

8
RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU *Bish & Partners n.v.*

KONINGINNEGRACHT 84 — TELEFOON (070) 60 98 06* (4 lijnen) — 's-GRAVENHAGE

Gouwe : afzinken

TIJDELIJKE EN BLIJVENDE SPANNINGEN BIJ, RESP. NA HET AFZINKEN
VAN DE ZINKER DER KRUISING MET DE GOUWE.

Bijbehorende tekening : W590.2 blad 1B, onderdeel :

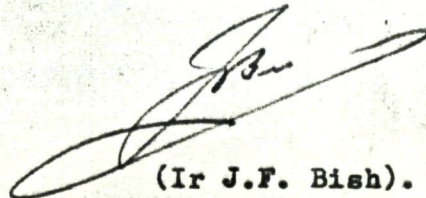
"Kruising met de Gouwe, stelconstructie gasleiding".

Inhoudsopgave.

- A. Stelling : Er zijn altijd 2 punten te vinden waaraan de zinker kan worden opgehangen, zodanig, dat de blijvende spanningen na montage minimaal zijn.
- B. De plaatsbepaling dezer punten en tijdelijke spanningen.
- C. Vormveranderings- en spanningsberekeningen.
Hoekverdraaiingen en verplaatsingen, waarbij de $\frac{1}{EI}$ x de
M- oppervlakken betrokken zijn op
I de horizontale projectie der systeemlijn, en
II de ontwikkelde lengte der systeemlijn.
- D. Stabiliteitsberekeningen tijdens de uitvoering.
- E. Conclusie : Het is voldoende om de berekeningen te beperken tot die genoemd onder B en D.

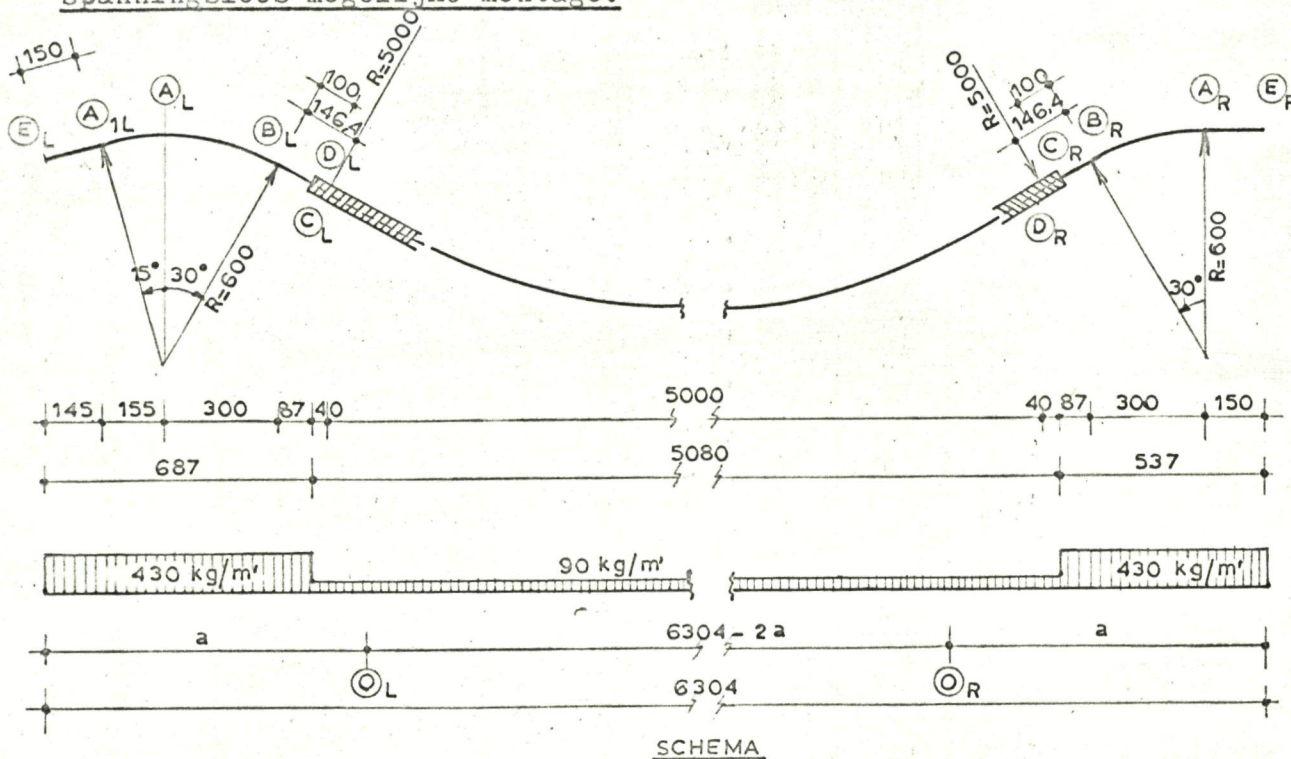
's-Gravenhage, 21 oktober 1966

BISH & PARTNERS N.V.,



(Ir J.F. Bish).

B = Bepaling der plaatsen van de ophangpunten O_L en O_R voor een zo spanningsloos mogelijke montage.



Belastingen : Boven water : $q_1 = 430 \text{ kg/m}^2$

Under water : $q_2 = 90$ "

De horizontale projectie der zinker bedraagt :

$$L = L_{E_L} - A_{L_L} + L_{A_{L_L}} - A_R + L_{A_R} - E_R =$$

$$= 150 \cos 15^\circ + 60,09 + 1,50 = 145 + 60,09 + 150 = 63,04 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Totale belasting} &= 6,87 \times 430 + 50,8 \times 90 + 5,37 \times 430 = \\ &= 2955 + 4570 + 2310 = 9835 \text{ kg} \end{aligned}$$

Een zo spanningsloos mogelijke montage wordt bewerkstelligd, indien de zinkereinden geen hoekverdraaiingen ondergaan.

Punt 12 der bouw en montage voorschriften dezer kruising schrijft een zo spanningsloos mogelijke montage der zinker boven de ondersteuning in A_L en A_R voor, waarna de betonnen zadels kunnen worden gestort.

Het is mogelijk de ophangpunten zodanig te kiezen, dat de hoekverdraaiing der einden E_L en E_R nul is, zodat de aansluitende stukken direct aangelast kunnen worden.

Voor de bepaling van de hoekverdraaiing in een drsn. wordt gebruik gemaakt van de volgende stellingen.

Stelling 1.

De hoekverdraaiing ener drsn. van een systeem op 2 st.pt. is gelijk aan de "dwarskracht" in die drsn. bij het $\frac{1}{EI}$ x het M-opp. als belasting.

Stelling 2.

De hoekverdraaiing ener drsn. van een aan één zijde ingeklemde staaf is het $\frac{1}{EI}$ x het M-vlak als belasting tussen de inklemming en de drsn.

De in O_L en O_R opgelegde zinker belast door het $\frac{1}{EI}$ x het M-vlak is identiek aan de in E_L en E_R opgelegde ligger, waarbij de in O_L en O_R optredende "reacties" als puntlasten worden ingevoerd.

Voor de in E_L en E_R opgelegde ligger zullen volgens stelling 1 de "reacties" = 0 moeten zijn.

Van de in O_L en O_R opgelegde zinker is een drsn X aan te wijzen tussen O_L en O_R , waarin bij het $\frac{1}{EI}$ x het M-vlak-als belasting, de "dwarskracht" = 0.

Deze drsn. is dus als een inklemming te beschouwen, waarbij de oplegging O_L en O_R moeten worden vervangen door de aldaar optredende "reacties" als puntlasten.

Van zowel de linker als de rechter tak moet dus de algebraïsche som der $\frac{1}{EI}$ x het M-vlak, gelijk nul zijn.

Zijn systeemlijn en "belastingen" symmetrisch t.o.v. het midden, dan zullen ook de st.ptn. O_L en O_R symmetrisch t.o.v. dit midden moeten liggen.

De punten O_L en O_R worden bepaald met de volgende verwaarlozingen.

1. = de afstanden der ohangpunten tot de einden worden aan elkaar gelijk gesteld als in een symmetrie geval.
- 2 = de $\frac{1}{EI}$ x de M-vlakken worden betrokken op de horizontale projectie van het systeem, i.pl.v. op de ontwikkelde lengte der systeemlijn.

Is de afstand van de ohangpunten tot de einden = a, dan is de afstand $O_L - O_R = (63,04 - 2a)$ m.

De voorwaarde waaraan moet worden voldaan is dat de algebraïsche som van het $\frac{1}{EI}$ x M-vlak, nul moet zijn.

De bochtflexibiliteitsfactor $h = 0,00172 R$

Voor de bocht met straal

$$a) R_1 = 600 \text{ cm is } K_1 = \frac{1,65}{0,00172 \times 600} = 1,60$$

$$b) R_2 = 5000 \text{ cm is } K_2 = \frac{1,65}{0,00172 \times 5000} < 1. \text{ De stijfheid dezer bocht}$$

wordt gelijkgesteld aan die van de rechte staaf.

Bepaling der $K(EI)^{-1} \times M$ -vlakken, in kgm^2

$$\text{Overstek } E_L - O_L \\ F_{E_L - A_{1L}} = - \frac{1}{2} \times 430 \int_{x=0}^{x=1,45 \text{ m}} x^2 dx = - 215 \times \frac{1,45^3}{3} = - 218$$

$$F_{A_{1L} - B_L} = - 1,6 \times 215 \times \frac{1}{3} (6^3 - 1,45^3) = - 24418$$

$$F_{B_L - C_L} = - 215 \times \frac{1}{3} (6,87^3 - 6^3) = - 7757$$

$$F_{E_L - C_L} = - 32393$$

$$F_{C_L - O_L} = - 2955 \int_{x=0}^{x=a-6,87 \text{ m}} (3,435 + x) dx - 45 \int_0^{x=a-6,87 \text{ m}} x^2 dx =$$

$$= - 2955 \left\{ 3,435(a - 6,87) + \frac{1}{2} (a - 6,87)^2 \right\} - 15(a - 6,87)^3 =$$

$$= - 2955 \left(\frac{1}{2} a^2 - 3,435 a \right) - 15a^3 + 309 a^2 - 2124 a + 4864 =$$

$$= - 1478 a^2 + 10150 a - 15 a^3 + 309 a^2 - 2124 a + 4864 =$$

$$= - 15 a^3 - 1169 a^2 + 8026 a + 4864.$$

$$F_{E_L - O_L} = - 15a^3 - 1169 a^2 + 8026 a + 4864 - 32393 = \\ = - 15a^3 - 1169 a^2 + 8026 a - 27529.$$

Veld $O_L - O_R$

A = het negatieve momenten vlak.

$$M_{O_L} = - 2955(a - 3,435) - 45(a - 6,87)^2 = - 45a^2 - 2337a + 8027 \text{ kgm}$$

$$M_{O_R} = - 2310(a - 2,685) - 45(a - 5,37)^2 = - 45a^2 - 1827a + 4905 \text{ "}$$

$$M_{O_L} + M_{O_R} = - 90a^2 - 4164a + 12932 \text{ kgm}$$

$$F_{O_L - O_R \text{ neg.}} = -(90a^2 + 4164a - 12932) \times (31,52 - a) = \\ = 90a^3 + 1327a^2 - 144181a + 407617$$

B = het positieve momentenvlak.

$$F_{O_L} - O_R \text{ pos.} = \frac{1}{12} \times 90 (63,04 - a)^3 = -60a^3 + 5674a^2 - 178832a + 1878926.$$

$$F_{O_L} - O_R \text{ totaal} = F_{O_L} - O_R \text{ neg.} + F_{O_L} - O_R \text{ pos.} = 30a^3 + 7001a^2 - 323013a + 2286543.$$

Overstek $O_R - E_R$

$$F_{E_R} - A_R = -215 \times \frac{1,5^3}{3} = -242$$

$$F_{A_R} - B_R = -1,6 \times 215 \times \frac{1}{3} (4,5^3 - 1,5^3) = -10062$$

$$F_{B_R} - C_R = -215 \times \frac{1}{3} (5,37^3 - 4,5^3) = -14567$$

$$F_{E_R} - C_R = -14871$$

$$\begin{aligned} F_{C_R} - O_R &= -2310 \left(\frac{1}{2}a^2 - 2,685a \right) - 15(a - 5,37)^3 = \\ &= -1155a^2 + 6202a - 15a^3 + 242a^2 - 1298a + 2333 = \\ &= -15a^3 - 913a^2 + 4904a + 2333. \end{aligned}$$

$$F_{O_R} - E_R = -15a^3 - 913a^2 + 4904a - 12538.$$

Som der M-vlakken.

$$F_{E_L} - O_L = -15a^3 - 1169a^2 + 8026a - 27529$$

$$F_{O_L} - O_R = +30a^3 + 7001a^2 - 323013a + 2286543$$

$$F_{O_R} - E_L = -15a^3 - 913a^2 + 4904a - 12538 +$$

$$F_{E_L} - E_R = 0 + 4919a^2 - 310083a + 2246476 = 0$$

$$a^2 - 63,04a + 457 = 0 \text{ waaruit men oplost}$$

$$a = 31,52 - (31,52^2 - 457)^{0,5} = 31,52 - 23,16 = 8,36 \text{ m}$$

Bij een grotere waarde van a zal het negatieve M-vlak groter worden en het positieve M-vlak kleiner. De algebraïsche som der M-vlakken is dus negatief.

De berekeningen zijn conform de montage, uitgevoerd voor $a = 8,56 \text{ m}$

I = bij de $\frac{1}{EI}$ x de M-vlakken als belasting betrokken op de horizontale projectie der systeemlijn.

II = bij de $\frac{1}{EI}$ x de M-vlakken als belasting betrokken op de ontwikkelde systeemlijn.

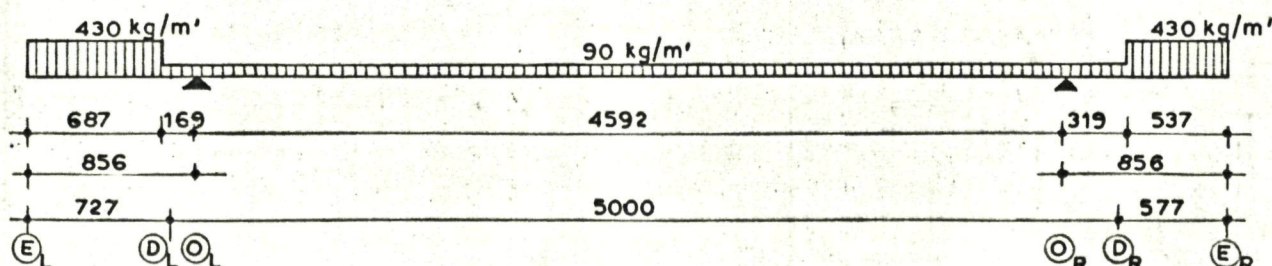
I en II hebben uiteraard alleen betrekking op hoekverdraaiingen en verplaatsingen.

De tijdelijke spanningen bij het afzinken.

Zodra O_L en O_R ophouden st.ptn. te zijn, verdwijnen de spanningen behorende bij de in O_L en O_R opgelegde ligger.

Door de Provinciale Waterstaat van Zuid-Holland wordt de breukveiligheid $n_{br} = 2,34$ voor tijdelijk optredende spanningen bij deze kruising toelaatbaar geacht.

$$\bar{\sigma}_{\text{tijdelijk}} = \frac{\sigma_{br}}{2,34} = \frac{5500}{2,34} = 2350 \text{ kg/cm}^2$$



Belastingen

$$\text{Overstek } E_L - O_L : 6,87 \times 430 + 1,69 \times 90 = 2955 + 150 = 3105 \text{ kg}$$

$$\text{veld } O_L - O_R : 45,92 \times 90 = 4135 \text{ kg}$$

$$\text{Overstek } O_R - E_R : 5,37 \times 430 + 3,19 \times 90 = 2310 + 285 = 2595 \text{ kg}$$

$$\text{Totaal} = 9835 \text{ kg}$$

Reacties :

$$R_{O_L} = 2955 \times \frac{51,045}{45,92} + 150 \times \frac{46,765}{45,92} + 0,5 \times 4135 - 285 \times \frac{1,595}{45,95} - 2310 \times \frac{5,825}{45,92} = 3285 + 155 + 2065 - 10 - 295 = 5200 \text{ kg}$$

$$R_{O_R} = 9835 - 5200 = 4635 \text{ kg}$$

a = spanningen in O_L

$$M_{O_L} = -2955 \times 5,125 - 45 \times 1,69^2 = -15145 - 130 = -15275 \text{ kgm}$$

$$\sigma_{O_L} = \pm \frac{1527500}{W} = \pm \frac{1527500}{9760} = \pm 157 \text{ kg/cm}^2 \text{ (trek aan de bovenzijde)}$$

b = spanningen in het veld $O_L - O_R$

$$\text{De dwarskracht } D = 0 \text{ op } x = \frac{5200 - 3105}{90} = 23,28 \text{ m uit } O_L$$

$$M_{\text{veld max.}} = 5200 \times 23,28 - 2955 \times 28,485 - 90 \times \frac{24,97^2}{2} = 121055 - 83935 - 28055 = 9065 \text{ kgm}$$

$$\sigma_{\text{veld max.}} = \pm \frac{906500}{9760} = \pm 93 \text{ kg/cm}^2 \text{ (trek aan de onderzijde)}$$

c = spanningen in O_R

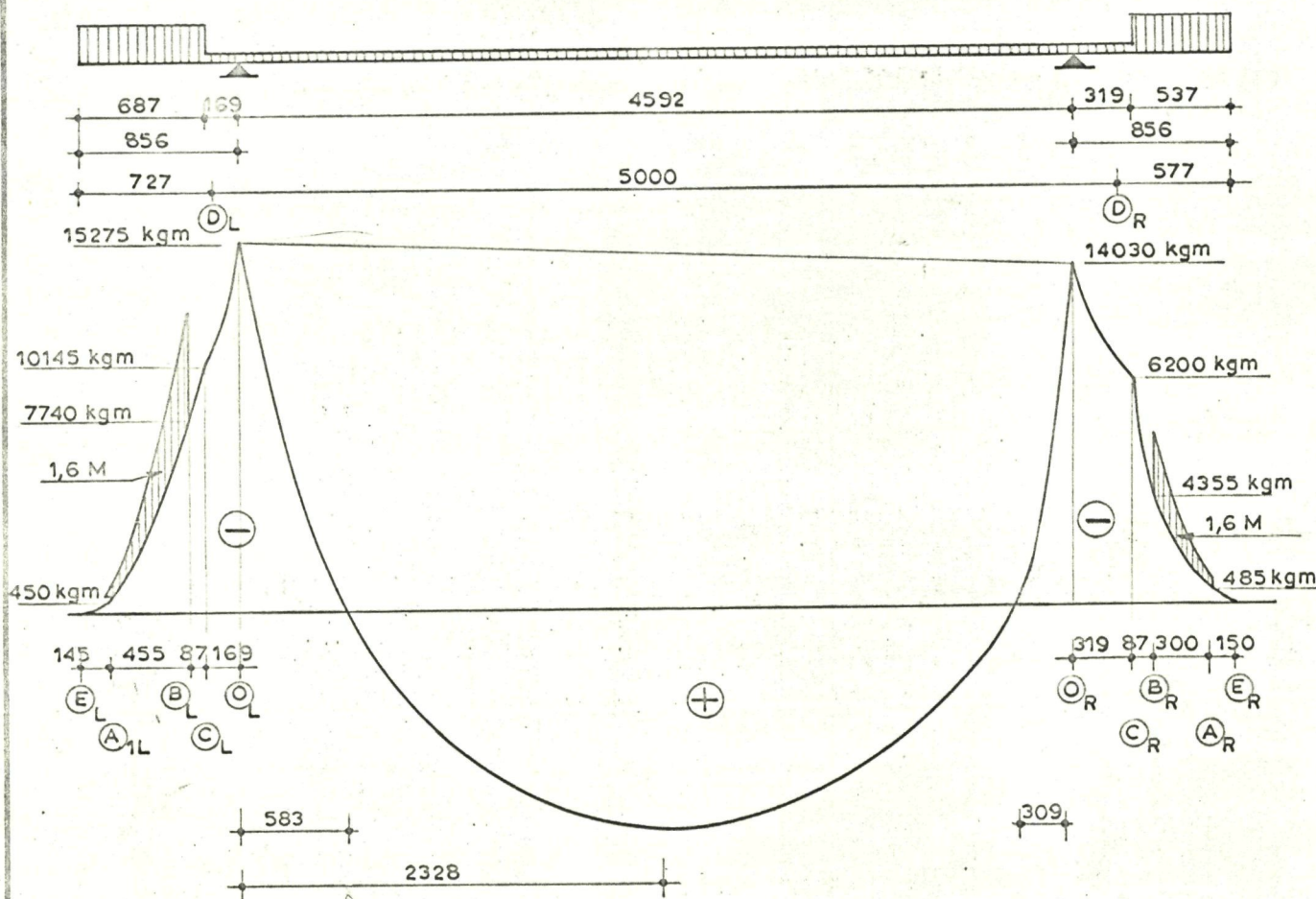
$$M_{O_R} = -2310 \times 5,875 - 90 \times \frac{3,19^2}{2} = -13570 - 460 = -14030 \text{ kgm}$$

$$\sigma_{O_R} = \pm \frac{1403000}{9760} = \pm 144 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{trek aan de bovenzijde})$$

$$\sigma_{\text{tijd.max.}} = \sigma_{O_L} = \pm 157 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma}_{\text{tijdelijk.}}$$

C = Vormveranderings- en spanningsberekeningen.

I a = berekening der hoekverdraaiingen in E_L en E_R .



Belastingen en de positie der zwaartepunten.

Overstek $E_L - O_L$

$$\text{Van } E_L \text{ tot } A_1 L : M_{A_1 L} = -215 \times 1,45^2 = -450 \text{ kgm}$$

$$F_1 = -215 \int_0^{1,45} x^2 dx = -218 \text{ kgm}^2$$

$$x_1 = -\frac{1}{F_1} \times 215 \int_0^{1,45} x^3 dx = \frac{3}{4} \times \frac{1,45^4}{1,45^3} = 1,933 \text{ m uit } E_L$$

$$F_1 x_1 = -218 \times 1,933 = -235 \text{ kgm}^3$$

$$\text{Van } A_1 L \text{ tot } B_L : K = 1,6 \quad M_{B_L} = -215 \times 36 = -7740 \text{ kgm}$$

$$F_2 = -1,6 \times 215 \int_{1,45}^6 x^2 dx = -344 \times \frac{1}{3} \times (6^3 - 1,45^3) = -24418 \text{ kgm}^2$$

$$x_2 = \frac{3}{4} \times \frac{6^4 - 1,45^4}{6^3 - 1,45^3} = 4,745 \text{ m uit } E_L$$

$$F_2 x_2 = - 24418 \times 4,745 = - 115865 \text{ kgm}^3$$

$$\text{Van } E_L \text{ tot } C_L : M_{C_L} = -215 \times 6,87^2 = - 10145 \text{ kgm}$$

$$F_3 = - 215 \int_{x=6 \text{ m}}^{x=6,87 \text{ m}} x^2 dx = - 215 \times \frac{1}{3} (6,87^3 - 6^3) = - 7757 \text{ kgm}^2$$

$$x_3 = \frac{3}{4} \times \frac{6,87^4 - 6^4}{6,87^3 - 6^3} = 6,455 \text{ m uit } E_L$$

$$F_3 x_3 = - 7757 \times 6,455 = - 50070 \text{ kgm}^3$$

$$\text{Van } C_L \text{ tot } O_L : M_{O_L} = - 15275 \text{ kgm}$$

$$F_4 = - \int_{x=0 \text{ m}}^{x=1,69 \text{ m}} \{ 2955(3,435 + x) + 45 x^2 \} dx = - \int_{x=0 \text{ m}}^{x=1,69 \text{ m}} (10150,425 + 2955x + 45x^2) dx =$$

$$= - 10150,425 \times 1,69 - 2955 \times \frac{1,69^2}{2} - 15 \times 1,69^3 =$$

$$= - 17154 - 4217 - 72 = - 21443 \text{ kgm}^2$$

$$x_4 = 6,87 + \frac{1}{21445} (10150,425 \times \frac{1,69^2}{2} + 2955 \times \frac{1,69^3}{3} + 45 \times \frac{1,69^4}{4}) =$$

$$= 6,87 + \frac{1}{21445} (14495 + 4755 + 90) = 6,87 + \frac{19340}{21445} =$$

$$= 6,87 + 0,90 = 7,77 \text{ m uit } E_L$$

$$F_4 x_4 = - 21443 \times 7,77 = - 166605 \text{ kgm}^3$$

$$F_{E_L} - O_L = -(218 + 24418 + 7757 + 21443) = - 53836 \text{ kgm}^2$$

Het stat.mom. t.o.v. E_L

$$S_{E_L} = - (235 + 115865 + 50070 + 166605) = 332820 \text{ kgm}^3$$

De afstand van het zwaartepunt tot E_L en O_R

$$x_{E_L} = \frac{332820}{53836} = 6,182 \text{ m}; \quad x_{O_L} = 8,56 - 6,182 = 2,378 \text{ m}$$

Het veld $O_L - O_R$

a = het negatieve momentenvlak.

$$M_{O_L} = - 15275 \text{ kgm}; \quad M_{O_R} = - 14030 \text{ kgm}$$

$$F_a = - \frac{15275 + 14030}{2} \times 45,92 = - 672842 \text{ kgm}^2$$

Afstand zwaartepunt tot O_R

$$z_a = \frac{2 \times 15275 + 14030}{3 \times 29305} \times 45,92 = 23,2805 \text{ m}$$

$$S_a = - 672842 \times 23,2805 = - 15664098 \text{ kgm}^3$$

$$b = \text{het positieve momentenvlak } M_{\max} = \frac{1}{8} \times 90 \times 45,92^2 = 23722 \text{ kgm}$$

$$F_b = \frac{1}{12} \times 90 \times 45,92^3 = 726200 \text{ kgm}^2$$

$$S_b = 726200 \times 22,96 = 16673552 \text{ kgm}^3$$

$$F_{O_L - O_R} = - 672842 + 726200 = 53358 \text{ kgm}^2$$

$$S_{O_R} = - 15664098 + 16673552 = 1009454 \text{ kgm}^3$$

$$x_{O_R} = \frac{1009454}{53358} = 18,92 \text{ m}$$

Het overstek $O_R - E_R$

$$\text{Van } E_R \text{ tot } A_R : M_{A_R} = - 215 \times 1,5^2 = - 485 \text{ kgm}$$

$$F_1 = - 215 \int_0^{x=1,5 \text{ m}} x^2 dx = - 215 \times \frac{1,5^3}{2} = - 242 \text{ kgm}^2$$

afstand tot O_R is

$$x_1 = - 8,56 + 0,75 \times \frac{1,5^4}{1,5^3} = - 8,56 + 1,125 = - 7,435 \text{ m.}$$

$$S_1 = 242 \times 7,435 = 1799 \text{ kgm}^3$$

$$\text{Van } A_R \text{ tot } B_R : K = 1,6; M_{B_R} = - 215 \times 4,5^2 = - 4355 \text{ kgm}$$

$$F_2 = - 344 \int_{x=1,5 \text{ m}}^{x=4,5 \text{ m}} x^2 dx = - 344 \times \frac{1}{3} (4,5^3 - 1,5^3) = - 10062 \text{ kgm}^2$$

$$x_2 = - 8,56 + \frac{3}{4} \times \frac{4,5^4 - 1,5^4}{4,5^3 - 1,5^3} = - 8,56 + 3,462 = - 5,098 \text{ m}$$

$$S_2 = 10062 \times 5,098 = 51296 \text{ kgm}^3$$

$$\text{Van } B_R \text{ tot } C_R; M_{C_R} = - 215 \times 5,37^2 = - 6200 \text{ kgm}$$

$$F_3 = - 215 \int_{x=4,5 \text{ m}}^{x=5,37 \text{ m}} x^2 dx = - 215 \times \frac{5,37^3 - 4,5^3}{3} = - 4558 \text{ kgm}^2$$

$$x_3 = -8,56 + \frac{3}{4} \times \frac{5,37^4 - 4,5^4}{5,37^3 - 4,5^3} = -8,56 + 4,963 = -3,597 \text{ m}$$

$$S_3 = 4558 \times 3,597 =$$

16396 kgm³

$$\text{Van } C_R \text{ tot } O_R : M_{O_R} = -14030 \text{ kgm}$$

$$F_4 = \int_{x=0}^{x=3,19 \text{ m}} \{ 2310(2,685 + x) + 45x^2 \} dx = - \int_{x=0}^{x=3,19 \text{ m}} (6202,35 + 2310x + 45x^2) dx =$$

$$= -6202,35 \times 3,19 - 2310 \times \frac{3,19^2}{2} - 15 \times 3,19^3 =$$

$$= -19785 - 11753 - 487 = -32020 \text{ kgm}^2$$

T.o.v. O_R is :

$$x_4 = -3,19 + \frac{1}{32020} (6202,35 \times \frac{3,19^2}{2} + 2310 \times \frac{3,19^3}{3} + 45 \times \frac{3,19^4}{4}) =$$

$$= -3,19 + \frac{1}{32020} (31560 + 18745 + 1165) = -3,19 + 1,607 = -1,583 \text{ m}$$

$$S_4 = 32020 \times 1,583 =$$

50688 kgm³

$$F_{O_R} - E_R = - (242 + 10062 + 4558 + 32020) =$$

- 46882 kgm²Het statisch moment t.o.v. O_R

$$S_{O_R} = 1799 + 51296 + 16396 + 50688 =$$

120179 kgm³

$$x_{O_R} = \frac{120179}{46882} = 2,563 \text{ m}$$

Overzicht.

$$\begin{array}{ll} F_{E_L} - O_L = -53836 \text{ kgm}^2; & x_{O_L} = 2,378 \text{ m} \\ F_{O_L} - O_R = 53358 & x_{O_R} = 18,920 \text{ m} \\ F_{O_R} - E_L = -46882 & x_{O_R} = 1,583 \text{ m} \end{array}$$

$$F_{\text{totaal}} = F_{E_L} - E_R = -53836 + 53358 - 32020 =$$

- 47360 kgm²"Reacties" :

$$R'_{O_L} = -53836 - \frac{1}{45,92} (53836 \times 2,378 - 1009454 + 120179) =$$

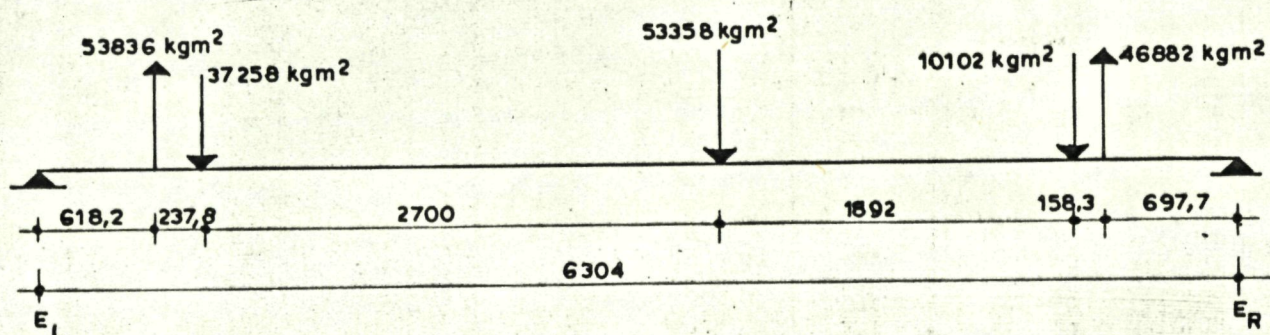
$$= -53836 - \frac{128022 - 889275}{45,92} = -53836 + 16578 = -37258 \text{ kgm}^2$$

$$R'_{O_R} = -47360 + 37258 = -10102 \text{ kgm}^2$$

De hoekverdraaiingen in E_L en E_R .

Wordt de zinker, bij het verticale evenwicht der "belastingen" en "reacties" in E_L en E_R opgelegd gedacht, dan zal het momenten evenwicht voor dit systeem verkregen worden door gelijke doch tegengestelde reacties in E_L en E_R .

Deze reacties geven dan de hoekverdraaiingen aan in E_L en E_R .



$$EI\varphi_{E_L} = \frac{1}{63,04} (53836 \times 56,858 - 37258 \times 54,48 - 53358 \times 27,48 - 10102 \times 8,56 + 46882 \times 6,977) =$$

$$= \frac{1}{63,04} (3061007 - 2029815 - 1466278 - 86473 + 327095) =$$

$$= - \frac{194464}{63,04} = - 3085 \text{ kgm}^2$$

$$\varphi_{E_L} = - \frac{3085 \times 10^4}{EI} = - \frac{3085 \times 10^4}{781 \times 10^9} = - 0,0395 \times 10^{-3} \text{ rad} = - 0,0024^\circ$$

Controle :

$$EI\varphi_{E_R} = \frac{1}{63,04} (53836 \times 6,182 - 37258 \times 8,56 - 53358 \times 35,56 - 10102 \times 54,48 + 46882 \times 56,063) =$$

$$= \frac{1}{63,04} (332814 - 318928 - 1897410 - 550357 + 2628346) =$$

$$= \frac{1}{63,04} (2961160 - 194465) = \frac{194465}{63,04} = 3085 \text{ kgm}^2 \quad (\text{klopt!})$$

$$\varphi_{E_R} = - \varphi_{E_L} = + 0,0395 \times 10^{-3} \text{ rad} = 0,0024^\circ$$

Bepaling der drsn X, waar de hoekverdraaiing $\varphi_X = 0$.

Bij de $\frac{1}{EI} \times M$ -vlakken als belasting is de "dwarskracht" :

$$\text{links van } O_L : D'_{O_L} \text{ links} = 53836 \text{ kgm}^2$$

$$\text{De reactie } R'_{O_L} = -37258 \text{ "}$$

$$D'_{O_L} \text{ rechts} = 16578 \text{ kgm}^2$$

In X op x m uit O_L is

$$M_{X \text{ neg.}} = -15275 + \frac{1245}{45,92} x = -15275 + 27,11 x$$

$$M_{X \text{ pos.}} = 45x (45,92 - x) = +2066,40 x - 45 x^2$$

$$M_X = -15275 + 2093,51 x - 45 x^2$$

Voor $D'_X = 0$ moet voldaan worden aan de volgende vergelijking :

$$16578 - \int_0^x (-15275 + 2093,51 x - 45 x^2) dx = 0$$

$$16578 + 15275 x - 1046,755 x^2 + 15 x^3 = 0$$

of

$$x^3 - 69,78 x^2 + 1018,33 x + 1105,2 = 0$$

$x = 22$ m geeft 372,94 te veel

$x = 23$ m geeft 218,83 te weinig

oplossing

$$\frac{x - 22}{372,94} = \frac{x - 23}{-218,83}, \text{ waaruit } x = \frac{13391,88}{591,77} = 22,63 \text{ m.}$$

Controle

$$\begin{aligned} 22,63^3 - 69,78 x 22,63^2 + 1018,33 x 22,63 + 1105,2 &= \\ = 11589 - 35736 + 23045 + 1105,2 &= 35739 - 35736 = 4 \quad (\text{klopt}) \end{aligned}$$

De drsn X op 22,63 m uit O_L kan dus als een inklemming worden opgevat indien de "reacties" in O_L en O_R als "puntlasten" worden ingevoerd.

Horizontale verplaatsingen der toppen A_L en A_R .

Indien de som der "belastingen" tussen inklemming en de drsn positief is ondergaat de drsn. een binnenwaartse hoekverdraaiing.

T.g.v. een horizontale drukkracht ontstaan benevens een binnenwaartse verplaatsing, ook positieve momenten.

Er bestaat dus een correlatie tussen de richtingen der hoekverdraaiingen en verplaatsingen van een drsn.

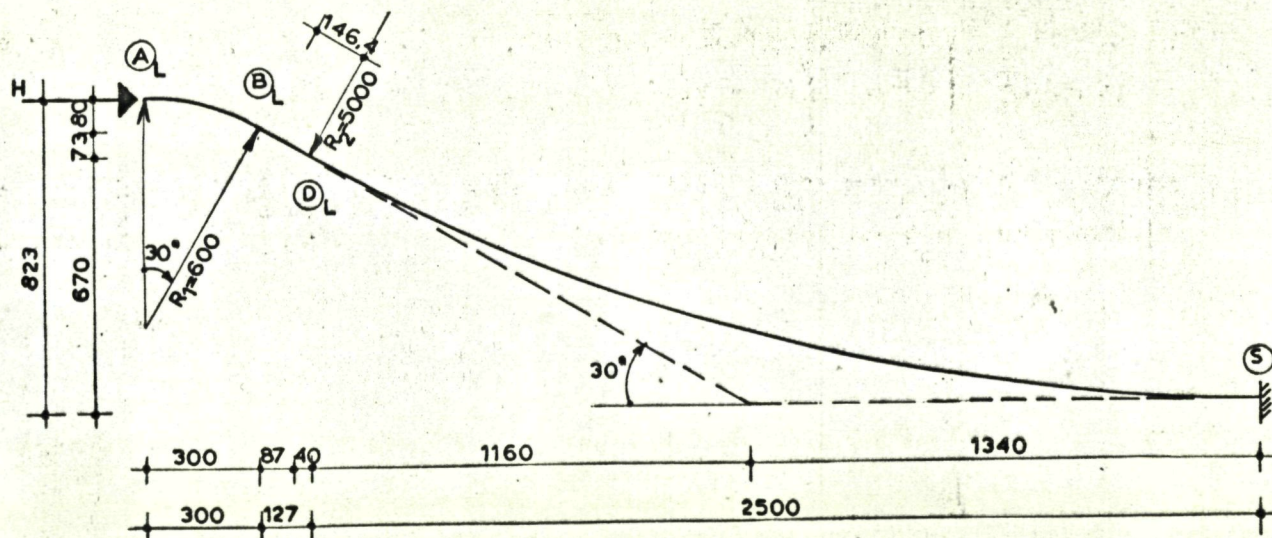
Binnen- en buitenwaartse verdraaiingen corresponderen met idem verplaatsingen. Daar het aanstorten der ondersteuning in A_L en A_R plaats heeft gedurende het afhangen, zullen de opgetreden spanningen t.g.v. de horizontale verplaatsingen blijvend zijn.

Horizontale verplaatsingen van 2 drsn, t.o.v. elkaar komen in een horizontale constructie niet voor.

De op de horizontale projectie der systeemlijn betrokken M-vlakken worden dan ook gedacht met de zwaartepunten in de systeemlijn.

Berekend wordt de grootte van de kracht H , welke nodig is om de punten A_L en A_R elk 1 cm binnenwaarts te verplaatsen.

Het systeem is tussen beide drsn. symmetrisch t.o.v. de middenas, zodat met 1 helft kan worden volstaan. Het symmetrie punt S is als een inklemming te beschouwen.



$$\begin{aligned}
 h_{A_L} - B_L &= R_1 (1 - \cos 30^\circ) = 600 \times 0,13397 = 80 \text{ cm} \\
 h_{B_L} - D_L &= 146,4 \times \sin 30^\circ = 73 \text{ cm} \\
 h_{D_L} - S &= R_2 (1 - \cos 30^\circ) = 5000 \times 0,13397 = 670 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

De bijdragen tot de verplaatsing Δx van A_L

1 = van A_L tot B_L

$$\begin{aligned}
 EI \Delta x_1 &= 1,6 H \int_0^{30^\circ} R_1^2 (1 - \cos^2 \alpha)^2 R d\alpha = 1,6 \times 6^3 H \left[1,5\alpha - 2 \sin \alpha + \frac{1}{4} \sin 2\alpha \right]_0^{\frac{\pi}{6}} = \\
 &= 345,6 (0,785 - 1 + 0,2165) H = 345,6 \times 0,0015 H = 0,52 \quad H \text{ kgm}^3
 \end{aligned}$$

2 = van B_L tot D_L

$$\begin{aligned}
 EI \Delta x_2 &= H \times 0,8 \times \frac{1,464}{2} (0,8 + \frac{1,464}{6}) + H \times 1,53 \times \frac{1,464}{2} (0,8 + \frac{1,464}{3}) = \\
 &= H \times 1,464 \times (0,4176 + 0,98532) = 2,05 \quad H \text{ kgm}^3
 \end{aligned}$$

3 = van D_L tot S

$$\begin{aligned}
 EI \Delta x_3 &= H \int_{60^\circ}^{90^\circ} (50 \sin \alpha - 41,77)^2 50 d\alpha = \\
 &= 50 H \int_{60^\circ}^{90^\circ} (50^2 \sin^2 \alpha - 4177 \sin \alpha + 41,77^2) d\alpha = \\
 &= H \left\{ 50^3 \left[\frac{1}{2} \alpha - \frac{1}{4} \sin 2\alpha \right]_{60^\circ}^{90^\circ} + 4177 \times 50 \left[\cos \alpha \right]_{60^\circ}^{90^\circ} + 50 \times 41,77^2 \left[\alpha \right]_{60^\circ}^{90^\circ} \right\} = \\
 &= H \left\{ 125 \times 10^3 (0,2618 + 0,2165) - 208850 \times \frac{1}{2} + 87237 \times 0,5236 \right\} = \\
 &= H (59787,5 - 104425 + 45677,29) = 1039,79 \quad H \text{ kgm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 EI \Delta x_{A_L} &= (0,52 + 2,05 + 1039,79) H = 1042,36 \quad H \text{ kgm}^3 \\
 &= 1042,36 \quad H \times 10^6 \text{ kgcm}^3
 \end{aligned}$$

$$EI = 781 \times 10^9 \text{ kgcm}^2; \Delta x_{A_L} = 1 \text{ cm, zodat}$$

$$H = \frac{781 \times 10^9 \times 1}{1042,36 \times 10^6} = 750 \text{ kg}$$

De max. spanning t.g.v. deze verplaatsing treedt op in het symmetrie punt S.

$$M_{S.H} = 750 \times 823 = 617250 \text{ kgcm}$$

$$W = 8136 \text{ cm}^3; F = 450,9 \text{ cm}^2$$

Voor $x = 1 \text{ cm}$ is dus

$$\sigma_S = \pm \frac{617250}{9760} - \frac{750}{544,5} = \pm 63 - 1 = -64 \text{ kg/cm}^2 \text{ aan de bovenzijde}$$

en 62 " aan de onderzijde.

Ib = de horizontale verplaatsingen van A_L en A_R .

Drsn X op 22,63 m uit O_L of op 23,29 m uit O_R is de inklemming terwijl R'_{O_L} en R'_{O_R} als puntlasten worden ingevoerd.

l = de verdraaiing en verplaatsing der drsn. A_L .

van A_L tot B_L : $K = 1,6$

$$F'_2 = -344 \int_{x=3 \text{ m}}^{x=6 \text{ m}} x^2 dx = -344 \times \frac{1}{3} (6^3 - 3^3) = -21672 \text{ kgm}^2$$

$$z_{x.2} = \frac{-344 \int_{x=3 \text{ m}}^{x=6 \text{ m}} (x-3)x^2 dx}{-344 \int_{x=3 \text{ m}}^{x=6 \text{ m}} x^2 dx} = \frac{\frac{3}{4} \times \frac{6^4 - 3^4}{6^3 - 3^3} - 3}{4,82 - 3} = 1,82 \text{ m uit } A_L.$$

$$z_{y.2} = R_1 - (R_1^2 - z_x^2)^{0,5} = 6 - (36 - 1,82^2)^{0,5} = 6 - 5,717 = 0,283 \text{ m.}$$

$$S'_2 = -21672 \times 0,283 = -6135 \text{ kgm}^3$$

Van B_L tot C_L

$$F_3 = -7757 \text{ kgm}^2; z_{x3} = \frac{3}{4} \times \frac{6,87^4 - 6^4}{6,87^3 - 6^3} - 6 = 6,455 - 6 = 0,455 \text{ uit } B_L$$

$$z_{y3} = 0,80 + 0,455 \operatorname{tg} 30^\circ = 0,8 + 0,263 = 1,063 \text{ m}$$

$$S_3 = -7757 \times 1,063 = -8245 \text{ kgm}^3$$

Van C_L tot O_L :

$$F_4 = -21443 \text{ kgm}^2; \quad z_{x.4} = 7,77 - (6,87 + 0,40) = 0,5 \text{ m uit } D_L$$

$$\begin{aligned} z_{y.4} &= 1,53 + (50^2 - 24,5^2)^{0,5} - 50 \times \cos 30^\circ = \\ &= 1,53 + 43,586 - 50 \times 0,86603 = 45,116 - 43,302 = 1,814 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$S_4 = -21443 \times 1,814 = -38900 \text{ kgm}^3$$

$$T.G.v. R'_{O_L} = 37258 \text{ kgm}^2$$

$$z_{y.O_L} = h_{O_L} = 1,53 + (50^2 - 23,71^2)^{0,5} - 43,302 = 44,021 - 41,772 = 2,249 \text{ m}$$

$$S_{R'_{O_L}} = 37258 \times 2,249 = 83795 \text{ kgm}^3$$

Van O_L tot X.

a = het negatieve M-vlak

$$M_X = -15275 + 27,11 \times 22,63 = -15275 + 613 = -14662 \text{ kgm}$$

$$F_a = -\frac{15275 + 14662}{2} \times 22,63 = -\frac{29937}{2} \times 22,63 = -338735 \text{ kgm}^2$$

$$z_{xa} = \frac{14662 + 29937}{3 \times 29937} \times 22,63 = 11,238 \text{ m uit } O_L \text{ of } 12,527 \text{ m uit } D_L$$

$$z_{ya} = (50^2 - 12,473^2)^{0,5} - 41,772 = 48,419 - 41,772 = 6,647 \text{ m}$$

$$S_a = -338735 \times 6,647 = -2251570 \text{ kgm}^3$$

b = het positieve M-vlak

$$F_b = 45 \left(45,92 \times \frac{22,63^2}{2} - \frac{22,63^3}{3} \right) =$$

$$= \frac{45 \times 22,63^3}{6} \times (45,92 \times 3 - 22,63 \times 2) =$$

$$= \frac{45 \times 22,63^2 \times 92,5}{6} =$$

$$355280 \text{ kgm}^2$$

$$z_{x.b} = \frac{6}{45 \times 22,63^2 \times 92,5} \times 45 \times \left(45,92 \times \frac{22,63^3}{3} - \frac{22,63^4}{4} \right) =$$

$$= \frac{6}{92,5} \times \frac{22,63}{12} (45,92 \times 4 - 22,63 \times 3) =$$

$$= \frac{22,63 \times 115,89}{185} = 14,176 \text{ m uit } O_L \text{ of } 15,866 \text{ m uit } D_L$$

$$z_{y.b} = (50^2 - 9,134^2)^{0,5} - 41,772 = 49,159 - 41,772 = 7,387 \text{ m}$$

$$S_b = 355280 \times 7,387 = 2624455 \text{ kgm}^3$$

$$\text{Totaal : } F_{O_L} - X = -338735 + 355280 = 16545 \text{ kgm}^2$$

$$S_{O_L} - X = -2251570 + 2624455 = 372885 \text{ kgm}^3$$

De hoekverdraaiing en verplaatsing van A_L .

$$EI = 781 \times 10^9 \text{ kgcm}^2$$

$$\Delta\varphi_{A_L} = 781^{-1} \times 10^{-9} \times (-21672 - 7757 - 21443 + 37258 + 16545) \times 10^4 =$$

$$= \frac{3318}{781} \times 10^{-5} = 4,2 \times 10^{-5} \text{ rad} = 0,145 \text{ minuten (binnenwaarts)}$$

$$\Delta x_{A_L} = 781^{-1} \times 10^{-9} \times (-6135 - 8245 - 38900 + 83795 + 390605) \times 10^6 =$$

$$= 781^{-1} \times 10^{-3} \times 403400 = 0,52 \text{ cm (binnenwaarts)}$$

2 = de hoekverdraaiing en verplaatsing der drsn A_R .

$$\text{Van } A_R \text{ tot } B : K = 1,6$$

$$F_2 = -10062 \text{ kgm}^2; \quad z_{x.2} = 3,462 - 1,5 = 1,962 \text{ m uit } A_R.$$

$$z_{y.2} = 6 - (6^2 - 1,962^2)^{0,5} = 6 - 5,7 = 0,30 \text{ m.}$$

$$S_2 = -10062 \times 0,3 = -3020 \text{ kgm}^3$$

$$\text{Van } B_R \text{ tot } C_R$$

$$F_3 = -4558 \text{ kgm}^2; \quad z_{x.3} = 4,963 - 4,5 = 0,463 \text{ m uit } B_R.$$

$$z_{y.3} = 0,80 + 0,463 \text{ tg } 30^\circ = 0,80 + 0,267 = 1,067 \text{ m}$$

$$S_3 = -4558 \times 1,067 = -4865 \text{ kgm}^3$$

$$\text{Van } C_R \text{ tot } O_R.$$

$$F_4 = -32020 \text{ kgm}^2; \quad z_{x.4} = 3,19 - 1,583 = 1,607 \text{ m uit } D_R.$$

$$z_{y.4} = (50^2 - 23,393^2)^{0,5} - 41,772 = 44,190 - 41,772 = 2,418 \text{ m}$$

$$S_4 = -32020 \times 2,418 = -77425 \text{ kgm}^3$$

$$T.g.v. R'_{O_R} = 10102 \text{ kgm}^2$$

$$z_{y.O_R} = h_{O_R} = (50^2 - 22,21^2)^{0,5} - 41,772 = 44,796 - 41,772 = 3,024 \text{ m}$$

$$S_{R'_{O_R}} = 10102 \times 3,024 = 30550 \text{ kgm}^3$$

Van O_R tot X op 23,29 m uit O_R .

a = het negatieve M-vlak.

$$F_a = - \frac{14662 + 14030}{2} \times 23,29 = - 14346 \times 23,29 = - 334120 \text{ kgm}^2$$

$$z_{x.a} = \frac{2 \times 14662 + 14030}{3 \times 28692} \times 23,29 + 2,79 = 11,719 + 2,79 = 14,509 \text{ m uit } D_R$$

$$z_{y.a} = (50^2 - 10,491^2)^{0,5} - 41,772 = 48,887 - 41,772 = 7,115 \text{ m.}$$

$$S_a = - 334120 \times 7,115 = - 2377265 \text{ kgm}^3$$

b = het positieve M-vlak.

$$F_b = \frac{45 \times 23,29^2}{6} (45,92 \times 3 - 23,29 \times 2) = \frac{45 \times 23,29^2}{6} \times 91,18 = 370935 \text{ kgm}^2$$

$$z_{x.b} = \frac{23,29}{2 \times 91,18} \times (45,92 \times 4 - 23,29 \times 3) + 2,79 = \frac{23,29 \times 113,18}{182,36} + 2,79 = 14,455 + 2,79 = 17,245 \text{ m uit } D_R$$

$$z_{y.b} = (50^2 - 7,755^2)^{0,5} - 41,772 = 49,395 - 41,772 = 7,623 \text{ m.}$$

$$S_b = 370935 \times 7,623 = 2827640 \text{ kgm}^3$$

$$\text{Totaal : } F_{O_R} - X = - 334120 + 370935 = 36815 \text{ kgm}^2$$

$$S_{O_R} - X = - 2377265 + 2827640 = 450375 \text{ kgm}^3$$

De hoekverdraaiing en verplaatsing van A_R .

$$\Delta \varphi_{A_R I} = 781^{-1} \times 10^{-5} (-10062 - 4558 - 32020 + 10102 + 36815) = \frac{277}{781} \times 10^{-5} = 0,35 \times 10^{-5} \text{ rad} = 0,012 \text{ minuten. (binnenwaarts)}$$

$$\Delta x_{A_R I} = 781^{-1} \times 10^{-3} (-3020 - 4865 - 77425 + 30550 + 450375) = \frac{395615}{781} \times 10^{-3} = 0,51 \text{ cm (binnenwaarts)}$$

De blijvende spanningen t.g.v. de verplaatsingen tijdens de montage.

De totale verplaatsing der hoogste punten A_L en A_R t.o.v. elkaar bedraagt

$$\Delta x_I = \Delta x_{A_L I} + \Delta x_{A_R I} = 0,52 + 0,51 = 1,03 \text{ cm}$$

De hiermede corresponderende drukkracht H_I is

$$H_I = \frac{1,03}{2} \times 750 = 385 \text{ kg.}$$

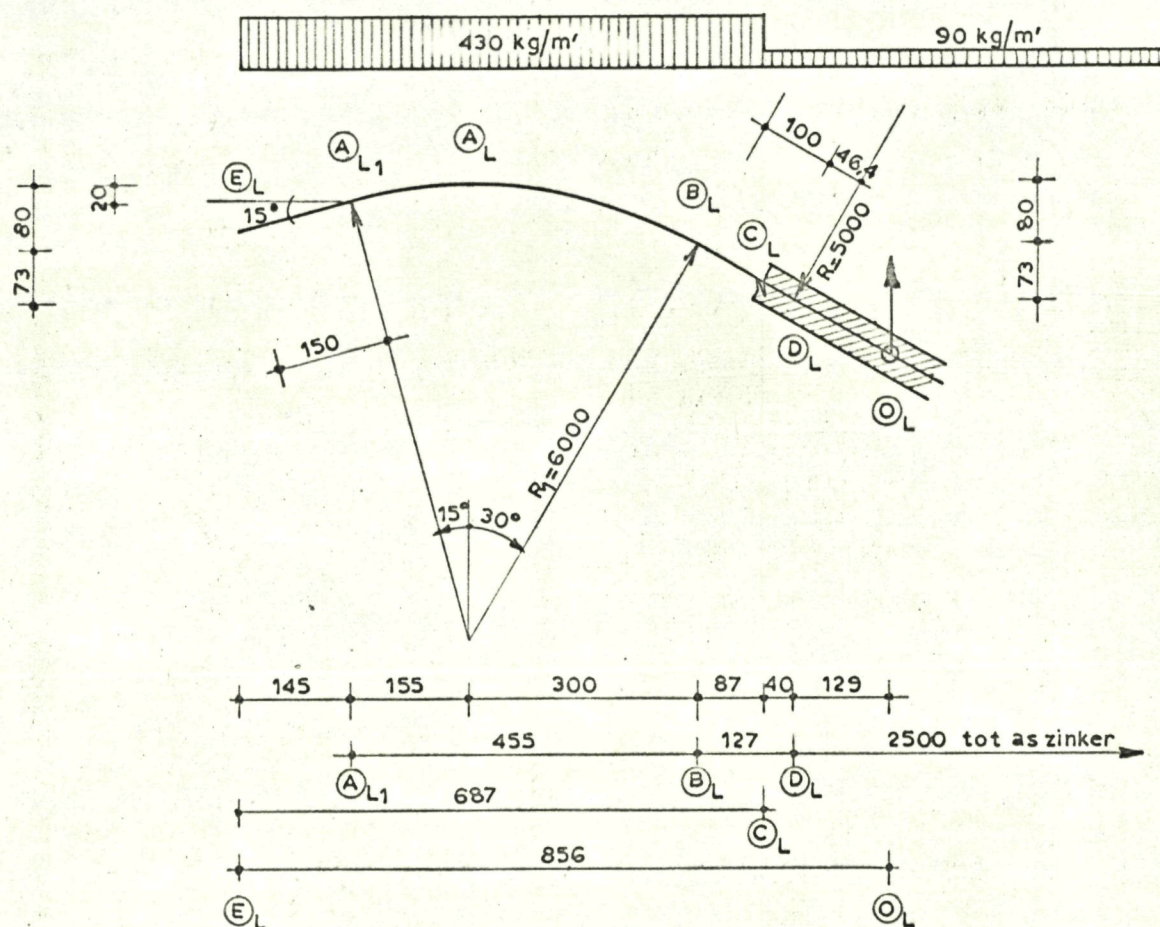
$$M_{\max I} = M_{S.I} = 385 \times 823 = 316855 \text{ kgcm (trek aan de onderzijde)}$$

$$\sigma_{\max I} = \frac{316855}{9760} - \frac{385}{544,9} = 32 - 1 = 31 \text{ kg/cm}^2$$

II a = De hoekverdraaiing der einden E_L en E_R .

Bepaling der M-vlakken en de positie der zwaartepunten.

1 = van het overstek $E_L - O_L$



$$1,50 \sin 15^\circ = 0,39 \text{ m}; \quad 1,5 \cos 15^\circ = 1,45 \text{ m}.$$

$$6(1 - \cos 15^\circ) = 0,20 \text{ m};$$

$$6(1 - \cos 30^\circ) = 0,30 \text{ m}; \quad 1,464 \cos 30^\circ = 1,27 \text{ m}; \quad 1,464 \sin 30^\circ = 0,73 \text{ m}.$$

$$\frac{\text{Van } E_L}{\text{tot}} A_{L.1} \quad x = 1,45 \text{ m.}$$

$$F_1 = \frac{215}{\cos 15^\circ} \int_{x=0}^{x=1,45 \text{ m}} x^2 dx = -274 \times \frac{1,45^3}{3} = -278 \text{ kgm}^2$$

Statisch moment t.o.v. E_L

$$S_1 = -274 \int_{x=0m}^{x=1,45m} x^3 dx = 274 x \frac{1,45^4}{4} = -3028 \text{ kgm}^3$$

Van $A_{L.1}$ tot B_L ; $R_1 = 6 \text{ m}$; $K_1 = 1,6$

$$F_2 = -1,6 \times 215 \int_{x_1 = 1,45 \text{ m}}^{x = 6 \text{ m}} x^2 R_1 dx = -344 \times 6 \int_{x_1 = 1,45 \text{ m}}^{x = 6 \text{ m}} x^2 dx$$

$$x = 3 + 6 \sin \alpha$$

$$F_2 = -18576 \int_{\alpha_1 = -15^\circ}^{\alpha_2 = 30^\circ} (1 + 4 \sin \alpha + 4 \sin^2 \alpha) d\alpha =$$

$$= -18576 \left[3\alpha - 4 \cos \alpha - \sin 2\alpha \right]_{\alpha_1 = -15^\circ}^{\alpha_2 = 30^\circ}$$

$$= -18576 (3 \times 0,7854 + 4 \times 0,0999 - 1,36603) =$$

$$= -18576 (2,3562 + 0,3996 - 1,36603) = -18576 \times 1,38977 = -25816 \text{ kgm}^2$$

$$S_2 = -18576 \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (1 + 4 \sin \alpha + 4 \sin^2 \alpha) (3 + 6 \sin \alpha) d\alpha =$$

$$= -3 \times 25816 - 6 \times 18576 \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (\sin \alpha + 4 \sin^2 \alpha + 4 \sin^3 \alpha) d\alpha =$$

$$= -77448 - 111456 \left[-\cos \alpha + 2\alpha - \sin 2\alpha - 4 \cos \alpha + \frac{4}{3} \cos^3 \alpha \right]_{\alpha_1 = -15^\circ}^{\alpha_2 = 30^\circ} =$$

$$= -77448 - 111456 (5 \times 0,0999 + 2 \times 0,7854 - 1,36603 + \frac{0,86603^3 - 0,96593^3}{0,75}) =$$

$$= -77448 - 111456 (0,4995 + 1,5708 - 1,36603 - 0,34467) =$$

$$= -77448 - 111456 \times 0,3596 = -77448 - 40077 = -117525 \text{ kgm}^2$$

Van B_L tot C_L .

$$F_3 = -\frac{215}{\text{cps } 30^\circ} \int_{x_1 = 6 \text{ m}}^{x_2 = 6,87 \text{ m}} x^2 dx = -248 \times \frac{6,87^3 - 6^3}{3} = -8948 \text{ kgm}^2$$

$$S_3 = -248 \times \frac{6,87^4 - 6^4}{4} = -57756 \text{ kgm}^3$$

Van C_L tot D_L .

$$M_x = -2955(3,435 + x) - 45x^2 = -(10150 + 2955x + 45x^2)$$

$$F_4 = -\frac{1}{\cos 30^\circ} \int_{x=0}^{x_2=0,4 \text{ m}} M_x dx = -1,1547(10150 \times 0,4 + 2955 \times \frac{0,4^2}{2} + 15 \times \frac{0,4^3}{3}) =$$

$$= -1,1547(4060 + 236,4 + 0,92) = 1,1547 \times 4297,32 = -4962 \text{ kgm2}$$

$$S_4 = -1,1547 \int_{x_1=0}^{x_2=0,4 \text{ m}} M_x (6,87 + x) dx =$$

$$= -4962 \times 6,87 - 1,1547(5075 \times 0,16 + 985 \times 0,064 + 11,25 \times 0,0256) =$$

$$= -34089 - 1,1547(812 + 63,04 + 0,288) = -34089 - 1011 = -35100 \text{ kgm3}$$

Van D_L tot O_L ; $R_2 = 50 \text{ m}$; $K_2 = 1$

$$M_x = -2955(3,835 + x) - 45(0,4+x)^2 = -(11340 + 2991x + 45x^2)$$

$$dF = -50 M_x dx; \quad x = 25 - 50 \cos \alpha$$

$$\alpha_{D_L} = \alpha_1 = 60^\circ = 1,0472 \text{ rad}; \quad \sin \alpha_1 = 0,86603; \quad \cos \alpha_1 = 0,5$$

$$\alpha_{O_L} = \alpha_2 = \arccos \frac{23,71}{50} = \arccos 0,4742 = 1,07674 \text{ rad}; \quad \sin \alpha_2 = 0,88042$$

$$F_5 = -50 \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \{ 11340 + 2991(25 - 50 \cos \alpha) + 45 \times 625(1 - 4 \cos \alpha + 4 \cos^2 \alpha) \} d\alpha$$

$$= -50 \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (114240 - 262050 \cos \alpha + 112500 \cos^2 \alpha) d\alpha =$$

$$= -50 \left[170490\alpha - 262050 \sin \alpha + 28125 \sin 2\alpha \right]_{\alpha_1=1,0472}^{\alpha_2=1,07674}$$

$$= -50(170490 \times 0,02954 - 262050 \times 0,01439 - 56250 \times 0,015515) =$$

$$= -50(5036 - 3771 - 873) = -50 \times 392 = -19600 \text{ kgm2}$$

$$S_5 = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (7,27 + x) dF = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (32,27 - 50 \cos \alpha) dF =$$

$$= 32,27 \times -19600 + 2500 \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (114240 \cos \alpha - 262050 \cos^2 \alpha + 112500 \cos^3 \alpha) d\alpha =$$

$$= -632492 + 2500 \left[131025\alpha - 226740 \sin \alpha - 65512,5 \sin 2\alpha - 37500 \sin^3 \alpha \right]_{\alpha_1=1,0472}^{\alpha_2=1,07674} =$$

$$\begin{aligned}
 &= - 632492 + 2500 (- 131025 \times 0,02954 + 226740 \times 0,01439 + \\
 &\quad + 131025 \times 0,015515 - 37500 \times 0,03292) = \\
 &= - 632492 + 2500 \times 191 = - 632492 - 477500 = - 154992 \text{ kgm}^3
 \end{aligned}$$

Belasting van het overstek $E_L - O_L$.

$$F_{E_L - O_L} = - 278 - 25816 - 8948 - 4962 - 19600 = - 59604 \text{ kgm}^2$$

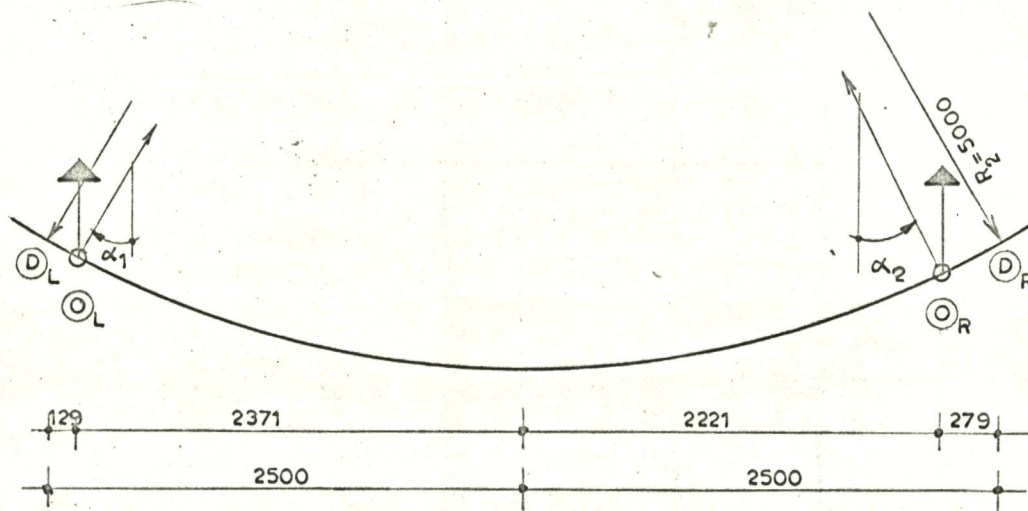
Het statisch moment t.o.v. E_L =

$$S_{(E_L - O_L)E_L} = - 3028 - 117525 - 57756 - 35100 - 154492 = - 367901 \text{ kgm}^3$$

Afstand van het zwaartepunt tot E_L is

$$Z_{E_L} = - \frac{367901}{59604} = 6,17 \text{ m};$$

2 = Van het veld $O_L - O_R$



$$M_x = M_{x.\text{neg.}} + M_{x.\text{pos.}} = - 15275 + 2093,51 x - 45 x^2.$$

$$\alpha_1 = - b g \sin \frac{23,71}{50} = - 0,4742 = - 0,4944 \text{ rad}; \quad \cos \alpha_1 = 0,88042$$

$$\alpha_2 = b g \sin \frac{22,21}{50} = 0,4442 = 0,4604 \text{ rad}; \quad \cos \alpha_2 = 0,89593$$

$x = 23,71 + 50 \sin \alpha$, zodat

$$\begin{aligned}
 M_\alpha &= - 15275 + 2093,51 (23,71 + 50 \sin \alpha) - 45 (23,71 + 50 \sin \alpha)^2 = \\
 &= 9065 - 2020 \sin \alpha - 112500 \sin^2 \alpha.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{O_L} - O_R &= 50 \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (9065 - 2020 \sin \alpha - 112500 \sin^2 \alpha) d\alpha = \\
 &= 50 \left[-47185\alpha + 2020 \cos \alpha + 28125 \sin 2\alpha \right]_{\alpha_1}^{\alpha_2} = \\
 &\quad \alpha_2 = 0,4604 \\
 &\quad \alpha_1 = -0,4944 \\
 &= 50(-47185 \times 0,9548 + 2020 \times 0,01551 + 56250 \times 0,8155) = \\
 &= 50(-45051 + 31 + 45872) = 50 \times 852 = 42600 \text{ kgm}^2
 \end{aligned}$$

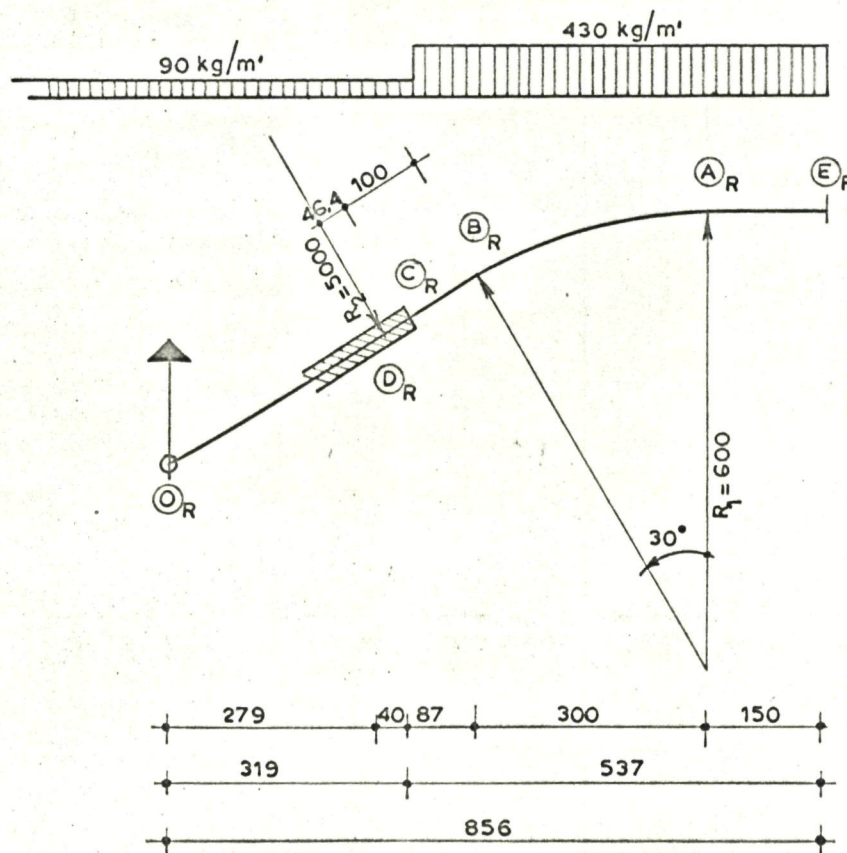
Het statisch moment t.o.v. O_R .

$$\begin{aligned}
 S_{O_R} &= \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (45,92 - 23,71 - 50 \sin \alpha) dF = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (22,21 - 50 \sin \alpha) dF = \\
 &= 22,21 \times 42600 - 2500 \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (9065 \sin \alpha - 2020 \sin^2 \alpha - 112500 \sin^3 \alpha) d\alpha = \\
 &= 946146 - 2500 \left[103435 \cos \alpha - 1010 \left(\alpha - \frac{\sin 2\alpha}{2} \right) + 37500 \cos^3 \alpha \right]_{\alpha_1}^{\alpha_2} = \\
 &\quad \alpha_2 = 0,4604 \\
 &\quad \alpha_1 = -0,4944 \\
 &= 946146 - 2500(103435 \times 0,01551 - 1010 \times 0,1393 + 37500 \times 0,0368) = \\
 &= 946146 - 2500(1604 - 141 + 1380) = \\
 &= 946146 - 2500 \times 83 = 946146 - 207500 = 738646 \text{ kgm}^3
 \end{aligned}$$

De afstand van het zwaartepunt tot O_R .

$$z_{O_R} = \frac{738646}{42600} = 17,32 \text{ m}$$

$\bar{z}$ = van het overstek $O_R - E_R$.



Over $E_R - A_R$.

$$F_1 = -215 \int_{x=0}^{x=1,5 \text{ m}} x^2 dx = -215 x \frac{1,5^3}{3} = -242 \text{ kgm}^2$$

Statisch moment t.o.v. O_R .

$$S_1 = 215 \int_{x=0}^{x=1,5 \text{ m}} x^2 (8,56 - x) dx = 215 \left(8,56 x \frac{1,5^3}{3} - \frac{1,5^4}{4} \right) = 215 (9,63 - 1,266) = 1798 \text{ kgm}^3$$

Over $A - B$; $R_1 = 6 \text{ m}$; $K_1 = 1,6$

$$x = 1,5 + 6 \sin \alpha$$

$$\alpha_{A_R} = \alpha_1 = 0^\circ = 0 \text{ rad}; \sin \alpha_1 = 0; \cos \alpha_1 = 1.$$

$$\alpha_{B_R} = \alpha_2 = 30^\circ = 2,0944 \text{ rad}; \sin \alpha_2 = 0,5; \cos \alpha_2 = 0,86603$$

$$M_x = -344(1,5 + 6 \sin \alpha)^2 = -344(2,25 + 18 \sin \alpha + 36 \sin^2 \alpha)$$

$$\begin{aligned}
 F_2 &= -2064 \int_0^{\alpha_2 = 30^\circ} (2,25 + 18 \sin \alpha + 36 \sin^2 \alpha) d\alpha = \\
 &= -2064 \left[20,25\alpha - 18 \cos \alpha - 9 \sin 2\alpha \right]_0^{\alpha_2 = 30^\circ} = \\
 &= -2064 (20,25 \times 0,5236 + 18 \times 0,13397 - 9 \times 0,86603) = \\
 &= -2064 (10,603 + 2,411 - 7,797) = -2064 \times 5,218 = -10770 \text{ kgm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_2 &= - \int_0^{\alpha_2} 6 M_x (7,06 - 6 \sin \alpha) d\alpha = \\
 &= 7,06 \times 10770 - 12384 \int_0^{\alpha_2} (2,25 \sin \alpha + 18 \sin^2 \alpha + 36 \sin^3 \alpha) d\alpha = \\
 &= 76036 - 12384 \left[-38,25 \cos \alpha + 9\alpha - 4,5 \sin 2\alpha + 12 \cos^3 \alpha \right]_0^{30^\circ} = \\
 &= 76036 - 12384 (38,25 \times 0,13397 + 9 \times 0,5236 - 4,5 \times 0,86603 - 12 \times 0,3505) = \\
 &= 76036 - 12384 (5,124 + 4,712 - 3,897 - 4,206) = \\
 &= 76036 - 12384 \times 1,733 = 76036 - 21461 = 54575 \text{ kgm}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Over } B_R = C_R \cdot ds = \frac{dx}{\cos 30^\circ} = 1,1547 dx; \quad 1,1547 \times 215 = 248$$

$$\begin{aligned}
 F_3 &= -248 \int_{x_1 = 4,5 \text{ m}}^{x_2 = 5,37 \text{ m}} x^2 dx = -248 \times \frac{5,37^3 - 4,5^3}{3} = -5268 \text{ kgm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_3 &= \int_{x_1 = 4,5 \text{ m}}^{x_2 = 5,37 \text{ m}} -(8,56 - x) dF = 8,56 \times 5268 - 248 \times \frac{5,37^4 - 4,5^3}{3} = \\
 &= 45096 - 26134 = 18962 \text{ kgm}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Over } C_R = D_R \cdot$$

$$M_x = -2310 (2,685 + x) - 45 x^2 = -(6202,35 + 2310x + 45 x^2)$$

$$ds = 1,1547 dx$$

$$\begin{aligned}
 F_4 &= -1,1547 \int_{x_1 = 0}^{x_2 = 0,4 \text{ m}} M_x dx = \\
 &= -1,1547 (6202,35 \times 0,4 + 2310 \times \frac{0,16}{2} + 15 \times 0,064) = \\
 &= -1,1547 (2480,94 + 184,80 + 0,96) = -1,1547 \times 2666,7 = -3079 \text{ kgm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_4 &= 1,1547 \int_{x=0}^{x=0,4 \text{ m}} (6202,35 + 2310x + 45x^2) (3,19 - x) dx = \\
 &= 3,19 \times 3079 - 1,1547(6202,35 \times 0,08 + 770 \times 0,064 + 11,25 \times 0,0256) = \\
 &= 9822 - 1,1547(496,188 + 49,28 + 2,88) = 9822 - 633 = 9189 \text{ kgm}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Over } D_R - Q_R. \quad R_2 = 50 \text{ m}, \quad K_2 = 1.$$

$$M_x = -2310(3,085 + x) - 45(0,4 + x)^2 = -(7134,55 + 2346x + 45x^2)$$

$$x = 25 - 50 \cos \alpha.$$

$$\begin{aligned}
 M_x &= -(7134,55 + 58650 - 117300 \cos \alpha + 28125 - 112500 \cos \alpha + 112500 \cos^2 \alpha) = \\
 &= -(93910 - 229800 \cos \alpha + 112500 \cos^2 \alpha)
 \end{aligned}$$

$$\alpha_{D_R} = \alpha_1 = 60^\circ = 1,0472 \text{ rad.}; \quad \sin \alpha_1 = 0,86603; \quad \cos \alpha_1 = 0,5$$

$$\alpha_{O_R} = \alpha_2 = \text{bg} \cos 0,4442 = 1,11044 \text{ rad}; \quad \sin \alpha_2 = 0,89593.$$

$$\begin{aligned}
 F_5 &= -50 \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (93910 - 229800 \cos \alpha + 112500 \cos^2 \alpha) d\alpha = \\
 &= -50 \left[150160 \alpha - 229800 \sin \alpha + 56250 \sin \alpha \cos \alpha \right]_{\alpha_1=1,0472}^{\alpha_2=1,11044} = \\
 &= -50 (150160 \times 0,06324 - 229800 \times 0,0299 - 56250 \times 0,035043) = \\
 &= -50 (9496,12 - 6871,02 - 1971,17) = -50 \times 653,93 = -32696 \text{ kgm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_5 &= 50 \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (93910 - 229800 \cos \alpha + 112500 \cos^2 \alpha) (2,79 - 25 + 50 \cos \alpha) d\alpha = \\
 &= -22,21 \times 32696 + 2500 \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (93910 \cos \alpha - 229800 \cos^2 \alpha + 112500 \cos^3 \alpha) d\alpha = \\
 &= -726178 + 2500 \left[206410 \sin \alpha - 114900(\alpha + \sin \alpha \cos \alpha) - 37500 \sin^3 \alpha \right]_{\alpha_1=1,0472}^{\alpha_2=1,11044} = \\
 &= -726178 + 2500(206410 \times 0,0299 - 114900 \times 0,0282 - 37500 \times 0,06966) = \\
 &= -726178 + 2500(6171,66 - 3240,18 - 2612,25) = \\
 &= -726178 + 2500 \times 319,23 = -726178 + 798075 = 71897 \text{ kgm}^3
 \end{aligned}$$

"Belasting" op het overstek $O_R - E_R$

$$F_{O_R - E_R} = -(242 + 10770 + 5268 + 3079 + 32696) = - 52055 \text{ kgm}^2$$

Het statisch moment t.o.v. O_R is

$$S_{O_R} = 1798 + 54575 + 18962 + 9198 + 71897 = 156430 \text{ kgm}^3$$

De afstand van het zwaartepunt tot O_R ,

$$Z_{O_R} = \frac{156430}{52055} = 3,01 \text{ m.}$$

Berekening der "reacties"

De totale 'belasting' is

$$F_{E_L - E_R} = - 59604 + 42600 - 52055 = - 69059 \text{ kgm}^2$$

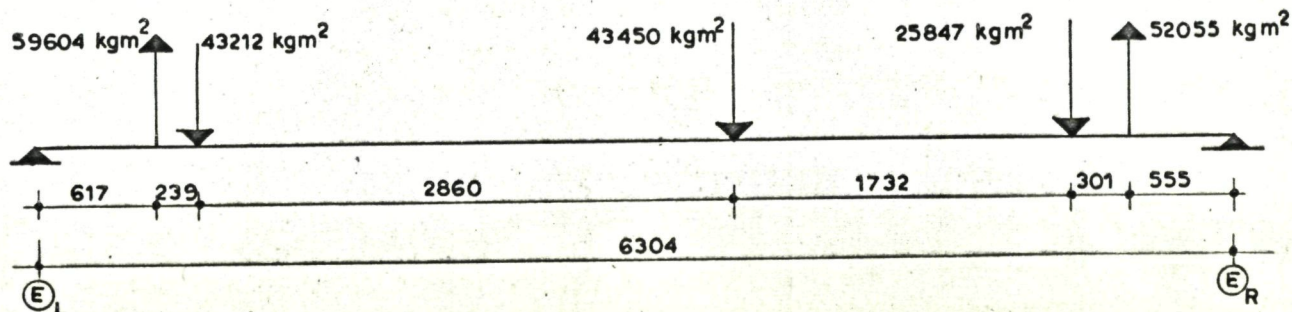
Het statisch moment t.o.v. O_R .

$$\begin{aligned} S_{O_R \text{ totaal}} &= - 59604 \times (54,48 - 6,17) + 738646 + 156430 = \\ &= - 2879369 + 895076 = - 1984293 \text{ kgm}^3 \end{aligned}$$

$$R'_{O_L} = - \frac{1984293}{45,92} = - 43212 \text{ kgm}^2$$

$$R'_{O_R} = - 69059 + 43212 = - 25847 \text{ kgm}^2$$

De hoekverdraaiingen in E_L en E_R .



$$\begin{array}{rclcl}
 \text{Stat.mom. t.o.v. } E_R & : & 59604 \times 56,87 & = & 3389679 \\
 & - & 43212 \times 54,48 & = & - 2354190 \\
 & - & 43450 \times 25,88 & = & - 1124486 \\
 & - & 25847 \times 8,56 & = & - 221050 \\
 & & 52055 \times 5,55 & = & 288905 \\
 & & 63,04 \times EI\varphi_{E_L} & = & 3678584 - 3699726 = -21142 \text{ kgm}^3
 \end{array}$$

$$\varphi_{E_L} = -\varphi_{E_R} = - \frac{21142 \times 10^4}{63,04 \times 781 \times 10^9} = - \frac{3,35}{781} \times 10^{-3} = - 0,0043 \times 10^{-3} \text{ rad.}$$

II b = de hoekverdraaiingen en verplaatsingen der toppen A_L en A_R .

Bepaling der drsn X, waarvoor $\varphi_X = 0$.

$$\text{Links van } O_L \text{ is } D'_{O_L \text{ links}} = 59604 \text{ kgm}^2$$

$$\text{De "reactie" in } O_L \text{ is } R'_{O_L} = -43212 \text{ "}$$

$$\text{Rechts van } O_L \text{ is } D'_{O_L \text{ rechts}} = 16392 \text{ kgm}^2$$

Voor $D'_X = 0$ moet worden voldaan aan de volgende vergelijking.

$$F_{O_L-X} = 16392 = 50 \left[-47185\alpha + 2020 \cos \alpha + 28125 \sin 2\alpha \right]_{\alpha_1}^{\alpha_x} = -0,4944$$

$$\begin{aligned} -47185 \alpha_x + 2020 \cos \alpha_x + 28125 \sin 2\alpha_x &= \\ &= \frac{16392}{50} + 47185 \times 0,4944 + 2020 \times 0,88042 - 56250 \times 0,88042 \times 0,4742 = \\ &= 327 + 23328 + 1778 - 23484 = 1949. \end{aligned}$$

Probeerenderwijs vindt men :

$$\alpha_x = -0,0074 \text{ rad}; \sin \alpha_x = -0,0074; \cos \alpha_x = 0,99997.$$

De horizontale afstand tussen O_L en X is

$$x_X = 23,71 - 50 \times 0,0074 = 23,71 - 0,37 = 23,34 \text{ m}$$

Controle :

$$\alpha_{O_L} = \alpha_1 = -0,4944 \text{ rad}; \sin \alpha_1 = -0,4742; \cos \alpha_1 = 0,88042$$

$$\alpha_X = \alpha_2 = -0,0074 \text{ rad}; \sin \alpha_2 = -0,0074; \cos \alpha_2 = 0,99997.$$

$$F_{O_L-X} = 50 \left[-47185 + 2020 \cos \alpha + 28125 \sin 2\alpha \right]_{\alpha_1}^{\alpha_2} = -0,0074$$

$$= 50(-47185 \times 0,487 + 2020 \times 0,11955 + 56250 \times 0,4101) =$$

$$= 50(-22979 + 2019 + 23068) = 50 \times 329 = 16450 \text{ kgm}^2$$

$$\text{De fout is } \frac{16450 - 16392}{16392} \times 100\% = 0,35\% \text{ en dus te verwaarlozen.}$$

De hoekverdraaiingen der drsn A_L en A_R .

In het systeem met de inklemming in drsn X, worden de reacties in O_L en O_R vervangen door puntlasten.

De hoekverdraaiing in A_L .

$$F_{B_L-X} = -8948 - 4962 - 19600 + 43212 + 16392 = 26094 \text{ kgm}^2$$

$$\varphi_{A_L} = \frac{1}{EI} (F_{A_L-B_L} + F_{B_L-X}).$$

De belasting van A_L tot B_L .

$$\begin{aligned}\alpha_{A_L} &= \alpha_1 = 0. & \sin \alpha_1 &= 0; & \cos \alpha_1 &= 1 \\ \alpha_{B_L} &= \alpha_2 = 0,5236 \text{ rad}; & \sin \alpha_2 &= 0,5; & \cos \alpha_2 &= 0,86603\end{aligned}$$

$$F_{A_L} - B_L = -18576 \left[3\alpha - 4 \cos \alpha - 2 \sin \alpha \cos \alpha \right]_{\alpha_1=0}^{\alpha_2=0,5236}$$

$$= -18576(3 \times 0,5236 + 4 \times 1,3397 - 0,86603) =$$

$$= -18576(1,5708 + 0,53588 - 0,86603) =$$

$$= -18576 \times 1,24065 = -23046 \text{ kgm}^2$$

$$\begin{aligned}\varphi_{A_L} &= \frac{(-23046 + 26094) \times 10^4}{781 \times 10^9} = \frac{3048}{781} \times 10^{-5} = \\ &= 0,039 \times 10^{-3} \text{ rad. (binnenwaarts)}\end{aligned}$$

De hoekverdraaiing in A_R .

$$F_{A_R} - O_R = -52055 + 242 = -51813 \text{ kgm}^2$$

$$R'_{O_R} = 25847 \text{ ''}$$

$$F_{O_R} - X = 42600 - 16392 = 26208 \text{ ''}$$

$$F_{A_R} - X = 242 \text{ kgm}^2$$

$$\varphi_{A_R} = \frac{242}{781} \times 10^{-5} = 0,003 \times 10^{-3} \text{ rad (binnenwaarts)}$$

De horizontale verplaatsingen van A_L en A_R .

De binnenwaartse hoekverdraaiingen in A_L en A_R duiden op een binnenwaartse verplaatsing van beide punten.

De horizontale verplaatsing van A_L .

$$\text{T.g.v. } F_{A_L} - B_L = -23046 \text{ kgm}^2$$

$$dF = -18576 (1 + 4 \sin \alpha + 4 \sin^2 \alpha) d\alpha$$

$$\alpha_1 = 0; \quad \sin \alpha_1 = 0; \quad \cos \alpha_1 = 1$$

$$\alpha_2 = 0,5236 \text{ rad}; \quad \sin \alpha_2 = 0,5; \quad \cos \alpha_2 = 0,86603$$

Het stat.moment t.o.v. de horizontaal door A_L noemen wij S_y .

$$dS_y = y dF = 6(1 - \cos \alpha) dF.$$

$$\begin{aligned}S_y &= -6 \times 23046 + 18576 \times 6 \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (\cos \alpha + 4 \sin \alpha \cos \alpha + 4 \sin^2 \alpha \cos \alpha) d\alpha = \\ &= -138276 + 18576 \times 6 \left[\sin \alpha + 2 \sin^2 \alpha + \frac{4}{3} \sin^3 \alpha \right]_{\alpha_1=0}^{\alpha_2=0,5236} =\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= -138276 + 18576 \times 6 \times (0,5 + 0,5 + \frac{7}{6}) = \\
 &= -138276 + 18576 \times 6 \times \frac{7}{6} = -138276 + 130032 = -8244 \text{ kgm}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{T.g.v. } F_{B_L} - C_L = -8948 \text{ kgm}^2$$

$$dF = -248 x^2 dx;$$

$$y = 0,8 + (x - 6) \operatorname{tg} 30^\circ; \quad x_1 = 6 \text{ m}; \quad x_2 = 6,87 \text{ m.}$$

$$S_y = (0,8 - 6 \operatorname{tg} 30^\circ) x - 8948 - \operatorname{tg} 30 \times 248 \times \frac{1}{4} \left[x^4 \right]_{x_1=6 \text{ m.}}^{x_2=6,87 \text{ m}} =$$

$$= 2,6641 \times 8948 - 35,7957 (6,87^4 - 6^4) =$$

$$= 23838 - 35,7957 \times 931,6 = 23838 - 33357 = -9519 \text{ kgm}^3$$

$$\text{T.g.v. } F_{C_L} - D_L = -4962 \text{ kgm}^2$$

$$dF = - \frac{1}{\cos 30^\circ} (10150 + 2955 x + 45 x^2) dx$$

$$y = (0,80 + 0,5) + x \operatorname{tg} 30^\circ = 1,3 + x \operatorname{tg} 30^\circ; \quad x_1 = 0; \quad x_2 = 0,4 \text{ m}$$

$$S_y = -1,3 \times 4962 + \frac{\operatorname{tg} 30^\circ}{\cos 30^\circ} \int_0^{x_2} (10150 x + 2955 x^2 + 45 x^3) dx =$$

$$= -5451 - \frac{2}{3} \left[5075 x^2 + 985 x^3 + 11,25 x^4 \right]_{x_1=0}^{x_2=0,4 \text{ m}}$$

$$= -5451 - \frac{2}{3} (5075 \times 0,16 + 985 \times 0,064 + 11,25 \times 0,0256) =$$

$$= -5451 - \frac{2}{3} (852 + 63,04 + 0,288) = -5451 - 610 = -6061 \text{ kgm}^3$$

$$\text{T.g.v. } F_{D_L - O_L} = -19600 \text{ kgm}^2.$$

Het statisch moment t.o.v. de verticaal door E_L is $S_5 = -154992 \text{ kgm}^3$

De afstand van het zwaartepunt is

$$x_z = \frac{154992}{19600} - 7,27 = 7,908 - 7,27 = 0,638 \text{ m uit } D_L$$

$$y_z = \{50^2 - (25 - 0,638)^2\}^{0,5} - 41,77 = 43,675 - 41,77 = 1,905 \text{ m}$$

$$S_y = -19600 \times 1,905 = -37338 \text{ kgm}^3$$

$$\text{T.g.v. } R'_{O_L} = 43212 \text{ kgm}^2$$

$$y_{O_L} = 50 \sin \alpha_{O_L} - 41,77 = 50 \times 0,88042 - 41,77 = 44,02 - 41,77 = 2,25 \text{ m}$$

$$S_y = 43212 \times 2,25 = 97287 \text{ kgm}^3$$

$$\text{T.g.v. } F_{O_L} - X = 16450 \text{ kgm}^2$$

De invloeden van $F_{O_L} - X$, neg. en $F_{O_L} - X$ pos. worden afzonderlijk bepaald.

De invloed van $F_{O_L} - X$ = de som der invloeden der componenten.

Een controle op de grootte van $F_{O_L} - X$ wordt hierbij tevens verkregen.

a = de invloed van $F_{\text{neg.}}$

$$M_{\alpha \text{ neg.}} = -14632 + 1355 \sin \alpha.$$

$$F_{\text{neg.}} = 50 \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (-14632 + 1355 \sin \alpha) d\alpha = 50 \left[-14632\alpha - 1355 \cos \alpha \right]_{\alpha_1}^{\alpha_2} = -0,0074 = -0,4944 =$$

$$= 50 \left\{ -14632 \times (-0,0074 + 0,4944) - 1355 \times (0,99997 - 0,88042) \right\} =$$

$$= 50(-14632 \times 0,487 - 1355 \times 0,11955) = -50(7126 + 162) = -364400 \text{ kgm}^2$$

$$S_{y \text{ neg.}} = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (50 \cos \alpha - 41,77) dF = 41,77 \times 364400 + 50^2 \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (-14632 + 1355 \sin \alpha) d\sin \alpha =$$

$$= 15220988 + 50^2 \left[-14632 \sin \alpha + 1355 \frac{\sin^2 \alpha}{2} \right]_{\alpha_1}^{\alpha_2} = -0,0074 = -0,4944 =$$

$$= 15220988 + 50^2 \left\{ -14632(-0,0074 + 0,4742) + \frac{1355}{2} (0,0074^2 - 0,4742^2) \right\} =$$

$$= 15220988 - 2500 (14632 \times 0,4668 + \frac{1355}{2} \times 0,22481) =$$

$$= 15220988 - 2500 (6830,22 + 152,81) =$$

$$= 15220988 - 17457575 = -2236587 \text{ kgm}^3$$

b = de invloed van $F_{\text{pos.}}$

$$M_{\alpha \text{ pos.}} = 23697 - 3375 \sin \alpha - 112500 \sin^2 \alpha$$

$$F_{\text{pos.}} = 50 \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (23697 - 3375 \sin \alpha - 112500 \sin^2 \alpha) d\alpha =$$

$$= 50 \left[(23697 - 56250)\alpha + 3375 \cos \alpha + 28125 \sin 2\alpha \right]_{\alpha_1}^{\alpha_2} = -0,0074 = -0,4944 =$$

$$= 50 (-32553 \times 0,487 + 3375 \times 0,11955 + 56250 \times 0,4101) =$$

$$= 50(-15853 + 403 + 23068) = 50 \times 7618 = 380900 \text{ kgm}^2$$

$$S_{y \text{ pos.}} = -41,77 \times 380900 + 50^2 \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (23697 - 3375 \sin \alpha - 112500 \sin^2 \alpha) d\sin \alpha =$$

$$= -15910193 + 50^2 \left[23697 \sin \alpha - 3375 \frac{\sin^2 \alpha}{2} - 37500 \sin^3 \alpha \right]_{\alpha_1}^{\alpha_2} = -0,0074 = -0,4944 =$$

$$= -15910193 + 50^2 (23697 \times 0,4668 + 3375 \times \frac{0,2248}{2} - 37500 \times 0,10663) =$$

$$= -15910193 + 2500 (11061,76 + 379,35 - 3998,63) =$$

$$= -15910193 + 2500 \times 7442,48 = -15910193 + 18606200 = 2696007 \text{ kgm}^3$$

Superpositie :

$$\begin{aligned} F_{O_L - X} &= -364400 + 380900 = 16500 \text{ kgm}^2 \text{ (klopt!)} \\ &= -2236587 + 2696007 = 459410 \text{ kgm}^3 \end{aligned}$$

De horizontale verplaatsing van A_L

$$\begin{aligned} S_{y \cdot F_{A_L - X}} &= -8244 - 9519 - 6061 - 37338 + 97287 + 459410 = \\ &= -61162 + 556697 = 495535 \text{ kgm}^3 \end{aligned}$$

$$\Delta x_{A_L} = \frac{495535 \times 10^6}{781 \times 10^9} = 0,635 \text{ cm (binnenwaarts)}$$

De horizontale verplaatsing van A_R .

$$\text{T.G.v. } F_{A_R - B_R} = -10770 \text{ kgm}^2$$

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 0 ; \quad \sin \alpha_1 = 0 ; \quad \cos \alpha_1 = 1 \\ \alpha_2 &= 0,5236 \text{ rad}; \quad \sin \alpha_2 = 0,5; \quad \cos \alpha_2 = 0,86603. \end{aligned}$$

$$y = 6(1 - \cos \alpha); \quad dF = -2064(2,25 + 18 \sin \alpha + 36 \sin^2 \alpha) d\alpha$$

$$\begin{aligned} S_y &= -6 \times 10770 + 2064 \times 6 \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} (2,25 + 18 \sin \alpha + 36 \sin^2 \alpha) d \sin \alpha = \\ &= -64620 + 12384 \left[2,25 \sin \alpha + 9 \sin^2 \alpha + 12 \sin^3 \alpha \right]_{\alpha_1=0}^{\alpha_2=0,5236} = \end{aligned}$$

$$= -64620 + 12384 (2,25 \times 0,5 + 9 \times 0,25 + 12 \times 0,125) =$$

$$= -64620 + 12384 \times 4,875 = -64620 + 60372 = -4248 \text{ kgm}^3$$

$$\text{T.G.v. } F_{B_R - C_R} = -5268 \text{ kgm}^2$$

De positie van het zwaartepunt op de systeemlijn.

$$x_z = \frac{S_{O_R}}{F} = \frac{18962}{5268} = 3,60 \text{ m uit } O_R.$$

$$y_z = 0,80 + (4,06 - 3,60) \text{ tg } 30^\circ = 0,80 + 0,265 = 1,065 \text{ m}$$

$$S_y = -5268 \times 1,065 = -5610 \text{ kgm}^3$$

$$\text{T.G.v. } F_{C_R - D_R} = -3079 \text{ kgm}^2$$

$$x_z = \frac{S_{O_R}}{F} = \frac{9189}{3079} = 2,984 \text{ m uit } O_R.$$

$$y_z = 0,80 + (4,06 - 2,984) \text{ tg } 30^\circ = 0,80 + 0,62 = 1,42 \text{ m.}$$

$$S_y = -3079 \times 1,42 = -4372 \text{ kgm}^3$$

$$\text{T.g.v. } F_{D_R} - O_R = -32696 \text{ kgm}^2$$

$$x_z = \frac{S_{O_R}}{F} = \frac{71897}{32696} = 2,199 \text{ m uit } O_R \text{ of } 2,79 - 2,199 = 0,591 \text{ m uit } D_R.$$

$$y_z = \left\{ 50^2 - (25 - 0,591)^2 \right\}^{0,5} - 41,77 = 43,637 - 41,77 = 1,867 \text{ m.}$$

$$S_y = -32696 \times 1,867 = -60943 \text{ kgm}^3$$

$$\text{T.g.v. de reactie } R'_{O_R} = 25847 \text{ kgm}^3$$

$$y_z = h_{O_R} = \left\{ 50^2 - (25 - 2,79)^2 \right\}^{0,5} - 41,77 = 44,796 - 41,77 = 3,026 \text{ m}$$

$$S_y = 25847 \times 3,026 = 78213 \text{ kgm}^3$$

$$\text{T.g.v. } F_{O_R} - X = 26208 \text{ kgm}^2$$

$$a = \text{de invloed van } F_{\text{neg.}}$$

$$F_{\text{neg.}} = 50 \left[-14632 \alpha - 1355 \cos \alpha \right] \begin{matrix} \alpha_2 = 0,4604 \\ \alpha_1 = -0,0074 \end{matrix} =$$

$$= 50 \left\{ -14632 \times (0,4604 + 0,0074) - 1355(0,89593 - 0,99997) \right\} =$$

$$= 50 (-6845 + 141) = -50 \times 6704 = -335200 \text{ kgm}^2$$

$$\alpha_2 = 0,4604$$

$$S_{y \text{ neg.}} = 41,77 \times 335200 + 2500 \left[-14632 \sin \alpha + 1355 \frac{\sin^2 \alpha}{2} \right] \begin{matrix} \alpha_2 = 0,4604 \\ \alpha_1 = -0,0074 \end{matrix} =$$

$$= 14001304 + 2500 \left\{ -14632 \times (0,4442 + 0,0074) + \frac{1355}{2} (0,4442^2 - 0,0074^2) \right\} =$$

$$= 14001304 - 2500 (6598 - 134) =$$

$$= 14001304 - 16160000 = -2158696 \text{ kgm}^3$$

$$b = \text{de invloed van } F_{\text{pos.}}$$

$$F_{\text{pos.}} = 50 \left[-32553 \alpha + 3375 \cos \alpha + 28125 \sin 2\alpha \right] \begin{matrix} \alpha_2 = 0,4604 \\ \alpha_1 = -0,0074 \end{matrix} =$$

$$= 50 \left\{ -32553 \times 0,4678 - 3375 \times 0,10404 + 56250(0,4442 \times 0,89593 + 0,0074 \times 0,99997) \right\} =$$

$$= 50 (-15228 - 341 + 22804) = 50 \times 7235 = 361750 \text{ kgm}^2$$

$$S_{y \text{ pos.}} = -41,77 \times 361750 + 50^2 \left[23697 \sin \alpha - 3375 \frac{\sin^2 \alpha}{2} - 37500 \sin^3 \alpha \right] \begin{matrix} \alpha_2 = 0,4604 \\ \alpha_1 = -0,0074 \end{matrix} =$$

$$= -15110298 + 50^2 \left\{ 23697 \times 0,4516 - 3375 \times \frac{0,1973}{2} - 37500 \times (0,4442^3 - 0,0074^3) \right\} =$$

$$= -15110298 + 2500(10702 - 333 - 37500 \times 0,08764) =$$

$$= -15110298 + 2500 \times 7072 = -15110298 + 17680000 = 2569702 \text{ kgm}_3$$

Superpositie :

$$F_{X-O_R} = -335200 + 361750 = 26550 \text{ kgm}_2$$

$$S_y F_{X-O_R} = -2158696 + 2569702 =$$

$$411008 \text{ kgm}_3$$

$$\text{Controle : } F_{O_L - O_R} = F_{O_L} - X + F_{X-O_R} = 16500 + 26550 = 43050 \text{ kgm}_2$$

$$\text{De berekende waarde is } F_{O_L - O_R} = 42600 \text{ kgm}_2$$

$$\text{De gemaakte fout is dus } \frac{450}{42600} \times 100 = 1,05\%.$$

$$\begin{aligned} S_{y.F_{X-O_R}} &= -(4248 + 5268 + 3079 + 60943) + 78213 + 411008 = \\ &= -73538 + 489321 = 415783 \text{ kgm}^3 \end{aligned}$$

De horizontale verplaatsing van het punt A_R .

$$\Delta x_{A_R \text{ II}} = \frac{415783 \times 10^6}{781 \times 10^9} = 0,53 \text{ cm (binnenwaarts).}$$

Overzicht der waarden volgens berekening II.

1 = de hoekverdraaiing der einden.

$$\varphi_{E_L \text{ II}} = -\varphi_{E_R \text{ II}} = -0,0043 \times 10^{-3} \text{ rad. (+ en-, resp. voor binnen- en buitenwaartse verdraaiing).}$$

2 = de hoekverdraaiing en horizontale verplaatsingen der toppen.

$$\varphi_{A_L \text{ II}} = + 0,039 \times 10^{-3} \text{ rad; } \Delta x_{A_L \text{ II}} = + 0,635 \text{ cm}$$

$$\varphi_{A_R \text{ II}} = + 0,003 \times 10^{-3} \text{ rad; } \Delta x_{A_R \text{ II}} = + 0,53 \text{ cm}$$

De blijvende, max. spanningen t.g.v. de verplaatsingen der toppen.

De t.g.v. de verplaatsingen optredende drukkracht is :

$$H_{\Delta x} = \frac{\Delta x_{\text{II tot.}}}{2} \times 750 = \frac{1,265}{2} \times 750 = 475 \text{ kg.}$$

$$M_{S_{\Delta x}} = 475 \times 8,23 = 3910 \text{ kgm (trek aan de onderzijde).}$$

De max. optredende blijvende trekspanning in het punt S is :

$$\sigma_{\Delta x, \text{max}} = \frac{391000}{9760} - \frac{475}{544,9} = 40 - 1 = 39 \text{ kg/cm}^2$$

Overzicht der waarden volgens de berekeningen I en II.

Volgens	in 10^{-3} rad				in cm		in kg cm^{-2}
	φ_{E_L}	φ_{E_R}	φ_{A_L}	φ_{A_R}	Δx_{A_L}	Δx_{A_R}	$\sigma_{S \Delta x}$
I	- 0,0395	+ 0,0395	+ 0,042	+ 0,0035	+ 0,52	+ 0,51	31
II	- 0,0043	+ 0,0043	+ 0,039	+ 0,003	+ 0,635	+ 0,53	39

1. Is de juiste afstand der ophangpunten vanuit de zinkereinden bekend, waarbij geen hoekverdraaiingen dezer einddrsn. zouden plaatsvinden, dan blijkt dat bij een geringe afwijking van bedoelde afstand zeer kleine hoekverdraaiingen van genoemde drsn. zullen optreden. Deze zijn gelijk, doch tegengesteld van teken (dus beide in dezelfde draairichting).
2. De horizontale verplaatsingen der zinkertoppen en de daarmee gepaard gaande blijvende spanningen kunnen voldoende nauwkeurig worden bepaald volgens berekening I.

Deze blijvende spanningen dienen te worden gesuperponeerd op de max. optredende spanningen gedurende de exploitatie.

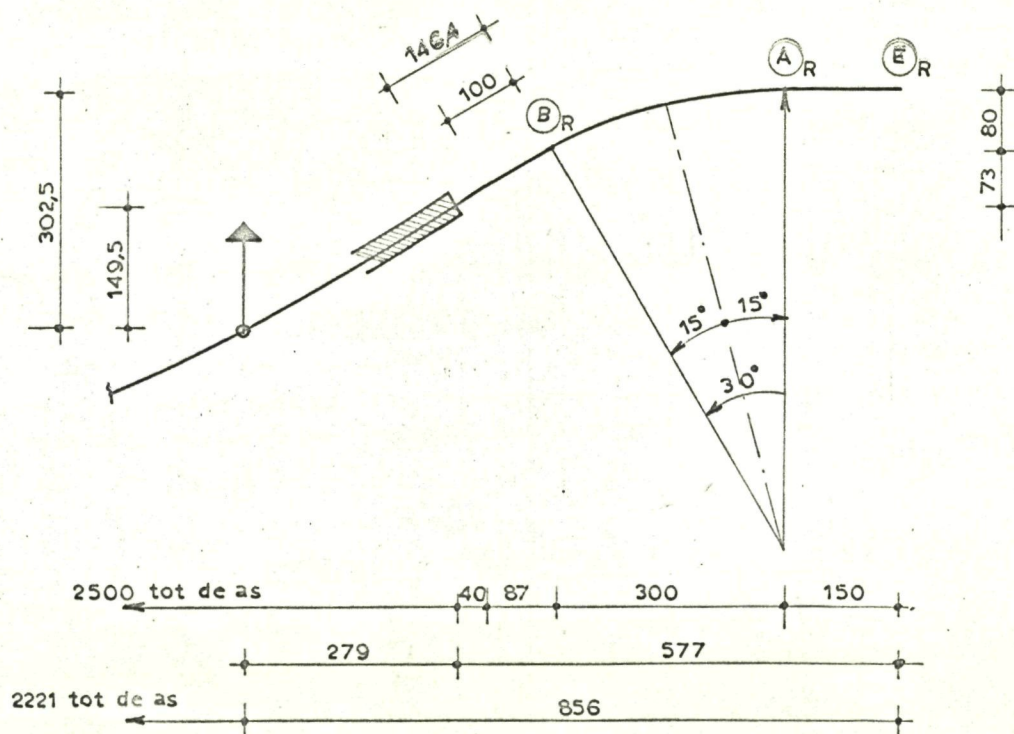
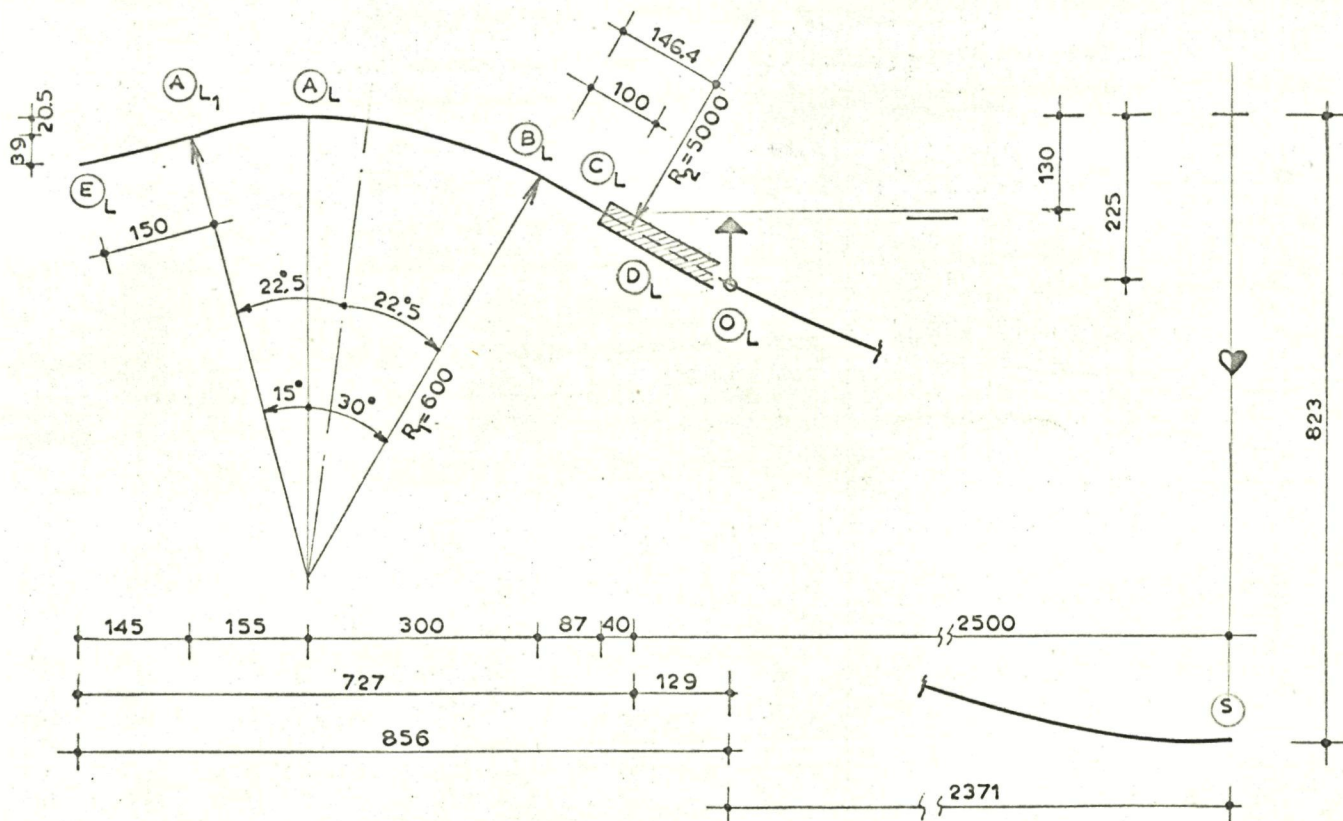
In dit geval geeft de superpositie een vermindering der max.spanning, daar aan de bovenzijde van iedere drsn. van de zinker t.g.v. bovengenoemde verplaatsingen resp. belastingen gedurende de exploitatie, druk- resp. trekspanningen optreden.

Conclusie :

Indien niet van de juiste plaatsen der ophangpunten wordt afgeweken, kan worden volstaan met uitsluitend de berekening van bedoelde juiste plaatsen en de daarbij optredende tijdelijke spanningen.

D = Stabiliteitsberekeningen tijdens de uitvoering.

De veiligheid tegen kip is verzekerd indien het zwaartepunt der opgehangen zinker ligt beneden de verbindingslijn der ophangpunten.



De gemiddelde hoogte der verbindingslijn $O - O_R$ boven het punt S.

$$\begin{aligned}
 h_{A_L-O_L} &= 6(1 - \cos 30^\circ) + 1,464 \sin 30^\circ + (50^2 - 23,71^2)^{0,5} - 50(1 - \cos 30^\circ) = \\
 &= 6 \times 0,13397 + 0,73 + 44,02 - 43,30 = \\
 &= 0,80 + 0,73 + 0,72 = 2,25 \text{ m} \\
 h_{A_R-O_R} &= 1,53 - 43,30 + (50^2 - 22,21^2)^{0,5} = \\
 &= -41,77 + 44,795 = 3,025 \text{ m}
 \end{aligned}$$

De positie van O_L en O_R in het assenstelsel met S als oorsprong

$$\begin{aligned}
 x_{O_L} &= 23,71 \text{ m}; & y_{O_L} &= 8,23 - 2,25 = 5,98 \text{ m} \\
 x_{O_R} &= -22,21 \text{ m}; & y_{O_R} &= 8,23 - 3,025 = 5,205 \text{ m}
 \end{aligned}$$

De gewichten :

$$\text{Boven water } q_1 = 430 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{onder water } q_2 = 90 \text{ "}$$

$$\begin{aligned}
 g_1 &= 1,50 \times 430 = 615 \text{ kg} \\
 g_2 &= \frac{\pi}{4} \times 6 \times 430 = 2025 \text{ "} \\
 2g_3 &= 2 \times 1 \times 430 = 860 \text{ "} \\
 2g_4 &= 2 \times 0,464 \times 90 = 85 \text{ "} \\
 g_5 &= \frac{\pi}{3} \times 50 \times 90 = 4710 \text{ "} \\
 g_6 &= \frac{\pi}{6} \times 6 \times 430 = 1350 \text{ "} \\
 g_7 &= 15 \times 430 = 615 \\
 \hline
 G &= 10260 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 x_1 &= 8,56 - 0,725 + 23,71 = 31,545 \text{ m} \\
 x_2 &= 29,27 - 6 \times 0,9745 \times \sin 7^\circ,5 = 29,27 - 0,76 = 28,51 \text{ m} \\
 x_{3L} &= -x_{3L} = 26,27 + 0,435 = 25,835 \text{ m} \\
 x_{4L} &= -x_{4L} = 25,40 - 0,20 = 25,20 \\
 x_5 &= 0 \\
 -x_6 &= 29,27 - 6 \times 0,9886 \sin 15^\circ = 29,27 - 1,585 = 27,685 \text{ m} \\
 -x_7 &= 8,56 - 0,75 + 22,21 = 30,02 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 y_1 &= 8,23 - 6(1 - \cos 15^\circ) - 0,5 \times 1,5 \sin 15^\circ = 8,23 - 0,205 - 0,195 = \\
 &= 7,835 \text{ m} \\
 y_2 &= 8,23 - 6(1 - \cos 7^\circ,5) - 6(1 - 0,9745 \times \cos 15^\circ) = 8,23 - 0,05 - 0,35 = 7,83 \text{ m} \\
 y_3 &= 8,23 - 6 \cos 30^\circ - 0,5 \times 1 = 8,23 - 0,80 - 0,50 = 6,93 \text{ m} \\
 y_4 &= 6,93 + 0,5 \times 0,464 = 6,70 \text{ m} \\
 y_5 &= 50(1 - 0,9549) = 50 \times 0,0451 = 2,255 \text{ m} \\
 y_6 &= 8,23 - 6(1 - \cos 15^\circ) - 6(1 - 0,9886 \times \cos 15^\circ) = 8,23 - 0,205 - 0,27 = 7,755 \text{ m} \\
 y_7 &= 8,23 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 615 \times 31,545 &= 19400 \text{ kgm} \\
 2025 \times 28,51 &= 57733 \text{ "} \\
 860 \times 0 &= - \text{ kgm} \\
 85 \times 0 &= - \text{ "} \\
 4710 \times 0 &= - \text{ ""} \\
 -1350 \times 27,685 &= -37375 \text{ "} \\
 -615 \times 30,02 &= -18462 \text{ "}
 \end{aligned}$$

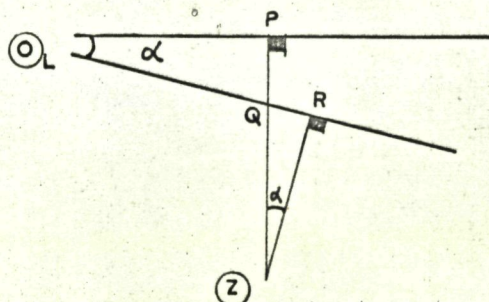
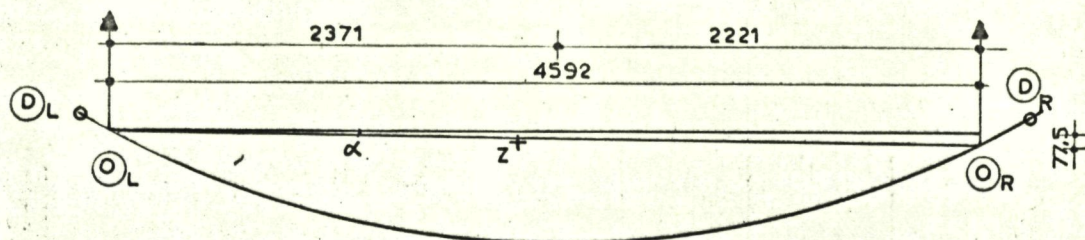
$$10060 \times x_z = 21286 \text{ kgm}; \quad x_z = \frac{21286}{10260} = 2,075 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 615 \times 7,835 &= 4819 \text{ kgm} \\
 2025 \times 7,83 &= 15856 \text{ "} \\
 860 \times 6,93 &= 5960 \text{ "} \\
 85 \times 6,70 &= 570 \text{ "} \\
 4710 \times 2,255 &= 10621 \text{ "} \\
 1350 \times 7,755 &= 10469 \text{ "} \\
 615 \times 8,23 &= 5061 \text{ "}
 \end{aligned}$$

$$10260 \times y_z = 53386 \text{ kgm}; \quad y_z = \frac{53386}{10260} = 5,205 \text{ m}$$

$$y(O_L - O_R) \text{ gemidd.} = h(O_L - O_R) \text{ gem} - s = 5,59 \text{ m} > 5,205 \text{ m}$$

De hoogte van z beneden de lijn $O_L - O_R$



$$O_{LQ} = 23,71 - x_z = 23,71 - 2,075 = 21,635 \text{ m}$$

$$PZ = 5,98 - y_z = 5,98 - 5,205 = 0,775 \text{ m}$$

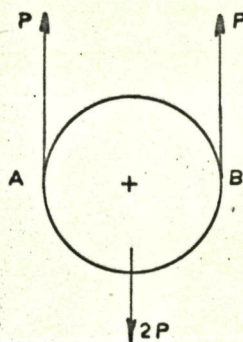
$$PQ = \frac{21,635}{45,92} \times 0,775 = 0,365 \text{ m}; \quad QZ = 0,775 - 0,365 = 0,41 \text{ m}$$

De hoogte van z beneden $O_L - O_R$ is :

$$R.z = Q.z \cos \alpha = 0,41 \times \frac{45,92}{(45,92^2 + 0,775^2)^{0,5}} = 0,41 \times \frac{45,92}{45,927} = 0,41 \text{ m}$$

De constructie is gedurende de ophanging stabiel.

De verhoging der stabiliteit t.g.v. de ophangconstructie.

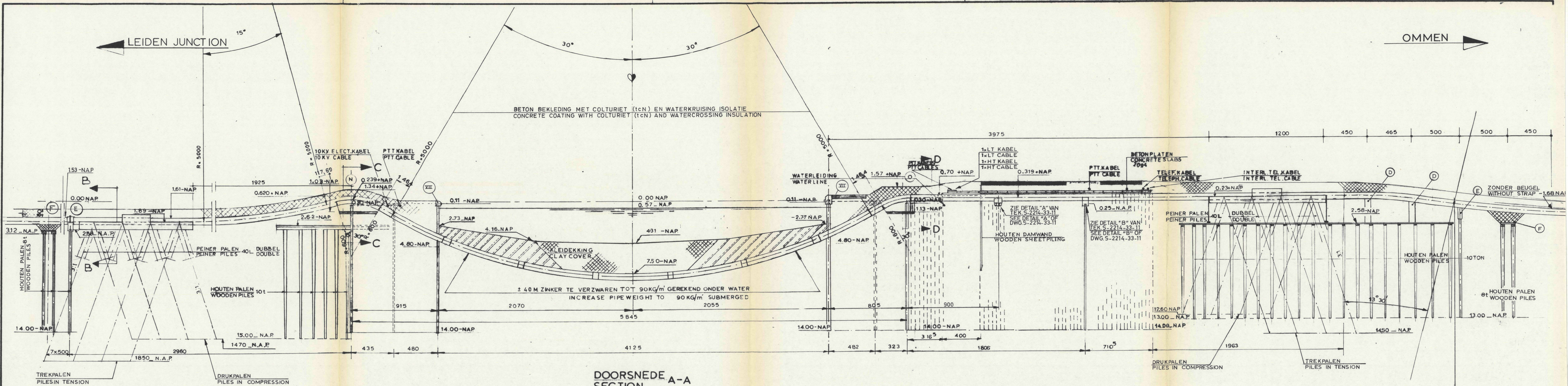


Zou bij kanteling de constructie zich in B af- en in A oprollen, dan is de reactie in B minimaal = 0 en in A maximaal = 2 P.

Het tegenwerkend of richtend moment is dus maximaal

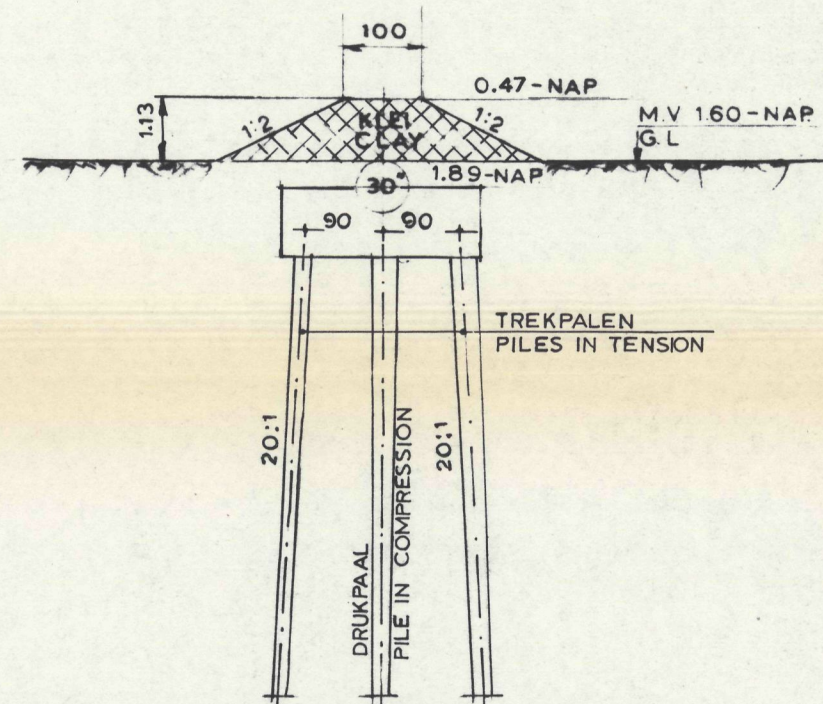
$$M_{\text{richtend}} = 2P \times R_u.$$

Bij deze ophangconstructie zou dus het zwaartepunt op een afstand = $R_{\text{uitw.}}$ boven de verbindingslijn der ophangpunten kunnen liggen, waarbij de constructie nog stabiel is.



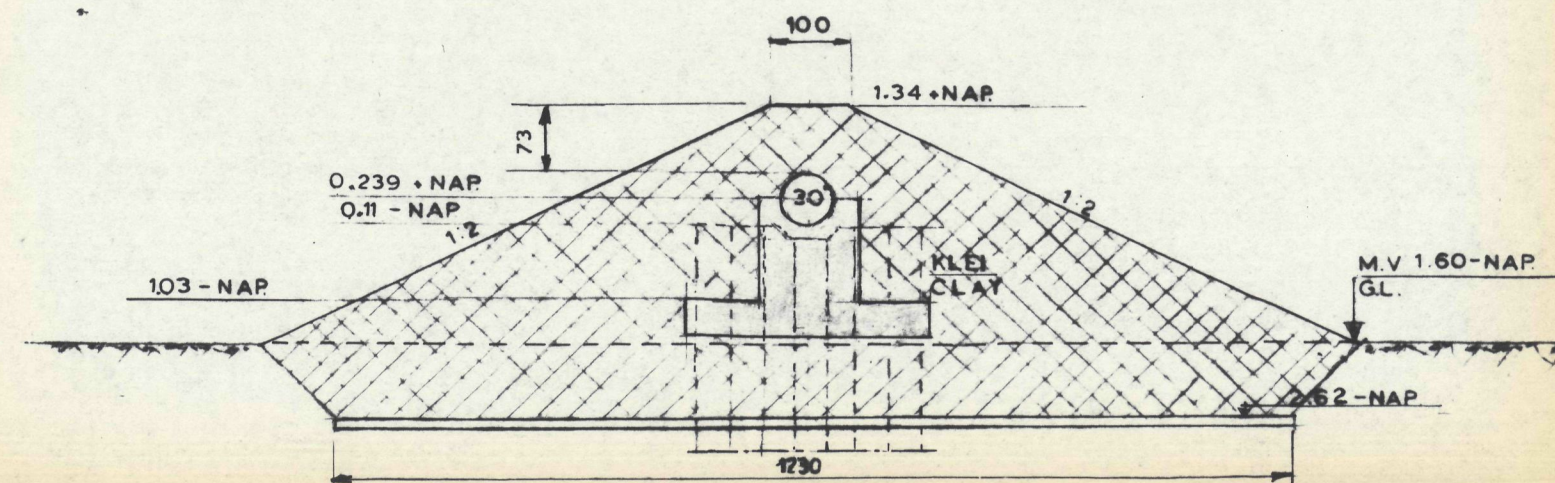
DOORSNEDE A-A
SECTION

SCHAAL 1:200
SCALE



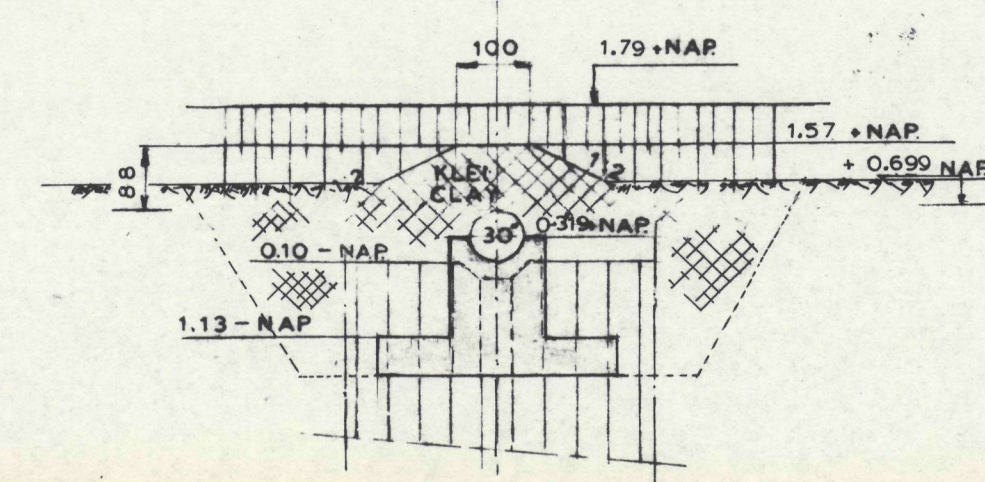
DOORSNEDE B-B
SECTION

SCHAAL 1:100
SCALE



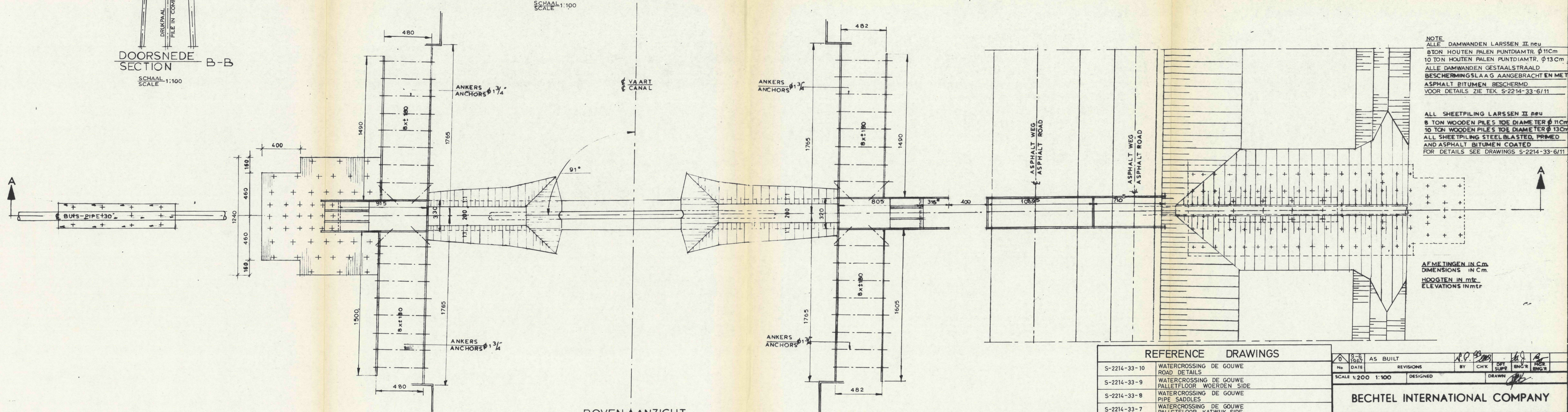
DOORSNEDE C-C
SECTION

SCHAAL 1:100
SCALE



DOORSNEDE D-D
SECTION

SCHAAL 1:100
SCALE



BOVEN AANZICHT
TOP VIEW

NOTE
ALLE DAMWANDEN LARSEN II neu
8 TON HOUTEN PALEN PUNTDIAMTR. Ø 11 CM
10 TON HOUTEN PALEN PUNTDIAMTR. Ø 13 CM
ALLE DAMWANDEN GESTAALSTRAALD
BESCHERMINGSLAAG AANGEBRACHT EN MET
ASPHALT BITUMEN BESCHERMD
VOOR DETAILS ZIE TEK. S-2214-33-6/11

ALL SHEETPIILING LARSEN II neu
8 TON WOODEN PILES TOE DIAMETER Ø 11 CM
10 TON WOODEN PILES TOE DIAMETER Ø 13 CM
ALL SHEETPIILING STEEL BLASTED, PRIMED
AND ASPHALT BITUMEN COATED
FOR DETAILS SEE DRAWINGS S-2214-33-6/11

AFMETINGEN IN CM
DIMENSIONS IN CM
HOOGTEN IN MTR
ELEVATIONS IN MTR

Uitsluitend
ter informatie

AS BUILT

REFERENCE DRAWINGS

S-2214-33-10	WATERCROSSING DE GOUWE ROAD DETAILS
S-2214-33-9	WATERCROSSING DE GOUWE PALLETFLOOR WOERDEN SIDE
S-2214-33-8	WATERCROSSING DE GOUWE PIPE SADDLES
S-2214-33-7	WATERCROSSING DE GOUWE PALLETFLOOR KATWIJK SIDE
S-2214-33-6	WATERCROSSING DE GOUWE SHEETPIILING
Q-2214-33-1	WATERCROSSING DE GOUWE ANCHORS
S-2214-33-11	WATERCROSSING DE GOUWE SUPPORT DETAILS
RM-2214	ROUTE MAP
S-000-17	TYPICAL WATER CROSSING SUPPORT DETAILS SHEET. 3
S-000-18	TYPICAL WATER CROSSING SUPPORT DETAILS SHEET. 4
P-2214-33-1	TESTDRAAD VOORZIENINGEN KATHODISCHE BESCHERMING VOOR KANAALKRUISING DE GOUWE

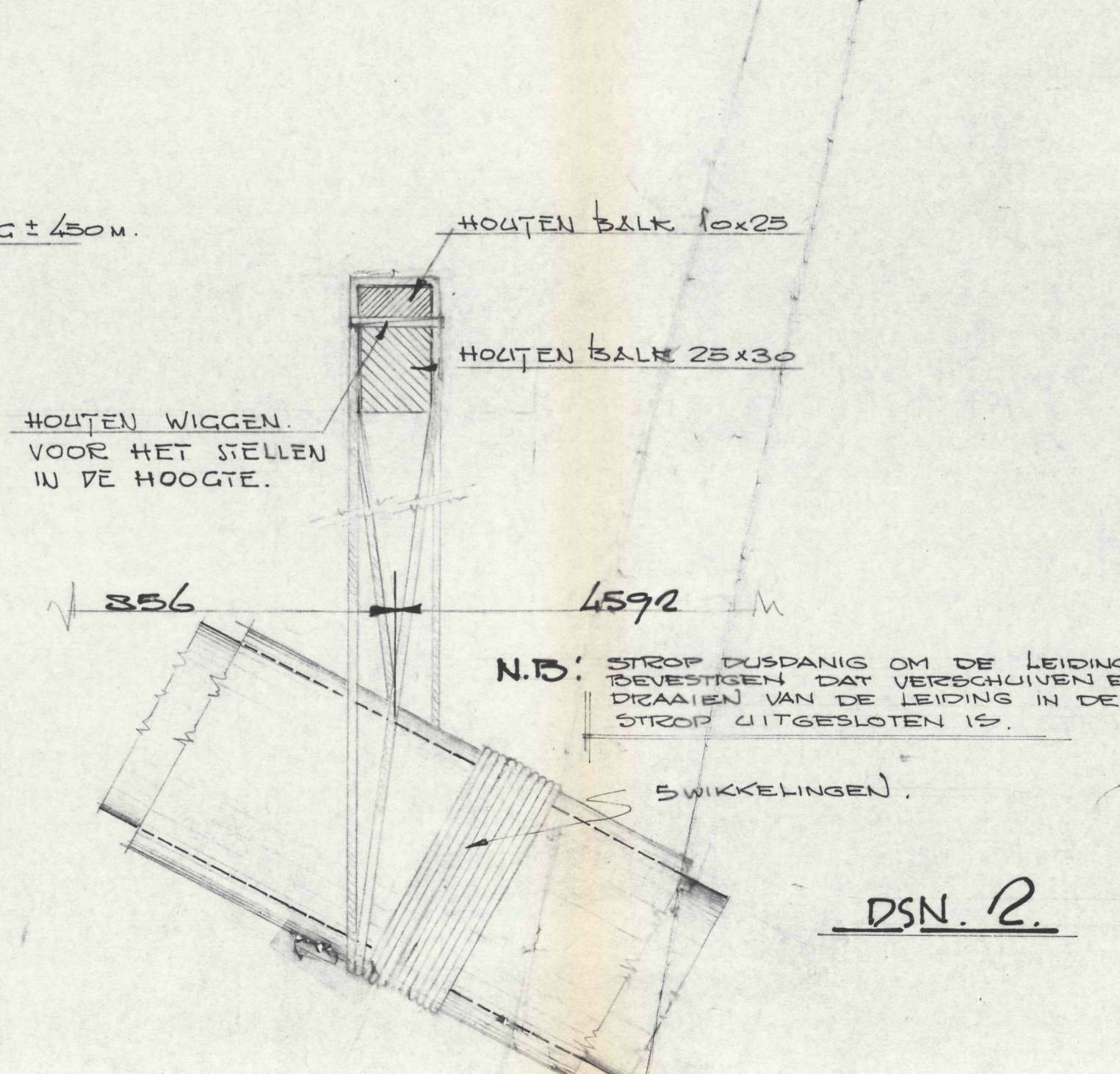
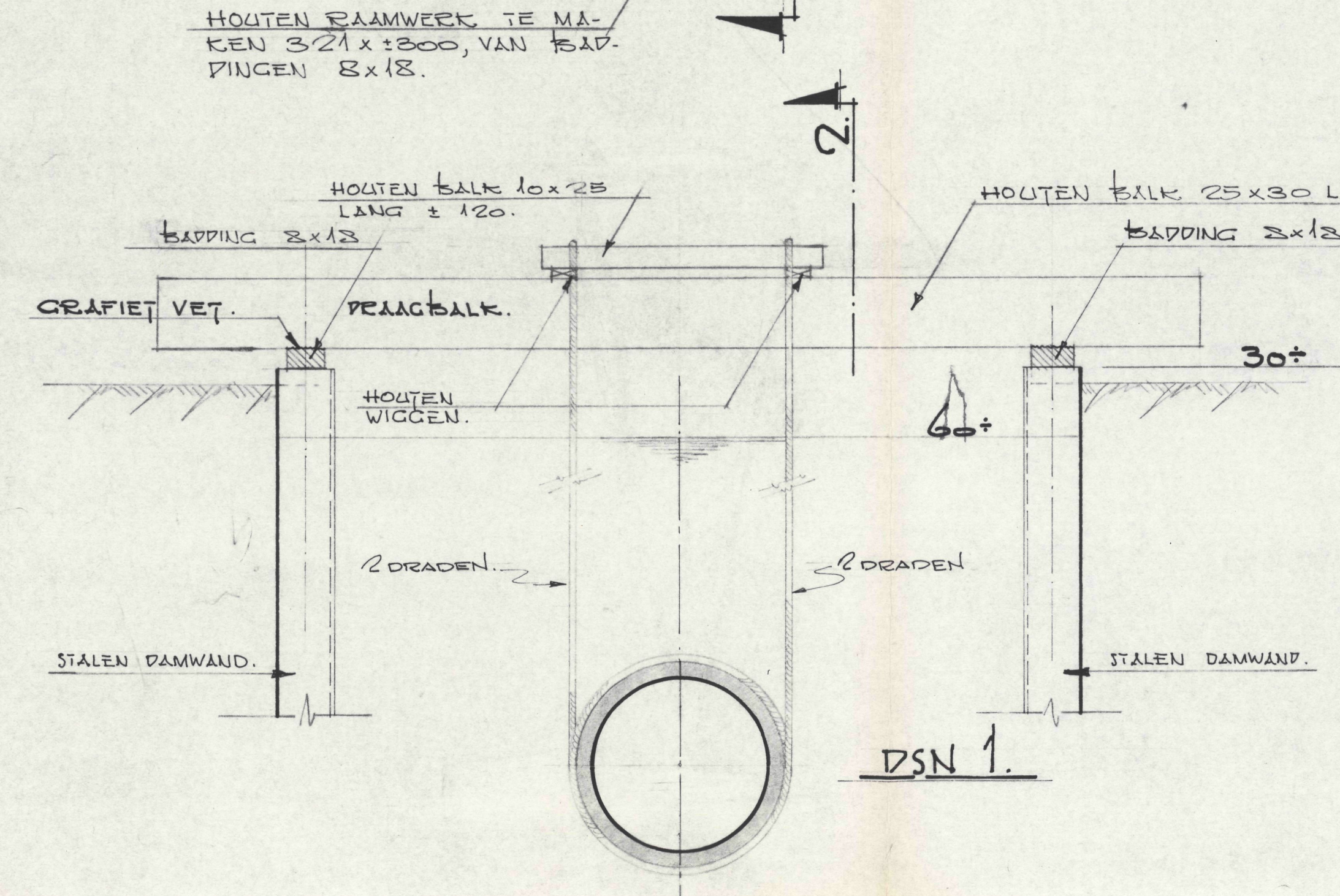
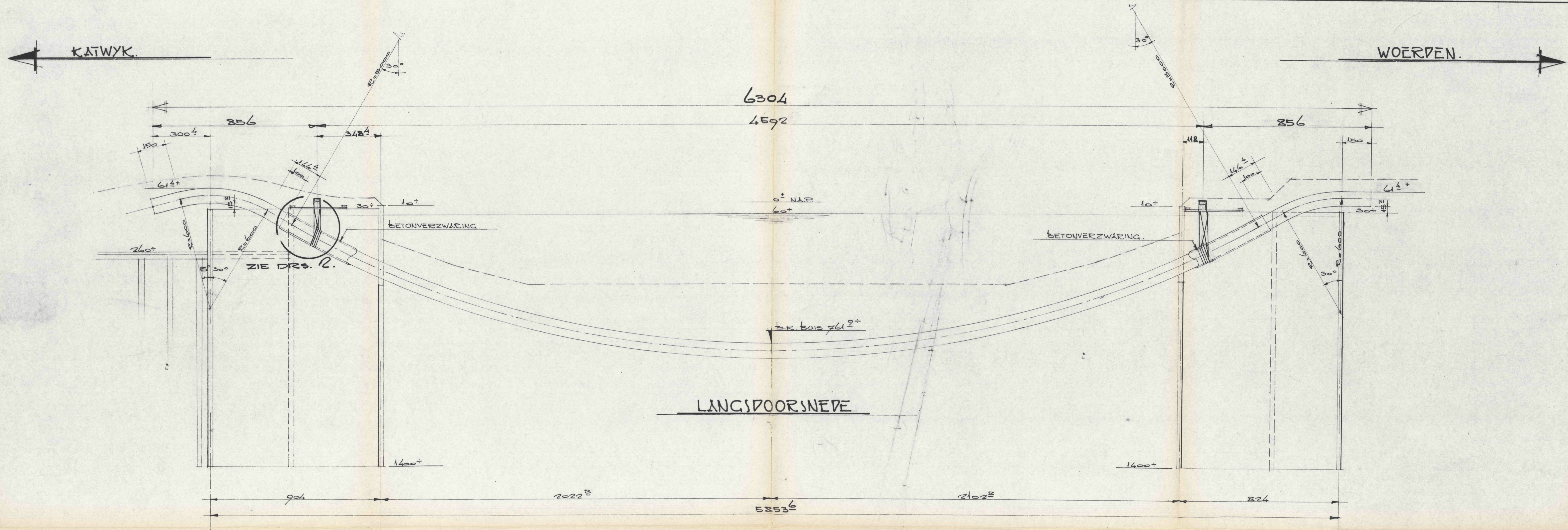
AS BUILT	REVISIONS	BY	CHK	DPT	ENG	DRW
SCALE 1:200 1:100	DESIGNED					

BECHTEL INTERNATIONAL COMPANY

N.V. NEDERLANDSE GASUNIE

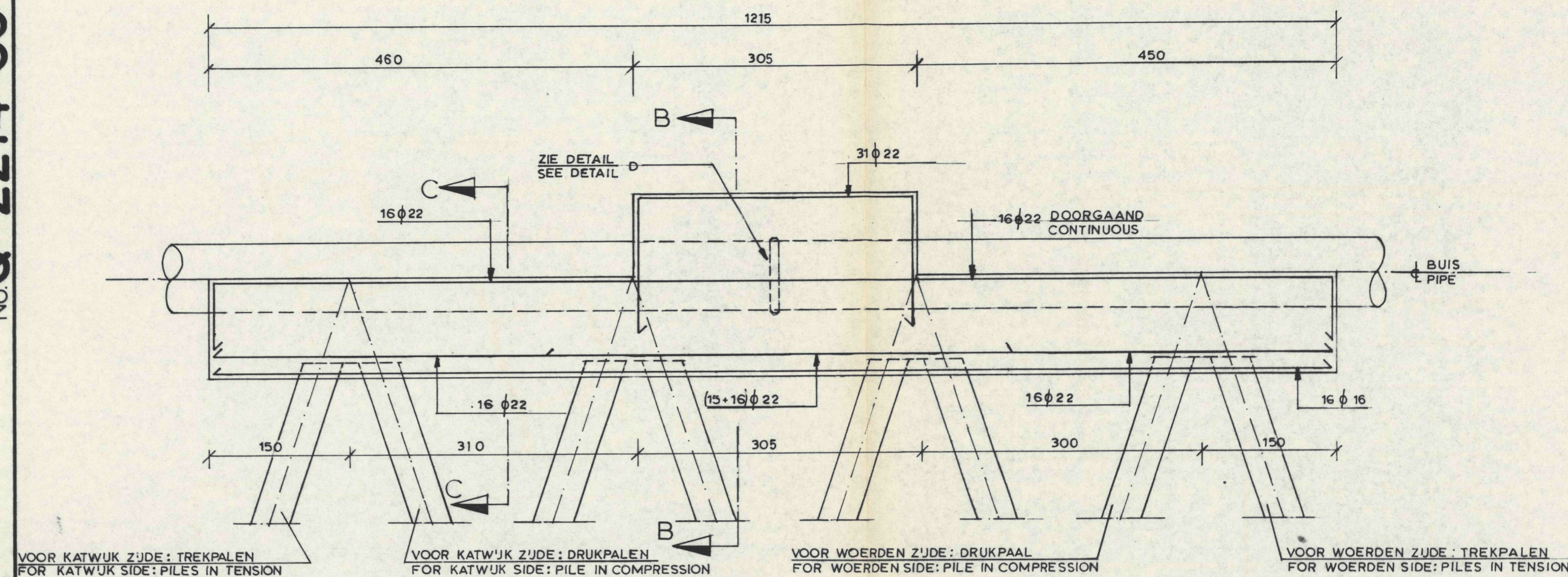
30" NATURAL GAS PIPELINE
WATERCROSSING DE GOUWE
PLAN & SECTIONS

CONSULTING ENGINEER BISH & PARTNERS THE HAGUE	JOB NO. 4385.9	DRAWING NO. S2214-33-5	REV 0
---	-------------------	---------------------------	----------

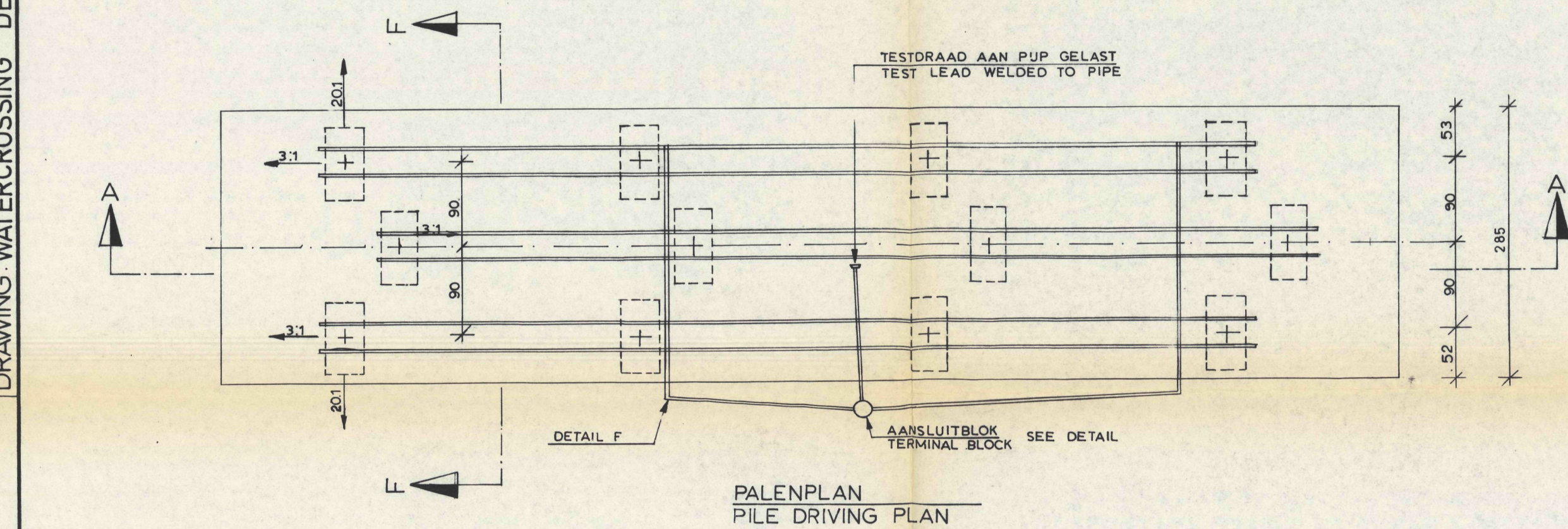


- N.B.**
- 1° DE LEIDING M.B.V. BOKKEN INHANGEN, WAARBY STROP T.B.V. STELLEN REEDS AANGEBRACHT IS.
 - 2° AANBRENGEN RAAMWERK OP DE DAMWAND.
 - 3° HET GLOTTAAL STELLEN V/D DRAAGBALK, IN DE LENGTERICHTING V/D LEIDING.
 - 4° STROP VERBINDEN MET DRAAGBALK.
 - 5° LEIDING ZUWER STELLEN IN LENGTE EN BREEDTE RICHTING D.M.V. DRAAGBALK.
 - 6° STELLEN OP HOOGTE D.M.V. WIGGEN.
- TUDENS HET STELLEN OP HOUTEN RAAMWERK DIENT DE LEIDING LEEG TE ZIJN.

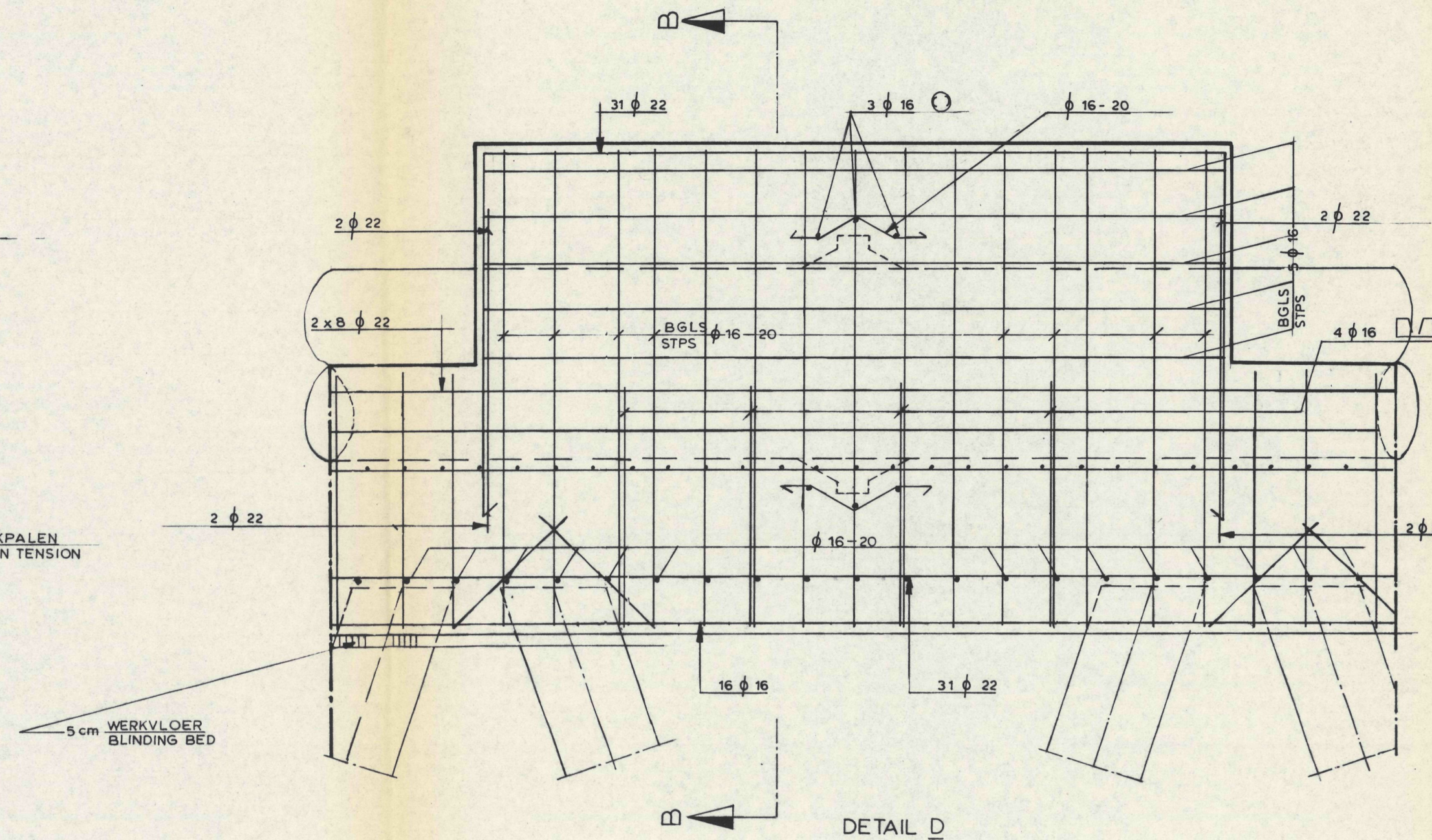
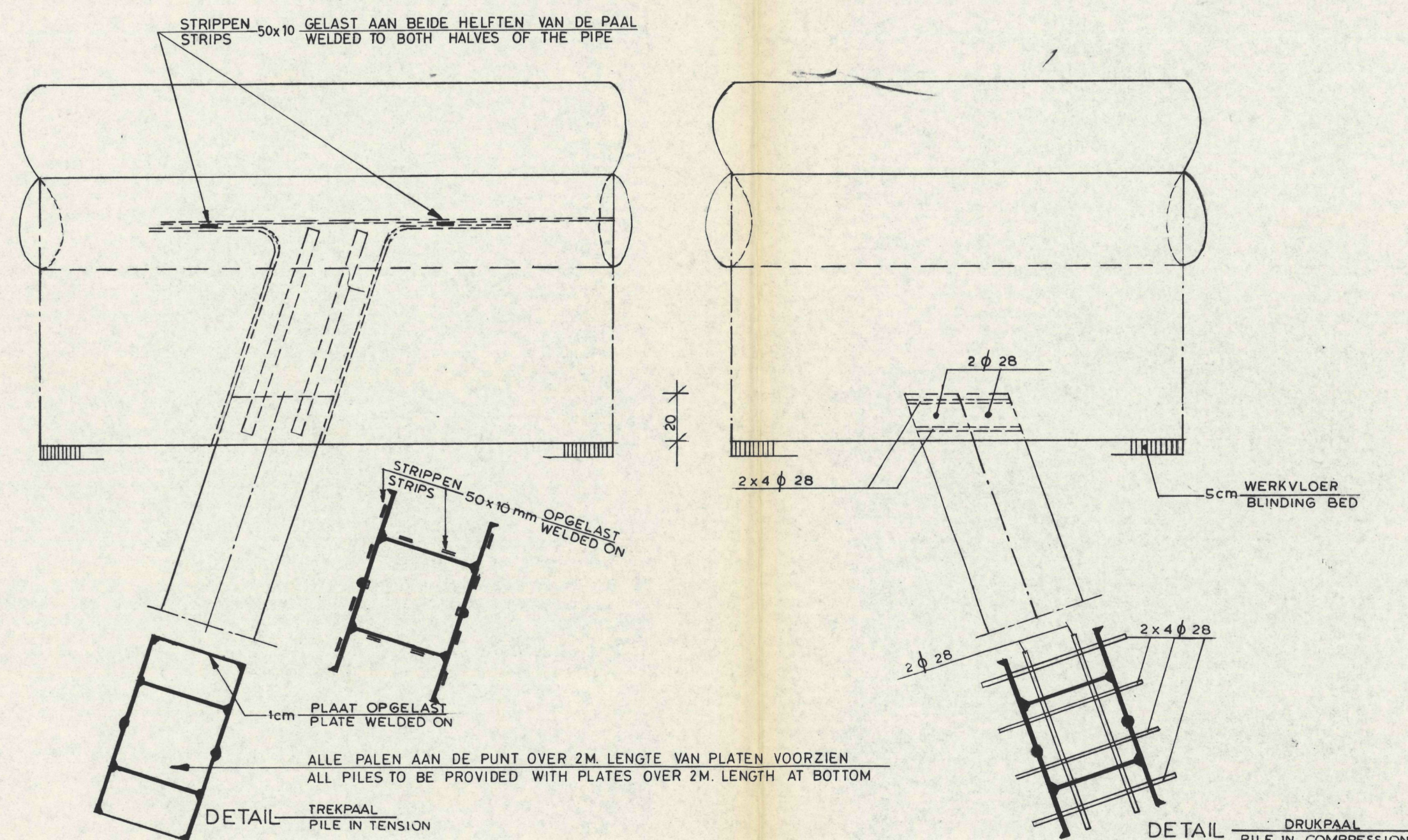
WIJZIGINGEN	WERK: N° 4385	GETEKEND	P.M.	26/11/11
A 1/11/11	PROJECT N°	GECONTR.	A.R.	26/11/11
B 1/11/11	N.V. NEDERLANDSE GASUNIE DEN HAAG	GEZIEN	J.F.	26/11/11
	ONDERDEEL:	SCHAAL:		
	KRUISING MET DE GOUWE	1:100 EN 1:20		
	STELCONSTRUCTIE GASLEIDING			
	RAADGEVEND INGENIEURSBUREAU			
	Bish & Partners n.v.	WERK N°: W590.2		
	KONINGINNENGRACHT 64-65 TEL 693061 GRAVENHAGE.	BLAD N°: 1.		



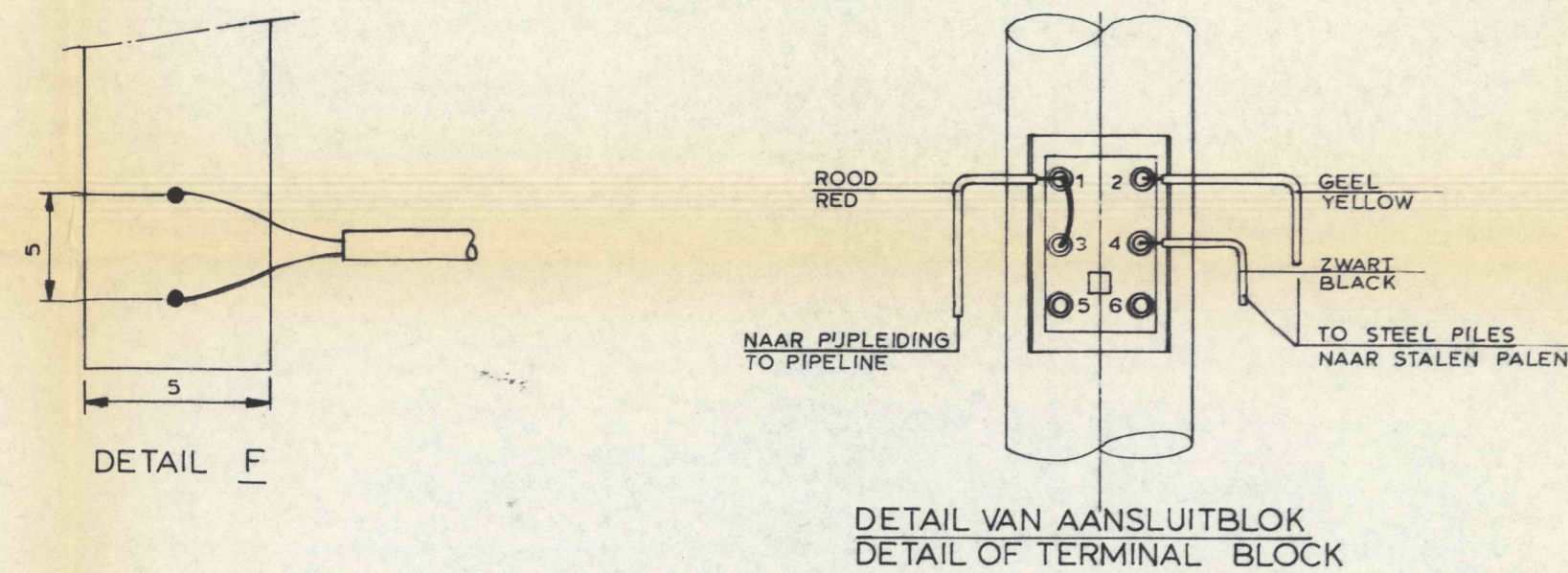
DOORSNEDE SECTION A-A



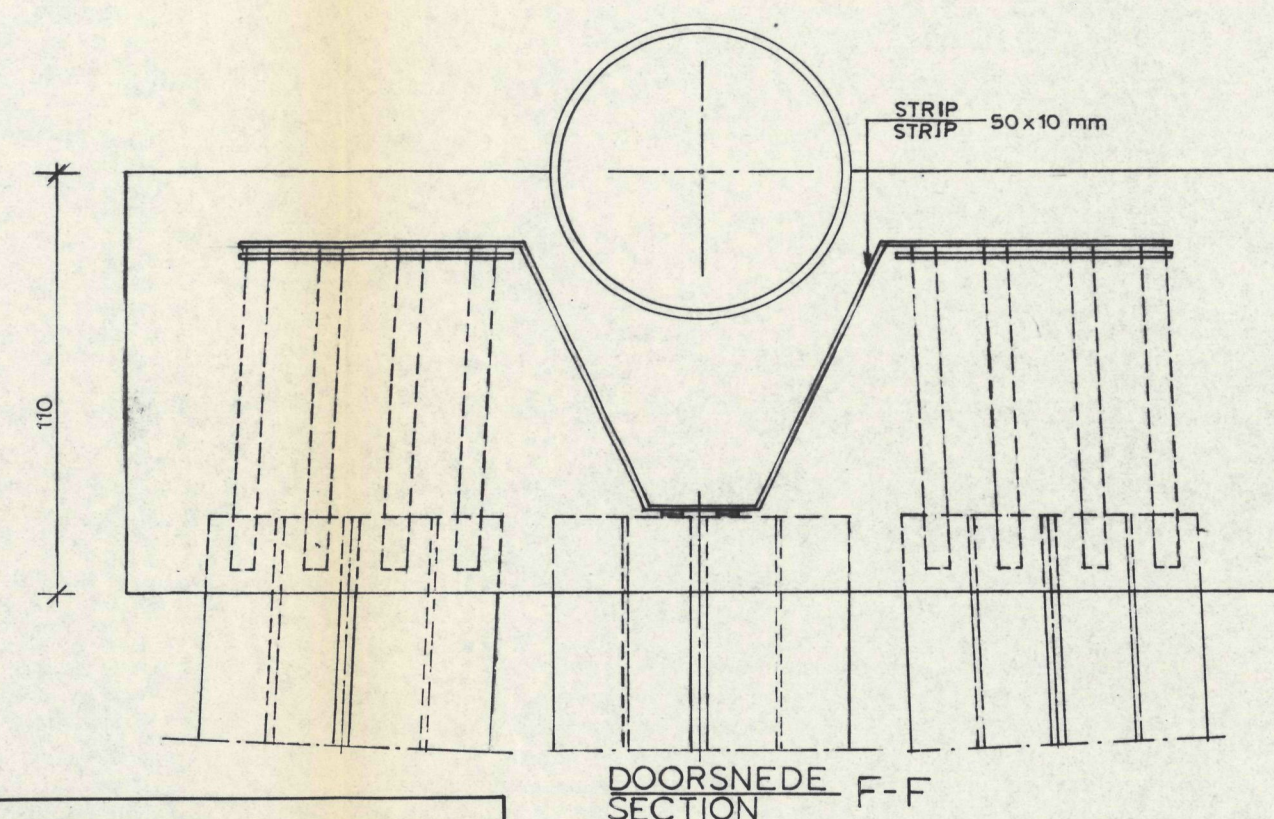
PALENPLAN PILE DRIVING PLAN



DETAIL D



DETAIL VAN AANSLUITBLOK
DETAIL OF TERMINAL BLOCK

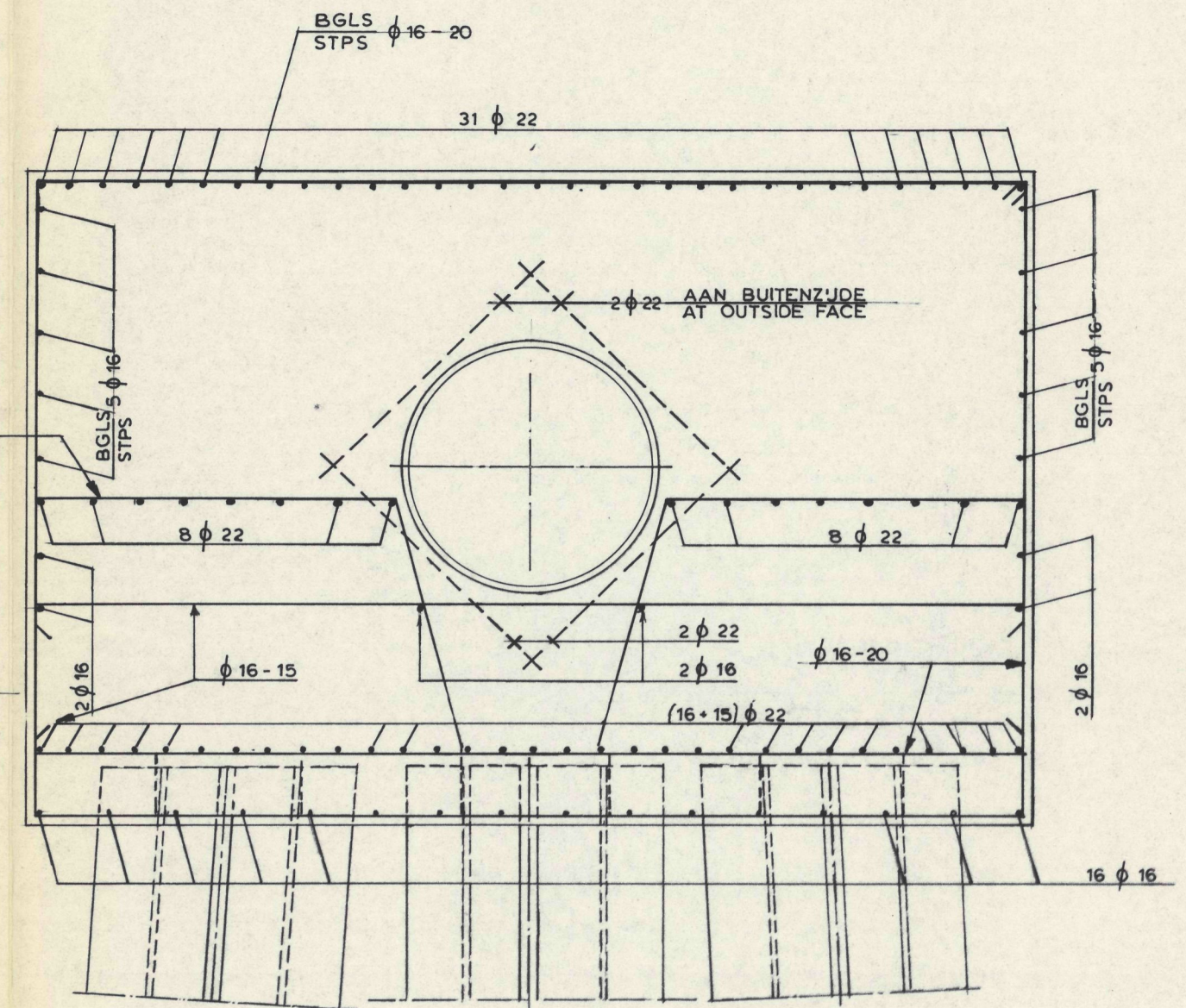


DOORSNEDE SECTION F-F

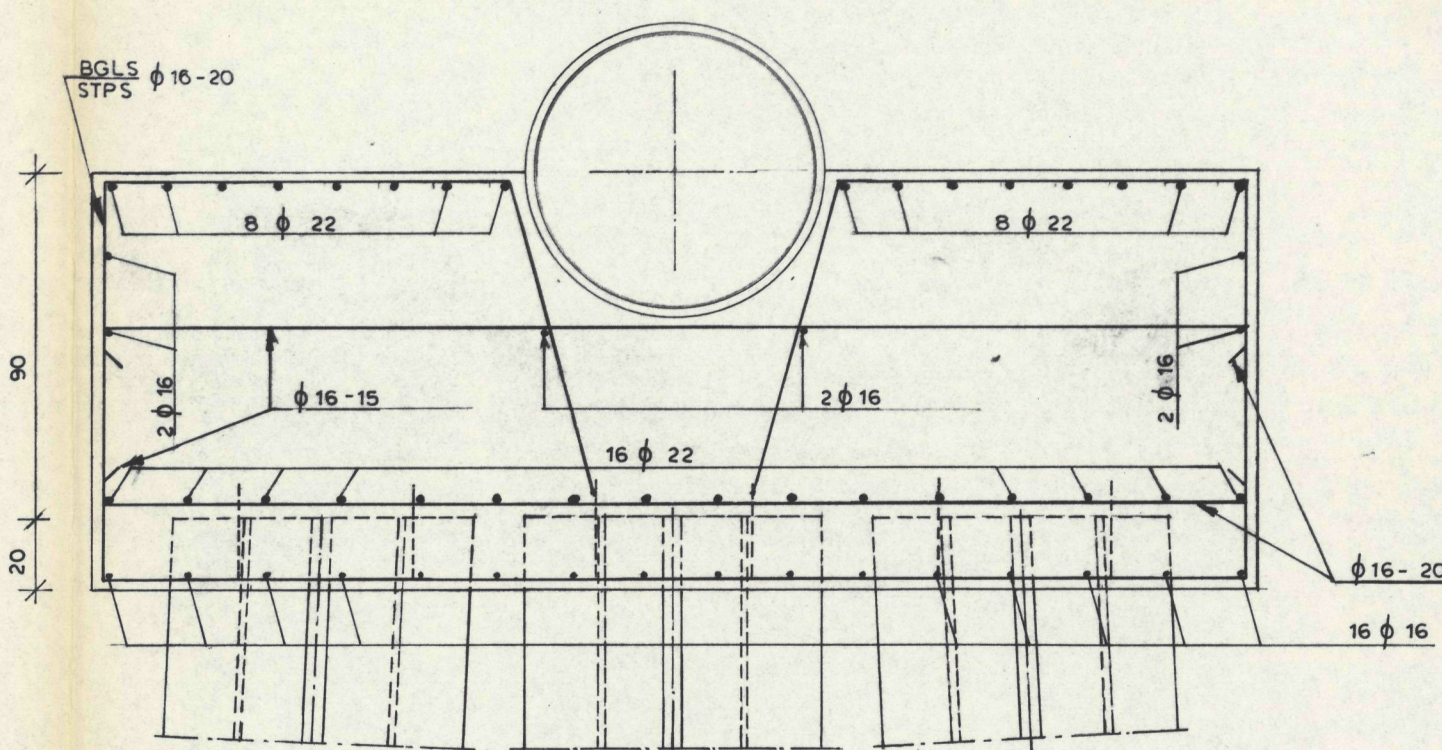
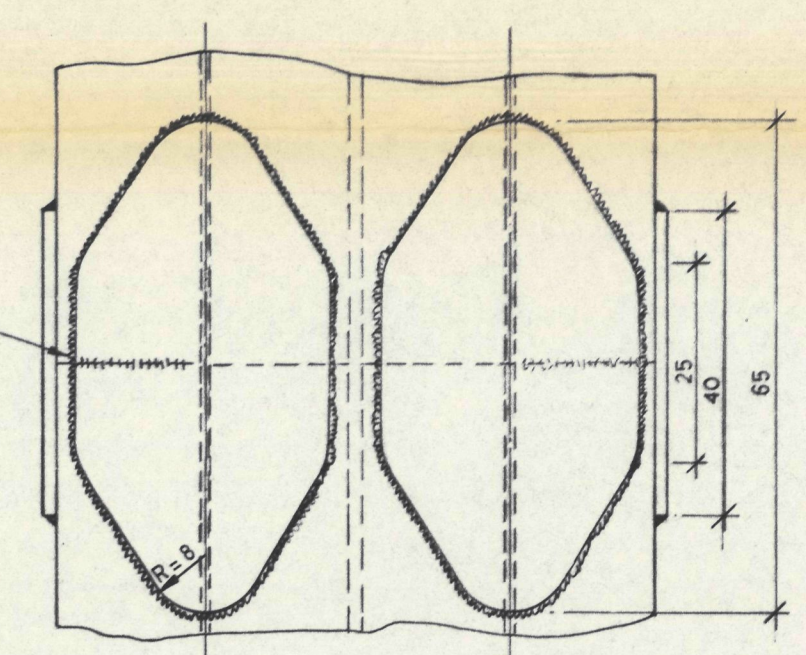
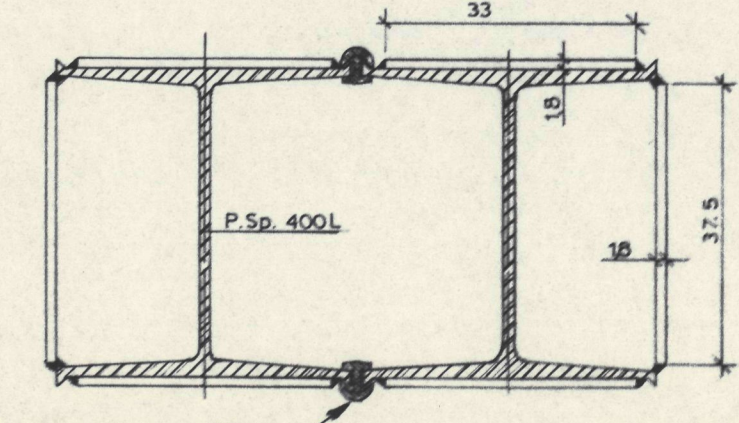
REFERENCE DRAWINGS	
RM-2214	ROUTE MAP
S-2214-33-5	WATERCROSSING DE GOUWE PLAN AND SECTION
S-2214-33-6	WATERCROSSING DE GOUWE SHEETPIILING
S-2214-33-7	WATERCROSSING DE GOUWE PALLETFLOOR KATWUKSIDE
S-2214-33-8	WATERCROSSING DE GOUWE PIPE SADDLES
S-2214-33-9	WATERCROSSING DE GOUWE PALLETFLOOR WOERDENSE
S-2214-33-10	WATERCROSSING DE GOUWE ROAD DETAILS
S-2214-33-11	WATERCROSSING DE GOUWE SUPPORT DETAILS
S-000-17	TYPICAL WATERCROSSING SUPPORT DETAILS SHEET 3
S-000-18	TYPICAL WATERCROSSING SUPPORT DETAILS SHEET 4

NOTE:
ALLE PALEN GESTAALSTRAALD AANGEBRACHT MET BESCHERMINGSLAAG EN MET ASFALT BITUMEN BESCHERMD ALLE BETON BESCHERMD MET COLTURIET (I.C.N)
ALL STEEL PILES ARE STEEL BLASTED, PRIMED AND ASPHALT BITUMEN COATED
ALL CONCRETE AT COATED WITH COLTURIET (I.C.N)

ALLE MATEN IN CM.
ALL DIMENSIONS IN CM



DOORSNEDE SECTION B-B



DOORSNEDE SECTION C-C

Uitsluitend ter informatie

BETON CONCRETE 350 kg CEMENT/m³
WAPENINGSSTAAL REINFORCEMENT QR 24
BETONDEKKING CONCRETE COVER MIN. 3cm

AS BUILT

0-6 1987 AS BUILT		J.B.		B		A		B	
No.	DATE	REVISIONS		BY	CHK	DFT.	ENGR	SUPV.	ENGR
SCALE 1:50 1:20		DESIGNED			DRAWN A.V.A.				
BECHTEL INTERNATIONAL COMPANY									
N.V. NEDERLANDSE GASUNIE									
30" NATURAL GAS PIPELINE									
WATERCROSSING „DE GOUWE“									
ANCHORS									
CONSULTING ENGINEERS BISH & PARTNERS NV. THE HAGUE		JOB NO. 4385.9		DRAWING NO. Q-2214-33-1				REV. 0	

