



Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen

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

KWR 2010.094
December 2010

Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen

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

KWR 2010.094
December 2010

© 2010 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.

Colofon

Titel

Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen; *Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 805:2000)*

Projectnummer

A308451.002

Onderzoeksprogramma('s)**Projectmanager**

drs. P.G.G. Slaats

Opdrachtgever

Platform Bedrijfsvoering

Kwaliteitsborger

dr. ir. J.H.G. Vreeburg

Auteurs

ing. M.A. Meerkerk en ing. G.A.M. Mesman

Verzonden aan

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

Voorwoord

Doel

Dit document is de richtlijn voor het ontwerp, de aanleg en het beheer van openbare drinkwaterleidingnetten¹ in Nederland.

Status richtlijn

De onderhavige richtlijn geeft voor de Nederlandse omstandigheden nadere invulling aan de eisen van de Europese norm NEN-EN 805:2000 voor leidingnetten. Door middel van een brief van 21 januari 2004 van VEWIN is de definitieve versie van de eerste editie van de richtlijn 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 alsmede 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 richtlijn ('de eisen die minimaal aan een drinkwaterleidingsysteem worden gesteld in lijn met de Europese regelgeving' lijkt hiermee voldoende te zijn geschetst.

Een willekeurige 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 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.'

NEN-EN 805

Bij het opstellen van de richtlijn is NEN-EN 805:2000 als basisdocument gehanteerd. Dezelfde hoofdstukindeling als van NEN-EN 805:2000 is in de richtlijn gebruikt. Voor veel hoofdstukken komt de verdere onderverdeling ook overeen met de norm.

Eisen voor ruwwatertransport, reinwateropslag, pompstations en alle faciliteiten die daarbij nodig zijn, die wel in NEN-EN 805 zijn opgenomen, zijn niet in deze richtlijn opgenomen. De richtlijn behandelt uitsluitend leidingnetten.

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

¹ 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 ontwerp-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.

Belangrijkste wijzigingen

De definitieve versie van de eerste editie van de 'Richtlijn Drinkwaterleidingen buiten gebouwen; *Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 805:2000)*' dateert van januari 2004. Nadat daarmee ongeveer 5 jaar door de Nederlandse drinkwaterbedrijven is gewerkt, is de richtlijn in 2010 geactualiseerd. Voor wat betreft de belangrijkste wijzigingen in deze tweede editie ten opzichte van de eerste kan het volgende worden opgemerkt.

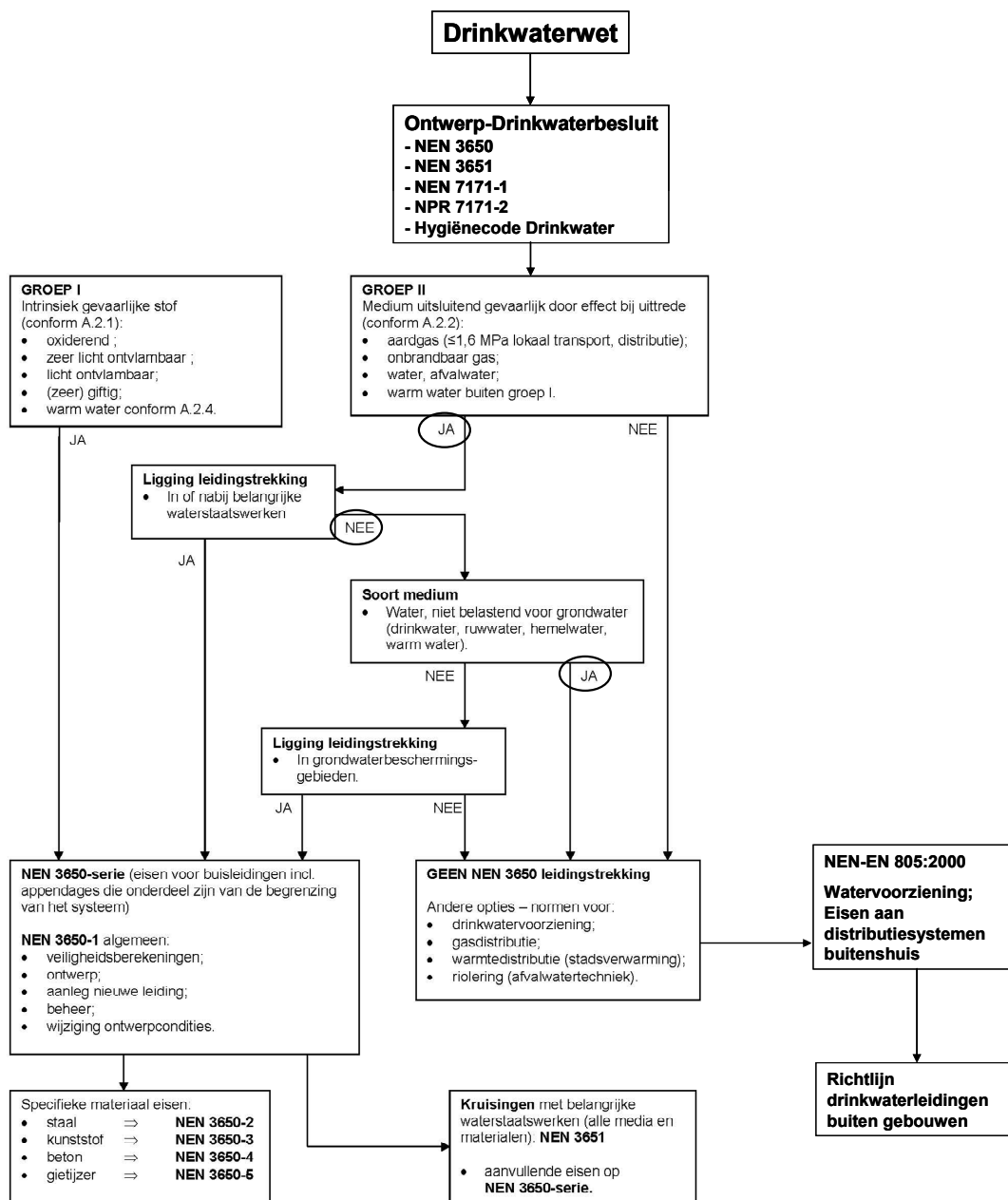
De eerste editie van de richtlijn volgde de opzet van de Europese norm NEN-EN 805 'Watervoorziening; Eisen aan distributiesystemen buitenshuis'. Bij de actualisering is gebleken dat die opzet destijds niet in alle gevallen en consequent was overgenomen. Dat is 'gecorrigeerd', zodat deze tweede editie qua opzet volledig overeenkomt met de Europese norm. Dat 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.

De richtlijn is volledig geactualiseerd ten aanzien van normen en literatuur. De definities in hoofdstuk 3 zijn zo nodig bijgesteld en gecompleteerd. De hoofdstukken 8 'Ontwerp' en 14 'Bedrijfsvoering' zijn vrijwel volledig herzien. De inhoud van hoofdstuk 7 'Sanering' is weggelaten en de inhoudelijke aspecten van dat hoofdstuk maken nu onderdeel uit van hoofdstuk 14. Ook het hoofdstuk over de aanleg van leidingen (hoofdstuk 10) is bijgesteld op grond van zowel de huidige als de binnen afzienbare tijd van kracht wordende wet- en regelgeving (zie onder). Tevens is de van kracht geworden 'Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten' (WION of 'Grondroedersregeling') verwerkt in de richtlijn. Hoofdstuk 12 'Desinfectie' is volledig in lijn gebracht met de in 2009/2010 geactualiseerde 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*'.

De bijlagen zoals die aanwezig waren in de eerste editie van de richtlijn zijn verwijderd. In de onderhavige editie wordt gebruikgemaakt van verwijzingen naar andere documenten of is de tekst van de oorspronkelijke bijlage geïntegreerd in de hoofdtekst.

NEN 3650 en NEN 3651, inclusief NEN-EN 805

Het ontwerp-Drinkwaterbesluit [17] verwijst expliciet naar een aantal privaatrechtelijke documenten. In Artikel 21 'aanleg en herstel transport- en distributienet' gebeurt dat voor de normen NEN 3650, NEN 3651, NEN 7171-1 en NPR 7171-2, en voor de 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*' [14] die ook in deze richtlijn worden genoemd. In tegenstelling tot vrijwillige normen (zie boven) moeten dergelijke documenten als 'verbindend' worden beschouwd. Omdat de NEN-EN 805 niet in het ontwerp-Drinkwaterbesluit wordt genoemd prevaleren genoemde documenten qua regelgeving dus ten opzichte van deze NEN-EN-norm en de schematische weergave volgens figuur 1 uit NEN 3650-1 (zie onder) dient te worden gehanteerd als vertrekpunt voor de regelgeving van 'buisleidingssystemen'. Het medium drinkwater behoort daarbij tot 'groep II'. Drinkwaterleidingen buiten belangrijke waterstaatwerken vallen volgens dat schema niet onder de NEN 3650 zodat daarvoor de NEN-EN 805 en de onderhavige richtlijn in die gevallen van toepassing zijn. De aanbevelingen in deze richtlijn 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 parallellegging aan belangrijke waterstaatswerken. De norm NEN 3651:2003 (die als aanvulling op de NEN 3650-serie is geschreven) is in dat geval volgens het onderstaande schema van toepassing.



Figuur 1 Figuur 1 'Stroomschema groepsindeling en normen' uit NEN 3650-1:2003, uitgebreid met de Drinkwaterwet, het ontwerp-Drinkwaterbesluit, de NEN-EN 805 en de onderhavige richtlijn.

Uitgever

De eerste editie van de richtlijn van 11 december 2003 is opgesteld door Tebodin in opdracht van en onder verantwoordelijkheid van VEWIN, en ook uitgegeven door VEWIN (inmiddels Vewin geheten). In opdracht van het Platform Bedrijfsvoering (waarin de Nederlandse drinkwaterbedrijven zijn vertegenwoordigd) is het document in 2010 met toestemming van Vewin geactualiseerd en uitgegeven door KWR Watercycle Research Institute. De actualisering is uitgevoerd met begeleiding van een projectgroep vanuit de drinkwaterbedrijven (alfabetische volgorde):

- Dhr. J.P.J. (Hans) Berghmans (WML, agendalid);
- Dhr. A.J.C.M. (Albert) Clement (Waternet);
- Dhr. R.A.G.T. (Roel) Diemel (Brabant Water, agendalid);
- Dhr. R.J. (Rob) Geers (Dunea);
- Dhr. P. (Peter) Horst (PWN);
- Dhr. H.J. (Henk) Mast (Waterbedrijf Groningen);
- Dhr. M.A. (Martin) Meerkerk (KWR);
- Dhr. G.A.M. (George) Mesman (KWR);
- Dhr. S.W. (Siegfried) Scheffler (Evides, agendalid);
- Dhr. H.J. (Joop) Suelmann (WMD);
- Dhr. H.M. (Harry) Vaartjes (Vitens).

Beheer van de richtlijn

Commentaar of opmerkingen betreffende de inhoud van deze richtlijn kunnen per e-mail verzonden worden aan KWR Watercycle Research Institute: martin.meerkerk@kwrwater.nl.

Inhoud

Voorwoord	1
Inhoud	5
1 Scope/Onderwerp	11
2 Normative references/Normatieve verwijzingen	13
3 Definitions/Termen en definities	17
3.1 Pressures/Drukken	17
3.1.1 Allowable maximum operating pressure (PMA)/toelaatbare maximale bedrijfsdruk van een leidingelement	17
3.1.2 Allowable operating pressure (PFA)/toelaatbare bedrijfsdruk van een leidingelement	17
3.1.3 Allowable site test pressure (PEA)/toelaatbare beproevingsdruk van een gemonteerde leidingelement	17
3.1.4 Design pressure(DP)/ontwerpdruk	17
3.1.5 Maximum design pressure (MDP)/maximale ontwerpdruk	17
3.1.6 Operating pressure (OP)/bedrijfsdruk	17
3.1.7 Pressure zones/drukzones	17
3.1.8 Service pressure(SP)/afleverdruk	18
3.1.9 Surge/drukfluctuaties ten gevolge van waterslagverschijnselen	18
3.1.10 System test pressure (STP)/leidingnet beproevingsdruk	18
3.2 System/Leidingnet	18
3.2.1 Gravity system/Zwaartekracht systeem	18
3.2.2 Local main/Tertiaire of vertakte distributieleiding	18
3.2.3 Potable water/Drinkwater	18
3.2.4 Principal main/Secundaire of vermaasde distributieleiding	18
3.2.5 Pumped and gravity system/Druk en zwaartekracht systeem	18
3.2.6 Pumping station/Pompstation	18
3.2.7 Pumped system/Pompsysteem	18
3.2.8 Reservoir/Water reservoir	18
3.2.9 Service pipe/Aansluitleiding	19
3.2.10 Service reservoir/Drinkwaterreservoir	19
3.2.11 Standby plant	19
3.2.12 Trunk main/Primaire of transportleiding	19
3.2.13 Water distribution system/Leidingnet	19
3.2.14 Drinkwaterinstallatie	19
3.2.15 Watermeter (ook wel 'meetinrichting')	19
3.2.16 Leidingsectie	19
3.3 Components/Leidingelementen	19
3.3.1 Accessories/Appendage	19
3.3.2 Adjustable joint/Beweegbaar E-stuk	19
3.3.3 Coating/Coating	19
3.3.4 Ferrule/Dienstkraan	19
3.3.5 Fitting/Fitting, hulpstuk	20
3.3.6 Flexible joint/Flexibele verbinding	20
3.3.7 Flexible pipe/Flexibele buis	20
3.3.8 Joint/Verbinding	20

3.3.9	Lining/Liner	20
3.3.10	Pipe/Buis	20
3.3.11	Pipe barrel/Buisdeel	20
3.3.12	Rigid joint/Starre verbinding	20
3.3.13	Rigid pipe/Tangentieel stijve buis	20
3.3.14	Semi-rigid pipe/Tangentieel slappe buis	20
3.3.15	Valve/Kraan (typen)	20
3.4	Diameters/Middellijnen	20
3.4.1	External diameter (OD)/Uitwendige middellijn	20
3.4.2	Internal diameter (ID)/Inwendige middellijn	21
3.4.3	Nominal size (DN/ID or DN/OD)/Nominale middellijn (DN)	21
3.5	Installation/Aanleg	21
3.5.1	Aggressive soil/Agressieve bodem of grond	21
3.5.2	Cathodic protection/Kathodische bescherming	21
3.5.3	Contaminated soil/Verontreinigde bodem	21
3.5.4	Depth of cover/Gronddekking	21
3.6	Hydraulic design/Hydraulisch ontwerp	21
3.6.1	Back flow/Terugstroming	21
3.6.2	Equivalent length/Equivalente lengte	21
3.6.3	Peak flow factor/Piek volumestroom factor	21
3.6.4	Water demand/Waterverbruik	21
3.7	Structural design/Structureel ontwerp	21
3.7.1	Bedding reaction angle/Opleghoek	21
3.7.2	Ring stiffness/Ringstijfheid	21
3.7.3	Ultimate load/Bezwijkdraagvermogen	21
3.7.4	Deflectie	22
4	Application of standards and regulations/Symbolen en afkortingen	23
4.1	Symbolen	23
4.2	Afkortingen	23
5	Requirements for water supply systems/Eisen aan leidingnetten	25
5.1	Water quality/Waterkwaliteit	25
5.1.1	General/Algemeen	25
5.1.2	Materials/Materialen	25
5.1.3	Prevention of back flow/Terugstromen voorkomen	26
5.1.4	Stagnation/Stilstand	26
5.1.5	Cross-connections with other systems/Verbindingen met andere leidingnetten	26
5.2	Design life/Ontwerplevensduur	27
5.3	Demand for water/Watervraag	27
5.3.1	Water demand estimates/Schatting waterverbruik	27
5.3.2	Water for fire fighting/Water voor brandbestrijding	27
5.3.2.1	Brandkranen	27
5.3.2.2	Sprinklerinstallaties	27
5.4	System security/Leidingnetbeveiliging	27
6	Service objectives/ Randvoorwaarden voor levering	29
7	Rehabilitation/Sanering	31

8	Design/Ontwerp leidingnet	33
8.1	Design objectives/Doel ontwerp	33
8.2	Peak flow factors/Piek volumestroom factoren	33
8.3	Hydraulic design/Hydraulisch ontwerp	34
8.3.1	Sizing/Diameterkeuze	34
8.3.2	Mains/leidingen	35
8.3.2.1	General/Algemeen	35
8.3.2.2	Hydraulic roughness value/Wandruwheid leidingen (k-waarde)	35
8.3.2.3	Flow velocities/Stroomsnelheden	35
8.3.2.4	Local mains/Tertiaire leidingnet	36
8.3.3	Network analysis/Leidingnetberekeningen	36
8.3.4	Service pipes/Aansluitleidingen	36
8.3.4.1	Domestic consumers/Huishoudelijke aansluitingen	36
8.3.4.2	Non domestic consumers/Niet-huishoudelijke aansluitingen	37
8.3.4.3	Fire fighting/Bluswater	37
8.4	Structural design/Sterktetechnisch ontwerp	37
8.4.1	Internal forces/Inwendige belastingen	37
8.4.2	External forces/Uitwendige belastingen	38
8.4.3	Temperature range/Temperatuurbelasting	38
8.4.4	Unbalanced thrust/Spatkracht	38
8.4.5	Design requirements/Ontwerpeisen	39
8.4.6	Unforeseen ground conditions/Onvoorziene bodemomstandigheden	39
8.5	System layout/Opbouw leidingnet	39
8.5.1	Types of system configurations/Configuratie leidingnet	40
8.5.1.1	Configuratie primaire leidingen	40
8.5.1.2	Configuratie secundaire leidingen	40
8.5.1.3	Configuratie tertiaire leidingen	40
8.5.2	Service pipes/Aansluitleidingen	40
8.5.3	Valves/Appendages	41
8.5.3.1	Entry and release of air/Be- en ontluchting	41
8.5.3.2	Draining/Spuien	41
8.5.3.3	Isolation/Isoleren van leidingsecties	41
8.5.3.4	Hydrants/Brandkranen	41
8.5.4	Surge limiting equipment/Maatregelen tegen drukfluctuaties ten gevolge van waterslagverschijnselen	42
8.6	Protection against aggressive environment/Agressief milieu	42
8.7	Reservoirs/Reservoirs	42
8.8	Pumping stations/Pompstations	42
8.9	Documentation/Documentatie	42
9	General requirements for product standards/Normatieve eisen aan leidingelementen	43
9.1	General/Algemeen, functionele eisen	43
9.2	Materials/Eisen aan materialen	45
9.3	Dimensions/Afmetingen	45
9.3.1	Nominal sizes/Nominale maat	45
9.3.2	Internal diameters/Inwendige middellijn	45
9.3.3	Length and wall thickness/Lengte en wanddikte	45
9.3.4	Geometry of pipes, fittings and valves/Vorm van leidingen, fittingen en appendages	45

9.3.5	Internal surface/Inwendig oppervlak	46
9.3.6	Appearance and soundness/Aanzicht en voorkomen	46
9.4	Structural design/Ontwerpeisen en leidingelementen	46
9.5	Mechanical requirements/Mechanische eisen	46
9.5.1	Circumferential resistance/Sterkte in omtreksrichting	46
9.5.2	Longitudinal resistance/Sterkte in langsrichting	46
9.6	Water tightness/Waterdichtheid	46
9.7	Joints/Verbindingen	47
9.7.1	General/Algemeen	47
9.7.2	Rigid joints	47
9.7.3	Adjustable joints/Hoekverdraaiing	47
9.7.4	Flexible joints/Flexibele koppelingen	48
9.8	Protective measures/Beschermende maatregelen	48
9.9	Durability/Duurzaamheid	49
9.10	Test methods/Keuringsmethoden	49
9.10.1	General/Algemeen	49
9.10.2	Measurement of diameter and wall thickness/Middellijn en wanddikte	49
9.10.2.1	Internal diameter/Inwendige middellijn	49
9.10.2.2	External diameter/Uitwendige middellijn	49
9.10.2.3	Wall thickness/Wanddikte	49
9.10.3	Measurement of deviation from straightness of barrel/Rechtheid van de leiding	49
9.10.4	Measurement of deviation from squareness of components ends/Afwijking van de haaksheid van buiseinden	49
9.10.5	Longitudinal resistance test for pipes/Buigstijfheid van buizen	49
9.10.6	Crushing test for pipes with rigid behaviour/Omtrek breuksterkte van stijve buizen	50
9.10.7	Ring stiffness test for pipes with flexible behaviour/Ringstijfheid van flexibele buizen	50
9.10.8	Pressure tests/Beproeving op inwendige druk	50
9.10.8.1	Tests for pipes/Buizen	50
9.10.8.2	Tests for joints/Koppelingen	50
9.10.8.3	Tests for fittings, accessories, valves and other components/Fittingen, toebehoren, afsluiters en andere leidingelementen	51
9.11	Interconnection of products/Koppelen van elementen	51
9.12	Quality control/Kwaliteitscontrole	51
9.13	Marking/Markering	51
10	Installation/Aanleg	53
10.1	General requirements/Algemene eisen	53
10.1.1	Qualifications/Kwalificaties	53
10.1.2	Rules for the execution of construction work/Voorschriften voor de uitvoering van het werk	53
10.1.3	Transport and storage of pipeline components/Transport en opslag van leidingelementen	55
10.1.4	Health and safety/Veiligheid en gezondheid	55
10.1.4.1	General requirements	55
10.1.4.2	Installation requirements	55
10.2	Pipe trenches/Sleuven	55
10.2.1	Construction of pipe trenches; working space/Graven van sleuven; werkruimte	55
10.2.2	Depth of cover/Gronddekking	56
10.2.3	Bedding/Inbedden	56

10.2.4	Sleufloze technieken	57
10.3	Installation of pipeline components/Aanleg van leidingelementen	57
10.3.1	Distances from underground installations/Afstanden tot ondergrondse constructies	57
10.3.2	Protection of pipelines against contamination/Bescherming van leidingen tegen verontreiniging	58
10.3.3	Installation of valves, fittings and other components/Installatie van afsluiters, fittingen en andere leidingelementen	58
10.3.4	Connection to structures/Aansluitingen op bouwwerken	59
10.3.5	Precautions against flotation/Maatregelen tegen opdrijven	59
10.4	Pipe joints/Leidingverbindingen	60
10.4.1	General requirements/Algemene eisen	60
10.4.2	Unrestrained joints/Niet-trekvaste verbindingen	60
10.4.3	Restrained joints/Trekvaste verbindingen	60
10.4.4	Welded joints/Lasverbindingen	60
10.4.5	Lubricants for joints/Glijmiddelen voor koppelingen	60
10.5	Protection against corrosion and contamination/Bescherming tegen corrosie en verontreiniging	61
10.5.1	External protection/Uitwendige bescherming	61
10.5.1.1	General requirements/Algemene eisen	61
10.5.1.2	Inspection and testing of anticorrosive external coatings/Inspectie en beproeving van uitwendige anticorrosie bekledingen	61
10.5.2	Internal protection/Inwendige bescherming	61
10.6	Embedment and main backfill/Sleufaanvulling en topaanvulling	61
10.6.1	General/Algemeen	61
10.6.2	Selected material for the embedment/Geschikte materialen voor sleufaanvulling	62
10.6.3	Execution of the embedment/Uitvoering van de sleufaanvulling	62
10.6.4	Execution of the main backfill/Uitvoering van de topvulling	63
10.6.5	Control of the degree of compaction/Controleren van de verdichtingsgraad	63
10.6.6	Diametral deflection of flexible pipes after installation/Deflectie van tangentieel flexibele leidingen na aanleg	63
10.7	Record of tests during installation/Documentatie van beproevingen tijdens aanleg	63
11	Testing of pipelines/Beproeving van leidingen	65
11.1	General requirements/Algemeen	65
11.2	Safety/Veiligheid	65
11.2.1	Equipment and clothing/Apparatuur en kleding	65
11.2.2	Excavations/Uitgravingen	65
11.2.3	Filling and testing/Vullen en beproeven	65
11.3	Pressure test/Hydrostatische drukbeproeving	65
11.3.1	Preparations/Voorbereiding	65
11.3.1.1	Backfilling and anchorage/ Aanvullen en verankeren	65
11.3.1.2	Selection and filling of the test section/Te beproeven sectie	66
11.3.2	Test pressure/Beproevingdruk	66
11.3.3	Testing procedure/Beproevingprocedure	66
11.3.3.1	General requirements/Algemene eisen	66
11.3.3.2	Preliminary test/Voorlopige beproeving	67
11.3.3.3	Pressure drop test/Drukverlies beproeving	67
11.3.3.4	Main pressure test/Eindbeproeving	67
11.3.3.5	Final system test/ Separaat beproefde secties	69
11.3.4	Recording test results/Documentatie van de testresultaten	69

12	Disinfection/Desinfectie	71
12.1	General/Algemeen	71
12.2	Preparation for disinfection/Vorbereiding voor desinfectie	71
12.2.1	General requirements/Algemene eisen	71
12.2.2	Disinfection equipment/Desinfectieapparatuur	71
12.3	Selection of disinfectant/Keuze van het desinfectiemiddel	71
12.4	Disinfection procedures/Desinfectieprocedures	71
12.4.1	General requirements/Algemene eisen	71
12.4.2	Flushing procedure/Spuiprocedure	71
12.4.3	Static procedure/Statische procedure	71
12.4.4	Dynamic procedure/Dynamische procedure	72
12.5	Microbiological clearance and reporting/Microbiologische goedkeuring en verslaglegging	72
13	Additional requirements/Opleveringsdocumenten	73
14	Operation/Bedrijfsvoering	75
14.1	Inspection and monitoring/Inspectie en bewaking	75
14.1.1	Identificatie verstoringen	75
14.1.2	Identificatie waterverliezen	75
14.1.3	Functioneren appendages	76
14.1.4	Bewaking druk en volumestroom	78
14.1.5	Bewaking grootte van de waterverliezen	78
14.1.6	Bewaking van belasting op leidingen	78
14.1.7	Bedreigingen van de functionaliteit van het leidingnet	78
14.2	Maintenance/Beheer	79
14.2.1	Storingsregistratie	79
14.2.2	Inspectie van leidingen	79
14.2.3	Schoonmaken	79
14.2.4	Conditiebepaling	80
14.2.5	Saneren leidingnet	81
14.2.6	Werkzaamheden derden nabij het leidingnet	81
14.2.7	Externe effecten	81
14.3	Bijzondere situaties	81
14.3.1	Drinkwaterbuizen van asbestcement	81
14.3.2	Aarding	82
14.3.3	Tijdelijke leidingen	82
14.3.4	Keerклеppen	82
15	Updating of documentation/Wijzigen van documentatie	83
16	Literatuur	85

1 Scope/Onderwerp

Deze richtlijn beschrijft algemene eisen voor leidingnetten buiten gebouwen; primaire of transportleidingen, secundaire of vermaasde distributieleidingen, tertiaire of vertakte distributieleidingen en aansluitleidingen, inclusief de nodige appendages. De eisen uit deze richtlijn hebben betrekking op:

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

Opmerkingen

De scope van de richtlijn is beperkt tot leidingnetten. Er zijn geen eisen opgenomen voor opslagreservoirs, ruwwater transportleidingen of faciliteiten die daarbij horen.

Waterbehandelings- en waterwinningsinstallaties, opslagfaciliteiten en pompstations vallen buiten de werkingssfeer van deze richtlijn. Voor systemen voor de opslag van drinkwater wordt verwezen naar de norm NEN-EN 1508:1998 'Drinkwatervoorziening; Eisen voor systemen en onderdelen voor de opslag van water'.

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

2 Normative references/Normatieve verwijzingen

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

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...
NEN 1006:2002/ A2:2008	Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties (AVWI-2002)	De norm geeft de eisen waaraan een leidingwaterinstallatie moet voldoen uit het oogpunt van volksgezondheid, veiligheid en doelmatigheid. De norm is bedoeld om te worden toegepast voor elke nieuw aan te leggen leidingwaterinstallatie en voor uitbreidingen, wijzigingen, gehele of gedeeltelijke vernieuwingen, herstellingen en onderhoud van een bestaande leidingwaterinstallatie.
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.
NPR-CEN/TR 1295-2:2005 en	Statische berekeningen van buitenriolering 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).
CEN/TR 1295-3:2007 en	Statische berekeningen van buitenriolering en waterleidingen buiten gebouwen onder verschillende belastingsomstandigheden - Deel 3: Algemene methode	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.
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,
NEN-EN 1717:2000	Bescherming tegen verontreiniging van drinkwater in waterinstallaties en algemene eisen voor inrichtingen ter voorkoming van verontreiniging door terugstroming	Deals with the means to be used to prevent the pollution of potable water inside premises and the general requirements of protection devices to avoid pollution by backflow. The hygiene protection specifications of this standard are applicable to all the standards for systems or appliances connected to the private supply system for water intended for human consumption.
NEN 3650 (serie)	Eisen voor buisleidingsystemen	Geeft de algemene eisen, die worden gesteld aan het ontwerp, de aanleg, de bedrijfsvoering en bedrijfsbeëindiging van buisleidingsystemen en de daarop betrekking hebbende aspecten ten aanzien van veiligheid voor mens, milieu en goederen.
NEN 3650-1	Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 1: Algemeen: <ul style="list-style-type: none"> • Katern 1: Hoofdstuk 1 t.m. 7; • Katern 2: Hoofdstuk 8 en 9; • Katern 3: Hoofdstuk 10 en 11 en bijlagen A en B; 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Katern 4: Bijlage C; • Katern 5: Bijlagen D en E; • Katern 6: Bijlagen F t.m. K en Bibliografie. 	
NEN 3650-2 + A1 d.d. 1 augustus 2006	Eisen voor buisleidingsystemen - Deel 2: Staal – Katern 1 tot en met 6	
NEN 3650-3 d.d. 1 december 2004	Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 3: Kunststoffen	
NEN 3650-4 d.d. 1 december 2004 en correctieblad NEN 3650-4/C1 d.d. 1 januari 2006	Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 4: Beton	
NEN 3650-5 d.d. 1 december 2004 en correctieblad NEN 3650-5/C2 d.d. 1 januari 2007	Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 5: Gietijzer	
NEN 3651	<p>Eisen voor leidingsystemen Aanvullende eisen voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatswerken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Katern 1: Hoofdstuk 1 t.m. 7' d.d. 1 juli 2003; • Katern 2: Hoofdstuk 8, 9 en 10' d.d. 1 juli 2003; • Katern 3: Hoofdstuk 11, bijlagen A t.m. E en bibliografie' d.d. 1 juli 2003; • NEN 3651/A1 'Aanvullende eisen voor katern 1, 2 en' d.d. 1 augustus 2006. 	Is van toepassing op kruisingen van buisleidingen met belangrijke waterstaatswerken of parallelligging daaraan. De eisen in deze norm zijn aanvullend op de eisen in de NEN 3650 normenserie. In 6.5 van NEN 3650-1:2002 is de relatie tussen de norm en NEN 3650-serie vastgelegd. In figuur 1 is de relatie schematisch weergegeven. De norm geldt ongeacht het medium voor alle typen nieuw aan te leggen buisleidingen.
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...
NPR 7171-2:2009 ²	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 7200:2004	Kunststofleidingen voor het transport van gas, drinkwater en afvalwater - Stuiklassen van buizen en hulpstukken van PE 63, PE 80 en PE 100	Deze norm geeft eisen voor het vervaardigen en beoordelen van stuiklasverbindingen in buizen en hulpstukken van polyetheen (PE 63, PE 80 en PE 100) alsmede eisen aan de lasapparatuur en de naspeurbaarheid. De norm is van toepassing op de lasapparatuur voor het vervaardigen van stuiklasverbindingen en op de stuiklasverbindingen in buizen en hulpstukken van polyetheen (PE) met een smeltindex (MFR 190/5)...
NTA 8000:2009 ³	Specificatie voor een risicomangementsysteem (RMS) voor risico's van	NTA 8000 geeft specifiek invulling aan de zorgplicht van de leidingexploitant voor het beheer van buisleidingen voor het vervoer van gevaarlijke stoffen. NTA 8000 bevat eisen voor

² In het ontwerp-Drinkwaterbesluit [17] wordt deze norm abusievelijk aangeduid als 'NEN 7171-2'.

³ Deze NTA heeft weliswaar geen betrekking op drinkwaterleidingen, maar geeft een nadere invulling van NEN 3650:2003 hoofdstuk 10 'Bedrijfsvoering en bedrijfsbeëindiging', met de bedoeling op termijn het genoemde hoofdstuk aan te passen.

	buisleidingsystemen voor het transport van gevaarlijke stoffen in de beheerfase	een risicomanagementsysteem om tijdens de bedrijfsvoering en bedrijfsbeëindiging van buisleidingssystemen incidenten te voorkomen waarbij een gevaarlijke stof of stof onder hoge druk is betrokken en voor het beheersen van...
NEN-EN-ISO 9001:2008 + C1:2009	Kwaliteitsmanagementsystemen - Eisen	ISO 9001 bevat eisen voor een kwaliteitsmanagementsysteem waarmee u uw klanttevredenheid verhoogt. ISO 9001 wordt door interne en externe partijen (zoals certificatie-instellingen) gebruikt om te beoordelen of de organisatie in staat is te voldoen aan eisen van klanten, wet- en regelgeving en de eigen eisen van de organisatie. Op basis van ISO 9001 kan een certificaat worden behaald.
NEN-EN 12732:2010 Ontw.	Gasinfrastructuur - Lassen van stalen leidingen - Functionele eisen	This European Standard contains requirements for the production and testing of weld joints for the installation and modification of onshore steel pipelines and pipework used in gas supply systems, 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, where - the pipeline elements are made of unalloyed...
NEN-EN-ISO 14001:2004	Milieumanagementsystemen - Eisen met richtlijnen voor gebruik	ISO 14001 beschrijft de eisen waaraan een milieumanagementsysteem moet voldoen. Op basis van ISO 14001 wordt gecertificeerd. Toepassing van ISO 14001 leidt tot een goede naleving van wet- en regelgeving en verbetering van milieuprestaties.
NEN-EN-ISO/IEC 17021:2006	Conformiteitsbeoordeling - Eisen voor instellingen die audits en certificatie van managementsystemen uitvoeren	This International Standard contains principles and requirements for the competence, consistency and impartiality of the audit and certification of management systems of all types (e.g. quality management systems or environmental management systems) and for bodies providing these activities. Certification bodies operating to this International Standard need not offer all types of management system.
NEN-EN-ISO 19458:2007	Water - Monsterneming voor microbiologisch onderzoek	This International Standard provides guidance on planning water sampling regimes, on sampling procedures for microbiological analysis and on transport, handling and storage of samples until analysis begins. It focuses on sampling for microbiological investigations. General information in respect to the sampling from distinct water bodies is given in the respective parts of ISO 5667.
NEN-EN 45011:1998	Algemene eisen voor instellingen die productcertificatie-systemen uitvoeren	Schrijft algemene eisen voor waaraan een derde-partij-instelling die een productcertificatiesysteem beheert, moet voldoen om als bekwaam en betrouwbaar te worden erkend. In deze norm wordt met de term 'certificatie-instelling' elke instelling bedoeld die een productcertificatiesysteem beheert. Het woord 'product' wordt daarbij gebruikt in de ruimste zin en omvat ook processen en diensten.

3 Definitions/Termen en definities

3.1 Pressures/Drukken

Tabel 1 Overzicht benaming drukken. De drukken gelden ten opzichte van het maaiveld.

Afkorting 'Europese benaming'	Omschrijving	Relatie
DP ('design pressure')	Ontwerpdruk	Leidingnet gerelateerd
MDP ('maximum design pressure')	(Maximale) ontwerpdruk	
STP ('system test pressure')	Leidingnet beproevingsdruk	
PFA ('pression de fonctionnement admissible')	Toelaatbare bedrijfsdruk	Leidingelement gerelateerd
PMA ('pression maximale admissible')	Toelaatbare maximale bedrijfsdruk	
PEA ('pression d'épreuve admissible sur chantier')	Toelaatbare beproevingsdruk in gemonteerde situatie	
OP ('operating pressure')	Bedrijfsdruk	Leidingnet gerelateerd
SP ('service pressure')	Afleverdruk	

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

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

Maximale druk die een leidingelement tijdens continubedrijf moet kunnen weerstaan.

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

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

Maximale leidingnet bedrijfsdruk exclusief waterslagverschijnselen.

3.1.5 Maximum design pressure (MDP)/maximale ontwerpdruk

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

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

3.1.7 Pressure zones/drukzones

Gebieden met een bepaald drukregiem binnen een leidingnet.

3.1.8 Service pressure(SP)/afleverdruk

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

3.1.9 Surge/drukfluctuaties ten gevolge van waterslagverschijnselen

Snelle drukfluctuaties ten gevolge van snelheidsveranderingen over korte tijdsperioden.

3.1.10 System test pressure (STP)/leidingnet beproevingsdruk

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

3.2 System/Leidingnet

3.2.1 Gravity system/Zwaartekracht systeem

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

Leiding die aftakt van een secundaire of vermaasde distributieleiding en waarmee drinkwater verder wordt gedistribueerd naar de aansluitingen tot aan de aansluitleiding; vertakte structuur.

3.2.3 Potable water/Drinkwater

Water geschikt voor menselijke consumptie, zoals gedefinieerd in de Waterleidingwet [1].

3.2.4 Principal main/Secundaire of vermaasde distributieleiding

Leiding die aftakt van een primaire of transportleiding waarmee het drinkwater verder wordt gedistribueerd tot aan het tertiaire leidingnet; vermaasde structuur.

3.2.5 Pumped and gravity system/Druk en zwaartekracht systeem

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

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

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

3.2.8 Reservoir/Water reservoir

Opslagfaciliteit voor water.

3.2.9 Service pipe/Aansluitleiding

Verbinding tussen tertiaire leiding en drinkwaterinstallatie inclusief, meetinrichting en alle andere door het bedrijf in of aan die leiding aangebrachte apparatuur zoals dienstkranen en begrenzers.

3.2.10 Service reservoir/Drinkwaterreservoir

Reservoir behorend tot een drinkwaterinstallatie.

3.2.11 Standby plant

Voor Nederland niet van toepassing.

3.2.12 Trunk main/Primaire of transportleiding

Leiding die bron, behandelingsinstallatie, opslag en distributiegebieden met elkaar verbindt, doorgaans zonder aansluitingen naar afnemers.

3.2.13 Water distribution system/Leidingnet

Deel van het waterverzorgingsstelsel 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.

3.2.14 Drinkwaterinstallatie

De NEN 1006 definieert 'drinkwaterinstallatie' als een 'leidingwaterinstallatie voor de afname van drinkwater' en vervolgens 'leidingwaterinstallatie' als een '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.' Deze definities betekenen voor een drinkwaterinstallatie dus het geheel van in een perceel aanwezige binnenleidingen en de daarmee verbonden toestellen, de nodige meet- en regelinstrumenten vanaf de stopkraan/leegloopkraan.

3.2.15 Watermeter (ook wel 'meetinrichting')

Apparatuur bestemd voor het vaststellen van de leveringomvang, voor afrekening en voor controle van het verbruik.

3.2.16 Leidingsectie

Door middel van afsluiters van het leidingnet te isoleren leiding(en)- of afsluitersectie.

3.3 Components/Leidingelementen

3.3.1 Accessories/Appendage

Leidingelement zoals afsluiter, expansiestuk, pendelstuk, isolatiekoppeling, veiligheidstoestel (zoals bedoeld in NEN 1717:2000), drukregelaar, brandkraan en spuikraan.

3.3.2 Adjustable joint/Beweegbaar E-stuk

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

In- en uitwendig beschermingsstelsel van leidingmaterialen (buizen, hulpstukken en appendages (afsluiters en brandkranen)).

3.3.4 Ferrule/Dienstkraan

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

3.3.5 Fitting/Fitting, hulpstuk

Leidingslementen anders dan buizen, die verandering van richting, middellijn, aftak enzovoort van de leiding mogelijk maken, naast elementen als flensstukken, flens-spiestukken, blindflenzen, koppelingen enzovoort.

3.3.6 Flexible joint/Flexibele verbinding

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

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

Koppeling tussen leidingelementen.

3.3.9 Lining/Liner

Inwendige coating.

3.3.10 Pipe/Buis

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

3.3.11 Pipe barrel/Buisdeel

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

3.3.12 Rigid joint/Starre verbinding

Verbinding waarbij geen hoekverdraaiing mogelijk is.

3.3.13 Rigid pipe/Tangentieel stijve buis

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

3.3.14 Semi-rigid pipe/Tangentieel slappe buis

Tangentieel slappe buis ('rerounding effect').

3.3.15 Valve/Kraan (typen)

- afblaas of ontluichtingskraan: 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/Middellijnen

In de praktijk veelal met 'diameter' aangeduid.

3.4.1 External diameter (OD)/Uitwendige middellijn

Gemiddelde uitwendige middellijn van een buisdeel in elke dwarsdoorsnede.

3.4.2 Internal diameter (ID)/Inwendige middellijn

Gemiddelde inwendige middellijn van een buisdeel in elke dwarsdoorsnede.

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

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

3.5 Installation/Aanleg

3.5.1 Aggressive soil/Agressieve bodem of grond

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

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

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

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

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

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

De verhouding tussen piekvolumestroom en gemiddelde volumestroom in dezelfde periode.

3.6.4 Water demand/Waterverbruik

De geschatte hoeveelheid drinkwater per tijdseenheid.

3.7 Structural design/Structureel ontwerp

3.7.1 Bedding reaction angle/Opleghoek

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

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

3.7.3 Ultimate load/Bezwijkdraagvermogen

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

3.7.4 Deflectie

De vervorming of beweging van drinkwaterleidingen en mantelbuizen vanuit de oorspronkelijke positie als gevolg van belastingen en krachten.

4 Application of standards and regulations/Symbolen en afkortingen

4.1 Symbolen

Symbol	grootheid	eenheid
A	Axiale kracht	N
c	voortplantingssnelheid	m/s
D, D _i	inwendige middellijn	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
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	-

4.2 Afkortingen

AVSL	Aanbeveling tot het Voorkomen van Schade aan Leidingen
BEEL	Beoordeling Externe Effecten Leidingen
BRL	BeoordelingsRichtLijn
BTO	BedrijfsTakOnderzoek
CAVLAR	Criticality Analysis Valve Locations And Reliability
CE	Conformité Européenne
CPE	gechloreerd PolyEtheen
CROW	Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechiek
DN	Nominale middellijn in mm
DP	Ontwerpdruk leidingnet
EFTA	European Free Trade Association

EU	Europese Unie
ID	Inwendige middellijn in mm
IWA	International Water Association
GVE	GlasvezelVersterkt Epoxy
GPKL	Gemeentelijk Platform Kabels & Leidingen
GVK	Glasvezel versterkte kunststof
HDD	Horizontal Directed Drilling
KLIC	Kabels en Leidingen Informatie Centrum
KLO	Kabels- en LeidingenOverleg
MDP	Maximale ontwerpdruk leidingnet
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NIRG	Niet In Rekening Gebracht volume
OD	Uitwendige middellijn in mm
OLM	Ondermaatse LeveringsMinuten
OP	Bedrijfsdruk leidingnet
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(-U)	PolyVinylChloride ('Unhardened' of 'Unverweicht')
RKW	Regeling Kwaliteitsborging Watermeters
SIMDEUM	SIMulation of water Demand; an End-Use Model
STP	Drinkwaterleidingnet beproevingsdruk
SP	Afleverdruk
V&G	Veiligheid en Gezondheid
VRM	Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu
WION	Wet Informatie-uitwisseling Ondergrondse Netten

5 Requirements for water supply systems/Eisen aan leidingnetten

5.1 Water quality/Waterkwaliteit

5.1.1 General/Algemeen

De waterkwaliteit in leidingnetten moet voldoen aan de Waterleidingwet [1] en het Waterleidingbesluit [2]. Wet en besluit zijn gebaseerd op de Europese Drinkwaterrichtlijn van 1998 [3]. Medio 2009 is de Drinkwaterwet [16] als vervanger van de Waterleidingwet door de Eerste Kamer aangenomen. Aan het einde van 2009 is de Ministerraad akkoord gegaan met het ontwerp-Drinkwaterbesluit [17] als opvolger van het vigerende Waterleidingbesluit en is aan beide Kamers voorgelegd. De Drinkwaterwet heeft nog geen kracht van wet. Dat gebeurt pas als het Drinkwaterbesluit en de Ministeriële Regelingen gereed zijn. De huidige planning daarvoor is medio 2011.

Opmerking

Voor nadere informatie betreffende de relevante regelgeving in het wettelijke kader wordt verwezen naar bijlage A van NEN 1006:2002/A2:2008.

5.1.2 Materials/Materialen

Materialen en producten die in contact (kunnen) komen met drinkwater mogen volgens artikel 19 'zorgplicht' van het ontwerp-Drinkwaterbesluit [17] geen stoffen aan het water afgeven in hoeveelheden die schadelijk kunnen zijn voor de consument. Daartoe dienen die materialen en producten volgens artikel 20 'kwaliteitsverklaring' te voldoen aan de criteria die zijn vastgelegd in de 'Regeling materialen en chemicaliën leidingwatervoorziening' (gepubliceerd in de Staatscourant van 13 december 2002, nr. 241, pagina 25 [4] of een actuelere versie⁴). Dit betekent dat de toelatingsprocedure voor het verkrijgen van een kwaliteitsverklaring zoals is bedoeld in die Regeling (bijvoorbeeld een Kiwa-ATA) met positief gevolg dient te zijn afgerond.

Materialen of producten die zijn voorzien van een gelijkwaardige kwaliteitsverklaring⁵, afgegeven door bijvoorbeeld een buitenlandse geaccrediteerde instelling, mogen ook in Nederland worden toegepast.

Toelichting

Strikt genomen kan ook op een andere wijze dan door middel van een erkende kwaliteitsverklaring door een drinkwaterbedrijf aannemelijk worden gemaakt dat een materiaal of product niet schadelijk is voor de consument. Allereerst daarbij de vraag of een kwaliteitsverklaring al dan niet *vereist* is. In de toelichting van de Regeling [4] wordt daarvan gezegd dat het gebruik van een kwaliteitsverklaring niet (in juridische zin) *verplicht* is. Dit is in overeenstemming met artikel 17h, lid 1b van het Waterleidingbesluit [2], dat zegt dat voor de eigenaar van een drinkwaterbedrijf de mogelijkheid bestaat ook anders dan door middel van een kwaliteitsverklaring ten genoegen van de Minister aan te tonen dat de gebruikte producten geen nadelige gevolgen hebben voor de volksgezondheid (artikel 17g, lid 1b). De commissie die is belast met de uitvoering hiervan (lees: die de Minister adviseert of het gevraagde 'ten genoegen is aangetoond'), dient zich bij het opstellen van het advies aan de Minister te baseren op dezelfde criteria die gelden voor een erkende kwaliteitsverklaring.

Er zijn dus twee mogelijkheden om aan te tonen dat voldaan wordt aan artikel 17g lid1b: een erkende kwaliteitsverklaring (of gelijkwaardig) of als alternatief een procedure die dezelfde elementen bevat als de procedure die tot een erkende kwaliteitsverklaring leidt.

Het ligt niet voor de hand te veronderstellen dat drinkwaterbedrijven voor de laatstgenoemde route zullen kiezen, onder meer op grond van de overweging dat de (hoge) kosten van deze route voor

⁴ Publicatie van de herziening van deze Regeling wordt in de loop van 2010 verwacht.

⁵ Zulks ter beoordeling van de Minister van VROM (overeenkomstig de 'Regeling materialen en chemicaliën leidingwatervoorziening').

rekening van het bedrijf zullen zijn. De kosten verbonden met het verkrijgen van een kwaliteitsverklaring zijn in het algemeen voor rekening van de leverancier. Daar komt nog bij dat uitsluitend de (grondstof)leveranciers (van de producent) over de (vertrouwelijke) informatie beschikken die nodig is om tot een oordeel te komen. De drinkwaterbedrijven hebben in het algemeen geen toegang tot deze informatie.

Samengevat: de Minister biedt (daartoe gedwongen door Europese regelgeving) een alternatief voor de erkende kwaliteitsverklaring dat in de praktijk uitsluitend tegen aanzienlijke, zo niet buitensporige kosten en moeite realiseerbaar zal zijn.

De Kiwa-rapporten 'Materiaalkeuze van leidingsystemen' [9] en 'Evaluatie Keuzematrix Leidingmateriaal; Wordt voldoende rekening gehouden met ongelijkmatige zettingen?' [32] beschrijven een 'materiaalkeuzemodel'. Het gaat om een model dat op basis van expertkennis en een kostenmodel een uitspraak doet over de geschiktheid van een leidingmateriaal in bepaalde specifieke situaties.

5.1.3 Prevention of back flow/Terugstromen voorkomen

Ter plaatse van afleverpunten moeten voorzieningen worden aangebracht ter voorkoming van omkeren van stroomrichting van afgeleverd water. De eisen gesteld in NEN-EN 1717:2000 moeten daarbij in acht worden genomen.

Bijzondere afleverpunten in het leidingnet zijn brandkranen en spuikranen. Deze moeten zijn voorzien van voorzieningen die het terugstromen voorkomen. Brandkranen moeten zijn voorzien van een insluitbeveiliging.

5.1.4 Stagnation/Stilstand

Leidingnetten moeten zo worden ontworpen, aangelegd en bediend dat stilstaan van water wordt voorkomen en de kwaliteit van het afgeleverde leidingwater blijft voldoen aan de eisen van de Waterleidingwet.

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

- leidingeinden in tertiaire leidingen zonder regelmatige doorstroming door watergebruik;
- aansluitingen voor brandkranen;
- 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 middellijn zijn uitgevoerd.

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

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 met elkaar te koppelen, behalve wanneer het de bedoeling is stoffen in te brengen voor de kwaliteitsverbetering van het water.

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 voldoen niet als afdoende scheiding voor dit doel, behalve bij toepassing voor beluchters, ontluichters, spoelactiviteiten en brandkranen.

De eisen gesteld in NEN-EN 1717:2000 moeten in acht worden genomen.

5.2 Design life/Ontwerplevensduur

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

Sommige componenten zoals bewegende delen 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

Voor het leidingnetontwerp is het op basis van artikel 46 'prognose waterbehoefte' van het ontwerp-Drinkwaterbesluit [17] noodzakelijk de maximum waterbehoefte op jaar-, dag- en uurbasis van het voorzieningsgebied te kennen binnen de ontwerptermijn van het leidingnet in de vorm van een 'leveringsplan'. Hiervoor moet een prognose worden opgesteld op basis van historische data, inrichting van het gebied en vereiste overschrijdingskans.

5.3.2 Water for fire fighting/Water voor brandbestrijding

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. Indien de dimensionering van het leidingnet toereikend is om in bluswaterlevering te voorzien, kunnen brandkranen op het leidingnet worden geplaatst, waarbij de capaciteit, locatie en onderlinge afstand van de brandkranen in overleg met de brandweer worden vastgesteld. Indien de capaciteit van het leidingnet onvoldoende is voor het leveren van de gewenste hoeveelheid bluswater bepaalt het drinkwaterbedrijf in overleg met de brandweer of aanpassing van het leidingnet mogelijk is op zodanige wijze dat een goede waterkwaliteit geborgd blijft.

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 ca. 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.

Een bijzondere positie nemen huissprinklers ('domestic sprinklers') in. Zij kunnen worden beschouwd als reguliere toestellen in de zin van NEN 1717:2000. 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 huissprinklers.

5.4 System security/Leidingnetbeveiliging

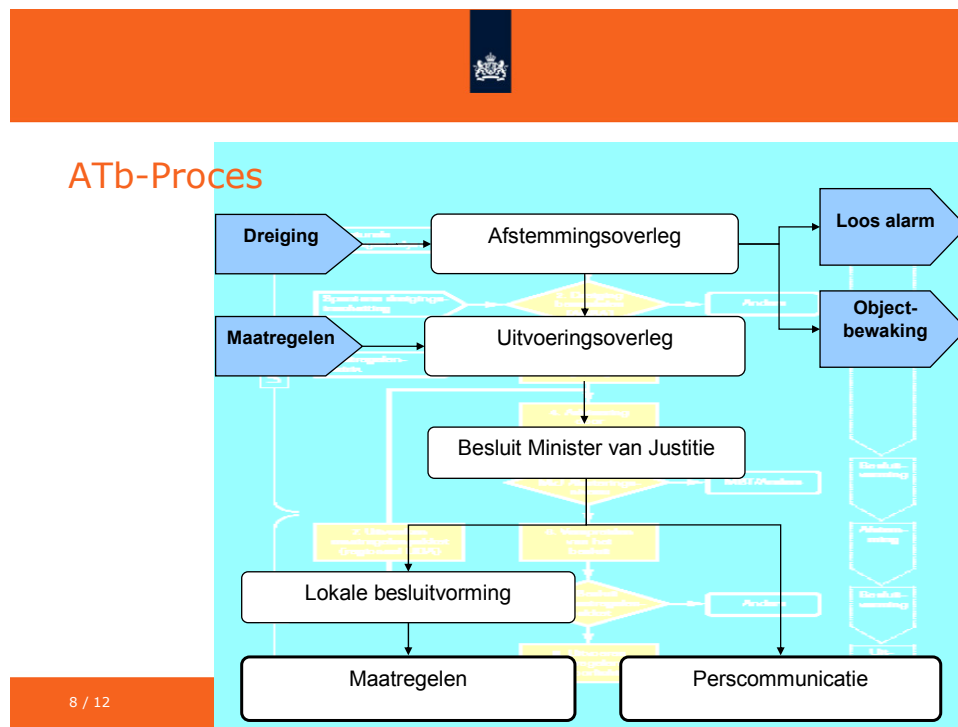
Voor de veiligheid van het leidingnet moet aandacht worden besteed aan de gevolgen van terroristische aanslagen, vandalisme en andere onwetmatige activiteiten en aan mogelijkheden ter beperking van het effect van die gevolgen.

Sinds 2001 is in de drinkwatersector gewerkt aan het verhogen van het beveiligingsniveau van de belangrijkste delen van de infrastructuur (project BeNeWater). De opbrengsten daarvan zijn vastgelegd in een vertrouwelijke notitie [29]. Op grond van deze aanbevelingen heeft ieder drinkwaterbedrijf een eigen veiligheidsbeleid geformuleerd en crisisorganisatie opgezet.

De maatregelen zijn niet bedoeld om een mogelijke terroristische aanslag te voorkomen, maar om het effect ervan te beperken (tijdige signalering, automatische afschakeling pompen en dergelijke).

Daarnaast is sectorbreed uitgewerkt welke preventieve maatregelen worden genomen bij verhoogde

dreiging. Dit pakket is sinds juni 2005 opgenomen in het 'Alerteringsysteem Terrorismebestrijding' (ATb) waaraan inmiddels 15 sectoren deelnemen. Dit systeem regelt de continue monitoring van dreigingen tot en met uitvoering van maatregelen bij bedrijven. In onderstaand schema (figuur 2) is dit proces weergegeven.



Figuur 2
bedrijven.

Het proces van de continue monitoring van dreigingen tot en met uitvoering van maatregelen bij

6 Service objectives/ Randvoorwaarden voor levering

De waterleverancier moet de leveringsrandvoorwaarden ter plaatse van de aansluitingen van afnemers vastleggen met inachtneming van de wettelijke regelgeving (Waterleidingwet [1] met het Waterleidingbesluit [2] en de Drinkwaterwet [16] met het ontwerp-Drinkwaterbesluit [17]). De randvoorwaarden omvatten de leveringsdruk, de volumestroom en de continuïteit van levering.

Opmerkingen

Voor de overeenkomst tussen het drinkwaterbedrijf en de afnemer worden normaliter het gestelde in het 'Model Algemene Voorwaarden Drinkwater 1994/1998' [5] gehanteerd. De voorwaarden ten aanzien van levering aan de drinkwaterinstallatie van de afnemer wordt gebruik gemaakt van het 'Model Aansluitvoorwaarden Drinkwater 2004' [6].

De waterinstallatie van de afnemer moet voldoen aan NEN 1006:2002/A2:2008.

7 Rehabilitation/Sanering

Alle aspecten met betrekking tot de sanering van leidingen zijn verwerkt in hoofdstuk 14 'Bedrijfsvoering' van deze richtlijn.

8 Design/Ontwerp leidingnet

8.1 Design objectives/Doel ontwerp

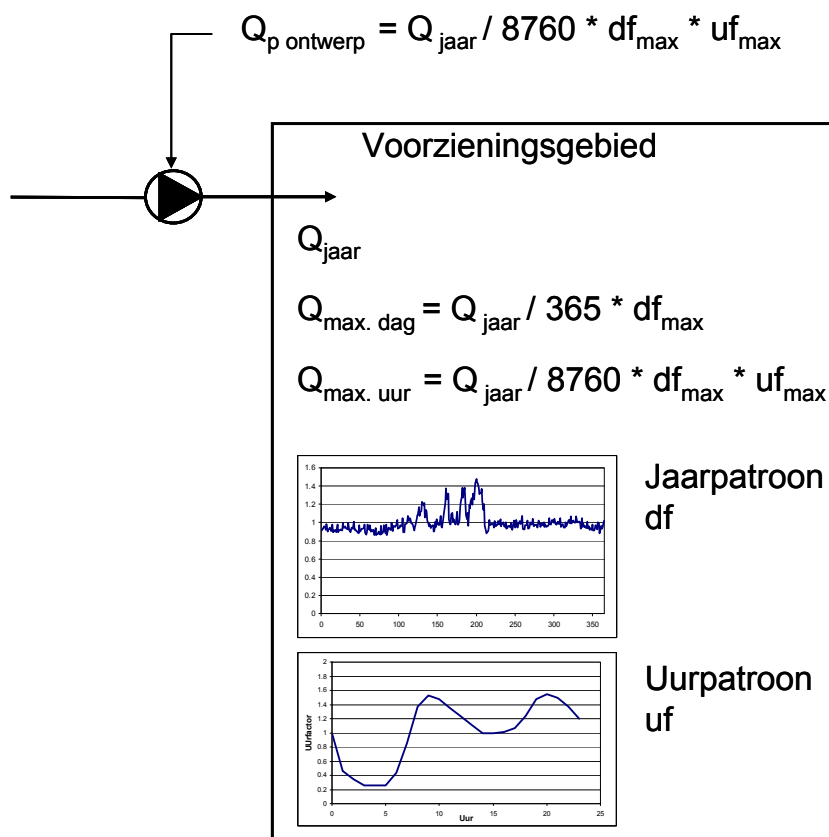
Het doel van het ontwerpproces is het ontwerpen van een leidingnet, dat voldoet aan de eisen van het Waterleidingbesluit [2], dat past binnen de gedefinieerde leveringsrandvoorwaarden in de verschillende bedrijfssituaties en waarbij alle relevante economische aspecten in acht zijn genomen.

Opmerking

Bij het ontwerp wordt gebruik gemaakt worden van de 'Nieuwe ontwerprichtlijnen voor distributienetten' [8] met de bijbehorende rapporten [10] (achtergrondinformatie) en [12] (een evaluatie circa 10 jaar na uitgave).

8.2 Peak flow factors/Piek volumestroom factoren

In figuur 3 zijn de hoeveelheden drinkwater van een voorzieningsgebied inzichtelijk gemaakt.



Figuur 3 Maatgevende volumestromen in een voorzieningsgebied voor drinkwater.

In de figuur is:

- Q_{ontwerp} = Maatgevende volumestroom in m^3/uur ;
- Q_{jaar} = Jaarvraag in het voorzieningsgebied 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);
- uf = Uurfactor, de verhouding tussen de uurvraag en de gemiddelde uurvraag over de beschouwde dag (dimensieloos).

Voor het leidingontwerp in het voorzieningsgebied wordt het leidingnet ingedeeld in drie type leidingen:

- primaire leidingen (voorziening op transportniveau, leveringszeker);
- secundaire leidingen (voorziening op wijkniveau, vermaasd, beperkt aantal (2 tot 5) voedingen vanuit het primaire leidingnet);
- tertiaire leidingen (voorziening op straatniveau, vertakt ontwerp volgens SWE 99.011 [8]).

Voor elk van deze typen gelden ontwerpregels waarin de beschikbare drukgradiënten en vereiste volumestromen de randvoorwaarden vormen voor het ontwerp. De beschikbare drukgradiënten volgen uit de maximum druk (ten opzichte van NAP) op de voedingen van het voorzieningsgebied, de leidinglengte en de minimum vereiste druk op de leveringspunten (ten opzichte van NAP). De volumestromen volgen uit de vraag in het voorzieningsgebied. De volgende piekfactoren worden gehanteerd voor het primaire en secundaire leidingnet:

- Dagfactor optredende dagvraag / gemiddelde dagvraag;
- Uurfactor optredende uurvraag / gemiddelde uurvraag;
- Piekfactor dagfactor * uurfactor.

De piekfactoren zijn afhankelijk van het type verbruik en verschillen per voorzieningsgebied. Voor bestaande voorzieningsgebieden kunnen de piekfactoren uit de bestaande metingen op uurbasis worden verkregen. Ontwerp van primaire en secundaire leidingen vindt plaats op basis van piekfactoren met een overschrijdingskans van 1 per 10 jaar (§ 5.3.1).

Voor het tertiaire leidingnet wordt de ontwerp volumestroom op een andere wijze bepaald. Het vertakte tertiaire leidingnet wordt ontworpen op een minimaal dagelijks optredende snelheid. Hierbij dienen onder de gehanteerde optredende maximum volumestroom de toelaatbare drukgradiënten niet te worden overschreden. Voor het bepalen van deze volumestroom zijn aparte rekenmethodieken ontwikkeld als 'SIMDEUM' en de 'q \sqrt{n} -methode'. 'SIMDEUM' is een stochastisch model dat het drinkwaterverbruik simuleert over de dag. Het model is gebaseerd op informatie over het waterverbruik aan tappunten. De 'q \sqrt{n} -methode' gaat uit van een standaard-tapeenheid en het aantal tappunten dat op de leiding is aangesloten.

Verder zal er in het ontwerp rekening moeten worden gehouden met bijzondere verbruiken als vereiste of gewenste bluswatercapaciteit.

8.3 Hydraulic design/Hydraulisch ontwerp

8.3.1 Sizing/Diameterkeuze

De diameterkeuze voor een leiding hangt af van de volgende factoren:

- Functie en hiermee de geprognosticeerde volumestroom van de leiding:
 - primair transportleidingen;
 - secundair voedende leiding van een wijk;
 - tertiair vertakte distributieleiding.
- De vraag in het gebied en de wijze waarop deze wordt gedekt
Een gebied dat wordt gevoed door kleine pompstations kent kleinere transportsystemen dan bij dekking door één pompstation. De inrichting van het gebied (redundantie binnen het systeem, koppelingen, plaats van de berging) spelen hier een rol.
- Mogelijk verschil tussen maximum druk en minimum druk ten opzichte van het referentievlak
Een leidingnet met een lage maximum druk kent een beperkt mogelijk drukverlies. Hiermee zijn de stroomsnelheden beperkt en bij de gegeven vraag in het gebied leidt dit tot grote diameters. De maximum druk kan verschillende oorzaken hebben: (i) een leidingnet kan onderdelen hebben waarvoor een beperkte druk geldt zoals leidingen in beperkte drukklasse, (ii) in het gebied is een functionerende watertoren aanwezig of (iii) de verschillende bedrijfsonderdelen kunnen niet boven een bepaalde druk functioneren. De minimum druk wordt vastgelegd in het leveringsplan.
- 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.

- Leveringszekerheid (hoofdstuk IV 'Leveringszekerheid en continuïteit' van de Drinkwaterwet [16]) van het gebied
Als een gebied vanuit één voeding wordt voorzien, zal uit het oogpunt van leveringszekerheid een dubbel systeem worden ontworpen. In het geval het gebied meerdere voedingen heeft, wordt de leveringszekerheid ingevuld vanuit de mogelijkheden van de combinatie van de nieuwe leiding en het bestaande systeem.
- Eisen die worden gesteld aan de dagelijks optredende snelheid om het leidingnet zelfreinigend te maken.
- Eisen die worden gesteld vanuit bijzondere afnemers (volumestroom, minimumdruk, bluswater enzovoort).

8.3.2 Mains/leidingen

8.3.2.1 General/Algemeen

Hydraulische berekeningen moeten worden uitgevoerd om aan te tonen dat het systeem 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;
- de eisen ten aanzien van de snelheid, verblijftijden enzovoort.

De berekeningen worden over het algemeen uitgevoerd met de formules van Darcy-Weissbach, Colebrook-White en Reynolds. Berekeningen met de formules van Hazen-Williams en Chezy-Manning zijn ook mogelijk. In de gebruikelijke leidingnetberekeningsprogramma's zijn al deze formules geïmplementeerd en kan de keuze worden gemaakt.

8.3.2.2 Hydraulic roughness value/Wandruwheid leidingen (k-waarde)

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. Voor de formules van Hazen-Williams en Chezy-Manning gelden andere factoren. Te hanteren globale k-waarden zijn in tabel 2 samengevat.

Tabel 2 Globale 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 worden apart in de berekening meegenomen. 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.

8.3.2.3 Flow velocities/Stroomsnelheden

In de verschillende onderdelen van het leidingnet gelden verschillende overwegingen voor de snelheid.

Primaire leidingen

Voor primaire leidingen gelden overwegingen van economische aard waarbij de investeringen in de leiding plus de energiekosten van de pompen naar een minimum worden gebracht over de levensduur

van de leiding. Uit een analyse onder deze randvoorwaarden volgt voor deze leidingen een maximum snelheid tussen 0,8 - 1,6 m/s waarbij drukgradiënten ontstaan van 0,2 - 2 mwk/km.

Secundaire leidingen

Voor secundaire leidingen zijn de economische overwegingen van ondergeschikt belang. In deze leidingen (die de wijken voeden) is het een combinatie van zelfreiniging (dagelijks optredende snelheid > 0,2 m/s) en toelaatbaar drukverlies. Door de wijken op een beperkt aantal plaatsen te voeden (2 tot 5) kunnen de snelheden in dit deel van het leidingnet hoog genoeg worden om zelfreinigend te worden. De optredende drukverliezen dienen zodanig beperkt te blijven dat de einddrukken voldoende blijven voor de levering via het tertiaire leidingnet.

Tertiaire leidingen

In het ontwerp van het tertiaire leidingnet wordt een combinatie gemaakt tussen zelfreiniging en toelaatbaar drukverlies. Dit deel 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 bepaald met 'SIMDEUM' of de 'q \sqrt{n} -methode'.

De dagelijks optredende stroomsnelheden in het tertiaire leidingnet moeten minimaal 0,2 m/s bedragen om een zelfreinigend net op te leveren (berekend met 'SIMDEUM'; als er gebruik wordt gemaakt van de 'q \sqrt{n} -methode' geldt een minimum ontwerpsnelheid van 0,4 m/s). 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.

Door een consequente doorvoering van een leidingnetstructuur die op een eenduidige stromingsrichting met zelfreinigende stroomsnelheden is gebaseerd, wordt de verblijftijd tot een minimum beperkt.

8.3.2.4 *Local mains/Tertiaire leidingnet*

Voor het drinkwaterverbruik vindt het ontwerp plaats als in § 8.3.2.3 is beschreven. De bluswaterlevering via het tertiaire leidingnet wordt vastgesteld op basis van de mogelijke levering op de brandkranen op dit deel van het net in overleg met de brandweer.

8.3.3 **Network analysis/Leidingnetberekeningen**

Het leidingnetwerk moet worden geanalyseerd uitgaande van de relatie tussen de configuratie van het leidingnet, de vraag van afnemers en de drukken in een leidingnet. De hydraulische berekeningen moeten aantonen dat het leidingnet aan de vereiste vraag kan voldoen binnen de in het leveringsplan vastgestelde randvoorwaarden.

Het regelmatig doorrekenen van een leidingnet is noodzakelijk om:

- consequenties van uitbreidingen op het bestaande leidingnet te bepalen;
- analyses van optredende druk- en capaciteitsproblemen;
- simulaties te maken van storingen en calamiteiten;
- de leveringszekerheid van het leidingnet te bepalen;
- de wijzigingen van de bedrijfsvoering van het leidingnet te bepalen;
- de mogelijkheden van energiebesparing op pompstations voor reinwater te bepalen;
- verspreiding van verschillende watertypes in het leidingnet te bepalen;
- verblijftijden.

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

8.3.4 **Service pipes/Aansluitleidingen**

8.3.4.1 *Domestic consumers/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 leveringsplan omschreven randvoorwaarden voor ontwerp en levering. Bij de bepaling van

de maximum energieverliezen moeten de weerstanden van de dienstkraan, de stopkraan voor de watermeter, de watermeter met de eventueel (daarin) aanwezige keerklep worden betrokken. De minimum druk op het leveringspunt is vastgesteld in het ontwerp-Drinkwaterbesluit [17] (art. 45, lid 1).

Artikel 45 'hoeveelheid en druk' van het ontwerp-Drinkwaterbesluit [17] stelt dat de druk ter plaatse van het leveringspunt ten minste 150 kPa ten opzichte van het maaiveld is waarbij als hoeveelheids geldt dat op een willekeurig moment van de dag in één uur tijd 1.000 liter water op het leveringspunt van een enkelvoudige huishoudelijke installatie kan worden geleverd.

8.3.4.2 *Non domestic consumers/Niet-huishoudelijke aansluitingen*

De diameter wordt bepaald op basis van de overeengekomen volumestroom en de maximum energieverliezen.

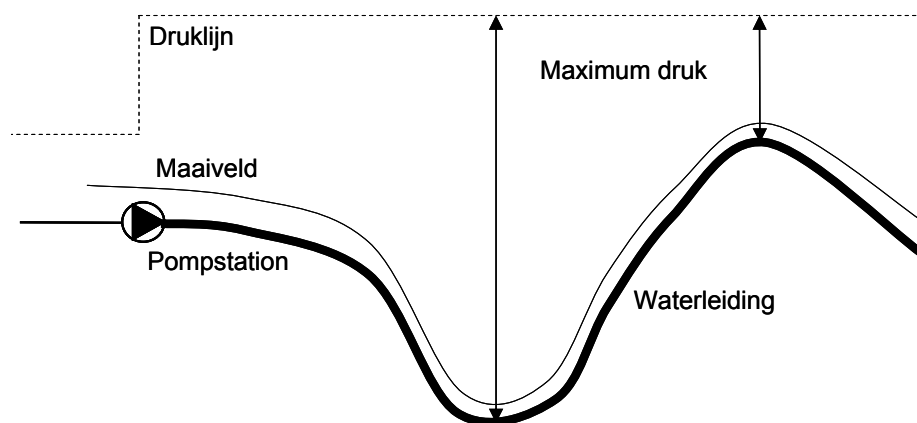
8.3.4.3 *Fire fighting/Bluswater*

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

8.4 **Structural design/Sterktetechnisch ontwerp**

8.4.1 **Internal forces/Inwendige belastingen**

De sterkte van een leiding moet voldoen aan de eisen die hieraan worden gesteld als gevolg van inwendige overdruk en onderdruk. De ontwerpdruk wordt bepaald door de maximum druk op het pompstation en de maaiveldhoogte ter plaatse van de betreffende leiding, zie figuur 4.



Figuur 4 *Druk situatie maximum ontwerpdruk.*

De in hoofdstuk 3 genoemde drukken zijn drukken (Engels: pressure) ten opzichte van maaiveld. Drukken ten opzichte van het referentievlak (Engels: head) worden in de teksten niet gehanteerd. Naast de ontwerpdruk (DP, hoofdstuk 3) is de maximum ontwerpdruk (MDP) gedefinieerd. Dit is de druk die ontstaat bij waterslagverschijnselen in het systeem. Deze is afhankelijk van de plaats waar de waterslag ontstaat en kan boven de ontwerpdruk uitkomen, maar dit is niet noodzakelijk. Als gevolg van waterslag kan ook een negatieve druk optreden. Er moet worden gerekend op een relatieve atmosferische onderdruk van 80 kPa onderdruk of een absolute druk van 20 kPa.

De beproevingsdruk (STP) van het toegepaste leidingstelsel moet in de sterkteoverwegingen worden meegenomen. Deze kan verschillen tussen de diverse systemen: een PVC leiding wordt op een andere wijze beproefd dan een nodulair gietijzeren leiding.

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. Als deze krachten in de leiding worden gehouden, moet de constructie van de leiding hierop zijn aangepast met trekvlaste koppelingen.

8.4.2 External forces/Uitwendige belastingen

De volgende uitwendige belastingen moeten (indien van toepassing) worden beschouwd:

- sleufaanvulling (verticale en horizontale krachten ten gevolge van grondbelasting);
- grondzettingen, leidingzakkingen en axiale buiging;
- bovenbelasting, grond, verkeer;
- grondwater, uitwendige overdruk;
- variabele belastingen, incidentele belastingen;
- eigen gewicht van de leiding en het gewicht van het in de leiding aanwezige drinkwater;
- belastingen tijdens aanleg of ten gevolge daarvan;
- leidingen op lokale ondersteuning.

8.4.3 Temperature range/Temperatuurbelasting

Leidingen moeten worden ontworpen voor een traject dat op de temperatuurvariaties van het drinkwater is gebaseerd. Belastingen ten gevolge van temperatuurverschillen tussen aanleg en bedrijf moeten in de beschouwing worden meegenomen. Aan externe temperatuurbelasting (vorst, bezonning) van de leiding moet eveneens aandacht worden besteed. In onderzoek [43] naar de temperatuurverhoging in de ondergrond als gevolg van klimaatverandering is een model opgesteld waarmee de temperatuur in de bodem ter plaatse van de leiding wordt voorspeld. Op 1 meter diepte zijn temperaturen van 25 °C mogelijk, afhankelijk van grondsoort, oppervlak en lokaal klimaat. De vorstindringing komt onder Nederlandse klimaatomstandigheden niet dieper dan 1 meter. Zie ook § 10.2.2.

8.4.4 Unbalanced thrust/Spatkracht

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.

De grootte van een axiale kracht (F) is afhankelijk van de inwendige druk (p) en het natte oppervlak (A) van de buis of het hulpstuk. In formule:

$$F = p * A$$

Bij bochten is de spatkracht ($S\alpha$) afhankelijk van de bochthoek (α). De werklijn van $S\alpha$ valt samen met de bissectrice van de hoek. De grootte van $S\alpha$ is in formule:

$$S\alpha = 2 * F * \sin(\frac{1}{2} * \alpha)$$

In het geval deze krachten door middel van stempeling op de omliggende grond wordt overgebracht, moet de stempeling zelfstandig de krachten kunnen opnemen. Stempeling tegen ongeroerde grond geeft een probleem bij latere ontgraving van deze grond (andere kabels en leidingen). Bij stempeling moeten piekspanningen in de leiding worden voorkomen door de krachten over de volledige bocht lengte over te brengen. Stempeling door palen en damwanden direct achter de leiding is bij kunststof leidingen niet aan te bevelen.

Door de leiding trekvast uit te voeren, kan de spatkracht over een bepaalde lengte worden overgedragen aan de grond. De benodigde lengte is afhankelijk van de leidingdiameter, de inwendige druk en de grondsoort. In tabel 3 zijn de benodigde lengten weergegeven.

Tabel 3 Benodigde trekvaste lengte.

Middellijn (mm)	Trekvlaste lengtes bij een inwendige druk van 600 kPa (m)		
	Zand N / A	Klei N / A	Veen N / A
110	3,0 / 10	3,9 / 10	9,9 / gehele leiding
125	3,3 / 10	4,2 / 10	11,0 / gehele leiding
160	4,1 / 10	5,1 / 15	13,8 / gehele leiding

200	5,3 / 15	6,6 / 20	17,2 / gehele leiding
250	6,3 / 20	7,8 / 25	20,8 / gehele leiding
315	7,4 / 25	9,0 / 30	24,9 / gehele leiding
400	8,9 / 30	10,7 / 35	30,2 / gehele leiding

N is rekenkundig benodigd.

A is aanbevolen in verband met mogelijke grondroering rond de leiding.

8.4.5 Design requirements/Ontwerpeisen

In het ontwerp moeten de aannames voor de in de paragrafen 8.4.1 tot en met 8.4.4 genoemde belastingen worden onderbouwd, inclusief de aannames voor de aanleg van de leiding, zoals:

- afmetingen van de sleuf of ophoging (breedte, diepte enzovoort);
- oplegging en sleufafwerking;
- steundruk condities;
- eigenschappen van de ongeroerde grond en het aanvulmateriaal.

De ontwerpdruk (DP), maximale ontwerpdruk (MDP) en de beproevingsdruk (STP) van het totale leidingnet moeten worden gespecificeerd. De leidingelementen moeten een hogere inwendige druk kunnen weerstaan dan het leidingnet, zoals is aangegeven in tabel 4.

Tabel 4 Relaties inwendige druk leidingelementen.

Leidingelement
PFA ≥ DP
PMA ≥ MDP
PEA ≥ STP
80 kPa onderdruk

8.4.6 Unforeseen ground conditions/Onvoorziene bodemomstandigheden

Als de bodemomstandigheden bij aanleg afwijken van de gehanteerde omstandigheden bij ontwerp moet het ontwerp hierop worden aangepast.

8.5 System layout/Opbouw leidingnet

De opbouw van het leidingnet hangt samen met de functies van de verschillende delen daarvan:

- primair transportleiding;
- secundair voedende leiding van een wijk;
- tertiair vertakte distributieleiding.

De configuratie van de leidingen is afhankelijk van de situatie ter plaatse en het leidingtype. De volgende aspecten (in willekeurige volgorde) kunnen een rol spelen:

- planologische situatie;
- keuze van het tracé, optimale route met zo weinig mogelijk obstakels;
- zakelijk recht overeenkomsten, vergunningen;
- kruisingen van wegen, kanalen en rivieren en spoorwegen;
- bouw- en ontwikkelingsplannen van derden, natuurbescherming;
- goede toegankelijkheid voor onderhoud;
- leveringsbetrouwbaarheid;
- ongunstige bodemgesteldheid en moeilijk terrein;
- grondzettingen, zowel verticaal als horizontaal;
- aanwezigheid van andere nutsvoorzieningen, gebouwen en installaties;
- voorzieningen en ruimte voor afsluiters, beluchters en brandkranen;
- telemetrie, procesbeheersing en hoeveelheidmeting;
- onderlinge afstanden;
- ligging onder gesloten verharding;
- risico op beschadiging van en door bomen en boomwortels;

- agressieve of verontreinigde grond;
- kathodische bescherming bij stalen leidingen;
- alle ontwerpdrukken;
- grondbelasting;
- verkeersbelasting;
- bereikbaarheid en bedieningsgemak;
- minimaal vereiste gronddekking;
- vorstgrens, dieper liggen in droge zandgronden, verlengde brandkranen;
- maximale diepte ten behoeve van de bereikbaarheid voor het uitvoeren van reparaties;
- Beïnvloeding van metalen en gewapend betonnen leidingen door hoogspanningsverbindingen, elektrische tractie en kathodisch beschermende objecten.

Door een toenemend gebruik van de ondergrond en de wens om kabels en leidingen goed te bereiken, is een goede ordening van de ondergrond belangrijk. Om dit in goede banen te leiden, is het van belang een dwarsprofiel op te stellen die de aanwezige ruimte zo efficiënt mogelijk benut. NEN 7171-1:2009 bevat de standaardcriteria die hiervoor als basis kunnen dienen. Ook de invloed van voorzieningen en/of objecten bovengronds komt daarbij aan bod. NPR 7171-2:2009 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 op basis van het ontwerp-Drinkwaterbesluit 'verplichte' werken met de NEN 7171-1:2009/NPR 7171-2:2009 (zie 'Voorwoord' van deze richtlijn) wordt de kans op hinder en onderlinge beïnvloeding van netten beperkt. De normen hebben betrekking op nieuwbouwsituaties en zijn bruikbaar voor bestaande situatie, en sluiten tevens aan op de uitgangspunten van de 'Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten', WION [21] (zie hoofdstuk 10).

8.5.1 Types of system configurations/Configuratie leidingnet

Leidingnetten kunnen verschillende vormen van vermazing hebben, zie ook 'Nieuwe ontwerprichtlijnen voor distributienetten' [8, 10, 12].

8.5.1.1 Configuratie primaire leidingen

Het primaire leidingnet heeft een grootschalige transportfunctie. Dat net is leveringszeker uitgevoerd en heeft vaak een ondersteunende functie in de leveringszekerheid van andere gebieden. Het verbindt pompstations en maakt een geïntegreerde bedrijfsvoering van de bedrijfsmiddelen mogelijk. Hieruit volgt een vermaasde structuur waarin onder reguliere omstandigheden de snelheden en de richting vastligt. Er zijn geen aansluitingen gemaakt op deze leidingen.

8.5.1.2 Configuratie secundaire leidingen

Het secundaire leidingnet heeft een lokale transportfunctie en daarop zijn lokale aansluitingen mogelijk. De leidingen verbinden wijken met elkaar en de wijken zijn aangesloten op een beperkt aantal plaatsen (2 tot 5). De structuur is vermaasd om de continuïteit van levering te waarborgen. De diameters zijn zo mogelijk aangepast aan zelfreiniging.

8.5.1.3 Configuratie tertiaire leidingen

Het tertiaire leidingnet heeft een distributiefunctie en de aansluitingen worden op deze leidingen gemaakt. De structuur is vertakt en de diameters zijn aangepast om het systeem zelfreinigend te maken.

8.5.2 Service pipes/Aansluitleidingen

Voor configuratie 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 afleverpunt.

Opmerking

Ten aanzien van de bepalingen rond de aansluitleiding die in het perceel van de afnemer is gelegd, wordt verwezen naar art. 4 in het 'Model Algemene Voorwaarden Drinkwater 1994/1998' [5].

8.5.3 Valves/Appendages

8.5.3.1 Entry and release of air/Be- en ontluchting

Leidingen moeten worden uitgerust met voorzieningen van voldoende capaciteit om de leiding te ontluichten bij het vullen en te beluchten bij leegmaken. Grote beluchtingafsluiters en sommige brandkranen kunnen voor dit doel worden gebruikt. Voor het vrijlaten van luchtophopingen tijdens normaal bedrijf kunnen (kleine) ontluichtingsafsluiters voldoen.

De grootte en het type van de benodigde beluchtingafsluiter moet worden vastgesteld op basis van de voorspelde volumestroom lucht en de configuratie van het leidingnet. Alle punten in de leiding waar de hellingshoek verandert, moeten worden beschouwd.

In heuvelachtig gebied kan toepassing van automatisch werkende ontluichters nodig zijn.

8.5.3.2 Draining/Spuien

Voor het leegmaken (aftappen) van een leiding moeten afhankelijk van de lokale eisen voldoende maatregelen worden getroffen door het plaatsen van aftapvoorzieningen. Deze voorzieningen moeten zijn aangepast aan het volume water dat moet worden afgetapt om de leiding binnen een acceptabele tijd leeg te krijgen en de mogelijkheid om dit water af te kunnen voeren via een waterloop of regenwaterkolk. Waar mogelijk worden aftappunten gecombineerd met brandkranen.

Voor het spuien van leidingnetten dienen de afsluiters zodanig te zijn geplaatst dat de leidingen kunnen worden gereinigd onder de volgende randvoorwaarden:

- Een watersnelheid van minimaal 1,5 m/s;
- Vanuit een schoonwaterfront.

Waar mogelijk worden spui punten gecombineerd met brandkranen.

8.5.3.3 Isolation/Isoleren van leidingsecties

Afsluiters zijn noodzakelijk om een leiding of een deel van het leidingnet af te kunnen sluiten indien dit nodig is. De volgende randvoorwaarden voor de afsluiterconfiguratie moeten door het drinkwaterbedrijf worden ingevuld:

- Lengte leidingen in de sectie
Met de lengte wordt de inhoud van de sectie bepaald en ook de afstand die moet worden afgelegd om een sectie te sluiten.
- 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 betrokken zijn, hoe kleiner de kans op succesvol afsluiten.
- Aantal aansluitingen binnen de sectie
Lokale omstandigheden zoals de aanwezigheid van ziekenhuizen, scholen, appartementsgebouwen en industriële afnemers moeten 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.

Voor het analyseren van een afsluiterconfiguratie zijn methodieken als 'CAVLAR' [33] ontwikkeld.

8.5.3.4 Hydrants/Brandkranen

Brandkranen zijn noodzakelijk ten behoeve van brandbestrijding. Afspraken hierover moeten worden gemaakt met het lokale bevoegd gezag respectievelijk de brandweer (zie ook § 5.3.2). Voor de wijze waarop brandblusvoorzieningen kunnen worden ingepast, wordt verwezen naar § 2.4 van [8].

Waar mogelijk worden brandkranen tevens gebruikt om een leiding drukloos te maken (als spui punt), te vullen, te spoelen of te ontluichten.

8.5.4 Surge limiting equipment/Maatregelen tegen drukfluctuaties ten gevolge van waterslagverschijnselen

Drukfluctuaties ten gevolge van waterslagverschijnselen in de leiding kunnen worden veroorzaakt door stroomstoringen, het aan- of uitzetten van pompen en het bedienen van afsluiters. De grootte van de drukfluctuaties hangt af van de grootte van de snelheidsveranderingen en de elasticiteit van het leidingnet. Hoe elastischer dat net, hoe lager de drukfluctuaties. Met de wet van Joukowski is een eerste benadering van de drukfluctuatie te maken. In formule:

$$\Delta H = c/g * \Delta v$$

ΔH	drukverandering in mwk;
c	voortplantingsnelheid van de drukgolf in m/s (200 - 300 m/s in kunststof);
g	versnelling van de zwaartekracht in m/s ² ;
Δv	snelheidsverandering van de vloeistof in m/s

In een leidingnet van kunststof bedragen de fluctuaties tussen de 20 en 30 mwk bij een snelheidsverandering van 1 m/s.

De noodzaak van beperkende maatregelen (zoals windketels, bufferschachten enzovoort) moet worden vastgesteld gedurende het ontwerp van het primaire leidingnet en pompstation(s). Watertorens op uitgaande leidingen van pompstations kunnen ook functioneren als een waterslagbeperkende maatregel. Bijzondere aandacht moet worden geschonken aan het optreden van onderdrukken. Hierbij bestaat de kans dat er vreemd water het leidingnet binnendringt. In geaccidenteerd terrein is dit gevaar niet denkbeeldig.

8.6 Protection against aggressive environment/Agressief milieu

Indien 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 'Leidraad voor de toepassing van kunststof leidingmaterialen in met organische stoffen verontreinigde bodem' [22] zijn richtlijnen vastgelegd ten behoeve van de selectie van materialen in specifieke situaties van bodemverontreiniging (aard en concentratie van stoffen).

8.7 Reservoirs/Reservoirs

8.8 Pumping stations/Pompstations

8.9 Documentation/Documentatie

Alle relevante ontwerpgegevens moeten zorgvuldig worden gedocumenteerd en gearchiveerd. De gegevens kunnen in later stadium in het archief worden gecombineerd met de 'as built' gegevens.

9 General requirements for product standards/Normatieve eisen aan leidingelementen

9.1 General/Algemeen, functionele eisen

Dit hoofdstuk is uitsluitend van toepassing op productnormen van leidingelementen⁶. Er wordt aangegeven waaraan de inhoud van productnormen moet voldoen.

Leidingelementen voor leidingnetten moeten, na te zijn ingebouwd, alle situaties waarvoor het dat 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 al diverse beoordelingsrichtlijnen (BRL's) van certificatie-instelling Kiwa voor leidingelementen, materialen, coatings enzovoort voor toepassing in drinkwatersystemen. Deze zijn gebaseerd op relevante (inter)nationale productnormen, aangevuld met (nationale) sectorspecifieke aspecten. Aanbevolen wordt om op basis van deze BRL's gecertificeerde producten toe te passen. Hieronder is een lijst met relevante beoordelingsrichtlijnen opgenomen van certificatie-instelling Kiwa. 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.

Kiwa-beoordelingsrichtlijnen (BRL's) van producten in contact met drinkwater⁷:

- Kunststof leidingsystemen:
 - 532/03: Glasvezelversterkte epoxy (GVE) leidingsystemen met gewikkelde buizen voor het transport van water;
 - 536/01: Deel H: Kunststofleidingsystemen van PE-RT Type II voor het transport van koud en verwarmd drinkwater
 - 536/03: Deel A: Kunststofleidingsystemen van PVC-C voor het transport van koud en verwarmd drinkwater
 - 536/03: Deel B: Kunststofleidingsystemen van PP-R voor het transport van koud en verwarmd drinkwater
 - 536/04: Deel D: Leidingsystemen van PE-X voor het transport van koud en verwarmd drinkwater
 - 536/03: Deel G: Leidingsystemen van PE-composiet voor het transport van koud en verwarmd drinkwater
 - 536/04: Deel C: Leidingsystemen van PB voor het transport van koud en verwarmd drinkwater
 - 536/04: Deel E: Leidingsystemen van Aluminium/PE-X composiet voor het transport van koud en verwarmd drinkwater
 - 536/04: Deel F: Leidingsystemen van PPR multilayerbuizen voor het transport van koud en verwarmd drinkwater
 - 551/01: Leidingsstelsel voor het transport van water: gewikkelde buizen en hulpstukken van glasvezelversterkt polyester

⁶ De term 'leidingelement' was destijds bij de eerste versie van deze richtlijn een compromis. In de EN 805 wordt het Engelse begrip 'component' gehanteerd. 'Component' (Nederlands) of 'element leidingnet' zou (dus) ook kunnen.

⁷ Peildatum 1 april 2010

- 17101: PE-leidingsystemen met aluminium barrière laag voor transport van drinkwater in vervuilde grond
- 17102/01: Meerlaagse PE-leidingsystemen Klasse I met barrière laag tegen verontreinigingen voor transport van drinkwater;
- 17301: Leidingsystemen van PVC voor transport van drinkwater en ruw water
- 17401: Stadsverwarmings: verwarmd drinkwater
- Kunststof buizen:
 - 533/03: Buizen van PE (polyetheen) voor het transport van drinkwater
 - 558/01: Buizen van PE, fabrieksmatig gevouwen, ten behoeve van de renovatie van leidingen voor het transport
- Kunststof buisverbindingstukken:
 - 522/01: PE-hulpstukken voor waterleidingbuizen
 - 534/03: Kunststof verbindingstukken PE leidingen
 - 569/01: Stuik- en elektrolashulpstukken van Polyetheen (PE) voor het transport van drinkwater
- Nodulair gietijzeren leidingen:
 - 757/01: Uitwendige PE bekleding op nodulair gietijzeren buizen
 - 772/03: Nodulair gietijzeren buizen en hulpstukken voor het transport van drinkwater en afvalwater
 - 773 : Hulpstukken van nodulair gietijzer voor leidingsystemen van PVC-U of PE
 - 775 : Nodulair gietijzeren flens koppelingen voor leidingen van nodulair gietijzer, grijs gietijzer, staal, PVC-U, PE of vezelcement⁸
- Stalen leidingen:
 - 762/02: Naadloze en gelaste roestvast stalen buizen voor waterinstallaties
 - 767/01: Uitwendige bekleding met PE van ondergronds te leggen stalen buizen en hulpstukken
 - 771/01: Stalen draadpijpen en sokken voor het transport van gas en water
- Coatings/cementmortelbekledingen:
 - 746/01: Het appliceren van coatingsystemen t.b.v. drinkwatertoepassingen
 - 759/01: Coatingsystemen voor drinkwatertoepassingen
 - 770/02: Inwendige cementmortelbekleding van bestaande ondergrondse leidingen
 - 778/02: Inwendige cementmortelbekleding van ondergronds te leggen leidingen
 - 19002: Beschermingssystemen op minerale ondergrond voor drinkwatertoepassingen
- Glijmiddelen: 535/01: Glijmiddelen voor rubberringverbindingen (met wijzigingsblad)
- Lijmen: 525: Lijmen voor PVC- en CPE/PVC-waterleidingsystemen (NEN 7106)
- Rubberringen: 17504: Gevulkaniseerde rubber afdichtingsringen voor drinkwaterleidingen
- Appendages:
 - 602/03: Appendages voor drinkwatertransport en distributiesystemen
 - 603/02: Schuifafsluiters van kunststof in nominale maten van 25 tot en met 150 mm, delen A, B en C
 - 614/03: Brandkranen
 - 650/01: Keerleppe voor toepassing in bovengrondse brandkranen en opzetstukken voor ondergrondse brandkranen
- Drinkwateraansluitingen/-installaties:
 - 613/01: Aftapkranen
 - 618/06: Koudwatermeters
 - 623/02: Hulpstukken voor soldeer- en/of schroefverbindingen aan koperen buizen
 - 624/03: Vloeimiddelen en vertinningspasta's voor zachtsolderen
 - 629/02: Keerleppe
 - 639/02: Knelfittingen voor gebruik in combinatie met koperen buizen
 - 645/02: Watermeterbeugels
 - 662/01: Geïntegreerde Watermeter-Aansluiteenheden
 - 760/03: Koperen buizen
 - 761/05: Koperen buizen voorzien van een uitwendige afwerklaag
 - 774/05: Klemfittingen discht te klemmen met bijbehorend klemapparaat

⁸ 'Vezelcement' is een andere benaming voor asbestcement.

- 10018/01: Dunwandige koperen buizen met uitwendige bekleding
 - 19005: Internally tinned copper tubes for drinking water installations
- De BRL's zijn te vinden op de website www.kiwa.nl.

9.2 Materials/Eisen aan materialen

Alle materialen voor leidingelementen, inclusief inwendige bekleding en afdichtingen, die in contact (kunnen) komen met drinkwater moeten zijn voorzien van een door de wetgever erkende kwaliteitsverklaring (Kiwa-ATA, Attest Toxicologische Aspecten, zie verder § 5.1.2). De criteria en eisen op basis waarvan een dergelijke kwaliteitsverklaring kan worden afgegeven, vormen in de regel al onderdeel van de in 9.1 genoemde beoordelingsrichtlijnen van certificatie-instelling Kiwa. 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

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

9.3.2 Internal diameters/Inwendige middellijn

De negatieve tolerantie voor de inwendige middellijn mag de in tabel 5 gegeven waarden niet overschrijden.

Tabel 5 Negatieve toleranties voor de inwendige middellijn.

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

9.3.3 Length and wall thickness/Lengte en wanddikte

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 leidingen, fittingen en appendages

Leidingmateriaal, met uitzondering van op een haspel geleverd leidingmateriaal moet recht van vorm zijn. 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 voorzien van de juiste afschuining (30°- 40° voor $d \leq 20$ mm) van de lasnaad.

Voor bochten gelden de voorkeursoeken: 11°25', 22°30', 30°, 45° en 90°.

9.3.5 Internal surface/Inwendig oppervlak

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

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

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 onderdruk ten gevolge van waterslag van 80 kPa kunnen weerstaan. Voor elementen die onder de grondwaterspiegel liggen, moet deze waarde worden verhoogd met de hydrostatische druk van het grondwater op buisniveau (zie § 8.2.7.2 van 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 1295-1:1998 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

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

9.5.2 Longitudinal resistance/Sterkte in langsrichting

Voor axiaal starre of axiaal buigstijve leidingen met een kleine middellijn 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/middellijn verhoudingen worden gegeven. Dit voorkomt problemen tijdens transport, hijsen en constructie.

9.6 Water tightness/Waterdichtheid

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

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-trekvaste verbindingen moeten voldoende axiale speling hebben om axiale buisverkorting of -verlenging door temperatuurschommelingen en verkorting door inwendige druk (Poisson effect) op te vangen;
 - trekvaste verbindingen moeten in staat zijn de axiaalkracht ten gevolge van inwendige druk (kracht F in § 8.4.4) 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.

9.7.2 Rigid joints

9.7.3 Adjustable joints/Hoekverdraaiing

De minimaal toelaatbare hoekverdraaiing voor verstelbare verbindingen is aangegeven in tabel 6.

Tabel 6 Minimaal toelaatbare hoekverdraaiing voor verstelbare verbindingen.

DN in mm	Radiaal	Graad
DN < 300	0,03	1°43'
300 ≤ DN ≤ 600	0,02	1°09'
600 < DN ≤ 1.000	0,01	0°34'
DN > 1.000	0,01 × 1.000/DN	0°34' × 1.000/DN

Verstelbare verbindingen met rubberen pakkingen moeten voor de toelaatbare hoekverdraaiing voldoen aan tabel 6.

De minimaal toelaatbare hoekverdraaiing voor flexibele verbindingen is gegeven in tabel 7.

Opmerking

De aanduiding met klasse A en B in tabel 7 is onduidelijk. In NEN-EN 805 is daar niets naders over vermeld. Vermoed wordt dat het met een gebiedsklasse indeling (bebouwingsdichtheid?) heeft te maken.

Tabel 7 Minimaal toelaatbare hoekverdraaiing voor flexibele verbindingen.

DN in mm	Klasse A		Klasse B	
	Radiaal	Graad	Radiaal	Graad
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

De te gebruiken norm moet de toelaatbare hoekverdraaiing voorschrijven of moet voorschrijven dat de leverancier dit opgeeft.

9.7.4 Flexible joints/Flexibele koppelingen

Waar rechte leidingeinden met een losse mof met flexibele koppelingen aan elkaar worden verbonden moet de toelaatbare hoekverdraaiing aan beide zijden van de mof mogelijk zijn.

De waterdichtheid van flexibele koppelingen bij zowel inwendige als uitwendige druk moet in de volgende situaties worden aangetoond:

- situatie 1: verbinding vervormt tot de maximale toelaatbare hoekverdraaiing en indien van toepassing met de axiale speling door thermische belasting en Poisson effect;
- situatie 2: verbinding belasten op zijdelingse afschuiving en indien van toepassing, met axiale speling door thermische belasting en Poisson effect.

De situaties 1 en 2 kunnen afzonderlijk of in combinatie worden beproefd.

De koppeling moet worden beproefd op afschuiving. Een afschuifkracht van minimaal 20 x DN in Newtons voor de afzonderlijke situaties of 10 x DN in Newtons voor de gecombineerde situaties moet kunnen worden weerstaan. De ovalisatie van de spie mag daarbij de maximaal toelaatbare waarde van de leiding ovalisatie niet overschrijden.

De proeven moeten worden uitgevoerd als typekeuringen. De productnorm moet de te beproeven middellijn voorschrijven als type voor de volledige reeks van middellijnen.

Typekeuringen moeten alle relevante fabricagetoleranties omvatten (bijvoorbeeld maximale en minimale middellijnen van de spie en de mof, onrondheid).

De beproevingsdrukken moeten minimaal gelijk zijn aan:

- PEA (toelaatbare beproevingsdruk) voor alle verbindingsoorten;
- 80 kPa onderdruk voor verbindingen waar de dichtheid of pakkingstabiliteit door de druk kan worden beïnvloed.

Een cyclische druk typekeuring moet worden uitgevoerd voor situatie 2 of bij een combinatie van situatie 1 en 2. De beproevingsdruk moet variëren tussen PMA (maximale toelaatbare bedrijfsdruk) en de grootste waarde van 0,5 maal PMA of PMA - 500 kPa. De proef moet minimaal uit 24.000 cycli bestaan.

Een naar behoren functioneren van een bestaand verbindingssysteem over een periode van ten minste 10 jaar geldt als het voldoen aan de eis voor de cyclische typekeuring. Het ontwerp van de verbinding mag tussentijds niet zijn aangepast.

Trekvast koppelingen moeten worden beproefd met de volledige axiale trekkracht ten gevolge van de inwendige druk (kracht F in § 8.4.4), zie ook § 9.7.1.

9.8 Protective measures/Beschermende maatregelen

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/Duurzaamheid

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

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

9.10.2 Measurement of diameter and wall thickness/Middellijn en wanddikte

9.10.2.1 Internal diameter/Inwendige middellijn

Het meten van de inwendige middellijn 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 middellijn worden berekend.

9.10.2.2 External diameter/Uitwendige middellijn

Het meten van de uitwendige middellijn 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

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

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

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

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 $5 \times DN$;
- 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

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 ≤ 400	50 mm
400 < DN ≤ 1.200	(0,12 x 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

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/Beproeving op inwendige druk

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/Buizen

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 ontvlucht.

9.10.8.2 Tests for joints/Koppelingen

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/Fittings, toebehoren, afsluiters en andere leidingelementen

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

9.11 Interconnection of products/Koppelen van elementen

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 overgangstuk) voorschrijven die noodzakelijk zijn om een verbinding toch tot stand te brengen.

9.12 Quality control/Kwaliteitscontrole

Productnorm moeten voorschriften bevatten met betrekking tot de kwaliteitsborging. Richtlijnen voor een goede uitvoering van de kwaliteitscontrole zijn te vinden in NEN-EN-ISO 9001:2008 + C1:2009, NEN-EN-ISO 14001:2004 en voor certificatie NEN-EN 45011:1998 of NEN-EN-ISO/IEC 17021:2006.

9.13 Marking/Markering

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

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.

Volgens de 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie' [18] 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.

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

Sinds 1 juli 2008 is in Nederland de 'Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten' [21] (ook aangeduid als 'WION' of 'Grondroerdersregeling') 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. De wet verplicht gravers tot het melden van elke 'mechanische grondroering'. Kabel- en leidingbeheerders moeten al hun (ondergrondse) kabels en leidingen binnen vastgestelde nauwkeurigheid digitaal beschikbaar hebben en melden bij het Kadaster ('ligginggegevens'). 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.

Een 'beheerder' is verplicht alle 'belangen' (zaken die een bedrijf in bezit of beheer heeft) te registreren bij het Kadaster. Ook heeft de beheerder de verplichting om te zorgen voor actueel betrouwbaar kaartmateriaal en tekeningen van de leidingen. De wet verplicht de beheerder informatie over ondergrondse kabels en leidingen binnen 1 werkdag beschikbaar te stellen aan iedere partij die van plan is om op mechanische wijze (dus machinaal) te gaan graven.

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.

Leidingen die buiten gebruik zijn gesteld, moeten door de eigenaar op tekening worden aangegeven tenzij ze zijn verwijderd.

In het 'Voorwoord' van de onderhavige richtlijn is de nationale regelgeving van drinkwaterleidingen inclusief verwijzingen reeds genoemd. Artikel 21 'aanleg en herstel transport- en distributienet' van het ontwerp-Drinkwaterbesluit [17] stelt dat leidingen worden aangelegd overeenkomstig NEN 3650, NEN 3651, NEN 7171-1 en NPR 7171-2 (lid 1), en dat bij aanleg en herstel verontreiniging van het drinkwater wordt voorkomen door te werken overeenkomstig de 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie' [18] (lid 2).

De integrale tekst van § 5.1 'Inleiding' van NEN 7171-1:2009 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. 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 betrekking op nieuwbouwsituaties, zijn bruikbaar voor bestaande situaties en sluiten aan op de uitgangspunten van de bovengenoemde 'Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten', maar worden daarin niet expliciet vermeld. Ook het ontwerp-Drinkwaterbesluit verwijst niet naar deze 'WION'.

Voor wat betreft de 'Hygiënecode Drinkwater; Opslag, transport en distributie' [18] (versie 2010) wordt qua voorschriften gewezen op de hoofdstukken:

- 3 'Algemene technische richtlijnen;
- 7 'Hygiënemaatregelen bij aanleg, vervanging en/of inbouw en reparatie van drinkwaterleidingen';
- 8 'Specifieke maatregelen drinkwaterleidingen'.

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 'Hygiënecode Drinkwater; Opslag, transport en distributie' [18] met het bijbehorende werkboekje [14].

In de CROW-publicatie 250 'Graafschade voorkomen aan kabels en leidingen – Richtlijn zorgvuldig graafproces' [31] staan de verantwoordelijkheden van alle partijen in de graafketen (opdrachtgevers, ontwerpers, grondroerders en beheerders). Deze publicatie is opgesteld op verzoek van het 'Kabels- en Leidingenoverleg' (KLO⁹) met het doel de Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten (WION, zie boven) [21] te helpen bevorderen.

Bomen nemen boven- en ondergronds ruimte in (NEN 7171-1:2009 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. Kennis en ervaring over het samenbrengen van deze verschillende belangen is erg verspreid. De werkgroep 'Infrastructuur en bomen' van CROW bundelt daarom de kennis en ervaring om deze zaken zonder problemen te integreren. De werkgroep zal de geïntegreerde oplossingen voor bomen, infrastructuur en civieltechnische voorzieningen presenteren in een publicatie, die naar verwachting begin 2011 verschijnt.

Opmerkingen

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.

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

⁹ Aan het KLO nemen deel GPKL (Gemeentelijk Platform Kabels & Leidingen), netbeheerders, aannemers, grondroerders, gemeenten, waterschappen, het Kadaster en het Ministerie van Economische Zaken, zie ook www.graafschade-voorkomen.nl.

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

Transport en opslag van leidingelementen is beschreven in 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

Het ontwerp en de uitvoering van het werk vallen onder de ARBO wetgeving. Voor beide moet een V&G plan worden opgemaakt.

§ 5.1.1 'Werken aan ondergrondse netten' van NEN 7171-1:2009 noemt de eisen voor arbeidsomstandigheden bij de sleufopbouw, de ligging van gevaarlijke leidingen en gevaar tijdens de werkzaamheden voor publiek en degenen die aan de leidingnetten werken.

Ten aanzien van het werken in chemisch verontreinigde grond en grondwater is er een tweetal documenten in beeld:

- Arbo-Informatieblad 22 [45];
- CROW-publicatie 132 [46].

In de 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*' [18] is een en ander kort uitgewerkt.

10.1.4.1 General requirements

10.1.4.2 Installation requirements

10.2 Pipe trenches/Sleuven

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

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]¹⁰) moet in acht worden genomen.

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 ingefreesde drain onder de sleufbodem.

¹⁰ De AVSL 1985 is een publicatie van de Nederlandse Vereniging van Wegenbouwers en is 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.

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**

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 tegen vorst 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 NEN 7171-1:2009 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. Tabel 9 is een extractie daaruit voor het 'thema' 'Water'.

Tabel 9 Ingeschatte benodigde capaciteit en meest gangbare dekking van het thema water in enkele veelvoorkomende situaties.

Soort straat	Aantal	Middellijn* (in mm)	Dekking (in m)
Woonstraat	1	110	1,00
Hoofdstraat	1	160	1,00
Weg in industriegebied	1	160	1,00
Weg in buitenstedelijk gebied	1	500	1,00
	1	63	1,00

*) Voor de situatie woonstraat en hoofdstraat is uitgegaan van een min of meer gemiddelde middellijn; in de praktijk varieert deze tussen de 63 mm en de 500 mm (water) of 300 mm (gas).

De titel van hoofdstuk 6 van NEN 7171-1:2009 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**

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 NEN 7171-1:2009 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).

10.2.4 Sleufloze technieken

Bij sleufloze technieken wordt de leiding benaderd door op regelmatige afstanden een put te graven waarin de leiding wordt onderbroken. Om planologische of economische redenen kan een sleufloze aanlegmethode aantrekkelijker zijn dan aanleg in open sleuf.

Er zijn verschillende sleufloze technieken mogelijk, zie ook [7 en 30]:

- bij de raketboring wordt een relatief korte (stalen) buis horizontaal door de grond geslagen. Deze techniek leent zich met name voor mantelbuis kruisingen met bijvoorbeeld wegen. Een raketboring is vrijwel niet te sturen en moet dus relatief kort van lengte zijn;
- bij een avegaarboring wordt de grond gedurende de voortgang uit de buis verwijderd. De buis wordt horizontaal met vijzels vooruit geperst vanuit een put met dodebed. Het dodebed levert de reactiekracht voor de vijzels. Nadeel van deze techniek is dat de grondwaterstand tot ca. 0,5 m onder de boring moet zijn verlaagd. Evenals een raketboring is een avegaarboring niet te sturen;
- de techniek van de horizontale gestuurde boring (HDD) wordt toegepast voor leidingen van ca. DN 60 tot DN 1000 tot lengtes van ruim een km. Een voordeel van deze techniek is dat een HDD vanaf het maaiveld kan worden gerealiseerd. De leiding wordt veelal vooraf (niet nodig bij PE op haspel en trekvast nodulair gietijzer) samengesteld in het verlengde van de boring. Dat kan een nadeel zijn als de ruimte beperkt is;
- bij een schildboring worden (meestal betonnen, ook glasvezel versterkte) buizen achter het schild aangedrukt vanuit een persput. Het schild verwijdert de grond gedurende de voortgang. De schildboring is uitermate goed te sturen. De maximale lengte van de boring wordt bepaald door de beperking van de logistiek (bijvoorbeeld toevoer van krachtstroom naar het schild of afvoer van boorspoeling). Schildboren leent zich voor grote leidingdoorsneden (DN 600 tot DN 3200);
- 'Pipe cracking'
Bij deze techniek wordt de oorspronkelijke leiding in de bodem gebroken door een zogeheten ruimer door de leiding te trekken. Achter de ruimer wordt een nieuwe leiding in de ontstane ruimte getrokken. De scherven van de oude leiding blijven in de bodem achter. De techniek is geschikt voor het breken van grijs gietijzer en kunststof leidingen. Voor leidingen van asbestcement is de techniek niet geschikt, juist in verband met het achterblijven van restanten in de bodem. Gezien de aanwezigheid van de scherven in de bodem rond de nieuwe leiding moet die aan de nieuwe situatie zijn aangepast (mogelijke puntbelastingen);
- 'Relining'
Onder relinen wordt verstaan het aanbrengen van een 'liner' in een bestaande leiding. Het relinen van leidingen is ingedeeld in het structureel en het niet-structureel relinen. Bij structureel relinen wordt een nieuwe leiding in de bestaande leiding gebracht waarbij de nieuwe leiding voldoende sterk is voor een zelfstandige functie. Bij het niet-structureel relinen blijft de constructieve functie van de oude leiding bestaan. Een niet-structurele liner kan variëren van een spray tot een nieuwe leiding van beperkte sterkte.

Voor uitgebreidere informatie wordt verwezen naar bijlage F van NEN 3650-1:2003. In bijlage E van NEN 3650-1:2003 is aangegeven hoe de sterkte van een leiding in een HDD kan worden berekend.

10.3 Installation of pipeline components/Aanleg van leidingelementen

10.3.1 Distances from underground installations/Afstanden tot ondergrondse constructies

§ 6.4 'Eisen aan de bereikbaarheid' van NEN 7171-1:2009 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 dichters 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 middellijn 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 NEN 7171-1:2009 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 NEN 7171-1:2009, 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 7171-1:2009: *'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 NEN 7171-1:2009: *'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 moeten worden vermeden. In § 6.5.1 'Thermische beïnvloeding' van NEN 7171-1:2009 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 zowel het Waterleidingbesluit [2] als het ontwerp-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 NEN 7171-1:2009 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

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

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 zakkings 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 NEN 7171-1:2009. Deze zetting is onderdeel van het eerder genoemde 'materiaalkeuzemodel' [9, 32].

10.3.4 Connection to structures/Aansluitingen op bouwwerken

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).

Leidingen moeten met trekvastе koppelingen worden uitgevoerd of op andere wijze worden verankerd wanneer de spatkracht(en) niet door grondwrijving langs de leiding kan worden opgevangen. Dit geldt voor spatkrachtopvang direct buiten bouwwerken, maar ook bijvoorbeeld bij doorvoeringen via een mantelbuis.

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). In PE zijn gelaste aftakkingen voor aansluitingen betrouwbaarder dan gebeugelde.

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.

10.3.5 Precautions against flotation/Maatregelen tegen opdrijven

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

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 NEN-EN- of NEN-normen en worden uitgevoerd volgens aanvullende instructies van de leverancier.

10.4.2 Unrestrained joints/Niet-trekvaste verbindingen

Leidingen met niet-trekvaste verbindingen moeten worden verankerd bij bochten, leidingeinden, T-stukken, verjongingen en afsluiters om de axiaalkracht ten gevolge van de inwendige druk op te vangen. Ankers en ankerblokken moeten zijn ontworpen om krachten ten gevolge van inwendige druk inclusief de beproevingsdruk en dynamische belasting te kunnen weerstaan, waarbij rekening is gehouden met het evenwichtsdraagvermogen van de omringende grond (zie § 8.4.4). 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.

10.4.3 Restrained joints/Trekvaste verbindingen

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

10.4.4 Welded joints/Lasverbindingen

Lassen mogen uitsluitend door gekwalificeerd personeel worden gemaakt.

Lasverbindingen in PE kunnen worden gerealiseerd met stuiklassen of met electrolasmoffen. Voor stuiklassen wordt verwezen naar NEN 7200:2004. Electrolasmoffen moeten worden aangebracht volgens de instructies van de leverancier.

Voor de eisen aan (veld-) lassen in stalen leidingen, lasonderzoek en acceptatiecriteria wordt verwezen naar 9.4 van NEN 3650-2:2006. Daarin wordt verwezen naar NEN-EN en NEN-ISO normen met als belangrijkste NEN-EN 12732:2010 Ontw. 'Gasinfrastructuur - Lassen van stalen leidingen - Functionele eisen'.

10.4.5 Lubricants for joints/Glijmiddelen voor koppelingen

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. 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 gecertificeerd¹¹. Indien mogelijk wordt een glijmiddel direct vanuit de verpakking (spuitflacon) aangebracht. Om te voorkomen dat er een overmaat aan glijmiddel in de leidingen terecht komt, moet het middel op het spie-eind worden aangebracht en niet in de mof.

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

¹¹ Vooralsnog is dat uitsluitend het geval voor middelen op basis van BRL K535/01 'Glijmiddelen voor rubberringverbindingen' van certificatie-instelling Kiwa.

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

Reparaties aan en reparatiematerialen voor leidingbekledingen 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 bekleding, 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 bekledingen

Wanneer beproeving is voorgeschreven of wanneer gelegde leidingdelen bestaan uit metaal in combinatie met een elektrisch niet-geleidende bekleding en een kathodische beschermingssysteem, moet de bekleding 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 bekleding worden onderzocht met een vonkentester of een gelijkwaardig apparaat. De spanning ten behoeve van het afvonken is afhankelijk van bekledingdikte en soort.

Elk gevonden defect moet worden gerepareerd op een wijze die bij de originele bekleding past. Het gerepareerde defect moet vervolgens opnieuw worden getest.

Nagegaan moet worden of het kathodische beschermingssysteem kan worden beïnvloed door (i) hoogspanningsverbindingen in de omgeving, (ii) kathodische bescherming (KB) van andere nabije objecten en/of (iii) metallisch contact met stalen constructies (damwanden, wapening in beton enzovoort).

10.5.2 Internal protection/Inwendige bescherming

Beschadigingen aan inwendige bekleding of cementlaag moeten worden gerepareerd conform de door de leverancier verstrekte instructies. Indien gespecificeerd in het ontwerp moet inwendige bekleding of cementlaag worden aangebracht ter plaatse van de leidingverbindingen. Materialen die in contact komen met drinkwater moeten voldoen aan het gestelde in § 5.1.2.

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 (sinds 1 juli 2010 elektronisch). 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

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

10.6.2 Selected material for the embedment/*Geschikte materialen voor sleufaanvulling*

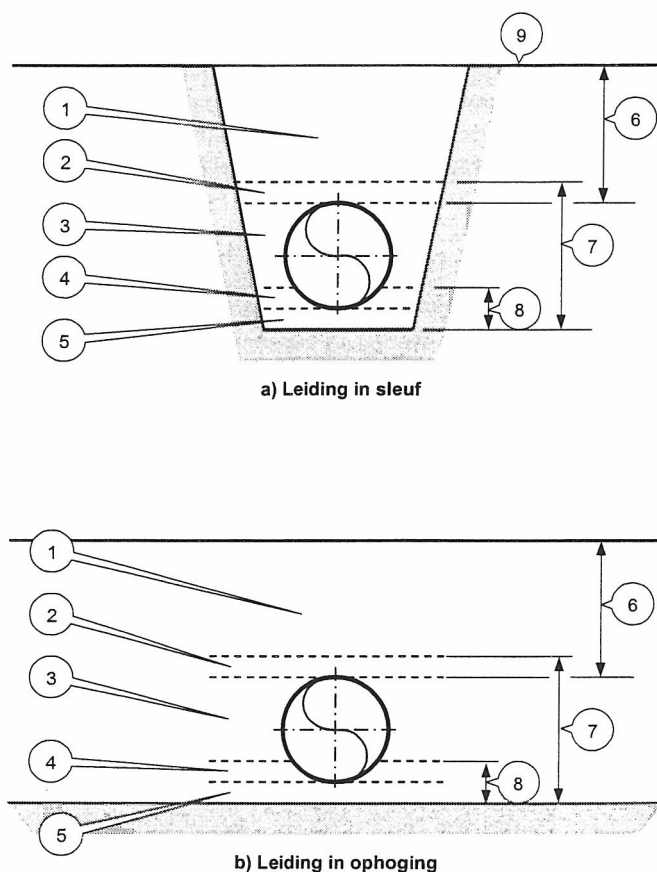
Het materiaal voor de sleufaanvulling (gebiedseigen grond of nieuw aangevoerde grond moeten de volgende eigenschappen bezitten:

- voldoende stabiel zijn om tijdens en na de aanlegfase de leiding op zijn plaats te houden en de in- en uitwendige belastingen op te vangen;
- geen corrosie, beschadiging of verzwakking van het leidingmateriaal, de bekleding 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*

In de figuur 5 is een gelegde leiding geschetst, respectievelijk in een sleuf en in een grondophoging.



Figuur 5 Aanduidingen van termen ten aanzien van grondaanvulling.

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

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

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 verdichtinggraad

Wanneer een bepaalde verdichtinggraad is gewenst, moet voor aanleg worden onderzocht of de voorgeschreven verdichting haalbaar is. Dit is afhankelijk van de verdichtingmethode, 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

Wanneer een maximale deflectie (meestal uitgedrukt in een percentage van de nominale middellijn) 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 middellijn 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

De resultaten van alle tijdens de aanleg uitgevoerde beproevingen moeten worden gedocumenteerd, gearchiveerd en beheerd totdat de betreffende leiding is verwijderd, dan wel resultaten van nieuwe beproevingen de oude resultaten kunnen vervangen.

11 Testing of pipelines/Beproeving van leidingen

11.1 General requirements/Algemeen

Elke gelegde leiding kan met behulp van water een eindbeproeving ondergaan om de integriteit van de leidingen, verbindingen, fittingen en andere leidingelementen zoals ankerblokken aan te tonen.

11.2 Safety/Veiligheid

11.2.1 Equipment and clothing/Apparatuur en kleding

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

11.2.2 Excavations/Uitgravingen

Na aanleg en tot het voltooien van het aanvullen moeten alle uitgravingen afdoende worden afgeschermd. Werkzaamheden die geen verband houden met de eindbeproeving zijn tijdens het beproeven niet toelaatbaar.

11.2.3 Filling and testing/Vullen en beproeven

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

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

Tijdens de beproeving op druk moeten alle ontluchtingsafsluiters 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 gecontroleerd 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 beluchtingafsluiters zijn geopend.

11.3 Pressure test/Hydrostatische drukbeproeving

Leidingen kunnen met hydrostatische druk worden beproefd [25]. De beproeving vindt in het algemeen plaats voorafgaande aan overdracht aan de beheerder. De beproeving maakt deel uit van het aantonen van de integriteit van de leiding.

11.3.1 Preparations/Vorbereiding

11.3.1.1 Backfilling and anchorage/ Aanvullen en verankeren

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 oplettingen of verankeringen moeten in staat zijn de belasting door de beproevingsdruk te kunnen weerstaan. Betonnen ankerblokken moeten voldoende verhard zijn 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

De leiding moet als één geheel worden getest, of indien dit noodzakelijk is in verschillende secties.

De secties moeten zo worden gekozen dat:

- de beproevingsdruk kan worden bereikt op het laagste punt;
- een druk van ten minste MDP kan worden bereikt op het hoogste punt, tenzij anders is gespecificeerd;
- 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.

De leiding moet zo volledig mogelijk worden ontlucht. 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 ontluchters van voldoende grootte.

11.3.2 Test pressure/Beproevingdruk

De systeem beproevingsdruk (STP) moet worden berekend op basis van de maximale ontwerpdruk (MDP):

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

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

De berekening van drukfluctuatie tengevolge 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 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

Voor de verschillende buizen en materialen kunnen verschillende goedgekeurde beproevingsmethoden worden toegepast. De beproevingsmethode mag in maximaal drie stappen worden uitgevoerd:

- voorlopige beproeving;
- drukverlies beproeving;
- eindbeproeving.

Bij elke beproeving moet, in geval de leiding inwendig bekleed is met waterabsorberend materiaal, het aflaten van de druk voldoende traag verlopen. Bij te snel aflaten kan de bekleding loslaten van de wand.

11.3.3.2 Preliminary test/Voorlopige beproeving

De voorlopige beproeving is bedoeld om:

- de te beproeven leidingsectie te stabiliseren voor tijdafhankelijke mechanismen;
- voldoende verzadiging te bereiken van waterabsorberende 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 opgevoerd tot ten minste de bedrijfsdruk zonder de systeem beproevingsdruk te overschrijden.

Bij onaanvaardbare veranderingen in de ligging van de leiding en/of het optreden van lekkages moet de druk van de leiding worden gehaald en moet het defect worden hersteld.

De duur van de voorlopige beproeving is materiaalafhankelijk en moet in het bestek worden voorgeschreven.

11.3.3.3 Pressure drop test/Drukverlies beproeving

De drukverlies beproeving maakt een beoordeling van het in de leiding achtergebleven luchthoeveelheid mogelijk.

De aanwezigheid van ingesloten lucht in de te beproeven sectie zal resulteren in foutieve meetwaarden die zouden kunnen duiden op een niet bestaande lek of in sommige gevallen een klein lek maskeren. De aanwezigheid van ingesloten lucht reduceert de nauwkeurigheid van de drukafname en de waterverlies proef.

Een uitvoeringsmethode voor deze beproeving 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 niet meer zijn dan het volume berekend volgens:

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

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 middellijn 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).

11.3.3.4 Main pressure test/Eindbeproeving

11.3.3.4.1 General/Algemeen

De eindbeproeving mag niet beginnen voordat de (indien voorgeschreven) voorlopige beproeving en de drukverlies beproeving succesvol zijn afgerond.

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

Twee basis beproevingsmethoden zijn goedgekeurd:

- waterverlies methode;
- drukafname methode.

In het bestek moet worden aangegeven welke methode moet worden gebruikt. Voor leidingen met een visco-elastisch gedrag moet een alternatieve beproevingsmethode worden gehanteerd, zie § 11.3.3.4.3.

11.3.3.4.2 *Water loss method/Watervoerlies methode*

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, zonodig door bijpompen van water, voor de duur van ten minste een uur.

Ontkoppel de pomp en laat geen water toe in de leiding gedurende tenminste een uur of langer indien voorgeschreven.

Meet na deze periode de aanwezige druk, herstel daarna STP door water bij te pompen, meet de hoeveelheid water die daarna moet worden afgelaten om de eerder gemeten gereduceerde druk te bereiken.

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 indien voorgeschreven.

Meet in deze periode de ingepompte hoeveelheid water die nodig is om STP te handhaven.

De hoeveelheid water die in beproevingsperiode van één uur mag 'verdwijnen' is te berekenen met de formule in § 11.3.3.3.

11.3.3.4.3 *Pressure loss method/Drukafname methode*

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 waarde niet overschrijden:

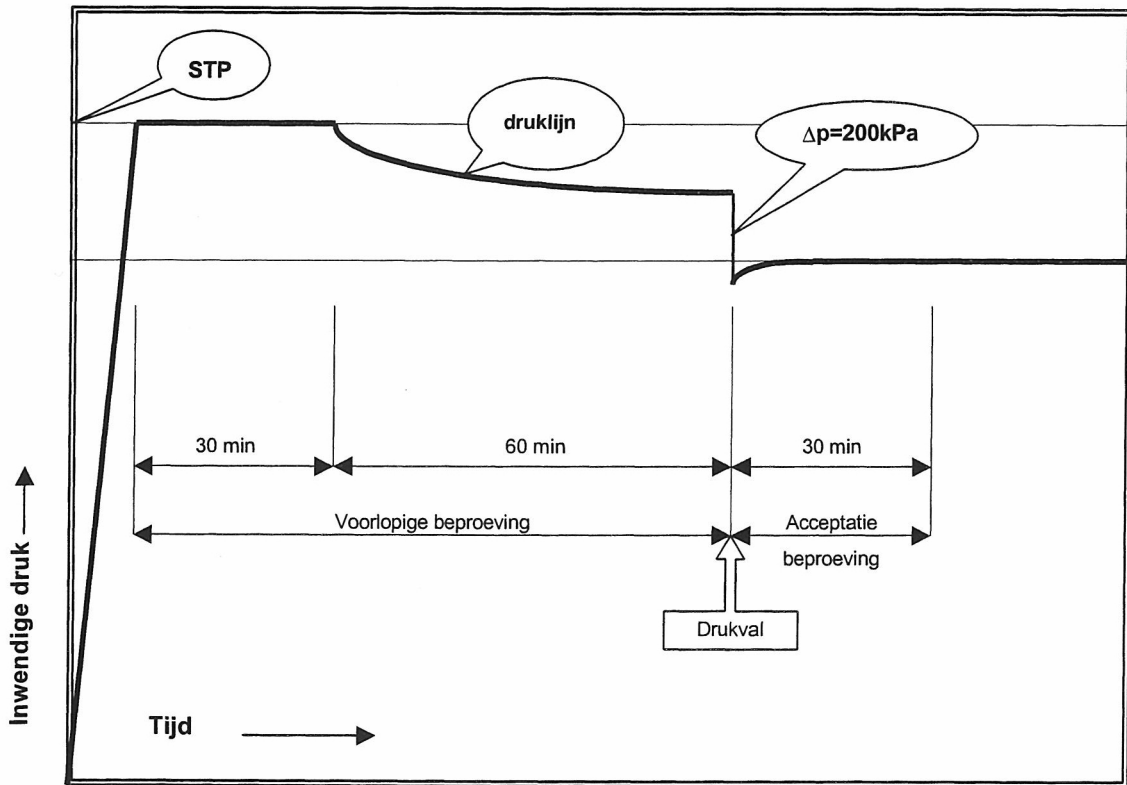
- 20 kPa in leidingen vervaardigd van nodulair gietijzer (al dan niet met inwendige cementbekleding), staal (al dan niet met inwendige cementbekleding), betonnen leidingen met een plaatstalen kern en kunststof leidingen;
- 40 kPa in leidingen vervaardigd van asbestcement of gewapend beton. In sommige asbestcement 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.

Het navolgende van deze paragraaf maakt onderdeel uit van de informatieve bijlage A.27 van de NEN-EN 805.

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

Een snelle verlaging van de beproevingsdruk leidt tot een contractie van de leiding. Gedurende de opvolgende 30 minuten (eindbeproeving fase) moet de toename van de druk tengevolge van de contractie worden gemeten met een zelfschrijvende manometer. De eindbeproeving mag als geslaagd worden beschouwd als de drukgrafiek een toenemende tendens vertoont gedurende genoemde 30 minuten; een periode die normaal lang genoeg is voor een goede indicatie (zie figuur 6).



Figuur 6 Voorbeeld van de acceptatiebeproeving van leidingen met visco-elastisch gedrag.

11.3.3.4.4 Test evaluation/Evaluatie van de beproeving

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

11.3.3.5 Final system test/ Separaat beproefde secties

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

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

12 Disinfection/Desinfectie

12.1 General/Algemeen

Na aanleg of vervanging van een leiding of uitbreiding van het leidingnet moet(en) de leidingen 'hygiënisch betrouwbaar'¹² worden gemaakt. Het voor dit doel te gebruiken water moet drinkwater zijn. Het hygiënisch betrouwbaar maken van drinkwaterleidingen is in Nederland vastgelegd in de 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie' [18], die expliciet wordt genoemd in het ontwerp-Drinkwaterbesluit [17] (zie ook het 'Voorwoord' van de onderhavige richtlijn). De drinkwaterbedrijven dienen daarom overeenkomstig deze richtlijn te handelen. Vanuit de Nederlandse overheid wordt daarop toegezien.

Er wordt ook gewezen op het bij de Hygiëncode behorende werkboekje [14].

12.2 Preparation for disinfection/Vorbereiding voor desinfectie

12.2.1 General requirements/Algemene eisen

12.2.2 Disinfection equipment/Desinfectieapparatuur

Alle voor het desinfecteren te gebruiken apparatuur moet geschikt zijn voor drinkwaterdoeleinden.

12.3 Selection of disinfectant/Keuze van het desinfectiemiddel

De keuze voor desinfectiemiddelen moet worden gemaakt op basis van factoren als effectiviteit, afbreekbaarheid, gebruiksgemak (kans op ongevallen met personeel of milieuschade), de benodigde contacttijd en waterkwaliteitsaspecten zoals de pH-waarde van het drinkwater.

De desinfectiemiddelen moeten voldoen aan de van toepassing zijnde EU richtlijnen of EFTA (European Free Trade Association) regels en nationale wet- en regelgeving (Arbeidsomstandighedenwet van 1 januari 2007, Arbobesluit en Arbeidsomstandighedenwetgeving).

12.4 Disinfection procedures/Desinfectieprocedures

12.4.1 General requirements/Algemene eisen

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 [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

Het spuien van drinkwaterleidingen is beschreven in § 3.6 van de Hygiëncode [18].

12.4.3 Static procedure/Statische procedure

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

¹² In Nederland wordt het begrip 'desinfectie' gehanteerd voor technieken waarbij organismen worden geïnactiveerd. In plaats van 'desinfecteren' wordt daarom de algemene aanduiding 'hygiënisch betrouwbaar maken' gebruikt.

vastgesteld op basis van de middellijn, 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 § 3.7.3 van de Hygiënecode [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. Bij het gebruik van chloor als desinfectiemiddel geldt dat zodra de concentratie aan werkzaam chloor kleiner is dan 3 mg Cl₂/l het water als drinkwater kan worden gedistribueerd [18]. Een overweging bij deze beslissing kan zijn dat dit zal leiden tot geur- en smaakklachten.

12.4.4 *Dynamic procedure/Dynamische procedure*

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 § 3.7.4 van de Hygiënecode [18].

12.5 *Microbiological clearance and reporting/Microbiologische goedkeuring en verslaglegging*

Nadat is aangetoond dat het water geen desinfectiemiddel meer bevat (statische procedure), wordt waterkwaliteitsbeoordeling uitgevoerd overeenkomstig de Hygiënecode [18] (hoofdstuk 12 '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

Vereiste documentatie:

- 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;
- aanbrengen van informatieborden, indien gewenst, met daarop noodzakelijke informatie over leidingelementen (bijvoorbeeld type, middellijn, afmetingen en afstanden);
- een handboek met specifieke bedrijfsgegevens voor het beheren van het leidingnet.

14 Operation / Bedrijfsvoering

14.1 Inspection and monitoring/Inspectie en bewaking

De beheerder van het leidingnet is verantwoordelijk voor een duurzaam economische bedrijfsvoering daarvan en de bewaking van de kwaliteit van het drinkwater in het leidingnet. Voor de realisatie daarvan moet een preventiebeleid worden gevoerd in de vorm van een beheersysteem.

Opmerking

Deze richtlijn beperkt zich tot het leidingnet. Het beheer van de kwaliteit van het drinkwater van bron tot tappunt is als zodanig niet in deze richtlijn verwoord.

Inspectie van het systeem behelst:

- de identificatie van verstoringen en waterverliezen;
- het functioneren van afsluiters, brandkranen en andere appendages.

Bewaking van het systeem behelst:

- meting en registratie van de druk en de volumestroom;
- de grootte van de waterverliezen;
- de belasting op de leidingen in relatie tot de drukklassen en materialen van de leidingen;
- de bedreigingen van de functionaliteit van het leidingnet.

14.1.1 Identificatie verstoringen

Verstoringen kunnen optreden in de waterkwaliteit:

- microbiologisch
Periodiek vast te stellen volgens Drinkwaterwet [16] en Waterleidingbesluit [2]/ontwerp-Drinkwaterbesluit [17];
- chemisch
Periodiek vast te stellen volgens Drinkwaterwet en Waterleidingbesluit/ontwerp-Drinkwaterbesluit;
- fysisch
Druk, continuïteit van levering, troebelheid, kleur en temperatuur worden 'af pompstation' meestal continu gemeten. Eerstgenoemde parameter wordt in het voorzieningsgebied meestal op enkele plaatsen continu gemeten.

Bij een verstoring (normoverschrijding) is identificatie van de oorzaak noodzakelijk om de juiste maatregelen te kunnen definiëren. Verstoringen die door de consument opgemerkt (kunnen) worden en door metingen of klachtenregistratie zijn vastgelegd, dienen nader te worden geïdentificeerd. Een protocol voor de afhandeling van deze verstoringen moet aanwezig zijn.

14.1.2 Identificatie waterverliezen

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 10.

De totale netto afzet van reinwater naar het beschouwde gebied is onderverdeeld in 'Verrekend verbruik' en 'Niet in rekening gebracht volume' (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 opgebouwd uit de volgende posten:

- 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;
- distributieverliezen (e tot en met i);

- e. illegale aansluitingen;
- f. miswijzingen van watermeters [27] en administratieve verliezen. Watermeters kunnen zowel te veel als te weinig aangeven.
- g. tot en met i. echte verliezen. Onder echte lekverliezen worden die verliezen geplaatst waarbij fysiek water verloren gaat, zie tabel 11.

Tabel 10 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 volume (NIRG)</i>
		<i>Onverrekend toegestaan verbruik</i>	Unbilled unmetered consumption <i>d. Onverrekend onbemeten verbruik</i>	
	Water losses	Apparent Losses	Unauthorised consumption <i>e. Illegaal verbruik</i>	
		<i>Schijnbare verliezen</i>	Customer metering inaccuracies <i>f. Onnauwkeurigheden watermeter klant</i>	
		Distributie verliezen	Real Losses <i>Echte (lek)verliezen</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>			

Tabel 11 Indeling echte lekverliezen naar plaats en aard.

lekverlies naar plaats	g. tijdens transport en distributie
	h. in reservoirs
	i. op dienstkranen en aansluitleidingen
lekverlies naar aard	achtergrondlekken
	gemelde lekken
	niet-gemelde lekken

14.1.3 Functioneren appendages

Afsluiters

Om de beheersbaarheid van het leidingnet te garanderen, zijn afsluiters onontbeerlijk. Bij storingen hoeft er slechts een zeer beperkt deel van het leidingnet drukloos te worden gemaakt waarbij de levering van

drinkwater in het niet-afgesloten deel gewoon kan doorgaan. De functies van afsluiters in het leidingnet zijn de volgende:

- scheiden van voorzieningsgebieden;
- afsluiten van secties bij storingen en werkzaamheden;
- sturen van waterstromen in reguliere situaties;
- sturen van waterstromen bij schoonmaken.

Het functioneren van afsluiters wordt bepaald door:

- Vindbaarheid;
- Identificeerbaarheid;
- Bereikbaarheid;
- Draaibaarheid;
- Afsluitbaarheid.

Als er niet wordt voldaan aan een van deze vijf onderdelen functioneert een afsluiter niet. De eerste vier punten zijn eenvoudig te controleren binnen onderhoudsprogramma's van afsluiters. Afhankelijk van de uitslag van de controle kunnen acties volgen waarmee de betrouwbaarheid teruggebracht wordt naar een vastgelegd niveau.

Beoordelingen van afsluiters en afsluiterconfiguratie zijn mogelijk met een methodiek als 'CAVLAR' [33].

Draaien afsluiters

Het traject van open naar gesloten afsluiter (het draaien van de afsluiter) is een beperkt traject. Een afsluiter kent een aantal 'slagen' tussen volledig open en volledig gesloten. De mate van afsluiting van de volumestroom is niet evenredig met dit aantal slagen. Het grootste deel van de volumestroom wordt in het laatste deel van het traject bewerkstelligd. Hiermee ontstaat er in dit laatste deel een grote snelheidsverandering (dv/dt) en hiermee grote waterslagverschijnselen (over- en onderdruk). Om deze te beperken, is een beperkte draaisnelheid noodzakelijk bij hoge volumestromen (primaire leidingen). Per type en plaats van de afsluiter kan het draaitraject zijn voorgeschreven. Hierin staat het draaitraject (het aantal slagen en de snelheid waarmee met name de laatste slagen mogen worden gemaakt) omschreven.

Brandkranen

Het functioneren van brandkranen wordt bepaald door:

- Vindbaarheid;
- Bereikbaarheid;
- Voldoende waterleverend.

Als er niet wordt voldaan aan een van deze drie onderdelen functioneert een brandkraan niet. De punten zijn eenvoudig te controleren binnen onderhoudsprogramma's van brandkranen. Afhankelijk van de uitslag van de controle kunnen acties volgen waarmee de betrouwbaarheid wordt teruggebracht naar een vastgelegd niveau. Een en ander is nader uitgewerkt in het rapport KWR 04.054 'Controlemethodiek brandkranen' [37].

Bediening brandkranen

Voor de bediening van brandkranen wordt onderscheid gemaakt in:

- insluitbeveiligde brandkranen;
- niet-insluitbeveiligde brandkranen.

Voor niet-insluitbeveiligde brandkranen bestaat een protocol voor de bediening waarbij het terugstromen van water uit de brandkraan wordt voorkomen. Dit protocol komt erop neer dat de voetklep van de brandkraan alleen mag worden geopend als de kraan op het opzetstuk is geopend. Algemene toepassing van dit protocol wordt aangeraden bij beide typen brandkranen.

Andere appendages

In het leidingnet komen andere appendages voor dan afsluiters en brandkranen. Dit kunnen zijn:

- beluchters;
- ontluchters;

- drukreducerkleppen;
- regelafsluiters;
- andere dan hier genoemd.

Voor al deze appendages zijn bedieningsvoorschriften, instellingen en noodzakelijke periodieke controles van belang. Deze protocollen moeten hun plaats in de bedrijfsvoering hebben.

14.1.4 Bewaking druk en volumestroom

Volgens het Waterleidingbesluit [2] dienen de druk en de volumestroom te worden geregistreerd.

Artikel 11.1 *'De eigenaar draagt zorg, dat:*

- a. de door het pompstation afgeleverde hoeveelheden water voortdurend of ten minste elk uur, worden geregistreerd;*
- b. op een aantal door de inspecteur aan te wijzen plaatsen in het distributiegebied de druk van het water voortdurend wordt geregistreerd.'*

Artikel 11.2 *'De eigenaar draagt zorg de in het voorgaande lid bedoelde gegevens gedurende ten minste vijf jaar beschikbaar te hebben.'*

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 de technische installaties plus de punten in het leidingnet waar de druk onder de verschillende bedrijfsomstandigheden (minimum, normaal en maximum afname) het laagst is.

14.1.5 Bewaking grootte van de waterverliezen

Waterverliezen treden in meer of mindere mate op in alle leidingnetten. De grootte van deze verliezen moet worden bepaald volgens een systeem waarmee de grootte en de relatie met andere waterstromen inzichtelijk wordt gemaakt. Met een methode als in 14.1.2 zijn de waterverliezen in grootte vast te stellen. Het drinkwaterbedrijf kan grenzen stellen aan de maximaal te accepteren grootte van de verliezen waarmee een actieniveau ontstaat.

Permanente monitoring van de afzet gedurende perioden 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.

14.1.6 Bewaking van belasting op leidingen

Een leidingnet bestaat uit een organisch gegroeid samenstel van leidingen. Hierin komen verschillende materialen, drukklassen en liggingomstandigheden voor. Gedurende de tijd kunnen er veranderingen optreden in de belasting op de leidingen. Leidingmaterialen kunnen worden aangetast. Drukken in het leidingnet kunnen worden verhoogd en grond- en verkeersbelasting kunnen wijzigen door ophogingen en wegverleggingen.

Het drinkwaterbedrijf moet aandacht hebben voor deze bedreigingen van het leidingnet. Voor de verschillende leidingmaterialen is het noodzakelijk het gedrag van de toegepaste materialen onder de bedrijfsomstandigheden in de tijd te kennen. Overleg met grondroeders en monitoring van werkzaamheden in de buurt van leidingen levert informatie op over mogelijke veranderingen in grond- en verkeersbelasting.

14.1.7 Bedreigingen van de functionaliteit van het leidingnet

De functionaliteit van het leidingnet wordt bedreigd door de volgende factoren:

- toename van de vraag tot boven de ontwerpvrage
Dit verschijnsel leidt tot verhoging van de drukverliezen en zal drukklachten veroorzaken gedurende de perioden van maximum verbruik.
- veroudering van het leidingnet
Dit kan tot uiting komen in een toename van de storingsfrequentie, een toename van de OLM (Ondermaatse LeveringsMinuten), het afnemen van de betrouwbaarheid van afsluiters en brandkranen, en in het geval van grijs gietijzeren leidingen tot het teruglopen van de hydraulische capaciteit.

14.2 Maintenance/Beheer

Het beheersysteem geldt voor de gehele bedrijfsvoeringperiode van het leidingnet tot en met het buiten bedrijf stellen van af te koppelen leidingen. Uitgangspunten zijn:

- het duurzaam economisch, veilig en minimaal volgens de vigerende eisen in bedrijf hebben van het leidingnet;
- het bewaken van de conditie van het/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 beheersysteem stelt de integriteit van het leidingnet centraal en moet zich in een proces van continue kwaliteitsverbetering bevinden. 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 opgemaakt 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. 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.

14.2.1 Storingsregistratie

Met een storingsregistratie wordt de veroudering van het leidingnet gemonitord. Door dit op een systematische wijze te doen, ontstaat inzicht in de materialen en systemen die in de veroudering van het leidingnet de grootste rol spelen. Op basis van deze resultaten kan dan gericht worden gesaneerd. Centrale storingsregistratie biedt hiervoor de mogelijkheden [38].

14.2.2 Inspectie van leidingen

Voor de inspectie van leidingen zijn verschillende mogelijkheden beschikbaar [39]. Inspectie van leidingen hangt sterk samen met conditiebepaling, zie § 14.2.4.

14.2.3 Schoonmaken

In een leidingnet wordt in meer of mindere mate sediment afgezet, afhankelijk van waterkwaliteit en leidingmateriaal. Dit sediment kan bij opwerveling bruin water problemen veroorzaken. Om deze problemen te voorkomen, worden schoonmaakprogramma's uitgevoerd. Schoonmaakprogramma's kunnen worden onderscheiden in schoonmaken door spuien van leidingen en het schoonmaken met extra hulpmiddelen.

Schoonmaakprogramma's voor leidingen door middel van spuien worden onder de volgende drie randvoorwaarden uitgevoerd:

- Schoonmaken vanuit een schoonwaterfront
Hiermee wordt voorkomen dat de schoonmaakacties sediment opwerpen in het aanvoertraject en wordt hervervuiling van reeds schoongemaakte leidingen voorkomen.
- Watersnelheid in de leiding bij het schoonmaken minimaal 1,5 m/s
Hiermee wordt al het vrij liggende sediment verwijderd;
- Een verversingsgraad van drie
Na drie maal verversen is de troebelheid in de schoon te maken leiding over het algemeen voldoende gezakt en kan de schoonmaakactie worden afgesloten.

Er moet rekening mee worden gehouden dat de kinetische energie die vrijkomt met het af te voeren water (aftap of spui) op adequate wijze wordt opgevangen via een constructie als een spuizak of een plaat waar het water op uitstort zodanig dat geen overlast wordt veroorzaakt voor personen of omgeving. Dit geldt tevens voor het lozen van water met desinfectiemiddel.

Schoonmaken met extra hulpmiddelen kan bestaan uit:

- Spuien met water en lucht;
- Proppen van leidingen;
- Pulserend spuien;
- Schoonmaken met hoge druk spuitkoppen;
- Schrapen van leidingen;
- Nieuwe ideeën van uiteenlopende aard.

Het schoonmaken van leidingen kan worden begeleid door het meten van de troebelheid van het spuiwater. Hiermee ontstaat een objectieve maat voor het vastleggen van de vervuiling in de leiding en de toestand van de leiding na de schoonmaakactie. Zie ook SWE 99.009 'Schoonmaken leidingnetten, Handleiding voor opzetten, uitvoeren en controleren van schoonmaakprogramma's' [40].

14.2.4 *Conditiebepaling*

De conditie van een leiding wordt bepaald door de mate waarin die leiding aan de geldende eisen voldoet. Deze eisen kunnen voortkomen uit waterkwaliteit, storingsfrequentie, risico bij falen enzovoort. Een en ander hangt ook samen met het leidingmateriaal. Grijs gietijzer geeft sneller aanleiding tot waterkwaliteitsklachten dan PVC en het sterkteverloop van het materiaal is essentieel anders. Een conditiebepalingmethode is dan ook gekoppeld aan het materiaal.

Asbestcement

Omdat asbestcement onder bepaalde omstandigheden kan uitlogen, wordt de conditie voor een groot deel bepaald door de effectieve wanddikte in combinatie met de heersende belastingen. De effectieve wanddikte kan destructief worden bepaald met de fenolftaleïne-test op een uitgenomen buisdeel of op schademateriaal. Ook non-destructieve technieken behoren tot de mogelijkheden waarbij zowel vanaf de buitenkant als inwendig inline bepalingen mogelijk zijn. Zie ook [39].

Verder kunnen afdichtingsringen van natuurrubber in de koppelingen biologisch worden aangetast, wat tot lekkages kan leiden. Zie ook het rapport 'Aantasting van rubberringen voor waterleidingbuizen' [41].

Grijs gietijzer

De conditie van een gietijzeren leiding bestaat uit een aantal parameters:

- De leiding kan dichtgroeien met corrosieproducten waardoor de leiding hydraulisch niet meer aan de eisen voldoet;
- De leiding kan corrosieproducten afgeven waardoor de leiding uit het oogpunt van waterkwaliteit niet meer voldoet;
- De effectieve wanddikte kan door in- en uitwendige corrosie verminderen waardoor sterkte van de leiding kan worden aangetast.
- Verder kunnen er lokale putten (lekken) in de wand ontstaan die niet direct behoeven te leiden tot falen of sterkteverlies.

De wanddikte kan via uitnemen van buisdelen worden gemeten. Er bestaan echter ook technieken (ultrasoon, eddy current) waarmee de wanddikten inline inwendig kunnen worden bepaald.

De koppelingen in grijs gietijzeren leidingen zijn zeer gevarieerd in uitvoering en kunnen aanleiding geven tot lekkages.

PVC

De conditie van een PVC leiding wordt vooral bepaald door het storingsgedrag op basis van de sterkte van het materiaal. Indien de inwendige spanningen in het materiaal onder de gehanteerde ontwerpspanningen blijven, gaat een buis (als onderdeel van een leiding) niet stuk. Redenen die tot lagere toelaatbare spanningen kunnen leiden, zijn de aanwezigheid van insluitsels, een lage geleergraad of een lage weerstand tegen langzame scheurgroei. Insluitsels zijn over het algemeen uitsluitend vindbaar op schademateriaal. Het initiatiepunt van een scheur bevindt zich op dergelijke insluitsels. De mate van gelering kan worden bepaald met de dichloormethaan- test (DCMT-test). Voor het bepalen van de weerstand tegen langzame scheurgroei is een test beschikbaar. De drie beschikbare testen zijn destructief.

Verbindingen in PVC zijn steekverbindingen of lijmverbindingen (kleine diameters). De betrouwbaarheid van de lijmverbindingen is sterk afhankelijk van de omstandigheden waaronder die zijn gemaakt.

14.2.5 Saneren leidingnet

Als een leiding(net) zo ver is verouderd dat er niet meer wordt voldaan aan de door het bedrijf gestelde randvoorwaarden voor levering van drinkwater is saneren daarvan noodzakelijk. Op basis van assetmanagementtools en conditiebepaling is het mogelijk om die infrastructuur te vervangen waarmee de grootste winst wordt behaald in de bedrijfsvoering van een/het leiding(net).

Voor het vervangen van leidingen gelden gelijke overwegingen als bij de aanleg, zie [39]. Omdat bij vervanging over het algemeen in een bestaande gecompliceerde situatie wordt gewerkt, verdienen sleufloze technieken extra de aandacht.

14.2.6 Werkzaamheden derden nabij het leidingnet

Gedurende de levenscyclus van een drinkwaterleiding zal er ook 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 van de leidingen. Stabiliteitsproblemen kunnen voorkomen bij stempelingen tegen de grond, verstoorde stempelingen, ontgravingen nabij niet-trekvast gelede leidingen enzovoort.

Veranderende wegconstructies bij reconstructies kunnen leiden tot extra belastingen op de leiding die niet door de beheerder worden opgemerkt. Dit soort reconstructies kunnen ook leiden tot gewijzigde bereikbaarheid van leidingen.

14.2.7 Externe effecten

Na de leidingbreuk bij Stein begin 2004 hebben de drinkwaterbedrijven en Vewin een collectief onderzoek geïnitieerd om de veiligheidsrisico's van externe effecten in beeld te krijgen. Een werkgroep met vertegenwoordigers van de drinkwaterbedrijven, Kiwa en Vewin heeft in 2005 een generieke methode ontwikkeld ('Beoordeling Externe Effecten Leidingen', BEEL) waarmee de grootste veiligheidsrisico's ten aanzien van externe effecten kunnen worden bepaald [42]. De methodiek sluit aan bij de NEN 3651 en is beschreven in [26]. Ook wordt gewezen op [44, 45].

14.3 Bijzondere situaties

14.3.1 Drinkwaterbuizen van asbestcement

Werken aan asbestcement buizen

Het werken aan en met drinkwaterbuizen van asbestcement valt onder de 'uitzondering op het crocidoliet- en asbestverbod' (artikel 4.40 en 4.42 van het Arbeidsomstandighedenbesluit) en is toegestaan mits wordt voldaan aan onderstaande voorwaarden.

Aanboringen, reparatie- of onderhoudswerkzaamheden aan asbestcement buizen

De werkzaamheden moeten worden uitgevoerd volgens de 'Werkwijzer voor het repareren en aanboren van asbestcementbuizen in het ondergrondse openbare waterleiding-, gas- en rioolnet' [20]. Zie verder tevens Arbeidsomstandighedenbesluit artikel 4.40, tweede lid a en artikel 4.42, tweede lid a.

Verwijderen en afvoeren van asbestcement buizen

De voorgenomen werkzaamheden voor het verwijderen of afvoeren van asbestcement buizen moeten in een 'werkplan' [20] worden omschreven. Dat werkplan moet als openbaar stuk op het werk aanwezig zijn.

Voor aanvang van de werkzaamheden moet het werk door de aannemer of het bedrijf dat de werkzaamheden gaat uitvoeren worden aangemeld bij de betrokken regiodirecteur van de Arbeidsinspectie. Zie verder het Arbeidsomstandighedenbesluit artikel 4.40, tweede lid b en artikel 4.42, tweede lid artikel b en de Arbeidsomstandighedenregeling artikel 4.20 eerste lid b. Het geheel of

gedeeltelijk verwijderen van asbestcementshoudende drinkwaterleidingen is vrijgesteld van een asbestinventarisatie en er bestaat geen meldingsplicht voor 'asbestwerkzaamheden' [35]. Onder die werkzaamheden wordt verstaan het repareren en onderhouden van leidingen en het maken van aanboringen. Het vervangen van asbestcement drinkwaterleidingen is wel meldingsplichtig.

Met werken volgens 'Veilig werken met asbestcementleidingen; in het ondergrondse openbare waterleiding-, gas- en rioolafvalwaternet' [20] wordt voldaan aan de door de wet gestelde criteria. Zie ook www.asbestwerkplan.nl.

14.3.2 Aarding

In het geval bij een aanpassing stroomgeleidende leidingen (gietijzer, staal, koper) worden vervangen door niet-stroomgeleidende leidingen (kunststof) is het van belang de eventuele aarding van de elektrische installatie bij de afnemer op het leidingnet te toetsen. Indien deze op de drinkwaterleiding plaatsvindt, dient de aarding door de eigenaar van het perceel op een andere wijze te worden gerealiseerd in overleg met het plaatselijke energiebedrijf. Zolang er geen definitief uitsluitel is over de aarding kunnen er geen werkzaamheden worden uitgevoerd.

Ook bij reparaties/ingrepen in een stroomgeleidende leiding dient rekening te worden gehouden met eventuele aarding op deze leiding.

14.3.3 Tijdelijke leidingen

Het kan voorkomen dat de drinkwatervoorziening via het reguliere leidingnet tijdelijk niet mogelijk is. Om de aansluitingen van drinkwater te voorzien is een tijdelijke leiding mogelijk. Deze leiding moeten 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 leidingen functioneren.

14.3.4 Keerkleppen

Bij de vervanging van watermeters wordt de doorgaans daarin als frontbeveiliging geïntegreerde keerklep (frontbeveiliging) 'automatisch' meegenomen. Door middel van de 'Regeling Kwaliteitsborging Watermeters' (RKW) [27] wordt in Nederland toezicht gehouden op de goede werking van in gebruik zijnde watermeters.

15 Updating of documentation/Wijzigen van documentatie

16 Literatuur

- [1] Waterleidingwet van 6 april 1957 en gewijzigd en/of aangevuld, laatst bij de wet van 6 oktober 2005, Staatsblad nr. 532
- [2] Waterleidingbesluit, ingaande 9 februari 2001, Staatsblad 2001, nummer 31
- [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] VROM: 'Regeling materialen en chemicaliën leidingwatervoorziening', Staatscourant nr. 241, 13 december 2002
- [5] VEWIN: 'Model Algemene Voorwaarden Drinkwater 1994/1998', Rijswijk
- [6] Vewin: 'Model Aansluitvoorwaarden Drinkwater 2004', 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] Koning, M. de (2000): 'Materiaalkeuze van leidingsystemen; Verslag van de panelsessie voor de DGPW-bedrijven', rapport BTO 2000.181, Kiwa Onderzoek en Advies, Nieuwegein
- [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 'Milieutechnische Ontwerpcriteria voor Bedrijfsrioleringen'
- [14] Oesterholt, F.I.H.M. (2011): 'Hygiëne tijdens het werk; Hoofdpunten uit de 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie'', rapport KWR 2010.105, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [15] Railinfrabeheer (2002): 'Technische voorschriften bij vergunningen voor kabels en leidingen langs, onder en boven de spoorweg' ('Witte Boekje')
- [16] Drinkwaterwet van 18 juli 2009, Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, jaargang 2009, nummer 370, 3 september 2009
- [17] Ontwerp-Drinkwaterbesluit, Staatscourant 2010, nummer 141 van 8 januari 2010
Opmerking: volgens de laatste gegevens wordt het Drinkwaterbesluit medio 2011 afgerond.
- [18] Meerkerk, M.A., en Kroesbergen, J. (2010): 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie', rapport BTO 2001.175 versie 2, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein

- [19] Onderzoeksraad Voor Veiligheid, website www.onderzoeksraad.nl
- [20] Bouwend Nederland, Netbeheer Nederland, Stichting RIONED en VEWIN (2010): 'Veilig werken met asbestcementleidingen; in het ondergrondse openbare waterleiding-, gas- en rioolafvalwaternet', Leiderdorp
- [21] Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten, Staatsblad, jaargang 2008, nummer 120, 22 april 2008
- [22] Meerkerk, M.A. (2010): 'Leidraad voor de toepassing van leidingmaterialen in met organische stoffen verontreinigde bodem; versie 2010', KWR-rapport 2010.053, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [23] Stichting CKB (2009): 'Certificatieregeling Kabelinfrastructuur en Buizenlegbedrijven', Zoetermeer
- [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] Beuken, R.H.S., en Kivit, C.F.T. (2005): 'Evaluatie beheersysteem leidingnet op externe effecten door leidinglekage; Toetsingskader voor goed beheer', rapport 2005/54/5266, VEWIN, Rijswijk
- [27] Vewin: 'Regeling Kwaliteitsborging Watermeters', 1 januari 2009, 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] Beuken, R.H.S., en Mesman, G.A.M. (2006): 'Evaluatie Keuzematrix Leidingmateriaal; Wordt voldoende rekening gehouden met ongelijkmatige zettingen?', Kiwa-rapport KWR 06.030, Kiwa Water Research, 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.: 'Ontwerpen Nieuwe Stijl', KWR-rapport in voorbereiding, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [35] '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)', Staatblad 2006, nummer 348
- [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] Wielen, J.M.L. van der (2004): 'Controlemethodiek brandkranen', rapport KWR 04.054, Kiwa N.V. Water Research, Nieuwegein
- [38] Vloerbergh, I.N. (2008): 'U-STORE; Toelichting op en afspraken over uniforme storingsregistratie', rapport BTO 2008.057, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [39] Kater, H., 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] Schaap, P.G., Mesman, G.A.M., en Vreeburg, J.H.G. (2009): 'Schoonmaken leidingnetten; handleiding voor opzetten, uitvoeren en controleren van schoonmaakprogramma's', rapport SWE 99.009, ISBN 90-74741-77-0, Kiwa N.V. Onderzoek en Advies, Nieuwegein
- [41] Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen KIWA N.V. (1961): 'Aantasting van rubberringen voor waterleidingbuizen', rapport van de Commissie Rubberringen, Rijswijk
- [42] Boomen, M. van den (2009): 'Veiligheidsmanagement Waterleidinginfrastructuur; Onderzoek naar de stand van zaken op 1 oktober 2009', rapport 9290/2009, Vewin, Rijswijk
- [43] Molen, M. van der, Kooi, H., Smulders, E.F.P.A., en Heijman, S.G.J. (2008): 'Warmteindringing in de bodem', rapport BTO 2008.053, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [44] Boomen, M. van den (2006): 'Veiligheidsmanagement waterleidinginfrastructuur; Onderzoek naar stand van zaken', rapport 2006/70/6269, VEWIN, Rijswijk
- [45] Sdu Uitgevers: 'Werken met verontreinigde grond en verontreinigd grondwater', Arbo-Informatieblad 22 (AI-22), derde druk onder auspiciën van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 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): 'Aanbevelingen tot het Voorkomen van Schade aan Leidingen (AVSL)', Gouda

