Pel. 49842/68

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND

PIJPLEIDING-CODE

(revisie 1, mei 1968)

PROVINCIALE WATERSTAAT
IN ZUID-HOLLAND

Pijpleiding-code

Eisen te stellen aan kruisingen van hogedrukleidingen (≥ 10 ato) voor gas en olie met boezemwateren, waterkeringen en wegen (revisie 1, mei 1968)

I. Eisen te stellen aan kruisingen met boezemwateren.

1) de minimale gronddekking boven de leiding ter plaatse van de kaden en de veiligheidszônes is 0.80 m; in het water bedraagt deze:
ingeval van geen scheepvaart: 1.30 m
" " kleine scheepvaart: 2 m
" " grote scheepvaart: 2.50 m.

2) door middel van een op een grondmechanisch rapport (volgens V) gebaseerde sterkteberekening (volgens VI) moet worden aangetoond, dat in de betreffende kruising annex veiligheidszônes (volgens IV-b) gerekend vanaf de droge teen van de kaden een veiligheidsfactor ten opzichte van de breukgrens van het toegepaste pijpstaal volgens IV-a-1 aanwezig is (gebaseerd op nominale wanddikte), waarbij behalve de maximale inwendige druk alle uitwendige belastingen en andere invloeden in de berekening moeten worden betrokken. Tevens moet de maximaal toelaatbare hydrostatische beproevingsdruk (afpersdruk) worden berekend.

3) alle rondgaande lassen in de kruising en de veiligheidszônes moeten worden geröntgend, waarbij de röntgenfoto's onder contrôle van de Dienst voor het Stoomwezen moeten worden geïnterpreteerd.

4) de leiding in de kruising en de veiligheidszônes moet apart tenminste eenmaal in situ worden afgeperst tot zo mogelijk 90% van de minimum vloeigrens van het gebezigde leidingmateriaal bij nominale wanddikte c.q. tot 95% bij minimale wanddikte. Spanningen tengevolge van andere belastingen dan de inwendige druk moeten hierbij in aanmerking worden genomen. Drukregistratiegrafieken moeten worden overgelegd.

5) in kruising en veiligheidszônes mogen geen appendages en hulpstukken, zoals afsluiters, flenzen, ventielen, spruitstukken en dergelijke worden aangebracht.

6) de zogenaamde "tie-in" lassen van de kruising moeten worden gelegd op een afstand van minimaal 100 m uit de droge teen van de kaden. De tussen beide lassen besloten leidingstrekking wordt constructief en contractueel als één geheel beschouwd. Speciale aandacht dient hierbij te worden besteed aan spanningsvrije montage, een goede uitvoering van het grond- en baggerwerk en een juiste maatvoering voor wat betreft het horizontaal en verticaal alignement van de pijpleiding.

EK.

7) op basis van het grondmechanisch rapport (volgens V) moet een vervangende waterkering tot kruinshoogte worden gecreëerd ter lengte van minimaal 20 m gemeten evenwijdig aan de kaden, bestaande uit kistdammen opgebouwd uit onderling gekoppelde op stuit gefundeerde stalen damwanden met een minimaal profiel van Larssen II n.

8) bij doorvoer van de leiding door de stalen damwanden mag bij onderheide kruisingen een gegoten rubber afdichting worden toegepast bijvoorbeeld door middel van "thiokol". Bij op staal gefundeerde constructies moeten kwelschermen met een kleikist of een flexibele rubber afdichting worden aangebracht. De onderkant van de doorvoeropening moet hierbij gelijk zijn aan de hoogte van de onderkant van de leiding verminderd met de te verwachten zakking van de leiding en 0.10 m reserve.

9) de leiding in de kruising annex veiligheidszônes moet van roest en walshuid worden ontdaan door middel van stralen of beitsen en vervolgens worden voorzien van een qua sterkte en isolatie uitmuntende bekleding bijvoorbeeld een asfaltbitumenbekleding conform Mededelingenboekje no.13 van de corrosie-commissie II (Nederland), welke bekleding onmiddellijk vóór het afzinken c.q. aanaarden door middel van afvonken moet worden gecontroleerd door een deskundig instituut, dat een certificaat van goedkeuring moet afgeven aan de betreffende vergunning verlenende instantie.

10) de leiding moet kathodisch worden beschermd en onderworpen aan een halfjaarlijkse of zonodig meer frequente contrôle door een deskundig instituut; in de kruising annex veiligheidszônes mogen geen anode (grond)bedden - behorende tot de gelijkrichterinstallatie van de pijpleiding - worden aangebracht.

11) indien de te transporteren media naar het oordeel van een deskundig instituut corrosieve bestanddelen bevatten, moet de transportleiding inwendig met epoxyhars worden bekleed.

12) op de tekeningen moeten alle leidinggegevens, zoals staalkwaliteit, nominale wanddikte, uitwendige diameter, maximale bedrijfsdruk bij M & R-, compressor- of pompstation, afpersdruk, corrosiebescherming en dergelijke worden vermeld.

13) van alle op de betreffende kruising betrekking hebbende goedgekeurde documenten zoals tekeningen, rapporten, berekeningen en uitvoeringsinstructies alsmede van de verleende vergunning met voorwaarden, moet minstens een exemplaar voortdurend op het werk aanwezig zijn.

II. Eisen te stellen aan kruisingen met waterkeringen.

a. Hoofdwaterkeringen

1) - daar waar het maar enigszins mogelijk is, moet de kruisende leidingstrekking zodanig in het dwarsprofiel worden gealigneerd, dat deze ook na zetting buiten het aanwezige of te maken (deltawerk) profiel ligt;

- indien de omstandigheden daartoe aanleiding geven, kan de leiding met de onderkant lager worden gelegd dan de aanwezige of te maken (deltawerk) kruinshoogte, doch niet lager dan de minimale hoogte van de bovenkant van de nader te noemen damwand vermeerderd met de te verwachten zakking van de leiding en 0.10 m reserve;

- in bijzondere gevallen, bijvoorbeeld wanneer de dijk verheeld ligt met terrein van voldoende hoogte en breedte kan, indien nodig, van vorengenoemde minimale hoogteligging van de buis worden afgeweken.

2) de minimale gronddekking boven de leiding op de kruin en aan de buitenzijde van de dijk bedraagt 1 m, aan de binnenzijde 0.80 m.

3) door middel van een op een grondmechanisch rapport (volgens V) gebaseerde sterkteberekening (volgens VI) moet worden aangetoond, dat in de betreffende kruising annex veiligheidszônes (volgens IV-b) gerekend vanaf de beide teenlijnen van de dijk een veiligheidsfactor ten opzichte van de breukgrens van het toegepaste pijpstaal volgens IV-a-2 aanwezig is (gebaseerd op nominale wanddikte), waarbij behalve de maximale inwendige druk alle uitwendige belastingen en andere invloeden in de berekening moeten worden betrokken. Tevens moet de maximaal toelaatbare hydrostatische beproevingsdruk (afpersdruk) worden berekend.

4) alle rondgaande lassen in de kruising en de veiligheidszônes moeten worden geröntgend, waarbij de röntgenfoto's onder contrôle van de Dienst voor het Stoomwezen moeten worden geïnterpreteerd.

5) de leiding in de kruising en de veiligheidszônes moet apart tenminste eenmaal in situ worden afgeperst tot zo mogelijk 90% van de minimumvloeigrens van het gebezigde leidingmateriaal bij nominale wanddikte, c.q. tot 95% bij minimale wanddikte. Spanningen tengevolge van andere belastingen dan de inwendige druk moeten hierbij in aanmerking worden genomen. Drukregistratiegrafieken moeten worden overgelegd.

6) in kruising en veiligheidszônes mogen geen appendages en hulpstukken, zoals afsluiters, flenzen, ventielen, spruitstukken en dergelijke worden aangebracht.

7) de zogenaamde "tie-in" las van de kruising aan de landzijde moet worden gelegd op een afstand van minimaal 100 m uit de droge teen van de dijk. De tussen de droge tie-in lassen op beide oevers van de rivier besloten leidingstrekking wordt constructief en contractueel als één geheel beschouwd. Speciale aandacht dient hierbij te worden besteed aan spanningsvrije montage, een goede uitvoering van het grond- en baggerwerk en een juiste maatvoering voor wat betreft het horizontaal- en verticaal alignement van de pijpleiding.

8) - bij iedere kruising moet in de lengterichting van de dijk een stalen damwandscherm worden aangebracht op een zodanige wijze en plaats, dat elk van de beide hierdoor geformeerde dijkgedeelten in ieder geval aan nader te stellen minimum eisen voldoet;

- het stalen damwandscherm moet zich uitstrekken tot 10 m ter weerszijden van de uiterste begrenzingen van de kruisende leiding;

- de hoogte van de bovenkant van het stalen damwandscherm moet (bij voorkeur) gelijk zijn aan de hoogte van de bestaande of te maken (deltawerk) kruinshoogte verminderd met 0.10 m, doch moet met inachtname van te verwachten zettingen tenminste gelijk zijn aan de hoogte van het ter plaatse van de kruising voor deltawerken geldende ontwerppeil + 0.50 m of aan de hoogte van de in 1953 ter plaatse van de kruising opgetreden stormvloedstand + 0.25 m. (Zolang de deltawerken niet zijn voltooid, kan laatstgenoemde hoogte maatgevend zijn);

- wanneer de leiding lager wordt gelegd dan de hoogste te verwachten waterstand moet de doorvoeropening in het stalen damwandscherm worden afgedicht door stalen schermplaten ter weerszijden van de damwand en een kleikist of nader goed te keuren constructies. Voorts moet de onderkant van de doorvoeropening gelijk zijn aan de hoogte van de onderkant van de leiding verminderd met de te verwachten zakking van de leiding en 0.10 m reserve;

- de lengte van het stalen damwandscherm moet tenminste 8 m zijn doch moet nader blijken uit het grondmechanisch rapport (volgens V). De damwand mag niet in het diepe zand worden geheid;

- het damwandprofiel moet blijken uit het grondmechanisch rapport (volgens V), doch moet tenminste van het type Larssen III n zijn;

- op de minimale hoogte van de bovenkant van het damwandscherm (ontwerppeil + 0.50 m of stormvloedstand 1953 + 0.25 m) moet onder de leiding en ter weerszijden van het damwandscherm een kruinsbreedte van tenminste 3 m aanwezig zijn.

9) - ter bescherming van het aanwezige dijklichaam tijdens de werkzaamheden kan vóór het leggen van de leiding op het dijklichaam een werkvloer van koperslakkeien of ongewapende betonblokken met asfaltvoegvulling worden aangebracht;

- de werkvloer moet zich in de lengterichting van de dijk uitstrekken tot 2.50 m ter weerszijden van de uiterste begrenzing van de kruisende leiding en in het dwarsprofiel tot tenminste de binnen- en buitenteenlijn;

- tussen de onderkant van de leiding en de bovenkant van de werkvloer moet tenminste 0.20 m goed verdichte klei aanwezig zijn.

10) de leiding in de kruising annex veiligheidszônes moet van roest en walshuid worden ontdaan door middel van stralen of beitsen en vervolgens worden voorzien van een qua sterkte en isolatie uitmuntende bekleding bijvoorbeeld een asfaltbitumenbekleding conform Mededelingenboekje no.13 van de corrosie-commissie II (Nederland), welke bekleding onmiddellijk voor het afzinken c.q. aanaarden door middel van afvonken moet worden gecontroleerd door een deskundig instituut, dat een certificaat van goedkeuring moet afgeven aan de betreffende vergunning verlenende instantie.

11) de leiding moet kathodisch worden beschermd en onderworpen aan een halfjaarlijkse of zonodig meer frequente contrôle door een deskundig instituut; in de kruising annex veiligheidszônes mogen geen anode (grond)bedden - behorende tot de gelijkrichterinstallatie van de pijpleiding - worden aangebracht.

12) indien de te transporteren media naar het oordeel van een deskundig instituut corrosieve bestanddelen bevatten, moet de transportleiding inwendig met epoxyhars worden bekleed.

13) op de tekeningen moeten alle leidinggegevens zoals staalkwaliteit, nominale wanddikte, uitwendige diameter, maximale bedrijfsdruk bij M & R-, compressor- of pompstation, afpersdruk, corrosiebescherming en dergelijke worden vermeld.

14) van alle op de betreffende kruising betrekking hebbende goedgekeurde documenten zoals tekeningen, rapporten, berekeningen en uitvoeringsinstructies alsmede van de verleende vergunning met voorwaarden, moet minstens één exemplaar voortdurend op het werk aanwezig zijn.

b. Binnenwaterkeringen (geen boezemkade, weg of toekomstige hoofdwaterkering zijnde, aangezien in die gevallen de specifieke voorwaarden gelden, voorzover deze niet te kort doen aan de hierna volgende).

1) de leidingdoorvoer moet plaatsvinden met minimale roering van dijklichaam en grondslag, door een zo hoog mogelijke ligging in open ingraving; voor zover het dwarsprofiel van de dijk hiertoe aanleiding geeft, is uitsluitend voor olieleidingen als alternatief

doorpersen op een lager niveau toegestaan, indien het door middel van een grondmechanisch rapport (volgens V) verkregen inzicht in de opbouw van het bodemprofiel ter plaatse de veronderstelling wettigt, dat de doorpersing zonder abnormaal risico van oppersingen en/of verzakkingen tot uitvoering kan worden gebracht, een en ander ter beoordeling van de vergunning verlenende instantie.

2) de minimale gronddekking boven de leiding ter plaatse van de dijk en de veiligheidszônes moet 0.80 m bedragen.

3) de nominale wanddikte van de transportleiding in de kruisende leidingstrekking inclusief veiligheidszônes (volgens IV-b) gerekend vanaf de beide teenlijnen van de dijk, moet voor rechte pijpen minimaal 2 mm hoger zijn dan die in de aansluitende terreinstrekkingen; voor bochten bedraagt deze wanddiktetoeslag minimaal 4 mm. Diameter, wanddikte en staalkwaliteit van een mantelbuis behoeven de goedkeuring van de vergunning verlenende instantie. Indien er desondanks naar het oordeel van de vergunning verlenende instantie twijfel bestaat aan een minstens gelijke veiligheid in de kruising ten opzichte van die in de veldstrekkingen, moet deze gelijkheid door middel van een op het grondmechanisch rapport (volgens V) gestoelde strekteberekening (volgens VI) worden aangetoond. De hydrostatische beproeving (afpersen) geschiedt in combinatie met de aansluitende terreinstrekkingen (sectie-test).

4) in kruising en veiligheidszônes mogen geen appendages en hulpstukken, zoals afsluiters, flenzen, ventielen, spruitstukken en dergelijke worden aangebracht.

5) de zogenaamde "tie-in" lassen van de kruising moeten worden gelegd op een nader door de vergunning verlenende instantie op te geven afstand uit beide teenlijnen van de dijk. De tussen beide lassen besloten leidingstrekking wordt constructief en contractueel als één geheel beschouwd. Speciale aandacht dient hierbij te worden besteed aan spanningsvrije montage, een goede uitvoering van het grondwerk en een juiste maatvoering voor wat betreft het horizontaal- en verticaal alignement van de pijpleiding.

6) bij een hoge doorvoer moet een vervangende waterkering blijvend tot kruinshoogte worden gecreëerd, bestaande uit een onverankerd op kleef gefundeerd stalen damwandscherm Larssen III n van 8 x 8 m2, geflankeerd door eventueel in aanvulling verkregen grondlichamen met een minimale bovenbreedte onder de leiding van 3 m.

7) bij een doorgeperste doorvoer moeten de kopgedeelten van de tijdelijke pers- en ontvangkuipen als permanent constructie-onderdeel in het werk achterblijven en in combinatie met de mantelbuis een vervangende oliekering vormen.

8) bij doorvoer van een transport c.q. mantelbuis door een stalen damwandscherm moeten kwelschermen met een kleikist of een flexibele rubber afdichting worden aangebracht; het slobgat moet voldoende ruimte laten voor zettingsverschillen tussen buis en damwand.

9) de transportleiding in de kruising annex veiligheidszônes moet van roest en walshuid worden ontdaan door middel van stralen of beitsen en vervolgens worden voorzien van een qua sterkte en isolatie uitmuntende bekleding bijvoorbeeld een asfaltbitumenbekleding conform Mededelingenboekje no.13 van de corrosie-commissie II (Nederland), welke bekleding onmiddellijk vóór het aanaarden door middel van afvonken moet worden gecontroleerd door een deskundig instituut, dat een certificaat van goedkeuring moet afgeven aan de betreffende vergunning verlenende instantie.

10) de transportleiding en eventueel de mantelbuis (opofferingsanoden) moeten kathodisch worden beschermd en onderworpen aan een half-jaarlijkse of zonodig meer frequente contrôle door een deskundig instituut; in de kruising annex veiligheidszônes mogen geen anode (grond)bedden - behorende tot de gelijkrichterinstallatie van de pijpleiding - worden aangebracht.

11) indien de te transporteren media naar het oordeel van een deskundig instituut corrosieve bestanddelen bevatten, moet de transportleiding inwendig met epoxyhars worden bekleed.

<u>Uitsluitend voor olieleidingen ingeval van doorpersen</u>

12) slechts één der beide ontluchtingspijpen mag na beëindiging van het werk worden gehandhaafd en moet worden voorzien van een afsluitbaar standpijpje ten behoeve van monstername, de andere moet na toevoeging van water met neutraliserende stoffen (schelpkalk en kristalsoda) worden afgesloten na onder het maaiveld te zijn afgebrand.

13) inzake de samenstelling van het onder 12 bedoelde, ter bescherming tegen corrosie van de staaloppervlakken van de ruimte tussen mantelbuis en transportleiding aan te brengen neutraliserend mengsel, moet een algemeen advies van een deskundig instituut worden overgelegd.

14) de toe te passen thinsulators (electrisch isolerende afstandhouders) moeten van het type T.D. Williamson M2 zijn (plastic), of een minstens gelijkwaardige kwaliteit en constructie hebben.

15) ten behoeve van de doorpersing van de mantelbuis moet een prognose van de benodigde hydraulische perskrachten worden opgesteld op basis van het grondmechanisch rapport (volgens V).

16) tijdens de doorpersing moet de grondwaterstand, indien het bodemprofiel zulks noodzakelijk maakt, door middel van een bronbemaling tot minimaal 0.50 m beneden de onderkant van de mantelbuis worden verlaagd.

17) ten behoeve van de doorpersing moet gebruik worden gemaakt van een hydraulische vijzelinstallatie, voorzien van een goed afleesbare manometer.

18) hierbij moet de grondverwijdering mechanisch geschieden door middel van een ruim passende standaard-avegaar, welke tegen voor de buis uitboren is beveiligd.

19) de aandrijving van de avegaar moet voorzien zijn van een omkeerkoppeling.

20) de mantelbuis moet aan de voorzijde voorzien worden van een snijrand, die niet buiten de mantelbuisomtrek mag uitsteken.

21) tijdens het persen dienen het vorderingstempo van de door te persen mantelbuis en de afvoercapaciteit van de avegaar op elkaar te worden afgestemd door een juiste regeling van het toerental van de avegaar, teneinde het oppersen van (te laag toerental) c.q. het ontstaan van verzakkingen in (te hoog toerental) de dijk te vermijden.

22) de keuzen van de voor de doorpersing in te schakelen aannemingsmaatschappij behoeft de instemming van de vergunning verlenende instantie.

Algemeen

23) op de tekeningen moeten alle leidinggegevens, zoals staalkwaliteit, nominale wanddikte, uitwendige diameter, maximale bedrijfsdruk bij M & R-, compressor- of pompstation, afpersdruk, corrosiebescherming en dergelijke worden vermeld; diameter, wanddikte en staalkwaliteit van een mantelbuis moeten eveneens worden aangegeven.

24) van alle op de betreffende kruising betrekking hebbende goedgekeurde documenten zoals tekeningen, rapporten, berekeningen en uitvoeringsinstructies alsmede van de verleende vergunning met voorwaarden, moet minstens één exemplaar voortdurend op het werk aanwezig zijn.

III. Eisen te stellen aan kruisingen met wegen.

a. Provinciale (secundaire) wegen

1) de verticale afstand tussen onderkant verharding en bovenkant mantelbuis moet minimaal 1 m bedragen.

2) de lengte van de mantelbuis moet minstens een spreidingszône onder 45° vanuit zijkant verharding bestrijken.

3) door middel van een op een grondmechanisch rapport (volgens V) gebaseerde sterkteberekening (volgens VI) moet worden aangetoond, dat in de betreffende kruising annex veiligheidszônes van 20 m gerekend vanaf zijkant verharding een veiligheidsfactor ten opzichte van de breukgrens van het toegepaste pijpstaal volgens IV-a-3 aanwezig is (gebaseerd op nominale wanddikte), waarbij behalve de maximale inwendige druk alle uitwendige belastingen en andere invloeden in de berekening moeten worden betrokken. Tevens moet de maximaal toelaatbare hydrostatische beproevingsdruk (afpersdruk) worden berekend.

4) voor de mantelbuis moet een veiligheidsfactor volgens IV-a-4 worden aangetoond.

5) alle rondgaande lassen in de kruising en de veiligheidszônes moeten worden geröntgend, waarbij de röntgenfoto's onder contrôle van de Dienst voor het Stoomwezen moeten worden geïnterpreteerd.

6) de leiding in de kruising en de veiligheidszônes moet apart tenminste eenmaal in situ worden afgeperst tot zo mogelijk 90% van de minimum vloeigrens van het gebezigde leidingmateriaal bij nominale wanddikte c.q. tot 95% bij minimale wanddikte. Spanningen tengevolge van andere belastingen dan de inwendige druk moeten hierbij in aanmerking worden genomen. Drukregistratiegrafieken moeten worden overgelegd.

7) de zogenaamde "tie-in" lassen van de kruising moeten worden gelegd op een nader door de vergunning verlenende instantie op te geven afstand uit zijkant verharding. De tussen beide lassen besloten leidingstrekking wordt constructief en contractueel als één geheel beschouwd. Speciale aandacht dient hierbij te worden besteed aan spanningsvrije montage, een goede uitvoering van het grondwerk en een juiste maatvoering voor wat betreft het horizontaal- en verticaal alignement van de pijpleiding.

8) de toe te passen thinsulators (electrisch isolerende afstandhouders) moeten van het type T.D. Williamson M2 zijn (plastic), of een minstens gelijkwaardige kwaliteit en constructie hebben.

9) de transportleiding in de kruising annex veiligheidszônes moet van roest en walshuid worden ontdaan door middel van stralen of beitsen en vervolgens worden voorzien van een qua sterkte en isolatie uitmuntende bekleding bijvoorbeeld een asfaltbitumenbekleding conform Mededelingenboekje no.13 van de corrosie-commissie II (Nederland), welke bekleding onmiddellijk vóór het aanaarden door middel van afvonken moet worden gecontroleerd door een deskundig instituut, dat een certificaat van goedkeuring moet afgeven aan de betreffende vergunning verlenende instantie.

10) de transportleiding en eventueel de mantelbuis (opofferingsanoden) moeten kathodisch worden beschermd en onderworpen aan een half-jaarlijkse of zonodig meer frequente contrôle door een deskundig instituut; indien permanente damwandconstructies worden toegepast, mogen in de kruising annex veiligheidszônes geen anode (grond) bedden - behorende tot de gelijkrichterinstallatie van de pijp-leiding - worden aangebracht.

11) indien de te transporteren media naar het oordeel van een deskundig instituut corrosieve bestanddelen bevatten, moet de transport-leiding inwendig met epoxyhars worden bekleed.

12) slechts één der beide ontluchtingspijpen mag na beëindiging van het werk worden gehandhaafd en moet worden voorzien van een af-sluitbaar standpijpje ten behoeve van monstername, de andere moet na toevoeging van water met neutraliserende stoffen (schelpkalk en kristalsoda) worden afgesloten na onder het maaiveld te zijn afgebrand.

13) inzake de samenstelling van het onder 12 bedoelde, ter bescherming tegen corrosie van de staaloppervlakken van de ruimte tussen mantelbuis en transportleiding aan te brengen neutraliserend meng-sel, moet een algemeen advies van een deskundig instituut worden overgelegd.

14) tijdens de doorpersing moet de grondwaterstand, indien het bodem-profiel zulks noodzakelijk en mogelijk maakt, door middel van een bronbemaling tot minimaal 0.50 m beneden de onderkant van de mantel-buis worden verlaagd.

15) ten behoeve van de doorpersing moet gebruik worden gemaakt van een hydraulische vijzelinstallatie, voorzien van een goed aflees-bare manometer.

16) hierbij moet de grondverwijdering mechanisch geschieden door middel van een ruim passende standaard-avegaar, welke tegen voor de buis uitboren is beveiligd; indien naar het oordeel van de vergunning verlenende instantie het ontstaan van loopzand mogelijk is, moet een binnenbuis met trechter worden toegepast.

17) de aandrijving van de avegaar moet voorzien zijn van een omkeer-koppeling.

18) de mantelbuis moet aan de voorzijde voorzien worden van een snij-rand, die maximaal ½" buiten de mantelbuis-omtrek mag uitsteken.

19) bovendien moet bij het persen een smeerleiding worden meegevoerd, waarvan de nippel(s) niet buiten de snijrand mogen uitsteken.

20) tijdens het persen dienen het vorderingstempo van de door te persen mantelbuis en de afvoercapaciteit van de avegaar op elkaar te wor-den afgestemd door een juiste regeling van het toerental van de avegaar, teneinde het oppersen van (te laag toerental) c.q. het ontstaan van verzakkingen in (te hoog toerental) de weg te vermijden.

21) op de tekeningen moeten alle leidinggegevens, zoals staalkwaliteit, nominale wanddikte, uitwendige diameter, maximale bedrijfsdruk bij M & R-, compressor- of pompstaten, afpersdruk, corrosiebescherming en dergelijke worden vermeld; diameter, wanddikte en staalkwaliteit van de mantelbuis moeten eveneens worden aangegeven.

22) van alle op de betreffende kruising betrekking hebbende goedgekeurde documenten zoals tekeningen, rapporten, berekeningen en uitvoeringsinstructies alsmede van de verleende vergunning met voorwaarden, moet minstens één exemplaar voortdurend op het werk aanwezig zijn.

b. Tertiaire wegen

Te behandelen als secundaire wegen.

IV. Veiligheidseisen.

a. Veiligheidsfactoren

Ongeacht de in het hiernavolgende opgegeven waarden, dienen de veiligheidsfactoren in kruisingen minimaal 0.2 hoger te zijn dan die in de aansluitende terreinstrekkingen.

1) boezemwateren*):

	gas-leidingen	olie-leidingen
voor minder belangrijke boezemwateren	2,3	2,8
voor (normaal) belangrijke boezemwateren	2,8	3,2
voor zeer belangrijke boezemwateren	3,5	3,5

2) hoofdwaterkeringen:

voor gasleidingen	: 3,5	
voor olieleidingen	: in normale omstandigheden (normaal profiel):	3
	in gunstige omstandigheden (bijvoorbeeld verheeld met hoog terrein):	2,8
	in ongunstige omstandigheden (bijvoorbeeld schaardijk):	3,5
	bij grote diameter van de leiding:	3,5

*) bij de beoordeling van de importantie van een boezemwater worden alle betrokken belangen in beschouwing genomen, zoals het door de kaden tegen inundatie beschermde gebied, de gevolgen van een leidingbreuk voor het watertransport, de waterkwaliteit, de scheepvaart en dergelijke.

3) wegen:

voor gasleidingen : 2,3
voor olieleidingen : 2,5.

Opmerking: indien noodgedwongen een secundaire- of tertiaire wegkruising binnen de stedelijke bebouwing is gelegen, moet een hogere veiligheidsfactor worden vastgesteld. Het betreft hier doorgaans gasleidingen, waarvoor een veiligheidsfactor van 3,5 is aan te bevelen.

4) mantelbuizen:

voor gasleidingen : 2,3
voor olieleidingen : 2,5.

b. Veiligheidszônes

voor gasleidingen : 60 m (bij een diameter van 36" in zuiver veen: 120 m
" " " " 30" " " " : 100 m)

voor olieleidingen : 30 m.

c. Veiligheidsafstanden

1) de onderlinge afstand van gelijktijdig te leggen parallel lopende hogedrukleidingen bij kruising van boezemwateren, waterkeringen en wegen dient bij diameters van 0.30 m (12") en groter minimaal 5 m h.o.h. te bedragen; bij diameters kleiner dan 0.30 m moet de tussenruimte minimaal 1 m zijn.

2) de onderlinge afstand van niet gelijktijdig te leggen parallel lopende hogedrukleidingen bij kruising van boezemwateren, waterkeringen en wegen dient minimaal 15 m h.o.h. te bedragen. Incidenteel mag met goedkeuring van de vergunning verlenende instantie hiervan worden afgeweken onder de volgende voorwaarden:

- rijden over een reeds in bedrijf zijnde leiding met materieel ten behoeve van de aanleg van een nieuwe leiding is niet toegestaan, tenzij boven de bestaande leiding dragline-schotten zijn aangebracht;
- boven de bestaande leiding mag niet worden ontgraven of een gronddepôt worden geformeerd;
- eventueel transport van damwand over de bestaande leiding is uitsluitend toegestaan met de damplanken in horizontale positie, terwijl boven deze leiding dragline-schotten aanwezig moeten zijn;
- door een veiligheidsinspecteur van de beheersmaatschappij van de bestaande leiding moet toezicht worden gehouden op de werkzaamheden ten behoeve van de aanleg van de nieuwe leiding.

3) bij het leggen van leidingen dient bijzondere aandacht te worden besteed aan mogelijke gevaren door de aanwezigheid van ondergrondse electrische kabels.

V. Eisen te stellen aan het grondmechanisch rapport.

Het voor iedere kruising uit te brengen grondmechanisch advies moet opgave doen van:

1) de te verwachten zettingen onder de leiding, zowel die tengevolge van de te maken grondaanvullingen als die tengevolge van het seculair effect van vroegere ophogingen; het zettingsverloop in het kruisingsprofiel dient grafisch op eenduidige wijze te worden weergegeven.

2) de neutrale grondbelastingen op de leiding.

3) de passieve grondbelastingen op de leiding (minimum en maximum waarden).

4) de horizontale passieve gronddrukken tegen de leiding (minimum en maximum waarden).

5) de evenwichtsdraagvermogens van de grond onder de leiding bij volle diameter (minimum en maximum waarden).

6) de verticale en horizontale beddingsconstanten van de de leiding omgevende grond (minimum en maximum waarden).

7) de grondwrijvingen langs de leiding, zowel langs- als torsiewrijving, alsmede de verplaatsingen benodigd voor de volledige ontwikkeling hiervan (minimum en maximum waarden).

Voor boezemwaterkruisingen bovendien:

8) het vereiste profiel en de vereiste inheidiepte van de stalen damwanden van de kistdammen, uitgaande van een grondverweking aan de landzijde van de kistdam tot maaiveld, indien althans tijdelijke ontgravingen achter de kade c.q. te baggeren sleuven niet maatgevend zijn.

9) de toelaatbare paalbelastingen voor druk- en trekpalen.

10) het volumegewicht van de grond-water suspensie in de aangevulde sleuf, waarop het e.g. van de zinker moet worden afgeregeld.

Voor kruisingen met hoofdwaterkeringen tevens:

11) het vereiste profiel en de vereiste inheidiepte van het stalen damwandscherm, uitgaande van een onverankerde stormvloedkerende damwand bij een éénzijdige 3 m diepe ontgronding.

Voor kruisingen met binnenwaterkeringen ook:

12) de geschiktheid qua doorlatendheid voor een effectieve bronbemaling van bij het sonderen en boren eventueel aangetroffen zand.

VI. Eisen te stellen aan de sterkteberekening.

De voor iedere kruising (uitgezonderd sommige binnenwaterkeringen) op te stellen sterkteberekening moet alle staalspanningen geven tengevolge van de volgende belastingen en invloeden:

1) maximale inwendige gas- of vloeistofdruk: de maximale ringspanning wordt als gemiddelde aangehouden en bepaald volgens Lamé, met toeslagen in binnenbochten volgens Wilbur. Als langsspanning wordt de halve ringspanning in rekening gebracht, met toeslagen in binnenbochten volgens Bish & Partners.

2) grondbelasting: neutraal indien er geen zettingen zijn. De tangentiële buigspanningen tengevolge van de direct aan de ondergrond overgedragen bovenbelasting worden bepaald volgens Spangler, evenals de reducerende invloed hierop van de inwendige druk, het zogenaamde "rerounding effect". De belastingshoek $\alpha = 180^{\circ}$, terwijl de ondersteuningshoek $\beta = 30^{\circ}$ voor in een sleuf gelegde leiding. ($\beta = 120^{\circ}$ voor een doorgeperste mantelbuis). Horizontale steundruk mag uitsluitend voor mantelbuizen in rekening worden gebracht en wel actieve gronddruk bij toepassing van een verdikte rand bij het doorpersen en neutrale gronddruk zonder verdikte rand (gebruik van de zogenaamde Iowa-formula is niet toegestaan).

3) zettingen: indien de leiding voldoende flexibel is om de zettingsverschillen geheel te kunnen volgen, treedt eveneens neutrale grondbelasting op. Het bovenbelastingsgedeelte (zettingsbelasting), dat nodig is voor deze deformatie wordt (zijdelings) indirect aan de ondergrond overgedragen met axiale- en tangentiële buigspanningen, welke laatste worden bepaald volgens Bish & Partners. Het resterende bovenbelastingsgedeelte wordt verwerkt volgens Spangler (direct). De "rerounding"-factor volgens Spangler is gemakshalve ook voor de indirecte tangentiële buigspanningen toegestaan. Indien de leiding onvoldoende flexibel is om de zettingsverschillen volledig te kunnen volgen, treedt passieve grondbelasting op, welke geheel indirect wordt overgedragen op de ondergrond (vrije overspanning, zoals ook bij een onderheide leiding). Bij doorgaande zetting treedt na volledige ontwikkeling van de passieve grondbelasting, waarvoor de gemiddelde waarde in rekening wordt gebracht, zogenaamde laterale grondbreuk op. Hetzelfde geldt voor de horizontale passieve gronddruk bij torderende kruisingsconstructies.

4) beddingsconstante: deze bepaalt bij elastische gronddeformatie volgens Hetenyi lengte van en drukverdeling over de oplegzônes, waar indirecte zettingsbelastingen aan de grond worden afgegeven, alsmede de axiale momenten in de leiding. Een hoge beddingsconstante (k-waarde) geeft ongunstiger uitkomsten dan een lage waarde. Er mag echter worden gerekend met de gemiddelde waarde.

5) evenwichtsdraagvermogen (gemiddelde waarde): dit kan bij doorgaande transportleidingen worden overschreden (in dat geval is er eveneens sprake van laterale grondbreuk, waarbij $\beta = 180^{\circ}$); bij mantelbuizen moet de lengte zodanig worden gekozen, dat de gemiddeld over de oplegzône optredende funderingsdruk ligt tussen 50% en 75% van het evenwichtsdraagvermogen (beide per strekkende lengte-eenheid).

6) <u>lengteveranderingen door bochtkrachten, contractie en temperatuurs-invloeden</u>: een onverankerd recht leidinggedeelte begrensd door bochten c.q. één éénzijdig verankerd recht leidinggedeelte met een bocht aan het vrije einde ondergaat een verlenging onder invloed van de bochtkrachten (axiale trekspanning is de halve ringspanning), welke verlenging echter ten dele wordt gecompenseerd door de verkorting tengevolge van contractie (constante van <u>Poisson</u>: ν = 0,3), zodat resteert een verlenging overeenkomend met een trekspanning van 0,5 - 0,3 = 0,2 x de ringspanning. De langsspanning blijft echter in eerste instantie 0,5 x de ringspanning, dit in tegenstelling tot een tweezijdig verankerd recht leidinggedeelte met 0,3 x de ringspanning. Deze verlengingen, eventueel nog versterkt door het effect van een temperatuursverhoging van circa 10°C (ondergronds), worden tegengewerkt door de <u>grondwrijving</u> (gemiddelde waarde) langs de buis als functie van de verplaatsing en de grondtegendruk bij laterale uitwijking van buis en bochten (gemiddelde k-waarde). Indien de relatieve axiale verplaatsingen van de leiding ten opzichte van de omringende grond het gemiddelde van de in het grondmechanisch rapport opgegeven verplaatsingen, benodigd voor de ontwikkeling van de volledige langsgrondwrijving, overschrijden, treedt zogenaamde axiale grondbreuk op. Gemakshalve is het voor de systeemberekening toegestaan de horizontale en verticale k-waarden over de volle buisdiameter te laten werken. Dit geldt niet voor de spanningsberekening. Bij de verwerking van zettings-, expansie- en torsie-effecten kan gebruik worden gemaakt van een computer. Systeem-analyse, programma, in- en output behoeven in dat geval de goedkeuring van de vergunning verlenende instantie. Bij de opzet van een computerberekening moet worden uitgegaan van de gemiddelde waarden voor beddingsconstanten en grondwrijvingen met bijbehorende verplaatsingen. Correcties in verband met laterale-, axiale- en torsiegrondbreuk moeten worden gebaseerd op de gemiddelde waarden voor passieve grondbelasting (druk), evenwichtsdraagvermogen en grondwrijvingen. De tweede en eventuele volgende computergangen, aangeduid als reïteratie, moeten een eindresultaat opleveren, waarbij in geen enkel punt van de in beschouwing genomen leidingstrekking de laterale- en wrijvingsreacties uitgezet tegen de bijbehorende relatieve verplaatsingen de in het grondmechanisch rapport opgegeven maximum en minimum waarden voor passieve grondbelasting (druk), evenwichtsdraagvermogen, beddingsconstanten, langs- en torsiewrijving over- respectievelijk onderschrijden.

7) <u>torsie</u>: de buigingsflexibiliteit van een gebogen kruisende leidingstrekking kan onvoldoende blijken te zijn voor het volledig volgen van te verwachten zettingsverschillen, doordat de kruising zich zal verspannen. Een trekverspanning (kettinglijn) is stabiel (recuperatie volgens <u>Bish & Partners</u>) en wordt soms moedwillig gecreëerd om grote overspanningen te kunnen realiseren. Een drukverspanning (portaalwerking) is labiel (progressie volgens <u>Bish & Partners</u>) en kan aanleiding geven tot knik, wanneer laterale reacties de neutrale grondbelasting (druk) overschrijden en de inwendige druk wegvalt.

Bij op staal gefundeerde hooggelegen kruisingsconstructies in dijken, kaden en wegen, waarbij laterale grondbreuk optreedt, zal daarom een knikberekening (zonder inwendige druk) moeten worden uitgevoerd (vereiste knikveiligheid is 2). Door het aanbrengen van compensatiebochten kan men de te gering gebleken verticale elastische buigingsflexibiliteit van de kruising vervangen door een adequate torsie-flexibiliteit (met de mogelijkheid van voorspanning). De torsiegrondwrijving als functie van de verplaatsing wordt dan belangrijk en heeft een ongunstig effect op de spanningen in de leiding. Er mag echter worden gerekend met de gemiddelde waarde. Bij doorgaande zetting treedt na volledige ontwikkeling van de torsiegrondwrijving zogenaamde torsiegrondbreuk op. De problemen van drukverspanning en knik verleggen zich bij torderende kruisingsconstructies echter doorgaans van het verticale- naar een hellend systeemvlak, waarbij van een gunstiger spanningsbeeld nauwelijks sprake is. Het waterbouwkundige voordeel van deze methode echter is, dat de pijp zich in plaats van verticaal, onder een hoek ten opzichte van de omringende grond beweegt, waardoor de ruimte meer naast dan onder de pijp ontstaat en gemakkelijker door de bovenliggende grond door nastorten kan worden opgevuld. De toepassing van compensatoren (expansie- en scharnierstukken) is niet toegestaan.

8) bochtflexibiliteit en "stress-intensification": bochten met sterke kromming hebben een aanzienlijk lagere axiale buigingsstijfheid dan equivalente rechte pijp. Deze flexibiliteit moet in de berekening worden verdisconteerd, en gaat gepaard met een toeslag op de tangentiële buigspanningen (extra ovalisatie van de buis). Tevens treedt een intensivering op van de axiale buigspanningen. Het rerounding effect volgens Rodabaugh en George kan op deze verschijnselen worden toegepast. Het voorgaande betreft buiging in het vlak van de bocht (in plane-bending). Voor buiging uit het vlak van de bocht (out of plane-bending) treden dezelfde effecten op. Hierbij heeft gedeeltelijke omzetting plaats van torsie in buiging (bij een bocht van 90° is de omzetting volledig). De genoemde verschijnselen moeten worden berekend volgens de ASA.B31.8-1963-code, met dien verstande, dat de stress-intensificationfactor i voor de tangentiële effecten $\geq$ 0 mag worden gekozen in tegenstelling tot de(zelfde) i-waarde voor de axiale invloed, die $\geq$ 1 moet worden genomen.

9) verkeersbelasting: bij wegkruisingen al of niet gecombineerd met boezemwateren of dijken moet gerekend worden op een aslast van 10 t. Het aantal aspassages van deze grootte gedurende de economische levensduur van een pijpleiding wordt voldoende geacht om een onderzoek naar vermoeiingsverschijnselen, bijvoorbeeld door middel van een Smithdiagram te rechtvaardigen. De spreiding van de wiellasten in de ondergrond geschiedt volgens Newmark. De toe te passen stoot-coëfficiënt is vastgesteld op 2. De spanningsberekening is conform die voor grondbelastingen.

10) uitwendige waterdruk: gezien het radiaal gerichte, compressieve (gunstig), nagenoeg alzijdige en in grootte beperkte karakter, is deze belasting voor de sterkteberekening van geen betekenis. De kans op implosie (plooien) bij wegvallen van de inwendige overdruk of bij ontstaan van onderdruk door drukstoten, is in verband met de wanddikte in kruisingen niet aanwezig.

11) eigen gewicht: het eigen gewicht van transportleiding en mantelbuis minus opwaartse waterdruk moet in de berekening worden betrokken; bij olieleidingen tevens het gewicht van de olievulling. In de berekening van de maximaal toelaatbare afpersdruk moet het gewicht van de watervulling worden verdisconteerd. De spanningsberekening geschiedt als voor grondbelastingen.

12) thinsulator-contactdrukken: indien de deformaties van een mantelbuis tengevolge van bovenbelasting en/of zetting onvoldoende door de vrije ruimte tussen mantelbuis en transportleiding (annulaire ruimte) worden toegelaten, treden contactdrukken op, welke plaatselijk een geringere thinsulator-afstand dan de gebruikelijke 2-4 m noodzakelijk maken. De contacthoek voor de spanningsberekening van de transportleiding is afhankelijk van diameter en deflectie van beide buizen.

Alle axiale en tangentiële spanningen moeten worden gesuperponeerd.

De bepaling van de grootste hoofdspanning volgens Mohr c.q. de ideële spanning volgens Huber-Hencky is alleen noodzakelijk ingeval van belangrijke torsiespanningen. Doorgaans is de grootste gecombineerde spanning maatgevend. De toelaatbare materiaalspanning, volgend uit de geëiste veiligheidsfactor, mag incidenteel met maximaal 5% worden overschreden. Andere rekenwijzen dan hier omschreven zullen, alvorens te worden toegestaan, worden onderworpen aan een nader onderzoek door de vergunning verlenende instantie.

Literatuur opgave

I. in verband met het grondmechanisch rapport:

a) J. Brinch Hansen/H. Lundgren: "Hauptprobleme der Bodenmechanik".

b) M.G. Spangler: Soil Engineering".

c) S. Timoshenko: "Theory of Elasticity".

d) B.B. Broms: "Coefficient of lateral subgrade reaction". (Journal of soil mechanics and foundations division, september 1963 en maart 1964).

II. in verband met de sterkteberekening:

a) W.E. Wilbur: "Analyzing pipeline stresses". (Pipeline industry, februari 1963, pag. 25 t/m 31).

b) M.G. Spangler: "Pipeline crossings under railroads and highways". (Journal AWWA 56 (1964) 8 augustus, pag. 1029 t/m 1046).

c) M. Hetényi: "Beams on elastic foundation".

d) V. Jürgensonn: "Elastizität und Festigkeit im Rohrleitungsbau".

e) Kellogg Company: "Design of Piping systems".

f) E.C. Rodabaugh, H.H. George: "Effect of internal pressure on flexibility and stress-intensification factors of curved pipe or welding elbows". (ASME-transactions 1957, pag. 939 t/m 948).

g) ASME: "American Standard Code for pressure piping". Gas transmission and distribution piping systems. ASA.B.31.8-1963 USAS.B.31.8-1967.

F o r m u l e s

I. in verband met het grondmechanisch rapport.

1) zettingen volgens Von Terzaghi-Buisman

$$Z_t = h\left(\frac{1}{C_p} + \frac{1}{C_s}\log t\right).\ln\frac{p+\Delta p}{p}$$

waarin:

Z_t = zetting na t-dagen in cm.

h = laagdikte in cm.

t = tijd in dagen.

p = oorspronkelijke korrelspanning in t/m^2.

$p + \Delta p$ = korrelspanning na belastingsverhoging in t/m^2.

$\frac{1}{C_p}$ en $\frac{1}{C_s}$ = samendrukkingsconstanten (experimenteel bepaald).

hydrodynamische periode volgens Von Terzaghi

$$T = \frac{1}{2}h^2 . \frac{a}{k_v} . \gamma_w$$

waarin:

T = hydrodynamische periode in sec. (1 jaar = $3{,}4.10^7$ sec.).

h = laagdikte in cm.

$a = \frac{Z}{h.p}$, waarin Z = zetting in cm; p = belastingsverhoging in kg/cm^2.

k_v = verticale doorlatendheidscoëfficiënt in cm/sec. (experimenteel bepaald).

$\gamma_w = 10^{-3}\ kg/cm^3$.

2) neutrale grondbelasting: $q_n = \gamma_K . H . D$

waarin:

q_n = neutrale grondbelasting in t/m^1.

γ_K = volumegewicht grond in t/m^3.

H = gronddekking in m.

D = leidingdiameter in m.

3) <u>passieve grondbelasting</u> volgens <u>Marston</u>

$$W_c = C_c . w . B_c^2$$

waarin:

W_c = passieve grondbelasting (q_p) in t/m^1.

w = volumegewicht grond in t/m^3.

B_c = leidingdiameter in m.

H = gronddekking in m.

C_c = coëfficiënt = $f\left(\frac{H}{B_c}\right)$.

voor	$\frac{H}{B_c}$	= 1 : C_c	= 1,3	complete positive projection condition (zie grafiek in betreffende literatuur).
"	"	= 2 : "	= 3,1	
"	"	= 3 : "	= 6,0	
"	"	= 4 : "	= 9,6	

4) <u>evenwichtsdraagvermogen</u> volgens <u>Prandtl</u>

$$p_{we} = p_b . V_b + V_c . c + V_g . \gamma_K . b$$

waarin:

p_{we} = evenwichtsdraagvermogen in t/m^2.

p_b = korrelspanning op buisasniveau (aanleg) naast de leiding in t/m^2.

c = cohaesie in t/m^2.

γ_K = volumegewicht grond in t/m^3.

b = aanlegbreedte = leidingdiameter in m.

V_b, V_c en V_g = coëfficiënten = $f(\varphi)$.

voor	$\varphi = 20^o$	: $V_b = 7$; $V_c = 15$; $V_g = 4$	(zie grafieken in betreffende literatuur).
"	$\varphi = 30^o$	: $V_b = 19$; $V_c = 30$; $V_g = 15$	

5) <u>verticale beddingsconstante</u> volgens <u>Schleicher</u>

$$k = \frac{E}{m\,(1-\gamma^2)\sqrt{A}}$$

waarin:

k = beddingsconstante in $kg/cm^2/cm$.

E = elasticiteitsmodulus grond in kg/cm^2.

voor veen : $E = \frac{S}{1,2}$.

" klei : $E = \frac{S}{0,6}$.

" zand : $E = \frac{S}{0,1}$.

S = sondeerwaarde in kg/cm^2.

A = l x b = oppervlakte oplegvlak in cm^2.

l/b	cirkel	vierkant	1,5	2	3	5	10	100
m =	0,96	0,95	0,94	0,92	0,88	0,82	0,71	0,37

γ = contractiecoëfficiënt = 0,5.

b = oplegbreedte = D sin $\frac{1}{2}\beta$.

D = leidingdiameter in cm.

β = ondersteuningshoek volgens Spangler (zie II-2).

l = minimale opleg lengte $\boxed{= \frac{\pi}{\lambda}}$ in cm.

λ = index volgens Hetényi in cm^{-1} (zie II-4).

gemakshalve $k_{hor.} = k_{vert.}$

6) vuistregel voor <u>grondwrijving</u>: $\boxed{W = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{14} \times S \times 10}$

waarin:

W = grondwrijving in t/m^2 (langs- en torsiewrijving).

S = gemiddelde sondeerwaarde over de hoogte van de leiding + 20 cm boven en onder de leiding in kg/cm^2.

<u>verplaatsingen</u> bij maximale wrijving volgens <u>LGM</u>:

in zand : 1 - 5 mm.

in klei : 2 - 6 mm.

in veen : 4 - 18 mm.

7) beoordeling <u>geschiktheid zand</u> voor <u>bronbemaling</u> volgens <u>Reynolds en Protopapadakis</u>:

het korrelverdelingsdiagram moet voldoen aan:

zeefdiameter in mm.	cumulatieve zeefresten in gew. %.
N 480-d-0,175	meer dan: 4
0,150	7
0,125	12
0,105	18,5
0,090	27,5
0,075	44
0,060	70
0,050	80

8) actieve-, neutrale- en passieve <u>horizontale gronddrukken</u>:

$$\sigma_{ha} = \lambda_a \cdot \sigma_v - 2c\ tg\ (45^\circ - \tfrac{1}{2}\varphi).$$

$$\sigma_{hn} = \lambda_n \cdot \sigma_v .$$

$$\sigma_{hp} = \lambda_p \cdot \sigma_v + 2c\ tg\ (45^\circ + \tfrac{1}{2}\varphi).$$

$$\lambda_a = tg^2(45^\circ - \tfrac{1}{2}\varphi)$$
$$\lambda_n = 1 - \sin\varphi$$
$$\lambda_p = tg^2(45^\circ + \tfrac{1}{2}\varphi)$$

waarin:

σ_h in t/m^2.

σ_v = verticale korrelspanning in t/m^2.

φ = inwendige wrijvingshoek.

c = cohaesie in t/m^2.

II. in verband met de <u>sterkteberekening</u>.

1) <u>maximale ringspanning</u> volgens <u>Lamé</u>

$$\sigma_r = \frac{r_u^2 + r_i^2}{r_u^2 - r_i^2} \cdot p$$

waarin:

σ_r = ringspanning in kg/cm^2.

r_u = uitwendige leidingstraal in cm.

r_i = inwendige " " " .

p = inwendige gas- of vloeistofdruk in kg/cm^2.

<u>tangentiële toeslag en reductie</u> voor binnen- respectievelijk buitenbochten volgens <u>Wilbur</u>:

$$\sigma_{bit} = \frac{R - \frac{1}{3} r}{R - r} \cdot \sigma_r \quad \text{en} \quad \sigma_{but} = \frac{R + \frac{1}{3} r}{R + r} \cdot \sigma_r$$

waarin:

σ_{bit} = ringspanning in binnenbocht in kg/cm^2.

σ_{but} = " " buitenbocht " " .

R = gemiddelde bochtstraal.

r = inwendige leidingstraal.

<u>axiale toeslag en reductie</u> voor binnen- respectievelijk buitenbochten volgens <u>Bish & Partners</u>:

$$\sigma_{bia} = 0{,}5\,\sigma_r + 0{,}3(\sigma_{bit} - \sigma_r) \quad \text{en} \quad \sigma_{bua} = 0{,}5\,\sigma_r - 0{,}3(\sigma_r - \sigma_{but})$$

waarin:

σ_{bia} = axiale trekspanning in binnenbocht in kg/cm^2.

σ_{bua} = " " " buitenbocht " " .

2) tangentiële momenten ten gevolge van <u>direct overgedragen bovenbelasting volgens Spangler</u>:

$$M_Q = K.Q.r \quad \text{verticale deflectie:} \quad \delta_y = k_y . \frac{Q.r^3}{EI}$$

waarin:

M_Q = moment in kgcm per cm^1 buis.

K = momentcoëfficiënt = f (α , β).

Q = direct aan de ondergrond overgedragen bovenbelasting in kg per cm^1 buis.

r = gemiddelde leiding-straal in cm.

δ_y = verticale deflectie in cm.

k_y = verticale deflectiecoëfficiënt = f(α , β).

EI = stijfheidsfactor tegen buiging van de buiswand in $kgcm^2$ per cm^1 buis.

<u>rerounding effect</u> volgens Spangler

$$f_{rr} = \frac{1}{1 + \frac{2pr^3 . k_y}{EI}}$$

waarin:

f_{rr} = reductiefactor ten gevolge van rerounding.

belastingshoek	ondersteuningshoek	momentcoëfficiënten			deflectiecoëfficiënten (vert.)
		top	zijden	bodem	
α	β	K_T	K_S	K_B	k_y
180°	30°	+ 0,148	- 0,152	+ 0,235	0,113
180°	120°	+ 0,131	- 0,133	+ 0,138	0,089
180°	180°	+ 0,125	- 0,125	+ 0,125	0,083

(zie tabel in betreffende literatuur).

3) tangentiële momenten ten gevolge van <u>indirect overgedragen bovenbelasting</u> volgens <u>Bish & Partners</u>:

$$M_{Q_D} = K.Q_D.r$$

waarin:

M_{Q_D} = moment in kgcm per cm^1 buis

K = momentcoëfficiënt = $f(\alpha)$ c.q. $f(\beta)$.

Q_D = indirect aan de ondergrond overgedragen bovenbelasting (zettingsbelasting) in kg per cm^1 buis.

r = gemiddelde leidingstraal in cm.

belastingshoek	ondersteuningshoek	momentcoëfficiënten					
		ondersteund leidinggedeelte (oplegzône)			niet-ondersteund leidinggedeelte (zettingszône)		
α	β	K_T	K_S	K_B	K_T	K_S	K_B
-	30°	+0,078	-0,089	+0,179	-	-	-
-	120°	+0,060	-0,070	+0,082	-	-	-
-	120^o(zadelopl.)	+0,027	-0,027	0	-	-	-
-	180°	+0,055	-0,062	+0,070	-	-	-
-	180^o(zadelopl.)	+0,026	-0,025	0	-	-	-
180°	-	-	-	-	+0,070	-0,062	+0,055

4) <u>oplegzônes</u> volgens <u>Hetényi</u>

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{b.k}{4EI}}$$

waarin:

λ = index voor stijfheidsverhouding buis/grond in cm^{-1}.

b = oplegbreedte = $D \sin \frac{1}{2}\beta$.

D = leidingdiameter in cm.

β = ondersteuningshoek.

k = beddingsconstante in kg/cm^3.

EI = stijfheidsfactor tegen buiging van de leiding in $kgcm^2$.

q = zettingsbelasting c.q. passieve grondbelasting in kg/cm^1.

L = lengte zettingszône in cm.

$$\alpha = \frac{6 - \lambda^2.L^2}{6\,(2 + \lambda.L)}$$

$$y_A = y_B = \frac{q.\lambda.L}{k}(1 - \alpha).$$

$$\theta_A = -\theta_B = \frac{q.\lambda^2.L}{k}(1 - 2\alpha).$$

$$M_A = M_B = \frac{q.L}{2\lambda}.\alpha.$$

$$Q_A = -Q_B = \frac{q.L}{2}.$$

y = verticale verplaatsing in cm.

θ = hoekverdraaiïng in rad.

M = moment in kgcm.

Q = dwarskracht in kg.

A en B = overgangspunten tussen zettingszône en oplegzône.

geldigheidsvoorwaarde : $\lambda . l > \pi$.

l = lengte oplegzône in cm.

5) momentreductie bij trekverspanning volgens Bish & Partners:

recuperatiefactor:

$$\boxed{\frac{M_e}{M_o} = \frac{1}{1 + \frac{5}{48} \cdot \frac{T.L^2}{EI}}}$$

waarin:

M_o = initieel moment, grafisch gevonden uit y_o.

Y_o = initiële statische excentriciteit van systeemlijn ten opzichte van treklijn (catenoïde).

M_e = eindmoment.

T = centrische trekkracht in kg (grafisch gevonden).

L = afstand tussen momentnulpunten in cm.

EI = stijfheidsfactor tegen buiging van de leiding in $kgcm^2$.

momenttoeslag bij drukverspanning volgens Bish & Partners:

progressiefactor:

$$\boxed{\frac{M_e}{M_o} = \frac{M_o}{M_o - P.\delta_o}}$$

waarin:

M_o = initieel moment (analytisch gevonden) in kgcm.

M_e = eindmoment.

P = centrische drukkracht in kg (analytisch gevonden).

δ_o = initiële elastische excentriciteit van systeemlijn ten opzichte van druklijn in cm.

6) <u>bochtflexibiliteit</u> volgens <u>ASA.B31.8-1963</u> (USAS.B31.8-1967):

$$k = \frac{1,65}{h}$$

waarin:

k = flexibiliteitsfactor $\geqq$ 1.

h = flexibiliteitskarakteristiek $= \frac{t.R}{r^2}$.

t = nominale wanddikte in cm.

R = gemiddelde bochtstraal in cm.

r = " leidingstraal in cm.

<u>stress-intensification</u> volgens ASA.B31.8-1963:

$$i = \frac{0,9}{h^{2/3}}$$

waarin:

i = stress-intensification factor $\geqq$ 1.

<u>rerounding effect</u> volgens <u>Rodabaugh en George</u>:

$$k_p = \frac{k}{1 + \frac{S}{E} \cdot X_k}, \geqq 1 \qquad i_p = \frac{i}{1 + \frac{S}{E} \cdot X_i}, \geqq 1$$

waarin:

k_p = flexibiliteitsfactor met inwendige gas- of vloeistofdruk.

i_p = stress-intensificationfactor met inwendige gas- of vloeistofdruk.

S = ringspanning in rechte pijp (σ_r) in kg/cm^2.

E = elasticiteitsmodulus pijpstaal in kg/cm^2.

$$X_k = 6 \left(\frac{r}{t}\right)^{4/3} \cdot \left(\frac{R}{r}\right)^{1/3}.$$

$$X_i = 3,25 \left(\frac{r}{t}\right)^{3/2} \cdot \left(\frac{R}{r}\right)^{2/3}.$$

(zie nomogram in betreffende literatuur).

7) <u>spreiding</u> van wiellasten in de ondergrond volgens <u>Newmark</u>:

$$W_T = \frac{I_c \cdot C_t \cdot P}{A}$$

waarin:

W_T = verkeersbelasting in kg/cm^1.

I_c = stootcoëfficiënt.

P = wiellast in kg.

A = effectieve buislengte = 3^1 = 92 cm.

C_t = coëfficiënt = f $(\frac{A}{2H}, \frac{D}{2H})$.

D = leidingdiameter in cm.

H = gronddekking in cm.

$\frac{D}{2H}$	$\frac{A}{2H}$		
	0,1	0,2	0,5
0,1	0,019	0,037	0,079
0,2	0,037	0,072	0,155
0,5	0,079	0,155	0,336

8) <u>implosie-contrôle</u> volgens <u>Boussinesq</u> $q_{kr} = \frac{3EI}{r^3}$

waarin:

q_{kr} = kritieke alzijdige druk in kg per cm^1 buisomtrek.

EI = stijfheidsfactor tegen buiging van de buiswand in kgcm^2 per cm^1 buis.

r = gemiddelde leidingstraal in cm.

vereiste plooiveiligheid is 2.

9) <u>breukhypothese</u> volgens <u>Mohr</u> (vlakke spanningstoestand):

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

waarin:

ρ_1 = grootste hoofdspanning in kg/cm^2 $\leq \bar{\sigma}$

ρ_2 = kleinste " " " .

σ_x = gecombineerde spanning in axiale richting in kg/cm^2.

σ_y = " " " tangentiële richting in kg/cm^2.

τ = (torsie) schuifspanning in kg/cm^2 $\leq \bar{\tau} = 0{,}58\,\bar{\sigma}$

10) breukhypothese volgens <u>Huber-Hencky</u> (vlakke spanningstoestand)

$$\boxed{\sigma_i = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 6\,\tau^2}}$$

waarin:

σ_i = ideële spanning in kg/cm2 (ook wel vergelijkingsspanning genoemd, zie VOSB-1963).

$\sigma_i \leqq 1{,}2\,\bar{\sigma}$

σ_x = gecombineerde spanning in axiale richting in kg/cm2 $\leqq \bar{\sigma}$

σ_y = gecombineerde spanning in tangentiële richting in kg/cm2 $\leqq \bar{\sigma}$

τ = (torsie) schuifspanning in kg/cm2 $\leqq \bar{\tau} = 0{,}58 \cdot \bar{\sigma}$

Inhoudsopgave

		bladz.
I.	Eisen te stellen aan kruisingen met boezemwateren	1
II.	Eisen te stellen aan kruisingen met waterkeringen	3
	a) Hoofdwaterkeringen	
	b) Binnenwaterkeringen	
III.	Eisen te stellen aan kruisingen met wegen	8
	a) Provinciale(secundaire) wegen	
	b) Tertiaire wegen	
IV.	Veiligheidseisen	11
	a) Veiligheidsfactoren	
	b) Veiligheidszônes	
	c) Veiligheidsafstanden	
V.	Eisen te stellen aan het grondmechanisch rapport	13
VI.	Eisen te stellen aan de sterkteberekening	13
	Literatuur opgave	18
	Formules	19