

Grunnvann og vannkjemi

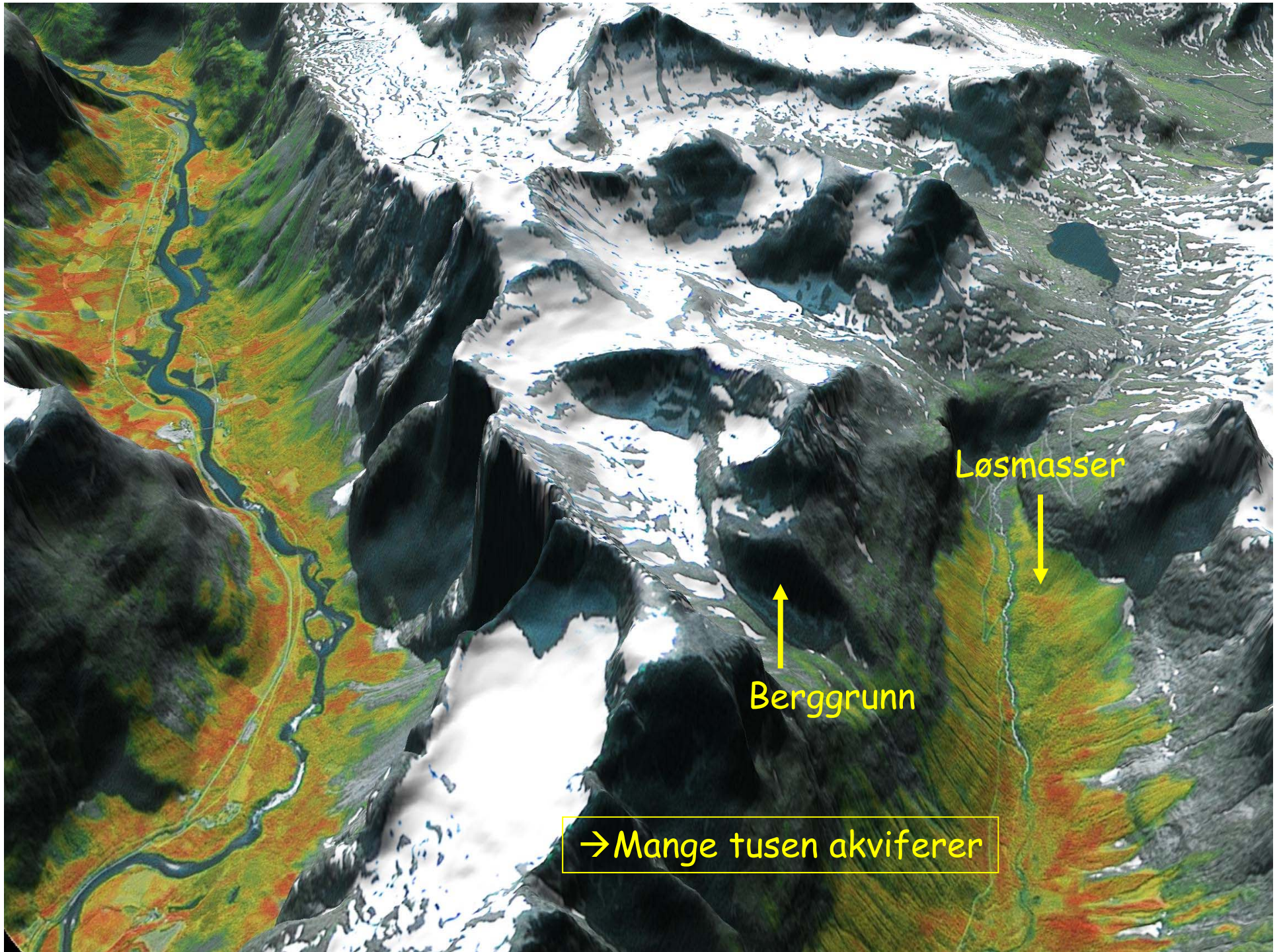
Med betydelig bidrag fra:
David Banks og Bjørn Frengstad (tidl. NGU)
Atle Dagestad og Anna Seither (NGU)

**Pål Gundersen - Norges geologiske undersøkelse
(tlf 99232047)**

Vannringens seminar, Oslo 13.-14. Februar 2020



GEOLOGICAL SURVEY OF NORWAY
- NGU -



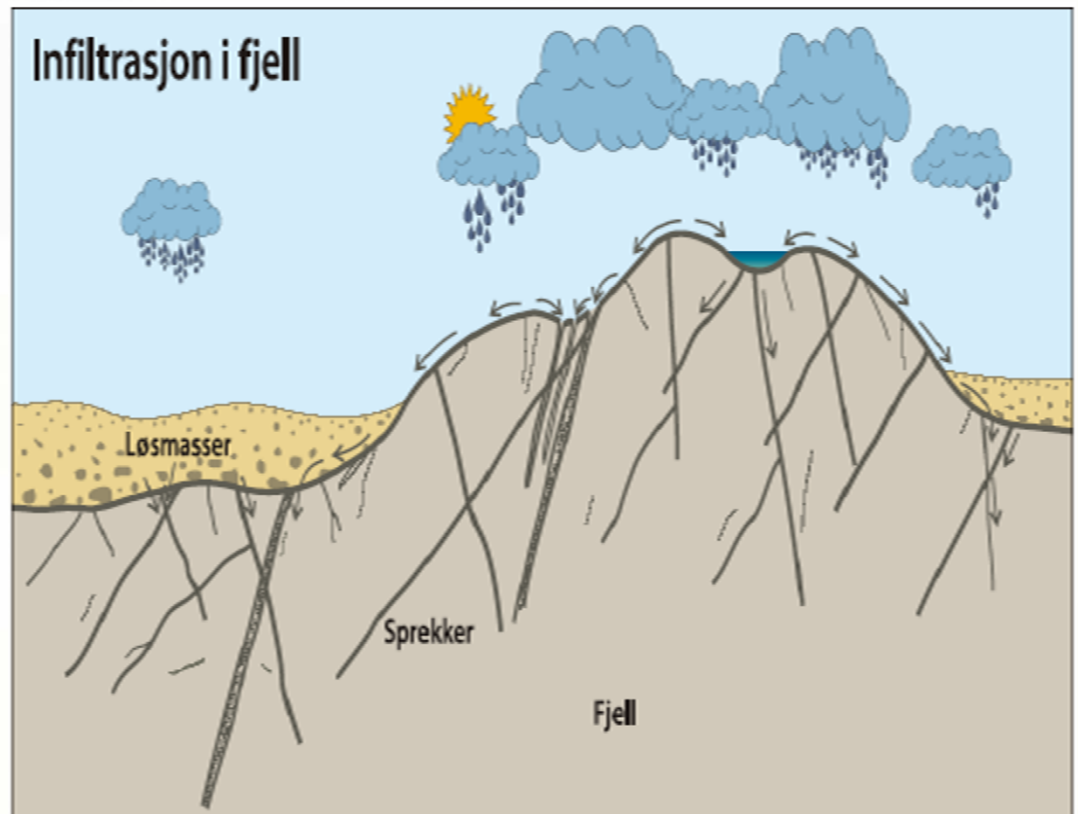
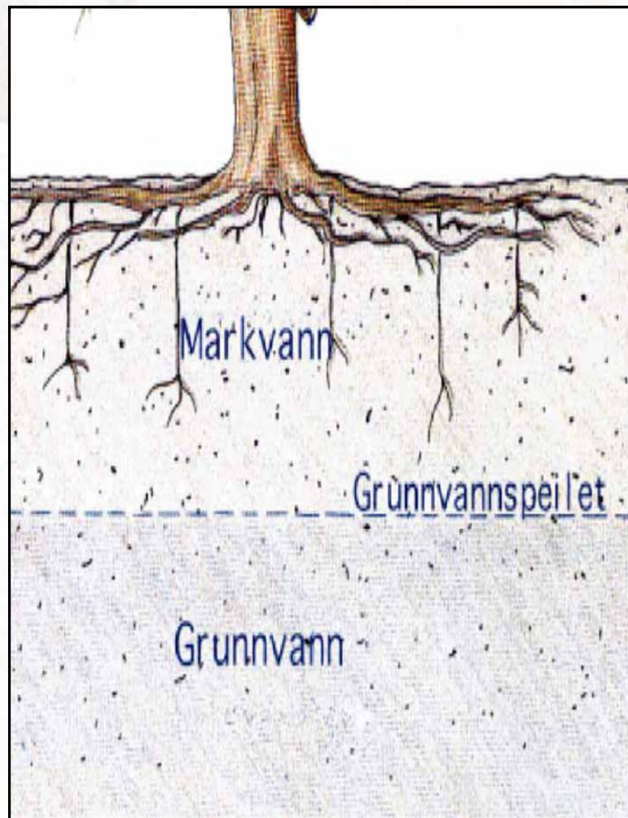
Løsmasser

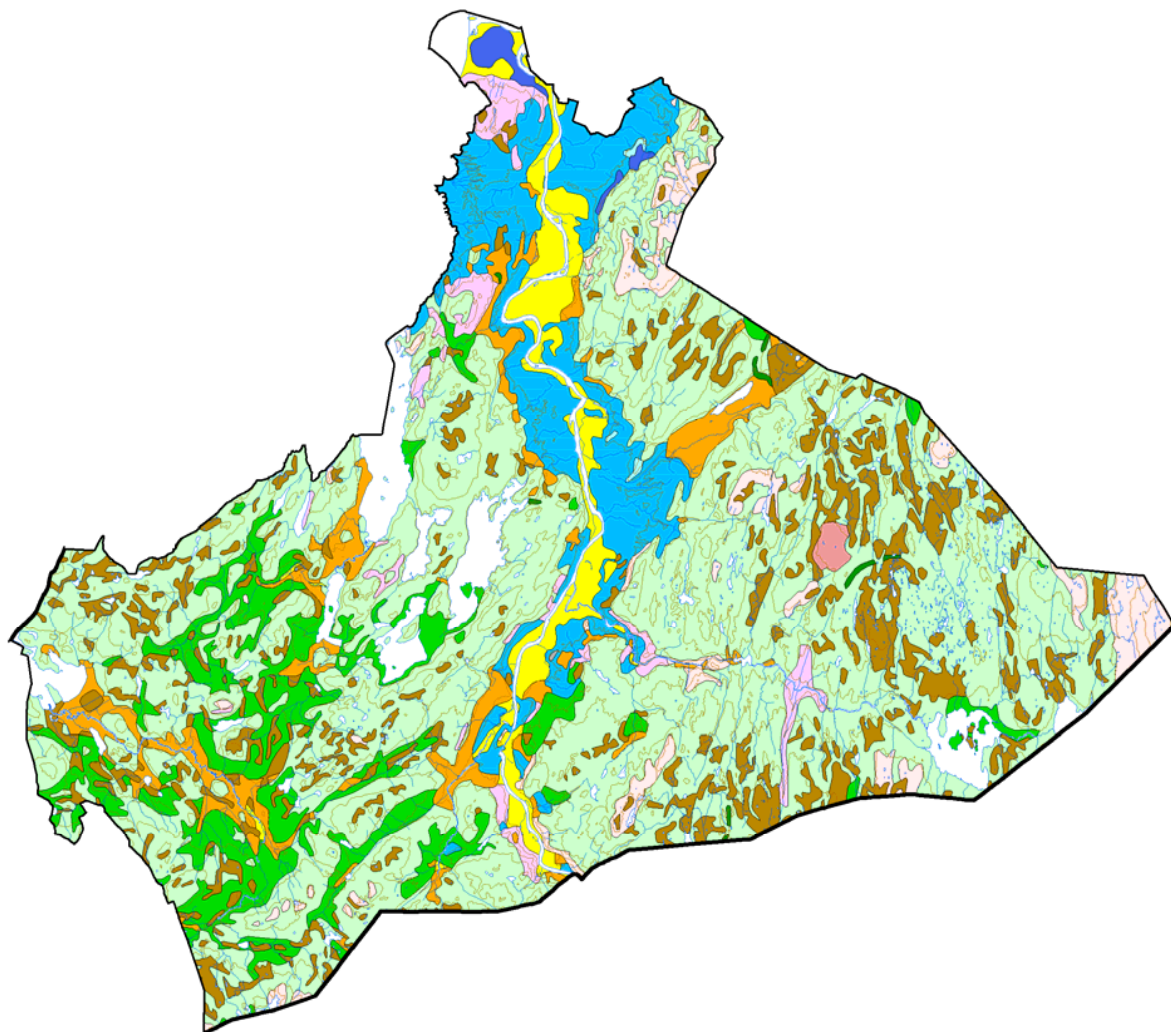
Berggrunn

→ Mange tusen akviferer

Grunnvann:

- "Porerom er helt metta"
- "Vannstand" i bakken





Fluvial



Glaciofluvial



Marine

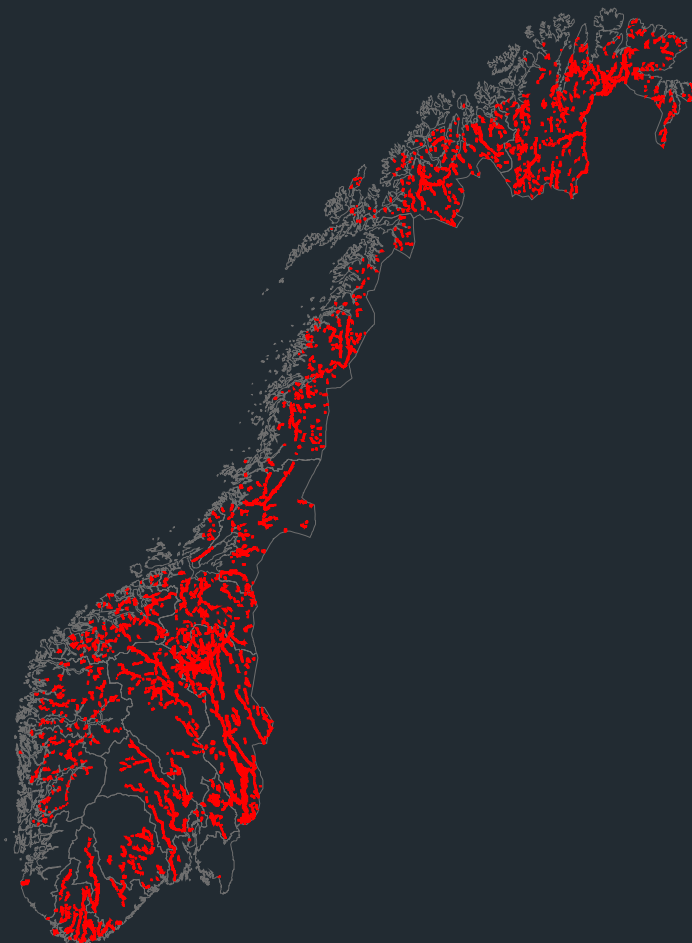


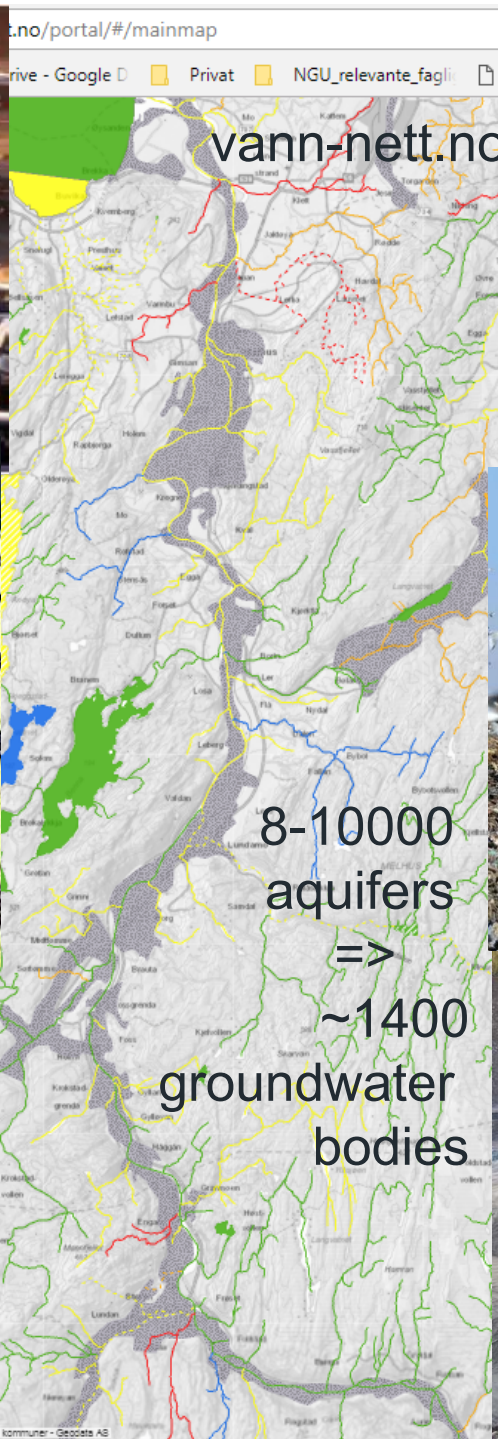
Till

Other

Bedrock/
mire

EU: Groundwater body if
Yield >10 m³/d





19.09.2005 11:38

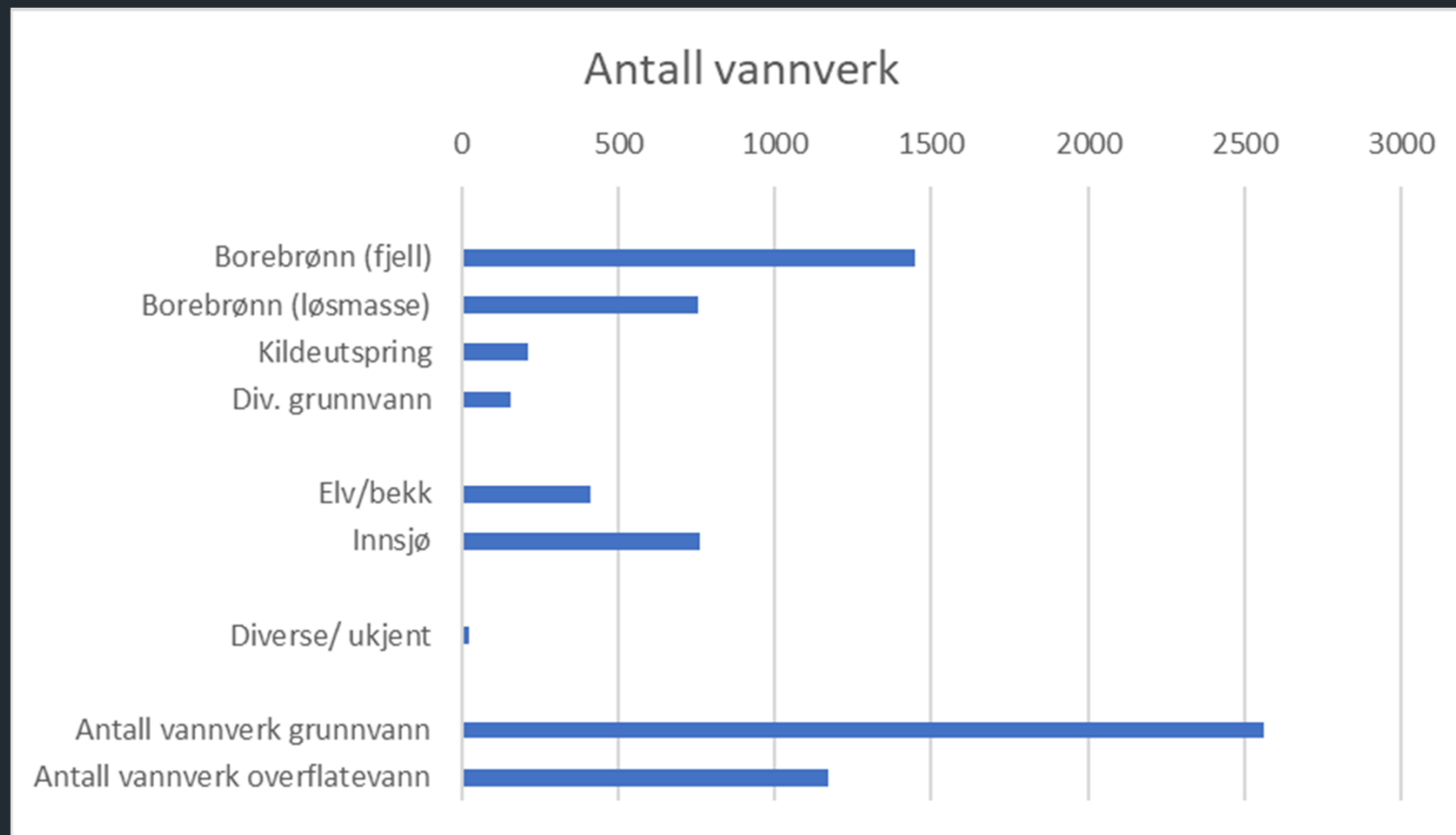
Innhold

Grunnvann - bruk og betydning
EU vannrammedirektiv og
overvåkning

Norsk grunnvannskjemi
Grunnvann og lab



Vannverkenes råvannskilder (hovedvannforsyning)



«Råvannskilder for større vannverk»

- Innsjø og tjern: 261
- Elv og bekk: 70
- Grunnvann: 302

Data fra folkehelseinstituttet - 2008



Grunnvann - bruk

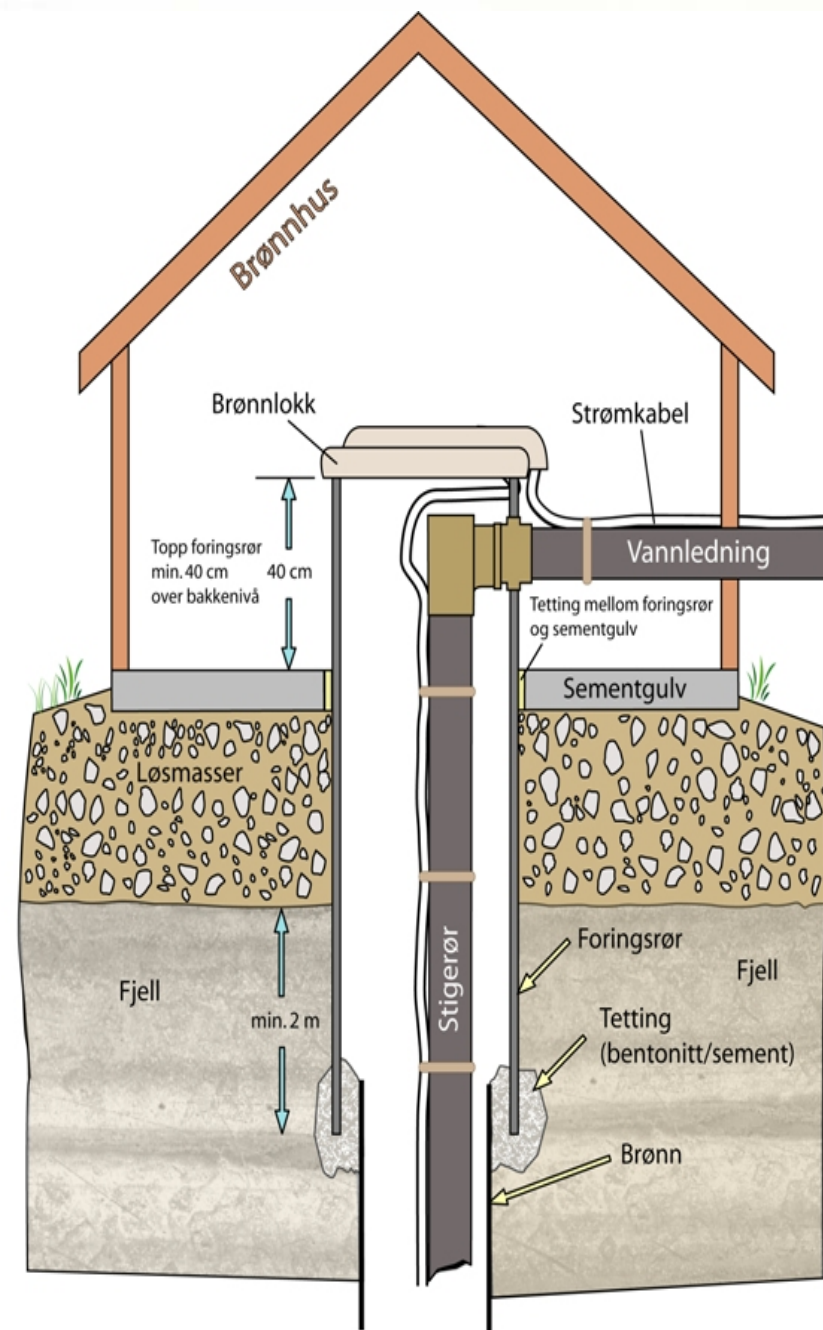
Vannforsyning

- ~ 10 % løsmasser
- ~ 5 % fra fjellbrønner

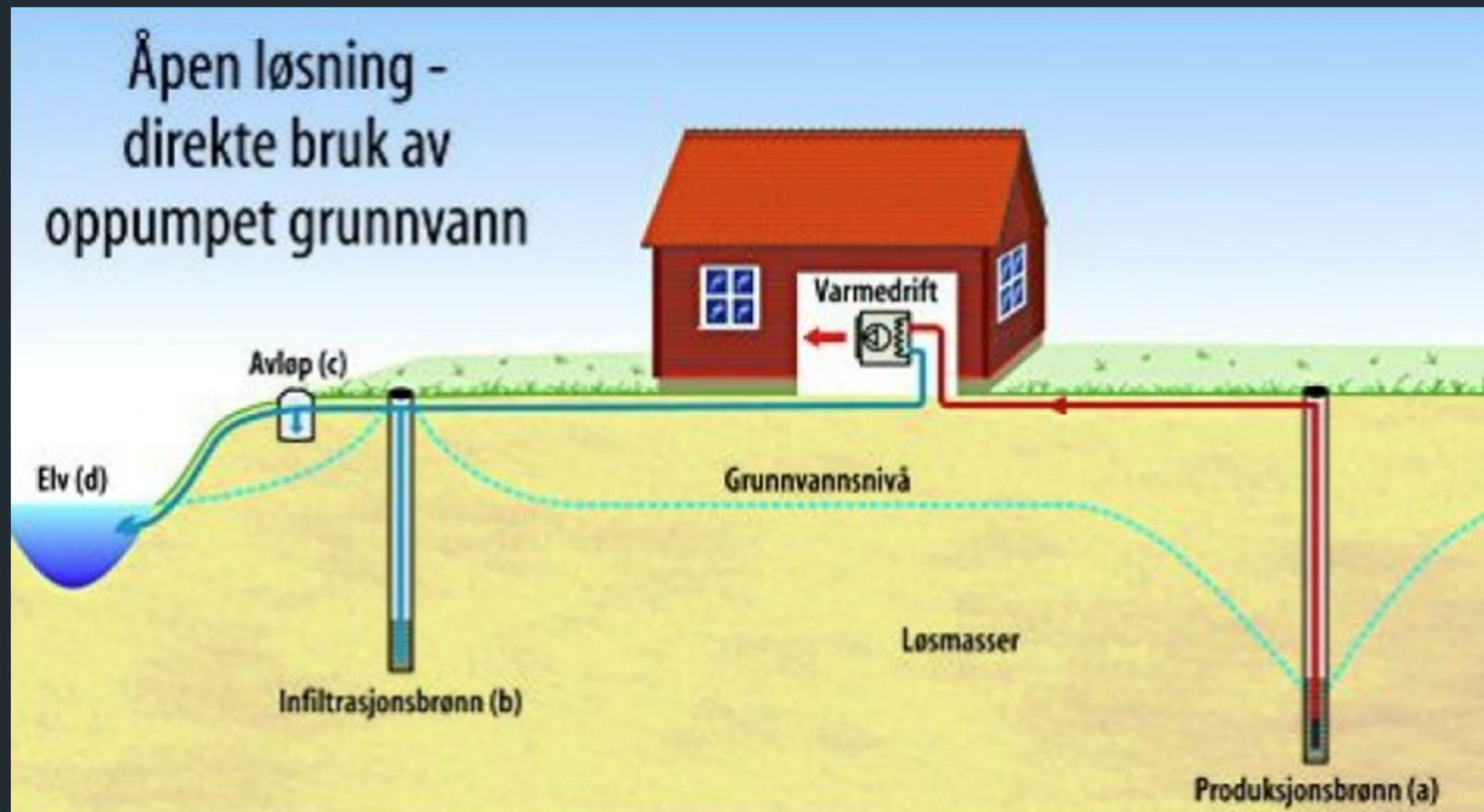
Grunnvannsvarme

- Stabil kvalitet og temperatur
- «Beskyttet mot forurensning»





Grunnvannsvarme og vannkvalitet



Grunnvann også viktig av andre grunner:

Mater overflatevann

Flom/ tørke (infiltrasjon og retensjon)

Ras

Innsynkning og setningsskader

Klima



Kjemiske egenskaper



Undergrunnen:

Frigjør ioner til grunnvann

Mikroorganismer filtreres og dør

Surt – oksiderende - ionefattig

Regn

Elv/innsjø

Grunnvann i løsmasser

Grunnvann i fjell

Basisk – reduserende - ionerikt

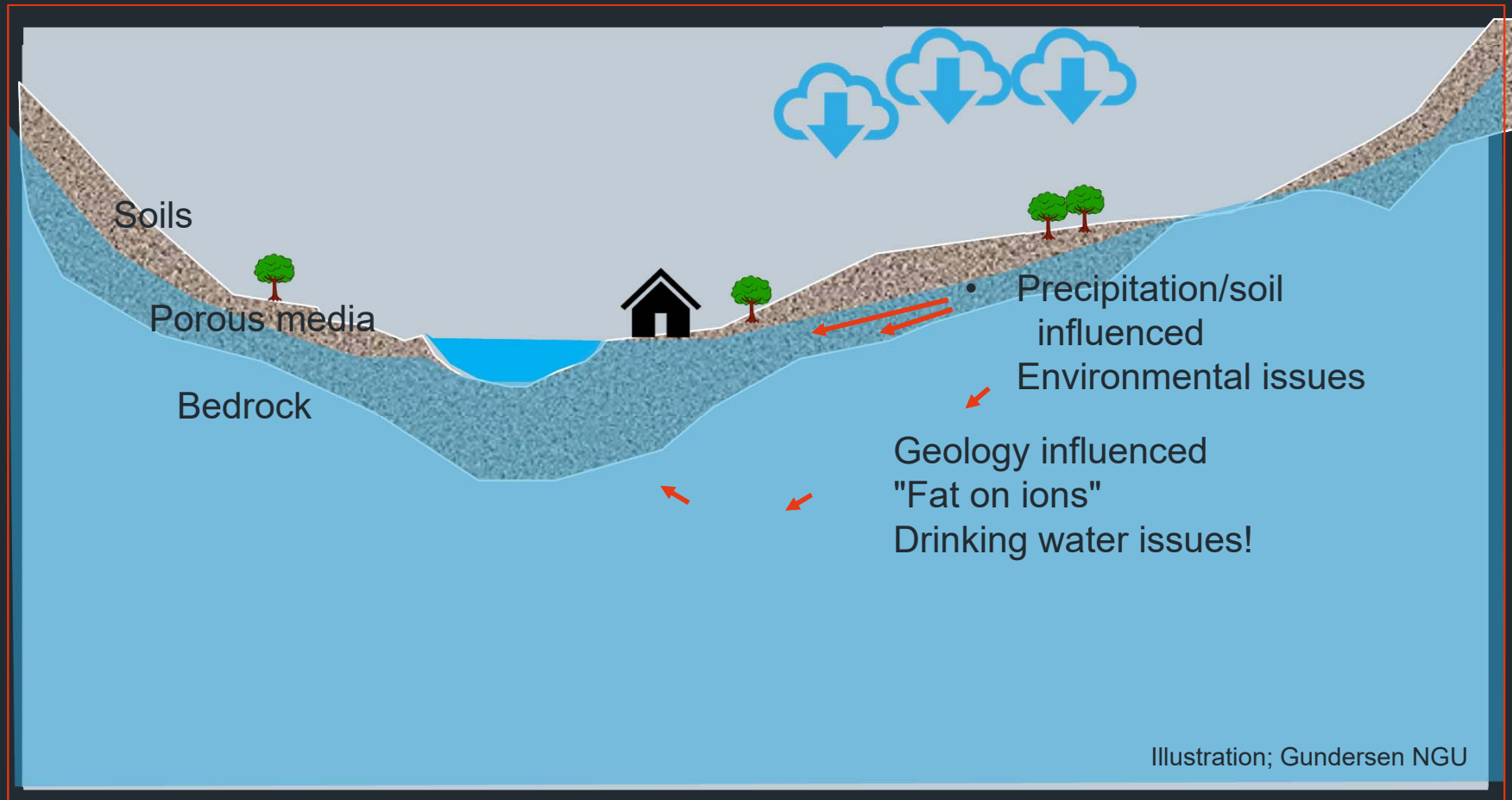


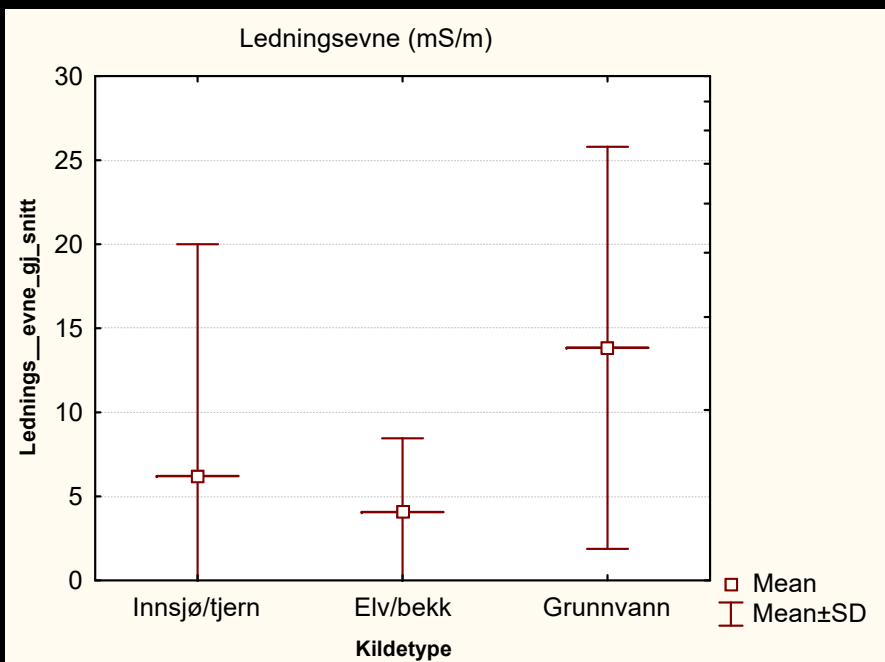
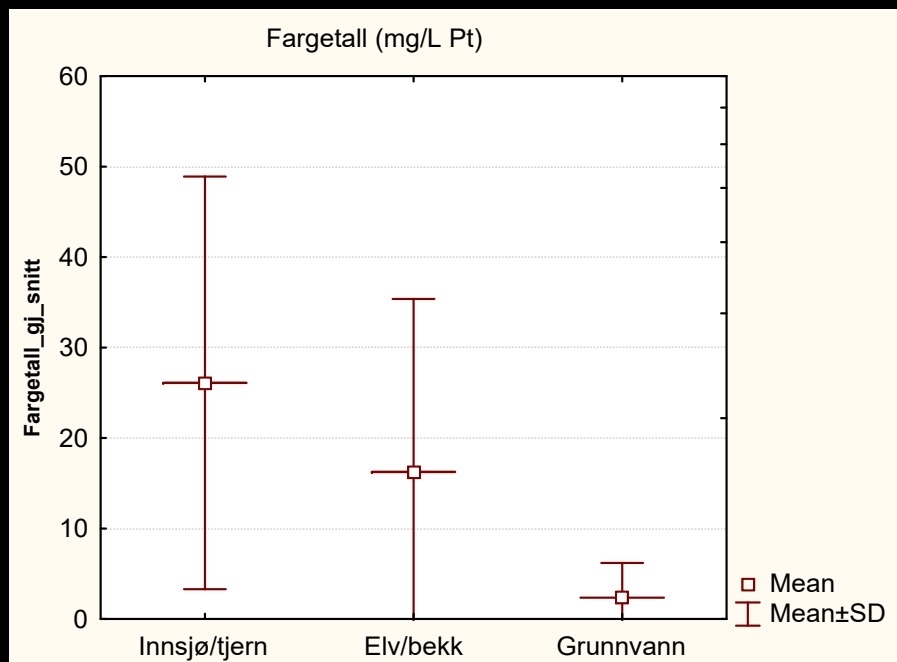
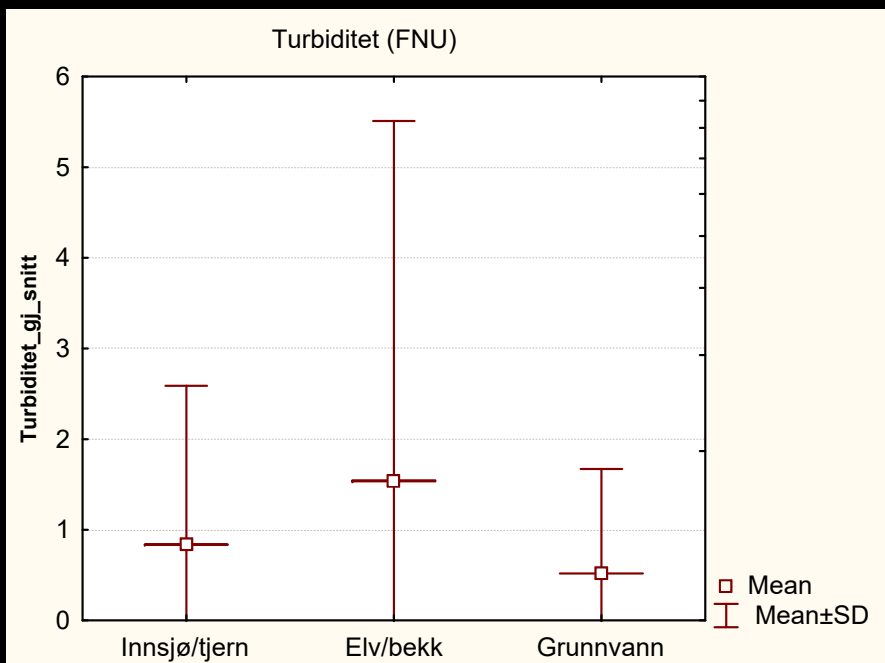
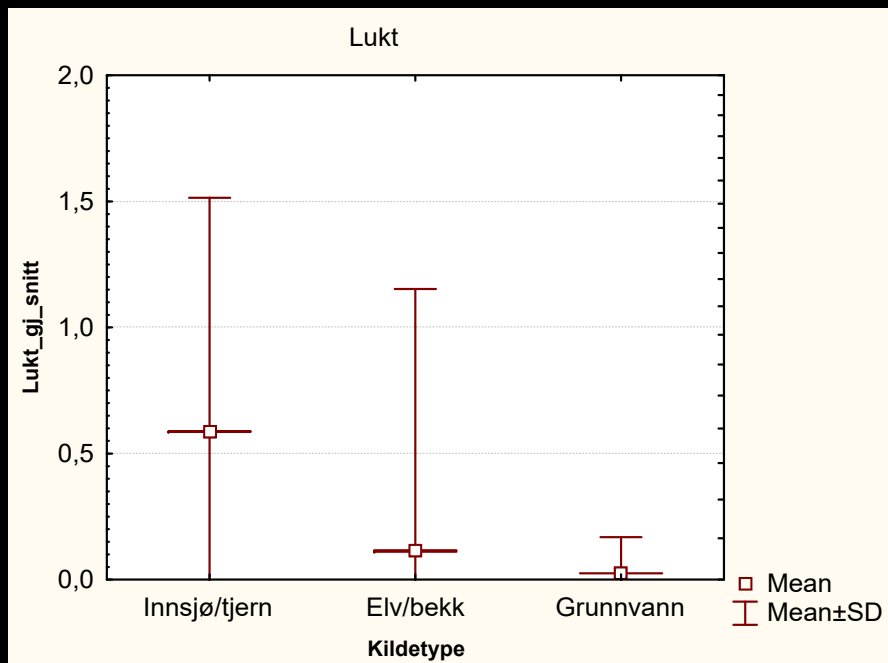
Kvalitet på norsk grunnvann



GEOLOGICAL
SURVEY OF
NORWAY
- NGU -

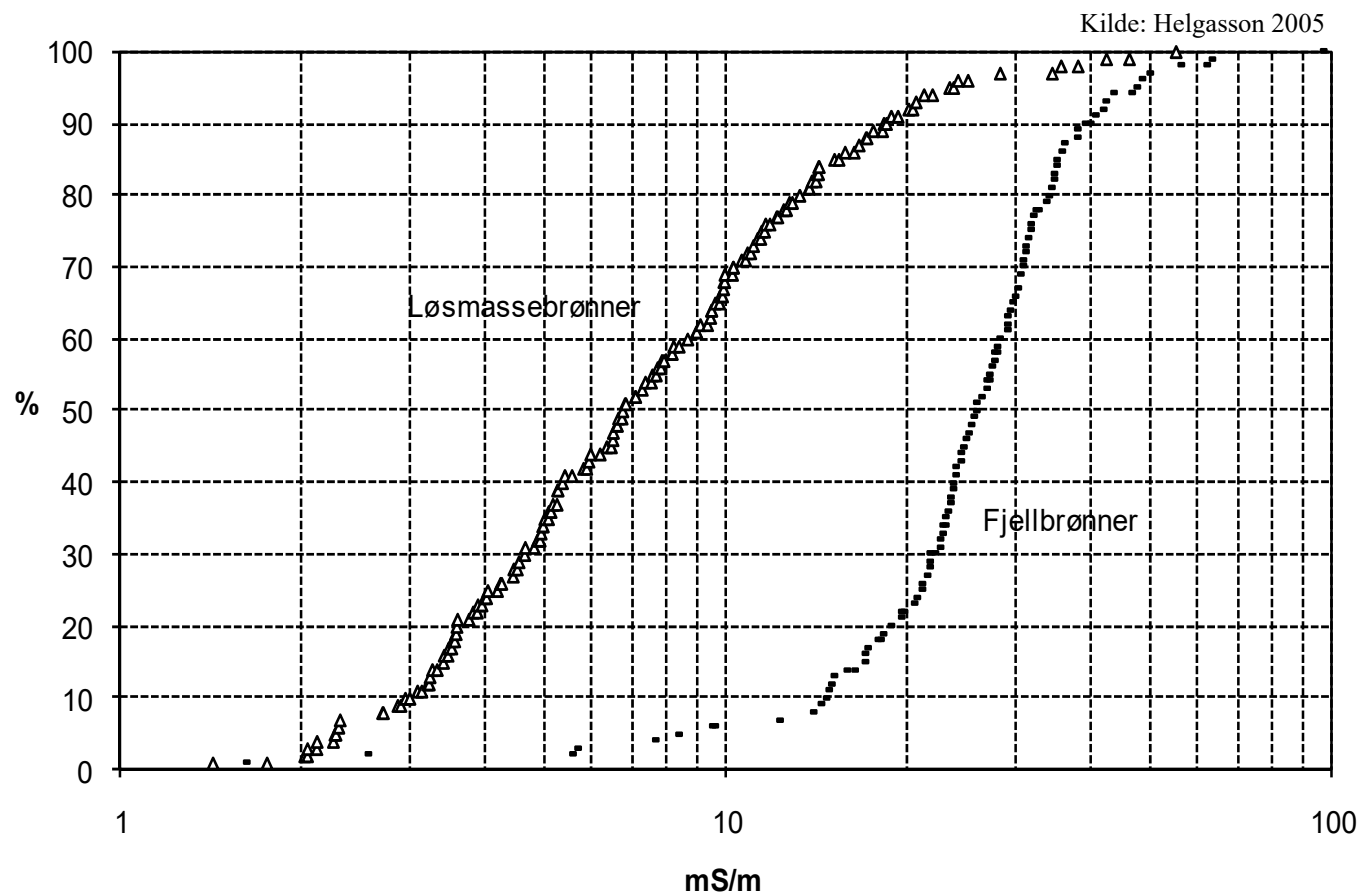
Groundwater

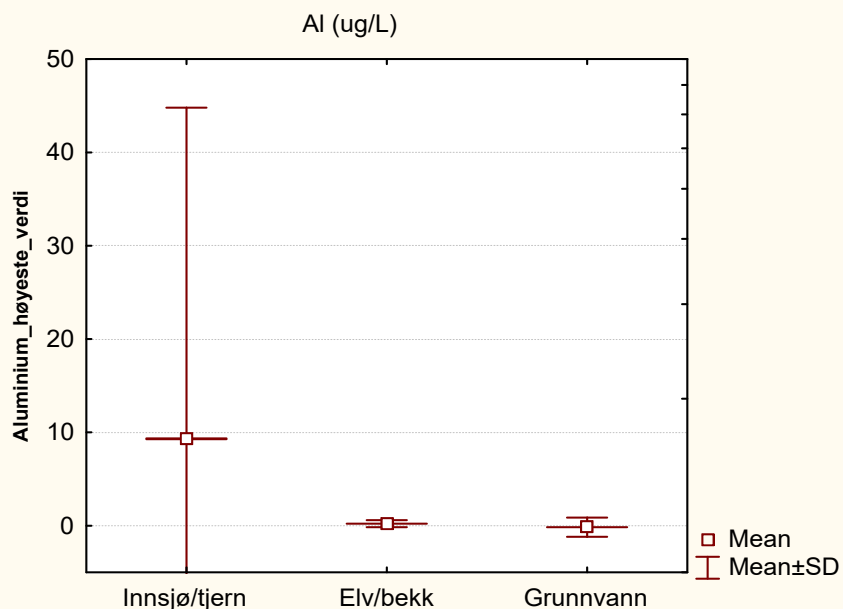
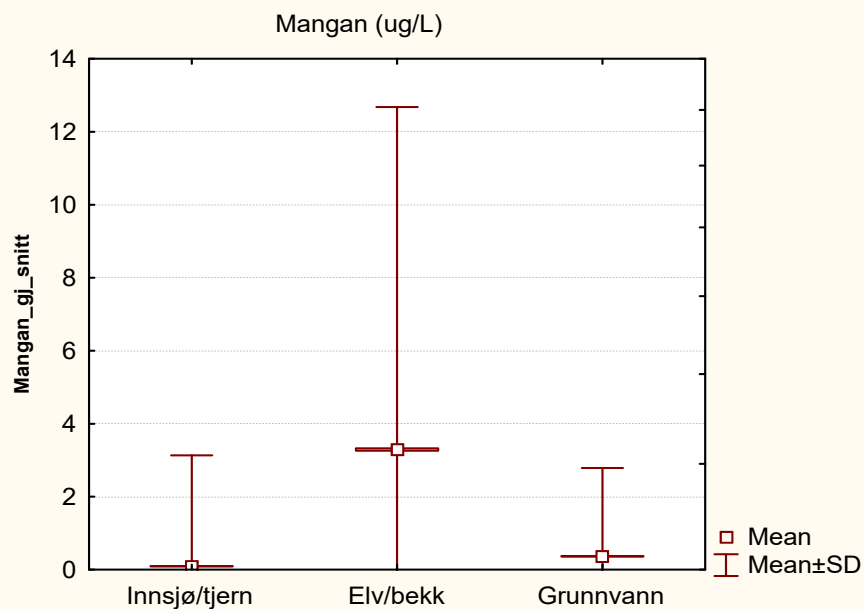
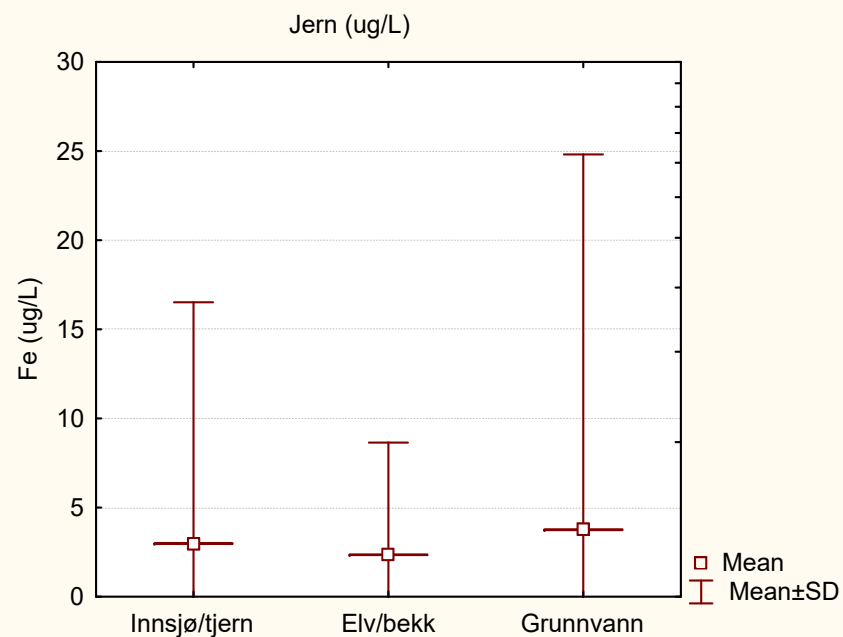
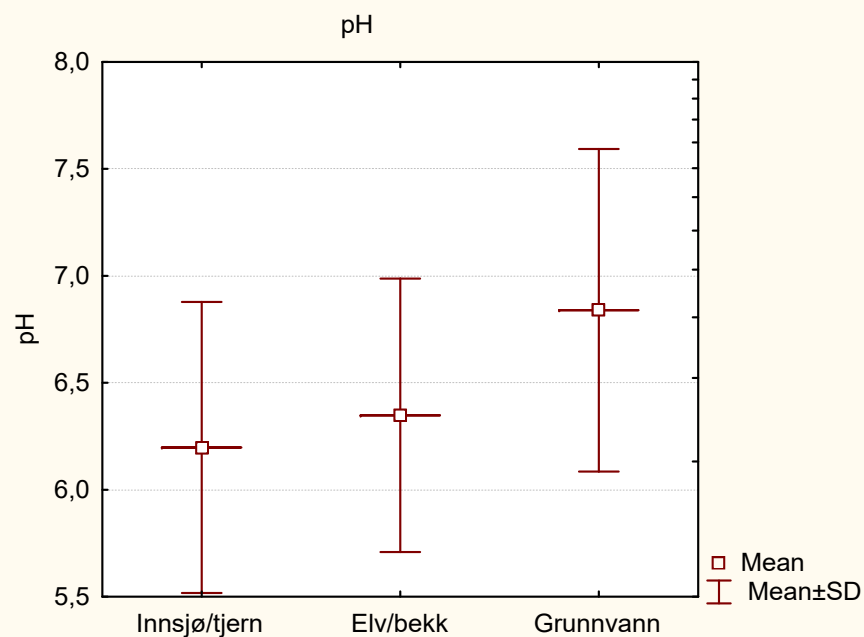


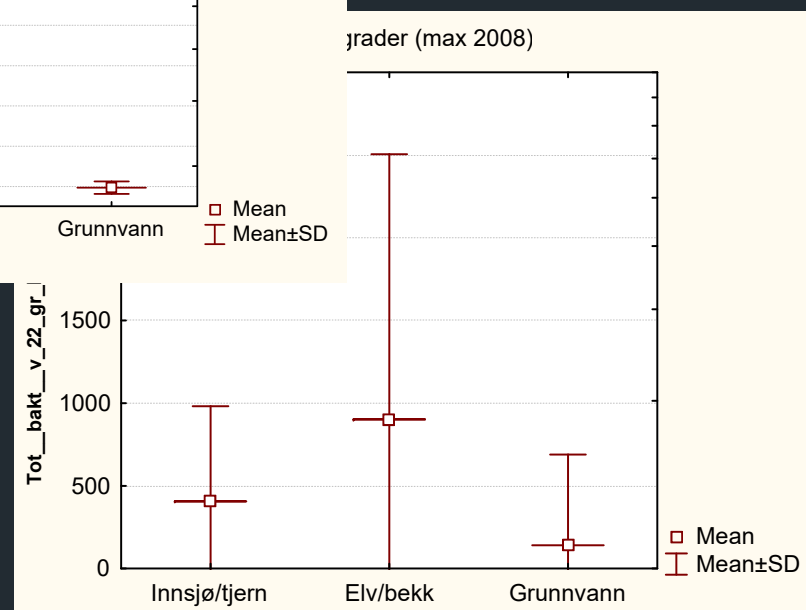
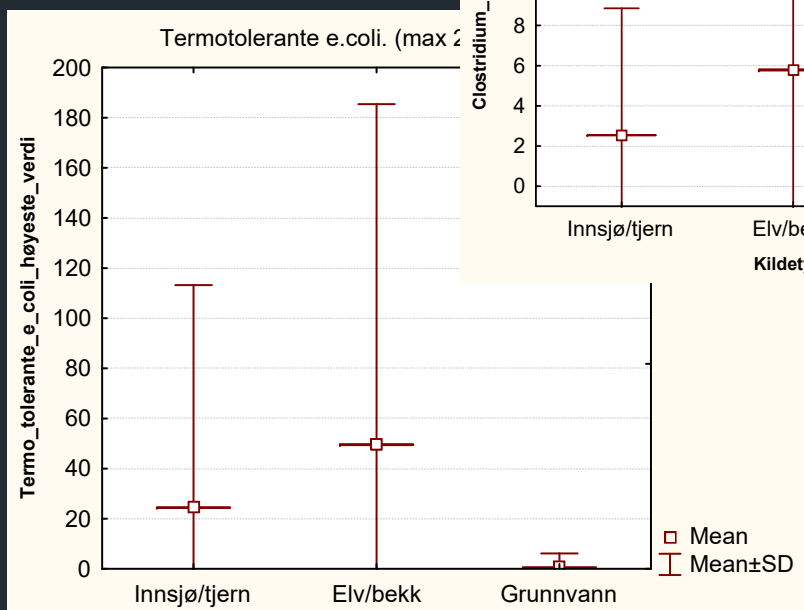
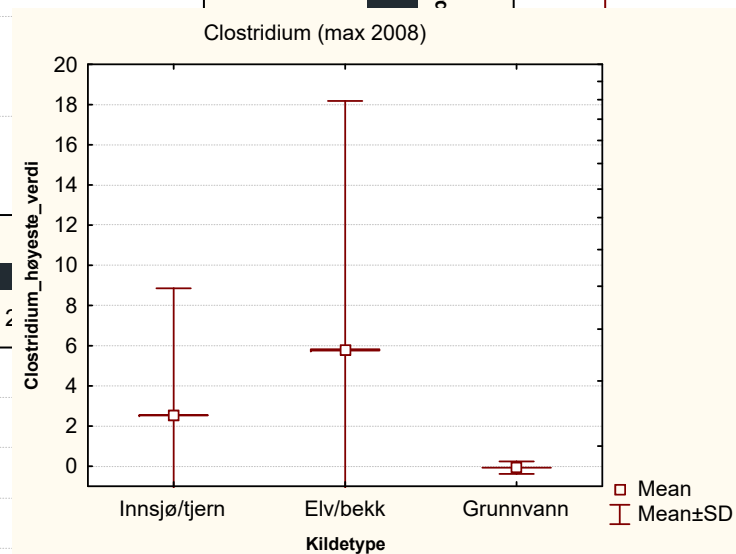
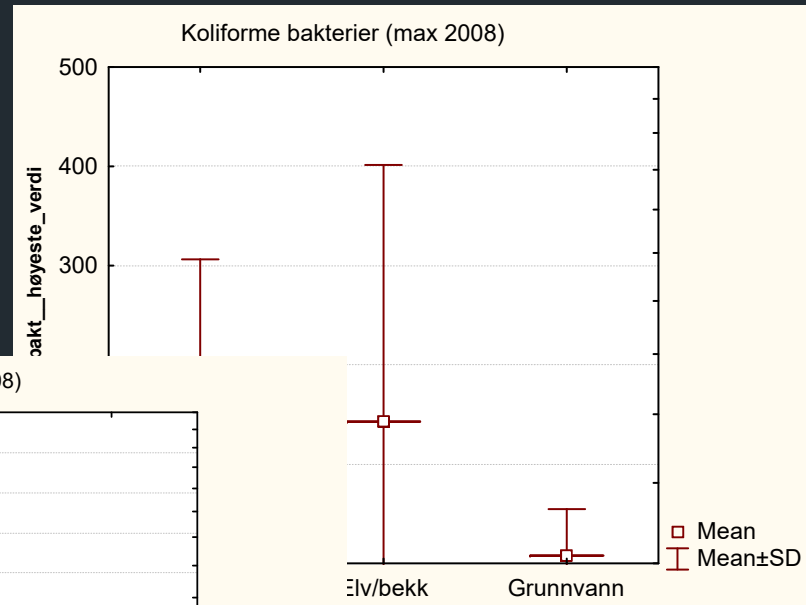
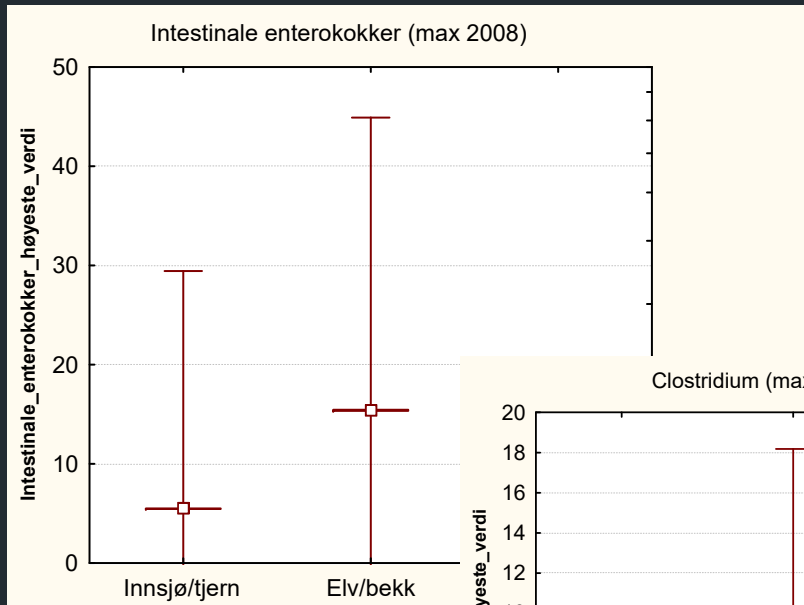


Datakilde: Folkehelseinstituttet (2008)

Grunnvann fra 350 vannverk







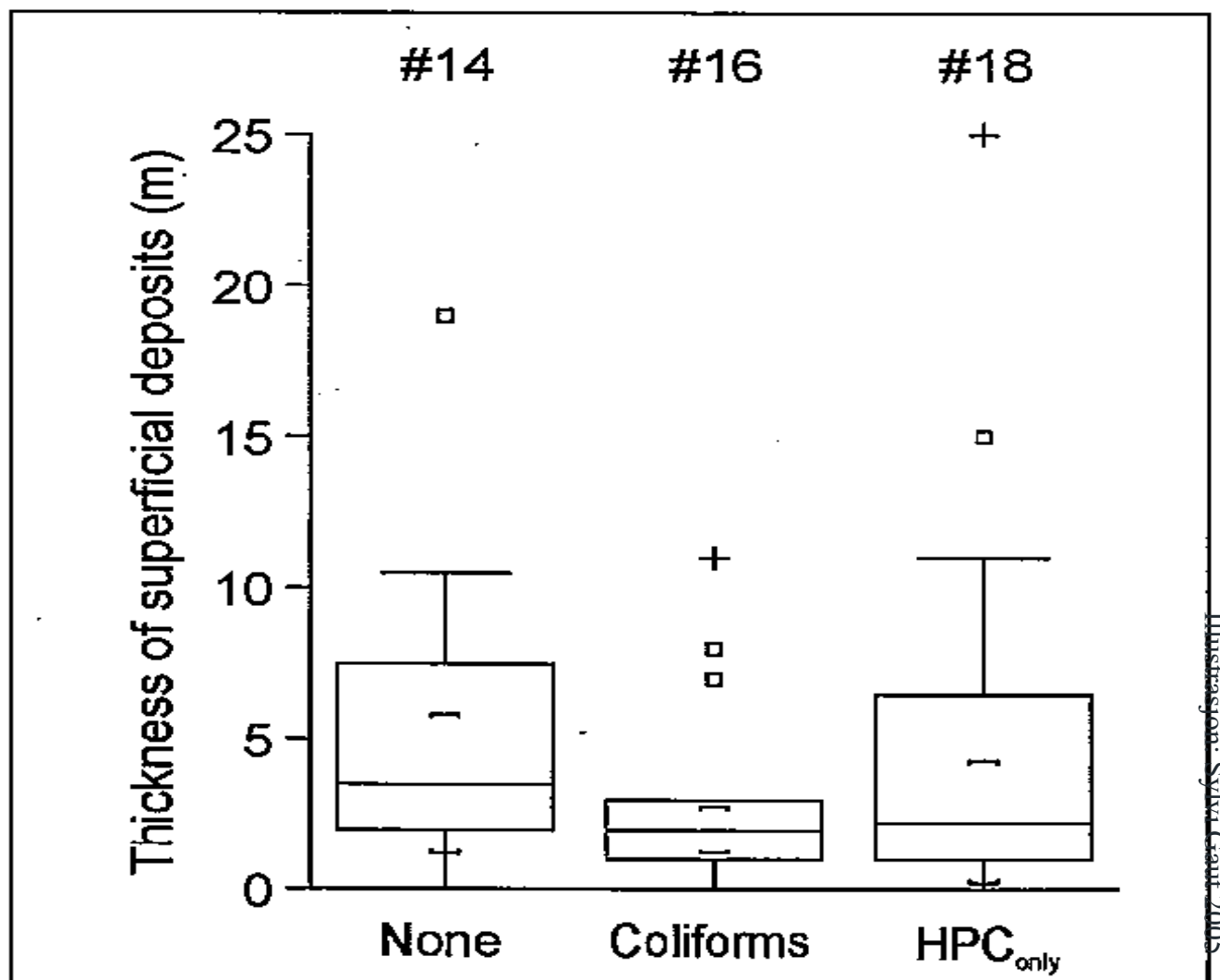
Datakilde: Folkehelseinstituttet 2008



GEOLOGICAL
SURVEY OF
NORWAY
- NGU -

SÅ:
Er grunnvann en hygienisk
barriere i seg selv....?





Illustrasjon: Sylvi Gaut 2005

Figure 5.3.7 Boxplots showing number of wells exceeding the NSDW compared with thickness of superficial deposits at the well sites for wells in Dataset E_{mod}. Total number of wells is 48.

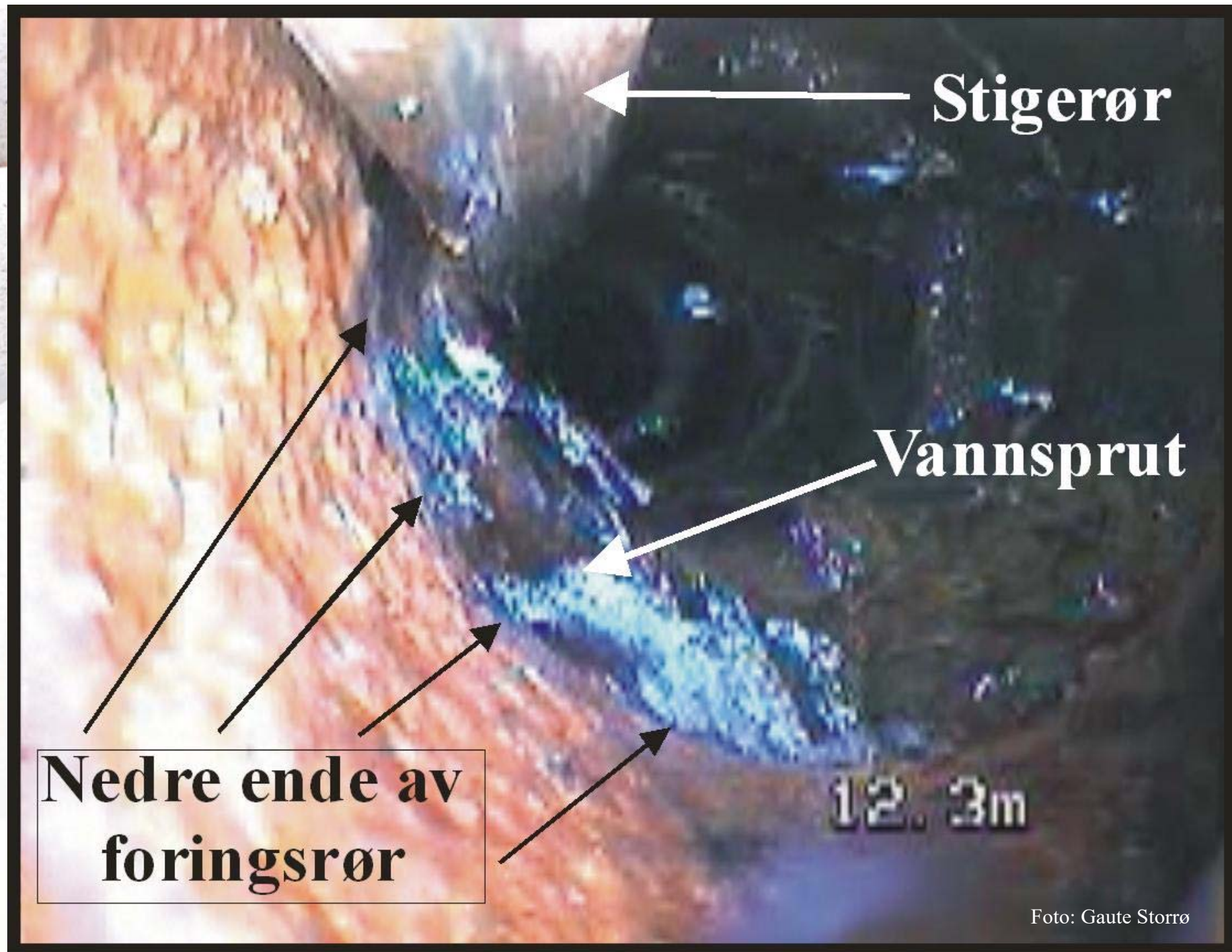




Foto:
Sylvi Gaut 2006



Foto: Gundersen 2006



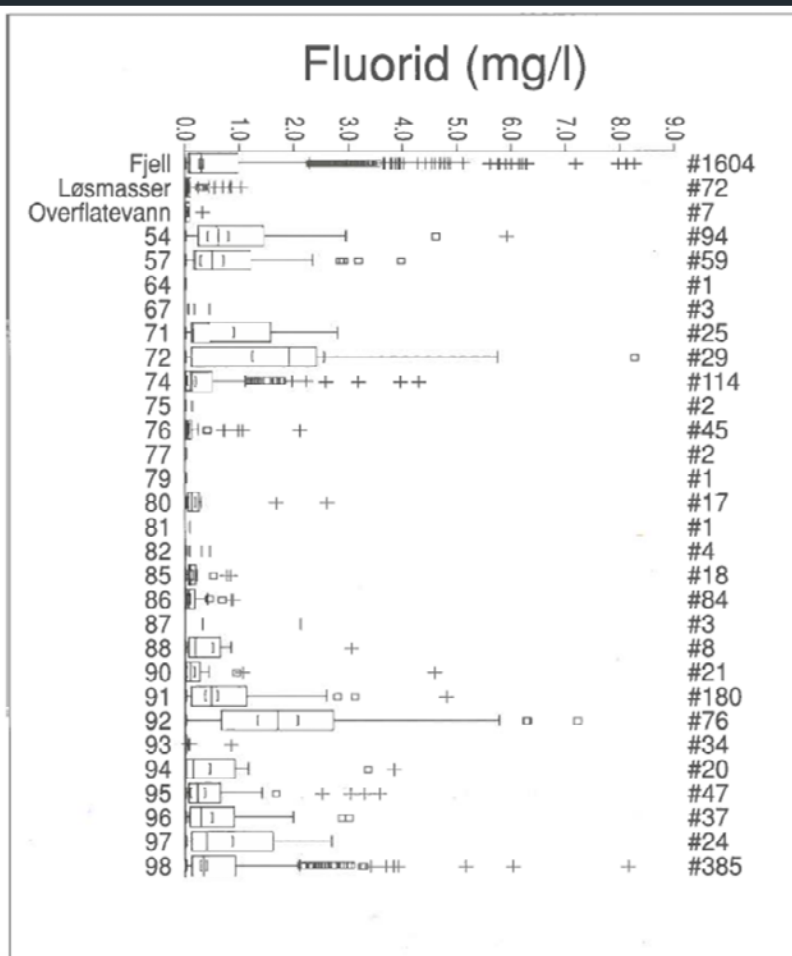
Men hvis vi unngår forurensning
fra overflaten:

Da må vel grunnvannet være sikkert?



Er rent grunnvann rent?

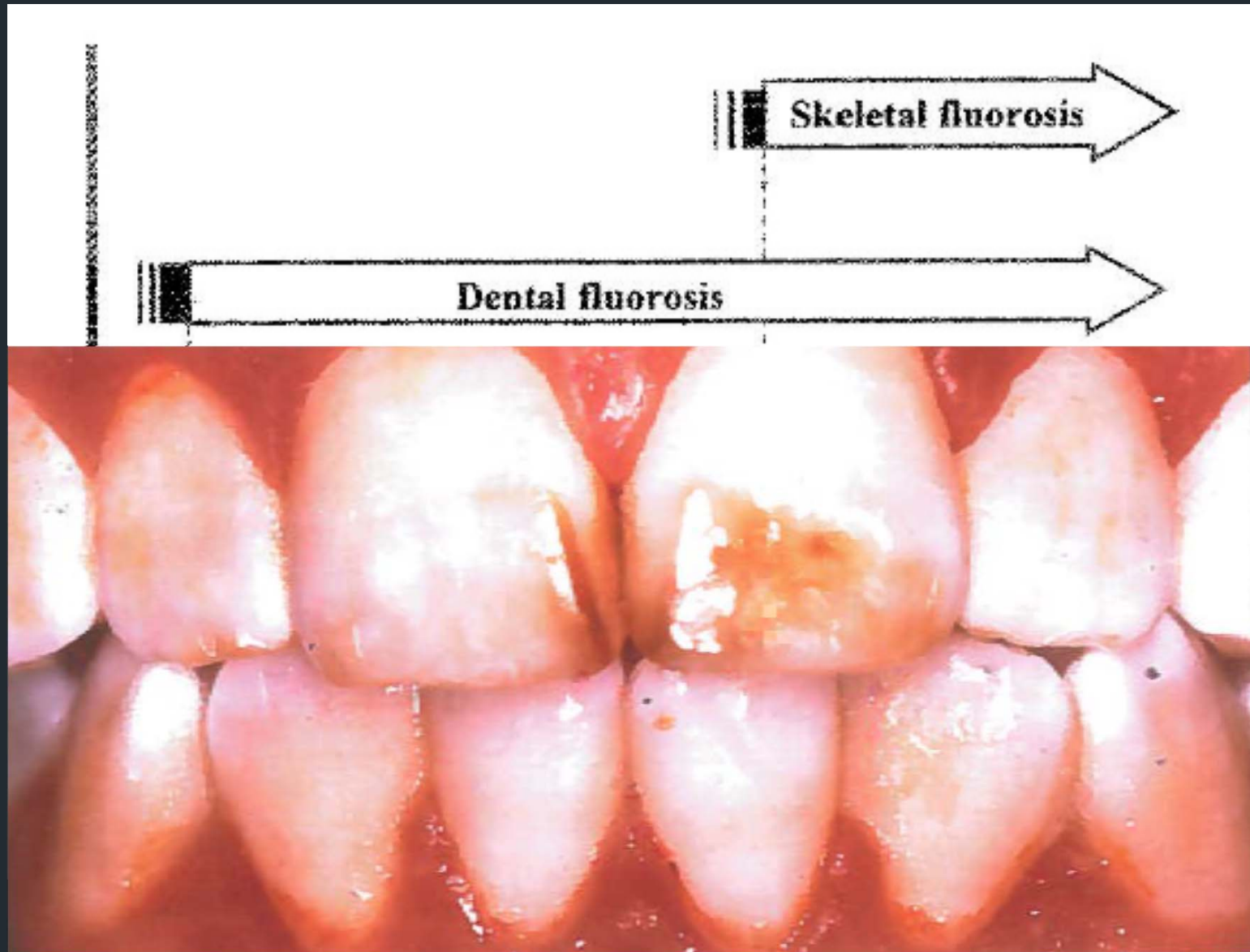
Parameter	Norm	Fotnote	Utvalgt datasett. Utenfor norm (n=476)
pH	< 8,5	1	5,9%
	> 6,5	1	1,5%
Radon	< 500 Bq/l	3	16,6%
Fluorid	< 1,5 mg/l	1	16,0%
Natrium	< 20 mg/l	2	31,3%
	< 150 mg/l	1	1,5%
Alle de forannevnte: pH, Rn, F og Na (150 mg/l)			31,3%
Kalsium	< 25 mg/l	2	55,7%
	> 15 mg/l	2	25,4%
Kalium	< 12 mg/l	1	1,1%
Magnesium	< 20 mg/l	1	0,4%
Klorid	< 25 mg/l	2	15,8%
Jern	< 0,2 mg/l	1	16,4%
Mangan	< 0,05 mg/l	1	30,5%
Aluminium	< 0,2 mg/l	1	3,8%
Kobber	< 0,3 mg/l	1	1,3%
Sink	< 0,3 mg/l	1	2,9%
Kadmium	< 0,005 mg/l	1	1,3%
Nikkel	< 0,05 mg/l	1	1,3%
Barium	< 0,1 mg/l	2	8,6%
Nitrat	< 44 mg/l	1	0,6%
Beryllium	< 0,004 mg/l	4	0,2%
Beryllium (ICP-MS analyse)	< 0,004 mg/l	4	0,2%
Uran (ICP-MS analyse)	< 0,02 mg/l	4	17,8%
Thallium (ICP-MS analyse)	< 0,002 mg/l	4	0%

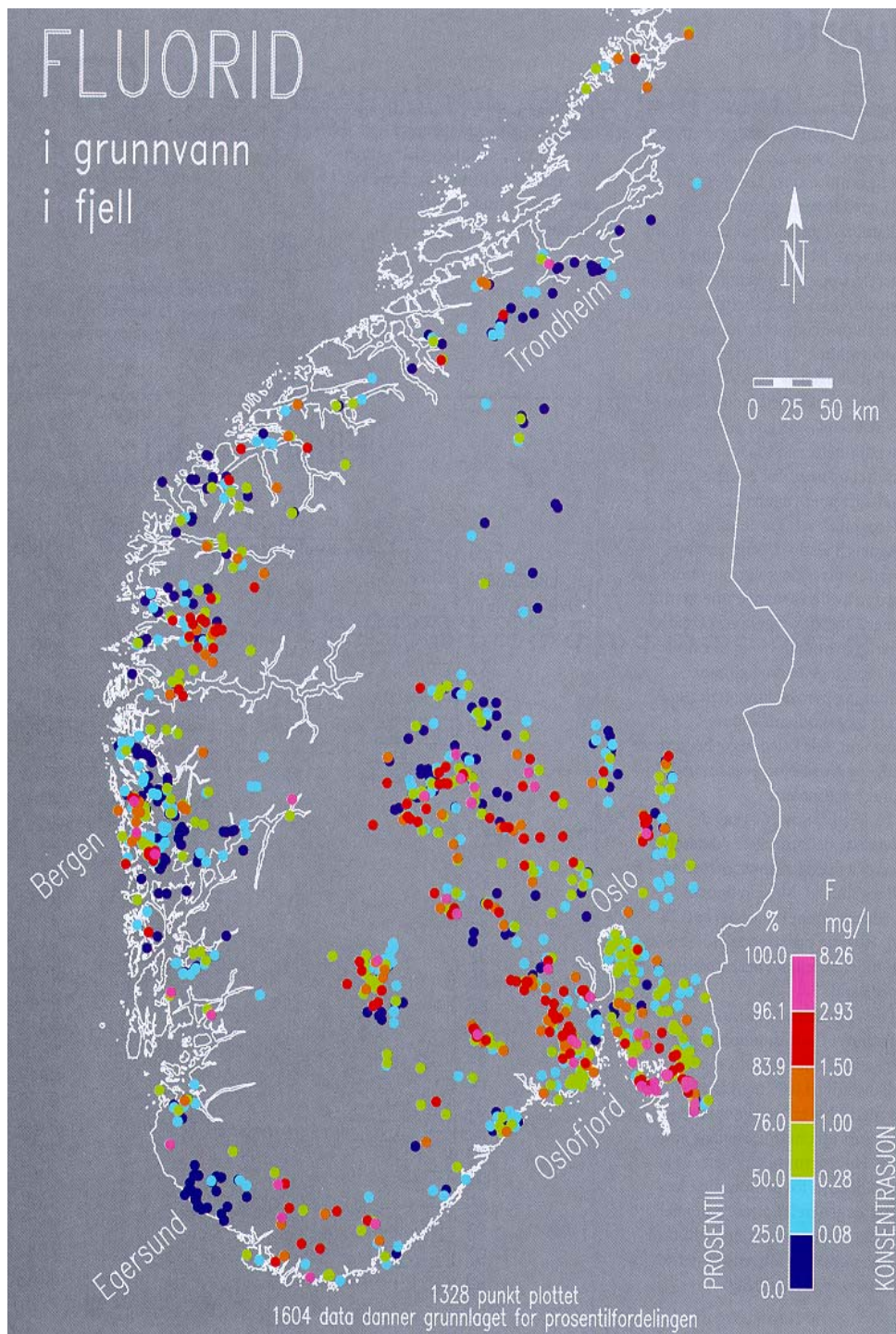


Source:
Grå-
steinen 6;
NGU
(Banks, D
et. al)

Photo:
Asgeir
Bårdsen,
UiB

Fluorose





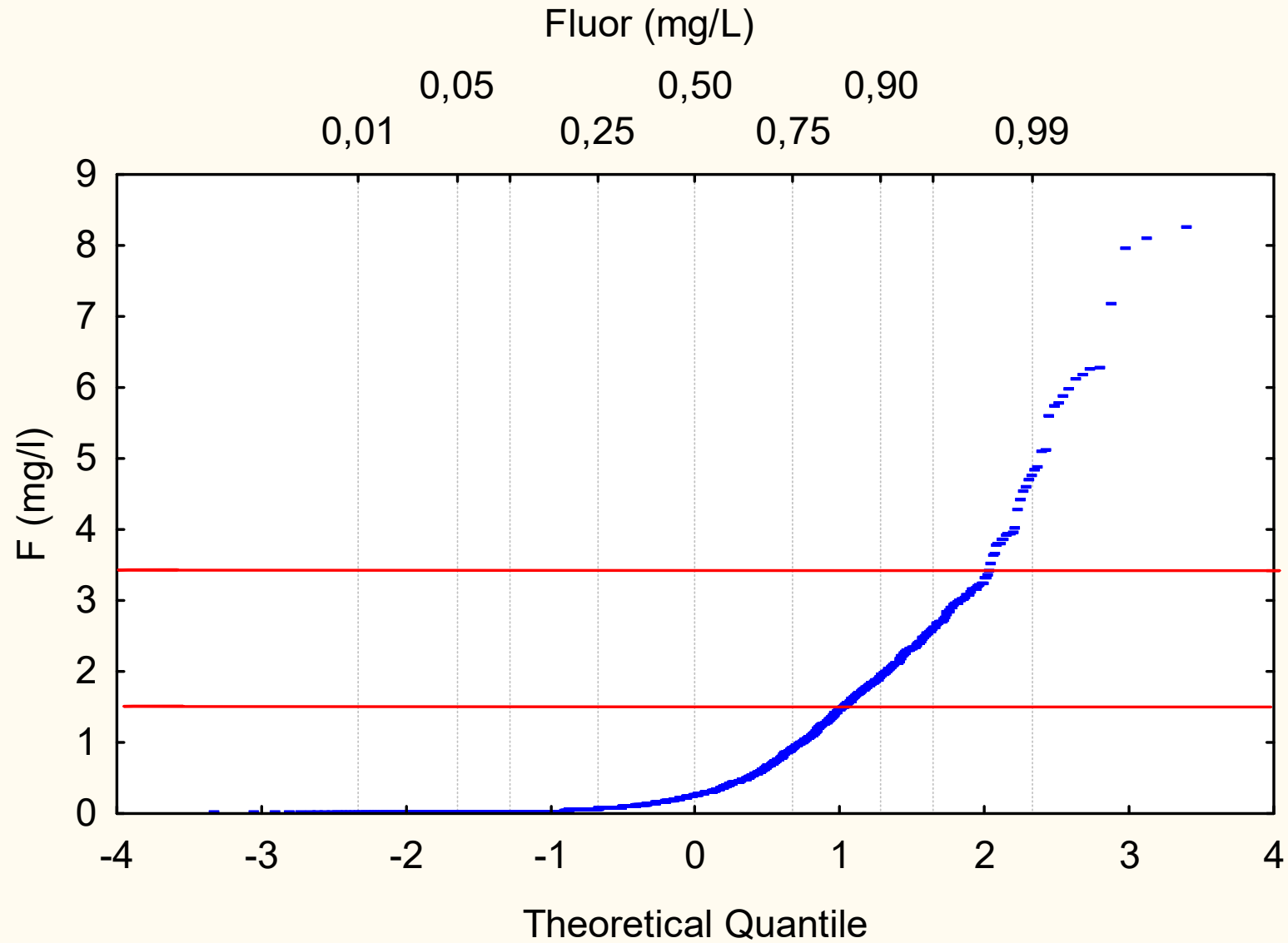
Fluorid i grunnvann, fjell

16 % overskrider høyeste tillatte konsentrasjon av fluorid på 1.5 mg/l.

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

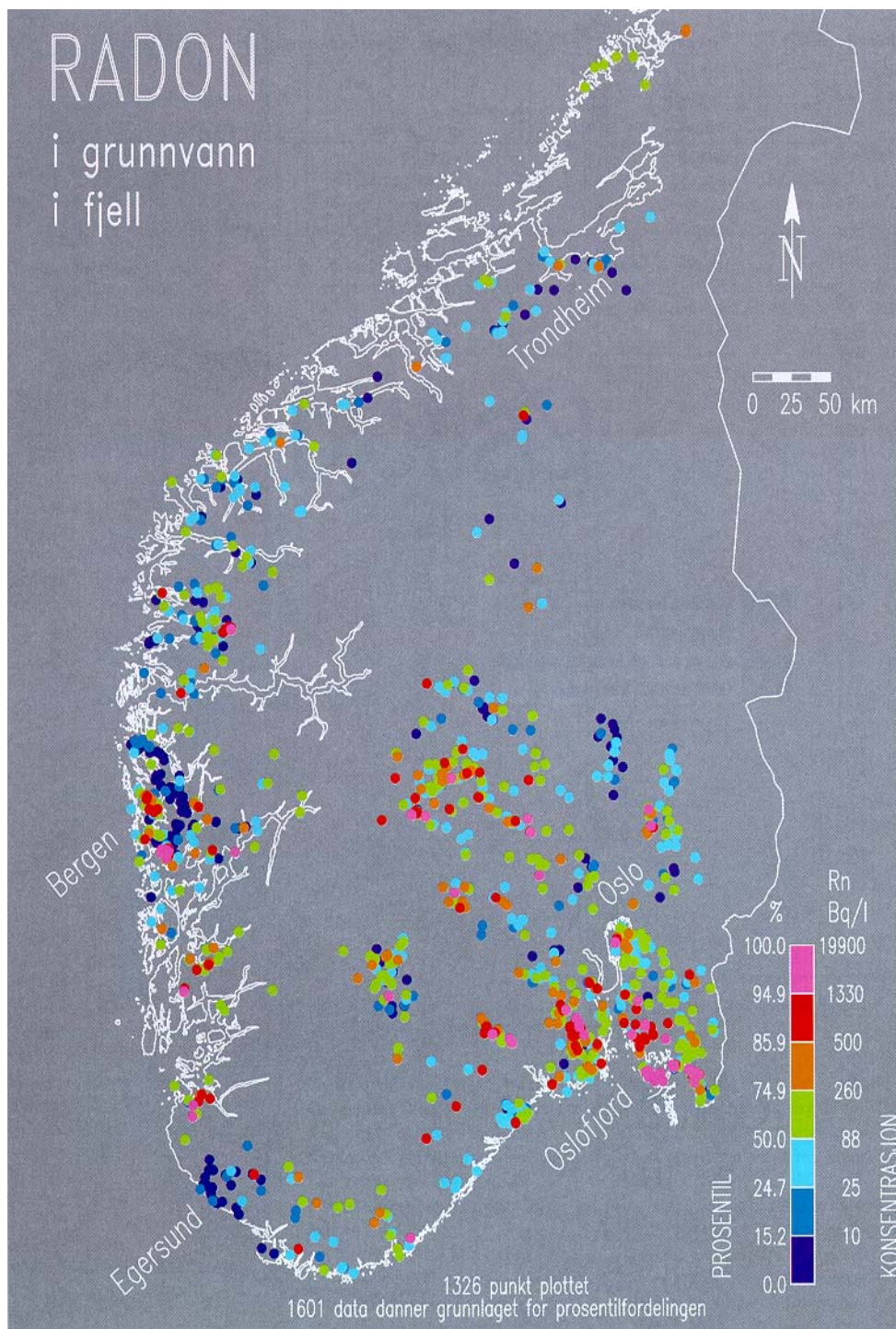
Sjelden problem i grunnvann i løsmasser.

Kilde: NGU (2000): Gråsteinen 6
(Banks, D et. al)



RADON

i grunnvann
i fjell



Radon, grunnvann, fjell

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.

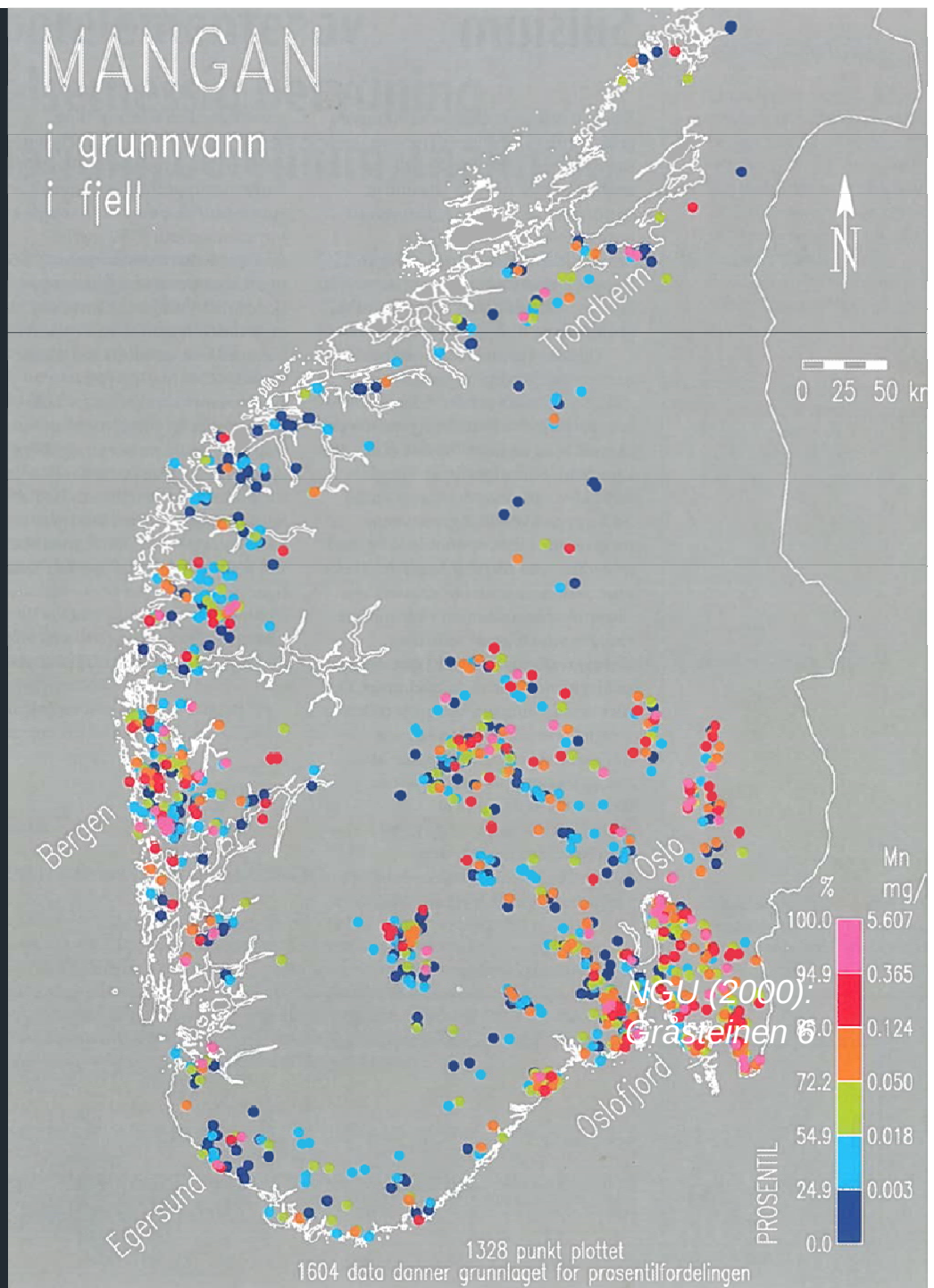
NGU (2000): Gråsteinen 6



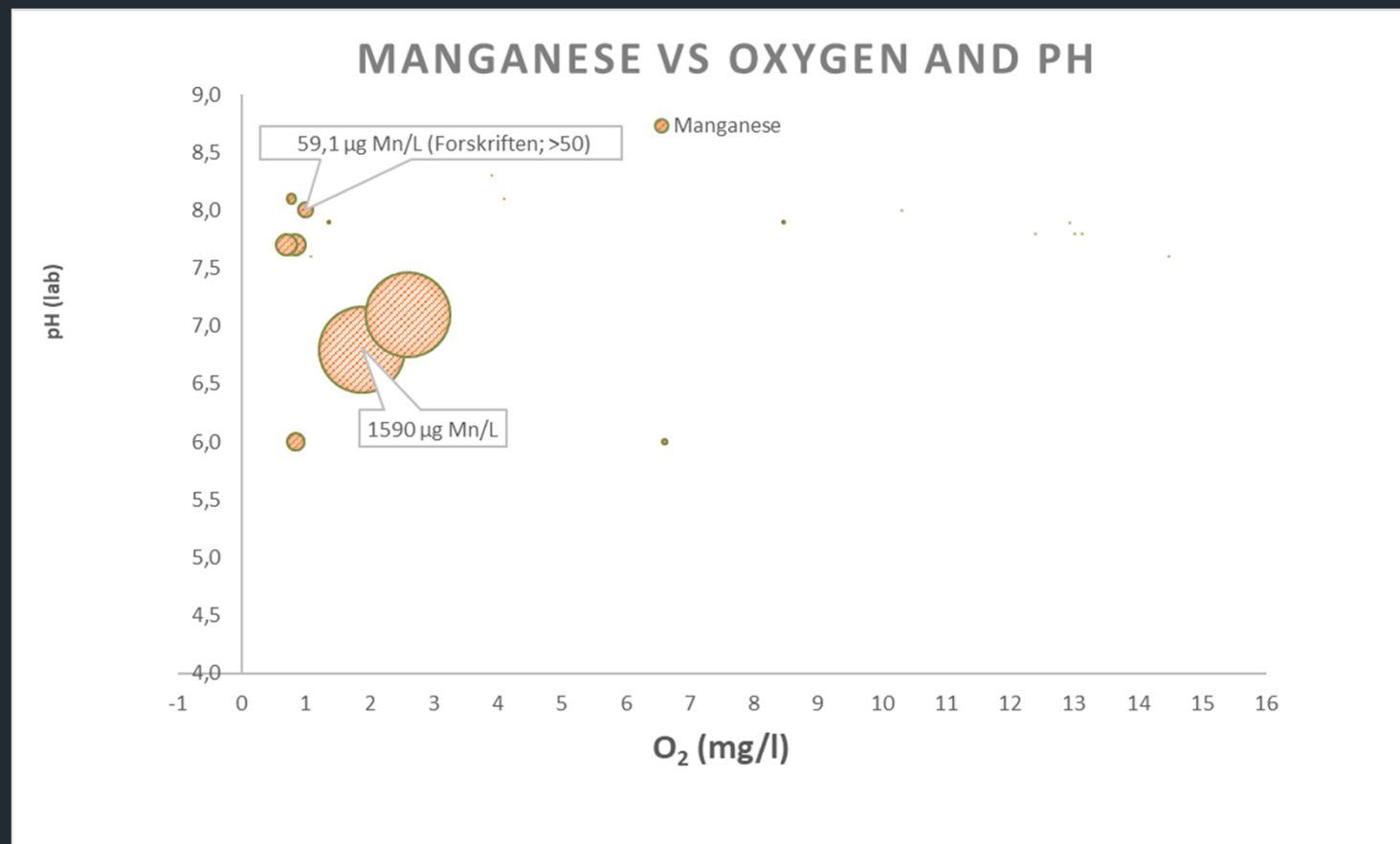
GEOLOGICAL
SURVEY OF
NORWAY
- NGU -

Jern og mangan:

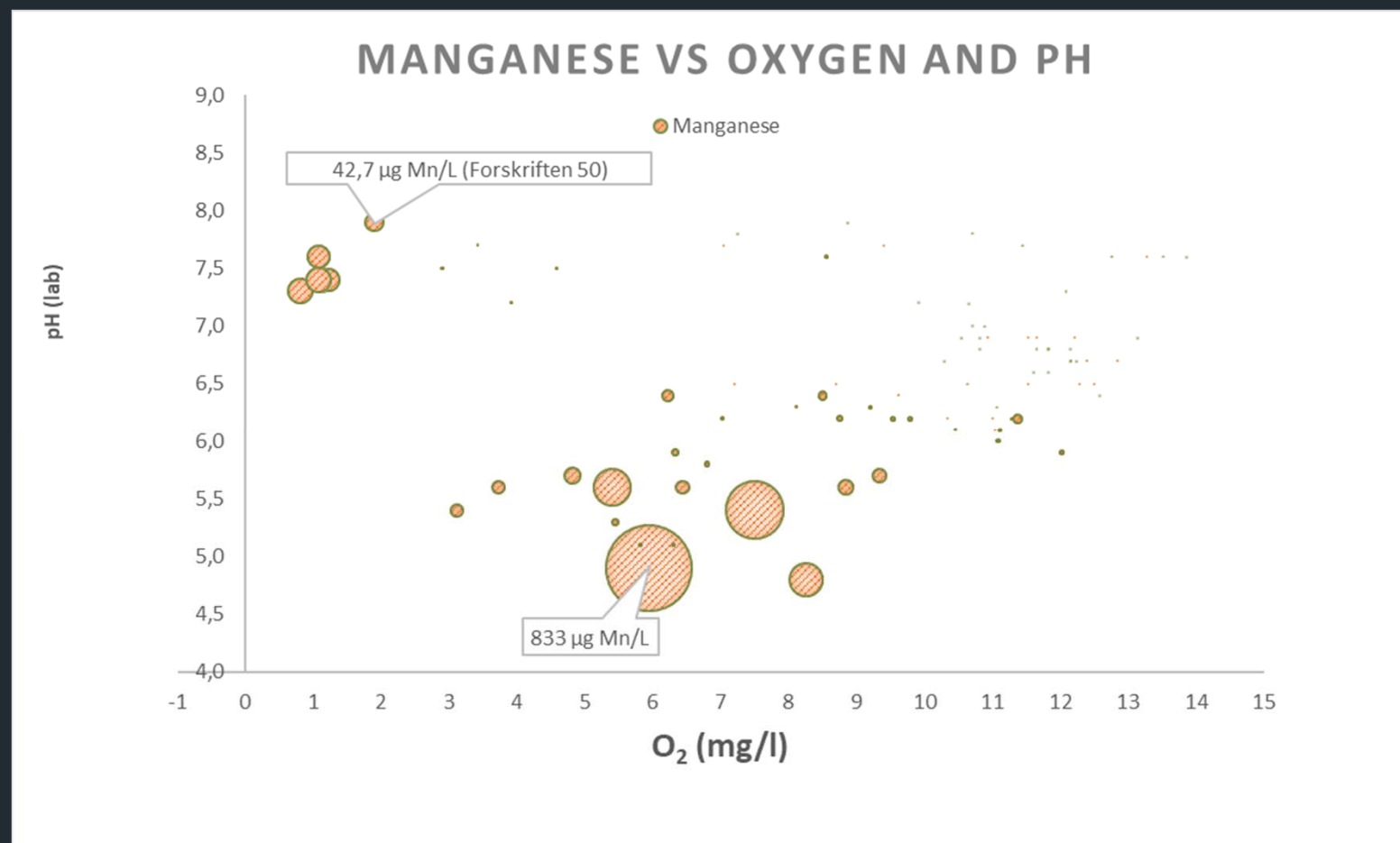
Bruksmessige utfordringer



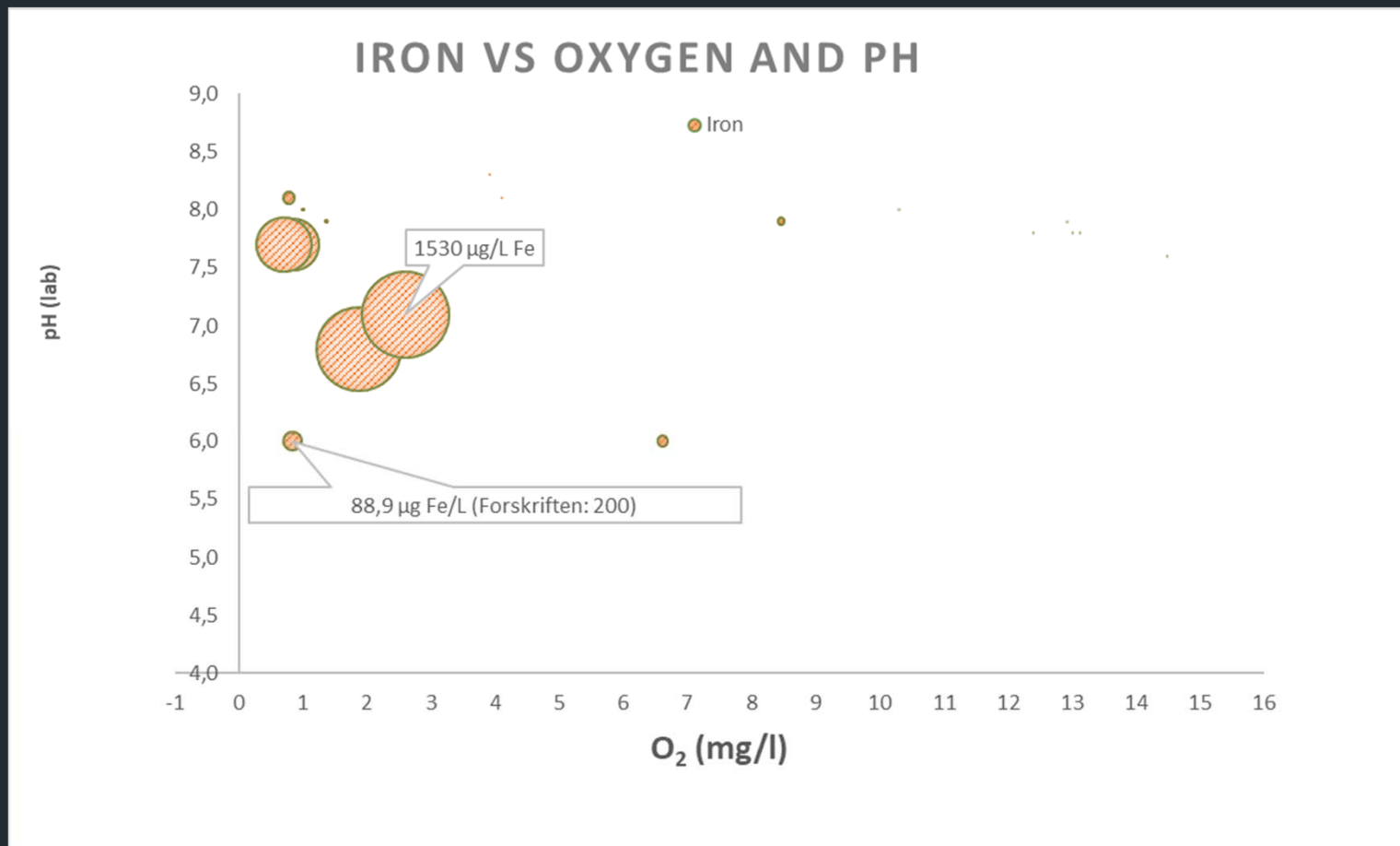
Mangan i grunnvann, fjell (LGN)



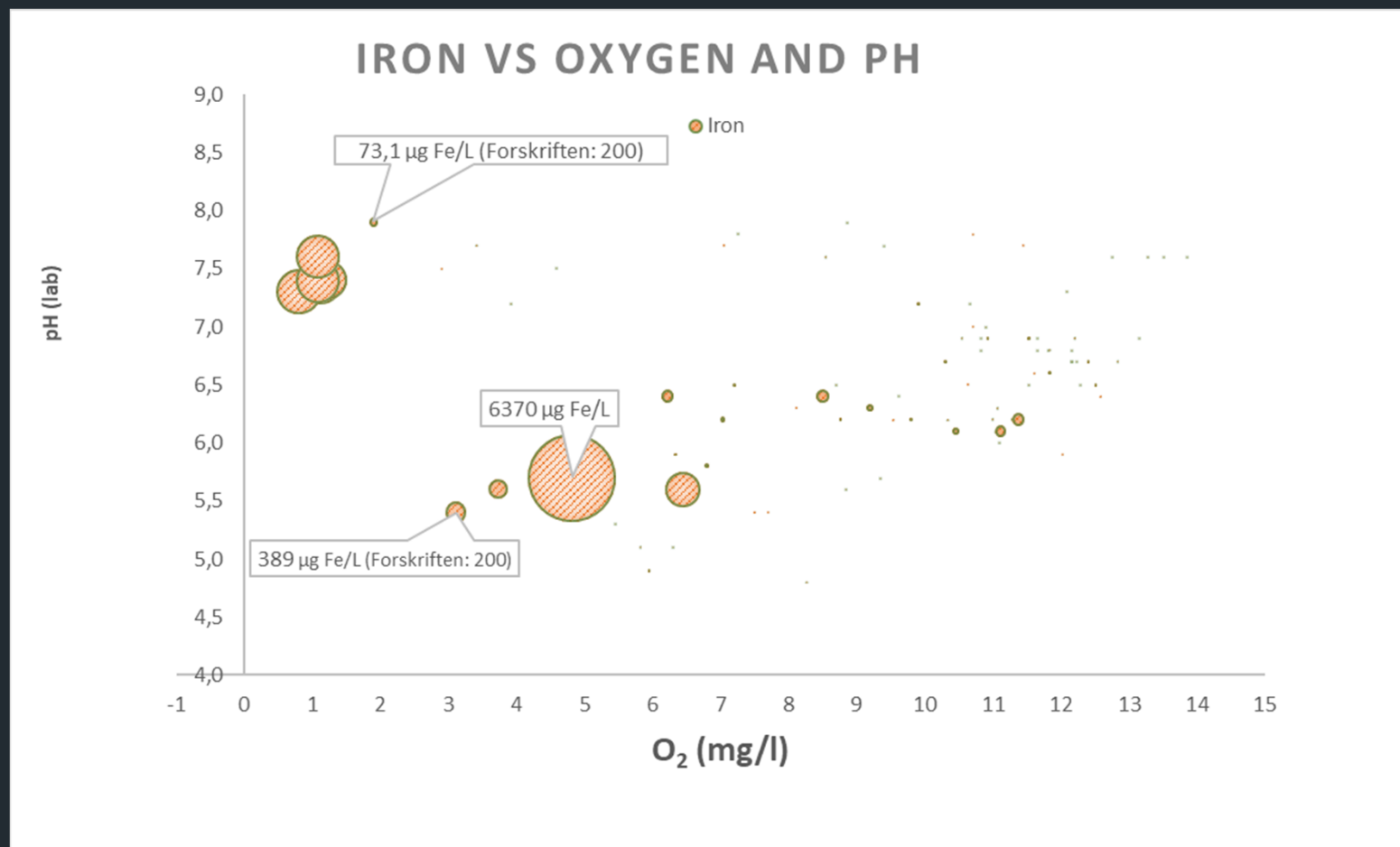
Mangan i grunnvann, løsmasser (LGN)



Jern i grunnvann, fjell (LGN)



Jern i grunnvann, løsmasser (LGN)



Nordic groundwater quality monitoring; status, trends and future

Pål Gundersen¹, Lærke Thorling², Johan Carlström³, Janne Juvonen⁴, Gerður Stefánsdóttir⁵
Atle Dagestad¹, Anna Seither¹, Ola Magne Sæther¹ & Øystein Jæger¹

¹ Geochemistry and Hydrogeology, Geological Survey of Norway, Norway
*email: pal.gundersen@ngu.no

² Grundvands- og Kvartergeologisk Kortlægning, Geological Survey of Denmark, Denmark

³ Grundvattenövervakning, Geological Survey of Sweden, Sweden

⁴ Freshwater Center, Water Information System, Finnish Environment Institute, Finland

⁵ Process. & Research, Icelandic Met Office, Iceland



Pesticides: Samples above limits

Sweeden - agricultur intensive areas (Bostrøm 2016):

20% of GW drinking water samples > (some) treshhold

6% of waterworks samples > (some) treshhold

Finland - pesticides monitored in 162 GWB mostly agricultur areas (Juvonen 2016):

9% of GWBs > total treshhold (0.5 ug/L)

Norway: Pesticides in agriculture areas (Roset 2013)

12 % of samples > recommended limit for drinking water

Agricultural sites

Lokalitet	NO ₃ ⁻	Metribuzin + meta- bolites	Glyfosat + meta- bolites	Multi- Meth- ode 15	Multi- Metho- de 101	Propi- kona- zole	Thia- benda- zole	Low dosis subst- ances
Overhalla	X				X	X		
Grødal	X	X				X		X
Haslemoen	X	X				X		X
Rimstad- moen	X	X				X		X
Horpestad	X		X			X		X
Lærdal	X	X						

■ X enhanced

■ X above turning point

■ X above treshhold

■ → Minorly enhanced on nitrate

→ Pesticides; proven occurrence on all sites,
some above treshhold



Overvåkning av norsk grunnvannskjemi



GEOLOGICAL
SURVEY OF
NORWAY
- NGU -

Selected sites



Urban

Orkanger
Mosjøen
Sunndalsøra
Elverum
Otta
Kongsberg
Gardermoen
Odda



Agriculture

Overhalla
Grødal
Haslemoen
Rimstadmoen
Horpestad
Lærdal



Mapping groundwater - drilling



Mapping groundwater - sampling



Mapping groundwater - analyses

•Field: Conductivity, pH, Alkalinity, O₂

Logging: Conductivity, Temp. Water level

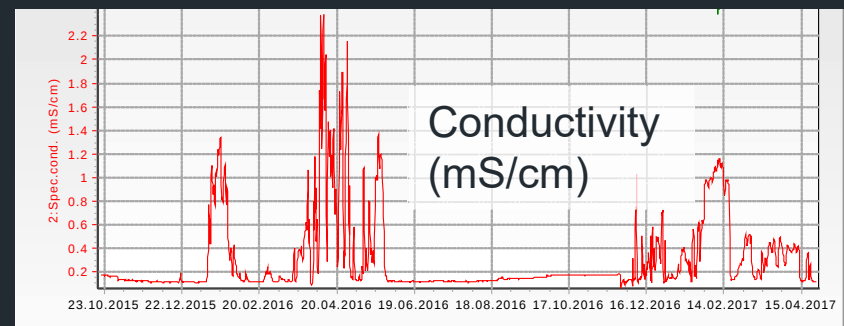
Lab: Inorganic; NO₃, NH₄, anions, cations

+ Urban: Organic analyses

- Hydrokarbones (C5 – C35)
- PAH (16 EPA)
- BTEX
- PCB 7
- Volatile organic (VOC 9)

+ Agriculture:

Pesticides (Glyfosat, Metribuzin,...)



LGN-grunnvannskjemi:

54 stasjoner

4 Stasjoner logges (CTD)

½ - 2 prøver pr år

45 parametere

> 2.500 prøver

> 100.000 målinger

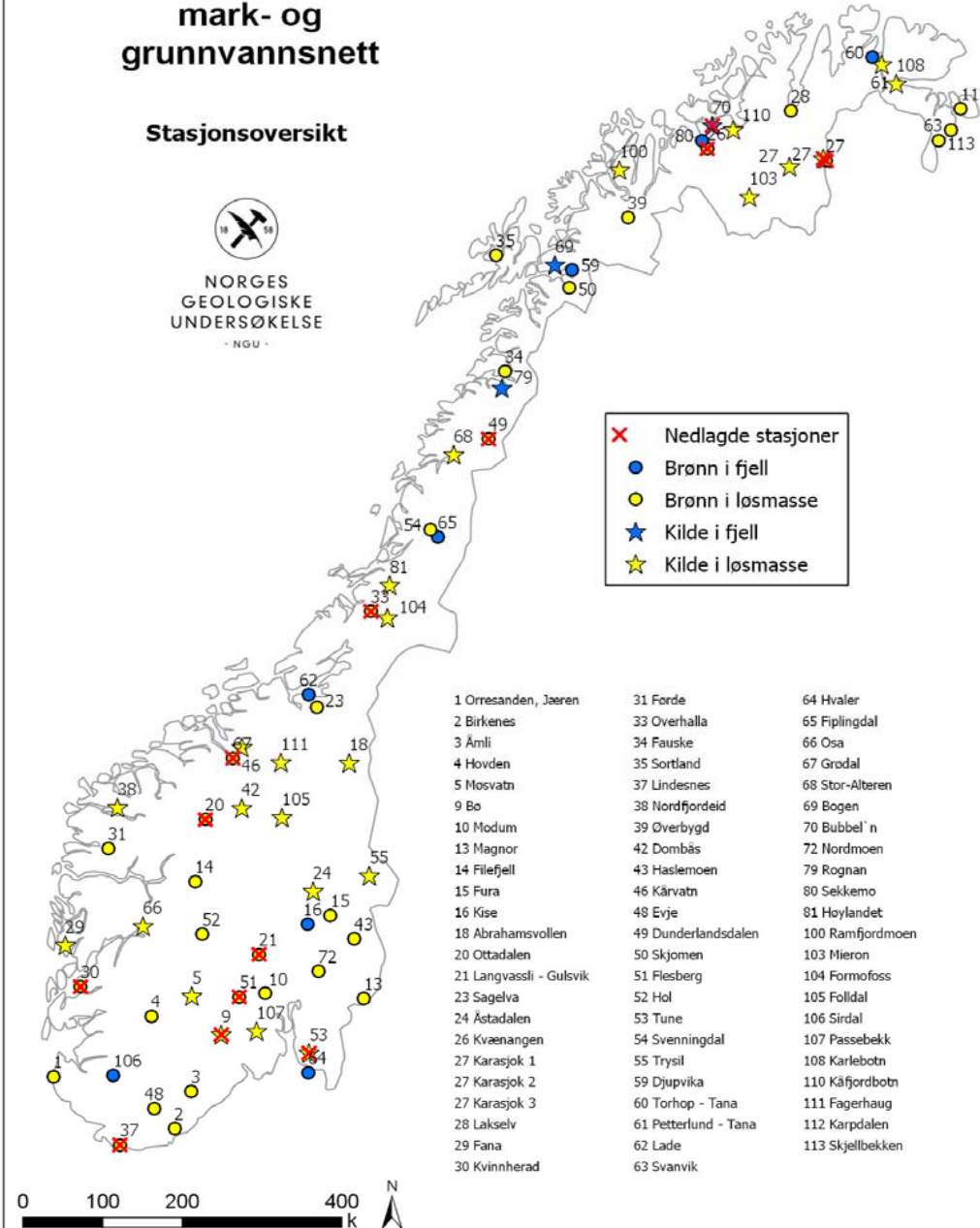


Landsomfattende mark- og grunnvannsnett

Stasjonsoversikt



NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE
- NGU -

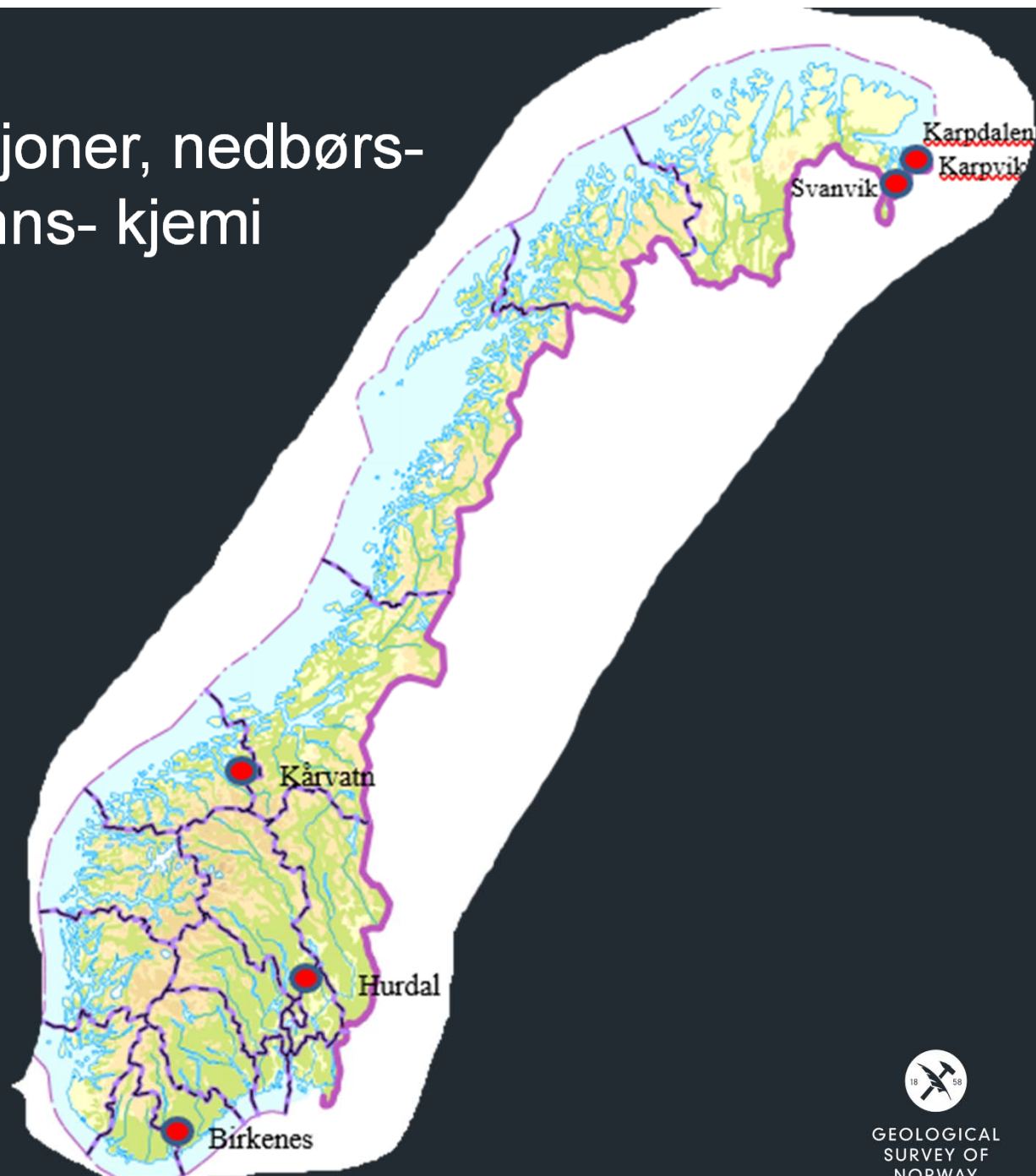


Kvalitet på vannanalyser



GEOLOGICAL
SURVEY OF
NORWAY
- NGU -

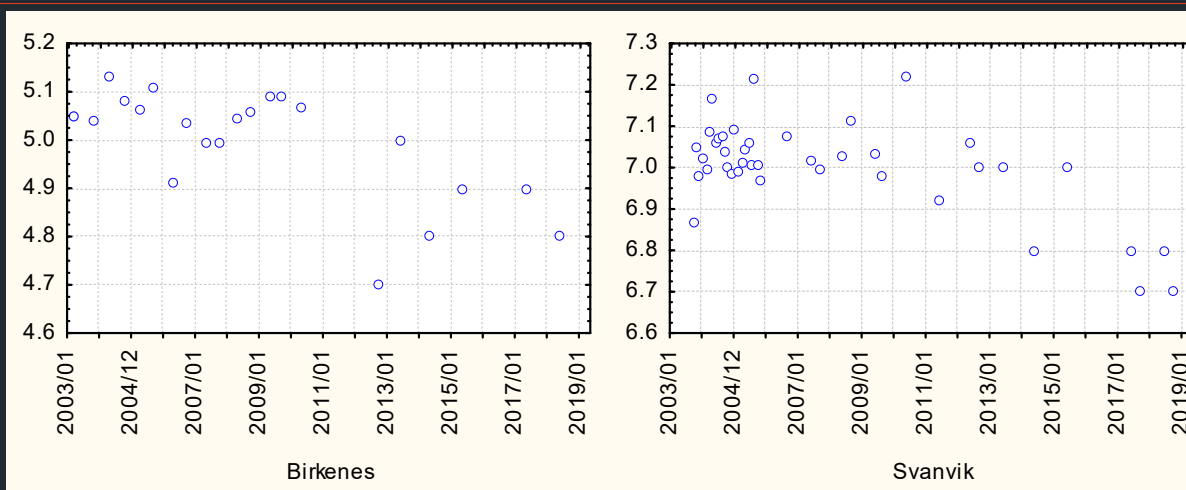
Overvåkingsstasjoner, nedbørs- og grunnvanns- kjemi



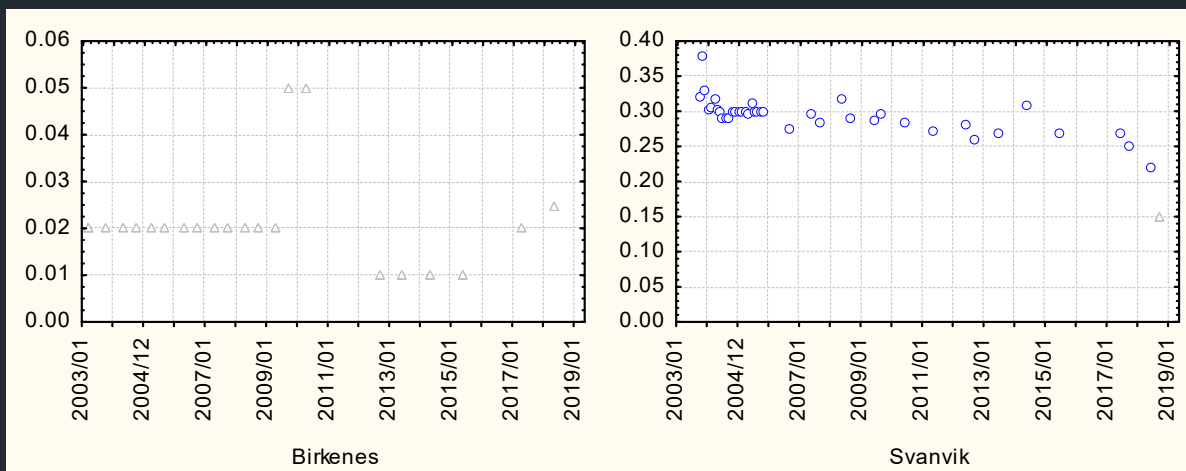
24.2.202
0

Lav verdier også viktige

pH



Alkalitet



Svanvik

Cu (µg/l)

Measured concentrations

1/2 LOQ (to low to quantify)

Year	Measured concentrations (µg/l)
2003	
2004	6.8, 4.1, 4.0, 3.9, 3.8, 3.7, 3.6, 3.5, 3.4, 3.3, 3.2, 3.1, 3.0, 2.9, 2.8, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 5.1
2005	4.1, 4.0, 3.9, 3.8, 3.7, 3.6, 3.5, 3.4, 3.3, 3.2, 3.1, 3.0, 2.9, 2.8, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 5.1
2006	4.1, 4.0, 3.9, 3.8, 3.7, 3.6, 3.5, 3.4, 3.3, 3.2, 3.1, 3.0, 2.9, 2.8, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 5.1
2007	4.1, 4.0, 3.9, 3.8, 3.7, 3.6, 3.5, 3.4, 3.3, 3.2, 3.1, 3.0, 2.9, 2.8, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 5.1
2008	4.1, 4.0, 3.9, 3.8, 3.7, 3.6, 3.5, 3.4, 3.3, 3.2, 3.1, 3.0, 2.9, 2.8, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 5.1
2009	4.1, 4.0, 3.9, 3.8, 3.7, 3.6, 3.5, 3.4, 3.3, 3.2, 3.1, 3.0, 2.9, 2.8, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 5.1
2010	4.1, 4.0, 3.9, 3.8, 3.7, 3.6, 3.5, 3.4, 3.3, 3.2, 3.1, 3.0, 2.9, 2.8, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 5.1
2011	4.1, 4.0, 3.9, 3.8, 3.7, 3.6, 3.5, 3.4, 3.3, 3.2, 3.1, 3.0, 2.9, 2.8, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 5.1
2012	4.1, 4.0, 3.9, 3.8, 3.7, 3.6, 3.5, 3.4, 3.3, 3.2, 3.1, 3.0, 2.9, 2.8, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 5.1
2013	4.1, 4.0, 3.9, 3.8, 3.7, 3.6, 3.5, 3.4, 3.3, 3.2, 3.1, 3.0, 2.9, 2.8, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 5.1
2014	4.1, 4.0, 3.9, 3.8, 3.7, 3.6, 3.5, 3.4, 3.3, 3.2, 3.1, 3.0, 2.9, 2.8, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 5.1
2015	4.1, 4.0, 3.9, 3.8, 3.7, 3.6, 3.5, 3.4, 3.3, 3.2, 3.1, 3.0, 2.9, 2.8, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 5.1
2016	4.1, 4.0, 3.9, 3.8, 3.7, 3.6, 3.5, 3.4, 3.3, 3.2, 3.1, 3.0, 2.9, 2.8, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 5.1
2017	4.1, 4.0, 3.9, 3.8, 3.7, 3.6, 3.5, 3.4, 3.3, 3.2, 3.1, 3.0, 2.9, 2.8, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 5.1
2018	4.1, 4.0, 3.9, 3.8, 3.7, 3.6, 3.5, 3.4, 3.3, 3.2, 3.1, 3.0, 2.9, 2.8, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 5.1
2019	4.1, 4.0, 3.9, 3.8, 3.7, 3.6, 3.5, 3.4, 3.3, 3.2, 3.1, 3.0, 2.9, 2.8, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 5.1
2020	4.1, 4.0, 3.9, 3.8, 3.7, 3.6, 3.5, 3.4, 3.3, 3.2, 3.1, 3.0, 2.9, 2.8, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 5.1
2021	

Radetiketter	Maks av Hg_Conc_NG U (µg/l)	Maks av As_Conc_NG U (µg/l)	Maks av Cd_Conc_NG U (µg/l)	Maks av Pb_Conc_NG U (µg/l)
0_DRIKKEVANNSFORSKR GRENSE	1	10	5	10
0_DRIKKEVANNSFORSKR				
TILTAK_Nedre				
0_DRIKKEVANNSFORSKR				
TILTAK_Ovre				
1_Vannforskrift_Terskel	0,5	10	5	10
1_Vannforskrift_Vendepunkt	0,4	7,5	3,75	7,5
2_Tilstandsgrense Klasse II				
Ferskvann i MD-Veil M-608 (AA-EQS). (For Cd; ved CaCO3<40 mg/L)	0,047	0,5	0,08	1,2
3_Tilstandsgrense Klasse III				
Ferskvann i MD-Veil M-608 (MAC-EQS). (For Cd; ved CaCO3<40 mg/L)	0,07	8,5	0,45	14
Abrahamsvollan	0,0028	0,081	0,174	6,6
Birkenes	0,001	15	0,049	0,953
Blank	0,0025	0,08	0,015	0,74
Bogen	0,001	0,025	0,015	0,025
Bukkefjell		0,025	0,015	0,025
Duvvika	0,001	0,478	0,015	3,05
Dombås	0,001	0,063	0,015	0,897
Evje	0,001	0,025	0,015	0,196
Fagerhaug	0,00279	0,08	0,015	0,025
Fana	0,001	0,256	0,144	0,625
Fauske	0,001	0,062	0,015	0,0684
Filefjell	0,001	0,025	0,066	3,66
Fjellingsdal	0,001	14,9	0,015	0,051
Folldal	0,001	0,025	0,16	0,025
Formofoss	0,001	0,133	0,015	0,025
Fura	0,001	0,025	0,575	0,73
Førde	0,001	0,118	0,045	1,12
Grødal		0,025	0,015	0,092
Haslemoen	0,001	0,053	0,015	0,24
Hol	0,001	0,092	0,015	0,107
Hovden	0,001	0,07	0,015	0,114
Hvaler	0,001	0,207	0,227	6,71
Høylandet	0,001	0,432	0,015	0,112
Karasjok	0,005	0,05	0,015	0,025
Karlshøgda	0,001	0,025	0,015	0,025
Karødalen	0,0025	0,674	0,015	0,025
Karødalen_dubbel	0,001	0,552	0,00549	0,005
Kise	0,001	8,73	0,015	0,463
Kåfjordbotn	0,001	0,47	0,032	0,133
Kårvatn	0,001	0,025	0,015	0,025

Radetiketter	Maks av Hg_Conc_NG U (µg/l)	Maks av As_Conc_NG U (µg/l)	Maks av Cd_Conc_NG U (µg/l)	Maks av Pb_Conc_NG U (µg/l)
Lade	0,001	3,06	0,015	0,068
Lakselv	0,001	0,06	0,015	0,175
Magnor	0,001	0,025	0,031	1,1
Mjøra	0,005	0,631	0,015	0,161
Modum	0,001	0,025	0,015	0,165
Møsvatn	0,001	0,346	0,033	0,17
Nordfjordeid	0,001	0,025	0,015	0,025
Nordmoen	0,001	0,025	0,064	0,101
Orresanden, Jæren	0,00655	0,459	0,015	0,289
Osa	0,001	0,197	0,015	0,074
Passebekk	0,001	0,09	0,082	0,025
Petterlund - Tana	0,001	0,3	0,032	0,057
Ramfjordmoen	0,001	0,674	0,015	0,025
Rognan	0,001	12	0,015	0,025
Sagelyva	0,001	0,13	0,015	0,192
Sagelyva_EkspresOverlapp	0,001	0,139	0,00222	0,0545
Sekken	0,001	2,09	0,015	0,441
Sirdal	0,001	0,089	0,23	0,177
Skjellbekken	0,0025	0,203	0,015	0,425
Skjomen	0,001	0,146	0,015	0,376
Sortland	0,001	0,141	0,015	0,181
Stor-Alteren	0,001	0,025	0,015	0,12
Svanvik	0,005	0,07	0,0155	0,087
Svenningdal	0,001	0,18	0,015	0,276
Torhaug - Tana	0,001	0,227	0,015	0,025
Trofors		0,09	0,015	0,025
Trysil	0,001	0,052	0,015	0,278
Øverbygd	0,001	0,577	0,015	0,025
Åmli	0,001	0,025	0,015	0,369
Åstadalen	0,001	0,025	0,056	0,262

Høye verdier må
stemme!



Noen utfordringer; grunnvann og lab

O₂ i grunnvann < 1 – 15 mg/L

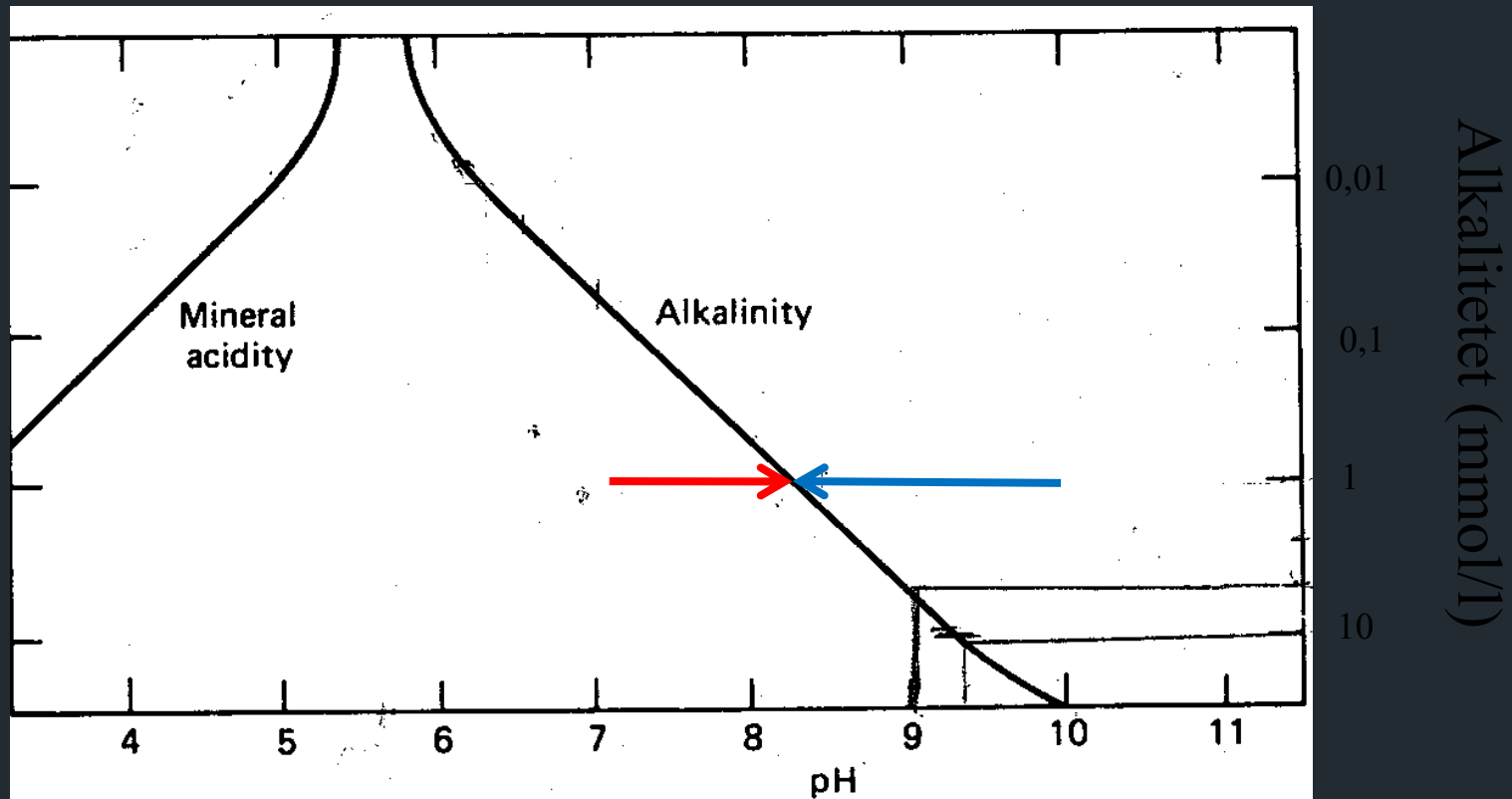
CO₂ i grunnvann

- overmettet ved lav pH og bakterieaktivitet i jord
- undermettet ved høy pH og lite biol. aktivitet
- temperaturer ~2-10°C

Grunnvannsprøve ikke i likevekt; utfellinger, gassutveksling, reaksjoner, adsorpsjon osv. under transport eller fra prøver helles opp til analyse



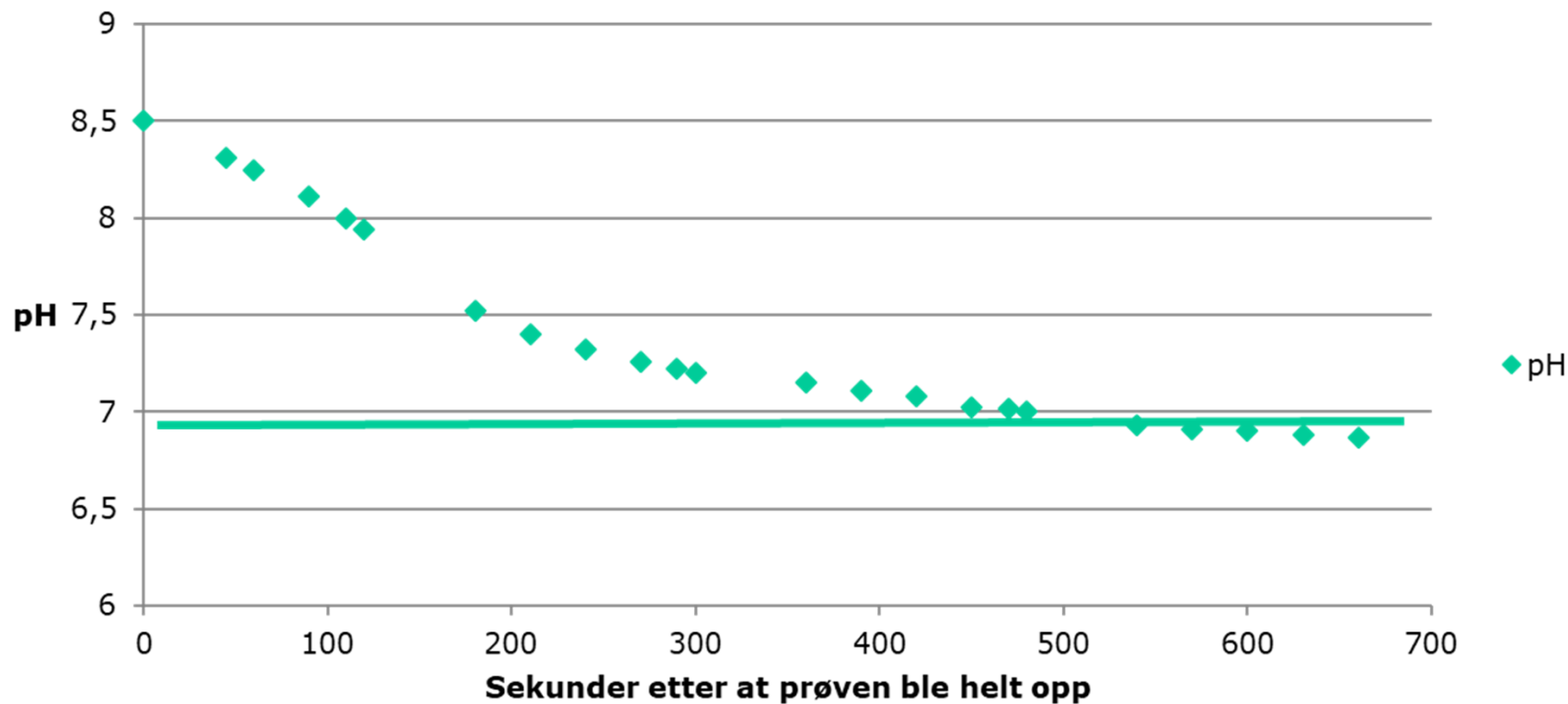
"likevekts-pH" i åpent karbonatsystem



Fra Stumm & Morgan(1995); Water Chemistry

Innstilling av likevekt mot atmosfærisk CO₂

pH- endring i 0,02 mmol/L Na₂CO₃

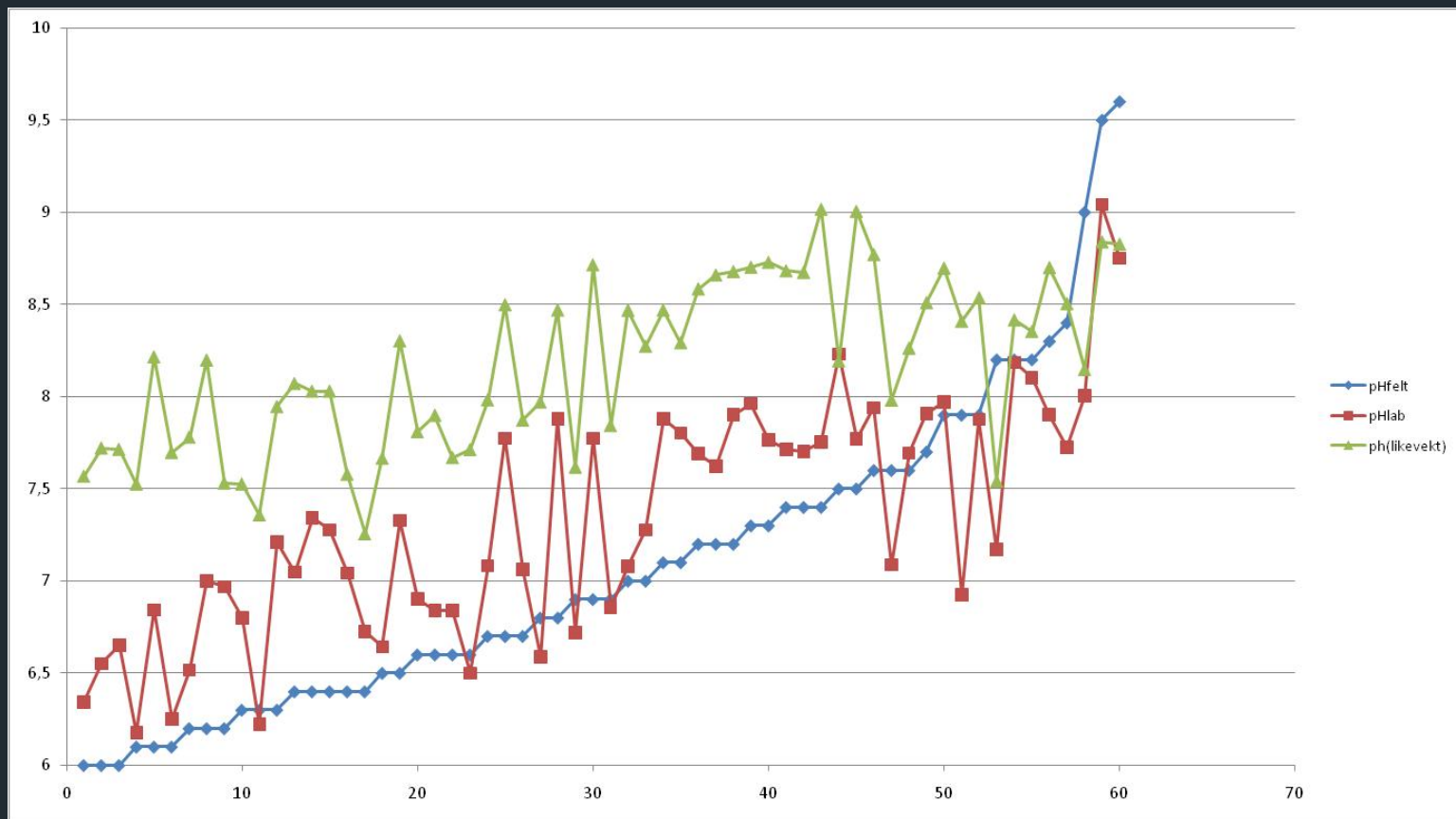


Kilde: Intern test NGU-Lab ~2007



GEOLOGICAL
SURVEY OF
NORWAY
- NGU -

LGN 2007 - pH på lab og i felt



Labtjenester – makes me happy if.... :

Rapportere helt likt hver gang:

- Kollonnenavn
- Kollonnerekkefølge
- I samme enhet (NO3 vs N-NO3)
- Rapportere rett i «masterfil»
- Så langt mulig; klargjort til vannmiljø-portalen
- Leselig faktura

- også verdiene under kvantifiseringsgrense
- inkludere kvalitetskontroll (CRM)



Prøvetaking

- Mikrobiologisk:
~ September (nedbørsepisoder/ overflatevann)
- Kjemisk/fysikalsk:
Desember (tørre perioder/ modent grunnvann)
April (snøsmelting)



Konklusjon

Selv om vannanalyser ikke er pålagt i private brønner/ små grunnvannsbaserte vannverk - bør det absolutt anbefales!

Fjellbrønner har oftere vannkjemiske utfordringer enn løsmassebrønner.

Viktigste parametere i grunnvann

- Mikrobiologisk
- Fluor
- Radon
- Jern og mangan

**Dårlig brønnutforming og –sikring
=> dårlig hygienisk kvalitet**



Takk!



GEOLOGICAL
SURVEY OF
NORWAY
- NGU -