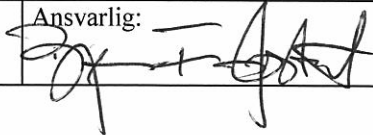


NGU Rapport 2010.002

Program og sammendrag for "Det 19. nasjonale
seminar om hydrogeologi og miljøgeokjemi",
NGU 2.-3. februar 2010

Rapport nr.: 2010.002		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Program og sammendrag for "Det 19. nasjonale seminar om hydrogeologi og miljøgeokjemi", NGU 2.-3. februar 2010.			
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: 41	Pris: kr 70,-
Feltarbeid utført:		Rapportdato: 27.01 .20100	Prosjektnr.: 2718.00
		Ansvarlig: 	
Sammendrag:			
<p>Rapporten presenterer program, deltagerliste og sammendrag av foredrag og postere for «Det 19. nasjonale seminar om hydrogeologi og miljøgeokjemi» ved NGU 2.-3. februar 2010.</p> <p>Rapporten inneholder sammendrag fra 21 foredrag og 3 posterpresentasjoner.</p> <p>Foredragene er gruppert i hovedtemaene hydrogeologi og miljøgeokjemi, og i samme rekkefølge som i programmet.</p> <p>Det er påmeldt 81 deltagere til seminaret hvorav 19 er ansatt ved NGU.</p> <p>Seminaret organiseres av NGU. Norsk hydrologiråd (NHR) bidrar med støtte til studenter i form av reisemidler og priser.</p> <p>Bortsett fra formatering, er sammendragene produsert direkte fra materialet levert av foredragsholderne, som er fullt ansvarlig for innholdet.</p>			
Emneord: Hydrogeologi		Hydrogeokjemi	Geokjemi
Grunnvann		Miljøgeokjemi	

INNHold

Seminarprogram	5
Deltakerliste	9
Sammendrag av foredrag:	
<i>Innledningsforedrag: Druknar vi i data, och tror vi för mycket på decimaler? Möjligheter, problem och utmaningar vid mätning och modellering av hydrogeologiska projekt</i>	
Sven Jonasson, Geo Logic i Göteborg AB	13
<i>Hydrogeologiske undersøkelser på Mølleneset – sammenlikning av resultater fra salttracerforsøk og temperaturmålinger i kartlegging av oppholdstid på grunnvann</i>	
Atle Dagestad, NGU m.fl.	14
<i>Simuleringer av den hydrauliske kommunikasjonen mellom norske grunnvanns- forekomster og elver</i>	
Panagiotis Dimakis, NVE	15
<i>Grunnvann som ny vannkilde til Orkdal vannverk – erfaringer med brønnetablering og kunstig infiltrasjon</i>	
Bernt Olav Hilmo & Rolf E. Forbord, Asplan Viak	16
<i>Grunnvann i løsmasser på Magerøya i Nordkapp kommune</i>	
Rolf E. Forbord, Asplan Viak m.fl.	17
<i>Grunnvannskilden om hygienisk barriere</i>	
Sylvi Gaut, NGU	18
<i>The groundwater recharge area as a hygienic barrier against viruses – Example from a river bank aquifer</i>	
Hanne Kvitsand, NTNU m.fl.	19
<i>Estimering av gjennomsnittlig saltfluks fra veg til vannforekomst</i>	
Nils-Otto Kitterød, Bioforsk Jord og miljø m.fl.	20
<i>En ny dimensjon i kartlegging av grunnvannsressurser; GRANADA i 2020</i>	
Hans de Beer, NGU m.fl.	21
<i>Deponiomställning och efterbehandling</i>	
Thomas von Kronhelm, SAKAB AB	23
<i>Eliminere forurensning i sivevann fra deponi ved bruk av radiklonstøv som reaktiv/adsorberende bunntettingsbarriere</i>	
Jan Erik Sørli, NGI m.fl.	24
<i>Mens vi venter på maten – Vin og geologi – Mest for öret og litt for ganen</i>	
Sven Jonasson, Geo Logic i Göteborg AB	26
<i>Innledningsforedrag: Klima, miljø, olje, helse. Hva er forsvarlig utvikling sett fra helsesynspunkt?</i>	
Jon Øyvind Odland, UiT	28
<i>Kvikksølvsfortynningsepisoder på Ny-Ålesund</i>	
Torunn Berg, NTNU	29
<i>Hydrokarboner i marine sedimenter i Barentshavet og de nordøstlige delene av Norskehavet: Status for Mareano fase 1-kartleggingen</i>	
Stepan Boitsov, Havforskningsinstituttet m.fl.	30
<i>Tungmetall og arsennivåer i marine sedimenter i Barentshavet: status for Mareano fase 1-kartleggingen – med spesiell vekt på kvikksølv (Hg)</i>	
Henning K.B. Jensen, NGU m.fl.	31

<i>"Clean-up Svalbard": Environmental management of contamination from local PCB-sources</i>	
<u>Halvard Pedersen</u> , SMS, <u>Ono Lundkvist</u> , KLIF, <u>Rolf Tore Ottesen</u> , NGU, <u>Halfdan Benjaminsen</u> , NVE, <u>Pernilla Carlsson</u> , UNIS, <u>Guttorm Christensen</u> , Akvaplan-niva m.fl.	32
<i>Radon og helse: Regjeringens nasjonale strategi mot radon</i>	
William Standring, Statens strålevern	33
<i>Geologiske faktorer som kontrollerer radonfaren og tilnærminger til å lage aktsomhetskart</i>	
Mark Smethurst & <u>Bjørn Frengstad</u> , NGU m.fl.	34
<i>Radioaktiv forurensning av grunnvann ved Andrejevabukta Shore Teknisk Anlegg, Nordvest-Russland: Borehullstudier og kartlegging</i>	
Mark Dowdall, Statens strålevern m.fl.	35
<i>Radioaktivitet i avgang fra norske gruver</i>	
Tor Erik Finne, NGU	36

POSTERPRESENTASJONER

Postersesjon tirsdag 2. februar kl. 1305

<i>Klassifisering av vegnettet ut fra risikoen for saltskader på vannmiljøet</i>	
Kjersti Wike, Statens vegvesen m.fl.	38
<i>Hydraulic testing in order to estimate groundwater residence time</i>	
Hilde Bjørgaas, NTNU	39
<i>Jernproblemer ved Sunndalsøra grunnvannsanlegg</i>	
Mari Vestland, NTNU m.fl.	40

**DET 19. NASJONALE SEMINAR OM
HYDROGEOLOGI OG MILJØGEOKJEMI**
Tirsdag 2. og onsdag 3. februar 2010
Knut S. Heiers konferansesenter, NGU

PROGRAM

2. februar

09.00-09.30 Registrering og kaffe

09.30-09.35 Åpning av seminaret v/adm.dir. Morten Smelror

HYDROGEOLOGI

Tema: Sårbarhet og beskyttelse av akviferer

Ordstyrere: Bjørn Frengstad og Gaute Storrø

09.35-10.20 ***Innledningsforedrag: Drukner vi i data, och tror vi för mycket på decimaler? Möjligheter, problem och utmaningar vid mätning och modellering av hydrogeologiska projekt***
Sven Jonasson, Geo Logic i Göteborg AB

10.20-10.40 ***Hydrogeologiske undersøkelser på Mølleneset – sammenlikning av resultater fra salttracereforsøk og temperaturmålinger i kartlegging av oppholdstid på grunnvann***
Atle Dagestad, NGU m.fl.

10.40-11.00 ***Simuleringer av den hydrauliske kommunikasjonen mellom norske grunnvannsføremster og elver***
Panagiotis Dimakis, NVE

11.00-11.10 ***Spørsmål***

11.10-11.30 ***Pause***

11.30-11.50 ***Grunnvann som ny vannkilde til Orkdal vannverk – erfaringer med brønnetablering og kunstig infiltrasjon***
Bernt Olav Hilmo & Rolf E. Forbord, Asplan Viak

- 11.50-12.10 ***Grunnvann i løsmasser på Magerøya i Nordkapp kommune***
Rolf E. Forbord, Asplan Viak m.fl.
- 12.10-12.20 ***Spørsmål***
- 12.20-12.30 ***Presentasjon av postere***
- 12.30-13.05 ***Lunsj***
- 13.05-13.20 ***Postersesjon***
- 13.20-13.40 ***Grunnvannskilden om hygienisk barriere***
Sylvi Gaut, NGU
- 13.40-14.00 ***The groundwater recharge area as a hygienic barrier against viruses – Example from a river bank aquifer***
Hanne Kvitsand, NTNU m.fl.
- 14.00-14.20 ***Estimering av gjennomsnittlig saltfluks fra veg til vannforekomst***
Nils-Otto Kitterød, Bioforsk Jord og miljø m.fl.
- 14.20-14.30 ***Spørsmål***
- 14.30-14.50 ***Pause***
- 14.50-15.10 ***En ny dimensjon i kartlegging av grunnvannsressurser; GRANADA i 2020***
Hans de Beer, NGU m.fl.
- 15.10-15.30 ***Deponiomställning och efterbehandling***
Thomas von Kronhelm, SAKAB AB
- 15.30-15.50 ***Eliminere forurensning i sigevann fra deponi ved bruk av radiklonstøv som reaktiv/adsorberende bunntetningsbarriere***
Jan Erik Sørli, NGI m.fl.
- 15.50-16.00 ***Spørsmål og diskusjon***
- 16.30-17.30 ***Mens vi venter på maten – Vin og geologi – Mest for øret og litt for ganen***
Sven Jonasson, Geo Logic i Göteborg AB
- 18.00 Seminarmiddag på NGU

----o----

3. februar

MILJØGEOKJEMI

Tema: Nordområdene

Ordstyrer: Morten Jartun

- 09.00-09.45 ***Innledningsforedrag: Klima, miljø, olje, helse. Hva er forsvarlig utvikling sett fra helsesynspunkt?***
Jon Øyvind Odland, UiT
- 09.45-10.05 ***Kvikksølvfortynningsepisoder på Ny-Ålesund***
Torunn Berg, NTNU
- 10.05-10.25 ***Hydrokarboner i marine sedimenter i Barentshavet og de nordøstlige delene av Norskehavet: Status for Mareano fase 1-kartleggingen***
Stepan Boitsov, Havforskningsinstituttet m.fl.
- 10.25-10.35 ***Spørsmål***
- 10.35-10.55 ***Pause***
- 10.55-11.15 ***Tungmetall og arsennivåer i marine sedimenter i Barentshavet: status for Mareano fase 1-kartleggingen – med spesiell vekt på kvikksølv (Hg)***
Henning K.B. Jensen, NGU m.fl.
- 11.15-12.00 ***"Clean-up Svalbard": Environmental management of contamination from local PCB-sources***
Halvard Pedersen, SMS, Ono Lundkvist, KLIF, Rolf Tore Ottesen, NGU, Halfdan Benjaminsen, NVE, Pernilla Carlsson, UNIS, Guttorm Christensen, Akvaplan-niva m.fl.
- 12.00-12.10 ***Spørsmål***
- 12.10-13.10 ***Lunsj***

Tema: Radioaktivitet

Ordstyrer: Malin Andersson

- 13.10-13.30 ***Radon og helse: Regjeringens nasjonale strategi mot radon***
William Standring, Statens strålevern
- 13.30-13.50 ***Geologiske faktorer som kontrollerer radonfaren og tilnærminger til å lage aktsomhetskart***
Mark Smethurst & Bjørn Frengstad, NGU m.fl.
- 13.50-14.00 ***Spørsmål***
- 14.00-14.20 ***Pause***

- 14.20-14.40 ***Radioaktiv forurensning av grunnvann ved Andrejevabukta Shore Teknisk Anlegg, Nordvest-Russland: Borehullstudier og kartlegging***
Mark Dowdall, Statens strålevern m.fl.
- 14.40-15.00 ***Radioaktivitet i avgang fra norske gruver***
Tor Erik Finne, NGU
- 15.00-15.10 ***Spørsmål og diskusjon***
- 15.10-15.40 ***Utdeling av Norsk hydrologiråds pris for beste studentforedrag og –poster***
- 15.40 ***Avslutning***

POSTERE

Klassifisering av vegnettet ut fra risikoen for saltskader på vannmiljøet
Kjersti Wike, Statens vegvesen m.fl.

Hydraulic testing in order to estimate groundwater residence time
Hilde Bjørgaas, NTNU

Jernproblemer ved Sunndalsøra grunnvannsanlegg
Mari Vestland, NTNU m.fl.

DELTAKERE

Etternavn	Fornavn	Institutt/bedrift	Tlf.	E-post
Allen	Joseph	Norconsult AS	67571237	joseph.allen@norconsult.com
Alston	John	NTNU		alston@stud.ntnu.no
Andersson	Malin	NGU	73904321	malin.andersson@ngu.no
Bechmann	Pernille	NTNU		pernilbe@stud.ntnu.no
Beer	Hans de	NGU	73904303	hans.debeer@ngu.no
Benjaminsen	Halfdan	Norges vassdrags- og energidirektorat	22959446	hfb@nve.no
Berg	Torunn	NTNU	73596182	torunn.berg@chem.ntnu.no
Berg	Tomm	NGU	73904375	tomm.berg@ngu.no
Berge	Kjersti Anette Haukaas	NTNU	40416173	kjerstia@stud.ntnu.no
Bjørgaas	Hilde	NTNU	45467317	bjorgaas@gmail.com
Bogen	Jim	NVE	22959046	jbo@nve.no
Boitsov	Stepan	Havforskningsinstituttet	55236394	stepan@imr.no
Brattli	Bjørge	NTNU	73594821	bjorge.brattli@ntnu.no
Braaten	Hans Fredrik	NTNU		hansfrb@stud.ntnu.no
Bønsnes	Truls Erik	NVE	22959107	teb@nve.no
Carlsson	Pernilla	UNIS	79023315	permillac@unis.no
Christensen	Guttorm N.	Akvaplan-niva	98028619	gc@akvaplan.niva.no
Cramer	Jan	NGU	73904310	jan.cramer@ngu.no
Dagestad	Atle	NGU	73904360	atle.dagestad@ngu.no
Dimakis	Panagiotis	NVE	22959169/41234667	pad@nve.no
Dowdall	Mark	Statens strålevern	67162546	mark.dowdall@nrpa.no
Egede-Nissen	Cecilie	NTNU		egedenis@stud.ntnu.no
Eggen	Ola A.	NGU	73904199	ola.eggen@ngu.no
Èvenset	Anita	Akvaplan-niva	99001591	ae@akvaplan.niva.no
Fedje	Edana	Cowi AS	92807918	efe@cowi.no
Fiksdal	Liv	NTNU	73594761	liv.fiksdal@ntnu.no
Finne	Tor Erik	NGU	73904319	tor.finne@ngu.no
Forbord	Rolf	Asplan Viak AS	99587882	rolfe.forbord@asplanviak.no
Frengstad	Bjørn	NGU	97670767	bjorn.frengstad@ngu.no

Etternavn	Fornavn	Institutt/bedrift	Tlf.	E-post
Garmo	Øyvind	NIVA	91724722	oga@niva.no
Gaut	Amund	Sweco Norge AS	67128430	amund.gaut@sweco.no
Gaut	Sylvi	NGU	73904362	sylvi.gaut@ngu.no
Granly	Toril	NTNU		torilgr@stud.ntnu.no
Grini	Randi Skirstad	NGI	93280238	randi.grini@ngi.no
Haug	Siri	NTNU		sirihaug@stud.ntnu.no
Helgestad	Michael	Rambøll Norge AS	97011026	michael.helgestad@ramboll.no
Holsdal	Rolf E.	Mattilsynet	73985347/95888092	roeho@mattilsynet.no
Hoston	Audhild	NTNU	97115922	
Hovde	Gunnhild	NTNU		gunnhiho@stud.ntnu.no
Haakseth	Anne-Britt	NTNU		annebrha@stud.ntnu.no
Jartun	Morten	NGU	73904309	morten.jartun@ngu.no
Jensen	Henning K.B.	NGU	73904305	henning.jensen@ngu.no
Jonasson	Sven	Geo Logic i Göteborg AB	+46 322633520	sven.jonasson@geologic.se
Jæger	Øystein	NGU	73904314	ovstein.jager@ngu.no
Jørgensen	Roger Kimo	Forsvaret/FKL/FLS	97107633	rogjorgensen@mil.no
Kennie	Patricia	NVE	22959595	pad@nve.no
Kitterød	Nils-Otto	Bioforsk Jord og Miljø	92602551	nils-otto.kitterod@bioforsk.no
Knivslund	Synnøve		90199136	synnokn@student.matnat.uio.no
Kracht	Oliver	NGU		
Kristjánsson	Bjarni Reyr	NGI	22023198	brk@ngi.no
Kronhelm	Thomas von	SAKAB AB	+46703757828	thomas.vonkronhelm@sakab.se
Kvitsand	Hanne	NTNU	92423909/73594832	hanne.kvitsand@ntnu.no
Lierhagen	Syverin	NTNU		syverin.lierhagen@chem.ntnu.no
Lundkvist	Qno	Statens forurensningstilsyn	22573477	qno.lundkvist@sft.no
Melting	Kine	NTNU		kineme@stud.ntnu.no
Mikkelsen	Øyvind	NTNU	73596260	oyvind.mikkelsen@chem.ntnu.no
Milli	Guro K.	NTNU	97071013	
Misund	Arve	Cowi AS	95938969	armi@cowi.no
Nordløkken	Marit	NTNU	73596221	marit.nordlokken@chem.ntnu.no

Etternavn	Fornavn	Institutt/bedrift	Tlf.	E-post
Odland	Jon Øyvind	Universitetet i Tromsø	90953887	jon.oyvind.odland@uit.no
Ottesen	Rolf Tore	NGU	73904302	rolf.ottesen@ngu.no
Pedersen	Halvard R.	Sysselmannen på Svalbard	79024320	halvard@sysselmannen.no
Person	Tone	NTNU	99561489	tonep@stud.ntnu.no
Reimann	Clemens	NGU	73904307	clemens.reimann@ngu.no
Rudolph-Lund	Kim	NGI	93054452	krl@ngi.no
Salomonsen	Silje	Trondheim kommune	72542984	silje.salomonsen@trondheim.kommune.no
Schmid	Rudolf	NTNU	73596203	rudolf.schmid@chem.ntnu.no
Seither	Anna	NGU		anna.seither@ngu.no
Silnes	Elin	Fylkesmannen i Sør-Trøndelag		elin.silnes@fmst.no
Standring	William	Statens strålevern	67162500	william.standring@nrpa.no
Storrø	Gaute	NGU	73904315	gaute.storro@ngu.no
Støver	Lise	Trondheim kommune	98018499	lise.stover@trondheim.kommune.no
Sundeng	Kathrine	NTNU		sundeng@stud.ntnu.no
Sæther	Ola M.	NGU	73904372	ola.sather@ngu.no
Sørdal	Torbjørn	NGU	73904201	torbjorn.sordal@ngu.no
Sørli	Jan Erik	NGI	97015932	jes@ngi.no
Trefjord	Terese	NTNU		tereset@stud.ntnu.no
Vestland	Mari	NTNU	97199169	marives@stud.ntnu.no
Wike	Kjersti	Statens vegvesen	91712045	kjersti.wike@vegvesen.no
Aakerøy	Paul Andreas	Bioforsk Jord & Miljø	46449093	paul.andreas.aakeroy@bioforsk.no
Aas	Gøril	NTNU		gorilaas@stud.ntnu.no

FOREDRAG

2. februar

Drunknar vi i data, och tror vi för mycket på decimaler? Möjligheter, problem och utmaningar vid mätning och modellering av hydrogeologiska projekt

Sven Jonasson, *Geo Logic i Göteborg AB*

Ny teknik i form av grundvattentryckgivare och loggers har gjort det möjligt att mäta grundvattennivåer regelbundet, frekvent och ofta under lång tid. Detta möjliggör mycket detaljerad uppföljning av provpumpningar, såväl som kontroll av grundvattennivåer under längre tid vid vattenverk eller större byggnadsprojekt.

Hur väljer vi då mätfrekvens? Tidigare vid manuell grundvattennivåmätning var det mycket arbetsintensivt att mäta grundvattennivåer vid provpumpningar. Om mätning skulle ske ofta gällde det att ha en person vid varje observationsrör. Problem vid utvärdering kunde uppstå om de olika personer som skulle mäta inte hade väl synkroniserade ur. Och ofta var det svårt att mäta snabba förlopp med lämpligt kort mätintervall. Samtidigt fick man en direkt kunskap om vad som hade skett, som dels kunde påverka provpumpningens utförande och dels gav möjlighet till en första preliminär utvärdering.

Idag ställer vi ofta in korta mätintervall på våra grundvattenloggers. Och får en mycket stor mängd mätvärden. Denna datamängd kan visa förlopp och möjliggöra utvärdering som tidigare inte hade varit möjlig. Men såvida vi inte har överföring av mätdata i realtid så vet vi inte vad som skett förrän ofta långt efteråt. Risken är att man förlitar sig den datoriserade mätutrustningen, och att enbart enstaka manuella mätvärden tas. Det finns exempel på när man därigenom missat att övervaka kritisk nivå i en brunn på en grannfastighet. Denna mindre brunn pumpades torr, med stora problem som följd, vid en större provpumpning.

Vad kan vi då nu ”se” som vi inte kunde tidigare? Genom att exempelvis installera en tryckgivare i en uttagsbrunn kan vi registrera brunnens funktion och kondition. Vilken avsänkning får vi vid ett visst uttag? Förändrar det sig över tid? Och när sker pumpning? Ett exempel ges på en funktionskontroll som visade på att problemet vid ett vattenverk var ett helt annat än vad uppdragsgivaren trott.

När vi sedan skall utvärdera provpumpningar (för att exempelvis använda hydrauliska parametrar för grundvattenmodellering) hamnar vi ofta idag i en situation där vi har många mätdata, men där utvärderingsmodellen är kraftigt förenklad och kanske inte riktigt överensstämmer med den geologi vi har på platsen. Hur ofta har vi verkligen homogena och isotropa förhållanden vid vår provpumpningsbrunn?

Numeriska grundvattensimuleringsmodeller är mycket användbara, men vet beställaren av en viss utredning egentligen vad hon eller han får? Hur noggrann är egentligen modellen och simuleringsresultaten? Har simuleringarna varit utan problem, och konvergerat till en noggrann lösning? Eller har modellören fått ”tvinga” modellen att sluta beräkna vid en större onoggrannhet för att undvika ”abnormal termination” och få några simuleringsresultat att presentera. Hur ofta vet beställaren vad numerisk instabilitet och numerisk dispersion är? Och hur ofta beskriver vi dessa problem klart och tydligt i våra rapporter?

Med tanke på de osäkerheter vi har måste vi vara försiktiga med decimaler. Hur många signifikanta siffror har vi egentligen?

Hydrogeologiske undersøkelser på Mølleneset - sammenlikning av resultater fra salttracerforsøk og temperaturmålinger i kartlegging av oppholdstid på grunnvann

Atle Dagestad¹, Hans de Beer¹ og Per Ole Israelsen²

¹Norges geologiske undersøkelse, ²Alta kommune

Store grunnvannsanlegg i Norge er hovedsakelig basert på elv- eller innsjøinfiltrasjon i grunne fluviale eller glacifluviale avsetninger. Kort avstand mellom elva og uttaksbrønnene, kombinert med høy permeabilitet og betydelig trykkgradient, gir indikasjoner på kort oppholdstid på utpumpet grunnvann, noe som skulle tilsi at disse grunnvannsanleggene er sårbare overfor forurensning av overflatevannkilden. Til tross for dette er den bakteriologiske kvaliteten i slike grunnvannsanlegg overraskende god, og det finnes ikke mange rapporterte hendelser på fekal forurensning av grunnvannet.

På bakgrunn av dette har det vært tradisjon i Norge å vurdere grunnvannsbrønners sårbarhet overfor forurensinger ut fra historiske vannkvalitetsanalyser. Mer utførlige undersøkelser for å kartlegge oppholdstid og sårbarhet, så som sporstoffforsøk kombinert med numeriske grunnvannsmodeller, blir sjeldent gjennomført.

Langtids måleserier av temperatur i akvifer og tilstøtende overflatevann er en metode som i økende grad har blitt benyttet til å estimere oppholdstid på grunnvannet og sårbarhet til vannforsyningen. Forsinkelse i temperaturendringer i utpumpet grunnvann i forhold til overflatevannet angir oppholdstid i grunnen på infiltrert overflatevann. Til tross for økt anvendelse av denne metoden er den ikke vel dokumentert, og det har sjeldent blitt gjennomført kombinerte simultane forsøk med både sporstoff og temperaturmålinger.

I en elveinfiltrert akvifer i en glacifluvial vifte ved Mølleneset i Kåfjord nær Alta by, har NGU i samarbeid med Alta kommune gjennomført både temperaturmålinger og sporstoffforsøk for å kartlegge oppholdstid på grunnvannet mellom elva og tre grunnvannsbrønner. Høyfrekvente temperaturmålinger over mer enn et år viste hurtige og tilnærmet simultane temperaturendringer i elva og i to av grunnvannsbrønnene, noe som indikerte meget kort oppholdstid på utpumpet grunnvann. Grunnvannet i den tredje brønnen viste imidlertid ingen rask respons på de hurtige temperaturendringene registrert i elva, men viste en moderat økning og senkning i temperaturen over året. Dette indikerte mange ukers oppholdstid på utpumpet grunnvann.

For å validere resultatene fra temperaturmålingene ble det gjennomført et sporstoffforsøk i brønnområdet. Da akviferen ligger nær fjorden ble sjøvann benyttet som sporstoff og tilført elva oppstrøms brønnområdet, noe som resulterte i en betydelig endring i elvevannets elektriske ledningsevne. Sjøvann ble pumpet kontinuerlig i et døgn med etterfølgende høyfrekvente automatiske målinger av grunnvannets elektriske ledningsevne i de tre brønnene. Det ble registrert en rask ankomst av saltpulsene i de samme to brønnene som viste simultane temperaturendringer med elvevannet, mens det ikke ble registrert noen endringer i den tredje brønnen som kunne tilskrives tilførselen av sporstoff. Resultatene fra disse undersøkelsene viser at det er en veldig god korrelasjon mellom estimert oppholdstid basert på temperaturmålinger i grunnvann og overflatevann og oppholdstid funnet ut fra sporstoffforsøket. Dette viser at temperaturmålinger er en meget anvendelig og enkel metode for å beregne oppholdstid på grunnvann fra infiltrasjon i akviferen til uttak i brønner under de klimatiske og hydrogeologiske forhold en finner i Norge.

Simuleringer av den hydrauliske kommunikasjonen mellom norske grunnvannsforekomster og elver

Panagiotis Dimakis, NVE

I flere år har NVE jobbet med å definere terskelverdier for grunnvannsuttakk og utnyttelse av grunnvannsressursene. Både vannressursloven og implementeringen av EUs vanndirektiv krever slike terskelverdier for alle grunnvannsforekomster men metodene som er foreslått er ikke egnet for norske forekomster. Norske grunnvannsforekomster i løsmasser er som regel små og har liten magasineringskapasitet. For en optimal utnyttelse av dette magasinerte grunnvannet må man ta hensyn til at en del av det skal brukes til å opprettholde vannføringen i vassdragene spesielt i løpet av vintermånedene.

I denne presentasjonen skal vi prøve å oppsummere en del av arbeidet som er utført hittil om kommunikasjonen mellom grunnvannsforekomstene og elvene. Resultatene bygger på semi-empiriske metoder basert på ”Base Flow” betraktninger i vassdraget men også på simuleringer av hydrologiske modeller (HBV) og grunnvannsmodeller (Feflow).

Grunnvann som ny vannkilde til Orkdal vannverk – erfaringer med brønnetablering og kunstig infiltrasjon

Bernt Olav Hilmo og Rolf E. Forbord, *Asplan Viak*

Orkdal vannverk forsynes i dag med vann fra Våvatnet som er en sårbar vannkilde med høyt humusinnhold og tidvis høy turbiditet og dårlig mikrobiologisk kvalitet. Vannet blir behandlet med membranfiltrering og UV. På grunn av sårbar vannforsyning og høye driftskostnader for membranrigger, har kommunen vedtatt å utrede en ny supplerende vannkilde.

Asplan Viak har i et forprosjekt anbefalt å vurdere grunnvann fra løsmasser, og det ble i løpet av 2008 og 2009 gjort hydrogeologiske forundersøkelser på to elvevifter ved Gagnåsvatnet. Undersøkelsene viste at avsetningen ved Doroas utløp i Gagnåsvatnet er best egnet med hensyn til grunnvannskvalitet. Løsmassene består her av opptil 40 m med lagdelt grusig sand og sand. Grunnvannskvaliteten er jevnt over meget god ned til drøyt 20 meters dyp, mens det er registrert økt innhold av jern og mangan på større dyp. På grunnlag av forundersøkelsene ble det høsten 2008 satt ned to fullskala brønner, og ca ett års prøvepumping av disse viste meget god vannkvalitet, men dårligere kapasitet enn forventet. Brønnene ga til sammen 32 l/s, mens vannverket har et dimensjonerende maksimalt døgnbehov på 100 l/s.

For å øke uttaket er det gjennomført følgende tiltak:

- 1) Etablert to nye skrånstilte brønner nærmere vannet. Disse ble boret i sanddominerte løsmasser, og kapasiteten var også her lavere enn ut fra beregnede hydrauliske parametere.
- 2) Seksjonsvis filtertiltrekking med mammutpumping. Dette ga 40 % økning (16-22 l/s) i kapasitet i en brønn, mens det i en annen ikke ble registrert kapasitetsøkning.
- 3) Bygd et ca 500 m² stort basseng for infiltrasjon av opp-pumpet vann fra Gagnåsvatnet. Dette har gitt en økt nydannelse av grunnvann på ca 15 l/s, men denne nydannelsen har kun gitt kapasitetsøkning i en av brønnene. Bortsett fra små endringer i temperatur og konduktivitet, er det ikke registrert særlige endringer i grunnvannskvaliteten.

Disse tiltakene har ført til at det nå kan tas ut knapt 60 l/s med grunnvann av meget god vannkvalitet. Dette tilsvarer dagens gjennomsnittsforbruk, men det er klart under vannverkets dimensjonerende vannmengde. Ytterligere økning i uttaket kan oppnås ved å øke størrelsen på infiltrasjonsbassenget og etablere flere brønner som fanger opp det kunstig infiltrerte grunnvannet.

Våre erfaringer med dette prosjektet kan oppsummeres på følgende måte:

- Naturlig nydannelse av grunnvann fra innsjø og særlig elv er mye mindre enn forventet.
- Det er dårlig samsvar mellom resultatet av forundersøkelsene med testpumping av undersøkelsesbrønner og løsmassenes kornfordeling og produksjonsbrønnenes kapasitet. Dette kan skyldes at metodikken med sugepumping av undersøkelsesbrønner gir et feil bilde av de hydrauliske forholdene i grunnvannsmagasinet.
- Seksjonsvis filtertiltrekking kan gi gode resultater, men dette betinger at løsmassene rundt filteret ikke har "satt seg" for hardt.
- Infiltrasjon av overflatevann fungerer bra, men på grunn av begrenset hydraulisk ledningsevne må det et stort filterareal til for å få tilstrekkelig infiltrasjon.

Grunnvann i løsmasser på Magerøya i Nordkapp kommune

Rolf Forbord og Bernt Olav Hilmo, *Asplan Viak*

Asplan Viak AS er engasjert av Nordkapp kommune for å vurdere grunnvann som ny vannkilde for Sarnes Vannverk, som forsyner en liten bygd ca. 8 km vest for Honningsvåg. Vannverket forsynes i dag fra et gammelt inntak i bekk fra Svartvatnet. Vannbehovet anslås til 2,5 l/s. Basert på kvartærgeologisk kart ble mulighetene for å finne grunnvann i løsmasser i første omgang vurdert som dårlige. Fjellbrønner eller alternativt grunne gravde brønner i elveavsetninger langs elva i Polldalen innerst i Sarnespollen ble ansett som mulige løsninger. Ved flybildestudier ble en løsmasseavsetning innerst i Sætervågen på Sarnes vurdert som en potensiell mulighet for uttak av grunnvann i løsmasser. Avsetningen er tidligere kartlagt som "Hav- og fjordavsetning, strandavsetning, tynt dekke". Flybildene avslørte at Sætervågvatnet som ligger 2-3 meter over havet, ikke har utløp, men drenerer til sjøen gjennom en løsmasseavsetning (trolig en strandvoll). Geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser ble utført i slutten av september 2009. Georadarmålinger ved Sætervågvatnet viser 13-14 meter med skrålag og sedimentstrukturer typisk for sand og grus ned mot 14 meters dyp langs sør og østsiden av Sætervågvatnet. Sonderboringer i vannkanten viser grusig sand ned mot 15-18 meters dyp, hvor boringene ble avsluttet uten fjellkontakt.

En 5/4" undersøkelsesbrønn i vannkanten på østsiden av vatnet (190 meter fra havet) ga 5,7 l/s ved pumping i samtlige nivåer mellom 3 og 12 meters dyp. Elektrisk ledningsevne varierer fra 101 til 113 $\mu\text{S}/\text{cm}$, og vannanalysene viser et grunnvann av meget god kvalitet, hvor alle fysisk-kjemiske parametere tilfredsstiller Drikkevannsforskriftens krav. I nivået fra 12-13,5 meter ble det observert skjell, og kapasiteten var dårligere. Ledningsevne i dette nivået er fortsatt lav (140 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Dypere enn 13,5 meter er kapasiteten vesentlig mindre, ledningsevnen høyere (800-900 $\mu\text{S}/\text{cm}$) og grunnvannskvaliteten mer problematisk. Grunnvannet i dypet er trolig et gammelt stagnerende brakkvann (natrium-bikarbonatvann) under et tett lag. Det tette laget ble påvist ved at man etablerte overtrykk ved spyling av prøver dypere enn 13,5 meter.

Sarnes vannverk kan uten tvil forsynes med grunnvann fra denne forekomsten. Testbrønnen med 1,5 meter lang slisset spiss ga mer enn det doble av vannbehovet i nivåene ned mot 12 meters dyp. Overslagberegninger viser at det drenerer en grunnvannsstrøm av størrelsesorden 25-30 l/s fra Sætervågvatnet gjennom løsmasseavsetningen og ut i sjøen. Det ble observert store ferskvannsutslag over flommålet ved fjære sjø. Grunnvannsmagasinet er derfor også interessant som reservekilde eller ny hovedkilde for Honningsvåg, hvor dimensjonerende vannmengde er 30 l/s. Ved å etablere rørbrønn(er) med filter fra 8-11 meter langs vatnet vil man uten tvil få nok vann rent hydraulisk. Man må trolig øke nydannelsen av grunnvann, for å sikre at man ikke får saltvannsinntrengning i vinterperioden. Dette kan gjøres ved å opprettholde vannhøyden i Sætervågvatnet, enten ved pumping fra Svartvatnet eller elva i Polldalen.

Prosjektet viser at man aldri skal avskrive et område uten å gjøre undersøkelser først. Det kan finnes gode grunnvannsmagasin, også i områder hvor geologiske kart indikerer små muligheter for grunnvannsuttak.

Grunnvannskilden som hygienisk barriere

Sylvi Gaut, *Norges geologiske undersøkelse*

Viktige prinsipper i norsk drikkevannsforsyning er: i) drikkevannet skal ha god hygienisk standard, ii) man skal velge drikkevannskilder som er godt beskyttet mot forurensning og iii) det er krav om minst to hygieniske barrierer i drikkevannssystemet. Gjennom å velge godt beskyttede drikkevannskilder med god drikkevannskvalitet, er det vanlig i Norge at drikkevannskilden utgjør den ene hygieniske barrieren. NORVAR-prosjektet "Vannkilden som hygienisk barriere" (Hem et al. 2008), satt fokus på hvilke krav som bør stilles for at overflatevannskilder skal kunne utgjøre en hygienisk barriere mot mikrobiologisk forurensning og hvordan en skal dokumentere eller sannsynliggjøre at barrieren er effektiv. Norges geologiske undersøkelse har vurdert det samme for grunnvannskilder. Det er valgt å vurdere grunnvannskildens barriereeffekt ut fra samme kriteriesett som for overflatevann. Kriteriene inkluderer: 1) Historisk mikrobiologisk vannkvalitet, 2) drikkevannskilden, 3) overvåking og 4) vannverkets størrelse. Kriteriesettet bygger på metoder benyttet i andre land, blant annet Skottland.

Historisk mikrobiologisk vannkvalitet skal gi et representativt bilde på hvordan råvannskvaliteten er gjennom 2-3 år. Kriteriet er delt i to undergrupper; analyse på bakterien *Escherichia coli* og parasittene *Cryptosporidium* og *Giardia*.

Kriterium 2, drikkevannskilden, bestemmer i stor grad hvor vidt en grunnvannskilde er godt beskyttet og kan fungere som en hygienisk barriere. Gaut (2005) viste at for borebrønner i fjell er de viktigste faktorene løsmassedekkets tykkelse, brønnutforming og arealbruk. For borebrønner i løsmasser vil i tillegg mektighet av umettet sone, og løsmassenes sammensetning være viktig. Borebrønner i fjell er godt beskyttet mot forurensning når løsmassene over fjell er minst 2,5 m tykt. Avstanden til forurensningskilder som husdyrgjødsel og septiktanker bør i tillegg være minimum 100 m. God brønnutforming er essensielt for alle typer brønner og omfatter avslutning over bakkenivå, tett lokk og drenering av overflatevann.

Tilrettelagt overvåking og oppfølging av vannverket (kriterium 3) er nødvendig for å dokumentere grunnvannskildens fortsatte egenskaper som hygienisk barriere, og sikre en stabil, god og sikker vannkvalitet. Dette gjelder blant annet vannprøvetaking, befaring av brønnområdet, oppfølging av arealrestriksjoner og tiltaksplaner ved avvik. Vannverkets størrelse (kriterium 4) sier noe om risikofaktoren. Forurensning av drikkevannet fra et stort vannverk gir større konsekvenser enn for et vannverk med få abonnenter.

Grunnvannskildens barriereeffekt ut fra naturlig beskyttelse og mangel på forurensning beregnet ut fra kriteriesettet, utgjør inntil 1 barriere. Den andre barrieren består av en godkjent klausulering kombinert med tilstrekkelig mektighet av løsmasser i brønnområdet.

Referanser

- Gaut S., 2005: Factors influencing microbiological quality of groundwater from potable water supply wells in Norwegian crystalline bedrock aquifers. Doktor ingeniør 2005:99, Institutt for geologi og bergteknikk, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Hem L., Eikebrokk B., Røstum J., Wideborg M. & Østerhus S.W., 2008: Vannkilden som hygienisk barriere. Norsk Vann rapport B10-2008.

The groundwater recharge area as a hygienic barrier against viruses – Example from a river bank aquifer

Kvitsand, H. M. L.¹, Fiksdal, L.², Sterk, A.³ & Hilmo, B.O.⁴

¹ *The Department Geology and Mineral Resources Engineering, Norwegian University of Science and Technology (NTNU)*, ² *The Department of Hydraulics and Environmental Technology, NTNU*, ³ *The Department of Earth Science, Utrecht University*, ⁴ *Asplan Viak As*

In this presentation, results from a field study aimed at investigating virus removal during rapid transport in the saturated zone of a riverbank aquifer, are presented. According to the Norwegian drinking water guidelines, a groundwater travel time of 60 days is adequate to inactivate viruses and bacteria, and is considered as one hygienic barrier in groundwater supply systems. This should equal a virus removal of minimum 99.9 % (3 log) (Mattilsynet 2005). The 60 days travel time is based on research in the 1930s by Knorr, who demonstrated that a travel time of 50 – 60 days transport in a German aquifer was sufficient to protect abstraction wells against bacterial break through (Knorr 1937). However, viruses are both smaller and more persistent in the environment than bacteria, and a travel time adequate for bacterial removal may be too short for sufficient removal of viruses. On the other hand, attachment to soil grains during subsurface transport may contribute significantly to virus removal (Schijven 2001), with the degree of removal depending on the local hydrogeological conditions (pore sizes, groundwater chemistry and temperature, transport scale, type and duration of contamination) (i.e. Pang 2009).

Microbial contamination of groundwater supplies cause about 40 % of the waterborne disease outbreaks in Norway. Norovirus is identified as the most important disease causing agent in groundwater systems, causing about 25 % of the outbreaks and 75 % of all disease cases (Kvitsand & Fiksdal 2009). Little, however, is known about the fate and transport of viruses in Norwegian aquifers. The objective of the present study was to i) determine the removal of bacteriophages as surrogates for human pathogenic viruses in a shallow river bank aquifer and to ii) estimate necessary set back distance for the microbial protection zone of the aquifer.

To achieve this objective, groundwater containing high concentrations of bacteriophages was injected into the saturated zone of the aquifer. Prior to the virus injection, expected characteristics of break through curves in sampling wells were investigated by a tracer experiment. Virus removal as a function of time and travel distance was determined by groundwater sampling in selected wells, and the results are discussed in relation to current natural disinfection criteria. The obtained virus removal in the river bank aquifer is compared and discussed in relation to published data from international field studies, and in relation to the current natural disinfection criteria.

References:

1. Mattilsynet (2005). Veileder til drikkevannsforskriften av 4.desember 2001. Versjon 2. September 2005. <http://www.mattilsynet.no>
2. Knorr, M. (1937). Die Schutzzonefrage in der trinkwasser-hygiene. Das Gas- Wasserfach 1937, 80, 350-355.
3. Schijven, J. (2001). Virus removal from groundwater by soil passage. Modeling, field and laboratory experiments. PhD thesis, University of Utrecht. ISBN 90-646-4046-7.
4. Pang, L. (2009). Microbial removal rates in Subsurface media estimated from published studies of field experiments and large intact soil cores. J. Environ. Qual. 38, 1-29.
5. Kvitsand, H., Fiksdal, L (2009). Waterborne disease outbreaks in Norway – Emphasis on groundwater systems. Accepted for publication in Water. Sci. Technol.

Estimering av gjennomsnittlig saltfluks fra veg til vannforekomst

Nils-Otto Kitterød, Stein Turtumøygard, Paul Andreas Aakerøy og Ståle Haaland, *Bioforsk Jord og miljø*

Økt vegtransport og strenge krav til trafikkikkerhet innebærer bruk av avisningskjemikalier vinterstid i Norge. Vegsalt (NaCl) er et hensiktsmessig kjemikalium til dette formålet, og i små konsentrasjoner er vegsalt relativt harmløst for miljøet. I utsatte vannforekomster kan imidlertid saltmengden overskride anbefalte doser, og Statens Vegvesen har derfor initiert et fireårig forsknings og utviklingsprosjekt - SaltSMART. Målet med prosjektet er å "... redusere bruken av salt samtidig som man opprettholder god fremkommelighet og trafikkikkerhet gjennom vinteren" (Statens vegvesen, 2009). For å oppnå dette målet må sårbare vannforekomster identifiseres og miljøkonsekvensene av dagens driftspraksis estimeres. Et ledd i dette karakteriseringsarbeidet er utvikling av enkel metodikk for å beregne gjennomsnittlig saltkonsentrasjon i norske vannforekomster.

I dette prosjektet viser vi hvordan dette målet kan oppnås ved å kombinere vannbalanseberegninger, digitale høydedata med geografisk informasjon om gjennomsnittlig forbruk av vegsalt. Hensikten med metoden er å estimere stasjonær vannbalanse, saltbalanse og saltkonsentrasjon for en hvilken som helst vannforekomst i Norge. Beregningene gir også estimat på romlig fordelt gjennomsnittlig saltfluks langs randa på vannforekomstene. Fordi metoden er basert på landsomfattende informasjon kan beregningene benyttes for å identifisere mulige utsatte vannforekomster før fysiske målinger blir utført. Metodikken har kun blitt testet for et begrenset antall innsjøer i Norge, men resultatene så langt viser brukbar overensstemmelse mellom beregninger og målinger av kloridkonsentrasjoner dersom forutsetningene for metodikken ikke avviker for mye fra virkeligheten. I tillegg til risikokartlegging kan metoden brukes for å estimere grensebetingelser for hydrodynamiske strømningsberegninger og for å evaluere mulige tiltak for å begrense forurensningsbelastningen.

En ny dimensjon i kartlegging av grunnvannsressurser; GRANADA i 2020

Hans de Beer, Pål Gundersen og Louise Hansen, *Norges geologiske undersøkelse*

EUs Vanndirektiv setter nye krav til kartlegging og karakterisering av grunnvannsressursene. Hovedmålet med Vanndirektivet er å sikre god miljøtilstand i vann, både vassdrag, kystvann og grunnvann. Forvaltningen av vann skal være helhetlig fra fjord til fjell, systematisk, kunnskapsbasert, og tilrettelagt for bred medvirkning. Den nasjonale grunnvannsdatenbanken GRANADA, som forvaltes av NGU, inneholder pr. i dag opplysningene om beliggenhet, omfang, kommuniserende vassdrag og sårbarhet av grunnvannsressursene i Norge. Grunnvannsressursene er koblet opp mot informasjonsportalen til vannregionmyndighetene (Vannportalen, Vann-Nett), som koordinerer gjennomføring av vannforskriften, implementeringen av EUs Vanndirektiv i Norge.

Dagens registrerte grunnvannsressurser er et resultat av mangeårige grunnvannsundersøkelser og en faglig vurdering gjennomført av et utvalg erfarne konsulenter. Av hensyn til forvaltningsoppgavene er fysisk avgrensede akviferer slått sammen til større og forvaltningsmessig mer håndterbare "grunnvannsressurser" i GRANADA. Det finnes over 700 registrerte "viktige grunnvannsressurser" i Norge, mens antall akviferer sannsynligvis ligger et sted mellom 5000 og 8000. NGU ønsker å videreutvikle GRANADA som fagdatabase, som er tilrettelagt for bred anvendelse i samfunnet, og som til enhver tid gir de aktuelle opplysningene som kan være av interesse for brukeren. Vi ønsker derfor at de administrativt definerte grunnvannsressursene overføres til vannregionmyndighetene, mens NGU kartlegger og formidler de underliggende data og hydrogeologiske tolkninger av akviferer.

En særlig viktig opplysning i denne sammenhengen er informasjon om løsmasser, og dermed grunnvannsakviferer i dybden; den tredje dimensjon. Vi ser blant annet en klar utvikling mot en mer omfattende satsing på geofysiske metoder. Tolknings- og visualiseringsverktøyene har blitt stadig kraftigere, noe som åpner mulighetene for lettere å presentere tilleggsinformasjon utover det tradisjonelle to-dimensjonale geologiske kartet. På steder hvor det finnes måledata (geofysikk, borer) kan rådata og tolkninger framstilles gjennom kraftige visualiseringsverktøy og gjøres tilgjengelig gjennom digitale tjenester som GRANADA. På steder med få eller begrensede måledata vil en konseptuell geologisk modell kunne øke forståelsen av den geologiske sammenhengen. Slike modeller kan utvikles basert på en kombinasjon av (hydro)geologisk ekspertise, geostatistikk og informasjon fra bedre kartlagte, sammenlignbare lokaliteter.

GRANADA er også portalen for den nasjonale brønndatabasen som passerte milepælen 50.000 registrerte og kvalitetssikrede brønner i januar 2010. Brønndatabasen omfatter mange opplysninger, blant annet om vanngiverevne. Gjennom en statistisk bearbeidelse av data, og kobling med geologiske kart, kan en produsere nye tjenester som gir brukeren nye muligheter og kunnskap som går utover en ren framstilling av innrapporterte data. Et samarbeidsprosjekt med Statens vegvesen Vegdirektoratet som et ledd i forbedring av prosjektering av tunneler er et resultat av en slik statistisk bearbeidelse av eksisterende data.

Det registreres daglig ny informasjon i NGUs mange databaser, om for eksempel vanngiverevne, dyp til fjell, radon, geofysiske målinger, dypforvitring og så videre. En dynamisk kobling av forskjellige opplysninger, inklusiv relevante tolkninger, vil gi nye muligheter for sammenstilling

og formidling av geologiske data. Vi har en visjon om at GRANADA i 2020 vil kunne gi brukeren en mer dynamisk interaksjon med vår kunnskap og våre kartleggingsprodukter, både i dybden og i sanntid.

Deponiomställning och efterbehandling

Thomas von Kronhelm, Chef Efterbehandling, SAKAB AB

I Sverige har ca 40 000 förorenade platser identifierats. Merparten av dessa är i behov av någon form av efterbehandling (EBH). Förorenad mark som behöver saneras karakteriseras ofta av stor komplexitet vad gäller såväl jordens sammansättning som föroreningsinnehållet. Samtidigt gäller för den relativt unga efterbehandlingsbranschen att ett antal tekniker etablerats vilka var och en förmår avlägsna endast vissa typer av föroreningar. Biologiska processer och förbränning kan svårtligen åtgärda metaller. Jordtvättningen resulterar ofta i en påtaglig restfraktion med organiskt innehåll etc. För att fram till 2020 kunna uppnå de miljöpolitiska målen om att miljön ska vara fri från toxiska ämnen, krävs än mer kostnadseffektiva processer i samband med EBH. Möjligheterna till deponering av förorenade restfraktioner kommer att bli begränsade vilket medför större krav på ”total” rening av förorenad jord. Ett sätt att med närliggande teknik kunna nå detta är att kombinera de principiella metoderna. Val av saneringsteknik är av stor betydelse för resultatet av efterbehandlingsinsatsen och avsättning av renade massor är ett problem och en potentiell flaskhals i EBH-processen. Dessa massor skulle under rätt förutsättningar kunna ses som en resurs och dess återanvändning förenligt med ett kretsloppstänkande.

Detta föredrag ämnar att belysa hur olika behandlingsprocesser har och kan användas för att generera resursmaterial som kan nyttjas till olika former av konstruktionsmaterial i samband med byggnation och omställning av deponier, geologiska filter och betongkonstruktioner.

Föredraget kommer att innehålla exempel där jordtvätt, lakningprocesser och biobehandling har genererat resursmaterial som sedan har nyttjats i efterföljande steg.

Eliminere forurensning i sigevann fra deponi ved bruk av radiklonstøv som reaktiv/adsorberende bunntettingsbarriere

Jan Erik Sørli, Gudny Okkenhaug og Anne Kibsgaard, Norges Geotekniske Institutt

Elkem Thamshavn har over noen år mellomlagret oppsopmasser i påvente av ett nytt permanent deponi. Massene består av en sammenblanding av kvartssand, koks, kullmasser samt avskalling fra små mengder katoder med høyt PAH-innhold. På grunn av at avfallsmassene er sammenblandede, er alt klassifisert som farlig avfall. Det er maksimalt 10 % av massene som inneholder PAH. Utlekkingen av PAH fra kolonnetester er imidlertid meget liten.

Under møte hos SFT, november 2007, ble en skisse lagt frem for mulig deponering av oppsopmassene i Steinbruddet som til nå var benyttet til deponering av Fe - Si slagg. Det ble avtalt at NGI skulle utarbeide en "Endringssøknad for Steinbruddet deponi" fra ordinært deponi til deponi for farlig avfall, for disse oppsopmassene. Elkem ønsket å vurdere muligheten av å bruke restavfallet mikrosilika/radiklonstøv, som kan både forsinke utlekkingen og adsorbere PAH. Det er mellomlagret ca. 3000 m³ oppsopmasser rett i nærheten av steinbruddet.

Det er utarbeidet et forslag til deponiutforming i steinbruddet som er basert på følgende betingelser:

- Deponiet skal tildekkes med gressvekst for bl.a. å beskytte deponiet mot erosjon og stabilitetsproblemer.
- Maksimalt 30 % av nedbøren (1500 mm) skal kunne infiltrere deponiet
- Sigevannet med PAH skal infiltrere inn i tetnings- og adsorpsjonslaget for adsorpsjon og retardasjon
- Radiklonstøvet skal blandes med rene og stabile masser for å kunne oppnå tilfredsstillende permeabilitet og gjennomstrømming
- Overflatevann skal ikke infiltrere deponiet
- Etter rensing drenerer sigevannet inn under deponiet og til avløpet til sjø
- Hvis PAH registreres i avløpet skal det være mulig å rense avløpsvannet for PAH
- Hvis nødvendig skal det være mulig å tette deponiet slik at ingen infiltrasjon skal forekomme

Radiklonstøvet er en type mikrosilika som inneholder for mye grovpartikler som bl.a. bidrar til å øke karboninnhold. Det er finkornet som en sandig leire med lav gjennomstrømlighet. Radiklonstøvet som ikke har vært undersøkt tidligere ble testet på forskjellige måter for komme frem til pålitelige adsorpsjonsegenskaper. Det ble utført ristetest med høye PAH konsentrasjoner og adsorpsjonen var betydelig, bl.a pga meget høyt organisk karbon innhold. Det ble kjørt kolonnetester med innebygget lag av radiklonstøv for å etablere støvets spesifikke gjennombruddskapasitet (Cs) for de forskjellige PAH forbindelsene. På dette grunnlaget kan man beregne hvor mye PAH som kan adsorberes i radiklonstøvet før man registrerer gjennombrudd.

Basert på en maksimal infiltrasjon på 30 %, dvs 300 l/m², tilsvarer dette basert på en deponigjennomsnittshøyde lik 8 m, et vannbehandlingsforhold L/S lik 4 for 100 års levetid. En levetid på 250 år øker vannbehandlingsforholdet, L/S til 10.

Basert på kolonneutlekkings tester av oppsopmassene med høyt akkumulert PAH innhold og vannbehandlingsforholdet kan man beregne total mengde PAH som lekker ut av deponiet over en

gitt levetid. Setter man så total mengde utlekkbar PAH sammen med den spesifikke gjennombruddskapasitet kan man beregne hvor mye radiklonstøv som er nødvendig for å unngå gjennombrudd.

Beregningene viser at det kreves 7 cm eller 53 cm komprimert radiklonstøv for henholdsvis 100 eller 250 leveår. Stabilisering med sand øker lagtykkelsen til henholdsvis 12 cm eller 90 cm. Elkem har et annet restavfall, "afrikasand" som er en grusig sand som er meget velegnet til å blande med radiklonstøvet for å oppnå et stabilt og mer permeabelt adsorpsjonsmateriale.

Denne utredningen har vist at steinbruddet egner seg godt til et deponi for oppsopmassene både miljømessig, teknisk og økonomisk. Deponeringen av slagg kan fortsette uavhengig og samtidig. Forsøkene har vist at radiklonstøvet er et velegnet materiale som reaktiv bunntettingsbarriere. Det er også planlagt "beredskapstiltak" for eventuelt rensetiltak av utslipp til resipient.

Mens vi venter på maten – Vin och geologi – Mest for öret och litt for ganen

Sven Jonasson, *Geo Logic i Göteborg AB*

Vad har vin och geologi gemensamt? Mycket mer än vad vi brukar tänka på!
Vinrankan är en växt som måste ha någonstans att växa och få vatten och näring. Underlaget där vinrankan växer är jord och berg. Vad detta underlag består av påverkar i hög utsträckning ett vins karaktär.

På engelska brukar man uttrycka att ett vins kvalitet beror på ”Grape, Ground and Guy”, det vill säga vilken druva det är, var den odlas och naturförutsättningarna på odlingsplatsen, samt vilken producent som gör vinet.

Vi skall göra en snabb resa genom vinvärlden och se på hur berggrundsgeologi, tektonik, sedimentologi, hydrogeologi och hydrokemi påverkar vinodling och vinkvalitet. Dessutom skall vi diskutera det i olika vinsammanhang ofta använda ordet ”terroir”.

Och så skall vi prova lite hur man kan anpassa vin till olika mat.

FOREDRAG

3. februar

Klima, miljø, olje, helse. Hva er forsvarlig utvikling sett fra helsesynspunkt?

Jon Øyvind Odland, *Institute of Community Medicine, Faculty of Health Sciences, University of Tromsø*

The presentation will focus on a broad range of aspects in the context of human adaptation to a rapidly changing circumpolar climate with changes in life style and industrial activities. Evidence so far points out the circumpolar populations to be the most vulnerable people of the world affected by the climate change. Important aspects: socio-economic issues provide big differences in circumpolar health care and life conditions; socio-economic and cultural issues provide big differences in health care between different population groups, especially for indigenous populations; big differences in health care provided for different diseases, with low priorities for preventive health care, environmental health and mental health; food security problems related to long range transport of environmental contaminants from the global pollution; environment and food security problems related to local environmental pollutants from industrial activities; food security problems relate to the same sources of food and pollutants – “The Arctic Dilemma”; disease patterns related to climate change; social and political security problems related to climate change. Methodology for research, assessment, and public health advice will be discussed in the context of industrial development, oil and gas production and the responsibility we have together as scientists, politicians, public health workers, and oil and gas producers.

Kvikksølvfortynningsepisoder på Ny-Ålesund

Torunn Berg, *Institutt for kjemi, NTNU*

Forskning har vist at tilgjengeligheten av kvikksølv for planter og dyr øker i polområdene like etter at solen vender tilbake til området om våren. Ved flere Arktiske og Antarktiske målestasjoner har det vært observert flere episoder med sterk fortynning av elementært kvikksølv i atmosfæren på denne tida.

Fortynningsepisodene for kvikksølv finner sted samtidig med at troposfærisk ozon forsvinner om våren. Kvikksølv omdannes fra lite reaktivt elementært kvikksølv til mer reaktive forbindelser som reaktivt gassfasekvikksølv (RGM) og partikulært kvikksølv (Hg-P). RGM og Hg-P har vesentlig høyere avsetningshastighet, og dette fører til en total øking i avsetningshastigheten for kvikksølv i Arktis. Avsatte oksiderte kvikksølvforbindelser kan lett tas opp av mikroorganismer og omdannes til metylkvikksølv som kan akkumuleres i det fettløselige vevet til høyerestående organismer. Dette kan også forlære de høye konsentrasjonene av kvikksølv man ser i en del arktiske marine næringskjeder.

Det er estimert at Arktis gjennom disse prosessene kan være et sluk for mellom 50 og 500 tonn kvikksølv

Foredraget presenterer resultater fra metodeutvikling samt målekampanjer arrangert i Ny Ålesund de siste årene.

Hydrokarboner i marine sedimenter i Barentshavet og de nordøstlige delene av Norskehavet: Status for Mareano fase 1-kartleggingen

Stepan Boitsov¹, Henning K.B. Jensen² og Jarle Klungsøyr¹

¹ Havforskningsinstituttet, ² Norges geologiske undersøkelse

MAREANO, et nasjonalt program for geologisk, biologisk og geokjemisk kartlegging av havbunnen på marin sokkel i norske havområder, ble påbegynt i 2006. Første fase av programmet, som tar slutt i 2010, inkluderte et område i det sørvestlige Barentshavet og områder i Norskehavet ved Lofoten og Vesterålen. Det foreligger nå resultater for de første tre årene, 2006-2008, og delvis for det siste året, 2009. De nyeste resultatene fra prøveinnsamlingen i 2008-2009 vil bli presentert og et helhetlig bilde for hele MAREANO-området vil bli diskutert.

En viktig gruppe blant organiske miljøgifter i marint miljø i norske havområder i Arktis er polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). De er relativt persistente, toksiske og kan forekomme både naturlig og som resultat av menneskelig aktivitet i disse områdene. Disse forbindelsene ble målt i overflatesedimenter og sedimentkjerner fra ulike steder i det undersøkte området, og deres nivåer, trender, sammensetning og mulige kilder ble studert.

Resultatene fra prøveinnsamlingen i 2008 viser noe høyere nivåer av PAH enn det var funnet tidligere i andre deler av MAREANO-området. Disse prøvene kommer fra en skråning ved sokkelen utenfor Lofoten og Vesterålen, ned til ca. 2000 m dyp, hvor det ofte er meget finkornete og bløte sedimenter. Nivåene er likevel relativt lave, og er betydelig lavere enn man finner i noen deler av Barentshavet, for eksempel ved Svalbard. Hele MAREANO-området har lave eller veldig lave PAH-nivåer, men sammensetningen og hovedkildene ser ut til å variere, særlig mellom Tromsøflaket, og Barentshavet og det nordøstlige Norskehavet. Det er også forskjell fra noen fjordområder, som ikke inngår i MAREANO-området men som ble undersøkt. Der er menneskelig påvirkning mer tydelig.

Tungmetall og arsennivåer i marine sedimenter i Barentshavet: status for Mareano fase 1 kartleggingen – med spesiell vekt på kvikksølv (Hg)

Henning K.B. Jensen¹, Terje Thorsnes¹, Jochen Knies¹, Stepan Boitsov² og Tor Erik Finne¹
¹ Norges geologiske undersøkelse, ² Havforskningsinstituttet

Mareanoprogrammets fase 1 (2006 – 2010) er nå gjennomført, og det er gjennomført analyser fra sedimentprøver med multicorer og boxcorer på i alt 66 prøvetakingsstasjoner fra Tromsøflaket og Eggakanten og fjorder i nord til havområdene utfor Lofoten i sør. Formålet har vært å kartlegge forurensingsnivåene for en rekke stoffer, omfattende tungmetallene bly, kvikksølv, kadmium, krom, nikkel, sink og elementet arsen, organiske forbindelser og radionuklider i områder med avsetning av sedimenter. I tillegg er sedimenter innsamlet av Havforskningsinstituttet 2003 og 2004 fra i alt 74 stasjoner fra den vestlige delen av Barentshavet analysert og inkludert her.

I denne presentasjon vises det resultater fra Fase 1 kartleggingen med vekt på Hg-nivåene og - utviklingen over tid i overflatenære sedimenter, samt hvilke forklaringer for kilde(r) det er mulig å gi når det gjelder observerte endringer og nivåer. Hg er en av de mest toksiske tungmetallene.

Det generelle bildet fra Mareano-kartleggingen av de marine sedimentene er lave tungmetall- og arsennivåer i overflatesedimentene (0 – 1 cm). De fleste tungmetallene har primært naturlige kilder, med unntak av bly og kvikksølv, som begge trolig har både naturlige og bidrag fra menneskelig aktivitet til de overflatenære sedimenter. Økningen varierer over tid 30 – 100 % fra det som vurderes som det naturlige bakgrunnsnivået (0,015 – 0,030 mg/kg sediment) i de undersøkte sedimentkjernene. Anvendelse av bly-210 datering antyder at Hg-økningen begynte 50 - 80 år siden, avhengig av hvor sedimentkjernene er tatt. Nivået i overflatesedimentene (0,03 – 0,05 mg/kg sediment) er imidlertid fremdeles så lavt at det ikke vurderes å være fare for noen markant forurensing av sedimentene. Økningen ses i kjerner fra hele det kartlagte området. Det er høy grad av samsvar mellom høy andel av organisk kullstoff og Hg-innhold i sedimentene. Hg-økningen de siste årtiene er imidlertid betydelig større enn den marginale økning i innhold av organisk kullstoff, som er observert i flere sedimentkjerner. Dette tyder derfor på en reell økning i tilførsel av kvikksølv til marine miljøet (og sedimentene).

Kunnskapshull

Resultatene fra Mareano fase 1 viser noen interessante trekk: de høyeste konsentrasjoner er i sedimenter med stor andel av finstoff (< 63 µm) og organiske kullstoff. I områder med mindre andel av finstoff er det påvist mindre Hg-konsentrasjoner. Dette reiser spørsmål om Hg forekommer i fri fase i sjøvann? Hva skjer med Hg i områder med lave eller ingen avsetninger av sedimenter? Videre transport til områder med avsetning av finkornede sedimenter eller et økt opptak i biota, eksempelvis gjennom opptak i "suspension-feeders" eller planktoniske organismer?

Forsuring av vannmassene. Det er et økt opptak av CO₂ i havene. Hva skjer det med mobiliteten til Hg i sedimentene under slike forhold? Vil eksempelvis Hg frigis fra sedimentene ved forventet økt forsuring av det marine miljøet, og finnes det noen terskler for når Hg vil frigis i større konsentrasjoner og dermed føre til økt opptak i biota?

"Clean-up Svalbard": Environmental management of contamination from local PCB-sources

Halvard R. Pedersen¹, Ono Lundkvist², Rolf Tore Ottesen³, Halfdan Benjaminsen⁴, Pernilla Carlsson⁵, Guttorm Christensen⁶, Anita Evenset⁶, Ola A. Eggen³ & Morten Jartun³

¹ Governor of Svalbard, ² Climate and Pollution Agency (KLIF), ³ Geological Survey of Norway (NGU), ⁴ Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE), ⁵ The University Centre in Svalbard (UNIS), ⁶ Akvaplan-niva

Ecotoxicological studies in the Arctic indicate negative environmental effects in top-predators caused by polychlorinated biphenyls (PCBs). The most described explanation for this is the effect of long-range transport of PCBs via the atmosphere, sea currents, and trans-polar ice movements. In 2005 an increasing level of PCB was detected in marine sediments outside the Russian settlement Pyramiden. Akvaplan-niva concluded that a local PCB source was active onshore. As a follow-up, the Governor of Svalbard initiated in 2007 a project with the aim of identifying and subsequently reduce the effects of local PCB-sources. This initial project revealed high concentrations of PCBs in surface soils in Barentsburg and Pyramiden, whereas the concentrations in Longyearbyen were significantly lower. The major sources of PCB were electrical capacitors in lighting fixtures and flaking paint from building facades. In 2008, the project was extended to include the remaining settlements on Svalbard; Ny-Ålesund, Svea, Hornsund, Fuglehuken fyr, Grumant, Coles bay, Hopen and Bear Island. PCBs were detected in soils and products in all settlements except Svea and Hornsund, a major breakthrough in confirming that PCBs have been extensively used in common products and applications on Svalbard, and that local surface soils are contaminated. In 2009, the project included studies of the flux of particle bound PCB in small rivers running through Barentsburg and Pyramiden towards the marine environment, and further studies of marine sediments outside the harbors of the same two settlements. The preliminary results indicate an annual input of about 7 g PCB₇ to the marine environment from one catchment alone. Studies of PCBs in local air have now been initiated by UNIS. By the end of 2009, over 1100 samples constitute the local-PCB Svalbard database, and further studies will be initiated to explain the relative contribution of PCB exposure in wildlife originating from local sources vs. long-range transport. Furthermore, actions are being initiated to reduce the risk of further dispersion of PCBs, such as the collection of 3000 electrical capacitors in Barentsburg and Pyramiden.

Radon og helse: Regjeringens nasjonale strategi mot radon

William Standring, *Statens strålevern*

En tverrsektoriell arbeidsgruppe som inkluderte Statens strålevern ble dannet i mai 2007 av Helse- og omsorgsdepartementet for å komme med et forslag til en koordinert nasjonale innsats for å redusere radoneksponering i Norge. Arbeidsgruppen vurderte både nasjonal og internasjonal kunnskap om radon og kom bl.a. fram til at siden frekvensfordelingen for radonnivåene i norske boliger er tilnærmet lognormalfordelt, er det høyst sannsynlig at mesteparten av lungekrefttilfellene skjer ved lave til moderate radonnivåer. Arbeidsgruppen estimerte at ca 70 % av de årlige lungekrefttilfellene i Norge har skjedd ved radonkonsentrasjoner i inneluft på under 200 Bq/m³. Derfor konkluderte de med at for å lykkes med å vesentlig redusere lungekrefttilfellene bør man forsøke å redusere radonnivåene generelt dvs både i tilfeller hvor radonnivåene betraktes som normale og ved høye nivåer. Dessuten skjer radoneksponering i alle typer bygninger, slik at for risikoen til et individ avhenger av samlet eksponering ved både fritid og jobb. Arbeidsgruppens rapport førte til offentliggjøring av regjeringens Strategi for å redusere radoneksponering i Norge, utgitt i juni 2009. Strategien legger opp til en reduksjon i samlet radoneksponering og omfatter alle bygningskategorier. Regjeringens strategi har et todelt mål, nemlig (a) å arbeide for at radonnivåene i alle typer bygninger og lokaler ligger under gitte grenseverdier og (b) å bidra til å senke radoneksponeringen i Norge så langt ned som praktisk mulig. Strategien er videre delt opp i seks delstrategier som handler om radon mht: Arealplanlegging; Oppføring av nye bygninger; Eksisterende boliger; Lokalsamfunn med særdeles alvorlige radonproblemer; Bygninger og lokaler hvor allmennheten har adgang; og Arbeidslokaler. Statens strålevern ble utpekt av regjeringen til å danne en gruppe for å koordinere oppfølgingen og implementeringen av strategien i perioden 2009-2014. Denne presentasjonen vil presentere og begrunne strategien samt informere om hvor langt implementeringsarbeid er kommet per i dag og om utfordringene som venter.

Geologiske faktorer som kontrollerer radonfaren og tilnærminger til å lage aktsomhetskart

Smethurst, M.¹, Frengstad, B.¹, Rudjord, A.L.² og Finne, I.²

¹ *Norges geologiske undersøkelse*, ² *Statens strålevern*

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har gjort flymålinger av naturlig stråling over det sentrale Østlandsområdet der omkring to millioner av landets innbyggere bor. Statens strålevern har målt radon i mer enn 55 000 boliger (ca 3% av boligmassen) hvorav drøyt 6300 målinger er koordinatfestet innenfor området med flymålinger. De to institusjonene har i samarbeid laget aktsomhetskart, det vil si kart som beskriver hvor forhøyede radonkonsentrasjoner i inneluft opptrer i en langt større andel av boligene. Kartene er basert på fire faktorer; i) eksisterende målinger av radon i inneluft, ii) gammamålinger fra lufta av uranrike områder, iii) kartlegging av berggrunnen med fokus på uranholdige bergartstyper og iv) kartlegging av løsmasser med fokus på permeable løsmasser.

De fire kartbladene dekker 10 000 km² fra Hadeland i nord til Skien og Fredrikstad i sør. Målestokken er 1:100 000 og er dermed ikke detaljert nok for vurdering av radonfare på enkelttomter. Derimot er kartene velegnet for kommuneplanleggere når nye bostedsområder skal planlegges eller når en skal identifisere eksisterende bebyggelse med behov for detaljundersøkelser. Alunskifer og granittiske bergarter dominerer områdene med beregnet høyere aktsomhet, men høye målinger opptrer også i områder med middels aktsomhetsgrad!

Aktsomhetskartene kan lastes ned gratis fra www.ngu.no eller www.stralevernet.no som pdf-filer . Det finnes også en interaktiv kartsørvis på www.ngu.no/kart/arealis (Velg 'Radon aktsomhet'). Denne er først og fremst beregnet på planleggere. All kunnskap og alle data om geologi hos NGU er fritt tilgjengelig på www.ngu.no.

For å evaluere hvor effektiv denne kartleggingsmetodikken er, har Gran kommune på Hadeland blitt valgt ut som testområde. I denne kommunen er det uranrik alunskifer med tilhørende løsmasser som er hovedkilden til radon. I tillegg finnes det lokale granittkropper og områder med permeable breelvsavsetninger som bidrar til farebildet. Metoden framstiller et farekart som omfatter de aller fleste områdene med høye radonkonsentrasjoner i boliger, og som i tillegg påviser områder hvor tilvarende radonkonsentrasjoner kan forventes å opptre dersom det bygges hus uten forebyggende tiltak. Evalueringen i Gran viser at metoden er 81% effektiv når det gjelder å få høye inneluftmålinger til å falle innenfor sonene som er kartlagt som å ha høy aktsomhetsgrad. Disse sonene utgjør omkring halvparten av det geografiske området. Sannsynligheten for at denne fordelingen skulle opptre tilfeldig er 0.054%.

Radioaktiv forurensning av grunnvann ved Andrejevabukta Shore Teknisk Anlegg, Nordvest-Russland: Borehullstudier og kartlegging

M. Dowdall, W.J.F. Standring, I. Amundsen og O. Reistad, *Statens strålevern*

Den nedlagte tekniske basen i Andrejevabukta er en av de største og mest forurensede ”nuclear legacy” områdene i Nordvest-Russland. Radioaktiv forurensning i området stammer fra brenselbrensel og vedlikeholdsaktiviteter for den russiske Nordflåten atomubåter. En hendelse i 1982 resulterte i en betydelig lekkasje av forurenset kjølevann fra et lager for brukt kjernebrensel, ført til lokale forurensning. Denne hendelsen har, i tillegg til dagens tilstand for brenselslageret og den dårlige tilstanden for avfall lagret på stedet, ført til bekymringer om migrering av forurensning off-site. De geologiske og hydrogeologiske egenskapene for området er varierende. Jordtyper, dybde og omfang varierer mye selv om området består hovedsakelig av marine sedimenter (fra finkornet sand til grov grus). Dybden av løsmasser varierer fra 10 cm til over 5 m. Tre viktige vannhorisonter finnes: den første mellom 1 og 2,8 m, den andre varierer mellom 1 og 9 m dyp, og den tredje mellom 5 og 20 m dyp. Vannhorisonten varierer stort i utstrekning over området. Som en del av et felles russisk-norsk innsats, er et stor arbeide med kartlegging av forurensning blitt gjennomført. En del av dette arbeidet, var boring av en rekke borehull i 3 av de områdene hvor det var størst grunn til bekymring. Som en del av borehullstudiene ble målinger av beta-flux og gamma doserate gjennomført både nede i hullene og på borekjerne. Isotopspesifikke målinger ble utført på prøver tatt fra kjernene og vannprøver tatt fra borehullene. De tre stedene som forårsaker mest bekymring med hensyn til potensielle migrering av forurensning i grunnvann er: det opprinnelige kjernebrenselageret (Bygning 5), det nåværende kjernebrenselageret (DSU anlegg) og lageret for fast og flyttende radioaktivt avfall (Bygninger 6, 7, 67).

Resultater for DSU anlegget, hvor det det brukte brenselet er lagret nå, finnes det ingen bevis for lateral transport av forurensning vekk fra bygningen. Forurensningen finnes fortsatt hovedsakelig i overflaten og all forurensning tilstede dypere ned kan tilskrives vertikale gjennomtrengning av bakken med forurensning fra overflaten. Situasjonen ved det opprinnelige brenselageret, bygning 5, er mer kompleks. Under hendelsen i 1982, ble kontaminering spredt via en grunnvansstrøm som ble ledet bort for å unngå forurensningen ble ledet ut i sjøen. I tillegg ble store mengder sand spredt rundt på utsiden av bygningen for å gi ekstra skjerming for arbeidere fra forurensningen som var avsatt på overflaten. Disse aktivitetene er klart gjenspeilet i resultatene fra borehullene. Alle tre vann horisontene nær bygning 5 viste tegn på varierende grad av forurensning. De høyeste nivåer av grunnvannsforurensning ble funnet i vann horisonter mellom 2 og 4 m.

Bygningene 6, 7 og 67 inneholder flytende og fast avfall i en rekke underjordiske tanker, lukkede siloer og i åpne områder. Disse anleggene har inntrenging av regn og snø og er av tvilsom strukturell integritet. Noen borehulle i området rundt disse bygningene beviste lateral transport av forurensning fra bygningene, mest sannsynlig som et resultat av lekkasjer fra underjordiske tanker som inneholder flytende avfall.

Informasjon om nivåer av forurensning i miljøet rundt Andrejevabukta er begrenset, men den informasjonen som finnes indikerer transport av forurensninger off-site i områder der grunnvannsforurensning er mest sannsynlig. Siden forurensningssituasjonen på stedet fortsatt er alvorlig med potensial for mer utbredt forurensning av miljøet, fortsettes det internasjonale rehabiliterings arbeidet, med et fokus på å stabilisering og fjerning av avfall slik at ytterligere forurensning av det ytre miljø kan unngås.

Radioaktivitet i avgang fra norske gruver

Tor Erik Finne, *Norges geologiske undersøkelse*

Forholdene rundt avgangsdeponiene ved Søve gruver har i mange år og med varierende styrke vært gjenstand for offentlighetens interesse, med en foreløpig kulminasjon i Telemark Fylkeskommunes stevning av Staten ved NHD. Som for all annen gruvedrift i Norge, var det heller ikke ved Søve uran eller thorium som var den verdifulle komponenten i fjellet.

Egenskaper i pågang (malm eller industrimineral og sideberg) og ved oppredningsprosessen (konsentrering) avgjør egenskaper i produkt og avgang. Det er enorm variasjon i egenskapene for råstoff i norsk gruvevirksomhet, og prosessene som benyttes for oppredning utgjør heller ikke en kort liste.

Noen enkle eksempler på data for radioaktivitet i berggrunn i umiddelbar nærhet av gruve og radioaktiviteten målt i avgang fra samme gruve, viser at det basert på data om radioaktivitet i berggrunn kan være umulig å forutsi om de radioaktive mineralene i pågang konsentreres i oppredningsprosessen, og om de i så fall ender opp i produkt eller avgang.

Statens Strålevern inviterte sist sommer til anbud på en håndfull prosjekter for å beskrive Miljøkonsekvenser av radioaktive utslipp, deriblant "Kartlegging av erfaringer med håndtering og sikring av radioaktivt avfall fra nedlagte gruver". NGUs svar til konsultantselskapet som gjennomførte denne undersøkelsen var dessverre at vi hadde dårlig oversikt over tilstanden utover et par eksempler.

Erfaringene fra Søve i Telemark, Knaben i Vest-Agder og Oterstranda i Nordland viser at det kan være på sin plass å øke fokus på den nydefinerte forurensingskomponenten radioaktivitet.

NGU ser på muligheten for å gjennomføre en landsomfattende kartlegging av radioaktivitet i deponier av avgang fra norske gruver.

POSTER- PRESENTASJONER

Klassifisering av vegnettet ut fra risikoen for saltskader på vannmiljøet

Kjersti Wike¹, Stein Turtumøygard² og Paul Andreas Aakerøy²

¹ Statens vegvesen, ² Bioforsk

Bioforsk har på oppdrag for SaltSMART, som er et 4-årig prosjekt i Statens vegvesen, foretatt en grovscreening av alle europaveger, riksveger og fylkesveger med saltingsstrategi "bar veg", med sikte på å beregne omfanget av potensiell miljøskade på utvalgte ferskvannsresipienter langs vegnettet. Innsjøer som ligger nærmere enn 200 meter fra veg og har areal under 0,5 km², private drikkevannsbrønner som ligger nærmere enn 200 meter fra veg og store grunnvannsresipienter som ligger nærmere enn 200 meter fra veg er vurdert. Formålet med beregningene har vært å gi et overordnet bilde av risiko for miljøskade på vannforekomster. Både grunnlagsdata og risikodefinitjoner ligger på et meget grovt nivå, og resultatene er derfor foreløpig ikke egnet til å vurdere tiltak på de enkelte vegsegmenter.

Hydraulic testing in order to estimate groundwater residence time

Hilde Bjørgaas, *NTNU*

The aim of the project has been to estimate the groundwater velocity and residence time in an unconfined aquifer in Klæbu south-east of Trondheim. Of great importance was estimating basic hydraulic properties of the aquifer, such as hydraulic conductivity (K) and transmissivity (T). A pumping test was therefore carried out, and hydraulic conductivity calculated, leading to an estimate of groundwater residence time. Also, a grain size distribution analysis and a tracer test were carried out, illustrating a quite significant variance in the calculated groundwater residence time. Nevertheless, the residence time between the injection well and the pumping well, a distance of 22 meters, was expected to be somewhere between 3 and 5 days. The results were analyzed and discussed.

Jernproblemer ved Sunndalsøra grunnvannsanlegg

Mari Vestland, masterstudent i geologi ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet og Bernt Olav Hilmo, Asplan Viak

Sundalsøra grunnvannsanlegg har i lengre tid hatt problemer med for høyt jerninnhold i grunnvannet fra en av produksjonsbrønnene. Anlegget produserer 50-80 l/s grunnvann, som sammen med Kalken vannverk forsyner 5.500 innbyggere på Sunndalsøra og tilgrensende områder.

Asplan Viak er engasjert av Sunndal kommune for å utrede tiltak for å bedre vannkvaliteten og øke leveringssikkerheten til grunnvannsanlegget. I den forbindelse ble det vinteren 2009 etablert en ny produksjonsbrønn, som er prøvepumpet fra mars til oktober. En masteroppgave i hydrogeologi er tilknyttet prosjektet, der formålet er å vurdere vannkvaliteten ved anlegget, og da med et ekstra fokus på jernproblematikken.

Grunnvannsanlegget og generell vannkvalitet

Grunnvannsanlegget består av tre skråstilte produksjonsbrønner, samt et basseng som benyttes til kunstig infiltrasjon. Bassenget har en filtermasse bestående av marmorsand for å øke pH og forsynes med elvevann fra et elveinntak i Driva. Grunnvannet kan karakteriseres som bløtt og surt, og behandles derfor med kalkhydrat og CO₂, for å øke alkalitet og pH. Vannet desinfiseres med UV før det går ut på nettet. Grunnvannet har et relativt lavt innhold av løste ioner, noe som gjenspeiles i lav elektrisk ledningsevne. Dette kan relateres til mineralsammensetningen i løsmassene og grunnvannets relativt korte oppholdstid. På tross av kort oppholdstid har grunnvannet meget god mikrobiologisk kvalitet.

Grunnvannsmagasinet

Anlegget er plassert på ei elveslette sørvest for Driva. Grunnvannsmagasinet utgjøres i hovedsak av sand og grus hvor topplaget er avsatt i et dynamisk meandrerende elvesystem, mens de dypere skrålagene representerer deltaavsetninger. Mektigheten på magasinet varierer mellom 5 og 15 meter. Magasinet avgrenses mot dypet av finkornige marine sedimenter og lateralt av finsand og silt avsatt som flomsedimenter og/eller i kroksjøer (avsnørte elvekanaler). I disse finkornige sedimentene er det stedvis påvist høyt organisk innhold. Utstrekningen mot N-NØ avgrenses av Driva, som samtidig utgjør den viktigste kilden til nydannelse. Den gode kommunikasjonen mellom elv og magasin er tydeligst i den grunneste brønnen nærmest elva, der det er en klar korrelasjon mellom temperatur og elektrisk ledningsevne i brønnen og elva. I tillegg nydannes grunnvann ved infiltrasjon av nedbør på elveslettene og gjennom infiltrasjonsbassenget.

Jernproblematikken

Høyt jerninnhold kan relateres til den dypeste produksjonsbrønnen hvor det er påvist konsentrasjoner av jern på over 0,5 mg/l. Dette ligger klart over grenseverdien i Drikkevannsforskriften på 0,2 mg/l. Ved vannverket erfares for høye jernverdier som bruksmessige problemer i form av utfellinger i brønner og rørsystem, samt som misfarging av tekstiler og utfelling i kraner og vasker hos forbruker.

Jern i grunnvann stammer fra jernholdige mineraler i løsmasser og berggrunn, og konsentrasjonen er i stor grad styrt av pH og eH-forholdene. I dette tilfellet kan jern være løst fra jernholdige mineraler i løsmassene, gjennom kjemisk forvitring som oppløsning og/eller redoksreaksjoner. Brønnen med dypest filterplassering er følgelig mest utsatt for inntrekking av dypere og mer

reduisert grunnvann med økt løselighet av jern. Redusert grunnvann dannes ved at nedbrytning av organisk materiale i de mer finkornige lagene mot bunnen av magasinet forbruker alt tilgjengelig oksygen. Denne prosessen fører videre til produksjon av CO₂. Beregninger basert på feltmålinger antyder at CO₂-innholdet er høyest i denne brønnen. Grunnvannets pH-verdi er relativt lav, noe som også gir økt løselighet av jern.

Jernproblemene er størst i tørrværsperioder som følge av redusert tilførsel av oksygenrikt grunnvann fra elva. I tørrværsperioder har også elveinntaket som forsyner infiltrasjonsbassenget såpass redusert kapasitet at kun 30 % av infiltrasjonskapasiteten i bassenget utnyttes.

Tiltak for reduksjon av jerninnhold

På grunnlag av utførte undersøkelser ved Sunndalsøra grunnvannsanlegg foreslås følgende tiltak for reduksjon av jerninnholdet:

- Etablere vannforsyning fra den nye produksjonsbrønnen. Prøvepumping har dokumentert gode resultater både med hensyn til kapasitet og vannkvalitet (lavt jerninnhold).
- Utkobling av brønnen som produserer grunnvann med for høyt jerninnhold. Prøvepumpingen viste at avstengning av denne brønnen fører til økt jerninnhold i nærliggende brønn. Dette kan avverges ved å pumpe en viss mengde grunnvann fra denne brønnen til elva eller til infiltrasjonsbassenget. Fordelen med å pumpe vannet til infiltrasjonsbassenget er at man da sikrer stabil vanntilførsel og tilfører vann med høyere CO₂-innhold, som vil gi økt pH og alkalitet i grunnvannet gjennom økt oppløsning av marmorfilteret.
- Utbedring av elveinntaket for å sikre stabil vannføring til infiltrasjonsbassenget. Dette vil enten skje ved å flytte dagens inntak lenger ut i elva eller ved skråboring av ny rørbrønn under elvebunnen.
- Utvidelse av infiltrasjonsbassenget for å øke nydannelsen av grunnvann ved lavt grunnvannsnivå/lav vannføring i Driva.