

PCD 3:2020 | oktober 2020

Richtlijn drinkwater- leidingen buiten gebouwen

*Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op
NEN-EN 805:2000)*

Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen

Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 805:2000)

KWR | PCD 3:2020 | oktober 2020

Opdrachtgever

Platform Bedrijfsvoering

Auteurs

ing. M.A. Meerkerk en ir. R.H.S. Beuken

Jaar van publicatie
2020

Meer informatie

Martin Meerkerk
T (030) 60 69 591
E Martin.Meerkerk@kwrwater.nl

KWR
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

T 030 60 69 511
F 030 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl

KWR

Watercycle
Research
Institute

PCD 3:2020 | oktober 2020 © KWR

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

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 handelwijze' 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 opgesteld in opdracht van het Platform Bedrijfsvoering, waarin vertegenwoordigers van alle Nederlandse drinkwaterbedrijven en het Vlaamse bedrijf Pidpa participeren. 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 waargenomen 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. Een actueel overzicht van alle praktijkcodes is te vinden op 'Watnet', een KWR-intranet voor de drinkwaterbedrijven.

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

¹ Beide omschrijvingen zijn afkomstig uit 'Van Dale'.

uitgangspunt. Als actualisatie niet gewenst of noodzakelijk blijkt te zijn, wordt een praktijkcode in principe opnieuw voor een periode van vijf jaar vastgesteld.

Voorwoord

Editie

Het voorliggende document is de vierde editie van een praktijkcode. De eerste editie van 11 december 2003 [43] is opgesteld door Tebodin in opdracht van en onder verantwoordelijkheid van Vewin en ook uitgegeven door die organisatie. In opdracht van het Platform Bedrijfsvoering is het document in 2010 met toestemming van Vewin geactualiseerd en uitgegeven (tweede editie dus) door KWR Watercycle Research Institute (nu: 'KWR Water Research Institute') en kwam uit in de vorm van een KWR-rapport [102]. De derde editie [142] verscheen in 2017 in de vorm van een praktijkcode.

Status

Dit document is de praktijkcode voor het ontwerp, de aanleg en het beheer van openbare drinkwaterleidingnetten² in Nederland. De praktijkcode geeft voor de Nederlandse omstandigheden nadere invulling aan de eisen van de Europese norm [NEN-EN 805](#) voor leidingnetten. Door middel van een brief van 21 januari 2004 van Vewin³ is de definitieve versie van de eerste editie van het document aangeboden aan de directies van de drinkwaterbedrijven. De integrale tekst van tweede alinea van die brief luidt als volgt.

'Deze VEWIN-richtlijn voor het ontwerp, de aanleg en het onderhoud van openbare drinkwaterleidingsystemen bevat de eisen die in Nederland minimaal aan een drinkwaterleidingsysteem worden gesteld. Bij het opstellen van deze richtlijn is de vertaalde versie van de NEN-EN 805:2000 als basisdocument gehanteerd, zodat zowel inhoudelijk als mede qua opzet in lijn met de Europese regelgeving is gewerkt. Bij bepaalde onderwerpen heeft inhoudelijke verdieping en/of uitbreiding plaatsgevonden.

Ik ga ervan uit dat de richtlijn binnen uw bedrijfsvoering een goede rol zal kunnen vervullen.'

Het belang van de praktijkcode ('de eisen die minimaal aan een drinkwaterleidingsysteem worden gesteld in lijn met de Europese regelgeving') lijkt hiermee voldoende te zijn geschetst.

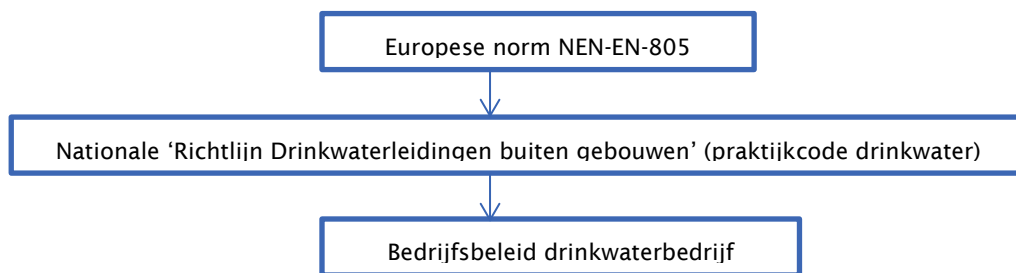
Een door het nationale (NEN), Europese (CEN) of mondiale (ISO) normalisatie-instituut uitgegeven norm is in Nederland vrijwillig en heeft dus niet de status van (wettelijk) bindend voorschrift. Simons en De Vries [28] stellen daarvan: *'Bij vrijwillige normen staat het de betrokken partijen vrij ze al dan niet te volgen'*. Onder het kopje 'productaansprakelijkheid' merken zij vervolgens wel het volgende op: *'Europese wetgeving op het gebied van productaansprakelijkheid legt de bewijslast bij de producent: deze moet kunnen aantonen dat hij zijn product zodanig goed heeft gemaakt, getransporteerd en opgeslagen, dat hem niets verweten kan worden. Als de producent kan aantonen dat zijn product voldoet aan*

² Er is voor gekozen om in het gehele document het begrip 'leidingnet(ten)' te hanteren in het geval 'drinkwaterleidingnet(ten)' wordt/worden bedoeld tenzij anders is aangegeven. Een leidingnet wordt onderscheiden in een transport- en distributienet. Voor 'distributienet' wordt bij de Nederlandse drinkwaterbedrijven soms 'hoofdleidingnet' gehanteerd. In dit document is gekozen voor de begrippen 'distributienet' (dit wordt ook in het Drinkwaterbesluit [17] gehanteerd) en 'distributieleidingen'. Verder kunnen in dit verband 'aansluitleidingen' worden genoemd. In het verleden werden deze leidingen aangeduid als 'dienstleidingen'. Sommige Nederlandse drinkwaterbedrijven blijken dit begrip nog te hanteren.

³ Met uitzondering van het hoofdstuk 'Literatuur' is in dit document de huidige benaming 'Vewin' gehanteerd, ondanks het feit dat dit in het verleden 'VEWIN' was.

normen, staat hij juridisch sterker, omdat rechters er in veel gevallen van uitgaan dat in normen de 'geaccepteerde stand der techniek' is vastgelegd. Overigens: in ons rechtsstelsel is de bewijsvoering vrij; de rechter laat bij geschillen naast normen ook andere informatie toe.'

Deze praktijkcode kan dienen als kader voor het beleid van bedrijven, zoals is vastgelegd in procedures, werkinstructies en contractdocumenten voor aannemers. Mede op grond van het voorgaande kan de relatie tussen (inter)nationale regelgeving op het gebied van het transport en de distributie van drinkwater en het bedrijfsbeleid van een drinkwaterbedrijf als volgt worden geschematiseerd:



In dit schema geven de pijlen achtereenvolgens aan dat deze praktijkcode voor de Nederlandse situatie is opgesteld op basis van de Europese norm en dat het bedrijfsbeleid van de individuele drinkwaterbedrijven kan worden opgesteld op basis van of kan worden afgeleid van deze richtlijn.

Belangrijkste wijzigingen

De wijzigingen van deze vierde editie ten opzichte van de derde betreffen uitsluitend hoofdstuk 11 over het beproeven op waterdichtheid. In 2019 en 2020 is een project uitgevoerd waarbij dit hoofdstuk met begeleiding van een projectgroep (zie onder) op basis van de Europese norm [NEN-EN 805](#) tegen het licht is gehouden, wat heeft geleid tot aanpassing van dit hoofdstuk.

Opzet praktijkcode

Bij het opstellen van de praktijkcode is de Europese norm [NEN-EN 805](#) 'Watervoorziening; Eisen aan distributiesystemen buitenshuis' als basisdocument gehanteerd. Dezelfde hoofdstukindeling als van [NEN-EN 805](#) is in de praktijkcode gebruikt. De eerste editie van het document volgde de opzet van de [NEN-EN 805](#). Bij de actualisatie daarvan bleek dat die opzet destijds niet in alle gevallen consequent was overgenomen. Dat is 'gecorrigeerd', zodat de tweede en ook deze derde editie qua opzet overeenkomen met die van de Europese norm. Hoofdstuk 8 over het ontwerpen van leidingnetten vormt hierop een uitzondering in verband met het verschil tussen ontwerpproces in Nederland en de opzet van het hoofdstuk volgens de Europese norm. De overeenkomst tussen de indeling van deze norm en de praktijkcode blijkt ook uit de titels van hoofdstukken en paragrafen die een combinatie van de Engelse tekst volgens de Europese norm en Nederlandse tekst bevatten. Extra paragrafen (dat wil zeggen paragrafen die in de Europese norm niet voorkomen) zijn uitsluitend in het Nederlands weergegeven. Niet nader uitgewerkte paragrafen (dat wil zeggen waarbij uitsluitend de titel is vermeld) zijn voor de Nederlandse situatie als niet-relevant beschouwd.

Om de uitwerking van de Europese norm naar de nationale regelgeving expliciet te laten maken, begint ieder onderdeel van deze praktijkcode (hoofdstuk, paragraaf, et cetera) met de **(grijs gemarkeerde)** tekst uit die norm. Hoofdstuk 8 vormt hierop een uitzondering.

Begrippen

De in deze praktijkcode gehanteerde begrippen met hun bijbehorende omschrijving zijn opgenomen in hoofdstuk 3 en in bijlage I. In bijlage II is de betekenis van gehanteerde symbolen en afkortingen vastgelegd.

In de wet- en regelgeving wordt onder meer het begrip ‘verstoring’ gehanteerd (zie bijlage I). Desondanks wordt in het dagelijks spraakgebruik van een ‘storing’ gesproken, dat ook in deze praktijkcode wordt gehanteerd.

Volgens bijlage I is de begripsomschrijving van ‘(ver)storing’ als volgt: *‘uitval of aantasting van watervoorzieningswerken, waardoor de continuïteit van de levering van deugdelijk drinkwater wordt verbroken of in gevaar komt’*. Deze begripsomschrijving kan zodanig worden geïnterpreteerd dat ook normoverschrijdingen in de waterkwaliteit (‘deugdelijke drinkwater’) als verstoring worden beschouwd. In deze praktijkcode heeft een storing uitsluitend betrekking op de continuïteit van de levering van drinkwater. De drinkwaterkwaliteit is een separaat aspect.

Samenstelling projectgroep

De samenstelling van de projectgroep die de totstandkoming van deze praktijkcode in 2016/2017 heeft begeleid, is hieronder weergegeven. De deelnemers zijn per bedrijf in alfabetische volgorde vermeld.

Drinkwaterbedrijf of -laboratorium	Vertegenwoordiger(s)
Brabant Water	Remi Cooman
Dunea	Rob Loomans
Evides	Hein Herbermann
KWR Water Research Institute	Ralph Beuken
	Martin Meerkerk (secretaris)
Oasen	Richard Advocaat
Pidpa	geen
PWN	Peter Horst (voorzitter)
Vitens	Arthur van Buël
	Jan Tiemes
Waterbedrijf Groningen	Wim Doeleman
Waternet	Albert Clement
WMD Drinkwater	Felix Timmermans
WML	Jo Meerts

De actualisatie van hoofdstuk 8 ‘Ontwerp leidingnet’ in 2016/2017 is vanwege het specifieke karakter door een aparte projectgroep begeleid. De deelnemers aan die projectgroep met specialisten waren:

Brabant Water	Tjakko Haaijer
Dunea	André Koning
	Kees Ruijg
Evides	Leon Meijdam (voorzitter)
	Erik Vermaas
KWR Water Research Institute	Ralph Beuken (secretaris)
	Martin Meerkerk
Oasen	Richard Advocaat
Pidpa	geen
PWN	Martin Klein Arfman
Vitens	Ton Blom

Waterbedrijf Groningen	Wout Kompagnie (agendalid)
Waternet	Albert Clement
WMD Drinkwater	Aulia Galama
WML	Anton van Eijden

De actualisatie van hoofdstuk 11 'Beproeven van leidingen op druk' (de titel volgens de derde editie van deze praktijkcode [142]) in 2019/2020 is vanwege het specifieke karakter door een aparte projectgroep begeleid. De deelnemers aan die projectgroep met specialisten waren:

Brabant Water	Joren Rombouts
Dunea	Henk Beukenholdt
Evides Waterbedrijf	Mohsin al Hadi
KWR Water Research Institute	Martin Meerkerk (secretaris)
Oasen	geen
Pidpa	geen
PWN	George Mesman (voorzitter)
Vitens	Luciën de Kind
Waterbedrijf Groningen	Maarten van der Wal
Waternet	geen
WMD Drinkwater	geen
WML	Noud van de Sterren

Vaststelling praktijkcode

Deze praktijkcode is vastgesteld door de Begeleidingsgroep Praktijkcodes in de vergadering van 17 december 2020.

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:

Martin.Meerkerk@kwrwater.nl. Indien van toepassing zal een en ander worden gebruikt als input voor een volgende editie van het document.

Inhoud

1	Scope/Onderwerp	13
2	Normative references/Normatieve verwijzingen	15
3	Definitions/Termen en definities	16
3.1	Pressures/Drukken	16
3.2	System/Drinkwaterdistributiesysteem	18
3.3	Components/Leidingelementen	21
3.4	Diameters/Diameters (middellijnen)	23
3.5	Installation/Aanleg	24
3.6	Hydraulic design/Hydraulisch ontwerp	24
3.7	Structural design/Structureel ontwerp	25
4	Application of standards and regulations/Toepassing van normen en regelgeving	27
4.1	Wet- en regelgeving drinkwater	27
4.2	Documenten met een wettelijk kader volgens de wet- en regelgeving voor drinkwater	35
4.3	Regelgeving watermeters (meetinrichting)	39
4.4	Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten (WION)	40
4.5	Arbeidsomstandigheden	41
4.6	Overige van toepassing zijnde wet- en regelgeving	44
5	Requirements for water supply systems/Eisen aan leidingnetten	47
5.1	Water quality/Waterkwaliteit	47
5.2	Design life/Ontwerplevensduur	48
5.3	Demand for water/Watervraag	49
5.4	System security/Leidingnetbeveiliging	50
6	Service objectives/ Randvoorwaarden voor levering	51
7	Rehabilitation/Sanering	52
7.1	Inleiding	52
7.2	Selectie van te saneren leidingen	52
7.3	Langetermijninvesteringsplan	64
7.4	Methoden van leidingsanering	64
7.5	Uitvoeringsaspecten bij leidingsanering	67
8	Design/Ontwerp leidingnet	68
8.1	Inleiding	68
8.2	Functioneel ontwerp: achtergrond	68
8.3	Functioneel ontwerp: opbouw leidingnet	69

8.4	Functioneel ontwerp: drinkwaterverbruik	70
8.5	Functioneel ontwerp: Leveringszekerheid en leveringscontinuïteit	77
8.6	Functioneel ontwerp: Inpassing bluswatervoorziening	78
8.7	Functioneel ontwerp: druk	79
8.8	Functioneel ontwerp: Hydraulisch ontwerp	81
8.9	Functioneel ontwerp: aansluitleidingen	84
8.10	Ligging: tracebepaling en diepte	85
8.11	Constructietechnisch ontwerp: achtergrond	87
8.12	Constructietechnisch ontwerp: materiaalkeuze	88
8.13	Constructietechnisch ontwerp: belastingsoorten	89
8.14	Constructietechnisch ontwerp: Sterkteberekeningen	90
8.15	Ontwerpen van appendages	91
9	General requirements for product standards/Normatieve eisen aan leidingelementen	92
9.1	General/Algemeen, functionele eisen	92
9.2	Materials/Eisen aan materialen	93
9.3	Dimensions/Afmetingen	93
9.4	Structural design/Ontwerpeisen en leidingelementen	95
9.5	Mechanical requirements/Mechanische eisen	96
9.6	Water tightness/Waterdichtheid	97
9.7	Joints/Verbindingen	97
9.8	Protective measures/Beschermende maatregelen	100
9.9	Durability/Levensduur	100
9.10	Test methods/Keuringsmethoden	101
9.11	Interconnection of products/Koppelen van elementen	105
9.12	Quality control/Kwaliteitscontrole	105
9.13	Marking/Markering	105
10	Installation/Aanleg	107
10.1	General requirements/Algemene eisen	107
10.2	Pipe trenches/Sleuven	111
10.3	Installation of pipeline components/Aanleg van leidingelementen	113
10.4	Pipe joints/Leidingverbindingen	117
10.5	Protection against corrosion and contamination/Bescherming tegen corrosie en verontreiniging	119
10.6	Embedment and main backfill/Sleufaanvulling en topaanvulling	120
10.7	Record of tests during installation/Documentatie van beproevingen tijdens aanleg	124
11	Testing of pipelines/ Beproeven van leidingen op waterdichtheid	125
11.1	General requirements/Algemene eisen	125

11.2	Safety/Veiligheid	127
11.3	Pressure test/Hydrostatische drukbeproeving	128
12	Disinfection/Desinfectie	145
12.1	General/Algemeen	145
12.2	Preparation for disinfection/Vorbereiding voor desinfectie	145
12.3	Selection of disinfectant/Keuze van het desinfectiemiddel	145
12.4	Disinfection procedures/Desinfectieprocedures	146
12.5	Microbiological clearance and reporting/Microbiologische goedkeuring en verslaglegging	147
13	Additional requirements/Opleveringsdocumenten	149
14	Operation/Bedrijfsvoering	151
14.1	Inleiding	151
14.2	Inspection and monitoring/Inspectie en bewaking	151
14.3	Maintenance/ Onderhoud en reparatie	159
15	Updating of documentation/Wijzigen van documentatie	161
16	Literatuur	162
	Bijlage I Relevante begrippen en definities	172
	Bijlage II Symbolen en afkortingen	179
	Bijlage III Overzicht van Kiwa-beoordelingsrichtlijnen voor producten in het leidingnet, inclusief hyperlinks naar op basis daarvan gecertificeerde bedrijven en producten	182
	Bijlage IV Bij deze richtlijn betrokken normen	188
	Bijlage V Hydraulisch verlies over een aansluiting	199
	Bijlage VI De drinkwatervraag zoals bepaald met SIMDEUM 200	
	Bijlage VII Bepaling meest economische diameter	202
	Bijlage VIII Resultaten enquête afpersen	203
	Bijlage IX Teksten volgens de NEN 3650 en de NEN 3651 waarnaar wordt verwezen voor het beproeven op waterdichtheid (hoofdstuk 11)	207
	Bijlage X Voorbeeld van het spreadsheet	211

Introduction

NEN-EN 805

In specifying the requirements of this standard due regard has been taken of the importance of a reliable and safe supply of water for human consumption as well as for the purpose of trade, industry, agriculture and fire fighting.

The widely varying water supply legislative requirements, populations, social and climatic conditions across Europe have also been taken into account.

This standard does not make any implication with regard to ownership of or responsibility for pipes or other apparatus in the supply system.

1 Scope/Onderwerp

NEN-EN 805

This standard specifies:

- *General requirements for water supply systems outside buildings (see Figure 1) including potable water mains and service pipes, service reservoirs, other facilities and raw water mains but excluding treatment works and water resources development;*
- *General requirements for components;*
- *General requirements for inclusion in product standards which may include specifications which are more stringent;*
- *Requirements for installations, site testing and commissioning.*

The requirements of this standard apply to:

- *The design and construction of new water supply systems;*
- *The extension of significant areas forming a coherent part of an existing water supply system;*
- *Significant modification and/or rehabilitation of existing water supply systems.*

NOTE *It is not intended that existing water supply systems are to be altered to comply with this standard, provided that there are no significant detrimental effects on water quantity, security, reliability and adequacy of the supply.*

De bovenliggende Europese norm [NEN-EN 805](#) heeft betrekking op 'drinkwatervoorzienings-systemen buiten gebouwen' inclusief 'hoofd- en aansluitleidingen', 'drinkwaterreservoirs' (reservoirs behorend tot een drinkwaterinstallatie, zie § 3.2.10)⁴, andere faciliteiten en ruwwaterleidingen. Deze praktijkcode is afgeleid van die Europese norm en beschrijft algemene eisen voor leidingnetten buiten gebouwen: primaire of transportleidingen, secundaire of vermaasde distributieleidingen, tertiaire of vertakte distributieleidingen en aansluitleidingen, inclusief de nodige appendages. Het leidingnet zoals dat behoort tot de verantwoordelijkheid van een drinkwaterbedrijf betreft de perszijde van de distributiepompen tot aan het 'leveringspunt'. Op basis van de definitie van dit leveringspunt (zie bijlage I) gaat het concreet om de stop-, aftap- of leegloopkraan stroomafwaarts van de 'meetinrichting' (watermeter).

Leidingen voor het transport van ruwwater maken weliswaar geen deel uit van de scope van deze richtlijn, maar indien gewenst kan die daarvoor wel zo veel mogelijk worden toegepast. In de praktijk impliceert dit dat hoofdstuk 12 'Desinfectie' buiten beschouwing blijft. Ook drinkwaterreservoirs vormen geen onderdeel van de scope van deze richtlijn. Daarvoor wordt verwezen naar een daarvoor bedoelde praktijkcode [48].

Waterbehandelings- en waterwinningsinstallaties, opslagfaciliteiten en pompstations vallen buiten de werkingssfeer van deze richtlijn.

De eisen uit deze praktijkcode hebben betrekking op:

- ontwerp en aanleg van nieuwe leidingnetten;

⁴ Het is opmerkelijk dat reservoirs onderdeel uitmaken van de scope van de norm NEN-EN 805, gezien het feit dat er ten aanzien van de opslag van drinkwater sinds 1998 een aparte Europese norm is, de [NEN-EN 1508](#) 'Drinkwatervoorziening; Eisen voor systemen en onderdelen voor de opslag van water'.

- wijzigingen aan of aanpassingen van bestaande leidingnetten;
- bedrijfsvoering en beheer van leidingnetten.

Bestaande leidingnetten behoeven niet te worden aangepast om aan deze praktijkcode te voldoen, tenzij waterkwaliteit, veiligheid, betrouwbaarheid en geschiktheid van het leidingnet in geding zijn.

Opmerking

'Annex A' van [NEN-EN 805](#) bevat 28 informatieve bijlagen. Slechts enkelen daarvan zijn in de tekst van de onderhavige praktijkcode verwerkt. Van de overige delen kan worden gesteld dat die niet relevant zijn voor de richtlijn, dan wel kunnen worden gerekend tot basiskennis.

2 Normative references/Normatieve verwijzingen

NEN-EN 805

This European Standard incorporates, by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to the European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies.

EN 1295-1

EN 1508

EN 45011

EN 45012

ISO 48

EN ISO 9001

EN ISO 9002

De normatieve documenten volgens bijlage IV bevatten bepalingen die, doordat ernaar wordt verwezen, tevens bepalingen van deze praktijkcode zijn. Op het ogenblik van publicatie van de onderhavige praktijkcode waren de vermelde versies (jaar van publicatie) van kracht. Alle normatieve documenten kunnen echter worden herzien; partijen die overeenkomsten sluiten op basis van deze praktijkcode wordt daarom aanbevolen na te gaan of het mogelijk is de meest recente versie van de onderstaande normatieve documenten toe te passen.

Opmerking

Een overzicht van de (inter)nationale normen waarnaar in dit document wordt verwezen, is opgenomen in bijlage IV. Om die reden zijn die normen niet opgenomen in het onderdeel 'Literatuur' (hoofdstuk 16) en wordt er niet naar verwezen. Hetzelfde geldt voor de beoordelingsrichtlijnen van certificatie-instelling Kiwa Nederland (zie hoofdstuk 9): een overzicht van die BRL's voor producten in het leidingnet is te vinden in bijlage III.

3 Definitions/Termen en definities

NEN-EN 805

For the purposes of this standard, the following definitions apply.

In dit hoofdstuk worden uitsluitend de begrippen gedefinieerd die ook als zodanig worden genoemd in hoofdstuk 3 van [NEN-EN 805](#). Voor de overige begrippen met bijbehorende omschrijvingen wordt verwezen naar bijlage I van dit document.

3.1 Pressures/Drukken

NEN-EN 805

For the designation of pressures in English, French and German see table 1 and annex A.2.

Tabel 1 Overzicht benaming drukken zoals gehanteerd in de NEN-EN 805 en in Nederland (op basis van de NEN3650). De drukken gelden ten opzichte van het maaiveld.

Afkorting in NEN-EN-805	Omschrijving in NEN-EN-805, Engelstalige versie	Omschrijving in onder andere NEN 3650	Relatie
DP	design pressure	ontwerpdruk	leidingnet gerelateerd
MDP	maximum design pressure	maximale ontwerpdruk of maximum incidentele druk	
STP	system test pressure	leidingnetbeproevingdruk of sterktebeproevingdruk	
PFA	allowable operating pressure (vertaling van 'pression de fonctionnement admissible')	toelaatbare bedrijfsdruk	Leidingelement gerelateerd
PMA	allowable maximum operating pressure (vertaling van 'pression maximale admissible')	toelaatbare maximale druk	
PEA	allowable site test pressure (vertaling van 'pression d'epreuve admissible sur chantier')	toelaatbare beproevingsdruk in gemonteerde situatie	
OP	operating pressure	bedrijfsdruk	leidingnet gerelateerd
SP	service pressure	leveringsdruk/einddruk	

3.1.1 Allowable maximum operating pressure (PMA)/toelaatbare maximale bedrijfsdruk van een leidingelement

NEN-EN 805

Maximum pressure occurring from time to time, including surge, that a component is capable of withstanding in service.

Incidenteel optredende maximale druk inclusief waterslagverschijnselen die een leidingelement tijdens bedrijf moet kunnen weerstaan.

3.1.2 Allowable operating pressure (PFA)/toelaatbare bedrijfsdruk van een leidingelement

NEN-EN 805

Maximum hydrostatic pressure that a component is capable of withstanding continuously in service.

Maximale druk die een leidingelement tijdens continubedrijf moet kunnen weerstaan.

3.1.3 Allowable site test pressure (PEA)/toelaatbare beproevingsdruk van een gemonteerd leidingelement

NEN-EN 805

Maximum hydrostatic pressure that a newly installed component is capable of withstanding for a relatively short duration, in order to ensure the integrity and tightness of the pipeline.

Maximale druk die een nieuw geïnstalleerde leidingelement tijdens de beproeving moet kunnen weerstaan om de integriteit en dichtheid van de leiding vast te stellen.

3.1.4 Design pressure (DP)/ontwerpdruk

NEN-EN 805

Maximum operating pressure of the system or of the pressure zone fixed by the designer considering future developments but excluding surge.

Minimaal benodigde druk in het leidingnet exclusief waterslagverschijnselen.

3.1.5 Maximum design pressure (MDP)/maximale ontwerpdruk

NEN-EN 805

Maximum operating pressure of the system or of the pressure zone fixed by the designer considering future developments and including surge, where:

- *MDP is designated MDP_a , when there is a fixed allowance for surge;*
- *MDP is designated MDP_c , when the surge is calculated.*

Maximale leidingnet bedrijfsdruk inclusief waterslagverschijnselen, waarin:

- MDP als MDP_a wordt aangeduid bij een vaste toeslag voor drukfluctuaties ten gevolge van waterslagverschijnselen;
- MDP als MDP_c wordt aangeduid als de drukfluctuaties ten gevolge van waterslagverschijnselen worden berekend.

3.1.6 Operating pressure (OP)/bedrijfsdruk

NEN-EN 805

Internal pressure which occurs at a particular time and at a particular point in the water supply system.

Inwendige druk die op een zeker tijdstip op een bepaald punt in het leidingnet optreedt.

3.1.7 Pressure zones/drukzones

NEN-EN 805

Areas of pressure ranges within a water supply system.

Gebieden met een bepaald drukregiem binnen een leidingnet.

3.1.8 Service pressure (SP)/afleverdruk

NEN-EN 805

Internal pressure delivered at the point of connection to the consumer's installation at zero flow in the service pipe.

Optredende inwendige druk op het leveringspunt van een afnemer (volgens het Drinkwaterbesluit [17] geldt er een drukeis, zie § 8.3.4.1).

3.1.9 Surge/drukfluctuaties ten gevolge van waterslagverschijnselen

NEN-EN 805

Rapid fluctuations of pressure caused by flow alterations over short periods of time.

Snelle drukfluctuaties ten gevolge van snelheidsveranderingen over korte tijdsperiodes.

3.1.10 System test pressure (STP)/leidingnet beproevingsdruk

NEN-EN 805

Hydrostatic pressure applied to a newly laid pipeline in order to ensure its integrity and tightness.

Hydrostatische druk waarmee een leiding wordt beproefd om de integriteit en dichtheid vast te stellen.

3.2 System/Drinkwaterdistributiesysteem

In de titel van deze praktijkcode worden 'leidingen' genoemd, die kunnen worden onderscheiden van 'leidingnetten'. Er is voor gekozen dat onderscheid in dit document niet te maken. De beide begrippen worden in deze praktijkcode door elkaar gebruikt.

3.2.1 Gravity system/Zwaartekracht systeem

NEN-EN 805

System where flow and/or pressure are caused by the force of gravity. There are two kinds of such systems:

- *pressurized gravity system, where the pipeline operates full;*
- *non-pressurized gravity system, where the pipeline operates partially full.*

Leidingsysteem waarbij geen energie via pompen wordt toegevoegd, maar dat functioneert onder invloed van de zwaartekracht vanwege het hoogteverschil tussen begin- en eindpunt.

Opmerking

Er zijn geen eisen opgenomen voor drukloze, zwaartekracht leidingsystemen waarbij de leiding niet geheel hoeft te zijn gevuld met water. Die systemen komen in Nederland niet voor.

3.2.2 Local main/Tertiaire of vertakte distributieleiding

NEN-EN 805

Water main which connects principal main(s) with service pipes.

Leiding die de verbinding vormt tussen een secundaire of vermaasde distributieleiding en de aansluitleiding. Een dergelijke leiding dient voor de waterverdeling op het niveau van straten en heeft bij voorkeur een vertakte structuur.

3.2.3 Potable water/Drinkwater

NEN-EN 805

Water intended for human consumption as defined by the relevant national authorities.

Water geschikt voor menselijke consumptie, zoals gedefinieerd in de Drinkwaterwet [16]: 'water bestemd of mede bestemd om te drinken, te koken of voedsel te bereiden dan wel voor andere huishoudelijke doeleinden, met uitzondering van warm tapwater, dat door middel van leidingen ter beschikking wordt gesteld aan consumenten of andere afnemers' (zie ook bijlage I).

3.2.4 Principal main/Secundaire of vermaasde distributieleiding

NEN-EN 805

Water main serving as a principal distributor within the supply area, normally without direct consumer connections.

Leiding die de verbinding vormt tussen een primaire of transportleiding en de tertiaire of vertakte distributieleiding. Een dergelijke leiding dient voor de waterverdeling op het niveau van wijken en heeft een vermaasde structuur.

3.2.5 Pumped and gravity system/Druk en zwaartekracht systeem

NEN-EN 805

System where the gravity system and the pumped system are used, either separately or in combination, to provide the flow and/or pressure.

Systeemtypen:

- druksysteem; systeem waarbij de volumestroom en de druk wordt gerealiseerd met behulp van een of meer pompen;
- zwaartekracht systeem; systeem waarbij de zwaartekracht de volumestroom en de druk realiseert;
- combinatie van druk en zwaartekracht systeem; systeem waarbij zowel met pompen als door de zwaartekracht de volumestroom en de druk wordt gerealiseerd.

3.2.6 Pumping station/Pompstation

NEN-EN 805

Pumping installation designed to provide adequate pressure and flow within the distribution system. Three types can be distinguished (see Figure 2):

- *main lift normally at the outlet of the treatment works, or source if there is no treatment, to provide flow to the service reservoir;*
- *intermediate to deliver flow on the way to a service reservoir or supply area;*
- *booster to pump directly from and to the area without storage.*

Station ontworpen om voldoende druk en volumestroom te leveren in het leidingnet:

- pompstation na een behandelingsinstallatie of bron om reinwater reservoirs en leidingnet te voeden;
- pompstation voor het voeden van het leidingnet vanuit reinwater reservoirs;
- aanjaagpomp zonder buffering voor drukverhoging in het leidingnet.

3.2.7 Pumped system/Pompsysteem

NEN-EN 805

System where flow and/or pressure are provided by means of one or more pumps and where the pipeline operates full.

Leidingsysteem waarbij energie via pompen wordt toegevoegd (in tegenstelling tot een zwaartekracht systeem, zie § 3.2.1).

3.2.8 Reservoir/Water reservoir

NEN-EN 805

Storage facility for water.

Opslagfaciliteit voor water.

3.2.9 Service pipe/Aansluitleiding

NEN-EN 805

Water pipe which supplies water from the local main to the consumer.

Verbinding tussen een secundaire of tertiaire leiding en een drinkwaterinstallatie inclusief; meetinrichting en alle andere door het bedrijf in of aan die leiding aangebrachte apparatuur zoals dienstkranen en begrenzers. Dit is doorgaans de praktijk, maar aansluitleidingen kunnen ook zijn aangesloten op primaire leidingen.

3.2.10 Service reservoir/Drinkwaterreservoir

NEN-EN 805

Covered reservoir for potable water which includes water compartment(s), control building, operation equipment and access arrangement providing reserve supplies, pressure stability and balancing demand fluctuations.

Reservoir behorend tot een drinkwaterinstallatie.

3.2.11 Standby plant

NEN-EN 805

Plant or system, such as additional pumps or duplicate mains, installed to provide secondary means for the supply of services in the event of failure or malfunction of the normal operating unit.

Voor Nederland niet van toepassing.

3.2.12 Trunk main/Primaire of transportleiding

NEN-EN 805

Water main which interconnects source(s), treatment works, reservoir(s) and/or supply areas, normally without direct consumer connection(s).

Leiding met een grootschalige transportfunctie die de verbinding vormt tussen de perszijde van een pomp en secundaire leidingen (vermaasde distributieleidingen). Een dergelijke leiding dient voor de waterverdeling op het niveau van zwaartepunten van verbruik en is ontworpen op basis van leveringszekerheid [11].

3.2.13 Water distribution system/Leidingnet

NEN-EN 805

Part of the water supply system comprising pipelines, service reservoirs, pumping stations

and other assets by which water is distributed to the consumers. It begins at the outlet from the water treatment works (or source, if there is no treatment) and ends at the point of connection to the consumer's installation (see Figure 3).

Deel van het waterverzorgingssysteem bestaande uit een leidingnet dat zorg draagt voor waterlevering aan de afnemers. Het leidingnet begint in het algemeen aan de perszijde van een pompstation en eindigt bij het leveringspunt.

Ook het begrip 'distributienet' volgens de Drinkwaterwet [16] wordt gehanteerd, zie bijlage I.

3.3 Components/Leidinglelementen

Leidinglelementen worden omschreven als onderdelen van een leiding zoals die in deze paragraaf worden genoemd en omschreven (bijvoorbeeld buis, buisdeel, coating, liner, fitting of hulpstuk, verbinding, appendage). Een 'leiding' wordt als volgt gedefinieerd: 'een samenstel van leidinglelementen met gelijke eigenschappen voor wat betreft materiaal, afmetingen en periode van aanleg'.

3.3.1 Accessories/Appendage

NEN-EN 805

Components, other than pipes, fittings or valves, which are used in a pipeline, e.g. glands, bolts, locking rings for joints, ferrules.

Leidinglelement zoals afsluiter, expansiestuk, pendelstuk, isolatiekoppeling, veiligheidstoestel (zoals bedoeld in [NEN-EN 1717](#)), drukregelaar, brandkraan en spuikraan.

3.3.2 Adjustable joint/Beweegbaar E-stuk

NEN-EN 805

Joint which permits significant angular deflection at the time of installation but not thereafter.

Het beweegbaar E-stuk (ook wel aangeduid als schuifstuk) wordt toegepast bij toestellen die vanwege hun onderhoud regelmatig moeten worden vervangen.

3.3.3 Coating/Coating

NEN-EN 805

Additional material applied to the external surface of a component to protect it from corrosion, mechanical damage or chemical attack.

Op het uitwendige oppervlak van een leidinglelement aangebracht materiaal om dit te beschermen tegen corrosie, mechanische beschadiging of chemische aantasting.

3.3.4 Ferrule/Dienstkraan

NEN-EN 805

Component used to connect a service pipe to a main, usually capable of shutting off the flow of water to the service pipe.

Kraan op de tertiaire leiding aan het begin van de aansluitleiding.

3.3.5 Fitting/Fitting, hulpstuk

NEN-EN 805

Component, other than a pipe, which allows pipeline deviation, change of direction or bore. In addition, flanged-socket pieces, flanged-spigot pieces and collars/couplings are defined as fittings.

Leidingelementen anders dan buizen, die verandering van richting, diameter, aftak enzovoort van de leiding mogelijk maken, naast elementen als flensstukken, flensspiestukken, blindflenzen, koppelingen enzovoort.

3.3.6 Flexible joint/Flexibele verbinding

NEN-EN 805

Joint which permits significant angular deflection, both during and after installation and which can accept a slight offset of the centre line.

Verbinding waarbij tijdens of na installatie een hoekverdraaiing kan worden gerealiseerd zonder afbreuk te doen aan de integriteit van het leidingnet.

3.3.7 Flexible pipe/Flexibele buis

NEN-EN 805

Pipe whose load carrying capacity is limited by deformation (diametral deflection and/or strain) under load to the ultimate design criteria without breaking or overstressing (flexible behaviour).

Buis waarvan de maximum belasting wordt bepaald door de flexibele vervorming van de buis, zonder stuk te gaan (bijvoorbeeld bij de brandweer in gebruik zijnde brandslangen, flexibele noodleidingen).

3.3.8 Joint/Verbinding

NEN-EN 805

Connection between the ends of two components including the means of sealing.

Koppeling tussen leidingelementen.

3.3.9 Lining/Liner

NEN-EN 805

Additional material applied to the internal surface of a component to protect it from corrosion, mechanical damage or chemical attack.

Op het inwendige oppervlak van een leidingelement aangebracht materiaal om dit te beschermen tegen corrosie, mechanische beschadiging of chemische aantasting.

3.3.10 Pipe/Buis

NEN-EN 805

Component of uniform bore, normally straight in axis, having e.g. socket, spigot or flanged ends.

Recht leidingelement met een constante inwendige diameter over de werkende buislengte (een buis met verbinding, bijvoorbeeld een gietijzeren buis met spie- en mofverbinding).

3.3.11 Pipe barrel/Buisdeel

NEN-EN 805

Cylindrical part of the pipe with a uniform cross section excluding socket and spigot where appropriate.

Recht leidingelement met een constante inwendige diameter over de gehele buislengte (uitsluitend een buis, bijvoorbeeld een PVC buis zonder verbindingstukken).

3.3.12 Rigid joint/Starre verbinding

NEN-EN 805

Joint that does not permit significant angular deflection, either during or after installation.

Verbinding waarbij geen hoekverdraaiing mogelijk is.

3.3.13 Rigid pipe/Tangentieel stijve buis

NEN-EN 805

Pipe whose load carrying capacity is limited by breaking without significant deformation of its cross section (rigid behaviour).

Tangentieel stijve buis (geen 'rerounding effect' en geen vervorming voor breuk).

3.3.14 Semi-rigid pipe/Tangentieel slappe buis

NEN-EN 805

Pipe whose load carrying capacity is limited either by deformation/overstressing (flexible behaviour) or by breaking (rigid behaviour) depending on its ring stiffness and/or the conditions of installation.

Tangentieel slappe buis ('rerounding effect').

3.3.15 Valve/Kraan (typen)

NEN-EN 805

Component isolating or controlling flow and pressure, e.g. isolating valve, control valve, pressure reducing valve, air valve, non-return valve, hydrant.

- afblaas of ontluchtingskraan: kraan voor luchtverwijdering uit de leiding;
- dienstkraan: kraan gemonteerd direct aan of op de tertiaire leiding waarmee de aansluitleiding kan worden afgesloten;
- hoofdkraan: kraan gemonteerd voor de watermeter (indien aanwezig), waarmee de drinkwaterinstallatie kan worden afgesloten terwijl de aansluitleiding in bedrijf blijft;
- stopkraan: kraan gemonteerd na de hoofdkraan waarmee (een gedeelte van) de drinkwaterinstallatie kan worden afgesloten;
- tapkraan: kraan waaruit drinkwater kan worden getapt of waarmee een op de drinkwaterinstallatie aangesloten toestel kan worden afgesloten.

3.4 Diameters/Diameters (middellijnen)

In de praktijk veelal met 'diameter' aangeduid.

3.4.1 External diameter (OD)/Uitwendige diameter

NEN-EN 805

Mean external diameter of the pipe barrel at any cross section. For pipes with externally profiled barrels, the external diameter is taken as the maximum diameter when viewed in cross-section.

Gemiddelde uitwendige diameter van een buisdeel in elke dwarsdoorsnede.

3.4.2 Internal diameter (ID)/Inwendige diameter

NEN-EN 805

Mean internal diameter of the pipe barrel at any cross section.

Gemiddelde inwendige diameter van een buisdeel in elke dwarsdoorsnede.

3.4.3 Nominal size (DN/ID or DN/OD)/Nominale diameter (DN)

NEN-EN 805

Numerical designation of the size of a component, which is a whole number approximately equal to the actual dimension in millimetres. This applies to either the internal diameter (DN/ID) or the external diameter (DN/OD).

Numerieke aanduiding van de buisafmeting met een getalwaarde (ongeveer, materiaalafhankelijk) gelijkwaardig aan de actuele dimensie in mm, gebaseerd op de inwendige of uitwendige diameter (materiaalafhankelijk).

3.5 Installation/Aanleg

NEN-EN 805

Installation terms are shown in figure 4.

3.5.1 Aggressive soil/Agressieve bodem

NEN-EN 805

Soil which could have a corrosive or other adverse effect on a component and which requires special consideration with respect to protective measures.

Grond die een corrosief of ander negatief effect kan hebben op een leidingelement en die bijzondere overwegingen vereist met betrekking tot beschermende maatregelen.

3.5.2 Cathodic protection/Kathodische bescherming

NEN-EN 805

Method of protecting metal components against corrosion in which the metal to be protected is maintained in a cathodic state relative to its surroundings.

Methode voor de bescherming van metalen leidingelementen tegen corrosie waarbij het metaal dat wordt beschermd in een kathodische situatie wordt gehouden in vergelijking met de omgeving.

3.5.3 Contaminated soil/Verontreinigde bodem

NEN-EN 805

Soil which has been affected by previous land use or by direct or indirect infiltration of chemicals or other substances, such that it requires special consideration.

Bodem die is beïnvloed door eerder gebruik of door directe of indirecte infiltratie van chemicaliën of andere stoffen, zodanig dat speciale overwegingen zijn vereist.

3.5.4 Depth of cover/Gronddekking

NEN-EN 805

Distance from the crown of the pipe barrel or fitting to the existing or future surface of the terrain.

De afstand van het hoogste punt van een buisdeel of hulpstuk tot het bestaande of toekomstige maaiveld.

3.6 Hydraulic design/Hydraulisch ontwerp

3.6.1 Back flow/Terugstroming

NEN-EN 805

Flow of water from outside the system in a direction contrary to the intended one.

Terugstroming van water in de niet-bedoelde richting (dit wijkt af van de [NEN-EN 805](#): terugstroming van water vanuit de omgeving is gedefinieerd als 'intrusie').

3.6.2 Equivalent length/Equivalente lengte

NEN-EN 805

Addition to the real length of a pipeline to simplify the allowance for local head losses at fittings, valves, etc., used for calculating the total head loss of a pipeline.

Rekenkundige lengte van een leiding waarbij de lokale verliezen worden gecompenseerd met extra wrijvingsverliezen door een extra lengte toe te kennen boven de werkelijke lengte.

3.6.3 Peak flow factor/Piek volumestroom factor

NEN-EN 805

Ratio between peak flow and average flow in the same period of time.

De verhouding tussen piekvolumestroom en gemiddelde volumestroom in dezelfde periode.

3.6.4 Water demand/Waterverbruik

NEN-EN 805

Estimated quantity of water required per unit of time.

De geschatte hoeveelheid drinkwater per tijdseenheid.

3.7 Structural design/Structureel ontwerp

3.7.1 Bedding reaction angle/Opleghoek

NEN-EN 805

Angle used for calculation purposes corresponding to the arc of soil bearing reaction applied at the underside of the component.

Middelpuntshoek van de buis waarover de buis wordt opgelegd in de ondergrond. De lastafdracht vindt plaats over het buisoppervlak dat wordt gevormd door de middelpuntshoek en de lengte.

3.7.2 Ring stiffness/Ringstijfheid

NEN-EN 805

Resistance of a pipe to diametral deflection in response to external loading applied along one longitudinal diametric plane. The ring stiffness is defined by the following formula:

$$S = E \times I / D_m^3$$

where

S is the ring stiffness of the pipe in Pascals (1 Pa = 1 N/m²);

E is the modulus of elasticity in flexure in the circumferential direction in Pascals (1 Pa = 1 N/m²);

I is the second moment of area of the pipe wall in the longitudinal direction, per unit length in metres to the fourth power per metre;

D_m is the mean diameter of the neutral axis of the pipe wall in metres.

NOTE This definition applies to both short and long term values.

De weerstand van een buis tegen diametrale deflectie als reactie op externe belasting van toepassing.

3.7.3 Ultimate load/Bezwijkdraagvermogen

NEN-EN 805

Load which causes failure as defined in the product standards.

De belasting die bezwijking veroorzaakt zoals gedefinieerd in de productstandaarden (beoordelingsrichtlijnen).

4 Application of standards and regulations/Toepassing van normen en regelgeving

NEN-EN 805

In all aspects, including health and safety, the national standards transposing ENs as available, shall apply as well as the regulations valid at the place where the system is being constructed and/or operated.

4.1 Wet- en regelgeving drinkwater

De wet- en regelgeving op het gebied van de Nederlandse drinkwatervoorziening is vastgelegd in achtereenvolgens (volgorde van 'status')⁵:

- De [Drinkwaterwet](#) [16], die aansluit bij de [Europese Drinkwaterrichtlijn](#) [3];
- Het [Drinkwaterbesluit](#) [17]
Deze Algemene Maatregel van Bestuur (AMvB) omvat de uitwerking van de [Drinkwaterwet](#) voor diverse onderwerpen.
- Een viertal Ministeriële Regelingen, die de verdere uitwerking zijn van een aantal onderdelen van het [Drinkwaterbesluit](#):
 - '[Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening](#)' [4], die betrekking heeft op de gezondheidskundige aspecten van producten in contact met drinkwater of het daarvoor bestemde water;
 - '[Regeling afsluitbeleid voor kleinverbruikers van drinkwater](#)' [84], waarin een procedure voor wanbetaling is vastgelegd;
 - '[Regeling legionellapreventie in drinkwater en warm tapwater](#)' [85], met daarin onder meer een legionella-risicoanalyse;
 - '[Drinkwaterregeling](#)' [56] met technische details voor onder andere waterkwaliteitsbeoordeling.

Daarnaast dient 'Onze Minister' volgens artikel 6 van de [Drinkwaterwet](#) 'ten minste eenmaal in de zes jaar een beleidsnota inzake de openbare drinkwatervoorziening vast te stellen'. De meest recente beleidsnota dateert van april 2014: de '[Beleidsnota drinkwater; Schoon drinkwater voor nu en later](#)' [54].

Het drinkwaterbedrijf moet de randvoorwaarden voor de levering ter plaatse van de aansluitingen van afnemers vastleggen met inachtneming van de wettelijke regelgeving. Die randvoorwaarden omvatten onder meer de drinkwaterkwaliteit, de leveringsdruk, de volumestroom en de continuïteit van levering. In de navolgende subparagrafen wordt nader ingegaan op voor het leidingnet relevante randvoorwaarden.

4.1.1 Waterkwaliteit

De titel van hoofdstuk III van de [Drinkwaterwet](#) [16] luidt 'De zorg voor de kwaliteit van drinkwater'. Dat hoofdstuk bestaat uit vier paragrafen waarvan met name § 1

⁵ In de informatieve bijlagen A 'Leeswijzer Bouwbesluit 2012', B 'Leeswijzer Drinkwaterwetgeving' en C 'Wettelijk kader NEN 1006' van [NEN 1006](#) wordt weliswaar ingegaan op de wet- en regelgeving op het gebied van drinkwater in Nederland, maar doet dat vooral vanuit het oogpunt van op het leveringspunt aangesloten leidingwaterinstallaties. De verantwoordelijkheid van de Nederlandse drinkwaterbedrijven gaat juist tot aan dat leveringspunt.

'Drinkwaterbedrijven' voor deze praktijkcode van belang is. In de artikelen 21 tot en met 24 van deze § 1 wordt regelmatig impliciet verwezen naar het [Drinkwaterbesluit](#) [17] (zie § 4.1).

De titel van hoofdstuk 3 van het [Drinkwaterbesluit](#) is 'De zorg voor de kwaliteit van drinkwater'. Subparagraaf 3.1.1 'De hoedanigheid van het water' is onderdeel van § 3.1 'Drinkwaterbedrijven' en omvat de artikelen 12, 13 en 14. De integrale tekst van artikel 12 'Relatie met zorgplicht deugdelijk drinkwater' respectievelijk van lid 1 van artikel 13 'Kwaliteitseisen' luidt als volgt:

- 'Voor zover de eigenaar van een drinkwaterbedrijf voldoet aan de in deze paragraaf opgenomen bepalingen en de daarop berustende voorschriften, voldoet hij daarmee, voor zover het betreft de in die bepalingen en voorschriften geregelde onderwerpen, tevens aan artikel 21, eerste lid, van de wet.';
- 'De eigenaar van een drinkwaterbedrijf draagt er zorg voor dat het drinkwater op het leveringspunt en op het tappunt voldoet aan de eisen die daaraan worden gesteld in de tabellen I, II, IIIa, IIIb en IIIc van bijlage A, behorende bij dit besluit.'

In artikel 14 'Monsterneming en analyse' van het [Drinkwaterbesluit](#) wordt vervolgens verwezen naar een ministeriële regeling voor de wijze van monsterneming, de analysevoorschriften, de analysefrequentie en het meetprogramma. Met die ministeriële regeling wordt bedoeld op de [Drinkwaterregeling](#) [56] waarin een en ander is gereguleerd. Overeenkomstig artikel 10 'Meetprogramma en meetfrequentie' van die [Drinkwaterregeling](#) dienen de drinkwaterbedrijven een verplicht meetprogramma uit te voeren, ook op nader gespecificeerde locaties in het leidingnet. De wijze waarop de monsterneming, 'bewaring' van monsters en analyses moeten worden uitgevoerd, is vastgelegd in de artikelen 9 'Eisen aan degene die monsternamen en analyse doet', 11 'Plaats en tijdstip monsternamen en bewaring monsters' en 13 'Analysemethoden en prestatiekenmerken' van de [Drinkwaterregeling](#). Ten slotte gaat artikel 14 'Verstrekking kwaliteitsgegevens' in op de wijze waarop de drinkwaterbedrijven hun verkregen waterkwaliteitsgegevens moeten rapporteren aan de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT). In de publicatie '[Inspectierichtlijn Harmonisatie Meetprogramma Drinkwaterkwaliteit](#)' [65] is informatie opgenomen over de manier waarop de Inspecties in Nederland de meetprogramma's van de drinkwaterbedrijven beoordelen op hun geschiktheid om de kwaliteit van het drinkwater te bewaken.

Overschrijding van de normen van de drinkwaterkwaliteit moet een drinkwaterbedrijf melden aan de ILT. In de procedure '[Melden normoverschrijdingen; Procedure voor het melden door drinkwaterbedrijven van een normoverschrijding van de drinkwaterkwaliteit](#)' [66] is beschreven hoe een drinkwaterbedrijf dit moet doen.

Belang

Het is belangrijk te constateren dat de bewaking van de waterkwaliteit (microbiologisch, chemisch en organoleptisch) in het leidingnet en alles wat daarmee qua regelgeving samenhangt een wettelijk kader heeft. Een en ander wordt in hoofdstuk 14 'Bedrijfsvoering' van deze praktijkcode nader uitgewerkt.

Invloed van materialen op de drinkwaterkwaliteit

Producten en materialen die in contact (kunnen) komen met drinkwater of het daarvoor bestemde water, of warm tapwater mogen volgens artikel 19 'Zorgplicht' van het [Drinkwaterbesluit](#) [17] geen stoffen afgeven in hoeveelheden die schadelijk kunnen zijn voor de gezondheid van de consument of anderszins de drinkwaterkwaliteit aantasten. Daartoe

dienen de producten of materialen te voldoen aan de toxicologische, microbiologische en organoleptische eisen die zijn vastgelegd in de vigerende '[Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening](#)' [4]. Dit betekent dat de procedure voor het verkrijgen van een erkende kwaliteitsverklaring volgens die [Regeling](#) met positief resultaat dient te zijn afgerond.

Producten of materialen die zijn voorzien van een kwaliteitsverklaring⁶, afgegeven door bijvoorbeeld een buitenlandse certificatie-instelling, mogen ook in Nederland worden toegepast, mits deze kwaliteitsverklaring door de Minister gelijkwaardig is verklaard aan de kwaliteitsverklaring zoals is bedoeld in de [Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening](#).

Het rapport KWR 2013.064 'Wet- en regelgeving in Nederland voor leidingmaterialen in contact met drinkwater; Een toelichting op de 'Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening' [57] is een toelichting op deze Regeling voor 'leidingmaterialen' (dat wil zeggen niet voor andere materialen en niet voor 'chemicaliën'). Ook in de 'Hygiëncode Drinkwater; *Algemeen*' [2] wordt uitleg gegeven over (de regelgeving van) producten in contact met drinkwater.

Belang

Alle onderdelen (elementen) ten behoeve van het leidingnet dienen op basis van wet- en regelgeving over een 'erkende kwaliteitsverklaring volgens de Regeling' te beschikken.

Hieronder bij '*Toelichting regelgeving*' wordt ter informatie nader ingegaan op de verschillende kwaliteitsverklaringen.

Toelichting regelgeving

De 'erkende kwaliteitsverklaring volgens de [Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening](#)' is publiekrechtelijk van aard (dat wil zeggen heeft een wettelijk kader) en heeft betrekking op hygiënische (toxicologische, microbiologische en organoleptische) aspecten van producten in contact met (drink)water. In het verleden werd de erkende kwaliteitsverklaring aangeduid als 'Kiwa-ATA' of 'Kiwa-ATA-productcertificaat', waarbij 'ATA' stond voor 'Attest Toxicologische Aspecten'. Dit productcertificaat van de huidige certificatie-instelling Kiwa Nederland (i) is zo rond het begin van de 70'er jaren van de vorige eeuw samen met de Nederlandse drinkwatersector ontwikkeld, (ii) had tot 2001 uitsluitend betrekking op toxicologische (gezondheidskundige) aspecten en (iii) gebeurde tot 2001 op basis van vrijwilligheid. Sinds 2001 maakt een 'Kiwa-ATA' onderdeel uit van de Nederlandse wet- en regelgeving voor drinkwater en is toen ook uitgebreid tot de bovengenoemde hygiënische aspecten (microbiologische en organoleptische aspecten zijn toegevoegd). Certificatie-instelling Kiwa Nederland is op dit moment de enige 'erkende certificatie-instelling' volgens de Regeling voor het uitgeven van erkende kwaliteitsverklaringen.

Beoordelingsrichtlijnen (BRL's) voor producten in contact met drinkwater van certificatie-instelling Kiwa Nederland (i) werden en worden opgezet en onderhouden met

⁶ Een kwaliteitsverklaring afgegeven door een onafhankelijke certificatie-instelling in een andere lidstaat van de Europese Unie dan Nederland of in een andere staat die partij is bij de Overeenkomst betreffende de Europese Economische Ruimte, is gelijkwaardig aan een erkende kwaliteitsverklaring, voor zover naar het oordeel van de Minister uit de eerstgenoemde kwaliteitsverklaring blijkt dat wordt voldaan aan ten minste gelijkwaardige eisen als bedoeld in de 'Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening'.

vertegenwoordigers van de Nederlandse drinkwatersector, (ii) zijn privaatrechtelijk van aard en (iii) hebben betrekking op functionele aspecten. Beoordelingsrichtlijnen bevatten productafhankelijke criteria (parameters) met bijbehorende eisen (grenswaarden) inclusief bijbehorende beproevingsmethoden. Kiwa Nederland certificeert op basis van deze beoordelingsrichtlijnen. Bij het voldoen aan een BRL voor een product in contact met drinkwater wordt een 'Kiwa Water Mark' kwaliteitsverklaring uitgegeven (in het verleden had die kwaliteitsverklaring de benaming 'Kiwa-keur'). Omdat in Kiwa-beoordelingsrichtlijnen voor producten in contact met drinkwater een paragraaf is opgenomen met betrekking tot het voldoen aan de Regeling, omvat een 'Kiwa Water Mark' kwaliteitsverklaring zowel hygiënische als functionele aspecten.

4.1.2 Druk en hoeveelheid

De druk in het leidingnet en de afgeleverde hoeveelheid drinkwater zijn items met een publiekrechtelijk karakter. Dat begint in lid 1 van artikel 32 uit § 1 'Levering onder normale omstandigheden' van hoofdstuk IV 'Leveringszekerheid en continuïteit' van de [Drinkwaterwet](#) [16]: *'De eigenaar van een drinkwaterbedrijf draagt er zorg voor dat de levering van deugdelijk drinkwater aan consumenten en andere afnemers in het voor zijn drinkwaterbedrijf vastgestelde distributiegebied gewaarborgd is in een zodanige hoeveelheid en onder een zodanige druk als in het belang van de volksgezondheid vereist is.'* Deze randvoorwaarde wordt geconcretiseerd in het [Drinkwaterbesluit](#) [17]. Volgens lid 1 van artikel 45 'Hoeveelheid en druk' van het [Drinkwaterbesluit](#) [17] geldt het volgende ten aanzien van hoeveelheid en druk: *'De eigenaar van een drinkwaterbedrijf voldoet aan de in artikel 32, eerste lid, van de wet bepaalde hoeveelhedeis en drukeis onder niet verstoorde omstandigheden, indien de inrichting van het distributienet en de productiecapaciteit het mogelijk maken om op een willekeurig moment van de dag in één uur tijd 1000 liter water op het leveringspunt van een enkelvoudige huishoudelijke installatie te leveren, terwijl de druk ter plaatse van het leveringspunt ten minste 150 kPa ten opzichte van het maaiveld is.'*

Belang

Als uitgangspunt voor het ontwerpen van leidingnetten voor drinkwater (zie hoofdstuk 8) geldt:

- Leveringsdruk: *'..... de druk ter plaatse van het leveringspunt ten minste 150 kPa ten opzichte van het maaiveld is.'*;
- Volumestroom: *'..... op een willekeurig moment van de dag in één uur tijd 1000 liter water op het leveringspunt van een enkelvoudige huishoudelijke installatie te leveren,'*.

4.1.3 Continuïteit van levering

'Leveringszekerheid en continuïteit' is de titel van hoofdstuk IV van de [Drinkwaterwet](#) [16] en omvat de artikelen 32 tot en met 38. Het hoofdstuk is verdeeld in vijf paragrafen, waarvan § 1 ingaat op de 'Levering onder normale omstandigheden', de paragrafen 2 tot en met 4 op 'verstoringen' en § 5 op 'Leveringsplan en nadere eisen'. Ook hoofdstuk 5 van het [Drinkwaterbesluit](#) [17] heeft als titel 'Leveringszekerheid en continuïteit'. Dat hoofdstuk omvat de artikelen 45 tot en met 54. In verband met de continuïteit van de levering van drinkwater zijn verstoringen in de [Drinkwaterwet](#) nadrukkelijk in beeld. In het [Drinkwaterbesluit](#) is dat vooral het geval voor het 'leveringsplan' van een drinkwaterbedrijf en wel voor een periode ('horizon') van ten minste tien jaar (artikel 46 'Prognose waterbehoefte'), inclusief een 'verstoringen-risicoanalyse'. Voor het bewuste plan, zie ook artikel 53 'Leveringsplan' van het [Drinkwaterbesluit](#). Uit lid 3 van dat artikel blijkt dat het

leveringsplan ten minste eenmaal per vier jaar moet worden herzien en tussentijds als daartoe aanleiding is.

Bij een verstoring treft een drinkwaterbedrijf onmiddellijk zelfstandig alle maatregelen die noodzakelijk zijn of die redelijkerwijs te verwachten zijn om de verstoring zo spoedig mogelijk op te heffen. Als de verstoring naar verwachting al heeft geleid of kan leiden tot een onderbreking van langer dan 24 uur in de levering van deugdelijk drinkwater of als door de verstoring sprake is van een gevaar voor de volksgezondheid, is het drinkwaterbedrijf volgens lid 2 van artikel 35 van de [Drinkwaterwet](#) verplicht te overleggen met de inspecteur van de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT). De inspecteur kan oordelen dat de levering van drinkwater niet meer mogelijk of onaanvaardbaar is vanuit het oogpunt van volksgezondheid. Als dat het geval blijkt te zijn, dient het drinkwaterbedrijf binnen een door de inspecteur vast te stellen termijn te zorgen voor de levering van nooddrinkwater⁷ (lid 3 van artikel 35 van de [Drinkwaterwet](#)). Daarbij is nadrukkelijk voorbehouden dat wanneer het technisch mogelijk is en er geen onaanvaardbare risico's voor de volksgezondheid optreden, het drinkwaterbedrijf zich inspannt om ook te zorgen voor levering van noodwater aan consumenten en andere afnemers (lid 4 van artikel 35 van de [Drinkwaterwet](#)). De voor nood(drink)water geldende randvoorwaarden zijn in de artikelen 48 'Nooddrinkwater' en 49 'Noodwater-risicoanalyse' verder uitgewerkt.

Belang

Een verstoring kan betrekking hebben op een of meer leidingen in het leidingnet, maar kan ook het effect zijn van een niet of onvoldoende functionerende zuiveringsinstallatie. In het geval van een verstoring van (een) leiding(en) dient een drinkwaterbedrijf de betreffende leiding(en) te repareren, te vervangen of andere maatregelen te treffen en dan wel zodanig dat de levering van drinkwater binnen 24 uur kan worden hersteld. Als de termijn van een etmaal niet haalbaar is, is de levering van nooddrinkwater aan de orde. In de bedrijfsvoering (hoofdstuk 14) dient met een en ander rekening te worden gehouden.

4.1.4 Prestatie-indicatoren

Hoofdstuk V van de [Drinkwaterwet](#) [16] heeft betrekking op 'De doelmatigheid van de openbare drinkwatervoorziening' en in artikel 39 wordt in dat verband gewezen op '*..... de uitvoering van een prestatievergelijking die betrekking heeft op de kwaliteit van het geleverde water, de milieuaspecten van de drinkwatervoorziening, klantenservice, kostenefficiëntie, onderzoek en ontwikkeling*', met een verwijzing naar het [Drinkwaterbesluit](#) [17]. Artikel 40 van de wet noemt daarbij een (door het bevoegd gezag) nog vast te stellen 'protocol'.

Artikel 57 'Prestatie-indicatoren' van hoofdstuk 6 'De doelmatigheid van de openbare drinkwatervoorziening' van het [Drinkwaterbesluit](#) stelt met betrekking tot het leidingnet: '1. De in het protocol op te nemen prestatie-indicatoren voor kwaliteit hebben ten minste betrekking op:

- a. bij ministeriële regeling aangewezen parameters en de daarbij behorende waarden en de frequentie en mate van overschrijdingen daarvan;
- b. de kwaliteitsbewaking;
- c. de lek- en spuiverliezen;

⁷ De begrippen 'nooddrinkwater' en 'noodwater' (zie verder) inclusief de omschrijving volgens de Drinkwaterwet zijn opgenomen in bijlage I van deze praktijkcode.

d. de druk in het distributienet.

2. De in het protocol op te nemen prestatie-indicatoren voor klantenservice hebben ten minste betrekking op de volgende dienstverleningsprocessen:

a. het verhelpen van verstoringen;

b. geplande en ongeplande onderbrekingen van de levering;

c.;

d. onderhoud aan het distributienet;

e. meteropname;

f.

.....'

Belang

Diverse onderdelen van de bedrijfsvoering van het leidingnet hebben een wettelijk kader: de bewaking van de waterkwaliteit, lek- en spuiverliezen, 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 2015' [86]) worden de gegevens van deze onderdelen verzameld, gecorrigeerd, geïnterpreteerd en gerapporteerd.

In hoofdstuk 14 wordt een en ander expliciet gemaakt.

4.1.5 Primaire en secundaire bedrijfsprocessen

De eigenaar van een drinkwaterbedrijf dient door middel van een kwaliteitsmanagementsysteem (gebaseerd op de mondiale norm [NEN-EN-ISO 9001](#)) toezicht te houden op de primaire en secundaire bedrijfsprocessen van het bedrijf, waaronder distributie. Dat blijkt uit achtereenvolgens:

- Onderdeel b van lid 3 van artikel 21 van de [Drinkwaterwet](#): *'Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur worden, onverminderd het eerste lid, in het belang van de volksgezondheid eisen gesteld met betrekking tot: b. het toezicht, door of vanwege de eigenaar van een drinkwaterbedrijf te houden op de toestand en de werking van het bedrijf, alsmede op de hoedanigheid van het in dat bedrijf bereide drinkwater;'*
- Artikel 15 'Handleiding en bedrijfsprocessen' in § 3.1.2 'Kwaliteitsmanagementsysteem' van hoofdstuk 3 'De zorg voor de kwaliteit van drinkwater' van het [Drinkwaterbesluit](#) (lid 1 en een deel van lid 2 en lid 3): *'1. Het toezicht door de eigenaar van een drinkwaterbedrijf, bedoeld in artikel 21, derde lid, onder b, van de wet, vindt plaats door middel van een daartoe op te stellen en uit te voeren kwaliteitsmanagementsysteem, gebaseerd op NEN-EN-ISO 9001. Bij ministeriële regeling kan een handleiding worden aangewezen die de eigenaar gebruikt bij het opstellen van het kwaliteitsmanagementsysteem.*

.....

3. De secundaire bedrijfsprocessen die in ieder geval bij het opstellen en uitvoeren van het kwaliteitsmanagementsysteem worden betrokken zijn:':

Hierop volgt een lijst met secundaire bedrijfsprocessen, waarvan de voor het leidingnet relevante direct hieronder zijn uitgewerkt.

Belang

Primaire en secundaire bedrijfsprocessen dienen op basis van de regelgeving onderdeel uit te maken van het kwaliteitsmanagementsysteem van een drinkwaterbedrijf. Met betrekking tot het leidingnet worden tot die processen gerekend: de distributie van drinkwater, frontbeveiliging, de afgeleverde hoeveelheid drinkwater, de druk in het leidingnet, het ontwerp, de realisatie en het onderhoud van leidingen, de bewaking van de conditie van het leidingnet en hygiënisch werken (zie navolgende subparagrafen). Deze aspecten komen in hoofdstuk 14 'Bedrijfsvoering' terug.

4.1.5.1 'Frontbeveiliging'

'3. De secundaire bedrijfsprocessen die in ieder geval bij het opstellen en uitvoeren van het kwaliteitsmanagementsysteem worden betrokken zijn:: b. de bewaking van:

.....

5'. het voorkomen van verontreiniging van het leidingnet van het drinkwaterbedrijf vanuit de daarop aangesloten installaties;"

De beveiliging van het leidingnet tegen verontreiniging uit aangesloten drinkwaterinstallaties wordt aangeduid als 'secundaire beveiliging'⁸ of 'frontbeveiliging'. Deze terugstroombeveiliging wordt direct voor het leveringspunt geplaatst en behoort daarmee (als onderdeel aan het einde van het leidingnet) tot de verantwoordelijkheid van het drinkwaterbedrijf [79, 80].

Woninginstallaties

Woninginstallaties (met een 'permanente volumestroom'⁹ van 2,5 en 4 m³/h, zie § 4.3 'Regelgeving watermeters') zijn en worden in Nederland benedenstreams voorzien van een geïntegreerde, niet-controleerbare keerklep (die daarom wordt aangeduid als 'inzetkeerklep') als frontbeveiliging.

Drinkwaterinstallaties anders dan woninginstallaties

Aan het begin van het huidige millennium is door een VEWIN-werkgroep Frontbeveiliging het rapport '[Evaluatie bedrijfstakbeleid m.b.t. hoofdleidingnet tegen terugstroming](#)' [9] opgesteld. De daarin gedane aanbevelingen hebben niet geleid tot een beleid ten aanzien van de frontbeveiliging van installaties anders dan woninginstallaties. Voor de frontbeveiliging van drinkwaterinstallaties anders dan woninginstallaties (permanente volumestroom > 4 m³/h, zie § 4.3 'Regelgeving watermeters') zijn er binnen de Nederlandse drinkwatersector geen afspraken en is er geen uniforme lijn. De drinkwaterbedrijven passen soms een niet-controleerbare keerklep toe, maar doorgaans is er sprake van de toepassing van een controleerbare keerklep in de meetstraat.

⁸ De aanduiding 'secundaire beveiliging' veronderstelt ook het bestaan van een 'primaire beveiliging'. De secundaire of frontbeveiliging is onderscheiden van de primaire of tappuntbeveiliging, waarvoor een verplichting is opgenomen in de [NEN 1006](#) (lid b van § 1.4.2: 'Een leidingwaterinstallatie moet zo zijn uitgevoerd dat: het water bij de tappunten - met het oog op de volksgezondheid - betrouwbaar is voor het gebruiksdoel. Het water aan de tappunten aan de normen voor fysische, chemische en microbiologische kwaliteit voldoet;'). Deze beveiliging in toestellen tegen het binnendringen van vreemde stoffen in waterinstallaties is verder geregeld in Waterwerkblad [WB 3.8](#) 'Beveiliging (gevaarlijke) toestellen' als onderdeel van het beheer van leidingwaterinstallaties. In dit verband wordt tevens Waterwerkblad [WB 1.4 G](#) 'Beheer van leidingwaterinstallaties' genoemd.

⁹ De begrippen 'nominale volumestroom' (aangeduid als 'Q_n') en 'permanente volumestroom' (aangeduid als 'Q₃') houden verband met de voormalige respectievelijk huidige regelgeving op het gebied van watermeters. Beide begrippen worden nog gehanteerd als gevolg van de aanwezigheid van watermeters volgens de voormalige regelgeving in het leidingnet. Er geldt: Q₃ = 1,6 * Q_n.

Andere aansluitingen

Nieuwe insluibeveiligde brandkranen (zie Kiwa-beoordelingsrichtlijn [BRL-K614](#)) worden sinds de negentiger jaren van de vorige eeuw voorzien van een terugstroombeveiliging ter bescherming van het leidingnet tegen bewuste en onbewuste verontreiniging. In het Voorwoord van de vigerende beoordelingsrichtlijn van certificatie-instelling Kiwa Nederland ([BRL-K614](#)) is de terugstroombeveiliging expliciet opgenomen: *‘De Technische Adviescommissie Leidingen en Appendages is van mening dat brandkranen geschikt moeten zijn om zowel te beveiligen tegen insluizen als tegen terugstroming. In de aanvullende producteisen zijn de eisen tegen insluizen beschreven. De eisen tegen terugstroming zijn beschreven in de NEN-EN 14339 die op haar beurt verwijst naar de NEN-EN 1074-6.’* De toepassing van door Kiwa Nederland op basis van de [BRL-K614](#) gecertificeerde brandkranen impliceert de aanwezigheid van een terugstroombeveiliging. Het blijkt daarbij te gaan om niet-controleerbare keerkleppen.

Ook openbare tappunten worden voorzien van een terugstroombeveiliging. Doorgaans gebeurt dit door middel van een niet-controleerbare keerklep in de watermeter, maar ook controleerbare keerkleppen worden hierbij soms toegepast.

4.1.5.2 Afgeleverde hoeveelheid drinkwater en druk in het leidingnet

‘3. De secundaire bedrijfsprocessen die in ieder geval bij het opstellen en uitvoeren van het kwaliteitsmanagementsysteem worden betrokken zijn:c. de bewaking van de hoeveelheid afgeleverd drinkwater en de druk in het leidingnet van het drinkwaterbedrijf;’

Het meten en registreren door een drinkwaterbedrijf van de afgeleverde hoeveelheid drinkwater door een productielocatie en de druk in het leidingnet heeft een wettelijk kader. Bovendien dient de opslag van de geregistreerde meetwaarden een plaats te hebben binnen het kwaliteitsmanagementsysteem van een drinkwaterbedrijf. Voor zover bekend bestaan er binnen de sector geen afspraken ten aanzien van meetintervallen en/of bewaartermijnen van gemeten hoeveelheden en drukken.

4.1.5.3 Ontwerp, bouw en onderhoud

‘3. De secundaire bedrijfsprocessen die in ieder geval bij het opstellen en uitvoeren van het kwaliteitsmanagementsysteem worden betrokken zijn:e. het ontwerp, de bouw en het onderhoud van de watervoorzieningswerken;’¹⁰

Het ontwerp (hoofdstuk 8), de realisatie (hoofdstuk 10) en het onderhoud (als onderdeel van de bedrijfsvoering, hoofdstuk 14) van leidingnetten hebben hiermee een wettelijk kader. Ook alle gegevens die hiermee verband houden, dienen te worden opgeslagen binnen het kwaliteitsmanagementsysteem van het drinkwaterbedrijf.

4.1.5.4 Conditiebewaking

‘3. De secundaire bedrijfsprocessen die in ieder geval bij het opstellen en uitvoeren van het kwaliteitsmanagementsysteem worden betrokken zijn:f. de bewaking van de conditie van watervoorzieningswerken;’

Ook de conditiebewaking van het leidingnet heeft een wettelijk kader. Alle daarmee verband houdende gegevens moeten een plaats hebben binnen het kwaliteitsmanagementsysteem van het drinkwaterbedrijf.

¹⁰ Bij ‘watervoorzieningswerken’ (zie ook verder) wordt nadrukkelijk gewezen op de definitie van dit begrip (bijlage I): *‘werken ten behoeve van de productie en distributie van drinkwater’*. Watervoorzieningswerken omvatten dus ook leidingnetten.

Een van de hoofddoelen van de '[Beleidsnota drinkwater; Schoon drinkwater voor nu en later](#)' [54] is het '*Behouden van de goede conditie van de drinkwaterinfrastructuur*' (hoofddoel 3). In de hoofdstukken 4 'Beleidsuitgangspunten voor duurzame veiligstelling drinkwatervoorziening' (en dan vooral § 4.6 'Behouden goede conditie drinkwaterinfrastructuur') en 7 'Behouden goede conditie drinkwaterinfrastructuur' komt het belang van die goede conditie aan de orde. In § 7.2 'Gerichte samenwerking bij de vervangingsopgave infrastructuur' komt onder meer de volgende passage voor: '*Prioriteiten in het uitvoeringsbeleid van de vervangingsopgave van de drinkwatersector zijn: – Een eenduidige en goede database, waarin naast het vastleggen van de conditie van de verschillende onderdelen ook adequate storingsregistratie plaatsvindt.*' Een dergelijke database behoort primair tot de verantwoordelijkheid van de individuele drinkwaterbedrijven. Storingsregistratie is door de gezamenlijke drinkwaterbedrijven vanaf 2008 in samenwerking op landelijke schaal opgepakt, wat heeft geleid tot 'USTORE' (zie verder hoofdstuk 14).

4.1.5.5 Onderhoud

'3. De secundaire bedrijfsprocessen die in ieder geval bij het opstellen en uitvoeren van het kwaliteitsmanagementsysteem worden betrokken zijn:g. het uitvoeren van onderhoud en reparaties aan de watervoorzieningswerken;'

'Onderhoud' maakt ook onderdeel uit van subparagraaf 4.1.5.3, waarnaar wordt verwezen.

4.1.5.6 Hygiënisch werken

'3. De secundaire bedrijfsprocessen die in ieder geval bij het opstellen en uitvoeren van het kwaliteitsmanagementsysteem worden betrokken zijn:i. het hygiënisch werken bij de aanleg en het onderhoud van watervoorzieningswerken;'

Voor hygiënisch werken bij de aanleg en het onderhoud van leidingnetten wordt verwezen naar § 4.2 en § 4.2.3 van deze praktijkcode, aangezien in het [Drinkwaterbesluit](#) [17] ook nog expliciet wordt verwezen naar de 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*' [18].

4.2 Documenten met een wettelijk kader volgens de wet- en regelgeving voor drinkwater

Het [Drinkwaterbesluit](#) [17] verwijst expliciet naar een aantal privaatrechtelijke documenten: beoordelingsrichtlijnen, normen en een onderzoeksrapport. Enkele daarvan hebben betrekking op het transport en de distributie van drinkwater. Daarnaast wordt verwezen vanuit artikel 21 'Aanleg en herstel transport- en distributienet' (integrale tekst):

'1. De eigenaar van een drinkwaterbedrijf draagt er zorg voor dat de leidingen die deel uitmaken van zijn watervoorzieningswerken en distributienet worden aangelegd overeenkomstig NEN 3650, NEN 3651, NEN 7171-1 en NPR 7171-2.

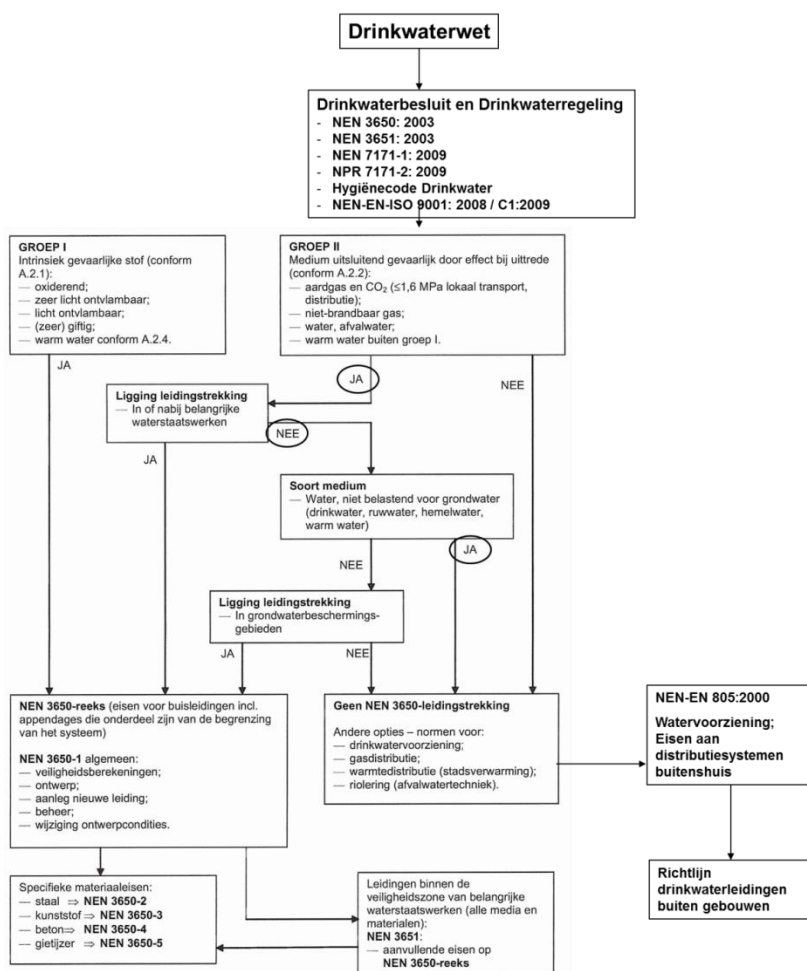
2. De eigenaar van een drinkwaterbedrijf draagt er zorg voor dat verontreiniging van het drinkwater wordt voorkomen door bij aanleg en herstel van zijn watervoorzieningswerken en distributienet te werken overeenkomstig BTO 2001.175.'

De vier in lid 1 genoemde documenten zijn nationale normen (zie bijlage IV). Met 'BTO 2001.175' in lid 2 worden de eerste (2001) en de tweede (2010) editie van de 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*' bedoeld, waarvan inmiddels een derde (2016) vigerend is [18]. Bepaalde onderdelen uit de tweede editie van deze Hygiëncode zijn inmiddels opgenomen in de 'Hygiëncode Drinkwater; *Algemeen*' (eerste editie) [2].

In deze paragraaf wordt nader ingegaan op de in artikel 21 van het [Drinkwaterbesluit](#) genoemde documenten.

Vrijwillige en verbindende normen

In tegenstelling tot 'vrijwillige' normen moeten de hierboven genoemde documenten als 'verbindend' worden beschouwd ('rechtskracht'). Omdat de [NEN-EN 805](#) niet in het [Drinkwaterbesluit](#) wordt genoemd, prevaleren genoemde documenten qua regelgeving dus ten opzichte van deze Europese norm. De schematische weergave volgens Figuur 1 uit [NEN 3650-1](#) (zie Figuur 1) dient te worden gehanteerd als vertrekpunt voor de regelgeving van 'buisleidingssystemen'. Het medium drinkwater behoort daarbij tot 'groep II'. Drinkwaterleidingen buiten belangrijke waterstaatswerken vallen volgens dat schema niet onder de NEN 3650 (normenserie bestaande uit de delen 1 tot en met 5), zodat de [NEN-EN 805](#) en de onderhoudige praktijkcode in die gevallen van toepassing zijn. De aanbevelingen in deze praktijkcode vallen dus buiten de werkingssfeer van de normen in de NEN 3650-serie. Er is een raakvlak met de normen in geval van kruisingen met of parallelligging aan belangrijke waterstaatswerken. De norm [NEN 3651](#) (die als aanvulling op de NEN 3650-serie is geschreven) is in dat geval volgens Figuur 1 van toepassing.



Figuur 1 'Stroomschema groepsindeling en normen' uit [NEN 3650-1](#), uitgebreid met de Drinkwaterwet, het Drinkwaterbesluit, de Drinkwaterregeling, de [NEN-EN 805](#) en de onderhoudige richtlijn.

Jaargangen

In Artikel 1 van het [Drinkwaterbesluit](#) [17] is bij de normenserie NEN 3650 en de norm [NEN 3651](#) het volgende aangegeven: '.....zoals deze luiden op een bij ministeriële regeling

genoemd tijdstip, met inbegrip van de bij die regeling genoemde aanvullingen en correctiebladen'. Met de 'ministeriële regeling' wordt in dit geval bedoeld op de [Drinkwaterregeling](#) [56]. In lid 2 van artikel 2 'Versies van normerende documenten' van die regeling wordt het jaartal van de normen genoemd: 2003 (zie ook Figuur 1). Inmiddels zijn zowel de normenserie NEN 3650 als de norm [NEN 3651](#) geactualiseerd en de vigerende editie daarvan dateert van 2012 (de eerste twee delen van de normenserie NEN 3650 hebben bovendien een correctieblad van 2017). Volgens een Vewin-jurist (mondelijke mededeling) kan de meest recente editie als van toepassing zijnde worden beschouwd. Toch wordt bij dit standpunt gewezen op de integrale tekst van de artikelsgewijze toelichting bij de [Drinkwaterregeling](#) (toelichting bij artikel 2 'Versies van normerende documenten'):

'In dit artikel worden de van toepassing zijnde versies aangewezen van BRL's, NEN-normen, en andere documenten die genoemd zijn in artikel 1 van het Drinkwaterbesluit. Enerzijds is voor een aantal documenten 1 juli 2011 vastgesteld als ijkpunt, anderzijds wordt in het artikel bepaald welke aanvullingen en correctiebladen van toepassing zijn. Met deze zogeheten 'statische verwijzing' wordt verzekerd dat een wijziging in die documenten pas in de regeling zijn doorwerking krijgt op het moment dat de nieuwe versie in de regeling is aangewezen.

De van toepassing zijnde versie van NEN 1006 is aangewezen in de Regeling bouwbesluit 2003.'

In de [Drinkwaterregeling](#) wordt geen 'jaargang' aangegeven voor de 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie'. De eerste editie van dat document dateert van januari 2002. Die eerste editie is inmiddels twee keer geactualiseerd: de tweede editie verscheen in december 2010 en de derde in januari 2016. Het Ministerie is daarover weliswaar geïnformeerd, maar heeft daarop niet gereageerd. Volgens een Vewin-jurist kan ook in dit geval de meest recente editie als van toepassing zijnde worden beschouwd.

Voor de normen [NEN 7171-1](#) en [NPR 7171-2](#) noemt de [Drinkwaterregeling](#) 2009 als jaar van uitgave en dat geldt nog steeds.

4.2.1 Normenserie NEN 3650 en NEN 3651

Het doel van de NEN 3650-normenserie (vijf delen, zie vorige subparagraaf) en de [NEN 3651](#) is het verkrijgen van ondergrondse buisleidingsystemen, veilig voor de mens, milieu en goederen, door eisen te stellen aan het ontwerp, de aanleg en de bedrijfsvoering en bedrijfsbeëindiging van buisleidingsystemen, om een veilig, duurzaam en doelmatig systeem te waarborgen. De daartoe gestelde eisen zijn veiligheidseisen. De eisen betreffen nieuw te bouwen of wijziging van bestaande buisleidingsystemen (vervanging, omlegging en reparatie).

De in totaal zes normen omvatten in totaal meer dan zeshonderd pagina's. Mede gezien het feit dat verschillende onderdelen van deze normen vanaf hoofdstuk 7 van deze praktijkcode aan de orde komen, is er ondanks hun verbindende status vanuit het [Drinkwaterbesluit](#) [17] voor gekozen de normen niet te evalueren en te beschrijven (op een wijze zoals dat in het bovenstaande is gedaan voor andere documenten) ten aanzien van de precieze betekenis voor het ontwerp, de realisatie en het beheer van buisleidingen van staal, kunststof, beton en gietijzer voor drinkwater, en buisleidingen voor drinkwater in of nabij belangrijke waterstaatswerken.

4.2.2 NEN 7171-1 en NPR 7171-2

Goede ordening van ondergrondse netten is belangrijk en wordt steeds belangrijker door een toenemend gebruik van de ondergrond, de wenselijkheid deze netten goed te kunnen bereiken in verband met onderhoud en om nadelige onderlinge beïnvloeding tussen netten

te beperken. Als netten niet goed zijn geordend, kan dat vervelende gevolgen hebben. [NEN 7171-1](#) geeft criteria voor de goede ordening van ondergrondse netten bij nieuwbouwsituaties, met uitzondering van netten met een gevaarlijke inhoud. Voor het 'bijleggen' van netten in bestaande situaties die conform deze norm zijn geordend, moet het bijleggen ook conform deze norm gebeuren. Voor andere bestaande situaties is de norm informatie en ondersteunend. De integrale tekst van § 5.1 'Inleiding' van de norm luidt als volgt. *'In dit hoofdstuk wordt een aantal factoren genoemd die (de werking van) netten beïnvloeden. Uitgangspunt is dat invloed van deze factoren op de (werking van de) netten wordt voorkomen of beperkt. Ook bevat dit hoofdstuk aandachtspunten en/of randvoorwaarden van belang bij de ordening van ondergrondse netten.'*

De [NEN 7171-1](#) hangt nauw samen met de [NPR 7171-2](#), waarin een beschrijving is opgenomen van het proces tussen de betrokken partijen voor inrichting en ordening van de ondergrond waarin aan te leggen ondergrondse netten een plaats moeten krijgen. Voor de benodigde vergunningen (voor het uitvoeren van graafwerkzaamheden en vergunningen van instanties zoals het Rijk, Rijkswaterstaat en waterschap) wordt gewezen op de norm [NPR 7171-2](#). De [NEN 7171-1](#) en [NPR 7171-2](#) hebben niet alleen betrekking op nieuwbouwsituaties en zijn niet alleen bruikbaar voor bestaande situaties, maar sluiten tevens aan op de uitgangspunten van de 'Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten' ('WION', zie § 4.4), hoewel de normen daarin niet expliciet worden vermeld. Ook het [Drinkwaterbesluit](#) [17] verwijst niet naar de 'WION'.

Relevante zaken uit de twee normen komen terug in hoofdstuk 10 'Aanleg' van deze Praktijkcode bij de realisatie van leidingnetten voor drinkwater. Om die reden is ervoor gekozen een evaluatie in deze paragraaf buiten beschouwing te laten.

4.2.3 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie'

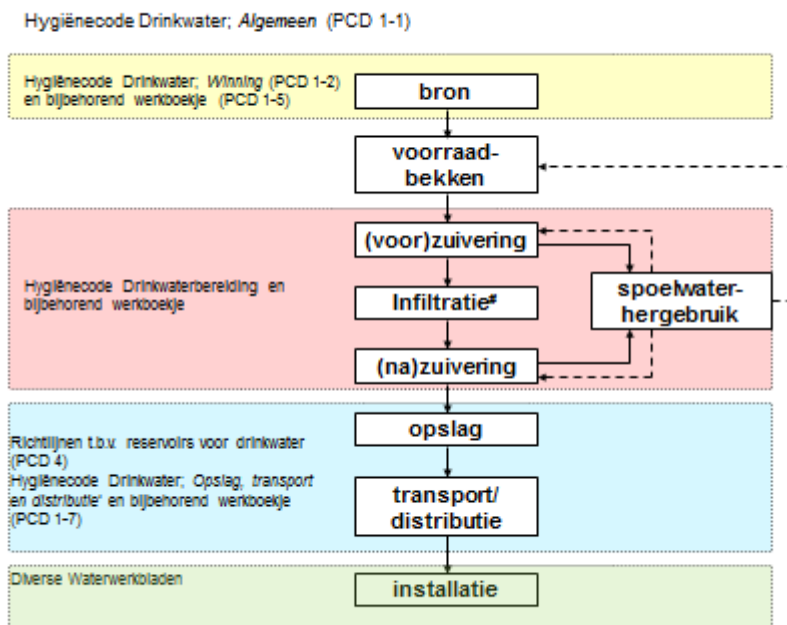
Voor wat betreft de 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie' [18] wordt qua voorschriften voor leidingen gewezen op de hoofdstukken:

- 2 'Algemene technische richtlijnen';
- 6 'Hygiëncode maatregelen bij aanleg, vervanging en/of inbouw en reparatie van drinkwaterleidingen';
- 7 'Specifieke maatregelen drinkwaterleidingen'.

Zie ook [PCD 1-1](#) 'Hygiëncode Drinkwater; Algemeen' [2] en dan met name hoofdstuk 3 'Algemene en technische richtlijnen voor hygiënisch werken'. In Figuur 2 is ter informatie de op dit moment beschikbare serie aan documenten op het gebied van hygiënisch werken in het traject van bron tot tap geschematiseerd weergegeven. Daarbij is het volgende op te merken:

- **Winning**
De 'Hygiëncode Drinkwater; Winning' [42] en het bijbehorende werkboekje [41] zijn van toepassing voor de winning van (oever)grondwater en geïnfiltreerd water.
- **Zuivering**
De 'Hygiëncode Drinkwaterbereiding' [32] richt zich op verontreinigingsrisico's van het water bij de bereiding van drinkwater. In het bijbehorende werkboekje [26] is het hygiënisch werken bij werkzaamheden in de zuivering door monteurs van drinkwaterbedrijven en aannemers pragmatisch samengevat. Op termijn zullen beide documenten worden omgezet tot een praktijkcode en onderdeel uitmaken van de PCD 1-serie 'Hygiëncode Drinkwater'.

- Opslag
De praktijkcode [48] is bedoeld voor reservoirs in het algemeen met inbegrip van distributiereservoirs en heeft hygiënisch ontwerpen en beheren als uitgangspunt.
- Transport en distributie
De 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*' [18] gaat uitgebreid in op de hygiëne van drinkwater bij het transport en de distributie daarvan. Het bijbehorende werkboekje [14] doet dat vooral ten aanzien van de praktische aspecten voor monteurs.
- Drinkwaterinstallaties
Er zijn de Waterwerkbladen [WB 2.4](#) 'Ingebruikstelling, reiniging en desinfectie' en [WB 1.4I](#) 'Hygiënisch werken' [67].



* Ook de winning na infiltratie is opgenomen in de 'Hygiëncode Drinkwater; *Winning*'.

Figuur 2 De verdere uitwerking van de 'Hygiëncode Drinkwater; Algemeen' in andere onderdelen.

In de hoofdstukken 10 'Aanleg', 12 'Desinfectie' en 14 'Bedrijfsvoering' van deze Praktijkcode wordt aan de 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*' [18] gerefereerd.

4.3 Regelgeving watermeters (meetinrichting)

De formele aanduiding van 'watermeter' is 'meetinrichting' (bijlage I).

4.3.1 Woninginstallaties

Vanaf 1939 is er in Nederland sprake van de normalisatie van watermeters, die in de loop van de achterliggende decennia steeds verder is ontwikkeld. Sinds 1966 is op basis van de eerste editie van de 'Regeling Onderhoud Watermeters' (ROW) met de bijbehorende voorschriften (de tweede editie dateerde van 1989) toezicht gehouden op de goede werking van in gebruik zijnde watermeters. De ROW was een vorm van zelfregulering die tot doel had

dat het onderhoud en de ijking van watermeters volgens uniforme maatstaven gebeurde. Op grond van een en ander is vanuit de overheid steeds aangegeven dat er voor de watermeters sprake was/is van zelfregulering door de georganiseerde drinkwaterbedrijven, zodat wet- en regelgeving niet nodig was/is. In het kader van de introductie van de Metrologiewet in 2004 is door het Ministerie van Economische Zaken een onderzoek uitbesteed, waarmee onder meer is bevestigd dat de zelfregulering van watermeters in goede handen was. Desondanks waren de bevindingen in dat rapport voor de drinkwaterbedrijven aanleiding om het project 'Verbetering ROW' te starten. Dat project heeft op 1 januari 2009 voor 'huishoudelijke watermeters' geleid tot de vigerende '[Regeling Kwaliteitsborging Watermeters](#)' (RKW) [27] en het bijbehorende '[Handboek RKW voor de Vewin-Regeling Kwaliteitsborging Watermeters \(RKW\)](#)' [1]. Daarmee wordt in Nederland toezicht gehouden op de goede werking van in gebruik zijnde huishoudelijke watermeters. Die watermeters zijn bedoeld voor een 'permanente volumestroom' van 2,5 en 4 m³/h of een 'nominale volumestroom' van 1,5 en 2,5 m³/h of (zie bijlage I).

4.3.2 Drinkwaterinstallaties anders dan woninginstallaties

Watermeters voor installaties anders dan woninginstallaties worden in de Nederlandse regelgeving onderscheiden in:

- Klein-zakelijke watermeters: permanente volumestroom groter dan 4 en tot en met 16 m³/h;
- Groot-zakelijke watermeters: permanente volumestroom groter dan 16 tot en met 63 m³/h;
- Industriële watermeters: permanente volumestroom groter dan 63 m³/h.

Met de inwerkingtreding van de [RKW](#) per 1 januari 2009 was er geen formeel toezicht meer op de goede werking van niet-huishoudelijke watermeters. Met ingang van 2014 wordt door de Nederlandse drinkwaterbedrijven voor klein-zakelijke watermeters de methodiek volgens het genoemde [Handboek](#) [1] gevolgd. In de paragraaf 'Toepassingsgebied' daarvan is aangegeven dat het Handboek betrekking heeft op in gebruik zijnde huishoudelijke en klein-zakelijke watermeters, maar dat de [RKW](#) zelf uitsluitend betrekking heeft op in gebruik zijnde huishoudelijke watermeters.

Certificatie-instelling Kiwa Nederland biedt de mogelijkheid tot certificatie van het naleven van de RKW en de uitwerking daarvan in het Handboek door drinkwaterbedrijven, op basis van de [BRL-K14017/02](#) 'Beoordelingsrichtlijn voor het Kiwa-procescertificaat voor Naleving van de Regeling Kwaliteitsborging Watermeters (RKW)'. Een aantal bedrijven maakt gebruik van deze mogelijkheid, zie [gecertificeerde drinkwaterbedrijven](#).

Voor groot-zakelijke en industriële watermeters bestaat geen onderbouwde methodiek om de (meetprincipe-afhankelijke) goede werking vast te stellen.

4.4 Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten (WION)

Sinds 1 juli 2008 is in Nederland de '[Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten](#)' [21] (ook aangeduid als 'WION' of 'Grondroedersregeling') gefaseerd in werking getreden. In het kader van die wet is het verplicht om bij elke 'mechanische grondroering' een 'graafmelding' bij het Kadaster te doen. Kabel- en leidingbeheerders moeten al hun (ondergrondse) kabels en leidingen binnen vastgestelde nauwkeurigheid digitaal beschikbaar hebben en melden bij het Kadaster ('ligging gegevens' en dan uitsluitend de X,Y-coördinaten; de Z-coördinaat wordt nog buiten beschouwing gelaten). De wet beoogt gevaar of economische schade door beschadiging van ondergrondse kabels of leidingen te voorkomen en vervangt de (vrijblijvende) zelfregulering zoals die bestond in de vorm van het Kabels en Leidingen Informatie Centrum (KLIC) dat in 2008 is opgegaan in het Kadaster.

In de huidige regelgeving is er geen verplichting schetsen van aansluitleidingen mee te

leveren. Als die beschikbaar zijn, dienen die op verzoek van de aanvrager wel te worden overlegd. In het geval aansluitleidingen in vector zijn opgenomen¹¹ (zoals transport- en distributieleidingen), worden die nu al automatisch in de 'waterlaag' voor KLIC meegeleverd. De grondroerder heeft hiermee één visualisatie op één overzichtstekening in plaats van los meegeleverde bestanden (tekeningen). Dit geeft duidelijkheid waarmee wordt gepoogd fouten en graafschade te voorkomen.

In het kader van de [INSPIRE-richtlijn](#) maken overheidsorganisaties in de Europese lidstaten geo-informatie over 34 thema's vindbaar en als webservice 'bekijkbaar' en 'downloadbaar'. Ook harmoniseren de betreffende staten hun datasets, zodat gegevens voor heel Europa vergelijkbaar worden. Tevens zorgen die lidstaten voor dusdanige leveringsvoorwaarden, waardoor het gebruik niet onnodig wordt belemmerd. [INSPIRE](#) zorgt er dus voor dat geo-informatie van goede kwaliteit beschikbaar, vindbaar en bruikbaar is voor elke betrokkene (volledig openbaar), en dat de inhoud ervan op elkaar is afgestemd, ook over de landsgrenzen heen. Alle Europese INSPIRE-data komt bij elkaar in het [INSPIRE-portaal](#). In Nederland wordt tussen de nutsbedrijven en de [WION](#) een relatie gelegd. Het project waarin dit gebeurt, heet 'KLIC-WIN'. Het is niet doelmatig om twee omgevingen voor het uitwisselen van kabel- en leidinginformatie naast elkaar te laten bestaan, zodat in dit project de [WION](#) en [INSPIRE](#) worden samengebracht.

De gravende partij (de 'grondroerder') is verplicht om ten minste 3 dagen voorafgaand aan de werkzaamheden, maar maximaal 20 dagen van tevoren, een melding te doen. Daarnaast moet de grondroerder voorzichtig te werk gaan en is hij verplicht om de tekeningen van de kabels en leidingen op locatie beschikbaar te hebben en om eventuele afwijkingen te melden. Leidingen die buiten gebruik zijn gesteld en niet worden verwijderd, moeten door de eigenaar op tekening worden aangegeven.

4.5 Arbeidsomstandigheden

§ 5.1.1 'Werken aan ondergrondse netten' van de [NEN 7171-1](#) (zie § 4.2) gaat in op de eisen voor arbeidsomstandigheden gedurende de werkzaamheden: *'Bij de ordening van netten moet gedurende de werkzaamheden met eisen voor de arbeidsomstandigheden rekening worden gehouden. Deze eisen kunnen betrekking hebben op zowel de sleufopbouw of de ligging van gevaarlijke leidingen, als op situaties die gevaar voor publiek en degenen die werken aan de netten tijdens de werkzaamheden (verkeer, enz.) kunnen opleveren.'*

Bij de realisatie en onderhoud van leidingnetten is de Arbeidsomstandighedenwet [89] van toepassing. Op de website <https://www.inspectieszw.nl/onderwerpen/arbocatalogus> van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid is onder meer de volgende achtergrondinformatie te vinden met betrekking tot arbeidsomstandigheden:

'Eigen invulling

De overheid zorgt met de Arbeidsomstandighedenwet voor heldere doelvoorschriften met zo weinig mogelijk regels en administratieve lasten voor bedrijven. De wet geeft werkgevers en werknemers ruimte om zelf invulling te geven aan de wijze waarop ze binnen hun sector aan de wet willen voldoen. Het voordeel hiervan is dat in ondernemingen en organisaties arbobeleid kan worden gevoerd dat aan de specifieke sectorkenmerken is aangepast. Arbocatalogus: werkgevers en werknemers samen verantwoordelijk.

¹¹ In de nieuwe WION (deze is de Ministerraad gepasseerd en ligt nu bij de Raad van State, waarna behandeling in de Tweede Kamer volgt) wordt het vectoriseren van aansluitleidingen verplicht gesteld. Na vaststelling van de wet en een overgangstermijn zullen aansluitleidingen op termijn onderdeel van de WION gaan uitmaken.

Gezamenlijke verantwoordelijkheid

Werkgevers en werknemers (of hun belangenorganisaties) maken in een arbocatalogus samen afspraken over de wijze waarop zij aan de doelvoorschriften in de Arbowet (gaan) voldoen. Hierin staan de methoden en oplossingen beschreven die zij onderling hebben afgesproken. Bijvoorbeeld met beschrijvingen van technieken, praktische oplossingen, handleidingen en normeringen die bijdragen aan veilig en gezond werken en de risico's zoveel mogelijk wegnemen. De verantwoordelijkheid voor de inhoud en bekendmaking van de arbocatalogus ligt volledig bij werkgevers en werknemers.'

In 2014 is de 'Arbocatalogus Waterbedrijven'¹² [51] beschikbaar gekomen en is te vinden op de website <http://waterbedrijven.dearbocatalogus.nl/>. Daarbij is een [korte toelichting op de Arbocatalogus Waterbedrijven](#) en ook wordt gewezen op de knoppen 'Colofon' en 'Disclaimer' op de website:

- Knop 'Colofon'
'Deze arbocatalogus is ontwikkeld door Werkgeversvereniging WWb. De inhoud is samengesteld door een werkgroep van arbodeskundigen en veiligheidskundigen uit de waterbedrijven. De werkgroep vergadert regelmatig om ervoor te zorgen dat de maatregelen aansluiten bij de actuele wetgeving en bij de huidige stand van techniek en wetenschap. Wilt u meer informatie of heeft u opmerkingen of suggesties, stuur dan een e-mail naar info@wenb.nl'
- Knop 'Disclaimer'
'De informatie op deze website is met de grootst mogelijke zorgvuldigheid samengesteld. Desondanks is het mogelijk dat er fouten of omissies in voorkomen. De in het project samenwerkende organisaties wijzen er nadrukkelijk op dat aan de inhoud van de website of aan dergelijke fouten c.q. omissies geen rechten kunnen worden ontleend.
De Arbocatalogus Waterbedrijven is ontwikkeld met het doel bedrijven (werkgevers en werknemers) in de drinkwatersector in staat te stellen om met behulp van deze catalogus te komen tot een goede invulling van de voorschriften uit hoofde van de Arbowet. Deze Arbocatalogus is getoetst door de Arbeidsinspectie. Dit betekent dat in algemene zin de in deze Arbocatalogus genoemde arbonormen en oplossingen voor arborisico's voldoen aan de wettelijke vereisten en aan de stand der techniek op het moment waarop deze Arbocatalogus is getoetst. Bedrijven die van deze Arbocatalogus gebruik maken, blijven niettemin volledig zelf verantwoordelijk voor het eigen arbobeleid (op basis van de door het bedrijf zelf uit te voeren RI&E en het zelf op te stellen plan van aanpak) en voor de keuze van de toe te passen meest geschikte oplossingen, al dan niet ontleend aan de Arbocatalogus Waterbedrijven.
De in het project samenwerkende organisaties zijn niet aansprakelijk voor de inhoud of de betrouwbaarheid van websites waarnaar is doorgelinkt en deze websites vertegenwoordigen niet noodzakelijkerwijs hun visie. Het materiaal op deze website mag worden gedownload, gekopieerd of gebruikt, met bronvermelding, tenzij anders vermeld staat.'

¹² Uit een persoonlijke mededeling (email) van de voorzitter van de 'Stuurgroep Arbocatalogus' (Brigitte van den Eijnden, Evides Waterbedrijf) van medio december 2016 blijkt dat 'Arbocatalogus Waterbedrijven' nog niet is gepubliceerd door het Ministerie van SZW (als gevolg van werkdruk) en er dus in formele zin nog geen sprake is van goedkeuring van het document als zodanig. Die goedkeuring is er wel voor de eerste twee risico's ('Blootstelling aan asbest' en 'Blootstelling aan verontreinigde bodem'), die hieronder nader zijn uitgewerkt. Voor de overige risico's in het document (eigenlijk website) gaat het voornamelijk dus om een concept. Bij de drinkwaterbedrijven is geen behoefte aan verdere uitbreiding van de beschreven risico's.
De implementatie van de Arbocatalogus is de taak en verantwoordelijkheid van de individuele drinkwaterbedrijven.

De informatie op de website is ingedeeld naar 'risico'. Informatie over de volgende risico's zijn op de website beschikbaar:

- Blootstelling aan asbest;
- Blootstelling aan verontreinigde bodem;
- Fysieke belasting door het handmatig opbreken en herbestraten;
- Fysieke belasting door duwen en trekken;
- Fysieke belasting door hand- en armtrillingen en schokken;
- Fysieke belasting door knielen en kruipen;
- Fysieke belasting door tillen en dragen;
- Fysieke belasting door struikelen en uitglijden;
- Blootstelling aan elektrocutie (aarding metalen leidingen).

4.5.1 Asbestcement

Voor het risico 'blootstelling aan asbest', zie website van de 'Arbocatalogus Waterbedrijven': <http://waterbedrijven.dearbocatalogus.nl/i1>

Ook het '[Rode Boekje](#)' (officiële titel: 'Veilig werken met asbestcementleidingen; in het ondergrondse openbare waterleiding-, gas- en rioolafvalwaternet') [55] wordt genoemd op die website: onder het kopje 'Opleiding' van 'Brancheafspraken'. Daarbij wordt tevens de website www.asbestwerkplan.nl genoemd. Alle aspecten van het werken met asbestcementleidingen dat wil zeggen tot en met het afvoeren daarvan komen in het [Rode Boekje](#) aan de orde.

4.5.2 Verontreinigde bodem

Voor het risico 'werken in verontreinigde bodem', zie website van de 'Arbocatalogus Waterbedrijven':

<http://waterbedrijven.dearbocatalogus.nl/i4>: '*Werkzaamheden in sterk verontreinigde bodem worden alleen uitgevoerd door een Kwalibo-gecertificeerd en erkend bedrijf (BRL SIKB 7000 regeling)*' ([BRL 7000](#) 'Uitvoering van (water)bodemsaneringen en ingrepen in de waterbodem'). De Arbocatalogus verwijst onder meer naar:

- Arbo-Informatieblad 22 ([AI-22](#)) 'Werken met verontreinigde grond en verontreinigd grondwater' [45];
Dergelijke bladen bevatten toegankelijke informatie over de manier waarop werkgevers en werknemers in de praktijk kunnen omgaan met de samenhangende wettelijke regels en beleidsregels. AI-bladen zijn uitdrukkelijk bedoeld als voorlichting en niet als bindend voorschrift of beleidsregel.
- [CROW-publicatie 132](#) 'Werken in of met verontreinigde grond en verontreinigd (grond)water' van juni 2014 [46]¹³
Hierin wordt aandacht besteed aan veiligheids- en gezondheidsaspecten bij het werken in of met verontreinigde grond en verontreinigd (grond)water. Deze publicatie is bedoeld voor iedereen die hier (op welke wijze dan ook) beroepsmatig mee in aanraking komt. De publicatie geldt in de grond-, weg- en waterbouw als dé richtlijn voor het werken in of met verontreinigde grond en verontreinigd (grond)water.
- [CROW-publicatie 307](#) 'Kabels en leidingen in verontreinigde bodem – Richtlijn voor veilig en zorgvuldig werken aan ondergrondse lijninfrastructuur' van december 2011 [52]
Bij het werk aan kabels en leidingen in verontreinigde bodem is aandacht voor het milieu en de veiligheid en gezondheid (V&G) belangrijk. Deze publicatie bevat een stroomschema met alle stappen die vooraf, tijdens en na het werk nodig zijn. De publicatie beschrijft de stappen per fase. Er zijn vier fasen: initiatiefase, voorbereidingsfase, realisatiefase en afrondingsfase. De stappen en fasen kennen

¹³ De publicaties 132 en 307 (zie hieronder) zijn met ingang van medio juni 2017 samengevoegd en als nieuwe publicatie 400 'Werken in en met verontreinigde bodem' [94] uitgebracht. Deze CROW-publicatie presenteert een systematiek voor het bepalen van veiligheids- en gezondheidsrisico's, en de bijbehorende beschermende maatregelen.

specifieke rollen en verantwoordelijkheden.

Publicatie 307 sluit aan op de CROW-publicaties [132](#) [46] en [250](#)¹⁴ [31].

4.6 Overige van toepassing zijnde wet- en regelgeving

Drinkwaterbedrijven kunnen situationeel ook nog met andere wet- en regelgeving te maken hebben in verband met de aanleg, bedrijfsvoering en onderhoud van leidingnetten. In ieder geval het onderstaande is van toepassing (willekeurige volgorde).

4.6.1 Gemeentelijk Handboek kabels en leidingen

De meeste gemeenten kennen voor het werkveld kabels en leidingen een eigen gemeentelijk Handboek kabels en leidingen. In dit handboek geeft de gemeente een nadere omschrijving van de procedures, regels en eisen die gelden voor werkzaamheden aan kabels en leidingen in de gemeente. Door alle gemeentelijke procedures, regels en eisen samen te brengen in één handboek kabels en leidingen is voor de netbeheerders op één plek inzichtelijk welk beleid de gemeente voert.

4.6.2 Precario

Op grond van artikel 228 van de Gemeentewet kunnen gemeenten precariobelasting heffen op kabels en leidingen: *'ter zake van het hebben van voorwerpen onder, op of boven voor de openbare dienst bestemde gemeentegrond'*. Tot deze *'voor de openbare dienst bestemde gemeentegrond'* behoren de openbare weg, plantsoenen, parken en gemeentelijk water. Wanneer gemeenten een dergelijke heffing willen invoeren, dient een precarioverordening te worden vastgesteld. Bij de VNG is een modelverordening precariobelasting beschikbaar. In Nederland zijn ongeveer 40 gemeenten die precariobelasting heffen op kabels en leidingen, en dat geldt dan voornamelijk voor het westen van Nederland. De Tweede Kamer heeft op 21 februari 2017 ingestemd met een wetsvoorstel om de precariobelasting op gas-, water- en elektriciteitsnetten af te schaffen. Op 21 maart 2017 heeft ook de Eerste Kamer ingestemd met dit wetsvoorstel. Daarbij geldt een overgangperiode van vijf jaar. Op 1 januari 2022 zal er een definitief einde komen aan de precarioheffing op nutsnetwerken.

4.6.3 Spoorwegen

Voor de uitvoering van werkzaamheden in de buurt van 'hoofdspoorwegen' (bijvoorbeeld het aanleggen van kabels of leidingen) is een vergunning van de Minister van Infrastructuur en Milieu noodzakelijk. Deze vergunningplicht is geregeld in artikel 19 van de Spoorwegwet [90]. De hoofdspoorwegen zijn expliciet omschreven in het 'Besluit aanwijzing hoofdspoorwegen' [91]. Voor 'in de buurt van' geldt als vuistregel een gebied van 11 m vanaf het spoor en is situationeel gespecificeerd in artikel 21 van het Besluit hoofdspoorweginfrastructuur [92]. ProRail verleent vergunningen namens de Minister en is tevens bevoegd tot handhaving.

Het '[Witte Boekje](#)' van de Nederlandse Spoorwegen [15] bevat de technische voorschriften bij vergunningen voor kabels en leidingen langs, onder en boven de spoorbaan.

4.6.4 Lokaal spoor

Per 1 december 2015 is de '[Wet lokaal spoor](#)' (WIs) [82] formeel van toepassing op tramrail, RandstadRail en het metronetwerk van de MRDH (Metropoolregio Rotterdam Den Haag) en van de gemeente Amsterdam. Overeenkomstig artikel 12 in hoofdstuk 2 'Zorg voor de veiligheid op en nabij de lokale spoorwegen' van die wet is een vergunning van gedeputeerde staten noodzakelijk met betrekking tot het toestaan van werkzaamheden of het oprichten van zaken door een derde (niet zijnde de beheerder) in de omgeving van de

¹⁴ Deze publicatie is vervangen door CROW-publicatie 500 [59].

spoorweg. Als de veiligheid of het doelmatig gebruik van de spoorweg in het geding komt kan een vergunning worden geweigerd.

4.6.5 Waterkeringen

Op 22 december 2009 is de [Waterwet](#) [88] in werking getreden, als opbrengst van de samenvoeging van een [achttal wetten](#). Deze wet regelt het beheer van oppervlaktewater en grondwater, en verbetert ook de samenhang tussen waterbeleid en ruimtelijke ordening. Daarnaast levert de [Waterwet](#) een belangrijke bijdrage aan kabinetsdoelstellingen zoals vermindering van regels, vergunningstelsels en administratieve lasten. Totdat de 'Omgevingswet' in werking treedt (voorzien voor 2018) blijft de [Waterwet](#) van kracht. Per 1 januari 2017 zijn er wijzigingen in de [Waterwet](#) doorgevoerd. Een van die wijzigingen heeft betrekking op artikel 2.3, waarin wordt verwezen naar een ministeriële regeling. Die regeling betreft de '[Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017](#)' [87], die eveneens per 1 januari 2017 van kracht is geworden. Voor leidingnetten voor drinkwater is § 25.4 'Kabels en Leidingen' van toepassing.

Andere dan primaire waterkeringen worden aangeduid als 'regionale waterkeringen', die in verschillende groepen worden onderscheiden. Het InterProvinciaal Overleg (IPO) en de Unie van Waterschappen ontwikkelen normen voor de veiligheid van deze regionale waterkeringen. Zie <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/regionale/>

4.6.6 Schadevergoedingen bij het verleggen van leidingen

Voor schadevergoedingen bij het verleggen van kabels en leidingen ten behoeve van infrastructurele projecten van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat is de '[Nadeelcompensatieregeling verleggen kabels en leidingen in en buiten rijkswaterstaatswerken en spoorwegwerken 1999 \(NKL 1999\)](#)'. Vanaf 22 december 2009 is een [vernieuwde regeling](#) van toepassing [93].

4.6.7 Veiligheid

De Nationaal Coördinator Terrorismedebijding en Veiligheid (NCTV) van het Ministerie van Veiligheid en Justitie heeft de drinkwatervoorziening in de categorie A van 'vitale processen' ingeschaald. Onder 'vitale infrastructuur' worden producten, diensten en onderliggende processen verstaan, die van essentieel belang zijn voor het dagelijkse leven van de meeste mensen in Nederland. Als deze infrastructuur uitvalt, kan dat grootschalige maatschappelijke ontwrichting veroorzaken. De inschaling is gedaan op basis van economische, fysieke en sociaal-maatschappelijke en eventuele cascade gevolgen bij uitval van een proces. Op het gebied van de drinkwatervoorziening en dan specifiek voor het leidingnet en het transport en de distributie van drinkwater kunnen de 'fysieke veiligheid' en de 'digitale veiligheid' worden onderscheiden. In het kader van deze Praktijkcode wordt met name aan de fysieke veiligheid gedacht en dan concreet in de vorm van brandkranen en openbare tappunten. De 'weerbaarheid' van dergelijke onderdelen van het leidingnet is van essentieel belang.

Op het gebied van veiligheid zijn gemeenten verantwoordelijk en coördineren derhalve eventuele activiteiten op dat gebied. Eventueel is er daarbij een adviserende rol voor de veiligheidsregio.

De drinkwaterbedrijven vormen een vitale sector en moeten voldoen aan de Drinkwaterwet [16]. Dit betekent onder meer dat de sector zorgvuldig moet omgaan met (de verstrekking van) informatie over het leidingnet. Anderzijds moet de sector ook voldoen aan INSPIRE. Een en ander wordt afgestemd met het Ministerie van Economische Zaken, het Ministerie van

Infrastructuur en Milieu, Vewin en het Kadaster, waarbij wordt bepaald op welke wijze hieraan invulling wordt gegeven.

4.6.8 Onttrekken grondwater (bronbemaling)

Voor het onttrekken van grote hoeveelheden grondwater (voor de aanleg van leidingen) is meestal een watervergunning nodig. Om hiervan zeker te zijn, dient de keur van het waterschap te worden geraadpleegd. In iedere keur staat een vergunningplicht voor grondwateronttrekkingen. Het is verboden om zonder watervergunning meer dan een bepaalde hoeveelheid grondwater te onttrekken. Bronbemalingen tot een bepaalde omvang (bijvoorbeeld tot 15.000 m³/maand of tot 200.000 m³ in totaal) zijn niet vergunning plichtig, maar moeten uitsluitend worden gemeld. De grens tussen de vergunningplicht en de meldplicht varieert per waterschap.

De Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB) heeft in nauw overleg met waterschappen en branches praktijkgerichte kwaliteitsrichtlijnen voor bronbemalingen opgesteld. De SIKB heeft de BRL 12000 [60] opgesteld om de kwaliteit van het proces te borgen en de verschillende schakels in de bemalingsketen met elkaar te verbinden. Naast de BRL 12000 met bijhorende protocollen en richtlijnen zijn er enkele documenten, waarin (deels) informatie over bemalingen en monitoring wordt gegeven, zie

<http://www.bronbemalen.nl/brl-12000-en-andere-protocollen>

4.6.9 Lozen van onttrokken grondwater

Vanaf 1 januari 2011 geldt voor deze lozingen een meldingsplicht overeenkomstig het '[Besluit lozen buiten inrichtingen](#)' [61].

5 Requirements for water supply systems/Eisen aan leidingnetten

5.1 Water quality/Waterkwaliteit

5.1.1 General/Algemeen

NEN-EN 805

The water quality in the potable water supply system shall satisfy the requirements of national legislation, incorporating EU Directives and EFTA Regulations where applicable.

5.1.2 Materials/Materialen

NEN-EN 805

All parts of water supply systems in contact with potable water shall be designed and constructed using components and materials which meet the appropriate requirements such that there is no unacceptable deterioration of water quality.

In het verleden zijn diverse rapporten verschenen om drinkwaterbedrijven te ondersteunen bij het selecteren van een materiaal voor drinkwaterleidingen (kunststoffen en metalen). Het meest recente rapport is [KWR 2011.065](#) 'Multicriteria-analyse van leidingmaterialen; Een actualisering'. Bij dit rapport hoort een in MS-Excel opgesteld [materiaalkeuzemodel](#).

5.1.3 Prevention of back flow/Terugstromen voorkomen

NEN-EN 805

Potable water supply systems shall be designed, equipped and installed to ensure the prevention of back flow. The location and operation of air valves and washouts shall avoid water entering the system (see A.3). Any equipment installed for this purpose shall meet the requirements of applicable standards.

Ter plaatse van leveringspunten moeten voorzieningen worden aangebracht ter voorkoming van potentieel verontreinigd drinkwater dat het leidingnet instroomt. De eisen gesteld in [NEN-EN 1717](#) moeten daarbij in acht worden genomen.

Bijzondere leveringspunten in het leidingnet zijn brandkranen en spui kranen. Deze moeten zijn voorzien van een terugstroombeveiliging. Brandkranen moeten daarnaast zijn voorzien van een insluitbeveiliging, zie [BRL-K614](#).

5.1.4 Stagnation/Stilstaand drinkwater

NEN-EN 805

Potable water supply systems shall be designed, installed and operated to minimize water stagnation which would lead to unacceptable deterioration of water quality. The following arrangements leading to stagnation shall be carefully considered:

- *Mains with dead ends;*
- *Spurs serving hydrants;*
- *Unisolated pipes laid in advance of development;*
- *Sections with permanently low flow rates;*
- *Enhanced pipe diameters required for fire fighting or other non-permanent purposes.*

Where necessary, facilities shall be provided for mains flushing.

Leidingnetten moeten zo worden ontworpen, aangelegd en bediend dat stilstaan van water wordt voorkomen en de kwaliteit van het geleverde leidingwater blijft voldoen aan de eisen van de Drinkwaterwet [16].

De volgende constructies moeten met het oog op stilstaand water zorgvuldig worden beschouwd:

- leidingeinden zonder regelmatige doorstroming door watergebruik;
- aansluitingen voor brandkranen (vooral voor brandkranen die niet recht boven een leiding zijn gemonteerd);
- leidingen, die vooruitlopend op toekomstige ontwikkelingen zijn gelegd en geen of minimale doorstroming kennen;
- leidingsecties met een constant lage volumestroom;
- leidingen die met het oog op brandbestrijding en andere niet-permanente doelen met een grotere diameter zijn uitgevoerd;
- separaat aangesloten Sprinkler-installaties;
- Openbare tappen;
- Aansluitingen voor niet-permanente bewoning zoals bungalowparken.

Waar nodig moeten voorzieningen worden aangebracht om leidingen te kunnen schoonmaken of te verversen.

5.1.5 Cross-connections with other systems/Verbindingen met andere leidingnetten **NEN-EN 805**

The interconnection of potable water supply systems shall only be permitted if the chemical and physical properties are compatible for blending and there is no unacceptable deterioration of water quality.

Except when water is intended for blending in the distribution system to produce a potable supply there shall be no direct connection between potable water supply systems and systems containing non potable water, any other liquid or gas, except where suitable arrangements are made to incorporate a physical air gap or an appropriate antipollution device conforming to national standards, transposing ENs as available. Closed valves or non-return valves, except for air valves, washouts and hydrants, do not constitute an effective means of separation for the purpose of this clause.

Onderlinge verbindingen met andere leidingnetten zijn alleen toelaatbaar indien de chemische en fysische eigenschappen voor vermenging gelijkwaardig zijn en de waterkwaliteit niet nadelig wordt beïnvloed.

Het is niet toelaatbaar drinkwaterleidingnetten en niet-drinkwaterleidingnetten direct aan elkaar te koppelen.

Een koppeling met andere leidingnetten (bijvoorbeeld droge blusleiding) moet zijn voorzien van een fysieke scheiding door middel van lucht of een geschikte afsluiting tegen vervuiling. Gesloten afsluiters of terugslagkleppen vormen geen afdoende scheiding voor dit doel.

De eisen gesteld in [NEN-EN 1717](#) moeten in acht worden genomen.

5.2 Design life/Ontwerplevensduur

NEN-EN 805

Systems shall be designed for a life of at least 50 years. Some components such as pumps

and certain metering and control equipment may require earlier renovation or replacement.
NOTE *This does not necessarily apply to temporary parts of a system.*

Het leidingnet moet bij voorkeur worden ontworpen op een levensduur van ten minste 50 jaar¹⁵. Lokale omstandigheden en economische overwegingen kunnen aanleiding vormen hiervan af te wijken.

Sommige componenten zoals appendages en meetapparatuur komen mogelijk voor eerdere renovatie of vervanging in aanmerking.

Opmerking

Voor tijdelijke onderdelen van het leidingnet behoeft de periode van 50 jaar niet te worden aangehouden.

5.3 Demand for water/Watervraag

5.3.1 Water demand estimates/Schatting waterverbruik

NEN-EN 805

Estimates of present and future demands shall be made (see A.4).

Voor de schatting van het waterverbruik is in artikel 46 'Prognose waterbehoefte' van het Drinkwaterbesluit [17] aangegeven: *'De eigenaar van een drinkwaterbedrijf verschafft, middels het leveringsplan, inzicht in de redelijkerwijs te verwachten toekomstige behoefte aan drinkwater in het distributiegebied van zijn drinkwaterbedrijf en in de daaraan verbonden consequenties ten aanzien van de winning, zuivering en distributie van drinkwater en neemt in dat plan een daarop aansluitende planning voor de drinkwatervoorziening op voor een periode van ten minste tien jaar.'*

De prognose zoals beschreven in het leveringsplan heeft met name betrekking op de schatting voor het waterverbruik voor het leidingontwerp van primaire en secundaire leidingen. Tertiaire leidingen en in mindere mate secundaire leidingen worden ontworpen op en zijn gebaseerd op beschikbaar drukverlies en gewenste snelheid, waarvoor een realistische schatting noodzakelijk is van het waterverbruik. Hiervoor kan de SIMDEUM-methode worden ingezet. SIMDEUM maakt gebruik van realistische verbruikspatronen op basis van schattingen van het gedrag van gebruikers en deze methode wordt tevens toegepast als ontwerpgrondslag voor leidingwaterinstallaties [50]. Op basis van SIMDEUM zijn diverse tools ontwikkeld, zoals DiVerDi [69]. Dit wordt nader uitgewerkt in Hoofdstuk 8.

5.3.2 Water for fire fighting/Water voor brandbestrijding

NEN-EN 805

The requirements for water for fire-fighting purposes shall be determined in accordance with national legislation or local regulations (see A.5).

5.3.2.1 Brandkranen

De capaciteit van het leidingnet is primair uitgelegd op het leveren van drinkwater aan verbruikers en op het waarborgen van een goede waterkwaliteit. In het geval de dimensionering van het leidingnet toereikend is om in bluswaterlevering te voorzien, kunnen brandkranen op het leidingnet worden geplaatst. De capaciteit, locatie en onderlinge afstand van de brandkranen worden in overleg met de brandweer vastgesteld. Hoofdstuk 1 'Scenariogroep Woningen' van de 'Handreiking Bluswatervoorziening en Bereikbaarheid' (een van de twee delen van de publicatie '[Bluswatervoorziening en Bereikbaarheid](#)' [70]) gaat in

¹⁵ In de praktijk wordt deze levensduur royaal overschreden.

op de brandbestrijding bij verschillende type woningen en kan door de Nederlandse drinkwaterbedrijven worden gebruikt. Hoofdstuk 2 'Scenariogroep Utiliteitsgebouwen' doet dat voor utiliteitsgebouwen.

Als de capaciteit van het leidingnet onvoldoende is voor het leveren van de gewenste hoeveelheid bluswater bepaalt het drinkwaterbedrijf in overleg met de gemeente (eventueel op advies van de veiligheidsregio) of aanpassing van het leidingnet mogelijk is op zodanige wijze dat een goede drinkwaterkwaliteit wordt gewaarborgd.

5.3.2.2 Sprinklerinstallaties

De capaciteit van grote industriële sprinklerinstallaties varieert in de praktijk tussen de 60 tot 300 m³/h en bedraagt gemiddeld circa 90 m³/h. In beginsel kunnen dezelfde uitgangspunten als voor de levering van bluswater via brandkranen gelden. Indien de afname door de sprinkleraansluiting een zodanige invloed heeft op de waterkwaliteit, dat de beheersing ervan in gevaar komt, moet de installatie niet vanuit het leidingnet worden gevoed, zie Waterwerkblad WB 4.5 B [67].

Een bijzondere positie wordt ingenomen door 'Sprinklers voor de woonomgeving'¹⁶ (zie [NEN 2077](#)) of 'woningsprinklers'. Zij kunnen worden beschouwd als reguliere toestellen in de zin van [NEN-EN 1717](#). Eventuele gevolgen voor de dimensionering van het leidingnet worden op gelijke wijze behandeld als bij brandkranen. Voor de Nederlandse situatie zijn er op dit moment geen richtlijnen of aanbevelingen voor woningsprinklers. Er is een aanbeveling voor een capaciteit van 30 l/min [71], die kan worden geleverd door een reguliere huishoudelijke aansluiting (kaliber (Q₃) 2,5 of 4 m³/h).

5.4 System security/Leidingnetbeveiliging

NEN-EN 805

Due regard shall be paid to security of water supply systems with respect to acts of terrorism, vandalism and other unlawful activity.

In general the underground system will be secure but particular attention shall be given to above-ground pipework.

Pumping stations, service reservoirs and other above-ground structures are vulnerable and shall be designed to deter unauthorized entry of interference with the operation of the system. In particular the possibility of contamination of the water shall be minimized.

Where risks are high the provision of security fencing and monitoring systems shall be considered.

Voor de veiligheid van het leidingnet moet aandacht worden besteed aan de gevolgen van terroristische aanslagen, vandalisme en andere onwetmatige activiteiten en aan mogelijkheden ter beperking van het effect van die gevolgen [29].

¹⁶ Definitie van 'sprinklerinstallatie voor de woonomgeving' volgens § 3.38 van [NEN 2077](#): 'installatie bestaande uit sprinklers met een thermisch element met een RTI (responsindex) van 50 (meters-seconden)½ of minder en speciaal ontworpen om de overlevingskansen in de ruimte waarin brand is ontstaan te verhogen'.

6 Service objectives/ Randvoorwaarden voor levering

NEN-EN 805

The water supplier shall define the levels of service to be achieved at the point of connection to the consumer's installation. The definitions shall include service pressures, flow rates and continuity of supply (see A.6).

De tekst van A.6: *'Acceptable frequency and duration of interruptions may be achieved by providing adequate trunk main and service reservoir capacity, standby or alternative supplies.'*

De Nederlandse drinkwaterbedrijven beschikken over 'Algemene Voorwaarden Drinkwater' en over 'Aansluitvoorwaarden Drinkwater', die zijn gebaseerd op een model van de brancheorganisatie Vewin [5, 6]. Voor de overeenkomst tussen het drinkwaterbedrijf en de afnemer wordt door de bedrijven normaliter het '[Model Algemene Voorwaarden Drinkwater 2012](#)' [5] gehanteerd. Het gaat om voorwaarden die alles behandelen wat met de levering te maken heeft, zoals:

- begin en einde van de leveringsovereenkomst;
- het recht op onderbreking van de levering;
- de bepaling van de omvang van de levering;
- de tarieven;
- de betaling;
- wat in geval van wanbetaling, de aansprakelijkheid;
- de beslechting van geschillen.

Alle aspecten rond de watermeter/meetinrichting zijn vastgelegd in de '[Model Algemene Voorwaarden Drinkwater 2012](#)' en dan vooral de artikelen 10 tot en met 13. Een expliciete verwijzing naar de ROW komt daarin niet voor. De eerste zin van artikel 11 noemt onderhoud van de meetinrichting door of namens het drinkwaterbedrijf.

De voorwaarden ten aanzien van levering aan de drinkwaterinstallatie van de afnemer wordt gebruik gemaakt van het '[Model Aansluitvoorwaarden Drinkwater 2011](#)' [6]. De aansluitvoorwaarden zijn technisch van aard en behandelen vooral de eisen waaraan een drinkwaterinstallatie van de afnemer moet voldoen voordat het drinkwaterbedrijf overgaat tot aansluiting. De aansluitvoorwaarden blijven ook daarna van toepassing. De levering kan worden beëindigd als niet meer wordt voldaan aan het bepaalde in of krachtens de aansluitvoorwaarden.

7 Rehabilitation/Sanering

NEN-EN 805

For works of repair, renovation or replacement, the relevant requirements of this standard shall be followed. In case of repair or renovation the design life extension may be less than 50 years.

7.1 Inleiding

Voor het in stand houden van de functies die worden gesteld aan het leidingnet zijn diverse beheermaatregelen mogelijk. De voornaamste beheermaatregelen zijn:

- Saneren van leidingen als het einde van de levensduur is bereikt of als het risico van instandhouding niet acceptabel is;
- Repareren van leidingen als gevolg van mechanisch falen;
- Preventieve maatregelen om toekomstig falen te voorkomen (zoals het beheer van afsluiters, brandkranen, kathodische bescherming en verklikkers).

Het saneren van leidingen wordt nader uitgewerkt in dit hoofdstuk. Voor het repareren van leidingen en het plegen van onderhoud wordt verwezen naar hoofdstuk 14. Voordat een leiding wordt vervangen, wordt een nieuw ontwerp gemaakt. Hiervoor wordt verwezen naar hoofdstuk 8. Voor het opnieuw aanleggen van een leiding wordt verwezen naar hoofdstuk 10.

Om te bepalen welke leidingen dienen te worden gesaneerd, kan een analyse van de levenscyclus of een risicoanalyse worden uitgevoerd. Beide analyses worden in §7.2 nader toegelicht. Het uitvoeren van saneringen is mogelijk op traditionele wijze volgens het vervangen in een open sleuf of volgens meer innovatieve reliningstechnieken, zie hiervoor §7.4. In §7.5 worden diverse uitvoeringsaspecten van leidingsanering kort toegelicht.

Analyses van de toestand of het storingsgedrag van leidingen worden vaak uitgevoerd op groepen leidingen. Hierbij wordt ook het begrip 'leidingcohort' gebruikt. Het begrip cohort wordt gebruikt in demografische studies en staat voor een groep personen die gedurende een bepaalde periode (bijvoorbeeld een kalenderjaar) eenzelfde (demografische) gebeurtenis heeft meegemaakt (<https://www.cbs.nl/nl-nl/onze-diensten/methoden/begrippen?tab=c#id=cohort>). In de context van leidingen wordt er van uitgegaan dat een cohort overeenkomende eigenschappen heeft voor wat betreft de te bespreken eigenschap. Bijvoorbeeld als voor alle PVC leidingen bij een drinkwaterbedrijf met dezelfde diameter en drukklasse eenzelfde storingsgedrag wordt verondersteld, geldt die groep als een cohort.

7.2 Selectie van te saneren leidingen

7.2.1 Levensduuranalyse

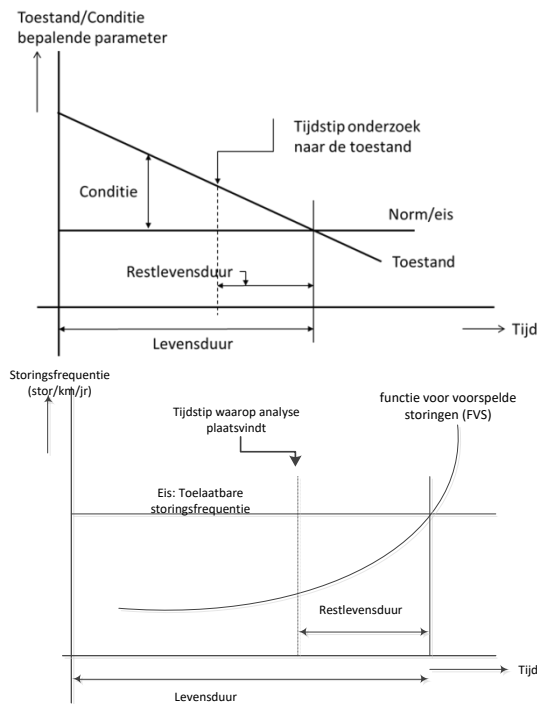
De levensduur van een asset is in de [NEN-ISO 55000](#) gedefinieerd als de periode vanaf het realiseren van een asset tot het einde van de levensduur van die asset. Opgemerkt wordt dat dit een cirkelredenering betreft. Een praktische vertaling voor leidingen is: de periode vanaf aanleg tot uitneming bij vervanging. In het geval van relining blijft de oude leiding in gebruik en wordt de levensduur hiervan verlengd. In dat geval wordt gesproken van een levensduurverlengende techniek. Met een levensduuranalyse wordt bepaald op welk tijdstip

een leiding niet meer voldoet aan de gestelde eisen en daardoor dient te worden gesaneerd. Het einde van de levensduur van een leiding kan worden vastgesteld op basis van de volgende aspecten:

- **Einde van de technische levensduur**
Dit betekent dat de leiding of een onderdeel daarvan niet meer in staat is te voldoen aan de technische prestatie-eisen die daaraan worden gesteld. Het kan zijn dat het aantal breuken groter is dan wat acceptabel is of dat de toestand niet meer voldoet aan de vastgestelde normtoestand. Ook kunnen prestatie-eisen met betrekking tot de waterkwaliteit van toepassing zijn, die leiden tot klachten van klanten of normoverschrijding. Dit kan aan de orde zijn bij het saneren van leidingen in een verontreinigde bodem of bij leidingen die geregeld leiden tot bruinwaterklachten.
- **Einde van de financiële levensduur**
Dit impliceert dat de kosten van instandhouding van de leiding hoger zijn dan de kosten van het aanleggen van een nieuwe leiding. Omdat de kosten van aanleg in het algemeen hoger zijn dan de kosten van reparatie, zal de financiële levensduur van een leiding in de meeste gevallen langer zijn dan de technische levensduur. Een uitzondering hierop geldt voor leidingen waarvan de kosten van falen heel hoog zijn, zoals belangrijke transportleidingen of leidingen in of nabij waterstaatswerken.
- **Einde van de functionele levensduur**
Het einde van de functionele levensduur betekent dat de eisen aan de leiding dusdanig veranderen dat het leidingontwerp niet meer voldoet aan de gestelde functies. Dit speelt bijvoorbeeld bij een toenemende of afnemende vraag naar drinkwater. In het geval van een toenemende vraag zal een leiding in de meeste gevallen niet worden vervangen, maar zal aanvullende capaciteit worden aangelegd.
- **In het geval van een reconstructie**
Hierbij is de levensduur van de leiding weliswaar nog niet bereikt, maar dient deze te worden vervangen als gevolg van een veranderende omgeving (zoals een wegverbreding of een dijkverzwaring).

Bij drinkwaterbedrijven wordt ook het begrip 'economische levensduur' gehanteerd. Dit is vooral een boekhoudkundig begrip dat wordt gehanteerd om de financiële afschrijvingstermijn te bepalen en dat van beperkt belang is voor de bedrijfsvoering.

Het onderbouwen van beslissingen over het saneren van leidingen en veelal gerelateerd aan het bepalen van de technische levensduur van een leiding en is voornamelijk gebaseerd op de toestand van de leiding en het aantal storingen. Het verloop van de toestand van de leiding in de tijd kan worden weergegeven door de degradatiecurve, zie Figuur 2 - boven. Degradatie of veroudering is de afname van de toestand van een leiding in de tijd. Het einde van de levensduur is het moment dat de toestand gelijk is aan de normtoestand [53]. De normtoestand is een afgeleide van een aangenomen toestand waarop bezwijken plaatsvindt, in combinatie met een veiligheidsfactor. Het verloop van de storingsfrequentie in de tijd kan worden weergegeven door de functie voor voorspelde storingen (FVS), zie Figuur 2 - onder. Een dergelijke functie kan van toepassing zijn op leidingcohorten of op individuele leidingen. Het einde van de technische levensduur voor een leidingcohort is het moment dat de storingsfrequentie gelijk is aan de toelaatbare storingsfrequentie. Het einde van de technische levensduur voor een individuele leiding is het moment dat het aantal storingen gelijk is aan het toelaatbaar aantal storingen of als de periode tussen storingen (mean time between failures of MTBF) gelijk is aan de toelaatbare MTBF. Het begrip restlevensduur van een leiding of een leidingcohort wordt gehanteerd om de periode aan te duiden tussen het heden en het einde van de levensduur van de leiding. De storingsfrequentie is te bepalen door van een verzameling leidingen het aantal storingen in een jaar te delen door de totale leidinglengte van datzelfde jaar [19].



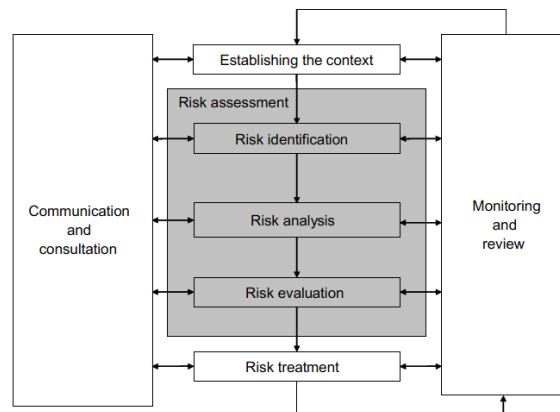
Figuur 2 Levensduurbepaling op basis van de toestand van de leiding (boven) [53] en het aantal storingen op de leiding (onder).

Het vaststellen van de levensduur van leidingen is mogelijk volgens onderstaande methoden. Deze methoden zijn gesorteerd naar afnemende betrouwbaarheid.

- Door het bepalen van de toestand van de leiding, waarvoor wordt verwezen naar de PCD 6 [53].
- Door het uitvoeren van storingsanalyses, waarvoor wordt verwezen naar de in voorbereiding zijnde praktijkcode op het gebied van storingsregistratie [19].
- Door het hanteren van kentallen voor de levensduur
Deze kentallen kunnen zijn gebaseerd op ervaringen met vervangen leidingen of op basis van eerder uitgevoerde analyses van het leidingnet. In dit kader wordt verwezen naar de nadeelcompensatie [93] waarin levensduren van leidingen zijn genoemd. Een andere benadering is bijvoorbeeld door het hanteren van de kennisregels voor het schatten van de levensduur uit het voorspelmodel van het KSLB [95].

7.2.2 Risicobeoordeling

Risicomanagement is een integraal onderdeel van assetmanagement zoals dit is beschreven in de [NEN-ISO 55000](#). Een nadere uitwerking van risicomanagement is gegeven in de [NEN-ISO 31000](#). Een overzicht van de onderdelen van risicomanagement is weergegeven in Figuur 3. In dit figuur staat de risicobeoordeling (risk assessment) centraal. Risicobeoordeling is volgens de [NEN-ISO/IEC 31010](#) onder te verdelen in: risico-identificatie (zie § 7.2.2.1), risicoanalyse (zie § 7.2.2.2 en § 7.2.2.3) en risico-evaluatie (zie § 7.2.2.4).



Figuur 3 Onderdelen van risicomanagement en de positionering van risicobeoordeling (risk assessment) en de onderdelen risk identification (risico identificatie), risk analysis (risicoanalyse) en risk evaluation (risico-evaluatie) volgens EN-ISO/IEC 31010.

7.2.2.1 Risico-identificatie

De [NEN-ISO/IEC 31010](#) stelt: 'Het doel van risico-identificatie is het identificeren van alle gebeurtenissen of ontwikkelingen die kunnen optreden en die van invloed kunnen zijn op het bereiken van de doelen die een organisatie zich stelt' en 'Het proces van risico-identificatie omvat het identificeren van de oorzaak en aanleiding van de gebeurtenis, alsmede de mogelijke situaties waarin deze gebeurtenis optreedt en optredende gevolgen'. De mondiale norm omschrijft drie methoden voor de identificatie van ongewenste gebeurtenissen:

- Evidence based methods, technieken waarbij risico's worden geïdentificeerd door gebruik te maken van registratie van historische gegevens.
- Systematische teamaanpak waar een groep van deskundigen risico's identificeert volgens een vastgestelde werkwijze, zoals een checklist, vragenlijst of lijst met stellingen.
- Inductive reasoning techniques, zoals HAZOP. Inductief redeneren leidt niet tot een vaststaande conclusie, maar baseert zich als gevolg van een beperkt aantal waarnemingen tot de meest waarschijnlijke conclusie.

De geïdentificeerde risico's voor leidingen (of het leidingnet), vaak ook aangeduid als de faalmechanismen, zijn beperkt van omvang en bestaan voornamelijk uit:

- Lekkage als gevolg van degradatie van het buisdeel en/of ontoelaatbare belasting, hoofdstuk 3 van [53];
- Lekkage als gevolg van degradatie van verbindingen en/of ontoelaatbare verplaatsingen, hoofdstuk 4 van [53];
- Waterkwaliteitsproblemen als gevolg van ongewenste fysische, chemische of microbiologische processen of een combinatie daarvan in het leidingnet, zie de 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie' [18] en de praktijkcode op het gebied van de permeatie van organische stoffen [22];
- Falen van afsluiters, hoofdstuk 5 van [53];
- Falen van brandkranen, hoofdstuk 5 van [53].

Bovenstaande risico's zijn verder uit te drukken in de kans op falen (zie § 7.2.2.2) en het effect van falen (zie § 7.2.2.3). Voor de onderbouwing van saneringsbeslissingen van leidingen spelen hoofdzakelijk de risico's van lekkage als gevolg van degradatie van het buisdeel en degradatie van verbindingen een rol. De aanleiding van dit falen kan ook extern

zijn veroorzaakt als gevolg van werkzaamheden van derden of het aanbrengen van een buitengewone belasting. De overige risico's spelen in het algemeen een minder belangrijke rol bij het onderbouwen van saneringsbeslissingen, met uitzondering van de aanwezigheid van een met polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) verontreinigde bodem in combinatie met leidingen die onvoldoende bescherming bieden tegen de permeatie hiervan naar het drinkwater. De risico's met betrekking tot waterkwaliteitsproblemen hebben voornamelijk invloed op werkzaamheden aan leidingen. De risico's met betrekking tot het falen van afsluiters en brandkranen hebben meer betrekking op de inrichting van het beheer van het leidingnet.

7.2.2.2 Risicoanalyses: kans op falen

Het vaststellen van de kans op falen van leidingen kan plaatsvinden met de volgende methoden ([NEN-ISO/IEC 31010](#)):

1. Op basis van storingsgegevens, waarbij historische gegevens van vergelijkbare situaties worden geëxtrapolerd naar toekomstige voorspellingen.
Hierbij wordt een aanpak op basis van cohorten gebruikt, waarbij storingen die eerder zijn opgetreden in het cohort de basis vormen voor de voorspelling van toekomstige storingen. De functie die bij deze extrapolatie wordt verkregen, is de functie voor voorspelde storingen (FVS) zoals die is genoemd in § 7.2.1. Belangrijke vragen hierbij zijn:
 - Hoeveel storingen dienen te zijn geregistreerd om een betrouwbare voorspelling uit te voeren en wat is de bijbehorende onzekerheid van de voorspelling?
 - Wat is de vorm van de extrapolatie (bijvoorbeeld lineair of exponentieel)?
 - Wat zijn de belangrijkste oorzaken van falen als basis voor een op te stellen indeling in cohorten?
 - Wat is de omvang van de cohorten? Hierbij geldt dat bij cohorten van te kleine omvang het aantal storingen beperkend kan zijn en dat bij cohorten van te grote omvang de voorspellende waarde beperkt kan zijn.

Bijzondere aandacht is noodzakelijk voor cohorten met geen of een zeer beperkt aantal storingen. Dit geldt met name voor grote transportleidingen, waarvan het beheer erop is gericht om falen te voorkomen. Voor dergelijke leidingen zal het aantal storingen te beperkt zijn om een betrouwbare extrapolatie uit te kunnen voeren. Dit geldt ook voor nieuwe leidingmaterialen of toepassingen, zoals biaxiaal verstrekt PVC of materialen voor relining.

Als basis voor de historische gegevens dient de USTORE database, zie [19]. Binnen het onderzoeksprogramma van 2017 (BTO) wordt een project uitgevoerd waarin een methode wordt uitgewerkt voor het opstellen van de FVS op basis van in USTORE geregistreerde storingen.

2. Waarschijnlijkheidsvoorspellingen op basis van voorspellende technieken, zoals foutenboomanalyses.
Deze aanpak is met name van belang als historische storingsdata afwezig is of onvoldoende van omvang om een betrouwbare voorspelling van toekomstig falen op te stellen. Een andere reden voor deze aanpak is dat de effecten van falen dermate hoog zijn, dat falen onacceptabel is.

In veel gevallen (bijvoorbeeld in het geval van een zuiveringsinstallatie) wordt hiervoor een foutenboom opgesteld. Hiermee kan de samenhang tussen verschillende

componenten en hun onderlinge relatie in kaart worden gebracht. Voor het leidingnet dat bestaat uit veel overeenkomstige elementen in een netwerkstructuur is een dergelijke aanpak niet toepasbaar. Als er voldoende gegevens beschikbaar zijn over leidingen, de bodem en de optredende belastingen, is het mogelijk om een model op te stellen dat de optredende spanningen relateert aan de toelaatbare spanningen. De kans op falen kan daarbij worden bepaald, afhankelijk van de relatie tussen de optredende en toelaatbare spanningen. Omdat er in een dergelijke berekening veel onzekerheden zijn voor wat betreft de optredende spanningen en de materiaaleigenschappen, is het noodzakelijk om de bijbehorende betrouwbaarheid expliciet in de rekenresultaten te betrekken. De actuele toestand van de leidingen dient in een model te worden geschat of te zijn gebaseerd op toestandsbepalingen (zie [53]).

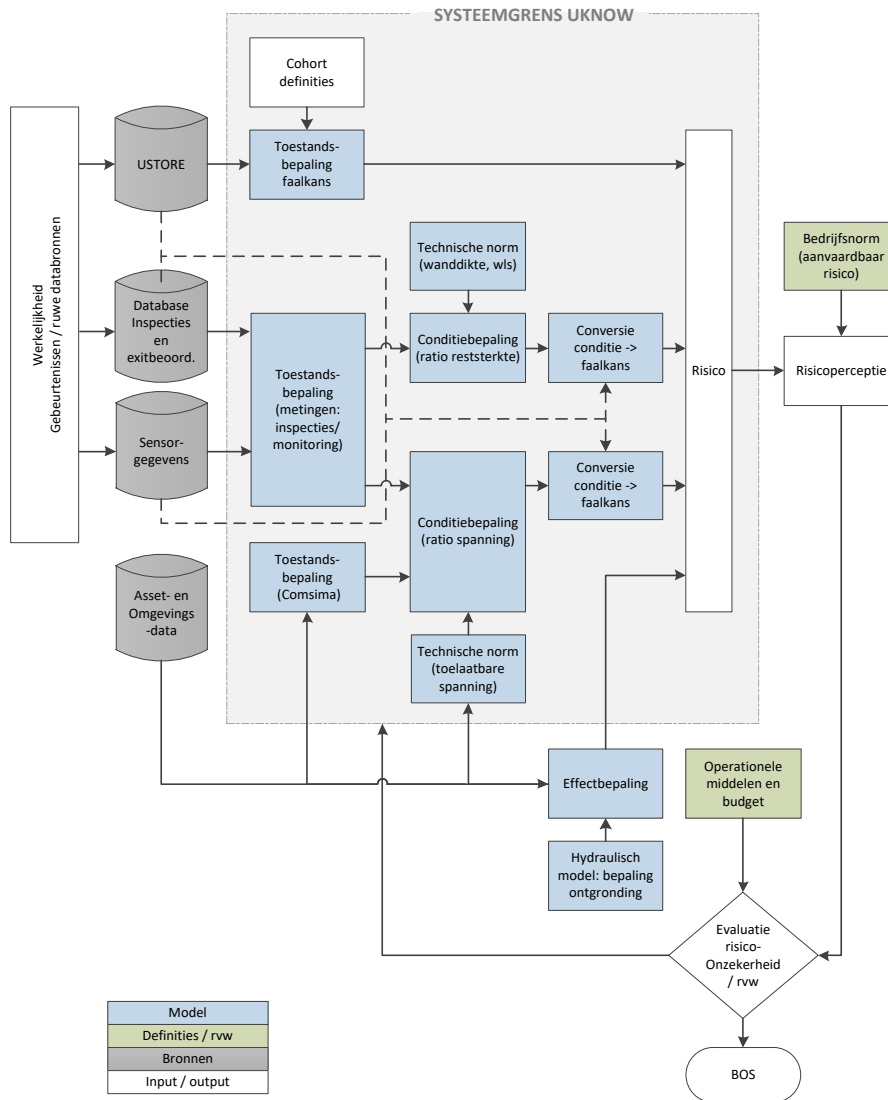
Binnen het gezamenlijke onderzoeksprogramma (BTO) is het model Comsima ontwikkeld. Op basis van mechanische berekeningen worden daarmee leidingen geïdentificeerd met een verhoogde kans op falen als gevolg van hoge wandspanningen. Hiermee kan een heel leidingnet worden beoordeeld. In het in 2016 en 2017 lopende 'STOOP-project' wordt een soortgelijke aanpak ontwikkeld, waarbij met name de bodemzettingen worden beschouwd. Daarnaast bestaan er rekenmethoden die zijn gebaseerd op de zogenaamde Pijpleidingcode, die op basis van de aanpak volgens de normenserie NEN 3650 de optredende spanningen berekenen voor specifieke leidingen.

3. Op basis van expertmeningen.
Hierbij wordt op systematische wijze en in een gestructureerd proces de kans op falen van individuele leidingen of groepen leidingen kwalitatief vastgesteld. Deze expertmeningen dienen zo veel mogelijk uit te gaan van relevante vastgelegde informatie. Er zijn diverse technieken ontwikkeld om het proces van het vormen van expertmeningen te structureren. In dit kader noemt de [NEN-ISO/IEC 31010](#) onder meer de 'Delphi-aanpak': de paarsgewijze vergelijking en de groepsgewijze indeling van leidingen in faalcategorieën. Een belangrijk nadeel van het gebruik van expertmeningen is dat objectiviteit, representativiteit, volledigheid en reproduceerbaarheid niet zijn te garanderen.

Aanvullend aan de drie in de [NEN-ISO/IEC 31010](#) genoemde methoden, moet ook worden genoemd:

4. Op basis van metingen.
Kennis over de kans op falen kan ook verkregen worden door het uitvoeren van leidinginspecties. Voor een uitgebreide beschrijving van inspecties, zie PCD 6 [53]

De bovengenoemde methoden kennen allemaal hun beperkingen die met name voortkomen uit de beperkte kwaliteit van de gegevens van leidingen, inclusief die van de productie en de aanleg, en de optredende (historische) belastingen. Deze beperkte datakwaliteit heeft als voornaamste oorzaak dat de volledigheid van de gegevens en de nauwkeurigheid van metingen beperkt is, en de variabiliteit van parameters groot is (denk hierbij aan de processen van corrosie en uitloging, die een grote spreiding kennen). Om zo effectief mogelijk om te gaan met de beschikbare data is een combinatie van methoden aan te bevelen. Vanwege de beperkingen van de datakwaliteit is het noodzakelijk expliciet aandacht te besteden aan onzekerheden van de data, alsmede aan de onzekerheden van de modellen. Ter illustratie: in het gezamenlijke onderzoek (BTO) is het 'UKNOW-concept' ontwikkeld, waarbij de verschillende datastromen en bijbehorende onzekerheden in samenhang worden beschouwd, teneinde te komen tot een betrouwbare inschatting van de faalkans van leidingen [96], zie ook Figuur 4.



Figuur 4 Overzicht van UKNOW waarin storingsgegevens, inspectieresultaten en toestandsmodellen zijn samengebracht en waarbij input wordt geleverd voor de kans op falen van een leiding. Deze kans kan in samenhang met effecten van leidingbreuk input genereren voor beslissingondersteunende software (BOS) [96].

7.2.2.3 Risicoanalyses: effect van falen

Een analyse van de effecten van falen heeft als doel het vaststellen van de aard en de potentiële omvang van de impact van een ongewenste gebeurtenis. Een gebeurtenis kan meerdere ongewenste effecten hebben, met elk een verschillende impact op de organisatie. De mogelijke effecten van een ongewenste gebeurtenis hebben een relatie met verschillende stakeholders en daardoor ook met de strategische doelstellingen van een organisatie. De ongewenste gebeurtenis leidingbreuk heeft meerdere mogelijke effecten, zie Tabel 2 voor een overzicht. Een aantal van de in die tabel genoemde effecten overlapt.

Tabel 2 Overzicht van mogelijke effecten voor de ongewenste gebeurtenis 'leidingbreuk', de bijbehorende stakeholders, de wijze van uitdrukken en de wijze van bepaling (de laatste twee niet alomvattend).

Mogelijk effect:	Stakeholders:	Uit te drukken in:	Bepaling:
1. Leveringsonderbreking	Klanten	<ul style="list-style-type: none"> Ondermaatse leveringsminuten (OLM) 	CAVLAR, OLM-registratie
2. Waterkwaliteitsproblemen	Klanten	<ul style="list-style-type: none"> Klachten waterkwaliteit Waterkwaliteitsmonsters Besmetting in een hydraulisch model Bruinwaterrisico Sedimentmassa 	Monsterneming, QMRA, waterkwaliteitsanalyse met een hydraulisch netwerkmodel
3. Schade aan omgeving	Maatschappij	<ul style="list-style-type: none"> Risicovolle objecten die zich bevinden binnen de risicozone van de leiding 	GIS-analyse en bepaling van potentiële ontgrondingskrater
4. Directe kosten	Drinkwaterbedrijf	<ul style="list-style-type: none"> Kosten van reparatie Kosten die op drinkwaterbedrijf worden verhaald 	Kostenanalyse
5. Maatschappelijke kosten	Maatschappij	<ul style="list-style-type: none"> Maatschappelijke kosten als gevolg van een leidingbreuk of een leveringsonderbreking 	Maatschappelijke kostenanalyse
6. Ongevallen	Maatschappij	<ul style="list-style-type: none"> Potentiële verkeersslachtoffers Potentieel te evacueren personen in geval van een overstroming veroorzaakt door een leidingbreuk in een waterkering. Registraties voor niet voldoen aan ARBO-voorschriften 	Analyse van het aantal ongevallen die indirect gevolg zijn van een leidingbreuk Analyse van incidenten bij drinkwaterbedrijven
7. Imago	Maatschappij	<ul style="list-style-type: none"> Potentiële negatieve publiciteit 	Kennisregels die de relatie aangeven tussen de mate van publiciteit en de leiding en omgeving

Voor een voorbeeld voor het uitvoeren van een risicoanalyse van het leidingnet als basis voor een saneringsprogramma, zie [97].

Voor het uitvoeren van een effectanalyse met betrekking tot de directe omgeving van de leiding is het nodig om te bepalen op welk gebied de ongewenste gebeurtenis van invloed kan zijn. In het geval van een leidingbreuk is daarom noodzakelijk de risicozone te bepalen. In de norm [NEN 3651](#) is een methode gegeven om de potentiële ontgrondingskuil te berekenen die kan optreden als gevolg van een leidingbreuk. Door het berekenen van de ontgrondingskuil wordt een bufferzone verkregen die rondom een leiding kan worden

gelegd en die de basis vormt voor het identificeren van objecten die getroffen kunnen worden door een leidingbreuk. In bepaalde gevallen is het noodzakelijk deze bufferzone te vermeerderen, bijvoorbeeld in het geval van waterkeringen met de stabiliteitszone.

BEEL (acroniem voor Beoordeling Externe Effecten Leidinglekkage) is een door de drinkwatersector ontwikkelde beoordelingssystematiek naar aanleiding van de 'Stein-affaire' uit 2004, die is gebaseerd op kennis uit de bedrijfstak en waarmee een risico-inschatting kan worden gemaakt van de kans op een leidinglekkage en de mogelijke externe effecten daarvan op risicovolle objecten in de omgeving van die lekkage. De methodiek wordt gebruikt bij de systematische beoordeling van primaire locaties (primaire waterkeringen, snelwegen en spoorwegen) en secundaire locaties (regionale waterkeringen, regionale wegen en overige locaties, zoals metrolijnen). Zie [NEN 3651](#) voor een nadere omschrijving van deze locaties.

Het Vewin-rapport 'Richtlijn Beoordeling Externe Effecten Leidingen bij primaire- & secundaire locaties; Beoordeling Externe Effecten Leidingen' [132] is een handleiding voor het doorlopen van de beoordelingsmethode. De afgelopen jaren is op basis daarvan door de drinkwaterbedrijven een uitgebreide risicoanalyse uitgevoerd. In 2014 is een evaluatie uitgevoerd naar de stand van zaken, zie hiervoor [133].

7.2.2.4 Risico-evaluatie

[NEN-ISO/IEC 31010](#) geeft aan dat een risico-evaluatie bestaat uit het vergelijken van de geschatte risico's in de risicoanalyse met de risicocriteria zoals die vooraf door de organisatie zijn opgesteld. Risico-evaluatie heeft als doel het vaststellen van de omvang en de aard van risico's, als basis voor toekomstige besluitvorming. Deze besluiten kunnen zijn ([NEN-ISO/IEC 31010](#)) de vaststelling van:

- welke risico's binnen de scope van een risicoanalyse vallen;
- wat de prioriteiten zijn voor risicobeheersing;
- welke risico's maatregelen behoeven om het risico te beperken;
- selectie van de beste opties om het risico te beperken.

De meest eenvoudige benadering voor het definiëren van risicocriteria is door in een risicomatrix een scherp onderscheid te maken tussen risicoscores waarbij wel of geen actie noodzakelijk is. In een risicomatrix is dit mogelijk door voor bepaalde categorieën het risico als niet-kritisch te benoemen en andere als kritisch. Deze benadering is eenvoudig van opzet, maar houdt geen rekening met onzekerheden en onnauwkeurigheden die een rol spelen bij risicoanalyses. Bij de beslissing om risico's wel of niet te beheersen speelt ook het kostenaspect mee en de vraag welke risicoreductie mogelijk is met de activiteiten voor risicobeheersing.

In de [NEN-ISO/IEC 31010](#) wordt een algemene aanpak voor risico-evaluatie gegeven die bestaat uit drie categorieën:

- Een hoge categorie, waar het risiconiveau als onacceptabel wordt gezien en waar maatregelen voor het reduceren van risico's onvermijdelijk zijn;
- Een middencategorie, waar kosten worden afgewogen tegen de mate van risicoreductie als gevolg van die maatregelen;
- Een lage categorie waar het risiconiveau als verwaarloosbaar wordt gezien of zo laag dat maatregelen voor risicobeheersing als onnodig worden gezien.

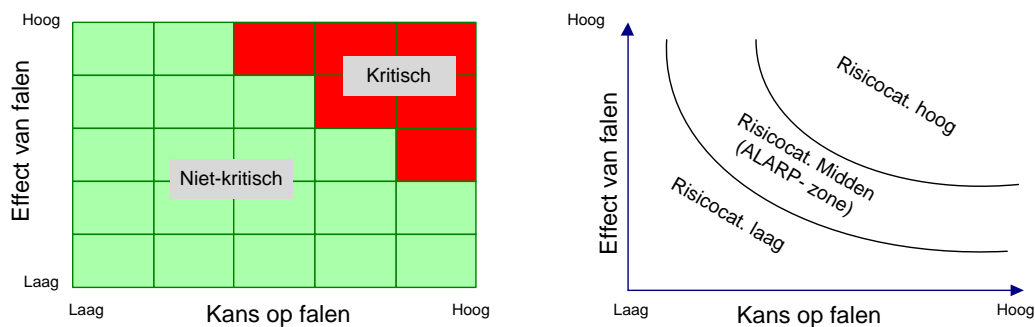
Een gebruikelijke aanpak voor gebeurtenissen die zich in de middencategorie bevinden, is het 'ALARP-principe', waarbij ALARP staat voor 'As Low As Reasonably Practical'. Als basis voor deze analyse kan een business case dienen waarbij de kosten van de ingreep worden

afgewogen tegen de opbrengsten door reductie van risico's. Vanuit de maatschappelijke positie van drinkwaterbedrijven is het noodzakelijk dat ook maatschappelijke risicokosten worden gekwantificeerd.

Het vaststellen van de grenzen voor acceptatie van risico's en uitgangspunten voor het vaststellen van een ALARP-afweging dient gerelateerd te zijn aan de strategische doelstellingen van een bedrijf. Daarbij dient ook aandacht te zijn voor het combineren van risico's. In veel gevallen zal een leidingbreuk tot meerdere ongewenste effecten leiden, bijvoorbeeld een onderbreking van de levering, kosten en schade aan de omgeving. Het is dan van belang te bepalen hoe deze combinatie van ongewenste effecten uitwerkt in de beslissing om een leiding te saneren. Dit kan door:

- Het hoogste effect maatgevend te laten zijn;
- Een combinatie-score te bepalen op basis van meerdere ongewenste effecten.

In Figuur 5 is aan de linkerzijde een risicomatrix afgebeeld, bestaande uit een discrete verdeling in risicoklassen en onderscheid in indeling in een kritisch en niet-kritisch domein. In Figuur 5 is aan de rechterzijde een risicoverdeling afgebeeld, bestaande uit een continue indeling van kans en effect en een indeling in drie categorieën volgens het ALARP-principe. Bij een risicomatrix worden leidingen ingedeeld in categorieën voor de kans en het effect van falen. Een indeling in categorieën heeft als voordeel dat dit eenvoudiger is uit te voeren, met name voor de meer kwalitatieve effecten zoals schade aan omgeving, ongevallen en imago. Het heeft als nadeel dat de bepaling vrij grof is en dat er weinig onderscheid is te maken tussen verschillende typen leidingen. Een continue indeling past beter bij analyses van grote groepen leidingen waarbij kansen en effecten door berekeningen worden vastgesteld.



Figuur 5 Voorbeeld van een risicomatrix (links) en een risicoplot.

Het is van belang dat een drinkwaterbedrijf in een kwaliteitsmanagementsysteem vastlegt met welke regelmaat een herberekening van de risico's zal plaatsvinden. Er kan een prioriteitstelling plaatsvinden waarbij leidingen in hogere risicosegmenten een kortere periode tot herberekening krijgen. Hierbij kan ook worden aangesloten op door derden opgelegde eisen, zoals de zesjaarlijkse toetsing van leidingen in primaire waterkeringen. Hiervoor is het Wettelijk BeoordelingsInstrumentarium van toepassing, voor actuele informatie zie:

[https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/primaire/beoordelen-\(wbi\)/wbi/](https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/primaire/beoordelen-(wbi)/wbi/).

Drinkwaterbedrijven maken gebruik van beslissingsondersteunende softwarepakketten voor het onderbouwen van beslissingen over het saneren van leidingen. In de meeste gevallen combineren deze pakketten voor alle leidingen een FVS met de effecten van een leidingbreuk. De risico-evaluatie bestaat er uit dat het berekende risicogetal dat wordt vergeleken met de beschikbare investeringsruimte om zo te komen tot een prioritering van te saneren leidingen. In 2017 heeft een evaluatie plaatsgevonden van vier beslissingsondersteunende software

pakketten [127]. Uit deze vergelijking bleek dat de resultaten van de pakketten slechts in beperkte mate overeenkomen en dat de resultaten in grote mate afhankelijk zijn van de wijze waarop gegevens over leidingen, de omgevingen en storingen worden geïnterpreteerd. Om te komen tot goed onderbouwde besluitvorming is een verdere verbetering voorgesteld van de wijze waarop de leiding- en omgevingsdata wordt geïnterpreteerd en bewerkt en van kennisregels die de degradatie van leidingen en de effecten van falen beschrijven.

7.2.3 Overige overwegingen voor het saneren van leidingen

In de vorige paragrafen is aangegeven op welke wijze leidingen kunnen worden geselecteerd op basis van een risico-evaluatie die is gebaseerd op het falen van een leiding door een leidingbreuk. Er zijn ook andere analyses die er toe kunnen leiden dat een leiding wordt vervangen, namelijk het aanwezig zijn van verontreinigde bodem, het veelvuldig optreden van waterkwaliteitsklachten of het niet voldoen aan de vereiste capaciteit (zie ook de risico's zoals genoemd in § 7.2.2.1). Een andere reden voor saneren kan zijn het niet meer voldoen aan hydraulische randvoorwaarden, bijvoorbeeld omdat er sprake is van een overgedimensioneerd leidingnet met grote verblijftijden. In deze gevallen is er sprake van het niet meer voldoen aan functionele levensduur van een leiding (zie §7.2.1).

7.2.4 Toekomstanalyses van het leidingnet

De hierboven genoemde overwegingen voor het saneren van leidingen zijn grotendeels gebaseerd op historische of actuele situaties. Het is voor een drinkwaterbedrijf ook van belang in te spelen op mogelijke veranderingen in de toekomst. Voor toekomstanalyses van het netwerk zijn twee begrippen van belang namelijk robuustheid en veerkracht. Deze begrippen zijn vertalingen van de door Kang en Lansey [98] gehanteerde begrippen robustness en resilience. Robuustheid is de capaciteit van het systeem om de functionaliteit te behouden onder verschillende toekomstige condities. Veerkracht is de geschiktheid van een systeem om een ongewenste gebeurtenis te ondergaan en vervolgens te herstellen. Een leidingnet is robuust als het in staat is om onder verschillende gewijzigde omstandigheden (een veranderingen van het klimaat, de demografie, de drinkwatervraag, et cetera) te blijven voorzien in de gestelde functies. Een leidingnet is veerkrachtig als het bij uitval van elementen kan blijven voldoen aan de leveringseisen. Een voorbeeld van een test van de veerkracht van een systeem is de leveringszekerheidsanalyse [11]. Voor verdere uitwerkingen van toekomstscenario's en de impact op het drinkwaternet wordt verwezen naar [115]. Het relateren van saneringsplannen aan toekomstanalyses helpt drinkwaterbedrijven te kiezen voor oplossingen die duurzaam zijn.

7.2.5 Opstellen saneringsprogramma van het leidingnet (kostenanalyse)

In een risico-evaluatie worden leidingen geselecteerd die op basis van de door het drinkwaterbedrijf gestelde normen als kritisch worden beoordeeld. In het geval er is gekozen voor toepassing van het ALARP-principe, dan is er al een rangschikking gemaakt waarbij kosten worden afgewogen tegen de risicoreductie als gevolg van de maatregelen. Voor de leidingen die zijn geselecteerd voor sanering dient een kostenraming te worden opgesteld en een ranking van de mate van het risico. De totale kosten van de te saneren leidingen dienen te worden vergeleken met het beschikbare budget. Het resultaat van deze vergelijking is een actief saneringsprogramma, dat wil zeggen een lijst van leidingen die het drinkwaterbedrijf in een jaar wil saneren op grond van de risico-evaluatie en de beschikbare middelen.

7.2.6 Omgevingsanalyse

Beslissingen over het saneren van leidingen hangen ook af van de omgeving waarin een leiding zich bevindt. In Tabel 3 is een overzicht gegeven van de belangrijkste stakeholders met betrekking tot saneringsbeslissingen, de interactie met het leidingnet en de mogelijke

beheermaatregelen. Het actief saneringsprogramma dat het drinkwaterbedrijf opstelt en dat de eigen prioriteiten aangeeft, dient als basis voor de afstemming met de gemeente en overige beheerders van ondergrondse infrastructuur. Vanuit het perspectief van maatschappelijke verantwoordelijkheid dient te worden gestreefd naar een gezamenlijk infrastructuurplan met minimale maatschappelijke kosten en een minimaal geaccepteerd gemeenschappelijk risico. Het verdient aanbeveling om methodieken te ontwikkelen waarin meerdere partijen komen tot ondergrondse en bovengrondse afstemming.

Als hulpmiddel voor drinkwaterbedrijven om te komen tot een duurzame inrichting van het leidingnet die past binnen een veranderende omgeving is door KWR de methodiek van de streefstructuur opgesteld, zie [107].

Tabel 3 Generieke beschrijving van stakeholders, interacties en risicobeheersmaatregelen. Voor specifieke drinkwaterbedrijven kunnen specifieke interacties een rol spelen, te denken valt aan bijvoorbeeld de aardbevingsproblematiek in Groningen.

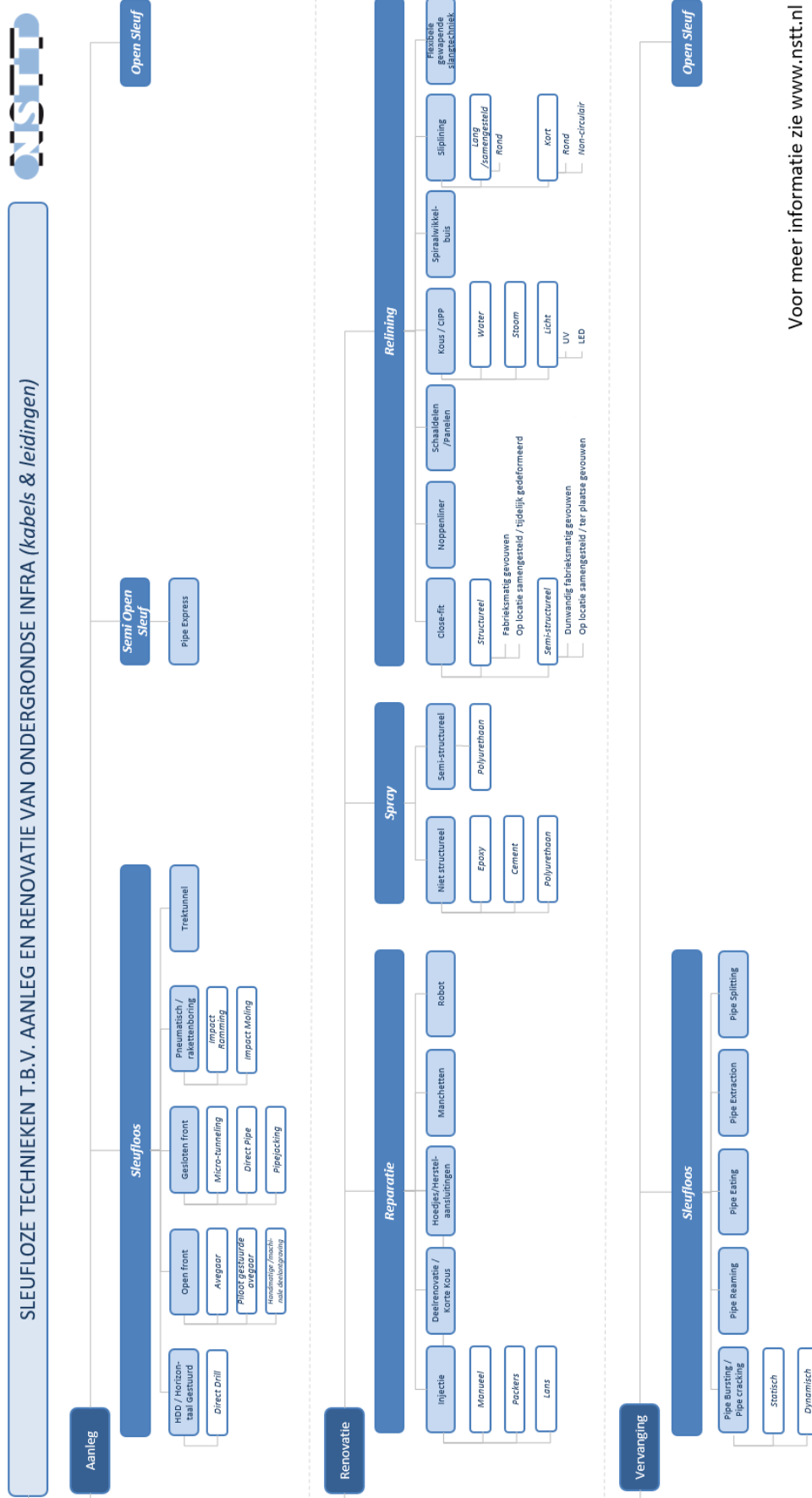
Stakeholder	Interactie met sanering van leidingen	Risicobeheersmaatregelen
Gemeente en woningbouwcorporaties	Beheerder van de ondergrond	Afstemming werkzaamheden in de ondergrond met gemeente
	Bovengrondse planning	Afstemming over bestemmingsplannen, woningbouwplannen en werkzaamheden in de openbare ruimte
Beheerders ondergrondse infrastructuur, inclusief gemeente voor riool. Hierbij ook rekening houden met nieuwe ontwikkelingen zoals het transport van warmte, koude, CO₂, etc.	Saneringsplannen infrastructuur	Afstemmen werkzaamheden met andere beheerders ondergrondse infrastructuur
	Risico van schade drinkwaterleidingen als gevolg van werken door derden	Proactief in kaart brengen van risico's en monitoren werkzaamheden
	Risico van schade aan infrastructuur derden als gevolg van sanering drinkwaterleidingen	Informereren derden, gepaste veiligheid maatregelen bij uitvoer
Klanten drinkwater	Minimaliseren ongeplande leveringsonderbreking	Vervangingsbeleid en netontwerp gericht op het minimaliseren van geplande OLM, overzetten buiten momenten met maximum verbruik, aanschrijven van klanten
	Minimaliseren waterkwaliteitsklachten	Regelmatig schoonmaken van leidingen, vermijden van verhoogde stroomsnelheden en stroomomkering
Diverse partijen in de omgeving van leidingen	Bijzondere belastingen	Informatievoorziening over wijzigingen
Vergunningsverleners	Eisen faalkans en ligging	Afstemmen met vergunningverleners over eisen en monitoren van beleidswijzigingen, specifieke dossieropbouw van leidingen met vergunningsregime
	Eisen beheermaatregelen	Nemen van specifieke beheermaatregelen voor leidingen met vergunningsregime
Gemeente	Capaciteitseisen en locatie brandkranen	Overleg met gemeente over het beschikbaar stellen van bluswater

7.3 Langetermijninvesteringsplan

In de voorgaande paragraaf is aangegeven hoe te komen tot een saneringsprogramma voor individuele leidingen. Drinkwaterbedrijven kunnen daarnaast ook een langetermijninvesteringsplan opstellen. Bij een dergelijk plan wordt het leidingnet ingedeeld in cohorten, waarbij per cohort een aannname wordt gedaan van een (verdeling van de) restlevensduur. Op basis hiervan ontstaat inzicht in de periode waarin specifieke cohorten moeten worden vervangen en kan op basis daarvan een voorspelling worden gemaakt van de benodigde vervangingsinvesteringen. Binnen het onderzoeksprogramma (BTO) is deze methodiek uitgewerkt [99]. Er zijn daarin cohorten gedefinieerd en er is per cohort aangegeven wat de te verwachten periode van vervanging is op basis van een driehoeksverdeling. In 2015 heeft een aanpassing plaatsgevonden van de driehoeksverdelingen [100]. KWR heeft in het kader van 'WaterShare' de tool 'Mains Investment Planner' ontwikkeld. Dit is een hulpmiddel waarmee drinkwaterbedrijven op eenvoudige wijze een langetermijninvesteringsplan voor leidingen kunnen onderbouwen.

7.4 Methoden van leidingsanering

De NSTT heeft op haar website een overzicht van technieken voor het aanleggen, renoveren en vervangen van leidingen (zie Figuur 6, [7] en ook <http://www.nstt.nl/kenniscentrum/technieken/hoofdindeling>). De door de NSTT genoemde technieken zijn ook relevant voor het vervangen van drinkwaterleidingen buiten gebouwen. Technieken voor reparatie worden beschreven in hoofdstuk 14.



Voor meer informatie zie www.nstt.nl

Figuur 6 Door de NSTT voorgestelde indeling in methoden voor aanleg en renovatie.

7.4.1 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 uitgenomen en een nieuwe leiding met de meest geschikte diameter en leidingmateriaal wordt gelegd. De vervanging kan op dezelfde 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. Zie ook [101], bijvoorbeeld:

- 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, totdat de aansluitingen zijn overgezet naar de nieuwe leiding. Wordt gebruik 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
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.

Drinkwaterbedrijven experimenteren met verschillende aanlegmethoden om te komen tot minimalisering van de overlast voor afnemers en van de kosten.

7.4.2 Sleufloof vervangen

Bij het sleufloof vervangen vindt er geen ontgraving plaats over de volle lengte van de leiding. In de meeste gevallen wordt een nieuwe 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 isolatie van de bestaande leiding, bijvoorbeeld in geval van corrosie. Er wordt ook gesproken van semi-structureel als tussenvorm. Er zijn ook ontwikkelingen waarbij de bestaande leiding sleufloof wordt verwijderd. Voor een overzicht van technieken wordt verwezen naar de website van de NSTT (www.nstt.nl)

In het rapport KWR 2017.041 [101] 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.

7.5 Uitvoeringsaspecten bij leidingsanering

7.5.1 Verwijderen van leidingmateriaal

Nadat een leiding is vervangen, kan de oude leiding een risico voor verontreiniging van het drinkwater blijven vormen. Een leiding die niet meer in gebruik is, mag daarom 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. 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 wel worden niet worden verwijderd dan dient dit te gebeuren met goedkeuring van de gemeente. Een leiding kan in dat geval worden gevuld met een niet-samendrukbaar en niet-waterdoorlatend vulmateriaal, bijvoorbeeld schuimbeton. 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' [21] (zie § 4.4) moeten leidingen die buiten gebruik zijn gesteld, door de eigenaar op tekening worden aangegeven [21]. Als een buiten gebruik gestelde leiding niet wordt verwijderd, blijft de leidingeigenaar daarvoor verantwoordelijk. Leidingen die zich bevinden in waterkeringen dienen in geval van buitengebruikstelling in alle gevallen te worden verwijderd.

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

Drinkwaterbedrijven streven er naar om ook niet meer in gebruik zijnde afsluiters en brandkranen te verwijderen, om de ondergrond 'schoon' achter te laten.

7.5.2 Tijdelijke leidingen

Het kan voorkomen dat de drinkwatervoorziening via het reguliere leidingnet tijdelijk niet mogelijk is. Om de aansluitingen in dergelijke gevallen van drinkwater te voorzien, is een tijdelijke leiding mogelijk. Deze leiding moet voldoen aan de gebruikelijke eisen omtrent integriteit en hygiëne [14]. Verdere eisen die aan deze leidingen worden gesteld, zijn sterk afhankelijk van de omstandigheden waaronder deze functioneren.

7.5.3 Informeren van afnemers en aanwonenden

In geval van werkzaamheden voor het vervangen van leidingen dienen afnemers en aanwonenden tijdig te worden geïnformeerd over de aard van de werkzaamheden, de mate van overlast, het verwachte tijdstip van onderbreking en eventueel de monsterneming ten behoeve van waterkwaliteitsbeoordeling. Tevens dienen afnemers te worden geïnformeerd over het mogelijk optreden van bruin water en/of troebel water als gevolg van de werkzaamheden.

8 Design/Ontwerp leidingnet

8.1 Inleiding

Voor het ontwerpen van leidingen en leidingnetten voor drinkwater zijn uitgangspunten gegeven vanuit de publiekrechtelijke regelgeving, zie ook hoofdstuk 4. De uitgangspunten zijn weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4 *Uitgangspunten bij het ontwerpen van leiding(net)ten op grond van publiekrechtelijke regelgeving.*

Aspect	Paragraaf	Vertaling naar ontwerpproces
Waterkwaliteit met oog op microbiologische, chemische en organoleptische parameters)	4.1.1	Materiaalkeuze
Erkende kwaliteitsverklaring van onderdelen	4.1.1	Materiaalkeuze
Druk en hoeveelheid	4.1.2	Hydraulisch ontwerp
Continuïteit van levering	4.1.3	Leveringszekerheid en Leveringscontinuïteit
NEN 3650 en NEN 3651	4.2.1	Constructietechnisch ontwerp
NEN 7171-1 en NPR 7171-2	4.2.2	Ligging

Het ontwerpen van leidingen en leidingnetten voor drinkwater wordt in dit hoofdstuk in vier achtereenvolgende delen onderscheiden:

- Deel 1: het functioneel ontwerp (de paragrafen 8.2 tot en 8.9);
- Deel 2: de ligging (§ 8.10);
- Deel 3: het constructietechnisch ontwerp (de paragrafen 8.11 tot en 8.14);
- Deel 4: het ontwerpen van de appendages (§ 8.15).

Deel 1: Functioneel ontwerp

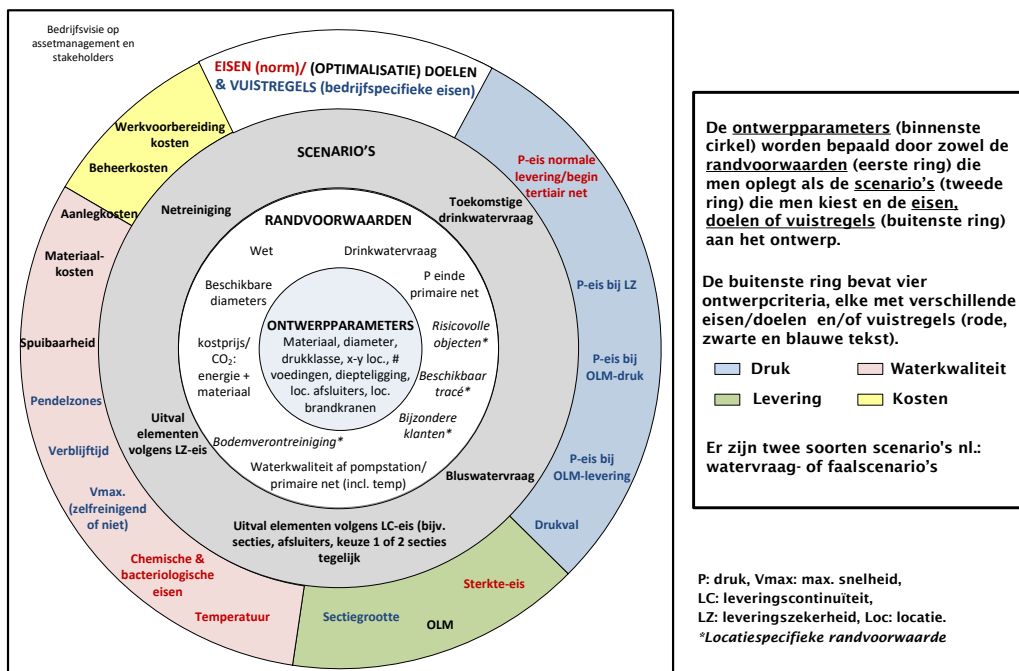
8.2 Functioneel ontwerp: achtergrond

Het doel van het ontwerpproces is het ontwerpen van een leidingnet dat minimaal voldoet aan de van toepassing zijnde publiekrechtelijke regelgeving, dat past binnen de door het bedrijf gedefinieerde leveringsrandvoorwaarden en waarbij alle relevante economische en uitvoeringstechnische aspecten in acht zijn genomen. Dit deel geeft een overzicht van de ontwerpfilosofie van de Nederlandse drinkwaterbedrijven. Op basis van dit overzicht kunnen drinkwaterbedrijven een bedrijfseigen invulling geven. Het heeft betrekking op het ontwerp van nieuwe leidingnetten en op het herontwerp van te vervangen leidingnetten.

De invulling van dit hoofdstuk wijkt af van de ontwerpfilosofie zoals die is verwoord in de [NEN-EN 805](#), met name vanwege de toepassing van het zelfreinigende principe en de functionele indeling in primaire, secundaire en tertiaire netten¹⁷. De eerste beschrijving van

¹⁷ Om die reden is de verwijzing naar deze norm niet opgenomen in dit hoofdstuk.

zelfreinigende netten is te vinden in 'Nieuwe ontwerprijlijnen voor distributienetten, SWE 99.011' [8]. In de jaren daarna hebben bedrijven de principes toegepast en heeft verder onderzoek plaatsgevonden. De wetenschappelijke onderbouwing van zelfreinigende netten is beschreven in het promotieonderzoek van Jan Vreeburg 'Discolouration in drinking water systems a particular approach' [104] en van Mirjam Blokker 'Stochastic water demand modelling for a better understanding of hydraulics in water distribution networks' [105]. In 2009 heeft een bevestiging plaatsgevonden dat het concept van zelfreiniging ook daadwerkelijk leidt tot minder sediment in het leidingnet [106]. In 2009 heeft een evaluatie plaatsgevonden hoe drinkwaterbedrijven nieuwe ontwerprijlijnen toepassen en die is beschreven in 'Evaluatie ontwerprijlijnen voor distributienetten', KWR 09.073 [12]. Een indeling van het net in primaire, secundaire en tertiaire netten is verder beschreven in 'Ontwerpen secundair leidingnet' [34]. In dit project zijn ook de zogenaamde ontwerpcirkels opgesteld. Deze ontwerpcirkels zijn aangepast [107] en de meest recente versie is weergegeven in Figuur 7. Deze ontwerpcirkel omvat alle relevante aspecten van het ontwerpproces. Het zelfreinigend ontwerp wordt toegepast op tertiaire leidingen. Hiervoor is tevens een ontwerptool ontwikkeld, die beschreven is in 'Handleiding DiVerDi SIMDEUM 2.0' [68]. Voor het ontwerp van secundaire netten wordt verwezen naar [34].



Figuur 7 Ontwerpcirkel met de belangrijkste onderdelen van het ontwerpproces.

8.3 Functioneel ontwerp: opbouw leidingnet

8.3.1 Inleiding

De opbouw van het leidingnet volgt idealiter een hiërarchische indeling die samenhangt met de verschillende functies die daaraan worden toegekend en die bestaat uit primaire, secundaire en tertiaire leidingen. In het verleden is vaak de indeling transportnet en distributienet gehanteerd

8.3.2 Primaire leidingen, functionele omschrijving

De functie van primaire leidingen is het verdelen van grote hoeveelheden drinkwater naar grote woonkernen en industriële afnemers in het voorzieningsgebied en naar andere voorzieningsgebieden. De eis van leveringszekerheid houdt in dat de leidingen vaak

redundant zijn uitgevoerd, wat betekent dat bij uitval van een leiding de levering gegarandeerd blijft. Zoals vastgelegd in de van toepassing zijnde publiekrechtelijke regelgeving (zie ook § 4.1.3.) dienen primaire leidingen leveringszeker te worden ontworpen. Zij hebben ook vaak een ondersteunende functie voor de leveringszekerheid van andere leveringsgebieden. Het primaire net (de verzameling primaire leidingen) verbindt de perszijde van pompen met het secundaire net en maakt daarmee een integrale bedrijfsvoering mogelijk. Hieruit volgt een vermaasde structuur waarin onder reguliere omstandigheden de stromingsrichting vastligt en de snelheden min of meer constant zijn. Er worden op primaire leidingen, behoudens enkele uitzonderingen, geen aansluitingen gemaakt.

8.3.3 Secundaire leidingen, functionele omschrijving

De functie van secundaire leidingen is het verdelen van middelgrote hoeveelheden drinkwater naar wijken en kleine woonkernen. Het secundaire net (de verzameling secundaire leidingen) verbindt het primaire net met het tertiaire net. De secundaire leidingen verbinden wijken met elkaar en de wijken zijn aangesloten op een beperkt aantal plaatsen. De structuur van het secundaire net is vermaasd om de continuïteit van levering te waarborgen. Op secundaire leidingen zijn aansluitingen mogelijk.

8.3.4 Tertiaire leidingen, functionele omschrijving

De functie van tertiaire leidingen is het verdelen van kleine hoeveelheden drinkwater naar individuele aansluitingen. Het tertiaire net (de verzameling tertiaire leidingen) verbindt het secundaire net met de aansluitingen. De structuur is vertakt en de diameters zijn dusdanig ontworpen om het systeem zelfreinigend te maken. Naargelang de van toepassing zijnde afspraken over de levering van bluswater, wordt in het ontwerp rekening gehouden met de in te passen bluswatervoorziening.

8.3.5 Praktische toepassing

Voor bestaande leidingnetten is het onderscheid vaak minder goed te maken tussen primair en secundair, en tussen secundair en tertiair. Drinkwaterbedrijven dienen voor nieuwe ontwerpen de indeling in primaire, secundaire en tertiaire leidingen zo veel mogelijk door te voeren en dit in hun leidinginformatiesystemen aan te geven.

Het onderscheid tussen primaire en secundaire netten kan voor landelijke gebieden minder goed te maken zijn, omdat drinkwaterbedrijven er naar streven om leidingen naar kleine kernen, die volgens de leveringszekerheidseis niet leveringszeker aangelegd hoeven te worden, toch als primaire leidingen te beheren. Om die reden kan een leiding die strikt genomen een secundaire leiding is, door een drinkwaterbedrijf toch als primaire leiding worden gekenmerkt (en beheerd).

8.4 Functioneel ontwerp: drinkwaterverbruik

Dit aspect betreft de uitwerking van de eisen zoals gesteld in de van toepassing zijnde publiekrechtelijke regelgeving met betrekking tot het garanderen van voldoende drinkwater in het ontwerp van een leidingnet, zie ook § 4.1.2.

8.4.1 Afbakening gebied voor ontwerp (Balansgebied)

Om te komen tot een ontwerp van een leidingnet is het in eerste instantie noodzakelijk het gebied te definiëren waar de waterverdeling plaatsvindt: het balansgebied. Om de waterverdeling vorm te geven is een waterbalans nodig van het gebied. In een balansgebied zijn de ingaande waterstromen en de uitgaande waterstromen met elkaar in evenwicht. Een balansgebied kan bijvoorbeeld bestaan uit een geheel voorzieningsgebied, een DMA (zie ook § 8.8.5) of een vertakking in een tertiair leidingnet.

Voor het opstellen van een waterbalans zijn de volgende begrippen van belang (ontleend aan [108]):

- Drinkwaterverbruik: de som van het gerealiseerde of geprognosticeerde verbruik van drinkwater op alle in het balansgebied aanwezige aansluitingen. Hier wordt ook de term drinkwatervraag gehanteerd.
- Distributieverliezen: de som van alle bekende en onbekende verliezen in het leidingnet. Hieronder worden lekverliezen, verliezen bij werkzaamheden, bluswater, ongemeten verbruik en meetonnauwkeurigheden geschaard. Drinkwaterbedrijven hanteren voor het distributieverlies ook wel de term NIRG (Niet In Rekening Gebracht verbruik).
- Doorleveringen: de som van alle leveringen die afkomstig zijn van of naar een ander balansgebied.
- Drinkwaterbehoefte: de waterbehoefte die noodzakelijk is om te voorzien in de behoefte aan drinkwater in het balansgebied.

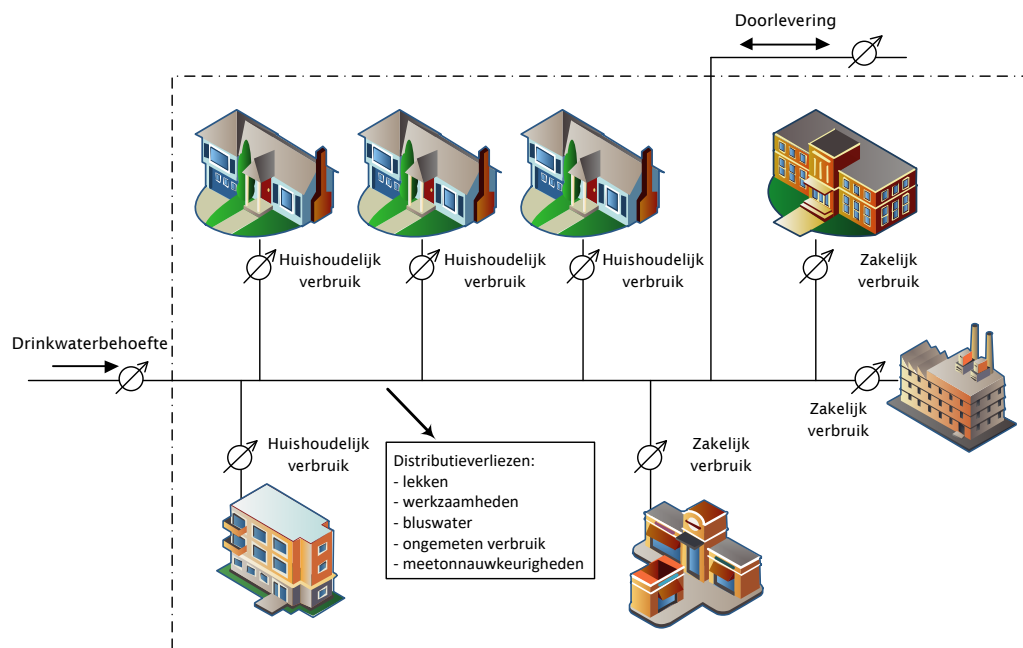
De waterbalans kan op verschillende tijdschalen, zoals op jaarbasis of dagbasis, worden opgesteld al naar gelang de ontwerp vraag. Voor een waterbalans op dagbasis zal dat deze afgestemd dienen te zijn op het waterverbruik van die dag, bijvoorbeeld de maximum dag.

Voor een waterbalans geldt de volgende balansregel (zie ook Figuur 8):

Drinkwaterbehoefte = Drinkwaterverbruik + Distributieverliezen + Doorleveringen

Drinkwaterverbruik = huishoudelijk verbruik + zakelijk verbruik

Distributieverliezen = lekverliezen + verliezen bij werkzaamheden + bluswaterleveringen + ongemeten verbruik + meetonnauwkeurigheden



Figuur 8 Bepaling van de drinkwaterbehoefte in een balansgebied, waarbij onderscheid is gemaakt tussen huishoudelijk en niet-huishoudelijk verbruik.

8.4.2 Vereist volume op jaarbasis en prognoses

Huidig drinkwaterverbruik

De waterbalans is de basis voor het ontwerp van een distributienet. De voornaamste component hiervan is het drinkwaterverbruik. Om inzicht te krijgen in het benodigde volume van het drinkwaterverbruik moet in het balansgebied bekend zijn: de soort verbruikers, het drinkwaterverbruik per soort, het aantal verbruikers per soort en de locatie van de verbruikers. Voor bestaande aansluitingen geeft de verbruikersadministratie van de drinkwaterbedrijven inzicht in deze gegevens. De bepaling van nieuwe verbruikers, de aantallen daarvan en de verspreiding is mogelijk met behulp van gegevens over de planning van lokale overheden, zoals gemeentelijke uitbreidingsplannen.

Er zijn diverse indelingen om verbruikers in te delen naar soort. In de Vewin Drinkwaterstatistiek [109] wordt een onderverdeling aangehouden in huishoudelijk en zakelijk verbruik. Het zakelijk verbruik is hierbij gedefinieerd als afnemers met een jaarverbruik groter dan 300 m³/j. Overigens worden centraal bemeterde aansluitingen voor huishoudens, zoals flatgebouwen, met een verbruik dat in de regel groter is dan 300 m³/j, ook tot het huishoudelijk verbruik gerekend.

Het waterverbruik door huishoudens wordt in opdracht van Vewin elke drie jaar geanalyseerd door TNS-NIPO. De meest recente versie is 'Watergebruik Thuis 2013' uit 2014 [110]. Dit rapport geeft inzicht in het gemiddeld waterverbruik per huishouden en beschrijft de ontwikkelingen van de specifieke deelverbruiken. Drinkwaterbedrijven kunnen de resultaten van deze studie vergelijken met de gegevens uit hun eigen verbruiksadministratie om te komen tot lokale voorspelling van het huishoudelijk waterverbruik. Het totaal huishoudelijk waterverbruik is te bepalen door het aantal inwoners in het balansgebied te vermenigvuldigen met het gemiddelde waterverbruik.

Het vaststellen van zakelijk verbruik is minder eenvoudig omdat dit een veel grotere variatie kent dan het huishoudelijk verbruik. Drinkwaterbedrijven delen zakelijke verbruikers in volgens de sbi-code, de standaard bedrijfsindeling voor economische activiteiten zoals gehanteerd door het CBS [111]. Hiervoor kunnen ook gegevens worden gebruikt uit de Basisregistraties Adressen en Gebouwen (BAG), zie <https://www.kadaster.nl/bag>. Drinkwaterbedrijven kunnen per verbruikerstype een gemiddeld jaarverbruik berekenen. Het CBS rapporteert daarnaast periodiek een uitsplitsing van het drinkwatergebruik in Nederland.

Het indelen van zakelijk verbruikers is ook mogelijk op basis van de indeling in type watermeters, zie Hoofdstuk 4. Hiervoor is onderstaande indeling gehanteerd:

- Klein-zakelijke watermeters;
- Groot-zakelijke watermeters;
- Industriële watermeters.

Drinkwaterbedrijven hebben via de verbruiksadministratie inzicht in het jaarverbruik van de bestaande afnemers. Voor grote industriële afnemers is het verbruik bekend op een kortere tijdschaal, doordat de watermeters voor deze groep vaker worden afgelezen.

Het actuele drinkwaterverbruik van bovengenoemde categorieën wordt bepaald door het optellen van de bemeterde waterverbruiken van verschillende categorieën. In het geval er nog onbemeterde woningen zijn, dient onbemeterd verbruik te worden geschat. Deze schatting kan bijvoorbeeld plaatsvinden op basis van de woningbezetting of het aantal kamers, afkomstig van de gemeentelijke basisregistratie.

Verliezen bij werkzaamheden kunnen worden geschat, bijvoorbeeld door de tijdsduur van spuien te registreren of te schatten. Meetonauwkeurigheden zijn te schatten met behulp van de maximale meetafwijking van watermeters die in regelgeving is vastgelegd [27, 1].

Het volume geleverd water vanuit het pompstation en op doorleveringen is bekend door meting. In het geval van kleine onbemeterde doorleveringen kan een schatting worden gegeven van het volume geleverd water.

Aangezien in de waterbalans het lekverlies de overgebleven onbekende is, wordt deze als resultante van bovenstaande componenten van de waterbalans bepaald. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van de door de IWA opgestelde systematiek, zie § 14.1.2.

Toekomstig drinkwaterverbruik

Een prognose voor het toekomstige verbruik is met toenemende nauwkeurigheid met drie methoden op te stellen [112, 113]:

1. Door extrapolatie van historische tijdreeksen: er wordt verondersteld dat het toekomstig verbruik is te bepalen door extrapolatie van historische meetreeksen. Hierbij kunnen nieuwe ontwikkelingen zoals de verandering van het waterverbruik door bijvoorbeeld nieuwe waterverbruikende apparaten of demografische veranderingen niet mee worden genomen.
2. Door beredeneerd voorspellen: waarbij er inzicht is in de wijze waarop het waterverbruik is opgebouwd en op basis van kwalitatieve inzichten in het waterverbruik het toekomstige verbruik wordt beredeneerd. Een voorbeeld hiervan is dat wordt aangenomen dat toekomstige wasmachines 20% minder water verbruiken. De TNS-NIPO analyse, 'Watergebruik Thuis 2013' [110] is de basis voor het schatten van het aantal wasmachines en de frequentie van wassen. Hiermee is te beredeneren worden wat het toekomstig waterverbruik zal zijn voor het wassen van kleren.
3. Door inzicht in causale verbanden: waarbij er ook inzicht is in de wijze waarop het waterverbruik is opgebouwd en waarbij er causale verbanden zijn tussen deelverbruiken en verklarende factoren. Als voorbeeld, omdat bekend is hoeveel drinkwater mensen verbruiken voor persoonlijk gebruik (eten en drinken) is er een causaal verband tussen het deelverbruik voor menselijke inname en de woningbezetting. Bij een verandering van de woningbezetting kan voorspeld worden wat het toekomstig waterverbruik op woningniveau is voor menselijke consumptie. Een ander voorbeeld is het op basis van klimaatscenario's voorspellen wat de toenemende watervraag is voor het spreien van tuinen.

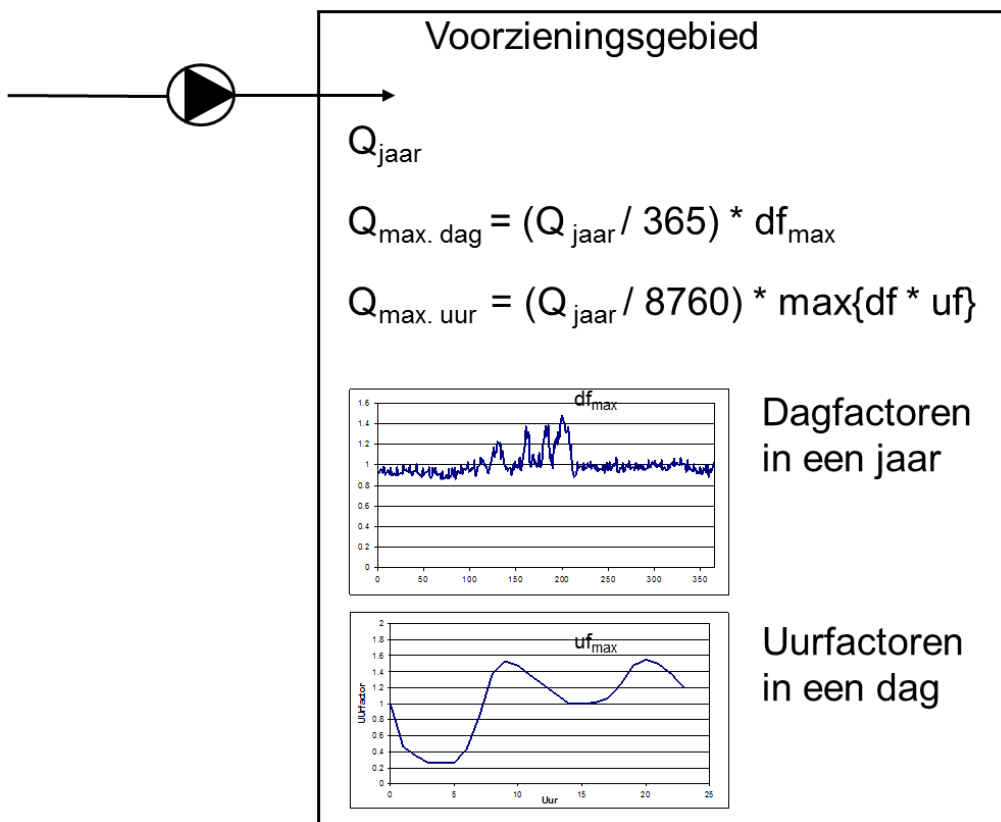
Prognoses voor het toekomstig waterverbruik maken, afhankelijk van de bekende inzichten, gebruik van een combinatie van bovengenoemde methoden. Daarnaast is het van belang goed inzicht te hebben in planologische ontwikkelingen. Voor een uitwerking van het toekomstig drinkwaterverbruik zijn onderstaande rapporten te raadplegen:

- Baggelaar en Geudens (2008) [114] voor een prognose van het drinkwaterverbruik tot 2025 op landelijke schaal.
- Baggelaar et al. (2010) [113] voor een prognose van het landelijk drinkwaterverbruik tot 2040 op basis van vier WLO-scenario's (scenario's voor Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving) die zijn opgesteld door het Centraal Planbureau en Planbureau voor de Leefomgeving.
- Beuken en Vreeburg (2015) [108] en [129] voor een prognose van de drinkwatervraag en de beschikbare voorraden voor vijftien deelgebieden in Nederland.
- Blokker en Vloerbergh (2011) [116] berekenen met behulp van SIMDEUM het totaal verbruik en piekverbruik voor verschillende toekomstscenario's.

- Agudelo-Vera en Blokker (2014) [115] verkennen de robuustheid van drinkwaternetten voor mogelijke toekomstige veranderingen van het verbruik.

8.4.3 Maatgevend drinkwaterverbruik voor primaire en secundaire leidingen

Het maatgevend drinkwaterverbruik voor de dimensionering van primaire en secundaire leidingen wordt bepaald met behulp van piekfactoren. Omdat de drinkwatervraag een fluctuatie kent over de dag en over het jaar, dient het ontwerp gebaseerd te zijn op de maatgevende volumestroom. Hierbij worden factoren gebruikt die de verhouding aangeven tussen de gemiddelde volumestroom en de maximale volumestroom. Deze factoren zijn afkomstig van registraties van volumestromen gemeten op pompstations en doorleveringspunten in het distributienet. In Figuur 9 zijn ter illustratie de hoeveelheden drinkwater van een voorzieningsgebied inzichtelijk gemaakt.



Figuur 9 Maatgevende volumestromen in een voorzieningsgebied zonder reservoir.

In de figuur is:

- Q_{jaar} = Jaarvraag in het balansgebied in m^3/jaar ;
- $Q_{\text{max.dag}}$ = Dagvraag op de maximum dag in m^3/dag ;
- $Q_{\text{max.uur}}$ = Uurvraag op het maximum uur in m^3/uur ;
- df = Dagfactor, de verhouding tussen de dagvraag en de gemiddelde dagvraag over het beschouwde jaar (dimensieloos);
- df_{max} = Maxdagfactor, de verhouding tussen de maximum dagvraag en de gemiddelde dagvraag over het beschouwde jaar (dimensieloos);
- uf = Uurfactor, de verhouding tussen de uurvraag en de gemiddelde uurvraag over de beschouwde dag (dimensieloos);
- uf_{max} = Maxuurfactor, de verhouding tussen de maximum uurvraag en de gemiddelde uurvraag over de beschouwde dag (dimensieloos);

$\max\{df*uf\}$ = De piekfactor: de maximum waarde van alle producten van dagfactoren en bijbehorende uurfactoren op die dag (NB dit betreft het maximum van $365 * 24$ waarden, anders gezegd de piekfactor hoeft niet op de maxdag te vallen).

De jaarvraag is de som van het verbruik in het balansgebied, zoals beschreven in § 8.4.2. De dagfactoren, inclusief de maxdagfactor, is af te leiden uit de gemeten fluctuaties van volumemeters op dagniveau. Dit geldt ook voor uurfactoren. In het geval reservoirs in het balansgebied aanwezig zijn, zal er voor uurfactoren een verevening moeten plaatsvinden van de ingaande en uitgaande hoeveelheden.

De piekfactor is het maximum van alle producten van dagfactoren en uurfactoren. Een dergelijke benadering is noodzakelijk omdat de volumestroom op het maximum van de maxdag niet de maximale waarde hoeft op te leveren.

Het ontwerp van primaire en secundaire leidingen vindt plaats op basis van een maxdagfactor met een overschrijdingskans van 1 maal per 10 jaar. In de praktijk wordt hiervoor de maximum dag aangehouden die de laatste 10 jaar is opgetreden.

Piekfactoren voor industriële en klein-zakelijke afnemers kunnen bepaald worden op basis van registraties van watermeters. In veel gevallen wordt de piekfactor gebaseerd op de in de leveringscontracten gegarandeerde capaciteit.

In het BTO Klimaatbestendige Drinkwatervoorziening is de impact onderzocht van diverse klimaat- en vakantiespreidingscenario's op zowel het drinkwaterverbruik als de bijbehorende maxdagfactoren in 2050 en 2085 [128]. In dit project is een voorspellingsmodel ontwikkeld waarmee drinkwaterbedrijven voor een specifiek voorzieningsgebied een statistisch onderbouwde inschatting kunnen maken van de veranderende maxdagfactoren onder invloed van het klimaat en vakantiespreiding (dus niet voor bijvoorbeeld een veranderende demografie).

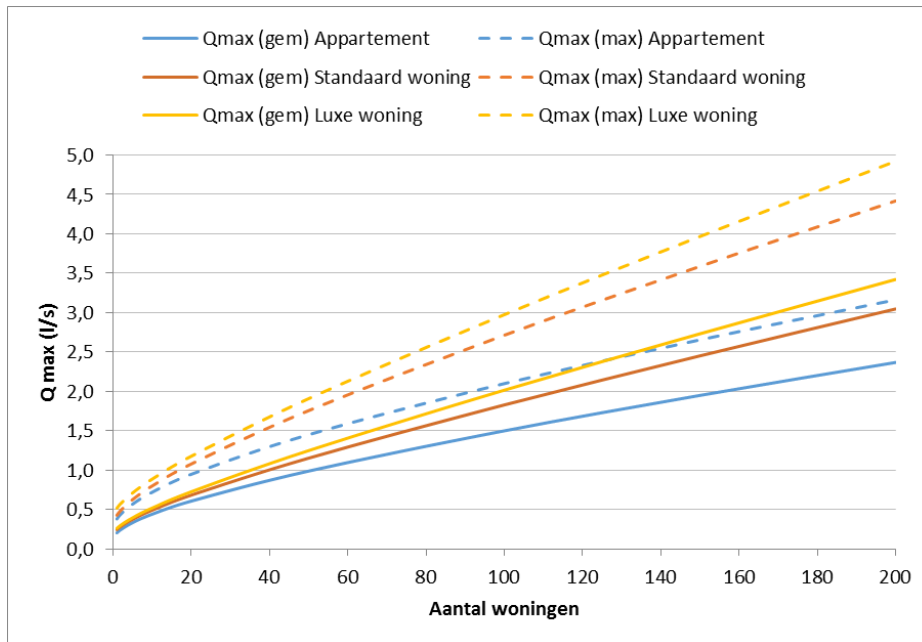
8.4.4 Maatgevend drinkwaterverbruik voor tertiaire leidingen

Het maatgevend drinkwaterverbruik voor de dimensionering van tertiaire leidingen wordt bepaald met behulp van verbruikspatronen. Om de benodigde volumestroom te berekenen voor een leiding is inzicht nodig in het verbruik van drinkwater op de leveringspunten. Hiervoor zijn twee methoden beschikbaar: de $q\sqrt{n}$ -methode en de SIMDEUM-methode.

De $q\sqrt{n}$ -methode gaat uit van een standaard waterverbruik per tappunt, de zogenaamde tapeenheid die 0,0833 l/s bedraagt. Het verbruik per verbruiksadres wordt berekend als de wortel van het totaal aantal tappunten en te vermenigvuldigen met de tapeenheid. Voor huishoudelijk verbruik zijn schattingen gemaakt wat het aantal tapeenheden is voor specifieke type woningen. Voor niet-huishoudelijke verbruikers worden aangepaste schattingen gemaakt. Voor nadere informatie over de $q\sqrt{n}$ -methode wordt verwezen naar [10]. De $q\sqrt{n}$ -methode is zeer onnauwkeurig voor het schatten van de maximum volumestroom. Praktijkmetingen voor meerdere woningen laten overschattingen zien van de berekende volumestromen met een factor 2 tot 4 [106].

SIMDEUM (acroniem voor SIMulation of Demands an End Use Model) berekent het waterverbruik per verbruiksadres op basis van inzichten in het waterverbruik. Per verbruiksadres wordt hiervoor een analyse gemaakt van alle tappunten waar water wordt verbruikt. De tappunten (types) kunnen op verschillende manieren worden ingevuld door subtypes. Een subtype is bijvoorbeeld een wc met een kleine stortbak en spoelonderbreker of een ouderwetse wc met hoge stortbak met grote inhoud en geen spoelonderbreker. Voor

Appartement	1,8	113,1	0,110	0,089	0,005	0,240	0,136	0,005
Standaard woning	2,3	132,3	0,159	0,077	0,009	0,294	0,122	0,012
Luxe woning	2,3	140,3	0,176	0,074	0,011	0,395	0,108	0,015



Figuur 10 Met SIMDEUM berekende maximaal dagelijks verbruik gebaseerd op de gegevens uit Tabel 5.

Op basis van meerdere validaties met metingen van volumestromen in het leidingnet is gebleken dat de bepaling van het maximale waterverbruik met SIMDEUM het meest nauwkeurig is en die met de $q\sqrt{n}$ -methode onnauwkeurig [106].

8.5 Functioneel ontwerp: Leveringszekerheid en leveringscontinuïteit

In de van toepassing zijnde publiekrechtelijke regelgeving is aangegeven wat de verplichtingen zijn van drinkwaterbedrijven aangaande de leveringszekerheid, zie ook Hoofdstuk 4. Het leveringsplan dient een verstoringsparagraaf te bevatten, waarin het drinkwaterbedrijf middels een analyse aangeeft hoe om te gaan met onder andere uitval van elementen van de drinkwatervoorziening. Het drinkwaterbedrijf dient het leveringsplan ten minste eenmaal per vier jaar te herzien en tussentijds indien daar aanleiding toe is.

Aangezien de leveringszekerheidsanalyse gaat over de hoofdstructuur (levering aan zwaartepunten van verbruik) is die met name van toepassing op primaire leidingen en in mindere mate ook op secundaire leidingen. In de praktijk betekent dit dat er vanuit het oogpunt van leveringszekerheid een extra voeding noodzakelijk is als een gebied vanuit één voeding wordt voorzien die niet is te repareren binnen 24 uur. Zie [11] voor het uitvoeren van een leveringszekerheidsanalyse.

Drinkwaterbedrijven hanteren daarnaast het begrip leveringscontinuïteit¹⁸. Dit begrip heeft geen wettelijke basis en wordt door bedrijven zelf ingevuld. Onder een leveringscontinuïteit

¹⁸ Leveringscontinuïteit is een begrip dat wordt gehanteerd om in geval van een verstoring aan te geven in hoeverre de levering van drinkwater mogelijk is zonder hinderlijke onderbrekingen voor de gebruiker. Het begrip kan ook worden ingezet in hydraulische berekeningen. In dat geval wordt bij de toetsing op leveringscontinuïteit gecontroleerd of als gevolg van de verstoring de druk op alle leveringspunten op de

ontwerp wordt verstaan het dusdanig ontwerpen van een leidingnet dat bij verstoringen (zoals als gevolg van lekkages of werkzaamheden) de drinkwaterlevering in de direct ernaast gelegen afsluitersecties ononderbroken kan plaatsvinden. Vanuit het oogpunt van leveringscontinuïteit betekent dit dat secundaire leidingen minimaal vanuit twee punten moeten kunnen worden gevoed. Ook geldt dat de aansluiting van een tertiair net plaats moet vinden op een secundaire leiding die vanuit beide kanten voldoende capaciteit bezit. Ook houdt leveringscontinuïteit in dat bij het afsluiten van een sectie er voldoende druk wordt gegarandeerd bij omliggende secties. Hierbij hanteren bedrijven verschillende uitgangspunten, zoals het berekenen op basis van een maximum dag of een gemiddelde dag.

8.6 Functioneel ontwerp: Inpassing bluswatervoorziening

Brandkranen kunnen in het net worden aangebracht ten behoeve van brandbestrijding. Brandkranen worden bij voorkeur geplaatst op secundaire leidingen. Plaatsing van brandkranen op primaire leidingen is ongewenst vanuit het oogpunt van beveiliging tegen terrorisme [29]. Plaatsing van brandkranen op tertiaire leidingen kan leiden tot een grotere leidingdiameter dan vanuit het oogpunt van waterkwaliteit wenselijk is, hoewel dit effect vaak beperkt kan worden door een goede leidingconfiguratie en locatiekeuze van de brandkraan hierin. Bij de inpassing van de bluswatervoorziening spelen onderstaande punten een rol:

- de benodigde capaciteit van de brandkraan;
- de benodigde dekkingscirkel, zijnde de maximale afstand van waaruit bluswater door een brandkraan geleverd kan worden;
- de te garanderen einddruk op de brandkraan (zie 8.7.2);
- de te garanderen druk op het leveringspunt in geval van inzet van de bluswatervoorziening.

Afspraken over de inpassing van de bluswatervoorziening worden gemaakt met het lokale bevoegd gezag, respectievelijk de brandweer (zie ook § 5.3.2). Voor de wijze van inpassing van de levering van de bluswatervoorziening in tertiaire netten wordt verwezen [8] en voor de inpassing in secundaire netten naar [34]. Door diverse ontwikkelingen met betrekking tot processen en technieken van brandbestrijding, wordt niet meer in alle gevallen een bluswatervoorziening aangebracht. Het standpunt van de brandweer inzake de benodigde capaciteit en de afstand tot bluswatervoorzieningen is weergegeven in het document *Bluswatervoorziening en Bereikbaarheid* [70]. Dit standpunt heeft het karakter van een advies waarvan gemeenten kunnen afwijken.

Drinkwaterbedrijven en het bevoegd gezag gaan op verschillende manieren om met de inpassing van de bluswatervoorziening in het leidingnet, namelijk door:

- geen bluswatervoorziening aan te bieden en bestaande brandkranen te ontmantelen;
- de bluswatervoorziening aan te bieden, mits deze past in het hydraulisch ontwerp;
- de door de brandweer gewenste bluswatervoorziening in te passen in het hydraulisch ontwerp met de door de brandweer gevraagde capaciteit.

In Figuur 11 is een voorbeeld gegeven hoe drinkwaterbedrijf Evides met de brandweer communiceert over op welke leidingen een bluswatercapaciteit kan worden geleverd van 30 m³/h of meer.

maximum dag gedurende 24 uur hoger is dan een af te spreken drempelwaarde. Er kan ook worden gesproken van een leveringscontinuïteit van bijvoorbeeld 99%, als geldt dat als gevolg van de verstoring voor 99% van de leveringspunten de druk op de maximum dag gedurende 24 uur hoger is dan een af te spreken drempelwaarde.



Figuur 11 Voorbeeld van Evides waarin voor een nieuwbouwplan wordt aangegeven welke leidingen een bluswatercapaciteit kunnen leveren van meer dan $30 \text{ m}^3/\text{h}$.

8.7 Functioneel ontwerp: druk

8.7.1 Totaal beschikbare drukverliezen

Voor het ontwerp van primaire, secundaire en tertiaire leidingen gelden randvoorwaarden om te garanderen dat op alle leveringspunten en in alle situaties voldoende dynamische druk is ten opzichte van het maaiveld om te voldoen aan de eisen zoals die worden gesteld in de van toepassing zijnde publiekrechtelijke regelgeving (zie Hoofdstuk 4). De ontwerpdruk aan de beginzijde van een primaire, secundaire en tertiaire leiding is bepaald door:

- de benodigde druk aan het einde van de leiding;
- weerstandsverliezen over de betreffende leidingen;
- eventueel te vereffenen hoogteverschillen.

De vereffening voor hoogteverschillen (verschillen in maaiveldhoogte) maakt dat berekeningen ten opzichte van een vast referentieniveau uitgevoerd dienen te worden, te weten het NAP.

Lokale omstandigheden kunnen leiden tot specifieke randvoorwaarden voor drukken in het leidingnet, bijvoorbeeld als:

- een leidingnet onderdelen heeft waarvoor slechts een beperkte druk toelaatbaar is, bijvoorbeeld bij leidingen met een beperkte drukklasse.
- een leidingnet gebieden heeft met een relatief hoog maaiveld (heuvels, duinen, etc).
- in het gebied een functionerende watertoren aanwezig is.
- bedrijfsonderdelen (bijvoorbeeld pompen) niet boven een bepaalde druk kunnen functioneren.

8.7.2 Tertiair net

De drukeis zoals die is opgenomen in de van toepassing zijnde publiekrechtelijke regelgeving (zie ook § 4.1.2) bepaalt dat onder niet verstoorde omstandigheden op een willekeurig moment van de dag in één uur tijd 1.000 l water op het leveringspunt (te weten direct na de watermeter) van een enkelvoudige huishoudelijke installatie moet kunnen worden geleverd, terwijl de druk ter plaatse van het leveringspunt ten minste 150 kPa ten opzichte van het maaiveld is. Omdat de drukeis van toepassing is op het leveringspunt, is het noodzakelijk een vertaling te maken van deze eis naar het aansluitpunt op de tertiaire leiding. In een project dat Dunea en KWR hebben uitgevoerd voor het opstellen van een

ontwerphandboek is een analyse uitgevoerd om het drukverlies te bepalen over een aansluiting bestaande uit een aansluitpunt (zijnde een dienstkraan in dit geval), een aansluitleiding en een watermeteropstelling. In Bijlage V zijn rekenresultaten weergegeven voor standaardoplossingen zoals uitgewerkt door Dunea. Voor een standaard huishoudelijke aansluiting geldt dat de hydraulische weerstand bij een afname van 1000 l/h ongeveer 30 kPa bedraagt. Dit wil zeggen dat om te voldoen aan de wettelijk vastgestelde drukeis, de hydrostatische druk op de laatste dienstkraan van een tertiaire leiding 180 kPa moet zijn bij een levering van 1.000 l in een uur.

Voor het ontwerpen van een leidingnet is het het meest praktisch om een drukeis te hebben die aangeeft wat de minimale druk is op een maximum dag op het einde van een vertakking. Drinkwaterbedrijven hanteren hiervoor in veel gevallen een minimale druk op een maximum dag variërend van 220 tot 250 kPa. Opgemerkt wordt dat deze drukeis aanzienlijk hoger is dan noodzakelijk is op basis van de drukeis in de van toepassing zijnde publiekrechtelijke regelgeving.

De minimum druk bij het gebruik van een brandkraan dient voldoende te zijn om de benodigde capaciteit te kunnen leveren. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de hydraulische weerstand in de brandkraan, het opzetstuk en de bluswaterslangen en de hoogte van de pomp in de tankauto. Een vuistregel die door meerdere drinkwaterbedrijven wordt gehanteerd, is dat er bij de gevraagde capaciteit een minimale druk benodigd is van 50 kPa ten opzichte van het maaiveld op het uitstroompunt van de brandkraan.

Drinkwaterbedrijven kunnen eisen opnemen voor de maximum druk met als doel het vermijden van lekkages in het openbare leidingnet of bij klanten of het vermijden van een grote hoeveelheid waterverlies bij een lekkage. Drinkwaterbedrijven kunnen ook eisen opnemen voor een maximum druk in verband met het garanderen van comfort bij de levering.

8.7.3 Secundair net

De minimum druk die moet kunnen worden gegarandeerd in het secundaire net is te bepalen door de door het drinkwaterbedrijf gehanteerde minimum druk in het tertiaire net te vermeerderen met hydraulische verliezen op de maatgevende tak. De maatgevende tak is hier de vertakking in het tertiaire net met de hoogste hydraulische weerstand op de maximum dag.

Bij het bepalen van de minimale gegarandeerde druk in het secundaire net is ook aandacht nodig voor het inpassen van de bluswatervoorziening, afhankelijk van het geldende bedrijfsbeleid met betrekking tot bluswatervoorziening.

8.7.4 Primair net

De randvoorwaarden voor de druk in het primaire net worden bepaald door:

- de minimum druk die moet worden gegarandeerd op alle secundaire leidingen, met name in de periferie van het voorzieningsgebied;
- de minimum druk die moet worden gegarandeerd aan de zuigzijde van eventuele opjagers in het voorzieningsgebied;
- de minimum druk die moet worden gegarandeerd op de inlaatklep van een eventuele decentrale berging (bijvoorbeeld een watertoren) om voldoende water te kunnen innemen;
- de maximum druk die kan worden geleverd op het pompstation;
- de eisen gesteld door vergunningsverleners ten aanzien van de maximum druk en bijbehorende maximum volumestroom.

8.8 Functioneel ontwerp: Hydraulisch ontwerp

8.8.1 Overwegingen voor het dimensioneren van leidingen

In voorgaande paragrafen zijn de belangrijkste uitgangspunten genoemd bij het ontwerpen van leidingen op grond van de van toepassing zijnde publiekrechtelijke regelgeving. Drinkwaterbedrijven hebben daarnaast bedrijfsbeleid om te komen tot een optimaal hydraulisch ontwerp. Onderstaande aspecten spelen hierbij een rol.

1. De maatgevende berekende volumestroom van de leiding voor de periode waarvoor de leiding wordt geprognosticeerd.
2. De opzet van het voorzieningsgebied
Een gebied dat wordt gevoed door kleine pompstations kan kleinere primaire leidingen hebben dan bij voeding door één pompstation. De inrichting van het gebied (redundantie binnen het systeem, koppelingen, plaats van de berging) spelen hier een rol.
3. Als pompen een omvangrijk gebied voorzien zal dat beperkingen opleveren aan de hydraulische weerstand en daarmee de keuze voor de diameter van met name primaire leidingen. Immers pompen en leidingen kennen beperkingen voor wat betreft de maximum druk, wat betekent dat bij een relatief omvangrijk gebied grotere diameters worden toegepast dan bij een relatief klein gebied.
4. Plaats van de berging in het voorzieningsgebied. Als de noodzakelijke berging niet op de productielocatie ligt, kunnen de primaire leidingen tussen de productielocatie en de berging met een dagfactor worden ontworpen. De leidingen die een gebied voeden vanuit een berging moeten met een dagfactor en een uurfactor worden ontworpen.
5. Eisen voor leveringszekerheid [17]
Op grond van een leveringszekerheidsanalyse kan het noodzakelijk zijn om primaire leidingen redundant aan te leggen, zie ook § 8.5.
6. Eisen die worden gesteld aan de dagelijks optredende snelheid om het leidingnet zelfreinigend te maken. Dit wordt verder uitgewerkt in § 8.8.2.
7. Eisen die worden gesteld vanuit bijzondere afnemers (volumestroom, minimumdruk, bluswater enzovoort).
8. Bij de diameterkeuze van primaire leidingen spelen economische afwegingen een rol, zoals genoemd in § 8.8.2.

Drinkwaterbedrijven hebben bij het ontwerpen van leidingnetten een dilemma bij de keuze voor een 'slank ontwerp' of een 'ruim ontwerp'. Onder een slank ontwerp wordt verstaan een ontwerp met een slimme configuratie en een keuze voor kleine diameters, met inachtneming van de geldende druk- en hoeveelheidseisen, waarbij vooral wordt gestreefd naar het leveren van een goede drinkwaterkwaliteit bij de afnemer. Onder een ruim ontwerp wordt verstaan een ontwerp met veel onderlinge verbindingen en een keuze voor grotere diameters, waarbij vooral wordt gestreefd naar het hebben van voldoende capaciteit voor een eventuele hogere watervraag en het kunnen leveren in geval van storingen.

Door een consequente doorvoering van een leidingnetstructuur die op een eenduidige stromingsrichting met zelfreinigende stroomsnelheden is gebaseerd, wordt de verblijftijd tot in tertiaire leidingen tot een minimum beperkt. De impact van de verblijftijd op de waterkwaliteit is overigens sterk afhankelijk van lokale omstandigheden, zoals de toegepaste leidingmaterialen en de waterkwaliteit. Bedrijven kunnen hiervoor specifieke normen opstellen.

8.8.2 Gewenste stroomsnelheden

Primair net

Bij de diameterkeus en daarmee samenhangend de stroomsnelheid in primaire leidingen gelden overwegingen van economische aard, waarbij de investeringen in de leiding plus de energiekosten van de pompen worden geminimaliseerd over de levensduur van de leiding. In de meeste gevallen volgt voor deze leidingen een maximale snelheid tussen 0,8 - 1,2 m/s, waarbij drukgradiënten ontstaan van 0,5 - 1,5 mwk/km. Bij het uitvoeren van deze berekeningen is het van belang dat een goede inschatting van de toekomstige drinkwatervraag wordt gemaakt. Voor een analyse voor het bepalen van de meest economische diameter wordt verwezen naar Kiwa-Mededeling 59 [103] en Bijlage VII.

Secundair net

Het is van belang dat het ontwerp er op is gericht om voldoende leveringscontinuïteit te garanderen en de doorstroming te optimaliseren (anders gezegd de verblijftijd zo kort mogelijk te houden). Er is geen vastgestelde minimum snelheid of maximum verblijftijd voor het secundaire net. Door de wijken op een beperkt aantal plaatsen te voeden (2 tot 5) en zo klein mogelijke diameters toe te passen wordt doorstroming bevorderd. Voor nadere informatie zie [34].

Tertiair net

In het ontwerp van het tertiaire leidingnet wordt een afweging gemaakt tussen zelfreiniging en toelaatbaar drukverlies. Het tertiaire leidingnet wordt uitgevoerd als vertakt stelsel, waarbij de diameter wordt verkleind met het afnemen van de volumestroom. De volumestroom voor het ontwerp in deze systemen wordt bij voorkeur bepaald met SIMDEUM, zie § 8.4.4. De met SIMDEUM berekende dagelijks optredende stroomsnelheden moeten minimaal 0,2 m/s bedragen om sprake te laten zijn van een zelfreinigend net [12]. Een validatie kan worden uitgevoerd om na te gaan of de bij de methode toegepaste verbruiken correct zijn.

In het geval wordt ontworpen met de q/\sqrt{n} -methode moet er rekening worden gehouden met het feit dat deze methode de berekende stroomsnelheden overschat. In dit geval moet rekening worden gehouden met een ontwerpstroomsnelheid die minimaal 0,4 m/s moet bedragen [12]. Door de grote onnauwkeurigheden wordt de toepassing van de q/\sqrt{n} -methode afgeraden.

De maximum snelheden in dit deel van het leidingnet zijn afhankelijk van het beschikbare drukverlies over dit traject. Een te hoge maximum snelheid (> 1,5 m/s) kan leiden tot geluidsklachten.

8.8.3 Randvoorwaarden voor hydraulische berekeningen

Hydraulische berekeningen moeten worden uitgevoerd om aan te tonen dat het systeem voor wat betreft de dimensionering voldoet aan de gestelde randvoorwaarden voor wat betreft:

- de benodigde volumestroom;
- de minimum druk onder maximum vraagomstandigheden en specifieke ontwerpomstandigheden;
- de maximum druk onder maximum vraagomstandigheden en specifieke ontwerpomstandigheden;
- eisen ten aanzien van leveringszekerheid en leveringscontinuïteit;
- eisen ten aanzien van stroomsnelheid, stromingsrichting, vermijden pendelzones, enzovoort.

De berekeningen worden in Nederland over het algemeen uitgevoerd met de formules van Darcy-Weissbach, Colebrook-White en Reynolds. Bij deze berekeningen wordt uitgegaan van

een watertemperatuur van 10 °C. In de bij drinkwaterbedrijven in gebruik zijnde leidingnetberekenningsprogramma's kan worden gekozen welke formules te hanteren.

Voor hydraulische berekeningen (handmatig of met leidingnetmodellen) worden de k-waarden (Colebrook-White) over het algemeen vastgesteld volgens vaste tabellen die het bedrijf heeft ontwikkeld op basis van ervaring, metingen en validaties van modellen. Generieke k-waarden zijn in Tabel 6 samengevat.

Tabel 6 Generieke k-waarden in hydraulische berekeningen.

Materiaal	k-waarde (mm)
PVC, PE	0,02 - 0,05
Asbestcement	0,1 - 0,4
Onbekleed grijs gietijzer	1 - 5
Beton	0,1 - 2
Onbekleed staal	0,5 - 5
Cement coating	0,1 - 0,5
Bitumenbekleding	0,2 - 1

Onderdelen in een leidingnet met een sterk afwijkend lokaal verlies (zoals bij diameterveranderingen en bochten) kunnen apart in een berekening worden meegenomen. In de meeste gevallen zijn lokale verliezen dermate klein dat zij kunnen worden verwaarloosd. Leidingen van grijs gietijzer kunnen sterk afwijken van de oorspronkelijke diameter door de volumineuze incrustatie die ontstaat bij corrosie van het materiaal. Voor deze leidingen is aanpassing van de inwendige diameter in het leidingnetmodel noodzakelijk.

Het regelmatig doorrekenen van een leidingnet is noodzakelijk voor bijvoorbeeld:

- het controleren of er aanpassingen nodig zijn aan het bestaande net als gevolg van uitbreidingen;
- het valideren of een leiding bij werkzaamheden buiten gebruik gesteld kan worden en het bepalen van maatregelen om de levering tijdens werkzaamheden te garanderen;
- het analyseren van druk- en capaciteitsproblemen;
- het simuleren van storingen en calamiteiten;
- het controleren of voldaan wordt aan eisen van leveringszekerheid;
- het bepalen of wijzigingen van de bedrijfsvoering mogelijk zijn;
- het analyseren van mogelijkheden van energiebesparing op pompstations;
- diverse analyses, zoals voor de verspreiding van verschillende watertypes, de verblijftijd en de plaatsing van waterkwaliteitssensoren.

De wijze waarop de leidingnetmodellen zijn gebouwd en wat de status is van de gebruikte invoer (verbruiken, sturing enzovoort), moet worden vastgelegd in de bij het model behorende rapportages.

8.8.4 Indeling van afsluitersecties

Afsluiters zijn noodzakelijk om een leiding of een deel van het leidingnet af te kunnen sluiten indien dit nodig is. Een afsluitersectie is een verzameling leidingen die middels een of meer afsluiters kan worden geïsoleerd. Een tertiair leidingnet kan als één afsluitersectie worden ontworpen. Dit kan door één afsluiter te plaatsen op de aftakende tertiaire leiding of door twee afsluiters te plaatsen op de secundaire leiding aan weerszijde van de

aftakkende tertiaire leiding, waarbij de laatste methode de voorkeur heeft. Primaire en secundaire leidingen bevatten daarentegen altijd twee of meer afsluiters per sectie.

De volgende randvoorwaarden voor de configuratie van de afsluitersectie moeten door het drinkwaterbedrijf worden ingevuld:

- **Leidinglengte**
Met de lengte wordt de afstand bepaald die moet worden afgelegd om een sectie te sluiten en (in combinatie met de inwendige diameter) ook het volume van de sectie.
- **Aantal afsluiters waarmee de sectie wordt afgesloten**
Om de zekerheid van afsluiten van een sectie te waarborgen, moet het aantal afsluiters per sectie niet te groot zijn. Afsluiters hebben een gemiddelde betrouwbaarheid die kleiner is dan 1. Hoe meer afsluiters bij het afsluiten van een sectie zijn betrokken, hoe kleiner de kans op succesvol afsluiten.
- **Aantal verbruikers binnen de sectie**
De aanwezigheid van bijzondere verbruikers, zoals ziekenhuizen, scholen, appartementsgebouwen en industriële afnemers moet hierin worden meegenomen.
- **Aanwezigheid van bijzondere elementen in de leidingen als zinkers en kruisingen**
Om de externe effecten van lekkages en breuken te beperken, is het snel kunnen isoleren van dit soort elementen noodzakelijk. Hiervoor kunnen vergunningsverleners specifieke eisen stellen.
- **Ten behoeve van de leveringszekerheidsanalyse**
Door het plaatsen van afsluiters wordt bepaald welke onderdelen van het primaire en secundaire leidingnet afzonderlijke elementen zijn.

De grootte van een afsluitersectie is een afspiegeling van het bedrijfsbeleid, waarbij geldt dat minder afsluiters leidt tot minder investeringen en kosten voor onderhoud, en meer afsluiters leidt tot minder grote effecten op de leveringsonderbreking in geval van leidingbreuk en werkzaamheden. Voor Brabant Water, Dunea, PWN en Waternet is een methodiek uitgewerkt om te komen tot een optimale sectie-grootte [121]. Voor het beheer van afsluiters en het inrichten van afsluitersecties wordt verwezen naar [122]. Er zijn softwarepakketten ontwikkeld die drinkwaterbedrijven ondersteunen bij het optimaal indelen van afsluitersecties, namelijk CACLAR [33] en de Rolsch afsluiter tool (<http://www.rolsch.nl>).

8.8.5 Indelingen in DMA's

'DMA' staat voor District Metered Area en betreft een afgebakend/begrensd (deel)gebied in een leveringsgebied waarvan de in- en uitstromende hoeveelheid water wordt gemeten, meestal met als doel het beheersen of verminderen van het lekverlies. Een DMA kan fysiek zijn afgesloten van aangrenzende gebieden door gesloten afsluiters of door permanent losgekoppelde leidingen. Een DMA kan ook worden begrensd door 'open leidingen' waarop watermeters zijn geplaatst. In dat geval wordt gesproken van een virtuele DMA. Zie [20] voor meer informatie over DMA's. De toepassing van DMA's, in combinatie met verbeterde en goedkopere mogelijkheden van communicatie en analyse van data schept mogelijkheden voor een verbeterd beheer van leidingnetten. Er zijn echter nog geen criteria voor het indelen van het net in DMA's.

8.9 Functioneel ontwerp: aansluitleidingen

Voor het ontwerp van aansluitleidingen gelden in principe dezelfde aspecten als voor tertiaire leidingen. Aansluitleidingen moeten zo recht mogelijk zijn en de kortst mogelijke route volgen vanaf de tertiaire leiding tot aan het leveringspunt.

Ten aanzien van de bepalingen rond de aansluitleiding die in het perceel van de afnemer is gelegd, wordt verwezen naar artikel 4 in het '[Model Aansluitvoorwaarden Drinkwater 2011](#)' [6].

In het geval van een aanvraag voor niet-reguliere voorziening voor de levering van drinkwater of bluswater, kan het drinkwaterbedrijf deze afvraag afwijzen als dit leidt tot een netontwerp dat ongunstig is vanuit oogpunt van de drinkwaterkwaliteit.

8.9.1 Huishoudelijke aansluitingen

De diameter van de aansluitleiding wordt bepaald op basis van de vereiste volumestroom op de aansluiting en het maximum energieverlies. Het maximum energieverlies over de aansluitleiding volgt uit de in het leveringsvoorwaarden [5] omschreven randvoorwaarden voor ontwerp en levering, zie ook Bijlage V. Bij de bepaling van de maximum energieverliezen moeten de weerstanden van de dienstkraan, de hoofdkraan voor de watermeter, de watermeter met de (daarin) aanwezige keerklep worden betrokken. De minimum druk op het leveringspunt is vastgesteld in de van toepassing zijnde publiekrechtelijke regelgeving.

8.9.2 Niet-huishoudelijke aansluitingen

De diameter wordt bepaald op basis van de overeengekomen volumestroom en de maximum energieverliezen. Verder wordt verwezen naar de ISSO-publicatie 55 [50] waarin voorschriften en richtlijnen zijn opgenomen voor het realiseren van collectieve leidingwaterinstallaties in utiliteits- en woongebouwen.

De bluswaterlevering via aansluitleidingen wordt vastgesteld op basis van de mogelijke levering op dit deel van het leidingnet in overleg met de afnemer, zie ook § 5.3.2.

Deel 2: Ligging

8.10 Ligging: tracebepaling en diepte

8.10.1 Tracébeplanning

Bij het vaststellen van de ligging van nieuwe leidingen wordt gecontroleerd of de positie van een leiding voldoet aan de van toepassing zijnde publiekrechtelijke en privaatrechtelijke regelgeving en de planologische ontwikkelingen waarbij alle relevante economische en uitvoeringstechnische aspecten in acht zijn genomen.

De tracébeplanning in het horizontale vlak is afhankelijk van de ruimtelijke context. Door een toenemend gebruik van de ondergrond en de wens om kabels en leidingen goed te bereiken, is een goede ordening van de ondergrond van belang. Om dit in goede banen te leiden, dient een drinkwaterbedrijf een dwarsprofiel op te stellen dat de aanwezige ruimte zo efficiënt mogelijk benut. [NEN 7171-1](#) (zie Hoofdstuk 4) bevat de standaardcriteria die hiervoor als basis kunnen dienen. Ook de invloed van voorzieningen en/of objecten bovengronds komt daarbij aan bod. [NPR 7171-2](#) geeft aan hoe procesmatig kan worden gehandeld om tot een acceptabele ordening van de ondergrondse netten te komen en welke prestaties daarvoor nodig zijn. Soms moet daarbij tevens rekening worden gehouden met lokale vergunning- of toestemmingsvoorwaarden. Door het werken volgens de norm [NEN 7171-1](#) en de praktijkrichtlijn [NPR 7171-2](#) wordt de kans op hinder en onderlinge beïnvloeding van netten beperkt. De normen hebben betrekking op nieuwbouwsituaties en

zijn ook bruikbaar voor bestaande situaties, en sluiten tevens aan op de uitgangspunten van de 'Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten', WION [21] (zie ook hoofdstuk 4 en 10).

De volgende aspecten kunnen in een tracébeplanning een rol spelen bij het bepalen van een tracé:

- een zo kort mogelijke route met zo min mogelijk (planologische) obstakels, zoals:
 - risicovolle objecten zoals waterkeringen, kanalen, rivieren, wegen, en spoorwegen;
 - gebieden met zakelijk recht overeenkomsten of vergunningen;
 - inpassing in bestemmingsplannen;
 - bestaande bebouwing en geplande bouw- en ontwikkelingsplannen;
 - ligging onder gesloten verharding;
 - natuurgebieden;
 - extreme maaiveldhoogten;
 - gebieden met een ongunstige bodemgesteldheid, waaronder agressieve of verontreinigde grond;
 - ongunstige belastingsituaties, zoals grondbelasting, verkeersbelasting of bomen;
 - andere ondergrondse infrastructuur;
 - het optreden van zwerfstromen bij stalen leidingen;
- onderlinge afstanden ten opzichte van andere ondergrondse infra;
- toegankelijkheid voor het uitvoeren van beheer en reparaties, wat ook geldt voor de ligging van objecten die noodzakelijk zijn voor de bedrijfsvoering, zoals afsluiters brandkanalen en installaties voor kathodische bescherming;
- het op afstand houden van warmtebronnen (stadsverwarming, transformatorhuisjes, etc) die aanleiding kunnen geven tot opwarming van het drinkwater.

In het kader van de Basisregistratie Ondergrond en de WION komt er steeds meer 3D-informatie beschikbaar over de ondergrond en de ligging van kabels en leidingen, zie ook § 4.4.

8.10.2 Diepteligging

De sleuf moet zo diep worden uitgegraven dat de leiding vorstvrij ligt en voldoende is beschermd tegen te grote opwarming. Wanneer dit niet mogelijk is, moeten beschermende maatregelen worden getroffen. Andere overwegingen zijn:

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

De integrale tekst van § 6.2.1 'Dekking' van [NEN 7171-1](#) luidt als volgt. *'Eisen voor de dekking worden gesteld in andere normen of voorschriften van individuele netbeheerders. De gewenste dekking kan mede afhankelijk zijn van de wanddikte en de ligging van het desbetreffende net. Een en ander kan tussen de netbeheerder en eigenaar of beheerder van de ondergrond worden afgestemd.'* Vervolgens wordt naar een tabel verwezen met de meest gangbare dekkingen. Voor het 'thema' 'Water' bedraagt de dekking voor alle gebieden en straten 1,00 m, tenzij anders is bepaald door de gemeente of de vergunningverlener.

De titel van hoofdstuk 6 van de [NEN 7171-1](#) luidt 'Functionele eisen voor de ordening van ondergrondse netten'. § 6.6 gaat over 'Eisen aan specifieke netten' waarbij § 6.6.5 betrekking heeft op 'Waterleidingen' waarvan het eerste deel van de eerste zin luidt: *'Waterleidingen moeten vorstvrij worden aangelegd en liggen (afhankelijk van de geografische omstandigheden is hiervoor een dekking noodzakelijk van ten minste 800 mm tot 1000 mm) en*

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 meer dan 1,5 m) ter voorkoming van schade als gevolg van grondwerkzaamheden.

In diverse onderzoeken is kennis opgedaan van de opwarming van drinkwater in leidingen en de extra risico's die kunnen optreden als gevolg van opwarming van het klimaat, zie onder andere [125]. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een model waarmee de temperatuur in de bodem ter plaatse van de leiding wordt voorspeld (met als randvoorwaarde dat de temperatuur hoger is dan 0° C). De mate van opwarming is afhankelijk van de grondsoort, het bodemoppervlak en het lokaal klimaat. Voor de relatie tussen de diepteligging en de temperatuur zie [124] en [126].

In onderzoek uit 2017 [123] zijn in stedelijke omstandigheden op een diepte van 1 m diepte temperaturen gemeten hoger dan 25 °C. Dit betekent een overschrijding van de wettelijke eis uit het Drinkwaterbesluit [17]. In een vervolgonderzoek is nader ingegaan op maatregelen om opwarming van drinkwater tegen te gaan [135]. Maatregelen die effectief zijn om opwarming tegen te gaan zijn onder andere verdiept aanleggen, aanbrengen van vegetatie boven de leiding en leidingen aanleggen onder een klei-pakket. Deze maatregelen zijn pas effectief als ze voor een groot deel van het leidingnet worden toegepast. Lokale maatregelen ter plaatse van hotspots (zoals aanpassingen van de diameter, materiaal of de leidingconfiguratie) blijken niet effectief te zijn. Dat geldt ook voor extra spuien.

De vorstindringing komt onder Nederlandse klimaatomstandigheden niet dieper dan 1 m. Zie ook § 10.2.2.

Ondiepere ligging leidt tot lagere graafkosten. KWR heeft in opdracht van Brabant Water onderzocht wat de mogelijkheden zijn van een verminderde diepteligging, te weten een dekking van 0,6 m onder het maaiveld [125]. In dit onderzoek is geconcludeerd dat bij ondiepere ligging:

- de invloed van externe belasting groter is
Dit houdt in dat PVC uitsluitend kan worden aangelegd bij afwezigheid van verkeersbelasting. Voor PE zijn er geen restricties.
- vorst een probleem kan opleveren, zowel door het bevriezen van leidingen als door een verhoging van de kans op leidingbreuk door de werking van de bodem bij vorst en dooi.
- leidingwater kan opwarmen, waarbij geldt dat ook bij het nemen van beschermende maatregelen opwarming boven 25°C niet kan worden voorkomen.

Deel 3: Constructietechnisch ontwerp

8.11 Constructietechnisch ontwerp: achtergrond

Het doel van het engineeringproces is dat leidingen worden ontworpen die voldoen aan alle relevante eisen die gesteld worden aan de sterkte, ligging en veiligheid van de drinkwaterleidingen. Vanuit het oogpunt van risicobeheersing is de engineering er op gericht om de kans op falen en de effecten van falen op een aanvaardbaar niveau te krijgen. Wat een aanvaardbaar niveau is, wordt bepaald door de geldende wet- en regelgeving en door het drinkwaterbedrijf opgestelde ontwerpnormen. In het Drinkwaterbesluit [17] wordt hiervoor verwezen naar de normenserie NEN 3650 en de [NEN 3651](#), zie § 4.2.

In de NEN 3650 behandelt hoofdstuk 8 het constructief ontwerp, wat als leidraad is gehanteerd voor het constructietechnisch ontwerp.

In de NEN 3650 zijn leidingsystemen voor het transport en de distributie van drinkwater ingedeeld in Groep II Buisleidingen. Deze groep betreft leidingsystemen met een medium dat uitsluitend gevaar veroorzaakt voor mens en/of milieu door het effect bij uittreden. Voor water dat niet belastend is voor het milieu (zoals drinkwater, ruwwater, hemelwater) behoeft alleen de waterstaatkundige veiligheid te worden beschouwd. Een veiligheidsevaluatie met betrekking tot het milieu kan achterwege blijven.

Er is ook andere publiek- en privaatrechtelijke regelgeving die eisen stelt aan het constructietechnisch ontwerp, zoals het Witte Boekje van Prorail of lokale regelgeving van gemeenten of waterschappen, zie § 4.6.

Overigens geldt voor de meeste situaties, met name in het geval van secundaire en primaire leidingen, dat er sprake is van een beperkt aantal belastingsituaties die door fabrikanten van leidingen zijn verdisconteerd in verschillende materiaalklassen. Hierbij kan worden gedacht aan de verschillende drukklassen van kunststof leidingen.

8.12 Constructietechnisch ontwerp: materiaalkeuze

Door KWR is een multicriteriamodel opgesteld voor het ondersteunen van beslissingen over het selecteren van een leidingmateriaal [44]. Dit model bevat criteria met betrekking tot de:

- bodem: pH bodem, zettingsgevoeligheid, chemische verontreinigingen, bodem en de ligging ten opzichte van het grondwater;
- drinkwaterkwaliteit: de pH en de SI;
- omgeving: verkeersbelasting, de kans op bouwactiviteiten, bomen en zwerfstromen;
- kans op beschadiging bij aanleg en beheer;
- bedrijfsspecifieke aspecten: ruimtebeslag bij opslag, hanteerbaarheid, snelheid van uitvoeren reparatie en eisen voor het gebruik specifiek gereedschap en materieel;
- invloed op waterkwaliteit: biofilmvormingspotentie en afgifte van stoffen;
- duurzaamheid: uitputting van grondstoffen, energie en vervuiling over de levenscyclus;
- kosten.

Op basis van bedrijfsspecifieke waarderings van bovengenoemde criteria kan een bedrijf komen tot een afgewogen keuze voor een leidingmateriaal. Naast de meer generieke aanpak zoals beschreven in [44] kunnen ook locatiespecifieke eisen een rol spelen bij de materiaalkeuze. Zo kan in een specifieke situatie bijvoorbeeld gekozen worden voor PE in plaats van staal vanwege de hogere elasticiteit en daarmee de lagere gevoeligheid voor dynamische drukken bij waterslag.

In het geval agressieve stoffen in de bodem voorkomen, moet daarmee met de materiaalkeuze voor de leidingen (en eventuele uitwendige bekleding) rekening worden gehouden. Als er sprake is van een bodemverontreiniging of kans daarop komen niet alle materialen in aanmerking. In de PCD 5 [22], dat gezien kan worden als een actualisering van [44], zijn richtlijnen vastgelegd ten behoeve van de selectie van materialen in specifieke situaties van bodemverontreiniging (aard en concentratie van stoffen).

8.13 Constructietechnisch ontwerp: belastingsoorten

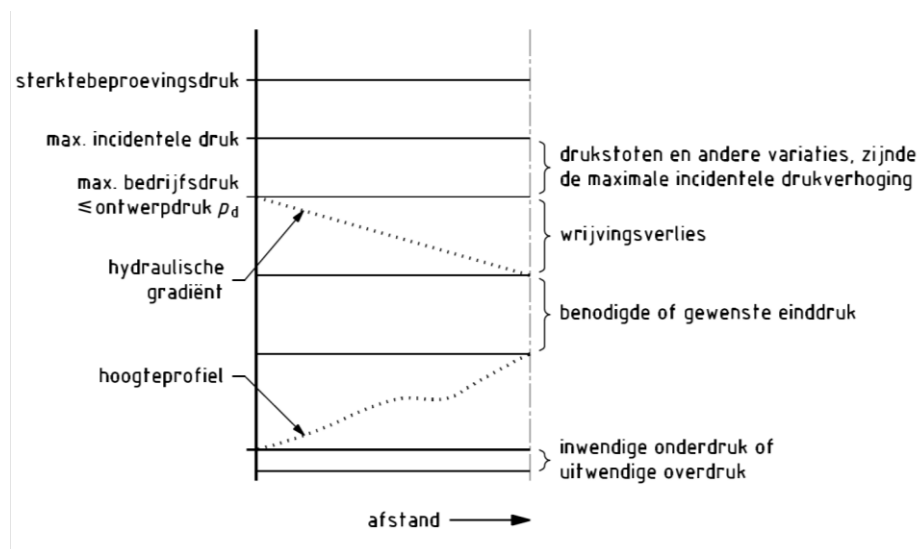
In § 8.2.7 van [NEN 3650-1](#) zijn de belastingsoorten aangegeven waarmee rekening moet worden gehouden bij het sterkteconstructief ontwerp. Deze belastingsoorten zijn:

- interne druk;
- temperatuur;
- grond;
- verkeer;
- eigen gewicht;
- aansluitende constructies;
- trillingen;
- transport en opslag;
- aanleg;
- incidenteel inwendige belasting;
- incidenteel uitwendige belasting.

De NEN 3650 geeft aan dat de volgende drukken dienen te worden beoordeeld:

- de maximale resp. minimale over- en onderdruk (maximale bedrijfsdruk, ontwerpdruk), waarbij de onderdruk moet worden vermeerderd met de eventueel aanwezige (hydrostatische) uitwendige overdruk, bijvoorbeeld als een leiding onder de grondwaterspiegel ligt (kan liggen);
- drukstoten in het medium ten gevolge van het openen of sluiten van afsluiters en/of starten of stoppen van pompen, compressoren en dergelijke (incidentele drukverhoging), cavitatie na leidingbreuk;
- inwendige druk tijdens beproeving;
- drukvariaties tijdens de bedrijfsvoering (in verband met de grenstoestand voor vermoeiing).

Een schematisch overzicht van drukniveaus in een leiding is weergegeven in Figuur 12.



Figuur 12 Druk niveaus (ontleend aan NEN 3650).

Bij het bepalen van de maximale bedrijfsdruk is het van belang rekening te houden met het hoogteprofiel van het maaiveld. Met name leidingen die lager zijn gelegen dan pompstations (bijvoorbeeld ook boringen) verdienen hier bijzondere aandacht.

De maximum incidentele druk is de maximumbedrijfsdruk vermeerderd met de extra druk als gevolg van drukfluctuaties. De leiding dient te zijn ontworpen op de sterktebeproevingdruk. Dit is de maximum incidentele druk vermeerderd met de beproevingsdruk. Voor de beproeving, zie Hoofdstuk 11.

Voor meer nauwkeurige berekeningen van drukfluctuaties als gevolg van waterslag kan gebruik worden gemaakt van een dynamische berekening, zoals in het door Deltares ontwikkelde softwarepakket WANDA [117].

De inwendige drukken veroorzaken bij bochten (horizontaal en verticaal), bij diameterwisselingen, bij T-stukken en op eindstukken (een gesloten afsluiter met enkelzijdige druk is ook een eindstuk) krachten op de leiding (spatkrachten), die moeten worden opgevangen.

8.14 Constructietechnisch ontwerp: Sterkteberekeningen

8.14.1 Algemene uitgangspunten

In de [NEN 3650-1](#) is opgenomen dat 'buisleidingen zo moeten worden ontworpen en geconstrueerd dat de kans om een grenstoestand te overschrijden gedurende de voorziene gebruiksduur aanvaardbaar klein is'. De grenstoestand is hier gedefinieerd als een toestand waarbij juist niet meer wordt voldaan aan de gestelde prestatie-eisen. Onderscheid wordt gemaakt tussen uiterste grenstoestanden en bruikbaarheidsgrenstoestanden:

- uiterste grenstoestanden zijn toestanden waarbij bezwijken of andere vormen van constructief falen optreedt ofwel de maximale draagkracht wordt overschreden (bijvoorbeeld openscheuren van de buisleiding en lekkage van stoffen die onaanvaardbare schade veroorzaken);
- bruikbaarheidsgrenstoestanden zijn toestanden waarbij niet meer wordt voldaan aan de gestelde eisen in verband met het goed functioneren van de constructie (bijvoorbeeld het te onroond worden, het optreden van hinderlijke trillingen of geluid, lekkage van stoffen die geen onaanvaardbare schade veroorzaken).

In het geval van drinkwaterleidingen kan aan de bruikbaarheidstoestand worden toegevoegd het niet meer voldoen aan de eisen met betrekking tot de kwaliteit van het drinkwater, bijvoorbeeld het optreden van bruinwater als gevolg van beschadiging van liner materiaal.

Grenstoestanden en bijbehorende sterktefuncties zijn opgenomen in de materiaalspecifieke delen [NEN 3650-2](#) (stalen leidingen), [NEN 3650-3](#) (kunststof leidingen), [NEN 3650-4](#) (betonnen leidingen) en [NEN 3650-5](#) (gietijzeren leidingen).

Bij de sterkteberekening wordt uitgegaan van rekenwaarden voor de belastingen (zogenoemde rekenbelastingen). Ze worden verkregen door de representatieve belastingen te vermenigvuldigen met de bijbehorende belastingfactoren. Vervolgens worden relevante belastingcombinaties vastgesteld.

Rekenwaarden voor materiaaleigenschappen worden verkregen door de karakteristieke waarden voor die eigenschappen te delen door de bijbehorende materiaalfactoren. Door berekeningen worden de effecten van deze belastingcombinaties op de constructie bepaald, zoals doorsnedekrachten, vervormingen van de buisleiding, spanningen, rekken en eventuele variaties daarin. Ten slotte moet worden aangetoond dat geen grenstoestand is bereikt. Daartoe moeten de effecten worden getoetst aan de relevante sterktefuncties.

Afhankelijk van de belastingsituaties en eigenschappen van het leidingmateriaal, de druk en de diameter zal worden gekozen voor een vereenvoudigde of een gedetailleerde berekening. Onder bepaalde voorwaarden is het toegestaan gebruik te maken van een vereenvoudigde berekening, waarbij doorgaans uitsluitend rekening wordt gehouden met de inwendige druk en het aanwezige grondpakket.

In § 7.3 stelt de [NEN 3650-1](#) eisen aan een systeem voor drukbeheersing. Voor groep II-buisleidingen mag van een dergelijk drukbeheerssysteem worden afgezien onder de voorwaarde dat procescondities gedurende de bedrijfsvoering niet wijzigen ten opzichte van de ontwerputgangspunten bij de aanleg van de leidingen.

8.14.2 Leidingen in 'belangrijke waterstaatswerken'

Voor leidingen in belangrijke waterstaatswerken (volgens titel [NEN 3651](#)) gelden specifieke beoordelingsregels. Deze zijn opgenomen in die nationale norm. Belangrijke waterstaatswerken zijn volgens de [NEN 3651](#):

- primaire waterkeringen;
- boezemwaterkeringen;
- secundaire waterkeringen;
- primaire wegen;
- secundaire wegen;
- rijks- of provinciale vaarwegen.

Deel 4: Ontwerpen van Appendages

8.15 Ontwerpen van appendages

De functie van appendages zoals afsluiters, brandkranen, spuispunten voor ontluchting en waterslagbeveiliging hebben vooral betrekking op de aanleg en bedrijfsvoering van leidingen, zie hoofdstuk 10 respectievelijk 14.

9 General requirements for product standards/Normatieve eisen aan leidingelementen

9.1 General/Algemeen, functionele eisen

NEN-EN 805

Water supply components shall be capable of withstanding all conditions for which they have been designed, when used in water supply systems as defined in clauses 3 to 8.

All components shall conform with the relevant national product standards, transposing ENs as available, or with European Technical Approvals. The components shall be marked accordingly, including where appropriate the CE marking of conformity with the essential requirements of the Construction Products Directive or EFTA regulations where applicable.

The product standard and technical approvals shall at least include the requirements specified in clause 9 and any other requirement necessary to ensure fitness for purpose in the field of water supply. The product standards shall also specify the appropriate test methods (type tests and/or quality tests) to ensure compliance with these requirements.

Product standards shall specify any further relevant information not given in this standard regarding transport, storage, installation and maintenance.

Product standards shall be used for evaluating a product. In the absence of a product standard, this standard shall be used as a reference for the establishment of a specification (e.g. for European Technical Approval).

This standard applies equally to components which are factory made and to those constructed in situ.

The properties of the materials and components and their durability shall be defined and tested including their time-dependent degradation (see also 9.9).

Product standards shall give sufficient information to enable verification of fitness for purpose of the components.

Dit hoofdstuk is uitsluitend van toepassing op productnormen van leidingelementen¹⁹. Er wordt aangegeven waaraan de inhoud van productnormen moet voldoen.

Een leidingelement voor leidingnetten moet, na te zijn ingebouwd, alle situaties waarvoor het is ontworpen, kunnen weerstaan. De leidingelementen moeten voldoen aan in Nederland geldende NEN-EN of NEN normen (of aantoonbaar gelijkwaardig). De leidingelementen moeten overeenkomstig worden gemerkt, inclusief CE-markering (waar van toepassing). De productnormen moeten voldoende informatie verschaffen om uitsluitsel te geven over de geschiktheid voor toepassing van de elementen.

Opmerkingen

In Nederland bestaan diverse beoordelingsrichtlijnen (BRL's) van certificatie-instelling Kiwa Nederland voor producten (leidingelementen, leidingmaterialen) in contact met drinkwater. Deze zijn gebaseerd op relevante (inter)nationale productnormen, aangevuld met (nationale) sectorspecifieke aspecten. Aanbevolen wordt om op basis van deze BRL's gecertificeerde

¹⁹ De term 'leidingelement' was destijds bij de eerste versie van deze richtlijn een compromis. In de NEN-EN 805 wordt het Engelse begrip 'component' gehanteerd. 'Component' (Nederlands) of 'element leidingnet' zou (dus) ook kunnen.

producten toe te passen. In bijlage III van deze praktijkcode is een lijst met beoordelingsrichtlijnen van certificatie-instelling Kiwa Nederland voor producten in contact met drinkwater opgenomen. In die BRL's of in de daarin genoemde productnormen is in de regel aandacht besteed aan de functionele criteria (parameters) en eisen (grenswaarden), genoemd in de paragrafen 9.2 tot en met 9.13.

9.2 Materials/Eisen aan materialen

NEN-EN 805

All materials used for components, including linings, coatings and seals, intended for water supply systems shall be suitable for such an application. They shall not cause any unacceptable deterioration of the quality of the water with which they come into contact.

Alle materialen voor leidingelementen, inclusief liner en afdichtingen, die in contact (kunnen) komen met drinkwater moeten zijn voorzien van een door de wetgever erkende kwaliteitsverklaring (zie verder § 5.1.2). De criteria en eisen op basis waarvan een dergelijke kwaliteitsverklaring kan worden afgegeven, zijn onderdeel van de in § 9.1 genoemde beoordelingsrichtlijnen van certificatie-instelling Kiwa Nederland. Dat is ook mogelijk voor beoordelingsrichtlijnen van eventuele andere certificatie-instellingen voor gelijkwaardige criteria en eisen.

9.3 Dimensions/Afmetingen

9.3.1 Nominal sizes/Nominale maat

NEN-EN 805

The size of the components shall be designated by the use of DN. Within the size range given below the DN values shall be taken from either the two following series, which shall be mandatory from December 31, 2003 one relating to the internal diameter (DN/ID), the other to the external diameter (DN/OD). Product standards shall indicate to which series they relate.

DN/ID: 20, 30, 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1 000, 1 100, 1 200, 1 250, 1 300, 1 400, 1 500, 1 600, 1 800, 2 000, 2 100, 2 200, 2 400, 2 500, 2 600, 2 800, 3 000, 3 200, 3 500, 4 000.

DN/ID: 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 630, 710, 800, 900, 1 000, 1 100, 1 200, 1 250, 1 300, 1 400, 1 500, 1 600, 1 800, 2 000, 2 100, 2 200, 2 400, 2 500, 2 600, 2 800, 3 000, 3 200, 3 500, 4 000.

Voor de aanduiding van de maat van leidingelementen wordt de nominale diameter DN gebruikt. De nominale diameter is gebaseerd op de inwendige diameter (beton, GVK, nodulair gietijzer) of uitwendige diameter (staal, PVC, PE) van leidingen.

9.3.2 Internal diameters/Inwendige diameter

NEN-EN 805

Product standards of components designated with DN/ID shall specify the internal diameter and tolerances which shall not exceed the values given in table 3.

Product standards of components designated with DN/OD shall specify the external diameter, wall thickness and the relevant tolerances. Minus tolerances on the calculated internal diameter derived from the nominal values given in the product standard shall not exceed the values given in table 3.

Table 3 - Minus tolerances on the internal diameter

DN	Minus tolerances on mean mm	Minus tolerances on individual value mm
$DN < 80$	0,05 DN	0,1 DN
$80 \leq DN \leq 250$	5	10
$250 < DN \leq 600$	0,02 DN	0,04 DN
$DN > 600$	15	30

De negatieve tolerantie voor de inwendige diameter mag de in Tabel 7 gegeven waarden niet overschrijden.

Tabel 7 Negatieve toleranties voor de inwendige nominale diameter (DN).

DN	Negatieve tolerantie op gemiddelde (mm)	Negatieve tolerantie op individuele waarde (mm)
$DN < 80$	0,05 DN	0,1 DN
$80 \leq DN \leq 250$	5	10
$250 < DN \leq 600$	0,02 DN	0,04 DN
$DN > 600$	15	30

9.3.3 Length and wall thickness/Lengte en wanddikte

NEN-EN 805

Tolerances of wall thickness and lengths of components shall be specified in the product standards irrespective of whether the wall thickness and/or length is given. If the wall thickness and/or length is not specified in the product standard, the product standard shall require the manufacturer to declare it.

Wanddiktetoleranties en toleranties van de elementlengte moeten in productnormen worden voorgeschreven ongeacht of de wanddikte en/of lengte is gegeven. Wanneer wanddikte en/of lengte niet in de norm wordt voorgeschreven, moet de norm voorschrijven dat de leverancier dit opgeeft.

9.3.4 Geometry of pipes, fittings and valves/Vorm van buizen, fittingen en appendages

NEN-EN 805

Except in the case of pipes delivered in coils, pipes shall be straight, within tolerances specified in product standards. If pipes are delivered in coils, product standards shall specify a minimum radius of the coils.

The plane of the end faces of the pipes, fittings and valves shall be at 90° to the relevant axis with a tolerance such that the function of the-pipe joint shall not be impaired.

Preferred angles for bends are 11°15'; 22°30'; 30°; 45° and 90°.

Leidingmateriaal moet recht van vorm zijn, met uitzondering van op een haspel geleverd leidingmateriaal. De rechtheid moet vallen binnen de in de productnorm gespecificeerde

toleranties. Voor een leiding op een haspel moet in de productnorm een minimale straal van de haspel zijn voorgeschreven.

De uiteinden van buizen, fittingen en appendages moeten ten opzichte van de as van de leiding een hoek van 90° vormen met een zodanige tolerantie dat de kwaliteit van de leidingverbinding niet wordt beïnvloed. Te lassen stalen elementen moeten worden voorzien van de juiste afschuining (30°- 40° voor $d \leq 20$ mm) van de lasnaad.

Voor bochten gelden de voorkeursoeken: 11°15', 22°30', 30°, 45° en 90°.

9.3.5 Internal surface/Inwendig oppervlak

NEN-EN 805

The internal surface of pipes, fittings and valves shall be free from visible defects that may affect their hydraulic performance. The product standard shall specify the acceptable imperfections.

Het inwendige oppervlak van elementen moet vrij zijn van zichtbare defecten die het hydraulische gedrag beïnvloeden. De productnorm moet criteria voor defecten voorschrijven.

9.3.6 Appearance and soundness/Aanzicht en voorkomen

NEN-EN 805

Components shall be of uniform condition. They shall not exhibit any damage or be affected in any way likely to impair their performance.

Leidingelementen moeten een gelijkwaardige conditie hebben. De elementen mogen geen schade vertonen en geen aantasting die op enigerlei wijze nadelig is voor de goede werking.

9.4 Structural design/Ontwerpeisen en leidingelementen

NEN-EN 805

Product standards shall indicate the relationship between the pressures they specify and PFA, PMA and PEA.

The structural design of components shall take into account all their relevant factors for their safe and reliable operation in water supply systems as described in 5.2 and 8.4, as well as:

- *the maximum and minimum operating temperatures, and temperature-induced loads (see A.23);*
- *the effects of sustained long term loading on the material properties (e.g. creep, static fatigue);*
- *the effects of dynamic loading on the material properties (e.g. dynamic fatigue);*
- *the effects of potential hazards such as ground movements and/or earthquakes.*

Components shall be designed to withstand, when installed, a transient pressure of 80 kPa below atmospheric (approximately 20 kPa absolute pressure).

The maximum allowable long term deflection shall not exceed 8%.

Product standards shall give sufficient information in accordance with EN 1295-1 to enable structural design. Examples of the type of information to be included in product standards are given in table A.2. For new products or materials this table shall be used as a checklist to establish their relevant characteristic properties.

For valves including hydrants, the identification of the three relevant pressures (PFA, PMA, and PEA) shall be specified for the valve in the open position and in the closed position so that the valve function and its tightness are assured under all these pressures. The valve

shall be capable of operation for the whole range of PMA and PFA on one or both sides as appropriate.

In de productnorm moet de relatie tussen de gespecificeerde drukken en PFA, PMA en PEA worden aangegeven.

Bij het ontwerp en vormgeving van leidingelementen moet zowel aan alle relevante aspecten voor een veilige en betrouwbare werking in het leidingnet (zoals beschreven in 5.2 en 8.4) aandacht worden geschonken, als aan:

- de maximale en minimale gebruikstemperatuur en door temperatuur veroorzaakte belastingen;
- de effecten van langdurige gelijkmatige belastingen op de materiaaleigenschappen (bijvoorbeeld kruip en relaxatie);
- de effecten van dynamische belasting op de materiaaleigenschappen (bijvoorbeeld vermoeiing);
- de effecten van potentieel aanwezige gevaren als grondverschuivingen.

Leidingelementen moeten na installatie in het leidingnet een drukverschil kunnen weerstaan op basis van een onderdruk ten gevolge van waterslag van 80 kPa. Voor elementen die onder de grondwaterspiegel liggen, moet dit drukverschil worden verhoogd met de hydrostatische druk van het grondwater op buisasniveau (zie § 8.2.7.2.1 van de [NEN 3650-1](#)).

De maximaal toelaatbare lange termijn deflectie mag niet meer bedragen dan 8%.

De productnorm moet voldoende informatie verschaffen in overeenstemming met [NEN-EN 1295-1](#) ten behoeve van het ontwerp en de statische berekening.

Voor afsluiters en brandkranen moeten de drie drukken (PFA, PMA en PEA) worden gespecificeerd in open en gesloten stand. Bij die drukken moet het functioneren en afdichten van de afsluiter zijn gewaarborgd. De afsluiter moet geschikt zijn om bedreven te worden binnen het volledige bereik van PMA en PFA zowel eenzijdig als tweezijdig belast.

9.5 Mechanical requirements/Mechanische eisen

9.5.1 Circumferential resistance/Sterkte in omtreksrichting

NEN-EN 805

Product standards shall state methods by which resistance to internal and external loadings is assured (see Table A.2).

Productnormen moeten beproevingsmethodes voorschrijven waardoor de benodigde sterkte bij in- en uitwendige belasting is verzekerd.

9.5.2 Longitudinal resistance/Sterkte in langsrichting

NEN-EN 805

For long rigid or semi-rigid pipes of small diameters, product standards shall state the resistance to bending moment or bending load for a specified span and loading condition. Alternatively, limiting values of length to diameter ratios shall be given in product standards. This is to help avoid problems when transporting, lifting, handling and installing pipes (see Table A.2).

Voor axiaal starre of axiaal buigstijve leidingen met een kleine diameter moeten productnormen de weerstand tegen buiging aangeven, dan wel de buigbelasting bij een gespecificeerde spanlengte en belastingwijze.

Als alternatief kan in productnormen grenswaarden voor buislengte/diameter verhoudingen worden gegeven. Dit voorkomt problemen tijdens transport, hijsen en constructie.

9.6 Water tightness/Waterdichtheid

NEN-EN 805

All pipeline components including joints, shall be designed, manufactured and tested to ensure water tightness throughout the design life under the relevant loading conditions indicated in 9.4.

De leidingelementen, inclusief verbindingen moeten zodanig zijn ontworpen, gefabriceerd en beproefd dat bij de in 9.4 aangegeven ontwerprichties de waterdichtheid is verzekerd gedurende de volledige levensduur.

9.7 Joints/Verbindingen

9.7.1 General/Algemeen

NEN-EN 805

Product standards shall require that sealing materials comply with the requirements of the relevant national standards, transposing ENs as available.

Joints having elastomeric seals shall be designed in such a way as to ensure water tightness throughout the design life taking into account the long term sealing material properties (e.g. elasticity, strength, relaxation, temperature sensitivity) and, where appropriate, the possibility of joint movements during the lifetime of the system.

If the joint includes part having significant strength regression, product standards shall state the required performance and shall specify the necessary tests.

The product standards shall specify the types of joints by which the components are to be connected:

- *rigid joints;*
- *adjustable joints;*
- *flexible joints.*

The product standards shall also state if the specified joints are non-restrained or restrained:

- *non restrained joints shall have adequate axial withdrawal to accommodate any axial spigot movement induced by temperature fluctuations and the Poisson contraction of the pipe under internal pressure in addition to the specified angular deflection;*
- *restrained joints shall be capable of withstanding the end-thrust due to internal pressure and where applicable, due to temperature fluctuation and the Poisson contraction of the pipe under internal pressure.*

Verbindingen met rubberen afdichtingen moeten zodanig worden ontworpen dat de waterdichtheid tijdens de gehele levensduur gewaarborgd blijft op basis van de lange duur materiaaleigenschappen (bijvoorbeeld elasticiteit, sterkte, relaxatie, resistentie tegen externe vervuiling, temperatuurgevoeligheid) en de mogelijkheid van het verschuiven van verbindingen tijdens de levensduur.

Als verbindingen delen bevatten waarvan de sterkte in de loop der tijd afneemt, moeten in de productnorm het gewenste prestatietraject en de noodzakelijke bijbehorende beproevingsmethoden zijn vastgelegd.

Onderscheiden worden de volgende verbindingstypen:

- starre (ongelede) verbindingen (zoals staal gelast, kunststof gelijmd en gelast, beton met doorgelaste plaatstalen kern, flensverbinding);
- verstelbare verbindingen (bijvoorbeeld E-stuk);
- flexibele (gelede) verbindingen (verbindingen met rubberring) al dan niet trekvast:
 - niet-trekvast verbindingen moeten voldoende axiale speling hebben om axiale buisverkorting of -verlenging door temperatuurschommelingen en verkorting door inwendige druk (Poisson effect) op te vangen;
 - trekvast verbindingen moeten in staat zijn de axiaalkracht ten gevolge van inwendige druk (spatkrachten) op te vangen en ook normaalkrachten door temperatuurschommelingen en inwendige druk (Poisson effect).

Opmerking

Het Poisson effect geeft aan dat een spanning in bijvoorbeeld de omtreksrichting σ_y tevens een spanning σ_x in de richting daar loodrecht op (axiale richting) veroorzaakt ter grootte van $\sigma_x = \nu \times \sigma_y$ waarbij ν de coëfficiënt van Poisson is.

In de [NEN-EN 805](#) zijn tabellen opgenomen met minimaal vereiste mogelijke hoekverdraaiing voor starre, verstelbare en flexibele verbindingen (respectievelijk § 9.7.2, § 9.7.3 en § 9.7.4). De herkomst van deze tabellen is onbekend (geen referentie verstrekt) en de daarin vermelde waarden zijn onafhankelijk van het toegepast materiaal of verbindingstype. Voor voorliggende praktijkcode wordt voor kunststof leidingsystemen verwezen naar de beproeving op lektheid van de verbinding, zoals die is beschreven in onder andere de [BRL-K17301](#). Hierin wordt gesteld dat een verbinding die is ontworpen volgens inzichten van de fabrikant, bij een opgelegde hoek van 6° lekvrij blijft gedurende een periode van 50 jaar.

9.7.2 Rigid joints/Starre verbindingen

NEN-EN 805

Product standards shall state the required performance of rigid joints and shall specify the necessary tests.

9.7.3 Adjustable joints/Instelbare verbindingen

NEN-EN 805

Product standards shall state the required performance of adjustable joints and shall specify the necessary tests.

The lowest value of the allowable angular deflection shall be as shown in table 4.

Table 4 Lowest allowable angular deflection of adjustable joints.

DN	Radian	Degree
$DN < 300$	0,03	1°43'
$300 \leq DN \leq 600$	0,02	1°09'
$600 < DN \leq 1.000$	0,01	0°34'
$DN > 1.000$	$0,01 \times 1.000/DN$	$0°34' \times 1.000/DN$

Product standards shall state the values of allowable angular deflection or require the manufacturer to do so. If adjustable joints include elastomeric gaskets they shall comply with 9.7.4 for their allowable angular deflection.

9.7.4 Flexible joints/Flexibele verbindingen

NEN-EN 805

The lowest values for the allowable angular deflection of flexible joints shall be as shown in table 5.

Table 5 Lowest allowable angular deflection of flexible joints.

DN in mm	Klasse A		Klasse B	
	Radian	Degree	Radian	Degree
DN < 300	0,03	1°43'	0,06	3°26'
300 ≤ DN ≤ 600	0,02	1°09'	0,04	2°18'
600 < DN ≤ 1.000	0,01	0°34'	0,02	1°09'
DN > 1.000	0,01 x 1.000/DN	0°34' x 1.000/DN	0,02 x 1.000/DN	1°09' x 1.000/DN

Product standards shall state the values of allowable angular deflection or require the manufacturer to do so.

Where plain-ended pipes are jointed by couplings having a flexible joint at each end, the allowable angular deflection shall be attainable at each end of the coupling.

The water tightness of flexible joints to internal and external pressure shall be demonstrated under the following conditions :

- condition 1 : joint deflected to the allowable angular deflection and, where applicable, to its thermal and Poisson's axial withdrawal allowance.
- condition 2 : joint subjected to a transverse shear across the joint and, where applicable, to its thermal and Poisson's axial withdrawal allowance.

The product standard shall state whether conditions 1 and 2 are tested separately or in combination.

The product standard shall state the value of the transverse shear across the joint to either a minimum of 10 x DN expressed in Newtons (test in combination) or 20 x DN expressed in Newtons (separate tests), but, where applicable, the diametric deflection of the spigot shall not exceed the maximum allowable pipe deflection.

The tests shall be carried out as type tests. The product standard shall state the diameter to be tested in order to cover the whole range of diameters.

Type testing shall take into account all relevant unfavourable manufacturing tolerances (e.g. maximum and minimum diameters of socket and spigot, ovality).

The test pressures shall be at least :

- *PEA (allowable site test pressure) for all kinds of joints ;*
- *80 kPa below atmospheric for joints whose tightness or gasket stability is influenced by the pressure.*

A cyclic pressure type test shall be carried out under condition 2 or under a combination of conditions 1 and 2 as stated in the product standard. The test pressure shall vary between PMA (allowable maximum operating pressure) and 0,5 PMA or PMA - 500 kPa whichever is the greater. The test shall comprise at least 24 000 cycles.

Satisfactory service experience of at least 10 years prior to the first date of publication of this standard for a particular joint product combination for water supply shall be accepted as satisfying this cyclic type test requirement. This 10 years allowance is valid only for joints the design of which has not been changed within this period of time.

Restrained joints shall be tested while subjected to the whole end thrust defined in 9.7.1.

Product standards shall state any additional performance requirements of flexible joints and shall specify the necessary tests.

Opmerking

De aanduiding met klasse A en B in tabel 5 is onduidelijk. In [NEN-EN 805](#) is daar niets naders over vermeld (onderzoek heeft uitgewezen dat de herkomst van deze tabel niet is te achterhalen).

9.8 Protective measures/Beschermende maatregelen

NEN-EN 805

Where internal and external and other protective measures are specified in the product standards, the limitations on the use of the products shall also be stated.

Where applicable product standards shall state test methods.

The product standards shall also define the means necessary to ensure that the protective measures will be effective in use.

Waar inwendige, uitwendige en andere beschermende maatregelen worden gespecificeerd, moeten tevens worden voorgeschreven:

- de grenzen aan het gebruik van de producten;
- de van toepassing zijnde beproevingsmethoden;
- de noodzakelijke middelen nodig voor een effectieve werking van de beschermende maatregelen.

9.9 Durability/Levensduur

NEN-EN 805

The product standard shall give all requirements and test methods so as to ensure that the components fulfill the functional requirements given in 9.2 to 9.8 for the design life given in 5.2 as appropriate.

De productnorm moet eisen stellen en beproevingsmethoden voorschrijven om aan te tonen dat de leidingelementen voldoen aan de in 9.2 tot en met 9.8 gegeven functie-eisen met betrekking tot de levensduur (zie 5.2).

9.10 Test methods/Keuringsmethoden

9.10.1 General/Algemeen

NEN-EN 805

Product standards shall comply with 9.10.2 to 9.10.8 and shall specify appropriate test methods (type tests and/or quality tests) including those not mentioned in 9.10.

Voor het gestelde in 9.10.2 tot en met 9.10.8 moeten geschikte keuringsmethoden (type- en/of kwaliteitskeuringen) in productnormen zijn verwoord.

9.10.2 Measurement of diameter and wall thickness/Diameter en wanddikte

9.10.2.1 Internal diameter/Inwendige diameter

NEN-EN 805

If measurement of internal diameter is a requirement of the product standard, it shall be carried out near all ends of the components and where appropriate. At least two measurements shall be taken at each section of measurement at approximately equal angular spacing in each section and the mean internal diameter calculated.

Het meten van de inwendige diameter moet worden uitgevoerd aan alle uiteinden van het leidingelement en daar waar noodzakelijk is. Er moeten ten minste twee metingen per meetlocatie worden verricht, haaks ten opzichte van elkaar. Op basis hiervan moet de gemiddelde inwendige diameter worden berekend.

9.10.2.2 External diameter/Uitwendige diameter

NEN-EN 805

If measurement of external diameter is a requirement of the product standard, it shall be carried out in a similar position and manner to that in 9.10.2.1, or by calculation from the circumference at each section of measurement of the component.

Het meten van de uitwendige diameter moet worden uitgevoerd op vergelijkbare wijze als beschreven is in 9.10.2.1 of uit berekening uit de omtrek van elke te meten gedeelte van het leidingelement.

9.10.2.3 Wall thickness/Wanddikte

NEN-EN 805

If measurement of wall thickness is a requirement of the product standard, it shall be carried out near all ends of the component and where appropriate. At each measurement section, thickness shall be measured at a minimum of four approximately equidistant points. Alternatively minimum and maximum values shall be determined at each measurement section.

Het meten van de wanddikte moet worden uitgevoerd aan alle uiteinden van het leidingelement en daar waar noodzakelijk is. Voor elke meetlocatie moet de wanddikte worden gemeten op basis van vier afzonderlijke, op gelijke afstand van elkaar liggende meetpunten. Daarnaast moeten per meetlocatie de minimale en maximale wanddikte worden vastgesteld.

9.10.3 Measurement of deviation from straightness of barrel/Rechtheid van de leiding

NEN-EN 805

If measurement of deviation from straightness is a requirement of the product standard, the method of measurement shall be stated. Deviation shall be measured at the centre point of a line of length not less than two thirds of barrel length.

De meetmethode voor het meten van de rechtheid van de leiding moet worden voorgeschreven. De afwijking moet worden gemeten in het midden van rechte lijn die een lengte heeft van ten minste tweederde van de buislengte.

9.10.4 Measurement of deviation from squareness of components ends/Afwijking van de haaksheid van buiseinden

NEN-EN 805

If measurement of deviation from squareness is a requirement of the product standard, the method of measurement shall be stated.

Wanneer het meten van afwijking van de haaksheid van de einden van leidingelementen wordt vereist, moet de meetmethode worden voorgeschreven.

9.10.5 Longitudinal resistance test for pipes/Buigstijfheid van buizen

NEN-EN 805

If there is a longitudinal resistance requirement in the product standard, the following bending test criteria shall apply:

- *the test shall be carried out on a test machine having recording facility;*
- *the pipe to be tested shall be supported near each end so that, with the resultant load at the centre, it will break with one circumferential crack (3 or 4 point loading);*
- *the span shall be not less than 5 x DN expressed in millimetres;*
- *the supports shall be designed to produce vertical reactions only.*

Wanneer een onderzoek naar de buigstijfheid van buizen wordt vereist, moeten de volgende voorwaarden voor de buigtest in acht worden genomen:

- de beproeving moet op een testbank worden uitgevoerd die de meetresultaten registreert;
- de te beproeven buislengte moet aan beide buiseinden zodanig worden ondersteund dat, met de resulterende belasting in het midden, de buis bezwijkt met een breuk in de omtreksrichting (drie- of vierpuntsbuigproef);
- de minimale overspanning is 5 x DN;
- de opleggingen moeten uitsluitend voor het opvangen van verticale krachten zijn ontworpen.

9.10.6 Crushing test for pipes with rigid behaviour/Omtrek breuksterkte van stijve buizen

NEN-EN 805

If a product standard requires a crushing test, it shall state whether it is a proof test and/or an ultimate load test and it shall be carried out on a test machine having:

- *a load recording facility;*
- *a loading beam, the lower face of which is a bearer having an elastomeric bearing strip of thickness between 20 mm and 40 mm and hardness between 45 and 65 IRHD; the maximum width of the bearing strip shall be as given in table 6.*

Table 6 - Maximum width of the bearing strip

$DN \leq 400$	50 mm
$400 < DN \leq 1.200$	$(0,12 \times DN)$ mm
$DN > 1.200$	150 mm

- a bottom bearer on which is located a V shaped support with a minimum included angle of 170° ; each face of the support shall either be covered with, or have a bearing strip of, elastomeric material having the same thickness and hardness as that on the loading beam.

The test consists of subjecting a complete pipe or section of pipe to the action of a uniformly distributed load. Bearers may be divided into sections.

The test load shall be applied symmetrically over the entire bearer length. The position of the load may be adjusted to maintain horizontal stability.

During application of at least the final third of the specified load, the rate of increase of load shall be constant and this period of loading shall be at least 30 s.

Wanneer een breuksterkte beproeving wordt vereist, moet worden aangegeven of het een weerstandsbeproeving en/of een bezwijkproef betreft. De proef moet worden uitgevoerd op een testbank die:

- de belasting registreert;
- een belasting balk heeft waarvan de onderzijde het drukvlak vormt. De balk is voorzien van een strip rubber met een dikte tussen 20 mm en 40 mm en een hardheid tussen 45 en 65 IRHD. De breedte van de strip is aangegeven in Tabel 8;

Tabel 8 Maximale breedte van de belastingstrip.

$DN \leq 400$	50 mm
$400 < DN \leq 1.200$	$(0,12 \times DN)$ mm
$DN > 1.200$	150 mm

- een oplegbalk heeft waarop een V-vormig zadel is geplaatst met een minimale hoek van 170° en bekleed met soortgelijk rubber strippen als de belastingbalk.

De proef bestaat uit het aanbrengen van een gelijkmatig verdeelde belasting op de te beproeven buis (of buisdeel). De proefbelasting moet symmetrisch over de hele lastlengte worden aangebracht. Het aangrijpingspunt van de belasting eventueel corrigeren in verband met horizontale stabiliteit.

Het aanbrengen van het laatste derde deel van de proefbelasting moet gelijkmatig worden uitgevoerd in een tijdverloop van meer dan 30 s.

9.10.7 Ring stiffness test for pipes with flexible behaviour/Ringstijfheid van flexibele buizen

NEN-EN 805

If a product standard requires a stiffness test and/or a proof deformation test and/or an ultimate deformation test, it shall be carried out on a test machine having load and deformation recording facilities. The product standard shall state whether the bearer and the beam shall be flat steel plates (with no bearing faces or strips) or as described in 9.10.6. The determination of short term ring stiffness and of long term deformation behaviour shall be carried out according to national standards, transposing the appropriate EN as available, or, in the absence of these, the appropriate ISO standards.

Wanneer een ringstijfheid onderzoek en/of een deformatie proef (weerstandsbeproeving of bezwijkproef) wordt vereist, moet de proef worden uitgevoerd op een testbank waar belasting en vervorming mee kan worden geregistreerd. Voorgeschreven moet worden of de oplegging en belasting via vlakke platen (zonder rubber) dan wel op de wijze als aangegeven in 9.10.6.

Bepaling van de korte termijn ringstijfheid of het lange duur deflectie gedrag moet worden uitgevoerd in overeenstemming met relevante NEN-EN- of NEN-normen, dan wel ISO-normen als er geen NEN- of NEN-EN-normen bestaan.

9.10.8 Pressure tests/Beproevingen op inwendige druk

NEN-EN 805

The product standards shall state the type and purpose of each test e.g. a proof pressure test (at a pressure specified by the product standard) or an ultimate pressure test (at a pressure leading to failure as specified in the product standard).

Een omschrijving van de soort en het doel van elke beproeving bijvoorbeeld een sterkte drukbeproeving (bij een voorgeschreven druk) of een barstproef (bij een voorgeschreven bezwijkdruk) moet worden gegeven.

9.10.8.1 Tests for pipes/Beproevingen voor buizen

NEN-EN 805

The tests shall be carried out on one or more pipes or sections of pipe under hydrostatic pressure for a certain duration at all conditions to be stated in the product standards. The test pieces shall be clamped into a suitable apparatus. They shall be filled with water and adequately vented.

De beproevingen moeten worden uitgevoerd op een of meer buizen of buissecties bij een hydrostatische druk gedurende een zekere tijd en onder voorgeschreven omstandigheden.

De proefstukken moeten in een voor dit doel geschikt apparaat worden ingeklemd. De stukken moeten met water worden gevuld en adequaat worden ontluicht.

9.10.8.2 Tests for joints/ Beproevingen voor koppelingen

NEN-EN 805

The tests shall be carried out on two pipes or sections of pipe jointed and supported in such a way that, where appropriate, they can move in relation to each other to limits of the requirements stated in product standards.

De beproeving moet worden uitgevoerd op twee buizen of buisdelen die aan elkaar zijn gekoppeld en op zodanige wijze zijn ondersteund, dat beweging ten opzichte van elkaar binnen de grenzen van de eisen mogelijk is.

9.10.8.3 Tests for fittings, accessories, valves and other components/ Beproevingen voor fittingen, toebehoren, afsluiters en andere leidingelementen

NEN-EN 805

Test methods shall be stated in product standards to demonstrate suitability for use.

De norm moet beproevingsmethoden voorschrijven waaruit de geschiktheid voor gebruik blijkt.

9.11 Interconnection of products/Koppelen van elementen

NEN-EN 805

Each product standard shall state whether or not components within dimensional series (or tolerances) can be interconnected.

Where such interconnection is not confirmed, the product standard shall specify the means (e.g. adaptor) required to effect interconnection.

Productnormen moeten aangeven of leidingelementen al dan niet gerangschikt naar grootte (of toleranties) met andere elementen kunnen worden doorverbonden. Indien een dergelijke verbinding niet mogelijk is, moet de norm middelen (bijvoorbeeld overgangsstuk) voorschrijven die noodzakelijk zijn om een verbinding toch tot stand te brengen.

9.12 Quality control/Kwaliteitscontrole

NEN-EN 805

Each product standard shall contain requirements for quality assurance to be used.

Guidance for good practice in the field of quality control and certification is given in A.24.

Productnormen moeten voorschriften bevatten met betrekking tot de kwaliteitsborging. Richtlijnen voor een goede uitvoering van de kwaliteitscontrole zijn te vinden in [NEN-EN-ISO 9001](#), [NEN-EN-ISO 14001](#) en voor certificatie [NEN-EN-ISO/IEC 17065](#) of [NEN-EN-ISO/IEC 17021-1](#).

9.13 Marking/Markering

NEN-EN 805

Product standards shall specify the marking requirements.

Each component or, where this is not possible, each package of components, shall be marked indelibly and in a clearly visible manner.

In order to identify the component with certainty, the following information shall be provided as a minimum:

- *identification of product standard number i.e. EN XXXX;*
- *identification of manufacturer and site of production;*
- *identification of year of manufacture;*
- *identification of Certification Body, if any;*
- *identification of classes, where applicable;*
- *identification for suitability for use with potable water, where applicable.*

Leidingelementen of waar dit niet mogelijk is, elke verpakking van leidingelementen, moet worden voorzien van een onuitwisbare en duidelijke zichtbare markering.

Voor een eenduidige identificatie van een leidingelement moet ten minste de volgende informatie worden geleverd:

- het nummer van de productnorm;
- de leverancier en plaats van herkomst;
- het jaar van fabricage;
- de keuringsinstantie, als dat nodig is;
- de classificatie, voor zover van toepassing;
- de geschiktheid voor gebruik in drinkwater, voor zover van toepassing.

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 deze richtlijn.

De door de opdrachtgever aangestelde aannemers moeten in het bezit zijn van de benodigde kwalificaties voor uitvoering van het werk. De opdrachtgever moet er verzekerd van zijn dat aan de vereiste kwalificaties wordt voldaan. In dat verband wordt gewezen op de 'Certificatieregeling Kabelinfrastructuur en Buizenlegbedrijven' [23]. 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. Zie ook bijbehorend [interpretatiedocument](#) en <http://www.ckb.nl/belangrijke-documenten> voor andere in het kader van de regeling relevante documenten. 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. Het certificaat is drie jaar geldig. Tussentijds wordt het bedrijf gecontroleerd op het voldoen aan alle regels.

Volgens de 'Hygiëncode Drinkwater; *Algemeen*' [2] dienen alle medewerkers die aan de watervoerende infrastructuur werken, een opleiding voor hygiënisch werken te hebben gevolgd en periodiek (minimaal 1 keer per 5 jaar) een opfriscursus te volgen, met de aanbeveling dit vast te leggen in een zogeheten veiligheidspaspoort.

In dit verband wordt ook gewezen op 'KIAD', de persoonscertificatie voor monteurs die werken aan het drinkwaterleidingnet. KIAD is een toets die kijkt of een monteur over zijn volledige vakgebied voldoende is geëquipeerd om zijn/haar professie goed uit te oefenen. Het gaat dus over kennis, vakbekwaamheid en competenties. Het hygiënisch werken is daarvan een onderdeel.

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.

Vergunning(verlening)

Hiervoor wordt verwezen naar het VEWIN/Kiwa-rapport [SWE 97.007](#) 'Leidraad regelgeving voor activiteiten van waterleidingbedrijven' van Kiwa Onderzoek en Advies d.d. december 1998 [58]. Met name wordt hier gewezen op de hoofdstukken 15 'Aanleggen van transportleidingen' en 16 'Vergunningen en coördinatie bij de vergunningverlening'.

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' [24] is een door drinkwaterbedrijven en aannemers opgestelde richtlijn waarmee de kwaliteit van het aanleggen, onderhouden en beheren van leidingnetten beter kan worden gegarandeerd. 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' [23] en de 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie' [18] met het bijbehorende werkboekje [14].

Voorkomen graafschade

De [CROW-publicatie 500](#) 'Schade voorkomen aan kabels en leidingen; Richtlijn zorgvuldig grondroeren van initiatief- tot gebruiksfase' [59] slaat een brug tussen de wetgeving en de praktijk, en omvat het gehele proces van een project, vanaf initiatieffase tot en met de gebruiksfase. De publicatie heeft een duidelijke focus op 'het voorkomen van schade door grondroeren' en maakt de betrokkenen bewust van hun rol, verantwoordelijkheid en uit te voeren activiteiten, zodat een persoon of organisatie daarnaar kan handelen en zodat betrokkenen elkaar erop kunnen aanspreken. Dit met als doel: het voorkomen of verminderen van schade aan kabel- en leidingnetten bij graafwerkzaamheden. Alle bij het graven betrokken partijen hebben daarbij hun eigen verantwoordelijkheden. De richtlijn biedt opdrachtgevers, ontwerpers, grondroerders en beheerders handvatten om het graafproces zorgvuldig vorm te geven en is opgesteld op verzoek van het 'Kabels- en Leidingenoverleg' (KLO²⁰) met het doel de Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten (WION, zie boven) [21] te helpen bevorderen.

Bomen

Bomen nemen boven- en ondergronds ruimte in ([NEN 7171-1](#) stelt '*In beginsel is het wortelpakket van een boom even breed/groot als 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. CROW-publicatie 280 'Combineren van onder- en bovengrondse infrastructuur met bomen' [49] geeft praktische informatie om dit te doen. Het doel van deze publicatie is om alle partijen die bij ontwerp, inrichting en beheer van de openbare ruimte betrokken zijn, te voorzien van de beschikbare informatie. Die informatie kan worden gebruikt om een optimale combinatie in nieuwe situaties te maken en om knelpunten in bestaande situaties op te lossen. In de publicatie onder meer:

²⁰ Het KLO is een samenwerkingsverband van grondroerders, netbeheerders en beheerders van de ondergrond, zie www.kabelenleidingoverleg.nl

- Een reeks oplossingen voor veelvoorkomende knelpunten;
- Een overzicht van maatregelen om schade bij werkzaamheden te voorkomen;
- Checklists voor het integrale ontwerpproces en de speelruimte in de ontwerpen;
- Een overzicht van beschikbare technieken en maatregelen, met praktijkervaringen; inclusief verwijzingen naar de relevante RAW-resultaatsbeschrijvingen en technische bepalingen;
- Een samenvatting van de essentiële eisen en randvoorwaarden per type voorziening;
- Een selectie van de benodigde basisinformatie over de verschillende typen infrastructurele voorzieningen en bomen.

Water(kering)en

Voor leidingen in de omgeving van wateren en waterkeringen wordt verwezen naar [CROW-publicatie 500](#) [59]. Bij graafwerkzaamheden is het belangrijk om de aanwezigheid en de positie van kabels en leidingen goed te bepalen. Kabels en leidingen rond wateren 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 wateren 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 de CROW-publicatie zijn ook de specifieke voorwaarden van de relevante vergunningverlenende instantie (waterschappen en Rijkswaterstaat) van belang.

Onttrekken grondwater (bronbemaling)

Voor het onttrekken van grote hoeveelheden grondwater is meestal een watervergunning nodig. Om hiervan zeker te zijn, dient de keur van het waterschap te worden geraadpleegd. In iedere keur staat een vergunningplicht voor grondwateronttrekkingen. Het is verboden om zonder watervergunning meer dan een bepaalde hoeveelheid grondwater te onttrekken. Bronbemalingen tot een bepaalde omvang (bijvoorbeeld tot 15.000 m³/maand of tot 200.000 m³ in totaal) zijn niet vergunning plichtig, maar moeten uitsluitend worden gemeld. De grens tussen de vergunningplicht en de meldplicht varieert per waterschap. De Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB) heeft in nauw overleg met waterschappen en branches praktijkgerichte kwaliteitsrichtlijnen voor bronbemalingen opgesteld. De SIKB heeft de BRL 12000 [60] opgesteld om de kwaliteit van het proces te borgen en de verschillende schakels in de bemalingsketen met elkaar te verbinden. Naast de BRL 12000 met bijhorende protocollen en richtlijnen zijn er enkele documenten, waarin (deels) informatie over bemalingen en monitoring wordt gegeven, zie <http://www.bronbemalen.nl/brl-12000-en-andere-protocollen>

Lozen van onttrokken grondwater

Vanaf 1 januari 2011 geldt voor deze lozingen een meldingsplicht overeenkomstig het 'Besluit lozen buiten inrichtingen' [61].

Bestek

De wensen ten aanzien van de realisatie van het werk zijn in het algemeen vastgelegd in een bestek met bijbehorende tekeningen, die de opdrachtgever 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 is in verband met hygiënische aspecten beschreven in § 4.3 'Logistiek' van de 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*' [18].

De elementen voor de leiding moeten worden beschermd tegen transportschade. Voor het laden, lossen en transport mag uitsluitend voor dit doel geschikt materieel worden gebruikt. De leidingelementen moeten zodanig worden opgeslagen en getransporteerd, dat deze niet met gevaarlijke stoffen in contact komen, bijvoorbeeld door het afdoppen van vrije uiteinden. De elementen mogen niet worden verontreinigd met grond, mud, rioolwater en andere afvalstoffen. Wanneer verontreiniging niet is te vermijden, moeten de elementen worden gereinigd voordat inbouw plaatsvindt. De door leveranciers geleverde informatie en instructies betreffende het vermijden van beschadiging, aantasting en verontreiniging moeten strikt worden nagekomen.

In verband met veroudering mogen kunststof (bevattende) leidingelementen niet in de volle zon worden opgeslagen, maar moeten zijn afgedekt.

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 hoofdstuk 4.

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 drinkwaterklanten die afgesloten kunnen worden 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, zoals het Kabels en Leidingen Overleg (KLO) en het Centrum Ondergronds Bouwen (COB). In het rapport Kabels, leidingen en mensen [ref COB O43] zijn vier voordelen van samenwerken in de ondergrond genoemd:

- besparen van kosten. te denken valt aan minder faalkosten, beheersing van financiën, voorkomen van stagnatie, minder graafbewegingen en minder schade;
- 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.

Naar verwachting komt in 2016 de 'Structuurvisie Ondergrond' [72] uit, die nadere richting zal geven aan samenwerken in de ondergrond.

10.2 Pipe trenches/Sleuven

Er zijn ook een poster '[Richtlijn zorgvuldig graafproces](#)' en een '[Instructiekaart zorgvuldig graven](#)', die behoren bij CROW-publicatie 250²¹ [31].

10.2.1 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.

²¹ Deze publicatie is vervangen door CROW-publicatie 500 [59].

De afmetingen van de werkruimte en de aanlegmethode moeten een goede aanleg van de leiding en het aanvulmateriaal mogelijk maken. De vorm van de sleuf en de aanlegmethode uit het ontwerp moeten bij de uitvoering van het werk worden gevolgd.

Regelgeving ten aanzien van het werk (zoals Arbobesluit art. 3.30 of de AVSL 'Aanbevelingen tot het Voorkomen van Schade aan Leidingen' [47]) moet in acht worden genomen. Opdrachtgevers, aannemers, leidingbeheerders en derden hebben er belang bij dat schade aan leidingen zoveel mogelijk wordt voorkomen. Deze aanbevelingen zijn erop gericht een vlotte informatieverstopping en communicatie te bevorderen, en een verdeling te schetsen van de taken die de verschillende betrokkenen bij deze materie vervullen. Het doel is dat de uitvoering van werken zoveel mogelijk ongestoord kan plaatsvinden zonder schade aan leidingen aan te richten. De AVSL omschrijft de taken van de betrokken partijen die bijdragen aan het voorkomen van schade. Het gaat om een 'standaard' voor het voorkomen van schade, zodat die aanbevelingen het karakter van een richtlijn of gedragscode hebben, die door een groot aantal betrokken organisaties en instellingen wordt aanvaard.

Sleuven moeten bij voorkeur droog zijn. In geval een droge sleuf niet realiseerbaar is of de leiding drijvend wordt gelegd (floating techniek) moet worden voorkomen dat de leiding inwendig vervuild. 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 in gefreesde drain onder de sleufbodem.

Voordat buizen worden gelegd, moet de sleuf worden gecontroleerd op diepte, breedte, helling en conditie van de sleufbodem.

10.2.2 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 8.10.2. Wanneer dit niet mogelijk is moeten beschermende maatregelen worden getroffen. Andere overwegingen zijn:

- Belasting: hoe dieper, zo te groter de grondbelasting en zo te lager de verkeersbelasting;
- Bescherming tegen graafschade: hoe dieper, zo te kleiner de kans op graafschade;
- Aanleg- en beheerskosten: hoe dieper, zo te hoger de kosten.

De integrale tekst van § 6.2.1 'Dekking' van de [NEN 7171-1](#) luidt als volgt. 'Eisen voor de dekking worden gesteld in andere normen of voorschriften van individuele netbeheerders. De gewenste dekking kan mede afhankelijk zijn van de wanddikte en de ligging van het desbetreffende net. Een en ander kan tussen de netbeheerder en eigenaar of beheerder van de ondergrond worden afgestemd.' Vervolgens wordt naar een tabel verwezen met de meest gangbare dekkingen. Voor het 'thema' 'Water' bedraagt de dekking voor alle gebieden en straten 1,00 m, tenzij anders is bepaald door de gemeente of de vergunningverlener.

De titel van hoofdstuk 6 van de [NEN 7171-1](#) luidt 'Functionele eisen voor de ordening van ondergrondse netten'. § 6.6 gaat over 'Eisen aan specifieke netten' waarbij § 6.6.5 betrekking heeft op 'Waterleidingen' waarvan het eerste deel van de eerste zin luidt:

'Waterleidingen moeten vorstvrij worden aangelegd en liggen (afhankelijk van de geografische omstandigheden is hiervoor een dekking noodzakelijk van ten minste 800 mm tot 1000 mm) en

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 meer dan 1,5 m) ter voorkoming van schade als gevolg van grondwerkzaamheden.

10.2.3 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 waar de buis wordt opgelegd moet zo worden gemaakt dat de buis er in zijn volle lengte op rust. Voor koppelingen kan het nodig zijn plaatselijk het bed te verdiepen.

In Nederland is de sleufbodem meestal geschikt om te worden gebruikt als bed voor de buis. De sleufbodem moet in het gewenste lengteprofiel worden gebracht en moet indien nodig worden verdicht.

De tekst van de tweede alinea van § 6.5.2 'Mechanische beïnvloeding' van de [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 onsamenhangende 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, in het gewenste lengteprofiel kan worden gebracht en verdicht (zie § 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 Installation of pipeline components/Aanleg van leidingelementen

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

- De '[Richtlijn boortechnieken](#)' [30];
- De installatieprocedure volgens de brochure '[Het leggen van kunststofbuizen](#)' van BureauLeiding [62], het informatiebureau kunststof leidingsystemen. De leginstructies ireservoirs
- n de brochure komen overeen met de instructies in de Europese norm [NPR-CEN/TR-1046](#) 'Kunststofleiding- en mantelbuissystemen - Systemen buitenshuis voor het transport van

water of afvalwater – Praktijkrichtlijnen voor ondergrondse aanleg’ en de Nederlandse Praktijkrichtlijn [NPR 3218](#) ‘Buitenriolering onder vrij verval – Aanleg en onderhoud’. De instructies worden aanbevolen door de leden van BureauLeiding en zijn een samenvatting van genoemde normen. De leginstructies gelden voor PVC, PE en PP.

- ‘[Richtlijnen voor de aanleg van hoofdleidingen van ongeplastificeerd polyvinylchloride \(PVC\) voor het transport van drinkwater](#)’ van Kiwa Certificatie en Keuringen [63].

10.3.1 Distances from underground installations/Afstanden tot ondergrondse constructies

NEN-EN 805

The horizontal distance from foundations and similar underground intallations 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 de [NEN 7171-1](#) gaat in op sleuven, de minimale afstand tussen ‘thema’s’ en vrije werkruimte. Ook wordt gewezen op de paragrafen 5.1.2 ‘Benodigde en beschikbare ruimte’, 7.2 ‘Onvoldoende beschikbare ruimte’ en 7.3 ‘Voorwaarden voor het dichter dan B + 0,5 bij elkaar leggen van netten’. Ook wordt hierbij het eerste deel van de tweede alinea van § 6.6.5 ‘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 van de norm staat nog: ‘*De vrije werkruimte tussen twee thema’s bedraagt 0,25 m. Voor afsluiters, appendages en dergelijke moet een bodembreedte van tweemaal de diameter worden aangehouden. Met een vrije werkruimte van 0,25 m wordt hier aan voldaan.*’

Opmerking

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

De titel van hoofdstuk 7 van de [NEN 7171-1](#) is ‘Dwarsprofielen’. § 7.1 ‘Voorbeeldprofiel’ verwijst naar de informatieve bijlage B ‘Voorbeelden van dwarsprofielen voor enkele veelvoorkomende situaties’ van die norm. Figuur B.4 van die bijlage heeft als titel ‘Voorbeeld dwarsprofiel voor een woonstraat’. In die figuur zijn afstanden opgenomen, maar ook een ‘TOELICHTING’: ‘*Dit dwarsprofiel is slechts als voorbeeld opgenomen in de norm. De in tabel 1 opgenomen capaciteiten en dekkingen, gecombineerd met de in hoofdstuk 5 en 6 genoemde uitgangspunten en specifieke eisen kunnen tot zeer uiteenlopende dwarsprofielen leiden, waarvan dit een voorbeeld is.*’ Het opstellen van een dwarsprofiel is dus maatwerk op basis van tabel 1 in bijlage B en de hoofdstukken 5 en 6 van de [NEN 7171-1](#), waarbij tevens nog wordt gewezen op de eerste twee alinea’s van § 5.1.2: ‘*De ordeningsmogelijkheden worden bepaald door de op basis van de ingeschatte capaciteit van de netten benodigde ruimte en de beschikbare ruimte. De benodigde ruimte moet aan het begin van het*

ordeningsproces (zie NPR 7171-2) worden bepaald met alle betrokken belanghebbende partijen op basis van een lange-termijnvisie.'

In verband met graafwerkzaamheden en de stabiliteit van andere constructies wordt gewezen op de eerste alinea van § 6.5.2 'Mechanische beïnvloeding' van NEN 7171-: *'Voorkomen moet worden dat netten aan mechanische krachten worden blootgesteld die kunnen leiden tot beschadiging. Contact van netten met andere netten, damwanden, fundamenteën, bomen, enz. moet worden vermeden.'*

Hierboven is al gewezen op de tekst van de tweede alinea van § 6.5.2 'Mechanische beïnvloeding' van de [NEN 7171-1](#) *'Om beschadiging van netten te voorkomen, moet de grond rondom netten vrij zijn van obstakels zoals puin, steen en scherpe voorwerpen.'*

Opwarming door bijvoorbeeld stadsverwarming moet worden vermeden. In § 6.5.1 'Thermische beïnvloeding' van de [NEN 7171-1](#) is de volgende eis vastgelegd *'Voorkomen moet worden dat drinkwaterleidingen tot temperaturen hoger dan 20 °C worden opgewarmd.'* In § 5.4.3.1 met dezelfde titel is die beïnvloeding beschreven. Hierbij wordt opgemerkt dat in het Drinkwaterbesluit [17] een maximale temperatuur van het drinkwater van 25 °C is opgenomen.

De paragrafen 5.4.2.1 'Beïnvloeding in normale bedrijfsomstandigheden' en 5.4.2.2 'Beïnvloeding in storingsomstandigheden' van de [NEN 7171-1](#) verwijzen beide naar de informatieve bijlage A 'Mogelijke onderlinge beïnvloedingen' van die norm. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen beïnvloedingen onder normale omstandigheden en onder storingsomstandigheden.

10.3.2 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 schoon gehouden. Bij onderbreking of beëindiging van het werk moeten alle openingen worden gesloten. De 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie' [18] en het bijbehorende werkboekje [14] gaan uitgebreid hierop in.

Opmerking

Het verdient aanbeveling buizen en overige leidingelementen bij ontvangst op vervuiling te inspecteren, tijdens opslag tegen vervuiling te beschermen en voor montage zo nodig te reinigen.

10.3.3 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 gronden zoals in West-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 redelijk uitgebreid aan de orde in achtereenvolgens § 5.2.1 met subparagrafen en § 6.3.1 'Zetting van de ondergrond' van de [NEN 7171-1](#). Deze zetting is onderdeel van het eerder genoemde 'materiaalkeuzemodel' [9, 32].

10.3.4 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 his 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.

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 schrale beton (gestabiliseerd zand).

10.3.5 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. Deze maatregelen 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-trekvast 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-trekvast 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 evenwichtsdragvermogen 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 § 10.3.3.

Opmerking

PE is gevoelig voor temperatuurveranderingen ten aanzien van krimp. Het verdient aanbeveling met lange lengten PE leiding 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 grondwrijving langs de leiding kunnen worden opgevangen, dienen de koppelingen trekvast te worden uitgevoerd of dienen andere maatregelen ter verankering te worden genomen. Hierbij wordt gedacht aan het trekvast uitvoeren van eindkappen, bochten, afsluiters en diameterovergangen, alsmede een of meer belendende leidingen. Tevens dient er aandacht te zijn voor het trekvast uitvoeren van koppelingen in het geval er sprake is van een overgang van leidingdelen die zijn gefundeerd naar leidingdelen die niet zijn gefundeerd.

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 [NEN 7200](#) en voor elektrolassen naar de [NTA 8828](#). Op basis van laatstgenoemde norm 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 [NEN 3650-2](#). Daarin wordt verwezen naar diverse (inter)nationale normen met als belangrijkste [NEN-EN 12732](#) 'Gasinfrastructuur - Lassen van stalen leidingen - Functionele eisen'²².

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.

Glijmiddelen voor koppelingen die in contact (kunnen) komen met drinkwater moeten voldoen aan het gestelde in § 5.1.2 en hebben bij voorkeur geen bacteriële groeibevorderende eigenschappen (zie ook 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en

²² Van deze Europese norm is inmiddels een revisie van 2013 met een aanvulling van 2014.

distributie' [18]). Daarnaast zijn de glijmiddelen bij voorkeur oplosbaar in drinkwater, zodat resten die onverhoopt toch in de drinkwaterleidingen komen later weggespoeld kunnen worden en niet als klontjes of slierten in het leidingnet achterblijven. Er zijn glijmiddelen beschikbaar die op basis van functionele eigenschappen zoals wateroplosbaarheid en bacteriële groeibevorderende eigenschappen zijn gecertificeerd. Vooral nog is dat uitsluitend het geval voor middelen op basis van [BRL-K535](#) 'Glijmiddelen voor rubberringverbindingen' van certificatie-instelling Kiwa Nederland ([gecertificeerde bedrijven en producten](#)).

Indien mogelijk wordt een glijmiddel direct vanuit de verpakking (spuitflacon) aangebracht. Om te voorkomen dat er een overmaat aan glijmiddel in de leidingen terechtkomt, moet het middel op het spie-eind worden aangebracht en niet in de mof.

Bij trekvaste 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 en PVC-C (nagechloreerd PVC) kunnen onderling worden verbonden via lijmverbindingen. De lijmen die worden toegepast voor het transport en de distributie van drinkwater moeten voldoen aan [BRL-K525](#) 'Adhesives for joints in thermoplastic piping systems for the transport of drinking water'. Lijmverbindingen worden over het algemeen alleen toegepast bij buisdiameters tot en met 50 mm. Voor het maken van trekvaste verbindingen kunnen lijmverbindingen worden toegepast voor buisdiameters tot en met 90 mm, zie [67] en [BRL-K17301](#). Het is wel toegestaan om spiebussen van trekvaste mofverbindingen groter dan 90 mm, op de buis te lijmen.

Er zijn ook lijmen die beschikken over een erkende kwaliteitsverklaring volgens de Regeling, maar niet onder genoemde [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 effected 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, derusted 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, roestverwijdering en droging worden beschermd door bijvoorbeeld strips, bitumen strips, band of krimpfolie of het begieten met corrosiewerende 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 kathodische 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 moet worden aangebracht overeenkomstig de ontwerpeisen volgens hoofdstuk 8. Zie hiervoor de [NPR 6912](#), [NEN-EN-ISO 12696](#), [NEN-EN 12954](#) en [NEN-EN-ISO 15257](#).

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 effected 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 [BRL-K770](#).

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 WION [21] zijn 'beheerders' verplicht de 'ligginggegevens' te melden bij het Kadaster. Vanuit de gedachte dat het ter preventie van graafschade wenselijk is dat

ligginggegevens 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 geen eis, maar wordt wel aanbevolen.

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 sleufoanvulling moet worden uitgevoerd in overeenstemming met de eisen uit het ontwerp.

Het verdient aanbeveling om een markeringslint op de kruinaanvulling met de leiding mee te leggen voor identificatie en waarschuwende werking.

10.6.2 Selected material for the embedment/Geschikte materialen voor sleufoanvulling

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 sleufoanvulling (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 deeluitmakende elementen veroorzaken;
- chemisch stabiel zijn en niet reageren met omringende grond of grondwater;
- voldoende te verdichten zijn om de vereiste pakking te verkrijgen;
- in principe geen puin, organische stoffen, bevroren grond, grote stenen, rotsen, boomwortels of vergelijkbare materialen bevatten.

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

10.6.3 Execution of the embedment/Uitvoering van de sleufaanvulling

NEN-EN 805

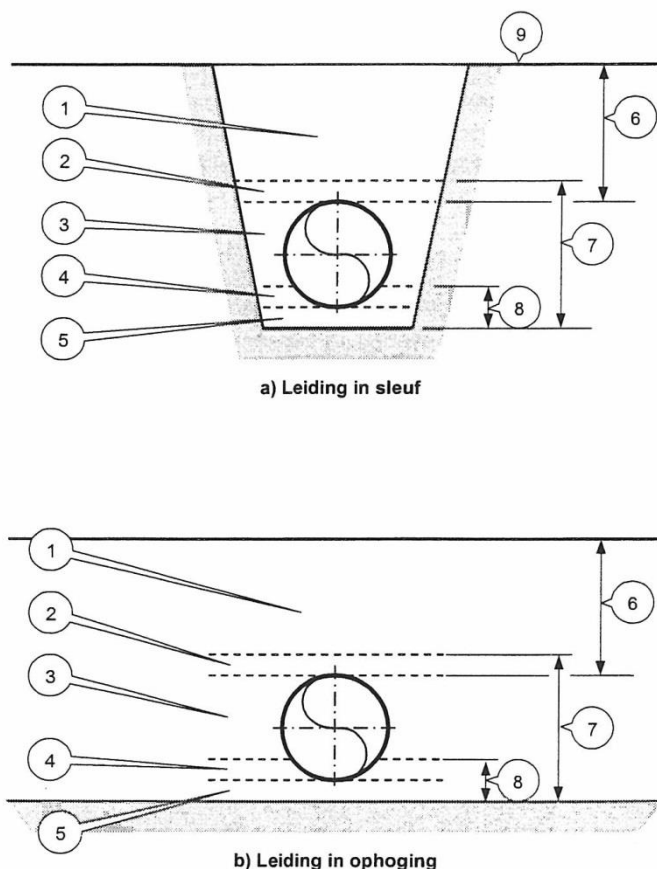
Referring to the figures 4a) and 4b), embedment shall consist of lower bedding, upper bedding, side fill, initial backfill or part of these when specified by the designer.

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 de Figuur 13 is een gelegde leiding geschetst, respectievelijk in een sleuf en in een grondophoging.



Figuur 13 Aanduidingen van termen ten aanzien van grondaanvulling.

In de figuren wordt onderscheid gemaakt naar: de topanvulling 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).

In alle gevallen 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 vereist is. 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 [13]), moet het materiaal over de volle breedte van de sleuf worden verdicht.

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 aangegeven is 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, 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

When 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 worden gedocumenteerd, gearchiveerd en beheerd totdat de betreffende leiding is verwijderd, dan wel resultaten van nieuwe beproevingen de oude resultaten kunnen vervangen.

1.1 Testing of pipelines/ Beproeven van leidingen op waterdichtheid

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.

Elke nieuw aangelegde leiding kan met behulp van water een eindbeproeving 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. 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 van het Drinkwaterbesluit](#) [17] is in § 4.2 van deze praktijkcode het wettelijk kader van onder meer de normenserie [NEN 3650:2020](#) en de norm [NEN 3651:2020](#) bij de aanleg van leidingen beschreven. De vijf delen van die normenserie (een algemeen deel en diverse materiaal-specifieke delen) blijken allemaal een onderdeel te bevatten op het gebied van het beproeven van (water)dichtheid, zie § 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. De normenserie [NEN 3650:2020](#) 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](#) 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 deze praktijkcode blijkt dat er voor sommige drinkwaterleidingen sprake is van 'Geen NEN 3650-leidingstrekking' en dat in die gevallen de [NEN-EN 805:2000](#) 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 3650:2020](#) van toepassing is, dienen bij aanleg en herstel dus altijd te worden beproefd op waterdichtheid. Voor de leidingen niet onder de normenserie [NEN 3650:2020](#) is daartoe geen wettelijke verplichting. Mede op basis van de publiekrechtelijke regelgeving worden de volgende vier categorieën leidingen onderscheiden ten aanzien van het beproeven op waterdichtheid:

- Leidingen onder het regiem van de [NEN 3650:2020/NEN 3651:2020](#) 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;

- Leidingen zonder het wettelijke kader, maar wel met een verplichting tot beproeven bijvoorbeeld in verband met een verzekering waarbij de verzekeraar dit vereist: idem;
- Leidingen zonder het wettelijke kader, maar wel met de wens of het beleid van een drinkwaterbedrijf tot beproeven omdat (i) een eventuele lekkage van de leiding een te hoog risico oplevert, (ii) de leiding een grote diameter (bedrijfskeuze, bijvoorbeeld ≥ 400 mm) heeft of (iii) 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 onder);
- 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 beproeven op basis van publiekrechtelijke regelgeving

[Lid 1 van Artikel 21 van het Drinkwaterbesluit](#) stelt dat het leidingnet voor drinkwater onder meer conform normenserie [NEN 3650:2020](#) en de norm [NEN 3651:2020](#) moet worden aangelegd. Dit geldt 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 is primair bijlage IX van dit stuk van toepassing. In die bijlage IX is de letterlijke tekst verzameld uit de delen 1 tot en met 5 van de vigerende editie van de normenserie NEN 3650 en uit de norm [NEN 3651:2020](#) 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 [NEN 3650-1:2020](#) (Algemeen) stelt (bijlage IX): ‘*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 805:2000](#) en dus de methode volgens de volledige § 11.3 ‘Hydrostatische drukbeproeving’ van dit hoofdstuk.

Leidingen met een verplichting tot beproeven op basis van privaatrechtelijke regelgeving

In het geval drinkwaterleidingen niet onder het regiem van de [NEN 3650:2020/NEN 3651:2000](#) 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. Dat lijkt ook de teneur van wat daarover is vastgelegd in § 6.8 ‘Controle op lekkages’ van de ‘Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie’ [18] voor ‘bijzondere gevallen’. 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

In bijlage VIII zijn de resultaten weergegeven van een summiere 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 is vooralsnog 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

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' van deze praktijkcode.

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 ontluichtingsopeningen zijn geopend en de leidingen adequaat worden ontluicht. 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 ontluichtingsafsluiters 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 beluchttingsafsluiters 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 [25] 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 [25] 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 vijf delen van de normenserie [NEN 3650:2020](#). Daarbij wordt verwezen naar de volgende onderdelen van die vijf normen, die in bijlage 2 van deze praktijkcode integraal en ongewijzigd zijn opgenomen:

- Algemeen: § 9.16.1 'Algemeen' en § 9.16.2 'Beproevingen' van de [NEN 3650-1:2020](#);
- Materiaal-specifiek:
 - Staal: § 9.8.3 'Dichtheidsproef' van de [NEN 3650-2:2020](#);
 - Kunststof: § 9.7.4 'Beproeving op dichtheid' van de [NEN 3650-3:2020](#);
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 [NEN 3650-4:2020](#);
 - Gietijzer: § 9.5 'Beproeving' van de [NEN 3650-5:2020](#).

Met deze materiaal-specifieke benadering wordt aangesloten bij het rapport KWR 06.058 [25] (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 § 9.16.1 'Algemeen' van de [NEN 3650-1:2020](#) 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/Voorbereidingen

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 drukbeproeving 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 opleggingen 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 aflaten 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*
 $STP = MDP_a \times 1,5$
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 normenserie [NEN 3650:2020](#) en de norm [NEN 3651:2000](#).

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

De berekening van 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 geldende eisen voor die leiding.

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 aflaten van de druk bij elke beproeving voldoende traag verlopen. Bij te snel aflaten 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 het 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 drukverlies beproeving 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 teveel lucht in de sectie aanwezig is.

De hoeveelheid water die na het eerste uur van de beproevingsperiode is verdwenen, mag volgens [25] niet meer zijn dan het volume berekend via:

$$\Delta V_{\max} = 1,2 V \cdot \Delta p \cdot \left\{ \frac{1}{E_w} + \frac{D}{e \cdot E_R} \right\}$$

waarin:

- ΔV_{\max} is het toelaatbare waterverlies, in liters;
 V is het volume water in de leidingsectie die wordt beproefd, in liters;
 Δp is de toelaatbare drukval (zie § 11.3.3.4.3), in kPa;
 E_w is de compressiemodulus van water, in kPa;
 D is de inwendige diameter van de leiding, in m;
 e is de wanddikte van de leiding, in m;
 E_R is de elasticiteitsmodulus van het materiaal in omtreksrichting van de leiding, in kPa;
 1,2 is 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 teveel lucht in het systeem aanwezig en moet het systeem verder worden ontlucht.

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:

- waterverliesmethode;
- drukverliesmethode²³ (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, AC 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.

²³ Let op het verschil tussen de 'drukverliesbeproeving' (ingesloten lucht) en 'drukverliesmethode' (eindbeproeving).

11.3.3.4.2 Water loss method/Waterverlies methode

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:

ΔV_{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.

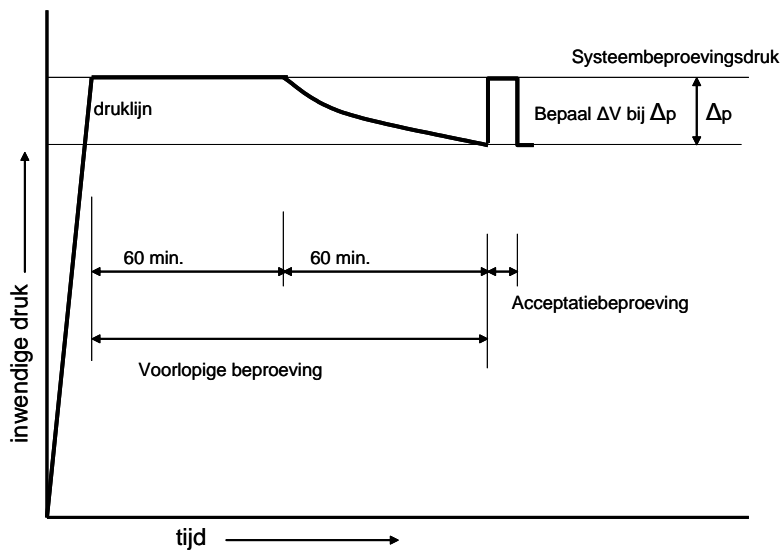
Voor het meten van het waterverlies bestaan twee gelijkwaardige methoden, te weten het meten van de hoeveelheid water die uit de leiding verdwijnt of die in de leiding wordt gepompt. Beide methoden worden beschreven:

a) Meting van het verwijderde volume

Verhoog de druk gestaag tot de systeem beproevingsdruk (STP) is bereikt. Handhaaf STP voor de duur van ten 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 14.



Figuur 14 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 X bij deze notitie (de in onderdeel 11.3.3.2 opgenomen vergelijking).

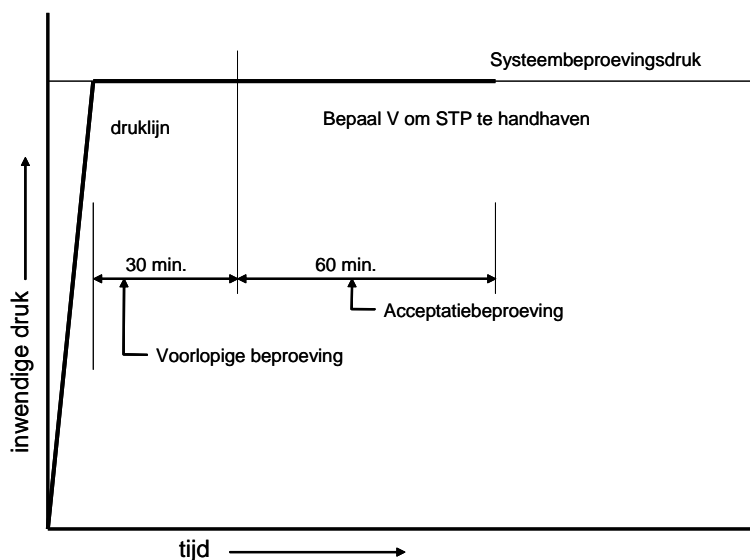
b) Meting van het ingepompte volume

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 15.



Figuur 15 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/Drukafname methode*

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.*

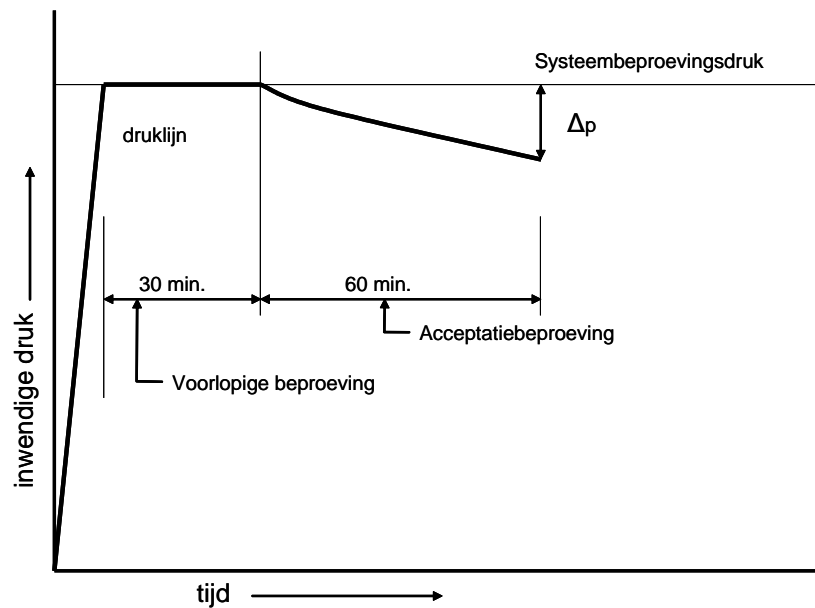
Verhoog de druk gestaag tot de systeem beproevingsdruk (STP) is bereikt.

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 volgende waarden niet overschrijden (de Nederlandse drinkwaterbedrijven hanteren daarvan afwijkende waarden, zie het overzicht in bijlage VIII):

- 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. In sommige asbestcement leidingen (nieuwe leidingen) kan de absorptie zo groot zijn, dat de toetswaarde voor het drukverlies mag worden verhoogd tot 60 kPa.
- 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 weer in de leiding worden aangebracht en de per interval gemeten drukval moet een afnemende tendens laten zien, zie figuur 17.

Starre materialen

De methode voor leidingen van starre materialen is weergegeven in figuur 16.



Figuur 16 Grafische weergave drukverliesmethode.

Materiaal-specifiek

Beton volgens § 9.5 'Beproeving' van [NEN 3650-4:2020](#)

Met een hydrostatische beproeving²⁴ moet worden aangetoond dat de vloeistofdichtheid 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 norm [NEN 3651:2000](#) 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 [NEN 3650-5:2020](#)

Met een hydrostatische beproeving moet worden aangetoond dat de gehele leiding voldoet (zie ook § 9.16 van [NEN 3650-1:2020](#)). 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 [NEN 3650-2:2020](#)

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.

²⁴ Het begrip 'hydrostatische beproeving' wordt gehanteerd in de normenserie [NEN 3650:2020](#), 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 (zie verder).

Kunststof volgens subparagraaf 9.7.4 'Beproeving op dichtheid' van [NEN 3650-3:2020](#)

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 24 h. 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 temperatuurfuctuaties 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 [NEN 3650-3:2020](#) geeft een berekeningsmethode, die geschikt is voor GVK leidingen).

Indien in enigerlei vorm lekkage of 'zweeten' 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.

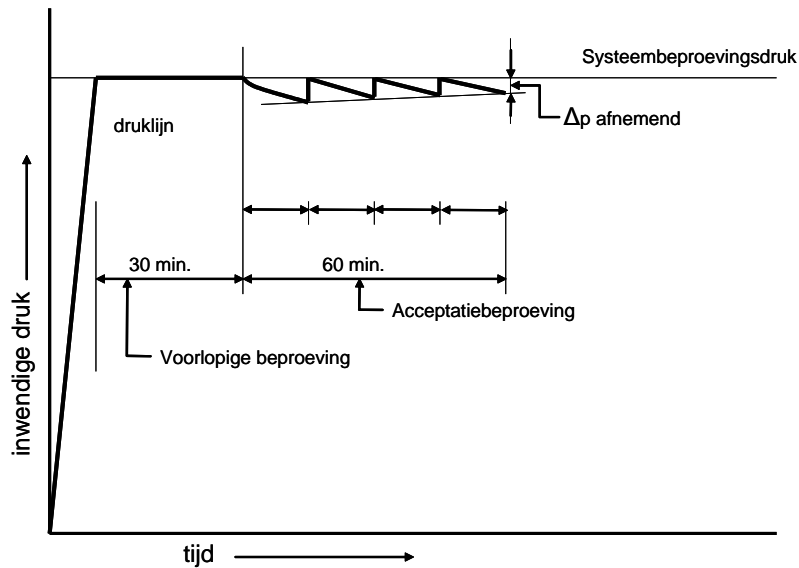
Voor visco-elastische materialen, op basis van onderdeel A.26 van de informatieve bijlage A bij [NEN-EN 805:2000 \(PolyEtheen, PE\)](#)

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

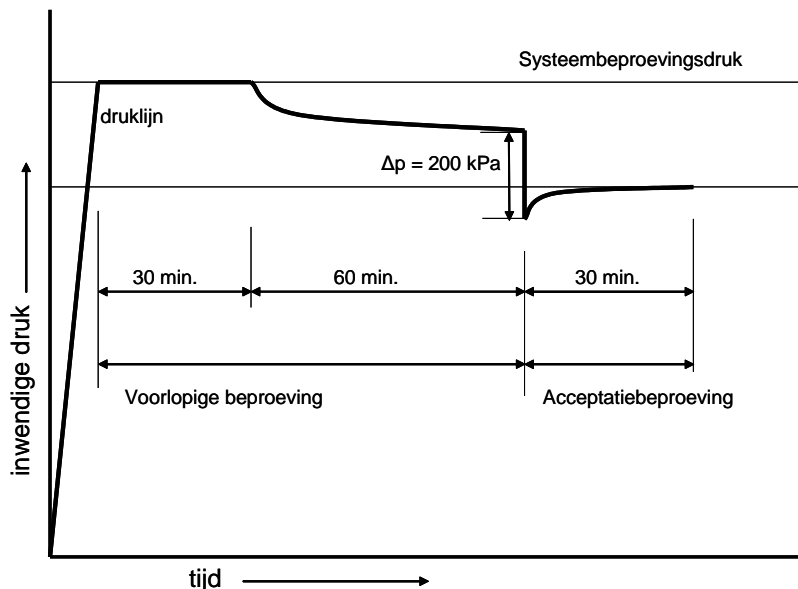
De druk wordt verhoogd tot de systeem beproevingsdruk (STP). De STP wordt met regelmatige intervallen binnen de voorgeschreven tijdsduur van de proef weer aangebracht. De per interval gemeten drukval moet een afnemende tendens laten zien. Dit proces is weergegeven in figuur 17.



Figuur 17 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 in 30 min na de verlaging een toenemende tendens vertoont. Dit proces is weergegeven in figuur 18.



Figuur 18 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 3 bij deze notitie, 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 of wanddikte van alle leidingdelen in de te beproeven sectie;
- Werkdruk;
- Beproevingdruk.

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 m¹ 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 X bij deze notitie kunnen voor de verschillende onderdelen de waterverliezen worden uitgerekend. De berekeningen worden uitgevoerd met de materiaalconstanten volgens navolgende tabel 9²⁵.

²⁵ 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.

Tabel 9 E-moduli voor de leidingmaterialen en compressiemodulus voor water.

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
AC	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 gearchiveerd.

Overeenkomstig subparagraaf 9.16.2 'Beproeversplan' van [NEN 3650-1:2020](#) moet voorafgaand aan de beproeving ongeacht de materiaal soort een beproeversplan worden opgesteld (zie subparagraaf 11.3.1), waarin ten minste het volgende moet zijn beschreven:

- de te beproeven leiding(sectie);
- 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 (arbotechnische) veiligheidsmaatregelen;
- de gebruikte 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 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;
 - materiaal soort;
 - 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 het spreadsheet 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 verouderd vanwege een overspanning van het materiaal. Het is daarom aan te raden PVC leidingen niet boven zijn 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 pipeline and service pipes shall be disinfected by flushing and/or the use of disinfectants.

All water to be used for his 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'²⁶ worden gemaakt. Het voor dit doel te gebruiken water moet drinkwater zijn. Het hygiënisch betrouwbaar maken van drinkwaterleidingen is in Nederland vastgelegd in de 'Hygiëncode Drinkwater; *Algemeen*' [2] en de 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*' [18] (die expliciet wordt genoemd in het Drinkwaterbesluit [17], zie ook het 'Voorwoord' van de onderhavige praktijkcode). De drinkwaterbedrijven dienen daarom overeenkomstig die praktijkcode te handelen. Vanuit de Nederlandse overheid wordt daarop toegezien (ILT).

Er wordt ook gewezen op het bij de 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*' [18] behorende werkboekje [14].

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/Desinfectieapparaat

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 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*' [18] 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

²⁶ 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.

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 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 tabel 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 'Hygiëncode Drinkwater; Algemeen' [2] en dan met name § 4.4 'Desinfecteren' en de bijlagen IV 'De toepassing van desinfectiemiddelen bij gereedschap etc.', 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 proppen;
- statische procedure met water waaraan een desinfectiemiddel is toegevoegd;
- dynamische procedure met water waaraan een desinfectiemiddel is toegevoegd.

De 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie' [18] maakt onderscheid tussen desinfectie met verbruik van drinkwater en lage concentratie desinfectiemiddel (dynamische procedure), en desinfectie zonder verbruik van drinkwater en 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 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*' [18].

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 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 § 2.6.2 'Desinfectie met hoge concentratie desinfectiemiddel' van de 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*' [18]. 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 de 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 § 2.6.3 'Desinfectie met lage concentratie desinfectiemiddel' van de 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*' [18].

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 $DN \leq 80$.

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 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie' [18] (hoofdstuk 11 'Waterkwaliteitsbeoordeling') en de 'Hygiëncode Drinkwater; Algemeen' [2] (hoofdstuk 5 'Waterkwaliteitsbeoordeling'). Na 'goedkeuring' moet de leiding zo snel mogelijk worden aangesloten op het bestaande leidingnet om de kans op vervuiling 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.:*
- *Instructions for operating, servicing and functional checks of components;*
- *Measures against frost;*
- *Measures against corrosion or contamination;*
- *Measures for pipelines which have insufficient flow to avoid stagnation.*

Opmerking bij de hoofdstuktitel

Op basis van de titel van dit hoofdstuk volgens de onderliggende 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 leidingnetten met details van alle ingebouwde leidingelementen, revisietekeningen en alfanumerieke informatie (zie § 10.6);
- controle op het naar behoren functioneren van afsluiters en brandkranen;
- aanbrenge 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 (in toevoeging op bovenstaand overzicht) aanbevolen gegevens te registreren van nieuwe leidingen of van vervanging van bestaande leidingen. In de [NEN-ISO 24516-1](#) wordt hiervoor een overzicht gegeven, zie tabel 10.

Tabel 10 Voorgestelde data-attributen voor een geografisch leidinginformatiesysteem, zoals genoemd in [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

14.1 Inleiding

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.

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 richt op het vaststellen van de toestand van assets en onderhoud en beheer, dat zich richt op uitvoeringsmaatregelen voor het in goede staat houden c.q. het weer in goede staat brengen van (onderdelen van) leidingen.

14.2 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 NEN-EN 805 benoemt de begrippen 'monitoring' en 'inspection'. Zij geeft aan dat monitoring de meting van drukken en hoeveelheden, prestatieniveaus en operationele informatie dient te bevatten. Zij 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 deze praktijkcode worden de begrippen inspectie en bewaking gehanteerd. Inspectie richt zich met name op reguliere controle van de toestand van onderdelen van het leidingnet. Bewaking richt zich met name op de reguliere toetsing ten opzichte van normwaarden. Opgemerkt wordt dat het onderscheid tussen inspectie en bewaking niet altijd strikt is aan te geven.

14.2.1 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 in welke type leidingen of onderdelen hiervan de grootste rol spelen bij de degradatie van het leidingnet. Ook is het mogelijk om 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 saneren en wordt kennis verkregen over de toestand van groepen leidingen (cohorten). Voor de relatie met het wettelijk kader, zie hoofdstuk 4.

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 alle drinkwaterbedrijven deelnemen. Er verschijnt jaarlijks een nieuwsbrief 'USTOREview' om de drinkwaterbedrijven te informeren over ontwikkelingen rondom USTORE.

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

14.2.2 Bewaking van lekverlies

Waterverliezen treden in meer of mindere mate in alle leidingnetten op. Door de 'Task Forces Water Loss en Performance Indicators' van de IWA (International Water Association) is op basis van een uitgebreide studie in meerdere landen een internationale standaard opgesteld

voor het opzetten van een waterbalans [36], zie tabel 11. Waterv verliezen 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 [136].

De totale netto afzet van reinwater naar het beschouwde gebied is onderverdeeld in 'Verrekend verbruik' en 'Niet In Rekening Gebracht verbruik' (NIRG).

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

- a. het verrekend bemeterd verbruik door reguliere bemeterde klanten en
- 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 van leidingen;
 - d. bluswater en andere toegestane tijdelijke onbemeterde aansluitingen;
- schijnbare verliezen (e + f):
 - e. illegale verbruik (illegale aansluitingen);
 - f. miswijzing watermeters [27,1] en administratieve verliezen;
- echte verliezen (g + h + i):
 - g. lekverlies tijdens transport en distributie;lekverlies in reservoirslekverlies op dienstkranen en huisaansluitingen.Voor watermeters geldt dat 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 11 Methode 'IWA standard international waterbalance'.

System input volume (corrected for known errors)	Authorised consumption	Billed authorised consumption	Billed metered consumption <i>a. Verrekend bemeten verbruik</i>	Revenu Water <i>Totaal verrekend verbruik</i>	
		<i>Verrekend verbruik</i>	Billed unmetered consumption <i>b. Verrekend onbemeten verbruik</i>		
	<i>Toegestaan verbruik</i>	Unbilled authorised consumption	Unbilled metered consumption <i>c. Onverrekend bemeten verbruik</i>	Non-revenu Water <i>Niet in rekening gebracht verbruik (NIRG)</i>	
		<i>Onverrekend toegestaan verbruik</i>	Unbilled unmetered consumption <i>d. Onverrekend onbemeten verbruik</i>		
	Water losses <i>Distributie verliezen</i>	Apparent Losses <i>Schijnbare verliezen</i>	Unauthorised consumption <i>e. Illegaal verbruik</i>		Non-revenu Water <i>Niet in rekening gebracht verbruik (NIRG)</i>
			Customer metering inaccuracies <i>f. Onnauwkeurigheden watermeter klant</i>		
		Real Losses <i>Echte (lek)verliezen</i>	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 aansluitleidingen</i>		
		<i>Netto afzet reinwater</i> <i>(= afzet - doorlevering)</i>			

De IWA-systematiek maakt verder onderscheid naar onderstaande 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 worden uitgevoerd met onder andere:

- Lek noise correlators;
- noise loggers;
- Metingen van het nachtverbruik:
Permanente monitoring van de afzet gedurende periodes van laag verbruik (bijvoorbeeld nachtverbruiken tussen 01:00 en 04:00 uur) geeft inzicht in het ontstaan van plotselinge lekken. Vergelijking van de nachtverbruiken over een lange periode geeft inzicht in de toename van achtergrondlekken.
- e-Pulse metingen;
- 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 (Vergelijking van LeveringsPatroonVerdelingen) 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.

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 [73]. Met die methode kan, met leveringspatronen voor verschillende perioden, de ontwikkeling van het verbruik en het lekverlies in een gebied worden gekarakteriseerd en gekwantificeerd. Om deze methode toe te passen, is de tool 'Network Flow Performance' voor drinkwaterbedrijven beschikbaar via 'WaterShare'. Voor verdere informatie wordt verwezen naar [74, 75, 76].

14.2.3 De inrichting van DMA's

Voor een beschrijving van DMA's, zie paragraaf 8.8.5. Drinkwaterbedrijven in het buitenland passen DMA's voornamelijk toe voor het bepalen van lekverlies. In Nederland is relatief weinig aandacht uitgegaan naar 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 [20] is een overzicht gegeven van praktijkervaringen met DMA's in Nederland en het buitenland. De laatste jaren worden DMA's vaker ingericht, met name in testsituaties. De doelen die drinkwaterbedrijven hiermee willen bereiken zijn:

- snellere lekdetectie en verfijning van leklokalisatie;
- reductie van het NIRG;
- inzicht te krijgen in het leidingnet (o.a. 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.

14.2.4 Inspectie van de toestand van leidingen

Voor aspecten met betrekking tot wet en regelgeving, zie hoofdstuk 4. Voor een verdere beschrijving van de inspectie van toestand van leidingen en verbindingen, zie PCD 6 'Conditiebepaling voor drinkwaterleidingen' [53] en dan met name de hoofdstukken 3 en 4.

Bovengenoemde PCD 6 beschrijft met name de huidige methoden voor toestandsbepaling van leidingen. Onderstaande ontwikkelingen zullen naar verwachting de komende jaren van grote 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 [77]. Recent onderzoek stelt echter het nut van exitbeoordelingen 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 [78]. Dit betekent dat het aan te bevelen is meerdere beoordelingen uit te laten voeren. De komende jaren zal de discussie over de effectiviteit en het toepasbaar maken van resultaten van exitbeoordelingen verder gevoerd worden.

2. *In-line inspectie*

Met behulp van in-line inspectie kan de toestand van de leidingwand gemeten worden aan de binnenzijde van de leiding, zie [39] en [137]. 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. *Snelle detectie op straatniveau*

Door het Canadese bedrijf Echologics is de e-Pulse techniek ontwikkeld, waarmee een door een akoestische meting de gemiddelde toestand kan worden bepaald van een leiding tussen twee contactpunten. Deze contactpunten zijn plekken waarop een akoestische sensor geplaatst kan worden, zoals een afsluiter of een brandkraan. Ook kan een contactpunt gecreëerd worden door het uitvoeren van een boring of ontgraving tot op de buis. Deze metingen zijn toepasbaar op leidingen van AC of metaal. Voor meer informatie, zie ook [138].

4. *Sensing*

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 beheer 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.

5. *Autonome robots*

De drinkwatersector onderzoekt de mogelijkheid van de toepassing van robots die zich permanent in het leidingnet bevinden [130]. 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.

In de Watershare-tool PIPE-works wordt een actueel overzicht gegeven van technieken, toepassingen en implementaties van inspectietechnieken (zie www.watershare.eu).

14.2.5 Inspectie van appendages

Voor aspecten met betrekking tot wet en regelgeving, zie hoofdstuk 4. Voor het beheer van afsluiters en brandkranen, zie PCD 6 [53]. Voor een verdere beschrijving van de inspectie van brandkranen, zie PCD 7 ‘Controlemethodiek brandkranen’ [37]. Voor een verdere beschrijving van het beheer van afsluiters, zie [139], [140], [141] en [131].

14.2.6 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 aarding op de drinkwaterleiding plaatsvindt (bestaande installaties, zie [NEN 1006](#) (artikel 2.6) en WB 2.6 [67]), dient deze door de eigenaar van het perceel op een andere wijze te worden gerealiseerd. Zolang er geen definitief uitsluitel 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

Huishoudelijke watermeters worden beheerd op basis van het '[Handboek RKW voor de Vewin-Regeling Kwaliteitsborging Watermeters \(RKW\)](#)' [1]. 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](#)'.

Voor klein-zakelijke watermeters wordt de methodiek volgens het genoemde Handboek gevolgd. Voor andere niet-huishoudelijke watermeters is op nationaal niveau nog geen regelgeving.

Frontbeveiliging van huishoudelijke aansluitingen (in watermeters)

Bij de vervanging van huishoudelijke watermeters wordt 'automatisch' ook de daarin als frontbeveiliging geïntegreerde keerklep vervangen, zie [79].

Bijlage I van het rapport bevat een schema voor de hygiënische ingebruikneming van installaties, waarvan is aangegeven dat het niet correct is. ISSO-publicatie 30.5 [83] bevat een schema dat wel correct is.

De Vewin-stuurgroep 'Beveiliging & Crisismanagement' heeft in september 2009 aangegeven dat een functionaliteit van 80% van de frontbeveiliging in huishoudelijke aansluitingen als voldoende veilig wordt beoordeeld. Vanuit het verleden is het standpunt binnen de drinkwatersector altijd geweest dat bij een adequate primaire of tappuntbeveiliging een keerklep als frontbeveiliging voldoende is. De andere 20% (niet-functionerende keerkleppen dus) wordt als 'restrisiko' beschouwd. Desalniettemin adviseerde de stuurgroep vanuit het oogpunt van 'algemene bedrijfsvoering' om protocollen voor de installatie (nieuwbouwwoningen) en vervanging (bestaande woningen) van watermeters met keerkleppen, 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.

Frontbeveiliging niet-huishoudelijke aansluitingen

Hiervoor wordt verwezen naar [80].

De aansluiting van een 'waterinstallatie' op het leidingnet wordt geregeld in artikel 2.1 'Aansluiting op het leidingnet van het bedrijf' van de 'Model Aansluitvoorwaarden Drinkwater' [6]: '*Het bedrijf bepaalt aan de hand van de Vewin- publicatie: "Advies over de indeling in risicoklassen van aansluitingen op het leidingwaternet" of aan de daarvoor in de plaats tredende publicatie alsmede de overzichtelijkheid en/of toegankelijkheid van de installatie op welke wijze, rechtstreeks of niet rechtstreeks, waterinstallaties met het leidingnet van het bedrijf dienen te zijn verbonden.*' Objectieve, transparante en eenduidige criteria voor de

precieze vorm van terugstroombeveiliging in niet-huishoudelijke aansluitingen zijn niet bekend.

Kathodische bescherming

Voor het goed functioneren van de kathodische beschermingen, worden alle beschermingsmaatregelen regulier gecontroleerd op vindbaarheid en bereikbaarheid, en op functioneren.

14.2.7 Bewaking van waterkwaliteit en waterkwantiteit

Druk en hoeveelheid

Voor aspecten met betrekking tot wet en regelgeving, zie hoofdstuk 4.

De drinkwaterbedrijven registreren over het algemeen op alle technische installaties 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.

Waterkwaliteit(sbeoordeling)

Voor aspecten met betrekking tot wet en regelgeving, zie hoofdstuk 4.

De (periodieke) waterkwaliteitsbeoordeling in het leidingnet is beschreven in de PCD 1-4 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*' [18] in combinatie met de PCD 1-1 'Hygiëncode Drinkwater; *Algemeen*' [2].

Verstoring drinkwaterkwaliteit

Verstoringen in de drinkwaterkwaliteit kunnen optreden:

- als gevolg van de permeatie van bodemverontreinigende organische stoffen door leidingmaterialen, zie hiervoor PCD 5 [22];
- in het geval van 'bruin water' en het daaraan gekoppelde schoonmaken van leidingen, zie hiervoor PCD 2 [40].

Sensoring

Het is de verwachting dat in de toekomst het bewaken van waterkwaliteit en waterkwantiteit, in combinatie met het bewaken van de toestand van leidingen, in toenemende mate zal plaatsvinden met sensoren die zich in de leiding bevinden. Om dergelijke metingen 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.

14.2.8 Bewaking toestand leidingnet met oog op externe omstandigheden

Een leidingnet bestaat uit een organisch 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 grondroeders en monitoring van werkzaamheden in de buurt van leidingen levert informatie op over mogelijke veranderingen in grond- en verkeersbelasting.

Gedurende de levenscyclus van een drinkwaterleiding zal met enige regelmaat in de directe nabijheid van die leiding worden gewerkt. Dit kan gevolgen hebben voor de leiding voor wat betreft de belastingen op de leiding, de stabiliteit en de bereikbaarheid.

Een gravende partij zal in het kader van de WION [21] 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 leidingen, 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 leidingen tijdens het graven;
- veranderende wegconstructies die leiden tot extra belastingen op de leidingen, 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 zakkbakken. Lekkage of beschadiging tijdens graafincidenten 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 normenserie NEN 3650. Tevens is het door KWR ontwikkelde model Comsima hiervoor geschikt [81].

14.3 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;
- Onderhoudswerkzaamheden van appendages (proactief):
 - Onderhouden van afsluiters;
 - Onderhouden van brandkranen;
 - Onderhouden van kathodische bescherming;
- Reparatie aan appendages:
 - Repareren van afsluiters (reactief);

- Repareren van brandkranen (reactief);
- Repareren van aanwijzers (bordjes en lekverklidders);
- Het aanbrengen van bijzondere constructies:
 - Het aanbrengen van beschermende maatregelen bij werken van derden (proactief);
 - Het aanbrengen van beschermende maatregelen om effecten van leidingbreuk te verminderen (proactief);
 - Het aanbrengen van hulpmiddelen voor inspectie;
- Het schoonmaken van leidingen.

Voor het schoonmaken van leidingen wordt verwezen naar PCD 2 [40]. Voor de overige activiteiten wordt verwezen naar de beschrijvingen die de drinkwaterbedrijven hebben opgenomen in de bedrijfseigen richtlijnen.

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 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;
- 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

- [1] Vewin (2015): '[Handboek RKW voor de Vewin-Regeling Kwaliteitsborging Watermeters \(RKW\)](#)', 5^e versie, 14 oktober 2015, Kiwa Nederland B.V., Rijswijk
- [2] Meerkerk, M.A. (2015): 'Hygiënecode Drinkwater; *Algemeen*', PCD 1-1:2015, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [3] [Europese Drinkwaterrichtlijn](#) EC DWD 98/83: 'Richtlijn 98/83/EG van de Raad van 3 november 1998 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water', Raad van de Europese Unie, Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, L 330, 5 december 1998, pag. 32-54
- [4] Staatscourant van 29 juni 2011: '[Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening](#)', nr. 11911, 18 juli 2011
Staatscourant van 21 april 2017: '[technische aanpassingen 2017](#)', 1 juli 2017
- [5] Vewin: '[Model Algemene Voorwaarden Drinkwater 2012](#)', Rijswijk
- [6] Vewin: '[Model Aansluitvoorwaarden Drinkwater 2011](#)', Rijswijk
- [7] NSTT, Nederlandse vereniging voor Sleufloze Technieken en Toepassingen (2003): 'Handboek sleufloze technieken voor leidinginfrastructuur', Zoetermeer
- [8] Boomen, M. van den, en Vreeburg, J.H.G. (1999): 'Nieuwe ontwerprichtlijnen voor distributienetten', Kiwa-rapport SWE 99.011, ISBN 90-74741-78-9, VEWIN, Rijswijk
- [9] VEWIN (2002): '[Evaluatie bedrijfstakbeleid m.b.t. hoofdleidingnet tegen terugstroming](#)', rapport Werkgroep Frontbeveiliging, Rijswijk
- [10] Mesman, G.A.M., en Trietsch, E.A. (2000): 'Ontwerprichtlijnen voor een vertakt leidingnet; *Achtergrondinformatie bij SWE 99.011 "Nieuwe ontwerprichtlijnen voor distributienetten"*', rapport BTO 2000.03, Kiwa Onderzoek en Advies, Nieuwegein
- [11] Poortema, K.H., en Vreeburg, J.H.G. (1994): 'Aanbevelingen voor de leveringszekerheid van drinkwatersystemen', VEWIN, Rijswijk
- [12] Mesman, G.A.M., en Meerkerk, M.A. (2010): 'Evaluatie ontwerprichtlijnen voor distributienetten; Vertakte netten', rapport KWR 09.073, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [13] CUR-aanbeveling 51(2006): 'Milieutechnische ontwerpcriteria voor bedrijfsrioleringen'
- [14] Meerkerk, M.A. (2016): 'Hygiëne bij werkzaamheden aan het leidingnet; werkboekje bij de 'Hygiënecode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*', rapport PCD 1-7, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein

- [15] Railinfrabeheer (2002): 'Technische Voorschriften bij vergunningen voor kabels en leidingen langs, onder en boven de spoorweg', uitgave 2002, vastgesteld op 1 februari 2002 door de directie van Railinfrabeheer (het '[Witte Boekje](#)' van de Nederlandse Spoorwegen incl. een [artikelsgewijze toelichting](#)).
- [16] Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden: '[Drinkwaterwet](#)' van 18 juli 2009, jaargang 2009, nummer 370, 3 september 2009
- [17] Staatsblad 2011: '[Drinkwaterbesluit](#)' van 23 mei 2011, nummer 293, 21 juni 2011
- [18] Meerkerk, M.A., E.A. (2016): 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*', PCD 1-4:2016, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [19] Beuken, R.H.S., en Moerman, A. (2017): 'Uniforme storingsregistratie (USTORE); Praktijkcode voor het beheer van storingsregistratie van leidingnetten', PCD 9:2017, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein (in voorbereiding)
- [20] Vertommen I. (2017). 'Praktijkervaring bij het inrichten van DMA's', (KWR 2017.056) , KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [21] Staatsblad: '[Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten](#)', jaargang 2008, nummer 120, 22 april 2008
- [22] Meerkerk, M.A. (2017): 'De toepassing van leidingmaterialen in met organische stoffen verontreinigde bodems', PCD 5:2017, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [23] Stichting CKB (2014): '[Certificatieregeling Kabelinfrastructuur en Buizenlegbedrijven](#)', versie januari 2014, Zoetermeer
Zie ook: <http://www.ckb.nl/belangrijke-documenten> voor andere in het kader van de regeling relevante documenten
- [24] Kiwa Water Research en Bouwend Nederland, vakgroep Ondergrondse Netwerken en Grondwaterbeheer (2007): 'Kwaliteit voor altijd; Kwaliteitszorg en verantwoordelijkheid bij uitbestede werkzaamheden in de watersector'
- [25] Mesman, G.A.M. (2006): 'Afpersprotocol leidingen; Achtergronden en protocol', rapport KWR 06.058, Kiwa Water Research, Nieuwegein
- [26] Oesterholt, F.I.M.H., en Meerkerk, M.A. (2013): 'Hygiëne tijdens het werk; *Hoofdpunten uit de Hygiëncode Drinkwaterbereiding*', rapport KWR 2013.060, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [27] Vewin (2015): '[Regeling Kwaliteitsborging Watermeters](#)', 4^e versie, 14 oktober 2015, Rijswijk
- [28] Simons, C.A.J., en Vries, H.J. de (2002): 'Standaard of maatwerk; Bedrijfskeuzes tussen uniformiteit en verscheidenheid', Academic Service, Schoonhoven
- [29] VEWIN, projectgroep Benewater: 'Aanbevelingen "Goed Huisvaderschap"', 16 januari 2003

- [30] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde: '[Richtlijn boortechnieken](#)', januari 2004
- [31] CROW (2008): 'Graafschade voorkomen aan kabels en leidingen - Richtlijn zorgvuldig graafproces', publicatie nummer 250, Ede
- [32] Oesterholt, F.I.M.H., en Meerkerk, M.A. (2013): 'Hygiëncode Drinkwaterbereiding', rapport KWR 2012.083, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [33] Meerkerk, M.A., Mesman, G.A.M., en Pieterse-Quirijns, E.J. (2009): 'Handleiding 'CAVLAR'; Beschrijving en interpretatie; Versie 1.1', KWR-rapport BTO (s) 2009.003, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [34] Blokker, E.J.M., en Vogelaar, A.J. (2011): 'Ontwerpen secundair leidingnet', rapport BTO 2011.025, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [35] Staatsblad 2006: 'Besluit van 7 juli 2006 tot wijziging van het Arbeidsomstandighedenbesluit houdende regels met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van asbest (implementatie van wijzigingsrichtlijn nr. 2003/18/EG)', nummer 348
N.B. Dit is een wijziging specifiek voor asbest. Het Arbeidsomstandighedenbesluit dateert van 1997.
- [36] 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
- [37] Vreeburg, J.H.G. (2016): 'Controlemethodiek brandkranen', [PCD 7:2016](#), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [38] Beuken, R.H.S., en Moerman, A. (2017): 'Uniforme storingsregistratie', PCD 9:2017, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein (in voorbereiding)
- [39] 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
- [40] Mesman, G.A.M., en Meerkerk, M.A. (2015): 'Sediment in drinkwaterleidingen; *Beoordelen en beheersen*', [PCD 2:2015](#), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [41] Leunk, I. (2016): 'Hygiëne bij werkzaamheden aan winmiddelen; *Werkboekje bij de 'Hygiëncode Drinkwater; Winning'*', PCD 1-5:2016, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [42] Schans, M.L. van der, Smeets, P.W.M.H., Leunk, I., en Meerkerk, M.A. (2016): 'Hygiëncode Drinkwater; *Winning (grondwater, oevergrondwater en water na kunstmatige infiltratie)*', PCD 1-2:2016, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [43] Tebodin (2003): 'Richtlijn Drinkwaterleidingen buiten gebouwen; *Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 805:2000)*', VEWIN-nummer 2003/25/5218, VEWIN, Rijswijk
- [44] Danciu, D. A., en Mesman, G. A. M. (2011): 'Multicriteria-analyse van leidingmaterialen; Een actualisering', rapport KWR 2011.065, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein

- [45] Zijl, R., en Spies, H. (2011): 'Werken met verontreinigde grond, verontreinigd (grond)water en verontreinigde waterbodemp', Arbo-Informatieblad 22 (AI-22), vierde herziene druk, Sdu Uitgevers, Den Haag
- [46] CROW (2009): 'Werken in of met verontreinigde grond en verontreinigd (grond)water', [publicatie 132](#), 4^e geheel herziene druk, 1 januari 2009, Ede
- [47] Nederlandse Vereniging van Wegenbouwers (1985): 'Tekst van de Aanbevelingen tot het Voorkomen van Schade aan Leidingen (AVSL)', Gouda
- [48] Meerkerk, M.A. (2016): 'Reservoirs voor drinkwater; *Ontwerp, realisatie, bedrijfsvoering en beheer*', rapport PCD 4:2016, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [49] CROW (2012): 'Combineren van onder- en bovengrondse infrastructuur met bomen', [publicatie 280](#), 1^e druk, 23 maart 2012, Ede
- [50] ISSO (2013): 'Leidingwaterinstallaties voor woon- en utiliteitsgebouwen', [publicatie 55](#), ISBN 978-90-5044-250-3, ISSO, Rotterdam
- [51] Arbocatalogus Waterbedrijven: de website
<https://www.inspectieszw.nl/onderwerpen/arbocatalogus>
- [52] CROW (2011): 'Kabels en leidingen in verontreinigde bodem; Richtlijn voor veilig en zorgvuldig werken aan ondergrondse infrastructuur', [publicatie 307](#), 1^e druk, 9 december 2011, Ede
- [53] Mesman, G.A.M., Beuken, R.H.S., en Meerkerk, M.A. (2016): 'Conditiebepaling voor drinkwaterleidingen', PCD 6:2016, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [54] Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014): '[Beleidsnota drinkwater; Schoon drinkwater voor nu en later](#)', april 2014, Rijswijk
- [55] Samenwerkingsverband (2010): 'Veilig werken met asbestcementleidingen; in het ondergrondse openbare waterleiding-, gas- en rioolafvalwaternet', het '[Rode Boekje](#)', Leiderdorp
- [56] Staatscourant 2011: '[Drinkwaterregeling](#)' van 14 juni 2011, nummer 10842, 27 juni 2011
- [57] Meerkerk, M.A. (2013): 'Wet- en regelgeving in Nederland voor leidingmaterialen in contact met drinkwater; Een toelichting op de 'Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening'', rapport [KWR 2013.064](#), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [58] 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
- [59] CROW (2016): 'Schade voorkomen aan kabels en leidingen; Richtlijn zorgvuldig grondroeren van initiatief- tot gebruiksfase', publicatie nummer [500](#), druk 0, 2 november 2016, Ede

- [60] SIKB (2013): 'Beoordelingsrichtlijn Tijdelijke bemalingen', [BRL SIKB 12000](#), versie 1.2 van 12 december 2013, Stichting infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer, Gouda N.B. Zie ook [bijbehorende documenten](#) met inbegrip van een [ontwerp](#) van 6 oktober 2016
- [61] Staatsblad 2011: '[Besluit lozen buiten inrichtingen](#)' van 16 maart 2011, nummer 153, 31 maart 2011
- [62] BureauLeiding (2010): '[Het leggen van kunststofbuizen](#)', Leidschendam
- [63] Kiwa Certificatie en Keuringen (1983): '[Richtlijnen voor de aanleg van hoofdleidingen van ongeplastificeerd polyvinylchloride \(PVC\) voor het transport van drinkwater](#)', 1 februari 1983, Rijswijk
- [64] Vloerbergh, I.N., en Beuken, R.H.S. (2013): 'Naar een kwaliteitssysteem voor USTORE', rapport BTO 2013.225, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [65] VROM-Inspectie (2005): '[Inspectierichtlijn Harmonisatie Meetprogramma Drinkwaterkwaliteit](#)', VROM-Inspectie, Haarlem
- [66] Inspectie Leefomgeving en Transport (2015): '[Melden normoverschrijdingen; Procedure voor het melden door drinkwaterbedrijven van een normoverschrijding van de drinkwaterkwaliteit](#)', ILT, Den Haag
- [67] www.infodwi.nl : Waterwerkbladen, Samenwerkende Drinkwaterbedrijven:
- [WB 1.4 G](#) 'Beheer van leidingwaterinstallaties', december 2015
 - [WB 1.4I](#) 'Hygiënisch werken', juli 2017 (concept)
 - [WB 2.4](#) 'Ingebruikstelling, reiniging en desinfectie', januari 2017
 - [WB 2.6](#) 'Aarding leidingwaterinstallaties', juli 2017 (concept)
 - [WB 3.8](#) 'Aansluiting en beveiliging van (gevaarlijke) toestellen', december 2015
 - [WB 4.5 B](#) 'Brandblusinstallaties; Automatische sprinklerinstallaties', juni 2004 ([WB 4.5 B](#), concept van juli 2017)
- [68] Moerman, A., en Haaijer, T. (2015): 'Handleiding DiVerDi SIMDEUM 2.0; Ontwerptool Dimensioneren Vertakt Distributienet op basis van SIMDEUM®', rapport KWR 2015.010, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [69] AwwaRF (2007): 'Leakage Management Technologies', Denver, Colorado, Awwa Research Foundation
- [70] Brandweer Nederland (2012): '[Bluswatervoorziening en Bereikbaarheid](#)', publicatie, Brandweer Nederland, Arnhem
- [71] Vreeburg, J., Poznakovs, I., en Hagen, R. (2010): '[Woningsprinklers: een belangrijke bijdrage aan de volksgezondheid](#)', artikel, H₂O, nummer 23
- [72] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, en Ministerie van Economische Zaken (2011): 'Ontwerp Structuurvisie Ondergrond', Den Haag
<https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2016/11/11/ontwerp-structuurvisie-ondergrond/1Ontwerp+Structuurvisie+Ondergrond.pdf>

- [73] 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
- [74] 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)
- [75] Thienen, P. van, Pieterse-Quirijns, E.J., Kater, H. de, en Duifhuizen, J. (2012): 'Nieuwe lekverliesbepalingsmethoden voor het drinkwaterdistributienet', H₂O, april 13
- [76] 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)
- [77] Beuken, R., Eijk, R. van, en Slaats, N. (2014) 'De waarde van exitbeoordelingen op AC en GGJ leidingdelen', rapport BTO 2014.016, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [78] Beuken, R.H.S. (2016): 'Exitbeoordelingen AC leidingen bij WML', rapport BTO 2016.094, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [79] Meerkerk, M.A. (2011): 'Protocol ter verbetering van de functionaliteit van de frontbeveiliging in huishoudelijke aansluitingen; Niet-controleerbare keerkleppen in watermeters', rapport KWR 2011.048, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [80] Meerkerk, M.A. (2011): 'Richtlijnen voor plaatsing en beheer van de frontbeveiliging in niet-huishoudelijke aansluitingen; Controleerbare keerkleppen in de 'meetstraat', rapport KWR 2011.082, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [81] 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
- [82] Staatsblad (2013): 'Wet van 10 juli 2013, houdende regels over de aanleg, het beheer, het gebruik en de veiligheid van lokale spoorwegen (Wet lokaal spoor)', nummer 528, 13 december 2013
- [83] ISSO (2013): 'Richtlijnen voor legionellapreventie bij het ontwerp en het gebruik van leidingwaterinstallaties in woningen', [publicatie 30.5](#), ISBN-nummer 978-90-5044-240-4, ISSO, Rotterdam
- [84] Staatscourant (2012): '[Regeling afsluitbeleid voor kleinverbruikers van drinkwater](#)', nummer 7964, 20 april 2012
- [85] Staatscourant (2011): '[Regeling legionellapreventie in drinkwater en warm tapwater](#)', nummer 10828, 29 juni 2011
- [86] Inspectie Leefomgeving en Transport van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014): '[Protocol prestatievergelijking drinkwaterbedrijven 2015](#)', 10 december 2014, versie 1.0, afdeling Water, Bodem en Bouwen, Utrecht

- [87] Staatscourant (2016): '[Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017](#)', nummer 65697, 27 december 2016
- [88] Staatsblad (2009): '[Waterwet](#)', nummer 107, 12 maart 2009
- [89] [Arbeidsomstandighedenwet 1998](#) sinds 1 juli 2017 op <http://wetten.overheid.nl>
- [90] [Spoorwegwet](#) van 23 april 2003 sinds 26 november 2016 op <http://wetten.overheid.nl>
- [91] [Besluit aanwijzing hoofdspoorwegen](#) van 20 december 2004 sinds 3 april 2017 op <http://wetten.overheid.nl>
- [92] [Besluit hoofdspoorweginfrastructuur](#) van 3 december 2004 sinds 1 januari 2017 op <http://wetten.overheid.nl>
- [93] Staatscourant 1999: '[Nadeelcompensatieregeling verleggen kabels en leidingen in en buiten rijkswaterstaatswerken en spoorwegwerken 1999 \(NKL 1999\)](#)', nummer 97, 26 mei 1999, [versie van toepassing sinds 22 december 2009](#)
N.B. [toelichting](#)
- [94] CROW (2017): 'Werken in en met verontreinigde bodem', publicatie nummer [400](#), druk 1, 19 juni 2017, Ede
- [95] Trietsch, E.A., en Rosenthal, L.P.M. (2004): 'Centraal Kennissysteem Levensduurbepaling; Specificaties', rapport BTO 2004.035, Kiwa Water Research, Nieuwegein
- [96] Moerman, A., Vossen, J. van, en Beuken, R.H.S. (2016): 'UKNOW; Zicht op leidingdegradatie door samenhang in informatiesystemen', rapport BTO 2016.031, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [97] Agudelo-Vera, C.M., Moerman, A., en Vogelaar, A.J. (2016): 'Kwantitatieve risicoanalyse van leidingnetten; Stand van zaken sinds 2008', rapport BTO 2016.040, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [98] Kang, D. and Lansey, K. (2013). 'Scenario-based robust optimization of regional water and wastewater infrastructure', *Journal of Water Resources Planning and Management*, 139 (3), 325 - 338
- [99] Beuken, R.H.S., en Mesman, G.A.M. (2011): 'Technische levensduur voor groepen leidingen; Naar een onderbouwing van het investeringsbeleid', rapport BTO 2011.038, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [100] Beuken, R.H.S., en Mesman, G.A.M. (2015): 'Actualisatie driehoeksverdelingen voor onderbouwing investeringsprognoses leidingen', rapport BTO 2015.223(s), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [101] Vossen, J. van, Mesman, G.A.M., Moerman, A., en Brand, T. van den (2017): 'Eindrapportage slim renoveren van waterleidingen', rapport KWR 2017.041, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein

- [102] Meerkerk, M.A., en Mesman, G.A.M. (2010): 'Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen; *Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 805:2000)*', rapport KWR 2010.094, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [103] Vaessen, H. (1979): 'De contante waarde als maatstaf voor de lange-termijn-planning bij het waterleidingbedrijf', Mededeling [59](#), Waterleidingmaatschappij Gelderland
- [104] Vreeburg, J.H.G. (2007): '[Discolouration in drinking water systems: a particular approach](#)', dissertatie, Technische Universiteit Delft, Delft
- [105] Blokker, E. J. M. (2010): '[Stochastic water demand modelling for a better understanding of hydraulics in water distribution networks](#)', proefschrift, Water Management Academic Press, Delft
- [106] Blokker, E.J.M., en Schaap, P.G. (2006): 'Evaluatie zelfreinigende netten; metingen zomer 2006 in Hoofddorp (PWN)', rapport KWR 06.096, Kiwa Water Research, Nieuwegein
- [107] Agudelo-Vera, C.M., en Blokker E.J.M. (2017): 'Evaluatie Streefstructuren; Vijf jaar praktijkervaring met aanscherping van het secundair netontwerp', rapport BTO-2016.090, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [108] Beuken, R.H.S., en Vreeburg, J.H.G. (2015): 'Behoefteprognose en behoeftedekking Nederlandse drinkwatervoorziening; 2015 - 2039', rapport KWR 2015.054, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [109] Geudens, P.J.J.G. (2015): '[Drinkwaterstatistieken 2015](#)', nr. 2015/135/6259, Vereniging van waterbedrijven in Nederland (Vewin), Den Haag
- [110] Thiel, L. van (2014): '[Watergebruik Thuis 2013](#)', TNS Nipo in opdracht van de Vereniging van waterbedrijven in Nederland (Vewin), Amsterdam
- [111] Centraal Bureau voor de Statistiek: <http://statline.cbs.nl/Statweb/>
- [112] Billings, B., and Jones, C. (2008): 'Forecasting Urban Water Demand', second edition, American Waterworks Association
- [113] Baggelaar, P.K., Hummelen, A.M. en Büscher, C. (2010): 'Vier scenario's voor de drinkwatervraag in 2040', rapport KWR 2010.012, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [114] Baggelaar, P.K. en Geudens, P.J.J.G. (2008): '[Prognose landelijke drinkwatervraag t/m 2025](#)', Vewin nr. 2008/85/6222, Icastat en Vewin, Rijswijk
- [115] Agudelo-Vera, C.M., and Blokker, E. J. M. (2014): 'How future proof is our drinking water infrastructure? *Hydraulic stress test for drinking water distribution systems*', rapport BTO 2014.011, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [116] Blokker, E.J.M., en Vloerbergh, I.N. (2011): 'Kwantitatieve toekomstscenario's waterverbruik; SIMDEUM ingezet voor het berekenen van totaal en piekverbruik', rapport BTO 2011.060, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein

- [117] Deltares: het softwarepakket WANDA, <https://www.deltares.nl/nl/software/wanda-2/#1>
- [118] Pieterse-Quirijns, E.J., en Roer, M. van de (2013): 'Verbruikspatronenbibliotheek', rapport BTO 2013.058, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [119] 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
- [120] Blokker, E. J. M. (2012): 'Handleiding DiVerDi_Dunea; Ontwerptool Dimensioneren Vertakt Distributienet op basis van SIMDEUM', rapport KWR 2012.074, KWR, Nieuwegein
- [121] Vogelaar, A., en Pieterse-Quirijns, E.J. (2013): 'Methode voor bepalen optimale sectiegrootte; op basis van ontwerpen van een specifiek net', rapport KWR 2013.048, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [122] Trietsch, E. A., Schaap, P.G., en Wielen, J.M.L. van der (2005): 'Betrouwbaarheid van afsluiters en sectie-isolaties', rapport BTO 2005.044, Kiwa Water Research, Nieuwegein
- [123] Agudelo-Vera, C.M. (2017): 'Hotspots in het leidingnet', rapport BTO 2017.023, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [124] Pieterse-Quirijns, E.J., Groot, R. de, Rijck, Y. de, en Ruijg, K. (2011): 'Diepteligging van leidingen', rapport KWR 2011.022, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [125] Blokker, E. J. M., en Pieterse-Quirijns, E. J. (2012): 'Scenariostudies voor beperken invloed klimaatveranderingen op temperatuur en kwaliteit drinkwater in het net; Kwantificeren van scenario's m.b.t. koelen, aanpassen ontwerp en beter doorstromen van het leidingnet', rapport KWR 2012.017, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [126] Blokker, E. J. M., en Mesman, G. A. M. (2014): 'Benodigde materiaaleigenschappen voor ondiepere ligging leidingen', rapport BTO 2014.029, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [127] Beuken, R.H.S., en Vossen, J. van (2017) 'Kwantitatieve vergelijking van beslissingsondersteunende software voor leidingsanering', rapport BTO 2017.045, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein (in voorbereiding)
- [128] Vonk, E., Cirkel, D.G., en Leunk, I. (2017): 'De gevolgen van klimaatverandering en vakantiespreiding op de drinkwatervraag', BTO-rapport , KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein (in voorbereiding)
- [129] Beuken, R.H.S., en Vreeburg, J.H.G. (2015): 'Behoefteprognose en behoeftedekking Nederlandse drinkwatervoorziening, methodiek'. KWR 2015.019, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [130] 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

- [131] Vreeburg, J.H.G. (2014): 'Assetmanagement van Appendages', KWR 2012.070, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [132] Boomen, M. van den (2011): 'Richtlijn Beoordeling Externe Effecten Leidingen bij primaire- & secundaire locaties; Beoordeling Externe Effecten Leidingen', Vewin-nummer 2011/106/6290, Vewin, Rijswijk
- [133] Boomen, M. van den (2014): 'Veiligheidsmanagement Drinkwaterleidingen, eindonderzoek en stand van zaken op 1 februari 2014', Vewin-nummer 2014/6290/124, Vewin, Rijswijk
- [134] Sociaal en Cultureel Planbureau (2005): 'Tijdsbestedingsonderzoek 2005 - TBO 2005', Sociaal en Cultureel Planbureau, Den Haag.
- [135] Agudelo-Vera, C.M. (2017): 'Aanpak om de hotspots in het leidingnet terug te dringen', BTO 2017.036, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [136] European Union (2015): 'EU Reference document Good Practices on Leakage management WFD CIS WG PoM, Case Study document'. doi: 10.2779/636990
- [137] Beuken, R.H.S. en Mesman, G.A.M. (2015): 'Workshop Inspectietechnieken voor het leidingnet', BTO 2015.222(s), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [138] 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
- [139] Blokker, E. J. M. (2011): 'Rapportage onderhoud brandkranen', KWR 2011.078, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [140] Vloerbergh, I., en Thienen, P. van (2010): 'Controlemethodiek afsluiters', BTO 2010.020, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [141] Vreeburg, J.H.G. (2012): 'Onderhoud afsluiters', KWR 2012.070, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [142] Meerkerk, M.A., en Beuken R.H.S. (2017): 'Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen; *Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 805:2000)*', praktijkcode [PCD 3:2017](#), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein

Bijlage I Relevante begrippen en definities

aansluiting: *de leiding van het bedrijf die de drinkwaterinstallatie met de hoofdleiding verbindt, met inbegrip van de meetinrichting en alle andere door of vanwege het bedrijf in of aan die leiding aangebrachte apparatuur, zoals keerkleppen, dienstkranen, begrenzers* ([Model Algemene Voorwaarden Drinkwater 2012](#) [5] en [Model Aansluitvoorwaarden Drinkwater 2011](#) [6] van Vewin)

In de Model Aansluitvoorwaarden Drinkwater 2011 wordt een vrijwel identieke begripsomschrijving gegeven, maar wordt aan het einde tevens de hoofdkraan genoemd.

beoordelingsrichtlijn: *de in het College van Deskundigen gemaakte afspraken over het onderwerp van certificatie* (alle Kiwa-beoordelingsrichtlijnen, zie bijlage III)

bereiding: *iedere behandeling van grondwater, oppervlaktewater, zeewater of een andere grondstof met het oog op de productie van drinkwater, tot aan het punt waar het drinkwater voor consumptie beschikbaar komt* (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

bewaken: *het systematisch en volgens expliciete criteria gedurende langere tijd volgen van de waterkwaliteit, de waterkwantiteit of van de toestand van een leiding of van een appendage*

biocide: *biocide als bedoeld in artikel 1, eerste lid, van de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden* (artikel 1 van het [Drinkwaterbesluit](#) [17])

Daarin staat: 'werkzame stof of preparaat dat één of meer werkzame stoffen bevat, bestemd of aangewend om een schadelijk organisme te vernietigen, af te schrikken, onschadelijk te maken, de effecten daarvan te voorkomen of het op andere wijze langs chemische of biologische weg te bestrijden, niet zijnde een gewasbeschermingsmiddel en opgenomen in bijlage V bij richtlijn 98/8/EG'

certificatie-instelling: *door de Raad voor Accreditatie gecertificeerde instelling die bevoegd is certificaten af te geven of in te trekken voor een product, dienst of kwaliteitsmanagementsysteem* (artikel 1 van het [Drinkwaterbesluit](#) [17])

chemicaliën: *stoffen of daaruit samengestelde producten, niet zijnde biociden als bedoeld in artikel 1 van de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden, die ten behoeve van de bereiding van drinkwater in contact worden gebracht met te behandelen water of drinkwater, dan wel daaraan worden toegevoegd met het doel een kwaliteitsverandering van dat water te bewerkstelligen* (artikel 1 van het [Drinkwaterbesluit](#) [17])

cohort: *een groep leidingen met overeenkomende eigenschappen voor wat betreft de te bespreken eigenschap. Bijvoorbeeld als voor alle PVC leidingen bij een drinkwaterbedrijf met dezelfde diameter en drukklasse eenzelfde storingsgedrag wordt verondersteld, geldt die groep als een cohort*

collectief leidingnet: *samenstel van leidingen, fittingen en toestellen dat tijdelijk, doch niet ten behoeve van bevoorrading, dan wel permanent, is aangesloten op het distributienet van*

een drinkwaterbedrijf of collectieve watervoorziening, en door middel waarvan drinkwater of warm tapwater ter beschikking wordt gesteld aan consumenten of andere afnemers (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

§ 1.3.1.4 van [NEN 1006](#) geeft bijna dezelfde omschrijving, waaraan twee opmerkingen en vijf voorbeelden zijn toegevoegd: 'OPMERKING 1 Woninginstallaties vallen hier niet onder (zie 1.3.1.39). OPMERKING 2 Tijdelijke leidingdelen ten behoeve van bevoorrading vallen hier niet onder. VOORBEELD 1 Het leidingnet in een appartementengebouw (flatgebouw) vanaf het centrale leveringspunt tot aan het leveringspunt in de woninginstallatie (zie ook figuur C.2, C.3 en C.4); VOORBEELD 2 Het leidingnet in kantoren, scholen, ziekenhuizen, hotels; VOORBEELD 3 Het leidingnet op kampeerterreinen; VOORBEELD 4 Het leidingnet op en in industriële complexen, voor zover dit leidingwater betreft; VOORBEELD 5 Het leidingnet t.b.v. het bevoorraden van trein, boot of vliegtuig met drinkwater met uitzondering van het tijdelijke deel.'

collectieve watervoorziening: a. landgebonden voorziening, niet zijnde een drinkwaterbedrijf, voor de productie of distributie van water dat met behulp van een leiding of distributienet aan consumenten of andere afnemers als drinkwater of warm tapwater ter beschikking wordt gesteld; b. voorziening voor de productie of distributie van water op een binnen het Nederlandse territorium gelegen mijnbouwinstallatie als bedoeld in artikel 1, onderdeel o, van de Mijnbouwwet, welk water als drinkwater of warm tapwater aan consumenten binnen die mijnbouwinstallatie ter beschikking wordt gesteld (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

Deel b wordt in § 1.3.1.5 van [NEN 1006](#) niet genoemd; deel a geeft bijna dezelfde omschrijving, waaraan twee voorbeelden zijn toegevoegd: 'VOORBEELD 1 Eigen winning met ter beschikkingstelling van leidingwater op een kampeerterrein; VOORBEELD 2 Het opwarmen en/of ontharden van door een drinkwaterbedrijf geleverd drinkwater, dat na behandeling als leidingwater aan derden ter beschikking wordt gesteld, zoals de levering van warmtapwater door een energiebedrijf of bij de bereiding van warmtapwater in eigen beheer ten behoeven van meer dan één woning of meer dan één bedrijf. Het opvoeren van de druk wordt niet als een behandeling beschouwd.'

deflectie: De vervorming of beweging van drinkwaterleidingen en mantelbuizen vanuit de oorspronkelijke positie als gevolg van belastingen en krachten. Hieronder wordt verstaan ovaliteit als gevolg van een externe belasting.

distributie: transport en levering (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

distributiegebied: gebied waarbinnen de eigenaar van een drinkwaterbedrijf bevoegd en verplicht is tot levering van drinkwater aan consumenten of andere afnemers (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

distributienet: samenstel van leidingen en daarmee verbonden koppelingen, kleppen en andere technische voorzieningen voor het transport en de levering van drinkwater, niet zijnde een collectief leidingnet (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

DMA, 'District Metered Area': een afgesloten door volumestroommeters begreemd gebied, met als doel het meten van lekverliezen

drink- en warm tapwatervoorziening: de winning, de bereiding, de behandeling, de opslag, het transport en de distributie van drinkwater en warm tapwater (artikel 1 van de [Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening](#) [4])

drinkwater: *‘water bestemd of mede bestemd om te drinken, te koken of voedsel te bereiden dan wel voor andere huishoudelijke doeleinden, met uitzondering van warm tapwater, dat door middel van leidingen ter beschikking wordt gesteld aan consumenten of andere afnemers’* (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

§ 1.3.1.8 van [NEN 1006](#) geeft tot aan *‘dat door’* bijna dezelfde omschrijving, waaraan nog de zin is toegevoegd *‘Drinkwater is geschikt voor menselijke consumptie en voldoet aan de relevante voorschriften op basis van EG-richtlijnen [10]’*

drinkwaterbedrijf: *a. bedrijf uitsluitend of mede bestemd tot openbare drinkwatervoorziening door levering van drinkwater aan consumenten of andere afnemers, of b. bedrijf uitsluitend of mede bestemd tot levering van drinkwater aan een bedrijf of bedrijven als bedoeld onder a* (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

drinkwaterinstallatie: *leidingwaterinstallatie voor de afname van drinkwater* (§ 1.3.1.9 van [NEN 1006](#) ‘Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties’)

Artikel 1 van de Model Algemene Voorwaarden Drinkwater 2012 van Vewin [5] geeft de volgende begripsomschrijving: *‘de in een perceel aanwezige binnenleiding en de daarmee verbonden toestellen, indien de binnenleiding hetzij onmiddellijk met het leidingnet van het bedrijf is verbonden, hetzij middellijk met het leidingnet van het bedrijf is verbonden en het water bestemd of mede bestemd is tot drinkwater’*

De Model Aansluitvoorwaarden Drinkwater 2011 van Vewin [6] geeft de volgende begripsomschrijving: *‘installatie bestaande uit leidingen, fittingen, waterbehandelingsstoestellen en andersoortige toestellen waarmee drinkwater wordt afgenomen dan wel ter beschikking wordt gesteld’*

druk: *daar waar in de norm wordt gesproken over druk, wordt overdruk bedoeld’* (§ 1.3.1.7 van [NEN 1006](#) ‘Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties’)

eigenaar: *juridische eigenaar* (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

erkende certificeringsinstelling²⁷: *door de Raad voor Accreditatie erkende instelling die bevoegd is tot afgifte van een kwaliteitsverklaring* (artikel 1 van de [Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening](#) [4])

erkende kwaliteitsverklaring: *door de Minister overeenkomstig artikel 12 erkende kwaliteitsverklaring als bedoeld in artikel 20, eerste lid, van het besluit, of artikel 1.6 van het Bouwbesluit 2003, bestaande uit een schriftelijk bewijs, afgegeven door een erkende certificeringsinstelling, waaruit blijkt dat materialen of chemicaliën voldoen aan de op grond van deze regeling gestelde eisen* (artikel 1 van de [Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening](#) [4])

frontbeveiliging: *door of namens het drinkwaterbedrijf in het (centrale) leveringspunt aangebrachte terugstroombeveiliging* (§ 1.3.1.11 van [NEN 1006](#) ‘Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties’)

hoofdleiding²⁸: *de leiding van het bedrijf waarop aansluitingen tot stand kunnen worden gebracht* ([Model Algemene Voorwaarden Drinkwater 2012](#) [5] en [Model Aansluitvoorwaarden Drinkwater 2011](#) [6] van Vewin)

²⁷ In de Nederlandse publiekrechtelijke regelgeving op het gebied van drinkwater worden de begrippen ‘certificatie(-instelling)’ en ‘certificering(sinstelling)’ door elkaar gebruikt. Officieel bestaat het woord ‘certificering’ niet, maar blijkt wel steeds vaker te worden gehanteerd in het Nederlandse taalgebruik.

²⁸ Het begrip ‘hoofdleiding’ wordt in het huidige jargon niet meer gehanteerd.

huishoudwater: *leidingwater dat niet voldoet aan de kwaliteitseisen van drinkwater en dat in collectieve installaties uitsluitend bestemd is voor toiletspoeling en in woninginstallaties uitsluitend bestemd is voor toiletspoeling, gebruik ten behoeve van de wasmachine of het besproeien van de tuin (§ 1.3.1.15 van [NEN 1006](#) 'Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties')*

inspecteren: *het op een specifiek moment meten van de toestand van een leiding volgens een gespecificeerde onderzoeksmethode*

installatie: *samenstel van leidingen, fittingen en toestellen dat middellijk of onmiddellijk is aangesloten op het distributienet van een drinkwaterbedrijf (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])*

kathodische bescherming (KB): *methode om externe corrosie van ingegraven of in water ondergedompelde buizen, leidingen, tanks en staalconstructies tegen te gaan door een gelijkstroom door het omringende medium van het te beschermen object te laten lopen*
OPMERKING *De gelijkstroom wordt verkregen met behulp van de galvanische werking van opofferingsanoden (passief) of door een opgedrukte stroom (actief) (onderdeel 3.16 van de [NEN 3654](#))*

kwaliteitsmanagementsysteem: *systeem voor de bedrijfsvoering van een drinkwaterbedrijf als bedoeld in artikel 15, dat betrekking heeft op de primaire en secundaire bedrijfsprocessen en strekt tot waarborging van de kwaliteit van het drinkwater en de kwaliteit van de distributie daarvan (artikel 1 van het [Drinkwaterbesluit](#) [17])*

leidingmaterialen: *Producten als onderdeel van leidingen: buizen, hulpstukken en appendages (afsluiters, brandkranen et cetera) (PCD 1-1 'Hygiëncode Drinkwater; Algemeen' [2])*

Leidingmaterialen zijn dus concrete, op de markt verkrijgbare producten en dus minder omvattend dan 'leidingelementen', zie § 3.3.

leidingsectie: *Door middel van afsluiters van het leidingnet te isoleren leiding(en)- of afsluitersectie*

leidingwater: *water, bestemd om te drinken, te koken, voedsel te bereiden of andere huishoudelijke doeleinden; OPMERKING 1 Leidingwater kan zijn drinkwater, warmtapwater of huishoudwater; OPMERKING 2 Het Bouwbesluit 2012 [6] spreekt over een voorziening voor drinkwater en een voorziening voor warmwater. NEN 1006 spreekt over drinkwaterinstallaties, warmtapwaterinstallaties en huishoudwaterinstallaties. Deze drie begrippen zijn samengevoegd onder het begrip leidingwaterinstallatie. Het Bouwbesluit 2012 spreekt zich niet uit over huishoudwater. Het artikel over huishoudwater is daarom voor het Bouwbesluit 2012 niet van toepassing. OPMERKING 3 In de Drinkwaterwetgeving [1 t.m. 5] wordt alleen gesproken over drinkwater, warm tapwater en huishoudwater en niet over het totaalbegrip leidingwater(installatie)' (§ 1.3.1.17 van [NEN 1006](#) 'Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties')*

leidingwaterinstallatie: *installatie bestaande uit leidingen, fittingen, waterbehandelingsstoestellen en andersoortige toestellen waarmee leidingwater wordt afgenomen dan wel ter beschikking wordt gesteld. Met een leidingwaterinstallatie wordt bedoeld een collectieve watervoorziening, collectief leidingnet en/of een woninginstallatie (§ 1.3.1.18 van [NEN 1006](#) 'Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties')*

levering: *de levering respectievelijk de terbeschikkingstelling van drinkwater* ([Model Algemene Voorwaarden Drinkwater 2012](#) [5] en [Model Aansluitvoorwaarden Drinkwater 2011](#) [6] van Vewin)

leveringspunt: *plaats waar: a. het distributienet van een drinkwaterbedrijf, respectievelijk collectieve watervoorziening, overgaat in een collectieve watervoorziening, respectievelijk collectief leidingnet, dan wel overgaat in een woninginstallatie of andere installatie die op dat distributienet is aangesloten; b. een collectief leidingnet overgaat in een woninginstallatie of andere installatie die op dat leidingnet is aangesloten* (artikel 1 van het [Drinkwaterbesluit](#) [17])

§ 1.3.1.19 van [NEN 1006](#) geeft exact dezelfde omschrijving en de Model Aansluitvoorwaarden Drinkwater 2011 van Vewin [6] geeft de volgende begripsomschrijving: 'het fysieke verbindingspunt tussen de aansluiting en de drinkwaterinstallatie' met de volgende voetnoot: 'Indien mogelijk kan hier een concreet punt worden genoemd, bijvoorbeeld de stopkraan'

materialen: *industriële gevormde vaste stoffen of daaruit samengestelde producten, niet zijnde chemicaliën, die gebruikt worden voor het vervaardigen en verwerken van producten die in contact kunnen komen met te behandelen water of drinkwater en daarbij kunnen worden afgegeven aan dat water* (artikel 1 van het [Drinkwaterbesluit](#) [17])

meetinrichting: *de apparatuur van het bedrijf bestemd voor het vaststellen van de omvang van de levering, van de voor de afrekening door het bedrijf nodig geachte gegevens en voor de controle van het verbruik*' ([Model Algemene Voorwaarden Drinkwater 2012](#) [5] en [Model Aansluitvoorwaarden Drinkwater 2011](#) [6] van Vewin)

nominale volumestroom (Q_n): *volumestroom die bij normaal gebruik kan worden aangehouden zonder dat de maximaal toegestane fout wordt overtreden* (uit: Richtlijn 75/33/EEG) (zie bijlage III, [BRL-K14017/02](#))

nooddrinkwater: *water bestemd of mede bestemd om te drinken, te koken of voedsel te bereiden, dan wel voor andere huishoudelijke doeleinden, dat bij een verstoring anders dan door middel van een distributienet wordt geleverd aan consumenten of andere afnemers* (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

noodwater: *water, uitsluitend bestemd voor sanitaire doeleinden, dat bij een verstoring door middel van een distributienet wordt geleverd aan consumenten of andere afnemers* (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

'Onze Minister': 'Onze Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer' (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

openbare drinkwatervoorziening: *productie en distributie van drinkwater door drinkwaterbedrijven* (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

opslag: *opslag van water in reservoirs of bekkens in verband met de productie of distributie van drinkwater* (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

permanente volumestroom (Q_3): *hoogste volumestroom die op een acceptabele wijze met de maximaal toegestane fout onbeperkt kan worden aangehouden ('permanent flowrate'; uit NEN-EN 14154) (zie bijlage III, [BRL-K14017/02](#))*

prestatievergelijking: *periodieke, systematische vergelijking van de prestaties van drinkwaterbedrijven* (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

Binnen de drinkwatersector staat de prestatievergelijking bekend als de 'benchmark'.

privaatrechtelijk: *Recht dat de betrekking regelt tussen bijzondere personen en zaken onderling* (Van Dale)

product: *door de mens vervaardigd object in afgewerkte staat of een bestanddeel daarvan, samengesteld uit materialen of chemicaliën, dat in contact kan komen met te behandelen water of drinkwater of warm tapwater* (artikel 1 van de [Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening](#) [4])

productie: *winning, bereiding en daarmee verband houdende opslag van drinkwater* (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

publiekrechtelijk: *Recht dat de verhoudingen tussen de burgers en de overheid regelt* (Van Dale)

reconstrueren: *het verwijderen op een andere locatie aanleggen van een leiding als gevolg van werkzaamheden of vergunningseisen geïnitieerd door derden*

reoveren: *het verbeteren van een bestaande leiding waardoor de levensduur wordt verlengd, bijvoorbeeld door relinen*

saneren: *het weer in een goede conditie brengen van een leiding (dit kan door het vervangen of reoveren van een leiding)*

stoffen: *chemische elementen en hun verbindingen zoals deze voorkomen in de natuur of door toedoen van de mens tot stand komen* (artikel 1 van de [Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening](#) [4])

tappunt: *plaats waar het drinkwater, huishoudwater of warm tapwater beschikbaar komt voor gebruik* (artikel 1 van het [Drinkwaterbesluit](#) [17])

tappunt: *plaats waar het drinkwater, huishoudwater of warm tapwater beschikbaar komt voor gebruik* (§ 1.3.1.27 van [NEN 1006](#) 'Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties')

terugstroombeveiliging: *samenstel van componenten waarmee verontreiniging door terugstroming wordt voorkomen* (§ 1.3.1.28 van [NEN 1006](#) 'Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties')

verbruiker: *degene die drinkwater van het bedrijf betreft en/of de beschikking over een aansluiting heeft* ([Model Algemene Voorwaarden Drinkwater 2012](#) [5] en [Model Aansluitvoorwaarden Drinkwater 2011](#) [6] van Vewin)

verstoring: *uitval of aantasting van watervoorzieningswerken, waardoor de continuïteit van de levering van deugdelijk drinkwater wordt verbroken of in gevaar komt* (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

vervangen: *het verwijderen van een oude leiding en het op dezelfde locatie (met enige marge) aanleggen van een nieuwe leiding*

volumestroom: *quotiënt van het volume water dat door een leiding, toestel of dergelijke stroomt en de doorstroomtijd van dat volume* (§ 1.3.1.32 van [NEN 1006](#) 'Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties')

warm tapwater: *water bestemd of mede bestemd om te drinken, te koken of voedsel te bereiden dan wel voor andere huishoudelijke doeleinden, dat wordt verwarmd voordat het voor die toepassingen ter beschikking wordt gesteld* (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

§ 1.3.1.33 van [NEN 1006](#) 'Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties' geeft de volgende omschrijving: 'verwarmd drinkwater'.

waterkwaliteitsbeoordeling: *Integraal systeem van monsterneming, analyse, rapportage en toetsing van een of meer parameters in watermonsters aan vooraf vastgelegde of van toepassing zijnde kwaliteitsdoelstellingen* (PCD 1-1 'Hygiëncode Drinkwater; Algemeen' [2])

watervoorzieningswerken: *werken ten behoeve van de productie en distributie van drinkwater en daarmee rechtstreeks verband houdende werken en beschermingsvoorzieningen ten dienste van drinkwaterbedrijven* (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

winning: *onttrekking van grondwater, oppervlaktewater of zeewater ten behoeve van de bereiding van drinkwater* (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

woninginstallatie: *van een woning deel uitmakend samenstel van leidingen, fittingen en toestellen, aangesloten op het leidingnet van een drinkwaterbedrijf of een collectieve watervoorziening dan wel op een collectief leidingnet* (lid 1 van artikel 1 van de [Drinkwaterwet](#) [16])

§ 1.3.1.39 van [NEN 1006](#) 'Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties' geeft de volgende omschrijving: 'samenstel van leidingen, fittingen en toestellen, aangesloten op het distributienet van een drinkwaterbedrijf of van een collectieve watervoorziening of op een collectief leidingnet, en deel uitmakend van een woning; **OPMERKING** Woning is een tot woning bestemd gebouw dat, vanuit bouwtechnisch oogpunt gezien, blijvend is bestemd voor permanente bewoning door één particulier huishouden [18]'.

zwaartepunt van verbruik: *Aaneengesloten gebieden met circa 2.000 aansluitingen*

Bijlage II Symbolen en afkortingen

Symbolen

Symbool	grootheid	eenheid
A	'natte' oppervlak	m ²
c	voortplantingssnelheid	m/s
D, D _i	inwendige diameter	m, mm
df _{max}	dagfactor	-
e	wanddikte	m, mm
E _R	elasticiteitsmodulus van het materiaal in omtreksrichting van een leiding	kPa
E _w	compressiemodulus van water	kPa
F	axiale kracht	N
g	valversnelling	m/s ²
ΔH	drukverandering	mwk of Pa
p	inwendige druk	kPa
Δp	toelaatbare drukval	kPa
Q _{jaar}	jaarvraag	m ³ /jaar
Q _{max.dag}	Dagvraag op maximum dag	m ³ /dag
Q _{ontwerp}	Maatgevende volumestroom	m ³ /uur
Q _{max.uur}	Uurvraag op maximum dag	m ³ /uur
Sα	spatkracht	N
uf _{max}	uurfactor	-
Δv	snelheidsverandering	m/s

ΔV_{\max}	toelaatbare waterverlies	l
V	volume water in de leidingsectie die wordt beproefd	l
α	bochthoek	°
σ_x	spanning in langsrichting	N/mm ²
σ_y	spanning in omtreksrichting	N/mm ²
v	coëfficiënt van Poisson	-

Afkortingen

AVSL	Aanbeveling tot het Voorkomen van Schade aan Leidingen
BEEL	Beoordeling Externe Effecten Leidingen
BRL	BeoordelingsRichtLijn
BTO	BedrijfsTakOnderzoek
CAVLAR	computerprogramma ten behoeve van een methode om een afsluiterconfiguratie kwalitatief en kwantitatief te kunnen beoordelen (de naam van het programma komt van 'Criticality Analysis Valve Locations And Reliability')
CE	in overeenstemming met de Europese regelgeving, een markering op een product om aan te geven dat het product voldoet aan de daarvoor geldende regels binnen de Europese Economische Ruimte, EER (de afkorting staat voor 'Conformité Européenne')
CPE	gechloreerd PolyEtheen
CROW	Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek
DMA	District Metered Area
DN	Nominale diameter in mm
DP	Ontwerpdruk leidingnet
EFTA	de Europese Vrijhandelsassociatie, EVA (de afkorting staat voor 'European Free Trade Association')
EU	Europese Unie
GVE	GlasvezelVersterkt Epoxy
GPKL	Gemeentelijk Platform Kabels & Leidingen
GVK	Glasvezel versterkte kunststof
HDD	horizontaal gestuurd boren (de afkorting staat voor 'Horizontal Directional Drilling')
ID	Inwendige diameter in mm
lenM	Infrastructuur en Milieu (Minsiterie)
ILT	Inspectie Leefomgeving en Transport
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe. (The INSPIRE Directive aims to create a European Union spatial data infrastructure for the purposes of EU environmental policies and policies or activities which may have an impact on the environment.
IWA	internationale organisatie op het gebied van de watercyclus (de afkorting staat voor 'International Water Association')
KIAD	Kwaliteit, Instructie, Aanleg en Drinkwater
KLIC	Kabels en Leidingen Informatie Centrum
KLO	Kabels- en LeidingenOverleg

KSLB	KennisSysteem LevensduurBepaling
MDP	Maximale ontwerpdruk leidingnet
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NIRG	Niet In Rekening gebracht Gebruik
NSTT	Nederlandse vereniging voor Sleufloze Technieken en Toepassingen
OD	Uitwendige diameter in mm
OLM	Ondermaatse LeveringsMinuten
OP	Bedrijfsdruk leidingnet ('Operational Pressure')
PB	PolyButeen
PFA	Toelaatbare bedrijfsdruk leidingelement
PMA	Toelaatbare maximale bedrijfsdruk leidingelement
PEA	Toelaatbare beproevingsdruk leidingelement in gemonteerde situatie
PE(-RT)	PolyEtheen (Resistant Temperature)
PE-X	'crosslinked' of vernet PolyEtheen
PP-R	PolyPropeen, Random gecopolymeriseerd
PVC-C	nagechloreerd PolyVinylChloride
PVC-O	biaxiaal verstrekt PolyVinylChloride (de 'O' is van 'Oriented')
PVC(-U)	PolyVinylChloride ('Unhardened' of 'Unverweicht')
RKW	Regeling Kwaliteitsborging Watermeters
SIMDEUM	verbruikspatronensimulator om de omvang en ontwikkeling van lekverliezen vast te stellen (de naam van het programma komt van 'SIMulation of water Demand; an End-Use Model')
STP	Drinkwaterleidingnet beproevingsdruk
SP	Afleverdruk
V&G	Veiligheid en Gezondheid
VNG	Vereniging van Nederlandse Gemeenten
VROM	Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (voormalig Ministerie)
WION	Wet Informatie-uitwisseling Ondergrondse Netten

Bijlage III Overzicht van Kiwa-beoordelingsrichtlijnen voor producten in het leidingnet, inclusief hyperlinks naar op basis daarvan gecertificeerde bedrijven en producten

Hieronder is een overzicht opgenomen van beoordelingsrichtlijnen (BRL's) van certificatie-instelling Kiwa Nederland B.V. voor producten ten behoeve van het leidingnet, met als peildatum 1 juli 2017. Het gaat om BRL's van het leidingnet waarvoor de drinkwaterbedrijven verantwoordelijk zijn, dat wil zeggen tot aan het leveringspunt. Daarnaast zijn de BRL's voor koperen buizen en bijbehorende hulpstukken met toebehoren (verbindingen en beugels) opgenomen, omdat ook die producten van belang zijn bij het realiseren van een aansluiting.

product/materiaal	beoordelingsrichtlijn (BRL)	
	nummer, versie	titel en onderliggende certificaten
Kunststof leidingsystemen	BRL-K17104 , versie 1	<p>Glass fibre reinforced epoxy piping systems with filament wound pipes intended for the transport of drinking water and raw water</p> <p>De huidige certificaten zijn nog gebaseerd op de voorganger van deze beoordelingsrichtlijn, BRL-K532/04: gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>BRL-K532/04 omvatte toepassingen in schone en verontreinigde bodem. Als een van de twee opvolgers heeft BRL-K17104 uitsluitend betrekking op schone bodem. Voor toepassing in verontreinigde bodem zal op termijn de BRL-K17103 nog verschijnen. Vooralsnog is er een concept.</p> <p>Kunststofleidingsystemen van PVC-C (type 1) voor het transport van warm en koud drinkwater</p> <p>gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Kunststofleidingsystemen van PP-R voor het transport van warm en koud drinkwater</p> <p>gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Kunststofleidingsystemen van PB voor het transport van warm en koud drinkwater</p> <p>gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Kunststof http://www.kiwa.nl/uploadedFiles/Website/Drinkwaterbedrijven/BRLs/BRL K536-</p>
	BRL-K536 deel A , versie 5	
	BRL-K536 deel B , versie 5	
	BRL-K536 deel C , versie 6	
	BRL-K536 deel D , versie 5	

		<p>04 DEEL D NED..pdf leidingsystemen van PE-X voor het transport van warm en koud drinkwater gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Kunststofleidingssystemen van PE-X/Al voor het transport van warm en koud drinkwater gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Kunststofleidingssystemen van PP-R/Al voor het transport van warm en koud drinkwater gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Kunststofleidingssystemen van PE-RT/Al voor het transport van warm en koud en drinkwater gecertificeerde bedrijven en producten http://www.kiwa.nl/gecertificeerde-bedrijven.aspx?keyword=Zoeken&normBrl=536%20g&certNr=Certificaatnummer</p> <p>Kunststofleidingssystemen van PE-RT Type II voor het transport van warm en koud en drinkwater gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Leidingsystemen van glasvezelversterkte polyester (UP) voor het transport van water gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Buizen van PE, fabrieksmatig gevouwen, ten behoeve van de renovatie van leidingen voor het transport van drinkwater gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Meerlaags PE leidingsystemen KLASSE II, met aluminium barrièrelaag tegen verontreinigingen, voor transport van drinkwater gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Kunststof leidingsystemen van polyetheen voor transport van drinkwater en ruw water gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Leidingsystemen van PVC voor het transport van drinkwater en ruw water gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Stadsverwarming: flexibele leidingsystemen met kunststof binnenbuis voor het transport van verwarmd drinkwater <i>Opmerking:</i> 'deel A' zou kunnen suggereren dat er ook andere delen van deze Kiwa-beoordelingsrichtlijn zijn, maar dat blijkt niet het geval te zijn gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Plastics piping systems for water supply with or without pressure - Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) based on unsaturated polyester resin (UP) gecertificeerde bedrijven en producten</p>
	BRL-K536 deel E , versie 4	
	BRL-K536 deel F , versie 6	
	BRL-K536 deel G , versie 5	
	BRL-K536 deel H , versie 3	
	BRL-K551 , versie 2	
	BRL-K558 , versie 2	
	BRL-K17101 , versie 1	
	BRL-K17105 , versie 2	
	BRL-K17301 , versie 2	
	BRL-K17401 deel A , versie 1	
	BRL-K17605 , versie 2	

Glijmiddelen	BRL-K535 , versie 2	Glijmiddelen voor rubberringverbindingen gecertificeerde bedrijven en producten
Lijmen	BRL-K525 , versie 2	Adhesives for joints in thermoplastic piping systems for the transport of drinking water gecertificeerde bedrijven en producten N.B. Er zijn ook <u>lijmen met een erkende kwaliteitsverklaring niet onder deze BRL:</u> gecertificeerde bedrijven en producten Deze producten hebben soms (ook) de rol van afdichtingsmiddel.
Rubberringen	BRL-K17504 , versie 2	Vulcanised rubber products for cold and hot drinking water applications gecertificeerde bedrijven en producten
Kunststof beugels	BRL-K506 , versie 2	Beugels van kunststof voor drinkwaterbuizen van koper of kunststof gecertificeerde bedrijven en producten
Gietijzeren leidingen Vanaf hier is de tabel uitgebreid t.o.v. de vorige concept-PCD	BRL-K757 , versie 2 BRL-K772 http://diensten.kiwa.nl/library/diensten-kiwa-nl/files/BRL-K772 , versie 4 BRL-K773 https://livelink.kwrwater.nl/livelink/livelink.exe?func=ll&objId=48385860&objAction=Open&nexturl=%2Flivelink%2Flivelink%2Eexe%3Ffunc%3Dl%26objId%3D48107343%26objAction%3Dbrowse%26viewType%3D1 , versie 2 BRL-K775 , versie 4 BRL-K753 , versie 3	Uitwendige PE bekleding op nodulair gietijzeren buizen gecertificeerde bedrijven en producten Nodulair gietijzeren leidingen en hulpstukken voor het transport van drinkwater gecertificeerde bedrijven en producten Hulpstukken van nodulair gietijzer voor leidingsystemen van PVC-U of PE voor het transport van drinkwater gecertificeerde bedrijven en producten
(Roestvast)stalen leidingen	BRL-K762 , versie 3	Hulpstukken van nodulair gietijzer voor leidingsystemen van nodulair gietijzer, grijs gietijzer, staal, PVC-U, PE of vezelcement voor het transport van drinkwater gecertificeerde bedrijven en producten External polyurethane coatings on ductile iron pipes for underground installation gecertificeerde bedrijven en producten Naadloze en gelaste roestvast stalen buizen voor drinkwaterinstallaties gecertificeerde bedrijven en producten Ook onder BRL-K795 zijn er nog certificaten (gecertificeerde bedrijven en producten),

Betonnen leidingen	<p>BRL-K767, versie 2</p> <p>BRL-K783, versie 4</p> <p>BRL-K260, versie 3</p>	<p>maar die beoordelingsrichtlijn wordt ingetrokken, zodra de certificaten zijn overgezet naar BRL-K762.</p> <p>Uitwendige bekleding met PE van ondergronds te leggen stalen buizen en hulpstukken</p> <p>gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Pijpwikkelbanden en krimpmanchetten</p> <p>gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Buizen en hulpstukken van gewapend beton met plaatstalen kern voor het transport van drinkwater</p> <p>gecertificeerde bedrijven en producten</p>
Coatings/ cementmortelbekledingen	<p>BRL-K746, versie 2</p> <p>BRL-K758, versie 2</p> <p>BRL-K759, versie 2</p> <p>BRL-K770, versie 3</p> <p>BRL-K778, versie 3</p> <p>BRL-K19002, versie 2</p> <p>BRL-K19004, versie 2</p>	<p>Het appliceren van coatingsystemen ten behoeve van drinkwatertoepassingen</p> <p>gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Coatinggeschiktheid van te bekleden metalen producten</p> <p>gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Coatingsystemen ten behoeve van drinkwatertoepassingen</p> <p>gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Inwendige cementmortelbekleding van bestaande ondergrondse leidingen</p> <p>gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Inwendige cementmortelbekleding aan ondergronds te leggen leidingen</p> <p>gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Beschermingssystemen op minerale ondergrond ten behoeve van drinkwatertoepassingen</p> <p>gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Het appliceren van beschermingssystemen op minerale ondergrond ten behoeve van drink- en afvalwatertoepassingen</p> <p>gecertificeerde bedrijven en producten</p>
Appendages	<p>BRL-K602, versie 4</p>	<p>Afsluiters en overige appendages voor drinkwatertransport en –distributiesystemen</p> <p>gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Ook onder BRL-K651 (er staat een bericht op de Kiwa-website) zijn er nog certificaten (gecertificeerde bedrijven en producten), maar die beoordelingsrichtlijn wordt ingetrokken (eind 2016), zodra de certificaten zijn overgezet naar BRL-K602.</p>
Brandkranen en toebehoren	<p>BRL-K614, versie 4</p>	<p>Brandkranen</p> <p>gecertificeerde bedrijven en producten</p> <p>Ook onder BRL-K649 zijn er nog certificaten (gecertificeerde bedrijven en producten), maar die beoordelingsrichtlijn wordt ingetrokken (2016/2017), zodra de certificaten zijn overgezet naar BRL-K614.</p>

Onderdelen ten behoeve van aansluitingen	BRL-K10018 , versie 2	Leidingsystemen van dunwandige koperen buis met uitwendige massieve vaste kunststof bekleding
	BRL-K19005 , versie 2	Internally tinned copper tubes for drinking water installations
	BRL-K771 , versie 3	Stalen buizen voor algemene toepassingen
	BRL-K777 , versie 3	Reparatieklemmen
Watermeters	BRL-K618 , versie 7	Watermeters
Metalen fittingen	BRL-K640 , versie 4	Knel-, klem- en insteekfittingen, deel uitmakend van toestellen en installaties
	BRL-K626 , versie 2	Metalen fittingen met explosiepatroon
	BRL-K639 , versie 3	Knelfittingen voor gebruik in combinatie met koperen buizen
	BRL-K774 , versie 6	Klemfittingen dicht te klemmen met bijbehorend klemapparaat
Metalen buizen	BRL-K760 , versie 5	Koperen buizen
	BRL-K761 , versie 6	Copper tubes provided with an external covering
	BRL-K14028 , versie 1	Flexibele en eventueel uittrekbare metalen leidingen
Toebehoren en hulpmiddelen voor metalen leidingen	BRL-K623 , versie 3	Hulpstukken voor soldeer- en/of schroefverbindingen aan koperen buizen
	BRL-K624 , versie 4	Vloeimiddelen en vertinningspasta's voor zachtsolderen van capillaire verbindingen van koper en koperlegeringen
	BRL-K627 , versie 2	Metalen beugels, met en zonder rubberinlage
Toebehoren watermeters	BRL-K645 , versie 3	Watermeterbeugels
	BRL-K662 , versie 3	Geïntegreerde Watermeter Aansluitenheden
Renovatie Drinkwaterleidingen CIPP-technologie, Ontwerp- en installatieproces	BRL-K17201 deel 1 , versie 2	Renovatie van drinkwaterleidingen – Deel 1 – Ontwerpen en installeren van ter plaatse uithardende buis (CIPP) – fabrieksmatig geïmpregneerde linersystemen
Renovatie Drinkwaterleidingen CIPP-technologie, Betrokken	BRL-K17201 deel 2 , versie 2	Renovatie van drinkwaterleidingen – Deel 2 – Producten voor ter plaatse uithardende buis (CIPP) – fabrieksmatig geïmpregneerde

product		linersystemen gecertificeerde bedrijven en producten
---------	--	---

[BRL-K14017/02](#) 'Beoordelingsrichtlijn voor het Kiwa-procescertificaat voor Naleving van de Regeling Kwaliteitsborging Watermeters (RKW)' met [gecertificeerde drinkwaterbedrijven](#)

Bijlage IV Bij deze richtlijn betrokken normen

Stand van zaken per 1 juli 2017.

Nummer norm	Titel norm	Omschrijving volgens website NEN (www.nen.nl)
NEN-EN 805:2000	Watervoorziening; Eisen aan distributiesystemen buitenshuis	Specifies - general requirements for water supply systems outside buildings including potable water mains and service pipes, service reservoirs, other facilities and raw water mains but excluding treatment works and water resources development - general requirements for components - general requirements for inclusion in product standards which may include specifications which are more stringent - requirements for installation, site testing and commissioning. The requirements apply to: <ul style="list-style-type: none"> the design and construction of new water supply systems; The extension of significant areas forming a coherent part of an existing water supply system; significant modification and/or rehabilitation of existing water supply systems.
NEN 1006:2015	Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties	NEN 1006 geeft de minimale eisen en voorwaarden waaraan een leidingwaterinstallatie, uit het oogpunt van de volksgezondheid, veiligheid en doelmatigheid moet voldoen. De norm omvat het ontwerp, de aanleg en het gebruik van de installatie in een perceel inclusief de bijbehorende grond.
NPR-CEN/TR-1046:2014	Kunststofleiding- en mantelbuisystemen – Systemen buitenshuis voor het transport van water of afvalwater – Praktijkrichtlijnen voor ondergrondse aanleg	This Technical Report is applicable to the installation of thermoplastic piping systems to be used for the conveyance of water or sewage under gravity and pressure conditions undergrounds. It is intended to be used for pipes of nominal size up to and including DN 1600. Wherever the term “pipe” is used in this Technical Report, it also serves to cover any “fittings”, “ancillary” products and “components” if not otherwise specified. Requirements and instructions concerning commissioning of systems can be found in EN 805 and EN 1610 and the relevant national and/or local regulations.
NEN-EN 1074-6:2008	Afsluiters voor watervoorziening – Eisen aan de geschiktheid en de beproeving ervan –	This European Standard defines the minimum fitness for purpose requirements for hydrants to be used in, or connected to, water supply pipe systems, above or below ground (see EN 805), carrying water intended for human

	Deel 6: Hydranten	consumption. This European Standard specifies the design requirements, the performance requirements, and the conformity assessment method for hydrants, whatever their pipe, materials and functions. Where hydrants can be used for the fire fighting, irrigation or other function, additional requirements can be given in other standards. This part of EN 1074 deals with the requirements applicable to both underground and pillar hydrants, in sizes DN 65 to DN 150, and PFA up to 16 bar. This part of EN 1074 does not give requirements for the outlets or their interface with the hydrants, since they are subject to national standards.
NEN-EN 1295-1:1998	Buitenriolering en waterleidingen onder verschillende belastingsomstandigheden – Deel 1: Algemene eisen	Specifies the requirements for the structural design of water supply pipelines, drains and sewers, and other water industry pipelines, whether operating under atmospheric, greater or lesser pressure. This standard gives guidance on the application of the established methods of design used in CEN member countries at the time of preparation of the standard. This guidance is an important source of design expertise, but it cannot include all possible special cases, in which extensions or restrictions to the basic design methods may apply. Since in practice precise details of types of soil and installation conditions are not always available at the design stage, the choice of design assumptions is left to the discretion of the engineer. In this connection the guide can only provide general indications and advice.
NPR-CEN/TR 1295-2:2005	Statische berekeningen van buitenrioleringen en waterleidingen buiten gebouwen onder verschillende belastingsomstandigheden – Deel 2: Samenvatting van nationaal vastgestelde berekeningen	In addition to EN 1295-1, this Technical Report gives additional guidance when compared with EN 1295-1 on the application of the nationally established methods of design declared by and used in CEN member countries at the time of preparation of this document (see informative Annex A). This Technical Report is an important source of design expertise, but it cannot include all possible special cases, in which extensions or restrictions to the basic design methods may apply. Since in practice precise details of types of soil and installation conditions are not always available at the design stage, the choice of design assumptions is left to the judgment of the engineer. In this connection the document can only provide general indications and advice.
CEN/TR 1295-3:2007	Statische berekeningen van buitenrioleringen en waterleidingen buiten gebouwen onder verschillende belastingsomstandigheden – Deel 3: Algemene	This document specifies calculation methods for the structural design of water supply pipelines, drains and sewers, and other water industry pipelines, whether operating at atmospheric, greater or lesser pressure. It applies for the structural design of buried piping systems, made from all materials used for the conveyance of fluids under pressure or gravity conditions. Pipes to be designed for installations in abnormal or unusual conditions, e.g. in

	methode	quick soils or a marine sea bed, are not covered by this document, it may require special engineering. The design of very large diameter pipe installations may require considerations to be given to other additional parameters, e.g. the homogeneity of the surrounding soil. The design method is intended to be used for pipes operating at different temperatures provided that the corresponding temperature re-rating factors for the relevant pipe properties are used as specified in the referring standard(s). Nevertheless, high services temperatures may require an additional analysis of the longitudinal stresses and strains and/or a special design of the joints.
NPR-CEN/TR 1295-4:2015	Statische berekeningen van buitenrielingen en waterleidingen buiten gebouwen onder verschillende belastingsomstandigheden – Deel 4: Parameters voor de betrouwbaarheid van het ontwerp	NPR-CEN/TR 1295-4 lists the parameters for the reliability of the structural design of buried water and wastewater pressure pipelines, drains and sewers. The reliability of the design of buried pipelines is based on the selection of appropriate design parameters for a chosen design method. This document identifies the parameters appropriate to the chosen design method, which should all be clearly stated. This Technical Report does not aim to specify the requirements for the structural design of water and wastewater pressure pipelines, drains and sewers. These requirements are defined in EN 1295-1. This Technical Report does not apply for offshore laying, pipes supported on piles, no dig pipelines, or laid above ground. Supplementary considerations need to be taken in account for these specific installations. Special situations (e.g. landslide, earthquake, fire) are outside the scope of this document. Design parameters for calculation of longitudinal effects (including bending moments, shear forces and tensile forces resulting for example from non-uniform bedding and thermal movements and, in the case of pressure pipelines, from Poisson's contraction and thrust at change of direction or cross-section) are not covered in this document.
NEN-EN 1508:1998	Drinkwatervoorziening – Eisen voor systemen en onderdelen voor de opslag van water	This standard specifies and gives guidance on: - general requirements for storage of water outside consumers' buildings, including service reservoirs for potable water and reservoirs containing water not for human consumption at intake works or within treatment works, excluding those that are part of the treatment process; - design; - general requirements for product standards; - requirements for checks, testing and commissioning; - operational requirements; - requirements for rehabilitation and repair. The requirements are applicable to: - the design and construction of new reservoirs; - the extension and modification of existing reservoirs; - significant rehabilitation of existing reservoirs.

NEN-EN 1717:2000	Bescherming tegen verontreiniging van drinkwater in waterinstallaties en algemene eisen voor inrichtingen ter voorkoming van verontreiniging door terugstroming	Specificeert de middelen die worden gebruikt ter voorkoming van de verontreiniging van drinkwater binnen gebouwen en de algemene voorschriften van veiligheidsvoorzieningen te voorkomen verontreiniging door terugvoer. De hygiëne bescherming specificaties van deze norm zijn van toepassing op alle normen voor systemen of apparaten aangesloten op de particuliere systeem voor energievoorziening voor menselijke consumptie bestemd water.
NEN 2077:2014	Vaste brandblusinstallaties – Sprinklerinstallaties voor de woonomgeving – Ontwerp, installatie en onderhoud	NEN 2077 specificeert eisen en geeft aanbevelingen voor het ontwerp, de installatie en het onderhoud van vaste sprinklerinstallaties voor de woonomgeving. De betreft gebouwen of delen van gebouwen met woonfunctie. Gebieden binnen gebouwen met een ander risico dan in de woonomgeving, worden niet door deze norm gedekt. De norm omvat de aanleg van watervoorzieningen, te gebruiken onderdelen, installatie en beproeving van de installatie, onderhoud en de uitbreiding van bestaande installaties, en omschrijft de bouwkundige details van gebouwen die minimaal nodig zijn voor de goede werking van sprinklerinstallaties in de woonomgeving overeenkomend met deze norm.
NPR 3218:1984	Buitenriolering onder vrij verval – Aanleg en onderhoud	Deze praktijkrichtlijn geeft aanwijzingen ten behoeve van de aanleg en het onderhoud van buitenriolering en bevat de daarbij behorende terminologie. De praktijkrichtlijn is van toepassing op de aanleg van rioolleidingen onder vrij verval die zich bevinden buiten gebouwen, met uitzondering van de buiten de gevel bevestigde leidingen, ook wanneer zij zich onder het maaiveld bevinden. Zie figuur 1 voor een voorbeeld betreffende de afbakening van het toepassingsgebied. Hoewel het straatriool in dit voorbeeld in de rijweg ligt, kunnen straatriolen in sommige gevallen ook buiten de rijweg aanwezig zijn.
NEN 3650-1:2012+C1:2017	Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 1: Algemene eisen	NEN 3650-1+C1:2017 geeft veiligheidseisen die met betrekking tot veiligheidsaspecten voor mens, milieu en goederen aan het ontwerp, de aanleg, de bedrijfsvoering en de bedrijfsbeëindiging van buisleidingsystemen worden gesteld. De eisen betreffen buisleidingsystemen voor het vervoer van stoffen zowel te land als ter zee en gelden voor nieuw te bouwen systemen of wijziging van bestaande systemen. Onder wijziging van bestaande systemen wordt verstaan: - vervanging van buisleidinggedeelten/buisleidingelementen in hetzelfde tracé; - omleggingen van buisleidinggedeelten/buisleidingelementen in een ander tracé, als gevolg van ruimtelijke ontwikkelingen en bouwactiviteiten van derden; - reparatie/vervanging van buisleidinggedeelten/buisleidingelementen in het kader van leidingbeheer volgens hoofdstuk 10 van deze norm.

		<p>Alle activiteiten betreffende het ontwerp, de aanleg, de bedrijfsvoering en de bedrijfsbeëindiging moeten worden uitgevoerd door daartoe gekwalificeerde en competente personen. De toepassing van een kwaliteitsborgingssysteem volgens NEN-EN-ISO 9001 of NEN-EN-ISO 14001 wordt daarbij sterk aanbevolen. De norm is van toepassing op groep I- en groep II-buisleidingssystemen: a) Groep I-buisleidingssystemen zijn bedoeld voor het vervoer van intrinsiek gevaarlijke stoffen. Voor groep I geldt dat het gehele buisleidingsysteem integraal moet voldoen aan de eisen van de norm. Buisleidingen voor het transport van warm water moeten eveneens, voor zover in de tekst van de norm niet anders aangegeven, aan de eisen voor groep I voldoen. b) Groep II-buisleidingssystemen zijn bedoeld voor het vervoer van andere stoffen dan onder a). Voor groep II is de toepassing van de norm beperkt tot de leidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken en leidingen die in grondwaterbeschermingsgebieden liggen.</p>
NEN 3650-2:2012+C1:2017	Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 2: Aanvullende eisen voor leidingen van staal	NEN 3650-2+C1 bevat eisen voor stalen buisleidingen die aan de gestelde eisen in NEN 3650-1+C1 moeten voldoen. Voor een nadere specificatie van het toepassingsgebied wordt verwezen naar hoofdstuk 1 van NEN 3650-1+C1. Dit deel moet altijd worden gebruikt in samenhang met NEN 3650-1+C1.
NEN 3650-3:2012	Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 3: Aanvullende eisen voor leidingen van kunststof	NEN 3650-3 bevat eisen voor kunststof buisleidingen te land die aan de gestelde eisen in NEN 3650-1 moeten voldoen. Voor een nadere specificatie van het toepassingsgebied wordt verwezen naar fig. 1 en naar hoofdstuk 1 van NEN 3650-1. Deze norm moet altijd worden gebruikt in samenhang met NEN 3650-1.
NEN 3650-4:2012	Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 4: Aanvullende eisen voor leidingen van beton	NEN 3650-4 bevat eisen voor betonnen buisleidingen en is van toepassing op buisleidingen te land. Voor algemene eisen voor buisleidingsystemen wordt verwezen naar NEN 3650-1.
NEN 3650-5:2012	Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 5: Aanvullende eisen voor leidingen van gietijzer	NEN 3650-5 bevat, in aanvulling op de algemene eisen voor buisleidingsystemen in NEN 3650-1:2011 en de aanvullende eisen in NEN 3651 voor buisleidingsystemen in en nabij waterstaatswerken, eisen voor gietijzeren buisleidingen te land, deel uitmakend van groep II-buisleidingssystemen. De indeling van de buisleidingen die onder de normenreeks NEN 3650 vallen, wordt bepaald door het medium dat wordt getransporteerd. In het stroomschema (figuur 1) is de samenhang weergegeven van die indeling (groep I- en groep II-buisleidingssystemen) en de relatie met de normenreeks. In groep I vindt vervoer van intrinsiek gevaarlijke stoffen plaats. Voor groep I geldt

		dat het gehele buisleidingsysteem integraal moet voldoen aan de eisen van de normenreeks. Voor groep II is de toepassing van de norm beperkt tot de leidingen die door hun ligging bij falen een ernstig gevolg veroorzaken.
NEN 3651:2012	Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken	Deze norm geeft in aanvulling op de NEN 3650-serie veiligheidseisen voor buisleidingen te land en gelegen in of nabij belangrijke waterstaatswerken. In 6.5 van NEN 3650-1:2011 is de relatie tussen deze norm en de NEN 3650-serie vastgelegd. In figuur 1 is de relatie schematisch weergegeven.
NEN 3654:2014	Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspanningssystemen	NEN 3654 beschrijft primair hoe moet worden vastgesteld dat buisleidingen en hoogspanningssystemen elkaar nadelig beïnvloeden uit oogpunt van veiligheid en corrosie.
NPR 6912:1997	Kathodische bescherming van "onshore" buisleidingen en constructies van metaal	Geeft aanwijzingen voor het ontwerp, de uitvoering en de bedrijfsvoering van 'onshore' kathodische bescherming ten behoeve van metalen objecten zoals buisleidingen, (opslag)tanks, damwanden, steigers, staalconstructies enz. gelegd resp. geplaatst in de grond en/of in het water.
NEN 7171-1:2009	Ordering van ondergrondse netten - Deel 1: Criteria	Deze norm geeft criteria voor de goede ordering van ondergrondse netten in openbare grond bij nieuwbouw, met uitzondering van netten met gevaarlijke inhoud. Deze norm is normatief voor nieuwbouwsituaties. De orderingsprincipes of de criteria voor ordering kunnen zeer wel ook voor bestaande situaties of uitbreiding van bestaande situaties worden gebruikt, hoewel bestaande situaties formeel buiten het toepassingsgebied van deze norm vallen. Het is echter niet de bedoeling om conform deze norm verleggingen te laten plaats vinden op basis van deze norm.
NPR 7171-2:2009	Ordering van ondergrondse netten - Deel 2: Procesbeschrijving	Deze NPR bevat een beschrijving van het proces tussen de betrokken partijen voor inrichting en ordering van de ondergrond, waarin aan te leggen ondergrondse netten en de verantwoordelijkheden van de betrokken partijen een plaats behoren te krijgen.
NEN 7200:2017	Kunststofleidingen voor het transport van gas, drinkwater en afvalwater - Stuiklassen van PE-buizen en PE-hulpstukken	NEN 7200 geeft eisen om te komen tot kwalitatief goede stuiklasverbindingen tussen PE-buizen en/of hulpstukken met spie-eind, alsmede criteria voor beoordeling van stuiklasverbindingen, eisen aan lasapparatuur en de traceerbaarheid op basis van de spiegellasmethode. Deze norm is van toepassing op: - het distribueren van gasvormige brandstoffen die voldoen aan de bepalingen opgenomen in de Aansluit- en transportcode gas RNB met een bedrijfsdruk van maximaal 10 bar (1,0 MPa); - drink- en afvalwater met een bedrijfsdruk van maximaal 16 bar

		(1,6 MPa).
NTA 8828:2016/A1:2016	Elektrolassen van PE-buizen en PE-hulpstukken	NTA 8828 geeft eisen om te komen tot kwalitatief goede elektrolassverbindingen tussen PE buizen en PE hulpstukken met spie-eind en PE hulpstukken met ingebouwde elektrische weerstandsdraad.
NEN-EN-ISO 9001:2015	Kwaliteitsmanagementsystemen – Eisen	NEN-EN-ISO 9001 specificeert eisen voor een kwaliteitsmanagementsysteem van een organisatie die: a) moet aantonen dat zij in staat is om consequent producten en diensten te leveren die voldoen aan de eisen van de klant en aan de van toepassing zijnde wet- en regelgeving en b) zich ten doel stelt om de klanttevredenheid te verhogen door het systeem doeltreffend toe te passen, met inbegrip van processen voor verbetering van het systeem alsmede de borging van het voldoen aan eisen van klanten en aan eisen uit van toepassing zijnde wet- en regelgeving. Alle eisen in deze internationale norm zijn algemeen en bedoeld om toepasbaar te zijn op elke organisatie, ongeacht haar type of omvang of de producten en diensten die zij levert.
NEN-EN-ISO 12696:2016	Kathodische bescherming van staal in beton	NEN-EN-ISO 12696 specifies performance requirements for cathodic protection of steel in cement-based concrete, in both new and existing structures. It covers building and civil engineering structures, including normal reinforcement and prestressed reinforcement embedded in the concrete. It is applicable to uncoated steel reinforcement and to organic-coated steel reinforcement. The document applies to steel embedded in atmospherically exposed, buried, immersed and tidal elements of buildings or structures.
NEN-EN 12732:2013+A1:2014	Gasinfrastructuur – Lassen van stalen leidingen - Functionele eisen	NEN-EN 12732:2013+A1:2014 contains requirements for the production and testing of weld joints for the installation and modification of onshore steel pipelines and pipework used in gas infrastructure, including in-service pipelines, for all pressure ranges for the carriage of processed, non-toxic and non-corrosive natural gas according to EN ISO 13686 and for the carriage of non-conventional gases such as injected biomethane, where - the pipeline elements are made of unalloyed or low-alloyed carbon steel; - the pipeline is not located within commercial or industrial premises as integral part of the industrial process on those premises except for any pipelines and facilities delivering gas to such premises; - the pipework is not located within household installations according to EN 1775; - the design temperature of the system is between -40 °C up to and including 120 °C. The onshore steel pipelines and pipework used in gas infrastructure include in-service pipelines, for all pressure ranges for the carriage of processed, non-toxic and non-

		corrosive natural gas according to EN ISO 13686 and for the carriage of non-conventional gases complying with EN ISO 13686, and for which a detailed technical evaluation of the functional requirements (such as injected biomethane) is performed ensuring there are no other constituents or properties of the gases that can affect the integrity of the pipeline. This standard is not applicable to welds produced prior to the publication of this European Standard.
NEN-EN 12954:2001	Kathodische bescherming van metalen constructies in de grond of in het water – Algemene principes en toepassing van pijpleidingen	Specifies the general principles for the implementation of a system of cathodic protection against corrosive attacks on buried or immersed structures with and without the influence of external electrical sources.
NEN-EN-ISO 14001:2015	Milieumanagementsystemen – Eisen met richtlijnen voor gebruik	NEN-EN-ISO 14001 specificeert de eisen van een milieumanagementsysteem dat een organisatie kan gebruiken om haar milieuprestaties te verbeteren. Deze internationale norm is bedoeld voor gebruik door een organisatie die op een systematische wijze haar milieuverantwoordelijkheden wil managen, die bijdraagt aan de milieupijler van duurzaamheid. Deze internationale norm helpt een organisatie de beoogde resultaten te behalen van haar milieumanagementsysteem, die waardevol zijn voor het milieu, de organisatie zelf en belanghebbenden. In overeenstemming met het milieubeleid van de organisatie omvatten de beoogde resultaten van een milieumanagementsysteem: - het verbeteren van de milieuprestaties; - het voldoen aan complianceverplichtingen; - het bereiken van milieudoelstellingen. Deze internationale norm is van toepassing op elke organisatie, ongeacht omvang, soort en aard, en is van toepassing op de milieuaspecten van haar activiteiten, producten en diensten waarvan de organisatie bepaalt dat zij deze kan beheersen of beïnvloeden, uitgaande van een levenscyclusperspectief. Deze internationale norm kan in zijn geheel of deels worden gebruikt om milieumanagement stelselmatig te verbeteren. Aanspraak dast voldaan wordt aan deze internationale norm kan alleen worden gemaakt als alle eisen ervan zijn opgenomen in het milieumanagementsysteem van een organisatie en aan al deze eisen, zonder enige uitzondering, wordt voldaan.
NEN-EN 14339:2005	Ondergrondse brandkranen	This European Standard specifies the requirements, test methods and marking applicable to underground fire hydrants intended for fire fighting purposes: - to be installed in a water distribution system; - in sizes DN 80 and DN 100; - suitable for an allowable operating pressure, PFA, of 10 bar or 16 bar or 25 bar with or

		without drain facility; - having a vertical or horizontal, flanged, socket or spigot inlet; - with one or two outlets and having outlet/s to national requirements; - of globe (screw down) or gate valve type. This European Standard also provides for the evaluation of conformity of the underground fire hydrants to the requirements of this European Standard. This European Standard applies to fire hydrants for potable and non-potable water and for filtered water. Additional requirements may apply for other liquids. Coupling connected to outlets are outside the scope of this European Standard and should conform to national requirements.
NEN-EN-ISO 15257:2017	Kathodische bescherming – Competentieniveaus en certificatie van personeel betreffende kathodische bescherming – Basis voor certificatieschema	NEN-EN-ISO 15257 defines five levels of competence (detailed in Clause 4) for persons working in the field of cathodic protection, including survey, design, installation, testing, maintenance and advancing the science of cathodic protection. It specifies a framework for establishing these competence levels and their minimum requirements. Competence levels apply to each of the following application sectors: - on-land metallic structures; - marine metallic structures; - reinforced concrete structures; inner surfaces of metallic structures containing an electrolyte. These application sectors are detailed in Clause 5. This document specifies the requirements to be used for establishing a certification scheme as defined in ISO-IEC 17024. It is not mandatory to apply all of the levels and/or application sectors. This certification scheme is detailed in Annexes A, B and C.
NEN-EN-ISO/IEC 17021-1:2015	Conformiteitsbeoordeling – Eisen voor instellingen die audits en certificatie van managementsystemen leveren – Deel 1: Eisen	NEN-EN-ISO/IEC 17021-1 bevat principes en eisen in verband met de competentie, consistentie en onpartijdigheid van instellingen die audits en certificatie van allerlei soorten managementsystemen uitvoeren. Certificatie-instellingen die volgens dit deel van ISO/IEC 17021 werken, hoeven niet alle typen van managementsysteemcertificatie aan te bieden. Certificatie van managementsystemen is een activiteit van conformiteitsbeoordeling door een derde partij (zie ISO/IEC 17000:2004, 5.5), en instellingen die deze activiteit uitvoeren, zijn daarom instellingen voor onafhankelijke conformiteitsbeoordeling.
NEN-EN-ISO/IEC 17065:2012	Conformiteitsbeoordeling – Eisen voor certificatie-instellingen die certificaten toekennen aan producten, processen en diensten	This International Standard contains requirements for the competence, consistent operation and impartiality of product, process and service certification bodies. Certification bodies operating to this International Standard need not offer all types of products, processes and services certification. Certification of products, processes and services is a third party conformity assessment activity (5.5 of ISO/IEC 17021:2004). In the next the term “product” can be read as “process” or

		"service", except in those instances where separate provisions are stated for "processes" or "services".
NEN-ISO 24516-1:2016	Guidelines for the management of assets of water supply and wastewater systems – Part 1: Drinking water distribution networks	NEN-ISO 24516-1 specifies guidelines for technical aspects, tools and good practices for the management of assets of drinking water networks to maintain value from existing assets. This document does not apply for the management of assets of waterworks (including catchment and treatment, pumping and storage in the network), which are also physically part of the drinking water system and can influence the management of assets of the pipe network. This document focuses on the assets typically owned or operated by drinking water utilities (networked drinking water systems) that are expected to meet customer needs and expectations over longer (multi-generational) periods. This document includes examples for good practice approaches on the strategic, tactical and operational levels. This document is applicable to all types and sizes of organization and/or utilities operating water systems, and all different roles/functions for the management of assets within a utility (e.g. asset owner/responsible body, asset manager/operator, service provider/operator).
NEN-ISO 31000:2009	Risicomanagement – Principes en richtlijnen	Deze internationale norm bevat principes en algemene richtlijnen voor risicomanagement. Deze internationale norm kan worden gebruikt door elke publieke, private of maatschappelijke onderneming, vereniging, groep of elk individu. Deze internationale norm is dan ook niet toegesneden op een specifieke bedrijfstak of sector. Deze internationale norm kan worden toegepast gedurende de gehele levenscyclus van een organisatie en op een breed scala aan activiteiten, zoals strategie- en besluitvorming, operationele bedrijfsactiviteiten, processen, functies, projecten, producten, diensten en bedrijfsmiddelen. Deze internationale norm kan worden toegepast op elk type risico, ongeacht de aard, en ongeacht of het positieve dan wel negatieve gevolgen heeft. Hoewel deze internationale norm generieke richtlijnen biedt, heeft de norm niet tot doel uniformiteit in risicomanagement tussen verschillende organisaties na te streven. Bij het ontwerp en de implementatie van plannen en kaders voor risicomanagement zal men rekening moeten houden met de wisselende behoeften van een specifieke organisatie, haar specifieke doelstellingen, context, structuur, operationele bedrijfsactiviteiten, processen, functies, projecten, producten, diensten of bedrijfsmiddelen en de specifieke werkwijzen die in die organisatie worden toegepast. Deze internationale norm heeft tot doel risicomanagementprocessen in bestaande en toekomstige normen te harmoniseren. Deze norm biedt een gemeenschappelijke benadering ter ondersteuning van

		normen voor specifieke risico's en/of sectoren, en heeft niet tot doel deze normen te vervangen. Deze internationale norm is niet bedoeld voor certificering.
NEN-ISO/IEC 31010:2009	Risicomanagement – Risico-evaluatietechnieken	<p>ISO/IEC 31010 beschrijft de basiskenmerken van 31 verschillende technieken voor risicobeoordeling, variërend van Fault Mode and Effect Analysis (FMEA) en Hazard and Operability study (HAZOP) tot Cost-benefit analysis (CBA) en Multi-criteria decision analysis (MDCA). ISO 31010 is een praktische aanvulling op ISO 31000.</p> <p>De methoden in ISO 31010 worden op twee manieren geclassificeerd.</p> <p>Ten eerste op welke stappen van het risicobeoordelingsproces ze betrekking hebben: risico-identificatie, effectanalyse, kansanalyse, risicoschatting en risico-evaluatie.</p> <p>Ten tweede op de volgende parameters: benodigde middelen en expertise, de mate van zekerheid en exactheid van de uitkomsten en de geschiktheid voor complexe risicosituaties. Op die manier ontstaat een handig spoorboekje om een weg te vinden in de vele methoden en technieken van risicobeoordeling.</p>
NEN-ISO 55000:2014	Assetmanagement – Overzicht, principes en terminologie	NEN-ISO 55000 biedt een overzicht van assetmanagement en de bijbehorende principes en terminologie en de te verwachten voordelen van het toepassen van assetmanagement. Deze internationale norm kan worden toegepast op alle soorten assets en door alle organisaties ongeacht hun aard of omvang.
NEN-ISO 55001:2014	Assetmanagement – Managementsystemen – Eisen	NEN-ISO 55001 specificeert eisen voor een assetmanagementsysteem binnen de context van de organisatie. Deze internationale norm kan worden toegepast op alle soorten assets en door alle organisaties ongeacht hun aard of omvang.
NEN-ISO 55002:2014	Assetmanagement – Managementsystemen – Richtlijnen voor het toepassen van ISO 55001	NEN-ISO 55002 biedt richtlijnen voor het toepassen van een assetmanagementsysteem, overeenkomstig de eisen van ISO 55001. Deze internationale norm kan worden toegepast op alle soorten assets en door alle organisaties ongeacht hun aard of omvang.

Bijlage V Hydraulisch verlies over een aansluiting

Hydraulische verliezen over een aansluiting bestaande uit een dienstkraan of aanboorzadel, een aansluitleiding en een watermeter (rekenmethode ontwikkeld door Dunea)

Volumestroom (m ³ /h)	1	2,5	5
Dienstkraantype (kPa)			
Dienstkraan 1/2" x 3/4	3,2	20,3	77
Aanboorzadel 1 1/2" 15 mm boorgat	0,6	5,3	25,7
Dienstkraan 3/4" x 3/4"	0	2,8	17
Dienstkraan 1" x 5/4"	0	0,9	4,7
Aanboorzadel 1 1/2" 36 mm boorgat	0	0,8	3,1
Aansluitleiding (kPa/m)			
25 PE	0,73	3,86	14,62
32 PE	0,17	1,14	4,25
50 PE	0,01	0,10	0,36
63 PE	0,08	0,10	0,18
Watermeter (kPa)			
Q ₃ 2,5	17,4	97,2	391,0
Q ₃ 4	4,1	26,9	100,3
Q ₃ 10	3,7	9,6	33,7
Q ₃ 16	0,8	2,3	8,6
Q ₃ 24	0,0	0,0	5,1

Voor een standaard huishoudelijke aansluiting (dienstkraan 1/2" x 3/4", Q₃ 2,5) met een lengte van 10 m geldt dat de hydraulische wrijvingsweerstand 27,8 kPa bedraagt.

Bijlage VI De drinkwater vraag zoals bepaald met SIMDEUM

De maximale volumestroom die maatgevend is voor de drinkwater vraag wordt met SIMDEUM berekend op onderstaande wijze:

- de basisformule heeft de vorm $Q_{\max} = A + B\sqrt{n} + Cn$. Hierbij zijn de parameters A , B en C bepaald uit simulaties met SIMDEUM voor drie verschillende type woningen (appartementen, standaardwoningen en luxe woningen) en voor twee situaties (gemiddelde dag en maximale dag). Deze parameters dienen specifiek bepaald te worden afhankelijk van het type en woning en de wijze van waterverbruik.
- Het optellen van de maximale volumestroom van verschillende type woningen is niet zonder meer lineair. Er wordt een weegfactor (compensatiefactor) geïntroduceerd die gelijk is aan 0,7 in geval er twee woningtypen bij elkaar geteld moeten worden en gelijk is aan 1,0 bij drie woningtypen (of per definitie bij slechts één woningtype)

$$Q_{\max} = \sum_{i=1}^M A_i \frac{N_i}{N} + B_i \sqrt{w \cdot N} \frac{N_i}{N} + C_i \cdot N_i \begin{cases} w = 0.7 \text{ als } M = 2 \\ w = 1 \text{ als } M = \begin{cases} 1 \\ 3 \end{cases} \end{cases}$$

- In deze formule is M het aantal verschillende woningtypen (1, 2, 3), i is een teller voor de verschillende woningtypen, N_i is het aantal woningen van type i , N is het totaal aantal woningen ($N = N_1 + N_2 + N_3$), A , B en C zijn de parameters van de SIMDEUM-formule voor woningtype i , en w is de weegfactor.

Rekenvoorbeeld

Op een leidingdeel bevinden zich 200 woningen: 57 luxe woningen aan het eind en 143 standaardwoningen daarvoor. Tussen iedere aansluitleiding wordt 5 meter verondersteld, de totale leidinglengte is dus 1 km. Voor de eerste 285 m wordt Q_{\max} berekend volgens:

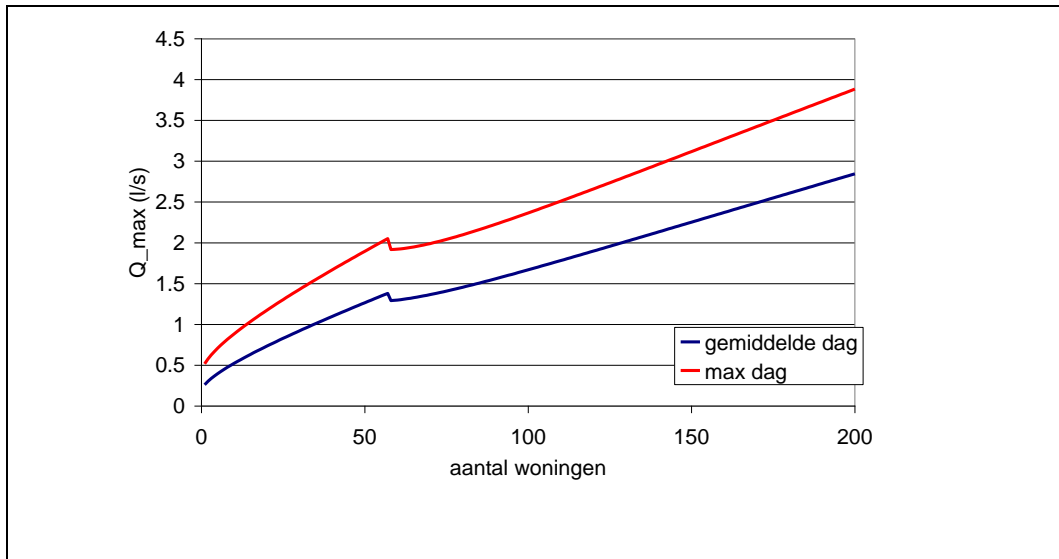
$$Q_{\max} = A_3 + B_3 \sqrt{N} + C_3 \cdot N, \text{ met } N = 1 \text{ tot } 57$$

Voor de volgende 715 meter wordt Q_{\max} berekend volgens

$$Q_{\max} = A_1 \frac{N_1}{N} + B_1 \sqrt{0.7 \cdot N} \frac{N_1}{N} + C_1 \cdot N_1 + A_3 \frac{57}{N} + B_3 \sqrt{0.7 \cdot N} \frac{57}{N} + C_3 \cdot 57$$

met $N_i = 1$ tot 143 en $N = N_i + 57$. De parameters $[A_i, B_i, C_i]$ en $[A_3, B_3, C_3]$ horen bij respectievelijk de standaard woning en de luxe woning.

Voor de gemiddelde en max. dag ziet dat er dan uit als in onderstaand plaatje. Er is een kleine discontinuïteit in de overgang van luxe naar standaardwoningen.

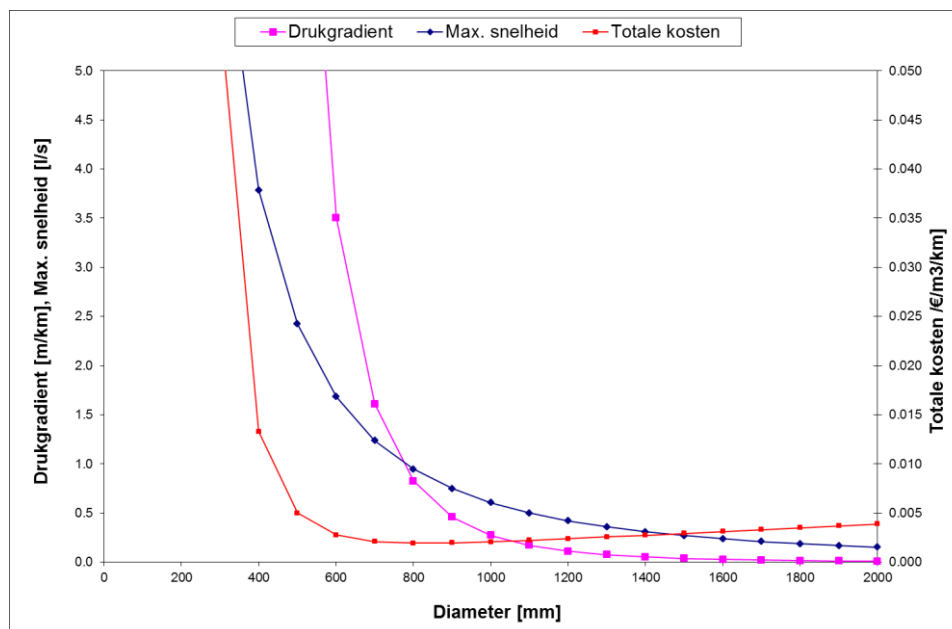


Bijlage VII Bepaling meest economische diameter

De meest economische diameter wordt bepaald door de combinatie van de jaarlijkse energiekosten en annuïteit van de investering. Bij een te kleine diameter zal de stroomsnelheid hoog zijn en daarmee de energiekosten hoog. Bij een te grote diameter zullen de kosten van de leiding hoog zijn. De methode voor het bepalen van de meest economische diameter staat omschreven in Kiwa Mededeling 59 [103]. De uitkomst zal gecontroleerd moeten worden op aanvaardbaarheid van de optredende stroomsnelheden en optredende drukken.

De invoer voor het bepalen van de meest economische diameter bestaat uit de:

- gemiddelde volumestroom
- k-waarde van de leidingwand
- gemiddelde temperatuur van het water
- piekfactor
- ideële volumestroom
- kostprijs leiding (in €/mm diameter per meter)
- afschrijvingstermijn
- effectieve rente (zonder inflatie)
- de prijs van energie (€/kWh)
- rendement van de pompen



Figuur 19 Voorbeeld van een berekeningsresultaat van de meest economische diameter. Deze heeft in dit voorbeeld een diameter van 800 mm.
Opmerking: De dimensie op de y-as is niet l/s, maar m/s.

Bijlage VIII Resultaten enquête afpersen

Bij de drinkwaterbedrijven is 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.

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)
 - i. Intervalmethode
 - ii. 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
 - i. Intervalmethode
Één bedrijf gebruikt deze methode voor visco-elastisch materiaal
 - ii. 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. Één 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	$\frac{3}{4}$ 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 temperatuur wisselingen

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

Bijlage IX Teksten volgens de NEN 3650 en de NEN 3651 waarnaar wordt verwezen voor het beproeven op waterdichtheid (hoofdstuk 11)

NEN 3650-1:2020 (algemeen), § 9.16 'Beproeven'

9.16.1 Algemeen

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.

Voor de beproeving van mantelbuizen die de ontwerpdruk van de mediumvoerende leiding moeten kunnen weerstaan (zie ook 8.1.7) mag met een sterktebeproeving worden volstaan. Een dichtheidsbeproeving is niet nodig.

De buisleiding moet zo worden gevuld dat luchtinsluitingen die de beproevingsresultaten beïnvloeden, worden voorkomen.

OPMERKING Het vullen van de leiding wordt meestal uitgevoerd met behulp van rubber ballen ('spheres'), 'bi-di pigs' of 'foam pigs'.

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 bevroering te voorkomen. Bij drinkwaterleidingen is het toevoegen van antivries niet toegelaten.

- Toevoegingen als antivries kunnen een probleem vormen ten aanzien van toestemming tot lozen.
- Er behoort tijd te worden genomen voor het nivelleren van de temperatuur en het stabiliseren voor het oplossen van restanten kleine luchtinsluitingen. Aanbevolen wordt om dit proces te registreren.

9.16.2 Beproevingplan

Ongeacht de materiaalsoort moet voorafgaande aan een beproeving een beproevingsplan worden opgesteld. In het plan moet ten minste zijn beschreven:

- de te beproeven leiding(sectie);

- de tijdsduur van nivelleren, stabiliseren, vastleggen en het registreren van temperatuurverloop en drukval voorafgaande aan en tijdens 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 (arbotechnische) veiligheidsmaatregelen;
- de geijkte meetapparatuur inclusief onnauwkeurigheid van o.a. drukmeters, thermometers, schrijvende 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 dichtheidsbeproeving.

OPMERKING Materiaalspecifieke eisen omtrent sterkte- en dichtheidsbeproeving staan vermeld in NEN 3650-2, NEN 3650-3, NEN 3650-4 en NEN 3650-5.

NEN 3650-2:2020 (staal), § 9.8.3 'Dichtheidsproef'

Na de sterkteproef moet de dichtheidsproef worden uitgevoerd, die voor ingegraven leidingsecties ten minste 24 h duurt, bij een druk die gelijk is aan of hoger is dan de ontwerpdruk.

De leiding kan worden goedgekeurd als drukveranderingen uit de gemeten temperatuurmetingen kunnen worden verklaard binnen de overeengekomen grenzen, waarbij rekening wordt gehouden met de onnauwkeurigheden in de meetapparatuur.

Voor niet visueel inspecteerbare secties met een volume kleiner dan 20 m³ en voor secties waarvan de rondlassen volledig visueel kunnen worden geïnspecteerd, bedraagt de minimaal vereiste beproevingsduur voor de dichtheidsproef 2 h.

NEN 3650-3:2020 (kunststof), § 9.7.4 'Beproeving op dichtheid'

Volgend op een succesvol uitgevoerde sterktebeproeving wordt de beproeving op dichtheid uitgevoerd, bij een druk, minimaal gelijk aan de ontwerpdruk, gedurende minimaal 24 h.

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 dichtheidsproef 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 24 h.

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 hoeveelheid water die na ieder uur moet worden toegevoegd, constant blijft, 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.

OPMERKING Bijlage C geeft hiertoe een berekeningsmethode, geschikt 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 toegelaten. Een lekkende flens moet opnieuw worden geïnstalleerd, met nieuwe pakkingen, en vervolgens opnieuw hydrostatisch worden beproefd. Als dan opnieuw lekkage optreedt, moet de gehele flensverbinding worden vervangen.

NEN 3650-4:2020 (beton), § 9.5 'Beproeving'

Met een hydrostatische beproeving moet worden aangetoond dat de vloeistofdichtheid van de leiding bij maximale bedrijfsdruk geringer is dan 0,1 ml per m² wandoppervlakte per uur.

OPMERKING 1 Drukloze systemen zijn niet ontworpen om door inwendige druk te worden belast. Voor beproeving van (nieuw aangelegd) leidingwerk wordt soms een proefdruk van 0,05 MPa (5 m waterkolom) gehanteerd.

Voor leidingen in of nabij waterstaatswerken, die moeten voldoen aan de eisen van NEN 3651, is de te hanteren beproevingsdruk aangegeven in 11.3.2 van NEN 3651.

OPMERKING 2 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.

NEN 3650-5:2020 (gietijzer), § 9.5 'Beproeving'

Met een hydrostatische beproeving moet worden aangetoond dat de gehele leiding voldoet (zie ook 9.16 van NEN 3650-1).

Voor de beproevingsdruk geldt: $p_t = 1,5 \times p_d$ en $p_t \geq 0,4$

OPMERKING De hierboven aangegeven waarde van p_t voldoet tevens aan de eis voor de beproevingsdruk $p_{t,k}$ volgens 11.4.3 van NEN 3651.

Voor elk van de in het leidingsysteem ingebouwde gietijzeren leidingelementen moet tevens worden voldaan aan:

$$PEA = PMA + 0,5 \text{ MPa} \geq p_t$$

NEN 3651:2000, § 11.3.2 'Beproeving' (beton)

Een kruisingssectie met doorgelaste plaatstalen kernbuizen moet separaat op sterkte worden beproefd (zie 9.7.1). De te hanteren sterktebeproevingdruk $p_{t,k}$ is groot:

$$p_{t,k} = 1,5 \times p_d \text{ en } p_{t,k} \geq 0,4 \text{ MPa (zie tabel 8)}$$

Geadviseerd wordt om de stabilisatieperiode lang genoeg te nemen zodat de cementbekleding op de plaatstalen kern nagenoeg geen lucht meer bevat.

Een leidingsectie binnen de veiligheidszone van niet-trekvast buiselementen evenwijdig aan een waterstaatswerk of kruisend met een weg (zie 8.2.2) hoeft niet separaat te worden beproefd maar mag worden meegenomen met de beproeving van de gehele leiding.

NEN 3651:2000, § 11.4.3 'Beproeving' (gietijzer)

Een kruisingssectie met trekvast nodulair gietijzeren buizen moet separaat worden beproefd (zie 9.7.1). De te hanteren sterktebeproevingdruk $p_{t,k}$ is groot:

$$p_{t,k} = 1,5 \times p_d \text{ en } p_{t,k} \geq 0,4 \text{ MPa (zie tabel 8)}$$

Een leidingsectie binnen de veiligheidszone van niet-trekvast buiselementen evenwijdig aan een waterstaatswerk of kruisend met een weg (zie 8.2.3) hoeft niet separaat te worden beproefd, maar mag worden meegenomen met de beproeving van de gehele leiding.

Bijlage X Voorbeeld van het spreadsheet

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 tabel	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		#NA	#NA	-	-	#NA
Leidingdeel 5	0		#NA	#NA	-	-	#NA
Leidingdeel 6	0		#NA	#NA	-	-	#NA
Leidingdeel 7	0		#NA	#NA	-	-	#NA
Leidingdeel 8	0		#NA	#NA	-	-	#NA
Leidingdeel 9	0		#NA	#NA	-	-	#NA
Leidingdeel 10	0		#NA	#NA	-	-	#NA
Totale lengte (m)	707.83	meter					
Totale inhoud (liter)	137541	liter					
Drukval (kPa)	200	kPa		Δ V elastisch (liter)	27.66	liter	
Δ V (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 (mm ²)					0.35	mm ²	
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 (m ³ /jaar)					80000000	m ³ /jaar	
Lengte leidingnet jaarverslag (km)					1000	km	
verlies m ³ /jaar per m					2.40	m ³ /jaar/m	
Verlies per jaar in betrokken sectie bij bedrijfsdruk 400 kPa (m ³)							
Opening in lekken in sectie (mm ²)					1.90	mm ²	
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	
Δ V (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 roze 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 6,7 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 etc.). 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.