



B-4

Toepassing van asbestcementbuizen voor waterleidingen

Aanvullend rapport

KIWA

KEURINGSINSTITUUT VOOR WATERLEIDINGARTIKELN N.V.

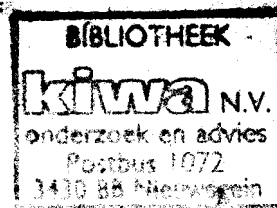
621.043.257
Sir Winston Churchill-laan 273
RIJSWIJK (Z.H.)



Toepassing van asbestcementbuizen voor waterleidingen

Aanvullend rapport

vervolg op het rapport d.d. 1948 van de
studiecommissie asbestcementbuizen



COMMISSIE NIET-METALEN LEIDINGEN
MEDEDELING No. 5 - SEPTEMBER 1958

KEURINGSINSTITUUT VOOR WATERLEIDINGARTIKELEN N.V.

INHOUD

	blz.
Hoofdstuk I	Algemeen 5
Hoofdstuk II	Correcties op rapport 1948 7
Hoofdstuk III	Stromingsweerstand van asbestcementleidingen 9
Hoofdstuk IV	Aantasting van onbeschermde asbestcementbuizen 11
1	Inleiding 11
2	De proefvelden 13
3	Het inrichten van de proefvelden 15
4	Uitkomsten van de veldproeven 16
Hoofdstuk V	Bescherming van asbestcementbuizen tegen uitwendige aantasting 19
1	Inleiding 19
2	Proefleidingen 20
3	Uitkomsten van het onderzoek 21
4	Het asfalteren van asbestcementbuizen 25
5	Het beschermen van asbestcementbuizen met behulp van teer 25
6	Praktijkervaringen 26
Hoofdstuk VI	Gedrag van asbestcementbuizen in brak- en zoutwater 27
Hoofdstuk VII	Onderzoek naar het verloop van de sterkte van asbestcementbuizen bij toenemende ouderdom 30
1	Inleiding 30
2	Onderzoek van oude asbestcementbuizen met een binnenmiddellijn van 175 mm afkomstig van de Intercommunale Waterleiding Gebied Leeuwarden 31
3	Onderzoek van oude asbestcementbuizen met een binnenmiddellijn van 100 mm afkomstig van de Waterleidingmaatschappij Oost-Brabant 33
4	Onderzoek van oude asbestcementbuizen met een binnenmiddellijn van 200 mm afkomstig van het Gemeentelijk Licht- en Waterbedrijf 's-Hertogenbosch 35
5	Onderzoek van oude asbestcementbuizen afkomstig van het Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noordholland 36
6	Conclusies naar aanleiding van het onderzoek van oude asbestcementbuizen 40

Hoofdstuk VIII	Beschadiging van asbestcementbuizen door transport	41
Hoofdstuk IX	Verbindingen	44
	1 Simplexkoppelingen	44
	2 Rubberringen	44
	3 Rekekoppelingen	46
	4 Toschikoppelingen	49
Hoofdstuk X	Keuringseisen voor buizen van asbestcement	50
Hoofdstuk XI	Samenvatting	55
Bijlage 1	Veldproeven	59
Bijlage 2	Uitkomsten van het onderzoek met behulp van proefleidingen naar de doelmatigheid van verschillende beschermingsmethoden van asbestcementbuizen	71
Bijlage 3	Keuringseisen voor asbestcementbuizen voor waterleidingen	85
Aanhangsel		

HOOFDSTUK I

ALGEMEEN

In 1948 verscheen het rapport van de Studiecommissie Asbestcementbuizen (S.C.A.B.). De S.C.A.B. had dit rapport reeds eind 1945 voltooid, doch de omstandigheden gedurende de eerste jaren na de oorlog waren de oorzaak dat het rapport eerst in 1948 in druk gereed kwam. Om de publicatie nog niet meer te vertragen heeft de S.C.A.B., waarvan de naam in 1947 in verband met de uitbreiding van haar werkzaamheden gewijzigd werd in Commissie Niet-Metalen Leidingen (C.N.M.L.), ervan afgezien het rapport aan te vullen met de tussen 1945 en 1948 verkregen resultaten.

De C.N.M.L. ging ook na 1948 voort met het verzamelen van gegevens over het gedrag van asbestcementbuizen (in de praktijk) met het doel na te gaan of de door haar in het rapport neergelegde inzichten juist waren gebleken.

Voorts werden de reeds voor 1945 ingezette veldproeven voortgezet en voltooid.

Intussen was de toepassing van asbestcementbuizen, die tijdens de laatste oorlogsjaren sterk was verminderd, weer belangrijk toegenomen. De laatste jaren werd meer dan 1500 km per jaar gelegd. Van de 35000 km aan hoofdleidingen, die ultimo 1955 in ons land in de grond lagen, bestond 10000 km uit asbestcementbuizen.

In 1949 ging de International Standard Organization (ISO) zich met asbestcementbuizen voor waterleiding bezighouden. Bij de opstelling van de ISO-normen hebben de door de S.C.A.B. geformuleerde keuringseisen als leidraad gediend. De ISO-normen stemmen dan ook op de belangrijkste punten overeen met de in het rapport van de S.C.A.B. opgenomen eisen. De commissie heeft deze eisen voor zover dit wenselijk werd geoordeeld in overeenstemming gebracht met de ISO-normen.

Bij het inrichten van de proefvelden en het aanleggen van proefleidingen, het in- en opgraven van buizen en proefstukken, alsmede bij het onderzoek van opgegraven buizen, proefstukken en de daarbij behorende grond- en grondwatermonsters werd door vele instellingen vaak belangeloos medewerking verleend.

In dit verband dienen in het bijzonder genoemd te worden:

N.V. Eternit te Goor
N.V. Waterleidingmaatschappij voor de provincie Groningen
te Groningen
N.V. Intercommunale Waterleiding Gebied Leeuwarden te
Leeuwarden
Stichting Waterleidinglaboratorium Midden Nederland te
Bilthoven
Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noordholland te Bloem-
endaal
N.V. Waterleidingmaatschappij Oost-Brabant te 's-Hertogen-
bosch
Waterleiding Maatschappij „Overijssel” N.V. te Zwolle
Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening te 's-Gravenhage
Stichting Waterleidinglaboratorium Zuid te Breda
N.V. Waterleiding Maatschappij „Zuid-Beveland” te Goes

De commissie is deze instellingen zeer erkentelijk voor de verleende steun.

CORRECTIES OP RAPPORT 1948

Alvorens over te gaan tot de bespreking van de verschillende door de commissie bestudeerde aspecten betreffende de toepassing van asbestcementbuizen voor water, worden hier eerst enkele correcties en toelichtingen gegeven op het rapport van de S.C.A.B.

Op blz. 15 wordt in de 6e alinea medegedeeld, dat de Italiaan Mazza Mattei een methode heeft ontwikkeld voor het maken van naadloze buizen van asbestcement.

Dit is onjuist. Het waren de Italianen Mazza en Mattei die dit procédé ontwikkelden.

De beschrijving van dit procédé in de laatste alinea van blz. 15 is evenmin helemaal correct. De zuigkast bevindt zich nl. niet in de zeeftrommel, maar tegen de transportband. In afb. 1 moet de letter B worden verplaatst naar het figuurtje ongeveer midden-boven tegen de transportband waarbij „vacuum” is vermeld.

De bedoelde alinea moet dan als volgt worden gelezen:

„Het dunne mengsel van asbest, cement en water wordt op het koperdoek van de zeeftrommel A gebracht (zie afb. 1), waarvan de breedte gelijk is aan de lengte van de te vervaardigen buis. Het water loopt door het koperdoek weg. Op het doek vormt zich een dun laagje asbestcementpasta ter dikte van ongeveer 0,2 mm. Dit laagje wordt overgenomen door transportband C, passeert de zuigkast B (vacuum), waar het overtollige water verder wordt afgezogen en wordt ten slotte onder druk om de buiskern D gewikkeld.”

In aanvulling op hetgeen op blz. 17 over de werkwijze, die door de Torfit Werke te Bremen-Hemeligen wordt gevolgd, is medegedeeld dat het hier het Magnani-procédé betreft.

In de op blz. 17, laatste alinea voorkomende beschrijving van het Dalmine-procédé komt een soortgelijke onjuistheid voor als in de beschrijving van het Mazza-Mattei-procédé, op blz. 15. Bij het eerstgenoemde procédé bevindt zich nl. in de zeeftrommel A evenmin een zuigkast. Ook hier is de zuigkast tegen de transportband geplaatst. In afb. 2 op blz. 16 dient dus de letter B verplaatst te worden naar het figuurtje, waarbij „vacuum” is vermeld. Het gedeelte van de laatste alinea van blz. 17 beginnende met „De vloeistof wordt binnen de trommel weggezogen” t/m de zin „Dit vlies wordt

overgebracht op de transportband C", dient als volgt te worden gelezen:

„De vloeistof loopt door de wand van de zeeftrommel weg, waardoor zich op de zeefwand een vlies van asbestcement afzet. Dit vlies wordt overgebracht op de transportband C, die over een zuigkast B loopt, waar het overtollige water — voor zover aanwezig — verder wordt afgezogen.”

Op blz. 21 is onder C de chemische samenstelling van asbestcementbuizen vermeld, die door Mertens is gevonden en die welke de Underwriters Laboratories hebben bepaald van asbestcementbuizen van de Johns-Manville Products Corporation.

Naar aanleiding van het grote verschil in samenstelling kan worden opgemerkt, dat dit het gevolg is van het feit dat de laatstgenoemde buizen zijn vervaardigd volgens een ander procédé nl. het Morbelli-procédé. Bij dit procédé wordt normaal 40% van het cement vervangen door dezelfde hoeveelheid fijn gemalen zand. Dit zand verbindt zich uiteindelijk met de vrije kalk uit het cement door nabehandeling van de buizen in een autoclaaf met stoom onder druk.

Op dezelfde bladzijde worden onder E een aantal door verschillende onderzoekers gevonden waarden voor het poriënvolume van asbestcementbuizen gegeven. Dat deze cijfers nogal uiteenlopen moet voornamelijk worden toegeschreven aan het feit, dat de onderzoeken zijn uitgevoerd met buizen die van te voren wel en niet waren gedroogd.

STROMINGSWEERSTAND VAN ASBESTCEMENTLEIDINGEN

In Hoofdstuk IV, § 2 bespreekt de S.C.A.B. de resultaten van de voornamelijk in Italië uitgevoerde onderzoeken naar de doorstromingsweerstand van asbestcementleidingen en komt daarbij tot de conclusie dat de uitkomsten van de verschillende metingen nauwkeurig kunnen worden weergegeven met de formule van Colebrook, wanneer hierin voor de wandruwheid k de waarde 0,01 wordt aangehouden. Ter vereenvoudiging van de weerstandsberekening beveelt de S.C.A.B. het gebruik aan van de in het rapport als afbeelding IV opgenomen weerstandsgrafiek. Bij de samenstelling van deze grafiek is de weerstand berekend volgens de formule van Colebrook met een $k = 0,01$ mm en met een praktijktoeslag van 24%.

Van verschillende zijden is de aandacht van de C.N.M.L. erop gevestigd, dat met behulp van deze grafiek voor een onder bepaalde omstandigheden benodigd verhang waarden worden gevonden, die in mindere of meerdere mate afwijken van de waarden die voor deze grootheid uit de grafieken volgen welke zijn opgenomen in Mededeling No. 14 van het KIWA „Stromingsweerstand in buisleidingen” door ir. L. Huisman. Afgezien van enkele drukfouten in de ordinaat-indeling aan de bovenzijde van de grafiek en van de vorm van de krommen — deze zijn namelijk recht, maar behoren enigszins gebogen te zijn — acht de C.N.M.L. het niet juist voor de berekening van de wrijvingsweerstand uit te gaan van een k -waarde van 0,01 mm omdat de proeven, waaruit deze waarde is bepaald, onder ideale omstandigheden zijn uitgevoerd. In Hoofdstuk I van genoemde KIWA-mededeling wordt voor asbestcementleidingen een wandruwheid opgegeven, die gelegen is tussen 0,02 en 0,05 mm. Deze waarde is gebaseerd op de uitkomsten van een aantal o.a. in Engeland uitgevoerde praktijkproeven, waarover tijdens het IWA-congres, dat in 1955 te Londen is gehouden, gegevens zijn verstrekt. ¹⁾ De commissie adviseert deze wandruwheid voortaan voor asbestcementleidingen aan te houden.

Wat betreft het in rekening brengen van een praktijktoeslag van 24% op de met de formule van Colebrook berekende wrijvings-

¹⁾ Zie blz. 840, 863, 878 en 879 van het eind-rapport van het congres.

weerstand, acht de C.N.M.L. het in feite onjuist deze toeslag in ieder willekeurig geval toe te passen. In de praktijk zal indien een lange rechte leiding moet worden berekend met een veel kleinere toeslag kunnen worden volstaan, terwijl daarentegen een toeslag van 24% onder uitzonderlijk ongunstige omstandigheden wellicht nog onvoldoende is. De commissie beveelt daarom aan, nadat de wrijvingsweerstand met behulp van weerstandsgrafieken is bepaald, van geval tot geval te beoordelen met welke praktijktoeslag deze wrijvingsweerstand moet worden vermeerderd. Correcer is het nog de verschillende verdragingsverliezen afzonderlijk te berekenen. In Hoofdstuk II van Mededeling No. 14 is aangegeven hoe dit volgens de modernste inzichten op eenvoudige wijze kan geschieden.

Ten slotte stelt de C.N.M.L. zich voor door praktijkproeven te trachten een beter inzicht te krijgen in het gedrag van de k -waarden van asbestcementleidingen.

AANTASTING VAN ONBESCHERMDE ASBESTCEMENTBUIZEN

1. Inleiding

In hoofdstuk VI van het rapport van de S.C.A.B. is uiteengezet onder welke omstandigheden aantasting van de asbestcementbuizen is te verwachten, waarbij in § 2 meer in het bijzonder de uitwendige aantasting door grond en grondwater is behandeld. In deze paragraaf wordt in het kort het volgende uiteengezet.

Aantasting zou kunnen optreden als gevolg van:

- a. betrekkelijk hoge concentraties aan sulfaat en magnesium-zouten in het grondwater;
- b. aanwezigheid van kalk-agressief koolzuur of vrije minerale zuren, dus bij lage pH van grond en grondwater. Deze zuren kunnen nl. aanwezige vrije kalk, calciumcarbonaat en magnesiumcarbonaat uit het cement, dat in dit materiaal is verwerkt, in oplossing brengen.

ad a. Op grond van een aantal proefnemingen kwam de S.C.A.B. tot de conclusie, dat de asbestcementbuizen in voldoende mate bestand zijn tegen zouten.

ad b. In vele streken van Nederland waar de grond kalkvrij of zeer kalkarm is kan het grondwater grote hoeveelheden agressief koolzuur bevatten en de grond een lage pH hebben. Er zijn b.v. pH-waarden van 3 à 4 gemeten.

In afwisselend anaerobe en aerobe gronden kan bovendien zuur worden gevormd als gevolg van het microbiologische proces der sulfaatreductie waarbij tijdens de anaerobe periode gevormde sulfiden en polysulfiden in de aerobe periode door de zuurstof kunnen worden geoxydeerd.

Wanneer een dergelijke grond calciumcarbonaathoudend is, kunnen de gevormde zuren door het carbonaat worden geneutraliseerd, zodat de pH toch op een vrij hoge waarde blijft.

In tegenstelling met de omstandigheden waaronder de corrosie van ijzer en staal in de bodem optreedt en voortschrijdt, waarbij het materiaal zelf en de gevormde corrosieproducten aan een verdere vernietiging van het materiaal meewerken, wordt de aantasting van asbestcement alleen veroorzaakt door een hoge zuurgraad (lage pH)

die grond en grondwater van nature hebben of die kan worden veroorzaakt door microbiologische processen in niet of slecht gebufterde gronden.

In kalkhoudende anaerobe gronden, die veelvuldig in het Nederlandse polderland voorkomen en die in het algemeen agressief zijn voor stalen en gietijzeren leidingen ten gevolge van de hierin optredende sulfaatreductie, zullen onbeschermde asbestcementbuizen dan ook niet worden aangetast.

In het algemeen kan worden gezegd, dat met aantasting van asbestcementbuizen moet worden gerekend, indien de pH van de omhullende grond en van het grondwater kleiner is dan 6 of verwacht kan worden dat de pH beneden deze waarde zal kunnen dalen. De aantasting zal des te sterker zijn, naarmate de pH lager ligt.

De uitkomsten van de corrosieproeven met asbestcementringen in grond en grondwater ondergebracht in glazen bakken, en van de bij enkele waterleidingbedrijven verrichte opgravingen van asbestcementbuizen stemden overeen met de in het rapport ontwikkelde en hierboven in het kort weergegeven beschouwingen.

De commissie wees er echter op, dat de uitgevoerde laboratoriumproeven geen juist beeld van de werkelijkheid geven. Bij de proeven kan geen nieuwe aanvoer van de in de grond en het grondwater opgeloste stoffen plaatsvinden. Daardoor zal het corrosieproces tot stilstand komen, wat in de praktijk niet het geval is. Daarom achtte de commissie het noodzakelijk de resultaten van deze laboratoriumproeven aan corrosieproeven in het veld te toetsen.

In verband hiermede werd contact gezocht met de Corrosie Commissie II van de Centrale Corrosie Commissie. De Corrosie Commissie II had nl. in 1938 besloten op een zestal plaatsen in Nederland veldproeven in te zetten, waarbij op verschillende wijzen bewerkte monsters gietijzeren en stalen buizen zouden worden ingegraven. De proefvelden waren in het algemeen zó gekozen, dat bij deze veldproeven zo veel mogelijk de verschillende in Nederland voorkomende typen voor gietijzer en staal corrosieve gronden zouden worden betrokken.

Dit contact leidde ertoe, dat overeengekomen werd, dat in de proefvelden van de Corrosie Commissie II gelijktijdig een aantal monsters asbestcementbuizen zou worden ingegraven. De proefbuizen werden in de loop van 1938 en begin 1939 ingegraven. Zoals in het rapport van de S.C.A.B., o.a. op blz. 121 onder F, is vermeld, liepen de proeven bij de opstelling van dat rapport nog te kort om over de resultaten iets te kunnen mededelen. Op de meeste proefvelden zijn de proeven beëindigd, zodat het thans mogelijk is over de bereikte resultaten verslag uit te brengen.

2. De proefvelden

De door de Corrosie Commissie II ingerichte proefvelden, waarin dus ook monsters asbestcementbuis zijn ondergebracht, waren gelegen:

- a. in de Overbraker Binnenpolder (nabij Amsterdam)
- b. te Daarlerveen (Overijssel)
- c. te Boskoop
- d. te Dijkshoek (Friesland)
- e. te Bergen (N.H.)

In het navolgende is een korte beschrijving van deze proefvelden gegeven.

a. Overbraker Binnenpolder

Het grondprofiel van dit proefveld is zeer homogeen. Tot een diepte van 0,46 m beneden maaiveld bevindt zich een laag droog turfveen, opgebracht uit een nabij gelegen vijver; van 0,46 m—0,66 m beneden maaiveld bestaat de grond uit een ondoordringbare, sulfidehoudende kleilaag, welke vrij humeus is en sterk zuur reageert. Onmiddellijk daaronder ligt een zeer natte veenlaag, bestaande uit onvergaan grof veen, het overblijfsel van een rietvegetatie. Deze veenlaag bevond zich oorspronkelijk in actieve sulfaatreductie, maar vertoonde later na het ingraven van de proefbuizen plaatselijk een zure reactie. De pH had op die plaatsen een waarde van 5,2. De sleuf, waarin de asbestcementbuizen zijn gelegd, is hier tot 1,00 m beneden maaiveld uitgegraven. De asbestcementbuizen zijn zo gelegd, dat de bovenkanten van de buizen zich 0,85 m beneden maaiveld bevonden.

Na het leggen stond het grondwater aanvankelijk boven de bovenkant van de buizen.

b. Daarlerveen

Het terrein, waarin dit proefveld is gelegen, helt sterk af naar een daarlangs lopende sloot en vertoont veel kuilen. Op de hoogste plaats bestaat de grond tot ca. 0,50 m beneden het maaiveld uit opgebrachte grond, meest min of meer zandige teelaarde, daaronder bevindt zich het typisch korte, vrij homogene rode veen. Dit veen is sterk zuur en bezit een pH van 3,6.

De monsters asbestcementbuizen werden evenwijdig aan genoemde sloot in een horizontaal vlak gelegd. Daardoor was de gronddekking niet overal gelijk. Op het hoogste punt bedroeg deze 1,00 m.

In het proefveld werden peilbuizen aangebracht ten einde de grondwaterstand geregeld te kunnen bepalen.

Uit de verrichte waarnemingen bleek, dat de grondwaterstand sterk schommelde en afwisselend onder en boven de buizen was gelegen.

c. Boskoop

Het grondprofiel van dit proefveld vertoont een homogeen beeld. Tot 0,70 m beneden maaiveld bevindt zich opgebrachte grond van zeer uiteenlopende samenstelling, die zeer droog is.

Daaronder bestaat de grond tot een diepte van $\pm 1,25$ m beneden maaiveld uit humeuze klei, die in sterke sulfaatreductie verkeert. Deze kleilaag vertoont blauwzwarte sulfideplekken, die, indien de grond aan lucht wordt blootgesteld, spoedig verdwijnen. De pH van deze laag lag tussen 6 en 7. Tevens komen daarin roestbruine ijzerhoudende afzettingen voor.

Ook in dit proefveld zijn peilbuizen aangebracht om de grondwaterstand te kunnen bepalen. Bij de ingraving stond het grondwater 0,78 m beneden maaiveld. De bovenkant van de asbestcementbuizen bevond zich op 0,80 beneden maaiveld.

Uit het verloop van de grondwaterstand bleek, dat de buismonsters hier permanent beneden het grondwater hebben gelegen.

d. Dijkshoek

Het proefveld ligt in de binnenberm van de zeedijk. Het grondprofiel is weinig homogeen. Tot ca. 0,60 m beneden maaiveld bestaat de grond uit klei. Daaronder wordt de grond zandiger; op 0,70 m diepte was het oude strandniveau nog duidelijk waarneembaar aan de grote hoeveelheid samengekitten schelpen, die een vrij harde laag vormde, waarin zich vele donkerbruine ijzerhoudende afzettingen bevonden.

Onder dit niveau bestaat de grond voornamelijk uit fijn zand, dat afwisselend meer of minder kleihoudend is.

Op een diepte van 1,50 m wordt vrij zuivere blauwe klei aangetroffen.

De bovenkanten van de in dit proefveld ingegraven asbestcementbuizen lagen op 1,20 m beneden maaiveld. De pH van de grondlaag, waarin de buizen waren gelegen, varieerde van 7 tot 8.

De grondwaterstand, die hier eveneens met behulp van peilbuizen werd gecontroleerd, lag in het algemeen in de wintermaanden boven en in de zomermaanden onder de buizen.

e. Bergen

Het proefveld te Bergen is aangelegd in kalkarme zandgrond.

Het grondprofiel is hier zeer homogeen en bestaat uit nagenoeg zuiver zand met sporadisch wat humus. Koolzure kalk ontbreekt geheel. Het zand is dus niet gebufferd; de pH bedraagt ca. 4,5.

De buizen waren zo diep gelegd, dat de bovenkanten zich op 1,00 m beneden het maaiveld bevonden.

De grondwaterstand, waarvan het verloop niet werd gevolgd, lag aanzienlijk beneden de buizen.

3. Het inrichten van de proefvelden

In ieder proefveld zijn 18 proefbuisjes van asbestcement ingegraven met uitzondering van de Overbraker Binnenpolder, waar slechts 16 monsters in de grond zijn gebracht.

De proefbuizen waren 30 cm lang en hadden een inwendige middellijn van 100 mm. Vóór het ingraven werden de buisjes aan de beide uiteinden afgedicht. De buisjes zijn gelegd met een tussenruimte van ca. 70 cm. Uit de op de buizen aangebrachte merktekens bleek dat deze op 12 april 1937 vervaardigd waren. Daar, zoals vermeld, de proefbuisjes in de loop van 1938 en begin 1939 werden ingegraven, hadden ze dus van te voren geruime tijd gelegenheid gehad om te verharden.

Het lag aanvankelijk in de bedoeling om de aantasting van de buisjes te bepalen aan het gewichtsverlies en ze daartoe van te voren te wegen. Daarom zouden alle buizen van een doorlopende nummering worden voorzien. De monsters die in de Overbraker Binnenpolder werden ingegraven moesten echter zo snel ter beschikking worden gesteld, dat daarvoor geen gelegenheid meer kon worden gevonden.

De overige proefbuisjes zijn gewogen in luchtdroge toestand, nadat zij steeds in water ondergedompeld waren geweest. In de binnenzijde van de buisjes werden de nummers met Romeinse cijfers ingekapt. De proefbuisjes ondergingen verder geen enkele behandeling.

Tijdens het aanvullen van de sleuf werd er zorg voor gedragen dat de buisjes werden omgeven met grond die oorspronkelijk op die diepte aanwezig was. De sleuven werden vervolgens aangevuld met de uitgekomen grond, waarbij de oorspronkelijke toestand zo goed mogelijk werd hersteld.

Het lag oorspronkelijk in de bedoeling van de Corrosie Commissie II om na resp. 1, 2, 4, 6, 8 en 10 jaren, opgravingen te verrichten. Bij elke opgraving zouden 3 proefbuisjes van asbestcement worden verwijderd.

Door verschillende oorzaken was het noodzakelijk om van dit opgravingschema af te wijken.

In de proefvelden Overbraker Binnepolder en Daarlerveen zijn alle opgravingen verricht. In het proefveld Boskoop zijn slechts 4 opgravingen uitgevoerd. De daar nog aanwezige buisjes zijn niet meer te bereiken omdat boven het proefveld een houtopslagplaats is gebouwd.

In de proefvelden te Bergen N.H. en Dijkshoek is nog één opgraving mogelijk. Daar de Corrosie Commissie II de in deze proefvelden nog resterende gietijzeren en stalen proefbuizen voorlopig wil laten liggen en de monsters asbestcementbuis niet te verwijderen zijn zonder de grond waarin de monsters van de Corrosie Commissie II zijn gelegen te verstoren, dient met de laatste opgraving van deze proefvelden gewacht te worden tot ook de laatstgenoemde buismonsters worden verwijderd.

Bij elke opgraving werd naast iedere proefbuis een monster van de omhullende grond genomen waarvan een kwalitatieve analyse werd gemaakt.

Zoals gezegd lag het aanvankelijk in de bedoeling de graad van de aantasting te bepalen aan de hand van het gewichtsverlies dat deze buizen hadden ondergaan tijdens het verblijf in de grond. Reeds bij het eerste onderzoek, nl. van de twee buizen afkomstig van de 1e opgraving uit het proefveld Overbraker Binnepolder, bleek echter dat deze methode geen betrouwbare gegevens betreffende de aantasting kon opleveren, omdat men er niet zeker van kon zijn dat de in luchtdroge toestand in de buiswand aanwezige hoeveelheid absorptiewater steeds gelijk was. Daarom besloot de commissie de mate van aantasting op andere wijze vast te stellen. Deze bepaling geschiedde nadien door na droging van de proefbuizen, over ongeveer 500 cm² van het buisoppervlak op de ten gevolge van aantasting zacht geworden plaatsen het asbest te verwijderen en de afgekrabde hoeveelheden te wegen. Tevens werd daarbij de diepte van de aantasting gemeten. Deze methode is bij alle verdere opgravingen gevolgd.

4. Uitkomsten van de veldproeven

In bijlage 1 zijn de uitkomsten van de verrichte onderzoeken met de uit elk van de proefvelden opgegraven buizen uitvoerig besproken. Zoals uit deze bijlage blijkt, was de aantasting belangrijk bij de asbestcementbuizen afkomstig uit de proefvelden Overbraker Binnepolder en Daarlerveen. In het eerstgenoemde proefveld verkeerde de grond op de diepte waar de proefbuizen zijn gelegd oor-

spronkelijk in actieve sulfaatreductie. Op grond daarvan werd aanvankelijk verwacht, dat de grond een min of meer neutrale reactie zou vertonen. Ten gevolge van het ingraven is de kleilaag, die zich boven de veenlaag bevindt, waarin de buizen waren gelegd, doorbroken, terwijl verder is gebleken dat het grondwater dat tijdens het leggen boven de bovenkant van de buizen stond, daar niet steeds boven bleef. Daardoor heeft beluchting kunnen plaatsvinden, zodat de grond plaatselijk ook zeer zuur kon worden. Hiermede is in overeenstemming, dat de buizen onregelmatig over het oppervlak verdeeld, sterke aantasting vertoonden.

In Daarlerveen heeft men te maken met veengrond, die afwisselend anaeroob en aeroob is. De daar geconstateerde aantasting is dus eveneens in overeenstemming met de verwachting.

In het proefveld Boskoop verkeert de grond in actieve sulfaatreductie met pH-waarden gelegen tussen 6 à 7. Op grond daarvan werd hier geen aantasting van betekenis verwacht. De uitkomsten van het onderzoek van de ingegraven buizen beantwoordden ook hier aan de uitgesproken verwachting.

De grond, waarin de buizen in het proefveld Dijkshoek waren gelegen, bestond uit kleihoudend fijn zand, dat bovendien kalkhoudend was. De pH lag tussen 7 en 8. Daar de grond dus neutraal reageerde was geen aantasting van betekenis te verwachten, wat werd bevestigd door de resultaten van het onderzoek van de hier opgegraven buizen.

De grond van het proefveld Bergen bestond uit kalkarm duinzand met plaatselijk zeer lage pH. Desondanks was de aantasting van de asbestcementbuizen hier zeer gering. Deze ogenschijnlijke tegenspraak met de theorie moet worden toegeschreven aan het geringe vochtgehalte van de grond, waardoor geen chemische reacties konden optreden.

Aantasting van betekenis werd dus slechts gevonden in de proefvelden Overbraker Binnenpolder en Daarlerveen, derhalve in zure gronden, die afwisselend aeroob en anaeroob zijn. In de proefvelden Boskoop en Dijkshoek, waar de pH gelijk aan of groter dan 6 was, bleek de aantasting gering.

Op grond van de verrichte proefnemingen kunnen dus de volgende gevolgtrekkingen worden gemaakt.

- a. De resultaten van de verrichte veldproeven bevestigen de uitspraak van het Rapport van de S.C.A.B. betreffende het optreden van uitwendige corrosie van asbestcementbuizen. Aantasting van asbestcementbuizen kan worden verwacht, indien de pH van de omhullende grond kleiner is dan ca. 6 en deze aantasting is sterker naarmate de pH lager is.

- b. De verwachting, uitgesproken in het Rapport van de S.C.A.B. dat, in tegenstelling met de uitkomsten van de laboratoriumproeven met ringen van asbestcement, de corrosie van onbeschermde asbestcementbuizen in de volle grond niet tot stilstand komt, maar verder gaat met het voortschrijden van de tijd, werd bevestigd.
- c. Asbestcementbuizen, die in kalk-agressieve gronden moeten worden gelegd, dienen van te voren van een doelmatige bescherming te worden voorzien.

BESCHERMING VAN ASBESTCEMENTBUIZEN TEGEN UITWENDIGE AANTASTING

1. Inleiding

In Hoofdstuk VII van het Rapport van de Studiecommissie Asbestcementbuizen zijn de door deze commissie verrichte onderzoeken betreffende het asfalteren van asbestcementbuizen beschreven. Deze onderzoeken toonden aan dat twee methoden in aanmerking komen om te worden toegepast.

1. Het aanbrengen van een dunne beschermende laag door de buizen tweemaal te bestrijken met koudstrijkbare asfalt. Bij de proeven werd gebruik gemaakt van mexphalte R 3, opgelost in 50% white spirit.
2. Het aanbrengen van een dikkere laag met behulp van een papierstrook, die na onderdompeling in warme bitumen om de buis wordt gewikkeld.

Het rapport komt tot de conclusie dat, gezien de met deze bekledingen verrichte proeven, geen van beide methoden volmaakt zijn.

Warm opgebrachte dikke asfaltlagen zijn minder doorlatend dan de buiswand. Dientengevolge worden deze bekledingen op den duur door de inwendige waterdruk van de buiswand afgedrukt, waardoor ze los van deze buiswand komen te liggen, waarbij zich blazen kunnen vormen, die na verloop van tijd openbarsten.

Als bezwaar van de koud opgebrachte dunne asfaltlagen wordt opgegeven, dat deze gemakkelijk kunnen beschadigen tijdens het transport en bij het leggen van de buizen, terwijl wordt gevreesd dat deze lagen op den duur door veroudering aan dekkend vermogen zullen inboeten. Daarentegen heeft deze bescherming het voordeel, dat ze enigszins poreus is, zodat ze niet door de inwendige waterdruk van de buis wordt afgedrukt.

Desondanks was de commissie van mening, dat met beide bekledingssoorten een redelijke bescherming van asbestcementbuizen in kalk-agressieve gronden kan worden verkregen. Om hierover meer zekerheid te verkrijgen zijn praktijkproeven ingezet, die bij het verschijnen van het rapport nog een te korte looptijd hadden om aan de hand daarvan reeds een uitspraak te kunnen doen.

2. Proefleidingen

Ten einde een onderzoek in te stellen naar de invloed van beschermende lagen op de aantasting van asbestcementbuizen zijn op de 2 plaatsen in ons land waar de eerste gevallen van aantasting van onbeschermd asbestcementbuizen zijn geconstateerd, nl. te Langweer en Daarlerveen, proefleidingen gelegd bestaande uit onbeschermd en op verschillende wijzen beschermd asbestcementbuizen.

Het geval van aantasting van een asbestcementbuis te Langweer is beschreven in het Rapport van de Studiecommissie Asbestcementbuizen op blz. 112 onder D sub a. Te Langweer werd de aangetaste buis op 8 januari 1941 opgegraven, nadat deze ca. 6 jaren in de bodem had gelegen. Deze buis was plaatselijk sterk aangetast. Het materiaal bleek tot een diepte van 4 à 5 mm geheel kartonachtig te zijn geworden. Het grondonderzoek wees uit, dat de bodem in sulfaatreductie had verkeerd. Ten gevolge van aeratie zijn de daarbij ontstane sulfiden door oxydatie omgezet in zwavelzuur. Dientengevolge is deze grond agressief geworden voor asbestcement.

Het te Daarlerveen geconstateerde geval van aantasting is beschreven in het Rapport van de S.C.A.B. op blz. 114 onder D sub c. Ook hier bleek men te maken te hebben met een grond met hoge zuurgraad als gevolg van oxydatie van bij sulfaatreductie gevormde sulfiden. Deze agressieve gronden waren dus zeer geschikt om daarmee de invloed van beschermende lagen op de aantasting van asbestcement na te gaan.

Elke proefleiding waarvan een schema in afb. 1 (zie uitslagblad) is gegeven, bestond oorspronkelijk uit 3 buizen lang 4 m en 4 buizen lang ca. 2 m, die door Simplexkoppelingen onderling waren verbonden. De beide uiteinden van de aldus samengestelde proefleidingen waren op de daarmee evenwijdig lopende transportleidingen aangesloten en stonden dus onder de normale waterdruk.

De buizen lang 4 m waren van te voren voor een derde gedeelte voorzien van een warm aangebrachte dikke asfaltlaag, voor een derde behandeld met koudstrijkbare asfalt en voor een derde onbekleed gelaten. De buizen ter lengte van 2 m waren niet van een bescherming voorzien.

Voor de warm aangebrachte bekledingslaag is mexphalte gebezigd dat een verwekingspunt (bepaald met ring en kogel) van 100 °C had en een indringingsgetal van 17. De dikte van de op deze wijze aangebrachte lagen varieert van 0,5 tot 2 mm. Voor de koudstrijkbare asfalt werd white spirit als oplosmiddel gebruikt. Het gehalte aan oplosmiddel bedroeg 60 %. Dergelijke lagen hebben een dikte

van ca 0,2 mm. De leiding werd met een normale gronddekking van 1 m gelegd. Het gedeelte van de sleuf rondom de 3 gedeeltelijk van een bescherming voorziene buizen (de buizen a, b en c) is aangevuld met de uitgekomen grond. Daarbij is erop gelet, dat deze grond weer zoveel mogelijk in de oorspronkelijke toestand werd teruggebracht. De grond waarin de onbeklede proefstukken ter lengte van 2 m (de buizen e, f en g) zijn gelegd is met kalk behandeld. Daarbij is op de bodem van de sleuf kalk gestrooid, terwijl ook tijdens het aanvullen van de sleuf kalk aan de grond werd toegevoegd. Het aanvullen geschiedde in lagen van 15 à 20 cm. Tot 35 à 40 cm boven de bovenkant van de buizen is kalk toegevoegd. Er werd totaal 5 kg schelpkalk per m leiding verwerkt. Het kalkgehalte van deze kalk bedroeg 60%. Tijdens het leggen is zowel de niet als wel met kalk behandelde grond naast de buizen met een platte stamper aangestampt. Tussen de gedeeltelijk beschermde en de onbeschermden in met kalk behandelde grond gelegen buizen is een overgangsstuk (buis d) ter lengte van 2 m aangebracht. Dit overgangsstuk is niet van een bescherming voorzien. Het aanvullen van de sleuf ter plaatse van laatstgenoemde buis geschiedde op dezelfde wijze als bij de gedeeltelijk van een bescherming voorziene buizen.

Het was aanvankelijk de bedoeling om de twee jaar telkens een gedeeltelijk geasfalteerde buis en een buis van 2 m, die in de met kalk behandelde grond had gelegen, op te graven. Ten gevolge van de oorlog kon dit schema niet worden aangehouden.

3. Uitkomsten van het onderzoek

In bijlage 2, blz. 71, zijn de uitkomsten van het onderzoek van buizen afkomstig uit de beide proefleidingen uitvoerig besproken.

De met dit onderzoek bereikte resultaten zijn hieronder in het kort samengevat.

a. *Proefveld Langweer*

Het onderzoek van de monsters grond die tijdens de 3 verrichte opgravingen werden genomen, toonden aan dat de zuurgraad aan wisselingen onderhevig was. Bij de eerste opgraving, die kort na de oorlog in 1946 plaats vond, werden pH's gevonden van 7 en groter. De grond bleek toen in actieve sulfaatreductie te verkeren, vermoedelijk als gevolg van de hoge grondwaterstanden tijdens de laatste maanden van de oorlog en kort daarna. Bij de eerste opgraving hadden de buizen ca. 5 jaren in de grond gelegen. Gedurende deze periode heeft de grondwaterstand niet steeds boven de buizen ge-

staan, zodat in de eerste jaren ook beluchting heeft kunnen optreden, waardoor de grond agressief was op asbestcement. Dit bleek uit het onderzoek van de buizen afkomstig van de eerste opgraving. De onbeschermdede buisgedeelten vertoonden duidelijke aantasting, ook in het geval de omhullende grond met kalk behandeld was geweest; de aantasting van de buisgedeelten die waren beschermd met een warm aangebrachte dikke laag asfalt of met een dunne laag koudstrijkbare asfalt was gering. De dikke asfaltlaag vertoonde plaatselijk blazen; onder deze blazen was de buis aangetast.

De bij de onbeschermdede buizen geconstateerde aantasting was het sterkst in de zijkanten. De commissie achtte het niet onmogelijk dat dit veroorzaakt wordt door het aanstampen van de grond waardoor in de zijkanten een inniger contact ontstaat tussen de grond en de buiswand.

Om dit te onderzoeken werd de proefleiding na de eerste opgraving uitgebreid met een onbeschermdede buis. Bij het aanvullen van de sleuf werd langs een derde gedeelte van deze buis het aanstampen van de grond achterwege gelaten, over een derde gedeelte werd de sleuf aangevuld met zand om te voorkomen dat de buiswand in aanraking kwam met de agressieve grond, terwijl langs het resterende deel van de buis de grond normaal werd aangevuld. Bovendien werd de proefleiding uitgebreid met nog twee buizen, waarvan één voor de helft was gefluateerd en voor de helft was behandeld met koudstrijkbare asfalt, terwijl de andere buis voor de helft was behandeld met krijt en waterglas en voor de helft met krijt en cementwater. Dit had ten doel om na te gaan of op deze wijze ook een doelmatige bescherming kon worden verkregen. Deze buizen werden bij de tweede opgraving, na ruim 4 jaren in de grond te hebben gelegen, verwijderd tezamen met enkele oorspronkelijke buizen, die toen ca. 10 jaren oud waren.

Bij de tweede opgraving, die medio 1951 werd uitgevoerd, bleek de grond weer zuur te reageren; de pH lag in het algemeen tussen 5 en 6. Het onderzoek der opgegraven buizen toonde aan dat de aantasting van de onbeschermdede buizen sedert de vorige opgraving was toegenomen. De aantasting van buizen beschermd met asfalt is belangrijk minder dan van onbeschermdede buizen. Ook het met kalk behandelen van de grond bleek een zekere bescherming te geven. De aantasting van de met fluaat, met krijt en waterglas en met krijt en cement behandelde buizen was na 4 jaren reeds belangrijk, zodat van deze middelen geen bescherming van betekenis schijnt uit te gaan. Uit de wijze van aantasting van de buis, die gelegen had in de sleuf die over een derde van de lengte van de buis met zand was aangevuld en waarin de grond over een derde van deze lengte niet was aange-

stamp, bleek niet dat deze verschillende wijzen van aanvullen enige invloed hebben op de grootte en de wijze van aantasting.

Bij de derde opgraving, die medio 1955 plaats vond, werd wederom gevonden dat de grond zuur reageert; de pH schommelde om de 6. Uit het onderzoek van de opgegraven buizen, die ca. 14 jaren aan de inwerking van de grond hadden blootgestaan, bleek dat de aantasting sedert de vorige opgraving onder alle omstandigheden was toegenomen.

De onbeschermdde buizen waren echter belangrijk sterker aangetast dan de met asfalt beschermdde buizen.

Bij de buizen voorzien van een dikke asfaltlaag was de aantasting meer plaatselijk met diepe putten, en wel voornamelijk op de plaatsen waar zich in de bekleding blazen hadden gevormd. De aantasting van de onbeklede buizen, die in met kalk behandelde grond lagen, was nog wel minder dan van de onbeschermdde buizen maar het verschil was belangrijk minder dan bij de tweede opgraving.

b. Proefveld Daarlerveen

Ook in dit proefveld vond de eerste opgraving plaats nadat de proefbuizen ca. 5 jaren in de grond hadden gelegen. Reeds bij de eerste opgraving bleek, dat de aantasting in deze grond, die in het algemeen agressiever is dan te Langweer, bij onbeschermdde buizen sterker is dan bij met asfalt behandelde buizen. Bij de buizen voorzien van een dikke asfaltlaag was de aantasting weer opgetreden ter plaatse waar zich in de bekleding blazen hadden gevormd, terwijl de aantasting bij de met koudstrijkbare asfalt behandelde buizen meer gelijkmatig en oppervlakkiger was.

Na de eerste opgraving werden ook aan deze proefleiding enkele nieuwe buizen toegevoegd om de invloed van het aanstampen van de sleuf op de wijze van aantasting en het behandelen met fluaat nader te onderzoeken (afb. 2, uitslagblad). Bij de tweede opgraving hadden deze buizen ruim 3 jaren in de grond gelegen. De gefluateerde buis was toen reeds sterk aangetast, zodat ook hier werd geconstateerd dat behandeling met fluaat van weinig betekenis is. Evenmin werden duidelijke verschillen gevonden in de wijze van aantasting tussen de buisgedeelten gelegen in niet en wel aangestampte grond.

De aantasting van de onbeschermdde buisgedeelten bleek belangrijk groter dan van de met asfalt behandelde gedeelten, die bijna 10 jaren aan de inwerking van de grond hadden blootgestaan. Ook hier was een duidelijk verschil tussen de aantasting van onbeschermdde buizen en buizen gelegen in met kalk behandelde grond.

De derde opgraving vond medio 1955 plaats. De buizen hadden toen nagenoeg 14 jaren in het agressieve veen gelegen. Uit het onder-

zoek van de grondmonsters bleek, dat de pH van deze grond plaatselijk zeer laag kan zijn. Het onderzoek van de opgegraven buizen toonde aan dat de niet beschermde buizen over de gehele oppervlakte zeer sterk waren aangetast. De diepte van de aantasting lag gemiddeld tussen 5 à 6 mm. Bij de met asfalt beschermde buizen was de aantasting veel minder diep in de buiswand doorgedrongen. In de met kalk behandelde grond was de aantasting gemiddeld wel minder dan bij de onbeschermde buizen in onbehandelde grond, maar plaatselijk vertoonden de daaruit afkomstige buizen diepe putten. De aantasting van de met koudstrijkbare asfalt behandelde buizen was hier van dezelfde orde van grootte, maar bij deze bescherming was de aantasting veel regelmatig zonder diepe putten.

Ten einde na te gaan welke invloed de aantasting als gevolg van een 14-jarig verblijf in agressieve grond op de sterkte van de buizen heeft uitgeoefend, zijn de buizen afkomstig van de derde opgraving te Langweer en te Daarlerveen onderworpen aan de bij de keuring van nieuwe buizen gebruikelijke waterpersproef en ringdrukproef. De sterktecijfers gevonden voor de onbeschermde buizen waren in het algemeen lager dan voor de beschermde buizen. De hoogste waarden gaven de buizen die met een dikke asfaltlaag bekleed waren geweest; de cijfers gevonden bij de buizen voorzien van koudstrijkbare asfalt waren weliswaar lager, maar voldeden nog ruimschoots aan de eisen van het Rapport van de S.C.A.B.

Op grond van deze onderzoeken komt de commissie tot de volgende conclusies:

1. Zelfs in zeer agressieve gronden kan de aantasting van asbest-cementbuizen sterk worden beperkt door deze te voorzien van een asfaltlaag.
2. In verband met de eenvoudige wijze van aanbrengen geeft de commissie de voorkeur aan een behandeling met koudstrijkbare asfalt.
3. Hoewel de aantasting door deze bescherming niet geheel wordt voorkomen, is deze zo gering dat de sterkte van aldus behandelde buizen ook na langdurig verblijf in sterk agressieve grond niet noemenswaard is achteruitgegaan.
4. Het behandelen van de aanvullingsgrond met kalk geeft eveneens een zekere mate van bescherming, maar desondanks kan de aantasting plaatselijk belangrijk zijn. Bovendien valt moeilijk te voorspellen hoe lang de neutraliserende werking van de kalk aanhoudt.
5. Het fluateren, behandelen met krijt en waterglas en met krijt en cementwater heeft weinig betekenis als middel om aantasting te voorkomen.

6. Het aanbrengen van een zandomhulling om de buizen heeft eveneens weinig invloed op de aantasting van asbestcement-buizen.

4. Het asfalteren van asbestcementbuizen

De uitkomsten van het door de C.N.M.L. met behulp van de proefleidingen te Langweer en te Daarlerveen ingestelde onderzoek hebben dus de reeds door vele waterleidingdeskundigen gedeelde opvatting bevestigd, dat met behulp van een behandeling met koudstrijkbare asfalt een voldoende bescherming van asbestcement-buizen wordt verkregen. Het is echter van belang dat het aanbrengen van deze bescherming op zeer zorgvuldige wijze geschiedt, waarbij op het volgende dient te worden gelet.

Bij het aanbrengen moet de buiswand luchtdroog zijn. De buizen moeten worden voorzien van twee lagen koudstrijkbare asfalt. Daarvoor dient gebruik te worden gemaakt van geblazen bitumen opgelost in white spirit of een daarmee gelijkwaardig oplosmiddel.

De geblazen bitumen moet aan de volgende eisen voldoen:

verwekingspunt ring en kogel in °C. 80—95

indringingsgetal in tiende delen van een mm . 20—30

Het gehalte aan oplosmiddel moet 55—65 gewichtsprocenten bedragen.

5. Het beschermen van asbestcementbuizen met behulp van teer

In Nederland zijn enkele grote leidingen van beton met voorgespannen wapening, die in de laatste jaren zijn gelegd, beschermd met behulp van koolteer. Dit materiaal heeft het voordeel dat het door zijn kleine oppervlaktespanning dieper in de poriën van het beton doordringt, waardoor het op dit materiaal beter hecht. Hoewel betwijfeld moet worden of dit voordeel bij asbestcement met zijn belangrijk nauwere poriën nog van veel betekenis is, achtte de C.N.M.L. het toch van belang na te gaan of dit materiaal ook voor het behandelen van asbestcementbuizen voordelen biedt. Met het oog daarop hebben een tweetal bedrijven een aantal asbestcement-buizen van een te leggen nieuwe leiding voor een derde behandeld met koudstrijkbare asfalt, voor een derde met een teerprodukt en voor een derde onbehandeld gelaten. Deze buizen liggen in zuur reagerende gronden met een pH van ca. 5. Het ligt in de bedoeling deze buizen na verloop van tijd op te graven en op aantasting te onderzoeken.

6. Praktijkervaringen

Behoudens het onderzoek van asbestcementbuizen afkomstig uit de proefvelden van de Corrosie Commissie II en die van de opgravingen van de beide proefleidingen heeft de commissie zich na het verschijnen van het Rapport van de S.C.A.B. geregeld bezig gehouden met het onderzoek van haar ter ore gekomen gevallen van aantasting en de inspectie van korter of langer in de grond liggende asbestcementleidingen. Deze praktijkgegevens bevestigden steeds de opvatting van de commissie dat in zuur reagerende gronden met een pH kleiner dan 7 aantasting van asbestcementbuizen kan worden verwacht.

Inspectie van in dergelijke gronden gelegen leidingen voorzien van een bescherming van koudstrijkbare asfalt toonde opnieuw aan, dat door een dergelijke bescherming de aantasting voldoende wordt tegengaan.

HOOFDSTUK VI

GEDRAG VAN ASBESTCEMENTBUIZEN IN BRAK- EN ZOUTWATER

In verband met van enkele zijden ontvangen verzoeken om inlichtingen betreffende het gedrag van asbestcementbuizen ten opzichte van brak- en zoutwater, heeft de commissie zich ook met dit vraagstuk bezig gehouden.

Daartoe zijn in het laboratorium van het Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noordholland (P.W.N.) enkele onderzoeken verricht. Een aantal asbestcementringen, die vooraf waren gewogen, werd, na tot constant gewicht te zijn gedroogd, in een bak gevuld met zeewater gebracht. De ringen waren daarin zodanig geplaatst, dat het asbestcement vrij bleef van de wanden. Het zeewater werd elke week verversd terwijl de samenstelling enkele malen werd bepaald. Het chloorgehalte bedroeg ca. 17400 mg/l en het sulfaatgehalte ca. 2400 mg/l. In totaal zijn 8 ringen aan deze proef onderworpen. Op verschillende tijdstippen zijn telkens twee ringen uit de bak verwijderd. Nadat ze met gedestilleerd water waren schoongespoeld, werden ze tot constant gewicht gedroogd. Het dunne laagje van een steenachtig produkt, dat zich op de ringen had afgezet werd voor de definitieve weging verwijderd. De uitkomsten van deze wegingen zijn in tabel I samengevat.

Uit deze tabel blijkt dat de ringen ook na meer dan één jaar in zeewater te hebben verkeer, niet in gewicht zijn afgenomen. De kleine gewichtsvermeerdering moet worden toegeschreven aan de

Tabel I. *Uitkomsten van het onderzoek naar het gedrag van asbestcementbuizen onder invloed van zeewater*

Nummer van de ring	Gewicht van de ring na droging tot constant gewicht voor de proef in g	Duur van het bewaren van de ring in zeewater in weken	Gewicht van de ring na droging tot constant gewicht na de proef in g	Gewichtsvermeerdering in g
1	88,0	5	90,8	2,8
2	93,6	5	96,8	3,2
3	90,4	15	93,0	2,6
4	99,5	15	102,2	2,7
5	104,8	26	107,6	2,8
6	100,0	26	103,2	3,0
7	95,1	56	98,0	2,9
8	98,7	56	101,7	3,0

reeds genoemde afzettingen die ten slotte toch niet volledig waren te verwijderen. Ook het uiterlijk van de ringen bleek niet veranderd te zijn. Uit dit onderzoek is niet gebleken dat asbestcementbuizen enige nadelige invloed van zeewater ondervinden. De uitkomsten van deze proeven werden bevestigd door enkele ervaringen uit de praktijk.

In Friesland zijn door de Intercommunale Waterleiding Gebied Leeuwarden (I.W.G.L.) in 1933 te Blija en in 1944 te Ferwerd leidingen van asbestcement gelegd in grondwater dat zeer brak is. In deze leidingen is tot nu toe geen spoor van aantasting opgetreden.

Door de Waterleiding Maatschappij „Zuid-Beveland” is in september 1954 een zinker van asbestcementbuizen met een nominale middellijn van 100 mm gelegd door de Zandkreek ten behoeve van de watervoorziening van Noord-Beveland. Door een krabbend anker van een schip is deze zinker plaatselijk beschadigd. De beschadigde buizen zijn door een duiker door nieuwe vervangen. Van de oude beschadigde buizen is in juli 1956 een stuk naar boven gebracht. Dit stuk, dat dus bijna 2 jaren in het zoute water van de Zandkreek had gelegen, is beproefd op de wijze als nieuwe buizen worden onderzocht. De uitkomsten van dit onderzoek zijn in tabel II vermeld. Uit deze tabel blijkt dat de cijfers gevonden voor de me-

Tabel II. *Uitkomsten van het mechanisch onderzoek van een asbestcementbuis, die ca 2 jaren in zeewater heeft gelegen*

Proef	Eis rapport S.C.A.B.	Resultaat beproeving
<i>Waterpersproef</i> treksterkte in kg/cm ²	200	307
<i>Ringdrukproef</i> ringdruksterkte in kg/cm ²	450	862 898 886 882
gemiddeld		

chanische sterkte van het onderzochte buisfragment zeer hoog zijn vergeleken met de waarden, die gemiddeld bij de keuring van nieuwe buizen worden gevonden. Ook dit onderzoek toont aan dat ten gevolge van een verblijf in zeewater de eigenschappen van asbestcement zeker niet achteruitgaan maar vermoedelijk zelfs beter worden.

Op Schouwen-Duiveland waren reeds voor de inundatie van het

eiland tijdens de laatste oorlogsjaren verschillende leidingen van asbestcement gelegd. Deze zijn dus geruime tijd aan de inwerking van zout water blootgesteld geweest. Ook in het bij de stormramp van 1953 overstroomde gebied bevonden zich leidingen van dit materiaal. Bij daarna verrichte opgravingen is gebleken, dat deze buizen nog in uitstekende staat verkeerden en geen enkele nadelige invloed hadden ondervonden van het zoute water.

ONDERZOEK NAAR HET VERLOOP VAN DE STERKTE VAN ASBESTCEMENTBUIZEN BIJ TOENEMENDE OUDERDOM

1. Inleiding

In een artikel van M. Romanoff en I. H. Denison dat is gepubliceerd in „Corrosion” van mei 1954 wordt een verslag gegeven van veldproeven, waarbij monsters asbestcementbuis gedurende perioden tot een duur van 13 jaren aan 15 verschillende soorten grond werden blootgesteld. De invloed van de inwerking van deze grondsoorten op de asbestcementbuismonsters werd na 2, 7, 9, 11 en 13 jaren bepaald door vast te stellen tot welke diepte de buiswand zacht was geworden, zomede door deze monsters te onderwerpen aan waterspers- en buigproeven. Bovendien werden de wateropneming en het gewicht van deze proefstukken bepaald. De uitkomsten van deze onderzoeken zijn vergeleken met de resultaten van overeenkomstige proeven die uitgevoerd zijn met monsters buis die niet ingegraven zijn geweest. Deze monsters zijn voor het inzetten van de veldproeven uit de buizen gezaagd, waaruit ook de monsters die voor de veldproeven bestemd waren, zijn genomen. Gedurende de tijd dat de veldproeven voortduurden, waren ze normaal opgeslagen. De onderzoekers komen in het algemeen tot dezelfde gevolgtrekkingen als de commissie. Ook zij zijn van mening dat in zure gronden aantasting van onbeschermd asbestcementbuizen is te verwachten.

Bovendien zou uit de vergelijkende waterspers- en buigproeven gebleken zijn dat de sterkte van asbestcementbuizen door het nog voortduren van het verhardingsproces de eerste 9 jaren blijft toenemen. Daarna zou echter, onafhankelijk van het al of niet optreden van aantasting, de sterkte weer afnemen. Deze sterktevermindering na ca. 9 jaren in de grond te hebben gelegen wordt door de onderzoekers beschouwd als een soort verouderingsverschijnsel. Deze achteruitgang door veroudering zou in agressieve gronden versterkt worden door de aantasting. Hoewel de teruggang van de sterkte van sommige buismonsters na 13 jaren zo groot bleek te zijn, dat voor de treksterkte en de buigtreksterkte waarden werden gevonden die lager waren dan de oorspronkelijke waarden, lagen deze toch nog ruimschoots boven de in Amerika vereiste minimum sterkten.

In verband met deze publicatie besloot de commissie enkele

buizen van de oudste in ons land voorkomende leidingen op te graven en deze te onderwerpen aan de verschillende proeven, die voor de keuring van nieuwe buizen zijn voorgeschreven.

2. Onderzoek van oude asbestcementbuizen met een binnenmiddellijn van 175 mm afkomstig van de Intercommunale Waterleiding Gebied Leeuwarden

In juni 1956 werden in Friesland in het voorzieningsgebied van de I.W.G.L. op 2 plaatsen enkele asbestcementbuizen opgegraven. De opgravingen vonden plaats te Holwerd en Oosterzee. De leiding te Holwerd was in 1935 gelegd, die te Oosterzee in 1933. Beide leidingen waren onbeschermd. Deze leidingen bestonden uit buizen inwendig \varnothing 175 mm, klasse 15. Op beide plaatsen werden van de uitgekomen grond monsters genomen. De uitkomsten van het onderzoek van deze monsters zijn in tabel III opgenomen.

Tabel III. *Uitkomsten van het onderzoek van de monsters grond afkomstig van de opgraving van enkele buizen te Holwerd en Oosterzee*

Herkomst van het monster	Aard van de grond	pH natte grond	H ₂ S	FeS ₂	S	HCO ₃ ' en CO ₃ '
<i>Holwerd</i>						
<i>buis 1</i>						
tegen de buis	grijze zeeklei met fijne schelpkalk	8,2	neg.	neg.	neg.	pos.
30 cm uit de buis	idem	7,9	neg.	neg.	neg.	pos.
tegen de buis	idem	8,1	neg.	neg.	neg.	pos.
30 cm uit de buis	idem	8,4	neg.	neg.	neg.	pos.
<i>buis 2</i>						
tegen de buis	grijze zeeklei met fijne schelpkalk	8,1	neg.	neg.	neg.	neg.
30 cm uit de buis	idem	8,5	neg.	neg.	neg.	neg.
tegen de buis	idem	8,0	neg.	neg.	neg.	neg.
30 cm uit de buis	idem	7,9	neg.	neg.	neg.	neg.
<i>Oosterzee</i>						
<i>buis 1</i>						
tegen de buis	donker veen	6,0	neg.	neg.	neg.	neg.
30 cm uit de buis	idem	6,6	neg.	neg.	neg.	neg.
tegen de buis	donker tot zwart veen	5,9	neg.	neg.	neg.	neg.
30 cm uit de buis	idem	6,0	neg.	neg.	neg.	neg.
<i>buis 2</i>						
tegen de buis	donker veen	6,5	neg.	neg.	neg.	neg.
30 cm uit de buis	idem	6,8	neg.	neg.	neg.	neg.
tegen de buis	idem	6,1	neg.	neg.	neg.	neg.
30 cm uit de buis	idem	6,8	neg.	neg.	neg.	neg.

Zoals uit deze tabel blijkt, bestaat de grond te Holwerd uit gebufferde zeeklei die niet agressief is ten opzichte van asbestcement; de grond te Oosterzee heeft een pH lager dan 7 en is dus wel agressief ten opzichte van asbestcement. De te Holwerd opgegraven buizen vertoonden, althans op het oog, geen spoor van aantasting. Op de buizen afkomstig van Oosterzee bevonden zich donkerbruine plekken, die op aantasting duiden. Uit alle opgegraven buizen werden 2 buigproefstukken, 3 ringdrukproefstukken en 2 proefstukken voor het uitvoeren van de waterpersproeven gezaagd. De proefstukken afkomstig van één buis van elke opgravingsplaats werden 1 dag na het opgraven aan de normale keuringsproeven onderworpen, de proefstukken vervaardigd uit de twee andere buizen werden gedurende 4 dagen onder water bewaard, waarna zij eveneens werden beproefd. De uitkomsten van deze proeven zijn in tabel IV samengevat, waarbij tevens de overeenkomstige cijfers zijn opgenomen, die de S.C.A.B. destijds heeft gevonden bij de beproefing van buizen van overeenkomstige afmetingen. Deze beproevingen dienden om na te gaan welke eisen in dit opzicht aan asbestcementbuizen konden worden gesteld. De in de keuringseisen van het rapport van de S.C.A.B. voorgeschreven minimum sterkten zijn op de uitkomsten van deze beproevingen gebaseerd. Daar deze proeven dus zijn verricht met buizen eveneens afkomstig uit de tijd dat er nog geen keuringseisen waren, kunnen de daarbij gevonden sterktecijfers als een goede vergelijkingsbasis dienen.

Tabel IV. *Uitkomsten van de beproefing van ca. 20 jaren oude asbestcementbuizen afkomstig van de opgravingen te Holwerd en Oosterzee*

Proef	Eis volgens rapport S.C.A.B.	Proef buis S.C.A.B. 175 × 15 mm	Aanduiding van de onderzochte buizen			
			Holwerd		Oosterzee	
			buis 1	buis 2	buis 1	buis 2
<i>Waterpersproef</i> treksterkte in kg/cm ² *	ten	208	338	314	303	339
	minste	207	356	323	255	304
	160	210				
gemiddeld		208	347	318	279	321
<i>Buigproef</i> buigtreksterkte in kg/cm ²	ten					
	minste	268	388	337	350	353
	225					
<i>Ringdrukproef</i> ringdruksterkte in kg/cm ²	ten	602	645	742	713	672
	minste		725	767	613	694
	450		767	807	636	732
gemiddeld			712	772	654	699

* Berekend met volledige wanddikte.

De fragmenten overgebleven van de buigproeven zijn opgezonden naar het Waterleidinglaboratorium Midden Nederland, waar zij werden onderworpen aan de afkrabproef ter bepaling van de mate van aantasting. De resultaten van deze proeven zijn in tabel V samengevat.

Tabel V. *Uitkomsten van het onderzoek op aantasting van de asbestcementbuizen afkomstig van de opgraving te Holwerd en Oosterzee*

Herkomst van de onderzochte buis	Wijze van aantasting van liet onderzochte gedeelte	Hoeveelheid afgekrabd asbest per 500 cm ² in g	Max. diepte van de aantasting in mm
<i>Holwerd</i> <i>buis 1</i>	praktisch niet	4,1	—
	over het gehele oppervlak in zeer geringe mate	8,5	—
	gelijkmatig over het gehele oppervlak in zeer geringe mate	16,7	—
<i>Oosterzee</i> <i>buis 1</i>	onderkant matig, bovenkant op 2 plaatsen vrij sterk, zijkanten praktisch niet	33,5	5,9
	onderkant plaatselijk vrij sterk, bovenkant sterk, zijkanten praktisch niet	53,7	7
	onderkant plaatselijk en gehele bovenkant sterk, zijkanten praktisch niet	73,1	6,7

Zoals uit deze tabel blijkt zijn de buizen afkomstig van Holwerd vrijwel gaaf gebleven, terwijl die te Oosterzee in het algemeen sterke aantasting vertoonden.

Ondanks de opgetreden vrij sterke aantasting ligt de sterkte van de buizen opgegraven te Oosterzee nog ruimschoots boven de waarden, die door de S.C.A.B. bij de beproeving van overeenkomstige buizen werd gevonden. De buizen afkomstig van Holwerd, die praktisch niet waren aangetast vertoonden in alle opzichten nog een aanzienlijk grotere sterkte. Een teruglopen van de sterkte als gevolg van veroudering tot zelfs beneden de oorspronkelijke sterkte werd hier, ook na een verblijf in de grond van 21 resp. 23 jaren, niet geconstateerd.

3. Onderzoek van oude asbestcementbuizen met een binnenmiddellijn van 100 mm afkomstig van de Waterleidingmaatschappij Oost-Brabant

In Oss bevindt zich één van de oudste asbestcementleidingen die

daar in 1934—1935 door het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening (R.v.D.) is gelegd voor het Gemeentelijk Licht- en Waterbedrijf 's-Hertogenbosch, dat eerstgenoemde gemeente van water voorzag. Het R.v.D. besloot eerst tot toepassing van dit materiaal, dat in Nederland nog vrijwel niet was gebruikt, over te gaan nadat de fabrikant zich bereid had verklaard, daarvoor een garantie af te geven waarbij hij zich verplichtte de leiding door een leiding van ander materiaal te vervangen indien na 10 jaren zou blijken dat de leiding niet volkomen in goede staat zou zijn gebleven.

In juli en oktober 1956 zijn op verschillende plaatsen in totaal 5 buizen opgegraven. Deze buizen, die een nominale middellijn hadden van 100 mm en behoorden tot klasse 15, zullen hier verder worden aangeduid als de buizen A, B, C, D en E. De buizen A, D en E behoorden tot de door het R.v.D. in 1934 gelegde leiding en waren bij de opgraving dus 22 jaren oud. De buizen B en C zijn in 1937 vervaardigd en gelegd en waren dus 19 jaren oud. Gelijktijdig met het verwijderen van de buizen werden grondmonsters genomen. Uit het onderzoek van deze monsters bleek dat de grond uit zand bestond, waarvan de pH tussen 7 en 8 varieerde. De grond is dus niet agressief ten opzichte van asbestcement. De opgegraven buizen toonden dan ook geen spoor van aantasting. De buizen werden reeds de dag na de opgraving aan de gebruikelijke keuringsproeven onderworpen nadat ze ca. 15 uren onder water waren bewaard. De uitkomsten van deze beproevingen zijn in tabel VI opgenomen. Verge-

Tabel VI. *Uitkomsten van de beproefing van ca. 20 jaren oude asbestcementbuizen afkomstig van de opgravingen te Oss*

Proef	Eis van rapport S.C.A.B.	Proefbuis S.C.A.B. 100 × 12 mm	Aanduiding van de onderzochte buizen				
			A	B	C	D	E
<i>Waterpersproef</i> treksterkte in kg/cm ²	ten	175	289	302	337	260	238
	minste	189	287	312	298		260
	160	168					257
	gemiddeld	177	287	307	319	260	252
<i>Buigproef</i> buigtreksterkte in kg/cm ²	ten						
	minste	325	326	351	n.b.	297	n.b.
	225						
<i>Ringdrukproef</i> ringdruksterkte in kg/cm ²	ten	599	718	564	916	725	590
	minste		653	788	925	700	580
	450		688	676			572
	gemiddeld		686	676	920	713	581

n.b. = niet bepaald

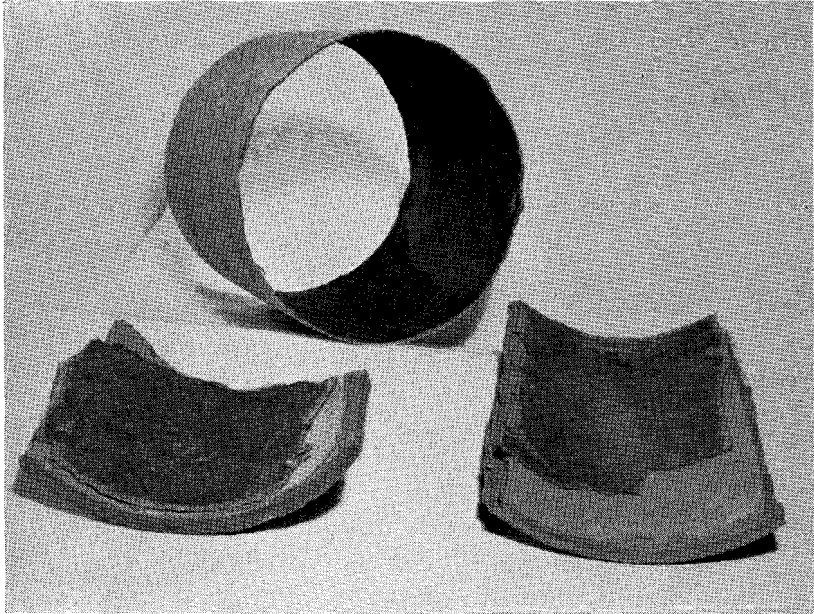
lijkt men de gevonden sterktecijfers weer met de uitkomsten van die door de S.C.A.B. verrichte proefnemingen dan blijkt ook nu weer, dat de buizen na 20 jaren verblijf in de grond in het algemeen belangrijk in sterkte zijn toegenomen. Nadat de sterkteproeven waren voltooid, zijn enkele stukken aan de afkrabproef onderworpen. Daarbij bleek, dat de buizen zeer zwak en gelijkmatig waren aangetast, zonder dat zich putten hadden gevormd.

Ook uit het onderzoek van de buizen afkomstig van de in 1934 te Oss gelegde leiding blijkt dus niets van achteruitgang van de sterkten van het materiaal als gevolg van veroudering.

4. Onderzoek van oude asbestcementbuizen met een binnenmiddellijn van 200 mm afkomstig van het Gemeentelijk Licht- en Waterbedrijf 's-Hertogenbosch

Zoals op blz. 18 van het rapport van de S.C.A.B. is vermeld, heeft het Gemeentelijk Licht- en Waterbedrijf 's-Hertogenbosch in 1931 bij wijze van proef een 400 m lange asbestcementleiding van 200 mm, klasse 20, gelegd. Dit was de eerste leiding van dit materiaal, die in Nederland werd gelegd. In oktober 1949 heeft het bedrijf deze leiding verwijderd; de van deze leiding afkomstige buizen hebben sindsdien in het magazijn van dit bedrijf opgeslagen gelegen. Het bedrijf stelde enkele van deze buizen beschikbaar voor een nader onderzoek. De buizen zagen er uitwendig goed uit en vertoonden geen tekenen van aantasting. Ten einde na te gaan of deze buizen, na ca. 18 jaren te hebben dienst gedaan, in sterkte waren achteruitgegaan, werden zij onderworpen aan de keuringsproeven.

Bij het beproeven kwam aan het licht dat inwendig een laag van ca. 1 mm dikte over de volle omtrek los lag. Deze laag vormde een cilinder, die voornamelijk uit asbestvezels bleek te bestaan. Een foto van een deel van deze cilinder geeft afb. 4. De buis bleek dus inwendig aangetast te zijn. De aantasting zette zich ook onder de cilinder nog over enkele millimeters voort. Deze aantasting is goed te verklaren daar het water van 's-Hertogenbosch ten tijde dat de leiding werd gelegd nog niet werd ontzuurd en dus zeer agressief was. Mogelijk heeft de thans losliggende laag nadat tot ontzuring is overgegaan uit het ontzuurde water weer kalk opgenomen waardoor deze laag enigszins is verhard. Na het verwijderen van de leiding zijn de buizen in een loods opgeslagen, waardoor ze meer of minder zijn uitgedroogd. Vermoedelijk is daarbij de binnenste laag die aan de buitenlucht was blootgesteld sterker gekrompen dan het overige gedeelte van de buizen, waardoor deze is los komen te liggen. Aangenomen kan worden, dat de los liggende laag niet meer bijdraagt



Afb. 4. Losliggende laag als gevolg van inwendige aantasting

aan de sterkte van de buis. Bij de bepaling van de breuksterkten uit de beproevingsresultaten is daarvan uitgegaan. De dikte van de los liggende laag is dus niet bij de wanddikte meegeteld.

De uitkomsten van deze beproeving zijn in tabel VII vermeld.

Zoals uit deze tabel blijkt, liggen de cijfers van de 26 jaren oude buizen voor de treksterkte en ringdruksterkte aanmerkelijk hoger dan door de S.C.A.B. indertijd gevonden is bij buizen van overeenkomstige afmetingen en klassen en waarop de vereiste minimum sterkten werden gebaseerd. De buigtreksterkte was gemiddeld gelijk gebleven. Ook uit dit onderzoek blijkt, dat de sterkte van asbestcementbuizen zeker niet achteruitgaat indien zij langer dan 12 jaren dienst hebben gedaan.

5. Onderzoek van oude asbestcementbuizen afkomstig van het Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noordholland

Op verzoek van de commissie stelde ook het P.W.N. enkele buizen van de oudste in haar voorzieningsgebied voorkomende asbestcement-

Tabel VII. *Uitkomsten van de beproeving van enkele 26 jaren oude buizen afkomstig van het Gemeentelijk Licht- en Waterbedrijf 's-Hertogenbosch*

Proef	Eis van het rapport S.C.A.B.	Proefbuis S.C.A.B. 200 × 23 mm	Aanduiding van de onderzochte buizen		
			A	B	C
<i>Waterpersproef</i> treksterkte in kg/cm ²	ten minste 160	150	226	366	279
		192	261	265	273
		157			
gemiddeld		166	244	315	276
<i>Buigproef</i> buigtreksterkte in kg/cm ²	ten minste 225	315	353	314	295
<i>Ringdrukproef</i> ringdruksterkte in kg/cm ²	ten minste 450		663	777	572
		501	567	692	562
			569	674	550
		501	599	714	561

leidingen beschikbaar voor een onderzoek naar de invloed van de inwerking van de grond op het verloop van de sterkte van deze buizen.

In september 1956 werden 3 buizen van 100 mm, klasse 15 opgegraven te Assendelft en een gelijk aantal van 150 mm, klasse 15 te Edam. De leiding te Assendelft is in 1933 gelegd en dus 23 jaren oud, die te Edam stamt uit 1934 en heeft derhalve 22 jaren in de grond gelegen. Gelijkzeitig werden grondmonsters genomen. Het onderzoek van de grondmonsters gaf de in tabel VIII vermelde uitkomsten.

Tabel VIII. *Uitkomsten van het onderzoek van de monsters grond afkomstig van de opgravingen te Assendelft en te Edam*

Herkomst van het monster	Aard van de grond	pH natte grond	H ₂ S	FeS ₂	S	HCO ₃ ' en CO ₃ ''
Assendelft	zand met vliegias	5,5 *	neg.	neg.	neg.	neg.
Edam	idem	7,5	neg.	neg.	neg.	zw. pos.

* De lage pH kan ontstaan zijn door oxydatie van de door sulfaatreductie gevormde producten.

Zoals uit deze tabel blijkt is de grond te Assendelft, waaruit de buizen van 100 mm afkomstig zijn, agressief ten opzichte van asbestcement, terwijl de buizen van 150 mm te Edam gelegen hebben in voor deze buizen onschuldige grond.

Nadat de buizen gedurende een week onder water waren bewaard, zijn ze onderworpen aan de gebruikelijke mechanische keuringsproeven. Daar de buizen van 100 mm sterk waren aangetast, zijn alle proefstukken gemaakt uit een van deze buizen (buis C) zover afgedraaid, dat geheel onaangetast materiaal overbleef. Daartoe moesten van de proefstukken voor de persproeven maximaal 5,3 mm, voor de buigproeven 6,15 mm en voor de ringdrukproeven maximaal resp. 4,6, 5,6 en 6,1 mm van de wand worden afgenomen. De aantasting bleek dus maximaal 6,15 mm in het materiaal te zijn doorgedrongen. Door deze buis aldus te beproeven, kon de sterkte van het zuivere asbestcement, dus zonder de invloed van de door de corrosie veroorzaakte verzwakking worden bepaald. De uitkomsten van deze beproevingen zijn in tabel IX weergegeven, waarin ter vergelijking tevens de waarden zijn opgenomen, die de S.C.A.B. destijds bij de beproeving van buizen van overeenkomstige afmetingen heeft gevonden.

Tabel IX. *Uitkomsten van de beproeving van oude asbestcementbuizen afkomstig van het Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noordholland*

Proef	Eis volgens rapport S.C.A.B.	Proefbuizen S.C.A.B.		Aanduiding van de onderzochte buizen					
		100 × 12 mm	150 × 15 mm	Assendelft 100 × 12 mm			Edam 150 × 13 mm		
				A	B	C	A	B	C
<i>Waterpersproef</i> treksterkte in kg/cm ²	ten minste 160	175	208	213	163	285	254	217	226
		189	207	177	222	(119)*	186		217
		168	210						
gemiddeld		177	208	195	192	285	220	217	221
<i>Buigproef</i> buigtreksterkte in kg/cm ²	ten minste 225	325	247	272	215	514	270	286	342
<i>Ringdrukproef</i> ringdruksterkte in kg/cm ²	ten minste 450	599	589	438	462	837	567	466	709
				486	463	923	510	539	630
				490	437	1015	518	571	594
		gemiddeld			471	454	925	531	525

* Vermoedelijk gescheurd geweest.

Opvallend zijn de hoge sterktecijfers die worden gevonden bij de buis van 100 mm, waarvan de aangetaste laag door afdraaien was verwijderd. De breukspanningen van het zuivere asbestcement moeten dus wel sterk zijn toegenomen. De uitkomsten van de beide andere

buizen van 100 mm zijn belangrijk lager. Hoewel deze buizen zeer sterk waren aangetast, voldeden de uitkomsten gemiddeld nog ruimschoots aan de eisen van het rapport van de S.C.A.B.

De uitkomsten van de mechanische beproeving van de buizen van 150×13 mm, die in niet-agressieve grond hebben gelegen, zijn voor wat betreft de persproef en de buigproef hoger dan de overeenkomstige door de S.C.A.B. gevonden sterktecijfers voor een buis van 150×15 mm; de ringdruksterkte van de buizen A en B is echter lager dan door de S.C.A.B. werd gevonden, de buis C geeft echter weer veel hogere uitkomsten.

De uitkomsten van de beproeving van de buizen van 150×13 mm zijn vrijwel steeds hoger dan van de beide buizen van 100 mm, die in normale toestand werden beproefd. Deze uitkomsten voldoen dus eveneens volledig aan de eisen van het rapport van de S.C.A.B.

Ter bepaling van de mate van aantasting zijn de fragmenten van de buigproefstukken, vervaardigd uit de buizen A en B van beide afmetingen, nog onderworpen aan de afkrabproef. De uitkomsten van dit onderzoek zijn samengevat in tabel X.

Tabel X. *Uitkomsten van het onderzoek op aantasting van de asbestcementbuizen afkomstig van de opgraving te Assendelft en Edam*

Herkomst en aanduiding van de onderzochte buis	Wijze van aantasting van het onderzochte gedeelte	Hoeveelheid afgekrabd asbest per 500 cm ² in g	Max. diepte van de aantasting in mm
<i>Assendelft</i> buis A	over het gehele oppervl. zeer sterk idem	223 148	7,3 5,5
buis B	ca. de helft van het oppervlak zeer sterk, overige gedeelte matig ca. éénderde matig, overige gedeelte sterk	205 176	11,7 9,8
<i>Edam</i> buis A	over het gehele oppervl. zeer zwak idem	14,8 11,8	— —
buis B	practisch niet idem	5,3 6,3	— —

Deze tabel toont aan, dat de buizen afkomstig uit Assendelft zeer sterk aan aantasting onderhevig zijn geweest; de buizen afkomstig uit Edam zijn practisch niet aangetast. Deze uitkomsten zijn in overeenstemming met de uitkomsten van het grondonderzoek.

6. Conclusies naar aanleiding van het onderzoek van oude asbestcementbuizen

Uit het onderzoek van de asbestcementbuizen afkomstig van de oudste in Nederland voorkomende leidingen is het volgende gebleken.

1. De buizen die niet door corrosie zijn verzwakt bezitten na een 20 à 25 jaarig verblijf in de bodem een sterkte die in het algemeen belangrijk hoger is dan de sterkte die destijds door de S.C.A.B. voor nieuwe in dezelfde tijd vervaardigde buizen werd gevonden. Op grond hiervan kan worden aangenomen dat de sterkte van de asbestcementbuizen na een verblijf van 20 à 25 jaren in de bodem aanzienlijk is toegenomen.
2. De door de Amerikaanse onderzoekers geconstateerde sterktevermindering die als gevolg van veroudering na 9 jaren zou intreden is bij de door de commissie onderzochte buizen, zo ze al mocht zijn opgetreden, in ieder geval van weinig betekenis geweest. De sterkte van deze buizen is immers, 10 à 15 jaren na dat de sterktevermindering zou moeten zijn ingezet, nog zo weinig gedaald, dat de sterktecijfers nog belangrijk hoger zijn dan ten tijde van het leggen van de buizen. Het optreden van een sterktevermindering van asbestcementbuizen na ca. 9 jaren aan de inwerking van de bodem te hebben blootgestaan als gevolg van veroudering moet, althans onder de in Nederland voorkomende omstandigheden, dan ook sterk in twijfel worden getrokken.
3. De buizen, die sterk zijn aangetast (zie tabel IX en X buizen A en B Assendelft), beantwoorden desondanks nog nagenoeg geheel aan de mechanische sterkte-eisen.

BESCHADIGING VAN ASBESTCEMENTBUIZEN DOOR TRANSPORT

Na het verschijnen van het Rapport van de S.C.A.B. is het enige malen voorgekomen, dat zich moeilijkheden voordeden met nieuwgelegde leidingen van asbestcement. Bij het persen van dergelijke leidingen komt het voor dat een aantal buizen bezwijkt, waarbij meestal schaalvormige stukken uit de buis springen. Bij een nader ingesteld onderzoek kwam aan het licht dat een aantal buizen aan het spie-einde over een lengte van ongeveer 10 cm waren gescheurd. Eén van deze buizen is op een persbank geperst, waarbij de buis bij een druk van 9 at over een lengte van ca. 1 m scheurde. Op ca. 0,50 m van het gescheurde einde vertoonde de scheur een splitsing, die de inleiding kan zijn tot het uit de buis springen van een schaal. Nadat deze buis tot ca. 3 m was ingekort, waardoor het beschadigde gedeelte was afgevallen, werd opnieuw een persproef verricht. Bij deze proef bezweek de buis eerst bij 29 at. Ook het onderzoek van enkele andere bij het persen bezweken buizen leidde tot dezelfde resultaten. De sterktecijfers van de niet beschadigde gedeelten van deze buizen voldeden ruimschoots aan de eisen. Uit de van de bedrijven, waar zich deze bezwaren voordeden, ontvangen gegevens bleek dat bij het persen van de nieuwgelegde leidingen dergelijke breuken steeds optraden bij een druk gelegen tussen ca. 5 en 10 at. Ook werd de ervaring opgedaan, dat, indien een leiding, waarin op dergelijke wijze beschadigde buizen voorkomen, zorgvuldig wordt geperst, de beschadigde buizen achtereenvolgens bezwijken, waarna de overblijvende buizen geen verdere moeilijkheden meer geven.

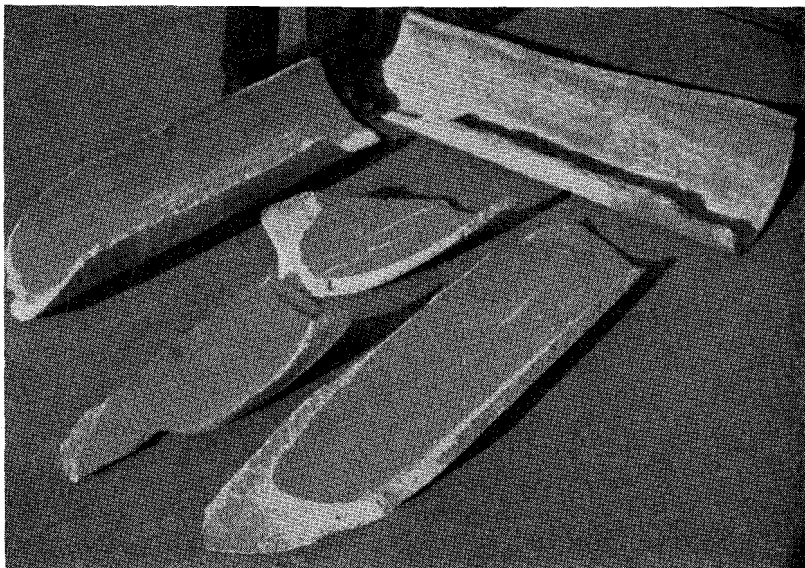
Het is ook enige keren voorgekomen dat tijdens het op druk beproeven van nieuw gelegde asbestcementleidingen een stuk uit een buis sprong zonder dat een tot één van de uiteinden doorlopende scheur aanwezig was. Ten einde omtrent het ontstaan van een dergelijke beschadiging meer inzicht te verkrijgen is in maart 1957 een nader onderzoek ingesteld. Begonnen is met het onder een druk van 17 at persen van 10 willekeurig gekozen buizen met een nominale doorlaat van 300×25 mm, klasse 15. Nadat alle buizen deze druk goed hadden doorstaan zijn zij gestapeld, zoals op afb. 5 is weergegeven. Nadat de klossen, die rechts tegen de onderste buis waren aangebracht, waren verwijderd, viel de stapel uiteen op de wijze zoals op afb. 6 is te zien. Een nadere inspectie leerde dat de bovenste



Afb. 5. Gestapelde proefbuizen na het persen op 17 at.



Afb. 6. De buizen na het wegtrekken van de klossen



Afb. 7. Enkele scherven afkomstig uit de beschadigde buizen na het opnieuw persen

buis en een buis uit de op één na onderste rij, met het oog zichtbaar, waren gescheurd.

Vervolgens zijn alle buizen opnieuw op een druk van 17 at geperst. De beide gescheurde buizen sprongen onder een druk van enkele atmosferen stuk. Afb. 7 geeft een aantal scherven van de stukgesprongen buizen. Het voorste stuk vertoont duidelijk de typische „schelpvormige” breuk, die kenmerkend is voor het springen van beschadigde asbestcementbuizen die onder druk worden gebracht.

Op grond van deze ervaringen en beproevingen moet het wel als vaststaand worden aangenomen, dat de ondervonden moeilijkheden het gevolg zijn van onoordeelkundig transport of gebrekkige opslag, waardoor de buizen beschadigingen hebben opgelopen. In verband hiermede is het van groot belang, dat de grootste zorg aan het transport en de opslag wordt besteed.

VERBINDINGEN

1. Simplexkoppelingen

In het rapport van de S.C.A.B. worden in § 1 van Hoofdstuk VIII de verschillende typen koppelingen besproken die voor het verbinden van asbestcementbuizen zijn ontwikkeld. Aan de Simplexkoppeling, die bestaat uit een manchet van asbestcement die tegen de buizen met behulp van 2 ringen is afgedicht, werd de voorkeur gegeven. Deze koppeling heeft in Nederland dan ook vrijwel algemeen toepassing gevonden en heeft over het geheel genomen op zichzelf goed voldaan. Het is daartoe echter nodig dat zowel de binnenmiddellijn van de manchet als de buitenmiddellijn van de afgedraaide uiteinden van de buizen nauwkeurig aan de maat zijn. De toe te laten maatafwijkingen zijn dus gering. Is de spleet tussen manchet en buizen te nauw dan is de verbinding niet te maken, is deze ruimte te groot dan wordt geen goede afdichting verkregen. Ter voorkoming van deze moeilijkheden is het derhalve noodzakelijk om bij de fabricage en de keuring voortdurend aandacht aan de maatvoering te besteden.

2. Rubberringen

Omstreeks 1949 is door enkele waterleidingbedrijven een verschijnsel geconstateerd dat tot dan toe nog niet bekend was. Bij deze bedrijven kwam aan het licht dat de rubberringen uit de Simplexkoppelingen van asbestcementbuizen aan de zijden die met het leidingwater in aanraking zijn een typische aantasting vertonen. Over dit verschijnsel werd met het Rubberinstituut T.N.O. te Delft contact opgenomen. Dit instituut veronderstelde dat de aantasting van de ringen van oxydatieve aard was en meende dat behalve oxydatie nog een uitwendige factor in het spel moest zijn welke in het leidingwater werd gezocht. Hierbij werd gedacht aan aantasting door microorganismen.

Ten einde dit na te gaan is onder leiding van wijlen Prof. Dr. Kluyver een onderzoek ingesteld door het Microbiologisch Laboratorium van de Technische Hogeschool te Delft. Daartoe werd o.a. een rubberring onderzocht, die afkomstig was uit een asbestcementleiding van het P.W.N. te Landsmeer, terwijl ook het water dat in de desbetreffende koppeling stond, werd afgetapt. Uit het onderzoek

van deze ring en van het afgetapte water werd echter generlei aanwezig gevonden, die erop zou wijzen dat voor de aantasting van rubberingen micro-organismen verantwoordelijk zijn.

Een in 1951 door het P.W.N. verrichte proef met behulp van een doorzichtige Simplexkoppeling vervaardigd van plexiglas toonde aan dat weliswaar een zekere stroming in de ruimte tussen de buizen en de Simplexkoppeling optreedt, maar gaf geen enkele steun aan de veronderstelling dat de aantasting van de rubberring door deze stromingsverschijnselen zou kunnen zijn veroorzaakt.

Ten einde na te gaan of de aantasting soms veroorzaakt zou kunnen zijn door in het langs de rubberringen wervelende water aanwezige zanddeeltjes, heeft het Waterleidinglaboratorium Zuid, een proef genomen waarbij een rubberring op dezelfde wijze om een cilindervormige kern was gespannen en tussen twee platen was ingeklemd als dit in een Simplexkoppeling bij asbestcementbuizen het geval is. Vervolgens werd deze rubberring aan de schurende werking van een krachtige waterstroom, die door een zandlaag werd gespoten, blootgesteld. Het geheel was opgesteld in een glazen bak, zodat duidelijk waarneembaar was, dat langs de randen van de rubberring sterke wervelingen van het zand-watermengsel optraden. Hoewel deze proef 3 maanden lang is voortgezet, was bij de beëindiging er van geen spoor van mechanische beschadiging te ontdekken. Ook op deze wijze was geen verklaring voor de geconstateerde aantasting te geven.

Nadat bekend was geworden dat de rubberringen uit de Simplexkoppelingen van asbestcementbuizen de kans lopen te worden aangetast, kwamen steeds meer dergelijke gevallen aan het licht. Vele bedrijven die aanvankelijk in de mening verkeerden, dat deze corrosieverschijnselen zich bij hen niet voordeden, moesten bij een nauwkeuriger onderzoek hun mening wijzigen. Hoewel in de meeste gevallen de aantasting zodanig was, dat de desbetreffende ringen nog jarenlang zonder bezwaar dienst zouden kunnen doen, werd het toch onbevredigend geacht dat over de oorzaak daarvan geen aanwijzingen konden worden gevonden.

Daarom besloot de directeur van het KIWA een werkgroep van de C.N.M.L. in te stellen waarin naast vertegenwoordigers van de waterleidingbedrijven enkele rubberdeskundigen zitting namen. In verband met de microbiologische zijde van het vraagstuk was ook het Microbiologisch Laboratorium van de Technische Hogeschool te Delft in deze werkgroep vertegenwoordigd.

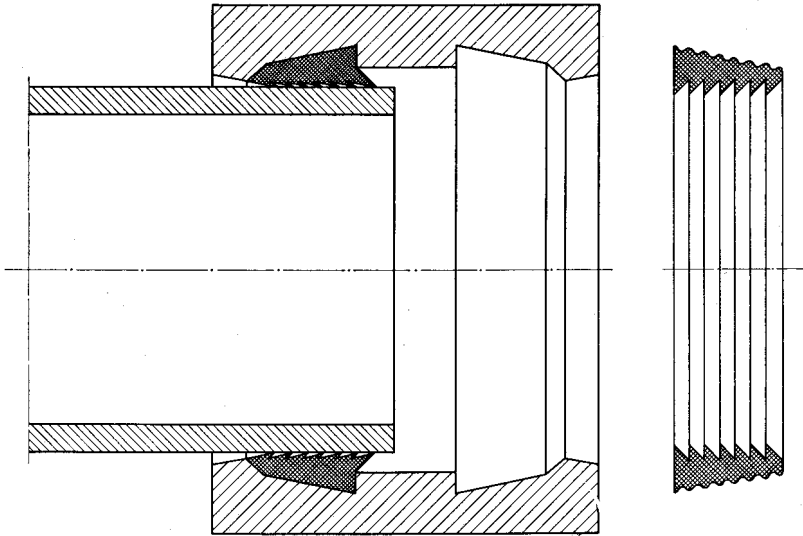
De werkgroep begon haar arbeid in mei 1955. Hoewel zij het vraagstuk nog niet heeft opgelost, meent zij thans aanwijzingen te hebben gevonden die erop duiden dat de aantasting moet worden

toegeschreven aan bepaalde micro-organismen. Als de factoren eenmaal bekend zijn, die tot de geconstateerde aantasting hebben geleid, zal het vermoedelijk mogelijk zijn de maatregelen aan te geven die moeten worden getroffen, om dit euvel in de toekomst te voorkomen. Dit moet van belang worden geacht omdat inmiddels ook een geval aan het licht is gekomen, waarbij de rubbering ten gevolge van deze aantasting na ca. 20 jaren dienst te hebben gedaan voor bijna de helft was weggeteerd. Dit werd ontdekt doordat de verbinding als gevolg van deze aantasting lek was geworden.

Het werd niet onmogelijk geacht, dat de aantasting bevorderd wordt door de grote spanning waaraan de ringen in de Simplexkoppelingen zijn blootgesteld. Dit is de reden dat de laatste tijd wordt uitgezien naar een verbeterde verbinding waarbij de rubber minder zwaar wordt belast en die tevens minder strenge toleranties vraagt.

3. Rekakoppelingen

In Oostenrijk hebben de Eternit-Werke „Ludwig Hatschek” koppelingen ontwikkeld voor buizen van asbestcement, die onder de naam „Reka”-koppeling in de handel worden gebracht. Deze koppelingen worden o.a. door de waterleidingbedrijven van Wenen en Graz toegepast. Deze bedrijven gebruiken sedert 1951 uitsluitend de Rekakoppelingen voor het maken van de verbindingen van asbestcementbuizen. Deze verbinding, die in afb. 8 schematisch is aangegeven, heeft het voordeel dat de daarbij toegepaste rubberingen veel minder sterk onder spanning staan dan de ringen in de Simplexkoppelingen. De afsluiting wordt hier nl. verkregen doordat de tanden van de ring tegen de buiswand worden aangedrukt. Volgens opgave van de fabrikant bedragen de bij een dergelijke verbinding toe te laten maatafwijkingen $+0,0$ en $-0,5$ mm op de buitenmiddellijn van het afgedraaide einde van de buis en $+0,5$ en $-0,0$ mm op de binnenmiddellijn van de manchet. De toleranties zijn dus ongeveer gelijk aan die, welke bij de Simplexkoppeling moeten worden aangehouden. In dit opzicht biedt deze koppeling dus geen verbetering. Op verzoek van de commissie zijn met deze koppelingen een aantal proeven verricht, waarvoor de Eternit-Werke, Ludwig Hatschek 3 Rekakoppelingen en 4 daarbij behorende asbestcementbuizen van 100×12 mm beschikbaar hebben gesteld, benevens 2 overgangskoppelingen die aan de ene zijde passen op de beschikbaar gestelde asbestcementbuizen en aan de andere zijde op de asbestcementbuizen klasse 20 volgens de voorschriften vastgelegd in het rapport van de S.C.A.B. Tevens werd een busje met glijmiddel bijgeleverd, waarmee de uiteinden van de buizen die bestemd zijn



Afb. 8. Rekakoppeling

voor montage met behulp van Rekakoppelingen van tevoren moesten worden ingesmeerd. Met behulp van de ontvangen buizen en koppelingen en 2 normale buizen werd een proefleiding samengesteld. De normale buizen, die de beide uiteinden van de proefleiding vormden, werden aan de buitenkanten afgesloten door daarin een betonnen prop aan te brengen. De montage van de leiding had een vlot verloop. Voorzorgen werden genomen om te voorkomen dat de buizen uit de verbindingen zouden schuiven en dat de leiding ter plaatse van de verbindingen zou kunnen uitknikken.

Nadat de leiding met water was gevuld, werd deze met behulp van aan de uiteinden geplaatste dienstkranen gedurende een uur met $1\frac{1}{2}$ m³/h gespuid. Na een uur bevatte het water nog steeds vrij veel zeep afkomstig van het glijmiddel. Dit was te constateren aan de blauw-groene kleur van het water en aan de vorming van witte vlokjes. De leiding is op 10 at. waterdruk geperst en daarna geruime tijd onder druk gehouden. De verbindingen vertoonden niet de minste lekkage, ook niet toen de proef werd herhaald nadat in de leiding enkele knikken waren aangebracht waarbij de 2 middelste buizen over een hoek van 6° ten opzichte van elkaar waren verdraaid en over een hoek van 3° ten opzichte van de daarbuiten gelegen buizen. Daar de tanden van de rubberringen binnenwaarts gericht

zijn, zodat de kracht waarmee zij tegen de wand aangedrukt liggen door de inwendige waterdruk wordt versterkt, werd de vraag gesteld of de verbinding ook zou afdichten indien in de leiding een onderdruk heerst. In dat geval zou de kracht waarmee de tanden van de rubberringen tegen de buiswand worden aangeklemd niet worden versterkt maar door de aan de buitenkant heersende overdruk worden verzwakt. Om dit te onderzoeken zijn luchtvacuumproeven verricht, waarbij in de leiding onderdrukken van ca. 500 en 800 cm wk werden bewerkstelligd. Deze proeven toonden aan dat ook onder deze omstandigheden de Rekakoppeling een goede afdichting biedt.

Op grond van de verrichte proefnemingen kan dus worden geconcludeerd dat de Rekakoppelingen wat afdichting betreft aan hoge eisen voldoen. Deze koppeling heeft verder het voordeel, dat voor het tot stand brengen van de verbinding geen gebruik behoeft te worden gemaakt van een trektoestel. Bovendien zijn de koppelingen ook bij nat weer goed te verwerken.

Belangrijk is ook dat de verbinding niet gevoelig is voor kleine hoekverdraaiingen.

Als bezwaar van deze verbinding geldt dat als gevolg van de toepassing van een glijmiddel de verbinding gemakkelijk weer losgaat, indien daar trekkrachten op worden uitgeoefend. Dientengevolge kan een leiding niet naast de sleuf worden gemonteerd. Het maken van de verbindingen dient dus buis voor buis in de sleuf te worden uitgevoerd, wat b.v. in gebieden met loopzand of slappe grond een bezwaar kan zijn.

Een ander nadeel is dat na de montage de gelegde buis steeds 5 mm moet worden teruggetrokken. Om het meenemen van de voorafgaande buis daarbij te voorkomen, moet deze van te voren worden aangeaard.

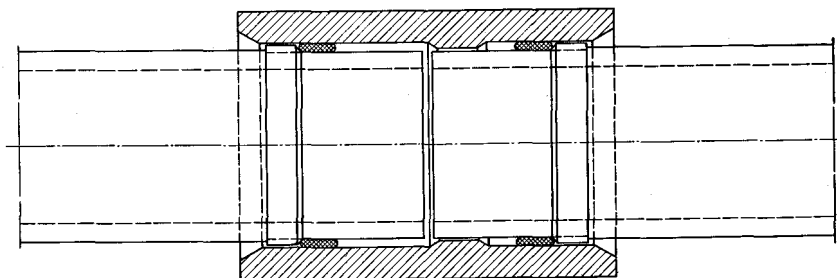
Doordat de uiteinden van de buizen voor het monteren met het daarvoor bestemde glijmiddel moeten worden ingezeept, hoopt zich na de montage in de verbinding tussen de twee rubberringen een krans van dit smeersel op. Door schoonspuien van de leiding moet getracht worden dit te verwijderen. Indien daarvoor te veel spuiwater nodig zou zijn, zou dit eveneens een nadeel van deze koppeling kunnen betekenen.

Tenslotte wordt het een nadeel geacht dat deze koppeling niet als overschuifmof is te gebruiken.

Om met de Rekakoppeling ervaring op te doen, heeft de Waterleidingmaatschappij Oost-Brabant een asbestcementleiding gelegd waarvan de verbindingen met Rekakoppelingen tot stand zijn gebracht. De daarbij opgedane ervaringen zijn gunstig; in het bijzonder het veel gemakkelijker werken werd een voordeel geacht.

4. Toschikoppelingen

Doordat in Nederland de laatste jaren ook veel asbestcementbuizen van de Torfit-Werke te Bremen worden betrokken vindt de door deze fabriek ontworpen gewijzigde Simplexkoppeling, die de naam draagt van Toschikoppeling, in Nederland ook ruime toepassing. Bij deze koppeling, die in afb. 9 is voorgesteld, ontbreken de beide ribben, die zich aan de binnenzijde van de Simplexkoppeling bevinden. De rubberafdichtingsringen worden bij deze verbinding op hun plaats gehouden door twee platte ringen eveneens van rubber, die op de fabriek om de afgedraaide einden van iedere buis



Afb. 9. Toschikoppeling

worden aangebracht. Een bezwaar van deze verbinding is, dat de op de buizen aangebrachte vaste rubberringen, indien de buizen buiten worden opgeslagen, na kortere of langere tijd afhankelijk van de atmosferische gesteldheid ozon-aantasting kunnen gaan vertonen, waarbij in het oppervlak fijne scheurtjes optreden. Hieraan is weinig te doen. Aan de andere kant is dit bezwaar niet zo groot omdat deze stootringen geen afdichtende functie hebben.

Een verder bezwaar van deze koppelingen is dat zij niet als overschuifmof kunnen worden gebruikt.

De verbinding met de Toschikoppeling is iets gemakkelijker tot stand te brengen dan die met de Simplexkoppeling omdat bij de eerstgenoemde geen trektoestel behoeft te worden gebruikt. De afdichtingsringen worden bij de montage op de uiteinden van de te verbinden buizen geplaatst, waarna de manchets over het ene spieëinde wordt geschoven totdat de rubberafdichtingsring tegen de stootring komt te liggen. Vervolgens wordt het spieëinde van de 2e buis aan de andere zijde in de manchets geschoven tot dit stuit.

Behoudens de aantasting van de rubberstootringen door de inwerking van ozon, zijn de ervaringen met deze verbinding in de praktijk gunstig.

KEURINGSEISEN VOOR BUIZEN VAN ASBESTCEMENT

In Hoofdstuk IX van het rapport van de S.C.A.B. geeft de commissie voorlopige keuringseisen voor asbestcementbuizen die bestemd zijn voor het transport van drinkwater. Deze voorschriften zijn sedert de publicatie van dit rapport bij de keuring van asbestcementbuizen bestemd voor de Nederlandse waterleidingbedrijven algemeen toegepast. Ze hebben daarbij zeer goed voldaan. Ze geven voldoende waarborg dat buizen in de praktijk onder normale omstandigheden geen moeilijkheden zullen opleveren. Aan de andere kant leveren zij voor een goede fabrikant ook geen onoverkomelijke moeilijkheden op. Op zichzelf zou er dan ook geen enkele reden zijn om deze eisen te wijzigen.

In 1952 besloot de Technical Committee TC 77 van de International Organization for Standardization (ISO) tot het opstellen van een Recommendation voor asbestcementbuizen bestemd voor leidingen onder druk. In juli 1952 werd het eerste concept aan de landen-leden toegezonden. De Hoofdc commissie voor de Normalisatie (HCNN) die Nederland in de ISO vertegenwoordigt, vroeg de C.N.M.L. advies over dit voorstel. Naar aanleiding daarvan werd overeengekomen dat de C.N.M.L. voor dit onderwerp verder steeds als adviseur van de HCNN zou optreden. De aandacht van de ISO werd erop gevestigd dat in Nederland reeds voorschriften voor asbestcementbuizen bestonden, die waren gegrond op diepgaande studie destijds door de S.C.A.B. verricht. Bij de kritiek op het eerste ISO-ontwerp werd een vertaling van de keuringseisen bijgevoegd. Ten einde er zeker van te zijn dat door het vertalen de juiste betekenis niet verloren zou gaan werd hiervoor de medewerking gevraagd en verkregen van Dr. Hammenecker van de Eternit-fabriek te Kapelle-op-den-Bos (België). Een woord van dank aan zijn adres is hier zeker op zijn plaats. Dr. Hammenecker heeft ook verder steeds de opmerkingen waartoe de van ISO/TC 77 ontvangen stukken aanleiding gaven voor de commissie in het Frans vertaald. ISO/TC 77 heeft naar aanleiding van de van de leden ontvangen opmerkingen in juli 1953 een tweede concept opgesteld. Bij bestudering bleek dat daarbij in hoofdlijnen de Nederlandse voorschriften waren gevolgd. Aan een belangrijk bezwaar, dat de C.N.M.L. tegen het eerste ontwerp had, was echter niet tegemoet gekomen. Dit betrof de

normalisering van de binnenmiddellijn. Daar de wanddikte zou worden vrijgelaten, zou dit voor de bedrijven het nadeel hebben, dat de buitenmiddellijnen van buizen, afkomstig van verschillende fabrikanten, niet gelijk behoeven te zijn. In verband met de nauwe toleranties waarbinnen de buitenmiddellijnen van de afgedraaide einden van de buizen bij toepassing van Simplexkoppelingen moeten liggen, zou dat tot gevolg hebben dat, naar gelang van de fabrikanten die worden gebruikt, voor buizen van dezelfde nominale maat verschillende niet door elkaar te gebruiken Simplexkoppelingen in voorraad zouden moeten worden gehouden. Het vastleggen van de buitenmiddellijn had voor de fabrikanten echter onoverkomelijke bezwaren. Dat zou het nodig maken dat voor iedere klasse buizen afzonderlijke stalen kernen moeten worden gebruikt, die zeer kostbaar zijn, waardoor de buizen onnodig extra duur worden. Bovendien zou het in dat geval voor de fabrikanten ook niet meer aantrekkelijk zijn te trachten door verbetering van hun produkt de wanddikte te verminderen, omdat elke wijziging van de wanddikte aanschaffing van nieuwe kostbare kernen noodzakelijk zou maken. Op grond van deze bezwaren liet de C.N.M.L. haar bezwaar tegen het normaliseren van de binnenmiddellijn vallen.

In het 2e concept van de ISO/TC 77 zijn de ringdrukproef en buigproef niet als verplichte proef opgenomen. De uitvoering daarvan zou alleen plaatsvinden indien de besteller ten minste 1 maand van te voren zijn wens daartoe kenbaar maakte. De commissie zou in eerste instantie geen bezwaar gehad hebben dat beide genoemde proeven niet direct verplicht waren gesteld, mits de termijn, die moest worden aangehouden voor het aanvragen van deze proeven veel korter zou zijn gesteld. Zij meende dat een termijn van een week daarvoor ruim voldoende was. In mei 1954 vond te Zürich een bijeenkomst van ISO/TC 77 plaats, waar het 2e ontwerp en de daarop uitgebrachte kritiek werd besproken. De vergadering was niet genegen aan het Nederlandse voorstel ten aanzien van dit punt tegemoet te komen. Bovendien besloot men in de voorschriften geen onderscheid meer te maken tussen de verbindingsmethoden die worden toegepast. In verband hiermede werd bij de vaststelling van de toe te laten maatafwijkingen op de buitenmiddellijn van de afgedraaide uiteinden geen rekening meer gehouden met de speciale eisen die Simplexkoppelingen daaraan stellen. De vastgestelde toleranties kunnen bij gebruik van deze koppelingen niet worden aangehouden. Het gelukte de Nederlandse delegatie niet TC 77 van dit onjuiste standpunt af te brengen. Ook bij de behandeling van de kritiek op het nieuwe ontwerp dat naar aanleiding van de bijeenkomst te Zürich was opgesteld bleek het niet mogelijk daar verandering in te brengen.

Ook het voorstel van Nederland om aan de voorschriften toe te voegen dat de buizen die aan de keuringsproeven worden onderworpen ten minste 14 dagen oud moeten zijn, werd niet overgenomen. In het ISO-voorstel is bepaald dat deze proeven moeten worden uitgevoerd met buizen waarvan de fabrikant garandeert dat ze voldoende zijn verhard. Hoewel deze bepaling op zichzelf voldoende is, wordt gevreesd dat indien, bij beproeving van buizen die nog zeer jong zijn, zou blijken dat deze niet geheel aan de gestelde eisen voldoen, de fabrikant zich op de te korte verhardingsduur zal beroepen ten einde te verkrijgen dat de buizen toch goedgekeurd zullen worden. Vooral bij achterstand in het productieprogramma is het gevaar niet denkbeeldig dat men te jonge buizen ter keuring zal aanbieden.

De C.N.M.L. verzocht de HCNN aan het secretariaat van ISO/TC 77 te melden dat Nederland accoord ging met het laatste ontwerp met uitzondering van de volgende punten:

1. De toe te laten maatafwijkingen op de buitenmiddellijnen van de afgedraaide einden zijn te groot.
2. Opneming van maattoleranties voor Simplexkoppelingen is noodzakelijk.
3. Het voorschrift, dat het verzoek om de uitvoering van de niet verplichte keuringsproeven ten minste een maand van te voren moet worden gedaan, is onaanvaardbaar.
4. De buizen die aan de keuringsproeven worden onderworpen behoren ten minste 15 dagen oud te zijn.

De C.N.M.L. heeft de door de S.C.A.B. opgestelde keuringseisen in overeenstemming gebracht met de ISO-aanbevelingen voor zover zij zich daarmee kon verenigen. Hoewel de C.N.M.L. het in principe eens is met de opvatting dat geen wanddikten moeten worden voorgeschreven, is zij om praktische redenen daarvan afgestapt. Zolang voor het verbinden van asbestcementbuizen nog in hoofdzaak gebruik wordt gemaakt van Simplexkoppelingen, zou het — zoals hiervoor reeds is uiteengezet — voor de waterleidingbedrijven zeer bezwaarlijk zijn indien de wanddikte (en derhalve de buitenmiddellijn ter plaatse van de afgedraaide einden) van buizen van dezelfde klasse en nominale middellijn niet steeds gelijk is. De commissie heeft daarom gemeend de wanddikten toch weer te moeten vastleggen. Zij heeft echter van deze gelegenheid gebruik gemaakt om nieuwe kleinere wanddikten vast te stellen. Daarbij heeft zij er zoveel mogelijk naar gestreefd, dat de wanddikten die vroeger voorkwamen ook nu verkrijgbaar zijn. Dit heeft zij bereikt door de wanddikten van de buizen volgens klasse 5 en 10 met uitzondering van de kleinste maten onveranderd te laten, voor de wanddikten van de buizen vol-

gens klasse 15 nieuwe kleinere waarden vast te stellen, de wanddikten van vrijwel alle maten buizen volgens klasse 20 gelijk te stellen aan die welke de buizen volgens klasse 15 vroeger bezaten en de door ISO/TC 77 ingestelde klasse 25 over te nemen en de buizen volgens deze klasse een wanddikte te geven gelijk aan die welke eertijds de buizen volgens klasse 20 hadden.

Hierdoor is bereikt dat bedrijven die grote aantallen asbestcementbuizen volgens de oude maten in de grond hebben liggen vrijwel al deze oude maten nog kunnen bestellen en dus niet voor enkele kleine uitbreidingen en voor herstellingen op buizen met andere wanddikten — waarvoor ook andere Simplexkoppelingen zouden moeten worden besteld en in voorraad gehouden — behoeven over te gaan. Er dient dus rekening mee te worden gehouden dat deze voortaan tot een hogere klasse behoren.

Slechts de wanddikte van de buizen met een nominale middellijn van 200 mm volgens klasse 20 wijkt af van de wanddikte die deze maat volgens de oude klasse 15 vroeger bezat. De wanddikte bedraagt thans 19 mm tegenover 17 mm volgens de oude voorschriften. Dit was noodzakelijk omdat bij handhaving van een wanddikte van 17 mm een trekspanning van ca 250 kg/cm² in de buiswand zou optreden indien een buis met een nominale middellijn van 200 mm met een wanddikte van 17 mm aan een inwendige druk van 35 kg/cm² (1,75 × de klassedruk) zou worden onderworpen (bij ongunstige maatafwijkingen), terwijl voor de treksterkte bepaald met behulp van de barstdrukproef slechts een treksterkte van 200 kg/cm² is vereist.

Buiten het feit dat in de herziene keuringseisen de wanddikten van de asbestcementbuizen worden gegeven, wijken deze verder van de ISO-aanbevelingen af voor wat betreft de punten waarmee de C.N.M.L. zich niet kon verenigen. Deze afwijkingen komen in het kort op het volgende neer.

1. De toe te laten maatafwijking op de buitenmiddellijnen van de afgedraaide einden bedraagt voor alle middellijnen +0,6 en -0,0 mm.
2. Voor Simplexkoppelingen zijn de maten en maatafwijkingen gegeven.
3. Behalve de dichtheidsproef en de barstdrukproef zijn ook de ringdrukproef en de buigproef als verplichte proeven opgenomen.
4. De buizen die aan de onder 3 genoemde proeven worden onderworpen moeten ten minste 15 dagen oud zijn.

Voor het overige zijn de keuringseisen in overeenstemming met de ISO-aanbeveling gebracht.

Dit houdt in dat in de oude voorschriften een aantal wijzigingen zijn aangebracht waarvan de volgende de voornaamste zijn:

1. De wanddikten van de buizen zijn gewijzigd.
2. De treksterkte bepaald door middel van de barstdrukproef moet ten minste 200 kg/cm^2 bedragen tegen 160 kg/cm^2 volgens de oude voorschriften.
3. De buigtreksterkte bepaald met behulp van de buigproef moet ten minste 250 kg/cm^2 bedragen tegen 225 kg/cm^2 volgens de oude voorschriften.
4. De toe te laten maatafwijkingen op de wanddikte ter plaatse van de afgedraaide einden worden afhankelijk gesteld van de grootte van de wanddikte en niet meer van de nominale middellijn.

De volledige keuringseisen zijn als bijlage 3 aan dit rapport toegevoegd.

HOOFDSTUK IX

SAMENVATTING

Hoofdstuk I - *Algemeen*

Na het verschijnen van het rapport van de Studiecommissie Asbestcementbuizen (S.C.A.B.) in 1948 zette de commissie, die in verband met de uitbreiding van haar werkzaamheden de naam kreeg van C.N.M.L., de bestudering van het gedrag van asbestcementbuizen voort, zowel door middel van proefnemingen als door het verzamelen van praktijkervaringen.

Hoofdstuk II - *Correcties op rapport 1948*

Op enkele punten van het rapport van de S.C.A.B. worden correcties en toelichtingen gegeven.

Hoofdstuk III - *Stromingsweerstand van asbestcementleidingen*

Er wordt op gewezen dat de in het rapport van de S.C.A.B. als afb. IV opgenomen weerstandsgrafiek voor de berekening van buisleidingen andere uitkomsten geeft dan de grafieken opgenomen in Mededeling no. 14 van het KIWA „Stromingsweerstand in buisleidingen” door Ir. L. Huisman. De commissie adviseert voor de berekening van asbestcementleidingen voortaan gebruik te maken van de laatstgenoemde grafieken en daarbij uit te gaan van een wandruwheid die afhankelijk van de gladheid van de buizen tussen 0,02 en 0,05 is gelegen. Op de aldus gevonden stromingsweerstand dient zonodig een praktijktoeslag in rekening te worden gebracht, waarvan de grootte afhankelijk is van de omstandigheden. Juister is het nog om in plaats van het toepassen van een praktijktoeslag de in de leidingen optredende vertragsverliezen met behulp van Hoofdstuk II van Mededeling no. 14 geval voor geval te berekenen.

Hoofdstuk IV - *Aantasting van onbeschermde asbestcementbuizen*

De door de S.C.A.B. in samenwerking met de Corrosie Commissie II ingezette veldproeven worden besproken. De proeven bevestigen de uitspraak van het rapport van de S.C.A.B. dat onbeschermde asbestcementbuizen in kalk-agressieve gronden, dus in gronden met een pH kleiner dan ca. 6 op den duur worden aangetast. Het aanbrengen van een doelmatige bescherming is dus geboden.

Hoofdstuk V - *Bescherming van asbestcementbuizen tegen uitwendige aantasting*

De proefnemingen met de te Langweer en Daarlerveen door de commissie ingerichte proefleidingen worden beschreven. De buizen waaruit deze leidingen zijn samengesteld zijn op verschillende wijzen tegen aantasting beschermd, terwijl daarnaast gedeelten onbeschermd zijn gelaten om het effect van de verschillende in het onderzoek betrokken beschermingsmethoden te kunnen beoordelen.

Op grond van deze proeven komt de commissie tot de conclusie dat het bestrijken van asbestcementbuizen met 2 lagen koudstrijkbare asfalt een voldoende bescherming biedt om ook in de meest agressieve gronden de aantasting tot een minimum te beperken. In verband met de eenvoudige wijze waarop deze bescherming kan worden aangebracht, geeft de commissie de voorkeur aan een bescherming met behulp van koudstrijkbare asfalt boven een warm-aangebrachte dikke asfaltlaag.

Hoofdstuk VI - *Gedrag van asbestcementbuizen in brak- en zoutwater*

Laboratoriumproeven met asbestcementringen, die meer dan een jaar in zoutwater hadden gelegen, tonen aan, dat de ringen niet in gewicht zijn afgenomen en dat het uiterlijk van de ringen geen verandering heeft ondergaan.

De sterktecijfers, verkregen bij beproeving van asbestcementbuizen die gedurende 2 jaren in zeewater hadden verkeerd, wijzen uit, dat door de inwerking van het zoute water asbestcementbuizen eerder in sterkte toenemen dan worden verzwakt.

Hoofdstuk VII - *Onderzoek naar het verloop van de sterkte van asbestcementbuizen bij toenemende ouderdom*

De proefnemingen verricht met een aantal asbestcementbuizen, afkomstig van de oudste in Nederland aanwezige leidingen van dit materiaal, worden beschreven. Deze buizen zijn 20 tot 25 jaren geleden gelegd en werden toen nog niet van een bescherming voorzien. Een aantal van de onderzochte buizen, heeft in agressieve grond gelegen en vertoonde sterke aantasting.

Alle buizen zijn onderworpen aan de mechnische beproevingen, die voor de keuring van asbestcementbuizen zijn voorgeschreven.

Uit deze proeven blijkt dat de buizen, die niet of niet noemenswaard door aantasting zijn verzwakt, een aanzienlijk grotere sterkte bezitten dan eertijds door de commissie voor nieuwe buizen, die

ongeveer in dezelfde tijd zijn vervaardigd, is gevonden. Hieruit wordt de conclusie getrokken dat buizen van asbestcement in niet agressieve grond in de loop van de jaren in sterkte toenemen.

De onderzochte sterk aangetaste buizen geven weliswaar lagere uitkomsten maar blijken in de meeste gevallen toch nog geheel aan de voorgeschreven minimum eisen te voldoen.

Hoofdstuk VIII - *Beschadiging van asbestcementbuizen door transport*

Medegedeeld wordt, dat het bij het proefpersen van nieuwgelegde asbestcementbuizen van tijd tot tijd voorkomt, dat een groter of kleiner aantal buizen bezwijkt, waarbij nabij het uiteinde een schaalvormig stuk uit de buis springt. Op grond van het ingestelde onderzoek en de beproeving van het intact gebleven gedeelte van de bezweken buizen, komt het rapport tot de conclusie dat dit soort breuken moet worden geweten aan beschadigingen die als gevolg van onoordeelkundig transport of gebrekkige opslag zijn ontstaan.

Hoofdstuk IX - *Verbindingen*

In dit hoofdstuk wordt medegedeeld dat aan de toepassing van Simplexkoppelingen enkele bezwaren zijn verbonden. Gewezen wordt op de noodzakelijkheid van een nauwkeurige maatvoering, die zeer strenge toleranties eist.

De voor de waterdichte afsluiting benodigde rubberringen blijven na het tot stand komen van de verbindingen in sterk samengedrukte toestand, waardoor ze continu aan hoge inwendige spanningen zijn blootgesteld. Bij vele bedrijven is geconstateerd dat deze ringen na enkele jaren in mindere of meerdere mate aantasting vertonen. Het wordt niet uitgesloten geacht, dat deze aantasting mede wordt bevorderd door de grote spanningen die in deze ringen optreden als gevolg van de sterke samendrukking. Een speciaal daartoe ingestelde werkgroep stelt een onderzoek in naar de juiste oorzaak. Er zijn aanwijzingen dat bepaalde micro-organismen voor deze aantasting verantwoordelijk zijn.

Voorts worden de Toschikoppeling en de Rekekoppeling besproken. Voor wat de rubberringen betreft zijn bij de Toschikoppelingen de omstandigheden volkomen gelijk aan die bij de Simplexkoppelingen. Bij de Rekekoppeling zijn de rubberringen veel minder aan samendrukking onderworpen dan in de beide eerstgenoemde verbindingen. De met de Rekekoppelingen uitgevoerde proefnemingen worden besproken, waarbij naar voren komt dat deze verbindingen bepaalde voordelen bieden, maar ook enkele nadelen hebben.

Hoofdstuk X - *Keuringseisen voor buizen van asbestcement*

Door de International Standard Organization (ISO) zijn aanbevelingen voor asbestcementbuizen opgesteld, waarbij voor een groot deel aansluiting is gezocht bij de Nederlandse eisen. Op bepaalde punten wijken deze aanbevelingen echter af. De commissie heeft de eisen van het rapport van de S.C.A.B. zoveel mogelijk aan de ISO-aanbevelingen aangepast. Met enkele aanbevelingen kon zij zich echter niet verenigen. Daar heeft zij haar eigen inzichten gevolgd.

De belangrijkste wijzigingen worden besproken, terwijl tevens is aangegeven op welke punten de herziene eisen afwijken van de ISO-aanbevelingen.

De volledige herziene eisen zijn als bijlage 3, blz. 85, aan het rapport toegevoegd.

Bijlage 1

Veldproeven

a. Overbraker Binnenpolder

Het proefveld Overbraker Binnenpolder werd in mei 1938 ingericht. Daarbij werden 16 proefbuisjes ingegraven die niet van te voren konden worden genummerd en gewogen. Achteraf gaf dit weinig, omdat de aantasting toch niet door middel van weging is bepaald. In het totaal zijn 6 opgravingen verricht waarbij 15 buisjes zijn opgegraven, het 16e kon niet worden teruggevonden.

Een overzicht van de verrichte opgravingen geeft tabel I.

Tabel I. *Opgravingen uit het proefveld Overbraker Binnenpolder*

	Datum van opgraving	Ouderdom van de buizen
1e opgraving	mei 1939	1 jaar
2e opgraving	26-27 augustus 1942	4 jaren, 3 maanden
3e opgraving	20-21 november 1945	7 jaren, 6 maanden
4e opgraving	14-15 juli 1947	9 jaren, 2 maanden
5e opgraving	9-10 oktober 1950	12 maanden, 5 jaren
6e opgraving	29-30 oktober 1951	13 jaren, 5 maanden

In tabel II zijn de uitkomsten samengevat van de analyses van de monsters, die tijdens de opgravingen nabij elke buis van de omhullende grond zijn genomen.

De grond waarin de buizen hebben gelegen verkeerde voor het inrichten van het proefveld in anaerobe toestand. Toetreding van lucht was namelijk niet mogelijk ten gevolge van de boven de buizen aanwezige dichte kleilaag. Bovendien lagen de buizen beneden de grondwaterspiegel. Op grond daarvan zou men verwachten, dat de grond een min of meer neutrale reactie zou vertonen.

Uit de in de tabel vermelde pH-waarden blijkt echter dat de grond plaatselijk ook zeer zuur was. Mogelijk heeft aldaar beluchting plaatsgevonden ten gevolge van het doorbreken van de kleilaag bij het ingraven van de buizen.

Bij de bespreking van de resultaten van de veldproeven met stalen en gietijzeren buizen in Mededeling 27 van de Corrosie Commissie II (blz. 25) wordt er door deze commissie op gewezen dat de pH in de periode van 5 jaren, gelegen tussen de 2e en 4e opgraving, één eenheid is gestegen, waardoor het veen van zuur meer neutraal zou zijn geworden. Uit de door de C.N.M.L. verrichte pH-bepalin-

Tabel II. *Uitkomsten van het onderzoek van de monsters grond afkomstig uit het proefveld Overbraker Binnenpolder*

Monster afkomstig van	Aard van de grond	pH van de natte grond	H ₂ S	FeS ₂	S	HCO ₃ ' en CO ₃ '
<i>1e opgraving</i>						
naast buis I	veen	6,2	st. pos.	sp.	sp.	-
II	veen	4,4	st. pos.	pos.	st. pos.	-
<i>2e opgraving</i>						
naast buis I	venige klei	6,4	pos.	pos.	neg.	neg.
II	venige klei	6,0	pos.	pos.	neg.	neg.
III	venige klei	5,6	pos.	pos.	neg.	neg.
<i>3e opgraving</i>						
naast buis I	veen	6,4	pos.	pos.	neg.	neg.
II	veen	6,3	st. pos.	st. pos.	neg.	neg.
III	veen	6,5	st. pos.	st. pos.	neg.	neg.
<i>4e opgraving</i>						
naast buis I	veen	5,5	pos.	pos.	neg.	neg.
II	veen	5,7	pos.	pos.	neg.	neg.
III	veen	6,0	pos.	pos.	neg.	neg.
<i>5e opgraving</i>						
naast buis I	veen	4,7	pos.	pos.	neg.	neg.
II	veen	4,5	pos.	pos.	neg.	neg.
III	veen	4,6	pos.	pos.	neg.	neg.
<i>6e opgraving</i>						
naast buis I	veen	5,8	-	neg.	neg.	neg.

gen blijkt zulks niet. Daarbij werden naast pH-waarden gelegen tussen 6,0—6,4 (gem. 6,2) ook veel lagere waarden gevonden.

Naar de mening van de C.N.M.L. wijst dit erop, dat de grond plaatselijk zeer zuur kan zijn. De pH-waarden van de in oktober 1950 genomen grondmonsters wijken het sterkst af van de door de Corrosie Commissie II gevonden waarden. Mogelijk zijn de bij deze gelegenheid genomen monsters toevalligerwijs alle afkomstig van plaatsen waar de grond door beluchting zuur is geworden. Bij de 6e opgraving werd maar één pH-meting verricht waarbij een waarde werd gevonden, die meer overeenkomt met de door de Corrosie Commissie II gevonden waarden voor de pH.

In deze plaatselijk zeer zure maar elders weer meer neutraal reagerende grond kan, op grond van de over de uitwendige aantasting van asbestcement opgestelde theorie, worden verwacht dat de ingegraven asbestcementproefbuizen plaatselijk sterk aangetast zijn, terwijl andere plaatsen weinig of geen aantasting vertonen.

De resultaten van het onderzoek op aantasting van de opgegraven proefbuizen zijn in tabel III vermeld.

Tabel III. *Uitkomsten van het onderzoek op aantasting van de proefbuizen afkomstig uit het proefveld Overbraker Binnenpolder*

Herkomst en nummer van de onderzochte buizen	Ouderdom van de onderzochte buizen		pH van de omhullende grond	Wijze van aantasting	Hoeveelheid afgekrabd asbest per 500 cm ² buisopp. in g	Maximale diepte van de aantasting in mm
	jaren	maanden				
3e opgraving buis I	7	6	6,4	over een strook van 10 cm in de langsrichting putvormig, verder gelijkmatig	20,6	2,0
II			6,3	een strook in de langsrichting is gaaf, overigens vrij gelijkmatig	23,0	1,2
III			6,5	over het gehele oppervlak, putvormig	34,3	2,4
4e opgraving buis I	9	2	5,5	over gehele oppervlak	22,5	2,3
II			5,7	aan één zijde	33,8	3,1
III			6,0	over gehele oppervlak	32,6	3,9
5e opgraving buis I	12	9	4,7	over gehele oppervlak	58,0	5,0
II			4,5	over gehele oppervlak	57,8	5,0
III			4,6	over $\frac{3}{4}$ gedeelte van het oppervlak	62,7	4,5
6e opgraving buis I	13	5	5,8	over gehele oppervlak	31,4	2 à 2,5

Deze tabel bevat geen gegevens over de 1e opgraving, omdat na deze opgraving is besloten de aantasting te bepalen door afkrabben; ook op de buizen afkomstig van de 2e opgraving is deze methode niet toegepast, omdat ze vrijwel niet waren aangetast.

De mate van aantasting van de monsters van de overige opgravingen verschilt sterk, wat dus in overeenstemming is met hetgeen hiervoor werd opgemerkt.

b. Daarlerveen

Het proefveld Daarlerveen werd ingericht op 6—9 maart 1939. Daarbij werden 18 buisjes ingegraven die waren genummerd van 55 t/m 72. In het geheel vonden 6 opgravingen plaats en wel op de in tabel IV aangegeven data.

Gelijktijdig met het opgraven werden monsters getrokken van de grond ter plaatse van de buizen. Aan de hand daarvan werden de chemische eigenschappen van de grond bepaald.

Tabel IV. *Opgravingen uit het proefveld Daarlerveen*

	Datum van opgraving	Ouderdom van de buizen	Nummers van de opgegraven buizen
1e opgraving	27-28 mei 1942	3 jaren, 2 maanden	57, 58 en 69
2e opgraving	28-30 juni 1944	5 jaren, 3 maanden	55, 61 en 71
3e opgraving	6- 9 mei 1947	8 jaren, 2 maanden	56, 59 en 62
4e opgraving	3 augustus 1949	10 jaren, 5 maanden	63, 64 en 68
5e opgraving	23-25 april 1951	12 jaren, 1 maand	60, 70 en 72
6e opgraving	7-10 juli 1952	13 jaren, 4 maanden	65, 66 en 67

Tabel V. *Uitkomsten van het onderzoek van de monsters grond afkomstig uit het proefveld Daarlerveen*

Monster afkomstig van	Aard van de grond	pH van de natte grond	H ₂ S	FeS ₂	S	HCO ₃ ' en CO ₃ "
<i>1e opgraving</i>						
naast buis 57	veen	5,5	pos.	neg.	neg.	neg.
58	veen	4,5	pos.	neg.	neg.	neg.
69	veen	4,6	pos.	z.z.p.	neg.	neg.
<i>2e opgraving</i>						
naast buis 55	veen	4,8	pos.	spoor	neg.	neg.
61	veen	6,0	pos.	spoor	neg.	neg.
71	veen	6,1	pos.	zw.pos.	neg.	neg.
<i>3e opgraving</i>						
naast buis 56	veen	6,6	pos.	zw.pos.	neg.	neg.
59	veen	5,6	zw.pos.	z.z.p.	neg.	neg.
62	veen	5,2	zw.pos.	z.z.p.	neg.	neg.
<i>4e opgraving</i>						
naast buis 63	veen	4,1	pos.	neg.	neg.	neg.
64	veen	3,9	pos.	neg.	neg.	neg.
68	veen	3,8	pos.	neg.	neg.	neg.
<i>5e opgraving</i>						
naast buis 60	veen	4,2	n.b.	neg.	neg.	neg.
70	veen	3,7	n.b.	neg.	neg.	neg.
72	veen	3,8	n.b.	neg.	neg.	neg.
<i>6e opgraving</i>						
naast buis 65	veen	4,5	n.b.	neg.	neg.	neg.
66	veen	5,5	n.b.	neg.	neg.	neg.
67	veen	6,5	n.b.	neg.	neg.	neg.

n.b. = niet bepaald

z.z.p. = zeer zwak positief

De resultaten van deze chemische analyses zijn samengevat in tabel V.

Zoals uit deze tabel blijkt, reageert de grond in het algemeen sterk zuur. De verklaring van de lage pH is als volgt te geven:

De aanwezigheid van zo nu en dan polysulfide en H_2S wijst er nl. op dat er SO_4 -reductie in de veengrond is geweest, terwijl door aeratie alle polysulfide tenslotte is verdwenen onder vorming van zuur, waardoor de pH van de veengrond soms zelfs sterk verlaagd wordt, vooral omdat bicarbonaat en carbonaat afwezig zijn en het zuur dus niet geneutraliseerd kan worden.

De pH is meest kleiner dan 6. Echter is een enkele maal ook wel

Tabel VI. Resultaten van het onderzoek op aantasting van de proefbuizen afkomstig uit het proefveld Daarlerveen

Herkomst en nummer van de onderzochte buizen	Ouderdom van de onderzochte buizen		pH van de omhullende grond	Wijze van aantasting	Hoeveelheid afgekrabd asbest per 500 cm ² buisopp. in g	Maximale diepte van de aantasting in mm
	jaren	maanden				
1e opgraving buis 57	3	2	5,5	op enkele plaatsen bruin gekleurde plekken	n.b.	n.b.
58			4,5	idem	n.b.	n.b.
69			4,6	idem	n.b.	n.b.
2e opgraving buis 55	5	3	4,8	regelmatig over het gehele oppervlak	18,0	1,8
61			6,0	idem	25,6	1,0
71			6,1	idem	22,6	2,2
3e opgraving buis 56	8	2	6,6	regelmatig over het gehele oppervlak	27,2	3,0
59			5,6	aan een zijde	27,6	2,3
62			5,2	regelmatig over het gehele oppervlak	53,0	2,5
4e opgraving buis 63	10	5	4,1	regelmatig over het gehele oppervlak	33,2	2,0
64			3,9	idem	50,5	3,0
68			3,8	idem	47,3	4,1
5e opgraving buis 60	12	1	4,2	regelmatig over het gehele oppervlak	24,7	n.b.
70			3,7	idem	19,0	n.b.
72			3,8	idem	21,1	n.b.
6e opgraving buis 65	13	4	4,5	regelmatig over het gehele oppervlak	54,0	n.b.
66			5,5	idem	42,9	n.b.
67			6,5	idem	25,5	n.b.

een hogere waarde van de pH gevonden. Dit moet worden toegeschreven aan het feit dat de grondwaterspiegel af en toe boven de buizen kan stijgen, waardoor de grond daar ter plaatse tijdelijk anaeroob wordt en sulfaatreductie optreedt. Als gevolg daarvan worden de zuren geneutraliseerd en de pH stijgt. Na daling van het grondwater treedt beluchting op, waardoor de grond weer zuur wordt.

Op grond hiervan kon worden verwacht dat de in dit proefveld gelegen monsters buis sterk zouden zijn aangetast, wat door de resultaten van de afkrabproeven, die in tabel VI zijn weergegeven, werd bevestigd.

Zoals uit deze tabel blijkt zijn de buizen regelmatig over het gehele oppervlak aangetast, terwijl de aantasting in het algemeen met de tijd toeneemt.

c. Boskoop

De in het proefveld Boskoop tussen 19 en 21 oktober 1938 ingegraven proefbuisjes droegen nummers lopende van 19 t/m 36. Zoals reeds is medegedeeld vonden in dit proefveld slechts 4 opgravingen plaats, waarbij in totaal 11 buisjes uit de grond werden verwijderd. De nog daarin aanwezige buizen zijn niet meer bereikbaar, doordat op het proefveld een houtopslagplaats is gebouwd.

Tabel VII geeft een overzicht van de verrichte opgravingen.

Tabel VII. *Opgravingen uit het proefveld Boskoop*

	Datum van opgraving	Ouderdom van de buizen	Nummers van de opgegraven buizen
1e opgraving	24-26 februari 1941	2 jaren, 4 maanden	19, 25 en 31
2e opgraving	30 aug.-3 sept. 1943	4 jaren, 10 maanden	32, 20 en 26
3e opgraving	24-27 juni 1946	7 jaren, 8 maanden	21, 27 en 33
4e opgraving	29 november 1948	10 jaren, 1 maand	29 en 36

De resultaten van het onderzoek van de monsters, die bij iedere buis van de omhullende grond zijn genomen, zijn opgenomen in tabel VIII.

Zoals uit deze tabel blijkt, ligt de pH van deze grond in het algemeen tussen 6 en 7. Uit de waargenomen waterstanden blijkt, dat de buizen permanent in het grondwater hebben gelegen. De grond verkeert dan ook in sulfaatreductie. Op grond daarvan is geen aantasting van betekenis van de asbestcementbuisen te verwachten.

De resultaten van het onderzoek van de uitgegraven asbestcementbuisen, die in tabel IX zijn opgenomen, zijn daarmee in overeenstemming.

Tabel VIII. *Uitkomsten van het onderzoek van de monsters grond afkomstig uit het proefveld Boskoop*

Monster afkomstig van	Aard van de grond	pH van de natte grond	H ₂ S	FeS ₂	S	HCO ₃ ' en CO ₃ ''
<i>1e opgraving</i>						
naast buis 19	veen	5,9	neg.	neg.	neg.	neg.
25	veen	5,6	neg.	neg.	neg.	neg.
31	veen	5,8	neg.	neg.	neg.	neg.
<i>2e opgraving</i>						
naast buis 32	venige klei	6,8	pos.	pos.	neg.	neg.
20	venige klei	6,8	pos.	pos.	neg.	neg.
26	venige klei	6,6	pos.	pos.	neg.	neg.
<i>3e opgraving</i>						
naast buis 21	veen en klei	6,8	pos.	pos.	n.b.	neg.
27	veen en klei	7,1	pos.	pos.	n.b.	neg.
33	veen en klei	6,8	pos.	pos.	n.b.	neg.
<i>4e opgraving</i>						
naast buis 29	gemengde grond	5,9	zw.pos.	pos.	neg.	neg.
36	gemengde grond	6,0	zw.pos.	pos.	neg.	neg.

Tabel IX. *Uitkomsten van het onderzoek op aantasting van de proefbuizen afkomstig uit het proefveld Boskoop*

Herkomst en nummer van de onderzochte buizen	Ouderdom van de onderzochte buizen		pH van de omhullende grond	Wijze van aantasting	Hoeveelheid afgekrabd asbest per 500 cm ² buisopp. in g	Maximale diepte van de aantasting in mm
	jaren	maanden				
<i>1e opgraving</i>	2	4				
buis 19			5,9	geen aantasting	neg.	neg.
25			5,5	idem	neg.	neg.
31			5,9	idem	neg.	neg.
<i>2e opgraving</i>	4	10				
buis 32			6,8	oppervlakkig	neg.	neg.
20			6,6	idem	neg.	neg.
26			6,6	idem	neg.	neg.
<i>3e opgraving</i>	7	8				
buis 21			6,8	in hoofdzaak over een strook van 8 cm in langsrichting v. d. buis		
27			7,1	regelmatig over het gehele oppervlak	28,1	2,3
33			6,8	in hoofdzaak over een strook van 6 cm in langsrichting v. d. buis	25,1	0,9
<i>4e opgraving</i>	10	1				
buis 29			5,9	langs twee stroken	30,2	2,2
36			6,0	gehele buisomtrek	10,8	3,2
					25,3	3,0

d. Dijkshoek

In het proefveld Dijkshoek dat van 18 t/m 24 juni 1938 is ingericht zijn 18 buisjes van asbestcement, genummerd van 37 t/m 54 ingegraven. In het geheel vonden tot nu toe 5 opgravingen plaats.

Een overzicht van deze opgravingen geeft tabel X.

Tabel X. *Opgravingen uit het proefveld Dijkshoek*

	Datum van opgraving	Ouderdom van de buizen	Nummers van de opgegraven buizen
1e opgraving	14-15 augustus 1941	3 jaren, 1 maand	44, 47 en 52
2e opgraving	23-25 november 1943	5 jaren, 5 maanden	42, 37 en 40
3e opgraving	1- 3 oktober 1946	8 jaren, 2 maanden	38, 45 en 48
4e opgraving	26-30 juli 1948	10 jaren, 1 maand	39, 43 en 46
5e opgraving	31 juli-4 aug. 1950	12 jaren, 1 maand	51, 53 en 54

Gelijktijdig met het opgraven van de buizen zijn naast iedere buis monsters genomen van de omhullende grond. De resultaten van het onderzoek van deze monsters zijn in tabel XI vermeld.

Uit deze gegevens blijkt dat de pH tussen de 7 en 8 is gelegen.

Tabel XI. *Uitkomsten van het onderzoek van de monsters grond afkomstig uit het proefveld Dijkshoek*

Monster afkomstig van	Aard van de grond	pH van de natte grond	H ₂ S	FeS ₂	S	HCO ₃ ' en CO ₃ '
<i>1e opgraving</i>						
naast buis 44	zand	7,7	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
47	zand en klei	8,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
52	zand en klei	7,7	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
<i>2e opgraving</i>						
naast buis 42	zandige klei	7,6	zw.pos.	zw.pos.	neg.	pos.
37	zandige klei	7,5	zw.pos.	zw.pos.	neg.	pos.
40	zandige klei	7,7	zw.pos.	zw.pos.	neg.	pos.
<i>3e opgraving</i>						
naast buis 38			Grondmonsters zoekgeraakt			
45						
48						
<i>4e opgraving</i>						
naast buis 39	zandige klei	7,2	neg.	zw.pos.	neg.	st.pos.
46	zandige klei	7,4	neg.	zw.pos.	neg.	st.pos.
43	zandige lkei	7,6	neg.	zw.pos.	neg.	st.pos.
<i>5e opgraving</i>						
naast buis 51	zandige klei	7,4	neg.	neg.	neg.	st.pos.
53	klei	7,3	neg.	zw.pos.	neg.	st.pos.
54	klei	7,5	neg.	neg.	neg.	st.pos.

n.b. = niet bepaald.

De grond reageert dus neutraal, terwijl ze bovendien kalkhoudend is. Aantasting van betekenis is hier dus niet te verwachten, hetgeen bevestigd wordt door het naar de grootte van de aantasting ingestelde onderzoek. De resultaten daarvan zijn in tabel XII vermeld.

Tabel XII. *Uitkomsten van het onderzoek op aantasting van de proefbuizen afkomstig uit het proefveld Dijkshoek*

Herkomst en nummer van de onderzochte buizen	Ouderdom van de onderzochte buizen		pH van de omhullende grond	Wijze van aantasting	Hoeveelheid afgekrabd asbest per 500 cm ² buisopp. in g	Maximale diepte van de aantasting in mm
	jaren	maanden				
1e opgraving buis 44	3	1	7,7	enkele plaatsen	11,9	1,8
47			8,1	idem	19,8	1,6
52			7,7	langs twee stroken	16,4	1,0
2e opgraving buis 42	5	5	7,6	over gehele oppervlak	24,6	1,5
37			7,5	enkele plaatsen	13,9	1,7
40			7,7	idem	12,5	1,4
3e opgraving buis 38	8	2	n.b.	enkele plaatsen	15,6	1,5
45			n.b.	idem	17,5	0,9
48			n.b.	idem	10,8	1,8
4e opgraving buis 39	10	1	7,2	enkele plaatsen	2,3	0,9
46			7,4	idem	11,2	0,8
43			7,6	idem	19,7	1,2
5e opgraving buis 51	12	1	7,4	³ / ₄ van het oppervlak	29,1	1,3
53			7,3	over gehele oppervlak	31,8	1,5
54			7,5	³ / ₄ van het oppervlak	12,6	1,2

e. Bergen N.H.

In het proefveld Bergen, dat werd ingericht op 21 oktober 1938, zijn tot heden 5 opgravingen verricht. Een overzicht van deze opgravingen is in tabel XIII opgenomen.

Tabel XIII. *Opgravingen uit het proefveld Bergen N.H.*

	Datum van opgraving	Ouderdom van de buizen	Nummers van de opgegraven buizen
1e opgraving	30 november 1940	2 jaren, 1 maand	1, 7 en 13
2e opgraving	15-16 maart 1946	7 jaren, 6 maanden	6, 14 en 18
3e opgraving	20-21 november 1947	9 jaren	3, 8 en 15
4e opgraving	2- 3 mei 1949	10 jaren, 6 maanden	4, 10 en 16
5e opgraving	21-22 mei 1950	12 jaren, 7 maanden	2, 11 en 17

Tabel XIV. *Uitkomsten van het onderzoek van de monsters grond afkomstig uit het proefveld Bergen*

Monster afkomstig van	Aard van de grond	pH van de natte grond	H ₂ S	FeS ₂	S	HCO ₃ ' en CO ₃ '
<i>1e opgraving</i>						
naast buis 1	zand	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
7	zand	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
13	zand	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
<i>2e opgraving</i>						
naast buis 6	zand	6,4	neg.	st.pos.	n.b.	neg.
14	zand	6,5	neg.	st.pos.	n.b.	neg.
18	zand	6,6	neg.	st.pos.	n.b.	neg.
<i>3e opgraving</i>						
naast buis 3	zand	6,8	neg.	zw.pos.	neg.	neg.
8	zand	5,2	neg.	zw.pos.	neg.	neg.
15	zand	6,7	neg.	z.z.pos.	neg.	neg.
<i>4e opgraving</i>						
naast buis 4	zand	6,6	neg.	neg.	neg.	neg.
10	zand	6,3	neg.	neg.	neg.	neg.
16	zand	6,4	neg.	neg.	neg.	neg.
<i>5e opgraving</i>						
naast buis 2	zand	6,3	n.b.	neg.	neg.	neg.
11	zand	5,4	n.b.	neg.	neg.	neg.
17	zand	4,2	n.b.	neg.	neg.	neg.

Gelijktijdig met het opgraven zijn naast iedere buis monsters van de omhullende grond genomen.

De resultaten van het onderzoek van deze monsters zijn in tabel XIV opgenomen. Daaruit blijkt dat de grond kalkarm is, terwijl de pH plaatselijk zeer laag kan zijn.

De resultaten van het onderzoek op aantasting van de opgegraven buizen zijn in tabel XV vermeld. Zoals uit deze tabel blijkt is de aantasting van asbestcementbuizen in deze grond ondanks de plaatselijk lage pH, gering. Dit is vermoedelijk een gevolg van de geringe vochtigheid van de grond, waardoor geen chemische reacties kunnen optreden.

Tabel XV. *Uitkomsten van het onderzoek op aantasting van de proefbuizen afkomstig uit het proefveld Bergen*

Herkomst en nummer van de onderzochte buizen	Ouderdom van de onderzochte buizen		pH van de omhullende grond	Wijze van aantasting	Hoeveelheid afgekrabd asbest per 500 cm ² buisopp. in g	Maximale diepte van de aantasting in mm
	jaren	maanden				
<i>1e opgraving</i>	2	1				
buis 1			n.b.	aan één zijde	24,6	1,3
7			n.b.	idem	5,1	1,1
13			n.b.	idem	5,0	1,9
<i>2e opgraving</i>	7	6				
buis 6			6,4	aan één zijde	9,4	0,9
14			6,6	—	—	—
18			6,6	over gehele oppervlak	15,6	1,6
<i>3e opgraving</i>	9	—				
buis 3			6,8	aan één zijde	6,7	1,1
8			5,2	idem	11,5	0,9
15			6,7	idem	10,7	0,8
<i>4e opgraving</i>	10	6				
buis 4			6,6	aan één zijde	7,1	0,7
10			6,3	over gehele oppervlak	9,5	0,8
16			6,4	idem	11,5	0,6
<i>5e opgraving</i>	12	7				
buis 2			6,3	over gehele oppervlak	1,5	n.b.
11			5,4	idem	2,6	n.b.
17			4,2	idem	2,4	n.b.

Bijlage 2

Uitkomsten van het onderzoek met behulp van proefleidingen naar de doelmatigheid van verschillende beschermingsmethoden van asbestcementbuizen

a. Proefleiding te Langweer

De proefleiding te Langweer werd op 11 december 1941 gelegd. De eerste opgraving vond plaats op 13 juni 1946. De leiding had op dat moment dus 4,5 jaren in de grond gelegen. Bij deze gelegenheid werden de buizen a en g (afb. 1, uitslagblad) verwijderd. Van de omhullende grond werden monsters zowel direct tegen de buiswand als op een afstand van ca. 30 cm uit de buizen genomen.

Het onderzoek van deze monsters grond leverde het resultaat op, dat in tabel I is samengevat.

Tabel I. *Uitkomsten van het onderzoek van de monsters grond afkomstig van de 1e opgraving van de proefleiding te Langweer*

Monster gestoken uit de sleuf	Aard van de grond	pH van de natte grond	H ₂ S	FeS ₂	HCO ₃ ' en CO ₃ "
naast buis a	veen met klei	6,8	pos.	st.pos.	neg.
tegen buis a	veen met klei	7,1	pos.	pos.	neg.
naast buis g	veen met klei	7,0	pos.	pos.	neg.
tegen buis g	met kalk behandeld	7,7	pos.	pos.	pos.
	veen met klei met kalk behandeld				

In afwijking van de bij het onderzoek van de monsters grond afkomstig van de proefvelden van de Corrosie Commissie II uitgevoerde pH-bepalingen, die steeds met de glaselectrode zijn uitgevoerd, moesten de in deze tabel vermelde pH-waarden colorimetrisch worden bepaald, omdat de glaselectrode defect was.

Uit het resultaat van het grondonderzoek zou men tot de conclusie kunnen komen dat de buizen in een neutraal milieu hadden gelegen. Daar de onbekte buizen (zie tabel III) duidelijk tekenen van aantasting vertoonden is op 8 mei 1948 een nieuw grondmonster genomen en onderzocht.

Het resultaat van dit onderzoek is in tabel II opgenomen.

De pH, die weer met de glaselectrode is bepaald, was nu beduidend lager en bedroeg zoals uit de tabel blijkt, 5,1. Blijkbaar heeft men hier te doen met een grond die afwisselend aerob en anaerob

Tabel II. *Uitkomsten van het onderzoek van het monster grond afkomstig van Langweer*

Aard van de grond	Reactie t.o.v. lakmoes	H ₂ S	FeS ₂	HCO ₃ ' en CO ₃ ''	pH van de grond-suspensie
veen met zand	zuur	pos.	neg.	neg.	5,1

is. Dat in juni 1946 de grond nog in actieve sulfaatreductie bleek te verkeren, zal vermoedelijk moeten worden toegeschreven aan het feit dat in de laatste maanden van de oorlog de terreinen aan de westzijde van de weg Langweer-Huis ter Heide, waar ook de proefleiding was gelegen, geïnundeerd zijn geweest. Ook daarna is de grondwaterstand aldaar geruime tijd zeer hoog geweest, omdat de eerste tijd na de oorlog de polders niet afdoende konden worden bemalen.

De verwijderde buizen werden op dezelfde wijze als met de buismonsters uit de proefvelden van de Corrosie Commissie II is geschied op aantasting onderzocht met behulp van de z.g. afkrabproef.

De uitkomsten van deze proeven zijn in tabel III opgenomen.

Tabel III. *Uitkomsten van het onderzoek op aantasting van de proefbuizen afkomstig van de 1e opgraving van de proefleiding te Langweer*

Aanduiding van de onderzochte buis	Aard van de bescherming ter plaatse van het onderzochte gedeelte	Wijze van aantasting	Hoeveelheid afgekrabd asbest per 500 cm ² buisopp. in g	Maximale diepte van de aantasting in mm
a	onbeschermd	Aantasting over het gehele oppervlak, met twee sterk aangetaste stroken in de lengte van de buis diametraal tegenover elkaar	22,2	3,6
	dikke asfaltlaag	Aantasting zeer plaatselijk en onregelmatig over het oppervlak verdeeld	2,1	1,5
	koudstrijkbare asfalt	Aantasting zeer plaatselijk en onregelmatig over het oppervlak verdeeld	2,4	1,9
g	onbeschermd	Aantasting over het gehele oppervlak met twee sterk aangetaste stroken in de lengte van de buis diametraal tegenover elkaar	21,0	2,5
	onbeschermd, grond met kalk behandeld	Aantasting vrij regelmatig verdeeld, diametraal tegenover elkaar	18,7	1,5
	idem	Aantasting voornamelijk gelocaliseerd, op één strook in de lengterichting	9,6	0,9

De aantasting van de buizen beschermd met een warm aangebrachte dikke asfaltlaag was voornamelijk opgetreden ter plaatse waar de bekleding blazen vertoonde.

Zoals uit de tabel blijkt was er tussen de aantasting van het op laatstgenoemde wijze behandelde buisgedeelte en het gedeelte voorzien van een laag koudstrijkbare asfalt weinig verschil. In beide gevallen was de aantasting gering. Tussen de grootte van de aantasting van de onbeklede buizen gelegen in met kalk behandelde grond en onbehandelde grond was geen verschil van betekenis.

Uit het onderzoek bleek verder, dat de aantasting in het algemeen het sterkst was aan de zijkanen van de buizen.

Daar door het aanstampen van de grond in de sleuf, naast de buis een inniger contact ontstaat tussen de grond en de buis dan elders, werd het niet voor onmogelijk gehouden, dat dit de oorzaak is dat de zijkanen sterker waren aangetast.

Om hieromtrent meer zekerheid te verkrijgen besloot de commissie de proefleiding uit te breiden met enkele buizen, waarbij speciale aandacht aan het aanstampen zou worden besteed. Bovendien werd het gewenst geacht nog enkele andere beschermingsmethoden in het onderzoek te betrekken.

In december 1946 werd op de plaats waar de buis g had gelegen een nieuwe buis g_n gelegd, die over het gehele oppervlak was afgedraaid. Deze buis kwam in de in 1941 met kalk behandelde grond te liggen. De grond werd hier nu op de normale wijze aangevuld. De oude buis a werd vervangen door een buis (a_n) die voor de helft behandeld was met krijt en cementwater en voor de helft met krijt en waterglas. Over het middelste, een derde gedeelte van de buis, werd de grond in de sleuf op normale wijze aangestampd. In het overige gedeelte is dit opzettelijk achterwege gelaten. Naast buis a_n werd de proefleiding verlengd met een buis h_n lang 4 m. Deze buis werd echter in mei 1947 verlegd en vormde met een buis, die nog niet eerder ingegraven was geweest een tweede proefleiding. Deze tweede proefleiding werd, evenals de oorspronkelijke proefleiding, aan beide einden op de daarmee evenwijdig lopende hoofdleiding aangesloten. De nieuwe proefleiding bestond dus uit twee buizen ieder van 4 m. De verlegde buis (h_n) was voor de helft gefluateerd en voor de helft behandeld met koudstrijkbare asfalt, de andere buis (i_n) bleef onbewerkt. De sleuf werd in het midden van iedere buis over een derde van de lengte op normale wijze aangestampd. Bovendien werd de onbehandelde buis aan de van de eerstgenoemde buis afgekeerde zijde over een derde van de lengte gelegd in een zandbed, zodat de veengrond daar niet in direct contact met de buiswand kon komen. Naast het andere uiteinde van deze buis en de beide

uiteinden van de behandelde buis werd de grond tijdens het aan-aarden opzettelijk niet aangestampt. De situatie van het proefveld na de wederinrichting is in afb. 2, uitslagblad, weergegeven.

Bij de 2e opgraving die op 27 juli 1951 is uitgevoerd, werden alle na de eerste opgraving nieuw ingebrachte buizen verwijderd, t.w. de buizen a_n , g_n , h_n en i_n , terwijl voorts van de oorspronkelijke proefleiding de gedeeltelijk beschermde buis b en de in met kalk behandelde grond gelegen onbeklede buis f, werden opgegraven. Van de zich tegen de buizen bevindende grond en van de grond op 30 cm uit de buis werden monsters genomen.

Het resultaat van het onderzoek van deze monsters is in tabel IV samengevat.

Tabel IV. *Uitkomsten van het onderzoek van de monsters grond afkomstig van de 2e opgraving van de proefleiding te Langweer*

Monster gestoken uit de sleuf	Aard van de grond	pH van de natte grond	H ₂ S	FeS ₂	S	HCO ₃ ' en CO ₃ ''
tegen buis a_n	donker veen	6,0	neg.	pos.	pos.	neg.
naast buis a_n	donker veen	5,6	neg.	neg.	neg.	neg.
tegen buis b	donker veen	5,3	neg.	neg.	neg.	neg.
naast buis b	donker veen	5,6	neg.	neg.	neg.	neg.
tegen buis f	donker veen met kalk	6,2	neg.	neg.	neg.	neg.
naast buis f	donker veen met kalk	6,3	neg.	neg.	neg.	neg.
tegen buis h_n	donker veen	5,8	neg.	neg.	neg.	neg.
naast buis h_n	donker veen	6,1	neg.	neg.	neg.	neg.
tegen buis i_n	donker veen	6,8	neg.	neg.	neg.	neg.
naast buis i_n	donker veen	5,3	neg.	neg.	neg.	neg.

In vergelijking met de uitkomsten van het onderzoek van de in 1946 genomen grondmonsters is de pH weer gedaald en reageert de grond in het algemeen nu weer zuur. Tijdens de opgraving lag de grondwaterstand dan ook beneden de onderkant van de buis, waardoor beluchting van de grond kon optreden.

De opgegraven buizen zijn op de bekende wijze op aantasting onderzocht. Het resultaat van dit onderzoek is in tabel V samengevat.

Uit deze tabel blijkt duidelijk dat in agressieve grond onder overigens dezelfde omstandigheden een onbeschermde buis in belangrijk sterkere mate wordt aangetast dan een beschermde buis. De behandeling van de grond met kalk blijkt eveneens een zekere bescherming te bieden aan de in deze grond gelegde buizen. Uit de wijze van aantasting van de buizen, waarbij de grond tijdens het aanvullen al

Tabel V. *Uitkomsten van het onderzoek op aantasting van de proefbuizen afkomstig van de 2e opgraving van de proefleiding te Langweer*

Aan- duiding van de onder- zochte buis	Aard van de bescherming ter plaats van het onderzochte gedeelte	Wijze van aanvullen van de sleuf	Ouderdom van de onderzochte buizen		Wijze van aantasting	Hoeveelh. afgekrabd asbest per 500 m ² buisopp. in g	Maximale diepte van de aantasting in mm
			jaren	maan- den			
a _n	krijt + waterglas	niet aangestampt	4	7	regelmatig over ge- hele oppervlak	10,7	n.b.
	krijt + waterglas	norm. aangestampt			idem	21,3	n.b.
	krijt + cementw.	idem			idem	54,8	1,0
b	krijt + cementw.	niet aangestampt			idem	11,0	n.b.
	onbeschermd	norm. aangestampt	9	7	alleen in de zijanten	56,6	3,4
	koudstr. b. asfalt	idem			zijanten en onderk.	31,9	2,3
f	idem	idem			alleen in de zijanten	27,1	1,8
	dikke laag asfalt	idem			regelmatig over ge- hele oppervlak	12,0	-
	onbesch., grond m. kalk behand.	norm. aangestampt	9	7	idem	6,1	-
g _n	idem	idem			idem	8,3	2,3
	geh. oppervlak afgedraaid, on- besch., grond m. kalk behand.	norm. aangestampt	4	7	regelmatig over ge- hele oppervlak	6,6	-
h _n	idem	idem			idem	6,9	-
	gefluuteerd	niet aangestampt	4	7	regelmatig over ge- hele oppervlak	74,9	3,8
	idem	norm. aangestampt			idem	67,9	-
i _n	koudstr. b. asfalt	idem			idem	34,5	-
	idem	niet aangestampt			idem	50,4	3,0
	onbeschermd	norm. aangestampt	4	2	regelmatig over ge- hele oppervlak	21,1	-
i _n	idem	niet aangestampt			idem	14,9	-
	onbeschermd, zandomhulling	norm. aangestampt			idem	20,8	-

dan niet is aangestampt, is niet met enige waarschijnlijkheid vast te stellen dat dit op de mate van aantasting van invloed is.

Het fluateren schijnt, gezien de grootte van de aantasting van de aldus behandelde buizen in vergelijking met de onbehandelde buizen, een minimale bescherming tegen aantasting te geven. Echter dient te worden opgemerkt dat ook het gedeelte van dezelfde buis, dat voorzien is van een laag koudstrijkbare asfalt na 4 $\frac{1}{2}$ jaar reeds in belangrijke mate is aangetast. Mogelijk is deze sterke aantasting te wijten aan het feit dat deze buis aanvankelijk op een andere plaats in de proefleiding heeft gelegen en na 5 maanden is verplaatst. Het is niet uitgesloten, dat bij het opgraven en verplaatsen van de buizen de bekleding min of meer is beschadigd.

Van het behandelen van de buizen met krijt en waterglas en met krijt en cementwater schijnt geen bijzondere bescherming uit te gaan. Er is geen uitgesproken verschil in aantasting tussen de aldus behandelde buis en de onbekte buizen.

3e opgraving

Op 29 september 1955 vond de derde en laatste opgraving uit het proefveld Langweer plaats, waarbij alle nog resterende buizen zijn verwijderd, te weten de buizen c, d en e.

Gelijktijdig zijn weer grondmonsters genomen tegen en 30 cm uit de buiswand.

Het resultaat van het onderzoek van deze monsters is in tabel VI samengevat.

Tabel VI. *Onderzoek van monsters grond afkomstig van de 3e opgraving van de proefleiding te Langweer*

Monster gestoken uit de sleuf	Aard van de grond	pH van de natte grond	H ₂ S	FeS ₂	S	HCO ₃ ' en CO ₃ '
<i>buis c</i>						
tegen onbeschermd ged.	zanderig veen	6,2	neg.	neg.	neg.	neg.
naast onbeschermd ged.	zanderig veen	6,4	neg.	neg.	neg.	neg.
tegen dikke asfaltlaag	zanderig veen	6,6	neg.	pos.	pos.	neg.
naast dikke asfaltlaag	zanderig veen	6,2	neg.	neg.	neg.	neg.
tegen koudstrijkbare asfalt	zanderig veen	6,0	neg.	neg.	neg.	neg.
naast koudstrijkbare asfalt	zanderig veen	5,8	neg.	pos.	pos.	neg.
<i>buis d</i>						
tegen buiswand	zanderig veen	6,0	neg.	neg.	neg.	neg.
naast buiswand	zanderig veen	6,8	neg.	neg.	neg.	neg.
<i>buis e</i>						
tegen buiswand	zanderig veen					
naast buiswand	met kalk	6,2	neg.	neg.	neg.	neg.
	zanderig veen met kalk	5,8	neg.	neg.	neg.	neg.

Het blijkt dat de grond ook nu weer zuur reageert. Producten van de sulfaatreductie werden slechts in enkele monsters aangetroffen. De uitkomsten wijzen er dus opnieuw op dat hier aeratie is opgetreden, waardoor bovenbedoelde producten omgezet zijn in zwavelzuur.

Ter bepaling van de mate van aantasting zijn de buizen, die op het tijdstip van opgraving 13 jaren en 9 maanden oud waren, onderworpen aan de afkrabproef.

De uitkomsten van deze proef zijn in tabel VII verzameld.

Tabel VII. *Uitkomsten van het onderzoek op aantasting van de proefbuizen afkomstig van de 3e opgraving van de proefleiding te Langweer*

Aanduiding van de onderzochte buis	Aard van de bescherming ter plaatse van het onderzochte gedeelte	Wijze van behandeling van de vullingsgrond	Wijze van aantasting	Hoeveelheid afgekrabd asbest per 500 cm ² buisopp. in g
c	onbeschermd	normaal aange-stamp	in de zijkanten het sterkst	64,9
	koudstrijkbare asfalt	idem	² / ₃ gedeelte niet, overige zeer plaatselijk met enkele diepe putten	32,5
	dikke asfaltlaag	idem		21,1
d	onbeschermd	idem	² / ₃ gedeelte vrij sterk, overige gedeelte aan de onderzijde weinig	102,6
	idem	idem	idem	76,2
	idem	idem	idem	97,1
e	onbeschermd	idem met kalk behandeld	¹ / ₃ gedeelte aan de onderzijde, behoudens twee diepe putten a. d. zijkant, weinig	52,0
	idem	idem	idem	79,2

Het blijkt dat de aantasting sedert de vorige opgraving onder alle omstandigheden is toegenomen. De aantasting is het geringst bij de buizen, die van een dikke asfaltlaag zijn voorzien. De aantasting van de buizen behandeld met koudstrijkbare asfalt is, gezien de hoeveelheid afgekrabd asbest per 500 cm² buisoppervlak, in het algemeen eveneens van weinig betekenis. Tussen de mate van aantasting van de onbeschermdede gedeelten van de buizen, die wel en niet in met kalk behandelde grond hebben gelegen, is nog wel enig verschil, doch veel minder dan bij de 2e opgraving. Blijkbaar kan ondanks een dergelijke behandeling van de grond na langere tijd plaatselijk toch wel vrij sterke aantasting optreden.

b. Proefleiding te Daarlerveen

De proefleiding te Daarlerveen werd op 16 oktober 1941 gelegd. De eerste opgraving vond hier plaats op 14 juli 1946. De leiding was op dit tijdstip 4 jaren en 9 maanden oud. De laatste maanden voor de opgraving had de leiding niet meer onder druk gestaan, als gevolg van een daarin opgetreden lek. Bij de opgraving werden de buizen a en e uit de leiding verwijderd. Gelijkijdig zijn monsters van de omhullende grond genomen, zowel tegen als 30 cm uit de buiswand.

De resultaten van het onderzoek van deze monsters zijn in tabel VIII samengevat.

Tabel VIII. *Uitkomsten van het onderzoek van de monsters grond afkomstig van de 1e opgraving van de proefleiding te Daarlerveen*

Grondmonsters gestoken uit de sleuf	Aard van de grond	H ₂ S	FeS ₂	HCO ₃ ' en CO ₃ '	pH van de natte grond
naast buis a	veen	pos.	z.zw.pos.	neg.	6,6
tegen buis a	veen	pos.	z.zw.pos.	neg.	6,9
naast buis e	veen met kalk	pos.	zw.pos.	neg.	6,8
tegen buis e	veen met kalk	pos.	z.zw.pos.	pos.	7,6

Uit deze tabel blijkt dat men hier weer te maken heeft met grond die oorspronkelijk in sulfaatreductie heeft verkeerd, maar ten gevolge van aeratie thans zuur reageert.

De verwijderde buizen zijn met behulp van de afkrabproef op aantasting onderzocht. De daarbij verkregen gegevens zijn verzameld in tabel IX.

Tabel IX. *Uitkomsten van het onderzoek op aantasting van de proefbuizen afkomstig van de 1e opgraving van de proefleiding te Daarlerveen*

Aan- duiding van de onder- zochte buis	Aard van de bescherming van de buis ter plaatse van het onderzochte gedeelte	Wijze van aantasting	Hoeveelheid afgekrabd asbest per 500 cm ² buisopp. in g	Maximale diepte van de aantasting in mm
a	dikke asfaltlaag	Aantasting op enkele plaatsen gelocaliseerd	1,2	1,3
	idem	Aantasting op enkele plaatsen gelocaliseerd		
	koudstrijkbare asfalt onbeschermd	Aantasting over het gehele oppervlak verspreid	0,73	1,8
e	onbeschermd, grond met kalk behandeld	Aantasting over gehele oppervlak van de buis	3,3	0,5
		Aantasting vrij regelmatig verdeeld met enkele putten	17,5	1,5
	idem	Aantasting vrij regelmatig over het oppervlak verdeeld	9,0	1,0
			9,1	1,1

Uit het verrichte onderzoek bleek dat na een verblijf van 4 jaren en 9 maanden in deze grond het gedeelte van de buizen voorzien van een dikke asfaltlaag het minst was aangetast. De aantasting was beperkt tot die plaatsen waar zich ten gevolge van de door de buiswand voortgeplante inwendige waterdruk blazen in de asfaltlaag hadden gevormd. Ter plaatse van deze blazen waren in de bekleding scheuren ontstaan.

In vergelijking met het onbeklede gedeelte was ook de aantasting van het gedeelte van buis a, dat is behandeld met koudstrijkbare asfalt, gering. Vermoedelijk is de aantasting slechts daar opgetreden, waar de beschermingslaag al tijdens het leggen beschadigd was. De onbeklede buis afkomstig uit de met kalk behandelde grond was minder aangetast dan het onbeschermd deel van buis a, doch niet onbelangrijk sterker dan de buizen voorzien van een asfaltbekleding.

De proefleiding is op 4 april 1948 weer in bedrijf gesteld, nadat de verwijderde buis a was vervangen door een nieuwe buis a_n , voor de helft voorzien van een bescherming van koudstrijkbare asfalt en voor de helft gefluateerd; ter plaatse van de opgegraven buis e is een onbeklede buis e_n gelegd, waarvan het gehele oppervlak was afgedraaid. Ten slotte werd de leiding aan de zijde van buis a_n verlengd met een onbehandelde buis h_n ter lengte van 4 m.

Bij het aanvullen van de sleuf van de buis a_n werd de grond aan de beide uiteinden over een derde van de lengte van de buis opzettelijk niet aangestampt; in het midden van de buis werd de grond op normale wijze aangevuld en aangestampt. Om buis e_n werd de sleuf weer op normale wijze aangevuld met de oorspronkelijke met kalk behandelde grond. Bij buis h_n werd de grond over het middelste derde gedeelte normaal aangestampt, ter plaatse van het derde gedeelte gelegen aan de zijde van buis a_n werd dit opzettelijk achterwege gelaten, terwijl de sleuf aan de andere zijde van de buis aangevuld werd met zand.

Evenals bij het wederinrichten van de proefleiding te Langweer is het aanstampen van de grond over een gedeelte van de sleuf achterwege gelaten om te trachten na te gaan of het aanstampen van de sleuf de oorzaak kan zijn, dat asbestcementbuizen vaak in de zijden het sterkst zijn aangetast. Het aanbrengen van zand om een deel van buis h_n had tot doel te onderzoeken of aantasting kan worden voorkomen door ervoor zorg te dragen, dat de buis niet in directe aanraking kan komen met de agressieve grond. Een schema van de gewijzigde proefleiding is in afb. 3, uitslagblad, gegeven.

2e opgraving

Uit de proefleiding werd op 27 juli 1953 voor de 2e maal een aantal buizen verwijderd, nl. alle buizen, die in 1948 nieuw waren gelegd, t.w. buis a_n , e_n en h_n en de oorspronkelijke buizen b en f. Tijdens de opgraving werden van de grond om iedere buis monsters genomen. De uitslag van het onderzoek van deze monsters is in tabel X vermeld.

De gevonden waarden voor de pH zijn in het algemeen belangrijk

Tabel X. *Uitkomsten van het onderzoek van de monsters grond afkomstig van de 2e opgraving van de proefleiding te Daarlerveen*

Herkomst van het monster	Grondsoort	pH van de natte grond	H ₂ S	FeS ₂	S	HCO ₃ ' en CO ₃ ''	Bijzonderheden
tegen buis h _n	grof zand	7,0	neg.	neg.	neg.	neg.	
30 cm uit buis h _n	grof zand	3,7	neg.	pos.	pos.	neg.	
tegen buis a _n	veen	6,3	pos.	pos.	pos.	neg.	
30 cm uit buis a _n	veen	6,1	neg.	neg.	neg.	neg.	
tegen buis b	veen	5,9	pos.	pos.	neg.	neg.	
30 cm uit buis b	veen	5,6	pos.	pos.	pos.	neg.	
tegen buis f	veen	6,5	pos.	neg.	pos.	neg.	grond met kalk
30 cm uit buis f	veen	5,7	pos.	pos.	neg.	neg.	behandeld

lager dan bij de eerste opgraving, met uitzondering van de met kalk behandelde grond en van de zandomhulling van buis h_n.

De buizen werden op de bekende wijze op aantasting onderzocht. De daarbij verkregen gegevens zijn in tabel XI samengevat.

Onafhankelijk of bij het aanvullen van de sleuf de grond al dan niet was aangestampt, is bij geen der buizen een uitgesproken sterkere aantasting van de zijkanen van de onbeschermden buisgedeelten geconstateerd. Wel was in de meeste gevallen de bovenkant het minst aangetast en in enkele gevallen de onderkant het sterkst. Een afdoende verklaring is daarvoor niet te geven. Op grond van dit onderzoek kan verder worden aangenomen dat het fluateren van weinig betekenis is voor het beschermen van asbestcementbuizen tegen aantasting. De aantasting van het aldus behandelde buisgedeelte is van dezelfde orde van grootte als van de onbeschermden buizen in niet behandelde grond. Ook het aanbrengen van een zandomhulling heeft maar weinig effect gehad. De aantasting van de geasfalterde buizen is daarentegen belangrijk kleiner. Ze is het geringst bij de buizen voorzien van een dikke asfaltaag, doch ook de behandeling met koudstrijkbare asfalt heeft het optreden van aantasting in belangrijke mate beperkt. De aantasting in met kalk behandelde grond is ongeveer van dezelfde orde van grootte als bij een bescherming van koudstrijkbare asfalt.

Direct nadat deze buizen waren verwijderd is de proefleiding hersteld door ter plaatse van de buizen e_n en f een nieuwe buis ter lengte van 4 m te leggen, terwijl het vrije uiteinde van buis c door middel van een koperen leiding met de parallellopende hoofdleiding werd verbonden. Het resterende gedeelte van de proefleiding is aldus weer direct onder druk gebracht.

Tabel XI. *Uitkomsten van het onderzoek op aantasting van de proefbuizen afkomstig van de 2e opgraving van de proefleiding te Daarlerveen*

Aanduiding van de onderzochte buis	Aard van de bescherming ter plaatse van het onderzochte gedeelte	Wijze van aanvullen van de sleuf ter plaatse van het onderzochte gedeelte	Ouderdom van de onderzochte buizen		Wijze van aantasting ter plaatse van het onderzochte gedeelte	Hoeveelh. afgekrabd asbest per 500 cm ² buisopp. in g	Maximale diepte van de aantasting in mm
			jaren	maanden			
h _n	onbeschermd, zandomhulling	normaal *	3	4	over gehele opp.vlak	44,9	-
	onbeschermd	idem			idem	42,3	-
	idem	niet aangestampt			onderk. het sterkst, zijkanten matig, bovenkant niet	53,9	2,8
a _n	gefluuteerd	idem	3	4	bovenkant niet	67,3	2,6
					onderk. het sterkst, zijkanten matig, bovenkant niet	58,6	2,3
b	koudstr.b. asfalt	idem	9	9,5	over gehele opp.vlak	14,4	-
	onbeschermd	normaal			bovenkant het minst	109	4,7
e _n	koudstr.b. asfalt	idem	3	4	over gehele opp.vlak	34,2	-
	onbeschermd, oppervlak afgedraaid, grond m. kalk behand.	niet aangestampt			idem	14,6	-
f	idem	idem	9	9,5	over gehele opp.vlak	20,9	0,7
	onbesch., grond m. kalk behand.	idem			idem	31,2	1,2
	idem	normaal			bovenkant niet	28,5	2,4
		idem			alleen één zijkant	23,6	3,4

* Onder normaal wordt verstaan op de wijze zoals dit oorspronkelijk bij het inrichten van de proefvelden is uitgevoerd, dus de grond naast de buizen aangestampt met een platte stamper.

3e opgraving

De resterende buizen van de proefleiding, de buizen c, d en g, zijn op 30 september 1955 verwijderd, waarbij wederom monsters van de grond om de buizen werden genomen.

De resultaten van het onderzoek van deze monsters zijn opgenomen in tabel XII.

Uit deze analyse blijkt dat de grond plaatselijk sterk zuur reageert. Producten van de sulfaatreductie werden slechts op enkele plaatsen aangetroffen, vermoedelijk omdat deze door aeratie zijn geoxydeerd tot zwavelzuur. De pH van de monsters, die tegen de buiswand zijn genomen, is in het algemeen belangrijk hoger dan de pH van de monsters die 0,30 m uit de buiswand zijn genomen. Vermoedelijk is dit een gevolg van de vrije kalk uit de buiswand, die de direct daar-

Tabel XII. *Uitkomsten van het onderzoek van de monsters grond afkomstig van de 3e opgraving van de proefleiding te Daarlerveen*

Herkomst van het monster	Grond- soort	pH van de natte grond	H ₂ S	FeS ₂	S	HCO ₃ ' en CO ₃ ''	Bijzonder- heden
<i>buis c</i>							
onbeschermd gedeelte tegen de buis	veen	5,7	neg.	neg.	neg.	neg.	
30 cm uit de buis	veen	4,4	neg.	neg.	neg.	neg.	
gedeelte behandeld met koudstrijkbare asfalt							
tegen de buis	veen	6,0	neg.	neg.	neg.	neg.	
30 cm uit de buis	veen	5,4	neg.	neg.	neg.	neg.	
gedeelte voorzien van dikke asfaltlaag							
tegen de buis	veen	5,6	neg.	neg.	neg.	neg.	
30 cm uit de buis	veen	4,4	neg.	pos.	pos.	neg.	
<i>buis d</i>							
tegen de buis	veen	6,7	neg.	neg.	neg.	neg.	
30 cm uit de buis	veen	4,8	neg.	pos.	pos.	neg.	
<i>buis g</i>							
tegen de buis	veen	6,6	neg.	neg.	neg.	neg.	grond met kalk behandeld
30 cm uit de buis	veen	6,3	neg.	neg.	neg.	neg.	

mede in aanraking zijnde grond in mindere of meerdere mate heeft geneutraliseerd. Van de ontgraven buizen werd de mate van aantasting wederom bepaald met behulp van de afkrabproef.

De daarbij verkregen resultaten zijn in tabel XIII samengevat.

Na verblijf van bijna 14 jaren (13 jaren, 11,5 maanden) in deze in het algemeen sterk zuur reagerende grond blijkt, dat onbeschermd buizen daarin over het gehele oppervlak zijn aangetast, waarbij de aantasting op verschillende punten reeds vrij diep is doorgedrongen. Het behandelen van de grond met kalk doet de aantasting wel verminderen, maar desondanks kan de aantasting plaatselijk belangrijk zijn.

Hoewel de buizen voorzien van een dikke laag asfalt na 14 jaren minder sterk zijn aangetast dan die voorzien van een bescherming van koudstrijkbare asfalt, zijn ook de op de eerstgenoemde manier beschermde buizen over het gehele oppervlak aangetast, terwijl plaatselijk (daar waar blaasvorming is opgetreden) diepe putten voorkomen.

Op grond van de hoeveelheid afgekrabd materiaal per 500 cm² buisoppervlak zou de mate van aantasting van de buizen behandeld met koudstrijkbare asfalt ongeveer gelijk zijn aan die van de buizen

Tabel XIII. *Uitkomsten van het onderzoek op aantasting van de proefbuizen afkomstig van de 3e opgraving van de proefleiding te Daarlerveen*

Aan- duiding van de onder- zochte buis	Aard van de bescherming ter plaatse van het onderzochte gedeelte	Ouderdom van de onderzochte buizen		Wijze van aantasting ter plaatse van het onderzochte gedeelte	Hoeveelh. afgekrabd asbest per 500 cm ² buisopp. in g	Maximale diepte van de aantasting in mm
		jaren	maan- den			
c	onbeschermd koudstrijkbare asfalt dikke asfaltlaag	13	11	over gehele oppervlak	87,6	5,7
				idem	52,7	3,2
				over gehele oppervlak zeer zwak	12,3	2,4
d	onbeschermd idem	13	11	over gehele oppervlak	87,2	5,0
				over $\frac{2}{3}$ van het oppervlak	76,1	4,9
g	onbeschermd, grond met kalk behandeld idem	13	11	over gehele oppervlak onderzijde praktisch niet, diepste aantasting in de zijkanen	83,4	6,4
				idem	53,3 54,2	5,- 3,7

in met kalk behandelde grond. Bij de eerst genoemde buizen is de aantasting echter vrij regelmatig zonder diepe putten.

3. *Mechanische beproeving van de opgegraven buizen*

Ten einde na te gaan welke invloed de opgetreden aantasting op de sterkte van de buizen heeft uitgeoefend zijn de buizen afkomstig van de derde opgraving te Langweer en Daarlerveen onderworpen aan de waterpersproef en ringdrukproef, zoals die ook bij de keuring van nieuwe buizen worden uitgevoerd. Er was helaas niet voldoende materiaal beschikbaar om daarmee buigproeven te verrichten.

De uitkomsten van deze proeven zijn in tabel XIV samengevat.

Zoals uit deze tabel blijkt, zijn de sterktecijfers gevonden voor de buizen beschermd met een dikke asfaltlaag het grootst; de waarden voor de buizen behandeld met koudstrijkbare asfalt zijn weliswaar iets minder hoog, maar voldoen ruimschoots aan de eisen. De sterktecijfers van de buizen, die onbeschermd bleven, zijn duidelijk lager.

Tabel XIV. *Uitkomsten van de mechanische beproeving van de proefbuizen van de 3e opgraving van de proefleidingen te Langweer en Daarlerveen*

Herkomst van de onderzochte buis	Aard van de bescherming ter plaatse van het onderzochte gedeelte	Uitkomsten van de beproeving		
		waterpersproef	ringdrukproef	
		treksterkte in kg/cm ²	ringdruksterkte in kg/cm ²	
<i>Langweer</i> buis c	onbeschermd	248	706 700 gem. 703	
	koudstrijkbare asfalt	263	823 752 gem. 787	
	dikke asfaltlaag	308	901 932 gem. 916	
	buis d	onbeschermd	240	474
			244	513
			gem. 242	gem. 493
buis g	onbeschermd, grond met kalk behandeld	277	502	
		264	639	
		gem. 270	gem. 599	
<i>Daarlerveen</i> buis c	onbeschermd	186	548	
	koudstrijkbare asfalt	222	615 592 gem. 603	
	dikke asfaltlaag	242	808 840 gem. 824	
	buis d	onbeschermd	208	419
			197	511
			gem. 202	gem. 465
buis g	onbeschermd, grond met kalk behandeld	183	483	
		173	543	
		gem. 178	gem. 513	
eis rapport S.C.A.B. ten minste		160	450	

Bijlage 3

**Keuringseisen voor waterleidingbuizen
en hulpstukken van asbestcement
met nominale middellijnen t/m 300 mm**

Art. 1. Algemeen*a. Buizen en hulpstukken*

Deze voorschriften hebben betrekking op buizen en hulpstukken van asbestcement, die bestemd zijn voor het transport van drinkwater onder druk.

b. Verbindingen

Wordt voor het tot stand brengen van de verbindingen van de buizen onderling gebruik gemaakt van koppelingen van asbestcement, dan gelden daarvoor dezelfde eisen als voor de buizen, behoudens voor de maten en maatafwijkingen. De maten en maatafwijkingen van koppelingen van asbestcement zijn afhankelijk van het toe te passen type en dienen in overleg met de fabrikant te worden vastgesteld. (Zie toelichting).

Art. 2. Materiaal

De buizen en hulpstukken moeten zijn vervaardigd van een homogeen mengsel in hoofdzaak bestaande uit portlandcement en asbestvezel waaraan water is toegevoegd.

Het portlandcement moet voldoen aan de eisen van N 481.

Art. 3. Afwerking*a. Uiterlijk*

De buizen en hulpstukken moeten inwendig rond en glad zijn en in- en uitwendig zonder beschadigingen of gebreken, die nadelig zijn voor de sterkte of de dichtheid.

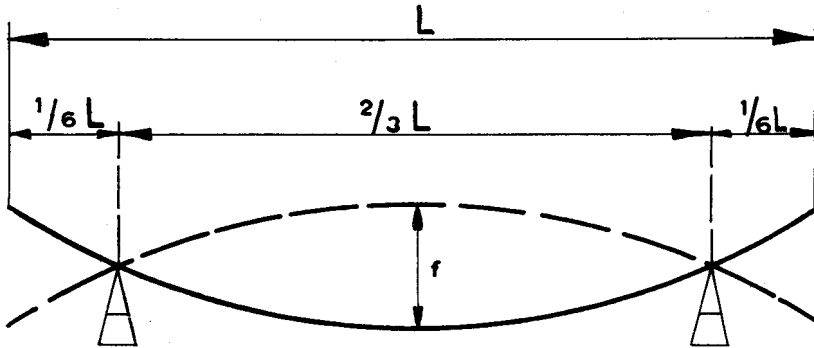
De afgedraaide einden van de buizen en hulpstukken mogen geen beschadigingen vertonen, die nadelig zijn voor de afdichting.

De kopvlakken van de afgedraaide einden van de buizen en hulpstukken moeten haaks op de lengte-as staan.

b. Rechtheid

De buizen moeten recht zijn.

De afwijking van de rechte lijn wordt bepaald door de buizen te rollen over twee evenwijdige liggers, ieder geplaatst op een afstand van $\frac{1}{6} L$ van de beide uiteinden van de buizen overeenkomstig afb. 1.



Afb. 1

De afwijking f in mm in het midden van de buis mag niet meer bedragen dan:

5,5 L	voor buizen met een nominale middellijn van	50 t/m	60 mm
4,5 L	„ „ „ „ „	80 t/m	200 mm
3,5 L	„ „ „ „ „	250 t/m	300 mm

L is de lengte van de buis in m.

Art. 4. Indeling in klassen en nominale middellijn

a. Indeling

De buizen en hulpstukken zijn ingedeeld in de klassen 5, 10, 15, 20 en 25, overeenkomende met beproevingsdrukken (zie art. 6b) van 5, 10, 15, 20 en 25 kg/cm² (zie toelichting).

b. Nominale middellijn

De nominale middellijn van de buizen en hulpstukken, aangevende de binnenmiddellijn, bedraagt 50, 60, 80, 100, 125, 150, 200, 250 of 300 mm.

Art. 5. Maten en maatafwijkingen

a. Afmetingen

I. Lengte

De lengte van de buizen moet een veelvoud van 0,50 m zijn en mag niet minder bedragen dan:

3 m voor buizen met een binnenmiddellijn t/m 100 mm en

4 m voor buizen met een binnenmiddellijn groter dan 100 mm.

Van een afgeleverde partij mag de lengte van ten hoogste 5 % van de buizen — en wel tot een maximum van 1 m — afwijken van de normale lengte.

II. Wanddikte

De wanddikten van de buizen moeten in overeenstemming zijn met tabel I (zie toelichting).

Tabel I. *Afmetingen van asbestcementbuizen in mm*

nominale middellijn	Klasse 5		Klasse 10		Klasse 15		Klasse 20		Klasse 25	
	wanddikte	buitenmiddellijn	wanddikte	buitenmiddellijn	wanddikte	buitenmiddellijn	wanddikte	buitenmiddellijn	wanddikte	buitenmiddellijn
50	9	68	9	68	9	68	12	74	12	74
60	9	78	9	78	9	78	12	84	12	84
80	9	98	9	98	9	98	12	104	12	104
100	9	118	10	120	10	120	12	124	12	124
125	10	145	10	145	10	145	12	149	14	153
150	10	170	10	170	13	176	15	180	17	184
200	12	224	12	224	16	232	19	238	23	246
250	12	274	12	274	17	284	21	292	28	306
300	12	324	14	328	20	340	25	350	34	368

III. Lengte van de afgedraaide einden

De benodigde lengte van de afgedraaide einden is afhankelijk van het type koppeling dat wordt toegepast en dient in overleg met de fabrikant te worden vastgesteld.

(Bij toepassing van Simplexkoppelingen, zie aanhangsel A).

IV. Hulpstukken

De afmetingen van de bochtstukken, voorzover die niet uit I t/m III volgen, dienen in overleg met de fabrikant te worden vastgesteld.

b. Toegestane maatafwijkingen

I. Op de lengte

De toegestane maatafwijking op de normale lengte bedraagt +5 en -20 mm.

II. Op de wanddikte ter plaatse van de afgedraaide einden

Op de wanddikte ter plaatse van de afgedraaide einden zijn de in tabel II vermelde maatafwijkingen toegestaan, met dien verstande dat de wanddikte nergens kleiner mag zijn dan 8 mm.

Tabel II. *Toegestane maatafwijkingen op de wanddikte ter plaatse van de afgedraaide einden*

Wanddikte in mm	Toelaatbare maatafwijkingen in mm
t/m 10	± 1,5
groter dan 10 t/m 20	± 2,0
groter dan 20 t/m 30	± 2,5
groter dan 30	± 3,0

III. Op de buitenmiddellijn ter plaatse van de afgedraaide einden

De toegestane maatafwijking op de buitenmiddellijn ter plaatse van de afgedraaide einden is afhankelijk van het type koppeling dat wordt toegepast en dient in overleg met de fabrikant te worden vastgesteld.

(Bij toepassing van Simplexkoppelingen, zie aanhangsel A).

IV. Op de lengte van de afgedraaide einden

De lengte van de afgedraaide einden is afhankelijk van het toegepaste type koppeling.

(Bij toepassing van Simplexkoppelingen, zie aanhangsel A).

V. Op de binnenmiddellijn

Een kogel of schijf, waarvan de middellijn $(2,5 + 0,01 d)$ mm kleiner moet zijn dan de nominale middellijn d van de buis en die vervaardigd moet zijn van een materiaal dat ongevoelig is voor de inwerking van water, moet vrij door de buis of het hulpstuk kunnen worden bewogen.

Art. 6. Keuringsproeven

a. Algemeen

De volgende keuringsproeven moeten worden uitgevoerd:

1. Waterdichtheidsproef.
2. Barstdrukproef.
3. Ringdrukproef
4. Buigproef.

b. Waterdichtheidsproef

De buis of het hulpstuk moet worden geplaatst in een waterpersinstallatie op zodanige wijze, dat een goede afdichting aan de einden verzekerd is en dat tijdens de beproeving geen axiale druk of trek in de buis kan optreden. De inwendige waterdruk moet geleidelijk toenemen van 0 tot de zg. beproevingsdruk, dat is de druk, die overeenkomt met de klasse waartoe de buis behoort. Deze druk moet gedurende 30 seconden worden gehandhaafd. Daarbij mag zich geen lekkage, doorzwenen of enig ander gebrek voordoen. De tijd van 30 seconden mag worden beperkt tot 10 seconden, indien de inwendige waterdruk met 10% wordt vergroot.

De druk moet worden gemeten met een geijkte manometer, waarmee de druk op voldoende nauwkeurige wijze kan worden afgelezen.

c. Barstdrukproef

Proefstukken, die 50 cm lang moeten zijn en die van de uiteinden van rechte buizen en rechte hulpstukken zijn genomen, moeten gedurende 48 uren worden ondergedompeld in water en zo spoedig mogelijk daarna in een waterpersinstallatie beproefd. De bevestiging in de waterpersinstallatie en de afdichting moeten zodanig zijn dat, tijdens de beproeving het optreden van axiale druk of trek in de buis wordt vermeden. De druk moet geleidelijk toenemen met 1 kg/cm² per 3 seconden totdat breuk optreedt.

De treksterkte van het materiaal bij breuk, R_t , berekend met de formule:

$$R_t = \frac{p \cdot d}{2e}$$

waarin: R_t = treksterkte in kg/cm²

p = inwendige waterdruk bij breuk in kg/cm²

d = gemiddelde inwendige middellijn in cm

e = gemiddelde wanddikte ter plaatse van de breuk in cm

moet ten minste 200 kg/cm² bedragen.

d. Ringdrukproef

Proefringen, die 20 cm lang dienen te zijn en voorzien van evenwijdige eindvlakken, moeten gedurende 48 uren worden ondergedompeld in water en zo spoedig mogelijk daarna beproefd. De ring moet in radiale richting tussen twee evenwijdige drukplaten over de volle lengte tot breuk worden belast. Tussen elk van de drukplaten en de ring dient een laag celotex of een plaat van gelijkwaardig materiaal van ten minste 1 cm dikte te worden aangebracht.

De belasting moet geleidelijk toenemen met 40 à 60 kg per seconde, totdat breuk optreedt.

De ringdruksterkte R_e berekend met de formule:

$$R_e = 0.955 \frac{P \cdot (d + e)}{ge^2}$$

waarin R_e = ringdruksterkte in kg/cm²

P = breukbelasting in kg

d = gemiddelde inwendige middellijn in cm

e = gemiddelde wanddikte van de ring in cm

g = gemiddelde lengte van de ring in cm

moet ten minste 450 kg/cm² bedragen (zie toelichting).

e. Buigproef

Proefstukken, die 220 cm lang dienen te zijn, moeten gedurende 48 uren worden ondergedompeld in water en zo spoedig mogelijk daarna beproefd.

Het proefstuk moet worden gelegd op twee metalen zadels, waarvan de draagvlakken een hoek van 120° met elkaar maken. Deze zadels, die 5 cm breed dienen te zijn, moeten in het vlak van buiging kunnen draaien om twee horizontale assen, die op 2 m afstand van elkaar moeten liggen. Het proefstuk moet midden tussen de beide zadels belast worden door middel van een zadel, dat dezelfde vorm dient te hebben als de beide eerstgenoemde, doch 10 cm breed moet zijn (zie afb. 2). Tussen de draagvlakken van de zadels en het proefstuk moet een laag celotex of een laag gelijkwaardig materiaal van tenminste 1 cm dikte worden aangebracht. De belasting moet geleidelijk worden opgevoerd met 40 à 60 kg per seconde, totdat breuk optreedt.

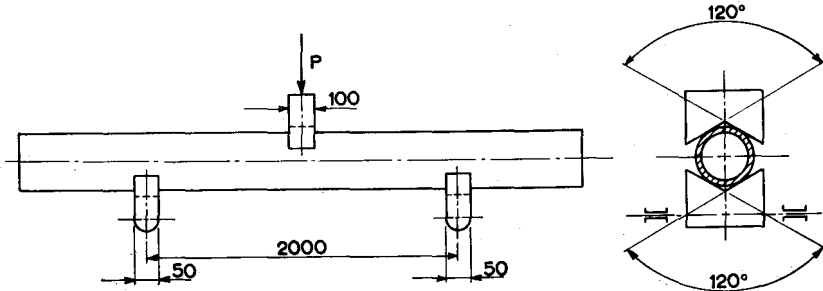
De buigtreksterkte R_f berekend met de formule:

$$R_f = 2,547 \frac{Pl(d + 2e)}{(d + 2e)^4 - d^4}$$

waarin: R_f = buigtreksterkte in kg/cm²

P = breukbelasting in kg

l = afstand tussen de middens van de ondersteuningen
 in cm
 d = gemiddelde inwendige middellijn in cm
 e = gemiddelde wanddikte ter plaatse van de breuk in cm
 moet ten minste 250 kg/cm² bedragen (zie toelichting).



maten in mm

Afb. 2

f. Aantal te beproeven buizen of hulpstukken

Van een te keuren partij buizen of hulpstukken moet op elke 200 buizen of 200 hulpstukken 1 buis of 1 hulpstuk worden onderworpen aan de onder a genoemde proeven, met uitzondering van de beproeving op de waterdichtheid, waaraan alle buizen moeten worden onderworpen.

Indien het aantal buizen of hulpstukken van de te keuren partij geen veelvoud van 200 is, en de rest na deling door 200, 100 of meer bedraagt dan wordt de partij beschouwd als bestaande uit een aantal buizen gelijk aan het eerstvolgende veelvoud van 200. Is een partij kleiner dan 100, dan wordt het aantal te beproeven buizen of hulpstukken van te voren nader overeengekomen.

Indien de besteller het nodig oordeelt dat een groter aantal buizen of hulpstukken wordt beproefd, dan dient dit van te voren te worden overeengekomen.

Art. 7. Algemene voorschriften betreffende de keuring

a. Plaats van de keuring

De keuring dient te geschieden door of in tegenwoordigheid van de besteller of de door hem aangewezen gemachtigde, die daartoe op ieder redelijk tijdstip toegang moet hebben tot alle ruimten van de fabriek, waar de voor hem bestemde materialen worden opgeslagen

of beproefd. Heeft de keuring niet op de fabriek plaats, dan heeft de leverancier het recht de beproeving bij te wonen.

De besteller kan eisen, dat de meetwerktuigen, alvorens met de beproeving wordt aangevangen, worden geijkt. Voldoen de meettoestellen aan redelijke eisen dan zijn de kosten van de ijking voor de besteller, in het andere geval dienen deze door de fabrikant te worden gedragen.

De leverancier moet de door de besteller aangewezen proefstukken in de benodigde aantallen gratis ter beschikking stellen.

Het staat de besteller of zijn gemachtigde vrij de te beproeven materialen en de goedgekeurde door hem af te nemen materialen van een merkteken te voorzien.

b. Tijdstip van keuring en aflevering

De keuringsproeven overeenkomstig art. 6 moeten worden uitgevoerd met buizen, waarvan de fabrikant garandeert dat zij voldoende zijn verhard, met dien verstande dat deze ten minste 15 dagen oud moeten zijn.

De aflevering mag niet plaatsvinden binnen een termijn van tenminste 28 dagen na het tijdstip van vervaardiging.

c. Afkeuring en herkeuring

Buizen en hulpstukken waarvan de afmetingen of het uiterlijk niet voldoen aan de daarvoor gestelde eisen of die niet voldoen aan de waterdichtheidsproef (art. 6b) worden afgekeurd.

Indien blijkt dat 10% van de onderzochte buizen of hulpstukken niet aan deze eisen voldoet, kan door de besteller worden verlangd, dat de partij eerst door de leverancier wordt geselecteerd.

Indien een proefstuk afkomstig uit één der buizen of hulpstukken bedoeld in art. 6-f niet voldoet aan één der proeven overeenkomstig art. 6-c, d en e, wordt deze proef herhaald met twee andere proefstukken afkomstig uit twee verschillende buizen of hulpstukken van dezelfde partij als waaruit de beproefde buis of hulpstuk afkomstig is. Indien één der uitkomsten daarbij niet beantwoordt aan de daarvoor gestelde eis, wordt de gehele partij waarvan de buis, waaruit het proefstuk is genomen, afkomstig is, afgekeurd tenzij de proefstukken die niet aan de voorschriften voldoen, kennelijk afkomstig zijn van buizen of hulpstukken die tot een bepaalde fabricagegroep behoren; in het laatste geval worden alleen de buizen of hulpstukken van die groep afgekeurd en vindt opnieuw keuring plaats van het resterende gedeelte.

Art. 8. Op de buizen en hulpstukken aan te brengen merken

Op alle buizen en hulpstukken moet op duidelijke en houdbare wijze zijn aangegeven:

1. de naam van de fabriek en het fabrieksmerk
2. de datum van vervaardiging
3. de nominale middellijn en de wanddikte
4. de klasse

Art. 9. Rubberringen

De maten en maatafwijkingen en de materiaaleisen waaraan de rubberringen moeten voldoen zijn afhankelijk van het toe te passen type koppeling en dienen in overleg met de fabrikant te worden vastgesteld.

(Bij toepassing van Simplexkoppelingen, zie aanhangsel A).

TOELICHTING**Art. 1-b. Verbindingen**

Voor het onderling verbinden van buizen van asbestcement komen verschillende typen koppelingen in aanmerking. Tot voor kort werden in Nederland uitsluitend Simplexkoppelingen toegepast, maar de laatste tijd zijn ook andere koppelingen o.a. de Toschikoppeling en de Rekekoppeling in gebruik genomen. Verwacht mag worden dat op den duur nog meer nieuwe typen koppelingen op de markt komen. In verband hiermede wordt het onjuist geacht in deze keuringseisen voorschriften voor de afmetingen van Simplexkoppelingen op te nemen en eisen aan de buizen te stellen die verband houden met de toepassing van deze koppeling.

Het gebruik van Simplexkoppelingen eist dat aan sommige maten vrij strenge eisen worden gesteld. De bijzondere eisen die voortvloeien uit het gebruik van deze koppelingen zijn in een afzonderlijk *aanhangsel A*, dat aan deze keuringseisen is toegevoegd, opgenomen. Het ligt in de bedoeling de keuringseisen, zodra daaraan behoefte bestaat, met nieuwe aanhangsels voor andere typen koppelingen aan te vullen. Daarin zullen de bijzondere eisen opgenomen worden, die aan asbestcementbuizen dienen te worden gesteld als gevolg van het in gebruik komen van deze koppelingen.

Art. 4. Indeling in klassen en nominale middellijn

a. Indeling

Het verdient aanbeveling om in de buizen geen hogere drukken toe te laten dan de helft van de beproevingsdrukken.

Art. 5. Maten en maatafwijkingen

a. Afmetingen

II. Wanddikten

De wanddikten van de buizen volgens klasse 5 zijn geheel gelijk aan de wanddikten die in het rapport van de Studiecommissie Asbestcementbuizen (S.C.A.B.) voor deze klasse zijn opgegeven; voor klasse 10 geldt dit eveneens voorzover het betreft buizen met een nominale middellijn van 150 mm en groter. Beneden deze maat zijn andere wanddikten vastgesteld.

De wanddikten van de buizen volgens klasse 15 zijn geheel nieuw en kleiner dan de overeenkomstige waarden die in het rapport van de S.C.A.B. voor deze klasse zijn opgegeven; de wanddikten van de buizen volgens klasse 20 zijn gelijk genomen aan die van klasse 15 uit het rapport van de S.C.A.B. met uitzondering van de buis met een nominale middellijn van 200 mm. De wanddikte van deze buis is van 17 mm op 19 mm gebracht.

Voor de bedrijven die altijd buizen volgens klasse 20 van het rapport van de S.C.A.B. hebben besteld en deze willen blijven toepassen is overeenkomstig de International Organization for Standardization (ISO) een klasse 25 ingevoerd. De wanddikten van de buizen volgens deze klasse zijn gelijk aan die van de oude klasse 20.

Art. 6. Keuringsproeven

c. Barstdrukproef

Bij de wanddikten volgens tabel I van art. 5-a. II en een treksterkte van ten minste 200 kg/cm² is de barstdruk ten minste gelijk aan de bij de klasse behorende beproevingsdruk op waterdichtheid (zie art. 6-b.) vermenigvuldigd met de coëfficiënten

2	voor buizen met een inwendige middellijn t/m 100 mm
1,75	„ „ „ „ „ „ van 125 t/m 200 mm
1,5	„ „ „ „ „ „ van 250 mm en groter

d. Ringdrukproef

De formule $R_e = 0,955 \frac{P \cdot (d+e)}{ge^2}$ voor de ringdruksterkte wordt gevonden uit

$$R_e = \frac{M}{W}$$

door daarin te substitueren:

voor $M = \frac{1}{2\pi} \cdot P \cdot (d+e)$ en

voor $W = \frac{1}{6} g \cdot e^2$

e. Buigproef

De formule $R_f = 2,547 \frac{Pl(d+2e)}{(d+2e)^4 - d^4}$ voor de buigtreksterkte wordt gevonden uit:

$$R_f = \frac{M}{W}$$

door daarin te substitueren:

voor $M = \frac{P \cdot l}{4}$ en

voor $W = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{(d+2e)^4 - d^4}{d+2e}$

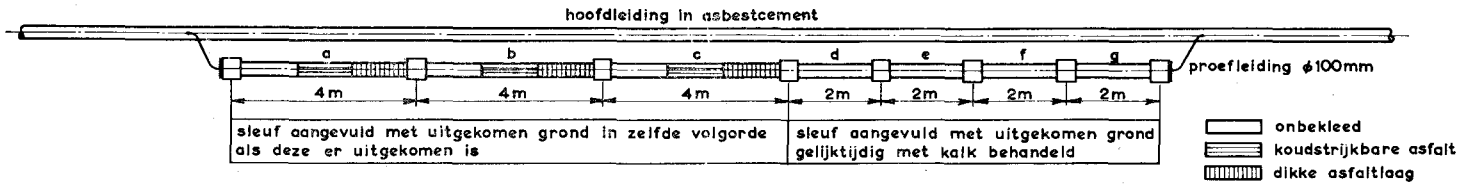
40 en 50 Shore-durometereenheden. Bovendien zijn de volgende aanvullende eisen gesteld:

De verhouding tussen de blijvende deformatie en de totale deformatie, de zg. fractional set, bepaald volgens de methode Fielding, mag ten hoogste 0,20 bedragen,

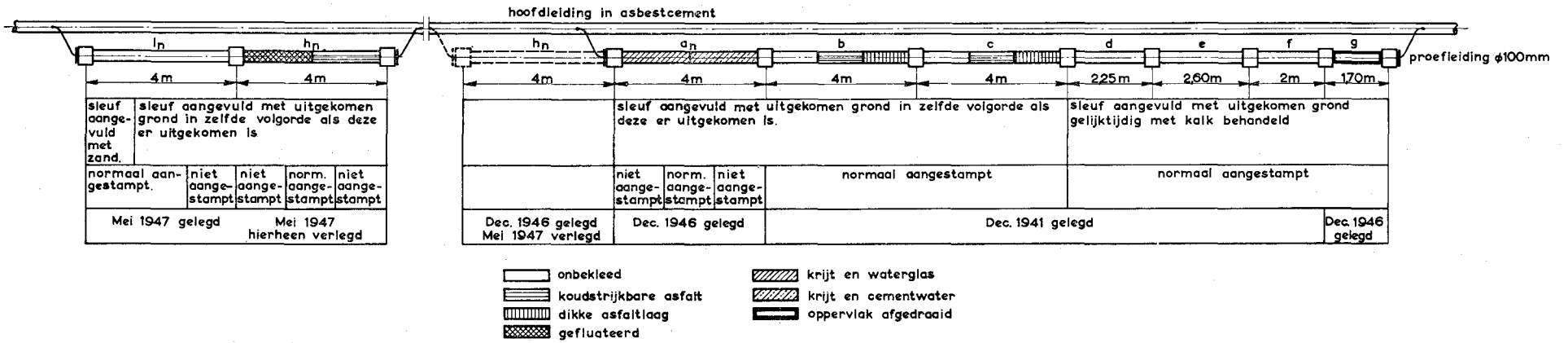
In verdunde zuren oplosbare hulp- of vulstoffen mogen niet in het rubbermengsel voorkomen, behoudens zinkoxyde, waarvan het gehalte tot het strikt nodige moet worden beperkt (ten hoogste 3 gewichtsdelen op 100 gewichtsdelen rubber).

Het extract van 3 procentig (0,5n) azijnzuur, bepaald op de wijze als omschreven in N 1292 (Rubberstoppen), mag niet meer dan 1% bedragen.

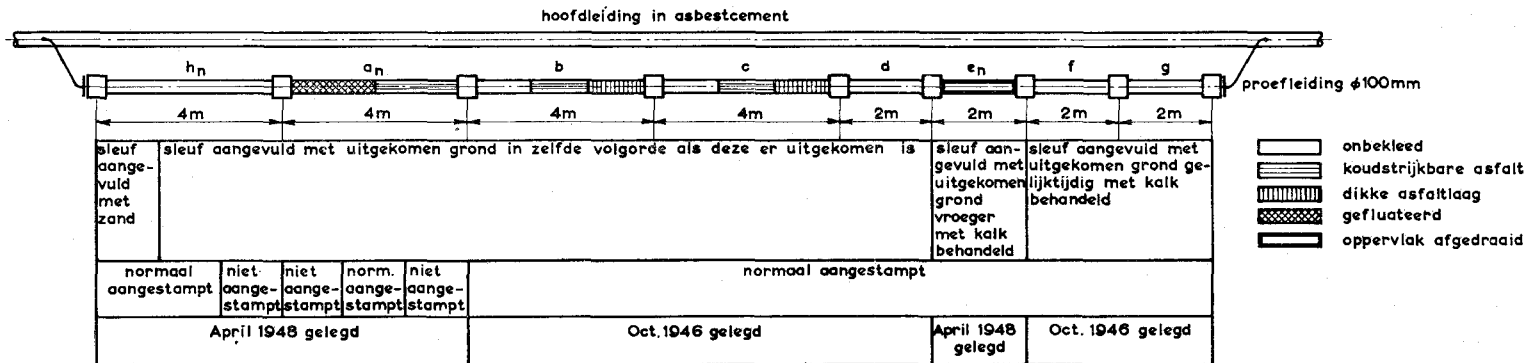
De rubber mag geen reuk, smaak of kleur aan het water afgeven; de vulstoffen moeten practisch vrij zijn van lood.



Afb.1 Schema van de proefleidingen van asbestcement te Langweer en Daarlerveen



Afb. 2 Schema van de proefleiding van asbestcement te Langweer na de wederinrichting na de 1^e opgraving



Afb.3 Schema van de proefleiding van asbestcement te Daarlerveen na de wederinrichting na de 1^e opgraving