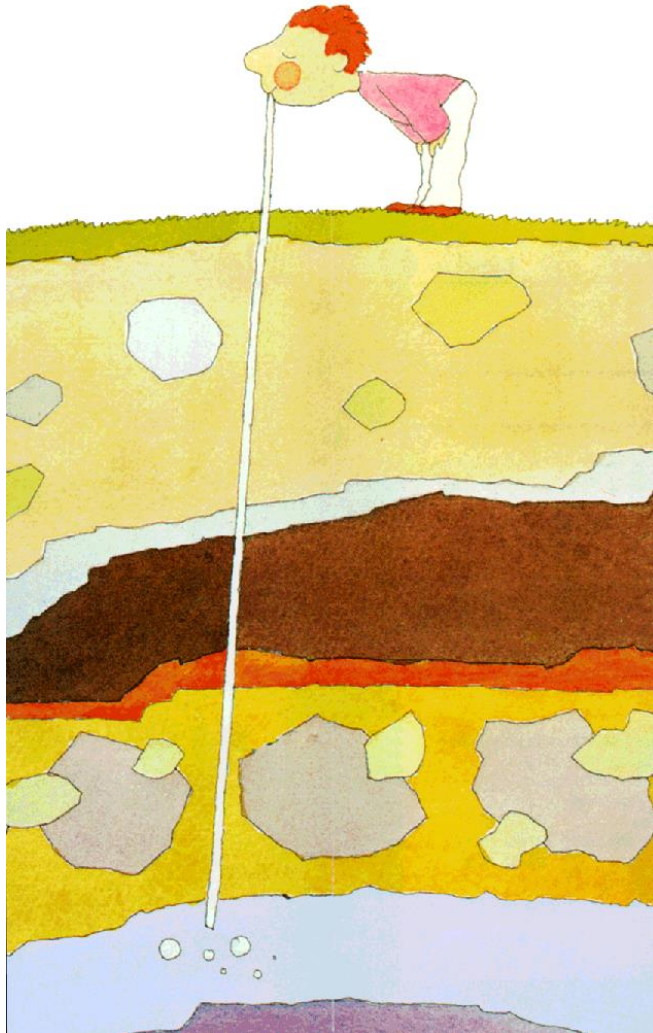


# Grunnvann er vanligste drikkevannskilde i spredt bebyggelse, men hvordan er den kjemiske vannkvaliteten?



Flyktig grunnvannskilde i Lillesand

Verdens vanndag 22.03.2022  
 Grunnvann – gjør det usynlige synlig  
 Bjørn Frengstad,  
 Institutt for geovitenskap og petroleum, NTNU

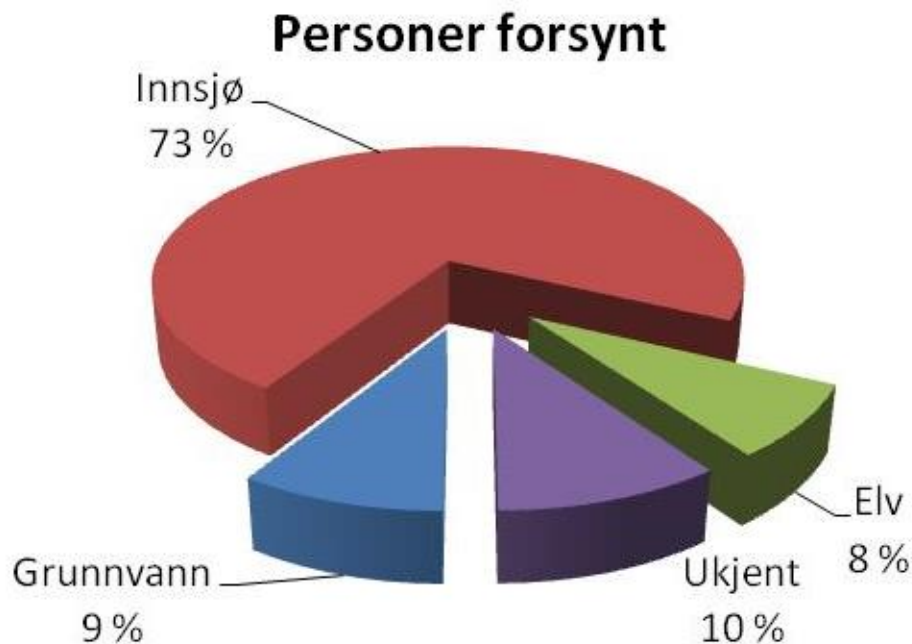


*"Grundvandet har alltid en særlig interesse for vandteknikeren, idet det erfaringsmæssig er dette vand, som fra naturens haand er mest skikket som et velsmakende drikkevand, om det end paa den anden side under sin passage i undergrunden kan anta egenskaper (navnlig av kemisk natur, f.eks. innhold av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

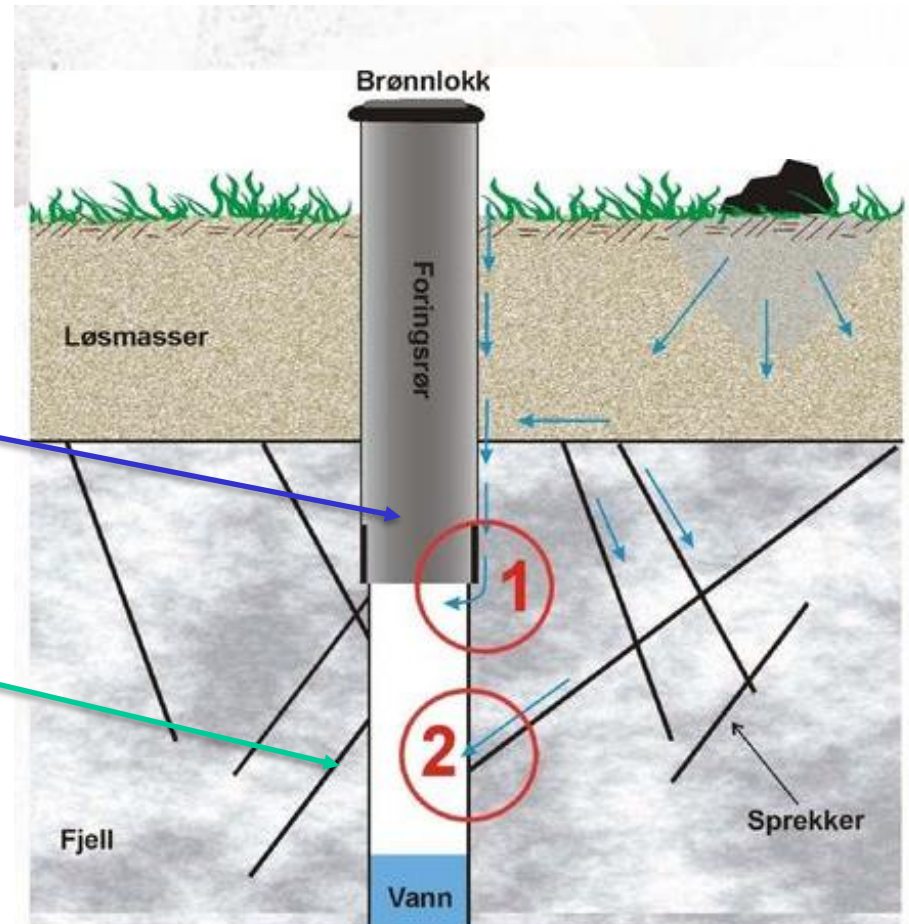
Foringsrør ned i berg  
(gjennom løsmasser)

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.

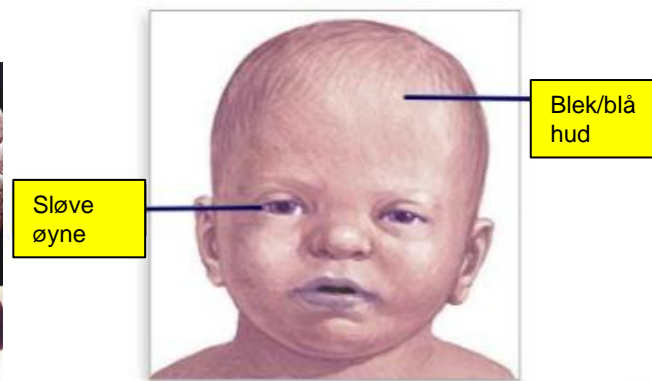
- ✓ høyt fluor-innhold → fluorose i tenner og skjelett
- ✓ høyt arsen-innhold → hudkreft og andre hudsykdommer
- ✓ høyt salt-innhold → forhøyet blodtrykk, nyreproblemer
- ✓ Høyt nitrat-innhold → «blue baby syndrom»



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 tannr te.

For mye fluor kan skade tannemalje p  tenner som er under danning (dental fluorose).

Ved sv ert h yt fluoridinnhold kan benbygningen ogs  skades (skeletal fluorose).



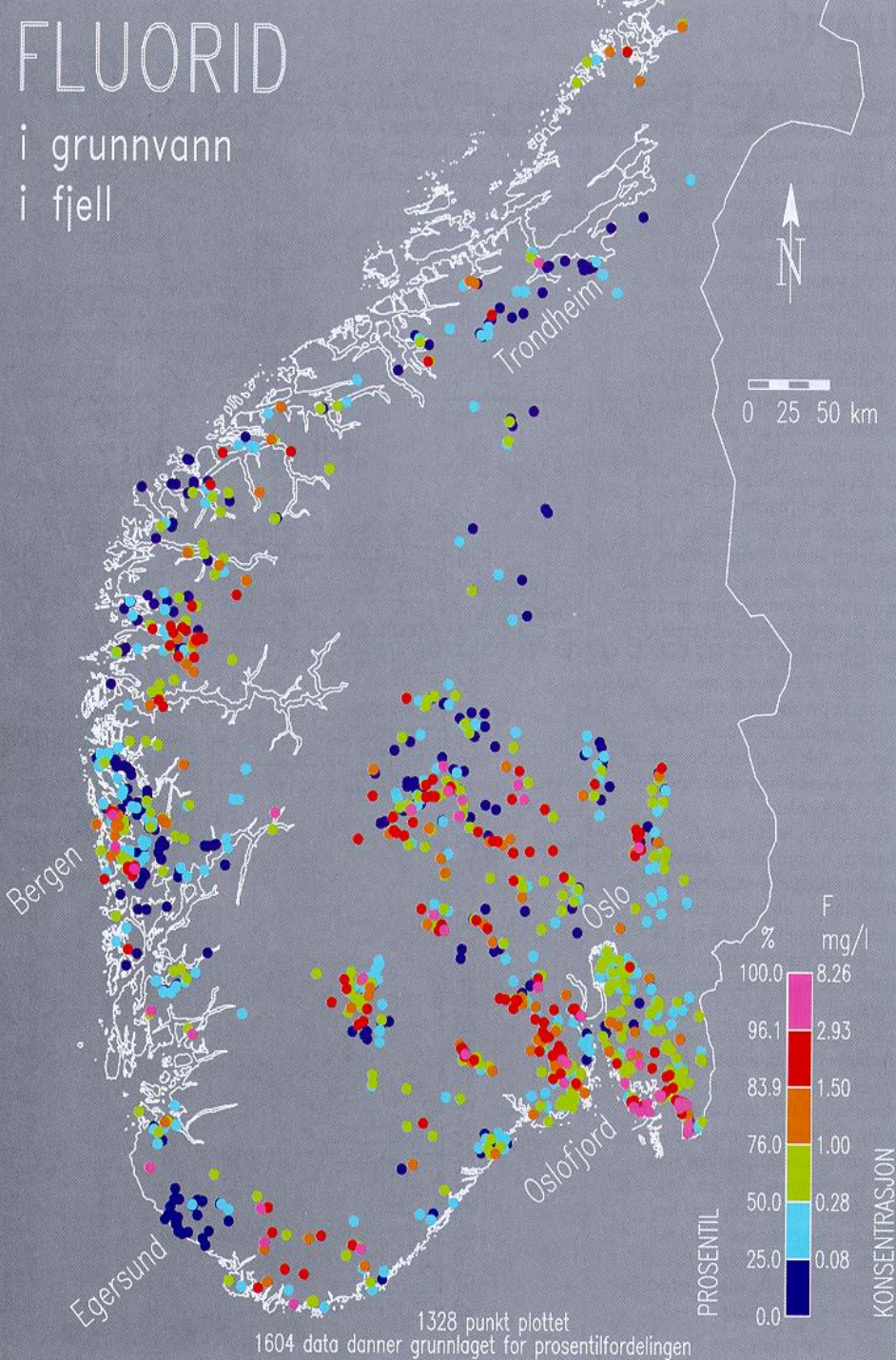
Tilstanden kan ikke behandles.

Foto: Asgeir B rdsen



# FLUORID

i grunnvann  
i fjell



## 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



# Uran i grunnvann

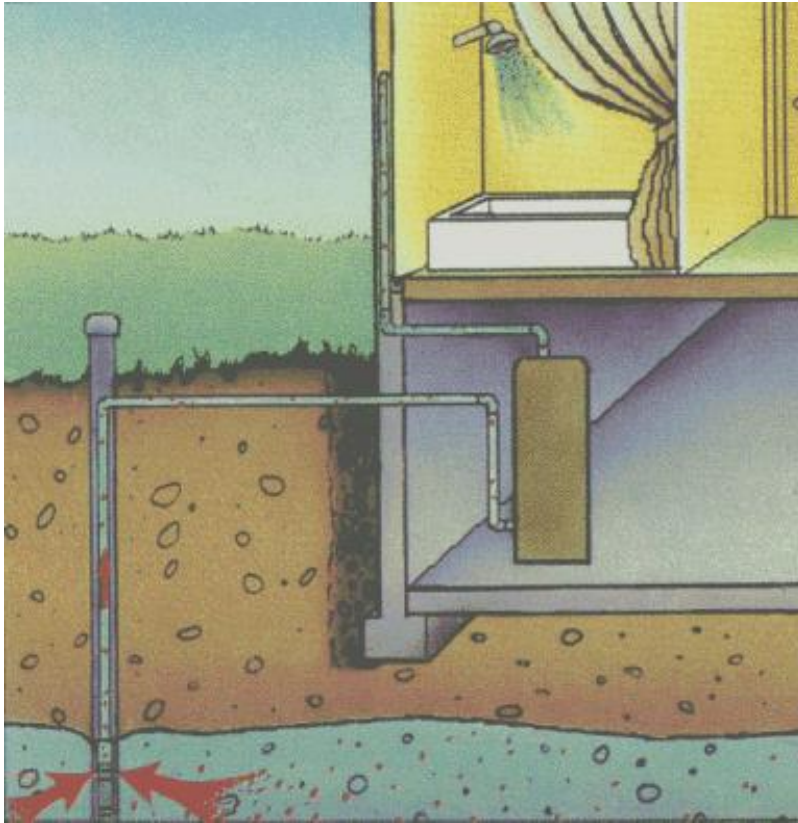
- ✓ Forholdsvis vanlig grunnstoff i jordskorpa 4 mg/kg
- ✓ Oppkonsentrert i granitter, lyse gneiser og alunskifer
- ✓ Høy mobilitet i oksiderende grunnvann
- ✓ Svært lav mobilitet under reduserende forhold
- ✓ Naturlig uran er ikke særlig radioaktivt og kjemisk giftighet er trolig farligere
- ✓ Ikke satt grenseverdier for drikkevann i Norge.
- ✓ WHO's 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  $^{238}\text{Uran}$  nedbrytningsserie

En radioaktiv edelgass som er moderat løselig i kaldt vann

Sender ut  $\alpha$ -partikler med en halveringstid på 3.8 døgn

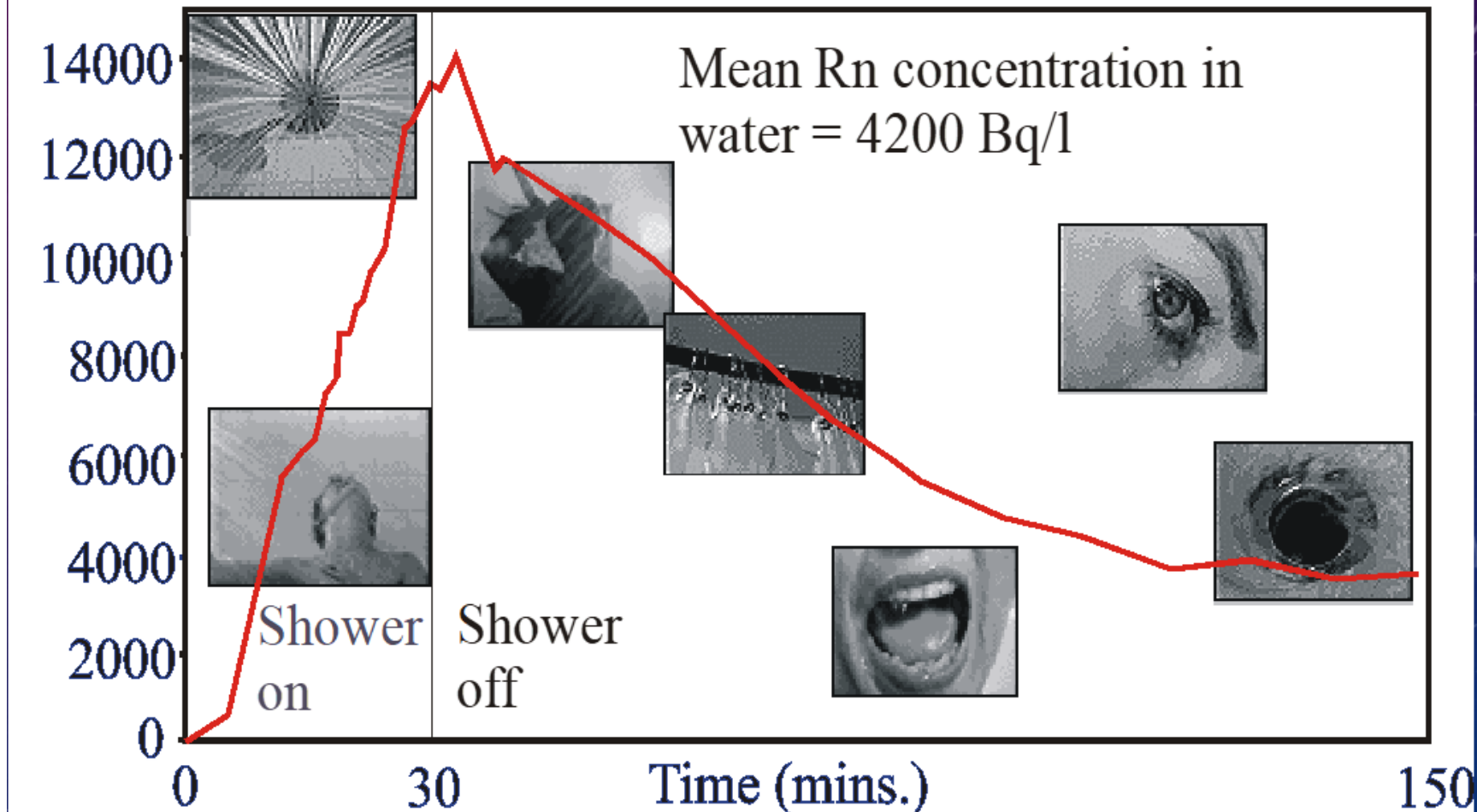
Signifikant sammenheng mellom radon i inneluft og lungekreft

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

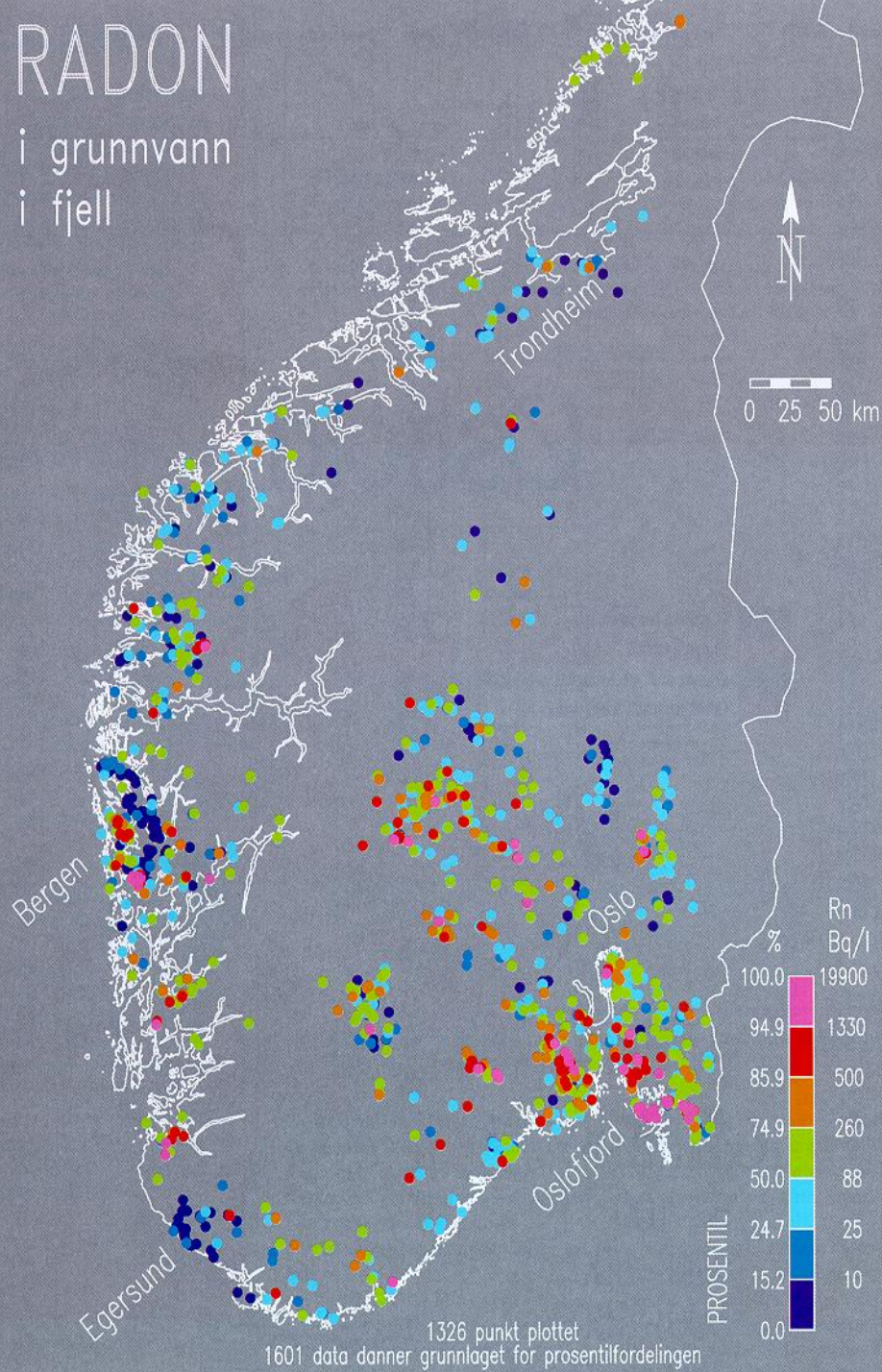
Radon concentration in  
bathroom air ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ )





# RADON

i grunnvann  
i fjell



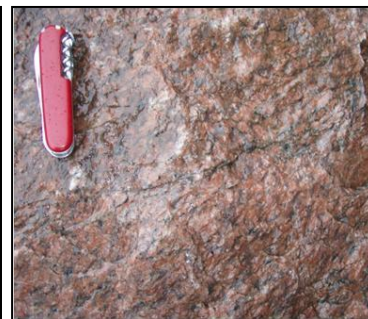
## Radon i bergborede brønner

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





# 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

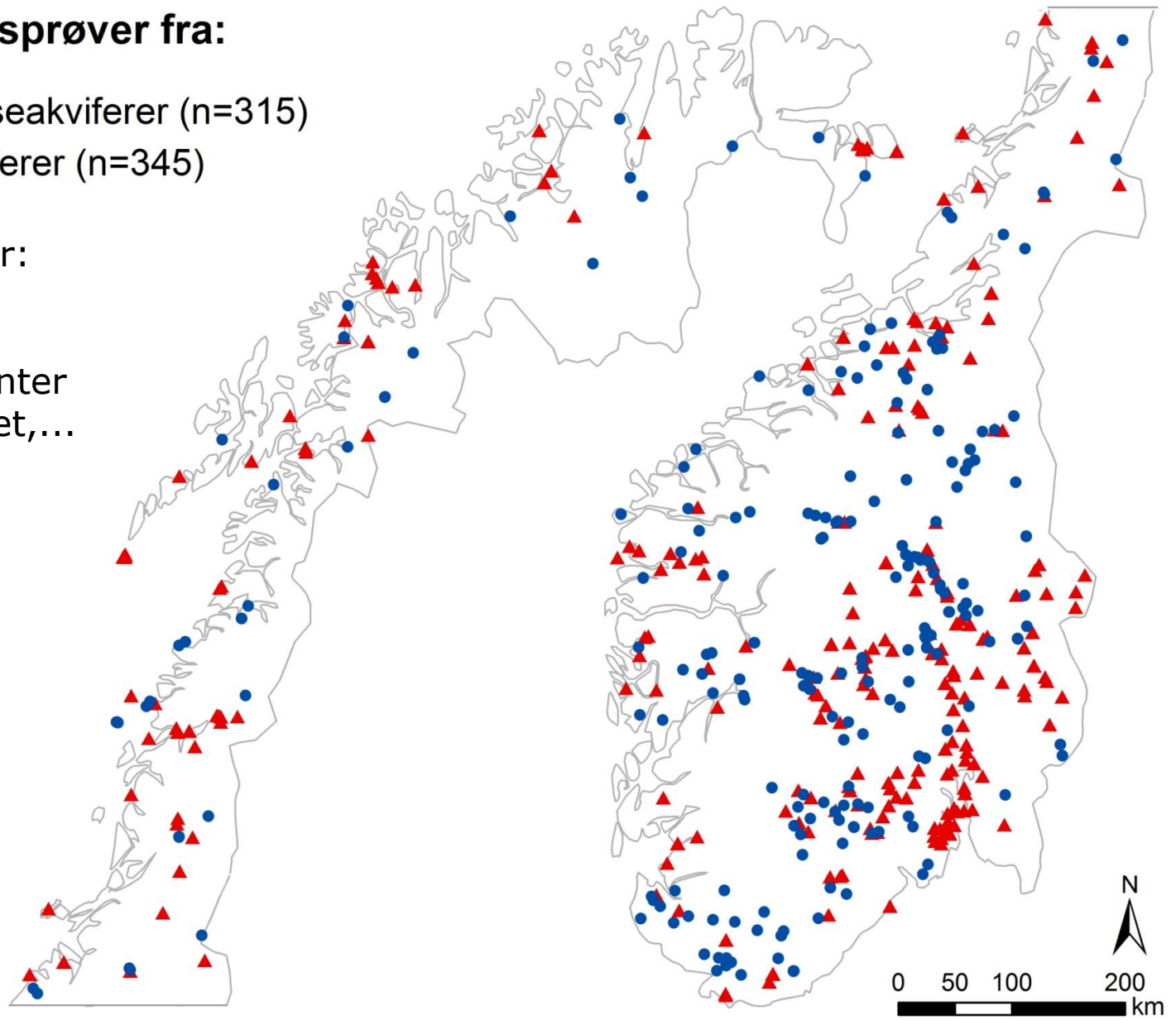


## Grunnvannsprøver fra:

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

### Analysert for:

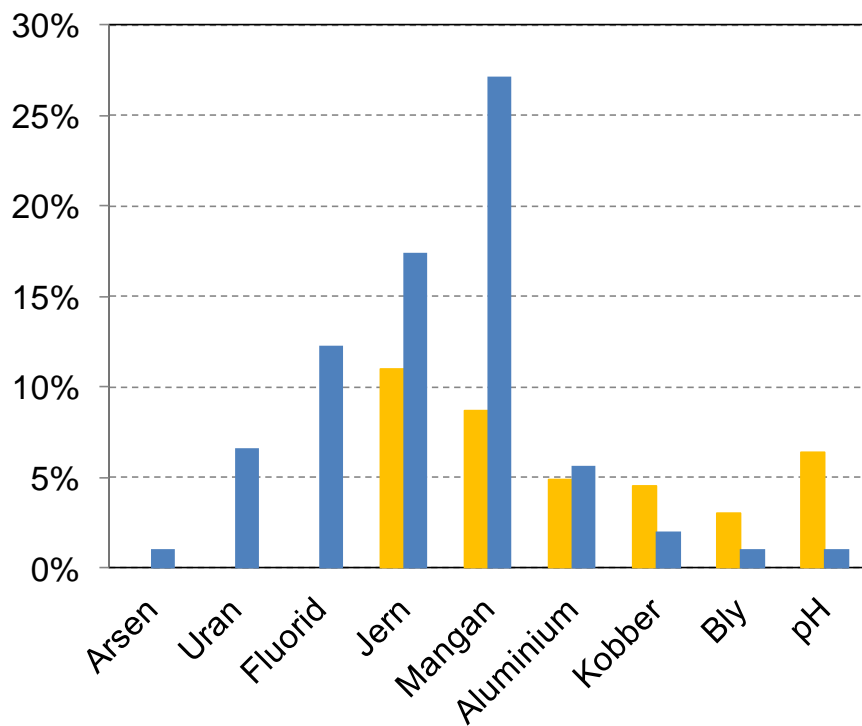
- anioner & kationer
- sporelementer
- pH, alkalitet,...



# Vannverk og «Mattilsynsbrønner» Grunnvann i løsmasser vs berg

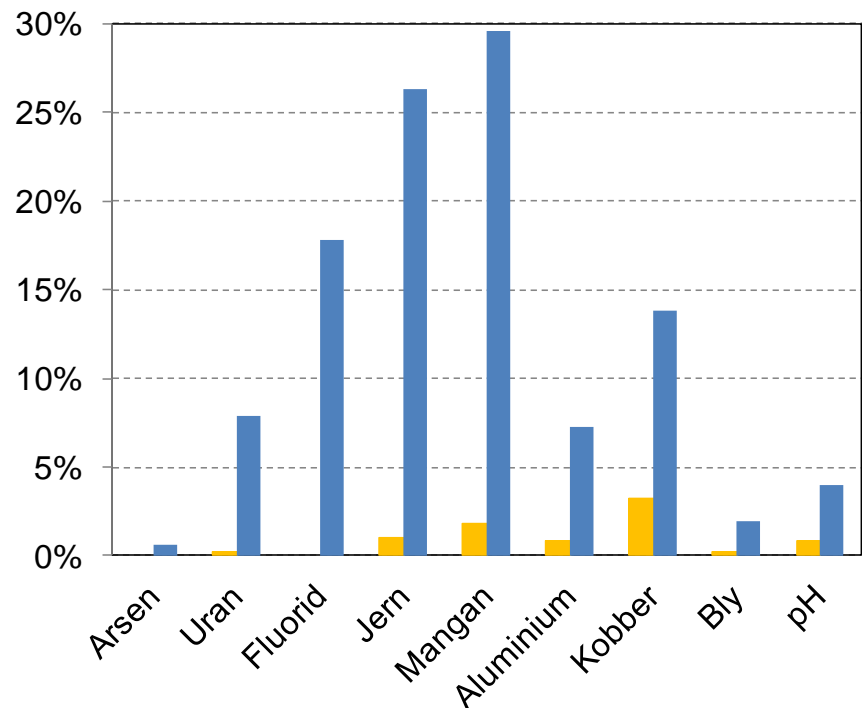
## Vannverk

■ Løsmasse ■ Berg



## Andre brønner

■ Løsmasse ■ Berg



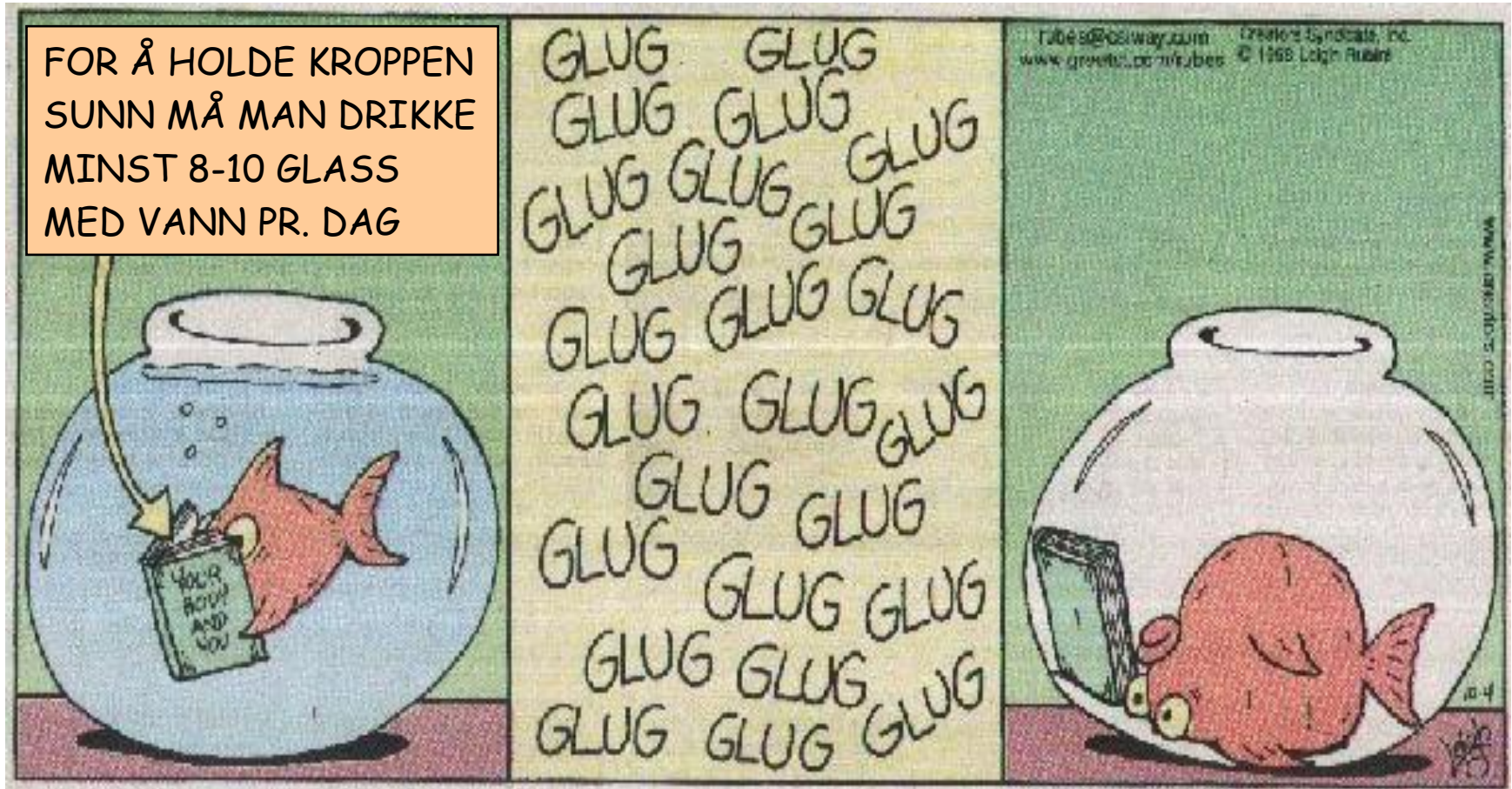
# Oppsummering

- ✓ 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
- ✓ Grunnvann i løsmasser har sjelden forhøyede konsentrasjoner av potensielt helseskadelig stoffer, men jern, mangan og hardhet kan være problemer også her





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



Takk for oppmerksomheten!

