

Grijs gietijzeren gasleidingen

**Een onderzoek naar aanleiding van de
gasexplosie Haarlemmer Houttuinen
Amsterdam, 9 maart 2008**

Den Haag, april 2009 (projectnummer M2008BL0309-01)

De rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid zijn openbaar.
Alle rapporten zijn bovendien beschikbaar via de website van de Onderzoeksraad
www.onderzoeksraad.nl

DE ONDERZOEKSRAAD VOOR VEILIGHEID

De Onderzoeksraad voor Veiligheid is ingesteld met als taak te onderzoeken en vast te stellen wat de oorzaken of vermoedelijke oorzaken zijn van individuele of categorieën voorvallen in alle sectoren. Het doel van een dergelijk onderzoek is uitsluitend toekomstige ongevallen of incidenten te voorkomen en indien de uitkomsten daartoe aanleiding geven, daaraan aanbevelingen te verbinden. De organisatie bestaat uit een raad met vijf vaste leden, een professioneel bureau en kent daarnaast een aantal vaste commissies. Voor specifieke onderzoeken worden begeleidingscommissies in het leven geroepen.

Onderzoeksraad

Voorzitter: prof. mr. Pieter van Vollenhoven
Vice-voorzitter: mr. J.A. Hulsenbek
mr. A. Brouwer-Korf
prof. dr. ing. F.J.H. Mertens
dr. ir. J.P. Visser

Commissie Industrie, buisleidingen en netwerken

Voorzitter: dr. ir. J.P. Visser
Vice-voorzitter: prof. dr. ing. F.J.H. Mertens
ir. J. Spiekhout
ir. Y.E. Suurenbroek
ir. W.B. Patberg
ir. G.J.M. Prieckaerts
ir. J.F.M. Wessels MBA
prof. dr. W.A. Wagenaar

Algemeen
secretaris: mr. M. Visser

Projectleider: ing. M.C.F. Konijn

Bezoekadres: Anna van Saksenlaan 50
2593 HT Den Haag

Telefoon: +31 (0)70 333 7000
Internet: www.onderzoeksraad.nl

Postadres: Postbus 95404
2509 CK Den Haag

Telefax: +31 (0)70 333 7077

BESCHOUWING

Het voorliggende rapport bevat het resultaat van het onderzoek naar aanleiding van een explosie in de bergruimtes van een appartementencomplex aan de Haarlemmer Houttuinen te Amsterdam op 9 maart 2008. Als gevolg van deze explosie, waarbij de bergruimtes verwoest werden, kregen vier bewoners in de boven gelegen woningen ademhalingsproblemen. Twee bewoners zijn behandeld in een ziekenhuis. De explosie werd veroorzaakt door de ontsteking van aardgas dat vrijkwam uit een breuk in een grijs gietijzeren¹ hoofdgasleiding. Het aardgas is door de bodem via de gevel in de bergruimtes op de begane grond van het appartementencomplex terecht gekomen, waar het zich heeft verzameld en uiteindelijk een explosief mengsel heeft gevormd. De breuk in de leiding is ontstaan door uitwendige krachten op de leiding.

Een onafhankelijk onderzoek beoogt volgens de Rijkswet Onderzoeksraad voor Veiligheid (2005) te achterhalen wat er zich precies heeft afgespeeld - de waarheidsvinding - en na te gaan of én zo ja welke structurele veiligheidstekorten aan de gebeurtenis ten grondslag hebben gelegen, met als enig doel een dergelijk voorval in de toekomst te voorkomen. In tegenstelling tot het strafrecht dat zich richt op het onderzoek naar strafbare feiten en in het verlengde daarvan op de schuldvraag, is de schuldvraag bij het onafhankelijk onderzoek door de Onderzoeksraad expliciet uitgesloten.

De voorganger van de Onderzoeksraad, de Raad voor de Transportveiligheid, heeft in 2002 naar aanleiding van het ongeval in de Czaar Peterstraat in Amsterdam zijn zorg geuit over het gebruik van grijs gietijzeren gasleidingen. In dit verband heeft de toenmalige Raad een zevental aanbevelingen gedaan, waarvan er meerdere gericht waren aan de ook nu betrokken netbeheerder. Een van de aanbevelingen uit 2002 is dan ook als referentie gebruikt in het huidige onderzoek. In 2002 werd Continuon Netbeheer, thans Liander onder meer aanbevolen:

De grijs gietijzeren gasdistributieleidingen in zowel de gemeente Amsterdam als in het overige verzorgingsgebied (circa 3.178 km) te evalueren met betrekking tot het optreden van grafietcorrosie en verschilzettingen, voor risicovolle situaties direct maatregelen te nemen en een specifiek managementprogramma hiervoor op te zetten.

De reactie van de netbeheerder op deze aanbeveling was positief:

“Onderdeel van het regulier vervangingsprogramma van Continuon Netbeheer is het op termijn vervangen van alle grijs gietijzeren leidingen. Het is niet mogelijk om dit in een tijdsbestek van enkele jaren te realiseren. Hierdoor is besloten de prioriteit te leggen bij leidingen met een verhoogd risico”

Het doel van het huidige onderzoeksrapport is dan ook tweeledig. Ten eerste het vaststellen van de directe en achterliggende oorzaken van het voorval op 9 maart 2008. Ten tweede het vaststellen hoe de netbeheerder invulling heeft gegeven aan de aanbevelingen naar aanleiding van het voorval aan de Czaar Peterstraat en waarom de huidige beheersmaatregelen het ongeval op 9 maart 2008 niet hebben voorkomen.

Onderzoek

Vanaf 1900 tot medio jaren zeventig zijn grijs gietijzeren leidingen toegepast als hoofdleidingen in het gasdistributienet. Van meet af aan waren de zwakheden van grijs gietijzer als materiaal bekend. Pas vanaf de jaren dertig en veertig kwamen er voor deze leidingen ook andere materialen op de markt zoals staal en asbestcement, gevolgd in de jaren zestig door de eerste generatie kunststof leidingen.

Naast de beperkingen van grijs gietijzer in het algemeen, was het in de gasbranche in de loop van de tachtiger jaren ook bekend geworden dat het materiaal kwetsbaar was voor trillingen en externe belastingen. Zo werd in 1994 in de toen uitgebrachte NEN-norm², al een verbod op het gebruik van gietijzeren afsluiters voor gastransportleidingen in nieuwe situaties van kracht.

¹ Grijs gietijzer is één van de in Nederland toegepaste leidingmaterialen. De andere materialen zijn, nodulair gietijzer, staal, hard Polyvinylchloride (PVC), Polyethyleen (PE) en asbest cement (AC).

² Producten moeten veilig zijn, processen zijn bij voorkeur efficiënt, en producten en processen moeten op elkaar aansluiten. Om dit te bereiken worden afspraken gemaakt. De onderlinge afspraken zoals zijn gemaakt tussen producenten, handelaren, inspecteurs, consumentenorganisaties en andere belanghebbenden zijn vastgelegd in documenten en worden Normen genoemd.

Een ongewenste breuk in een gietijzeren gasleiding kan worden veroorzaakt door buiging van de leiding. Als een verzwakking in de leiding aanwezig is, kan deze dan als beginpunt van de breuk dienen. Ook zonder dat een verzwakking optreedt, zal de leiding bij overschrijding van de maximale doorbuiging breken. Voorafgaande aan een breuk treedt normaal eerst vervorming van het leidingmateriaal op. Daar waar stalen- en of kunststof leidingen zich nog enigszins laten vervormen, kan grijs gietijzer nauwelijks vervormen waardoor het direct volledig breekt. Door deze materiaaleigenschappen, de gevoeligheid voor materiaaldefecten en corrosie (verzwakking) zijn grijs gietijzeren leidingen intrinsiek onveilig voor de ondergrondse distributie van gas, vooral in de zogenaamde risicogebieden. Risicogebieden zijn die gebieden waar de buiging van de leidingen, de uitwendige belastingen op de leidingen, maar ook aantasting van de leidingen door de grondsoort niet beheerst kan worden. Grote delen van Amsterdam, waar sprake is van vele (bouw)werkzaamheden zijn dan ook aan te merken als risico gebied, maar ditzelfde geldt ook voor andere steden en de verzorgingsgebieden van andere netbeheerders.

De buiging wordt veelal veroorzaakt door krachten die op een leiding komen te staan als de grond beweegt (zetting). Wanneer de leiding teveel buigt breekt de leiding. De kwaliteit van de grondsoort, de mate waarin de grond gemiddeld zakt en de ligging van leiding zijn bekend voor de netbeheerder en in principe beheersbaar. Maar overmatige zakking en extra belasting door bijvoorbeeld werkzaamheden zijn lang niet altijd bekend en dien ten gevolge te beheersen, dit terwijl de netbeheerder verantwoordelijk blijft voor de integriteit en zo ook de kwaliteit van het gasdistributienet.

Daarnaast heeft de netbeheerder geen invloed op de factoren die bepalen of het aardgas dat uitstroomt uit een breuk al dan niet ophoopt en ontstoken wordt. Natuurlijk zijn er barrières zoals de geur van het aardgas en eisen ten aanzien van gasdichtheid in gevel doorvoeringen. Dit zijn letterlijk laatste barrières met ernstige beperkingen omdat de geurstof verloren kan gaan door absorptie aan de grond en de netbeheerder geen invloed heeft op de gasdichtheid van een gevel. Maar bovenal, de netbeheerder kan de kans op een gasexplosie gegeven een breuk niet voorspellen én uiteindelijk niet beïnvloeden.

Waar de netbeheerder wel direct invloed op kan uitoefenen en verantwoordelijkheid voor draagt, is de kwaliteit van het ondergrondse gasnetwerk. De kwetsbaarheid van grijs gietijzer, maar ook van de andere brosse leidingmaterialen (hard polyvinylchloride (PVC) en asbestcement) ten opzichte van leidingmaterialen, zoals staal en polyethyleen (PE) is groter. Aan het gebruik van grijs gietijzer kleefde vanaf het begin bezwaren die voortkwamen uit de materiaal eigenschappen. Samen met de met verstorende omgevingsfactoren maakt dit de leidingen kwetsbaar. Medio jaren tachtig werd het steeds duidelijker dat het gebruik van het materiaal door de toenemende mate van verstoring vanuit de omgeving van de leidingen niet meer aanvaardbaar was.

Deze conclusie wordt onderschreven door een analyse naar de landelijke storingsgegevens die in het kader van dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de Raad. Het aantal breuken in grijs gietijzer is veel hoger dan bij staal en PE.

Tot op heden zijn in Nederland de effecten van gasexplosies veroorzaakt door breuk in grijs gietijzeren leidingen beperkt gebleven tot gewonden en materiële schade.

Bij het voorval in de Czaar Peterstraat op 15 augustus 2001 vielen twee zwaargewonden en bij de gasexplosie in de Haarlemmer Houttuinen vielen vier lichtgewonden. Als alleen op de Nederlandse ongevalcijfers wordt afgegaan, lijken de zorgen van de Raad wellicht ongegrond.

Maar bij vergelijkbare explosies in Groot-Brittannië (Larkhall 1999, 4 doden - Dundee 2002, 2 doden) en in Frankrijk (Dyon 1999, 11 doden - Mulhouse 2004, 17 doden) vielen wel slachtoffers als gevolg van de explosie van het aardgas dat vrijkwam door een breuk in een grijs gietijzeren leiding. De Nederlandse voorvallen hadden in potentie veel grotere gevolgen kunnen hebben.

De netbeheerder in Amsterdam Liander, kon anno 2008 geen overzicht verschaffen van het aantal breuken in de grijs gietijzeren leidingen in haar beheersgebied. Ondanks het feit dat de kans op een plotselinge breuk relatief hoog is, meent de netbeheerder dat gevolgen, zoals in het buitenland niet te verwachten zijn bij breuken in haar leidingen. Een onderbouwing voor deze aanname ontbrak desgevraagd. De netbeheerder heeft de Raad dan ook niet overtuigd waarom een explosie zoals zich in het buitenland heeft voorgedaan hier niet kan plaatsvinden.

Risico's zijn er altijd! De vraag blijft echter hoe om te gaan met bekende risico's. De bekendheid met het falen van leidingen roept de verwachting op dat vanuit de eigen verantwoordelijkheid van de netbeheerder een versnelde sanering zou zijn opgestart. Deze actie is echter uitgebleven en voor de huidige sanering hanteert de netbeheerder geen einddatum voor vervanging. Het ontbreken van een doelstelling (tempo en tijd) van het vervangen van grijs gietijzeren gasleidingen is naar het oordeel van de Raad niet aanvaardbaar.

Reactie op eerdere aanbevelingen

Naar aanleiding van het rapport Czaar Peterstraat heeft De netbeheerder gereageerd op de aanbevelingen van de Raad en zijn toezeggingen gedaan over de opvolging van deze aanbevelingen.*"Onderdeel van het regulier vervangingsprogramma van Liander Netbeheer is het op termijn vervangen van alle grijs gietijzeren leidingen. Het is niet mogelijk om dit in een tijdsbestek van enkele jaren te realiseren. Hierdoor is besloten de prioriteit te leggen bij leidingen met een verhoogd risico"*.....

Uit het voorliggend onderzoek van de Raad blijkt dat De netbeheerder deze toezegging niet heeft waargemaakt. De netbeheerder hanteert in 2008, ondanks haar toezegging voor grijs gietijzeren leidingen hetzelfde vervangingsbeleid als voor de andere leidingmaterialen. De netbeheerder heeft alleen voor Amsterdam globaal in kaart gebracht waar de grijs gietijzeren leidingen met een verhoogd risico liggen, maar heeft deze informatie niet vertaald naar een programma dat resulteert in het gericht vervangen van grijs gietijzer door nieuwe leidingen van ander materiaal.

In 2002 had de netbeheerder 3178 kilometer grijs gietijzeren gasleidingen in haar verzorgingsgebied, wat goed is voor 1/3 van het totale grijs gietijzeren netwerk in Nederland. Het reguliere vervangingsbeleid heeft er toe geleid dat in de afgelopen jaren 499 kilometer is vervangen. Er resteert nu nog 2679 kilometer dat in het huidige tempo zou resulteren in een totale vervangingsduur van nog 40 jaar.

Na de explosie op 9 maart 2008 heeft de netbeheerder alsnog een aantal aanvullende maatregelen afgekondigd en opnieuw intenties afgegeven die zouden moeten leiden tot beheersing van de problematiek. Tot een versnelde sanering van grijs gietijzeren leidingen in de risico gebieden, anders dan bij werkzaamheden in de omgeving van leidingen, is echter niet besloten.

Uiteraard heeft de Raad ook gekeken welke ontwikkelingen binnen de branche hebben plaatsgevonden. De signalen vanuit het binnenland, zoals aanpassing van de normen en rapporten van de Raad voor de Transportveiligheid maar ook de explosies en ontwikkelingen in buitenland heeft Netbeheer Nederland, de branche organisatie van netbeheerders, in beweging gebracht. Begin maart 2008 is uiteindelijk de beoordelingssystematiek voor grijs gietijzer gepubliceerd. Deze systematiek zou moeten leiden tot het beheren van grijs gietijzeren gasleidingen. Naast het feit dat er geen de eindtermijn voor sanering is vastgesteld, is ook de beschikbare systematiek niet bindend voor de netbeheerders.

Gaswet en toezicht

Onderdeel van de Gaswet is de zorgplicht van de netbeheerder met betrekking tot de veiligheid van zijn gastransport. De Raad heeft echter vastgesteld dat de veiligheid van het gasdistributienet bij de totstandkoming van de toepasselijke regelgeving en het toezicht relatief weinig aandacht heeft verkregen. In eerdere rapporten van de RvTV en de OVV is dit aan de orde gesteld en zijn aanbevelingen gedaan om dit te verbeteren. Met de in 2004 tot stand gebrachte wijzigingen in de Gaswet en Regeling kwaliteitsaspecten netbeheer elektriciteit en gas is een toegenomen mate van aandacht voor en uitwerking van het aspect veiligheid in de regelgeving betreffende gastransport zichtbaar geworden. In lijn met de toegenomen aandacht voor de veiligheid is toezicht daarop in 2006 deels neergelegd bij het Staatstoezicht op de Mijnen. Na een overgangsfase is met dit deel van het toezicht begonnen in januari 2008.

De mogelijkheden die de Gaswet biedt om ook inhoudelijke eisen te stellen aan de waarborging van de veiligheid en aan de risicobeheersing door de netbeheerders zijn echter – gezien de omvang van de risico's - nog niet voldoende benut.

Conclusie en aanbevelingen

Op basis van de resultaten van dit onderzoek en de spiegeling aan het eerdere onderzoek naar het voorval op de Czaar Peterstraat concludeert de Raad opnieuw dat het gebruik van grijs gietijzeren gasleidingen in veel gevallen nog steeds een onbeheersbaar risico voor burgers vormt, immers burger kan niet kiezen wie het gasnet beheert dat voor zijn of haar huis ligt en is daarmee een bekend structureel, aanwezig veiligheidsstekort.

Voor grijs gietijzeren aardgas distributieleidingen in het algemeen geldt dat het samenspel tussen materiaal, de aantasting en omgeving het moment van breuk onvoorspelbaar maakt. In de huidige tijd met de toename van de intensiteit en zwaarte van het verkeer en grootschalige (ook ondergrondse) bouwprojecten is grijs gietijzer in toenemende mate ongeschikt voor het veilig gebruik als aardgasdistributieleiding. Deze conclusie beperkt zich niet alleen tot Liander. Ook de sector onderschat nog steeds de huidige risico's van brosse leidingen.

De Raad komt tot de conclusie dat met het huidige beleid- waarbij in hoge mate het accent ligt op de veelvuldig geprezen –zelfregulering- de bestaande risico's onvoldoende worden aangepakt.

- De Raad beveelt netbeheerder Liander aan om voor grijs gietijzeren gasleidingen (en de andere brosse materialen) over te gaan tot versnelde sanering.

De Raad onderschrijft op zich zelfregulering in deze branche. Naar mening van de Raad werkt dit in de praktijk echter onvoldoende. De reeds bestaande wettelijke eisen met betrekking tot de zorgplicht geven de minister van Economische zaken en de toezichthouders de mogelijkheid om te toetsen of de eigen verantwoordelijkheid voor de sanering van de brosse gasdistributie leidingen ook daadwerkelijk wordt genomen.

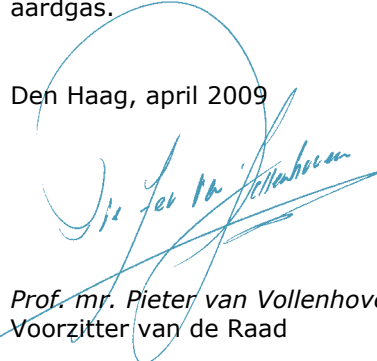
- De Raad beveelt de minister van Economische zaken en zijn toezichthouders aan de wettelijk vereiste zorgplicht te benutten.
- De Raad beveelt de minister van Economische zaken aan om met de netbeheerders afspraken te maken om tot versnelde sanering te komen.

Tot slot

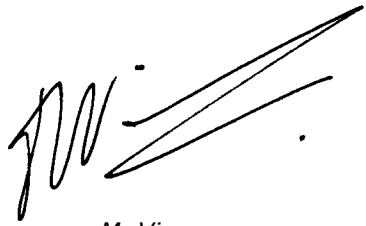
De Raad vraagt met dit rapport opnieuw aandacht voor de problematiek rondom het gebruik van grijs gietijzeren leidingen omdat de Raad van mening is dat de burger er op moet kunnen vertrouwen dat het aardgas op een veilige manier geleverd wordt door de netbeheerder. De burger kan niet kiezen wie het gasnet beheert dat voor zijn of haar huis ligt en binnenkomt, netbeheerders hebben een monopoliepositie.

De netbeheerders hebben dan ook een eigen én maatschappelijke verantwoordelijkheid voor het beschermen van de burger tegen de gevaren die kunnen ontstaan als gevolg van transport van aardgas.

Den Haag, april 2009



Prof. mr. Pieter van Vollenhoven
Voorzitter van de Raad



mr. M. Visser
Algemeen secretaris

INHOUD

Lijst van afkortingen en begrippen.....	11
1 Inleiding	13
1.1 Aanleiding onderzoek.....	13
1.2 Doelstelling onderzoek.....	14
1.3 Onderzoeksvragen en aanpak onderzoek	14
1.3.1 Onderzoeksvragen.....	14
1.3.2 Aanpak	14
1.4 Leeswijzer.....	15
2 Feitelijke informatie.....	17
2.1 Situatieschets.....	17
2.2 Verloop van het voorval	18
2.3 Opvolging van de aanbevelingen Czaar Peterstraat	21
2.4 Het gasdistributie netwerk in Nederland	22
2.4.1 Omvang van het gasdistributienet.....	22
2.4.2 Analyse van de storingsregistratie.....	23
2.4.3 Ontwikkelingen	23
3 Beoordelingskader	25
3.1 Wet- en regelgeving	25
3.1.1 Gaswet 2000	25
3.1.2 Bouwbesluit 2003.....	25
3.2 Geldende normen en richtlijnen.....	26
3.2.1 NEN 7244 Gasvoorzieningsystemen	26
3.2.2 NEN 3045 voor grijs gietijzer.....	26
3.2.3 NEN 3650 k1 t/m K6.....	26
3.2.4 Richtlijnen voor de aanleg van hoofd- en dienstleidingen, leidingen van grijs gietijzer 26	
3.2.5 Richtlijn bij aanleg gietijzeren gasleidingen Haarlemmer Houttuinen	26
3.2.6 Richtlijn meetprocedure voor bovengrondslekzoeken, GT-060241, 2 februari 2007.	27
3.2.7 Beoordelingssystematiek Grijs Gietijzer	27
3.3 Beleid Liander.....	27
3.3.1 Beleid van Liander	27
3.4 Beoordelingskader voor veiligheidmanagement	27
3.5 Buitenlands beleid ten aanzien van grijs gietijzeren gasleidingen.....	29
4 Betrokken partijen en hun verantwoordelijkheden	31
4.1 Liander Netbeheer (voorheen Continuon).....	31
4.1.1 Netwerk Services	32
4.2 Netbeheer Nederland.....	32
4.3 Ministerie van Economische Zaken.....	32
4.4 Gemeente Amsterdam	32
4.4.1 Beheerder van de openbare ruimte	32
4.4.2 Amsterdam, Stadsdeel Centrum	32
4.5 Kiwa Gas Technolgy B.V.....	32
5 Analyse	33
5.1 Grijs gietijzer.....	33
5.2 Problematiek	33
5.3 Veiligheidsmanagement Liander	40
5.3.1 Inleiding	40
5.3.2 Veiligheidsmanagement.....	40
5.4 Wetgeving en toezicht	45
5.5 Zelfregulering	47
6 Conclusies.....	49
7 Aanbevelingen	51

BIJLAGEN

1. Onderzoeksverantwoording
2. Reactie op aanbevelingen
3. Vergelijkbare ongevallen in Groot Brittannië en Frankrijk
4. Wetsartikelen
5. Tripodanalyse
6. Het materiaalkundig onderzoek door Stork FDO B.V.
7. Onderzoek kwantiteit en kwaliteit gasnet door Kiwa Gas Technology B.V.

LIJST VAN AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN

Aansluitleidingen	De leiding tussen een doorgaande gasdistributieleiding in de straat (de hoofdleiding) en de gasinstallatie van een woning.
Aardgas	Brandstof, in hoofdzaak methaan of een andere stof die vanwege haar eigenschappen aan methaan gelijkwaardig is (Gaswet).
AC	Asbestcement, (bros materiaal).
ALARA	As Low As Reasonably Achievable.
Bar	Een eenheid voor druk, mbar is millibar (een duizendste bar).
Bodemweerstand	Ohm-m, de mate van elektrische weerstand in de grond.
Breuktaaiheid	Breukvastheid.
Bros materiaal	Gemakkelijk breekbaar.
Buigbelasting	Belasting nodig om een bepaalde kromming te bereiken.
DTe	Directie Toezicht Energie (DTe), sinds kort gewijzigd in Energiekamer.
EZ	Economische Zaken (het Ministerie van)
Gasblaas	Ballon die (via een blaasgat) in een gasleiding wordt geplaatst en wordt opgeblazen om de gasstroom in een leiding (tijdelijk) af te sluiten.
Gasdistributienet	Het stelsel van ondergrondseleiding voor de distributie van aardgas.
Gaslucht	Aardgas is een reukloos gas. Aan aardgas wordt een geurstof toegevoegd. Gaslucht kan hierdoor opgemerkt worden als het vrijkomt. Zie ook odorisatie.
Geleidbaarheid	Omgekeerde van de weerstand.
Grafiетcorrosie	Grafitisering, grafiет is edeler dan ijzer: bij oxidatie van ijzer blijft de grafiетstructuur achter.
Gietijzer	IJzerlegering met een koolstofpercentage van 2-6%
Grijs gietijzer GY	Gietijzer met daarin koolstof in lamel structuur.
Hard PVC	Wit polyvinylchloride (PVC) eerste generatie kunststof leidingen.
HD	Hoge druk, hier > 1 bar.
Hoge druk leidingen	Deel van gasdistributienetwerk waarbij de gassen onder hoge druk worden getransporteerd, >1 bar.
Hoofdgasleiding	Gasdistributieleiding door de straten.
Inspectieputten	Een put die wordt gegraven om een inspectie uit te voeren.
KLIC	Kabel en Leidingen Informatie Centrum.
KLIC-systeem	De volledige procedure van KLIC-melding tot en met ontvangst en gebruik van tekeningen door de betreffende graver.
KVGN	Koninklijke Vereniging van Gasfabrikanten in Nederland.
KVGN richtlijn	Richtlijnen opgesteld door de gasbranche, vervangen door NEN 7244 serie.

Lage druk leidingen	Deel van gasdistributienetwerk waarbij de gassen onder lage druk worden getransporteerd, < 200 mbar.
LD	Lage druk.
Lekzoeken	Het meten van eventueel vrijkomende concentraties gas uit ondergrondse gasdistributieleidingen, waarbij vanaf het maaiveld (straatniveau) gaslekzoekapparatuur wordt ingezet zodat de grond boven de leidingen niet verwijderd hoeft te worden.
LEL	Lower Explosion Limit.
NEN	Nederlands Normalisatie-instituut.
NEN 3450	Norm eisen grijs gietijzer 1957.
NEN 3650	Normenserie Buisleidingen van ontwerp tot afsluiting.
NEN 3651	Aanvullende eisen op NEN 3650 voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatkundige werken.
NEN 7244	Normenserie bestaande uit 8 delen, stelt functionele eisen aan ontwerp, aanleg en het beheer van gasleidingssystemen.
Nestor	Nederlands storingen register (van de gasbranche).
NMa	Nederlandse Mededinging Autoriteit.
Nodulair gietijzer NY	Gietijzer met daarin koolstof in bolletjes.
Odorisatie (de 'gaslucht')	Aardgas zelf is reukloos en daarom wordt het gas geodoriseerd met een reukstof (de zogenaamde 'gaslucht'), te weten tetrahydrotiofeen (THT).
Ontstekingsbron	Warmtebron die voldoende energie kan afgeven om een stof of materiaal plaatselijk tot ontsteking te brengen.
PE	Polyethyleen
Putcorrosie	Specifieke vorm van corrosie waarbij putjes ontstaan.
PvE	Programma van eisen.
RvTV	Raad voor Transport Veiligheid, rechtsvoorganger de Onderzoeksraad voor Veiligheid.
Vervormingscapaciteit	Taaieigenschap: mate waarin een materiaal elastisch/ plastisch van vorm kan veranderen voordat het breekt.
Weerstandsmoment	Vormeigenschap van een buis die de mate van weerstand aangeeft bij een belasting op buiging. Het weerstandsmoment neemt af naar mate de buisdiameter afneemt.
Zandkraag	Afwijkende kleur van zand na droging door gasuitstroom. Het gas in de gasleidingen bevat geen vocht, vocht uit het zand rondom de uitstroomopening wordt door het uitstromende gas meegenomen en droogt zodoende het zand. Droog zand heeft een lichtere kleur in vergelijking met vochtig zand.
Zetting	Het proces waarbij grond onder invloed van een belasting wordt samengedrukt. De zettingssnelheid is afhankelijk van de eigenschappen van de grond en de omvang van de belasting.

1 INLEIDING

Het voorliggende rapport bevat het resultaat van het door de Raad uitgevoerde onderzoek naar grijs gietijzeren gasleidingen naar aanleiding van een explosie van aardgas in de bergingen van een appartementencomplex aan de Haarlemmer Houttuinen te Amsterdam op 9 maart 2008. Als gevolg daarvan ondervonden, naast materiële schade, vier bewoners ademhalingsproblemen waarvan er twee zijn behandeld in een ziekenhuis.

1.1 AANLEIDING ONDERZOEK

De Raad heeft onderzoek verricht naar deze gasexplosie te Amsterdam omdat bleek dat het gas was vrijgekomen uit een breuk in de grijs gietijzeren gasdistributieleiding. Een eerder vergelijkbaar voorval op 15 augustus 2001 in Amsterdam aan de Czaar Peterstraat, werd onderzocht door de Raad voor de Transportveiligheid (RvTV), de rechtsvoorganger van de Onderzoeksraad Voor Veiligheid³. Ook hier was het aardgas afkomstig uit een breuk in de grijs gietijzeren gasdistributieleiding. Naar aanleiding van het ongeval aan de Czaar Peterstraat heeft de RvTV een zevental aanbevelingen gedaan.

Door de Raad zijn nog twee voorvallen onderzocht waarbij grijs gietijzer een rol speelt. *“Ongeval met gasdistributieleiding, asfaltfreesmachine raakt gasdistributieleiding op 12 juni 2001 in Leiden”* en *“Gasuitstroming na breuk afsluiter hogedruk gasdistributieleiding, breuk hoge druk gasdistributieleiding veroorzaakt langdurige gasuitstroom op 27 maart 2003 in Groningen”*. De toedracht bij deze voorvallen was niet specifiek voor grijs gietijzer. Deze voorvallen worden daarom in dit rapport verder buiten beschouwing gelaten.

De aanbevelingen door de RvTV (2002) naar aanleiding van het ongeval in de Czaar Peterstraat luiden:

1. *De verantwoordelijke netbeheerder, Continuon Netbeheer, wordt aanbevolen om:*
 - (i) *de grijs gietijzeren gasdistributieleidingen in zowel de gemeente Amsterdam als in het overige verzorgingsgebied (circa 3.178 km) te evalueren met betrekking tot het optreden van grafietcorrosie en vershilzettingen, voor risicovolle situaties direct maatregelen te nemen en een specifiek managementprogramma hiervoor op te zetten, en*
 - (ii) *aantonbaar zorg te dragen dat bij de verschillende gebruikers van het gasnet bekend is, hoe eventuele gaslekkages op een adequate wijze gemeld kunnen worden.*
2. *Continuon Netbeheer wordt aanbevolen om het effect van de minimaal vereiste afstand van 1 meter tussen gevel en gasdistributieleiding in relatie tot de realistisch te bereiken ondoorlatendheid van de gevel te evalueren en met meer zekerheid zorg te dragen dat bij gaslekkages het vrijkomende gas zich niet kan ophopen in de nabijgelegen woningen.*
3. *Met directe verwijzing naar het eerder gepubliceerde onderzoek van het ongeval in Leiden (RvTV rapport, februari 2002), wordt de verantwoordelijke netbeheerder, Continuon Netbeheer, aanbevolen met spoed aantonbaar zorg te dragen dat:*
 - (i) *de verantwoordelijkheden voor het veilig beheer en onderhoud van gasdistributieleidingen volledig worden toegedeeld en vervolgens worden ingevuld,*

³ Gasexplosie na breuk van gasdistributieleiding, brosse breuk gietijzeren gasdistributieleiding veroorzaakt gasexplosie op 15 augustus 2001 in Amsterdam, door Raad voor de Transportveiligheid, september 2002.

- (ii) *het bereikte veiligheidsniveau van het gasdistributienetwerk regelmatig wordt geëvalueerd en desgewenst wordt verbeterd (inclusief analyse van resultaten lekzoeken), en*
 - (iii) *de calamiteitenorganisatie functioneert volgens de intern gestelde richtlijnen zodat eventuele calamiteiten aanzienlijk sneller beheerst worden.*
4. *Energiened, de federatie van energiebedrijven in Nederland, wordt aanbevolen de uitkomsten van het voorliggende onderzoek terug te koppelen aan de overige Nederlandse netbeheerders zodat de overige Nederlandse netbeheerders de genoemde uitkomsten kunnen toetsen op relevantie voor hun eigen netwerk en de wijze van beheer daarvan.*
 5. *De Gemeente Amsterdam wordt, vanuit zijn verantwoordelijkheid voor het beheer van de openbare ruimte, aanbevolen een systeem in te richten voor het uitvoeren van een toetsing op de veiligheid van het gasdistributienetwerk.*
 6. *Met directe verwijzing naar het eerder gepubliceerde onderzoek van het ongeval in Leiden wordt de Vereniging van Nederlandse Gemeenten aanbevolen te bevorderen dat alle Nederlandse gemeenten een systeem inrichten voor het uitvoeren van een toetsing op de veiligheid van de gasdistributienetwerken.*
 7. *De minister van Economische Zaken wordt aanbevolen om een set van overkoepelende eisen voor de veiligheid van het gehele gasnetwerk in Nederland te definiëren en vervolgens op de naleving daarvan toe te zien.*

1.2 DOELSTELLING ONDERZOEK

Het doel van dit het onderzoeksrapport is tweeledig:

- Vaststellen van de directe en achterliggende oorzaken van het voorval op 9 maart 2008.
- Vaststellen hoe de netbeheerder invulling heeft gegeven aan de aanbevelingen naar aanleiding van het voorval aan de Czaar Peterstraat en waarom de beheersmaatregelen het ongeval op 9 maart 2008 niet hebben voorkomen.

1.3 ONDERZOEKSVRAGEN EN AANPAK ONDERZOEK

1.3.1 Onderzoeksvragen

- Is er een relatie tussen de opvolging van de aanbevelingen uit het onderzoek naar het ongeval aan de Czaar Peterstraat op 15 augustus 2001 en de feiten en omstandigheden die ten grondslag liggen aan de explosie in de Haarlemmer Houttuinen te Amsterdam?
- Wat is de omvang van het probleem van grijs gietijzeren leidingen, zowel in kwantitatieve als kwalitatieve zin?
- Hoe gaat de netbeheerder, zeven jaar na het voorval aan de Czaar Peterstraat, om met grijs gietijzeren leidingen?
- Waaruit bestaat de opvolging door de netbeheerder (kwalitatief en kwantitatief) van conclusies en aanbevelingen uit het onderzoek naar het ongeval aan de Czaar Peterstraat op 15 augustus 2001?

1.3.2 Aanpak

- In kaart brengen van de toedracht en omstandigheden van de explosie 9 maart 2008;
- Materiaalkundig onderzoek van het gebroken leidingdeel;
- Onderzoek naar het veiligheidsmanagement (met name de beheersing van de risico's) van de netbeheerder;
- In kaart brengen van de aard (materiaal, leeftijd) en omvang (meters en diameters) van het gasdistributienetwerk in Nederland;
- Op basis van de storingsregistratie van de branche in kaart brengen van de meldingen van breuken in brons leidingen vanaf 1 januari 2005 tot 31 december 2007;

- Analyse van de opvolging van eerdere conclusies en aanbevelingen door de Raad voor Transportveiligheid naar aanleiding van het voorval aan de Czaar Peterstraat;
- Analyse van de relatie tussen het ongeval 9 maart 2008 en opvolging naar aanleiding van de aanbevelingen uit het onderzoek naar het ongeval aan de Czaar Peterstraat;

De Raad heeft voor zijn onderzoek mede gebruik gemaakt van de processen-verbaal van de politie Amsterdam Amstelland en onderzoeksinformatie van het Staatstoezicht op de Mijnen. De onderzoeksverantwoording is opgenomen als bijlage 1.

1.4 LEESWIJZER

Dit rapport bestaat uit zeven hoofdstukken. Na de inleiding in dit hoofdstuk volgt een overzicht van de feiten in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 is het beoordelingskader geschetst waartegen de Raad zijn waarnemingen toetst bij het analyseren van de onderzoeksgegevens. Tevens wordt getoetst aan de in hoofdstuk 4 opgenomen omschrijving van de betrokken partijen en hun verantwoordelijkheden. De analyse is opgenomen in hoofdstuk 5. De conclusies en aanbevelingen staan achtereenvolgens in de hoofdstukken 6 en 7.

2 FEITELIJKE INFORMATIE

Dit hoofdstuk omvat de feitelijke informatie over het voorval in Amsterdam op 9 maart 2008. In paragraaf 2.1 is een situatieschets gegeven. Het verloop van het voorval is door de Raad nader uitgewerkt in paragraaf 2.2.

Onderstaande informatie is ter plaatse verkregen door onderzoekers van de Onderzoeksraad. Verder is informatie uit de onderzoeken door de toezichthouder het Staatstoezicht op de Mijnen, de politie Amsterdam Amstelland en Kiwa Gastechology BV in opdracht van de netbeheerder, meegenomen. In paragraaf 2.3. wordt de reactie op de aanbevelingen naar aanleiding van het onderzoek naar het ongeval op de Czaar Peterstraat samengevat. Het hoofdstuk sluit af met paragraaf 2.4. waarin de relevante aspecten van het gasdistributie netwerk in Nederland wordt beschreven.

2.1 SITUATIESCHETS



Figuur 1: situatiefoto, bron KLPD DL (opname september 2008)

De gasexplosie vond plaats in het appartementencomplex op de hoek van de Haarlemmer Houttuinen en de Kleine Houtstraat in Amsterdam Centrum. Op 9 maart 2008 is ter plaatse door de Onderzoeksraad vastgesteld dat de breuk zich in de hoofdgasleiding bevond. De hoofdgasleiding lag onder de Haarlemmer Houttuinen nabij de hoek van de genoemde twee straten. De gebroken hoofdgasleiding was vervaardigd van grijs gietijzer, met een binnendiameter van 150 mm. Deze leiding wordt door de netbeheerder gebruikt voor transport van aardgas voor huishoudelijk gebruik onder een overdruk van 100 mbar⁴. Ten westen van de Kleine Houtstraat ligt het Haarlemmerplein. Op het Haarlemmerplein op circa 10 meter afstand van de plaats van de breuk bevond zich een bouwput van circa 65 meter bij 35 meter en 10 meter diep.

2.2 VERLOOP VAN HET VOORVAL

Tijdslijn van de gebeurtenissen op 9 maart 2008

Tijdstip	Gebeurtenis
07:30 uur	Harde knal, nabij de portiek van nummer 539-545.
	Verwoeste bergingen nr 539-545.
	Berg puin, steekvlam.
	Kleine brand.
Exact tijdstip onbekend	Evacuatie bewoners dertien appartementen.
09:00 uur	Hoofdgasleiding afgesloten.
	Brand geblust.
	Propaanfles aangetroffen tussen het puin.
11:00 uur	Politie rond onderzoek af, vrijgave van de woningen.
Eind van de ochtend	Bouw en woningtoezicht geven woningen deels vrij, tijdelijk onbewoonbaar verklaren vier woningen vanwege ontbreken gas en water.
	Start opruimwerkzaamheden.
	Meeste bewoners keren terug naar huis.
15:13 uur	Gaslucht ter hoogte van portiek 539-545 geroken bij de opruim werkzaamheden.
	Metingen door storingsmonteur.
	Ontdekking breuk in gietijzeren hoofdgasleiding.
15:32 uur	Isolatie breuk doormiddel van plaatsen gasblazen.
	Uitzagen van het betreffende leidingdeel.

Op 9 maart 2008 om 7.30 uur 's ochtends hoorden bewoners van het appartementencomplex op de hoek van de Haarlemmer Houttuinen en de Kleine Houtstraat in hun huis én diverse getuigen in gebouwen in de omgeving een harde knal⁵. Er zijn geen mensen die de explosie hebben gezien. Vervolgens zagen getuigen die naar aanleiding van de knal kwamen kijken een berg puin en een steekvlam, gevolgd door een kleine brand. De bergingen op de begane grond van het appartementencomplex waren door de kracht van de explosie verwoest. Vier bewoners raakten gewond door de gevolgen van de explosie waarvan er twee werden behandeld in een ziekenhuis wegens ademhalingsproblemen als gevolg van de rook. De brandweer heeft de brand geblust en de hoofdgasleiding ter plaatse af laten sluiten door de netbeheerder. De bewoners van dertien woningen in het appartementencomplex zijn geëvacueerd door de hulpdiensten. De meeste bewoners konden in de loop van de dag weer naar huis terug. Vier woningen zijn door de woningbouwvereniging tijdelijk onbewoonbaar verklaard in verband met afwezigheid van gas en elektriciteit.

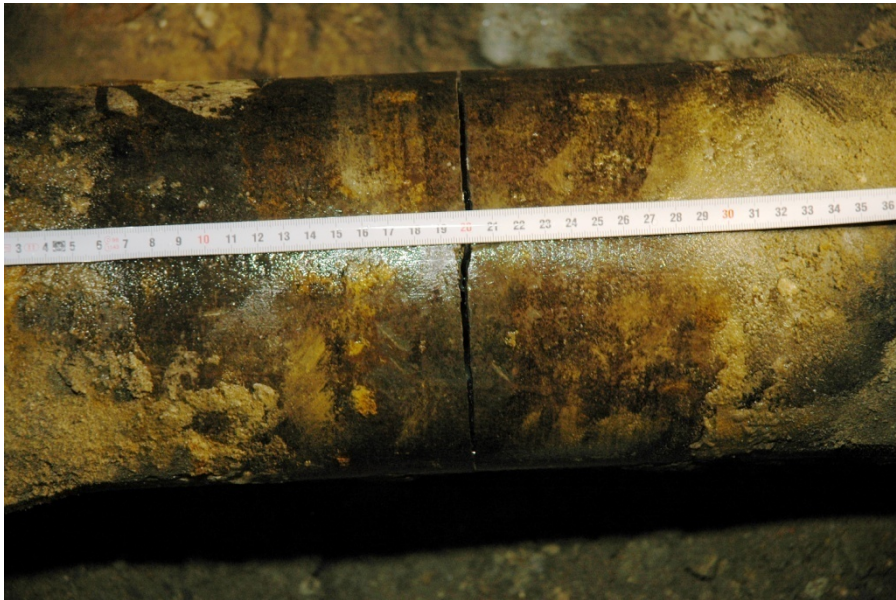
Na het blussen van de brand door de brandweer werd in de ravage een propaan gasfles aangetroffen. In eerste instantie werd door de netbeheerder op aangeven van de politie aan de Onderzoeksraad gemeld dat het gas dat tot de explosie leidde hieruit afkomstig was. Nadat de politie haar onderzoek had afgerond, werd door een professioneel schoonmaakbedrijf met opruimen gestart. Rond 15.15 uur rook een van de medewerkers van het schoonmaakbedrijf, die bezig was met het verwijderen van het puin, een gaslucht op de plaats van de explosie.

⁴ Bron, netbeheerder en proces-verbaal politie Amsterdam Amstelland.

⁵ Bron, proces-verbaal politie Amsterdam Amstelland

Dit was opmerkelijk omdat de gastoevoer van het gebouw na de explosie reeds afgesloten was. Daarop voerde de netbeheerder metingen uit waardoor de leidingbreuk werd ontdekt.

De breuk bevond zich in de grijs gietijzeren hoofdleiding circa vier meter van de plaats van de explosie en circa anderhalve meter uit de gevellijn. Vervolgens heeft de netbeheerder de Onderzoeksraad op de hoogte gesteld van de ontdekking van de breuk in de grijs gietijzeren hoofdgasleiding.



Figuur 2: foto van de breuk in de leiding, bron Onderzoeksraad Voor Veiligheid

De breuk werd door de netbeheerder geïsoleerd door het plaatsen van gasblazen⁶ in de hoofdleiding aan beide zijden van de breuk. Op 9 maart 2008 in de namiddag hebben onderzoekers van de Onderzoeksraad ter plaatse een verkennend onderzoek uitgevoerd. De onderzoekers hebben verzocht het leidingdeel één meter links en rechts van de breuk uit te zagen en over te dragen aan de Onderzoeksraad voor materiaalkundig onderzoek. Door de netbeheerder werd vervolgens de gehele leiding vervangen door een leiding van een ander materiaal (polyethyleen).

Na de explosie op 9 maart werd door de Onderzoeksraad ter plekke vastgesteld dat:

- Ter hoogte van de breuk geen werkzaamheden aan de leiding plaatsvonden;
- Op het Haarlemmerplein, circa tien meter van de breuk, een grote bouwput was, waarvan een deel van de vloer met beton gestort (65 meter bij 35 meter en 10 meter diep),
- Dat er bij de bouwput een installatie voor het onttrekken van grondwater aanwezig was;
- De stoep in de nabijheid van de breuk tenminste twaalf centimeter verzakt was (foto 3);
- De grond circa vijftien centimeter rond de breuk lichter van kleur was dan de rest van de grond doordat deze gedroogd was door het uitstromende aardgas, de zogenaamde zandkraag;
- Dat de gevel van het appartementencomplex niet gasdicht was door geveldoorvoeringen van kabels en leidingen;
- Dat het gas in de besloten ruimte, de berging, is ontstoken;
- Dat als gevolg van de explosie de relatief zwakke enkelsteensmuur van de opslagruimten uit de relatief sterke constructie van het gebouw waren geblazen.

⁶ Ballon die in een gasleiding wordt geplaatst en wordt opgeblazen om de gasstroom in een leiding af te sluiten.



Figuur 3: foto verzakte stoep in de omgeving van de breuk, bron Onderzoeksraad Voor Veiligheid

Resultaat van het onderzoek door politie Amsterdam Amstelland

De politie Amsterdam Amstelland heeft een proces-verbaal van bevindingen opgesteld. De technische recherche heeft vastgesteld dat de explosie niet is veroorzaakt door gas afkomstig uit de aangetroffen gasfles. De zaak is vervolgens gesloten.

Resultaten van het onderzoek door Kiwa Gastechology B.V.

Kiwa Gastechology heeft na 9 maart 2008 een onderzoek ingesteld in opdracht van de netbeheerder conform een reguliere afspraak van netwerkbeheerders om lering te trekken uit voorvallen. De netbeheerder heeft opdracht gegeven dit onderzoek te stoppen omdat door de Onderzoeksraad al een onderzoek was ingesteld.

Resultaat van het onderzoek door het Staatstoezicht op de Mijnen

Het onderzoek van het Staatstoezicht op de Mijnen richt zich op de zetting van de grond, de bouwput en de afstemming tussen de gemeente Amsterdam, het stadsdeel en de netbeheerder hierover. De bevindingen van Staatstoezicht op de Mijnen zijn dat de breuk mogelijk veroorzaakt is door intensief bouwverkeer of grondwerking als gevolg van de bouwactiviteit.

Staatstoezicht op de Mijnen heeft vastgesteld dat gasleidingeigenaren zoals de netbeheerder door de Gemeente of de deelraad wordt geïnformeerd over werkzaamheden in de ondergrond die gevolgen kunnen hebben voor de condities of locatie van de kabels en leidingen. Zij hebben geen bewijs gevonden dat hierbij is voorzien in informatie over geconstateerde groundbeweging naar eigenaren van gasleidingen. Dit terwijl door de gemeente en de deelraad wel wordt voorzien in de borging van belangen van eigenaren van bovengrondse werken zoals gebouwen.

Verder heeft Staatstoezicht op de Mijnen vastgesteld dat de netbeheer niet proactief handelt naar verkregen informatie over nieuwe bouwlocaties op basis van bouwvergunningen die zijn aangevraagd bij de gemeente Amsterdam. De netbeheerder heeft aan Staatstoezicht op de Mijnen verklaard dat zij niet verwacht dat een bouwlocatie tot roering van de grond in de omgeving van de bouwlocatie leidt. Een afstand van minimaal twee meter van de bouwlocatie, zoals op de Haarlemmer Houttuinen, werd destijds door de netbeheerder als voldoende beschouwd.

De bij de bouw betrokken partijen worden na een KLIC melding door de netbeheerder door middel van een brochure geïnformeerd over de te treffen maatregelen om beschadiging van kabels en leidingen te voorkomen. De netbeheerder heeft verklaard dat zij in dit geval meerdere keren ter plaatse zijn geweest ten tijde van het aanbrengen van de damwanden. De netbeheerder heeft verklaard dat *“toen geen sprake was van verzakking”*.

2.3 OPVOLGING VAN DE AANBEVELINGEN CZAAR PETERSTRAAT

Zoals in hoofdstuk 1 is aangegeven is een van de onderzoeksvragen: *Waaruit bestaat de opvolging door de netbeheerder (kwalitatief en kwantitatief) van conclusies en aanbevelingen uit het onderzoek naar het ongeval in de Czaar Peterstraat op 15 augustus 2001?*

Naar aanleiding van voornoemde aanbevelingen hebben de instanties aan wie de aanbevelingen zijn gericht binnen een jaar na publicatie van het rapport hun standpunt ten aanzien van de opvolging kenbaar gemaakt. Hieronder zijn deze standpunten van de partijen per aanbeveling opgenomen.

1. Continuon Netbeheer: (i) *“Onderdeel van het reguliere vervangingsprogramma van Continuon Netbeheer is het op termijn vervangen van alle grijs gietijzeren leidingen. Het is niet mogelijk om dit in een tijdsbestek van enkele jaren te realiseren. Hierdoor is besloten de prioriteit te leggen bij leidingen met een verhoogd risico. In opdracht van Continuon Netbeheer is een literatuurstudie uitgevoerd hoe gietijzer valt te onderzoeken en wat de belangrijkste beïnvloedingsfactoren zijn die de levensduur van het materiaal bepalen. Om inzicht te verkrijgen in de risicofactoren van het milieu rondom de gietijzeren leidingen is voor het gebied van de gemeente Amsterdam aan het ingenieursbureau Arcadis een opdracht verstrekt om een inventarisatie te maken van deze risicofactoren. Tevens is opdracht gegeven deze risicofactoren grafisch weer te geven op een kaart van de gemeente Amsterdam. Dit onderzoeksrapport wordt medio oktober 2003 aan Continuon Netbeheer opgeleverd. Door vanuit ons geografisch informatie systeem de netstructuur van het grijs gietijzer te leggen over de in kaart gebrachte specifieke gebieden verwachten wij de leidingen met verhoogd risico te kunnen traceren en zullen wij deze in volgorde van de mate van risico onderzoeken en daar waar noodzakelijk direct of op termijn vervangen. Als deze werkwijze de risico's goed in beeld brengt, zal Continuon Netbeheer deze werkwijze toepassen voor haar gehele werkgebied. Specifiek voor de Czaar Peterstraat en omgeving is 130 m leiding uitgenomen en zijn 20 buismonsters verder onderzocht op aantasting. Deze door Gastec onderzochte buismonsters heeft, conform het advies van Gastec, voor Continuon Netbeheer geen aanleiding gegeven tot het versneld vervangen van de overige leidingen in het gebied van de Czaar Peterstraat”*. (ii) *“In het magazine “Altijd”, dat door Nuon in het gehele werkgebied van Continuon Netbeheer is verspreid, is in het magazinenummer 4 van maart 2003 uitgebreid aandacht besteed hoe de gebruiker dient te handelen bij de constatering van gaslucht en onder welk telefoonnummer Continuon Netbeheer te bereiken is. Daarnaast wordt op de internetsite van Continuon Netbeheer duidelijk vermeld hoe er gehandeld dient te worden bij storingen en gaslucht en onder welk telefoonnummer Continuon Netbeheer te bereiken is. Ook tijdens de introductie van het landelijk storingsnummer van netbeheerders zal aandacht worden besteed aan het melden van storingen en gaslucht bij de netbeheerder”*.
2. Continuon Netbeheer: *“De minimaal vereiste afstand van 1 m van de gevel wordt bij nieuwe aanleg aangehouden. Grijs gietijzeren leidingen die nu binnen een afstand van 1 meter van de gevel liggen, worden gericht opgespoord en meegenomen in een vervangingsprogramma. Van de te vervangen leidingen zal onderzocht worden of de minimaal vereiste afstand gerealiseerd kan worden, welke mede afhankelijk is van het door de gemeente ter beschikking gestelde tracé. De effecten van een gaslek en het kunnen ophopen van gas in een nabij gelegen woning zijn met name afhankelijk van de grootte van het gaslek. In mindere mate is deze afhankelijk van de afstand van een leiding tot de gevel, de doorlaatbaarheid van de bodem en de doorlaatbaarheid van de bestrating. Overigens wordt de geveldoorvoering bij aanleg van de gasleiding gasdicht uitgevoerd. De gasdichtheid van de gevel is na oplevering van andere aansluitingen een kritisch punt. Bij deze werkzaamheden wordt niet altijd door alle partijen voldoende aandacht aan de gevelafdichting besteed”*

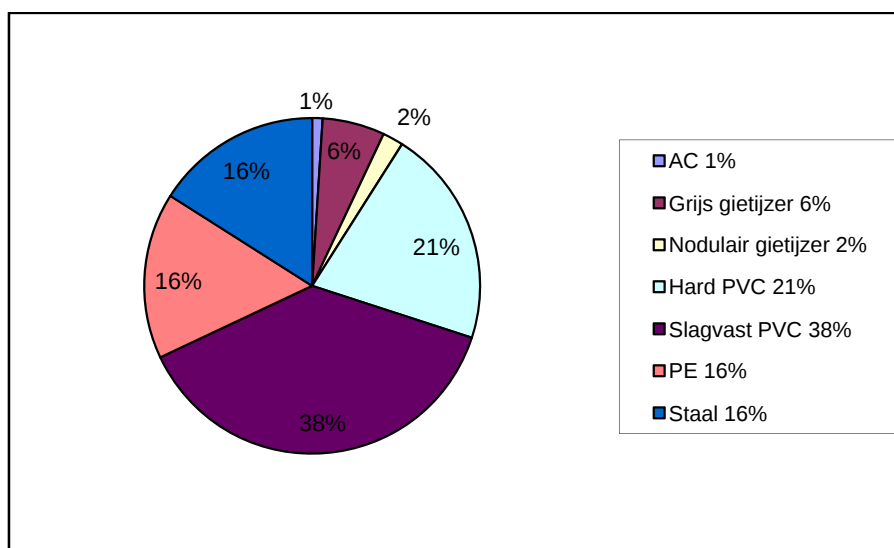
3. Continuon Netbeheer: (i) *"Alle medewerkers welke werkzaam zijn in het gasnet van Continuon Netbeheer worden opgeleid en moeten voldoen aan de nieuwe veiligheidsinstructie aardgas 2003 de z.g.n. VIAG 2003, die is opgezet in het kader van de landelijke VIAG 2001 van EnergieNed. Aan het eind van het eerste kwartaal van 2004 zal dit zijn gerealiseerd. In de VIAG liggen de verantwoordelijkheden en de bevoegdheden van de verschillende functionarissen vast. Bovendien is in 2002 en 2003 gekeken waar nog niet werd voldaan aan de vereiste toekenning van verantwoordelijkheden. Verschillende maatregelen zijn genomen, zodat wij thans voldoen aan de in dit kader te stellen eisen".* (ii) *"De resultaten van de storingsregistratie en van periodiek gaslekonderzoek worden meegenomen voor de bepaling van het vervangingsbeleid van de grijs gietijzeren leidingen".* (iii) *"In de organisatie worden meer medewerkers ingezet in de storingsdienst om met name bij calamiteiten adequaat te kunnen reageren en om binnen de gestelde normtijd bij gaslucht meldingen aanwezig zijn. Ook is de organisatie aangepast. De medewerkers van de storingsintake zijn zodanig geïnstrueerd dat de ernst van een melding beter kan worden ingeschat. Voor ernstige meldingen is een specifiek protocol afgesproken waardoor de organisatie sneller kan reageren".*
4. EnergieNed: *"Wij hebben genoemde rapport in die zin onder de aandacht gebracht van de Nederlandse gasnetbeheerders".*
5. Aanbeveling 5 is gericht aan de Gemeente Amsterdam. Door de Onderzoeksraad is de rol van deze partij in het kader van het voorliggende onderzoek niet onderzocht. De reactie op deze twee aanbevelingen vindt u bijlage 2 van dit rapport.
6. Aanbeveling 6 is gericht aan de Vereniging van Nederlandse Gemeenten. Idem zie 5.
7. De minister van Economische Zaken schrijft in zijn reactie: *"Ik overweeg om het gebrek aan toetsbare eisen als volgt op te lossen: het beheer van het netwerk door de netbeheerder wordt gecertificeerd. De netbeheerder expliciteert de normen met betrekking tot onderhoud, waarborging veiligheid, opheffen storingen e.d. Periodiek moet de netbeheerder dan gecontroleerd worden op naleving van deze normen door een daartoe bevoegde certificeringinstantie. De rapporten worden ter beschikking gesteld aan de toezichthouder, die controleert of de netbeheerder zich aan de afgesproken procedures houdt en of er zwakke plekken in de bedrijfsvoering zijn. Op deze wijze wordt door de netbeheerders een onafhankelijk controle systeem gecreëerd dat rust op (inter)nationale normen, waardoor een betrouwbare, consistente en éénduidige toetsing ontstaat".*

2.4 HET GASDISTRIBUTIE NETWERK IN NEDERLAND

2.4.1 Omvang van het gasdistributienet

Om een indruk te krijgen van de omvang van het aantal kilometers en de toegepaste leiding materialen heeft de Onderzoeksraad voor Veiligheid Kiwa Gas Technology B.V. opdracht gegeven onderzoek te doen naar de aanwezige materialen in het Nederlandse gasdistributienetwerk. Speciale aandacht is uitgegaan naar het aandeel grijs gietijzer in dit net. Het volledige onderzoek is opgenomen in bijlage 7.

De totale lengte van hoofdleidingen (gasdistributie en transportleidingen) in Nederland is 122.956 km. Daarvan is 6972 km leiding van grijs gietijzer gemaakt (6% van het totaal). De andere leidingmaterialen zijn staal 16%, PE 16 %, slagvast PVC 38% en de brosse materialen hard PVC 21%, nodulair gietijzer 2% en asbestcement 1%. De verhoudingen zijn weergegeven in de onderstaande figuur. De grijs gietijzeren leidingen komen zowel in stedelijk gebied als daar buiten voor. Liander (voorheen Continuon) heeft van de 6972 km grijs gietijzeren gasleidingen 2679 km in haar bezit.



Figuur 4: Overzicht (in percentages) van hoofdleidingmaterialen in Nederland, bron Kiwa Gastechology B.V.

2.4.2 Analyse van de storingsregistratie

Verder is door Kiwa Gas Technology B.V. onderzocht in hoeverre leidingbreuk is opgetreden bij de hoofdgasleidingen. Hiervoor is gebruik gemaakt van het storingsregistratieprogramma Nestor, waarin landelijk storingsgegevens van de gasnetbeheerders worden opgeslagen. Leidingbreuk wordt in Nestor niet als een oorzaak geregistreerd omdat de branche breuk als een gevolg beschouwd van aanlegfouten, productfouten, werking van de bodem, corrosie/ veroudering of puntbelasting. Nestor is een storingsdatabase die door de branche is opgezet vanuit het oogpunt van leveringszekerheid, het is derhalve geen ongevallendatabase. Een storing tast de leveringszekerheid aan. Kiwa Gas Technology B.V. heeft vanuit haar specifieke deskundigheid en ervaring selectiecriteria opgesteld waarmee kan worden bepaald of bij een storing leidingbreuk is opgetreden. Het resultaat van deze analyse is het volgende.

Het aantal breuken in grijs gietijzeren leidingen bedroeg in 2007 gemiddelde 2,1 per breuken per 100 km gasleiding (157 breuken in 6972 km leiding). Bij de niet brosse leidingmaterialen treden bij dezelfde condities geen breuken op maar lekkages. Het aantal lekkages ligt een stuk lager, namelijk gemiddeld op 0,38 lekkages per 100 km hoofdleiding (in 2007). Ofwel het faalpercentage voor breuken in grijs gietijzer ligt ruim vijfmaal hoger dan voor lekkages bij de niet brosse leidingmaterialen.

2.4.3 Ontwikkelingen

In deze paragraaf worden de ontwikkelingen geschetst ten aanzien van het beheer van grijs gietijzeren gasleidingen.

In 2007 is de netbeheerder gestart met het project "Kwalugas". Dit project bestaat uit het uitnemen van stukken leidingmateriaal wanneer er werkzaamheden plaatsvinden aan leidingen. Met als doel inzicht te krijgen in de fysieke staat van de leidingen. De volgende stap na de monsternamen is het beoordelen van de kwaliteit van de uitgenomen stukken en op grond daarvan vervangen van de leidingen van een slechte kwaliteit. Begin 2008 was deze beoordelingssystematiek nog in ontwikkeling. Daarnaast verkent de netbeheerder in samenwerking met de TU Delft de mogelijkheden van het inzetten van satellieten bij de monitoring van grondzetting.

Ontwikkelingen na 9 maart 2008

Naar aanleiding van de explosie op 9 maart 2008 heeft de netbeheerder de grijs gietijzeren leidingen rond het gehele Haarlemmerplein alsnog in maart en april 2008 vervangen. Ook zijn in september 2008 door de netbeheerder de grijs gietijzeren leidingen die aanwezig waren in de probleemgebieden van de Noord-Zuidlijn in Amsterdam vervangen.

Vervolgens heeft de netbeheerder in januari 2009 de werkwijze ten aanzien van het vervangen van grijs gietijzer op een viertal punten aangepast. De aanpassing bestaan uit:

1. Op 30 oktober 2008 is besloten grijs gietijzeren gasleidingen preventief vervangen bij bouwactiviteiten binnen 10 meter van de leiding. Dit was voorheen bij werkzaamheden binnen 2 meter van de leiding. De implementatie van deze wijziging is nog niet afgerond.
2. De netbeheerder heeft de afhandeling van KLIC-aanvragen aangescherpt. De aanvragen waarbij grijs gietijzeren leidingen in het geding zijn, krijgen een hogere klassering.
3. De netbeheerder voert de frequentie van lekzoeken in zakkende gebieden op van 1 keer per 5 jaar naar 1 keer per 3 jaar.
4. In Amsterdam zullen nu de leidingen van 35 jaar of ouder in combinatie met de andere factoren zoals genoemd in het vervangingsbeleid vervangen worden. Dat was 40 jaar.

In de zomer van 2008 heeft SodM de netbeheerder opgedragen de communicatie met de gemeente Amsterdam over bouwactiviteiten en de impact daarvan op netwerken te verbeteren. Verder heeft SodM het voornemen geuit met de branche afspraken te maken over het versnellen van de termijn waar binnen grijs gietijzer vervangen moet zijn. Vooruitlopend op de aanbevelingen van de Raad heeft SodM aangekondigd toezicht te gaan houden op opvolging van de aanbevelingen van de Onderzoeksraad Voor Veiligheid door de netbeheerder. SodM heeft op 2 februari 2009 aan de netbeheerder verzocht om binnen zes weken een strategie aan te leveren voor de communicatie met gemeente en grondroerders. In reactie hierop heeft de netbeheerder aangegeven dat *“Liander vindt dat de communicatie in het COCUWO overleg met de gemeente in het geval van het Haarlemmer Houttuinen incident goed heeft gefunctioneerd”*. SodM heeft aangegeven dat zij nog niet tevreden is met deze reactie.

3 BEOORDELINGSKADER

Een beoordelingskader vormt een essentieel onderdeel van een onderzoek van de Onderzoeksraad Voor Veiligheid. Het vormt een omschrijving van de situatie zoals op grond van regelgeving, richtlijnen en de invulling van de eigen verantwoordelijkheid als gewenst wordt beschouwd. Door hieraan te toetsen en de afwijkingen te identificeren kan inzichtelijk gemaakt worden waar verbetering mogelijk is en/of aanvullingen noodzakelijk zijn.

Het beoordelingskader van de Raad bestaat uit drie delen. Het eerste deel betreft de wet- en regelgeving die van kracht is voor gasdistributie. Het tweede deel is gebaseerd op de richtlijnen uit de branche alsmede interne bedrijfsrichtlijnen en managementsystemen. Het derde deel beschrijft de verwachting van de Raad ten aanzien van de wijze waarop de betrokken partijen invulling geven aan de eigen verantwoordelijkheid voor veiligheid en veiligheidmanagement.

3.1 WET- EN REGELGEVING

3.1.1 Gaswet 2000

Op 10 augustus 2000 is de Gaswet in werking getreden mede om invulling te geven aan de EU richtlijn 98/30/EG betreffende gemeenschappelijke regels voor de interne markt voor aardgas. Deze wet regelt het transport en de levering van gas, de mogelijkheden voor levering en in- en uitvoer van gas alsmede het gebruik van de infrastructuur voor gastransport. Dit vanuit het belang van het betrouwbaar, duurzaam, milieuhygiënisch verantwoord en doelmatig functioneren van de gasvoorziening. Voor dit onderzoek zijn artikelen 8 (lid 1 tot en met 5), 10 (lid 1), 35a (lid 1 tot en met 6) en 59 (lid 1 tot en met 3) relevant. Deze artikelen zijn te vinden in bijlage 4.

Ministeriele Regeling 2004

De ministeriële Regeling kwaliteitsaspecten netbeheer elektriciteit en gas is een regeling die volgt uit artikel 8 van de Gaswet en de kwaliteitbeheersing van deze systemen regelt. Van deze regeling zijn artikel 2 en artikel 10, lid 2 en artikel 15 relevant voor dit onderzoek.

Besluit 2006

Op basis van artikel 59 eerste en tweede lid, van de gaswet is de aanwijzing van de toezichthouders geregeld. Uit het tweede lid volgt het *Besluit aanwijzing ambtenaren van Nederlandse mededingingsautoriteit en Staatstoezicht op de Mijnen als toezichthouders Gaswet en daarop gebaseerde regelgeving*. De Nederlandse mededingingsautoriteit houdt toezicht op de naleving van de Gaswet. Zowel de medewerkers van de Energiekamer als medewerkers van Staatstoezicht op de Mijnen zijn in 2006 aangewezen om toezicht te houden op voorschriften ten aanzien van het "*kwaliteits- en capaciteitsdocument*" en op de "*Eisen aan het kwaliteitsbeheersingssysteem*" van de op artikel 8 van de Gaswet gebaseerde ministeriële Regeling kwaliteitsaspecten netbeheer elektriciteit en gas. 2007 was een overgangsjaar, vanaf januari 2008 is het Staatstoezicht op de Mijnen daadwerkelijk gestart met het houden van toezicht. SodM heeft geen bevoegdheden om te handhaven, de NMa wel. Vanwege de deels overlappende toezichtstaken hebben NMa en SodM een samenwerkingsprotocol opgesteld⁷.

3.1.2 *Bouwbesluit 2003*

In dit besluit en de bijbehorende Ministeriële Regeling zijn tal van voorwaarden opgenomen waar een gebouw aan moet voldoen. Zo is in het bouwbesluit artikel 3.110 opgenomen dat men binnen de woning niet blootgesteld mag worden aan schadelijke stoffen afkomstig uit de bodem. Dit is preciezer verwoord in de Ministeriële Regeling die de NEN norm 2768 van toepassing verklaart voor geveldoorvoeringen voor alle leidingen. De NEN 2768 (1998) geeft aan waar meterruimten en bijbehorende bouwkundige voorzieningen voor leidingaanleg in een woonfunctie aan moeten voldoen.

⁷ Staatcourant 25 mei 2007, nr 99 pagina 23.

3.2 GELDENDE NORMEN EN RICHTLIJNEN

3.2.1 *NEN 7244 Gasvoorzieningsystemen*

De Europese Unie heeft voor het ontwerp, aanleg en beheer van gasdistributiesystemen met leidingen voor een maximale druk van 16 bar de normenserie 'EN 12007 Gas supply systems' van toepassing verklaard. Voor de Nederlandse situatie is op basis van deze normen de NEN 7244-serie ontwikkeld. In de normen van de NEN 7244-serie wordt expliciet verwezen naar alle andere relevante normen welke in de NEN 7244 delen aan de orde komen. Hierdoor is het systeem van normen onderling consistent. Ook verwijst de tekst in deze delen naar nog in bewerking zijnde normen en voor zover van toepassing naar de zogeheten KVG⁸-richtlijnen.

3.2.2 *NEN 3045 voor grijs gietijzer*

Deze norm dateert uit 1957, in 1975 is de laatste aanpassing gemaakt. De norm wordt tegenwoordig voornamelijk gebruikt vanwege de maat- en tolerantietabellen die er in staan. Ook staan in deze norm eisen voor de minimale treksterkte voor grijs gietijzer. De opgenomen maattabellen dienen zijn in wezen als vereisten geïnterpreteerd te worden.

3.2.3 *NEN 3650 k1 t/m K6*

Deze norm dateert uit 1992, in 2003 is de laatste aanpassing gemaakt. De norm wordt tegenwoordig voornamelijk gebruikt vanwege de algemene eisen, die worden gesteld aan het ontwerp, de aanleg, de bedrijfsvoering en bedrijfsbeëindiging van buisleidingsystemen en de daarop betrekking hebbende aspecten ten aanzien van veiligheid voor mens, milieu en goederen.

3.2.4 *Richtlijnen voor de aanleg van hoofd- en dienstleidingen, leidingen van grijs gietijzer*

Deze KVG⁸ richtlijn uit 1985 is van latere datum dan de aanlegdatum van de leiding op de Haarlemmer Houttuinen (1981). De voorschriften ten aanzien van aanleg zijn hierdoor niet van toepassing. De KVG⁸ richtlijn is wel van toepassing op het beheer en onderhoud van het leidingnet. In deel 6.5, "Beheer en onderhoud van het leidingnet" wordt beschreven waaraan de administratieve en technische maatregelen moeten voldoen. In artikel 6.5.2.2 is het uitvoeren van periodiek lekzoeken voorgeschreven. Artikel 6.5.2.3.2 schrijft periodieke leidingtracé controle voor, eventueel gecombineerd uitgevoerd met het lekzoeken. Elke tracécontrole dient te worden vastgelegd. Bij een tracécontrole dient gecontroleerd te worden op activiteiten die de veiligheid en bedrijfszekerheid kunnen aantasten. Eveneens is in hetzelfde artikel opgenomen dat wanneer een gedeelte van een ondergrondse leiding wordt blootgelegd, dient te worden nagegaan of de bescherming voldoende is geweest en of de leiding en haar eventuele bescherming in goede staat verkeren. Zonodig moet verbetering worden aangebracht. In artikel 6.2.4.2, ligplaats, staan maatregelen welke regelmatig uitgevoerd moeten worden als een leiding op onderling korte afstanden onderhevig is aan verschilzettingen. Deze leidingen dienen regelmatig te worden ingemeten, berekend op sterkte en periodiek spanningsvrij gemaakt te worden.

3.2.5 *Richtlijn bij aanleg gietijzeren gasleidingen Haarlemmer Houttuinen*

Bij de aanleg van de gietijzeren leiding op de Haarlemmer Houttuinen was een richtlijn, opgesteld door de commissie Aanleg Hoofd- en Dienstleidingen, van toepassing. De richtlijn heeft geen specifieke aanhaaltitel. De richtlijn is in 1972 gepubliceerd in het tijdschrift "gas". Deze richtlijn is later herzien en in 1974 in een ringband verzameld. Het stuk over de aanleg van hoofdgasleidingen is eerder uitgegeven dan de samengestelde ringband.

Deze richtlijn stelt dat bij de aanleg de minimum gronddekking voor gietijzeren gasleidingen 65 cm dient te bedragen. Verder wordt de onderlinge ordening van de ondergrondse gasleiding ten op zichte van andere leidingen en kabels geregeld. Grijs gietijzer kan volgens deze norm worden toegepast als leidingmateriaal vanaf een gemiddelde diameter van minimaal 100 mm, volgens NEN 3045, tenminste klasse A, met toepassing van de rubbermofverbinding. Klasse A betekent voor de leiding op de Haarlemmer Houttuinen met een gemiddelde diameter van 150 mm, een minimale wanddikte bij aanleg van 9,2 mm.

⁸ KVG⁸, Koninklijke Vereniging van Gasfabrikanten in Nederland.

3.2.6 Richtlijn meetprocedure voor bovengrondslekzoeken, GT-060241, 2 februari 2007.

Deze meetprocedure is opgenomen in de NEN norm 7244-9, gepubliceerd juli 2008. Dit is een gaslekzoekinstructie van de branche. Het doel van het document is het uniformeren van de werkwijze en de indeling van de gaslekindicaties. De instructie schrijft ondermeer voor dat een lekzoeker gecertificeerd moet zijn en specificiert de weersomstandigheden waarbij geen gaslekken gezocht kunnen worden. Dit mede ten behoeve van de kwaliteit van de gegevens. De klassenindeling van indicaties van gaslekken naar urgentie is de belangrijkste uniformering.

3.2.7 Beoordelingssystematiek Grijs Gietijzer

In opdracht van het kenniscentrum Gasnetbeheer zijn een aantal onderzoeken uitgevoerd om beleid voor de vervanging van grijs gietijzer te uniformeren. De bevindingen zijn samengevat en toepasbaar gemaakt in het stuk *“Beoordelingssystematiek Grijs Gietijzer”*.

3.3 BELEID LIANDER

3.3.1 Beleid van Liander

Veiligheidsbeleid: De veiligheidsmissie van de netbeheerder is gericht op *“een continu verbeteren van de veiligheid rondom de netten tegen acceptabele kosten (ALARA-principe: As low as reasonable achievable)”*. Als streefwaarden voor het veiligheidsniveau van het elektriciteit- en gasnet wordt door de netbeheerder uitgegaan van *“een kans van minder dan één op tien miljoen (10^{-7}) op sterfte ten gevolgen van risico's die er voor burgers in relatie met de energienetten onverbrekkelijk bestaan”*. *“Omgerekend naar de netten van Continuon (thans Liander) betekent dit ca 1 dode per 2 jaar”*. Voor werknemers geldt: *“een kans van minder dan één op tienduizend (10^{-4}) op sterfte t.g.v. de risico's die voor alle medewerkers in relatie met het werken aan energienetten onverbrekkelijk bestaan”*.

Het algemene vervangingsbeleid van de netbeheerder is dat lage drukleidingen worden vervangen indien bij lekzoeken sprake is van meer dan 5 lekken per kilometer en hoge drukleidingen worden vervangen indien er sprake is van meer dan 2 lekken per kilometer. Naar aanleiding van een aanbeveling door de Raad voor de Transportveiligheid heeft de netbeheerder in 2004 vervangingsbeleid voor grijs gietijzeren leidingen vastgesteld. Dit vervangingsbeleid was een aanvulling op de bestaande algemene vervangingscriteria zoals hierboven beschreven. Samengevat komt het vervangingsbeleid van de netbeheerder voor grijs gietijzeren leidingen er op neer dat leidingen binnen 1 meter van de gevel in ieder geval worden vervangen wanneer zij de leeftijd van 60 jaar bereiken. Voor grijs gietijzeren leidingen verder dan 1 meter van de gevel geldt dat men deze laat liggen tot dat ze problemen geven, bijvoorbeeld als zich storingen voordoen of bij het lekzoeken tekortkomingen aan het licht komen.

3.4 BEOORDELINGSKADER VOOR VEILIGHEIDSMANAGEMENT

Een bewezen geven is dat de structuur en invulling van het veiligheidsmanagementsysteem een cruciale rol speelt bij het beheersen en continu verbeteren van de veiligheid. Dit geldt voor alle organisaties, privaat en publiek, die rechtstreeks of meer van een afstand betrokken zijn bij activiteiten waarbij een potentieel gevaar voor de burger in Nederland kan ontstaan.

In beginsel kan de wijze van invulling van de eigen verantwoordelijkheid voor veiligheid door een organisatie worden getoetst en beoordeeld vanuit verschillende invalshoeken. Er is dan ook geen universeel handboek dat in alle situaties toepasbaar is. Daarom heeft de Raad zelf vijf veiligheidsaandachtspunten geselecteerd die een idee geven welke aspecten in meer of mindere mate een rol kunnen spelen. De door de Raad geselecteerde aandachtspunten zijn opgenomen in (inter-) nationale wet- en regelgeving en in een groot aantal breed geaccepteerde en geïmplementeerde normen en “best practices”.

De volgende aandachtspunten worden onderscheiden:

Inzicht in risico's als basis voor veiligheidsaanpak

- Startpunt voor bereiken van de vereiste veiligheid is een verkenning van het systeem, gevolgd door:
- een inventarisatie van de bijbehorende risico's.

Op basis hiervan wordt vastgesteld welke gevaren beheerst dienen te worden en welke preventieve en repressieve maatregelen daarvoor noodzakelijk zijn.

Aantoonbare en realistische veiligheidsaanpak

Ter voorkoming en beheersing van ongewenste gebeurtenissen dient een realistisch en praktisch toepasbaar veiligheidsbeleid, inclusief de bijbehorende uitgangspunten, vastgelegd te worden. Deze veiligheidsaanpak dient op managementniveau vastgesteld en aangestuurd te worden. Deze veiligheidsaanpak is gebaseerd op:

- relevante geldende wet- en regelgeving,
- beschikbare normen, richtlijnen en 'best practices' uit de branche, en
- eigen inzichten en ervaringen van de organisatie en de voor de organisatie specifiek opgestelde veiligheidsdoelstellingen.

Uitvoeren en handhaven veiligheidsaanpak

Het uitvoeren en handhaven van de veiligheidsaanpak en het beheersen van de geïdentificeerde risico's vindt plaats door:

- Een beschrijving van de wijze waarop de gehanteerde veiligheidsaanpak tot uitvoering wordt gebracht, met aandacht voor de concrete doelstellingen en plannen inclusief de daaruit voortvloeiende preventieve en repressieve maatregelen.
- Transparante, eenduidige en voor ieder toegankelijke verdeling van verantwoordelijkheden op de werkvloer voor de uitvoering en handhaving van veiligheidsplannen en maatregelen.
- Duidelijke vastlegging van de vereiste personele inzet en deskundigheid voor de verschillende taken.
- Een duidelijke en actieve centrale coördinatie van veiligheidsactiviteiten.

Aanscherping veiligheidsaanpak

De veiligheidsaanpak dient continu aangescherpt te worden op basis van:

- Periodiek en in ieder geval bij iedere wijziging van uitgangspunten, proactief uitvoeren van (risico)analyses, observaties, inspecties en audits.
- Een reactief systeem van monitoring en onderzoek van incidenten, bijna-ongevallen en ongevallen, alsmede een deskundige analyse daarvan.

Op basis hiervan worden evaluaties uitgevoerd en wordt eventueel door het management de veiligheidsaanpak bijgesteld. Tevens worden verbeterpunten aan het licht gebracht waarop actief kan worden gestuurd.

Managementsturing, betrokkenheid en communicatie

Het management van de betrokken partijen/organisatie dient:

- *Intern* zorg te dragen voor duidelijke en realistische verwachtingen ten aanzien van de veiligheidsambitie, zorg te dragen voor een klimaat van continue verbetering van de veiligheid op de werkvloer door in ieder geval het goede voorbeeld te geven en ten slotte voldoende mensen en middelen voor deze doelstellingen beschikbaar te stellen.
- *Extern* duidelijk te communiceren over de algemene werkwijze, wijze van toetsing daarvan, procedures bij afwijkingen etc. op basis van heldere en vastgelegde afspraken met de omgeving.

De Raad erkent dat de beoordeling van de wijze waarop door organisaties invulling wordt gegeven aan eigen verantwoordelijkheid ten aanzien van veiligheid afhankelijk is van de betrokken organisaties. Aspecten als bijvoorbeeld de aard van de organisatie of de omvang kunnen hierbij van belang zijn en dienen derhalve te worden betrokken bij de beoordeling. Hoewel per voorval de oordeelsvorming anders kan zijn, blijft echter de manier van denken identiek.

3.5 BUITENLANDS BELEID TEN AANZIEN VAN GRIJS GIETIJZEREN GASLEIDINGEN

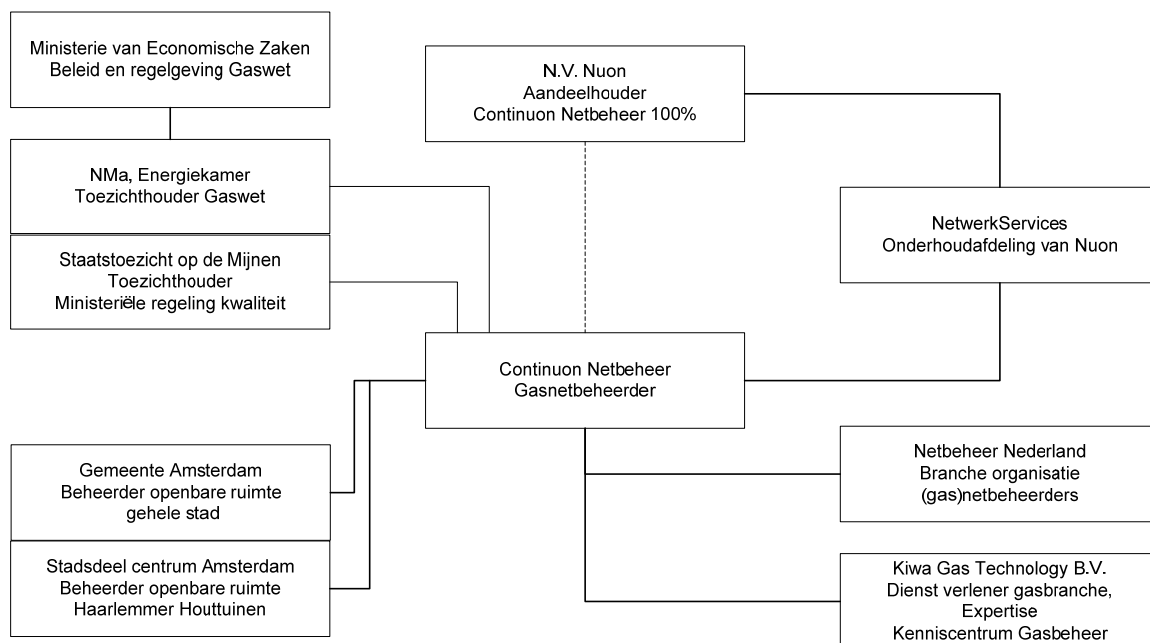
Naast het gebruikelijke referentiekader, zoals deze standaard door de Onderzoeksraad in de rapporten wordt toegepast, is in dit onderzoek ook over de grens gekeken omdat het Raad bekend is met het feit dat zich met name in Frankrijk en Groot-Brittannië ernstige voorvallen met grijs gietijzer hebben voorgedaan.

In bijlage 3 staan enkele voorbeelden van buitenlands beleid ten aanzien van grijs gietijzeren gasleidingen. Het beleid in Groot Brittannië om de gietijzeren hoofdleidingen te vervangen is voortgekomen uit het besef dat er geen onderhoud aan de gietijzeren leidingen kan plaatsvinden anders dan vervanging door andere materialen. Het beleid is dat alle leidingen binnen 30 meter van een gebouw binnen 30 jaar zijn verwijderd. De einddatum waarop alle grijs gietijzeren gasleidingen verwijderd moeten zijn is 2032. Door HSE (Health and Safety Executive) is een "executive's enforcement policy" opgesteld. Dit houdt ook monitoring van de voortgang van het vervangen van de leidingen in. In de evaluatieronde 2005 van dit beleid is vastgesteld dat het vervangingstempo opgeschroefd dient te worden om de einddatum 2032 te halen. Per jaar moet er minimaal 3100 kilometer vervangen worden van een totaal van 101.000 km leiding. Jaarlijks wordt het vervangingsprogramma bekeken op prioriteitstelling. In 2013 vindt de volgende evaluatieronde plaats door HSE.

In 1970 is in Frankrijk met een vervangingsprogramma gestart. Dit was er op gericht om alle gietijzeren gasleidingen verwijderd te hebben in het jaar 2000. Het vervangingstempo diende 1600 km per jaar te zijn. Na de privatisering medio jaren negentig is het vervangingstempo vertraagd naar 650 km/jaar (1999). Het ongeval in Mulhouse heeft onder druk van de regering geleid tot versnelling van het vervangingstempo. In 2005 lag er nog 2000 km grijs gietijzer, met name in de gebieden waar verzakking van de grond plaatsvindt. Het beleid was om deze in 2007 verwijderd te hebben. Of nu alle gietijzeren gasleidingen vervangen zijn, is de Raad op dit moment niet bekend vanwege de geslotenheid over de bovenstaande zaken door Gaz de France en de Franse overheid.

4 BETROKKEN PARTIJEN EN HUN VERANTWOORDELIJKHEDEN

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van alle bij het voorval betrokken partijen en hun specifieke verantwoordelijkheden. Hieronder is dit schematisch weergegeven. De focus ligt hierbij op het gasdistributienet en de beheerder. Voor deze focus is gekozen omdat veiligheid begint bij het ontwerp, de aanleg, het beheer en het gebruik van het systeem.



Figuur 5: Overzicht van de onderlinge relaties van de betrokken partijen tijdens het ongeval.

4.1 LIANDER NETBEHEER (VOORHEEN CONTINUON)

De hoofdgasleiding op de Haarlemmer Houttuinen is het eigendom van Liander. De netbeheerder is daardoor verantwoordelijk voor de staat van onderhoud van deze gasdistributieleiding en het veilige transport van gas. De netbeheerder levert de infrastructuur om bij haar klanten energie te brengen in de vorm van gas en elektriciteit. De netten van Liander bestrijken ongeveer een derde van Nederland en liggen in grote delen van Gelderland, Noord-Holland, Flevoland, Friesland en Zuid-Holland. Historisch gezien is Liander ontstaan als gevolg van de Elektriciteitswet 1998 en de Gaswet. Om de liberalisering van de energiemarkt mogelijk te maken zijn energiebedrijven, in dit geval Nuon, opgedeeld in netbeheerders, energieleveranciers, producenten en meetbedrijven. Gezamenlijk zijn deze partijen verantwoordelijk voor de energievoorziening. De aandelen van Liander zijn voor 100% in handen van N.V. Nuon. Toch heeft Liander een onafhankelijke positie ten opzichte van Nuon omdat wettelijk is vastgelegd dat aandeelhouders, leveranciers, handelaren, producenten en groepsmaatschappijen waarmee een netbeheerder verbonden is, zich niet mogen bemoeien met de uitvoering van de wettelijke taken van de netbeheerder. Deze wettelijke taken vallen binnen het zogenaamd gereguleerd domein. Deze wettelijke taken zijn onder andere: aanleggen, onderhouden, vernieuwen en beheren van gas- en elektriciteitsnetten en het waarborgen van de (technische)veiligheid en de betrouwbaarheid van de netten. De onafhankelijkheid blijkt ook uit de positie als zelfstandige organisatie met een eigen raad van commissarissen en een onafhankelijk bestuur⁹. Eind 2008 is de naam Continuon veranderd in Liander.

⁹ Bron: jaarverslag Continuon

4.1.1 *Netwerk Services*

De netbeheerder huurt Netwerk Services, een afdeling van Nuon in voor het herstellen van de energielevering bij storing of schade.¹⁰ Netwerk Services is verantwoordelijk voor het uitvoeren van de herstelwerkzaamheden.

4.2 NETBEHEER NEDERLAND

Netbeheer Nederland is sinds 1 juli 2008 de nieuwe naam van Enbin. Enbin was sinds 1 oktober 2007 de brancheorganisatie van de regionale en landelijke netbeheerders. Daarvoor waren de netbeheerders georganiseerd binnen de sectie Netbeheerders van de federatie EnergieNed. Netbeheer Nederland bespreekt met de toezichthouder de Nederlandse Mededingingautoriteit, Directie Toezicht Energie hoe de gas- en elektriciteitsvoorziening op een maatschappelijk verantwoord en efficiënt niveau kan worden onderhouden en uitgebreid. Daarbij staan betrouwbaarheid en veiligheid voorop.¹¹ Netbeheer Nederland behartigt de belangen van de regionale en landelijke (gas)netbeheerders.

4.3 MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

Het ministerie van Economische Zaken is verantwoordelijk voor beleidsontwikkeling en (nadere) regelgeving met betrekking tot de Gaswet. De Energiekamer is sinds 2000 toezichthouder op de naleving van de Gaswet. Sinds 2007 heeft Energiekamer samenwerking gezocht met het Staatstoezicht op de Mijnen waardoor 2007 gold als een overgangsjaar. Vanaf 1 januari 2008 is het Staatstoezicht op de Mijnen daadwerkelijk als toezichthouder op naleving enkele artikelen van de op artikel 8 van de Gaswet gebaseerde Regeling kwaliteitsaspecten netbeheerder elektriciteit en gas actief.

4.4 GEMEENTE AMSTERDAM¹²

4.4.1 *Beheerder van de openbare ruimte*

De gemeente verleent op grond van de Algemene Plaatselijke Verordening vergunning voor het opbreken van de weg en voor het hebben en houden van kabels en leidingen in de grond. De gemeente is verantwoordelijk voor het handhaven van de bij de verleende vergunningen gestelde voorwaarden.

4.4.2 *Amsterdam, Stadsdeel Centrum*

Het stadsdeel Centrum is verantwoordelijk voor het beheer van de openbare ruimte op de Haarlemmer Houttuinen. Bij bouwrijp maken van een bouwlocatie in het Stadsdeel is het verantwoordelijk voor de technische en planmatige coördinatie. In dat kader stemt het af met alle leiding- en kabeleigenaren.

4.5 KIWA GAS TECHNOLOGY B.V.

Kiwa Gas Technology B.V. is een dienstverlenend bedrijf op het gebied van gastehnologie, opererend op de nationale en internationale markt. Kiwa Gas Technology B.V. voert onder andere ongevalonderzoek uit in opdracht van de netbeheerders en beheert de storingsdatabase Nestor¹³ in opdracht van de netbeheerders.

Kenniscentrum Gasbeheer

Het Kenniscentrum Gasnetbeheer is een expertisecentrum dat is ingesteld door en voor mogelijk gemaakt wordt voor en door de energiebedrijven en expertise levert aan medewerkers van de bedrijfsonderdelen Gasnetbeheer, Infra en Metering. Het Kenniscentrum Gasnetbeheer wordt gerealiseerd in opdracht van Netbeheer Nederland door Kiwa Gas Technology B.V.

¹⁰ Bron: www.nuon.com

¹¹ Bron: www.netbeheernederland.nl

¹² Deze partijen komen niet terug in hoofdstuk vijf, ze zijn relevant voor het onderzoek van SodM zoals genoemd in hoofdstuk 2.

¹³ Zie begrippenlijst

5 ANALYSE

In dit hoofdstuk staat de analyse beschreven op basis van de informatie zoals weergegeven in de voorgaande hoofdstukken. De focus ligt hierbij op het gasdistributienet en de beheerder. Voor deze focus is gekozen omdat veiligheid begint bij het ontwerp, de aanleg, het beheer en het gebruik van het systeem. Continuon is hiervoor verantwoordelijk. Voor de analyse is onder anderen gebruik gemaakt van de Tripod methodiek. Dit is een van de hulpmiddelen die door de Onderzoeksraad gebruikt wordt bij de analyse zoals beschreven in dit hoofdstuk. De grafische weergave hiervan en een uitleg van de Tripod methode treft u aan in bijlage 5.

5.1 GRIJS GIETIJZER

Op 9 maart 2008 stroomde het aardgas uit een breuk in een gasleiding, gemaakt van grijs gietijzer. De leiding is in 1981 gelegd door de toenmalige netbeheerder. Grijs gietijzer is vanaf de negentiende eeuw gebruikt voor gasleidingen. Vanaf 1976 kwamen er goedkopere en makkelijker hanteerbare materialen zoals kunststoffen op de markt. Doordat steeds meer netbeheerders kozen voor kunststof leidingmaterialen verdwenen de gietijzeren gasleidingen in de jaren negentig van de markt. Uiteindelijk werden tot begin jaren negentig gietijzeren leidingen gelegd. Waarom in 1981 door de toenmalige netbeheerder nog werd gekozen voor het duurdere gietijzer in plaats van goedkopere materialen is niet onderzocht.

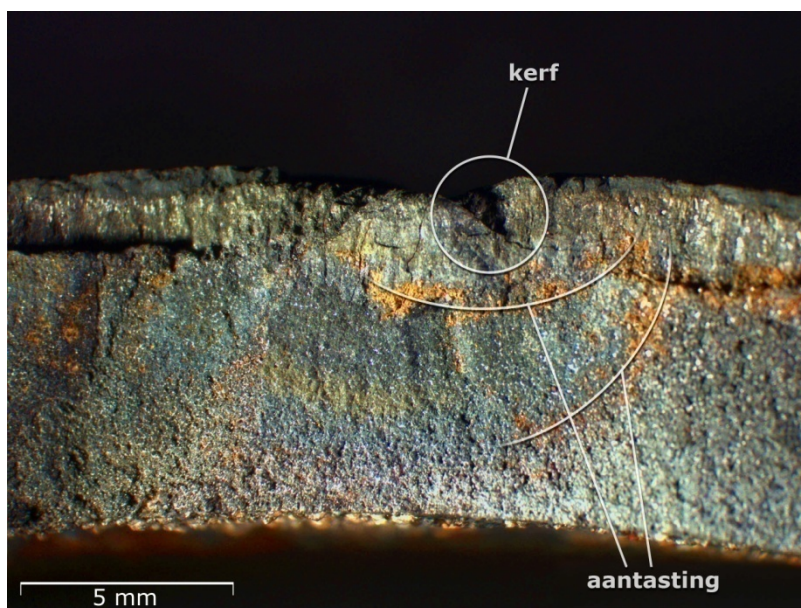
Bij gietijzeren leidingen is het gietijzer in een vorm gegoten. De bestanddelen van gietijzer zijn ijzer, grafiet (koolstof), mangaan en silicium. Grijs gietijzer is van nature een onregelmatig (heterogeen) materiaal. Dat komt door de grafietlamellen die er in zitten. Door deze materiaaleigenschappen is grijs gietijzer in het bijzonder bestand tegen gelijkmatige druk, maar kan weinig buiging en/of trekbelasting verdragen. Grijs gietijzer valt dan ook in de groep brosse materialen.

Naast de van nature aanwezige onregelmatigheden kan het aantal onregelmatigheden in het grijs gietijzeren toenemen. Door aantasting van het materiaal, productiefouten en beschadigingen van buitenaf. Er zijn geen productiefouten aangetroffen in dit leidingstuk. Naast de van nature aanwezige grafietlamellen zijn twee typen aantasting relevant voor het onderhavige leidingstuk, putcorrosie en grafitisering. Putcorrosie is putvormige corrosie. Grafitisering is het proces waarbij het ijzer als gevolg van de bodemweerstand¹⁴ en de zuurgraad van de bodem oxideert met als gevolg dat hoofdzakelijk de grafietstructuur achterblijft en het materiaal verzwakt. Grafitisering kan vóórkomen zonder dat er sprake is van putcorrosie.

5.2 PROBLEMATIEK

Bij het ongeval aan de Czaar Peterstraat en bij het ongeval aan de Haarlemmer Houttuinen is een grijs gietijzeren leiding gebroken. Aan de hand van onderzoek dat in opdracht van de Onderzoeksraad is uitgevoerd door Stork FDO B.V. is vastgesteld dat de breuk zoals aangetroffen in de leiding afkomstig van de Haarlemmer Houttuinen is ontstaan door een externe kracht. Op het breukvlak zijn ook een kerf en aantastingen (grafitisering en putcorrosie) aangetroffen.

¹⁴ Bodemweerstand de mate van elektrische weerstand in de grond.



Figuur 6: Detail breukvlak leiding 9 maart 2008 met aantastingen, bron Stork FDO B.V.

De breuk in de leiding op de Czaar Peterstraat is destijds door TNO onderzocht. Deze breuk is veroorzaakt door grondzetting in combinatie met de ligging van de leiding op een gemetselde stenen muur die haaks op de leiding lag. Aan de onderzijde van de breuk was sprake van corrosieve aantasting tot circa 45% van de wanddikte van de buis¹⁵.

Alle leidingmaterialen die worden toegepast voor het transport van gas kunnen uiteindelijk breken door impact van een voorwerp/ object, dat is geen unieke eigenschap van grijs gietijzer. Het beschadigd raken van de leiding door een heipaal of damwand zijn voorbeelden van impact. Zoals in hoofdstuk 2 is aangegeven hebben onderzoekers van de Onderzoeksraad op 9 maart 2008 op de Haarlemmer Houttuinen vastgesteld dat er ter hoogte van de breuk geen werkzaamheden aan de leiding plaatsvonden. De breuk is dus niet direct ontstaan als gevolg van beschadiging door een object (impact). Ook bij het ongeval op de Czaar Peterstraat was geen sprake van impact.

De breuken zoals aangetroffen bij beide voorvallen in Amsterdam zijn zogenaamde guillotinebreuken. Dat wil zeggen dat de breuk in één keer ontstaat en geheel rondom doorloopt over de leidingwand alsof de leiding door een guillotine in tweeën is gesneden. Dergelijke breuken zijn karakteristiek voor materialen met zeer beperkte rekapaciteit, zoals grijs gietijzer. Wanneer grijs gietijzer breekt door buigen is er altijd sprake van een guillotine breuk. Materialen met rekapaciteit zullen vervormen voordat een scheurtje ontstaat, dat zich bij aanhoudende en toenemende spanning kan ontwikkelen tot een grotere scheur.

Alle leidingmaterialen die worden toegepast voor het transport van gas kunnen uiteindelijk ook bezwijken door buigbelasting. Voor breken door buigbelasting zijn de mechanische eigenschappen van het materiaal van belang. De mechanische eigenschappen beschrijven het gedrag van het materiaal als er een kracht op wordt uitgeoefend. Kenmerkend voor de brosse leidingmaterialen zoals grijs gietijzer, is dat deze in tegenstelling tot andere leiding materialen, breken bij geringe buigbelasting. Andere materialen vervormen eerst.

De kracht, belasting, die nodig is om de spanning op te bouwen, het materiaal te buigen, is diameter en wanddikte afhankelijk. Een leiding met een grote diameter en dikke wand buigen kost meer kracht dan een leiding met een kleine diameter en een dunne wand. In onderstaande tabel is aangegeven hoeveel kilometer leiding van de verschillende diameters er in Nederland in de grond ligt.

¹⁵ Gasexplosie na breuk van gasdistributieleiding, brosse breuk gietijzeren gasdistributieleiding veroorzaakt gasexplosie op 15 augustus 2001 in Amsterdam, door Raad voor de Transportveiligheid, september 2002.

Leiding diameter in mm	Aantal kilometers ¹⁶	Minimale wanddikte in mm
<50	0026	
65-100	3072	ND 100 8,3
125-200	2862	ND 200 10,1
250-400	1013	ND 400 13,8
Totaal	6972	

Tabel: overzicht van aantal kilometers aan grijs gietijzeren gasleidingen in Nederland gesorteerd op diameter, met vermelding van de wanddikte conform de norm NEN 3045.

Door belasting worden er spanningen in het materiaal opgebouwd. Materialen vangen de krachten op door zover mogelijk te vervormen. Wanneer de buiging tot grotere spanningen in het materiaal leidt dan het materiaal kan opvangen, breekt het. Grijs gietijzer breekt op de plek waar de spanning het eerst de buigspanning overschrijdt, dat is daar waar de meeste spanningen zijn. De spanningen kunnen plotseling opbouwen of geleidelijk, ze accumuleren dan in de tijd. Spanningen concentreren zich rond onregelmatigheden in het materiaal. De onregelmatigheden die voorkomen in grijs gietijzer zijn hierboven beschreven. Doordat spanningen rond onregelmatigheden concentreren en de leiding breekt waar de meeste spanningen zijn, moeten de onregelmatigheden als verzwakkingen worden beschouwd.

Uit berekeningen gebaseerd op de ontwerpnorm 3650-serie voor buisleidingen blijkt dat een leidingstuk van 6 meter dat voldoet aan de NEN norm 3045, met een diameter van 150 mm bij een modelmatige benadering van een cirkelvormige buiging¹⁷, breekt bij een verschil van 7 centimeter tussen het hoogste en het laagste punt. Uit het materiaalkundig onderzoek door Stork FDO blijkt dat de leiding aan de Haarlemmer Houttuinen sterker was dan de norm. De Onderzoeksraad heeft laten berekenen welke verschil de leiding aan Haarlemmer Houttuinen maximaal had kunnen weerstaan met dezelfde modelmatige benadering. Dat is een verschil van 17 cm per 6 meter leiding, 10 centimeter meer dan de norm. De kwaliteit van de gebroken leiding lag daarmee boven de norm, maar de leiding is desondanks gebroken.

De buigingbelasting op een leiding in de grond wordt veroorzaakt doordat de grond beweegt (zetting). Wanneer de leiding teveel buigt breekt de leiding. Door de onderzoekers op 9 maart vastgesteld dat de stoep voor het pand tenminste twaalf centimeter verzakt was. Voor de Haarlemmer Houttuinen zijn aan aantal zettingsmechanisme denkbaar. Deze worden hierna besproken.

De bodem in Nederland bestaat uit diverse soorten grond. De bodem is in lagen opgebouwd. De opbouw van de ondergrond is niet overal gelijk. Er zijn weinig samendrukbare gebieden zoals de zandgronden en er zijn sterk samendrukbare gronden zoals klei en veen. De laatste bevinden zich in een band over Nederland, met name in west Nederland, de duinenrij uitgezonderd. In west Nederland is in het verleden klei afgezet en/of veen gevormd. Een grondlaag zet zich, als de klei- of veenlaag wordt samengedrukt. De gemiddelde zetting in Amsterdam bedraagt 1 tot 3 mm per jaar¹⁸.

Ook kan zetting ontstaan door bouwwerkzaamheden en de daarbij behorende grondwateronttrekking. Er is vastgesteld dat zich op het Haarlemmerplein, circa tien meter van de breuk, een grote bouwput bevond (65 meter bij 35 meter en 10 meter diep). Voordat de bouwwerkzaamheden begonnen zijn ten behoeve van hoogtemetingen in de gevels rondom de bouwput 140 referentiepunten (boutjes) geplaatst op verschillende gebouwen, twee per gebouw. Hoogtemetingen aan de hand van de positie van deze referentieboutjes geven informatie over eventuele hoogteveranderingen als gevolg van de bouw.

¹⁶ Op basis verzamelde gegevens voor Onderzoek kwantiteit en kwaliteit gasnet door Kiwa Gas technology B.V., bijlage 7

¹⁷ Breuk van de uiterste materiaalvezel aan de bovenkant van de leiding. De geringe rekcapaciteit van het brosse materiaal kan niet verhinderen dat de leiding verder inscheurt door axiale trekspanning tot de onderkant van de doorsnede.

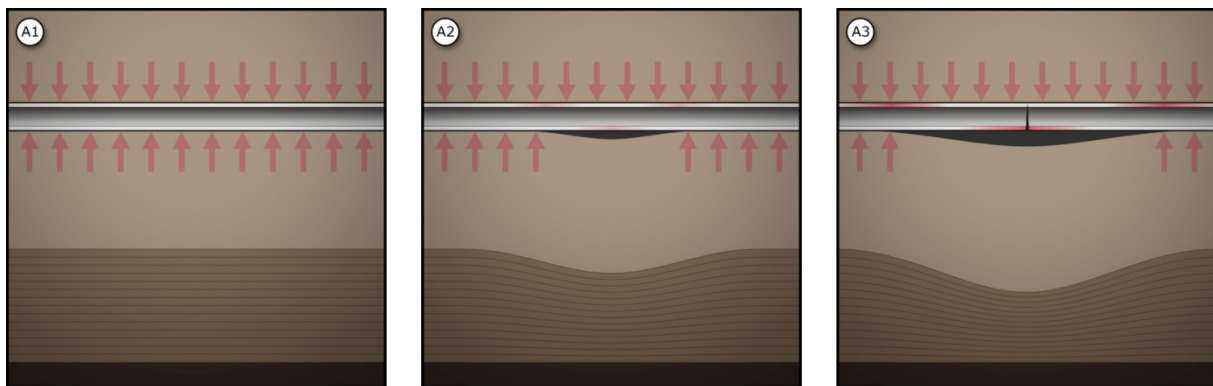
¹⁸ Bron: Bureau Omegam, RvTV, Gasexplosie na breuk van gasdistributieleiding, 15 augustus 2001, Czaar Peterstraat, Amsterdam, pagina 23

De boutjes bevinden zich op een hoogte van 10 meter boven maaiveld. In november 2006, voorafgaande aan de bouwwerkzaamheden, is door de aannemer de exacte hoogte van de boutjes bepaald¹⁹.

Gedurende de bouwwerkzaamheden²⁰ zijn de metingen herhaald in september 2008. Uit een vergelijking van de meetresultaten blijkt dat er sprake is van een verschilzetting van enkele millimeters als gevolg van de bouwput. De bebouwing is gefundeerd op palen om zakking door zetting te voorkomen. Ook zijn er door de aannemer peilbuizen geplaatst om de gevolgen van de grondwateronttrekking in de bouwput te monitoren. Uit de verzamelde gegevens²¹ blijkt dat door het bemalen van de bouwput de grondwaterstand tijdens de bemaalperiode een halve meter is gezakt en weer gestegen rond de gasleiding ter plaatse van de breuk. Dat moet hebben geresulteerd in beweging van de grond. De bronbemaling is op 10 januari 2008 gestopt na het storten en uitharden van de werk betonvloer op de bodem van de bouwput. Hierna is het grondwater weer geleidelijk omhoog gekomen met als gevolg beweging van de grond. Op 4 maart, vijf dagen voor de explosie is beton gestort voor de uiteindelijke vloerconstructie. De aanvoer en verpompen van het beton heeft plaats gevonden vanaf het Haarlemmerplein.

Grondverzakking kan ook plotseling ontstaan door een calamiteit. Dat kan zichtbaar zijn bijvoorbeeld het instorten van een bouwput of onzichtbaar door beweging in de diepere grond lagen als gevolg van natuurlijke processen. Een recent voorbeeld hiervan zijn de werkzaamheden aan de Noord-Zuidlijn in het centrum van Amsterdam. Op de Haarlemmer Houttuinen is geen zichtbare calamiteit vastgesteld. Er zijn geen opmerkelijke schommelingen in het grondwaterpeil geweest noch in de hoogtemetingen die duiden op een calamiteit.

In een situatie waarin grijs gietijzer niet vervormt en niet wordt aangetast is het een duurzaam en veilig materiaal. Bij de introductie van dit materiaal in de negentiende eeuw was een dergelijke situatie misschien te verwachten. In de huidige tijd komen dergelijke situaties nagenoeg niet meer voor in de binnenstand van Amsterdam door de toenames van het verkeer²² (intensiteit en zwaarte) en grootschalige ondergrondse bouwprojecten met daarbij afstempelen van bouwvoertuigen zoals vrachtwagen, mobiele kranen of betonpompen. Hierdoor zal de zetting plaatselijk toenemen waardoor verschilzettingen ontstaan.



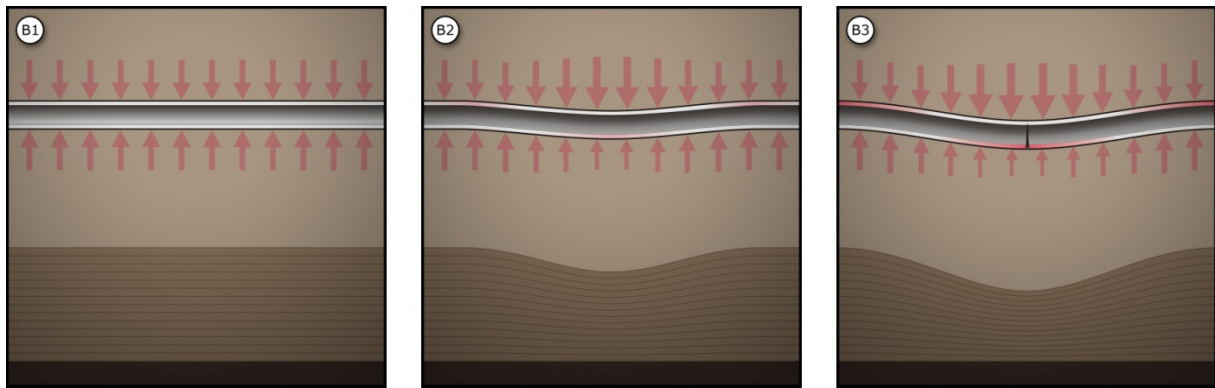
1. *De grijs gietijzeren leiding in stabiele grond;*
2. *Spanningsopbouw in de leiding door ongelijke krachten op de leiding als gevolg van bewegende grond zonder dat de leiding meebeweegt;*
3. *De spanning bouwt verder op en overschrijdt de buigspanning resulterend in een guillotine breuk zonder dat de leiding meebeweegt;*

¹⁹ Rapport van de hoogtemeting No T201119-H 8 september 2008, afkomstig van Dienst bouw en woningtoezicht Amsterdam.

²⁰ De bouw heeft na de start langdurig stil gelegen t.g.v. een bezwaarprocedures. Na de hertstart in januari 2008 is de bouw in de zomer van 2008 opnieuw opgeschort en ligt thans volledig stil.

²¹ Peilbuisgegevens 9 november 2006 tot 7 februari 2008, afkomstig van Bouw en woningtoezicht gemeente Amsterdam.

²² Nota Mobiliteit, 2 september 2005, Ministeries van Verkeer en Waterstaat en VROM

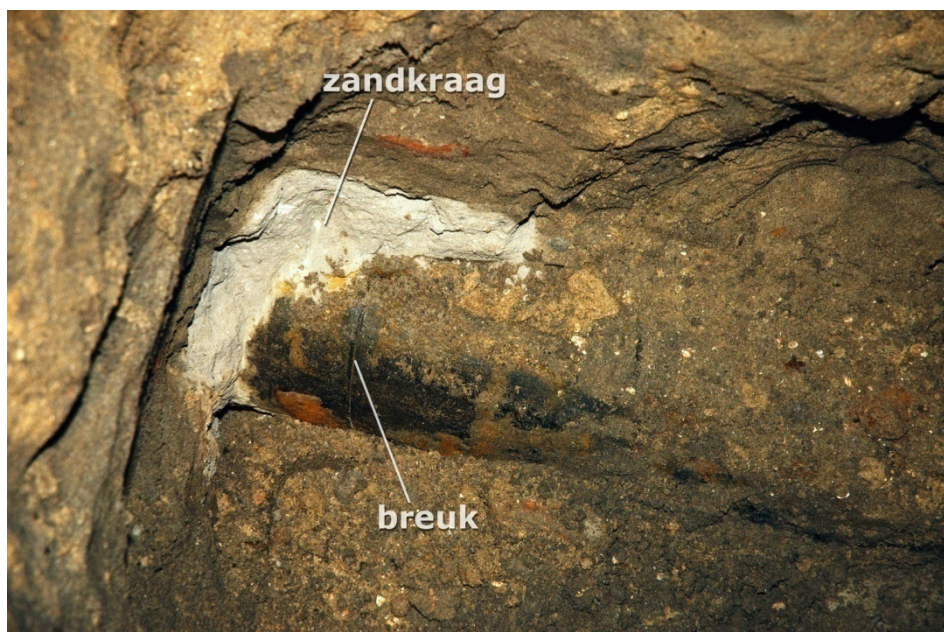


1. De grijs gietijzeren leiding in stabiele grond;
2. Spanningsopbouw in de leiding door ongelijke krachten op de leiding als gevolg van bewegende grond waarbij de leiding meebeweegt;
3. De spanning bouwt verder op en overschrijdt de buigspanning resulterend in een guillotine breuk waarbij de leiding meebeweegt;

Figuur 7: Twee mechanisme van opbouwende spanning (lengte doorsnede)

Samenvattend: Als gevolg van de opgebouwde spanningen door buigbelasting breekt grijs gietijzer, door de zeer beperkte rekapaciteit van het materiaal, op brossse wijze, waarbij een zogenaamde guillotinebreuk ontstaat. De spanningen concentreren rond onregelmatigheden in het materiaal waardoor deze als verzwakkingen worden beschouwd. De spanning door buigbelasting van de leiding aan de Haarlemmer Houttuinen is niet eenduidig te verklaren aan de hand van één van de onderzochte zettingsmechanismen. Het is aannemelijk dat de spanning in de tijd is opgebouwd door een optelsom van zettingsmechanismen. De grijs gietijzeren gasleiding van de Haarlemmer Houttuinen was bij aanleg beter tegen buigbelasting bestand dan de specificaties die volgens de branchenorm golden maar is desondanks toch gebroken.

Het gevolg van een guillotinebreuk is dat het aardgas direct over de gehele oppervlakte van de breuk vrij kan uitstromen. Het tijdstip van breken kan niet exact worden vastgesteld. De leiding lag onder de grond en het is niet gebruikelijk dat technische voorzieningen die breuk kunnen detecteren of indiceren aanwezig zijn in het gasdistributienet. Dat er enige tijd is verstreken tussen het moment van breken en de explosie kan worden afgeleid aan de hand van een tweetal waarnemingen. Het aardgas is niet bij de breuk maar in het gebouw ontstoken, het gas heeft dus voldoende tijd gehad zich daarheen te verplaatsen. Het zand circa 15 centimeter rond de breuk, was lichter van kleur dan de rest van het zand doordat deze grond gedroogd was door het uitstromende aardgas (er was sprake van een zogenaamde zandkraag). Een dergelijke zandkraag ontstaat in enkele dagen, hoeveel tijd precies verstreken was sinds het ontstaan van de guillotine breuk is niet nader onderzocht. Door de technische recherche is eenduidig vastgesteld dat het gas niet afkomstig was uit de gasfles. Door de aangetroffen zandkraag wordt bevestigd dat het gas niet afkomstig is uit de aangetroffen gasfles maar uit de gebroken gasleiding.



Figuur 8: De leiding met de zandkraag (wit), bron Onderzoeksraad Voor Veiligheid

De explosie is het gevolg van het ontsteken van het aardgas. Wat op 9 maart 2008 de ontstekingsbron was, is niet nader onderzocht. Ontstekingsbronnen worden in een situatie als deze als een gegeven beschouwd en in de woonomgeving en openbare ruimte zijn altijd ontstekingsbronnen aanwezig. Dit wordt onder andere geïllustreerd door de door de Raad onderzochte voorvallen zoals Czaar Peterstraat, Assen²³ en Hierden²⁴.

Na de explosie is het aanwezige aardgas verbrand. Omdat de breuk niet direct na de explosie gevonden was, kon het gas blijven uitstromen. Om 15.15 uur werd een gasgeur geroken door een medewerker van het schoonmaakbedrijf. De schoonmaker herkende de typische aardgasgeur en waarschuwde medewerkers van de netbeheerder. De medewerker van de netbeheerder stelde met behulp van een meting de aanwezigheid van aardgas vast waarna de breuk werd gevonden. De netbeheerder heeft vervolgens maatregelen getroffen waardoor een tweede explosie is voorkomen.

De explosie heeft plaats gevonden in de bergingen onder het appartementencomplex op de begane grond. De afstand tussen de plaats van de breuk en de plaats van de explosie bedraagt circa vier meter. Het aardgas heeft zich door de bodem onder andere naar deze plaats verspreid. Het aardgas zoekt daarbij de weg van de minste weerstand tussen de bodemdeeltjes door. De weg van de minste weerstand is meestal naar boven of via andere leidingen en kabels en in de mantelbuizen daarvan in de nabijheid van de gasleiding. Door deze doorvoering is de gevel niet gasdicht. Hierdoor kan het gas in een gebouw terecht komen en zich daar ophopen zoals aan de Haarlemmer Houttuinen is gebeurd. Theoretisch zou ophoping van aardgas voorkomen kunnen worden door het gasdicht maken en houden van gevels. Maar in de praktijk zijn gevels van gebouwen, ondanks voorschriften in het Bouwbesluit, niet gasdicht. Dit wordt veroorzaakt door ouderdom van het gebouw of zoals hier doordat er op diverse plaatsen buizen en leidingen zoals riool, elektriciteit, gas, kabel, telefoon en dergelijke door de gevel naar binnen gaan en deze zogenaamde geveldoorvoeringen niet gasdicht afgesloten zijn. Waarom het Bouwbesluit niet goed wordt nageleefd is niet verder onderzocht omdat de Raad van mening is dat in eerste instantie het vrijkomen van aardgas voorkomen zou moeten worden.

Uitstroom van aardgas kan worden waargenomen door het te meten en omdat er geurstof aan is toegevoegd, door het te ruiken. Er bevinden zich bij gasdistributienetten en in gebouwen geen vaste technische voorzieningen die uitgestroomd aardgas meten.

²³ Assen, arbeidsongeval bij herstel van gaslekkage op 30 september 2004

²⁴ Gasexplosie Hierden, 17 december 2002, Gasexplosie Bergschenhoek, 30 augustus 2003, Gasexplosie Schijndel, 11 maart 2004,

De Raad heeft in het onderzoek naar de gasexplosie Schijndel, als gevolg van falen koppeling distributieleiding op 11 maart 2004 geconcludeerd dat *“de ruikbaarheid van aardgas, als enige barrière voor het waarnemen van gasuitstroming, in onvoldoende mate door de branche wordt geëvalueerd en dat sterke aanwijzingen bestaan dat het toegevoegde odorant in sommige gevallen wordt geabsorbeerd door de grond, waardoor mogelijk minder ruikbaar of reukloos gas in de woning (...) kon doordringen”*. Op 9 maart 2008 vond de explosie plaats op zondagochtend rond 7.30 uur toen de meeste bewoners van de appartementen sliepen. Anders dan de bewoners zijn er geen getuigen bekend die ter plaatse waren op dat tijdstip. Door de netbeheerder wordt de aanwezigheid van geurstof in het aardgas jaarlijks gecontroleerd. Er zijn hier geen afwijkingen aangetroffen. Aangezien 's middags de typische gasgeur is waargenomen is het aannemelijk dat de odorisatie voldeed en heeft gewerkt zoals voorzien.



Figuur 9: ravage na de explosie²⁵, bron Politie Amsterdam.

De schade als gevolg van de explosie is in dit geval beperkt gebleven tot het instorten van de muren van de bergingen op de begane grond. Het gebouw is door de kracht van de explosie niet ontzet door het feit dat het een sterke betonconstructie betrof met daar tussen enkelsteens gemetselde muren die zwakker waren dan de betonconstructie. Het letsel van de slachtoffers is beperkt gebleven tot ademhalingsproblemen als gevolg van de rook. Dit kwam doordat de explosie plaatsvond in de berging en de bewoners zich daar boven bevonden en bovendien lagen te slapen. Er waren geen passanten aanwezig.

Het ongeval in Mulhouse in Frankrijk illustreert wat er gebeurt wanneer het gebouw niet in staat is de kracht van de explosie op te vangen en instort: bij dat ongeval op 26 december 2004 zijn 17 personen omgekomen²⁶.

Samenvattend: Aardgas kan zich ophopen in gebouwen, aardgas kan ontstoken worden en exploderen, met als mogelijke gevolgen instorting van het gebouw en (dodelijke) slachtoffers. Het proces van onbedoelde ophoping en ontsteking van gas in een gebouw valt niet of nauwelijks te beheersen. Het voorkomen van het onbedoeld uitstromen van aardgas is daarom de enige beheersbare maatregel om deze gevolgen te voorkomen.

²⁵ Bron: foto van de politie Amsterdam Amstelland

²⁶ Zie bijlage 2.

5.3 VEILIGHEIDSMANAGEMENT LIANDER

5.3.1 Inleiding

Om ongevallen zoals aan de Czaar Peterstraat op 15 augustus 2001 en aan de Haarlemmer Houttuinen op 9 maart 2008 te voorkomen, is het noodzakelijk de risico's te onderkennen, te begrijpen en te vertalen naar de consequenties hiervan voor het gasdistributienetwerk als geheel. In deze paragraaf wordt beschreven hoe de netbeheerder hiermee omgaat. Het beoordelingskader van de Raad zoals beschreven in hoofdstuk 3 van dit rapport vormt de basis voor deze analyse.

5.3.2 Veiligheidsmanagement

De structuur en invulling van het veiligheidsmanagementsysteem zijn cruciaal voor het beheersen en continu verbeteren van de veiligheid. De Raad onderscheidt de volgende aandachtspunten: inzicht in risico's als basis voor veiligheidsaanpak, aantoonbare en realistische veiligheidsaanpak, uitvoeren en handhaven veiligheidsaanpak, aanscherping veiligheidsaanpak, managementsturing, betrokkenheid en communicatie.

Inzicht in risico's als basis voor veiligheidsaanpak

Vóór het ongeval in 2001 aan de Czaar Peterstraat was de netbeheerder "formeel" onbekend met problematiek van grijs gietijzeren leidingen. Dat is destijds gebleken uit het onderzoek door de Raad voor de Transportveiligheid. De aanbevelingen door de Raad naar aanleiding van het ongeval op de Czaar Peterstraat staan in hoofdstuk 1 van dit rapport. De reacties op deze aanbevelingen staan in hoofdstuk 2. De Raad voor de Transportveiligheid beveelt de netbeheerder in zijn eerste aanbeveling aan een risicoanalyse uit te voeren voor het gebruik van grijs gietijzeren gasdistributieleidingen. In de reactie op deze aanbeveling heeft de netbeheerder aangekondigd 'op termijn alle grijs gietijzeren leidingen te vervangen'.

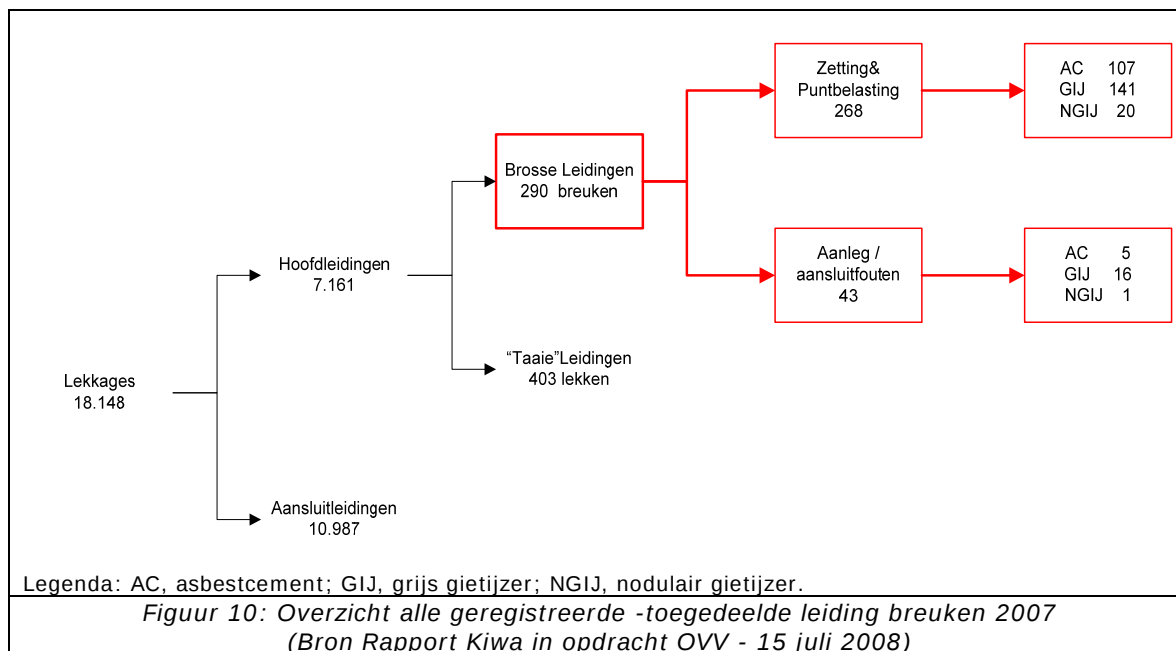
De staat van het gasnet wordt door de netbeheerder indirect bepaald aan de hand van bovengronds lekzoeken en storingsanalyse. Deze werkwijze is gebruikelijk in de branche. Lekzoeken is het meten van eventueel vrijkomende concentraties gas uit ondergrondse gasdistributieleidingen. Daarbij wordt vanaf straatniveau gaslekmeetapparatuur ingezet zodat de grond boven de leidingen niet verwijderd hoeft te worden. Storingsanalyse betekent hier het analyseren van de storingen die door de netbeheerder geregistreerd zijn. Omdat guillotinebreuken in grijs gietijzer plots ontstaan (instantaan falen) door spanningsopbouw in de leiding kunnen deze niet worden voorkomen door lekzoeken of storingsanalyse omdat deze zoals hierboven beschreven niet worden aangekondigd door een lek of een storing.

De resultaten van bovengronds lekzoeken en storingsgegevens, met het aantal storingen als kwaliteitsindicator, gebruikt de netbeheerder als de startcriteria voor haar vervangingsbeleid. Het algemene vervangingsbeleid van de netbeheerder is dat lage drukleidingen worden vervangen indien bij lekzoeken sprake is van meer dan 5 lekken per kilometer. Jaarlijks wordt één vijfde deel van het totale gasdistributienetwerk van de netbeheerder door middel van lekzoeken geïnspecteerd. Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen verschillende leidingmaterialen, ongunstige bodemeigenschappen en of gebieden waar zetting optreedt. Het gehele netwerk wordt op dezelfde wijze geïnspecteerd.

de netbeheerder heeft tijdens het onderzoek verklaard dat geen registratie wordt bijgehouden van breuken die optreden in gasleidingen. Wel worden storingen geregistreerd. Deze worden jaarlijks doorgegeven aan Kiwa Gastechology B.V. die deze opneemt in de storingsdatabase Nestor. Breuken en lekkages worden in deze storingsregistratie niet geregistreerd omdat ze door de gasbranche als een gevolg worden beschouwd. In opdracht van de Onderzoeksraad is door Kiwa Gastechology B.V. een analyse van de storingsregistratie uitgevoerd waaruit blijkt dat het aantal breuken in grijs gietijzeren leidingen in 2007 gemiddeld 2,1 breuken per 100 km gasleiding bedroeg. Voor Liander was dit in 2007 gemiddeld 3 breuken per 100 km gasleiding²⁷.

Omdat het meldingsgedrag van de netbeheerders een rol speelt bij deze getallen kan hieruit geen conclusie getrokken worden over de kwaliteit van de grijs gietijzeren leidingen van Liander ten opzichten van de andere netbeheerders.

²⁷ 81 breuken in 2679 km gasleiding is 3 breuken per 100 km.



Naar aanleiding van een aanbeveling door de Raad voor de Transportveiligheid (2002) heeft de netbeheerder in 2004 vervangingsbeleid voor grijs gietijzeren leidingen vastgesteld. Dit beleid was een aanvulling op de bestaande algemene vervangingscriteria zoals eerder beschreven. Als uitgangspunt in het aanvullende beleid hanteert de netbeheerder *'de veiligheid van grijs gietijzeren leidingen op een maatschappelijk aanvaardbaar niveau te brengen tegen zo laag mogelijke kosten'*. De netbeheerder heeft geen vervangingsdoelstelling opgenomen in dit beleid. Het is een zogenaamde sterfhuiskonstructie. *"De RAS (regional asset specialist) in de betreffende regio neemt aan de hand van onderstaande (de in het document genoemde, red.) criteria de beslissing of een gasleiding voor vervanging in aanmerking komt"*. Daarna wordt besloten of de netbeheerder de leiding daadwerkelijk vervangt. In dat geval wordt de leiding opgenomen in een vervangingsprogramma.

Het aanvullende vervangingsbeleid voor grijs gietijzer kent een tweedeling. Er wordt vervangen in combinatie met andere werkzaamheden aan of bij de leiding of op eigen initiatief. Binnen deze tweedeling wordt door de netbeheerder weer onderscheid gemaakt tussen leidingen die binnen één meter van een gevel liggen of daar buiten. In het aanvullend vervangingsbeleid wordt verder gekeken naar de leeftijd van de leiding. Binnen één meter van de gevel worden de leidingen vervangen bij een leeftijd van 60 jaar of ouder. Wanneer de leiding zich in onregelmatige zakkende grond bevindt, wordt de leiding bij een leeftijd van 40 jaar of ouder vervangen. Hierbij moet worden opgemerkt dat het begrip "onregelmatig zakkend" door de netbeheerder niet is genormeerd. Daardoor blijft onduidelijk hoe wordt bepaald of er sprake is van onregelmatig zakkende grond. Onregelmatigheden stelt de netbeheerder vast bij haar eigen graafwerkzaamheden en die van derden binnen één meter van de leiding. Er vindt door de netbeheerder geen monitoring plaats van zakkings als er geen werkzaamheden zijn.

Kort gezegd komt het vervangingsbeleid van de netbeheerder voor grijs gietijzeren leidingen er op neer dat leidingen binnen één meter van de gevel in ieder geval voor vervanging in aanmerking komen wanneer zij de leeftijd van 60 jaar bereiken. Voor grijs gietijzeren leidingen verder dan 1 meter van de gevel geldt dat men deze laat liggen tot dat ze problemen geven (lekken, storingen etc.). Het grootste deel van de leidingen ligt verder dan 1 meter van de gevel met uitzondering van straathoeken²⁸. Het huidige vervangingsbeleid geeft dus geen uitsluitsel over de actuele conditie van de leidingen. Zetting en zakking (instabiele grond) zijn geen factoren in de besluitvorming over het al dan niet vervangen van een grijs gietijzeren leiding. Instabiele grond is een factor die enkel wordt meegenomen in combinatie met andere parameters, niet als zelfstandige parameter.

²⁸ Bron: Continuon.

De leiding op de Haarlemmer Houttuinen was niet opgenomen in een vervangingsprogramma. De netbeheerder geeft aan dat de resultaten vanuit storingsanalyse en lekzoeken en de leeftijd geen aanleiding gaven tot vervanging. De leiding is gelegd in 1981 en dus 27 jaar oud en lag circa anderhalve meter uit de gevellijn. Voorafgaande aan de bouwwerkzaamheden op het Haarlemmerplein is door de netbeheerder niet overwogen om de betreffende grijs gietijzeren leiding, locatie Haarlemmerhouttuinen, te vervangen. Bij de melding van de werkzaamheden door het Kabel en Leidingen Informatie Centrum (KLIC) en de Coördinatie Commissie Uitvoering Werken in de Openbare ruimte van de gemeente Amsterdam (COCUWO) is door de netbeheerder gekeken of zich op of direct bij de bouwplaats leidingen bevonden die verplaatst of vervangen moesten worden. Dat werd niet noodzakelijk geacht. De gietijzeren leiding op de Haarlemmer Houttuinen en de nabij gelegen straten had een totale lengte van 278 meter. Na de explosie op 9 maart 2008 is de leiding in het geheel vervangen door kunststof.

In 2002 had Liander (toen Continuon) in haar verzorgingsgebied totaal circa 3178 km grijs gietijzer in beheer²⁹. Onder andere op basis van het vervangingsbeleid is deze afstand in zes jaar gereduceerd tot 2679 km ofwel er is 16% vervangen van 2002 tot en met 2007.

Samenvattend: De aanpak van Continuon sluit niet aan bij het mechanisme dat leidt tot breuk namelijk spanning opbouw als gevolg van vershilzetting en bevat geen vervangingsdoelstellingen met een einddatum.

Om tot een prioritering voor vervanging te komen, heeft de netbeheerder een literatuurstudie uitgevoerd hoe grijs gietijzer te onderzoeken valt en wat de belangrijkste beïnvloedingsfactoren zijn die de levensduur van het materiaal bepalen. Vervolgens is opdracht gegeven om een inventarisatie te maken van de risicofactoren van de bodem (chemische/ fysische/mechanische eigenschappen) rondom de gietijzeren leidingen in Amsterdam en dit grafisch weer te geven. De netbeheerder verwachtte dat door de combinatie van deze informatie met de geografische informatie van het netwerk leidingen met verhoogd risico te kunnen traceren om deze vervolgens te vervangen. Wanneer deze werkwijze effectief zou blijken, dan zou deze in het hele werkgebied worden toegepast.

De door de netbeheerder aangekondigde literatuurstudie naar grijs gietijzer is uitgevoerd. De inventarisatie van de risicofactoren van de bodem rondom de gietijzeren leidingen in Amsterdam is uitgevoerd. De aanduiding van gebieden met verhoogd risico, zoals weergegeven op de kaarten in het eindrapport van deze inventarisatie wordt door de netbeheerder niet gebruikt. De combinatie van deze informatie met de geografische informatie van het netwerk is niet tot stand gekomen wegens het ontbreken van meer gedetailleerd kaartmateriaal en ICT-problemen.

Samenvattend: De netbeheerder heeft de toezegging die zij heeft gedaan naar aanleiding van de aanbevelingen naar aanleiding van het ongeval in de Czaar Peterstraat in 2001 maar ten dele uitgevoerd.

Aantoonbare en realistische veiligheidsaanpak

De *“Uitgangspunten voor het veiligheidsbeleid”* van de netbeheerder zijn opgesteld in 2004. Hierin staat dat *“de veiligheidsmissie is gericht op een continu verbeteren van de veiligheid rondom de netten tegen acceptabele kosten”*. Verder geeft de netbeheerder haar ambitie aan, namelijk: *“Het gevoerde veiligheidsbeleid moet minimaal invulling geven aan relevante wetgeving zoals onder andere de ARBO-wet, de gas- en elektriciteitswet”*.

Het begrip acceptabele kosten is in dit beleidsstuk niet gedefinieerd. Het begrip veiligheid is uitgewerkt in streefwaarden. Als streefwaarden voor het veiligheidsniveau van het elektriciteit- en gasnet wordt door de netbeheerder uitgegaan van *“een kans van minder dan één op tien miljoen (10^{-7}) op sterfte ten gevolge van risico's die er voor burgers in relatie met de energienetten onverbreekbaar bestaan. De overheid heeft een risico gedefinieerd voor burgers t.a.v. hun omgeving (het milieu) met een factor 10^{-6} . Gas- en elektriciteitsnetten maken maar een gering deel uit van het totale milieu, vandaar deze verkleining van de kans. Omgerekend naar de netten van Continuon (thans Liander) betekent dit ca 1 dode per 2 jaar”*. Deze streefwaarde is door de netbeheerder zelf bepaald. In de Gaswet of andere wetgeving zijn geen streefwaarden opgenomen.

²⁹ Bron: RvTV Czaar Peterstraat pagina 30.

De streefwaarde één op tien miljoen (10^{-7}) voor het veiligheidsniveau van netten van Liander is gebaseerd op de in Nederland gangbare grenswaarde voor het plaatsgebonden risico (PR), te weten 10^{-6} . Hierbij wordt het PR gedefinieerd als het risico (uitgedrukt in kans per jaar) dat één persoon die zich onafgebroken en onbeschermd op die plaats bevindt, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een calamiteit met een gevaarlijke stof³⁰. Door de netbeheerder wordt niet onderbouwd waarop zij het aandeel van hun netten in aan het PR hebben gebaseerd.

Vervolgens wordt in het beleidstuk van de netbeheerder de streefwaarde voor het PR omgerekend naar een verwachtingswaarde voor het aantal dodelijke slachtoffers per jaar als gevolg van incidenten met het elektriciteits- en gasnet van de netbeheerder. *“Uitgaande van circa 16 miljoen burgers in Nederland en het gegeven dat de netwerken van Continuon (thans Liander) circa 30% van het totaal in Nederland uitmaken, zou dit theoretisch uitkomen op maximaal circa 1 dode per 2 jaar”*, aldus de netbeheerder. Ofwel de netbeheerder gaat er vanuit dat circa 5 miljoen burgers in hun beheersgebied zich continu op een plek bevinden waar het PR gelijk is aan één op 10 miljoen (10^{-7}). Dit aantal mensen wordt door de netbeheerder vermenigvuldigd met het PR. Deze ruwe benadering leidt tot een hoge verwachtingswaarde van het aantal dodelijke slachtoffers. Dit betekent ook dat de verwachtingswaarde voor het aantal dodelijke slachtoffers zoals opgenomen in het beleidstuk van de netbeheerder (ca. 1 dode per 2 jaar) geen juist beeld geeft van het risico wat geaccepteerd kan worden. Door de hoge waarde van circa 1 dode per 2 jaar als beleid te hanteren is ruimte ontstaan waardoor de netbeheerder het beeld heeft gevormd dat geen extra aandacht nodig is voor de externe veiligheidsaspecten van de grijs gietijzeren leidingen.

Na de kwantitatieve risico benadering maakt de netbeheerder ook gebruik van een risicomatrix.

In het Kwaliteits- en Capaciteitsdocument Gas 2008-2014 dat door de netbeheerder is opgesteld in het kader van de Gaswet staat dat zij een risicomanagementsysteem heeft ontwikkeld. In het document is de onderstaande risicomatrix van de netbeheerder opgenomen waarin de streefwaarden uit het veiligheidsbeleid terugkomen. Het Kwaliteits- en Capaciteitsdocument Gas wordt door de toezichthouders Energiekamer en het Staatstoezicht op de Mijnen beoordeeld.

TABEL 9. Risicomatrix

Omschrijving	Frequentie # per jaar	Effect				
		Klein	Matig	Hevig	Ernstig	Rampzalig
Permanent	>1000	M	H	ZH	ZH	ZH
Dagelijks	>100	L	M	H	ZH	ZH
Maandelijks	>10	L	M	H	ZH	ZH
Jaarlijks	>1	N	L	M	H	ZH
Geregeld	>0,1	N	L	M	H	ZH
Waarschijnlijk	>0,01	N	N	L	M	H
Mogelijk	>0,001	N	N	L	M	H
Onwaarschijnlijk	>0,0001	N	N	N	L	M
Vrijwel onmogelijk	<0,0001	N	N	N	L	M

N.V. Continuon Netbeheer - 31

Figuur 12: De risicomatrix van de netbeheerder, bron Continuon

Een risicomatrix is een hulpmiddel bij het stellen van prioriteiten. Het is een matrix waarin wordt aangegeven welke restrisico's de netbeheerder accepteert. Op de y-as wordt de frequentie van een gebeurtenis aangegeven, op de x-as het effect van de potentiële gevolgen. Zowel de frequentie als het effect worden kwalitatief gekenmerkt, waarbij een puntsschaal wordt gehanteerd.

³⁰ artikel 1 van het Besluit externe veiligheid inrichtingen.

Zoals hier voor het effect: klein, matig, hevig, ernstig en rampzalig en voor frequentie: vrijwel onmogelijk, onwaarschijnlijk, mogelijk, waarschijnlijk, geregeld, jaarlijks, maandelijks, dagelijks en permanent.

De hier weergegeven figuur is de openbare versie van de risicomatrix van de netbeheerder. Er is ook een versie voor intern gebruik en voor de toezichthouder, waarin voor verschillende waarden, waaronder veiligheid, de betekenis van het effect is uitgewerkt. In deze interne versie staat dat de netbeheerder, een bijna ongeval met geen tot licht letsel als klein beschouwd. Een explosie met bijvoorbeeld meerdere doden vindt de netbeheerder een rampzalig effect.

De gekleurde vakjes zijn een indicatie van de zwaarte, die is gekoppeld aan de wijze waarop de netbeheerder vindt dat zij met het risico dient om te gaan. N (blauw) staat voor nihil en L (groen) voor laag. In beide gevallen acht de netbeheerder geen verdere acties nodig. M (geel) is middelmatig. H (roze) is hoog en betekent dat men volgens gangbare procedures maatregelen moet voorstellen om tot risicoreductie te komen. ZH (rood) staat voor zeer hoog wat betekent dat men onmiddellijk met maatregelen moet komen om het risico te reduceren³¹.

De netbeheerder schrijft over haar risicomatrix: *“Omdat de zwaarte van een risico een functie is van zowel het effect (de consequentie) als van de waarschijnlijkheid (de kans) dat de gebeurtenis kan plaatsvinden, wordt gebruik gemaakt van een risicomatrix om de zwaarte van een risico te wegen. De indicatie van de zwaarte is gekoppeld aan de wijze waarop de organisatie met het risico dient om te gaan”*. De risicomatrix is sinds 2006 in gebruik bij de netbeheerder en in dat jaar is hij voor het eerst toegepast op het onderwerp hoogspanningsnetten. Voor het gasdistributienet, waaronder de grijs gietijzeren leidingen, heeft de netbeheerder de risicomatrix niet toegepast voor het ongeval op 9 maart 2008.

Op basis van de resultaten van de eerder genoemde analyse van de storingsregistratie in opdracht van de Onderzoeksraad, namelijk dat er sprake is van circa 81 breuken in grijs gietijzeren leidingen in het verzorgingsgebied van de netbeheerder, heeft de Onderzoeksraad dit getal geplaatst in de risicomatrix van de netbeheerder.

Door de netbeheerder wordt een gasexplosie met meerdere doden als rampzalig beschouwd. Wanneer het aantal breuken als gevolg van zetting en gemaakte fouten in het verleden gekoppeld worden aan het potentiële³² effect *“ernstig/rampzalig”*, namelijk één of meerdere doden zoals de ongevallen in Frankrijk en Groot Brittannië ontstaat de kwalificatie *“hoog/ zeer hoog”*. Deze kwalificatie moet volgens het beleid van de netbeheerder leiden tot (onmiddellijke) maatregelen om het risico te reduceren. Het is daarom voor de Raad niet te begrijpen dat de netbeheerder geen aanleiding ziet voor het nemen van directe concrete maatregelen.

Samenvattend: Door de netbeheerder werden de gegevens uit de storingsdatabase niet gecombineerd met de potentiële effecten met behulp van de risicomatrix. Als dat wel gedaan zou zijn had dat tot volgens het beleid van de netbeheerder tot (onmiddellijke) maatregelen moeten leiden.

Uitvoeren en handhaven veiligheidsaanpak

De netbeheerder heeft de grijs gietijzeren gasleidingen niet als een risico geïdentificeerd.

Aanscherping veiligheidsaanpak

Zoals onder *“Inzicht in risico's als basis voor veiligheidsaanpak”* is beschreven, sluit de aanpak van de netbeheerder ten aanzien van grijs gietijzer niet aan bij het mechanisme dat leidt tot breuk van dit materiaal. In het beleid wordt er vanuit gegaan dat grijs gietijzer, mist goed beheert, een gelijke geschiktheid heeft als de andere toegepaste leidingmaterialen. De Raad onderschrijft dit uitgangspunt niet. Daarbij heeft onderzoek uitgewezen dat datgene wat was toegezegd in reactie op de aanbevelingen naar aanleiding van het onderzoek van het ongeval aan de Czaar Peterstraat niet volledig uitgevoerd is. De door de netbeheerder aangekondigde literatuurstudie naar grijs gietijzer is wel uitgevoerd evenals de inventarisatie van de risicofactoren van de bodem rondom de gietijzeren leidingen in Amsterdam. De aanduiding van gebieden met verhoogd risico, zoals weergegeven op de kaarten in het eindrapport van deze inventarisatie wordt door de netbeheerder niet gebruikt.

³¹ Bron: Kwaliteits- en Capaciteitsdocument Gas 2008 – 2014 N.V. Continuon Netbeheer.

³² Zie bijlage 3.

De combinatie van deze informatie met de geografische informatie van het netwerk is niet tot stand gekomen wegens het ontbreken van meer gedetailleerd kaartmateriaal en ICT-problemen. De Raad is van oordeel dat van aanscherping van de veiligheidsaanpak dan ook geen sprake is.

Managementsturing, betrokkenheid en communicatie

Voor het vervangen van grijs gietijzeren leidingen heeft de netbeheerder geen specifieke doelstelling geformuleerd. Uit interviews blijkt dat de netbeheerder van mening is dat zij tijdgebonden vervangingsdoelstellingen, vanwege de kosten die dat met zich meebrengt, niet kunnen verantwoorden aan de klanten. De netbeheerder heeft verklaard dat het vervangen van een hoofdgasleiding in het centrum van Amsterdam, afhankelijk van de situatie, tussen de 100.000 en 300.000 euro per kilometer kost. Er is geen standaard of norm beschikbaar die vervangingsdoelstellingen voor grijs gietijzeren leidingen voorschrijft.

De netbeheerder kent de buitenlandse ongevallen met dodelijke afloop als gevolg van breuk in grijs gietijzeren leidingen. Desondanks wordt het risico, zonder verdere onderbouwing, van het gebruik van grijs gietijzeren gasleidingen door de netbeheerder niet als relevant voor Nederland beschouwd. Daarom ziet de netbeheerder geen aanleiding om concrete maatregelen te treffen.

Samenvattend: Ondanks de specifieke problemen en daaraan gekoppelde gevaren die het gebruik van grijs gietijzer met zich kunnen meebrengen behandelt de netbeheerder grijs gietijzeren leidingen nog altijd op de gelijke wijze als de andere materialen die voorkomen in haar gasnetwerk.

5.4 WETGEVING EN TOEZICHT

De totstandkoming van de huidige wetgeving

Op gasdistributieleidingen, zoals de gebroken gasleidingen aan de Czaar Peterstraat en de Haarlemmer Houttuinen, is de Gaswet uit 2000 van toepassing. De wetgever beoogde met deze wet uitvoering te geven aan het beleid dat was verwoord in de Derde Energienota, kort gezegd het geven van een grotere rol aan de markt bij de levering van energie, en een daaruit voortvloeiende verschuiving van aanbodgestuurde naar een vraaggestuurde structuur. Met deze wet wordt mede uitvoering gegeven aan de richtlijn 98/30/EG van het Europese Parlement en de Raad van de Europese Unie van 22 juni 1998 betreffende gemeenschappelijke regels voor de interne markt voor aardgas (PbEG 1998, L204). Deze richtlijn is inmiddels vervangen door richtlijn 2003/55/EG van het Europese parlement en de Raad van de Europese Unie betreffende gemeenschappelijke regels voor de interne markt voor aardgas en houdende intrekking van Richtlijn 98/30/EG. De bedoelde EU-regelgeving richt zich eveneens op de totstandbrenging van marktwerking en concurrentie in de energiesector. Vanuit de gedachte van een vrij verkeer van goederen, vrijheid van dienstverlening en vrijheid van vestiging, streeft de EU-regelgeving nadrukkelijk naar een zo veel mogelijk opengestelde markt in EU-verband, dat wil zeggen openstelling van de markt over de grenzen van de individuele lidstaten heen.

Veiligheid was daarmee van oudsher niet het eerste aandachtspunt van deze regelgeving. Twee artikelen uit de Gaswet maken niettemin melding van het begrip. Het betreft in de eerste plaats artikel 8, eerste lid, dat als volgt luidt:

“Een netbeheerder beschikt over een doeltreffend systeem voor de beheersing van de kwaliteit van zijn transportdienst, waaronder in elk geval te verstaan de betrouwbaarheid en de veiligheid van die transportdienst”.

Van belang is verder artikel 10, lid 1 van de Gaswet, dat als volgt luidt: *“Een netbeheerder, (...) heeft tot taak zijn gastransportnet, (.....) op economische voorwaarden in werking te hebben, te onderhouden en te ontwikkelen op een wijze die de veiligheid, doelmatigheid en betrouwbaarheid van dat gastransportnet (...) en het transport van gas waarborgt en het milieu ontziet”.*

Een definitie van het begrip veiligheid wordt in de Gaswet niet gegeven.

De voorheen geldende EU-richtlijn definieerde het begrip veiligheid als: *“zowel de zekerheid van de voorziening en levering als de technische veiligheid”.*

De huidige richtlijn gebruikt in plaats van het begrip “veiligheid” het begrip “zekerheid”, en geeft van dat begrip dezelfde definitie als de oude richtlijn gaf aan het begrip “veiligheid”.

De Gaswet bevat geen voorschriften die (technische)eisen stellen aan de fysieke staat van gasdistributieleidingen. De voorschriften uit de Gaswet hebben betrekking op leveringzekerheid. Het toezicht op de naleving van de Gaswet was bij de inwerkingtreding van de wet, op grond van artikel 59, geheel in handen van de Dienst uitvoering en toezicht energie van de Nederlandse mededingingsautoriteit (Nma/Dte).

Conclusie van het voorgaande is dat de veiligheid van het gastransportnet bij de totstandkoming van de toepasselijke regelgeving relatief weinig aandacht heeft verkregen. Dat is ook zichtbaar aan de aanwijzing van de toezichthouder: het toezicht op de naleving van de Gaswet was oorspronkelijk geheel en al opgedragen aan de Nederlandse mededingingsautoriteit (Nma), hetgeen de nadruk op het creëren van marktwerking als centrale doelstelling van de regelgeving illustreert. Niettemin legt de Gaswet aan de netwerkbeheerder een zorgplicht met betrekking tot de kwaliteit van de transportdienst op; onder "kwaliteit" moet in dit verband, zo vloeit voort uit artikel 8, lid 1 van de Gaswet, nadrukkelijk ook de veiligheid van de transportdienst worden verstaan.

Ontwikkelingen met betrekking tot de veiligheid

De laatste jaren is met betrekking tot het gastransport een toenemende aandacht voor het aspect veiligheid zichtbaar. In 2004 is van kracht geworden de Wijziging van de Elektriciteitswet 1998 en de Gaswet in verband met implementatie en aanscherping toezicht netbeheer. Op 20 december 2004 is de "Ministeriele Regeling kwaliteitsaspecten netbeheer elektriciteit en gas" (MR kwaliteit) van kracht geworden. Voor zover het gaat om gas, berust deze regeling, behalve op artikel 8 van de Gaswet, ook op het bij genoemde wijzigingswet ingevoerde artikel 35a van de Gaswet. Deze bepaling legt aan de netbeheerders de verplichting op een registratie bij te houden van kwaliteitsindicatoren betreffende het transport van gas. De genoemde MR kwaliteit werkt deze verplichting nader uit. Ingevolge artikel 2, eerste lid van de Regeling zijn de kwaliteitsindicatoren: a.) de jaarlijkse uitvalsduur; b.) de gemiddelde onderbrekingsduur, c.) de onderbrekingsfrequentie; verder zijn kwaliteitsindicatoren: het aantal ongevallen; het aantal incidenten; de gemiddelde tijdsduur voor het veiligstellen van een storing; het aantal door de netbeheerder vastgestelde lekken in het gastransportnet; en tenslotte het aantal door de netbeheerder vastgestelde lekken in aansluitingen. Wat betreft de lekken in de aansluitingen en lekken in het net, vermeldt de toelichting bij de regeling dat de eerstgenoemde categorie een groter veiligheidsrisico oplevert. De toelichting onderstreept daarbij het belang van het maken van een onderscheid tussen lekken die een onmiddellijk gevaar voor de omgeving opleveren, en lekken die dat niet doen. De eerste categorie, aldus de toelichting, omschrijft de (on)veiligheid van vandaag, de tweede die van morgen. In de MR kwaliteit is voorts bepaald dat de netbeheerder een zogeheten kwaliteits- en capaciteitsdocument (KCD document) opstelt. In dit document wordt, zo bepaalt artikel 10, lid 2 van de Regeling, aangegeven welke normen, richtlijnen en overige relevante voorschriften de netbeheerder toepast in het kader van de veiligheid bij de aanleg, het onderhoud en het beheer van zijn gastransportnet en bij het verrichten van transport van gas via het gastransportnet. Na invoering van de MR kwaliteit eind 2004 hebben de netbeheerders in 2006 voor het eerst een KCD document opgesteld. Van belang is ten slotte artikel 15 van de MR kwaliteit, dat als volgt luidt:

"1. Het kwaliteitsbeheersingssysteem is gericht op de beheersing van risico's voor het realiseren of in stand houden van de kwaliteit van de transportdienst op korte en lange termijn die de netbeheerder nastreeft.

2. De netbeheerder stelt de naar zijn oordeel belangrijke risico's vast op basis van een risicoanalyse;

3. De netbeheerder stelt vast welke maatregelen ten aanzien van onderhoud en vervanging naar zijn oordeel in de komende vijftien jaren, met uitzondering van de eerste vijf jaren, moeten worden getroffen voor het realiseren of in stand houden van de door hem nagestreefde kwaliteit van de transportdienst."

Met de komst van de MR kwaliteit is sprake van een nadrukkelijker aandacht dan voorheen voor het aspect van de (externe) veiligheid. De genoemde artikelen 10, lid 2 en 15 laten in feite een uitwerking zien van de zorgplicht van artikel 8, lid 1 van de Gaswet. In deze uitwerking is de gedachte van *zelfregulering* vervlochten: de netwerkbeheerder bepaalt zelf aan de hand van welke normen, richtlijnen en dergelijke hij aan zijn zorgplicht uitvoering geeft. In lijn met de genoemde, grotere nadruk op het aspect veiligheid is de overheveling in 2006 van bepaalde aspecten van het toezicht van de Nma/Dte naar het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM).

Gedachte achter deze overheveling is dat het de Nma/Dte ontbreekt aan de specifieke expertise die benodigd is om te kunnen toezien op de veiligheidsvoorschriften die in de MR kwaliteit zijn opgenomen. Het SodM is daarom, op grond van artikel 59, lid 2 van de Gaswet, het toezicht opgedragen op de naleving van het zojuist genoemde artikelen 10, lid 2 en 15 van de MR kwaliteit, alsmede op een aantal andere op artikel 8 van de Gaswet gebaseerde bepalingen uit de Regeling.³³ Vanaf januari 2008 is het Staatstoezicht op de Mijnen daadwerkelijk gestart als toezichthouder, 2007 was een overgangsjaar. Het Staatstoezicht op de Mijnen heeft de explosie op de Haarlemmer Houttuinen ook onderzocht vanuit de positie van toezichthouder³⁴.

Samenvattend: met de in 2004 tot stand gebrachte wijzigingen in de Gaswet, alsmede de in dat jaar tot stand gebrachte Regeling kwaliteitsaspecten netbeheer elektriciteit en gas is een toegenomen mate van aandacht voor en uitwerking van het aspect veiligheid in de regelgeving betreffende gastransport zichtbaar. Genoemde regeling bevat een uitwerking van de zorgplicht van artikel 8, lid 1, van de Gaswet. In lijn met de toegenomen aandacht voor de veiligheid is een deel van het toezicht neergelegd bij het Staatstoezicht op de Mijnen.

Betekenis voor het toezicht

Zoals hierboven juist werd uiteengezet dat artikel 10, tweede lid en artikel 15 van de Regeling kwaliteitsaspecten netbeheer elektriciteit en gas een uitwerking vormen van de zorgplicht met betrekking tot kwaliteit die artikel 8 van de Gaswet voor de netbeheerders creëert. Kwaliteit in de zin van de genoemde bepaling, zo bleek, omvat mede het aspect van de veiligheid. Het toezicht op de naleving van de twee genoemde voorschriften uit de MR kwaliteit is neergelegd bij het SodM. Daarmee heeft het SodM een ingang verkregen voor het uitoefenen van toezicht op de veiligheid bij het gastransport. Het SodM heeft daarbij rekening te houden met het aspect van zelfregulering dat in de betrokken voorschriften is vervlochten. Zo is het is aan de netwerkbeheerders overgelaten welke normen en richtlijnen hij wil toepassen - het SodM kan daar dus niet onbepert in treden. De netwerkbeheerders is tevens een eigen inbreng gelaten bij het vormgeven van het systeem van risicobeheersing dat in artikel 15 van de MR kwaliteit is voorgeschreven, onder meer blijkend uit de aan hen gelaten beoordelingsvrijheid met betrekking tot de relevantie van de risico's. De vrijheid van de netwerkbeheerders is daarmee evenwel niet onbepert. Dat er vrijheid bestaat met betrekking tot de vormgeving in detail, betekent naar het oordeel van de raad niet dat de beheersing van de kwaliteit in het algemeen, en de beheersing van de veiligheid in het bijzonder, niet aan enige inhoudelijke standaard zou zijn onderworpen. Ware dit het geval, dan zou een bepaling als artikel 15 van de MR kwaliteit immers zinloos zijn. De raad is van mening dat uit het samenstel van artikel 8 van de Gaswet en de daarop gebaseerde bepalingen uit de MR kwaliteit nadrukkelijk de gedachte van een inhoudelijk niveau van veiligheid en risicobeheersing voortvloeit. Het SodM kan en moet als toezichthouder derhalve nagaan of een aanvaardbaar veiligheids- en risicobeheersingsniveau is bereikt.

Samenvattend: de in het samenstel van artikel 8 van de Gaswet en de artikelen 10, lid 2 en 15 van de Regeling kwaliteitsaspecten netbeheer elektriciteit en gas tot uitdrukking komende zorgplicht met betrekking tot de veiligheid laat ruimte voor eigen invulling door de netwerkbeheerder, maar impliceert niet dat er geen inhoudelijke eisen zouden mogen worden gesteld aan de waarborging van de veiligheid en aan de risicobeheersing door die netwerkbeheerders.

5.5 ZELFREGULERING

De gebroken gasdistributieleiding aan de Haarlemmer Houttuinen voldeed aan de normen voor ontwerp (volgens NEN 3045) en aanleg (volgens het tijdschrift Gas) die de branche uit eigen beweging hanteerde in 1981.

Voor het beheer en gebruik van de grijs gietijzeren leiding in de periode 1985 – 2003 golden de richtlijnen voor de aanleg van hoofd- en dienstgasleidingen van grijs gietijzer van de KVG. Van 2003 tot heden is de NEN 7244 Gasvoorzieningssystemen, Deel 1 Algemene functionele eisen, van toepassing. Voor wat betreft de gebroken gasleiding aan de Haarlemmer Houttuinen heeft de

³³ Besluit aanwijzing ambtenaren van de Nederlandse mededingingsautoriteit alsmede van het Staatstoezicht op de Mijnen als toezichthouders op artikelen van de Gaswet en daarop gebaseerde regelgeving.

³⁴ Het resultaat staat in hoofdstuk 2 van dit rapport.

netbeheerder zich gehouden aan deze normen. De thans geldende normen zijn met name gericht op de moderne leidingmaterialen. De normen voorzien niet in de problematiek van grijs gietijzer in de beheersfase. Vooruitlopend op de uitfasering van grijs gietijzer is een deel over het gebruik van grijs gietijzer dat in concept gereed was op aangeven van de bij de norm betrokken partijen uit de NEN 7244 serie gehaald en niet gepubliceerd. Een situatie waarbij een directe aanleiding om geen norm toe te passen niet aanwezig was werd eerder aangetroffen door de Raad namelijk bij het onderzoek *“Ongeval met gasdistributieleiding, asfaltfreemachine raakt gasdistributieleiding op 12 juni 2001 in Leiden”*. Deze conclusie: *“De NEN norm 1091 (3^e druk) geeft de hedendaagse stand van de techniek voor de bedrijfsvoering maar is formeel niet van toepassing voor leidingen met drukken lager dan 1 bar. Een directe aanleiding om voor leidingen met drukken lager dan 1 bar de bedrijfsvoering (bijhouden van tekeningen, risicovolle situaties in kaart brengen, etc.) minder goed te organiseren is echter niet aanwezig”*.

De richtlijnen voor de aanleg van hoofd- en dienstgasleidingen van grijs gietijzer van de KVGN schrijven voor dat leidingen periodiek spanningsvrij gemaakt moeten worden wanneer er sprake is van verschilzetting³⁵. Spanningsvrij maken betekent geheel opgraven van de leiding. In de NEN 7244 is deze maatregel dan ook niet meer opgenomen.

In opdracht van Netbeheer Nederland is de beoordelingssystematiek grijs gietijzer opgesteld en gepubliceerd op 7 maart 2008. Met behulp van deze beoordelingssystematiek kan de netbeheerder op grond van de leidingkwaliteit en omgevingscondities beoordelen of een grijs gietijzer gasleiding beheerd kan worden als een leiding van modern materiaal. Dat grijs gietijzer, anders dan modern materiaal, door de materiaaleigenschappen intrinsiek onveilig is doordat het plotseling volledig breekt door verschilzetting, blijft hierbij buiten beschouwing.

Samenvattend: De in de branche bekende normen voorzien niet (meer) in de specifieke problematiek van grijs gietijzeren leidingen. Dit geldt ook voor de door de branche ontwikkelde beoordelingssystematiek en het gebruik ervan is bovendien vrijblijvend. Van zelfregulering van de specifieke problematiek van grijs gietijzeren gasleidingen lijkt geen sprake te zijn.

³⁵ Bron: KVGN-richtlijn, artikel 6.2.4.2. ligplaats.

6 CONCLUSIES

De explosie in de opslagruimten op de begane grond van het appartementencomplex aan de Haarlemmer Houttuinen werd veroorzaakt door de ontsteking van aardgas dat vrijkwam uit een breuk in een grijs gietijzeren hoofdgasleiding. De breuk in de leiding is ontstaan door externe krachten (verschilzetting) van buitenaf op de leiding.

De totale lengte van aardgas hoofdleidingen (gasdistributie en transportleidingen) in Nederland is 122.956 km in 2007. Daarvan is 6972 km van grijs gietijzer gemaakt (6%) en 2679 km daarvan het eigendom van Liander. Grijs gietijzer wordt bij aanleg niet meer toegepast als leidingmateriaal voor aardgasdistributie. Uit een analyse van de storingsregistratie kan worden afgeleid welk aantal storingen het gevolg is van een breuk in grijs gietijzeren leidingen. Voor heel Nederland zijn dat circa 2,1 breuken per 100 km per jaar. De netbeheerder had 81 breuken in 2007, ofwel 3 breuken per 100 km.

Ondanks het feit dat de grijs gietijzeren leiding op de Haarlemmer Houttuinen beter tegen buigbelasting bestand was dan de volgens de branche geldende norm, is hij ongewild en plots gebroken

Voor grijs gietijzeren aardgas distributieleidingen in het algemeen geldt dat het samenspel tussen materiaal, de aantasting en omgeving het moment van breuk onvoorspelbaar maakt.

In de huidige tijd met de toename van de intensiteit en zwaarte van het verkeer en grootschalige ondergrondse bouwprojecten is grijs gietijzer in toenemende mate ongeschikt voor het veilig gebruik als aardgasdistributieleiding. Deze conclusie beperkt zich niet alleen tot Liander. Ook de sector onderschat nog steeds de huidige risico's van brosse leidingen.

De Raad wil de sinds 2002 door de netbeheerder gerealiseerde sanering van 16% niet bagatelliseren, maar komt wel tot de onderstaande conclusies:

- De problematiek rond grijs gietijzer leidingen is op basis van de huidige inzichten als onbeheersbaar te bestempelen, waardoor het niet langer geschikt is als een veilig en integer leidingsysteem.
- De netbeheerder heeft de aanbevelingen naar aanleiding van het ongeval in de Czaar Peterstraat in 2001 maar ten dele uitgevoerd. De toegezegde studies zijn uitgevoerd, echter de vertaling van de verkregen informatie naar een risico gerichte aanpak van grijs gietijzeren gasleiding is niet tot stand gekomen.
- Ondanks de specifieke problemen behandeld de netbeheerder grijs gietijzeren leidingen op dezelfde wijze als de andere materialen die voorkomen in haar gasnetwerk. De huidige aanpak biedt geen garantie tegen breuk van dit materiaal doordat de aanpak niet aansluit bij het mechanisme dat tot breuk leidt van grijs gietijzer.
- De netbeheerder kan met de aanpak in de huidige tijd, met toename van verkeer en grootschalige ondergrondse bouwprojecten, de veiligheid van de bewoners woonachtig in de buurt van grijsgietijzer gastransportleidingen, niet garanderen.
- De in het samenstel van de Gaswet en de Regeling kwaliteitsaspecten netbeheer elektriciteit en gas tot uitdrukking komende zorgplicht met betrekking tot de veiligheid laat ruimte voor eigen invulling door de netwerkbeheerder, maar impliceert niet dat er door de toezichthouder geen inhoudelijke eisen zouden mogen worden gesteld aan de waarborging van de veiligheid en aan de risicobeheersing door die netwerkbeheerders.

7 AANBEVELINGEN

Gezien de bevindingen en conclusies van het onderzoek, dat met het huidige beleid- waarbij in hoge mate het accent ligt op de veelvuldig geprezen –zelfregulering- de bestaande risico's onvoldoende worden aangepakt komt de Raad tot de volgende aanbevelingen:

- De Raad beveelt netbeheerder Liander aan om voor grijs gietijzeren gasleidingen (en de andere brosse materialen) over te gaan tot versnelde sanering.

De Raad onderschrijft op zich de zelfregulering in de branche. Naar mening van de Raad werkt dit in de praktijk echter onvoldoende. De reeds bestaande wettelijke eisen met betrekking tot de zorgplicht geven de minister van Economische zaken en de toezichthouders de mogelijkheid om te toetsen of de eigen verantwoordelijkheid voor de sanering van de brosse gasdistributie leidingen ook daadwerkelijk wordt genomen.

- De Raad beveelt de minister van Economische zaken en zijn toezichthouders aan de wettelijk vereiste zorgplicht te benutten.
- De Raad beveelt de minister van Economische zaken aan om ook met de andere netbeheerders afspraken te maken om tot versnelde sanering te komen.

Tot slot

De Raad vraagt met dit rapport opnieuw aandacht voor de problematiek rondom het gebruik van grijs gietijzeren leidingen omdat de Raad van mening is dat de burger er op moet kunnen vertrouwen dat het aardgas op een veilige manier geleverd wordt door de netbeheerder. De burger kan niet kiezen wie het gasnet beheert dat voor zijn of haar huis ligt en binnenkomt, netbeheerders hebben een monopoliepositie.

De netbeheerders hebben dan ook een eigen én maatschappelijke verantwoordelijkheid voor het beschermen van de burger tegen de gevaren die kunnen ontstaan als gevolg van transport van aardgas.

Bestuursorganen aan wie een aanbeveling is gericht dienen een standpunt ten aanzien van de opvolging van deze aanbeveling binnen een half jaar na verschijning van deze rapportage aan de betrokken minister kenbaar te maken. Niet-bestuursorganen of personen aan wie een aanbeveling is gericht dienen hun standpunt ten aanzien van de opvolging van de aanbeveling binnen een jaar kenbaar te maken aan de betrokken minister. Een afschrift van deze reactie dient gelijktijdig aan de voorzitter van de Onderzoeksraad voor Veiligheid en de minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties verstuurd te worden.

BIJLAGE 1: ONDERZOEKSVERANTWOORDING

Aanleiding onderzoek

De Raad heeft een onderzoek opgestart naar deze gasexplosie te Amsterdam toen bleek dat het gas was vrijgekomen door een breuk in de grijs gietijzeren gasdistributieleiding. Op 15 augustus 2001 vond een vergelijkbaar ongeval plaats in Amsterdam op de Czaar Peterstraat bij dezelfde netbeheerder. Dit ongeval is onderzocht door de Raad voor de Transportveiligheid (RvTv), de rechtsvoorganger van de Onderzoeksraad Voor Veiligheid¹. Ook hier was het aardgas afkomstig uit een breuk in de grijs gietijzeren gasdistributieleiding. Het ongevalonderzoek door de Raad voor de Transportveiligheid had, net als de Onderzoeksraad Voor Veiligheid, als doel vergelijkbare ongevallen in de toekomst te voorkomen, eventueel door het doen van aanbevelingen.

De explosie op 9 maart 2008 roept de vraag op of er overeenkomsten bestaan met het voorval op de Czaar Peterstraat.

Doelstelling onderzoek

Het doel van het onderzoek is tweeledig:

- Vaststellen van de directe en achterliggende oorzaken van het voorval op 9 maart 2008.
- Vaststellen hoe de netbeheerder invulling heeft gegeven aan de aanbevelingen naar aanleiding van Czaar Peterstraat en waarom de beheersmaatregelen het ongeval op 9 maart 2008 niet hebben voorkomen.

Opdracht

De onderzoeksvragen:

- Is er een relatie tussen deze opvolging van de aanbeveling uit het onderzoek naar het ongeval in de Czaar Peterstraat op 15 augustus 2001 en de feiten en omstandigheden die ten grondslag liggen aan de explosie in Amsterdam, locatie Haarlemmer Houttuinen?
- Wat is de omvang van het probleem van brosse gasleidingen? Kwantitatief en kwalitatief.
- Hoe gaat de netbeheerder, zeven jaar na de Czaar Peterstraat, om met grijs gietijzeren leidingen?
- Waaruit bestaat de opvolging door de netbeheerder (kwalitatief en kwantitatief) van conclusies en aanbevelingen uit het onderzoek naar het ongeval in de Czaar Peterstraat op 15 augustus 2001?

Aanpak

- In kaart brengen van de toedracht en omstandigheden van de explosie 9 maart 2008;
- Door deskundigen uitvoeren van een materiaalkundig onderzoek aan het leidingstuk;
- Onderzoek naar het veiligheidsmanagement (waaronder de beheersing van de risico's) van de netbeheerder;
- In kaart brengen van de aard (materiaal, leeftijd) en omvang (meters en diameters) van het gasdistributienetwerk in Nederland;
- Op basis van de storingsregistratie van de branche in kaart brengen van de meldingen van breuken van broze leidingen vanaf 1 januari 2005 tot 31 december 2007;
- Analyse van de opvolging van eerdere conclusies en aanbevelingen door de Raad voor de Transportveiligheid (zie bijlage);
- Analyse van de relatie tussen het ongeval 9 maart 2008 en opvolging naar aanleiding van de aanbevelingen uit het onderzoek naar het ongeval in de Czaar Peterstraat op 15 augustus 2001;

¹ Gasexplosie na breuk van gasdistributieleiding, brosse breuk gietijzeren gasdistributieleiding veroorzaakt gasexplosie op 15 augustus 2001 in Amsterdam, door Raad voor de Transportveiligheid, september 2002.

Bronnen

- Continuon (thans Liander);
- Nederlandse mededingingsautoriteit, Energiekamer;
- Staatstoezicht op de Mijnen;
- Proces-verbaal van de politie Amsterdam Amstelland;
- Ongevalonderzoek door Staatstoezicht op de Mijnen;
- Ongevalonderzoek door Kiwa Gastechnologie.
- Literatuur;

Methoden van onderzoek

Het onderzoek is uitgevoerd op basis van analyse van diverse documenten, materiaalkundig onderzoek, analyse van de storingsregistratie van de branche en een tripodanalyse. Vervolgens zijn de resultaten hiervan geverifieerd aan de hand van een vijftal interviews.

Inzage

Het rapport is ter inzage voorgelegd aan de volgende partijen:

- Liander (voorheen Continuon);
- Netbeheer Nederland;
- VROM, Directie Risicobeleid;
- De minister van Economische Zaken;
 - o Nederlandse Mededingingsautoriteit, Energiekamer;
 - o Staats Toezicht op de Mijnen;

De Onderzoeksraad heeft hierop een reactie ontvangen van:

- Liander;
- Netbeheer Nederland;
- Nederlandse Mededingingsautoriteit, Energiekamer;
- Staats Toezicht op de Mijnen;

De Onderzoeksraad heeft hierop geen reactie ontvangen van:

- VROM, Directie Risicobeleid;
- De minister van Economische Zaken;

Per paragraaf is aangegeven welke reacties niet zijn overgenomen:

3.3.1 Beleid van Liander

Liander heeft aangegeven dat de weergave van het vervangingsbeleid onvolledig is er ontbreken een aantal aanpassingen.

De tekst in deze passage is niet gewijzigd. De door Liander genoemde aanpassingen hebben betrekking op aanpassingen in het vervangingsbeleid die na het ongeval zijn ingevoerd.

3.5 Buitenlands beleid ten aanzien van grijs gietijzeren gasleidingen

Het beleid van Liander is gelijk als het beleid in Groot Brittannië, namelijk geleidelijke risicogerichte aanpak met als doel al het grijs gietijzer te vervangen.

De tekst blijft ongewijzigd, één van de verschillen is de duidelijke doelstelling in Groot Brittannië, namelijk de eindtermijn, in het jaar 2032 is al het grijs gietijzer verwijderd dat binnen 30 meter van een gebouw ligt. Lineair verdeeld over de tijd, met monitoring van het vervangingstempo. Liander hanteert geen einddoelstelling.

5.2 Problematiek

De maatregelen gasdichte gevels en odorisatie maken belangrijk onderdeel uit van het pakket maatregelen dat gas onbedoeld ophoopt.

Om de risico's van de grijs gietijzeren gasleiding te beheersen moet de integriteit van de leiding beheerst worden. De potentiële risico's van een gasuitstroming worden niet ogenblikkelijk minder als je het uitgestroomde gas ruikt of de geveldoorvoeringen gasdicht zijn.

5.3.2 Veiligheidsmanagement

Doordat het niet mogelijk bleek het geen was toegezegd in de reactie op de aanbevelingen uit te voeren heeft Liander gekozen voor een andere invulling, zoveel mogelijk in de lijn van de aanbevelingen naar aanleiding van de Czaar Peterstraat. Er zijn diverse instrumenten en methoden ontwikkeld en in ontwikkeling.

De tekst in deze passage is niet gewijzigd. De genoemde instrumenten hebben betrekking op een benchmarkinstrument van de branche, de veiligheidsindicator. Netbeheerders worden met elkaar vergeleken. Deze methode kan niet gezien worden als het "evalueren met betrekking tot het optreden van grafietcorrosie en verschilzetting" zoals werd aanbevolen door de RvTV. Kwalugas is een project in ontwikkeling waarbij materiaalmonsters worden genomen bij werkzaamheden. Ook de monitoring van grondzakking middels satellieten is nog in ontwikkeling. Deze laatste twee ontwikkelingen zijn opgenomen in hoofdstuk 2 in de paragraaf ontwikkelingen.

6 Conclusies

De conclusie dat grijs gietijzer in de huidige tijd met toename van de intensiteit en zwaarte van het verkeer en grootschalige ondergrondse bouwprojecten in toenemende mate ongeschikt is voor veilig gebruik als aardgasdistributieleiding wordt niet herkend. Er is beleid dat voorziet in de specifieke risico's van grijs gietijzer.

Deze conclusie is niet gewijzigd. Er is inderdaad beleid. Dit gaat er echter vanuit dat grijs gietijzer een gelijke geschiktheid heeft als de andere toegepaste leidingmaterialen. De Raad onderschrijft dit uitgangspunt niet. Ook bevat het beleid geen eindtermijn.

De conclusie dat Liander de aanbevelingen naar aanleiding van het ongeval in Czaar peterstraat in 2001 maar ten dele uitgevoerd wordt niet onderschreven. Het is op een andere wijze ingevuld.

De tekst van deze conclusie is niet gewijzigd. De genoemde instrumenten hebben betrekking op een benchmarkinstrument van de branche, de veiligheidsindicator. Een project in ontwikkeling waarbij materiaalmonsters worden genomen bij werkzaamheden, kwalugas. Ook de monitoring van grondzakking middels satellieten is nog in ontwikkeling. Al deze ontwikkelingen zijn opgenomen in hoofdstuk 2 in de paragraaf ontwikkelingen.

De conclusie dat Liander grijs gietijzer ondanks de specifieke problemen op dezelfde wijze behandelt als de andere materialen die voorkomen in haar gasnetwerk. De huidige aanpak biedt geen garantie tegen breuk van dit materiaal doordat de aanpak niet aansluit bij het mechanisme dat tot breuk leidt van grijs gietijzer. Deze conclusie wordt niet gedeeld omdat ondanks het specifieke beleid een 100% garantie tegen breuk niet gegeven kan worden.

Deze conclusie is niet gewijzigd. Er is inderdaad beleid dit gaat er echter vanuit dat grijs gietijzer een gelijke geschiktheid heeft als de andere toegepaste leiding materialen. De Raad onderschrijft dit uitgangspunt niet. Ook bevat het beleid geen eindtermijn.

Projectteam

Vanuit het bureau van de Onderzoeksraad voor Veiligheid hebben de volgende medewerkers bijgedragen in het onderzoek:

Onderzoeksmanager:

ing. R. Smits MSHE

Kernteam:

ing. M.C.F. Konijn	projectleider/ onderzoeker
Ir. A.C.J.G.M. van Roosmalen	onderzoeker
drs. E.J. Willeboordse	analist

Ondersteuning:

A.J. van Utrecht	onderzoeker
Dr. E.M. de Croon	analist
drs. S. Groenendal	communicatieadviseur

Samenwerking

Tijdens dit onderzoek zijn de resultaten uit het materiaalkundig onderzoek ter beschikking gesteld aan Kiwa Gastec en Staatstoezicht op de Mijnen. Het Openbaar Ministerie heeft geen onderzoek ingesteld.

BIJLAGE 2: REACTIES OP AANBEVELINGEN

5. Gemeente Amsterdam: *“Formeel zijn de verantwoordelijkheden op de volgende manier vastgelegd: 1: De gemeente verleent op grond van de APV vergunningen voor het opbreken van de weg en voor het hebben en houden van kabels en leidingen in de grond. In deze vergunningen stelt de gemeente o.a. eisen op het gebied van tijdelijke verkeersmaatregelen, het tracé, de ondergrondse ordening, de uitvoering van de werkzaamheden en het herstel van de openbare ruimte. De vergunningaanvrager is primair verantwoordelijk voor het naleven van deze eisen. De gemeente is verantwoordelijk voor het handhaven van de bij de verleende vergunningen gestelde voorwaarden. 2: De gemeente heeft geen wettelijke verantwoordelijkheid ten aanzien van de veiligheid van het gasdistributienet. Voor de veiligheid van de distributienetwerken is de netbeheerder primair verantwoordelijk. Het gastransportbedrijf heeft op grond van de Gaswet een verantwoordelijkheid ten aanzien van de veiligheid, namelijk het onderhouden en ontwikkelen van een gastransportnet op een wijze die veiligheid, doelmatigheid en betrouwbaarheid waarborgt en het milieu ontziet (artikel 10 Gaswet). Met het toezicht op de naleving van genoemde taken in de Gaswet (artikel 59) is de Dienst uitvoering en Toezicht Energie (DTe) belast, vallend onder het ministerie van Economische Zaken (EZ). De gemeente Amsterdam handelt volgens de onder 1. genoemde verantwoordelijkheid. De handhaving van verleende vergunningen is echter binnen Amsterdam niet altijd voldoende en verdient derhalve verscherpte aandacht. Inmiddels is de handhavingcapaciteit in het centrum van Amsterdam, waar de explosie heeft plaatsgevonden, uitgebreid. Daarnaast is eind 2002 binnen de gemeente Amsterdam een bestuursakkoord gesloten voor de periode 2002-2006, waarin de gemeente zich o.a. verplicht om op korte termijn afspraken te maken over betere handhaving van regels. Voor een goede handhaving van graafvergunningen is het tevens van groot belang dat de gemeente volledig inzicht heeft in de ligging van alle kabels en leidingen. Wij willen u daarom wijzen op de noodzaak van een wettelijke (centrale) registratieplicht, die bij voorkeur via een interdepartementaal initiatief tot stand zou moeten komen. Hoewel de gemeente geen wettelijke verantwoordelijkheid heeft ten aanzien van de veiligheid van het gasdistributienet vindt zij het, vanuit haar verantwoordelijkheid voor de openbare ruimte, wel van belang om hier bij twijfel inzicht in te kunnen krijgen. Mede om die reden heeft de gemeente Amsterdam in oktober 2002, na het verschijnen van het rapport van de RvTV, een schriftelijk verzoek doen uitgaan naar Continuon Netbeheer NV. Hierin wordt het bedrijf gevraagd aan te geven welke maatregelen en acties het gaat nemen om een dergelijk ongeval als in de Czaar Peterstraat in de toekomst te voorkomen. Sindsdien is er regelmatig contact met de netbeheerder en houdt deze de gemeente op de hoogte van relevante ontwikkelingen. Het is aan de DTe om het onder 2. genoemde formele toezicht op de netbeheerders, o.a. op het gebied van de veiligheid en kwaliteit, actief vorm te geven. Zoals de DTe zelf ook aangeeft in het recent (juli 2003) uitgebrachte “Standpuntendocument Kwaliteitsregulering Gasdistributie Nederland”, is hiervoor een uitbreiding van de bevoegdheden van de DTe noodzakelijk. Inmiddels ligt er een wetsvoorstel hiertoe voor advies bij de Raad van State. Verder zou het voor gemeenten mogelijk moeten zijn om bij de DTe inzicht te krijgen in eventuele audit-gegevens. Concluderend is het dus zo dat het toetsen van de veiligheid van gasdistributienetwerken een wettelijke taak is van de DTe. De DTe behoort daar dan ook een systeem voor in te richten. Gemeenten zouden vervolgens op verzoek door de DTe hierover geïnformeerd moeten kunnen worden. De gemeente Amsterdam is overigens, mede als voorzitter van de Intergemeentelijke Werkgroep Kabels en Leidingen, gaarne bereid om een inhoudelijke bijdrage te leveren aan alle ontwikkelingen aangaande dit complexe beleidsonderwerp”.*
6. Vereniging van Nederlandse Gemeenten: *“Ten eerste is het van belang te bepalen waarvoor gemeenten verantwoordelijk gehouden kunnen worden en wat de wettelijke bevoegdheden van gemeenten zijn. Op grond van de APV is het verboden zonder vergunning o.a. de weg op te breken of in de weg te graven, onder meer ten behoeve van het leggen van gasleidingen. Deze bepaling is opgenomen in (artikel 2.5.1.2 van de model APV die uitgegeven wordt door de VNG. In deze vergunning kunnen voorwaarden opgenomen worden over de goedkeuring van het tracé, de diepteligging, het melden van de aanvang van de werkzaamheden, de verkeershinder en de herstrating. Vanuit de verantwoordelijkheid voor het beheer van de openbare ruimte is het aan de gemeenten om de voorwaarden van de graafvergunning te controleren. Hierbij is het motief van de APV voornamelijk het gebruik van de openbare weg. In de wet Ruimtelijke Ordening zijn de regels ten aanzien van de aanlegvergunning neergelegd, deze regels hebben betrekking op*

de bestemming. Voor de veiligheid van het gasdistributienetwerk is de netbeheerder verantwoordelijk. Een werkgroep van EnergieNed heeft recent een rapport uitgebracht waarin de aanbevelingen van de Raad voor Transportveiligheid worden vertaald naar de bedrijfsprocessen van de netbeheerders. Ook het gastransportbedrijf heeft op grond van de Gaswet een verantwoordelijkheid ten aanzien van de veiligheid, namelijk het onderhouden en ontwikkelen van een gastransportnet op een wijze die veiligheid, doelmatigheid en betrouwbaarheid waarborgt en het milieu ontziet (artikel 10 Gaswet). Met het toezicht op de naleving van genoemde taken in de Gaswet (artikel 59) is de Dienst Toezicht Energie (Dte) belast. De gemeenten hebben hierin geen wettelijke taak. Het inrichten van een systeem voor het uitvoeren van een systematische toetsing op de veiligheid van het gasdistributienetwerk is daarom in beginsel ook geen taak van gemeenten. Het staat een individuele gemeente uiteraard vrij om vanuit haar regierol initiatieven op dit terrein ontwikkelen. De VNG ziet gezien deze achtergrond de volgende rol voor zichzelf weggelegd. Gemeenten zijn op dit moment op grond van genoemde wettelijke bepalingen verantwoordelijk voor het beheer van de openbare ruimte en uit dien hoofde van de voorwaarden van de graafvergunning en de aanlegvergunning. In het kader van de dienstverlenende rol van de VNG richting haar leden geeft de VNG de model APV uit, met daarbij een uitgebreide toelichting. Gemeenten kunnen ook bij de VNG terecht voor informatie en advies. Op dit moment zien wij geen noodzaak ten aanzien van dit onderwerp een speciale systematiek te ontwikkelen. Voor de veiligheid van het gasdistributienetwerk zijn de netwerkbeheerder en het gastransportbedrijf verantwoordelijk en het toezicht op de naleving van deze taken is toebedeeld aan de DTe. Hier is naar onze mening geen taak weggelegd voor de VNG”.

BIJLAGE 3: VERGELIJKBARE ONGEVALLEN IN GROOT BRITTANNIE EN FRANKRIJK

Groot Brittannië

In Groot Brittannië hebben een aantal gasexplosies plaatsgevonden na een breuk van grijs gietijzeren hoofdleidingen. De lijst is niet uitputtend bedoeld.

Dundee, 2000, twee doden

Larkhall, 1999, vier doden

Glasgow, 1985, vijf doden

Putney, 1985, acht doden

De explosies zijn onderzocht door de Health and Safety Executive (HSE). Bij de genoemde voorvallen was het gas afkomstig uit gebroken gietijzeren gasleidingen. De leidingen waren ook aangetast door corrosie. De breuk was niet in alle gevallen ter plaatse van de aantasting. De breuken zijn ontstaan na overbelasting van de leidingen door externe krachten.

Beleid

Het beleid en de wetgeving in Groot Brittannië om de gietijzeren hoofdleidingen te vervangen is voortgekomen uit het besef dat er geen onderhoud aan de gietijzeren leidingen kan plaatsvinden anders dan vervangen door andere materialen. Alle gietijzeren gasleidingen binnen 30 meter van een gebouw moeten binnen 30 jaar zijn verwijderd. De einddatum waarop alle gietijzeren gasleidingen verwijderd moeten zijn, is 2032. Door (HSE) is een "executive's enforcement policy" opgesteld. Dit houdt in dat er voortdurend monitoring van de voortgang van het vervangen van de leidingen plaatsvindt. In de evaluatieronde 2005 is vastgesteld dat het vervangingstempo opgeschroefd dient te worden om de einddatum 31 december 2032 te halen. Per jaar moet er minimaal 3.100 kilometer vervangen worden. Het gaat om een totaal van 101.000 km leiding. Jaarlijks wordt het vervangingsprogramma bekeken op prioriteitstelling. In 2013 vindt de volgende evaluatieronde plaats door HSE. Het incident in Larkhall heeft uiteindelijk tot een versnelling van het vervangingsprogramma geleid.

Uitspraak

Uit de uitspraak van de 'High Court of Justiciary', 25 augustus 2005, in de zaak van de Openbare aanklager tegen Transco² PLC blijkt dat in Groot Brittannië vanaf 1988 bekend is dat in agressieve bodems zoals bepaalde klei, gietijzeren leidingen corroderen. De corrosiesnelheid kan zo groot zijn dat binnen 10 jaar na aanleg gas uit de leidingen kan ontsnappen. Voorheen was de veronderstelling dat corrosie leidt tot kleine speldengaatjes, welke tijdig bovengronds opgespoord kunnen worden. Vanaf 1988 is het algemeen bekend in Groot Brittannië dat de aantasting van de gietijzeren leidingen ook tot brossen breuken kan leiden.

Gietijzeren gasleidingenstelsel

In Groot Brittannië lag in april 2005³ ongeveer 93.000 km gietijzeren gasleidingen binnen 30 meter van huizen. In 2004 hebben 11.500 gasuitstromingen door corrosie en breuk zich voorgedaan, resulterend in 940 gasophopingen, met twee gasexplosies tot gevolg, zonder dodelijke slachtoffers.

In Groot Brittannië zijn de volgende drukken in het gasdistributienet gangbaar.

- Lage druk net tot 75 mbar;
- Medium druk net tussen 75 mbar en 2 bar;
- Gemiddelde druk net tussen 2 bar en 7 bar;

In Dundee, betrof het een lage druk hoofdleiding (tot 75 mbar). De overdruk in het leidingdeel waaruit het gas ontsnapte, was 31 mbar. In Larkhall betrof het een 2 bar hoofdleiding.

² Tranco is een netbeheerder in Groot Brittannië,

³ <http://www.hse.gov.uk/gas/supply/mainsreplacement/irongasmain.htm>

Frankrijk

Het bekende voorbeeld van de gevolgen van breuk in een gietijzeren leiding dat in relatie tot Frankrijk vaak wordt aangehaald is Mulhouse. In Mulhouse zijn op 26 december 2004, 17 personen overleden ten gevolge van een gasexplosie in een appartementencomplex. Het gas ontweek uit de leiding door een barst van enkele millimeters breed.

Een ander geval betreft de gasexplosie in Dijon, met 11 dodelijke slachtoffers in 1999 ten gevolge van abrupte breuk in een gietijzeren leiding, niet ten gevolge van corrosie maar een gietfout.

Op 9 december 2003 heeft in Arras een gasexplosie ontstaan door de breuk van een gietijzeren leiding twee mensenlevens geëist.

Beleid

Vanaf 1970 is het gebruik van gietijzeren leidingen voor de distributie van gas verboden, (vanwege de breekbaarheid) en is de vervanging gestart. Het vervangingsprogramma in Frankrijk was er op gericht om alle gietijzeren leidingen verwijderd te hebben in het jaar 2000. Het vervangingstempo diende 1600 km per jaar te zijn. Na de privatisering medio jaren negentig is het vervangingstempo vertraagd naar 650 km/jaar (1999) door een “risque calculé” aanpak.

Het ongeval in Mulhouse heeft onder druk van de regering geleid tot het versnellen van het vervangingstempo.

Stand van zaken

In 2005 was 2000 km grijs gietijzer gasleidingen in gebruik, met name in gebieden met zakkende grond. Het doel is om deze in 2007 verwijderd te hebben. Of nu alle gietijzerenleidingen vervangen zijn, is ons op dit moment niet bekend vanwege de geslotenheid over de bovenstaande zaken door Gaz de France en de Franse overheid.

BIJLAGE 4: WETSARTIKELEN

Gaswet

Artikel 8

1. Een netbeheerder beschikt over een doeltreffend systeem voor de beheersing van de kwaliteit van zijn transportdienst, waaronder in elk geval te verstaan de betrouwbaarheid en de veiligheid van die transportdienst, en over voldoende capaciteit voor het transport van gas om te voorzien in de totale behoefte.
2. De netbeheerder dient om het jaar bij de raad van bestuur van de mededingingsautoriteit een door hem vastgesteld document in waarin hij:
 - a. aangeeft welk kwaliteitsniveau hij nastreeft,
 - b. aannemelijk maakt dat hij beschikt over een doeltreffend kwaliteitsbeheersingssysteem voor zijn transportdienst, en
 - c. aannemelijk maakt dat hij over voldoende capaciteit beschikt om te voorzien in de totale behoefte aan het transport van gas.
3. Bij ministeriële regeling worden regels, die kunnen verschillen per drukniveau, gesteld over:
 - a. de eisen aan het kwaliteitsbeheersingssysteem;
 - b. de te verschaffen informatie over het nagestreefde kwaliteitsniveau en over het kwaliteitsbeheersingssysteem;
 - c. de wijze van ramen van de totale behoefte aan capaciteit voor het transport van gas;
 - d. de te verschaffen gegevens over de totale behoefte aan capaciteit voor het transport van gas en over de wijze waarop de netbeheerder voornemens is te voorzien in de totale behoefte aan capaciteit voor het transport van gas;
 - e. de periode waarop het document of onderdelen daarvan betrekking hebben.
4. De netbeheerder maakt het document op een geschikte wijze openbaar.
5. Bij ministeriële regeling kan worden bepaald dat een door een geaccrediteerde instelling aan een netbeheerder verstrekt certificaat van conformiteit aan het bepaalde bij of krachtens dit artikel, ten behoeve van het toezicht op de naleving van dit artikel, het vermoeden oplevert dat de netbeheerder een kwaliteitsbeheersingssysteem heeft en daaraan uitvoering geeft overeenkomstig het bepaalde bij of krachtens dit artikel.

Artikel 10

1. Een netbeheerder, een gasopslagbedrijf of een LNG-bedrijf heeft tot taak zijn gastransport, onderscheidenlijk zijn gasopslaginstallatie of zijn LNG-installatie op economische voorwaarden in werking te hebben, te onderhouden en het ontwikkelen op een wijze die de veiligheid, doelmatigheid en betrouwbaarheid van dat gastransportnet of die installatie en van het transport van gas waarborgt en het milieu ontziet.

Artikel 35a

1. Een netbeheerder houdt een registratie bij van kwaliteitsindicatoren betreffende het transport van gas.
2. De netbeheerder zendt de raad van bestuur van de mededingingsautoriteit voor 1 maart van elk jaar een afschrift van de registratie van het voorafgaande jaar tezamen met een rapportage daarover waarin in elk geval de wijzigingen ten opzichte van het daaraan voorafgaande jaar zijn toegelicht. De netbeheerder maakt eveneens voor het tijdstip, bedoeld in de eerste volzin, de rapportage op een geschikte wijze openbaar.
3. De netbeheerder bewaart de registratiegegevens ten minste tien jaar.
4. De raad van bestuur van de mededingingsautoriteit kan onderzoek doen naar de deugdelijkheid van de registratie, in het bijzonder doch niet uitsluitend door in het gastransportnet van de desbetreffende netbeheerder metingen te verrichten of te doen verrichten. De netbeheerder gedooft dat de metingen in zijn net worden verricht.
5. Bij ministeriële regeling worden regels gesteld over:
 - a. de inhoud van de registratie en de wijze van registreren;
 - b. de kwaliteitsindicatoren die in de registratie zijn opgenomen;
 - c. de rapportage.
6. De in het vijfde lid bedoelde ministeriële regeling kan, ten behoeve van het toezicht op de naleving van dit artikel, mede inhouden dat een door een geaccrediteerde instelling aan een netbeheerder verstrekt certificaat van conformiteit aan het bepaalde bij of krachtens dit artikel, het vermoeden oplevert dat de netbeheerder overeenkomstig het bepaalde bij of krachtens dit artikel uitvoering geeft aan de verplichting tot registratie.

Artikel 59

1. Met het toezicht op de naleving van het bepaalde bij of krachtens deze wet, met uitzondering van paragraaf 1.2 en van de artikelen 35a, 54 tot en met 57, 72, 73 en 80 tot en met 85a, en van de verordening zijn belast de bij besluit van de raad van bestuur van de mededingingsautoriteit aangewezen ambtenaren van de Nederlandse mededingingsautoriteit. Het toezicht op de naleving van de artikelen 14 tot en met 16 en artikel 18h, voor zover het betreft landsgrensoverschrijdende transporten, wordt uitgeoefend in overleg met de bevoegde instantie van de andere betrokken lidstaat of lidstaten van de Europese Unie.
2. Met het toezicht op de naleving van het bepaalde bij of krachtens paragraaf 1.2 en van de artikelen 35a, 54 tot en met 57, 72, 73 en 80 tot en met 85a, zijn belast de bij besluit van Onze Minister aangewezen ambtenaren.
3. Een besluit als bedoeld in het eerste of tweede lid wordt in de Staatscourant bekendgemaakt

Ministeriele regeling kwaliteitsaspecten netbeheer elektriciteit en gas

Artikel 2

1. In de registratie, bedoeld in artikel 19a, eerste lid, van de Elektriciteitswet 1998, worden de volgende kwaliteitsindicatoren opgenomen:
 - a. de jaarlijkse uitvalduur;
 - b. de gemiddelde onderbrekingsduur;
 - c. de onderbrekingsfrequentie.
2. In de registratie, bedoeld in artikel 35a, eerste lid, van de Gaswet, worden de volgende kwaliteitsindicatoren opgenomen:
 - a. de kwaliteitsindicatoren, bedoeld het eerste lid;
 - b. het aantal ongevallen dat aan de Raad voor de Transportveiligheid is gemeld op grond van de artikelen 1, eerste lid, onderdeel k, en 28, eerste en derde lid, van de Wet Raad voor de Transportveiligheid juncto artikel 6, onderdeel g, van het Besluit Raad voor de Transportveiligheid;
 - c. het aantal incidenten dat aan de Raad voor de Transportveiligheid is gemeld op grond van de artikelen 1, eerste lid, onderdeel o, onder 4°, en 28, tweede en derde lid, van de Wet Raad voor de Transportveiligheid;
 - d. de gemiddelde tijdsduur voor het veiligstellen van een storing;
 - e. het aantal door de netbeheerder vastgestelde lekken in het gastransportnet;
 - f. het aantal door de netbeheerder vastgestelde lekken in de aansluitingen.
3. Bij de registratie van de kwaliteitsindicatoren, bedoeld in het tweede lid, onderdelen e en f, maakt de netbeheerder onderscheid tussen lekken die een onmiddellijk gevaar opleveren voor personen en objecten en overige lekken.
4. De kwaliteitsindicatoren betreffen de gegevens over het desbetreffende jaar van registratie.

Artikel 10, lid 2

De netbeheerder, bedoeld in artikel 1, eerste lid onderdeel e, van de Gaswet geeft naast de waarden, bedoeld in het eerste lid, in het document (kwaliteits- en capaciteitsdocument) aan welke normen, richtlijnen en overige relevante voorschriften hij toepast in het kader van de veiligheid bij de aanleg, het onderhoud en het beheer van zijn gastransportnet en bij het verrichten van transport van gas via het gastransportnet.

Artikel 15

1. Het kwaliteitsbeheersingssysteem is gericht op de beheersing van de risico's voor het realiseren of in stand houden van de kwaliteit van de transportdienst op korte en lange termijn die de netbeheerder nastreeft.
2. De netbeheerder stelt de naar zijn oordeel belangrijkste risico's vast op basis van een risicoanalyse.
3. De netbeheerder stelt vast welke maatregelen ten aanzien van onderhoud en vervanging naar zijn oordeel in de komende vijftien jaren, met uitzondering van de eerste vijf jaren, moeten worden getroffen voor het realiseren of in stand houden van de door hem nageleefde kwaliteit van de transportdienst.

Besluit aanwijzing ambtenaren van Nederlandse mededingingautoriteit en Staatstoezicht op de Mijnen als toezichthouders Gaswet en daarop gebaseerde regelgeving

Artikel 1

Als ambtenaren belast met het toezicht op de naleving van het bepaalde bij of krachtens paragraaf 1.2 en van de artikelen 43 tot en met 49, 53 tot en met 57, 72, 73 en 80 tot en met 85 van de Gaswet worden aangewezen de ambtenaren van de in artikel 5a, vijfde lid, van de Mededingingswet bedoelde eenheid van de mededingingsautoriteit.

Artikel 2

Onverminderd het bepaalde in artikel 1 worden als ambtenaren belast met het toezicht op de naleving van de op artikel 8 van de Gaswet gebaseerde artikelen 10, tweede lid, 11, onderdelen e tot en met l, en de artikelen 15 tot en met 19 van de Regeling kwaliteitsaspecten netbeheer elektriciteit en gas aangewezen de inspecteur-generaal der mijnen en de onder hem ressorterende inspectieambtenaren.

BIJLAGE 5: TRIPODANALYSE

Tripod

Het uitgangspunt van Tripod is dat een ongeval ontstaat door een samenloop van omstandigheden die één of meer onveilige handelingen tot gevolg heeft, waarbij bovendien de eventuele beveiliging faalt of niet aanwezig was. De Tripod theorie is ontwikkeld om menselijke factoren bij ongevallen te begrijpen en zo mogelijk te kunnen beheersen. Deze theorie gaat uit van twee aannames, namelijk (1) ongevallen zijn voor een belangrijk deel het gevolg van menselijk falen en (2) de werkomgeving heeft een cruciale invloed op de kwaliteit van menselijk functioneren. Voorbeelden van factoren die de werkomgeving omvat zijn organisatiestructuur, werkprocedures, communicatie, en opleiding. Tripod gaat ervan uit dat menselijk falen nooit op zichzelf staat maar voorafgegaan wordt door een opeenvolging van factoren: de onderliggende oorzaken van onveilig handelen (Wagenaar & Van der Schrier, 1997; Wagenaar, 1986). De theorie herleidt directe menselijke oorzaken, via omgevingsfactoren die menselijk falen faciliteren en stimuleren, naar tekortkomingen in organisaties. De Tripod theorie richt zich bij ongevallen op de latente oorzaken van menselijk falen in de werksituatie. De filosofie is dat door het verbeteren van de tekortkomingen in de organisaties, foutinducerende omgevingsfactoren worden gereduceerd, waardoor de kans op menselijk falen afneemt. Hierdoor worden meer ongevallen en incidenten voorkomen dan uitsluitend het beschouwde ongeval of incident, en verhoogt de veiligheid structureel. Op basis van de theorie zijn praktische instrumenten ontwikkeld om ongevalonderzoek te ondersteunen.

Tripod BETA

Bij dit onderzoek maakten de onderzoekers gebruik van de Tripod-Beta analysemethode. Tripod BETA is een praktisch instrument om ongevalonderzoek te ondersteunen dat gebaseerd is op de Tripod theorie. Tripod BETA is een instrument om op gestructureerde wijze een ongeval of incident te onderzoeken en te analyseren. Met behulp van de Tripod methodiek beantwoordt de onderzoeker de volgende drie vragen:

1. Wat gebeurde er?

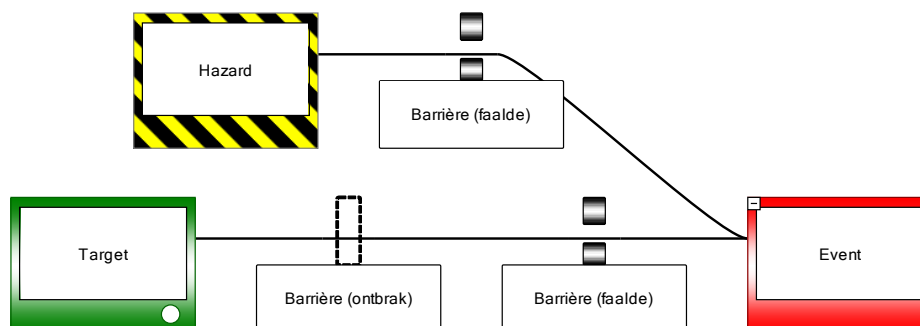
Tripod Beta start met het benoemen van de laatste ongewenste gebeurtenis: het 'Top Event' en de hieraan voorafgaande ongewenste gebeurtenissen: events. Per gebeurtenis is er sprake van een gevaar (hazard) en een object (target). Het gevaar is vrijgekomen energie die het object beschadigt in de gebeurtenis. Samen vormen Hazard, Event en Target een zogenaamd HET-trio. Figuur 1 omvat een voorbeeld van de in Tripod BETA gebruikte symbolen.

2. Hoe gebeurde dat?

Het Tripod-model geeft de mogelijkheid om te bepalen of er een vorm van controle of beheersing van het gevaar had kunnen zijn, en indien ja, hoe dat functioneerde. Deze : controle of beheersing van het gevaar noemen we: 'control'. Ook is er de mogelijkheid om aan te geven of, en zo ja, op welke wijze, er een bescherming had kunnen zijn voor het object tegen het gevaar. Deze bescherming noemen we een 'defence'. Zowel controls als defences noemen we 'barrières'. Idealiter implementeert de organisatie voldoende barrières om ongevallen (events) te voorkomen. Een object kan alleen beschadigd zijn als het gevaar onvoldoende beheerst, en/of het object onvoldoende beschermd is. Beschadiging van het object gebeurt wanneer barrières ontbreken of falen. Per HET-trio identificeert de onderzoeker ontbrekende en/of falende barrières. Alleen wanneer alle barrières falen of afwezig zijn kan een ongewenste gebeurtenis plaatsvinden.

3. Waardoor gebeurde dat?

Barrières falen of ontbreken niet zomaar. Per barrière onderzoekt de onderzoeker waardoor deze ontbrak of faalde. Een directe aanleiding, een zogenaamde 'active failure' is een technische of menselijke fout die de barrière deed falen. Vervolgens identificeert de onderzoeker de context die de kans op die fout vergrootte. Tot slot gaat de onderzoeker na welke structurele tekortkomingen in de organisatie deze context vormen.



Figuur 1. Voorbeeld van een Tripod BETA diagram met één trio, twee falende barrières en één ontbrekende barrière.

Toepassing Tripod binnen de Onderzoeksraad

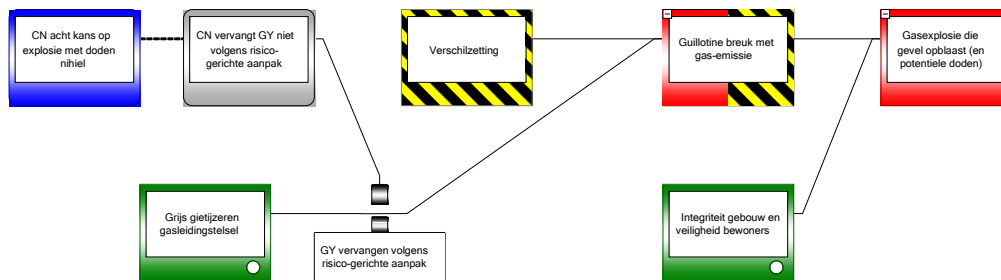
Aan de hand van Tripod BETA communiceren de onderzoekers binnen het onderzoeksteam de onderzoeksgegevens en verkrijgen zij inzicht in de te onderzoeken aspecten. Het identificeren van de achterliggende oorzaken voor het voorval en de structurele tekortkomingen in organisaties staat centraal. Bij de start van het onderzoek maken de onderzoekers een eerste opzet voor het diagram, vaak bestaande uit meerdere HET trio's. Tijdens het onderzoeksproces worden de gevaren en objecten steeds meer duidelijk en specifiek waardoor de trio's zowel inhoudelijk als in aantal veranderen.

Al snel in het onderzoeksproces brainstormen de onderzoekers over mogelijke barrières die aanwezig hadden kunnen/ moeten zijn en mogelijk faalden. Tijdens het onderzoeksproces stellen de onderzoekers de barrières steeds specifieker: wat had exact het gevaar moeten beheersen of het object moeten beschermen? De barrières zijn direct verbonden met het referentiekader: welke barrières hadden moeten functioneren conform wet—en regelgeving, vigerende normen en richtlijnen, en het principe van eigen verantwoordelijkheid en bijbehorend veiligheidsmanagement? Vervolgens onderzoeken de onderzoekers voor alle falende of ontbrekende barrières welke menselijke, technische, organisatorische factoren bijdroegen aan het falen/ontbreken van de betreffende barrière.

Voorafgaand en tijdens het onderzoeksproces maken de onderzoekers keuzes: welke factoren onderzoeken we dieper, welke factoren onderzoeken we niet. Deze keuzes geven de onderzoekers weer in de Tripodanalyse: sommige paden stoppen, andere delen zijn in meer detail uitgediept.

De onderzoeksscope

De onderzoeksraad betreft een groot aantal betrokkenen in het onderzoek. Voor een zo fundamenteel mogelijk leereffect onderzoekt de onderzoeksraad niet alleen de handelingen van de direct betrokken op de werkvloer en de context waarin deze handelden. De raad onderzoekt expliciet de rol van leidinggevenden, de organisatie, zusterorganisaties, aannemers, inspecteurs, brancheorganisaties in het voorval. De vraag is steeds: 'welke keuzes en afwegingen zijn gemaakt, en hoe droegen die bij aan het voorval? Én, welke keuzes waren beter geweest?' De onderzoeksraad beoogt structurele veiligheidstekorten in kaart te brengen en heeft daarom een brede onderzoeksscope en een hoog abstractieniveau.



CN: Continuon
GY: Grijs Gietijzer

Figuur 1. Vereenvoudigde Tripodbeta-weergave van het voorval 'gasexplosie Haarlemmer Houttuinen Amsterdam op 9 maart 2008'.

BIJLAGE 6: HET MATERIAALKUNDIG ONDERZOEK DOOR STORK FDO B.V.

**ONDERZOEK NAAR DE OORZAAK
VAN HET BREKEN VAN EEN
ONDERGRONDSE LEIDING**

Czaar Peterstraat 229
1018 PL Amsterdam
Postbus 379
1000 AJ Amsterdam

Telefoon : 020 5563555
Telefax : 020 5563556
E-mail : info.fdo@stork.com
Website : www.storkfdo.com

Rapport

Copyright Stork FDO B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stork FDO B.V.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de 'Algemene leveringsvoorwaarden van Stork FDO B.V.' zoals op 27 juni 2005 onder nummer 33194077 gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel te Amsterdam, tenzij uitdrukkelijk anders met ons is overeengekomen.

Opdrachtgever : De Onderzoeksraad voor Veiligheid
Postbus 95404
2509 CK Den Haag

Ordernr. opdrachtgever :

Ordernr. Stork FDO : OMOA8122

Rapportnr. : MOA08-00122

Auteur : Ir. M. Groote Schaarsberg

Datum rapport : 28 mei 2008

Aantal bladen : 20

Classificatie : -

Distributie : De Onderzoeksraad voor Veiligheid

T.a.v.: de heer A. van Utrecht 4x

Archief Stork FDO 1x



INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	3
2	WERKWIJZE	3
3	RESULTATEN	4
3.1	Visueel en macroscopisch onderzoek.....	4
3.2	Metallografisch onderzoek.....	5
3.3	Chemische samenstelling	5
3.4	Mechanische beproevingen	5
3.5	Fractografisch en EDX onderzoek.....	6
4	DISCUSSIE	6
5	CONCLUSIES.....	7

1 INLEIDING

Naar aanleiding van het breken van een ondergrondse aardgas leiding, heeft De Onderzoeksraad voor Veiligheid, Stork FDO B.V. de opdracht verstrekt om de oorzaak hiervan te onderzoeken. Volgens de De Onderzoeksraad voor Veiligheid betreft het een gietijzer leiding, welke gebruikt wordt voor het transport van aardgas in de gemeente Amsterdam. De leiding is ouder 30 jaar en is gemaakt van gietijzer volgens NEN 3045.

De doelstellingen van het onderzoek zijn:

1. Het achterhalen van het bezwijkmechanisme van de leiding;
2. Het vaststellen of er nog een coating aanwezig is op de leiding;
3. Het achterhalen of er sprake is van een corrosieve aantasting van buiten af waardoor de leidingdiameter / wanddikte is verminderd;
4. Het vaststellen of grafietcorrosie is opgetreden en of dit geleid heeft tot een afname van de sterkte van de leiding.

Het onderzoek heeft plaatsgevonden in de weken 15 tot en met 18 van 2008, in het laboratorium van Stork FDO B.V in Amsterdam. De in dit rapport beschreven resultaten en conclusies hebben slechts betrekking op de door Stork FDO B.V. onderzochte stukken leiding. Dit rapport bevat geen bijlage.

2 WERKWIJZE

Teneinde de doelstelling van het onderzoek te kunnen realiseren zijn de volgende onderzoeksactiviteiten uitgevoerd door Stork FDO B.V.:

- Visueel onderzoek en macroscopisch onderzoek;
- Metallografisch onderzoek;
- Mechanisch onderzoek;
- Fractografisch onderzoek;
- Bepaling van de chemische samenstelling.

De resultaten van de bovenstaande activiteiten zijn beschreven in de volgende hoofdstukken.

3 RESULTATEN

3.1 Visueel en macroscopisch onderzoek

De ontvangen leidingdelen zijn weergegeven in figuur 1. Elk leidingdeel bevat een gele pijl, welke wijst naar het oorspronkelijke breukvlak. Verdere markeringen ontbreken op de leidingdelen zoals deze ontvangen zijn.

Nadat de leidingdelen op elkaar zijn gepast heeft Stork FDO B.V. de leidingdelen gemarkeerd zoals is aangegeven in figuur 2.

Beide leidingdelen zijn aan de buitenzijde nog gedeeltelijk bedekt met aarde. Onder deze aarde is de leiding donker gekleurd. Op enkele plaatsen zijn zwarte resten aanwezig, welke met een nagel zijn in te drukken. Het betreft hier vermoedelijke de resten van de oude conserveringslaag (figuren 3 en 4). Aan de binnenzijde is de leiding egaal grijs kleurig, waarschijnlijk als gevolg van een magnetietlaag. Wel zijn hier lokaal bruinkleurige corrosieproducten zichtbaar. Onder de verschillende corrosieproducten is de leiding putvormig aangetast (figuur 5). Op een doorsnede is een putvormige aantasting tot 1.75 mm waargenomen (figuur 6).

De leiding is volledig recht door midden gescheurd. Het breukvlak heeft een bros uiterlijk, waarbij geen plastische deformatie is waar te nemen (figuren 7 tot en met 9). Nabij het breukvlak is een beschadiging van de buitenomtrek zichtbaar. Dit gebied beslaat ongeveer 12 mm bij 5 mm (figuren 10 tot en met 12).

Om het breukvlak beter te kunnen bestuderen is het breukvlak gereinigd en ontroest door middel van ultrasone reiniging in citroenzuur en in geïnhibiteerd zoutzuur. Na reiniging is waar te nemen dat de beschadiging nabij het breukvlak een gladde groef lijkt te zijn. Het breukvlak lijkt bij deze locatie iets vlakker te zijn dan de rest van het breukvlak (figuren 13 tot en met 15).

Om een goed vergelijk te maken, is een extra breukvlak gecreëerd door een stuk leiding in te zagen en kapot te slaan met een hamer. De uiterlijke kenmerken van dit breukvlak zijn gelijk aan het grootste deel van het breukvlak van de gescheurde leiding (figuur 16).

Een doorsnede in langsrichting is over de groef gemaakt om de beschadiging beter te kunnen onderzoeken. Hierbij is waar te nemen dat aan de buitenomtrek het leidingmateriaal verkleurd is. Dit beeld is typisch voor grafietcorrosie. De resterende wanddikte is ongeveer 4,9 mm, waar de originele wanddikte ongeveer 8,4 mm was. Dit houdt in dat lokaal de effectieve wanddikte tot 60% van de originele wanddikte gereduceerd is (figuur 17).

Op verschillende doorsneden, genomen dwars op de leiding van beide leidingdelen is de wanddikte bepaald door middel van een schuifmaat. De gemeten wanddikte ligt tussen de 8,4 mm en 9,5 mm.

3.2 Chemische samenstelling

De chemische samenstelling van de pijp is bepaald door middel van een Inductive Coupled Plasma-Optical Emission Spectro analyser (ICP-OES). De hiermee gemeten chemische samenstelling is weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. De chemische samenstelling van de leiding in gew. %

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
leiding	3,28	2,41	0,44	0,44	0,079	0,07	0,05	0,26

Uit de chemische samenstelling blijkt het materiaal inderdaad een gietijzer soort te zijn. Opvallend is het vrij hoge percentage aan fosfor. Voor de chemische samenstelling van het materiaal zijn in NEN 3045 geen eisen.

3.3 Metallografisch onderzoek

Om de microstructuur te onderzoeken is een doorsnede van de leiding gemaakt, welke onderzocht is door middel van een optische microscoop. Hierbij is waargenomen dat het vrije grafiet in verschillende vormen aanwezig is. Aan de buitenzijde is deze gegroepeerd in enigszins rozetachtige vormen. Echter, dit is niet als globulair te beschouwen. De microstructuur aan de binnenzijde van de leiding bevat vooral vrij grafiet als lamelvormig. Na etsing met Nital vertoont de microstructuur aan de buitenzijde steadiet uitscheidingen terwijl aan de microstructuur aan de binnenzijde van de leiding enig perliet laat zien (figuren 18 tot en met 21).

3.4 Mechanische beproevingen

De treksterkte van de pijp is bepaald door middel van een trekproef met een vlakke proefstaaf type A volgens NEN EN 1561. De trekproef is uitgevoerd volgens NEN EN 10021. De resultaten van de trekproef en de minimale vereisten volgens NEN 3045 zijn weergegeven in tabel 2.

Tabel 2. Mechanische eigenschappen.

	Treksterkte (MPa)
Pijp	273
NEN 3045 Min.	177*
Max.	-

* Op basis van een centrifugaal in zand gegoten leiding

De bepaalde treksterkte is in overeenstemming met de vereiste treksterkte voor een centrifugaal in zand gegoten leiding.

3.5 Hardheidsmetingen

Om de hardheid van de pijp te bepalen is de hardheid bepaald door middel van een Brinell hardheidsmeter. De metingen zijn uitgevoerd met een kogel 2,5 met een gewicht van 187,5 kg. De gemeten waarden zijn vergeleken met de vereisten volgens NEN 3045.

De gemiddelde hardheid uit drie afzonderlijke metingen is 186 HB_{2,5/187,5}. De maximale hardheid mag volgens NEN 3045 niet hoger zijn dan 230HB voor het oppervlak en 215HB voor de kern van het materiaal.

3.6 Fractografisch onderzoek

Delen van het breukvlak zijn verder onderzocht met behulp van de Raster Elektronen Microscoop (REM). Op het breukvlak, nabij de uitwendige beschadiging, zijn diverse secondaire scheuren waarneembaar. Behalve de locatie bij de beschadiging lijkt het breukvlak in enige mate op het zelf gecreëerde breukvlak (figuren 22 tot en met 26). Op de breukvlakken zijn verder geen herkenbare kenmerken waargenomen die eenduidig zijn voor een bepaald schademechanisme.

4 DISCUSSIE

De doelstellingen van het onderzoek waren:

1. Het achterhalen van het bezwijkmechanisme van de leiding;
2. Het vaststellen of er nog een coating aanwezig is op de leiding;
3. Het achterhalen of er sprake is van corrosieve aantasting van buiten af waardoor de leidingdiameter / wanddikte is verminderd;
4. Het vaststellen of grafietcorrosie is opgetreden en of dit geleid heeft tot een afname van de sterkte van de leiding.

Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat de leiding volledig bros en dwars is doorgescheurd. Op de buitenomtrek nabij de het breukvlak is een beschadiging waargenomen. Op de doorsnede hiervan is te waar te nemen dat het materiaal aan de buitenzijde lokaal is aangetast als gevolg van grafietcorrosie of grafitering. Dit corrosieproces treedt op als het ijzer selectief in oplossing gaat waardoor het vrije grafiet achterblijft. Om dit corrosieproces te kunnen laten plaatsvinden is het noodzakelijk dat lokaal de coating aan de buitenzijde van de leiding verdwenen is of in slechte conditie is. Als gevolg van de selectieve aantasting van het materiaal is de sterkte-dragende wanddikte gereduceerd tot ongeveer 60% van de originele wanddikte.

Hoewel het bezwijkmechanisme van de leiding niet eenduidig is vast te stellen, lijkt het het meest aannemelijk om te veronderstellen dat de leiding bezwaken is als gevolg van een overbelasting. Immers, het grootste deel van het breukvlak vertoont gelijkenissen met het zelf gemaakt breukvlak. Daarbij was de leiding lokaal significant verzwakt doordat de effectieve wanddikte met ongeveer 40 procent was afgenomen. Door deze zwakke plek kon de leiding eerder breken als

gevolg van een uitwendige belasting dan dat deze intact was. Merk op dat resterende wanddikte in principe ruim voldoende is om de inwendige druk te kunnen weerstaan.

Op enkele locaties zijn de restanten van een vermoedelijk asfalt conserveringslaag aangetroffen. Aan de buitenzijde is visueel verder geen significante corrosieve aantasting waargenomen.

De leiding is gefabriceerd van een grijs gietijzer met een opvallende hoeveelheid fosfor. Fosfor wordt gebruikt om het materiaal goed gietbaar te maken. Echter, de toevoeging van fosfor leidt er ook toe dat het metaal bros wordt. De microstructuur is zeker niet optimaal te noemen. Over de wanddikte bekeken is deze niet-uniform. Ook de vorm van de grafiet uitscheidingen verschilt over de dikte. Echter, in de NEN 3045 worden geen eisen gesteld aan de microstructuur behalve dan dat het een breukvlak dof grijs dient te zijn. Deze bepaling is subjectief. De mechanische eigenschappen van het metaal zijn alleen gespecificeerd op basis van de treksterkte en op hardheid. De gemeten waarden voldoen aan de minimaal gestelde eisen voor een centrifugaal in zand gegoten leiding.

Op basis van de minimaal gemeten wanddikte en de gemeten mechanische eigenschappen is de leiding te classificeren als een centrifugaal in zandgegoten leiding in klasse LA volgens NEN 3045.

5 CONCLUSIES

Op basis van de resultaten van het onderzoek zijn de volgende conclusies getrokken:

- De leiding was plaatselijk verzwakt door grafietcorrosie, waardoor de effectieve (krachtoverbrengende) wanddikte met 40% gereduceerd was (doelstelling 4);
- De leiding is hoogst waarschijnlijk gescheurd als gevolg van een overbelasting (doelstelling 1);
- Aan de buitenzijde is visueel geen significante corrosieve aantasting waargenomen (doelstelling 3 en 4);
- Op enkele locaties zijn de restanten van een vermoedelijk asfalt conserveringslaag aangetroffen (doelstelling 2).

Stork FDO B.V.

Productgroep Materiaalonderzoek

Autorisatie: Ir. G.W. Medendorp
Productmanager

Auteur: Ir. M. Groote Schaarsberg
Onderzoeker



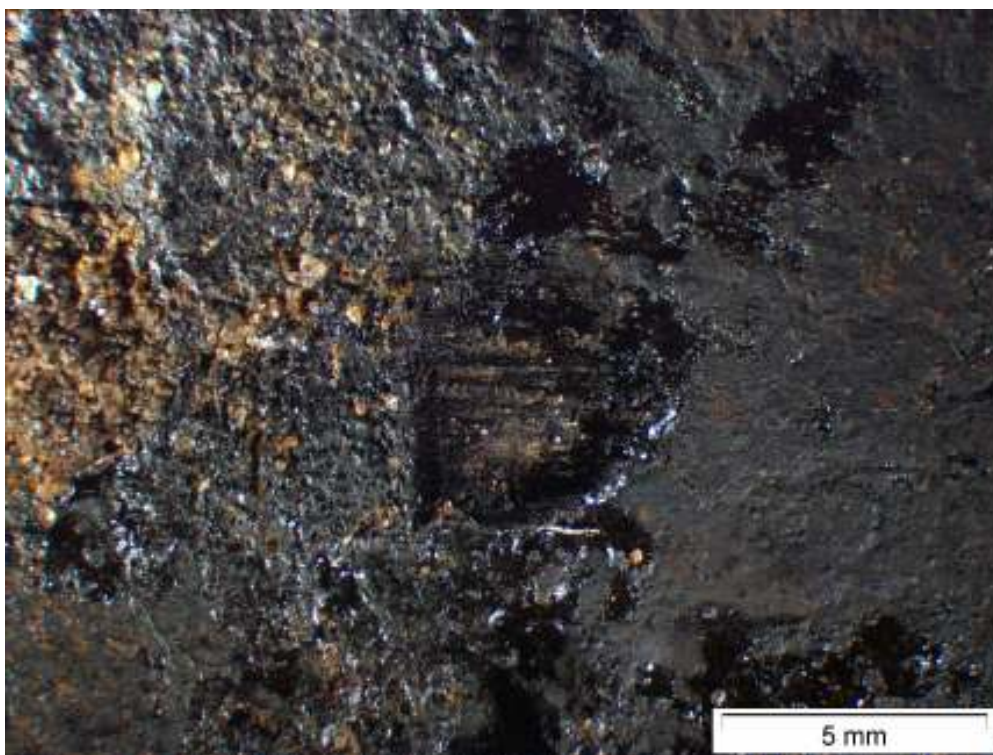
Figuur 1. Overzicht van de leidingdelen, zoals ontvangen.



Figuur 2. Overzicht van de markeringen zoals aangebracht zijn door Stork FDO B.V.



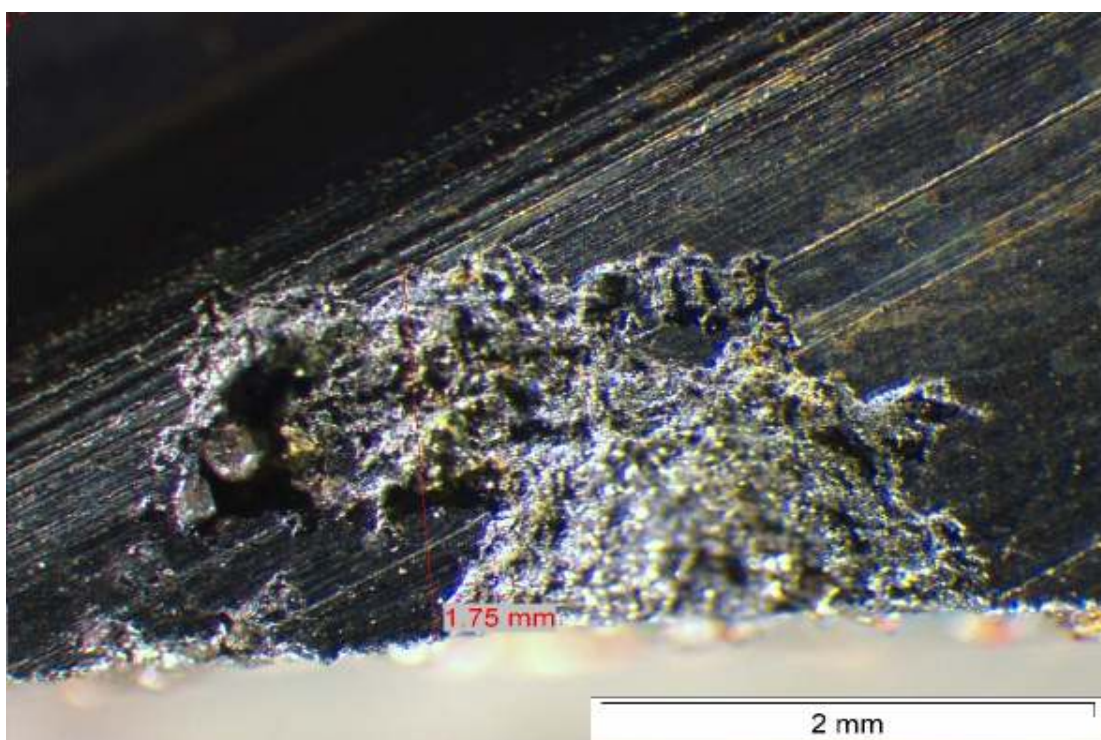
Figuur 3. Detail van de uitwendige bemanteling, welke zichtbaar is onder het zand.



Figuur 4. Detail van de restanten van een conserveringslaag, welke met de nagel is weggeduwd.



Figuur 5. Detail van de binnenzijde van de leiding. Onder verschillende corrosieproducten is putvorming waarneembaar (pijlen).



Figuur 6. Putvormige aantasting aan de binnenzijde van de leiding.



Figuur 7. Overzicht van het breukvlak nadat er een stuk is uitgehaald.



Figuur 8. Detail deel van het breukvlak.



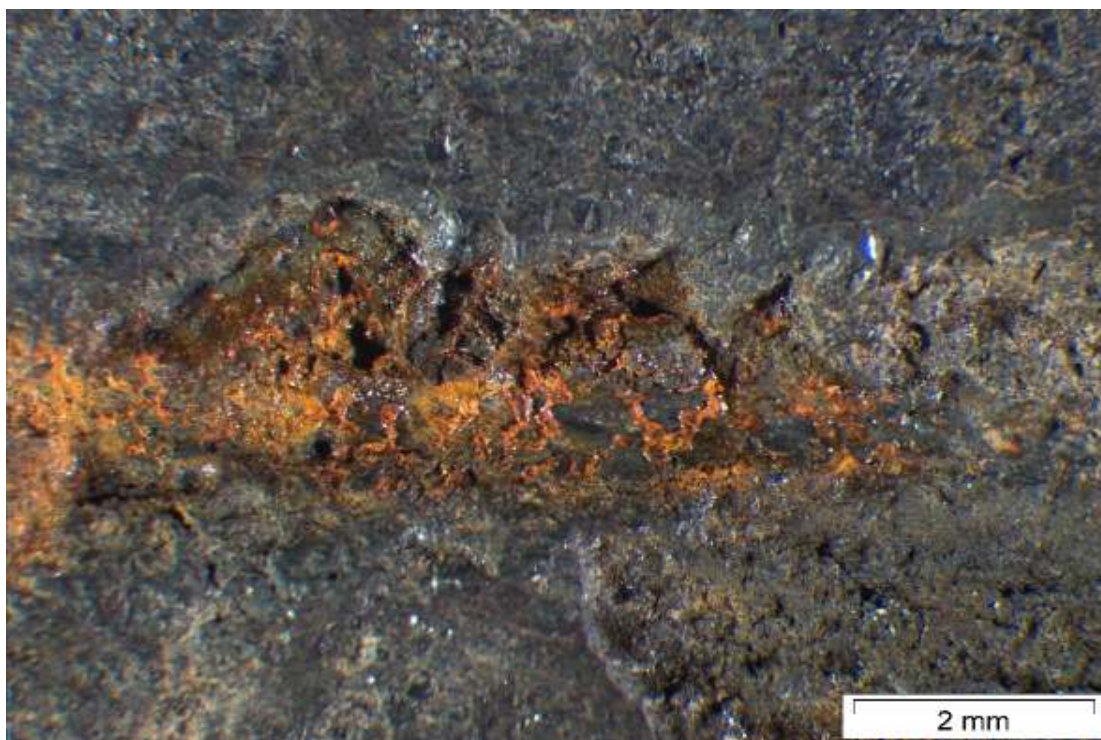
Figuur 9. Detail deel van het breukvlak.



Figuur 10. Beschadiging van de coating nabij het breukvlak (pijl).



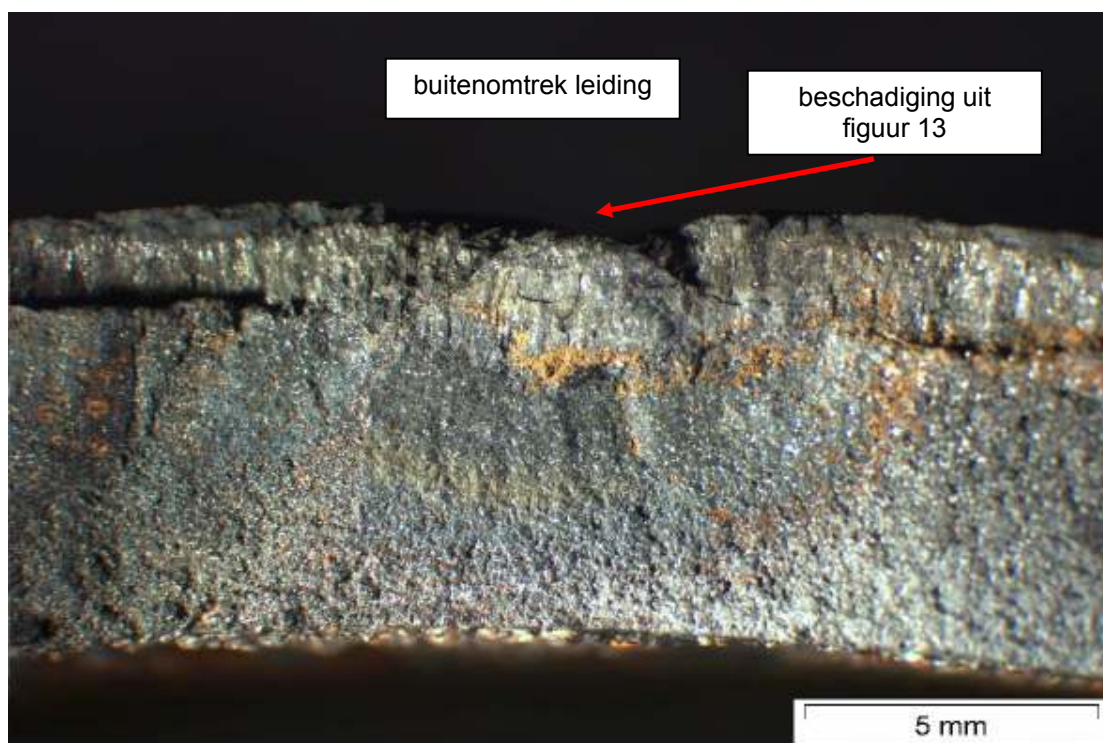
Figuur 11. Detail uit figuur 10 van de beschadiging van de coating nabij het breukvlak.



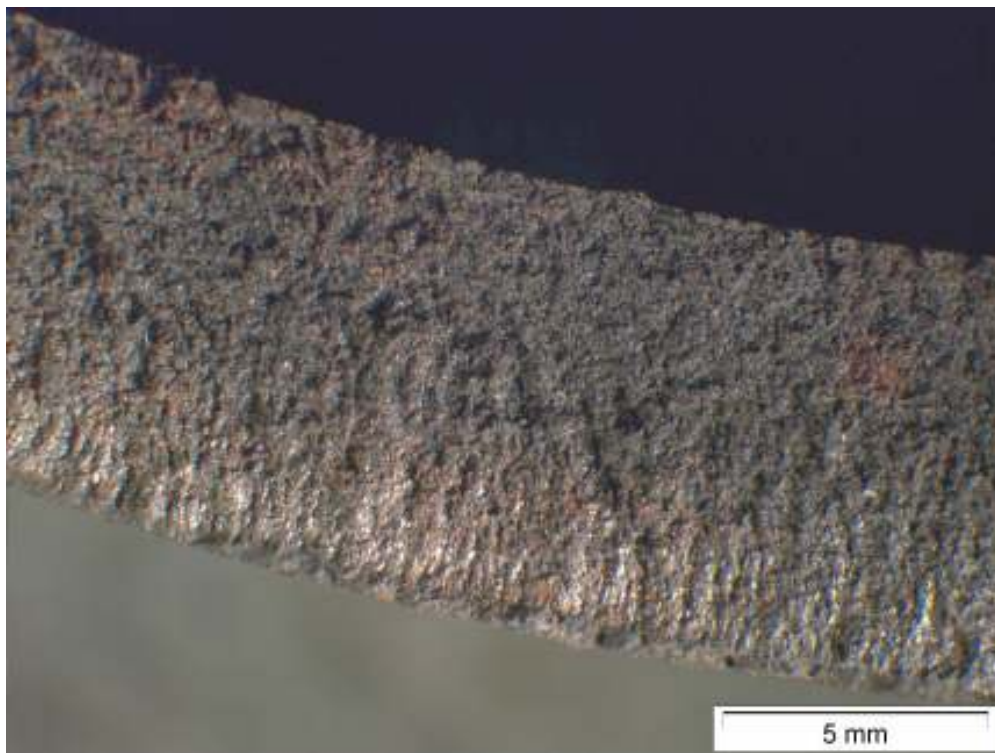
Figuur 12. Detail van figuur 11, waarbij een groef zichtbaar is.



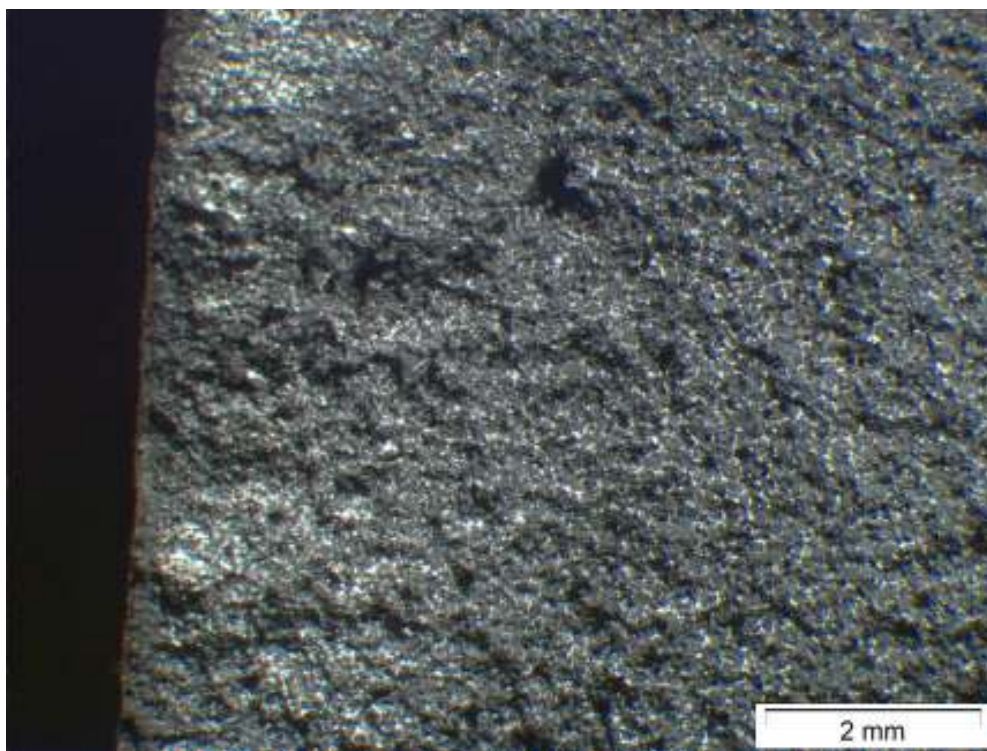
Figuur 13. Als figuur 10 na reiniging.



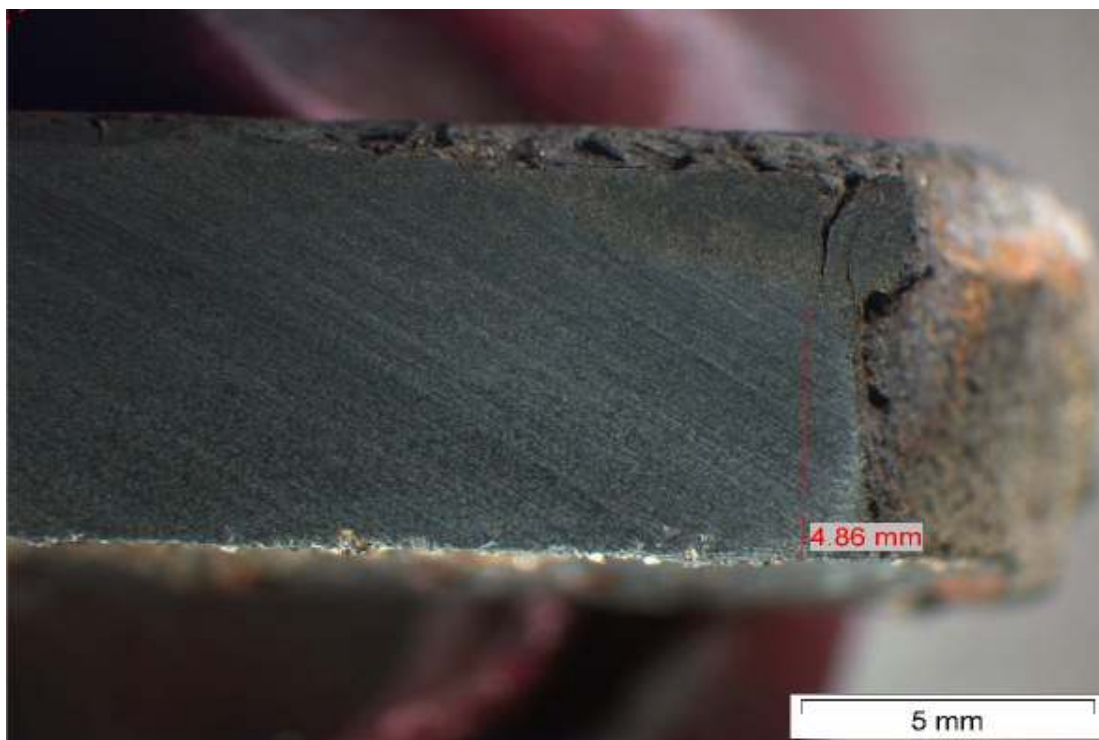
Figuur 14. Overzicht breukvlak nabij groef van figuur 13.



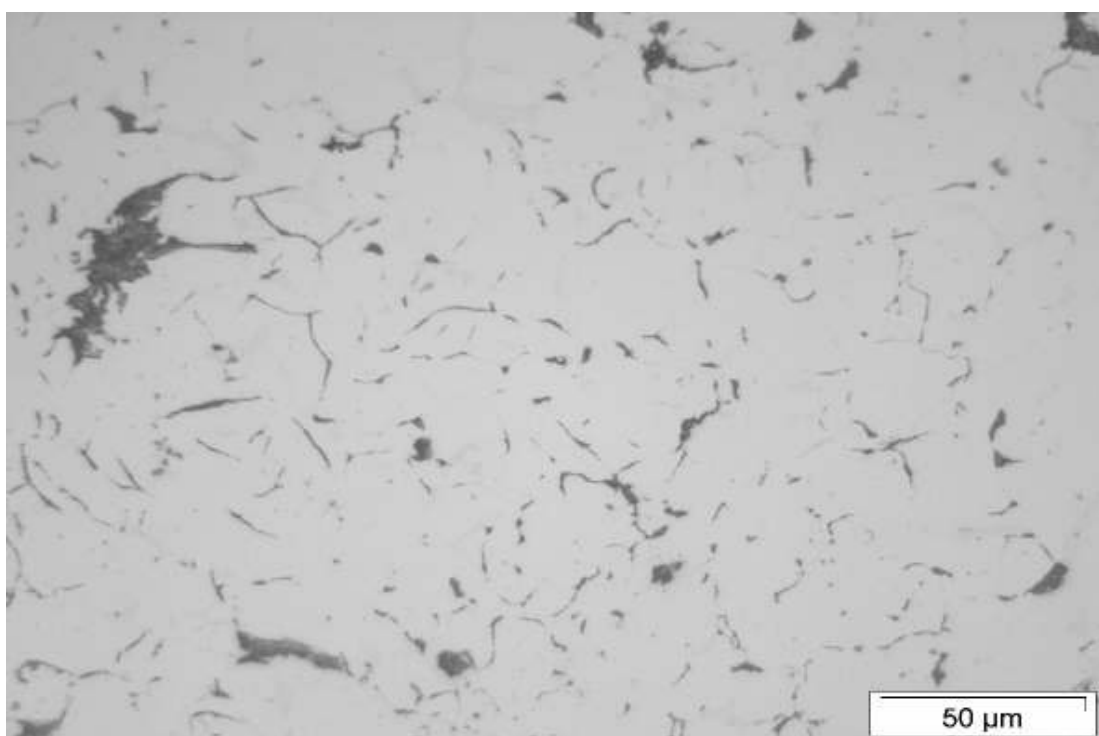
Figuur 15. Representatief beeld van de rest van het breukoppervlak.



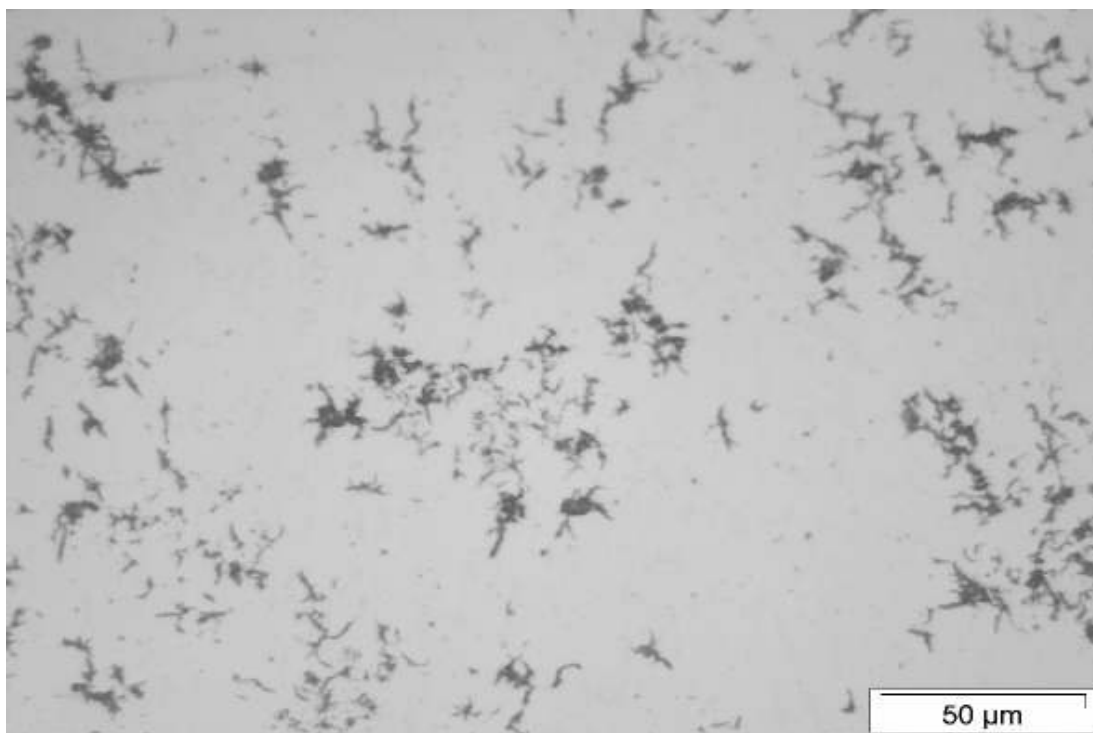
Figuur 16. Detail van de breukoppervlak van de zelf gecreëerde breuk.



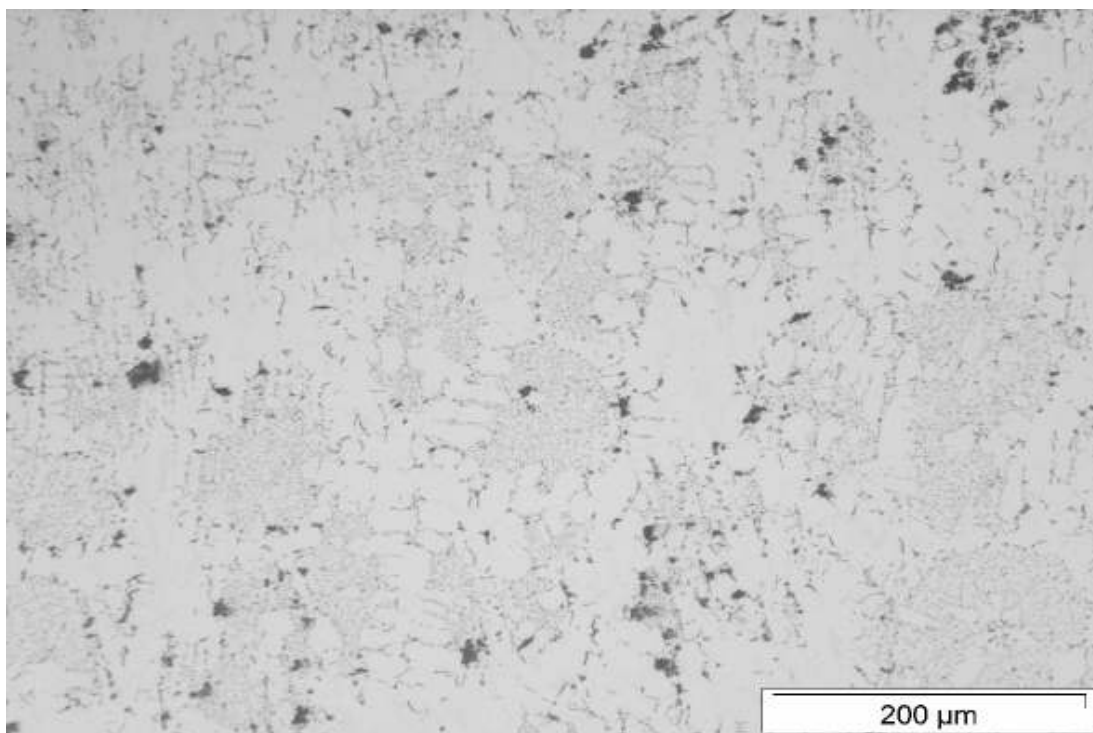
Figuur 17. Doorsnede in langsrichting, waarbij de effectief resterende wanddikte is aangegeven.



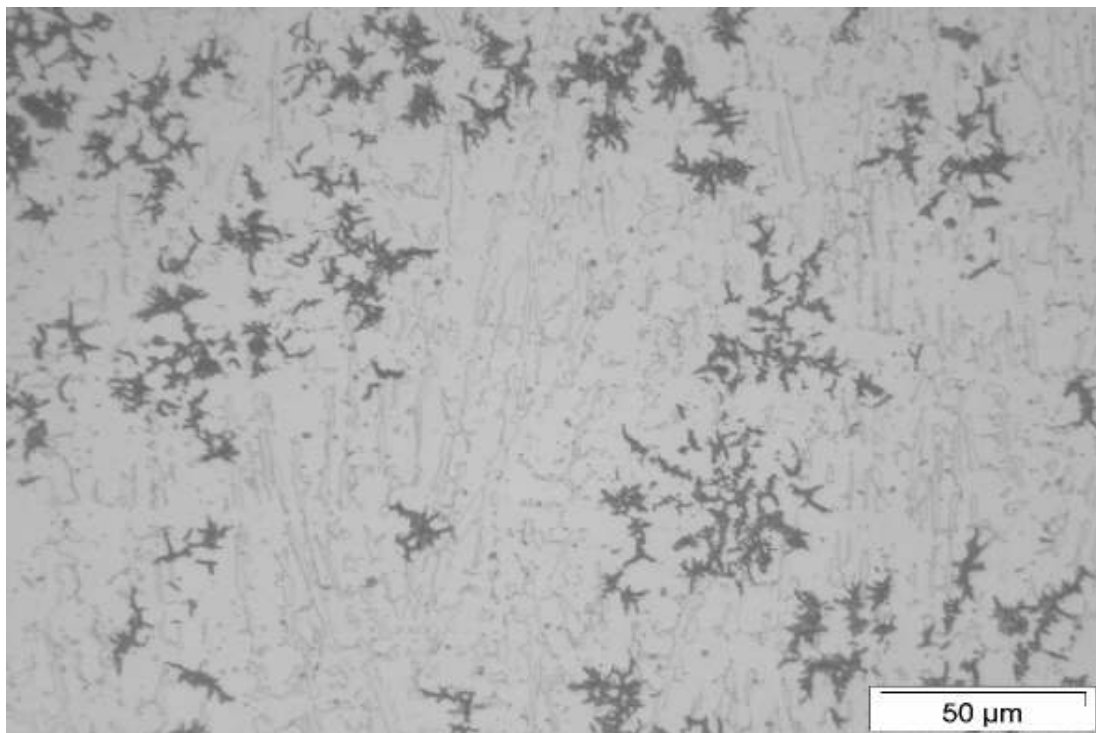
Figuur 18. Ongeëtste microstructuur aan de binnenzijde van de leiding.



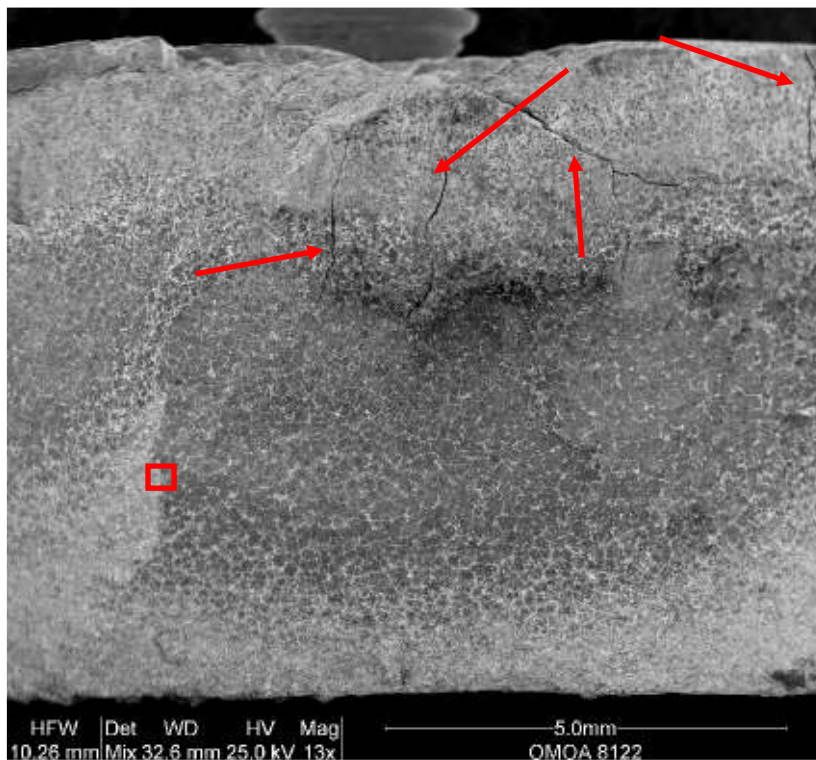
Figuur 19. Ongeëtste microstructuur aan de buitenzijde van de leiding.



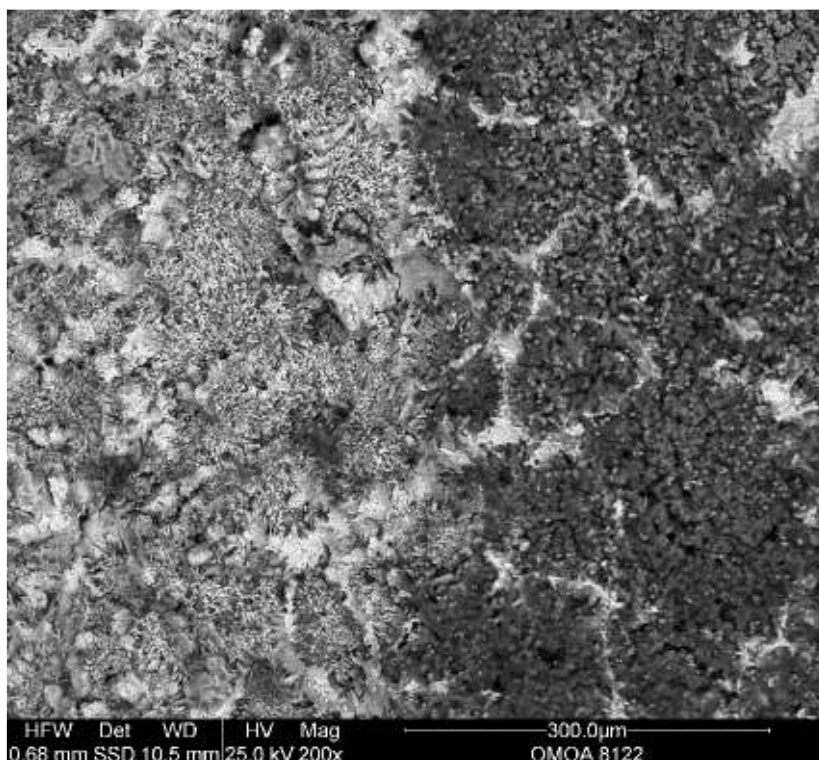
Figuur 20. Geëtste microstructuur aan de binnenzijde van de leiding.



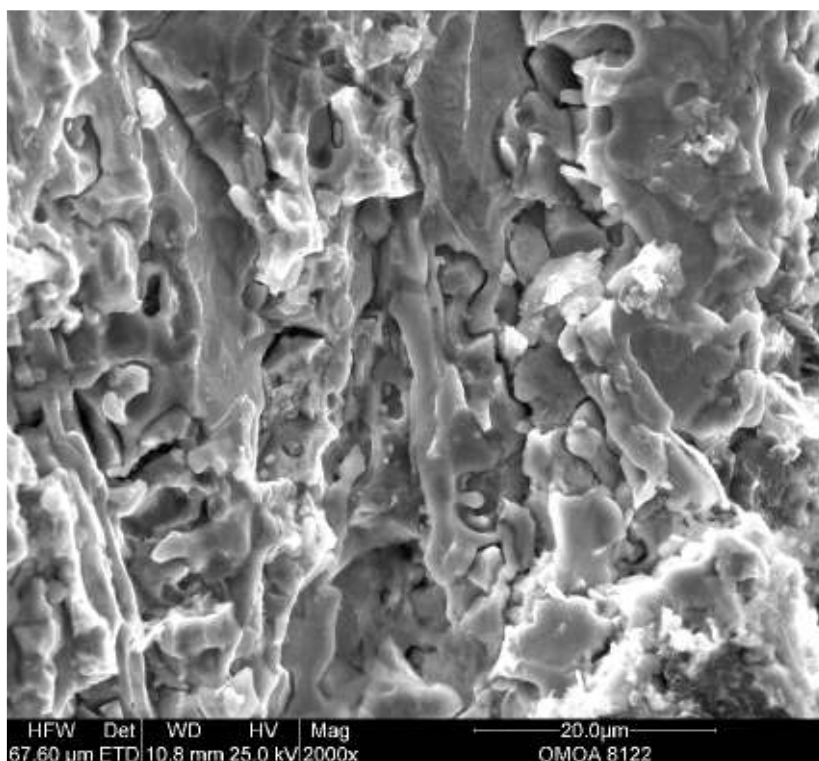
Figuur 21. Geëtste microstructuur aan de buitenzijde van de leiding.



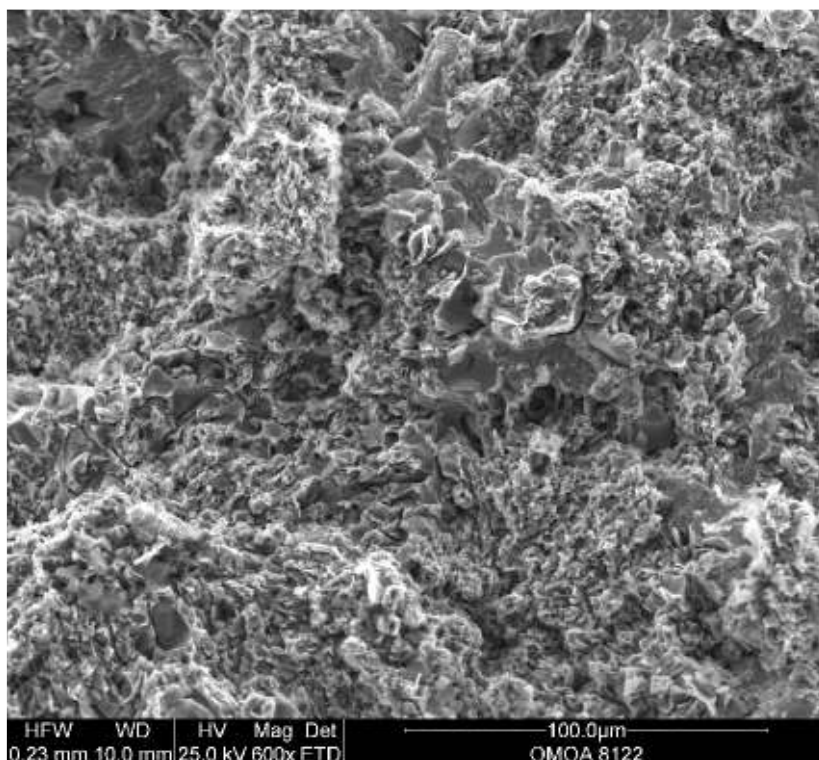
Figuur 22. REM opname; secundaire scheuren zijn zichtbaar nabij de beschadiging aan de buitenzijde (pijlen). De secundaire scheuren zijn alleen aanwezig in het gebied, welke is aangetast door grafietcorrosie. Het omkaderde gebied is weergegeven in figuur 23.



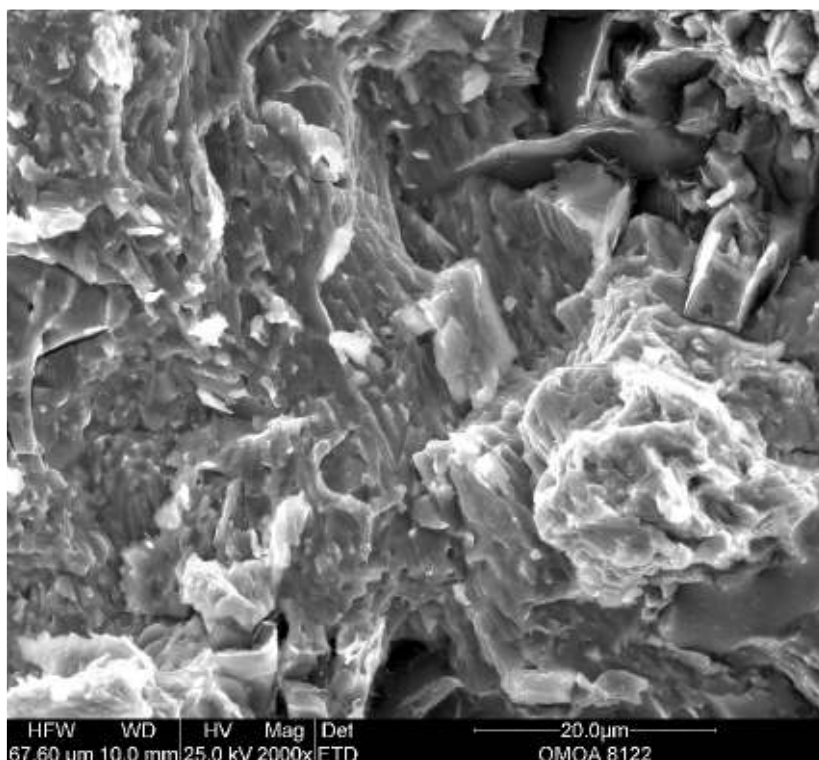
Figuur 23. Detail van het omkaderde gebied uit figuur 22. Het donkere deel (rechts op de foto) is aangetast door grafietcorrosie.



Figuur 24. REM opname; Detail van de linkerzijde van figuur 23.



Figuur 25. REM opname; zelf gecreëerde breukoppervlak.



Figuur 26. REM opname; zelf gecreëerde breukoppervlak.

**BIJLAGE 7: ONDERZOEK KWANTITEIT EN KWALITEIT GASNET DOOR KIWA GAS
TECHNOLOGY B.V.**

GT-080133
15 juli 2008

Overzicht van de aanwezige leidingmaterialen in het Nederlandse gasdistributienet

Bepaling van het aantal opgetreden
leidingbreuken

GT-080133
15 juli 2008

Overzicht van de aanwezige leidingmaterialen in het Nederlandse gasdistributienet

Bepaling van het aantal opgetreden
leidingbreuken

© 2008 Kiwa N.V.
Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag
worden verveelvoudigd,
opgeslagen in een
geautomatiseerd
gegevensbestand, of
openbaar gemaakt, in enige
vorm of op enige wijze, hetzij
elektronisch, mechanisch,
door fotokopieën, opnamen,
of enig andere manier, zonder
voorafgaande schriftelijke
toestemming van de
opdrachtgever.

Kiwa Gas Technology B.V.

Wilmersdorf 50
Postbus 137
7300 AC Apeldoorn

Tel. 055 539 32 52
Fax 055 539 32 23
www.kiwa.nl

Colofon

Titel

Overzicht van de aanwezige leidingmaterialen in het Nederlandse gasdistributienet

Projectnummer

080600065

Projectmanager

Ir. P.P. van Norden

Opdrachtgever

De Onderzoeksraad voor Veiligheid

Kwaliteitsborger(s)

Dr. E.A. Polman

Auteur(s)

Ing. C. Lock,

Ir. P.P. van Norden

Ing. A. Hendriks

Dit rapport is niet openbaar en slechts verstrekt aan de opdrachtgevers van het Contractonderzoekproject/adviesproject. Eventuele verspreiding daarbuiten vindt alleen plaats door de opdrachtgever zelf.

Samenvatting

In opdracht van de De Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV) heeft Kiwa Gas Technology onderzoek gedaan naar de aanwezige materialen in de Nederlandse gasdistributienetten die beheerd worden door de regionale gasnetbeheerders. Speciale aandacht binnen dit onderzoek is uitgegaan naar de relatief brosse materialen in dit net. Onder relatief brosse materialen worden de volgende materialen verstaan: hard PVC, grijs gietijzer, nodulair gietijzer en asbest cement (AC).

Door middel van vragenlijsten zijn bij de netbeheerders de lengtes van de hoofdleidingen en de aantallen hard PVC aansluitleidingen geïnventariseerd, waarbij onderscheid is gemaakt naar materiaalsoort, leidingdiameter en jaar van aanleg (voor of na 1975).

Volgens de cijfers welke door de netbeheerders zijn aangeleverd bedraagt de gesommeerde lengte van hoofdleidingen in Nederland 122.956 km. Verreweg het grootste deel daarvan (100.608 km, 81%) bestaat uit lagedruk leidingen (bedrijfsdruk 30 en 100 mbar). De lengte van de hogedruk leidingen (bedrijfsdruk 1, 4 en 8 bar) komt daarmee uit op 22.348 km, waarvan het merendeel een bedrijfsdruk heeft van 8 bar (14.071 km).

Zeventig procent van de hoofdleidingen bestaat uit niet-brosse materialen (staal, PE en slagvast PVC). Ongeveer de helft hiervan bestaat uit slagvast PVC (38% van het totaal). Een kwart bestaat uit staal (16% van het totaal) en een ander kwart uit PE (16% van het totaal).

Dertig procent van de hoofdleidingen bestaat uit relatief brosse materialen. Het grootste deel van de brosse leidingen is van hard PVC (21% van het totaal). Een vijfde deel van de brosse leidingen is van grijs gietijzer (6% van het totaal). Nodulair gietijzer (2% van het totaal) en asbest cement (1% van het totaal) vormen een klein gedeelte van de hoofdleidingmaterialen in Nederland.

Veertig procent van de hoofdleidingen is aangelegd vóór 1976. Van de brosse hoofdleidingen is 81% aangelegd vóór 1976. Uit deze cijfers blijkt duidelijk de toename van de beschikbaarheid en de toepassing van niet-brosse materialen vanaf 1976.

In totaal liggen er in Nederland volgens de opgave van de netbeheerders 232.721 hard PVC aansluitleidingen buiten de gevel. Ten opzichte van een totaal aantal van bijna 3,5 miljoen is dit een percentage van 6,6 procent. Hieruit blijkt dat slechts een klein gedeelte van de aansluitleidingen bestaat uit relatief brosse materialen; het andere deel bestaat uit taaie materialen zoals koper en PE.

Binnen de gevel liggen 561 hard PVC aansluitleidingen.

Vier-vijfde deel van de nu nog aanwezige hard PVC aansluitleidingen is aangelegd vóór 1976. Hard PVC aansluitleidingen worden nu niet meer aangelegd.

Het landelijk overzicht van de lengtes van hoofdleidingen laat grote regionale verschillen zien in de toepassing van relatief brosse materialen. In een aantal steden (Amersfoort, Utrecht, Amsterdam Tilburg, Den Haag) bedraagt het aandeel brosse hoofdleidingen meer dan de helft van het totaal. In de meeste buitengebieden bedraagt het aandeel brosse hoofdleidingen minder dan de helft van het totaal.

De aantallen hard PVC aansluitleidingen tonen eveneens grote regionale verschillen.

Vervolgens is onderzocht in hoeverre breuk – en met name leidingbreuk – is opgetreden bij de hoofdleidingen en hard PVC aansluitleidingen. Hiervoor is gebruik gemaakt van het storingsregistratieprogramma Nestor, waarin landelijk storingsgegevens van de gasnetbeheerders worden opgeslagen. Breuk en 'leidingbreuk' wordt in Nestor niet als een oorzaak geregistreerd, omdat breuk wordt beschouwd als een gevolg. Om deze reden heeft Kiwa Gas Technology vanuit haar specifieke deskundigheid en ervaring selectiecriteria opgesteld waarmee kan worden afgeleid of leidingbreuk is opgetreden.

Het aantal leidingbreuken bij de brosse hoofdleidingen (uitgezonderd hard PVC) lag in 2007 gemiddeld op 2,6 per 100 km leiding. Van de brosse materialen treedt bij asbest cement relatief het hoogste aantal breuken op met 6,2 per 100 km asbest cement leiding. Worden dezelfde selectiecriteria toegepast bij de andere leidingmaterialen (inclusief hard PVC), dan is er wel sprake van lekkages (met mogelijk breuk) maar geen sprake van leidingbreuk. Het aantal lekkages ligt een stuk lager, namelijk gemiddeld op 0,38 per 100 km hoofdleiding van het bewuste materiaal (in 2007). Opvallend is dat PE hoofdleidingen relatief meer lekkages vertonen dan de hard PVC leidingen.

Het aantal leidingbreuken bij hard PVC aansluitleidingen buiten de gevel bedraagt 5 breuken per 10.000 aansluitleidingen (in 2007). Het aantal breuken binnen de gevel in 2007 is met negen breuken absoluut laag (in 2007). Gezien de populatie van 561 hard PVC aansluitleidingen binnen de gevel is dit hoog te noemen. Omgerekend naar 10.000 aansluitleidingen is dit namelijk 160.

In een aantal gevallen, zoals bij lekkages door graafwerk, kon niet met zekerheid gesteld worden of sprake was van breuk en leidingbreuk. Voor deze gevallen zijn de aantallen lekkages weergegeven.

Inhoud

	Samenvatting	1
	Inhoud	3
1	Inleiding	5
1.1	Afbakening van de onderzoeksscope	5
1.2	Doelstelling	5
1.3	Aanpak	6
1.4	Rol van de netbeheerders	6
1.5	Resultaat/leeswijzer	6
1.6	Afkortingen en begrippen	7
2	Hoofdleidingen	9
2.1	Vragenlijst hoofdleidingen	9
2.2	Overzicht naar totalen in Nederland	9
2.2.1	Verdeling van de hoofdleidingmaterialen	9
2.2.2	Samenvatting	12
3	Aansluitleidingen	13
3.1	Vragenlijst aansluitleidingen	13
3.2	Overzicht naar totalen in Nederland	13
3.2.1	Verdeling van de hard PVC aansluitleidingen	13
3.2.2	Samenvatting	14
4	Geografische spreiding van de leidingen	15
4.1	Locaties van de relatief brosse hoofdleidingen	15
4.2	Locaties van de hard PVC aansluitleidingen	17
4.3	Samenvatting	20
5	Bepaling van lekkages door breuk	21
5.1	Breuk	21
5.2	Nestor	22
5.2.1	Constatering	23
5.2.2	Effect/aard van de storing	23
5.2.3	Netcomponent Hoofdleiding	24
5.2.4	Netcomponent Aansluitleiding	24
5.2.5	Oorzaken algemeen	25
5.2.6	Omstandigheden die leiden tot breuk bij hoofdleidingen	26
5.2.7	Omstandigheden die leiden tot breuk bij hard PVC aansluitleidingen	27

6	Overzicht van lekkages	28
6.1	Hoofdleidingen	28
6.1.1	Absoluut aantal leidingbreuken	28
6.1.2	Relatief aantal leidingbreuken	30
6.2	Aansluitleidingen	31
6.2.1	Absoluut aantal leidingbreuken	31
6.2.2	Relatief aantal leidingbreuken	32
6.3	Samenvatting	34
7	Overzicht overige lekkages	35
7.1	Totaal overzicht lekkages	35
7.2	Lekkages door graafwerk	35
7.2.1	Hoofdleidingen	36
7.2.2	Aansluitleidingen	37
7.3	Lekkages met onbekende oorzaak	38
7.3.1	Hoofdleidingen	38
7.3.2	Aansluitleidingen	39
7.4	Lekkages met andere oorzaak	40
7.4.1	Hoofdleidingen	40
7.4.2	Aansluitleidingen	41
7.5	Samenvatting	42
I	Overzicht netbeheerders	43
II	Achtergrond toegepaste leidingmaterialen	45
III	Uitleg begrippen Nestor	55
IV	Vragenlijst hoofdleidingen	56
V	Vragenlijst aansluitleidingen	57
VI	Nestorformulier onvoorzien gas	58
VII	Omstandigheden die leiden tot breuk	59
VIII	Leidingbreuken in hoofdleidingen	64
IX	Leidingbreuken in aansluitleidingen	66

1 Inleiding

In de Nederlandse gasdistributie wordt gebruik gemaakt van verschillende soorten leidingmateriaal. Elke materiaalsoort heeft zijn bepaalde eigenschappen en zijn eigen voor- en nadelen. De leidingmaterialen kunnen worden onderscheiden in (relatief) brosse materialen en niet-brosse materialen. De Onderzoeksraad voor Veiligheid (hierna te noemen: OVV) wil inzicht krijgen in de mate waarin relatief brosse materialen binnen de Nederlandse gasdistributie aanwezig zijn en de leidingbreuken die zich bij deze materialen in de jaren 2005, 2006 en 2007 hebben voorgedaan ten opzichte van het totaal aantal leidingbreuken. Hiertoe heeft zij Kiwa Gas Technology opdracht gegeven om dit in kaart te brengen en daarover te rapporteren.

1.1 Afbakening van de onderzoeksscope

- Het onderzoek beperkt zich tot de gasdistributienetten die door de regionale netbeheerders (RNB's) worden beheerd ⁽¹⁾.
- In het kader van dit onderzoek wordt aan de volgende relatief brosse leidingmaterialen speciale aandacht gegeven: grijs gietijzer, nodulair gietijzer, hard PVC (wit PVC) en asbestcement.
- Het onderzoek heeft betrekking op hoofdleidingen en aansluitleidingen. Van de aansluitleidingen worden uitsluitend de aansluitleidingen uit hard PVC binnen het onderzoek in beschouwing genomen. De reden hiervoor is dat de andere relatief brosse leidingmaterialen - grijs gietijzer, nodulair gietijzer en asbestcement - niet of nauwelijks zijn toegepast voor aansluitleidingen.

1.2 Doelstelling

Het doel van het rapport is tweeledig:

- Een actueel en betrouwbaar inzicht verkrijgen in de aard (toegepaste materialen en leeftijden) en omvang (leidinglengten en leidingdiameters per materiaalsoort) van het Nederlandse gasdistributienetwerk (relatief brosse en niet-brosse hoofdleidingen en Hard PVC aansluitleidingen), alsook in de globale verdeling van de leidingmaterialen over het land.
- Een overzicht verkrijgen van alle breuken van relatief brosse en niet-brosse hoofdleidingen en Hard PVC aansluitleidingen, die zich hebben voorgedaan gedurende de periode van 1 januari 2005 tot en met 31 december 2007 en die in Nestor Gas zijn geregistreerd, waarbij voor zover mogelijk is aangegeven welke oorzaak tot de breuk heeft geleid.

¹ Het onderzoek heeft geen betrekking op de gasnetten van de Gasunie en van industriële bedrijven.

1.3 Aanpak

Bij het uitvoeren van de opdracht is de volgende aanpak gevolgd. In juni 2008 is er een vragenlijst uitgegaan naar alle regionale gasnetbeheerders. Invulling van deze vragenlijst door de netbeheerders en uitwerking ervan door Kiwa Gas Technology geeft inzicht in de samenstelling van de gasdistributienetwerken in Nederland.

Daarnaast zijn door Kiwa Gas Technology de Nestorgegevens ⁽²⁾ geanalyseerd van de periode tussen 1 januari 2005 en 31 december 2007. Op basis van deze gegevens is het aantal storingen bepaald die mogelijk door leidingbreuk zijn veroorzaakt.

Bijlage I geeft een overzicht van de regionale gasnetbeheerders.

1.4 Rol van de netbeheerders

De gegevens in de Nestor database zijn eigendom van de regionale netbeheerders, verenigd in Netbeheer Nederland ⁽³⁾. Netbeheer Nederland heeft aan Kiwa Gas Technology toestemming gegeven om de data in Nestor te gebruiken voor dit onderzoek.

De netbeheerders hebben in korte tijd de ingevulde vragenlijsten geretourneerd.

1.5 Resultaat/leeswijzer

Dit rapport bevat de volgende resultaten:

- Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van de in Nederland toegepaste materialen voor hoofdleidingen, als volgt per materiaal nader gespecificeerd:
 - aantal kilometers per toegepaste leidingdiameter;
 - ouderdom van de verschillende leidingsegmenten cq. deelnetten.
- Hoofdstuk 3 geeft een overzicht van de in Nederland toegepaste hard PVC aansluitleidingen, als volgt nader gespecificeerd:
 - aantal aansluitleidingen per toegepaste diameter;
 - ouderdom per deelverzameling hard PVC aansluitleidingen.
- Hoofdstuk 4 geeft een globaal inzicht in de locaties – verspreid over het land – waar de relatief brosse hoofdleidingen resp. de hard PVC aansluitleidingen zich bevinden.
- In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op het verschijnsel breuk en in welke gevallen dit zal optreden bij hoofd- en aansluitleidingen. Dit hoofdstuk legt de theoretische benaderingen voor de bepaling van het aantal opgetreden leidingbreuken.
- Hoofdstuk 6 geeft een overzicht van alle breuken van relatief brosse en niet-brosse hoofdleidingen en hard PVC aansluitleidingen, die zich

² De netbeheerders stellen aan het begin van elk jaar de Nestorgegevens van het voorafgaande jaar beschikbaar aan Kiwa Gas Technology. In opdracht van Enbin maakt Kiwa Gas Technology hiervan een ‘Storingsrapportage Gasdistributienetten’.

³ Sinds 1 juli 2008 is de naamgeving van de vereniging Enbin overgegaan in Netbeheer Nederland.

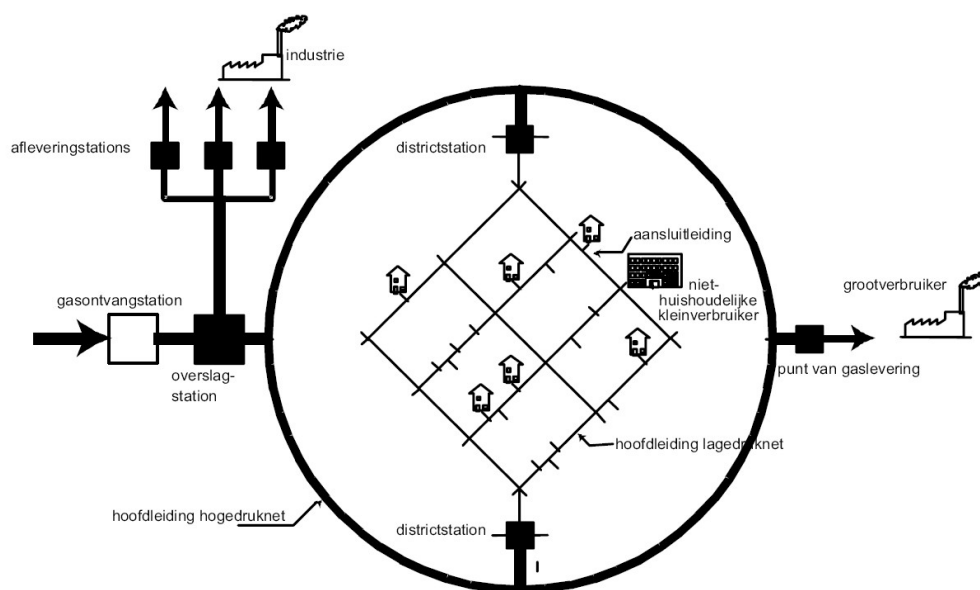
hebben voorgedaan gedurende de periode van 1 januari 2005 tot en met 31 december 2007, waarbij is aangegeven welke oorzaak tot de breuk heeft geleid.

- Hoofdstuk 7 geeft een overzicht van mogelijke breuken, waarvoor Kiwa Gas Technology uit de haar ter beschikking staande Nestorgegevens niet eenduidig heeft kunnen vaststellen dat de combinatie van aard/effect van de storing, component en oorzaak tot een breuk van de leiding heeft geleid.

Tot slot wordt gewezen op de verklarende informatie in de bijlagen.

1.6 Afkortingen en begrippen

Afkorting	Omschrijving
aansluitleiding	leiding vanaf de hoofdleiding naar het punt van gaslevering t.b.v. de eindverbruiker (NEN 7244-1:2003). Zie ook figuur 1.
deelnet	Een gasdistributienet waarin een bepaalde bedrijfsdruk wordt gehandhaafd. De Nederlandse netbeheerders onderscheiden vijf deelnetten (30 mbar, 100 mbar, 1 bar, 4 bar en 8 bar)
gr. gij	Grijs gietijzer
hard PVC	Hard PVC wordt ook wel aangeduid met wit PVC
hoofdleiding	Leiding voor de gasvoorziening van een aantal afnemers in een bepaald gebied (NEN 7244-1:2003). Zie ook figuur 1.
Nestor Gas	Registratiesysteem van de netbeheerders voor onderbrekingen van de gasleverantie.
nod. gij	Nodulair gietijzer
PE	Polyetheen
PEKO	Een prefab aansluitleiding bestaande uit een gasvoerende koperen leiding in een PE mantelbuis, voorzien van de aansluitkoppelingen.
PVC	polyvinylchloride
RNB's	Regionale Netbeheerders
slagv. PVC	Slagvast PVC



figuur 1: Schema van het gasdistributiesysteem waarin opgenomen de hoofd- en aansluitleidingen (NEN 7244-1:2003)

2 Hoofdleidingen

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de toegepaste hoofdleidingen naar leidingmateriaal, leeftijd en diameter.

Als resultaat van de vragenlijsten welke de netbeheerders hebben ingevuld is er een duidelijk inzicht ontstaan in het gebruik van de verschillende materialen voor hoofdleidingen. De aangeleverde gegevens hebben betrekking op het soort materiaal, de lengte, de diameter, de ouderdom van de leidingen en het gebied waar de leidingen zich bevinden.

2.1 Vragenlijst hoofdleidingen

Alle regionale gasnetbeheerders hebben in juni 2008 een vragenlijst voor hoofdleidingen ontvangen. Een voorbeeld is weergegeven in bijlage IV. In de vragenlijst hebben de netbeheerders per materiaalsoort, per deelnet (druk) en per diameterindeling de aanwezige lengten van de hoofdleidingen ingevuld. De diameterindeling is gebaseerd op de indeling zoals deze in Nestor wordt gehanteerd.

Tevens is onderscheid gemaakt tussen leidingen jonger of ouder dan 1975. Het jaartal 1975 is gekozen omdat omstreeks die tijd PE 80 en nodulair gietijzer in opgang kwamen. Daarnaast werden na 1975 de relatief brosse materialen, grijs gietijzer en asbest cement en hard PVC nauwelijks meer toegepast bij de aanleg van nieuwe leidingen.

De netbeheerders hebben getracht de vragenlijsten zo zorgvuldig mogelijk in te vullen. In een aantal gevallen is aangegeven dat de gegevens enigszins kunnen afwijken van de werkelijkheid, bijvoorbeeld omdat gebruik is gemaakt van verschillende data-systemen. Om inzicht te krijgen in het landelijk gemiddelde maken deze kleine afwijkingen geen verschil.

2.2 Overzicht naar totalen in Nederland

In dit hoofdstuk worden de totale aantallen over heel Nederland besproken. Hoofdstuk 4 gaat in op de aantallen per gebied.

In digitale databestanden behorende bij deze rapportage, worden per gebied de gedetailleerde gegevens weergegeven.

2.2.1 Verdeling van de hoofdleidingmaterialen

Een verdeling van de hoofdleidingmaterialen, zowel naar toegepaste lengte als naar de percentages, is weergegeven in tabel 1.

In figuur 2 zijn deze percentages in een taartdiagram weergegeven.

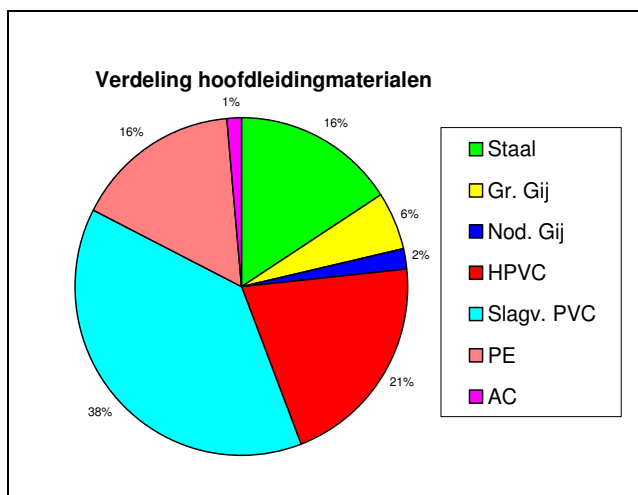
In tabel 2 worden de gesommeerde lengte en het percentage van de brosse materialen (grijs gietijzer, nodulair gietijzer, hard PVC en asbest cement) weergegeven.

Een overzicht van de leeftijd van de leidingen wordt weergegeven in tabel 3.

In tabel 4 wordt een gedetailleerd overzicht van de materialen weergegeven.

Materiaal	staal	gr. gij	nod. gij	hard PVC	slagv. PVC	PE	AC	Totaal
Lengte (km)	19.482	6.972	2.183	25.502	47.307	19.710	1.799	122.956
Percentage (%)	16	6	2	21	38	16	1	100

tabel 1: Verdeling hoofdleidingmaterialen



figuur 2: Overzicht (in percentages) van hoofdleidingmaterialen.

Totale lengte brosse materialen (km)	36.457
Percentage brosse materialen (%)	30

tabel 2: Totale en percentuele lengte van relatief brosse hoofdleidingmaterialen

		Materiaal (lengte in km)							Totaal
Deelnet	Jaar aanleg	staal	gr.gij	nod. gij	hard PVC	slagv. PVC	PE	AC	
30 mbar	≤1975	137	2.719	77	1.419	840	101	543	5.836
	>1975	92	467	272	333	4.734	828	83	6.809
100 mbar	≤1975	3.797	3.016	209	19.707	5.223	1.882	1.089	34.924
	>1975	1.699	570	708	4.025	36.503	9.451	82	53.038
1 bar	≤1975	91	183	139	0	-	67	0	479
	>1975	167	10	137	-	1	685	-	1.000
4 bar	≤1975	363	5	72	17	-	1.010	1	1.469
	>1975	364	-	14	0	5	4.946	-	5.329
8 bar	≤1975	5.460	3	302	0	-	238	1	6.004
	>1975	7.311	-	253	-	0	502	-	8.067
Alle	≤1975	9.849	5.926	799	21.143	6.063	3.298	1.634	48.713
	>1975	9.633	1.047	1.384	4.359	41.244	16.412	165	74.243
Totaal		19.482	6.972	2.183	25.502	47.307	19.710	1.799	122.956

tabel 3: Overzicht van de lengtes (in km) van hoofdleidingen

Deel-net	Jaar aanleg	Diameter ND (mm)	Materiaal (lengte in km)							Totaal
			staal	gr.gij	nod. gij	Hard PVC	slagv. PVC	PE	AC	
30 mbar	≤1975	≤ 50	59	2	0	54	59	24	1	199
		65-100	31	1.280	23	731	448	46	212	2.770
		125-200	32	1.097	34	547	286	29	251	2.275
		≥ 250	16	339	20	87	48	3	80	593
	> 1975	≤ 50	23	0	0	16	360	319	0	719
		65-100	20	178	123	201	2.532	294	31	3.379
		125-200	32	220	121	99	1.628	186	42	2.329
		≥ 250	16	69	28	17	213	30	10	382
100 mbar	≤1975	≤ 50	1.426	8	6	2.284	737	721	13	5.195
		65-100	1.803	1.404	83	11.880	3.000	942	415	19.526
		125-200	525	1.217	79	5.149	1.428	216	493	9.107
		≥ 250	43	387	42	395	58	3	168	1.096
	> 1975	≤ 50	486	15	15	561	7.221	5.387	15	13.699
		65-100	683	200	262	2.314	21.117	3.049	13	27.637
		125-200	476	268	303	1.108	7.852	951	39	10.996
		≥ 250	55	87	128	43	313	64	15	706
1 bar	≤1975	≤ 50	5	0	0	0	0	12	0	17
		65-100	12	6	8	0	0	41	0	67
		125-200	35	55	34	0	0	13	0	137
		≥ 250	40	122	96	0	0	0	0	258
	> 1975	≤ 50	5	0	0	0	0	297	0	302
		65-100	13	1	8	0	0	190	0	214
		125-200	75	0	36	0	1	133	0	244
		≥ 250	74	8	93	0	0	65	0	240
4 bar	≤1975	≤ 50	21	0	0	9	0	130	0	160
		65-100	124	2	10	8	0	442	0	585
		125-200	146	3	47	0	0	418	1	615
		≥ 250	73	0	15	0	0	20	0	108
	> 1975	≤ 50	13	0	0	0	4	2.201	0	2.219
		65-100	78	0	3	0	1	1.998	0	2.081
		125-200	205	0	11	0	0	699	0	915
		≥ 250	67	0	0	0	0	47	0	114
8 bar	≤1975	≤ 50	276	0	0	0	0	8	0	284
		65-100	2.190	1	88	0	0	198	0	2.477
		125-200	2.319	1	197	0	0	33	1	2.550
		≥ 250	675	1	17	0	0	0	0	693
	> 1975	≤ 50	402	0	0	0	0	34	0	436
		65-100	2.571	0	75	0	0	238	0	2.884
		125-200	3.782	0	171	0	0	217	0	4.170
		≥ 250	556	0	7	0	0	14	0	576
Totaal			19.482	6.972	2.183	25.502	47.307	19.710	1.799	122.956

tabel 4: Gedetailleerd overzicht van de lengtes (in km) van hoofdleidingen

2.2.2 *Samenvatting*

Volgens de cijfers welke door de netbeheerders zijn aangeleverd bedraagt de gesommeerde lengte van hoofdleidingen in Nederland 122.956 km.

Verreweg het grootste deel daarvan (100.608 km, 81%) bestaat uit lagedruk leidingen (bedrijfsdruk 30 en 100 mbar). De lengte van de hogedruk leidingen (bedrijfsdruk 1, 4 en 8 bar) komt daarmee uit op 22.348 km, waarvan het merendeel een bedrijfsdruk heeft van 8 bar (14.071 km).

Zeventig procent van de hoofdleidingen bestaat uit niet-brosse materialen (staal, PE en slagvast PVC). Ongeveer de helft hiervan bestaat uit slagvast PVC (38% van het totaal). Een kwart bestaat uit staal (16% van het totaal) en een ander kwart uit PE (16% van het totaal).

Dertig procent van de hoofdleidingen bestaat uit relatief brosse materialen. Het grootste deel van de brosse leidingen is van hard PVC (21% van het totaal). Een vijfde deel van de brosse leidingen is van grijs gietijzer (6% van het totaal). Nodulair gietijzer (2% van het totaal) en asbest cement (1% van het totaal) vormen een klein gedeelte van de hoofdleidingmaterialen in Nederland.

Veertig procent van de hoofdleidingen is aangelegd vóór 1976.

Van de brosse hoofdleidingen is 81% aangelegd vóór 1976. Uit deze cijfers blijkt duidelijk de toename van de beschikbaarheid en de toepassing van niet-brosse materialen vanaf 1976.

3 Aansluitleidingen

Het onderzoek naar aansluitleidingen heeft uitsluitend betrekking op de aansluitleidingen uit hard PVC. De reden hiervoor is dat de andere relatief brosse leidingmaterialen - grijs gietijzer, nodulair gietijzer en asbestcement - niet of nauwelijks zijn toegepast voor aansluitleidingen.

Als resultaat van de vragenlijsten welke de netbeheerders ingevuld hebben is een duidelijk inzicht ontstaan in het gebruik van hard PVC aansluitleidingen. De aangeleverde gegevens hebben betrekking op het aantal aansluitleidingen per toegepaste diameter en de ouderdom van de desbetreffende leiding.

3.1 Vragenlijst aansluitleidingen

Alle regionale gasnetbeheerders hebben in juni 2008 een vragenlijst voor aansluitleidingen ontvangen. Een voorbeeld is weergegeven in bijlage V. In de vragenlijst hebben de netbeheerders per gebied, per deelnet (druk) en per diameterindeling het aantal aansluitleidingen ingevuld. De diameterindeling is gebaseerd op de indeling zoals deze in Nestor wordt gehanteerd. Tevens is onderscheid gemaakt tussen aansluitleidingen buiten de gevel en aansluitleidingen binnen de gevel. Hiermee wordt onderscheid gemaakt tussen de aansluitleiding die loopt vanaf de hoofdleiding tot aan de overgangskoppeling (vlak voor de gevel) en het deel dat vanaf de overgangskoppeling het gebouw ingaat en loopt tot aan de hoofdkraan ⁽⁴⁾. Tevens is onderscheid gemaakt tussen leidingen jonger of ouder dan 1975. Het jaartal 1975 is gekozen omdat hard PVC na dit jaar steeds minder is toegepast.

3.2 Overzicht naar totalen in Nederland

In dit hoofdstuk worden de totale aantallen over heel Nederland besproken. Hoofdstuk 4 gaat in op de aantallen per gebied. In digitale databestanden behorende bij deze rapportage worden per gebied de gedetailleerde gegevens weergegeven.

3.2.1 Verdeling van de hard PVC aansluitleidingen

In tabel 5 wordt een verdeling van de hard PVC aansluitleidingen weergegeven.

⁴ De hoofdkraan is de inlaatafsluiter van de meteropstelling.

Omschrijving	Deelnet	Leeftijd	Aantal
Buiten gevel	30 mbar	≤1975	24.613
		>1975	25.289
	100 mbar	≤1975	161.343
		>1975	21.476
Subtotaal			232.721
Binnen gevel	30 mbar	≤1975	305
		>1975	35
	100 mbar	≤1975	169
		>1975	52
Subtotaal			561
Alle		≤1975	186.430
		>1975	46.852
Totaal			233.282

tabel 5: Verdeling van aantallen hard PVC aansluitleidingen

3.2.2 Samenvatting

In totaal liggen er in Nederland volgens de opgave van de netbeheerders 232.721 hard PVC aansluitleidingen buiten de gevel. Ten opzichte van een totaal aantal van bijna 3,5 miljoen ⁽⁵⁾ is dit een percentage van 6,6 procent. Hieruit blijkt dat slechts een klein gedeelte van de aansluitleidingen bestaat uit relatief brosse materialen; het andere deel bestaat uit taaie materialen zoals koper en PE.

Binnen de gevel liggen 561 hard PVC aansluitleidingen.

Vier-vijfde deel van de nu nog aanwezige hard PVC aansluitleidingen is aangelegd vóór 1976. Hard PVC aansluitleidingen worden nu niet meer aangelegd. ⁽⁶⁾

⁵ Dit aantal is gebaseerd op de gegevens in de Nestor database. Het totaal aantal klanten van de gasnetbeheers bedraagt bijna 6,8 miljoen, het aantal aansluitleidingen 3,5 miljoen. Meerdere klanten kunnen aangesloten zijn op één en dezelfde aansluitleiding. Denk hierbij aan appartementengebouwen.

⁶ Zie NEN 7244-6:2005 voor een overzicht van materialen voor aansluitleidingen.

4 Geografische spreiding van de leidingen

Om inzichtelijk te maken in welk gebied de verschillende materialen voorkomen heeft elke netbeheerder de vragenlijsten per gebied ingevuld.

Een gebied is als volgt gedefinieerd:

- afzonderlijke plaatsen met meer dan 90.000 inwoners (of 30.000 aansluitingen);
- alles wat buiten deze plaatsen valt en behoort tot het netwerk van een netbeheerder in de van toepassing zijnde provincie. Dit gebied wordt ook wel buitengebied genoemd.

Op deze manier zijn de verschillende gebieden met elkaar te vergelijken, zowel voor de verhouding brosse/niet-brosse hoofdleidingen als voor het aantal hard PVC aansluitleidingen.

4.1 Locaties van de relatief brosse hoofdleidingen

In figuur 3 (pagina 16) wordt een landelijk overzicht gegeven van de verhouding van lengten van relatief brosse hoofdleidingen ten opzicht van de totale lengte van hoofdleidingen in een bepaald gebied.

De nummering en de kleuren in de figuur geeft de gebieden van de netbeheerder weer.

4.2 Locaties van de hard PVC aansluitleidingen

In figuur 4 (pagina 18) wordt een landelijk overzicht van de aantallen hard PVC aansluitleidingen weergegeven.

Om de aantallen hard PVC aansluitleidingen in de verschillende gebieden eenvoudiger met elkaar te kunnen vergelijken, is in tabel 6 (pagina 19) een overzicht gegeven gerangschikt naar aantallen.

Beheerder	Gebied	Plaats	Aantal
NRE	Eindhoven	Eindhoven	32.986
Conet	Overijssel	buitengebied	32.394
Obragas	Noord-Brabant	buitengebied	30.975
NRE	Noord-Brabant	buitengebied	24.903
Essent	Noord-Brabant	buitengebied	14.559
Continuon	Gelderland	buitengebied	13.560
Delta	Zeeland	buitengebied	12.227
Essent	Friesland	buitengebied	10.605
Eneco	Noord oost Friesland	Noord oost Friesland	9.463
Rendo	Drenthe	Drenthe	8.572
Intergas	West-Brabant	West-Brabant	6.727
Essent	Drenthe	buitengebied	6.067
Essent	Friesland	Leeuwarden	4.161
Eneco	Noord holland	Noord holland	3.216
Continuon	Zuid-holland	buitengebied	3.112
Continuon	Apeldoorn	Apeldoorn	2.485
Haarlemmermeer	Noord holland	Noord holland	1.974
Essent	Groningen	buitengebied	1.771
Continuon	Arnhem	Arnhem	1.601
Continuon	Noord-Holland	buitengebied	1.568
Continuon	Friesland	buitengebied	1.380
Essent	Overijssel	buitengebied	1.110
Essent	Flevoland	buitengebied	887
Continuon	Ede	Ede	534
Essent	Breda	Breda	519
Westland	Westland	Westland	472
Continuon	Nijmegen	Nijmegen	291
Eneco	Weert	Weert	235
Essent	Enschede	Enschede	208
Essent	Limburg	buitengebied	187
Continuon	Alkmaar	Alkmaar	145
Essent	Groningen	Groningen	121
Continuon	Leiden	Leiden	97
Continuon	Hilversum	Hilversum	96
Continuon	Almere	Almere	85
Essent	Zwolle	Zwolle	73
Essent	Heerlen	Heerlen	67
Essent	s Hertogenbosch	s Hertogenbosch	59
Continuon	Flevoland	buitengebied	57
Essent	Tilburg	Tilburg	47
Continuon	Hoorn	Hoorn	5
Continuon	Utrecht	buitengebied	4
Continuon	Haarlem	Haarlem	2
Continuon	Zaanstad	Zaanstad	1
Continuon	Amsterdam	Amsterdam	0
Continuon	Overijssel	buitengebied	0
Continuon	Velsen	Velsen	0

tabel 6: Overzicht van hard PVC aansluitleidingen, gerangschikt naar aantal.

4.3 Samenvatting

Het landelijk overzicht van de lengtes van hoofdleidingen laat grote regionale verschillen zien in de toepassing van relatief brosse materialen.

In een aantal steden (Amersfoort, Utrecht, Amsterdam Tilburg, Den Haag) bedraagt het aandeel brosse hoofdleidingen meer dan de helft van het totaal.

In de meeste buitengebieden bedraagt het aandeel brosse hoofdleidingen minder dan de helft van het totaal.

De aantallen hard PVC aansluitleidingen tonen eveneens grote regionale verschillen. Hierbij moet worden opgemerkt dat deze aantallen absolute aantallen zijn en niet de aantallen per totaal aantal aansluitleidingen in het bewuste gebied.

5 Bepaling van lekkages door breuk

In dit hoofdstuk wordt toegelicht hoe de bepaling van het aantal mogelijke leidingbreuken van relatief brosse en niet-brosse hoofdleidingen en hard PVC aansluitleidingen over de periode van 1 januari 2005 tot en met 31 december 2007 tot stand is gekomen.

Onder relatief brosse (verder aangeduid met brosse) hoofdleidingen worden gerekend leidingen van nodulair- en grijs gietijzer, AC en hard PVC (ook wel aangeduid als wit PVC).

Onder relatief brosse aansluitleidingen worden gerekend leidingen van hard PVC.

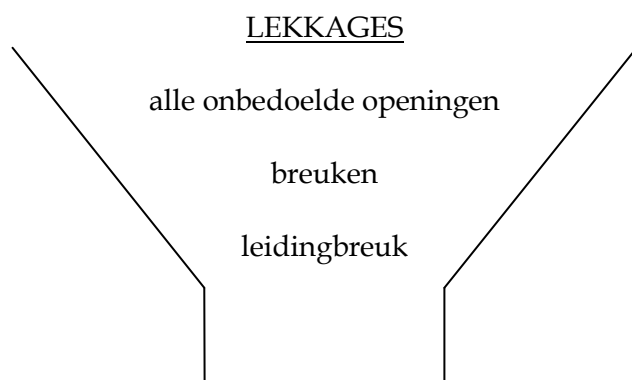
5.1 Breuk

Dit onderzoek richt zich op leidingbreuk. Voor een goed begrip van 'breuk' wordt eerst uitgelegd wat in deze rapportage onder breuk wordt verstaan. Als een lekkage optreedt, ontsnapt er onbedoeld gas door een opening. De opening kan verschillende vormen hebben: een afsluiter die onbedoeld open staat, een gat veroorzaakt door corrosie, een gat veroorzaakt door graafschade, een koppeling die lekt of een leiding die uit een verbinding is getrokken, enzovoort.

Een bijzondere groep openingen zijn breuken.

Een breuk is een spleet in een materiaaloppervlak. Breuken kunnen uitgroeien tot grote breuken waardoor een buis rondom breekt. In dat geval spreken we in deze rapportage van leidingbreuk. Ook kunnen breuken samenkomen met andere breuken, waardoor stukken losbreken. Ook dan spreken we in deze rapportage van leidingbreuk.

De volgende figuur geeft de onderverdeling van lekkages schematisch weer:



figuur 5: Onderverdeling van lekkages

Breuken kunnen langzaam of snel groeien. In beide gevallen kan dit leiden tot leidingbreuk.

In de mechanica maakt men onderscheid tussen 'taaie' (of ductiele) breuk en 'brosse' breuk. Materialen die taaie of brosse breukmechanismen vertonen worden 'taai' respectievelijk 'bros' genoemd.

Leidingmaterialen zoals PE, slagvast PVC, koper en staal, zijn taaie materialen. Hard PVC, dat als relatief bros materiaal wordt aangeduid, kan zich echter bij geleidelijke vervorming taai gedragen. Het staat plastische vervorming toe mits de vervorming geleidelijk gaat.

Brosse leidingmaterialen zijn asbest cement, grijs gietijzer en in minder mate nodulair gietijzer. Brosse breuk kan ook optreden bij hard PVC leidingen als deze een snelle vervorming ondergaan, bijvoorbeeld als een leiding door de bak van een graafmachine worden gegrepen.

Als graafwerk buiten beschouwing wordt gelaten, zijn vervormingen van leidingen in de grond bijna altijd het gevolg van de krachten die geleidelijk door de omliggende grond op de leiding worden uitgeoefend. Dit vindt onder andere plaats door verschillen in zakking van de grond ofwel door 'werking van de bodem'. Ook komt het voor dat de bodem met de gasleiding in zijn geheel zakt. Als de leiding hierbij plaatselijk op een vast punt stuit dan is zogenaamde 'puntbelasting' het gevolg.

Het krachtenspel in de grond is van dien aard dat taaie materialen wel scheuren kunnen gaan vertonen, maar in de regel zal een taaie buis niet plotseling breken (behalve als een shovel de buis raakt of omhoog trekt). Bij taaie materialen zal in de regel de lekkage klein beginnen en geleidelijk in de tijd toenemen.

Bij brosse materialen is het wel mogelijk dat een grote lekkage plotseling ontstaat: als de spanning of de vervorming te groot wordt, kan de buis in korte tijd over de volle omtrek breken.

Samenvattend wordt onder leidingbreuk verstaan:

- een breuk over de volle omtrek van de buis;
- een scherf die uit de buiswand is gebroken.

5.2 Nestor

Sinds enkele jaren wordt door de gasnetbeheerders gebruik gemaakt van het storingsregistratie programma Nestor Gas. Hierin worden alle storingen geregistreerd die zich voordoen in het gasdistributiesysteem (⁷). Voor het vaststellen van het aantal leidingbreuken is gebruik gemaakt van de Nestorgegevens die jaarlijks door de netbeheerders aan Kiwa Gas Technology ter beschikking worden gesteld.

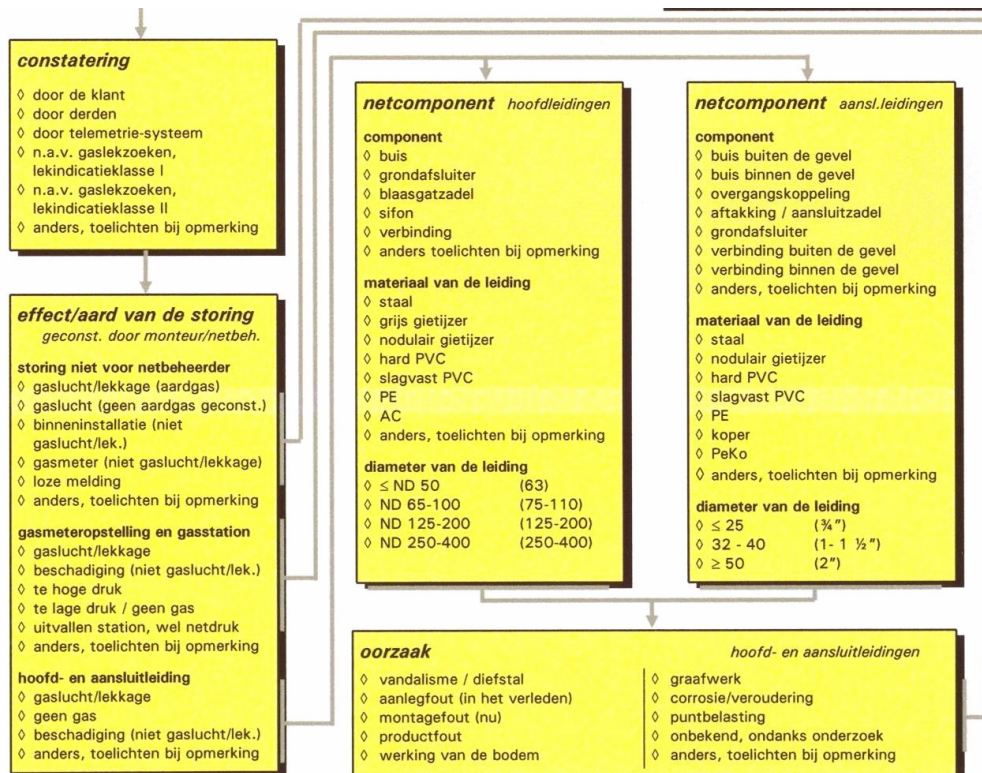
Breuk en 'leidingbreuk' wordt in Nestor niet als een oorzaak geregistreerd, omdat breuk wordt beschouwd als een gevolg. Om deze reden heeft Kiwa Gas Technology vanuit haar specifieke deskundigheid en ervaring selectiecriteria opgesteld waarmee kan worden afgeleid of leidingbreuk is opgetreden.

Deze selectiecriteria zijn gebruikt voor de analyse van de Nestorgegevens.

⁷ De Nestorgegevens zijn in de loop van de jaren steeds betrouwbaarder geworden. In het verleden zijn storingen niet altijd volledig en uniform vastgelegd. Om deze reden moet terughoudend met de resultaten van de Nestoranalyse worden omgegaan, dit geldt in het bijzonder voor 2005 en in mindere mate voor de jaren 2006 en 2007.

In het vervolg van dit hoofdstuk wordt besproken hoe gekomen is tot de selectiecriteria.

Bijlage VI toont een leeg Nestor formulier. Voor het goed kunnen begrijpen van dit hoofdstuk verdient het aanbeveling de 'route' in dit formulier te bestuderen. In figuur 6 wordt een deel van het Nestor formulier weergegeven. De gele blokken worden afzonderlijk besproken.



figuur 6: Deel van het Nestor storingsformulier.

5.2.1 Constatering

Het formulier begint met constatering van de storing (blok links bovenaan). De storingsmelding kan van verschillende bronnen afkomstig zijn, zoals klanten. Voor dit onderzoek is het niet van belang welke bron de constatering doet.

Oftewel: alle constateringen zijn selectie-criteria.

5.2.2 Effect/aard van de storing

Vervolgens moet het blok 'effect/aard van de storing' worden ingevuld. Voor dit onderzoek is alleen het deel 'hoofd- en aansluitleiding' van belang. Bij dit deel staan vier categorieën, waarvan alleen 'gaslucht/lekkage' kan duiden op leidingbreuk.

De selectiecriteria zijn dus: 'hoofd- en aansluitleiding'/'gaslucht/lekkage'.

5.2.3 Netcomponent Hoofdleiding

Componenten

Bij de hoofdleiding worden zes componenten onderscheiden. Maar niet bij al deze componenten wordt breuk verwacht. De componenten waar breuk mogelijk is zijn:

- buis
- sifon
- verbinding

Bij de andere componenten wordt lekkage niet aan breuk toegeschreven:

- Lekkage van de 'grondafsluiter' wordt veroorzaakt door lekkage langs de spindel of van de (flens)verbinding.
- Lekkage van het 'blaasgatzadel' wordt veroorzaakt door lekkage van de verbinding op de hoofdleiding of van de afdichtingsplug.
- De toelichting bij component 'anders' is niet in de Nestor data beschreven en kan daarom niet aan breuk worden toegeschreven.

Selectiecriteria zijn dus de componenten 'buis', 'sifon' en 'verbinding'.

Materiaal van de leiding

Bij alle materialen kunnen lekkages optreden. Alle materialen zijn dus selectiecriteria.

In paragraaf 5.2.6 wordt nagegaan bij welke combinatie van oorzaak en leidingmateriaal breuk wordt verwacht.

Diameter van de leiding

Alle diameters kunnen breuk vertonen. Alle diameters zijn dus selectiecriteria.

5.2.4 Netcomponent Aansluitleiding

Componenten

Bij de aansluitleiding worden acht componenten onderscheiden. Maar niet bij al deze componenten wordt breuk verwacht. De componenten waar breuk mogelijk is zijn:

- Buis buiten de gevel
- Buis binnen de gevel
- Verbinding buiten de gevel ⁽⁸⁾
- Verbinding binnen de gevel ⁽⁸⁾

⁸ Daar waar in Nestor 'verbinding buiten de gevel' of 'verbinding binnen de gevel' is geregistreerd, betreft dit een verbinding van twee leidingdelen. Verbindingen van de leiding met een andere component worden namelijk toegewezen aan de betreffende component. Dit gaat uit van de veronderstelling dat bij de Nestorinstructie aan de monteurs hier nadrukkelijk op gewezen is. Indien dit niet het geval is, is de kans groot dat onterecht veel lekkages aan de onderlinge buisverbindingen zijn toegewezen. Bij de beoordeling van het mogelijk aantal leidingbreuken dient hier extra aandacht voor te zijn.

Bij de andere componenten wordt lekkage niet aan breuk toegeschreven:

- Lekkage van de overgangskoppeling wordt meestal veroorzaakt door lekkende verbindingen.
- Lekkage van het 'aftakking/aansluitzadel' wordt doorgaans veroorzaakt door lekkages van de aansluiting op de hoofdleiding, door de kap of de verbinding met de aansluitleiding.
- Lekkage van de 'grondafsluiter' wordt meestal veroorzaakt door lekkage langs de spindel of van de (flens)verbinding.
- De toelichting bij component 'anders' is niet in de Nestor gegevens beschreven en kan daarom niet aan breuk worden toegewezen.

Selectiecriteria zijn dus die componenten waar breuk mogelijk is.

Materiaal van de leiding

In dit onderzoek worden alleen hard PVC aansluitleidingen geanalyseerd. Dus alleen hard PVC is een selectie criterium.

Diameter van de leiding

Alle diameters kunnen breuk vertonen. Alle diameters zijn dus selectiecriteria.

5.2.5 Oorzaken algemeen

Nestor kent tien soorten oorzaken voor storingen. Een aantal oorzaken zijn niet relevant als het gaat om te onderzoeken welke materialen breukgevoelig zijn. Bovendien is moeilijk te beredeneren of sprake was van breuk of van ander soort lekkage. Deze oorzaken zijn:

- Vandalisme/diefstal
- Montagefout (nu)
- Graafwerk
- Onbekend, ondanks onderzoek
- Anders

In hoofdstuk 7 wordt dieper op deze storingen en de daardoor veroorzaakte lekkages ingegaan.

De overige oorzaken kunnen aanleiding geven tot breuken. Deze oorzaken zijn de volgende:

- Aanlegfout (in het verleden)
- Productfout
- Werking van de bodem
- Corrosie/veroudering
- Puntbelasting

In tabel 7 worden deze begrippen toegelicht.

Oorzaak van storing	Toelichting
Aanlegfout (in het verleden)	Hiervan is bijvoorbeeld sprake als de leiding op andere kabels of leidingen rust, onrond is geworden door onvoldoende verdichting of indien koppelingen in het verleden niet volgens de voorschriften zijn gemonteerd (montagefout in het verleden).
Productfout	Fouten in het materiaal, onjuiste maatvoering, gietfouten en dergelijke.
Werking van de bodem	Zetting van de bodem en het zakken van de leiding kunnen spanningen veroorzaken op de leiding.
Corrosie/veroudering	Onder corrosie valt galvanische-, elektrochemische- en chemische corrosie, en tevens de spanningscorrosie bij kunststoffen. Onder veroudering wordt verstaan de kwaliteitsreductie als gevolg van de tijd, bijvoorbeeld verharding van afdichtingsrubber.
Puntbelasting	Stenen of andere harde voorwerpen zijn oorzaak van de storing.

tabel 7: Toelichting bij oorzaken van storingen (bron: Handleiding Nestor Gas)

5.2.6 Omstandigheden die leiden tot breuk bij hoofdleidingen

In bijlage VII is een analyse gemaakt om te bepalen bij welke combinatie van oorzaak/component/materiaal sprake kan zijn van leidingbreuk, indien in Nestor een storingsmelding is gemaakt met als constatering lekkage.

Samenvattend geldt voor hoofdleidingen dat de combinaties:

- gaslucht/lekkage
- buis
- grijs gietijzer, nodulair gietijzer, AC
- 'aanlegfout (in het verleden)', 'werking van de bodem', 'puntbelasting'

hoogstwaarschijnlijk tot leidingbreuk hebben geleid.

Verder geldt dat bij de combinaties:

- gaslucht/lekkage
- buis
- hard PVC, slagvast PVC, PE en staal
- 'aanlegfout (in het verleden)', 'werking van de bodem', 'puntbelasting'

het onbekend is of breuk is opgetreden. Mogelijk is breuk opgetreden, maar gezien de materiaaleigenschappen is het onwaarschijnlijk dat leidingbreuk bij deze selectiecriteria is opgetreden. In het vervolg van de rapportage worden deze lekkages wél gemeld, maar niet onder de noemer 'leidingbreuk'.

Met deze gegevens als uitgangspunt is het aantal mogelijke breuken in de periode van 1 januari 2005 tot en met 31 december 2007 bepaald.

5.2.7 *Omstandigheden die leiden tot breuk bij hard PVC aansluitleidingen*

Vervolgens worden de hard PVC aansluitleidingen geanalyseerd. In bijlage VII is de uitwerking van de analyse weergegeven.

Samenvattend geldt voor hard PVC aansluitleidingen dat de combinatie:

- gaslucht / lekkage
- verbinding buiten de gevel
- verbinding binnen de gevel
- hard PVC
- 'aanlegfout (in het verleden)', 'werking van de bodem', 'corrosie veroudering' en 'puntbelasting'

hoogstwaarschijnlijk tot leidingbreuk heeft geleid.

Verder geldt dat bij de combinaties:

- gaslucht/lekkage
- buis
- hard PVC
- 'aanlegfout (in het verleden)', 'werking van de bodem', 'puntbelasting'

het onbekend is of breuk is opgetreden. Het is onwaarschijnlijk dat leidingbreuk is opgetreden. In het vervolg van de rapportage worden deze lekkages wél gemeld, maar niet onder de noemer 'breuk'.

Met deze gegevens als uitgangspunt is het aantal mogelijke breuken in de periode van 1 januari 2005 tot en met 31 december 2007 bepaald.

6 Overzicht van lekkages

In het vorige hoofdstuk is geconstateerd dat bij lekkages bij relatief brosse materialen (uitgezonderd hard PVC) wel sprake kan zijn geweest van leidingbreuk, maar bij hard PVC en de taaie materialen hoogst waarschijnlijk niet. Hier is mogelijk wel breuk opgetreden, maar dat is niet met zekerheid te zeggen.

Daarom wordt op basis van deze argumentatie in dit hoofdstuk onderscheid gemaakt tussen leidingbreuken en overige lekkages.

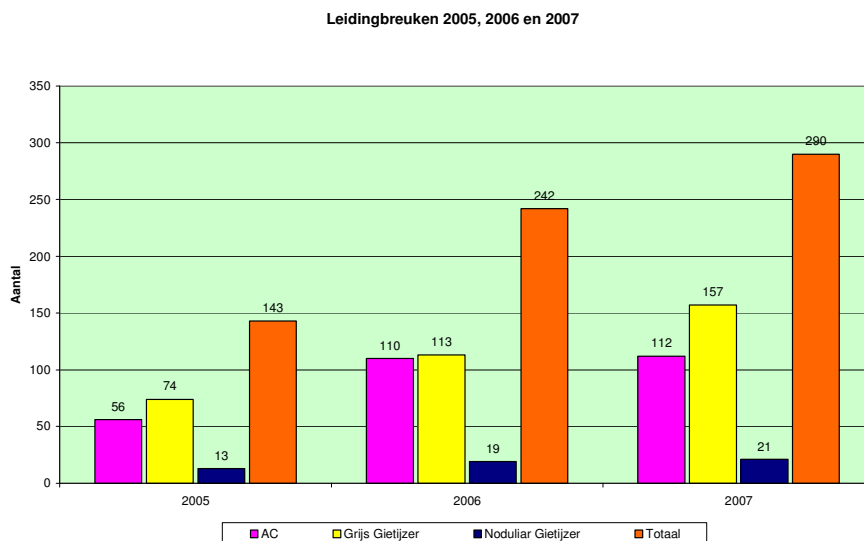
In dit hoofdstuk is sprake van absolute aantallen en relatieve aantallen. Relatieve aantallen zijn altijd ten opzichte van de gegevens welke door de netbeheerders in juni 2008 zijn aangeleverd (zie hoofdstukken 2 en 3).

6.1 Hoofdleidingen

Het aantal lekkages ten gevolge van leidingbreuken in hoofdleidingen van grijs- en nodulair gietijzer en AC is bepaald op basis van de gegevens in Nestor. Het aantal lekkages in de overige hoofdleidingen is op basis van dezelfde selectie-criteria bepaald.

6.1.1 Absoluut aantal leidingbreuken

In figuur 7 is het absolute aantal leidingbreuken weergegeven welke in 2005, 2006 en 2007 zijn opgetreden. Een uitsplitsing naar de oorzaak welke tot de breuk heeft geleid is opgenomen in bijlage VIII.

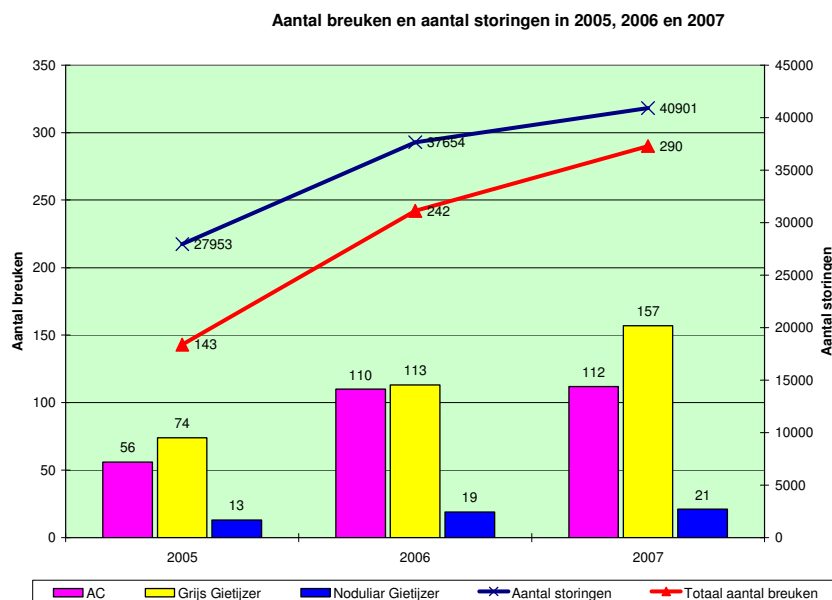


figuur 7: Absoluut aantal leidingbreuken van hoofdleidingen

Het aantal breuken dat in Nestor is geregistreerd laat over de jaren duidelijk een toename zien. Dit moet hoogstwaarschijnlijk worden toegeschreven aan

een nauwkeuriger registratie van de storingsgegevens, zoals in figuur 8 is te zien.

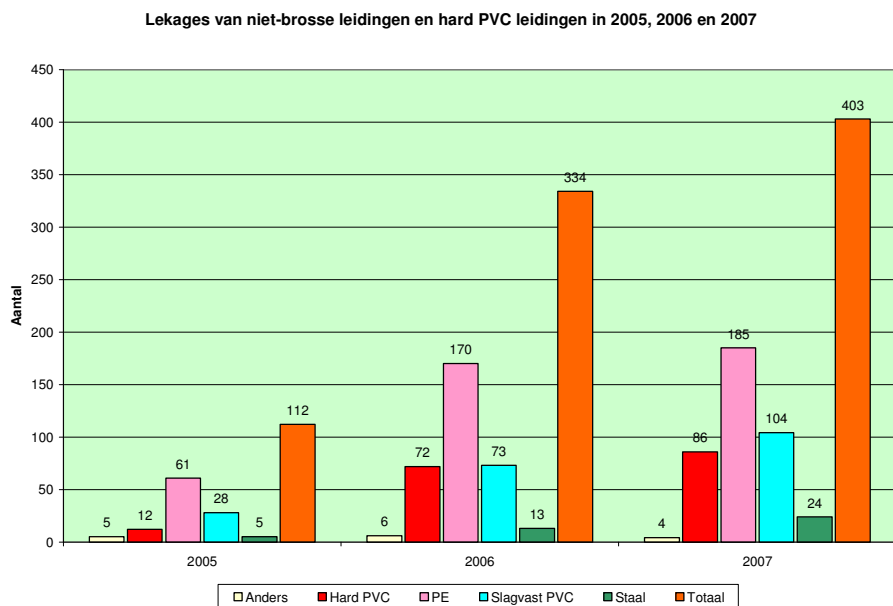
In deze figuur wordt het verband weergegeven tussen het aantal breuken en het totaal aantal in Nestor geregistreerde storingen zoals gerapporteerd in de jaarrapportages 'Storingsrapportage gasdistributienetten'.



figuur 8: Absoluut aantal leidingbreuken van hoofdleidingen t.o.v. het totaal aantal storingen

Zoals aangegeven in het vorige hoofdstuk treden er bij hard PVC, slagvast PVC, PE en staal ook lekkages op aan de component 'buis' ten gevolge van de oorzaken die bij grijs- en nodulair gietijzer en AC leiden tot leidingbreuk, namelijk 'aanlegfout', 'werking van de bodem' en 'puntbelasting'. Voor deze materialen geldt dat leidingbreuk niet is uit te sluiten, maar zeer onwaarschijnlijk is. Het is op basis van de beschikbare gegevens niet mogelijk hier nader uitspraak over te doen.

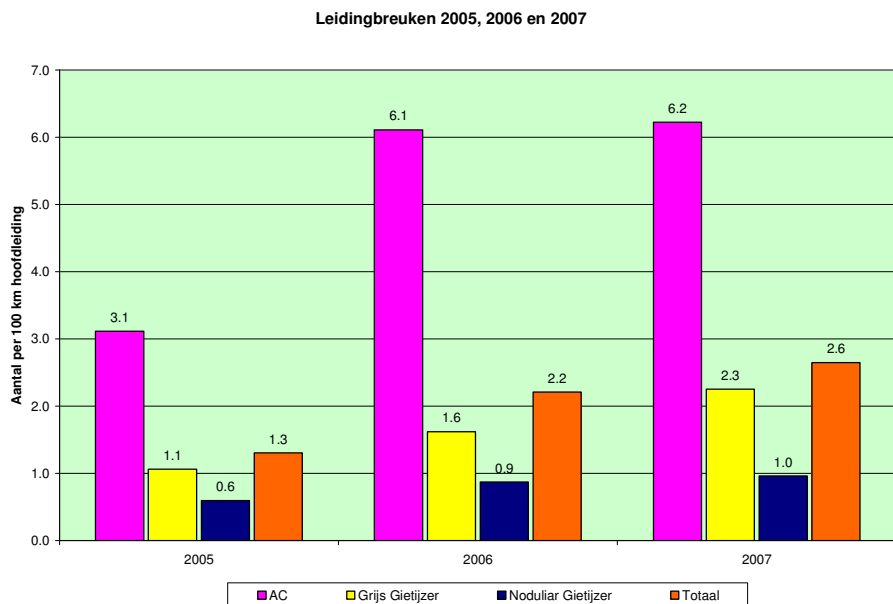
In figuur 9 is daarom het aantal lekkages weergegeven voor de genoemde leidingmaterialen ten gevolge van bovengenoemde oorzaken.



figuur 9: Absoluut aantal lekken van niet-brosse leidingen (inclusies hard PVC)

6.1.2 Relatief aantal leidingbreuken

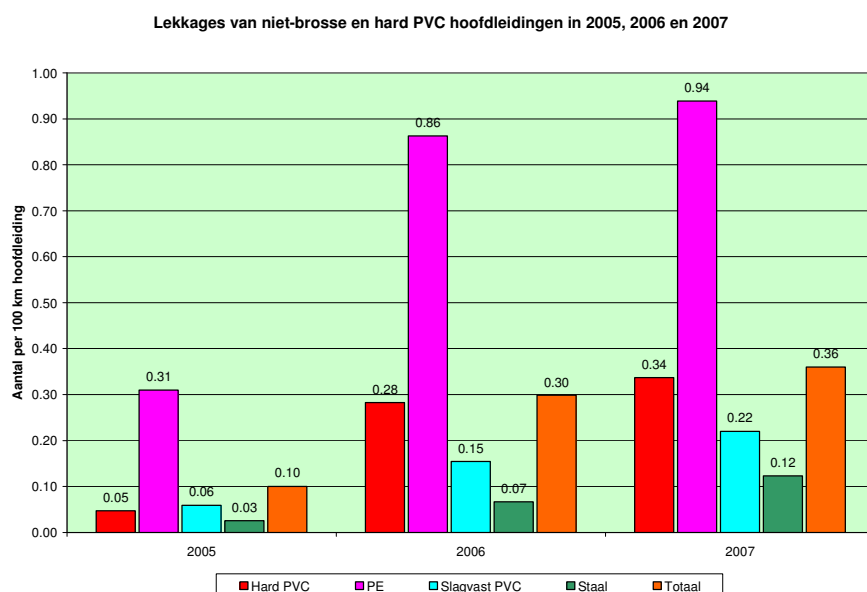
In figuur 10 is het aantal leidingbreuken per 100 km hoofdleiding van het betreffende materiaal weergegeven.



figuur 10: Relatief aantal breuken van hoofdleidingen

In figuur 11 zijn de lekkages weergegeven die ontstaan zijn ten gevolge van de oorzaken 'aanlegfout', 'werking van de bodem' en 'puntbelasting' voor

hard PVC en de niet-brosse leidingmaterialen. De aantallen lekkages zijn weergegeven per 100 km hoofdleiding van het betreffende materiaal.

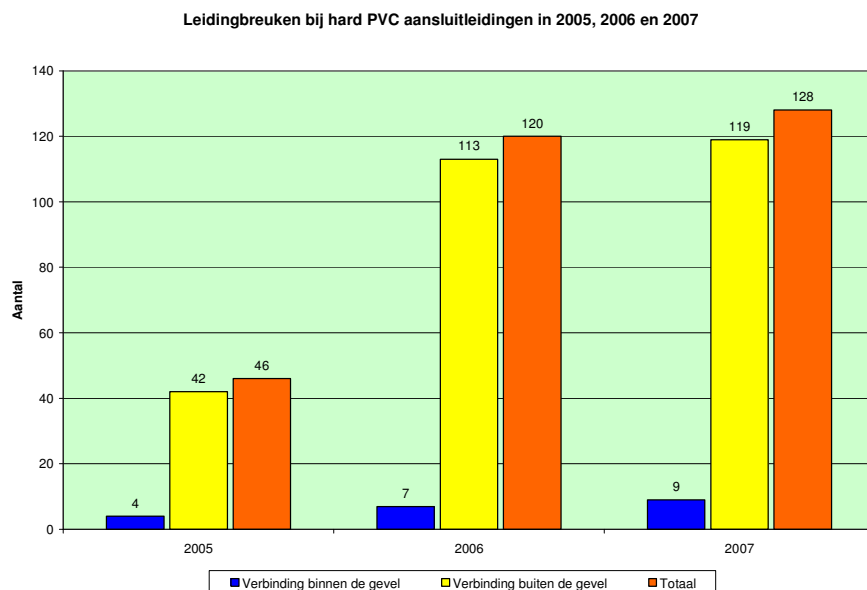


figuur 11: Relatief aantal lekken van niet-brosse hoofdleidingen (inclusief hard PVC)

6.2 Aansluitleidingen

6.2.1 Absoluut aantal leidingbreuken

In figuur 12 is het absolute aantal leidingbreuken in hard PVC aansluitleidingen weergegeven welke in 2005, 2006 en 2007 zijn opgetreden. Een uitsplitsing naar de oorzaak welke tot de breuk heeft geleid is opgenomen in bijlage IX.



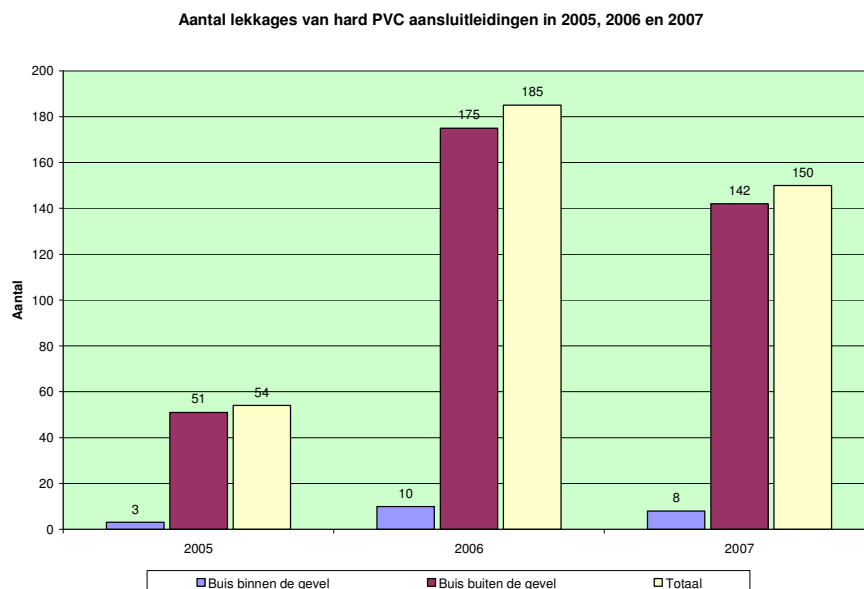
figuur 12: Absoluut aantal leidingbreuken van hard PVC aansluitleidingen

De uitsplitsing naar de oorzaak (2005-2007) toont aan dat veruit de meeste breuken het gevolg zijn van 'corrosie/veroudering' (123) en 'werking van de bodem' (99), gevolgd door 'aanlegfout' (57) en 'puntbelasting' (15).

Het is verklaarbaar dat 'werking van de bodem' veel voorkomt omdat het pand waar de leiding is ingevoerd een vast punt is, terwijl bijna altijd wel enige grondzakking plaatsvindt.

De 'aanlegfout' en 'corrosie/veroudering' kan betrekking hebben op de constatering door de monteurs van een overmatig gebruik van lijm bij aanleg van de leiding.

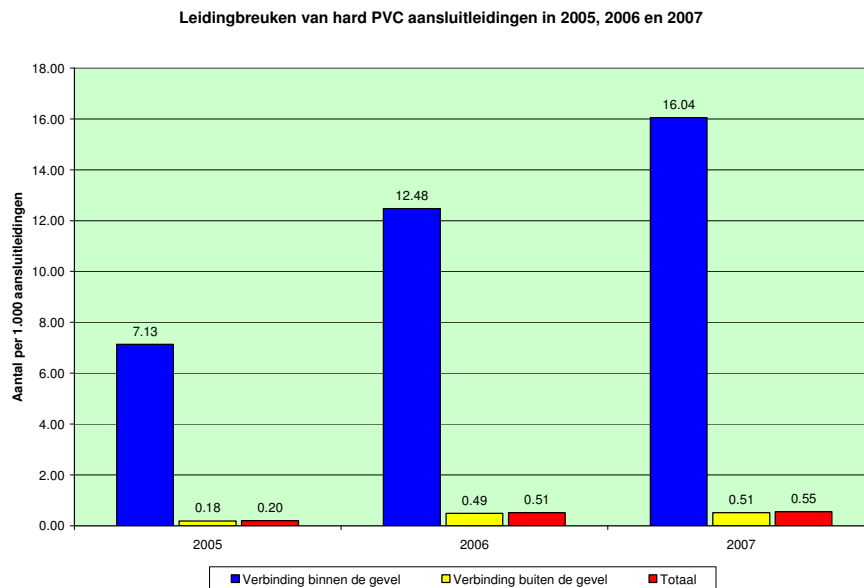
Er treden bij hard PVC aansluitleidingen ook lekkages op aan de component 'buis binnen de gevel' en 'buis buiten de gevel' ten gevolge van de oorzaken 'aanlegfout', 'werking van de bodem' en 'puntbelasting'. In figuur 13 is daarom dit aantal lekkages weergegeven. Hiervoor geldt dat leidingbreuk niet is uit te sluiten, maar zeer onwaarschijnlijk is. Het is op basis van de beschikbare gegevens niet mogelijk hier nader uitspraak over te doen.



figuur 13: Aantal lekkages van hard PVC aansluitleidingen component buis

6.2.2 Relatief aantal leidingbreuken

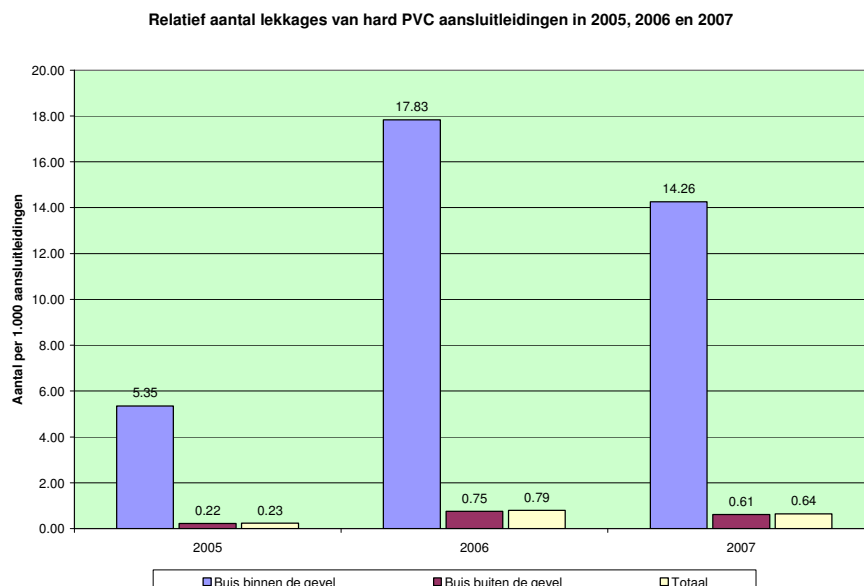
In figuur 14 is het aantal leidingbreuken per 1.000 hard PVC aansluitleidingen weergegeven welke in 2005, 2006 en 2007 zijn opgetreden. Deze breuken treden alleen bij de verbindingen op (zie paragraaf 5.2.7). Er wordt onderscheid gemaakt tussen de verbindingen binnen en buiten de gevel.



figuur 14: Relatief aantal leidingbreuken van hard PVC aansluitleidingen

Een uitschieter is de ‘verbinding binnen de gevel’. Het gaat hier om vier, zeven en negen breuken (op een totaal van 561 hard PVC aansluitleidingen binnen de gevel) in respectievelijk 2005, 2006 en 2007.

In figuur 15 is het relatief aantal lekkages weergegeven van hard PVC aansluitleidingen voor de component ‘buis buiten de gevel’ en ‘buis binnen de gevel’ per 1.000 aansluitleidingen.



figuur 15: Relatief aantal lekkages van hard PVC aansluitleidingen voor de component buis

Een uitschieter is de 'buis binnen de gevel'. Het gaat hier om drie, tien en acht lekkages (op een totaal van 561 hard PVC aansluitleidingen binnen de gevel) in respectievelijk 2005, 2006 en 2007.

6.3 Samenvatting

Het aantal leidingbreuken bij de brosse hoofdleidingen (uitgezonderd hard PVC) lag in 2007 gemiddeld op 2,6 per 100 km leiding.

Van de brosse materialen treedt bij asbest cement relatief het hoogste aantal breuken op met 6,2 per 100 km asbest cement leiding .

Worden dezelfde selectiecriteria toegepast bij de andere leidingmaterialen (inclusief hard PVC), dan is er wel sprake van lekkages (met mogelijk breuk) maar geen sprake van leidingbreuk. Het aantal lekkages ligt een stuk lager, namelijk gemiddeld op 0,38 per 100 km hoofdleiding van het bewuste materiaal (in 2007).

Opvallend is dat PE hoofdleidingen relatief meer lekkages vertonen dan de hard PVC leidingen.

Het aantal leidingbreuken bij hard PVC aansluitleidingen buiten de gevel bedraagt 5 breuken per 10.000 aansluitleidingen (in 2007). Het aantal breuken binnen de gevel in 2007 is met negen breuken absoluut laag (in 2007). Gezien de populatie van 561 hard PVC aansluitleidingen binnen de gevel is dit hoog te noemen. Omgerekend naar 10.000 aansluitleidingen is dit namelijk 160.

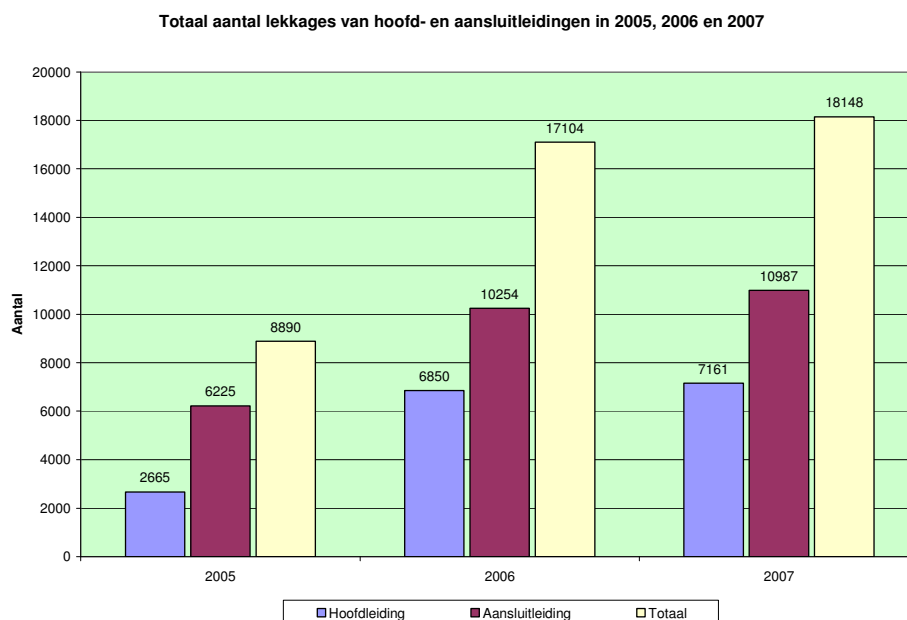
7 Overzicht overige lekkages

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de lekkages waarvan niet bij benadering kan worden geschat hoeveel lekkages het gevolg zijn van leidingbreuken. Dit is van toepassing op de volgende oorzaken:

- Graafwerk
- Onbekend, ondanks onderzoek
- Anders

7.1 Totaal overzicht lekkages

In figuur 16 wordt het totaal aantal storingsmeldingen tengevolge van lekkages weergegeven voor hoofd- en aansluitleidingen. Dit zijn lekkages bij alle componenten (buis, verbinding enzovoort).



figuur 16: Absoluut aantal lekkages van hoofd- en aansluitleidingen

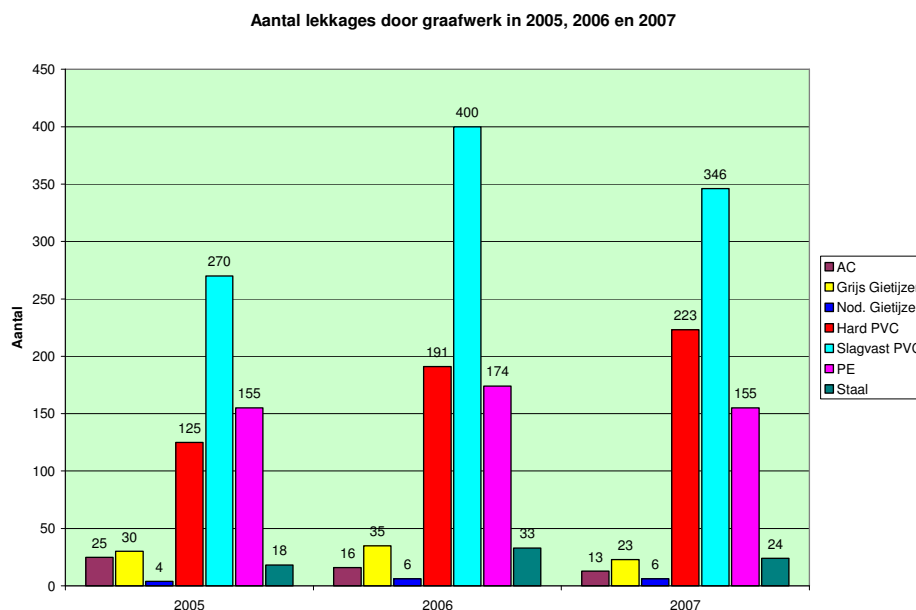
7.2 Lekkages door graafwerk

In de Handleiding Nestor Gas is graafwerk gedefinieerd als: 'lekkage en beschadigingen aan leidingen ten gevolge van diverse werkzaamheden in de grond, zoals graafwerkzaamheden, boringen, heien, ondergraven, etc. Ook indien de lekkage of beschadiging enige tijd geleden is veroorzaakt (oude schade)'.

Zoals eerder in dit rapport is aangegeven kan graafwerk zowel voor niet-brosse alsook voor relatief brosse materialen leidingbreuk tot gevolg hebben. In hoeverre sprake was van breuk kan op basis van de beschikbare Nestorgegevens niet nader worden geanalyseerd. Wel is kwantitatief aan te geven hoeveel lekkages door graafwerk zijn veroorzaakt.

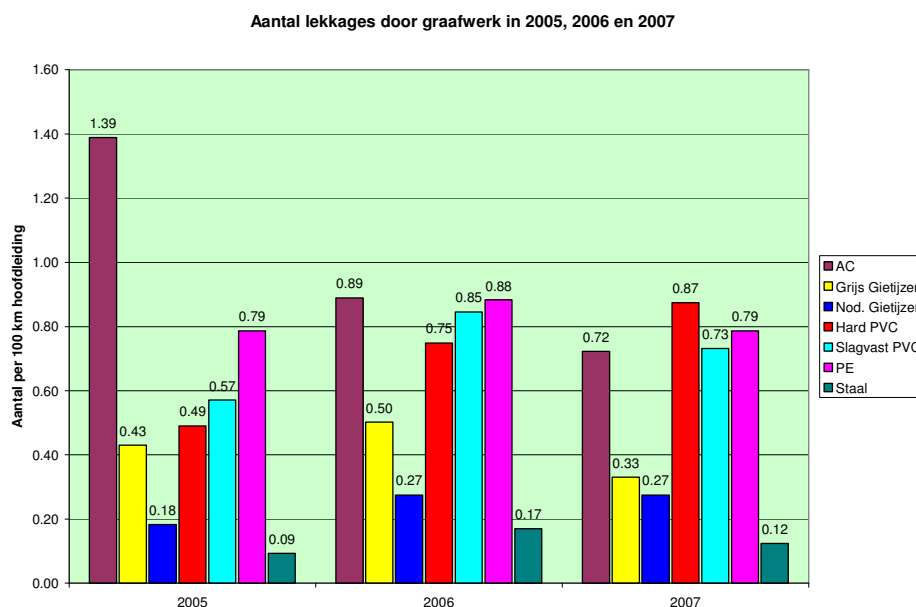
7.2.1 Hoofdleidingen

In figuur 17 is weergegeven hoeveel lekkages aan leidingen (component 'buis') zijn veroorzaakt door graafwerk in absolute aantallen.



figuur 17: Absoluut aantal lekkages door graafwerk

In figuur 18 zijn deze aantallen lekkages relatief weergegeven per 100 km hoofdleiding van het betreffende materiaal



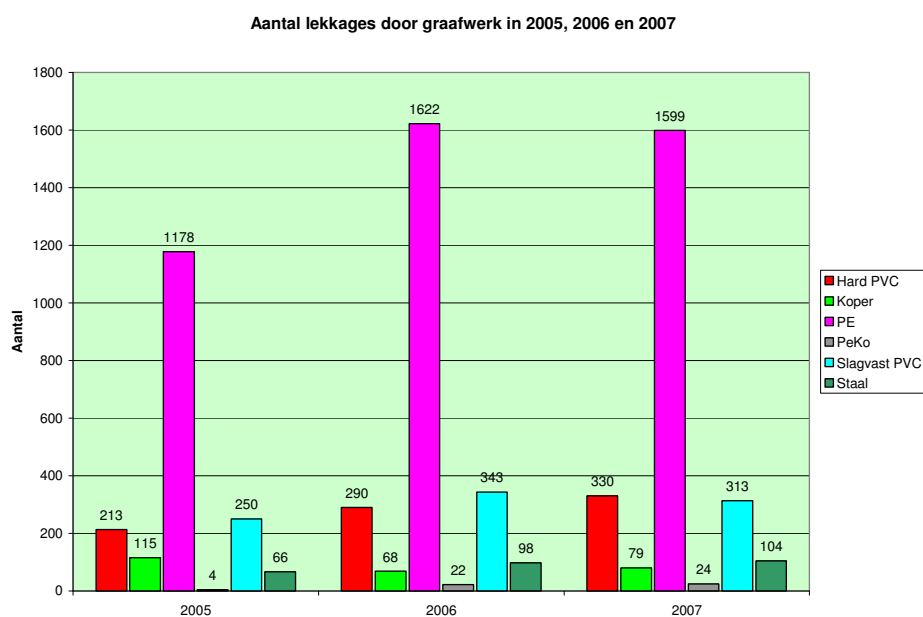
figuur 18: Aantal lekkages per 100 km hoofdleiding door graafwerk

Uit figuur 18 is af te lezen dat lekkage als gevolg van graafwerk het minst voorkomt bij nodulair gietijzer leidingen en stalen leidingen, gevolgd door

grijs gietijzer leidingen. Voor de overige materialen geldt dat graafwerk nagenoeg even frequent tot lekkage leidt.

7.2.2 Aansluitleidingen

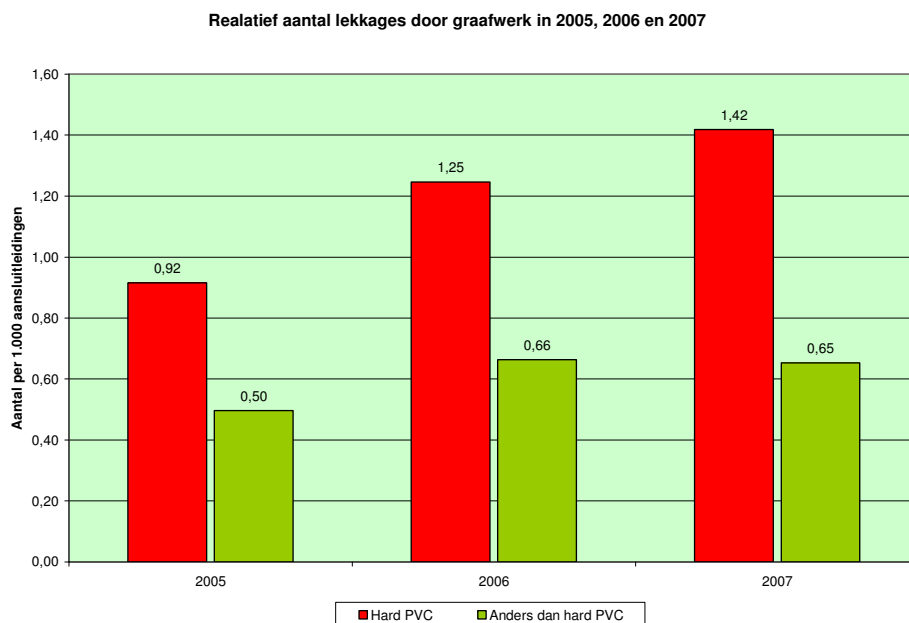
In figuur 19 is weergegeven hoeveel lekkages aan aansluitleidingen (component buis buiten de gevel en verbinding buiten de gevel) zijn veroorzaakt door graafwerk in absolute aantallen.



figuur 19: Absoluut aantal lekkages door graafwerk.

In figuur 20 zijn deze aantallen relatief weergegeven per 1.000 leidingen van dat materiaal ⁽⁹⁾.

⁹ De absolute aantallen hard PVC leidingen zijn gebaseerd op de gegevens aangeleverd door de netbeheerders in juni 2008. De absolute aantallen leidingen van de overige leidingen zijn gebaseerd op de data in Nestor.



figuur 20: Relatief aantal lekkages door graafwerk.

Uit de figuur is op te maken dat bij hard PVC aansluitleidingen relatief tweemaal zo vaak lekkage optreedt door graafwerk dan bij de overige materialen (koper, PE, PeKo, slagvast PVC en staal).

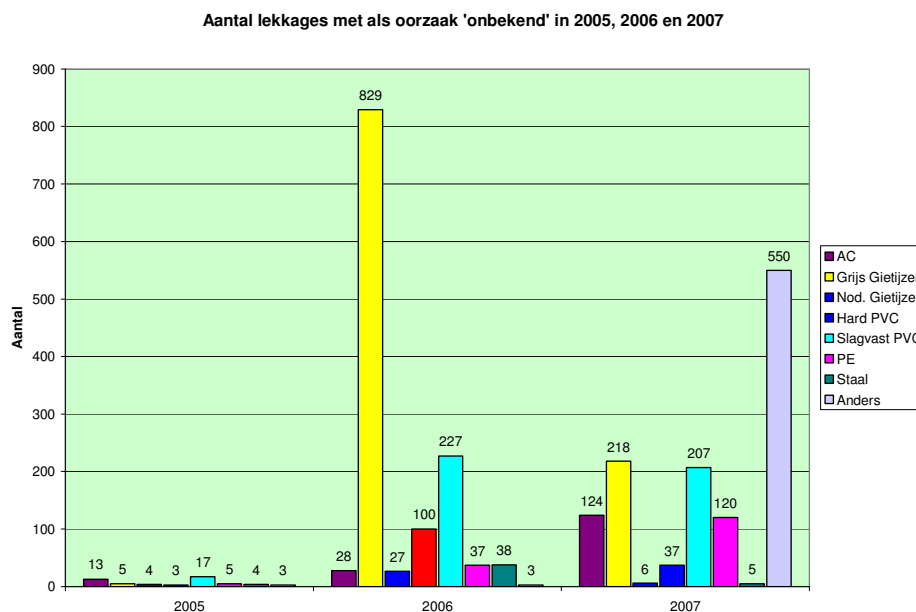
7.3 Lekkages met onbekende oorzaak

7.3.1 Hoofdleidingen

In de Handleiding Nestor Gas is onbekend als volgt gedefinieerd: 'indien, ondanks onderzoek, de oorzaak van de storing niet bekend is'. In het kader van dit onderzoek moet gelezen worden: 'indien, ondanks onderzoek, de oorzaak van de lekkage niet bekend is'.

Op basis van de Nestorgegevens kan niet worden beargumenteerd of de lekkage, met oorzaak 'onbekend', al dan niet het gevolg is van leidingbreuk. Wel is kwantitatief aan te geven hoeveel lekkages met als oorzaak 'onbekend' zijn geregistreerd.

In figuur 21 is dit voor hoofdleidingen voor de component 'buis' weergegeven.



figuur 21: Absoluut aantal lekkages waarvan de oorzaak onbekend is (ondanks onderzoek) in 2005, 2006 en 2007

Opvallend is het aantal lekkages met onbekende oorzaak bij grijs gietijzeren hoofdleidingen (829 in 2006) en bij het materiaal 'anders' (550 in 2007). Materiaal 'anders' betekent dat in het Nestor formulier bij materiaal gekozen is voor 'anders'.

In totaal zijn in 2005 bij de component 'buis', voor alle materialen en voor alle oorzaken 1.254 lekkages geregistreerd.

In 2006 waren dit in totaal 3.353 lekkages en in 2007 betroffen dit 3.645 lekkages.

Het totaal aan lekkages bij de component 'buis', voor alle materialen met een onbekende oorzaak, uitgedrukt in procenten van het totaal aantal lekkages bedraagt voor:

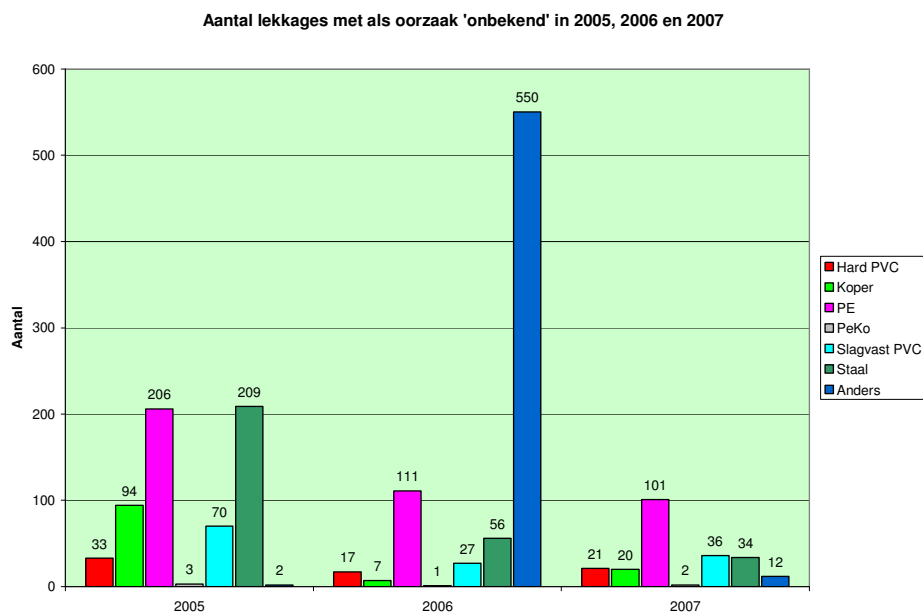
2005 = 4,3%

2006 = 38,4%

2007 = 34,7%

7.3.2 Aansluitleidingen

In figuur 22 is voor aansluitleidingen, voor alle materialen en voor de component 'buis buiten de gevel' en 'verbinding buiten de gevel', het aantal lekkages weergegeven.



figuur 22: Absoluut aantal lekkages waarvan de oorzaak onbekend is (ondanks onderzoek).

Een opvallende uitschieter is in 2006 het aantal lekkages (550) met oorzaak 'onbekend' aan aansluitleidingen waarvan eveneens de materiaalsoort niet bekend is.

Om bovenstaande aantallen te kunnen vergelijken volgen onderstaand het totaal aantal lekkages bij de componenten 'buis buiten de gevel' en 'verbinding buiten de gevel', voor alle materialen en voor alle oorzaken:

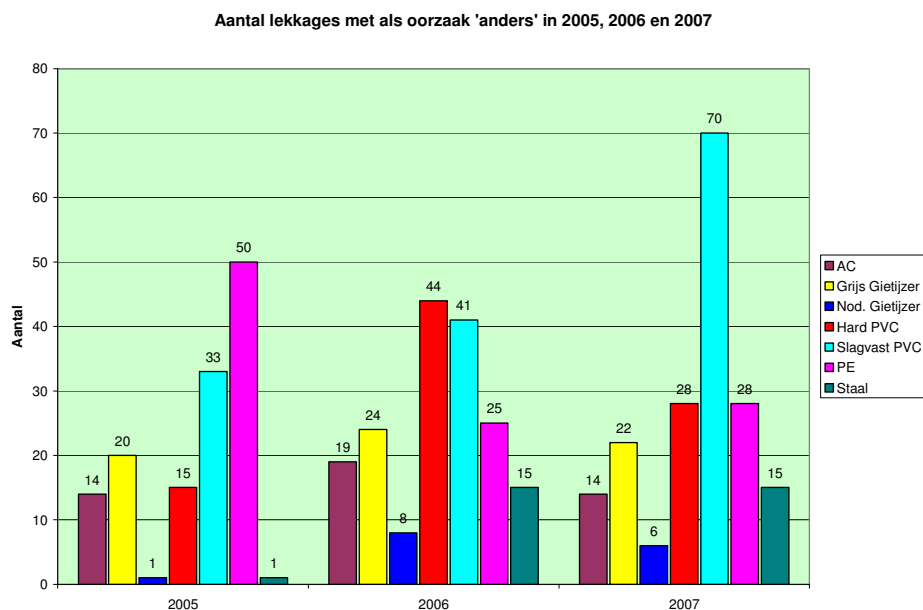
- in 2005 betroffen dit 4.063 storingen;
- in 2006 betroffen dit 6.551 storingen;
- in 2007 betroffen dit 5.928 storingen.

7.4 Lekkages met andere oorzaak

7.4.1 Hoofdleidingen

In de Handleiding Nestor Gas is vermeld dat als 'anders' is aangevinkt dit moet worden toegelicht bij 'opmerking'. Kiwa Gas Technology heeft niet de beschikking over de tekstuele toelichting bij de storingen. Nader onderzoek zal moeten aantonen of dit voor analyse van de storingsoorzaak bruikbare informatie oplevert.

Wel is kwantitatief aan te geven hoeveel lekkages met als oorzaak 'anders' zijn geregistreerd. In figuur 23 is dit voor hoofdleidingen (component 'buis') weergegeven.



figuur 23: Absoluut aantal lekkages van hoofdleidingen met als oorzaak 'anders'

Het totaal aantal lekkages met als oorzaak 'anders' uitgedrukt in procenten van het totaal aantal lekkages bedraagt voor:

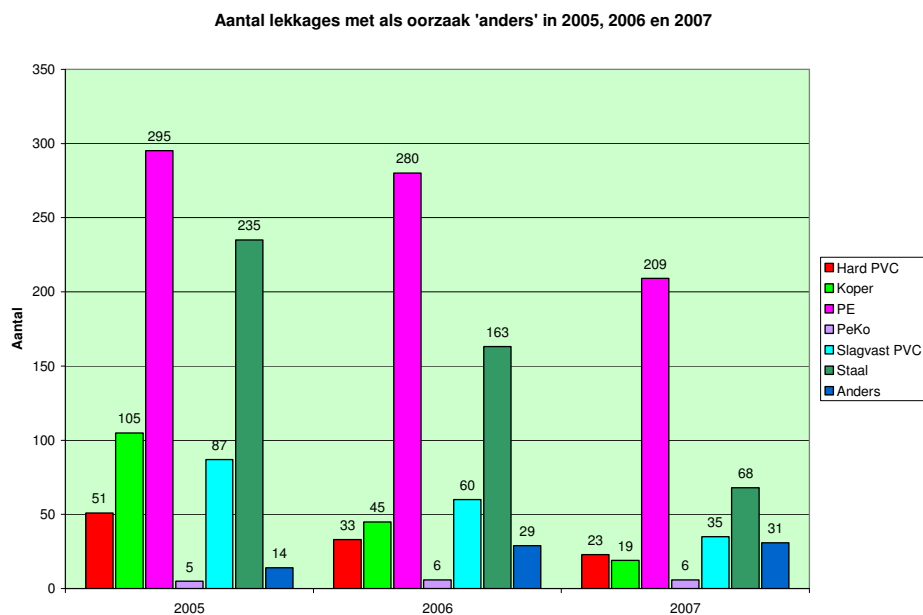
2005 = 11,3%

2006 = 5,5%

2007 = 5,1%

7.4.2 Aansluitleidingen

In figuur 24 is voor aansluitleidingen (component 'buis buiten de gevel' en 'verbinding buiten de gevel') kwantitatief aan gegeven hoeveel lekkages met als oorzaak 'anders' zijn geregistreerd.



figuur 24: Absoluut aantal lekkages met als oorzaak 'anders'.

7.5 Samenvatting

Het totaal aantal in Nestor gemelde lekkages in 2007 bij hoofd- en aansluitleidingen betrof 7.161 respectievelijk 10.987.

Het aantal lekkages door graafschade bij hoofdleidingen betreft ongeveer 0,7 per 100 km leiding van het bewuste materiaal. De meeste materialen scoren redelijk gelijk, met als uitschieter naar beneden staal met 0,12 lekkages per 100 km (in 2007).

Bij hard PVC aansluitleidingen treedt, rekening houdend met het aantal aansluitleidingen, tweemaal zo vaak lekkage op door graafwerk dan bij de overige materialen (koper, PE, PeKo, slagvast PVC en staal).

Opvallend is het aantal lekkages met onbekende oorzaak bij grijs gietijzeren hoofdleidingen (829 in 2006) en bij het materiaal 'anders' (550 in 2007).

Een opvallende uitschieter in 2006 is het aantal lekkages (550) met oorzaak 'onbekend' aan aansluitleidingen waarvan eveneens de materiaalsoort niet bekend is.

Het aantal lekkages met als oorzaak 'anders' bedroeg in 2007 bij hoofdleidingen 185 (alle materialen) en bij aansluitleidingen 391 (alle materialen).

I Overzicht netbeheerders

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de netbeheerders welke meegedaan hebben aan het onderzoek in juni 2008. De naamgeving van de netbeheerders is de toen geldende naamgeving.

Naam en adres	Naam en adres
Netbeheerder Centraal Overijssel B.V. (‘Cogas’)	Postbus 71 7600 AB Almelo T. 0546-836666 E. info@cogas.nl
DELTA Netwerkbedrijf B.V.	Postbus 5013 4330 KA Middelburg T. 0118-882900 E. info@delta.nl
ENECO NetBeheer B.V.	Postbus 1598 3000 BN Rotterdam T. 010-4575310 E. info@netbeheer.eneco.nl
ESSENT Netwerk B.V.	Postbus 856 5201 AW 's-Hertogenbosch T. 073-8533040 E. info@essent.nl
Intergas Energie B.V.	Postbus 179 4900 AD Oosterhoud (N.B.) T. 0162-481500 E. info@intergasnetbeheer.nl
NRE Netwerk	Postbus 2005 5600 CA Eindhoven T. 040-2389333 E. info@nre.nl
n.v. Continuon Netbeheer	Postbus 5086 6802 EB Arnhem T. 026-8442311
B.V. Netbeheer Haarlemmermeer	Postbus 442 2130 AK Hoofddorp T. 023-5691210 E. info@neth.nl
Obragas Net N.V.	Postbus 109 5900 AC Helmond T. 040-2389333 E. gst@obragasnet.nl
RENDONetbeheer B.V.	Postbus 18 7940 AA Meppel T. 0522-856400 E. info@rendo.nl

Naam en adres	Naam en adres
Westland Energie Infrastructuur B.V.	Postbus 1 2685 ZG Poeldijk T. 0174-236500 E. info@westlandenergie.nl

II Achtergrond toegepaste leidingmaterialen

In deze bijlage wordt ingegaan op de opbouw van het gasdistributienet van de RNB's en op de achtergronden bij het gebruik van de diverse leidingmaterialen.

De informatie in deze bijlage is grotendeels afkomstig van het lesmateriaal van Kiwa Gastec Trainingen ⁽¹⁰⁾. Deze informatie is bedoeld als achtergrondinformatie. De informatie over materialen dient gelezen te worden in de context van distributieleidingen.

De gasinfrastructuur is opgebouwd uit de volgende componenten:

- leidingen;
- gasstations;
- kunstwerken;
- meteropstellingen.

Leidingen dienen voor het transport van gas.

Gasstations zorgen er voor dat de gasdruk in een leiding een bepaalde, vooraf ingestelde waarde, niet te boven gaat.

Kunstwerken zijn uiteenlopende constructies die nodig zijn om leidingen te kunnen kruisen met wegen, watergangen en spoorlijnen.

Meteropstellingen zijn constructies om het geleverde gas aan de gebruiker te kunnen registreren.

In de volgende paragrafen zullen we deze componenten kort toelichten.

II-i Leidingen

In het spraakgebruik en in de regelgeving wordt onderscheid gemaakt tussen allerlei soorten leidingen (hoge, middel en lage druk leidingen, transportleiding, distributieleiding, hoofdleiding etc.). De functionele prestatie van alle genoemde leidingen is echter identiek. Het zijn de omstandigheden waaronder de leiding functioneert (hoge druk of lage druk; voorzien van aftakkingen naar kleinverbruikers of grootverbruikers) die de verschillende benamingen rechtvaardigen.

In de gasdistributie wordt de volgende terminologie gehanteerd:

transportleiding	> hoge druk leiding	> werkdruk tussen 1 bar en 8 bar
distributieleiding	> lage druk leiding	> werkdruk 100 mbar of 30 mbar
aansluitleiding	> leiding tussen de transport- of distributieleiding en de meteropstelling	

Zowel transportleidingen als distributieleidingen worden hoofdleidingen genoemd.

¹⁰ Kiwa Gastec Trainingen, Module "Gasleidingsystemen: materialen en onderdelen", 2007, Apeldoorn.

Een stelsel van leidingen, samen met de daarin opgenomen appendages (afsluiters e.d.), waarin dezelfde nominale druk heerst, wordt een deelnet genoemd. Standardisatie heeft in Nederland geleid tot het benoemen van vijf deelnetten (zie tabel 8).

<i>Benaming</i>	<i>Maximum bedrijfsdruk</i>	<i>Minimum bedrijfsdruk</i>	<i>Karakter van het net</i>
8 bar deelnet	8 bar	1,5 bar	transportnet/HD-net
4 bar deelnet	4 bar	0,8 bar	transportnet/HD-net
1 bar deelnet	1 bar	0,2 bar	transportnet/HD-net
100 mbar deelnet	100 mbar	40 mbar	distributienet/LD-net
30 mbar deelnet	30 mbar	25 mbar	distributienet/LD-net

Noot: HD = hoge druk, LD = lage druk

tabel 8: Indeling van deelnetten bij Nederlandse regionale netbeheerders

Alle bovengenoemde deelnetten maken deel uit van het onderhavige onderzoek.

De indeling zoals weergegeven in bovenstaande tabel wordt met name gebruikt door de regionale netbeheerders. Hierbij worden de 1, 4 en 8 bar deelnetten bestempeld als transportnet.

In de Europese regelgeving is de scheiding tussen distributie en transport anders gelegd, namelijk bij 16 bar. In deze regelgeving zijn namelijk de drukcategorieën anders gedefinieerd; van 1 - 16 bar noemt men hier distributie en > 16 bar valt onder transport. Deze indeling wordt overigens ook door de DTe en Gasunie gebruikt.

II-i-1 Deelnetten regionale netbeheerders

De keuze van de deelnetten heeft zowel technische als historische achtergronden. Zonder in detail te treden kan hierover het volgende opgemerkt worden.

8 bar deelnet

Het 8 bar deelnet is opgebouwd uit:

- stalen leidingen met las- en flensverbindingen en/of;
- nodulair gietijzeren leidingen met trekvaste verbindingen en/of;
- polyetheen (PE 100) leidingen.

De druk van 8 bar is het gevolg van afspraken tussen de RNB's en de Gasunie over de hoogst gegarandeerde afleveringsdruk door Gasunie.

4 bar deelnet

De maximum druk van 4 bar in het 4 bar deelnet is het gevolg van het gebruik van PE 80-typen als leidingmateriaal. De maximum toelaatbare werkdruk voor leidingen van deze PE-typen is oorspronkelijk (in 1968) vastgesteld op 3 bar. Na gebleken geschiktheid van het materiaal is later (in 1982) de maximum werkdruk verhoogd tot 4 bar, conform de toenmalige ISO-norm.

Naast PE 80 zijn toegepaste leidingmaterialen in dit deelnet:

- stalen leidingen met las- en flensverbindingen en;
- nodulair gietijzeren leidingen met trekvlaste verbindingen.

Sommige RNB's kennen 2 bar en 3 bar deelnetten. Deze zijn in dit rapport onder de noemer '4 bar deelnet' gevoegd.

1 bar deelnet

Het 1 bar deelnet is begin 20^e eeuw ontstaan door de opkomst van het stadsgas. De maximaal toelaatbare werkdruk voor leidingen van grijs gietijzer is destijds vastgesteld op 1 bar. Het merendeel van het 1 bar deelnet bestaat dan ook uit leidingen van dit materiaal.

Tegenwoordig wordt het 1 bar deelnet niet meer toegepast bij uitbreiding van de gasinfrastructuur.

100 mbar deelnet

Bij de ombouw van stadsgas op aardgas in de jaren '60 is voor nieuwe distributienetten een ontwerpdruk van 100 mbar gekozen. Deze netdruk was o.a. toepasbaar voor het "nieuwe" leidingmateriaal polyvinylchloride (PVC). Deze combinatie maakte dit deelnet in korte tijd populair.

De transportcapaciteit van een 100 mbar deelnet is ca. 3,5 × zo groot als die van het hieronder genoemde 30 mbar deelnet. Omgekeerd geldt dat bij gelijke transportcapaciteit de gemiddelde diameter van een 100 mbar deelnet ca. 40% kleiner is dan die van een 30 mbar net. De investeringskosten zijn bij een 100 mbar deelnet daardoor aanzienlijk lager. De toepassing van PVC, met z'n eenvoudige verbindings- en aftaktechnieken, en dat vooral veel lichter en flexibeler is dan de traditionele leidingmaterialen, had een verdere daling van de investeringskosten tot gevolg.

Oorspronkelijk is hard PVC toegepast, vanaf 1968 meer en meer slagvast PVC en sinds eind jaren '70 wordt alleen slagvast PVC toegepast.

Doordat bestaande 30 mbar deelnetten in een later stadium op vrij grote schaal zijn omgebouwd naar 100 mbar, maken materialen welke toegepast werden in 30 mbar deelnetten (grijs en nodulair gietijzer, staal en op beperkte schaal asbestcement) thans ook deel uit van 100 mbar deelnetten.

Circa 80% van de 6,8 miljoen aansluitingen is aangesloten op het 100 mbar deelnet. Door de toepassing van dit deelnet in uitbreidingsgebieden en de verdere ombouw van 30 mbar netten, zal dit percentage in de komende jaren nog licht stijgen.

Sommige RNB's kennen 200 mbar deelnetten. Deze zijn in dit rapport onder de noemer '100 mbar deelnet' gevoegd.

30 mbar deelnet

Bij de ombouw van stadsgas op aardgas is 30 mbar gekozen in verband met de voor aardgastoestellen gestandaardiseerde toesteldruk. De keuze van de toesteldruk was tegelijkertijd bepalend voor de druk in het distributiesysteem, omdat de op de bestaande netten aangesloten verbruikers het gas afnamen zonder tussenregeling door middel van huisdrukregelaars.

De 30 mbar deelnetten stammen uit het stadsgastijdperk, of vormen uitbreidingen hiervan. Ze zijn voornamelijk te vinden in de centra van de grotere steden. De in het stadsgastijdperk toegepaste leidingmaterialen zijn grijs gietijzer, staal en asbestcement; latere uitbreidingen zijn hoofdzakelijk uitgevoerd in PVC (vanaf begin jaren '60).

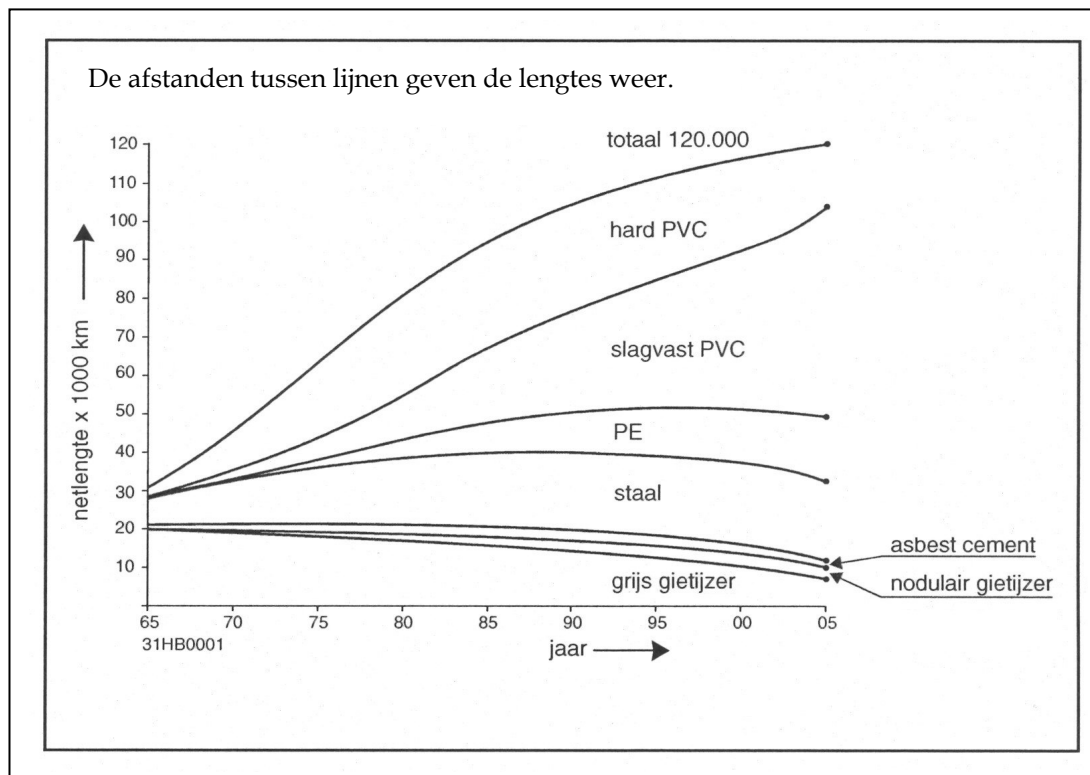
II-i-2 Toegepaste leidingmaterialen

In Nederland worden de onderstaande leidingmaterialen gebruikt in gasdistributiesystemen (hoofdleidingen):

- staal;
- polyetheen (PE);
- slagvast polyvinylchloride (PVC);
- nodulair gietijzer;
- grijs gietijzer;
- asbestcement;
- hard PVC (ook wit PVC genoemd).

Hoofdstukken 3 en 4 gaat in op de verdeling van de toegepaste materialen in de gasdistributienetten.

Nodulair en grijs gietijzer, asbest cement en hard PVC worden niet meer gebruikt voor de aanleg van nieuwe leidingen of netten. Grijs gietijzer is duur en nauwelijks meer verkrijgbaar. Nodulair gietijzer is eveneens een duur materiaal, met slechts marginale voordelen boven het gebruik van staal. Het gebruik van asbestcement is gestopt, sinds de verwerking van asbest door de overheid in 1977 via het asbestbesluit aan banden is gelegd. Hard PVC wordt niet meer gebruikt, omdat in 1974 de keuringseisen voor dit materiaal zijn ingetrokken in verband met het optreden van haarscheuren.



figuur 25: Overzicht van netlengte en materialen in het distributienet in de loop van de tijd.

Hoewel het aandeel van deze materialen door saneringswerkzaamheden langzaam maar zeker afneemt, zijn er toch nog de nodige kilometers in gebruik. In figuur 25 is de verdeling van de gebruikte leidingmaterialen over de periode van 1965 tot 2005 weergegeven. Het teruglopend aandeel van grijs gietijzer, AC en hard PVC is hieruit op te maken. De thans meest gebruikte materialen voor gasdistributieleidingen zijn slagvast PVC (lagedruk-distributie), PE en staal (voornamelijk hogedruk-distributie). Het gebruik van staal voor lagedruk-distributie is al geruime tijd geleden gestopt; het ziet er naar uit dat binnen afzienbare ook gaat gelden voor hogedruk-distributie.

PE-generaties

In deze rapportage wordt geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende soorten PE die in gasdistributiesystemen gebruikt worden. In de loop van de tijd zijn er verschillende "generaties" PE op de markt gebracht (zie tabel 9). Het verschil tussen de typen PE 80 en PE 100 komt tot uiting in de toelaatbare wandspanning. PE 80 moet gedurende minimaal 50 jaar bij 20 °C een wandspanning van 8 MPa (8 N/mm²) kunnen opnemen, voor PE 100 geldt onder die omstandigheden een wandspanning van 10 MPa. De praktische consequentie is, dat PE 80 toegepast kan worden in leidingssystemen met een bedrijfsdruk tot ten hoogste 4 bar, terwijl PE 100 ook nog in 8 bar netten toepasbaar is.

Verder kan er onderscheid worden gemaakt tussen Hoge Dichtheid PE (HDPE) en Middel Dichtheid PE (MDPE). Verschillen in de productieprocessen hebben tot gevolg dat soortelijke massa's van de PE-typen wat uiteenlopen, maar belangrijker is nog dat de eigenschappen van de materialen enigszins verschillen. MDPE is wat soepeler en beter lasbaar dan HDPE.

Generatie	Productiejaar	Type	Toelaatbare bedrijfsdruk
1	1968 - 1978	HDPE PE 63	3 bar / 4 bar
2	1975 - heden	HDPE PE 80	4 bar
2	1978 - heden	MDPE PE 80	4 bar
3	1990 - heden	HDPE PE 100	8 bar
3	1992 - heden	MDPE PE 80	4 bar

tabel 9: Kenmerken van drie generaties PE

Typen slagvast PVC

Net als voor PE wordt ook voor slagvast PVC in deze rapportage geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende typen. In de praktijk wordt voor gasleidingen en hulpstukken zowel het PVC/CPE toegepast als het PVC/A. Het verschil zit hem in de toegepaste slagvastheidsverbeteraar. In het ene geval is nagechloreerd polyetheen (CPE) gemengd met hard PVC, in het andere geval met polyacrylaat (PVC/A). PVC/A is wat sterker dan PVC/CPE, maar ook wat minder flexibel. De verschillende typen kunnen zonder bezwaar door elkaar heen gebruikt worden.

Koper wordt niet toegepast voor hoofdleidingen. De hoge kostprijs van dit materiaal maakt dat het alleen gebruikt wordt voor aansluitleidingen en binnenleidingen (leidingen in woningen en gebouwen).

II-ii Karakterisering leidingmaterialen

Leidingmaterialen laten zich karakteriseren naar hun eigenschappen, waarbij de hier besproken materiaaleigenschappen onderverdeeld zijn in:

- mechanische eigenschappen;
- chemische eigenschappen;
- fysische eigenschappen.

Mechanische eigenschappen

De mechanische eigenschappen beschrijven het gedrag van een materiaal als er een kracht op wordt uitgeoefend. Eigenschappen als langeduursterkte, slagsterkte en flexibiliteit zijn voor leidingmaterialen van belang. Een geringe elasticiteitsmodulus betekent dat het materiaal zich in aanzienlijke mate elastisch laat vervormen, d.w.z.: het materiaal keert weer terug naar zijn oorspronkelijke vorm op het moment dat de kracht op het materiaal wordt weggenomen.

Een hoge rek bij breuk betekent dat het materiaal zich plastisch laat vervormen. Plastische vervorming houdt in dat het materiaal zijn nieuwe vorm behoudt, als de kracht op het materiaal wordt weggenomen.

Chemische eigenschappen

Chemische eigenschappen beschrijven de chemische stabiliteit van het materiaal onder verschillende omstandigheden (corrosiebestendigheid). Voor gasleidingen is primair de weerstand tegen de inwerking van aardgas van belang. Daarnaast moet het materiaal bestand zijn tegen de eigenschappen (vochtigheid, zuurgraad, potentiaalverschillen etc) van de bodem.

Fysische eigenschappen

Van de natuurlijke stofeigenschappen is eerder al het belang van een hoge diffusieweerstand genoemd. Het kan natuurlijk niet de bedoeling zijn dat het gas in grote hoeveelheden door de buiswand diffundeert. Praktisch gezien is er nog een tweede, niet zo voor de hand liggende fysische eigenschap: de soortelijke massa van het materiaal. Voor het verwerken van het materiaal is dit echter wel een belangrijk gegeven. Hoe lichter het materiaal, hoe eenvoudiger (goedkoper) er in de praktijk mee gewerkt kan worden.

In de volgende paragrafen zullen we de hierboven genoemde kenmerken van toegepaste leidingmaterialen bespreken.

II-ii-1 Staal

Staal is een legering van ijzer, koolstof en andere componenten. Het percentage koolstof mag niet meer bedragen dan 1,7%; zodra het ijzer meer dan 1,7% koolstof bevat spreken we niet meer van staal maar van (giet)ijzer. Het staal dat gebruikt wordt voor gasleidingen bevat ten hoogste 0,2% koolstof.

Staal is sterk; zowel als het gaat om de langeduursterkte (toelaatbare treksterkte bij staal voor gasdistributieleidingen ca. 100 N/mm²) als om de slagvastheid. Het is wel een redelijk stijf materiaal; de elasticiteitsmodulus bedraagt 210×10^3 N/mm². De elastische vervorming van een staalconstructie zal dan ook gering zijn.

Staal is ook een taai materiaal. De rek bij breuk bedraagt ca. 25%; plastische vervorming is mogelijk en onder bepaalde omstandigheden bij de constructie van de leiding ook toegestaan.

De weerstand tegen corrosie is daarentegen gering. Daarom zijn beschermende maatregelen, zoals bekleding en kathodische bescherming, nodig.

II-ii-2 Polyetheen

PE heeft een geringe langeduursterkte. Om voldoende weerstand tegen voortdurende mechanische belastingen te kunnen bieden is relatief veel materiaal nodig; PE-buizen zijn dan ook dikwandig ten opzichte van leidingen van ander materiaal.

PE heeft wel een hoge slagsterkte. Bij kamertemperatuur is het vrijwel onmogelijk om een PE-buis door middel van een slag of een stoot te doen breken of scheuren.

PE heeft een geringe stijfheid. De elasticiteitsmodulus bedraagt slechts

$1,0 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$. Dit is minder dan 0,5% van de waarde voor staal. Ondanks de grotere wanddikte zijn PE-leidingen van dezelfde nominale diameter daarom veel flexibeler dan stalen leidingen.

De taaiheid van PE is onovertroffen; de rek bij breuk kan oplopen tot zo'n 600%.

De corrosievastheid van PE is bijzonder groot. Zowel uitwendige aantasting door omstandigheden in de bodem, als inwendige aantasting door het aardgas, is gering.

II-ii-3 Slagvast PVC

Slagvast PVC heeft in vergelijking tot PE een wat grotere langeduursterkte. De slagsterkte van slagvast PVC is, anders dan de naam misschien doet vermoeden, geringer dan die van PE. De toevoeging "slagvast" geeft aan, dat het PVC gemengd is met andere stoffen, die er voor zorgen dat de slagsterkte van het mengsel beter is dan die van het PVC-materiaal zelf.

De stijfheid van PVC is groter dan die van PE. Leidingen van slagvast PVC kunnen minder sterk gekromd worden dan die van PE.

Slagvast PVC is ook minder taai dan PE. De rek bij breuk bedraagt onder normale omstandigheden 60 à 70%. Plastische vervorming van slagvast PVC is bij gasleidingen niet toegestaan.

Slagvast PVC is goed bestand tegen aantasting door bodemomstandigheden. Het is, door de toevoeging van slagvastverbeteraars, ook goed bestand tegen aardgas. Zonder deze toevoegingen is het materiaal gevoelig voor spanningscorrosie.

II-ii-4 Koper

Koper heeft een grote langeduursterkte (ca. 80% van de waarde voor staal) en ook een hoge slagsterkte. Koper laat zich echter veel gemakkelijker vervormen dan staal; de elasticiteitsmodulus (E) van koper is ongeveer de helft van die van staal (ca. $115 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$).

Koper is ook een taai materiaal; de rek bij breuk bedraagt ca. 20%. Plastische vervorming van koperen leidingen is ook toegestaan. Koper is goed bestand tegen corrosie.

II-ii-5 Nodulair Gietijzer

Nodulair gietijzer is net als staal een legering van ijzer en koolstof. Het koolstof-percentages in het nodulair gietijzer dat voor leidingen gebruikt wordt, bedraagt ca. 3,2%. De koolstof is bij nodulair gietijzer in bolletjesvorm ingebed in het ijzer.

Qua sterkte, gewicht en verspaanbaarheid is nodulair gietijzer de evenknie van staal. Het is echter minder taai. De rek bij breuk bedraagt ca. 15%; plastische vervorming van nodulair gietijzer is bij leidingen niet aan de orde. Nodulair gietijzer is op de markt gebracht omdat het beter bestand tegen corrosie zou zijn dan staal, maar de hoog gespannen verwachtingen over de corrosievastheid tegen de omstandigheden in de bodem zijn in de praktijk niet uitgekomen.

II-ii-6 Grijs gietijzer

Grijs gietijzer verschilt van nodulair gietijzer doordat de vorm, waarin de koolstof is ingebed in het ijzer, anders is. Bij nodulair gietijzer is de koolstof in de vorm van kleine bolletjes ingebed in het ijzer; bij grijs gietijzer heeft de koolstof de vorm van lamellen (dunne plaatjes grafiet). Aangezien de bolvorm de grootste inhoud geeft bij een bepaald oppervlak, is de ijzer-ijzer binding bij nodulair gietijzer veel groter dan bij grijs gietijzer. Bij grijs gietijzer wordt de ijzer-ijzer binding veel vaker onderbroken door de relatief zwakke koolstof. Grijs gietijzer heeft daardoor een geringere treksterkte dan nodulair gietijzer, maar is vooral ook veel brosser. De rek bij breuk is minimaal (ca. 0,5%).

II-ii-7 Asbestcement

Asbestcement (AC) is een mengsel van asbestvezel en cement. Het is een keramisch materiaal, dat weinig flexibel is en een geringe slagvastheid heeft. De productie van AC-buizen is eind jaren '30 op gang gekomen. Zijn aanvankelijke populariteit dankte dit materiaal aan zijn grote weerstand tegen corrosie.

II-ii-8 Hard PVC

Hard PVC – ook wit PVC genoemd – is de voorloper van het slagvaste PVC. Hard PVC heeft een wat hogere treksterkte dan slagvast PVC, maar heeft een geringere weerstand tegen slag- en stootbelastingen. Gebleken is dat hard PVC gevoelig is voor spanningscorrosie.

In gasleidingen, die vrij fors op trek of buiging worden belast, ontstaan na verloop van tijd haarscheuren. Deze haarscheuren ontstaan alleen onder de gelijktijdige inwerking van bepaalde componenten in het aardgas. Vandaar dat tegenwoordig uitsluitend nog slagvast PVC wordt toegepast.

II-iii Resumé

De hierboven genoemde eigenschappen zijn in de onderstaande tabel nog eens samengevat. Het is een kwalitatieve rangschikking; hoe groter het aantal zwarte stippen, des te beter is de eigenschap.

<i>Materiaal</i>	<i>Sterkte</i>	<i>Flexibiliteit</i>	<i>Corrosie-vastheid</i>	<i>Gewicht</i>	<i>Lasbaarheid</i>	<i>Verspaanbaarheid</i>
Staal	●●●●●	●○○○○	○○○○○	●○○○○	●●●○○	●○○○○
PE	●○○○○	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●○
Slagv. PVC	●○○○○	●●●●○	●●●●○	●●●●●	○○○○○	●●●●●
Koper	●●●●○	●●○○○	●●●●○	●○○○○	●●●○○ ¹	●●○○○
Nod. GIJ	●●●●●	●○○○○	●●○○○	●○○○○	○○○○○	●○○○○
Grijs GIJ	●●●○○	○○○○○	●●●○○	●○○○○	○○○○○	●○○○○
AC	●●○○○	○○○○○	●●●●●	●●○○○	○○○○○	●●●○○
Hard PVC	●○○○○	●●●○○	●●○○○	●●●●●	○○○○○	●●●●●

¹ Soldeerbaar (TIG-lassen mogelijk).

tabel 10: Overzicht van eigenschappen van leidingmaterialen.

II-iv **Weerstand tegen slag- en stootbelasting**

Een kwalitatieve benadering van de mechanische sterkte van leidingen levert de volgende reeks op, met afnemende weerstand tegen slag- en stootbelasting:

- **staal**
Staal heeft een hoge treksterkte; bovendien blijft staal zich bij hoge belastingsnelheden gedragen als een taai materiaal. Stalen leidingen zijn relatief dunwandig; leidingsystemen zijn daardoor te beschouwen als slanke constructies die veel energie kunnen absorberen.
- **nodulair gietijzer**
Evenals staal heeft nodulair gietijzer een hoge treksterkte en gedraagt het zich bij hoge belastingsnelheden als een taai materiaal. Het is echter minder elastisch dan staal (rek bij breuk is geringer). Bovendien hebben de gasleidingen een grotere wanddikte, waardoor de constructie stijver is dan die van staal.
- **grijs gietijzer**
In tegenstelling tot nodulair gietijzer gedraagt grijs gietijzer zich als een bros materiaal. Leidingsystemen van grijs gietijzer zijn ook te beschouwen als stijve constructies. De hoge weerstand tegen slag- en stootbelastingen dankt grijs gietijzer aan de grote hoeveelheid materiaal (grotere wanddikte) die in de buizen verwerkt is en aan zijn relatief grote treksterkte ten opzichte van kunststof leidingen.
- **koper**
Koper heeft een hoge treksterkte, en blijft zich onder hoge belastingsnelheden gedragen als een taai materiaal. Gelet op de dunwandigheid van koperen leidingen kan er maar in beperkte mate slag-energie geabsorbeerd worden.
- **PE**
PE heeft een lage treksterkte; wel gedraagt het zich als een taai materiaal bij hoge belastingsnelheden. PE gasleidingen zijn bovendien relatief dikwandig, waardoor er veel slag-energie geabsorbeerd kan worden. De invloed van de stijfheid op de mechanische sterkte blijkt bij PE groot te zijn. De weerstand tegen slag- en stootbelasting van buizen met grotere wanddikte is geringer dan die van dunwandige buizen.
- **PVC**
PVC heeft een lage treksterkte. Bovendien gedraagt PVC zich bij hoge belastingsnelheden als een bros materiaal. Voor hard PVC geldt dit meer dan voor slagvast PVC. PVC-buizen zijn dunwandig, waardoor absorptie van slag-energie slechts in beperkte mate mogelijk is.

III Uitleg begrippen Nestor

<i>Categorie</i>	<i>Constatering</i>	<i>Toelichting</i>
Effect / aard van de storing; hoofdleiding	Gaslucht/lekkage	Een lekkage is opgetreden. Dit kan o.a. geconstateerd zijn door het waarnemen van een gaslucht. Als er sprake is van gaslucht / lekkage (aardgas) altijd deze optie kiezen (gaat dus boven alle andere opties)
Netcomponent hoofdleiding	Buis	De buis die deel uitmaakt van de hoofd- en 'transport'leidingen
	Sifon	Leidingcomponent, met een constructieve voorziening om vloeistof uit het leidingnet op te vangen
	Verbinding	De verbindingen tussen de componenten onderling, zoals buizen, bochten, T-stukken, etc. Indien de verbinding tussen bijvoorbeeld grondafsluiter en de buis lekt, dan wordt dit toegewezen aan de grondafsluiter
Oorzaak	Aanlegfout (in het verleden)	Hiervan is bijvoorbeeld sprake als de leiding op andere kabels of leidingen rust, onroond is geworden door onvoldoende verdichting of indien koppelingen in het verleden niet volgens de voorschriften zijn gemonteerd (montagefout in het verleden)
	Productfout	Fouten in het materiaal, onjuiste maatvoering, gietfouten en dergelijke
	Werking van de bodem	Zetting van de bodem en het zakken van de leiding kunnen spanningen veroorzaken op de leiding
	Corrosie/veroude -ring	Onder corrosie valt galvanische-, elektrochemische- en chemische corrosie, en tevens de spanningscorrosie bij kunststoffen. Onder veroudering wordt verstaan de kwaliteitsreductie als gevolg van de tijd, bijvoorbeeld verharding van afdichtingsrubber
	Puntbelasting	Stenen of andere harde voorwerpen zijn oorzaak van de storing

IV Vragenlijst hoofdleidingen

Onderstaande figuur toont de vragenlijst voor hoofdleidingen. Deze vragenlijst is in excel-formaat opgestuurd naar de regionale netbeheerders.

NETBEHEERDER:										kiwa 	
Provincie / Plaats:										Partner for progress	
Bijvoorbeeld:			Friesland Leeuwarden							Voor informatie:	
of:			Friesland Buitengebied							Cees Lock	
Hoofdleidingen										Cees.lock@kiwa.nl	
Component: buis in aantal kilometers										055 53 93 450	
Deelnet	Jaar	Diameter	Materiaal							TOTAAL	
			Staal	Gf-Gf	Nod. Gf	HPVC	Slagv. PVC	PE	AC		
30 mbar	<= 1975	<= ND 50								0	
		ND 65-100								0	
		ND 125-200								0	
		ND 250-400								0	
	> 1975	<= ND 50								0	
		ND 65-100								0	
		ND 125-200								0	
		ND 250-400								0	
100 mbar	<= 1975	<= ND 50								0	
		ND 65-100								0	
		ND 125-200								0	
		ND 250-400								0	
	> 1975	<= ND 50								0	
		ND 65-100								0	
		ND 125-200								0	
		ND 250-400								0	
1 bar	<= 1975	<= ND 50								0	
		ND 65-100								0	
		ND 125-200								0	
		ND 250-400								0	
	> 1975	<= ND 50								0	
		ND 65-100								0	
		ND 125-200								0	
		ND 250-400								0	
4 bar	<= 1975	<= ND 50								0	
		ND 65-100								0	
		ND 125-200								0	
		ND 250-400								0	
	> 1975	<= ND 50								0	
		ND 65-100								0	
		ND 125-200								0	
		ND 250-400								0	
8 bar	<= 1975	<= ND 50								0	
		ND 65-100								0	
		ND 125-200								0	
		ND 250-400								0	
	> 1975	<= ND 50								0	
		ND 65-100								0	
		ND 125-200								0	
		ND 250-400								0	
TOTAAL			0	0	0	0	0	0	0	0	
Aantal brosse materialen (km)		-									
Percentage brosse materialen (%)		#DIV/0!									
Percentage van het landelijke aantal:		#DIV/0!									

figuur 26: Vragenlijst voor netbeheerders met betrekking tot hoofdleidingen

V Vragenlijst aansluitleidingen

Onderstaande figuur toont de vragenlijst voor aansluitleidingen. Deze vragenlijst is in excel-formaat opgestuurd naar de regionale netbeheerders.

NETBEHEERDER			
Gebied / Plaats			
Bijvoorbeeld: Friesland Leeuwarden			
of: Friesland Buitengebied			
Aansluitleidingen			
Component: buis buiten de gevel in aantallen			
Deelnet	Jaar	Diameter	Materiaal
30 mbar	<= 1975	<= ND 25	HPVC (wit PVC)
		32-40	
		>= 50	
	> 1975	<= ND 25	
		32-40	
		>= 50	
100 mbar	<= 1975	<= ND 25	
		32-40	
		>= 50	
	> 1975	<= ND 25	
		32-40	
		>= 50	
TOTAAL			0
Aansluitleidingen			
Component: buis binnen de gevel in aantallen			
Deelnet	Jaar	Diameter	Materiaal
30 mbar	<= 1975	<= ND 25	HPVC (wit PVC)
		32-40	
		>= 50	
	> 1975	<= ND 25	
		32-40	
		>= 50	
100 mbar	<= 1975	<= ND 25	
		32-40	
		>= 50	
	> 1975	<= ND 25	
		32-40	
		>= 50	
TOTAAL			0
Totaal aantal HPVC aansluitleidingen:			0
Percentage van het landelijke aantal:			#DIV/0!

figuur 27: Vragenlijst voor netbeheerders met betrekking tot aansluitleidingen

VI Nestorformulier onvoorzien gas

Versie februari 2008

Enbin

Nestorformulier onvoorzien gas

algemene gegevens		tijden en getroffen klanten				aantal getroffen klanten
jaar	netbeheerder	tijden				
bedrijf	district	dag	uur	min.		
technische locatie						
postcode (+ hulsnr.)						
plaats of gemeente						
volgnummer						
ingevuld door						

opmerkingen

Was de veiligheid in het geding?
☐ ja
☐ nee
 Ging de storing / reparatie gepaard met een onderbreking?
☐ ja
☐ nee
 Was het noodzakelijk de storing binnen 24 uur te verhelpen?
☐ ja
☐ nee

constatering

- ☐ door de klant
- ☐ door derden
- ☐ door telemetrie-systeem
- ☐ n.a.v. gaslekzoeken, lekindicatieklasse I
- ☐ n.a.v. gaslekzoeken, lekindicatieklasse II
- ☐ anders, toelichten bij opmerking

effect/aard van de storing
 geconst. door monteur/netbeh.

storing niet voor netbeheerder
☐ gaslucht/lekage (aardgas)
☐ gaslucht (geen aardgas geconst.)
☐ binneninstallatie (niet gaslucht/lek.)
☐ gasmeter (niet gaslucht/lekage)
☐ loze melding
☐ anders, toelichten bij opmerking

gasmeteropstelling en gasstation
☐ gaslucht/lekage
☐ beschadiging (niet gaslucht/lek.)
☐ te hoge druk
☐ te lage druk / geen gas
☐ uitvallen station, wel netdruk
☐ anders, toelichten bij opmerking

netcomponent hoofdleidingen

netcomponent

- ☐ buis
- ☐ grondafsluiter
- ☐ blaasgatzadel
- ☐ sifon
- ☐ verbinding
- ☐ anders, toelichten bij opmerking

materiaal van de leiding

- ☐ staal
- ☐ grijs gietijzer
- ☐ nodulair gietijzer
- ☐ hard PVC
- ☐ slagvast PVC
- ☐ PE
- ☐ AC
- ☐ anders, toelichten bij opmerking

diameter van de leiding

- ☐ ≤ ND 50 (63)
- ☐ ND 65-100 (75-110)
- ☐ ND 125-200 (125-200)
- ☐ ND 250-400 (250-400)

oorzaak

- ☐ vandalisme / diefstal
- ☐ aanlegfout (in het verleden)
- ☐ montagefout (nu)
- ☐ productfout
- ☐ werking van de bodem

netcomponent aansl. leidingen

netcomponent

- ☐ buis buiten de gevel
- ☐ buis binnen de gevel
- ☐ overgangskoppeling
- ☐ afkapping / aansluitzadel
- ☐ grondafsluiter
- ☐ verbinding buiten de gevel
- ☐ verbinding binnen de gevel
- ☐ anders, toelichten bij opmerking

materiaal van de leiding

- ☐ staal
- ☐ nodulair gietijzer
- ☐ hard PVC
- ☐ slagvast PVC
- ☐ PE
- ☐ koper
- ☐ PeKo
- ☐ anders, toelichten bij opmerking

diameter van de leiding

- ☐ ≤ 25 (1-1 1/2")
- ☐ 32 - 40 (1-1 1/2")
- ☐ ≥ 50 (2")

oorzaak

- ☐ vandalisme / diefstal
- ☐ aanlegfout (in het verleden)
- ☐ montagefout (nu)
- ☐ productfout
- ☐ werking van de bodem

netcomponent gmo ≤ G6

netcomponent

- ☐ hoofdkraan
- ☐ flexibele metaeraansluiting
- ☐ huisdrukregelaar
- ☐ B-klep
- ☐ B-klep (gasgebrekbeveiliging)
- ☐ verbinding
- ☐ anders, toelichten bij opmerking

(voor gmo ≥ G10, → "gasstations")

netcomponent gasstation

netcomponent

- ☐ soort station
- ☐ overslagstation
- ☐ districtstation
- ☐ afleverstation
- ☐ gasmeteropstelling ≥ G10
- ☐ hogedrukafleveringstation

gasmeteropstelling en gasstation

- ☐ beveziging
- ☐ slijtage/veroudering
- ☐ bediening
- ☐ invendig defect
- ☐ onbekend, ondanks onderzoek
- ☐ anders, toelichten bij opmerking

gasdruk/inaatdruk

- ☐ 30 mbar
- ☐ 100 mbar
- ☐ 1 bar
- ☐ 4 bar
- ☐ 8 bar

veroorzaker

veroorzaker bij graafwerk:
 eigen bedrijf
 derden, nl.:
 n.v.t.

KLIC-melding?
☐ ja
☐ nee
☐ onbekend

VII Omstandigheden die leiden tot breuk

VII-i Omstandigheden die leiden tot breuk bij hoofdleidingen

In onderstaande tabel is weergegeven bij welke combinatie van oorzaak/component/materiaal sprake kan zijn van leidingbreuk, indien in Nestor een storingsmelding is gemaakt met als constatering lekkage.

Allereerst voor hoofdleidingen:

tabel 11: Analyse van combinaties waar sprake kan zijn van breuk bij hoofdleidingen

Nestoranalyse Hoofdleiding				
<i>Oorzaak</i>	<i>Component</i>	<i>Materiaal</i>	<i>Leiding-breuk*</i>	<i>Toelichting</i>
Aanlegfout in het verleden	Buis	GGY Nod. GY AC	Ja	Deze brosse materialen kunnen bij aanlegfouten (bijv. op andere kabels of leiding rusten) niet mee buigen waardoor hoge spanningen ontstaan die leiden tot breuk.
		Hard PVC PE Staal Slagv. PVC	Nee	Hard PVC gedraagt zich bij geleidelijk aangelegde spanning (waardoor vervorming optreedt), zoals dit het geval is bij aanlegfouten, als een taai materiaal. Voor hard PVC leidingen en de taaie materialen kan breuk niet eenduidig worden vastgesteld. Er is mogelijk sprake van breuk, maar leidingbreuk is niet waarschijnlijk.
	Sifon Verbinding	Alle materialen	Nee	Verkeerde montage (bijv. onronde onderdelen, niet opvolgen voorschriften etc) leiden in de regel tot lekkages langs afdichtingen, niet tot breuken.
Product-fout	Buis Sifon Verbinding	Alle materialen	Nee	Vaak zal sprake zijn van gietfouten en onjuiste maatvoering, waardoor lekkages ontstaan. Productfouten – en zeker breuk door productfout – zijn moeilijk vast te stellen. In 2007 zijn slechts zeven storingen aan de component 'buis' geregistreerd met als oorzaak 'productfout'.

Nestoranalyse Hoofdleiding				
<i>Oorzaak</i>	<i>Component</i>	<i>Materiaal</i>	<i>Leidingbreuk*</i>	<i>Toelichting</i>
Werking van de bodem	Buis	GGY Nod. GY AC	Ja	'werking van de bodem' leidt altijd tot leidingbreuk ten gevolge van een buigbelasting.
		Hard PVC	Nee	Hard PVC gedraagt zich bij geleidelijk aangelegde spanning, zoals dit het geval is bij 'werking van de bodem', als een taai materiaal en dus is het onwaarschijnlijk dat 'werking van de bodem' leidt tot leidingbreuk. Er is mogelijk wel sprake van breuk.
		PE Staal Slagv. PVC	Nee	Het is zeer onwaarschijnlijk dat de spanningen en vervormingen t.g.v. de werking van de bodem zodanig groot zijn dat leidingbreuk optreedt. Er is mogelijk wel sprake van breuk.
	Sifon Verbinding	Alle materialen	Nee	Lekkages kunnen ontstaan door de hoekverdraaiing van de buizen ten opzichte van elkaar, maar zal slechts bij uitzondering leiden tot breuk. Uit de praktijk is bekend dat dit sporadisch voorkomt bij de komeetmof bij AC-leidingen.
Corrosie/ veroudering	Buis	GGY Nod. GY Staal	Nee	Corrosie van nodulair- en grijs gietijzer leidingen en stalen leidingen leidt meestal tot lekkage zonder dat er breuk optreedt.
		Hard PVC Slagv. PVC	Nee	Spanningscorrosie kan leiden tot lekkages, maar leidt zelden tot leidingbreuk. Bovendien is spanningscorrosie alleen door onderzoek vast te stellen. In 2007 zijn 38 van de 682 lekkages aan deze materialen toegeschreven (hard PVC 25 en slagvast PVC 13)
		AC PE	Nee	Lekkages zijn niet te verklaren.

Nestoranalyse Hoofdleiding				
<i>Oorzaak</i>	<i>Component</i>	<i>Materiaal</i>	<i>Leidingbreuk*</i>	<i>Toelichting</i>
	Sifon Verbinding	Alle materialen	Nee	Onder 'corrosie / veroudering' wordt ook verstaan kwaliteitsreductie als gevolg van de tijd, bijvoorbeeld verharding van afdichtingsrubber. Dit kan leiden tot lekkages maar niet tot breuk.
Puntbelasting	Buis	GGY Nod. GY AC	Ja	Te hoge puntbelasting bij brosse materialen leidt altijd tot leidingbreuk. Ook het enigszins taaie nodulair gietijzer zal op den duur leidingbreuk optreden.
		PE	Nee	Bekend bij de 1 ^e generatie PE is het optreden van lekkages bij puntbelasting. Hierbij ontstaat een scheur in de buiswand er zijn echter geen gevallen bekend waarbij leidingbreuk is opgetreden.
		Hard PVC	Nee	Hard PVC gedraagt zich bij 'puntbelasting' als een taai materiaal en dus is het onwaarschijnlijk dat dit leidt tot leidingbreuk. Er is mogelijk wel sprake van breuk.
		Staal Slagv. PVC	Nee	Het is zeer onwaarschijnlijk dat de spanningen en vervormingen t.g.v. puntbelasting zodanig groot zijn dat leidingbreuk optreedt. Er is mogelijk wel sprake van breuk.
	Sifon	Alle materialen	Nee	Komt niet in de Nestorgegevens voor
	Verbinding	Alle materialen	Nee	Lekkages kunnen ontstaan door de hoekverdraaiing van de buizen ten opzichte van elkaar, maar zal slechts bij uitzondering leiden tot breuk. Uit de praktijk is bekend dat dit sporadisch voorkomt bij de komeetmof bij AC-leidingen.

* Indien in de kolom 'leidingbreuk' 'ja' staat vermeld dan wordt bedoeld dat voor de vermelde combinaties hoogst waarschijnlijk leidingbreuk is opgetreden. Indien 'nee' staat vermeld wordt bedoeld dat leidingbreuk niet helemaal kan worden uitgesloten maar zeer onwaarschijnlijk is.

Samenvattend

Samenvattend geldt voor hoofdleidingen dat de combinaties:

- gaslucht/lekkage
- buis
- grijs gietijzer, nodulair gietijzer, AC
- 'aanlegfout (in het verleden)', 'werking van de bodem', 'puntbelasting'

hoogstwaarschijnlijk tot leidingbreuk hebben geleid.

Verder geldt dat bij de combinaties:

- gaslucht/lekkage
- buis
- hard PVC, slagvast PVC, PE en staal
- 'aanlegfout (in het verleden)', 'werking van de bodem', 'puntbelasting'

het onbekend is of breuk is opgetreden. Mogelijk is breuk opgetreden, maar gezien de materiaaleigenschappen is het onwaarschijnlijk dat leidingbreuk bij deze selectiecriteria is opgetreden. In het vervolg van de rapportage worden deze lekkages wél gemeld, maar niet onder de noemer 'leidingbreuk'.

Met dit gegeven als uitgangspunt is het aantal mogelijke breuken in de periode van 1 januari 2005 tot en met 31 december 2007 bepaald.

VII-ii Omstandigheden die leiden tot breuk bij hard PVC aansluitleidingen

Vervolgens worden de hard PVC aansluitleidingen geanalyseerd:

Nestoranalyse hard PVC aansluitleidingen			
Oorzaak	Component	Leiding-breuk*	Toelichting
Aanlegfout in het verleden	Buis buiten de gevel	Nee	Zie verklaring bij 'Hoofdleidingen'
	Verbinding buiten de gevel	Ja	Verbindingen in hard PVC aansluitleidingen, dus de onderlinge buisverbindingen, zijn veelal gelijmd. Lijm maakt het materiaal gevoeliger voor brosse breuk, zeker daar waar een overmaat aan lijm is gebruikt.
Product-fout	Buis buiten de gevel Verbinding buiten de gevel	Nee	Zie verklaring bij 'Hoofdleidingen'
Werking van de bodem	Buis buiten de gevel	Nee	Zie verklaring bij 'Hoofdleidingen'
	Verbinding buiten de gevel	Ja	Zie verklaring bij 'aanlegfout in het verleden'.

Corrosie/ verou- dering	Buis buiten de gevel	Nee	Zie verklaring bij 'Hoofdleidingen'
	Verbinding buiten de gevel	Ja	Verbindingen in hard PVC aansluitleidingen, dus de onderlinge buisverbindingen, zijn veelal gelijmd. Lijm maakt het materiaal gevoeliger voor brossen breuk, zeker daar waar een overmaat aan lijm is gebruikt.
Puntbelas- ting	Buis buiten de gevel	Nee	Zie verklaring bij 'Hoofdleidingen'
	Verbinding buiten de gevel	Ja	Zie verklaring bij 'aanlegfout in het verleden'.

Samenvattend

Samenvattend geldt voor hard PVC aansluitleidingen dat de combinatie:

- gaslucht / lekkage
- verbinding buiten de gevel
- hard PVC
- 'aanlegfout (in het verleden)', 'werking van de bodem', 'corrosie veroudering' en 'puntbelasting'

zeer waarschijnlijk tot leidingbreuk heeft geleid.

Verder geldt dat bij de combinaties:

- gaslucht/lekkage
- buis
- hard PVC
- 'aanlegfout (in het verleden)', 'werking van de bodem', 'puntbelasting'

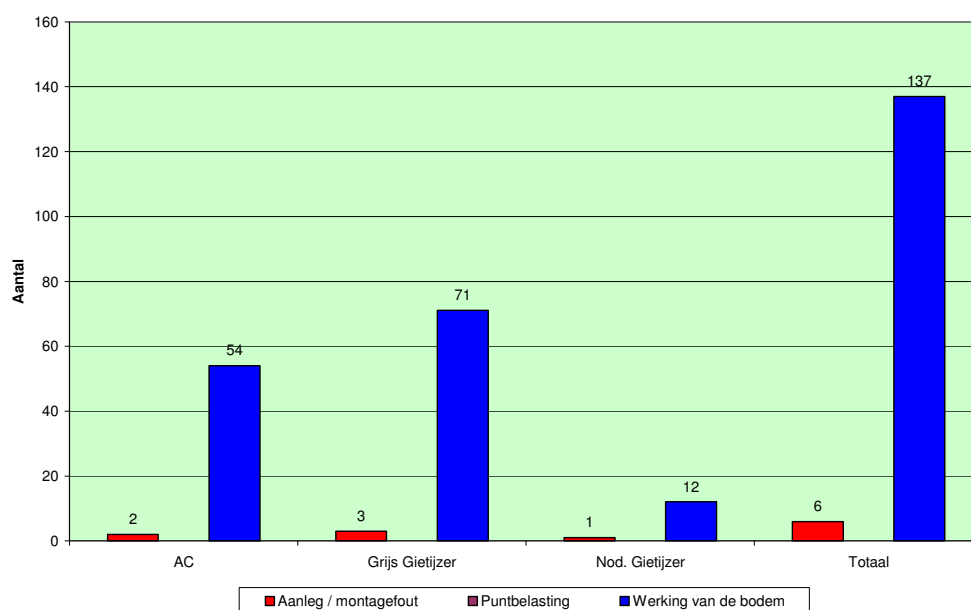
het onbekend is of breuk is opgetreden. Het is onwaarschijnlijk dat leidingbreuk is opgetreden. In het vervolg van de rapportage worden deze lekkages wél gemeld, maar niet onder de noemer 'breuk'.

Met dit gegeven als uitgangspunt is het aantal mogelijke breuken in de periode van 1 januari 2005 tot en met 31 december 2007 bepaald.

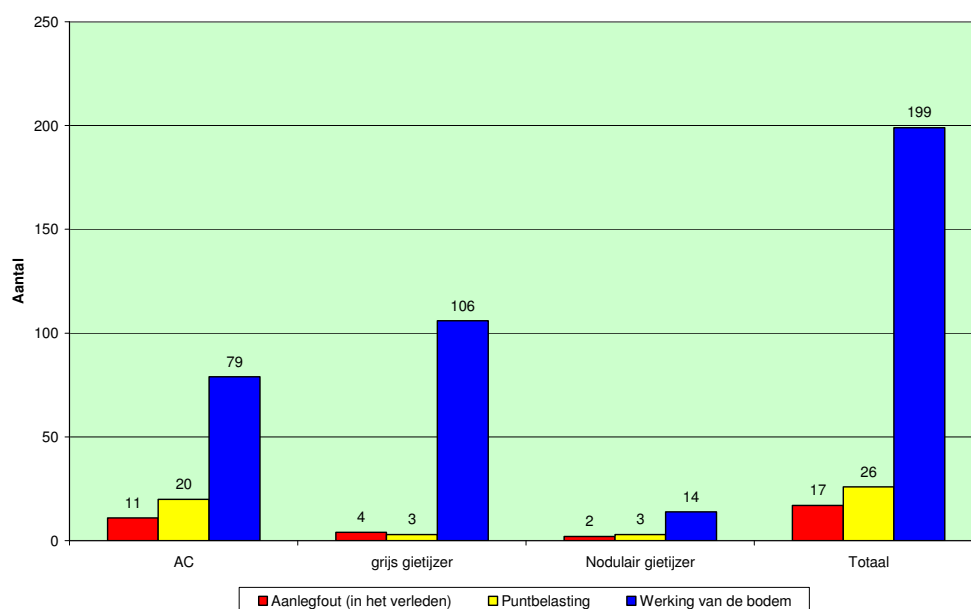
VIII Leidingbreuken in hoofdleidingen

In onderstaande grafieken is aangegeven welke oorzaak tot leidingbreuk heeft geleid.

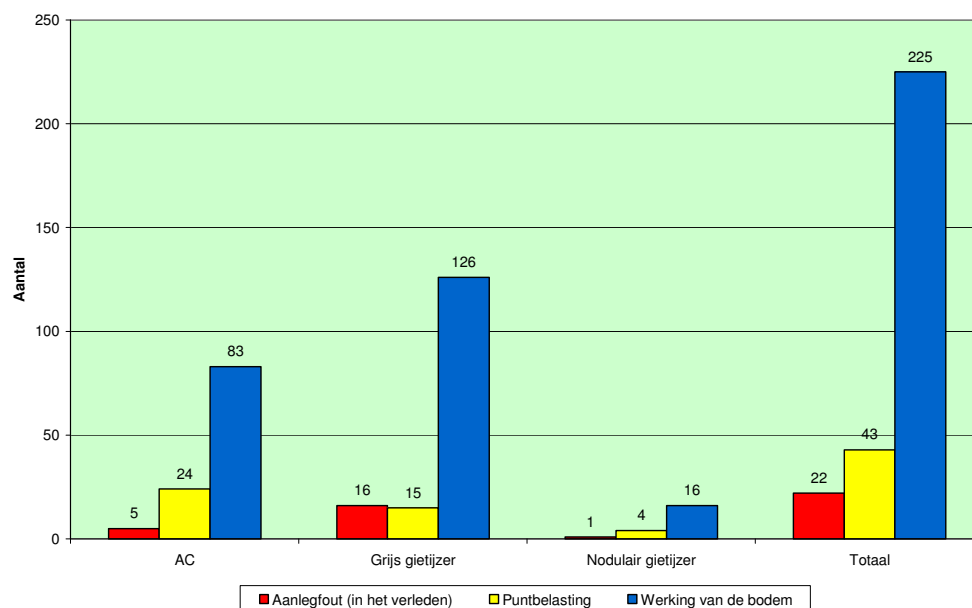
Leidingbreuken 2005



Leidingbreuken 2006



Leidingbreuken 2007



IX Leidingbreuken in aansluitleidingen

In onderstaande grafieken is aangegeven welke oorzaak tot leidingbreuk heeft geleid.

