

SIFF's krav til alkalisering av drikkevann

Av Wenche Fonahn

Wenche Fonahn er cand. real fra Universitetet i Oslo 1978.
Hun er engasjert som laboratoriekjemiker ved SIFF.

*Foredrag holdt på møte i
Norsk Vannforening 6. mars 1979.*

Forskrifter og kontroll

En vil være kjent med at det ved Statens Institutt for Folkehelse (SIFF) og en rekke av landets ca. 450 helseråd foregår en kontinuerlig registrering og kontroll av norske vannverk. Denne kontroll omfatter en stadig overvåking av den mikrobielle og fysikalsk-kjemiske kvalitet i rå- og renvannsprøver ved vannbehandlingsanleggene, samt i prøver fra pumpestasjoner, kloreringsanlegg etc. I henhold til «Forskrifter om drikkevann m.m.» skal forbrukerne sikres et bruksmessig og hygienisk tilfredsstillende drikkevann, og dette stiller visse krav til vannets fysikalsk-kjemiske beskaffenhet og bakterielle renhet. Følgelig må det føres en kontroll på at det vann som opparbeides til konsum underkastes en tilstrekkelig behandling, og at anlegget til enhver tid drives optimalt.

Hovedandelen av de kjemiske kvalitetsbestemmelser som utføres på drikkevannet rundt om i landet i dag, er basert på analyser av renvannsprøver direkte fra behandlingsanleggene, altså på prøver tatt før overføring til abonnentene. All den tid forskriftene uttrykkelig gjelder for *drikkevann*, er det prinsipielt ved konsumentenes tappekraner kvalitetskravene gjelder, og det er derfor av største viktighet å betrakte behandlingsanlegget og forsyningsnettet som

en integrert enhet. I mange tilfeller viser det seg å være et skrikende misforhold mellom standarden på anlegget og standarden på nettet. Dette kan ha den uheldige følge at vannkvaliteten forringes under overføringen til abonnentene. Det er derfor interessant at disse problemer blir tatt opp, og at de forstås og belyses ut fra hygieniske, praktisk og økonomiske synsvinkler.

De grenseverdier som stilles til enkeltparametrene ved en kvalitetsbedømmelse av drikkevann, er stort sett direkte bruksmessig eller hygienisk begrunnet, i det en overskridelse av vannets innhold av visse komponenter kan gi bruksmessige ulemper, eller ha helsemessige konsekvenser.

Kravet til surhetsgraden derimot er *indirekte* begrunnet i begge disse forhold, og er ment å ivareta hensynet til vannets skjebne fra det forlater vannrenseanlegget og til det når forbrukeren.

I «Kvalitetskrav til vann» (1) står det anført at:

«Ved at drikkevann får en pH-verdi i området 8,0 — 8,5, vil utløsningen av tungmetaller fra armatur og vannledninger nedsettes. Forbrukerne vil derved bli beskyttet mot de høye konsentrasjoner av tungmetaller i drikkevann. Dette har direkte hygienisk betydning, idet bly og kadium lett løses ut ved lavere pH-verdier. Det vil også nedsette kobberutløsning fra kobberledning

ger og vannvarmere og derved elimineres irring i sanitærinstallasjoner. Selv om det kommer forskrifter som for fremtiden regulerer kvaliteten på armatur og andre innretninger på vannledningsnett, må det tas hensyn til at hygienisk utliffsstillende armatur, lodd, messing m.m. allerede er i bruk i flere tusen hjem, og at befolkningen idag må beskyttes mot følgene av dette».

Forskrifter som det her siktes til, er foreløpig ikke gitt fra sentrale helsemyndigheters hold. Derimot har f.eks. Oslo Vann- og Kloakkvesen utarbeidet godkjenningstilstander og prøvningsregler for loddemidler og tappematur som idag regulerer kvaliteten på alle nye installasjoner i Oslo. Her fastsettes grenseverdier for utløsning av bly og kadmium fra armatur, samt innholdet av disse metaller i loddemidler. SIFF har hatt et godt samarbeide med Oslo Vann- og Kloakkvesen i denne sak.

Forhold som begrunner alkaliseringskravet

SIFF har i årtider vært kjent med at kobber og sink løses ut fra vannledninger, og at utløsningen er størst i surt vann. Forsøk utført ved SIFF i 50-årene bekreftet at kobberutløsningen avtok ved heving av vannets pH-verdi.

Kobberutløsning er et problem som lett lar seg konstatere blant forbrukerne grunnet den karakteristiske grønne irringen i vasker, badekar o.l., i verste fall også en grønnfarging av vasketøy og tæring på kjøkkentøy av aluminium.

Disse problemene har vært velkjente i hele vårt århundre, siden kobbertæring har medført betydelige økonomiske ulemper ved hurtig slitasje av rørledninger og andre installasjoner av kobber. Alkaliseringskravet har derfor i tidligere år først og fremst hatt et økonomisk og bruksmessig aspekt.

At korrosjonen fra våre sure og bløte

vann typer også kan ha direkte helsemessige følger, og derfor i tillegg har et betydelig hygienisk aspekt, ble nærmest ved en tilfældighet avslørt i begynnelsen av dette tiår.

I februar 1972 innkom det melding til sanitær-kjemisk avdeling ved SIFF om at man i vann fra noen av tapstedene i et nytt bygg ved Universitetet i Oslo hadde påvist ekstremt høyt innhold av kadmium, og i noen mindre grad også bly. Det viste seg at innholdet av disse elementene avtok ned volumet av det vann som ble tappet.

Flere prøver fra samme sted ble analysert på bly, kadmium, kobber og sink. Resultatene viste et maksimalt innhold på 2 mg/l bly, 10,5 mg/l kadmium, 1,03 mg/l kobber og 2,9 mg/l sink.

Disse oppsiktsvekkende funn representerte opptakten til en omfattende undersøkelse som ble iverksatt samme år, og som tok sikte på å bringe klarhet i hvilke forhold som kunne være årsaken til de høye verdier av bly og kadmium som var funnet.

Resultatene fra denne undersøkelsen er utgitt i rapportens form (2) med detaljerte oversikter over den anvendte forskningsmetodikk samt verdier fra analysene som ble utført på bly, kadmium, kobber og sink.

Verdens Helseorganisasjon regner bly og kadmium blant de giftigste kjemiske forbindelser, og anbefaler meget strenge grenseverdier for disse elementene i drikkevann (tabell 1).

Den refererte undersøkelse viste at ledningsvann kunne inneholde bly og kadmium i mengder som langt overskred de verdier som Verdens Helseorganisasjon og Public Health Service i USA har anbefalt som grenseverdier. Vann kunne også inneholde betydelige mengder kobber og sink.

Det ble funnet at kadmimerter koblinger (unioner) kunne avgi betydelige mengder kadmium.

	Bly ($\mu\text{g/l}$)	Kadmium ($\mu\text{g/l}$)
U. S. Public Health Service — 1962	50	10
WHO, European — 1970	100	10*
WHO, International — 1971	100	10
Norge — 1975	50	5

* I 1972 foreslo en WHO arbeidsgruppe at grensen for kadmium skulle senkes til 5 $\mu\text{g/l}$.
 Tabell 1: Grenseverdier for bly og kadmium i drikkevann.

Laboratoriearmatur ga imidlertid opphav til de største verdier av utløste elementer, og undersøkelsen viste at den laboratoriearmatur som avga de største mengdene av bly og kadmium var sammensatt av flere deler som var skrudd eller loddet sammen. Siden godset var messing som ikke inneholdt kadmium og lite bly, ble det antatt at loddemetallet var den betydeligste kilden til bly og kadmium.

Utløsningen av bly og kadmium fra laboratoriestenderne varierte med hvilke *deler* som ble undersøkt, hvilket sannsynligvis har sammenheng med bruk av forskjellige typer loddemetall, avhengig av om det utføres skruskjøt, kapillarskjøt osv. Dessuten ble det funnet at ulike merker av laboratoriearmatur ga opphav til forskjellig mengde utløste metaller.

Også servanbatterier ga opphav til *betenkelige* mengder bly og kadmium i det vannet som hadde vært i kontakt med batteriet. Ulike merker av batteriene ga opphav til forskjellig mengde utløste elementer, og forskjeller gjorde seg gjeldende innen ett og samme merke.

Siden godset ikke inneholdt kadmium, kunne det skrive seg fra tillagingen, dvs. støpingen av armaturet, eller påloddning av tilførselsrørene.

Det bør understrekes at de funne verdier for bly og kadmium var signifikante, idet blindprøver ble undersøkt og forsøkene reproduisert.

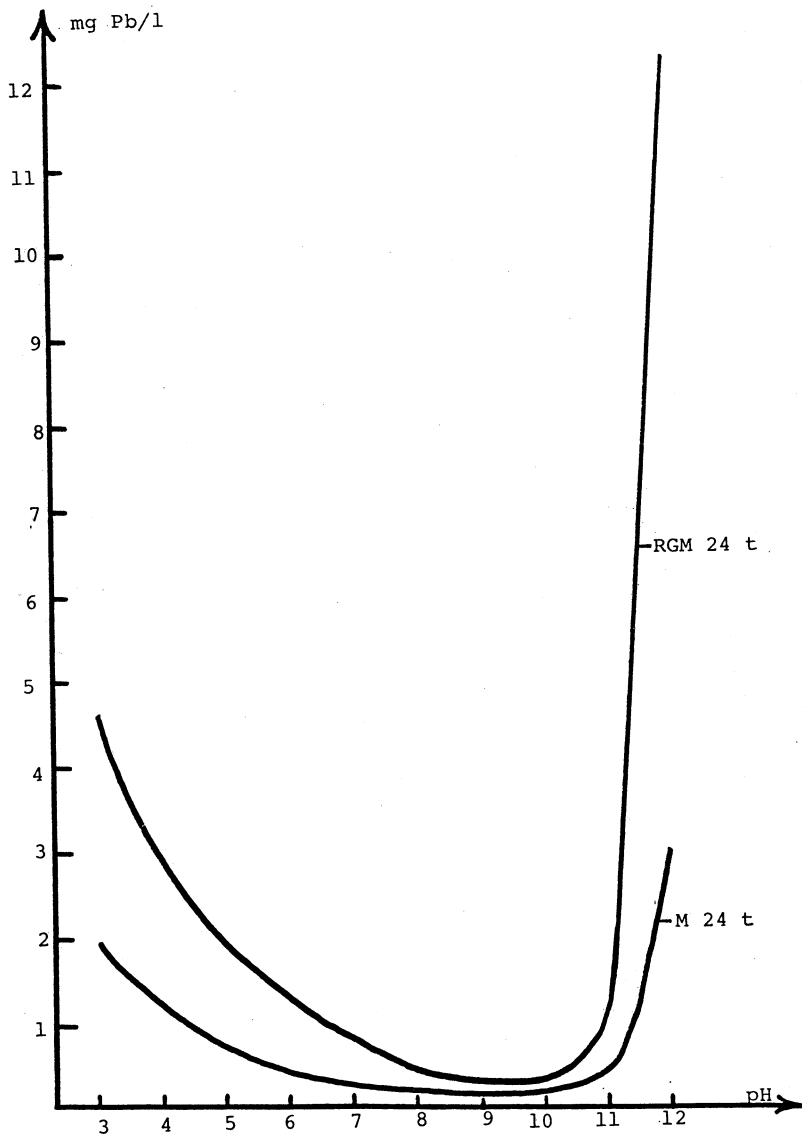
Nyere undersøkelser har vist at messinglegeringene som nyttes for armaturproduksjon er tilsatt opptil ca. 7 % bly av hensyn til den mekaniske bearbeidbarheten. Dette synes å forårsake det vesentligste bidrag av bly til vann som har vært i kontakt med armatur.

For å få undersøkt hvilke faktorer som påvirker utløsningen av tungmetaller fra legeringer i rør og armatur, ble det parallelt med den refererte undersøkelse iverksatt systematiske laboratorieforsøk.

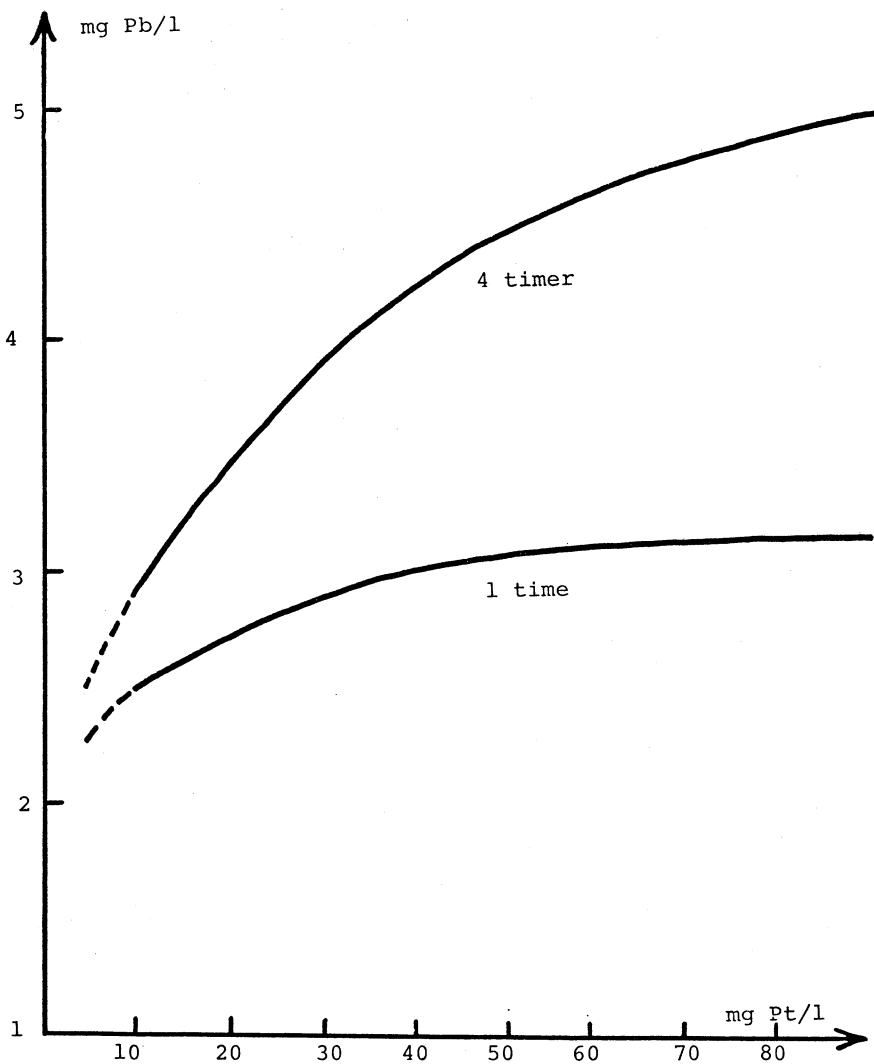
Forsøkene omfattet måling av utløst mengde kobber, sink, bly og kadmium som funksjon av vannets *pH-verdi*, *fargetall* og *kontaktid* på 5 vanlig nyttede messinglegeringer.

Forsøkene ble utført ved værelsestemperatur, og vannet var noe buffret for å motvirke endringer i pH med tiden. Utgangsvannet var forøvrig av vanlig norsk overflatevannskvalitet.

I figur 1 er vist utløst mengde bly som funksjon av vannets pH-verdi for 2 av de undersøkte messinglegeringene. Fremstillingen gjelder for en kontaktid på 24 timer.



Figur 1: Utløsning av bly fra 2 messinglegeringer grafisk fremstilt som funksjon av pH.
 Kontaktetid: 24 t



Figur 2: Utløsning av bly fra messinglegering grafisk fremstilt som funksjon av vannets fargetall (humusinnhold)

pH: 4

Kontaktid: 1 og 4 timer

Det er den relative variasjon av utløst mengde bly som har betydning ved fortolkning av de fremkomne data. De absolutte verdier har i denne sammenheng ingen interesse.

Det fremgår av figuren at utløsningen av bly er minimal innen et visst pH-område, hvis utstrekning er avhengig av messinglegeringens sammensetning. Sees de to kurvene under ett er det gunstigste pH-område ca. 8,0 — 9,5.

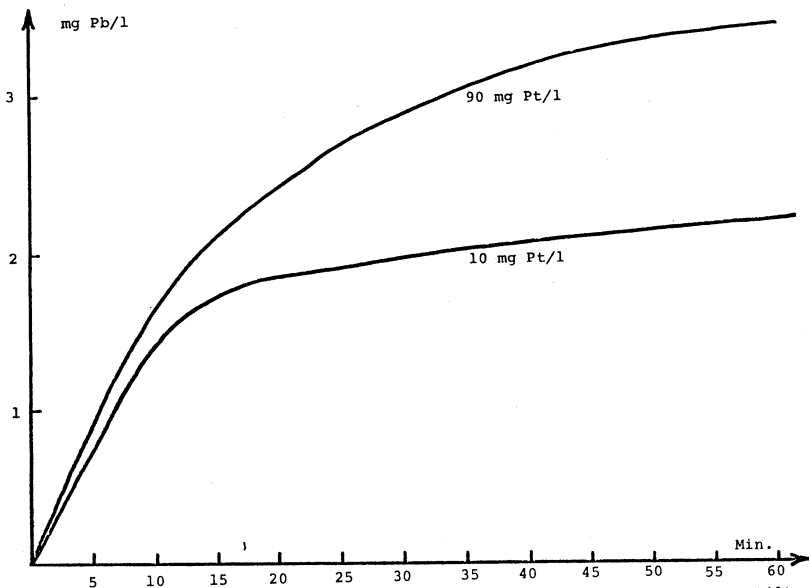
Det fremgår videre at kurvenes vinkelkoeffisient har en langt større tallverdi i det alkaliske området enn i det sure området. Fra måling av pH i vannprøver tatt fra asbest-sementrør er en kjent med at vannet kan ha relativt høye pH-verdier. Dette skyldes manglende indre beskyttelsesbelegg og spesielle vannkvalitetsforhold.

Det er registrert pH-verdier over 10,5—11,0.

Av figuren fremgår det at et vann med en meget høy pH-verdi kan gi opphav til like stor utløsning av bly som det sureste vannverksvann.

I figur 2 er vist utløst mengde bly som funksjon av vannets *fargetall* for to forskjellige kontakttider. Fremstillingen gjelder for en pH-verdi på 4,0. Det fremgår av figuren at blyutløsningen stiger eksponentielt med fargetallet. Dessuten gir økt kontakttid økt utløsning.

I figur 3 er vist utløst mengde bly som funksjon av kontakttiden for 2 forskjellige fargetall. Fremstillingen gjelder for en pH-verdi på 4,0. Det fremgår av figuren at blykonsentrasjonen øker sterkt i begynnel-



Figur 3: Utløsning av bly fra messinglegering grafisk fremstilt som funksjon av kontakttiden.
pH: 4
Fargetall 10 mg Pt/l og 90 mg Pt/l

sen, og flater ut mot et platå allerede etter noen minutters kontakttid. Dette forløpet indikerer at det skjer en effektiv blyutløsning selv etter meget kort kontakttid. Det fremgår dessuten at den totale utløsning er størst ved høyt humusinnhold.

De to refererte forsøk initierte i sin tur en undersøkelse hvor man tok sikte på å få et bedre og mer omfattende grunnlagsmateriale, ved å vurdere forholdene i et større vannledningsnett. Undersøkelsen ble foretatt i Oslo, og det ble innledet et samarbeidsprosjekt mellom Oslo helseråd, Oslo Vann- og Kloakkvesen og SIFF. Resultatene fra undersøkelsen er utgitt i den såkalte «Oslo-rapporten» (3).

Rapporten trekker følgende konklusjoner på basis av ca. 4000 enkeltanalyser utført på vannprøver fra inntaksmagasiner, renseanleggene, hoved- og stikkledningene.

- Innholdet av tungmetaller i vann fra inntaksmagasin, renseanlegg og hydranter var lavt, og lå under de gjeldende grenser Verdens Helseorganisasjon har fastlagt.
- Bortimot samtlige kranprøver ga relativt høye konsentrasjoner av kobber, sink og bly.

Tabell 2. Antall prøver innen ulike konsentrasjonsområder.

Konsentrasjon µg/l	Antall prøver		
	Cu	Zn	Pb
<5	0	0	15
5—10	0	0	13
10—20	1	0	26
20—50	0	0	19
50—100	4	2	5
100—500	13	47	6
500—1000	36	19	1
1000—2000	25	14	0
2000—3000	12	12	0
>3000	4	1	0

Dersom en går ut ifra Verdens Helseorganisasjons europeiske grenseverdier (WHO 1970) for kobber og bly i drikkevann, viser tabell 2 at 4 av kobberprøvene og 7 av blyprøvene har høyere konsentrasjoner enn det som godtas. Senere har flere medlemsland fremmet forslag om å endre verdien for bly og kobber til henholdsvis 0,05 og 1,0 mg/l.

34 av kobberprøvene og 12 av blyprøvene ville med disse grenseverdiene kunne betegnes som uakseptable.

- Innholdet av kobber, sink og bly varierende med årstiden og var høyest om sommeren. Gjennomsnittsverdier er vist i tabell 3.

Årstid	Cu	Zn	Pb
Vinter	1400	812	59
Vår	1190	867	72
Sommer	2665	1719	103
Høst	1025	691	37

Tabell 3: Gjennomsnittsverdien for de ti høyeste konsentrasjonene til forskjellige årstider ($\mu\text{g/l}$).

Det ble antatt at vannets surhetsgrad og innhold av oksygen hadde betydning for den utløsning som fant sted. Temperaturmålingene viste at temperaturen økte utover i fordelingsnettet, og om sommeren var temperaturen i deler av nettet uakseptabelt høy.

Det er vel kjent at høyt oksygeninnhold og høy temperatur kan øke korrosjonen på rørledninger og kranarmatur. I en avstengt kran vil imidlertid vannet lokalt bli oppvarmet såvidt mye at den opprinnelige temperaturen derved blir mindre interessant. Oksygen vil på den annen side vanskelig kunne unnslippe.

- Vannets bruksmessige kvalitet ble karakterisert som tilfredsstillende i 5 av de 6 undersøkte kilder.
- Vannets surhetsgrad ble derimot ansett å være for lav i samtlige av vannkildene, og rapporten konkluderer med at vannet burde alkaliseres slik at den påviste utløsning av tungmetaller i armatur og tilhørende ledningsnett kunne reduseres.

Behovet for alkalisering er forøvrig akseptuert ved de høye tungmetallverdier som stadig påvises i kranvann fra Blindern.

Oppsummering Praktiske tiltak

Det undersøkelsesmateriale som idag foreligger ved SIFF, har bragt klarhet i at flere forhold ved vannforsyningsanleggene må iakttas for å redusere korrosjonen i forsyningsnettet.

Alle relevante laboratorieforsøk, samt erfaringer fra praktisk vannbehandling, tilsier at surhetsgraden er en vesentlig faktor i kontroll av tungmetallutløsningen. Denne parameter krever sogar en meget omhyggelig overvåkning, da det har vist seg at det optimale pH-intervall (8,0 — 8,5) er svært snevert, og at utløsningen øker drastisk ved en overskridelse både i sur og basisk retning.

Rent teoretisk-kjemiske studier gir ingen entydig forklaring av disse forhold, og er på enkelte punkter i strid med de praktiske funn. Dette må sees i sammenheng med at «rent» vann er et lite veldefinert medium, og kan inneholde varierende elementer i ulik sammensetning. Løseligheten av tungmetaller kan f.eks. i visse pH-områder tenkes å være styrt av kompleksdannelse med ulike organiske og uorganiske komponenter i vannet. Dette er antagelig årsaken til at høyt humusinnhold øker korrosjonen i ledningsnettet. Vannets permanganattall bør derfor være lavest mulig. Likeledes bør temperaturen være lav og konstant.

På *husholdningssiden* kan risikoen for tungmetalleksposering reduseres noe ved at det foretas en uttapping av vann fra armaturen før vannet nyttes til konsum eller matlagning — dette er spesielt viktig der vannets kvalitet er utilfredsstillende. En bør dessuten unngå å konsumere vann fra vannvarmere.

På *markedssiden* bør det selvsagt ikke omsettes armaturer eller andre innretninger

som kan tilføre vannet helseskadelige tungmetaller.

Når det gjelder de praktiske tiltak på *vannforsyningsanlegget*, fordres det altså her en alkalisering av vannet, og dette kan gjennomføres enten ved bruk av kalk ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), lut (NaOH) eller soda (Na_2CO_3).

Det bør avslutningsvis understrekes at alkaliseringen er et godt eksempel på hvordan man med forholdsvis enkel og rimelig vannbehandling kan minimalisere risikoen for unødig eksposisjon overfor toksiske elementer i våre omgivelser.

REFERANSER:

1. Kvalitetskrav til vann, Sosialdepartementet 1976.
2. Rapport vedrørende utløsning av kjemiske elementer — særlig bly og kadmium — i ledningsvann.
Statens Institutt for Folkehelse, Oslo, august 1972.
3. En makro- og mikrokjemisk undersøkelse av Oslo's drikkevann i 1973.
Statens Institutt for Folkehelse, Oslo, desember 1974.