

Påvirkning av metalliske materialer på drikkevannet

Av Christian J. Engelsen og Tore Slåttsveen

Christian J. Engelsen er seniorforsker i SINTEF Byggforsk og Tore Slåttsveen er utviklingssjef i Raufoss Water & Gas.

Sammendrag

Materialers påvirkning på drikkevannet bestemmes normalt gjennom parametrene lukt, smak, farge, turbiditet og utlekking av kjemiske stoffer. EU-kommisjonen og det europeiske standardiseringsorganet CEN har de siste 15 årene arbeidet for å harmonisere testmetoder og myndighetskrav som skal forenkle prosessen med å godkjenne materialer og produkter i kontakt med drikkevann. I dag er testmetodene i stor grad ferdigstilt og for metalliske materialer er det metallutlekkingen som er i fokus. Når det gjelder bly og nikkel har det lenge vært behov for metoder for å bestemme mengden av disse metallene på innvendig overflate av messinglegeringer. Utviklingen av nye legeringstyper med mindre innhold av bly har gitt gode resultater i form av mindre utlekking til drikkevann. Det arbeides fremdeles med å redusere avsetningen av nikkel på innvendige overflater samtidig som en felles europeisk utlekkingsmetode (korttidstest) skal utvikles i CEN.

English summary

The materials effect on drinking water is normally determined by the parameters taste, odour, colour, turbidity and the leaching of chemical substances. The European Commission and the European Committee for Standardisation (CEN) have been working with the harmonisation of criteria and test methods for more than 15 years. Regarding the test methods, a significant number is published as EN standards. The focus for metallic materials is the metal release into drinking water. However, challenges are faced regarding the quantity of lead and nickel deposited at the inner surface of brass products and the development of reliable harmonised short term quantification methods are ongoing in CEN. The test method for lead are almost finalised whereas the method for nickel is in the development stage. Furthermore, the development of low leaded brass alloys has made progress and results obtained by SINTEF Byggforsk have shown that the lead release from such material type

into drinking water was significantly reduced.

Bakgrunn

Kvaliteten på drikkevann er alle berørt av. En rekke faktorer påvirker kvaliteten, som vannkilde, vannbehandlingsmetode, hvordan ledningsnettet er konstruert samt materialene drikkevannet kommer i kontakt med fra vannverk til tappekran. Både organiske og uorganiske materialer blir benyttet. Blant de uorganiske materialene har tradisjonelt de metalliske vært en viktig del i vannforsyningsnettet. Til drikkevannsforsyning omfatter i utgangspunktet dette rustfritt og galvanisert stål, kobber og kobberlegeringer, karbonstål og støpejern. Slike materialer finnes i ferdige produkter som tappekraner, koplinger, ventiler, rør, vannmålere, pumper, tanker og cisterner. I utgangspunktet er ingen av disse materialene ”inerte” når de er i kontakt med vann. Dette betyr at de avgir metaller til drikkevannet i forskjellige mengder avhengig av den kjemiske sammensetningen på vannet de er i kontakt med i tillegg til bruksmønsteret til abonnenten.

I Norge regulerer Drikkevannsforskriften blant annet hvilke maksimale metallkonsentrasjoner drikkevannet kan ha ut fra tappekranen. Disse grenseverdiene er implementert fra EUs drikkevannsdirektiv (Council Directive 98/83/EC) som igjen baseres på anbefalte verdier fra Verdens helseorganisasjon (World Health Organisation, WHO). Disse er utarbeidet med bakgrunn i forskjellige helserisikobergninger forutsatt at et menneske med en gitt kroppsvekt

drikker en gitt mengde vann hver dag. Helsekriteriene for drikkevann ut til abonnent er derfor ganske like globalt sett.

Denne artikkelen omhandler hvordan metalliske materialer og produkter i grove trekk skal verifiseres for å sikre tilfredsstillende vannkvalitet med hensyn til helse. I tillegg vil utfordringer knyttet til avgivelse av enkelte metaller (bly og nikkel) fra messingmaterialer bli belyst.

Europeisk arbeid

Arbeidsgrupper i den europeiske standardiseringsorganisasjonen CEN (*Comité Européen de Normalisation*) har i over 15 år forsøkt å harmonisere testmetoder for materialer og produkter i kontakt med drikkevann. Hensikten er at metoder og krav skal samordnes slik at det blir enklere å verifisere at materialbruken ikke forringer kvaliteten til drikkevannet. Rammene er gitt i Byggvaredirektivet og Drikkevannsdirektivet. I 1999 dannet EU-kommisjonen den europeiske myndighetsgruppen ”The Regulators Group for Construction Products in Contact with Drinking Water” (RG-CP-DW). Arbeidsgruppen ble dannet av både Det faste byggeutvalget (SCC: Standing Committee on Construction), som har til oppgave å vurdere alle spørsmål som stilles i forbindelse med implementering av byggevaredirektivet, og tilsvarende gruppe for drikkevann (Standing Committee on Drinking Water). Myndigheter og faglig ekspertise fra medlemslandene deltok i denne gruppen hvor representanter fra CEN og EOTA (European Organisation for Technical

Approvals) var observatører. Hovedmålsetningen med arbeidet til denne gruppen var på det tidspunktet å utarbeide et "European Acceptance Scheme" (EAS) som skal innholde akseptkriterier, akseptnivåer, testmetoder og harmoniserte europeiske produktstandarder som skal dekke alle produkter og materialer i kontakt med drikkevann. Materialer og produkter som er i samsvar med EAS ville derfor samsvare med begge de nevnte direktivene. Ansvarsområdet til RG-CP-DW ble godkjent av SCC og nedfelt i dokument CONSTRUCT 99/344.

På grunn av reorganisering i kommisjonen i 2004-2005 ble denne gruppen formelt oppløst og erstattet med en Expert Group for Construction Products in contact with Drinking Water (EG-CP-DW). Denne gruppen ledes i dag av EU-kommisjonen (DG-Enterprise and Industry) og består for øvrig av en myndighetsdelegat fra hvert EU/EFTA land. For Norge har Folkehelseinstituttet deltatt på vegne av Statens Byggetekniske Etat (nasjonal myndighet). Målsetningen var i utgangspunktet å ferdigstille EAS. Det har imidlertid vist seg at det juridiske grunnlaget ikke er til stede i de to ovennevnte direktivene for å utarbeide EAS etter den opprinnelige tankegangen. Foreløpig er det foreslått at EU-kommisjonen, under sin revisjon av gjeldende mandat 136 (European Commission, 2006), vil inkludere veiledning for hver produktgruppe med hensyn til bedømmelse og sertifisering.

Testmetodikken, som skal være grunnlaget for bedømmelse og sertifisering, utarbeides i CEN på oppdrag fra

EU-kommisjonen, formelt gjennom mandat 136. Dette utføres i TC 164 Water Supply (teknisk komité) under arbeidsgruppe 3 (WG3 Effect of materials in contact with drinking water), hvorav metalliske materialer blir behandlet i undergruppe 5 (Ad hoc Group 5). Utviklingen av utlekkingsmetoder for metalliske materialer er kommet ganske langt og noen prosedyrer er allerede ferdige og utgitt som EN-standarder. SINTEF Byggforsk har siden 2001 deltatt aktivt i dette arbeidet. Selv om metalliske materialer som kobber og kobberlegeringer har vært benyttet til vanninstallasjoner i mange tiår, finnes det utfordringer som fortsatt må løses med hensyn til både testmetodikk og egenskapene til materialene selv.

Hvordan bestemme metalliske materials påvirkning på drikkevannet?

For å begrense problemstillingen skal vi se på produkter på stikkledning og installasjoner innomhus. Generelt karakteriseres kvaliteten til drikkevann gjennom følgende parametere:

- Lukt og smak
- Farge og turbiditet
- Innhold av ulike kjemiske stoffer

For metalliske komponenter som kobberør, koplinger og tappearmatur vil utlekkingen av uorganiske forbindelser til drikkevannet være av størst betydning. Tradisjonelt har målinger vært utført i laboratoriet i såkalte statiske utlekkings tester på ferdige produkter (korttidstester). Det vil si at for eksempel en

rørkopling fylles opp med vann med en bestemt kjemisk sammensetning. Eksponeringstid og sammensetning av eksponeringsvann varierer fra metode til metode. I Norge eksponeres produktene etter NKB produktregler (Nordic product rules) hvor eksponeringsvannet tilsettes CaCO_3 , Na_2SO_4 og NaCl under gjennombobling av CO_2 -gass. Til slutt reguleres pH til 7 ved gjennombobling av luft. Produktet eksponeres (innven-

dig) i 24 timer før vannet fjernes og nytt eksponeringsvann påfylles. Dette gjentas i én gang pr. dag i 10 døgn. Konsentrasjonen av bly og kadmium bestemmes i eksponeringsvannet etter 9 og 10 døgn. Resultatet blir korrigert for fortynning (skalering) før det sammenlignes med grenseverdier i drikkevannsforskriften.

I en rekke andre land varierer eksponeringsbetingelser og sammensetning på eksponeringsløsning. I tillegg er ut-

Hovedkategori (%)	Referansesammensetning (%)	Foreslåtte elementer for utlekkingsbestemmelse
<u>Cu-Zn-Pb legeringer</u> Cu $\geq 57,0$, Zn (rest), Pb $\leq 3,5$, Al $\leq 1,0$, Fe $\leq 0,5$, Si $\leq 1,0$, Sn $\leq 0,5$	Cu 57,0-59,0, Zn (rest), Pb 1,9-2,1	Pb, Ni, Cu og Zn
<u>Cu-Zn-Pb-As legeringer</u> Cu $\geq 61,0$, Zn (rest), As $\leq 0,15$, Pb $\leq 2,2$, Al $\leq 1,0$, Fe $\leq 0,5$, Si $\leq 1,0$, Sn $\leq 0,5$	Cu 61,0-63,0, Zn (rest), Pb 1,4-1,6, Al 0,5-0,7, As 0,09-0,13	Pb, Ni, Cu, As og Zn
<u>Cu-Sn-Zn-Pb legeringer</u> Cu (rest), Zn $\leq 6,5$, Pb $\leq 3,0$, Ni $\leq 0,6$, Sn $\leq 13,0$	Cu (rest), Zn 5,9-6,2, Sn 3,9-4,1, Pb 2,8-3,0, Ni 0,5-0,6	Pb, Ni, Sb, Cu, Zn og Sn
<u>Kobber</u> Cu $\geq 99,9$, P $\leq 0,04$	Cu $\geq 99,9$, P $\leq 0,04$	Ingen
<u>Kobber belagt med tinn</u> Tinnbelegg: Cu og Sn $\geq 99,90$	Cu $\geq 99,9$, P $\leq 0,04$	Ikke klart
<u>Galvanisert stål</u>	Ikke klart	Ikke klart
<u>Karbonstål¹</u> Fe (rest), C $\leq 2,11$, Cr $\leq 1,0$, Mo $\leq 1,0$, Ni $\leq 0,5$	Fe (rest), C $\leq 2,11$, Cr $\leq 1,0$, Mo $\leq 1,0$, Ni $\leq 0,5$	Ikke klart
<u>Støpejern¹</u> Fe (rest), C (rest), Cr $\leq 1,0$, Mo $\leq 1,0$, Ni $\leq 6,0$	Cr $\leq 1,0$, Mo $\leq 1,0$, Ni $\leq 6,0$	Ikke klart

¹ Uten beskyttende overflate anses materialet som uegnet i full kontakt med drikkevann. I pumper og ventiler kan materialet benyttes dersom det har liten kontakflate mot drikkevannet.

Tabell 1. Oversikt over materialkategorier, referansesammensetninger og hvilke elementer som skal måles under utlekkingsbestemmelsen (CEN, 2008).

regningen for fortykning forskjellige, noe som gir forskjellig sluttresultat. Dette fører til at produsenter som omsetter samme produkt i forskjellige land i mange tilfeller må dokumentere utlekkings-egenskapene etter gjeldende nasjonale metode. I CEN arbeides det derfor med en felles prøveprosedyre for utlekking (nevnt ovenfor) av alle materialer og produkter i kontakt med drikkevann. For metalliske materialer består denne prosedyren i å dokumentere følgende:

- 1) Sammensetning
- 2) Langtidsinnvirkning på drikkevannet
- 3) Korttidsinnvirkning på drikkevannet (overflateegenskaper)

Sammensetning og utlekking over lengre tid til drikkevannet

Materialene som benyttes i produktene skal være på en liste over ”aksepterte”

sammensetninger (eng: Composition List). Det foreligger i dag allerede et forslag til slike sammensetninger basert på langtids praksis, kunnskap og erfaringer (CEN, 2008). I tabell 1 er hovedkategoriene og referansesammensetningene oppsummert.

For at et referansemateriale for en ny kategori skal bli akseptert på en slik liste, må utlekkingsegenskapene være dokumentert med hensyn på langtidseffekter. Dette dokumenteres etter NS-EN 15664-1 som er en riggtest hvor prøvestykker eksponeres under gjennomstrømning og stillstand i minimum 6 måneder. I denne riggtesten benyttes det vann fra ledningsnett i 3 forskjellige kvaliteter (prEN 15664-2) som vist i tabell 2. Vannprøver tas systematisk under hele prøveperioden og analyseres for relevante elementer.

Vannkvalitet	pH	Alkalinitet mmol/L	[Cl-] + [SO42-] mmol/L	Oksygen	TOC1 mg/L
Testvann 1	7,1-7,5	>5,0	>3	>70 % metning	>1,5
Testvann 2	6,7-7,1	0,5-1,3	-	>70 % metning	-
Testvann 3	8,0-8,4	0,7-1,3	-	>70 % metning	-

¹ Total Organic Carbon

Tabell 2. Vannkvaliteter som skal benyttes for å godkjenne nye metalliske materialer (prEN 15664-2).

Innenfor hver av hovedkategoriene i tabell 1 vil forskjellige spesifikke sammensetninger (ikke vist) bli inkludert dersom de har samme påvirkning på drikkevannet som referansematerialet. Dette dokumenteres ved at ”ny” prøve og tilhø-

rende referansemateriale eksponeres samtidig i riggtesten (eng: comparative testing), slik at samme vannkvalitet benyttes. Sammensetningslisten vil derfor kontinuerlig oppdateres etter hvert som dokumentasjon kan fremlegges.

Vannkvalitetene i tabell 2 er naturlig nok ikke dekkende for alle vannkvaliteter. Dersom utlekkingen skal verifiseres etter en spesiell lokal vannkvalitet kan riggtesten settes opp på det lokale vannverket.

Korttidseffekt på drikkevannet

Behovet for en korttidstest er naturlig nok mindre for de metalliske materialene (ikke ferdige produkter) som er dokumentert i en riggtest. For kobberlegeringer (messing) er det likevel utfordringer med hensyn til overflateegenskapene i det ferdige produktet, fordi tilvirkningsmetodene (ekstrudering, fresing og utvending forkromming) gir overflaten i det ferdige produktet egenskaper som ikke er representativt for det "rene" basematerialet. Dette gjelder spesielt for bly (Pb) og nikkel (Ni) på innvendig overflate av messingprodukter.

Messing benyttes i de nevnte produktene inneholder som regel 1,5-4 % Pb. Blyet i messinglegeringen fungerer som en "smøring" når basematerialet foredles til ferdig produkt. Bly er lite løselig i messingens alfa- og/eller betafase og kan oppkonsentreres på messingoverflaten under for eksempel ekstrudering. I CEN-arbeidet er det nå foreslått en metode for å bestemme mengden Pb på messingoverflaten (prEN 16057). Dette er en selektiv ekstraksjonsmetode hvor Pb på overflaten oppløses slik at det kan kvantifiseres. Metoden skal benyttes som en produksjonskontrollmetode, men kan også benyttes av sertifiserte godkjenninginstanser (f. eks. SINTEF Byggforsk) under for eksempel stikkprøvekontroll.

Nikkel på innsiden av forkrommede produkter forekommer relativt hyppig og er først og fremst en utfordring for produsenter av drikkevannsmatører. Dette kan føre til forhøyede Ni konsentrasjoner i drikkevannet. Dette er såkalte "endeprodukter" i drikkevannsinstallasjonen innomhus og forbruker blir direkte eksponert for den avgitte mengden metall med liten fortynningsgrad.

I motsetning til Pb finnes det i dag ingen standard prosedyre for å bestemme mengden Ni på overflaten (i kontakt med drikkevannet) til messingprodukter. Det arbeides kontinuerlig med problemstillingen i CEN og hensikten er å utvikle en produksjonskontrollmetode som for Pb. Dette har ført til at en egen riggtest (langtidstest) er spesifisert for uttesting av forkrommede produkter (prEN 16058) basert på NS-EN 15664-1. Samtidig legges det betydelige ressurser fra produsenter i forbedrede produksjonsmetoder og utvikling av nye materialer for å redusere utlekkingen av både Ni og Pb til drikkevannet.

Forskning og utvikling gir bedre drikkevannskvalitet

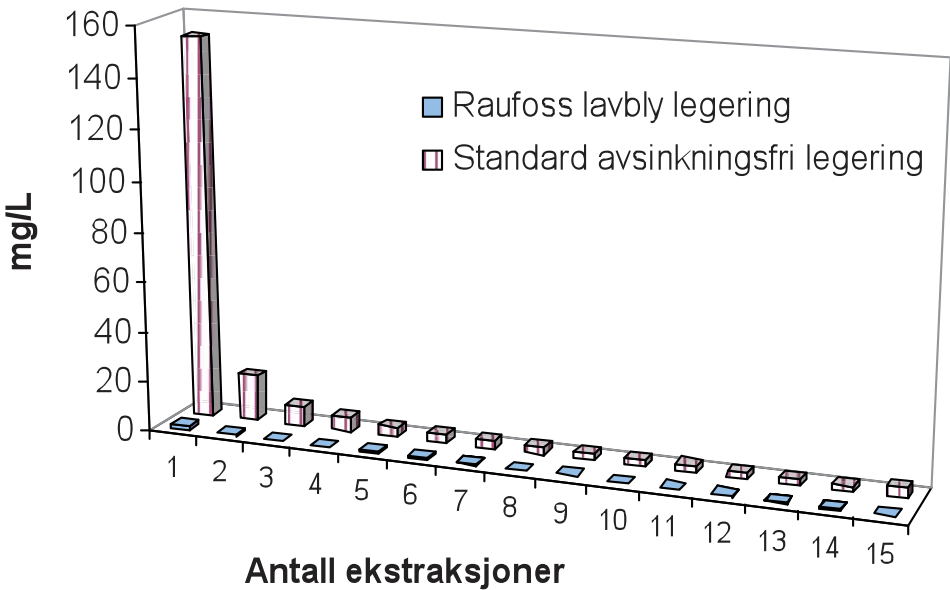
WHO har lenge publisert anbefalte grenseverdier for metaller i drikkevann. Anbefalt øvre grense for Pb var i 1958 på 100 µg/L (WHO, 1958), mens den i 1984 var senket til 50 µg/L (WHO, 1984). På 1990-tallet var den anbefalte øvre konsentrasjonen i drikkevannet på 10 µ/L basert på blant annet karsinogene studier (WHO, 1996). Dette er også dagens anbefalte verdi for Pb.

De fleste regionale og nasjonale krav

til drikkevann er basert på WHO sine anbefalinger. Strengere krav til Pb i drikkevann fører til strengere krav til hva materialene kan avgi. For spesielt messingprodukter har strengere krav til drikkevannet ført til at produsenter har igangsatt forsknings- og utviklingsaktiviteter. I noen tilfeller har det vært forsøkt å selektivt fjerne Pb på overflaten under produksjonen og i andre tilfeller gjøre det mindre vannløselig (immobilisering). Det utføres også kontinuerlig forskning for å redusere blytilsatsen i basematerialet, eventuelt erstatte den med et annet legeringselement (f. eks. vismut, Bi).

I Norge utvikler Raufoss Water & Gas en lavbly messinglegering (Pb <0,2 %). Denne er basert på en standard avsinkningsfri messing (CuZn36Pb2As). En slik messingstype vil normalt ikke trenge noen forbehandling siden blyinnholdet er sterkt redusert. SINTEF Byggforsk har testet denne prototypen etter CEN-metoden og resultatene er vist i figur 1. Effekten av å redusere blyet i legeringen er stor og det måles kun 1,7 mg/L i den første ekstraksjonen (pH <2). Sammenlignet med tilsvarende normal messingkvalitet er dette ~100 ganger mindre syreløselig bly på overflaten. I de påfølgende ekstraksjonene måles det mindre enn 0,5 mg/L.

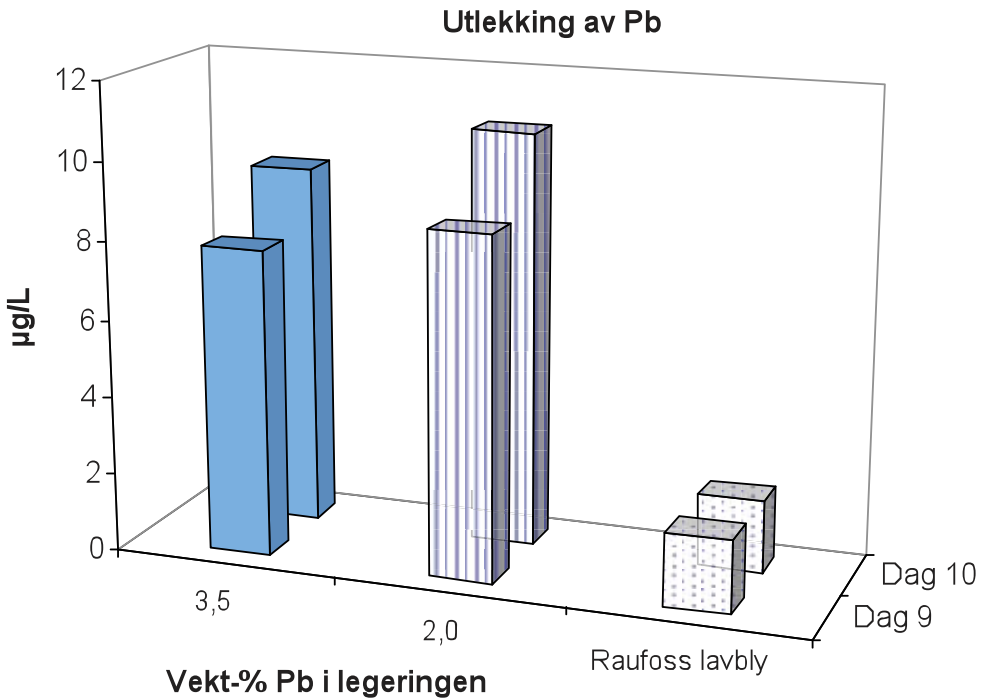
Syreløselig Pb



Figur 1. Bly på messingoverflaten ved syreekstraksjon av standard avsinkningsfri messing- og lavblylegering utviklet av Raufoss Water & Gas.

Det er viktig å understreke at CEN-metoden skal kvantifisere mengden bly ved hjelp av en aggressiv syreekstraksjon (pH <2) og konsentrasjonene som måles kan derfor ikke sammenlignes direkte med den anbefalte grenseverdien for Pb i drikkevannet. Ved normal bruk (installert i forsyningsnettet) er det derfor forventet at avgivelsen av Pb reduseres. Under utviklingen av lavblylegeringen ble det derfor også utført standard utlek-

kingsforsøk (vannløselig bly) etter metoden som benyttes i Norge (NKB). I disse forsøkene ble legeringer med et blyinnhold på 3,5 % og 2,0 % sammenlignet med lavblylegeringen til Raufoss Water & Gas, i dette tilfellet hadde lavblylegeringen et blyinnhold på ~0.35 %. Resultatene er vist i figur 2. Utlekkingen av Pb fra lavblylegeringen ble målt til å være 4-6 ganger lavere enn fra de vanlige legeringene.



Figur 2. Utlekking av Pb i messingkoplinger fra Raufoss Water & Gas utført etter NKB Produktregler. Legeringen som er benyttet inneholder forskjellig mengde Pb.

Lekkasje av bly fra messingprodukter til drikkevann kan minimaliseres på flere måter. De mest robuste metodene er en-

ten selektivt å fjerne blyet fra overflaten eller senke innholdet i basematerialet. Forbehandlingsmetoder basert på

immobilisering av bly vil være mer følsomme for vannkvaliteten under vanlig bruk, fordi det tungtløselige Pb-komplekset dannet på overflaten (immobiliseringsproduktet), vil endre løselighet ved endret pH i drikkevannet. Figur 1 viser at når blyet først er fjernet fra messingmaterialet, måles kun en liten utlekking, selv i en svært aggressiv løsning.

Nikkelutfordringer

Anbefalt øvre konsentrasjon av Ni i drikkevann er 20 µg/L i Norge. En revidert verdi på 70 µg/L ble i 2005 publisert av Verdens Helseorganisasjon (WHO, 2005). Konsentrasjonen av Ni i norske vannkilder ligger i området <0,5 – 25 µg/L (Folkehelseinstituttet). I en større undersøkelse av 384 vannverk i Norge, var konsentrasjonen av Ni i mer enn 98 % av de analyserte prøvene mindre enn den instrumentelle deteksjonsgrensen på 15 µg/L (Flaten, 1990). Enkelte undersøkelser har vist at forhøyede nikkelkonsentrasjoner har forkommet ved prøvetaking fra tappekran. Dette er tilfeller hvor vannet har hatt stillstand over for eksempel en natt. Årsaken er at kromnikkel belagte VVS produkter (armaturer og koplinger) kan forårsake forhøyede nikkelkonsentrasjoner i drikkevannet.

Under den elektrokjemiske forkromningsprosessen dyppes halvfabrikata (messinghus) ned i forskjellige elektrolytiske bad av Ni og Cr (krom) slik at produktene til slutt får den karakteristiske glansfulle ytre overflaten. I denne prosessen kan det normalt ikke unngås at både Cr og Ni kommer i kontakt med den innvendige overflaten som vil være i

kontakt med drikkevannet under vanlig bruk. Krom danner kromoksid med svært liten løselighet og vil normalt ikke være et problem. Ni danner et mer løselig kompleks som gjør utslag i forskjellige utlekkingstester (f. eks AS/NZS 4020, NKB etc.). Innvendig avsetning av Ni varierer og er i alle tilfeller langt mindre enn utvendig overflate på grunn av avtagende og til slutt bortfall av innvendig elektrostatisk felt.

I CEN arbeides det med å utvikle en standard prosedyre for bestemmelse av Ni på innvendig overflate. Hensikten er at metoden kan brukes som en produksjonskontrollmetode på samme måte som metoden for Pb. I et nylig avsluttet EU-prosjekt viste det seg at Ni-avsetningen er avhengig av mange produksjonsparametere som kjemisk sammensetning av forkromningsbadene, fysisk utforming av halvfabrikata og innbyrdes plassering i produksjonslinjen til forkromningsprosessen (CEN, 2007). Resultatene skaper utfordringer i arbeidet til CEN, men også for produsentene som derfor prøver nye produksjonsprosesser som skal hindre nikkelavsetning på innsiden av produktene.

Konklusjon

For at materialer og produkter skal godkjennes for bruk i kontakt med drikkevann, må utlekkingen kvantifiseres. Det er stort behov for harmonisering av disse kvantifiseringsmetodene og tilhørende krav. Opprinnelig skulle dette være en del av EU-kommisjonens felles akseptprosedyre for produkter i kontakt med drikkevann (EAS-European Acceptance

Scheme). Kommissjonen har ikke lykkes med å harmonisere de nasjonale myndighetskravene i Europa fordi lovverket i de berørte direktivene ikke er tilstrekkelige.

Med mandat fra EU-kommisjonen har derimot CEN kommet langt med utviklingen av de harmoniserte testmetodene for utlekking til drikkevann. For metalliske materialer er standardene ferdig utviklet med unntak av noen få prosedyrer (f. eks. kvantifisering av Ni på innvendig overflate av utvendige forkrommede messingprodukter). Utgangspunktet er at godkjenningen skal forenkles ved at en offisiell europeisk liste over aksepterte materialsammensetninger (Eng: Composition List) skal benyttes. I dag foreligger det et utkast til aksepterte sammensetninger av metalliske materialer i kontakt med drikkevann. Disse sammensetningene er basert på erfaring og data innhentet over flere år. Nye sammensetninger, som skal inkluderes på en denne listen, må være testet etter en nyutviklet prøvemethode (EN 15664).

Selv om utlekkingen fra metalliske materialer i de fleste tilfeller er akseptabel i forhold til drikkevannsforskriften finnes det noen utfordringer i forhold til mengden Pb og Ni som avgis. Raufoss Water & Gas utvikler en lavbly messinglegering som avgir langt mindre bly til vannet enn en standard legering. Resultater fra SINTEF Byggforsk viste at en reduksjon av bly i basematerialet reduserte utlekkingen kraftig, selv under svært aggressive betingelser. Med hensyn til nikkell avsett på innvendig over-

flate av forkrommede produkter, gjenstår det ennå utviklingsarbeider både med hensyn til å redusere avsetningen innvendig under produksjonen og harmonisering av en europeisk testmetode som kan brukes i produksjonskontrollen.

Referanser

Australian/New Zealand Standard AS/NZS 4020 (1999) *Products for use in contact with drinking water*.

Council Directive 98/83/EC on the Quality of Water Intended for Human Consumption

CEN (2008), Procedure for the acceptance of metallic materials used for products in contact with drinking water, CEN/TC 164/AHG5 N392.

CEN (2007), Determination of the amount of nickel released from the surface of chrome plated products made of copper alloys, CEN/TC 164/AHG5 N368.

Procedure for the acceptance of metallic materials used for products in contact with drinking water, CEN/TC 164/AHG5 N392.

European Commission (2006), Revised Mandate M 136 to CEN/CENELEC concerning the execution of standardisation work for harmonized standards on construction products in contact with water intended for human consumption, version March 2006.

Flaten. T. P. NGU-rapport nr. 85.207. Drikkevann i Norge - en landsomfattende undersøkelse av geografiske variasjoner i kjemisk sammensetning.

NS-EN 15664-1:2008 Metalliske materialers påvirkning på drikkevann - Dynamisk riggprøving for vurdering av metallavgivelse - Del 1: Konstruksjon og drift.

prEN 15664-2 (2010), Influence of metallic materials on water intended for human consumption - Dynamic rig test for assessment of metal release - Part 2: Test waters.

prEN16057 (2010), "Influence of metallic materials on water intended for human consumption – Method to determine the amount of lead on the surface of copper alloys".

prEN16058 (2010), "Influence of metallic materials on water intended for human consumption – Dynamic rig test for assessment of nickel release from nickel/chrome or nickel plated products".

WHO (1958), International Standards for Drinking-water

WHO, 1984. Guidelines for Drinking-water Quality, volume 1-2

WHO (1996), Lead in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality.

WHO (2005) *Nickel in drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality.*