6

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND

Onderzoek naar de veiligheid van kruisingen van secundaire aardgasleidingen Ø 30 en Ø 20 cm met dijken.

Algemeen

Bij de betreffende kruisingen zijn de spanningen in axiale richting maatgevend. Indien de dijk ter plaatse aan enige zetting onderhevig is, zal de kruisende leidingstrekking reeds na een relatief geringe zakking zich verspannen als een statisch onbepaalde boog met verende inklemmingen aan de opleggingen. Voor het gemak is dit spanningsbeeld vereenvoudigd tot een eveneens statisch onbepaalde boog op twee scharnieren. In de leiding treden nu trekspanningen op ten gev. van de bochtkrachten (gasdruk) en druk- en buigspanningen ten gevolge van de passieve grondbelasting op de buis. De kritieke belastingstoestand treedt op indien de gasdruk wegvalt, daar de bijbehorende trekspanningen zowel de materiaalspanningen als het knikgevaar reduceren (een verschijnsel, dat doet denken aan het "rerounding effect" in dwarsrichting).

Uitgangspunten voor de berekening

1) overspanning van de boog: 30 m.
2) pijl " " " : 5 m.
3) gronddekking op de kruin van de buis: 85 cm (klei).
4) maximale bedrijfsdruk: 40 atm.
5) gebezigd pijpstaal: API - 5L - grade B.

vloeigrens: 2450 kg/cm^2
breukgrens: 4200 "

Berekening secundaire leiding Ø 30 cm:

r_u = 16,2 cm
r_i = 15,5 cm
t = 7,15 mm
R = 15,85 cm

$\varphi = 25^0$
$\gamma = 1{,}6$ t/m^3) klei

grondbelasting op de buis: $0{,}324 \cdot 0{,}85 \cdot 1{,}6\left(1 + \frac{0{,}85}{0{,}324} \cdot \text{tg } 25^0\right) = 0{,}980$ t/m^1

e.g. van de buis: 0,056 "

totaal 1,036 t/m^1

EK.

A. spanningen in dwarsrichting

1) ringspanning:

$$\sigma_r = \frac{p.D}{2t} = \frac{40.32,38}{2.\ 0,715} = \underline{905}\ kg/cm^2$$

In plaats van de formule van Lamé (exact) is hier de ketelformule met de uitwendige diameter toegepast, aangezien de spanningen onder A niet maatgevend zijn en slechts volledigheidshalve worden gegeven.

2) buigspanningen:

$$M = 0,29\ PR = 0,29.1,036.0,1585 = \underline{0,0476}\ tm$$

$$W = \frac{1}{6}\ bh^2 = \frac{1}{6}.100.0,715^2 = \underline{8,5}\ cm^3$$

$$I = \frac{1}{12}\ bh^3 = \frac{1}{12}.100.0,715^3 = \underline{3,04}\ cm^4$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{4760}{8,5} = \underline{560}\ kg/cm^2$$

reductiefactor ten gevolge van het "rerounding effect":

$$\frac{EI}{EI + 2\ K_x pr^3} = \frac{2,1.10^6.3,04}{2,1.10^6.3,04 + 2.0,11.100.40.15,85^3} = \frac{6,38}{9,88} = \underline{0,645}$$

$$\sigma_b = 560.0,645 = \underline{361}\ kg/cm^2$$

$$\sigma_{totaal} = \sigma_r + \sigma_b = 905 + 361 = \boxed{1266}\ kg/cm^2$$

veiligheidsfactor tegen vloeien: $n_1 = \frac{2450}{1266} = \underline{1,93}$

" " breuk: $n_2 = \frac{4200}{1266} = \underline{3,32} > 2,5$, dus voldoende

B. spanningen in langsrichting

1) trekspanning ten gevolge van bochtkrachten:

$$\sigma_{tr} = \frac{1}{2} \cdot \sigma_r = \frac{1}{2} \cdot 905 = \underline{452}\ kg/cm^2$$

2) druk- en buigspanningen ten gevolge van de grondbelasting en de verspanning, welke is geschematiseerd tot een boog op twee scharnieren.

Bij de berekening hiervan kan een voordelig gebruik worden gemaakt van een tabel in "Stahl im Hochbau" pag. 622, welke methode betrekking heeft op vrijdragende dakconstructies van gegolfd plaatstaal, doch mutatis mutandis goed bruikbaar blijkt te zijn. De coëfficiënten in de tabel hebben betrekking op het maximale moment, de maximale spatkracht (bij de dakconstructie opgenomen door een trekstang, bij de leiding door de wrijving van de grond langs de op de boog aansluitende horizontale rechte strekkingen), de maximale oplegreactie (verticaal) en de kniklengte.

De factoren voor het moment zijn echter niet toepasbaar, daar deze worden opgegeven voor eenzijdige sneauw- en windbelasting. De resterende coëfficiënten gelden voor een symmetrische belasting van e.g. (25 kg/ m^2) en volledige sneeuwbelasting (75 kg/ m^2). Uitgaande van een strook van 1 m^1 betekent dit een gelijkmatig verdeelde belasting van 100 kg/m^1. De waarden uit de tabel moeten dan met $\frac{1036}{100}$ worden vermenigvuldigd.

gebruikte symbolen:

l = overspanning in m (30 m)
f = pijl " " (5 m)

$\varphi = \frac{l}{f}$ = pijlverhouding ($\frac{30}{5} = 6$)

maximale spatkracht S = $\alpha_1 . l$ (voor $\varphi = 6 \rightarrow \alpha_1 = 73{,}9$)
" oplegreactie A = $\alpha_2 . l$ (voor $\varphi = 6 \rightarrow \alpha_2 = 49{,}2$)
kniklengte = $\alpha_3 . l$ (voor $\varphi = 6 \rightarrow \alpha_3 = 0{,}54$)

Volgens Stahl im Hochbau moet berekend worden:

a) druk + buiging: $\sigma = -\frac{N}{F} \pm \frac{M_{max}}{W}$ (N(drukkracht) $\approx$ S)

b) knik: $S_K = \frac{\pi^2 EI}{(\alpha_3 . l)^2}$ (kg). $n_3 = \frac{S_K}{S} \geq 2$ (eis)

(n_3 = veiligheidsfactor tegen knik)

q = 1,036 t/m^1

ø 30:

$F = \pi (r_u^2 - r_i^2) = \pi (16{,}2^2 - 15{,}5^2) = \pi . 22 = \underline{69}$ cm^2

$W = \frac{\pi}{4} \left(\frac{r_u^4 - r_i^4}{r_u} \right) = \frac{\pi}{4} \frac{16{,}2^4 - 15{,}5^4}{16{,}2} = \frac{\pi}{4} \frac{10500}{16{,}2} = \underline{510}$ cm^3

$I = 510 . 16{,}2 = \underline{8250}$ cm^4

max. $S = \frac{1036}{100} . 73{,}9 . 30 = 23000$ kg = $\underline{23}$ t.

max. $A = \frac{1036}{100} . 49{,}2 . 30 = 15300$ kg = 15,3 t (controle: 15.1,036 = $\underline{15{,}5}$ t)

$\frac{N}{F} = \frac{23000}{69} = 333$ kg/cm^2 = σ_{dr}

$\sigma_{tr} > \sigma_{dr}$, zodat bij optredende gasdruk geen knikgevaar is te duchten.

M_{max} (op 1/4 l volgens S.i.H.) = 15,5.7,5 - 23.4 - 7,5.1,036.$\frac{1}{2}$.7,5 =

116,3 - 92 - 29,1 = $\underline{-4{,}8 \text{ tm}}$ ($\frown$)

M_{midden} = 15,5.15 - 23.5 - 15.1,036.7,5 = 232,5 - 115 - 116,5 = $\underline{+ 1 \text{ tm}}$ ($\smile$).

$$\sigma_b = \frac{M_{max}}{W} = \frac{480000}{510} = \underline{940}\ kg/cm^2$$

I. met gasdruk:

$\sigma_{tr} = 452\ kg/cm^2$ (+)

$\sigma_{dr} = 333$ " (-)

$\sigma_b = 940$ " ($\pm$)

druk + trek + buiging:

$\sigma_{totaal} = 452 - 333 + 940 = \boxed{1059}\ kg/cm^2$ (+)

veiligheid tegen vloeien: $n_1 = \frac{2450}{1059} = \underline{2,31}$

" " breuk : $n_2 = \frac{4200}{1059} = \underline{3,96} > 2,5$, dus voldoende

II. zonder gasdruk (maatgevend):

$\sigma_{tr} = 0$

$\sigma_{dr} = 333\ kg/cm^2$

$\sigma_b = 940$ "

a) druk + buiging: $\sigma_{totaal} = - 333 - 940 = \boxed{1273}\ kg/cm^2$ (-)

veiligheid tegen vloeien: $n_1 = \frac{2450}{1273} = \underline{1,92}$

" " breuk : $n_2 = \frac{4200}{1273} = \underline{3,29} > 2,5$, dus voldoende

b) knik: $S_K = \frac{\pi^2 .2,1.10^6 .8250}{(0,54.3000)^2} = 65000\ kg = \underline{65}\ t$

veiligheid tegen knik: $n_3 = \frac{S_K}{S} = \frac{65}{23} = \underline{2,82} > 2$ (eis S.i.H.), dus
$> 2,5$ voldoende

De T.G.B. eist $n_3 = 3,5$!

Bij knik kan de boog zowel symmetrisch als asymmetrisch deformeren. Gezien echter de afgeleide opbuigende maximale momenten op 1/4 l, is de kans groot, dat daar ter plaatse buitenwaarts gerichte symmetrisch uitspatten van de boog optreedt. Ter plaatse van de top moet dan binnenwaartse knik plaatsvinden. Bij asymmetrisch knikken is dit laatste echter niet noodzakelijk. In dat geval heeft een horizontale translatie plaats, waarbij mogelijkerwijs de verende inklemmingen bij de oplegpunten door vloeien tot scharnier transformeren. Bij symmetrische knik treden zodoende 3 c.q. 5 vloeischarnieren op, bij asymmetrische deformatie 2 c.q. 4.

Door deze beschreven vervormingen is de boog in staat de zettingen van de dijk te volgen, terwijl ten gevolge van de vloeischarnieren de spanningen enige tijd bij doorgaande zettingen niet verder toenemen. Indien de vloeirek is verbruikt, treedt versteviging van het materiaal op en nemen de spanningen wederom toe eventueel tot het breukstadium. De zettingen van een niet te nieuwe dijk zullen naar alle waarschijnlijkheid onvoldoende zijn om dit stadium te bereiken. Ten gevolge van het ontstaan van vloeischarnieren is de veiligheidsfactor tegen breuk echter aanzienlijk gedaald beneden de norm van 2,5, zodat deze gang van zaken ontoelaatbaar is. De vereiste veiligheid tegen knik kan men benaderen door te stellen, dat het effect van knik gelijk staat met het bereiken van de vloeigrens. De vastgestelde $n_2 = 2,5$ komt overeen met een $n_1 = \frac{2450}{4200} \cdot 2,5 = 1,46$. Aangezien bij utiliteitsbouw het effect van knik overeen komt met het bereiken van het breukstadium, is het begrijpelijk dat de T.G.B. een aanzienlijk hogere factor eist. Aangezien bij de hoogwaardige staalsoorten, die bij de primaire leidingen worden toegepast, (bij kruising van deze leidingen met dijken is wellicht ook een fundering op staal mogelijk, doch door het grote traagheidsmoment speelt knik daarbij waarschijnlijk geen rol), de verhouding van vloeigrens tot breukgrens anders ligt en deze materialen bijvoorbeeld ook toepassing vinden bij naphta- en benzineleidingen van met secundaire aardgasleidingen vergelijkbare diameters, welke eveneens dijken moeten kruisen, terwijl deze producten bovendien voor wat betreft brand en explosie aanzienlijk gevaarlijker zijn dan aardgas, doet men er het beste aan de veiligheid tegen knik te stellen op $n_3 = 2$, conform de eis van S.i.H. (bij API - X - 46 : $n_1 = \frac{3300}{4800} \cdot 2,5 = 1,72$; bij API - X - 56: $n_1 = \frac{4000}{5600} \cdot 2,5 = 1,79$).

Aangezien de wanddikte van 7,15 mm zowel in het terrein als ter plaatse van de dijkskruisingen wordt toegepast (ruim klasse D), wordt nooit voldaan aan de eis, dat de kruisende leidingstrekking een hogere veiligheid moet bezitten dan de terreingedeelten, laat staan aan de voor de primaire leidingen geformuleerde voorwaarde, dat de kruising niet mag vloeien bij breuk van de terreinleiding. Een reductie van de veiligheidscoëfficiënt tot 2,3 zoals bij primaire leidingen onder bepaalde condities is toegestaan, ware bij de secundaire leidingen dan ook te verbieden. Het verdient wellicht zelfs aanbeveling een zwaardere buiswand voor te schrijven, dan volgt uit $n_2 = 2,5$ en $n_3 = 2$, in verband met de gewenste relatief hogere veiligheid in de kruising. Een en ander is qua fabricage te realiseren, aangezien de onderhavige pijpen Ø 30 blijkens opgave van het ingenieursbureau Tebodin, leverbaar zijn met wanddikten variërend van 6,35 tot 11,13 mm (zie het betreffend verslag).

Voorshands kan worden geconcludeerd dat de secundaire aardgasleidingen Ø 30 cm, bij de gestelde uitgangspunten in alle opzichten absoluut bezien voldoende veilig zijn; relatief beschouwd niet.

Berekening secundaire leiding Ø 20 cm:

r_u = 10,95 cm

r_i = 10,4 cm

t = 0,556 cm

R = 10,65 cm

$\varphi = 25^\circ$

$\gamma = 1{,}6$ t/m^3) klei

grondbelasting op de buis: $1{,}22.0{,}85.1{,}6\ (1 + \frac{0{,}85}{0{,}22}.\ \text{tg}\ 25^\circ) = 0{,}837$ t/m^1

e.g. van de buis: 0,0293 "

totaal 0,8663 "

A. spanningen in dwarsrichting

1) ringspanning:

$$\sigma_r = \frac{40.21{,}9}{2.0{,}556} = \underline{786}\ \text{kg/cm}^2$$

2) buigspanningen:

$$M = 0{,}29\ PR = 0{,}29.0{,}8663.0{,}1065 = \underline{0{,}0268}\ \text{tm}$$

$$W = \frac{1}{6}\ bh^2 = \frac{1}{6}.\ 100.0{,}556^2 = \underline{5{,}16}\ \text{cm}^3$$

$$I = \frac{1}{12}\ bh^3 = \frac{1}{12}.100.0{,}556^3 = \underline{1{,}425}\ \text{cm}^4$$

$$\sigma' = \frac{M}{W} = \frac{2680}{5{,}16} = \underline{519}\ \text{kg/cm}^2$$

reductiefactor ten gevolge van het "rerounding effect":

$$\frac{EI}{EI + 2\ K_x pr^3} = \frac{2{,}1.10^6.1.425}{2{,}1.10^6.1{,}425 + 2.0{,}11.40.100.10{,}65^3} = \frac{2{,}99}{4{,}045} = \underline{0{,}74}$$

$$\sigma_b = 519.0{,}74 = \underline{385}\ \text{kg/cm}^2$$

$$\sigma_{totaal} = \sigma_r + \sigma_b = 786 + 385 = \boxed{1171}\ \text{kg/cm}^2$$

veiligheid tegen vloeien: $n_1 = \frac{2450}{1171} = \underline{2{,}09}$

" " breuk : $n_2 = \frac{4200}{1171} = \underline{3{,}59} > 2{,}5$, dus voldoende

B. spanningen in langsrichting

1) trekspanning ten gev.van bochtkrachten:

$$\sigma_{tr} = \frac{1}{2} \cdot \sigma_r = \frac{1}{2} \cdot 786 = \underline{393}\ \text{kg/cm}^2$$

2) druk- en buigspanningen:

q = 0,8663 t/m^1

Ø 20:

$$F = \pi\ (10{,}95^2 - 10{,}4^2) = \pi.12 = \underline{37{,}7}\ \text{cm}^2$$

$$W = \frac{\pi}{4}\ \left(\frac{10{,}95^4 - 10{,}4^4}{10{,}95}\right) = \frac{\pi}{4}\ \frac{2750}{10{,}95} = \underline{197{,}5}\ \text{cm}^3$$

$$I = 197{,}5.10{,}95 = \underline{2160}\ \text{cm}^4$$

$\max.S = \frac{866,3}{100} \cdot 73,9.30 = 19250$ kg = $\underline{19,25}$ t

$\max.A = 15.0,8663 = \underline{13}$ t

$\frac{N}{F} = \frac{19250}{37,7} = \underline{511}$ kg/cm^2 = σ_{dr}

$\sigma_{tr} < \sigma_{dr}$, doch zonder gasdruk is knik maatgevend.

M_{max} (op $\frac{1}{4}$ l): $13.7,5 - 19,25.4 - 7,5.0,8663.\frac{1}{2}.7,5 = 97,5 - 76,9 - 24,4 =$

$\underline{- 3,8}$ tm (⌒)

$M_{midden} = 13.15 - 19,25.5 - 15.0,8663.7,5 = 195 - 96,2 - 97,5 = \underline{+ 1,3}$ tm (⌣)

$\sigma_b = \frac{M_{max}}{W} = \frac{380000}{197,5} = \underline{1925}$ kg/cm^2

I. <u>met gasdruk</u>:

$\sigma_{tr} = 393$ kg/cm^2 (+)

$\sigma_{dr} = 511$ " (-)

$\sigma_b = 1925$ " ($\pm$)

druk + trek + buiging:

$\sigma_{totaal} = -511 + 393 - 1925 = -\boxed{2043}$ kg/cm^2

veiligheid tegen vloeien: $n_1 = \frac{2450}{2043} = \underline{1,2}$

" " breuk : $n_2 = \frac{4200}{2043} = \underline{2,05} < 2,5$, <u>dus onvoldoende</u>

II. <u>zonder gasdruk</u> (maatgevend):

$\sigma_{tr} = 0$

$\sigma_{dr} = 511$ kg/cm^2

$\sigma_b = 1925$ "

a) druk + buiging:

$\sigma_{totaal} = - 511 - 1925 = -\boxed{2436}$ kg/cm^2

veiligheid tegen vloeien: $n_1 = \frac{2450}{2436} \approx 1$ (zonder knik reeds vloeischarnier)

" " breuk : $n_2 = \frac{4200}{2436} = \underline{1,73} < 2,5$, <u>dus onvoldoende</u>

b) knik:

$S_K = \frac{\pi^2 EI}{(\alpha 3.1)^2} = \frac{\pi^2.2,1.10^6.2160}{(0,54.3000)^2} = 17050$ kg = $\underline{17,05}$ t

veiligheid tegen knik: $n_3 = \frac{S_K}{S} = \frac{17,05}{19,25} = \underline{0,88} < 1$ (knik treedt op)

< 2, <u>dus onvoldoende</u>

De conclusie is, dat de secundaire aardgasleiding Ø 20 cm bij de gestelde uitgangspunten alleen in dwarsrichting voldoende veilig is, in langsrichting onvoldoende veilig. Als maatregel zou men kunnen besluiten tot een zwaardere buis ter plaatse van de kruising, bijvoorbeeld Ø 30. Door toepassing van een grotere wanddikte met behoud van diameter, kan men de materiaalspanning wellicht onder de toelaatbare houden; de vereiste knikveiligheid is waarschijnlijk niet te bereiken. Tenslotte zou men door toepassing van scharnierstukken (zie brief P.W. aan Thermannex N.V.) op die plaatsen, waar thans een vloeischarnier ontstaat, de leiding in staat stellen de zakkende dijk enige tijd zonder spanningstoename te volgen, terwijl de vereiste veiligheid gewaarborgd blijft. Voorwaarde is echter, dat de te leveren scharnierstukken sterk genoeg zijn. De in de genoemde brief gestelde eisen hebben betrekking op de catenoïdale opvatting bij kruising van secundaire leidingen met boezemwateren. De eerste eis van 2,5-voudige zekerheid tegen breuk voor de balg is ook hier van toepassing. De tweede eis ten aanzien van de treksterkte van het trekankersysteem vervalt en wordt ook niet vervangen door een eis ten aanzien van de druksterkte, aangezien de functie van de scharnierstukken in dit geval fundamenteel verschillend is van die bij de kettinglijn. Bij de kruising van boezemwateren dienen de scharnierelementen een trekverspanning volgens de kettinglijn te bevorderen, bij de dijkskruisingen moeten deze elementen een drukverspanning volgens de boog op twee scharnieren juist voorkomen. Wel zal het trekankersysteem bij gasdruk de (trek)-hochtkrachten met 2,5-voudige zekerheid moeten kunnen opnemen, doch gezien het ontwerp van de stukken zal aan deze eis waarschijnlijk worden voldaan, indien aan de eerste voorwaarde ten aanzien van de balg is tegemoetgekomen.

Uit een en ander is wel duidelijk gebleken, dat bij gasdruk de leiding is voorgespannen door de bochtkrachten, waardoor vloeien en knik worden voorkomen, alhoewel ook dan de veiligheid in langsrichting onvoldoende is. Bij zetting van de dijk zal, zolang de gasdruk aanwezig is, de leiding deze beweging niet volgen.

Bij wegvallen van deze druk, door welke oorzaak ook, zal de leiding deze deformatie alsnog, doch dan niet geleidelijk, ondergaan. Bij terugkeer van de druk, bijvoorbeeld na uitvoering van een reparatie, zal de leiding de neiging hebben zich weer op te richten, voorzover dit mogelijk is (afhankelijk van het nakomen van de afdekgrond).

In dwarsrichting treedt een soortgelijk verschijnsel op ten gevolge van het bekende "rerounding effect". Dit ademen met drukwisselingen heeft bij de onderhavige starre pijpen slechts zeer geringe deformaties (mm's) tot gevolg (star in dwarsrichting).

Het kwispelen van de leiding in langsrichting is echter afhankelijk van de zetting van de dijk, en ligt in de orde van cm's c.q. dm's. Afgezien van de onvoldoende veiligheid met of zonder gasdruk, zal de leiding Ø 20 cm tevens in verband met deze introductie van een onrustig element in de dijk, moeten worden afgekeurd.

Bij een goede leiding, zoals de Ø 30-ers, treedt echter een permanente met de tijd groter wordende ruimte op onder de boog ten gevolge van de dijkzettingen, waardoor de kans op onderloopsheid van de leiding, indien deze in de kerende kruin zou zijn ingegraven (zoals bij een dijk met een weg op de kruin), wordt vergroot. Een of andere waterkerende constructie met damwanden, kleikisten, kwelschermen etc. is dan dringend noodzakelijk. Alle door de dijkzettingen veroorzaakte effecten worden misschien ten dele gecompenseerd door een zich ten gevolge van de belasting dieper in de grond dringen van de opleggingen van de boog.

Opmerking: indien bij een dijkskruising van een leiding Ø 30 cm, een hogere pijlverhouding optreedt dan 6, is een gedeeltelijk nieuwe berekening noodzakelijk.

Een bestaand geval als voorbeeld:

$l = 38$ m
$f = 3$ m $\longrightarrow \quad \varphi = \frac{l}{f} = \frac{38}{3} = \underline{12,65}$

Voor deze pijlverhouding zijn α_1 en α_3, uit de tabel door rechtlijnige respectievelijk niet rechtlijnige extrapolatie af te leiden.

$\alpha_1 = 162$

$\alpha_3 \approx 0,5$

De berekening van de spanningen in dwarsrichting (A) blijft ongewijzigd.

B. spanningen in langsrichting

1) trekspanning ten gevolge van bochtkrachten:

$\sigma_{tr} = \underline{452}$ kg/cm^2 (ongewijzigd)

2) druk- en buigspanningen:

max. $S = \frac{1036}{100} \cdot 162.38 = 63700$ kg $= \underline{63,7}$ t.

max. $A = 19.1,036 = \underline{19,7}$ t

$\frac{N}{F} = \frac{63700}{69} = \underline{922}$ kg/cm^2 $= \sigma_{dr}$

M_{max} (op 1/4 l) $= 19,7.9,5 - 63,7.2,1 - 9.5.1,036.\frac{1}{2}.9,5 =$

$187 - 134 - 46,6 = \underline{+ 6,4}$ tm $(\smile)$

$M_{midden} = 19,7.19 - 63,7.3 - 19.1,036.9,5 = 374 - 191 - 186,5 =$

$\underline{- 3,5}$ tm $(\frown)$

$\sigma_b = \frac{M_{max}}{W} = \frac{640000}{510} = \underline{1255}$ kg/cm^2

I. met gasdruk:

σ_{tr} = 452 kg/cm^2 (+)

σ_{dr} = 922 " (-)

σ_b = 1255 " ($\pm$)

a) druk + trek + buiging:

σ_{totaal} = - 922 + 452 - 1255 = - $\boxed{1725}$ kg/cm^2

veiligheid tegen vloeien: $n_1 = \frac{2450}{1725} = \underline{1,42}$

" " breuk : $n_2 = \frac{4200}{1725} = \underline{2,43} < 2,5$, <u>doch misschien acceptabel</u>

b) knik:

$S_K = \frac{\pi^2 EI}{(\alpha_3 . l)^2} = \frac{\pi^2 . 2,1.10^6 . 8250}{(0,5.3800)^2}$ = 47300 kg = <u>47,3</u> t

$F\,(\sigma_{dr} - \sigma_{tr}) = 69(922 - 452) = 69.470 = 32500$ kg = <u>32,5</u> t

veiligheid tegen knik: $n_3 = \frac{S_K}{S} = \frac{47,3}{32,5} = \underline{1,46}$ = geëiste n, < 2, <u>doch misschien acceptabel</u>

II. zonder gasdruk (maatgevend):

$\sigma_{tr} = 0$

σ_{dr} = 922 kg/cm^2

σ_b = 1255 "

a) druk + buiging:

σ_{totaal} = - 922 - 1255 = - $\boxed{2177}$ kg/cm^2

veiligheid tegen vloeien: $n_1 = \frac{2450}{2177} = \underline{1,12}$

" " breuk : $n_2 = \frac{4200}{2177} = \underline{1,93} < 2,5$, <u>dus onvoldoende</u>

b) knik:

veiligheid tegen knik: $n_3 = \frac{S_K}{S} = \frac{47,3}{63,7} = \underline{0,74} < 1$ (knik treedt op)

< 2, <u>dus onvoldoende</u>

Geconcludeerd kan worden, dat de secundaire leiding Ø 30 cm bij deze zeer ongunstige pijlverhouding alleen in dwarsrichting voldoende veilig is, in langsrichting onvoldoende veilig. Men zal een oplossing kunnen vinden in een vergroting van diameter en/of wanddikte c.q. de toepassing van scharnierstukken, hoewel er in het laatste geval wederom sprake is van een met gasdrukvariaties verplaatsende leiding. Het laatst berekende geval onderscheidt zich van de eerste twee door de andere pijlverhouding, waardoor onder andere de momenten een teken-omslag ondergaan. Bij symmetrische knik zullen de benen van de boog naar binnen bewegen en de top buitenwaarts.

's-Gravenhage, augustus 1965

-1.79

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND

's-GRAVENHAGE, 5 APR. 1965
Koningskade 2
tel. 81 46 11

Nº 2223.

BERICHT OP

NOTA. Wordt verzocht bij het antwoord datum en nummer van dit schrijven nauwkeurig aan te halen

ONDERWERP: **Het leggen van hogedruk aardgasleidingen.** (in polders)

BIJLAGEN { TERUG / NIEUWE 2

Ten vervolge op het toegezonden verslag van de vergadering van 25 februari 1965 over de aanleg van aardgasleidingen in de provincie Zuid-Holland doe ik u thans de toegezegde tekening van een ontwerp van een boezemkadekruising toekomen.

Gaarne zou mijn dienst nader overleg over dit ontwerp met u plegen.

Voor het maken van een afspraak ware hiertoe contact op te nemen met de adj. directeur van mijn dienst ir A.G. Bruggeman.

De hoofddirecteur
van de provinciale waterstaat
in Zuid-Holland,

AAN Het Hoofd van de Technische Dienst van het Hoogheemraadschap van Rijnland. (dir.)

Het Hoofd van de Technische Dienst van het Grootwaterschap van Woerden.

Th.

-1.79

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND

's-GRAVENHAGE,
Koningskade 2
tel. 81 46 11

5 APR. 1965

Nº 2224.

BERICHT OP

NOTA. Wordt verzocht bij het antwoord datum en nummer van dit schrijven nauwkeurig aan te halen

ONDERWERP: Het leggen van hogedruk aardgasleidingen.

BIJLAGEN { TERUG / NIEUWE 2

In verband met het leggen van hogedruk aardgasleidingen in de provincie Zuid-Holland heeft mijn dienst zich bezonnen op de gevolgen hiervan voor de kwetsbare waterstaatswerken in onze provincie.

Hiervoor is door mijn dienst de hierbijgaande principe tekening gemaakt.

Gaarne zou mijn dienst nader overleg over dit ontwerp met u plegen.

Voor het maken van een afspraak ware hiertoe contact op te nemen met de adj.directeur van mijn dienst ir A.G. Bruggeman.

De hoofddirecteur
van de provinciale waterstaat
in Zuid-Holland,

(dir.)

AAN

Het Hoofd van de
Technische Dienst van
het Hoogheemraadschap
Delfland.

Th.

-1.79

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND
==========

No.2222

's-Gravenhage, 6 april 1965
Koningskade 2
Telefoon 81 46 11

Onderwerp: Het leggen van hogedruk aardgasleidingen.

Ten vervolge op het u toegezonden verslag van de vergadering van 25 februari 1965 over de aanleg van aardgasleidingen in de provincie Zuid-Holland doe ik u thans de toegezegde tekening van een ontwerp van een boezemkadekruising toekomen.

Het nader overleg met de technische diensten van de boezembeherende instanties heeft nog niet plaats gehad.

De resultaten van dit overleg alsmede nadere gegevens over aardgasleidingen zullen zo spoedig mogelijk aan u worden toegezonden.

De hoofddirecteur
van de provinciale waterstaat
in Zuid-Holland,

(dir.)

AAN de geadresseerde

de heren de hoofddirecteur
de directeur
ir. Bruggeman
ir.v.d.Burg
ir.Neervoort
ir.de Kock
ir.Hoomans
Wesdorp ing.
v.d.Vis
ir.Hanskamp
Masselink

de hoofden v.d.kanaaldistr.
Poppe
Kramer
Bakker
de Ridder

z.o.z.

de hoofden van de wegendistr., die ook polderzaken behandelen

Neele
v.d.Muyzenberg

de hoofden van de polderdistr.

Vos
v.d.Riet
v.Beveren
v.Weele
de Jong.

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND

's-Gravenhage, 24 juni 1965
Koningskade 2.
Tel.814611.

Bijlagen: nieuwe 1.

Op een vergadering van onze afdeling van 18 mei 1965 is u een tekening overhandigd dd. 17.5.1965, waarop drie principe-schetsen waren aangegeven van kruisingen van aardgastransportleidingen met boezemkaden en boezemvaarten.

Aangezien de op de linkerzijde van de tekening gegeven twee constructies voor gasleidingen met kleine diameter algemeen te beperkt werden geacht, vindt u op de hierbij ingesloten tekening een andere oplossing.

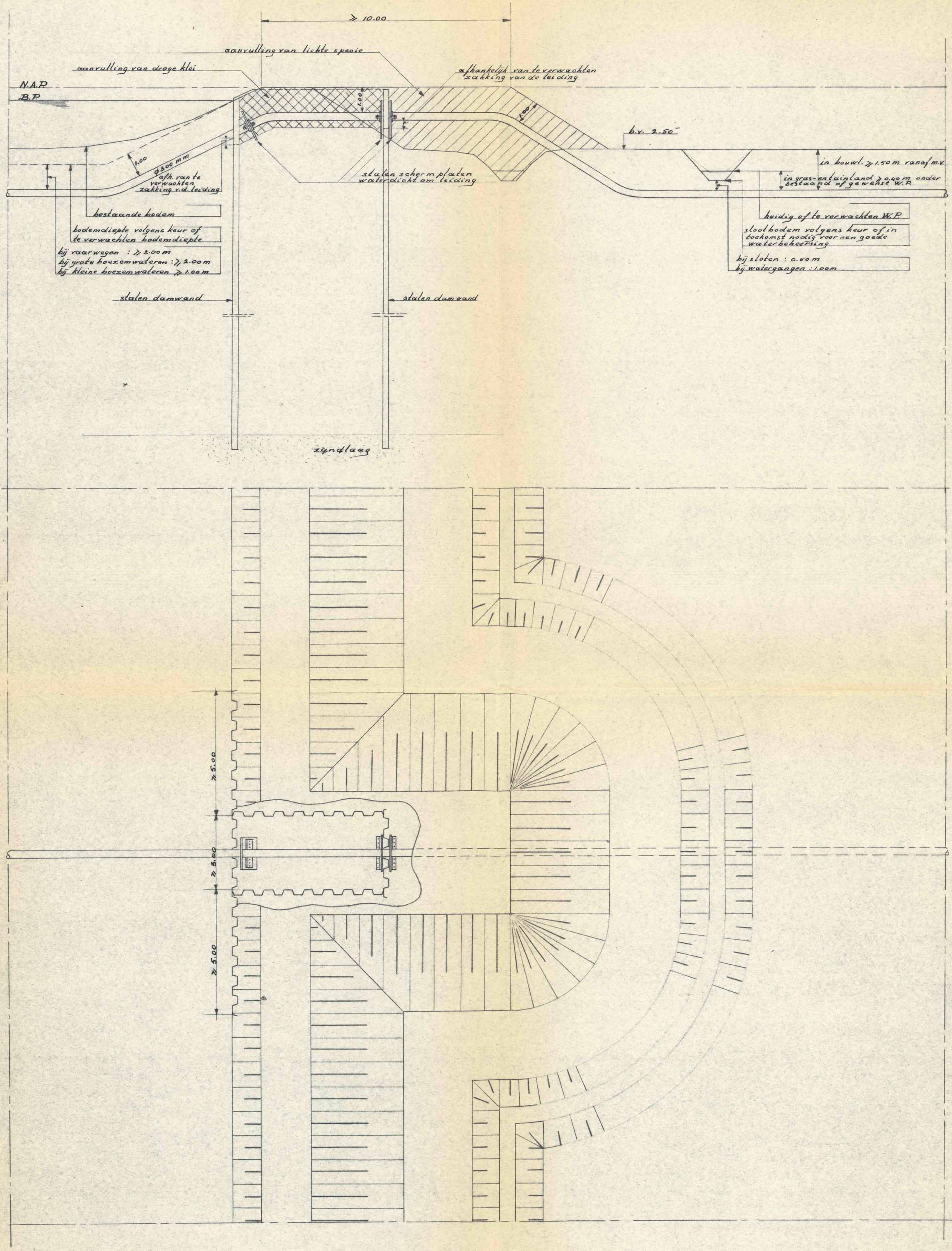
Verder zij medegedeeld dat de notulen van deze vergadering u binnenkort zullen worden toegezonden.

De adjunct-directeur
bij afwezigheid,
De hoofdingenieur-A,

H.J.v.d.Burg.

AAN: De Geadresseerde. (Z.O.Z.)

Kramer, Poppe, de Ridder, Neele, v.d.Muyzenberg, Bakker, Vos, v.Beveren, Weele, v.d.Riet, de Jong, Ir.Feteris, Nesdorp, Ir.v.d.Burg.



PRINCIPETEKENING KRUISING SEC. AARDGAS-TRANSPORTLEIDINGEN MET BOEZEMKADE EN BOEZEMVAART. (indien mogelijk i.v.m. ondergrond)

16/6 '65

-1.79

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND

Nº 6402

's-GRAVENHAGE, -7 JULI 1965
Koningskade 2
tel. 81 46 11

BERICHT OP

afschr Hfd dir
ir. Bruggeman

NOTA. Wordt verzocht bij het antwoord datum en nummer van dit schrijven nauwkeurig aan te halen

ONDERWERP: Aardgas.

BIJLAGEN { TERUG / NIEUWE 6

Hierbij doe ik u in tweevoud het rapport met bijlage toekomen, inzake het standpunt van de provinciale waterstaat betreffende de berekeningsmethode voor aardgastransportleidingen Ø 90 cm ter plaatse van kruisingen met boezemwateren, waarbij de kruising met de Dubbele Wiericke als voorbeeld dienstdoet. Met nadruk wil ik hierbij stellen, dat overeenstemming tussen uw maatschappij en de provinciale waterstaat geenszins inhoudt, dat in dat geval tevens de goedkeuring van de boezembeherende instanties, zoals de hoogheemraadschappen, is verkregen. Uit de aard der zaak zal over deze aangelegenheid overleg plaats hebben in het kader van de studiegroep "aardgas", waarin deze organen mede zijn vertegenwoordigd.

Op het dienaangaand door u gedaan verzoek, zend ik u tevens een exemplaar van de staat van eisen voor boezemkruisingen, zoals deze voor intern gebruik is uitgereikt aan de provinciale districten. De bij dit rapport behorende principetekening heeft betrekking op kruisingen van primaire en secundaire leidingen.

- Het -

AAN

Bechtel International Company,
K.L.M.-Building-Plesmanweg 1
t.a.v. Ir.J.R.van Wulfften Palthe,
te 's-Gravenhage.

B

Het linkergedeelte (secundaire leiding) vormt voorshands nog een punt van discussie in de studiegroep; het rechtergedeelte (primaire leiding) is definitief.

De hoofddirecteur
van de provinciale waterstaat
in Zuid-Holland,

Sterkteberekening van de aardgastransportleiding Ø 90 cm ter plaatse van de kruising met de Dubbele Wiericke vlgs. de inzichten van de Provinciale Waterstaat in Zuid-Holland.

Het maatgevend leidinggedeelte bevindt zich tussen de beide paaljukken, welke onder de bodem van het betreffende boezemwater zijn geprojecteerd, terwijl de kritieke doorsnede is gelegen ter plaatse van één van beide steunpunten.

Uitgangspunten voor de berekening:

1) axiale overspanning = h.o.h. afstand van de genoemde paaljukken = 7,4 m.
2) verticale leidingbocht ter plaatse van de ondersteuningen heeft een kromtestraal R = 3 D (D = diameterleiding).
3) de uitwendige diameter van de leiding is 91,44 cm (36").
4) volgens opgave grondmechanica bedraagt de bovenbelasting op het betreffende leidinggedeelte 3,2 t/m ^{1}, indien de gebaggerde sleuf met zand wordt aangevuld. Aanvulling met lichtere klei (2 t/m ^{1}) zal echter de voorkeur verdienen.
5) de maximale werkdruk bedraagt 67,5 kg/cm2.

De door Bechtel I.C. voorgestelde klasse B is door het raadgevend ingenieursbureau Bish & Partners N.V. berekend. Deze berekening stemt niet overeen met de zienswijze van de provinciale waterstaat hieromtrent. Als basis tot discussie wordt in het hiernavolgende de berekening volgens de inzichten van de provinciale waterstaat uiteengezet.

Klasse B.

D_u = 91,44 cm.
wanddikte t = 12,86 mm.
D_i = 88,87 cm.

$$F = \frac{\pi}{4} (91{,}44^2 - 88{,}87^2) = 3{,}53 \times 10^2 \text{ cm2.}$$

$$I = \frac{\pi}{64} (91{,}44^4 - 88{,}87^4) = 3{,}58 \times 10^5 \text{ cm4.}$$

$$W = \frac{3{,}58 \times 10^5 \times 2}{91{,}44} = 7{,}83 \times 10^3 \text{ cm}^3.$$

Buisdoorsnede $\frac{1}{4} \pi \times 0{,}914^2 = 0{,}655 \text{ m}^2$.

Eigengewicht van de buis met inbegrip van de betonverzwaring is onder water: 200 kg/m^1 . (bij een wanddikte van 19,3 mm).

Belasting q = 3,2 + 0,2 = 3,4 t/m^1.

A. spanningen in tangentiële richting.

1) ringspanning t.g.v. de inwendige gasdruk:

te bepalen met behulp van de zogenaamde "ketelformule":

$$\sigma_r = \frac{p.D}{2.t} = \frac{67{,}5 . 91{,}44}{2 . 1{,}286} = 2400 \text{ kg/cm2.}$$

Voor D wordt Du gebezigd volgens de formule van Barlow.(zie *). Aan de binnenzijde van een bocht treedt een hogere ringspanning op dan in een rechte strekking:

de factor bedraagt $\frac{C - \frac{1}{3}r}{C - r} = \frac{7 - 1/3}{6} = 1{,}11$ (voor R = 3D, C = 7r)

Bu.

De ringspanning aan de binnenzijde van de verticale bocht t.p.v. de steunpunten is: 1,11 x 2400 = 2660 kg/cm2. (zie ⁎).

2) buigspanningen ten gevolge van de grondbelasting.

M_1 = 0,29 PR = 0,29. 3,2. 0,457 = 0.425 tm.

M_2 = 0,125 PR = 0,125. 3,2. 0,457 = 0.18 tm.

W van 1 m^1 pijpwand: $\frac{1}{6}$.100. $1,286^2$ = 27.5 cm3.

$\sigma_1 = \frac{M_1}{W} = \frac{42500}{27,5}$ = 1550 kg/cm2.

$\sigma_2 = \frac{M_2}{W} = \frac{18000}{27,5}$ = 660 kg/cm2.

De waarde van 1550 kg/cm2 is geldig voor het laagste punt van de kritieke doorsnede (oplegpunt), die van 660 kg/cm2 is aan te houden voor het hoogste punt, alsmede de beide punten op halve hoogte (zie ⁎⁎).

B. spanningen in axiale richting.

1) axiale trekspanning t.g.v. de op het maatgevende leidinggedeelte uitgeoefende bochtkrachten:

$\frac{1}{2} \times \sigma_t$ = $\frac{1}{2}$ x 2400 = 1200 kg/cm2 (zie ⁎).

2) buigspanningen t.g.v. de grondbelasting + e.g. en de overspanning van 7,4 m:

$M = 1/10 q \ell^2$ = 1/10. 3,4. $7,4^2$ = 18.6 tm.

$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{18,6.\ 10^5}{7,83.\ 10^3}$ = 237 kg/cm2.

C. schuifspanningen.

D = $\frac{1}{2} q \cdot \ell$ = $\frac{1}{2}$. 3,4. 7,4 = 12,6 t.

$\bar{\tau} = \frac{D}{F} = \frac{12600}{353}$ = 35,6 kg/cm2.

τ_{max} = 2. $\bar{\tau}$ = 2.35,6 ≈ 71 kg/cm2.

Voor een overzicht der diverse spanningen zie de bijlage.

Optredende spanningscombinaties:

hoogste punt van de buisdoorsnede (I):

τ = 0 ⟶ hoofdspanning in langsrichting(kleinste):
ρ_2 = 1200 + 237 = 1437 kg/cm2.

⟶ hoofdspanning in dwarsrichting(grootste):
ρ_1 = 2660 + 660 = 3320 kg/cm2.

laagste punt van de drsn. (III):

τ = 0 ⟶ hoofdspanning in langsrichting (kleinste):
ρ_2 = 1200 - 237 = 963 kg/cm2.

⟶ hoofdspanning in dwarsrichting(grootste):
ρ_1 = 2400 + 1550 = 3950 kg/cm2.

punten op halve hoogte van de drsn. (II):

normaalspanning in langsrichting : $\sigma_y = 1200 + 0 = \underline{1200}$ kg/cm2.

" " dwarsrichting : $\sigma_x = 2400 + 660 = \underline{3060}$ kg/cm2.

schuifspanning : $\tau_{max} = \underline{71}$ kg/cm2.

Het betreft hier vlakke (2-assige) spanningstoestanden:

volgens Mohr: $$\rho_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

punten II:

$$\rho_{1,2} = \frac{3060 + 1200}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{3060 - 1200}{2}\right)^2 + 71^2} = \frac{4260}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{1860}{2}\right)^2 + 71^2} =$$

$$\underline{2130 \pm 933}.$$

$\rho_1 = 2130 + 933 = \underline{3063}$ kg/cm2.

$\rho_2 = 2130 - 933 = 1197$ kg/cm2.

De invloed van de schuifspanning blijkt te verwaarlozen.

De maatgevende grootste hoofdspanning: $\rho_1 = 3950$ kg/cm2 (III).

De veiligheidscoëfficiënt ten opzichte van de onderste vloeigrens:

$$\eta_1 = \frac{4000}{3950} = 1{,}01 \approx \underline{1.}$$

De veiligheidsfactor ten aanzien van de breukgrens:

$$\eta_2 = \frac{5500}{3950} = 1{,}395 \approx \underline{1.4}.$$

De door de provinciale waterstaat geëiste veiligheid ten aanzien van de breukspanning bedraagt: $\eta_2 = \underline{2.5}$.

Conclusie: Klasse B voldoet niet. In het hiernavolgende is dezelfde berekening opgezet voor klasse D.

Aangehaalde litteratuur:

*) "Piping design fundamentals: Analyzing Pipe Line Stresses" bij William E. Wilbur, Structural Engineer, Whittier, Calif. February 1963 - Pipe Line Industry.

**) "Pipeline Crossings Under Railroads and Highways", bij Merlin G. Spangler, Research Prof. of Civ. Eng., Iowa State Univ., Ames, Iowa. Journal American Waterworks Association (AWWA) nr. 56 (1964), aug. (8).

Klasse D.

D_u = 91,44 cm.

t = 19,3 mm.

D_i = 87,58 cm.

$F = \frac{\pi}{4} (91,44^2 - 87,58^2) = 5,5 \times 10^2$ cm2.

$I = \frac{\pi}{64} (91,44^4 - 87,58^4) = 5,45 \times 10^5$ cm^4.

$W = \frac{5,45 \times 10^5 \times 2}{91,44} = 11,95 \times 10^3$ cm3.

Buisdoorsnede: $\frac{1}{4}\pi . 0,914^2 = 0,655$ m2.

Eigengewicht van de buis met inbegrip van de betonverzwaring is onder water: 200 kg/m'.

Belasting : q = 3,2 + 0,2 = 3,4 t/m'.

A. tangentiële spanningen.

1) ringspanning:

$\sigma_r = \frac{67,5 . 91,44}{2 . 1,93} =$ 1600 kg/cm2.

binnenbocht: 1,11 x 1600 = 1775 kg/cm2.

2) buigspanningen:

M_1 = 0,29 PR = 0,425 tm.

W van 1 m' pijpwand: $\frac{1}{6} . 100 . 1,93^2 = 61,8$ cm3.

$\sigma_1 = \frac{M_1}{W} = \frac{42500}{61,8} =$ 687 kg/cm2 (III).

$\sigma_2 = \frac{0,125}{0,294} \times 687 =$ 292 kg/cm2 (I en II).

B. axiale spanningen:

1) trekspanning:

$\frac{1}{2} . 1600 =$ 800 kg/cm2.

2) buigspanningen:

M = 18,6 tm.

$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{18,6 . 10^5}{11,95 \times 10^3} =$ 155 kg/cm2.

C. schuifspanningen.

D = 12,6 t

$\tau_{max.} = 2 . \frac{12600}{550} =$ 46 kg/cm2.

Voor een overzicht der diverse spanningen zie de bijlage.

Optredende spanningscombinaties:

I: langsrichting : ρ_2 = 800 + 155 = 955 kg/cm2.
dwarsrichting : ρ_1 = 1775 + 292 = 2067 kg/cm2.

II: langsrichting : $\sigma_y \approx \rho_2$ = 800 + 0 = 800 kg/cm2.
dwarsrichting : $\sigma_x \approx \rho_1$ = 1600 + 292 = 1892 kg/cm2.

III: langsrichting : ρ_2 = 800 - 155 = 645 kg/cm2.
dwarsrichting : ρ_1 = 1600 + 687 = 2287 kg/cm2.

De maatgevende grootste hoofdspanning: ρ_1 = 2287 kg/cm2 (III).

De veiligheidscoëfficiënt t.o.v. de onderste vloeigrens:

$$\eta_1 = \frac{4000}{2287} = 1{,}75.$$

De veiligheidsfactor t.a.v. de breukgrens:

$$\eta_2 = \frac{5500}{2287} = 2{,}41.$$

Conclusie: Klasse D voldoet bijna (afwijking 4%), doch is acceptabel.

Opmerking:

Indien de gebaggerde sleuf met klei wordt aangevuld (belasting 2 t/m' volgens opgave grondmechanica), worden de maatgevende grootste hoofdspanningen als volgt:

klasse B: $\rho_1 = 2400 + \frac{2}{3{,}2} \times 1550 = 2400 + 970 =$ 3370 kg/cm2(III).

klasse D: $\rho_1 = 1600 + \frac{2}{3{,}2} \times 687 = 1600 + 429 =$ 2029 kg/cm2(III).

de veiligheid t.o.v. de vloeigrens:

klasse B: $\eta_1 = \frac{4000}{3370} = 1{,}19$

klasse D: $\eta_1 = \frac{4000}{2029} = 1{,}97$

de veiligheid t.o.v. de breukgrens:

klasse B: $\eta_2 = \frac{5500}{3370} =$ 1,63

klasse D: $\eta_2 = \frac{5500}{2029} =$ 2,7

De veiligheidsfactor voor klasse C zal tussen deze beide waarden zijn gelegen. De factoren t.o.v. breuk, indien slechts de gasdruk in rekening wordt gebracht, zijn voor de klassen B, C en D respectievelijk 2,29; 2,75 en 3,44.

De veiligheidscoëfficiënt voor klasse C kan nu als volgt worden benaderd:

$$\frac{2,75 - 2,29}{3,44 - 2,29}.(2,7-1,63)+1,63=\frac{0,46}{1,15}.1,07+1,63=0,43+1,63 = \boxed{2,06.}$$

Het zal in ieder geval duidelijk zijn, dat bij aanvulling met klei klasse C niet voldoet aan de eis: $\eta_2 = 2,5$.

Deformaties van de buisleiding.

Axiale doorbuiging in het midden: $\boxed{f \approx \frac{3}{384}.\frac{q l^4}{EI}}$

klasse B:

$$f = \frac{3}{384}.\frac{34.(740)^4}{2,1.10^6.3,58.10^5} = 0,106 \text{ cm} \approx \underline{1 \text{ mm}}.$$

klasse D:

$$f = \frac{3}{384}.\frac{34.(740)^4}{2,1.10^6.5,45.10^5} = 0,0695 \text{ cm} \approx \underline{0,7 \text{ mm}}.$$

Transversale indrukking: $\boxed{\Delta = 2\delta = 0,11\ \frac{PR^3}{EI}}$ (zie ××).

klasse B:

$$I = \frac{1}{12}.100.\ 1,286^3 = \underline{17,7} \text{ cm}^4 \quad (1 \text{ m' wand}).$$

$$\Delta = 0,11.\frac{32.45,7^3.10^2}{2,1.10^6.17,7} = 0,905 \text{ cm} \approx \underline{9 \text{ mm}}.$$

klasse D:

$$I = \frac{1}{12}.100.1,93^3 = \underline{59,6} \text{ cm}^4 \quad (1 \text{ m' wand}).$$

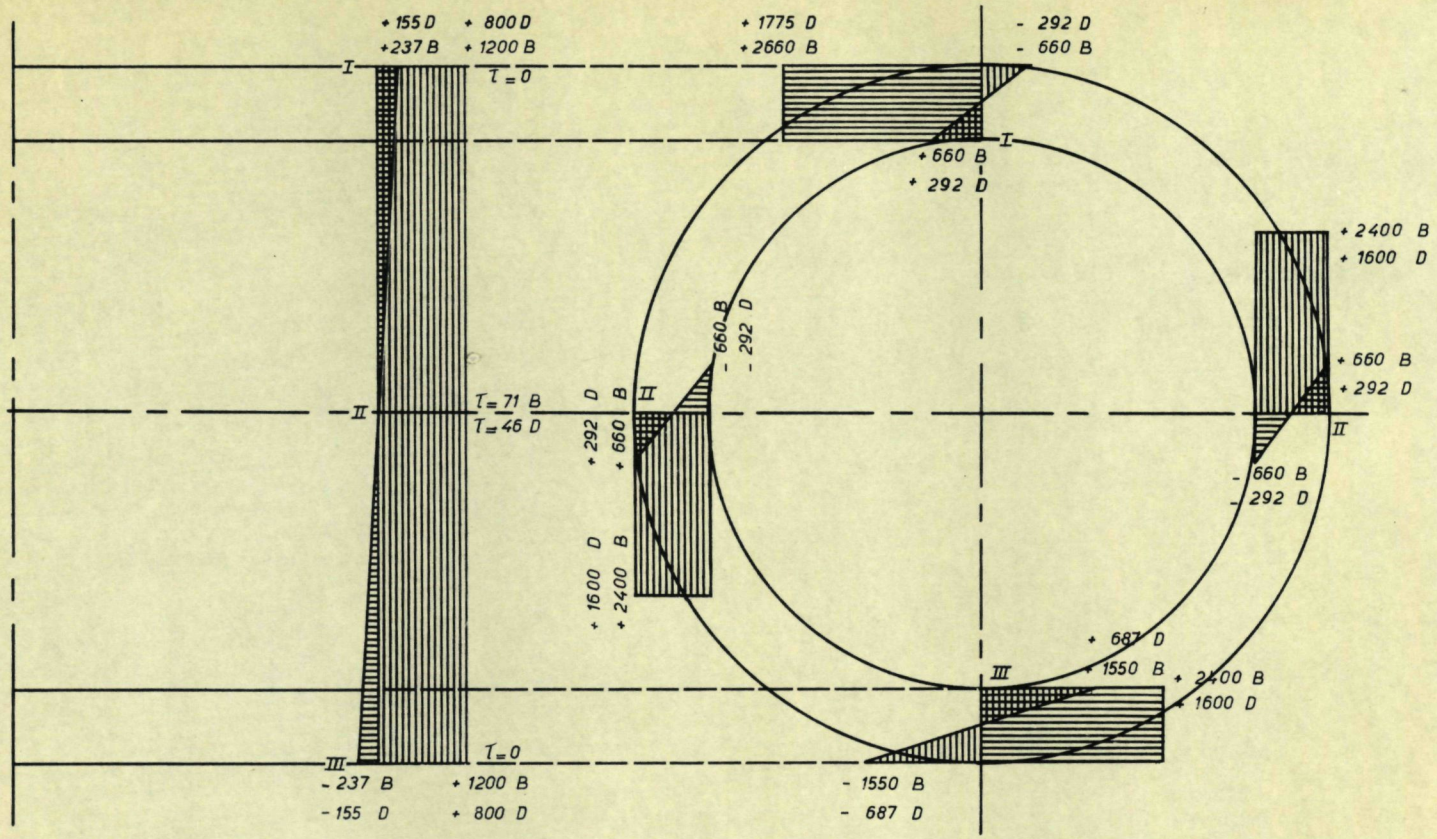
$$\Delta = 0,11.\frac{32.45,7^3.10^2}{2,1.10^6.59,6} = 0,269 \text{ cm} \approx \underline{2,7 \text{ mm}}.$$

De vervormingen bij toepassing van klasse B zijn reeds zodanig gering, dat gesproken kan worden van een stijve buis (rigid pipe). Ontlastende effecten, zoals bij slappe buizen (flexible pipe) optreden, gaan van deze deformaties dan ook niet uit. Het verzwaren van de buis tot klasse D heeft derhalve geen nadelig neveneffect.

's-Gravenhage, juli 1965.

Bijlage: 1.

BIJLAGE



(wanddikte niet op schaal).

PROV. WATERSTAAT IN ZUID-HOLLAND
afd. polders, dijken en algem. waterst.

Sterkteberekening ø 90 Dubbele Wiericke
overzicht der spanningen

Schaal 1:10

lei 7'65

-1.79

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND

's-GRAVENHAGE,
Koningskade 2
tel. 81 46 11

2 - AUG. 1965

№ 7439

BERICHT OP

NOTA. Wordt verzocht bij het antwoord datum en nummer van dit schrijven nauwkeurig aan te halen

ONDERWERP:
aardgasleidingen.

BIJLAGEN { TERUG / NIEUWE 2

Hierbij doe ik u de principetekening met toelichting toekomen, inzake de kruising van secundaire aardgasleidingen met boezemwateren.

De hoofddirecteur
van de provinciale waterstaat
in Zuid-Holland,

(dir.)

AAN het Raadgevend Ingenieursbureau
Bish en Partners N.V.
Koninginnegracht 84,
Den Haag.

GM.

-1.79

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND

Nº 7440

BERICHT OP

's-GRAVENHAGE, 2 - AUG. 1965
Koningskade 2
tel. 81 46 11

NOTA. Wordt verzocht bij het antwoord datum en nummer van dit schrijven nauwkeurig aan te halen

ONDERWERP:
aardgasleidingen.

BIJLAGEN { TERUG / NIEUWE 4

Hierbij doe ik u in tweevoud de principetekening met toelichting toekomen, inzake de kruising van secundaire aardgasleidingen met boezemwateren.

De hoofddirecteur
van de provinciale waterstaat
in Zuid-Holland,

(dir.)

AAN de N.V. Nederlandse Gasunie
Gevers Deynootplein 5
Den Haag.
t.a.v. ir. G. Schipmölder.

GM.

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND

N° 7440

BERICHT OP

NOTA. Wordt verzocht bij het antwoord datum en nummer van dit schrijven nauwkeurig aan te halen

ONDERWERP:
aardgasleidingen.

BIJLAGEN { TEGUG / NIEUWE

Hierbij doe ik u in tweevoud de principetekening met toelichting toekomen, inzake de kruising van secundaire aardgasleidingen met boezemwateren.

De hoofddirecteur
van de provinciale waterstaat
in Zuid-Holland,

(dir.)

AAN de N.V. Nederlandse Gasunie
Gevers Deynootplein 5
Den Haag.
t.a.v. ir. G. Schipmölder.

1.

-1.79

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND
==========

No. 7652

's-Gravenhage, 3 augustus 1965
Koningskade 2
Telefoon 814611

ONDERWERP: aardgasleidingen.

In antwoord op uw schrijven van 27 juli 1965 deel ik u het volgende mede. In de eerste plaats wil ik duidelijk stellen, dat mijn dienst formeel gezien slechts een passieve functie vervult bij het zoeken naar een oplossing voor een veilige kruisingswijze van secundaire aardgasleidingen Ø 30 cm met een bedrijfsdruk van 40 atm. met de in de provincie Zuid-Holland aanwezige boezemwateren. Het initiatief tot toepassing van de door uw maatschappij te leveren compensatoren, scharnierstukken en dergelijke, zal uit moeten gaan van de aanvrager der vergunning tot kruising van het water, i.c. de N.V. Nederlandse Gasunie. De bemoeienis van mijn dienst met deze kwestie dient door u dan ook als zuiver informatief te worden beschouwd, met geen ander doel dan om ingeval van een voorstel van de Gasunie in deze richting, te kunnen komen tot een prompt en goed gefundeerd oordeel.

In de tweede plaats is mij gebleken, dat er misverstanden bestaan bij de fabriek, Industrie-Werke Karlsruhe, omtrent de functie welke de door mijn dienst genoemde "Gelenkstücke" moeten vervullen, alsmede de eisen welke uit hoofde hiervan aan de betreffende constructie-elementen worden gesteld. Men dient zich namelijk bij de bestudering van de onderhavige vraagstukken voortdurend te realiseren, dat het ontwerp van een kruising van een aardgasleiding in het algemeen met een boezemwater, dat wordt begrensd door

AAN: Thermannex ingenieursbureau - lichte -
Postbus 6070
te Amsterdam.

EK.

lichte kaden, waarachter polders zijn gelegen met een maaiveldshoogte, welke aanzienlijk lager ligt dan het waterpeil in het te kruisen kanaal, moet leiden tot een constructie, die qua sterkte een onbeperkte levensduur heeft.

Het door toepassing van compensatoren en dergelijke overbruggen van bepaalde zettingsverschillen in de bodem, zonder dat dit leidt tot hoge secundaire spanningen in de leiding, is niet voldoende. Indien het zettingsproces zich doorzet, nadat de hoekverdraaiing c.q. "veerweg" volledig is verbruikt, zullen de secundaire spanningen toenemen tot na verloop van tijd het vloeistadium wordt bereikt. Uiteraard wordt bij toepassing van deze elementen een langere levensduur bereikt dan zonder deze mogelijk zou zijn. Een onbeperkte levensduur is slechts mogelijk indien wordt uitgegaan van een constructie, welke dermate sterk is, dat na het bereiken van een bepaalde zetting een evenwicht wordt bereikt tussen de grondbelastingen enerzijds en de draagkracht van de leiding anderzijds. Doorgaande zetting leidt dan niet meer tot toename van de spanningen. Een tweede eis hierbij is, dat de spanningen in de leiding bij de genoemde evenwichtstoestand niet hoger mogen zijn dan het 2,5de deel van de breukspanning van het gebezigde pijpmateriaal. De kruisende leidingstrekking moet door de boezemkaden worden gevoerd met voorzieningen tegen onder- en achterloopsheid. Men creëert op de oevers min of meer vaste punten, aangezien deze voorzieningen aan weinig zetting onderhevig zullen zijn, terwijl de in de kanaalbodem gebaggerde sleuf doorgaans wordt aangevuld met een zwaardere specie dan de oorspronkelijk aanwezige met zettingen als gevolg. Indien men de buisleiding vervolgens beziet als ligger op twee steunpunten, dan zullen na een zeker zettingsverloop zogenaamde vloeischarnieren (Fliesszgelenke) ontstaan, welke de oorspronkelijk buigingsstijve leiding transformeert tot een ketting. Deze ketting zal voorzover mogelijk de vorm aannemen van de zogenaamde kettinglijn (catenoide), hetgeen impliceert dat het accent bij de totstandkoming van het draagvermogen van de leiding verschuift van buiging naar trek.

De gehele krachtsverdeling in de leiding wijzigt zich hierdoor in gunstige zin, waardoor het genoemde evenwicht tussen grondbelasting en draagvermogen ook bij grotere overspanningen mogelijk is. Aan de eerste eis van onbeperkte levensduur is hiermede voldaan; aan de tweede voorwaarde van 2,5-voudige zekerheid tegen breuk echter geenszins, aangezien in de "Fliesgelenke" de vloeigrens bereikt wordt, waardoor de veiligheidsfactor ter plaatse te laag is ($<2,5$). De gedachten gaan nu uit naar toepassing van geprefabriceerde scharnieren, welke bij de leiding-aanleg worden gemonteerd op die plaatsen, waar in de vorengeschetste omstandigheden het ontstaan van een vloeischarnier kan worden verwacht. Het nadeel van de te lage veiligheidsfactor is met behulp van deze scharnierstukken wellicht te ondervangen. Het trekankersysteem van het scharnierstuk zal op trek belast even sterk moeten zijn als de leiding zelf, daar een zwakkere schakel in een ketting de sterkte van het geheel schaadt.

Resumerend kan men stellen, dat de eventueel toe te passen scharnierstukken aan de volgende tweetal eisen zullen moeten voldoen:

1) de ringspanningen in de balg tengevolge van een bedrijfsdruk van 40 atm. mogen niet hoger zijn dan $\frac{\sigma \text{ breuk}}{2,5}$ van de voor deze balg gebruikte staalsoort,

2) de trekkracht bij breuk van het trekankersysteem mag niet lager zijn dan die van de leiding zelf, welke laatste op 288 ton is te stellen.

Het is voor mijn dienst, als adviserend orgaan voor vergunning-verlenende instanties, van belang ten spoedigste te worden geinformeerd omtrent de mogelijkheid uwerzijds scharnierelementen te leveren, welke voldoen aan de gegeven voorwaarden.

De hoofddirecteur
van de provinciale waterstaat
in Zuid-Holland,

(dir.)

-1.79

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND

's-GRAVENHAGE,
Koningskade 2
tel. 81 46 11

18 FEB. 1966

Nº 15507

BERICHT OP

NOTA. Wordt verzocht bij het antwoord datum en nummer van dit schrijven nauwkeurig aan te halen

ONDERWERP: Hogedruk aardgasleidingen in belangrijke boezem- en polderkaden.

BIJLAGEN { TERUG / NIEUWE

Zoals uw college bekend is worden thans in onze provincie op grote schaal aardgasleidingen gelegd welke te zijner tijd gas met een werkdruk van 67,5 en 40 atmosfeer zullen transporteren.

Het laat zich verstaan dat indien met een dergelijke in vol bedrijf zijnde gasleiding een ongeluk gebeurt, waardoor lekkage, breuk of een explosie ontstaat, de gevolgen rampzalig kunnen zijn.

In het algemeen berust de zorg voor de veiligheid van de mens en zijn have en goed bij de centrale overheid.

Dit moge onder meer blijken uit de Veiligheidswet en de Hinderwet en rijksdiensten als Arbeidsinspectie en de Dienst voor het Stoomwezen.

De zorg voor de waterstaat berust echter in het algemeen bij de provincie en de door haar ingestelde of gereglementeerde waterschappen.

Afgezien van het maken van werken (waaronder gasleidingen) in de hoofdwaterkering waarmede uw college op grond van artikel 33

AAN het College van Gedeputeerde Staten - van -
van Zuid-Holland te 's-Gravenhage.

IB.

van de Waterstaatswet en de Dijksbouwverordening rechtstreeks bemoeienis heeft, kunnen in polder- en boezemkaden werken worden gemaakt zonder dat de provincie hiervan afweet.

Dit levert in het algemeen geen bezwaar op omdat de verantwoordelijke instanties (de polders en hoogheemraadschappen) wel weten welke eisen ter bescherming van de veiligheid van de waterkering dienen te worden gesteld.

Zeer begrijpelijk worden echter de gevaren die de hogedruk gasleidingen voor de boezem- en polderkaden opleveren veelal niet onderkend; indien dit wel het geval is weet men vaak niet door welke voorwaarden men deze kan elimineren.

Vooral voor boezemkaden kan een ongeluk met een gasleiding desastreuze gevolgen hebben.

In verband met de aanleg van hogedruk gasleidingen is door mijn dienst tezamen met de technische diensten van de hoogheemraadschappen Delfland, Schieland en Rijnland een studiecommissie gevormd, om over de technische aspecten van gasleidingen in waterkeringen en wegen van gedachten te wisselen teneinde tot eensluidende conclusies te komen.

Buiten bovengenoemde hoogheemraadschappen zijn er echter nog een aantal boezembeherende waterschappen die mijns inziens enig technisch advies behoeven. Ik denk hierbij aan De Overwaard en De Nederwaard en aan het hoogheemraadschap De Vijfheerenlanden. Niet genoemd is hier het Grootwaterschap van Woerden omdat hiermede reeds de nodige contacten zijn gelegd en een goede samenwerking bestaat.

Gezien de grote waterstaatkundige belangen die hier op het spel staan moge ik uw college adviseren de besturen van De Overwaard, De Nederwaard en het Hoogheemraadschap van de Vijfheerenlanden te wijzen op de gevaren van hogedruk gasleidingen in boezemkaden en hun daarom te verzoeken, alvorens vergunning te geven tot het kruisen van boezemkaden contact op te nemen met de Afdeling polders, dijken en algemene waterstaat van mijn dienst, Koningskade 2 te 's-Gravenhage.

Het zelfde geldt voor de polders Berkel en Bleiswijk c.a. die belast zijn met de zorg voor binnenboezems en de Zuidplaspolder, de Polder Prins Alexander, de Eendragtpolder en de Tweemanspolder die water keren van de Ringvaarten van de Zuidplaspolder en de Prins Alexanderpolder en van de Hennipsloot.

- Tenslotte -

Tenslotte ware een zelfde schrijven te richten aan de polder Middelburg die water keert van de Gouwepolder.

De hoofddirecteur
van de provinciale waterstaat
in Zuid-Holland,

(dir.)

Afschrift: hoofddir. v.d. p.w. rapp. d.d. 18 februari 1966, no. 15507.

66.08

PROVINCIAAL BESTUUR
VAN ZUID-HOLLAND

B no. 3369 (1 e afd.)

G. S. no. 415.

NOTA. Men wordt verzocht, bij het antwoord, datum, letter, nummer en afdeling dezer missive nauwkeurig aan te halen.

's-Gravenhage, 23 februari 1966.

Verzonden: -1. MRT. 1966

ONDERWERP:

Hogedruk aardgasleidingen in belangrijke boezem- en polderkaden.

PROV. WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND
No. 15507
Ingek. - 2 MAART 1966

Gezien
De Hoofd-bouwkundige

Zoals u bekend is, worden thans in de provincie Zuid-Holland op grote schaal aardgasleidingen gelegd. Deze leidingen zullen te zijner tijd gas met een werkdruk van 67,5 en 40 atmosfeer transporteren.

Indien met een dergelijke in vol bedrijf zijnde gasleiding een ongeluk gebeurt, waardoor lekkage, breuk of een explosie ontstaat, kunnen de gevolgen daarvan rampzalig zijn. Ook voor polder- en boezemkaden kan een ongeluk met een zodanige gasleiding ernstige gevolgen hebben. De dienst van de provinciale waterstaat heeft daarom een diepgaande studie gemaakt van de technische aspecten van het leggen van gasleidingen in waterkeringen en wegen.

Gezien de grote waterstaatkundige belangen, die hier op het spel staan verzoeken wij u -alvorens vergunning te geven tot het kruisen van polder- en boezemkaden met de bedoelde leidingen- contact op te nemen met de dienst van de provinciale waterstaat, afdeling polders, dijken en algemene waterstaat, Koningskade 2 te 's-Gravenhage, die u hieromtrent van advies kan dienen.

Van de eventueel ter zake door u te verlenen vergunningen zullen wij gaarne afschrift ontvangen.

Gedeputeerde Staten der
provincie Zuid-Holland,

(get.) J. Klaasesz ,voorzitter.

(get.) F.A. Helmstrijd ,griffier.

Aan

z.o.z.

437-66.

1. D. en H.H. v. De Vijfheerenlanden.
2. bestuur v.h. waterschap De Overwaard.
3. idem Nederwaard.
4. idem polder Berkel.
5. idem polder Bleiswijk c.a.
6. idem Zuidplaspolder.
7. idem Polder Prins Alexander.
8. idem de Eendragtspolder.
9. idem Tweemanspolder.
10. idem polder Middelburg.

-1.79

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND

's-GRAVENHAGE,
Koningskade 2
tel. 81 46 11

17 MAART 1966

Nº 16860

BERICHT OP

afsch. Dir.

NOTA. Wordt verzocht bij het antwoord datum en nummer van dit schrijven nauwkeurig aan te halen

ONDERWERP: Aardgasleidingen.

BIJLAGEN { TERUG / NIEUWE

Op verzoek van de heer H.A.Kruijtbosch bevestig ik hierbij schriftelijk de volgende reeds mondeling kenbaar gemaakte eisen ten aanzien van de kruising van aardgasleidingen met boezemwateren:

1) de mantelbuis bij de zogenaamde Vrouwenvaart-oplossing dient (onafhankelijk van de escalatie voor de gasvoerende buis) een veiligheid ten opzichte van de breukgrens van het gebezigde pijpstaal van 2,3 te bezitten. Hierbij wordt terzijde opgemerkt dat deze eis tevens geldt voor mantelbuizen onder provinciale wegen;

2) de minimale lengte van de oeverkistdammen gemeten evenwijdig aan de kaden bij zowel de Dubbele Wiericke oplossing als de onder 1 genoemde bedraagt 20 m. De kistdam moet door middel van eindschotten in 3 compartimenten worden verdeeld en in een voorkomend geval de waterkerende functie van de kade ter plaatse geheel uit eigen stabiliteit kunnen overnemen;

3) de veiligheidseisen voor de kruisende strekking gelden tevens voor veiligheidszônes van 60 m gemeten uit de droge teen

AAN

Bechtel International Company
T.a.v. de heer H.A.Kruijtbosch
K.L.M.Building
Plesmanweg 1
's-GRAVENHAGE

- van -

SW

van de kaden aan weerszijden van het boezemwater;

4) de kathodische bescherming dient zich behalve tot de pijpleiding ook tot de gestraalde en geasfalteerde kistdammen uit te strekken. Een en ander ten genoegen van T.N.O. afdeling corrosie;

5) de gronddekking in het water heeft een beschermende functie tegen beschadiging door scheepsankers of profielsverruimingen en dergelijke en bedraagt in geval van:
a. geen scheepvaart : 1,30 m klei of zand;
b. kleine binnen-scheepvaart : 2 m klei;
c) grotere scheepvaart : 2,50 m klei.

De hoofddirecteur
van de provinciale waterstaat
in Zuid-Holland,

(dir.)

-1.79

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND

's-Gravenhage, 14 maart 1966.
Koningskade 2
tel. 81 46 11

No. 16723.

afschr. Hoofddir. in Brug - de Kock

Onderwerp: Kruisingsconstructies van primaire aardgasleidingen met boezemwateren.

Bijlagen: 1 memorandum met 2 bijlagen.

Waarde collega,

Zoals u weet is het agendapunt betreffende "aardgasleidingen" op onze vergadering van 3 maart j.l. wegens gebrek aan tijd niet ter sprake geweest. Het zal wellicht op onze eerstvolgende vergadering ter sprake komen.

Ik acht deze materie echter van zo groot belang dat ik heb gemeend u reeds thans het hierbijgevoegde memorandum met bijlagen, dat ik had willen behandelen, te moeten toezenden, zulks opdat tijdig kan worden overwogen om gezamenlijk de daarin vermelde gedragslijn te volgen.

Met collegiale groet,
de hoofddirecteur van
de provinciale waterstaat
in Zuid-Holland,

(dir.)

Aan: de Heer Directeur-Hoofdingenieur
van de Provinciale Waterstaat
van
te

TW.

In Directeur PW.

Memorándum inzake de toe te passen veiligheidscoëfficiënten bij de kruisingsconstructies van primaire aardgasleidingen met boezemwateren.

Tot december 1965 werd door het coördinerend orgaan van provincie en hoogheemraadschappen -de "gasclub"- voor kruisingen van primaire (transport) leidingen en secundaire (regionale) leidingen met boezemwateren, dijken en wegen integraal een veiligheidsfactor ten opzichte van de breukgrens van het toegepaste pijpstaal van 2,5 aan de Ned.Gasunie voorgeschreven, zijnde een in de civiele techniek gangbare waarde. Hierbij werd nader geregeld, dat deze coëfficiënt tot 2,3 mocht worden gereduceerd in die gevallen, waarbij wordt voldaan aan de volgende condities:

1. het gestelde in art. 36 van de T.G.B., betreffende deskundig ontwerp en uitvoering.
2. indien bij breuk van de leiding verder in het terrein (van een lagere veiligheidsklasse) door overbelasting ten gevolge van een drukstoot in het gas, de kruisende strekking (van een hogere veiligheidsklasse) inclusief 60 m. veiligheidszônes aan weerszijden niet "vloeit" (geen plastische dus blijvende deformaties).

Bij secundaire leidingen is het verschil in veiligheid tussen terrein- en kruisende strekking zo gering, dat aan de tweede voorwaarde, welke in feite de bezwijkende terreinleiding als veiligheidsklep laat fungeren voor de kruising, niet kan worden voldaan. Een reductie tot 2,3 is voor deze leidingen dan ook niet toegestaan; voor primaire leidingen door boezemwateren en wegen wel (dijkskruisingen van primaire leidingen waren toen nog niet aan de orde, wel van secundaire).

Omstreeks november 1965 werd van Bechtel I C een geschrift ter informatie ontvangen met de titel: "Final Draft, Design strength criteria for pipeline crossings of railroads and highways," American Society of Civil Engineers, january 1959. (zie bijgevoegd uittreksel). In § 6.231 daarvan wordt een uiteenzetting gegeven over de veiligheidscoëfficiënten, die voor diverse weg- en spoorwegkruisingen met olie- en gaspijpleidingen worden voorgesteld. Gesteld wordt, dat zowel de spanningen ten gevolge van de inwendige druk als die veroorzaakt door uitwendige be-

Nevrow negnirlatrkgswroogo ne -gew
ygloveg nef negninnege eb lewos fes ,jfrow blefsed .blefsegroov
-ed ygibnewfiw ub roob fkssrtoorev eib eld elf ylfkf ygibnewfiw eb nsv

lastingen in de berekening dienen te worden betrokken. De samengestelde kritieke hoofdspanning zal dan een veiligheid ten opzichte van de vloeigrens van het gebezigde pijpstaal moeten bezitten, die trapsgewijs varieert tussen 1,67 en 2,5 voor wegkruisingen van variërende importantie en tussen 2,0 en 2,5 voor spoorwegkruisingen. Ten opzichte van de breukgrens van het voor primaire leidingen gebruikte staal A.P.I.-X-56 (σ_{breuk} = 5600 kg/cm^2, σ_{vloei} = 4000 kg/cm2) bedragen deze coëfficiënten 2,34 en 3,5 voor wegen, resp. 2,8 en 3,5 voor spoorwegen.

De gasclub heeft zich,na bestudering van het betreffende stuk en na een bespreking met vertegenwoordigers van Gasunie en Bechtel, op het standpunt gesteld, dat het belang van boezemwateren en de gevolgen hierbij van een leidingbreuk, die van wegen en spoorwegen evenaren zo niet overtreffen. Op 8 december 1965 ging een brief uit aan de Gasunie, waarin werd medegedeeld, dat in den vervolge de volgende veiligheidsfactoren zouden gelden:

minder belangrijke boezemwateren	2,34	t.o.v. de breukgrens
(normaal) "	" 2,8	
zeer "	" 3,5	

Begin februari 1966 werd door de Gasunie een nieuwe versie van het genoemde A.S.C.E.-rapport overhandigd, waaruit zou moeten blijken, dat de in het rapport van 1959 gestelde veiligheden in de editie van 1964 drastisch zijn verlaagd. De titel van dit geschrift luidt: "Interim Specification for pipeline crossings of railroads and highways", American Society of Civil Engineers (A.S.C.E.), january 1964. (zie bijgevoegd uittreksel). Bij bestudering bleek, dat de eisen voor spoorwegkruisingen onverkort worden gehandhaafd, doch dat de trapsgewijze variatie voor wegkruisingen van 1,67 tot 2,5 ten opzichte van de vloeigrens (resp. 2,34 tot 3,5 ten opzichte van de breukgrens) is vervangen door één veiligheidsfactor, n.l. 2,0 ten opzichte van de vloeigrens c.q. 2,8 ten opzichte van de breukgrens.
Het merkwaardige feit deed zich echter voor, dat bij de spoorwegkruisingen als van ouds zowel spanningen door inwendige druk als door uitwendige lasten worden verdisconteerd, maar dat bij de wegkruisingen uitsluitend met de inwendige druk wordt gerekend, terwijl in een ander hoofdstuk voor diverse wegen de statische en dynamische belastingen worden opgegeven en gesteld, dat deze

-in-

in de berekening moeten worden opgenomen. Een telegram verzonden aan de voorzitter van de betrokken Amerikaanse commissie, resulteerde in een antwoord dat aangeeft, dat de ervaring in de U.S.A. heeft uitgewezen, dat berekening van wegkruisingen op uitsluitend inwendige druk (onder erkenning van het bestaan van de uitwendige lasten) met een veiligheid van 2,0 ten opzichte van de vloeigrens (2,8 ten opzichte van de breukgrens) voldoende is gebleken.

Deze praktische vuistregel geeft geen indicatie omtrent de werkelijk aanwezige veiligheid. De Gasunie heeft medegedeeld, dat de A.P.I. (American Petroleum Institute) zich behoudens een niet terzake doend hoofdstuk accoord heeft verklaard met de A.S.C.E. Interim Specification 1964.

De Gasunie stelt voor de constructie van de belangrijkste boezemwateren, zoals de Gouwe, op het "wegen"-gegeven te baseren ! Dit komt neer op toepassing van z.g. C -pijp, terwijl uit de door de gasclub geformuleerde eisen D of E-pijp volgt. De gasclub handhaaft de reeds eerder aan de Gasunie kenbaar gemaakte veiligheidseisen, en verwijst hierbij naar het gestelde ten aanzien van spoorwegkruisingen in de 1964-uitgave. De Gasunie verklaart ten slotte in tegenstelling tot de mening van de gasclub, dat de hogere veiligheden, b.v. in dichter bevolkte gebieden, die in de 1959-uitgave voorkwamen en in 1964 nog voor spoorwegen van importantie, niet nodig zijn om de kruising qua economische schade en verlies aan mensenlevens veilig te stellen, doch om de buis tegen frequente mechanische beschadiging te beschermen !

De gasclub heeft de Gasunie voorgesteld de geëiste veiligheden voorlopig te bereiken door verlaagde bedrijfsdrukken in de C-buizen toe te laten (en deze voorwaarde ook te stellen !), totdat een daartoe in te stellen vertrouwen wekkende commissie van het Koninklijk Instituut v. Ingenieurs een uitspraak doet op het punt van de aan te houden veiligheden. Dit voorstel vormt momenteel nog onderwerp van intern beraad voor de Gasunie.

's-Gravenhage, februari 1966.

- 1.79

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND

's-Gravenhage, 7 april 1966.
Koningskade 2
tel. 81.46.11

afschr hoofddir.
dir.
ir Brug.
ir de Kock

No. 17779

Onderwerp: aardgasleidingen.

Bijlagen :)terug
)nieuwe: 1 aanvulling memorandum.

Waarde collega,

Ter aanvulling van het u op 14 maart j.l. toegezonden memorandum met bijlagen inzake kruisingsconstructies van primaire aardgasleidingen met boezemwateren, doe ik u een samenvatting van de laatste ontwikkelingen op het gebied van de veiligheidsfactoren toekomen.

Met collegiale groet,
De hoofddirecteur
van de provinciale waterstaat
in Zuid-Holland,

(dir.)

Aan
de heer directeur-hoofdingenieur
van de provinciale waterstaat
van
te

Z.O.Z.

z.o.z.

TW.

Aan de directeur-hoofdingenieur van de

provinciale waterstaat van Friesland te Leeuwarden
Groningen te Groningen
Drente te Assen
Overijssel te Zwolle
Gelderland te Arnhem
Utrecht te Utrecht
Noord-Holland te Haarlem
Zeeland te Middelburg
Noord-Brabant te 's-Hertogenbosch
Limburg te Maastricht.

Rel. 17779/66

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND

Aanvulling op het memorandum inzake toe te passen veiligheidscoëfficiënten bij de kruisingsconstructies van primaire aardgasleidingen met boezemwateren.

-----oOo-----

In aansluiting op het hierboven bedoelde geschrift kan nog het volgende worden opgemerkt. Het door de "gasclub" aan de Gasunie gedane voorstel betreffende een voorlopige beperking van de maximaal toelaatbare bedrijfsdrukken teneinde aan de door de eerste instantie gestelde veiligheidseisen te kunnen voldoen, kon door de laatste niet worden aanvaard als zijnde niet in overeenstemming te brengen met de door de Gasunie aangegane verplichtingen betreffende hoeveelheden en drukken van het aan de afnemende gemeenten en bedrijven te leveren aardgas.

De in de brief van 8 december 1965 gestelde veiligheidseisen zullen thans worden gerealiseerd door toepassing van buizen met een grotere wanddikte c.q. kleinere diameter. Teneinde mogelijke misverstanden te voorkomen volgt hier een kort overzicht van de diverse veiligheidsklassen en buistypen. Door Gasunie en Bechtel worden de zgn. Bechtel-specifications gehanteerd, gebaseerd op de "American Standard Code for pressure piping ASA B 31.8 - 1963: Gas transmission and distribution piping systems", welke door de dienst voor het Stoomwezen in werktuigkundig opzicht is aangepast aan Nederlandse omstandigheden. De beide in het memorandum genoemde publicaties van de ASCE gaan eveneens van deze code uit. Men onderscheidt hierbij 4 veiligheidsklassen, n.l.:

klasse	veiligheidsfactor ten opzichte van de vloeigrens.	veiligheidsfactor ten opzichte van de breukgrens, bij toepassing van staal API-X-56 ($\frac{\sigma_{br}}{\sigma_{vl}} = \frac{5600}{4000} = 1{,}4$)
A	1,45	2,03
B	1,67	2,34
C	2	2,8
D	2,5	3,5

-De-

De nomenclatuur van de toe te passen buizen wordt door de Gasunie gebaseerd op een belasting door de inwendige gasdruk alleen. Zo spreekt men van A-, B-, C- en D-buizen, welke zonder uitwendige belastingen de in de tabel genoemde veiligheden bezitten. Uit het feit, dat de "gasclub" bij de vaststelling van de veiligheidseisen een sterkteberekening verlangt, welke ook deze uitwendige belastingen in aanmerking neemt, volgt dat bij een bepaalde veiligheidsfactor een buis behoort, welke in de terminologie van de gasunie minimaal 1 klasse hoger ligt. Op deze wijze impliceert de realisering van de door de gasclub geëiste escalatie in veiligheid van 2,34 via 2,8 tot 3,5 ten opzichte van de breukgrens van het gebezigde pijpstaal, toepassing van resp. C, D en E-buis, welke laatste klasse ten gevolge van de beperkte belastingsinterpretatie van de Gasunie niet in de Amerikaanse code voorkomt, doch welke buis op korte termijn leverbaar blijkt te zijn in een 30" uitvoering (diameter Ø 75 cm, wanddikte 19,3 mm). Behalve bij de Gouwe komen de kruisingen met 3,5-voudige zekerheid voor in het tracé Leiden-Botlek, welke leiding een diameter van 30" bezit, zodat een en ander geen bijzondere moeilijkheden zal geven. Bij de kruising van de Gouwe, welke ligt in het tracé Woerden-Katwijk met 36" diameter (Ø 90 cm), zal echter ter plaatse van de kruising c.a. een doorstromingsprofielsvernauwing ontstaan van 36" tot 30", hetgeen plaatselijk een hogere stroomsnelheid van het gas met zich brengt en bij gevolg een extra drukverlies, dat echter bezien op het totaal aan wrijvings- en plaatselijke verliezen van de gehele leiding slechts een geringe capaciteitsdaling tot gevolg zal hebben. Het is nog niet duidelijk -in verband met de leverbaarheid van deze pijp- of de kruisingen, waarvoor D-pijp is vereist, in 30" of 36" buizen zullen worden uitgevoerd (voor kruisingen gelegen in een 36" leiding tracé).
Tenslotte volgt nog een overzichtstabel van pijpdiameters, wanddikten en veiligheidsklassen.

-diameter-

diameter	wanddikte in mm bij klasse:				
	A.	B.	C.	D.	E.*)
30" (Ø 75 cm)	9,3	10,7	12,9	16,1	19,3
36" (Ø 90 cm)	11,2	12,8	15,4	(19,3)	-

In totaal zullen in Zuid-Holland 17 boezemkruisingen met primaire aardgasleidingen tot stand worden gebracht, waarvan er thans nog slechts één is uitgevoerd.
De verdeling van deze kruisingen ten aanzien van de veiligheden is als volgt:

3 stuks met 3,5-voudige zekerheid (t.o.v. de breukgrens)
2 " " 3,2- " "
2 " " 2,8- " "
10 " " 2,34- " "

's-Gravenhage, 7 april 1966.

*) in de ASA-code komt klasse E niet voor, omdat volgens dit normaalblad de uitwendige belastingen in de berekening moeten worden betrokken, zodat de eisen van de gasclub ten aanzien van een 3,5-voudige veiligheid ten opzichte van de breukgrens met inachtneming van de uitwendige lasten vallen onder klasse D. Uitsluitend ten gevolge van de afwijkende Gasunie-nomenclatuur komt men tot de term E-buis. Uit beleidsoverwegingen geeft de Gasunie echter de voorkeur aan de benaming D^+-buis

-1.79

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND

Rectificatie:

In het verslag van de bespreking over kruisingen van aardgasleidingen met waterkeringen, gehouden op 29 maart 1966 in het waterschapshuis van De Dijkring IJsselmonde te Barendrecht, dient de alinea aanvangende met de woorden "Met betrekking tot de te volgen procedure....." als volgt te worden gewijzigd.

Met betrekking tot de te volgen procedure om de eis van berekening aan de Gasunie kenbaar te maken werd besloten, dat in de aan de Gasunie te verlenen vergunningen een voorwaarde zal worden opgenomen waarin wordt bepaald, dat voor de betreffende kruising een berekening wordt geëist, die is gebaseerd op een onderzoek van het Laboratorium voor Grondmechanica en waaruit de overeengekomen veiligheidscoëfficiënt moet blijken, waarbij het waterschap zich het recht voorbehoudt deze berekening door een door het bestuur aan te wijzen deskundig adviesbureau op kosten van de Gasunie te laten controleren.

's-Gravenhage, 5 - 5 - 1966.

Verz. aan: Heele
v.d. Muyzenb
Bakker
Vos
v. Beveren
v.d. Riet
Dordtse Dijkring
Ingen. v. Schieland
Hh v.d. Krimpenerw.
} elk één exempl.

Dir. Ingen. v. Delfland
Dijkr. IJsselmonde
" Hoekse Waard
Briele Dijkring.
} elk 2 ex's.

-1.79

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND

's-GRAVENHAGE, Koningskade 2
tel. 81 46 11

16 mei 1966

№ 19613

BERICHT OP

NOTA. Wordt verzocht bij het antwoord datum en nummer van dit schrijven nauwkeurig aan te halen

ONDERWERP: Aardgasleidingen.

BIJLAGEN { TERUG / NIEUWE

Stand van zaken op 5 mei 1966 bij het overleg inzake de kruising van boezemwateren door primaire (transport) aardgasleidingen.

Teneinde te komen tot een gelijkgericht beleid ten aanzien van deze kruisingen, hebben de vergunningverlenende hoogheemraadschappen en de provinciale waterstaat zich verenigd in een officieus coördinerend contactorgaan: de "gasclub". Hierdoor werd voorkomen, dat de ene instantie te hoge en de andere te lage eisen zou stellen aan de bijzonder moeilijke constructies ter plaatse van de kruisingen.

Het overleg, dat zich tussen de Gasunie en deze gasclub heeft ontwikkeld, neemt veel tijd in beslag, aangezien de eerste onder andere moet voldoen aan de eis, dat, gebaseerd op een rapport van het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft, een sterkte berekening moet worden overgelegd, waaruit de aanwezigheid van een vooraf vastgestelde veiligheidsfactor blijkt.

- Deze -

AAN de Directeur van de
Provinciale Waterstaat
in Zuid-Holland
te 's-Gravenhage.

EK.

Deze voorwaarde gekoppeld aan het vinden van een goede kruisingsconstructie bleek de Gasunie en met name haar adviserend Amerikaans ingenieursbureau (Bechtel) voor grote problemen te stellen.

Bij de onderhandelingen is door de in de gasclub gebundelde instanties voortdurend prioriteit verleend aan aardgaszaken, gezien het urgente karakter hiervan. Het betreft hier een 17-tal kruisingen met boezemwateren, waarvan er thans één is uitgevoerd (de Dubbele Wiericke). Van de resterende 16 stuks liggen er 7 in het tracé Woerden - Leiden en 9 op het traject Leiden - Botlek, waarvan 4 stuks tot Den Haag. Volledige vergunningen zijn tot op heden slechts verstrekt voor de Enkele Wiericke en de Vrouwenvaart, beide gelegen in het eerstgenoemde tracé. Voor de meest gecompliceerde kruising van dit tracé, de Gouwe, kan op korte termijn vergunning worden verleend. Voor de andere kruisingen is vooruitlopend op de definitieve vergunning, toestemming aan de Gasunie gegeven om op eigen risico met het heien van damwand een aanvang te maken.

Gezien de hiervoor beschreven stand van zaken, is het wel uitgesloten te achten, dat de Gasunie haar verplichtingen ten aanzien van levering van aardgas in augustus a.s. voor de Haagse centrale zal kunnen nakomen.

Verdere maatregelen ter bespoediging van de bouw der diverse kruisingen, kunnen van de zijde van de vergunningverlenende instanties niet worden verwacht, omdat deze waar mogelijk reeds zijn getroffen.

De adj. directeur
van de provinciale waterstaat
in Zuid-Holland,

-1.79

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND

Nº 19613

's-GRAVENHAGE, 26 MEI 1966
Koningskade 2
tel. 814611

BERICHT OP

afschr. Mr Lodder
in Brug
in de Rock

NOTA. Wordt verzocht bij het antwoord datum en nummer van dit schrijven nauwkeurig aan te halen

ONDERWERP: Aardgasleidingen

BIJLAGEN { TERUG / NIEUWE

Desgevraagd moge ik uw college, naar aanleiding van het gestelde terzake van de voortgang van de aanleg der aardgasleidingen in de notulen van de vergadering van de raad van commissarissen der N.V. Electriciteitsbedrijf Zuid-Holland, gehouden op 21 april 1966, het volgende berichten.

Stand van zaken op 5 mei 1966 bij het overleg inzake de kruising van boezemwateren door primaire (transport) aardgasleidingen.

Teneinde te komen tot een gelijkgericht beleid ten aanzien van deze kruisingen hebben de vergunningverlenende hoogheemraadschappen en de provinciale waterstaat zich verenigd in een officieus coördinerend contactorgaan: de "gasclub". Hierdoor werd voorkomen dat de ene instantie te hoge en de andere te lage eisen zou stellen aan de bijzonder moeilijke constructies ter plaatse van de kruisingen.

Het overleg, dat zich tussen de Gasunie en deze gasclub heeft ontwikkeld, neemt veel tijd in beslag, aangezien de eer-

AAN het College van Gedeputeerde -ste-
Staten van Zuid-Holland
te 's-Gravenhage

V

ste onder andere moet voldoen aan de eis dat, gebaseerd op een rapport van het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft, een sterkteberekening moet worden overgelegd, waaruit de aanwezigheid van een vooraf vastgestelde veiligheidsfactor blijkt.

Deze voorwaarde, gekoppeld aan het vinden van een goede kruisingsconstructie, bleek de Gasunie en met name haar adviserend Amerikaans ingenieursbureau (Bechtel) voor grote problemen te stellen.

Bij de onderhandelingen is door de in de gasclub gebundelde instanties voortdurend prioriteit verleend aan aardgaszaken, gezien het urgente karakter hiervan. Het betreft hier een 17-tal kruisingen met boezemwateren, waarvan er thans één is uitgevoerd (de Dubbele Wiericke). Van de resterende 16 stuks liggen er 7 in het tracé Woerden - Leiden en 9 op het traject Leiden - Botlek, waarvan 4 stuks tot Den Haag. Volledige vergunningen zijn tot op heden slechts verstrekt voor de Enkele Wiericke en de Vrouwenvaart, beide gelegen in het eerstgenoemde tracé. Voor de meest gecompliceerde kruising van dit tracé, de Gouwe, kan op korte termijn vergunning worden verleend. Voor de andere kruisingen is, vooruitlopend op de definitieve vergunning, toestemming aan de Gasunie gegeven om op eigen risico met het heien van damwand een aanvang te maken.

Gezien de hiervoren beschreven stand van zaken is het wel uitgesloten te achten dat de Gasunie haar verplichtingen ten aanzien van levering van aardgas in augustus e.s. voor de Haagse centrale zal kunnen nakomen.

Verdere maatregelen ter bespoediging van de bouw der diverse kruisingen kunnen van de zijde van de vergunningverlenende instanties niet worden verwacht, omdat deze waar mogelijk reeds zijn getroffen.

De hoofddirecteur
van de provinciale waterstaat
in Zuid-Holland,

(dir.)

19613/66

Uittreksel uit de notulen van de vergadering van de raad van commissarissen der N.V. Electriciteitsbedrijf Zuid-Holland, gehouden op 21 april 1966

Naar aanleiding van een reactie van de heer Van Zuuren
Blz.7: op deze opmerking, deelt de heer Bakker mede, dat de vooruitzichten voor het stoken van aardgas niet uitgesproken gunstig zijn. Wat de levering op korte termijn betreft, moet worden geconstateerd, dat de aanleg van het transportnet van de Gasunie slecht vordert. De oorzaak is het overleg met de hoogheemraadschappen, geadviseerd door de provinciale waterstaat, over de eisen die aan de kruising van het transportnet met boezemkaden moeten worden gesteld. Hiervoor schijnen uitgebreide berekeningen te moeten worden gemaakt, waaraan diverse personen van verschillende instanties te pas komen. Het is spreker bekend, dat er thans rechtstreeks contact is tussen de hoofddirectie van de Gasunie en Prof. Klein van de provinciale waterstaat. Inmiddels wordt het twijfelachtig, of de Gasunie haar toezegging, dat in augustus a.s. aardgas voor de Haagse centrale zal worden geleverd, zal kunnen nakomen.

De heer Klaassesz zegt toe, dat van de zijde van de
Blz.8: provincie met Prof. Klein zal worden gesproken over de stand van het overleg van de polders met de Gasunie.

PROVINCIAAL BESTUUR
VAN ZUID-HOLLAND

B. no. 10872 (1e afd.)
G.S. no. 1049.

NOTA. Men wordt verzocht, bij het antwoord, datum, letter, nummer en afdeling dezer missive nauwkeurig aan te halen.

's-GRAVENHAGE, 8 juni 1966.

Verzonden: 17. JUN. 1966

ONDERWERP:
Gasvoorziening gemeente 's-Gravenhage.

PROV. WATERSTAAT IN ZUID-HOLLAND
No. 21083
Ingek. 20 JUNI 1966

AF TE DOEN ~~VÓÓR~~
spoedig

BIJLAGEN:

3. Hierbij zenden wij u een brief van burgemeester en wethouders van 's-Gravenhage, dd. 3 juni jl., met twee bijlagen, inzake de gasvoorziening dier gemeente gedurende het komende najaar.

Wij verzoeken u ons, onder terugzending van de stukken, ten vervolge op uw brief van 26 mei 1966, no. 19613, zo mogelijk op korte termijn in te lichten omtrent de huidige stand van zaken bij het overleg inzake de kruising van boezemwateren door primaire aardgastransportleidingen. Volgens courantenberichten zou de aanleg van de aardgasleiding inmiddels zijn hervat.

Coll.:

Gedeputeerde Staten der
provincie Zuid-Holland,

, voorzitter.

, griffier.

Aan

de hoofddirecteur van de
provinciale waterstaat
in Zuid-Holland.

JS

-1.79

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND

's-GRAVENHAGE, -4 JULI 1966
Koningskade 2
tel. 81 46 11

Nº 21083

BERICHT OP brief van 8/17 juni 1966
Bno. 10872 (1e afd.) G.S.no.1049

NOTA. Wordt verzocht bij het antwoord datum en nummer van dit schrijven nauwkeurig aan te halen

afschr. i Hoomans
i de Kock

ONDERWERP: Gasvoorziening gemeente 's-Gravenhage.

BIJLAGEN { TERUG 3
NIEUWE

Het overleg van de Gasunie met de technische diensten der hoogheemraadschappen en met de provinciale waterstaatsdienst inzake de kruising van boezemwateren en boezemkaden met de zware hogedrukgasleiding (rond 0,90 m, bijna 70 atm druk) heeft zijn voltooiing gevonden.

Met de bouw van de kruising door de Gouwe (die door de Gasunie steeds als de voornaamste "bottleneck" wordt beschouwd) is half juni een aanvang gemaakt.

Het is niet zeker, dat dit kunstwerk in september gereed komt. Met het oog daarop heeft de Gasunie gevraagd hier - en zo nodig ook bij andere boezemwateren - tijdelijke zinkers met buizen rond 0,30 m te mogen leggen.

Ook hieromtrent is met de Gasunie principieel overeenstemming bereikt, die dezer dagen in detail zijn afronding heeft gevonden. Bij gunstige voortgang van het werk kan mijns inziens inderdaad in september, via deze noodzinkers, die aan weerszijden van het boezemwater aansluiten aan de grote leiding, wel gas aan Den Haag worden geleverd.

AAN het College van Gedeputeerde Staten
van Zuid-Holland
te
's-GRAVENHAGE.

De hoofddirecteur
van de provinciale waterstaat
in Zuid-Holland,

(adj.dir.hoofding.)

Bu.

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND

No 21983

'sGRAVENHAGE,
Koningskade 2
tel. 814611

BERICHT OP brief van 8/17 juni 1966
Bno. 10372 (1e afd.) G.S.no.1049

NOTA. Wordt verzocht bij het antwoord datum en nummer van dit schrijven nauwkeurig aan te halen

ONDERWERP: Gasvoorziening gemeente 's-Gravenhage.

BIJLAGEN { TERUG / NIEUWE

Het overleg van de Gasunie met de technische diensten der hoogheemraadschappen en met de provinciale waterstaatsdienst inzake de kruising van boezemwateren en boezemkaden met de zware hogedrukgasleiding (rond 0,90 m, bijna 70 atm druk) heeft zijn voltooiing gevonden.

Met de bouw van de kruising door de Gouwe (die door de Gasunie steeds als de voornaamste "bottleneck" wordt beschouwd) is half juni een aanvang gemaakt.

Het is niet zeker, dat dit kunstwerk in september gereed komt. Met het oog daarop heeft de Gasunie gevraagd hier - en zo nodig ook bij andere boezemwateren - tijdelijke zinkers met buizen rond 0,50 m te mogen leggen.

Ook hieromtrent is met de Gasunie principieel overeenstemming bereikt, die dezer dagen in detail zijn afronding heeft gevonden. Bij gunstige voortgang van het werk kan mijns inziens inderdaad in september, via deze noodzinkers, die aan weerszijden van het boezemwater aansluiten aan de grote leiding, wel gas aan Den Haag worden geleverd.

AAN het College van Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland

De hoofddirecteur van de provinciale waterstaat in Zuid-Holland,

te

's-GRAVENHAGE.

(adj.dir.hoofding.)

afschrift h.d. van de p.w. rapport dd. 4 juli 1966, no. 21083.

66.08.

-179.

PROVINCIAAL BESTUUR VAN ZUID-HOLLAND

B. no. 12878 (1e afd.)

G.S. no. 572.

NOTA. Men wordt verzocht, bij het antwoord, datum, letter, nummer en afdeling dezer missive nauwkeurig aan te halen.

's-GRAVENHAGE, 17 augustus 19 66.

Verzonden: 23 AUG 1966

ONDERWERP:

Gasvoorziening gedurende het komende najaar. Uw brief dd. 3 juni 1966, no. 739980, afd. EZ.

PROV. WATERSTAAT IN ZUID-HOLLAND No. 21083 Ingek. 24 AUG. 1966

BIJLAGEN:

-- Blijkens een rapport van de hoofddirecteur van de provinciale waterstaat omtrent nevenvermelde aangelegenheid is het overleg van de Gasunie met de technische diensten der hoogheemraadschappen en met de provinciale waterstaatsdienst inzake de kruising van boezemwateren en boezemkaden met de zware hogedrukgasleiding (rond 0,90 m, bijna 70 atm atmosfeer druk) voltooid. Half juni jl., is met de bouw van de kruising door de Gouwe (die door de Gasunie steeds als de voornaamste hindernis wordt beschouwd) een aanvang gemaakt.

Het is niet zeker, dat dit kunstwerk in september a.s. gereed komt. Met het oog daarop heeft de Gasunie gevraagd ter plaatse van de kruising -en zo nodig ook bij andere boezemwateren- tijdelijke zinkers met buizen met een diameter van rond 0,30 m te mogen leggen. Ook hieromtrent hebben de voornoemde technische diensten, de provinciale waterstaatsdienst en de Gasunie overeenstemming bereikt. Bij gunstige voortgang van het werk kan, naar de hoofddirecteur voornoemd meent, inderdaad in september, via deze noodzinkers, die aan weerszijden van het boezemwater aansluiten aan de grote leiding, wel gas aan uw gemeente worden geleverd.

Coll.:

Aan

het college van burgemeester en wethouders der gemeente 's-Gravenhage.

Gedeputeerde Staten der provincie Zuid-Holland,

(get.)Chr.A.de Ruijter-de Zeeuw, voorzitter.

(get.)F.A.Helmstrijd, griffier.