

Conditionering van drinkwater: de aanbevelingen voor optimale samenstelling in 2014

Nellie Slaats, Martin Meerkerk, Luc Palmen (KWR) en Henk Brink (WMD)

Om ervoor te zorgen dat drinkwater probleemloos kan worden gebruikt en dat de conditie van het leidingnet behouden blijft, kunnen drinkwaterbedrijven de samenstelling van het water aanpassen: het 'conditioneren' van het water. Sinds 1985 wordt in Nederland drinkwater op grote schaal geconditioneerd, waarbij gebruikt werd gemaakt van aanbevelingen voor een optimale samenstelling van drinkwater opgesteld in 1988. In 2013 heeft KWR, in overleg met de drinkwaterbedrijven, deze aanbevelingen herzien. De wijzigingen zijn gebaseerd op ontwikkelingen in regelgeving, resultaten van onderzoek en ervaringen in de bedrijfstak.

De Nederlandse drinkwaterbedrijven conditioneren drinkwater om aantasting van leidingmaterialen, de afgifte van lood, koper en nikkel, overmatige kalkafzetting te beperken en de vorming van beschermende deklagen te bevorderen. Tot nog toe baseerden de waterbedrijven zich op de aanbevelingen in Kiwa-Mededeling 100 'Optimale samenstelling van drinkwater' uit 1988 [1]. In 2013 zijn deze aanbevelingen in overleg met de Nederlandse drinkwaterbedrijven aangepast aan ontwikkelingen op het vlak van regelgeving, kennis en ervaring met conditionering [2]. Dit artikel geeft een overzicht van de nieuwe aanbevelingen. Als het drinkwater aan deze aanbevelingen voldoet, is de kans op problemen bij distributie of gebruik van het drinkwater minimaal.

Wettelijk kader

Tabel 1 geeft een overzicht van parameters in bijlage A (tabel 3) van het Drinkwaterbesluit 2011 die van belang zijn uit oogpunt van conditioneren [3].

Aanbevelingen

Bij de normstelling in het Drinkwaterbesluit is vooral uitgegaan van risico's voor de volksgezondheid of voor overmatige schade aan installaties. Voor een optimale watersamenstelling, waarbij de kans op problemen bij gebruik of aantasting van leidingmaterialen minimaal is, zijn scherpere maximumwaarden aan te bevelen.

Beperken invloed van en op leidingmaterialen

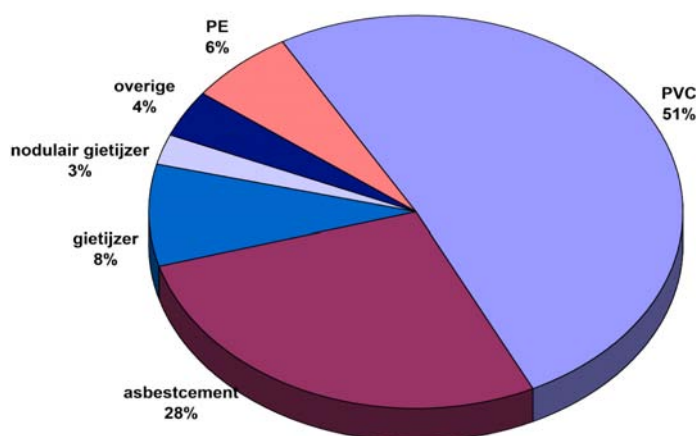
Om problemen met leidingmaterialen te voorkomen is het belangrijk om niet alleen het drinkwater te conditioneren maar ook goede materialen te gebruiken. Hierin zijn de afgelopen decennia grote ontwikkelingen geweest. Producten en materialen die in contact komen met drinkwater en bij de bereiding of zuivering van drinkwater worden gebruikt, mogen geen stoffen aan het water afgeven in hoeveelheden die nadelige gevolgen hebben voor de volksgezondheid.

Tabel 1. Eisen aan relevante parameters in drinkwater
(Drinkwaterbesluit 2011, bijlage A tabel 3 [3])

IIIa Indicatoren – Bedrijfstechnische parameters			
Parameter	Maximumwaarde	Eenheid	Opmerkingen
Chloride	150	mg/l	Jaargemiddelde
Elektrisch geleidingsvermogen	125	mS/m	bij 20 °C
Hardheid (totaal)	> 1	mmol/l	Totale hardheid te berekenen als aantal mmol Ca ²⁺ plus Mg ²⁺ /l. Normwaarde geldt uitsluitend bij toepassing van ontharding of ontzouting. Toetsing vindt plaats aan de 90 percentiel van de meetgegevens.
Saturatie Index (SI)	> -0,2		Jaargemiddelde
Waterstofcarbonaat	> 60	mg/l	
Zuurgraad	7,0 < pH < 9,5		
IIIb Indicatoren – Organoleptische/esthetische parameters			
Parameter	Maximumwaarde	Eenheid	Opmerkingen
Sulfaat	150	mg/l	

Hiervoor zijn eisen vastgelegd in de ministeriële ‘Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening’ (hierna: Regeling chemicaliën en materialen), die sinds juli 2011 van kracht is [4]. Verschillende materialen, zoals lood of asbestcement, die in het verleden grootschalig werden toegepast, mogen nu niet meer worden gebruikt. Omdat deze materialen nog in meerdere of mindere mate in het leidingnet voorkomen, moet bij conditionering toch rekening met deze materialen gehouden worden.

Afbeelding 1 geeft een overzicht van de samenstelling van het Nederlandse transport- en distributienet voor drinkwater in 2010 [5].



Afbeelding 1.
Samenstelling van het Nederlandse transport- en distributienet in 2010; de totale lengte bedraagt bijna 118.000 km [5]

Tussen de transport- en distributieleidingen bevinden zich aansluitleidingen, die hoofdzakelijk uit PE en in beperkte mate uit PVC en koper bestaan. Loden aansluitleidingen komen nog zeer beperkt voor, ondanks het verbod op de toepassing van loden drinkwaterleidingen en de uitgevoerde saneringsprogramma's. Naar verwachting zullen loden leidingen op termijn volledig verdwijnen.

Gietijzer en nodulair gietijzer

In 2010 lag in Nederland nog circa 9.500 km grijs gietijzeren leidingen en circa 2.400 km stalen leidingen [6]. Dergelijke buizen zijn aan de binnenzijde veelal bekleed met een dunne dompellaag van bitumen of koolteer. Deze dompellaag diende vooral om de buizen tijdens de opslag te beschermen tegen atmosferische corrosie. De dekkingsgraad van een dergelijke coating kan sterk variëren; in een recent onderzoek aan 120 gietijzeren leidingdelen bleek dat bij ongeveer 10% de coating volledig verdwenen was en dat in 30% de coating nog volledig intact was [6]. Afbeelding 2 geeft een beeld van een coating in een grijs gietijzeren leiding.

In plaats van grijs gietijzer wordt tegenwoordig nodulair gietijzer gebruikt, omdat dit betere eigenschappen heeft. Dit mag uitsluitend als deze leidingen inwendig zijn voorzien van een speciale beschermende laag, zoals cement linings (Afbeelding 3) en epoxy coatings [4]. Nodulair gietijzer zonder bescherming mag alleen worden toegepast voor producten met een zeer beperkt contactoppervlak.



Afbeelding 2. Grijs gietijzeren leiding met coating



Afbeelding 3. Nodulair gietijzeren leiding met inwendige cement lining

Gietijzeren leidingen kunnen een bron van ijzerdeeltjes in het leidingnet vormen. In het verleden is veel onderzoek verricht naar corrosie van gietijzeren leidingen in de veronderstelling dat ijzerafgifte door corrosie van gietijzer leidde tot bruin water bij consumenten. In dit kader werd een Corrosie Index voor drinkwater in contact met gietijzer gehanteerd, afgeleid van de destijds heersende DIN-norm [7].

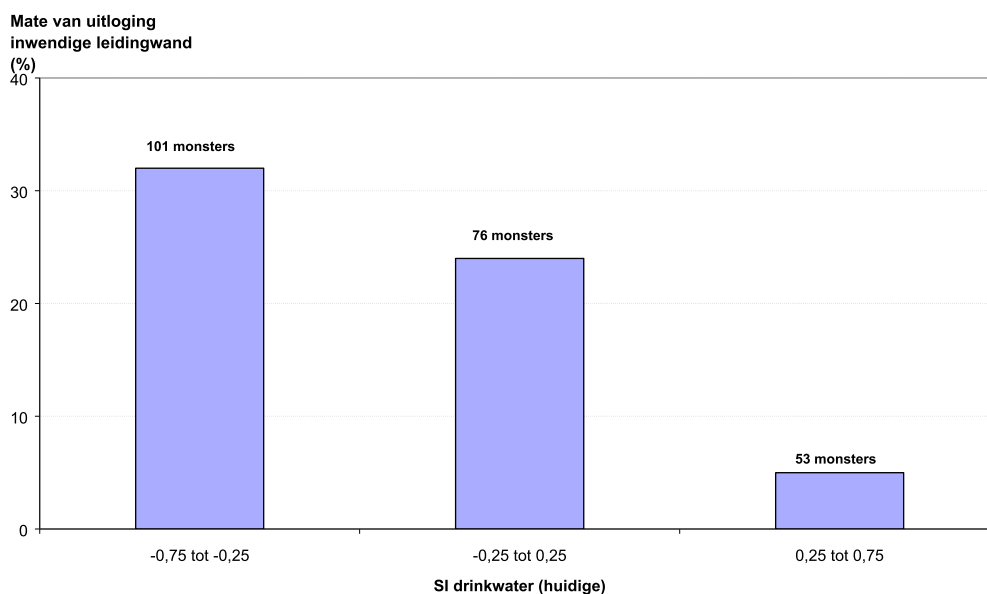
In de afgelopen jaren is het inzicht ontstaan dat bruin water vooral ontstaat door deeltjesbelasting vanuit de productielocatie, gevolgd door accumulatie en opwerveling van sediment in het leidingnet [8]. Ook zijn inzichten in de rol van de watersamenstelling op de corrosie van gietijzeren leidingen veranderd. In de literatuur wordt de rol van de eerder als zeer belangrijk ervaren Corrosie Index niet meer onderkend in de literatuur [9, 10]. De huidige aanbeveling voor de optimale samenstelling van drinkwater in contact met ijzerhoudende materialen is gebaseerd op resultaten van literatuuronderzoek en aanbevelingen in de relevante Europese norm [11]. Aanbevolen wordt om een zuurgraad (pH) groter dan 7,0 en een waterstofcarbonaatconcentratie (HCO_3^-) groter dan 2 mmol/l aan te houden.

Cementhoudende materialen

Circa 30% van het leidingnet bestaat uit cementhoudende leidingmaterialen, met name asbestcement (AC) en beton. Cementmortel wordt toegepast als materiaal voor de inwendige bekleding van metalen leidingen.

Sinds 1 januari 1993 is het verboden om AC te gebruiken voor drinkwaterleidingen [12]. Beton en cementhoudende materialen worden nog steeds toegepast; het gebruik hiervan is gereguleerd via de Regeling chemicaliën en materialen [4].

Cementhoudende materialen kunnen uitloggen doordat calciumhydroxide uit de leidingwand oplost. Hierdoor neemt de sterkte van de leidingwand af. De verzadigingsindex van drinkwater speelt daarbij een rol (afbeelding 4) [13]. Om uitloggen te voorkomen wordt bij conditioneren van drinkwater een waarde voor de verzadigingsindex (SI) hoger dan -0,2 aanbevolen.



Afbeelding 4. Mate van uitloging van de inwendige leidingwand uitgezet tegen de actuele (huidige) SI van het drinkwater (230 meetpunten) [13]

AC bestaat voor een belangrijk deel uit cement, dat als bindmiddel fungeert voor asbestvezels. Door uitloging van AC-leidingen kunnen asbestvezels in het drinkwater komen. Uit onderzoek in 1999 bleek de concentratie asbestvezels aanzienlijk te zijn gedaald ten opzichte van de jaren

'70 [14]. Dit komt vooral door het op grote schaal conditioneren van het Nederlandse water, waarbij de aanbevolen SI groter dan -0,2 in acht is genomen.

De SI als parameter voor de beoordeling van de agressiviteit van drinkwater ten opzichte van cementhoudende materialen staat momenteel ter discussie bij sommige waterbedrijven. Het ontbreekt echter aan een voldoende onderbouwde alternatief, en voorlopig is SI nog een in de wet vastgelegde parameter. Omdat het conditioneringsbeleid effectief is gebleken, is besloten de aanbeveling van een SI groter dan -0,2 te handhaven.

Kunststoffen

Omdat corrosie bij kunststoffen niet optreedt en de migratie van verschillende componenten onafhankelijk is van de drinkwaterkwaliteit, gelden hiervoor geen specifieke aanbevelingen voor de samenstelling van het drinkwater.

Lood-, koper- en nikkelhoudende materialen

Nederland telt ruim 7,7 miljoen drinkwaterinstallaties in woningen en gebouwen. Deze bevatten voornamelijk koperen leidingen, maar er komen zeer beperkt nog loden leidingen voor. Sinds de jaren negentig worden ook kunststof leidingen in drinkwaterinstallaties toegepast, bijvoorbeeld van PE-X, PP-R, PB, PE-RT, en PVC-C. Drinkwaterinstallaties bevatten kranen, toestellen en fittingen, die doorgaans zijn vervaardigd van koperlegeringen.

Bij de introductie van conditioneren van drinkwater was het beperken van loodafgifte heel belangrijk, omdat zowel in het distributienet als in drinkwaterinstallaties loden leidingen voorkwamen. In de afgelopen decennia zijn de loden leidingen uit het distributienet verwijderd. Daarnaast werd geconditioneerd om koperafgifte uit koperen leidingen tegen te gaan. Een belangrijke factor die hierin meespeelde was de vermeende ecotoxiciteit van koper in het oppervlaktewater [15]. Daarnaast was er beperkte regelgeving ten aanzien van de toepassing van (metalen) materialen in drinkwaterinstallaties.

Een belangrijke verandering op het vlak van koper, lood en nikkel in drinkwater is de herziening van de internationale regelgeving in 1998 [16]. Hierbij zijn de maximumwaarden in drinkwater (sterk) verlaagd. De maximumwaarden voor deze metalen in drinkwater bedragen momenteel (Drinkwaterbesluit in 2011):

- koper 2.000 µg/l
- lood 10 µg/l
- nikkel 20 µg/l

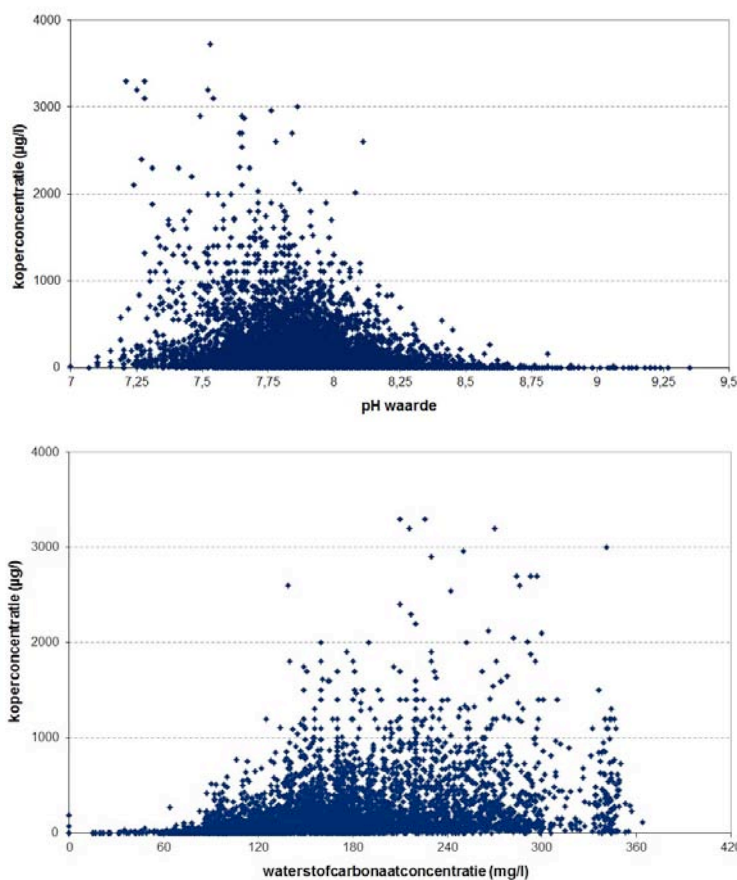
Ook is de wijze van monitoring gewijzigd: voor koper, lood en nikkel is voorgeschreven dat een wekelijks gemiddelde inname aan de tap bij de consument wordt gemeten. Sinds 2004 wordt hiervoor Random Day Time (RDT)-monitoring toegepast [17]: op een willekeurig moment van de dag wordt bij de consument aan de tapkraan een monster van 1 l water genomen. In 2007 en in 2011 zijn de meetresultaten van de RDT-metingen van de waterbedrijven door KWR geanalyseerd [18, 19]. Hieruit blijkt dat in gebieden waar veel loden leidingen in drinkwater-

installaties voorkomen, relatief hoge loodconcentraties aan de tap worden gemeten. Uit eerder onderzoek bleek al dat bij aanwezigheid van loden leidingen niet gegarandeerd kan worden dat aan de tap de loodconcentratie lager is dan de maximaal toegestane 10 µg/l [20].

Het is daarom voor de waterbedrijven van belang om de pH zo hoog mogelijk in te stellen, om zo loodafgifte door loden leidingen te beperken. Dit is vooral van belang voor waterbedrijven die weten dat er drinkwaterinstallaties met (delen van) loden leidingen in hun voorzieningsgebied aanwezig zijn.

Het blijkt dat met de huidige stand van conditionering in Nederland koperafgifte door drinkwaterleidingen niet leidt tot overschrijding van de maximumwaarde voor koper in het Drinkwaterbesluit. Deze maximumwaarde is gedefinieerd als een gemiddelde waarde in een voorzieningsgebied van een productielocatie. Incidenteel worden wel waarden hoger dan 2.000 µg/l gemeten.

Verder is gebleken dat verhogen van de pH en verlagen van de waterstofcarbonaatconcentratie effectief is om koperconcentraties in drinkwater te beperken (afbeelding 5). Deze resultaten komen precies overeen met onderzoek uit de jaren 1980 [1]. Om ook in de toekomst het huidige lage niveau te handhaven, is het aan te bevelen om voor de pH een minimum-waarde van 7,4 aan te houden.



Afbeelding 5. Gemeten koperconcentraties uitgezet tegen de pH (8.505 meetwaarden uit de periode 2004-2011) [19] (boven) en tegen de waterstofcarbonaatconcentratie (5.890 meetwaarden uit de periode 2014-2011) [19] (onder)

Naast afgifte van koper door koperen leidingen, speelt putcorrosie in koperen leidingen een rol bij het opstellen van de aanbevelingen voor een optimale watersamenstelling. Bij putcorrosie ontstaan zeer plaatselijk putten in de leidingen, waardoor lekkage kan optreden. Over oorzaken en mechanismen van putcorrosie in koperen leidingen is veel informatie beschikbaar [21]. Globaal kan gezegd worden dat putcorrosie ontstaat als gevolg van een zeer lokale verstoring van het corrosiemilieu, zoals een insluitel in het metaal, een deeltje op de leidingwand of agressieve ionen die plaatselijk de deklaag aantasten. De watersamenstelling kan de groei van putten bevorderen. Om putcorrosie te voorkomen, is het aan te bevelen om een waterstofcarbonaatconcentratie (TAC) hoger dan 2 mmol/l aan te houden.

Koperlegeringen in fittingen en kranen blijken niet tot overschrijding van de toegestane lood- of nikkelconcentraties te leiden, mede doordat de toelating van koperlegeringen sinds 2011 volledig gereguleerd is [4] en er goede testmethoden beschikbaar zijn.

Ook zijn er geen corrosieproblemen rond koperlegeringen bekend waarbij de waterkwaliteit een rol speelt. Er zijn daarom geen specifieke aanbevelingen voor de watersamenstelling voor koperlegeringen in contact met drinkwater.

Verminderen van hinder voor de consument door kalkafzetting

De hardheid ('totale hardheid') van het water beïnvloedt het verbruik van zeep en onthardingszout door consumenten, en kosten voor onderhoud van warmwatertoestellen.

Bij een hogere hardheid is meer zeep en/of onthardingszout nodig (afbeelding 6). Bij een totale hardheid van maximaal 1,8 mmol/l verbruikt de consument minder zeep en energie, en is minder onderhoud aan apparaten nodig. Deze waarde is een compromis om verschillende doelen te dienen door aanpassing van één parameter. In de praktijk kan de optimale waarde van geval tot geval anders zijn.

			
Zacht water	80ml	120ml	200ml
Gemiddeld water	120ml	160ml	240ml
Hard water	160ml	200ml	280ml

Afbeelding 6. Wasvoorschrift (benodigde hoeveelheid zeep) volgens de Nederlandse Vereniging van Zeepfabrikanten

Kalkafzetting leidt tot hinder en kosten door extra onderhoud en versnelde vervanging van warmwatertoestellen en een hoger energieverbruik. Kalkafzetting treedt vooral op bij verwarming van water, omdat calciumcarbonaat bij hogere temperaturen slechter oplosbaar is. Ook bij lagere temperaturen treedt kalkafzetting op door verdamping van waterdruppels. Hoewel de hardheid een rol speelt in de kalkafzetting, is hardheid niet uitsluitend bepalend. In de afgelopen jaren zijn nieuwe parameters en meetmethoden ontwikkeld om de kalkafzettende eigenschappen van drinkwater beter te bepalen: de TACC₉₀ (Theoretisch Afzetbaar CalciumCarbonaat bij 90 °C) en de PACC (in Praktijk Afzetbaar CalciumCarbonaat) [22, 23].

Problemen met kalkafzetting zijn te voorkomen door een TACC₉₀ lager dan 0,6 mmol/l aan te houden. Daarnaast is het aan te bevelen om de PACC te meten, omdat deze praktische toets ook effecten meeneemt die veroorzaakt worden door bijvoorbeeld de aanwezigheid van deeltjes of de aard van het Natuurlijk Organisch Materiaal (NOM). Bij een PACC kleiner dan 0,4 mmol/l zijn geen problemen met kalkafzetting te verwachten [24].

Voor de (volks)gezondheid is het in Nederland niet nodig een ondergrens voor de totale hardheid te stellen. Daarom blijft de aanbeveling gelijk aan de wettelijke ondergrens van 1,0 mmol/l (na ontharding).

Conclusie

Op basis van nieuwe inzichten, ervaringen en regelgeving zijn de aanbevelingen voor de optimale watersamenstelling herzien [2]. Tabel 2 bevat de sinds 2013 geldende aanbevelingen. Deze aanbevelingen geven een richtlijn voor conditionering. Als het drinkwater hieraan voldoet, is de kans op problemen bij distributie of gebruik van het drinkwater minimaal.

Dit betekent niet per se dat distributie van drinkwater met een afwijkende samenstelling problemen geeft, maar het kan aanleiding zijn tot bezinning of nadere afweging. De aanbeveling voor de hardheid van het water is bijvoorbeeld deels gebaseerd op lagere kosten voor gebruik van wasmiddelen door de klant. Verlaging van de hardheid van drinkwater is echter een relatief kostbaar proces, dat leidt tot een hogere drinkwaterprijs. Op basis van een integrale afweging kan per geval worden besloten om al dan niet de aanbeveling te volgen.

Tabel 2. Aanbevelingen optimale watersamenstelling 2013

Parameter	Aanbeveling
Zuurgraad	pH > 7,4
Totale Anorganische Koolstofconcentratie	TAC > 2 mmol/l
Verzadigingsindex	SI > - 0,2
Totale Hardheid	TH < 1,8 mmol/l
Theoretisch Afzetbaar Calciumcarbonaat bij 90 °C	TACC ₉₀ < 0,6 mmol/l
Praktijk Afzetbaar Calciumcarbonaat	PACC < 0,4 mmol/l

Literatuur

1. Hoven, Th.J.J. van den en Eekeren, M.W.M. van (1988). Optimale samenstelling van drinkwater, Kiwa-rapport Mededeling 100, KWR, Nieuwegein.
2. Slaats, P.G.G., Meerkerk, M.A. en Hofman-Caris, C.H.M. (2013). Conditionering: de optimale samenstelling van drinkwater Kiwa-Mededeling 100 – Update 2013, rapport KWR 2013.069, KWR, Nieuwegein.

3. Drinkwaterbesluit 23 mei 2011. Staatsblad nummer 293, 21 juni 2011.
4. Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening van 29 juni 2011. Staatscourant nr. 11911, 18 juli 2011.
5. Geudens, P.J.J.G. (2012). Drinkwaterstatistieken 2012; De watercyclus van bron tot kraan. Vereniging van waterbedrijven in Nederland, Vewin, Den Haag.
6. Blokker, E.J.M., Ven, B.M. van de, Tankerville, M. en Mesman, G.A.M. (2010). Invloed coating grijs gietijzeren leidingen op drinkwaterkwaliteit. KWR-rapport BTO 2010.044, KWR, Nieuwegein.
7. DIN 50930-2 (1980). Corrosion of metals; corrosion behaviour of metallic materials against water, scale for evaluation for unalloyed and low-alloyed iron materials (ingetrokken).
8. Vreeburg, J.H.G. (2007). Discolouration in drinking water: A particular approach Proefschrift TU, Delft.
9. McNeill, L.S. and Edwards, M. (2001). Iron pipe corrosion in distribution systems Journal AWWA 93 88–100.
10. Benson, A.S., Dietrich, A.M. and Gallagher, D.L. (2012). Evaluation of iron release models for water distribution systems Critical reviews in Environmental Science and Technology, 42: 44- 97.
11. NEN-EN 12502-5 (2005). Protection of metallic materials against corrosion likelihood in water distribution and storage systems - Part 5 Influencing factors for cast iron, unalloyed en low alloyed steels. NEN, Rijswijk.
12. 'Asbestbesluit Arbeidsomstandighedenwet', Staatsblad 1993, nummer 135 en 136, februari 1993.
13. Rosenthal, L.P.M. (2001). Operationeel leidingnetbeheer en conditie- en levensduurbepaling - Clusteronderzoek 2000. Kiwa-rapport BTO 2001.129 (C), KWR, Nieuwegein.
14. Mons, M.N., Dijk-Looijaard, A. van (2004). Blootstelling aan asbest via drinkwater. Kiwa-rapport SWI 99.186, KWR, Nieuwegein.
15. Gaalen, F. van, Kragt, F., Puijenbroek, P. Van, Vonk, M. (2012). Kwaliteit voor later 2. Evaluatie van het waterkwaliteitsbeleid. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
16. Europese Unie (1998) Richtlijn 98/83/EG van de Raad van 3 november 1998 betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water, Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, nummer L 330 van 5 december 1998, 32-54.
17. Versteegh, J.F.M. (2005). Protocol Monitoring koper/lood/nikkel en chroom in drinkwater. Werkgroep monitoring zware metalen van de VROM-Inspectie, RIVM Bilthoven, in Inspectierichtlijn Harmonisatie Meetprogramma Drinkwaterkwaliteit (VROM, 2005).
18. Slaats, N., Blokker, M en Versteegh, A. (2008). Eerste inventarisatie van gemeten concentraties lood, koper, nikkel en chroom in drinkwater. H2O, 2008-3, 37-40.

19. Slaats, N., Blokker, M. en Versteegh, A. (2014). Lood, koper en nikkel in het Nederlandse drinkwater aan de tap. H2O-Online (28 oktober 2014).
20. Slaats, P.G.G. en Brink, H. (1995). Effectiviteit van het Vewin-doorstroomadvies voor het verlagen van het loodgehalte in drinkwater. Kiwa-rapport SWO 94.341, KWR, Nieuwegein.
21. Ferguson, J.F., Franqué, O. von and Schock, M.R. (1996). Corrosion of copper in potable water systems. In: AwwaRF/DVWG-Technologiezentrum Wasser (1996) Internal corrosion of water distribution systems (second edition), AWWA Denver.
22. Gaalen, F. van, Kragt, F., Puijenbroek, P van, Vonk, M. (2012). Kwaliteit voor later 2. Evaluatie van het waterkwaliteitsbeleid. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.
23. Brink, H., Slaats, P.G.G., Eekeren, M.W.M. van (2004). Scaling in domestic heating equipment getting to know a complex phenomenon WatSciTechnol, 49 (2), 129-136.
24. Keltjens, L. en Brink, H. (2005). Met nieuwe kookproef snel informatie over kalkafzetting – Alternatief voor PACC-meting. H₂O, 38, 7, 30–32.