

Alkalisering av drikkevann — ønskelig vannkvalitet

Av Eilen A. Vik

Eilen A. Vik er dr.ing. og ansatt i Aquateam, Norsk
Vannteknologisk Senter A/S.

Fra konferanse om drikkevanns- forskning den 2.—3. november 1987, avholdt av NORVAR, NTNFs Program for drikkevannsforskning og Norsk vannforening.

Det er en kjent sak at surt mineralfattig vann øker korrosjonen i ledningsnett. I Norge anvendes hovedsakelig (ca. 95%) overflatevann i drikkevannssystemer. Korrosjonsproblemene som dette skaper, kjenner man i noen grad til, spesielt i nord-vestlige USA, Canada og i noen deler av Europa (spesielt Sverige, Finland og Norge).

NTNFs Program for drikkevannsforskning startet et FoU-prosjekt i 1987 for å få bedre kunnskap om mulighetene for tiltak for å hindre korrosjon (1), (8). Dette arbeidet har vært gjennomført i samarbeid med Statens institutt for folkehelse, som parallelt har gjennomført flere studier (9).

Bakgrunn

Bakgrunnen for å ta opp problemene i Norge var følgende:

* Norske vannkvalitetskrav har eksistert helt fra ca. 1970. Disse påpeker at vannets pH-verdi skal være mellom 8,0 og 8,5. Dette kravet har

i praksis vist seg vanskelig å overholde.

* En undersøkelse utført i 1983 viste at:

- alkalisering kun ble foretatt ved ca. 25% av de vannverkene som forsyner mer enn 1000 personer, på tross av at det var nødvendig med noen form for alkalisering ved nesten 100% av vannverkene
- det ved vannverk der kalk var benyttet for å høyne vannets pH-verdi, i praksis var vanskelig å holde stabil pH ut fra anlegget
- pH-verdiene ute på nettet varerte mellom 7,5 og 11,0, selv om vannet ut fra behandlingsanlegget hadde riktig pH-verdi
- det var faglig skepsis til kravene som var bakgrunnen for at så få vannverkseiere fulgte kravene.

* Kunnskaper om omfanget av og problemene knyttet til innvendig korrosjon er liten blant vannverkeierne som opplevde disse problemene ved:

- klager på vannkvalitet og usikkerhet knyttet til helseaspektene ved dette

- økende grad av rørbrudd og usikkerhet om innvirkningen av innvendig korrosjon på dette
- økende behov for drift og vedlikehold av ledningsnett, mens de økonomiske ressursene blir dårligere
- liten kunnskap om omfanget og betydningen av korrosjon
- valg av nye rørmaterialer baseres på hva man tror er best.

Behovet for økt kunnskap om eget vannverk er nødvendig for å kunne velge riktige rørmaterialer og riktig vannbehandling.

Det er mange viktige aspekter å ta hensyn til når det arbeides med innvendig korrosjon i vannverket, det kan nevnes:

- Et vannverk har mange ulike materialer, ulik alder på materialene, varierende vannhastighet og oppholdstid. Materialenes innvendige korrosjonsbeskyttelse varierer. Kunnskapen om ledningsnett og korrosjonsforholdene etc. er meget dårlig. Hovedledningsnett er planlagt med en levetid på 2–400 år og enda mer.
- Vannverkene består av mange små, uorganiserte brukere (kommuner). Det er vanskelig å koordinere og få gjennomført forskning.
- Vannverkenes størrelse og lengden på ledningsnett varierer kraftig.
- Råvann- og rentevannskvalitet fra vannverkene varierer.

Drikkevannet kommer i kontakt med flere aktuelle materialer:

Husinstallasjonene

består hovedsakelig av kobber og messing. Noe plast og galvaniserte rør anvendes.

Stikkledningene

er hovedsakelig kobberrør, galvaniserte rør, jern- og plastrør.

Hovedledningene

består hovedsakelig av jern- og stålrør. De nyeste rørene er innvendig beskyttet med sementmørtelføring. En rekke vannverk har også mye asbestsementrør. Noen av disse er innvendig beskyttet med et asfaltbelegg.

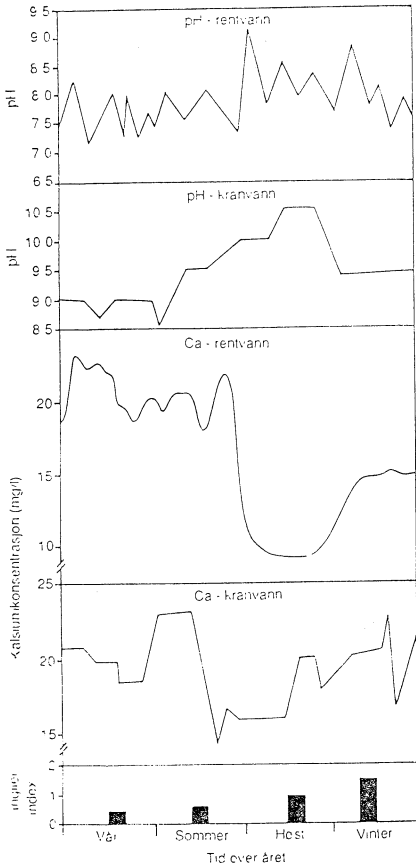
Høydebassengene

er hovedsakelig av betong.

Vannkvaliteten ut fra vannbehandlingsanleggene er svært viktig med tanke på den vannkvaliteten som når frem til konsumentene.

For norske vannverk har det blitt svært viktig å finne frem til en ønsket vannkvalitet for å minimere innvendig korrosjon. Målet er å levere en vannkvalitet som fortsatt er tilfredsstillende når den når frem til forbrukerne. Figur 1 og 2 illustrerer noen vanlige problemer som er demonstrert i en rekke norske vannverk:

- Vann med lavt kalsiuminnhold og lav bufferevne (lav HCO_3 -konsentrasjon) endrer kraftig surheten (pH-verdien) når det passerer et asbestsementrør eller et nyere jernrør med innvendig sementmørtelføring. Det er ikke uvanlig å finne kalkfellende



Figur 1.

Når drikkevann passerer en asbestementledning, vil rentvannet fra vannverket endres kraftig mhp. pH-verdi og kalsium før det når forbrukerne (kranvann). Dette kan resultere i kalkfelling hos forbrukeren. Ved å høyne vannets bufferevne og pH-verdi, kan dette endres.

(CaCO₃) vann med pH = 10–11,5 hos forbrukere ved enden av en asbestementledning (figur 1), der vannet ut fra behandlingsan-

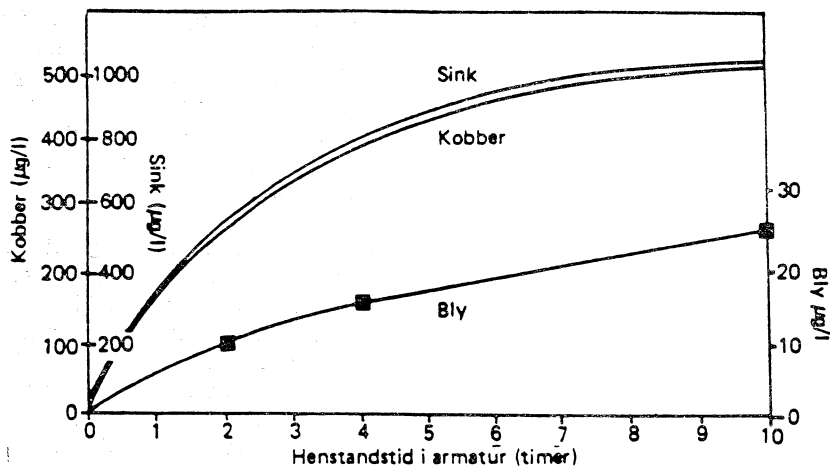
legget har hatt en lav pH. Ved å endre vannets bufferevne og pH-verdi ut fra vannbehandlingsanlegget, kan dette vannet være mindre kalkfellende når det når konsumenten. Dette er illustrert i figur 1.

Vannets innhold av tungmetaller endres raskt ved henstand i rørene (figur 2). Det er imidlertid viktig å tilføye at det er hovedsakelig sink og kobber man finner i norske drikkevannssystemer. Tungmetaller som bly og kadmium er i liten grad registrert på tross av relativt omfattende undersøkelser. I en rekke andre land har blyrør vært benyttet.

Gjennomførte studier

Forskningsarbeidet som er gjennomført i Norge, har i tillegg til undersøkelser av eksisterende vannverk også inkludert fullskalaundersøkelser med bruk av kalk og CO₂ (gass) ved et vannverk, og bruk av CaCO₃, saltsyre og lut med oppløsning av CaCO₃ i en trefaseoppløser i et annet vannverk. Studien har inkludert omfattende oppfølging av vannkvaliteten hos utvalgte forbrukere ved endre rentvannskvalitet, samt kontinuerlig oppfølging av vannkvalitet og korrosjonshastigheten ved lineær polarisasjonsmotstandsmåling. De aktuelle behandlingsmetodene som anvendes i skandinaviske vannverk er.

- Lufting
- Lutdosering (NaOH)
- Sodadosering (Na₂CO₃)
- Kalkdosering (Ca(OH)₂)



Figur 2. Vannets innhold av tungmetaller endres raskt når vannet står i ro i armatur innomhus (13, Rafnes' rapport).

- Alkaliske filtre (CaCO_3 , dolomitt)
- Karbondioksidgass (CO_2) + kalk
- Trefaseoppløser ($\text{CaCO}_3 + \text{HCl} + \text{NaOH}$).

Noen andre kombinasjoner av kjemikalier, f.eks. lut og CO_2 , anvendes også. Det foregår videre studier vedrørende aktuelle metoder som bør benyttes for å registrere korrosjonshastigheten i ledningsnett i norske vannverk. Dette arbeidet koordineres gjennom et U.S. EPA-prosjekt med University of Washington og Chalmers tekniska högskola.

Ønsket vannkvalitet for å minimere korrosjonen avhenger av rørmaterialet

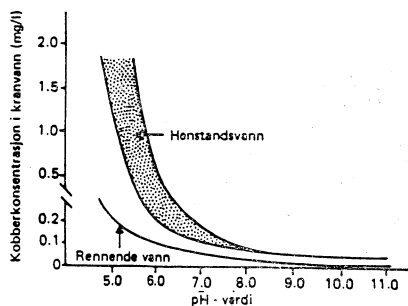
For de ulike materialer anbefales:

Kobber

Den jevne overflatekorrosjon er forholdsvis lav, men kan gi høye metallkonsentrasjoner (figur 3 og

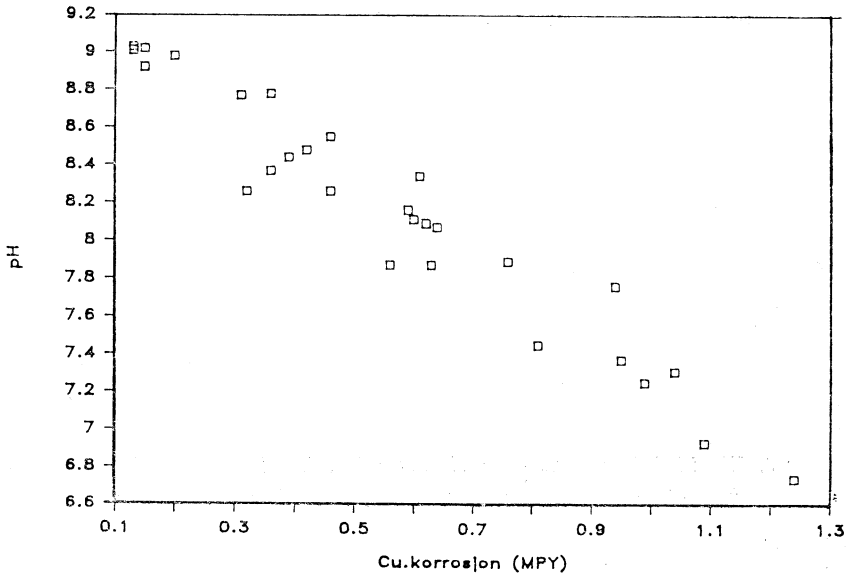
figur 4): Lav pH gir høy korrosjonshastighet. Groptæring kan være svært viktig mhp. installasjonens levetid, selv om kobberkonsentrasjonene i vannet ikke blir så høye.

For å minke kobberkonsentrasjonen, anbefales høy pH-verdi, helst



Figur 3.

Lav pH-verdi gir høy korrosjonshastighet for kobber, og kan gi høyt kobberinnhold i drikkevannet (13) og (7).



Figur 4. Korrosjonshastigheten for kobber er meget pH-avhengig. Resultatene er fra forsøk i Eidsberg kommune (1).

pH > 8,0, en alkalitet på 0,6—1,0 mmol/l, og et kalsiuminnhold på < 30 mg/l. Korrosjonen pga. vannets saltinnhold motvirkes med økt bikarbonatkonsentrasjon (alkalitet).

Messing

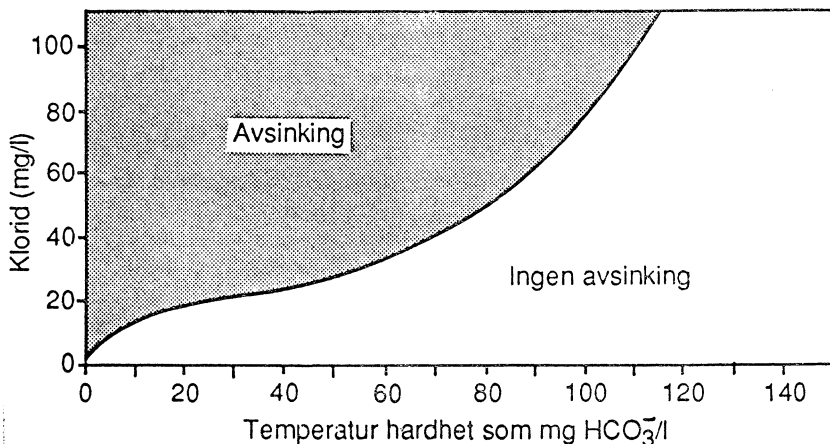
Messing anvendes i armatur og husinstallasjoner og inneholder ca. 58% Cu og 2% Pb. Korrosjonen kan inndeles i:

- avsinking, og
- spenningskorrosjon.

Korrosjonen er svært pH-avhengig (figur 5). Vannet bør ikke ha for høyt kloridinnhold sammenlignet med vannets hardhet.

Galvaniserte rør

Sink brukes som korrosjonsbeskyttende belegg for stål. Stålet dyppes i en smelte av sink (varmgalvanisert). Materialet benyttes i dag i mindre grad, da korrosjonsproblemene kan være til dels store. Sinkbelegget korroderer svært raskt i vann med lav pH (figur 6). Kobberinnhold i vannet, så lavt som 10 µg/l, er påvist å øke korrosjonshastigheten for galvaniserte stålrør. Man bør derfor unngå å plassere kobberør foran galvaniserte stålrør. For å minke korrosjonen av galvaniserte stålrør, anbefales at pH er høyere enn 8, samt at vannets bikarbonatinnhold (alkalitet) er høyt. Når det galvaniserte belegget



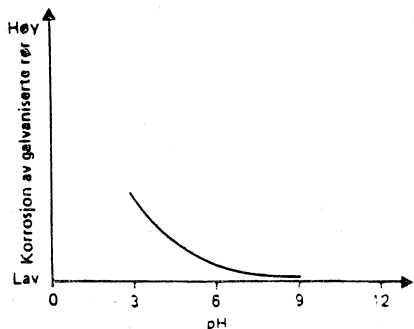
Figur 5. Klorid bikarbonat — forholdets innvirkning på avsinking. I det skyggelegte området vil avsinking forekomme dersom $\text{pH} > 8,3$.

er skadet skjer korrosjon av jernet, slik at de samme kriteriene som gjelder for disse, bør gjelde galvaniserte rør.

Stål- og jernrør

Stål- og jernrør er dominerende som rørmateriale. Korrosjon foregår som jevn overflatekorrosjon eller

groptæring. Jevn overflatekorrosjon er meget vanlig. Ulike korrosjonsprodukter, spesielt jernhydroksider, dannes på innsiden av rørene. Disse har en dårlig korrosjonsbeskyttende effekt. Korrosjonsproduktene løsner av og til og gir brune/røde partikler i vannet og svært varierende vannkvalitet (se figur 7). Dersom man øker vannets alkalitet til 0,6–1,0 mmol/l og kalsiumkonsentrasjon til $> 15 \text{ mg/l}$, vil korrosjonsproduktet sideritt (FeCO_3), som har en meget god korrosjonsbeskyttende effekt, bli dannet og vannets kvalitet stabiliseres.

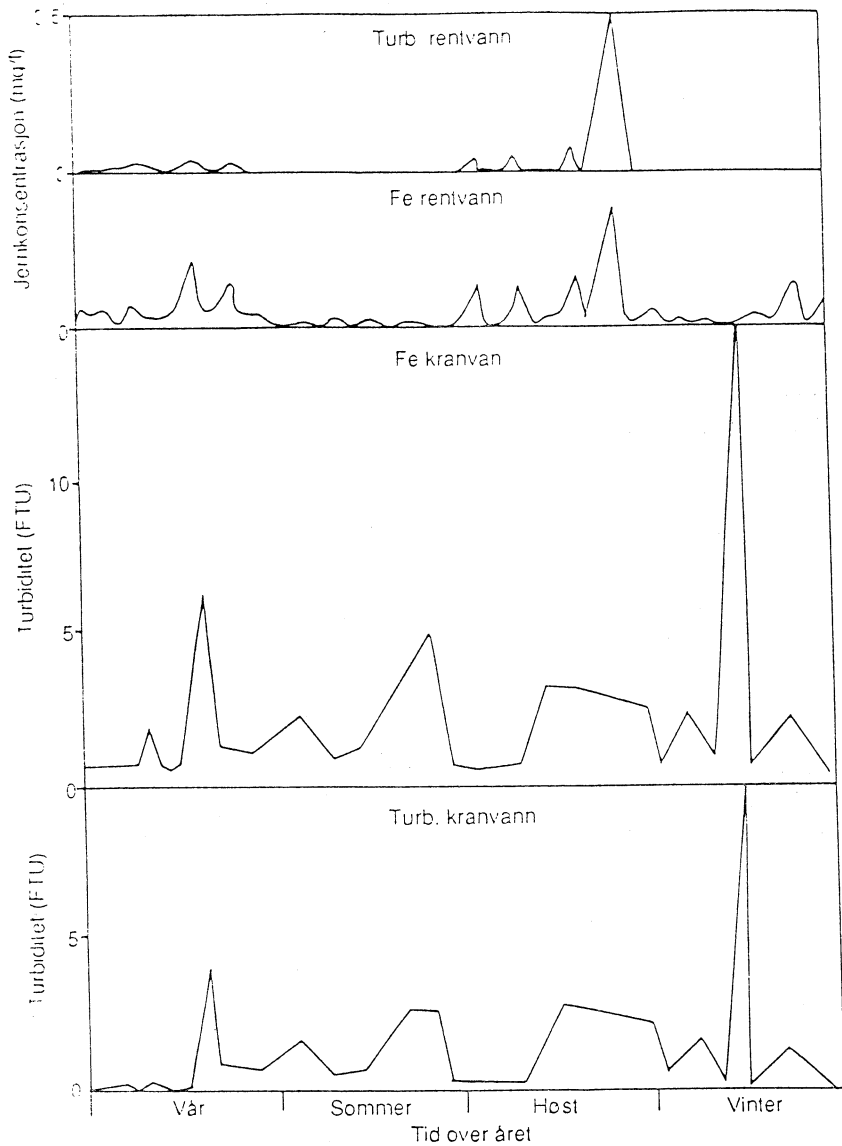


Figur 6.

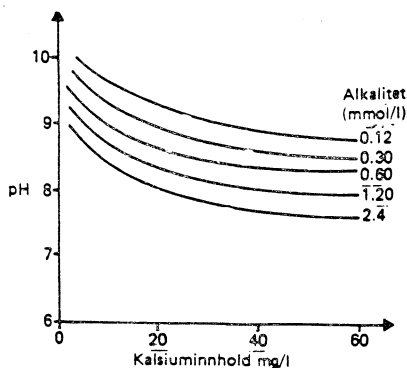
Sinkbelegget på galvaniserte rør tæres bort i løpet av få år. Vann med lav pH øker korrosjonen kraftig.

Sementbaserte rør, asbestsementrør og mørtelførede rør

Generelt gjelder at surt ($\text{pH} < 7,5$), mykt ($\text{Ca}^{2+} < 10 \text{ mg/l}$) og bikarbonatfattig (alkalitet $< 0,3 \text{ mol/l}$) vann er aggressivt mot betong. Det finnes ikke noe bra mål for aggressiviteten av vann, men vannets kalk- og kullsyrelikevekt er utgangspunkt



Figur 7. Jernkonsentrasjonen, også påvist ved måling av grumsethet (turbiditet), varierer kraftig over året pga. at korrosjonsproduktene på innsiden av rørene løsner med jevne mellomrom.



Figur 8.

..Vannets pH-aggressivitet overfor sementbaserte materialer avhenger av vannets verdi, kalsiuminnhold og alkalitet. I prinsippet er det ønskelig at vannet er kalkfellende for å unngå tæring av sement.

for vurderingen. Figur 8 viser sammenhengen mellom pH, alkalitet og kalsiuminnhold for et kalkfellende

vann. For at tæring av sementbaserte materialer ikke skal forekomme, må vann som har en alkalitet på 0,6 mmol/l og en pH = 8,5, ha et kalsiuminnhold på ca. 33 mg/l, slik som det er vist i figuren.

Vannkvalitetskriterier

På grunnlag av gjennomført forskning på dette feltet de siste årene, er helsemyndighetene i Norge (SIFF, 1987) kommet med vannkvalitetskriterier der man forsøker å minimere korrosjonen på alle de ulike materialene som anvendes.

God vannkvalitet:

pH-verdi	= 7,5—8,5
Kalsium (mg/l)	= 15—25
Alkalitet (mmol/l)	= 0,6—1,0
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	= 36—60

REFERANSER

1. Vik, E. A. og Bjerkelund, E., 1986; «Alkalisering av drikkevann, korrosjonskontroll. Alkalisering og karbonatisering ved Eidsberg vannverk. Delrapport 4». NTNFs Program for drikkevannsforskning. Rapport nr. 12/85.
2. Vik, E. A., Skipperud Johansen, E. og Rogne, Å. G., 1983; «Alkalisering av drikkevann. Undersøkelse av noen vannverk». NIVA. VA-83, F-82441.
3. Vik, E. A., Hendricksson, K. and Bjerkelund, E., 1985; «Treatment for Corrosion Control. Literature Review and Research Program. Project report No. 3». NTNFs Program for drikkevannsforskning. Rapport nr. 10/84.
4. Vik, E. Arctander, 1986; «Alkalisering — korrosjonskontroll. Aktuelle prosesser. Effekter, driftserfaringer, kostnader». Fra NIF-kurs om Behandlingsmetoder for drikkevann, 27.—29. oktober 1986.
5. Vik, E. Arctander, 1984; «Er det behov for tiltak for å hindre korrosjon innvendig i norske vannledninger?» VANN nr. 2, 1984.
6. Vik, E. Arctander, 1986; «The Effects of Corrosion Control of Low Alkalinity Waters — Norwegian Experiences». Aqua No. 4, pp. 198—206, 1986.

7. Vik, E. A., Rogne, Å. G., Boman, E. og Bjerkelund, E., 1984; «Alkalisering av drikkevann, korrosjonskontroll. Undersøkelse av noen vannverk. Delrapport 2». NTNFs Program for drikkevannsforskning. Rapport nr. 9/84.
8. Nilsen, T. L., 1987; «Korrosjon i vannledningsnett». Diplomoppgave, NTH, Institutt for elektrokjemi, desember 1987.
9. SIFF, 1972; «Rapport vedrørende utløsning av kjemiske elementer — særlig bly og kadmium i ledningsvann». Oslo, august.
10. SIFF, 1974; «En makro- og mikrokjemisk undersøkelse av Oslos drikkevann i 1973». Oslo, desember, SIFF-SK ekstern rapport 10, 36 s. ISSN. 0333—4643.
11. Myhrstad, J. A., 1976; «Notat vedrørende utløsning av visse tungmetaller fra armatur og innretninger på vannledningsnett». SIFF, Oslo, januar.
12. Bjerkelund, E. og Klæbo, T. O., 1982; «Utløsning fra messing til vann alkalisert med lut, soda og kalk». SIFF-SK intern rapport 1/82.
13. Skipperud Johansen, E. og Bjerkelund, E., 1983; «Utløsning av tungmetaller fra kranarmatur ved Norsk Hydro, Herøya og Rafnes». SIFF-SK ekstern rapport nr. 42, juni, 43 s. ISSN 0333—4643.
14. Skipperud Johansen, E., Johansen, B. V. og Kristiansen, H., 1983; «Undersøkelse av vannets virkning på asbestsementrør og forekomst av asbestfibre i drikkevannet for sju kommuner tilknyttet IVA-vannverket». SIFF-SK ekstern rapport nr. 40, 55 s. ISSN 0333—4643.
15. SIFF, 1987; «Kvalitetsnormer for drikkevann». Drikkevann G2. Veiledningsmateriale i G-serien «Generelt om drikkevann» fra Statens institutt for folkehelse, 72 s.