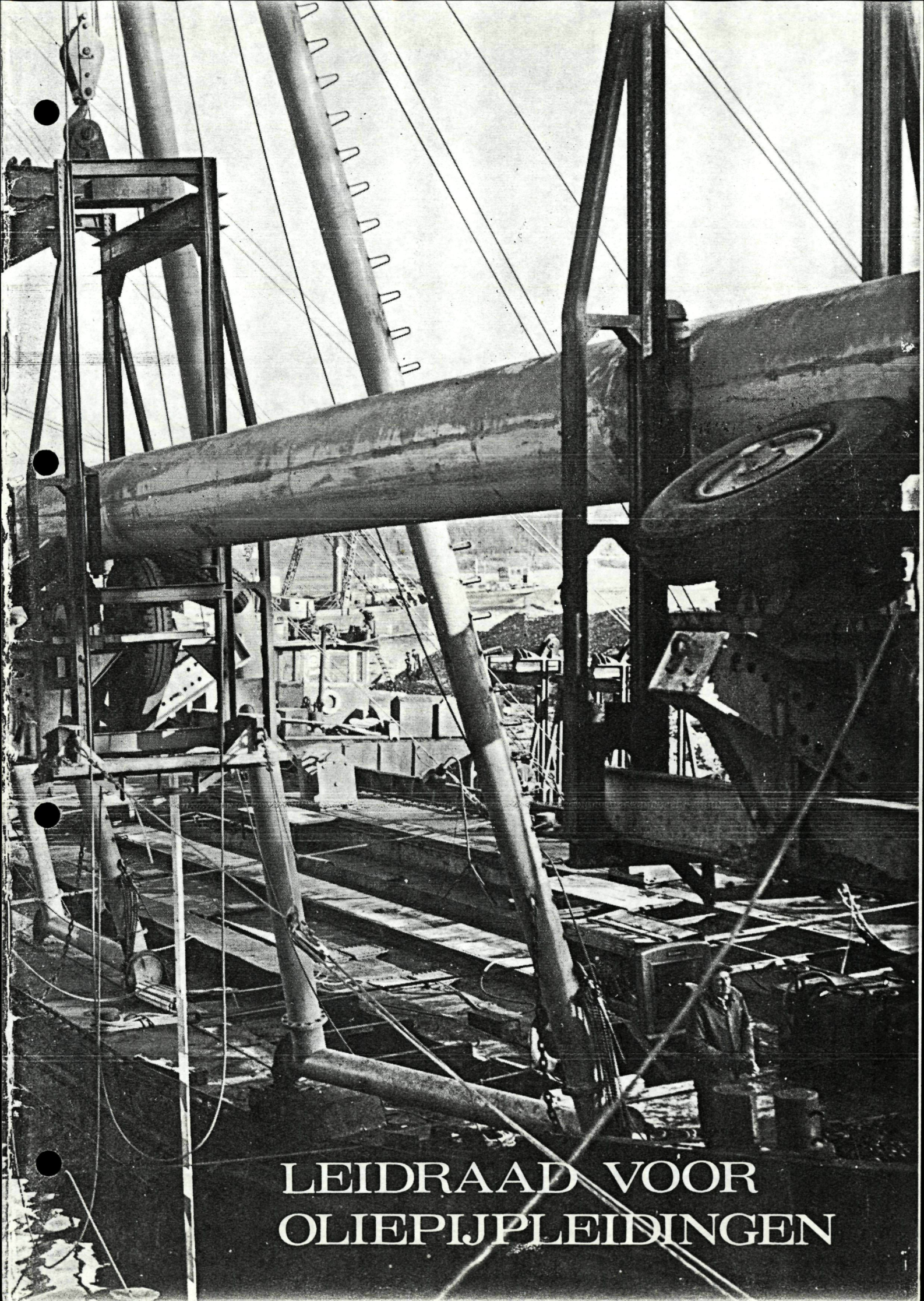


LEIDRAAD VOOR OLIEPIJPLEIDINGEN

LEIDRAAD VOOR OLIEPIJPLEIDINGEN

Rapport van de Commissie

Opslag Gevaarlijke Stoffen

Uitgave van het Directoraat-Generaal van de Arbeid van het Ministerie van Sociale Zaken, Postbus 69, Voorburg-2119. Telefoon 070 - 694001.

Eerste druk 1973

INHOUDSOPGAVE

Inleiding
1. Strekking van de richtlijnen
2. Vergunningen
3. Ontwerp
3.1 Algemene bepalingen
3.2 Grondslagen voor de berekening
3.3 Berekening van de pijpleiding
3.4 Berekening van de pijpleiding op uitzetting en buiging
4. Materialen
4.1 Algemene eisen
4.2 Materialen voor essentiële onderdelen
5. Uitvoering
5.1 Algemene bepalingen
5.2 Tracékeuze en werkterrein
5.3 Het leggen van de pijpleiding
6. Inspectie
6.1 Algemeen
6.2 Visuele inspectie
6.3 Aanvullende inspectie
6.4 Herstellen van fouten
7. Beproeving voor de ingebruikneming
7.1 Algemeen
7.2 Beproeving van elders vervaardigde onderdelen
7.3 Beproeving na het leggen van de leiding
8. Bedrijfsinrichtingen
8.1 Pompstations en andere stations
8.2 Sectieafsluiters
8.3 Inrichtingen voor meldingen en afstandsbediening
8.4 Elektrische installaties en brandbeveiliging
8.5 Bedieningscentrale en veiligheidsinstallaties
9. Bedrijfsvoering en onderhoud
9.1 Bedrijfsbewaking
9.2 Inspectie van de leiding
9.3 Corrosie inspectie
9.4 Richtlijnen voor noodsituaties
9.5 Het definitief buiten gebruik stellen van pijpleidingen

Bijlage 1	Uitvoeringsmethoden voor aangelaste stompen
Bijlage 2	Versterking van in de pijpwand uitgesneden openingen
Bijlage 3	Flexibiliteitscoëfficiënten en spannings-concentratiefaktoren
Bijlage 4	Corrosiebestrijding door middel van bekle-dingen
Bijlage 5	Kathodische bescherming
Bijlage 6	Verwijdering van olie uit een waterweg
Bijlage 7	Model-formulier voor het rapporteren van lekkages

INLEIDING

De Benzinecommissie 1927 is in genoemd jaar ingesteld door de toenmalige Minister van Arbeid, Handel en Nijverheid en diens Ambtgenoot van Waterstaat o.a. om advies te geven omtrent de gevaren, verbonden aan het transport en opslag van olie en olieprodukten, in het bijzonder benzine.
Deze commissie heeft, gezien het steeds toenemende gebruik van pijpleidingen voor het transport van ruwe olie en olieprodukten in 1963 een subcommissie voor oliepijpleidingen gevormd met als doel het opstellen van een leidraad, waarvan degenen, die in de overheids- of in de particuliere sector met oliepijpleidingen te maken hebben, gebruik kunnen maken.
Nadat in 1969 de Benzinecommissie werd opgeheven, is als haar opvolgster de Commissie Opslag Gevaarlijke Stoffen (C.O.G.S.) ingesteld door de Minister van Sociale Zaken en Volksgezondheid. De C.O.G.S. heeft in 1969 de subcommissie verzocht door te gaan met het opstellen van een leidraad voor oliepijpleidingen.

Als Voorzitter van deze subcommissie is aanvankelijk wijlen de heer A. W. du Celliée Muller opgetreden; na diens overlijden in 1965 is het voorzitterschap overgenomen door de heer ir. J. A. Beukers.
Als leden hebben aan het werk van de subcommissie deelgenomen deskundigen op de gebieden van:
– de toepassing van de hinderwet, het brandweerwezen, de drinkwatervoorziening, de milieuhygiëne, de waterstaat, de kathodische bescherming, de materiaalkennis, het mijnwezen, de spoorwegen en het verkeer;
– het ontwerp, de aanleg en de exploitatie van oliepijpleidingen.

De richtlijn Oliepijpleidingen werd voorbereid in een subcommissie van de C.O.G.S. bestaande uit de heren:
ir. J. A. Beukers (voorzitter)
ir. C. A. Aangenendt (tot april 1967)
ir. J. E. J. Ankersmit
ir. J. Asselbergs (tot september 1969)
ir. R. Baars (na januari 1970)
ir. J. van Bethlehem (na september 1969)
ir. E. A. Beylevelt (tot oktober 1971)
ir. J. P. C. van Blaricum
A. Boon ing. (tot oktober 1970)
dr. J. W. Boon
ir. J. ter Brugge (na april 1967)
A. A. Büning
ir. W. E. A. Dek
ir. W. E. Eggink
ir. A. W. Guinée
ir. L. J. T. J. Huberts (na oktober 1971)
T. de Jong
ir. R. A. J. de Kock
S. Koopmans, ing.
C. J. Mink
ir. F. Nawijn (tot januari 1970)
J. G. Rompa
ir. P. J. Rosenwald (secretaris tot december 1970)
ir. P. van Rossen
dr. C. O. Schaeffer
ir. G. Schipmölder
mr. J. J. van Soest
ir. C. A. A. van der Stee
H. T. A. Verbunt (na april 1971)
ir. A. J. Verbiest (secretaris na december 1970)
T. de Waard (van oktober 1970 tot april 1971).

Bij het opstellen van de Leidraad is gebruik gemaakt van buitenlandse voorschriften, publikaties en normen op het gebied van pijpleidingen.

Het opstellen van de Leidraad is bemoeilijkt en vertraagd, doordat tijdens deze werkzaamheden is gebleken, dat in Nederland verschillende opvattingen bestaan ten aanzien van de vraag in hoeverre de veiligheid van pijpleidingen – vooral in kruisingen met waterkeringen – kan en moet worden verhoogd door grotere wanddiktes te adviseren resp. voor te schrijven dan tot voor enkele jaren gebruikelijk zijn geweest. Het is de C.O.G.S. bekend, dat wordt getracht dit vraagstuk wetenschappelijk verantwoord te onderzoeken, teneinde tot de meest juiste opvatting van het begrip veiligheid te komen.
Het vraagstuk is moeilijk en niet op korte termijn op te lossen.
De C.O.G.S. heeft echter gemeend niet langer te moeten wachten met het publiceren van de Leidraad. Daarbij is, om tegemoet te komen aan de verschillende standpunten ten aanzien van bovengeschetst probleem, in bepaalde gevallen – vooral bij kruisingen met waterkeringen – de mogelijkheid opengelaten vergroting van wanddiktes toe te passen.
De C.O.G.S. wijst erop, dat inmiddels voorschriften op het gebied van pijpleidingen zijn verschenen van resp. worden voorbereid door:
– de N.V. Nederlandse Spoorwegen, betreffende kruisingen van pijpleidingen met spoorwegen (verschenen);
– de Provinciale Waterstaat in Zuid-Holland betreffende kruisingen van pijpleidingen met boezemwateren, waterkeringen en wegen (revisie 1972);
– de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, betreffende kruisingen van pijpleidingen met waterkeringen.

De C.O.G.S. heeft gepoogd voornoemde voorschriften met de Leidraad tot één handleiding te verenigen, hetgeen helaas tot op heden niet is gelukt.

In de Leidraad heeft de C.O.G.S. aandacht geschonken aan de volgende onderwerpen: vergunningen, het ontwerp, de berekening, de materialen, de uitvoering, de inspectie, de beproeving, de bedrijfsinrichtingen, de bedrijfsvoering en het onderhoud van oliepijpleidingen alsmede richtlijnen voor noodsituaties. In de bijlagen wordt vooral op de bekleding en de kathodische bescherming van deze leidingen nader ingegaan.

In verband met de snelle ontwikkeling van de techniek ligt het in de bedoeling de Leidraad in de toekomst aan te passen, indien daaraan behoefte mocht blijken.
De C.O.G.S. hoopt met deze Leidraad een bijdrage tot het veilig gebruiken van oliepijpleidingen te hebben geleverd.

De C.O.G.S. dankt tenslotte allen, die door hun deskundige adviezen aan de totstandkoming van deze leidraad hebben meegewerkt.

's-Gravenhage, december 1972.

ir. W. C. Reij	voorzitter
ir. C. H. Buschmann	vice-voorzitter
R. P. H. Baay	
drs. G. J. Bergen	
ir. J. A. Beukers	
F. Calicher	
H. A. A. Degen	
mr. H. J. Druijff	
ir. W. E. Eggink	
ir. G. Gaikhorst	
ir. A. van Gessel	
dr. N. J. A. Groen	
C. van der Hoeven	
ir. H. R. de Jong	
S. Koopmans ing.	
ir. A. Kuyl	
prof. dr. W. Maas	
ir. A. K. W. Martens	
A. J. Metzlar	
ir. J. A. P. Montijn	
dr. H. P. den Otter	
ir. F. Posthuma	
ir. P. J. Rosenwald	
J. J. Scheepbouwer	
ir. J. A. H. Sluis	
ir. A. L. Staalberg	
W. H. Staphorst	
ir. W. Stuulen	
dr. E. C. Wessels	
ir. A. J. Verbiest	secretaris.

De afbeeldingen werden welwillend ter beschikking gesteld door de N.V. Rotterdam–Rijn Pijpleiding Maatschappij.

1. STREKKING VAN DE RICHTLIJNEN

Deze richtlijnen bevatten algemene veiligheidstechnische aanwijzingen voor het ontwerp, de aanleg, de beproeving en het gebruik van pijpleidingen voor het transport van aardolie en vloeibare aardolieprodukten. Zij gelden voor stalen pijpleidingen, daaronder begrepen de bijbehorende pomp-, verdeel- en andere bedrijfsinrichtingen.
Deze richtlijnen gelden niet:
— voor pijpleidingen en bijbehorende bedrijfsinrichtingen op terreinen voor de opslag van aardolieprodukten en inrichtingen tot verwerking van deze produkten (raffinaderijen);
— voor bedrijfstemperaturen lager dan 243° K (−30° C) en hoger dan 393° K (+120° C);
— voor bestaande leidingen indien bij controle is gebleken, dat de bij het verlenen van de vergunning(en) geldende omstandigheden niet zijn gewijzigd en tijdens het bedrijf met de leiding niet is gebleken dat de leiding onvoldoende veilig was.
Andere materialen, andere constructies en een andere wijze van uitvoering dan genoemd in deze leidraad mogen worden toegepast, mits hiermede ten minste dezelfde graad van veiligheid wordt bereikt.

2. VERGUNNINGEN

Vóór de aanleg van elk gedeelte van een oliepijpleiding of de bouw van de eventueel daarbij behorende installaties een aanvang neemt, moet vaststaan dat de publiekrechtelijke vergunningen benodigd in verband met van toepassing zijnde wetten, verordeningen en reglementen, zijn verkregen.
Er moeten schriftelijke bescheiden beschikbaar zijn waarop leidinggegevens, zoals materiaalkwaliteiten, nominale wanddiktes, uitwendige diameters, ontwerpdruk, beproevingsdruk, corrosiebescherming en dergelijke zijn vermeld.

In dit verband wordt gewezen op bijzondere reglementen voor bijvoorbeeld de Nieuwe Waterweg, het Noordzeekanaal en op provinciale- en gemeentelijke verordeningen, waterschaps- en polderkeuren en verordeningen van andere publiekrechtelijke lichamen, waarmede bij de voorbereiding en de uitvoering van de leiding in de diverse gebieden rekening gehouden moet worden.

Indien het tracé voert door een gebied waar een ruilverkaveling overeenkomstig de Ruilverkavelingswet in voorbereiding of in uitvoering is, mogen volgens art. 48 van deze wet na een bepaald tijdstip geen veranderingen meer gebracht worden in de waarde van de gronden zonder toestemming van de Plaatselijke Commissie voor ruilverkaveling. Overleg met deze commissie is dus aanbevelenswaardig. Afgezien daarvan is overleg met de Cultuur-Technische Dienst terzake van de voorbereiding of in uitvoering zijnde cultuurtechnische werken ook buiten ruilverkavelingsverband zeer wenselijk.

Indien te eniger tijd wordt afgeweken van het ontwerp waarvoor vergunningen werden verleend — zoals bijvoorbeeld door het bouwen van pompstations op andere plaatsen dan oorspronkelijk voorzien of door het principieel wijzigen van de bedrijfscondities — zullen veelal aanvullende publiekrechtelijke vergunningen nodig zijn.

3. ONTWERP

3.1 ALGEMENE BEPALINGEN

3.1.1 Inwendige druk

De inwendige druk waarvoor elk onderdeel van de pijpleiding moet worden ontworpen (ontwerpdruk), mag niet kleiner zijn dan de maximale druk die in dat onderdeel tijdens normaal bedrijf kan optreden, dan wel de statische druk die op kan treden, wanneer het normale bedrijf is onderbroken. De ontwerpdruk moet bovendien zodanig worden vastgesteld, dat bij het optreden van drukstoten de inwendige druk de ontwerpdruk met niet meer dan 10% kan overschrijden (zie 3.2.2).

3.1.2 Uitwendige druk

De uitwendige druk waarvoor elk onderdeel van de pijpleiding moet worden ontworpen, mag niet kleiner zijn dan het grootste verschil tussen de uitwendige en inwendige druk, dat in dat onderdeel kan optreden.

3.1.3 Bedrijfstemperatuur

De in deze leidraad genoemde materialen worden in het algemeen geschikt geacht voor het gebruik tussen 243° K (−30° C) en 393° K (+120° C). Er wordt echter voor gewaarschuwd dat sommige materialen, die volgens deze leidraad worden toegelaten, niet zonder meer geschikt zijn voor het lage gedeelte van het temperatuurbereik.

3.1.4 Uitzetting en inkrimping door temperatuurwisselingen

Indien belangrijke veranderingen voorkomen in de temperatuur van de pijpleiding moet rekening worden gehouden met uitzetting en inkrimping.

3.1.5 Uitzetting van de vloeistof

Indien stilstaande vloeistof in een onderdeel van een pijpleiding kan worden verwarmd moet rekening worden gehouden met de uitzetting van de vloeistof.
Zo nodig moeten inrichtingen voor het aflaten van de extra druk worden aangebracht.

3.1.6 Statische belasting

Bij pijpen, welke niet over hun volle lengte zijn ondersteund, zoals bij vrijdragende overspanningen en ondergrondse pijpleidingen in geval van ongelijkmatige zakkingen, moet rekening worden gehouden met het gewicht van de pijp, appendages, de zich in de pijp bevindende vloeistof, sneeuw (bij vrije overspanningen), gronddekking (bij ondergrondse leidingen), alsmede eventuele andere belastingen.

3.1.7 Dynamische belasting

Belastingen door wind, stoten en trillingen moeten in voorkomende gevallen in aanmerking worden genomen.

3.2 GRONDSLAGEN VOOR DE BEREKENING

3.2.1 Algemeen

De hier gegeven richtlijnen voor de berekening worden voldoende geacht om de veiligheid van de omgeving te waarborgen onder bij olieleidingen normaal voorkomende omstandigheden. Bij het ontwerp moet rekening worden gehouden met eventuele bijzondere plaatselijke omstandigheden waardoor grotere materiaalspanningen kunnen ontstaan, zoals bijvoorbeeld bij zeer diep ingegraven leidinggedeelten, weg- en spoorwegkruisingen, rivier- en kanaalkruisingen, dijkkruisingen en bruggen.

3.2.2 Belastingen tengevolge van het bedrijf

Tijdens normale bedrijfsomstandigheden of tijdens stilstand van het bedrijf mag de optredende druk in geen enkel onderdeel van de pijpleiding de voor dat onderdeel vastgestelde ontwerpdruk overschrijden.
Tengevolge van veranderingen van de stroomsnelheid — door bijvoorbeeld het uitschakelen van een pompstation of een pomp, of het dichtgaan van een afsluiter — kunnen drukstoten optreden. De hierdoor optredende additionele inwendige druk moet worden bepaald, waarvoor bij berekeningen kan worden gebruik gemaakt van bijvoorbeeld de Ludwig-Johnson methode.
De maximaal optredende inwendige druk tengevolge van drukstoten mag de ontwerpdruk met niet meer dan 10% overschrijden.
Om aan deze bepaling te kunnen voldoen kan het noodzakelijk zijn beveiligingsinrichtingen aan te brengen bijvoorbeeld in alle in de leiding aanwezige pompstations, of een toeslag voor drukstoten in de ontwerpdruk op te nemen (3.1.1).
Bij de berekening van die toeslag behoeft echter niet met een drukopbouw over de gehele leiding te worden gerekend; wrijvingsverliezen mogen in de ontwerpdruk tot uitdrukking worden gebracht (hydraulische gradiënt), waarbij de statische druk en drukstoten in acht moeten worden genomen.

3.2.3 Leidingen in het terrein

De wanddikte van de pijpleiding in het terrein en bij kruisingen met wegen en waterwegen, behoudens die welke vermeld zijn in 3.2.4 en 3.2.5, kan worden berekend volgens 3.3.2 met inachtneming van 3.1. Indien de gronddekking groter is dan 3 m dient deze belasting in rekening te worden gebracht. Deze berekening kan worden uitgevoerd aan de hand van de methode van Marston/Spangler en dient gebaseerd te zijn op de minimale wanddikte van de pijp. De invloed van een mobiele belasting kan bij toepassing van deze berekeningsmethode buiten beschouwing worden gelaten.
Indien de gronddekking minder dan 3 m bedraagt en een mobiele belasting moet worden verwacht uitgaande boven die van landbouwmachines en -voertuigen, hetgeen het geval zou kunnen zijn bij kruisingen met onverharde wegen zonder mantelbuis, dient voor de pijpleiding rekening te worden gehouden met de ontwerpdruk, de grondbelasting, deze mobiele belasting en combinaties daarvan.
De invloed van de belastingen tengevolge van drukstoten kan hierbij buiten beschouwing worden gelaten.

3.2.4 Leidingen in kruisingen met wegen en spoorwegen[1]

Ondergrondse kruisingen van pijpleidingen met primaire, secundaire en tertiaire wegen en spoorwegen dienen als volgt te worden berekend,

waarbij gebruik kan worden gemaakt van eventueel uitgevoerde berekeningen voor vergelijkbare gevallen.
In een kruising zonder mantelbuis moet de leiding worden berekend op de ontwerpdruk, de gronddekking, de mobiele belasting – overeenkomstig de klasse van de weg/spoorweg – en de eventuele zetting.
Ten aanzien van het vaststellen van de factoren voor de zettingsberekeningen is het gestelde in 3.2.5 van toepassing.
In een kruising met mantelbuis moet de leiding berekend worden op de ontwerpdruk en de mantelbuis op de gronddekking, de mobiele belasting en de eventuele zetting.
Er dient rekening mede gehouden te worden dat de leiding via de afstandstukken extra belast kan worden.
De berekening in verband met de bovenbelasting kan worden uitgevoerd aan de hand van de methode Marsten/Spangler.

3.2.5 Leidingen in kruisingen met dijken en waterwegen[2]

Ondergrondse kruisingen van pijpleidingen met belangrijke waterkeringen, waterwegen breder dan 20 m op de waterlijn en boezemwateren met kaden dienen als volgt te worden berekend.
De leiding moet worden berekend op de ontwerpdruk, de gronddekking, de mobiele belasting bijv. in geval van een verharde weg op een dijk, en – indien van toepassing – de zetting.
De waarden voor de zetting, de beddingsconstante (beddingfactor) en de mogelijke afwijking naar boven daarvan, alsmede de waarde van de wrijving tussen de pijp en de grond dienen te worden bepaald door een deskundige op het gebied van de grondmechanica.
In de berekening dienen de opgegeven maximum waarden voor de zetting en de beddingsconstante te worden aangehouden. Indien door de deskundige geen toleranties worden vermeld dienen de opgegeven waarden met een factor 2 te worden vermenigvuldigd.
De bovenbelasting kan worden berekend volgens de methode van Marston/Spangler.

[1] Indien de vergunningverlenende instantie dit verlangt wordt onder „wegen" tevens begrepen een strook van maximaal 20 m aan weerszijden van de weg, gemeten uit de rand der verharding.
Onder „spoorwegen" wordt tevens begrepen een strook aan weerszijden van de spoorbaan, waarvan de breedte wordt bepaald conform het gestelde in art. 8 van de Spoorwegwet.

[2] Indien de vergunningverlenende instantie dit verlangt wordt onder dijken en boezemkaden tevens begrepen een strook van maximaal 30 m aan weerszijden van de dijk (kade), gemeten uit de dijk (kade) teen.

3.2.6 Wanddiktetoeslagen voor leidingen

Afhankelijk van plaatselijke omstandigheden kunnen ten opzichte van de overeenkomstig het voorgaande (3.2.3, 3.2.4 en 3.2.5) berekende leidingen wanddiktetoeslagen worden toegepast.
Deze kunnen bedragen:

– in boezemland[3]	0 – 10%
– bij kruisingen met wegen en spoorwegen	0 – 20%
– bij kruisingen met primaire waterkeringen en belangrijke waterwegen[4]	te bepalen in nader overleg met de vergunning verlenende instantie.

3.2.7 Toeslagen en toleranties

a Corrosie
Voor de invloed van corrosie worden geen toeslagen op de wanddikte toegepast (zie verder punt 5.3.5).
b Lasfactor voor fabriekslassen
Bij langslassen moet de kwaliteit zodanig zijn dat een lasfactor 1 kan worden toegepast.

3.3 BEREKENING VAN DE PIJPLEIDING

3.3.1 Uitgangspunten voor de berekening

Alle onderdelen van de pijpleiding, daaronder begrepen flenzen, hulpstukken, appendages etc. moeten bestand zijn tegen de inwendige druk en andere belastingen, rekening houdende met hetgeen overigens in dit hoofdstuk is bepaald.
De minimale wanddikte dient zo te worden bepaald dat de totale spanning in tangentiële richting tengevolge van bovengenoemde belastingen een waarde van 72% van de gegarandeerde kleinste rekgrens niet overschrijdt.
Overeenkomstig de onderhavige bepalingen kunnen stalen buizen inwendig en/of uitwendig met beton, kunststoffen, isolatiemiddelen of andere materialen worden bekleed. De eventuele versterking door de bekleding mag bij de berekening van de pijpleiding niet in aanmerking worden genomen.

3.3.2 Rechte pijp onder inwendige druk

De minimum wanddikte van een stalen pijp moet ten minste gelijk zijn aan de wanddikte berekend volgens de formule:

$$t = \frac{PD}{2 \times 0{,}72\ K}$$

[3] Onder boezemland wordt verstaan land dat zodanig hoog ligt dat het op natuurlijke wijze afwatert op een boezemkanaal.

[4] Voor secundaire waterkeringen wordt geen toeslag verlangd.

Hierin is:
t de minimumdikte van de wand van de pijp in cm;
P de ontwerpdruk in N/m^2 (kgf/cm^2);
D de uitwendige middellijn van de pijp in cm;
K de gegarandeerde kleinste rekgrens in N/m^2 (kgf/cm^2) met dien verstande, dat hiervoor niet meer dan 75% van de gegarandeerde minimum treksterkte in rekening mag worden gebracht.
De rekgrens wordt bepaald door de spanning, welke in het materiaal optreedt bij een totale rek van 0,5% bij belasting.
Bij bedrijfstemperaturen tot 323° K (50° C) kan met de bij 293° K (20° C) gegarandeerde rekgrens worden gerekend. Bij bedrijfstemperaturen boven 323° K (50° C) moet de rekgrens worden bepaald door interpolatie tussen de waarde bij 323° K (50° C) en de eerstvolgende gegarandeerde waarde bij een temperatuur hoger dan de bedrijfstemperatuur.

3.3.3 Rechte pijp onder uitwendige druk

Indien in een pijpleidinggedeelte tijdens het bedrijf een resulterende uitwendige druk optreedt, moet de verhouding D/t voldoen aan de volgende formule:

$$P_u - P_i \leqslant \frac{0{,}23 \times 10^{12}}{\left(\frac{D}{t}\right)^3}$$ (zie voetnoot [5])

Hierin is P_u uitwendige druk N/m^2 (kgf/cm^2)
P_i inwendige druk N/m^2 (kgf/cm^2)

3.3.4 Bochten en bochtstukken

Richtingveranderingen in de pijpleiding kunnen worden verkregen door het buigen van de pijp of door het in de leiding aanbrengen van in de fabriek vervaardigde bochtstukken.
a Koud gebogen pijpen en bochtstukken (zie punt 4.2.2).
De wanddikte van gebogen pijpen dient te worden bepaald als voor rechte pijp en mag niet kleiner zijn dan de voor de leiding vastgestelde wanddikte.
De minimum wanddikte van bochtstukken voorzien van flenzen mag niet kleiner zijn dan de waarde, welke voor de betreffende druk en temperatuur is aangegeven in de daarop betrekking hebbende normen.
b Warm gebogen pijpen en bochtstukken.
De sterkte-eigenschappen als funktie van de temperatuur dienen te worden bepaald aan de hand van dezelfde grondgegevens als voor pijpen van hetzelfde of overeenkomstig materiaal.
Bij kromtestralen kleiner dan aangegeven in punt 4.2.2 moet tevens met het volgende worden gerekend.
Een bocht in een pijp is een deel van een torus.

[5] Afgeleid van de formule van Euler met een knikveiligheid van 2.

Aangezien bij een bepaalde inwendige druk de hoogste membraanspanning in een torus hoger is dan in een cilinder met dezelfde middellijn, dient bij de berekening van de wanddikte van bochten en bochtstukken rekening te worden gehouden met de torusspanning. Bij een toelaatbare spanning van 0,72 K is dan de vereiste wanddikte, indien alleen met belasting door inwendige druk moet worden gerekend:

$$t = \frac{2\,R\text{-}r_m}{2\,(R\text{-}r_m)} \cdot \frac{r_m \cdot P}{0{,}72\,K}$$

waarin:
t = minimum wanddikte
N.B. Ter verkrijging van de nominale dikte moet hieraan de fabrikagetolerantie worden toegevoegd.
R = buigstraal van de neutrale lijn
r_m = gemiddelde straal van de ringvormige doorsnede
K = } zie punt 3.3.2
P = }
Warmgebogen bochten vervaardigd uit koudvervormde pijpen of uit pijpen welke een warmtebehandeling hebben ondergaan, hebben een lagere sterkte dan het materiaal van de oorspronkelijke pijp.
c Gelaste stalen bochtstukken moeten met inachtneming van de onder a en b genoemde punten voldoen aan ANSI B 16.9 of aan de eisen, die door de vergunning verlenende instantie zijn toegelaten.

3.3.5 Hulpstukken en aansluitstukken

Aftakkingen mogen zijn uitgevoerd met T-stukken of door middel van aangelaste stompen. Hierbij moet het volgende in acht worden genomen.
a T-stukken
De minimum wanddikte van met flenzen of met schroefdraad bevestigde T-stukken mag niet kleiner zijn dan de waarde, welke voor de betreffende druk en temperatuur is aangegeven in de daarop betrekking hebbende normen.
Aangelaste T-stukken moeten in overeenstemming zijn met ANSI B 16.9 en door de bevoegde toezichthoudende instantie zijn toegelaten.
De sterkte-eigenschappen moeten gelden voor dezelfde druk en temperatuur als ten grondslag zijn gelegd aan pijpen van hetzelfde of overeenkomstig materiaal.
b Aangelaste stompen
De types van de aangelaste stompen, welke bij voorkeur behoren te worden toegepast, zijn aangegeven in bijlage 1.
c In het algemeen wordt de constructie van T-stukken en aangelaste stompen aanvaardbaar geacht als ze voldoet aan de voorschriften, die de Dienst voor het Stoomwezen voor soortgelijke constructies bij drukhouders heeft opgesteld.

3.3.6 Versterking van in de pijpwand uitgesneden openingen

Wanneer een aftakking aan een pijp wordt gemaakt in de vorm van een enkelvoudige aansluiting, dan wel bij verzamelpijpen of verdeelstukken in de vorm van een groep aansluitingen, moet er op worden gelet, dat de optredende spanningen in de pijp binnen toelaatbare grenzen blijven.
Bij de constructie moeten in aanmerking worden genomen de spanningen welke in de overblijvende wand ontstaan tengevolge van de opening in de pijp, de schuifspanningen welke veroorzaakt worden door de op het vlak van het uitgesneden gedeelte werkende druk, alsmede de optredende uitwendige belasting door gewicht, trillingen, uitzetting tengevolge van temperatuurverandering, etc.
Aanwijzingen voor het ontwerp waarbij rekening is gehouden met de gebruikelijke samenstelling van een dergelijke belasting voor enkel- en meervoudige uitsnijdingen, met uitzondering van buitengewone hoge uitwendige belastingen, zijn opgenomen in bijlage 2.
Bij aftapstompen, welke een kleinere hoek dan 1,48rad (85°) met de hartlijn van de hoofdpijp vormen, neemt de sterkte van de verbinding bij kleiner wordende hoek progressief af.
Aan dergelijke aftakkingen moet bijzondere aandacht worden besteed; zij dienen voldoende te worden versterkt. Rondgaande versterkingsribben mogen langs de omtrek worden aangebracht en bij de sterkteberekening in aanmerking worden genomen.
Het toepassen van plaatselijke ribben en soortgelijke versterkingen is in het algemeen niet toegestaan in verband met het optreden van spanningsconcentraties aan de uiteinden.

3.3.7 Eindvlakken (bodems)

Vlakke, ellipsoide-vormige, bolvormige en conische eindvlakken (bodems) moeten voldoen aan de materiaal- en constructievoorschriften voor de bouw van drukvaten. De sterkte-eigenschappen moeten dezelfde zijn als die welke voor pijpen van hetzelfde of overeenkomstig materiaal onder dezelfde temperatuur en druk voor de Dienst voor het Stoomwezen zijn vastgesteld.

3.3.8 Flenzen

Flenzen moeten in overeenstemming zijn met ANSI B 16.5 of andere gelijkwaardige normen, met uitsluiting van gietijzer.

3.3.9 Verloopstukken

Verloopstukken moeten in overeenstemming zijn met ANSI B 16.5, ANSI B 16.9 of andere gelijkwaardige normen.

3.4 BEREKENING VAN DE PIJPLEIDING OP UITZETTING EN BUIGING

3.4.1 Algemeen

Deze richtlijnen zijn zowel op bovengrondse als op ondergrondse pijpleidingen van toepassing. Een berekening is alleen nodig als de mogelijkheid van vrij bewegen van het pijpleidingsysteem twijfelachtig lijkt.
Pijpleidingsystemen moeten voldoende vrijheid van bewegen bezitten om ontoelaatbare spanningen als gevolg van veranderingen van de lengte, buigende momenten, belasting van verbindings- en aansluitstukken, evenals ontoelaatbare reactiekrachten in bevestigings- en geleidingspunten te vermijden. Bij ondergrondse leidingen is de berekening van de uitzetting door warmte slechts nodig als belangrijke temperatuurveranderingen kunnen worden verwacht, bijv. bij het transport van verwarmde olie.
Uitzettingen door warmte bij ondergrondse leidingen kunnen oorzaak zijn van bewegingen van het einde van de leiding, bewegingen bij verandering in de richting van de leiding, of bewegingen bij overgang op een andere diameter van de leiding. Indien deze bewegingen worden belemmerd zullen extra spanningen optreden. Indien deze bewegingen niet door verankeringen worden tegengegaan, moet aan de leidingen voldoende beweegbaarheid worden gegeven.
Lengteveranderingen van bovengrondse leidingen tengevolge van temperatuur- en drukwisselingen kunnen door verankering worden tegengegaan, zodat deze lengteveranderingen, evenals bij ondergrondse leidingen, kunnen worden gecompenseerd door samendrukking of uitrekking van de pijp. Bovendien moeten buigspanningen en de kans op knik van de pijp en de ondersteuningen, als gevolg van de drukkrachten in de lengterichting van de pijp, in aanmerking worden genomen.

3.4.2 Vrijheid van bewegen

Indien uitzetting niet wordt opgenomen door axiale samendrukking van de pijp, moet de vrijheid van bewegen zijn verzekerd door het aanbrengen van bogen, expansiebochten, -bogen of -stukken.

3.4.3 Eigenschappen van staal voor pijpleidingen

a Uitzetting door warmte
Voor de berekening van de uitzetting door warmte van pijpleidingen moet het gehele gebied van de temperatuurwisselingen in aanmerking genomen worden. De lineaire uitzettingscoëfficiënt van koolstofstaalsoorten en van laag gelegeerde staalsoorten kan bij temperaturen tot 393° K (120° C) gesteld worden op 12.10^{-6}.

b Elasticiteitsmodulus
In berekeningen van elastische vormveranderingen moet de elasticiteitsmodulus bij de temperatuur van de omgeving worden toegepast.
c Getal van Poisson
Voor staal wordt het getal van Poisson op 0,30 gesteld.

3.4.4 Berekeningsgrondslagen voor warme olieleidingen

a Er zijn principiële verschillen tussen de omstandigheden waaronder ondergrondse of op andere wijze volledig in hun beweging belemmerde pijpleidinggedeelten worden belast (zie b), en onder- of bovengrondse pijpleidinggedeelten die lateraal en axiaal kunnen bewegen (zie c). Derhalve zijn verschillende grenzen gesteld voor de toelaatbare spanning in langsrichting.
b Rechte leidinggedeelten die over hun gehele lengte niet lateraal en axiaal kunnen bewegen.

De spanning in langsrichting, welke voortkomt uit de uitzetting door temperatuursverandering en de inwendige druk van zulk een rechte pijpleiding kan worden bepaald met behulp van de volgende formule:

$$\sigma_L = E \cdot \alpha \cdot (T_2 - T_1) - \gamma \cdot \sigma_R$$

Hierin is:

σ_L = drukspanning in axiale richting, in kgf/cm^2
σ_R = tangentiële (ring) spanning als gevolg van de vloeistofdruk in kgf/cm^2
T_1 = temperatuur van de pijpleiding op het tijdstip van het aanleggen daarvan, in °C
T_2 = hoogste of laagste temperatuur van de leiding tijdens bedrijf, in °C
E = elasticiteitsmodulus voor staal bij 20° C, in kgf/cm^2
α = lineaire warmteuitzettingscoëfficiënt per °C
γ = getal van Poisson

Blijkt uit deze berekening dat σ_L een trekspanning is, dan kan worden volstaan met de pijpwanddiktebepaling vermeld in 3.3.2. Reeds bij een geringe toename van de temperatuur T_2 ontstaan tengevolge van de uitzetting door de warmte drukspanningen σ_L die de equivalente trekspanning (welke vloeien van het materiaal zou kunnen veroorzaken) verhoogt boven de door de inwendige druk bepaalde waarde van de tangentiële (ring) spanning σ_R.
De som van de tangentiële trekspanning σ_R en de absolute waarde van de drukspanning in axiale richting σ_L mag in dit geval niet groter zijn dan 90% van de gegarandeerde kleinste rekgrens K (zie 3.3.2 voor K).

Wordt de rek (d.i. totale rek = som van de blijvende en elastische rek) in tangentiële zowel als in axiale richting gemeten, dan kan in dit geval ook als criterium worden genomen dat de som van de tangentiële rek en de absolute waarde van de axiale rek niet groter mag zijn dan 3,5‰.

De buigspanningen tengevolge van het eigen gewicht in bovengrondse gedeelten van zulk een leiding moeten bij de bepaling van bovengenoemde spanningen in axiale richting mede in rekening worden gebracht. Voor ondergrondse leidingen geldt het bovenstaande slechts indien de leiding gelijkmatig wordt ondersteund.
Indien ondergrondse leidingen vaste steunpunten hebben dienen de daardoor veroorzaakte langsspanningen mede in rekening gebracht te worden.
c Leidinggedeelten welke zich axiaal en zijdelings geheel of plaatselijk kunnen bewegen tengevolge van thermische expansie.

Opmerking
De berekeningsgrondslagen voor deze leidinggedeelten vormen nog onderwerp voor verdere studie.

3.4.5 Ondersteuningen voor pijpen

Bij het ontwerpen van ondersteuningen voor pijpen moet het volgende in acht worden genomen.
a De belastingen mogen geen spanningen veroorzaken welke de toelaatbare grenzen overschrijden.
b Ondersteuningen moeten zo zijn ontworpen, dat geen belangrijke spanningsconcentraties in de pijp optreden en geen grote krachten in langsrichting of wrijvingskrachten op de pijp worden aangebracht, waardoor de gewenste vrijheid van bewegen zou worden beperkt.
Om trillingen in de pijpen te voorkomen kan het soms nodig zijn voorzieningen voor het dempen van trillingen aan te brengen.
c Bij het ontwerpen van ondersteuningen moet met alle te verwachten krachten en momenten rekening worden gehouden.
Aan de pijp bevestigde onderdelen moeten zodanig worden ontworpen, dat de eventueel hierdoor in de pijp veroorzaakte spanningsverhoging zo klein mogelijk blijft. Het gebruik van onderdelen, welke niet vast met de pijp zijn verbonden, zoals pijpklemmen en -beugels, verdient de voorkeur, indien daardoor de vereiste ondersteuning of verankering is verzekerd. Indien een pijp in bedrijf tot dicht bij de toelaatbare spanningsgrens wordt belast, moeten alle vaste ondersteuningen aan een manchet zijn gelast, welke slechts door rondgaande lassen met de hoofdpijp mag zijn verbonden. In plaats hiervan mag op de plaats van de ondersteuning een pijp met grotere wanddikte worden gebruikt.

Indien de wanddikte van de leiding ten minste 1,44 maal zo groot is als volgt uit de formule in 3.3.2 mogen de ondersteuningsconstructies of

verankeringen zonder extra voorzieningen aan de pijp worden gelast, mits de rekgrens K van het leidingmateriaal niet hoger is dan $0{,}3 \times 10^9$ N/m² (3000 kgf/cm²).

Indien de wanddikte minder dan 1,44 maal zo dik is als volgt uit de formule in 3.3.2 en/of de rekgrens K hoger is dan $0{,}3 \times 10^9$ N/m² (3000 kgf/cm²), moeten de ondersteuningen aan een manchet, die om de pijp is bevestigd, worden gelast.

Op de plaatsen waar de pijp op zijn plaats moet worden gehouden, zoals bij verankeringen, moet de manchet door rondgaande lassen met de pijp zijn verbonden.

De verankering moet aan deze manchet worden bevestigd en niet aan de pijp zelf.

4. MATERIALEN

4.1 ALGEMENE EISEN

4.1.1 Toegelaten materialen en specificaties

Materialen en volgens deze bepalingen geconstrueerde onderdelen van pijpleidingen moeten doelmatig en veilig zijn voor de omstandigheden waaronder zij worden gebruikt. Dergelijke materialen en onderdelen moeten voldoen aan de specificaties, normen en bijzondere eisen van de bepalingen. De regels waarnaar de kwaliteitscontrole plaats vindt voor andere dan de hieronder genoemde materialen, kunnen onder voorafgaande goedkeuring van de vergunningverlenende instantie worden ontleend aan bestaande normen en voorschriften.

4.1.2 Beperking ten aanzien van materialen

Materialen, welke uit een oogpunt van veiligheid van belang zijn en welke niet voldoen aan een aangegeven specificatie of norm moeten door een daarvoor aangewezen deskundige keuringsinstantie voor gebruik zijn goedgekeurd. Aan deze keuringsinstantie moeten volledige gegevens worden verstrekt met betrekking tot de scheikundige samenstelling en de mechanische eigenschappen van de materialen.
De goedkeuring moet zijn verkregen alvorens de materialen worden gebruikt.
Onderdelen welke geen invloed hebben op de veiligheid en welke niet vallen onder een bepaalde specificatie of norm, maar waarvan bekend is dat zij van goede kwaliteit zijn en op de juiste wijze vervaardigd, mogen worden toegepast, onder voorwaarde dat met eventuele eigenschappen, welke de lasbaarheid of de rek ongunstig beïnvloeden, in het ontwerp rekening is gehouden. Toepassing van schroefverbindingen in de hoofdpijpleiding is niet toegestaan.

4.2 MATERIALEN VOOR ESSENTIËLE ONDERDELEN

4.2.1 Pijpen

Stalen pijpen moeten voldoen aan één van de volgende specificaties:
- API 5L – Seamless and Welded Line Pipe;
- API 5LS – Spiral Weld Line Pipe;
- API 5LX – Seamless and Welded High Test Line Pipe, met inachtneming van de volgende bepalingen voor pijpen, die in gelaste leidingen worden toegepast.

a Staal
Het staal moet zijn vervaardigd in een Siemens-Martin oven, een elektrische oven of een zuurstofconverter.
De pananalyse moet voldoen aan de volgende waarden:

Type Staal		B	X-42	X-46	X-52/56	X-60/65
Koolstof	% max.	0,20	0,22	0,22	0,22	0,22
Mangaan	% min.	0,50	0,50	0,70	0,90	0,90
	% max.	1,15	1,20	1,30	1,40	1,50
Silicium	% max.	0,40	0,40	0,45	0,45	0,45
Phosphor	% max.	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Zwavel	% max.	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Vanadium	% max.	–	–	–	–	0,12
Alternatief: Titanium of Niobium	% max.	–	–	–	–	0,05

Het koolstofequivalent, berekend met de formule

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$$

volgens de analyse aan de pijp mag een waarde van 0,50 niet overschrijden. Voor toevoeging van andere dan in de tabel genoemde legeringsbestanddelen dient overleg met de keurende instantie te worden gepleegd.

b Platen en strippen

Alle platen en strippen moeten langs alle vier zijden over een breedte van 0,025 m ultrasoon worden onderzocht en daarbij vrij blijken te zijn van dubbelingen. Uit ultrasoon onderzoek langs de diagonalen van platen moet blijken dat geen dubbelingen voorkomen, waarvan de grootste maat meer dan 0,10 m bedraagt.

c Pijpen

De lasverbindingen moeten stompgelast zijn.

De trekproeven dienen te worden uitgevoerd aan een proefstaaf waarvan de meetlengte $L_o = 5.65 \sqrt{F_o}$ bedraagt.

Hierin is F_o de oppervlakte van de doorsnede van de proefstaaf, loodrecht op de trekrichting vóór de beproeving gemeten.

De minimum breukrek bepaald in de dwarsrichting van de pijp moet voldoen aan de formule:

$$\frac{100 - S_B \times 10^{-5}}{2{,}2} - 2 \quad \text{percent}$$

met een minimum van 18%, waarbij S_B de gevonden treksterkte in N/m^2 (kgf/cm^2) is van het materiaal.

Bij gelaste pijpen met een wanddikte van 0,01 m en meer en naadloze pijpen met een wanddikte groter dan 0,005 m, vervaardigd tijdens de eerste dag van de produktie, dient overeenkomstig ABG 3 (Aanvullende Beoordelings Grondslagen, Dienst voor het Stoomwezen) aan 5% der pijpen, met een minimum van 3 pijpen, verdeeld over ten minste twee staalladingen een kerfslagproef te worden uitgevoerd met de Charpy-V-kerfproefstaaf overeenkomstig Euronorm 45.63.

De gemiddelde kerfslagwaarde van elke groep van drie proeven moet ten minste $0{,}35 \times 10^6$ N/m (3,5 $mkgf/cm^2$) bedragen, met een minimum voor elk der proeven van $0{,}30 \times 10^6$ N/m (3,0 $mkgf/cm^2$).

Bovenstaande kerfslagproef kan tijdens de verdere pijpfabricage steekproefsgewijze herhaald worden.

Pijpen, vervaardigd van platen, die niet gecontroleerd zijn onder bovenstaande paragraaf b, dienen aan de uiteinden langs de gehele omtrek over een breedte van 0,025 m ultrasoon onderzocht te worden en vrij te zijn van dubbelingen.

4.2.2 Bochten en bochtstukken

a Bochten

Bochten kunnen vervaardigd worden door het koud of warm buigen van pijp met inachtneming van het bepaalde in 3.3.4.

Door het buigen mag het verschil tussen de kleinste middellijn en de nominale middellijn nergens meer bedragen dan 2,5%.

De kromtestaal van koud gebogen pijp mag niet kleiner zijn dan aangegeven in de volgende tabel:

Uitwendige diameter D (mm)	D (inches)	Minimum kromtestaal
320	12,75 en kleiner	18D
350	14	21
400	16	24
450	18	27
500	20 en groter	30

b Bochtstukken

Speciaal vervaardigde bochtstukken met laseinden of hiervan gesneden segmenten mogen worden gebruikt op voorwaarde dat de booglengte gemeten in de binnenkant van de bocht ten minste 0,05 m bedraagt voor pijpen met een uitwendige diameter van meer dan 0,10 m.

4.2.3 Hulpstukken

a Toepassing van schroefverbindingen aan hulpstukken in de hoofdpijpleiding is niet toegestaan.

b Hulpstukken met laseinden volgens ANSI B16.9 dan wel hulpstukken met flensverbindingen volgens ANSI B16.5 mogen worden toegepast.

Hulpstukken welke van deze norm afwijken mogen worden toegepast mits zij voldoen aan de voorschriften die de Dienst voor het Stoomwezen voor soortgelijke constructies bij drukhouders stelt.

c Indien op een hulpstuk aan de hoofdpijpleiding schroefdraad of groeven worden aangebracht moet bij de wanddikte, berekend volgens de formule van punt 3.3.2, de diepte van de draad, respectievelijk van de groef, worden opgeteld. Er moet rekening worden gehouden met een factor welke verband houdt met de vorm van de schroefdraad of groef.

d Het aanbrengen van de onder c bedoelde schroefdraad moet met grote zorgvuldigheid geschieden.

Bij toepassing van hoogwaardig staal mag aan een dergelijke verbinding niet worden gelast.

4.2.4 Afsluiters

Stalen afsluiters volgens API Std. 6D mogen worden toegepast.

Gietijzeren afsluiters mogen slechts worden gebruikt in leidingen in neveninstallaties.

Speciale afsluiters, niet genoemd in API Std. 6D, mogen worden toegepast mits zij voldoen aan een gelijkwaardige norm.

4.2.5 Flenzen

Flenzen moeten voldoen aan ANSI B16.5 of andere gelijkwaardige normen.

4.2.6 Pakkingen

Pakkingen dienen vervaardigd te zijn van een materiaal dat niet wordt aangetast door de te transporteren vloeistoffen en in staat is de bedrijfstemperatuur en druk te weerstaan.

Pakkingen volgens ANSI B16.20 en ANSI B16.21 mogen worden toegepast.
Metallische pakkingen, met uitzondering van ringpakkingen of spiraalvormige metaalasbestpakking, mogen niet gebruikt worden bij flenzen van het druktype ANSI 150 en lager.
Het gebruik van metalen of van met metaal beklede asbestpakkingen, zowel glad als gegolfd, is niet aan beperkingen onderhevig, mits het pakkingmateriaal geschikt is voor de bedrijfstemperatuur. Deze pakkingen worden aanbevolen voor gebruik bij kleine flenzen met sponning en verhoging of met groef en rand. Zij kunnen ook gebruikt worden bij stalen flenzen met grote sponning en verhoging, met groef en rand of met prenten, als bedoeld in ANSI B16.5.
Pakkingen, welke asbest bevatten kunnen worden toegepast met inachtneming van ANSI B16.5 bij elk type flens met uitzondering van flenzen met kleine sponning en verhoging of met kleine groef en rand.
Ringen voor ringverbindingen moeten de afmetingen hebben als aangegeven in ANSI B16.5.
De gebruikte materialen moeten doelmatig zijn voor de aanwezige bedrijfsomstandigheden en moeten zachter zijn dan de flenzen.
Materialen voor isolerende pakkingen moeten geschikt zijn voor gebruik bij de te verwachten bedrijfsomstandigheden met betrekking tot temperatuur, druk, vochtigheidsgraad etc.

4.2.7 Bouten en moeren

a Bij toepassing van bouten moeten bouten en draadeinden volgens ANSI B16.5 worden gebruikt.
Voor isolatieflenzen mogen bouten met een 3×10^{-3} m kleinere middellijn worden gebruikt mits zij door toepassing van gelegeerd staal de oorspronkelijke sterkte behouden (ASTM A193 of A354).
b Moeren volgens ASTM A194 mogen worden toegepast.
Moeren volgens ASTM A307 Grade B zijn toelaatbaar voor flenzen van de drukseries ANSI 150 en ANSI 300.
De moeren moeten zo op de bouten of draadeinden worden geschroefd, dat de schroefdraad over de volle hoogte van de moer draagt.

4.2.8 Moffen en koppelingen

Moffen, koppelingen en soortgelijke verbindingsstukken, welke met andere dan metalen elastische afdichtmiddelen moeten worden afgedicht, mogen in leidingen met een uitwendige middellijn groter dan 63,5 mm ($2\frac{1}{2}$") slechts in uitzonderingsgevallen worden toegepast.

5. UITVOERING

5.1 ALGEMENE BEPALINGEN

De bouw van pijpleidingen en de daarbij behorende installaties dient te worden uitgevoerd aan de hand van duidelijke specificaties en tekeningen. Als basis voor de specificaties kan gebruik worden gemaakt van API Bulletin 1105: „Construction Practices for Oil and Products Pipelines" met inachtneming van het volgende.
Alle werkzaamheden dienen zo te worden uitgevoerd dat de openbare veiligheid niet in gevaar wordt gebracht.
De hinder voor landeigenaren en/of gebruikers van de betrokken percelen en de schade aan het land en de daarop staande gewassen behoren zoveel mogelijk te worden beperkt. Bij de uitvoering betrokken personen dienen te vermijden zich buiten de werkterreinen of de daarheen leidende (tijdelijke) toegangswegen te begeven.
Een goede verstandhouding met de landeigenaren en/of gebruikers van de betrokken percelen, alsmede met de vertegenwoordigers van de overheid dient te worden nagestreefd.

5.2 TRACÉKEUZE EN WERKTERREIN

5.2.1 Tracékeuze

5.2.1.1 De afstand van een pijpleiding moet in het algemeen ten minste bedragen:
a tot woonflats, ziekenhuizen, bejaardentehuizen en andere gebouwen waarin zich veel mensen kunnen bevinden: 25 m;
b tot woningen: 15 m;
c tot niet voor bewoning bestemde ruimten: 6 m.
Deze afstanden zijn te beschouwen als minima; waar mogelijk moet gestreefd worden naar grotere afstanden.
Anderzijds zal het soms niet mogelijk zijn de minimum afstanden aan te houden, bijvoorbeeld wanneer een leiding tussen twee gebouwen of woningen door moet worden geleid. Dergelijke situaties dienen geval voor geval beoordeeld te worden.

5.2.1.2 De afstand van pompinstallaties en andere onderdelen van een pijpleiding, waar onder normale bedrijfsomstandigheden brandbare dampen kunnen ontwijken, moet in het algemeen ten minste bedragen:
a tot ziekenhuizen, bejaardentehuizen en dergelijke gebouwen (zie 5.2.1.1 a): 50 m;
b tot woningen: 25 m;
c tot niet voor bewoning bestemde ruimten waar open vuur aanwezig is of kan zijn en tot opslagplaatsen van brandbaar materiaal: 15 m.

5.2.1.3 Indien leidingen in een bebouwde kom niet zijn te vermijden, dienen deze in groenstroken

gelegd te worden en slechts in uiterste noodzaak onder de bestrating.

5.2.1.4 De situering van mechanische inrichtingen moet, met het oog op geluidshinder, geval voor geval worden beoordeeld in verband met de aard en het gebruik van de omliggende bebouwing en de mogelijke voorzieningen aan de installaties ter voorkoming van geluidshinder, terwijl er mede op gerekend moet worden dat de installaties dag en nacht in werking (kunnen) zijn.

5.2.1.5 Het kruisen van beschermingsgebieden van grondwaterwinplaatsen ten behoeve van de openbare drinkwatervoorziening dient zoveel mogelijk te worden vermeden.
Is het kruisen van een beschermingsgebied naar de mening van de ontwerpers van de leiding onvermijdelijk, dan is vroegtijdig overleg zowel met het betrokken waterleidingbedrijf als met de instantie, die van een eventueel verbod vrijstelling kan verlenen, noodzakelijk.

Opmerking
Hoewel de pijpleidingbeheerder overeenkomsten moet hebben met de landeigenaren (zie punt 5.2.2) verdient het aanbeveling dat door de overheid het eenmaal gekozen tracé in voldoende mate wordt vrijgehouden. Het verdient aanbeveling te bevorderen, dat de bedoelde strook in gemeentelijke bestemmingsplannen wordt vastgelegd.

5.2.2 Werkterrein

5.2.2.1 Voorbereidend werk

Alle belanghebbenden bij de uitvoering moeten vóór de aanvang van de werkzaamheden tijdig worden gewaarschuwd.
De aard en de omvang van de werkzaamheden behoren te worden besproken met de landeigenaren en schikkingen moeten worden getroffen voor de toegang tot het werkterrein voor personeel en materieel.
Het gebruiksrecht van het land, dat nodig is als terrein voor opslag van materialen en werktuigen, moet tijdig worden verkregen in overleg met de betrokkenen. De landeigenaren en/of gebruikers van de betrokken percelen dienen te worden ingelicht of het werk zal worden voltooid in één arbeidsperiode of wel dat werkzaamheden — anders dan het eigenlijke leggen van de pijpleiding — op een ander tijdstip zullen geschieden.

Vóór de aanleg van het betrokken leidinggedeelte moeten de nodige overeenkomsten met landeigenaren en/of gebruikers zijn gesloten en de benodigde publiekrechtelijke vergunningen zijn verkregen.
Het is van belang dat in deze overeenkomsten wordt bepaald dat

a op een strook ter breedte van de voor de leiding vastgestelde zakelijk recht breedte, geen opstallen aanwezig mogen zijn;
b in genoemde strook werkzaamheden, die de pijpleiding in gevaar kunnen brengen, slechts in overleg met en na schriftelijke toestemming van de pijpleidingbeheerder mogen worden uitgevoerd;
c in een strook van 3 m — gemeten vanuit het hart van de leiding — aan weerszijden geen bomen en/of diep wortelende gewassen mogen worden geplant.
Het pijpleiding-tracé dient op doelmatige afstanden, bij voorkeur bij kruisingen met wegen, hekken en andere erfscheidingen, duidelijk te worden aangegeven met merktekens, welke na de aanleg van de leiding aanwezig behoren te blijven. Vóór de aanleg moet een lijst worden samengesteld van alle aanwezige objecten op het werkterrein, zodat zij in geval van beschadiging of vernietiging na de voltooiing van het werk doelmatig kunnen worden vervangen.

5.2.2.2 Het gereedmaken van de werkstrook

De eerste werkzaamheden omvatten het verwijderen van struikgewas, terreinafscheidingen, puin e.d., ter voorbereiding van het aanvoeren en gereedleggen van de pijpen.
Om een vlotte voortgang der werkzaamheden te bevorderen is het nodig over een voldoende brede werkstrook te kunnen beschikken. De breedte wordt bepaald afhankelijk van de aard van het terrein en bedraagt bijv. in landbouwgebieden voor pijpleidingen met een middellijn van 300 mm of meer, ten minste 12 m.
Bomen, welke meestal onder de bepalingen van de Boswet (wet van 20 juli 1961, Stbl. 256) vallen, mogen niet zonder vergunning worden geveld. Wanneer zij moeten worden verwijderd, blijft het verkoopbare hout het eigendom van de grondeigenaar, tenzij anders is overeengekomen. Boomwortels binnen een afstand van ten minste 2 m van de as van de pijpleiding moeten worden verwijderd. Met toestemming van de grondeigenaar mogen boomwortels buiten deze strook in de grond blijven zitten.
De breedte en de diepte van de te verwijderen bovenlaag van de grond worden van geval tot geval bepaald; de te verwijderen bovenlaag zal evenwel niet meer dan 0,30 m behoeven te bedragen. De bovenlaag moet aan één zijde van de arbeidsstrook afzonderlijk worden opgeslagen.
Graszoden moeten, om later weer te kunnen worden gebruikt, zorgvuldig worden uitgestoken, opgerold en vochtig worden gehouden, tenzij de grond later wordt ingezaaid.
Gedurende de aanleg van de pijpleidingen moeten openingen in hekken of wallen langs het terrein van de pijpleiding in overleg met de grondeigenaar tijdelijk zijn afgesloten door doelmatige afrasteringen van voldoende hoogte.
Als toegang tot het werkterrein moet een uit-

neembaar gedeelte zijn aangebracht. Tijdelijk aangebrachte afrasteringen moeten in stand worden gehouden totdat zij door blijvende afscheidingen zijn vervangen.

In veeteeltgebieden moeten aan beide zijden van de werkstrook veekerende afrasteringen worden geplaatst om het op de aangrenzende weilanden aanwezige vee op een afstand te houden. Waar geen vee wordt gehouden moet de grens van de werkstrook afdoende gemarkeerd zijn. Alle tijdelijke afrasteringen moeten in stand worden gehouden tot de werkzaamheden in de betreffende sectie zijn voltooid en de bovenlaag van de grond, de wallen, de afrasteringen, de hekken enz. weer zijn aangebracht.

Overbruggingen en verbredingen van de aanvoerwegen kunnen nodig zijn om de aanvoer van materialen mogelijk te maken. Indien door de uitvoerende firma egalisatiewerken langs de werkstrook uitgevoerd worden ten behoeve van het vervoer van benodigdheden voor de aanleg van de pijpleidingen, moet het land weer in zijn oorspronkelijke toestand worden teruggebracht en moet de bovenlaag weer worden aangebracht.

5.2.2.3 Sleuven

Pijpleidingen worden gewoonlijk ondergronds gelegd om overlast zoveel mogelijk te beperken, tenzij bovengrondse plaatsing om andere redenen de voorkeur verdient.
Het graven van sleuven omvat alle grondverzet met behulp van graafmachines, baggerwerktuigen of met de hand, om de sleuf de voor de pijpleiding gewenste afmetingen te geven. Een sleuf voor een pijpleiding met een middellijn van 150 mm of meer moet ten minste 0,30 m breder dan de pijpmiddellijn worden gegraven. In elk geval moeten evenwel de bijzondere omstandigheden met betrekking tot de veiligheid en het gemakkelijk kunnen werken, zonder de bekleding van de leiding te beschadigen, in acht worden genomen.

In landbouwgronden moet de diepte voldoende zijn om een gronddekking van ten minste 0,90 m te verkrijgen, zodat de pijpleiding geen obstakel vormt bij de bewerking van het land; in niet in cultuur gebrachte grond of in geval van een bijzondere overeenkomst kan de gronddekking kleiner zijn. Het kan noodzakelijk zijn de diepte van de sleuf te vermeerderen tot onder aanwezige of geprojecteerde drainageleidingen van het land of om bochten bijvoorbeeld bij slootkruisingen te vermijden.
Uitgegraven grond moet zodanig worden opgeslagen dat bij het latere aanvullen van de sleuf de oorspronkelijke samenstelling van de grond zoveel mogelijk wordt herkregen. Bij bepaalde grondsoorten kan het nodig zijn dat grond wordt aangevoerd. Grond die van het werkterrein moet worden afgevoerd mag niet de beste grond zijn, zoals bijvoorbeeld de bovenlaag.
In de opgeworpen grond moeten voor zover nodig gaten of sleuven worden gemaakt om te verzekeren dat het regenwater niet kan blijven staan of bebouwde grond kan overstromen.
De bodem van de sleuf moet vlak worden gemaakt om een gelijkmatig inbedden van de pijpleiding mogelijk te maken en dient te worden vrijgehouden van alle vreemde voorwerpen die de bekleding van de pijp zouden kunnen beschadigen.

5.2.2.4 Ondergrondse hindernissen

Bij het bepalen van het tracé moet rekening worden gehouden met bekende hindernissen.
De vrije vertikale ruimte tussen de pijpleidingen en reeds aanwezige kabels en leidingen moet bij kruisingen minstens 0,30 m – gemeten tussen de buitenkant van de pijpen – bedragen; zo nodig moeten speciale maatregelen worden getroffen tegen mechanische beschadiging en tegen ongunstige beïnvloeding zowel van als door een niet gelijktijdig geconstrueerd kathodisch beschermingssysteem.
Tussen niet gelijktijdig geconstrueerde parallel lopende leidingen moet een minimum vrije ruimte van 1 m – gemeten tussen de buitenkant van de pijpen – worden aangehouden. Hiervan mag worden afgeweken, indien speciale veiligheidsmaatregelen worden genomen.

5.2.2.5 Drainage en afwatering

Indien in landbouwstreken plaatselijk geen gegevens over het verloop van aanwezige en geprojecteerde drainage-inrichtingen kunnen worden verkregen, moeten deze zo mogelijk bij de landeigenaren, respectievelijk bij de bevoegde autoriteiten worden ingewonnen.
Het verloop van alle drainage-leidingen, welke bij het leggen van een pijpleiding betrokken zijn, moet worden gemarkeerd. De drainageleidingen moeten na het beëindigen van de werkzaamheden worden hersteld of aangepast op deskundig advies, tenzij een andere regeling met betrokkenen is getroffen.

Waar de pijpleiding sloten voor de waterafvoer kruist, moet zij over de breedte van de sloot op een diepte van ten minste 0,60 m onder het vastgestelde slootbodempeil zijn gelegd, tenzij bescherming door een betonplaat van 0,10 m dikte is toegepast, in welk geval de genoemde 0,60 m tot 0,25 m mag worden teruggebracht.

Er dient rekening te worden gehouden met mogelijk toekomstige wijzigingen van het slootprofiel.

Opmerking
Voor informatie over het juiste of theoretische slootprofiel wende men zich tot het betrokken waterschap.

Tijdens het leggen van de pijpleidingen moeten sloten, drainageleidingen en andere waterlopen, welke in het terrein van de aanleg van de pijpleiding liggen, in bedrijfswaardige toestand worden gehouden en na beëindiging van de werkzaamheden in hun oorspronkelijke toestand worden hersteld.

5.2.2.6 Tijdelijke toegangen

Bij onderbrekingen van wegen of voetpaden wegens het graven van de sleuf of het leggen van de leiding moeten zo nodig tijdelijk bruggen en toegangen worden gemaakt en in stand gehouden om een verbinding tussen de beide zijden van de werkstrook mogelijk te maken.

5.2.2.7 Waarborgen voor buizen en kabels naar gebouwen

De aanwezige kabels en buizen mogen niet worden onderbroken.
Indien het leggen van de pijpleiding de verwijdering van deze kabels en buizen vereist, moet een ononderbroken gebruik van de faciliteiten voor de daarbij betrokkenen worden verzekerd tot de kabels en buizen weer zijn aangebracht, tenzij met de beheerder anders is overeengekomen.

5.3 HET LEGGEN VAN DE PIJPLEIDING

5.3.1 Transporteren, uitleggen en richten van de pijpen

Bij transport en opslag dient schade aan de pijpen en de isolatie te worden vermeden. Beklede pijpen moeten geheel vrij van de grond worden vervoerd; het rollen of slepen van pijpen is niet toelaatbaar.
Indien stroppen worden gebruikt voor het verplaatsen van beklede pijpen, dienen deze stroppen van canvas of een gelijkwaardig zacht materiaal te zijn gemaakt en een breedte te hebben die ten minste gelijk is aan de middellijn van de pijp, teneinde gevaar van beschadiging van de bekleding te vermijden.
Indien voor het transport van pijpen naar de opslagplaatsen mede gebruik wordt gemaakt van spoorwegtransport, kunnen – met inachtneming van de beladingseisen van de N.V. Nederlandse Spoorwegen – de aanwijzingen van API RP 5L1: „Recommended practice for Railroad Transportation of Line Pipe" worden gevolgd.
Als pijpen worden uitgelegd langs de (te maken) sleuf, dient dit zodanig te geschieden, dat zo weinig mogelijk hinder wordt veroorzaakt voor de omgeving.
Pijpen moeten vóór het richten en lassen inwendig worden schoongemaakt door middel van een leren of rubber schijf of een soortgelijk hulpmiddel, of met een krachtige waterstraal.
Bij het richten en vastklemmen van de te lassen pijpeinden dient bij voorkeur gebruik te worden gemaakt van binnenklemmen.
Bij pijpen met kleine middellijn of bij het maken van verbindingslassen kan gebruik worden gemaakt van buitenklemmen.
Langs-gelaste pijpen moeten zodanig worden gericht, dat de langslassen in opeenvolgende pijpen ten minste 0,26 rad (15°) ten opzichte van elkaar verspringen, tenzij anders is overeengekomen. De langslassen moeten zich in het bovenste kwadrant van de leiding bevinden.
Na het richten en het aanbrengen van de eerste laslaag moeten de pijpen op ondersteuningen van geschikt materiaal, b.v. hout, worden geplaatst, welke een voldoende afstand tussen de onderkant van de pijp en de grond verzekeren om de leiding gemakkelijk te kunnen lassen.
Als beklede pijpen op de ondersteuningen worden gelegd, is een doelmatige tussenlaag nodig om schade aan de bekleding te voorkomen. De open uiteinden van de gelaste pijpleidinggedeelten moeten aan het einde van de werkdag worden afgesloten, teneinde te voorkomen dat voorwerpen of dieren in de pijpleiding geraken.

5.3.2 Toepassing van bochten en bochtstukken

Bij het leggen moet de pijpleiding worden aangepast aan het verloop van de bodem van de sleuf. Hiervoor kunnen bochten of bochtstukken worden gebruikt met inachtneming van 4.2.2.
Het aantal bochten in de pijpleiding moet zo klein mogelijk worden gehouden door de bodem van de sleuf zo recht mogelijk af te werken.
In het bijzonder nabij kruisingen met wegen, spoor- en waterwegen zullen bochten echter veelal niet kunnen worden vermeden.
De kromtestraal van een koud vervaardigde bocht mag niet kleiner zijn dan is aangegeven in de tabel in 4.2.2a, om afplatting of plooiing van de pijpwand te voorkomen en een onbelemmerd doorvoeren van ragers, ballen enz. te verzekeren.
In het algemeen mag een bocht niet worden aangebracht op een kleinere afstand van een rondlas dan overeenkomt met twee maal de middellijn van de pijp. Bochten, waarvan de kromtestraal ligt tussen de normen voor koud gevormde bochten en die voor bochtstukken, moeten in een constructiewerkplaats warm worden gebogen uit pijpen van gelijke kwaliteit en ten minste gelijke wanddikte als de pijpen waarmede de bochten worden verbonden.

5.3.3 Lassen

Het lassen van pijpleidingen in het terrein moet worden uitgevoerd overeenkomstig:
– de hierna in a t/m j vermelde bepalingen;
– de bepalingen van ANSI B 31.4 (hierna genoemd ANSI);
– de bepalingen van API Std. 1104 (hierna genoemd API), waarbij de voorrang wordt bepaald door de bovenstaande volgorde. In de bepalingen a t/m j zijn de verwijzingen naar de be-

treffende paragrafen van ANSI B 31.4 (uitgave 1971) en/of API Std. 1104 (uitgave 1968) tussen haakjes vermeld.

a (API: 1.42). Alle electroden moeten van een door de Dienst voor het Stoomwezen goedgekeurd type zijn en moeten worden geleverd in vochtdichte verpakking.

b (ANSI: 434.8.3; API: 2.0). Bij de proef op de deugdelijkheid van de lasprocedure moet bijzondere aandacht worden geschonken aan:
— een zo groot mogelijk tijdsverloop als praktisch aanvaardbaar is tussen het aanbrengen van de eerste en de volgende laag (API: 2.3-j);
— de temperatuurgrens waaronder voorverwarming moet worden toegepast (ANSI: 434.8.8; API: 2.3 n en 4.11).

c (API: 2.3 1 en 4.3). De eerste laslaag moet geheel zijn voltooid voordat de richtklem wordt verwijderd, tenzij duidelijk blijkt dat met de gevolgde methode van richten geen gevaar bestaat van een breuk in de eerste laslaag na het wegnemen van de klem. Mocht blijken dat er met één laag onvoldoende lasmateriaal aanwezig is om scheuren in de las bij het laten zakken van de leiding op de ondersteuningen te voorkomen, dan moeten vóór dit neerlaten extra laslagen (eventueel alleen aan de boven- en onderzijde) worden aangebracht.

d (API: 2.62). Aan de eisen voor de trekproef moet worden voldaan. Indien echter het proefstuk onder spanning breekt — buiten de las of de smeltzone — bij een spanning in het pijpmateriaal welke ligt beneden de gegarandeerde rekgrens, dan moet de reden van dit bezwijken worden vastgesteld voordat de deugdelijkheidsproeven worden voortgezet.

e (ANSI: 434.8.3; API: 3.0). Lassers moeten voldoen aan de bekwaamheidseisen van AKV 31 gesteld door de Dienst voor het Stoomwezen; de lassen moeten voldoende nauwkeurig worden gecontroleerd.

f (API: 4.1 en 4.7). Te lassen vlakken moeten voor het lassen worden schoongemaakt met behulp van mechanisch gedreven stalen borstels en/of slijpstenen.

g (API: 4.42). Het afschuinen van pijpeinden op het werk moet machinaal worden uitgevoerd. Autogeen snijden met handgereedschap is slechts toegestaan indien machinaal werken praktisch niet mogelijk is, zulks alleen na vooraf verkregen toestemming van de verantwoordelijke opzichter van de opdrachtgever.
Deze dient zich te overtuigen van de bekwaamheid van de persoon die deze werkzaamheden zal uitvoeren.

h (API: 4.82 en 4.92). Aan de eisen voor de overdikte van de las moet worden voldaan, met dien verstande dat de dikte van de versterking niet minder dan $0{,}8 \times 10^{-3}$ m mag zijn.

i (ANSI: 434.8.5 (a); API: 5.0). Van de op het werk gemaakte lassen moet ten minste 10% radiografisch worden onderzocht. Dit onderzoek moet zodanig worden uitgevoerd, dat het werk van elke lasser op deugdelijkheid wordt beproefd. Bij kruisingen met belangrijke waterwegen en dijken moeten alle lassen radiografisch worden onderzocht.
Aan de bepalingen van ANSI: 434.8.5 (2) en API: 8.0 dient te worden voldaan.[6]

j (ANSI: 434.8.5 (b); API: 6.0). Aan de maatstaven voor het beoordelen van lassen moet worden voldaan. Voor reparatie of vervanging zie ANSI: 434.8.7 en API: 7.0.

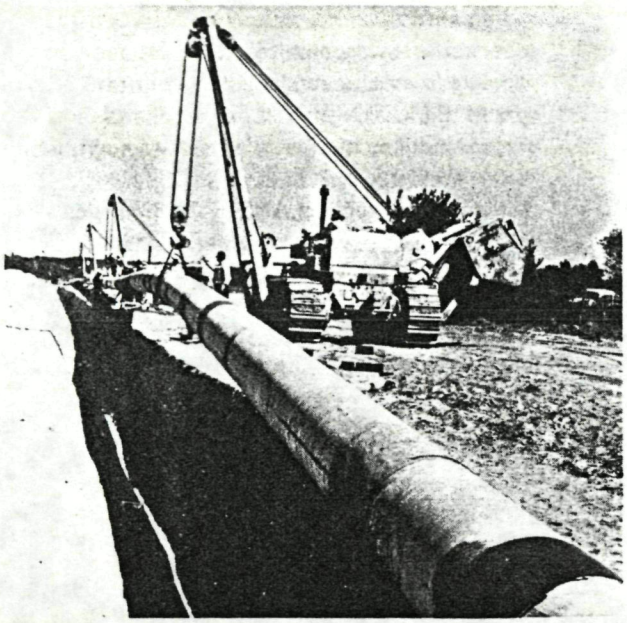
5.3.4 Aansluitingen

Bij kruisingen met wegen, spoorwegen, dijken en waterlopen, alsmede in sommige andere gevallen kan het om praktische redenen noodzakelijk zijn om pijpleidingen buiten de sleuf in delen gereed te maken. De verbindingen tussen deze pijpgedeelten worden in de sleuf gelast. Bijzondere aandacht moet daarbij worden geschonken aan het afsnijden van de pijpeinden op de juiste lengte en aan het nauwkeurig richten van de verbindingen. Deze verbindingslassen moeten alle geheel aan een radiografisch onderzoek worden onderworpen.

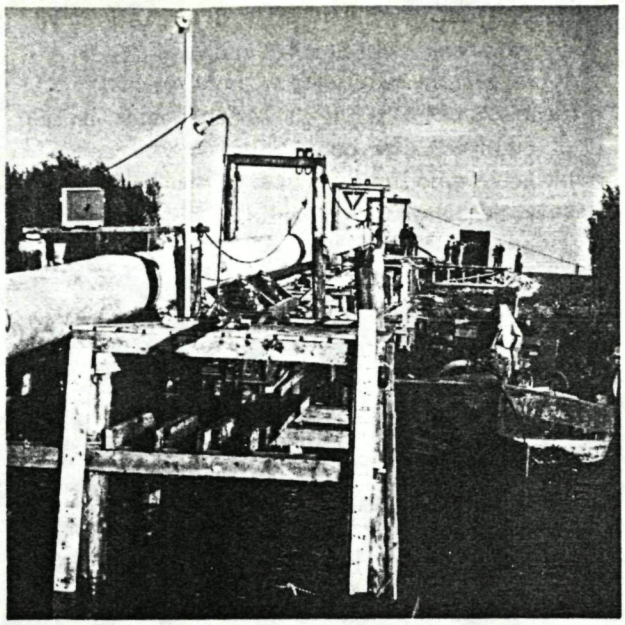
5.3.5 Bekleding en bescherming

De pijpleiding moet uitwendig op deugdelijke wijze worden beschermd tegen corrosie, bijvoorbeeld met behulp van asfaltbitumen zoals beschreven in „Mededeling 13" van het Metaalinstituut TNO.
Andere bekledingsmaterialen kunnen worden toegepast indien hun doelmatigheid wordt aangetoond. Door het aanbrengen van een dergelijke bekleding mogen de eigenschappen van het pijpmateriaal niet ontoelaatbaar worden beinvloed (b.v. als gevolg van het dalen van de rekgrens door hoge pijpmateriaaltemperaturen tijdens het opbrengen van de bekleding). Indien corrosieve vloeistoffen worden verpompt moeten doeltreffende maatregelen worden getroffen tegen inwendige corrosie van de pijpleiding.
Voor bekledingsmaterialen wordt verwezen naar Bijlage 4.
Vóór de sleuf wordt opgevuld moet de dichtheid van de bekleding worden gecontroleerd met behulp van een vonktestapparaat, als aangegeven in „Mededeling 13" of met een andere gelijkwaardige methode.
Beschadigingen van en fouten in de bekleding moeten worden gerepareerd.
Als aanvullende maatregel op de bekleding van ondergrondse pijpleidingen moet kathodische bescherming worden toegepast in overeenstemming met Bijlage 5.

[6] Verwezen wordt voorts naar de van toepassing zijnde voorschriften van de Dienst voor het Stoomwezen.



Afb. 1 Het laten zakken van een 24" pijpleiding in de sleuf



Afb. 2 De pijpleiding wordt over een dijk getrokken

5.3.6 Laten zakken van de pijpleiding in de sleuf en opvullen van de sleuf

Gereedschappen, welke worden gebruikt voor het optillen van de pijpleiding van de ondersteuningen en het neerlaten in de sleuf moeten ter plaatse waar zij met de pijp in aanraking komen voldoende zijn bekleed om beschadiging van de pijpbekleding te voorkomen. De sleuf moet worden vrijgehouden van losse stenen, sintels en andere voorwerpen, welke zouden kunnen beletten, dat de pijpleiding gelijkmatig op de bodem van de sleuf rust of beschadiging van de bekleding zouden kunnen veroorzaken. Wanneer de grond van onder de pijp wordt weggegraven om kettingen en stroppen te verwijderen, moet eveneens beschadiging van de bekleding van de pijp worden vermeden en moet de bekleding op eventuele beschadigingen worden gecontroleerd en waar nodig worden bijgewerkt.
Het opvullen van de sleuf moet onmiddellijk volgen op het neerlaten van de pijp, zodat tussentijds geen beschadiging van de bekleding kan optreden.[7]
De sleuf moet, ter bescherming van de bekleding van de pijpleiding, tot een hoogte van ten minste 0,15 m boven de bovenkant van de pijp met zand of grond, vrij van grove en harde bestanddelen worden opgevuld.
Uitgegraven materiaal moet met zorg weer ter plaatse in de juiste volgorde worden ingebracht om de oorspronkelijke grondsamenstelling te herstellen; de bovenlaag moet zo worden aangebracht dat deze de uitgraving gelijkmatig bedekt.
Een geringe verhoging moet boven de sleuf worden aangebracht met het oog op het inklinken van de grond. Aandacht moet worden geschonken aan door het graven van de sleuf onderbroken drainagesystemen. Deze drainagesystemen moeten vóór het opvullen zijn hersteld of vervangen.

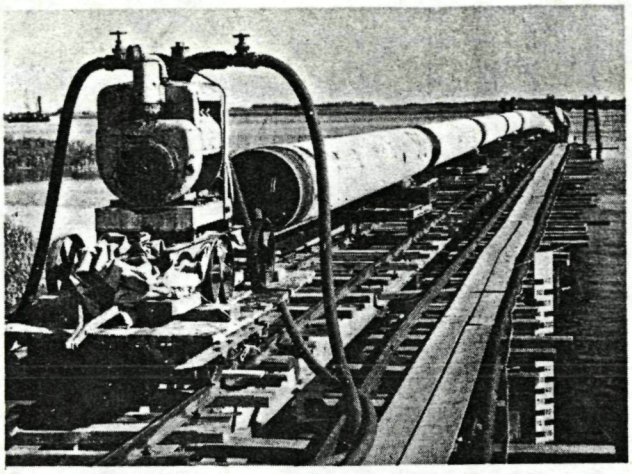
5.3.7 Herstel van het werkterrein

Zo spoedig mogelijk na het opvullen moeten alle afval, gereedschappen, werktuigen enz. worden verwijderd. De voor het werk gebruikte terreinstrook moet worden hersteld, zodat het pijpleidingtracé zoveel mogelijk wordt teruggebracht in zijn oorspronkelijke staat en weer aan de gebruiker ter beschikking kan worden gesteld. Bij landbouwgronden moet aandacht worden geschonken aan het losmaken, b.v. door ploegen, van de gebruikte terreinstrook, indien de gebruiker dit vraagt.
Hekwerken en omheiningen, die moesten worden doorbroken, moeten in de oude toestand worden hersteld of worden vervangen door degelijke nieuwe afscheidingen. Het snel en nauwgezet weer in orde brengen van de voor het werk gebruikte terreinstrook dient de ongemakken voor de gebruikers tot een minimum te beperken.

5.3.8 Kruisingen met wegen, spoorwegen, waterlopen en waterkeringen

De wijze waarop de pijpleiding door wegen, spoorwegen, waterlopen, dijken en kaden wordt

[7] Als regel moet de juiste ligging van de pijpleiding nauwkeurig bekend zijn; daartoe moet vóór het opvullen van de sleuf gelegenheid worden gegeven om de leiding in te meten.



Afb. 3 Het trekken van een 24" zinker is gereed

gevoerd, hangt af van plaatselijke omstandigheden en moet in overleg met – en met toestemming van – de beherende instanties worden bepaald.

Mantelbuizen in kruisingen met wegen en spoorwegen worden soms toegepast in gevallen waar het niet mogelijk is het verkeer te onderbreken voor de duur van het uitvoeren van de kruising in een open sleuf. De technische problemen voor het verkrijgen van een volwaardige constructie van een pijpleiding in een mantelbuis – vooral bij kathodisch beschermde leidingen – zijn van dien aard, dat een constructie zonder mantelbuis de voorkeur verdient. De ontwikkeling van speciale bekledingsmaterialen maakt het mogelijk kruisingen door middel van boren of persen van pijpgedeelten van de olievoerende leiding tot stand te brengen. Deze werkwijze wordt derhalve aanbevolen wanneer kan worden aangetoond, dat onder de ter plaatse geldende omstandigheden de pijpen en de bekleding niet worden beschadigd.

Indien een mantelbuis moet worden gebruikt, wordt aanbevolen de lengte zoveel mogelijk te beperken en bij voorkeur geen grotere lengte dan 50 m toe te passen.

De volgende materialen komen voor mantelbuizen in aanmerking:

– staal;
– asbestcement;
– eventuele andere bestaande en in ontwikkeling zijnde materialen, mits gelijkwaardig aan staal of asbestcement.

Indien bij de toepassing van mantelbuizen gevaar voor ontoelaatbare corrosie van de leiding bestaat, moet dit worden tegengegaan door één of meer der volgende methoden toe te passen.

a Het zo goed mogelijk afdichten van de mantelbuiseinden, om de doorstroming van water te beperken. Hierbij moet ook aandacht worden geschonken aan de waterdichtheid van de lassen en eventuele andere verbindingen in de mantelbuis.

b Het vullen van de ruimte tussen de mantelbuis en de pijp met een daartoe geschikt materiaal.

c Het aanbrengen van voor dit doel geschikte anoden tussen mantelbuis en pijpleiding.

d Het aanbrengen van kathodische bescherming, indien de mantelbuis onbekleed is en voldoende water tussen de mantelbuis en de binnenbuis aanwezig is (zie Bijlage 5 kathodische bescherming). De controlemeting van de buisbodempotentiaal wordt dan meestal buiten de mantelbuis verricht; men dient daarbij te corrigeren voor het spanningsverschil tussen meetplaats en stalen binnenbuis. De pijpleiding moet elektrisch geïsoleerd zijn van de mantelbuis b.v. met behulp van isolerende afstandhouders. Vóór het inbrengen van de transportleiding moet de mantelbuis worden geledigd en gereinigd en moet indien mogelijk worden gecontroleerd of de mantelbuis inwendig voldoende glad is.

Bij kruisingen met een spoorweg moet de kleinste vertikale afstand tussen bovenkant spoorstaaf en bovenkant mantelbuis (indien aanwezig) of pijpleiding 1,50 m bedragen.

Bij kruisingen met wegen kan de pijpleidingsleuf worden afgedekt door betonplaten en moet de kleinste vertikale afstand tussen het laagste punt van het wegdek en de bovenkant van de afdekplaat 1,20 m bedragen. Bij toepassing van een mantelbuis geldt dezelfde afstand tot aan de bovenkant van de mantelbuis.

De vertikale afstand tussen de onderkant van de afdekplaat en de bovenkant van de pijpleiding, respectievelijk mantelbuis, moet ten minste 0,15 m bedragen.

Wanneer een pijpleiding door een bedding van een grote rivier of een belangrijk kanaal moet worden gelegd, moet vóór het neerlaten in de sleuf het gehele leidinggedeelte worden gelast, van de isolerende en beschermende laag of lagen worden voorzien en met waterdruk worden beproefd. Ook kan de pijpleiding van lichters af in gedeelten worden gelast en in de rivier of het kanaal worden neergelaten.

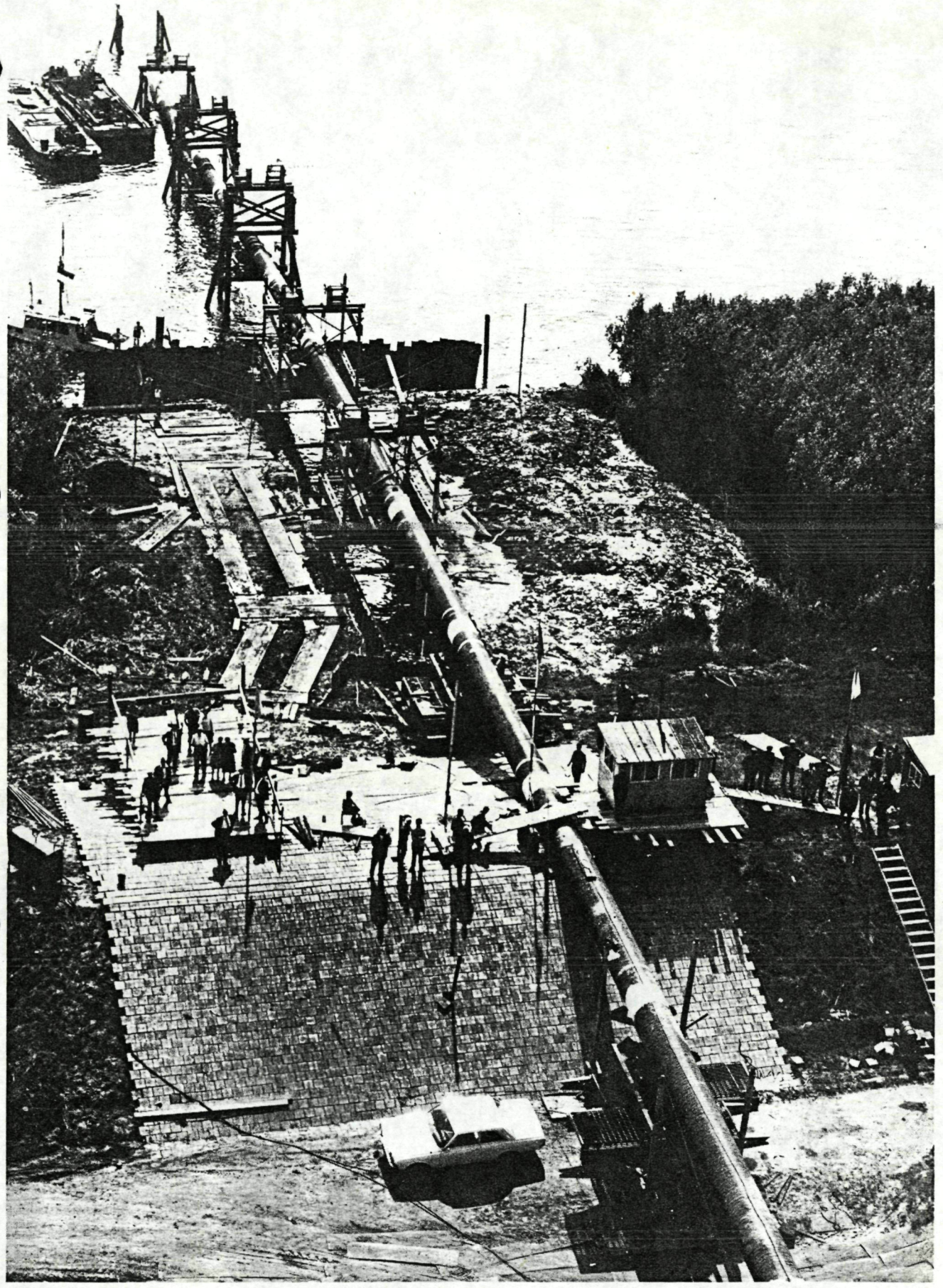
Pijpen, welke niet zwaar genoeg zijn om in lege toestand te zinken moeten doelmatig worden verzwaard. Met het oog op erosie en scheepvaart kan het nodig zijn de pijpleiding 1,0 m of meer onder de rivier- of kanaalbodem te leggen.

Er mogen geen pijpleidingen in of bij waterkeringen in langsrichting worden gelegd, tenzij dit onvermijdelijk is.

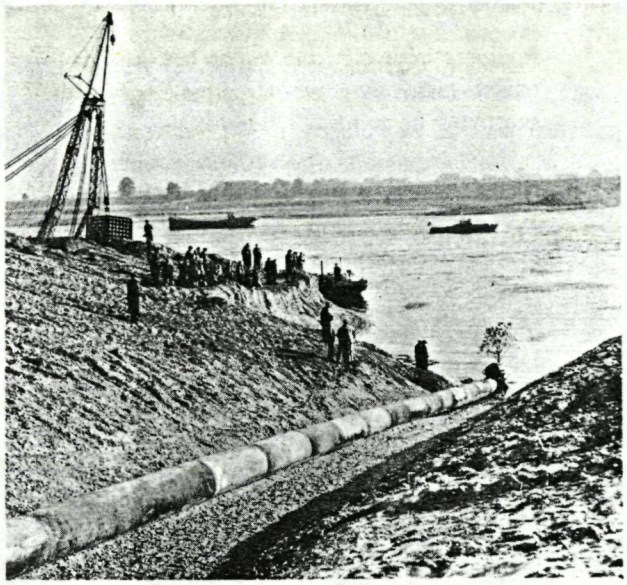
In dit geval moet de leiding aan de landzijde van de waterkering worden gelegd, op veilige afstand uit de teen van het binnenbeloop van de dijk.

Bij loodrechte dijkkruisingen kan de pijpleiding:

– het dijkbeloop volgen; hierbij is rekening te houden met de maatgevende waterstand, welke de dijk moet kunnen keren;



Afb. 4 Een 36" zinker wordt over een dijk getrokken



Afb. 5 Een 24" zinker is gereed om door een rivier te worden getrokken

— rechttoe-rechtaan door de dijk worden gelegd, doch dan is in het dijklichaam een schermwand haaks op de buis nodig, teneinde de kwel langs de buitenzijde van de buis (langsloopsheid) tegen te gaan. De boormethode mag slechts bij uitzondering, alleen met toestemming van de dijkbeheerder, worden toegepast.

Voor kruisingen met zeeweringsdijken en waterkerende dijken van rivieren moet de leiding op en over de dijktaluds en de kruinen worden gelegd volgens aanwijzingen van de dijkbeheerders. Hierbij kunnen bijzondere voorzieningen worden verlangd, zoals bijvoorbeeld: het leggen van de leiding in een betongoot of op een vloer van betonelementen; het aanbrengen van een kleibekleding boven de leiding van ten minste 0,60 m dikte — in ieder geval met een dikte ten minste gelijk aan de ter plaatse toegepaste kleibekleding — met een horizontaal gedeelte boven de pijpleiding van 10 m (evenwijdig aan de kruin van de dijk gemeten) met wederzijds aflopende hellingen van 1 : 20 naar de bestaande dijkkruinhoogte; het aanbrengen van een steenverdediging op het buitenbeloop over een lengte van ten minste 40 m, en eventueel andere speciale voorzieningen.
Er moet rekening worden gehouden met eventuele zettingen van het dijklichaam en van de ondergrond. Dit kan bijzondere voorzieningen aan de pijpleiding vergen om te verzekeren, dat deze de te verwachten zettingen kan volgen.
De veiligheid van de waterkering moet zowel tijdens de uitvoering als na de aanleg van de pijpleiding te allen tijde volledig blijven gewaarborgd. Hiertoe kunnen speciale maatregelen worden voorgeschreven, zoals het uitvoeren van het werk in een bepaalde periode van het jaar (zomer), het maken van een tijdelijke waterkering, uitvoering van het werk in etappen enz.
Voor alle hiervoor genoemde kruisingen geldt dat het uit een oogpunt van veiligheid niet noodzakelijk is afsluiters ter weerszijden van de kruisingen aan te brengen.
De beveiliging van de pijpleiding moet zodanig zijn dat bij het optreden van leidingbreuk het bedrijf in de kortst mogelijke tijd wordt stopgezet.
De werkzaamheden ten behoeve van de hierboven bedoelde kruisingen moeten steeds onder deskundig toezicht en met de grootst mogelijke zorgvuldigheid worden uitgevoerd.
Ten aanzien van bijzondere maatregelen met betrekking tot de kathodische bescherming van kruisingen wordt verwezen naar Bijlage 5.

5.3.9 Ragers, ballen en sluizen

Na de voltooiing van de pijpleiding — doch vóór de beproeving en de ingebruikneming — moet de leiding, eventueel in gedeelten, worden schoongemaakt door ragers door de pijpleiding te zenden. Een van deze ragers dient te zijn voorzien van een stalen schijf met een middellijn van ten minste 90% van die van de leiding om de pijpleiding op eventuele onrondheid te controleren.
Leidingen met een middellijn van 150 mm of meer moeten zoveel mogelijk vrij van lucht worden gemaakt door ze met water te vullen en door er één of meer ragers en/of ballen door te zenden.
Inrichtingen (sluizen) voor het zenden en voor het ontvangen van ragers, ballen e.d. zijn — eventueel tijdelijk — vereist aan elk uiteinde van de leiding of leidingsectie.
Bij blijvend geïnstalleerde sluizen dient rekening te worden gehouden met mogelijke overdracht van krachten door de pijpleiding.

6. INSPECTIE

6.1 ALGEMEEN

De inspectie tijdens de aanleg van een pijpleiding met eventuele bijbehorende werken moet een deugdelijke controle op het te gebruiken materiaal en de uit te voeren werkzaamheden verzekeren.

6.2 VISUELE INSPECTIE

6.2.1 Inspectie van materiaal

Alle pijpen en andere materialen moeten na aankomst op het werkterrein worden geïnspecteerd om zich ervan te vergewissen dat geen beschadigingen tijdens het transport hebben plaatsgevonden.
Alle pijpen moeten zo nodig in- en uitwendig worden schoongemaakt en dienen te worden geïnspecteerd om eventuele gebreken vast te stellen die de sterkte en/of de dichtheid kunnen beïnvloeden. Hierbij moet worden gelet op:
algemene toestand van de pijp, inwendig en uitwendig aanzien, aantal bochten, vlakke plaatsen, plooien en andere oppervlaktefouten zoals krassen, scheuren, groeven, uithollingen en bulten.

6.2.2 Inspectie tijdens de aanleg

a De inspectie op het werk heeft ten doel de kans op het installeren van pijpen, welke gebreken vertonen tot een minimum te beperken. Aanbevolen wordt daarom controles onmiddellijk voor het richten, bij het neerlaten van de leiding en bij het opvullen van de sleuf uit te voeren.
b De inspectie tijdens het lassen moet ten minste omvatten:
– de pijpeinden voor de aanvang van het lassen;
– de eerste laslaag voordat andere laslagen worden aangebracht;
– de gereedgekomen lassen.
c Bij het machinaal bekleden van pijpen moet er op worden toegezien dat de pijpen niet worden beschadigd. Beschadigingen van de bekleding moeten zorgvuldig worden onderzocht met het oog op eventuele beschadiging van het daaronder gelegen pijpoppervlak.
Vóór het neerlaten van de pijpleiding in de sleuf moet de bekleding worden geïnspecteerd zoals aangegeven in 5.3.5.
Na het neerlaten in de sleuf moet de bekleding opnieuw worden gecontroleerd om mogelijke beschadigingen te repareren.
d Alle reparaties, verbeteringen of veranderingen moeten vóór het neerlaten van de pijpleiding in de sleuf worden geïnspecteerd.
e De toestand van de sleuf moet direkt vóór het neerlaten van de pijpleiding worden gecontroleerd. Het gelijkmatig dragen van de leiding op de bodem van de sleuf moet vóór het opvullen worden gecontroleerd.

6.3 AANVULLENDE INSPECTIE

Radiografische controle van op het werk gemaakte lassen moet worden uitgevoerd in overeenstemming met 5.3.3 onder i.

6.4 HERSTELLEN VAN FOUTEN

Voor pijpen, die boven 20% van de gegarandeerde kleinste rekgrens worden belast, worden als schadelijk aangemerkt de fouten genoemd in API Std. 5 LX (8.7, uitgave april 1970) alsmede krasachtige fouten dieper dan $0{,}8 \times 10^{-3}$ m.
Fouten in het pijpmateriaal mogen worden weggeslepen mits de overblijvende wanddikte niet kleiner is dan de overeenkomstig deze leidraad voor het betrokken gedeelte vastgestelde minimum wanddikte.
Indien de fout niet op de wijze zoals hierboven is aangegeven kan worden hersteld, moet het betrokken pijpgedeelte cylindrisch worden uitgesneden en door een nieuw gedeelte worden vervangen.
In geval van twijfel beslist de opdrachtgever.
Reparatie van lassen dient te geschieden in overeenstemming met 5.3.3 j.

7. BEPROEVING VOOR DE INGEBRUIKNEMING

7.1 ALGEMEEN

Om aan de bepalingen van deze leidraad te voldoen is het nodig zowel de gehele gereedgekomen leiding als ook de onderdelen daarvan te beproeven. Wordt hierbij verwezen naar beproevingsmethoden voor de gehele leiding, of gedeelten daarvan, welke methoden zijn omschreven in andere voorschriften, dan moeten die worden beschouwd deel uit te maken van deze leidraad.

7.2 BEPROEVING VAN ELDERS VERVAARDIGDE ONDERDELEN

Elders vervaardigde onderdelen zoals sluizen, afsluiters en veiligheidstoestellen moeten hydrostatisch worden beproefd op een druk gelijk aan of groter dan die vereist voor het gehele systeem.

Deze beproevingen zullen echter in geen geval worden beschouwd in de plaats te komen van de beproeving van deze onderdelen volgens 7.3 van deze leidraad.
Bij water-, spoor- en andere wegkruisingen, bij dijkkruisingen en op andere plaatsen waar:
— de proefdruk (zie 7.3.3) afwijkt van die van de doorgaande leiding;
— het vervangen van een kapotte buis moeilijk of kostbaar is of voor derden grote bezwaren zou kunnen meebrengen, kan de hydrostatische beproeving worden uitgevoerd aan van te voren gereedgemaakte pijpleidinggedeelten voordat deze definitief worden aangebracht. Deze beproeving vooraf is echter onafhankelijk van de later uit te voeren definitieve hydrostatische beproeving van de gehele leiding. Bij de beproeving van elders vervaardigde onderdelen vóór de montage moeten de voorschriften van de voor dat onderdeel geldende normen worden toegepast en als deel van deze leidraad worden beschouwd.

7.3 BEPROEVING NA HET LEGGEN VAN DE LEIDING

7.3.1 Installatie en onderdelen

Alle pijpleidingen moeten na de aanleg hydrostatisch worden beproefd. Daarbij mag in geen geval de proefdruk worden overschreden, welke in de normen voor het zwakste onderdeel van de te beproeven installatie is aangegeven. Alle onderdelen moeten zodanig worden gekozen dat de persdruk volgens 7.3.3 kan worden toegepast.

7.3.2 Installaties en gedeelten daarvan, welke van de beproeving zijn uitgesloten

Het is soms noodzakelijk een pijpleiding in secties te verdelen en afsluiters, verbindingsleidingen en dergelijke ten behoeve van de beproeving aan te brengen. In dat geval is het niet nodig het verbindingsstuk (mits dit kort is) tussen de secties afzonderlijk te beproeven.

7.3.3 Hydrostatische drukproef

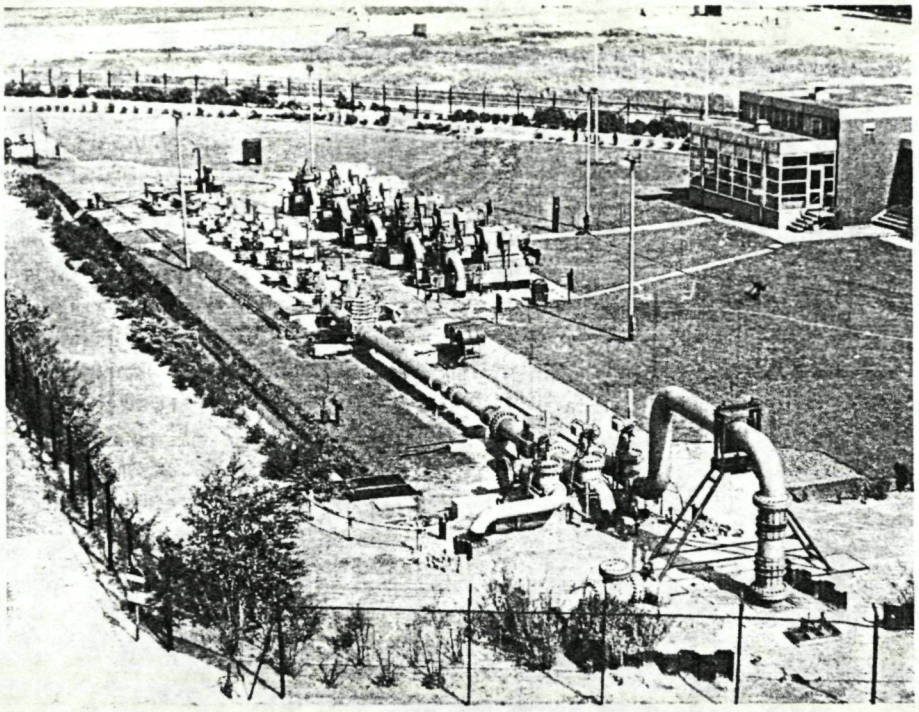
De proefdruk mag niet minder zijn dan 1,3 maal de ontwerpdruk. Echter mag de proefdruk in geen geval in welk gedeelte van de leiding dan ook een ringspanning veroorzaken welke groter is dan 100% van de gegarandeerde kleinste rekgrens, berekend op de minimum wanddikte. De ringspanning in leidinggedeelten in kruisingen met dijken, waterwegen breder dan 20 m op de waterlijn en boezemwateren met kaden mag bij de drukproef, nadat deze leidinggedeelten zijn gelegd een waarde van 95% van de gegarandeerde kleinste rekgrens niet overschrijden.
Hierbij dient zeker te zijn gesteld dat een begin van vloeien met behulp van nauwkeurige meetapparatuur wordt aangegeven. Voor de beproeving moet de leiding worden ontlucht volgens 5.3.9.
Gedurende de beproeving moet de leiding onder voortdurende bewaking en registrering van de druk en de bodemtemperatuur ten minste 24 uren onder druk worden gehouden. Bij het begin van de meting moet de evenwichtstoestand zijn bereikt.
Indien het onvermijdelijk is de drukproef uit te voeren gedurende een periode waarin de pijpleiding en het ingepompte water aan temperatuurwisselingen blootstaan, dienen er maatregelen tegen ontoelaatbare drukverhoging te worden genomen.
Bij koude weersomstandigheden moet na beëindiging van de beproeving de pijpleiding met alle appendages worden geledigd, voorzover dit nodig is om vorstschade te vermijden.

8. BEDRIJFSINRICHTINGEN

Ten behoeve van het bedrijf is de pijpleiding uitgerust met verschillende installaties.
Deze bestaan uit pompstations, verdeelstations, tussen- en eindstations, meetstations en sectieafsluiters. Deze bedrijfsonderdelen dienen ter bevordering van een veilige en regelmatige bedrijfsvoering.
Het bedrijf wordt in de regel vanuit een centraal punt geleid. In de verschillende stations zijn de noodzakelijke meldings- en veiligheidsapparaten geïnstalleerd.

8.1 POMPSTATIONS EN ANDERE STATIONS

Roken en het aanwezig zijn van open vuur is verboden op het terrein van deze stations binnen een bepaalde afstand vanaf punten waar onder normale bedrijfsomstandigheden brand-



Afb. 6 Overzicht van een deel van een pompstation

bare dampen kunnen ontwijken alsmede vanaf pompen, slangaansluitingen en dergelijke.
Deze bepaalde afstand bedraagt:
– 15 m bij installaties voor het verpompen van produkten van de klassen K1 en K2 (zie de leidraad voor de bovengrondse opslag van gerede olieprodukten);
– 3 m bij installaties voor het verpompen van produkten van de klasse K3.

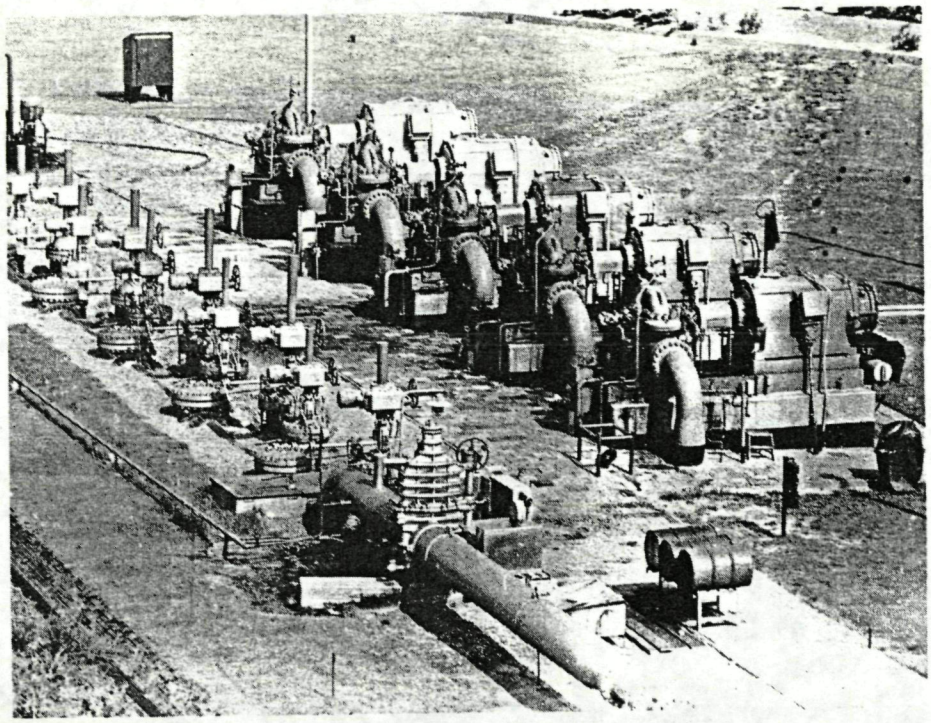
Op het terrein van de stations moet het gebruik van brandbare materialen zoveel mogelijk worden beperkt.
Het terrein waarop een installatie aanwezig is, moet zijn omgeven door een doelmatige ten minste 2,20 m hoge omheining.
Deze omheining moet zijn opgesteld op een afstand van ten minste 15 m bij K1 en K2 produkten (3 m bij K3 produkten) van de punten waar onder normale omstandigheden brandbare dampen kunnen ontwijken, alsmede van pompen en slangaansluitingen. De constructie van de omheining moet zodanig zijn, dat het er over klimmen zoveel mogelijk wordt tegengegaan.
Bij een terrein grenzend aan diep of breed water kan aan de waterzijde een omheining eventueel achterwege blijven.
Het aantal toegangen tot het terrein mag niet groter zijn dan strikt noodzakelijk is. De toegangen in de omheining moeten zoveel mogelijk gesloten worden gehouden. Zij moeten zodanig zijn geplaatst dat zij, indien geopend, steeds onder toezicht staan.
In de pompstations worden de voor het transport benodigde pompen geïnstalleerd. De aandrijving der pompen kan door elektromotoren, verbrandingsmotoren of gasturbines plaatsvinden. De pompinstallaties moeten bij voorkeur in de open lucht worden opgesteld.

8.1.1 Pompen

Pompinstallaties moeten zijn uitgerust met beveiligingsapparatuur, welke bij ontoelaatbare drukverhoging of het uitblijven van de te transporteren vloeistof, van de smeerolie of van het koelmiddel de pompaandrijving automatisch uitschakelt (drukregelaar, kontaktmanometer, doorstromingsmeter en dergelijke).
De met de veiligheidsapparatuur verbonden drukmeters moeten zodanig zijn aangesloten dat controle met een speciale manometer mogelijk is.
De transportpompen moeten in noodgevallen vanaf een vlug en zonder gevaar bereikbare plaats kunnen worden gestopt.
Uit pompafdichtingsringen eventueel lekkende vloeistof moet worden opgevangen en via een leidingstelsel naar een reservoir voor lekolie worden afgevoerd.
Doeltreffende maatregelen moeten worden genomen ter voorkoming van geluidshinder voor de omgeving.
Wanneer omstandigheden hiertoe aanleiding geven mogen pompen in een gebouw worden opgesteld.

8.1.2 Opvangen van lekolie

Er moet een inrichting aanwezig zijn om de uit



Afb. 7 Overzicht van de pompen en motoren van een pompstation

afdichtings-(pakking)ringen en andere bedrijfsonderdelen ontwijkende lekolie op te vangen en naar een speciaal voor lekolie bestemd reservoir te leiden.
Ondergrondse reservoirs voor lekolie moeten zijn voorzien van ventilatieleidingen alsmede van een beveiliging tegen vuurinslag.
Voor het opnemen van de inhoud moet een peilmogelijkheid aanwezig zijn.
Bij onbemande pompstations moet de inrichting voor het opvangen van lekolie zijn uitgerust met signalerings- en schakelapparatuur, welke bij een vulling van 75% van het reservoir automatisch de pomp voor het ledigen van het reservoir inschakelt.
Tevens moet een automatische inrichting zijn aangebracht welke bij een vulling van 80% van het reservoir het pompstation stil legt.
De beveiligingsapparatuur moet zodanig worden uitgevoerd en aangebracht dat deze door de inhoud van het reservoir niet onklaar kan geraken.

8.1.3 Ragerstations

Voorzover van pijpleiding-reinigingsapparaten dan wel van toestellen voor het scheiden van verschillende oliesoorten (ragers of ballen) gebruik moet worden gemaakt, worden ten minste aan het begin en het einde van de pijpleiding sluizen geplaatst voor het lanceren respectievelijk ontvangen van deze ragers/ballen.

8.1.4 Tussen- en eindstations

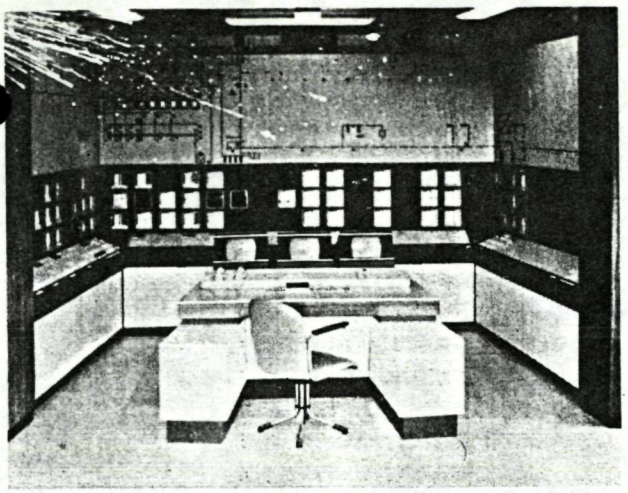
Bij overgang van de pijpleiding op een leidingstelsel voor een lagere druk dan die in de hoofdleiding moet door daartoe geschikte inrichtingen (reduceerkleppen, ontlastkleppen) worden voorkomen dat de hoge druk van de hoofdleiding in het lagedruk-leidingssysteem kan doorwerken.

8.2 SECTIEAFSLUITERS

De plaatsing van afsluiters wordt bepaald door de diameter, de bedrijfsomstandigheden, de plaatselijke ligging en de hoogteverschillen van de pijpleiding.
Het aantal sectieafsluiters moet zoveel mogelijk worden beperkt.
De afsluiters moeten zodanig worden geplaatst dat bij lekkage in de pijpleiding die secties, waaruit tengevolge van de terreinomstandigheden grote hoeveelheden vloeistof kunnen wegvloeien, kunnen worden afgesloten. De afsluiters kunnen boven- of ondergronds worden geplaatst.
Bij bovengrondse afsluiters moeten zonodig voorzieningen worden getroffen tegen mechanische beschadiging.

8.3 INRICHTINGEN VOOR MELDINGEN EN AFSTANDSBEDIENING

De besturing van het bedrijf van een langeafstandsleiding kan automatisch, door afstandsbediening of door lokale bediening bij de pompstations en andere bedrijfsinrichtingen geschieden. In ieder geval moet een telefoonaansluiting bij alle posten aanwezig zijn.



Afb. 8 Bedieningscentrale van een pijpleiding

8.4 ELEKTRISCHE INSTALLATIES EN BRANDBEVEILIGING

8.4.1 Elektrische installaties

De elektrische installaties moeten voldoen aan de voorschriften welke in de normbladen NEN 1010 en NEN 3125 zijn aangegeven voor ruimten met beperkt gasontploffingsgevaar.

8.4.2 Bliksembeveiliging

Bij grotere gebouwen en bedrijfsinrichtingen waar explosiegevaar kan optreden, moeten maatregelen worden getroffen tegen bliksem-inslag. Deze maatregelen moeten voldoen aan de Nederlandse voorschriften (normblad NEN 1014).

8.4.3 Elektrostatische ladingen

Vloeistoffen kunnen bij het stromen langs de wand van een pijpleiding elektrostatische ladingen opwekken, die een explosief mengsel kunnen ontsteken. Dit is het geval bij ether en zwavelkoolstof en in mindere mate achtereenvolgens bij benzeen, benzine, kerosine en alkoholen. Naarmate het aanrakings-oppervlak en de aanrakings-snelheid groter worden neemt de lading toe.
Installaties en hun onderdelen, die een elektrostatische lading kunnen krijgen, dienen zoveel mogelijk te worden geaard.
Indien dit niet mogelijk is moet verbinding worden toegepast.
Ter bescherming tegen elektrostatische lading dient de weerstand tegen aarde of tussen twee onderdelen van de leiding niet meer dan 10^6 Ω te bedragen.
Van vloeistoffen waarvan het damp/luchtmengsel binnen de explosiegrenzen ligt, moet de uitstroomsnelheid in een tank worden beperkt tot 1 m/s zolang de inlaat niet is ondergedompeld en tot 7 m/s nadat de inlaat 2 diameters is ondergedompeld. Indien in een pijpleiding naar een tank grote snelheden kunnen optreden, dient de stroomsnelheid in het — goed geaarde — uitstroomstuk te worden verminderd, zodat ontoelaatbaar hoge elektrostatische lading kan worden vermeden. Hiertoe dient de minimale lengte van het uitstroomstuk te voldoen aan $L = 3v$, waarbij tevens v^2d maximaal gelijk mag zijn aan 0,64 m^3/s^2 (L in m, v in m/s en de leidingdiameter d in m).

8.4.4 Beveiliging tegen brand

De brandbeveiligingsmaatregelen moeten in overleg met de bevoegde instanties worden vastgesteld.

8.5 BEDIENINGSCENTRALE EN VEILIGHEIDSINSTALLATIES

Het bedrijf van een pijpleiding moet centraal worden geregeld. De voor de bedrijfsvoering belangrijke meldingen en berichten moeten aan de centrale post worden doorgegeven. Alle ingrepen in de bedrijfstoestand dienen direkt of indirekt van de centrale post uit te geschieden. Eventuele storingen moeten onverwijld aan de centrale post worden gemeld.
Er moeten aanwezig zijn.
a Een inrichting ter voorkoming van ontoelaatbaar hoge drukken in de leiding (bijvoorbeeld: drukregelklep of uitschakelen van de pompen door hogedrukbeveiliging).
b Een inrichting ter voortdurende controle op lekkages (bijvoorbeeld: drukvalbeveiliging, controle op de verpompte hoeveelheid, beeldweergave van de bedrijfsdruk).
De onder a en b bedoelde apparatuur dient periodiek op haar goede werking te worden gecontroleerd.

9. BEDRIJFSVOERING EN ONDERHOUD

De bedrijfsvoering van een pijpleiding hangt in hoge mate af van de soort verpompte vloeistof alsmede van de technische inrichtingen.
Ten behoeve van de bedrijfszekerheid en de openbare veiligheid is een voortdurend toezicht op het bedrijf noodzakelijk. Door dit bedrijfstoezicht moeten ongewenste invloeden en beschadigingen tijdig worden onderkend.
Elke bedrijfsleiding moet zelfstandig richtlijnen en voorschriften opstellen voor de bedrijfsvoering, waarbij het volgende in acht moet worden genomen.

9.1 BEDRIJFSBEWAKING

Voor de bedrijfsvoering en de bewaking van het bedrijf moet een centrale bedieningspost worden ingericht, waar gedurende de bedrijfstijden ten minste één terzake kundig en met de installatie volkomen vertrouwd persoon aanwezig is opdat te allen tijde storingsmeldingen aangenomen en de nodige maatregelen genomen kunnen worden.
Bij ontvangst van een schademelding, zoals bijvoorbeeld leidingbreuk, lekkage e.d. moeten onverwijld de juiste maatregelen getroffen worden om de schade tot een minimum te beperken.
De bedrijfszekerheid der beveiligingsinstallatie moet op gezette tijden worden gecontroleerd.
Bij leidingen met afstandsbediening moeten druk en verpompte hoeveelheid voortdurend worden geregistreerd.
Alle gebeurtenissen en bedrijfsmaatregelen, evenals het treffen van maatregelen na ontvangst van storingsmeldingen moeten schriftelijk worden vastgelegd en bewaard.

9.2 INSPECTIE VAN DE LEIDING

Elke in bedrijf zijnde pijpleiding moet men regelmatige tussenpozen per helikopter, per vliegtuig of door een „pijpleidingloper" worden geïnspecteerd. Merktekens dienen op geregelde afstanden en bij kruisingen met wegen, spoorwegen e.d. langs het pijpleidingtracé te worden aangebracht ter markering en identificering van de leiding. In het algemeen is een maandelijkse inspectie voldoende.
In vele gevallen kan de inspectie vanuit de lucht als basis worden genomen, aangevuld met inspectie „op de grond".
In gebieden waar daartoe aanleiding is moet de inspectie meer frequent worden uitgevoerd.
Alle omstandigheden die gevaarlijke situaties kunnen veroorzaken, zoals grond- en bouwwerken, aardverschuiving, lekkages, brand en dergelijke in de nabijheid van de leiding moeten onverwijld worden gemeld aan het voor het onderhoud van de leiding verantwoordelijke bedrijfsonderdeel.
De bevindingen moeten in een inspectierapport worden vastgelegd.

9.3 CORROSIE INSPECTIE

Het kathodische beschermingssysteem dient periodiek te worden gecontroleerd (zie Bijlage 5, 5.4).
Indien vloeistoffen door een pijpleiding worden getransporteerd die corrosief zijn voor de pijpleiding, moeten maatregelen worden genomen om de pijpleiding tegen inwendige corrosie te beschermen. Op de effectiviteit van de maatregelen dient periodieke controle te worden uitgeoefend.

9.4 RICHTLIJNEN VOOR NOODSITUATIES

9.4.1 Alarmprogramma

Het bedrijf dient voorschriften op te stellen die in noodsituaties moeten worden gevolgd.
Bij alle openbare diensten die bij een ongeval kunnen worden betrokken, dient een telefoonnummer bekend te zijn, waarmee de alarmorganisatie dag en nacht kan worden bereikt.

9.4.2 Kontakt met publieke diensten en overheidsinstanties

Bij het overleg met de verschillende overheidsinstellingen tijdens de voorbereiding, het ontwerp en het leggen van de pijpleiding dienen de voorschriften welke in noodsituaties in acht moeten worden genomen, reeds te worden besproken.
Aan de betrokken instanties moeten kaarten met het tracé van de pijpleiding worden verstrekt.

9.4.3 Inhoud van de voorschriften

De voor pijpleidingen in noodsituaties te volgen voorschriften dienen gegevens te bevatten over de volgende aspecten:

9.4.3.1 Beschrijving

Elke pijpleiding, waarop de voorschriften van toepassing zijn moet duidelijk zijn omschreven. Deze beschrijving omvat het geografische gebied waarin elke pijpleiding zich bevindt, het aantal en de afmetingen van de betrokken pijpleidingen, de aard van de verpompte vloeistoffen, de normale bedrijfsomstandigheden zoals druk en doorstroomsnelheid.

9.4.3.2 Instructies

In het alarmprogramma dienen instructies te zijn opgenomen voor elk personeelslid van het bedrijf dat bij een ongeval wordt ingeschakeld.

9.4.3.3 Controlecentra

In deze instructies moeten plaats en telefoon-

nummer van het controlecentrum zijn vermeld. Het is belangrijk dat alle gegevens en instructies met betrekking tot een noodsituatie dit centrum passeren.

9.4.3.4 Inhoud van de pijpleiding

De instructies dienen een overzicht te bevatten van de belangrijkste kenmerken van de vloeistoffen die door de pijpleiding worden vervoerd. Hierbij dient o.m. te worden vermeld:
- het soortelijk gewicht;
- het vlampunt;
- de kleur en geur;
- of er gevaar voor vergiftiging bestaat.

9.4.3.5 Melding van een ongeval

Indien een ongeval aan het licht komt, hetzij door waarneming van abnormale bedrijfsomstandigheden op het controlecentrum of door een mededeling van buitenaf, moet in eerstgenoemd geval het controlecentrum nagaan of de abnormale omstandigheden het gevolg zijn van een lek, en zo ja, stappen nemen om dit te lokaliseren. In het tweede geval moet de informant worden ondervraagd omtrent:
- de plaats van het ongeval (dorp en straat) zo mogelijk de kilometeraanduiding op de dichtstbijzijnde markeringspaal of een andere aanduiding;
- beknopte bijzonderheden over het ongeval;
- of brandweer en politie zijn gewaarschuwd;
- het tijdstip waarop de melder van het ongeval dit zag of erover hoorde;
- zijn persoonlijke gegevens, telefoonnummer en adres, en of hij bereid is te wachten op de komst van de eerste functionaris, om de plaats van het ongeval aan te geven.

Het tijdstip waarop de mededeling door het controlecentrum is ontvangen, dient te worden genoteerd.

9.4.3.6 Waarschuwingsprocedure

De in 9.1 bedoelde persoon moet in ieder geval onverwijld de volgende maatregelen nemen:
- de hulpkrachten mobiliseren. Hij moet voortdurend in verbinding blijven met de reparatieploeg;
- de betrokken instanties inlichten.

De instructies dienen een lijst van telefoonnummers te bevatten van instanties, maatschappijpersoneel en eventueel aannemers met de volgorde en het stadium waarin zij van een ongeval op de hoogte moeten worden gebracht. Hierbij dient voorrang te worden gegeven aan de brandweer, de politie en de waterstaatsinstanties.

Indien het lek gevaar voor de drinkwatervoorziening oplevert, moet het betrokken waterleidingbedrijf worden gewaarschuwd. De genoemde lijst moet minstens één maal per jaar worden gecontroleerd en zonodig worden herzien.

9.4.3.7 Eerste maatregelen

De instructies dienen duidelijk aan te geven welke maatregelen het eerst moeten worden genomen, zoals:
- het stoppen van de pompen ingeval van een lek;
- het zenden van een functionaris om op de plaats van het ongeval de leiding in handen te nemen en de omvang van het ongeval te beoordelen;
- het zenden van voldoende personeel en hulpmiddelen om de schade door uitlopende olie zoveel mogelijk te beperken en de nodige reparaties uit te voeren;
- het aanwijzen van een employé die verzoeken om inlichtingen kan behandelen en schadeclaims kan opnemen;
- het verwittigen, in daarvoor in aanmerking komende gevallen, van de Dienst Invoerrechten en Accijnzen.

9.4.3.8 Het afsluiten van een pijpleiding

De mogelijkheid bestaat dat de brandweer of de politie in een noodsituatie afsluiters dicht wil draaien. Het is belangrijk erop te wijzen dat afsluiters uitsluitend door personeel van het bedrijf mogen worden bediend. Ontijdig dichtdraaien van een afsluiter kan ernstige gevaren veroorzaken, afhankelijk van het lengteprofiel van de pijpleiding.

9.4.3.9 Hulpmiddelen voor noodsituaties

Elke pijpleidingmaatschappij moet te allen tijde personeel en materieel beschikbaar hebben om in geval van nood onmiddellijk te kunnen optreden. Zij moet een lijst opstellen van de beschikbare middelen en de plaatsen waar deze aanwezig zijn. Indien er in de nabijheid andere pijpleidingmaatschappijen werkzaam zijn, zou kunnen worden overwogen deze hulpmiddelen te „poolen".

Deze middelen zijn onder andere:
- voertuigen voor het transport van personeel en gereedschappen naar de plaats van het ongeval;
- een apparaat voor de controle op de aanwezigheid van explosiegevaar, zuurstofmaskers en doeltreffende brandblustoestellen;
- (draagbare) verlichting en stroomaggregaten;
- handgereedschap voor graaf-, snij- en laswerkzaamheden, waaronder gereedschap, dat geschikt is voor gebruik in brand- of explosiegevaarlijke zones;
- reparatieklemmen voor het dichten van lekkages;
- draagbare middelen om gemorste olie in waterwegen binnen een bepaald gebied te houden. Voor dit doel dient b.v. voldoende hout voor damwanden beschikbaar te zijn;
- al of niet opvouwbare tanks om gemorste olie te verzamelen; pompen, slangen of licht-

gewicht pijpen en hulpstukken hiervoor;
— verder materieel en materiaal om het verwijderen van gemorste olie te land en te water te vergemakkelijken;
— waarschuwingsborden en borden met het opschrift „Roken en open vuur verboden";
— zwaar materieel, zoals bulldozers en draglines.

9.4.3.10 Herstellingswerkzaamheden

a Als er geen brand uitbreekt in een geval waarbij vluchtige en brandbare stoffen zijn betrokken, dient de gevarenzone direkt te worden afgezet om ontbranding te voorkomen. Motorvoertuigen mogen niet binnen een afstand van 15 m van de gevarenzone komen en er moeten borden met het opschrift „Roken en open vuur verboden" worden aangebracht.
b In daarvoor in aanmerking komende gevallen dient een deel van de noodploeg de omgeving te verkennen en bijvoorbeeld schotten te plaatsen in alle sloten en kanalen die onmiddellijk worden bedreigd door verontreiniging met ontsnappende vloeistof. Bijlage 6 bevat aanwijzingen voor de constructie van een in de praktijk beproefd type schot.
c Bij een groot lek in een pijpleiding voor vloeistoffen is het dikwijls nodig een kuil te graven of een terrein af te dammen om de uitstromende vloeistof op te vangen.
Een dergelijke kuil moet altijd gescheiden zijn van de „reparatiekuil" om te voorkomen dat zich in de reparatiekuil brandbare vloeistof verzamelt.
Het terrein waar de vloeistof wordt opgevangen dient een zodanige ligging te hebben dat de andere werkzaamheden er zo weinig mogelijk door worden gehinderd. Alle uitgestroomde vloeistof dient zo spoedig mogelijk in tankwagens of tijdelijke reservoirs te worden gepompt en te worden afgevoerd.
d Graaf- en reparatiewerk moet zeer voorzichtig worden verricht met het oog op brandgevaar en mogelijke giftige en/of explosieve gassen en/of dampen.
e Indien bij het graven draineerleidingen worden aangetroffen, dan dienen deze te worden afgesloten om instromen van de uitlekkende vloeistof te voorkomen.
f Een klein lek kan gewoonlijk voorlopig worden gedicht door een klem om de buis.

9.4.3.11 Kathodisch beschermde pijpleidingen

Bij een onderbreking in een kathodisch beschermde pijpleiding dient het kathodisch beschermingssysteem eerst te worden uitgeschakeld, waarna een tijdelijke verbindingskabel van voldoende doorsnede tussen de beide uiteinden van de gebroken of te verbreken pijpleiding moet worden bevestigd voordat met het herstellingswerk wordt begonnen.

Bij het maken van de tijdelijke verbinding moet het kontakt in een veilig gebied worden gesloten (zie Bijlage 5, 3.1.4).

9.4.3.12 Formulieren voor het rapporteren van lekkages

Pijpleidingmaatschappijen dienen in hun voorschriften een formulier voor het rapporteren van lekkages op te nemen bijvoorbeeld volgens Bijlage 7.

9.4.3.13 De bedrijfschef moet alle betrokkenen inlichten zodra de noodsituatie is opgeheven.

9.4.4 Alarmoefeningen

Om te controleren of de voorschriften voor noodsituaties aan de eisen voldoen, wordt het aanbevolen ten minste eens per jaar een alarmoefening te houden. Deze oefeningen dienen tevens om alle betrokkenen bekend te maken met de hulpmiddelen en de methoden die tijdens een echte noodsituatie moeten worden gebruikt. Ook bieden zij een mogelijkheid om te controleren of de lijsten van personeel, overheidsinstanties en hulpmiddelen voortdurend worden bijgehouden en of de hulpmiddelen bedrijfsklaar zijn.

9.5 HET DEFINITIEF BUITEN GEBRUIK STELLEN VAN PIJPLEIDINGEN

Als een pijpleiding of een deel hiervan niet langer wordt benut is het dikwijls zeer kostbaar deze uit de grond te verwijderen. Indien de pijpleiding in de grond wordt achtergelaten moet dit zodanig geschieden dat geen gevaarlijke situatie kan ontstaan, een en ander ten genoege van de vergunningverlenende instantie(s). Indien de pijpleiding mag blijven liggen moet deze grondig worden gereinigd door er water of een inert gas door te pompen teneinde alle resten van explosieve, brandbare of giftige gassen eruit te verwijderen. Na de reiniging moet de pijpleiding onder omgevingsdruk worden achtergelaten. Zij dient in secties te worden verdeeld waarvan de einden volledig moeten worden afgesloten.

BIJLAGE 1

UITVOERINGSMETHODEN VOOR AANGELASTE STOMPEN (3.3.5)

1 DIAMETER VAN DE STOMPEN I.V.M. DE OMTREKSPANNING EN DE REKGRENS

Verhouding van de omtrekspanning tot de minimum rekgrens van de hoofdleiding	Verhouding van de nominale diameter der aftakstomp tot de hoofdpijp		
	< 25%	25%–50%	> 50%
< 20%	c	c	c
20–50%	b, d	b	a
> 50%	a, d	a	a

a Zo mogelijk moeten gesmeedde T-stukken met flauw verlopende overgangen toegepast worden. Indien dit niet uitvoerbaar is, moet het versterkingsstuk de gehele omtrek van de hoofdpijp omvatten (zie afbeelding 9).
De inwendige versnijdingskanten van de pijpen moeten zo mogelijk afgerond worden met een straal van 3×10^{-3} m.
Indien de versterkingsplaat dikker is dan de hoofdpijp en indien deze plaat aan de hoofdpijp gelast moet worden, moeten de plaateinden zover afgeschuind worden, dat de dikte hiervan ten hoogste 2 maal de pijpdikte bedraagt. Rondgaande hoeklasnaden moeten worden toegepast. Ringen, gedeelde zadels of andere soorten plaatselijke versterkingen mogen niet worden toegepast.
b Toegepast kunnen worden een versterkingsstuk dat de gehele omtrek van de hoofdpijp omvat (zie afbeelding 9), of een ring- of zadelvormig versterkingsstuk (zie afbeelding 10). Indien de versterking met een hoeklas aan de hoofdpijp gelast wordt, moeten de einden van de versterkingsplaat afgeschuind worden tot ten hoogste 2 maal de dikte van de hoofdpijp.
c Versterking van openingen is niet noodzakelijk behalve in speciale gevallen zoals bij drukken boven 10^6 N/m^2 (10 kgf/cm^2), kleine wanddikten of grote uitwendige belastingen.
d Voor stompdiameters van 50 mm (2") en kleiner is versterking niet noodzakelijk (zie afbeelding 11). Er moeten echter voorzorgsmaatregelen worden genomen i.v.m. trillingen en andere belastingen waaraan dit soort aftakkingen vaak wordt bloot gesteld.
e Gewaarschuwd wordt tegen het gebruik van stompen van te kleine diameter, in verband met het gevaar voor mechanische beschadiging.

2 STERKTE VAN DE VERSTERKINGSPLAAT

De versterkingsplaat moet een minstens even grote toelaatbare spanning bezitten als de hoofdpijp. Evenwel mag materiaal met een lagere toelaatbare spanning gebruikt worden als de versterkingsdoorsnede evenredig met de spanningsverhouding vergroot wordt.

3 RING- EN ZADELVORMIGE VERSTERKING

Het materiaal voor ring- of zadelvormige versterkingen mag andere sterkte eigenschappen hebben dan het pijpmateriaal, mits de versterkingsdoorsnede evenredig is aan de sterkteverhouding tussen pijp- en versterkingsmateriaal en mits de lasbaarheid ten minste gelijkwaardig is aan die van de hoofdpijp.
Een eventueel grotere sterkte van de versterkingsplaat mag echter niet leiden tot een vermindering van de versterkingsdoorsnede.

4 RIBBEN EN HOEKVERSTIJVINGSPLATEN

Ribben en hoekverstijvingsplaten worden niet geacht bij te dragen tot de versterking van de aftakstomp. Zij mogen echter als verstijving naar keuze worden aangebracht.

5 LASSEN EN AFTAKKINGSSTOMPEN

De lasnaad moet de gehele wanddikte van hoofdpijp of pijpstomp bestrijken en dient volgens afbeelding 10 en 11 als sleufnaad te worden uitgevoerd. Om spanningspieken zo laag mogelijk te houden moeten concave sleufnaden worden toegepast.
Ring- en zadelvormige versterkingen moeten volgens afbeelding 10 uitgevoerd worden.
Als geen volle sleufnaad toegepast wordt, moeten de einden van de versterkingsplaat zodanig afgeschuind worden dat zij onder een hoek van ongeveer 0,80 rad (45°) in de sleufnaad overgaan.

6 VERSTERKINGSRINGEN EN ZADELS

Versterkingsringen en zadels moeten nauwkeurig op de delen passen waarmede zij verbonden worden. Voor uitvoering zie afbeelding 10 en 11.
Indien ringen of zadels de las tussen de aftakspomp en de hoofdpijp bedekken, moet een opening in de ring of het zadel aanwezig zijn om eventuele lekkage van de las tussen de aftakstomp en de hoofdpijp te kunnen ontdekken en om de ventilatie gedurende het lassen of de warmtebehandeling mogelijk te maken.
Deze openingen moeten opgevuld worden ter voorkoming van corrosie, doch het stopmateriaal mag niet zo sterk zijn, dat zich druk in de besloten ruimte kan opbouwen.

7 TWEE OF MEER NAAST ELKAAR LIGGENDE AFTAKKINGSAANSLUITINGEN

Wanneer de afstand van de assen van twee of meer naast elkaar gelegen aftakstompen kleiner is dan de dubbele gemiddelde diameter en hun „versterkingszones" elkaar overlappen, moet de versterking op dezelfde wijze worden voortgezet

en voor alle aftakkingen gemeenschappelijk worden aangebracht. De totale sterkte moet gelijk zijn aan de som van de voor elke opening benodigde sterkten.
De versterkingsdoorsnede berekend voor één stomp mag slechts aan deze ene stomp toegerekend worden.

8 VERSTERKINGSPLATEN TUSSEN NAAST ELKAAR GELEGEN AFTAKKINGEN

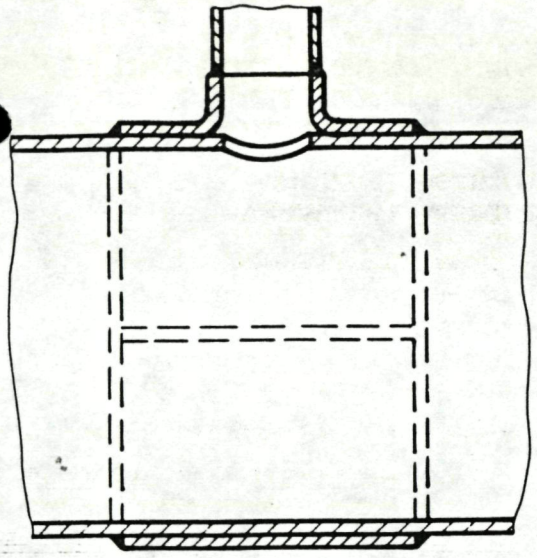
Wordt voor meer dan twee naast elkaar gelegen pijpuitsnijdingen een gemeenschappelijke versterking toegepast, dan moet de asafstand van 2 naast elkaar liggende uitsnijdingen (openingen in de hoofdpijp) minstens het 1,5-voudige van de gemiddelde diameter bedragen. De daartussen liggende versterkingsdoorsnede moet minstens de helft van de beide benodigde enkelvoudige doorsneden bedragen.

9 DICHT BIJ ELKAAR GELEGEN PIJPAFTAKKINGEN

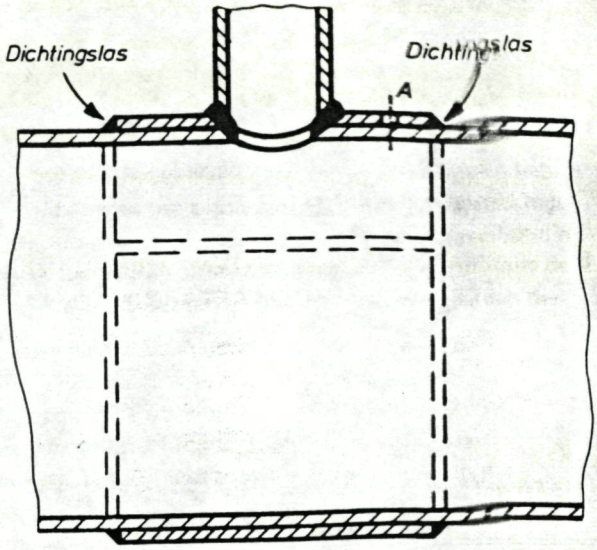
Bedraagt de asafstand van 2 naast elkaar gelegen openingen minder dan het 1.1/3-voudige van de gemiddelde diameter, dan mag de daartussen gelegen versterking niet bij de versterkingsdoorsnede in rekening worden gebracht.

10 MEERDERE NAAST ELKAAR GELEGEN PIJPAFTAKKINGEN

Een willekeurig aantal dicht naast elkaar gelegen pijpuitsnijdingen kan zodanig versterkt worden alsof een grotere pijpuitsnijding aanwezig was, waarvan de diameter alle enkele pijpuitsnijdingen omvat.



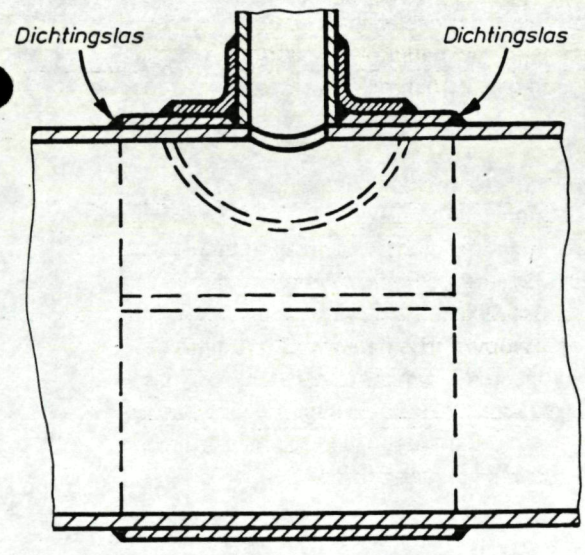
T – TYPE



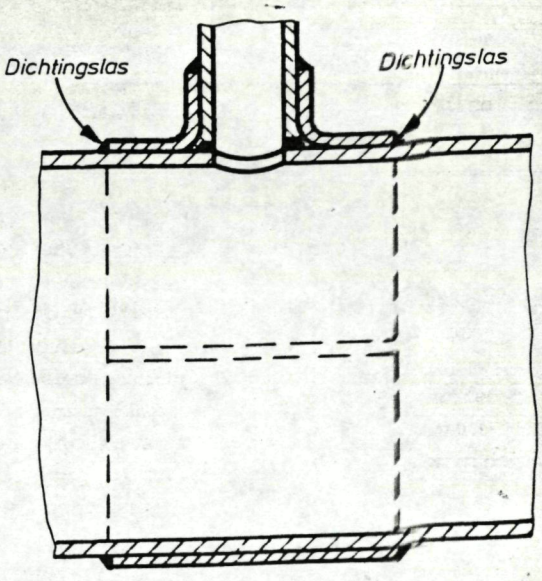
MANCHET – TYPE

Daar de druk aan beide zijden op het materiaal van de doorgaande leiding ter plaatse van de aftakking wordt uitgeoefend, is op die plaats geen versterking nodig.

In de versterking moet een gat (zie A) aanwezig zijn om lekkage te kunnen opsporen tijdens het lassen en de warmtebehandeling.

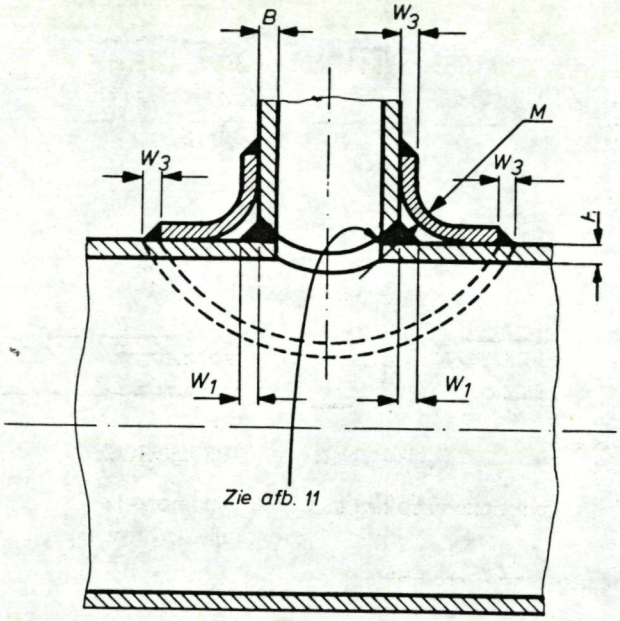


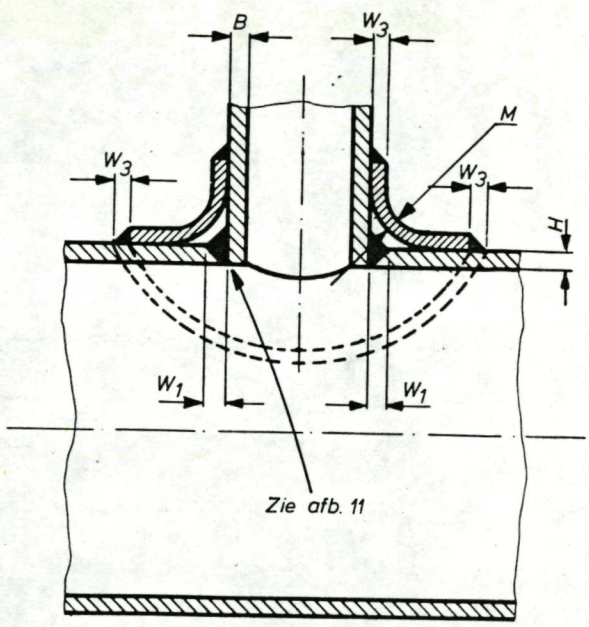
ZADEL – EN MANCHET – TYPE



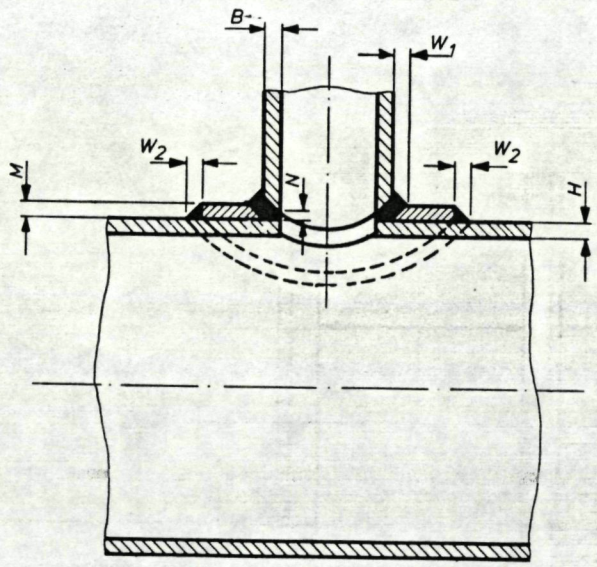
ZADEL – TYPE

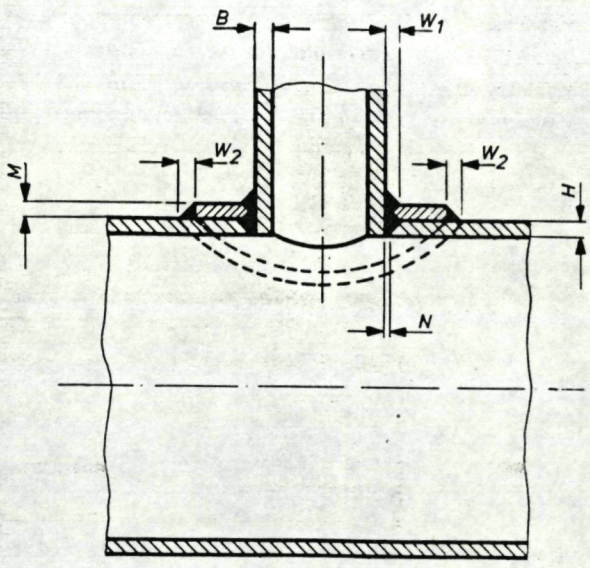
Afb. 9 Uitvoering van aftakkingen met rondom de doorgaande leiding lopende versterking





ZADEL





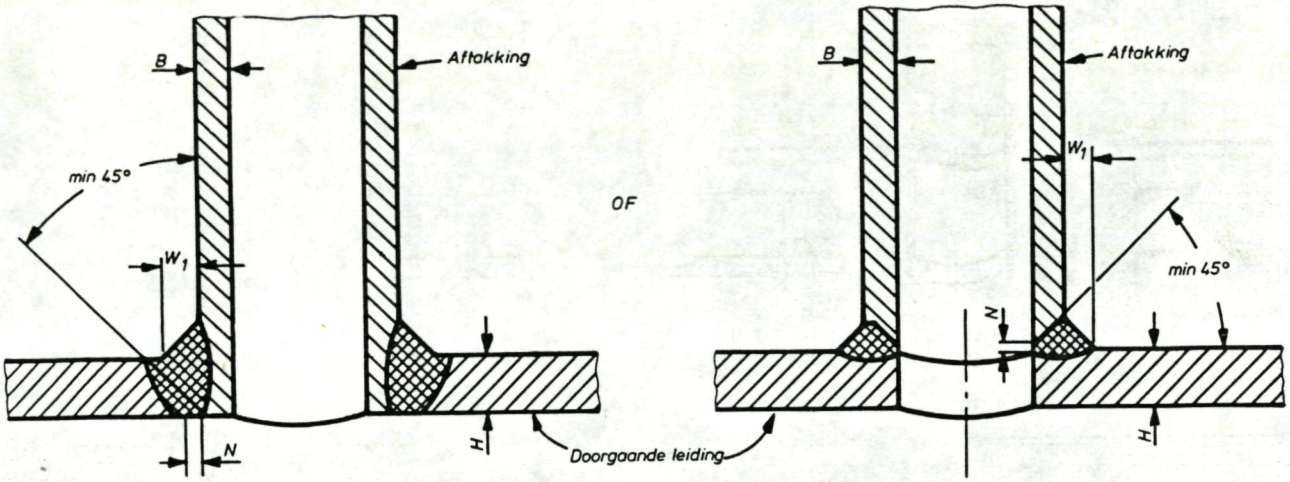
RING

$W_1 \geqslant 0{,}38$ B met een minimum van 6 mm
$W_2 \geqslant 0{,}5$ M met een minimum van 6 mm
$W_3 =$ M met een maximum van 2 H
N = 1,6 tot 3,2 mm (behalve wanneer een tegenlas of anti-parelring wordt toegepast)

Alle lassen moeten gelijkbenig zijn; de minimale lengte van de hoogtelijn in de doorsnede van de las moet 0,707 maal de beenlengte zijn.

Opmerking
Wanneer M groter blijkt dan 2 H moet de wanddikte van de versterking worden verminderd tot ten minste twee maal de wanddikte van de doorgaande leiding.

Afb. 10 Lasdetails voor aftakkingen met plaatselijke versterking



Bij toepassing van een laszadel moet deze worden geplaatst op de getekende verbinding.

W_1 = 0,38 B met een minimum van 6 mm

N = 1,6 tot 3,2 mm (behalve wanneer een tegenlas of anti-parelring wordt toegepast)

Afb. 11 Lasdetails voor aftakkingen zonder versterking anders dan in de wanddikte van de doorgaande leiding en de aftakkende leiding

BIJLAGE 2

VERSTERKING VAN IN DE PIJPWAND UITGESNEDEN OPENINGEN (3.3.6)

1 ALGEMEEN

De in de nabijheid van een pijpuitsnijding ten behoeve van een aangelaste stomp benodigde versterking moet zo bemeten zijn, dat de voor de versterking beschikbare doorsnede minstens even groot is als de onder 2 en afbeelding 12 aangegeven benodigde doorsnede.

2 DOORSNEDE

De benodigde doorsnede van de versterking A_R wordt bepaald door:

$A_R = d \times t$

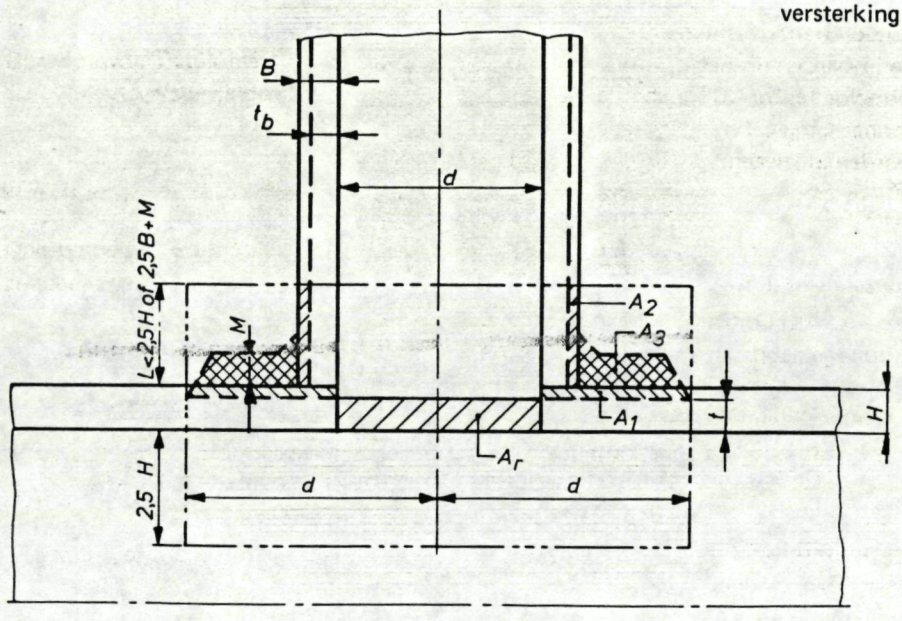
waarin:
d = lengte van de afgewerkte opening in de hoofdpijp parallel aan de leidingas in m;
t = volgens punt 3.3.2 voor de toelaatbare bedrijfsdruk berekende wanddikte van de hoofdpijp in m.

3 BESCHIKBARE VERSTERKINGSDOORSNEDE

De beschikbare versterkingsdoorsnede is de som van de volgende delen:
— de binnen de „versterkingszone" (zie 4) liggende doorsnede van de hoofdpijp welke volgt uit het verschil tussen de werkelijk uitgevoerde en de benodigde minimum wanddikte (berekend volgens punt 3.3.2);
— de binnen de „versterkingszone" (zie 4) liggende oppervlakte van de pijpstomp, welke volgt uit het verschil van de werkelijk uitgevoerde en de benodigde minimum wanddikte;
— de doorsnede van de opgelaste versterkingsplaat inclusief de lasnaad voor zover deze binnen de „versterkingszone" (zie 4) liggen.

4 DEFINITIE VAN DE „VERSTERKINGSZONE"

De in afbeelding 12 aangegeven „versterkingszone" wordt gedefinieerd als een rechthoek met een lengte, die zich naar beide zijden van de as der pijpstomp over een afstand „d" uitstrekt en een breedte, die zich van het buitenoppervlak van de wand van de hoofdpijp over de 2,5-voudige wanddikte van de hoofdpijp uitstrekt, waarbij geldt dat niet meer dan 2,5 maal de wanddikte van een pijpstomp van de uitwendige oppervlakte van de hoofdpijp of een eventuele versterking in rekening mag worden gebracht.



——— --- ——— *Gedeelte dat voor versterking in aanmerking komt*

Voor versterking in aanmerking komend oppervlak $A_R = d.t$

Voor versterking beschikbaar oppervlak = $A_1 + A_2 + A_3$
waarin:
$A_1 = (H-t)(d)$
$A_2 = 2\,(B-t_b)\,L$
A_3 = totale oppervlakte van alle toegevoegde versterkingen, inclusief de lasdoorsneden, die binnen het voor versterking in aanmerking komende gedeelte liggen.

$(A_1 + A_2 + A_3) \geqslant A_R$

Afb. 12 Versterking van aftakkingen

BIJLAGE 3

FLEXIBILITEITSCOËFFICIËNTEN EN SPANNINGSCONCENTRATIE-FAKTOREN (3.4.4c)

1 De flexibiliteitscoëfficiënten k en de spanningsconcentratiefaktoren i in afbeelding 13 gelden bij buiging van vormstukken in een willekeurig vlak voor de gelijkwaardige nominale massa als de pijp en mogen niet kleiner dan 1 worden gekozen. Voor wringing moet voor de coëfficiënten 1 worden ingevuld.
Beide faktoren gelden bij bochtstukken voor de effectieve booglengte (in de schets door de dikke lijn aangegeven) en bij T-stukken voor het snijpunt der assen.

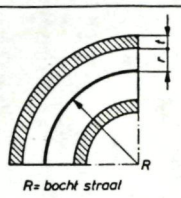
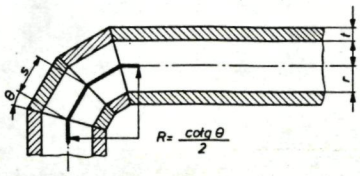
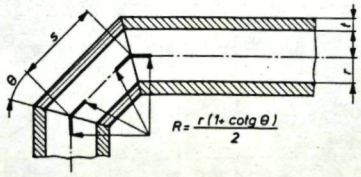
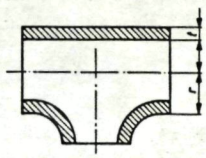
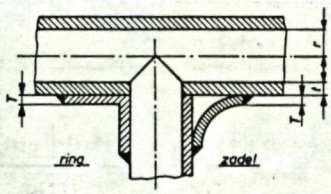
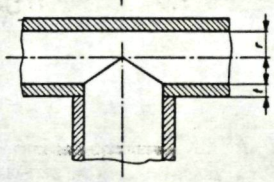
2 De k- en i-waarden kunnen direkt uit het diagram voor het kengetal h afgelezen worden, die volgens de in afbeelding 14 aangegeven formule worden berekend; daarin zijn:
— R de krommingsstraal van het bochtstuk of pijpboog;
— r de gemiddelde straal van de overeenkomstige pijp;
— t de wanddikte van de overeenkomstige pijp;
— T de dikte van de versterkingsring of het zadel.

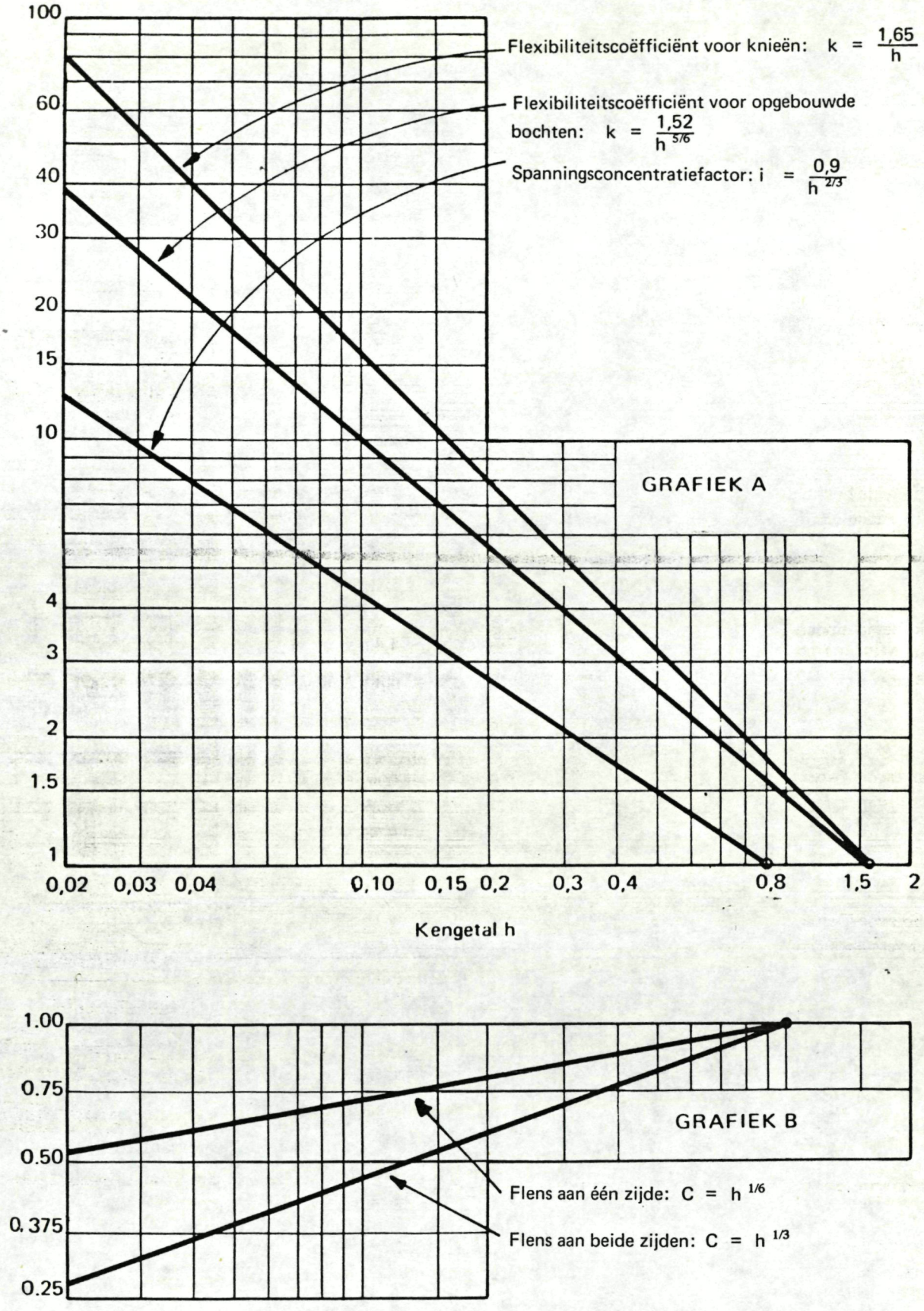
3 Indien aan één of aan beide zijden flenzen zijn aangebracht, moeten de k- en i-waarden uit het diagram met de hieronder vermelde faktor "C" gecorrigeerd worden, die voor het kengetal h direkt uit het diagram kan worden afgelezen.
Flens aan één einde: $C = h^{1/6}$
Flens aan beide zijden: $C = h^{1/3}$

4 De faktoren i in afbeelding 14 werden uit proeven met T-stukken met gelijke aftakkingsdiameter verkregen. Deze waarden kunnen gebruikt worden tot meer nauwkeurige gegevens, ook voor T-stukken met aftakkingen met kleinere diameter dan de hoofdpijp, ter beschikking komen.

5 De faktoren i voor aftakkingsaansluitingen met versterking werden door proeven met versterkingen en zadels van de gebruikelijke afmetingen bepaald.
Bij de berekening moet voor de dikte T van de versterking ten hoogste 1,5 t worden ingevuld.

Afb. 13 Flexibiliteitscoëfficiënt k en spanningsconcentratiefactor i

Beschrijving	Flexibiliteits-coëfficiënt k	Spannings-concentratiefactor i	Kengetal h	Schets
Knie met laseinden of bocht	$\frac{1,65}{h}$	$\frac{0,9}{h^{2/3}}$	$\frac{t\,R}{r^2}$	
Opgebouwde bochten $s < r\,(1 + \tan g\,\theta)$	$\frac{1,52}{h^{5/6}}$	$\frac{0,9}{h^{2/3}}$	$\frac{\cot g\,\theta}{r}\,\frac{ts}{r^2}$	
Opgebouwde bochten $s \geqq r\,(1 + \tan g\,\theta)$	$\frac{1,52}{h^{5/6}}$	$\frac{0,9}{h^{2/3}}$	$\frac{1 + \cot g\,\theta}{r}\,\frac{t}{r}$	
T-stuk met laseinden volgens ANSI B 16.9	1	$\frac{0,9}{h^{2/3}}$	$4,4\,\frac{t}{r}$	
Opgebouwde T-stuk met zadel of ringversterkingen	1	$\frac{0,9}{h^{2/3}}$	$\frac{(t + \frac{1}{2}\,T)^{5/2}}{t^{3/2}\,r}$	
Opgebouwde T-stuk zonder versterkingen	1	$\frac{0,9}{h^{2/3}}$	$\frac{t}{r}$	
Pijpverbinding door rondgaande cirkelvormige las, reduceerstuk, flens met laseinde	1	1,0		
Overschuifflens met 2 rondgaande lassen	1	1,2		
Pijpverbinding door enkelvoudige hoeklas, voorlasflens of overschuifflens met 1 rondgaande las	1	1,3		
Ringflens (Franse flens) volgens ANSI B 16.9	1	1,6		
Geschroefde pijpverbinding of geschroefde flensverbinding	1	2,3		



Afb. 14 Toepassing van i en k factor en correctiefactor C

BIJLAGE 4

CORROSIEBESTRIJDING DOOR MIDDEL VAN BEKLEDINGEN (5.3.5)

1 ALGEMEEN

In verband met de klimatologische omstandigheden in Nederland, dient de bekleding bij voorkeur in de fabriek en bij uitzondering ter plaatse te worden aangebracht.

Een met glasvlies gewapende bitumenbekleding is in vrijwel alle gevallen een goede bescherming tegen corrosie van ondergrondse pijpleidingen. Deze bescherming wordt voor onderzeeleidingen en rivierkruisingen meestal aangevuld met een betonbekleding over de bitumen ter verzwaring. Deze geeft tevens bescherming tegen beschadiging door aangroei van schelpdieren en voorkomt enigszins mechanische beschadiging tijdens en na het leggen.

Bijzondere omstandigheden kunnen een ander type bekleding noodzakelijk maken. Deze omstandigheden treden voornamelijk op bij grote kans op beschadiging tijdens transport, leggen en bedrijf van de pijpleiding en bij hogere werktemperatuur van de pijpleiding.

Epoxy-koolteer, epoxy-silica en gesinterde polyethyleen hebben een veel grotere weerstand tegen mechanische beschadiging dan bitumen en deze typen bekleding hebben derhalve grote voordelen in speciale gevallen waarin grote kans op beschadiging bij transport en leggen van de leiding bestaat. Gesinterde polyethyleen en epoxysilica worden met succes toegepast op pijpen welke door weg- of dijkkruisingen worden geperst.

Hoewel voor onderzeeleidingen in het algemeen bitumen met beton zal worden toegepast, kunnen gesinterde polyethyleen en ook wel epoxysilica aantrekkelijk zijn; bij de laatstgenoemde typen bekleding blijft de beschadiging door leggen tot een minimum beperkt en wordt de bekleding niet beschadigd door aangroei van schelpdieren.

Een bekleding op basis van normale bitumen is bruikbaar tot een bedrijfstemperatuur van max. 333° K (60° C); speciale bitumensoorten kunnen worden gebruikt tot ca. 353° K (80° C) bedrijfstemperatuur.

Bij hogere bedrijfstemperaturen kan het gebruik van epoxy-koolteer, gesinterde polyethyleen en epoxy-silica worden overwogen, respectievelijk tot 343, 353 en 373K (70, 80 en 100° C). Er dient echter te worden opgemerkt, dat ervaring met deze bekledingen in het algemeen tot de genoemde temperaturen wel aanwezig is, doch dat er nog weinig ervaring bestaat met deze bekledingen op pijpen bij hoge temperaturen. Gevallen waarbij een (uitwendige) pijpbekleding nodig is voor een bedrijfstemperatuur hoger dan 333° K (60° C) komen voor ondergrondse transportleidingen zelden voor. In dit geval is de pijpleiding meestal voorzien van een warmte-isolatielaag, welke aan de buitenzijde praktisch op omgevingstemperatuur is. Indien de isolatieomhulling van staal is, dan kan deze op normale wijze met bitumen worden beschermd.
Hierbij zij opgemerkt dat een thermisch vrijwel ondoordringbare isolatie veelal ook zodanig elektrisch isoleert, dat effectieve kathodische bescherming van de vloeistof voerende pijp in dat geval niet kan worden bereikt.

Een pijpbekleding wordt als regel gecombineerd met kathodische bescherming (zie Bijlage 5).

2 BITUMENBEKLEDING

Voor een goede hechting van een bitumenbescherming op metaal is een goede voorbehandeling van het metaaloppervlak door beitsen of staalstralen noodzakelijk ter verwijdering van walshuid, roest etc. Direct na de voorbehandeling wordt de bitumengrondlaag aangebracht.

Het hierop aan te brengen bekledingssysteem is meestal 4,5 x 10^{-3} m dik en bevat één of meer lagen glasvlies als versterking. Een buitenomwikkeling van pijpleidingvilt (asbestvilt, geïmpregneerd met bitumen) wordt vaak toegepast voor de mechanische bescherming van de bekleding.

Voor gedetailleerde informatie betreffende het aanbrengen en de samenstelling van bitumenbekledingen wordt verwezen naar mededeling nr. 13 van het Metaalinstituut TNO.

Dikte en samenstelling van het bekledingssysteem worden gekozen al naar gelang de grondcondities en eventueel optredende zwerfstromen.

3 EPOXY-KOOLTEER

Epoxy-koolteer bestaat uit een mengsel van epoxyhars en koolteer, waaraan een verharder op basis van aminen of polyamiden wordt toegevoegd.

Voor het aanbrengen van epoxy-koolteer is een oppervlaktebehandeling door middel van stralen (tenminste tot SA 2½ volgens de Zweedse norm SIS 055900-1967) noodzakelijk. Bij goede controle kan beitsen worden toegestaan. Direct na de voorbehandeling wordt het materiaal aangebracht door middel van spuiten of met behulp van kwasten. De toegepaste laagdikte is tenminste 0,40 x 10^{-3} m (400 micron) (droog gemeten). Deze bekleding wordt aangebracht in twee of meer lagen. De temperatuur bij het aanbrengen dient bij voorkeur boven 288° K (15° C) te zijn; bij temperaturen lager dan 288° K (15° C) is

langere tijd voor doorharding na het aanbrengen nodig, speciaal wanneer de luchtvochtigheid hoog is. Bij lage aanbrengtemperaturen moet overleg met de verfleverancier worden gepleegd.

Epoxy-koolteer wordt veel toegepast voor het beschermen van ondergrondse afsluiters en verdeelstukken in pijpleidingen, aangezien epoxy-koolteer in dit geval een betere kwaliteit bekleding geeft dan bitumen, en bovendien weinig gevoelig is voor beschadiging.

Indien in zulke gevallen het bekleden niet direct na de oppervlaktebehandeling kan plaatsvinden, wordt het gereinigde oppervlak tijdelijk beschermd met een epoxy-zink grondverf.

4 EPOXY-SILICA

Epoxy-silica bestaat uit epoxyhars gepigmenteerd met een hoog gehalte aan silica (kwartsmeel), waaraan een verharder op basis van amine-adduct wordt toegevoegd.

Voor bekleding met epoxy-silica is als oppervlaktebehandeling stralen nodig tot SA 3 volgens de Zweedse norm SIS 055900-1967, d.w.z. tot blank metaal.

Dit materiaal wordt voor pijpbekleding aangebracht in twee of meer lagen met een gezamenlijke dikte van tenminste $0{,}40 \times 10^{-3}$ m (400 micron) (droog gemeten). Het aanbrengen kan zowel met behulp van kwasten als door spuiten gebeuren.

5 GESINTERDE POLYETHYLEEN

Een gesinterde polyethyleen bekleding wordt verkregen door tot poeder gemalen polyethyleen aan te brengen op een verwarmde pijpwand. Direct voorafgaande aan het sinter-proces dient de pijpwand tot op het blanke metaal te worden gestaalstraald, (SA 3).
Het opsmelten geschiedt bij een temperatuur van ca. 593° K (320° C).
De volgende laagdikten worden in de praktijk toegepast:
- $2{,}0 \times 10^{-3}$ m op buizen tot ϕ 0,1 m;
- $3{,}0 \times 10^{-3}$ m op buizen tot ϕ 0,5 m.

De maximaal opsmeltbare dikte bedraagt ca. 40% van de pijpwanddikte.

5.1 Behandeling van de verbindingen op het werk

Nadat de pijpwand met de staalborstel tot op het blanke metaal is gereinigd, wordt het te bekleden gedeelte met een brander, (eventueel uitgevoerd als ringbrander) verwarmd tot 593 à 603° K (320 à 330° C).
Temperatuurcontrole vindt plaats met behulp van een contactpyrometer. Bij voldoende ervaring kan deze controle ook geschieden door het opstrooien van een weinig polyethyleenpoeder. Het polyethyleenpoeder wordt met behulp van een speciale slingmat opgebracht. Hierbij moet een overlap van ca. 0,02 m met de fabrieksbekleding worden gemaakt. Na ca. 180 s is een voldoende laagdikte verkregen.
Een glad oppervlak wordt verkregen door uitsluitend met behulp van een propaangasbrander de polyethyleenlaag licht na te verwarmen.

6 INSPECTIE VAN DE BEKLEDINGEN

Een inspectie op de kwaliteit van de bekleding voor afname in de fabriek is gebruikelijk. De aard en omvang van deze inspectie worden door de ervaring bepaald. Naast visuele beoordeling op kwaliteit wordt regelmatig de laagdikte gemeten en onderzoek verricht met non-destructieve testmethoden op eventueel aanwezige poriën.
Voorts zal incidenteel de hechting van de bekleding op de pijpen worden onderzocht. Deze methode is destructief en wordt daarom sterk beperkt. In principe bestaat deze methode uit het aanbrengen van kerven volgens een bepaald patroon in de bekleding. De hechting van het door de kerven omsloten stuk van de bekleding wordt vervolgens onderzocht. Bij deze test moet tevens worden onderzocht of de glasversterking goed met bitumen is geïmpregneerd en of geen laagvorming zonder binding is opgetreden. Voor bitumenbekleding wordt de beproeving van de hechting beschreven in mededeling nr. 13 van het Metaalinstituut TNO.

BIJLAGE 5

KATHODISCHE BESCHERMING (5.3.5)

1 INLEIDING

1.1 Algemeen

Voor de bescherming tegen corrosie wordt als regel een bekleding om de pijpleiding aangebracht. Door kathodische bescherming wordt uitwendige corrosie van de pijpleiding tegengegaan op die plaatsen waar defecten in de bekleding aanwezig zijn of ontstaan.
Bij goede uitvoering en regelmatige controle geven deze maatregelen volledige zekerheid tegen aantasting van de leiding door de bodem.
Onbeklede ondergrondse leidingen kunnen ook kathodisch worden beschermd; meestal is dat echter oneconomisch en soms moeilijk te verwezenlijken.

1.2 Verplichting

Kathodische bescherming moet worden geïnstalleerd, tenzij gelijktijdig aan de drie volgende voorwaarden wordt voldaan:
— de specifieke bodemweerstand moet hoger zijn dan 100 Ω m;
— de actuele zuurgraad van de bodem (pH) moet hoger zijn dan 5,0;
— er mag geen gevaar voor zwerfstroomcorrosie aanwezig zijn.
De controle op genoemde voorwaarden dient regelmatig om de 3 à 5 jaar te worden uitgevoerd en bij veranderde omstandigheden dient zonodig alsnog een kathodische bescherming te worden aangebracht.

2 VOORBEREIDING

2.1 Tracéverkenning

Vooraf moet het tracé worden verkend. Bij deze verkenning wordt zo nodig informatie verzameld over:
— bodemweerstand;
— sulfaatreductie en zuurgraad (pH) van de grond;
— aanwezigheid van andere metallische, ondergrondse constructies nabij het tracé;
— verdere bijzonderheden.
De genoemde punten worden hieronder meer in detail behandeld.

2.1.1 Bodemweerstand

Men meet de bodemweerstand om na te gaan:
— of kathodische bescherming noodzakelijk is en welke beschermingswijze eventueel kan worden toegepast;
— waar, bij eventuele toepassing van installaties met opgedrukte stroom, de benodigde anodebedden het beste kunnen worden geplaatst.

De bodemweerstand dient ter plaatse te worden gemeten.
Voor verkenningswerk wordt de vierpuntsmethode volgens Wenner veelvuldig gebruikt (zie onder andere publikatie No. 43 van het Metaalinstituut TNO).
Er moet op regelmatige afstanden langs het leidingtracé worden gemeten. Op punten van bijzondere betekenis dienen aanvullende metingen te worden verricht.
De afstanden tussen de 4 meetelectroden worden bepaald door de diepte waarop de leiding wordt gelegd. Metingen in verband met anodebedplaatsingen geschieden eventueel met grotere afstanden tussen de meetelectroden (ongeveer 15 m of zo nodig belangrijk meer voor anodebedden, die op grote diepte worden geplaatst).

2.1.2 Sulfaatreductie en zuurgraad (pH)

De betreffende bepalingen geschieden ter plaatse of in grondmonsters. De uitkomsten zijn van essentieel belang voor het bepalen van de corrosiviteit van de bodem ten opzichte van het staal. Het verrichten van de bepalingen moet geschieden volgens voorschrift van terzake deskundigen.
Zo nodig kan microbiologisch onderzoek aanvullende gegevens verstrekken. Door chemisch analytisch onderzoek wordt daarentegen in veel gevallen weinig nieuwe informatie verkregen.

2.1.3 Aanwezigheid van andere metallische ondergrondse constructies

De aanwezigheid van andere ondergrondse constructies zoals water-, gas- en andere leidingen, elektrische kabels en funderingen van hoogspanningsmasten, zowel de pijpleiding kruisend als dichtbij daaraan parallel lopend, moet gedurende de verkenning worden nagegaan. Inlichtingen moeten worden ingewonnen over materiaal, wijze van bekleding en soort van de verbindingen. In dit verband wordt er op gewezen dat het nuttig kan zijn de mogelijkheid te onderzoeken om op het gebied van de kathodische bescherming tot samenwerking te geraken tussen de pijpleidingbeheerder en de eigenaren/beheerders van de hiervoor genoemde andere ondergrondse constructies.

2.1.4 Verdere bijzonderheden

De volgende bijzonderheden dienen gedurende de verkenning nagegaan en vastgelegd te worden:
— plaatsen waar aansluiting op het elektrisch net mogelijk is;
— de aanwezigheid van locale „hindernissen", zoals kruisingen met rivieren, kanalen, dijken, vuilnisstortplaatsen etc.;
— het gebruik van gelijkstroom in de nabijheid van het tracé;

– de aanwezigheid van plaatsen met een relatief hoog gehalte aan grafiet (cokes) in de bodem.

3 ONTWERP VAN DE KATHODISCHE BESCHERMINGSINSTALLATIES VOOR PIJPLEIDINGEN

3.1 Algemeen

Aanbevelingen voor het ontwerp zijn de volgende punten.

a Goed elektrisch kontakt dient verzekerd te zijn bij alle pijpverbindingen.

b De bekleding van de leiding moet een hoge elektrische weerstand hebben.

c De pijpleiding moet elektrisch geïsoleerd zijn van mantelbuizen en andere metaalconstructies.

d Isolatieflenzen of isolatiekoppelingen moeten aanwezig zijn aan elk einde van de pijpleiding om deze leiding elektrisch af te zonderen. Zij kunnen bovendien op andere daartoe te bepalen punten van de leiding worden aangebracht. De flenzen of koppelingen moeten aan beide zijden van meetaansluitingen zijn voorzien. Zo nodig moeten zij geleidend worden overbrugd.

e Op regelmatige afstanden moeten meetaansluitingen op de pijpleiding zijn aangebracht met extra meetpunten op bijzondere plaatsen zoals bij kruisingen en mantelbuizen.
Bij gebruik van opofferingsanoden moeten de meetpunten zodanig zijn uitgevoerd dat zij ook kunnen dienen voor aansluiting van een anodekabel.

f Wanneer de mogelijkheid tot stroommeting in de pijpleiding wordt verlangd, moeten stroommeetpunten worden aangebracht.

De onder a t/m e genoemde punten worden in 3.1.1 t/m 3.1.5 meer in detail behandeld.

3.1.1 Goed elektrisch kontakt bij alle pijpverbindingen

Elektrische lassen, uitgevoerd volgens de normaal bij pijpleidingen gebruikelijke methode (z.g. stomplassen) verhogen de weerstand van de pijpleiding niet.
Alle typen van mechanische verbindingen leiden tot verhoging van de weerstand en kunnen in sommige gevallen zelfs niet-geleiders zijn. Deze verbindingen, met uitzondering van flenzen met bouten en isolatiekoppelingen, moeten worden overbrugd ten behoeve van de kathodische bescherming.
Om het effect van de overgangsweerstand te elimineren moeten goed beklede overbruggingskabels worden aangelast; achteraf worden de laspunten geïsoleerd.

3.1.2 Weerstand en dichtheid van de bekleding

De dichtheid van de bekleding (afwezigheid van poriën) moet worden gecontroleerd met behulp van een vonktestapparaat, als aangegeven in mededeling 13 van het Metaalinstituut TNO.
De vonklengte van de pulserende stroom van hoge spanning dient in de lucht op het moment van de beproeving ten minste 50% meer te bedragen dan de laagdikte van de bekleding.

3.1.3 Isolatie van mantelbuizen

Voor bijzonderheden op dit punt wordt verwezen naar 5.3.8 van de Leidraad.

3.1.4 Isolatieflenzen en isolatiekoppelingen

Men kent ten minste twee typen: één met een isolerende pakking en één met een isolerende kraag. Bij gebruik van isolerende pakking moeten de bouten worden geïsoleerd en verdient het aanbeveling bovendien de flenzen waterdicht af te werken. Isolatieflenzen worden bij voorkeur bovengronds geplaatst. Isolatieflenzen moeten in veel gevallen (vooral bij gebruik van opgedrukte stroom) worden overbrugd om zwerfstroomcorrosie te vermijden; de overbrugging moet zo nodig kunnen worden verbroken. De flenzen hebben in deze gevallen alleen ten doel afzonderlijke metingen op de verschillende leidingdelen mogelijk te maken.
Door overbrugging van isolatieflenzen kan vonkvorming optreden, hetgeen in ruimten waarin zich een explosief mengsel kan bevinden, gevaar oplevert.
Bij overbrugging van isolatieflenzen in dergelijke explosiegevaarlijke ruimten moeten daarom extra voorzieningen worden getroffen (bijv. de overbruggingskontakten alleen mogelijk maken buiten genoemde ruimten).
In plaats van isolatieflenzen mogen isolatiekoppelingen van een door de Dienst voor het Stoomwezen goedgekeurd type worden toegepast. Deze koppelingen kunnen ondergronds liggen. Voor de overbrugging van isolatiekoppelingen gelden dezelfde voorschriften als voor isolatieflenzen.

3.1.5 Meetpunten

Meetpunten bestaan uit een geïsoleerde geleider die aan de pijpleiding wordt gelast of gesoldeerd en naar een gemarkeerd punt bovengronds wordt geleid. Voor het markeren mogen geen giftige verven worden gebruikt.
De verbinding met de pijp moet goed bekleed worden.
Bij koud vervormde stalen pijpen moet het aanbrengen van meetpunten zodanig geschieden dat geen schadelijke intergranulaire penetratie kan optreden.
De meetpunten moeten weerbestendig worden uitgevoerd.

4 BESCHERMINGSMETHODEN

Kathodische bescherming kan volgens twee methoden geschieden:

a met gebruik van opofferingsanoden;
b met gebruik van één of meer externe stroombronnen.
Hierbij wordt opgemerkt, dat bij bestrijding van zwerfstroomcorrosie behalve de methoden a en/of b dikwijls de aanvullende of vervangende toepassing van elektrische drainage noodzakelijk is.
De keuze tussen de methoden a en b is pas mogelijk na nauwkeurige overweging van een aantal factoren die met de situatie ter plaatse samenhangen. Eventueel kan een bescherming volgens methode b plaatselijk worden aangevuld met een bescherming volgens methode a, namelijk op die plaatsen waar de bescherming volgens b onvoldoende is. Methode a kan ook worden gebruikt om in een leiding alleen die delen te beschermen die aan speciale gevaren onderhevig zijn („hot spot protection").

4.1 Bescherming door opofferingsanoden

Opofferingsanoden ten behoeve van ondergrondse pijpleidingbescherming bestaan meestal uit een magnesiumalliage. Onder bepaalde omstandigheden kunnen ook aluminiumalliages of zink worden toegepast.
Opofferingsanoden zijn meestal niet bruikbaar in gebieden met een hoge bodemweerstand. De bruikbaarheid is in het algemeen beperkt tot een maximum bodemweerstand van 15 à 30 Ω m. Onder bepaalde omstandigheden kunnen deze anoden ook worden toegepast bij belangrijk hogere waarden dan 30 Ω m. Vooral wanneer de bodemweerstand groter is dan 5 Ω m moeten de anoden worden geplaatst in een omstorting van een gips-bentonietmengsel.

4.2 Bescherming door middel van opgedrukte stroom

De voornaamste onderdelen van een installatie voor opgedrukte stroom worden in de volgende paragrafen behandeld.

4.2.1 Gelijkrichterinstallatie

De gelijkrichterinstallatie moet bestaan uit een transformator met gescheiden wikkelingen, seleen-, silicium- of germaniumgelijkrichtcellen voor dubbele gelijkrichting, primaire en secundaire veiligheden, primaire schakelaar, ampère- en voltmeters in de secundaire keten of mogelijkheden voor het aansluiten van dergelijke meetapparaten, voorts voldoende zware klemmen voor het aansluiten van de primaire en secundaire kabels.
De geleverde gelijkstroom moet kunnen worden geregeld.
Regeling door middel van aftakweerstanden in de uitgaande stroom is meestal af te raden.
Automatische regeling van de uitgaande stroom is nodig in bijzondere gevallen (bijv. op plaatsen waar sterke potentiaalfluctuaties tengevolge van zwerfstromen voorkomen). De gelijkrichterinstallatie moet worden geplaatst in een kast van plaatstaal, met glasvezel versterkt polyester of een dergelijk materiaal. Indien deze kast buiten moet worden opgesteld, moet de kast druip- en spatwaterdicht zijn, terwijl toch ventilatie mogelijk moet blijven.
De installatie moet voldoen aan de eisen van NEN 1010.

4.2.2 Anodebedden (grondbedden)

De overgangsweerstand van het grondbed naar aarde vormt het hoofdbestanddeel in de weerstand van het circuit en oefent dientengevolge de grootste invloed op de stroomkosten uit.
Belangrijk is dus een plaats met lage bodemweerstand, welke niet uitdroogt, op een verantwoorde afstand van de pijpleiding en van naburige ondergrondse metalen constructies. Om dit te bereiken kan het voordelen bieden een diep grondbed aan te brengen; een diep grondbed geeft bovendien minder beïnvloeding van naburige ondergrondse metalen constructies.
Diepten van het grondbed van 15–50 m zijn niet abnormaal, een grotere diepte komt soms voor.
Siliciumgietijzer is een veel gebruikt anodemateriaal voor een grondbed; andere materialen zoals schroot, grafiet, geplatineerd titanium etc., zijn evenwel ook in gebruik. Anoden van siliciumgietijzer kunnen worden gebruikt met cokesbriesomstorting; in speciale gevallen wordt geen omstorting toegepast, bijv. in moerassen of drijfzand.
De volgende punten zijn essentieel voor anode-installaties:
– de kabelaansluiting naar de anode moet volledig geïsoleerd zijn, aangezien de kabelkern en -aansluiting anodisch zijn en spoedig niet meer zullen functioneren wanneer er vocht bijkomt. Dit is van toepassing op alle ondergrondse positieve kabels en aansluitingen;
– de grond en de omstorting rondom de anoden moeten zorgvuldig laagsgewijze worden aangestampt, anders wordt de anodeweerstand te hoog en de levensduur kort;
– er moet voor worden gezorgd, dat de gassen die aan de anode ontstaan, kunnen ontwijken b.v. door een „schoorsteen" van kiezelstenen;
– bij een oppervlaktegrondbed mogen kabels niet boven de anoden worden gelegd.

4.3 Drainage-apparatuur

Deze bestaat uit een siliciumdiode van voldoend vermogen met voorschakelweerstand, ampèremeter en beveiliging tegen piekspanning.
Gebruik van apparatuur met mechanische relais etc. wordt afgeraden.
De klemmen voor het aansluiten van de gelijkstroomkabels moeten voldoende zwaar zijn.
Indien geforceerde drainage wordt toegepast, dan is op het gelijkrichtergedeelte het bepaalde in 4.2.1 van toepassing.

4.4 Gelijkstroomkabels

In tegenstelling tot de conventionele wisselstroompraktijk, voeren gelijkstroomkabels grotere stromen bij lage spanning.
De kabels moeten zijn geïsoleerd en worden ingegraven of op andere wijze tegen beschadiging beschermd. Men lette hierbij speciaal op de positieve kabel (anode kabel), want deze is bij onvoldoende isolatie blootgesteld aan anodische vertering.
De kabelafmetingen moeten zo gekozen worden, dat de kabelbelastingen voldoen aan de eisen van NEN 1010.

5 STROOMMETING EN BEDRIJF

5.1 Stroombehoefte

De stroombehoefte van een leiding wordt gewoonlijk vastgesteld met een speciale proef. Deze proef geschiedt voordat de definitieve bescherming wordt geïnstalleerd, doch bij voorkeur enige tijd na het dichten van de sleuf.

5.2 Leiding-bodempotentiaalmeting

De koper/kopersulfaat half-cel wordt in het algemeen gebruikt voor leiding-bodempotentiaalmeting met behulp van een geschikte voltmeter, al of niet volgens het compensatie principe. Zonodig wordt gecorrigeerd voor spanningsverlies in de bodem.
Bij aanwezigheid van fluctuerende zwerfstroom moet de meting registrerend geschieden.
Teneinde de leiding-bodempotentiaal te meten wordt een verbinding gemaakt met de leiding en de half-cel wordt in de grond geplaatst loodrecht boven de leiding. Zonodig wordt de grond bevochtigd.
Inzake de kwaliteit van de meetapparatuur en het te gebruiken meetcircuit volge men bij voorkeur de bepalingen van 6.2 en 6.3.

5.3 Beschermingskriterium

Algehele bescherming wordt aangenomen wanneer de leidingbodempotentiaal gelijk is aan of negatiever is dan −0,85 V met betrekking tot een koper/kopersulfaat half-cel, of wanneer deze potentiaal ten minste −0,3 V afwijkt van de natuurlijke potentiaal van de leiding.
Op plaatsen waar actiefwerkende sulfaatreducerende bacteriën aanwezig zijn, moet de potentiaal gelijk zijn aan of negatiever zijn dan −0,95 V met betrekking tot een koper/kopersulfaat half-cel.

5.4 Bedrijf en onderhoud

Het is van belang dat de kathodische bescherming voortdurend werkzaam is, hetgeen door regelmatige controle en eventuele bijregeling kan worden bereikt. In het algemeen wordt een halfjaarlijkse controle voor de leiding-bodem potentialen voldoende geacht.
De resultaten daarvan dienen door de eigenaar in een register te worden aangetekend. Ongeacht welke instantie de metingen uitvoert, berust de verantwoordelijkheid daarvoor steeds bij de eigenaar van de pijpleiding.

5.5 Veiligheidsmaatregelen

Om vonkvorming bij toepassing van kathodische bescherming te voorkomen moeten bij mogelijk explosiegevaar de volgende voorzorgsmaatregelen worden getroffen.
a Een tijdelijke overbrugging met lage weerstand moet over flensverbindingen worden aangebracht, alvorens de flenzen worden losgenomen teneinde stromen in de pijpleiding niet te onderbreken. Het is niet voldoende om de kathodische bescherming uit te schakelen o.a. omdat door polarisatie elektrische stromen dagenlang kunnen worden onderhouden.
b In gebieden waar open vuur verboden is (zie 8.1 van deze Leidraad) moeten elektrische installaties voldoen aan de voorschriften voor installaties in ruimten met beperkt gasontploffingsgevaar (zie NEN 1010 Hoofdstuk X en NEN 3125).
c Isolatieflenzen moeten voldoen aan het onder 3.1.4 gestelde.
d In de onder b bedoelde gebieden moeten stroommetingen worden uitgevoerd door middel van een geijkte shunt of met behulp van andere apparatuur waarbij het circuit niet behoeft te worden onderbroken.

6 VERMIJDING VAN EVENTUELE NADELIGE INVLOEDEN

6.1 Verplichtingen ten opzichte van andere belanghebbenden

6.1.1 Mededeling

Indien een ondergrondse pijpleiding kathodisch wordt beschermd, moet hiervan schriftelijk mededeling worden gedaan aan de eigenaren en beheerders van andere ondergrondse constructies, welke invloed kunnen ondervinden van de bescherming, voor zover deze eigenaren en beheerders redelijkerwijze kunnen worden opgespoord (zie ook 2.1.3).

6.1.2 Metingen

Indien de in 6.1.1 bedoelde of andere eigenaren of beheerders dit wensen moet zoveel mogelijk medewerking worden verleend aan het verrichten van de nodige metingen aan hun ondergrondse geleiders. Met name valt hieronder de bepaling van de verandering van de geleider-bodempotentiaal als gevolg van de toepassing van kathodische bescherming.

6.2 Bepalingen inzake de kwaliteit en het aansluiten van de meetapparatuur

6.2.1 Kwaliteit van de voltmeter voor geleider-bodempotentiaalmetingen

De meter moet een ingangsweerstand bezitten gelijk aan of groter dan $10^6 \Omega$.
Bij aanwezigheid van fluktuerende zwerfstroom moet de meter registrerend en tevens direkt aanwijzend zijn.
De meters moeten een zodanige gevoeligheid en nauwkeurigheid bezitten, dat een plotseling optredende verschuiving van de geleider-bodempotentiaal van 0,01 V of meer duidelijk waarneembaar is.

6.2.2 Aansluiten van de voltmeter

De positieve meterklem wordt goedgeleidend verbonden met de referentie-elektrode. De negatieve meterklem wordt goed geleidend verbonden met de geleider.

6.3 Bepaling inzake het meetcircuit

6.3.1 Contactplaats van de meetdraad met de leiding

De contactplaats van de aan de leiding verbonden meetdraad met deze leiding moet zich in principe in de nabijheid van de referentie-electrode bevinden. Gebruik maken van een meer verwijderd doch gemakkelijk toegankelijk punt van de leiding voor het verkrijgen van contact is evenwel geoorloofd, mits de ligging van dit punt zodanig is, dat tijdens de potentiaalmeting geen ontoelaatbaar spanningsverval heerst over de metallische weg tussen het gemakkelijk toegankelijke punt en een punt op de leiding in de onmiddellijke nabijheid van de referentie-electrode. In de praktijk komt een dergelijk ontoelaatbaar spanningsverval zelden voor.

6.3.2 Plaats van de referentie-electrode

De referentie-electrode behoort zo dicht mogelijk bij het oppervlak van de geleider te worden gebracht, echter zonder hiermede kontakt te maken.

6.4 Meetmethode

Eventuele beïnvloeding wordt gemeten volgens de „aan–uit" methode, waarbij als meetkriterium voor de beïnvloeding de potentiaalverandering van de te onderzoeken geleider geldt.
Er moeten voldoende lange perioden met in- en uitgeschakelde beschermingsinstallatie worden aangehouden om activerings- of doorgangspolarisatie en -depolarisatie van de betrokken geleiders te verkrijgen.
Bij aanwezigheid van fluktuerende zwerfstromen moet registrerend worden gemeten. Teneinde beoordeling van het geregistreerde beeld mogelijk te maken, worden bij aanwezigheid van deze zwerfstromen perioden van 40 s aan en 20 s uit aanbevolen.

6.5 Nadelige beïnvloeding en de opheffing daarvan

6.5.1 Nadelige beïnvloeding

Indien bij een meting volgens 6.4 door het in bedrijf zijn van een kathodische bescherming de geleider-bodempotentiaal van een andere ondergrondse geleider tengevolge van meer dan 5% van het aantal keren in- en uitschakelen gedurende enig uur meer dan 0,05 V verandert waarbij de geleiderpotentiaal in positieve richting verschuift t.o.v. de bodempotentiaal, wordt gewoonlijk kans op ontoelaatbaar nadelige beïnvloeding aanwezig geacht. Onder bijzondere omstandigheden (voornamelijk te verwachten in agressieve gronden) kan echter ook reeds bij lagere waarden van de potentiaalverandering een ontoelaatbaar nadelige beïnvloeding aanwezig zijn.
Verschuivingen van de geleiderpotentiaal t.o.v. de bodempotentiaal in negatieve richting kunnen in bepaalde gevallen eveneens nadelige beïnvloeding tengevolge hebben.

6.5.2 Maatregelen bij ontoelaatbaar nadelige beïnvloeding

Indien ontoelaatbaar nadelige beïnvloeding als omschreven in de voorgaande alinea is geconstateerd, moeten ter opheffing daarvan doeltreffende maatregelen worden genomen. In veel gevallen zal men met het plaatsen van zogenaamde compensatieweerstanden kunnen volstaan, soms moeten echter meer omvangrijke maatregelen worden genomen.

BIJLAGE 6

VERWIJDERING VAN OLIE UIT EEN WATERWEG (9.4.3.10)

Indien gemorste olie een waterweg binnenstroomt of dreigt binnen te stromen moet in die waterweg een keerschot of een drijvende oliekerende voorziening worden aangebracht. Het keerschot wordt aangebracht op een plaats die door plaatselijke factoren wordt bepaald en is het doeltreffendst waar de stroomsnelheid het laagst is. Het moet stroomafwaarts van de plaats waar de gemorste olie binnenstroomt worden aangebracht, en wel op een plaats die gemakkelijk bereikbaar is in verband met de constructie van deze voorziening en in verband met de afvoer van eventueel opgevangen olie.

Een goede oplossing wordt bereikt als het keerschot onder het wateroppervlak doorloopt tot op ongeveer een derde van de waterdiepte, en ten minste 0,15 m boven het oppervlak uitsteekt. Door het keerschot onder een hoek in de waterweg te plaatsen wordt het opvangen van de olie op één oever vergemakkelijkt. Het komt over het algemeen het beste uit het keerschot van hout te vervaardigen, hoewel elk ander geschikt materiaal ook kan worden gebruikt. Het zal duidelijk zijn dat zowel de constructie als de afmetingen afhankelijk zijn van de beschikbare materialen. Voorkomen moet worden dat olie langs de uiteinden van het keerschot kan stromen.

Indien er reden bestaat aan te nemen dat een enkel keerschot onvoldoende is om verspreiding van verontreinigingen tegen te gaan, kan benedenstrooms van het eerste een tweede keerschot worden aangebracht. Voor een dergelijke beslissing zijn de stroomsnelheid, de turbulentie van het water, en de hoeveelheid gemorste olie van belang.

Als het water te ondiep is voor een doeltreffende werking van een keerschot, dient benedenstrooms van het keerschot een stuwdam te worden gebouwd om een voldoende groot waterreservoir te verkrijgen. Evenals het keerschot kan de stuwdam van elk geschikt materiaal worden vervaardigd. De olie, die zich bovenstrooms van een keerschot of drijvende balk heeft opgehoopt, dient te worden verwijderd en afgevoerd. Voor deze afvoer zijn de volgende methoden mogelijk.

a De olie uit de waterweg pompen. De zuigpijp van de pomp dient in een olievat zonder bovenkant, of iets dergelijks, te worden geplaatst. De bovenrand hiervan moet iets onder het oppervlak van de olie blijven.

b De olie van het wateroppervlak afscheppen in vaten, die vervolgens worden afgevoerd.

c De olie in geschikte materialen absorberen, bijvoorbeeld in papier, zaagsel, stro of een ander licht poreus materiaal dat waterafstotend, maar olie absorberend is gemaakt door er een laagje paraffine, siliconen of andere hiervoor in aanmerking komende stoffen op aan te brengen. Polyurethaan- en polypropyleenschuim zijn hiervoor eveneens geschikt gebleken omdat deze bij voorkeur olie absorberen.

d De olie met behulp van chemicaliën dispergeren. Deze methode mag slechts worden gebruikt na verkregen toestemming van de betrokken waterstaatsinstanties.

BIJLAGE 7

MODEL-FORMULIER VOOR HET RAPPORTEREN VAN LEKKAGES (9.4.3.12)

1 Wanneer en waar

a Pijpleiding .....
b – Tijd en datum van eerste vermoeden .....
– Tijd en datum van localisering .....
– Tijd en datum van reparatie .....
c Topografische coördinaten .....
d Topografische Dienstkaarten (1 : 2500) Blad Nr. .....
e Kaartsectie .....
f Kilometeraanduiding .....

2 Inhoud van de pijpleiding

a Soort vloeistof door lekkage verloren .....
b Hoeveelheid door lekkage verloren .....
c Hoeveel van b is teruggewonnen? .....
d Hoe is c verwijderd? .....

3 Oorzaak van het lek

a Grondoorzaak van het lek .....
b Indien veroorzaakt door corrosie, noteer het volgende:
– Is de desbetreffende sectie kathodisch beschermd? .....
– Indien de kathodische bescherming was uitgeschakeld of op andere wijze niet werkzaam, geef aan waarom .....
– Wat is de potentiaal van de pijp t.o.v. de aarde ter plaatse? .....
– Plaats van het gat op de pijp (top, zijde, bodem enz.) .....
– Hoe is de algemene toestand van de pijp direkt rond het gat en van de blootgelegde pijplengte met bekleding? .....
– Grondsoort .....
– Hoogte van de pijpleiding t.o.v. de grondwaterstand .....

4 Verontreiniging

Geef een opsomming van de verontreiniging door de vloeistof van
a Rivieren, beken, waterlopen enz. .....
b Land- en tuinbouwgronden .....
c Andere oppervlakten en structuren .....
d Indringingsdiepte en de verspreiding van de olie in de bodem .....

5 Hoe werd het lek ontdekt?

a Door het bedrijf
– Door de debietmeting .....
– Door de drukmeting .....

b Door controle
– Uit de lucht .....
– Te voet of per voertuig .....

c Door mededeling van derden .....

6 Verdere nuttige informatie

Plaats Datum Naam Handtekening

Opmerking
Van dit rapport moet een afschrift worden gezonden aan de vergunning verlenende instanties.