

# Fluorid i norsk grunnvann - en ukjent helsefaktor.

Av Kjell Bjorvatn, Asgeir Bårdsen,  
Anne Helene Thorkildsen og Kari Sand

Dr. odont Kjell Bjorvatn er professor og cand.odont. Asgeir Bårdsen er universitetsstipendiat ved Institutt for odontologisk forskning, Universitetet i Bergen  
Anne Helene Thorkildsen er tannlege i privat praksis i Porsgrunn  
Kari Sand er fylkesgeolog i Hordaland

## Sammendrag

Denne artikkelen bygger på foredrag (K.Bj.) under NGU-seminar i Trondheim oktober 1993.

Tannhelsen er blitt vesentlig bedre i Norge i løpet av de siste ti-år. Fluoridtilskudd, bl.a. fra tannkrem, tabletter og munnskyllevæske, har en vesentlig del av æren for den positive utviklingen. På verdensbasis er også drikkevannet en vesentlig fluorid-leverandør.

Norske vannverk leverer oftest fluoridfattig overflatevann. Det finnes likevel et stort antall med (oftest små) borebrønner i Norge, og bruken av grunnvann er økende. Fluoridinnholdet i norske grunnvannskilder er lite kartlagt. Det er likevel kjent at grunnvannet kan inneholde til dels høye fluoridkonsentrasjoner: Mer eller mindre tilfeldige analyser fra Sør-vest Norge har registrert verdier opp til 10 ppm F. Dette er vesentlig over den øvre grense (1.5 ppm F) som anbefales for drikkevann. Det er funnet tydelige sesongmessige variasjoner i fluoridkonsentrasjonene, særlig i brønner med høyt fluoridinnhold. Fluktuasjonene har sammenheng med de lokale nedbørsprofiler.

Fluorid er viktig for helsen, men *et for høyt* fluoridinntak kan føre til misfarging av tannemaljen hos barn (dental fluorose). For å nyttiggjøre seg fluoridenes positive egenskaper og samtidig unngå mulige skader, må det totale daglige fluoridinntak være kjent. Fluoridinnholdet i drikkevannet er viktig i denne sammenheng. **Det anbefales derfor at fluoridanalyse inngår i rutinen ved all testing av drikkevann i Norge.**

En systematisk undersøkelse av fluoridinnholdet i grunnvannskilder i Hordaland er startet ved Institutt for odontologisk forskning, Universitetet i Bergen.

## English summary

Oral health has made remarkable progress in Norway during the last few decades, not the least due to systematic use of fluorides (fluoride containing tooth paste, NaF tablets etc.). Most Norwegian water plants provide low-fluoride surface water. Increasingly, however, individuals and municipalities are looking for alternative water sources, preferentially subsurface reservoirs. Ground water may contain elevated levels of F, but no comprehensive study

has ever been made on the fluoride content of Norwegian ground water.

The authors have collected available information on subsurface water in South-West Norway, and conclude that ground wells in daily use may contain as much as 10 ppm F.

Out of 390 deep wells in the county of Vest Agder,  $\approx 25$  percent contained water with  $\geq 1.0$  ppm F. Water samples taken each month throughout 1990 showed seasonal changes in the fluoride content of, especially, high-F water. The changes were related to local precipitation.

It is recommended that **assessment of F should be included in the routine analyses of ground water**.

## **Innledning**

Fluor (F) er et utbredt grunnstoff, men det finnes i naturen bare i form av *fluorider*, fluor-forbindelser, som kan være mer eller mindre oppløselige. Fluor regnes med blant de "essensielle sporstoffene", det vil si grunnstoff som kroppen trenger små mengder av for å sikre en god helse.

Norsk kosthold er oftest fluoridfattig. Et optimalt inntak kan sikres på mange måter, men drikkevannet er - etter manges mening - den beste, tryggeste og billigste fluoridkilden.

I Norge får mer enn 85 prosent av innbyggerne vann fra overflatebaserte, fluoridfattige reservoarer. Kvaliteten på norsk overflatevann er til dels svært dårlig (1). Dette gjelder også for grunne brønner (2). I økende grad satses det derfor på alternative drikkevannskilder, gjerne grunnvann.

Norge har rikelig tilgang på grunnvann (3) og det finnes mange borebrønner: Norges geologiske undersøkelse (NGU) har registrert ca 100000, og antallet øker med omlag 4000 pr år (1). Grunnvannet er lite utsatt for forurensing og har dermed en bedre og mer stabil kvalitet enn overflatevann. Grunnvannskilder er også relativt enkle og billige å bygge ut.

De fleste borebrønnene leverer vann bare til én eller noen ganske få husholdninger. Det er i dag ca 13 prosent av den norske befolkning som får sin vannforsyning fra grunnvannskilder, men en regner med at denne prosentandelen vil kunne mer enn dobles (3).

## **GENERELT OM FLUORID**

### **Fluorid i norsk drikkevann**

Grunnvann preges av det lokale geologiske miljø og kan ofte ha et relativt høyt innhold av uorganiske stoffer, f. eks. fluorid. Mineralinnholdet kan bli for høyt i følge de kvalitetsnormer som er etablert for drikkevann (4).

For å sikre vannkvaliteten, kontrolleres de fleste *offentlige vannverk* regelmessig. Fluoridinnholdet i vann som leveres fra norske vannverk er vanligvis svært lavt. I sin landsomfattende undersøkelse av drikkevannets kjemiske sammensetning fant Flaten (1985) at gjennomsnittlig fluoridinnhold var 0.06 ppm (5). Bare 17 vannverk (4.4%) leverte vann med  $> 0.25$  ppm F. Høyeste registrerte verdi var 1.2 ppm F, i en grunnvannsbrønn ved Holmsbu Vannverk, Hurum.

Fluoridinnholdet i drikkevannet va-

rierer fra landsdel til landsdel. Flaten fant de høyeste verdiene på Østlandet, særlig i områder med leire og skiferbergarter. Han rapporterte svært lave  $F^-$  konsentrasjoner i drikkevann på Nordvestlandet. Litt høyere fluoridmengder ble funnet i sørlandske vannverk (5).

Det er ingen fast rutine for kontroll av private borebrønner. Selv om nye kilder testes før vannet tas i bruk, er det ingen selvfølge at fluorid inngår i analysene. Vi mangler derfor en samlet oversikt over  $F^-$ -innholdet i norsk grunnvann.

## Fluorid og helse

Fluor er et interessant og spennende grunnstoff. Det er likevel paradoksalt at helsefagene har engasjert seg så sterkt i forskning - og debatt - om fluor. Årsaken er at fluoridionet ( $F^-$ ) er biologisk aktivt, og kan gripe inn i mange prosesser.

$F^-$  har en egen evne til å binde seg til ben og tenner. Fluorid er viktig for tannhelsen, og motvirker tannkaries, særlig ved å bedre mulighetene for reparasjon av emaljeskader som oppstår under surt tannbelegg (plakk). Den dramatiske bedringen av tannhelsen som har funnet sted i løpet av de siste ti-årene ville vært utenkelig uten bruk av fluorider. Sammen med andre mineraler benyttes også fluorid i behandlingen av osteoporose (benskjørhet), som gjør livet vanskelig for mange, særlig eldre kvinner.

Noen har hevdet at det er en sammenheng mellom fluorid og lidelser som

nyreskade og kreft, men dette avvises av nyere forskning. Blant fluoroforskerer synes det å være generell enighet om at fluorid - i små doser - er nyttig og uskadelig. Men det er viktig å passe på at dagsdosene ikke blir for høye.

## Fluoridinntak

Alle vanlige matvarer inneholder spor av  $F^-$ . Relativt mye fluorid finnes i sardiner og te.

I vårt land vil likevel storparten av den daglige  $F^-$  dose komme fra tannkrem, fra fluoridtabletter eller fra drikkevann. Optimalt bør norsk drikkevann inneholde 0.5-1.0 ppm F. Det er relativt trange grenser mellom gunstige og ugunstige fluoridverdier. Drikkevann som inneholder  $>1.5$  ppm kan gi skade på tenner under danning, og frarås derfor brukt til barn (4). I enkelte områder kan det være vanskelig å skaffe drikkevann med et passende fluoridinnhold. Tannskader på grunn av fluorid (dental fluorose) er et utbredt problem, f. eks. i Øst-Afrika og deler av India. Også i Norge vil en finne tenner som viser at barn har fått for mye fluorid (6, 7). *Dental fluorose* arter seg oftest som små papirhvite flekker på tannemaljen. Større skader med brunlig misfarging og mer eller mindre ødelagt tannemalje er svært sjeldne hos oss.

De fleste tilfellene av dental fluorose skyldes høyt fluoridinnhold i drikkevannet, men skadene kan også skyldes feil dosering, f. eks. av fluoridtabletter. I vårt land er årsaken ofte en kombinasjon av fluorid fra vannet + fluoridtabletter + tannkrem med fluorid.

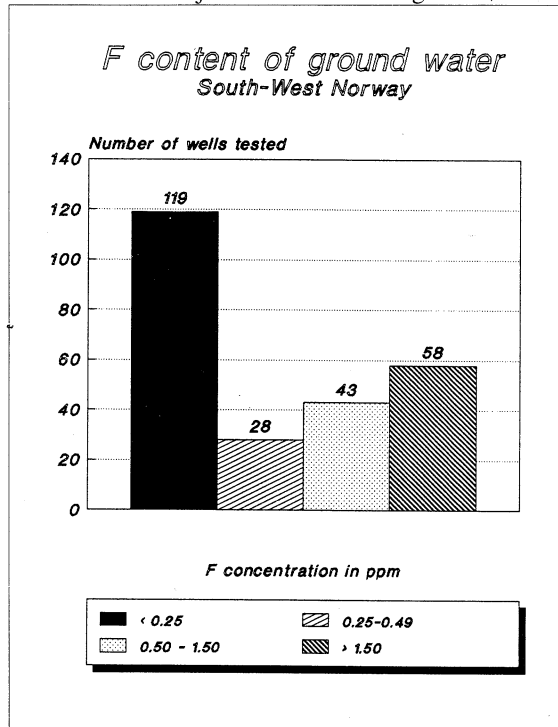
## Tilsetning av fluorid i drikkevann

Allerede for femti år siden viste forsøk i USA at tannhelsen kan bedres ved "kunstig" tilsetning av fluorsalt til fluoridfattig drikkevann. I 1950-60 årene var det mange som ønsket å tilsette fluorid også til norsk drikkevann. Motstanden mot vannfluoridering var likevel så sterk at forsøkene måtte oppgis. Helsemyndighetene har måttet finne alternative, mindre kontroversielle løsninger i det forebyggende tannhelsearbeidet. Den hissige fluordebatten som raste i Norge er dermed stilnet av. Paradoksalt nok kan en sterkere satsing på grunnvann føre til ny debatt.

## Fluorid i norsk grunnvann

Sammenlignet med overflatevann i samme distrikt, har grunnvann oftest en høyere konsentrasjon av  $F^-$  (8). Dette skyldes trolig langvarig kontakt med berggrunnen, som inneholder varierende fluoridmengder.

Som et ledd i en generell kartlegging av fluoridinnholdet i norsk grunnvann, har vi gjort en forundersøkelse på Sørlandet og Vestlandet. Dette er områder hvor det har vært rapportert lavt fluoridinnhold i de etablerte, offentlige drikkevannskildene. Vi har samlet eksisterende informasjon om grunnvannet, og har studert sesongmessige variasjoner i  $F^-$  i et utvalg av brønnene



*Fig. 1  
Fluoridinnhold i  
grunnvann.  
Vannprøver fra 248  
brønner i Sørvest-  
Norge.*

(9). Vi finner grunn til å rapportere noen av våre funn.

## METODER

Ved imøtekommenhet fra Næringsmiddeltilsynet i Grimstad, Kristiansand, Stavanger og Bergen har vi fått oversikt over fluoridanalyser som er utført av grunnvann i Agderfylkene, Rogaland og Hordaland.. Vi har også fått adgang til vannanalyser ( $F^-$ ) som er utført ved laboratoriet til SØRAL i Farsund.

Gjennom lokale tannleger har vi kontaktet 14 eiere av brønner med forhøyet fluoridinnhold, 8 fra Farsundsregionen i Vest-Agder, 3 fra Masfjorden, Hordaland og 3 fra Møre og Romsdal (Bratt-

våg og Midøy). Brønneierne leverte månedlige vannprøver gjennom hele 1990. Som kontroll ble det tatt tilsvarende prøver fra to brønner med lavt fluoridinnhold. Fluorid-konsentrasjonen i vannet ble analysert ved Institutt for odontologisk forskning, Universitetet i Bergen, ved bruk av ioneselektive elektroder.

Fra Meteorologisk institutt ble det hentet inn opplysninger om temperatur og nedbør i de aktuelle distriktene. Geologiske forhold ble vurdert på grunnlag av geologiske kart utarbeid av NGU.

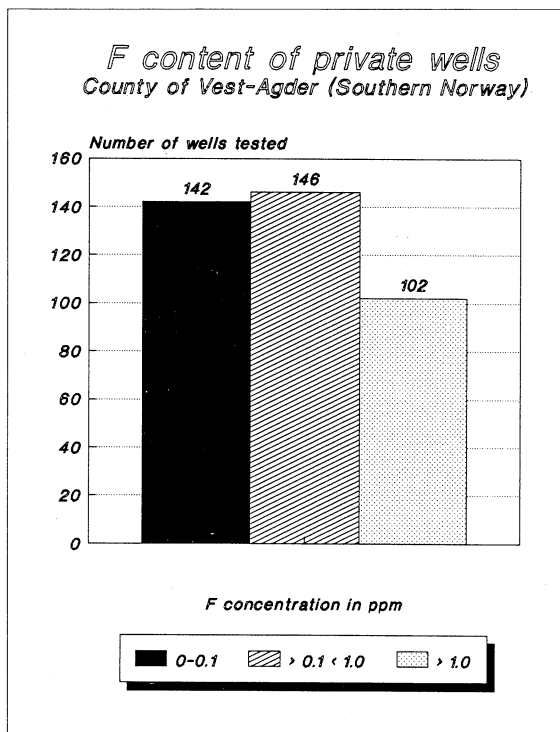


Fig. 2.  
Fluoridinnhold i  
grunnvann fra Vest  
Agder.  
Vannprøver fra 390  
brønner.

## RESULTATER

### Fluoridinnhold i vannet

Av vannprøver fra 248 private borebrønner i sørvest Norge hadde omlag 50 prosent et fluoridinnhold  $\leq 0.25$  ppm, mens de øvrige 50 prosent hadde fluoridkonsentrasjoner som varierte fra 0.26 ppm til 10.5 ppm. (Fig. 1)

En mer omfattende undersøkelse i Vest-Agder synte at 36 prosent av borehullene gav vann med meget lavt ( $< 0.10$  ppm) fluoridinnhold, et tilsvarende antall borehull gav vann med 0.10-1.0 ppm F, mens vannet i 26 prosent av brønnene inneholdt mer enn 1.0 ppm F (Fig. 2).

Det var tydelige lokale variasjoner: I Kvinesdal og Sirdal var fluoridinnholdet i halvparten av de undersøkte brønnene  $\geq 1$  ppm F. Fem brønner i Øvre Sirdal hadde et fluoridinnhold på mer enn 5.0 ppm. Brønndybde varierte fra ca. 40 m til 120 m.

### Geologiske forhold

Forhøyet fluoridinnhold ble funnet i grunnvann i områder med (biotittførende) hornblendegranitt, granittisk øyegneis eller migmatittisk gneis. Mange brønner var lokalisert i eller ved forkastninger/sprekker hvor det erfaringsmessig kan finnes flusspat og andre fluoridholdige mineraler.

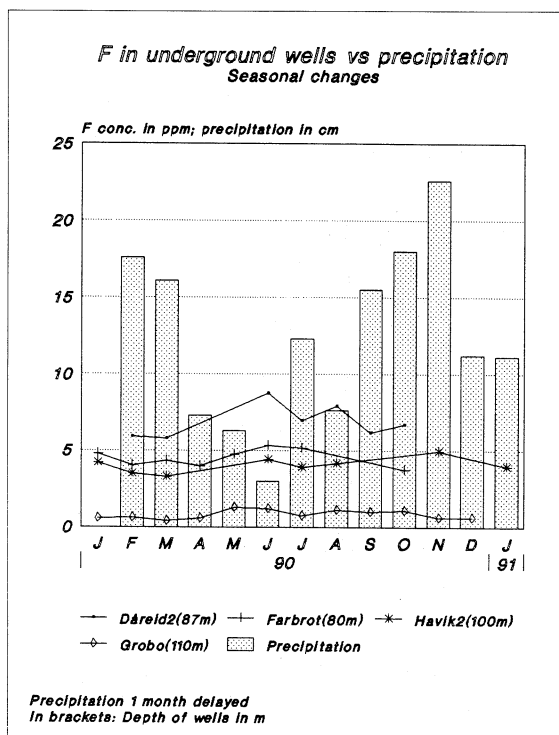


Fig. 3.  
Sesongvariasjoner i fluoridinnholdet i grunnvann, Farsundsregionen, sett i sammenheng med lokal nedbør (1 mnd forsinket).

## Fluktuasjoner i fluoridkonsentrasjonen

Månedlige vannprøver fra samme brønn viste til dels store fluktuasjoner i F-innhold. (Fig. 3, 4). Variasjonene var størst i brønner med høyt fluoridinnhold. Det var et varierende "etterslep" på fluktuasjonene. Det var sammenheng mellom brønnndybde og etterslepets lengde.

## DISKUSJON

De analyserte vannprøvene er ikke nødvendigvis representative for norsk grunnvann. Prøvene var innsendt "tilfeldig", ofte etter oppfordring fra tannlege som hadde fått vite om pasienters

bruk av brønnvann. Det er likevel overraskende at vann fra så mange norske borebrønner har et fluoridinnhold som kan gi helsemessige konsekvenser. Det gir grunn til ettertanke når enkelte brønner med  $IF^{-1} \sim 10$  ppm har vært i daglig bruk i husholdningene i mer enn ti år - uten noen form for defluoridering.

Den relativt store fluktuasjonen i fluoridkonsentrasjon viser at én analyse ikke alltid vil gi et rett bilde av drikkevannet. Det bør derfor gjøres gjentatte analyser av vann fra brønner hvor det er påvist et forhøyet fluoridinnhold.

Grunnvannet suppleres fra overflaten, og i mange brønner synes det å være en invers sammenheng mellom

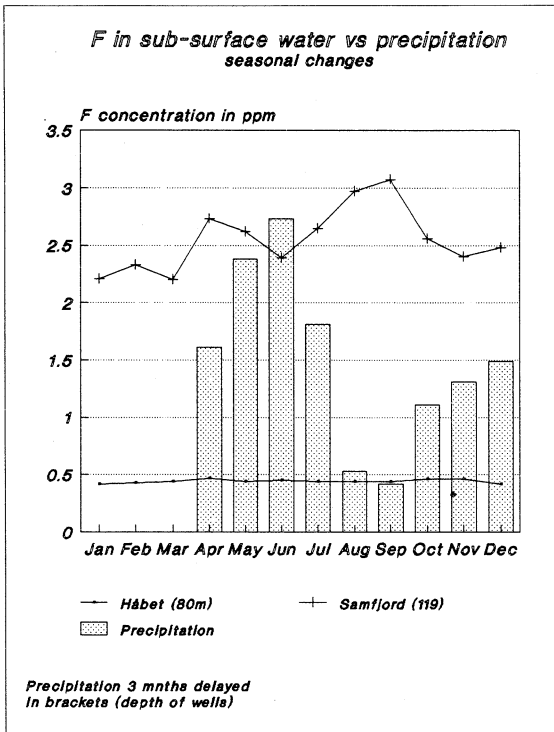


Fig. 4  
Sesongvariasjon i fluoridinnholdet i grunnvann fra Brattvåg, Møre og Romsdal, sett i sammenheng med lokal nedbør (3 mnd forsinket)

den lokale nedbørmengde og fluoridinnholdet i vannet. Klimaeffekten er forskjøvet i tid, avhengig av brønn- dybde og grunnfjellets struktur. Våre undersøkelser indikerer at klima- effekten slo inn etter omlag en måned i de gjennomsnittlig 90 m dype brønnene i Farsundsdistriktet (Fig. 3), mens det gikk ca. tre ganger så lang tid for å få tilsvarende effekt av nedbør i en 119 m dyp brønn i Møre og Romsdal (Fig. 4). Naturlig nok er det en vesentlig mindre klimaeffekt på vann med lavt fluoridinnhold (Fig. 3, 4).

Det er ikke gjort noen systematisk undersøkelse av tannhelsen hos personer som sokner til de registrerte høy- fluorid brønnene. All erfaring tilsier at barn som i tanndanningsperioden benytter drikkevann med  $> 1 \text{ ppm F}^-$  vil vise en varierende grad av dental fluo- rose. Stikkprøver viste at dette er til- felle også i vårt materiale.

### **Aktuelle prosjekter**

For å redusere faren for fluorid-rela- terte tannskader er det nødvendig å fram- skaffe en fullstendig oversikt over fluoridinnholdet i norsk grunnvann. Institutt for odontologisk forskning, Universitetet i Bergen, går i disse dager (mars 1994) ut med et tilbud om gratis fluorid-analyse av vann fra grunnvanns- brønner. Tilbudet går primært til Hor- daland, men en ønsker siden å utvide undersøkelsen til å gjelde hele landet. I samarbeid med Norges geologiske un- dersøkelse (NGU) vil en søke å kart- legge de geologiske forhold som be- stemmer fluoridinnhold i de lokale grunnvannskilder.

Nye brønner som bores skal registre- res fortløpende, idet alle brønnborings- firma har rapporteringsplikt til NGU.

Brukere av brønnvann med forhøyet fluoridinnhold vil få tilbud om tann- helsekontroll. De vil også bli orientert om praktiske forholdsregler, så som tilpasset bruk av fluoridtabletter og fluoridholdig tannkrem; eventuell også om montering av defluorideringsanlegg.

**Med dette prosjektet ønsker Insti- tutt for odontologisk forskning å syn- liggjøre behovet for rutinemessig fluorid-analyse av ALT drikkevann i Norge. En ønsker også at det etable- res en ordning som sikrer at informa- sjoner om forhøyet fluoridinnhold i drikkevannet ( $\geq 0.25 \text{ ppm F}$ ) (10) tilflyter den lokale tannhelsetjeneste, primær-helsetjenesten, og eventuelt andre som har et praktisk ansvar for forebyggende tannhelsetiltak i det aktuelle området.**

Fluor er og bør fortsatt være en viktig faktor i kampen for en bedre tannhelse.

### **Referanser.**

1. ELLINGSEN K, BANKS D. An introduction to groundwater in Norway - promotion and reconnaissance map- ping. In: Hydrogeology of hard rocks (ed. BANKS D, BANKS S). IAH Memoires 1993; 24 (part 2): 1031-41.
2. HINDAR A. Forsuring av brønn- vann, Agder. NIVA rapport 2487, Grim- stad 1990.
3. ELLINGSEN K. Grunnvann i Norge (GiN) - Sluttrapport. Nor Geol Unders. Skrifter 111; 1992: 36 pp



4. Statens Institutt for Folkehelse. G2 Kvalitetsnormer for drikkevann. Veiledningsmateriale i G-serien, Statens Institutt for Folkehelse, Oslo 1987.
5. FLATEN TP. Drikkevann i Norge - en landsomfattende undersøkelse av geografiske variasjoner i kjemisk sammensetning. Trondheim 1985. NGU-rapport 85.207.
6. LØKKEN P, VALDERHAUG J. Fluorose på grunn av fluorid i drikkevann. En helserisiko også i Norge? Tidsskr Nor Lægeforen 1991; 111: 1506-7.
7. BJORVATN K, THORKILDSEN AH, MAGNE RAADAL & KNUT A SELVIG. Fluoridinnhold i norsk drikkevann. Vann fra dype borebrønner kan skape helseproblemer. Nor Tannlegeforen Tid 1992, 102:86-9.
8. SKJELKVÅLE BL. Fluoride in Norwegian surface waters: Effect of air pollution, acidification and chemical weathering. Dissertation. University of Oslo, 1993 p. 4.
9. BJORVATN K, THORKILDSEN AH, HOLTEBERG S. Sesongmessige variasjoner i fluoridinnholdet i sør- og vestnorsk grunnvann. Nor Tannlegeforen Tid 1992; 102: 128-33
10. NATVIG H, ASKEVOLD R, GOFFENG I. Fluoridinnholdet i norske vannforsyninger. Helsedirektoratet, Oslo 1973.