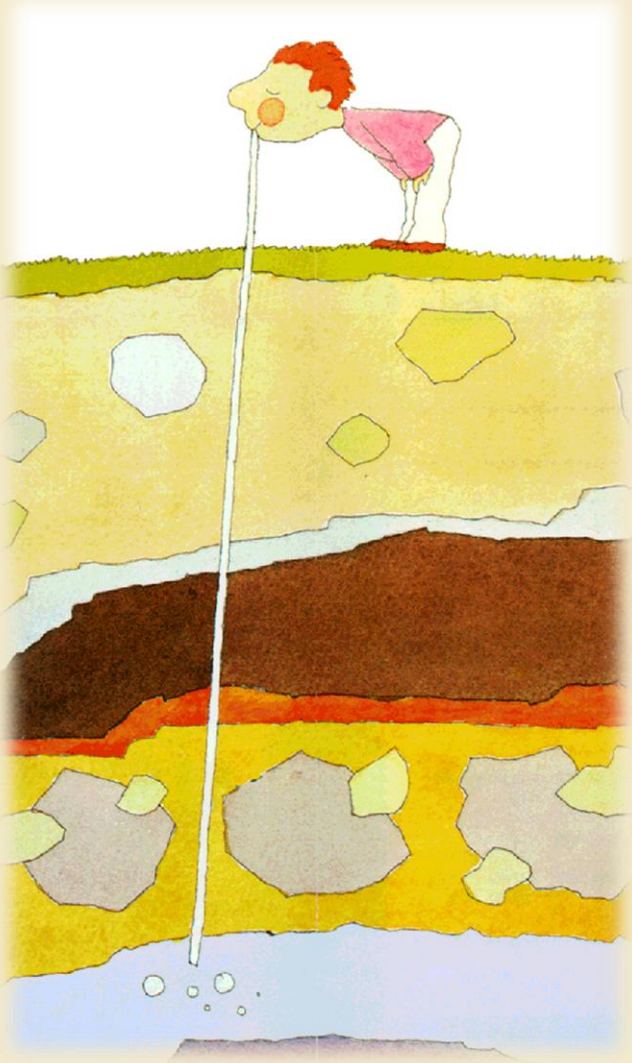
Vannkjemien i norske drikkevannsbrønner. Hva vet vi?



Flyktig grunnvannskilde i Lillesand

IAH Høstmøte 29. oktober 2026
Bjørn Frengstad,
Institutt for geovitenskap, NTNU
med data fra NGU

Grunnvann er som oftest klart og uten partikler og mikro-organismer

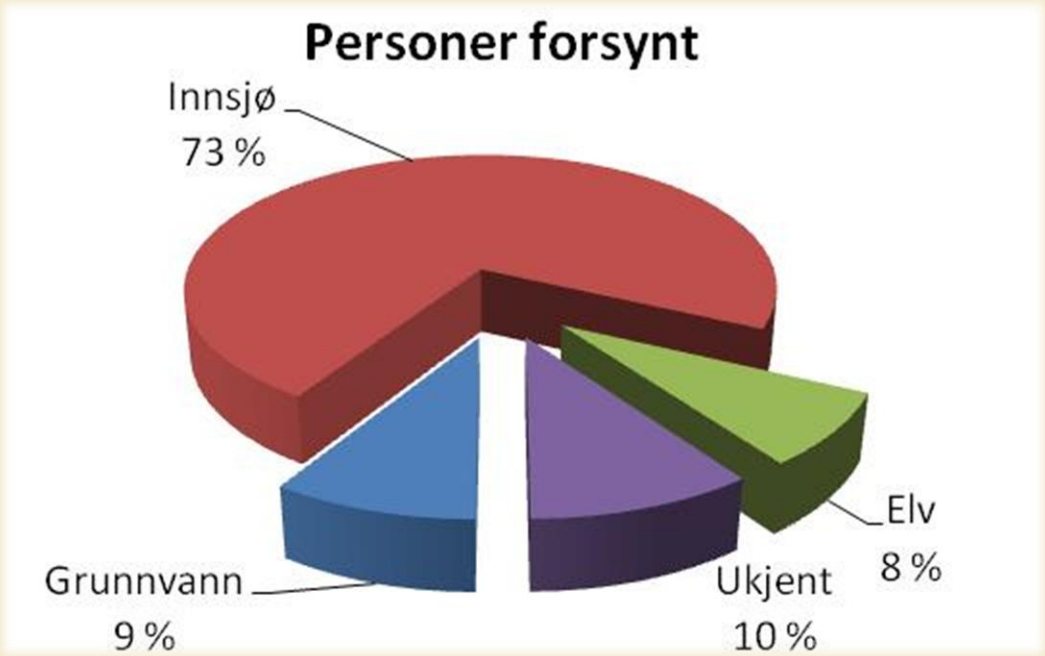


"Grundvandet har alltid en særlig interesse for vandteknikeren, idet det erfaringsmæssig er dette vand, som fra naturens haand er mest skikket som et velsmakende drikkevand, om det end paa den anden side under sin passage i undergrunden kan anta egenskaper (navnlig av kemisk natur, f.eks. innhold av jern, svovelvandstof), som gjør det mindre velsmakende..."

Medicinalstyrelsens kemiker S. Schmidt-Nielsen, 1912

Drikkevannsforsyning i Norge

Vannverksdata fra Folkehelseinstituttet, 2006



Grunnvann er viktigste ressurs ved spredt bosetning

- ✓ Tilgjengelig ”nesten overalt”
- ✓ Ofte lavere kostnader
- ✓ Kakestykket ”Ukjent” er sannsynligvis private borebrønner i berg

~ 500 000 personer + et stort antall hytter

Hva sier regelverket om små drikkevannsanlegg?

- Med små drikkevannsanlegg menes anlegg som forsyner mindre enn 50 personer.
- Drikkevannsforskriftens krav til sikker forsyning av nok vann med god kvalitet gjelder også for slike småanlegg. Skal vannet kun forsyne en enkelt husholdning, er kravene veiledende.
- Det er viktig at de som har slike småanlegg selv tar ansvar for nødvendige sikringstiltak.

Folkehelseinstituttet 2014

https://www.fhi.no/publ/brosjyrer/drikkevann-i-spredt-bebyggelse-og-pa-hytta/



Grunnvann i løsmasser



- Forsyner ca. 10 % av befolkningen
- Enkelte større anlegg som Lillehammer, Hønefoss, Elverum Kongsvinger, Kongsberg, Røros og Alta
- Ofte infiltrasjon fra vassdrag med en viss oppholdstid i grunnen (60 døgn)
- Relativt ”umoden” vannkjemi med svak sur til svak alkalisk pH
- Jern og mangan kan være et problem (reduserende forhold)

Grunnvann i berg

Grunnvannet strømmer i sprekker

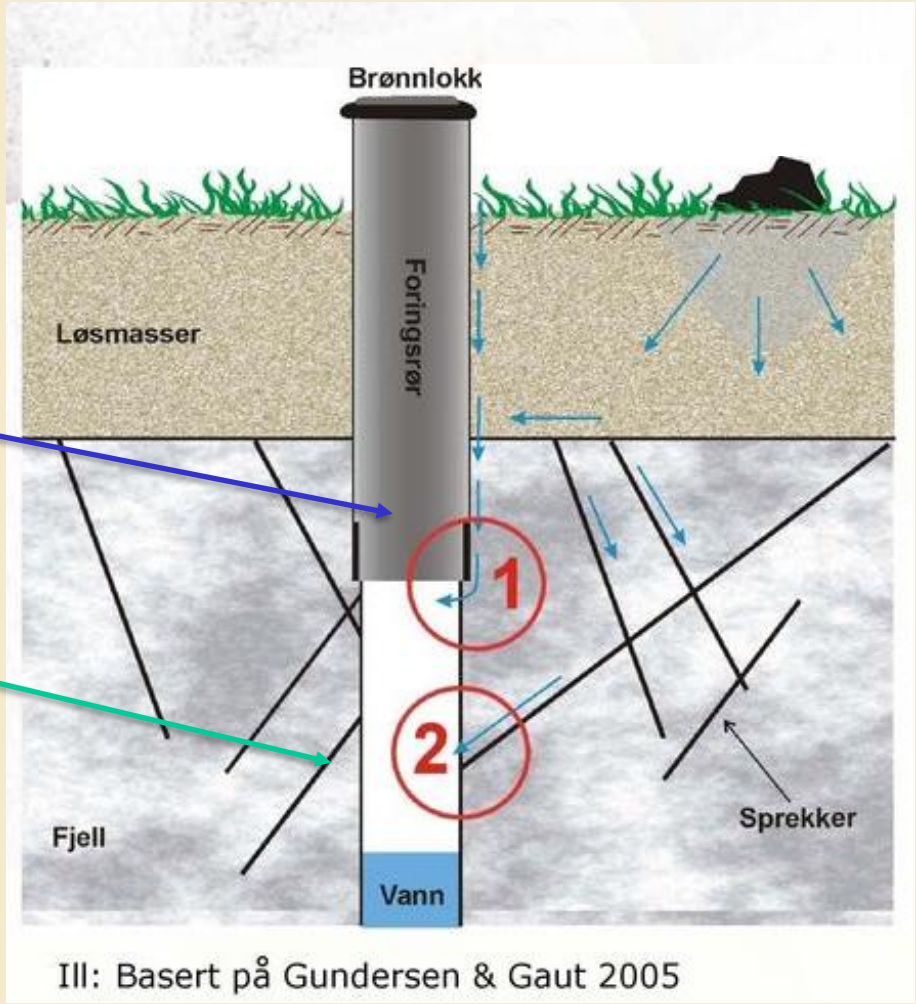
Brønner består av

- Foringsrør ned i berg (gjennom løsmasser)
- Åpent borehull under foringsrøret som krysser vannførende sprekker

Et borehull med diameter 150 mm rommer 17,6 liter/m

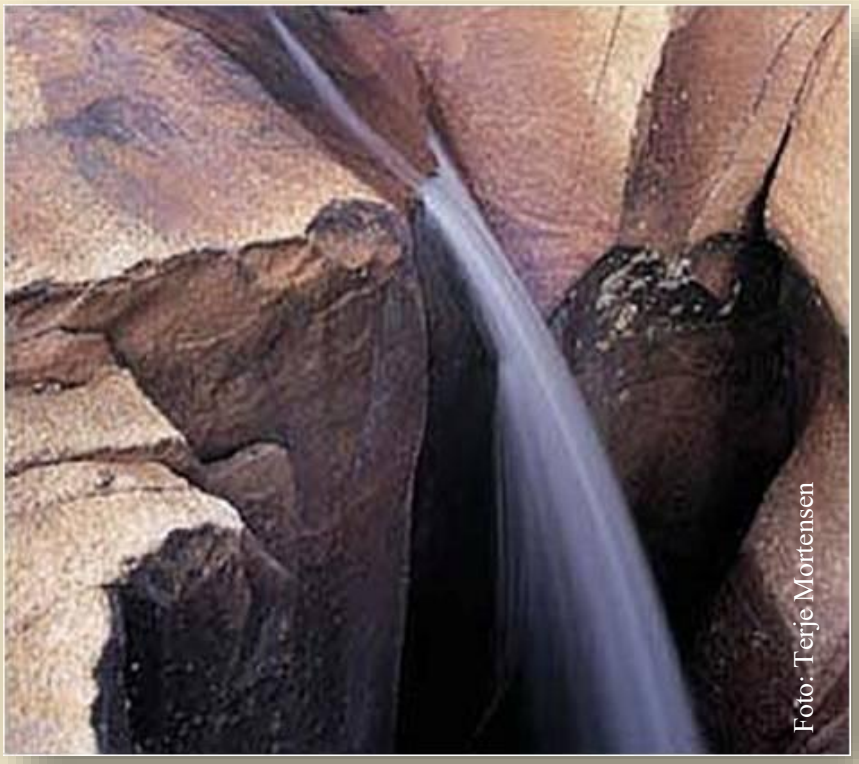
En brønn med 80 m vannfylt dyp har et magasin på 1400 liter

Velegnet for små anlegg i spredt bebyggelse



Ill: Basert på Gundersen & Gaut 2005

Bergarter er også kjemi



Nedbørvann er naturlig surt og oksiderende, mens de fleste bergarter er basiske og reduserende.

Nydannet grunnvann reagerer aktivt med mineralene i undergrunnen og frigjør en del løste stoffer.

Vannkvalitetsutfordringer kan være helsemessige

som f.eks.

- ✓ høyt fluor-innhold → fluorose i tenner og skjelett
- ✓ høyt arsen-innhold → hudkreft og andre hudsykdommer
- ✓ høyt salt-innhold → forhøyet blodtrykk, nyreproblemer
- ✓ Høyt nitrat-innhold → «blue baby syndrom»

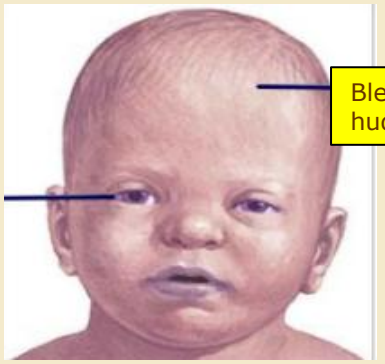
De tre siste er ikke noe stort problem i Norge



Fluor



Arsen



Nitrat

eller bruksmessige utfordringer

som f.eks.

- ✓ høye konsentrasjoner av jern og mangan kan gi problemer med utfellinger som tetter brønner og rør og gir misfarging og dårlig smak av vannet
- ✓ høye kalsiumkonsentrasjoner som gir nedsatt såpe-effekt og utfellinger i varmtvannsberedere
- ✓ høyt kloridinnhold som medfører økt korrosjon og dårlig smak



Kalk



Jern



Mangan

Fluor i drikkevann og helse

Fluoridinnhold omkring 1 mg/l motvirker tannråte

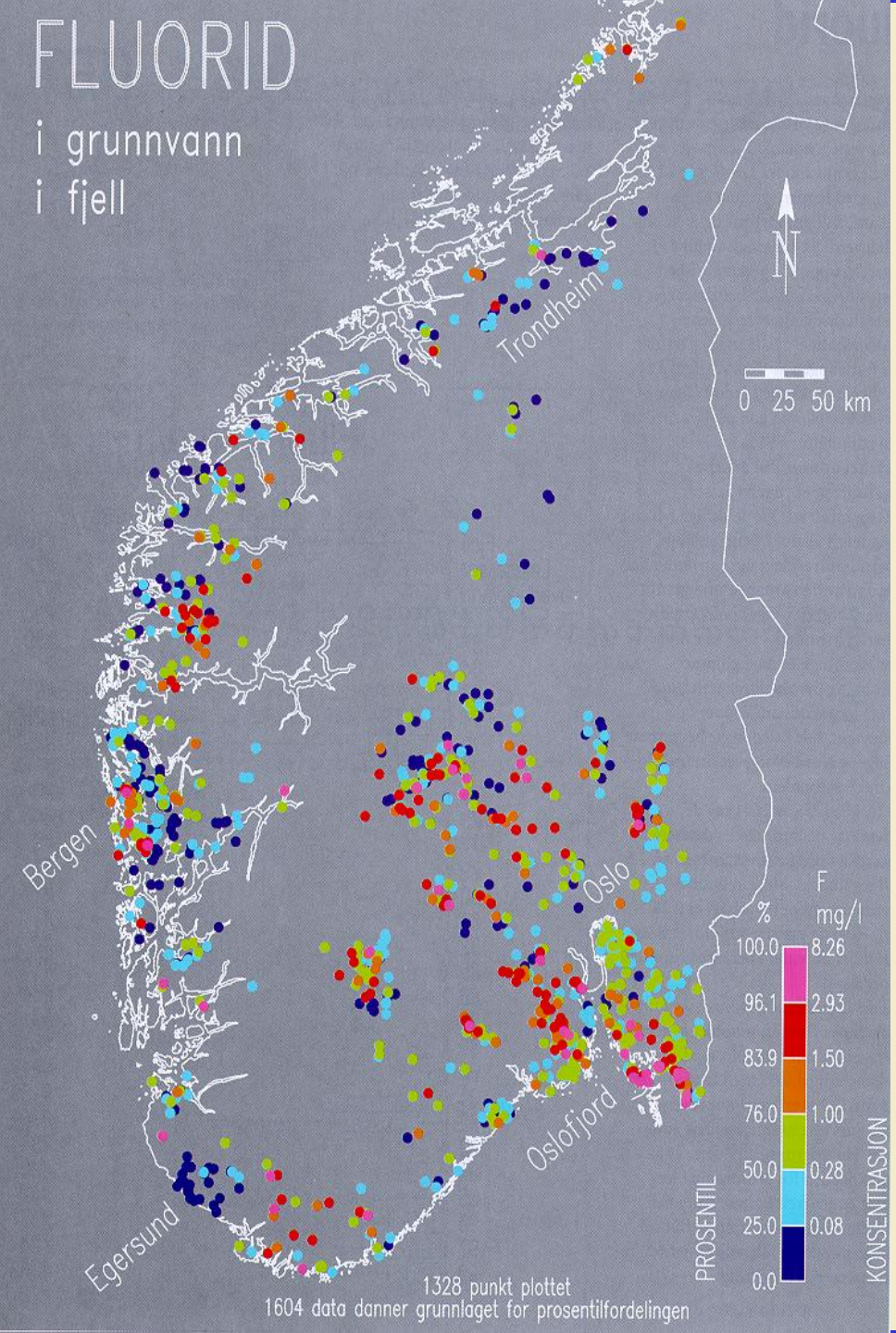
For mye fluor kan skade tannemalje på tenner som er under danning (dental fluorose)

Ved svært høyt fluoridinnhold kan benbygningen også skades (skeletal fluorose)



Foto: Asgeir Bårdsen

Tilstanden kan ikke behandles.



Fluorid i bergborede brønner

16 % overskrider drikkevannsgrensen for fluorid på 1.5 mg/l

Granitter og lyse gneiser spesielt problematiske og grunnvann med lav Ca, høy Na og høy pH

Sjelden problem i grunnvann i løsmasser

Banks m.fl. (2000) Grunnvann – ikke bare vann. Gråsteinen 7, NGU

Uran i grunnvann

- ✓ Forholdsvis vanlig grunnstoff i jordskorpa 4 mg/kg
- ✓ Oppkonsentrert i granitter, lyse gneiser og alunskifer
- ✓ Høy mobilitet i oksiderende grunnvann
- ✓ Svært lav mobilitet under reduserende forhold
- ✓ Naturlig uran er ikke særlig radioaktivt og kjemisk giftighet er trolig farligere



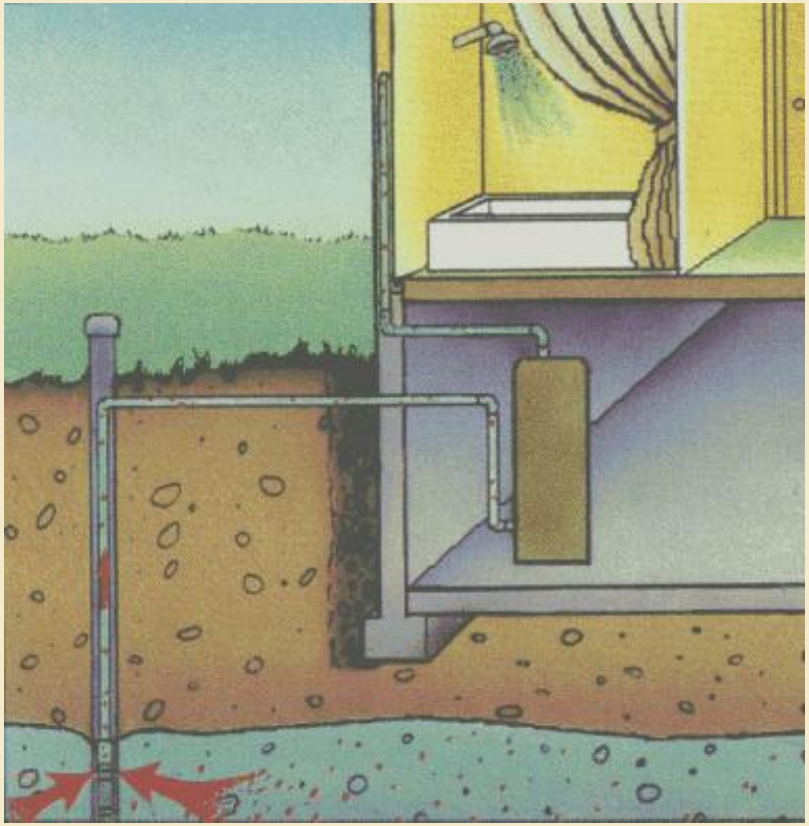


- ✓ Ikke satt grenseverdier for drikkevann i Norge.
- ✓ WHOs grense på 30 µg/l overskrides i 12% av private bergborede brønner og 7,5% for vannverk i berg

" Langvarig inntak av uran kan påvirke nyrefunksjonen ved forhøyede konsentrasjoner funnet i noen grunnvannsforsyninger."

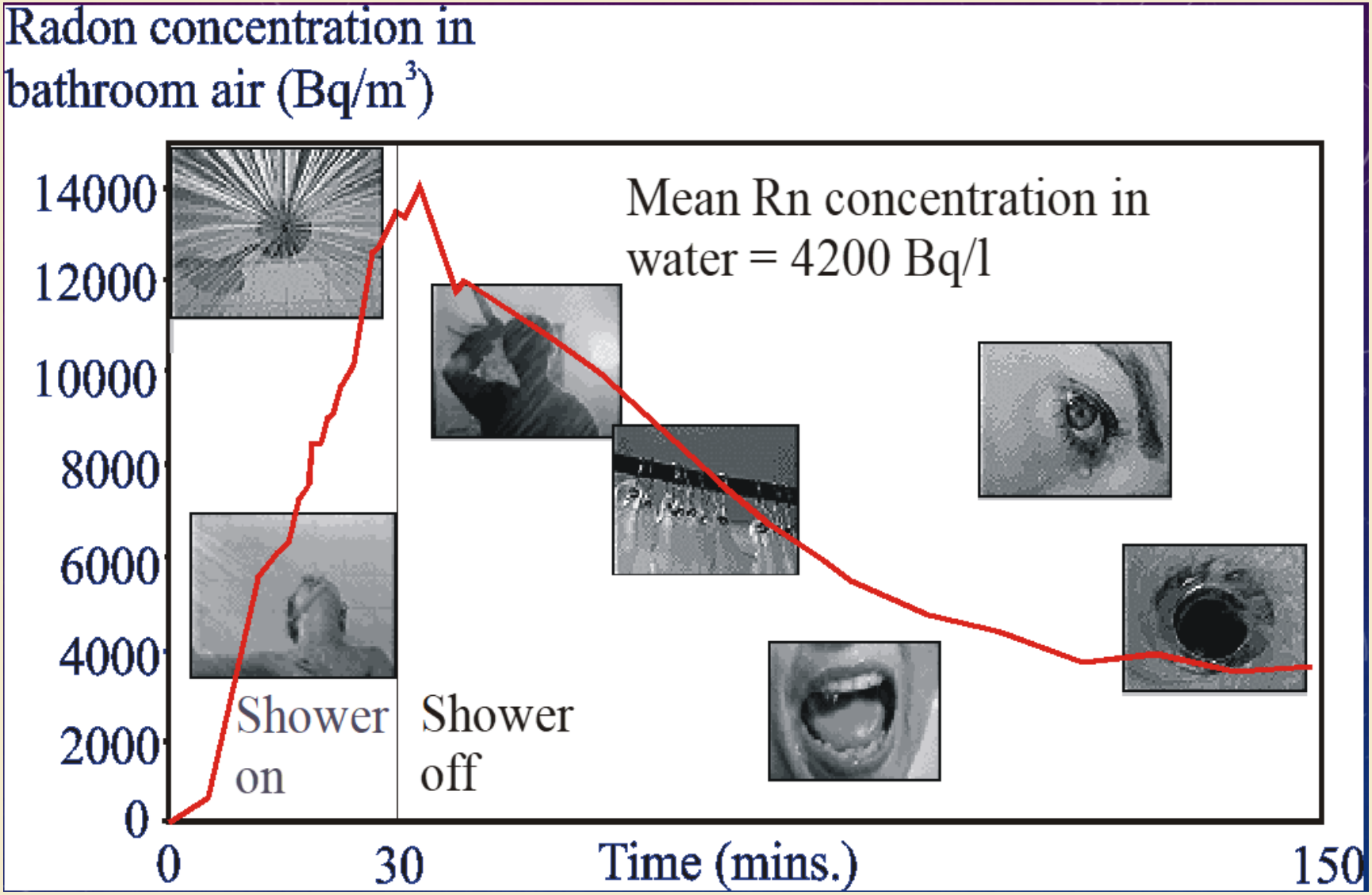
Zamora, et al. **Chronic Ingestion of Uranium in Drinking Water: A Study of Kidney Bioeffects in Humans**, *Toxicological Sciences* Vol.43, No.1, (May 1998), p. 68-77

Radon og helse



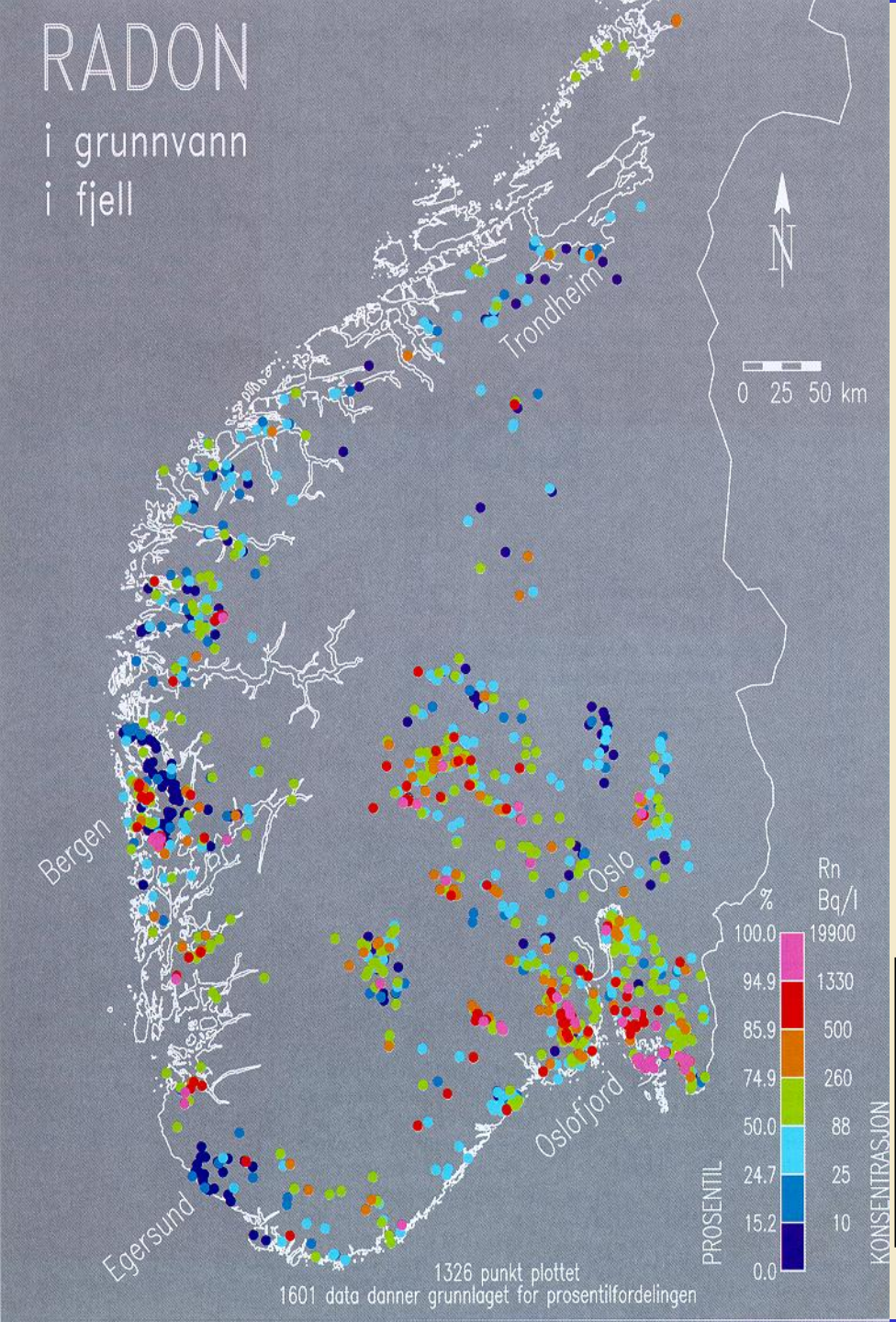
- Del av ^{238}Uran nedbrytningsserie
- En radioaktiv edelgass som er moderat løselig i kaldt vann
- Sender ut α-partikler med en halveringstid på 3.8 døgn
- Signifikant sammenheng mellom radon i inneluft og lungekreft
- Korrelasjon mellom radon i drikkevann og sykdom vanskeligere å påvise, men spesielt spebarn kan motta betydelige doser via fordøyelsessystemet
- Vann i dusj eller vaskemaskin avgir radon til innelufta

Radongass frigjøres til inneluften



Data fra Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet

Foto fra Hitchcocks «Psycho»



Radon i bergborede brønner

14 % overskrider anbefalt tiltaksnivå på 500 Bq/l

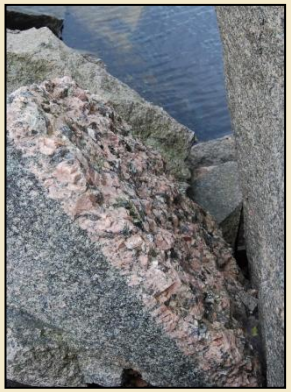
Granitter, pegmatitter og alunskifre spesielt problematiske

Få bergarter kan "friskmeldes" fullstendig

Ikke problem i grunnvann i løsmasser og i større grunnvannsverk







Banks m.fl. (2000) Grunnvann – ikke bare vann. Gråsteinen 7, NGU

Jern og mangan



Biofilm (jernutfelling)

- ✓ Utbredt problem i grunnvann
  Mn > 0,05 mg/l: 26-28%
  Fe > 0,2 mg/l: 14-21%
- ✓ Relativt lite relatert til bergart
- ✓ Løses under reduserende forhold:
  - ✓ Under leire eller myravsetninger
  - ✓ Flate områder med langsom grunnvannsstrømning
- ✓ Felles ut under oksiderende forhold, men Mn har treg oksidasjonskinetikk
- ✓ Vekslende vannstand i brønnen kan forsterke problemet
- ✓ Mikrobiologisk aktivitet bidrar til problemet

Drikkevannskjemi i bergborede brønner

NGU data (Frengstad 2002 og Seither, Frengstad, Berg & Eide 2012)

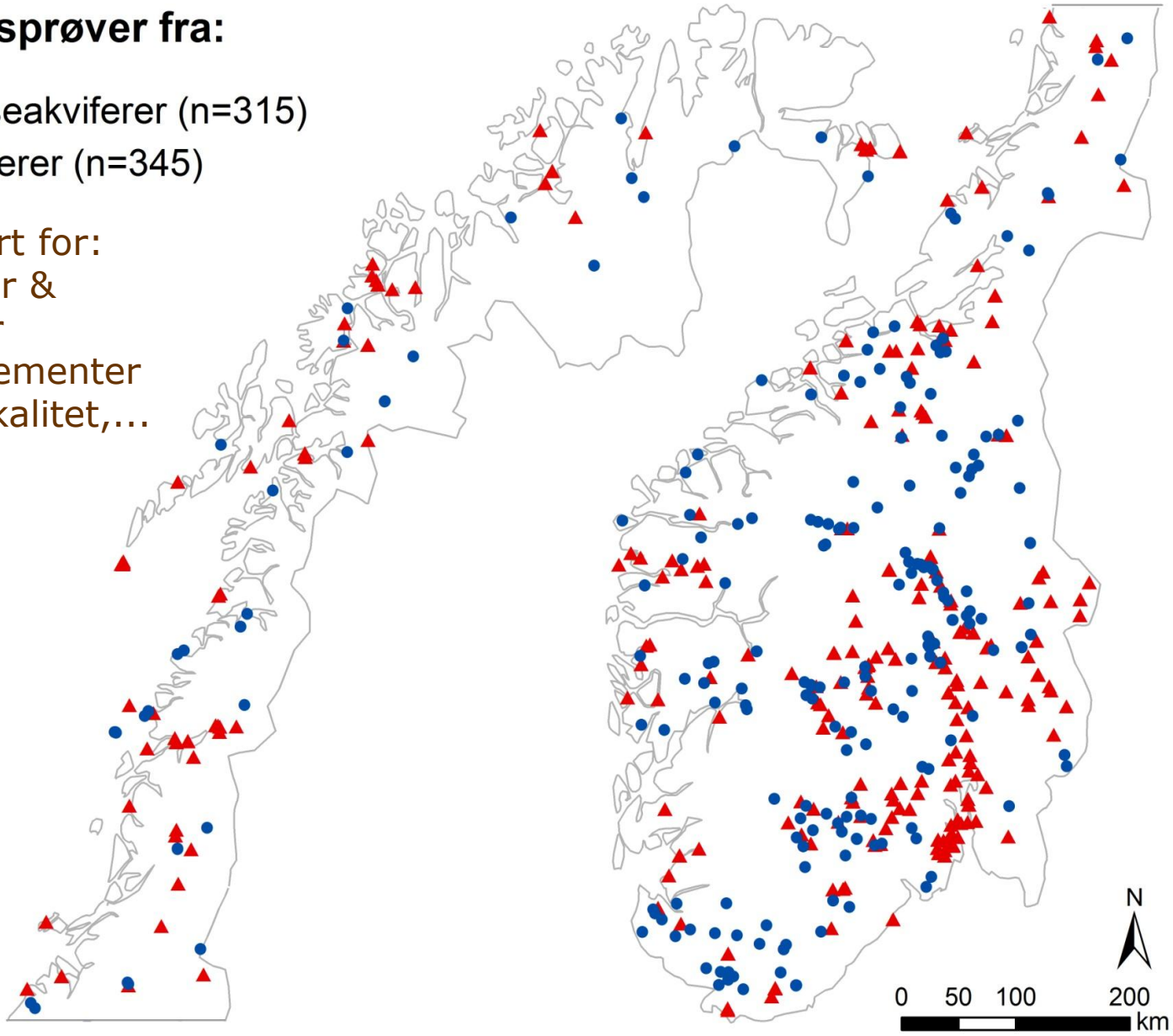
Parameter	Norm	Private brønner Utenfor norm n=476	Mattilsyn- og VREG-brønner utenfor norm n=327
Mangan	<0,05 mg/l	26 %	28 %
Jern	<0,2 mg/l	14 %	21 %
Fluorid	<1,5 mg/l	16 %	15 %
Radon	<500 Bq/l	17 %	-
Uran	<0,03 mg/l*	12 %	7 %
Aluminium	<0,2 mg/l	4 %	6 %
Arsen	<0,01	1,5 %	0,9 %
Nikkel	<0,02 mg/l	1,3 %	3,5 %
Kadmium	<0,005 mg/l	0,25 %	0 %
Bly	<0,01 mg/l	0,25 %	1,4 %

*USA og WHO-norm

Grunnvannsprøver fra:

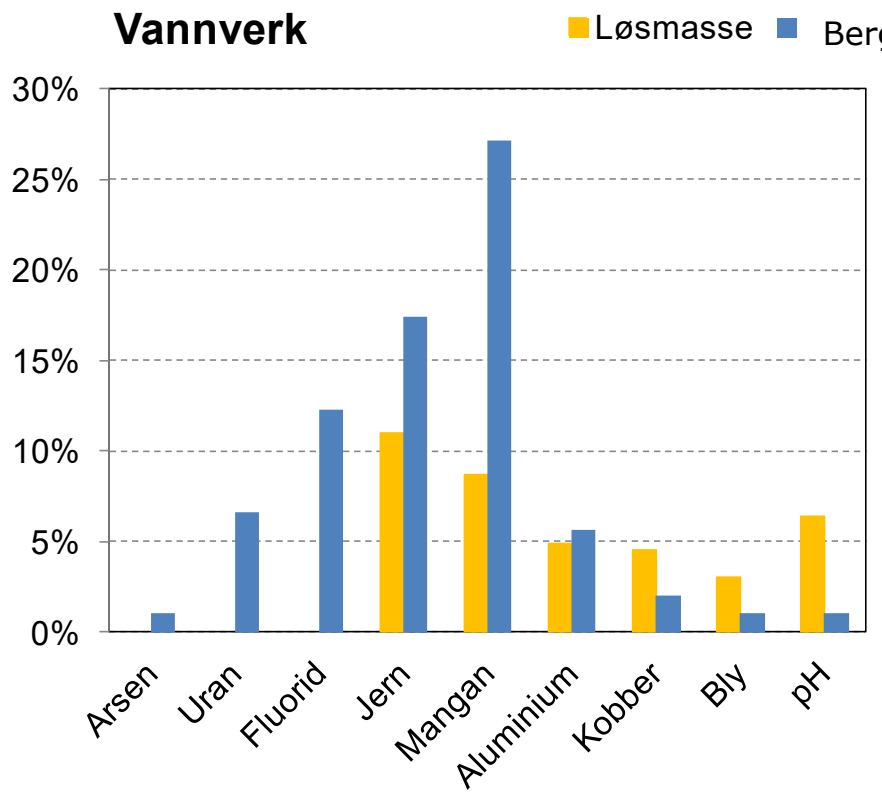
- Løsmasseakviferer (n=315)
- Fjellakviferer (n=345)

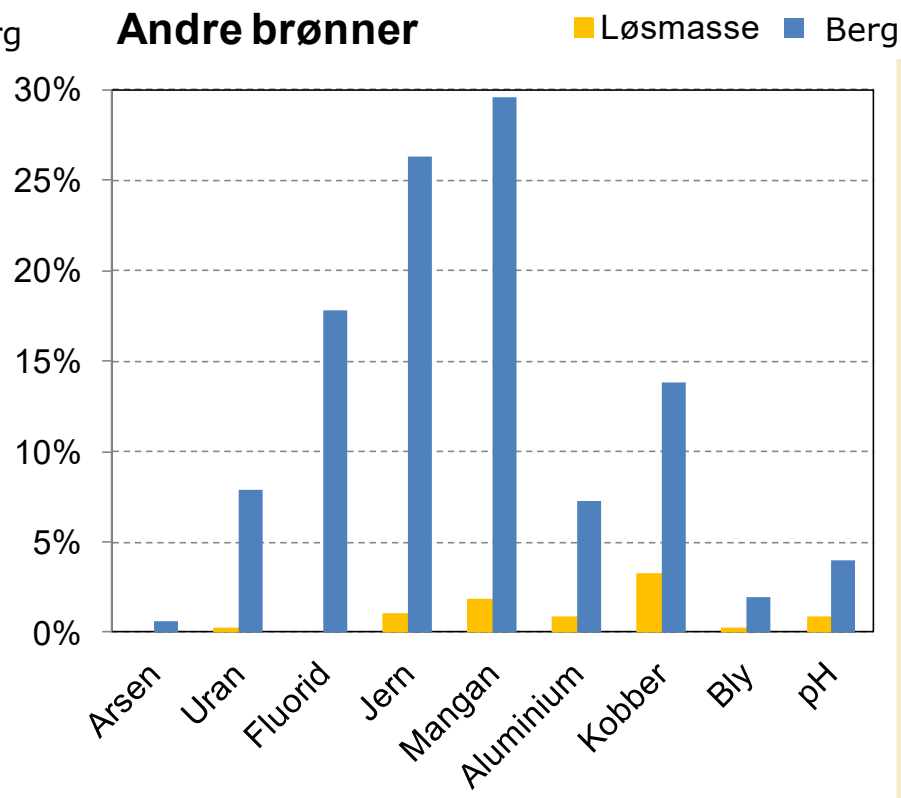
Analysert for:
- anioner & kationer
- sporelementer
- pH, alkalitet,...



Seither og Frengstad 2014

Vannverk og «Mattilsynsbrønner» Grunnvann i løsmasser vs berg





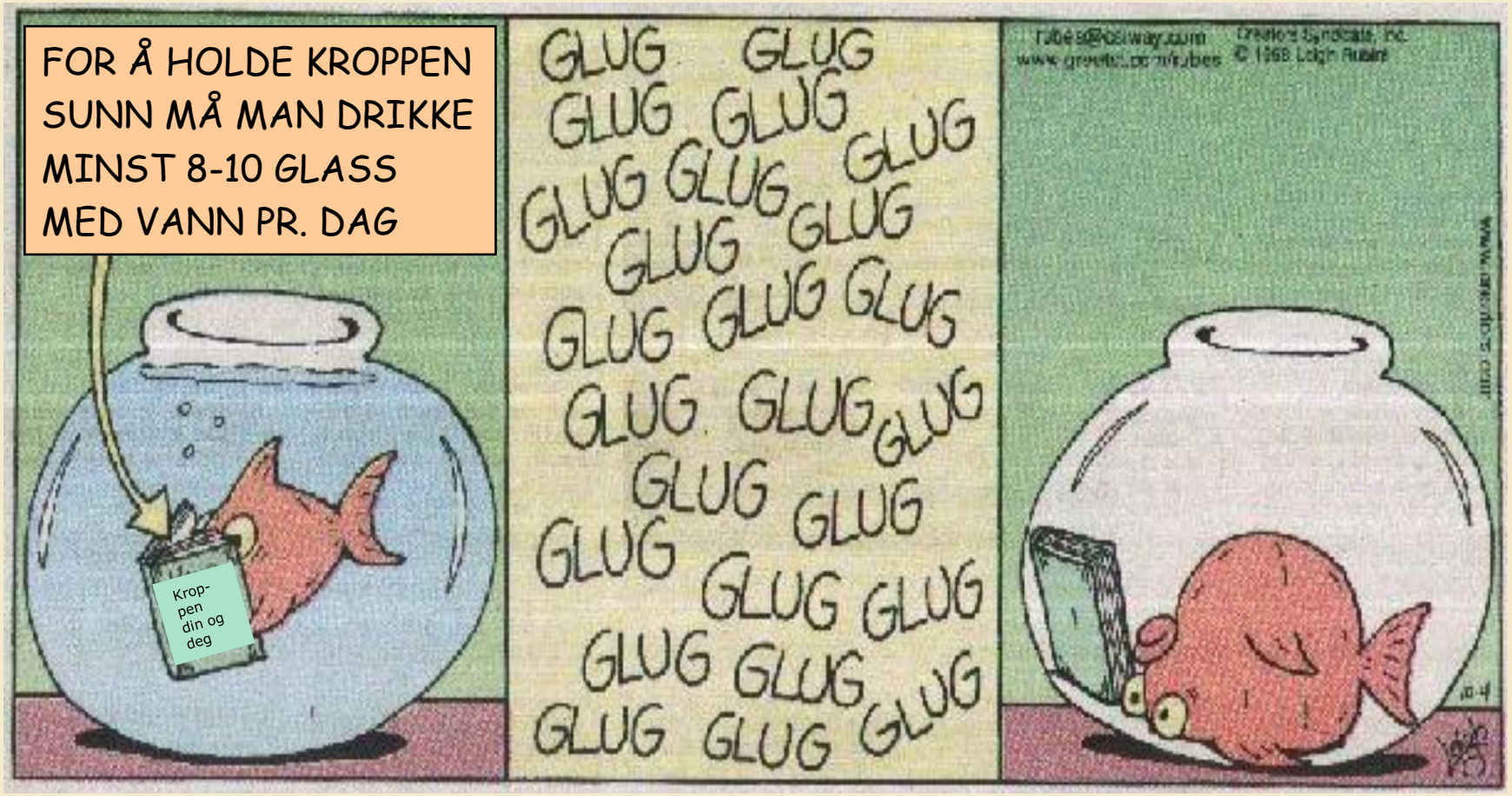
Seither og Frengstad 2014

Oppsummering

- ✓ Naturgitt kjemisk drikkevannskvalitet i bergborede brønner kan være problematisk (fluor, uran, radon, mangan, jern, hardhet)
- ✓ Granitter, lyse gneiser, alunskifer + pegmatittganger er særlige ”risikobergarter” for fluor, uran og radon
- ✓ Alle drikkevannsbrønner i berg bør undersøkes for fluor, uran og radon. **Det finnes effektive vannbehandlingsmetoder – også for enkelthusholdninger**
- ✓ Grunnvann i løsmasser har sjelden forhøyede konsentrasjoner av potensielt helseskadelig stoffer, men jern, mangan og hardhet kan være problemer også her
- ✓ Bakterier i grunnvannsbrønner er ikke undersøkt her



Grunnvann fra norsk berggrunn: Kaldt, klart og friskt - men sunt ?!


FOR Å HOLDE KROPPEN SUNN MÅ MAN DRIKKE MINST 8-10 GLASS MED VANN PR. DAG
Krop-pen din og deg
GLUG GLUG GLUG