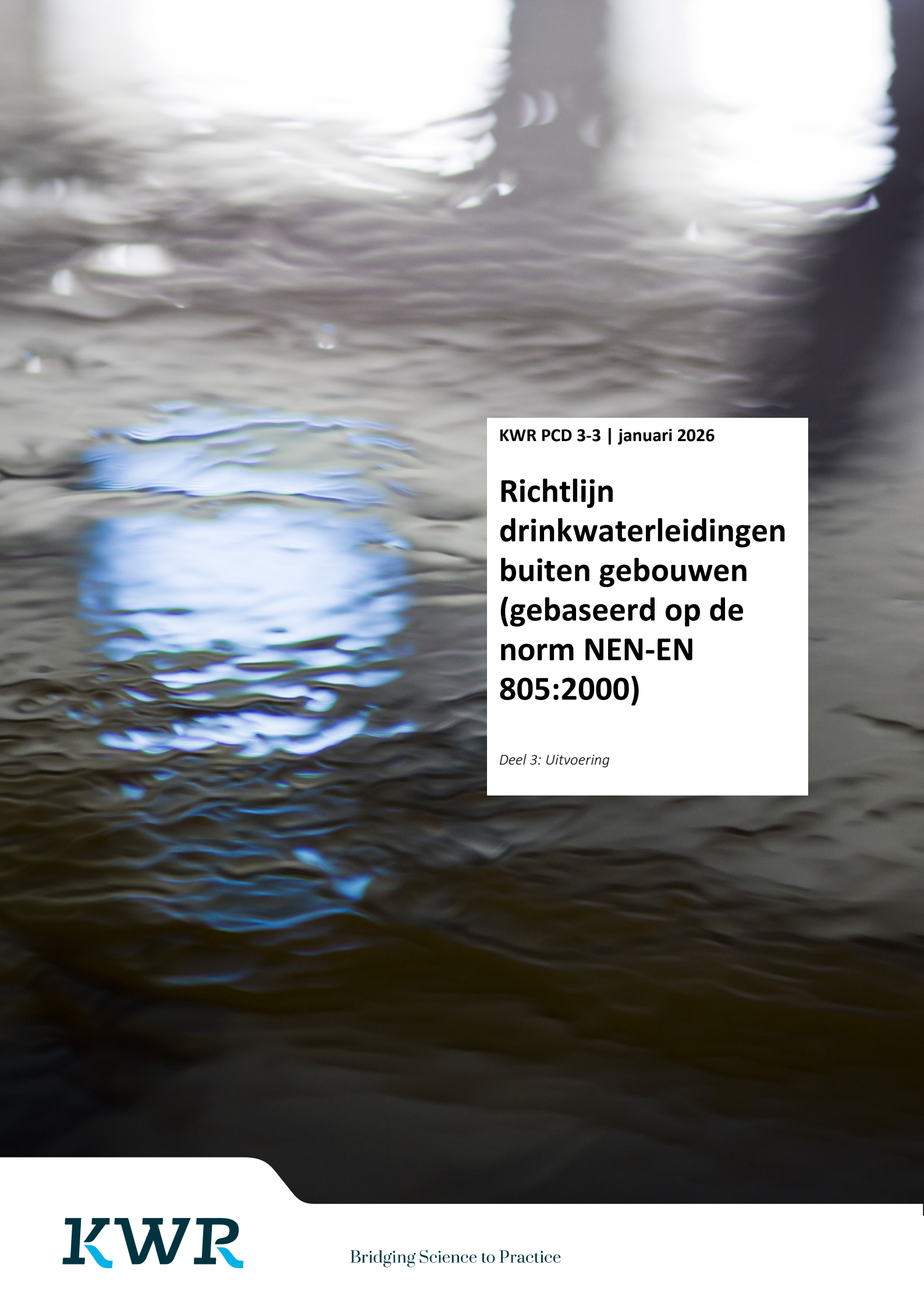




KWR PCD 3-3 | januari 2026

**Richtlijn
drinkwaterleidingen
buiten gebouwen
(gebaseerd op de
norm NEN-EN
805:2000)**

Deel 3: Uitvoering

Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen (gebaseerd op de norm NEN-EN 805:2000); *Deel 3: Uitvoering*

KWR | PCD 3-3 | januari 2026

Opdrachtgever

Platform Bedrijfsvoering

Auteurs

R.H.S. (Ralph) Beuken en M.A. (Martin) Meerkerk

Jaar van publicatie
2026

Meer informatie
Ralph Beuken
T (030) 60 69 758
E Ralph.Beuken@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl

KWR

KWR PCD 3-3 | januari 2026 ©

Alle rechten voorbehouden aan KWR. Niets uit deze uitgave mag - zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van KWR - 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.

Praktijkcode Drinkwater

Status

De Nederlandse drinkwaterbedrijven maken in de dagelijkse bedrijfsvoering gebruik van richtlijnen met als doel het (hoge) kwaliteitsniveau van de bedrijfsvoering te handhaven en waar mogelijk verder te verbeteren, en/of de efficiëntie van de bedrijfsvoering te verhogen en bij te dragen aan het verder uniformeren van de werkwijzen binnen de drinkwatersector. Deze richtlijnen hebben doorgaans het karakter van een ‘aanbeveling van een te volgen gedrag of handelswijze’ en niet van een ‘bindend voorschrift’¹. Het gaat om privaatrechtelijke richtlijnen voor de ondersteuning in de dagelijkse praktijk van de bedrijfsvoering (‘best practices’) in het gehele traject van bron tot tap. De richtlijnen (soms ook aangeduid als ‘leidraad’) worden sinds 2008 opgesteld en hebben in 2015 de aanduiding ‘Praktijkcode Drinkwater’ (PCD) gekregen.

Verantwoording

Praktijkcodes worden doorgaans opgesteld in opdracht van het Platform Bedrijfsvoering, waarin vertegenwoordigers van alle Nederlandse drinkwaterbedrijven en het Vlaamse bedrijf Pidpa participeren. Ook in opdracht van andere gremia kunnen praktijkcodes worden opgesteld. Dit Platform heeft het beheer van praktijkcodes gedelegeerd aan de Begeleidingsgroep Praktijkcodes, die de ‘eigenaarsrol’ vervult. Ook in die groep participeert in beginsel één vertegenwoordiger per bedrijf. De voorzittersrol wordt vervuld door een van deze vertegenwoordigers, terwijl KWR Water Research Institute dat doet ten aanzien van de rol van secretaris.

Totstandkoming en kwaliteitsborging

Een specifieke praktijkcode of een revisie daarvan (zie onder) komt met inhoudelijke bijdragen van deskundigen van drinkwaterbedrijven en onderzoekers van KWR Water Research Institute interactief tot stand onder begeleiding van een projectgroep bestaande uit deskundigen van de drinkwaterbedrijven en/of -laboratoria. De leden van die projectgroep worden aangezocht vanwege hun specifieke kennis en/of vaardigheden die noodzakelijk is/zijn voor het betreffende onderwerp. Het voorzitterschap wordt in beginsel ingevuld door een vertegenwoordiger van de drinkwaterbedrijven; KWR Water Research Institute vervult het secretariaat en rapporteert de voortgang aan de Begeleidingsgroep Praktijkcodes. Soms maken drinkwaterbedrijven gebruik van de mogelijkheid om zich als agendalid van een projectgroep te laten registreren. Na vaststelling van een praktijkcode door de begeleidende projectgroep wordt die ter formele vaststelling voorgelegd aan de Begeleidingsgroep Praktijkcodes.

Openbaarheid

Praktijkcodes Drinkwater zijn openbaar en zijn te vinden op de website www.PraktijkcodesDrinkwater.nl

Periodieke actualisatie

Bestaande praktijkcodes worden periodiek geëvalueerd. In beginsel is er sprake van een ‘vijfjaarsrevisie’: primair wordt de vraag gesteld en bediscussieerd of actualisatie gewenst dan wel noodzakelijk is en als dat het geval blijkt te zijn, wordt die volgens een afgesproken procedure projectmatig geactualiseerd. De vorige editie van een praktijkcode is daarbij uitgangspunt. Als actualisatie niet gewenst of noodzakelijk blijkt te zijn, wordt een praktijkcode in principe opnieuw voor een periode van vijf jaar vastgesteld.

¹ Beide omschrijvingen zijn afkomstig uit ‘Van Dale’.

Voorwoord

Deze praktijkcode maakt onderdeel uit van een serie van in totaal drie delen. Een en ander is beschreven in het 'Voorwoord' van het eerste deel ([PCD 3-1²](#) [100]), waarnaar wordt verwezen. Daarin is ook een korte introductie opgenomen. Voor wat betreft dit derde deel van de driedelige serie praktijkcodes PCD 3 worden vooraf verder nog de volgende opmerkingen gemaakt.

- **Editie**
Dit is de vijfde editie van de driedelige serie praktijkcodes PCD 3.
- **Begrippen, afkortingen en symbolen**
In deze praktijkcode gehanteerde begrippen met hun bijbehorende omschrijving, afkortingen en acroniemen met de bijbehorende betekenis, en symbolen die niet zijn opgenomen in Bijlage I respectievelijk Bijlage II van de praktijkcode [PCD 3-1](#) zijn opgenomen in Bijlage I respectievelijk Bijlage II van de voorliggende praktijkcode PCD 3-3.
- **Normen en Kiwa-beoordelingsrichtlijnen waaraan in deze praktijkcode wordt gerefereerd**
(Inter)nationale normen waaraan in deze praktijkcode wordt gerefereerd, zijn opgenomen in Bijlage III. In deze praktijkcode wordt daarnaast op enkele plaatsen gerefereerd aan beoordelingsrichtlijnen van certificatie-instelling Kiwa Nederland. Met betrekking tot Kiwa-beoordelingsrichtlijnen voor producten die worden toegepast bij het transport en de distributie van drinkwater wordt verwezen naar Bijlage IV van de praktijkcode [PCD 3-1](#).
- **Onderzoeksprogramma**
In de praktijkcode [PCD 3-1](#) is het 'gezamenlijke onderzoek (BTO)' benoemd. In 2024 heeft dat onderzoek een naamsverandering ondergaan (van 'BTO' naar 'Waterwijs') en om die reden is ervoor gekozen dat in de voorliggende praktijkcode aan te duiden als 'onderzoeksprogramma'.
- **Inhoud van deze praktijkcode PCD 3-3**
De voorliggende praktijkcode PCD 3-3 omvat de hoofdstukken 10 'Aanleg', 11 'Beproeven van leidingen op druk' (in verband met waterdichtheid), 12 'Desinfectie', 13 'Opleveringsdocumenten', 14 'Bedrijfsvoering' en 15 'Wijzigen van documentatie' uit de bovenliggende Europese norm [NEN-EN 805](#). De belangrijkste wijzigingen van die hoofdstukken ten opzichte van die volgens de vorige editie van de praktijkcode (praktijkcode [PCD 3](#) [4]) zijn: het inwerkingtreden van de [Omgevingswet](#) [230] en de impact daarvan op drinkwaterleidingen, nieuwe arbobepalingen, de aandacht voor opwarming van drinkwater, de toepassing van 'District Metering Areas' (DMA's) en digitale tweelingen.

Zoals uit de subtitel van de voorliggende praktijkcode (en ook die van de beide eerste delen van de serie praktijkcodes PCD 3) naar voren komt, is deze gebaseerd op de jaargang 2000 van de bovenliggende Europese norm. Sinds 1 februari 2025 is er van die norm een nieuwe vigerende editie (zie Bijlage III). Aangezien ook de beide eerste delen van de serie praktijkcodes PCD 3 zijn gebaseerd op de vorige editie, is dat ook voor dit derde deel gedaan. In een volgende herziening zal de driedelige serie praktijkcodes op het niveau van de vigerende editie van de Europese norm moeten worden gebracht. Dat zal in 2026 met het eerste deel daarvan ([PCD 3-1](#) [100]) gebeuren.

Hoofdstuk 11 van de [NEN-EN 805:2025](#) blijkt fors te zijn gewijzigd ten opzichte van [NEN-EN 805:2000](#). Om die reden is hoofdstuk 11 'Beproeven van leidingen op druk' van de voorliggende praktijkcode inhoudelijk vooralsnog niet aangepast. Dat zal bij de 'upgrade' (in 2027?) plaatsvinden.

² In dit document zijn enkelvoudig onderstreepte zaken van een hyperlink voorzien, bij dubbel onderstreepte zaken gaat het om het leggen van nadruk.

Uitsluitend de van toepassing zijnde Nederlandse wet- en regelgeving is in de praktijkcode PCD 3-1 [100] verdisconteerd (en wel in hoofdstuk 4 daarvan). Voor de publiekrechtelijke regelgeving in België/Vlaanderen is dat daarin niet gedaan. Genoemde praktijkcode dateert van enkele jaren geleden en is op sommige onderdelen inmiddels achterhaald, bijvoorbeeld door het van kracht worden van de Omgevingswet [230] met onderliggende publiekrechtelijke regelgeving met ingang van 1 januari 2024. Actualisatie van de praktijkcode PCD 3-1 is dus noodzakelijk en die zal in 2026 worden uitgevoerd.

Samenstelling projectgroep

De samenstelling van de projectgroep die de herziening van deze praktijkcode heeft begeleid, is hieronder weergegeven. De deelnemers zijn per bedrijf in alfabetische volgorde vermeld.

(Drinkwater)bedrijf

Brabant Water
Dunea
Evides Waterbedrijf
KWR Water Research Institute

Oasen
Pidpa

PWN
Vitens
Waterbedrijf Groningen
Waternet
WMD Drinkwater
WML

Vertegenwoordiger(s)

Ton de Wit
Donny Mudde
Christian Kivit (voorzitter)
Ralph Beuken
Martin Meerkerk (secretaris)
Patrick Klein
Alain Decamps
Peter Lommelen
Kjeld Gravesteyn
Ton Blom
Erik Schaft
Joost Louter
Reinier Bekius
Wim Lafeber

Vaststelling praktijkcode

Deze praktijkcode is vastgesteld door de Begeleidingsgroep Praktijkcodes in de vergadering van 29 januari 2026.

Beheer van de praktijkcode

Commentaar of opmerkingen betreffende de opzet en/of de inhoud van deze praktijkcode kunnen per e-mail worden verzonden aan KWR Water Research Institute: pcd@kwrwater.nl. Indien van toepassing zal een en ander worden gebruikt als input voor een volgende editie van het document.

Inhoud

Inhoud	6
10 Installation/Aanleg	9
10.1 General requirements/Algemene eisen	9
10.1.1 Qualifications/Kwalificaties	9
10.1.2 Rules for the execution of construction work/Voorschriften voor de uitvoering van het werk	10
10.1.3 Transport and storage of pipeline components/Transport en opslag van leidingelementen	15
10.1.4 Health and safety/Veiligheid en gezondheid	15
10.1.5 Overige aspecten: samenwerken in de ondergrond	16
10.2 Methoden van leidingsanering	17
10.2.1 Vervangen in een open sleuf	18
10.2.2 Sleufloos vervangen	18
10.2.3 Uitvoeringsaspecten bij leidingsanering	19
10.3 Pipe trenches/Sleuven	20
10.3.1 Construction of pipe trenches; working space/Graven van sleuven; werkruimte	20
10.3.2 Depth of cover/Gronddekking	20
10.3.3 Bedding/Inbedden	21
10.3.4 Bundelingsinitiatieven	22
10.3.5 Ligning in leidingstroken	22
10.3.6 Distances from underground installations/Afstanden tot ondergrondse constructies	22
10.3.7 Protection of pipelines against contamination/Bescherming van leidingen tegen verontreiniging	23
10.3.8 Installation of valves, fittings and other components/Installatie van afsluiters, fittingen en andere leidingelementen	23
10.3.9 Connection to structures/Aansluitingen op bouwwerken	24
10.3.10 Precautions against flotation/Maatregelen tegen opdrijven	24
10.4 Pipe joints/Leidingverbindingen	25
10.4.1 General requirements/Algemene eisen	25
10.4.2 Unrestrained joints/Niet-trekvaste verbindingen	25
10.4.3 Restrained joints/Trekvaste verbindingen	25
10.4.4 Welded joints/Lasverbindingen	26
10.4.5 Lubricants for joints/Glijmiddelen voor koppelingen	26
10.4.6 Lijmverbindingen	26
10.5 Protection against corrosion and contamination/Bescherming tegen corrosie en verontreiniging	27

10.5.1 External protection/Uitwendige bescherming	27
10.5.2 Internal protection/Inwendige bescherming	28
10.6 Embedment and main backfill/Sleufaanvulling en topaanvulling	28
10.6.1 General/Algemeen	28
10.6.2 Selected material for the embedment/Geschikte materialen voor sleufaanvulling	29
10.6.3 Execution of the embedment/Uitvoering van de sleufaanvulling	29
10.6.4 Execution of the main backfill/Uitvoering van de topvulling	30
10.6.5 Control of the degree of compaction/Controleren van de verdichtingsgraad	31
10.6.6 Diametral deflection of flexible pipes after installation/Deflectie van tangentieel flexibele leidingen na aanleg	31
10.7 Record of tests during installation/Documentatie van beproevingen tijdens aanleg	31
11 Testing of pipelines/Beproeven van leidingen op druk	33
11.1 General requirements/Algemene eisen	33
11.2 Safety/Veiligheid	35
11.2.1 Equipment and clothing/Apparatuur en kleding	35
11.2.2 Excavations/Uitgravingen	35
11.2.3 Filling and testing/Vullen en beproeven	36
11.3 Pressure test/Hydrostatische drukbeproeving	36
11.3.1 Preparations/Voorbereidingen	37
11.3.2 Test pressure/Beproevingdruk	38
11.3.3 Testing procedure/Beproevingprocedure	39
11.3.4 Recording test results/Documentatie van de testresultaten	49
12 Disinfection/Desinfectie	52
12.1 General/Algemeen	52
12.2 Preparation for disinfection/Voorbereiding voor desinfectie	52
12.2.1 General requirements/Algemene eisen	52
12.2.2 Disinfection equipment/Desinfectieapparatuur	52
12.3 Selection of disinfectant/Keuze van het desinfectiemiddel	52
12.4 Disinfection procedures/Desinfectieprocedures	53
12.4.1 General requirements/Algemene eisen	53
12.4.2 Flushing procedure/Spuiprocedure	53
12.4.3 Static procedure/Statische procedure	53
12.4.4 Dynamic procedure/Dynamische procedure	54
12.5 Microbiological clearance and reporting/Microbiologische goedkeuring en verslaglegging	54

13	Additional requirements/Opleveringsdocumenten	56
14	Operation/Bedrijfsvoering	58
14.1	Inspection and monitoring/Inspectie en bewaking	59
14.1.1	Identificatie en registratie van storingen	59
14.1.2	Bewaking van lekverlies	60
14.1.3	De inrichting van DMA's	62
14.1.4	Inspectie van de toestand van leidingen	63
14.1.5	Inspectie van appendages	64
14.1.6	Inspectie van andere componenten	64
14.1.7	Bewaking van de drinkwaterkwaliteit en -kwantiteit	65
14.1.8	Bewaking toestand leidingnet met oog op externe omstandigheden	66
14.1.9	Prestatievergelijking	67
14.1.10	Digitale tweeling	67
14.2	Maintenance/Onderhoud en reparatie	67
15	Updating of documentation/Wijzigen van documentatie	69
16	Literatuur	70
I.	Begrippen met bijbehorende omschrijvingen en afkortingen inclusief acroniemen met bijbehorende betekenis	75
II.	Symbolen en bijbehorende betekenis	77
III.	In deze praktijkcode genoemde en voor deze praktijkcode relevante normen	78
IV.	Resultaten enquête afpersen	80
V.	Voorbeeld voor het berekenen van theoretische verliezen bij afpersen	83

10 Installation/Aanleg

10.1 General requirements/Algemene eisen

10.1.1 Qualifications/Kwalificaties

NEN-EN 805

Competent personnel, capable of assessing the quality of the work within the scope of this standard, shall be employed for the supervision and the execution of the construction project.

Contractors appointed by the employer shall possess the qualifications necessary for the execution of the work.

The employer shall make sure that the necessary qualifications are met (see A.25).

Het uitvoeren van de constructie en het houden van toezicht moet worden uitgevoerd door gekwalificeerd personeel dat in staat is de kwaliteit van het werk te beoordelen binnen het raamwerk van de in de voorliggende praktijkcode beschreven richtlijnen.

Voor de randvoorwaarden met betrekking tot hygiënisch werken aan de watervoerende infrastructuur, zie hoofdstuk 6 ‘Opleiding’ van de praktijkcode [PCD 1-1](#) [12] en § 6.2 ‘Opleiding’ van hoofdstuk 6 ‘Aanleg, vervanging en/of inbouw en reparatie van drinkwaterleidingen’ van de praktijkcode [PCD 1-4](#) [194]. Met betrekking tot persoonscertificatie bij de aanleg, vervanging en/of inbouw en reparatie van drinkwaterleidingen, zie § 6.3 ‘Persoonscertificatie’ van hoofdstuk 6 ‘Aanleg, vervanging en/of inbouw en reparatie van drinkwaterleidingen’ van de praktijkcode [PCD 1-4](#).

De door de opdrachtgever aangestelde aannemers moeten in het bezit zijn van de benodigde kwalificaties voor uitvoering van het werk. De opdrachtgever moet ervan verzekerd zijn dat aan de vereiste kwalificaties wordt voldaan. In dat verband wordt gewezen op de [Certificatieregeling Kabelinfrastructuur en Buizenlegbedrijven](#) (‘CKB-regeling’) [193] (zie webpagina [De CKB regeling](#) op de website van de Stichting CKB, [CKB: Borging kwaliteit ondergrondse infra](#)). De regeling is een uiteenzetting van eisen waaraan een kabelinfra- en/of buizenlegbedrijf dient te voldoen voor het verkrijgen van een kwaliteitsverklaring (certificaat). De eisen hebben betrekking op het kwaliteitssysteem, mensen en middelen, arbo en milieu, en op financiële, fiscale en administratieve aspecten. De CKB-regeling is onderverdeeld in drie scopes: ‘Kabelinfrastructuur’, ‘Buizenlegbedrijven’ en ‘Sleufloze technieken’. Elk van deze scopes is weer onderverdeeld in een aantal processen. Op basis van deze processen wordt een bedrijf gecertificeerd. Bedrijven die aan de CKB-regeling voldoen, kunnen bij een onafhankelijke certificatie-instelling een certificaat verkrijgen. Bij goedkeuring ontvangt het bedrijf het CKB-certificaat en wordt het opgenomen in het register van CKB-gecertificeerde bedrijven (voor buizenlegbedrijven, zie [Zoek gecertificeerde CKB bedrijven](#)). Het certificaat is drie jaar geldig. Tussentijds wordt het bedrijf gecontroleerd op het voldoen aan alle regels.

Naast de CKB-certificatie voor bedrijven is er ook de persoonscertificatie door Stichting KIAD (Kwaliteit Instructie Aanleg Drinkwater, zie de website [KIAD – Kwaliteit instructie aanleg drinkwater](#)). Dit is een onafhankelijke organisatie die namens de Nederlandse drinkwaterbedrijven en Bouwend Nederland verplichte certificatie ontwikkelt en beheert voor ‘iedereen die aan de waterleiding werkt’. De komende jaren wordt die verplichting gefaseerd ingevoerd. Zie [hier](#) voor een actueel overzicht van de verschillende certificaten. De bestaande certificaten zijn:

- Algemeen Vakbekwaam Persoon (AVP) dat monteurs kwalificeert voor het uitvoeren van alle watertechnische en niet-watertechnische werkzaamheden aan hoofd- en aansluitleidingen.
- Vakbekwaam Persoon Aansluitleidingen (VPA) dat monteurs kwalificeert voor het zelfstandig uitvoeren van alle watertechnische en niet-watertechnische werkzaamheden aan aansluitleidingen.

- Vakbekwaam Persoon Nieuwbouw (VP Nieuwbouw) dat monteurs kwalificeert voor het zelfstandig aanleggen van aansluitleidingen voor drinkwater in de nieuwbouwfase tot diameters van maximaal 40 mm.

10.1.2 Rules for the execution of construction work/Voorschriften voor de uitvoering van het werk

NEN-EN 805

Construction work shall be executed in accordance with national standards, transposing European Standards as available, the requirements of the water supply company and taking into account any specific instruction of the manufacturer of pipeline components.

Publiekrechtelijke regelgeving drinkwater

Zie hoofdstuk 4 'Toepassing van normen en regelgeving' van de praktijkcode PCD 3-1 [100]. Met betrekking tot de aanleg van drinkwaterleiding(nett)en zijn vanuit wet- en regelgeving op het gebied van drinkwater (Artikel 21 van het Drinkwaterbesluit [7]) primair de volgende documenten van toepassing:

- de nationale normenserie NEN 3650;
- de nationale normen NEN 3651 en NEN 7171-1;
- de Nederlandse praktijkrichtlijn NPR 7171-2;
- de praktijkcodes PCD 1-1 [12] en PCD 1-4 [194].

De zes delen van genoemde normenserie bevatten allemaal een meer of minder uitgebreid hoofdstuk 9 'Aanleg'. Ook de nationale norm NEN 3651 bevat een hoofdstuk 9 met die titel. Voor de aanleg van drinkwaterleiding(nett)en zijn tevens de (inhoudelijke) hoofdstukken 5 'Uitgangspunten voor de ordening van ondergrondse netten', 6 'Functionele eisen voor de ordening van ondergrondse netten' en 7 'Dwarsprofielen' van de nationale norm NEN 7171-1, en 5 'Kader' en 6 'Beschrijving orderingsproces' van de Nederlandse praktijkrichtlijn NPR 7171-2 relevant. Ten slotte wordt in dit kader hoofdstuk 6 'Aanleg, vervanging en/of inbouw en reparatie van drinkwaterleidingen' van de praktijkcode PCD 1-4 [194] nog genoemd.

De gemeente heeft een belangrijke rol bij het beheren van de ondergrond en het voorkomen van graafschade. In de zogeheten gemeenteradar [228] zijn de belangrijkste taken vastgelegd van gemeenten die bijdragen aan het ordenen van de ondergrond:

- opdrachtgever van eigen werkzaamheden;
- netbeheerder van bijvoorbeeld riolen, openbare verlichting, openbare wegen, verkeersregelininstallaties, et cetera;
- grondroerder (doordat zij zelf werkzaamheden uitvoert);
- beheerder (regisseur) van de ondergrond (met als belangrijkste taken het ordenen van de openbare ruimte, het stellen van eisen aan graafwerkzaamheden en het combineren van graafwerkzaamheden).

Het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) [231] is een belangrijk onderdeel van de Omgevingswet [230]. Het is gericht op het reguleren van activiteiten die invloed hebben op de fysieke leefomgeving. Het doel is om een gezonde, veilige en duurzame leefomgeving te creëren. Dit zou moeten worden bereikt door de milieubelasting te minimaliseren en het duurzaam gebruik van hulpbronnen te stimuleren. Dit besluit stelt regels voor bedrijven en organisaties op over activiteiten die het milieu kunnen beïnvloeden. Relevante onderdelen voor drinkwaterleidingen buiten gebouwen zijn de navolgende.

Omgevingswet

Op 1 januari 2024 is de Omgevingswet [230] in werking getreden. In die wet zijn 26 wetten over de fysieke leefomgeving in één integrale wet geïntegreerd. De Drinkwaterwet [6] met daarin de zorgplicht waarmee bestuursorganen steeds rekening moeten houden bij de afweging van belangen, is als afzonderlijke wet blijven bestaan. Wetten die voor het beheer van drinkwaterleidingen van belang zijn en die zijn geïntegreerd in de Omgevingswet zijn onder andere de Wet Bodembescherming, de Waterwet, de Belemmeringenwet Privaatrecht,

de Tracéwet en de Wet ruimtelijke ordening. Vewin heeft een leidraad opgesteld waarin de impact van de Omgevingswet op de drinkwatervoorziening is beschreven [225].

Onder de Omgevingswet maken gemeenten omgevingsplannen. Die plannen zijn de opvolgers van bestemmingsplannen en diverse verordeningen van de gemeenten. Vewin heeft in opdracht van de drinkwaterbedrijven een zogenoemde Staalkaart [226] opgesteld die gemeenten kan helpen om de belangen voor drinkwater in het omgevingsplan te borgen. Die staalkaart biedt gemeenten handvatten voor onder andere het behouden en creëren van ruimte voor de drinkwaterinfrastructuur en het beschermen van die infrastructuur tegen activiteiten in de nabijheid daarvan, en die daarvoor een bedreiging (kunnen) vormen. De staalkaart richt zich op de bestaande infrastructuur en aanpassingen daarvan, en op nieuw aan te leggen infrastructuur.

Drinkwaterinfrastructuur en ondiepe ondergrond

De notitie Strategische agenda ondiepe ondergrond [195] van brancheorganisatie Vewin vormt het uitgangspunt voor de realisatie van leidingen en leidingnetten voor drinkwater.

Beheer van de openbare ruimte

Als beheerder van de openbare ruimte voert het college van burgemeester en wethouders de regie en coördinatie bij de aanleg van kabels en/of leidingen van netbeheerders. Voor een goede uitoefening van deze taken zijn uitvoeringsvoorschriften vastgelegd in gemeentelijke handboeken (zie bijvoorbeeld: Handboek kabels en leidingen 2025 van de gemeente Deurne op de webpagina Kabels en leidingen leggen in openbare grond | Gemeente Deurne). Het Handboek is van toepassing in alle gevallen waarin het college toestemming heeft verleend voor werkzaamheden ten behoeve van de aanleg, instandhouding en opruiming van kabels of leidingen in de openbare ruimte. In dit handboek zijn onder andere uniforme richtlijnen, voorwaarden en eisen gesteld ten aanzien van de voorbereiding en uitvoering van voornoemde werkzaamheden. Doel van het handboek is:

- het borgen en bevorderen van de kwaliteit van de (ondergrondse) openbare ruimte; het bevorderen van een juiste ordening en een veilige ligging van kabels of leidingen;
- het beperken van overlast en het bevorderen van een veilige omgeving voor de burgers tijdens de werkzaamheden aan kabels of leidingen;
- het voorkomen van schade.

Voor meer informatie zie ook de Staalkaart [226] van Vewin en de Verordening werkzaamheden kabels en leidingen en omgevingsplan [229].

Veiligheidsaspecten van het leidingnet

Zie subparagraaf 4.6.6 'Fysieke veiligheid van het leidingnet' van § 4.6 'Overige van toepassing zijnde wet- en regelgeving' van hoofdstuk 4 'Toepassing van normen en regelgeving' van praktijkcode PCD 3-1 [100].

Wederzijdse verantwoordelijkheden

De aanleg moet worden uitgevoerd binnen de voorschriften van de nationale regelgeving met verwijzing naar Europese normen voor zover beschikbaar, regels vanuit het drinkwaterbedrijf en specifieke instructies van de leverancier van leidingelementen. De richtlijn 'Kwaliteit voor altijd; Kwaliteitszorg en verantwoordelijkheid bij uitbestede werkzaamheden in de watersector' [197] is een door drinkwaterbedrijven en aannemers opgestelde richtlijn waarmee de kwaliteit van het aanleggen, onderhouden en beheren van leidingnetten beter kan worden gegarandeerd³. Dit 'Standaard Toets- en Inspectieplan' legt de wederzijdse verantwoordelijkheden vast en levert de informatie voor toetsing tijdens de voorbereiding en uitvoer van uitbestede werkzaamheden aan de ondergrondse waterinfrastructuur. Het gaat om een aanvulling op de Certificatieregeling Kabelinfrastructuur en Buizenlegbedrijven [193] en de praktijkcode PCD 1-4 [194] met het bijbehorende werkboekje praktijkcode PCD 1-7 [198].

³ Sinds 2007 is dit document niet herzien.

(Voorkomen) graafschade

De Wet Informatie-uitwisseling Bovengrondse en Ondergrondse Netwerken (WIBON) [56] is op 1 juli 2018 in werking getreden (zie § 4.4 ‘Wet informatie-uitwisseling bovengrondse en ondergrondse netten en netwerken (WIBON)’ van hoofdstuk 4 ‘Toepassing van normen en regelgeving’ van praktijkcode [PCD 3-1](#) [100]) als opvolger van de Wet Informatie-uitwisseling Ondergrondse Netwerken (WION). De WIBON heeft als doel graafschades te voorkomen om daarmee de continuïteit van de levering van essentiële diensten zoals gas, water, elektriciteit en data veilig te stellen. In de WIBON is een aantal voorschriften opgenomen om ervoor te zorgen dat het graafproces zorgvuldig wordt uitgevoerd. Die voorschriften hebben betrekking op de opdrachtgevers van graafwerkzaamheden, de beheerders van de ondergrondse netten en de grondroerders. De Rijksinspectie Digitale Infrastructuur van het Ministerie van Economische Zaken (zie de webpagina [Home | Rijksinspectie Digitale Infrastructuur \(RDI\)](#), voorheen Agentschap Telecom) houdt toezicht op naleving van deze voorschriften. Jaarlijks brengt de RDI het aantal graafschades in kaart (voor 2024, zie de webpagina [Overzicht graafschades 2024 | Publicatie | Rijksinspectie Digitale Infrastructuur \(RDI\)](#)). Er wordt geconstateerd dat in 60% van de gevallen de oorzaak van de schade wordt veroorzaakt door het niet of niet goed lokaliseren van de ondergrondse infrastructuur voorafgaand aan de graafwerkzaamheden. De RDI wil dat in 2030 het aantal graafschades met deze oorzaak nog maximaal 40% is. De RDI merkt op dat dit uitsluitend mogelijk is als de hele graafketen zich gezamenlijk hiervoor inzet.

Het doel van de richtlijn de [CROW-publicatie 500](#)⁴ [179] is het voorkomen van schade aan kabels en leidingen die een rechtstreeks gevolg is van grondroeren. De richtlijn slaat hiermee een brug tussen de kaders van de wetgeving en de uitwerking van zorgvuldigheid in de praktijk. De reikwijdte van de richtlijn beperkt zich niet tot het grondroeren zelf, maar omvat het gehele proces van een project: vanaf initiatief tot en met de gebruiksfase. Het Kabel en Leiding Overleg (zie de website [Kabel en Leiding Overleg - Kabel en Leiding Overleg](#)) is een samenwerkingsverband van grondroerders, netbeheerders en beheerders van de openbare ruimte, dat als doel heeft het voorkomen van graafschade aan kabels en leidingen. Op de website is informatie te vinden over de invulling van de rollen ((i) beheerders openbare ruimte, (ii) netbeheerders en (iii) grondroerders) en daarop worden de geldende regels toegelicht en hulpmiddelen verstrekt. In het bijzonder wordt verwezen naar de ‘Risico’s en maatregelenhulp CROW 500’, zie de webpagina [Risico’s en maatregelenhulp CROW 500](#) (en ook de webpagina [De richtlijn: CROW 500 - Kabel en Leiding Overleg](#)) van genoemde website.

In het geval van graafschade, zie ook subparagraaf 4.6.5 ‘Schadevergoedingen bij het verleggen van leidingen’ van § 4.6 ‘Overige van toepassing zijnde wet- en regelgeving’ van hoofdstuk 4 ‘Toepassing van normen en regelgeving’ van praktijkcode [PCD 3-1](#) [100].

Drinkwaterbedrijven verwijzen voor grondroer- en overige activiteiten naar de ‘Algemene graafvoorwaarden’ van VELIN, de Vereniging van Leidingeigenaren in Nederland (zie de webpagina [Algemene graafvoorwaarden | Velin](#)). Deze voorwaarden zijn bedoeld om duidelijk en eenduidig aan te geven onder welke condities activiteiten in de nabijheid van leidingen, kabels en/of toebehoren van VELIN-leden zijn toegestaan en die een aanvulling vormen op bovengenoemde [CROW-publicatie 500](#) en WIBON, en het toenmalige [Besluit externe veiligheid buisleidingen](#) (dit ‘Bevb’ is per 1 januari 2024 vervallen en opgenomen in de [Omgevingswet](#) [230], het [Besluit activiteiten leefomgeving](#) [231] en het [Besluit kwaliteit leefomgeving](#) [245], zie de webpagina [Buisleidingen en externe veiligheid | Informatiepunt Leefomgeving](#)). Hoewel drinkwaterbedrijven geen lid zijn van VELIN, verwijzen zij wel naar de deze voorwaarden.

Arbo

In de [Arbeidsomstandighedenwet](#) [57] staan regels voor werkgevers en werknemers om de gezondheid en

⁴ Deze publicatie wordt expliciet genoemd in de verbindende nationale norm [NEN 7171-1](#) en de Nederlandse praktijkrichtlijn [NPR 7171-2](#) (zie boven). In het hoofdstuk ‘Inleiding’ hiervan is onder meer het volgende opgenomen: ‘Het doel van de richtlijn is het voorkomen van schade aan kabels en leidingen die een rechtstreeks gevolg is van grondroeren. De richtlijn slaat hiermee een brug tussen de kaders van de wetgeving en de uitwerking van zorgvuldigheid in de praktijk.’

veiligheid van werknemers te bevorderen. Deze wet is een kaderwet met algemene bepalingen die de basis vormen van de wetgeving op het gebied van Arbo. Het [Arbeidsomstandighedenbesluit](#) [236] is een uitwerking van de [Arbeidsomstandighedenwet](#). Hierin staan de regels waaraan zowel werkgever als werknemer zich moeten houden om arbeidsrisico's tegen te gaan. De [Arbeidsomstandighedenregeling](#) [237] is weer een verdere uitwerking van het [Arbeidsomstandighedenbesluit](#) en bevat gedetailleerde voorschriften. Er zijn voor verschillende branches specifieke uitwerkingen gemaakt. Voor werkzaamheden aan leidingen is hierbij de branche Groen, Grond en Infrastructuur van belang, daarbij in het bijzonder de sectie Graven bij kabels, leidingen en buizen. Voor informatie over buisleidingen en asbest, zie ook de webpagina [Informatieblad buisleidingen en asbest](#).

Bomen

Bomen nemen boven- en ondergronds ruimte in (de nationale norm [NEN 7171-1](#) stelt: '*In beginsel is het wortelpakket van een boom iets breder/groter dan de kruin.*'). Die ruimte is ook nodig voor infrastructuur en civieltechnische voorzieningen. Het goed combineren van bomen en infrastructurele voorzieningen vraagt om integrale ontwerpen, efficiënte oplossingen bij problemen en een zorgvuldige toepassing van de beschikbare technieken. Door het CROW is de [Kennismodule Bomen](#) ontwikkeld, waarin risico's rondom bomen zijn aangegeven. Daarin wordt een overzicht gegeven van maatregelen om schade bij werkzaamheden te voorkomen. Daarnaast bevat deze kennismodule een beschrijving van hoe een objectieve en onderbouwde beoordeling moet plaatsvinden van de verwachte effecten op de boom van activiteiten in de buitenruimte. Door het Centrum Ondergronds Bouwen (COB) zijn in de publicatie [Groeiboek Bomen, kabels en leidingen](#) [227] knelpunten in kaart gebracht rond kabels, leidingen en bomen, en is een stappenplan gepresenteerd om deze knelpunten op te lossen.

Water(kering)en

Zie subparagraaf 4.6.4 'Waterkeringen' van § 4.6 'Overige van toepassing zijnde wet- en regelgeving' van hoofdstuk 4 'Toepassing van normen en regelgeving' van praktijkcode [PCD 3-1](#) [100].

Waterkeringen zijn onder te verdelen in:

- Primaire waterkeringen, die bescherming bieden tegen overstromingen vanuit de Noordzee, de Waddenzee, de grote rivieren Rijn, Maas en Westerschelde, de Oosterschelde, het IJsselmeer, het Volkerak-Zoommeer, het Grevelingenmeer en het getijdendeel van de Hollandsche IJssel en de Veluwerandmeren. Deze waterkeringen zijn in beheer bij het Rijk of bij de waterschappen. In [Bijlage II](#) van het [Omgevingsbesluit](#) [246] staat welke keringen zijn aangemerkt als primaire waterkeringen.
- Regionale waterkeringen, de overige waterkeringen die de provincies hebben aangewezen in hun omgevingsverordening regionale waterkeringen en die in beheer zijn bij de waterschappen.

In de [Omgevingswet](#) [230] wordt bij een waterkering een onderscheid gemaakt tussen de kernzone (zijnde het waterkerende deel) en de beschermingszone (zijnde de zone ter weerszijden van een waterstaatswerk). Voor de kernzone en de beschermingszone gelden voorschriften en beperkingen ter bescherming van het waterstaatswerk. Er wordt Opgemerkt dat deze beschermingszone een meer juridische bepaling is die betrekking heeft op de zone waarin werkzaamheden verplicht moeten worden gemeld bij de vergunningverlener. De beschermingszone wordt door het waterschap vastgelegd in de zogenoemde legger. Het heeft een andere werkingssfeer dan de veiligheidszone, die wordt gehanteerd in de [NEN 3651](#) en die van toepassing is op de toetsing van de veiligheid van de waterkering.

Werkzaamheden aan primaire en regionale waterkeringen dienen in nauw overleg plaats te vinden met de betrokken vergunningverlener (waterschap of Rijkswaterstaat). De door die vergunningverlener opgelegde voorschriften dienen te worden gevolgd. Deze waren voor waterschappen vastgelegd in de 'Keur'⁵ en sinds 1 januari 2024 is dat het geval in de 'waterschapsverordening', zie de webpagina [Overgangsrecht bij de waterschapsverordening](#) | [Informatiepunt Leefomgeving](#). De locatie waarvoor een verordening geldt, is

⁵ Zie de webpagina [Keur](#) | [Informatiepunt Leefomgeving](#)

aangegeven in de digitaal beschikbare legger, bijvoorbeeld Leggers - Hoogheemraadschap van Rijnland voor het Hoogheemraadschap van Rijnland.

Voor leidingen in de omgeving van watergangen en waterkeringen wordt primair verwezen naar CROW-publicatie 500 [179] (graven algemeen), waarbij in een bepaald gebied de regelgeving van het specifieke waterschap van toepassing is. Bij graafwerkzaamheden is het belangrijk om de aanwezigheid en de positie van kabels en leidingen goed te bepalen. Kabels en leidingen rond watergangen en waterkeringen zijn vaak moeilijk te zien en moeilijk bereikbaar. Met deze richtlijn wordt graafschade voorkomen en inzicht verkregen in risico's voor projectplanning en uitvoering van werkzaamheden rond watergangen en waterkeringen. Alle betrokkenen bij het graafproces moeten helpen om schade aan kabels en leidingen tijdens de uitvoering van het werk te voorkomen. Naast de algemene richtlijnen volgens genoemde CROW-publicatie zijn ook de specifieke voorwaarden van de relevante vergunningverlenende instantie (waterschappen en Rijkswaterstaat) van belang.

Spoor

Voor (graaf)werkzaamheden rond verschillende spoorverbindingen, zie de subparagrafen 4.6.2 'Spoorwegen' en 4.6.3 'Lokaal spoor' van § 4.6 'Overige van toepassing zijnde wet- en regelgeving' van hoofdstuk 4 'Toepassing van normen en regelgeving' van praktijkcode PCD 3-1 [100].

Voor het vergunningsgebied van ProRail, zie de webpagina <https://www.prorail.nl/veelgestelde-vragen/vergunningen/wat-zijn-de-afmetingen-van-het-vergunningsgebied>

ProRail hanteert een vergunningsgebied (door ProRail het 'beperkingengebied' genoemd) rondom het spoor, met daarin de 'kern-zone', waar een vergunning nodig is. Daarnaast is er de 'beschermingszone', waarvoor óf een vergunning nodig is óf een melding moet worden gedaan. Het doen van een melding kan via het Omgevingsloket. Onder verwijzing naar Artikel 9.20 van het Besluit activiteiten leefomgeving [231] meldt het Handboek Omgevingswet [225] dat voor werkzaamheden aan leidingen in het hoofdspoorweg een vergunning nodig is ten behoeve van beschermbuizen voor kabels of leidingen die het spoor kruisen (mantelbuizen) en die (i) een diameter van meer dan 600 mm hebben, (ii) op een diepte van minder dan 6 m onder het maaiveld liggen of (iii) anders dan met een horizontaal gestuurde boring worden aangelegd. Voor kruisingen van en voor langsliggingen aan het hoofdspoor is altijd een mantelbuis verplicht. Voor overige bepalingen wordt verwezen naar Hoofdstuk 9 'Activiteiten rond spoorwegen' van het Besluit activiteiten leefomgeving.

Voor lokale spoorwegen (zijnde spoorwegen voor openbaar personenvervoer en lokale of interlokale metro- of tramwegen) gelden provinciale of gemeentelijke regelingen.

Onttrekken grondwater (bronbemaling)

Hiervoor is subparagraaf 4.6.7 'Onttrekken grondwater (bronbemaling)' van § 4.6 'Overige van toepassing zijnde wet- en regelgeving' van hoofdstuk 4 'Toepassing van normen en regelgeving' van praktijkcode PCD 3-1 [100] van toepassing. Inmiddels is hiervoor hoofdstuk 16 'Grondwateronttrekkingen en ontgrondingen op land en in regionale wateren' van het Besluit activiteiten leefomgeving [226] van toepassing. Genoemde praktijkcode zal hierop worden aangepast.

Aanleg drinkwaterleidingen

Voor de realisatie van drinkwaterleidingen wordt op de volgende documenten gewezen:

- de Richtlijn Boortechnieken en open ontgraving voor kabels en leidingen [201];
- de installatieprocedure volgens de brochure Het leggen van kunststofbuizen van BureauLeiding [202], het informatiebureau kunststof leidingsystemen

De instructies in de brochure komen overeen met die in het document CEN/TS 1046 van het Europese normalisatie-instituut CEN en de 'NPR 3218' (dit betreft documenten op het gebied van de 'buitenriolering onder vrij verval': NEN-EN 1610+NEN 3218-1, NPR 3218-2 en NPR 3218-3). De instructies worden aanbevolen

door de leden van BureauLeiding en zijn een samenvatting van genoemde documenten.
De leginstructies gelden voor leidingelementen van PVC, PE en PP.

Werken bij temperatuurextremen

Zie bijvoorbeeld de werkinstructie Kunststoffen bij lage temperatuur [238], waarin het transport, de verwerking en de installatie van kunststof leidingmaterialen aan orde komen. In de werkinstructie Verwerking, transport en opslag van PVC-leidingen [239] komt onder meer het effect van hogere temperaturen op PVC leidingelementen aan de orde.

Lozen van onttrokken grondwater

Hiervoor is subparagraaf 4.6.8 'Lozen van onttrokken grondwater' van § 4.6 'Overige van toepassing zijnde wet- en regelgeving' van hoofdstuk 4 'Toepassing van normen en regelgeving' van praktijkcode PCD 3-1 [100] van toepassing. Inmiddels is hiervoor lid 1 van Artikel 3.93 (aanwijzing milieubelastende activiteiten) van § 3.4.1 'Drinkwaterbedrijf' van Afdeling 3.4 'Nutssector en industrie' van Hoofdstuk 3 'Milieubelastende activiteiten en lozingsactiviteiten: richtingaanwijzer' uit het Besluit activiteiten leefomgeving [231] van toepassing. Genoemde praktijkcode zal hierop worden aangepast.

Bestek

De voorwaarden ten aanzien van de realisatie van het werk zijn in het algemeen vastgelegd in een bestek met bijbehorende tekeningen, die de opdrachtgever heeft opgesteld dan wel heeft laten opstellen. Eventuele afwijkingen of wijzigingen daarvan die nodig blijken te zijn voor een juiste uitvoering behoren vooraf door de opdrachtgever te worden geaccordeerd.

10.1.3 Transport and storage of pipeline components/Transport en opslag van leidingelementen

NEN-EN 805

The pipeline components shall be protected against damage. Only suitable equipment shall be used for the loading and unloading as well as for transport. Pipeline components shall be transported and stored in such a way that they do not come in contact with hazardous substances, e.g. by capping the openings. The pipeline components shall not be contaminated by earth, mud, sewage or other deleterious substances. If such contamination is unavoidable, the pipeline components shall be cleaned before being installed. The information and instructions provided by the manufacturers of pipeline components, with regard to avoidance of damage, degradation and contamination, shall be strictly observed.

Transport en opslag van leidingelementen in verband met hygiënische aspecten is beschreven in § 4.3 'Logistiek' van praktijkcode PCD 1-4 [194]. Verder wordt verwezen naar hoofdstuk 3 'Inleiding chemische veiligheid' van praktijkcode PCD 1-1 [12] waarin wordt verwezen naar een Bijlage III 'Richtlijn voor de bescherming van nieuwe producten voor drinkwatertoepassing tegen verontreiniging' in verband met de bescherming tegen zowel chemische als microbiologische verontreinigingen en die is bedoeld als bijlage bij Kiwa-beoordelingsrichtlijnen voor producten in contact met drinkwater.

In verband met veroudering worden kunststof (bevattende) leidingelementen bij voorkeur binnen en in ieder geval niet langdurig in de volle zon opgeslagen. Bij opslag buiten moeten die zijn afgedekt (bij voorkeur met witte folie).

10.1.4 Health and safety/Veiligheid en gezondheid

NEN-EN 805

All work shall be carried out in accordance with the National Health and Safety Regulations applicable at the place of work.

De eisen vanuit wet- en regelgeving op het gebied van veiligheid en gezondheid zijn beschreven in § 4.5 'Arbeidsomstandigheden' van hoofdstuk 4 'Toepassing van normen en regelgeving' van praktijkcode [PCD 3-1](#) [100]. In de beide subparagrafen daarvan komen de omgang met asbestcement respectievelijk het werken in verontreinigde bodem aan de orde. Op de Arbocatalogus (webpagina [Water | Waterbedrijven](#)) worden per activiteit de risico's en bijbehorende maatregelen weergegeven die werkgevers en werknemers moeten nemen. Deze risico's betreffen het werken aan asbest, elektrocutie en fysieke lichamelijke belastingen bij werkzaamheden.

10.1.4.1 General requirements/Algemene eisen

NEN-EN 805

Personal protection equipment shall be provided in accordance with the relevant accident prevention regulations.

All personnel shall be instructed on the relevant accident prevention regulations.

Sites shall be equipped with appropriate alarm devices and other emergency equipment in order that suitable immediate action can be taken in case of an accident.

The degree of maintenance and the reliability of the emergency equipment provided, including utilities and materials, shall be checked regularly. Defective equipment shall be removed from the site and replaced.

Prior to the commencement of construction, information (e.g. plans) on all apparatus of other operators shall be obtained. Safety precautions shall be taken whenever necessary.

10.1.4.2 Installation requirements/Eisen bij het installeren

NEN-EN 805

Excavations sites shall be secured in a manner that prevents any danger to the personnel employed, other persons, properties and traffic (e.g. traffic control, foot bridges, lighting).

The support for excavations, including trenches, shall be installed in a manner to provide for safe working conditions. Access ladders shall be provided where necessary and secured in position when in use.

Construction operations shall not cause damage to existing structures.

The storage and transport of pipes, other components and materials shall be carried out in a manner which presents no danger to the personnel employed, other persons and properties.

When laying pipelines and installing components, relevant health and safety regulations shall be observed (e.g. wearing protective clothing and equipment when cutting, welding or otherwise treating materials). For fibrecement components containing asbestos, national regulations shall apply.

When using asbestos-cement components special precautions shall be taken when cutting, machining or carrying out other operations likely to create dust.

10.1.5 Overige aspecten: samenwerken in de ondergrond

Drinkwaterbedrijven hebben bij werkzaamheden aan leidingen te maken met diverse belanghebbenden, zoals afnemers die kunnen worden afgesloten van de drinkwatervoorziening tijdens werkzaamheden, burgers en bedrijven die overlast kunnen ondervinden van graafwerkzaamheden en beheerders van bovengrondse en ondergrondse infrastructuur. Om die reden zijn eisen gesteld aan het uitvoeren van werkzaamheden in de ondergrond en houdt de gemeente hierop toezicht.

Om graafactiviteiten tot een minimum te beperken en kosten te beperken, maken beheerders van ondergrondse infrastructuur en gemeenten afspraken over samenwerken in de ondergrond. Diverse instanties spannen zich in om samenwerken in de ondergrond te bevorderen ten behoeve van gezamenlijke strategische planvorming en programmering (meer richting uitvoering) zoals het Kabel en Leiding Overleg (KLO, zie de website [Kabel en Leiding Overleg - Kabel en Leiding Overleg](#)) en het Centrum Ondergronds Bouwen (COB, zie [Kennisbank - COB](#)), zie de websites/webpagina's <https://www.kabelenleidingoverleg.nl/>, <https://iplo.nl/thema/toepassing-regels-praktijk/kabels-leidingen/> en <https://www.gpkl.nl/water/> en Stichting Mijn Aansluiting (zie de website <https://stichting.mijnaansluiting.nl/>). In het rapport [Kabels, leidingen en mensen](#) [203] van het COB (zie de

webpagina [Kabels, leidingen en mensen: een verkenning naar samenwerking - COB](#) van de COB-website) zijn vier voordelen van samenwerken in de ondergrond genoemd:

- besparen van kosten
Te denken valt aan minder faalkosten, beheersing van financiën, voorkómen van stagnatie, minder graafbewegingen en minder schades.
- komen tot de maatschappelijk meest verantwoorde oplossing met oog op boven- en ondergronds ruimtegebruik;
- komen tot goede afspraken tussen partijen die belangen hebben in de ondergrond;
- bevorderen van kennisontwikkeling en informatieoverdracht.

De [Samenwerkwijzer](#) is een website van Stichting Mijn Aansluiting en het COB waarin inzicht, adviezen en tools worden gegeven voor het opstarten of verbeteren van samenwerkingsverbanden gericht op planafstemming tussen boven- en ondergrond. Samenwerken is hier onderscheiden in de volgende stappen:

- 1 verkennen van de samenwerking, waarbij partners voor integrale samenwerking een kernteam vormen;
- 2 ontwikkelen en formaliseren, waarbij data worden gedeeld en tot planafspraken wordt gekomen;
- 3 integraal afstemmen, waarbij samenwerkingsprojecten worden gedefinieerd;
- 4 inrichten ontwerpproces, waarbij een gezamenlijk ontwerp wordt uitgewerkt;
- 5 integraal voorbereiden;
- 6 integraal uitvoeren.

Het rapport [Structuurvisie Ondergrond](#) [204] geeft nadere richting aan het samenwerken in de ondergrond. Daarvoor wordt gewezen op het eerste deel van de derde alinea van § 1.2 'Doel' van dat rapport: *'In deze structuurvisie zijn de beleidsopgaven uitgewerkt die betrekking hebben op de nationale belangen 'drinkwatervoorziening' en 'mijnbouwactiviteiten', zoals de winning van olie, gas en aardwarmte en opslag van stoffen in de ondergrond. De overige beleidsopgaven – waaronder gebiedsgericht grondwaterbeheer, kabels en leidingen, bodembewust boeren, kennis en informatievoorziening – worden uitgewerkt binnen het Programma Bodem en Ondergrond, waarin ook het uitvoeringsprogramma van het 'Convenant bodem en ondergrond 2016-2020' is opgenomen.'*

De indruk is dat deze structuurvisie beperkt invloed heeft op drinkwaterleidingen. Het in het citaat genoemde convenant heeft vooral betrekking op bodemverontreinigingen.

Verder wordt er voor samenwerken in de ondergrond verwezen naar de nationale norm [NEN 7171-1](#) en de praktijkrichtlijn [NPR 7171-2](#).

10.2 Methoden van leidingsanering

De NSTT (voorheen de 'Netherlands Society of Trenchless Technologies') heeft op haar website een overzicht van technieken voor het aanleggen, renoveren en vervangen van leidingen. De door de NSTT genoemde technieken zijn ook relevant voor het vervangen van drinkwaterleidingen buiten gebouwen. Technieken voor reparatie worden beschreven in hoofdstuk 14. In onderstaande subparagrafen worden de meest toegepaste methoden voor leidingvervanging verder toegelicht. Voor verdere informatie wordt verwezen naar (het betreffende [overzicht](#) op) de pagina [Technieken - NSTT](#) van de NSTT-website.

10.2.1 Vervangen in een open sleuf

Het vervangen van leidingen in een open sleuf is de meeste toegepaste methode. Er wordt een sleuf gegraven, de bestaande leiding wordt uitgenomen⁶ en een nieuwe leiding met de meest geschikte diameter en leidingmateriaal wordt teruggelegd. De vervanging kan in hetzelfde tracé als de oude leiding of in een andere sleuf. De sleuf wordt gedicht, waarna de bestrating wordt hersteld. Het oude leidingmateriaal wordt afgevoerd. Er zijn verschillende methoden om een vervanging in een open sleuf uit te voeren, te weten:

- Traditioneel vervangen op hetzelfde tracé
Een leiding vervangen in hetzelfde tracé zonder gebruik te maken van een noodleiding betekent dat er een leveringsonderbreking plaatsvindt, vanaf het moment dat het water in een traject wordt afgesloten tot de aansluitingen zijn overgezet naar de nieuwe leiding. In het geval gebruik wordt gemaakt van een noodleiding voor het tijdelijk leveren van drinkwater, dan wordt de leveringsonderbreking beperkt tot de momenten van het overzetten van de oude leiding op de noodleiding en van de noodleiding op de nieuwe leiding.
- Verplaatsing naar nieuw tracé
Dit betekent dat de leiding kan worden aangelegd zonder noemenswaardige leveringsonderbreking. Uitsluitend het overzetten van de aansluitingen van de oude naar de nieuwe leiding geeft een korte leveringsonderbreking.
- Iedere dag een vastgesteld deel vervangen in hetzelfde tracé, de zogenaamde daglengte
Drinkwaterbedrijven experimenteren met verschillende aanlegmethoden om te komen tot minimalisering van de overlast voor afnemers en van de kosten. Consumenten hebben gedurende de werkzaamheden dagelijks tweemaal een korte onderbreking: als de daglengte wordt geïsoleerd of aangesloten en eenmalig een lange onderbreking als de daglengte waarop zij zijn aangesloten, wordt vervangen. Deze methode staat ook bekend als de watermeeneemmethode (zie praktijkcode [PCD 1-4](#) [194]).

10.2.2 Sleufloos vervangen

Bij sleufloos vervangen vindt er geen ontgraving plaats over de volle lengte van de leiding. In veel gevallen wordt een nieuw materiaal geplaatst in de bestaande leiding. Hierbij wordt een onderverdeling gemaakt tussen structurele technieken, die de sterkte van de bestaande leiding overnemen en niet-structurele technieken die dienen voor afscherming van de bestaande leiding, bijvoorbeeld in geval van corrosie. Er wordt ook gesproken van semi-structureel als er sprake is van een tussenvorm. Er zijn ook ontwikkelingen waarbij de bestaande leiding sleufloos wordt verwijderd. Voor een overzicht van verschillende technieken wordt verwezen naar de website van de NSTT (zie § 10.2). Bij boren of persen wordt een nieuwe leiding in de ondergrond aangebracht, waarbij de oude leiding geen rol speelt.

In het rapport [KWR 2017.041](#) [240] is een evaluatiemethodiek uitgewerkt voor het eenduidig vergelijken van resultaten van saneringsprojecten, die zijn uitgevoerd met verschillende technieken. Deze methodiek kan ook worden gebruikt om na te gaan in welke situatie een bepaalde vervangingstechniek kan worden ingezet. Deze afwegingsmethodiek evalueert een bepaalde techniek ten opzichte van een nul-alternatief, te weten vervangen in een open sleuf. Er vindt een afweging plaats op basis van:

- technische aspecten, waarbij wordt gekeken naar de technische uitvoering en de complexiteit van de techniek;
- procesmatige aspecten, te weten de planfase en de uitvoeringsfase die voor een groot deel worden bepaald door de eisen vanuit wet- en regelgeving;
- omgevingsaspecten, waarbij wordt gekeken naar de aspecten milieu, hinder en veiligheid;
- financiële aspecten, waarbij wordt gekeken naar directe, indirecte en maatschappelijke kosten.

In de praktijk worden sleufloze technieken beperkt toegepast. De belangrijkste redenen hiervoor zijn:

⁶ In de meeste gevallen worden oude leidingen uitgenomen. Indien verwijdering schade oplevert, bijvoorbeeld aan bomen, kan gekozen worden om deze niet te verwijderen. Overigens waren er drinkwaterbedrijven die er in het recente verleden voor kozen om leidingen vanuit kosten oogpunt niet te verwijderen.

- in het geval van combiwerken vindt er al veel graafwerk plaats voor andere ondergrondse infrastructuur en wordt vaak het wegoppervlak vervangen;
- in het geval van een aftakking (zoals bij huisaansluitingen, andere leidingen, afsluiters of brandkranen) is er een lokale ontgraving nodig waar een waterdichte aansluiting moet worden gemaakt met de leiding waarin de sleufloze techniek is toegepast;
- drinkwaterbedrijven hebben voor veel toepassingen beperkt inzicht in de levensduur (verlenging) van diverse sleufloze technieken (dit geldt vooral bij sliplining en closefit met PE en koustechnieken);
- voor dezelfde type sleufloze technieken geldt dat het repareren van een lek lastig is, met name als water zich kan verplaatsen tussen de liner en de oude buiswand;
- in het geval van het aanbrengen van een liner in een bestaande leiding vindt er een reductie van de diameter plaats (wat overigens in het geval van overdimensionering een voordeel kan zijn);
- in veel gevallen zijn de kostenvoordelen van sleufloze technieken beperkt ten opzichte van een open ontgraving.

Sleufloze technieken worden daarom vooral toegepast als er bezwaren zijn tegen ontgraven zoals bij het kruisen van een weg, watergang, bomen of waardevol natuurgebied, en/of als er geen of een beperkt aantal aansluitingen hoeft te worden aangelegd.

10.2.3 Uitvoeringsaspecten bij leidingsanering

Verwijderen van leidingmateriaal

Een leiding die niet meer in gebruik is, mag niet meer zijn aangesloten op het leidingnet. Als een leiding is afgesloten van het leidingnet, bestaat de (kleine) kans dat die later abusievelijk weer wordt aangesloten. Om die reden streven drinkwaterbedrijven er vanuit maatschappelijk oogpunt naar de ondergrond na werkzaamheden zo schoon mogelijk op te leveren door buiten gebruik gestelde leidingen waar mogelijk te verwijderen. Dit geldt ook voor niet meer in gebruik zijnde afsluiters en brandkranen. Deze eis voor het schoon achterlaten, stellen gemeenten ook in hun verordeningen. In bepaalde gevallen is dit echter niet mogelijk, bijvoorbeeld als verwijdering van leidingen schade toebrengt aan bomen of als met verwijdering zeer hoge kosten zijn gemoeid. Als leidingen niet worden verwijderd dan dient dit te gebeuren in overleg met en met goedkeuring van de gemeente. Een leiding kan in dat geval worden gevuld met een niet-samendrukbaar en niet-waterdoorlatend vulmateriaal, bijvoorbeeld schuimbeton. In waterkeringen wordt dit als zodanig toegepast, aangezien anders geen vergunning wordt afgegeven. Ook onder oude bomen blijven leidingen vaak liggen. Door het opvullen van afgesloten, niet-verwijderde leidingen kunnen zettingen als gevolg van het 'inlopen' van grond en grondwater worden voorkomen of beperkt.

Volgens de 'WION' [55] (zie § 4.4) moeten leidingen die buiten gebruik zijn gesteld, door de eigenaar op tekening worden aangegeven. Als een buiten gebruik gestelde leiding niet wordt verwijderd, blijft de leidingeigenaar daarvoor verantwoordelijk.

Voor het verwijderen van asbestcement leidingen geldt specifieke wet- en regelgeving [35].

Voor het hergebruik van onderdelen van kunststof leidingen is er een convenant [241] afgesloten, zie de webpagina Convenant inzake inzameling en verwerking van kunststof leidingsystemen van de website van BureauLeiding.

Tijdelijke leidingen

Het kan voorkomen dat de drinkwatervoorziening via het reguliere leidingnet tijdelijk niet mogelijk is. Om de aangesloten afnemers in dergelijke gevallen van drinkwater te voorzien, is een tijdelijke leiding mogelijk. Deze leiding moet voldoen aan de gebruikelijke eisen met betrekking tot integriteit en hygiëne, zie praktijkcode PCD 1-4 [194]. Verdere eisen die aan deze leidingen worden gesteld, zijn sterk afhankelijk van de omstandigheden waaronder deze functioneren.

Informerende afnemers en aanwonenden

In geval van werkzaamheden voor het vervangen van leidingen informeren drinkwaterbedrijven afnemers en

aanwonenden tijdig over de aard van de werkzaamheden, de mate van overlast, het verwachte tijdstip van onderbreking en eventueel de monsterneming ten behoeve van waterkwaliteitsbeoordeling. Tevens informeren zij afnemers over het mogelijk optreden van bruin water en/of troebel water als gevolg van de werkzaamheden.

10.3 Pipe trenches/Sleuven

In verband met graven wordt gewezen op [CROW-publicatie 500](#) [179]. Sinds 31 december 2021 is het volgen van deze publicatie verplicht, zie de webpagina [Verplicht | Hoe moet je aan de CROW 500 voldoen? | Hulp bij CROW 500](#). Verder wordt verwezen naar de nationale norm [NEN 7171-1](#).

Drinkwaterbedrijven verwijzen voor grondroer- en overige activiteiten naar de ‘Algemene graafvoorwaarden’ van VELIN, de Vereniging van Leidingeigenaren in Nederland (zie de webpagina [Algemene graafvoorwaarden | Velin](#)).

10.3.1 Construction of pipe trenches; working space/Graven van sleuven; werkruimte

NEN-EN 805

The dimensions of the working space and the construction method shall be such that proper installation of pipeline components and surrounding material is possible. The dimensions of the pipe trench and the construction method assumed in design shall be observed in the execution of the work, unless a variation is agreed with the designer. Before pipes are laid, the trench shall be checked for correct depth, gradient, width and condition of the trench bottom.

De afmetingen van de werkruimte en de aanlegmethode moeten een goede aanleg van de leiding en het aanvulmateriaal mogelijk maken, dat wil zeggen inclusief de op te nemen appendages en eventueel te installeren hulpconstructies (stempeling). Er dient aandacht te zijn voor de stabiliteit van de sleuf. Voor meer informatie, zie [CROW-publicatie 500](#) [179]. Verder is CROW 335 ‘Werken met stabiele grond’ [242] nuttig, alsmede het voor veilige taludhellingen bijbehorende stroomschema, zie [CROW | UHJvZHVjdDoxMTE2](#). In het geval het niet mogelijk is te werken met een stabiele ontgraving, moeten damwanden, bekisting of beplating worden toegepast.

Sleuven moeten bij voorkeur droog zijn. In het geval een droge sleuf niet realiseerbaar is, moet worden voorkomen dat de leiding inwendig vervuult. In geval van reparatie aan bestaande leidingen moet de sleuf tot onder de leiding droog zijn.

Afhankelijk van de grondwaterstand kan wateronttrekking nodig zijn met bronnering of een van tevoren ingefreesde drain onder de sleufbodem.

Voordat een leiding wordt aangelegd, moet de sleuf worden gecontroleerd op diepte, breedte, helling en conditie van de sleufbodem.

10.3.2 Depth of cover/Gronddekking

NEN-EN 805

The pipe trench shall be formed and excavated in such a way that all pipes are finally laid at a frost-free depth. Where it is not possible, alternative frost protection shall be provided. The depth of cover shall be as specified, unless a modification is agreed with the designer.

De sleuf moet zo diep worden uitgegraven dat de leiding vorstvrij ligt en voldoende is beschermd tegen te grote opwarming, zie ook subparagraaf 8.10.2 ‘Diepteligging’ van praktijkcode [PCD 3-2](#) [192]. Wanneer dit niet mogelijk is, moeten beschermende maatregelen worden getroffen. Andere overwegingen zijn:

- belasting: hoe dieper, hoe groter de grondbelasting en hoe lager de verkeersbelasting;
- bescherming tegen graafschade: hoe dieper, hoe kleiner de kans op graafschade;
- aanleg- en beheerskosten: hoe dieper, hoe hoger de kosten.

De integrale tekst van subparagraaf 6.2.1 'Dekking' van § 6.2 'Algemene eisen' van hoofdstuk 6 'Functionele eisen voor de ordening van ondergrondse netten' van de nationale norm NEN 7171-1 luidt als volgt (distributieleidingen). *'Eisen voor de dekking worden gesteld in andere normen of voorschriften van individuele netbeheerders. De gewenste dekking is onder andere afhankelijk van de gewenste bescherming tegen opwarming/bevriezing en de gewenste bescherming tegen grondroering en mechanische belasting. Een en ander kan tussen de netbeheerder en eigenaar of beheerder van de ondergrond worden afgestemd. Tabel B.1 geeft informatie over onder andere de meest gangbare dekkingseisen.'* Voor het 'thema' 'Water' bedraagt de dekking voor alle gebieden en straten volgens de genoemde Tabel B.1 'Ingeschatte dekking van de gebruikelijke thema's in enkele situaties' 1,00 m, tenzij anders is bepaald door de gemeente of de vergunningverlener.

§ 6.6 van hoofdstuk 6 'Functionele eisen voor de ordening van ondergrondse netten' van de norm NEN 7171-1 gaat over 'Eisen aan specifieke netten', waarbij subparagraaf 6.6.6 betrekking heeft op 'Waterleidingen' waarvan de eerste alinea luidt: *'Waterleidingen moeten vorstvrij worden aangelegd en vorstvrij liggen. Afhankelijk van de geografische omstandigheden is hiervoor een dekking noodzakelijk van ten minste 800 mm tot 1000 mm en mogen de leidingen niet te veel worden opgewarmd (zie 6.5.1).'*

Drinkwaterleidingen die niet de bestaande infrastructuur volgen (meestal betreft het primaire leidingen en gaat het vooral om landelijk niet-openbaar gebied), liggen vaak met een grotere dekking (dat wil zeggen 1,5 m of meer) ter voorkoming van schade als gevolg van grondwerkzaamheden.

10.3.3 Bedding/Inbedden

NEN-EN 805

The bedding shall be so constructed that the pipes rest on it throughout their barrel length. If necessary, appropriate holes shall be excavated in the lower bedding to accommodate joints.

If the trench bottom is suitable as bedding for the pipe, it shall form the lower bedding unless otherwise specified by the designer. The bottom of the trench shall be formed to the correct longitudinal profile and compacted if necessary.

If the trench bottom is not suitable as bedding for the pipes (e.g. stones, rock, non-load bearing or loosened soil), the trench shall be excavated to a greater depth, depending on the material of the pipe and its external protection. The extra soil removed shall be replaced by suitable selected material formed to the correct longitudinal profile and compacted (see 10.6.2).

Special bedding measures shall be employed for non-loadbearing soil.

Any special requirement specified by the designer shall be complied with.

Het bed waarop een leiding wordt aangelegd, moet zo worden gemaakt dat die leiding er in zijn volle lengte op rust. Voor koppelingen en afsluiters kan het nodig zijn plaatselijk het bed te verdiepen. In zettingsgevoelige grond worden voor appendages zoals afsluiters/vlinderkleppen en T-stukken maatregelen genomen om schade door ongelijkmatige zettingen te voorkomen, bijvoorbeeld door onder de leiding matten van wilgentenen of kunststof aan te brengen.

In Nederland is de sleufbodem meestal geschikt om te worden gebruikt als bed voor de leiding. De sleufbodem moet in het gewenste lengteprofiel worden gebracht en moet zo nodig worden verdicht. Als er boven het leidingtracé bijzondere belastingen kunnen optreden (bijvoorbeeld door de ligging onder een weg), kan het nodig zijn grondverdichting of -verbetering toe te passen.

De tekst van de tweede alinea van subparagraaf 6.5.2 'Mechanische beïnvloeding' van § 6.5 'Eisen aan het voorkomen van onderlinge beïnvloeding van netten' van hoofdstuk 6 'Functionele eisen voor de ordening van ondergrondse netten' van de nationale norm NEN 7171-1 luidt *'Om beschadiging van netten te voorkomen, moet de grond rondom netten vrij zijn van obstakels, zoals puin, steen en scherpe voorwerpen.'* Als de sleufbodem niet geschikt is als bed voor buizen (bijvoorbeeld in geval van stenen, rots, te zachte of onsaamhangende grond) moet de sleuf tot een grotere diepte worden uitgegraven, afhankelijk van het materiaal van de leiding en uitwendige

bescherming. De extra uitgegraven grond moet worden vervangen door grond die wel voldoet en in het gewenste lengteprofiel kan worden gebracht en verdicht (zie subparagraaf 10.6.2).

Voor slappe grond moeten speciale maatregelen worden getroffen (voor de sleuf bijvoorbeeld sleufbekisting, damwanden en voor de leiding; grondverbetering, dwarsdragers, onderheien, met aandacht voor de overgang in fundatiewijzen).

10.3.4 Bundelingsinitiatieven

In een drukke ondergrond is het mogelijk om te kiezen voor het bundelen van kabels en leidingen. In het Groeiboek Bundelingstechnieken kabels en leidingen van het COB [243] worden diverse bundelingstechnieken gepresenteerd en worden criteria gegeven die kunnen dienen als leidraad om wel of niet te kiezen voor bundeling. Er wordt opgemerkt dat het bundelen van kabels en leidingen leidt tot complexe ontwerp- en beheersituaties, waarbij onderlinge beïnvloeding zoals opwarming, nadrukkelijke aandacht behoeft. Ook is er door de wederzijdse afhankelijkheid geen sprake meer van een situatie waarin elke beheerder verantwoordelijk is voor zijn eigen infrastructuur, maar zal er onder regie van meestal de gemeente een gezamenlijke beheerconstructie moeten worden opgetuigd. Voor meer informatie zie ook [232].

10.3.5 Ligging in leidingstroken

De 'technische afspraak' NTA 8036 'Eisen voor de gezamenlijke ligging van buisleidingsystemen in een leidingenstrook' beschrijft de wijze van inrichting en beheer van de aangewezen tracés voor leidingenstroken van nationaal belang voor het transport van gevaarlijke stoffen, zoals aangeduid in de Structuurvisie Buisleidingen 2012-2035 [244]. Het doel van deze NTA is om technische en organisatorische afspraken te maken die verband houden met de inrichting en het beheer van de leidingstrook.

10.3.6 Distances from underground installations/Afstanden tot ondergrondse constructies

NEN-EN 805

The horizontal distance from foundations and similar underground installations shall be not less than 0,40 m in normal circumstances.

Where there is lateral proximity or where the pipeline runs parallel to other pipelines or cables, the horizontal distance between them shall be not less than 0,40 m in normal circumstances. At points of congestion a distance of at least 0,20 m shall be maintained except where this distance cannot be achieved. In all cases suitable measures shall be taken to prevent direct contact. These measures shall be agreed with the respective operators.

Where cables and pipelines cross, a clearance of at least 0,20 m shall be maintained. If this is not possible, measures shall be taken to prevent direct contact. The possibility of transmission of forces through direct contact shall be excluded. These measures shall be agreed with the respective operators.

Care shall be taken not to affect the stability of other installations when carrying out excavations.

Any special requirement specified by the designer shall be complied with.

§ 6.4 'Eisen aan de bereikbaarheid' van hoofdstuk 6 'Functionele eisen voor de ordening van ondergrondse netten' van de nationale norm NEN 7171-1 gaat in op sleuven, de minimale afstand tussen 'thema's' en vrije werkruimte. Ook wordt gewezen op subparagraaf 5.1.3 'Benodigde en beschikbare ruimte' en de paragrafen 7.2 'Onvoldoende beschikbare ruimte' en 7.3 'Voorwaarden voor het dichter dan B + 0,5 m⁷ bij elkaar leggen van netten'. Verder wordt hierbij het eerste deel van de tweede alinea van subparagraaf 6.6.6 'Waterleidingen' genoemd, waarin wordt aangegeven dat er voldoende ruimte moet zijn voor het aanbrengen van een aanboorzadel onder druk. Onderin Tabel B.1 in Bijlage B 'Voorbeelden van dwarsprofielen voor enkele veelvoorkomende situaties' van de norm staat nog: 'De vrije werkruimte tussen twee thema's bedraagt 0,25 m. Voor afsluiters, appendages en dergelijke behoort

⁷ Zie de norm NEN 7171-1 voor een toelichting op de hier genoemde B.

een bodembreedte van tweemaal de middellijn te worden aangehouden. Met een vrije werkruimte van 0,25 m wordt hieraan voldaan.'

Drinkwater kan in het leidingnet opwarmen door een hogere omgevingstemperatuur als gevolg van klimaatopwarming en door de aanwezigheid van warmtebronnen zoals warmteleidingen of elektriciteitskabels. In 2023 is het onderzoeksproject TKI-Engine afgerond waarin de opwarming van drinkwater door warmteleidingen is onderzocht. Dit heeft geleid tot een overeenkomst tussen Energie Nederland en Vewin met onder andere afspraken over de afstand tussen ondergrondse warmtenetten en drinkwaterleidingen [185]. Hiervoor wordt verwezen naar praktijkcode PCD 3-2 [192], subparagraaf 8.10.1. In 2025 is een vervolgonderzoek gestart waarin de mogelijke opwarming van drinkwater door elektriciteitskabels wordt onderzocht en de benodigde onderlinge afstand om dit tegen te gaan.

Opmerking

Onder speciale condities (zoals in leidingstraten of in leidingtunnels) kunnen andere afstanden gelden.

10.3.7 Protection of pipelines against contamination/Bescherming van leidingen tegen verontreiniging NEN-EN 805

Pipelines shall be protected from internal contamination while they are being laid and kept clean internally. When work is interrupted or concluded, all openings shall be closed.

Leidingen moeten tijdens de aanleg worden beschermd tegen inwendige verontreiniging en inwendig worden schoongehouden. Bij onderbreking of beëindiging van het werk moeten alle openingen worden gesloten. De praktijkcode PCD 1-4 [194] met het bijbehorende werkboekje praktijkcode PCD 1-7 [198] en de praktijkcode PCD 1-1 [12] gaan hierop uitgebreid in.

10.3.8 Installation of valves, fittings and other components/Installatie van afsluiters, fittingen en andere leidingelementen NEN-EN 805

Installation work shall not cause unacceptable stresses to the system.

Measures shall be taken to accommodate predicted internal and external forces. Where necessary, unbalanced forces shall be resisted by suitable structures. Any special requirements specified by the designer shall be complied with.

Where components made from a particular material require partial or full concrete encasement, this shall be stated in the product standard. The dimensions and details of the concrete encasement shall be such that it is capable of withstanding any intended loads applied to the pipe. This may require the use of reinforced concrete. Provision shall be made to resist thrust.

Aanlegwerkzaamheden mogen niet leiden tot onacceptabele materiaalspanningen in het leidingnet.

Er moeten maatregelen worden getroffen om aan de vooraf berekende in- en uitwendige krachten ruimte te bieden. Waar nodig moeten spatkracht-opvangconstructies worden toegepast. Constructies moeten zodanig worden uitgevoerd dat verhoogde spanningen in de leiding worden voorkomen.

Waar voor leidingelementen een gehele of gedeeltelijke betonnen omstorting wordt vereist, moet dit in het ontwerp zijn aangegeven. De afmetingen en constructie van de omstorting moeten zo zijn dat de omstorting bestand is tegen de belasting die op de leiding wordt uitgeoefend. Dit kan het gebruik van gewapend beton inhouden. Ook moeten voorzieningen worden getroffen om oplegkrachten te weerstaan.

In minder draagkrachtige bodems zoals in het westelijke deel van Nederland moet rekening worden gehouden met zettingen van grond en zakkingen van de omstorting. In beide situaties moet de belasting op de leiding zo zijn dat

er geen gevaar van leidingbreuk ontstaat. Zettingen komen aan de orde in (i) de vier onderdelen van subparagraaf 5.2.2 'Zetting van de ondergrond' van § 5.2 'Beïnvloeding van netten door of via de bodem' van hoofdstuk 5 'Uitgangspunten voor de ordening van ondergrondse netten' en (ii) subparagraaf 6.3.1 'Zetting van de bodem' van § 6.3 'Beïnvloeding van netten door of via de bodem – eisen' van hoofdstuk 6 'Functionele eisen voor de ordening van ondergrondse netten' van de nationale norm NEN 7171-1. Deze zetting is onderdeel van het eerdergenoemde 'materiaalkeuzemodel' (subparagraaf 5.1.2 'Materialen' van § 5.1 'Waterkwaliteit' van hoofdstuk 5 'Eisen aan leidingnetten' van praktijkcode PCD 3-1 [100] en § 8.12 'Constructie technisch ontwerp: materiaalkeuze' van praktijkcode PCD 3-2 [192]).

In het Handboek reconstructies bodemdaling en kabels en leidingen [233] van het COB zijn ervaringen bijeengebracht over het uitvoeren van reconstructiewerkzaamheden in slappe ondergronden. Hierbij wordt ook ingegaan op het periodiek ophogen van drinkwaterleidingen en het toepassen van licht ophoogmateriaal zoals EPS en schuimglas.

10.3.9 Connection to structures/Aansluitingen op bouwwerken

NEN-EN 805

Connections to structures (shafts, buildings, etc.) shall be made in such a way as to avoid undue stresses being exerted either on the pipes or the structures.

Measures suitable for this purpose include, for example, articulated pipe joints or flexibly mounted wall bushes. Where pipes enter or pass through structures such as anchor blocks or valve chambers or have a concrete surround consideration shall be given to the need to provide flexibility to the pipeline on either side of the structure. The need shall be met by introducing two flexible joints to the pipeline on each side of the structure or by any other system specified by the designer. Care shall also be taken to ensure thorough compaction of the bedding material beneath the pipe immediately adjacent to the structure, particularly where over-excavation of the trench has occurred. In some circumstances, consideration shall be given to backfilling this over-excavation with lean mix concrete (i.e. with low cement content) to the underside of the pipe bedding material.

Aansluitingen op bouwwerken (kokers, gebouwen enzovoort) moeten zodanig worden uitgevoerd dat overbelasting van de leiding en/of het bouwwerk wordt vermeden.

Maatregelen die geschikt zijn voor dit doel zijn bijvoorbeeld beweegbare koppelingen of flexibel gemonteerde muurdoorvoeringen. In het geval van aansluitleidingen kan er worden gekozen om deze slingerend of met een lus aan te leggen.

Waar leidingen aansluiten op of worden doorgevoerd door constructies als ankerblokken, afsluiterputten of betonnen omstorting is het noodzakelijk te zorgen voor voldoende flexibiliteit voor de leiding aan weerszijden van de constructie. Indien noodzakelijk moeten twee flexibele koppelingen aan elke zijde in de leiding (pendelstuk) worden aangebracht of dergelijke. Het direct naast de constructie aanwezige grondbed waarop de leiding ligt, moet zorgvuldig worden verdicht. Dit geldt in het bijzonder voor het geval de sleuf extra diep is ontgraven. In bepaalde situaties moet bij diepe ontgravingen van het grondbed worden overwogen aan te vullen met schraal beton ('gestabiliseerd zand').

10.3.10 Precautions against flotation/Maatregelen tegen opdrijven

NEN-EN 805

When necessary, precautions shall be taken to prevent pipe flotation. Such precautions shall not induce unacceptable stresses in the pipes.

Indien nodig moeten voorzorgsmaatregelen worden getroffen om opdrijving van de leiding te voorkomen. Dit geldt met name voor leidingen met grotere diameters. Deze voorzorgsmaatregelen mogen niet leiden tot onacceptabele spanningen in het leidingmateriaal.

10.4 Pipe joints/Leidingverbindingen

10.4.1 General requirements/Algemene eisen

NEN-EN 805

Pipeline components shall be connected in such a way that the pipeline is watertight and withstands static and dynamic stresses. Joints and components shall conform to the relevant National Standards, transposing ENs as available, and be installed in accordance with the manufacturer's additional instructions.

De leidingelementen van een leiding moeten zodanig met elkaar worden verbonden dat de leiding waterdicht is en de statische en dynamische belasting kan weerstaan. Koppelingen en leidingelementen moeten voldoen aan relevante (inter)nationale normen en worden uitgevoerd volgens aanvullende instructies van de leverancier.

10.4.2 Unrestrained joints/Niet-trekvaste verbindingen

NEN-EN 805

Pipelines with unrestrained joints shall be securely anchored at blank ends, tees, bends, tapers and valves to resist thrust arising from internal pressure. Anchors and thrust blocks shall be constructed to withstand the forces resulting from the internal pressure including site test and dynamic forces, taking into account the safe bearing pressure of the actual surrounding soil (see 8.4.4). Concrete anchor blocks shall be of such a shape as to leave joints clear.

Leidingen met niet-trekvaste verbindingen moeten worden verankerd bij bochten, leidingeinden, T-stukken, verjongingen en afsluiters om de axiaalkracht ten gevolge van de inwendige druk op te vangen. Ankers en ankerblokken moeten zijn ontworpen om krachten ten gevolge van inwendige druk inclusief de beproevingsdruk en dynamische belasting te kunnen weerstaan, waarbij rekening is gehouden met het evenwichtsdraagvermogen van de omringende grond. Spatkrachten kunnen worden opgevangen door middel van 'stempelen' met palen en/of planken. Daarbij moet het ontstaan van puntbelastingen op het leidingmateriaal worden voorkomen. Randvoorwaarde bij het stempelen is dat de toegepaste materialen niet aan te snelle rotting of corrosie in de bodem onderhevig zijn. Daarom wordt het gebruik van kunststof of betonnen materialen aanbevolen. Betonnen ankerblokken moeten zo worden gemodelleerd dat de koppelingen vrij zijn. Zie ook subparagraaf 10.3.3.

Opmerking

PE is gevoelig voor temperatuurveranderingen ten aanzien van krimp. Het verdient aanbeveling in het geval van PE leidingen met lange lengten daarmee rekening te houden (extra lange moffen bij koppelingen en/of verankeringsconstructies).

PE heeft een relatief grote thermische uitzettingscoëfficiënt waardoor de lengteverandering bij wisselende temperaturen hoog is (300 mm per 100 m bij de nominale druk). Hiermee dient in de moffen rekening te worden gehouden. Naast lengteverandering onder invloed van temperatuurveranderingen ontstaat er ook lengteverandering onder invloed van spanningen in dwarsrichting: een leiding onder inwendige druk wordt korter. Een en ander ligt vast in de eigenschappen elasticiteit en de constante van Poisson. Bij de constructie van grote leidingdelen uit één stuk (bijvoorbeeld zinkers van PE) dient hiermee rekening te worden gehouden.

10.4.3 Restrained joints/Trekvaste verbindingen

NEN-EN 805

Restrained joints shall be installed in accordance with the manufacturer's instructions.

Trekvaste verbindingen moeten worden aangebracht overeenkomstig de instructies van de leverancier.

In het geval spatkrachten niet door wrijving van de grond langs de leiding kunnen worden opgevangen, dienen de koppelingen trekvast te worden uitgevoerd of dienen er andere maatregelen ter verankering te worden genomen.

Hierbij wordt gedacht aan het trekvast uitvoeren van eindkappen, bochten, afsluiters en diameterovergangen, alsmede een of meer naastgelegen leidingen.

10.4.4 Welded joints/Lasverbindingen

NEN-EN 805

Welding shall be carried out only by personnel qualified according to national standards; transposing European standards as available. If such standards are not available, welding shall be performed by suitably trained personnel using welding equipment and methods approved by the pipe and fitting manufacturer.

Lassen mogen uitsluitend door gekwalificeerd personeel worden gemaakt.

Lasverbindingen in PE kunnen worden gerealiseerd door middel van stuiklassen of elektrolassen. Voor stuiklassen wordt verwezen naar de nationale norm NEN 7200 en voor elektrolassen naar de nationale ‘technische afspraak’ NTA 8828. Op basis van laatstgenoemd document is er een certificatiesysteem voor elektrolassers en voor lastoezichthouders, zie <https://www.nen.nl/elektrolassen.htm>

Voor de eisen aan (veld)lassen in stalen leidingen, lasonderzoek en acceptatiecriteria wordt verwezen naar § 9.4 ‘(Veld)lasverbindingen, lasonderzoek en acceptatiecriteria’ van de nationale norm NEN 3650-2. Daarin wordt verwezen naar diverse (inter)nationale normen met als belangrijkste de Europese norm NEN-EN 12732 ‘Gasinfrastructuur – Lassen van stalen leidingen – Functionele eisen’.

10.4.5 Lubricants for joints/Glijmiddelen voor koppelingen

NEN-EN 805

All lubricants which can come into contact with potable water intended for human consumption shall comply with relevant national standards, transposing European Standards as available.

Voor glijmiddelen wordt verwezen naar de praktijkcode PCD 1-4 [194] waarin die op verschillende plaatsen aan de orde komen:

- hoofdstuk 4 ‘Inkoop en logistiek’:
 - § 4.2 ‘Inkoop’, de alinea’s ‘Glijmiddelen’ en ‘Houdbaarheid van desinfectie- en glijmiddelen’;
 - subparagraaf 4.3.1 ‘Levering en (ingangs)controle in de magazijnen of op de werklocatie’ van § 4.3 ‘Logistiek’, de (laatste) alinea ‘Desinfectie- en glijmiddelen’;
 - subparagraaf 4.3.2 ‘Opslag in magazijnen’ van § 4.3 ‘Logistiek’, de (laatste) alinea ‘Houdbaarheid van desinfectie- en glijmiddelen’;
- § 6.7 ‘Daadwerkelijke aanleg’ van hoofdstuk 6 ‘Aanleg, vervanging en/of inbouw en reparatie van drinkwaterleidingen’, de (laatste) alinea ‘Verbindingen tussen leidingdelen onderling en met appendages’.

Ook in de checklists van het bijbehorende onderliggende werkboekje praktijkcode PCD 1-7 [198] komen/komt (de randvoorwaarden voor) het gebruik van glijmiddelen aan de orde.

Bij trekvast verbindingen mag er geen glijmiddel in de grijping komen. Als dat wel gebeurt, is de koppeling niet meer trekvast.

10.4.6 Lijmverbindingen

Buizen van PVC (zowel ‘normaal’ als bi-axiaal verstrekt) kunnen onderling worden verbonden via lijmverbindingen. De lijmen die worden toegepast voor het transport en de distributie van drinkwater moeten voldoen aan de beoordelingsrichtlijn BRL-K525 ‘Adhesives for joints in thermoplastic piping systems for the transport of drinking water’ van certificatie-instelling Kiwa Nederland. Lijmverbindingen worden over het algemeen uitsluitend toegepast bij buisdiameters tot en met 50 mm. Voor het maken van trekvast verbindingen kunnen lijmverbindingen worden toegepast voor buisdiameters tot en met 90 mm, zie [206] en de Kiwa-beoordelingsrichtlijn BRL-K17301 ‘Piping

systems of PVC for the transport of drinking water and raw water'. Het is wel toegestaan om spiebussen van trekvast mofverbindingen groter dan 90 mm, op de buis te lijmen.

Er zijn ook lijmen die beschikken over een erkende kwaliteitsverklaring volgens de ministeriële Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening [8] (zie subparagraaf 4.1.1 'Drinkwaterkwaliteit' van § 4.1 'Wet- en regelgeving drinkwater' van hoofdstuk 4 'Toepassing van normen en regelgeving' van praktijkcode PCD 3-1 [100]), maar niet op basis van genoemde Kiwa-beoordelingsrichtlijn BRL-K525 zijn gecertificeerd. Voorbeelden daarvan zijn lijmen voor GVK (epoxy en polyester) drinkwaterleidingen. Deze producten hebben soms (ook) de rol van afdichtingsmiddel.

10.5 Protection against corrosion and contamination/Bescherming tegen corrosie en verontreiniging

10.5.1 External protection/Uitwendige bescherming

10.5.1.1 General requirements/Algemene eisen

NEN-EN 805

Repairs and additions to the pipe coatings at faults and at pipe joints shall be affected as specified by the designer in accordance with the product standard, taking into account the manufacturer's instructions. The materials and method to be employed shall depend on the material originally used and the protection required, e.g. plastics sleeving, bitumen sheathing, protective tape, anticorrosive blankets, shrink-on hoses or shrink-on formed parts. Any exposed pipeline components after being cleansed, de-rusted and dried, shall be protected e.g. by strips, bitumen strips, by pouring round anticorrosive media or by tapes or shrink-on formed parts. Where pipes have plastics coatings or loose plastics sleeving, care shall be taken to prevent contact with large sharp edged stones, shale, flints or any harmful substance. Unacceptable heat effects, such as from district heating pipelines, shall be avoided.

Reparaties aan en reparatiematerialen voor coatings bij defecten en bij verbindingen moeten worden uitgevoerd volgens de specificaties van het ontwerp, de productnorm en aanvullende instructies van de leverancier. De te gebruiken materialen en methoden zijn afhankelijk van het oorspronkelijke materiaal en de beoogde bescherming, zoals kunststof hoezen, bitumen coating, beschermband, krimpmoffen of krimpstukken. Blootgestelde leidingdelen moeten na reiniging, verwijdering van roest en droging worden beschermd door bijvoorbeeld strips, bitumen strips, band of krimpfolie of het begieten met corrosie werende stoffen.

10.5.1.2 Inspection and testing of anticorrosive external coatings/Inspectie en beproeving van uitwendige anticorrosie coatings

NEN-EN 805

Where the designer specifies testing or when laying pipeline components made of metallic materials with an electrically non-conducting coating to the pipes and a cathodic protection of the system, the coatings shall be tested with an electrical testing apparatus and, if necessary, properly repaired. After visual inspection, the continuity and resistance of coatings of cathodic protected pipeline systems shall be tested with an electrical spark test device or equivalent before backfilling. The test voltage shall be specified by the designer depending on the type and the thickness of the coating material. Any defects disclosed shall be rectified by a procedure compatible with the original coating and the repaired area retested.

Wanneer beproeving is voorgeschreven of wanneer gelegde leidingdelen bestaan uit metaal in combinatie met een elektrisch niet-geleidende coating en een kathodisch beschermingssysteem, moet de coating elektrisch worden getest en indien nodig worden gerepareerd.

Na visuele inspectie en voordat de sleuf wordt aangevuld, moet van een kathodisch te beschermen leiding de continuïteit en de weerstand van de coating worden onderzocht met een vonkentester of een gelijkwaardig apparaat. De spanning ten behoeve van het afvonken is afhankelijk van de dikte en aard van de coating. Elk gevonden defect moet worden gerepareerd op een wijze die bij de originele coating past. Het gerepareerde defect moet vervolgens opnieuw worden getest.

Kathodische bescherming

De kathodische bescherming (KB) moet worden aangebracht overeenkomstig de ontwerpeisen volgens hoofdstuk 8. Zie hiervoor de Europese norm [NEN-EN 12954](#) en de mondiale norm [NEN-EN-ISO 12696](#) (voor staal in beton). Zie ook [NEN-EN-ISO 15257](#) (certificatie met betrekking tot kathodische bescherming).

In 2025 – 2026 wordt een nieuwe praktijkcode opgesteld op het gebied van kathodische bescherming binnen de drinkwatervoorziening: de praktijkcode PCD 24 ‘Kathodische bescherming ten behoeve van de ondergrondse infrastructuur voor drinkwater’.

10.5.2 Internal protection/Inwendige bescherming

NEN-EN 805

Any damage to the internal coating or lining shall be repaired in accordance with the manufacturer's instructions. Where specified by the designer, the internal coating or lining of the joint area shall be affected in accordance with the design specification. Internal coating or lining shall comply with the relevant national standards, transposing European Standards as available, for materials in contact with potable water.

Beschadigingen aan de liner moeten worden gerepareerd conform de door de leverancier verstrekte instructies. Indien gespecificeerd in het ontwerp moet het materiaal van de liner worden aangebracht ter plaatse van de leidingverbindingen, zie de beoordelingsrichtlijn [BRL-K778](#) van certificatie-instelling Kiwa Nederland.

10.6 Embedment and main backfill/Sleufaanvulling en topaanvulling

Voordat een sleufaanvulling wordt uitgevoerd, moet een gelegde leiding worden ingemeten.

In het kader van de WIBON [56] zijn ‘beheerders’ verplicht de ‘liggingsgegevens’ te melden bij het Kadaster en geconstateerde afwijkingen terug te melden. Vanuit de gedachte dat het ter preventie van graafschade wenselijk is dat liggingsgegevens van netten zo volledig mogelijk beschikbaar zijn, worden die gegevens geïnterpreteerd als de x,y,z-coördinaten van een leiding. Op dit moment is de z-coördinaat weliswaar geen eis, maar wel een aanbeveling.

10.6.1 General/Algemeen

NEN-EN 805

The load and stress distribution on the pipe as well as its deflection are largely determined by the manner in which the bedding and the remainder of the embedment are carried out. The embedment shall comply with the requirements specified by the designer taking into account any relevant product standard.

Zowel de belasting op, de spanningsverdeling in, als de deflectie van de leiding worden grotendeels bepaald door de manier waarop de aanvulling rond de leiding is uitgevoerd. De sleufaanvulling moet worden uitgevoerd in overeenstemming met de eisen uit het ontwerp.

Het verdient aanbeveling om een markeringslint enkele decimeters boven de leiding mee te leggen voor identificatie en waarschuwende werking.

10.6.2 Selected material for the embedment/Geschikte materialen voor sleufaanvulling

NEN-EN 805

Any material for the embedment (native soil, or imported soil including recycled and cementitious materials, etc.) shall have the following properties:

- it shall be sufficiently stable, when laid, to support the pipeline in the correct position both during and after laying and to enable the installed pipe to accommodate internal and external loads;
- it shall not cause corrosion, damage or degradation of the pipes, coatings, and components with which it is in contact;
- it shall be chemically stable and not react adversely with the soil or groundwater;
- it shall be capable of being compacted to the required density;
- unless otherwise agreed by the designer, it shall not include debris, organic materials, frozen soil, large stones, rocks, tree roots and similar large objects.

Where the native ground is fine grained, such as clay, silt, sand, and if the embedment is partially or totally below the water table, all material selected for the embedment shall be such that fines will not migrate from the adjacent soil of the trench bottom or walls. Conversely, the possibility of migration of fines from the embedment into the native soil shall be minimized by specifying materials with a suitable grading. In some instances, specifying, a filter fabric may be an appropriate solution.

Het materiaal voor de sleufaanvulling (gebiedseigen grond of nieuw aangevoerde grond moeten de volgende eigenschappen bezitten:

- voldoende stabiel zijn om tijdens en na de aanlegfase de leiding op zijn plaats te houden en de in- en uitwendige belastingen op te vangen;
- geen corrosie, beschadiging of verzwakking van het leidingmateriaal, de coating of andere van de leiding deel uitmakende elementen veroorzaken;
- chemisch stabiel zijn en niet reageren met de/het omringende grond of grondwater;
- voldoende te verdichten zijn om de vereiste pakking te verkrijgen;
- geen puin, organische stoffen, bevroren grond, grote stenen, rotsen, boomwortels of vergelijkbare materialen bevatten.

Bij bodemverontreinigende stoffen dient de wettelijke regelgeving in acht te worden genomen.

10.6.3 Execution of the embedment/Uitvoering van de sleufaanvulling

NEN-EN 805

Referring to the figures 4a) and 4b), embedment shall consist of lower bedding, upper bedding, side fill, initial backfill or part of these when specified by the designer.

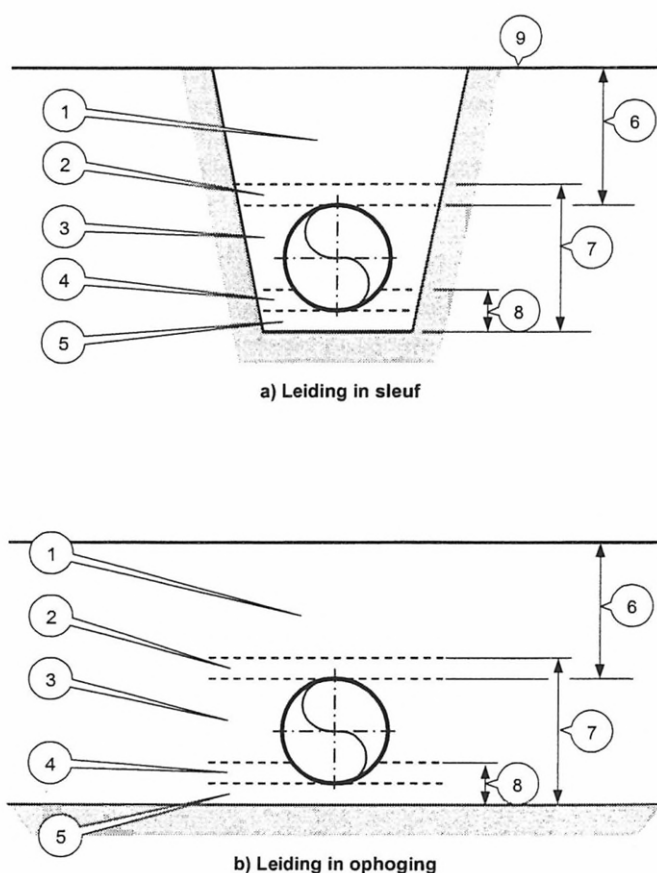
In all cases, execution of the embedment shall be carried out by placing layers of suitable material as specified. For any given pipe material, the size, quality and the degree of compaction of the embedment shall provide at least the minimum support required by the structural design calculations, in relation to the nature of the native soil and the allowable settlements. Special attention shall be given to the compaction of the bedding material under the haunches of the pipe.

Care shall be taken to fill appropriately any voids left by the withdrawal of the temporary trench wall support system unless the effect of voids has been taken into account in the design.

Where specific compaction of embedment materials is specified, the materials shall be compacted across the full width of the trench and the withdrawal of temporary trench wall support shall be as specified by the designer.

In *Figuur 10.1* (bron [1]⁸) is een gelegde leiding geschetst, respectievelijk in een sleuf en in een grondophoging.

⁸ Vergelijk *Figuur 4* uit de Europese norm NEN-EN 805.



Figuur 10.1 Aanduidingen van termen ten aanzien van grondaanvulling [1].

In de beide onderdelen van Figuur 10.1 wordt onderscheid gemaakt naar: de topaanvulling of 'main backfill' (1) met eventuele wegverharding op maaiveldniveau (9), aanvulling direct op de kruin (2), aanvulling naast de leiding (3), bovenlaag van het grondbed (4), onderlaag van het grondbed (5), de gronddekking op de leiding (6), de sleufaanvulling of 'embedment' (7), het grondbed of 'bedding' (8).

Zowel in de sleuf als in een ophoging moet de aanvulling laagsgewijs en met geschikte materialen volgens de ontwerpspecificaties worden uitgevoerd. Voor alle toegepaste leidingmaterialen moet de grootte, kwaliteit en verdichtingsgraad van de sleufaanvulling voldoende zijn om ten minste de minimale ondersteuning te bieden die op grond van de ontwerpberekeningen is vereist. Hierbij moet rekening worden gehouden met de eigenschappen van de originele grond en de toelaatbare zettingen. Aan de verdichting van de sleufaanvulling aan onderzijde en aan weerszijden van de leiding moet voldoende aandacht worden besteed.

Er moet aandacht worden besteed aan het vullen van de ontstane ruimten na het verwijderen van tijdelijke sleufwanden.

Wanneer specifieke eisen aan de verdichting van de sleufaanvulling worden gesteld (bijvoorbeeld bij toepassing van de rekenmethodiek in Bijlage C uit [206]), moet het materiaal over de volle breedte van de sleuf worden verdicht. Ook kunnen lokale overheden in hun verordeningen eisen stellen aan de verdichting van de sleufaanvulling.

10.6.4 Execution of the main backfill/Uitvoering van de topvulling

NEN-EN 805

The main backfill and final surface of the trench shall be completed in accordance with the required specification for the reinstatement of the trench.

Where specified, tracer tapes shall be installed in the specified position for detection and/or warning and identification purposes.

Het verdere aanvullen en afwerken van de sleuf moet worden uitgevoerd, zoals is aangegeven in de specificaties (het bestek).

10.6.5 Control of the degree of compaction/Controleren van de verdichtingsgraad

NEN-EN 805

If the designer specifies a degree of compaction, preliminary tests shall be carried out prior to the installation of the pipeline to verify that the required degree of compaction is obtainable. This will depend on the method of compaction, the soil nature, the equipment, the number of passes per layer and the thickness of the layers.

If the designer specifies a method of checking the degree of compaction in situ, the specified tests shall be carried out. The interpretation of the results of the tests and the acceptance criteria shall be as specified by the designer.

If the results of the tests do not comply with the specifications, the zone concerned shall be uncovered and then the affected layers of the embedment and the main backfill reinstated properly.

Wanneer een bepaalde verdichtingsgraad is gewenst, moet voor aanleg worden onderzocht of de voorgeschreven verdichting haalbaar is. Dit is afhankelijk van de verdichtingsmethode, grondeigenschappen, apparatuur, laagdikte en aantal malen dat de grond per laag wordt verdicht.

De mate van verdichting moet in situ worden gemeten. Interpretatie van de meetresultaten en de acceptatiegrenzen moeten worden getoetst aan vooraf vastgestelde uitgangspunten.

Wanneer de testresultaten niet aan de gestelde criteria voldoen, moet de leiding worden vrij gegraven en opnieuw in lagen aangevuld, en moeten de lagen correct worden verdicht.

10.6.6 Diametral deflection of flexible pipes after installation/Deflectie van tangentieel flexibele leidingen na aanleg

NEN-EN 805

Where the designer specifies a maximum diametral deflection of a flexible pipe after installation, the diametral deflection of the pipe shall be checked along its length at specified cross sections after the full height of backfill has been placed over the pipe. Measurement shall be carried out by the methods specified by the designer. At no point shall the deflection exceed the specified value. Unless otherwise specified by the designer any pipe found to have a deflection exceeding the specified value shall be uncovered, the reason for the over deflection established, the problem corrected and then the embedment and main backfill reinstated.

Wanneer een maximale deflectie (meestal uitgedrukt in een percentage van de nominale diameter) niet mag worden overschreden, moet de deflectie over de volledige lengte van de leiding op specifieke plaatsen worden gecontroleerd na het aanvullen van de sleuf. De metingen moeten worden uitgevoerd door de horizontale en verticale diameter van de leiding te meten en te vergelijken. Op geen enkele plaats mag de deflectie de toelaatbare maximale waarde overschrijden. Bij een te grote deflectie moet elke leiding worden blootgelegd. Vervolgens moet de oorzaak van de te grote deflectie worden vastgesteld en worden weggenomen. De sleufaanvulling en verdere sleufaanvulling moeten worden hersteld.

10.7 Record of tests during installation/Documentatie van beproevingen tijdens aanleg

NEN-EN 805

The results of tests carried out during the period of installation shall, if specified or subsequently required by the designer, be recorded.

De resultaten van alle tijdens de aanleg uitgevoerde beproevingen (bijvoorbeeld het controleren van lasverbindingen, de bekleding of de grondverdichting) moeten door de beheerder worden gedocumenteerd, gearhiveerd en beheerd, totdat de betreffende leiding is verwijderd dan wel resultaten van nieuwe beproevingen de oude resultaten kunnen vervangen.

11 Testing of pipelines/Beproeven van leidingen op druk

11.1 General requirements/Algemene eisen

NEN-EN 805

Every pipeline which has been constructed shall undergo a water pressure test to ensure the integrity of pipes, joints, fittings and other components such as anchor blocks.

De aanbeveling wordt gedaan om elke nieuw aangelegde leiding met behulp van water een eindbeproeving te laten ondergaan om de integriteit van de buizen, verbindingen, fittingen en andere leidingelementen zoals ankerblokken aan te tonen. Behalve nieuw aangelegde leidingen kunnen ook bestaande leidingen of combinaties van nieuw en bestaand worden beproefd op waterdichtheid. Daarbij wordt opgemerkt dat in Vlaanderen de ongeschreven regel wordt gehanteerd dat deze beproevings bij vorst niet mogen worden uitgevoerd in verband met de kans op bevriezing van bovengrondse persleidingen.

In het navolgende van deze paragraaf wordt eerst ingegaan op de wet- en regelgeving ten aanzien van het beproeven van leidingen op waterdichtheid.

Publiekrechtelijke regelgeving

Op basis van [Artikel 21](#) 'Aanleg en herstel transport- en distributienet' van het [Drinkwaterbesluit](#) [7] is in § 4.2 'Documenten met een wettelijk kader volgens de wet- en regelgeving voor drinkwater' van hoofdstuk 4 'Toepassing van normen en regelgeving' het wettelijk kader van onder meer de nationale normenserie [NEN 3650](#) en de nationale norm [NEN 3651](#) bij de aanleg van leidingen beschreven. De zes delen van die normenserie (een algemeen deel en diverse materiaalspecifieke delen) blijken allemaal een onderdeel te bevatten op het gebied van het beproeven van (water)dichtheid, zie daarvoor § 11.3. Gezien het wettelijk kader van genoemde normenserie zijn die onderdelen in dit hoofdstuk voor het beproeven van leidingen op waterdichtheid als uitgangspunt genomen voor de regelgeving op nationaal niveau. Hierbij wordt opgemerkt dat de verschillende normen volgens de wet- en regelgeving voor drinkwater in alle situaties van toepassing zijn, maar dat dit volgens een of meer van die normen slechts voor bepaalde situaties het geval is.

De normenserie [NEN 3650](#) is bedoeld voor diverse media: aardgas, kooldioxide, niet-brandbaar gas, water (ruw-, drink- en hemelwater), afvalwater en warm water. Uitsluitend de voor drinkwater relevante aspecten zijn in dit hoofdstuk opgenomen.

Diverse categorieën leidingen in verband met het beproeven

Het [Drinkwaterbesluit](#) [7] stelt dat het leidingnet voor drinkwater conform de normenserie [NEN 3650](#) moet worden aangelegd (zie hoofdstuk 4). Dit aanleggen omvat ook het beproeven op waterdichtheid. Uit het stroomschema volgens Figuur 1 van de praktijkcode [PCD 3-1](#) [100] blijkt dat er voor sommige drinkwaterleidingen sprake is van 'Geen NEN 3650-leidingstrekking' en dat in die gevallen de [NEN-EN 805](#) van toepassing is (uitgewerkt in deze nationale richtlijn). Volgens genoemde figuur is de normenserie [NEN 3650](#) uitsluitend van toepassing voor drinkwaterleidingen waarvoor geldt 'Ligging leidingstrekking – In of nabij belangrijke waterstaatswerken' en dus niet voor alle drinkwaterleidingen (zoals [Artikel 21](#) van het [Drinkwaterbesluit](#) zou kunnen worden geïnterpreteerd). De drinkwaterleidingen waarvoor de normenserie [NEN 3650](#) van toepassing is, dienen bij aanleg en herstel dus altijd te worden beproefd op waterdichtheid. Voor leidingen die niet onder die normenserie vallen, is dat niet

voorgeschreven. Mede op basis van de publiekrechtelijke regelgeving worden de volgende vier categorieën leidingen onderscheiden ten aanzien van het beproeven op waterdichtheid:

- 1 leidingen onder het regiem van de NEN 3650/NEN 3651 en dus met een wettelijk kader: beproeven op basis van dit hoofdstuk, dat is gebaseerd op de van toepassing zijnde Europese norm als stand der techniek;
- 2 leidingen zonder het wettelijke kader, maar wel met een verplichting tot beproeven bijvoorbeeld in verband met een verzekering waarbij de verzekeraar dit vereist: zie #1;
- 3 leidingen zonder het wettelijke kader, maar wel met de wens of het beleid van een drinkwaterbedrijf tot beproeven, omdat
 - een eventuele lekkage van de leiding een te hoog effect oplevert;
 - de leiding een grote diameter heeft waardoor leveringsproblemen en veel overlast kan ontstaan (bedrijfskeuze, bijvoorbeeld ≥ 400 mm);
 - voor de aanleg van de leiding een vergunning noodzakelijk is, waarbij afpersen een vereiste is: beproeven op basis van de 'drukverliesmethode' als 'common practice' (zie hieronder);
- 4 leidingen die niet worden beproefd.

In het navolgende van deze paragraaf zijn deze vier categorieën nader uitgewerkt. Dat gebeurt daarna ook nog voor bestaande leidingen.

Leidingen met een verplichting tot beproeving op basis van publiekrechtelijke regelgeving (#1)

Lid 1 van Artikel 21 van het Drinkwaterbesluit [7] stelt dat het leidingnet voor drinkwater onder meer conform nationale normenserie NEN 3650 en de nationale norm NEN 3651 moet worden aangelegd. Dit geldt volgens die normen uitsluitend voor leidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken. Als Nederlandse drinkwaterbedrijven 'compliant' willen zijn ten aanzien van de aanleg van drinkwaterleidingen waarvoor dit geldt met inbegrip van het beproeven op waterdichtheid, dan zijn die normen primair van toepassing. In die bijlage is de letterlijke tekst verzameld uit de delen 1 tot en met 6 van de vigerende editie van de normenserie NEN 3650 en uit de norm NEN 3651 van de onderdelen die betrekking hebben op het beproeven op waterdichtheid.

Het beproeven van drinkwaterleidingen op waterdichtheid zou kunnen starten in onderdeel 11.3.3.4 'Eindbeproeving' van dit hoofdstuk, ware het niet dat de derde alinea van onderdeel 9.16.1 van de nationale norm NEN 3650-1 (Algemeen) stelt: *'De buisleiding moet zo worden gevuld dat luchtinsluitingen die de beproevingsresultaten beïnvloeden, worden voorkomen.'* Deze zin kan worden gezien als opmaat voor het volgen van de volledige methode volgens de NEN-EN 805 en dus de methode volgens de volledige § 11.3 'Hydrostatische drukkbeproeving' van dit hoofdstuk.

Leidingen met een verplichting tot beproeving op basis van privaatrechtelijke regelgeving (#2)

In het geval drinkwaterleidingen niet onder het regiem van de NEN 3650/NEN 3651 vallen, maar er bij de aanleg sprake is van een verzekering in verband met bijvoorbeeld een gestuurde boring, dan wordt sterk aanbevolen om de beproeving op waterdichtheid uit te voeren overeenkomstig de in dit hoofdstuk beschreven methode. De argumentatie voor deze sterke aanbeveling is dat dan de 'stand der techniek' ('best practice') wordt gevolgd voor het geval jurisprudentie zou moeten worden gevoerd in het geval van een claim.

Leidingen met de wens tot beproeving (#3)

In Bijlage IV zijn de resultaten weergegeven van een summier enquête naar de dagelijkse praktijk van het beproeven op waterdichtheid door middel van afpersen (vandaar de aanduiding 'drukverliesmethode'). Op deze enquête hebben acht van de tien Nederlandse drinkwaterbedrijven gereageerd en uit die reacties is de navolgende 'common practice' gegenereerd.

De drukverliesmethode wordt gebruikt door alle drinkwaterbedrijven die hebben gereageerd. Er wordt door twee van de acht bedrijven onderscheid gemaakt naar het materiaal van de af te persen leiding en dan in de vorm van 'kunststof' of 'geen kunststof'.

De methode onderscheidt de sterktebeproeving en de dichtheidsbeproeving. Bij de sterktebeproeving wordt de gewenste druk over een bepaalde tijd gehandhaafd. Het criterium voor goedkeuren is dat de leiding heel blijft. Bij de eindbeproeving geldt dat het drukverlies gedurende een bepaalde tijd bij een bepaalde druk onder een bepaalde waarde blijft. De tijdsduur van de beproeving is per bedrijf verschillend. De persdruk is per bedrijf bepaald op basis van werkdruk of vereiste sterkte. Het toegestane drukverlies verschilt. Een gezamenlijk protocol voor de drukverliesmethode door de drinkwaterbedrijven was niet te herleiden uit de resultaten van de enquête. De inhoud van een dergelijk protocol zou ten minste de volgende onderdelen moeten bevatten:

- onderscheid tussen sterkte- en dichtheidsbeproeving;
- te hanteren drukken bij de verschillende beproevingen;
- te hanteren tijdsduur bij de beproevingen;
- het toegestane drukverlies bij de dichtheidsbeproeving.

Leidingen zonder beproeving (#4)

Op basis van kennis en ervaring bij drinkwaterbedrijven is er een groep leidingen, waarvoor beproeving op waterdichtheid niet noodzakelijk wordt geacht. Deze leidingen worden wel visueel gecontroleerd op eventuele lekkage. Dit kan in de sleuf of na het aanbrengen van het zand gebeuren, maar in ieder geval vóór het aanbrengen van de verharding.

Bestaande leidingen

Bestaande leidingen kunnen worden beproefd op waterdichtheid als er een verdenking bestaat van lekkage in een bepaalde sectie. Ook in die gevallen kan de drukverliesmethode worden toegepast als die sectie in de toekomst onder een significant verhoogde druk zou gaan functioneren. Een dergelijke beproeving brengt de zwakke leidingdelen in beeld.

Randvoorwaarden

Leidingen voor drinkwater die volgens de in dit hoofdstuk beschreven methoden worden beproefd op waterdichtheid dienen overeen te komen met het ontwerp volgens hoofdstuk 8 'Ontwerp leidingnet' (zie praktijkcode PCD 3-2 [192]).

Het beproeven op waterdichtheid vindt plaats door middel van afpersen met water. Daarvoor wordt uitsluitend drinkwater gebruikt. Ruwwaterleidingen vormen op die regel de enige uitzondering: de inzet van drinkwater daarbij is toegestaan, maar ook het daardoor te transporteren water mag worden toegepast.

Het 'afpersen met drinkwater' zal verder in dit hoofdstuk worden omschreven als 'afpersen'.

11.2 Safety/Veiligheid

11.2.1 Equipment and clothing/Apparatuur en kleding

NEN-EN 805

Prior to the commencement of operations a check shall be made that the appropriate safety equipment is available and that personnel have the correct protective clothing.

Voor aanvang van de werkzaamheden moet worden nagegaan of de juiste beschermende apparatuur aanwezig is en of het personeel over de juiste veiligheidskleding beschikt.

11.2.2 Excavations/Uitgravingen

NEN-EN 805

After installation and until completion of reinstatement, all excavations shall remain adequately guarded. Work not related to pressure tests shall not be permitted in pipe trenches during pressure tests.

Na aanleg en tot het voltooiën van het aanvullen, moeten alle uitgravingen afdoende worden afgeschermd. Werkzaamheden die daarmee geen verband houden, zijn tijdens het beproeven niet toelaatbaar.

11.2.3 Filling and testing/Vullen en beproeven

NEN-EN 805

Care shall be taken to fill pipelines with water slowly whilst all facilities for venting are open and the pipelines adequately vented.

Prior to carrying out a pressure test a check shall be made to ensure that the test equipment is calibrated, is in good working order and correctly fitted to the pipelines.

Pressure tests shall be carried out with all facilities for venting closed and intermediate line valves open.

At all stages of testing, the planned sequence and any variation of operations shall be controlled to avoid danger to personnel. All personnel shall be clearly informed of the intensity of the loading on temporary fittings and supports and the consequences if failure occurs.

Pipelines shall be depressurised slowly and all facilities for venting shall be open when emptying pipelines.

Te beproeven leidingen moeten langzaam met drinkwater worden gevuld, waarbij alle ontluuchtingsopeningen zijn geopend en de leidingen adequaat worden ontluucht.

Voorafgaand aan de beproeving op druk moet worden gecontroleerd of de testapparatuur is gekalibreerd, in goede staat verkeert en deugdelijk op de leiding is aangesloten.

Tijdens de beproeving op druk moeten alle ontluuchtingsafsluiters zijn gesloten en alle afsluiters in de leiding zijn geopend.

Gedurende alle fasen van de beproeving moet de geplande volgorde van handelen of afwijking daarin, zodanig worden beheerst dan wel onder controle zijn, dat gevaar voor het personeel wordt vermeden. Het personeel moet duidelijk worden geïnformeerd over de intensiteit van de belasting op tijdelijke fittingen en ondersteuning en de gevolgen bij falen.

Leidingen moeten langzaam van druk worden afgelaten. Tijdens het legen moeten alle beluchtingsafsluiters zijn geopend.

11.3 Pressure test/Hydrostatische drukbeproeving

Een leiding wordt afgeperst om de integriteit van die leiding aan te tonen. Met het afpersen wordt aangetoond dat de verbindingen dicht zijn, de buizen niet lek zijn, de afsluiters daadwerkelijk afsluiten en er geen of in beperkte mate lucht in de leiding aanwezig is. Een leiding wordt afgeperst met water. Hierbij gaat een hoeveelheid water verloren door lekkage of als gevolg van vervorming van de afgeperste leiding. Het verloren watervolume wordt gebruikt als maat voor de waterdichtheid van de beproefde leiding. Het verloren volume kan voor een deel schijnbaar zijn, afhankelijk van het type leiding. Bij het beoordelen van het afpersen moet met alle mogelijke verliezen rekening worden gehouden. Die verliezen zijn volgens § 3.1 'Mogelijke waterverliezen bij beproeven' van hoofdstuk 3 'Verliezen bij het beproeven' van [208] onder te verdelen in:

- schijnbare verliezen door absorptie van water in het leidingmateriaal;
- schijnbare verliezen door de elastische vervorming van de te beproeven sectie;
- schijnbare verliezen door compressie van de aanwezige gassen in de sectie;
- schijnbare verliezen als gevolg van temperatuurverschillen gedurende de beproeving;
- echte verliezen langs lekkende afsluiters bij isolatie;
- echte verliezen door lekken in de leidingsectie.

Deze 'deelverliezen' worden in [208] gespecificeerd en geven inzicht in de foutenmarge die bij het afpersen van secties moet worden gehanteerd. De uitspraak of een sectie daadwerkelijk dicht is, wordt daarmee genuanceerd of bevestigd.

Leidingen moeten (zie § 11.1) worden beproefd op waterdichtheid op basis van de zes delen van de nationale normenserie NEN 3650. Daarbij wordt verwezen naar de volgende onderdelen van die zes normen:

- Algemeen: subparagraaf 9.16.1 'Algemeen' en subparagraaf 9.16.2 'Beproeversplan' van de nationale norm NEN 3650-1;
- Materiaal-specifiek:
 - Staal: subparagraaf 9.8.3 'Dichtheidsproef' van de nationale norm NEN 3650-2;
 - Kunststof: subparagraaf 9.7.4 'Beproeving op dichtheid' van de nationale norm NEN 3650-3 en subparagraaf 9.2.4 'Beproeving op lekdichtheid' van de nationale norm NEN 3650-6;
Voor kunststoffen moet onderscheid worden gemaakt tussen thermoplasten (PE en PVC) en thermoharders (polyester en epoxy). Thermoplasten moeten weer worden onderscheiden in materialen met (bijvoorbeeld PE) en zonder (bijvoorbeeld PVC) visco-elastisch gedrag.
 - Beton: § 9.5 'Beproeving' van de nationale norm NEN 3650-4;
 - Gietijzer: § 9.5 'Beproeving' van de nationale norm NEN 3650-5.

Met deze materiaal-specifieke benadering wordt aangesloten bij het rapport KWR 06.058 [207] (eerste zin van § 5.3): *'De methode van beproeven hangt samen met het materiaal in de sectie.'*

In het geval het gaat om het beproeven van een leiding die bestaat uit buizen van meerdere materialen, moet vooraf goed over de aanpak worden nagedacht op basis van de precieze aard en bijdrage van de verschillende materialen in de te beproeven leidingsectie.

In subparagraaf 9.16.1 'Algemeen' van de norm NEN 3650-1 zijn twee voor drinkwater specifieke zaken opgenomen:

- De eerste alinea: *'Buisleidingen moeten, voordat zij worden opgeleverd, worden beproefd op sterkte en dichtheid. De beproeving moet worden uitgevoerd met water. In uitzonderlijke gevallen kunnen andere media worden gebruikt. Het water moet geschikt (niet vuil, niet agressief) zijn voor de toepassing. Deze eisen moeten vanuit het ontwerp zijn aangegeven. In geval van drinkwaterleidingen moet dit drinkwater zijn.'*
- De voorlaatste alinea: *'Gebruikelijk is dat de sleuf is aangevuld om grote temperatuurveranderingen tijdens de beproeving te voorkomen. Als de grondtemperatuur op leidingniveau beneden 2°C is, moeten maatregelen worden genomen om bevriezing te voorkomen. Bij drinkwaterleidingen is het toevoegen van antivries niet toegelaten.'*

De beproeving vindt in het algemeen plaats voorafgaand aan overdracht aan de beheerder en is onderdeel van het aantonen van de integriteit van de leiding.

11.3.1 Preparations/Vorbereidingen

11.3.1.1 Backfilling and anchorage/ Aanvullen en verankeren

NEN-EN 805

Prior to the pressure test, the pipes shall, where appropriate, be covered with backfill material such that changes in ground condition, which may lead to leaks, are avoided. Backfilling over joints is optional. Permanent abutments or anchorages shall be constructed to withstand thrust at the test pressure. Concrete anchor blocks shall be allowed to develop adequate strength before testing begins. Care shall be taken to ensure that caps or other temporary blanking fittings are adequately anchored, with the load distributed according to the strength of the supporting ground. Any temporary supports or anchorage at the ends of the test section shall not be removed until the pipeline is depressurised.

Voorafgaand aan de drukkbeproeving moet de leidingsleuf waar mogelijk zijn aangevuld en wel zodanig dat veranderingen in de grondsituatie die kunnen leiden tot lekkage, worden vermeden. Het aanvullen van koppelingen

is optioneel. Permanente oplettingen of verankeringen moeten in staat zijn de belasting door de beproevingsdruk te weerstaan. Betonnen ankerblokken moeten voldoende zijn verhard, voordat de beproeving begint. Eindkappen of tijdelijke afblindingen moeten adequaat worden verankerd, waarbij de kracht wordt gespreid op basis van de draagkracht van de ondersteunende grond. Tijdelijke ondersteuning of verankeringen aan de uiteinden van de te beproeven sectie mogen pas worden verwijderd na het afdrukken van de druk.

11.3.1.2 Selection and filling of the test section/Te beproeven sectie

NEN-EN 805

The pipeline shall be tested as a whole or, when necessary, subdivided into several test sections.

The test sections shall be selected so that:

- the test pressure can be achieved at the lowest point of each test section;
- a pressure of at least MDP can be achieved at the highest point of each test section unless otherwise specified by the designer;
- the necessary water for testing can be provided and removed without difficulty.

Any debris and foreign matter shall be removed from the pipeline before testing. The test section shall be filled with water. For potable water pipelines, potable water shall be used for the pressure test unless otherwise specified by the designer.

Air shall be exhausted from the pipeline as fully as reasonably possible. Filling shall take place slowly from, if possible, the lowest point in the pipeline and in such a way as to prevent back siphonage and so that air escapes at adequately sized facilities for venting.

De leiding moet als één geheel worden getest of in meerdere secties, in het geval dit noodzakelijk is.

De secties moeten zo worden gekozen dat:

- de beproevingsdruk kan worden bereikt op het laagste punt van elke sectie;
- een druk van ten minste MDP kan worden bereikt op het hoogste punt, tenzij anders is gespecificeerd in het ontwerp;
- het voor de beproeving noodzakelijke water zonder veel moeite kan worden geleverd en geloosd.

Rommel en andere ongerechtigheden moeten voorafgaand aan de beproeving van de leiding worden verwijderd.

De te beproeven sectie moet met water worden gevuld. Voor drinkwaterleidingen moet de beproeving worden uitgevoerd met drinkwater, tenzij anders is aangegeven in het ontwerp.

De leiding moet zo volledig mogelijk worden ontluicht. Het vullen moet langzaam gebeuren (bij voorkeur vanaf het laagste punt van de te beproeven sectie), op zodanige wijze dat hevelwerking wordt voorkomen en de lucht kan ontsnappen door ontluichters van voldoende grootte.

11.3.2 Test pressure/Beproevingdruk

NEN-EN 805

For all pipelines the System Test Pressure (STP) shall be calculated from the Maximum Design Pressure (MDP) as follows:

- surge calculated STP = $MDP_c + 100 \text{ kPa}$
- surge non calculated

$$STP = MDP_a \times 1,5$$

$$\text{or } STP = MDP_a + 500 \text{ kPa (whichever is the least)}$$

The fixed allowance for surge pressure included in MDP_a shall not be less than 200 kPa.

The calculation of surge shall be carried out by appropriate methods and using the relevant general equations according to the conditions specified by the designer and based on the most unfavourable operating conditions.

Under normal circumstances the installation point for the testing equipment shall be the lowest point of the test section.

If it is not possible to install the testing equipment at the lowest point of the test section, the pressure for the pressure test shall be the system test pressure, calculated for the lowest point of the test section, minus the

difference in attitude.

In special cases particularly where short lengths of pipelines are laid and for service pipes of $DN \leq 80$ and length not exceeding 100 m unless otherwise specified by the designer, it is only necessary to apply the operating pressure of the pipeline as the system test pressure.

De systeem beproevingsdruk (STP) moet worden berekend op basis van de maximale ontwerpdruk (MDP, niet specifiek voor een materiaal) als:

- drukfluctuatie ten gevolge van waterslag wordt berekend: $STP = MDP_c + 100 \text{ kPa}$
- drukfluctuatie ten gevolge van waterslag niet wordt berekend, de kleinste waarde van:
 $STP = MDP_a \times 1,5$ of
 $STP = MDP_a + 500 \text{ kPa}$

Met deze berekening van de STP wordt aangesloten bij de nationale normenserie NEN 3650 en de nationale norm NEN 3651.

De vaste toeslag voor drukfluctuatie ten gevolge van waterslag in MDP_a mag niet kleiner zijn dan 200 kPa.

De berekening van de drukfluctuatie ten gevolge van waterslag moet worden uitgevoerd op basis van geschikte methoden met randvoorwaarden gebaseerd op de meest ongunstige bedrijfscondities.

Normaliter wordt de apparatuur voor de drukbeproeving aangesloten op het laagste punt in de te beproeven sectie. Wanneer het niet mogelijk is de apparatuur aan te sluiten op het laagste punt, moet de beproevingsdruk ter plaatse van de aansluiting worden berekend op basis van de beproevingsdruk op het laagste punt minus het hoogteverschil.

In speciale gevallen (in het bijzonder wanneer het korte leidingsecties betreft of aansluitleidingen met $DN \leq 80$ met een lengte van minder dan 100 m) kan worden volstaan met een beproevingsdruk die gelijk is aan de bedrijfsdruk (OP).

11.3.3 Testing procedure/Beproevingprocedure

11.3.3.1 General requirements/Algemene eisen

NEN-EN 805

For all type of pipes and materials different approved testing procedures may be applied. The testing procedure shall be specified by the designer and may be carried out in up to three steps:

- preliminary test;
- pressure drop test;
- main pressure test.

The necessary steps shall be fixed by the designer.

De beproevingsmethode kan in drie stappen worden uitgevoerd:

- voorlopige beproeving
Het doel van deze stap is het stabiliseren van de gelegde leiding, verzadigen met water (indien nodig) en het laten ondergaan van volumeverandering bij het op druk brengen (in het geval van flexibele leidingen).
- drukverlies beproeving
Het doel van deze stap is het bepalen van de hoeveelheid lucht in de leiding vóór het uitvoeren van de eindbeproeving.
- eindbeproeving (definitieve beproeving)
Hierbij wordt de leiding getest en het resultaat beoordeeld volgens de voor die leiding geldende eisen.

In het geval de leiding een water-absorberend materiaal als liner heeft (het gaat dan om leidingen van nodulair gietijzer en staal, die zijn voorzien van een cementliner), moet het afdrukken van de druk bij elke beproeving voldoende traag verlopen. Bij te snel afdrukken kan de liner loslaten van de wand.

11.3.3.2 Preliminary test/Voorlopige beproeving

NEN-EN 805

The preliminary test is intended to:

- stabilise the part of the pipeline to be tested by allowing most of the time dependent movements;
- achieve an appropriate saturation with water when using water absorbing materials;
- allow the pressure-dependent increase in volume of flexible pipes to occur prior to the main test.

The pipeline shall be divided into practicable test sections, completely filled with water and vented, and the pressure shall be raised up to at least the operating pressure without exceeding the system pressure.

If unacceptable changes of the position of any part of the pipeline, and/or leaks are apparent, the pipeline shall be depressurised and the faults shall be rectified.

The duration of the preliminary test is dependent upon the materials of the pipeline and shall be specified by the designer taking due account of the appropriate product standards.

De voorlopige beproeving is bedoeld om:

- de te beproeven leidingsectie te stabiliseren voor tijdafhankelijke mechanismen;
- voldoende verzadiging te bereiken van water-absorberende materialen;
- de drukafhankelijke volumetoename van flexibele leidingen op te laten treden voorafgaand aan de eindbeproeving.

De leiding moet worden verdeeld in praktische secties (volledig met water gevuld en ontluicht) en de druk moet worden opgevoerd tot boven de bedrijfsdruk, maar zonder de systeem-beproevingdruk te overschrijden.

Bij onaanvaardbare veranderingen in de ligging van de leiding (verschuiving van verbindingen, bochten, afsluiters en dergelijke als gevolg van de optredende spatkrachten bij de drukverhoging) en/of het optreden van lekkages moet de druk van de leiding worden gehaald en moet het defect worden hersteld.

Zowel de uitvoering als de duur van de voorlopige beproeving zijn materiaalafhankelijk en moeten in het bestek worden voorgeschreven. De verliezen in deze fase bedragen:

- absorptie in het leidingmateriaal
Deze verliezen treden op bij water-absorberend materiaal als een cementliner in stalen en gietijzeren leidingen. De hoeveelheid is moeilijk in te schatten en vooral afhankelijk van de hoeveelheid materiaal waarin het water kan absorberen. Ook de dichtheid van het materiaal speelt hierin een rol. In nieuwe leidingen met een cementliner kan de geabsorbeerde hoeveelheid water aanzienlijk zijn. De periode waarover het absorptieproces zich uitstrekt, kan enkele weken bedragen.

- elastische vervorming

De elastische vervorming van het systeem bedraagt met verwaarlozing van de tweede-orde-effecten:

$$\Delta V = V * \Delta p \left(\frac{1}{E_w} + \frac{D}{e * E_R} \right)$$

waarin:

- ΔV elastische vervorming van de leidingsectie (m³);
- V volume water in de sectie die wordt beproefd (m³);
- Δp drukval (Pa);
- E_w compressiemodulus van water (Pa);
- D inwendige middellijn van de leiding (m);
- e wanddikte van de leiding (m);
- E_R elasticiteitsmodulus van het leidingmateriaal (Pa).

11.3.3.3 Pressure drop test/Drukverlies beproeving

NEN-EN 805

The pressure drop test enables assessment of the remaining volume of air in the pipeline.

Air in the test section of the pipeline will result in erroneous data which could indicate apparent leakage or could in some cases mask a small leak. The presence of air will reduce the accuracy of the pressure loss test and the water loss test.

The designer shall specify if the pressure drop test has to be carried out. A method of carrying out the test and the necessary calculations is described in A.26.

De drukverliesbeproeving maakt een beoordeling mogelijk van de in de leiding ingesloten hoeveelheid lucht. De aanwezigheid van ingesloten lucht in de te beproeven sectie zal resulteren in foutieve meetwaarden die zouden kunnen duiden op een niet-bestaand lek of in sommige gevallen een klein lek maskeren. De aanwezigheid van ingesloten lucht reduceert de nauwkeurigheid van de drukafname en daarmee van de beproeving.

Op basis van onderdeel A.26 van de informatieve bijlage A bij NEN-EN 805

Een uitvoeringsmethode voor deze beproeving van leidingen van alle materialen kan als volgt verlopen:

- verhoog de druk in de sectie tot de gewenste beproevingsdruk;
- tap een meetbare hoeveelheid (ΔV) water af;
- meet de overblijvende druk en bepaal de drukval Δp ;
- substitueer beide waarden in de onderstaande vergelijking en constateer of er al dan niet te veel lucht in de sectie aanwezig is.

De hoeveelheid water die na het eerste uur van de beproevingsperiode is verdwenen, mag volgens [208] niet meer zijn dan het volume berekend via:

$$\Delta V_{\max} = 1,2 V \cdot \Delta p \cdot \{1/E_w + D/(e \cdot E_R)\}$$

waarin:

- $\Delta V_{\max}$ het toelaatbare waterverlies, in m³;
- V het volume water in de leidingsectie die wordt beproefd, in m³;
- Δp de toelaatbare drukval (zie onderdeel 11.3.3.4.3), in Pa;
- E_w de compressiemodulus van water, in Pa;
- D de inwendige diameter van de leiding, in m;
- e de wanddikte van de leiding, in m;
- E_R de elasticiteitsmodulus van het materiaal in omtrekrichting van de leiding, in Pa;
- 1,2 een toeslagfactor (bijvoorbeeld voor luchtinsluiting).

In het geval er meer water wordt afgetapt dan 1,2 maal de hoeveelheid die voor de gemeten drukval geldt, is er te veel lucht in het systeem aanwezig en moet het systeem verder worden ontvlucht.

11.3.3.4 Main pressure test/Eindbeproeving

11.3.3.4.1 General/Algemeen

NEN-EN 805

The main pressure test shall not be started until the preliminary test, if specified, and the pressure drop test is specified, have been successfully completed.

Influences of large temperature changes shall be taken into account.

Two basic test methods are approved:

- water loss method;
- pressure loss method.

The designer shall specify the method to be used. For pipes with visco-elastic behaviour the designer may specify an alternative test procedure such as that described in A.27.

De eindbeproeving mag niet beginnen, voordat de (indien voorgeschreven) voorlopige beproeving en de drukverlies beproeving (ter bepaling van de ingesloten lucht) succesvol zijn afgerond.

Invloeden ten gevolge van grote temperatuurveranderingen moeten in rekening worden gebracht.

Twee basis beproevingsmethoden zijn goedgekeurd:

- waternverliesmethode;
- drukverliesmethode⁹ (eindbeproeving).

Er is keuzevrijheid ten aanzien van de inzet van een van beide methoden. In het geval het te verwachten elastische verlies relatief beperkt zal zijn (voor leidingen van 'starre' materialen: gietijzer, staal, beton, asbestcement en PVC), ligt de keuze voor de drukverliesmethode voor de hand [25]. In Nederland wordt hoofdzakelijk de drukverliesmethode toegepast en voor het visco-elastische PE kan überhaupt uitsluitend die methode worden ingezet, zie onderdeel 11.3.3.4.3. In het bestek moet worden aangegeven welke methode zal worden gebruikt.

11.3.3.4.2 Water loss method/Waternverliesmethode

NEN-EN 805

Two equivalent methods of measurement of water loss can be used, i.e. measurement of volume drawn off or measurement of volume pumped in, as described in the following procedures.

a Measurement of volume drawn off

Raise the pressure steadily until the system test pressure (STP) is reached. Maintain STP by pumping, if necessary, for a period of not less than one hour.

Disconnect the pump and do not permit any more water to enter the pipeline for a test period of one hour or a longer period if specified by the designer.

At the end of this test period measure the reduced pressure, then restore the STP by pumping and measure the loss by drawing off water until the reduced pressure reached at the end of the test is reached again.

b Measurement of volume pumped in

Raise the pressure steadily until the system test pressure (STP) is reached. Maintain the STP for a test period of not less than one hour or a longer period if specified by the designer.

During this test period measure, by any suitable device, and record the quantity of water necessary to be pumped in order to maintain STP.

The designer shall specify which method is to be used.

The measured water loss at the end of the first hour of the test period shall not exceed the value calculated using the following formula: $\Delta V_{\max} = 1,2 \cdot \Delta p \cdot \{1/E_w + D/(e \cdot E_R)\}$

where:

$\Delta V_{\max}$ is the allowable water loss in litres;

V is the volume of the tested pipeline section in litres;

Δp is the allowable pressure loss as stated in 11.3.3.4.3 in kilopascals;

E_w is the bulk modulus of water in kilopascals;

D is the internal pipe diameter in metres;

e is the wall thickness of the pipe in metres;

E_R is the modulus of elasticity of the pipe wall in the circumferential direction in kilopascals;

1,2 is an allowance factor (e.g. for air content) during the main pressure test.

Voor het meten van het waternverlies bestaan twee gelijkwaardige methoden, te weten het meten van de hoeveelheid water die uit de leiding verdwijnt of die in de leiding wordt gepompt. Beide methoden worden beschreven:

a) meting van het verwijderde volume

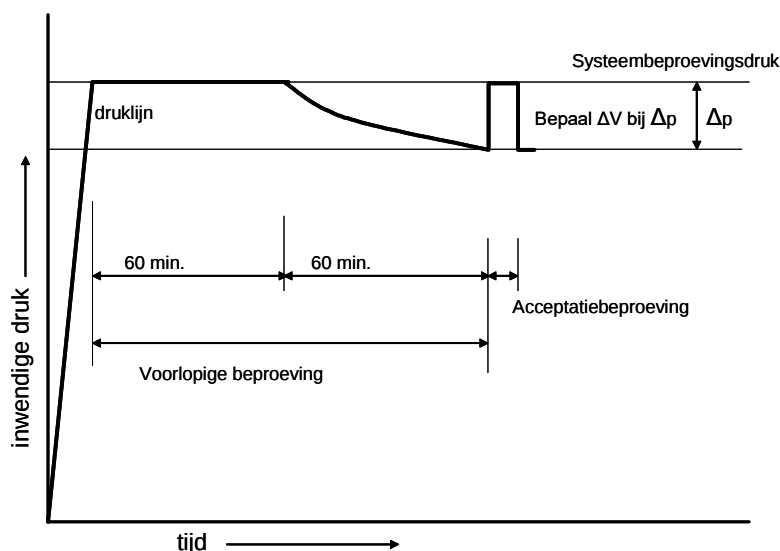
Verhoog de druk gestaag tot de systeem beproevingsdruk (STP) is bereikt. Handhaaf STP voor de duur van ten

⁹ Let op het verschil tussen de 'drukverliesbeproeving' (ingesloten lucht) en 'drukverliesmethode' (eindbeproeving).

minste een uur, zo nodig door bijpompen van water.

Ontkoppel de pomp en laat geen extra water toe in de leiding gedurende ten minste een uur of langer als dat is voorgeschreven.

Meet na deze periode de aanwezige druk, herstel daarna STP door water bij te pompen en meet de hoeveelheid water die daarna moet worden afgelaten om de eerder gemeten gereduceerde druk te bereiken. Dit proces is weergegeven in Figuur 11.1.



Figuur 11.1 Grafische weergave van de waterverliesmethode (meting van het verwijderde volume).

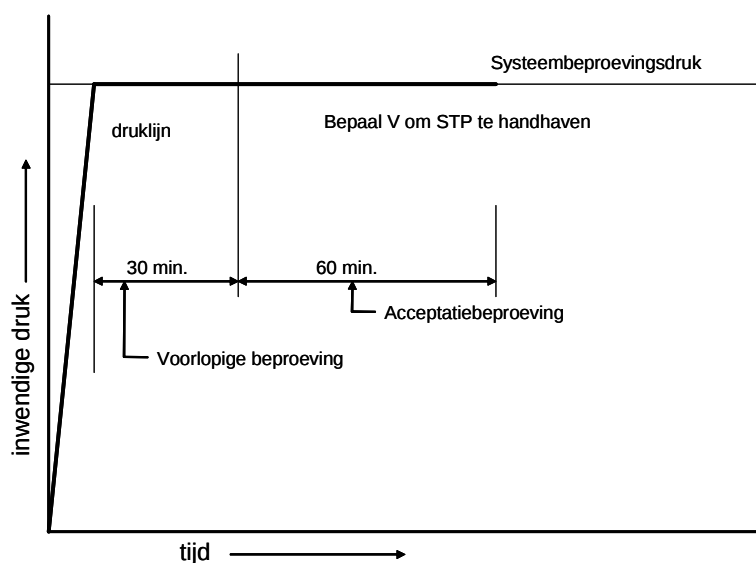
De afgetapte hoeveelheid water (ΔV) mag niet meer bedragen dan 1,2 maal de elastische volumeverandering bij de gevonden Δp . De elastische volumeverandering is te berekenen met de spreadsheet volgens Bijlage V (de in onderdeel 11.3.3.2 opgenomen vergelijking).

b) Meting van het ingepompte volume

Verhoog de druk gestaag tot de systeem beproevingsdruk (STP) is bereikt.

Handhaaf STP door bijpompen van water gedurende ten minste een uur of langer als dat is voorgeschreven.

Meet in deze periode de ingepompte hoeveelheid water die nodig is om STP te handhaven. Dit proces is weergegeven in Figuur 11.2.



Figuur 11.2 Grafische weergave van de waterverliesmethode (meting van het ingepompte volume).

Voor de waterverliesmethode geldt dat de hoeveelheid water die in de beproevingsperiode van één uur mag

‘verdwijnen’, wordt berekend met de formule in onderdeel 11.3.3.3. Hierbij wordt er (dus) van uitgegaan dat de elastische vervorming in één uur kan optreden. Het lekverlies is het verschil in elastische vervorming en de benodigde ingepompte hoeveelheid water om de druk te handhaven.

Als een leidingsectie niet in een open sleuf wordt beproefd, kan de elastische vervorming over een langere periode plaatsvinden en kan na een uur een lager volume worden gemeten dan is berekend. In deze gevallen wordt afgeraden de waterverliesmethode toe te passen.

Uit het laatste deel van de beide methoden volgt de feitelijke acceptatie van de leiding als ‘dicht’. Dit deel wordt acceptatiebeproeving genoemd.

11.3.3.4.3 Pressure loss method/Drukafnamemethode

NEN-EN 805

Raise the pressure steadily until the system test pressure (STP) is reached.

The duration of the pressure loss test shall be 1 h or a longer period if specified by the designer. During the main pressure test the pressure loss Δp shall display a regressive tendency and shall not exceed the following values at the end of the first hour:

- 20 kPa for pipes such as ductile iron pipes with or without cement mortar lining, steel pipes with or without cement mortar lining, steel cylinder concrete pipes, plastics pipes;
- 40 kPa for pipes such as fibre cement pipes and non-cylinder concrete pipes. For fibre cement pipes, where the designer is satisfied that excessive absorption conditions exist, the pressure loss may be increased from 40 kPa to 60 kPa.

Alternatively, for pipes with visco-elastic behaviour (such as polyethylene pipes) for which watertightness cannot be verified in adequate time during this test, it shall be verified separately (see A.27). In this case, to check structural integrity only, the STP shall be restored at regular intervals during the prescribed time and the pressure loss shall show a regressive tendency.

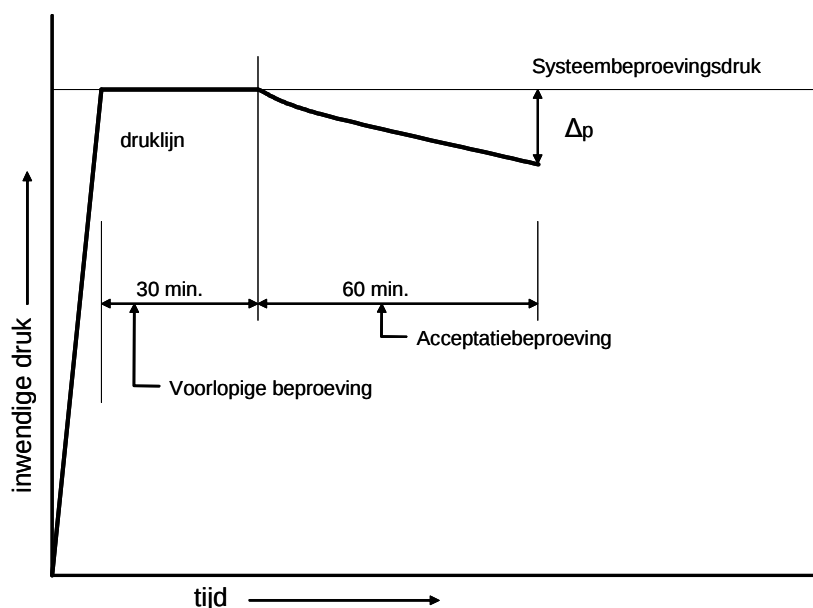
Verhoog de druk gestaag tot de systeembeproevedruk (STP) is bereikt.

De beproevingsperiode duurt een uur (of langer indien voorgeschreven). Tijdens de eindbeproeving zal het drukverlies Δp een afnemende tendens laten zien en mag aan het einde van het eerste uur de van toepassing zijn de waarde niet overschrijden (de Nederlandse drinkwaterbedrijven hanteren daarvan afwijkende waarden, zie het overzicht in Bijlage IV):

- 20 kPa in leidingen vervaardigd van nodulair gietijzer (al dan niet met cementliner), staal (al dan niet met cementliner), betonnen leidingen met een plaatstalen kern en kunststof leidingen (geen PE);
- 40 kPa in leidingen vervaardigd van asbestcement of gewapend beton;
- Voor leidingen met visco-elastisch gedrag (bijvoorbeeld PE) kan de waterdichtheid niet worden aangetoond, vanwege de korte duur van deze methode. In dat geval moet STP met regelmatige intervallen binnen de voorgeschreven tijdsduur van de proef in de leiding worden aangebracht en de per interval gemeten drukval moet een afnemende tendens laten zien, zie Figuur 11.4.

Starre materialen

De methode voor leidingen van starre materialen is weergegeven in Figuur 11.3.



Figuur 11.3 Grafische weergave drukverliesmethode voor starre materialen.

Materiaal-specifiek

Beton volgens § 9.5 'Beproeving' van de nationale norm NEN 3650-4

Met een hydrostatische beproeving¹⁰ moet worden aangetoond dat de vloeistofdichtheid (maximaal (lek)verlies) van de leiding bij maximale bedrijfsdruk geringer is dan 0,1 ml per m² wandoppervlakte per uur. Voor leidingen in of nabij waterstaatswerken die moeten voldoen aan de eisen van de nationale norm NEN 3651 is de te hanteren beproevingsdruk aangegeven in subparagraaf 11.3.2 van die norm. Voor axiaal buigstijve leidingen van gewapend beton met plaatstalen kern is eenzelfde sterktebeproeving mogelijk als voor stalen leidingen met een beproevingsdruk gelijk aan anderhalf maal de ontwerpdruk.

Gietijzer volgens § 9.5 'Beproeving' van de nationale norm NEN 3650-5

Met een hydrostatische beproeving moet worden aangetoond dat de gehele leiding voldoet (zie ook § 9.16 van de nationale norm NEN 3650-1). Voor de beproevingsdruk geldt:

$$p_t = 1,5 \times p_d \text{ en } p_t \geq 0,4$$

Voor elk van de in het leidingsysteem ingebouwde gietijzeren leidingelementen moet tevens worden voldaan aan: $PEA = PMA + 0,5 \text{ MPa} \geq p_t$

Staal volgens subparagraaf 9.8.3 'Dichtheidsproef' van de nationale norm NEN 3650-2

De dichtheidsproef duurt voor ingegraven leidingsecties ten minste 24 uur en wordt uitgevoerd bij een druk die gelijk is aan of hoger is dan de ontwerpdruk. Voor niet visueel inspecteerbare secties met een volume kleiner dan 20 m³ of voor secties die volledig visueel kunnen worden geïnspecteerd, bedraagt de minimaal vereiste beproevingsduur voor de dichtheidsproef 2 uur.

De leiding kan worden goedgekeurd als drukveranderingen uit de gemeten temperatuurmetingen kunnen worden verklaard binnen de overeengekomen grenzen en rekening houdend met de onnauwkeurigheden in de meetapparatuur.

¹⁰ Het begrip 'hydrostatische beproeving' wordt gehanteerd in de nationale normenserie NEN 3650, maar is daarin niet gedefinieerd. De beproeving omvat een proef met stilstaand (statisch) water (hydro), die plaatsvindt bij een bepaalde hydrostatische waarde (druk opgewekt in stilstaand water).

In sommige delen van genoemde normenserie wordt (tevens) de aanduiding 'dichtheidsproef' en/of 'dichtheidsbeproeving' gebruikt.

Kunststof volgens subparagraaf 9.7.4 'Beproeving op dichtheid' van de nationale norm NEN 3650-3 en subparagraaf 9.2.4 'Beproeving op lekdichtheid' van de nationale norm NEN 3650-6

Voor materialen zonder visco-elastisch gedrag (PVC en GVK (epoxy en polyester))

De beproeving op dichtheid wordt uitgevoerd bij een druk die minimaal gelijk is aan de ontwerpdruk, gedurende ten minste 24 uur.

De beproevingsdruk moet continu worden geregistreerd met behulp van geijkte apparatuur. Metingen van 'dead weight testers' behoren elke 30 min te worden geregistreerd.

Als tijdens de beproeving een drukdaling wordt waargenomen, moet een 'stappenbeproeving' worden uitgevoerd. Hierbij wordt de beproefde leidingsectie opnieuw op de vereiste beproevingsdruk gebracht en de benodigde hoeveelheid water geregistreerd. Dit wordt vervolgens elk uur herhaald gedurende een etmaal. Als de hoeveelheid water die na ieder uur moet worden toegevoegd een dalende trend vertoont, mag worden aangenomen dat de leiding dicht is.

Als de na ieder uur toegevoegde hoeveelheid water constant blijft of toeneemt, moet worden aangenomen dat de leiding niet dicht is.

Ter controle of een geregistreeerde drukvariatie is veroorzaakt door temperatuurfluctuaties of dat er sprake is van een lek, moet de theoretische drukverandering door een gemeten temperatuurverandering worden berekend met behulp van een geschikte berekeningsmethode (Bijlage C van de norm NEN 3650-3 geeft een berekeningsmethode, die geschikt is voor GVK leidingen).

Indien in enigerlei vorm lekkage of 'zweten' van leiding wordt waargenomen, moet dit worden beschouwd als een defect. De beproeving wordt dan beëindigd. Na reparatie of vervanging van het defecte leidingelement wordt de beproevingsprocedure van voren af aan uitgevoerd.

Het aandraaien van flensbouten om lekkage te stoppen is niet toegestaan. Een lekkende flens moet opnieuw worden geïnstalleerd met nieuwe pakkingen en vervolgens weer hydrostatisch worden beproefd. Als er dan nog sprake is van lekkage, moet de flensverbinding volledig worden vervangen.

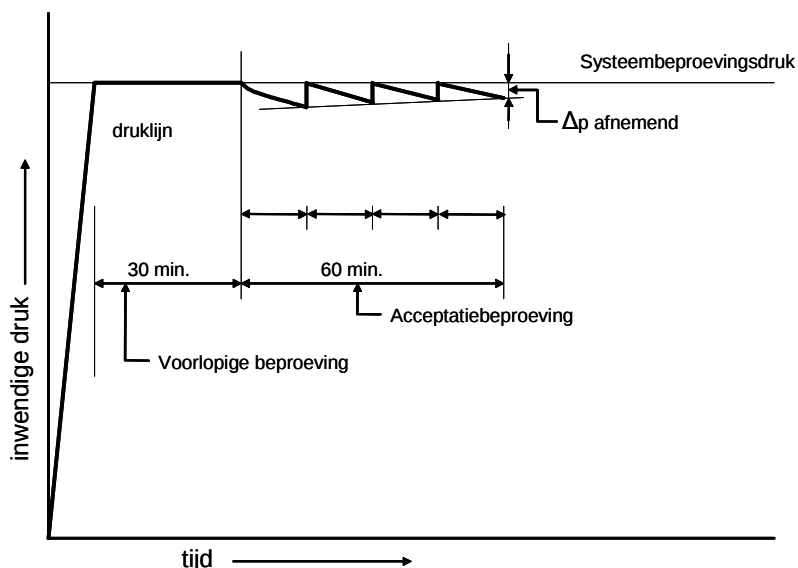
Voor visco-elastische materialen, op basis van onderdeel A.26 van de informatieve bijlage A bij NEN-EN 805 (PolyEtheen, PE)

Visco-elastische kruip ten gevolge van STP wordt in de geïntegreerde drukvalbeproeving onderbroken.

Voor leidingen van visco-elastische materialen of secties waar dergelijke materialen overwegend aanwezig zijn, dient voor de eindbeproeving gebruik te worden gemaakt van een methode waarin dit gedrag is verwerkt. Binnen de drukverliesmethode zijn twee methodes beschikbaar: (i) de intervalmethode en (ii) de drukvalmethode.

Intervalmethode

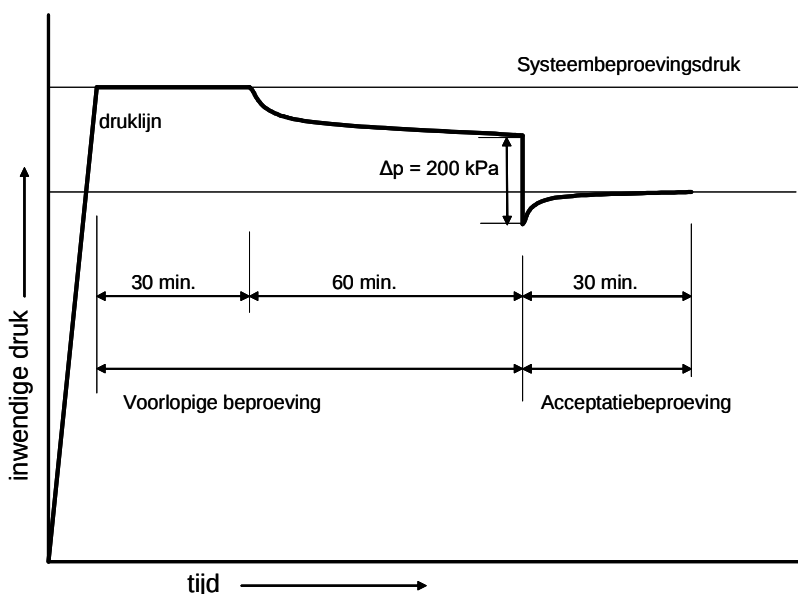
De druk wordt verhoogd tot de systeem beproevingsdruk (STP). De STP wordt met regelmatige intervallen binnen de voorgeschreven tijdsduur van de proef weer aangebracht. De per interval gemeten drukval moet een afnemende tendens laten zien. Dit proces is weergegeven in Figuur 11.4.



Figuur 11.4 Grafische weergave van de drukverliesmethode door middel van intervalmetingen voor leidingen van kunststof materialen met visco-elastisch gedrag.

Drukvalmethode

De druk wordt verhoogd tot de systeem beproevingsdruk (STP). De STP wordt gedurende 30 min op peil gehouden. Vervolgens wordt de sectie gedurende 60 min met rust gelaten. Als gevolg van het visco-elastisch gedrag zal de druk in de sectie afnemen. Vervolgens wordt de druk in korte tijd 200 kPa verlaagd. Als gevolg van de snelle verlaging van de beproevingsdruk treedt er contractie op in de sectie en loopt de druk in de sectie iets op. De sectie wordt als dicht beschouwd als de druk binnen 30 min na de verlaging een toenemende tendens vertoont. Dit proces is weergegeven in Figuur 11.5.



Figuur 11.5 Grafische weergave van de drukverliesmethode door middel van drukvalmetingen voor leidingen van kunststof materialen met visco-elastisch gedrag.

Uit het laatste deel van beide beproevingen volgt de feitelijke acceptatie van de leiding als 'dicht'. Dit deel wordt acceptatiebeproeving genoemd.

Voor de beoordeling van de uitkomsten van de beproeving van een leiding kan desgewenst gebruik worden gemaakt van een spreadsheet volgens Bijlage V, inclusief een beperkte handleiding. In die spreadsheet zijn mogelijkheden voor verschillende (combinaties van) materialen aanwezig.

De drukvalmethode wordt in Nederland niet of nauwelijks toegepast.

11.3.3.4.4 Test evaluation/Evaluatie van de beproeving

NEN-EN 805

If the loss exceeds that specified, or if faults are identified, the system shall be examined and rectified where necessary. The test shall be repeated until the loss complies with that specified.

Als het verlies meer is dan gespecificeerd of als defecten zijn geconstateerd, moet het leidingnet worden geïnspecteerd en waar noodzakelijk worden gerepareerd. De beproeving moet worden herhaald, totdat het verlies voldoet aan de specificatie.

Informatie voor beoordeling afpersen

Om het afpersen te kunnen beoordelen, moet inzicht bestaan in de verschillende factoren die de beoordeling beïnvloeden. Op basis van de in § 11.3 genoemde effecten is het noodzakelijk de volgende gegevens van de te beproeven sectie te kennen:

- lengte, diameters, materiaalsoort, drukklasse/wanddikte van alle leidingdelen in de te beproeven sectie;
- werkdruk;
- beproevingsdruk.

Bij het beproeven van bestaande leidingen op waterdichtheid is inzicht noodzakelijk in globale getallen om een resultaat te kunnen beoordelen:

- lekverlies in het volledige voorzieningsgebied in %;
- totaal jaarverbruik in het voorzieningsgebied;
- totale leidinglengte voorzieningsgebied.

Uit deze gegevens is het gemiddeld lekverlies per meter leidingnet te berekenen (waterverlies onder reguliere omstandigheden) en is een globale beoordeling van het resultaat mogelijk.

Spreadsheet voor beoordeling waterverlies

Bij het afpersen van een sectie treedt altijd waterverlies op. De hoeveelheden zijn voor een deel te voorspellen en voor een deel volgen die uit de het daadwerkelijke afpersen. Met de spreadsheet volgens Bijlage V kunnen voor de verschillende onderdelen de waterverliezen worden uitgerekend. De berekeningen worden uitgevoerd met de materiaalconstanten volgens navolgende Tabel 11.1.

Tabel 11.1 E-moduli voor de leidingmaterialen en compressiemodulus voor water¹¹.

Materiaal	E-modulus (kPa)
PVC	3.500.000
LDPE	400.000
MDPE	500.000
HDPE	700.000
PE 40	400.000
PE 63	400.000
PE 80	500.000
PE 100	700.000
grijs gietijzer	50.000.000
nodulair gietijzer	170.000.000
asbestcement	25.000.000
beton	25.000.000
staal	210.000.000
compressiemodulus (kPa)	
Water	2.200.000

11.3.3.5 Final system test/Separaat beproefde secties

NEN-EN 805

Where a length of pipeline has been divided into two or more sections for pressure testing and all the sections have been tested satisfactorily, if specified by the designer, the whole system shall be pressurised at the operating pressure for at least 2 h. Any additional component which is included after the pressure test of the adjacent sections shall be inspected visually for leaks and changes of line and level.

Wanneer de eindbeproeving in twee of meer secties heeft plaatsgevonden en alle secties de beproeving met goed gevolg hebben doorstaan, moet het volledige leidingnet gedurende minimaal 2 uur worden beproefd op de bedrijfsdruk. Een leidingelement dat na de eindbeproeving wordt aangebracht, moet visueel worden geïnspecteerd op lekken en afwijkingen in uitlijning en hoogteligging.

11.3.4 Recording test results/Documentatie van de testresultaten

NEN-EN 805

A complete record of the details of the test shall be made and retained.

Een volledige lijst van de details van de beproeving moet worden opgesteld en gearhiveerd.

Overeenkomstig subparagraaf 9.16.2 'Beproevingplan' van de nationale norm NEN 3650-1 moet voorafgaand aan de beproeving ongeacht de materiaal soort een beproevingsplan worden opgesteld (zie subparagraaf 11.3.1), waarin ten minste het volgende moet zijn beschreven:

- de te beproeven leiding(sectie);

¹¹ Voor de PE materialen is niet de lange duur E-modulus (elasticiteitsmodulus) genomen, maar de E-modulus voor een korte duur. Ook na een liggingsduur van enkele tientallen jaren zal bij een korte beproeving het PE reageren volgens de korte duur E-modulus.

- de tijdsduur van nivelleren en stabiliseren voorafgaande aan de beproeving;
- het drukniveau en de duur van de beproevingen;
- de realisatie van de sterkte- en dichtheidsbeproeving;
- de tijdens de uitvoering van de beproeving in acht te nemen (Arbo technische) veiligheidsmaatregelen;
- de geijkte meetapparatuur inclusief onnauwkeurigheid van onder andere drukmeters, thermometers, schrijvende (registrerende) manometers en debietmeters;
- de plaats van de meetapparatuur;
- de registratiewijze van de metingen;
- de toetswaarden en/of berekening van de aanvaardbaarheid van de beproeving;
- de methode en de wijze van het tijdelijk isoleren van eventueel bovengrondse buisleidingen tijdens de beproeving op waterdichtheid.

Er zijn voor een afpersprotocol de volgende variabelen:

- bestaande leiding;
- nieuwe leiding;
- materialen binnen de sectie, star (gietijzer, staal, beton) of elastisch (PE, PVC);
- verwachte elastische verlies goed meetbaar ($> 5 \text{ l}$ (arbitraire keuze)).

Naast de variabelen bestaat er nog een aantal gegevens, die altijd in de rapportage dienen te worden opgenomen:

- eenduidige identificatie van de sectie die is beproefd;
- van elke betrokken afsluiter het type en de diameter;
- van alle leidingen in de sectie:
 - de nominale diameter;
 - lengte;
 - materiaalsoort;
 - drukklasse of wanddikte;
- starttijd beproeving;
- eindtijd beproeving;
- uitstroming bij $p = 0$ in de te beproeven sectie (maat voor het lekken over de afsluiters);
- tussentijden van acties als:
 - maximum druk bereikt;
 - stoppen suppletiewater;
 - teruggaan naar maximum persdruk;
 - elke relevante actie;
- hoeveelheid suppletiewater na het bereiken van de maximum druk om deze druk te handhaven indien toegepast;
- grafische of digitale registratie van de drukken en volumestromen gedurende de proef.

Afpersen bestaande leidingsectie

Bij het beproeven van een bestaande sectie is het essentieel om een goede indruk te krijgen van de schijnbare verliezen over de afsluiters waartegen wordt geperst. Deze informatie kan worden afgeleid uit de hoeveelheid water die in drukloze toestand uit de betreffende sectie naar buiten stroomt plus de aanwezige druk in het leidingnet. Deze grootheden zijn in de spreadsheet (bijlage V) in te vullen en vervolgens wordt het verlies over de afsluiters bij de persdruk berekend.

Deze grootheden dienen in de uitvoering te worden gemeten, voordat de beproeving begint en moeten in de rapportage worden vastgelegd.

Vervolgens kan worden gekozen voor een meting van het verwijderde volume of een meting van het ingepompte volume. Als het een sectie betreft waarin nauwelijks water wordt verloren via lekkende afsluiters, lekke

leidingdelen en elastisch gedrag is een meting van de drukafname voldoende. Het elastisch gemeten gedrag kan vervolgens met de spreadsheet worden beoordeeld.

Afpersen nieuwe leidingsectie

Bij een beproeving in een nieuwe leidingsectie zal er over het algemeen gebruik worden gemaakt van eindkappen, flenzen en steekflenzen. Hierover treden geen waterverliezen op. Binnen het meetprotocol hoeft hiermee geen rekening te worden gehouden. De gekozen methode moet aan het leidingmateriaal worden aangepast.

Materialen binnen de sectie

De methode van beproeven hangt samen met de materialen in de sectie. De maximum beproevingsdruk is afhankelijk van dat materiaal. Secties die worden beproefd om de zwakke plekken eruit te halen (gietijzer, betonnen buizen van de voormalige firma Bonna in Vianen) kunnen worden beproefd en gemonitord gedurende de beproeving, aangezien een eventueel ontstaan lek zichtbaar wordt in de grafiek. Voor PVC is het echter mogelijk dat het materiaal versneld veroudert vanwege een overspanning van het materiaal. Het is daarom aan te raden PVC leidingen niet boven hun drukklasse te belasten.

12 Disinfection/Desinfectie

12.1 General/Algemeen

NEN-EN 805

After the construction of a pipeline or the extension of a part of a water distribution system or replacement of a pipeline or a part of a water distribution system, the pipelines and service pipes shall be disinfected by flushing and/or the use of disinfectants.

All water to be used for this purpose shall be potable water. Conditions shall be fulfilled so that the water used for flushing and disinfection can be provided conveniently and disposed of with due care to the environment.

Na aanleg of vervanging van een leiding of uitbreiding van het leidingnet moet(en) de leidingen ‘hygiënisch betrouwbaar’¹² worden gemaakt. Het voor dit doel te gebruiken water moet drinkwater zijn. Het hygiënisch betrouwbaar maken van drinkwaterleidingen is in Nederland vastgelegd in de praktijkcodes PCD 1-1 [12] en PCD 1-4 [194] met het bijbehorende werkboekje praktijkcode PCD 1-7 [198]. De drinkwaterbedrijven dienen overeenkomstig die praktijkcodes te handelen. Vanuit de Nederlandse overheid wordt daarop toegezien (ILT).

12.2 Preparation for disinfection/Vorbereiding voor desinfectie

12.2.1 General requirements/Algemene eisen

NEN-EN 805

If necessary, divide the pipeline system into sections. Separate the section of the pipeline to be disinfected from operational parts of the water supply system. In special cases particularly where short lengths of the pipeline are laid and for service pipes of $DN \leq 80$ and length not exceeding 100 m, unless otherwise specified by the designer, it is permissible not to separate the pipeline. In these cases, care shall be taken that no migration of water from the disinfected section to the operational system can occur.

12.2.2 Disinfection equipment/Desinfectieapparatuur

NEN-EN 805

All equipment used for disinfection operations shall be suitable for water treatment purposes.

Alle voor het desinfecteren te gebruiken apparatuur moet geschikt zijn voor drinkwaterdoeleinden, zie de praktijkcode PCD 1-4 [194] en dan met name § 2.6 ‘Desinfectie van drinkwater’.

12.3 Selection of disinfectant/Keuze van het desinfectiemiddel

NEN-EN 805

The use of disinfectants shall be in accordance with the relevant EU directives or EFTA regulations where applicable and national local regulations shall be complied with. (See A.28).

The choice of the disinfectants shall be made according to factors such as shelf life and ease of handling (likelihood or accidents to personnel or to the environment). Moreover, the choice shall be made in accordance with the contact time required and water quality considerations e.g. pH values and in the case of calcium hypochlorite the hardness of the water.

Any chemicals used for disinfection of water supply systems shall comply with the requirements for chemicals used

¹² In Nederland wordt het begrip ‘desinfectie’ uitsluitend gehanteerd voor technieken waarbij organismen worden geïnactiveerd. In plaats van ‘desinfecteren’ als overkoepelend begrip wordt de algemene aanduiding ‘hygiënisch betrouwbaar maken’ gebruikt.

in water treatment as given in national standards, transposing European standards as available.

Recommendations for suitable disinfectants, maximum concentrations, limitations of use and neutralizing agents are given in table A.3.

De keuze voor desinfectiemiddelen moet worden gemaakt op basis van factoren als toepassing (desinfectie van oppervlakken of desinfectie van het drinkwater zelf), effectiviteit, afbreekbaarheid, gebruiksgemak (kans op ongevallen met personeel of milieuschade), de benodigde contacttijd en waterkwaliteitsaspecten zoals de pH-waarde van het drinkwater. Zie de praktijkcode [PCD 1-1](#) [12] en dan met name § 4.4 'Desinfecteren', Bijlage V 'Gedetailleerde beschrijving wet- en regelgeving voor biociden ten behoeve van de drinkwatervoorziening' en VI 'Theoretische en praktische aspecten van desinfectiemiddelen'.

12.4 Disinfection procedures/Desinfectieprocedures

12.4.1 General requirements/Algemene eisen

NEN-EN 805

The following methods for disinfection are permissible:

- flushing procedure using potable water without additional disinfectant and with or without air injection;
- static procedure using potable water with additional disinfectant;
- dynamic procedure using potable water with additional disinfectant.

The minimum contact time shall be specified by the designer taking into account diameter, length, type of material and installation conditions of the section to be disinfected.

Care shall be taken to ensure that no potable water with additional disinfectant enters the operational water supply system.

De volgende methoden zijn toegestaan:

- 'spuien' met drinkwater zonder toevoeging van een desinfectiemiddel, al dan niet met luchtinjectie of proppen¹³;
- statische procedure met water waaraan een desinfectiemiddel is toegevoegd;
- dynamische procedure met water waaraan een desinfectiemiddel is toegevoegd.

De praktijkcode [PCD 1-4](#) [194] maakt onderscheid tussen desinfectie met verbruik van drinkwater en een lage concentratie desinfectiemiddel (dynamische procedure), en desinfectie zonder verbruik van drinkwater en een hoge concentratie desinfectiemiddel (statische procedure).

12.4.2 Flushing procedure/Spuiprocedure

NEN-EN 805

Carry out flushing with potable water. The designer shall specify velocity, the minimum period of time and whether or not air injection is to be used.

Het spuien van drinkwaterleidingen is beschreven in § 2.5 'Schoonmaakmethoden' van de praktijkcode [PCD 1-4](#) [194].

12.4.3 Static procedure/Statische procedure

NEN-EN 805

Carry out disinfection by allowing the disinfection solution to reside in the totally filled pipeline section. The designer shall specify the concentration of the disinfection solution and the minimum contact time.

If specified by the designer, disinfection by static procedure shall be carried out in combination with the main pressure test. In that case physically separate the section being disinfected from the operational water supply

¹³ Proppen is tevens een geschikte methode om lucht uit leidingen te verwijderen.

system. In exercising this option, the designer shall take due regard of the environmental damage which could occur due to accidental release of disinfection solution.

Water met een bepaalde concentratie desinfectiemiddel wordt in de leiding gebracht en staat daarin gedurende de contacttijd stil. De minimale contacttijd voor de te desinfecteren leiding moet worden vastgesteld op basis van de diameter, sectielengte, materiaalsoort en aanlegcondities van de sectie. Het water mag niet vanuit de te desinfecteren leiding in het in bedrijf zijnde deel van het leidingnet komen.

Het desinfecteren van leidingen door middel van een hoge concentratie desinfectiemiddel zonder verbruik van drinkwater is beschreven in subparagraaf 2.6.2 'Desinfectie met hoge concentratie desinfectiemiddel' van de praktijkcode PCD 1-4 [194]. Ook de omgang met de afvalstroom na het desinfecteren krijgt daarbij aandacht.

Na de contactperiode moet de leiding worden gespuid tot een acceptabele restconcentratie van het desinfectiemiddel in het drinkwater is bereikt.

12.4.4 Dynamic procedure/Dynamische procedure

NEN-EN 805

Carry out disinfection by passing a volume of the disinfection solution through the totally filled pipeline section. The designer shall specify the volume, concentration and velocity of the disinfection solution.

Injectie van de oplossing met desinfectiemiddel vindt plaats op het aansluitpunt van een vulleiding, direct na een geknepen afsluiter. Verversen van de leiding gebeurt met een bekende volumestroom om een constante concentratie werkzaam desinfectiemiddel gelijkmatig te kunnen injecteren. Met injecteren wordt doorgedaan tot stroomafwaarts bij het afnamepunt de gewenste concentratie werkzaam desinfectiemiddel wordt gemeten. Hierna wordt de dosering afgesteld op de afgenomen hoeveelheid water in de sectie en gaat de bij het desinfectiemiddel behorende contacttijd (12 tot 24 uur) in.

Het desinfecteren van leidingen door middel van een lage concentratie desinfectiemiddel met verbruik van drinkwater is beschreven in subparagraaf 2.6.3 'Desinfectie met lage concentratie desinfectiemiddel' van de praktijkcode PCD 1-4 [194].

12.5 Microbiological clearance and reporting/Microbiologische goedkeuring en verslaglegging

NEN-EN 805

Following the disinfection contact period, flush the section as many times as necessary to ensure that the residual disinfectant concentration of the water does not exceed the requirements of EU directives or EFTA regulations where applicable. Dispose of the disinfection solution without harm to the environment. Where necessary use a neutralizing agent (see Table A.3).

When the section is filled with potable water from the system, take samples at positions and time intervals as specified by the designer in accordance with hygiene regulations where appropriate. Test these samples for microbiological compliance as specified. Unless otherwise specified, the foregoing sampling and testing need not be applied to short lengths of main, to works of repair of all diameters or to service pipes of DN ≤ 80.

If the result of the testing is unsatisfactory carry out a new disinfection procedure until microbiological clearance is achieved and before operation is commenced.

Make and retain a complete record of the details of the whole procedure and the test results.

Nadat is aangetoond dat het water geen desinfectiemiddel meer bevat (statische procedure), wordt waterkwaliteitsbeoordeling uitgevoerd overeenkomstig de praktijkcode PCD 1-4 [194] (hoofdstuk 10 'Waterkwaliteitsbeoordeling') en PCD 1-1 [12] (hoofdstuk 5 'Waterkwaliteitsbeoordeling'). Na 'goedkeuring' moet

de leiding zo snel mogelijk worden aangesloten op het bestaande leidingnet om de kans op verontreiniging te verkleinen.

De precieze wijze waarop een desinfectie is uitgevoerd, moet worden vastgelegd en bewaard, zie ook hoofdstuk 13.

13 Additional requirements/Opleveringsdocumenten

NEN-EN 805

The following additional requirements shall be fulfilled:

- record of successful pressure test;
- record and certification of microbiological clearance;
- record of the location of newly constructed systems, with details of all relevant components;
- a check of the satisfactory function of all valves, including hydrants;
- installation of information plates, if specified by the designer, with necessary information about components (e.g. type, diameter, dimensions, distances);
- if specified by the designer, a manual detailing the operating data for the system, e.g.:
 - a instructions for operating, servicing and functional checks of components;
 - b measures against frost;
 - c measures against corrosion or contamination;
 - d measures for pipelines which have insufficient flow to avoid stagnation.

Opmerking bij de hoofdstuktitel

Op basis van de titel van dit hoofdstuk volgens de bovenliggende Europese norm zou deze hoofdstuktitel 'Aanvullende eisen' moeten zijn. Gezien de inhoud van dit hoofdstuk is een andere keuze gemaakt.

Vereiste documentatie bij de oplevering van nieuwe leidingen:

- verslaglegging van een geslaagde eindbeproeving;
- verslaglegging en certificatie van microbiologische zuiverheid;
- documentatie over de plaats (x- en y-coördinaat, z-coördinaat aanbevolen) van nieuw gelegde leidingen met details van alle ingebouwde leidingelementen, revisietekeningen en documentatie van beproevingen (zie § 10.7);
- controle op het naar behoren functioneren van afsluiters en brandkranen;
- aanbrengen van informatieborden (indien gewenst), met daarop noodzakelijke informatie over leidingelementen (bijvoorbeeld type, diameter, afmetingen en afstanden).

Met oog op het opbouwen van een assetregister wordt (als toevoeging op bovenstaand overzicht) aanbevolen gegevens te registreren van nieuwe leidingen of van vervanging van bestaande leidingen. In de mondiale norm NEN-ISO 24516-1 wordt hiervoor een overzicht gegeven, zie *Tabel 13.1*

Tabel 13.1 Voorgestelde data-attributen voor een geografisch leidinginformatiesysteem (overgenomen uit de mondiale norm *NEN-ISO 24516-1*).

Inventory data attribute, if applicable	Objects		
	Pipeline section	Valves/control and metering equipment	Service pipe
Location (e.g. mains-ID, coordinates, address)	X	X	X
Type of main (trunk main, principal main, local main, service pipe)	X	–	X
Type of component (e.g. pipe, fitting, joints, gate valve, butterfly valve, hydrants, air valve, fer-rules, metering equipment)	–	X	–
Material	X	X	X
Manufacturer	O	X	O
Length of mains section	X	–	X
Nominal diameter and/or external or internal diameter	X	X	X
Year of installation	X	X	X
Year of decommissioning (permanent decommissioning)	X	–	X
Year of rehabilitation	X	O	X
Type of rehabilitation	O	O	O
Year of calibration	–	X	–
Operating pressure (OP)	O	O	O
Maximum allowable operating pressure of component (PMA)	X	X	X
Connections	X	X	–
Other technical data (e.g. wall thickness, SDR, type of coating, water quality, type of jointing...)	O	O	O
X should be mandatory, O should be optional, – not applicable ID identity number of an asset SDR Standard Dimension Ratio, a method of rating a pipe's durability against pressure			

Het registreren en beheren van gegevens over de oplevering van het leidingnet is een aandachtspunt met betrekking tot het onderwerp van dit hoofdstuk. Dit moet gebeuren in samenhang met gegevensverzameling bij inspectie en bewaking (§ 14.1), en bij beheer (§ 14.2).

14 Operation/Bedrijfsvoering

Publiekrechtelijke regelgeving

In de eerste plaats wordt in het kader van de bedrijfsvoering onder zowel niet-verstoorde als verstoorde omstandigheden gewezen op [Artikel 53](#) 'Leveringsplan' met de bijbehorende [Bijlage B](#) van het [Drinkwaterbesluit](#) [7]. Verder, zie hoofdstuk 4 'Toepassing van normen en regelgeving' van de praktijkcode [PCD 3-1](#) [100]: met betrekking tot de reparatie van drinkwaterleidingen zijn vanuit wet- en regelgeving op het gebied van drinkwater (lid 2 van [Artikel 21](#) van het [Drinkwaterbesluit](#) [7]) primair de praktijkcodes [PCD 1-1](#) [12] en [PCD 1-4](#) [194] van toepassing. Daarnaast wordt gewezen op [Artikel 15](#) van dat besluit. Volgens dat artikel dienen drinkwaterbedrijven te beschikken over een systeem van risicobeoordeling en risicobeheer van het 'watervoorzieningssysteem' en een kwaliteitsmanagementsysteem waarbij de distributie van drinkwater respectievelijk de bewaking van de conditie, het onderhoud van en de reparaties aan 'watervoorzieningswerken' expliciet worden genoemd. In dat verband wordt gewezen op (i) het feit dat de zes delen van nationale normenserie [NEN 3650](#) allemaal een meer of minder uitgebreid hoofdstuk 14 'Bedrijfsvoering (en bedrijfsbeëindiging)' bevatten en (ii) hoofdstuk 10 'Beheer en onderhoud' van de nationale norm [NEN 3651](#).

Het bedrijfsvoeringssysteem geldt voor de gehele levenscyclus van het leidingnet, dus inclusief het buiten bedrijf stellen van af te koppelen leidingen. Uitgangspunten hierbij zijn:

- het duurzaam economisch, veilig en minimaal volgens de vigerende eisen in bedrijf hebben van het leidingnet;
- het bewaken van de conditie van de leiding(element)en;
- het verrichten van onderhoud op een juiste en veilige manier;
- het in noodgevallen tot een minimum beperken van de schade voor mens, milieu en goederen.

Het bedrijfsvoeringssysteem stelt de integriteit van het leidingnet centraal en moet zijn ingericht volgens een proces van continue kwaliteitsverbetering. Dat kan in de vorm van een waarborgcirkel (Deming-cirkel), waarin de bedreigingen en bijbehorende gevolgen (samen risico's genoemd) van het leidingnet worden geëvalueerd. Er wordt een waardering vastgesteld die bij de ernst (mate van acceptatie) van het risico hoort. Afhankelijk van deze waardering worden er plannen voor beperking van het risico gemaakt en uitgevoerd (geïmplementeerd). Vervolgens wordt gecontroleerd of aan de verwachtingen wordt voldaan, dan wel de implementaties moeten worden bijgesteld.

Criteria waarbij het risico nog acceptabel wordt bevonden, moeten zijn vastgelegd. Deze criteria horen een logische afspiegeling te zijn van de strategische doelen die een drinkwaterbedrijf zich stelt. De toetsing van de waardering van een risico aan deze criteria is bepalend voor de te nemen maatregelen. De criteria maken deel uit van het te voeren bedrijfsbeleid van het drinkwaterbedrijf en behoren in documentatie te zijn verwoord en vastgelegd.

Het gaat om het registreren en beheren van beheergegevens over het leidingnet en dan in samenhang met analyses van het leidingnet (zie hoofdstuk 7), gegevensverzameling bij oplevering (zie hoofdstuk 13) en bij inspectie en bewaking (zie § 14.1).

In dit hoofdstuk wordt onderscheid gemaakt tussen inspectie en bewaking, die zich met name richten op het vaststellen van de toestand van assets en onderhoud en beheer, dat zich richt op uitvoeringsmaatregelen voor het in goede staat houden dan wel het weer in goede staat brengen van (onderdelen van) leidingen.

Voor het beheer van leidingen kan de norm [NEN 3655](#) als voorbeeld worden genomen. Deze nationale norm is slechts van toepassing op leidingen van 'Groep I' (zie Figuur 2 van [100]) en heeft daarom geen verplichtend karakter voor drinkwaterleidingen.

14.1 Inspection and monitoring/Inspectie en bewaking

NEN-EN 805

In order to minimize disruptions of water supply and adverse environmental and public health effects, distribution systems shall be monitored and inspected to identify malfunctions or leakages in pipes and other components. Monitoring shall include flow and pressure measurements, levels of service and other operational information. Depending on local conditions manual or automated methods may be employed.

The inspection of water supply systems shall include:

- identification of disturbances and leakages;
- functional and hygienic conditions to ensure the correct operation of valves including hydrants and other apparatus.

The frequency as well as the type of monitoring and inspection will depend very much on local circumstances; but in all cases consideration shall be given to the following:

- function and importance of pipes or other components;
- summation of water losses;
- water quality, pressure, flow;
- traffic loads, bedding conditions, soil quality, external forces;
- material of pipes, joints and other components.

De bovenliggende Europese norm NEN-EN 805 benoemt de begrippen ‘monitoring’ en ‘inspection’. Die norm geeft aan dat ‘monitoring’ de meting van drukken en hoeveelheden, prestatieniveaus en operationele informatie dient te bevatten. De norm geeft daarnaast aan dat ‘inspection’ de identificatie van verstoringen en lekkages dient te bevatten, alsmede de toetsing van de functionele en hygiënische condities van appendages. In de voorliggende praktijkcode worden de begrippen bewaking en inspectie gehanteerd. Bewaking richt zich met name op de reguliere toetsing ten opzichte van normwaarden. Inspectie richt zich met name op reguliere controle van de toestand van onderdelen van het leidingnet. Opgemerkt wordt dat het onderscheid tussen inspectie en bewaking niet altijd strikt is aan te geven.

In de navolgende subparagrafen van deze paragraaf worden manieren beschreven waarop aan de inspectie en bewaking invulling kan worden gegeven.

14.1.1 Identificatie en registratie van storingen

Met storingsregistratie wordt door het gericht registreren van storingen de toestand en de bijbehorende degradatie van het leidingnet gemonitord. De identificatie van storingen vindt plaats door meldingen die binnenkomen bij de afdeling klantcontact of via monteurs. Door de identificatie op een systematische wijze uit te voeren, ontstaat inzicht welk type leidingen of onderdelen daarvan de grootste rol spelen bij de degradatie van het leidingnet. Ook is het mogelijk om de storingsfrequentie (het aantal storingen per km per jaar) te relateren aan omgevingsomstandigheden, bijvoorbeeld de bodemsoort of de aanwezigheid van wegen. Op basis van deze resultaten zijn drinkwaterbedrijven in staat leidingen meer gericht te vervangen en wordt kennis verkregen over de toestand van groepen leidingen (cohorten).

Voor de relatie met het wettelijk kader, zie hoofdstuk 4 ‘Toepassing van normen en regelgeving’ van praktijkcode PCD 3-1 [100].

De meeste drinkwaterbedrijven maken voor de storingsregistratie gebruik van de systematiek en tools die zijn ontwikkeld in het kader van USTORE. Dit is een uniform storingsregistratiesysteem voor transport- en distributieleidingen. Gegevensuitwisseling vindt plaats via de website USTOREweb (<https://www.ustoreweb.nl/usw>). Voor het beheer van USTORE is een begeleidingsstructuur opgezet waaraan bijna alle Nederlandse drinkwaterbedrijven deelnemen.

Voor USTORE is een protocol ontwikkeld dat de basis vormt voor uniforme storingsregistratie. De praktijkcode PCD 9 [19]) beschrijft het afsprakenkader voor handhaving van de kwaliteit van registratie, verwerking en analyse van storingen.

In de publiekrechtelijke prestatievergelijking (zie subparagraaf 4.1.5 'Prestatie-indicatoren' van § 4.1 'Wet- en regelgeving drinkwater' van hoofdstuk 4 'Toepassing van normen en regelgeving' van praktijkcode PCD 3-1 [100]) dient onder meer de ongeplande onderbrekingsduur als gevolg van storingen te worden berekend [23]. Hiervoor is de registratie van storingen noodzakelijk.

14.1.2 Bewaking van lekverlies

Zie subparagraaf 4.1.3 'Lekverliezen' van § 4.1 'Wet- en regelgeving drinkwater' van hoofdstuk 4 'Toepassing van normen en regelgeving' van praktijkcode PCD 3-1 [100].

Lekverliezen treden in meer of mindere mate in alle leidingnetten op. Door de 'Task Forces Water Loss en Performance Indicators' van de IWA is op basis van een uitgebreide studie in meerdere landen een internationale standaard opgesteld voor het opzetten van een waterbalans [209], zie Tabel 14.1. Lekverliezen maken deel uit van deze waterbalans. Voor het bewaken van lekverliezen kunnen drinkwaterbedrijven deze terminologie gebruiken en drempelwaarden vaststellen voor bewaking. Voor voorbeelden van casestudies over het reduceren van het lekverlies, zie [210].

De totale netto afzet van reinwater naar het beschouwde gebied is onderverdeeld in 'Verrekend verbruik' en 'Niet In Rekening Gebracht verbruik' (NIRG). Onderstaande opsomming verwijst naar de vierde kolom in Tabel 14.1.

Het verrekend verbruik (a + b) wordt ingedeeld in:

- a het verrekend bemeterd verbruik door reguliere bemeterde afnemers;
- b verrekend onbemeterd verbruik, veelal (nog) onbemeterde huishoudens.

NIRG is ingedeeld in:

- onverrekend toegestaan verbruik (c + d):
 - c water voor eigen verbruik in het leidingnet, bijvoorbeeld voor het schoonmaken, schoonhouden en verversen van leidingen;
 - d bluswater en andere toegestane tijdelijke en structureel (bijvoorbeeld openbare tappunten) onbemeterde aansluitingen;
- schijnbare verliezen (e + f):
 - e illegaal verbruik (illegale aansluitingen);
 - f miswijzing watermeters [53, 54] en administratieve verliezen;
- echte verliezen (g + h + i):
 - g lekverlies tijdens transport en distributie;lekverlies in het geval van reservoirs in het leidingnet (en dus niet de reservoirs op de drinkwaterproductielocaties);lekverlies op dienstkranen en aansluit(leid)ingen.Voor watermeters geldt dat die zowel te veel als te weinig kunnen aangeven. Echte lekverliezen zijn dus die verliezen waarbij fysiek water door lekkage in het leidingnet verloren gaat.

Tabel 14.1 Methode 'IWA standard international waterbalance'.

System input volume (corrected for known errors) Netto afzet reinwater (= afzet – doorlevering)	Authorised consumption Toegestaan verbruik	Billed authorised consumption	Billed metered consumption <i>a. Verrekend bemeten verbruik</i>	Revenu Water
		Verrekend verbruik	Billed unmetered consumption <i>b. Verrekend onbemeten verbruik</i>	
		Unbilled authorised consumption	Unbilled metered consumption <i>c. Onverrekend bemeten verbruik</i>	Non-revenu Water Niet in rekening gebracht verbruik (NIRG)
		Onverrekend toegestaan verbruik	Unbilled unmetered consumption <i>d. Onverrekend onbemeten verbruik</i>	
	Water losses Distributie verliezen	Apparent Losses Schijnbare verliezen	Unauthorised consumption <i>e. Illegaal verbruik</i>	
			Customer metering inaccuracies <i>f. Onnauwkeurigheden watermeter afnemer</i>	
		Real Losses Echte (lek)verliezen	Leakage on mains <i>g. Lekverlies tijdens transport en distributie</i>	
			Leakage and overflows at utility's storage tanks <i>h. Lekverlies in reservoirs</i>	
			Leakage on service connections <i>i. Lekverlies op dienstkranen en aansluit(leid)ingen</i>	

Er wordt opgemerkt dat er onnauwkeurigheden kunnen optreden bij metingen op drinkwaterproductielocaties of doorleverpunten. Daarnaast geldt voor onnauwkeurigheden bij de watermeter van de afnemer, dat deze zoals hierboven al genoemd zowel positief als negatief kunnen zijn.

De IWA-systematiek maakt verder onderscheid naar de volgende begrippen:

- achtergrondlekken ('background losses'): verborgen en veelal kleine lekken die met lekdetectie niet kunnen worden gevonden of waarvan het drinkwaterbedrijf stelt dat detectie op economische gronden niet haalbaar is;
- gemelde lekken: lekken die met lekdetectie zijn te vinden en die bij het drinkwaterbedrijf zijn gemeld;
- niet-gemelde lekken: lekken die met lekdetectie zijn te vinden en die niet bij het drinkwaterbedrijf zijn gemeld.

Het meten van lekverliezen in het veld kan na het detecteren en lokaliseren daarvan worden uitgevoerd met onder andere:

- lek noise correlators;
- noise loggers;
- metingen van het nachtverbruik¹⁴, waarmee inzicht kan worden verkregen in het ontstaan van plotselinge lekken of bij vergelijking over een lange periode inzicht in de toename van lekken (op de achtergrond);
- e-Pulse metingen (de laatste jaren niet meer uitgevoerd door drinkwaterbedrijven);
- in-line metingen zoals pigs en smartballs;
- metingen met behulp van satellieten (deze methode is met name toepasbaar in bijzondere omstandigheden, zoals in droge gebieden waar (afwijkende) begroeiing kan duiden op een lek of in bevroren of met sneeuw bedekte bodems waar smeltend sneeuw of warmere plekken kunnen duiden op een lek).

De verbruikspatronensimulator SIMDEUM® en de VLPV-methode vormen samen een gereedschapskist voor drinkwaterbedrijven om de omvang en ontwikkeling van lekverliezen vast te stellen. Met SIMDEUM® is het mogelijk lekkages te identificeren door voor een bemeterd gebied het voorspelde nachtelijk verbruik te vergelijken met het gemeten nachtelijk verbruik. Hoewel deze aanpak in theorie mogelijk is, is zij nog niet in de praktijk toegepast.

In het kader van het gezamenlijke onderzoek van de Nederlandse drinkwaterbedrijven is de VLPV-methode ontwikkeld voor het analyseren en interpreteren van volumestroomgegevens voor leveringsgebieden [211]. Met die methode kan (met leveringspatronen voor verschillende perioden) de ontwikkeling van het verbruik en het lekverlies in een gebied worden gekarakteriseerd en gekwantificeerd. Voor verdere informatie wordt verwezen naar [212, 213, 214]. Een verdere ontwikkeling is de 'mVLPV-methode', waarmee door het vergelijken van volumestromen van diverse DMA's een schatting kan worden gegeven van de achtergrondlekken [234].

In het kader van de publiekrechtelijke prestatievergelijking (zie subparagraaf 4.1.5 'Prestatie-indicatoren' van § 4.1 'Wet- en regelgeving drinkwater' van hoofdstuk 4 'Toepassing van normen en regelgeving' van praktijkcode PCD 3-1 [100]) dienen lek- en spuiverliezen te worden berekend [235]. De drinkwaterbedrijven dienen het 'niet in rekening gebracht gebruik' (NIRG) op basis van het aantal m³ per administratieve aansluiting per jaar te registreren, evenals de 'Infrastructure Leakage Index' (ILI) die een score geeft voor het werkelijk lekverlies ten opzichte van een internationaal geaccepteerde waarde voor het onvermijdbaar geachte lekverlies.

14.1.3 De inrichting van DMA's

Voor een beschrijving van DMA's, zie subparagraaf 8.8.5. Drinkwaterbedrijven in het buitenland hebben DMA's ingericht om het verbruik in een DMA te schatten (vaak ook omdat niet alle verbruikers zijn bemeterd).

Drinkwaterbedrijven die DMA's hebben ingericht, gebruiken deze ook om lekverliezen te schatten. In Nederland is relatief weinig aandacht gegeven aan het inrichten van het leidingnet in DMA's. De voornaamste reden hiervoor is het beperkte lekverlies en de vrijwel volledige bemetering van individuele aansluitingen. In [214] is een overzicht gegeven van praktijkervaringen met DMA's in Nederland en in het buitenland. De laatste jaren worden DMA's vaker ingericht en dan met name in testsituaties. De doelen die drinkwaterbedrijven hiermee willen bereiken, zijn:

- snellere lekdetectie en verfijning van leklokalisatie;

¹⁴ Drinkwaterbedrijf Evides Waterbedrijf monitort het nachtverbruik op dagelijkse basis, waarbij het nachtverbruik is gedefinieerd als het gemiddelde verbruik tussen 02:00 en 04:00 uur.

- reductie van het NIRG;
- inzicht krijgen in het leidingnet en het verbruik (onder andere veranderingen in verbruik, volumestromen, drukval);
- verbetering van hydraulische modellen;
- snelle en effectieve reactie bij calamiteiten;
- het opbouwen van kennis van de conditie van het leidingnet;
- inzicht in waterkwaliteit.

14.1.4 Inspectie van de toestand van leidingen

Voor aspecten met betrekking tot wet- en regelgeving, zie hoofdstuk 4 'Toepassing van normen en regelgeving' van praktijkcode [PCD 3-1](#) [100]. Voor een verdere beschrijving van de inspectie van toestand van leidingen en verbindingen was er eerder de praktijkcode PCD 6 [17] (en dan met name de hoofdstukken 3 en 4), maar gezien het gedateerde karakter daarvan is die praktijkcode ingetrokken.

Genoemde (ingetrokken) praktijkcode PCD 6 beschreef met name methoden voor de toestandsbepaling van drinkwaterleidingen. Onderstaande ontwikkelingen zullen naar verwachting de komende jaren van invloed zijn op de inspectie van leidingen.

1 Exitbeoordelingen

Dit zijn destructieve toestandsbepalingen van leidingdelen die zijn uitgenomen voor vervanging of reparatie: met name 'thymolftaleinetesten' voor asbestcement leidingen en 'schulpenonderzoek' voor grijs gietijzeren leidingen. Deze toestandsbepalingen verschaffen tegen beperkte kosten informatie over de uitgenomen leiding die kan worden vertaald naar vergelijkbare leidingen [216]. Recent onderzoek stelt echter het nut van exitbeoordelingen bij leidingen van asbestcement en grijs gietijzer ter discussie, aangezien blijkt dat de spreiding van de toestand dusdanig hoog is dat een representatief beeld op basis van één meting niet mogelijk is [217]. Dit betekent dat het is aan te bevelen om meerdere beoordelingen uit te laten voeren. De komende jaren zal de discussie over de effectiviteit en het toepasbaar maken van resultaten van exitbeoordelingen verder worden gevoerd.

2 In-line inspectie

Met behulp van in-line inspectie kan de toestand van de leidingwand aan de binnenzijde van de leiding worden gemeten, zie [218] en [219]. Tevens kunnen lekkages worden opgespoord en kan nauwkeurige driedimensionale informatie worden verkregen over de locatie van de leiding. Hoewel de kosten voor in-line inspectie in het algemeen hoog zijn (mede door aan te leggen inlaat- en uitnamepunten), zijn deze technieken kosteneffectief in te zetten in transportleidingen en leidingen op risicovolle locaties.

3 Sensoring

Het is de verwachting dat in de toekomst het bewaken van de toestand van leidingen in combinatie met het bewaken van waterkwaliteit en waterkwantiteit, in toenemende mate zal plaatsvinden met sensoren die zich in of op de leiding bevinden. Om een dergelijke meting mogelijk te maken, zullen uitgebreide voorzieningen noodzakelijk zijn voor het beheren van sensoren en voor het beheer van de data die deze sensoren genereren. Daarnaast is het van belang dat sensoren geen negatieve gevolgen hebben op de kwaliteit en/of op de levering van drinkwater.

4 Autonome robots

De drinkwatersector onderzoekt de mogelijkheid van de toepassing van robots die zich permanent in het leidingnet bevinden [220]. Deze robots zijn autonoom in de zin dat zij door op basis van vooraf opgegeven opdrachten hun route bepalen en inspecties uitvoeren. Deze robots zijn voorzien van sensoren die de toestand van leidingen, de waterkwaliteit en de locatie kunnen bepalen. Een systeem waarin dergelijke robots kunnen functioneren, bevat tevens voorzieningen voor het uitnemen en inbrengen, en voorzieningen voor het laden van batterijen en dataoverdracht. De toepassing van autonome robots zal naar verwachting nog geruime tijd op zich laten wachten, aangezien er nog aanzienlijke verbeterlagen noodzakelijk zijn op technologisch gebied en op het uitwerken van een kostenefficiënte toepassing.

14.1.5 Inspectie van appendages

Voor aspecten met betrekking tot wet- en regelgeving, zie [PCD 3-1](#) [100]. Voor een beschrijving van de inspectie van brandkranen, zie de praktijkcode [PCD 7](#) [18]. Voor het beheer van afsluiters wordt verwezen naar praktijkcode [PCD 15](#) [21].

In de (laatste) alinea ‘Bluswater’ van hoofdstuk 6 ‘Randvoorwaarden voor levering’ van praktijkcode [PCD 3-1](#) [100] wordt ingegaan op bluswater, waarbij onder meer wordt gerefereerd aan [92]. De mogelijkheid wordt daarin gegeven dat gemeenten of veiligheidsregio’s overeenkomsten kunnen afsluiten met het drinkwaterbedrijf voor de niet-continue levering van drinkwater als bluswater.

14.1.6 Inspectie van andere componenten

Aarding

In het geval van een aanpassing waarbij leidingen van stroomgeleidende materialen (gietijzer, staal, koper) worden vervangen door leidingen van niet-stroomgeleidende materialen (kunststof), is het van belang de eventuele aarding van de elektrische installatie bij de afnemer te toetsen. In het geval er sprake is van aarding op de drinkwaterleiding (het gaat dan om bestaande installaties, voor nieuwe installaties is die aarding niet meer toegestaan, zie de nationale norm [NEN 1006](#) (artikel 2.6) en het Waterwerkblad [WB 2.6](#) [221]) en er wijzigingen van de drinkwaterinstallatie worden uitgevoerd, dan dient de aarding (door, namens of in opdracht van de eigenaar van het perceel) op een andere wijze te worden gerealiseerd (aardpen). Zolang er geen definitief uitsluit is over de aarding kunnen er geen werkzaamheden worden uitgevoerd. Ook bij ingrepen op een leiding van een stroomgeleidend materiaal dient rekening te worden gehouden met eventuele aarding op deze leiding.

Meetinrichting/watermeters

Zie § 4.3 ‘Regelgeving watermeters (meetinrichting)’ met beide subparagrafen van hoofdstuk 4 ‘Toepassing van normen en regelgeving’ van praktijkcode [PCD 3-1](#) [100].

Huishoudelijke en klein-zakelijke watermeters worden beheerd op basis van het ‘Handboek RKW voor de Vewin-Regeling Kwaliteitsborging Watermeters (RKW)’ [54]. Die regelgeving impliceert de periodieke ‘conditiebepaling’ en ‘keuring’ van die watermeters. In dat verband wordt gewezen op de in het kader van de RKW opgestelde ‘Model werkinstructie uitneming, transport en opslag watermeters t.b.v. conditiebepaling of keuring’.

Frontbeveiliging van (niet-)huishoudelijke aansluitingen (in watermeters)

Zie subparagraaf 4.1.6 ‘Primaire en secundaire bedrijfsprocessen’ van § 4.1 ‘Wet- en regelgeving drinkwater’ van hoofdstuk 4 ‘Toepassing van normen en regelgeving’ van praktijkcode [PCD 3-1](#) [100].

Op het gebied van de frontbeveiliging is er sinds eind 2024 de praktijkcode [PCD 22](#) [222]. Daarin komt de frontbeveiliging van diverse aansluitingen aan de orde. Aansluitend zijn in 2025 via de Begeleidingsgroep Kwaliteitsborging Watermeters (BKW) de opbrengsten ontvangen van enkele drinkwaterbedrijven met betrekking tot het testen van inzetkeerkleppen van uitgenomen watermeters in het kader van een oriënterend onderzoek. Het was eigenlijk heel verrassend en opvallend dat die keerkleppen allemaal blijken te werken bij een laag drukverschil en dat dit ook geldt voor relatief oude exemplaren.

De Vewin-stuurgroep Beveiliging en Crisismanagement heeft (in 2009) vanuit het oogpunt van ‘algemene bedrijfsvoering’ de toepassing van protocollen voor de installatie (nieuwbouwwoningen) en vervanging (bestaande woningen) van watermeters met keerkleppen geadviseerd, waarbij rekening wordt gehouden met de aanwezigheid van deeltjes en wordt bijgedragen aan verbetering van de functionaliteit van de kleppen. Met name het protocol voor nieuwbouwwoningen wordt aanbevolen.

Kathodische bescherming

Voor het goed functioneren van de kathodische bescherming op stalen leidingen (uitwendig dus) worden alle

beschermingsmaatregelen regulier gecontroleerd op vindbaarheid en bereikbaarheid (van de leiding), en op functioneren (van de bescherming).

14.1.7 Bewaking van de drinkwaterkwaliteit en -kwantiteit

Druk en hoeveelheid

Zie subparagraaf 4.1.2 'Druk en hoeveelheid' van § 4.1 'Wet- en regelgeving drinkwater' van hoofdstuk 4 'Toepassing van normen en regelgeving' van praktijkcode PCD 3-1 [100].

De Drinkwaterregeling [11] bepaalt dat de door het pompstation afgeleverde hoeveelheden water voortdurend of ten minste elk uur moeten worden geregistreerd en dat de druk van het water voortdurend wordt geregistreerd op de plaatsen die op voordracht van de eigenaar door de inspecteur worden vastgesteld. Verder wordt aangegeven dat deze gegevens over hoeveelheid en druk gedurende ten minste vijf jaar moeten worden bewaard.

De drinkwaterbedrijven registreren over het algemeen op alle reservoirs en opjaagstations via meetinstallaties in het leidingnet de volumestromen waarmee een waterbalans van het voorzieningsgebied op ten minste uurbasis is op te stellen. De drukken worden geregistreerd op locaties als distributiereservoirs en/of opjaagstations plus de punten in het leidingnet waar de druk onder de verschillende bedrijfsomstandigheden (minimum, normaal en maximum afname) het laagst is.

De gemeten en geregistreerde data ten aanzien van hoeveelheid dan wel volumestroom en druk worden tot ten minste 5 jaar na dato bewaard.

Waterkwaliteit(sbeoordeling)

Voor aspecten met betrekking tot wet- en regelgeving op het gebied van waterkwaliteitsbeoordeling, zie hoofdstuk 4 'Toepassing van normen en regelgeving' van praktijkcode PCD 3-1 [100]. De (periodieke) waterkwaliteitsbeoordeling van het drinkwater in het leidingnet is beschreven in de praktijkcode PCD 1-4 [194] en de praktijkcode PCD 1-1 [12].

Verstoring drinkwaterkwaliteit

Verstoringen in de drinkwaterkwaliteit kunnen optreden:

- als gevolg van de permeatie van bodemverontreinigende organische stoffen door leidingmaterialen inclusief benzeen (in aardgas als gevolg van lekkende gasleidingen), zie hiervoor de praktijkcode PCD 5 [16];
- in het geval van 'bruin water' en het daaraan gekoppelde schoonmaken van leidingen, zie hiervoor de praktijkcode PCD 2 [15];
- bij problemen op de drinkwaterproductielocatie;
- bij de introductie van 'vreemd' water in het geval van een lekkage van een transport- of distributieleiding.

Sensing

Er ontstaan steeds meer mogelijkheden voor het bewaken van de waterkwaliteit en de waterkwantiteit, in combinatie met het bewaken van de toestand van leidingen met sensoren die zich daarin bevinden.

Verstoring levering

Voor de eventueel noodzakelijke inzet van nood(drink)water in het geval van een verstoring de levering van drinkwater binnen 24 uur niet kan worden hersteld, zie subparagraaf 4.1.4 'Leveringszekerheid' van § 4.1 'Wet- en regelgeving drinkwater' van hoofdstuk 4 'Toepassing van normen en regelgeving' van praktijkcode PCD 3-1 [100].

Nood(drink)water is beschreven in hoofdstuk 9 'Nood(drink)watervoorziening' van de praktijkcode PCD 1-4 [194].

Zie Artikel 15 van het Drinkwaterbesluit [7]. Behalve om de mondiale norm NEN-EN-ISO 9001 gaat het ook om de Europese normen NEN-EN 15975-1 'Veiligheid van drinkwaterlevering – Richtlijnen voor risico- en

crisismanagement – Deel 1: Crisismanagement’ en NEN-EN 15975-2 ‘Veiligheid van drinkwaterlevering – Richtlijnen voor risico- en crisismanagement – Deel 2: Risicomanagement’. Het uitvoeren van risicobeoordeling en risicobeheer volgens deze normen is van toepassing op verstoringen en andere risico’s: in het kader van hoofdstuk 5 ‘Leveringszekerheid en continuïteit’ van het Drinkwaterbesluit (zie ook de bovengenoemde subparagraaf 4.1.4).

Voor eisen met betrekking tot leveringszekerheid, zie

<https://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/drinkwaterverbruik-tijdens-een-grootschalige-en-langdurige-elektriciteitsuitval>

14.1.8 Bewaking toestand leidingnet met oog op externe omstandigheden

Een leidingnet bestaat uit een gedurende decennia gegroeid samenstel van leidingen. Hierin komen verschillende materialen, drukklassen en liggingssomstandigheden voor. In de tijd kunnen er veranderingen optreden in de belasting op de leidingen. Leidingmaterialen kunnen ook worden aangetast (degraderen) en daarmee sterkte verliezen. Drukken in het leidingnet kunnen worden verhoogd en grond- en verkeersbelasting kunnen wijzigen door ophogingen en wegverleggingen. Het drinkwaterbedrijf moet aandacht hebben voor deze veranderingen en hierop anticiperen. Voor de verschillende leidingmaterialen is het noodzakelijk de degradatie van de toegepaste materialen onder de bedrijfsomstandigheden te kennen en daarmee ook een voorspelling te maken van de kans op falen. Overleg met grondroerders en monitoring van werkzaamheden in de buurt van drinkwaterleidingen levert informatie op over mogelijke veranderingen in grond- en verkeersbelasting.

Gedurende de levenscyclus van drinkwaterleidingen zal er met enige regelmaat in de directe nabijheid van die leidingen worden gewerkt. Dit kan voor een leiding gevolgen hebben voor wat betreft de belastingen op de leiding, de stabiliteit en de bereikbaarheid. Voor het monitoren van werkzaamheden in de omgeving van drinkwaterleidingen wordt gewezen op de navolgende documenten dan wel onderdelen daarvan:

- de nationale norm NEN 7171-1 en dan vooral § 5.3 ‘Bereikbaarheid van ondergrondse netten’ van hoofdstuk 5 ‘Uitgangspunten voor de ordening van ondergrondse netten’, waarbij met name de laatste alinea van die paragraaf expliciet wordt genoemd: *‘De aanleg, instandhouding en ruiming van netten door de beheerder moeten zo gebeuren dat het beheer van andere netten niet in gevaar wordt gebracht of zonder noodzaak wordt bemoeilijkt.’*
- de Nederlandse praktijkrichtlijn NPR 7171-2 en dan vooral § 6.7 ‘Fase 5: uitvoering’ van hoofdstuk 6 ‘Beschrijving ordeningsproces’;
- CROW-publicatie 500 [179] en dan vooral (i) onderdeel 6 ‘Uitvoeringsfase’ van Deel 1 ‘Procesdeel’ met het kopje ‘Voorkomen van schade door grondroeren’ met daaronder de tekst *‘Voor de verschillende grondroeringen geldt de verplichting dat deze zorgvuldig worden uitgevoerd. Dit gebeurt aan de hand van de werkinstructie.’* En (ii) onderdeel 2 ‘Beoordelen gebiedsinformatie’, onderdeel 3 ‘Lokaliseren van kabels en leidingen’ en onderdeel 4 ‘Grondroeren nabij kabels en leidingen’ van Deel 2 ‘Kennisdeel’.

Een gravende partij zal in het kader van de WIBON [56] melding maken van werkzaamheden binnen een door de graver gedefinieerde polygoon. De beheerder wordt geattendeerd om het benodigde kaartmateriaal te leveren. Hiermee is ook bekend of het graven gevolgen kan hebben voor de stabiliteit en voor het optreden van lekkage of beschadiging van de leidingen. Op basis van een risicoaanpak kunnen drinkwaterbedrijven de benodigde maatregelen treffen. Specifieke aspecten die aandacht vereisen bij werkzaamheden van derden zijn:

- ontgravingen nabij drinkwaterleidingen, met name bij niet-trekvraste gelede leidingen;
- hoge belasting door werkverkeer of opslag van bijvoorbeeld grond;
- het uitvoeren van (tijdelijke) stempelingen tegen de grond;
- verstoringen aan bestaande stempelingen van drinkwaterleidingen tijdens het graven;
- veranderende wegconstructies die leiden tot extra belastingen op de drinkwaterleidingen, met name als die niet door de beheerder worden opgemerkt;
- schade als gevolg van langetermijneffecten bij bodemverzakking die optreedt nadat de werkzaamheden zijn afgerond.

Bodemverzakking kan worden gemonitord door het plaatsen van zakbaken. Lekkage of beschadiging tijdens graafindidenten kan worden beperkt door extra toezicht.

Met behulp van modellen waarin grondmechanica en sterkteberekeningen zijn gecombineerd, kunnen de mogelijke extra spanningen als gevolg van werkzaamheden worden berekend. Hiervoor wordt verwezen naar de nationale normenserie [NEN 3650](#). Tevens is het door KWR Water Research Institute ontwikkelde model Comsima hiervoor geschikt [223].

14.1.9 Prestatievergelijking

Het verzamelen van gegevens ten behoeve van de driejaarlijkse prestatievergelijking met een wettelijk kader, zie daarvoor de tekst van het in subparagraaf 4.1.5 'Prestatie-indicatoren' van § 4.1 'Wet- en regelgeving drinkwater' van hoofdstuk 4 'Toepassing van normen en regelgeving' van praktijkcode [PCD 3-1](#) [100] opgenomen kader: *'Diverse onderdelen van de bedrijfsvoering van het leidingnet hebben een wettelijk kader: de bewaking van de drinkwaterkwaliteit, lekverliezen en gebruikt spuiwater, de druk in het leidingnet, het verhelpen van storingen, (on)geplande onderbrekingen van de levering, onderhoud van het leidingnet en het opnemen van watermeters. Via een 'inventarisatievoorschrift', een 'normalisatievoorschrift' en een 'interpretatievoorschrift' in een protocol van ILT (bijvoorbeeld het 'Protocol+prestatievergelijking+drinkwaterbedrijven+2022.pdf' [31]) worden de gegevens van deze onderdelen verzameld, gecorrigeerd, geïnterpreteerd en gerapporteerd. In genoemd hoofdstuk 14 wordt een en ander expliciet gemaakt.'*

14.1.10 Digitale tweeling

Een digitale tweeling ('digital twin') wordt in de mondiale norm [NEN-ISO/IEC 30173](#) omschreven als een *'digital representation (3.1.8) of a target entity (3.1.3) with data connections that enable convergence between the physical and digital states at an appropriate rate of synchronization'*. In het kader van het onderzoeksprogramma zal in 2026 een rapport verschijnen, dat als doel heeft om een overzicht te verschaffen van situaties waarin een digitale tweeling van het distributieproces kan worden ingezet om nieuwe medewerkers van drinkwaterbedrijven te trainen. Eind 2025 waren diverse drinkwaterbedrijven bezig met het maken van een digitale tweeling van het leidingnet of waren zich daarop aan het beraden. Hiermee beogen zij onder andere de volgende verbeteringen:

- real-time besluitvorming door het aanreiken van meer en meer gestructureerde informatie;
- geoptimaliseerde ontwerpen, ondersteund door uitgebreide scenariostudies;
- lekdetectie door combinatie van sensordata en modelberekeningen;
- voorspelling van de waterkwaliteit door combinatie van sensordata en modelberekeningen;
- early warning en informatie-ondersteunde besluitvorming in geval van verstoringen;
- training van operators.

14.2 Maintenance/Onderhoud en reparatie

NEN-EN 805

Routine or preventative maintenance programmes shall be considered for appropriate components such as pumps, valves and electrical equipment.

Plans for the future maintenance, replacement and refurbishment of underground assets shall be drawn up in accordance with European, national or local requirements.

Drinkwaterbedrijven voeren diverse activiteiten uit voor het onderhouden en repareren van (onderdelen van) het leidingnet. Hierbij worden randvoorwaarden gesteld als gevolg van eisen ten aanzien van hygiënisch werken, het waarborgen van de leveringszekerheid en -continuïteit, en het minimaliseren van negatieve effecten voor de omgeving. De belangrijkste activiteiten in dit kader zijn:

- reparatie van storingen aan leidingen;
- controle en onderhoud (zo nodig) van appendages (proactief):

- bereikbaar houden van en onderhoud aan afsluiters;
- bereikbaar houden van en onderhoud aan brandkranen;
- onderhoud van kathodische bescherming;
- reparatie aan appendages (reactief):
 - reparatie van afsluiters;
 - reparatie van brandkranen;
 - reparatie van aanwijzers (bordjes en lekverklidders);
- het aanbrengen van bijzondere constructies (proactief):
 - het aanbrengen van beschermende maatregelen bij werken van derden;
 - het aanbrengen van beschermende maatregelen om effecten van leidingbreuk te verminderen;
 - het aanbrengen van hulpmiddelen voor inspectie;
- het schoonmaken van leidingen;
- waterkwaliteitsbeoordelingen;
- elektrische equipment: in bepaalde zettingsgevoelige gebieden controleren of aansluitleidingen onder spanning staan;
- opname van de watermeter;
- uitneming van de watermeter in het kader van de kwaliteitsborging van de uitlezing (en het controleren van de functionaliteit van de inzetkeerklep);
- controleren van aarding.

Voor het schoonmaken van leidingen wordt verwezen naar de praktijkcode [PCD 2](#) [15]. Voor de overige activiteiten wordt verwezen naar de beschrijvingen die de drinkwaterbedrijven hebben opgenomen in de bedrijfseigen richtlijnen.

Beleid loden leidingen (eventueel resterend)

Uitgangspunt is dat alle loden aansluitleidingen door de drinkwaterbedrijven inmiddels zijn verwijderd en vervangen door leidingen van andere materialen. Beleid vanuit Vewin voor eventueel nog resterende loden aansluitleidingen is:

- resterende loden aansluitleidingen worden gesaneerd, zodra de kans zich voordoet;
- bekende situaties worden periodiek geëvalueerd om te bezien of alsnog vervanging kan plaatsvinden;
- betrokken eigenaren/bewoners worden periodiek geïnformeerd (eens per vijf jaar) over de aanwezigheid van loden aansluitleidingen met het aanbod voor vervanging;
- onbekende gevallen die bij renovaties naar voren komen worden direct vervangen.

15 Updating of documentation/Wijzigen van documentatie

NEN-EN 805

All records of the location of newly constructed mains with details of all principal components such as valves and hydrants shall be made and regularly updated. If required, new service pipes shall also be included.

Aanvullend aan de data-attributen zoals genoemd in Tabel 14.1 verdient het aanbeveling na het aanleveren van revisie-informatie ook de volgende gegevens vast te leggen in een geografisch leidinginformatiesysteem:

- de voorkeursstand en actuele stand van afsluiters;
- de locatie, de leverancier, de nominale capaciteit (volgens opgave van de fabrikant) en de op basis van het hydraulisch model berekende capaciteit van brandkranen;
- informatie over leidingen verkregen bij werkzaamheden, zoals de diepte, wanddikte en de aanwezigheid van lining en bekleding;
- eigenschappen van afsluiters en brandkranen: leverancier, type, productiebatch;
- de aanwezigheid en locatie van kathodische bescherming bij stalen leidingen;
- informatie over effectcategorieën (BEEL);
- in geval van leidingvervanging, de vervallen Leiding ID.

16 Literatuur

Voor de referenties 1 tot en met 99, zie hoofdstuk 16 van praktijkcode [PCD 3-1](#) [100] (deel 1 van de driedelige serie praktijkcodes PCD 3). De referenties 100 tot en met 191 zijn te vinden in deel 2 van die serie praktijkcodes [192].

192. Meerkkerk, M.A., Beuken, R.H.S., en Brand, T.P.H. van den (2023): 'Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen (gebaseerd op de norm NEN-EN 805:2000); *Deel 1: Algemeen en uitgangspunten*', praktijkcode [PCD 3-2:2024](#), KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
193. Stichting CKB (2023): '[Certificatieregeling Kabelinfrastructuur en Buizenlegbedrijven](#)', versie januari 2023, Zoetermeer.
webpagina [De CKB regeling](#) op de website van de Stichting CKB, [CKB: Borging kwaliteit ondergrondse infra](#)
194. Meerkkerk, M.A. (red.) (2021): 'Hygiëncode Drinkwater; *Deel 4: Opslag, transport en distributie*', praktijkcode [PCD 1-4:2024](#), KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
Opmerking: In praktijkcode [PCD 3-1](#) [100] is dit referentie [13], maar die is van 2021.
195. Eijsink, R. (2017): '[Strategische-agenda-ondiepe-ondergrond](#)', notitie, nummer 145, Vewin, Den Haag.
196. VEWIN/Kiwa Onderzoek en Advies (1998): 'Leidraad regelgeving voor activiteiten van waterleidingbedrijven', rapport [SWE 97.007](#), ISBN 90-74741-47-9, Kiwa Onderzoek en Advies, Nieuwegein.
197. Kiwa Water Research en Bouwend Nederland, vakgroep Ondergrondse Netwerken en Grondwaterbeheer (2007): 'Kwaliteit voor altijd; Kwaliteitszorg en verantwoordelijkheid bij uitbestede werkzaamheden in de watersector'.
198. Meerkkerk, M.A. (2025): 'Hygiëne bij werkzaamheden aan het leidingnet; *Deel 7: Werkboekje bij de Hygiëncode Drinkwater; Deel 4: Opslag, transport en distributie*', praktijkcode [PCD 1-7:2025](#), KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
199. Nederlandse Vereniging van Wegenbouwers (1985): 'Tekst van de Aanbevelingen tot het Voorkomen van Schade aan Leidingen (AVSL)', Gouda.
200. Pauwels, H.J.M.B., en Wieleman, R.W. (2004): '[Verplichte Informatie-uitwisseling Ondergrondse Kabels en Leidingen; Graven naar informatie](#)', rapport, Nederlands normalisatie-instituut NEN in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken, Delft.
201. Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2019): '[Richtlijn Boortechnieken en open ontgraving voor kabels en leidingen](#)', versienummer juni 2019-v1.0.
Zie de webpagina [Richtlijn Boortechnieken RWS](#)
202. BureauLeiding (2010): '[Het leggen van kunststofbuizen](#)', installatiehandleiding, Leidschendam.
Zie de webpagina [Installatiehandleiding: Het leggen van kunststofbuizen - Kennisdossier](#) van de website [BureauLeiding | Platform voor kunststof leidingsystemen](#)

203. COB (2014): 'Kabels, leidingen en mensen; Een verkenning naar samenwerking', eindrapport O43, Nederlands kenniscentrum voor ondergronds bouwen en ondergronds ruimtegebruik, en kennisplatform CROW.
Zie de webpagina Kabels, leidingen en mensen: een verkenning naar samenwerking - COB van de COB-website, www.cob.nl
204. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, en Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2018): 'Structuurvisie Ondergrond', Den Haag.
Zie de webpagina Structuurvisie Ondergrond | Rapport | Rijksoverheid.nl van de website www.rijksoverheid.nl
205. Commissie Werkbladen (2022): 'Leidingmaterialen; Kunststof leidingssystemen, hulpstukken en verbindingen', Waterwerkblad WB 2.2 B, Kiwa Nederland (in opdracht van de 'Samenwerkende drinkwaterbedrijven'), Rijswijk.
Zie webpagina Waterwerkbladen - InfoDWI van de website www.infodwi.nl
206. CUR-aanbeveling 51(2013): 'Milieutechnische ontwerpcriteria voor bedrijfsrioleringen', CUR-Aanbeveling 51.
207. Mesman, G.A.M. (2006): 'Afpersprotocol leidingen; Achtergronden en protocol', rapport KWR 06.058, Kiwa Water Research, Nieuwegein.
208. Farley, M., en Trow, S. (2003): 'Losses in Water Distribution Networks; A Practitioner's Guide to Assessment, Monitoring and Control', ISBN 1 900222 11 6, IWA Publishing, London.
209. European Union (2015): 'EU Reference document Good Practices on Leakage Management WFD CIS WG PoM; Main Report', Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
210. Thienen, P. van, en Pieterse-Quirijns, E.J. (2011): 'Nieuwe lekverliesbepalingsmethoden; Inventarisatie van benaderingen, toepassing van SIMDEUM en uitwerking van een nieuwe methode voor het vaststellen van lekverliezen in het distributienet', rapport BTO 2011.053, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
211. Pieterse-Quirijns, I. (2014): 'Handleiding VLPV-methodiek en –softwaretool; Tool voor analyse van leveringspatronen: Network Flow Performance', rapport KWR 2014.049, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein (niet openbaar).
212. Thienen, P. van, Pieterse-Quirijns, E.J., Kater, H. de, en Duifhuizen, J. (2012): 'Nieuwe lekverliesbepalingsmethoden voor het drinkwaterdistributienet', H₂O, april 13.
213. Pieterse-Quirijns, E.J. (2014): 'Manual SIMDEUM Pattern Generator; Tool for water demand and discharge patterns for residential and non-residential buildings', rapport KWR 2014.075, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein (niet openbaar).
214. Vertommen I. (2017): 'Praktijkervaring bij het inrichten van DMA's', rapport KWR 2017.056, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
215. Beuken, R., Eijk, R. van, en Slaats, N. (2014) 'De waarde van exitbeoordelingen op AC en GGIJ leidingdelen', rapport BTO 2014.016, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
216. Beuken, R.H.S. (2016): 'Exitbeoordelingen AC leidingen bij WML; Fase2: Nadere analyse', rapport BTO 2016.094, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

217. Kater, H. de, Beuken, R.H.S., en Vogelaar, A.J. (2010): 'Inspectietechnieken voor rationeel saneringsbeleid van leidingnetten; Een overzicht van technieken en randvoorwaarden', rapport [BTO 2010.013](#), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
218. Beuken, R.H.S. en Mesman, G.A.M. (2015): 'Workshop Inspectietechnieken voor het leidingnet', rapport [BTO 2015.222\(s\)](#), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
219. Beuken R.H.S., Mesman, G.A.M., Laven, K., Horst, P. and Diemel, R. (2015): 'Practical application of Acoustic Propagation Velocity Measurement (APVM) for condition assessment of drinking water mains', Water Asset Management International 11, 4 December 2015, IWA-Publishing.
220. Thienen P. van, Beuken, R.H.S. en Vertommen, I. (2016): 'Perspectief en randvoorwaarden voor de ontwikkeling en toepassing van autonome inspectierobots in waterleidingen', [BTO 2016.013](#), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
221. Commissie Werkbladen (2018): 'Aarding leidingwaterinstallaties', Waterwerkblad [WB 2.6](#), Kiwa Nederland (in opdracht van de 'Samenwerkende drinkwaterbedrijven'), Rijswijk.
Zie webpagina [Waterwerkbladen - InfoDWI](#) van de website www.infodwi.nl
222. Meerkkerk, M.A. (2024): 'Frontbeveiliging; *De beveiliging van het drinkwater in het leidingnet tegen terugstroming vanuit daarop aangesloten installaties*', praktijkcode [PCD 22:2024](#), KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
223. Wols, B.A., Moerman, A., en Vertommen, I. (2015): 'Comsima: model voor spanningen op ondergrondse leidingen', rapport [BTO 2015.082](#), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
224. COB (2024): 'Handboek reconstructies bodemdaling en kabels en leidingen; Aandachtspunten en aanbevelingen voor beheerste, procesmatige aanpak van reconstructies', publicatie KA3-03, Centrum Ondergronds Bouwen en Kenniscentrum Bodemdaling en Funderingen.
[COB-KBF KL-bodemdaling 20240730.pdf](#) op de webpagina [Handboek reconstructies bodemdaling en kabels en leidingen - COB](#)
225. Vewin (2022): 'Handboek Omgevingswet voor een duurzame veiligstelling van de openbare drinkwatervoorziening; Samenwerken aan de bescherming van schone bronnen en infrastructuur; Een overzicht van de Omgevingswet en de betekenis daarvan voor de praktijk', Sterk Consulting BV en FLO Legal BV in opdracht van Vewin, Leiden.
[Handboek-Omgevingswet-voor-drinkwaterbedrijven-Vewin-dec2022.pdf](#) op de webpagina [Nieuwe uitgave Handboek Omgevingswet - Vewin](#) van de Vewin-website
226. Vewin (2023): 'Staalkaart, Drinkwater in het omgevingsplan', Vewin, Den Haag.
[Staalkaart omgevingswet - Vewin](#) op de webpagina [Staalkaart voor gemeenten: Drinkwater in het Omgevingsplan - Vewin](#) van de Vewin-website
227. Claassen, Joost, Jarko van Bloois en Ceciel van Iperen (2025): 'Groeiboek Bomen, kabels en leidingen', COB, Centrum Ondergronds Bouwen, Delft: <https://www.cob.nl/wat-doet-het-cob/groeiboek/bomen-kabels-en-leidingen/>.
228. Agentschap Telecom (2018): 'Gemeenteradar ambitieniveau graafschade preventie', Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Groningen.
[Gemeenteradar | Brochure | Rijksinspectie Digitale Infrastructuur \(RDI\)](#)

229. Dijk, B. van (2023): 'Handreiking Verordening werkzaamheden kabels en leidingen en omgevingsplan', Vereniging van Nederlandse Gemeenten, Den Haag.
[Handreiking Verordening werkzaamheden kabels en leidingen en omgevingsplan](#) op de webpagina [Handreiking verordening kabels en leidingen en omgevingsplan | VNG](#)
230. Staatsblad (2023): 'Wet van 16 oktober 2023, houdende wetstechnische wijzigingen en andere wijzigingen van ondergeschikte aard in de Omgevingswet en enkele wetten die daarmee verband houden (Verzamelwet Omgevingswet 2023)', Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, jaargang 2023, nummer 376, 27 oktober 2023 ([oorspronkelijke editie](#))
vigerend vanaf 1 juli 2025: [Omgevingswet](#)
231. Staatsblad (2023): 'Besluit van 12 september 2023, houdende wijzigingen van ondergeschikte betekenis in de algemene maatregelen van bestuur op het terrein van het wettelijke stelsel van de Omgevingswet (Verzamelbesluit Omgevingswet 2023)', Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, jaargang 2023, nummer 298, 15 september 2023 ([oorspronkelijke editie](#))
vigerend vanaf 20 september 2025: [Besluit activiteiten leefomgeving \(Bal\)](#)
232. Vreeburg, J.H.G. (2022): 'Bundeling kabels & leidingen en veilige drinkwaterlevering', rapport [KWR 2022.012](#), KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
233. Nieuwenhuizen, M. (eindredactie) (2024): 'Handboek reconstructies bodemdaling en kabels en leidingen; Aandachtspunten en aanbevelingen voor beheerste, procesmatige aanpak van reconstructies', COB en KBF. [COB-KBF KL-bodemdaling 20240730 \(1\).pdf](#) op de webpagina [Handboek reconstructies bodemdaling en kabels en leidingen - COB](#) van de COB-website
234. Thienen, P. van (2022): 'Direct assessment of background leakage levels for individual district metered areas (DMAs) using correspondence of demand characteristics between DMAs', Water Supply, Volume 22, Number 7.
[Direct assessment of background leakage levels for.pdf](#)
235. Inspectie Leefomgeving en Transport (2024): 'Protocol prestatievergelijking drinkwaterbedrijven 2025', Den Haag.
[Protocol+Prestatievergelijking+2025+Definitief \(2\).pdf](#)
236. Staatsblad (1997): 'Besluit van 15 januari 1997, houdende regels in het belang van de veiligheid, de gezondheid en het welzijn in verband met de arbeid (Arbeidsomstandighedenbesluit)', jaargang 1997, nummer 60, 25 februari 1997 ([oorspronkelijke editie](#))
vigerend vanaf 1 juli 2025: [Arbeidsomstandighedenbesluit](#)
237. Staatscourant (1997): 'Arbeidsomstandighedenregeling', jaargang 1997, nummer 63
vigerend vanaf 25 oktober 2025: [Arbeidsomstandighedenregeling](#)
238. Wavin Nederland B.V.: 'Kunststoffen bij lage temperatuur', werkinstructie.
[Kunststoffen bij lage temperatuur](#)
239. Wavin Nederland B.V.: 'Verwerking, transport en opslag van PVC-leidingen', werkinstructie.
[Verwerking, transport en opslag van PVC-leidingen](#)
240. Vossen, J. van, Mesman, G.A.M., Moerman, A., en Brand, T. van den (2017): 'Slim renoveren van waterleidingen', rapport [KWR 2017.041](#), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

241. Reststoffenunie Waterleidingbedrijven B.V. en BureauLeiding (2014): 'Convenant Reststoffenunie Waterleidingbedrijven B.V. en BureauLeiding inzake inzameling en verwerking van kunststof leidingsystemen', 26 maart 2014.
[reststoffenunie-convenant-26mrt14.pdf](#) de webpagina [Convenant inzake inzameling en verwerking van kunststof leidingsystemen](#) van de website van BureauLeiding
242. CROW (2013): 'Werken met stabiele grond', publicatie 335, Ede.
243. Nieuwenhuizen, M. (eindredactie) (2023): 'Groeiboek Bundelingstechnieken kabels en leidingen', COB.
[Groeiboek Bundelingstechnieken kabels en leidingen - COB](#) op de COB-website
244. Ministerie van Infrastructuur en Milieu en Ministerie van Economische zaken, Landbouw en Innovatie (2012): 'Structuurvisie Buisleidingen; 2012-2035', Den Haag.
[Structuurvisie Buisleidingen 2012-2035](#)
245. Staatsblad (2018): 'Besluit van 3 juli 2018, houdende regels over de kwaliteit van de fysieke leefomgeving en de uitoefening van taken en bevoegdheden (Besluit kwaliteit leefomgeving)', jaargang 2018, nummer 292, 31 augustus 2018 ([oorspronkelijke editie](#))
vigerend vanaf 20 september 2025: [Besluit kwaliteit leefomgeving](#)
246. Staatsblad (2018): 'Besluit van 3 juli 2018, houdende procedurele regels en regels over algemene onderwerpen over het beschermen en benutten van de fysieke leefomgeving (Omgevingsbesluit)', jaargang 2018, nummer 290, 31 augustus 2018 ([oorspronkelijke editie](#))
vigerend vanaf 29 augustus 2025: [Omgevingsbesluit](#)

I. Begrippen met bijbehorende omschrijvingen en afkortingen inclusief acroniemen met bijbehorende betekenis

Voor begrippen en afkortingen wordt primair verwezen naar Bijlage I van praktijkcode [PCD 3-1](#) [100] en Bijlage I van praktijkcode [PCD 3-2](#) [192]. Begrippen en afkortingen die daarin niet voorkomen, zijn te vinden in het onderstaande.

AC

AsbestCement

AVP

Algemeen Vakbekwaam Persoon

CKB

Certificatieregeling Kabelinfrastructuur en Buizenlegbedrijven

COB

Centrum Ondergronds Bouwen

EPS

‘Expanded PolyStyrene’, geëxpandeerd polystyrene (PS) ophoogmateriaal

HDPE

‘High Density PolyEthylene’, hoge dichtheid PE

KBF

Kenniscentrum Bodemdaling en Funderingen

LDPE

‘Low Density PolyEthylene’, lage dichtheid PE

MDPE

‘Medium Density PolyEthylene’, medium dichtheid PE

NPR

Nederlandse Praktijk Richtlijn

NTA

Nederlands Technische Afspraak

RDI

Rijksinspectie Digitale Infrastructuur (van het Ministerie van Economische Zaken)

VELIN

Vereniging van Leidingeigenaren in Nederland

VP Nieuwbouw

Vakbekwaam Persoon Nieuwbouw

VPA

Vakbekwaam Persoon Aansluitleidingen

II. Symbolen en bijbehorende betekenis

Enkele symbolen met de bijbehorende betekenis komen voor in Bijlage II van praktijkcode PCD 3-1 [100] en in Bijlage II van praktijkcode PCD 3-2 [192], waarnaar primair wordt verwezen. In het voorliggende derde deel van de serie praktijkcodes PCD 3 worden uitsluitend in (onderdelen van) subparagraaf 11.3.3 van § 11.3 van hoofdstuk 11 symbolen gehanteerd. In de meeste gevallen gaat het dan om een vergelijking waarbij de betekenis van de daarin gehanteerde symbolen is gegeven (en in deze bijlage dus niet terugkomen). Voor enkele gevallen is dat niet het geval:

p_d	ontwerpdruk (in Pa of kPa)
p_t	testdruk (in Pa of kPa)
Δp	drukval of -verlies (in Pa of kPa)
ΔV	een volume water (in l of m ³)

III. In deze praktijkcode genoemde en voor deze praktijkcode relevante normen

Het gaat in deze bijlage niet alleen om (inter)nationale normen, maar ook om 'norm-achtige' documenten, te weten technische afspraken (NTA's) en praktijkrichtlijnen (NPR's). Behalve om de onderstaande (inter)nationale normen gaat het in de voorliggende praktijkcode concreet om:

- de nationale normenserie NEN 3650 bestaande uit de normen NEN 3650-1, NEN 3650-2, NEN 3650-3, NEN 3650-4 en NEN 3650-5;
- de nationale normen of documenten NEN 1006, NEN 3651, NEN 3655, NEN 7171-1, NPR 7171-2 en NTA 8036;
- de Europese normen NEN-EN 805, NEN-EN 15975-1 en NEN-EN 15975-2;
- de mondiale norm NEN-EN-ISO 9001.

Deze normen of documenten zijn al genoemd in Bijlage III van praktijkcode PCD 3-1 [100]) en/of Bijlage III van praktijkcode PCD 3-2 [192], waarnaar wordt verwezen (per 1 april 2025 is de normenserie NEN 3650 uitgebreid met een zesde deel, dat hieronder derhalve wel is opgenomen). Daarbij wordt nog het volgende opgemerkt.

- Van de nationale norm NEN 7171-1 is sinds 1 februari 2024 de NEN 7171-1:2024 vigerend.
- Van de Nederlandse praktijkrichtlijn NPR 7171-2 is sinds 1 april 2025 de NPR 7171-2:2025 vigerend.
- Van de Europese norm EN 805 is sinds 1 februari 2025 de NEN-EN 805:2025 vigerend.
- Sinds 1 oktober 2024 is er een aanvulling op de nationale norm NEN 3650-2: NEN 3650-2:2020+A1:2024.

CEN/TS 1046:2021: 'Thermoplastics piping and ducting systems – Outside the building structures for gravity and pressurised systems – Trench installation', 1 mei 2021

NEN-EN 1610+NEN 3218-1:2019: 'Buitenriolering – Aanleg en beproeving van leidingsystemen met Nederlandse aanvulling', 1 juni 2019

NPR 3218-2:2019: 'Buitenriolering – Deel 2: Richtlijnen voor de gebruiksfase', 1 juni 2019

NPR 3218-3:2019: 'Buitenriolering – Deel 3: Richtlijnen voor onderhoud', 1 juni 2019

NEN 3650-6:2025: 'Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 6: Aanvullende eisen voor oprolbare buisleidingelementen van thermoplast met versterkingslaag', 1 april 2025

NEN 7200:2017+A1:2024: 'Kunststofleidingen voor het transport van gas, drinkwater en afvalwater – Stuiklassen van PE-buizen en PE-hulpstukken', 1 december 2024

NTA 8828:2018+A1:2019: 'Elektrolassen van PE-buizen en PE-hulpstukken', 1 augustus 2019

NEN-EN-ISO 12696:2022: 'Kathodische bescherming van staal in beton', 1 juni 2022

NEN-EN 12732:2021: 'Gasinfrastructuur – Lassen van stalen leidingen – Functionele eisen', 1 november 2021

NEN-EN 12954:2019: 'Algemene principes van kathodische bescherming van metalen constructie in de grond of in het water', 1 augustus 2019

NEN-EN-ISO 15257:2017: 'Kathodische bescherming – Competentie niveaus en certificatie van personeel betreffende kathodische bescherming – Basis voor certificatieschema', 1 juni 2017

NEN-ISO 24516-1:2016: 'Guidelines for the management of assets of water supply and wastewater systems – Part 1: Drinking water distribution networks', 1 december 2016

NEN-ISO/IEC 30173:2023: 'Digital twin – Concepts and terminology', 1 november 2023

IV. Resultaten enquête afpersen

Bij de Nederlandse drinkwaterbedrijven is in 2025 een korte enquête uitgevoerd naar het toepassen van het afpersen van nieuwe en bestaande leidingen. Van de tien bedrijven hebben er acht de enquête ingevuld geretourneerd.

Enquête afpersen leidingen

De verschillende drinkwaterbedrijven voeren niet allemaal hetzelfde beleid voor het beproeven van leidingen op waterdichtheid. We willen de verschillende praktijken rond de beproeving van drinkwaterleidingen in kaart brengen en in dat verband ontvangen jullie dit email bericht. Onze vragen aan de drinkwaterbedrijven zijn hieronder opgenomen en ik wil jullie vragen om die voor het eigen bedrijf te beantwoorden. Mochten er binnen jouw bedrijf verschillende werkwijzen worden gehanteerd, neem die dan allemaal op in de antwoorden, zodat een goed beeld ontstaat van de diversiteit. De resultaten worden weliswaar per drinkwaterbedrijf gerapporteerd, maar dan wel in geanonimiseerde vorm, zodat herkenning van de bedrijven in eventuele cijfers en omschrijvingen wordt vermeden. In het geval er protocollen zouden bestaan, dan wil ik je vragen die aan jouw reactie toe te voegen.

- 1 Worden alle nieuw aangelegde leidingen op waterdichtheid beproefd? Zo nee, welke leidingen worden dan wel en niet beproefd?
- 2 Bestaat er een protocol voor deze beproeving? Zo ja, volgens welk protocol? De volgende worden onderscheiden:
 - a Waterverliesmethode
 - b Drukverliesmethode
 - c Voor visco-elastisch materiaal (PE)
 - Intervalmethode
 - Drukvalmethode
- 3 In het geval nieuwe leidingen niet worden beproefd, hoe wordt de waterdichtheid dan beoordeeld?
- 4 Worden bestaande leidingen op waterdichtheid beproefd? Zo nee, welke leidingen worden dan wel en niet beproefd?
- 5 Bestaat er een protocol voor de beproeving van bestaande leidingen? Zo ja, volgens welk protocol?
- 6 Volgens welke criteria wordt het resultaat van de beproeving beoordeeld?

Wij zien uw antwoorden met belangstelling tegemoet.

De antwoorden zijn per vraag uitgewerkt

- 1 Worden alle nieuw aangelegde leidingen op waterdichtheid beproefd? Zo nee, welke leidingen worden dan wel en niet beproefd?

Niet alle nieuw aangelegde leidingen worden afgeperst. Er wordt over het algemeen onderscheid gemaakt naar diameter, Leidingen met een diameter ≥ 400 mm worden allemaal afgeperst. Hieronder wordt onderscheid gemaakt naar plaats, risico bij lekkage en vergunning. Een leiding die onder de normenserie NEN 3650 valt wordt over het algemeen ook in een kleine diameter afgeperst.
- 2 Bestaat er een protocol voor deze beproeving? Zo ja, volgens welk protocol?

De volgende worden onderscheiden:

 - a Waterverliesmethode
Deze methode wordt niet gebruikt
 - b Drukverliesmethode
Zes van de acht bedrijven gebruiken deze methode
 - c Voor visco-elastisch materiaal (PE)
Zes van de acht bedrijven maken geen onderscheid voor dit materiaal

- Intervalmethode
Één bedrijf gebruikt deze methode voor visco-elastisch materiaal
 - Drukvalmethode
Één bedrijf gebruikt deze methode voor visco- elastisch materiaal
- 3 In het geval nieuwe leidingen niet worden beproefd, hoe wordt de waterdichtheid dan beoordeeld?
Zes bedrijven beoordelen een nieuw aangelegde leiding die niet beproefd wordt op visuele basis in open sleuf of na aanvulling met zand maar voor de verharding. Eén bedrijf maakt gebruik van NDO technieken voor belangrijke leidingen als beproeven niet mogelijk is.
- 4 Worden bestaande leidingen op waterdichtheid beproefd? Zo nee, welke leidingen worden dan wel en niet beproefd?
Het beproeven van bestaande leidingen verschilt per bedrijf, vier bedrijven doen dit in principe niet. Als er een vermoeden bestaat van lekkage dan wordt een sectie beproefd, waarbij de druk beperkt wordt tot iets boven de normaal heersende druk. Bij veranderingen in bedrijfsvoering (hogere uitgaande druk) wordt het voorzieningsgebied soms sectie voor sectie op de nieuwe te verwachten druk gebracht.
- 5 Bestaat er een protocol voor de beproeving van bestaande leidingen? Zo ja, volgens welk protocol?
De bedrijven die bestaande leidingen beproeven hebben daar een eigen protocol voor. De beproevingsdruk wordt hierbij beperkt tot 110% van de normale bedrijfsdruk. Voor leidingen die onder vergunningverlening vallen, worden de voorschriften van de vergunningverlener gehanteerd.
- 6 Volgens welke criteria wordt het resultaat van de beproeving beoordeeld?
De drinkwaterbedrijven geven aan dat de criteria in de te hanteren protocollen staan, in de besteisen of dat er geen eisen bekend zijn.

Door de verschillende drinkwaterbedrijven is aangegeven wat de aanpak is. De bedrijven zijn bekend bij KWR maar zijn in dit rapport gecodeerd opgenomen.

Bedrijf A

Persdruk	1,5 * bedrijfsdruk maar minstens 600 kPa
Toelaatbaar drukverlies	5% van de persdruk

Bedrijf B

Stabiliseren	¾ van de beproevingsdruk gedurende 24 uur Geen eisen voor eventueel drukverlies
Sterktebeproeving	gedurende 15 minuten bij 1 MPa
Dichtheidsproef	Leiding zichtbaar, gedurende 3 uur bij 650 kPa Leiding niet zichtbaar, gedurende 24 uur bij 650 kPa
Hydrostatische beproeving	Geen drukverlies toegestaan

Bedrijf C

Persdruk	24 uur 500 kPa
Toelaatbaar drukverlies	Maximaal 10 kPa verlies
Gedurende de sterktebeproeving mag water bijgepompt worden	
Gedurende de eindbeproeving moet op het drukverlies beperkt tot 10 kPa blijven	

Bedrijf D

Persdruk	1 MPa gedurende 2 uur
Toelaatbaar drukverlies	Na 2 uur maximaal 20 kPa n
Sterkte beproeving persdruk	600 kPa gedurende 22 uur
Toelaatbaar drukverlies	Verlies < 50 kPa
Rekening houden met temperatuurwisselingen	

Bedrijf E

Sterktebeproeving	650 kPa gedurende 4 uur waar bijpompen toegestaan is
Eindbeproeving	24 uur 650 kPa
Toelaatbaar drukverlies	einddruk minimaal 500 kPa

Bedrijf F

Volgens eisen vergunningsverlener

Sterktebeproeving	Duurproef gedurende 12 uur (geen maximale afname)
Eindbeproeving	Gedurende 1 uur 1MPa,
Toelaatbaar drukverlies	Maximaal 50 kPa zakken in dit uur

Bedrijf G

Beperkte methode	beproeving op 1,5 maal bedrijfsdruk Maximaal 10 kPa verlies in 24 uur
------------------	--

Uitgebreide methode

Fase I	op druk brengen tot 450 kPa
Fase II	gedurende 24 uur op druk houden bij > 1% drukval (> 4,5 kPa) bijvullen
Fase III	gedurende 8 uur op beproevingsdruk starten (450 kPa), drukafname maximaal 10 kPa

V. Voorbeeld voor het berekenen van theoretische verliezen bij afpersen

Onafhankelijk van het materiaal en de methoden is met het beschikbare spreadsheet een aantal verliezen of schijnbare verliezen uit te rekenen.

Theoretische verliezen bij afpersen

Elastisch gedrag in af te persen sectie

	lengte	materiaal	nominale diameter	drukklasse	wanddikte (mm)		inwendige diameter
	m		mm	MPa	uit label	eigen invoer	mm
Leidingdeel 1	497.83	AC	500	1	34	-	500
Leidingdeel 2	200	Nodulair gietijzer	500	1	-	10	500
Leidingdeel 3	10	HDPE	315	1	28.6	-	257.8
Leidingdeel 4	0		#N/A	#N/A	-	-	#N/A
Leidingdeel 5	0		#N/A	#N/A	-	-	#N/A
Leidingdeel 6	0		#N/A	#N/A	-	-	#N/A
Leidingdeel 7	0		#N/A	#N/A	-	-	#N/A
Leidingdeel 8	0		#N/A	#N/A	-	-	#N/A
Leidingdeel 9	0		#N/A	#N/A	-	-	#N/A
Leidingdeel 10	0		#N/A	#N/A	-	-	#N/A

Totale lengte (m) 707.83 meter

Totale inhoud (liter) 137541 liter

Drukval (kPa) 200 kPa ΔV elastisch (liter) 27.66 liter

ΔV (liter) 30 liter Drukval (kPa) 217 kPa

Aanwezig luchtvolume

P1 (absolute druk in begintoestand in kPa, atmosferisch is 100 kPa) 100 kPa

P2 (absolute druk in eindtoestand in kPa) 400 kPa

ΔV (volumeverschil van P1 naar P2 in liter gecorrigeerd voor elastische verliezen) 5 liter

Aanwezig volume lucht in begintoestand 6.67 liter

Verliezen over lekkende afsluiters

Druk in het leidingnet in bedrijf (kPa) 400 kPa

Uitstroom uit sectie drukloos (l/s) 0.01 l/s

Opening in afsluiters (mm²) 0.35 mm²

Afpersdruk (kPa) 900 kPa

Te verwachten verliezen bij persdruk (l/s) 0.0112 l/s

Te verwachten verliezen bij persdruk (l/uur) 40.25 l/uur

Verliezen volgens bekend lekverliespercentage

Lekverlies jaarverslag of schatting in sectie (%) 3 %

Afzet jaarverslag (m³/jaar) 8000000 m³/jaar

Lengte leidingnet jaarverslag (km) 1000 km

verlies m³/jaar per m 2.40 m³/jaar/m

Verlies per jaar in betrokken sectie bij bedrijfsdruk 400 kPa (m³) 1698.79 m³

Opening in lekken in sectie (mm²) 1.90 mm²

Te verwachten verliezen bij persdruk 900 kPa (l/s) 0.08 l/s

Te verwachten verliezen bij persdruk 900 kPa (l/uur) 290.89 l/uur

Verliezen ten gevolge van temperatuursverandering

volume van de sectie (liter) 137541 liter

temperatuursverandering (°C) 10 °C

ΔV (liter) 285 liter

In de geel gekleurde cellen vindt een handmatige invoer plaats. In de oranje gekleurde cellen kan worden gekozen uit een aantal gedefinieerde invoeren zoals materiaalsoort, nominale diameter en drukkklasse. In het geval bij deze combinatie een inwendige diameter bekend is, wordt deze gegeven. Zo niet, dan kan de gebruiker de inwendige diameter zelf invoeren. In de oranje gekleurde cellen wordt het rekenresultaat gegeven.

In het deel 'elastisch gedrag' wordt bij een in te voeren drukval de elastische volumeverandering uitgerekend. In het bovenstaande voorbeeld is uitgerekend dat bij een drukval van 200 kPa in het systeem een elastische volumevermindering optreedt van 27,66 l water. Is er meer water noodzakelijk om de druk weer terug te brengen met 200 kPa dan is het systeem lek.

Omgekeerd treedt bij het aftappen van 30 l water een drukval op in het systeem van 217 kPa. Als de drukval groter is, dan is er een hoeveelheid lucht in het systeem aanwezig.

Aanwezig luchtvolume

Het aanwezige luchtvolume kan worden bepaald als er geen lekken aanwezig zijn. In het eerste deel van de spreadsheet kan worden bepaald wat de elastische volumeverandering is bij de aangebrachte drukverschillen. Als het benodigde volume om van P1 naar P2 te komen groter is dan de elastische vormverandering, dan is er lucht in het systeem aanwezig. Op basis van het benodigde volume om van P1 naar P2 te komen minus de elastische vormverandering is het mogelijk om de ingesloten hoeveelheid lucht te bepalen. In het geval 25 l noodzakelijk is om van P1 naar P2 te komen en waarbij 20 l de elastische vormverandering is, bedraagt de hoeveelheid lucht in het systeem bij P1 ongeveer 6,67 liter lucht.

Verliezen over lekkende afsluiters

Uit de berekening blijkt dat bij zeer kleine volumestromen (bijna 100% dichte afsluiters) en een weinig elastische leiding (gietijzer, staal) al grote drukvallen kunnen ontstaan. Het is daarom noodzakelijk om verliezen over lekkende afsluiters te kunnen bepalen. Door een systeem drukloos te maken en tegen de aansluitende afsluiters de bedrijfsdruk te zetten, is het mogelijk om de aanwezige lekkages over deze afsluiters te bepalen. De uitstroom uit het drukloze deel wordt gemeten (open brandkraan, aanboring, monsterkraan et cetera). Op basis van deze uitstroom is het mogelijk om het 'lekoppervlak' over de afsluiters te bepalen. Over dit lekoppervlak zal bij het afpersen van de sectie water verdwijnen. Dat wordt in dit deel berekend.

Verliezen volgens bekend lekverliespercentage

Met behulp van het deel 'Lekverliezen volgens bekend lekverliespercentage' kan een gevonden verlies in de te onderzoeken sectie in perspectief worden geplaatst van het volledige leidingnet. Door de invoer zodanig te manipuleren dat het verlies overeenkomt met het gevonden verlies is een inschatting te maken van de gevonden grootte van de gaatjes in de leiding.

In de berekening wordt bepaald hoeveel water in de betrokken sectie wordt verloren als de 'lekconditie' overeenkomt met de rest van het leidingnet.

Verliezen ten gevolge van temperatuursverandering

Ten slotte is de volumeverandering ten gevolge van een temperatuurverandering berekend. Bij afpersingen in een open sleuf kunnen temperatuurveranderingen voorkomen na het vullen van het systeem. Bij een temperatuursverandering van 10°C in het ingevoerde systeem is een volumeverandering aanwezig van 285 l.