T.N.B. 50

Rapportering

aan de

TECHNISCHE WERKGROEP BUISLEIDINGSTRATEN

van haar sub-commissie

KRUISINGEN VAN LEIDINGSTRATEN MET WATERKERINGEN.

Inhoud.

1. Samenvatting
2. Inleiding
3. Eisen dijkbeheerders
4. Onderzochte profielen
5. Berekeningen
6. Overige te stellen eisen
7. Vloeistofkering
8. Binnenwaterkeringen
9. Kostenramingen
10. Gemaakte afspraken
11. Conclusies
12. Overzicht bijlagen.

1. Samenvatting.

Een uit de Technische Werkgroep Buisleidingstraten gevormde subwerkgroep heeft zich tezamen met de "dijkengasclub" en enkele deskundigen beraden over de mogelijkheden van kruisingen van een leidingstraat met hoofd- en binnenwaterkeringen.

Door de dijkengasclub werd gesteld, dat voor de hoofdwaterkeringen een andere wijze van kruising moest worden gezocht dan de tot dusver toegepaste. Gestreefd moest worden naar een scheiding van het waterkerings- en leidingstraatbelang. De veiligheidscoëfficient van de leiding in de kruising kan dan verlaagd worden van 3,5 tot een waarde, die 10% boven de veiligheidscoëfficient van het aangrenzende ~~leiding~~land gedeelte ligt.

De werkgroep heeft een aantal profielen voor de hoofdwaterkeringskruisingen ontworpen en de daarbij optredende spanningen in de leidingen laten berekenen. Daarbij is voor bepaalde leidingafmetingen bij een aangenomen zetting de grootte van de veiligheidscoëfficient bepaald. Het bleek hierbij dat z.g. "korte- en lange staande bogen" (ook met grote afrondingsstralen) niet mogelijk waren. Een profiel met in elkaar overgaande bogen met stralen van 1000 meter bleek echter wel te kunnen voldoen. Bij toepassing van een meer verfijnde berekeningswijze zal naar verwachting deze oplossing ook met stralen van 800 meter mogelijk zijn. De bochten zullen gevormd moeten worden met behulp van gebogen pijpstukken.

Bij bogen met stralen van 800 en 1000 m blijkt tevens voldaan te zijn aan veiligheidseisen, voortkomende uit de gevolgen van breuk van een (voeistof)leiding. Nagegaan moet nog worden of dit ook geldt voor een bezwijkende gasleiding.

Het door de dijkengasclub aan de werkgroep voorgelegde ontwerp voor kruisingen met binnenwaterkeringen, gebaseerd op dezelfde constructiemethode met dezelfde afrondingsstralen als gebruikt voor de kruisingen met hoofdwaterkeringen, werd door de werkgroep ongewijzigd overgenomen. De leidingen gaan hierbij onder dijktafelhoogte door de dijk heen.

De kosten zullen naar raming bedragen:
Voor de hoofdwaterkeringen:

ƒ 1,2 miljoen per oever van de Oude Maas bij een straatbreedte van 100 m

ƒ 1,9 miljoen voor de noordoever van het Hollandsch Diep bij een straatbreedte van 2 x 100 m.

Voor de binnenwaterkeringen:

ƒ 0,3 à 0,4 miljoen bij een straatbreedte van 100 m en
ƒ 0,6 à 0,7 miljoen bij een straatbreedte van 200 m.

Met de dijkengasclub is de afspraak gemaakt, dat door het projectbureau thans ontwerpen zullen worden uitgewerkt voor de verschillende kruisingen.

2. Inleiding.

In de op 6 januari 1970 gehouden vergadering van de Technische Werkgroep Buisleidingstraten is een werkgroep gevormd, die als taak kreeg de minimum waterstaatkundige eisen, te stellen aan de kruisingen met hoofdwaterkeringen, te formuleren en alternatieve plannen ten opzichte van het door de Provinciale Waterstaat in Zuid-Holland getoonde plan (T.W.B. 13) voor te stellen. De werkgroep bestond uit de heren: Bosman (voorzitter), de Kock, Smeets, Termaten, van Ginkel, van de Broek en Belgraver (secretaris).

Een aantal vergaderingen is gehouden tezamen met een werkgroep uit de "dijkengasclub", waarin zitting hebben: de Provinciale Waterstaat Zuid-Holland, de technische diensten van de Brielse dijkring, de dijkring IJsselmonde en de dijkring Hoeksche Waard. Aan de vergaderingen werd tevens deelgenomen door de heren: Kruytbosch (Ned. Gasunie; vertegenwoordiger van leidingmaatschappijen), Korteweg (Techn. Adviescomm. voor de Waterkeringen) en Bish (Ingenieursbureau Bish & Partners).

In de laatste vergadering tezamen de de dijkengasclub heeft de werkgroep zich tevens beziggehouden met een door de dijkengasclub ontworpen constructie voor de kruising met binnenwaterkeringen.

3. Eisen Dijkbeheerders.

Voor de eisen welke in Zuid-Holland gelden voor de huidige manier van

kruisen van incidentele leidingen met dijken, wordt verwezen naar de pijpleidingcode van de provincie Zuid-Holland (T.W.B. 21). Hierbij geldt voor leidingen in hoofdwaterkeringen een veiligheidscoëfficient van 3,5.

Voor leidingen in een leidingstraat willen de dijkbeheerders deze methode van kruisen niet langer handhaven. Ook de T.W.B. wil een andere oplossing, mede omdat de tot dusver toegepaste methode een uitwaaieren nabij de waterkering vereist, omdat volgens de pijpleidingcode onafhankelijk van elkaar gelegde leidingen in een kruising tenminste 15 meter uitelkaar dienen te liggen.

Wanneer er voor de kruising een constructie tot stand komt, waarbij de belangen van de waterkering en van de leidingstraat gescheiden zijn, dan stelt de beheerder van de waterkering geen eisen meer ten aanzien van de onderlinge afstand van de leidingen en mag de veiligheidcoëfficient van de leidingen in de kruising verlaagd worden tot een waarde, die 10% boven de veiligheidscoëfficient van het aangrenzende landgedeelte ligt. Wel moet zeker zijn, dat de waterkering in geval van leidingbreuk of explosie volledig waterkerend blijft.

4. Onderzochte profielen.

1. Voor de door de Provinciale Waterstaat in Zuid-Holland ontworpen oplossing (T.W.B. 13) waren o.m. de volgende uitgangspunten aangehouden:
   a. Waterkerings- en leidingbelangen moeten zoveel mogelijk worden ontkoppeld;
   b. Leidingen met een diameter van 1 m moeten nog elastisch gebogen kunnen worden;
   c. Aan bepaalde afmetingen, volgend uit erosie- en explosiebeschouwingen, moet worden voldaan;
   d. Talùds moeten berijdbaar zijn (hellingen minder dan 1 : 15).

Deze eisen resulteerden in een constructie, waarbij de pijpen werden gebogen met stralen van 1600 meter. Onder de pijpen was een vloeistofkering aangebracht. Damwanden waren niet meer in de constructie aanwezig. De veiligheidscoëfficient mocht verlaagd worden tot die van het aangrenzende landgedeelte, vermeerderd met 10%. De afmetingen van het zandpakket waren zodanig, dat leidingbreuk geen aanleiding kon geven tot breuk van de waterkering.

Door de werkgroep werden achtereenvolgens de volgende alternatieven onderzocht; waarbij steeds werd getracht een scheiding tot stand te brengen tussen de belangen van de waterkering en die van de leidingstraat. Het stond hierbij vast dat geen torsieoplossingen mogelijk waren, i.v.m. de beschikbare ruimte.

2. De scheiding van belangen werd niet gezocht in de afmetingen van het zandpakket, doch in een bekleding van het eigenlijke dijklichaam, welke explosie- en erosiebestendig diende te zijn. De leidingen zouden in een daaroverheen aan te brengen zandlaag kunnen worden gelegd. In orde van grootte werd gedacht aan een binnentalud van 1: 6 en een buitentalud van 1: 8. De pijpen werden gebogen met stralen van 40 meter (Bijl. 1).

3. Een soortgelijk profiel met stralen van ca. 111 meter werd ook bestudeerd. Boven de top was een grotere gronddekking aanwezig, namelijk 1,75 m i.p.v. 1 m. (Bijl. 2).

4. Vervanging van de waterkering door 2 damwandschermen. De leidingen worden hier, in een zandaanvulling, met een korte staande boog overheen gevoerd. (Bijl. 3)

5. Een oplossing, waarbij de leidingen met op elkaar aansluitende, tegengesteld gerichte bogen met stralen van 40 meter over de dijk worden gevoerd. De leidingen liggen ook hier weer in een zandaanvulling.

6. Als 5, doch met stralen van 1500 meter.

7. Als 5, doch met stralen van 1200, 1000 en 800 meter (Bijlagen 4 en 5).

5. Berekeningen.

Door het Raadgevende Ingenieursbureau Bish & Partners n.v. zijn een aantal van de door de werkgroep ontworpen profielen doorgerekend, ten einde een idee te krijgen van de te bereiken zekerheden. Hierbij werden twee verschillende pijpen berekend, te weten een pijp van 100 cm diameter met een wanddikte van 1,905 cm en een 6 5/8" pijp met een wanddikte van 0,711 cm.

Bij de berekeningen werd voor de dijk een maximum restzetting aan-

genomen van 1 meter over een breedte van 40 meter, gemeten loodrecht op de dijk, daarbuiten gelijkmatig afnemend tot nul in de knikpunten van de pijpen.

Bij een tweede berekening van profiel 7 met stralen van 1000 meter werd voor de dijk een maximum zetting aangehouden van 0,60 meter over een breedte van 20 meter, aansluitend verlopend tot nul op 15 meter buiten het begin van de opbuiging. Dit, overeenkomstig door het Laboratorium voor Grondmechanica verstrekte gegevens van de grootste zetting welke ± 1 jaar na voltooiing van de ophoging nog is te verwachten in de drie hoofdwaterkeringkruisingen. De zuidoever van de Oude Maas bleek daarbij maatgevend te zijn. Tevens werd hierbij gerekend met een temperatuursverhoging van 10°C en werd het effect nagegaan van het eventueel achter elkaar lassen van rechte pijpen.
De resultaten waren als volgt:

Profiel 2. Boven de kruin van de dijk kunnen de leidingen de zetting niet volgen, zodat onder de pijpen een holle ruimte ontstaat. De aanwezige veiligheden zijn te klein (Bijlagen 7 en 9).

Profiel 3. Vergroting van de dekking boven de kruin tot 1,75 meter heeft nauwelijks invloed, noch op het volgen van de zettingen, noch op de veiligheden (Bijlage 8).

Profiel 4. Dit profiel is niet berekend. Uit andere berekeningen is bekend dat de pijpen bij deze constructie de zetting niet kunnen volgen, zodat onder de pijpen holten ontstaan, waarbij dunne pijpen onder de bovenbelasting kunnen bezwijken.

Profiel 5. De zettingen worden niet gevolgd, de veiligheden zijn te klein (Bijlage 10 - tekening).

Profiel 6. De zettingen worden wel gevolgd. Met uitzondering van de plaatsen waar knikpunten in de zettingslijn zijn aangenomen, treden nauwelijks momenten in de pijp op. Geconcludeerd werd dat wanneer de knikpunten in de zettingslijn worden afgerond (knikken zijn in de praktijk niet te verwachten), de veiligheden groter worden dan geëist. Het optimum zal dus liggen bij een profiel met een straal kleiner dan 1500 m (Bijlage 10).

Profiel 7. R= 1200 meter voldoet aan alle eisen. R= 1000 en R= 800 meter hebben iets te kleine zekerheden ten gevolge van het nog steeds geknikte zettingsprofiel (Bijlage 11).

Bij gebruik van een meer vloeiende zettingslijn bleken zowel de pijpen met grote als ook de pijpen met kleine diameter bij R= 1000 m aan de gestelde eisen te voldoen. Wanneer in de, door het Laboratorium voor Grondmechanica op te geven en als definitief aan te houden zettingslijn ook de nu nog resterende knikken afgerond zijn, zal naar verwachting een straal van 800 meter ook voldoen aan de gestelde eisen betreffende de veiligheidscoëfficient.

Het achter elkaar lassen van rechte pijpen veroorzaakt te grote spanningen, zodat de bocht gevormd zal moeten worden met behulp van gebogen pijpstukken. (Bijlagen 12 t/m 14).

6. Overige te stellen eisen.

In de kruising moeten dusdanige voorzieningen aanwezig zijn dat in geval van calamiteiten het waterkerend vermogen gehandhaafd blijft. Derhalve moeten voorzieningen getroffen worden welke bescherming bieden tegen uitspoeling bij breuk van vloeistofleidingen en bij "explosies" door het bezwijken van gasleidingen.

Gevaar voor een pyrogene explosie van een in bedrijf zijnde gasleiding is niet aanwezig. Dergelijke explosies kunnen alleen optreden als lucht (zuurstof) aan het gas wordt toegevoegd. Mogelijk zou slechts zijn, dat in een niet ingebruik zijnde leiding gasresten zich onder atmosferische druk met lucht vermengen tot een explosief mengsel. Bij explosie kunnen dan drukken ontstaan tot maximaal 15 à 20 atmosfeer; drukken waar hogedruk-leidingen ruimschoots tegen bestand zijn.

De gevolgen van het bezwijken van gasleidingen door een andere oorzaak zullen nader bestudeerd worden door een andere sub-groep van de Technische Werkgroep Buisleidingstraten.

De grootte van erosiekuilen bij breuk van vloeistofleidingen is bestudeerd door en in opdracht van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (zie T.W.B. nr. 9). Wanneer men voor de berekening van de afmetingen van een erosiekuil met de formules van de T.A.W. alle aannamen zo ongunstig mogelijk neemt, komt men voor de lengte van de ontgrondingskuil, gemeten in de lengterichting van de pijp,

op ca. 100 meter. Gaat men uit van reële gegevens voor leidingstraten van het Rotterdamse havengebied naar Noord-Brabant zoals bijvoorbeeld het stellen van de eis dat geen hoge reservoirs in de leiding mogen worden opgenomen binnen een afstand van de dijkskruising van 1/10 van de totale leidinglengte, dan zal de ontgrondingskuil geen grotere lengte krijgen dan ca. 35 m. De dijkengasclub stelt dan als eis, dat binnen deze afstand van de as van de dijk, de onderkant van de leidingen niet onder de dijktafelhoogte mag komen.

7. Vloeistofkering.

Een vloeistofkering onder de pijpen, ter bescherming van de waterkering en het aangebrachte zandlichaam tegen lekkage van een pijp, wordt in het belang van de waterkering niet noodzakelijk geacht. Het is mogelijk dat andere belangen dit wel wenselijk maken.

8. Binnenwaterkeringen.

De dijkengasclub heeft een ontwerp voor kruisingen van de leidingstraat met binnenwaterkeringen aan de werkgroep voorgelegd. Dit ontwerp is door de werkgroep aanvaard als principe voor de verschillende kruisingen. (Bijlage 6).

Wanneer de dijk op dijktafelhoogte ligt mogen de leidingen, met stralen gelijk aan die gebruikt bij hoofdwaterkeringen, met een 0,80 meter dekking door de dijk worden gevoerd, waarbij de dijk ter plaatse van de kruising een halve meter wordt opgehoogd. Deze halve meter overhoogte zorgt ervoor, dat bij doorbraak van een hoofdwaterkering de binnendijk niet als eerste bij de kruising met de leidingstraat overstroomt, maar elders. Is de dijk tenminste 0,50 meter hoger dan de dijktafeldan kan deze overhoogte vervallen.

Tot 30 meter uit de as van de dijk, loodrecht op de as gemeten, moet het te maken profiel nog tenminste op dijktafelhoogte liggen.

De veiligheidscoëfficient kan gelijk zijn aan die in het terrein.

Over de gehele ophoging, dus tot op het bestaande maaiveld, moet een kleiafdekking van 0,80 meter worden aangebracht.

In het winterseizoen moeten de leidingen zodanig in tenminste 2 etappes door de dijk worden gelegd, dat de waterkering steeds gesloten blijft. In het zomerseizoen mag deze eis vervallen.

Wanneer de dijk als binnenwaterkering geen functie meer heeft behoeven bovengenoemde richtlijnen niet aangehouden te worden, maar kan zonodig de kruising op een andere manier worden opgelost.

9. Kostenramingen.

Voor het door de P.W.S. ontworpen profiel werden in eerste instantie de kosten geraamd op ca. ƒ 5 miljoen voor een leidingstraatbreedte van 200 m. Een nadere begroting gaf een totaal van ca. ƒ 3,3 miljoen.

Voor de kruisingen van de hoofdwaterkeringen als beschreven onder 4.7 (met stralen van 800 m) en rekening houdend met de te verwachten zetting worden de globale kostenramingen, exclusief eventuele verkeersvoorzieningen, als volgt:

Oude Maas (te verwachten 3 m zetting, straatbreedte 100 m)

zand	230.000 m^3	à ƒ 5,--	ƒ 1.150.000,--
zandpalen	20.000 m^1	à ƒ 3,--	ƒ 60.000,--
		Totaal per oever	ƒ 1.210.000,--

noordoever Hollandsch Diep (te verwachten 1 m zetting, straatbreedte 2 x 100 m)

zand	380.000 m^3	à ƒ 5,--	ƒ 1.900.000,--

zandpalen zullen hier, naar verwachting, niet nodig zijn.
De zuidoever van het Hollandsch Diep blijft buiten beschouwing, omdat een ontwerp hiervoor reeds in discussie is.

Voor de binnenwaterkeringen met stralen van 800 m en een hoogteverschil van 3 m tussen kruin en maaiveld, worden de ramingen, exclusief eventuele verkeersvoorzieningen:

voor een straatbreedte van 100 m:

zand	15.000 m^3	à ƒ 5,--	ƒ 75.000,--
klei	16.000 m^3	à ƒ 15,--	ƒ 240.000,--
			ƒ 315.000,--
zandpalen (indien nodig)			ƒ 45.000,--
			ƒ 360.000,--

Voor een straatbreedte van 200 m:

zand	28.000 m^3	à ƒ 5,--	ƒ 140.000,--
klei	32.000 m^3	à ƒ 15,--	ƒ 480.000,--
			ƒ 620.000,--
zandpalen (indien nodig)			ƒ 90.000,--
			ƒ 710.000,--

10. Gemaakte afspraken.

Met de "dijkengasclub" is afgesproken dat, met als uitgangspunt de straal van 800 meter, ontwerpen voor de verschillende dijkskruisingen zullen worden uitgewerkt. Indien hierbij geen speciale problemen optreden kan de constructie berekend worden en heeft deze, bij een gunstig uitvallend berekeningsresultaat, in principe de instemming van sub-werkgroep en dijkengasclub. Controle aan de hand van de uitkomsten van de explosieproeven alsmede het vastleggen in een overeenkomst met de beheerder blijft nodig. Wanneer er wel problemen zijn, waardoor aanpassingen noodzakelijk worden, dan zal er eerst overleg met de "dijkengasclub" plaatsvinden, voordat de constructie berekend wordt.

11. Conclusie.

Van de onderzochte profielen bleek slechts één vorm te voldoen, namelijk de in elkaar overgaande bogen met grote stralen (800 - 1000 m). Bij de voor de berekeningen gebruikte zettingslijn bleek R= 1000 m nog juist te voldoen. Bij een nauwkeuriger, meer vloeiend verlopende zettingslijn wordt verwacht dat ook R= 800 zal voldoen. Deze boog zal gevormd moeten worden met behulp van gebogen pijpstukken. Bij deze afmetingen blijkt voldoende veiligheid aanwezig te zijn tegen risico's bij breuk van vloeistofleidingen. De gevaren van "explosies" zullen nader onderzocht dienen te worden. Een scheiding van het waterkerings- en het leidingstraatbelang is aanwezig. De veiligheidscoëfficient van de leiding in de kruising dient 10% hoger te zijn dan die in het aangrenzende landgedeelte.

Voor binnenwaterkeringen lijkt het door de "dijkengasclub" ontworpen profiel een goede methode van kruisen.

12. Bijlagen.

1.	tekening met profiel	2			R= 40 m
2.	" " "	3			R= 111 m
3.	" " "	4			
4.	" " "	7			R= 1000 m
5.	" " "	7			R= 800 m
6.	tekening met binnenwaterkering				
7.	rapport Bish & Partners leidingstraat			1	R= 40 m ø= 100 cm
8.	" " "	"		1a	R= 111 m ø= 100 cm
9.	" " "	"		3	R= 40 m ø= 6 5/8"
10.	" " "	"		4	R= 1500 m ø= 100 cm
11.	" " "	"			R= 800/1000/1200 m ø= 100 cm
12.	" " "	"	Oude Maas zuidzijde	1	R= 1000 m ø= 100 cm
13.	" " "	"	Oude Maas zuidzijde	2	R= 1000 m ø= 6 5/8"
14.	" " "	"	Oude Maas zuidzijde aanvulling.		