


NGU Rapport 2001.010

Program for "Det 10. seminar om hydrogeologi
og miljøgeokjemi", NGU 8.-9. februar 2001

Rapport nr.: 2001.010		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Program for "Det 10. seminar om hydrogeologi og miljøgeokjemi", NGU 8.-9. februar 2001.				
Forfatter: Tove Aune og Jan Cramer		Oppdragsgiver: NGU		
Fylke:		Kommune:		
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 69	Pris: kr 110,-	
Feltarbeid utført:		Rapportdato: 02.02.2001	Prosjektnr.: 2718.00	Ansvarlig: 
<p>Sammendrag:</p> <p>Rapporten presenterer program, deltagerliste og sammendrag av foredrag for «Det 10. Seminar om hydrogeologi og miljøgeokjemi» ved NGU 8.-9. februar 2001.</p> <p>Rapporten inneholder sammendrag fra 32 foredrag, 3 plakatpresentasjoner og 2 utstillinger.</p> <p>Foredragene er gruppert i følgende hovedtemaer;</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Grunnvarme ➤ Grunnvann ➤ Hydrogeokjemi ➤ Geokjemi <p>Det er påmeldt 102 deltagere til seminaret hvorav 26 er ansatt ved NGU.</p>				
Emneord: Hydrogeologi		Miljøgeologi		Geokjemi
Grunnvann		Grunnvarme		
				Fagrapport

INNHold

Seminarprogram	6
Deltagerliste	10
Sammendrag:	
<i>Borrhålsvarmeväxlare och termisk energilagring</i>	
Göran Hellström.....	14
<i>Energiborrning i Sverige</i>	
Göran Risberg	16
<i>SiA velger borehullbasert energilager</i>	
Kirsti Midttømme & Einar Haram	18
<i>Grunnvarmeanlegg dimensjonert ved termisk respons testing</i>	
Rune Helgesen	19
<i>Varmelager i leire</i>	
Björn O. Modin	20
<i>Kartlegging av potensialet for grunnvarmeuttak fra løsmasser i Voss</i>	
Atle Dagestad & Birger Heidenstrøm	23
<i>Politiske og økonomiske aspekter av grunnvarme</i>	
Helge Skarphagen	24
<i>Bruk av borehullslogging for å vurdere tiltak i problemfylt brønn</i>	
Harald Elvebakk & Helge Skarphagen	25
<i>Sammenligning av data fra akustisk og optisk televiwer</i>	
Jan Steinar Rønning & Harald Elvebakk	26
<i>Brønnboreren! Den moderne grunnvannsforvalter med ansvarsrett</i>	
Einar Østhassel	27
<i>Er det grunnvannsinntømming til Isdammen, Svalbard i vinterhalvåret?</i>	
Ånund Killingtveit	28
<i>Estimering av lekkasjer og influensområdet for tunneler i tettbygde strøk</i>	
Kevin J. Tuttle & Per Magnus Johansen	31
<i>Modelleringer i Holmedals brønnfelt</i>	
Panagiotis Dimakis	33
<i>Beskyttelsessoner rundt grunnvannsverk</i>	
Birger Heidenstrøm & Hervé Colleuille	34
<i>Modellering av beskyttelsessoner – en alternativ tilnærming</i>	
Anders Haaland & Mark Hall	35
<i>Grunnvannsbeskyttelse i fjell – Norsk praksis</i>	
Knut Ellingsen	37
<i>Grunnvann og ny lov om vassdrag og grunnvann</i>	
Heidrun Kårstein	39

<i>EUs Vanndirektivet</i>	
Panagiotis Dimakis	42
<i>Opplegg for nettbasert undervisning i hydrogeologi</i>	
Per Aagaard, <u>Rebecca Worsley</u> , Kevin J. Tuttle, Eli Alfnes & Thor A. Thorsen ..	43
<i>Nedbrytning av dieselforurensning i kaldt klima</i>	
Arve Misund	44
<i>Naturlig rensing av jet-drivstoff-forurenset grunn og grunnvann ved Luftfartsverkets brannøvingsfelt på Gardermoen</i>	
Per Aagaard, Gijs Breedveld, Kim Rudolph-Lund, Zuoping Zheng & Maciej Klonowski	48
<i>Naturlig grunnvannskvalitet i utvalgte norsk og britiske akviferer. Et eksempel på bruk av "Baseline"-konseptet</i>	
Bjørn Frengstad & Paul Shand	49
<i>Geokjemisk modellering av våtmarksystem for rensing av avrenningsvann fra Kongens gruve, Roros</i>	
Johan B. Knudsen & Arnt-Olav Håøya	51
<i>Risikovurdering av strandsonedeponi ved Ramsund orlogstasjon</i>	
Arnt-Olav Håøya & Odd R. Bryhn	52
<i>Distribution of Ba in Skagerrak sediments</i>	
Aivo Lepland, Ola M. Sæther & Terje Thorsnes	53
<i>Geokjemisk atlas for Norge</i>	
Rolf Tore Ottesen, Jim Bogen, Bjørn Bølviken, Tore Volden & Toril Haugland .	54
<i>Arsen i barns lekemiljø</i>	
Tore Volden, Toril Haugland & Rolf Tore Ottesen	55
<i>PCB i bymiljø</i>	
Toril Haugland, Rolf Tore Ottesen & Tore Volden	57
<i>PAH og Pb i bymiljø</i>	
Rolf Tore Ottesen, Tore Volden & Toril Haugland	58
<i>Plan for forurenset grunn og sedimenter i Trondheim</i>	
Marianne Langedal	59
<i>Bruk av stabile bly-isotoper til å bestemme bidrag fra luftforurensning til blyinnhold i jord</i>	
Eiliv Steinnes	60
<i>Økosystem respons på forurensing: et tverrfaglig samarbeidsprosjekt i norsk – russiske grenseområde</i>	
H. Jensen, T.E. Finne, T. Volden, L. Furuhaug, V. Nikonov, N. Lukina, N. Yoccoz, H. Tømmervik & H. Henttonen	61

PLAKATPRESENTASJON

Utlekking av PAH fra havnesedimenter i Trondheim

Mari Moseid, Bjørge Brattli & Randi G. Skirstad 64

Grunnvarme fra fast fjell – økt energiuttak ved hydraulisk trykking av borebrønner

Randi Kalskin, Bernt Olav Hilmo & Bjørge Brattli 66

Grunnvann – ikke bare vann

David Banks, Bjørn Frengstad, Aase Kjersti Skrede, Jan Reidar Krog,
Terje Strand, Ulrich Siewers & Bjørn Lind 68

UTSTILLING

Brønnfilter – rustfritt stål – PVC

Horst Plischewski

Demonstrasjon av optisk televiewer

Jan Steinar Rønning

DET 10. SEMINAR OM HYDROGEOLOGI OG MILJØGEOKJEMI

**Torsdag 8. og fredag 9. februar 2001
Knut S. Heiers konferansesenter, NGU
Leiv Eirikssons vei 39, Lade, Trondheim**

PROGRAM

Torsdag 8. februar

08:30 - 09:20 Registrering

09:20 - 09:30 Åpning av seminaret v/avd.dir. Morten Smelror

GRUNNVARME

09:30 - 10:00 *Borrhålsvarmeväxlare och termisk energilagring*
Göran Hellström

10:00 - 10:30 *Energiborrning i Sverige*
Göran Risberg

10:30 - 10:50 *SiA velger borehullbasert energilager*
Kirsti Midttømme & Einar Haram

10:50 - 11:10 *Grunnvarmeanlegg dimensjonert ved termisk respons testing*
Rune Helgesen

11:10 - 11:30 *Pause*

11:30 - 11:50 *Varmelager i leire*
Björn O. Modin

11:50 - 12:10 *Kartlegging av potensialet for grunnvarmeuttak fra løsmasser i Voss*
Atle Dagestad & Birger Heidenstrøm

12:10 - 12:20 *Politiske og økonomiske aspekter av grunnvarme*
Helge Skarphagen

12:20 - 12:35 ***Bruk av borehullslogging for å vurdere tiltak i problemfylt brønn***
Harald Elvebakk & Helge Skarphagen

12:35 - 13:00 ***Introduksjon av plakater***

13:00 - 14:00 ***Lunsj***

GRUNNVANN

14:00 - 14:20 ***Sammenligning av data fra akustisk og optisk televiwer***
Jan Steinar Rønning & Harald Elvebakk

14:20 - 14:40 ***Brønnboreren! Den moderne grunnvannsforvalter med ansvarsrett***
Einar Østhassel

14:40 - 15:00 ***Er det grunnvannsstrømning til Isdammen, Svalbard i vinterhalvåret?***
Ånund Killingtveit

15:00 - 15:20 ***Estimering av lekkasjer og influensområdet for tunneler i tettbygde strøk***
Kevin J. Tuttle & Per Magnus Johansen

15:20 - 15:40 ***Pause***

15:40 - 16:00 ***Modelleringer i Holmedals brønnfelt***
Panagiotis Dimakis

16:00 - 16:20 ***Beskyttelsessoner rundt grunnvannsverk***
Birger Heidenstrøm & Hervé Colleuille

16:20 - 16:40 ***Modellering av beskyttelsessoner – en alternativ tilnærming***
Anders Haaland & Mark Hall

16:40 - 17:00 ***Grunnvannsbeskyttelse i fjell – Norsk praksis***
Knut Ellingsen

-----o-----

19:00 ***Seminarmiddag Radisson SAS Royal Garden Hotell (adr. Kjøpmannsgt. 73)***

Fredag 9. februar

- 08:50 - 09:10 ***Grunnvann og ny lov om vassdrag og grunnvann***
Heidrun Kårstein
- 09:10 - 09:30 ***EUs Vanndirektivet***
Panagiotis Dimakis
- 09:30 - 09:50 ***Opplegg for nettbasert undervisning i hydrogeologi***
Per Aagaard, Rebecca Worsley, Kevin J. Tuttle, Eli Alfnes & Thor A. Thorsen

HYDROGEOKJEMI

- 09:50 - 10:10 ***Nedbrytning av dieselforurensning i kaldt klima***
Arve Misund
- 10:10 - 10:30 ***Naturlig rensing av jet-drivstoff-forurenset grunn og grunnvann ved
Luftfartsverkets brannøvingsfelt på Gardermoen***
Per Aagaard, Gijs Breedveld, Kim Rudolph-Lund, Zuoping Zheng & Maciej
Klonowski
- 10:30 - 10:50 ***Pause***
- 10:50 - 11:10 ***Naturlig grunnvannskvalitet i utvalgte norsk og britiske akviferer. Et
eksempel på bruk av "Baseline"-konseptet***
Bjørn Frengstad & Paul Shand
- 11:10 - 11:30 ***Geokjemisk modellering av våtmarksystem for rensing av avrenningsvann
fra Kongens gruve, Røros***
Johan B. Knudsen & Arnt-Olav Håøya
- 11:30 - 11:50 ***Risikovurdering av strandsonedeponi ved Ramsund orlogstasjon***
Arnt-Olav Håøya & Odd R. Bryhn

GEOKJEMI

- 11:50 - 12:10 ***Distribution of Ba in Skagerrak sediments***
Aivo Lepland, Ola M. Sæther & Terje Thorsnes
- 12:10 - 12:30 ***Geokjemisk atlas for Norge***
Rolf Tore Ottesen, Jim Bogen, Bjørn Bølviken, Tore Volden & Toril Haugland

- 12:30 - 13:30 ***Lunsj***
- 13:30 - 13:50 ***Arsen i barns lekemiljø***
Tore Volden, Toril Haugland & Rolf Tore Ottesen
- 13:50 - 14:10 ***PCB i bymiljø***
Toril Haugland, Rolf Tore Ottesen & Tore Volden
- 14:10 - 14:30 ***PAH og Pb i bymiljø***
Rolf Tore Ottesen, Tore Volden & Toril Haugland
- 14:30 - 14:50 ***Plan for forurenset grunn og sedimenter i Trondheim***
Marianne Langedal
- 14:50 - 15:10 ***Pause***
- 15:10 - 15:30 ***Bruk av stabile bly-isotoper til å bestemme bidrag fra luftforurensning til blyinnhold i jord***
Eiliv Steinnes
- 15:30 - 15:50 ***Økosystem respons på forurensning: et tverrfaglig samarbeidsprosjekt i norsk – russiske grenseområde***
H. Jensen, T.E. Finne, T. Volden, L. Furuhaug, V. Nikonov, N. Lukina,
N. Yoccoz, H. Tømmervik & H. Henttonen

PLAKATPRESENTASJON

Presentasjon torsdag 8. februar kl. 12:35 - 13:00

- 1 Utlekking av PAH i havnesedimenter i Trondheim***
Mari Moseid, Bjørge Brattli & Randi G. Skirstad
- 2 Grunnvarme fra fast fjell – økt energiuttak ved hydraulisk trykking av borebrønner***
Randi Kalskin, Bernt Olav Hilmo & Bjørge Brattli
- 3 Grunnvann – ikke bare vann***
David Banks, Bjørn Frengstad, Aase Kjersti Skrede, Jan Reidar Krog, Terje Strand,
Ulrich Siewers & Bjørn Lind

DELTAkere

Navn	Institusjon/firma	Adresse	Postnr./-sted	Tlf.	Fax	E-post
Alfnes, Eli	UiO, Institutt for geologi	Postboks 1047 Blindern	0316 Oslo			e.b.alfnes@geologi.uio.no
Anda, Steinar	PTL Løken AS	Flåtåsvn. 10	7018 Trondheim	72597001	72597070	steinar.anda@ptl.no
Berggren, Anne-Lise	Geofrost Engineering AS	Grindammen 10	1359 Eiksmarka	67147350	67147353	alb@geofrost.no
Berntsen, Einar J.	UiO, Institutt for geologi	Postboks 1047, Blindern	0316 Oslo	22858187	22854215	einar.berntsen@geologi.uio.no
Boyd, Rognvald	NGU		7491 Trondheim	73904141	73921620	rognvald.boyd@ngu.no
Brattli, Bjørge	NTNU, Institutt for geologi og bergteknikk		7491 Trondheim	73594821	73590898	bjorge.brattli@geo.ntnu.no
Brustugun, Jon Terje	Brustugun Brønnboring		2690 Skjåk	61213174	61213323	
Båsrum, Trond	Båsrum Boring A/S	Slettemoen industriområde	3535 Krøderen	32147820	32147970	trond@basum.no
Colleuille, Hervé	NVE	Postboks 5091 Majorstua	0301 Oslo	22959439	22959216	hec@nve.no
Cramer, Jan	NGU		7491 Trondheim	73904310	73921620	jan.cramer@ngu.no
Cramer, Torill	NGU - Oslokontoret	Postboks 5348 Majorstua	0304 Oslo	22959800	22959801	torill.cramer@ngu.no
Dagestad, Atle	NGU		7491 Trondheim	73904360	73921620	atle.dagestad@ngu.no
Dimakis, Panagiotis	NVE	Postboks 5091 Majorstua	0301 Oslo	22959169	22959216	pad@nve.no
Duncumb, Richard	NVK Norplan	Postboks 280	1401 Ski	64855506	64855555	rdunc@nvk.no
Eckholdt, Einar	Miljøgeologi AS	Dronningens gt. 25	1530 Moss	69240175	69240176	ee@miljogeologi.no
Egeberg, Trond	Geofrost Engineering AS	Grindammen 10	1359 Eiksmarka	67147350	67147353	te@geofrost.no
Eillingsen, Knut	NGU - Oslokontoret	Postboks 5348 Majorstua	0304 Oslo	22959800	22959801	knut.ellingsen@ngu.no
Eri, Svein	ABB Klimaprodukter	Odalgt. 25	2001 Lillestrøm	63811400	63819866	
Eriksen, Kjell	E-TEK A/S	Postboks 252 Økern	0510 Oslo	22651465	22659982	emerikse@online.no
Fagerhaug, Arne	Noteby AS, Avd. Ålesund	Boks 188	6001 Ålesund	70101990	70101998	arne@noteby.no
Ferriday, Ian	Geolab Nor AS	Postboks 5740	7437 Trondheim	73964000	73965974	iafe@geolabnor.no
Finne, Tor Erik	NGU		7491 Trondheim	73904319	73921620	tor.finne@ngu.no
Fjerdingsby, Robert	Universal brønnboring	Postboks 330 Økern	0511 Oslo	22721500	22724424	
Follestad, Bjørn	NGU		7491 Trondheim	73904150	73921620	bjorn.follestad@ngu.no
Forren, Roar	Båsrum Boring Trøndelag A/S	Postboks 115	7358 Børja	72863980	72863981	
Frøengstad, Bjørn	NTNU, Institutt for geologi og bergteknikk	Postboks 400	7491 Trondheim	73596833	73590898	bjorn.frøengstad@geo.ntnu.no
Gaut, Amund	Statkraft Grøner		1327 Lysaker	67128430	67128030	ag@statkraftgroner.no
Gaut, Sylvi	NGU		7491 Trondheim	73904362	73921620	sylvi.gaut@ngu.no
Greiff, Siri	Noteby AS	Postboks 1139 Sverresborg	7420 Trondheim	72566900	72566920	sgr@noteby.no
Grini, Randi Skirstad	Scandiaconsult AS	Ilsvikveien 22	7493 Trondheim	73841117		randi.grini@scc.no
Hansen, Hans Jørund	SFT	Postboks 8100 Dep.	0032 Oslo	22573568	22676706	hans-jorund.hansen@sft.no
Hanstad, Nils	Båsrum Boring A/S	Slettemoen industriområde	3535 Krøderen	32147820	32147970	nils@basum.no
Haram, Einar	Theorells A/S	Sandakervn. 74	0483 Oslo	22222210	22225510	einar.haram@theorells.no

Navn	Institusjon/firma	Adresse	Postnr./-sted	Tlf.	Fax	E-post
Haugland, Toril	NGU		7491 Trondheim	73904300	73921620	foril.haugland@ngu.no
Heidenstrøm, Birger	NVE	Postboks 5091 Majorstua	0301 Oslo	22959893	22959216	bhe@nve.no
Heier, Knut S.	NGU	Postboks 63	1321 Stabekk	67533182	22959801	knut.heier@ngu.no
Helberg, Dag	Oslo Lufthavn AS	Edwards Munchs vei	2060 Gardermoen	64812329	64812001	dag.helberg@osl.no
Helgesen, Rune	Geoenergi AS	Carl Kjelsensvei 50	0880 Oslo	22184144	22183994	helgesen@geoenergi.no
Hellström, Göran	Lund universitet	Box 22100	S-Lund	0462229091		neo.energy@swipnet.se
Henriksen, Pål	Vann, Tunnel og Miljøteknikk A/S	Strandveien 1	2010 Strømmen	63805400	63805401	vfm@vtm.no
Hilmo, Bernt Olav	NGU		7491 Trondheim	73904303	73921620	bernt.hilmo@ngu.no
Holm, Per Erik	Skarland Press AS – redaktør Norsk VVS	Postboks 5042 Majorstua	0301 Oslo	22598820	22693650	pererik@skarland.no
Hugnes, Roar	Enøk-senteret Sør-Trøndelag AS	Postboks 6097 Sluppen	7434 Trondheim	73824480	73824481	roar.hugnes@enok.st.no
Haaland, Anders	Asplan Viak AS	Storgt. 8	3600 Kongsberg	32772000	32734270	anders.haaland@asplanviak.no
Håøya, Arnt-Olav	Scandiaconsult AS, Divisjon Geo og miljø	Postboks 427 Skøyen	0213 Oslo	22518000	22518002	
Jensen, Henning K.B.	NGU - Tromsøkontoret	Polarmiljøseneteret	9296 Tromsø	77750127	77750126	henning.jensen@npolar.no
Jæger, Øystein	NGU		7491 Trondheim	73904314	73921620	oystein.jager@ngu.no
Kalskin, Randi	NGU		7491 Trondheim	73904304	73921620	randi.kalskin@ngu.no
Killingveit, Anund	NTNU, Institutt for vassbygging/UNIS		7491 Trondheim	73594747		aanund.killingveit@bygg.ntnu.no
Krog, Reidar	NGU		7491 Trondheim	73904312	73921620	reidar.krog@ngu.no
Knudsen, Johan B.S.	Scandiaconsult AS, Divisjon Geo og miljø	Postboks 427 Skøyen	0213 Oslo	22518000	22518002	johan.b.s.knudsen@scc.no
Kveldsvik, Vidar	Norges Geotekniske Institutt	Postboks 3930 Ullevål stadion	0806 Oslo	22023156	22230448	vidar.kveldsvik@ngi.no
Kårstein, Heidrun	NVE, Konesjon og tilsynsavdelingen	Postboks 5091 Majorstua	0301 Oslo	22959184	22959000	
Langedal, Marianne	Trondheim kommune, Miljøavd.	Prinsensgt. 61	7005 Trondheim	72546427	72546167	marianne.langedal@trondheim.kommune.no
Langset, Einar Magne	Eli as	Sagatun, Indre Årø	6421 Molde	71218268	71218269	
Larsen, Hallvard	Gudbrandsdal Brønnboring AS	Moav. 10	2642 Kvam	61294066	61290048	
Lepland, Aivo	NGU		7491 Trondheim	73904311	73921620	aivo.lepland@ngu.no
Lie, Rikard	Østfold Brønnboring	Sørkilen 4	1620 Gressvik	69329403	69329403	
Mattsson, Leif Erik	Forsvarets overkommando, Miljøvernkontor	Forsvarets overk. FO/FIII-3	Oslo mill/Huseby, 0016 Oslo	23095318	23097451	leonleif@hotmail.com
Midtørme, Kirsti	NGU		7491 Trondheim	73904316	73921620	kirsti.midtorme@ngu.no
Misund, Arve	Inter Consult Group ASA	Strandgaten 32	4400 Flekkefjord	38327650	38327651	armi@interconsult.com
Modin, Björn	Energianalys Jämtland (EAJ)	Lugnviksv. 130	S-83152 Østersund	063124344	063181844	bjorn.modin@eaj.se
Moen, Stig	Oslo Lufthavn AS	Edwards Munchs vei	2060 Gardermoen	64812329	64812001	stig.moen@osl.no
Moseid, Mari	Scandiaconsult AS, Divisjon Geo og miljø	Ilsvikveien 22	7493 Trondheim	73841132	73841110	mari.moseid@scc.no
Moseid, Torleiv	Høgskolen i Agder, Avd. for teknologi	Grooseveien 36	4876 Grimstad	37253290	37253001	torleiv.moseid@hia.no
Myhre, Hans Thorstein	Brødrene Myhre A/S	Postboks 1106 Flattum	3503 Hønefoss	32133300	32132395	post@brdmyhre.com
Myhre, Kjell	Brødrene Myhre A/S	Postboks 1106 Flattum	3503 Hønefoss	32133300	32132395	post@brdmyhre.com
Nordstrand, Jo S.	NGU		7491 Trondheim	73904317	73921620	jonord@stud.ntnu.no

Navn	Institusjon/firma	Adresse	Postnr./-sted	Tlf.	Fax	E-post
Nyen, Kjell	Nordenfjeldske brønn- og spesialboringer as	Boks 159	7601 Levanger	90575155	62954688	norbronn@online.no
Olsen, Tor	AS Holst & Brå	Postboks 5849 Majorstua	0308 Oslo	23334260	23334270	to@holstbraa.no
Ottesen, Rolf Tore	NGU		7491 Trondheim	73904302	73921620	rolf.ottesen@ngu.no
Pedersen, Tor Simon	NVE	Postboks 5091 Majorstua	0301 Oslo	22959205	22959216	tsp@nve.no
Plischewski, Horst	Verktøy & Maskin A/S	Gullhagen Industriområde	3570 Ål	32081696	32082230	
Ramstad, Svein	SINTEF Kjemi, avd. Miljø	S.P. Andersen v. 15A	7465 Trondheim	73595175	73597051	svein.ramstad@chem.sintef.no
Risberg, Göran	SGU	Box 670	S-75128 Uppsala			goran.risberg@sgu.no
Rohr-Torp, Erik	NGU - Oslokontoret	Postboks 5348 Majorstua	0304 Oslo	22959800	22959801	erik.rohr-torp@ngu.no
Rudolph-Lund, Kim	NGI	Postboks 3930 Ullevål stadion	0806 Oslo	22023087	22230448	krl@ngi.no
Russenes, Bjørn F.	Sogn og Fjordane fylkeskommune	Regionalavd., Plan- og utvikl.	6863 Leikanger	57656253		
Rye, Noralf	UiB, Geologisk inst.	Allégt. 41	5007 Bergen	55583498	55589416	noralf.rye@geol.uib.no
Rønning, Jan Steinar	NGU		7491 Trondheim	73904441	73921620	jan.ronning@ngu.no
Skaphagen, Helge	NGU - Oslokontoret	Postboks 5348 Majorstua	0304 Oslo	22959800	22959801	helge.skaphagen@ngu.no
Smelror, Morten	NGU		7491 Trondheim	73904180	73921620	morten.smelror@ngu.no
Sperstad, Torstein	Brustugun Brønnboring		2690 Skjåk	61213174	61213323	
Steinnes, Eiliv	NTNU, Institutt for kjemi		7491 Trondheim	73596237	73550877	eiliv.steinnes@chembio.ntnu.no
Steinsholm, Kjell Jørgen	Sørlandet Brønnboring	Postboks 1585	4801 Arendal	37098131	37098503	
Stene, Jørn	NTNU - Institutt for klima- og kuldeknikk	Kolbjørn Hejes v. 1D	7465 Trondheim	73591642	73593950	jorn.stene@energy.sintef.no
Storrø, Gaute	NGU		7491 Trondheim	73904315	73921620	gaute.storro@ngu.no
Sykket, Per	Terrawatt Energi AS	Postboks 48	1921 Sørumsand	63822253	63822251	terawatt@online.no
Sæther, Ola Magne	NGU		7491 Trondheim	73904372	73921620	ola.sather@ngu.no
Thune, Gorm	NOAH	Serviceboks H	3081 Holmestrand	33099521	33052253	gorm.thune@noah.no
Tuttle, Kevin J.	Norconsult AS	Vestfordgt. 4	1338 Sandvika	67571115	67544576	kjt@norconsult.no
Tvedten, Sissel	Asplan Viak AS	Storgt. 8	3611 Kongsberg	32772000	32734270	sissel.tvedten@asplanviak.no
Velken, Bjørn	Vann, Tunnel og Miljøteknikk A/S	Strandveien 1	2010 Strømmen	63805400	63805401	vfm@vtm.no
Veslegard, Nils	Hallingdal Bergboring A/S	Gullhagen	3570 Ål	32085900	32085901	nils.veslegard@hallingdalbergboring.no
Volden, Tore	NGU		7491 Trondheim	73904320	73921620	tore.volden@ngu.no
Wiig, Leif	NETAS - Norsk Energiteknikk A/S	Postboks 5325	7430 Trondheim	73969440	73969444	lwiig@online.no
Worsley, Rebecca	UiO, Institutt for geologi	Postboks 1047 Blindern	0316 Oslo	22857341	22854215	rebeccaw@geologi.uio.no
Ytterås, Erling	Noteby AS	Postboks 1139 Sverresborg	7420 Trondheim	72566924	72566920	eky@noteby.no
Østhassel, Einar	Maskinentreprenørenes forbund	Borgeskogen	3160 Stokke	33360950	33360959	einar.osthassel@mef.no
Aagaard, Bent	O.T. Blindheim AS	Kjøpmannsgt. 61	7011 Trondheim	73873700	73873702	bentaa@blindheim.no
Aagaard, Per	UiO, Institutt for geologi	Postboks 1047 Blindern	0316 Oslo	22856644	22854215	per.aagaard@geologi.uio.no
Aasland, Trygve	Asplan Viak AS	Storgt. 8	3611 Kongsberg	32772000	32734270	trygve.aasland@asplanviak.no

FOREDRAG

8. februar

Borrhålsvärmväxlare och termisk energilagring

Göran Hellström

Lund universitet, Box 118, S-22100 Lund

1. Översikt av olika systemtyper

Marken är ett billigt lagringsmedium saom kan användas för att lagra överskottsenergi från t.ex. kontorsfastigheter och industriprocesser men även naturenergi såsom värme från sol, vatten, luft under sommaren och kyla såsom vatten och luft under vintern. Marken kan sedan användas direkt som energikälla eller i kombination med värmepump och kylmaskin. Föredraget inleds med en översikt av olika systemtyper.

2. Borrhålsvärmväxlare

Föredraget avser att ge en översikt av olika typer av borrhålsvärmväxlare (koaxial, flerkammar, flerrör, dubbla och enkla U-rör) och belysa frågeställningar rörande värmeöverföringskapacitet.

Uttag och tillförsel av värme till marken sker via en s.k. borrhålsvärmväxlare, vilken vanligtvis består av ett antal vertikala slangar placerade i borrhål. En värmebärande fluid cirkuleras genom detta slangsystem, varvid värme upptas om värmebärande fluiden är kallare än omgivande mark och värme avges om fluiden är varmare än omgivande mark. Värmeöverföringen mellan fluid och mark kräver en viss temperaturdifferens. Temperaturdifferensen, som väsentligen är proportionell mot värmeeffekt per meter slang (eller borrhål), beror på samverkan av ingående komponenters värmeöverförande egenskaper, såsom: konvektiv (laminär eller turbulent) värmeöverföring mellan värmebärande fluidens bulktemperatur och slangens insida, värmemotstånd i slangmaterialet, kontaktmotstånd mellan slangens yttervägg och omgivande material samt värmemotstånd i fyllnadsmaterial mellan slang och borrhålsvägg. Om fyllnadsmaterialet utgörs av grundvatten, vilket är vanligt i Norden, så påverkas värmeöverföringen av vattenrörelser. Lokal naturlig konvention p.g.a temperaturskillnader mellan slangvägg och borrhålsvägg, vertikala vattenrörelser av artesisk karaktär samt regionalt grundvattenflöde kan förekomma. Vid värmväxlingen mellan värmebärare och berg uppstår en temperaturskillnad mellan uppåt och nedåtgående flödeskanal, vilket medför en viss intern värmeöverföring. Denna termiska "kortslutning" tilltar med ökande borrhålsdjup och lägre flödes hastigheter i slangarna. Det omgivande bergets termiska egenskaper är naturligtvis också avgörande för den värmeöverförande kapacitet som kan uppnås. Frågeställningen är ofta vilken temperaturvariation som erhålls i värmebäraren

(i slangen) vid en given variation i värmelast uttryckt i effekt per meter borrhål. Teoretiska metoder och s.k. termiskt responstest kan användas för uppskattning av termiska prestanda.

3. Möjligheter till termisk energilagring

Genom uttag eller tillförsel av värme ändras markens temperatur. I ett system med enbart uttag av värme från marken, så kommer temperaturen efterhand att sjunka i markvärmväxlarens omgivning. Vid enbart tillförsel av värme så stiger marktemperaturen. Detta påverkar systemets termiska effektivitet negativt. Inverkan av denna temperaturändring är ett viktig faktor att beakta vid dimensionering av systemet. System med en kraftig obalans i tillförd och avgiven värme dimensioneras för att den långsiktiga temperaturändringen skall bli så liten som möjligt. För ett borrhålssystem innebär det att borrhålen skall placeras så långt ifrån varandra som är praktiskt och ekonomiskt försvarbart. Termisk influens mellan borrhålen kan normalt inte undvikas helt och bör uppskattas med hjälp av lämplig simuleringsmodell.

I system som används för både värme på vintern och kyla på sommaren kommer markens värmelagrande förmåga väl till pass. Under vintern medför värmeuttaget att markens temperatur sänks, vilket är gynnsamt för kylbehovet under sommardriften. Värmetillförseln under sommaren skapar också gynnsamma förutsättningar för vinterdriften. System som är relativt balanserade vad gäller tillförd och uttagen värme från marken kan utformas för lagring. Principen är att en bergvolym används som värmekapacitet. Bergvolymen penetreras med en borrhålsvärmväxlare. Antalet borrhål (och borrhålsavstånd) är en fråga om ekonomisk optimering. Energiförlusten från energilagret beror på bergvolymens storlek, skillnaden mellan lagrets medeltemperatur och bergets ostörda temperatur och bergets värmeledningsförmåga. Den andel av den lagrade energimängden som förloras avtar med ökande storlek. Exempel redovisas från utvärdering av ett energilager vid InfraCity (Stockholm) med låg temperatur och ett energilager med hög temperatur i Luleå.

4. Dimensionering

Dimensioneringen av markvärmväxlaren beror ytterst på en avvägning mellan initiella anläggningskostnader (borrning, material o.d) och rörliga kostnader för drift. För att kunna utforma ett optimalt markvärmesystem krävs en god och realistisk kännedom om olika markvärmväxlare termiska prestanda, energilastens variation under året samt verktyg för att beräkna markvärmesystemets uppförande vid olika driftsfall. I föredraget ges en översikt av olika beräkningsmetoder lämpade för förprojektering och detaljerad projektering eller utvärdering.

Energiborrning i Sverige

Göran Risberg

SGU, Box 670, S-75128 Uppsala

Situationen i Sverige

Antalet anlagda energibrunnar för bergvärme har ökat kraftigt de senaste åren. Troligtvis hamnar det runt 13000 år 2001 vilket kan jämföras med mindre än 1000 för ca 10 år sedan. Samtidigt föreskriver ny lagstiftning, miljöbalken, att denna typ av anläggningar är belagd med anmälningsplikt för fastighetsägaren. För många kommuner är detta en ovan situation avseende handläggning. På SGU märker vi av att frågeställningarna ökar från kommunerna, några vanligt förekommande frågor är säkerhetsavstånd till vattentäkt, rekommenderad köldbärarvätska hantering av ansökan inom kommunalt vattenskyddsområde etc. Detta föredrag kommer därför försöka belysa med vilken typ av information och kunskap som SGU kan bemöta dessa frågeställningar med.

De kommande nationella Miljömålets påverkan

Vid sidan av EUs ramdirektiv för vatten har 15 st miljömål för Sverige framarbetats under den senaste tiden där ”Grundvatten av god kvalitet är ett av dessa”. För att uppnå detta mål är bl.a. en kunnig och miljömedveten brunnsbörnrarkår en förutsättning. Därför är det föreslaget att borrentreprenörer skall vara utbildade och certifierade. Vidare skall även råd och riktlinjer för borrning av energi och vattenbrunnar framtas. SGU har på uppdrag av värmepumpsbranschen tidigare tagit fram ett dokument som kallas Normbrunn-97 vilken styr hur anläggningen av en energibrunn skall gå till. Tanken är att dokumentet skall vara en hjälp för konsumenten och beslutsfattare vid kravställning på utförandet av en energibrunn. Tanken är att framtida råd och riktlinjer kommer vara vidareutveckling av normbrunn-97 och framarbetas i samförstånd med branschen..

Köldbärarvätska: rekommendationer och problembild

I Sverige har etanol blivit den absolut mest använda köldbärarvätskan vid mindre anläggningar. Både SGU och Naturvårdsverket har också rekommenderat etanol som lämplig köldbärare. Fördelen med att använda etanol är att den dels är en relativt ofarlig kemikalie samtidigt som det är en välkänd produkt och lätthanterlig vid installation. Ett problem med etanol som köldbärare

är kravet på en hög grad av denaturering dvs inblandning av Isopropanol och n-Butanol vilket har visat sig förlänga nedbrytningen vid ett eventuellt läckage.

Kloridproblem och energiborrning

Höga kloridhalter är ett av de absolut vanligaste och svårösta problemen vid enskild vattenförsörjning. Det höga antalet nyanlagda energibrunnar till stora djup i saltvattenriskområden kan därför bli ett växande problem. Det är SGUs uppfattning att noggrann dokumentation av kloridhalter samt vid behov även tätning av energibrunnar måste genomföras för att inte riskera onödiga problem i framtiden. Det förekommer idag forskning för att ta fram lämpliga tätningsmetoder för svenska förhållanden.

Vilken grundvatteninformation produceras i Sverige av SGU

SGU har sedan början på 80-talet producerat grundvattenkartor över Sverige i skala 1:250 000. Inom en 4-års period beräknas Sverige vara täckt av denna information i digital form. Det har dock visat sig att denna information ej är för översiktlig för att kunna utgöra ett kvalificerat beslutsunderlag för kommuner. SGU har därför sedan 1994 producerat digitala kommunala grundvattenkartor i skala 1:50 000. Fram till år 2008 är målsättningen att alla befolkningstäta områden kommer vara täckt av denna information. Denna produkt har också visat sig vara lämplig som beslutsunderlag vid planering av större värmepumpsanläggningar samt tillståndsärenden innanför vattenskyddsområden.

All koordinatsatt brunnsinformation har sedan 2 år funnits tillgänglig på internet www2.sgu.se. Denna hemsida har idag över 1000 besökare per månad.

Utnyttjande av grundvattenvärme istället för bergvärme

Endast i en liten del av fallen är tillgången på grundvatten tillräcklig (Svensk urberggrund har en mediankapacitet på ca 600 l/h). Flertalet installatörer anser även att även att denna typ av värmepump inte är lika driftsäker.

Det är också möjligt att SGU inte når ut med informationen om var denna typ av anläggningar är lämpliga.

SiA velger borehullbasert energilager

Kirsti Midttømme¹⁾ & Einar Haram²⁾

1) Norges geologiske undersøkelse, 7491 Trondheim

2) Theorells AS, Sandakerveien 74, 0483 Oslo

Akershus fylkeskommune skal bygge et nytt sentralsykehus, SiA på Lørenskog og NGU ble bedt om å utrede muligheten for bruk av grunnvarme. Det planlagte sykehuset er 160 000m² og energibehovet er antatt til 30 GWh. Geologiske undersøkelser av berggrunnen og løsmassene i området avdekket løsmassemektigheter mellom 5 og 15 m og en berggrunn bestående av dioritt med middels god varmeledningsevne.

For bedre kunnskap om berggrunnen ble det utført en testboring ned til 250 m med logging og videoinspeksjon av borehullet. Videoopptaket viser at berggrunnen består av dioritt som er gjennomskåret av utallige pegmatittganger og enkelte mørke ganger. Sprekker forekommer jevnlig og flere sprekkesoner er observert. Grunnvannskapiteten for borehullet ble antatt av brønnborene til 1100 l/time og største innstrømning ble registrert, ved logging av elektrisk ledningsevne, mellom 80 og 130 m dyp. Middelttemperaturen for borehullet er 7,2 °C og stabil temperaturgradient 14 K/km. Effektbelastningen ble målt ved termisk responstesting av borehullet til 3,1 W/mK.

Ut fra de geologiske forholdene anbefales et borehullbasert energilager kombinert med varmepumper. Størrelsen på energi lageret, beregnet av Theorells AS og basert på sykehusets energibehov er 255 borehull til 160 m dyp. Optimal avstand mellom borehullene beregnes til 7 m. De totale investeringskostnadene for grunnvarmeanlegget er anslagsvis 35 mill kr. Anlegget fører til en reduksjon av sykehusets energiforbruk med 60 %. Sammenlignet med en konservativ løsning med å benytte elektrisitet til oppvarming og kjøling vil sykehuset spare 7,3 millioner kroner. Nedbetalingstida for grunnvarmeanlegget beregnes til 5 år.

Grunnvarmeanlegg dimensjonert ved termisk respons testing

Rune Helgesen

Geoenergi AS, Carl Kjelsensvei 50, 0880 Oslo

Med en termisk respons test (TED måling) måles den termiske motstanden i et borehull. Målingen foregår ved å sirkulere en frostvæske i et lukket rørsystem i borchullet. Ved å registrere temperaturen på væska som sendes ned og pumpes opp over en lengre måleperiode kan berggrunnens effektuttak og borehullsinstallasjonenes termiske motstand beregnes. Effektuttaket fra borehullet er bestemt av berggrunnens varmeledningsevne, grunnvannsstrømning og konveksjonsstrømning i borehullet. TED målingene sammen med måling av varmeledningsevnen på bergarten vil gi nyttig kunnskap om bidraget fra grunnvannsstrømning.

Geoenergi as investerte i en TED for 2 år siden. Til nå er det blitt utført 30 tester med utstyret Disse målingene har bidratt til dimensjonering av 17 borehullbaserte grunnvarmeanlegg. I dag er 8 av disse i drift og 6 under bygging. Dimensjonering av anleggene er gjort ved bruk av programvaren EED. En TEDmåling viser seg å være en god investering for å få et riktig dimensjonert borehullbasert grunnvarmeanlegg.

Prosjekt	testbrønn total m	Termisk effekt W/m,K	Termisk motstand K/(W/m)	Bergart	VP effekt kW	antall brønner	totale effektive meter	avstand mellom brønnene
<i>I drift</i>								
Nedre Bekkelaget Skole	150	3.25	0.06	Dioritt	230	18	2520	10
Sentermenigheten	150	4,95	0.07	Kalkstein mm	100	13	1656	10
Maridalsveien 3	xxx	3.2	xxx	Kalkstein mm.	?	24	3596	7
Lierbyen Skole	150	3.9	0.07	Kalkstein mm.	xxx	16	2720	13
Nøste Sykehus	150	3.9	0.05	Drammensgranitt	120	14	2101	20
Lillo Sykehjem	150	3.2	0.05	Leirskifer mm	188	16	2424	
Apalokka Skole	162	2.8	0.06	Syenitt	150	25	4600	15
Våler Helse -og sosialsent.					250	16	2128	15
<i>Under bygging</i>								
Kvernhuset Skole	150	3.7	0.055	Bohus granitt	300	28	4606	
Vetleflaten Sykehjem	201	3.2	0.055	Fyllitt	200	18	3594	15
Deliskog Ind. Området	180	3.6	0.065	Granittisk gneis	180	20	3720	15
Bjøråsen skole	220	2.75	0.07	Syenitt	150	20	3700	10
Micro Component	160	10.5	0.05	Rombeforfyrr	120?	16	150	15
Eriksson	198	3.6	0.055	Kalkstein	Er under prosjektering		13872??	

Varmelager i leire

Björn O. Modin

Energianalys Jämtland, Lugnviksv. 130, S-83152 Östersund

Mycket kort redogörelse för arbetet inom Jordvärmegruppen vid Chalmers Tekniska Högskola avseende varmelagring i lera samt senare arbeten.

Presentation av Jordvärmegruppen, ett samarbete mellan institutionerna (14):

Geologi på sektionen för väg och vatten.

Avdelningen för Husbyggnad på sektion för Arkitektur.

Värmeteknik och maskinlära på sektionen för Kemi.

Gruppen existerar ej längre.

Analyser av möjligheter till varmelagring av lera i Sverige (14).

Framtagning av apparatur och teoretiska modeller för bestämning av bl a leras termiska egenskaper (15).

Redogörelse för fältförsök med varmelagring och värmupptagning i lera, Utby försöken hos Professor Gösta Rosenblad samt småhus i Alingsås (16).

Erfarenheter från Lindälvskolan i Kungsbacka, varmelager i lera 80 000 m³ lera som värms av solfångare från 8°C till ca 20°C (17).

Varmelager i lera i kombination med fjärrvärme, en utredning tillsammans med Stockholm energi (18).

Framtiden: Ideér, utvecklingsmöjligheter (19).

Referenser

1. Modin, B
1978 Ackumulering av lågvärdig värme i mark
VVS nr 9 1978 (Redovisning av examensarbetet)

2. Jordvärmegruppen CTH genom Lars Jacobsson
1978 Byggnadsuppvärmning med jordvärmepump
Översiktlig teknisk/ekonomisk bedömning av olika system i bostadshus
Intern lägesrapport december 1978
3. Modin, B
1978 Geologiska kartor för planering av ytjordvärme, VVS-78 internationella konferenser
om förnyelsebara och konventionella energiformer inom VVS-teknik: Värmepumpar
4. Modin, B
Förstudier av byggnadsuppvärmning med jordvärmepump. Geologiska faktorer.
BFR-rapport R 55:1979
5. Jordvärmegruppen CTH
Nordic Symposium och Earth Heat Pump Systems
Preprints + supplement, 1979
6. Berntsson, T, Franck, P-Å, Jacobsson, L, Modin, B & Wilen, P
The use of the ground as a heat source for heat pumps in urban areas. BFR-rapport
D 39:1980
7. Modin, B & Wilen, P
Byggnadsuppvärmning med jordvärmepump
Geologiska förutsättningar för värmelagring i lera inom större tätorter i Mellansverige
BFR-rapport R 88:1980
8. Berntsson, T, Franck, P-Å, Jacobsson, L, Modin, B & Wilen, P
The use of the ground as a heat source for heat pumps in urban areas. BFR-rapport
D 39:1980
9. Jordvärmegruppen CTH
Användning av mark som värmekälla för värmepumpar i tätort
Översiktliga tekniska/ekonomiska bedömningar
BFR-rapport R 149:1980

10. Franck, P-Å, Modin, B, & Rosenblad, G
Värmepump med vertikalt jordvärmesystem och vindkonvektorer Utvärdering av ett fullskaleprojekt i Utby JVG-rapport nr 2, 1981.
11. Jacobson Lars Jordvärmesystem med värmepump i befintlig och ny bebyggelse.
Förprojektering av sju objekt i Västsverige. R112 1982.
12. Troedsson, T, Jansson, P-E, Lundqvist, H, Lundin, L & Svensson, R, 1982. Ekologiska effekter av ytjordvärmeuttag. Markkemi, markfysik, markbiologi, markhydrologi och växtodling.
Byggeforskningsrådet R51:1982.
13. Modin, Björn O Jordvärme, kapitel G24 i Handboken Bygg, Band G, Liber förlag, Stockholm 1984.
14. Ingvar Rhen, Peter Wilén. Vertikala rörsystem för värmelagring i sand och silt. Förstudie. Geologiska Inst. Chalmers. JVG-Rapport nr 14. 1984.
15. Peter Wilén. Jordvärmelager i lera för småhus i Alingsås. Geologiska Inst. Chalmers JVG-rapport nr 15. 1984
16. Modin, Björn O, Wilen Peter
Vertikala rörsystem i lera
Teknik och ekonomi Jordvärmegruppen rapport nr 17, 1985
17. Ingvar Rehn, Jan Sundberg, Björn O Modin
Dimensionering av ytjordvärmekollektor
Beräkningar med simuleringsmodell
BFR-rapport R 13:1986
18. Ingvar Rhen, Björn O Modin, Jan Sundberg
Värmelager i Lera, Lindälvsolan Kungsbacka, utvärdering. Rapport Geologiska institutionen Chalmers 1987.
19. Rhen I, Ytjordvärmekollektor förlagda i sand. Studie av 19 ytjordvärmekollektorer förlagda i mellansand i Sandhed, Orsa.
Geologiska inst Chalmers publ A63 1989. Licentiatuppsats.

Kartlegging av potensialet for grunnvarmeuttak fra løsmasser i Voss

Atle Dagestad¹⁾ & Birger Heidenstrøm²⁾

1) Norges geologiske undersøkelse, 7491 Trondheim

2) Norges vassdrags- og energidirektorat, Postboks 5091 Majorstua, 0301 Oslo

Gjennom et samarbeidsprosjekt mellom Voss kommune, Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Norges geologiske undersøkelse (NGU) er det foretatt en kartlegging av grunnvarmepotensialet i løsmasser ved kommunesenteret Vossevangen med tilstøtende områder. Kartlegging av grunnvarmepotensialet i løsmassene er gjort på grunnlag av resultat fra georadarmålinger, undersøkelsesboringer, temperaturmålinger samt vann- og sedimentanalyser.

Kartleggingen avdekket stor variasjon i løsmassesammensetningen innenfor undersøkelsesområdet, der en israndavsetning på tvers av dalgangen ved Vossevangen har hatt avgjørende betydning på avsetningsmønsteret og løsmassefordelingen i området. På vestsiden (distalt) av israndavsetningen er det avsatt et delta med til dels mektige sand- og grusavsetninger med god vanngiverevne som gir grunnlag for større grunnvarmeuttak. Områdene på østsiden (proksimalt) av israndavsetning domineres av finkornige lavpermeable avsetninger med liten vanngiverevne og følgelig lite potensiale for grunnvarmeuttak.

Målinger av grunnvannstemperaturen under prøvepumping av observasjonsbrønner etablert på Vossevangen viste temperaturer på mellom 6-10 °C. Langtidsserier av grunnvannstemperaturen i produksjonsbrønnene ved Prestegardsmoen grunnvannsanlegg viste at temperaturen i grunnvannsmagasinet var jevnt høy (> 5 °C) selv i perioder med meget lav vanntemperatur i nærliggende vassdrag (< 1 °C). Kombinasjonen av god vanngiverevne og høy grunnvannstemperatur i de vestlige deler av det undersøkte området gir her et betydelig potensial for grunnvarmeuttak. På grunnlag av grunnundersøkelser og temperaturmålinger utførte av NGU, har NVE laget en grunnvannsmodell og utarbeidet et grunnvarmepotensialkart for akviferen ved Vossevangen.

Det er i forbindelse med undersøkelsene utarbeidet en NGU-rapport som kan fås ved henvendelse til distribusjonen ved NGU (ref: NGU Rapport 2000.109).

Politiske og økonomiske aspekter ved grunnvarme

Helge Skarphagen

Norges geologiske undersøkelse, Oslokontoret, Postboks 5348 Majorstua, 0304 Oslo

Når Kongen og langt de fleste av våre politikere uttrykker bekymring for CO₂-utslippene, burde man vel forvente at de gjorde noe med det.

Setter man forskjellige former for romoppvarming og kjøling opp mot hverandre finner man at grunnvarme har minimale utslipp og miljølemper.

Dette er dokumentert i mange land, blant annet USA, Canada, Sveits Østerrike, Sverige med flere. IEA har satt sammen en rapport som viser at Norge får maksimal uttelling med varmepumper.

Det er langt større varmepumpesatsing i andre land.

Total Equivalent Warming Impact (TEWI) er et analyseverktøy som viser hvor mye klimagasser forskjellige fyringsalternativer slipper ut i sin levetid.

SFT og NVE har ikke utredet hva som er det reneste og beste alternativet for Norge. Norske myndighetene vet derfor ikke hva de skal "styre etter" Innsatsen blir vinglete og bevilgningene er "jo-jo-preget"

Hvilke skattemessige betingelser gis varmepumper og grunnvarme i Norge.

Hva bidrar departementene med?

Manglende teknisk/naturvitenskapelig kompetanse kan være årsaken, blårusen og juristene har tilnærmet maktmonopol.

De som ønsker dokumentasjon kan sende en e-post henvendelse til foredragsholderen og de vil få tilsendt Internett-adresser og andre referanser som underbygger argumentene.

Bruk av borehullslogging for å vurdere tiltak i problemfylt brønn

Harald Elvebakk¹⁾ & Helge Skarphagen²⁾

1) Norges geologiske undersøkelse, 7491 Trondheim

2) Norges geologiske undersøkelse, Oslokantoret, Postboks 5348 Majorstua, 0304 Oslo

NGU har gjort borehullsinspeksjon med Optisk Televier i en grunnvannsbrønn ved Sollihøgda Vannverk i Bærum kommune. Vannverket har i perioder hatt problemer med sandkjøring og høyt kimtal. Hensikten med inspeksjonen var å se om det var spesielle områder i borehullet som kunne forårsake sandinnstrømning eller innstrømning av vann med andre egenskaper enn i brønnen for øvrig. Det ble også målt vanntemperatur, elektrisk ledningsevne i vannet og naturlig gammastråling langs hele hullet.

Ledningsevne målingene avdekket to soner, ved 45 og 53 m dyp, hvor det strømmer inn vann med en annen ledningsevne enn i brønnen for øvrig. Den optiske loggen indikerte begge sonene, den øverste som delvis åpen mens sonen ved 53 m var en tydelig åpen sprekk (0.5 m åpning). Det antas at sprekke er dannet i laggrensen mellom rombeporfyrbergartene som opptrer i området og at sandpartikler kan vaskes ut av disse sprekkesonene.

I samråd kommunens representant ble det bestemt å blende av brønnen like under den nederste sonen med "aqua-tett mansjett" og plastrør opp over den øverste sonen. Hvis kimtallet går ned men sandproblemet fortsetter, bør det vurderes å sette sandfanger på pumpen. Det utelukkes ikke at vanngiverevnen til brønnen kan gå ned ved nevnte tiltak.

Sammenligning av data fra akustisk og optisk televiwer

Jan S. Rønning & Harald Elvebakk

Norges geologiske undersøkelse, 7491 Trondheim

Som en del av forprosjektet "Miljø- og samfunnstjenlige Tunneller" foretok NGU en utprøving av akustisk og optisk televiwer høsten 1999. Akustisk televiwer ble leid inn fra Robertson Geologging (UK) mens en optisk televiwer kalt BIP, produsert av det japanske firmaet Raax, ble leid inn fra Malå Geoscience, Sverige. Begge disse enhetene ble testet på flere borebrønner, bl.a. på Vestlandet (NGUs forskningsfelt ved Holmedal, Askvoll kommune) og ved Lutvann i Oslo Østmark. På grunnlag av denne uttestingen anskaffet NGU en Optisk Televiwer fra Robertson Geologging våren 2000. For direkte å kunne sammenligne resultatene fra de tre forskjellige enhetene er data fra Borehull 11, nord for Lutvann, studert i detalj.

Allerede etter den første testen var det klart at optisk televiwer var å foretrekke fremfor den akustiske. Begge teknikkene gir informasjon om sprekkeferkvens og sprekkers strøk og fall, men den optiske varianten gir i tillegg et visuelt bilde av borehullsveggen. Ut fra dette er det mulig å studere bergartstype, uregelmessigheter på borehullsveggen og ikke minst detaljer knyttet til de indikerte sprekkenes. Mens den akustiske kun påviser svakheter i borehullsveggen, kan en ut fra det optiske bildet studere om dette skyldes åpne sprekker, sprekker med sekundær mineralisering eller om det er primære strukturer som forårsaker svakheter. Den optiske televiweren gir kort sagt mye mer detaljinformasjon enn hva den akustiske er i stand til å fremskaffe. Den akustiske varianten fungerer bare i vannfylte borehull, mens den optiske kan inspiserer både tørre og vannfylte brønner. Sistnevnte krever selvsagt relativt god sikt i vannet, men dette har hittil ikke vært noe problem. De to optiske sondene har samme oppløsning, og de ser ut til å gi tilnærmet samme informasjon. Det er noen forskjeller i analyseverktøyene, og her kan en se fordeler ved begge metodene.

Anskaffelsen av optisk televiwer har gitt NGU en unik mulighet til å studere geologien i borehull. NGU har også anskaffet sonder for å logge temperatur, resistivitet og naturlig radioaktivitet, og vil i nær fremtid anskaffe utstyr for måling av vannstrøm langs borehullet. Denne utstyrs pakken vil i fremtiden være et slagkraftig verktøy for studie av fjellkvalitet og grunnvannsstrømning.

Brønnboreren! Den moderne grunnvannsforvalter med ansvarsrett

Einar Østhassel

Maskinentreprenørenes Forbund, Seksjon Ressurs og miljø, avd. Brønn- og Spesialboring, Borgeskogen, 3160 Stokke

Maskinentreprenørenes Forbund (MEF) er arbeidsgiver- og bransjeorganisasjonen for anleggsbransjen med ca. 1.500 medlemmer. Medlemmene utøver entreprisbasert virksomhet innenfor:

- Anlegg, grunnarbeider
- Utleie av maskiner
- Uttak og bearbeiding av masser
- Kranarbeider
- Brønn- og spesialboring
- Pele, spunt- og fundamentering
- Anleggsgartnervirksomhet
- Skogsentreprenører
- Gjenvinning- og avfall/deponi

Dette foredraget fokuserer på brønnborene, den historiske utviklingen med ansvarsrett/ sertifisering for grunnvannsboring, og belyser dagens situasjon for brønnborene med hensyn til relevant lovverk, spesielt de nye regler under Plan- og Bygningsloven.

Er det grunnvannsinnstrømning til Isdammen, Svalbard i vinterhalvåret?

Professor Ånund Killingtveit

Universitetsstudene på Svalbard (UNIS)

Institutt for vassbygging, NTNU, 7491 Trondheim

Isdammen er Longyearbyens vannforsyningskilde, den ligger i Adventdalen noen få kilometer øst for Longyearbyen. Isdammen er i hovedsak en kunstig dam, laget ved oppdemning av et område der det tidligere lå tre små vann. I eldre tider ble is fra disse vannene sagd ut og kjørt til Longyearbyen i vinterhalvåret, for å sikre forsyninger av ferskvann, derav navnet Isdammen. Sjøens areal er ca 1.2 km² ved høyeste vannstand, med lengde ca 2 km og bredde ca 0.6 km. Den har en midlere dybde på ca 1.7 m, en største dybde på ca 4.5 m og et total volum på ca 2 Mill m³. Største dybde ligger ca 1 m under havnivå, mens høyeste regulerte vannstand ligger 3.5 m over havnivå.

Isdammen ligger i et permafrostområdet, permafrostens dybde varierer fra 200 m til 450 m på Svalbard. Vanntilførselen til Isdammen skjer i hovedsak fra Endalselva som renner inn i Isdammen. Denne har vanligvis vannføring bare i perioden Juni-September i sommerhalvåret. I perioden fra tidlig Oktober fram til slutten av Mai er det ikke tilsig av overflatevann til Isdammen, og alt vannforbruk i Longyearbyen må dekkes fra magasinert vann i Isdammen.

Longyearbyen har en befolkning på ca 1400, og et midlere vannforbruk på ca 800 000 l/dag. En betydelig del av dette brukes ved de to hotellene, Svalbardhallen samt ved energiverket. Gjennom en vintersesong på 8 måneder brukes derfor ca 200 000 m³ vann, tilsynelatende bare 10% av Isdammens kapasitet. Dette gir imidlertid et for gunstig bilde, siden Isdammen er så grunn vil en stor del av vannet i dammen fryse gjennom vinteren. Det er svært lite snø i Adventdalen og istykkelsen kan derfor bli mellom 1 og 1.5 m i løpet av vinteren. Dette betyr at en stor del bindes som is, kanskje så mye som 1.2 – 1.5 Mill. m³.

Det har lenge vært et åpent spørsmål om det forekommer innstrømning av grunnvann til Isdammen i vinterhalvåret. Dette kan virke merkelig siden dammen ligger i et permafrost-område. En evt. innstrømning må skje gjennom en åpning i permafrosten, en såkalt *talik*. Det er kjent at slike taliks kan finnes under noen breer, større innsjøer og elver i arktiske strøk, men en kjenner ikke sikkert til om det finnes en talik under Isdammen. Årsaken til at en har spekulert på en mulig grunnvannsinnstrømning skal ifølge Svalbard Samfunnsdrift (SSD) være at

vanninnholdet i Isdammen ikke minker så raskt om vinteren som en skulle vente ut fra vannforbruket.

Det er ikke så enkelt å fastslå om en slik innstrømning skjer om vinteren fordi det er vanskelig å måle de forskjellige delene av vannbalansen nøyaktig nok. Dersom er tar utgangspunkt i situasjonen på høsten idet overflatetilsiget er stoppet opp og Isdammen er blitt islagt, vil vi kunne stille opp følgende vintervannbalanse for Isdammen:

$$M_t = M_H + Q_g - Q_F - M_{Is} \quad (1)$$

Der

M_t er magasinert mengde av flytende vann ved et tidspunkt t

M_H er magasinert mengde av flytende vann ved vinterens begynnelse

Q_g er sum evt. grunnvannstilsig gjennom vinteren

Q_F er sum forbruk av vann i Longyearbyen (inkl. lekkasjer)

M_{Is} er vannmengde som er frosset til is gjennom vinteren

Det er usikkerhet i måling av alle disse ledd, og bestemmelse av et evt. grunnvannstilsig får en betydelig usikkerhet pga at det må beregnes som en differanse mellom flere store tall:

$$Q_g = -M_H + M_t + Q_F + M_{Is} \quad (2)$$

En har tidligere forsøkt å beregne et evt. grunnvannstilsig ved å se på vannbalansen slik lign (2) er formulert, men har problemer med å bestemme de enkelte ledd nøyaktig nok til å gi et klart svar. Et nytt forsøk ble gjort i et studentprosjekt ved UNIS som startet opp høsten 1998 og som ble avsluttet med en hovedoppgave ved UNIS våren 2000. I disse to prosjektene ble vannbalanseberegningen supplert med to andre metoder, analyse av vannkvalitet og måling av istykkelse på Isdammen.

Måling av vannkvalitet ble utført i samarbeide med NGU. Tilsammen 22 vannprøver ble samlet inn gjennom vinteren 1998-99, med start 5. Nov 1998 og avslutning 18/3 1999. De fleste av disse prøvene ble tatt i vannet under isen (17 stk) mens 5 prøver ble tatt av iskjerner. Formålet med disse prøvene var å studere hvordan ioneinnholdet i vannet varierte ut gjennom vinteren, og se om det på dette grunnlag var mulig å finne om vann var kommet til gjennom grunnvannstilsig. Konsentrasjonen av ioner vil endre seg gjennom vinteren pga frysingen av is og føre til økning i konsentrasjon av ioner i det vannet som blir igjen under isen. Dette innholdet kan beregnes dersom en kjenner til initielle konsentrasjoner, mengden av is som er dannet og uttappet mengde vann. Dersom den konsentrasjon som måles ut over vinteren ikke stemmer med det som

beregnes, kan dette indikere innstrømning av vann. Også her har en selvsagt et problem med nøyaktighet, noe som begrenser nøyaktighet i konklusjoner.

Dersom det finnes en talik under Isdammen og dersom det strømmer grunnvann opp gjennom denne under vinteren, er det mulig at dette kan spores som en påvirkning av istykkelsen lokalt der grunnvannstrømmen kommer opp. Det er kjent at selv små strømmer under is kan påvirke isdannelsen og istykkelsen betydelig, derfor ble det besluttet å forsøke å måle istykkelsen over hele Isdammen mot slutten av vinteren, for å se om noen slik lokal påvirkning kunne finnes. Siden en evt. talik trolig kan være av liten utstrekning, ville det være nødvendig å måle i et stort antall punkter. Istykkelsen mot slutten av vinteren ligger i området 1-1.5 m, og det ville derfor fort bli et stor oppgave å gjennomføre fullstendig kartlegging av istykkelsen. Den metoden som ble valgt var derfor bruk av Georadar (Ground Penetrating Radar, GPR). Denne ble koblet sammen med en avansert differentiell GPS, noe som ga nøyaktig måling av både istykkelse og posisjon for hver enkelt måling. Det ble gjennomført målinger av istykkelse og snødybde oppå isen langs 12 transekter som tilsammen dekket hele Isdammen. Målinger med georadar ble kontrollert med manuelle metoder, og viste seg å gi gode data både for snø- og istykkelse. Den målte istykkelsen varierte mellom 80 og 130 cm, med tynnest is der det ligger mye snø. Snødybden varierte mellom 0 og 40 cm, dyp snø reduserer istykkelsen betydelig.

Mer detaljerte resultater fra målingene blir lagt fram i presentasjonen på seminaret. Det vi kan si nå er at ingen av de tre metodene gir en klar indikasjon på at det forekommer innstrømning av grunnvann til Isdammen under vinterperioden. Det forekom imidlertid en interessant observasjon i måling av istykkelse som bør følges opp videre. I strekk nr 10 fant radaren en kort strekning (ca 50 m) der istykkelsen falt fra 100 til mellom 50 og 70 cm, uten at det var spesielt mye snø som kunne forklare dette. Det ville vært interessant å følge opp denne målingen på nytt med mer detaljerte undersøkelser for å se på årsaken til denne anomalien.

Referanser

Klaus O. Klungland: Winter water balance for Isdammen, Svalbard.

Graduate engineer thesis, UNIS/Høgskolen i Rogaland, June 2000

Estimering av lekkasjer og influensområdet for tunneler i tettbygde strøk

Kevin J. Tuttle & Per Magnus Johansen

Norconsult AS, Vestfjordgt. 4, 1338 Sandvika

Etter de siste tunnelanlegg der det har vært store lekkasjer, og medfølgende endringer i naturen, har tunnelprosjektering vært sterkt preget av gjennomgripene tettestrategier forankret i dagens akseptkriterier for anleggets miljøkonsekvenser. Tetttingsarbeidene skal sikre miljøet omkring traséen slik at anlegget ikke medfører nevneverdig ødeleggelse i naturen og samfunnet. Dette har selvfølgelig økonomiske konsekvenser, men disse har for tiden måttet vike plass, til en viss grad, for samfunnets akseptkriterier vedrørende nivået på miljøkonsekvensene.

Med det økte fokuset på å redusere tunnellekkasje til et akseptabelt nivå, har behovet for å forstå sammenheng mellom lekkasjerate, berggrunnspermeabilitet, setningspotensial, naturens sårbarhet og tetningsteknikk vært avgjørende. Erfaringsmaterialet gir oss et inntrykk av størrelsesorden på de forskjellige parametre, men gir oss *ingen klar forståelse* av deres innbyrdes betydning og sammenheng.

I vårt tettestrategi-arbeid for, blant andre, Jernbaneverket Utbygging, har det vist seg at én bestemt lekkasjerate inn i en tunnel motsvarer en stor variasjon i senkning av grunnvannstanden, og i størrelsen av influensområdet. Dette er avhengig av flere parametre som; grunnvannstand, berggrunnens permeabilitet, tetteskjermens permeabilitet, infiltrasjon til grunnvannsføremkomsten, sprekkevolum, lekkasjerate og forholdet mellom permeabilitet tettesjerm / berggrunnen. Med så mange innbyrdes parametre som innvirker på influensområdet, er det vanskelig å gi et estimat på grunnvannsenkning i en grunnvannsføremkomst med analytiske ligninger. Ved de første estimatene kan en benytte analytiske ligninger for å gi størrelsesorden på konsekvensene ved tettestrategien, men denne metoden vil ikke kunne kombinere alle innbyrdes parametre i en dynamisk modell slik som en numerisk grunnvannssimulator ville kunne. Vårt arbeid med både 2-D og 3-D simulering av lekkasjer i tunnel ved forskjellige tettestrategier har økt vår forståelse av forholdene mellom de kritiske parametrene.

Tettekrav til tunneler i tettbygde strøk bør ha som mål å sikre miljøet mot nevneverdige negative konsekvenser. I så måte er det nødvendig med en tverrfaglig vurdering som omfatter geologi, hydrologi, "naturmiljø" og hydrogeologiske forhold langs traséen.

Ved å benytte analytiske ligninger for å få et estimat på størrelsesorden av lekkasjer i en tunnel, kan man gjøre en grov vurdering av vannets massebalanse i hele systemet.

Numeriske grunnvannsmodeller bør benyttes der det er praktisk mulig for å sette flest mulig parameter i sammenheng. Med slike beregninger er det mulig å kunne forutsi konsekvensene av tunnellekkasjer. Vår erfaring er at der numeriske modellering kan benyttes, gir dette det beste grunnlaget for vurdering av influensområdets utstrekning.

Hovedkonklusjoner fra våre erfaringer med grunnvannssimuleringer er:

- Generelt er influensområdet i oppstrøms retning for tunnelen større enn i nedstrøms retning.
- Dersom berggrunnen har en lav permeabilitet, vil selv små lekkasjer ha forholdsvis store konsekvenser for grunnvannstanden. En relativ høy-permeabel berggrunnen vil kunne tåle større lekkasjer så lenge lekkasjeraten er merkbart lavere enn vannstrømningen forbi tunnelen.
- Dersom tetteskjermen skal bidra til å redusere lekkasjeraten, må den ha en permeabilitet ca. en tier-potens lavere en den omkringliggende berggrunnen.
- Grunnvannssenkningen og influensområdet er hovedsakelig avhengig av forholdet mellom lekkasjeraten og berggrunnens permeabilitet vs. tetteskjermens permeabilitet.

Modelleringer i Holmedals brønnfelt

Panagiotis Dimakis

Norges vassdrags- og energidirektorat, Postboks 5091 Majorstua, 0301 Oslo

Modelleringsverktøy kan brukes på mange forskjellige måter. Den klassiske måten er rettet mot simulering av de aktuelle forholdene i feltet. Klassisk modellering krever detaljerte feltundersøkelser (geologiske, geofysiske og hydrogeologiske) og omfattende innsamling av data over et par år. Utgiftene er store og dermed er klassisk modellering benyttet kun i prosjekter som er av stor økonomisk betydning.

Det finnes andre måter å bruke modelleringsverktøy på som gir resultater raskt og uten store utgifter. NVE er meget interessert i å utvikle rutiner hvor modelleringsverktøy brukes på en rask måte. Som et eksempel på dette presenterer vi noen resultater fra Holmedal.

Informasjonen som ble brukt i våre analyser i Holmedal var svært begrenset: et kart for å få den lokale morfologien inn i modellen, resultatene fra de geofysiske undersøkelser utført av NGU for å få noen hovedtrekk for det lokale sprekkesystemet og noen enkle observasjoner fra befaringen som ble foretatt.

Hovedmålet med analysene som presenteres er å si noe om hvor man bør sette observasjonsrør basert på et meget informasjonsfattig datagrunnlag. Vi innfører en rekke hypoteser i analysene og deretter vurderer vi hypotesene i forhold til datagrunnlaget og de analyseresultatene vi får.

Beskyttelsessoner rundt grunnvannsverk

Birger Heidenstrøm & Hervé Colleuille

Norges vassdrags- og energidirektorat, Postboks 5091 Majorstua, 0301 Oslo

Ved fastsettelse av beskyttelsessoner rundt grunnvannsverk er det viktigste å få fastlagt brønnens influensområde og vannets oppholdstid fra infiltrasjonspunkt til brønn. Kriteriene for fastsettelse av soneinndelingen rundt grunnvannverk er i Norge stort sett basert på skjønnsmessig vurdering kombinert med bruk av resultat fra pumpeforsøk og enkle analytiske metoder. I dette arbeidet har vi tatt i bruk 3D- modellverktøyet Visual MODFLOW for å kvantifisere brønnens infiltrasjonsområde og vannets oppholdstid i akviferen ved Gulløymoen (Alvdal). Det aktuelle grunnvannsmagasinet består av grove fluviale sedimenter og er et åpent infiltrasjonsmagasin, der grunnvannsnivået styres av vannstanden i Folla. Vannets oppholdstid gjennom elvas bunnsedimenter er imidlertid ikke beregnet i dette arbeidet. NVE har ikke utført feltundersøkelser og datagrunnlaget for parametrisering av modellen stammer kun fra de tilgjengelige data om geologi og hydrologi i området (NGUs pumpetest, sonderboringer og grunnvannsmålinger). Simuleringene som er gjennomført belyser betydningen av den hydrauliske ledningsevnen og effektive porøsitet på vannets oppholdstid og formen av influensområdet ved Gulløymoen.

Modellering av beskyttelsessoner – en alternativ tilnærming

Anders Haaland¹⁾ & Mark Hall²⁾

1) Asplan Viak AS, Rådhusstorget 5, 1300 Sandvika

2) Uavhengig hydrogeolog, Sorgenfrigt 22B, 0365 Oslo

Konvensjonell, tidsavhengig (transient) grunnvanns-modellering stiller store krav til datakvalitet og –kvantitet. Akvifer egenskaper og –geometri, grensebetingelser, mengde og lokalisering av tilsig og uttak, og observasjonsdata for lengre perioder er blant de parametre som mates inn i modellen. Dette stiller store krav til forundersøkelser og feltarbeid, og kostnadene kan virke avskrekkende på potensielle oppdragsgivere.

Ved å bruke en risikobasert tilnærming, kan kostnader og tidsforbruk reduseres betraktelig.

Simuleringen utføres i 'steady state', og innebærer utprøving av flere alternative konseptuelle modeller. Maks/min verdier for aktuelle parametre vurderes, og 'worst case' verdier anvendes for å frambringe alternative influenssoner. Alle alternativene må imidlertid være kalibrerbare med hensyn på kjente data. Hvis kalibrering ikke er mulig, selv med tilsynelatende 'fornuftige' verdier, forkastes modellen.

Som en integrert del av metodikken foretas det en sensitivitetsanalyse for å undersøke hvor viktige/nødvendige eventuelle manglende data er. I mange tilfeller/anvendelser kan det vises at verdien av mer nøyaktige data er liten. Alternativt, hvis manglende data viser seg å være viktige for modellen, kan disse spesifikt samles inn i de kritiske områdene.

Ved å kombinere de kalibrerbare modellene blir resultatet en serie overlappende influensområder, et for hvert 'worst case' scenario. Området som overlappes av alle scenariene definerer en sone som med stor grad av sikkerhet vil påvirke kilden (tilsvarer sone II). Andre mulige områder definerer en sone som under visse forutsetninger kan påvirke kilden (tilsvarer sone III). Området som faller utenfor alle influensområder vil med stor grad av sikkerhet ikke påvirke kilden.

I et eksempel demonstreres teknikken ved et middels stort vannverk i Gudbrandsdalen. Av forskjellige årsaker var det ikke mulig å utføre en kontrollert brønntest, og data kvaliteten fra utførte tester er begrenset. Eksisterende data bestod derfor kun av en beskrivelse av brønnprofilen, samt et kotekart over nærområdet, i tillegg til eksisterende klausuleringsbestemmelser. Simuleringen ble utført som beskrevet ovenfor og kalibrert ved hjelp av gitte grunnvannskoter.

Fordeling av tilsig viste seg å representere den største usikkerheten, med påvirkning fra Lågen, en side-elv, fra den høyereliggende dalsiden og elvesletten som delvis er bebygd. Akviferparametre ble i stor grad bestemt under kalibreringsprosessen. Resultatet bekrefter at allerede beskyttet område er mest utsatt, men indikerer at større områder burde ha blitt klausulert.

Grunnvannsbeskyttelse i fjell. Norsk praksis

Knut Ellingsen

Norges geologiske undersøkelse, Oslokontoret, Postboks 5348 Majorstua, 0304 Oslo

For grunnvann i løsmasser finnes et system for inndeling i soner selv om det gjenstår å enes om hvilke metoder som fortrinnsvis bør benyttes ved fastleggelse av sonegrenser. For fjellbrønner har en vært tilbakeholdende med å etablere et omforenet system for beskyttelse. Dels skyldes dette at behovet hittil ikke har føltes så stort, dels at sonegrenser i fjell vil måtte operere med stor usikkerhet med hensyn til hvor godt de gjenspeiler de reelle forhold i grunnen.

Men helsemyndighetene trenger standardmetoder i sitt arbeid med beskyttelse av grunnvannskilder i fjell mot forurensning. Dette må hydrogeologene se som sitt ansvar å bistå med fra den faglige siden. Oftest må en operere innenfor snevre ressursrammer i forbindelse med grunnvann i fjell. Et konkret tilfelle av soneinndeling rundt et uttaksområde for grunnvann i fjell vil bli gjennomgått, og spørsmålet om å lage soneinndeling vesentlig på bakgrunn av overflateobservasjoner vil bli diskutert.

FOREDRAG

9. februar

Grunnvann og ny lov om vassdrag og grunnvann

Heidrun Kårstein

*Konsesjon og tilsynsavdelingen, Norges vassdrags- og energidirektorat, Postboks 5091
Majorstua, 0301 Oslo*

Innledning

Lov om vassdrag og grunnvann trådte i kraft 01.01.01. Nytt med denne loven er bl.a. at grunnvann nå er lovregulert. Bakgrunnen for å lovregulere er i første rekke et ønske om i større grad å utnytte grunnvannsressurser til drikkevann og annen vannforsyning.

I dette foredraget er det ikke tenkt å gi en presentasjon av hele loven, jeg vil kun ta opp de paragrafene i loven som direkte har innvirkning på aktiviteter tilknyttet grunnvannet, bl.a. om rådighet, konsesjonsplikt og grunnvannsboring

Undertegnede har deltatt i NVEs arbeid med å lage forslag til forskrifter til denne loven. Jeg tilhører ingeniørsiden og er ikke jurist.

Forskrifter

Det er kun forskrift om sikkerhet som er trådt i kraft. Flere forskrifter er under arbeid. Disse har vært ute på høring og vil bli vedtatt "så fort som mulig". Dette gjelder forskrift om internkontroll, om konsesjons- og meldeplikt, om kommunalt tilsyn og om tappestrategier. Spesielt vil forskrift om konsesjons- og meldeplikt berøre tiltak som kan påvirke grunnvannet. Her vil mer spesifiserte grenser for konsesjonsplikt og meldeplikt angis.

Formål med loven

§1 Denne lov har til formål å sikre en samfunnsmessig bruk og forvaltning av vassdrag og grunnvann.

Hva loven regner som grunnvann

§ 2 Med grunnvann forstås vann i den mettede sonen.

Forvalteransvar og aktsomhetsplikt

§5 Enhver skal opptre aktsomt for å unngå skade eller ulempe i vassdraget for allmenne eller private interesser.

Videre gir paragrafen instruksjoner om at tiltak skal planlegges og gjennomføres slik at de er til minst mulig skade så langt dette er rimelig. Dette dreier seg også om sikkerhet.

Vassdragsmyndigheten kan fastsette mer utfyllende regler i forskrift.

Vannets løp i vassdrag og infiltrasjon i grunnen

§7 Utbygging og annen grunnutnytting bør fortrinnsvis skje slik at nedbøren fortsatt kan få avløp gjennom infiltrasjon i grunnen.

Vassdragsmyndigheten kan gi pålegg om tiltak som vil gi bedre infiltrasjon i grunnen.

Konsesjonspliktige tiltak

§ 8 Konsesjonspliktige tiltak; Ingen må iverksette vassdragstiltak som kan være til nevneverdig skade eller ulempe for noen allmenne interesser i vassdraget eller sjøen

Unntak: § 12 - gjenoppretting av vassdragets løp og § 15 - supplerende regler om grunneierens vannuttak)

Om grunneierens vannuttak

§ 15 En grunneier i vassdrag kan uten konsesjon etter § 8 ta ut vann til husholdning og husdyr på eiendommen.

Dette gjelder så langt uttaket ikke kommer i strid med § 5 - aktsomhetsplikten og § 10 - minstevannføring.

Ved uttak av vann skal minst den alminnelige lavvannføring være tilbake.

Rådigheten over grunnvann

§ 44 Grunnvannet tilhører eieren av den grunn som grunnvannet befinner seg i eller under.

Ligger en grunnvannsforekomst under flere eiendommer, ligger den til eiendommene som et sameie med et partsforhold som svarer til hver eiendoms areal.

Uttak av grunnvann skal begrenses til det grunnvannsmagasinet tåler.

Hvis en grunnvannsføremkomst som ligger under flere eiendommer ikke er tilstrekkelig til å dekke behovet for vannforsyning for alle, må prioriteringen skje etter behovsprioritering §15- supplerende regler om grunneierens vannuttak: 1. fast husholdning 2. husdyr. Dersom en ny brønnboring medfører at tidligere vannforsyning innenfor de prioriterte områdene mister vann, vil en vesentlig vurdering være om den nye brønnen tar ut mer enn infiltrert mengde med fradrag av fordunsting på denne eiendommen (tålegrense). Dvs mer enn vedkommende råder over.

Konsesjonsplikt for rådighet over grunnvann

§ 45 Konsesjonsplikt for tiltak som kan påvirke grunnvannet:

- a) vannuttak som overstiger en grense som vassdragsmyndigheten har fastsatt i forskrift;
Forslag til grense 100 m³/døgn
- b) vannuttak som overstiger det omfang som er naturlig for virksomhet som det er vanlig å drive på slike eiendommer;
- c) annen rådighet over eller påvirkning av grunnvann som vassdragsmyndigheten (NVE) har bestemt i forskrift eller i det enkelte tilfellet.

I forslaget til forskrift om konsesjons- og meldeplikt er disse kriteriene er nærmere angitt.

I tillegg har NVE foreslått meldeplikt for en del tiltak for å kunne vurdere konsesjonsplikten.

Grunnvannsboring

§ 46 Den som utfører boring etter vann, skal opptre aktsomt for å unngå skader og ulemper som følge av boringen.

Etter fullført boring skal vedkommende snarest og senest innen 3 måneder sende melding om boringen til vassdragsmyndigheten, i dette tilfellet NGU.

Det skal også sendes melding om rapporter fra undersøkelser.

Vassdragsmyndighet

På riksnivå: Kongen, OED, NVE, SHD (§13.4) og NGU (§46).

På regionalt og lokalt nivå: NVE, FM, kommunen (§7 og 16) eller den dep. bestemmer.)

EUs Vanndirektivet

Panagiotis Dimakis

Norges vassdrags- og energidirektorat, Postboks 5091 Majorstua, 0301 Oslo

EUs Vanndirektivet introduserer et felles administrasjonssystem for å beskytte, overvåke og administrere vannressursene i EU landene. Administrasjonssystemet bygger på en inndeling i nedbørfeltsdistrikter og detaljert kartlegging/karakterisering av alle vannressurser i disse, samt estimering av miljøstatus på disse vannressursene.

Spesielt for grunnvann krever direktivet kartlegging av "alle" grunnvannsforekomster som brukes eller kommer til å bli brukt som drikkevannskilder. En overvåkingsnett må etableres som skal kontrollere både kvantitet og kvalitet av "alle grunnvannsforekomster av betydning". Alle grunnvannsforekomster må oppnå god kvantitets- og kvalitetsstatus innen 15 år. Hvis en grunnvannsforekomst viser seg ikke til å ha god status, må detaljerte undersøkelser foretas og tiltak etableres slik at en god status kan oppnås helst før 15 års fristen.

En oppfølging av miljømålene for grunnvann med det ambisjonsnivå som legges for dagen i vanndirektivet vil kreve flere tusen arbeidstimer hvert år fra fagfolk i flere år framover. Hvor høyt bør norsk grunnvannsforvaltning legge listen ved implementeringen av direktivet?

Opplegg for nettbasert undervisning i hydrogeologi

Per Aagaard¹⁾, Rebecca Worsley¹⁾, Kevin J. Tuttle²⁾, Eli Alfnes¹⁾ & Thor A. Thorsen¹⁾

1) Universitetet i Oslo, Postboks 1047 Blindern, 0316 Oslo

2) Norconsult AS, Vestfjordgt. 4, 1338 Sandvika

Den norske avdelingen av IAH fremmet ifjor et ønske om å få i gang et fjernundervisningsbasert videreutdanningsopplegg for å bedre hydrogeologisk kunnskap i tekniske etater rundt om i landet. Med bakgrunn i dette søkte UiO og UiB om interne omstillingsmidler til å utarbeide undervisningsmateriell til et nettbasert kurs i hydrogeologi. Kurset skal være på 200-nivå med praktisk vinkling. Eksempelene hentes for det meste fra Norge, men også fra andre deler av verden hvor man støter på helt andre problemer.

Fjernundervisning over nettet forutsetter at en tar i bruk nye pedagogiske grep for å veie opp for det en taper ved å ikke møte studentene ansikt til ansikt. Og siden hydrogeologi i tillegg er et forståelsesmessig krevende fagområde, må det legges stor vekt på å inspirere og aktivere studentene. Samtidig må det en legger ut stille lave krav til brukernes datautstyr. Vi har satt sammen et opplegg som vi vil presentere, sammen med eksempler som vi håper kan bidra til å illustrere stoffet og motivere studentene.

En rekke aktive hydrogeologer fra NGU og konsulentbransjen bidrar til dette nettbaserte opplegget, med mange eksempler fra den virkelighet en hydrogeolog vil møte i samfunnet.

Nedbrytning av dieselforurensning i kaldt klima

Arve Misund

InterConsult Group ASA, Strandgaten 32, 4400 Flekkefjord

Innledning

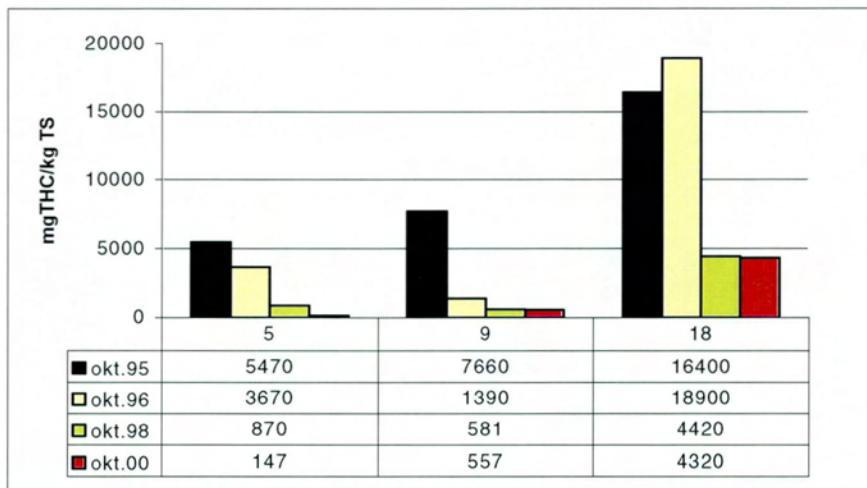
På oppdrag for Forsvarets bygningstjeneste Region Nord Norge er det gjennomført miljøtekniske grunnundersøkelser ved et dieselforurenset område ved Skoddebergvatn. Formålet med undersøkelsene har vært å vurdere forurensningssituasjon for å se om det er fare for utslipp av oljekomponenter til Skoddebergvatnet.

Sannsynlig hendelsesforløp er at det vinteren 1992 skjedde et større utslipp av diesel som rant langs Bekk-2 til Skoddebergvatnet. I 1992 var det klage fra beboerne ved vannet at det luktet diesel, og smakte diesel av fisken, men etter 1995 er det ikke kommet tilsvarende klager. Utslipet skjedde på vinteren når området var snødekt. Snøen langs Bekk-2 har da trolig blitt mettet med diesel som igjen har ført til at også massene langs Bekk-2 ble såpass forurenset. I undersøkelsene i 1995, 1996, 1998 og 2000 er de mest forurensete massene påvist langs nedre del av Bekk-2, med størst konsentrasjon rundt lok. 18 (sentralt i myrområdet). Undersøkelsen i 1998 har vist at forurensningen er lokalisert til området i umiddelbar nærhet av Bekk-2. I jordprøver tatt i 20 og 40 m avstand fra Bekk-2 er det ikke påvist diesel.

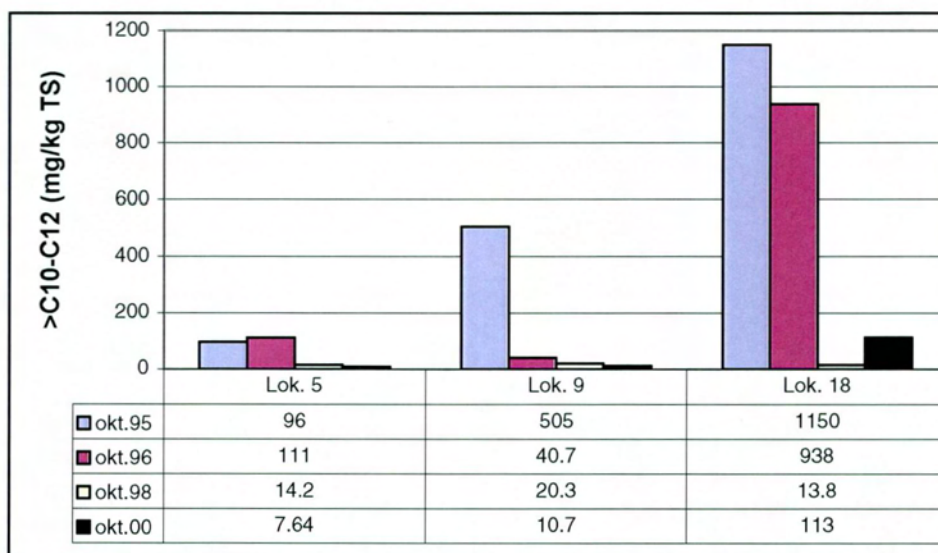
Erfaring viser at det kun er mulig å se dieselforurensningen langs Bekk-2 når en aktivt graver i massene i bekkekanten. Dette skyldes trolig at diesel er 'fanget' i porerommet mellom sedimentkornene, og/eller at oljen bindes til organiske stoffer i myrområdet. I vannprøver tatt i oktober 2000 i Bekk-2 (som renner ut i Skoddebergvatn) ble det ikke påvist oljerelaterte hydrokarboner i noen av prøvene, verken fra Bekk-1 eller 2 eller fra prøve tatt i Skoddebergvatnet. Det er derfor sannsynlig at det er en svært liten transport av diesel fra de forurensete massene til Skoddebergvatnet.

THC-innhold

Prøver tatt i 1995 og 1996 viste til dels meget høye konsentrasjoner av THC (16000 og 18000 mg/kg tørrstoff) i jordprøver fra lok. 18. Reprøvetaking av lok. 18 i 1998 og 2000 viste at konsentrasjonen av THC nå var sunket til henholdsvis 4420 og 4320 mg THC/kg tørrstoff slik det fremgår av figur 1. Figur 2 viser fordelingen for de letteste fraksjonene >C10-C12.



Figur 1: Tidsserie for mg THC/kg tørrstoff i lokalitetene 5, 9, 18 langs Bekk-2.

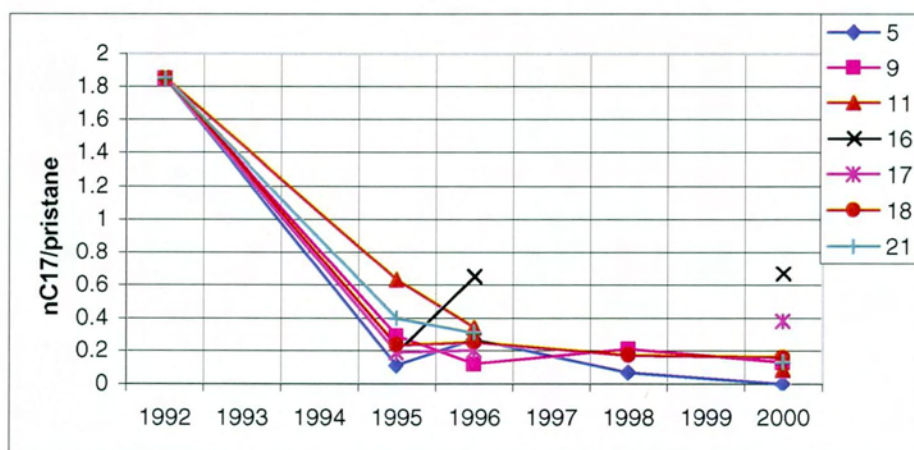


Figur 2: Tidsserie med hensyn på hydrokarbonfraksjonen >C10 – C12 i lokalitet 5, 9 og 18 langs bekk-2.

Nedbryting

En tidsserie for nC_{17} /pristan forholdet er vist i Figur 3. Ved nedbryting av olje er det forventet at nC_{17} /pristan forholdet vil reduseres med tid (Christensen & Larsen, 1993). De gasskromatografiske analysene viser at nC_{17} /pristan forholdet er noe redusert når man sammenligner analysene fra prøvetakingen oktober 1995 med analysene fra prøvetakingen oktober 2000. Dette tolkes som et resultat av fortsatt bakteriell nedbryting av oljen på de tre

prøvelokalitetene, men at nedbrytningen tar lengre tid når de lettest nedbrytbare komponenten er borte. Når nedbrytningen har foregått over en tid vil forholdet mellom nC_{17} /pristan endres mindre. Dette skyldes at også pristan brytes ned, slik at forholdet blir relativt stabilt. Alle prøvene er sterkt bakteriell nedbrutt, sammenlignet med en normal diesel med et nC_{17} /pristan forhold på 1,85.



Figur 3: Tidsserie for nC_{17} /pristan-forholdet i prøvepunkt 5, 9 og 18 langs Bekk-2.

Mikrobiologisk nedbrytning

For å undersøke den mikrobiologiske aktiviteten og vurdere potensialet for videre nedbrytning ble det analysert fire sedimentprøver med hensyn til innhold av heterotrofe og oljenedbrytende bakterier. Resultatet av undersøkelsen er presentert i tabell 1.

Tabell 1: Innhold av heterotrofe og oljenedbrytende bakterier i jord fra Skoddebergvatn og en lokalitet i Alaska (Wilson, 1997)

Prøve	Heterotrofe /g TS	Oljenedbryt ende /g TS	THC mg/kg TS	% tørrstoff, TS
Lok 18	$7,3 \cdot 10^9$	$3,4 \cdot 10^6$	4320	14,7
Lok 33	$1,2 \cdot 10^9$	$5,3 \cdot 10^5$	357*	7,2
Lok 9	$2,0 \cdot 10^8$	$9,3 \cdot 10^5$	557	56,1
Lok 49	$1,9 \cdot 10^7$	$4,5 \cdot 10^3$	77,7*	58,4
Alaska	$4,9 \cdot 10^6$	$2,3 \cdot 10^5$	2415	

*= Ikke typisk mineraloljeprofil

Tallene for heterotrofe mikroorganismer viser at de er tilstede i et antall som er vanlig å finne i øvre jordlag.

Mengden oljenedbrytende bakterier er betraktelig lavere enn antall heterotrofe i samtlige prøver. Prøvene domineres dermed av andre bakterier enn de oljenedbrytende.

I forbindelse med lekkasjen fra en oljetank på Trandum leir i 1990 ble det gjort undersøkelser av totalantall bakterier og oljenedbrytende bakterier (Breedveld et al., 1991). Totalantallet varierte fra $3 \cdot 10^7$ (8m dyp) til $1 \cdot 10^7$ (20 m dyp). Antall oljenedbrytende varierte fra $1 \cdot 10^7$ (8m dyp) til $1 \cdot 10^6$ (20 m dyp). Her er det altså betydelig mindre forskjell mellom totalantall bakterier og antall oljenedbrytende bakterier. Totalantallet er imidlertid større ved Skoddebergvatn. Dette skyldes trolig at det ved Trandum er sandig jord, mens det ved Skoddebergvatn er et meget høyt innhold av organisk materiale.

Konklusjon

Prøvene fra sedimenter langs Bekk-1 og -2 viser at det fremdeles finnes områder med høyt innhold av THC langs begge bekkeløpene. Prøver av vann i Bekk-1 og -2 samt Skoddebergvatnet har imidlertid ikke kunne påvise at det i dagens situasjon skjer noen avrenning av hydrokarboner til Skoddebergvatnet. I lokaliteten som ligger nærmest vannet, lok. 5, er det i 2000 ikke påvist noen typisk mineraloljeprofil. Mengde hydrokarboner ved lok. 5 er dermed redusert fra 5470 mg/kg TS (1995) til 147 mg/kg TS. Den påviste forurensningen langs bekk 1 og 2 er begrenset til bekkeløpet og dets umiddelbare nærhet. De utførte bakterieanalysene har også vist at det i sedimentene i de mest forurensede områdene finnes et stort antall oljerelaterte bakterier som viser at mulighetene for videre nedbryting av olje er til stede. Dersom FBT ønsker å samle inn mer informasjon med hensyn til naturlige nedbrytningen av diesel under kalde klimatiske forhold vil denne lokaliteten egne seg svært godt til dette. I denne sammenheng bør en også studere om den naturlige nedbrytningen kan stimuleres med tilførsel av næringsstoffer.

Referanser

- Breedveld, G.D., Kolstad, K., Hauge, A., Briseid, T. og Brønstad, B. 1991: In Situ Bioremediation of Oil Pollution in the Unsaturated Zone. NATO/CCMS, Pilot study, 5. International Conference, Washington 18-22 November 1991.
- Christensen, L. B. og Larsen, T. H. 1993: Method for Determining the Age of Diesel Oil Spills in the Soil. Ground Water Monitoring Review Fall 1993, pp 142-149.

Naturlig rensing av jet-drivstoff-forurenset grunn og grunnvann ved Luftfartsverkets brannøvingsfelt på Gardermoen

Per Aagaard¹⁾, Gijs Breedveld²⁾, Kim Rudolph-Lund²⁾, Zuoping Zheng¹⁾ & Maciej Klonowski¹⁾

1) Universitetet i Oslo, Postboks 1047 Blindern, 0316 Oslo

2) NGI, Postboks 3930 Ullevål stadion, 0806 Oslo

Under en kartlegging av flyplassens områder på Gardermoen i 1998 (ENCO Environmental Consultants) fant man at grunnen ved Luftfartsverkets brannøvingsfelt viste klare tegn på oljeforurensning (jetdrivstoff) i grunnen. Dette ble videre bekreftet ved graving og det ble satt igang pumping høsten 1998 for å fjerne fri fase. NGI foretok videre en kartlegging av ubredelsen av hydrokarboner i grunnen og i grunnvannet. Grunnvannsprøvene ble tatt med en Waterloo "Drive-Point Profiler". Det ble konstatert betydelige mengder løst jetdrivstoff, høye verdier av toverdlig jern samt lave nitrat og sulfat verdier sentralt i forureningsplumen. Undersøkelsen viste at det var behov for opprenskning, og ulike alternative metoder ble vurdert av OSL Gardermoen.

Etter godkjenning fra SFT, ble det tilslutt bestemt å satse på naturlig rensning av området men med streng overvåking. Høsten 2000 ble flemnivå-overvåkingsbrønner installert, og første prøvetaking foretatt i november. Dagens utbredelse av plumen er nå vel avgrenset, og sammenliknet med verdier for 2 år siden, ser den ut til å ha skrumpet. Konsentrasjonene av løst jet-drivstoff er svært lave, så nær som i et lite område rundt grunnvannsspeilet (verdier opp til 0.6 ppm). Det er også foretatt foreløpige beregninger over transport og nedbrytning av de løste jet-drivstoff forbindelsene, og disse viser god overenstemmelse med den observerte utvikling av plumen.

Naturlig grunnvannskvalitet i utvalgte norske og britiske akviferer. Et eksempel på bruk av ”Baseline”-konseptet

Bjørn Frengstad¹⁾²⁾ & Paul Shand³⁾

1) Institutt for geologi og bergteknikk, NTNU, N-7491 Trondheim

2) Norges geologiske undersøkelse, N-7491 Trondheim

3) British Geological Survey, Maclean Building, WALLINGFORD, OX10 8BB, United Kingdom

Datasett over grunnvannskjemien i utvalgte akviferer i berg fra England, Wales, Skottland og Norge er sammenlignet ved hjelp av statistiske presentasjonsteknikker som boksplokk og kumulativ frekvensfordeling

”Baselines” defineres som konsentrasjonen av et gitt element, en species eller et kjemisk stoff i løsning som naturlig stammer fra geologiske, biologiske eller atmosfæriske kilder.

Baselines for en akvifer og/eller en bergart kan ikke bestemmes utfra én vannprøve, men består typisk av et konsentrasjonsspenn. For eksempel varierer den naturlige bakgrunnskonsentrasjonen av uran i prekambriske granitter i Norge over 4 tierpotenser. Av praktiske årsaker settes øvre baseline til ved de laveste 97.7% (3σ) av datasettet, selv om ekstremverdier kan ha naturlig opphav.

Det er ikke mulig å sette opp universelle baseline-verdier for noe element i grunnvann. Statistisk representativ prøvetaking fra alle akviferer og/eller bergarter er nødvendig for å kunne etablere pålitelig kunnskap om den naturlige grunnvannskvaliteten fra hvert område. David Banks har påvist at selv i sammenliknbare granitter i sammenliknbare miljøer på Scillyøyene i Storbritannia og Hvalerøyene i Norge, er det store forskjeller i grunnvannskjemien.

De fleste grunnvannsprøvene fra fastfjellsakviferer i Norge har høy pH sammenlignet med de britiske prøvene. Na-HCO₃ type vann ser ut til å være mer vanlig i Norge enn i Storbritannia der Ca-HCO₃ type vann dominerer fullstendig. Høye fluor-, uran- og radonkonsentrasjoner er funnet i mange grunnvannsprøver fra granitter og metasedimenter i Norge, mens bariumkonsentrasjoner ser ut til å være høyere i de sedimentære akviferene i Storbritannia.

Mulige årsaker til de generelt høye pH-verdiene i Norge kan ligge i utviklingen gjennom kvartær tid. Det alt vesentligste av sirkulasjonen og nydannelsen av grunnvann skjer i de øvre 100 meter av berggrunnen; hvorfra de fleste borebrønner får sitt vann. Under istidene ble dypforvitret berg for det meste fjernet i Norge, slik at også de øvre 100 meter av berggrunnen er relativt frisk og uforvitret. Erosjonen på de britiske øyer var langt mer beskjeden i det samme tidsrommet.

Baseline-verdier er nyttige for å kunne vurdere graden av antropogen forurensning eller for å sette realistiske krav til opprensning. Derimot må drikkevannskrav utelukkende baseres på toksikologiske kriterier siden også naturlig, uforurenset grunnvann kan inneholde elementer i konsentrasjoner som anses å være skadelige.

Geokjemisk modellering av våtmarksystem for rensing av avrenningsvann fra Kongens gruve, Røros

Johan B. Knudsen & Arnt-Olav Håøya

Scandiaconsult AS, Engebretsvei 5, PB 427 Skøyen, 0213 Oslo

Scandiaconsult AS (tidligere SCC Geocare AS) har på oppdrag fra Bergvesenet utført en pilotskala test av våtmark som passivt behandlingssystem av gruvevann fra Kongens Gruve på Røros. Vann fra Kongens Gruve er surt og sterk forurenset av kobber, sink, kadmium og andre metaller.

Målsetningen med prosjektet har vært å dokumentere renseeffekt og viktige biogeokjemiske prosesser i pilotskala anlegg ved Kongens gruve på Røros.

Våtmarkssystemet består av 6 bassenger øst for oppredningsverket. Det første bassenget ble konstruert for anoksisk drenering gjennom kalkstein for å øke pH i vannet. De neste fire bassengene ble konstruert som en anaerob våtmark med organisk materiale. Den siste bassenget ble konstruert som en aerob lagune.

Anleggets renseeffekt er dokumentert med analyser og feltmålinger. Kunnskap og erfaring fra felt og laboratorieanalyser er "samlet" i en forklaringsmodell som simulerer biogeokjemiske prosesser. Denne forklaringsmodellen er viktig for å knytte teoretisk kunnskap til praktisk erfaring. Slik skilles viktige biogeokjemiske prosesser fra hverandre og anlegges fremtidige funksjonalitet kan optimaliseres.

Modellen undersøker bl.a effekten av oksygenkonsentrasjon på utfelling av Fe(III)- og Cu(II) hydroksider. Videre er reaksjoner som mest sannsynlig forklarer endringer i metallkonsentrasjon i anaerobe celler undersøkt.

Analyseresultatene fra overvåkningsperioden fra juni 1999 til og med mai 2000 viser ca. 90% fjerning for kobber, 88% for aluminium, >88% for krom, >72% for bly, 71% for jern, 77% for kadmium, 63% for sink, og 46% for nikkel. Metallfjerning forventes å bedres med tid, særlig for sink som krever et velutviklet anoksisk system.

Foredraget vil i hovedsak omhandle erfaringer og resultater ved å anvende PHREEQC til å etablere den biogeokjemiske forklaringsmodellen.

Risikovurdering av strandsonedeponi ved Ramsund orlogstasjon

Arnt-Olav Håøya & Odd R. Bryhn

Scandiaconsult AS, Engebretsvei 5, PB 427 Skøyen, 0213 Oslo

Forsvarets bygningstjeneste (FBT) har utført miljøtekniske grunnundersøkelser ved en rekke avfallsfyllinger og områder med forurenset grunn i Norge. Avfallsfyllingen i Biskaia er en eldre fylling som ligger på militært område ved Ramsund orlogstasjon. Avfall og miljøgifter fra fyllingen ble trolig i noen tiår etter krigen skjøvet ut på stranden hvor bølger og strøm effektivt transporterte forurensningene til Ramsundet. Scandiaconsults miljøtekniske undersøkelser har nå vurdert forurensningenes spredning og påvirkning på livet i fjorden.

Det foreligger i dag kostholdsråd (Statens næringsmiddeltilsyn) for konsum av fisk og annen type sjømat fra Ramsundet. Undersøkelsen viser at det er lite sannsynlig at dagens utslipp av forurensning fra avfallsfyllingen i Biskaia i vesentlig grad bidrar til opprettholdelse av kostholdsrådet. Området ved selve fyllingen inneholder derimot så mye PCB at beregninger sannsynliggjør en negativ effekt på det lokale marine miljø. Det er anbefalt at området på kort sikt overvåkes og at forsvaret med tiden planlegger å fjerne eller tildekke det forurensete området.

Stikkord: Miljømål, beregnet risikovurdering, sedimenttransport, overvåking

Distribution of Ba in Skagerrak sediments

Aivo Lepland, Ola M. Sæther & Terje Thorsnes

Norges geologiske undersøkelse, 7491 Trondheim

Geochemical and mineralogical methods have been applied to document the Ba and barite distributions in the Skagerrak sediments. Barite, released in the central North Sea during hydrocarbon drilling as a component of the drilling mud is a principal carrier of Ba in the recent Skagerrak sediments. The systematic pattern of the surface Ba contents, displaying a generally decreasing trend from south to north is consistent with the barite transport from the North Sea towards the Skagerrak. The predominant barite grain size ranges between 10 and 20 μm . The sub-surface Ba distribution is characterised by the elevated contents within the top 5-10 cm, which downward is followed by uniformly low contents. Considering the sedimentation rate, the start of sub-surface Ba enrichment generally corresponds to the late sixties, coinciding with the beginning of off-shore drilling in the North Sea. In addition to the primary depositional factors controlling the shallow stratigraphic Ba distribution, the influence of diagenetic processes is suggested by the dissolution features on the barite grain surfaces and the profile relationships to the interpreted diagenetic zones.

Geokjemisk atlas for Norge

Rolf Tore Ottesen¹⁾, Jim Bogen²⁾, Bjørn Bølviken¹⁾, Tore Volden¹⁾ & Toril Haugland¹⁾

1) Norges geologiske undersøkelse, 7491 Trondheim

2) Norges vassdrags- og energidirektorat, Postboks 5091 Majorstua, 0301 Oslo

NGU har i samarbeid med NVE kartlagt den kjemiske sammensetning av sediment kjerner fra 690 elvesletter jevnt fordelt over landet. Fra hver slette er det gravd et profil gjennom elvesletten. I veggen på dette profilet er det tatt en sammenblandet prøve fra 10 cm dyp og til bunnen av profilene. Fraksjonen < 60 µm ble brukt i de kjemiske analysene (totalinnhold med XRF og HNO₃-løselig ICP-AES og AAS med hydridsystem eller grafittovn). Resultatene er presentert som punktkart og som kart over flytende medianverdier. Kartene i atlasen viser noen hovedtrekk i løsmassenes naturlige kjemiske sammensetning og er et bidrag til å bedre kunnskapen om naturforholdene i Norge.

Elvesettesedimenter er et historisk arkiv som kan bidra med kunnskap om naturlig og menneskeskapt fordeling av grunnstoffer og kjemiske forbindelser. NTNU har i samarbeid med NGU og NVE gjennomført en detaljert studie av partikkelbåren spredning av miljøgifter i Kvina vassdraget. Resultatene gir spennende perspektiver for videreutvikling av fagfeltet geokjemisk kartlegging.

Arsen i barns lekemiljø

Tore Volden, Toril Haugland & Rolf Tore Ottesen

Norges geologiske undersøkelse, 7491 Trondheim

Jordprøver innsamlet i barnehager og barneparken i Bergen, Trondheim og Orkdal kommuner hadde gjennomgående et mye høyere innhold av arsen enn jorden utenfor lekearealene. Kildene til dette arsenet er CCA-impregnert trevirke i lekeapparatene og rundt sandkassene.

Treverk blir impregnert for å hindre angrep av organismer som skader og bryter ned trevirket. De aktive stoffene i impregneringen er giftige for alle levende organismer. I kobber-, krom-, og arsenimpregnering (CCA) er kobber og arsen de aktive stoffene. Krom brukes hovedsakelig for å fikserer kobber og arsen i trevirket. En effektiv beskyttelse av trevirket er avhengig av at impregneringsstoffene har en viss løselighet. Jordprøver tatt tett ved trykkimpregnert trevirke som ligger i kontakt med jord kan ha et meget høyt innhold av arsen. En stor del av dette arsen foreligger i en lettløselig og tilgjengelig form. Det er også målt meget høyt innhold av arsen i våtservietter brukt til å tørke av håndflater etter hudkontakt med CCA-impregnert trevirke.

Barn kommer i kontakt med arsen når de har hudkontakt med jorda eller trykkimpregnert trevirke i lekeapparater. De kan også få i seg arsen når de spiser jord eller slikker på skitne fingre, eller ved å puste inn jord som er virvlet opp i lufta. De høye arsenkonsentrasjonene som er påvist i barnehager i anses som en unødvendig tilleggsbelastning av arsen for barna.

Med bakgrunn i Folkehelsas vurdering, har vi anbefalt at det gjennomføres tiltak der hvor arseninnholdet i jorden overskrider 20 mg/kg. Jord i direkte kontakt med trykkimpregnert materiale bør fjernes i en bredde på ca 1 meter og ned til 30 cm dyp, og erstattes med ren jord. For å hindre fortsatt lekkasje, bør trykkimpregnert trevirke årlig beises med dekkbeis eller treolje. Beisen vil redusere lekkasje av arsen fra trematerialene og ut i jorden eller vannet. Det er gjennomført tiltak i en rekke barnehager.

Det fins ca 30 000 lekeplasser i Norge og hver av dem har mellom 1,5 og 2 m³ CCA-impregnert trevirke. Mye av det trevirke i bruk her er av klasse M og A, dvs med høyt innhold av kobber, krom og arsen. Selv over 20 år gammel trevirke lekker store mengder arsen. Dette indikerer at det må bør være restriksjoner ved gjenbruk av CCA-impregnert trevirke.

Det foreligger nå et utkast til forskrift om begrensninger i bruk av impregnert trevirke. Forskriftene vil eventuelt tre i kraft fra 1. oktober 2001. Ny bruk av CCA-impregnert materiale vil da bli forbudt med unntak for bruk i stolper til elektrisitets- og telefonmaster, autovern og brygger.

PCB i bymiljø

Toril Haugland, Rolf Tore Ottesen & Tore Volden

Norges geologiske undersøkelse, 7491 Trondheim

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har i samarbeid med Bergen kommune og Trondheim kommune kartlagt innholdet av ulike miljøgifter, blant annet polyklorerte bifenyl (PCB), i byjord fra de to kommunene. Statens institutt for folkehelse (Folkehelse) har deltatt i de medisinske/toksikologiske vurderinger av resultatene fra Bergen.

I både Trondheim og Bergen finner man PCB-forurensede enkeltlokaliteter. I Bergen forekommer disse hyppigst i de nyere bydelene.

Det viktigste resultatet fra prosjektene er påvisning av betydelige mengder PCB i murpuss i en boligblokk, bygget i 1952 og sist rehabilitert i 1990. Murpussen i boligblokken viste seg å inneholde i gjennomsnitt 620 000 µg PCB/kg murpuss. Dette er 12 ganger mer enn den grenseverdi som er satt for PCB-holdige materialer som spesialavfall.

Utendørs maling og murpuss forvitrer lett i vårt klima. En PCB-holdig fasade vil derfor være en aktiv forurensningskilde til utemiljøet. PCB-funnene i Bergen er neppe unike. Det er grunn til å anta at betydelige deler av bygningsmassen i byer og tettsteder representerer en nåværende eller framtidig kilde til alvorlig forurensning. Dette kan også ha vidtrekkende konsekvenser for rivning, rehabilitering og gjenbruk av betong.

Fortsatt mangler mye kunnskap og dokumentasjon på dette feltet. NGU foreslår at det snarest gjennomføres en oversiktskartlegging av PCB i mur-/betongfasader og nærliggende jordsmonn i to byer og to tettsteder. Dette vil gi grunn for mer presis beregning av omfanget av denne type PCB-forurensning.

PAH og Pb i bymiljø

Rolf Tore Ottesen, Tore Volden & Toril Haugland

Norges geologiske undersøkelse, 7491 Trondheim

Norges geologiske undersøkelse (NGU) har i samarbeid med Bergen og Trondheim kommuner gjennomført omfattende geokjemisk kartlegging av innholdet av uorganiske og organiske miljøgifter i byjord. I de eldste delene av Bergen og Trondheim består byjorden av lokal naturlig mineraljord, gravemasser (asfalt, teglstein, betong), sprengstein, organisk jord (ofte tilkjørt), rivningsmasser (bygningsrester og malingsflak) og industriavfall. Byjorden er full av spor etter menneskelig aktivitet.

Resultatene av kartleggingen viser at de eldste bydelene både i Bergen og Trondheim er til dels sterkt forurenset med PAH-forbindelser og bly. Dette er et typisk trekk ved bymiljø og tilsvarende funn er gjort i andre byer (København og Madrid).

PAH er bygget opp av fra to til ti benzenringer. Nedbrytbarhet og toksisitet varierer mye mellom de ulike forbindelsene. Benzo(a) pyren er en av de giftigste og benyttes ofte som indikator. PAH finnes naturlig i steinkulltjære, steinkullbek, mineralolje, mineraloljeprodukter og i kreosot som dannes ved destillasjon av steinkulltjære. PAH-forbindelser kan bli dannet ved termisk nedbrytning av et hvilket som helst organisk materiale som inneholder karbon og hydrogen. Verken PAH eller enkeltkomponenter av PAH fremstilles kommersielt. PAH dannes ved ufullstendig forbrenning av andre hydrokarboner, ved at hydrogen forbrukes i den mest fordelaktige dannelsen av H₂O. Selv om det er naturlige kilder til PAH, er det de antropogene kildene som er dominerende og de viktigste kildene for de påviste høye nivåer av PAH i byjorden.

Bly har vært brukt i bymiljøet gjennom hele historien til undersøkte byene. Et mulig naturlig bidra fra de lokale naturlig løsmasser utgjør en ubetydelig mengde i forhold til er de viktigste kildene antropogene kildene.

I foredraget vil betydningen av de ulike kildene for PAH og Pb i byjorden bli belyst.

Plan for forurenset grunn og sedimenter i Trondheim

Marianne Langedal

Trondheim kommune, 7004 Trondheim

Bygging og graving på forurenset grunn kommer vanligvis inn i forvaltningssystemet enten ved at lokaliteten er registrert i SFTs database, eller at entreprenøren lukter eller ser noe spesielt og slår alarm. Videre saksbehandling involverer miljøtekniske grunnundersøkelser, risikoanalyse og myndighetsbehandling. Dette er tidkrevende og ofte basert på utstrakt bruk av skjønn i flere ledd. I Trondheim pågår et prosjekt som skal lage en plan for håndtering av forurenset grunn og sedimenter, for at både økonomisk og miljømessig usikkerhet rund forurenset grunn og sedimenter skal reduseres. Prosjektet skal avklare status, ambisjonsnivå og tiltaksplan for opprydding. Avklaring av status innebærer historisk og geokjemisk kartlegging (270 prøvelokaliteter på land og 41 i sjøen) samt forenklet risikoanalyse. Kartleggingen på land viser at det er delvis sammenheng mellom forurensete områder og områder som har hatt mange former for småindustri, men det kan også se ut som om kartleggingen har avdekket en gammel industrifylling. Det er et generelt bilde at havnesedimentene er mer forurenset enn grunnen på land. For noen stoffer, bla PCB er det klar sammenheng mellom kilder på land og funn av forurensning i havnesedimentene. Det er en utfordring å ta i bruk denne nye kunnskapen i forvaltningen slik at både miljøet, samfunnsøkonomien og brukeren av kommunale tjenester blir tilgodesett. Planen vil bli lagt fram til politisk behandling høsten 2001.

Bruk av stabile bly-isotoper til å bestemme bidrag fra luftforurensning til blyinnhold i jord

Eiliv Steinnes

Institutt for kjemi, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, 7491 Trondheim

Bly har fire stabile isotoper: ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb og ^{208}Pb . De tre sistnevnte er endeprodukter av radioaktive desintegrasjonsskjeder med utgangspunkt i ^{238}U , ^{235}U og ^{232}Th , og forholdet mellom dem i forskjellige blyforekomster vil derfor variere med alderen av blyet og innholdet av uran og thorium i utgangsmaterialet.

Forholdet $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ er spesielt godt egnet til å skille mellom bly med forskjellig opphav. Det blyet som har vært brukt som tilsetning til bensin, har typisk en verdi på omkring 1.10. Bly i europeisk kull ligger ofte på omlag 1.17, mens naturlig bly i norske bergarter ofte har et forhold på 1.30 eller høyere. Dette gjør det mulig å skille fra hverandre naturlig bly i jord og bly tilført som luftforurensning med temmelig stor sikkerhet.

Humusforbindelser i overflatejord har en stor evne til å binde bly og andre tungmetaller, og toppsjiktet i naturlig jord virker derfor som et effektivt filter for akkumulering av tungmetaller tilført som luftforurensning. Således er naturlig jordsmonn i de sørligste deler av Norge kontaminert med bly fra atmosfærisk langtransport til nivåer som sannsynligvis er minst 10 ganger høyere enn de naturlige. Også i resten av fastlands-Norge er det et klart bidrag fra blyforurensning i humus-sjiktet. Tiligere konklusjoner basert kun på kjemiske data finner nå sterk støtte i data fra studier av stabile bly-isotoper. Eksempler vil bli gitt fra undersøkelser av profiler fra podzol-jordsmonn fra ulike deler av landet og torvkjerner fra ombrotrofe myrer.

Økosystem respons på forurensing: et tverrfaglig samarbeidsprosjekt i norsk – russiske grenseområde

**H. Jensen¹⁾, T. E. Finne²⁾, T. Volder²⁾, L. Furuhaug²⁾, V. Nikonov³⁾, N. Lukina³⁾,
N. Yoccoz⁴⁾, H. Tømmervik⁴⁾ & H. Henttonen⁵⁾**

1) Norges geologiske undersøkelse, Tromsø, Norge

2) Norges geologiske undersøkelse, Trondheim, Norge

3) Institute of the North Industrial Ecology Problems (INEP), Apatity, Russland

4) Norsk Institutt for Naturforskning (NINA), Tromsø, Norge

5) Finnish Forest Research Institute (METLA), Rovaniemi, Finland

Innledning

Bakgrunnen for det tverrfaglige prosjektsamarbeid mellom Norsk Institutt for Naturforskning (NINA), Institute for Northern Industrial Ecology Problems (INEP), METLA og Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) er de omfattende og synlige skader på skog økosystemet rundt Nikel. Forsuringen og utslipp av tungmetaller er dokumentert i flere undersøkelser i området, både gjennom prosjekter og overvåking av utslipp fra Nikel. Effekter på vegetasjon og dyreliv er studert i flere undersøkelser. Det har imidlertid ikke vært gjennomført tverrfaglige og integrerte samarbeidsprosjekt, der målet er å beskrive økosystemets respons på forurensingen. Dette prosjekt, som begynte våren 2000, har som mål å få til en mer omfattende beskrivelse av økosystemets tilstand ved å integrere både abiotiske og biotiske elementer i undersøkelsen.

Samarbeidsform

Prosjektsamarbeidet har hatt som mål å få integrert fagdisipliner innenfor biologi, jordforskning og geologi til en helhet. Faglig sett består prosjektet av følgende elementer: registrering av landskap og terreng (NGU), jord geokjemi (NGU, INEP), plantekjemi (INEP), måling av plantestress og –vitalitet (NINA), studier av plantesamfunn (NINA) og populasjonsstudier av utvalgte dyrearter (NINA, METLA). Samarbeidet har inkludert feltarbeid, prøvetaking og registreringer i felt, koordinering av feltaktivitetene, og vil på sikt inkludere opprettelse av felles databaser og presentasjon av resultater fra prosjektet. Totalt 31 prøvetakingstasjoner ble valgt ut av biologene (NINA) i bjørkeskog eller i blandet bjørk- og furuskog langs tre transekter fra Nikel mot nord, syd og vest. For å redusere slitasje og forstyrning på prøvetakingstasjonene ble både feltarbeid og prøvetaking lagt opp for å ta disse hensyn. Feltlag bestående av biologer, jordforskere og geologer har gjennomført feltarbeidet sammen i August 2000, hvilket ga mulighet for felles løsninger når det gjaldt transport i felten. For den geologiske prøvetaking (NGU) har

målet om minimal påvirkning i felten betydd valg av prøvetakingutstyr som gir minst mulig skader på vegetasjon og minimale huller i jordprofilene for å ta prøver av C-horisonten og humuslaget. Erfaringene fra feltarbeidet har vært positive.

Foreløpige resultater

NGU sin innsats har fokusert på abiotiske parametre i økosystemet. Det gjelder observasjoner i felt: landskap og terreng, dyp til C-horisont, spor etter menneskelig aktivitet. Det er tatt prøver av humuslaget for polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og elementanalyse. Det er tatt prøve av C-horisonten i jordprofilet for elementanalyse. Resultatene fra analysene viser at total-PAH (sum 16 PAH) konsentrasjonen reduseres med økt avstand fra Nikel. PAH-konsentrasjonene fra prøvetakingstasjonene nærmest Nikel er over verdiene angitt av SFT som helseskadelige. Dette gjelder bl.a. for flere av de kreftfremkallende PAH-forbindelser.

PLAKAT- PRESENTASJONER

Utlekking av PAH fra havnesedimenter i Trondheim

Moseid, M.^{1) nå 2)}, Brattli, B.¹⁾ & Skirstad Grini, R.²⁾

1) Institutt for geologi og bergteknikk, NTNU, 7491 Trondheim

2) Scandiaconsult AS, Ilsvikveien 22, 7493 Trondheim

Trondheim Havn AS ønsker i forbindelse med utvidelsene av Pir 2 å benytte mudringsmasser fra havneområdene i Trondheim til innfylling i et stranddeponi ved piren. Scandiaconsult AS (SCC) har utarbeidet en risikoanalyse for etablering av et slikt deponi, og har konkludert med at det vil være en viss utlekking av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) fra massene. I risikoanalysen er transporten av PAH ut av deponiet beregnet ved hjelp av PAH-konsentrasjonen i sedimentprøver. Beregningene tar ikke hensyn til saltvanns- og temperaturpåvirkninger. For å teste hvordan disse to parametrene påvirker PAH i mudringsmassene, er det utført utlekkings tester på sedimenter fra Trondheim havneområde.

Prøvene er hentet fra fem områder hvor det vil være aktuelt å mudre for å opprettholde seilingsdyp. Masser fra alle fem prøvepunkter ble blandet sammen til en stor blandprøve, og deler av den ble analysert for 16 ulike PAH-forbindelser (EPA 16). Sammenligning av innholdet av PAH i blandprøven med gjennomsnittsverdier fra tidligere undersøkelser (hentet fra risikoanalysen til SCC) viser at blandprøven har god representarbarhet. Avvik er acenaftalen hvor deteksjonsgrensen er benyttet som verdi for komponenten. Den reelle konsentrasjonen er lavere og antas å ligge på samme nivå som de andre lette komponentene, f. eks naftalen.

Klassifisering etter SFT's klassifiseringssystem plasserer blandprøven i tilstandsklasse III (markert forurenset) etter PAH, og i klasse IV (sterkt forurenset) etter B(a)P.

Det ble utført modifiserte tilgjengelighetstester og serielle ristetester/kaskadetester på ulike deler av blandprøven. For begge testene ble det gjennomført fire paralleller, to prøveserier ved 20°C med hhv. saltvann og surgjort ferskvann, og to ved 7°C også med saltvann og surgjort ferskvann. Den laveste temperaturen skal representere gjennomsnittstemperaturen på saltvannet i området rundt piren. Eluatene fra testene ble analysert for Σ PAH (EPA 16).

Tilgjengelighetstesten ga lavere utlekking i forsøk med 7°C enn i forsøk med 20°C. Testen ga også lavere utlekking for saltvann ved 7°C enn for ferskvann ved samme temperatur. Tilgjengelighetstesten ga ikke maksimal tilgjengelighet for PAH (for uorganiske komponenter gir

testen normalt høyere verdier enn kaskadetesten), men testen ble likevel benyttet for å vurdere temperatur- og saltvannspåvirkninger.

Kaskadetesten viste at utlekkingen med saltvann var vesentlig lavere enn utlekking med ferskvann. Temperaturen influerte lite på saltvannstesten, men ga merkbar forskjell ved ferskvannstesten.

Forsøkene viste videre at utlekking av PAH i laboratoriet var til dels betydelig mindre enn den beregnede utlekkingen basert på sedimentkonsentrasjoner. For saltvannstesten ved 7°C var utlekkingen 25 ganger mindre. Tidligere risikovurderinger (Grini, 1999) opererer derfor trolig med for høy utlekking av PAH fra deponiet enn hva som vil skje i virkeligheten.

Grunnvarme fra fast fjell – økt energiuttak ved hydraulisk trykking av borebrønner

Randi Kalskin¹⁾, Bernt Olav Hilmo¹⁾ & Bjørge Brattli²⁾

1) Norges geologiske undersøkelse, 7491 Trondheim

2) Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet, 7491 Trondheim

Prosjektbeskrivelse

Flere internasjonale studier har vist at grunnvarmebaserte varmepumper er den mest miljøvennlige og til dels billigste formen for romoppvarming og kjøling. Kostnadene forbundet med boring av energibrønnene er relativt store. Ved å benytte teknologi fra oljeindustrien, håper man å kunne redusere borekostnadene med opptil 50% for middels til store anlegg basert på grunnvarme fra fast berggrunn. Dette er tenkt gjort ved hydraulisk trykking som fører til en oppsplitting av berget. Dette gir større varmevekslerflate mellom det sirkulerende vannet og berggrunnen, og dermed større energiuttak per brønn. Erfaringer fra praktiske forsøk vil tilføre kunnskap om hvilke begrensninger og muligheter som foreligger. Effekten av metoden vil bli vist i demonstrasjonsanlegg der berggrunnen skal benyttes til kjøle- og oppvarmingsformål.

Siden prosjektstarten i november 1999 har arbeidet vært fokusert på utstyrs- og metodeutvikling, og det har blant annet blitt utviklet en dobbeltmansjett spesielt egnet for hydraulisk trykking av borebrønner. Hele konseptet testes nå ut med bygging av et demonstrasjonsanlegg ved Bryn skole i Bærum kommune.

Ved Bryn skole er det boret fem brønner, én senterbrønn og fire satellittbrønner, á 100 meter i Ringerikssandstein. Hovedhensikten med denne brønnkonfigurasjonen er å pumpe opp “varmt” vann fra satellittbrønnene. Vannet varmeveksles i varmepumpen og føres tilbake til reservoaret via senterbrønnen. Brønnene er kapasitetstestet, logget med optisk televiewer, og det er utført hydraulisk trykking i elleve intervaller i senterbrønnen. Resultater viser at en åpen sone ca. 13 meter under terrengoverflaten gir brønnene høy kapasitet, >10000 l/time, og det er god kommunikasjon mellom brønnene. Brønnenes kapasitet *under* den åpne sonen er imidlertid lav, <400 l/time, og ingen kommunikasjon. Hydraulisk trykking, hvor operativt brønntrykk over tid var 180-200 bar, førte til oppsplitting av sju av elleve trykkeintervall.

Videre planer ved Bryn skole omfatter først og fremst hydraulisk trykking av de fire satellittbrønnene. For å dokumentere effekten av hydraulisk trykking, vil alle brønnene igjen bli

kapasitetstestet og logget med optisk televiewer. Deretter gjenstår injeksjon av kvartssand i sprekker, måling med termisk responstest og installasjon av VVS komponenter.

Grunnvann - ikke bare vann

David Banks⁵⁾, Bjørn Frengstad^{1,2)}, Aase Kjersti Skrede⁶⁾, Jan Reidar Krog¹⁾, Terje Strand³⁾, Ulrich Siewers⁴⁾ & Bjørn Lind⁷⁾

1) Norges geologiske undersøkelse, 7491 Trondheim

2) Institutt for geologi og bergteknikk, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, 7491 Trondheim

3) Statens strålevern, Postboks 55, 1345 Østerås

4) Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, P.O.Box 510153, D-30631 Hannover, Tyskland

5) Holymoore Consultancy, 86 Holymoore Road, Holymoorside, Chesterfield, Derbyshire, S42 7DX, United Kingdom.

6) Norges vassdrags- og energidirektorat, Postboks 5091 Majorstua, 0301 Oslo.

7) Polarmiljøseneteret, 9296 Tromsø

I Gråsteinen, NGUs geovitenskapelige tidsskrift for alle, er det nylig utgitt et hefte som tar for seg sammenhengen mellom geologi og grunnvannskjemi under norske forhold.

Grunnvann har helt opp i vår tid ofte blitt betraktet som noe magisk. Grunnvann er en viktig ressurs, ikke minst fordi det er bedre beskyttet mot forurensning enn overflatevann og fordi kvalitet og mengde gjerne er stabil gjennom året. Men det naturlige innholdet av oppløste stoffer er ikke nødvendigvis helt uproblematisk når grunnvann benyttes som drikkevann.

Denne utgaven av Gråsteinen ser på den kjemiske kvaliteten av grunnvann fra borebrønner i fjell i Norge, og de viktigste geokjemiske prosessene som frigjør stoffer til grunnvannet blir gjennomgått. Tidligere undersøkelser av grunnvannskvaliteten i borebrønner i fjell har vist at et uventet høyt antall brønner ikke tilfredsstillende drikkevannsforskriftenes krav. Gjennom SPAGBIFF-undersøkelsen har drikkevann fra nærmere 2000 brønner over hele Sør-Norge blitt analysert for en lang rekke uorganiske parametre. Brønnerens lokalitet er blitt knyttet til digitalt berggrunnskart, og gjennom statistisk behandling av dataene har de ulike bergartenes betydning for grunnvannskvaliteten blitt kartlagt.

Grunnvann i granitter har jevnt over høyest innhold av problemparametrene radon, fluorid og uran, men det er store variasjoner innenfor samme bergart. Grunnvannets oppholdstid, surhetsgrad og redokspotensiale har også stor betydning for konsentrasjonene av oppløste stoffer.

Dataene tyder på at det ikke foregår noen forsurening av det dypere grunnvannet, og nitrat er heller ikke noe stort problem i grunnvann i fjell i Norge.

Det er gitt en beskrivelse av de bruksmessige og helsemessige problemene som ulike grunnstoff kan medføre ved for høyt innhold i husholdningsvann. Samtidig gis det råd om hvordan drikkevannet kan behandles.