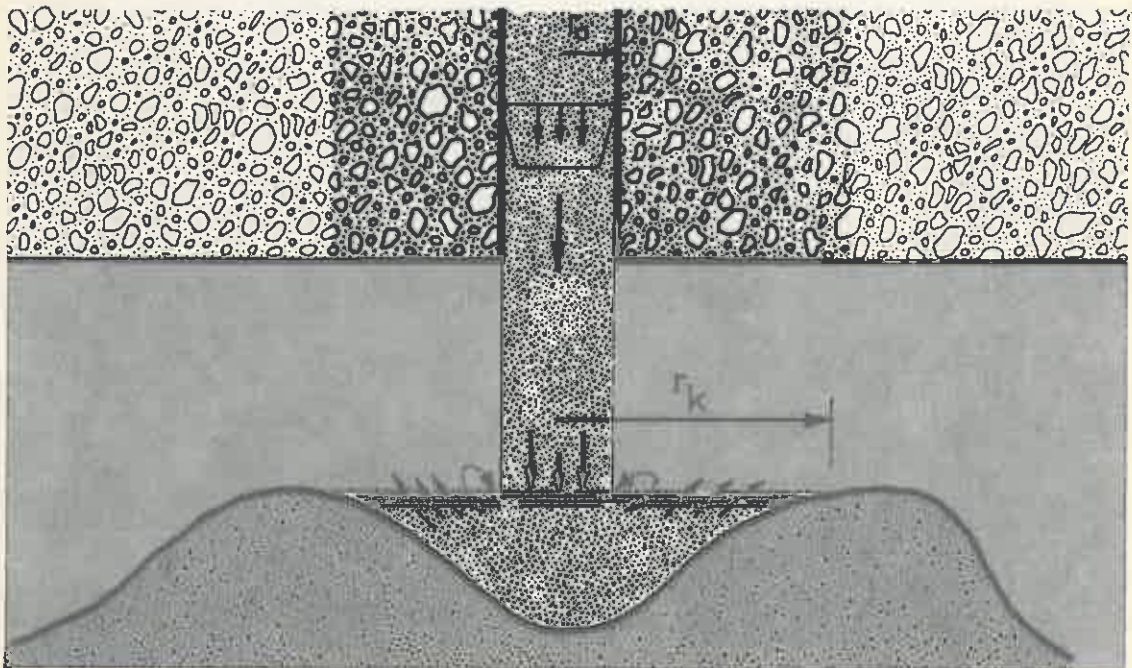


VLAKETUNNEL

HET ONDERSTROMEN

DER TUNNELELEMENTEN



28 OKT. 1974

Rev. B: Oktober 1974
Rev. A: Oktober 1974

**kombinatie
Vlake**

amsterdamsche ballast beton- en waterbouw nv
amsterdam

hollandsche beton maatschappij nv rijswijk [zh]

| | |
|--------------|--------|
| ABBW | W2555 |
| HBM | W2230 |
| dat. 14.6.74 | par. 5 |

INHOUD

- Algemeen
- Berekeningen
- Omschrijving materieel
- Draaiboek onderstromen T.E. 2
- Blokschemá meet- en regelinstallatie

GEBRUIKTE NOTATIES

| | |
|-------|---|
| Qm | = mengsel debiet $m^3/sec.$ = concentratie t/m^3 |
| rk | = straal van de krater (m) |
| ro | = straal van de uitstroomopening (m) |
| r max | = straal van de onderstroomcirkel (m) |
| v | = snelheid (m/sec) |
| vo | = beginsnelheid (m/sec) |
| vkrit | = kritische snelheid (m/sec) |
| F | = doorsnede (m^2) |
| H | = waterspanning (mWK) |
| btot | = totale breedte der riviertjes (m) |
| do | = diameter van de uitstroomopening (m) |
| d | = laagdikte (m) |
| h | = hoogte van de aan te brengen zandlaag |

Werk : Vlaketunnel
Onderdeel : Onderstromen

W 2555

Datum :

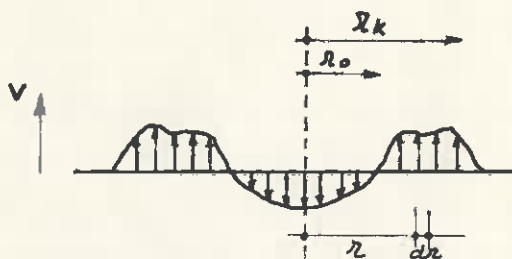
$$\frac{2\pi r dv}{F} = Q_m + Q_w \quad (1)$$

$$\text{of } v = \frac{Q_m + Q_w}{2\pi r d} \quad (2)$$

$$v_0 = \frac{Q_m}{\frac{1}{4}\pi D_0^2} \quad (3)$$

Door de wrijving langs de bodem neemt de snelheid steeds verder af, zodat het zand op een bepaald ogenblik sedimenteert. Hierdoor ontstaat een wal. De grovere delen zullen eerst blijven liggen, daarna de fijnere en tenslotte de allerfijnste. Zodra de wal gevormd is, wordt de snelheid van de laag bij nadering van de wal nog lager en groeit de wal snel naar binnen toe aan.

Binnen de wal ontstaat na enige tijd een ingesloten ruimte, waarin het instromende mengsel turbulente bewegingen in stand houdt. Nadat de wal gevormd is en maximaal naar binnen is aangegroeid, zal de sedimentatie voornamelijk aan de buitenzijde plaatsvinden. Zolang de wal de onderzijde van het element niet raakt, bestaat er geen enkele voorkeursrichting voor de uit het toevoerpunt komende mengselstroom. De snelheid in de krater kan dan als volgt worden uitgebeeld. De figuur is rotatiesymmetrisch.



Het debiet wat naar beneden stroomt is gelijk aan het debiet dat naar boven beweegt, bij benadering.

$$\int_{r_0}^{r_k} 2\pi r v dr = Q_m \quad (4)$$

Bij een zekere kritische waarde van de omhoog gerichte snelheid zal het zand juist op de binnenkant van de krater blijven liggen. Er zal een gemiddelde v_{krit} zijn waarbij evenwicht is.

De oplossing van formule (4) wordt dan

$$v_{\text{krit}} \times (r_0^2 - r_k^2) \cdot \pi = Q_m \quad (5)$$

Uit de formule blijkt, dat r_k min of meer evenredig is met $\sqrt{Q_m}$. Uit proeven is gebleken dat de straal minder sterk toeneemt dan de wortel uit het debiet. Voor Zeeuws zand (met $d_{50} \rightarrow 150\mu$ en 200μ) wordt de formule voor r_k

$$r_k = r_0 + 2,75 \sqrt{Q_m} \quad (6)$$

waarin Q_m in $m^3/sec.$

1.2 Het rondwentelende zandriviertje

Wanneer de zandwal de bodem van het element gaat raken, treedt er een ander proces van verzanding op dan bij het begin. Aanvankelijk kan het mengsel overal heen, maar wanneer de zandwal de bodem van het element raakt, zal het mengsel zich een weg moeten zoeken. Er ontstaat dan een zogenaamd zandriviertje over de zandwal langs de bodem van het element, waarin de snelheid ongeveer constant is (snelheid tussen sedimentatie en erosie).

Het riviertje heeft dezelfde transportconcentratie als die van het toegevoerde mengsel, (binnen de wal is immers alles al opgevuld) en bij het verlaten van het aanrakingsvlak, (waar de doorsnede weer groter wordt) zal afzetting van zand op het buitentalud van de wal plaatsvinden.

Kenmerken van dit riviertje zijn

- a. over de volle lengte ongeveer dezelfde breedte;
- b. de breedte van één riviertje is gelijk aan de kraterdiameter;
- c. bij grotere debieten kunnen meerdere riviertjes ontstaan. De totale breedte van deze riviertjes is voor Zeeuws zand:

$$b_{tot} = 29 Q_m^{0,84} \quad (7)$$

Q_m in $m^3/sec.$

$$b \times \bar{v} \times d = Q_m \quad (8)$$

Het riviertje zoekt steeds de kortste weg vanuit het toevoerpunt naar de vrije ruimte en vult al rondwentelend de ruimte van het toevoerpunt uit op.

1.3 De optredende waterspanningen

Zodra de cirkelvormige wal de bodem van het element gaat raken en het riviertje ontstaat zal de druk in het toevoerpunt stijgen omdat de wrijving in het riviertje moet worden overwonnen.

Doordat het riviertje in lengterichting nagenoeg dezelfde breedte heeft, zal het drukverval in de richting van de stroming constant zijn (zie fig. (1) pag. 6).

Het drukverval in het riviertje hangt af van:

- de snelheid, samengesteld uit de watersnelheid boven de laag stromend zand en de snelheid van het zand;
- de concentratie;
- de zandsort;
- de afmeting in dwarsdoorsnede van het riviertje;
- de wrijvingscoëfficiënt in het riviertje.

In het riviertje is het verhang constant. Naast het riviertje volgt de waterstroming de wet van Darcy:

$$v = k \times i \quad (9)$$

In de grenslaag tussen het element en het vaste zand, treedt een stroming op die lager is dan in het riviertje. Vanuit het toevoerpunt gerekend daalt de waterspanning en zal deze voldoen aan de formule: (zie fig. (1) pag.6)

$$v_g = -k_g \frac{dH}{dr} \quad (10)$$

$$Q_g = 2\pi r \, dg \, v_g \quad (11)$$

$$v_g = \frac{Q_g}{2\pi r \, dg} \quad (12)$$

(12) invullen in (10) levert:

$$\frac{Q_g}{2\pi r \, dg} = -k_g \frac{dH}{dr} \quad (13) \quad \frac{dH}{dr} = \frac{-Q_g}{2\pi r \, dg \, k_g} \quad (14)$$

integratie: $H(r) = \frac{-Q_g}{2\pi \, dg \, k_g} \ln r + C \quad (15)$

1e randvoorwaarde: $H = \Delta H$ bij $r = r_k$

$$\Delta H = \frac{-Q_g}{2\pi \, dg \, k_g} \ln r_k + C$$

$$C = \Delta H + \frac{Q_g}{2\pi \, dg \, k_g} \ln r_k \quad (16)$$

invullen in (16)

$$H(r) = \Delta H + \frac{Q_g}{2\pi \, dg \, k_g} \ln \frac{r_k}{r} \quad (17)$$

2e randvoorwaarde: $H = 0$ bij $r = r_{\max}$.

$$0 = \Delta H + \frac{Q_g}{2\pi \, dg \, k_g} \ln \frac{r_k}{r_{\max}} \quad (18)$$

$$Q_g = \frac{2\pi \, k_g \, dg \, \Delta H}{\ln \frac{r_k}{r_{\max}}} \quad (19)$$

invullen in (17) levert:

$$Hr = \Delta H \left(1 + \frac{\ln \frac{rk}{r}}{\ln \frac{r_{max}}{rk}} \right) \quad (20)$$

Voor het Zeeuwse zand is voor ΔH de volgende betrekking gevonden:

$$\Delta H = 0,023 \times r_{max} \times \left\{ 1 + 21,5 (\gamma - 1) \right\} \quad (21)$$

ΔH in MWK (meters waterkolom)

W 2555
Blad nr.: 5

Datum : 3-8-1972

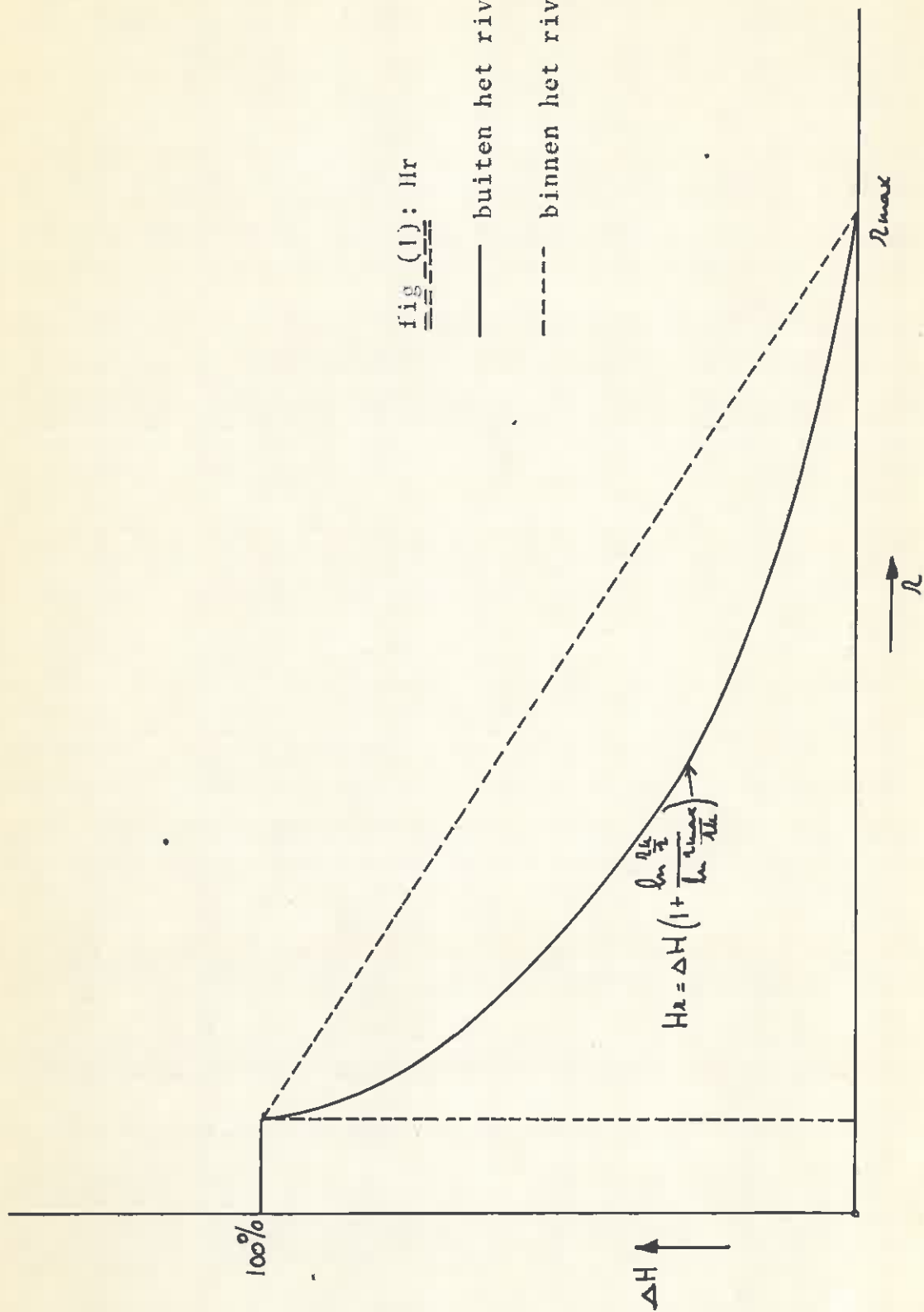


fig (1): Hr

— buiten het riviertje

----- binnen het riviertje

1.4 De opwaartse krachten

De totale opwaartse kracht die ontstaat bij het onderstromen is de inhoud van de krater die ontstaat wanneer we (fig (1) pag. 6) roteren.

$$\epsilon K = K_k + K_r + K_{ws}$$

K_k = opwaartse kracht in de krater

K_r = opwaartse kracht in de riviertjes

K_{ws} = opwaartse kracht door de waterspanningen.

$$K_k = \Delta H \times \pi \times r_k^2 \quad (20)$$

waarin

$$r_k = r_0 + 2,75 \sqrt{Q_m}$$

$$K_r = \frac{1}{2} \times \Delta H \times b \times L_{\max} \quad (21)$$

$$L_{\max} = r_{\max}$$

$$b = 29 Q_m^{0,84}$$

$$K_r = \frac{1}{2} \times \Delta H \times b \times r_{\max} \quad (22)$$

$$K_{ws} = \int_{r_k}^{r_{\max}} \Delta H \left[1 + \frac{\ln \frac{r_k}{r}}{\ln \frac{r_{\max}}{r_k}} \right] 2\pi r dr \quad (23)$$

$$\text{of: } K_{ws} = \frac{2\pi\Delta H}{\ln \frac{r_{\max}}{r_k}} r_k \int_{r_k}^{r_{\max}} r \times \ln \frac{r_{\max}}{r} \times dr \quad (24)$$

$$\int_{r_k}^{r_{\max}} r \ln \frac{r_{\max}}{r} dr =$$

$$= \int_{r_k}^{r_{\max}} r \ln r_{\max} \times dr - \int_{r_k}^{r_{\max}} r \ln r \times dr$$

$$= \ln r_{\max} \times \frac{1}{2} (r_{\max}^2 - r_k^2) - \left[\frac{r_{\max}^2}{2} (\ln r_{\max} - \frac{1}{2}) + \frac{r_k^2}{2} (\ln r_k - \frac{1}{2}) \right]$$

$$\text{of: } K_{ws} = \frac{2\pi\Delta H}{\ln \frac{r_{\max}}{r_k}} \left[\ln r_{\max} \times \frac{1}{2} (r_{\max}^2 - r_k^2) + \right.$$

$$- \left\{ \frac{r \max^2}{r} (\ln r \max - \frac{1}{2}) - \frac{rk^2}{r} (\ln rk - \frac{1}{2}) \right\} \quad (25)$$

$$K_{tot} = K_k + K_r + K_{ws}.$$

In feite is in bovenstaande formules K_k te groot omdat een gedeelte van deze inhoud reeds in de formule voor K_{ws} zit. Houdt men hier geen rekening mee, dan zit men aan de veilige kant.

W 2555
Blad nr.: 8

Datum : 3-8-1972

Onderhoornse Vlakte tunnel Berekening

10. Gegevens: Capaciteit pomp $\psi = 500 \text{ m}^3/\text{u} = 0.083 \text{ m}^3/\text{sec}$
Stalen perspijp $\phi 210 - 5$ en $\phi 192 - 2.5$
Stalen onderhoornpunt $\phi 223^9 - 4.0$
Staal sedimentatie wal 12 m
Concentratie zand-watermengsel $\rho = 1.15 \text{ t/m}^3$

1.1. Berekening

| | | | |
|------------------------------|------------------|---|--|
| Snellheid in stalen perspijp | $\phi 192 - 2.5$ | $F = \frac{\pi}{4} \cdot 0.192^2 = 2.94 \text{ cm}^2$ | $v = \frac{\psi}{F} = \frac{0.083}{0.0294} = 2.82 \text{ m/s}$ |
| | $\phi 210 - 5$ | $F = \frac{\pi}{4} \cdot 0.21^2 = 3.46 \text{ cm}^2$ | $v = \frac{0.083}{0.0346} = 2.37 \text{ m/s}$ |
| Snellheid in onderhoornpunt | $\phi 223^9$ | $F = \frac{\pi}{4} \cdot 0.223^2 = 3.91 \text{ cm}^2$ | $v = \frac{0.083}{0.0391} = 2.12 \text{ m/s}$ |

Vereiste minimale snellheid in de persleiding op dat het zand niet bezinkt

$$v_{\text{minimaal}} = 2.1 \text{ m/s}$$

$$\text{Staal knoter } z_k = z_0 + 2.75 \sqrt{\psi} = 0.31 + 2.75 \sqrt{0.083} = 1.10 \text{ m}$$

$$\text{Totale breedte der rivierpijpen } b = 2g \psi^{0.84} = 2g \cdot 0.083^{0.84} = 3.58 \text{ m}$$

$$\text{Aantal rivierpijpen} = \frac{\text{breedte der rivierpijpen}}{\text{diameter knoter}} = \frac{3.58}{2.20} = 1.63 \rightarrow \text{Er zullen 1 of 2 rivierpijpen ontstaan}$$

1.2. De opechtende water spanningen

$$\Delta H = 0.083 \cdot 2_{\text{max}} \cdot \{1 + 21.5 + 1.15 - 1\}$$
$$= 0.083 \cdot 12 \cdot \{1 + 21.5 + (1.15 - 1)\} = 1.17 \text{ meter water kolom (= mwk)}$$

1.3. Opwaartse kracht door sedimentaire wal

$$K = K_{\text{krater}} + K_{\text{wvri}} + K_{\text{waterspanning wal}}$$

$$K_{\text{krater}} = \Delta H \cdot \pi \cdot r_k^2 = 1,17 \cdot \pi \cdot 1,10^2 = 5 \text{ ton}$$

$$K_{\text{wvri}} = \frac{1}{2} \Delta H \cdot b \cdot r_{\text{max}} = \frac{1}{2} \cdot 1,17 \cdot 3,58 \cdot 12 = 25 \text{ ton}$$

$$K_{\text{ws}} = \frac{2\pi\Delta H}{\ln^2 \frac{r_{\text{max}}}{r_k}} \left[\ln r_{\text{max}} + \frac{1}{2} (r_{\text{max}}^2 - r_k^2) - \left\{ \frac{r_{\text{max}}^2}{2} (\ln r_{\text{max}} - \frac{1}{2}) - \frac{r_k^2}{2} (\ln r_k - \frac{1}{2}) \right\} \right]$$

$$= \frac{2 \cdot \pi \cdot 1,17}{\ln^2 \frac{12}{1,10}} \left[\ln 12 + \frac{1}{2} (12^2 - 1,1^2) - \left\{ \frac{12^2}{2} (\ln 12 - 0,5) - \frac{1,1^2}{2} (\ln 1,1 - 0,5) \right\} \right]$$

$$= 3,08 \cdot [2,48 + 71,4 - (142,9 + 0,25)] = 105 \text{ ton}$$

Totale opwaartse kracht $K = 5 + 25 + 105 = 135 \text{ ton}$

Waterdruk in perkestering

druk = pompdruk + waterhoogte ver. bel + waterdruk

$$= 18 + 18 + 15 = 61 \text{ mwk}$$

1.4 Variatie in concentratie zand-watermengsel

Stel $\gamma = 1,2$

$$\Delta H = 0,023 \cdot r_{\text{max}} \cdot \left\{ 1 + 2,5 \cdot (\gamma - 1) \right\}$$

$$= 0,023 \cdot 12 \cdot \left\{ 1 + 2,5 \cdot (1,2 - 1) \right\} = 1,46 \text{ mwk}$$

Opwaartse kracht

$$K_{\text{krater}} = \frac{1,46}{1,17} \cdot 5 = 6 \text{ ton}$$

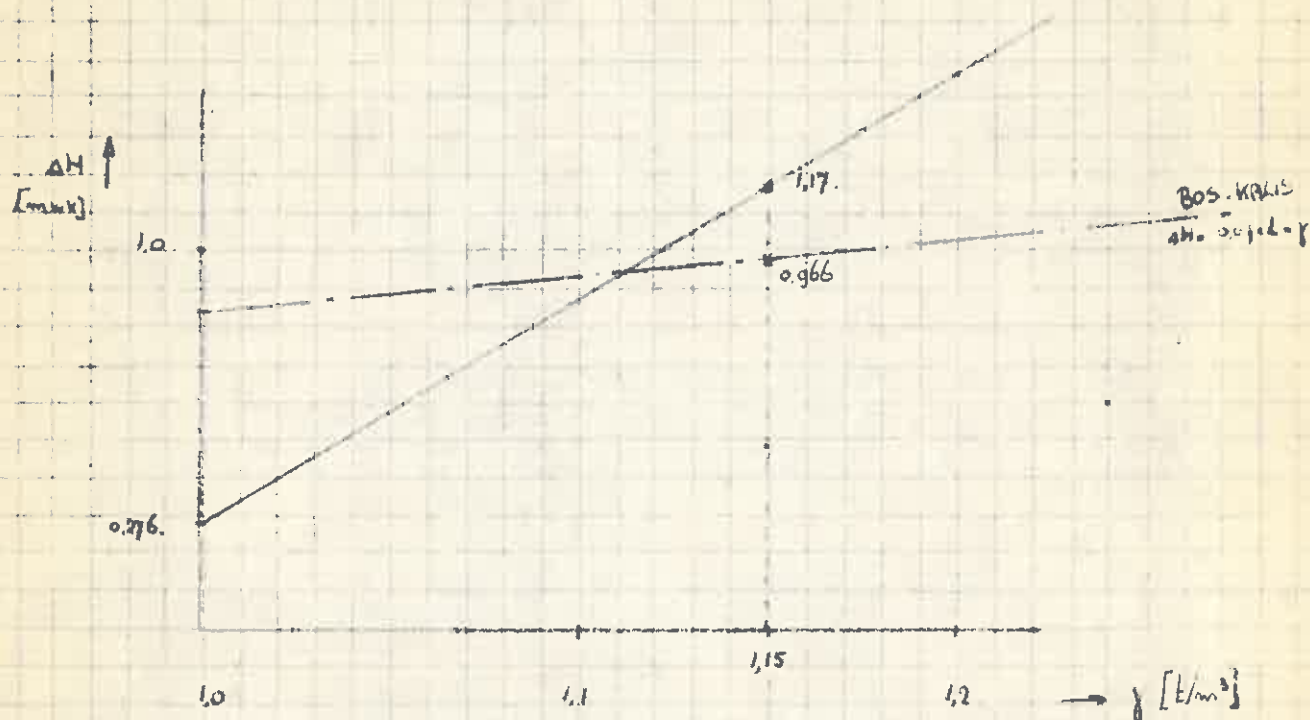
$$K_{\text{wvri}} = \frac{1,46}{1,17} \cdot 25 = 31 \text{ ton}$$

$$K_{\text{ws}} = \frac{1,46}{1,17} \cdot 105 = 131 \text{ ton}$$

Totaal 168 ton.

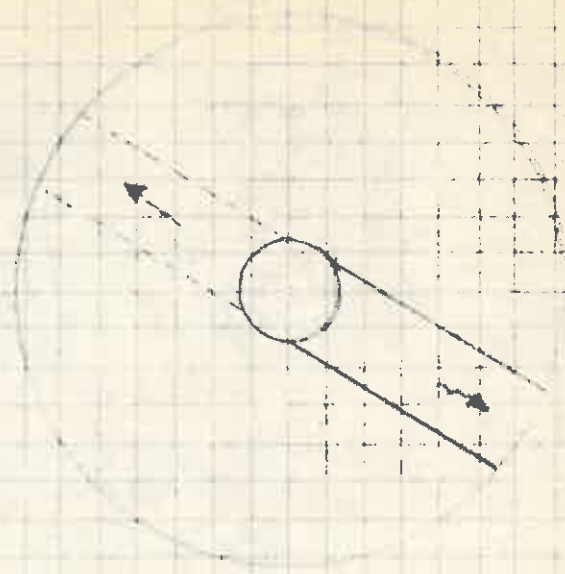
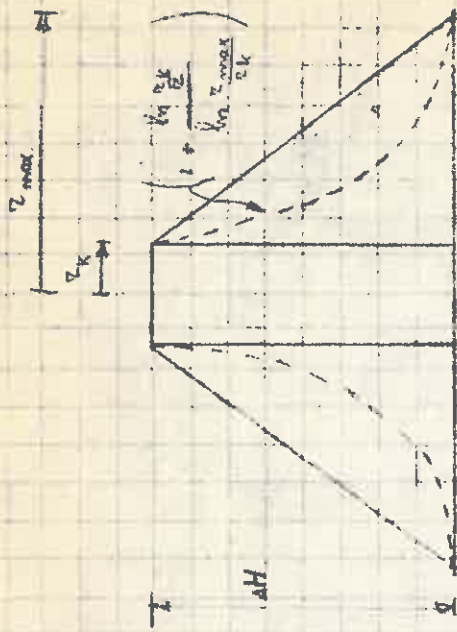
Opheffende waterspanning.

$$\Delta H = f \cdot L \cdot \gamma = 0,07 \cdot 12 \cdot 1,15 = 0,966 \text{ mWK.}$$

Gebruikt zand $d_{50} = 200 \mu$.

Conclusie: Bij de toe te passen concentratie van $\gamma = 1,15$ verschillen de beide berechningsmethoden niet zo erg veel.

1.6 Nauwkeurige berekening opwaartse kracht



$$K_{\text{throt}} = AH \cdot v \cdot z_k^2 = 1,17 \cdot \pi \cdot 1,1^2 = 5 \text{ ton}$$

$$K_{\text{noz}} = \frac{1}{2} AH \cdot b \cdot (1,2 \cdot z_k) = \frac{1}{2} \cdot 1,17 \cdot 3,58 \cdot (1,2 \cdot 1,1) = 25 \text{ ton}$$

$$K_{\text{we}} = H_z \cdot (O_z - b)$$

$$H_z = \Delta H \left(1 + \frac{K_{\text{throt}}}{K_{\text{noz}}} \right) = 1,17 \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{throt}}}{K_{\text{noz}}} \right)$$

| z | O _z - b | H _z | K _{we} |
|------|--------------------|----------------|-----------------|
| 1,5 | 2,7 | 1,02 | 2,8 |
| 2,5 | 12,1 | 0,77 | 9,3 |
| 3,5 | 18,4 | 0,60 | 11,0 |
| 4,5 | 24,7 | 0,48 | 11,9 |
| 5,5 | 31,0 | 0,38 | 11,8 |
| 6,5 | 37,2 | 0,30 | 11,2 |
| 7,5 | 43,5 | 0,23 | 10,0 |
| 8,5 | 49,8 | 0,17 | 8,5 |
| 9,5 | 56,1 | 0,11 | 6,2 |
| 10,5 | 62,4 | 0,07 | 4,4 |
| 11,5 | 68,6 | 0,02 | 1,4 |
| | | | <u>88,5</u> |

Totale opwaartse kracht K = 5 + 25 + 88,5 = 118,5 ton

Onderstroomen Vlake tunnel



Reken schema:



- | | | | | | |
|-------|---------|------------------|-----------------|--|-------------------------------------|
| R_1 | = vert | kracht in wigge: | | | |
| R_2 | = vert | kracht in vijzel | TE 2 | | L.g.v. opwaartse kracht onderstroom |
| R_3 | = vert | kracht op taak | T.E. 1 . T.E. 2 | | " |
| R_4 | = vert. | kracht in vijzel | TE 1 | | " |

Bepalen doorsnede vijzel (veer)

Stel bij ontlasting vijzels met 100 ton dat grond 0,1 cm elastisch omhoog komt

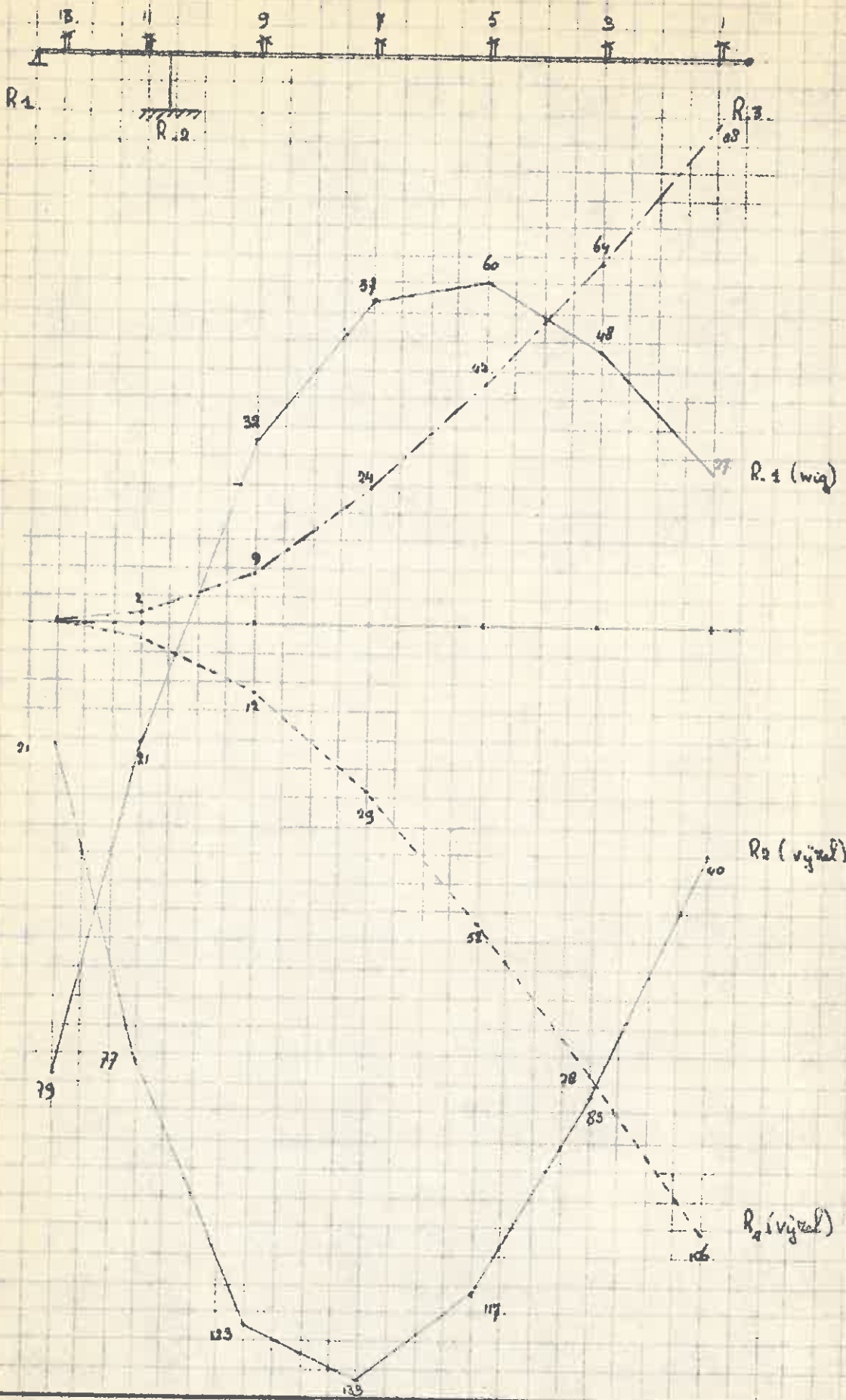
$$\delta = \frac{P \cdot l}{E \cdot A} \rightarrow A = \frac{P \cdot l}{\delta \cdot E} = \frac{100000 \cdot 100}{0,1 \cdot 300000} = 330 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = E_{\text{grond}} = 300.000 \text{ N/cm}^2$$

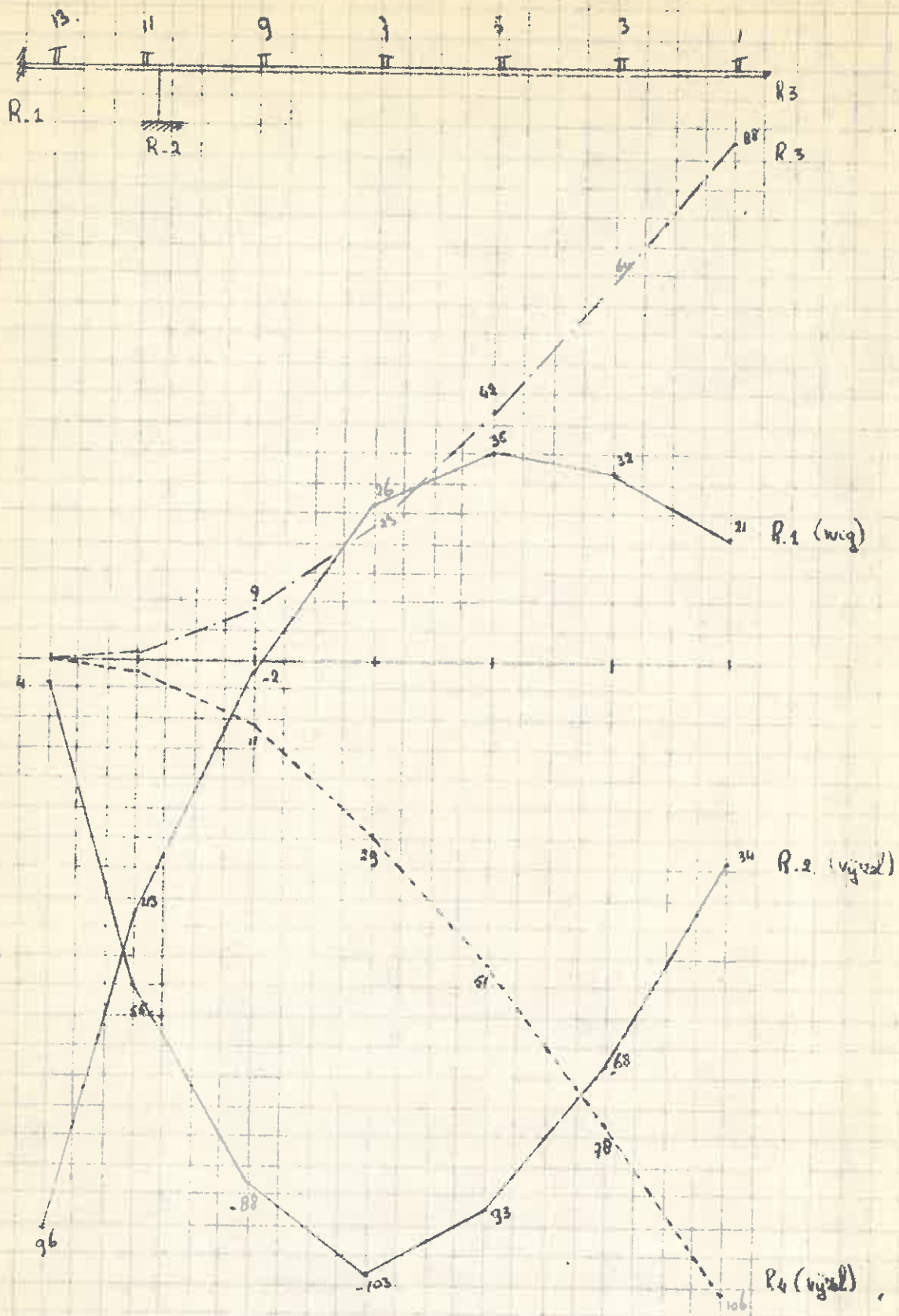
We voeren de volgende belasting gevallen in:

Opwaartse kracht van 100 ton verantwoord door het onderstroom.

De onderstroompunten 1, 3, 5, 7, 9, 11 en 13 zijn beschouwd (onderstroom punten in de oorspronk.).



In de vlijzen oplegkrachten - ordeningen.
 Stijve reer. wigje: scharvier $P = 100 \text{ ton} \rightarrow \delta = 1 \text{ mm}$.



Inklennung wiggle

lyte 1000

P. 100 ton \rightarrow $\delta = 1 \text{ mm}$

Onderstroomen T.F. 2

| onderschaan punt | gms diepte [cm]. | zand te onderschouwen | vermindering druk zijels | | minimale druk per zijel | AH max. | hoogte meetpunt ov. NAP |
|---------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|
| | | | T.F. 1 Noord + Zuid | T.F. 2 Noord + Zuid | | | |
| | [cm] | [m ³] | [ton] | [ton] | [ton] | [cm] | [m] |
| 1 | 90 | 600 | ≤ 180 | ≤ 60 | ≥ 100 | ≤ 150 | 14,28 |
| 2 | 95 | 490 | ≤ 180 | ≤ 100 | ≥ 100 | ≤ 165 | 14,15 |
| 3 | 95 | 400 | ≤ 180 | ≤ 150 | ≥ 100 | ≤ 180 | 13,98 |
| 4 | 85 | 360 | ≤ 180 | ≤ 200 | ≥ 100 | ≤ 180 | 13,77 |
| 5 | 80 | 340 | ≤ 180 | ≤ 260 | ≥ 100 | ≤ 180 | 13,52 |
| 6 | 70 | 295 | ≤ 180 | ≤ 260 | ≥ 100 | ≤ 180 | 13,23 |
| 7 | 60 | 250 | ≤ 180 | ≤ 260 | ≥ 100 | ≤ 180 | 12,91 |
| 8 | 55 | 230 | ≤ 180 | ≤ 250 | ≥ 100 | ≤ 180 | 12,59 |
| 9 | 65 | 270 | ≤ 180 | ≤ 240 | ≥ 100 | ≤ 180 | 12,14 |
| 10 | 105 | 420 | ≤ 180 | ≤ 220 | ≥ 100 | ≤ 180 | 11,69 |
| 11 | 150 | 600 | ≤ 180 | ≤ 200 | ≥ 100 | ≤ 180 | 11,24 |
| 12 | 120 | 490 | ≤ 180 | ≤ 140 | ≥ 100 | ≤ 180 | 10,79 |
| 13 | 85 | 190 | ≤ 180 | ≤ 75 | ≥ 100 | ≤ 180 | 10,57 |

Totale zand hoeveelheid T.F. 2 4935 m³

gemiddelde diepte zinkvoeg-tunnelbodem = $\frac{115,5}{13} = 8,9$ cm

hoogte meetpunt voor AH ligt 2⁰⁰ m boven onderzijde tunnelbodem.

Onderstromen van de Vlake tunnel

In de ruimte tussen de tunnelbodem en de zinksleuf van de tunnel dient zand te worden aangebracht. Deze zandlaag dient als fundering voor de tunnel.

Dit funderingszand wordt onder de tunnelbodem aangebracht, door een zand-watermengsel door de onderstroomopeningen in de tunnelbodem te persen.

Het zand bezinkt in de vorm van cirkelvormige sedimentatie-wallen op de bodem van de zinksleuf. Deze sedimentatie-wallen bouwen zich eerst op totdat ze de tunnelbodem raken. Hierna ontstaat in de sedimentatie-wallen een riviertje, welke zich eroderend een weg baant door de reeds gevormde sedimentatie-wal. Het zand zet zich nu op het buitentalud van de sedimentatie-wal af. Als de weerstand van het riviertje te groot wordt, ontstaat er een ander riviertje in de sedimentatie-wal, waarvan de weerstand kleiner is. De sedimentatie-wal breidt zich van het onderstroompunt centrisch uit en vult de gehele ruimte tussen de zinksleuf en de bodem van de tunnel. Bij de Vlake tunnel ontstaan er sedimentatie-wallen met een straal van ongeveer 12 m. Tijdens het onderstromen ontstaan er grote opwaartse krachten door het onderstroomde zand-watermengsel. Om te voorkomen, dat het tunnellement door deze opwaartse krachten gaat opdrijven, dienen de verticale vijzelkrachten nauwkeurig gemeten te worden.

Het funderingszand, wat gebruikt gaat worden, is Zeeuwse zand met een gemiddelde diameter van ongeveer 0,2 mm. Het zand wordt m.b.v. een elevator-bak aangevoerd. Om het zand uit deze elevator-bak in de juiste concentratie te krijgen, is er een bakken-zuiginstallatie ontworpen. Deze bakken-zuiginstallatie wordt op een ponton gemonteerd. Het ponton wordt in het kanaal in de as van de tunnel aan een landhoofd gemoeerd. De elevator-bak steert aan het ponton af. Op het ponton staat een kraan, waaraan het eind van de giek, vertikaal naar beneden een zuigmond hangt (zie tek. 1).

Deze zuigmond kan in het ruim van de elevator-bak worden neergelaten door de giek van de kraan te vieren.

Zuigmond

De zuigmond zorgt ervoor, dat het funderingszand, wat in de elevator-bak wordt aangevoerd, verpompt kan worden. De zuigmond heeft daarvoor de 3 volgende kanalen (zie fig. 2):

1. Spuitringkanaal
2. Mantelwaterkanaal
3. Zuigkanaal

Spuitringkanaal

Het spuitringkanaal bevindt zich aan de onderzijde van de zuigmond en is voorzien van spuitgaatjes van $\emptyset 5$ mm. Het water, wat uit deze gaatjes spuit, moet er voor zorgen, dat de buis in het funderingszand tot aan de bodem van de elevator-bak kan zakken en daarna dient het ervoor om het zand in de naaste omgeving van de zuigmond gefluïdiseerd te houden (drijfzand). Het debiet door het spuitringkanaal is met de hand in te stellen.

Het funderingszand, wat gebruikt gaat worden, is zeezand met een gemiddelde diameter van ongeveer 0,2 mm. Het zand wordt m.b.v. een elevator-bak aangevoerd. Om het zand uit deze elevator-bak in de juiste concentratie te krijgen, is er een bakken-zuiginstallatie ontworpen. Deze bakken-zuiginstallatie wordt op een ponton gemonteerd. Het ponton wordt in het kanaal in de as van de tunnel aan een landhoofd gemonteerd. De elevator-bak meet aan het ponton af. Op het ponton staat een kraan, waaraan het eind van de giek, vertikaal naar beneden een zuigmond hangt (zie tek. 1).

Deze zuigmond kan in het ruim van de elevator-bak worden neergelaten door de giek van de kraan te vieren.

Zuigmond

De zuigmond zorgt ervoor, dat het funderingszand, wat in de elevator-bak wordt aangevoerd, verpompt kan worden. De zuigmond heeft daarvoor de 3 volgende kanalen (zie fig. 2):

1. Spuitringkanaal
2. Mantelwaterkanaal
3. Zuigkanaal

Spuitringkanaal

Het spuitringkanaal bevindt zich aan de onderzijde van de zuigmond en is voorzien van spuitgaatjes van $\varnothing 5$ mm. Het water, wat uit deze gaatjes spuit, moet er voor zorgen, dat de buis in het funderingszand tot aan de bodem van de elevator-bak kan zakken en daarna dient het ervoor om het zand in de naaste omgeving van de zuigmond gefluïdiseerd te houden (drijfzand). Het debiet door het spuitringkanaal is met de hand in te stellen.

Mantelwaterkanaal en zuigkanaal

Door het mantelwaterkanaal wordt een bepaald debiet gepompt. Door het zuigkanaal, wat zich in het hart van het mantelwaterkanaal bevindt, wordt het zand-watermengsel opgezogen naar de zandpomp, die op het ponton staat.

In de persleiding, direkt achter de zandpomp, bevinden zich de concentratie- en snelheidsmeters. Elke willekeurige concentratie van het zand-watermengsel is nu te verkrijgen door de meetresultaten van de concentratie- en snelheidsmeters te koppelen aan het toerental van de waterpomp, die de toevoer in het mantelwaterkanaal regelt.

Door nu de maximale pompcapaciteit van de mantelwaterpomp te gebruiken, is het mogelijk zuiver water (concentratie 1,0) naar de zandpomp te zuigen, omdat het zand dan niet de mogelijkheid heeft tot de zuiguis te naderen. Door meer water door het mantelwaterkanaal te laten stromen kan de concentratie van het zand-watermengsel van 1,7 tot 1,0 verlaagd worden. Wens men een bepaalde concentratie te draaien, dan wordt deze ingesteld en door wisselwerking van de snelheids- en concentratiemeters enerzijds en het toerental van de waterpomp van het mantelwaterkanaal anderzijds blijft deze op de ingestelde waarde.

Door aan de snelheids- en concentratiemeters een produktieteller te verbinden is het mogelijk direkt af te lezen hoeveel zand er onderstroomd is.

Aan de onderzijde van de zuigmond bevindt zich een stalen korf met een maaswijdte van 40 mm en die ervoor dient, dat geen al te grote stenen in de leiding komen. Dit in verband met beschadiging van de zandpomp, verstopping van de leiding voor afsluiters in de persleiding en niet goed afsluiten van de balafsluiters in de onderstroompunten.

Pompen

De zandpomp heeft een maximale capaciteit van 300 m³ uur bij een pompdruk van 15 m waterkolom. Om een zo groot mogelijk rendement van de zandpomp te hebben, wordt deze pomp in het ruim van het ponton geplaatst, zodat de as van de pomp ongeveer op de waterlijn ligt. De zandpomp is echter niet zelf aanzuigend, daarom dient op het hoogste punt van de leiding een vacuüm-pomp te worden aangetracht, die de leiding vol met water zuigt. Hierna kan de zandpomp gestart worden. Het toerental van de zandpomp is tevens regelbaar.

De pompen van het mantelwater en het spuitringkanaal staan ook opgesteld in het ruim van het ponton. Het toerental is zoals reeds vermeld van het spuitringkanaal met de hand instelbaar en het toerental van de mantelwaterpomp is gekoppeld aan de concentratie- en snelheidsmeters.

De zuigmond wordt zo ver in het ruim van de elevator-bak neergelaten, dat de stalen korf van de zuigmond ongeveer 10 cm boven de onderkant van het ruim blijft. De zuigmond dient in verticale stand te worden gehouden. Een vijzel, aangebracht tussen de giek en een punt onder het draaipunt van de zuigmond, zorgt hiervoor.

Het zand, wat uit de elevator-bak wordt gezogen, wordt vervangen door water.

Een klokpomp zorgt er voor, dat de elevator-bak steeds met water gevuld blijft. Dit om de aanzuighoogte van de zandpomp zo klein mogelijk te houden.

Hierdoor wordt tevens het uit het water komen van de elevator-bak beperkt tot 1,50 m.

De elevator-bak dient tijdens het leegzuigen verhaalt te worden t.o.v. het ponton, want het zand stroomt niet in zijn geheel naar de zuigmond.

Metingen

Op het ponton is een bedieningsruimte geplaatst, waarin zich alle meetinstrumenten bevinden.

Allereerst worden de karakteristieken van de zandpomp weergegeven, te weten:

- vacuum zandpomp
- drukverschil zandpomp
- stroom zandpompmotor
- toeren zandpompmotor

Verder worden de volgende snelheden gemeten:

- snelheid zand-watermengsel
- snelheid mantelwater
- snelheid spuitringkanaal

Verder wordt het volgende gemeten:

- concentratie van het zand-watermengsel (varierend van 1,3 - 1,7)
- produktieteller van het onderstroomde zand
- druk bij het onderstroompunt
- druk bij de vijzel

Registratie van de gemeten waarden is mogelijk via een bandrecorder of datalogger.

Daar de snelheid in het spuitringkanaal gemeten wordt (deze snelheid is steeds constant) heeft ten doel te controleren, of het spuitringkanaal nog goed functioneert (b.v. niet verstopt is).

De persleiding

De persleiding wordt in staal uitgevoerd met een leiding \varnothing 200. De leiding gaat van het ponton naar de wal en wordt op de wal over de weg heengeleid. Om in de tunnelbuis te kunnen komen dient de leiding \pm 10 m vertikaal te zakken (zie tek. 1).

Omdat de kans op verstopping van de leiding in dit verticale stuk leiding niet uitgesloten wordt geacht, wordt aan de onderzijde van deze verticale leiding een tweede afsluiter gemonteerd.

Op het hoogste punt van de persleiding wordt een snavel gemonteerd, om te voorkomen, dat er onderdruk in leiding zal kunnen optreden.

De persleiding wordt in de tunnelbuis op houten ondersteuningën gesteld.

De onderstroomeenheid

De toegepaste onderstroomeenheid in elke tunnelbuis wordt op 3 achtereenvolgende gelegen onderstroompunten gemonteerd (zie fig. 4).

Op de stalen ingestorte buis van het onderstroompunt wordt een recht passtuk gemonteerd, waaraan zich twee aansluitpunten bevinden. Een aansluiting voor een drukmeter en een aansluiting voor een waterslang.

Op het passtuk wordt een T-stuk geplaatst. Tussen het passtuk en T-stuk wordt nog een afsluiter geplaatst.

Aan de toestroomzijde van het T-stuk wordt een rubberen buis gemonteerd om kleine verschillen in de lengterichting te kunnen opvangen. Aan de andere zijde van het T-stuk wordt een afsluiter geplaatst.

ONDERSTROMEN

onderstroomleiding

kraan

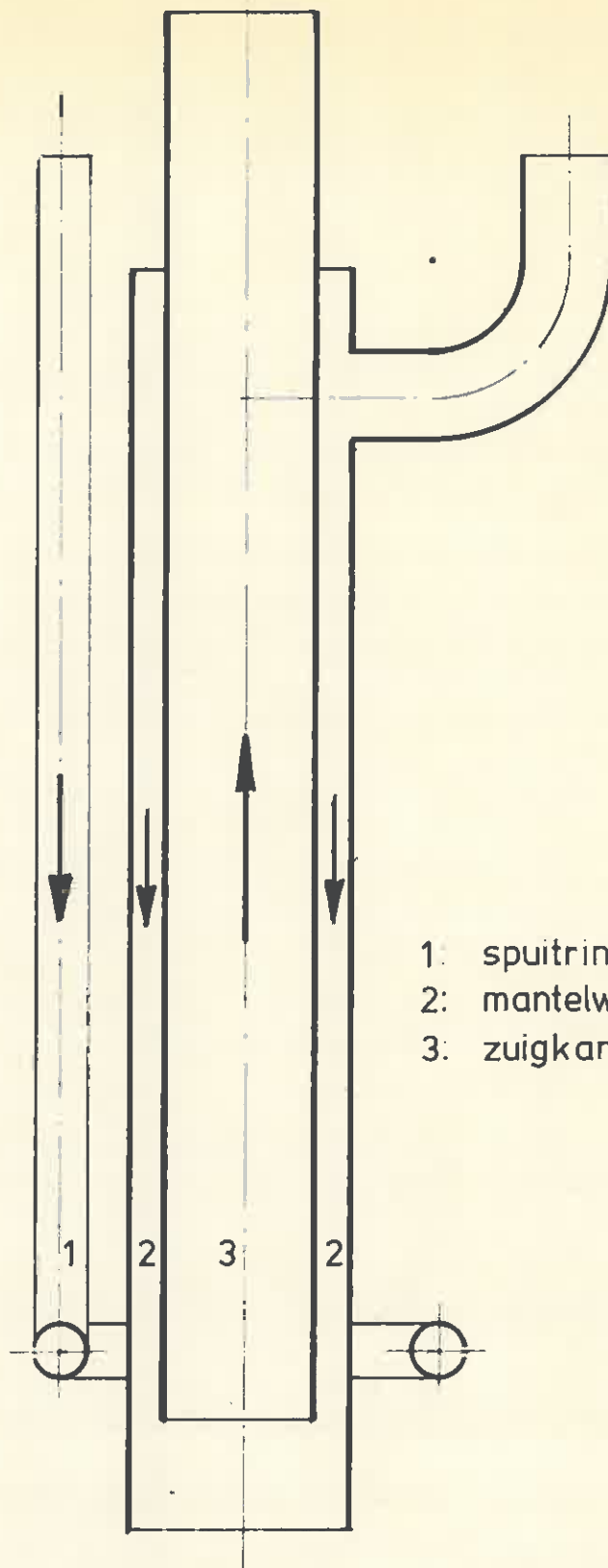
zuiglans →

ponton

LANDHOOFD OOST

onderstroomopening

fig. 1



- 1: spuitringwaterkanaal
- 2: mantelwaterkanaal
- 3: zuigkanaal

ZUIGLANS

fig. 2

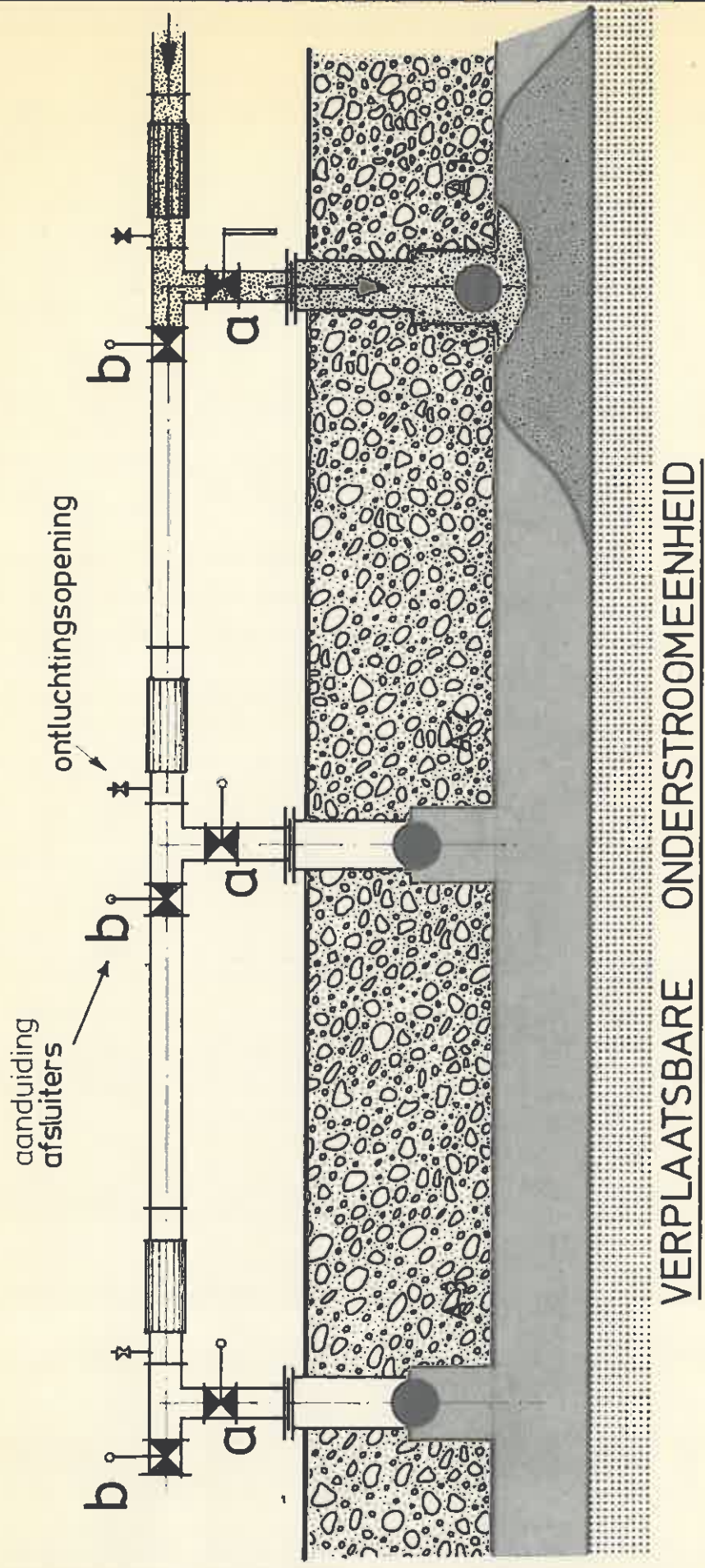
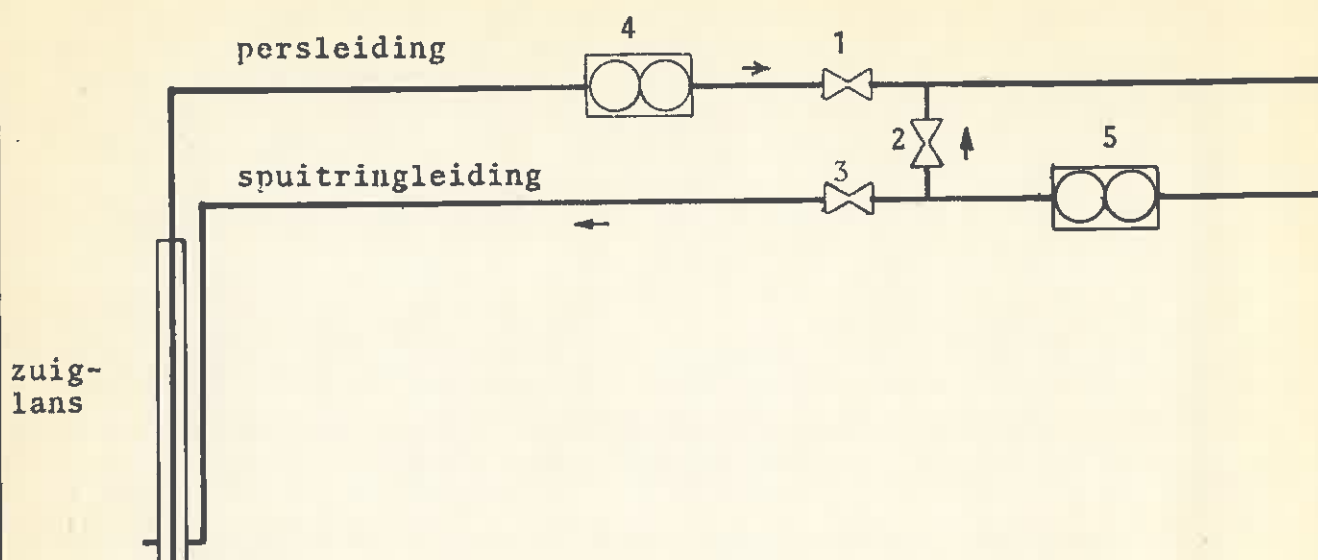


fig. 5



schema afsluiters op ponton t.b.v vullen persleiding

1. afsluiter zandpomp
2. afsluiter opvulleiding
3. afsluiter spuitringpomp
4. zandpomp
5. spuitringpomp

fig.7

Opvullen persleiding met water

afsluiter 1a, 3a, 5a en 5b dicht;
afsluiter 1b en open;
afsluiter 2a, 4a, 6a en 6b dicht;
afsluiter 2b en 4b open;
afsluiter noord- en zuidbuis open;
ontluchtingskranen 1, 3, 5, 2, 4, en 6 open;
drukmeetpunt op 1 en 2.

afsluiter zandpompkanaal dicht;
afsluiter spuitringkanaal dicht;
afsluiter opvulkanaal open.

met de spuitringwaterpomp de persleiding volzetten met water;
ontluchtingskranen 1, 3, 5, 2, 4, en 6 dicht indien er water uit spuit;
afsluiter opvulkanaal dicht indien persleiding vol met water;
afsluiter spuitringkanaal open.

Zuigmond in elevator laten zakken

klokpompen aanzetten in de elevatorbak (capaciteit 300 m³/h);
mantelwaterpomp volaan bijzetten;
zuigmond langzaam in elevatorbak laten zakken;
indien de zuigmond op juiste hoogte, dan vacuumpomp aanzetten, om zuigmond op te vullen met water.

Onderstromen punt 1

afsluiter zuidbuis dicht;
afsluiter 1b en 3b dicht;
afsluiter zandpomp open;
afsluiter 1a open (de persleiding gaat hevelen);
zandpomp bijzetten;
concentratie zand-water mengsel instellen m.b.v.
mantelwatertoevoer;
afsluiter 3a open;
controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)
concentratie zand-water
mengsel
produktieteller
 ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Klaar onderstromen punt 1

afsluiter 1b langzaam open;
afsluiter 1a dicht;
concentratie zand-water mengsel verminderen en dan
water draaien tot de leiding schoon is (geschatte duur
 ± 5 min.);
afsluiter 2b en 4b dicht.

Onderstromen punt 2

stand afsluiters dicht 2a, 2b, 4a, 4b, 6a, 6b
open -
drukmeetpunt op 2.
afsluiter zuidbuis langzaam open;
afsluiter 2a open;
afsluiter 3a dicht;
afsluiter noordbuis dicht;
de gewenste concentratie van het zand-water mengsel
instellen;
afsluiter 4a open;
controle in bedieningsruimte; drukvizels (4x)
concentratie zand-water
mengsel
produktieteller
 ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Klaar onderstromen punt 2

afsluiter 2b langzaam open;
afsluiter 2a dicht;
concentratie zand water mengsel verminderen en dan
water draaien tot de leiding schoon is (geschatte duur
 ± 5 min.).'

Napersen punt 1

stand afsluiters dicht 1a, 3a, 3b, 5a, 5b
open 1b

drukmeetpunt op 1.

afsluiter noordbuis langzaam open;
ontluchtungskranen 1,3 open en dicht;

afsluiter 3a open;

afsluiter 4a dicht;

afsluiter zuidbuis dicht;

afsluiter 1a open;

afsluiter 1b knijpen volgens opgave;

indien we voldoende snelheid kunnen krijgen, dan
stellen we een lage concentratie van het zand-water
mengsel in (b.v. 1,1);

controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)
concentratie zand-water
mengsel
produktieteller
 ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Klaar napersen punt 1

Onderstromen punt 3

afsluiter 1b open;

afsluiter 1a dicht;

concentratie zand-water mengsel instellen;

afsluiter 5a open;

drukmeetpunt naar 3;

controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)
concentratie zand-water
mengsel
produktieteller
 ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Klaar onderstromen punt 3

afsluiter 3b langzaam open;

afsluiter 3a dicht;

concentratie zand-water mengsel verminderen en dan
water draaien tot de leiding schoon is (geschatte duur
 ± 5 min.).

Napersen punt 2

stand afsluiters dicht 2a, 4a, 4b, 6a, 6b
open 2b

drukmeetpunt op 2

afsluiter Zuidbuis langzaam open;

ontluchtungskranen 2, 4. open en dicht;

afsluiter 4a open;

afsluiter 5a dicht;

afsluiter noordbuis dicht;

afsluiter 2a open;

afsluiter 2b knijpen volgens opgave;

indien we voldoende snelheid kunnen krijgen, dan stellen we een lage concentratie van het zand-water mengsel in (b.v. 1,1);

controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)
concentratie zand-water mengsel
produktieteller
 ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de pompen.

Tijdens napersen punt 2, controleren balafsluiter punt 1 (kraan watertoevoer openen).

Hierna punt 1 afbreken en verplaatsen naar punt 7 op punt 1 gereedliggende blindflens monteren en de leiding weer gebruiksklaar maken.

Afsluiter 7b dicht,

Klaar napersen punt 2

Onderstromen punt 4

afsluiter 2b langzaam open;

afsluiter 2a dicht;

concentratie zand-water mengsel instellen;

afsluiter 6a open;

drukmeetpunt naar 4

controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)
concentratie zand-water mengsel
produktieteller
 ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de pompen.

Klaar onderstromen punt 4

afsluiter 4b langzaam open;

afsluiter 4a dicht;

concentratie zand-water mengsel verminderen en dan water draaien tot de leiding schoon is (geschatte duur \pm 5 min.).

Napersen punt 3

stand afsluiters dicht 3a, 5a, 5b, 7a, 7b
open 3b
drukmeetpunt op 3
afsluiter noordbuis langzaam open;
ontluchtungskranen 3, 5, open en dicht;
afsluiter 5a open;
afsluiter 6a dicht;
afsluiter zuidbuis dicht;
afsluiter 3a open;
afsluiter 3b knijpen volgens opgave;
indien we voldoende snelheid kunnen krijgen, dan
stellen we een lage concentratie van het zand-water
mengsel in (b.v. 1,1);
controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)
concentratie zand-water
mengsel
produktieteller
 ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Tijdens napersen punt 3, controleren balafsluiter punt 2
(kraan watertoevoer openen).
Hierna punt 2 afbreken en verplaatsen naar punt 8
op punt 2 gereedliggende blindflens monteren en de
leiding weer gebruiksklaar maken.
Afsluiter 8b dicht,

Klaar napersen punt 3

Onderstromen punt 5

afsluiter 3b langzaam open;
afsluiter 3a dicht;
concentratie zand-water mengsel instellen;
afsluiter 7a open;
drukmeetpunt naar 5
controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)
concentratie zand-water
mengsel
produktieteller
 ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Klaar onderstromen punt 5

afsluiter 5b langzaam open;
afsluiter 5a dicht;
concentratie zand-water mengsel verminderen en dan
water draaien tot de leiding schoon is (geschatte duur
 ± 5 min.).

Napersen punt 4

stand afsluiters dicht 4a, 6a, 6b 8a, 8b
open 4b

drukmeetpunt op 4

afsluiter Zuid buis langzaam open;

ontluchtungskranen 4, 6 open en dicht;

afsluiter 6a open;

afsluiter 7a dicht;

afsluiter Noord buis dicht;

afsluiter 4a open;

afsluiter 4b knijpen volgens opgave;

indien we voldoende snelheid kunnen krijgen, dan

stellen we een lage concentratie van het zand-water
mengsel in (b.v. 1,1);

controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)

concentratie zand-water
mengsel

produktieteller

ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Tijdens napersen punt 4, controleren balafsluiter punt 3
(kraan watertoevoer openen).

Hierna punt 3 afbreken en verplaatsen naar punt 9
op punt 3 gereedliggende blindflens monteren en de
leiding weer gebruiksklaar maken.

Afsluiter 7b dicht.

Klaar napersen punt 4

Onderstromen punt 6

afsluiter 4b langzaam open;

afsluiter 4a dicht;

concentratie zand-water mengsel instellen;

afsluiter 8a open;

drukmeetpunt naar 6

controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)

concentratie zand-water
mengsel

produktieteller

ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Klaar onderstromen punt 6

afsluiter 6b langzaam open;

afsluiter 6a dicht;

concentratie zand-water mengsel verminderen en dan
water draaien tot de leiding schoon is (geschatte duur
+ 5 min.).

Napersen punt 5

stand afsluiters dicht ^{5a, 7a, 7b, 9a, 9b}
open 5b

drukmeetpunt op 5

afsluiter ~~noord~~ buis langzaam open;

ontluchtungskranen 5, 7 open en dicht;

afsluiter 7a open;

afsluiter 8a dicht;

afsluiter zuid buis dicht;

afsluiter 5a open;

afsluiter 5b knijpen volgens opgave;

indien we voldoende snelheid kunnen krijgen, dan stellen we een lage concentratie van het zand-water mengsel in (b.v. 1,1);

controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)
concentratie zand-water
mengsel

produktieteller

ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Tijdens napersen punt 5, controleren balafsluiter punt 4
(kraan watertoevoer openen).

Hierna punt 4 afbreken en verplaatsen naar punt 10
op punt 4 gereedliggende blindflens monteren en de
leiding weer gebruiksklaar maken.

Afsluiter 10b dicht.

Klaar napersen punt 5

Onderstromen punt 7

afsluiter 5b langzaam open;

afsluiter 5a dicht;

concentratie zand-water mengsel instellen;

afsluiter 9a open;

drukmeetpunt naar 7

controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)

concentratie zand-water
mengsel

produktieteller

ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Klaar onderstromen punt 7

afsluiter 7b langzaam open;

afsluiter 7a dicht;

concentratie zand-water mengsel verminderen en dan
water draaien tot de leiding schoon is (geschatte duur
+ 5 min.).

Napersen punt 6

stand afsluiters dicht *6a, 8a, 8b, 10a, 10b*
open *6b*

drukmeetpunt op *6*

afsluiter *tuid* buis langzaam open;

ontluchtungskranen *6, 8* open en dicht;

afsluiter *8a* open;

afsluiter *9a* dicht;

afsluiter *noord* buis dicht;

afsluiter *6a* open;

afsluiter *6b* knijpen volgens opgave;

indien we voldoende snelheid kunnen krijgen, dan

stellen we een lage concentratie van het zand-water
mengsel in (b.v. 1,1);

controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)

concentratie zand-water
mengsel

produktieteller

ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Tijdens napersen punt *6*, controleren balafsluiter punt *5*
(kraan watertoevoer openen).

Hierna punt *5* afbreken en verplaatsen naar punt *11*

op punt *5* gereedliggende blindflens monteren en de
leiding weer gebruiksklaar maken.

Afsluiter *11b* dicht.

Klaar napersen punt 6

Onderstromen punt 8

afsluiter *6b* langzaam open;

afsluiter *6a* dicht;

concentratie zand-water mengsel instellen;

afsluiter *10a* open;

drukmeetpunt naar *8*

controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)

concentratie zand-water
mengsel

produktieteller

ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Klaar onderstromen punt 8

afsluiter *8b* langzaam open;

afsluiter *8a* dicht;

concentratie zand-water mengsel verminderen en dan
water draaien tot de leiding schoon is (geschatte duur
+ 5 min.).

Napersen punt 7

stand afsluiters dicht
open

7a, 9a, 9b, 11a, 11b.
7b

drukmeetpunt op 7

afsluiter noord buis langzaam open;

ontluchtungskranen 7.3 open en dicht;

afsluiter 9a open;

afsluiter 10a dicht;

afsluiter zuid buis dicht;

afsluiter 7a open;

afsluiter 7b knijpen volgens opgave;

indien we voldoende snelheid kunnen krijgen, dan

stellen we een lage concentratie van het zand-water
mengsel in (b.v. 1,1);

controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)

concentratie zand-water
mengsel

produktieteller

ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Tijdens napersen punt 7, controleren balafsluiter punt 6
(kraan watertoevoer openen).

Hierna punt 6 afbreken en verplaatsen naar punt 12
op punt 6 gereedliggende blindflens monteren en de
leiding weer gebruiksklaar maken.

Afsluiter 12 b dicht.

Klaar napersen punt 7

Onderstromen punt 9

afsluiter 7b langzaam open;

afsluiter 7a dicht;

concentratie zand-water mengsel instellen;

afsluiter 11a open;

drukmeetpunt naar 9

controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)

concentratie zand-water
mengsel

produktieteller

ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Klaar onderstromen punt 9

afsluiter 9b langzaam open;

afsluiter 9a dicht;

concentratie zand-water mengsel verminderen en dan
water draaien tot de leiding schoon is (geschatte duur
+ 5 min.).

Napersen punt 8

stand afsluiters dicht 8a, 10a, 10b, 12a, 12b
open 8b

drukmeetpunt op 8
afsluiter zuid buis langzaam open;
ontluchtungskranen 8, 10 open en dicht;
afsluiter 10a open;
afsluiter 11a dicht;
afsluiter noord buis dicht;
afsluiter 8a open;

afsluiter 8b knijpen volgens opgave;
indien we voldoende snelheid kunnen krijgen, dan
stellen we een lage concentratie van het zand-water
mengsel in (b.v. 1,1);
controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)
concentratie zand-water
mengsel
produktieteller
 ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Tijdens napersen punt 8, controleren balafsluiter punt 7
(kraan watertoevoer openen).
Hierna punt 7 afbreken en verplaatsen naar punt 13
op punt 7 gereedliggende blindflens monteren en de
leiding weer gebruiksklaar maken.
Afsluiter 13b dicht.

Klaar napersen punt 8

Onderstromen punt 10

afsluiter 8b langzaam open;
afsluiter 8a dicht;
concentratie zand-water mengsel instellen;
afsluiter 12a open;
drukmeetpunt naar 8

controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)
concentratie zand-water
mengsel
produktieteller
 ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Klaar onderstromen punt 10

afsluiter 10b langzaam open;
afsluiter 10a dicht;
concentratie zand-water mengsel verminderen en dan
water draaien tot de leiding schoon is (geschatte duur
± 5 min.).

Napersen punt 9

stand afsluiters dicht *99, 110, 116, 130, 136*
open *96*

drukmeetpunt op *9*

afsluiter *noord* buis langzaam open;
ontluchtungskranen *9, 11* open en dicht;
afsluiter *11a* open;
afsluiter *12a* dicht;
afsluiter *zuid* buis dicht;
afsluiter *9a* open;
afsluiter *96* knijpen volgens opgave;
indien we voldoende snelheid kunnen krijgen, dan
stellen we een lage concentratie van het zand-water
mengsel in (b.v. 1,1);
controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)
concentratie zand-water
mengsel
produktieteller
 ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Tijdens napersen punt *9*, controleren balafsluiter punt *8*
(kraan watertoevoer openen).

Klaar napersen punt 9

Onderstromen punt 11

afsluiter *96* langzaam open;
afsluiter *9a* dicht;
concentratie zand-water mengsel instellen;
afsluiter *13a* open;
drukmeetpunt naar *11*
controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)
concentratie zand-water
mengsel
produktieteller
 ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Klaar onderstromen punt 11

afsluiter *116* langzaam open;
afsluiter *11a* dicht;
concentratie zand-water mengsel verminderen en dan
water drassen tot de leiding schoon is (geschatte duur
 ± 5 min.).

Napersen punt 10

stand afsluiters dicht *8a, 10a, 12a, 12b*
open *8b, 10b*
drukmeetpunt op *10*
afsluiter *Zuid* buis langzaam open;
ontluchtungskranen *8, 10, 12* open en dicht;
afsluiter *12a* open;
afsluiter *13a* dicht;
afsluiter *Noord* buis dicht;
afsluiter *10a* open;
afsluiter *10b* knijpen volgens opgave;
indien we voldoende snelheid kunnen krijgen, dan
stellen we een lage concentratie van het zand-water
mengsel in (b.v. 1,1);

controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)
concentratie zand-water
mengsel
produktieteller
 ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Tijdens napersen punt *10*, controleren balafsluiter punt *9*
(kraan watertoevoer openen).

Klaar napersen punt 10

Onderstromen punt 12

afsluiter *10b* langzaam open;
afsluiter *10a* dicht;
concentratie zand-water mengsel instellen;

drukmeetpunt naar *12*
controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)
concentratie zand-water
mengsel
produktieteller
 ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Klaar onderstromen punt 12

concentratie zand-water mengsel verminderen en dan
water draaien tot de leiding schoon is (geschatte duur
 ± 5 min.).

Napersen punt 11

stand afsluiters dicht *9a, 11a, 13a, 13b*
open *9b, 11b*
drukmeetpunt op *11*
afsluiter *noord* buis langzaam open;
ontluchtungskranen *9, 11, 13* open en dicht;
afsluiter *13a* open;
afsluiter *12a* dicht;
afsluiter *zuid* buis dicht;
afsluiter *11a* open;
afsluiter *11b* knijpen volgens opgave;
indien we voldoende snelheid kunnen krijgen, dan
stellen we een lage concentratie van het sand-water
mengsel in (b.v. 1,1);
controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)
concentratie zand-water
mengsel
produktieteller
 ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

en 12 Tijdens napersen punt *11*, controleren balafsluiter punt *10*
(kraan watertoevoer openen).

Klaar napersen punt 11

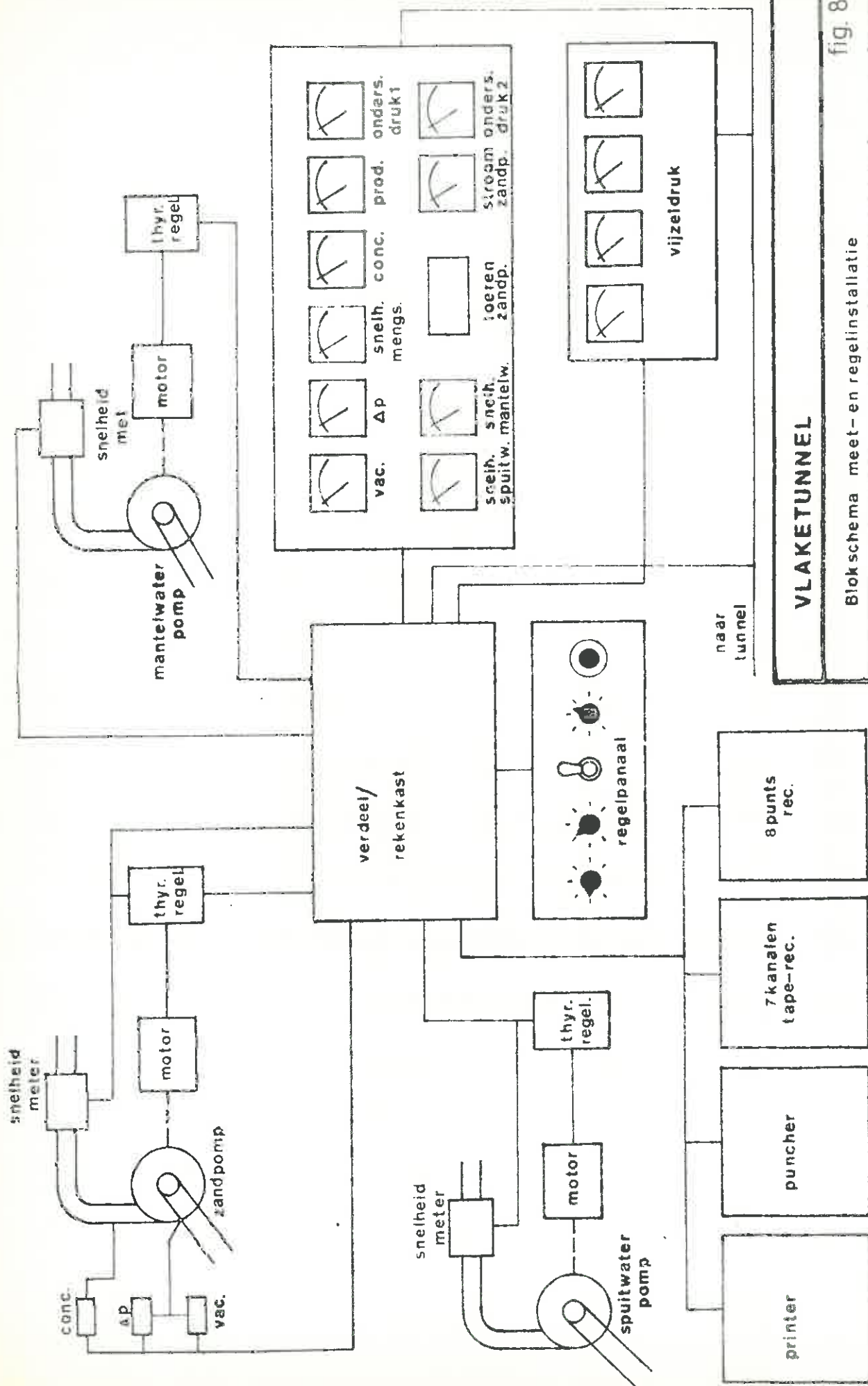
Onderstromen punt 13

afsluiter *11b* langzaam open;
afsluiter *11a* dicht;
concentratie zand-water mengsel instellen;
drukmeetpunt naar *13*
controle in bedieningsruimte: drukvizels (4x)
concentratie zand-water
mengsel
produktieteller
 ΔH bij onderstroompunt
karakteristieken van de
pompen.

Klaar onderstromen punt 13

concentratie zand-water mengsel verminderen en dan
water draaien tot de leiding schoon is (geschatte duur
 ± 5 min.).

*Hierna balafsluiter punt 11 en 13
controleren.*



VLAKETUNNEL

Blokschema meet- en regelininstallatie

fig. 8

amsterdamsche ballast bagger en grond (amsterdams ballast dredging) b.v.



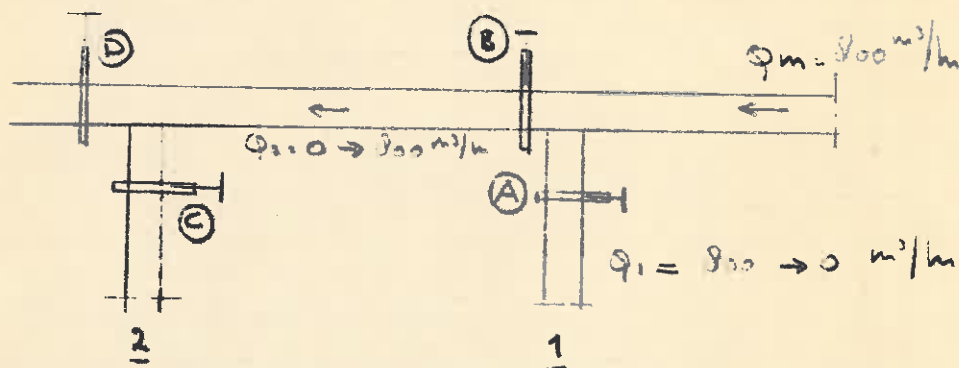
maakt deel uit van de ballast- en grondbegroep it z.
hoofd van Kruisweg 2 - postbus 500 - amstelveen - telefoon 020 - 5459111 - telefax 12290 - info@amdb.nl - ballastgroep

Betreft: Verzanding van de riviertjes bij het onderstromen

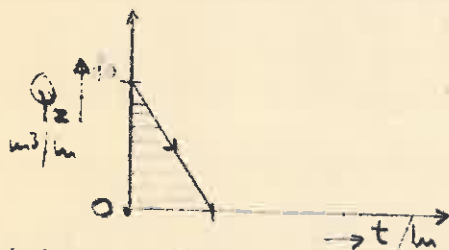
Bij het in het rapport "Het onderstromen der tunnelelementen" genoemde debiet van $800\text{m}^3/\text{hr}$. zal de totale breedte van de riviertjes $8,10\text{m}$ bedragen. Wanneer men nu aan het einde van het onderstromen plotseling zou stoppen, dan zou er een percentage van de gevormde zandplaat niet tegen de tunnelbodem aanliggen. Om dit percentage te verlagen moet men het debiet verkleinen, hetgeen blijkt uit de formule $b_{\text{tot}} = 29Qm^{0,84}$.

Om de riviertjes volledig op te vullen, is een hoeveelheid zand nodig van $L \times b \times d = 12 \times 8,10 \times 0,04 = 4\text{m}^3$, waarbij $d = 0,04\text{m}$ de diepte van de riviertjes is.

In verband met de mogelijkheid tot verzanding van de aanvoerleiding is het niet mogelijk het debiet in de aanvoerleiding te verkleinen (zie fig.).



Het is echter wel mogelijk om bij constante Q_m in de aanvoerleiding de afsluiter B naar het volgende onderstroompunt open te draaien en tegelijkertijd de afsluiter A dicht te draaien. Hierdoor zal het debiet verkleind worden en zullen de riviertjes verzanden. Bij een totaal benodigde hoeveelheid zand van 4m^3 en een zanddebiet van $80\text{m}^3/\text{hr}$. zal de sluittijd van de afsluiter bedragen:



$$\frac{1}{2} \times 80 \times t = 4\text{m}^3$$

$$t = \frac{4}{40} = \frac{1}{10} \times 60 = \underline{6 \text{ minuten}}$$

(De normale openingstijd van de afsluiter $\phi 30\text{cm}$ is 1 à 2 minuten)

Bij het opendraaien van afsluiter B zal in het daarop volgende leidingstuk Q_m zich opbouwen van 0 tot $800\text{m}^3/\text{hr}$. Hierdoor zal in het begin enig zand in de leiding neerslaan, echter zal dit zand bij het groter worden van het debiet weer worden meegenomen.

Bijkomend is nog, dat wanneer men klaar is met onderstromen, in een tunnelbuis en men overgaat tot de andere tunnelbuis, men een tijdlang water zal moeten draaien om de leiding zandvrij te maken.