

Udskriftsdato: 31. december 2025

VEJ nr 9191 af 24/04/2009 (Gældende)

Vejledning om metode til sammensat flowproportionel prøvetagning af drikkevand ved forbrugerens taphane

Ministerium: Miljø- og Ligestillingsministeriet

Journalnummer: Miljømin., By- og
Landskabsstyrelsen/j.nr.BLS-415-00034

Senere ændringer til forskriften

BEK nr 292 af 26/03/2014

Vejledning om metode til sammensat flowproportionel prøvetagning af drikkevand ved forbrugerens taphane

Indholdsfortegnelse

1	Indledning
1.1	Formål
2	Forhold af betydning for metalkoncentrationen ved forbrugers taphane
3	Baggrund for metode
3.1	Krav
3.2	Erfaringer fra validering
4	Metodebeskrivelse
4.1	Formål
4.2	Termer og definitioner
4.3	Princip
4.4	Udstyr
4.5	Procedure
4.6	Analyse
4.7	Rapportering
5	Referencer

Forord

Denne vejledning er udarbejdet for By- og Landskabsstyrelsen af Charlotte Bettina Corfitzen og Hans-Jørgen Albrechtsen, Institut for Vand & Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet.

1 Indledning

Bekendtgørelse nr. 1449 af 11. december 2007 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg (Drikkevandsbekendtgørelsen), angiver i bilag 1b, at parameterværdierne for antimon, arsen, bly, cadmium, krom, nikkel og zink gælder for en 'beregnet gennemsnitsværdi'. Denne gennemsnitsværdi referer til Drikkevandsdirektivet (1998), der i bilag I del b note 3 angiver parameterværdierne gældende for en prøve af drikkevand fra vandhanen, udtaget ved hjælp af en passende metode og således, at den er repræsentativ for et ugentligt gennemsnit af det vand, som forbrugeren indtager.

1.1 Formål

By- og Landskabsstyrelsen har fået udarbejdet og valideret en metode til prøvetagning ved forbrugerens taphane repræsentativt for et ugentligt gennemsnit af det vand, forbrugeren indtager (Corfitzen og Albrechtsen, 2008). Metoden er baseret på sammensat flowproportionel prøvetagning, og der er lagt vægt på, at metoden skal være billig at udføre og nem at administrere.

2 Forhold af betydning for metalkoncentrationen ved forbrugers taphane

Metalafgivelse til drikkevand, som indtages af forbrugere, afhænger af en række faktorer, som bør tages i betragtning ved prøvetagning:

- Vandsammensætningen
- Installationsmaterialet
- Installationens alder
- Installationens dimensioner
- Vandforbruget
- Henstandstiden imellem tapninger

- Temperatur
- Tappevaner

Vandsammensætning (f.eks. pH, iltkoncentration, hårdhed og saltindhold) påvirker i høj grad metalafgivelsen, specielt da korrosionspotentialer af forskellige vandtyper varierer mellem forskellige materialer (metaller). Hårdt vand vil f.eks. være stærkt korrosivt overfor kobber, mens både blødt vand og hårdt vand med HCO₃-koncentrationer over 300 mg/L vil være korrosivt over for galvaniseret stål (Fontenay et al., 2005). Generelt vil metalafgivelsen øges med stigende hårdhed og saltindhold, dog er afgivelsen af nikkel stort set uafhængig af vandets hårdhed (Nielsen et al., 2004).

Installationens materialer vil selvsagt være bestemmende for hvilke metaller, der kan afgives til vandet. Undersøgelser i test-rigs har vist, at der stort set ikke afgives metaller fra rustfrit stål, da der hurtigt og effektivt dannes beskyttende belægninger (passivering). Derimod kan der afgives betydelige mængder zink og mindre mængder bly og cadmium fra galvaniseret stål. Messing kan afgive betydelige mængder kobber og zink samt mindre mængder bly og cadmium, og forkromet messing kan afgive betydelige mængder kobber og nikkel samt mindre mængder zink, bly, cadmium og krom (Nielsen, 2001, Nielsen et al., 2004).

Kombinationen af materialer i installationerne har også indflydelse på metalafgivelsen. F.eks. vil messing være delvist katodisk beskyttet ved kontakt galvaniseret stål og derved afgive mindre metal end ved kontakt med rustfrit stål (Nielsen, 2001). Installationens alder påvirker også metalafgivelsen, da de fleste metaller med tiden passiveres.

Installationens dimensioner vil have indflydelse på metalkoncentrationen i vandet. Desto mindre rørdiameter, og dermed mindre vandvolumen i forhold til rørenes indre overfladeareal, desto højere metalkoncentration vil kunne opnås i vandet. Jo længere husinstallationerne er, desto længere er opholdstiden og derved er der større potentiale for afgivelse. Såfremt henstandstiden er tilstrækkelig lang, vil der teoretisk set afgives metal til vandet, indtil en ligevægt er indstillet sig. Derved påvirker henstandstiden imellem tapninger i høj grad metalkoncentrationerne i det tappede vand.

Forbrugsmønstre for danske forbrugere varierer væsentligt imellem lejligheder og parcel- og rækkehuse (Watertech, 2005). Generelt er vandforbruget højere for parcel- og rækkehuse end for lejligheder, og de daglige og årlige forbrugsmønstre varierer imellem de to bebyggelsestyper. Generelt er vandforbruget højere på fridage end på hverdage for begge bebyggelsestyper. Således har bebyggelsestypen indflydelse på vandforbrug og henstandstid imellem tapninger og dermed på metalafgivelsen fra installationer, hvor lejligheds vandinstallationer tillige vil være påvirket af naboernes forbrugsmønstre.

Temperaturen er væsentlig for metalafgivelsen fra installationer, hvilket igen er relateret til henstandstiden imellem tapninger og installations udformning, da koldt vand fra distributionssystemet bliver opvarmet i installationen imellem tapninger.

Med forbehold for alle de ovennævnte faktorer, vil eksponeringen af den enkelte forbruger dog i høj grad afhænge af den enkelte forbrugers tappevaner. Stort set uafhængigt af installationen vil forbrugere, der indtager det først-tappede vand, blive udsat for en større eksponering end forbrugere, der lader vandet løbe en kort tid, før der tappes vand til indtagelse.

3 Baggrund for metode

Sammensat flowproportional prøvetagning tager forbehold for alle de i kapitel nævnte faktorer. Prøven opsamles som en lille delstrøm af vand tappet til indtagelse. Over tid vil en prøve således være sammensat af flere mindre prøver opsamlet hver gang, der tappes vand til indtagelse.

3.1 krav

Ved flowproportional prøvetagning er det vigtigt, at kun en lille fraktion opsamles, så det totale aftappede volumen ikke afviger væsentligt fra forbrugernes normale forbrugsvaner. Ligeledes er det vigtigt, at det er

en konstant fraktion, der opsamles, så prøven repræsenterer det tappede volumen, men at det samtidig kun er vand til indtagelse, der tappes.

Hvis prøvetagningsudstyret er kompliceret at betjene, er der risiko for, at forbrugeren ændrer sine forbrugsvaner i løbet af prøvetagningsperioden, og det er derfor vigtig, at forbrugeroplevelse generelt minimeres.

Prøvetagning vil i de fleste tilfælde foregå ved forbrugerens køkkenhane, så prøvetagningsudstyret bør optage så lidt plads som muligt, så det ikke er i vejen for forbrugeren under den daglige brug af køkkenet. Da metoden endvidere skal være billig og nem at administrere, bør prøvetagningsudstyret være så simpelt som muligt. Udstyr, der involverer pumper og sensorer, vil ofte være mindre robust, kræve vedligeholdelse og være dyrt i indkøb. Den simpleste løsning er en to-vejs ventil, der monteres direkte på taphanen, og som betjenes af forbrugeren til at levere enten enkelt stråle eller to-delt stråle. Fraktionen af vandflowet, der skilles fra i to-delt stråleindstillingen, fastlægges ved størrelsen af passagen for de to strålegange. Ved at placere opsamlingsflasken på gulvet (lavere end to-vejs ventils udmunding) opsamles vandet ved tyngdekraften alene.

To-vejs ventilen skal være lavet af et materiale, der hverken absorberer eller afgiver metaller, så prøven ikke forurenes, hvilket udelukker hovedparten af metaller. Da passiveret rustfrit stål har en meget lav metalafgivelse, kunne dette være en mulighed, men et plastikmateriale uden metalstabilisatorer vil være bedre egnet.

Opsamlingsflasken skal ikke være af glas, da metaller kan adsorbere til glas. Plastikmaterialer såsom polyethylen (PE), polypropylen (PP), teflon (PFTE) og lignende vil være velegnede materialevalg for opsamlingsflaske og slanger, som forbinder to-vejs ventilen og opsamlingsflasken. For at undgå at prøven forurenes med metaller, skal alt plastudstyr være syrevasket forud for prøvetagning.

Opsamlingsflasken skal være lukket med tætsluttende låg for at undgå, at den opsamlede prøve forurenes på prøvelokaliteten og for at mindske fordampning. Dog skal der være mulighed for, at trykket kan udlignes, når flasken fyldes, så et luftfilter monteres i låget. Luftfilter og slange førende til to-vejs ventilen monteres igennem låget med lynkoblinger med slangestudse.

Drikkevandsdirektivet definerer drikkevand som:

"alle former for vand, der enten ubehandlet eller efter behandling er beregnet til drikkebrug, madlavning, fødevarer tilberedning eller andre husholdningsformål, uanset vandets oprindelse, og uanset om det leveres gennem distributionsnet, fra tankvogn/tankskib eller i flasker eller anden emballage"

Note 3 i Drikkevandsdirektivets bilag I baserer parameterværdierne på "Vand til indtagelse". Dette er i arbejdsgrupper under det Europæiske Fællesskab defineret til kun at omfatte vand tappet med det formål at blive drukket eller at blive anvendt i madlavningen inklusiv skylning og kogning af f.eks. grøntsager (f.eks. Hoven et al., 1999). Det skal gøres klart for forbrugeren, hvad "Vand til indtagelse" dækker, da dette vil være bestemmende for, hvornår der opsamles vand.

Høje metalkoncentrationer i det tappede vand kan skyldes et generelt lavt vandforbrug. For at kunne evaluere det opnåede resultat, bør dette sammenholdes med vandforbruget. Såfremt husstanden har egen vandmåler, estimeres husholdningens totale vandforbrug for prøvetagningsperioden ved at aflæse vandmåleren ved periodens begyndelse og afslutning. Tilsvarende kan det estimeres, hvor meget vand der er tappet til indtagelse, ved at udveje opsamlingsflasken før og efter prøvetagning. Husstandens størrelse (antal beboere) noteres til brug for evalueringen.

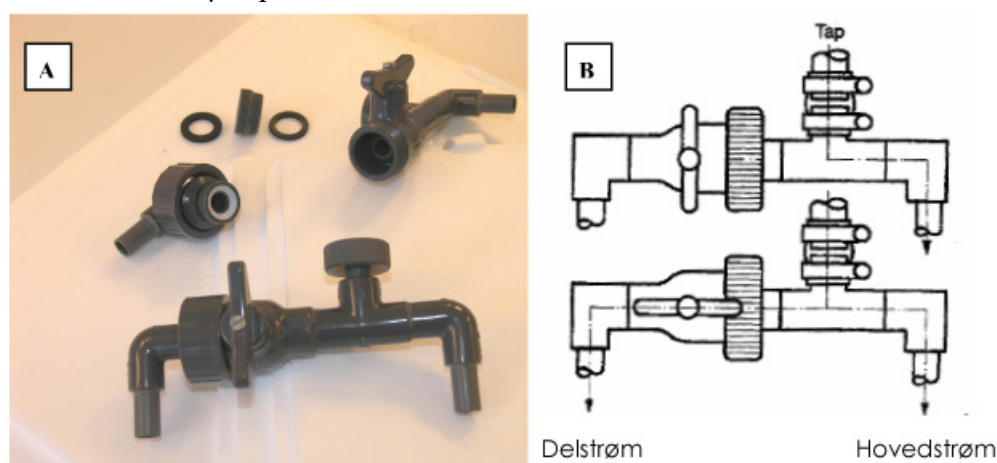
Prøvetagningsperioden skal repræsentere en gennemsnitlig uge. Da det totale vandforbrug forventes at være højere på fridage end på hverdage, er det vigtigt, at prøvetagningsperioden dækker 5 hverdage og 2 fridage. Samtidig skal prøvetagningsperioden kunne betegnes som gennemsnitlig mht. forbrug, så perioden bør ikke indbefatte dage, hvor en andel af husstanden er fraværende, eller hvor der forventes un-

ormalt stort vandforbrug (stor fest, renovationsarbejde eller lignende). Det er i høj grad op til forbrugeren at bekræfte, om prøvetagningsperioden kan betegnes som 'gennemsnitlig' for husstanden.

3.2 Erfaringer fra validering

Metoden blev afprøvet på tre lokaliteter over tre gange, hver af en uges varighed (Corfitzen & Albrechtsen., 2008) med følgende udstyr:

- To-vejs ventil i PVC () indkøbt fra Service des Compteurs, Paris, France. Ventilen blev monteret under selve haneudmundingen, og en hane gjorde det muligt for forbrugeren at skifte imellem enkelt stråle og to-delt stråle, hvor ca. 4 % af vandflowet blev skilt fra til opsamling. To-vejs ventilen har tidligere været anvendt af Hoven et al. (1999) i en undersøgelse af blyafgivelse fra installationer i Europa.
- 4 L opsamlingsflasker i tyk-vægget PE (Nagle) samt tilhørende skruelåg med to lynkoblinger og 12 mm slangestudse i PE.
- PE slanger – 12 mm til tilslutning på slangestudse i låg og 10 mm til tilslutning på to-vejs ventil.
- Slangesamlere – 10-12 mm til at koble de to forskellige slangetykkelser.
- Filter med 2 µm porestørrelse



Figur : To-vejs ventil til opsamling af delstrøm af vand tappet til indtagelse.

A: Foto af to-vejs ventil samlet og adskilt. B: Skitse af to-vejs ventil (van der Hoven et al., 1999).

Det samlede prøvetagningsudstyr monteret på én af prøvetagnings-lokaliteterne kan ses i .



Figur : Det samlede prøvetagningsudstyr samlet under prøvetagning.

Generelt havde forbrugerne (både børn og voksne), der var involveret i valideringen, ikke problemer med at huske at betjene to-vejs ventilen ved tapning af vand til indtagelse. Det blev ikke opfattet som en egentlig gene at have opsamlingsflasken stående på gulvet, og det blev anset for acceptabelt at have udstyret installeret i kortere perioder (uger). Forbrugerne havde følgende kommentarer til det afprøvede udstyr:

- Montering af to-vejs ventilen under taphanens udmunding reducerede pladsen under hanen, hvilket besværliggjorde opvask af større genstande.
- To-vejs ventilen var konstrueret med indsnævring og uden luftfilter, hvilket gjorde hovedstrålen mindre i diameter end ved normal brug af hanen. Dette gjorde det vanskeligere at skylle tallerkener mm.
- Designet af to-vejs ventilen (konstruktion og materialevalg) gjorde den skrøbelig overfor stød, hvilket betød, at forbrugerne var nervøse for at slå den af under opvask og lignende.
- Den ufleksible PE-slange, der ledte til opsamlingsflasken, medførte, at det ikke var muligt at dreje taphanen fra side til side. Dette betød ligeledes, at slangen skulle være relativ lang, for at det var muligt at flytte opsamlingsflasken på gulvet, når der skulle skabes adgang til skabe mm.

Følgende optimeringsmuligheder i forhold til det afprøvede udstyr kunne mindske forbrugergenerne under prøvetagning:

To-vejs ventil: To-vejs ventilens placering under hanen gav anledning til de mest udtalte forbrugergener. Der foreslås derfor, at der anvendes et design, der placerer ventilen langs med hanen med udløbet i niveau med den normale udmunding. Leds delstrømmen bagud, kan slangen til opsamlingsflasken ligge langs med taphanen, hvorved det vil være muligt at dreje taphanen fra side til side. Det kan anbefales at fremstille to-vejs ventilen i PE, der er mindre skrøbeligt end hård PVC. Desuden bør indsnævringer undgås (udover passagerne til de to delstrømme), og luftfiltre indsættes, så forbrugeroplevelsen bliver så tæt på normale forhold som muligt.

Slanger: Placering og rykning af opsamlingsflasken under opsamling vil kunne lettes, hvis der i stedet for 'stive' slanger anvendes fleks-slanger (konstrueret som knækfunktionen i et sugerør), idet krav til materialevalg og dimensioner dog skal fastholdes.

Valideringen viste desuden, at der indenfor hver enkelt lokalitet var væsentlige variationer imellem de tre uger både mht. de ugentlige volumener tappet til indtagelser og de ugentligt gennemsnitlige metalkoncentrationer. Tilsvarende erfaringer blev gjort af van der Hoven et al (1999) ved undersøgelse af blyafgivelse i installationer i seks europæiske lande.

4 Metodebeskrivelse

Sammensat flowproportional prøvetagning af drikkevand ved forbrugers taphane

4.1 Formål

Prøvetagning af drikkevand repræsentativt for et ugentligt gennemsnitligt af det vand, forbrugeren indtager, baseret på sammensat flowproportional prøvetagning til bestemmelse af antimon, arsen, bly, cadmium, krom, nikkel og zink i henhold til Drikkevandsbekendtgørelsen (2007).

4.2 Termer og definitioner

4.2.1 Vand til indtagelse

Vand til indtagelse inkluderer vand tappet til:

- Drikkevand
- Tilberedning af drikkevarer (juice, te, kaffe etc.)
- Tilberedning af fødevarer (skylning, kogning, ingrediens)

4.2.2 Gennemsnitlig uge

En gennemsnitlig uge er en uge, der kan betragtes som gennemsnitlig mht. husstandens vandforbrug. En gennemsnitlig uge indeholder 5 hverdage og 2 fridage, hvor der ikke vil være ekstraordinært vandforbrug, og hvor husstandens beboere ikke er helt eller delvist bortrejst. Forbrugeren må tilkendegive, om en foreslået uge kan betragtes som gennemsnitlig for husstanden.

Da en husstands vandforbrug kan variere meget over tid, bør prøvetagningen gennemføres mere end én gang.

4.2.3 Eget materiale

Prøvetagningsudstyr, der kommer i kontakt med prøven, skal være fremstillet i plastik, så metaller hverken afgives til eller adsorberes fra prøven. Velegnede materialer kan være polyethylen, polypropylen, teflon eller lignende.

Glas skal undgås i kontakt med prøven, da metaller kan adsorbere til glas.

Alt prøvetagningsudstyr, som kommer i kontakt med den opsamlede prøve, skal være syrevasket forud for brug for at undgå forurening af prøven. En egnet procedure kan være henstand i 10% HNO₃ natten over efterfulgt af grundig skylning i først destilleret vand og derefter MilliQ-vand.

Afgivelse fra eller adsorption til materialerne i udstyrsopsætningen skal testes under forhold svarende til brugssituationen forud for prøvetagning.

4.3 Princip

En lille konstant delstrøm af vand tappet til indtagelse opsamles over en gennemsnitlig uge (se 2.2). Fraktionen opsamles via en to-vejs ventil betjent af forbrugeren. Den endelige prøve vil således være sammensat af flere mindre prøver (når der tappes vand til indtagelse) udtaget flowproportionelt over en uge.

4.4 Udstyr

4.4.1 To-vejs ventil

To-vejs ventil, som opfylder nedenstående krav:

- Være udformet i et egnet materiale (se 4.2.3).
- Kan monteres direkte på taphanen.

- Kan skifte imellem enkelt stråle og to-delt stråle, der fraskiller en lille delstrøm (4-10%) af flowet kalibreret indenfor 5% præcision.
- Have en simpel funktion til at skifte imellem enkelt stråle og to-delt stråle, der kan betjenes af forbrugeren.
- Være designet så forbrugeren tapper vand i en højde over vasken og med en strålebredde svarende til normale forhold i videst muligt omfang.
- Være designet så slangen, der leder til opsamlingsflasken ikke hindrer drejning af taphanen.

4.4.2 Opsamlingsflaske

3-4 L flaske med skruelåg i egnet materiale (se 4.2.3). Låget skal have to lynkoblinger med slangestudse monteret til slangegennemføring. To flasker - én til opsamling og én i reserve – skal bruges ved hvert prøvetagningssted.

4.4.3 Luftfilter

Et filter med en porestørrelse på 0,2 µm til at forhindre forurening af den opsamlede prøve med partikler fra omgivelserne.

4.4.4 Slanger

Slange i et egnet materiale (se 4.2.3) med tilstrækkelig længde til at forbinde to-vejs ventilen med opsamlingsflasken (afhængig af den enkelte prøvetagningslokalitet), samt et kort stykke til at forbinde luftfiltret med opsamlingsflasken. Slangediameteren må være tilstrækkelig stor til, at slangen løber tør imellem hver enkel tapning. Fleksslanger kan evt. anvendes til at gøre prøvetagningsopsætningen mere fleksibel og dermed give en bedre forbrugeroplevelse.

4.4.5 Forbindelsesrør

Det kan være nødvendigt at anvende forbindelsesrør, såfremt slangestudse og to-vejs ventilen kræver forskellige slangediametre.

4.4.6 Måleglas

Et 100 mL (± 1 ml ved 20°C) og et 1000 mL (± 5 ml ved 20°C) måleglas.

4.5 Procedure

Opsamlingsflaske(r) skal udvejes før og efter opsamling for at bestemme volumen af den opsamlede prøve.

4.5.1 Montering

- Monter to-vejs ventilen på taphanen
- Forbind slangen, som skal lede prøven til opsamlingsflasken, til to-vejs ventilen.
- Anvend måleglassene til at kontrollere størrelsen af delstrømmen under to-delt stråle ved højt og lavt flow. Den frie ende af slangen skal placeres lavere end to-vejs ventilen. Delstrømmens størrelse beregnes som:

$$\% = \frac{\text{Volumen}_{\text{delstrøm}}}{\text{Volumen}_{\text{delstrøm}} + \text{Volumen}_{\text{hovedstrøm}}} \times 100\%$$

- Forbind den anden ende af slangen til opsamlingsflasken ved den ene af lågets lynkoblinger. Montér luftfilteret til lågets anden lynkobling ved brug af det korte slangestykke. Kontroller at skruelåg og lynkoblinger slutter tæt. Placer opsamlingsflasken lavere end udmundingen af to-vejs ventilen i en position, hvor den ikke vælter (placér evt. flasken i en egnet kasse) og kontrollér, at hældningen på slangen til opsamlingsflasken er tilstrækkelig til, at slangen løber tør ved opsamling.
- Instruer forbrugeren i brug af to-vejs ventilen og i hvordan opsamlingsflasken udskiftes i tilfælde af, at denne skulle blive fyldt i løbet af prøvetagningsugen.
- Aflæs husstandens vandmåler (såfremt husstanden har individuel vandmåler) og notér antallet af beboere.

4.5.2 Anvendelse

Når der tappes vand til indtagelse sætter forbrugeren to-vejs ventilen til to-delt flow, hvorved en delstrøm opsamles. For at forhindre overløb, kontrolleres vandstanden i opsamlingsflasken dagligt.

4.5.3 Afmontering

- Afhent opsamlingsflaske(r) og nedtag to-vejs ventilen.
- Aflæs husstandens vandmåler (såfremt husstanden har individuel vandmåler) og udvej opsamlingsflasken.
- Konservér den opsamlede prøve i henhold til analyseforskriften.
- Opbevar prøven mørkt på køl i opsamlingsflasken indtil analyse.

4.6 Analyse

Hvis to opsamlingsflasker er anvendt, blandes indholdet af disse forud for analyse.

Analysen skal udføres på en måde og med udstyr, så nøjagtighed, præcision og detektionsgrænse svarer til 25% af parameterværdien for antimon og 10% af parameterværdien for de seks andre metaller i henhold til Drikkevandsdirektivet.

4.7 Rapportering

Udtryk resultatet som:

- Koncentrationen af hvert metal i $\mu\text{g/L}$.
- Totale volumen tappet til indtagelse.
- Det totale vandforbrug for prøvetagningsugen (om muligt).
- Andelen af det totale vandforbrug, der er anvendt til indtagelse, ved den undersøgte hane (om muligt).
- Antallet af beboere i husstanden.
- Notere eventuelle afvigelser eller unormale situationer i forbrugsmønster under prøvetagningsperioden.

5. Referencer

Corfitzen, C. B; Albrechtsen, H-J. (2008) Sampling for drinking water quality in drinking water installations regarding metal concentrations, By- og Landskabsstyrelsen, Miljøministeriet.

Drikkevandsbekendtgørelsen (2007) BEK nr. 1449 af 11/12/2007 Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg.

Drikkevandsdirektivet (1998) Rådets Direktiv 98/83/EC of 3 November 1998 om kvaliteten af drikkevand.

Fortenay, F.; Andersen, A.; Nielsen, K. (2005) Vejledning om metalliske materialer til vandinstallationer, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 12, Miljøstyrelsen.

Nielsen, K. (2001) Metalafgivelse til drikkevand – Rig-test af materialer til husinstallationer, Miljøprojekt nr. 603, Miljøstyrelsen.

Nielsen, K.; Andersen, A.; Fontenay, F. (2004) Metalafgivelse til drikkevand, DEL 2 – videreførelse af Rig-tests af materialer til husinstallationer, Miljøprojekt nr. 970, Miljøstyrelsen.

van den Hoven, T.J.J; Buijs, P.J.; Jackson, P.J.; Gardner, M.; Leroy, P.; Baron, J.; Boireau, A.; Cordonnier, J.; Wagner, I.; do Mone, H.M.; Benoliel, M.J.; Papadopoulos, I.; Quevauviller, P. (1999) Developing a new protocol for the monitoring of lead in drinking water, EUR 19087 EN ISBN 92-828-6888-5.

Watertech a/s (2005) Vandforbrug og forbrugsvariationer, Miljøprojekt nr. 998, Miljøstyrelsen.