

Rapport nr.: 2006.015		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Program og sammendrag for "Det 15. seminar om hydrogeologi og miljøgeokjemi", NGU 7.-8. februar 2006.			
Forfatter: Tove Aune (red.)		Oppdragsgiver: NGU	
Fylke:		Kommune:	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 52	Pris: kr 90,-
Feltarbeid utført:		Rapportdato: 31.01 .2006	Prosjektnr.: 2718.00
		Ansvarlig: <i>Pamf. Cramer</i>	
Sammendrag:  <p>Rapporten presenterer program, deltagerliste og sammendrag av foredrag og postere for «Det 15. seminar om hydrogeologi og miljøgeokjemi» ved NGU 7.-8. februar 2006.</p> <p>Rapporten inneholder sammendrag fra 24 foredrag og 4 posterpresentasjoner.</p> <p>Foredragene er gruppert i hovedtemaene hydrogeologi og miljøgeokjemi, og i samme rekkefølge som i programmet.</p> <p>Det er påmeldt 88 deltagere til seminaret hvorav 31 er ansatt ved NGU.</p>			
Emneord: Hydrogeologi	Hydrogeokjemi	Geokjemi	
	Miljøgeokjemi		
		Fagrapport	

## INNHold

Seminarprogram .....	6
Deltakerliste .....	10
Sammendrag:	
<b><i>Grunnvann og EUs Vanddirektiv – sentrale myndigheters aktiviteter og ansvar</i></b>	
Jan Cramer, NGU .....	14
<b><i>EUs vanddirektiv, Fylkesmannens rolle som vannregionmyndighet i forhold til grunnvann</i></b>	
Leif Inge Paulsen, Fylkesmannen i Nord-Trøndelag .....	16
<b><i>Forvaltning av grunnvann i Alta kommune</i></b>	
Per Ole Israelsen, Alta kommune .....	18
<b><i>Distinction of groundwater discharge areas using air-borne geophysical measurements in Finland</i></b>	
Jussi Leveinen, Jouko Vironmäki, Jukka Multala and Hannu Idman, Geological Survey of Finland .....	20
<b><i>Experience with geophysical methods in groundwater studies in Denmark with special focus on transient EM</i></b>	
Esben Auken and Kurt I. Sørensen, University of Aarhus .....	22
<b><i>Utnyttelse av grunnvann i henhold til Vannressursloven</i></b>	
Bernt Olav Hilmo, Asplan Viak AS .....	24
<b><i>Analyse av interaksjon mellom grunnvann og elvevann i et typisk vestlandsdalføre: Osa, Hordaland</i></b>	
Arve Misund, COWI AS, Hervé Colleuille, NVE og Oddmund Soldal, COWI AS .....	25
<b><i>Kvalitet av borebrønner i fjell: Resultater og konsekvenser for brønnutforming og arealbruk</i></b>	
Sylvi Gaut, Gaute Storrø, Frank Sivertsvik, Pål Gundersen og Torbjørn Sørdal, NGU .....	27
<b><i>Eksempel på nasjonale og internasjonale grunnvarmeanlegg som benytter spennende løsninger med grunnvann</i></b>	
Kirsti Midttømme og Randi K. Ramstad, NGU .....	28
<b><i>Dynamisk modellering av hydrogeologiske forhold ved Bryggen i Bergen. Kan Bryggen reddes?</i></b>	
Hans deBeer, NGU .....	29
<b><i>Ravinering og grunnvannsgradienter, hva skjer på Gardermoen?</i></b>	
Nils-Otto Kitterød, Bioforsk, Jord og miljø og Jim Bogen, NVE .....	30
<b><i>Impact of airborne pollution to groundwater quality in the Pasvik area</i></b>	
Liliosa M. Magombedze og Øystein Jæger, NGU .....	31
<b><i>Grunnvann i Norge på WEB</i></b>	
Jan Cramer og Sylvi Gaut, NGU .....	32

<b><i>Forurensede havnesedimenter, behov for helhetlig tilnærming. Et eksempel fra Bergen havn</i></b>	
Håkon Kryvi, Fylkesmannen i Hordaland og Oddmund Soldal, COWI AS .....	34
<b><i>Nye metoder for kartlegging av miljøtilstand i havnebassenger - eksempler fra Oslo havn</i></b>	
Aivo Lepland og Reidulv Bøe, NGU .....	35
<b><i>Underjordiske dilemmaer - eksempler fra Bergen</i></b>	
Håvard Bjordal, Bergen kommune .....	36
<b><i>Stendafjellet - et fjelldeponi for forurensede masser</i></b>	
Karsten Gundersen, Fana Stein og Gjenvinning AS .....	37
<b><i>Brommerte flammehemmere i norsk byjord</i></b>	
Toril Haugland, NGU .....	38
<b><i>Radon i inneluft - helserisiko, kartlegginger og tiltaksstrategier</i></b>	
Terje Strand, Aud Venke Sundal, Camilla Lunder Jensen og Katrine Ånestad, Statens strålevern .....	39
<b><i>Hvilke faktorer må inkluderes ved vurdering av byggegrunn med hensyn på radonfare?</i></b>	
Aud Venke Sundal og Terje Strand, Statens strålevern .....	41
<b><i>Industriell påverknad av elvesedimenter langs Driva</i></b>	
Anveig B. Halkjelsvik, NTNU .....	43
<b><i>Kartlegging av PCB i asfaltdekker</i></b>	
Torbjørn Jørgensen, Vegdirektoratet, Rolf Tore Ottesen og Morten Jartun, NGU ..	44
<b><i>A geochemical transect through Oslo - first results</i></b>	
Clemens Reimann, Tor Erik Finne, Øystein Nordgulen, Ola Magne Sæther, NGU og Arnold Arnoldussen, NIJOS .....	45
<b><i>Oppgraving av DEHP-forurensset masse i Litlevatnet på Blindheim i Ålesund</i></b>	
Øystein Solevåg, Bergfald & Co as .....	46

## **POSTERPRESENTASJONER**

***Postersesjon tirsdag 7. februar kl. 1800***

<b><i>Binding av tungmetaller i gipsslammet på Langøya</i></b>	
Binyam Lema Alemu, Universitetet i Oslo .....	48
<b><i>Heavy metals in Chinese forest soils</i></b>	
Mahsa Haei, Hans M. Seip, University of Oslo, Thorbjørn Larssen, Norwegian Institute of Water Research/University of Oslo, Rolf D. Vogt and Grethe Wibetoe, University of Oslo .....	49
<b><i>Effect of deicing chemicals on the unsaturated zone and groundwater at Gardermoen</i></b>	
Temesgen Kahsay, University of Oslo, Bente Wejden, OSL and Per Aagaard, University of Oslo .....	50
<b><i>Chemical characteristics of deep groundwater in the Gardermoen aquifer – geochemical control in the evolution of groundwater</i></b>	
Anja Sundal og Per Aagaard, University of Oslo .....	52

# **DET 15. SEMINAR OM HYDROGEOLOGI OG MILJØGEOKJEMI**

**Tirsdag 7. og onsdag 8. februar 2006**  
**Knut S. Heiers konferansesenter, NGU**  
**Leiv Eirikssons vei 39, Lade, Trondheim**

## ***PROGRAM***

### **Tirsdag 7. februar**

0900 – 0930 Registrering

0930 – 0935 Åpning av seminaret v/adm.dir. Arne Bjørlykke

### ***Hydrogeologi***

*Tema: Ressurvaluering – Ordstyrer: Atle Dagestad*

0935 – 0955 ***Grunnvann og EUs Vanddirektiv – sentrale myndigheters aktiviteter og ansvar***  
Jan Cramer, NGU

0955 – 1015 ***EUs vanddirektiv, Fylkesmannens rolle som vannregionmyndighet i forhold til grunnvann***  
Leif Inge Paulsen, Fylkesmannen i Nord-Trøndelag

1015 – 1035 ***Forvaltning av grunnvann i Alta kommune***  
Per Ole Israelsen, Alta kommune

1035 – 1050 ***Kaffe***

1050 – 1110 ***Distinction of groundwater discharge areas using air-borne geophysical measurements in Finland***  
Jussi Leveinen, Jouko Vironmäki, Jukka Multala and Hannu Idman, Geological Survey of Finland

1110 – 1130 ***Experience with geophysical methods in groundwater studies in Denmark with special focus on transient EM***  
Esben Auken and Kurt I. Sørensen, University of Aarhus

1130 – 1150 ***Utnyttelse av grunnvann i henhold til Vannressursloven***

Bernt Olav Hilmo, Asplan Viak AS

1150 – 1210 ***Analyse av interaksjon mellom grunnvann og ellevann i et typisk vestlandsdalføre: Osa, Hordaland***  
Arve Misund, COWI AS, Hervé Colleuille, NVE og Oddmund Soldal, COWI AS

1210 – 1225 Spørsmål og diskusjon

1225 – 1320 ***Lunsj***

*Tema: Fritt/NGU-nytt – Ordstyrer: Sylvi Gaut*

1320 – 1340 ***Kvalitet av borebrønner i fjell: Resultater og konsekvenser for brønnutforming og arealbruk***  
Sylvi Gaut, Gaute Storrø, Frank Sivertsvik, Pål Gundersen og Torbjørn Sørdal, NGU

1340 – 1400 ***Eksempel på nasjonale og internasjonale grunnvarmeanlegg som benytter spennende løsninger med grunnvann***  
Kirsti Midttømme og Randi K. Ramstad, NGU

1400 – 1420 ***Dynamisk modellering av hydrogeologiske forhold ved Bryggen i Bergen. Kan Bryggen reddes?***  
Hans deBeer, NGU

1420 – 1440 ***Ravinering og grunnvannsgradienter, hva skjer på Gardermoen?***  
Nils-Otto Kitterød, Bioforsk, Jord og miljø og Jim Bogen, NVE

1440 – 1455 ***Kaffe***

1455 – 1515 ***Impact of airborne pollution to groundwater quality in the Pasvik area***  
Liliosa M. Magombedze og Øystein Jæger, NGU

1515 – 1530 ***Grunnvann i Norge på WEB***  
Jan Cramer og Sylvi Gaut, NGU

1530 – 1550 Presentasjon av postere i auditoriet (5 min på hver)

1550 – 1600 Spørsmål og diskusjon

1630 –1800 *Informasjonsmøte om oppgaveplikten for grunnvannsundersøkelser (for konsulenter og andre som utfører slike undersøkelser)*

1800 **Postersesjon med forfriskninger**

***Binding av tungmetaller i gipsslammet på Langøya***

Binyam Lema Alemu, Universitetet i Oslo

***Heavy metals in Chinese forest soils***

Mahsa Haei, Hans M. Seip, University of Oslo, Thorbjørn Larssen, Norwegian Institute of Water Research/University of Oslo, Rolf D. Vogt and Gretehe Wibetoe, University of Oslo

***Effect of deicing chemicals on the unsaturated zone and groundwater at Gardermoen***

Temesgen Kahsay, University of Oslo, Bente Wejden, OSL and Per Aagaard, University of Oslo

***Chemical characteristics of deep groundwater in the Gardermoen aquifer – geochemical control in the evolution of groundwater***

Anja Sundal and Per Aagaard, University of Oslo

1900 **Seminarmiddag på NGU**

---O---

**Onsdag 8. februar**

***Miljøgeokjemi***

*Ordstyrer: Morten Smelror*

0900 – 0930 ***Forurensede havnesedimenter, behov for helhetlig tilnærming. Et eksempel fra Bergen havn***

Håkon Kryvi, Fylkesmannen i Hordaland og Oddmund Soldal, COWI AS

0930 – 0950 ***Nye metoder for kartlegging av miljøtilstand i havnebassenger - eksempler fra Oslo havn***

Aivo Lepland og Reidulv Bøe, NGU

- 0950 – 1010 ***Underjordiske dilemmaer - eksempler fra Bergen***  
Håvard Bjordal, Bergen kommune
- 1010 – 1030 ***Kaffe***
- 1030 – 1050 ***Stendafjellet - et fjelldeponi for forurensede masser***  
Karsten Gundersen, Fana Stein og Gjenvinning AS
- 1050 – 1110 ***Brommerte flammehemmere i norsk byjord***  
Toril Haugland, NGU
- 1110 – 1130 ***Radon i inneluft - helserisiko, kartlegginger og tiltaksstrategier***  
Terje Strand, Aud Venke Sundal, Camilla Lunder Jensen og Katrine Ånestad,  
Statens strålevern
- 1130 – 1150 ***Hvilke faktorer må inkluderes ved vurdering av byggegrunn med hensyn på radonfare?***  
Aud Venke Sundal og Terje Strand, Statens strålevern
- 1150 – 1220 ***DISKUSJON/SPØRSMÅL – Innledning***
- 1230 – 1330 ***Lunsj***
- Ordstyrer: Tor Erik Finne*
- 1330 – 1350 ***Industriell påverknad av elvesedimenter langs Driva***  
Anveig B. Halkjelsvik, NTNU
- 1350 – 1410 ***Kartlegging av PCB i asfaltdekker***  
Torbjørn Jørgensen, Vegdirektoratet, Rolf Tore Ottesen og Morten Jartun, NGU
- 1410 – 1430 ***A geochemical transect through Oslo - first results***  
Clemens Reimann, Tor Erik Finne, Øystein Nordgulen, Ola Magne Sæther, NGU  
og Arnold Arnoldussen, NIJOS
- 1430 – 1450 ***Oppgraving av DEHP-forurenset masse i Litlevatnet på Blindheim i Ålesund***  
Øystein Solevåg, Bergfald & Co as
- 1450 – 1530 ***Diskusjon og avslutning med utdeling av NHR-pris***  
Jan Cramer, NGU



## DELTAKERE

Etternavn	Fornavn	Institusjon/bedrift	Adresse	Postnr./-sted	Tlf.	Fax	E-post
Alemu	Binyam	University of Oslo	Olav M. Trovik vei 12 H0302	0864 OSLO	95934034		<a href="mailto:binyama@student.geo.uio.no">binyama@student.geo.uio.no</a>
Alstad	Kjetil	Forsvarsbygg Skifte Eiendom Øst	Postboks 4395	2308 HAMAR	62554000	62554002	<a href="mailto:kjetil.alstad@skifte.no">kjetil.alstad@skifte.no</a>
Andersen	Kirsti	Geolab Nor AS	Hornebergveien 5	7038 TRONDHEIM	73964000	73965974	<a href="mailto:kian@geolabnor.no">kian@geolabnor.no</a>
Andersen	Rune	Bergen Bygg & Eiendom KF	Allehelgensgt. 2	5016 BERGEN	55565649	55565645	<a href="mailto:rune.andersen@bergen.kommune.no">rune.andersen@bergen.kommune.no</a>
Auken	Esben	Universitetet i Aarhus	Finlandsgade 8	DK-8200 AARHUS N	+4528992587	+4586101003	<a href="mailto:esben.auken@geo.au.dk">esben.auken@geo.au.dk</a>
Berg	Tomm	NGU		7491 TRONDHEIM	73904375	73921620	<a href="mailto:tomm.berg@ngu.no">tomm.berg@ngu.no</a>
Bergan	Knut H.	Lillehammer kommune	Serviceboks	2626 LILLEHAMMER			<a href="mailto:knut.bergan@lillehammer.kommune.no">knut.bergan@lillehammer.kommune.no</a>
Bjordal	Håvard	Bergen kommune	Postboks 7700	5020 BERGEN	55566192	55566272	<a href="mailto:havard.bjordal@bergen.kommune.no">havard.bjordal@bergen.kommune.no</a>
Bjørnstad	Harald	Forsvarsbygg	Postboks 4394	2308 HAMAR	95927778		<a href="mailto:harald.bjornstad@forsvarsbygg.no">harald.bjornstad@forsvarsbygg.no</a>
Bolstad	Magne	Forsvarsbygg	Postboks 405 Sentrum	0103 OSLO	91168534		<a href="mailto:magne.bolstad@forsvarsbygg.no">magne.bolstad@forsvarsbygg.no</a>
Bølviken	Bjørn		Rute 512	2848 SKREIA			<a href="mailto:bjorn.bolviken@ngu.no">bjorn.bolviken@ngu.no</a>
Colleuille	Hervé	Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)	Postboks 5091 Majorstua	0301 OSLO	22959439	22959216	<a href="mailto:hec@nve.no">hec@nve.no</a>
Cramer	Jan	NGU		7491 TRONDHEIM	73904310	73921620	<a href="mailto:jan.cramer@ngu.no">jan.cramer@ngu.no</a>
Cramer	Torill	NGU	Svingen 8	2010 STRØMMEN	63843727		<a href="mailto:torill.cramer@ngu.no">torill.cramer@ngu.no</a>
Dagestad	Atle	NGU		7491 TRONDHEIM	73904360	73921620	<a href="mailto:atle.dagestad@ngu.no">atle.dagestad@ngu.no</a>
Dalby	Rune	AnalyCen	Postboks 3055	1506 MOSS	91339812	69279810	<a href="mailto:rune.dalby@analycen.no">rune.dalby@analycen.no</a>
deBeer	Hans	NGU		7491 TRONDHEIM	73904303	73921620	<a href="mailto:hans.debeer@ngu.no">hans.debeer@ngu.no</a>
Eide-Fredriksen	Jannicke	Oslo kommune	Boks 364 Sentrum	0102 OSLO	23491217		<a href="mailto:jannicke.eide-fredriksen@pbe.oslo.kommune.no">jannicke.eide-fredriksen@pbe.oslo.kommune.no</a>
Eriksen	Karin	Bergen Bygg & Eiendom KF	Allehelgensgt. 2	5016 BERGEN	55565648	55565645	<a href="mailto:karin.eriksen@bergen.kommune.no">karin.eriksen@bergen.kommune.no</a>
Finne	Tor Erik	NGU		7491 TRONDHEIM	73904319	73921620	<a href="mailto:tor.finne@ngu.no">tor.finne@ngu.no</a>
Forbord	Rolf E.	Asplan Viak Sør	Postboks 6723	7031 TRONDHEIM			<a href="mailto:rolfe.forbord@asplanviak.no">rolfe.forbord@asplanviak.no</a>
Frengstad	Bjørn	NGU		7491 TRONDHEIM	73904380	73921620	<a href="mailto:bjorn.frengstad@ngu.no">bjorn.frengstad@ngu.no</a>
Ganerød	Guri Venvik	NGU		7491 TRONDHEIM	73904313	73921620	<a href="mailto:guri.venvik.ganerod@ngu.no">guri.venvik.ganerod@ngu.no</a>
Gaut	Amund	Sweco Grøner AS	Postboks 400	1327 LYSAKER	67128430	67128212	<a href="mailto:amund.gaut@sweco.no">amund.gaut@sweco.no</a>
Gaut	Sylvi	NGU		7491 TRONDHEIM	73904362	73921620	<a href="mailto:sylvi.gaut@ngu.no">sylvi.gaut@ngu.no</a>
Greiff	Siri	Multiconsult AS	Sluppenvegen 23	7486 TRONDHEIM	73106200	73106230	<a href="mailto:siri.greiff@multiconsult.no">siri.greiff@multiconsult.no</a>
Grini	Randi Skirstad	NGI	Postboks 1230	7462 TRONDHEIM	93280238	73546184	<a href="mailto:randi.grini@ngi.no">randi.grini@ngi.no</a>
Gundersen	Karsten	Fana Stein og Gjenvinning	Fanaveien 221	5239 RÅDAL	93414410	93414410	<a href="mailto:karsten@fsg.no">karsten@fsg.no</a>
Gundersen	Pål	NGU		7491 TRONDHEIM	73904312	73921620	<a href="mailto:pal.gundersen@ngu.no">pal.gundersen@ngu.no</a>
Habberstad	Jan	Fylkesmannen i Sør-Trøndelag	Statens Hus	7468 TRONDHEIM	73199224	73199230	<a href="mailto:jah@fmst.no">jah@fmst.no</a>
Haei	Mahsa	Universitetet i Oslo	Olav M. Troviksvei 4, H0403	0864 OSLO	98881910		<a href="mailto:mahsa.haei@kjemi.uio.no">mahsa.haei@kjemi.uio.no</a>
Halkjelsvik	Anveig B.	NTNU			91554798		<a href="mailto:anveig@sunndals.net">anveig@sunndals.net</a>
Hallsteinsen	Gunnar	Ringerike kommune	Serviceboks 24	3504 HØNEFOSS	32117662		<a href="mailto:gunnar.hallsteinsen@ringerike.kommune.no">gunnar.hallsteinsen@ringerike.kommune.no</a>

Etternavn	Fornavn	Institusjon/bedrift	Adresse	Postnr./-sted	Tlf.	Fax	E-post
Haugen	Tore	Fylkesmannen i Sør-Trøndelag	Statens Hus, Prinsensgt. 1	7468 TRONDHEIM	73199200		<a href="mailto:tore.haugen@fmst.no">tore.haugen@fmst.no</a>
Haugland	Toril	NGU		7491 TRONDHEIM	73904300	73921620	<a href="mailto:toril.haugland@ngu.no">toril.haugland@ngu.no</a>
Hilmo	Bernt Olav	Asplan Viak AS	Postboks 6723	7031 TRONDHEIM			<a href="mailto:berntolav.hilmo@asplanviak.no">berntolav.hilmo@asplanviak.no</a>
Holthe	Mari Kristina	Student NTNU	Frode Rinnansvei 49	7050 TRONDHEIM	93210976		<a href="mailto:holthe@stud.ntnu.no">holthe@stud.ntnu.no</a>
Høiås	Olav	Fylkesmannen i Hedmark	Boks 4034	2306 HAMAR	62551160	62551161	<a href="mailto:olav.hoias@fmhe.no">olav.hoias@fmhe.no</a>
Israelsen	Per Ole	Alta kommune	Postboks 1403	9506 ALTA	78455218		<a href="mailto:per.ole.israelsen@alta.kommune.no">per.ole.israelsen@alta.kommune.no</a>
Jartun	Morten	NGU		7491 TRONDHEIM	73904309	73921620	<a href="mailto:morten.jartun@ngu.no">morten.jartun@ngu.no</a>
Jensen	Henning K.B.	NGU		7491 TRONDHEIM	73904305	73921620	<a href="mailto:henning.jensen@ngu.no">henning.jensen@ngu.no</a>
Johansen	Oddvar	Lillehammer kommune	Serviceboks	2626 LILLEHAMMER			<a href="mailto:oddvar.johansen@lillehammer.kommune.no">oddvar.johansen@lillehammer.kommune.no</a>
Jæger	Øystein	NGU		7491 TRONDHEIM	73904314	73921620	<a href="mailto:oystein.jager@ngu.no">oystein.jager@ngu.no</a>
Jørgensen	Torbjørn	Statens vegvesen, Vegdirektoratet	Postboks 8142, Dep.	0033 OSLO	22073967	22073265	<a href="mailto:torbjorn.jorgensen@vegvesen.no">torbjorn.jorgensen@vegvesen.no</a>
Kahsay	Temesgen G.	University of Oslo	Olav M. Troviks vei 28 H0615	0864 OSLO	93269883		<a href="mailto:temesgk@student.geo.uio.no">temesgk@student.geo.uio.no</a>
Kitterød	Nils-Otto	Bioforsk, Jord og miljø	Fredrik A. Dahls vei 20	1432 ÅS	64948105	64948110	<a href="mailto:nils-otto.kitterod@bioforsk.no">nils-otto.kitterod@bioforsk.no</a>
Kryvi	Håkon	Fylkesmannen i Hordaland	Postboks 7310	5020 BERGEN	55572000	55572009	<a href="mailto:haakon.kryvi@fmho.no">haakon.kryvi@fmho.no</a>
Kvitsand	Hanne	Rambøll Norge AS	Mellomila 79	7493 TRONDHEIM	73841133		<a href="mailto:hanne.kvitsand@ramboll.no">hanne.kvitsand@ramboll.no</a>
Lapinska-Viola	Renata	NGU		7491 TRONDHEIM	73904221	73921620	<a href="mailto:renata.viola@ngu.no">renata.viola@ngu.no</a>
Langedal	Marianne	Trondheim kommune		7004 TRONDHEIM	72542570		<a href="mailto:marianne.langedal@trondheim.kommune.no">marianne.langedal@trondheim.kommune.no</a>
Lepland	Aivo	NGU		7491 TRONDHEIM	73904311	73921620	<a href="mailto:aivo.lepland@ngu.no">aivo.lepland@ngu.no</a>
Lervik	Oddvar	Bergen Bygg & Eiendom KF	Allehelgensgt. 2	5016 BERGEN	55565647	55565645	<a href="mailto:oddvar.lervik@bergen.kommune.no">oddvar.lervik@bergen.kommune.no</a>
Leveinen	Jussi	Geological Survey of Finland	P O Box 96	02151 ESPOO, FINLAND	358205502109		<a href="mailto:jussi.leveinen@gtk.fi">jussi.leveinen@gtk.fi</a>
Liebel	Heiko	NGU		7491 TRONDHEIM			<a href="mailto:heiko.liebel@web.de">heiko.liebel@web.de</a>
Magombedze	Liliosa	NGU		7491 TRONDHEIM	73904336	73921620	<a href="mailto:liliosa.magombedze@ngu.no">liliosa.magombedze@ngu.no</a>
Mathey	Eric	Nordland fylkeskommune	Fylkeshuset, Næring- og samferdselsavd.	8048 BODØ	75650339		<a href="mailto:eric.mathey@nfk.no">eric.mathey@nfk.no</a>
Midttømme	Kirsti	NGU		7491 TRONDHEIM	73904316	73921620	<a href="mailto:kirsti.midttomme@ngu.no">kirsti.midttomme@ngu.no</a>
Misund	Arve	COWI AS	Strandgata 32	4400 FLEKKEFJORD	38327650	38327651	<a href="mailto:armi@cowi.no">armi@cowi.no</a>
Moen	Berit Forbord	NGU		7491 TRONDHEIM	73904490	73921620	<a href="mailto:berit.moen@ngu.no">berit.moen@ngu.no</a>
Moseid	Mari	Rambøll Norge AS	Mellomila 79	7493 TRONDHEIM	73841132		<a href="mailto:mari.moseid@ramboll.no">mari.moseid@ramboll.no</a>
Myhr	Kent Are	Fylkesmannen i Oslo og Akershus	Tordenskiolds gt. 12	0032 OSLO	22003634	22003658	<a href="mailto:kent-are.myhr@fmoa.no">kent-are.myhr@fmoa.no</a>
Olsen	Berit Brehme	Geolab Nor AS	Hornebergvn. 5	7038 TRONDHEIM	73964000	73965974	<a href="mailto:beol@geolabnor.no">beol@geolabnor.no</a>
Ottesen	Rolf Tore	NGU		7491 TRONDHEIM	73904302	73921620	<a href="mailto:rolf.tore.ottesen@ngu.no">rolf.tore.ottesen@ngu.no</a>
Paulsen	Leif Inge	Fylkesmannen i Nord-Trøndelag	Statens Hus	7734 STEINKJER	74168093		<a href="mailto:lip@fmnt.no">lip@fmnt.no</a>
Ramstad	Randi Kalskin	NGU		7491 TRONDHEIM	73904304	73921620	<a href="mailto:randi.kalskin.ramstad@ngu.no">randi.kalskin.ramstad@ngu.no</a>
Reimann	Clemens	NGU		7491 TRONDHEIM	73904307	73921620	<a href="mailto:clemens.reimann@ngu.no">clemens.reimann@ngu.no</a>
Reiten	Solvår	Fylkesmannen i Vest-Agder, Miljøvernadv.	Serviceboks 513	4605 KRISTIANSAND S	38176679	38176601	<a href="mailto:sre@fmva.no">sre@fmva.no</a>
Rikardsen	Fritz	Fylkesmannen i Troms	Postboks 6105	9291 TROMSØ	77642234	77642239	<a href="mailto:fri@fmtr.no">fri@fmtr.no</a>

Etternavn	Fornavn	Institusjon/bedrift	Adresse	Postnr./-sted	Tlf.	Fax	E-post
Rønning	Jan Steinar	NGU		7491 TRONDHEIM	73904441	73921620	<a href="mailto:jan.steinar.ronning@ngu.no">jan.steinar.ronning@ngu.no</a>
Røstum	Geir Arne	Fylkesmannen i Sør-Trøndelag	Statens Hus, Prinsensgt. 1	7468 TRONDHEIM	73199219	73199230	<a href="mailto:geir-arne.rostum@fmst.no">geir-arne.rostum@fmst.no</a>
Sivertsvik	Frank	NGU		7491 TRONDHEIM	7390486	73921620	<a href="mailto:frank.sivertsvik@ngu.no">frank.sivertsvik@ngu.no</a>
Smelror	Morten	NGU		7491 TRONDHEIM	73904180	73921620	<a href="mailto:morten.smelror@ngu.no">morten.smelror@ngu.no</a>
Soldal	Oddmund	COWI AS	Postboks 6051 Postterminalen	5892 BERGEN	53018600	53018601	<a href="mailto:ods@cowi.no">ods@cowi.no</a>
Solevåg	Øystein	Bergfald & Co as, avd. Møre og Romsdal	Solvågsvegen 90	6037 EIDSNES	70194016	70194017	<a href="mailto:oystein@bergfald.no">oystein@bergfald.no</a>
Storrø	Gaute	NGU		7491 TRONDHEIM	73904315	73921620	<a href="mailto:gaute.storro@ngu.no">gaute.storro@ngu.no</a>
Strand	Terje	Statens strålevern	Postboks 55	1332 ØSTERÅS	67162500	67147407	<a href="mailto:terje.strand@nrpa.no">terje.strand@nrpa.no</a>
Strømseth	Cathrin A.	Forsvarsbygg/Skifte Eiendom	Postboks 10	2027 KJELLER	90204547		<a href="mailto:cathrin.amundsen.stromseth@forsvarsbygg.no">cathrin.amundsen.stromseth@forsvarsbygg.no</a>
Støver	Lise	Geolab Nor AS	Postboks 5740	7437 TRONDHEIM	73964000	73965974	<a href="mailto:lise@geolabnor.no">lise@geolabnor.no</a>
Sundal	Anja	Universitetet i Oslo	Smalgangen 29	0188 OSLO	40885380		<a href="mailto:anjasu@student.geo.uio.no">anjasu@student.geo.uio.no</a>
Sundal	Aud Venke	Statens strålevern	Postboks 55	1332 ØSTERÅS	67162500	67147407	<a href="mailto:aud.sundal@nrpa.no">aud.sundal@nrpa.no</a>
Svalestad	Sigurd Anders	Fylkesmannen i Vestfold, Miljøvernadv.	Postboks 2076	3103 TØNSBERG	33371190		<a href="mailto:sigurd-anders.svalestad@fmve.no">sigurd-anders.svalestad@fmve.no</a>
Sæther	Ola Magne	NGU		7491 TRONDHEIM	73904372	73921620	<a href="mailto:ola.sather@ngu.no">ola.sather@ngu.no</a>
Sørdal	Torbjørn	NGU		7491 TRONDHEIM	73904201	73921620	<a href="mailto:torbjorn.sordal@ngu.no">torbjorn.sordal@ngu.no</a>
Tilset	Paul Arne	Fylkesmannen i Nord-Trøndelag	Statens Hus	7734 STEINKJER	74168214	74168175	<a href="mailto:paul-arne.tilset@fmnt.no">paul-arne.tilset@fmnt.no</a>
Valde	Sverre	Oslo kommune	Boks 364 Sentrum	0102 OSLO	23491216		<a href="mailto:sverre.valde@pbe.oslo.kommune.no">sverre.valde@pbe.oslo.kommune.no</a>
Vironmäki	Jouko	Geological Survey of Finland	P O Box 96	02150 ESPOO, FINLAND			<a href="mailto:jouko.vironmaki@gtk.fi">jouko.vironmaki@gtk.fi</a>
Volden	Tore	NGU		7491 TRONDHEIM	73904320	73921620	<a href="mailto:tore.volden@ngu.no">tore.volden@ngu.no</a>
Aagaard	Per	Universitetet i Oslo	Postboks 1047 Blindern	0316 OSLO	22856644	22854215	<a href="mailto:per.aagaard@geo.uio.no">per.aagaard@geo.uio.no</a>

# **FOREDRAG**

## **7. februar**

## **Grunnvann og EUs Vanndirektiv – sentrale myndigheters aktiviteter og ansvar**

**Jan Cramer, *Norges geologiske undersøkelse***

EUs Rammedirektiv for vann ('EUs Vanndirektiv') trådte i kraft i desember 2000, og har som mål å oppnå god kvalitativ og kvantitativ tilstand for alle vannressurser (grunnvann, overflatevann og kystnært marint vann) gjennom en samordnet forvaltning av disse ressurser. Grunnvann er en usynlig ressurs som hittil har hatt en mindre rolle i vannforsyningen i Norge, og dermed har den ofte blitt neglisjert i areal- eller ressursforvaltning. Innføring av EUs Vanndirektiv er derfor viktig for grunnvann i Norge, fordi det i betydelig grad setter grunnvann på dagsorden for en samordnet nasjonal vannforvaltning.

Siden 2001 har sentrale myndigheter og institusjoner, som SFT, NVE, NGU, FHI og Jordforsk arbeidet med tilrettelegging av grunnvannsaspekter i henhold til krav i direktivet. Dette omfatter både nasjonale og internasjonale aktiviteter, der de sistnevnte utføres både i EU sammenheng og med våre naboland Sverige og Finland. De nasjonale aktiviteter har vært styrt av Vanndirektivets program og tidsplan, med karakterisering og overvåking som hoved-tema for perioden 2001-2006. Karakterisering og overvåking av grunnvannsføremster danner grunnlaget for utvikling av en samordnet forvaltning av grunnvann og overflatevann.

Vanndirektivet krever en initiell karakterisering av landets grunnvannsføremster som omfatter en beskrivelse av disse føremster med hensyn til beliggenhet samt kvantitativ og kvalitativ tilstand. Denne initielle karakteriseringen skal kun være basert på eksisterende data. Karakteriseringsgruppe grunnvann (en arbeidsgruppe under Direktorsgruppe som ledes av SFT) utarbeidet først en veileder for karakterisering av grunnvannsføremster (NVE 2003). Deretter sammenstilte en gruppe av hydrogeologiske konsulenter og andre fageksperter i 2004 en første oversikt over antatt viktige grunnvannsføremster med uttakspotensial  $> 400 \text{ m}^3/\text{dag}$ . Med bakgrunn i begrenset omfang av eksisterende kart-leggingsdata vil denne første ressursoversikten nødvendigvis være en grov inndeling. Den andre delen av initiell karakterisering omfatter en vurdering av tilstanden for hver grunnvannsføremst, og en vurdering av risikoen for at en føremst på sikt ikke vil oppnå god kvantitativ og kvalitativ tilstand. En vurdering av tilstand og risiko ble gjennomført i 2005 i regi av den samme arbeidsgruppe som i dag heter Arbeidsgruppe grunnvann. Denne vurderingen resulterte i en inndeling av i alt 708 grunnvannsføremster der 1% av disse ble bestemt som 'at risk', 9% som 'possibly at risk', 39% som 'probably not at risk' og 51% av føremstene som 'not at risk' til å oppnå god kvantitativ og kvalitativ tilstand. Resultatene fra denne "grovkarakteriseringen" og risikovurderingen ble høsten 2005 oversendt til de fremtidige vannregion-myndighetene (Fylkesmannen) for kvalitetssikring.

Før de samordnete forvaltningsplaner for vann skal kunne utarbeides og tre i kraft (ca. 2010-12), må resultatene fra den initielle karakteriseringen verifiseres gjennom innsamling av nye mer detaljerte data, herunder en mer detaljert kartlegging av grunnvannsføremster, samt data fra vannovervåking.

I 2004 startet Overvåkingsgruppen som en ny arbeidsgruppe under Direktorsgruppen, med hovedansvar for å utarbeide forslag til et hensiktsmessig nasjonalt overvåkingssystem som tar hensyn til Vanndirektivets krav og forvaltningens behov. Gruppen skal også beskrive ansvars- og rollefordelingen med hensyn til vannovervåking mellom etater og forvaltnings-nivåer, og

fremme forslag til avklaring i Direktoratsgruppen dersom det foreligger uklarheter. Overvåkingsgruppens første rapport (DN 2005) gir for grunnvann en oversikt over Vanddirektivets krav til overvåking, over eksisterende overvåking som finnes i Norge i dag, og hovedprinsipper, ansvarsforhold og utviklingsbehov for et framtidig overvåkingssystem. I tillegg foreligger det en konsulentrapport med en første utredning om prinsippene for representativ basisovervåking av grunnvann (Asplan Viak 2005).

Arbeidet med karakterisering, risikovurdering og overvåking er i stor grad avhengig av å ha adgang til store mengder data og informasjon av forskjellige art. NGU utviklet en ny nasjonal grunnvannsdatabase (GRANADA, [www.ngu.no/kart/granada](http://www.ngu.no/kart/granada)), som ble brukt for karakterisering og risikovurdering av grunnvannsføremster. Myndighetene vil imidlertid ha behov for et integrert databasesystem som er tilrettelagt for samordnet vannforvaltning med all relevant informasjon om de tre forskjellige vanntyper. Et nytt nasjonalt vann-forvaltningssystem er nå under oppbygging i regi av NVE, og GRANADAs kartlag med alle grunnvannsføremster vil bli overført til dette nye systemet i løpet av 2006.

I det videre arbeidet med grunnvann vil sentrale myndigheter ha ansvar for blant annet:

- Utarbeidelse av nasjonale veiledere for karakterisering, tilstand- og risikovurdering, overvåking mm. av grunnvann.
- Opplæring av regionale vannmyndigheter (Fylkesmannen) for å øke kunnskap om grunnvann.
- Tilrettelegging av kunnskap og data om grunnvann i sentrale databaser for regional vannforvaltning, inkl. hydrologi, hydrogeologi, grunnvannskvalitet, vannforsyning, forurensning mm.
- Koordinering og videreføring av systematisk hydrogeologisk ressurskartlegging for å skaffe mer detaljerte landsdekkende data.
- Basisovervåking av grunnvann, herunder referanseovervåking.
- Koordinering og tilrettelegging av grunnvannsdata og –aktiviteter i grenseoverskridende vassdrag med Sverige og Finland.

Asplan Viak 2005. Representativ basisovervåking av grunnvann.

(Rapport utarbeidet av Asplan Viak AS på oppdrag fra Overvåkingsgruppen ved Direktoratet for naturforvaltning.) Asplan Viak Rapport 2005.

DN 2005. Overvåkingskravene i vanddirektivet, dagens overvåking og utviklingsbehov.

Direktoratet for naturforvaltning, DN Rapport 2005.

NVE 2003. Veileder for karakterisering av grunnvann i henhold til EU's vanddirektiv. (Rapport

utarbeidet av Asplan Viak AS på oppdrag fra Karakteriseringsgruppen ved Norges vassdrags- og energidirektorat.) NVE Rapport 2003.

## **EU's vanddirektiv, Fylkesmannens rolle som vannregionmyndighet i forhold til grunnvann**

**Leif Inge Paulsen, Fylkesmannen i Nord-Trøndelag**

EU's vanddirektiv anses for Europas viktigste miljødirektiv som skal sikre og forbedre økologisk og kjemisk status i overflatevann, kystvann og grunnvann innen 2015. Direktivet angir minimumsrammer for en helhetlig vannforvaltning, dvs en nedbørfeltbasert forvaltning der alle sektorer og myndigheter må forholde seg til miljømålene som blir satt i hht direktivet.

Ulike myndigheter driver forvaltning av betydning for miljøstatus i grunnvann:

### -Utslipp av forurensende stoffer:

Statens forurensningstilsyn er myndighet mht forurenset grunn, gruveforurensning samt deler av industrien. Fylkesmennene (FM) er delegert myndighet for saker innen grunnforurensning og industri, avfallsdeponier, farlig avfallsmottak, uttak av grus og pukk samt anlegg for behandling av kloakk fra større byer samt avløpslam.

Kommunene har de senere år fått stadig flere ansvarsområder og større (videre?) myndighet. De er planmyndighet med ansvar for plan- og bygningsloven. Ellers har kommunene myndighet mht. landbruksforurensning (silo, gjødsel, bakkeplanering), nydyrking, skogsbilvegbygging, silo og gjødselutslipp, forsøpling, nedgravde oljetanker, drift av oljeavskillere, ulovlig avfallbrenning og fra 2004 graving på forurenset grunn. Fra 01.01.06 har kommunene fått ytterligere økt myndighet for utslipp fra avløpsanlegg.

### -Uttak av grunnvann:

Norges vassdrags og energidirektorat (NVE) er vassdragsmyndighet mht inngrep i og uttak av vann fra vassdrag og grunnvann. Fylkesmannen uttaler seg til NVE i forhold til allmennhetens interesser. De senere år har stor interesse for småkraftverk skapt miljøutfordringer. Fylkesmannen har tidligere hatt lite fokus på grunnvann i denne sammenhengen. Grunnvannet står i likevekt med overflatevann som igjen påvirker bl.a. biologisk mangfold. Her er det nok behov for økt fokus på grunnvann.

### -Fylkesmannens rolle som vannregionmyndighet etter rammedirektivet for vann:

Forslaget til forskrift som nå er ute til høring legger opp til lik myndighetsfordeling som i dag. Fylkesmennene blir imidlertid vannregionmyndighet med ansvar for at miljømål, tiltaksprogram og forvaltningsplaner blir utarbeidet i samarbeid med andre myndigheter, sektorer og publikum. I dette ligger etter vår oppfatning løpende kontakt, koordinering og bevisstgjøring av andre myndighetsutøvere og sektorer. Fylkesmannen vil altså få en pådriverrolle. Ved uenighet kan formelt godkjente forvaltningsplaner avgjøres i Miljøverndepartementet.

### -Fylkesmannens ambisjoner mht grunnvann:

Grovkarakteriseringen av grunnvann gjennomført i regi av NVE viser at ingen grunnvannslokalteter i Nord-Trøndelag er vurdert til å ha dårlig miljøstatus. Om lag 10 % av grunnvannsforekomstene er imidlertid vurdert til muligens dårlige (possible at risk). Forhold som er vurdert som en trussel mot god økologisk miljøtilstand i grunnvann, er bl.a. grunnforurensning, uttak av grus og pukk, utslipp av avløpsvann, uttak til drikkevann, med mer.

Målsettingen framover blir å sikre grunnvannsforekomstene mot forurensninger og overforbruk, dette fordi grunnvann har en verdi i seg selv som råvannskilde og fordi grunnvann står i likevekt med overflatevann og kystvann som har stor økologisk betydning.

I statlig og regional miljøforvaltning har forurenset grunn, forurensede sedimenter og tilsyn med miljøgifter hatt høy prioritet de senere år. Hensynet til grunnvannsforurensning mener vi er ivaretatt gjennom statlig og regional forvaltning av forurensningsloven. Infiltrasjon av miljøgifter aksepteres ikke.

Eksempler på større saker innen grunnforurensning i NT er kreosotforurensning i fra NSB på 60-tallet i Gudå i Meråker og forurensning på Hell etter brann i et lager for farlig avfall i 1998. I den første saken ble kreosot fjernet ned til grunnvannsstanden. Ved Hell ble det i en periode krevd opppumping av grunnvann for rensing. Av utfordringene framover vil vi peke på dårlig ledningsnett for kloakk fra tettsteder. FM stiller nå krav om rehabilitering av ledningsnettet i flere kommuner. Ved Skjørdalen avfallsplass i Verdal tas det analyser av oppadstrømmende grunnvann som ledes ut under bunntettingen. FM vil ellers legge opp til økt fokus på grunnvannsuttak i forvaltningen, samt i våre uttalelser til NVE i saker etter vannressursloven.

Nord-Trønderske kommuner har store utfordringer knyttet til forvaltning av regelverket rundt nedgravde oljetanker. Små mengder olje kan gjøre stor skade på grunnvann. Mange oljetanker kan være gamle og korroderte. Få kommuner har gjort regelverket rundt nedgravde oljetanker gjeldene i sin kommune og skaffet seg oversikt over slike tanker. Kommunene i NT har ikke prioritert å delta på kurs arrangert om bygge- og graving på forurenset grunn. Trolig er utfordringene for grunnvann størst mht nedgravde oljetanker og gravearbeider på forurenset grunn.

Fylkesmannen ønsker å ta utfordringen med å være en tydelig vannregionmyndighet som ansvarliggjør kommunene til å benytte de virkemidler de besitter. Regelverket gir kommunene anledning til å innføre gebyr for å finansiere merarbeid og kostnader til miljøtiltak. Dette krever politisk vilje i kommune, noe som har vært tungt å oppnå tidligere. EU's vanddirektiv og den nye forskriften bør gi nødvendig press og legalitet for å sikre grunnvannsforekomstene.



## Forvaltning av grunnvann i Alta kommune

Per Ole Israelsen, *Alta kommune*

Stadig større andel av drikkevannsforsyning i Alta kommune kommer fra grunnvannskilder. Fra å bli møtt med stor skepsis, fremstår det nå nærmest som et krav at kommunens innbyggere skal ha forsyning fra grunnvann.

Alta kommune er 3 845 km<sup>2</sup> stor, noe som er større enn Vestfold fylke. Nærmere 18 000 personer bor i dag i Alta, og kommunen har i lang tid vært blant de med størst befolkningsvekst i landet. En stadig større del av innbyggerne bor i sentral-Alta, men fortsatt bor mange i bygdene rundt fjorden.

Kommunens utstrekning med spredt bosetning har gjort det nødvendig med mange vannkilder og vannverk. Kommunen eier og driver i dag 20 vannverk. Ni vannverk er basert på grunnvannskilder. For å erstatte eksisterende overflatekilder er ett nytt grunnvannsværk under etablering og ytterligere ett par vurderes. De kommunale vannverkene som benytter grunnvann, forsyner drøyt 88 prosent av befolkningen.

Samlet forsyner private vannverk og enkeltkilder knapt ni prosent av kommunens innbyggere. Nøyaktig antall private drikkevannkilder og hvor stor andel av disse som er grunnvannskilder, finnes ikke noen fullstendig oversikt over. Kommunen har i perioder gjennom ulike ordninger støttet etablering og utbedringstiltak ved private vannkilder. Fra kommunens side har det ikke blitt stilt krav til hvordan private kilder skal etableres og forvaltes.

Grunnvann har vist seg å være en svært god kilde til drikkevann i Alta kommune, særlig grunnvann fra løsmasser. Infiltreringen i grunnen gir en naturlig rensing og stabil kvalitet. Vannbehandling er ofte ikke nødvendig for å sikre hygienisk betryggende kvalitet. Tidligere ved overflatekildene ble en del av forsyningssikkerheten sikret med selvføll, mens et forsyningssystem med grunnvann er avhengig av tekniske innretninger som høydebasseng.

I de områdene hvor det ikke er løsmassekilder eller gode overflatevannkilder har det blitt etablert en rekke fjellbrønner. Alta kommune har variabel erfaring med bruk av fjellbrønner til vannforsyning. Tilsiget er vanskelig å bestemme og inndele i restriksjonsområder, og beskyttelsen i grunnen er begrenset.

I løpet av de siste tiårene er det blitt gjennomført en rekke søk etter grunnvann til vannforsyning i Alta. Norges geologiske undersøkelse har stått for mange av disse, og i det såkalte Finnmarksprogrammet ble det 1989/90 gjort en omfattende identifisering av mulighetene for grunnvannsuttak i fjell og løsmasser. De siste årene har det på ny vært gjennomført en rekke undersøkelser for å kartlegge grunnvannsressursene for å kunne gi godt og nok vann til vannverkene.

Basert på blant annet veiledningsmateriellet fra Folkehelseinstituttet er det utarbeidet et sett restriksjonsbestemmelser. Bestemmelsene er i stor grad standardisert slik at alle vannverkene prinsipielt benytter de samme restriksjonene. Sonegrensene defineres for hvert vannverk basert på lokale forhold, men følger i hovedsak en struktur avhengig av hvilken type overflate- eller grunnvannskilde det gjelder.

En helhetlig forvaltning av grunnvannressursene forutsetter dagens datagrunnlag forbedres. Posisjonsdata og annen informasjon vedrørende grunnvannsutttak og forurensningskilder må gjøres bedre og lettere tilgjengelig. Blant annet i forhold til arealplanlegging og utslippstillatelser ligger det et potensial her.

## **Distinction of groundwater discharge areas using air-borne geophysical measurements in Finland**

**Jussi Leveinen, Jouko Vironmäki, Jukka Multala and Hannu Idman, *GTK, Geological Survey of Finland***

In countries that utilize a large number of relatively small sand and gravel aquifers, the delineation of the surface water and terrestrial ecosystems directly depended on ground water as a part of the implementation of the Water Framework Directive (WFD) will be a challenging task. For example, in Finland the delineation of groundwater bodies and the groups of groundwater bodies will be essentially based on the 2226 glaciofluvial formations classified as "important ground-water areas" in the existing records of the Regional Environmental Centres. In addition, nearly **2200** sites have been already delineated as apart of the Natura 2000-program in order to protect different types of habitats. Many of the protected areas have been delineated adjacent to or within the groundwater bodies, and include springs, seepage areas and small groundwater discharge ponds. Therefore, also in many Natura areas, the role of discharging ground water vs. surface water flow or direct precipitation needs to be assessed. This analysis will be technically easier and less controversial if the delineation of and further classification of groundwater discharge localities can be based on objective and quantitative criteria.

Air-borne geophysical mapping covers the whole Finland. The measurements have been done using a fixed wing aircraft with **200** m line spacing and 30-40 m altitude. The data includes gamma radiation, electromagnetic and magnetic measurements. Topographic relief under the measurement lines is recorded with GPS and radar altimeter measurements.

Variations in air-borne gamma-radiation measurements (U, Th, K) reflect variations in radioactivity and radiation absorption properties within the uppermost few decimetres up to 1 m of the subsurface. Since water is a strong absorbent of gamma-radiation, surface water bodies and areas where the surficial soils are close to water saturation can be distinguished as poorly radiating areas. In addition to seepage areas of actual groundwater systems these can comprise areas that represent local perched groundwater systems. Although the uppermost parts of soil cover can become saturated or nearly saturated after heavy rainfall and snow melt, such phenomena do not last long in sand and gravel aquifers systems and influence is in general insignificant in airborne gamma-radiation measurements.

The distinction of actual ground-water discharge areas can continue subsequently, by utilizing the airborne electromagnetic measurements. The electromagnetic (EM) measurements give information on electric conductivity (or resistivity) of subsurface in depths of few meters to few tens of meters. EM-data has been successfully interpreted to find buried esker formations and to give rough estimates of depth to bedrock under fine glaciomarine and organic-rich sediments. EM measurement is rather sensitive to the grain-size and porosity of the subsurface so that at least thick aquifer forming sand- and gravel-dominated areas can be distinguished from other soil types with poor hydraulic conductivity. Interpretation can be further improved by selecting representative measurement lines for analysis using smooth 1-D inversion methods. Integrated interpretation of geoscientific information can be also be supported by magnetic measurements which can indicate e.g. presence of fracture zones in bedrock that can contribute to the local groundwater balance.

Based on experiences obtained in environmental, engineering and groundwater exploration studies, integrated interpretation of geoscientific information with multiple datasets of airborne geophysical measurements will provide potential means to face the challenges following the implementation of European wide water policies.

The air-borne geophysical data, particularly, can be used to scan the areas and points of groundwater discharge. In addition, such data can be also used to delineate nutrient sensitive areas, such as areas where buried aquifers are close to surface. Expensive and time consuming field investigations can probably be significantly reduced – but not totally replaced- by a GIS-based analysis of the air-borne data complemented with e.g. satellite image analysis for phreatophyte-vegetation.

## **Experience with geophysical methods in groundwater studies in Denmark with special focus on transient EM**

**Esben Auken and Kurt I. Sørensen**  
*HydroGeophysics Group, University of Aarhus*

Transient EM (TEM) is commonly used in hydrogeophysical investigations as a fast and relatively cheap screening method of the subsurface (Sørensen et. al 2005, Danielsen et. al, 2003). The method yields a high resolution of layers with low resistivity making it suitable for delineation of high resistivity aquifers bounded by low resistivity clays (Jørgensen et al., 2003) for mapping fresh water - salt water interfaces or for mapping sediments resting on bedrock.

As opposed to the resistivity method current is not directly pushed into the ground but is induced when the current in the transmitter loop is turned off. The transmitter loop for groundbased TEM systems is typically a square with a side length of 40 – 100 m. The induced current in the ground diffuses downwards and outwards in the subsurface and thereby they generate a secondary magnetic field which is measured at the surface with a small induction coil. The TEM method is described in detail by Nabighian and Macnae (1991).

The TEM method is not to the same degree influenced by equivalent layer sequences as the resistivity method. In fact, the only serious equivalence is the lack of ability to determine the resistivity of a high resistivity layer between to low resistivity layers.

The main limitation to the use of the TEM method in densely inhabited areas as Europe is the omnipresent cables for power distribution, telephones etc. These man-made “conductors” disturb the measurements significantly and the disturbance cannot be removed from the data. In general, soundings must be made at least 100 – 150 m away from any manmade conductor or fence to avoid disturbed data.

The transient response is an extremely difficult quantity to measure and the demands to accurate hardware and processing software are high. Only a few commercial available groundbased systems are in fact capable of measuring the transient response to the degree of accuracy and over the time range needed for aquifer mapping. Most equipments are developed for mapping of base metals which produce anomalies a factor of 10 – 100 larger than the background response. Contrary, the anomalies produced by e.g. a 80 ohm-m aquifer layer embedded in a 40 ohm-m clay rich till is often not larger than a factor of 1.15 – 1.25.

Recent developments in instrumentation and data processing methods have made it possible to produce the same data quality in the air as on the ground. The SkyTEM system represents such a system. The SkyTEM system has a penetration depth from about 10 m down to 300 m (dependent of the overall resistivity of the subsurface). The data do not suffer from static effects and they do not need levelling or other correction.

In this presentation we will discuss the main advantages and drawback of the TEM method for structural geological mapping and we will outline the major differences between ground based and airborne TEM (SkyTEM). Finally, we will show an example from Hadsten, north-west of Aarhus, where the SkyTEM method at the same time has been used to map a buried valley, top of limestone and the saltwater interface in the limestone.

### ***References***

- Danielsen, J.E., Auken, E., Jørgensen, F., Søndergaard, V. and Sørensen, K.I., 2003, The application of the Transient Electromagnetic method in hydrogeophysical surveys: *Journal of Applied Geophysics*, 53, 4, 181 – 198.
- Jørgensen, F., Sandersen, P. B. E. and Auken, E., 2003, Imaging Buried Quaternary Valleys using the Transient Electromagnetic Method: *Journal of Applied Geophysics*, 53, 4, 199 – 213.
- Nabighian, M. N. and Macnae, J. C., 1991, Time domain electromagnetic prospecting methods. In: *Electromagnetic methods in applied geophysics*, edited by M. N. Nabighian, Society of Exploration Geophysicists, 1991, p. 427-520.
- Sørensen, K. I., Auken, E., Christensen, N. B., and Pellerin, L., 2005, *An Integrated Approach for Hydrogeophysical Investigations. New Technologies and a Case History: Near-surface Geophysics Volume II. Application and case histories.* SEG publication.

## Utnyttelse av grunnvann i henhold til Vannressursloven

**Bernt Olav Hilmo, *Asplan Viak AS, Trondheimskontoret***

Ny lov om vassdrag og grunnvann (Vannressursloven) trådte i kraft 01.01.2001. Formålet med vannressursloven er å sikre en samfunnsmessig forsvarlig bruk og forvaltning av vassdrag og grunnvann.

Dette foredraget vil omhandle noen nye utfordringer til utnyttelse av grunnvann ved bruk av Vannressursloven, og spesielt knyttet til eierrettigheter til grunnvann. I henhold til §44 i Vannressursloven tilhører grunnvannet grunneieren til den grunn som grunnvannet befinner seg i eller under. Ligger en grunnvannsforekomst under flere eiendommer, ligger den til eiendommene som sameie med et partsforhold som tilsvarer hver eiendoms areal på overflaten.

I foredraget vil det bli vist eksempler på grunnvannsforekomster som er planlagt benyttet til vannforsyning, men hvor rettighetsspørsmål og erstatninger har skapt store problemer for videre utbygging.

Et eksempel er en grunnvannsforekomst på Oppdal som ble påvist i forbindelse med utredning av en ny vannkilde til et privat vannverk. Grunnvannsforekomst har god kvalitet og tilstrekkelig kapasitet, og ble ut fra beliggenhet og vannkvalitet antatt å være rimelig å bygge ut. Selve forekomsten er forsøkt avgrenset på grunnlag av et stort antall boringer. Den ligger under 7 forskjellige grunneiere, men det er påvist gode forhold for grunnvannsuttak på bare en eiendom. Denne grunneieren har etter vannverkets mening satt fram helt urealistiske økonomiske krav, både for å etablere brønner på sin eiendom og for mengde uttatt grunnvann fra sin eiendom. I og med at grunnvannet i dette tilfellet tilhører alle grunneiere som et sameie, kan ikke en grunneier fremme spesifikke erstatningskrav for sin del av grunnvannet. Vannverket har brukt og vil bruke store ressurser på å finne andre lokaliteter for grunnvannsuttak som vil gi mindre konflikt med grunneiere. Konflikten mellom vannverk og grunneier gir mye jobb for konsulenter og jurister, men bidrar loven til en samfunnsmessig forvaltning av grunnvannet?

Det andre eksemplet omhandler en grunnvannsforekomst som er vurdert som ny vannkilde til Bjerkvik vannverk i Narvik kommune. Her har NGU påvist en grunnvannsforekomst, men kommunen får ikke tillatelse fra grunneierne til brønnetablering, prøvepumping og eventuell utbygging. Kommunen ser seg ikke tjent med å ty til ekspropriasjon for å få etablert grunnvannsanlegg i området, da dette i følge kommunen vil skape et svært vanskelig forhold til grunneierne. De utreder nå andre alternativer basert på rensing av overflatevann og andre grunnvannsforekomster, men disse alternativene vil gi en mye dyrere utbygging.

På bakgrunn av eksemplene vil det bli diskutert om loven fungerer etter hensikten, om den blir forstått på riktig måte og om utnytting og forvaltning av grunnvann er blitt mer komplisert som følge av loven.

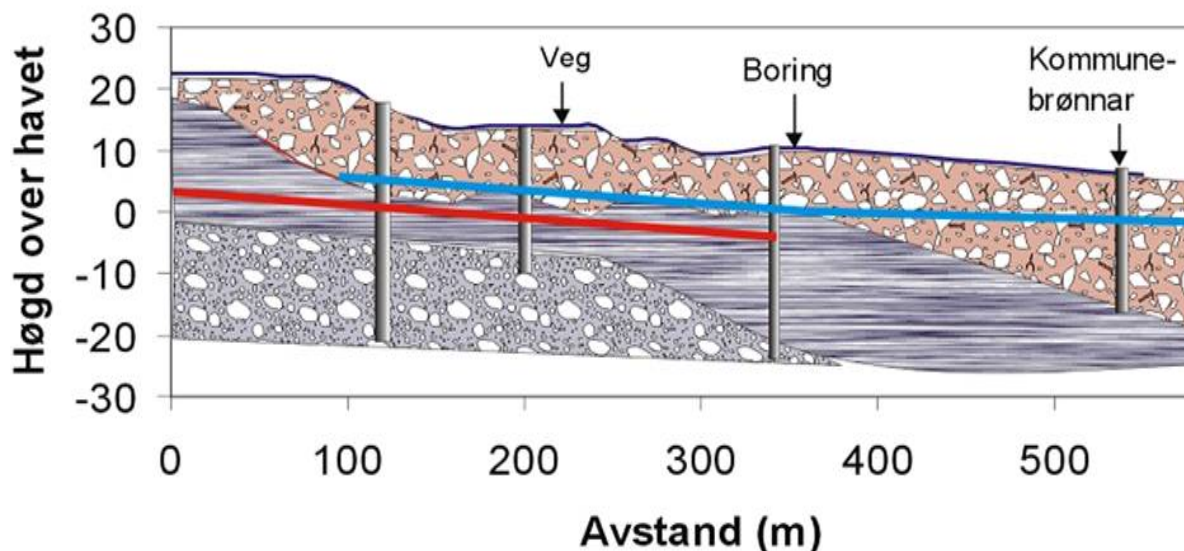
## Analyse av interaksjon mellom grunnvann og ellevann i et typisk vestlandsdalføre: Osa, Hordaland

Arve Misund<sup>1</sup>, Hervé Colleuille<sup>2</sup> og Oddmund Soldal<sup>1</sup>

<sup>1</sup>COWI AS, <sup>2</sup>Norges vassdrags- og energidirektorat

Osa-vassdraget består av to små elver (Norddøla og Austdøla) som renner sammen et par hundre meter før utløpet til Osafjorden. Mange av kildene oppover langs disse elver kommer ut fra åpne sprekker i fjell (som mates ved snøsmelting og nedbør), renner ut gjennom rasmateriale og kommer ut over et finkornet lag øverst i lagpakken av sedimenter i dalføret. Dette gjør at mesteparten av vannet renner inn til elvene i form av kildebekker, og elvene mates ikke direkte av grunnvann. Observert grunnvannsstand ligger under elvevannsstand både ved Norddøla og Austdøla. Forskjellen mellom elvevannsstanden og grunnvannsstanden er ca. 40-70 cm langs Norddøla og opptil 10 meter mellom Austdøla og et delvis lukket magasin lang Austdøla. I dette delvis lukkede magasinet er variasjoner i grunnvannsstanden både forsinket og dempet i forhold til elvevannsstanden. Dette magasinet har stor transportkapasitet for grunnvann. Det mates delvis fra fjellsidene og delvis av elveinfiltrasjon og dreneres ut via undersjøiske kilder langs fjordkanten.

Det er laget en grunnvannsmodell (utviklet i Visual Modflow 4.0) som består av 3 lag. Det er et øvre lag (grusig sand) der Norddøla og Austdøla infiltrerer til en åpen akvifer som benyttes av det kommunale vannverket. Langs Austdøla er det registrert et semipermeabelt lag som utgjør lag 2 (siltig sand). Under dette er det en delvis lukket akvifer hvor brønnene til Osa Vasseksport er plassert (lag 3: grusig sand). Modellen er kalibrert mot observasjoner i brønner, og hydraulisk ledningsevne er justert slik at observerte og simulerte data stemmer godt overens. Simuleringer er basert på tidsseriedata for vannivå i Austdøla og Norddøla. Simuleringene viser at grunnvannsnivåene varierer i takt med elvevannsstandene, men strømningsbildet er relativt stabilt. Austdøla og Norddøla mater grunnvannsmagasinet både under høy- og lavvannføring. På grunn av den store forskjellen mellom elvenivå og grunnvannsspeil i Austdøla, hender det at elva går tørr i perioder. I Norddøla er det imidlertid relativt jevn vannføring gjennom året, og dette skyldes i stor grad flere kilder langs dalsiden som mater elva med vann.





På Rena i Hedmark, hvor samspill mellom grunnvann og ellevann ble analysert tidligere (Colleuille et al., 2004), er forholdene annerledes ved at det er en veksling mellom perioder hvor grunnvannet mater elva (lav vannstand i elva) og elva mater grunnvannet (flom). Største forskjell i forhold til Rena er at gradienten på elvene er mye større på Vestlandet, og dette utgjør den viktigste parameter mht. strømningsforholdene. På Rena er det en gradient på ca. 20 cm for 500 m, i Osa er det flere titalls meter. Til forskjell fra Østlandet styres også grunnvannsnivået i deltaområdet i typiske Vestlandsfjorder av havnivå som har et relativt konstant nivå. Fjordlandskapet på Vestlandet er karakterisert med brattere og trangere daler som også gir mindre vassdrag enn på Østlandet. Observerte data fra Norddøla og Austdøla viser at nedbørsperioder fører til raske endringer i elvenivå (mange små flommer). Overflateavrenningen i disse nedbørsfeltene er derfor forholdsvis høy pga skarp topografi, rask snøsmelting og raskt tilstrømning gjennom permeable rasmaterialer (stein og blokker) og åpne sprekker i fjell. Mye av dette vannet strømmer ut av rasmaterialet i kilder før det renner ut i elvene (grunnvann med relativt lav oppholdstid). Dette stemmer bra med Baseflow beregning (Wong og Colleuille, 2005) som viser at andel grunnvann med lang oppholdstid (dvs. med stabil temperatur og kjemiske karakteristika), kan være betydelig lavere i Vestlandsvassdrag med skarp topografi enn på Østlandet. Om vinteren er 75-95% av vannføringen på Østlandet grunnvann, mens det ligger rundt 40-60% i enkelte vassdrag på Vestlandet og i Nord-Trøndelag.

Etter reguleringen, som fant sted i 1979 ved overføring til Simadal, er det skjedd en markert endring i vannregime i Austdøla og Norddøla. Vannføringen er i perioder ned mot 10 % av det opprinnelige, ellevannstanden har sunket med ca. 50 cm og ellevannstandens amplitude har blitt sterkt redusert. Samtlige grunnvannsrør i området er påvirket av regulering. Påvirkningsgrad av grunnvannsstand øker i nærheten til elvene. Det er uklart om lavere vannføring etter regulering og følgende lavere grunnvannsstand i den øvre akviferen har ført til lavere vanninntrengningsmengder i den nedre akviferen. Begge akviferer mates stort sett direkte ved infiltrasjon fra elvene, og pålegg om minstevannføring vil dermed ha en positiv effekt mht. utnyttelse av grunnvannsressurser på Osa (kommunalt vannverk til Ulvik kommune og grunnvannsanlegg for eksport av drikkevann fra Osa Vasseksport (OVE)).

Colleuille, H., Wong, W.K. og Dimakis, P. 2004: Elv og grunnvann. Analyse av interaksjon mellom et grunnvannsmagasin og Glomma på Rena (002.Z). NVE Rapportserien Miljøbasert vannføring: Rapport nr. 3-04 Grunnvannsmodellering, 114 s.

Misund, A., Colleuille, H. og Soldal, O. 2005: Elv og grunnvann. Analyse av interaksjon mellom grunnvann og ellevann i et typisk vestlandsdalføre: Osa, Hordaland. NVE Rapportserien Miljøbasert vannføring: Rapport nr. 4-05, 84 s.

Wong, W. K og Colleuille, H. 2005: Elv og grunnvann. Estimering av grunnvannsbidrag til det totale avløpet ved hydrogramseparering. NVE Rapportserien Miljøbasert vannføring: Rapport nr. 5-05, 62 s.

## **Kvalitet av borebrønner i fjell: Resultater og konsekvenser for brønnutforming og arealbruk**

**Sylvi Gaut, Gaute Storrø, Frank Sivertsvik, Pål Gundersen og Torbjørn Sjørdal, *Norges geologiske undersøkelse***

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har gjennom to prosjekter satt fokus på sammenhengen mellom vannkvalitet og arealbruk og brønnutforming i forbindelse med borebrønner i fjell. Gaut (2005) har gjennom sin doktorgrad ("Factors influencing microbiological quality of groundwater from potable water supply wells in Norwegian crystalline bedrock aquifers") vist at dersom typiske forurensningskilder som septiktanker, beitedyr og gjødsling med naturgjødning befinner seg < 100 m fra brønnen, øker sjansen betraktelig for at brønnvannet blir mikrobiologisk forurenset. Men, skjer denne forurensningen i grunnvannsmagasinet eller i forbindelse med selve borebrønnen?

Feltbefaringer har vist at brønnutforming over bakkenivå ofte er mangelfull. Brønnskummer er i dårlig forfatning og det er også observert brønner i drift som verken har brønnlokk eller annen form for beskyttelse. I tillegg er det kommet tilbakemeldinger fra flere brønneiere om dårlig vannkvalitet i perioder med mye nedbør og/eller ved ansamling av overflatevann rundt brønnene. Sistnevnte satte fokus på brønnutforming også under bakkenivå.

I 2004 startet NGU opp prosjektet "Brønnkvalitet" der ca 220 brønner fra enkelthusholdninger eller vannverk, er filmet med et videokamera primært for å inspisere overgangen mellom foringsrøret og fjell. Inspeksjonene viser små eller store lekkasjer i flere brønner, men de fleste har ingen tydelige lekkasjeproblemer. I tillegg observeres det tydelig oppsprekking eller "utrasing" under foringsrørene flere steder. Det er vanlig med kondens i foringsrørene, noe som fører til striper av rust fra foringsrøret og ned i selve borhullet. Dette har en del steder gjort det vanskelig å vurdere om det er kondensvann eller små lekkasjer som observeres. Kjemiske jernutfellinger eller rustfarget biofilm sammen med høy vannstand i borhullene har vanskeliggjort inspeksjonen og det har flere steder ikke vært mulig å vurdere innlekkasje.

Prosjektene har vist at skikkelig brønnutforming både over og under bakkenivå er viktig for å sikre god vannkvalitet. Basert på resultatene har det derfor blitt laget et forslag til anbefalt brønnutforming for borebrønner i fjell (Gaut, 2005).

### ***Referanser***

Gaut, S., 2005: Factors influencing microbiological quality of groundwater from potable water supply wells in Norwegian crystalline bedrock aquifers. Doktoringeniøravhandling 2005:99. Institutt for geologi og bergteknikk, NTNU, 153 sider + vedlegg

## **Eksempel på nasjonale og internasjonale grunnvarmeanlegg som benytter spennende løsninger med grunnvann**

**Kirsti Midttømme og Randi K. Ramstad, *Norges geologiske undersøkelse***

Norge har i løpet av de 5 siste årene blitt et av verdens ledende land i bruk av geotermisk energi. Spesielt har grunnvarme blitt populært for større offentlige og private bygninger. For 2005 er det foreløpig innrapportert 20 nye større grunnvarmeanlegg. I valg av type grunnvarme velges tradisjonelle løsninger, der over 90 % av anleggene er energibrønner i fjell. Mange spennende løsninger og varianter er fortsatt uprøvd.

I EU er det flere gode eksempler på bruk av aktiv lading av borehull og grunnvannsakviferer:

- Ved bruk av solfangere kan man fange solenergi som dumpes ned i grunnen og varmer opp grunnvann eller berggrunn.
- Om sommeren kan varmt overflatevann varmeveksles med grunnvannet og heve temperaturen i grunnen.
- Flere steder er det muligheter for å bruke spillvarme fra industri eller forbrenningsanlegg til å lade grunnvannsakviferer og brønnparker. Mange land har etablert sertifiseringsordninger for bruk og salg av grønn energi. Det gir ekstra fordeler til de bedrifter som velger å utnytte spillvarme. Det forventes at også norske politikere vil innføre slike grønne ordninger.

Bruk av grunnvarme i drivhus og gartneri er spesielt gunstig. I tillegg til å spare energi gir grunnvarme bedre inn klima og bedre kvalitet på plantene. Nederland er det store foregangslandet her, men også i Norge har et par gartneri investert i grunnvarmeanlegg.

Siste "nye tema" internasjonalt er bruk av grunnvarme innen akvakultur –industrien. Også her til lands utredes muligheten for å bruke geotermisk energi til å heve temperaturen i et settefiskanlegg.

## **Dynamisk modellering av hydrogeologiske forhold ved Bryggen i Bergen. *Kan Bryggen reddes?***

**Hans deBeer, Norges geologiske undersøkelse**

Setninger i grunnen er et alvorlig problem som truer kulturmiljøet ved Bryggen. Flere prosjekter har blitt utført, både for å klarlegge forhold som fører til setninger i grunnen og for å identifisere effektive metoder for å overvåke setningene. NGU utarbeider en numerisk grunnvannsmodell som beskriver de hydrogeologiske forholdene rundt Bryggen som kan benyttes til å vurdere og evaluere effekten av framtidige tiltak for å redusere setningene i dette området. Dette foredraget presenterer foreløpige resultater fra modelleringsarbeidet samt planlagt videre arbeid.

Som følge av bl.a. grunnvannssenkning og forråtnelse i fyllmassene har det oppstått betydelige setninger i kulturlagene under bygningene ved Bryggen. Hensikten med å utarbeide en grunnvannsmodell er å øke forståelsen for de komplekse hydrogeologiske forholdene rundt Bryggen, og kvantifisere grunnvannstrømmen (vannbalanse) i dette området. Modellen skal brukes til vurdere effektive tiltak for å heve og stabilisere grunnvannstanden, og dermed oppnå en forventet reduksjon i setningsforløpet i området.

Den lokale grunnvannstanden blir påvirket av mange forskjellige faktorer som nedbør, løsmasse- og berggrunnsgeologi, sjønivå, dreneringssystemer, overvannsinfiltrasjon, lekkasjer gjennom kloakk-, overvann- og spillevannsledninger, terrengbruk, ledningsgrøfter og ikke minst undergrunnsinstallasjoner som spuntvegger, kjellere og tunneler. Modellen blir brukt for å kvantifisere påvirkningen av ovennevnte faktorer på grunnvannsstrømningen og gjennom det en forståelse av vannbalansen i området.

Til modelleringen har NGU benyttet programvaren FEFLOW<sup>®</sup>, som bl.a. er egnet til å modellere dynamisk grunnvannstrømning, tetthetsstrømning, strømning i sprekkesystemer, varmestrømning og strømning i den umettede sonen.

Utarbeidelsen av grunnvannsmodellen, samt utførte grunnundersøkelser, nivå-, vannførings- og setningsmålinger viser at hovedårsaken til problemene ved Bryggen er endringer i grunnforhold og etablering av et dreneringssystem ved byggingen av Radisson-SAS hotellet i 1979. De to strømningskomponentene som avgjør, i sammenheng med nydanning av grunnvann, størrelsen på grunnvannsenkningen under Bryggen er:

- a) Strømning gjennom spuntveggen (lekkasje) rundt hotellet til dreneringssystemet.
- b) Strømningen under spuntveggen rundt hotellet, gjennom oppsprukket fjell og sannsynligvis gamle sjøbunn, til dreneringssystemet.

Grunnvannsmodellen har gitt en bedre forståelse av de hydrogeologiske forholdene rundt Bryggen. Utarbeidelsen av grunnvannsmodellen har derimot også vist begrensninger og mangler i tidligere utførte undersøkelser, og vist nødvendigheten av å utføre ytterligere grunnundersøkelser i området til å finne den beste løsningen for å redde verdenskulturarven Bryggen.

## Ravinering og grunnvannsgradienter, hva skjer på Gardermoen?

Nils-Otto Kitterød<sup>1</sup> og Jim Bogen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Bioforsk, Jord og miljø*, <sup>2</sup>*Norges vassdrags- og energidirektorat*

Området langs Vikka og Songa er vernet på grunn av ravineringsprosessene. Det er to hovedtyper raviner i dette området. De store ravinedalene er for en stor del utformet i leire. I denne gruppen er hovedformen dannet av bunnsenkning i elveløpene under store flommer med påfølgende skred og jordsig i sideskråningene. Vikka og Sogna er forholdsvis stabile raviner hvor jordsiget dominerer. Den andre hovedtypen raviner er ofte benevnt grunnvannsraviner siden det er antatt at ravineringen henger sammen med grunnvannsgradientene. Grunnvannsravinene er mindre sekkedaler som er utformet i sand. På Gardermoen har vi tidsserier både for vannføring og sedimenttransport i Vikka og Songa. I tillegg har vi observasjoner av grunnvannstanden som kan benyttes for å simulere endringer i grunnvannsgradienten som funksjon av infiltrasjon på Gardermodeltaet. I dette prosjektet som ikke er avsluttet, vil vi undersøke om stor-skala variasjoner i infiltrasjonen kan ha innvirkning på utviklingen av grunnvannsravinene. På NGU seminaret 2006 vil vi vise hvordan en analytisk likning som beskriver en stasjonær grunnvannstand for Gardermodeltaet, kan kombineres med numeriske beregninger. Dette verktøyet bruker vi til dynamiske simuleringer av grunnvannsreservoaret som også inkluderer lokale effekter av senkningstrakten ved jernbanekulverten.

## **Impact of airborne pollution to groundwater quality in the Pasvik area**

**Liliosa M. Magombedze and Øystein Jæger, *Geological Survey of Norway***

Copper-nickel smelters at Nickel and Zapolyarnij in the Kola Peninsula of Northwest Russia are the main source of environmental pollution in the border area between Norway, Russia and Finland. Previous studies show that air, surface water, vegetation and soil have been affected by the emissions. Indirect pollution of groundwater may occur from leaching of these surface media.

The chemical composition of 60 groundwater samples and 6 snow samples collected from 3 groundwater monitoring stations in the area over a period October 2003 to Nov 2005 were analysed for cation concentration by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry (ICP-AES: Si; Fe; Ti; Mg; Ca; Na; Ba; Sr; Sc), heavy metals and trace elements by inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS: Y; Nb; Ag; In; Sb; Cs; Nd; Sm; Ho; Yb; Ta; W; Tl; Bi; Th; V; Mn; Cu; Zn; Ga; Ge; Li; Be; B; Rb; Zr; Mo; Cd; La; Ce; Pb; U; Al; Cr; Co; Ni; P; I; K; As; Se), anions by ion chromatography (IC: F; Cl; Br; NO<sub>3</sub>; NO<sub>2</sub>; PO<sub>4</sub>; SO<sub>4</sub>), alkalinity, pH, electrical conductivity, colour and turbidity, with a view to assess the influence of emissions from the Nickel smelters on the quality of groundwater on the Norwegian side.

Groundwater at the 3 stations has not been significantly acidified and has a high acid neutralising capacity. Time series plots show only slight variations in element concentrations and groundwater chemistry reflects the mineralogical composition of Quaternary deposits. A comparison of groundwater content of 7 toxic heavy metals with background data from Nellim station in Finland shows that all elements are below or equal to the background values except for Cu at Svanvik and As at all 3 stations. However all 7 heavy metals concentrations in groundwater are well below the Norwegian drinking water standards. The study shows no contamination of groundwater at the three stations so far. The Cu-Ni smelters have no impact yet on the quality of groundwater in Norway. However surface media are contaminated by emissions from Nickel smelters as shown by higher concentration of Cd, Cu, Ni, Pb in snow compared with groundwater.

## Grunnvann i Norge på WEB

Jan Cramer og Sylvi Gaut, *Norges geologiske undersøkelse*

Flere av NGUs aktiviteter de siste par årene, har ført til økt fokus på grunnvann, både regionalt og nasjonalt. Eksempler er innføring av EUs Vanddirektiv, NGUs store satsningsprosjekt GEOS (Geologi i Oslo området), intensivering av oppfølgingen av *Forskriften om oppgaveplikt ved brønnboring og grunnvannsundersøkelser* samt kontakt med brønnboreerbransjen og NGUs samarbeid i Miljølære-prosjektet.

Alle disse aktivitetene og tilbakemeldinger fra undersøkelser blant myndigheter, kommuner, brønnborefirma, interessegrupper og andre, antyder et klart behov for god, relevant informasjon om grunnvann som er lett tilgjengelig for alle. Dette gjelder både faglig informasjon, med vekt på databaser, og formidling av kunnskap for et bredt spektrum av interesserte brukere.

Den 7. februar 2006 åpner NGU en informasjonsportal på Internett om grunnvann, under navnet *Grunnvann i Norge* ([www.grunnvanninorge.no](http://www.grunnvanninorge.no)). Portalen inneholder både generell kunnskap om grunnvann og spesifikk informasjon relatert til Norge. Det er samlet blant annet informasjon om hydrogeologi, brønnboring, ressursbruk, forvaltning, forskning og overvåking. I tillegg finner man lenker til mange andre informasjonskilder, inklusive databaser. Innholdet og kvaliteten av portalen vil bestandig ha et potensial for forbedring, og NGU har som mål å stadig utvikle den. Samtidig inviteres det til kommentarer og forslag til forbedringer fra alle brukere av *Grunnvann i Norge*.

I tillegg til informasjonsportalen, er også den nasjonale grunnvannsdatenbanken GRANADA, under stadig utvikling og forbedring. Nye tema, som grunnvannskilder og overvåkingsdata fra Landsomfattende grunnvannnett (et NGU-NVE samarbeid), linking til flere karttjenester og nye funksjoner er nå på plass i databasen. I tillegg er den nasjonale brønn-databasen blitt en integrert del av GRANADA. I 2005 har innrapporteringen av borete brønner til Brønn-databasen økt betydelig, og NGU har satt i gang med oppfølging av innrapportering av oppgavepliktige rapporter om grunnvannsundersøkelser.

# **FOREDRAG**

## **8. februar**



## **Forurensede havnesedimenter, behov for helhetlig tilnærming. Et eksempel fra Bergen havn**

**Håkon Kryvi<sup>1</sup> og Oddmund Soldal<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Fylkesmannen i Hordaland, <sup>2</sup>COWI AS*

Sedimentene i havneområdene i Bergen er sterkt forurenset av en rekke miljøgifter. I fjordområdene utenfor er det innført omsetningsforbud for fisk og kostholdsråd. På lengre sikt er det er ønskelig at tiltak i Bergen havn kan føre til at kostholdsrådet oppheves. COWI, NGI, NIVA og NGU har utført undersøkelser og risikovurderinger som viser at sedimentene fører til en overskridelse av ”maksimum tolererbar risiko” (MTR) og at det dermed er objektive behov for tiltak. Det er også vist at sedimentene er mobile. Utlekkingen av miljøgiftene kan føre til både lokale og regionale problem. Undersøkelsene har også vist at det er bl.a. PCB i aktiv spredning i det urbane miljøet. Det er dermed behov for tiltak både i sjøen og på land.

Den største overskridelsen av MTR finnes i Vågen, midt i Bergens kulturelle hjerte.. I Vågen finnes det store marinarkeologiske verdier som setter klare begrensinger for valg av tiltak. Det vil ikke bli tillatt å benytte metoder for opprensning som kan skade de kulturelle verdier. Behovet for tiltak i havnen er ikke begrunnet av praktiske hensyn som økt seilingsdybde. Ulike tiltak er foreslått, og prinsipielle spørsmål om håndtering av de forurensede masser og kostnadsfordeling er reist. Behovet for tiltak i Bergen havn er kun begrunnet i hensynet til helse og miljø. Derfor må tiltaket konkurrere om midler på lik linje med andre nødvendige tiltak.

En metode for å starte finansieringen av tiltak er forslag om oppretting av miljøfond der utbyggere bli pålagt å bidra til en felles miljøpott i stedet for å gjennomføre tiltak hver for seg ettersom det er utbyggingssaker som vanligvis ville krevd dette. Skal tiltaket gjennomføres må det tilføres offentlige midler. Statlige tilskudd må påregnes, men det må også regnes med at Bergen kommune må bidra siden kloakkutslipp og generelle utslipp fra bymiljøet er en sannsynlig forurensere. Er byens befolkning villige til å betale ekstra for at et miljøproblem skal bli bedre? Prosjektet er et godt eksempel på at miljøfaglige etater må være i stand til å kommunisere budskapet på en måte som når frem både til folk flest og beslutningstakere.

## **Nye metoder for kartlegging av miljøtilstand i havnebassenger - eksempler fra Oslo havn**

**Aivo Lepland og Reidulv Bøe, *Norges geologiske undersøkelse***

I regi av GEOS-prosjektet (Geologi i Osloregionen) har NGU tatt initiativ til en heldekkende maringeologisk kartlegging av Oslofjorden. Formålet med kartleggingen er blant annet å framskaffe informasjon om dybdeforhold, lage kart over bunntyper, definere sedimentmektigheter og akkumulasjonsområder, og å kartlegge miljøtilstanden.

Akustiske undersøkelser (batymetri og sjøbunnsreflektivitet) er gjennomført ved hjelp av interferometrisk sonar (GeoSwath fra GeoAcoustics) som muliggjør innsamling av flere titalls målinger fra hver kvadratmeter av sjøbunn og karakterisering av desimeter-skala objekter. XRF kjerneskanner (Cox Analytical Systems) er brukt for dokumentasjon av sedimentenes fysiske egenskaper, tungmetallinnhold, og mektigheter av forurensede masser. Ved hjelp av kjerneskanneren har man mulighet for detaljert in-situ logging av metaller med opp til 0.1 mm stratigrafisk oppløsning.

Kartleggingen utføres i nært samarbeid med lokale brukere og forsknings- og utdanningsinstitusjoner, og resultatene skal danne grunnlag for en best mulig forvaltning av indre Oslofjord.

## Underjordiske dilemmaer - eksempler fra Bergen

Håvard Bjordal, *Bergen kommune*

Stikkord for mitt innlegg blir:

*Jord – våt jord – vann, skittent vann, forurensning og avfall.*

Refleksjoner - belyst med eksempler fra Bergen i gammel og moderne tid.

Eksempler fra hendelser og løsninger i gamle dager som fremdeles preger byjorden i Bergen  
Utviklingen frem mot det moderne Bergen – eksempler på aktiviteter knyttet til byjord.

Er problemet med forurensede masser godt nok ivaretatt i dag? Nei!

Beregninger av mengde gravemasser fra norske byer i 2001 anslår at det i Bergen ble tatt opp:  
**947.000 m<sup>3</sup> , herav 241.000 m<sup>3</sup> (ca. 1/4) forurenset**

- **men berre 4000 m<sup>3</sup> av dette – eller to promille av de forurensete massene kommer til godkjent mottak!**

Byen har ekspandert utover geografisk – bydelene og omegnkommunene smelter funksjonelt sammen, utfordringene med byjord og forurensning kan ikke lenger ser på som et snevert byproblem. Eksempler fra Åsane – Haukåsvassdraget – elvemuslinger som både er miljøindikatorer og miljøarkiv.

### Oppsummering – dilemmaer og utfordringer:

Ca 5% av landets befolkning bor i Bergen. Eksemplene fra Bergen illustrerer en rekke utfordringer som helt sikkert også gjelder for mange andre havnebyer.

De har klart overføringsverdi – og gir derfor grunnlag for generelle refleksjoner!

- I dag finnes teknikker og utstyr som gjør at selv ørsmå konsentrasjoner av miljøgifter kan spores kvalitativt og kvantitativt, men . . .
- Vi har i dag ikke god nok kontroll med vårt avfall – er ikke tilstrekkelig aktsomme, har manglende forståelse, rutiner og oppsyn  
Vårt forbruk og avfallsmengdene har aldri tidligere vært så høyt  
Antall kunstige stoffer vi omgir oss med er også rekordhøyt
- Våre muligheter til å forandre på terrenget, grave og transportere er enorme
- Når effektene av miljøgiftene kan spores så tydelig i arktiske strøk, hvem tror da at vårt nærmiljø, vår natur og vår egen helse skal være upåvirket?
- Burde f. eks. ikke all jord som brukes til hagejord være miljøsjekket?  
Eller bør en hver får nyte lykken ved å dyrke sine egne økologiske reddiker uten slike bekymringer?

## **Stendafjellet – et fjelldeponi for forurensete masser**

**Karsten Gundersen, *Fana Stein & Gjenvinning AS***

Foredraget gir en oversikt over etablering og utvikling av et deponi for forurensete masser i kombinasjon med steinuttak og drift av et pukkverk i Stendafjellet i Bergen.

Følgende aspekter vil bli diskutert: geologiske forhold, pukkverksdrift, tekniske aspekter angående deponering av forurensete masser, drifting av fjelldeponiet og en animasjonsfilm som viser pukkverksdrift og deponiet.

## **Brommerte flammehemmere i norsk byjord**

**Toril Haugland, *Norges geologiske undersøkelse***

De siste tiårene er brommerte flammehemmere (BFH) tilsatt en rekke produkter for å hindre brann. Selv om BFH på denne måten sparer mange menneskeliv årlig, er det samtidig knyttet store miljøutfordringer til forbindelsene.

Det er gjort svært få undersøkelser av BFH i jord. Høsten 2005 ble det tatt 20 prøver av jord i barnehager i Oslo som ble undersøkt for de vanligste BFHene. De viktigste resultatene fra denne undersøkelsen vil bli presentert og sammenlignet med tidligere undersøkelser.

## Radon i inneluft – helserisiko, kartlegginger og tiltaksstrategier

**Terje Strand, Aud Venke Sundal, Camilla Lunder Jensen og Katrine Ånestad, *Statens strålevern***

I 2005 ble resultatene av en europeisk fellesanalyse basert på 13 epidemiologiske case-control studier av radon i boligmiljø og lungekreft publisert (Darby et al 2005). Analysen omfatter i alt 7148 lungekrefttilfeller og 14.208 kontrollpersoner, og er den desidert største analysen som er gjennomført frem til nå. Analysen bekrefter at risikoen ved radoneksponering er størst for røykere, men viser at risikoen også er betydelig for ikke-røykere. Resultatene viser at en livstidseksponering på 100 Bq/m<sup>3</sup> og 400 Bq/m<sup>3</sup> for ikke-røykere vil medføre at hhv. 1 av 1000 og 3 av 1000 kan utvikle lungekreft som følge av eksponeringen for radon og dens kortlivede datterprodukter. For røykere er tilsvarende tall 20 av 1000 og 60 av 1000. Ved et radonnivå på i overkant av 1000 Bq/m<sup>3</sup> vil risikoen for ikke-røykere tilsvare det å være en daglig sigaretttrøyker. På bakgrunn av de radonkartlegginger som er gjennomført i Norge er det anslått at ca. 25.000 nordmenn bor i en bolig som har et gjennomsnittlig radonnivå i boligrom som er over dette nivå. Fellesanalysen konkluderer med at radon i inneluft er årsak til 9% av alle lungekreftdødsfall i Europa. Risikoanslagene understøttes av en tilsvarende fellesanalyse av 7 epidemiologiske studier i USA/Canada (Krewski et al 2005).

Det er gjennomført flere store landsomfattende kartlegginger av radon i norske boliger. Den første landsomfattende kartleggingen ble gjennomført i perioden 1987-89 og omfattet ca. 7500 tilfeldig utvalgte boliger (bygget før 1980) fra hele landet (Strand et al. 1991, 1992). Det ble gjort én måling med sporfilm i innehaverens soverom i hver bolig, og hver sporfilm-detektor ble plassert i boligen i 6 måneder. Detektorene ble distribuert over en periode på 2 år slik at gjennomsnittet i hver kommune skulle bli nær opp til et representativt årsgjennomsnitt. Gjennomsnittlig radonkonsentrasjon ble beregnet til å ligge mellom 55 og 65 Bq/m<sup>3</sup>. I perioden 1990 til 2004 er det gjennomført mer detaljerte kartlegginger i ca. 200 kommuner, hvorav 158 av disse deltok i de undersøkelsene som ble gjort under Nasjonal kreftplan i perioden 1999 – 2003 (Strand et al 2001 og 2003). I disse undersøkelsene ble det gjort målinger i ca. 37.200 boliger. Antallet boliger varierte mellom ca. 2% i det tettest befolkede områdene til nærmere 20% i noen av det mest spredt bebygde kommunene. Alle målingene ble gjort med sporfilm og hver sporfilm ble plassert i boligen i en periode på to måneder i fyringssesongen (fra midten av oktober til midten av april). Hvert måleresultat ble deretter korrigert til årsmiddelkonsentrasjon. Resultatene viser at andel over tiltaksnivå (200 Bq/m<sup>3</sup>) varierer fra under 2 % av boligmassen i enkelte kommuner til mer enn 50 % i de mest utsatte områdene. De høyeste enkeltmålingene er gjort i områder med forekomst av permeable løsmasser i grunnen, men det er også målt høye nivåer i områder med forekomst av uran/radium-rike bergarter bl.a. alunskifer og visse typer granitter og pegmatitter.

På bakgrunn av de kartlegginger som er gjennomført er gjennomsnittlig radonkonsentrasjon i norske boliger beregnet til 89 Bq/m<sup>3</sup> (Strand et al 2001), og det er videre anslått at 9 % og 3 % av boligmassen har en radonkonsentrasjon i inneluften som overstiger hhv. 200 Bq/m<sup>3</sup> og 400 Bq/m<sup>3</sup>. Ved å benytte samme beregningsmodell for Norge som i den europeiske analysen (Darby et al 2005) er det anslått at radon i inneluft er årsak til ca. 280 lungekrefttilfeller pr. år. Risikoen ved radoneksponering er størst for røykere, men beregninger viser at selv uten røyking så vil radon være årsak til mellom 50 og 60 lungekrefttilfeller årlig i den norske befolkning.

I 2003 ble resultatene av en norsk kost-nytte analyse publisert (Stigum, Strand, Magnus, 2003). Kostnad pr. spart lungekrefttilfelle ble i denne analysen beregnet til ca. kr. 1,7 mill. og tilsvarer ca. kr. 120.000 pr. spart leveår. Konklusjonen i denne analysen var at dette er langt lavere enn samfunnet er villig til å bruke av ressurser for å spare et liv i andre sammenhenger. Kostnadene opp mot helsegevinst vil kunne begrenses ytterligere ved å optimalisere kostnadene for de tekniske tiltakene som gjennomføres. Dette gjelder både forebyggende tiltak i nybygg og mottiltak i eksisterende bygg.

### **Referanser**

- Darby S, Hill, D, Auinen A, et al, *Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies*, Br.Med.Journ. 330, 2005.
- Krewski, D, Lubin J H, Zielinski, J M, et al, *Residential radon and risk of lung cancer – a combined analysis of 7 North American case-control studies*, Epidemiology 16(2), 2005.
- Stigum H, Strand T, Magnus P, *Should radon be reduced in homes ? a cost-effect analysis*. Health Phys. 84(2), 2002.
- Strand T, Green B M R, Lomas P R, Magnus K, Stranden E, *Radon i norske boliger*, Statens institutt for strålehygiene. Rapport 1991:3, 36 s.
- Strand T, Green B M R, Lomas P R, *Radon in Norwegian Dwellings*, Radiation Protection Dosimetry, vol.45 (1-4), s. 503 – 508, 1992.
- Strand T, Ånestad K, Ruden L, Ramberg G B, Lunder Jensen C, Heiberg Wiig A, Thommesen G, *Kartlegging av radon i 114 kommuner*. Strålevernrapport 2001:6. Statens strålevern, 2001. 14 s.
- Strand T, Lunder Jensen C, Ramberg G B, Ruden L, Ånestad K, *Kartlegging av radon i 44 kommuner 2003*, Strålevernrapport 2003:9. Statens strålevern, 2003. 10 s.

## Hvilke faktorer må inkluderes ved vurdering av byggegrunn med hensyn på radonfare?

Aud Venke Sundal og Terje Strand, *Statens strålevern*

Byggegrunnen er den klart viktigste kilden for radon i norske boliger, og kunnskap om de faktorer som har innvirkning på dannelse og transport av radon i byggegrunnen vil være avgjørende ved vurdering av byggegrunnen med hensyn på sannsynlighet for forhøyde radonkonsentrasjoner i inneluft. For å kunne vurdere radonfaren i et område vil det være nødvendig å utføre en analyse basert på flere typer undersøkelser. Analyser basert på enkeltfaktorer kan gi et ufullstendig bilde av radonfaren – og i noen tilfeller føre til feil klassifisering av områder/byggegrunn.

Radon blir dannet ved henfall av radium som finnes naturlig i større eller mindre mengder i alle bergarter og løsmasser. De høyeste konsentrasjonene av radium finner vi i alunskifer og enkelte typer granitter, mens innholdet av radium i løsmasser hovedsakelig vil være avhengig av hvilke bergartstyper som er inkorporert i løsmassene. Radiuminnholdet i byggegrunnen er derfor en viktig faktor å inkludere ved vurdering av radonfare. Informasjon om radiuminnhold alene vil imidlertid ikke være tilstrekkelig, da radonemansjonen (materialets evne til å frigjøre radonatomer til jordluft) og byggegrunnens evne til å transportere radon opp til overflaten vil ha avgjørende betydning for mengden av radon som når frem til bygningskonstruksjonen.

Transport av radon opp til overflaten er hovedsakelig avhengig av permeabiliteten i byggegrunnen, og undersøkelser viser at permeabiliteten i byggegrunnen er en nødvendig faktor å inkludere i radonfarevurderinger (Sundal et al 2004). I masser med lav permeabilitet som silt og leire, kan frigivelsen av radonatomer til jordluften være svært høy, men bare små mengder av gassen vil kunne transporteres til bygningskonstruksjonen. Høye konsentrasjoner av radon i jordluften gir derfor ikke nødvendigvis opphav til høye radonkonsentrasjoner i inneluften. I permeable masser som sand og grus, vil derimot en langt større mengde av den emanerte radonfraksjonen kunne transporteres til bygningskonstruksjonen. Selv om radiumkonsentrasjonen i slike masser er normal, kan den høye permeabiliteten i byggegrunnen likevel føre til forhøyde radonnivåer i inneluften. Berggrunn har generelt lav permeabilitet, men naturlige sprekkesoner og sprekkdannelser i forbindelse med grunnarbeider på byggetomt kan øke permeabiliteten og dermed transporten av radon til bygningskonstruksjonen.

Dersom grunnvannsspeilet ligger tett opptil bygningskonstruksjonen, vil transporten av radon fra byggegrunnen til bygningskonstruksjonen bli forhindret. Ved vurderinger av radonfare kan informasjon om grunnvannsspeilets nivå derfor være viktig. Informasjon om den vertikale utbredelsen av løsmassene vil også være av betydning, spesielt i områder med marin leire. Nyttige hjelpemidler i arbeidet med å vurdere radonfaren i et område er bl.a. berggrunns- og kvartærgeologiske karter og resultater av geotekniske undersøkelser som ofte gjennomføres i forbindelse med arealplanlegging og utbygging av nye boligområder. I de områdene av landet hvor det er gjennomført radiometriske målinger fra fly eller helikopter vil resultatene av slike undersøkelser bidra med informasjon om radiuminnholdet i berggrunn og løsmasser. I ca. 200 kommuner er det gjennomført radonkartlegginger med måling i inneluft i et tilfeldig utvalg av boligmassen. I spredt bebygde områder omfatter utvalget opp mot 20% av boligmassen. Vurderinger av radonfare basert på en sammenstilling av resultater fra radonmålinger i eksisterende boliger og forskjellig typer geologisk data vil være nyttig ved



planlegging/utbygging av nye boligområder og ved opplegg for utvalgsstrategi i forbindelse med fremtidige kartlegginger av radonnivåer i norske boliger.

***Referanser***

Sundal A V, Henriksen, H, Soldal O, Strand T. The influence of geological factors on indoor radon concentration in Norway, Science of the Total Environment 328, s. 41-53, 2004.

## **Industriell påverknad av elvesedimenter langs Driva**

**Anveig B. Halkjelsvik, NTNU**

Sunddalen har sidan 1954 vore under påverknad frå Hydro Aluminiumsverk, som er lokalisert ved utløpet til Driva. Alt etter vindretning vil dalen innover motta mykje av den luftborne forureiningen, der ein del vil bli avsett i dalbotnen. Elvesletter gir prøver som er representative for området sin kjemi. Den yngre og antropogent påverka tilstanden viser i dei øverste laga. Og den eldre, opprinnelege, tilstanden som viser geologien i nedbørsfeltet til elva, i dei djupare laga. Prøvene som er tatt langs Driva har gjennomgått ein sekvensiell ekstraksjon etter Tessier, for å kunne skilje dei lett utbyttbare speciane frå dei bundne speciane.

## Kartlegging av PCB i asfaltdekker

**Torbjørn Jørgensen<sup>1</sup>, Rolf Tore Ottesen<sup>2</sup> og Morten Jartun<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Vegdirektoratet, <sup>2</sup>Norges geologiske undersøkelse*

Etter funn av polyklorerte bifenyler (PCB) i prøver av asfaltdekket på gamle Fornebu flyplass, og i enkelte prøver fra hovedgater i Trondheim, ble temaet om innholdet av miljøgifter i asfalt tatt opp i Stortingets spørretime i oktober 2004. Samferdselsministeren svarte at Statens vegvesen ville gjennomføre undersøkelser for å avklare om miljøgifter som PCB representerte et problem, og i så fall innarbeide nye regler og rutiner for å sikre at miljøgifter ikke spres med svevestøv fra asfalten.

I samarbeid med NGU har Vegdirektoratet samlet inn til sammen 63 asfaltkjerner fra ulike veg- og asfaltkategorier fra byene Oslo, Bergen og Kristiansand og deres omland. Prøvestedene ble valgt i samarbeid med de aktuelle regionvegkontor. Asfaltprøvene inkluderer slitelag og bærelag.

Innholdet av PCB i prøvene er blitt bestemt, og det er kun påvist PCB over deteksjonsgrensen i én enkelt prøve. Det er mye som tyder på at PCB i asfalt fra det statseide veinettet ikke utgjør et miljøproblem. Slik asfalt kan fritt gjenbrukes så lenge forhøyede verdier av PCB og andre miljøgifter ikke kan forventes.

Statens vegvesens Gjenbruksprosjekt vil i 2006 utgi en rapport som beskriver miljøpåvirkning av ulike gjenbruksmaterialer, bl.a. gjenbruksasfalt. En målsetning er å sikre rasjonell håndtering av gjenbruksmaterialer med tanke på miljø.

## **A geochemical transect through Oslo – first results**

**Clemens Reimann<sup>1</sup>, Tor Erik Finne<sup>1</sup>, Øystein Nordgulen<sup>1</sup>, Ola Magne Sæther<sup>1</sup> and Arnold Arnoldussen<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Geological Survey of Norway, <sup>2</sup>Norwegian Institute of Land Inventory*

The Geological Survey of Norway (NGU) in cooperation with the Norwegian Institute of Land Inventory (NIJOS) presently carry out a project studying the geochemistry of a multitude of different sample materials collected along a ca. 100 km long South-North transect starting in the Ås area and running through Oslo and the Nordmarka to Randsfjorden. A variety of different lithologies is crossed along the transect, ranging from gneisses, early Paleozoic sediments (including black shales and limestones) to syenites and granites, and land-utilisation changes between forestry, agriculture and densely populated areas. The transect runs directly through the city of Oslo and permits investigation of the additional impact of a large city as a diffuse contamination source on a variety of surface materials. More than fifteen different sample materials, i.e. rock, soils, different plant materials and stream water, were collected during the summer of 2005 and will be analysed for more than fifty chemical elements.

Data on the chemical characteristics of stream water along the transect are already processed and will be reported here. Major changes in stream water quality occur at the most important lithological contacts. Because the type of land-use most often is closely related to geology it is difficult to assign the ultimate sources of many elements (geology vs. agriculture vs. forestry vs. anthropogenic contamination from urban development). Agricultural areas are clearly marked by high values of total dissolved solids, especially Ca, K and NO<sub>3</sub>. The forests are clearly marked by the lowest pH and correspondingly high Al and REE-concentrations in the stream water samples. The only obvious signs of contamination that can be related to urbanisation in the city of Oslo are some high NO<sub>3</sub>-values and unusual fluctuations (high local variability) of a number of trace elements such as Co, Cu, Sb and Sn.

When attempting to document human impact on stream water quality, large variations in background levels of chemical elements in stream water due to differences in geology or land-use must be considered. Even the city of Oslo, as a major diffuse contamination source in southern Norway, has a limited influence on stream water quality. It can only be detected when working at a local scale. "Natural" sources of diagnostic elements completely dominate surface water chemistry only a short distance from any contamination source.

## Oppgraving av DEHP-forurenset masse i Litlevatnet på Blindheim i Ålesund

Øystein Solevåg, *Bergfald & Co as*

I 1995 hadde den daværende bedriften Dynoplast-Ålesund et uhell som medførte at minst 4000 liter plastmykner, hovedsakelig DEHP, rant ut i grunnen og via overvannsledning og bekk til Litlevatnet. I tiden etter uhellet ble om lag 3000 liter mykner samlet opp ved bruk av oljeavskiller og lenser på vannets overflate. Store mengder DEHP ligger imidlertid igjen i myra rundt Litlevatnet. Bedriften Dynoplast-Ålesund er solgt fra Dyno Nobel ASA og bedriften som holder til i lokalene i dag heter Sæplast Norge AS. Ansvar for utslippet i 1995 påhviler fortsatt Dyno Nobel ASA.

Bergfald & Co as er et miljørådgivningsselskap som representerer Dyno Nobel ASA i arbeidet med å rydde opp i forurensningen i Litlevatnet på Blindheim. Bergfald har ni ansatte i Oslo, Bergen og Ålesund. Øystein Solevåg er rådgiver i Bergfald & Co as.

Forurensningen i Litlevatnet medførte krav fra SFT om å redusere ftalatkonsentrasjonen til et nivå hvor forurensningen ikke lenger er merkbar og som ikke medfører fare for spredning til omgivelsene.

DEHP er et reproduksjonsskadelig stoff. Stoffet står på myndighetenes prioritetsliste for helse- og miljøfarlige kjemikalier. I myr bindes DEHP svært sterkt til myrpartiklene og i og med at det ikke er oksygen i myra er nedbrytning (hydrolyse) av DEHP anslått til å ha en halveringstid på omtrent 2000 år.

I en innledende prøvetakingsrunde våren 2005 ble det påvist DEHP-konsentrasjoner på opp til 110 000 mg/kg TS. Det ble påvist hvilke områder som var mest forurenset. Jord som inneholder mer enn 500 mg DEHP/kg er klassifisert som farlig avfall. SFT aksepterte en tiltaksgrense på 2000 mg DEHP/kg TS i denne oppryddingen.

Et tidligere planlagt tiltak for å tilføre oksygen i sedimentene var å senke vannstanden i Litlevatnet for en kortere tid. Faren for setningsskader på de nærliggende kommunale bygg (skole og svømmehall) gjorde denne behandlingsformen uaktuell på denne lokaliteten. Dyno Nobel ASA så derfor ingen andre måter å håndtere forurensningen på enn å fysisk fjerne de sedimentene som på en miljøeffektiv måte lar seg fjerne. De oppsamlede sedimentene må deretter behandles slik at miljørisiko kan utelukkes.

De forurensete massene ble derfor fjernet med gravemaskin høsten 2005. Total er det fjernet om lag 600 kubikkmeter masse ned til om lag 1 m dyp øst og sør langs Litlevatnet. Massene er nå mellomlagret ved vatnet. De skal i løpet av våren 2006 transporteres til RGS90 sitt anlegg på Sjælland for termisk sluttbehandling.

# **POSTER- PRESENTASJONER**

## **Binding av tungmetaller i gipsslammet på Langøya**

**Binyam Lema Alemu, *Universitetet i Oslo***

My project is going to be about the binding of mercury-waste with ordinary gypsum. I study the effect of pH and percentage of Iron in the gypsum on the binding of mercury to the gypsum, and the potential evaporation of mercury from the mixture of mercury and gypsum mixture. Depending on the time available, we study the thickness of gypsum sludge required to cover the mercury waste to avoid its escape into the atmosphere.

## Heavy metals in Chinese forest soils

**Mahsa Haei<sup>1</sup>, Hans M. Seip<sup>1</sup>, Thorjörn Larssen<sup>2,1</sup>, Rolf D. Vogt<sup>1</sup> and Grethe Wibetoe<sup>1</sup>**  
*<sup>1</sup>Department of Chemistry, University of Oslo, <sup>2</sup>Norwegian Institute for Water Research*

Industrial development in China has accelerated rapidly during the last decades. This has led to a range of environmental problems. Deposition of heavy metals to forest ecosystems via the atmosphere is a potential regional concern as shown in a previous study [1].

In this study, levels of heavy metals (As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ni, Mn, Pb, Sn, V and Zn) have been measured in forest soils at 3 different sites in China. Two of these sites, Tie- Shan Ping (TSP) and Liu Chong Guan (LCG), are located relatively close to the large cosmopolitan city Chongqing and the less developed city Guiyang, respectively. The third site, Lei Gong Shan (LGS), is situated in the remote region of Guizhou province with no large local emission source [2].

Total metal contents after microwave digestion as well as fractions according to Community Bureau of Reference procedure [3] have been determined by Inductively Coupled Plasma- Mass Spectrometry. Based on the previous study [1] and new results, we can conclude that with a few exceptions, the metal concentrations can be characterized as low. In most cases, the concentrations are in the range that reported as typical background values in the literature. Metals bound to organic matter and iron and manganese oxides are the dominant fractions (except for the residual fraction). No clear differences in metal levels are found between topsoil and subsoil samples, indicating that the atmospheric deposition of heavy metals has been low despite considerable anthropogenic S and N deposition [4].

### **References:**

- 1) Hansen, H., Larssen, T., Seip, H. M. & Vogt, R. D., 2001. Trace metals in forest soils at four sites in southern China. *Water, Air and Soil pollution* 130
- 2) Integrated Monitoring Program on Acidification of Chinese Terrestrial Systems-IMPACTS, Annual Report- Result 2003, 2004. NIVA- report no. 4905-2004
- 3) Ure, A., Quevauviller, Ph., Muntau, H., Griepink, B., 1993. Improvements in the determination of extractable contents of trace metals in soil and sediment prior to certification. Report EUR 14763 EN, CEC, Brussels.
- 4) Larssen, T., Lydersen, E., Tang, D., He, Y., Gao, J., Liu, H., Duan, L., Seip, H. M., Vogt, R. D., Mulder, J., Shao, M., Wang, Y., Shang, H., Zhang, X., Solberg, S., Aas, W., Økland, T., Eilertsen, O., Angell, V., Liu, O., Zhao, D., Xiang, R., Xiao, J., Luo, J., 2006. Acid rain in China. Accepted for publication in *Environment, Science and Technology*.



## Effect of deicing chemicals on the unsaturated zone and groundwater at Gardermoen

Temesgen G Kahsay<sup>1</sup>, Bente Wejden<sup>2</sup> and Per Aagaard<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Geosciences, University of Oslo, <sup>2</sup>OSL, Oslo airport, Gardermoen

Since the construction of the international airport at Gardermoen, the quality of groundwater has been monitored and reported by OSL. The general water quality is good and has proved to be rather stable for the last 7 years. However, in a few places there has been a tendency for some constituents to increase their concentrations. This is the case for calcium, magnesium and potassium. Nitrogen (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) and chloride may also exhibit some variation at some places. As may be expected, the redox sensitive elements like iron, manganese and sulfur also show some variation in their concentration.

Parameter	Reference values 1991-1999 <sup>1</sup> .		Environmental monitoring OSL (all values in mg/l)					<sup>2</sup> Drinking water limits
	Median	(25%-75%)	Median 2000 (no sampl)	Median 2001 (no sampl)	Median 2002 (no sampl)	Median 2003 (no sampl)	Median 2004 (no sampl)	
Ca	27	19 – 35	30 (85)	27,2 (112)	34,35 (110)	37,7 (117)	30,5 (108)	15-25
Mg	2,6	1,9 – 3,3	3,03 (85)	2,76 (112)	3,28 (100)	3,26 (107)	2,98 (108)	20
K	1,3	1,0 – 1,8	1,45 (96)	1,39 (124)	1,27 (111)	1,29 (117)	1,20 (108)	10-12
Fe	0,031	0,012 – 0,05	0,269 (120)	0,019 (132)	0,040 (134)	0,0163 (129)	0,0103 (143)	0,2
Mn	0,050	0,014 – 0,15	0,11 (120)	0,070 (132)	0,0643 (134)	0,0625 (129)	0,0653 (148)	0,05

Especially the increase in calcium in samples analyzed from two wells (see Fig 1<sup>3</sup>) in the airport is of concern, as already the regional background level of calcium is higher than the drinking water standard. Understanding the mechanism behind these changes in the quality of groundwater is vital to evaluate various modifications in the operational practice and to propose some remediation measures that may be needed. Applications of de-icing chemicals, fertilizing and road-salting have been suggested to cause some of these changes. Further evidence will come out as new soil and water samples collected from the site will be analyzed.

<sup>1</sup> Grunnvannskvalitet på Gardermoen. OSLAS-AN-RA-0035 (20.09.00)

<sup>2</sup> Helsedepartementet. Forskrift om vannforsyning og drikkevann.2001-12-04 nr 1372 (12.04.01).

<sup>3</sup> Miljøovervåking av grunnvann OSL 2004

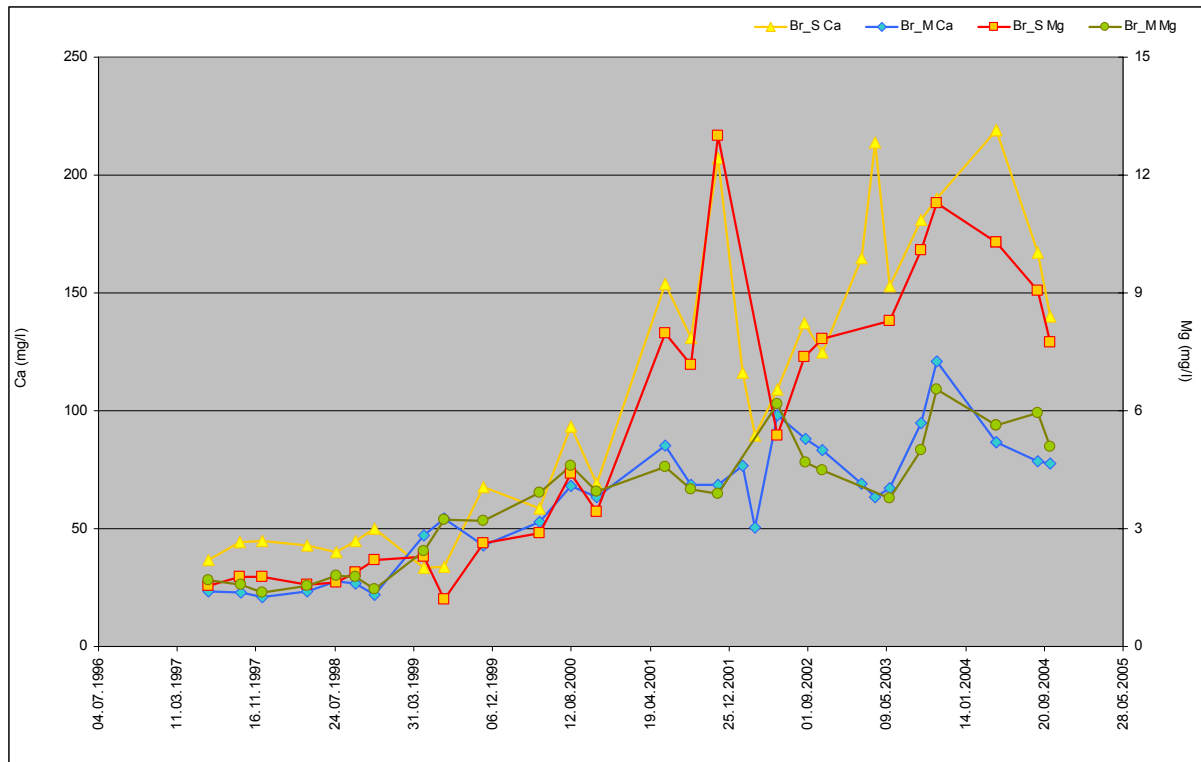


Fig 1 Evolution in the concentration of calcium and magnesium in wells M and S.

This MSc project set forth to analyse available and new groundwater chemical data in order to decipher the main processes responsible for these changes in groundwater chemistry.

Two additional types of samples will be available:

- 1) New sediment samples from one core close to well S and M,
- 2) Soil waters from lysimeter installations close to the area of interest.

The water samples from the lysimeters will give more detailed information about geochemical changes of water during its way down through the unsaturated zone. The soil samples will be analysed with respect to mineralogy and solid chemistry as well as exchangeable cations.

## **Chemical characteristics of deep groundwater in the Gardermoen aquifer – geochemical control in the evolution of groundwater**

**Anja Sundal and Per Aagaard, *University of Oslo***

Deep groundwater normally has long residence times. At Gardermoen the average is within an estimated 20-30 years. The present state of the groundwater is an effect of the accumulative results of all processes affecting water from the point of infiltration. The groundwater quality before present antropogenic input from the airport may be reflected in the chemical characteristics of water samples.

During December 2005 and January 2006 thirty new groundwater samples from deep wells have been collected at Gardermoen. These have been analysed for major and minor components, and compared with previous data from the airport monitoring network.

The data from these deep wells will form the basis for the project, in which the aim is to map the chemical differences within the region and/or with depth and find the main processes responsible for the changes in the Gardermoen aquifer.