan</p> <p>volgens bijlage 5A.</p>

<p>7.1 <u>ACHTERKRAANBAAN</u> (railafstand 8,85 m h.o.h.)</p> <ul style="list-style-type: none">a. situatieb. fundatiec. type kraand. maximale hoekdruke. aantal wielen (per hoek)f. pootafstandg. radafstand (per poot)h. maximale raddruk	<p>11,35 m l.o.v. v.k. kademuur op staal, belasting meegenomen in de berekening van de kade. m.k.w.</p> <table border="0"><tr><td>3st. Stork</td><td>2st Bailey</td></tr><tr><td>1800 kN</td><td>1340 kN</td></tr><tr><td>6 st.</td><td>4 st.</td></tr><tr><td>11 m.</td><td>8,26 m</td></tr><tr><td>1,7 m.</td><td>2,22 m</td></tr><tr><td>300 kN</td><td>335 kN</td></tr></table>	3st. Stork	2st Bailey	1800 kN	1340 kN	6 st.	4 st.	11 m.	8,26 m	1,7 m.	2,22 m	300 kN	335 kN
3st. Stork	2st Bailey												
1800 kN	1340 kN												
6 st.	4 st.												
11 m.	8,26 m												
1,7 m.	2,22 m												
300 kN	335 kN												
<p>7.2 <u>ACHTERKRAANBAAN</u> (railafstand 20,00 m h.o.h.)</p> <ul style="list-style-type: none">a. situatieb. fundatiec. type kraand. maximale hoekdruke. aantal wielen (per hoek)f. pootafstandg. radafstand (per poot)h. maximale raddruk	<p>containerkraan volgens bijlage S.P.</p>												
<p>8. <u>FENDERING REMMINGWERK</u></p> <ul style="list-style-type: none">a. t.b.v. zeeschepenb. t.b.v. bargesc. situering	<p>houten remmingwerk idem, met twee extra tussenregels zie situatietekening</p>												
<p>9. <u>OVERIGE VOORZIENINGEN</u></p> <ul style="list-style-type: none">a. drinkwaterb. telefoonc. elektriciteit	<p>ja nee ja</p>												

9.	<u>OVERIGE VOORZIENINGEN (vervolg)</u>	
	a. bunkerolie	nee
	e. draaiende bolders	nee
	f. kaapstanders	nee
	g. winchauto	ja
	h. afmeervoorzieningen voor kleine vaartuigen	in overleg
	k. sparingen in dek kademuur	in overleg
	l. omslagpunten voedingskabel kraan	in overleg

Inq. B. Havenwerken
10 april 1985



Ing. J. Hubers.