



# Hygiëncode Drinkwater

*Opslag, transport en distributie*

**BTO 2001.175, 2<sup>e</sup> editie  
December 2010**



Watercycle Research Institute

# Hygiënecode Drinkwater

*Opslag, transport en distributie*

**BTO 2001.175, 2<sup>e</sup> editie  
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**

Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*

**Projectnummer**

A308045.106

**Onderzoeksprogramma**

Drinkwater

**Projectmanager**

drs. P.G.G. Slaats

**Opdrachtgever**

Platform Bedrijfsvoering

**Kwaliteitsborgers**

Prof. dr. G.J. Medema en dr. ir. J.H.G. Vreeburg

**Redactie**

Ing. M.A. Meerkerk (KWR Watercycle Research Institute) en dr. J. Kroesbergen (Het Waterlaboratorium)

**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.



# Indeling en leeswijzer

De 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie' (verder aan te duiden als 'Hygiëncode') is een naslagwerk waarin wordt beschreven hoe de microbiologische veiligheid van drinkwater tijdens opslag, transport en distributie kan worden gewaarborgd. De Hygiëncode is opgezet als een integraal systeem voor kwaliteit- en risicobeheersing, bestaande uit vijf basisonderdelen:

- Degelijke infrastructuur;
- Preventieve bedrijfsvoering (met name door hygiënisch werken);
- Gevoelig detectiesysteem voor verontreinigingen en afwijkingen;
- Effectief correctiesysteem voor verontreinigingen en afwijkingen;
- Periodieke inventarisatie en evaluatie van risico's.

De richtlijnen zijn samengevat in een werkboekje voor de medewerkers die in de praktijk de verantwoordelijkheid voor de hygiëne hebben [30].

Na de inleiding (hoofdstuk 1), een theoretische beschouwing over de microbiologische veiligheid (hoofdstuk 2) en de algemene technische richtlijnen (hoofdstuk 3), is de Hygiëncode in grote lijnen ingedeeld naar de bedrijfsorganisatorische aard van de werkzaamheden:

- Ontwerp van infrastructuur (hoofdstuk 4)
- Inkoop en logistiek (hoofdstuk 5)
- Drinkwaterreservoirs (hoofdstuk 6)
- Hygiënische en specifieke maatregelen bij werkzaamheden aan drinkwaterleidingen (hoofdstuk 7 en 8)
- Watermeters en keerkleppen (hoofdstuk 9)
- Preventie van verontreiniging van het leidingnet (hoofdstuk 10)
- Nooddrinkwatervoorziening (hoofdstuk 11)
- Waterkwaliteitsbeoordeling (hoofdstuk 12)
- Correctie van verontreinigingen (hoofdstuk 13)

In de Hygiëncode worden drie soorten drinkwaterleidingen onderscheiden: (i) transportleidingen, (ii) distributieleidingen en (iii) aansluitleidingen. Het onderscheid tussen de verschillende leidingtypen is arbitrair. Waar een  $\varnothing$  200 mm leiding in het buitengebied een transportleiding heet, kan een leiding met een zelfde diameter in een stedelijke omgeving een distributieleiding heten. Voor de aansluitleidingen is de grens gelegd op  $\varnothing$  50 mm en de functie. Aansluitleidingen met een grotere diameter dan  $\varnothing$  50 mm worden behandeld bij de distributieleidingen.

In de hoofdstukken 7 en 8 worden de maatregelen beschreven om de hygiëne te waarborgen tijdens vier soorten werkzaamheden aan transport- distributie- en aansluitleidingen waarbij de verbindingen tussen leidingdelen onderling en met appendages verbroken zijn of worden:

- Aanleg;
- Vervanging en inbouw;
- Reparatie;
- Verwijdering.

Leidingen worden na werkzaamheden pas weer in gebruik genomen na goedkeuring op basis van waterkwaliteitsbeoordeling. Indien de waterlevering eerder moet worden gestart, moeten gepaste maatregelen genomen worden (zie hoofdstuk 3). De maatregelen zijn stap voor stap beschreven.

De belangrijkste verschillen tussen de werkzaamheden zijn:

| Werkzaamheden     | Gepland? | Watervoorziening    |                     |
|-------------------|----------|---------------------|---------------------|
|                   |          | tijdens het werk    | na het werk         |
| Aanleg            | ja       | nee                 | na WKB*             |
| Vervanging/inbouw | ja       | alternatief systeem | na WKB*, tenzij**   |
| Reparatie         | nee      | nee                 | na WKB*, tenzij**   |
| Verwijdering      | ja       | nee                 | niet van toepassing |

\* WKB = goedkeuring op basis van waterkwaliteitsbeoordeling

\*\* Indien noodzakelijk kan onder strikte voorwaarden tot waterlevering worden overgegaan voordat de leiding is goedgekeurd.

Dit document beperkt zich tot opslag, transport en distributie en bevat daarom geen richtlijnen voor het waarborgen van de microbiologische veiligheid van drinkwater in drinkwaterinstallaties ('na de watermeter') van afnemers.

### **Status**

In de Hygiëncode wordt op verschillende plaatsen verwezen naar de Waterleidingwet [29] en het Waterleidingbesluit [28]. Begin juli 2009 is de nieuwe Drinkwaterwet [54] aangenomen door de Eerste Kamer, nadat dat een jaar eerder werd gedaan door de Tweede Kamer. Het is de verwachting dat het ontwerp-Drinkwaterbesluit [62] medio 2011 gereed zal zijn en van kracht zal worden. Dat besluit verwijst expliciet naar een aantal privaatrechtelijke documenten. In Artikel 21 'aanleg en herstel transport- en distributienet' gebeurt dat niet alleen voor een aantal normen (NEN 3650 [85], NEN 3651 [86], NEN 7171-1 [1] en NPR 7171-2 [2]), maar ook voor de (onderhavige) 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie'. Daardoor moeten dergelijke documenten en dus ook de Hygiëncode op termijn als 'verbindend'<sup>1</sup> worden beschouwd.

Artikel 21 van het ontwerp-Drinkwaterbesluit stelt dat leidingen worden aangelegd overeenkomstig NEN 3650, NEN 3651, NEN 7171-1 en NEN 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' (lid 2).

---

<sup>1</sup> Bedoeld wordt: 'het hebben van verbindende kracht' of 'aan te merken als algemeen verbindend voorschrift'. De Nederlandse Staat is van mening dat het systeem van verwijzen in wetgeving naar normen en andere private documenten deugdelijk is en in lijn met de Europese aanpak.

# Verantwoording

## *Bij BTO 2001.175(c) van april 2002*

Deze Hygiëncode is onder redactie van drs. J.H.M. (Hein) van Lieverloo, ing. G.A.M. (George) Mesman en ir. P.J. (Pieter) Nobel van het toenmalige Kiwa Water Research, en van dr. J. (Jan) Kroesbergen van PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland tot stand gekomen in het kader van BTO-programma 2001 als contractonderzoek in opdracht van een vijftal drinkwaterbedrijven: Duinwaterbedrijf Zuid-Holland, Gemeentewaterleidingen Amsterdam, PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland, Waterbedrijf Groningen en Waterleidingmaatschappij Oost-Brabant (nu Brabant Water). Uitgangspunt voor de Hygiëncode was Kiwa-Mededeling 91 'Hygiënische maatregelen tijdens werkzaamheden aan het distributienet' [4].

## *Bij BTO 2001.175, 2<sup>e</sup> editie van december 2010*

Deze tweede editie van de Hygiëncode is tot stand gekomen in opdracht van het 'Platform Bedrijfsvoering' waarin alle Nederlandse drinkwaterbedrijven zijn vertegenwoordigd. Daarbij is de Hygiëncode van april 2002 [24] als uitgangspunt genomen, samen met (i) het ontwerp-Drinkwaterbesluit [62] en de 'Regeling Materialen en Chemicaliën' [40]<sup>2</sup>, (ii) de relevante, vigerende wet- en regelgeving, (iii) de ervaringen van de drinkwaterbedrijven sinds 2002 en (iv) de in 2008 door de VROM-Inspectie gehouden audits ten aanzien van hygiënisch werken [31]. De belangrijkste wijzigingen in de onderhavige Hygiëncode ten opzichte van die van april 2002 zijn als volgt samen te vatten.

- Verwijderde delen
  - Om 'bladeren' te voorkomen, is er bij de totstandkoming van de vorige editie bewust voor gekozen teksten te herhalen. Bij de actualisering is de keuze gemaakt die opzet niet te handhaven, wat onder meer heeft geleid tot verwijdering van de hoofdstukken 8 tot en met 18:
    - Aanleg van transportleidingen;
    - Vervanging en/of inbouw van transportleidingen;
    - Reparatie van transportleidingen;
    - Handhaving van buiten gebruik gestelde transportleidingen;
    - Aanleg van distributieleidingen;
    - Vervanging en/of inbouw van distributieleidingen;
    - Reparatie van distributieleidingen;
    - Handhaving van buiten gebruik gestelde distributieleidingen;
    - Aanleg van aansluitleidingen;
    - Reparatie van aansluitleidingen;
    - Handhaving van buiten gebruik gestelde aansluitleidingen.Deze hoofdstukken zijn vervangen door de huidige hoofdstukken 7 en 8 (zie onder).
  - Het oorspronkelijke hoofdstuk 4 'Voorbereiding en projectorganisatie' is verwijderd.
  - Het oorspronkelijke hoofdstuk 24 'Periodieke inventarisatie van risico's' is verwijderd.
  - Een aantal als overbodig beoordeelde onderdelen van het hoofdstuk 'Correctie van verontreinigingen en actie' is verwijderd.
  - Een aantal bijlagen is verwijderd.
- Toegevoegde delen
  - In het bovenstaande is beschreven dat de Hygiëncode een meer formele status zal krijgen. Om die reden is meer achtergrondinformatie opgenomen: het inleidende hoofdstuk 1 van de bestaande Hygiëncode is in de onderhavige editie vernieuwd en beperkt tot één pagina. Er is een nieuw hoofdstuk 2 geschreven met als titel 'Risico's voor en beheersing van de

---

<sup>2</sup> Medio 2009 is de Drinkwaterwet [54] als vervanger van de Waterleidingwet door de Eerste Kamer aangenomen. Aan het einde van 2009 is de Ministerraad akkoord gegaan met het ontwerp-Drinkwaterbesluit 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.



- microbiologische veiligheid' waarin ook meer recente literatuur is opgenomen. Daarin zijn delen van de hoofdstukken 1 en 2 van de vorige editie van de Hygiëncode verwerkt.
- Hoofdstuk 7 'Hygiënemaatregelen bij aanleg, vervanging en/of inbouw en reparatie van drinkwaterleidingen' en hoofdstuk 8 'Specifieke maatregelen drinkwaterleidingen' zijn nieuw, zoals hierboven is aangegeven. De twee hoofdstukken zijn samengesteld uit en op basis van de tekst van de elf oorspronkelijke hoofdstukken.
  - Het begrip 'hygiënisch' is destijds geïnterpreteerd als 'bacteriologisch'. In deze Hygiëncode is het begrip ruimer geïnterpreteerd: 'microbiologisch' en 'chemisch'. Dat heeft geleid tot het toevoegen van onderdelen voor het werken in verontreinigde grond en permeatie.
  - Een drietal bijlagen is toegevoegd.
  - Geactualiseerde delen
    - Alle gehandhaafde tekst van de Hygiëncode inclusief die van de bijlagen is geëvalueerd, kritisch tegen het licht gehouden en zo nodig geactualiseerd.
    - Het onderdeel over materialen in hoofdstuk 5 'Inkoop en logistiek' is verbeterd en op diverse punten uitgebreid.
    - Het hoofdstuk 'Waterkwaliteitsbeoordeling' (nu hoofdstuk 12) is uitgebreid bediscussieerd in en becommentarieerd door de leden van de projectgroep, wat heeft geleid tot de huidige opzet en inhoud met een realistische aanpak.
    - Het hygiënisch betrouwbaar maken van leidingen door middel van schoonmaken en zo nodig desinfecteren inclusief een eventueel kookadvies is grondig aangepakt (zie het huidige hoofdstuk 3). In dat kader is tevens een voorbeeld van een 'beslisboom' toegevoegd.
    - Het actualiseren van alle literatuur inclusief (inter)nationale normen behoeft geen betoog.

Ook het hoofdstuk 6 'Bouw, bedrijfsvoering en beheer van drinkwaterreservoirs' is tijdens de actualisering aan de orde geweest. In dat hoofdstuk wordt een in voorbereiding zijnde richtlijn voor de bedrijfsvoering van reservoirs genoemd, samen met richtlijnen voor de realisatie [36] en het beheer [37] daarvan. Een en ander zal er toe leiden dat op termijn het onderdeel 'opslag' uit de onderhavige Hygiëncode eventueel zal verdwijnen. Een goede onderlinge afstemming tussen genoemde drie richtlijnen, de Hygiëncode en de richtlijn voor leidingnetten [76] is nodig.

Omdat de Hygiëncode impliciet onderdeel wordt van de wetgeving is de relatieve vrijblijvendheid van de geadviseerde werkwijze verminderd. Desalniettemin is er geprobeerd voldoende ruimte te laten voor een bedrijfseigen invulling.

De projectgroep die aan de realisatie van de onderhavige Hygiëncode meewerkte, bestond voornamelijk uit vertegenwoordigers van drinkwaterbedrijven, -laboratoria en KWR Watercycle Research Institute (alfabetische volgorde):

|   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| G.L. (Geo) Bakker                         | Vitens                                |
| J. (Jan) van Breugel                      | Waternet                              |
| Drs. A.J. (Agata) Donocik                 | Brabant Water                         |
| J. (Hans) Eijkelhardt                     | WML                                   |
| F. (Frans) Ens                            | Het Waterlaboratorium                 |
| P.J.C. (Piet) Hammink                     | Vitens                                |
| N. (Nick) Hoek                            | PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland |
| L. (Lucien) de Kind en W. (Wim) Klootsema | Waterbedrijf Groningen                |
| J.C. (Cees) van der Kleij                 | Evides                                |
| Dr. J. (Jan) Kroesbergen (voorzitter)     | Het Waterlaboratorium                 |
| Drs. J.H.M. (Hein) van Lieverloo          | Viaeterna                             |
| E.J. (Ed) van der Mark                    | Dunea                                 |
| Ing. M.A. (Martin) Meerkerk (secretaris)  | KWR Watercycle Research Institute     |
| Dr. P.W.M.H. (Patrick) Smeets             | KWR Watercycle Research Institute     |
| J. (Joop) Suelmann                        | Waterleidingmaatschappij Drenthe      |
| Drs. G.H. (Gerhard) Wubbels               | WLN                                   |

***Beheer van de richtlijn***

Commentaar of opmerkingen betreffende de inhoud van de Hygiënecode kunnen per e-mail verzonden worden aan KWR Watercycle Research Institute: [martin.meerkerk@kwrwater.nl](mailto:martin.meerkerk@kwrwater.nl). Via deze 'digitale brievenbus' worden alle vragen, opmerkingen en suggesties (voor aanvullingen) verzameld, die in het kader van een project voor een volgende editie worden meegenomen.



# Inhoud

|  |  |
|--|--|
| <b>Indeling en leeswijzer</b>                  | <b>1</b>   |
| <b>Verantwoording</b>                          | <b>3</b>   |
| <b>Inhoud</b>                                  | <b>7</b>   |
| <b>1 Inleiding</b>                             | <b>13</b>  |
| <b>2 Inleiding microbiologische veiligheid</b> | <b>15</b>  |
| 2.1  | Introductie 15   |
| 2.2  | Betekenis van de hygiëne van het water voor de volksgezondheid 15                                      |
| 2.2.1  | Virussen 15  |
| 2.2.2  | Bacteriën 15   |
| 2.2.3  | Eencelligen (protozoa) 15  |
| 2.2.4  | Schimmels en gisten 16   |
| 2.2.5  | Ongewervelde dieren 16   |
| 2.3  | Hoofdpijnen 16   |
| 2.4  | Grondstof 16   |
| 2.5  | Preventie van verontreinigingen in de procesketen 17   |
| 2.6  | Preventie van verontreiniging met en/of vermeerdering van micro-organismen in proces- en drinkwater 17 |
| 2.7  | Distributie van drinkwater zonder een restgehalte aan desinfectiemiddelen 18                           |
| 2.8  | Waterkwaliteitsbeoordeling 18  |
| 2.9  | Als de preventie heeft gefaald 19  |
| 2.9.1  | Reputatieschaderisico voor drinkwater en voor drinkwaterbedrijven 19                                   |
| 2.10   | Periodiek beoordelen en onderhouden van de veiligheidsbeheersing 20                                    |
| 2.10.1   | Systematische kwalitatieve risicobeoordeling door middel van het Water Safety Plan 21                  |
| 2.10.2   | Kwantitatieve risicobeoordeling van kritische onderdelen 21  |
| <b>3 Algemene technische richtlijnen</b>       | <b>23</b>  |
| 3.1  | Introductie 23   |
| 3.2  | Persoonlijke hygiëne 23  |
| 3.3  | Grond, grondwater en oppervlaktewater 23   |
| 3.4  | Desinfectie van leidingmaterialen en gereedschappen 24   |
| 3.5  | Hygiënisch betrouwbaar maken van leidingen 24  |
| 3.6  | Schoonmaakmethoden 25  |
| 3.6.1  | Spuien met water 25  |
| 3.6.2  | Spuien met water/lucht 26  |
| 3.6.3  | Proppen 27   |
| 3.7  | Desinfectie van leidingen 27   |
| 3.7.1  | Doel en effect van desinfectie 27  |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 3.7.2    | Hoge pH is geen desinfectie  | 28        |
| 3.7.3    | Desinfectie met hoge concentratie desinfectiemiddel                | 28        |
| 3.7.4    | Desinfectie met lage concentratie desinfectiemiddel                | 31        |
| 3.8      | Kookadvies   | 32        |
| 3.9      | Werken in chemisch verontreinigde grond en grondwater              | 32        |
| 3.10     | Distributiesystemen voor andere watersoorten                       | 34        |
| 3.10.1   | Huishoudwater  | 34        |
| 3.10.2   | Warm tapwater  | 34        |
| 3.10.3   | Industrie- en irrigatiewater                                       | 34        |
| <b>4</b> | <b>Ontwerp</b>   | <b>35</b> |
| 4.1      | Introductie  | 35        |
| 4.2      | Drinkwaterreservoirs   | 35        |
| 4.3      | Transportleidingen   | 36        |
| 4.4      | Distributieleidingen   | 36        |
| 4.5      | Aansluitleidingen en watermeteropstellingen                        | 37        |
| <b>5</b> | <b>Inkoop en logistiek</b>   | <b>39</b> |
| 5.1      | Introductie  | 39        |
| 5.2      | Uitgangspunten bij inkoop en ingangscntrole                        | 39        |
| 5.2.1    | Kwaliteitseisen voor hygiëne van te leveren producten              | 40        |
| 5.2.2    | Levering en (ingang)controle in de magazijnen of op de werklocatie | 43        |
| 5.3      | Opslag in magazijnen   | 43        |
| 5.4      | Transport van leidingmaterialen, middelen en gereedschappen        | 43        |
| 5.5      | Opslag op de werklocatie   | 44        |
| 5.6      | Gereedschappen en hulpmiddelen                                     | 44        |
| <b>6</b> | <b>Bouw, bedrijfsvoering en beheer van drinkwaterreservoirs</b>    | <b>45</b> |
| 6.1      | Introductie  | 45        |
| 6.2      | Constructie bij nieuwbouw  | 45        |
| 6.3      | Bedrijfsvoering  | 46        |
| 6.4      | Beheer   | 46        |
| 6.4.1    | Preventieve maatregelen in verband met onderhoudswerkzaamheden     | 47        |
| 6.4.2    | Controle en inspectie van een drinkwaterreservoir                  | 47        |
| 6.4.3    | Onderhoud en reparatie   | 47        |
| 6.5      | Reiniging  | 48        |
| 6.5.1    | Mechanische reiniging  | 48        |
| 6.5.2    | Chemische reiniging  | 48        |
| 6.6      | Desinfectie  | 48        |
| 6.7      | Combinatie reinigen en desinfecteren                               | 49        |
| 6.7.1    | Zonder desinfectie   | 49        |
| 6.7.2    | Met beperkte desinfectie   | 49        |
| 6.7.3    | Met volledige desinfectie  | 50        |
| 6.8      | Monsterneming  | 50        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>7</b>  | <b>Hygiënemaatregelen bij aanleg, vervanging en/of inbouw en reparatie van drinkwaterleidingen</b> | <b>51</b> |
| 7.1       | Introductie  | 51        |
| 7.2       | Van toepassing zijnde wet- en regelgeving  | 51        |
| 7.3       | Algemeen   | 51        |
| 7.3.1     | Opleidingsniveau van de medewerkers  | 51        |
| 7.3.2     | Combinatiewerk drinkwaterleiding en andere infrastructuur  | 52        |
| 7.3.3     | Beoordeling van de kwaliteit van de uitvoering   | 52        |
| 7.4       | Ingangsccontrole, schoonmaken en desinfectie van leidingmaterialen                                 | 52        |
| 7.5       | Controle en schoonmaken van gereedschappen   | 52        |
| 7.6       | Werklocatie  | 52        |
| 7.7       | Realisatie   | 53        |
| 7.8       | Controle op lekkages   | 53        |
| 7.9       | Ingebruikneming  | 53        |
| 7.9.1     | Koppeling aan bestaande leidingnet   | 53        |
| 7.9.2     | Hygiënisch betrouwbaar maken van leidingen   | 54        |
| 7.9.3     | Corrigerende maatregelen bij afkeuring leiding   | 54        |
| <b>8</b>  | <b>Specifieke maatregelen drinkwaterleidingen</b>  | <b>55</b> |
| 8.1       | Introductie  | 55        |
| 8.2       | Isoleren en drukloos maken van het te vervangen segment bij vervanging en/of inbouw en reparatie   | 55        |
| 8.3       | Desinfectie tijdens vervanging en/of inbouw en reparatie   | 55        |
| 8.4       | Isoleren en drukloos maken vóór reparatie  | 55        |
| 8.5       | Reparatie van een distributieleiding met een reparatieklem   | 55        |
| 8.6       | Inbedrijfneming transportleiding   | 56        |
| 8.7       | Maken van aansluitingen  | 56        |
| 8.8       | Handhaving van buiten gebruik gestelde leidingen   | 56        |
| <b>9</b>  | <b>Watermeters en keerkleppen</b>  | <b>57</b> |
| 9.1       | Introductie  | 57        |
| 9.2       | Watermeters voor kleinverbruik ( $Q_n \leq 2,5$ of $Q_3 \leq 4 \text{ m}^3/\text{h}$ )             | 57        |
| 9.3       | Industriële watermeters ( $Q_n > 2,5$ of $Q_3 > 4 \text{ m}^3/\text{h}$ )                          | 57        |
| <b>10</b> | <b>Preventie van verontreiniging van het leidingnet</b>  | <b>59</b> |
| 10.1      | Introductie  | 59        |
| 10.2      | Situaties waarin de leidingdruk wegvalt of negatief wordt  | 59        |
| 10.3      | Hygiënische maatregelen bij onderzoek aan leidingen  | 59        |
| 10.4      | Hygiënische maatregelen bij gebruik van brandkranen  | 59        |
| 10.5      | Preventie van drukstoten   | 60        |
| 10.6      | Preventie van beschadiging tijdens werkzaamheden   | 60        |
| 10.7      | Kruisverbindingen door derden  | 61        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 10.8      | Terugstromen van water uit aangesloten drinkwaterinstallaties  | 61        |
| 10.9      | Vandalisme   | 61        |
| 10.10     | Terrorisme   | 61        |
| <b>11</b> | <b>Nood(drink)watervoorziening</b>   | <b>63</b> |
| 11.1      | Introductie en definities  | 63        |
| 11.2      | Procedure  | 63        |
| 11.3      | Nooddrinkwater   | 63        |
| 11.3.1    | Hygiënische betrouwbaarheid nooddrinkwater   | 63        |
| 11.3.2    | Flexitanks   | 63        |
| 11.3.3    | Opslag en desinfectie reservoirs   | 63        |
| 11.3.4    | Distributiepunten  | 64        |
| 11.3.5    | Vullen van flexitanks  | 64        |
| 11.4      | Oefenen inzet  | 64        |
| <b>12</b> | <b>Waterkwaliteitsbeoordeling</b>  | <b>65</b> |
| 12.1      | Definitie  | 65        |
| 12.2      | Voorkómen is beter dan genezen   | 65        |
| 12.3      | Waterkwaliteitsbeoordeling: periodiek en na werkzaamheden  | 65        |
| 12.4      | Periodieke waterkwaliteitsbeoordeling  | 65        |
| 12.5      | Moment van waterkwaliteitsbeoordeling na werkzaamheden   | 65        |
| 12.5.1    | Uitgangspunten   | 65        |
| 12.5.2    | Nieuwe aanleg  | 66        |
| 12.5.3    | Noodleidingen  | 66        |
| 12.5.4    | Reparaties   | 66        |
| 12.5.5    | Tijdelijke aansluitingen als strandtenten en dergelijke  | 66        |
| 12.5.6    | Proppen  | 66        |
| 12.5.7    | Spuien met water/lucht   | 66        |
| 12.6      | Methode van monsterneming  | 67        |
| 12.6.1    | Voorzorgen   | 67        |
| 12.6.2    | Monsterlocatie(s) na werkzaamheden   | 67        |
| 12.6.3    | Tijdstippen van monsterneming na werkzaamheden   | 67        |
| 12.7      | Verschillende benaderingen voor waterkwaliteitsbeoordeling na werkzaamheden aan transport- en distributieleidingen | 67        |
| 12.8      | Bepalingen van samenstelling van monsters  | 68        |
| 12.8.1    | Microbiologische parameters  | 68        |
| 12.8.2    | Chemische parameters   | 69        |
| 12.9      | Grenswaarden voor waterkwaliteit na werkzaamheden  | 69        |
| 12.9.1    | Parameters voor fecale verontreiniging   | 69        |
| 12.9.2    | Parameters voor overige microbiologische afwijkingen van de kwaliteit  | 69        |
| 12.10     | Samenvatting   | 70        |
| <b>13</b> | <b>Correctie van verontreinigingen en acties</b>   | <b>71</b> |
| 13.1      | Introductie  | 71        |
| 13.2      | Draaiboek en calamiteitenteam  | 71        |
| 13.3      | Vaststellen van de aard, omvang en duur van de verontreiniging   | 72        |
| 13.3.1    | Verschillende typen verontreinigingen van drinkwater   | 72        |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 13.4       | Bescherming van de volksgezondheid                                      | 72        |
| 13.5       | Communicatie  | 72        |
| 13.6       | Identificatie van de verontreinigingsbron                               | 73        |
| 13.6.1     | Voorzieningsgebieden  | 73        |
| 13.6.2     | Bewaren van analysemateriaal en duplo-monsters                          | 73        |
| 13.7       | Isoleren van de verontreinigingsbron(nen)                               | 73        |
| 13.8       | Schoonmaken van de verontreinigde infrastructuur                        | 73        |
| 13.9       | Overgaan op de normale bedrijfsvoering                                  | 73        |
| 13.10      | Evaluatie en optimalisatie  | 74        |
| <b>14</b>  | <b>Literatuur</b>   | <b>75</b> |
| <b>I</b>   | <b>Het gebruik van desinfectiemiddelen</b>                              | <b>79</b> |
| <b>II</b>  | <b>Voorbeelden van waarschuwingskaartjes</b>                            | <b>83</b> |
| <b>III</b> | <b>Informatie over indicatororganismen</b>                              | <b>89</b> |
| <b>IV</b>  | <b>Voorbeeld van een beslisboom</b>                                     | <b>93</b> |
| <b>V</b>   | <b>Leidingmaterialen in met organische stoffen verontreinigde bodem</b> | <b>95</b> |





# 1 Inleiding

Een van de belangrijkste pijlers van de volksgezondheid is de microbiologische en chemische veiligheid van het drinkwater. Het terugdringen van veel van de besmettelijke ziekten in de 19<sup>e</sup> en 20<sup>e</sup> eeuw is, naast goede sanitaire voorzieningen, voor een belangrijk deel terug te voeren op de sterke toename van het percentage van de bevolking dat is aangesloten op een centrale drinkwatervoorziening en de veiligheid van het geproduceerde en gedistribueerde water. Daarom is en blijft het van belang om de veiligheid van het drinkwater te waarborgen [7, 50].

De voorliggende editie van de Hygiëncode Drinkwater beschrijft de door de drinkwaterbedrijven en -laboratoria in Nederland onderschreven richtlijnen voor de beheersing van de veiligheid van drinkwater tijdens opslag, transport en distributie.

In 1988 verscheen Kiwa-Mededeling 91 'Hygiënische maatregelen bij werkzaamheden aan het distributienet' [4]. Bij de opzet van de 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*' in 2001 [24] met het werkboekje [30] lag de prioriteit van de drinkwaterbedrijven bij de actualisering en uitbreiding van deze richtlijnen. Er is echter ook een aanzet gegeven voor de aanvulling van deze richtlijnen tot een integraal systeem voor beheersing van de verontreinigingsrisico's in de totale keten van infrastructuur van en bedrijfsvoering door drinkwaterbedrijven. Bij de actualisering van de Hygiëncode in 2009 is de sinds 2001 verzamelde en ontwikkelde kennis en informatie verwerkt:

- Nieuwe inzichten van bedrijven over preventieve en correctieve maatregelen;
- Onderzoek naar microbiologische risico's van drinkwater tijdens distributie;
- De systematiek van Water Safety Plans in de nieuwe WHO-richtlijnen;
- Nieuwe literatuur, wetgeving, normen, richtlijnen en werkinstructies.

Ook het in 2009 verschenen rapport van de VROM-Inspectie [31] met de daarin getrokken conclusies en gedane aanbevelingen zijn in het voorliggende document meegenomen.

De hoofdlijnen van de beheersing van de drinkwaterveiligheid zijn:

1. Verwijderen van eventuele verontreinigingen uit de grondstof;
2. Gebruiken van chemisch en microbiologisch veilige materialen en hulpstoffen;
3. Preventie van verontreiniging van proces- en drinkwater;
  - Preventie, detectie en herstel van lekkage en permeatie;
  - In stand houden van overdruk (in leidingen);
  - Preventie van verontreiniging tijdens werkzaamheden;
4. Preventie van verontreiniging van drinkwater met micro-organismen;
5. Verifiëren van de waterkwaliteit door periodieke beoordeling (detectie);
6. Beschermen van de volksgezondheid na een (mogelijke) verontreiniging;
7. Herstellen van de drinkwaterveiligheid na een verontreiniging;
8. Periodiek beoordelen en verbeteren van de veiligheidsbeheersing.

De hoofdstukken in deze Hygiëncode zijn volgens deze hoofdlijn opgebouwd met een focus op opslag, transport en distributie van drinkwater.



## 2 Inleiding microbiologische veiligheid

### 2.1 Introductie

In dit hoofdstuk worden de risico's voor en beheersing van de microbiologische veiligheid van drinkwater op hoofdlijnen beschreven, met verwijzingen naar achtergrondinformatie en specifieke hoofdstukken in deze Hygiëncode. De daarvan onderscheiden beheersing van de chemische veiligheid van drinkwater tijdens opslag, transport en distributie betreft:

- Het gebruik van 'goede' materialen en hulpstoffen, zie hoofdstukken 5 en 6;
- De permeatie door leidingmaterialen, zie bijlage V;
- Het binnendringen en/of achterblijven van chemisch verontreinigd bodemmateriaal tijdens en na werkzaamheden.

### 2.2 Betekenis van de hygiëne van het water voor de volksgezondheid

In het milieu (water, bodem, lucht, planten, dieren en mensen) komt een grote verscheidenheid aan micro-organismen en ongewervelde dieren voor. Een deel van deze organismen wordt tot de humaan pathogene micro-organismen gerekend: organismen die mensen ziek kunnen maken. Ziekten die worden veroorzaakt door micro-organismen of ongewervelde dieren worden infectieziekten genoemd. Micro-organismen worden onderverdeeld in vier groepen: virussen, bacteriën, eencelligen (protozoa en algen) en schimmels & gisten. Daarnaast worden de ongewervelde dieren onderscheiden. In elk van deze groepen komen ziekteverwekkende soorten voor. Hieronder zijn de eigenschappen van de vijf groepen kort beschreven. Uitgebreide informatie over infectieziekten is te vinden op de website van het RIVM [55].

#### 2.2.1 Virussen

Virussen zijn zeer kleine stukjes DNA of RNA omgeven door een eiwitkapsel (circa 0,02 tot 0,08  $\mu\text{m}$ ). De virussen dringen een cel binnen en laten deze cel hun DNA of RNA vermenigvuldigen en inpakken tot nieuwe virussen. Vervolgens verlaten de nieuwe virussen de gastheercel, in veel gevallen op het moment dat de cel openbreekt. Virussen zijn over het algemeen slecht bestand tegen uitdroging en hoge temperaturen. Voorbeelden van ziekten die worden veroorzaakt door virussen zijn hepatitis en polio.

#### 2.2.2 Bacteriën

Bacteriën zijn kleine cellen (circa 0,5 tot 2  $\mu\text{m}$ ) waarin DNA, eiwitten en andere moleculen niet van elkaar worden gescheiden in compartimenten, zoals het geval is in eencelligen, schimmels en gisten, en planten en dieren. Bacteriën kunnen allerlei vormen aannemen (rond, staafvormig, spiralen, met of zonder aanhangsels), kunnen vaak zwemmen, maar vormen ook vaak kolonies door zich te delen (meestal op het oppervlak van materialen of drijvend op het oppervlak van water). Bacteriën vermenigvuldigen zich door te delen, daarbij gebruik makend van voedsel dat zich in de gastheer bevindt. Bacteriën kennen allerlei overlevingsvormen om zich onder ongunstige omstandigheden (droogte, hitte) te kunnen handhaven. De meeste soorten kunnen niet overleven bij temperaturen boven 60 °C, maar veel soorten produceren sporen waarvan sommigen tot 121 °C kunnen overleven. Voorbeelden van ziekten in het maagdarmkanaal die worden veroorzaakt door bacteriën zijn buiktyfus, paratyfus, salmonellose en bacillaire dysenterie. Voorbeelden van bacteriën zijn *Salmonella typhi* (veroorzaker tyfus), *Vibrio cholerae* (cholera), *Shigella dysenteriae* (dysenterie) en *Escherichia coli* (komt veel voor in darmen van mensen en warmbloedige dieren; sommige stammen, zoals *E. coli* 0157 H7 zijn zelf ziekteverwekkend). Sommige bacteriesoorten, met name *Legionella*, kunnen infectie van de longen veroorzaken bij inademing van aerosolen gevormd door water waarin zich deze bacteriën bevinden.

#### 2.2.3 Eencelligen (protozoa)

Eencelligen zijn grotere cellen (circa 2 tot 1.000  $\mu\text{m}$ ) waarbij het DNA zich in een compartiment bevindt dat de kern wordt genoemd en veel andere moleculen zich bevinden in allerlei andere soorten compartimenten, organellen genoemd. Ook eencelligen zijn zeer gevarieerd in vorm en afmetingen (rond, langwerpig, met of zonder schaal, met of zonder aanhangsels). Vaak wordt onderscheid gemaakt

tussen algen (fytoplankton of plantaardige eencelligen) en protozoa (of dierlijke eencelligen), maar dit onderscheid is niet altijd duidelijk (sommige soorten hebben zowel plantaardige als dierlijke kenmerken). Ook eencelligen planten zich door deling voort, maar kennen vaak allerlei (geslachtelijke en ongeslachtelijke) voortplantingsstadia. Voorbeelden zijn *Cryptosporidium* (veroorzaker cryptosporidiosis), *Giardia* (veroorzaker giardiasis) en *Entamoeba histolytica* (veroorzaker van amoebendysenterie). Meer informatie over *Cryptosporidium* en *Giardia* is te vinden in het proefschrift van Medema [56].

#### **2.2.4 Schimmels en gisten**

Deze organismen spelen vooral een rol in de voedingsmiddelenindustrie. Vooral schimmels kunnen door afgifte van schadelijke stoffen het bewaarde voedsel ongeschikt maken voor consumptie. Bij de drinkwatervoorziening vormen deze organismen voor zover bekend geen risico's voor de gezondheid.

#### **2.2.5 Ongewervelde dieren**

Ongewervelde dieren zijn alle dieren die niet tot de gewervelde dieren (vissen, amfibieën, reptielen, vogels en zoogdieren) behoren. Voorbeelden zijn wormen, insecten, waterpissebedden en slakken. In het oppervlaktewater en grondwater in Nederland komen nauwelijks of geen humaan pathogene ongewervelde dieren voor, maar in (uitwerpselen van) gewervelde dieren wel. Voor zover bekend kunnen alleen de cercaria (een larve-stadium) van *Schistosoma* soorten (behorend tot de groep van draadwormen of Nematoda) in oppervlaktewater tot overlast leiden. Deze larven proberen het lichaam van zwemmers binnen te dringen en veroorzaken hierbij een soort muggenbulten ('zwemmersjeuk'). Sommige ongewervelde dieren kunnen als tussengastheer fungeren voor parasitaire wormen die ook bij mensen tot overlast kunnen leiden. De kans dat deze organismen in het leidingnet terechtkomen, daar overleven en vervolgens mensen besmetten, is echter zeer klein. Als drinkwater aan microbiologische eisen voldoet, is de kans op verontreiniging met humaan pathogene ongewervelde dieren vrijwel zeker verwaarloosbaar. Een overzicht over het voorkomen en de betekenis van ongewervelde dieren in drinkwaterdistributiesystemen is te vinden in [10, 47].

### **2.3 Hoofdpijnen**

De hoofdpijnen van een microbiologisch veilige drinkwatervoorziening zijn (met verwijzing naar paragrafen in dit hoofdstuk):

- Verwijderen van eventuele verontreinigingen uit de grondstof (§ 2.4);
- Preventie van verontreinigingen in de procesketen (§ 2.5);
- Preventie van verontreiniging met en/of vermeerdering van micro-organismen in proces- en drinkwater met (§ 2.6);
- Verifiëren van de waterkwaliteit door periodieke beoordeling (detectie) (§ 2.8);
- Beschermen van de volksgezondheid na een (mogelijke) verontreiniging (§ 2.9);
- Herstellen van de drinkwaterveiligheid na een verontreiniging (§ 2.9);
- Periodiek beoordelen en verbeteren van de veiligheidsbeheersing (§ 2.10).

### **2.4 Grondstof**

In dit deel van de Hygiëncode Drinkwater wordt de microbiologische en chemische veiligheid van het drinkwater dat in het systeem van opslag, transport en distributie komt, als een gegeven beschouwd. Hieronder worden de hoofdpijnen van microbiologische waterbehandeling beschreven.

Drinkwater wordt in Nederland voor circa tweederde deel gewonnen uit grondwater. Over het algemeen is dit water door langdurige filtratie tijdens de bodempassage vrij van ziekteverwekkende micro-organismen. Indien microbiologische verontreiniging van de grondstof of nagroei van de zuivering niet kan worden uitgesloten, vindt vaak inactivatie met ultraviolet licht (UV) plaats als onderdeel van de waterbehandeling. In het geval oppervlaktewater als grondstof wordt gebruikt, passen de drinkwaterbedrijven ruwweg vijf soorten behandeling voor verwijdering en inactivatie van micro-organismen toe, waarbij het altijd om meerdere behandelingsstappen gaat:

- Biologische inactivatie tijdens verblijf in spaarbekkens;
- Fysisch-chemische coagulatie en sedimentatie van deeltjes en organismen;
- Filtratie (snelle zandfilters, langzame zandfilters, membraanfilters);

- Chemische inactivatie (ozon, waterstofperoxide, chloorverbindingen);
- Fysische inactivatie (UV).

Een overzicht van methoden voor en effectiviteit van behandeling van water ter verwijdering en inactivatie van micro-organismen is beschreven in [79].

## 2.5 Preventie van verontreinigingen in de procesketen

Ziekteverwekkende micro-organismen kunnen vrijwel overal voorkomen. Zij kunnen zich goed vermenigvuldigen in hun gastheer, de mens, maar ook in (voornamelijk warmbloedige) dieren en voedsel. Hoge concentraties ziekteverwekkers worden voornamelijk gevonden in uitwerpselen van warmbloedige dieren en van de mens, en in kadavers. Microbiologisch verontreinigd (voedsel)afval kan met name in de stad worden aangetroffen. Op beschutte plaatsen geldt dit ook voor uitwerpselen van mensen. Het is dus van belang dat alles dat met de watervoerende infrastructuur in distributiesystemen in aanraking komt, ten minste vrij is van uitwerpselen, kadavers, afval en van materiaal dat hiermee in aanraking is geweest of kan zijn geweest, zoals grond, grondwater, regenwater, rioolwater, oppervlaktewater, materiaal op daken en in dakgoten, plantaardig materiaal.

De preventie van microbiologische (en chemische) verontreiniging van proces- en drinkwater berust op drie pijlers:

1. Afgesloten infrastructuur (gebouwen, reservoirs, leidingen) zonder lekkages:
  - Opslag: hoofdstuk 6;
  - Leidingen: de hoofdstukken 7 en 8;
2. Waar mogelijk (leidingen, wanden en vloeren van reservoirs) in stand houden van overdruk om binnendringen van verontreinigingen via niet-gedecteerde lekken te voorkomen (hoofdstuk 10).
3. Voorkomen van verontreinigingen tijdens werkzaamheden en gebruik. Tijdens werkzaamheden is de infrastructuur meestal niet afgesloten en is er geen overdruk:
  - Opslag: hoofdstuk 6;
  - Transport-, distributie en aansluitleidingen: de hoofdstukken 7 en 8;
  - Watermeters: hoofdstuk 9;
  - Bij gebruik en overige preventie: hoofdstuk 10.

Meestal worden op deze wijze zowel microbiologische als chemische verontreinigingen voorkomen en hoeft er geen onderscheid te worden gemaakt in de toegepaste methoden. Specifieke richtlijnen voor werken in chemisch verontreinigde grond zijn beschreven in hoofdstuk 3. In Nederland wordt onder normale omstandigheden vertrouwd op de preventie van microbiële verontreinigingen en wordt geen correctieve barrière in de vorm van een restgehalte aan desinfectiemiddelen (chloorverbindingen) in het drinkwater gehandhaafd (zie § 3.7).

## 2.6 Preventie van verontreiniging met en/of vermeerdering van micro-organismen in proces- en drinkwater

Ziekteverwekkende organismen van fecale herkomst kunnen zich over het algemeen niet vermeerderen in drinkwater. De mate van verontreiniging tijdens productie en distributie is bepalend voor de aantallen van deze organismen in het drinkwater dat afnemers ontvangen. Bij temperaturen boven 25 °C (mogelijk boven 20 °C), kunnen sommige soorten ziekteverwekkende amoeben (eencelligen) en *Legionella*-bacteriën zich in drinkwater vermenigvuldigen. Als aan de wettelijke eis voor een maximale temperatuur van 25 °C bij levering (dus bij de watermeter) wordt voldaan, is de kans op vermeerdering van ziekteverwekkende micro-organismen beperkt.

Beperking van de verontreiniging met niet-ziekteverwekkende (micro-)organismen is van belang om de organoleptische kwaliteit (zichtbare afwijkingen, kleur, geur, smaak) van het drinkwater te waarborgen. De groei van bacteriën in drinkwater(leidingen) kan leiden tot of bijdragen aan geur- en smaakklachten, sedimentvorming en de groei van eencelligen en ongewervelde dieren. Tevens kunnen resten van deze organismen voeding vormen voor ziekteverwekkers (bij hogere temperaturen en lange verblijftijden). Vermeerdering van micro-organismen kan worden beperkt door de hoeveelheid voeding voor micro-organismen in drinkwater te beperken. Dit kan gebeuren door:

- gebruik van voedselarme grondstoffen;

- verwijdering van voeding uit grondstoffen;
- gebruik van biologisch stabiele materialen en hulpstoffen;
- preventie van verontreiniging met voedingsstoffen.

Vermeerdering van micro-organismen is tevens minder sterk bij een lagere temperatuur en een kortere verblijftijd.

## 2.7 Distributie van drinkwater zonder een restgehalte aan desinfectiemiddelen

Vrijwel nergens in Nederland wordt een restgehalte aan desinfectiemiddelen in drinkwater aangetroffen en deze restgehalten zijn in het overige deel zeer laag. Het drinkwater is vooral daarom over het algemeen zeer goed van smaak. Ook de gehalten aan toxische en mogelijk kankerverwekkende desinfectiebijproducten, zoals trihalomethanen, zijn daardoor nihil of zeer laag.

In veel landen in de wereld wordt drinkwater gedistribueerd met een duidelijk waarneembaar restgehalte aan desinfectiemiddelen. Deze maatregel kan twee doelen hebben:

- Veiligheid van het drinkwater: de desinfectiemiddelen worden als een barrière beschouwd voor pathogene micro-organismen tijdens verontreinigingen;
- Beperking van de vermeerdering van (micro-)organismen.

In een aantal landen wordt net als in Nederland aan desinfectiemiddelen een minder grote invloed op de hygiënische betrouwbaarheid van drinkwater toegedicht. Het verbruik van desinfectiemiddelen tijdens een verontreiniging wordt te groot geacht om een barrière in stand te kunnen houden. Tevens zijn niet alle ziekteverwekkers gevoelig voor de gebruikte desinfectiemiddelen (hypochloriet, chloramine). Voorbeelden van dergelijke ziekteverwekkers zijn *Giardia* spp. en *Cryptosporidium* spp.

Een belangrijk nadeel van het instandhouden van een restgehalte aan desinfectiemiddelen is de inactivatie van indicatororganismen, zoals *E. coli*, enterococci en bacteriën van de coligroep. De kans op detectie van verontreinigingen is al klein en wordt door toepassing van desinfectiemiddelen nog lager.

In Nederland wordt aangenomen dat het risico van verontreiniging tijdens distributie door preventieve maatregelen zo beperkt is, dat de eventuele vermindering van dit risico door distributie met een restgehalte aan desinfectiemiddelen de vermindering van de smaak en de toename van toxische en mogelijk kankerverwekkende stoffen in het drinkwater niet rechtvaardigt. Meer informatie over deze afweging is te vinden in diverse publicaties [7, 20, 34].

## 2.8 Waterkwaliteitsbeoordeling

We kunnen in Nederland, net als in andere landen, niet absoluut vaststellen hoe veilig de drinkwatervoorziening is. Dit komt onder meer door het ontbreken van kwantitatieve informatie over de risico's van de verontreinigingen die tijdens distributie kunnen optreden door bijvoorbeeld leidingbreuken, lekkages, het gebruik van brandkranen, kruisverbindingen met vuilwatersystemen en werkzaamheden aan het leidingnet.

Ziektegevallen die aantoonbaar het gevolg zijn van de consumptie van drinkwater zijn tegenwoordig zeldzaam. Gedetecteerde uitbraken van ziektegevallen door microbiologisch verontreinigd drinkwater zijn in Nederland beperkt tot drie gevallen (1962, 1981 en 2001). Alle drie waren die het gevolg van verontreiniging tijdens de distributie [35, 58] van het drinkwater. Toch is dit op zich geen bewijs dat de drinkwatervoorziening in Nederland voldoende veilig is. Epidemiologische methoden zijn onvoldoende gevoelig om ziektegevallen die worden veroorzaakt door drinkwater te onderscheiden van de ziektegevallen die door andere verontreinigingsbronnen (voedsel, contacten tussen mensen, persoonlijke hygiëne et cetera) worden veroorzaakt.

Als drinkwater verontreinigd is met ziekteverwekkende organismen, zijn deze meestal afkomstig van fecaal materiaal, hoewel ook in kadavers pathogene micro-organismen voorkomen. Omdat periodieke beoordeling van de aanwezigheid van pathogene micro-organismen tijdens productie en distributie van drinkwater niet of slechts met een zeer grote inspanning en met een lange tijd tussen monsterneming en analyseresultaat mogelijk zou zijn, is al vanaf het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw gekozen voor de beoordeling van de aanwezigheid van indicatoren voor (fecale) verontreiniging van drinkwater. De aan- of

afwezigheid hiervan kan binnen enkele dagen worden bepaald. Door de tijd die verstrijkt tussen het moment van monsterneming en het bekend worden van de resultaten gaat van deze waterkwaliteitsbeoordeling geen directe bescherming van aangesloten afnemers uit en is daarvoor ook niet primair bedoeld. Een beoordeling van de veiligheid van het systeem, op basis van evaluaties per geval van verontreiniging en per beoordelingsperiode, kan echter wel leiden tot een verbeterde preventie van verontreinigingen [6].

Om de microbiologische kwaliteit te kunnen evalueren en zo nodig te kunnen optimaliseren, zijn gevoelige beoordelingsmethoden nodig. In toenemende mate komen moleculair-biologische methoden beschikbaar. In hoofdstuk 12 van dit document is de periodieke waterkwaliteitsbeoordeling en de waterkwaliteitsbeoordeling na werkzaamheden beschreven.

In bijlage III zijn de eigenschappen van indicatororganismen en hun bepalingmethoden samengevat.

De kans op detectie van een fecale verontreiniging wordt beperkt door de volgende factoren:

- Er is geen sprake van continue beoordeling, maar van periodieke of eenmalige monsters. De kans op detectie is dus afhankelijk van de monsterfrequentie en de periode waarin de verontreiniging op de monsterlocatie aantoonbaar is.
- De representativiteit van de monsterlocaties. Als er stroomafwaarts van een verontreiniging geen monsterlocatie is, wordt die verontreiniging niet gedetecteerd. Bij een goed opgezette waterkwaliteitbeoordeling na werkzaamheden zijn de monsterlocaties wel representatief.
- De detectiegrens van de bepalingmethode waarbij het ingezet monstervolume een grote rol speelt.
- De snelheid waarmee de verontreiniging met de indicatororganismen wordt weggespoeld door de verversing van het leidingnet.
- De snelheid waarmee indicatororganismen afsterven.

Door periodieke waterkwaliteitsbeoordeling wordt daarom slechts een deel van de verontreinigingen gedetecteerd. Dit is ook gebleken uit modevaluaties tijdens een case study [59, 60].

## **2.9 Als de preventie heeft gefaald**

Indien er toch een verontreiniging heeft plaatsgevonden, dan kan de volksgezondheid in gevaar zijn, zeker als de verontreiniging fecaal blijkt te zijn. Of en in welke mate de volksgezondheid geschaad wordt, is mede afhankelijk van de snelheid en effectiviteit van:

- Handelen bij:
  - lekkages;
  - drukloosheid;
  - onvoldoende hygiëne tijdens werkzaamheden;
- Detectie van verontreiniging van het drinkwater;
- Bescherming van de volksgezondheid na verontreiniging;
- Herstel van de drinkwaterveiligheid.

### **2.9.1 Reputatieschaderisico voor drinkwater en voor drinkwaterbedrijven**

Af en toe is een verontreiniging van drinkwater ergens in Nederland van dien aard dat het drinkwater op negatieve wijze aandacht in de media komt. De schade die het imago van drinkwater hiervan ondervindt wordt mede bepaald door:

1. *De kwaliteit van de berichtgeving.* Als deze onvolledig of zelfs onjuist is, wordt onterechte schade aan het imago berokkend. De kwaliteit van de communicatie tussen het drinkwaterbedrijf en afnemers, en overheid en media speelt hierbij een belangrijke, maar door de journalistieke vrijheid uiteindelijk geen beslissende rol.
2. *De kwaliteit van de beschikbare informatie.* Als er meer kwantitatieve informatie is over het microbiologische risico van drinkwaterconsumptie in het algemeen en tijdens incidenten in het bijzonder, evenals over de verhouding van deze risico's tot de door de overheid gestelde criteria, kan van het gebruik van deze informatie in de berichtgeving een geruststellende werking uitgaan.
3. *De frequentie van de berichtgeving.* Het imago van drinkwater is een emotionele beleving die niet alleen door de kwaliteit van de berichtgeving en kwantitatieve informatie over de risico's wordt beïnvloed, maar ook door de frequentie waarmee afnemers met negatieve berichtgeving over drinkwater worden geconfronteerd.

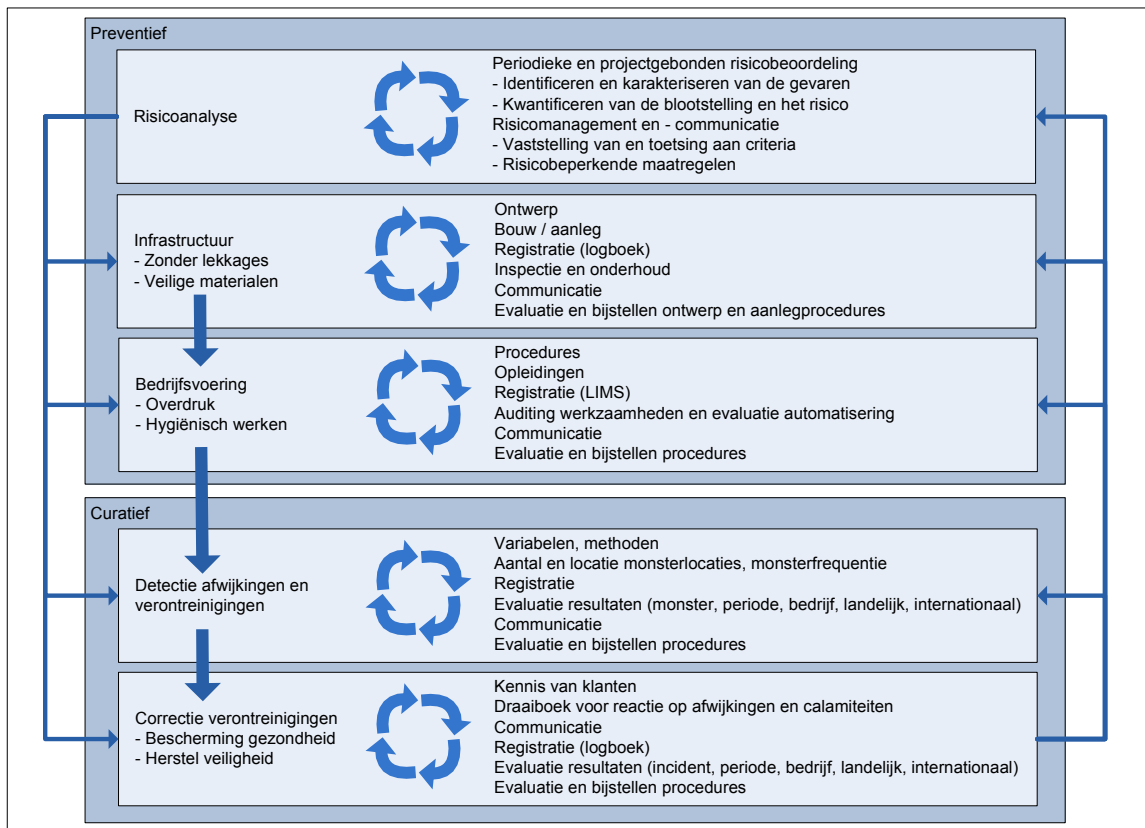


4. *De waarneembare kwaliteit van het water.* De kwaliteit van het drinkwater wordt over het algemeen zeer goed gewaardeerd. Dit is vooral te danken aan de goede smaak die het water op de meeste plaatsen heeft en de over het algemeen hoge mate van helderheid en kleurloosheid. Vooral veranderingen van de kwaliteit ten aanzien van deze parameters worden door de meeste afnemers opgemerkt en negatief beoordeeld. Een tijdelijk verminderde smaak door het gebruik van chloor, vervelende geurtjes door biologische of chemische activiteit in het leidingnet, gekleurd en/of troebel water leidt tot een vermindering van het vertrouwen in en het imago van drinkwater.

In dit rapport wordt verder geen aandacht besteed aan risico's van verontreinigingen voor de reputatie van drinkwater en drinkwaterbedrijven.

## 2.10 Periodiek beoordelen en onderhouden van de veiligheidsbeheersing

Richtlijnen, procedures en werkinstructies vormen een belangrijke basis voor de beheersing van de kwaliteit van en risico's voor de drinkwaterveiligheid. De meeste optimale beheersing wordt echter bereikt door een continu proces van evaluatie en waar nodig optimalisatie van infrastructuur en bedrijfsvoering (Figuur 1). Door goede communicatie tussen en opleiding/bijscholing van medewerkers worden nieuwe inzichten toegepast. Het vastleggen van deze nieuwe inzichten in documenten is een belangrijk parallel proces.



Figuur 1 Schematisch overzicht van de onderdelen van het systeem voor beheersing van de veiligheid van drinkwater tijdens opslag, transport en distributie.

Uit de voorgaande paragrafen in dit hoofdstuk is gebleken dat veilig drinkwater niet voor 100% kan worden gewaarborgd door (periodieke) waterkwaliteitsbeoordeling. Hoewel de beperkingen van de waterkwaliteitsbeoordeling (te laat, kleine kans op detectie) al lang bekend zijn, is internationale en nationale wetgeving lange tijd beperkt gebleven tot het stellen van de eis van veilig drinkwater en de beschrijving van veilig drinkwater in de vorm van waterkwaliteitseisen. Pas sinds het begin van de 21<sup>e</sup> eeuw worden in richtlijnen en wetgeving eisen toegevoegd met betrekking tot de wijze waarop de drinkwaterveiligheid wordt geborgd. Waterkwaliteitsbeoordeling wordt hierbij meer als verificatie (controle achteraf, soms met beperkingen) en minder als validatie (wetenschappelijke onderbouwing) van de drinkwaterveiligheid beschouwd. Voorbeelden hiervan zijn:

- De richtlijn van de VROM-Inspectie 'Analyse Microbiologische Veiligheid Drinkwater' [80] in het Waterleidingbesluit [28];
- De verwijzing naar de onderhavige Hygiëncode in het ontwerp-Drinkwaterbesluit [62];
- De WHO-richtlijn voor waterveiligheidsbeheersing (Water Safety Plans<sup>3</sup>) in de derde editie van de 'Guidelines for Drinking-Water Quality' [51].

Zowel de richtlijn van de VROM-Inspectie als de Hygiëncode Drinkwater kunnen in Nederland een onderdeel van de Water Safety Plan systematiek vormen.

In de volgende paragrafen wordt de Water Safety Plan systematiek op hoofdlijnen beschreven:

- Een periodieke, systematische en kwalitatieve beoordeling van de risico's;
- Een kwantitatieve beoordeling van de risico's van kritische onderdelen.

### **2.10.1 Systematische kwalitatieve risicobeoordeling door middel van het Water Safety Plan**

In de derde editie van de WHO-richtlijnen voor drinkwaterkwaliteit [51] is een belangrijk nieuw onderdeel opgenomen: de systematiek van Water Safety Plans (WSP's). In deze systematiek staat preventie op de eerste plaats, verkregen door: (i) bewaking van de procesvoering, (ii) periodieke inspectie van de infrastructuur en (iii) opleiding en periodieke beoordeling van medewerkers. Periodieke evaluatie en optimalisatie van deze processen is een belangrijk deel van de systematiek. Verificatie van de drinkwaterveiligheid, onder meer door waterkwaliteitsbeoordeling, blijft echter een belangrijke voorwaarde voor een 'waterdichte' risicobeheersing.

#### *Wetgeving*

De methode van WSP's wordt niet expliciet genoemd of omschreven in het voorstel voor de Drinkwaterwet [54]. In hoofdstuk IV (Leveringszekerheid en continuïteit) wordt gesproken van een risicoanalyse (artikel 33) van verstoringen van de levering van deugdelijk drinkwater (artikel 32). Een werkgroep onder begeleiding van de WHO is ingesteld om een expertrichtlijn op te stellen waarin de Europese Commissie wordt geadviseerd over de wijze waarop het concept van WSP's kan worden verankerd in aangepaste wetgeving [83, 84].

### **2.10.2 Kwantitatieve risicobeoordeling van kritische onderdelen**

In de systematiek van WSP's wordt benadrukt dat de effectiviteit van de onderdelen die de veiligheid van de drinkwatervoorziening waarborgen, moeten zijn gevalideerd. De werking van de afzonderlijke onderdelen van het systeem wordt veelal onderbouwd door wetenschappelijk onderzoek, onder meer in het gezamenlijke onderzoeksprogramma van de drinkwaterbedrijven (BTO). Voor de integrale kwantitatieve beoordeling van de effectiviteit van de beheersing van de microbiologische drinkwaterveiligheid is de systematiek van kwantitatieve microbiologische risicobeoordeling (QMRA, Quantitative Microbial Risk Assessment) ontwikkeld (gebaseerd op vergelijkbare methoden in de voedingsindustrie). Er wordt met nadruk gesproken van microbiologische risicobeoordeling omdat de risico's voor de chemische veiligheid van drinkwater over het algemeen gemakkelijker kunnen worden vastgesteld. Dit gebeurt vooral door vergelijking van de resultaten van de chemische waterkwaliteitsbeoordeling met de, op basis van toxicologische risicobeoordeling gebaseerde, chemische normen voor de waterkwaliteit. Deze vergelijking vindt plaats van het stroomgebied van de grondstof (grond- en oppervlaktewater) tot en met het uitgaande water van productiebedrijven. Met name door de zeer lage normen voor aantallen ziekteverwekkende micro-organismen in drinkwater en de daarmee samenhangende uitdagingen (en onmogelijkheden) bij de beoordeling van de waterkwaliteit, is de kwantitatieve microbiologische risicobeoordeling pas sinds begin jaren 90 van de vorige eeuw in ontwikkeling.

Een verontreinigingrisico bestaat altijd uit de kans op het optreden van een verontreiniging maal het effect van deze verontreiniging. De navolgende voorbeelden illustreren dat.

---

<sup>3</sup> Het Engelse woord 'plan' moet hier worden geïnterpreteerd als 'stelsel' en niet als 'voornemen'.

- Nucleaire verontreiniging van het drinkwater.  
Ondanks de zeer kleine kans op een kernexplosie wordt het effect door veel bedrijven zo onaanvaardbaar geacht, dat luchtfilters beschikbaar zijn om verontreiniging van het drinkwater bereid uit grondwater in een dergelijke situatie te voorkomen.
- Verontreiniging door leidingbreuken.  
Leidingbreuken komen regelmatig voor en leiden vrijwel altijd tot verontreiniging van de leidingen, hoewel de kans op een *fecale* verontreiniging over het algemeen relatief kleiner is. Het effect van zowel de niet-fecale als de fecale verontreinigingen wordt beperkt door het reinigen van de leidingen na reparatie. De leiding wordt soms noodgedwongen direct na reparatie en spuien weer in dienst genomen, hoewel pas na ten minste 24 uur duidelijk is in welke mate de leiding is verontreinigd. Het *effect* van een niet-fecale verontreiniging en de *kans* op een fecale verontreiniging worden echter over het algemeen voldoende acceptabel geacht.

## 3 Algemene technische richtlijnen

### 3.1 Introductie

In dit hoofdstuk zijn algemene technische richtlijnen opgenomen die betrekking hebben op het waarborgen van de hygiënische kwaliteit van drinkwater.

### 3.2 Persoonlijke hygiëne

Eerste voorwaarde is dat bij de werkzaamheden aandacht wordt besteed aan de persoonlijke hygiëne. Bij verwondingen moet een snee of wond volledig worden bedekt en afgeschermd, voordat men met de binnenkant van watervoerende infrastructuur (in dit geval leidingen en drinkwaterreservoirs) in aanraking komt. De wondbedekking moet voor water ondoordringbaar zijn en stevig zijn vastgemaakt. Zorg dat kleding, handschoenen en de handen zo schoon mogelijk zijn. Om de handen te kunnen wassen, dient iedere monteursbus te zijn voorzien van schoon drinkwater in een jerrycan, een zeepdispenser en wegwerphanddoekjes om zo hygiënisch mogelijk te kunnen werken (zie Figuur 2). Bij de aanleg van nieuwe leidingen dient ook een mobiel toilet aanwezig te zijn. Monteurs die storingen verhelpen, hebben geen mobiel toilet beschikbaar. In dat geval dient gebruik te worden gemaakt van andere (aanwezige) voorzieningen. Na toiletgebruik dienen de handen met zeep te worden gewassen.



Figuur 2 Voorzieningen in een monteursbus ten behoeve van hygiënisch werken.

### 3.3 Grond, grondwater en oppervlaktewater

#### *Grond en grondwater*

Grond en grondwater in de sleuf is over het algemeen fecaal verontreinigd [20, 22]. Verontreiniging met grond moet zoveel mogelijk voorkomen worden, maar omdat grond over het algemeen niet zwaar fecaal verontreinigd is, kunnen eventuele verontreinigingen tijdens het schoonmaken van de leidingen na de werkzaamheden verwijderd worden. Vooral onder ongunstige omstandigheden (bijvoorbeeld 's nachts bij slecht weer) is het moeilijker om verontreiniging met grond geheel te voorkomen. Bij een verontreiniging van de leiding met grond of grondwater dient voor leidingen met verbruik een kookadvies aan betrokken afnemers te worden overwogen, als de waterlevering moet worden hervat voordat de resultaten van de waterkwaliteitsbeoordeling bekend zijn.

### *Oppervlaktewater*

Oppervlaktewater is over het algemeen fecaal verontreinigd, vooral als het sloten betreft langs weilanden. Over het algemeen komt oppervlaktewater niet in de sleuf, maar na leidingbreuken (bijvoorbeeld reparatie van een lekke zinker) is dit niet uit te sluiten. In het geval er oppervlaktewater in een leiding is gekomen, moet dit altijd direct worden gemeld aan de leidinggevende omdat er van uit moet worden gegaan dat de leiding behoorlijk fecaal verontreinigd kan zijn. Het geven van een kookadvies aan betrokken afnemers moet worden overwogen, als de waterlevering moet worden hervat voordat de resultaten van de waterkwaliteitsbeoordeling bekend zijn.

### **3.4 Desinfectie van leidingmaterialen en gereedschappen**

Er zijn vier soorten desinfectiemiddelen beschikbaar voor desinfectie van leidingmaterialen en gereedschappen ten behoeve van werkzaamheden aan de watervoerende infrastructuur:

- Natriumhypochloriet;
- Calciumhypochloriet;
- Waterstofperoxide;
- Natriumdichloorisocyanuraat.

Desinfectiemiddelen ten behoeve van leidingmaterialen dienen te beschikken over een 'erkende kwaliteitsverklaring', zie § 5.2.

In bijlage I wordt informatie gegeven over de werking van deze middelen. Bij het werken met chemicaliën zijn beschermende maatregelen ter voorkoming van ongevallen, letsel en schade noodzakelijk. Naast het in acht nemen van de wettelijke bepalingen moeten bedrijfstechnische veiligheidsmaatregelen genomen worden tijdens het desinfecteren en neutraliseren.

#### *Natriumhypochloriet (chloorbleekloog), calciumhypochloriet en natriumdichloorisocyanuraat*

Voor desinfectie voorafgaand aan de werkzaamheden, dienen materialen en gereedschappen die in aanraking komen met drinkwater behandeld te worden met een oplossing met 75 mg/l werkzaam chloor. Een dergelijke oplossing kan worden bereid uit een 15% oplossing chloorbleekloog (150 g/l werkzaam chloor) door 5 ml chloorbleekloog toe te voegen aan 10 liter water. Hierbij wordt geen rekening gehouden met eventuele effecten van pH, temperatuur en contacttijd.

Buizen, hulpstukken, appendages (afsluiters, brandkranen et cetera) en gereedschappen kunnen vervolgens met een schone borstel, gedoopt in de chlooroplossing, worden gedesinfecteerd. Er bestaan ook commercieel verkrijgbare 5% oplossingen chloorbleekloog die niet over een erkende kwaliteitsverklaring beschikken. Deze bevatten mogelijke toevoegingen en mogen niet worden gebruikt. Natriumhypochloriet is een vloeibaar product. Natriumdichloorisocyanuraat is beschikbaar in de vorm van tabletten die direct oplossen in water. Mede in verband met de houdbaarheid (geen verval van werkzaam chloor) is een dergelijk product praktischer en veiliger voor 'onderweg'. Ook calciumhypochloriet is een product in vaste vorm.

#### *Waterstofperoxide*

Voor desinfectie voorafgaand aan de werkzaamheden, dienen materialen (buizen, hulpstukken en appendages (afsluiters, brandkranen et cetera)) en gereedschappen die in aanraking komen met drinkwater te worden behandeld met een voldoende sterke oplossing om desinfectie binnen een korte tijdsperiode te bereiken. Hierbij dienen voor concentraties en contacttijden de voorschriften van de leverancier te worden gevolgd. Commercieel verkrijgbaar waterstofperoxide wordt in een 6%-oplossing als sprayflacon toegestaan bij het desinfecteren van gereedschap, hulpstukken en de uiteinden van een in aanleg zijnde leiding. De milieubelasting is dan gering.

### **3.5 Hygiënisch betrouwbaar maken van leidingen**

Voordat een leiding in gebruik mag worden genomen, moet deze hygiënisch betrouwbaar worden gemaakt. Voor het hygiënisch betrouwbaar maken van een leiding worden de volgende methoden toegepast:

- Spuien met water;
- Spuien met water/lucht;
- Mechanisch schoonmaken (proppen);

- Desinfectie met een hoge concentratie desinfectiemiddel (bijvoorbeeld 20 mg Cl<sub>2</sub>/l of waterstofperoxide) zonder verbruik;
- Desinfectie met een lage concentratie desinfectiemiddel (tot 3 mg Cl<sub>2</sub>/l) met verbruik.

Methoden voor schoonmaken en desinfecteren worden in de volgende paragrafen in detail omschreven. De belangrijkste stap om een leiding hygiënisch betrouwbaar te maken, is door middel van spuien met water eventueel gevolgd door alternatieve hydraulische en mechanische schoonmaakmethoden. Indien dit niet het gewenste effect heeft, kan worden gedesinfecteerd. Bij leidingen zonder verbruik kan met een hoge concentratie desinfectiemiddel worden gewerkt. Indien er verbruik plaatsvindt, kan een lage dosis chloor van 0,5 tot 3 mg/l worden toegepast. Na het toepassen van desinfectie kan het zinvol zijn bij de waterkwaliteitsbeoordeling ook *Clostridium perfringens* te betrekken (zie hoofdstuk 12).

#### *Nieuw gecementeerde leidingen*

Bij nieuw gecementeerde leidingen kan de pH bij ingebruikneming zeer hoog worden. Een aantal bacteriën waaronder *E. coli*, wordt bij deze hoge pH geïnactiveerd. Dit geldt echter niet voor alle soorten ziekteverwekkende bacteriën, virussen en protozoa. Bij werkzaamheden aan deze leidingen moet daarom dezelfde zorg worden betracht als bij andere leidingmaterialen om verontreiniging te voorkomen. Voorafgaand aan de monsterneming in het kader van waterkwaliteitsbeoordeling is het wenselijk eerst de pH van het water te bepalen. Bij een pH-waarde groter dan 9,5 is opnieuw spuien/verversen nodig om een representatief monster te kunnen nemen. Daarnaast kan worden overwogen bij de waterkwaliteitsbeoordeling het water ook op *Clostridium perfringens* te onderzoeken.

In bijlage IV is een voorbeeld opgenomen van een beslisboom voor mogelijk te nemen maatregelen bij werkzaamheden.

### **3.6 Schoonmaakmethoden**

Vervuiling in een leiding bestaat meestal uit los sediment (deeltjes en bruinwater klachten) en een microbiologische verontreiniging (hygiëneprobleem). Deze zijn vaak aan elkaar gekoppeld omdat micro-organismen zich kunnen hechten aan het sediment. Met de verwijdering van het sediment wordt de leiding dan ook voor een deel microbiologisch gereinigd. Voor het verwijderen van sediment uit een leiding worden de volgende methoden toegepast:

- Spuien met water;
- Spuien met water/lucht;
- Proppen met zachte proppen;
- Alternatieve methoden als:
  - Proppen met harde proppen;
  - Spuitkoppen;
  - Schrapen.

Spuien met water en spuien met water/lucht zijn hydraulische methoden waarbij gebruik wordt gemaakt van de watersnelheid. De andere methoden zijn meer mechanisch van aard waarbij het te verwijderen materiaal mechanisch wordt losgemaakt van de leidingwand om vervolgens hydraulisch of mechanisch te worden afgevoerd. In de Nederlandse drinkwatersector worden vooral hydraulische methoden toegepast voor de verwijdering van sediment. Een beperkt deel wordt gepropt als de verontreinigingen niet hydraulisch te verwijderen blijken te zijn. Alternatieve methoden worden onder normale omstandigheden in het geval van de materialen PVC en AC niet toegepast.

In de onderstaande subparagrafen worden de hygiënische aspecten van de gebruikelijke schoonmaakmethoden besproken.

#### **3.6.1 Spuien met water**

Spuien met water is een effectieve methode voor het verwijderen van sediment en deeltjes uit leidingen. Hiermee wordt ook de microbiologische verontreiniging in de waterfase en op de deeltjes verwijderd. Vanuit onderzoek [48, 43] is gebleken dat voor het succesvol inzetten van spuien er aan drie randvoorwaarden moet worden voldaan:

- Spuiwater moet vanuit een schoonwaterfront worden gespuid;  
Voor het spuien vanuit hygiënisch oogpunt is een schoonwaterfront een plaats waar het drinkwater hygiënisch onverdacht is. Voor het spuien om bruinwater te voorkomen, is een schoonwaterfront een plaats waar geen sediment uit kan worden aangevoerd bij spuien.
- De watersnelheid dient 1 - 1,5 m/s te bedragen;  
Bij deze snelheid wordt al het sediment uit de leiding verwijderd.
- De inhoud van de leiding moet twee- tot driemaal worden ververs; Omdat de snelheid van zwaardere deeltjes bij het spuien lager is dan die van het water, is eenmalig verversen niet voldoende. Uit onderzoek is gebleken dat driemaal verversen voldoende is voor de verwijdering van los sediment en daarmee ook van de daarop aanwezige micro-organismen. Als na driemaal verversen de troebelingsgraad niet afneemt, kan de spui worden gestopt. Er is dan geen schoonwaterfront aanwezig.

Hiermee wordt het leidingnet ontdaan van bijna alle losliggende onderdelen. Uit ervaring blijkt dat zelfs grind en kleine stenen met deze snelheid uit de leiding worden verwijderd.

Spuien met water met 1 - 1,5 m/s stelt behoorlijke eisen aan de mogelijkheden voor de aan- en afvoer van water. In Tabel 1 zijn de hoeveelheden spuiwater gegeven voor verschillende diameters van leidingen. Controle van de vereiste volumestroom vereist een meting. Voor de kleine diameters is dit mogelijk over een bemeterde standpijp. Voor de grotere diameters betekent dit dat een volumemeting in de afvoerleiding moet worden ingebouwd.

Het spuien met water wordt toegepast als eerste actie bij een afwijkende waterkwaliteit. In de meeste gevallen leidt deze actie tot oplossing van de problemen. Indien bij herhaald spuien de gewenste waterkwaliteit niet wordt gehaald, is het probleem niet veroorzaakt door het losse sediment in de leiding en zullen verdere maatregelen moeten worden genomen.

Tabel 1 Benodigde volumestromen (m<sup>3</sup>/h) voor spuien met een snelheid van 1 en 1,5 m/s.

| Nominale diameter van een leiding<br>(mm) | Volumestroom (m <sup>3</sup> /h)      |   |
|---|---------------------------------------|---|
|   | Bij spuien met een snelheid van 1 m/s | Bij spuien met een snelheid van 1,5 m/s |
| 25  | -                                     | 1,9                                     |
| 32  | -                                     | 3,3                                     |
| 40  | 4                                     | 5,5                                     |
| 50  | 6                                     | 8,5                                     |
| 63  | 10                                    | 15                                      |
| 75  | 14                                    | 21                                      |
| 90  | 20                                    | 30                                      |
| 100                                       | 28                                    | 42                                      |
| 125                                       | 44                                    | 66                                      |
| 150                                       | 64                                    | 95                                      |
| 200                                       | 113                                   | 170                                     |
| 300                                       | 255                                   | 382                                     |
| 400                                       | 452                                   | 678                                     |
| 500                                       | 707                                   | 1.060                                   |
| 600                                       | 1.018                                 | 1.527                                   |
| 700                                       | 1.385                                 | 2.078                                   |
| 800                                       | 1.809                                 | 2.714                                   |
| 1.000                                     | 2.827                                 | 4.241                                   |
| 1.200                                     | 4.071                                 | 6.107                                   |

### 3.6.2 Spuien met water/lucht

Als de gewenste spuisnelheid niet kan worden gehaald (bijvoorbeeld bij grotere diameters), is het spuien met water/lucht een alternatieve hydraulische schoonmaakmethode. Spuien met water/lucht veroorzaakt in de leiding een grotere turbulentie dan spuien met water. Het schoonmaakeffect is groter dan dat van spuien met water.

Bij het spuien met water/lucht wordt er lucht in de leiding geïnjecteerd gedurende een benedenstroomse spuiactie. De lucht wordt ingebracht in een 1:1 verhouding met de hoeveelheid spuiwater. De benodigde luchtdruk bedraagt ongeveer 0,05 kPa boven die van de waterdruk. Omdat er lucht in de

drinkwaterleiding wordt geperst, moeten de compressor, de luchtslangen en het injectiepunt (standpijp) schoon zijn. De compressor dient te zijn voorzien van een oliefilter en de slangen mogen nooit zijn gebruikt op een compressor zonder lucht- of oliefilter. Er moet aandacht zijn voor de kwaliteit van de lucht die in een leiding wordt gebracht.

### 3.6.3 Proppen

Als het niet mogelijk is om een leiding met voldoende snelheid te spuien, kan worden gekozen voor het proppen van die leiding. In de huidige praktijk van de drinkwatersector blijkt proppen voornamelijk de enige manier voor het mechanisch schoonmaken van drinkwaterleidingen. Na de schoonmaakactie met proppen wordt de betreffende leiding door middel van spuien met water gereinigd om de resten van eventueel losgemaakte biofilm te verwijderen.

Proppen voor het verwijderen van los sediment en micro-organismen vindt plaats met zachte proppen in kunststof en asbestcement leidingen. Bij het proppen wordt op meerdere wijzen inbreuk gemaakt op de integriteit van het leidingnet waardoor de noodzaak tot hygiënisch werken rondom de schoonmaakactie veel groter is dan bij spuien met water. De inbreuken op de integriteit van het leidingnet zijn:

- Het leidingnet wordt volledig drukloos gemaakt;  
Na de schoonmaakactie moet in alle delen die volledig drukloos zijn geweest de waterkwaliteit worden beoordeeld (hoofdstuk 12).
- Het leidingnet wordt open gemaakt;  
Voor het openen van het leidingnet dient hoofdstuk 8 te worden gevolgd.
- Er wordt een 'vreemd voorwerp' in het leidingnet gebracht.  
De schuimproppen worden gedrenkt in een desinfecterende oplossing (75 mg Cl<sub>2</sub>/l) gelanceerd of vanuit een steriele verpakking.

Bij de aanleg kan in de eerste buis een prop of serie proppen worden opgenomen die na voltooiing van de leiding het volledige tracé schoonmaakt en alle grove verontreinigingen verwijdert/verwijderen.

## 3.7 Desinfectie van leidingen

### 3.7.1 Doel en effect van desinfectie

Desinfectie kan onderdeel uitmaken van maatregelen om een leiding hygiënisch betrouwbaar te maken. Hygiënisch betrouwbaar maken betekent dat alle mogelijk aanwezige pathogene micro-organismen worden verwijderd of onschadelijk gemaakt. Hierbij moet worden bedacht dat micro-organismen ieder een andere gevoeligheid kunnen hebben voor een bepaald desinfectiemiddel. De hygiënische kwaliteit van een leiding wordt onderzocht door watermonsters te controleren op aanwezigheid van *E. coli* of enterococci. *E. coli* en enterococci komen in hoge aantallen voor in de feces van zoogdieren, maar zijn doorgaans zelf niet pathogeen. Het aantreffen van *E. coli* of enterococci toont aan dat een fecale microbiologische verontreiniging heeft plaatsgevonden en dat er mogelijk pathogene micro-organismen in het water aanwezig zijn. Van spuien wordt verwacht dat alle organismen in dezelfde mate worden verwijderd. Het effect van desinfectie verschilt echter sterk per organisme. In Tabel 2 staan richtwaarden voor de effectiviteit van correctieve desinfectie voor relevante organismen. Hierbij moet worden bedacht dat de effectiviteit in de praktijk kan afwijken omdat chloor in drinkwater veelal buiten het pH-optimum wordt gebruikt en niet volledig wordt gemengd met het drinkwater in de leiding of omdat micro-organismen worden beschermd door materiaal in de leiding, bijvoorbeeld de biofilm. In de praktijk worden soms nog *E. coli* of enterococci aangetroffen na desinfectie met 0,5 - 1 mg Cl<sub>2</sub>/l tijdens drinkwaterlevering. Desinfectie met 20 mg Cl<sub>2</sub>/l gedurende 12 - 24 uur is effectiever gebleken voor het elimineren van *E. coli* en enterococci [43].



Tabel 2 Theoretische geschatte effectiviteit van correctieve desinfectie met chloor als log verwijdering (2 log is 99% verwijdering) bij pH8 en 10 °C op basis van tabellen EPA [61].

| Type organisme\CT <sup>4</sup>  | Correctieve maatregel                        |  |  |
|---|--|--|--|
|   | 20 mg Cl <sub>2</sub> /l<br>gedurende 24 uur | 1 mg Cl <sub>2</sub> /l<br>continu af pomp | 1 mg Cl <sub>2</sub> /l<br>continu in wijk |
|   | CT > 1.000 mg.min/l                          | CT > 60 mg.min/l                           | CT ≈ 1 mg.min/l                            |
| Bacteriën zoals<br><i>E. coli</i><br>Enterococcen<br><i>E. coli</i> O157:H7<br><i>Campylobacter</i> | >300   | 170  | 2  |
| Virussen zoals<br>Enterovirussen<br>Adenovirussen   | >300   | 40   | 0,7  |
| <i>Giardia</i>  | 5  | 1  | 0  |
| <i>Cryptosporidium</i>  | <1   | 0  | 0  |

Uit Tabel 2 blijkt dat, afhankelijk van de condities, de desinfectie met chloor veel meer effect heeft op *E. coli* en enterococcen dan op pathogene micro-organismen (met name *Cryptosporidium*). Afwezigheid van *E. coli* of enterococcen ná desinfectie is daarom geen betrouwbare indicatie voor de verwijdering van pathogene micro-organismen. Indien *E. coli* of enterococcen na desinfectie wél worden aangetroffen, is dit een indicatie dat desinfectie niet effectief is geweest. *Clostridium perfringens* is minder gevoelig voor chloor dan *E. coli* en enterococcen, en kan daarom na chloring worden aangetroffen bij afwezigheid van *E. coli* of enterococcen. Aanwezigheid van *Clostridium perfringens* is dan een indicator voor onvoldoende effectieve reiniging van de leiding waarbij resistente pathogene micro-organismen zoals *Cryptosporidium* mogelijk onvoldoende zijn verwijderd. Daarom kan het zinvol zijn voor de beoordeling van de waterkwaliteit naast *E. coli* en enterococcen ook *Clostridium perfringens* te onderzoeken.

Desinfectie van leidingen dient tot een minimum te worden beperkt in verband met de milieubelasting van de gebruikte stoffen. Preventieve desinfectie van leidingen wordt daarom tegenwoordig niet veel meer uitgevoerd. Dit onderstreept de noodzaak van hygiënisch werken. De ervaring leert dat het spuien van de leidingen in de meeste gevallen voldoende werkt om een leiding microbiologisch betrouwbaar op te leveren indien er schoon en hygiënisch is gewerkt. Dit betekent dat er veel aandacht moet worden besteed aan persoonlijke hygiëne, aan hygiënisch transport en opslag van leidingmaterialen, en het eventueel reinigen daarvan (buizen, hulpstukken en appendages).

### 3.7.2 Hoge pH is geen desinfectie

Veel ziekteverwekkende organismen (virussen, protozoa en bacteriën) zijn ongevoelig voor een hoge pH. *E. coli* sterft wel af bij een hoge pH waardoor in het verleden de indruk is ontstaan dat na een sterke pH-stijging, bijvoorbeeld bij nieuw gecementeerde leidingen, de leiding hygiënisch betrouwbaar is. Dit is echter niet het geval. De leiding dient op de gebruikelijke wijze hygiënisch betrouwbaar te worden gemaakt en bij de waterkwaliteitsbeoordeling kan het zinvol zijn het water ook op *Clostridium perfringens* te onderzoeken.

### 3.7.3 Desinfectie met hoge concentratie desinfectiemiddel

Desinfectie met een hoge concentratie desinfectiemiddel kan uitsluitend plaatsvinden als er geen verbruik op de leiding plaatsvindt. Het water is bij de toegepaste concentraties en/of soort desinfectiemiddel niet geschikt voor consumptie. Veel toegepaste doseringen zijn 20 mg/l chloorbleekloog, 7 mg/l calciumhypochloriet of 200 mg/l waterstofperoxide. Het middel wordt in de leiding gebracht waarna de leiding 12 - 24 uur wordt stilgezet om de middelen te laten reageren. Vervolgens wordt de leiding doorspoeld en het water met desinfectiemiddel wordt (zo nodig na

<sup>4</sup> De CT-waarde is het product van de concentratie en de duur van de blootstelling aan desinfectiemiddel.

neutralisatie, zie bijlage I) afgevoerd. Door de hoge concentratie en de lange contacttijd wordt een verregaande mate van desinfectie verwacht. Bij bestaande leidingen of bij een grote verontreiniging is het mogelijk dat het desinfectiemiddel volledig wegreageert met de aanwezige stoffen, voordat de volledige contacttijd is gehaald. Daarom wordt aan het einde van de contacttijd de concentratie desinfectiemiddel gemeten. Als er geen desinfectiemiddel meer aanwezig blijkt te zijn, wordt aanbevolen de desinfectie te herhalen. Controle van de concentratie desinfectiemiddel kan al eerder worden uitgevoerd als het vermoeden bestaat dat de concentratie desinfectiemiddel snel afneemt. De desinfectiestap kan dan eerder worden herhaald.

Er zijn toestellen ontwikkeld voor het desinfecteren en spuien van leidingen (zie Figuur 3). Hiermee wordt het desinfectiemiddel van te voren met drinkwater gemengd en vervolgens in de leiding gebracht. Toestellen als dit worden tevens gebruikt voor het neutraliseren van het desinfectiemiddel in het spuiwater.



Figuur 3 Overzicht van mogelijke hulpapparatuur voor desinfectie van het leidingnet.

#### *Natriumhypochloriet (chloorbleekloog)*

Op grond van experimenten in het laboratorium en waarnemingen in het leidingnet wordt de volgende werkwijze geadviseerd.

Een concentratie van 20 mg  $\text{Cl}_2/\text{l}$  wordt in de leiding gebracht en vervolgens na een contacttijd van 12 - 24 uur weer afgevoerd. Zowel direct na de dosering van het chloor als na de contacttijd, wordt het chloorgehalte bepaald. De meting na 12 - 24 uur dient ter verificatie of er nog vrij chloor aanwezig is. Als dat niet het geval blijkt te zijn, wordt aanbevolen de desinfectie opnieuw uit te voeren. Na controle van de chloorconcentratie wordt de leiding gespuid, waarbij het spuiwater wordt geneutraliseerd (zie bijlage I).

Een goede manier om chloorbleekloog in de leiding te brengen, is om de te chloren leiding met een bekende volumestroom te vullen via een vulleiding. De volumestroom wordt tijdens het vullen constant gehouden zodat de doseerstroom van chloorbleekloog hierop kan worden afgestemd. De chloorbleekloog wordt op het aansluitpunt van de vulleiding gedoseerd, direct na een geknepen afsluiter (in de richting van de stroom). Op deze manier vindt een goede menging van chloorbleekloog en water

plaats. Voor de dosering kunnen hydraulische handperspompen, transportabele doseerpompen met membraan en speciale chloortoestellen worden gebruikt.

Het leidinggedeelte dient te zijn ontlucht, terwijl de aanwezige brand- en ontluchtungskranen moeten zijn ontsmet, wat kan worden bereikt door deze tijdens de dosering van chloorbleekloog open en dicht te draaien. De dosering wordt gestopt zodra is vastgesteld dat aan het einde van het te ontsmetten leidinggedeelte voldoende werkzaam chloor aanwezig is. Voor controle van dit chloorgehalte zijn speciale testkits in de handel.

Vervolgens is een contactperiode van 12 - 24 uur vereist. Een aandachtspunt zijn eventueel aanwezige schuifafsluiters. Tijdens de contactperiode moeten de in het leidinggedeelte voorkomende schuifafsluiters worden gedraaid om ook de afsluiterschuiven en afsluiterhuizen te desinfecteren. Zo worden alle met drinkwater in contact komende inwendige onderdelen ontsmet.

#### *Calciumhypochloriet (tabletten of granulaat)*

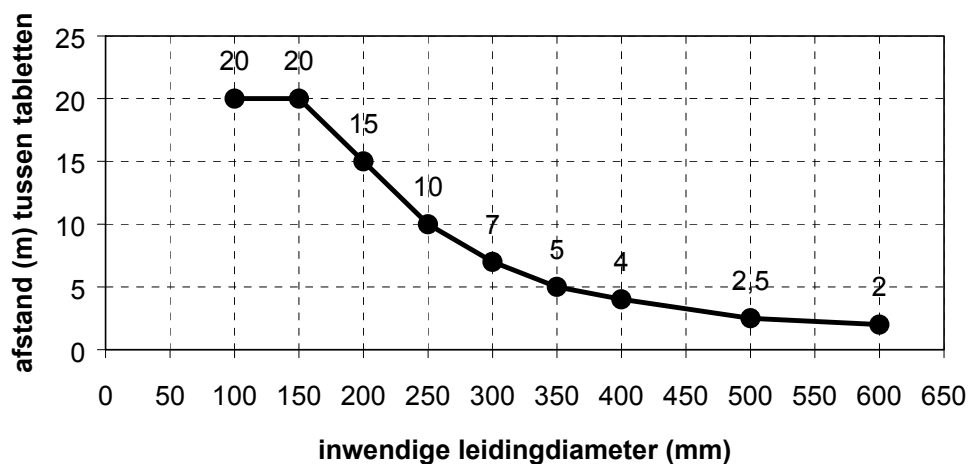
Calciumhypochloriet kan worden gebruikt in de vorm van tabletten of als granulaat. Het gebruik van poeder moet om veiligheidsredenen worden afgeraden. Het gebruik van tabletten en granulaat is afgezien van de wijze van inbrengen identiek. Om granulaat te doseren, wordt een slurry in de leiding gepompt analoog aan de dosering van chloorbleekloog.

Calciumhypochloriettabletten wegen circa 5 gram per stuk en bevatten minimaal 65% werkzaam chloor. Er worden zoveel tabletten in de leiding gebracht dat na oplossen een concentratie van 7 mg/l werkzaam chloor (voor de achtergrond van deze dosering, zie bijlage I) wordt bereikt. Voor de meest gangbare diameters is de dosering aangegeven in Figuur 4.

Per ingreep worden echter minimaal 2 tabletten van 5 gram per stuk gebruikt. De tabletten worden met een inert kleefmiddel onder in de leiding geplakt.

De leiding wordt weer afgedopt waarna men de lijm laat drogen. Bij het leggen wordt de leiding een halve slag gedraaid, zodat de tablet aan de bovenkant van de leiding zit (als bescherming tegen onverhoopt binnentredend grondwater). Bestaande leidingen kunnen niet worden gedraaid. Het verdient aanbeveling bij hulpstukken (afsluiters, brandkranen, T-stukken et cetera) een extra tablet aan te brengen.

De leiding wordt gevuld waarbij wordt aanbevolen dat zo volledig mogelijk te doen met zo min mogelijk doorstroming. Na het vullen van de leiding met drinkwater worden aanwezige schuifafsluiters gedraaid om ook deze goed te desinfecteren en blijft het water gedurende 12 - 24 uur stilstaan. Na deze contacttijd wordt gecontroleerd of er nog chloor aanwezig is en wordt de leiding gespuid. Het spuiwater wordt geneutraliseerd (zie bijlage I).



*Figuur 4 Afstand tussen calciumhypochloriettabletten bij preventieve desinfectie van leidingen. Per ingreep worden minimaal twee tabletten geplakt.*

### Waterstofperoxide

Het commercieel verkrijgbare waterstofperoxide is een kant-en-klaar desinfectiemiddel dat over een erkende kwaliteitsverklaring dient te beschikken. Ter stabilisatie van het product is onder andere zilver toegevoegd. Door het aanwezige zilver is het vanuit milieuoverwegingen niet wenselijk dit product in grote hoeveelheden voor desinfectiedoeleinden te gebruiken. Voor het lozen ervan is een WvO-vergunning (Wet verontreiniging Oppervlaktewateren) nodig.

Na de werkzaamheden wordt een leiding gepropt en gelijktijdig gevuld met het waterstofperoxide waarbij een concentratie van 200 mg H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/l wordt gehanteerd. Bij vermoeden of constatering van ernstige verontreiniging worden concentraties tot 400 mg H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/l met dezelfde contacttijd toegepast. Tijdens het vullen wordt de concentratie waterstofperoxide ook aan het einde van de leiding bepaald. Na een contacttijd van ten minste 12 uur wordt de concentratie waterstofperoxide weer vastgesteld en wordt het gebruikte water afgespuid naar het riool. Het waterstofperoxide ontleedt daar in water en zuurstof en hoeft niet te worden geneutraliseerd.

#### **3.7.4 Desinfectie met lage concentratie desinfectiemiddel**

Als drinkwaterlevering moet worden gecombineerd met desinfectie, kan een lage concentratie chloor aan het water worden toegevoegd. In de toekomst zal daarvoor naar verwachting ook chloordioxide worden toegepast (ontwikkeling). Bij het hygiënisch betrouwbaar maken van leidingen is doorgaans niet bekend wat de oorsprong van een (mogelijke) fecale besmetting is en dus ook niet of en zo ja, welke pathogene micro-organismen in het water aanwezig zijn. Indien het verbruik niet kan worden gestaakt, moet een kookadvies worden uitgegeven voor de gebruikers omdat:

- een chloordosering het drinkwater dat reeds in het leidingnet zit niet bereikt;
- een chloordosering niet garandeert dat mogelijk aanwezige pathogene micro-organismen voldoende worden geïnactiveerd.

Bij chloring af pompstation wordt de consument mogelijk blootgesteld aan alle pathogene micro-organismen totdat het chloor de tapkraan bereikt (afhankelijk van het opvolgen van het kookadvies). Daarna biedt chloring enige mate van bescherming tegen virussen en bacteriën (zie Tabel 2). Afwezigheid van *E. coli* of enterococci is geen indicatie meer van de effectiviteit van de maatregelen voor meer resistente pathogene micro-organismen. Daarom kan na desinfectie worden gekozen om het drinkwater ook te beoordelen op *Clostridium perfringens*, die meer resistent is tegen chloor.

Gezien het bovenstaande moeten desinfectiecondities worden gericht op voldoende desinfectie van bacteriën en virussen. De effectiviteit van chloor is afhankelijk van de watersamenstelling (chloorverbruik), pH, temperatuur en de contacttijd. Deze eigenschappen verschillen per situatie. De waterkwaliteit en pH zijn afhankelijk van de productielocatie, de temperatuur van het seizoen, en de contacttijd van de afstand (tijd) tussen het doseerpunt en de afnemer. Bij nieuw gecementeerde leidingen treedt een verhoging van de pH op, waardoor het chloor minder werkzaam wordt. Wanneer dit leidt tot een ongewenst hoge chloordosering kan het gebruik van een ander desinfectiemiddel worden overwogen (chloordioxide en waterstofperoxide hebben een groter pH-bereik dan chloor). Aanbevolen wordt om per productielocatie de watersamenstelling te bepalen en op basis daarvan een tabel op te stellen van de benodigde dosering om het gewenste effect te bereiken. Daarbij speelt mee dat het

chloorgehalte aan het (eerste) tappunt onder de door het bedrijf vastgestelde grenswaarde<sup>5</sup> moet blijven. Als voorbeeld: de CT voor 10 log inactivatie van virussen is in de orde van 2,5 mg.min/l bij 20 °C tot 10 mg.min/l bij 1 °C. Bij een afstand tot het eerste tappunt van 5 min, weinig chloorverbruik en 20 °C is dan een dosering van 0,5 mg Cl<sub>2</sub>/l voldoende.

### 3.8 Kookadvies

In een aantal gevallen is/wordt in deze Hygiëncode gesproken over een kookadvies. Bij een kookadvies krijgen consumenten het advies om het water dat ze willen consumeren voor het gebruik enige minuten te koken. Dit heeft tot doel om eventueel aanwezige schadelijke micro-organismen af te doden. De tijd dat het water moet koken, is niet kritisch. Het doorkoken van het water is uitsluitend bedoeld om zeker te stellen dat het water daadwerkelijk heeft gekookt.

In het geval na werkzaamheden de hygiënische betrouwbaarheid van het geleverde drinkwater niet kan worden gegarandeerd, dient een kookadvies te worden gegeven. Dit kan plaatsvinden onder de volgende omstandigheden:

- Wanneer zich bij werkzaamheden situaties voordoen die een extra hygiënisch risico vormen. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn wanneer er een leidingbreuk optreedt vlak bij een lekkend riool. Dit is een preventief kookadvies;
- Wanneer bij de waterkwaliteitsbeoordeling na werkzaamheden *E. coli*, enterococci of *Clostridium perfringens* worden aangetroffen, wordt in ieder geval aan de consumenten een kookadvies verstrekt. Dit is een correctief kookadvies.

Alle bedrijven geven een kookadvies bij risicovolle omstandigheden. Wat daaronder wordt verstaan, is echter in de meeste gevallen niet nader omschreven of in algemene termen. Het is ook onmogelijk om alle risicovolle situaties te beschrijven. Uit een inventarisatie is gebleken dat de bedrijven in elk geval overwegen een preventief kookadvies te geven onder de volgende omstandigheden:

- Werkzaamheden in de nabijheid van een lekkend riool;
- Oppervlaktewater is in de sleuf terecht gekomen;
- Zand of vuil is in de te repareren leiding terecht gekomen.

Het is de taak van de betrokken werknemer om te beoordelen of er een dergelijke risicovolle situatie is ontstaan. In geval van twijfel is het aan te bevelen toch een preventief kookadvies te geven.

Voor voorbeelden van waarschuwingskaartjes waarin een kookadvies wordt verstrekt en voor voorbeelden van kaartjes waarin wordt gemeld dat de waterkwaliteit weer aan de normen voldoet, wordt verwezen naar bijlage II. Ongeveer 80% van de afnemers blijkt een kookadvies op te volgen [87].

Het besluit om een correctief kookadvies te geven, dient te worden gemeld aan de VROM-Inspectie.

### 3.9 Werken in chemisch verontreinigde grond en grondwater

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

---

<sup>5</sup> De parameter 'vrij chloor' komt niet voor in het Waterleidingbesluit [28]. Dat is wel het geval in tabel IIIa 'Indicatoren - Bedrijfstechnische parameters' van het ontwerp-Drinkwaterbesluit [62] en wel met een minimum en maximum waarde van respectievelijk > 0,1 en < 0,3 mg/l. In een noot wordt daarbij de opmerking gemaakt dat dit uitsluitend geldt voor 'drinkwatervoorzieningen op mijnbouwinstallaties' met de volgende toelichting in een bijlage: *'Ten opzichte van het Waterleidingbesluit is nieuw dat er voor vrij chloor een minimum- en maximum-waarde is gesteld. Deze norm geldt overeenkomstig noot 3 alleen voor de drinkwatervoorziening op mijnbouwinstallaties. Op die locaties is soms twijfel over de microbiologische betrouwbaarheid van het (per boot) aangevoerde water, terwijl het drinkwater bovendien gedurende lange tijd wordt opgeslagen voor dat het wordt gebruikt. Dan kan dosering van natriumhypochloriet aan de orde zijn, waarbij hantering van een minimumgehalte in het water noodzakelijk is om de desinfecterende werking te garanderen en een maximumgehalte in acht moet worden genomen om de vorming van gezondheidsschadelijke desinfectiebijproducten zoveel mogelijk te voorkomen.'*

De drinkwaterbedrijven blijken restgehalten chloor bij de eerste klant van 0,1 – 1 mg/l te hanteren.

- Arbo-Informatieblad 22 [71];
- CROW-publicatie 132 [72].

In het onderstaande wordt kort op beide documenten ingegaan, waarbij wordt opgemerkt dat het AI-blad in de praktijk wordt 'overvleugeld' door de CROW-publicatie. Laatstgenoemde publicatie blijkt door de Arbeidsinspectie, gemeenten, andere netbeheerders en aannemers doorgaans als richtinggevend te worden genomen.

#### *Arbo-Informatieblad 22 (AI-22)*

De arbeidsomstandigheden voor het werken met verontreinigde grond en met verontreinigd grondwater is beschreven in het Arbo-Informatieblad 22 (AI-22) [71]. Dergelijke bladen bevatten toegankelijke informatie over de manier waarop werkgevers en werknemers in de praktijk kunnen omgaan met de samenhangende wettelijke regels en beleidsregels. AI-bladen zijn uitdrukkelijk bedoeld als voorlichting en niet als bindend voorschrift of beleidsregel.

In het AI-22, hoofdstuk 3, staat het wettelijk kader beschreven waarbinnen de organisatie en de uitvoering van de zorg voor veiligheid, gezondheid en welzijn is vastgelegd. Hieruit volgen taken en verantwoordelijkheden voor betrokkenen, zoals opdrachtgevers, aannemers en werknemers.

Voor de risico-inschatting mag gebruik worden gemaakt van een specifieke methode van risicoclassificatie. Dit is uitgewerkt in hoofdstuk 4 van AI-22.

Het risico wordt bepaald aan de hand van:

- Schadelijk vermogen: in welke mate is de stof toxisch dan wel ontvlambaar?;
- Kans: hoe groot is de kans dat de stoffen in een zodanige hoeveelheid voorkomen dat ze de desbetreffende schadelijke werking kunnen uitoefenen?

Er is gekozen voor een rangordening in risicoklassen binnen twee categorieën, vier T-klassen voor toxische stoffen (0T, 1T, 2T, 3T) en een F-klasse voor explosierisico (flammable, 0F, 1F, 2F). Stoffen met een lage acute giftigheid vallen in 0T, stoffen met een hoge acute giftigheid of schadelijkheid vallen in 3T. De F-klassen worden ingedeeld naar vlampunten. Stoffen met een vlampunt boven de 55 °C vallen in 0F, stoffen met een vlampunt tussen de 21 °C en 55 °C vallen in 1F en stoffen met een vlampunt onder de 21 °C vallen in 2F.

De kans op blootstelling aan deze risico's wordt bepaald op basis van:

- Eigenschappen van de stof als kookpunt en dampspanning;
- Concentratie van de stof in de grond;
- Concentratie van de stof het grondwater;
- Overschrijding van de grenswaarde<sup>6</sup>.

Voor toepassing van de classificatiemethode moeten soort, mate en omvang van de verontreiniging bekend zijn. In gevallen waarin dit niet of onvoldoende het geval is, worden de werkzaamheden altijd in de zwaarste klasse ingedeeld: 3T en 2F. Op basis van de uiteindelijke indeling in een risicoklasse worden de benodigde beschermende maatregelen gedefinieerd.

#### *CROW-publicatie 132*

In CROW-publicatie 132 [72] wordt aandacht besteed aan veiligheids- en gezondheidsaspecten bij het werken in of met verontreinigde grond en verontreinigd (grond)water. Deze publicatie is bedoeld voor iedereen die hier (op welke wijze dan ook) beroepsmatig mee in aanraking komt. De publicatie geldt in de grond-, weg- en waterbouw als dé richtlijn voor het werken in of met verontreinigde grond en verontreinigd (grond)water. Er wordt uitvoerig aandacht besteed aan:

- het tijdig signaleren van risico's;
- het delen daarvan met betrokkenen;
- het elkaar aanspreken op het nakomen van afspraken;
- het werken volgens professionele standaarden;
- de veiligheids- en gezondheidsaspecten bij het werken in of met verontreinigde grond en verontreinigd grondwater uit land- en waterbodems. Onder het 'werken in of met' wordt ook verstaan het vervoeren, bergen en storten van grond;

---

<sup>6</sup> In het verleden werd deze grenswaarde aangeduid als 'MAC-waarde'.

- het milieutechnisch bodemonderzoek dat aan elke daadwerkelijke activiteit met verontreinigde grond en/of verontreinigd grondwater voorafgaat, en daarna de beheerfase.

In deze uitgave is onder meer rekening gehouden met gewijzigde Arbowet- en regelgeving per 1 januari 2007.

### **3.10 Distributiesystemen voor andere watersoorten**

Deze Hygiëncode beperkt zich tot drinkwater. Toch wordt in de volgende paragrafen in grote lijnen aandacht besteed aan de beheersing van risico's van verontreiniging van andere soorten water. De belangrijkste richtlijn is dat er op geen enkel moment een fysieke verbinding mag bestaan tussen distributiesystemen voor verschillende watersoorten om de kans op verontreiniging van drinkwaterdistributiesystemen te voorkomen (zie ook § 10.7).

#### **3.10.1 Huishoudwater**

Na enkele incidenten met de levering van huishoudwater (onder andere verkeerde aansluitingen) is door de Nederlandse overheid besloten de grootschalige levering van huishoudwater door drinkwaterbedrijven niet langer toe te staan. Alleen in specifieke kleinschalige gevallen kan het gebruik van huishoudwater voor toiletspoeling mogelijk blijven. Voor die gevallen is huishoudwater opgenomen in het ontwerp-Drinkwaterbesluit [62]. Daarin is huishoudwater gedefinieerd als *'water als bedoeld in artikel 1, tweede lid, van de wet, dat uitsluitend bestemd is voor toiletspoeling'*.

#### **3.10.2 Warm tapwater**

Volgens het Waterleidingbesluit [28] valt warm tapwater onder de definitie van leidingwater in de Waterleidingwet en valt het onder de werking van de Europese Drinkwaterrichtlijn [14]. De normen voor leidingwater gelden dus ook voor warm tapwater. In het Waterleidingbesluit is ook opgenomen dat voor de bereiding van warm tapwater alleen water van drinkwaterkwaliteit mag worden gebruikt. Voor collectieve watervoorzieningen/netten waarmee meer dan 100 m<sup>3</sup> drinkwater dan wel meer dan 30 m<sup>3</sup> warm tapwater per dag wordt geleverd, moet een meetprogramma worden uitgevoerd [88].

#### **3.10.3 Industrie- en irrigatiewater**

Voor systemen voor levering van andere watersoorten aan bedrijven moeten maatregelen worden getroffen om te voorkomen dat de kwaliteit van het geleverde water afwijkt van de met de afnemer overeengekomen kwaliteit. In deze Hygiëncode zijn richtlijnen gegeven voor het handhaven van de microbiologische veiligheid van drinkwater, die ook gebruikt kunnen worden voor de handhaving van de microbiologische kwaliteit van andere watersoorten.

# 4 Ontwerp

## 4.1 Introductie

Het ontwerp van (de onderdelen van) een leidingnet bepaalt voor een belangrijk deel of en met welk gemak (= welke kosten) de hygiëne van drinkwater tijdens distributie kan worden gewaarborgd.

Het ontwerp dient gericht te zijn op:

1. Een minimale verspreidingskans van verontreinigingen;
2. Een minimale verblijftijd in het net;
3. Voldoende stroomsnelheid in de leidingen;
4. Preventie van verontreiniging tijdens aanleg en reparatie;
5. Preventie van lekkage en breuken;
6. Preventie van (fecale) verontreiniging indien zich toch lekkage of breuken voordoen;
7. Preventie van verontreiniging van drinkwater met organismen in de leidingen;
8. Mogelijkheid tot schoonmaken na verontreiniging;
9. De mogelijkheden tot een representatieve kwaliteitsbeoordeling (infrastructuur en water).

Het transport- en distributieleidingnet moet niet worden overgedimensioneerd om achteruitgang in de kwaliteit als gevolg van lange verblijftijden te voorkomen. Een dergelijke achteruitgang manifesteert zich in afnemende zuurstofgehalten, nagroei van micro-organismen en sedimentophoping in het leidingnet.

## 4.2 Drinkwaterreservoirs

Voor de beheersing van de waterkwaliteit kunnen er bij het ontwerp van reservoirs globaal vijf categorieën maatregelen worden onderscheiden:

- *Maatregelen ter voorkoming van het binnendringen van verontreinigingen van buitenaf door grondwater, verontreinigde lucht of plaatselijke fauna zoals kleine zoogdieren, vogels en insecten*  
Hierbij moet aandacht worden besteed aan de dichtheid en het afsluiten van de, voor de bedrijfsvoering noodzakelijke, openingen als overstorten, be- en ontluchtingskanalen, leeglooppielen et cetera  
Ook de dichtheid van het reservoir moet reeds in de ontwerpfasen worden gegarandeerd door in de ontwerpspecificaties zaken als maximum scheurbreedte in het beton te beperken.
- *Maatregelen ter voorkoming van het binnendringen van verontreinigingen van buitenaf door vandalisme, terrorisme en dergelijke*  
Hierbij moet aandacht worden besteed aan het afsluiten en beveiligen van het reservoirterrein, toegangsdeuren, luiken et cetera
- *Maatregelen gericht op het handhaven van een in hygiënisch opzicht optimale toestand van het opgeslagen water*  
Hierbij moet aandacht worden besteed aan de afwerking van binnenoppervlakken, een voldoende verversing van het water (stromingsmaatregelen en bedrijfsvoering) en het voorkomen van hoge temperaturen.  
Ten behoeve van betonnen drinkwaterreservoirs worden volgens de 'Regeling materialen en chemicaliën leidingwatervoorziening' [40] met name de volgende materialen toegepast [38, 39]:
  - Hoogovencement (hydraulisch bindmiddel) volgens NEN-EN 197-1:2000 [73];
  - Zand en grind (toeslagmaterialen) volgens NEN-EN 206-1:2005 [74];
  - Drinkwater(kwaliteit) (aanmaakwater);
  - Hulpstoffen voor beton (additieven zoals dichtingsmiddelen en plastificeerders);
  - Technologische hulpstoffen voor beton (ontkistingsmiddelen en curing compounds).De toepassing van dilatatie- en andere voegconstructies, en daarmee ook van kitten wordt in de eerder genoemde richtlijn [36] afgeraden. Tevens wordt daarin de voorkeur aangegeven betonnen reservoirs uit te voeren zonder bekledingsstelsel (coatings), maar dat is afhankelijk van de agressiviteit van het drinkwater.
- *Maatregelen gericht op het hygiënisch kunnen onderhouden van het reservoir*  
Hierbij moet aandacht worden besteed aan ruimtelijke afwerking van het reservoir, het voorkomen van scherpe inwendige hoeken, voldoende afschot voor de snelle en volledige afvoer van



spiegelwater, kledruimte in de pomruimte van het reservoir, eenvoudig toegang tot het reservoir, voldoende aansluitmogelijkheden voor reinigingsgereedschappen.

- *Maatregelen gericht op het controleren van de hygiënische toestand in het reservoir*  
Hierbij moet bij het ontwerp aandacht worden besteed aan de mogelijkheden om op een eenvoudige wijze representatieve monsters te kunnen nemen van het opgeslagen water, bij voorkeur via monsterkranen en niet via pompmonsters.

### 4.3 Transportleidingen

Voor de beheersing van de waterkwaliteit kunnen er bij het ontwerp van transportleidingen vier categorieën maatregelen worden onderscheiden:

- *Maatregelen gericht op het hygiënisch kunnen aanleggen van de transportleidingen*  
Hierbij moet vooral gelet worden op de afstemming tussen het te kiezen leidingmateriaal en de omgevingsfactoren. Een betonnen leiding is bijvoorbeeld moeilijk te leggen in een drassige omgeving. Een PE of stalen leiding garandeert de hygiëne beter, mits deze in eerste instantie onder goede omstandigheden uit verschillende leidingdelen samengesteld kan worden en vervolgens over grote lengte in de sleuf getrokken of gerold kan worden.
- *Maatregelen gericht op het handhaven van een in hygiënisch opzicht optimale toestand van het te transporteren water*  
De diameterkeuze van de leiding moet zodanig zijn dat onder normale bedrijfsomstandigheden de snelheden in de transportleiding hoog genoeg zijn om een beperkte verblijftijd te garanderen. Een eenduidige stromingsrichting in de leiding is gewenst.
- *Maatregelen gericht op het hygiënisch kunnen onderhouden van de transportleiding*  
Een transportleiding moet kunnen worden gedesinfecteerd en worden schoongemaakt. Hiertoe moeten doseer- en spuitpunten voor desinfectiemiddelen in de leiding worden opgenomen, over het algemeen bij afsluiters. Schoonmaken van transportleidingen kan door middel van spuien of proppen. De uitvoering van de transportleiding bepaalt de mogelijkheden voor het schoonmaken. Spuien met voldoende snelheid, 1-1,5 m/s, is afhankelijk van de hydraulische randvoorwaarden. Indien deze niet voldoende zijn, dient proppen mogelijk gemaakt te worden. Het transportleidingnet moet logisch van opbouw zijn met spuitpunten en afsluiters op die plaatsen waar deze vanuit het oogpunt van schoonmaken noodzakelijk zijn. Niet logische diameterwisselingen moeten worden voorkomen.
- *Maatregelen gericht op het controleren van de hygiënische toestand in de transportleiding*  
In de transportleiding moeten monsterpunten worden opgenomen waarmee het water in de transportleiding op een representatieve wijze te bemonsteren is. Deze monsterpunten moeten toegankelijk zijn en op een eenvoudige manier zijn te bemonsteren.

### 4.4 Distributieleidingen

Voor de beheersing van de waterkwaliteit kunnen bij het ontwerp van distributieleidingen globaal drie categorieën maatregelen worden onderscheiden:

- *Maatregelen gericht op het hygiënisch kunnen aanleggen van de distributieleidingen*  
Hierbij moet de combinatie tussen het te kiezen leidingsysteem en de omgeving van aanleg worden betrokken. Een licht kunststof leidingsysteem is eenvoudiger te leggen dan een zwaarder leidingmateriaal als gietijzer. De leverbare lengte van leidingdelen kan ook een rol spelen, minder koppelingen betekent minder risico op verontreiniging. Indien er sprake is van een bodemverontreiniging of kans daarop komen niet alle materialen in aanmerking. In de 'Leidraad voor de toepassing van leidingmaterialen in met organische stoffen verontreinigde bodem' [41] zijn richtlijnen vastgelegd ten behoeve van de selectie van materialen in specifieke situaties van bodemverontreiniging (aard en concentratie van stoffen). De essentie daarvan is beschreven in bijlage V.  
De ligging van de verschillende leidingen in een dwarsprofiel wordt geregeld in NEN 7171-1:2009 [1] en NPR 7171-2:2009 [2]. Dit zijn echter standaard dwarsprofielen die niet overal haalbaar zijn. De ligging ten opzichte van de riolering is van belang in verband met de mogelijke risico's van verontreiniging. De ligging ten opzichte van een stadsverwarmingleiding is van belang in verband met de mogelijke opwarming van het drinkwater vooral in de perioden met een lage

doorstromingsnelheid. De drinkwater- en rioolwaterleidingen<sup>7</sup> dienen door een duidelijke kleurcodering van elkaar te onderscheiden te zijn.

- *Maatregelen gericht op het handhaven van een in hygiënisch opzicht optimale toestand van het te distribueren water*

De diameterkeuze van de leiding moet zodanig zijn dat onder normale bedrijfsomstandigheden de snelheden in de leiding hoog genoeg zijn om een korte beperkte verblijftijd te garanderen. Een eenduidige stromingsrichting in de leiding is gewenst. Voor de leidingnetten in de wijken is een vertakte structuur aan te bevelen boven een vermaasde structuur. Ontwerp volgens SWE 99.011 'Ontwerprichtlijnen voor een vertakt leidingnet' [15] volgt deze uitgangspunten en levert een zelfreinigend net op.

- *Maatregelen gericht op het hygiënisch kunnen onderhouden van de distributieleiding*  
Een distributieleiding moet kunnen worden gedesinfecteerd en worden schoongemaakt. Doseer- en spuitpunten voor desinfectiemiddelen moeten in de leiding aanwezig zijn in de vorm van dienstkranen en brandkranen. Schoonmaken van distributieleidingen kan door middel van spuien met water, met water en lucht of met proppen. Spuien met voldoende snelheid is mogelijk door op de juiste plaatsen afsluiters op te nemen en te spuien over de aanwezige brandkranen. Een spuiplan voor het distributienet kan al in de ontwerpfase van het net worden opgesteld. Proppen van een leidingnet is mogelijk indien er voldoende propstukken zijn ingebouwd.

#### **4.5 Aansluitleidingen en watermeteropstellingen**

Voor de beheersing van de waterkwaliteit kunnen er bij het ontwerp van aansluitleidingen en watermeteropstellingen globaal drie categorieën maatregelen worden onderscheiden:

- *Maatregelen gericht op het hygiënisch kunnen aanleggen van de aansluitleiding*  
De leverbare lengte van leidingdelen kan ook een rol spelen, minder koppelingen betekent minder risico op verontreiniging.  
Indien er sprake is van een bodemverontreiniging of kans daarop komen niet alle materialen in aanmerking. In de 'Leidraad voor de toepassing van leidingmaterialen in met organische stoffen verontreinigde bodem' [41] zijn richtlijnen vastgelegd ten behoeve van de selectie van materialen in specifieke situaties van bodemverontreiniging (aard en concentratie van stoffen). De essentie daarvan is beschreven in bijlage V.
- *Maatregelen gericht op het handhaven van een in hygiënisch opzicht optimale toestand van het te leveren water*  
De diameterkeuze van de leiding moet zodanig zijn dat onder normale bedrijfsomstandigheden de snelheden in de leiding hoog genoeg zijn om een korte verblijftijd te garanderen.
- *Maatregelen gericht op het hygiënisch kunnen onderhouden van de aansluitleiding*  
Een aansluitleiding moet kunnen worden gedesinfecteerd en worden schoongemaakt. Doseer- en spuitpunten voor desinfectiemiddelen in de leiding zijn aanwezig in de vorm van de dienstkraan en de tappunten in de drinkwaterinstallatie.  
Schoonmaken van aansluitleidingen is mogelijk door de leiding via de tappunten in de drinkwaterinstallatie door te spoelen of door de watermeter uit te nemen en de aansluitleiding hier door te spoelen.  
Indien gewenst, kan de aansluitleiding worden gepropt. De voorzieningen hiervoor zullen over het algemeen niet in de aansluitleidingen worden opgenomen maar worden ingebouwd wanneer hiertoe de noodzaak ontstaat. Bij grote aansluitingen worden in de meetstraat voorzieningen aangebracht om schoonmaken en desinfectie mogelijk te maken.

---

<sup>7</sup> Op dit moment geldt voor buizen met Kiwa-keur (drinkwater): PVC is crème, PE 80 heeft blauwe strepen en PE 100 is egaal blauw. Voor buizen voor rioolwater (KOMO-keur) is de situatie: PE druksystemen hebben bruine strepen en PVC is grijs of bruinrood. PE buizen voor gas zijn egaal geel of hebben gele strepen.



# 5 Inkoop en logistiek

## 5.1 Introductie

Om de (microbiologische) veiligheid van drinkwater te kunnen garanderen, is beheersing van hygiëne in alle onderdelen van de bedrijfsvoering en infrastructuur van belang. Het begin van het traject van ontwikkeling van de infrastructuur is de inkoop en logistiek. In alle fasen dient de hygiëne gewaarborgd te zijn, van productie tot en met opslag op de werklocatie van leidingmaterialen (buizen, hulpstukken en appendages), gereedschappen en hulpmiddelen.

## 5.2 Uitgangspunten bij inkoop en ingangscontrol

### *Publiekrechtelijke regelgeving*

Materialen en producten die in contact (kunnen) komen met drinkwater mogen geen stoffen aan het water afgeven in hoeveelheden die schadelijk kunnen zijn voor de consument. Daartoe dienen die materialen en producten 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 [40] of een actuelere editie). 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 kwaliteitsverklaring<sup>8</sup>, afgegeven door bijvoorbeeld een buitenlandse geaccrediteerde instelling, mogen ook in Nederland worden toegepast.

### *Kwaliteitsverklaring verplicht?*

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 [40] 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, 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 snel voor de laatstgenoemde route zullen kiezen, onder meer op grond van de overweging dat de kosten van deze route voor rekening van het bedrijf zullen zijn. De kosten verbonden met het verkrijgen van een kwaliteitsverklaring zijn over 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 over 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 kosten en moeite realiseerbaar zal zijn.

Materialen en producten in contact met drinkwater dienen volgens publiekrechtelijke regelgeving dus te beschikken over een erkende kwaliteitsverklaring. Vooralsnog is het 'Kiwa-ATA' de enige kwaliteitsverklaring zoals is bedoeld in de Ministeriële Regeling. In de Regeling van 2003 [63] omvat die

---

<sup>8</sup> Zulks ter beoordeling van de Minister van VROM (overeenkomstig de 'Regeling materialen en chemicaliën leidingwatervoorziening').

kwaliteitsverklaring uitsluitend toxicologische aspecten. Met de inwerkingtreding van de herziene Regeling zullen organoleptische (geur, smaak, kleur en troebelingsgraad) en microbiologische aspecten (biomassaproductiepotentie volgens NVN 1225:2004 [64]) daaraan worden toegevoegd. Organoleptische aspecten maken sinds jaren deel uit van Kiwa-beoordelingsrichtlijnen (BRL's) waarin de kwaliteitscriteria (parameters) en -eisen (grenswaarden) met bijbehorende beproevingsmethoden voor technische of functionele aspecten van specifieke producten in contact met drinkwater zijn vastgelegd.

Een overzicht van producten met een 'Kiwa-ATA' wordt door certificatie-instelling Kiwa Nederland gepubliceerd op het Internet: [www.kiwa.nl](http://www.kiwa.nl). In een deel van de gevallen gaat het om producten die uitsluitend een toxicologische evaluatie hebben ondergaan (zogenaamde zuivere ATA's<sup>9</sup>); een ander deel betreft producten die met een positief gevolg zowel toxicologisch als technisch zijn geëvalueerd (op basis van een van toepassing zijnde Kiwa-beoordelingsrichtlijn) en op grond daarvan over een 'Kiwa-certificaat' beschikken. Leidingmaterialen met een Kiwa-certificaat hebben een gegarandeerde levensduur van ten minste 50 jaar bij gebruik onder 'normale' omstandigheden. De op de Kiwa-website gepubliceerde informatie over producten met een 'Kiwa-ATA' wordt elke drie maanden geactualiseerd. Telefonisch kan te allen tijde actuele informatie over Kiwa-ATA-gecertificeerde producten worden opgevraagd bij de certificatie-instelling.

Het vervolg van dit hoofdstuk gaat in op de waarborging van de microbiologische veiligheid en activiteit in het gehele traject van productie tot en met verwerking op een werklocatie. Dit met het doel om het leidingnet vrij van pathogene micro-organismen op te leveren. Het spreekt voor zich dat microbiologische verontreiniging door toegepaste materialen, hulpmiddelen en gereedschappen dient te worden voorkomen.

### **5.2.1 Kwaliteitseisen voor hygiëne van te leveren producten**

In de aan de leverancier te stellen eisen ten aanzien van de kwaliteit van de te leveren leidingmaterialen kan een paragraaf hygiëne worden toegevoegd.

#### *Buizen, hulpstukken en wat daarmee samenhangt*

Het overgrote deel van de in het leidingnet toe te passen leidingmaterialen<sup>10</sup> wordt steriel geproduceerd. Kunststof buizen en hulpstukken<sup>11</sup> uit thermoplastische materialen worden vervaardigd door middel van extrusie respectievelijk spuitgieten. Polyolefinen (PE<sup>12</sup>, PP en PB) en PVC (inclusief 'biaxiaal verstrekt' materiaal) worden verwerkt bij temperaturen tussen de 180 en 200 °C. Voor PVC-C en PP-R liggen die temperaturen iets hoger. De verwerking van crosslinked of vernet PE<sup>13</sup> zit in dezelfde range als 'gewoon' PE. De verwerkingstemperaturen van kunststoffen als PPSU, PVDF en POM (materialen waaruit hulpstukken voor drinkwaterleidingsystemen worden vervaardigd) liggen nog weer hoger dan die voor PVC-C en PP-R. De relatief hoge temperaturen bij de vervaardiging garanderen steriliteit van thermoplastische leidingmaterialen op het moment van produceren en direct daarna.

De thermohardende kunststof materialen (ook aangeduid als GVK, GlasvezelVersterkte Kunststof) epoxy en polyester zijn al steriel vanuit hun uitgangsstoffen bij en samenstelling na de productie van buizen en hulpstukken. Hetzelfde geldt voor coatings op basis van epoxy die kunnen worden toegepast op metalen en/of minerale ondergronden. Uit epoxy vervaardigde buizen en hulpstukken kunnen bovendien een zogeheten naharding ondergaan ('warmhardend'). Dat gebeurt bij temperaturen van

---

<sup>9</sup> Dit zijn meestal waterbehandelingschemicaliën en filtermaterialen.

<sup>10</sup> Dat zijn vooral PE en PVC, maar ook andere materialen met Kiwa-certificaat mogen worden toegepast, zie vervolg.

<sup>11</sup> Genoemd kunnen worden knieën, bochten met diverse nominale hoeken, T-stukken, sokken, verloopstukken, lijmfittings, dubbele moffen, zadels, trekvast koppelingen, verloopringen en eindkappen.

<sup>12</sup> De volgende typen worden onderscheiden: PE 40, PE 63, PE 80, PE 100 en PE-RT (Resistant Temperature).

<sup>13</sup> In Nederland mogen drie van de vier typen worden toegepast: PE-Xa, PE-Xb en PE-Xc. Deze materialen worden vernet door middel van respectievelijk organische peroxides, vinyltrimethoxysilaan en elektronenstralen.

meer dan 100 °C gedurende enkele uren. Voor polyester producten is dat niet het geval: dit materiaal is 'koudhardend'.

Afhankelijk van de aard van een leidingmateriaal en/of diameter van een product kunnen hulpstukken worden gemonteerd via een rubberring- of lijmverbinding.

Lijmen voor PVC(-C) of epoxy leidingsystemen zijn steriel op grond van hun samenstelling.

De productie van rubber producten gebeurt in meerdere opeenvolgende stappen: 'compounderen' bestaande uit het mengen van polymeer met diverse toevoegingen bij een temperatuur ver boven de 100 °C gevolgd door het mengen van de compound met 'versneller' bij ruim 100 °C, en de vervaardiging van het product (door middel van persen, extrusie of spuitgieten) bij een temperatuur ver boven de 200 °C waarbij tegelijkertijd de vulcanisatie plaatsheeft.

Nodulair gietijzeren en stalen buizen worden aan de binnenkant voorzien van een epoxy coating (zie boven) of gecementeerd. De pH op de inwendige cementmortelbekleding is dermate hoog dat deze direct na productie vrij is van *E. coli*. Andere ziekteverwekkende micro-organismen worden echter door een hoge pH niet geïnactiveerd. Hetzelfde geldt voor betonnen buizen.

Bovengenoemde leidingmaterialen moeten direct na de productie worden verpakt of op andere wijze worden beschermd zodanig dat de steriliteit direct na productie zo veel mogelijk wordt gehandhaafd. Buizen en hulpstukken afgedopt met passende doppen zullen niet snel verontreinigd kunnen raken. Niet afgedopte producten moeten zodanig zijn verpakt dat tot het moment van inbouw geen verontreiniging kan optreden. Verpakking van bundels van leidingmaterialen uitsluitend in folie (dus zonder doppen) biedt onvoldoende bescherming omdat de folie eenvoudig beschadigd raakt en na het openen van de verpakking de niet direct gebruikte leidingmaterialen onbeschermd zijn.

Het afdoppen van buizen en hulpstukken direct na de productie en het verpakken daarvan maakt in formele zin geen onderdeel uit van het kwaliteitssysteem van de producent in het kader van de Kiwa-certificatie van leidingmaterialen voor drinkwatertoepassingen.

De te leveren leidingmaterialen moeten dus met name aan de watervoerende zijde, schoon worden geleverd. Bij voorkeur moet de leverancier kunnen aantonen dat geleverde producten niet microbiologisch verontreinigd zijn, zodat voor de logistiek verantwoordelijke medewerkers uitsluitend de verpakking hoeven te controleren.

#### *Appendages*

Appendages (afsluiters en brandkranen) worden samengesteld uit verschillende delen. Deze delen zijn in het logistieke proces niet altijd even gemakkelijk schoon te houden door de constructie van deze appendages. Niet alle appendages kunnen bijvoorbeeld worden afgedopt of op een simpele wijze worden verpakt. Dergelijke appendages dienen zo schoon en beschermd mogelijk aangeleverd te worden. Kleine appendages kunnen in bulk, in gesloten verpakkingen worden aangeleverd. Het is vooral van belang dat tijdens het logistieke proces kleine gewervelde dieren (denk aan muizen en vogels) niet in de appendages kunnen kruipen.

#### *Desinfectiemiddelen*

Op 17 oktober 2007 is de 'Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden' in werking getreden en vervangt de 'Bestrijdingsmiddelenwet 1962'. De groep biociden omvat onder andere desinfectantia. Drinkwaterbedrijven zijn gehouden om uitsluitend door het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb) toegelaten producten in te zetten. Dat betekent voor de praktijk van de drinkwaterbedrijven dat alle te gebruiken desinfectiemiddelen in ieder geval over een zogeheten N-nummer dienen te beschikken<sup>14</sup>. Voor zover drinkwaterbedrijven nog niet-toegelaten desinfectiemiddelen gebruikten, dienden leveranciers van die middelen deze uiterlijk op 15 september 2009 te hebben aangemeld bij het Ctgb in verband met een aanvraag tot toelating. Producten die niet

---

<sup>14</sup> Natriumhypochloriet had in het verleden een ambtshalve toelating. Sinds het van kracht worden van de 'Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden' is dat niet meer het geval. Ook desinfectiemiddelen op basis van deze stof dienen over een N-nummer te beschikken.

tijdig zijn aangemeld, mogen met ingang van die datum niet meer worden gebruikt waarbij door de VROM-Inspectie handhavend kan worden opgetreden bij de drinkwaterbedrijven<sup>15</sup>.

Voor ozon geldt dat het geen biocide is maar wel een stof in de zin van het Waterleidingbesluit zodat die stof op basis van artikel 17f en 17h van dat besluit beoordeeld moet worden door de Commissie van Deskundigen. Hetzelfde geldt voor waterstofperoxide voor zover dat niet als biocide wordt beschouwd. Waterstofperoxide in UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> wordt niet gezien als biocide.

Onder de huidige regelgeving kan een erkende kwaliteitsverklaring ('Kiwa-ATA') op desinfectiemiddelen worden verkregen op basis van vrijwilligheid. In het kader van de nieuwe Ministeriële Regeling (die naar verwachting in 2011 zal worden gepubliceerd en twee jaar daarna van kracht wordt) wordt die kwaliteitsverklaring op eerder door het Ctgb toegelaten desinfectiemiddelen voorgeschreven. Een desinfectiemiddel dient dus primair een toelating van het Ctgb te hebben inclusief een N-nummer. Zodra de nieuwe Regeling van kracht wordt, is in aanvulling daarop een kwaliteitsverklaring vereist, net zoals voor alle andere producten die in contact komen met drinkwater, ter continue borging van de kwaliteit van een desinfectiemiddel (waaronder de handhaving van de receptuur) en van het productieproces overeenkomstig de vereisten zoals die zijn verwoord in hoofdstuk 4 van de Regeling. De Ctgb-toelating voorziet daarin niet.

Het is niet uitgesloten dat desinfectiemiddelen voor de preventieve en correctieve desinfectie van de infrastructuur (en dus niet ten behoeve van drinkwaterinstallaties waarbij continue dosering kan plaatsvinden), na gebruik niet geheel worden weggespoeld (onder meer door de dode hoeken in leidingverbindingen). Gegeven het feit dat een erkende kwaliteitsverklaring tot aan de publicatie van de nieuwe Regeling niet is voorgeschreven, is het wenselijk producten met een 'Kiwa-ATA' toe te laten. In dat verband wordt er op gewezen dat onder het kopje 'toepassing en gebruik' in het Kiwa-ATA-certificaat voor reinigingsmiddelen<sup>16</sup> kort de conditie wordt beschreven dat gereinigde oppervlakken grondig nagespoeld dienen te worden met water. Bij de beoordeling van deze middelen en het vaststellen van de grenswaarden wordt rekening gehouden met het achterblijven van stoffen en met de mogelijkheid dat de consument aan deze stoffen wordt blootgesteld.

Tot slot is het van belang om bij inkoop van deze producten te letten op de houdbaarheidsdatum.

#### *Glijmiddelen*

Bij het monteren van rubberringverbindingen in leidingen wordt gebruikgemaakt van een glijmiddel (technologische hulpstof of hulpmiddel). Net als alle andere leidingmaterialen dienen bij drinkwater toe te passen glijmiddelen te beschikken over een erkende kwaliteitsverklaring ('Kiwa-ATA'), overeenkomstig de Ministeriële Regeling [63]. Glijmiddelen zijn bij voorkeur oplosbaar in drinkwater, zodat resten die onverhoopt toch in de leidingen komen, later weggespoeld kunnen worden en niet als klontjes of slierten in het leidingnet achterblijven. Te gebruiken glijmiddelen hebben bij voorkeur geen bacteriële groeibevorderende eigenschappen. Er zijn glijmiddelen beschikbaar die op basis van functionele eigenschappen zoals wateroplosbaarheid en bacteriële groeibevorderende eigenschappen zijn gecertificeerd<sup>17</sup>.

<sup>15</sup> Voor de voortzetting van het gebruik van een bepaald product door een drinkwaterbedrijf kan het goed zijn een leverancier hierop te wijzen.

<sup>16</sup> Eerder in dit hoofdstuk is voor een overzicht met Kiwa-ATA-gecertificeerde producten verwezen naar de website van Kiwa Nederland. Een productgroep met desinfectiemiddelen wordt daarbij niet aangetroffen. Om historische redenen zijn desinfectantia altijd als '(oxiderende) reinigingsmiddelen' benoemd. Een aantal van de op dit moment gecertificeerde reinigingsmiddelen beschikt echter over een N-nummer en mag derhalve als desinfectiemiddel worden gekwalificeerd.

<sup>17</sup> Vooralsnog is dat uitsluitend het geval voor middelen op basis van BRL K535/01 'Glijmiddelen voor rubberringverbindingen' van certificatie-instelling Kiwa.

Bij inkoop moet de houdbaarheid in acht worden genomen.

#### *Drinkwaterreservoirs*

Reservoirs voor de opslag van reinwater worden in situ vervaardigd van beton of staal dat (zo nodig) wordt voorzien van een coating (zie § 4.2).

### **5.2.2 Levering en (ingangs)controle in de magazijnen of op de werklocatie**

#### *Transport*

Bij het transport van leidingmaterialen moet verontreiniging worden vermeden. Voor de buizen betekent dit dat de aangebrachte doppen tijdens het transport niet stuk gaan of worden verwijderd. Voor de appendages betekent dit een deugdelijke verpakking waarbij verontreiniging wordt voorkomen. De gekozen transportmiddelen moeten schoon zijn.

#### *Aflevering*

Tijdens aflevering, ook op de werklocatie, moet altijd een medewerker van of namens het drinkwaterbedrijf de ingangscontrole uitvoeren en voor hygiënische opslag zorgen. Indien dit bij levering op de werklocatie niet mogelijk is, moeten hierover met de leverancier afspraken worden gemaakt en is de ingangscontrole direct voor inbouw de enige kwaliteitscontrole die plaatsvindt.

#### *Leidingmaterialen*

De verpakking (doppen, folies en kisten) dient gecontroleerd te worden. Indien de verpakking beschadigd is of ontbreekt, dient het leidingmateriaal als verontreinigd te worden beschouwd en te worden gereinigd. Vervolgens moet een nieuwe verpakking worden aangebracht. Desgewenst en zo mogelijk kan van de leverancier worden geëist dat deze daarvoor zorg draagt. De verpakking moet van dien aard zijn dat tot aan het moment van inbouw geen verontreiniging meer kan optreden. Indien nodig moet een betere verpakking worden aangebracht.

#### *Desinfectiemiddelen en glijmiddelen*

Bij levering moet erop gelet worden of de verpakking onbeschadigd is en of de houdbaarheidsdatum van de middelen overeenkomstig afspraken is.

## **5.3 Opslag in magazijnen**

#### *Leidingmaterialen*

De producten moeten zodanig worden opgeslagen dat de bescherming niet wordt beschadigd, noch door de mensen die in het magazijn komen, noch door muizen of andere dieren. Indien niet kan worden gegarandeerd dat de magazijnen vrij zijn van dieren (en dat zal met name op niet-overdekte opslaglocaties het geval zijn), dan dienen de materialen op deze plaatsen zodanig te zijn verpakt dat dieren niet door of langs de verpakking in de producten terecht kunnen komen. De niet-overdekte opslaglocaties dienen te zijn afgesloten om vandalisme te voorkomen. De leidingmaterialen moeten vrij liggend van de grond worden opgeslagen.

#### *Desinfectiemiddelen en glijmiddelen*

De desinfectiemiddelen moeten veilig en beschermd tegen bederf worden opgeslagen. Instructies hiervoor kunnen door de leverancier worden verstrekt. Natriumhypochloriet (chloorbleekloog) moet bijvoorbeeld koel en donker worden opgeslagen om de werkzaamheid zo veel mogelijk te bewaren maar wordt toch relatief snel minder werkzaam. De houdbaarheid van calciumhypochloriet (ook koel en donker bewaren) is veel groter dan die van chloorbleekloog.

De houdbaarheidsdatum van desinfectiemiddelen en glijmiddelen moet voor uitgifte worden gecontroleerd en gehanteerd. Door goed inkoopbeleid kan het verlopen van de houdbaarheid worden voorkomen.

## **5.4 Transport van leidingmaterialen, middelen en gereedschappen**

#### *Specifiek transport van leidingmaterialen naar de werklocatie*

Het transport van leidingmaterialen dient hygiënisch in of op transportmiddelen plaats te vinden op een wijze die beschadiging van de verpakking van materialen voorkomt.



### *Transport en opslag in dienstauto's*

Gereedschappen, onderdelen en middelen moeten in schone dienstauto's worden vervoerd op een wijze die beschadiging voorkomt. De houdbaarheidsdatum van desinfectiemiddelen en glijmiddelen die in kleine verpakkingen in auto's vervoerd en opgeslagen worden, moet duidelijk af te lezen zijn op de verpakking. Het gebruik van desinfectiemiddelen die de houdbaarheidsdatum overschreden hebben moet voorkomen worden door regelmatige controle van de, in de dienstauto's, aanwezige desinfectiemiddelen. De leverancier kan aangeven in welke mate de omstandigheden in de auto's de houdbaarheid van de desinfectiemiddelen en glijmiddelen beïnvloeden.

### **5.5 Opslag op de werklocatie**

Voor de opslag op de werklocatie gelden dezelfde richtlijnen als voor de opslag in magazijnen. Appendages moeten in gesloten containers worden opgeslagen. Op grond van ervaringen is het sterk aan te bevelen om alle leidingmaterialen die in contact komen met drinkwater apart in een daarvoor bestemde container op te slaan dat wil zeggen gescheiden van gereedschappen en hulpmiddelen. De opslagplaatsen van leidingmaterialen moeten goed bereikbaar zijn vanaf de openbare weg en zijn afgezet met hekken om vandalisme te voorkomen. De buizen moet ruim van de grond af worden opgeslagen. Het is aan te bevelen op het werk niet meer materiaal aan te voeren dan nodig is voor één week.

### **5.6 Gereedschappen en hulpmiddelen**

De gereedschappen waarmee de watervoerende delen (met name leidingmaterialen) in aanraking komt, zoals boren, zagen, slijptollen, knipapparaten, lasapparaten et cetera dienen schoon en gedesinfecteerd te zijn (zie § 3.4). Hiertoe dienen deze gereedschappen in schone vervoermiddelen en in schone opslagplaatsen te worden vervoerd respectievelijk opgeslagen. Op de werklocatie dienen de gereedschappen ook schoongehouden te worden. De onderdelen van de gereedschappen die in contact komen met de watervoerende delen moeten zo weinig mogelijk in contact komen met de grond of water in de omgeving door te gebruik te maken van een werkzeil bij de sleuf. Zo nodig moeten de relevante onderdelen van gereedschappen opnieuw schoongemaakt en gedesinfecteerd worden.

# 6 Bouw, bedrijfsvoering en beheer van drinkwaterreservoirs

Medio 2011 zal het document 'Richtlijnen ten behoeve van reservoirs voor drinkwater; Ontwerp, realisatie, bedrijfsvoering en beheer' [89] worden afgerond. Met de vaststelling van dat document zullen de onderdelen in de onderhavige Hygiëncode die betrekking hebben op 'opslag' komen te vervallen en eventueel bij een volgende editie van de Hygiëncode worden verwijderd.

## 6.1 Introductie

Voor reservoirs ten behoeve van de opslag van drinkwater blijkt een diversiteit aan begrippen te worden gehanteerd, soms afhankelijk van de toepassing. Drinkwaterreservoirs vormen de schakel tussen de productie van water en de distributie van water. De plaats van de drinkwaterreservoirs is echter afhankelijk van het gekozen systeem voor de distributie van water. De reservoirs kunnen zijn gelegen bij de productie (productiereservoirs), aan het eind van een transportsysteem (distributiereservoirs) en in het distributienet (suppletiereservoirs). De reservoirs kunnen als hoogreservoir (watertoren) of als laagreservoir (reinwaterkelder) zijn uitgevoerd. Voor alle reservoirs geldt echter dezelfde aanpak. Daarom is in dit document gekozen voor het algemene begrip 'drinkwaterreservoirs' omdat het gaat om alle reservoirs die vallen onder de verantwoordelijkheid van een drinkwaterbedrijf en die bedoeld zijn voor water van drinkwaterkwaliteit.

De organisatorische verantwoordelijkheid voor drinkwaterreservoirs verschilt per bedrijf.

Om historische redenen [4] zijn drinkwaterreservoirs in dit deel van de Hygiëncode opgenomen.

Voor drinkwaterreservoirs bestaat de norm NEN-EN 1508:1998 'Eisen voor systemen en onderdelen voor de opslag van water' [13]. In deze Europese norm worden richtlijnen gegeven voor:

- het ontwerp en de constructie bij nieuwbouw;
- de uitbreiding en modificatie van bestaande bouw;
- de renovatie van bestaande bouw.

## 6.2 Constructie bij nieuwbouw

Voor de beheersing van de waterkwaliteit moeten er bij de bouw en inrichting van reservoirs globaal twee categorieën maatregelen worden onderscheiden.

### *Maatregelen tegen invloeden van buitenaf*

Tot de eerste categorie behoren de maatregelen ter voorkoming van het binnendringen van verontreinigingen van buitenaf door bijvoorbeeld grondwater, vogels, muizen, ratten, insecten en ander ongedierte. Aandacht moet worden besteed aan de dichtheid en het afsluiten van openingen als overstorten, beluchtungs- en ontluchtungskanalen en toegangen.

Verder dient bij de bouw van een drinkwaterreservoir terdege rekening te worden gehouden met de vereiste waterdichtheid. Stortnaden en eventuele dilatatievoegen moeten op de juiste wijze in de constructie worden opgenomen. Voor bouwtechnische zaken van reservoirs wordt verwezen naar de 'Richtlijn voor de realisatie van betonnen drinkwaterreservoirs' [36]. Die richtlijn is volledig daarop gericht en is bedoeld om te worden opgenomen in de bestekvoorwaarden en kan mede als basis dienen voor het programma van eisen voor het ontwerp door aannemers en adviesbureaus. Bij een aanbesteding moet dus naar dat document worden verwezen.

In 2010 is een project gestart met de intentie de scope van de richtlijn uit te breiden met alle andere relevante aspecten zoals functionele eisen, terrorismepreventief ontwerpen, bedrijfsvoering en reiniging. Inmiddels worden die aspecten uitgewerkt in een separaat document: 'Richtlijnen ten behoeve van reservoirs voor drinkwater; Ontwerp, realisatie, bedrijfsvoering en beheer' [89]. Uiterlijk medio 2011 zal dat document zijn afgerond. In dit in voorbereiding zijnde document wordt onder meer vrijwel alle tekst uit dit hoofdstuk al dan niet in bijgestelde vorm vanaf de volgende paragraaf verwerkt. Met de vaststelling van dat document zullen de onderdelen in de onderhavige Hygiëncode die betrekking hebben op 'opslag' komen te vervallen en bij een volgende editie van de Hygiëncode worden verwijderd.

### *Maatregelen gericht op handhaving hygiënische toestand*

De tweede categorie wordt gevormd door maatregelen, gericht op het handhaven van een in hygiënisch opzicht optimale toestand van het opgeslagen water.

Alle toegepaste materialen dienen te voldoen aan de eisen die zijn gesteld in de paragrafen 4.2 en 5.2. Ten behoeve van betonnen drinkwaterreservoirs worden volgens de Regeling [40] met name de volgende materialen toegepast:

- Hoogovencement (hydraulisch bindmiddel);
  - Zand en grind (toeslagmaterialen);
  - Drinkwater(kwaliteit) (aanmaakwater);
  - Hulpstoffen voor beton (additieven zoals dichtingsmiddelen en plastificeerders);
- Technologische hulpstoffen voor beton (ontkistingsmiddelen en curing compounds).

De toepassing van dilataties en andere voegconstructies, en daarmee ook van kitten wordt in de eerder genoemde richtlijn [36] afgeraden. Tevens wordt daarin de voorkeur aangegeven betonnen reservoirs uit te voeren zonder bekledingsstelsel (coatings).

De toe te passen (technologische) hulpstoffen dienen te zijn voorzien van een erkende kwaliteitsverklaring ('Kiwa-ATA').

Aandacht moet worden besteed aan de afwerking van binnenoppervlakken (zie 'Richtlijn voor de realisatie van betonnen drinkwaterreservoirs' [36]), een goede en voldoende verversing van het water, het treffen van voorzieningen ten behoeve van het reinigen en het verrichten van onderhoudswerkzaamheden en voorzieningen ter voorkoming van verhoogde temperaturen. Behalve de reeds genoemde richtlijn voor de realisatie van reservoirs [36] is sinds 2005 tevens de 'Richtlijn voor het technisch beheer van betonnen drinkwaterconstructies' [37] beschikbaar. De onderdelen inspectie, onderzoek, onderhoud, het nemen van preventieve maatregelen, reparatie, registratie en nazorg zijn daarin verder uitgewerkt. Ook wordt kort ingegaan op de kwaliteitscontrole door middel van het voorafgaand aan de reparatiewerkzaamheden op te stellen keuringsplan. De richtlijn voor technisch beheer dient als handleiding voor de eenduidige wijze van inspecteren en rapporteren en behandelt de voorwaarden voor de verschillende reparatiemethodes. Voor alle zaken die betrekking hebben op het beheer van drinkwaterreservoirs wordt naar deze richtlijn verwezen.

### **6.3 Bedrijfsvoering**

In de bedrijfsvoering van een drinkwaterreservoir moet worden gelet op de mogelijkheden om de hygiëne te waarborgen. Door het drinkwaterreservoir regelmatig te laten overstorten (eens per maand) wordt de eventuele drijfslag van stof en vuil verwijderd. Tevens wordt hiermee het waterslot in de overstortleiding gevuld.

Een aan de drinkwatervraag aangepaste bedrijfsvoering (minder water bergen bij een laag dagverbruik) beperkt de verblijftijd in het reservoir en beperkt hiermee de vermeerdering van (micro-)organismen.

### **6.4 Beheer**

In het proces van drinkwaterdistributie spelen reservoirs een zeer belangrijke rol. Het uit bedrijf nemen daarvan vergt dan ook een zeer zorgvuldige planning. In veel gevallen kent het uit bedrijf nemen van een reservoir namelijk slechts een gering aantal vrijheidsgraden. Hierbij is het ten sterkste aan te bevelen om een plan van aanpak op te stellen dat rekening houdt met de beperkingen. Ook dient rekening te worden gehouden met eventuele tegenslagen. Onder andere de volgende factoren spelen een rol:

- het doorgaan grote volume water;
- de locatie in het leidingnet;
- (beperkte) mogelijkheden om water te lozen;
- (mogelijk) beperkte periode in het jaar dat een reservoir in het proces kan worden gemist.

### **6.4.1 Preventieve maatregelen in verband met onderhoudswerkzaamheden**

#### *Preventieve maatregelen bij werk aan een drinkwaterreservoir*

Als er werkzaamheden verricht worden aan een drinkwaterreservoir waarbij er geen contact is met drinkwater hoeven er geen strikte eisen ten aanzien van de hygiëne te worden gesteld. Echter om een zware verontreiniging van de ruimten aangrenzend aan het reservoir te voorkomen, dient een bepaalde basishygiëne in acht te worden genomen zolang het reservoir in gebruik is.

Het betreden van de ruimten via een ontsmettingsmat en met schone schoenen zorgt ervoor dat in elk geval de zwaarst mogelijke bron van verontreiniging, de schoenzolen, wordt weggenomen.

#### *Preventieve maatregelen bij werk in een drinkwaterreservoir*

Bij het werken in een reservoir dient te allen tijde het Arbo-Informatieblad AI-5 [27] voor het werken in besloten ruimten in acht te worden genomen. De medewerkers moeten zich strikt houden aan de veiligheidsvoorschriften, die gelden voor het werken met chemische stoffen, Arbo-Informatieblad AI-31 [33]. Iemand buiten het reservoir wordt verantwoordelijk gesteld voor het welzijn van de medewerker(s) in het reservoir.

De daartoe aangewezen medewerkers moeten bij het betreden van drinkwaterreservoirs schone geplastificeerde kleding en schone\* laarzen dragen. Uitsluitend deze kleding of wegwerpkleding mag worden gebruikt voor werkzaamheden in drinkwaterreservoirs. Laarzen, handschoenen, gereedschap en hulpmiddelen, worden iedere keer bij het betreden van respectievelijk inbrengen in het reservoir gedesinfecteerd. Bij de ingang van het reservoir behoort daarom een plastic bak met een desinfecterende oplossing (75 mg Cl<sub>2</sub>/l, sterkte van de oplossing regelmatig controleren) te staan. Deze bak moet bij voorkeur op een gedesinfecteerd zeil staan waarmee de vloer rond de bak is afgedekt. Hiermee ontstaat een schone vloer. De medewerkers dienen ook daadwerkelijk in een dergelijke bak te gaan staan\* bij het betreden van de ruimten.

\* De desinfecterende oplossing is niet voldoende om vuildelen te desinfecteren die zich, met name maar niet alleen, tussen het profiel van laarzen kunnen bevinden (alleen de buitenkant van dit vuil wordt namelijk gedesinfecteerd). Zorg dat dergelijk vuil eerst mechanisch (bijvoorbeeld met een borstel) is verwijderd.

### **6.4.2 Controle en inspectie van een drinkwaterreservoir**

Omdat de kans op verontreiniging sterk toeneemt bij het openen, wordt het reservoir zo min mogelijk geopend. Elk drinkwaterreservoir dient na ingebruikneming periodiek gecontroleerd te worden, gekoppeld aan een inspectie van de oppervlakken (coatings) en de constructie. Hierbij moet aandacht worden besteed aan het functioneren van het luchtfilter en de aanwezigheid van stof en actinomyceten op het wateroppervlak en op de wanden. Elk reservoir behoort regelmatig aan waterkwaliteitsbeoordeling te worden onderworpen. De benodigde schoonmaakfrequentie hangt af van het watertype en de bedrijfsvoering van het reservoir.

Bij het werken in een reservoir is tevens een bouwkundige en hygiënische inspectie mogelijk en ook aan te raden. De coating kan worden gecontroleerd op de aanwezigheid van blazen en scheuren. De constructie kan worden gecontroleerd op scheuren (ook de nog niet zichtbare, bijvoorbeeld met radartechnieken). De aanwezigheid van schimmels, insecten of ongedierte op het oppervlak kan aanleiding geven tot extra inspectie en desinfectie. Tevens kunnen sedimentmonsters worden genomen van het op de bodem van het reservoir aanwezige sediment.

### **6.4.3 Onderhoud en reparatie**

Alle materialen en producten die worden gebruikt voor het onderhoud van drinkwaterreservoirs en in contact (kunnen) komen met drinkwater (bijvoorbeeld betonreparatiemiddelen en coatings) dienen te zijn voorzien van een erkende kwaliteitsverklaring ('Kiwa-ATA').

## 6.5 Reiniging

### 6.5.1 Mechanische reiniging

Mechanische reiniging bestaat uit het onder hoge druk schoonspuiten van de binnenwanden en de overige inwendige onderdelen. Het water met de daarin aanwezige verontreinigingen wordt afgevoerd, waarna de vloer van het reservoir met hoge druk wordt nagespoeld met drinkwater.

Waar nodig kunnen borstels worden gebruikt voor onderdelen en plaatsen die niet mogen worden behandeld met of onbereikbaar zijn voor een hogedrukspuit.

### 6.5.2 Chemische reiniging

Ter verwijdering van eventuele minerale afzettingen (ijzer, mangaan en calcium) kan een reinigingsmiddel<sup>18</sup> op zuurbasis worden aangebracht op de binnenwanden en alle andere met drinkwater in contact komende onderdelen van het reservoir. Hierbij wordt een korte contacttijd (circa 15 minuten) aangehouden om het reinigingsmiddel op de afzettingen te laten inwerken.

## 6.6 Desinfectie

Alle binnenwanden worden **na chemisch of mechanisch reinigen** gespoeld en gedesinfecteerd met een oplossing van chloorbleekloog of waterstofperoxide. De concentratie hiervan moet regelmatig worden gecontroleerd. Het meten van waterstofperoxide met behulp van 'sticks' behoort tot de mogelijkheden. De concentratie chloor wordt vastgesteld door middel van een laboratorium- of veldbepaling.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen een routinematige of een periodieke desinfectie en een desinfectie na een verontreiniging. Hier worden vier methoden van desinfectie voor drinkwaterreservoirs gegeven. Methode A en B worden ingezet na een verontreiniging. De methoden C en D zijn van toepassing bij periodiek schoonmaken.

#### *Methode A*

- De wanden, het plafond en de inwendige onderdelen van het reservoir worden besproeid met een chloorbleekloogoplossing met 20 mg Cl<sub>2</sub>/l werkzaam chloor.
- Na een contacttijd van ½ uur worden de behandelde oppervlakken afgespoten met drinkwater.
- Ter verwijdering van eventuele resten verontreiniging wordt de vloer van het reservoir nagespoeld met drinkwater. Het chloorhoudende water wordt afgevoerd. Indien nodig wordt voor het lozen een neutralisatie met natriumthiosulfaat toegepast (zie bijlage I).
- Nadat alle gereedschappen en hulpmiddelen uit het reservoir zijn verwijderd, wordt de toestand van de inwendige onderdelen geïnspecteerd. Na goedkeuring wordt het reservoir afgesloten. Vervolgens wordt het reservoir met drinkwater opgevuld tot 10 cm boven het hoogste punt van de vloer met een chloorbleekloogoplossing van 20 mg Cl<sub>2</sub>/l.
- Na een contacttijd van 2 uur wordt het chloorhoudende water afgevoerd en zo nodig geneutraliseerd met natriumthiosulfaat, zie bijlage I.
- Het reservoir wordt nagespoeld met drinkwater totdat in het afgevoerde water minder dan 0,4 mg/l werkzaam chloor aantoonbaar is.
- Het reservoir wordt geleidelijk geheel met drinkwater gevuld via de normale aanvoerleiding.
- Na het vullen casu quo verversen van het reservoir wordt waterkwaliteitsbeoordeling uitgevoerd. In het geval van goedkeuring wordt het reservoir in gebruik genomen; bij afkeuring worden er correctieve maatregelen getroffen.

#### *Methode B*

- In het reservoir worden de oppervlakken met waterstofperoxide behandeld door middel van vernevelen volgens de voorschriften van de leverancier (sterktes en contacttijden).
- Na de behandeling wordt de vernevel apparatuur uit het reservoir getrokken zonder dat een werknemer in het reservoir hoeft te zijn en het reservoir gedeeltelijk gevuld.

---

<sup>18</sup> Zie opmerking over 'Desinfectiemiddelen' met erkende kwaliteitsverklaring in § 5.2.

- Het reservoir wordt bemonsterd; indien de uitslag aangeeft dat de waterkwaliteit goed is wordt het reservoir verder gevuld.
- Als het reservoir volledig is gevuld wordt een stilstandperiode van 12 tot 24 uur aangehouden.
- Er wordt waterkwaliteitsbeoordeling uitgevoerd en de afwezigheid van waterstofperoxide wordt vastgesteld. In het geval van goedkeuring wordt het reservoir in gebruik genomen; bij afkeuring worden er correctieve maatregelen getroffen.

#### *Methode C*

- Het reservoir wordt met chloorhoudend water (minimaal 20 mg Cl<sub>2</sub>/l) gevuld tot 10 cm boven het hoogste punt van de vloer.
- Na een contacttijd van 2 uur wordt het reservoir verder gevuld, waarbij de restchloorconcentratie na 24 uur stilstand minimaal 2 mg Cl<sub>2</sub>/l dient te zijn. Indien nodig wordt chloorconcentratie naar 2 mg Cl<sub>2</sub>/l gebracht.
- Na een stilstandperiode van 12 tot 24 uur wordt de inhoud van het reservoir verversd met drinkwater via de normale aanvoerleiding. De restconcentratie chloor mag ten hoogste 0,40 mg Cl<sub>2</sub>/l bedragen.
- Na het vullen casu quo verversen van het reservoir wordt waterkwaliteitsbeoordeling uitgevoerd. In het geval van goedkeuring wordt het reservoir in gebruik genomen; bij afkeuring worden er correctieve maatregelen getroffen.

#### *Methode D*

- De wanden, het plafond en de inwendige onderdelen van het reservoir worden besproeid met een chloorbleekloogoplossing met een zodanige concentratie werkzaam chloor dat die concentratie na volledig vullen van het reservoir circa 0,2 mg/l bedraagt. Er dient voldoende vloeistof te zijn om over het gehele vloer- en wandoppervlak te verspreiden.
- Het reservoir wordt met water gevuld tot minimaal 10 cm boven het hoogste punt van de vloer.
- Na een stilstandperiode van 16 tot 24 uur wordt het reservoir maximaal gevuld. Er wordt gecontroleerd of de chloorconcentratie daadwerkelijk circa 0,2 mg/l bedraagt. Bij grote afwijkingen worden aanvullende maatregelen genomen.
- Na een stilstandperiode van 12 tot 24 uur wordt gecontroleerd of de chloorconcentratie < 0,2 mg/l is.
- Er wordt waterkwaliteitsbeoordeling uitgevoerd. In het geval van goedkeuring wordt het reservoir in gebruik genomen; bij afkeuring worden er correctieve maatregelen getroffen.

Voor alle methoden waarbij chloor wordt gebruikt bij de desinfectie geldt dat zodra de concentratie aan werkzaam chloor gezakt is tot onder 3 mg Cl<sub>2</sub>/l dit water als drinkwater kan worden gedistribueerd. Een overweging bij deze beslissing kan zijn dat dit zal leiden tot geur- en smaakklachten.

## **6.7 Combinatie reinigen en desinfecteren**

Over het algemeen zal er een combinatie worden toegepast van mechanisch reinigen, chemisch reinigen en desinfecteren. In hoeverre de technieken worden toegepast, hangt af van het gewenste doel. De mogelijke reinigingsprotocollen worden in de volgende paragrafen behandeld.

### **6.7.1 Zonder desinfectie**

Het reservoir wordt mechanisch gereinigd met behulp van een hogedrukspuit in de volgorde plafond, wanden en vloer, waarna het wordt gevuld en een waterkwaliteitsbeoordeling wordt uitgevoerd. Na goedkeuring kan het reservoir in gebruik worden genomen.

### **6.7.2 Met beperkte desinfectie**

Het reservoir wordt mechanisch gereinigd met behulp van een hogedrukspuit in de volgorde plafond, wanden en vloer. Vervolgens wordt de vloer gedesinfecteerd. Hierna wordt het reservoir gevuld en wordt een waterkwaliteitsbeoordeling uitgevoerd. Na goedkeuring kan het reservoir in gebruik worden genomen.

### **6.7.3 Met volledige desinfectie**

Het reservoir wordt mechanisch gereinigd met behulp van een hogedrukspuit in de volgorde plafond, wanden en vloer. Vervolgens wordt de vloer gedesinfecteerd volgens methode A, B, C of D.

### **6.8 Monsterneming**

Voor het nemen van monsters zowel in het kader van de periodieke verificatie van de waterkwaliteit als na werkzaamheden verdient het sterk de voorkeur dat aan het reservoir monsterkranen zijn aangebracht. De frequentie van monsterneming in het kader van de bedrijfsvoering is bedrijfsafhankelijk en varieert van eens per dag tot eens per twee maanden.

# 7 Hygiënemaatregelen bij aanleg, vervanging en/of inbouw en reparatie van drinkwaterleidingen

## 7.1 Introductie

In dit hoofdstuk worden de hygiënemaatregelen behandeld voor de aanleg, vervanging en/of inbouw en reparatie van drinkwaterleidingen, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen transportleidingen, distributieleidingen en aansluitleidingen<sup>19</sup>. Er bestaan tussen die leidingen enkele specifieke verschillen, maar er zijn ook veel overeenkomsten. In dit hoofdstuk worden de maatregelen beschreven die altijd van toepassing zijn. Afwijkende maatregelen zijn opgenomen in hoofdstuk 8.

## 7.2 Van toepassing zijnde wet- en regelgeving

Door het op basis van het ontwerp-Drinkwaterbesluit 'verplichte' werken met de NEN 7171-1:2009 [1] en NPR 7171-2:2009 [2] wordt de kans op hinder en onderlinge beïnvloeding van leidingnetten beperkt. De normen hebben betrekking op nieuwbouwsituaties, zijn bruikbaar voor bestaande situaties en sluiten tevens aan op de uitgangspunten van de 'Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten' [75]. Sinds 1 juli 2008 is die wet (ook aangeduid als 'WION' of 'Grondroerdersregeling') in Nederland 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 ('liggingsgegevens'). 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.

## 7.3 Algemeen

### 7.3.1 Opleidingsniveau van de medewerkers

Alle medewerkers die aan de watervoerende infrastructuur werken, dienen een door het drinkwaterbedrijf erkende opleiding voor hygiënisch werken te hebben gevolgd (het drinkwaterbedrijf bepaalt dus wat wel/niet goed is) en dienen periodiek (minimaal 1 keer per 5 jaar) een opfriscursus te volgen. Aanbevolen wordt dit vast te leggen in een zogeheten veiligheidspaspoort.

---

<sup>19</sup> Door Brabant Water is het filmpje 'de 10 geboden voor hygiënisch werken' samengesteld. Dit filmpje is via 'Watnet' te bekijken.



### **7.3.2 Combinatiewerk drinkwaterleiding en andere infrastructuur**

Grote delen van het leidingnet worden in combinatie met andere infrastructuur aangelegd. Vanuit hygiënisch oogpunt bestaat er bezwaar tegen een gecombineerde uitvoering van werken aan de drinkwaterleiding en een in gebruik zijnde riolering.

Voor de praktijk betekent dit dat bij nieuwe aanleg van een woonwijk de ondergrondse infrastructuur gecombineerd kan worden aangelegd. Bij sanering of vervanging van de infrastructuur kan niet door één ploeg tegelijkertijd aan het riool en de drinkwaterleiding worden gewerkt. Ook het materieel (wagens, gereedschappen en dergelijke) dient gescheiden te worden gebruikt.

### **7.3.3 Beoordeling van de kwaliteit van de uitvoering**

De werkzaamheden dienen te worden (be)geleid door een door het drinkwaterbedrijf aan te wijzen medewerker die op de hoogte is van de eisen met betrekking tot de hygiëne en is opgeleid om de werkzaamheden, ook op dit aspect, te (bege)leiden. Deze medewerker dient op 'relevante momenten' aanwezig te zijn tijdens de uitvoering. Die momenten worden vastgelegd in het contract tussen drinkwaterbedrijf en aannemer.

De (bege)leidende medewerker kan een medewerker zijn van het drinkwaterbedrijf, de gecertificeerde aannemer of van een derde partij, namelijk de leidinglegger in het geval van een gecombineerd werk. Wel blijft het drinkwaterbedrijf te allen tijde eindverantwoordelijk.

## **7.4 Ingangscontrole, schoonmaken en desinfectie van leidingmaterialen**

### *Ingangscontrole*

De bescherming van de leidingmaterialen en appendages wordt gecontroleerd. Materialen waarvan de doppen of folie zijn/is beschadigd of ontbreken, moeten voor het leggen minimaal worden gedesinfecteerd. Materialen die zijn beschadigd of vervuild, mogen niet zonder meer worden gebruikt.

### *Schoonmaken en desinfectie*

Leidingmaterialen en appendages worden gedesinfecteerd door borstelen met of verstuiven van een desinfectiemiddel. Zie § 3.4 voor algemene richtlijnen.

Na het leggen wordt het zichtbare vuil verwijderd dat tijdens het leggen onbedoeld in de leiding terecht is gekomen. Een mogelijkheid is om in zo'n geval een prop door de leiding te trekken of door de leiding met behulp van een leidingborstel schoon te maken.

## **7.5 Controle en schoonmaken van gereedschappen**

### *Voor werkzaamheden in grond en grondwater*

De gereedschappen (graafmachines, spaden et cetera) mogen niet waarneembaar zijn vervuild met mogelijke bronnen van fecale verontreinigingen (rioleringslib, dierlijke mest en dergelijke). Als er mogelijke verontreinigingen op de gereedschappen aanwezig zijn, dienen die gereedschappen te worden schoongemaakt op een plaats buiten het directe bereik van de werkzaamheden.

### *Voor werkzaamheden aan leidingen en appendages*

De gereedschappen dienen 'schoon' te zijn en vrij van bronnen van mogelijke verontreinigingen. Door de gereedschappen in aparte containers, kisten en dergelijke te bewaren, kunnen mogelijke verontreinigingen zo veel mogelijk worden voorkomen. Als een gereedschap wordt verdacht van een verontreiniging, moet deze worden gedesinfecteerd door borstelen met een desinfectiemiddel. In het geval de aard van het gereedschap dit niet toelaat, moeten andere afdoende maatregelen worden getroffen.

Gereedschappen ten behoeve van leidingmaterialen die in aanraking (kunnen) komen met drinkwater moeten altijd worden gedesinfecteerd, zie § 3.4.

## **7.6 Werklocatie**

### *Verontreiniging vanuit de directe omgeving*

Aangezien leidingen op een beperkte diepte in de grond worden gelegd en de grond op deze diepte niet 'schoon' is, moet rekening worden gehouden met een mogelijke verontreiniging vanuit de grond en vanuit het grondwater.

### *Aanwezigheid van rioleringen, mestkelders en oppervlaktewater*

In het geval er een zware bron van mogelijke fecale verontreinigingen aanwezig is zoals lekkende rioleringen, mestkelders, kadaverbakken en oppervlaktewater, dienen de voorzorgsmaatregelen voor het voorkómen van verontreiniging van de leiding hierop te worden aangepast.

### *Beheer van het waterniveau in de sleuven en werkputten*

De leidingen dienen in een droge omgeving te worden aangelegd. Bij open leidingen zal de grondwaterspiegel met bronbemaling moeten zijn teruggebracht tot ten minste 0,2 m beneden de leiding.

Een bestaande leiding moet worden leeggemaakt met behulp van een pomp of door deze leeg te laten lopen. In het laatste geval dient de leiding pas te worden geopend als de pomp in de sleuf al draait. In de sleuf dient een dieper gat te worden gemaakt, zodat het water dat uit de leiding stroomt, kan worden afgevoerd. Het is verstandig om een reservepomp stand-by te hebben om te voorkomen dat verontreinigd water de leiding inloopt als eerstgenoemde pomp het laat afweten.

## **7.7 Realisatie**

### *Bescherming tegen verontreiniging*

Afgedopte buizen en hulpstukken worden pas in de sleuf ontdaan van de doppen, juist voor het aansluiten. Waar mogelijk kan de leiding buiten de sleuf worden samengesteld en na samenstelling in de sleuf worden gebracht. In extreme gevallen kan de leiding worden beschermd door de sleufwanden te bedekken met een dekzeil. Preventieve maatregelen als kunststof kappen beschermen de leiding tegen binnendringend vuil. Als de leiding gedurende een tijd open en onbeheerd is, moet er een voldoende en betrouwbare afdichting zijn. Zo kan worden gekozen voor een eindkap of een opblaasbaar schot dat specifiek is bedoeld voor gebruik in het leidingnet voor drinkwater.

### *Verbindingen tussen leidingdelen onderling en met appendages*

Als de (rubber) afdichtingsringen van leidingverbindingen beschadigd raken of verkeerd worden aangebracht, kan na ingebruikneming lekkage optreden. Ook vanuit hygiënisch oogpunt is het van belang om hierop te letten. Steekverbindingen in de verschillende leidingsystemen worden in de regel maar vooral bij de grotere leidingdiameters van een glijmiddel voorzien om de verbinding te kunnen monteren. De middelen dienen schoon te blijven in de verpakking en het gereedschap waarmee het wordt aangebracht, dient te worden schoongehouden. Indien mogelijk wordt het glijmiddel direct vanuit de verpakking (spuitflacon) aangebracht. Om te voorkomen dat er een overmaat aan glijmiddel in de leidingen terechtkomt, moet het middel op het spie-eind worden aangebracht en niet in de mof.

## **7.8 Controle op lekkages**

Voor de ingebruikneming van de leiding dient deze te worden gecontroleerd op lekkage. Dat gebeurt normaliter bij normale bedrijfsdrukken. In bijzondere gevallen (zoals zinkers, leidingen onder een spoorbaan en transportleidingen) wordt er afgeperst tot maximaal de 'toelaatbare beproevingsdruk in gemonteerde situatie' [76, 65]. Dit kan gebeuren voordat de leiding wordt aangesloten op de rest van het leidingnet. Een andere manier is de nieuwe leiding aan te sluiten op het bestaande leidingnet en daarna op druk te beproeven tegen een gesloten afsluiter aan.

Bij de eerste methode (fysieke scheiding) wordt voorkomen dat het drinkwater bij de beproeving door een eventuele lekkende afsluiter het bestaande leidingnet binnendringt. De scheiding tussen het oude en nieuwe deel van het leidingnet kan tot stand worden gebracht door een blindflens op te nemen op de scheiding tussen die twee delen. Met een omloopleiding moet het nieuwe deel worden gevuld. Tijdens het afpersen, dient de omloopleiding te worden afgekoppeld.

Het uitgangspunt bij de tweede methode (afpersen tegen een gesloten afsluiter) is dat de nieuwe afsluiters niet doorlaten.

## **7.9 Ingebruikneming**

### **7.9.1 Koppeling aan bestaande leidingnet**

Na de aanleg wordt het aangelegde deel van het leidingnet aangesloten op het bestaande net. In de delen van het leidingnet die voor deze actie open en volledig drukloos zijn geweest, moet de waterkwaliteit worden gecontroleerd, zie hoofdstuk 12.

### **7.9.2 Hygiënisch betrouwbaar maken van leidingen**

Het hygiënisch betrouwbaar maken van leidingen is beschreven in de paragrafen 3.5 tot en met 3.7. Bij transportleidingen kan vaak niet voldoende spuisnelheid worden gehaald, zodat alternatieve schoonmaakmethoden nodig zijn.

### **7.9.3 Corrigerende maatregelen bij afkeuring leiding**

Als uit de waterkwaliteitsbeoordeling blijkt dat de leiding nog (fecaal) is verontreinigd, moeten de schoonmaak- en/of desinfectiemaatregelen zoals die zijn beschreven in de paragrafen 3.5 tot en met 3.7, en de waterkwaliteitsbeoordeling net zo lang worden herhaald totdat de leiding kan worden goedgekeurd.

# 8 Specifieke maatregelen drinkwaterleidingen

## 8.1 Introductie

In dit hoofdstuk worden de hygiënemaatregelen behandeld voor de aanleg, vervanging en/of inbouw en reparatie van drinkwaterleidingen, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen transportleidingen, distributieleidingen en aansluitleidingen. Er bestaan tussen die leidingen enkele specifieke verschillen, maar er zijn ook veel overeenkomsten. In dit hoofdstuk zijn de specifieke maatregelen opgenomen.

## 8.2 Isoleren en drukloos maken van het te vervangen segment bij vervanging en/of inbouw en reparatie

Indien sprake is van werkzaamheden aan een bestaand leidingsegment, dan moet dit segment eerst worden geïsoleerd en volledig drukloos worden gemaakt (zie ook de tweede bullet onder § 8.4). Vervolgens vindt de ontgraving plaats en wordt de leiding geopend. De pompen dienen al te draaien voordat de leiding wordt geopend om te voorkomen dat de sleuf zich vult met water en dit inmiddels verontreinigde water een leidingdeel in kan stromen. De afsluiter(s) aan de watervoerende zijde(n) wordt/worden niet volledig dichtgedraaid zodat een klein waterstroompje insluiting van verontreinigingen voorkomt en het vuil steeds in de richting van de werklocatie stroomt. Een zo klein mogelijk deel van het leidingnet wordt geïsoleerd door aan alle zijden van het te vervangen gedeelte (dus ook aan zijden die drukloos zullen worden) afsluiters te sluiten. Dit voorkomt verspreiding van een eventuele verontreiniging die kan optreden tijdens de vervanging van de leidingen. Alle delen die volledig drukloos zijn geworden of open zijn geweest, moeten na vervanging worden schoongemaakt. Als dat niet mogelijk is, moet in deze delen een extra waterkwaliteitsbeoordeling worden uitgevoerd.

## 8.3 Desinfectie tijdens vervanging en/of inbouw en reparatie

Bij de vervanging en reparatie worden alle te verwerken leidingmaterialen gedesinfecteerd. Ook de uiteinden van de bestaande leiding worden zo mogelijk over een lengte van minstens 0,5 meter zowel inwendig als uitwendig gedesinfecteerd.

## 8.4 Isoleren en drukloos maken vóór reparatie

Zeker bij breuken en grote lekkages is het belangrijk de watertoevoer zo spoedig mogelijk af te sluiten om verdere schade te voorkomen. Om de verontreiniging van het leidingnet zoveel mogelijk te beperken, is het echter zaak om hierbij de juiste volgorde aan te houden (indien dit mogelijk is zonder de schade door het water te laten toenemen):

- Als de schade door het water beperkt is, is het wenselijk om voor het afsluiten van de watertoevoer de omgeving van de breuk of lekkage schoon te maken en alvast de pomp(en) te installeren.
- Bij een vertakt leidingnet en een transportleiding wordt eerst het leidingdeel dat geen water levert (benedenstrooms) afgesloten om de omvang van de verontreiniging te beperken. Vervolgens wordt de watertoevoer afgesloten, waarbij een zo klein mogelijk deel volledig drukloos wordt gemaakt.
- Bij een vermaasd leidingnet zijn er meerdere stromingsrichtingen en moet een zo klein mogelijk deel volledig drukloos worden gemaakt.
- In het geval van breuk is het wenselijk om zo spoedig mogelijk het deel waar geen water uit stroomt af te dekken (bijvoorbeeld met een schone plastic zak) teneinde het binnendringen van grond, vuil en dieren te beperken.

Alle delen waarin verontreiniging is gekomen door breuk, lekkage of tijdens de reparatie moeten na de reparatie worden schoongemaakt.

## 8.5 Reparatie van een distributieleiding met een reparatieklem

Distributieleidingen van asbestcement, gietijzer en staal met een dwarsbreuk en kleine lekkage kunnen worden gerepareerd met een zogenoemde reparatieklem als de breukdelen recht tegenover elkaar liggen. Daartoe dient de afsluiter benedenstrooms van een breuk te worden dichtgezet en de afsluiter

bovenstrooms daarvan zover te worden dichtgedraaid dat er nog juist sprake is van lekkage. De buitenkant van de leiding wordt over tweemaal de lengte van de reparatieklem gereinigd en gedesinfecteerd, waarna de klem wordt gemonteerd en de beide afsluiters weer (volledig) worden geopend. Er hoeft geen waterkwaliteitsbeoordeling plaats te vinden.

### **8.6 Inbedrijfneming transportleiding**

Bij voorkeur niet eerder dan nadat het aangelegde leidinggedeelte ook op basis van een waterkwaliteitsbeoordeling is goedgekeurd, wordt de leiding in gebruik genomen. Als vooraf bekend is dat de waterlevering al moet worden gestart of hervat voordat de uitslagen daarvan (vooral *E. coli* en enterococci) bekend zijn, zal nog meer dan altijd al gebruikelijk aandacht moeten worden gegeven aan goede hygiënische voorzorgen. Zo nodig kan, op aanwijzing van de verantwoordelijke toezichthouder van het drinkwaterbedrijf, een preventief kookadvies worden verstrekt, dat kan worden ingetrokken als uit de uitslagen van de waterkwaliteitsbeoordeling is gebleken dat het drinkwater is goedgekeurd (*E. coli* en enterococci in de onderzochte monsters afwezig).

### **8.7 Maken van aansluitingen**

Bij voorkeur niet eerder dan nadat het aangelegde leidinggedeelte op basis van een waterkwaliteitsbeoordeling is goedgekeurd, kunnen afnemers worden aangesloten. Wanneer eerder moet worden aangesloten (dat wil zeggen voordat de uitslagen daarvan (met name *E. coli* en enterococci) bekend zijn) kan een preventief kookadvies worden verstrekt. Dit kan weer worden ingetrokken wanneer uit de uitslagen van de waterkwaliteitsbeoordeling is gebleken dat het drinkwater is goedgekeurd (*E. coli* en enterococci in de onderzochte monsters afwezig).

### **8.8 Handhaving van buiten gebruik gestelde leidingen**

Nadat een leiding is vervangen, kan de oude leiding een risico voor verontreiniging van het drinkwater blijven vormen. Een leiding die niet meer in gebruik is, mag daarom niet meer aangesloten blijven op het leidingnet. Als een leiding is afgesloten, bestaat de (kleine) kans dat die later abusievelijk weer wordt aangesloten. Daarom wordt aanbevolen buiten gebruik gestelde leidingen te verwijderen. Als die leidingen wel worden gehandhaafd, kunnen die worden gevuld met een niet-samendrukbaar en niet-waterdoorlatend vulmateriaal, bijvoorbeeld schuimbeton. Door het opvullen van afgesloten, niet-verwijderde leidingen kunnen zettingen als gevolg van het 'inlopen' van grond en grondwater worden voorkomen of beperkt.

Volgens de 'WION' [75] (zie hoofdstuk 10) moeten leidingen die buiten gebruik zijn gesteld, door de eigenaar op tekening worden aangegeven tenzij ze zijn verwijderd [76]. Als een buiten gebruik gestelde leiding niet wordt verwijderd, blijft de leidingeigenaar daarvoor verantwoordelijk.

## 9 Watermeters en keerkleppen

### 9.1 Introductie

Watermeters die zijn toegelaten volgens de (al jaren) bestaande systematiek (de Kiwa-beoordelingsrichtlijn BRL-K618 [42], gebaseerd op de 'oude' Europese richtlijn 'EEC/75/33') worden aangeduid door middel van de combinatie van de letter 'Q' en als index een 'n' (de nominale volumestroom,  $Q_n$ ). Voor meters volgens de vigerende Europese Meetinstrumenten Richtlijn (de 'Measuring Instruments Directive', MID), die refereert aan de NEN-EN 14154:2007 'Watermeters' (deel 1 tot en met 3) [67], is die index een '3' (de 'permanent flowrate',  $Q_3$ ).

Meters die conform de bestaande systematiek zijn toegelaten, mogen de komende 5-10 jaar nog als zodanig geproduceerd en geleverd worden.

Leidingwaterinstallaties inclusief drinkwaterinstallaties moeten volgens NEN 1006:2002 [32] zo zijn uitgevoerd dat de levering van drinkwater bij derden niet nadelig wordt beïnvloed (§ 1.4, lid d). In de tappuntaansluiting van elk 'gevaarlijk' toestel (bijvoorbeeld wasmachine of CV-ketel) moet een beveiligingseenheid zijn aangebracht die het verontreiniginggevaar afdekt vanuit dat tappunt (§ 3.8.2). Deze beveiligingen vallen onder de verantwoordelijkheid van de afnemer. In de inleiding van de Vewin-publicatie 'Advies over de indeling in risicoklassen van aansluitingen op het leidingwaternet' [66] wordt het volgende gesteld: *'Indien beveiligingen op toestelniveau zijn aangebracht (overeenkomstig NEN EN 1717) dan biedt een door het waterbedrijf geplaatste keerklep in de meetstraat doorgaans voldoende beveiliging voor het openbare net'*. Een keerklep is een appendage waarmee een vloeistofstroming slechts in één richting mag plaatsvinden.

Op basis van genoemde publicatie voeren de drinkwaterbedrijven periodiek inspecties uit op drinkwaterinstallaties.

### 9.2 Watermeters voor kleinverbruik ( $Q_n \leq 2,5$ of $Q_3 \leq 4 \text{ m}^3/\text{h}$ )

Nieuwe watermeters komen gemonteerd van de fabriek af; gereviseerde watermeters worden in een watermeterherstelplaats schoongemaakt en van een nieuw binnenwerk voorzien. In beide gevallen zijn de watermeters voorzien van doppen. De watermeters worden zowel bij eerste plaatsing als bij verwisseling tussen de aansluitleiding en de drinkwaterinstallatie geplaatst zonder verdere desinfectie. Afnemers worden geadviseerd om de aansluitleiding na plaatsing van de watermeter door te spoelen op de drinkwaterinstallatie.

Bij woningen gaat het meestal om watermeters met geïntegreerde keerklep. Die keerklep wordt los geplaatst in de uitstroom- of benedenstroomse zijde daarvan<sup>20</sup>. Dit maakt onderdeel uit van het fabricageproces.

In Europees verband is overeengekomen dat 'niet-controleerbare' keerkleppen als frontbeveiliging mogen worden ingezet mits er een beheersbaar systeem van vervanging wordt toegepast. Met ingang van 1 januari 2009 gebeurt dat in het kader van de Regeling Kwaliteitsborging Watermeters [69].

### 9.3 Industriële watermeters ( $Q_n > 2,5$ of $Q_3 > 4 \text{ m}^3/\text{h}$ )

Grotere watermeters worden volledig gemonteerd in een meetstraat. Ze worden schoongemaakt en afgedopt geplaatst tussen de aansluitleiding en de installatie.

Door de verschillende drinkwaterbedrijven worden verschillende protocollen gehanteerd voor de waterkwaliteitsbeoordeling.

---

<sup>20</sup> De watermeter met keerklep behoort tot de verantwoordelijkheid van het drinkwaterbedrijf en maakt daarom geen deel uit van de drinkwaterinstallatie met bijbehorende regelgeving in formele zin.

Bij industriële watermeters is de beveiligingseenheid niet geïntegreerd in de watermeter, maar in de meetstraat achter die meter geplaatst. De drinkwaterbedrijven hanteren in deze gevallen verschillende werkwijzen bij het periodiek vervangen van watermeter en/of keerklep. Na de fabricage worden keerkleppen afgedopt en verpakt overeenkomstig de van toepassing zijnde Kiwa-beoordelingsrichtlijn.

# 10 Preventie van verontreiniging van het leidingnet

## 10.1 Introductie

Gedurende het gebruik van het leidingnet kunnen er momenten ontstaan waarop de integriteit (van een deel) daarvan niet meer is gewaarborgd. Dit kunnen geplande momenten zijn zoals bij onderzoek van het leidingnet of bij schoonmaakwerkzaamheden of ongeplande momenten als bij onderdrukgolven, illegaal brandkraangebruik of zelfs sabotage.

Als de integriteit van het leidingnet niet is gewaarborgd, dienen er hygiënische maatregelen te worden genomen.

## 10.2 Situaties waarin de leidingdruk wegvalt of negatief wordt

Bij calamiteiten in het leidingnet of op het pompstation kan door het optreden van waterslag een onderdruk ontstaan. Hierbij is het mogelijk dat er grondwater in de leiding wordt getrokken als gevolg van kleine lekken in de leiding. Als deze situatie is opgetreden, is het achterliggende voorzieningsgebied verdacht van verontreiniging. Waterkwaliteitsonderzoek moet uitwijzen in hoeverre er daadwerkelijk een verontreiniging heeft plaatsgevonden.

De aanwezigheid van hoogreservoirs en waterslagketels zal het gevaar bij optredende waterslag sterk verminderen.

Indien de druk in een voorzieningsgebied volledig wegvalt bij een falende watervoorziening is dit gebied zeker verdacht van verontreiniging en zal er voor dit gebied een kookadvies moeten worden overwogen. Tevens moet in het gebied een extra waterkwaliteitsbeoordeling worden uitgevoerd.

## 10.3 Hygiënische maatregelen bij onderzoek aan leidingen

Bij onderzoek aan leidingen waarbij er inbreuk wordt gedaan op de integriteit van het leidingnet, wordt gebruik gemaakt van inbouwingen onder druk (zie hoofdstuk 8). Bij de inbouw worden alle delen gedesinfecteerd. Zo mogelijk wordt ook de bestaande leiding over een lengte van minstens 0,5 meter uitwendig gedesinfecteerd. Bij het gebruik van reparatieklemmen of tweedelige A-stukken, dienen de inwendige stukken van de klem of het A-stuk te worden gedesinfecteerd. Ook de boorgereedschappen moeten worden gedesinfecteerd voor die delen die in aanraking komen met drinkwater.

Indien mogelijk kan de stroming in de leiding worden gestopt door een afsluiter dicht te draaien voor de duur van de werkzaamheden. De brandkraan tussen de inbouw en de gesloten afsluiter biedt de mogelijkheid de inbouw te spuien.

Voor onderzoek bijvoorbeeld met behulp van een endoscoop dient de endoscoop te worden gedesinfecteerd voor het instekende deel.

## 10.4 Hygiënische maatregelen bij gebruik van brandkranen

Voor het gebruik van brandkranen moeten de volgende typen van brandkranen worden onderscheiden:

- Brandkranen zonder een beveiliging tegen het insluiseffect<sup>21</sup>;
- Brandkranen met een beveiliging tegen het insluiseffect.

Het grote voordeel van de insluisbeveiliging is dat er geen water uit de brandkraan terug kan stromen het leidingnet in. Op het moment dat het drukverschil over de klep van de brandkraan nihil wordt (volumestroom over de brandkraan wordt nihil), sluit de klep van de brandkraan.

---

<sup>21</sup> Het insluiseffect wordt gedemonstreerd in een filmpje op 'Watnet'. Daarnaast heeft drinkwaterbedrijf Oasen eind 2009 een instructiefilm voor brandweerlieden op DVD uitgegeven: 'Drinkwater en bluswater: Een instructie voor veilig gebruik van brandkranen'.



Voor het gebruik van beide typen brandkraan dient het volgende protocol in acht te worden genomen:

- Uitsluitend door het drinkwaterbedrijf goedgekeurde standpijpen mogen worden toegepast;
- Laat uitsluitend een door het drinkwaterbedrijf geautoriseerd persoon deze brandkranen bedienen;
- Plaats een standpijp met geopende afsluiter op de brandkraan;
- Open de afsluiter van de brandkraan volledig;
- Spui de brandkraan schoon;
- Regel de volumestroom met de afsluiter op de standpijp;
- Handhaaf zoveel mogelijk een constante volumestroom op de brandkraan.

#### *Insluizen van vuil tijdens het gebruik van brandkranen door derden*

Insluizen van vuil tijdens het gebruik kan worden beperkt door gebruik door derden uitsluitend toe te laten op insluitbeveiligde brandkranen.

Het gebruik van brandkranen door derden moet worden onderscheiden in het gebruik door de brandweer bij oefeningen en het gebruik door derden, zijnde niet de brandweer maar aannemers die niet werken voor het drinkwaterbedrijf en dergelijke. De drinkwaterbedrijven moeten voorlichting geven over het juiste gebruik van brandkranen aan de gebruikers daarvan, zodat ook bij brand het juiste protocol wordt gevolgd.

In overleg met de brandweer kan een aantal brandkranen worden gekozen die voor oefeningen worden gebruikt en zijn voorzien van een insluitbeveiliging. Via audits van de oefeningen moet controle worden uitgeoefend op het naleven van de afspraken.

Het gebruik van brandkranen door derden moet worden geautoriseerd door het drinkwaterbedrijf. Het verdient aanbeveling om het gebruik van brandkranen door derden te controleren.

#### *Opmerking*

Een belangrijk risico is het oplopen van een verwonding bij het verwijderen van vuil uit de straatpot en van het dekseltje of van de afdichtstop van een brandkraan. Regelmatig worden in de straatpot gebroken glas of naalden (van junks) aangetroffen. Daarom is bij dergelijke handelingen de nodige voorzichtigheid geboden net als de noodzaak om stevige werkhandschoenen te dragen.

### **10.5 Preventie van drukstoten**

Drukstoten, zowel positief als negatief, worden in een leidingnet veroorzaakt door plotselinge snelheidswisselingen. Deze ontstaan bij calamiteiten als leidingbreuken en pompuitval maar ook bij het manipuleren van afsluiters.

- Tegen het optreden van drukgolven bij leidingbreuken is geen preventie mogelijk.
- Tegen het optreden van drukgolven bij calamiteiten op de reinwaterpompen is preventie mogelijk. Hierbij moet gedacht worden aan watertorens en windketels. Bij het ontwerp van een pompstation met reservoir is hiermee over het algemeen al rekening gehouden.
- Tegen het optreden van drukgolven bij het manipuleren van afsluiters is preventie mogelijk. Door het voorschrijven van de snelheid van afsluiten worden optredende drukgolven beperkt. Deze voorschriften worden per afsluiter type en diameter opgesteld en moeten bekend zijn bij de medewerkers die deze afsluiters mogen bedienen.

Voorts dient er een registratie te worden gevoerd van de stand van afsluiters als deze standaard niet volledig open staan.

### **10.6 Preventie van beschadiging tijdens werkzaamheden**

Bij werkzaamheden aan het leidingnet kunnen beschadigingen worden voorkomen als er exacte informatie voorhanden is omtrent de ligging en de constructie van de leiding. Een van de hoofddoelen van de per 1 juli 2008 in werking getreden 'Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten' (ook aangeduid als 'WION' of 'Grondroedersregeling') [75] is het voorkomen van leveringsonderbrekingen als gevolg van graafschade. Een en ander is uitvoerig beschreven in de 'Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen; *Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 805:2000)*' [76].

Indien er onzekerheid bestaat, dient de informatie ter plaatse betrokken te worden door de leiding voorzichtig te ontgraven.

### **10.7 Kruisverbindingen door derden**

De mogelijkheden tot het maken van kruisverbindingen door derden worden sterk verminderd door het gecontroleerd ter beschikking stellen van gewenste tappunten bij evenementen en het gebruik van insluitbeveiligde brandkranen.

### **10.8 Terugstromen van water uit aangesloten drinkwaterinstallaties**

Voor de aangesloten drinkwaterinstallaties geldt dat deze van een afdoende frontbeveiliging volgens NEN 1006:2002 [32] moeten zijn voorzien [78]. Afhankelijk van de kenmerken van de aangesloten installatie is de vereiste frontbeveiliging volgens NEN-EN 1717:2000 [22] te kiezen. Zie ook [66].

### **10.9 Vandalisme**

De drinkwaterinfrastructuur is kwetsbaar voor vandalisme. Vandalisme kan worden beperkt door de juiste maatregelen te nemen op die plaatsen waar de kwetsbaarheid van de infrastructuur het grootst is. Dit zijn de plaatsen waar op een eenvoudige wijze toegang wordt verkregen tot het drinkwater zoals drinkwaterreservoirs en watertorens. Door deze objecten op een effectieve wijze te omheinen, de deuren en toegangsluiken te sluiten met goede sloten, be- en ontluichtingskanalen te voorzien van goede filters en indien nodig de verschillende ruimten elektronisch te bewaken kunnen de gevolgen van vandalisme worden beperkt. Bij een geconstateerde indringing zullen vervolgens de juiste maatregelen moeten worden genomen. Betreft het een reservoir dan moet dit reservoir direct van het net worden afgekoppeld. Vervolgens zal waterkwaliteitsonderzoek moeten aantonen in hoeverre een verontreiniging aanwezig is. Op grond van de bevindingen daarvan zal het bedrijf vervolgens moeten afweten in hoeverre een kookadvies voor het voorzieningsgebied nodig is.

### **10.10 Terrorisme**

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 [70]. Op grond hiervan 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 'Alerteringssysteem Terrorismebestrijding' (ATb) waaraan inmiddels 15 sectoren deelnemen. Dit systeem regelt de continue monitoring van dreigingen tot en met uitvoering van maatregelen bij bedrijven.



# 11 Nood(drink)watervoorziening

## 11.1 Introductie en definities

Met name de artikelen 48 'nooddrinkwater' en 49 'noodwater-risico-analyse' van het ontwerp-Drinkwaterbesluit [62] zijn voor dit hoofdstuk van toepassing. Daarnaast wordt gewezen op artikel 51 'oefening'. Mede op basis daarvan is eind 2010 door Vewin een 'handreiking' [23] uitgegeven.

Nooddrinkwater is water bestemd of mede bestemd om te drinken, te koken en voedsel te bereiden, dan wel voor andere huishoudelijke doeleinden, dat bij een verstoring anders dan door middel van een leidingnet (bijvoorbeeld via een tijdelijk leidingnet, tankwagens, flessen et cetera) wordt geleverd aan consumenten of andere afnemers. De eis met betrekking tot de hoeveelheid bedraagt minimaal 3 liter per persoon per dag en ten aanzien van de beschikbaarheid voor de bevolking is er een eis: minimaal één distributiepunt per 2.500 inwoners.

Noodwater is water uitsluitend bestemd voor sanitaire doeleinden, dat bij een verstoring door middel van een leidingnet wordt geleverd aan consumenten en andere afnemers.

## 11.2 Procedure

Bij een verstoring treft het drinkwaterbedrijf onmiddellijk zelfstandig alle maatregelen die noodzakelijk zijn of die redelijkerwijs te verwachten zijn om de verstoring zo spoedig mogelijk op te heffen. Als de verstoring naar verwachting al heeft geleid of kan leiden tot een onderbreking van langer dan 24 uur in de levering van deugdelijk drinkwater of als door de verstoring sprake is van een gevaar voor de volksgezondheid, is het drinkwaterbedrijf verplicht te overleggen met de inspecteur van de VROM-Inspectie. De inspecteur kan oordelen dat de levering van drinkwater niet meer mogelijk of onaanvaardbaar is vanuit het oogpunt van volksgezondheid. Als dat het geval blijkt te zijn, dient het drinkwaterbedrijf binnen een door de inspecteur vast te stellen termijn te zorgen voor de levering van nooddrinkwater. Daarbij is nadrukkelijk voorbehouden dat wanneer het technisch mogelijk is en er geen onaanvaardbare risico's voor de volksgezondheid optreden, het drinkwaterbedrijf zich inspant om ook te zorgen voor levering van noodwater aan consumenten en andere afnemers.

## 11.3 Nooddrinkwater

### 11.3.1 Hygiënische betrouwbaarheid nooddrinkwater

Het preventief chloren van nooddrinkwater dient uitsluitend te worden toegepast in het geval de hygiënische betrouwbaarheid tot aan de levering aan de afnemers niet kan worden geborgd. Als er wordt besloten om preventief chloor aan het drinkwater te doseren, kan dat het beste worden gedaan tijdens het vullen van de tankwagens. De hoeveelheid aan het nooddrinkwater toegevoerde chloor dient te worden gecontroleerd.

Om de betrouwbaarheid van het nooddrinkwater bij de klant te waarborgen, wordt geadviseerd een kookadvies af te geven. Tevens dient de klant te worden geadviseerd om het nooddrinkwater koel en voor beperkte duur in een schoon opslagmiddel te bewaren (bron 'Inzicht in Nooddrinkwatermateriaal' van de Vewin-stuurgroepen 'Beveiliging en Crisismanagement' en 'Bronnen en Kwaliteit').

### 11.3.2 Flexitanks

De meest gangbare vorm van een reservoir voor nooddrinkwater bij de Nederlandse drinkwaterbedrijven is de zogenaamde flexitank. De flexitank is een opvouwbare kunststof waterzak met een inhoud van bijvoorbeeld 15 m<sup>3</sup>, die samen met een kraanstel van tappunten het distributiepunt voor nooddrinkwater vormt.

### 11.3.3 Opslag en desinfectie reservoirs

Flexitanks worden door middel van gammastraling hygiënisch betrouwbaar gemaakt en vervolgens zorgvuldig verpakt en droog opgeslagen. Slangen en koppelstukken moeten worden afgedopt en droog

worden opgeborgen. Flexitanks kunnen worden hergebruikt mits deze goed worden gereinigd en gedroogd, en daarna met gammastraling weer hygiënisch betrouwbaar worden gemaakt.

Andere reservoirs voor nooddrinkwater van metaal of kunststof dienen leeg te worden bewaard. Als het reservoir in gebruik moet worden genomen, kan het reservoir worden gedesinfecteerd met een chloorbleekloogoplossing (20 mg Cl<sub>2</sub>/l) die op de wanden wordt aangebracht, bijvoorbeeld door middel van sproeien. Na een contacttijd van een half uur wordt het reservoir gespoeld en gevuld. Desinfectie met waterstofperoxide is mogelijk onder de voorwaarden die door de leverancier worden gesteld (concentraties en contacttijden).

#### **11.3.4 Distributiepunten**

De locaties van de distributiepunten worden in overleg met de drinkwaterbedrijven vastgesteld door de gemeenten. De technische inrichting van het distributiepunt is een verantwoordelijkheid van de drinkwaterbedrijven.

Bij de inrichting van de distributiepunten worden de volgende aandachtspunten ten aanzien van hygiëne genoemd:

- Weersomstandigheden: bij koude (vorst) of warmte (opwarming) dienen er maatregelen te worden genomen om de distributie van drinkwater te kunnen continueren (bijvoorbeeld verwarming en/of beschutting);
- Buiten de openingstijden is het bewaken van de flexitanks noodzakelijk, omdat deze gevoelig zijn voor vandalisme en de inhoud van de tanks gemakkelijk verontreinigd kan raken.

#### **11.3.5 Vullen van flexitanks**

Flexitanks worden vaak op locatie onder een hygiënisch protocol gevuld. Dat gebeurt vanuit (externe) tankwagens voor het transport van voedingsmiddelen, die daarvoor zijn gecertificeerd. Voorafgaand aan het transport van drinkwater worden deze wagens hygiënisch gereinigd. De tankwagens worden bij voorkeur gevuld op een pompstation of in ieder geval op een locatie buiten het getroffen gebied waar het effect van het vullen geen overlast bezorgd. De reservoirs voor nooddrinkwater kunnen ook op een andere locatie worden gevuld en vervolgens worden getransporteerd naar de distributiepunten. Slangen en overige benodigdheden die in aanraking komen met het drinkwater dienen voor gebruik hygiënisch te zijn gereinigd.

### **11.4 Oefenen inzet**

In het ontwerp-Drinkwaterbesluit [62] is het volgende vastgelegd:

- Ten minste eenmaal per twee jaar dient het drinkwaterbedrijf de inzet van het bedrijf bij verstoringen te oefenen;
- De oefeningen worden eenmaal per vier jaar gecombineerd met de diensten en organisaties bedoeld in de Wet veiligheidsregio's en de Politiewet 1993.

# 12 Waterkwaliteitsbeoordeling

## 12.1 Definitie

Onder waterkwaliteitsbeoordeling wordt verstaan het traject van monsterneming, bepaling van een of meer parameters in het genomen watermonster en het vergelijken van de uitkomst(en) daarvan met van toepassing zijnde grenswaarde(n) dat leidt tot 'goedkeuring' of 'afkeuring'.

## 12.2 Voorkómen is beter dan genezen

In deze paragraaf wordt ingegaan op het belang van het voorkómen van (microbiologische) verontreiniging van het leidingnet. Preventie verdient veel aandacht om de volgende redenen:

1. Niet alle ziekteverwekkende micro-organismen zijn even gevoelig voor desinfectiemiddelen zoals chloor  
Toepassing van chlooring kan ervoor zorgen dat de uitslagen van de microbiologische analyses in orde zijn: *E. coli* en enterococci kunnen dan niet meer worden aangetoond. Bepaalde ziekteverwekkende micro-organismen kunnen echter overleven en een risico blijven vormen voor de gezondheid van de consument. Hierbij kan worden gedacht aan de pathogene protozoën *Cryptosporidium* en *Giardia*, waarvan de (oö)cysten zeer resistent zijn tegen desinfectiemiddelen. Er zijn tot op heden nog geen aanwijzingen dat de huidige wijze van desinfectie en microbiologische beoordeling tekort schiet.
2. Het kostenaspect  
Als een leiding volgens de uitslagen van de waterkwaliteitsbeoordeling blijkt te zijn verontreinigd, is er meestal een aanzienlijke inspanning mee gemoeid en daarmee kosten, om de kwaliteit van het water op het gewenste niveau te krijgen. De ervaring leert dat alleen afspuien van de leiding, zeker bij grotere diameters (> 150 mm), soms niet het gewenste effect heeft. Ook chloren (of toepassen van andere desinfectiemiddelen) levert niet altijd direct het gewenste resultaat.
3. Het imago  
Wanneer na ingrepen of reparatiewerkzaamheden een fecale verontreiniging van het drinkwater wordt aangetoond en gebruikers zijn aangesloten op het leidingnet, dan verstrekken de bedrijven een kookadvies (zie § 3.8). Enerzijds laat het bedrijf hiermee aan de afnemer zien dat het alert optreedt, maar anderzijds geeft dit bij een deel van de afnemers toch een gevoel van twijfel over de betrouwbaarheid van de waterkwaliteit (zie ook § 2.9.1).

## 12.3 Waterkwaliteitsbeoordeling: periodiek en na werkzaamheden

Er zijn twee programma's voor waterkwaliteitsbeoordeling bij de detectie van verontreinigingen van drinkwater tijdens distributie: de periodieke waterkwaliteitsbeoordeling en de waterkwaliteitsbeoordeling na werkzaamheden aan de infrastructuur.

## 12.4 Periodieke waterkwaliteitsbeoordeling

Het Waterleidingbesluit omschrijft gedetailleerd op welke wijze de periodieke waterkwaliteitsbeoordeling behoort te worden uitgevoerd, zowel qua monsterfrequenties, monsterdichtheden en parameters [28]. Tevens zijn hierin de kwaliteitseisen ('normwaarden') voor de verschillende parameters vermeld.

## 12.5 Moment van waterkwaliteitsbeoordeling na werkzaamheden

### 12.5.1 Uitgangspunten

Als uitgangspunt wordt genomen dat er een waterkwaliteitsbeoordeling plaatsvindt voor de ingebruikneming van nieuw gelegde leidingen en na het uitvoeren van reparaties, waarbij de leiding volledig drukloos was en/of er een open verbinding tussen de binnenkant van de leiding en de omgeving is geweest.

Deze procedure geldt voor zowel grote als kleine reparaties.

In het geval van aansluitleidingen wordt in principe geen waterkwaliteitsbeoordeling uitgevoerd. Na aanleg of reparatie dienen deze leidingen minimaal tien keer te worden verversd. Bij grotere aansluitleidingen ( $\geq 63$  mm) dient wel een waterkwaliteitsbeoordeling te worden uitgevoerd. Bij aanleg of reparatie van een aansluitleiding met een kleinere diameter wordt dat in het geval van kwetsbare consumenten ook aanbevolen.

Na de afronding van werkzaamheden aan een distributieleiding is het aan te raden om de leiding tot na goedkeuring eenzijdig te voeden en het gebied waarbinnen het mogelijk verontreinigde water zich verspreidt zo veel mogelijk in te perken (een scherm zetten) door middel van het dichtdraaien van afsluiters. Wanneer er toch een verontreiniging optreedt, is dan het mogelijke verspreidingsgebied bekend.

Naast deze algemene procedure is er een aantal bijzondere situaties.

### **12.5.2 Nieuwe aanleg**

Normaliter wordt een leiding direct na goedkeuring in gebruik genomen. In het geval dat dit niet mogelijk is, wordt onderscheid gemaakt in de volgende situaties:

- Na goedkeuring van de leiding wordt aanbevolen een verversingsvolumestroom op de leiding zetten waarbij de leiding minstens eenmaal in de drie dagen wordt verversd.
- Wanneer verversen niet mogelijk is (bijvoorbeeld bij de aanleg van leidingen in de bouwrijpfase) dient de leiding op de normale wijze te worden goedgekeurd. Voor het maken van de eerste aansluitingen moet de leiding opnieuw worden gespuid en moet een waterkwaliteitsbeoordeling worden uitgevoerd.

### **12.5.3 Noodleidingen**

Onder een noodleiding wordt een tijdelijke leiding verstaan, waar huisaansluitingen op zitten. Bij het aanleggen van de noodleiding vindt er een verbreking plaats in het leidingnet. De waterkwaliteit van de noodleiding dient te zijn beoordeeld, voordat de huisaansluitingen worden overgezet.

Een extra complicatie kan in de zomer optreden. Wanneer er weinig verbruik in de bovengrondse leiding optreedt, kan de temperatuur hierin sterk stijgen. Het is dan zinvol om de leiding geforceerd te verversen.

### **12.5.4 Reparaties**

Bij alle reparaties waarbij de leiding volledig drukloos is geweest en er een open verbinding tussen de binnenkant van de leiding en de omgeving is geweest, wordt 12 - 24 uur na afloop van de werkzaamheden een waterkwaliteitsbeoordeling uitgevoerd.

### **12.5.5 Tijdelijke aansluitingen als strandtenten en dergelijke**

Wanneer een leiding uitsluitend een gedeelte van het jaar wordt gebruikt, zijn er twee mogelijkheden: (i) de leiding blijft permanent liggen, waarbij het water gedurende lange tijd stilstaat of (ii) er wordt een tijdelijke leiding gelegd. In het eerste geval moet de leiding worden gespuid, waarna een waterkwaliteitsbeoordeling plaatsvindt. In het geval er een tijdelijke leiding wordt gelegd, geldt dezelfde procedure als bij de noodleiding.

### **12.5.6 Proppen**

Omdat de leidingen volledig drukloos en open zijn geweest, dient na de werkzaamheden een waterkwaliteitsbeoordeling plaats te hebben (zie § 3.6.3).

### **12.5.7 Spuien met water/lucht**

Bij spuien met water/lucht (zie § 3.6.2) van een in bedrijf zijnde leiding vindt na de werkzaamheden in principe geen waterkwaliteitsbeoordeling plaats, mits er deugdelijke luchtfilters zijn toegepast. Dit kan bijvoorbeeld van belang zijn, wanneer in de omgeving mest wordt uitgereden.

## **12.6 Methode van monsterneming**

### **12.6.1 Voorzorgen**

De monsterneming ten behoeve van de waterkwaliteitsbeoordeling is belangrijk en dient conform NEN-EN-ISO 19458:2007 [46] te worden uitgevoerd. Elke verontreiniging van het monster van buitenaf (bijvoorbeeld via monsterneming op een buitenkraan) dient te worden voorkomen. Eventuele bijzonderheden moeten worden genoteerd.

Watermonsters moeten volgens het Waterleidingbesluit [28] worden genomen en geanalyseerd door of onder verantwoordelijkheid van een laboratorium met een kwaliteitssysteem dat is gebaseerd op NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 [77] (of gelijkwaardig) en dat daarvoor is geaccrediteerd.

### **12.6.2 Monsterlocatie(s) na werkzaamheden**

Het watermonster wordt bij voorkeur genomen aan een tapkraan in een perceelaansluiting die direct water van de te controleren leiding aanvoert, stroomafwaarts van de werklocatie. Als dit niet mogelijk is, kan een aanboring op de leiding worden gemaakt. Op deze aanboring wordt een stuk leiding met een monsterkraan geplaatst. Deze kraan moet ruim boven het maaiveld worden geplaatst. Bij voorkeur worden geen monsters genomen via een brandkraan, omdat die niet hygiënisch betrouwbaar is. Bij de aanleg of ingreep van een leiding met grote inhoud (lang, grote diameter, bijvoorbeeld een transportleiding) is het noodzakelijk om op meerdere monsters een waterkwaliteitsbeoordeling uit te voeren. Bovendien wordt geadviseerd om in dat geval grotere volumes te bemonsteren. De watermonsters moeten zo gekozen zijn, dat de resultaten van de beoordeling een representatief beeld van de te controleren leiding geven.

De keuze van een monsterlocatie is voor iedere situatie afzonderlijk 'maatwerk' en dient dan ook de nodige aandacht te krijgen. Bij werkzaamheden aan een vertakt leidingwerk dient op meerdere locaties de waterkwaliteit te worden beoordeeld. Hierbij dient in het bijzonder aandacht te worden besteed aan die locaties, waar de effecten van de spui-acties en/of de doorstroming niet optimaal zijn.

De kwaliteit van het aangevoerde drinkwater volgt in principe uit de reguliere meetprogramma's. In het geval dat dit onvoldoende informatie biedt, kan worden overwogen om het aangevoerde water voor de ingreep aan een waterkwaliteitsbeoordeling te onderwerpen (referentiemonster). Dit kan ook worden overwogen als er twijfels bestaan over de kwaliteit van het aangevoerde drinkwater, bijvoorbeeld als het drukloze leidinggedeelte niet vooraf kon worden geïsoleerd, zoals bij een leidingbreuk.

### **12.6.3 Tijdstippen van monsterneming na werkzaamheden**

Een monster dat direct na het spuien is genomen, geeft meestal een te gunstig beeld van de waterkwaliteit. De monsterneming dient dan ook 12 - 24 uur na het spuien plaats te vinden. Tijdens deze 'wachttijd' dient de leidinginhoud door middel van een waterstroom continu te worden verversd met een volumestroom die niet hoger mag zijn dan de volumestroom tijdens het normale verbruik ter plaatse. In bijzondere gevallen kan echter na één uur al een waterkwaliteitsbeoordeling worden uitgevoerd om snel een eerste indruk te krijgen. Die beoordeling moet echter worden gezien als extra meting.

Zolang een waterkwaliteitsbeoordeling niet heeft geleid tot goedkeuring, wordt het water in een zo klein mogelijk gebied gedistribueerd (geïsoleerd gebied).

## **12.7 Verschillende benaderingen voor waterkwaliteitsbeoordeling na werkzaamheden aan transport- en distributieleidingen**

Bij waterkwaliteitsbeoordeling wordt onderscheid gemaakt tussen transportleidingen en distributieleidingen.

Voor de categorie transportleidingen kunnen bij onterechte goedkeuring (een zogenaamde vals-negatieve uitslag) de consequenties aanzienlijk zijn voor een groot aantal consumenten. Wanneer vervolgens in het leidingnet afwijkingen worden geconstateerd die zijn te herleiden tot de betreffende transportleiding, zijn op uitgebreide schaal acties als spuien, chloren, verstrekken van kookadviezen en dergelijke noodzakelijk. Om de kans op dit soort incidenten zo klein mogelijk te houden, is er voor gekozen om voor de categorie transportleidingen standaard te kiezen voor herhaalde



waterkwaliteitsbeoordeling: een eerste monsterserie 12 – 24 uur na afloop van de werkzaamheden en een tweede monsterserie een dag daarna. Uit beide beoordelingen moet goedkeuring volgen voordat een leiding in gebruik wordt genomen.

Voor de categorie distributieleidingen is vanzelfsprekend ook een goede waterkwaliteitsbeoordeling vereist, maar is door de kleinere inhoud en daardoor snellere verversing en makkelijker afspuikbaarheid minder kans op een vals-negatieve uitslag. Daarom kan bij deze leidingen worden volstaan met één waterkwaliteitsbeoordeling en wel 12 – 24 uur na de spui-acties. Optioneel kan een bedrijf er voor kiezen om de beoordeling een dag erna te herhalen.

## 12.8 Bepalingen van samenstelling van monsters

### 12.8.1 Microbiologische parameters

#### *Indicatorbacteriën*

Routinematige beoordeling van het drinkwater op alle mogelijke ziekteverwekkende micro-organismen is ondoenlijk en wordt dan ook niet toegepast voor het doel van de bewaking van de waterkwaliteit. In plaats daarvan wordt het water onderzocht op zogenaamde indicatorbacteriën, waardoor de waterkwaliteitsbeoordeling sneller en betrekkelijk eenvoudig kan worden uitgevoerd. Wanneer deze bacteriën worden aangetroffen, is er een reële kans dat ook ziekteverwekkende micro-organismen van fecale herkomst in het drinkwater aanwezig zijn en dienen (correctieve) maatregelen te worden getroffen als spuien, eventueel gevolgd door chloren en het verstrekken van kookadviezen.

#### *Betekenis van de verschillende (indicator)bacteriën<sup>22</sup>*

##### *Bacteriën van de coligroep (coli37)*

De normwaarde volgens het Waterleidingbesluit [28] is 0/100 ml zowel 'af pompstation' als in het leidingnet. Het aantreffen van coli37 in monsters drinkwater kan wijzen op een fecale verontreiniging, maar kan (vooral wanneer *E. coli* en enterococci afwezig zijn) ook worden veroorzaakt door een niet-fecale verontreiniging (plantenresten, grond) of nagroei. Hoewel in die gevallen er nog geen sprake is van mogelijke gezondheidsrisico's voor de consument, voldoet het water toch niet aan de waarden volgens het Waterleidingbesluit en zullen om die reden correctieve maatregelen moeten worden genomen.

##### *Escherichia coli (E. coli)*

De normwaarde volgens het Waterleidingbesluit [28] is 0/100 ml zowel 'af pompstation' als in het leidingnet. *E. coli* is specifiek van fecale herkomst, waardoor bij aantreffen in drinkwater direct acties nodig zijn.

##### *Enterococci*

De normwaarde volgens het Waterleidingbesluit [28] is 0/100 ml zowel 'af pompstation' als in het leidingnet. Enterococci zijn evenals *E. coli* specifiek van fecale herkomst, waardoor bij aantreffen in drinkwater direct acties nodig zijn.

In feces en huishoudelijk afvalwater liggen de aantallen enterococci tot een factor 4 lager dan de aantallen *E. coli* [3]. Door de grotere resistentie van enterococci is de snelheid van afsterving in het milieu (bijvoorbeeld fecaal verontreinigd drinkwater) aanmerkelijk lager dan van *E. coli*. Daardoor kunnen in dit verontreinigd drinkwater de aantallen fecale enterococci hoger liggen dan die van *E. coli*.

##### *Clostridium perfringens*

De normwaarde volgens het Waterleidingbesluit [28] is 0/100 ml zowel af pompstation als in het leidingnet. Aanwezigheid van *Clostridium perfringens* kan wijzen op een fecale verontreiniging, ook van

---

<sup>22</sup> De parameters 'coli37', 'koloniegetal 22 °C' en '*Clostridium perfringens*' zijn opgenomen in tabel IIIa 'Indicatoren - Bedrijfstechnische parameters' van het Waterleidingbesluit [28] en van het ontwerp-Drinkwaterbesluit [62], en hun aanwezigheid duidt niet op verontreiniging van uitsluitend fecale oorsprong.

niet-recente datum. Onderzoek in het leidingnet naar deze parameter wordt uitgevoerd bij herhaalde waterkwaliteitsbeoordeling, na aantreffen van coli37 en/of *E. coli* of enterococci. Na desinfectie van de leiding of na het optreden van een hoge pH als gevolg van nieuw gecementeerde leidingen kan onderzoek naar *Clostridium perfringens* worden overwogen. Gezien de resistentie van deze sporen voor desinfectiemiddelen zoals chloor en een hoge pH, zou aantreffen na voorafgaande verontreiniging van het leidingnet en uitgevoerde acties als spuien en chloren kunnen wijzen op onvoldoende resultaat van deze acties. In theorie zouden dan ook andere resistente micro-organismen zoals protozoën kunnen zijn achtergebleven. Aanvullende maatregelen zoals gebruikelijk bij een fecale verontreiniging zijn dan gewenst.

#### *Koloniegetal 22 °C*

Op koloniegetal 22 °C wordt voornamelijk onderzocht om inzicht te krijgen in de algemene microbiologische kwaliteit van het water in de betreffende leiding die wordt beïnvloed door een niet-fecale verontreiniging van buitenaf en nagroei in de leiding. Door tijds extreme verhogingen te signaleren en maatregelen te nemen, kan het drinkwaterbedrijf voorkomen dat water met een extreem hoog koloniegetal wordt verspreid naar andere delen van het leidingnet. Dit zou anders kunnen leiden tot overschrijding van de normwaarde volgens het Waterleidingbesluit [28] (100/ml voor het geometrisch jaargemiddelde).

#### *Snelle microbiologische methoden*

De uitslagen van reguliere analyses van *E. coli* en enterococci nemen één à twee dagen in beslag. Er zijn snelle analysemethoden voor deze organismen ontwikkeld, die binnen enkele uren uitslag geven. Deze methoden kunnen in specifieke gevallen, zoals bij een verontreinigingincident, worden ingezet. De methoden zijn recent ontwikkeld en de resultaten kunnen afwijken van de gebruikelijke kweekmethoden. Daarom moet het drinkwaterbedrijf met de VROM-Inspectie afstemmen op welke wijze de resultaten worden geïnterpreteerd bij de beoordeling van de veiligheid van het drinkwater.

### **12.8.2 Chemische parameters**

Hoewel meestal uitsluitend op microbiologische parameters wordt beoordeeld, kan het in een aantal gevallen zinvol zijn ook andere parameters daarbij te betrekken. Het gaat hierbij om:

- Visuele controle: het monster in de fles behoort op het oog helder te zijn, zonder zichtbare troebeling door zand, grond, eventueel gebruikt glijmiddel en dergelijke;
- Geur;
- Desinfectiemiddel: residuen van eventueel gebruikt desinfectiemiddel;
- Zuurgraad (pH): behoeft uitsluitend te worden gemeten wanneer nieuwe inwendig gecementeerde of betonnen leidingen worden onderzocht. De pH behoort niet af te wijken van gebruikelijke waarden in het leidingnet en dient volgens het Waterleidingbesluit [28] te liggen tussen 7 en 9,5.

## **12.9 Grenswaarden voor waterkwaliteit na werkzaamheden**

### **12.9.1 Parameters voor fecale verontreiniging**

Voor de parameters bij fecale verontreiniging, *E. coli* en enterococci is de normwaarde in het Waterleidingbesluit [28] strikt: 0 in 100 ml. Deze grenswaarde zal ook bij nieuwe leidingen en na ingrepen moeten worden aangehouden. Het aantreffen van *Clostridium perfringens* duidt op een verontreiniging van waarschijnlijk fecale oorsprong. De parameter is daarom in het Waterleidingbesluit opgenomen in de lijst met bedrijfsparameters. De normwaarde is afwezigheid in 100 ml.

De parameter coli37 wordt niet gezien als indicatief voor fecale verontreiniging, maar de normwaarde volgens het Waterleidingbesluit is even strikt: afwezigheid in 100 ml. Overschrijding van deze grenswaarde zal dan ook moeten leiden tot nader onderzoek.

### **12.9.2 Parameters voor overige microbiologische afwijkingen van de kwaliteit**

Voor de parameter koloniegetal 22 °C wordt geadviseerd deze op te nemen in het meetprogramma waarmee waterkwaliteitsbeoordeling wordt uitgevoerd na aanleg en ingrepen. Voor het koloniegetal 22 °C wordt een waarde van 1.000/ml voorgesteld als 'actiegrens', waarboven van een significante verhoging wordt gesproken. Bij het overschrijden van deze actiegrens kan wel worden besloten om een

leiding in gebruik te nemen met als doel om zo snel mogelijk de gewenste waterkwaliteit te bereiken. Wel wordt aanbevolen om gerichte maatregelen zoals afspuien van de leiding te nemen, om de situatie zo snel mogelijk te normaliseren. Daarnaast wordt geadviseerd om door herhaalde waterkwaliteitsbeoordeling de situatie te volgen.

Aandachtspunt is dat sommige categorieën afnemers (bijvoorbeeld producenten van voedingsmiddelen, vleesverwerkende bedrijven) gebonden kunnen zijn aan een scherpere grenswaarde voor het koloniegetal (veelal 100/ml voor koloniegetal 22 °C). Wanneer is te voorzien dat die bedrijven drinkwater geleverd kunnen krijgen dat niet aan die grenswaarde voldoet, is het aan te bevelen dat het drinkwaterbedrijf in overleg treedt met deze afnemers, zodat die hun bedrijfsvoering tijdelijk kunnen aanpassen of aanvullende maatregelen kunnen treffen.

### 12.10 Samenvatting

Hieronder zijn de gegevens voor monsterneming, analyse en beoordeling schematisch samengevat [26].

Tabel 3 Gegevens voor monsterneming, analyse en beoordeling

| Transportleidingen (dubbele monsterneming)   | Grenswaarde   |
|--|---|
| <i>1<sup>e</sup> monsterneming</i> (12 tot 24 uur na afspuien)   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• coli37</li> <li>• <i>E. coli</i><sup>1</sup></li> <li>• enterococcen</li> <li>• koloniegetal 22 °C<sup>3</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0/100 ml</li> <li>• 0/100 ml</li> <li>• 0/100 ml</li> <li>• &lt; 1.000/ml</li> </ul> |
| <i>2<sup>e</sup> monsterneming</i> (circa 24 uur na eerste monster)  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• coli37</li> <li>• <i>E. coli</i><sup>1</sup></li> <li>• enterococcen</li> <li>• koloniegetal 22 °C<sup>3</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0/100 ml</li> <li>• 0/100 ml</li> <li>• 0/100 ml</li> <li>• &lt; 1.000/ml</li> </ul> |
| <b>Distributieleidingen</b>  |   |
| <i>enkelvoudige monsterneming</i> (12 tot 24 uur na afspuien)  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• coli37</li> <li>• <i>E. coli</i><sup>1</sup></li> <li>• enterococcen</li> <li>• koloniegetal 22 °C<sup>3</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0/100 ml</li> <li>• 0/100 ml</li> <li>• 0/100 ml</li> <li>• &lt; 1.000/ml</li> </ul> |
| <i>optioneel: 2<sup>e</sup> monsterneming</i> (circa 24 uur na eerste monster)   |   |
| <b>Aansluitleidingen</b>   |   |
| <i>geen waterkwaliteitsbeoordeling</i> <sup>2</sup>  |   |

<sup>1</sup>: *E. coli* via analyse van coli37 (bij eventueel typische kolonies op coli37 wordt tevens een waterkwaliteitsbeoordeling op *E. coli* uitgevoerd ter bevestiging).

<sup>2</sup>: Aansluitleidingen met diameter vanaf 63 mm worden behandeld als distributieleidingen.

<sup>3</sup>: Overschrijding van deze parameter is geen reden tot afkeuring.

# 13 Correctie van verontreinigingen en acties

## 13.1 Introductie

Ondanks alle preventieve maatregelen blijft het mogelijk dat zich toch een verontreiniging van het drinkwater voordoet. Na detectie van een verontreiniging moeten snel en effectief maatregelen worden getroffen om de schade voor volksgezondheid en bedrijfsimago, alsmede de overlast voor derden en kosten voor het drinkwaterbedrijf te beperken. Hierbij kunnen de volgende hoofdprocessen worden onderscheiden:

- Vaststellen van de aard, omvang en duur van een verontreiniging (§ 13.3);
- Bescherming van de volksgezondheid (§ 13.4);
- Communicatie (§ 13.5);
- Herstel van de drinkwaterveiligheid (§ 13.6 tot en met § 13.9).

Alle processen zijn ondergeschikt aan de bescherming van de volksgezondheid.

## 13.2 Draaiboek en calamiteitenteam

De ernst van een verontreiniging van drinkwater kan variëren van een klein incident tot een regelrechte ramp. Een drinkwaterbedrijf dient een draaiboek (procedure in het kwaliteitssysteem) te hebben waarin de eisen, wensen en mogelijkheden voor corrigerende maatregelen zijn vastgelegd. Een dergelijk draaiboek is onmisbaar voor de snelheid en kwaliteit van de reacties. Een stroomschema waarin de afhankelijkheid (in tijd en plaats) van de verschillende acties duidelijk wordt, kan hierbij een belangrijk hulpmiddel zijn. In dit draaiboek dienen duidelijke criteria (eventueel met Grip 1, 2, 3 en cetera) te zijn gegeven voor het moment waarop en door wie een calamiteitenteam moet worden opgeroepen en wat de samenstelling van dit team moet zijn.

### *Vastleggen van het verontreinigingincident*

Het is van belang om gedurende het verontreinigingincident de verschillende onderdelen van (de organisatie van) de reactie op de verontreiniging te registreren in een logboek:

- Omvang van de verontreiniging (welk deel voorzieningsgebied, aantal aansluitingen en inwoners);
- Programma en resultaten van waterkwaliteitsbeoordeling (zowel plan als werkelijke uitvoering);
- Aard en moment van maatregelen (zowel plan als werkelijke uitvoering);
- Communicatie (met name bereikbaarheid en afspraken).

Goede registraties van eerdere incidenten kunnen een belangrijke bron zijn voor:

- Evaluatie van de kwaliteit van de drinkwaterlevering (preventie);
- Evaluatie van de effectiviteit van de detectie van incidenten;
- Evaluatie van de effectiviteit van bescherming van de volksgezondheid en herstel van de drinkwaterveiligheid tijdens incidenten.

De ervaring leert dat er vooral onvoldoende aandacht is voor de registratie van kleinere incidenten (herhalingsmonsters met indicatorbacteriën) [35].

### *Rapportage aan de VROM-Inspectie*

Op grond van het Waterleidingbesluit [28] zijn de drinkwaterbedrijven verplicht om drinkwater te leveren aan hun afnemers, dat voldoet aan de wettelijke eisen. Overschrijdingen moeten worden gemeld aan de VROM-Inspectie. Drinkwater dat na productie voldoet aan die eisen kan echter tijdens het verblijf in het transport- en distributienet alsnog microbiologisch en/of chemisch verontreinigd raken, bijvoorbeeld als gevolg van werkzaamheden aan leidingen. Hygiënisch werken bij ingrepen in het leidingnet is dan ook essentieel om de microbiologische en chemische veiligheid van het drinkwater te garanderen.

De drinkwaterbedrijven hanteren protocollen waarin is beschreven op welke wijze werkzaamheden in het voorzieningsgebied op hygiënische wijze moeten worden uitgevoerd. In het geval er toch een

verontreiniging is ontstaan in een deel van het leidingnet waarop verbruik plaatsvindt (dat wil zeggen een parameter wordt in grotere mate aangetoond dan wettelijk is toegestaan), dan dient dit conform de 'Inspectierichtlijn voor de melding van normoverschrijdingen Drinkwaterkwaliteit' [80] te worden gemeld aan de VROM-Inspectie.

### **13.3 Vaststellen van de aard, omvang en duur van de verontreiniging**

Het is zaak om zo snel mogelijk inzicht te krijgen in de ernst van de verontreiniging, omdat de aard en omvang van de corrigerende maatregelen hiervan afhankelijk is. Hierbij kan worden gedacht aan:

- Resultaten van de waterkwaliteitsbeoordeling;
- Klachten en andere meldingen van afnemers en derden;
- Registraties van recente werkzaamheden;
- Registraties van recente aanpassingen in infrastructuur en bedrijfsvoering.

Het belang van goede registratie van informatie over infrastructuur en bedrijfsvoering wordt juist na verontreiniging incidenten duidelijk.

Bij de evaluatie van de ernst van de verontreiniging moet onderscheid worden gemaakt tussen fecale en niet-fecale verontreinigingen en tussen de duur van verontreinigingen. Tevens speelt de intensiteit van de verontreiniging een belangrijke rol.

#### **13.3.1 Verschillende typen verontreinigingen van drinkwater**

Er wordt gesproken van een fecale verontreiniging van drinkwater indien de volgende indicatorbacteriën in een van de monsters worden aangetroffen (zie ook hoofdstuk 12):

- *Escherichia coli* (*E. coli*);
- Enterococcen;
- *Clostridium perfringens* (*C. perfringens*, waarschijnlijk fecale oorsprong).

In deze gevallen moet worden aangenomen dat het drinkwater fecaal is verontreinigd en dat er pathogene (micro-)organismen in het drinkwater aanwezig kunnen zijn. In deze gevallen is er mogelijk sprake van een bedreiging van de volksgezondheid. Het aantreffen van deze indicatoren dient direct te worden gemeld aan de VROM-Inspectie. In het geval dat er uitsluitend bacteriën van de coligroep (afkorting coli37) worden aangetroffen, zijn er geen aanwijzingen dat de verontreiniging een bedreiging voor de volksgezondheid vormt. Het aantreffen van coli37 is echter wel een indicatie voor een afwijkende waterkwaliteit.

In bijlage III zijn de eigenschappen en betekenis van verschillende indicatorbacteriën beschreven.

### **13.4 Bescherming van de volksgezondheid**

Als uit de evaluatie van de beschikbare informatie blijkt dat de verontreiniging van fecale aard is en daarom mogelijk een bedreiging voor de volksgezondheid vormt, dan is het van belang dat de afnemers zo snel mogelijk een kookadvies krijgen. Naast eventueel spuien van het leidinggedeelte waarin een verontreiniging is geconstateerd, kan tevens de dosering van een desinfectiemiddel worden overwogen (door dosering aan het uitgaande water van productiebedrijven dan wel door dosering in de voorzieningsgebieden, zie § 3.7.4).

Wanneer uitsluitend coli37 wordt aangetroffen (*E. coli* en/of enterococcen zijn dus niet aangetroffen) wijst dit niet op een fecale verontreiniging. Weliswaar voldoet het water niet aan de eisen van het Waterleidingbesluit [28] (en zijn dus correctieve maatregelen zoals spuien nodig), maar een kookadvies is niet nodig.

### **13.5 Communicatie**

Bij een verhoogde kans op en na detectie van microbiologische verontreinigingen van het drinkwater moeten meestal maatregelen worden genomen die merkbaar zijn voor de afnemer. Voor de communicatie naar afnemers, maar ook binnen het drinkwaterbedrijf is het van groot belang om te weten welke gevolgen de verschillende maatregelen hebben voor de consument. In dat verband wordt erop gewezen dat ieder bedrijf over een eigen communicatieplan beschikt. In het Waterleidingbesluit

[28] wordt ieder drinkwaterbedrijf verplicht de afnemer(s) te informeren bij afwijkende waterkwaliteit. Naast de externe communicatie moet niet worden vergeten om ook de eigen medewerkers te informeren over de situatie.

### **13.6 Identificatie van de verontreinigingsbron**

Dezelfde informatie die wordt gebruikt voor het vaststellen van de ernst van de verontreiniging (zie § 13.3), kan worden gebruikt voor het achterhalen van de bron van de verontreiniging. Om zo snel en zeker mogelijk de bron van de verontreiniging te achterhalen, is het van belang om zo spoedig mogelijk op ten minste dezelfde locatie herhalingsmonsters te nemen. Snelle microbiologische methoden kunnen worden ingezet om zo snel mogelijk de aard van de verontreiniging (fecaal of niet-fecaal) vast te stellen (zie hoofdstuk 12). Er kan worden overwogen om monsters met grotere volumes te verzamelen om de kans op detectie van de verontreiniging te vergroten. Tevens is het aan te bevelen om zo spoedig mogelijk op meerdere locaties herhalingsmonsters te nemen.

#### **13.6.1 Voorzieningsgebieden**

Als in een perceel indicatorbacteriën worden aangetroffen, is het aan te bevelen om zo spoedig mogelijk ook in een belendend perceel een monster te nemen. In het geval ook in dit monster indicatorbacteriën blijken te zitten, is het aan te bevelen om op strategische punten stroomopwaarts monsters te nemen: begin distributieleiding (weerszijden indien stroming van twee richtingen), overgang transportleiding en distributieleidingen, drinkwaterreservoirs, uitgaand water productiebedrijf. Het verdient aanbeveling om in ieder geval zo snel mogelijk het uitgaande water van het productiebedrijf te onderzoeken indien dit al niet dagelijks gebeurt (zoals in grondwaterverwerkende productiebedrijven).

#### **13.6.2 Bewaren van analysemateriaal en duplo-monsters**

Bij reguliere analyses worden monsters en analysematerialen (kweekplaten, geïsoleerd DNA) weggegooid na de bepaling. Er wordt aanbevolen om bij een verontreinigingincident zo veel mogelijk analysemateriaal te bewaren om nadere analyse mogelijk te maken. Bij incidenten blijkt dit materiaal zeer waardevol om snel de omvang en bron van een verontreiniging te kunnen vaststellen. Het kan zinvol zijn een duplo-monster te bewaren, zodat achteraf aanvullende (moleculair-) microbiologische en chemische analyses kunnen worden uitgevoerd, die het onderzoek bij een verontreiniging kunnen bespoedigen.

### **13.7 Isoleren van de verontreinigingsbron(nen)**

Zodra de verontreinigingsbron bekend is, is het wenselijk om deze zo snel mogelijk af te sluiten. Als bekend is dat de verontreiniging opgetreden is in het productiebedrijf, kan worden overwogen om het gehele productiebedrijf af te sluiten van de drinkwatervoorziening. Met name om de sanitaire hygiëne bij afnemers in stand te houden, is levering van verontreinigd water echter vrijwel altijd beter dan het volledig stoppen van de waterlevering (noodwater, zie hoofdstuk 11), zie § 13.4.

In het geval het een verontreinigingsbron in het leidingnet betreft, is het wenselijk om zo snel mogelijk de verontreinigde en de mogelijk verontreinigde gebieden van elkaar en van de rest van het voorzieningsgebied te scheiden. Daarna kunnen de betreffende delen van het leidingnet systematisch worden onderzocht. Niet verontreinigde delen kunnen weer worden vrijgegeven.

### **13.8 Schoonmaken van de verontreinigde infrastructuur**

De verontreinigde infrastructuur wordt vanuit een bewezen schoonwaterfront schoongemaakt en zo nodig wordt de verontreinigde infrastructuur gedesinfecteerd. De hiertoe geschikte methoden zijn beschreven in § 3.6.

### **13.9 Overgaan op de normale bedrijfsvoering**

Als uit de waterkwaliteitsbeoordeling blijkt dat de infrastructuur niet meer verontreinigd is, kan in overleg met de VROM-Inspectie worden overgegaan op de normale bedrijfsvoering.

### **13.10 Evaluatie en optimalisatie**

Uit de evaluatie van het verontreinigingincident kunnen conclusies worden getrokken die leiden tot aanbevelingen voor optimalisatie van infrastructuur en/of bedrijfsvoering, inclusief waterkwaliteitsbeoordeling en het draaiboek voor verontreinigingincidenten.

Afkeuringen van microbiologische waterkwaliteitsbeoordelingen moeten naast de reguliere evaluatie uitgebreider worden geëvalueerd. Afkeuringen kunnen worden beschouwd als een waarschuwing. Ook de andere hierboven genoemde criteria die periodiek worden beoordeeld, dienen steeds te worden geëvalueerd. Het doel moet zijn om het proces continu te optimaliseren en ook om de 'scherpte' in dat proces op een zo hoog mogelijk kwaliteitsniveau te borgen.

Naast de reguliere evaluatie is aan te bevelen onaangekondigde (externe) werkplek audits, vooral gericht op hygiënisch werken, onderdeel moeten uitmaken van de reguliere bedrijfsvoering. De wijze waarop alsmede de frequentie waarmee audits worden uitgevoerd, dient te zijn vastgelegd.

Naast het melden van normoverschrijdingen zouden de drinkwaterbedrijven standaard criteria moeten opstellen en hanteren voor elk uitgevoerd werk op basis waarvan diverse onderdelen (kwaliteit (hygiëne, veiligheid, gezondheid, milieu et cetera), financiën, afspraken, nazorg) kunnen worden beoordeeld. Aanbevolen wordt deze criteria vast te leggen in een bedrijfstakbrede richtlijn, zodat onderlinge vergelijking tussen bedrijven mogelijk wordt.

# 14 Literatuur

1. NEN 7171-1:2009: 'Ordering van ondergrondse netten – Deel 1: Criteria', Nederlands Normalisatie-instituut, januari 2009, Delft
2. NPR 7171-2:2009: 'Ordering van ondergrondse netten – Deel 2: procesbeschrijving', Nederlands Normalisatie-instituut, januari 2009, Delft
3. Geldreich, E.E., *et al.* (1969): 'Concepts of Fecal Streptococci in Stream Pollution', Journal WPCF 41, no. 8, part 2, p. R336-R352
4. Werkgroep Voorkomen van besmettingen van de Commissie Biologie (1987): 'Hygiënische maatregelen bij werkzaamheden aan het distributienet', Kiwa-Mededeling 91, Kiwa Speurwerk, Nieuwegein, 78 p. (inclusief een boekje met hoofdpunten, 23 p.)
5. Bedrijfschap Horeca (1992): 'Hygiëncode voor de horeca. Handleiding voor hygiënisch werken in keukens en andere bedrijfsruimtes in de horeca', Bedrijfschap Horeca, Zoetermeer 38 p.  
Dit document is inmiddels opgevolgd door:  
Bedrijfschap Horeca en Catering (2008): 'Hygiëncode voor de horeca', Zoetermeer
6. Nobel, P.J., Welscher, R.A.G. te, Hoogenboezem, W., Medema, G.J. en Schellart, J.A. (1995): 'Bacteriën van de coligroep in drinkwater; Achtergrondinformatie en leidraad voor nader onderzoek' (red.: J.H.M. van Lieverloo en D. van der Kooij), Kiwa-rapport SWE 95.020, Kiwa Onderzoek en Advies, Nieuwegein, 33 p.
7. Kooij, D. van der (1996): 'De microbiologische kwaliteit van het drinkwater in Nederland: goed, beter, best?', H<sub>2</sub>O, nummer 8, pagina's 219-226
8. Bakker, D.J.M. (1997): 'HACCP, een managementsysteem voor hygiëne', H<sub>2</sub>O, nummer 13, pagina's 404-409
9. Rosenthal, L.P.M. (1997). 'Leidingnetbeheer', Kiwa-rapport SWE 97.010, Kiwa Onderzoek en Advies, Nieuwegein, 78 p.
10. Lieverloo, J.H.M. van, Veenendaal, G., en Kooij, D. van der (1997). 'Dierlijke organismen in systemen voor distributie van drinkwater; Resultaten van een inventarisatie', Kiwa-rapport SWE 96.013, Kiwa Onderzoek en Advies, Nieuwegein, 174 p.
11. Versteegh, J.F.M., Evers, E.G., en Havelaar, A.H., (1997): 'Gezondheidsrisico's en normstelling voor huishoudwater.' RIVM-rapport 289202019, RIVM, Bilthoven
12. Dijk-Looijaard, A.M. van, en Mons, M.N. (1998): 'Kwaliteitscontrole van huishoudwater: meetprogramma's en kosten', Kiwa-rapport SWI 98.186, Kiwa, Nieuwegein
13. NEN-EN 1508:1998: 'Drinkwatervoorziening – Eisen voor systemen en onderdelen voor de opslag van water', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 november 1998, Delft
14. 'Richtlijn 98/83/EG van de raad van 3 november 1998 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water', Publicatieblad EG, L330, p. 32-54
15. Boomen, M. van den, en Vreeburg, J.H.G. (1999) 'Ontwerprichtlijnen voor een vertakt leidingnet', Kiwa-rapport SWE 99.011, Kiwa, Nieuwegein
16. Medema, G.J., Brouwer, A., en Graaf, M. de (1999): 'Microbiologische veiligheid van huishoudwater; voor toepassing van toilet, wassen kleding en buitenkraan', Kiwa-rapport SWE 99.010, Kiwa, Nieuwegein
17. NEN-EN-ISO 7899-2:2000: 'Water – Detectie en telling van enterococci – Deel 2: Membraanfiltratiemethode', Nederlands Normalisatie-instituut, juni 2000, Delft
18. LeChevallier, M.W. (1999) 'The case for maintaining a disinfectant residual', AWWA 91, nummer 1, p. 86-94
19. Nobel, P.J., Lieverloo, J.H.M. van, en Kooij, D. van der (1999): 'Besmetting van drinkwater in het distributiesysteem: risico's en preventie'. verslag Kiwa-workshop 15 oktober 1999, Kiwa-rapport SWE 96.015, Kiwa Onderzoek en Advies, Nieuwegein, 9 p.
20. Kooij, D. van der, Lieverloo, J.H.M. van, Schellart, J., en Hiemstra, P. (1999): 'Maintaining quality without a disinfectant residual', JAWWA nummer 91, 1:55-64
21. Karim, M.R. and LeChevallier, M.W. (2000): 'The potential for pathogen intrusion into distribution systems', American Water Works Service Company, Voorhees, N.J., USA. 38 p.



22. NEN-EN 1717:2000: 'Bescherming tegen verontreiniging van drinkwater in waterinstallaties en algemene eisen voor inrichtingen ter voorkoming van verontreiniging door terugstroming', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 december 2000, Delft
23. Mestrum, N., en Sluys Veer, L. van der (2010): 'Handreiking voor Drinkwaterbedrijven bij incidenten, rampen en terreurdreigingen', rapportnummer 2010/98/4268, Rijswijk (2010)
24. Lieverloo, J.H.M. van, Mesman, G.A.M., Nobel, P.J., en Kroesbergen, J. (2002): 'Hygiënecode Drinkwater; Opslag, transport en distributie', rapport BTO 2001.175, Kiwa Water Research, Nieuwegein
25. Kirmeyer, G.J., et al. (2001): 'Pathogen intrusion into the distribution system', American Water Works Association Research Foundation, Denver, CA, USA, 254 p.
26. Nobel, P.J. (2001): 'Bewaking van de microbiologische kwaliteit van drinkwater in het distributienet na aanleg en ingrepen', Kiwa-rapport BTO 2001.113, Kiwa, Nieuwegein, 64 p.
27. Sdu Uitgevers, SGS Training en Consultancy (2001): 'AI-5, Veilig werken in besloten ruimten'
28. Waterleidingbesluit 9/1/2001, Koninklijke Vermande
29. Waterleidingwet 9/1/2001, Koninklijke Vermande
30. Oesterholt, F.I.H.M. (2011): 'Hygiëne tijdens het werk; Hoofdpunten uit de 'Hygiënecode Drinkwater; Opslag, transport en distributie'', rapport KWR 2010.105, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
31. Napel, G.J. ten, en anderen (2009): 'Hygiënisch werken aan het drinkwaternet', publicatienummer 9181, VROM-Inspectie, 29 april 2009, Den Haag
32. NEN 1006:2002: 'Algemene Voorschriften voor Leidingwaterinstallaties (AVWI 2002)' met inbegrip van aanvullingen en correctiebladen (NEN 1006/A2 van november 2008), Nederlands Normalisatie-instituut, 1 januari 2002, Delft
33. Sdu Uitgevers, Visser, R., TNO Arbeid (2002): 'AI-31, Gevaarlijke stoffen' (Prep.)
34. Kooij, D. van der, Lieverloo, J.H.M. van, Gale, P., and Stanfield, G.: 'Distributing drinking water with low or zero disinfectant residual', DW 03/A UKWIR-rapport
35. Lieverloo, J.H.M. van, Hijnen, W.A.M., Esveld-Amanatidou, A., en Groennou, J.Th. (2003): 'Microbiologische verontreiniging van drinkwater tijdens opslag, transport en distributie; Evaluatie en beheersing van risico's van incidentele afwijkingen en verontreinigingen', Kiwa-rapport BTO 2002.130 (c), Kiwa Water Research, Nieuwegein
36. VEWIN: 'Richtlijn voor de realisatie van betonnen drinkwaterreservoirs', 2<sup>e</sup> editie, 11 mei 2000
37. Kiwa in opdracht van VEWIN: 'Richtlijn voor het technisch beheer van betonnen drinkwaterconstructies', 1 december 2005
38. Meerkerk, M.A.: 'Toxicologische, organoleptische en hygiënische aspecten van cementgebonden producten in contact met leidingwater', Kiwa-rapport OAS 04-017, Kiwa Certificatie en Keuringen, 4 oktober 2004, Rijswijk
39. Meerkerk, M.A.: 'Toelatingsbeleid, beoordelingssysteem en ATA-productcertificatie van cementgebonden producten in contact met leidingwater', Kiwa-rapport OAS 05-014 rev 1, Kiwa Certificatie en Keuringen, 29 november 2005, Rijswijk
40. Ministerie van VROM (2011): 'Regeling materialen en chemicaliën' (in voorbereiding)
41. 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
42. BRL-K618/05: 'Beoordelingsrichtlijn voor het Kiwa productcertificaat voor koudwatermeters', Kiwa Certificatie en Keuringen, 19 maart 2004, Rijswijk
43. Nobel, P.J., en Esveld-Amanatidou, A. (2004): 'Effectiviteit van corrigerende maatregelen bij verontreinigingen in het leidingnet', Kiwa-rapport BTO 2003.055, Kiwa, Nieuwegein
44. Stichting CKB (2009): 'Certificatieregeling Kabelinfrastructuur en Buizenlegbedrijven', Zoetermeer
45. Kiwa Water Research en Bouwend Nederland: 'Kwaliteit voor altijd; Kwaliteitszorg en verantwoordelijkheid bij uitbestede werkzaamheden in de watersector', mei 2007, Zoetermeer
46. NEN-EN-ISO 19458:2007: 'Water - Monsterneming voor microbiologisch onderzoek', Nederlands Normalisatie-instituut, januari 2007, Delft
47. Lieverloo, J.H.M. van, Kooij, D. van der, en Hoogenboezem, W. (2002): 'Invertebrates and Protozoa (Free-living) in Drinking Water Distribution Systems' in: Bitton, G. (ed.): 'Encyclopedia of Environmental Microbiology', John Wiley & Sons, New York, pp. 1718-1733

48. Schaap, P.G., Mesman, G.A.M., en Vreeburg, J.H.G. (1999): 'Schoonmaken leidingnetten; Handleiding voor opzetten, uitvoeren en controleren van schoonmaakprogramma's', rapport SWE 99.009, Kiwa Onderzoek en Advies, Nieuwegein
49. Anoniem (2001): 'Codex Alimentarius, Volume 1B, General requirements (food hygiene)', 2nd edition, FAO and WHO, Roma, Italia, 248 p.
50. Medema, G.J. (2010): 'Watercyclus en waterziektes', intreerede 28 mei 2010, TU Delft, 34 p.
51. Anoniem (2004): 'Guidelines for Drinking-water quality', 3<sup>rd</sup> edition, Volume 1 Recommendations, World Health Organization, Geneve, Zwitserland, 515 p.  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3/en](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3/en) (status 24 april 2009)
52. Van Lieverloo, J.H.M., Kroesbergen, J., Bakker, G.L. en Hoogenboezem, W. (2003): 'Systematische beheersing van microbiologische risico's', H2O 36 (19), 30-33.
53. Bartram, J., Corrales, L., Davison, A., Deere, D., Drury, D., Gordon, B., Howard, G., Rinehold, A. and Stevens, M. (2009): 'Water Safety Plan: step-by-stel risk management for drinking-water suppliers', World Health Organization, Geneva, 101 p.
54. Anoniem (2008): 'Nieuwe bepalingen met betrekking tot de productie en distributie van drinkwater en de organisatie van de openbare drinkwatervoorziening (Drinkwaterwet) Gewijzigd voorstel van wet', 1 juli 2008, Eerste Kamer der Staten-Generaal, Vergaderjaar 2007-2008, 30 895, A, Sdu Uitgevers, 's-Gravenhage, 25 p.
55. RIVM (2010) Infectieziekten, <http://www.rivm.nl/cib/infectieziekten-A-Z/infectieziekten/> (status 11 november 2010)
56. Medema (1999): 'Cryptosporidium and Giardia: new challenges to the water industry', thesis, Universiteit Utrecht, 226 p.
57. De Roda Husman A.M., Medema G.J., Teunis P.F.M. en Schijven J.F. (2005): 'Inspectierichtlijn Analyse Microbiologische Veiligheid Drinkwater', Artikel 5318, VROM-Inspectie, Haarlem 60 p
58. Van Lieverloo, J.H.M., Blokker, E.J.M. and Medema, G.J. (2007): 'Quantitative microbial risk assessment of distributed drinking-water using faecal indicator incidence and concentrations', Journal of Water and Health 5, Supplement 1, 131-149
59. Van Lieverloo, J.H.M., Mesman, G.A.M., Baggelaar P.K., Hamed A. en Bakker G.L. (2004): 'Detectiekans van fecale verontreinigingen in drinkwaterdistributiesystemen; Oriënterende evaluatie', BTO 2004.063, Kiwa Water Research, Nieuwegein, 50 p.
60. Van Lieverloo, J.H.M., Mesman, G.A.M., Bakker, G.L., Baggelaar, P.K., Hamed, A. and Medema, G.J. (2007): 'Probability of detecting and quantifying faecal contamination of drinking water by periodically sampling for *E. coli*; a simulation model study', Water Research 41: 4299-4308.
61. Environmental Protection Agency (1999): 'Disinfection profiling and benchmarking guidance manual; Appendices', United States Office of Water, EPA 815-R-99-013
62. Ontwerp-Drinkwaterbesluit, Staatscourant 2010, nummer 141 van 8 januari 2010  
**Opmerking:** volgens de laatste gegevens zou het Drinkwaterbesluit medio 2011 zijn afgerond.
63. VROM: 'Regeling materialen en chemicaliën leidingwatervoorziening', Staatscourant nr. 241, 13 december 2002
64. NVN 1225:2004 en: 'Drinkwater – Bepaling van de biomassaproductiepotentie (BPP) van kunststof materialen, metalen en coatings in contact met (leiding)water', Nederlands Normalisatie-instituut, Delft
65. Mesman, G.A.M. (2006): 'Afpersprotocol leidingen; Achtergronden en protocol', rapport KWR 06.058, Kiwa Water Research, Nieuwegein
66. VEWIN, Werkgroep Risicoklassen (2004): 'Advies over de indeling in risicoklassen van aansluitingen op het leidingwaternet', versie 1.5, VEWIN-nummer 2004//5226, Rijswijk
67. NEN-EN 14154:  
NEN-EN 14154-1:2005+A1:2007: 'Watermeters – Deel 1: Algemene eisen'  
NEN-EN 14154-2:2005+A1:2007: 'Watermeters – Deel 2: Installatie- en gebruiksvoorschriften'  
NEN-EN 14154-3:2005+A1:2007: 'Watermeters – Deel 3: Beproevingsmethoden en uitrusting'  
Nederlands Normalisatie-instituut, januari 2007, Delft
68. Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland (1989): 'Regeling Onderhoud Watermeters (R.O.W.)', september 1989, Rijswijk
69. Vewin: 'Regeling Kwaliteitsborging Watermeters', 1 januari 2009, Rijswijk
70. VEWIN, projectgroep Benewater: 'Aanbevelingen "Goed Huisvaderschap"', 16 januari 2003

71. 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
72. CROW (2009): 'Werken in of met verontreinigde grond en verontreinigd (grond)water', publicatie 132, 4<sup>e</sup> geheel herziene druk, 1 januari 2009, Ede
73. NEN-EN 197-1: 'Cement - Deel 1: Samenstelling, specificatie en conformiteitscriteria voor gewone cementsoorten', Nederlands Normalisatie-instituut, december 2000, Delft
74. NEN-EN 206-1: 'Beton - Deel 1: Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit', Nederlands Normalisatie-instituut, november 2005, Delft
75. Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten, Staatsblad, jaargang 2008, nummer 120, 22 april 2008
76. Meerkerk, M.A., en Mesman, G.A.M. (2010): 'Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen; Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 805:2000)', KWR 2010.094, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
77. NEN-EN-ISO/IEC 17025: 'Algemene eisen voor de bekwaamheid van beproevings- en kalibratielaboratoria', Nederlands Normalisatie-instituut, juli 2005, Delft
78. Meerkerk, M.A. (2009): 'De levensduur van in watermeters geïntegreerde keerkleppen; De bevindingen van een literatuurevaluatie', KWR 09.038, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
79. Hijnen, W.A.M. and Medema, G.J. (2010): 'Elimination of Micro-organisms by Water Treatment Processes', ISBN 9781843393733, IWA Publishing, London, UK
80. Mons, M.N., Nobel, P.J. en Van Lieverloo, J.H.M. (2005): 'Inspectierichtlijn voor de melding normoverschrijdingen waterkwaliteit', Artikel 5053, VROM-Inspectie, Haarlem, 23 p.
81. Anoniem (2007): 'Besluit van 7 juni 1960, houdende technische, hygiënische, geneeskundige en administratieve uitvoeringsmaatregelen van de Waterleidingwet, laatstelijk gewijzigd 2007', Staatsblad 272 (In werking getreden op 1 januari 2008 (Staatsblad 2007, 496)
82. Andrews J.D. and Moss, T.R. (2002): 'Reliability and Risk Assessment', Professional Engineering Publishing Ltd, Bury St. Edmunds, UK, 540 p.
83. Anoniem (2010): 'Drinking water directive', webpagina over ontwikkeling van de regelgeving met betrekking tot drinkwaterkwaliteit, Europese Unie, [http://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/index_en.html) (status 11 november 2010)
84. Anoniem (2010): 'Support for the Development of a Framework for the Implementation of Water Safety Plans in the European Union', Draft 7, October 2007, World Health Organization [http://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/pdf/wsp\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/pdf/wsp_report.pdf) (status 11 november 2010)
85. NEN 3650 'Eisen voor buisleidingsystemen', Nederlands Normalisatie-instituut, juli 2003, Delft
86. NEN 3651 'Eisen voor leidingsystemen Aanvullende eisen voor leidingen in kruisingen met belangrijke waterstaatswerken', Nederlands Normalisatie-instituut, juli 2003 en augustus 2006, Delft
87. Aa, N.G.F.M. van der, Tangena, B.H. (2009): 'Antenne Drinkwater 2008; Informatie en ontwikkelingen', RIVM Briefrapport 703719037/2009, RIVM, Bilthoven
88. Ministerie van VROM (2004): 'Model-meetprogramma's voor eigenaren van collectieve watervoorzieningen en grote collectieve leidingnetten', infoblad, Den Haag
89. Meerkerk, M.A., en Vreeburg, J.H.G. (2011): 'Richtlijnen ten behoeve van reservoirs voor drinkwater; Ontwerp, realisatie, bedrijfsvoering en beheer', KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein (in voorbereiding)

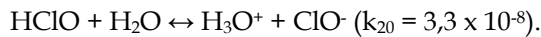
# I Het gebruik van desinfectiemiddelen

Het desinfecteren van leidingen en hulpstukken na reparatie en bij nieuwe aanleg geschiedt met chloorbleekloog (een oplossing van natriumhypochloriet), met calciumhypochloriet in de vorm van tabletten of korrels, of met waterstofperoxide.

In het onderstaande worden de chemische achtergronden en de motivatie voor de voorgestelde concentratie en wijze van neutralisatie van chloorbleekloog, calciumhypochloriet en waterstofperoxide toegelicht.

## *Chloorbleekloog*

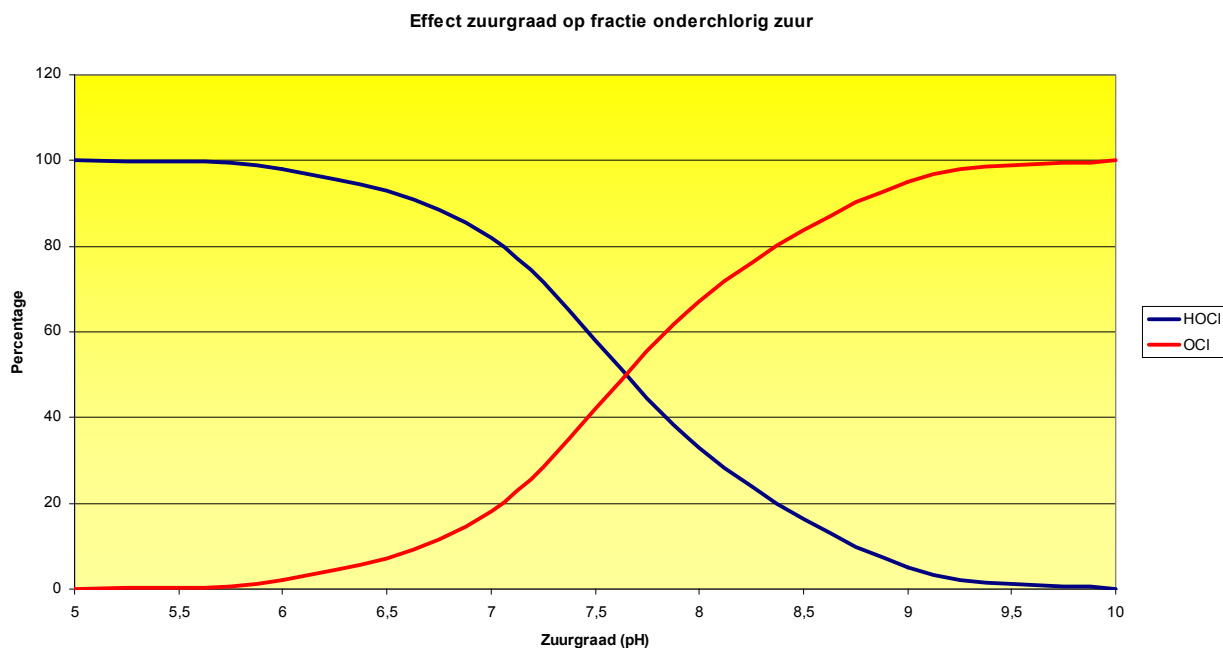
De werkzame bestanddelen van een chloorbleekloogoplossing zijn HClO (onderchlorigzuur) en ClO<sup>-</sup> (hypochloriet). In een chloorbleekloogoplossing stellen zich de volgende evenwichten in:



Onderchlorigzuur is slechts zwak gedissocieerd. Natriumhydroxyde daarentegen is volledig gedissocieerd. Als gevolg hiervan zal bij extra toevoegen van chloorbleekloog de pH stijgen. Dit wordt nog eens versterkt doordat de leverancier vaak extra OH<sup>-</sup> aan het product toevoegt om de houdbaarheid te vergroten. Onderchlorigzuur is namelijk instabiel en ontleedt onder de vorming van zuurstof en zoutzuur. Het hypochloriet-ion is veel stabiel: indien er veel hypochloriet aanwezig is zal het product langer houdbaar zijn.

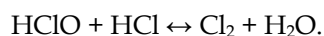
De verhouding tussen onderchlorigzuur en hypochloriet hangt af van de pH. Zoals uit Figuur I.1 blijkt neemt bij hogere pH de hoeveelheid hypochloriet toe en de hoeveelheid onderchlorigzuur af.

Indien de pH stijgt bij een toenemende dosering van chloorbleekloog zal de verhouding hypochloriet-onderchlorig zuur steeds groter worden. Omdat het desinfecterende vermogen van hypochloriet veel lager is dan dat van onderchlorigzuur, zal het desinfecterende vermogen veel minder toenemen dan verwacht wordt bij een hogere dosering.



Figuur 1.1 Dissociatie van onderchlorigzuur als functie van de pH (8)

Een mogelijkheid om de pH laag te houden, is het toevoegen van zuur: in dat geval kan echter het gevaarlijke chloorgas gevormd worden via onderstaande reactie:



Voor een aantal drinkwatertypen is de relatie tussen de toegevoegde hoeveelheid chloor en de resulterende pH bepaald. De uiteindelijke zuurgraad bij elke dosering hangt af van de begin pH en de buffercapaciteit (bicarbonaatgehalte) van het water. Bij de geadviseerde concentratie van 20 mg Cl<sub>2</sub>/l is uitgegaan van de minimaal benodigde hoeveelheid desinfectiemiddel en de noodzaak de pH-stijging als gevolg van de dosering zo klein mogelijk te houden.

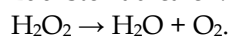
#### *Calciumhypochloriet (tabletten of granulaat)*

Het oplossen van de tabletten of korrels in water gaat via de volgende reactie:  $\text{Ca}(\text{OCl})_2 + 2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HClO}$ .

Ook bij de dosering van calciumhypochloriet treedt een stijging van de pH op. Deze stijging is bij hogere doseringen minder dan bij chloorbleekloog. De reden hiervan is dat calciumhydroxide niet volledig gedissocieerd is en de extra hoeveelheid OH<sup>-</sup> ontbreekt die aan chloorbleekloog toegevoegd wordt. Bij eenzelfde dosering zal het desinfecterende vermogen van een calciumhypochlorietoplossing groter zijn dan van een chloorbleekloogoplossing, indien geen pH-correctie wordt toegepast. Om deze reden kan bij het gebruik van calciumhypochloriet volstaan worden met een lagere dosering van 7 mg Cl<sub>2</sub>/l.

#### *Waterstofperoxide*

De desinfecterende werking van waterstofperoxide is gebaseerd op de afgifte van vrije zuurstofradicalen:



De verontreinigingen worden door de vrije zuurstofradicalen afgebroken, waarbij water als restproduct achterblijft. De vrije zuurstofradicalen hebben zowel een oxiderende als een desinfecterende werking.

### *Neutralisatie van spuiwater met desinfectiemiddel*

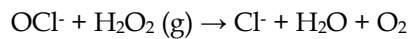
De lozing van een grote hoeveelheid desinfectiemiddel op het riool of het oppervlaktewater kan gevaar opleveren en tevens belastend zijn voor het milieu, zodat het moet worden geneutraliseerd voordat het op het riool of oppervlaktewater wordt geloosd. Er wordt geadviseerd om de concentratie desinfectiemiddel te meten in het te lozen water.

Waterstofperoxide ontleeft in water en zuurstof, en hoeft daarom niet te worden geneutraliseerd.

Waterstofperoxide kan wel zilver of andere stabilisatoren bevatten. Het is daarom verstandig afspraken te maken met de rioolbeheerder of oppervlaktewaterbeheerder over de lozing van dit water.

Chloorhoudend spuiwater moet worden geneutraliseerd voordat het wordt geloosd. Neutraliseren kan met natriumthiosulfaat of waterstofperoxide. Voor neutralisatie van chloor is 3,5 kg technisch natriumthiosulfaat nodig per kg werkzaam chloor in het spuiwater.

Bij neutralisatie van chloor met waterstofperoxide reageert waterstofperoxide met hypochloriet:



De reactie tussen waterstofperoxide en hypochloriet vindt zo snel plaats, dat geen andere organische of anorganische stof(fen) met hypochloriet kunnen reageren. Na de reactie vervalt het resterende waterstofperoxide tot water en zuurstof.



## II Voorbeelden van waarschuwingskaartjes

Op de volgende pagina's zijn voorbeelden van respectievelijk kaartjes voor het verstrekken en kaartjes voor het intrekken van een kookadvies weergegeven (indien van toepassing, zowel de voor- als achterkant).





**brabant Water**



**Let op!**  
Kookadvies drinkwater  
Please, deze kaart bij de kraan

**ovides waterbedrijf**

**Kookadvies!**  
Boiling recommendation!  
Kaynatma tavsiyesi!

النصيحة بجلي ماء الشرب




**3 MINUTEN LATEN KOKEN**

**WAARSCHUWING**  
Door een storing is uw kraanwater tijdelijk niet geschikt als drinkwater. Meer info is het water eerst minimaal drie minuten laat koken, kunt u het probleemlos drinken. Meer informatie vindt u in de Brief van Waternet en op [www.waternet.nl](http://www.waternet.nl). Of bel: 0900 93 94 (lokaal tarief). Waternet informeert u zodra de storing is verholpen.

**WARNING**  
Due to a temporary fault, you are advised not to drink the water straight from your tap. You should boil the water for at least three minutes first before consumption. For any questions and information about this technical fault please consult the letter sent by Waternet. Answers to frequently asked questions are also available at [www.waternet.nl](http://www.waternet.nl). Or call our customer service on 0900 9394 (local rate). Waternet will inform you as soon as the problem has been resolved.

**UYARI**  
Çünkü bir arıza nedeniyle geçici olarak musluk suyu yeme içme için kullanılmamalıdır. İçme için suyu en az üç dakika kaynatmalısınız, suyu daha sonra sorunsuz şekilde içebilirsiniz. Bu konuda bilgi için sorularınız için lütfen Waternet (Dünya) tarafından gönderilen mektubu veya başka kanallarda daha geniş bilgiler için [www.waternet.nl](http://www.waternet.nl) adresine veya müşteri hizmetleri hizmetlerine ulaşabilirsiniz. Sorularınıza cevaplar için lütfen Waternet'e ulaşın. Sorularınıza cevaplar için lütfen Waternet'e ulaşın. Sorularınıza cevaplar için lütfen Waternet'e ulaşın.

[www.waternet.nl](http://www.waternet.nl)

**Kookadvies**

**Let op!**  
Belangrijke informatie over uw kraanwater

**dunea**  
DUIN E.WATER

**Attention: important information about the quality of your tap water**

Dear Sir/Madam,

We regret to inform you that due to a technical fault, the water quality is temporarily not suitable for drinking. We advise you to boil the water for at least three minutes before consumption. For any questions and information about this technical fault please consult the letter sent by Waternet. Answers to frequently asked questions are also available at [www.waternet.nl](http://www.waternet.nl). Or call our customer service on 0900 9394 (local rate). Waternet will inform you as soon as the problem has been resolved.

**WAARSCHUWING**  
Door een storing is uw kraanwater tijdelijk niet geschikt als drinkwater. Meer info is het water eerst minimaal drie minuten laat koken, kunt u het probleemlos drinken. Meer informatie vindt u in de Brief van Waternet en op [www.waternet.nl](http://www.waternet.nl). Of bel: 0900 93 94 (lokaal tarief). Waternet informeert u zodra de storing is verholpen.

**WARNING**  
Due to a temporary fault, you are advised not to drink the water straight from your tap. You should boil the water for at least three minutes first before consumption. For any questions and information about this technical fault please consult the letter sent by Waternet. Answers to frequently asked questions are also available at [www.waternet.nl](http://www.waternet.nl). Or call our customer service on 0900 9394 (local rate). Waternet will inform you as soon as the problem has been resolved.

**UYARI**  
Çünkü bir arıza nedeniyle geçici olarak musluk suyu yeme içme için kullanılmamalıdır. İçme için suyu en az üç dakika kaynatmalısınız, suyu daha sonra sorunsuz şekilde içebilirsiniz. Bu konuda bilgi için sorularınız için lütfen Waternet (Dünya) tarafından gönderilen mektubu veya başka kanallarda daha geniş bilgiler için [www.waternet.nl](http://www.waternet.nl) adresine veya müşteri hizmetleri hizmetlerine ulaşabilirsiniz. Sorularınıza cevaplar için lütfen Waternet'e ulaşın. Sorularınıza cevaplar için lütfen Waternet'e ulaşın. Sorularınıza cevaplar için lütfen Waternet'e ulaşın.

[www.waternet.nl](http://www.waternet.nl)

**GEEN DRINKWATER**

**WAARSCHUWING**  
Door een storing is uw kraanwater tijdelijk niet geschikt als drinkwater. Meer info is het water eerst minimaal drie minuten laat koken, kunt u het probleemlos drinken. Meer informatie vindt u in de Brief van Waternet en op [www.waternet.nl](http://www.waternet.nl). Of bel: 0900 93 94 (lokaal tarief). Waternet informeert u zodra de storing is verholpen.

**WARNING**  
Due to a temporary fault, you are advised not to drink the water straight from your tap. You should boil the water for at least three minutes first before consumption. For any questions and information about this technical fault please consult the letter sent by Waternet. Answers to frequently asked questions are also available at [www.waternet.nl](http://www.waternet.nl). Or call our customer service on 0900 9394 (local rate). Waternet will inform you as soon as the problem has been resolved.

**UYARI**  
Çünkü bir arıza nedeniyle geçici olarak musluk suyu yeme içme için kullanılmamalıdır. İçme için suyu en az üç dakika kaynatmalısınız, suyu daha sonra sorunsuz şekilde içebilirsiniz. Bu konuda bilgi için sorularınız için lütfen Waternet (Dünya) tarafından gönderilen mektubu veya başka kanallarda daha geniş bilgiler için [www.waternet.nl](http://www.waternet.nl) adresine veya müşteri hizmetleri hizmetlerine ulaşabilirsiniz. Sorularınıza cevaplar için lütfen Waternet'e ulaşın. Sorularınıza cevaplar için lütfen Waternet'e ulaşın. Sorularınıza cevaplar için lütfen Waternet'e ulaşın.

[www.waternet.nl](http://www.waternet.nl)

**ovides waterbedrijf**

**Kookadvies!**  
Boiling recommendation!  
Kaynatma tavsiyesi!

النصيحة بجلي ماء الشرب




**Vifens**

**KlantenService**  
Klantenservice  
0900 099 099  
www.vifens.nl

**Postadres**  
Postadres  
0300 888 0000  
www.vifens.nl

**Winkeladres**  
Winkeladres  
0300 888 0000  
www.vifens.nl

**Waterbedrijf Groningen**

**Kookadvies!**




**WMD water**

**Meer informatie**  
Internet: [www.wmd.nl](http://www.wmd.nl)  
Telefoon tijdens kantooruren (0591) 854 300

Wij bieden onze verontschuldigingen aan voor dit ongemak en doen er alles aan om het probleem zo snel mogelijk op te lossen. Zodra de kwaliteit van het drinkwater weer aan alle eisen voldoet ontvangt u bericht.

Waterleidingmaatschappij Drenthe

Dear Sir/Madam,  
The drinking water is temporarily unsuitable for consumption. Your water supplier advises you to boil the water for at least two minutes before consumption.

You only need to boil the water if it is intended for:

- drinking
- preparing baby (bottle) food
- preparing ice and cordials

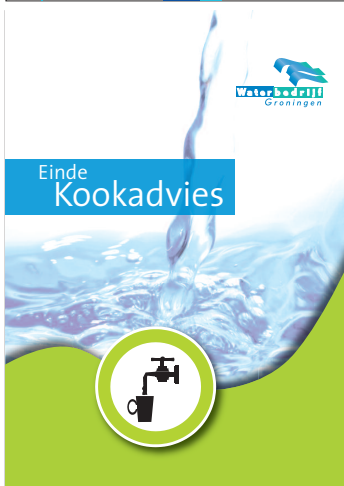
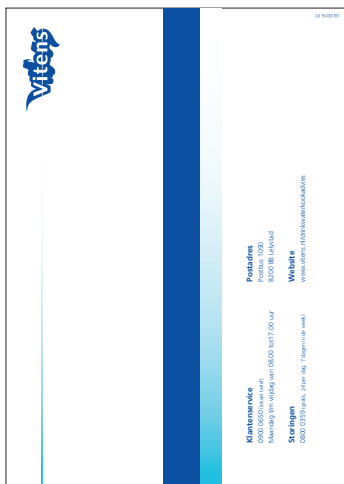
**wml Limburgs drinkwater**

**Aan de bewoners van dit pand**  
To the residents of these premises



Het drinkwater is tijdelijk niet geschikt voor consumptie  
The drinking water is temporarily unsuitable for consumption





Voor meer informatie kunt u een maandag tot en met vrijdag tussen 08.00 en 17.00 uur contact opnemen met ons klantenservice team.

Tel: 093 483 92 00

Met ingang van

Het drinkwater heeft weer een goede kwaliteit. U kunt het water weer gewoon drinken.

Heeft u nog vragen dan kunt u contact opnemen met ons klantenservice team.

Onze excuses voor de overlast.

**brabant Water**  
Nutrium 1000 • 2020 BC • Heterogebied

**Kookadvies opgeheven!**  
Boiling recommendation withdrawn!  
Kaynatma tavsiyesine son verildi!

تم إلغاء الصيحة بغلي ماء الشرب!

Uit onderzoek van ons laboratorium is gebleken dat uw drinkwater weer de kwaliteit heeft, zoals u die van ons gewend bent. U hoeft het drinkwater voor gebruik dus niet meer te koken. Onze excuses voor het ongemak dat u heeft ondervonden. Wij verze- ken u, dat de medewerkers van Evides er alles aan zullen doen om u ook in de toekomst drinkwater van een goede kwaliteit te leveren.

Analysa carret out by our laboratory has shown that the quality of your drinking water has been restored to the high level you have come to expect of us. Therefore you need no longer boil your drinking water before use. We apologise for any inconvenience you may have suffered in the meantime and assure you that our staff will do their utmost to ensure that all drinking water supplied by Evides in the future is of good quality.

Labortuarumda yapılan arařtırmanın sonucunda içme suyunuzun yine bizimle ađın oluđunuzun geyn kalitede olduđunu geynetmektedir. Yani, içme suyunu kullanmadan önce kaynatmaya eđnek geyre yoktur. Verdiğimiz rahatsızlıktan dolayı bizden özür dileriz. Evides geyneliklerini size geynelikte de kaliteli içme suyu sađlamak için ellerinde geylen her şeyi yapacaklarını geynet ediyoruz.

م إلغاء الصيحة بغلي ماء الشرب! تم إلغاء الصيحة و جعلت من جودة مياه الشرب مرة أخرى كما كنتم تتوقعونها من قبل. لذلك، لا تحتاجون إلى غلي مياه الشرب قبل استخدامها. نعتذر عن أي إزعاج قد تسببناه لكم في الفترة الأخيرة ونؤكد لكم أننا سوف نقوم بكل ما في وسعنا لضمان أن جميع مياه الشرب التي نوزعها في المستقبل ستكون من جودة عالية.

www.evides.nl  
**evides**  
Vertrouwd met water  
0900 0287 0000 (lokale tarief)

**Vitens**

**Belangrijk bericht van uw drinkwaterbedrijf**  
Drinkwater (kook)advies opgeheven

**Ann efla saavet geynd geynd geynd geynd in dit pand.**  
Uit laboratoriumonderzoek is gebleken dat het drinkwater weer voldoet aan de kwaliteit die u van ons gewend bent. U hoeft het water niet meer te koken. Onze excuses voor het ongemak dat u heeft ondervonden. Wij verze- ken u, dat de medewerkers van Vitens er alles aan zullen doen om u ook in de toekomst drinkwater van een goede kwaliteit te leveren.

Wilt u meer informatie?  
• Ga naar [www.vitens.nl/drinkwater/kookadvies](http://www.vitens.nl/drinkwater/kookadvies).  
• Bel tussen 08.00 en 17.00 uur met onze klantenservice op 0900 0000 (lokale tarief).

**Aan de bewoners/bezoekers van dit adres,**

Wij zijn blij u te kunnen melden dat laboratoriumonderzoek heeft aangetoond dat ons drinkwater kwalitatief betrouwbaar is. Vanaf nu geldt het (preventief) kookadvies niet meer. U kunt ons drinkwater dus weer gewoon gebruiken zonder het te koken.

Onze excuses voor het ongemak dat u heeft ondervonden

Waterbedrijf Groningen, n kroonng bedrijf

**Aan de bewoner(s) van dit pand**  
**Opheffing kookadvies**

Geachte heer/mevrouw,

U heeft het drinkwater weer gewoon drinken. U hoeft het water niet meer te koken. Onze excuses voor het ongemak dat u heeft ondervonden. Wij verze- ken u, dat de medewerkers van Evides er alles aan zullen doen om u ook in de toekomst drinkwater van een goede kwaliteit te leveren.

Analysa carret out by our laboratory has shown that the quality of your drinking water has been restored to the high level you have come to expect of us. Therefore you need no longer boil your drinking water before use. We apologise for any inconvenience you may have suffered in the meantime and assure you that our staff will do their utmost to ensure that all drinking water supplied by Evides in the future is of good quality.

Labortuarumda yapılan arařtırmanın sonucunda içme suyunuzun yine bizimle ađın oluđunuzun geyn kalitede olduđunu geynetmektedir. Yani, içme suyunu kullanmadan önce kaynatmaya eđnek geyre yoktur. Verdiğimiz rahatsızlıktan dolayı bizden özür dileriz. Evides geyneliklerini size geynelikte de kaliteli içme suyu sađlamak için ellerinde geylen her şeyi yapacaklarını geynet ediyoruz.

م إلغاء الصيحة بغلي ماء الشرب! تم إلغاء الصيحة و جعلت من جودة مياه الشرب مرة أخرى كما كنتم تتوقعونها من قبل. لذلك، لا تحتاجون إلى غلي مياه الشرب قبل استخدامها. نعتذر عن أي إزعاج قد تسببناه لكم في الفترة الأخيرة ونؤكد لكم أننا سوف نقوم بكل ما في وسعنا لضمان أن جميع مياه الشرب التي نوزعها في المستقبل ستكون من جودة عالية.

**dunea**  
DIN & WATER  
Prestatie 2009/2010: 2009/2010  
100% van de 13 landen

**Atención: Importante información sobre la calidad de su agua potable**

Dear Sir / Madam,

You recently received advice from us to boil your tap water to ensure its safety. We are pleased to inform you that the tap water is once again completely safe to drink. You can therefore stop boiling it from now on.

PNM checks the quality of our drinking water daily. We take water samples from different parts of the tap in homes and businesses.

For more information please contact us at our customer service centre on 0800 400 07 00 and 17:00 hr on 0900 400 07 00 (business customers), local rates.

**Atención: Importante información sobre la calidad de su agua potable**

Geachte heer, mevrouw,

U bent ons advies gegeven om uw kraanwater te koken om de veiligheid ervan te garanderen. We zijn blij om u te vertellen dat het kraanwater nu weer veilig is om te drinken. U hoeft het water niet meer te koken.

PNM controleert dagelijks de kwaliteit van ons drinkwater. We nemen watermonsters uit verschillende delen van de kraan in huizen en bedrijven.

Voor meer informatie, neem contact op met ons klantenservice centrum op 0800 400 07 00 en 17:00 uur op 0900 400 07 00 (zakelijke klanten), lokale tarieven.

**Atención: Importante información sobre la calidad de su agua potable**

Dear Sir / Madam,

You recently received advice from us to boil your tap water to ensure its safety. We are pleased to inform you that the tap water is once again completely safe to drink. You can therefore stop boiling it from now on.

PNM checks the quality of our drinking water daily. We take water samples from different parts of the tap in homes and businesses.

For more information please contact us at our customer service centre on 0800 400 07 00 and 17:00 hr on 0900 400 07 00 (business customers), local rates.

**Geachte heer, mevrouw,**

U bent het drinkwater weer gewoon drinken. U hoeft het water niet meer te koken.

Meer informatie?  
Bel onze gratis klantlijn: 0800 023 30 40 (maandag tot en met vrijdag tussen 08.00 en 17.00 uur)

Voor dringende vragen en storingen kunt u dit nummer 24 uur per dag bellen.

Wij bieden u onze oprechte excuses aan voor het geleden ongemak. Dank voor uw begrip.

De waterleidingbedrijf  
WML (Waterleiding Maatschappij Limburg)

**Dear Sir, Madam,**

You can drink your drinking water normally again. You no longer need to boil the water before using it.

For more information, please our free customer service line (Monday to Friday between 8 am and 5 pm) 0800 023 30 40. For urgent questions and to report failures you can phone this number 24 hours a day.

We would like to offer you our sincere apologies for the inconvenience. Thank you for your understanding.

Your water supplier  
WML (Waterleiding Maatschappij Limburg)

### III Informatie over indicatororganismen

#### *Escherichia coli*

De *E. coli*-bacterie, voluit *Escherichia coli*, is een indicatorbacterie die veelvuldig voorkomt in darmen van de mens en warmbloedige dieren. Het aantreffen van *E. coli* in drinkwater geeft aan dat het water verontreinigd is met feces van mens of dier. Hoewel *E. coli* zelf doorgaans geen ziekte veroorzaakt, geeft de bacterie wel aan dat er ook andere micro-organismen in het water terecht kunnen zijn gekomen die wél ziekte (meestal infecties van de ingewanden) kunnen veroorzaken. Deze ziekteverwekkers kunnen virussen, bacteriën of protozoa zijn. *E. coli* wordt in de wetgeving toegepast omdat deze bacterie in grote aantallen in feces aanwezig is en eenvoudig en snel is te bepalen in het laboratorium, in tegenstelling tot de meeste ziekteverwekkers (Den Blanken, 2007).

*E. coli* behoort tot de familie van de Enterobacteriaceae. Het omvat gramnegatieve, asporogene, onbeweeglijke of beweeglijke (peritriche flagellen) rechte staafjes. *E. coli* is facultatief anaëroob, oxydasenegatief en in staat te overleven op minimale basismedia (RIVM, 2009).

Jarenlang werd *E. coli* beschouwd als een onschuldige darmbewoner van de mens en warmbloedige dieren. Sinds de jaren veertig is bekend dat bepaalde serotypes bij de mens enteritis kunnen veroorzaken. Besmetting met deze serotypes vindt over het algemeen plaats via verontreinigd voedsel, contact met vee en door zwemmen in oppervlaktewater (RIVM, 2009).

#### *Bacteriën van de coligroep* (geactualiseerd naar Nobel et al, 1995)

Bacteriën van de coligroep worden al heel lang als indicator voor de microbiologische kwaliteit van drinkwater gebruikt. De definitie van bacteriën van de coligroep is Gramnegatieve, oxidase negatieve, staafvormige, niet-sporevormende bacteriën die in staat zijn te groeien in aanwezigheid van galzouten (of vergelijkbare oppervlakte-actieve stoffen) en lactose vergisten bij 37 °C onder vorming van zuur, gas en aldehyde in 24 -48 uur. Traditioneel vallen de genera *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* en *Klebsiella* binnen deze definitie. De groep is echter erg heterogeen en bevat bacteriën die specifiek van fecale origine zijn (*Escherichia coli*), bacteriën die zowel in feces als in het milieu (plantenresten, bodem, nutriëntrijk (drink)water voor kunnen komen (bijvoorbeeld *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter freundii*) en zelfs bacteriën die niet voorkomen in feces, maar zich wel kunnen vermeerderen in nutriëntrijk drinkwater (bijvoorbeeld *Serratia fonticola*, *Rhanella aquatica*). Het bestaan van bacteriën die aan de definitie voor bacteriën van de coligroep voldoen, maar die niet van fecale origine zijn, beperkt de bruikbaarheid van deze parameter als indicator voor fecale verontreiniging. Als sprake is van een fecale verontreiniging zijn er altijd bacteriën van de coligroep aanwezig, maar altijd in combinatie met *E. coli*. Aanwezigheid van bacteriën van de coligroep in drinkwater in afwezigheid van indicatoren van fecale besmetting is indicatief voor onvoldoende verwijdering in de zuivering, nagroei in het distributienet door aanwezigheid voldoende nutriënten of een besmetting van het distributienet met plantenresten, grond. Dit betekent dat, ondanks dat bacteriën van de coligroep niet altijd gekoppeld zijn aan een fecale verontreiniging, hun aanwezigheid in alle gevallen een aanwijzing is voor een vanuit hygiënisch oogpunt ongewenste situatie. De grondslag van de parameter is gezien bovenstaande bedrijfstechnisch.

#### *Clostridium perfringens*

*Clostridium perfringens* is een algemeen en wijd verspreid in de natuur voorkomende bacterie, die normaal aanwezig is in de darmen en uitwerpselen van warmbloedige dieren en de mens en die ook in de bodem, stof of water wordt aangetroffen. (VWA, 2009). De bacterie kan in concentraties van 10<sup>3</sup> tot 10<sup>4</sup> KVD/g worden aangetroffen in grond en is een veel voorkomende veroorzaker van voedselinfecties. De bacterie komt in twee vormen voor, het vegetatieve stadium waarin de bacterie zich vermeerdert en het spore stadium waarin de bacterie overleeft. De bacterie groeit het best als er weinig of geen zuurstof beschikbaar is (ESR, 2001). Naast een veroorzaker van (meestal mild verlopende) voedselinfecties, is het ook een van de veroorzakers van gasgangreen (koudvuur), een ernstig verlopende infectie van wonden (Brock et al. 1984). Het risico is groter bij mensen met een verminderde weerstand (VGZ, 2009). De bacterie is dus een indicator voor verontreiniging van het drinkwater, die waarschijnlijk van fecale herkomst is. De bacterie kan sporen vormen die langer kunnen overleven dan veel ziekteverwekkende micro-organismen (Dufour et al. 2003). Enerzijds is het daardoor mogelijk dat *C. perfringens* wordt

aangetroffen in afwezigheid van ziekteverwekkende micro-organismen. Anderzijds hoort *C. perfringens* niet in het drinkwater en duidt het aantreffen op een verontreiniging.

Indien drinkwater gedesinfecteerd wordt met bijvoorbeeld hypochloriet, overleven uitsluitend resistente pathogene micro-organismen zoals *Cryptosporidium* en *Giardia*, en de sporen van indicatorbacteriën als *C. perfringens*. Andere bacteriën zoals *E. coli* overleven niet en kunnen dus niet meer worden gebruikt als indicator van een fecale verontreiniging van het drinkwater. Omdat *C. perfringens* niet altijd gevonden wordt tijdens een fecale verontreiniging, is de afwezigheid van deze bacterie echter geen garantie dat het drinkwater vrij is van fecale verontreinigingen.

#### **Koloniegetal bij 22 °C**

Het koloniegetal 22 °C wordt bepaald door 1 ml water te vermengen met een rijk voedingsmedium en drie dagen te incuberen bij 22 °C. Op de platen kunnen snelgroeïende aërobe bacteriën, schimmels en gisten worden gevonden.

Het koloniegetal 22 °C vormt een maat voor bacteriën die van nature in water voorkomen en groeien. De bepaling van het koloniegetal bij 22 °C wordt meestal uitgevoerd om de invloed van het zuiveringsproces op de aanwezige micro-organismen te meten en ter vaststelling van de nagroei van bacteriën in het leidingnet. Er zijn geen aanwijzingen dat het aantreffen van koloniegetal 22 °C een indicatie is voor verminderde microbiologische veiligheid van drinkwater. Grote aantallen bacteriën van het koloniegetal 22 °C kunnen soms aanleiding geven tot geur- en smaakbezwaren (Bartram et al., 2003; Dunea, 2009).

Groei vindt in het leidingnet met name plaats in de biofilm op de wand en in het sediment op de bodem. Door opwerveling van sediment, zoals tijdens het spuien van leidingen, kunnen de concentraties van koloniegetal 22 °C sterk toenemen, maar ook in de bodem rondom leidingen kunnen hoge concentraties bacteriën voorkomen die groeien in het voedingsmedium. Het koloniegetal 22 °C is dus geen eenduidige maat voor een eventuele verontreiniging van het drinkwater. Indien de concentratie hoger is dan 1000 KVD/ml, dan is het verplicht om herhalingsmonsters te nemen (Mons et al., 2005).

#### **Enterococcen**

De meeste enterococcen zijn van fecale herkomst en worden beschouwd als een praktische indicator voor verontreinigingen van menselijke fecale herkomst. Ze zijn resistenter tegen desinfectie dan *E. coli* (Dufour et al, 2003). Uit onderzoek is gebleken dat gelijktijdig onderzoek van drinkwater op aanwezigheid van thermotolerante bacteriën van de coligroep<sup>23</sup> en enterococcen significant meer fecale verontreinigingen worden gedetecteerd dan door onderzoek op alleen thermotolerante bacteriën van de coligroep (Mons et al., 2005).

#### ***Aeromonas* (Van der Kooij, 1992)**

Naar de betekenis van *Aeromonas* als veroorzaker van diarree in Nederland heeft het RIVM in samenwerking met de Streeklaboratoria voor de Volksgezondheid onderzoek uitgevoerd. *Aeromonas* is gemiddeld in 1,6% van de onderzochte monsters feces aangetroffen. Er was sprake van een duidelijke seizoensvariatie met in de zomer pieken tot 3%. Door uit feces geïsoleerde stammen te vergelijken met die uit drinkwater werd getracht een eventuele rol van drinkwater als besmettingsbron te onderzoeken. Het bleek dat er slechts weinig overeenkomst was tussen de isolaten uit beide bronnen. De aanwezigheid van *Aeromonas* in drinkwater lijkt dan ook geen groot volksgezondheidsprobleem te zijn. Desalniettemin kan een risico, met name voor kwetsbare groepen (jonge kinderen, ouderen, immuungestoorden) niet geheel worden uitgesloten. De ziekteverwekkende eigenschappen van *Aeromonas* zijn namelijk nog slechts gedeeltelijk bekend. Factoren, als de aantallen bacteriën die nodig zijn voor een infectie, de afweer tegen deze bacteriën en het aantal zogenaamde virulentiefactoren, met name de mogelijkheid tot hechting aan de cellen in de darmwand, de mogelijkheid tot vermeerdering en de mogelijkheid tot het produceren van toxinen, dan wel het darmweefsel binnen te dringen, zijn nog slecht beschreven. Mede gelet op deze onzekerheid, en het gegeven dat drinkwater een product is dat dagelijks door vrijwel iedereen zonder verdere behandeling wordt gebruikt, lijkt een preventief beleid dan ook gewenst.

---

<sup>23</sup> Voorheen werd drinkwater niet onderzocht op *E. coli*, maar op thermotolerante bacteriën van de coligroep, onder welke groep enkele soorten van niet-fecale oorsprong kunnen voorkomen.

Het overheidsbeleid ten aanzien van het vóórkomen van *Aeromonas* bacteriën richtte zich allereerst op het vastleggen van actieniveaus om de blootstelling van de consument aan deze organismen via drinkwater te beperken. Daar normstelling op basis van een dosiseffect relatie niet mogelijk was, is gekozen voor de benadering waarbij inzicht bestond over de niveaus van aantallen die als afwijkend moesten worden beschouwd. Verschillende inventariserende studies in Nederland, waaronder het Landelijk Onderzoek *Aeromonas* in Drinkwater (1988-1989), hebben tot dit inzicht geleid. Via epidemiologisch onderzoek is gebleken dat *Aeromonas* kon worden geïsoleerd uit feces van personen met diarree. Elders is bovendien is met dierproeven het pathogeen vermogen van *Aeromonas* aannemelijk gemaakt. Het beleid is er derhalve op gericht het aantal *Aeromonas* bacteriën in drinkwater zo laag mogelijk te houden.

### Referenties

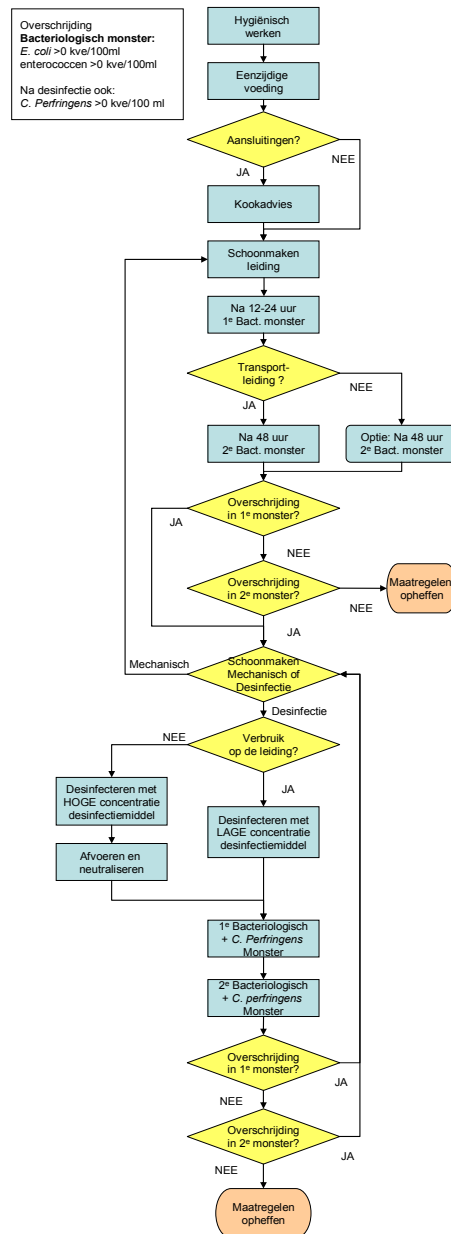
- Bartram, J., Cotruvo, J., Exner, M., Fricker, C. and Glasmacher A. (2003) Heterotrophic plate counts and drinking-water safety: The significance of HPCs for water quality and the human health.. IWA, London, 256 p.
- Brock, T.D., Smith, D.W. en Madigan, M.T. (1984). Biology of micro-organisms. 4th edition. Prentice-Hall International Inc. Englewood Cliffs NJ, USA, 847 p.
- Den Blanken, M. (2007) *E. coli* in drinkwater - Crisismanagement in de praktijk. PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland, 21 p.
- De Roda Husman AM, Medema GJ, Teunis PFM en Schijven JF (2005) Inspectierichtlijn Analyse Microbiologische Veiligheid Drinkwater - Artikel 5318 VROM-Inspectie Haarlem 60 p
- Dufour, A., Snozzi, M., Koster, W., Bartram, J., Ronchi, E. and Fewtrell L. (2003) Assessing microbial safety of drinking water: Improving approaches and methods. IWA, London, 294 p.
- Dunea (2009) Stoffen - Koloniegetal 22 °C. Internetpagina (bezoekt op 4 december 2009) <http://www.dunea.nl/renderer.do/menuId/60575/sf/59826/returnPage/59826/itemId/11556/realItemId/11556/pageId/59826/instanceId/59869/>
- ESR (2001) Clostridium perfringens. Datasheet Ministry of Health, New Zealand, 4 p. Internetpagina (bezoekt op 6 december 2009) <http://www.nzfsa.govt.nz/science/data-sheets/clostridium-perfringens.pdf>
- Mons MN, Nobel PJ en Van Lieverloo JHM (2005) Inspectierichtlijn voor de melding van normoverschrijdingen drinkwaterkwaliteit - Artikel 5073 VROM-Inspectie Haarlem, 23 p.
- Nobel, P.J., Te Welscher, R.A.G., Hoogenboezem, W., Medema. G.J. en Schellart, J.A. (1995). Bacteriën van de coligroep. Achtergrondinformatie en leidraad voor nader onderzoek. Rapport SWE 95.010 Kiwa Onderzoek en Advies, Nieuwegein, 33 p.
- RIVM (2009) Infectieziekten. Internetpagina (bezoekt op 4 december 2009) <http://www.rivm.nl/cib/infectieziekten-A-Z/infectieziekten/e.coli/index.jsp>
- Van der Kooij, D. (red.) *Aeromonas* in drinkwater. Vóórkomen, bestrijding, betekenis. Kiwa Onderzoek en Advies, Nieuwegein, 106 p.
- VGZ (2009) Gasgangreen. Internetpagina (bezoekt op 6 december 2009) <http://www.gezondvgz.nl/%7B637b5927-f5de-420d-8069-238244c6898a%7D>
- VWA (2009) Clostridium perfringens. Internetpagina (bezoekt op 6 december 2009) [http://www.vwa.nl/portal/page?\\_pageid=119,1640171&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://www.vwa.nl/portal/page?_pageid=119,1640171&_dad=portal&_schema=PORTAL) (laatst gewijzigd 2005).
- Wikipedia (2009) Enterococcus. Internetpagina (bezoekt op 6 december 2009) <http://en.wikipedia.org/wiki/Enterococcus>





# IV Voorbeeld van een beslisboom

Hieronder is een voorbeeld opgenomen van een beslisboom voor te nemen maatregelen bij werkzaamheden. Voor de begrippen 'hydraulisch schoonmaken' en 'mechanisch schoonmaken' wordt daarbij verwezen naar § 3.6.





# V Leidingmaterialen in met organische stoffen verontreinigde bodem

## *Cementgebonden leidingmaterialen*

Door de eigenschappen van de materialen zal de permeatie van organische stoffen door leidingen van asbestcement en beton onder praktijkomstandigheden verwaarloosbaar klein zijn zodat dit niet tot relevante verontreiniging van het drinkwater zal leiden.

## *Metalen leidingmaterialen*

De permeatie van organische stoffen door metalen leidingmaterialen (staal, nodulair gietijzer en koper) is/wordt op theoretische gronden uitgesloten. Voor zover bekend is die permeatie ook nooit aangetoond.

## *Kunststof leidingmaterialen*

### *PVC*

PVC is voor polaire stoffen behorend tot de alcoholen, alifatische koolwaterstoffen en organische zuren nagenoeg inert. Een aantal stoffen uit de groep van de gealkyleerde aromaten, gechloreerde koolwaterstoffen, ketonen, anilines en nitrobenzenen kunnen vanaf concentraties van 10% en hoger van de maximale concentratie in (grond)water of van de maximale dampconcentratie in (bodem)lucht PVC doen overgaan van een glas- naar een rubberpolymeer. De gedeeltelijke of volledige 'verweking' van de buiswand van een in gebruik zijnde PVC leiding kan leiden tot falen (barsten).

Behalve van het 'normale' PVC worden er sinds eind jaren 90 ook buizen van 'bi-axiaal verstrekt' materiaal vervaardigd. Het verschil tussen beide materialen is uitsluitend fysisch van aard (verstrekte polymeerketens). Voor de permeatie-eigenschappen voor organische stoffen betekent dit dat er geen onderscheid tussen beide PVC materialen is te verwachten.

### *PE*

De polymere matrix van alle soorten polyethen (PE) vertoont een grote interactie met apolaire organische stoffen. Daarom moet er in het algemeen vanuit worden gegaan dat stoffen die in de praktijk frequent als bodemverontreiniging voorkomen (aromaten (BTEX, Benzeen, Toluene, Ethylbenzeen en de Xylenen) en alifaten vanuit autobrandstoffen en chloorkoolwaterstoffen vanuit chemische wasserijen ('tri' en 'per': respectievelijk tri- en perchlooretheen)) reeds vanaf heel lage concentraties door dit materiaal zullen permeëren. Vooral moet worden gewezen op monocyclische en polycyclische aromatische koolwaterstoffen, alifatische en aromatische chloorkoolwaterstoffen en alifaten. PE wordt niet 'aangetast' door organische stoffen (vergelijk PVC).

Sinds het einde van de jaren 80 zijn er Kiwa-gecertificeerde kunststof leidingsystemen op de markt (inclusief een erkende kwaliteitsverklaring, 'Kiwa-ATA') voor toepassing in verontreinigde bodem. Het gaat om PE buizen die zijn voorzien van een aluminium barrièrelaag tegen de permeatie van organische stoffen. Afhankelijk van de diameter is de aluminium in de lengterichting om de buis heen geslagen (zodat er sprake is van 1 'overlap') of diagonaal gewikkeld. De overlap wordt geplakt (lijmlaag), gelast (laser) of gesoldeerd. Deze leidingsystemen maken gebruik van speciale metalen (messing) koppelingen.

### *Glasvezelversterkte kunststoffen*

GlasvezelVersterkte Kunststoffen (GVK) worden onderscheiden in epoxy en polyester materialen. Permeatie in de zin van transport tussen polymere ketens door zoals bij thermoplastische materialen (zie hierboven) is voor deze thermohardende materialen op theoretische gronden niet mogelijk gezien de driedimensionale polymere netwerkstructuren. De impermeabiliteit van deze materialen is ook gebleken uit testen onder extreme condities. Dat geldt voor buizen van 'gewoon' GVK maar zeker ook voor een speciale versie die in analogie met de PE buis is voorzien van een aluminium barrièrelaag.

## *Verbindingen*

Voor de hierboven beschreven leidingmaterialen kunnen de navolgende verbindingen worden genoemd.

- **Rubberverbindingen**  
Leidingen van asbestcement, beton, nodulair gietijzer, koper en PVC (grotere diameters, zie onder) bestaan uit buizen van een bepaalde lengte die aan elkaar zijn verbonden waarbij op enige wijze verbindingen worden toegepast met rubber (veelal SBR of EPDM) afdichtingsringen. Daarbij is sprake van een bepaalde 'contactlengte' van dat rubber met de omringende bodem, doorgaans van enkele mm. Afhankelijk van de aard (onder andere polariteit) van in de bodem als verontreiniging aanwezige organische stoffen zal door die afdichtingsringen in meer of mindere mate permeatie optreden. Apolaire stoffen vertonen een betrekkelijk grote mate van permeatie door rubbers. Het relatief geringe contactoppervlak zorgt doorgaans voor een beperkte vermindering van de drinkwaterkwaliteit, zeker in het geval van grotere diameters (groot volume water en dus lage concentraties).  
Er wordt hierbij ook gewezen op de mogelijkheid van (volledige) aantasting van rubbers in contact met bepaalde organische stoffen (bijvoorbeeld de hierboven genoemde BTEX, tri en per) waardoor een leiding kan falen.  
Verbindingen met behulp van rubber worden ook in stalen leidingsystemen toegepast maar het overgrote deel blijkt in dat geval te worden gelast (zie onder).  
Ook bij betonnen buizen blijken rubberverbindingen voor te komen. Bij buizen met een plaatstalen kern loopt die stalen kern door waardoor flens- of lasverbindingen worden gemaakt.
- **Lijmverbindingen**  
PVC leidingsystemen mogen tot DN 90 en in bepaalde gevallen tot DN 110 worden verlijmd met daarvoor bedoelde lijmen (opgelost materiaal). PVC lijmverbindingen hebben daardoor dezelfde permeatie-eigenschappen als het materiaal van de buizen en hulpstukken.  
Ook bij GVK leidingsystemen worden lijmverbindingen toegepast (epoxy of polyester lijmen).
- **Soldeerverbindingen**  
Koperen buizen worden aan elkaar gesoldeerd. Door goede soldeerverbindingen kan geen permeatie optreden.
- **Lasverbindingen**  
Verbindingen met behulp van rubber worden ook in stalen leidingsystemen toegepast maar het overgrote deel blijkt in dat geval te worden gelast. Permeatie door lassen zal normaliter niet optreden.  
PE buizen worden zodanig aan elkaar verbonden (smelten PE) dat de omringende bodem uitsluitend in contact komt met dit materiaal.
- **Knelverbindingen**  
Koperen buizen kunnen via knelverbindingen (met een vervormbare 'snijsring') onderling worden verbonden. Bij een goed gemonteerde knelverbinding zal geen permeatie optreden.

### Samenvatting

De toepasbaarheid van leidingsystemen in met organische stoffen verontreinigde bodem op basis van de weerstand tegen permeatie kan als volgt worden samengevat (kwalitatief) [41]:

| leidingmateriaal       | Permeatie-weerstand leidingsysteem in contact met organische stoffen |   |
|------------------------|--|---|
|                        | buis   | verbinding  |
| <b>Cementgebonden:</b> |  |   |
| Beton                  | ++   | afdichtingsring: -<br>gelaste kern: ++  |
| Asbestcement           | ++   | afdichtingsring: -  |
| <b>Metalen:</b>        |  |   |
| Staal                  | ++   | gelast: ++<br>afdichtingsring: -  |
| Nodulair gietijzer     | ++   | afdichtingsring: -  |
| koper                  | ++   | gesoldeerd: ++<br>gekneld: ++<br>geperst (met afdichtingsring): -                         |
| <b>Kunststof:</b>      |  |   |
| PE                     | -  | klemfitting metaal: +<br>klemfitting kunststof: -<br>afdichtingsring: -<br>stuiklassen: - |
| PVC                    | +  | gelijmd: +<br>afdichtingsring: -  |
| PE met Al barrière     | +  | +   |
| Epoxy                  | +  | gelijmd: +<br>afdichtingsring: -  |
| Polyester              | +  | gelijmd: +<br>afdichtingsring: -  |
| Epoxy met Al barrière  | ++   | gelijmd: +<br>rubber afdichtingsringen mogen niet worden toegepast                        |

Voor de tabel geldt:

- ++: grote permeatieweerstand;
- +: voldoende of enige permeatieweerstand;
- : geen of onvoldoende permeatieweerstand.

