

Lood, koper en nikkel in het Nederlandse drinkwater aan de tap

Nellie Slaats (KWR), Mirjam Blokker (KWR), Ans Versteegh (RIVM)

Waterbedrijven zijn verplicht om de drinkwaterkwaliteit aan het tappunt bij de consument te meten. Onderdeel van het wettelijk meetprogramma zijn de metalen lood, koper en nikkel. Hiervoor bemonsteren de waterbedrijven via de Random Day Time (RDT)-methode. In de periode 2004-2011 heeft KWR van ruim 16.000 RDT-monsters de metaalconcentraties geïnterpreteerd en onderzocht of er relaties zijn tussen metaalconcentraties aan de tap en de watersamenstelling af pompstation. Het blijkt dat metaalconcentraties in het algemeen laag zijn. Er is een relatie tussen de koperconcentratie en de zuurgraad en waterstof-carbonaatconcentratie van het drinkwater. Andere relaties zijn niet aangetoond.

Nederland telt in 2012 circa 7,7 miljoen huishoudelijke drinkwateraansluitingen. Naar schatting bestaat 90% van de drinkwaterinstallaties uit koperen leidingen met messing onderdelen, zoals kranen en fittingen. Tijdens doorstroming van de drinkwaterinstallatie neemt de concentratie aan metalen in drinkwater toe door het contact tussen het drinkwater en het leidingmateriaal in de drinkwaterinstallatie.

Sinds 2004 zijn de Nederlandse waterbedrijven verplicht om de drinkwaterkwaliteit aan het tappunt bij de consument te beoordelen. Zij monitoren daarom de metalen koper, lood en nikkel in drinkwater. Hiertoe wordt steekproefsgewijs een liter drinkwater bij de consument getapt; dit wordt Random Day Time (RDT)-monitoring genoemd. In de periode 2004-2011 zijn ruim 16.000 RDT-monsters genomen en onderzocht. KWR heeft de metaalconcentraties geïnterpreteerd en onderzocht of er relaties zijn tussen metaalconcentraties aan de tap en de watersamenstelling. Tevens is gekeken naar andere parameters, zoals de invloed van de monsterneming zelf en de temperatuur in het leidingnet.

Wettelijk kader

Ten tijde van de invoering van de Random Day Time-monitoring was het Waterleidingbesluit (Wlb) 2001 van kracht [1]. Tabel 1 geeft een overzicht van de maximum voor (zware) metalen in het Wlb. In het Drinkwaterbesluit (Dwb) van 2011 zijn de maximumwaarden niet gewijzigd [2]. In het Dwb 2011 is de tekst van noot 1 bij de parameter chroom geschrapt. Dit is in overeenstemming met de Europese regelgeving [3]. Dit artikel gaat daarom niet nader in op de chroomconcentraties aan de tap.

Tabel 1. Overzicht maximumwaarden voor metalen in drinkwater in het Waterleidingbesluit (Wlb) 2001 en het Drinkwaterbesluit (Dwb) 2011 [1,2]

Parameter	Maximumwaarde Wlb 2001 (µg/l)	Maximumwaarde Dwb 2011 (µg/l)
Chroom	50 ¹	50
Koper	2.000 ¹	2.000 ¹
Lood	10 ¹	10 ¹
Nikkel	20 ¹	20 ¹

1) De waarden voor koper, lood, nikkel en chroom dienen een wekelijks gemiddelde inname te vertegenwoordigen en dienen aan de tap bij de consument gemeten te worden.

Het Dwb schrijft voor dat waterbedrijven de drinkwaterkwaliteit aan de tap meten en actie ondernemen bij overschrijdingen. De monsterneming voor het monitoren van koper, lood en nikkel dient zodanig te zijn dat deze een gemiddelde, wekelijkse inname vertegenwoordigt, in overeenstemming met de Europese Drinkwaterrichtlijn 98/83/EG.

Sinds 2004 wordt in Nederland voor het monitoren van metalen aan de tap de Random Day Time (RDT)-methode toegepast volgens het 'Protocol Monitoring koper/lood/nikkel en chroom in drinkwater d.d. oktober 2003' [4]. Voor het bepalen van de gemiddelde wekelijkse inname worden in een distributiegebied per jaar 4 tot 30 monsters aan de tap genomen, waarbij een distributiegebied bij voorkeur gekoppeld is aan één pompstation. De toetsing van de norm vindt plaats aan het eind van het jaar door het berekenen van het rekenkundig gemiddelde per distributiegebied.

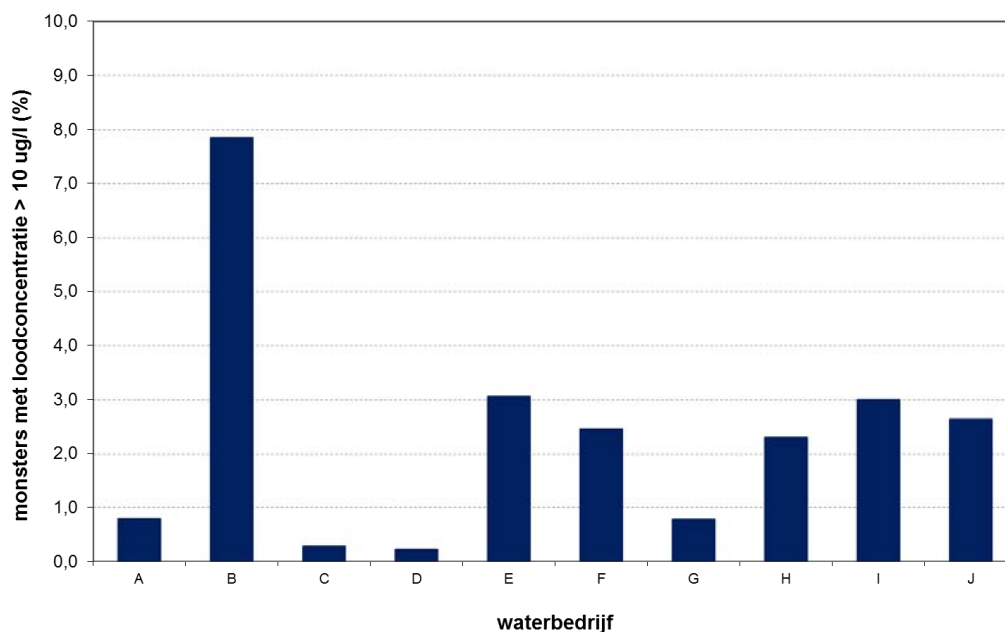
De waterbedrijven rapporteren deze gemiddelden jaarlijks via de zogenaamde REWAB-rapportage aan de Inspectie Leefomgeving en Transport (voorheen VROM-Inspectie). RIVM brengt hiervan een openbare rapportage uit [5-12]. De RIVM-rapportage geeft de gemiddelde metaalconcentraties aan de tap plus de range per voorzieningsgebied, en is bedoeld om overschrijding van de normwaarden te signaleren en te rapporteren. De individuele meetwaarden van de waterbedrijven worden niet aan RIVM gerapporteerd.

Metaalconcentraties aan de tap

Om preciezer inzicht te krijgen in de metaalconcentraties aan de tap heeft KWR de individuele meetwaarden uit de periode 2004-2011 geanalyseerd.

Loodconcentraties

In 16.606 RDT-monsters is de loodconcentratie gemeten. Afbeelding 1 geeft per bedrijf een overzicht van het percentage monsters met een loodconcentratie hoger dan 10 µg/l (de maximumwaarde volgens Wlb en Dwb). Het blijkt dat hoge loodconcentraties vooral voorkomen bij bedrijf B. Dit bedrijf heeft in de periode 2004-2008 relatief veel RDT-monsters genomen om lood te meten, omdat bekend is dat in hun voorzieningsgebied in relatief veel



Afbeelding 1. RDT-monsters met loodconcentraie hoger dan 10 µg/l, per bedrijf, in de periode 2004-2011

panden drinkwaterinstallaties met (deels) loden leidingen voorkomen. De monsternamen zijn in deze periode dus niet volledig random geweest.

In de data van 2009-2011 is dit waterbedrijf niet zo'n duidelijke uitschieter omdat het aantal monsters sterk gereduceerd is. Het is niet bekend of deze afname veroorzaakt wordt doordat de monsterlocaties meer random zijn gekozen of doordat loden leidingen in drinkwaterinstallaties vervangen zijn.

Tabel 2 geeft een overzicht van de range van de meetwaarden van alle bedrijven en de meetwaarden zonder die van bedrijf B in de loop van de jaren. Te zien is dat, wanneer naar alle meetwaarden wordt gekeken, 97,8% van de gemeten waarden lager ligt dan de maximumwaarde van 10 µg/l. De hoogste waarde bedraagt 16.400 µg/l, gemeten in 2004. Bij dergelijke hoge meetwaarden is het waterbedrijf verplicht actie te ondernemen.

Als de meetwaarden van bedrijf B buiten beschouwing worden gelaten, is in de gehele meetperiode de loodconcentratie in 98,8 % van het aantal monsters lager dan 10 µg/l.

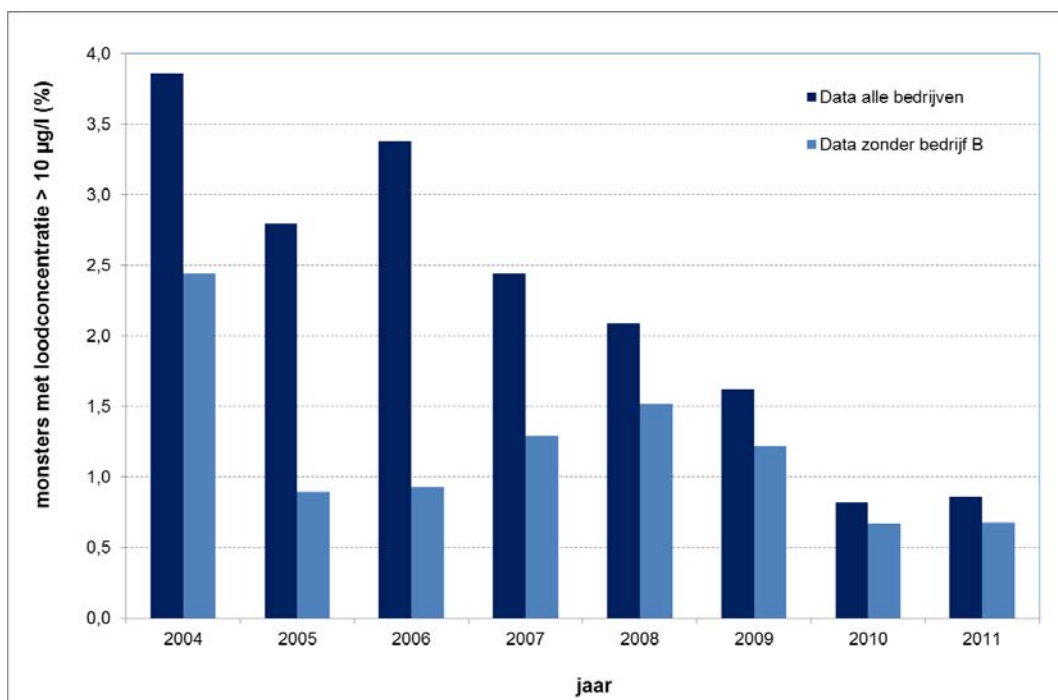
Tabel 2. Verdeling loodconcentraties in RDT-monsters in de periode 2004-2011(zonder bedrijf B) (maximumwaarde Dwb is 10 µg/l)

Loodconcentratie (µg/l)	Aantal meetwaarden	% van aantal meetwaarden	Aantal meetwaarden	% van aantal meetwaarden
< 1	13.661	82,26	11.659	83,71
1- 5	2279	13,72	1.942	13,94
5-10	292	1,76	163	1,17
10 - 100	356	2,14	154	1,13
100 - 1000	14	0,08	7	0,05
> 1000	3	0,02	3	0,02
> 10000	1	0,01	0	0,00

Ontwikkeling loodconcentraties in de loop van de tijd

Het is interessant om de ontwikkeling van de loodconcentraties in de loop van de tijd te zien, omdat waterbedrijven en de Nederlandse overheid grote inspanningen plegen om loden leidingen in drinkwaterinstallaties terug te dringen. Afbeelding 2 geeft een overzicht van het percentage RDT-monsters met een loodconcentratie hoger dan 10 µg/l, zowel voor alle data als voor de data zonder bedrijf B.

De figuur laat zien dat het percentage monsters met een loodconcentratie hoger dan 10 µg/l in de loop van de tijd afneemt als alle data worden beschouwd. Als de data van bedrijf B worden uitgesloten, is het aantal monsters met een loodconcentratie groter dan 10 µg/l redelijk constant. Het is duidelijk dat de afname in percentage loodconcentraties groter dan 10 µg/l vooral bij bedrijf B plaatsvindt. Afbeelding 2 toont ook dat in 2010 en 2011 het laagste aantal waarden met een loodconcentratie groter dan 10 µg/l voorkomt. Het lijkt erop dat het aantal drinkwaterinstallaties met loden leidingen afneemt. Een harde conclusie is echter niet te trekken, omdat bij de keuze van de meetpunten niet naar het leidingmateriaal wordt gekeken.



Afbeelding 2. Percentage RDT-monsters met een loodconcentratie hoger dan 10 µg/l, voor alle data en voor de data zonder bedrijf B, in de jaren 2004 tot en met 2011

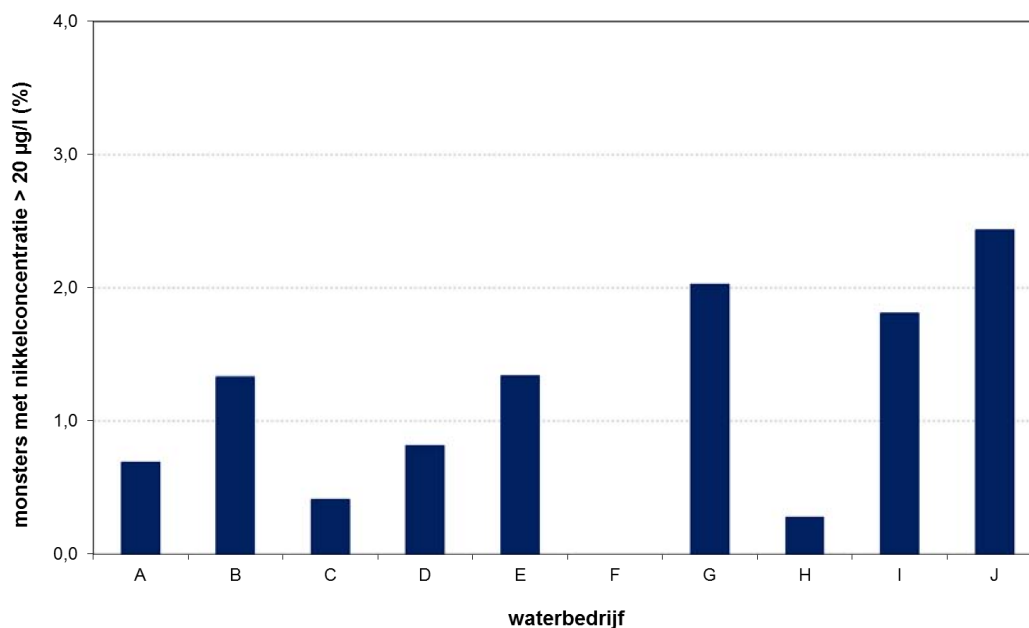
Nikkelconcentraties

Tabel 3 geeft een overzicht van de range van de nikkelconcentraties in 13.913 RDT-monsters. 99,0% van de gemeten waarden is lager dan 20 µg/l (de maximumwaarde volgens Wlb en Dwb). De hoogste gemeten waarde bedraagt 824 µg/l.

Tabel 3. Verdeling nikkelconcentraties in RDT-monsters in de periode 2004 – 2011 (maximumwaarde Dwb is 20 µg/l)

Nikkelconcentratie (µg/l)	Aantal meetwaarden	% van aantal meetwaarden
< 1	8.354	60,0
1 - 10	5.221	37,5
10 - 20	217	1,6
> 20	121	0,9
> 100	15	0,1

Afbeelding 3 geeft een overzicht van de verdeling van de nikkelconcentraties hoger dan 20 µg/l over de verschillende bedrijven. Het percentage monsters met een nikkelconcentratie hoger dan deze maximumwaarde is vergelijkbaar bij de verschillende waterbedrijven. Nikkel is afkomstig van kranen en de waterkwaliteit is niet van invloed op de nikkelafgifte [13]. Verondersteld wordt dat het gebruik van kranen landelijk gezien overal hetzelfde is.



Afbeelding 3. Overzicht percentage RDT-monsters met een nikkelconcentratie hoger dan 20 µg/l, per bedrijf, in de periode 2004-2011

Koperconcentraties

In de periode 2004-2011 is in 16.046 RDT-monsters de koperconcentratie gemeten. Tabel 4 geeft een overzicht van de range van de meetwaarden. Zichtbaar is dat de koperconcentratie in 99,7 % van de monsters lager is dan de maximumwaarde van 2.000 µg/l. De hoogste gemeten waarde bedraagt 180.000 µg/l. Koperconcentraties hoger dan 2.000 µg/l komen bij een beperkt aantal bedrijven naar voren.

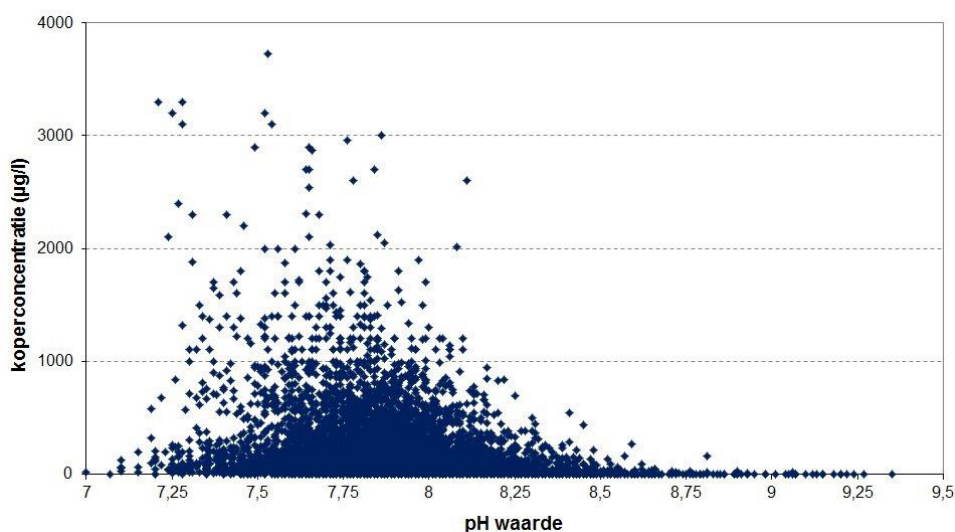
Tabel 4. Verdeling koperconcentraties in RDT-monsters in de periode 2004-2011 (maximumwaarde Dwb is 2.000 µg/l)

Koperconcentratie (µg/l)	Aantal meetwaarden	% van aantal meetwaarden
< 500	14.611	91,1
500 - 1000	1.098	6,8
1000 -1500	219	1,4
1000 -1500	63	0,4
>2000	55	0,3
> 3000	17	0,1
> 4000	5	0,03

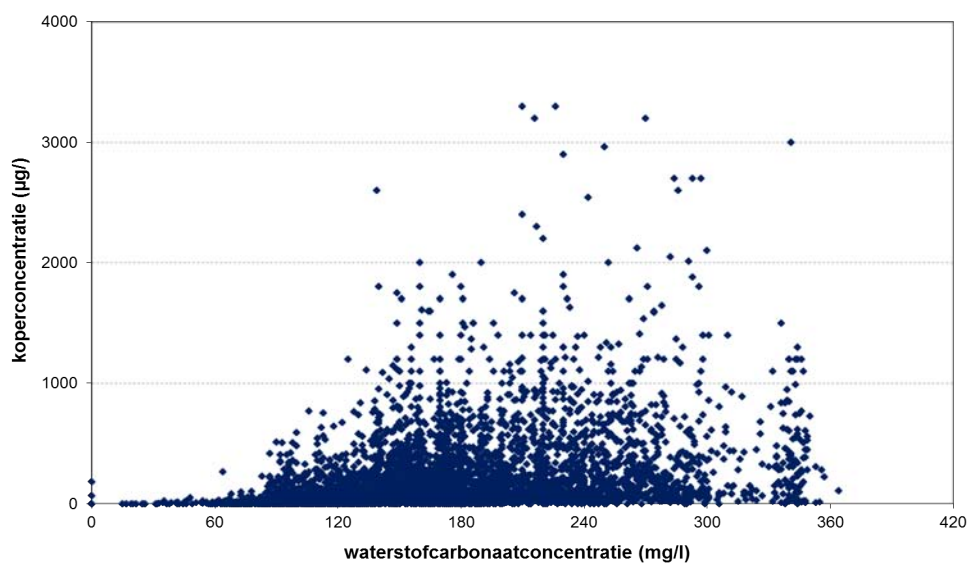
Relatie met waterkwaliteitsparameters

Koperafgifte hangt af van de watersamenstelling, en wordt in Nederland via de 'koperformule' berekend [14, 15]. In de koperformule komen de waterkwaliteitsparameters pH, waterstof- en sulfaatconcentratie voor. De koperformule is afgeleid onder omstandigheden waarbij alleen de waterkwaliteit van invloed is. Onderzocht is of er een relatie zichtbaar is tussen de resultaten van de RDT-monsters en waterkwaliteit. Van ongeveer de helft van de RDT-monsters is, naast de concentraties aan lood, koper en nikkel, ook een aantal andere waterkwaliteitsparameters

bepaald (pH, geleidbaarheid, waterstofcarbonaat- en sulfaatconcentratie). Afbeelding 4 geeft de koperconcentraties bij verschillende pH-waarden, afbeelding 5 geeft de koperconcentraties bij verschillende waterstofcarbonaatconcentraties. Te zien is dat naarmate de pH hoger is, het aantal monsters met een hoge koperconcentratie afneemt. Voor de waterstofcarbonaatconcentratie geldt dat naarmate de waterstofcarbonaatconcentratie toeneemt, het aantal hoge koperconcentraties toeneemt. De verbanden zijn ook statistisch aangetoond [16]. Deze waarnemingen komen overeen met de bevindingen van de analyse van de data van koperen buizenproeven van Brabant Water [17]. Uiteraard wordt de koperconcentratie beïnvloed door een combinatie van de pH en de waterstofcarbonaatconcentratie. Daarnaast kan bij een korte verblijftijd een lage pH of een hoge waterstofcarbonaatconcentratie toch een lage koperconcentratie opleveren. Tussen de koperconcentratie en de waterkwaliteitparameters geleidbaarheid en sulfaatconcentratie was geen relatie zichtbaar.



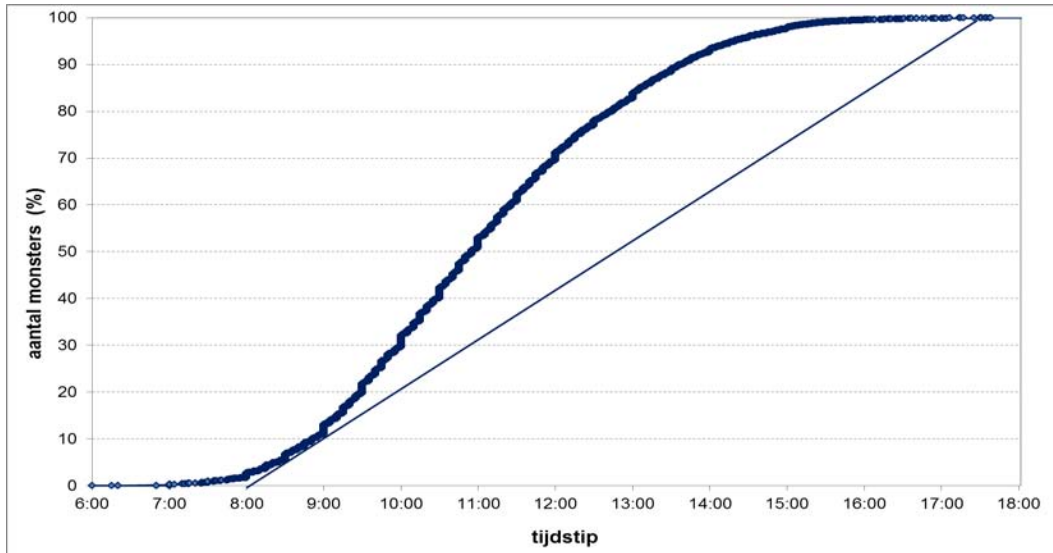
Afbeelding 4. Koperconcentraties uitgezet tegen de pH (8.505 meetwaarden)



Afbeelding 5. Koperconcentraties uitgezet tegen de waterstofcarbonaatconcentratie (5.890 meetwaarden)

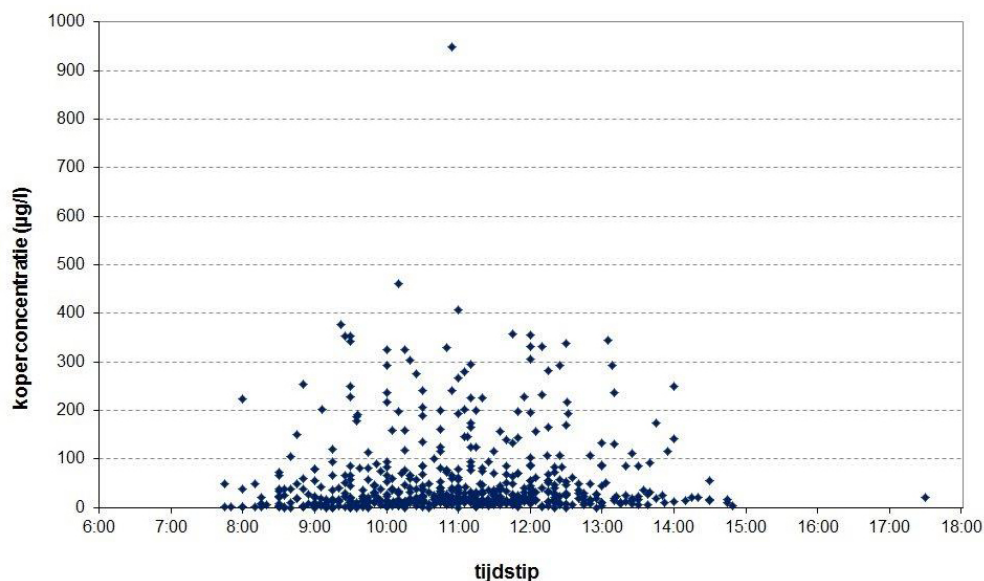
Invloed tijdstip monsterneming

RDT-bemonstering betekent dat de monsters random tijdens kantooruren worden genomen (tussen 8:00 uur en 17:00 uur). In de praktijk blijkt dat de monsterneming vooral in de ochtend plaatsvindt: circa 70% van de monsters is voor 12 uur 's middags genomen (afbeelding 6). De spreiding in tijdstippen is na 2006 wel groter geworden [18].



Afbeelding 6. Tijdstip van monsterneming van 16.050 monsters, feitelijke verdeling over de dag (kromme) versus volledig random situatie (rechte)

Om te bepalen of er een relatie is tussen de koperconcentratie en de verblijftijd van het drinkwater in de leiding, zijn de koperconcentraties in een voorzieningsgebied van bedrijf B uitgezet tegen het tijdstip van monsterneming (afbeelding 7). In dit voorzieningsgebied wordt het drinkwater geleverd door één productielocatie (PS BB). De pH en de waterstofcarbonaatconcentratie van het drinkwater waren gedurende de gehele periode (2004-2011) vrij constant: de pH was gemiddeld $8,4 \pm 0,1$ en de waterstofcarbonaatconcentratie gemiddeld $172,0 \pm 9,7$ mg/l.



Afbeelding 7. Koperconcentraties uitgezet tegen het tijdstip van de monsterneming in het voorzieningsgebied van productielocatie BB van waterbedrijf B in de periode 2004-2011 (664 monsters)

Er is geen relatie tussen het tijdstip van monsterneming en de koperconcentratie; op alle momenten van de dag liggen de maximale koperconcentraties in dezelfde orde van grootte. Eén meetwaarde ligt duidelijk hoger, de oorzaak hiervan is niet bekend. Mogelijk is dit een meetfout.

Conclusies

De Nederlandse waterbedrijven hebben acht jaar ervaring met het meten van lood-, koper- en nikkelconcentraties aan de tap volgens RDT-bemonstering. De meetwaarden geven een beeld van de drinkwatersamenstelling en van de relatie daarvan met de verblijftijd van het drinkwater in de installatie en de materialen van de drinkwaterinstallatie.

Uit de resultaten blijkt dat het slechts op beperkte schaal voorkomt dat de *individuele* meetwaarden voor lood, koper en nikkel hoger zijn dan de normwaarden voor week-gemiddelden.

Voor lood geldt dat overschrijding van de maximumwaarden voornamelijk voorkomt in gebieden waarvan bekend is dat er een relatief groot aantal panden met loden leidingen aanwezig is. In 2010 en 2011 is het aantal gemeten overschrijdingen van de maximumwaarde het laagst, wat suggereert dat het aantal drinkwaterinstallaties met loden leidingen afneemt. Een harde conclusie is echter niet te trekken, omdat bij de keuze van de monsterpunten niet naar het leidingmateriaal wordt gekeken.

Voor koper is een relatie aangetoond tussen de koperconcentratie in het drinkwater en de pH van en waterstofcarbonaatconcentratie in drinkwater. Koperconcentraties nemen toe naarmate de pH lager en de waterstofcarbonaatconcentratie hoger is. Verder kan geconcludeerd worden dat Random Day Time-bemonstering gedurende 8 jaar een consistent beeld geeft van de blootstelling van de consument aan metalen via de route drinkwater.

Literatuur

1. Waterleidingbesluit 9/1/2001, Koninklijke Vermande.
2. Staatsblad 2011 Drinkwaterbesluit, van 23 mei 2011, nummer 293, 21 juni 2011.
3. Richtlijn 98/83/EG van de Raad van de Europese Unie, (EC DWD 98/83, Europese Drinkwaterrichtlijn), 3 november 1998.
4. Versteegh, J.F.M. (2003). Protocol Monitoring koper/lood/nikkel en chroom in drinkwater. Werkgroep monitoring zware metalen van de VROM-Inspectie, RIVM (2003), Bilthoven.
5. Versteegh, J.F.M. en Dik, H.H.J. (2006). De kwaliteit van het drinkwater in Nederland in 2004. VROM Inspectie, Ministerie van VROM, Den Haag, RIVM rapport 703719010.
6. Versteegh, J.F.M. en Dik, H.H.J. (2006). De kwaliteit van het drinkwater in Nederland in 2005. VROM Inspectie, Ministerie van VROM, Den Haag, RIVM Rapport 703719014.
7. Versteegh, J.F.M. en Dik, H.H.J. (2007). De kwaliteit van het drinkwater in Nederland in 2006. VROM Inspectie, Ministerie van VROM, Den Haag, RIVM Rapport 703719022.

8. Versteegh, J.F.M. en Dik, H.H.J. (2008). De kwaliteit van het drinkwater in Nederland in 2007. VROM Inspectie, Ministerie van VROM, Den Haag, RIVM Rapport 703719034.
9. Versteegh, J.F.M. en Dik, H.H.J. (2009). De kwaliteit van het drinkwater in Nederland in 2008. VROM Inspectie, Ministerie van VROM, Den Haag, RIVM Rapport 703719046.
10. Versteegh, J.F.M. en Dik, H.H.J. (2010). De kwaliteit van het drinkwater in Nederland in 2009. VROM Inspectie, Ministerie van VROM, Den Haag, RIVM Rapport 703719065.
11. Versteegh, J.F.M. en Dik, H.H.J. (2011). De kwaliteit van het drinkwater in Nederland in 2010. VROM Inspectie, Ministerie van VROM, Den Haag, RIVM Rapport 703719081.
12. Versteegh, J.F.M. en Dik, H.H.J. (2012). De kwaliteit van het drinkwater in Nederland in 2011. RIVM Rapport 703719090.
13. Hoven, Th.J.J. van den en Eekeren, M.W.M. van (1988). Optimale samenstelling drinkwater. Kiwa-Mededeeling 100, Nieuwegein.
14. Hoven, Th.J.J. van den, Baggelaar, P.K., Ekkers, G.H. (1990). Koperafgifte door drinkwaterleidingen. Kiwa Mededeeling 111, Nieuwegein.
15. Moel, P. de (2012). Koperenbuizenproef - Praktijk en theorie. Summerschool PHREECQ voor drinkwater op 30 augustus 2012 TU Delft.
16. Slaats, N. en Blokker, M. (2013). Lood-, koper- en nikkelconcentraties in drinkwater aan de tap – resultaten RDT-monitoring 2004-2011. KWR-rapport BTO 2013.214(s) KWR, Nieuwegein.
17. Wuijts, S., Slaats, P.G.G., Versteegh, J.F.M. en Meerkerk, M.A. (2007). Drinkwaterkwaliteit in nieuwbouwwoningen. RIVM-rapport 703719023, RIVM Bilthoven.
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. Moerman, A., Blokker, M. en Vreeburg, J. (2014). Het opwarmen van drinkwater in woninginstallaties. H₂O-Online / 19 juni 2014.