



GEOLOGI FOR SAMFUNNET

SIDEN 1858



**NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE**
· NGU ·

Rapport nr.: 2015.017		ISSN: 0800-3416 (trykt) ISSN: 2387-3515 (online)		Gradering: Åpen	
Tittel: Program og sammendrag for "Det 24. seminar om hydrogeologi og miljø. Kunsten å belyse en skjult ressurs", NGU 10.-11. mars 2015.					
Forfatter: Aune, T., Engdal, M. og Gundersen, P.			Oppdragsgiver: Norges geologiske undersøkelse		
Fylke:			Kommune:		
Kartblad (M=1:250.000)			Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:			Sidetall: 34		Pris: kr 60,-
			Kartbilag:		
Feltarbeid utført:		Rapportdato: 02.03.2015		Prosjektnr.: 336500	
				Ansvarlig: <i>Ø. Nordgulen</i>	
Sammendrag:					
<p>Rapporten presenterer program, deltakerliste og sammendrag av foredrag for "Det 24. NGU-seminar om hydrogeologi og miljø – Kunsten å belyse en skjult ressurs" ved NGU 10.- 11. mars 2015.</p> <p>Rapporten inneholder sammendrag fra 13 foredrag og 5 plakatpresentasjoner.</p> <p>Foredragene på første dag er gruppert i samme rekkefølge som i programmet og etter hovedtemaene: <i>Felt og lab</i> <i>Modellering, lovverk, forvaltning</i> <i>Praktiske erfaringer</i></p> <p>Foredragene på andre dag er gruppert i samme rekkefølge som i programmet og innleder til workshop for temaet: <i>Det norske hydrogeologimiljøet; faglige utfordringer, samarbeid og kommunikasjon med samfunnet</i></p> <p>Sammendrag av workshop vil bli publisert etter seminaret.</p> <p>Bortsett fra formatering er sammendragene produsert direkte fra materialet levert av foredragsholderne, som er fullt ansvarlig for innholdet.</p> <p>Det er påmeldt 59 deltagere til seminaret hvorav 11 er ansatt ved NGU.</p> <p>Seminaret organiseres av NGU og med bidrag fra enkeltpersoner og institusjoner innen det norske hydrogeologimiljøet. Norsk hydrologiråd (NHR) bidrar med støtte til studenter i form av reisemidler og priser.</p>					
Emneord: Hydrogeologi		Grunnvann		Seminar	
Miljø					
				Fagrapport	

INNHold

Seminarprogram	5
Deltakerliste.....	7
Sammendrag av foredrag tirsdag 10. mars:	
Hydrogeologens verktøykasse; geofysiske metoder	
Jan Steinar Rønning, NGU	10
Hydrogeologens verktøykasse; fra steinalder til High-tech?	
Rolf E. Forbord, Asplan Viak AS	12
Bruk av prøveboringer som grunnlag for optimal utnyttelse av grunnvannsmagasiner	
Arve Misund, COWI AS.....	14
Seismic information from impact driven piling – modeling and data harvest	
Bagher Farmani, READgroup, Nils-Otto Kitterød, NMBU, Ås & Elisabeth Gundersen, Statens vegvesen	15
Vannressursloven – konsesjon for grunnvannsuttak; er kravene hensiktsmessige?	
Karin Kvålseth, Sweco Norge AS.....	16
Erfaring med grunnvann og saksbehandling i urbane strøk; utredninger, kunnskapsbehov og framtidige løsninger	
Ingelöv Eriksson, Oslo kommune.....	17
Plassering av fjellbrønner – ikke bare geologi	
Bernt Olav Hilmo, Asplan Viak AS	18
Undersøkelser og risikovurdering i forbindelse med grunnvann og forurensning	
Sylvi Gaut, Sweco Norge AS	19
Europeisk FoU-samarbeid; hvor er mulighetene og pengene?	
Hans de Beer & Guri V. Ganerød, NGU.....	20
Grunnvarmeeventyret Melhus – en studie av hydrogeologiske og driftstekniske forhold	
Marit J. Førde & Mari H. Riise, NTNU	21
En super grunnvannsforsyning med bakgrunn i GPR, GIS og sedimentologimodellering	
Harald Klempe, Høgskolen i Telemark.....	23
Posterpresentasjoner	
Postersesjon tirsdag 10. mars kl. 16:10	
Characterizing interconnection in a multiple aquifer system Hjardal, Norway	
Elin Hviding Roalkvam & Carlos Duque, UiO, Kim Rudolph-Lund & Karin Kvålseth, Sweco Norge AS	25

<i>Hydrogeological characteristics and numerical modeling of groundwater flow and contaminant transport in the Folldal mining site</i>	
Sandra Puig, Carlos Duque & Per Aagaard, UiO, Thomas Pabst & Gijs Breedveld, NGI	26
<i>High manganese levels in groundwater from induced river infiltration at Lillehammer Waterworks, Norway</i>	
Patrich Holmström, NGI	27
<i>Natural radionuclides from alum shale. Impact for environment</i>	
Anna Mironova, Oslo kommune	28
<i>Small scale 3D geophysical modeling as a pre-drilling aiding tool – a case study from meander area along the Danube River in Vienna, Austria</i>	
Jürgen Scheibz, NGI, I.H. van Driezum & A. P. Blaschke, Vienna University / ICC	30
Sammendrag av foredrag onsdag 11. mars:	
<i>Groundwater at catchment scale</i>	
Nils-Otto Kitterød, NMBU, Ås	32
<i>Norsk hydrogeologisk forskning på sitt beste; med eksempler fra Faneprosjekt Gardermoen</i>	
Per Aagaard, UiO	33
<i>Den norske verktøykassen; tilgjengelighet av metoder og utstyr, kan vi organisere oss bedre?</i>	
Helen K. French, NMBU, Ås	34

DAG 1

Tirsdag 10. mars 10.00-17.30 "Hydrogeologens verktøykasse"

Teori og praktiske anvendelser av et bredt utvalg av de verktøy som brukes til undersøkelser og framstilling av data om undergrunn og grunnvann.

Tid	Tittel	Foredragsholder	Institusjon
09:30	Registrering		
10:00	Åpning	Morten Smelror	NGU
10:10	Praktisk informasjon om seminaret	Pål Gundersen	NGU
Felt og lab (Ordstyrer: Guri Venvik Ganerød)			
10:15	Hydrogeologens verktøykasse; geofysiske metoder	Jan Steinar Rønning	NGU
11:00	Hydrogeologens verktøykasse; fra steinalder til High-tech?	Rolf E. Forbord	Asplan Viak AS
11:20	Bruk av prøveboring som grunnlag for optimal utnyttelse av grunnvannsmagasiner	Arve Misund	COWI AS
11:40	Pause med forfriskninger		
Modellering, lovverk, forvaltning (Ordstyrer: Hans de Beer)			
12:00	Seismic information from impact-driven piling - modeling and data harvest	Bagher Farmani Nils-Otto Kitterød Elisabeth Gundersen	READgroup NMBU, Ås Statens Vegvesen
12:20	Vannressursloven – konsesjon for grunnvannsuttak; er kravene hensiktsmessige?	Karin Kvålseth	Sweco Norge AS
12:40	Erfaring med grunnvann og saksbehandling i urbane strøk; utredninger, kunnskapsbehov og framtidige løsninger	Ingelöv Eriksson	Oslo kommune
13:00	Lunsj		
Praktiske erfaringer (Ordstyrer: Atle Dagestad)			
13:45	Plassering av fjellbrønner - ikke bare geologi	Bernt Olav Hilmo	Asplan Viak AS
14:05	Undersøkelser og risikovurdering i forbindelse med grunnvann og forurensning	Sylvi Gaut	Sweco Norge AS
14:25	Europeisk FoU-samarbeid; hvor er mulighetene og pengene?	Hans de Beer Guri V. Ganerød	NGU
14:45	Pause		
15:00	Grunnvarmeeventyret Melhus - en studie av hydrogeologiske og driftstekniske forhold	Marit Førde og Mari Riise	NTNU
15:30	En super grunnvannsforsyning med bakgrunn i GPR, GIS og sedimentologimodellering	Harald Klempe	Høgskolen i Telemark
15:50	Kort presentasjon av postere i plenum		
16:10	Postersesjon m/forfriskninger		
18:00	Middag med underholdning og utdeling av priser		

DAG 2

Onsdag 11. mars 09.00 – 16.30 (IAH årsmøte ferdig 19.00)

“Det norske hydrogeologimiljøet; faglige utfordringer, samarbeid og kommunikasjon med samfunnet”

Dagen er dedikert til workshop/kafébord innledet av inspirerende og tankevekkende foredrag. Under workshop vil deltagerne få rullére og delta på flere av temaene. Dagen ledes av Pål Gundersen og Marianne Engdal, NGU.

Tid	Tittel	Foredragsholder	Institusjon
09:00	Innledning/praktisk informasjon	Pål Gundersen	NGU
09:10	Groundwater at catchment scale	Nils-Otto Kitterød	NMBU, Ås
09:35	Norsk hydrogeologisk forskning på sitt beste; med eksempler fra Faneprojekt Gardermoen	Per Aagaard	UiO
10:00	Den norske verktøykassen; tilgjengelighet av metoder og utstyr, kan vi organisere oss bedre?	Helen K. French	NMBU, Ås
10:25	Pause, organisering av kafébord, forfriskninger		
10:45	Workshop/kafébord		
12:00	Pause/ forberedelse presentasjon		
12:15	Presentasjon v/ kaféverter (5 X 6 min)		
13:00	Lunsj		
14:00	Workshop/kafébord		
15:15	Pause/ forberedelse presentasjon		
15:30	Presentasjon v/ kaféverter (6 X 6 min)		
16:10	Oppsummering og åpen diskusjon i plenum		
16:30	Vel hjem		
17:00	(Årsmøte IAH)		
19:00	(Årsmøte IAH avsluttes)		

Postere:

		Institusjon
Characterizing interconnection in a multiple aquifer system Hjordal, Norway	Elin Hviding Roalkvam Carlos Duque Kim Rudolph-Lund Karin Kvålseth	UiO UiO Sweco Norge AS Sweco Norge AS
Hydrogeological characteristics and numerical modeling of groundwater flow and contaminant transport in the Follidal mining site	Sandra Puig Carlos Duque Per Aagaard Thomas Pabst Gijs Breedveld	UiO UiO UiO NGI NGI
High manganese levels in groundwater from induced river infiltration at Lillehammer Waterworks, Norway	Patrich Holmström	NGI
Natural radionuclides from alum shale. Impact for environment	Anna Mironova	Oslo kommune
Small scale 3D geophysical modeling as a pre-drilling aiding tool – a case study from a meander area along the Danube River in Vienna, Austria	Jürgen Scheibz I.H. van Driezum A.P. Blaschke	NGI Vienna University / ICC Vienna University / ICC

Deltakere

Etternavn	Fornavn	Firma	e-post
Aagaard	Per	Universitetet i Oslo	per.aagaard@geo.uio.no
Adolfson	Pål	Veterinærinstituttet	pal.adolfson@vetinst.no
Bardal	Helge	Veterinærinstituttet	helge.bardal@vetinst.no
Beylich	Achim A.	NGU	achim.beylich@ngu.no
Brattli	Bjørge	NTNU	bjorge.brattli@ntnu.no
Dagestad	Atle	NGU	atle.dagestad@ngu.no
Daviknes	Hans Kristian	Bymiljøetaten, Oslo kommune	hanskristian.daviknes@bym.oslo.kommune.no
de Beer	Hans	NGU	hans.debeer@ngu.no
Eggen	Gro	Norconsult AS	gro.eggen@norconsult.com
Eriksson	Ingelöv	Oslo kommune	ingelov.eriksson@pbe.oslo.kommune.no
Fikse	Andrea Nymo		anf_91@hotmail.com
Fleig	Anne	NVE	afl@nve.no
Forbord	Rolf	Asplan Viak AS	rolfe.forbord@asplanviak.no
Fredriksen	Ivar	Geonor AS	if@geonor.no
French	Helen K.	Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)	helen.french@nmbu.no
Førde	Marit Johanne	NTNU	maritforde@gmail.com
Ganerød	Guri	NGU	guri.ganerod@ngu.no
Gaut	Sylvi	Sweco	sylvi.gaut@sweco.no
Gjørven	Anita		anita.gjorven@gmail.com
Grøndal	Gunnar Orri	Reinertsen AS	gunnar.orri.grondal@reinertsen.com
Gundersen	Pål	NGU	pal.gundersen@ngu.no
Hansen	Louise	NGU	louise.hansen@ngu.no
Haugen	Kristin	NVE	kha@nve.no
Hauptfleisch	Ulf	Rambøll Norge AS	ulf.hauptfleisch@ramboll.no
Henriksen	Helge	Høgskulen i Sogn og Fjordane	helge.henriksen@hisf.no
Hilmo	Bernt Olav	Asplan Viak AS	berntolav.hilmo@asplanviak.no
Holmstrøm	Patrich	NGI	pho@ngi.no
Jæger	Øystein	NGU	oystein.jager@ngu.no
Kitterød	Nils-Otto	Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)	nils-otto.kitterod@nmbu.no

Etternavn	Fornavn	Firma	e-post
Klempe	Harald	Høgskolen i Telemark	harald.klempe@hit.no
Kvålseth	Karin	Sweco Norge AS	karin.kvaalseth@sweco.no
Martinussen	Rolf Egil	NTNU	rolfegil@stud.ntnu.no
Melle	Torbjørn	Byantikvaren, Bergen kommune	torbjorn.melle@bergen.kommune.no
Mengistu	Zelalem	NVE	zme@nve.no
Mironova	Anna	Oslo kommune	anna.mironova.no@gmail.com
Misund	Arve	COWI AS	armi@cowi.no
Moe	Inga Marie D.	NTNU	ingamam@stud.ntnu.no
Myre	Torleiv Yli	NVE	tym@nve.no
Puig	Sandra	Universitetet i Oslo	sandrapu@student.geo.uio.no
Ramstad	Randi Kalskin	Asplan Viak AS	randi.kalskin.ramstad@asplanviak.no
Riise	Mari Helen	NTNU	mariheri@stud.ntnu.no
Roalkvam	Elin Hviding	Universitetet i Oslo	elinhroa@gmail.com
Rudolph-Lund	Kim	Sweco	krl@sweco.no
Ruiz	Juan Rojas	Verdalskalk AS	juro@kalk.no
Rømoen	Nils	Siviling. Nils Rømoen AS	nils.romoen@online.no
Rønning	Jan Steinar	NGU	jan.ronning@ngu.no
Scheibz	Jürgen	NGI	jus@ngi.no
Seither	Anna	NGU	anna.seither@ngu.no
Shapouri	Maryam		maryamshapouri@gmail.com
Skoglund	Rannveig Øvrevik	Universitetet i Bergen	rannveig.skoglund@geog.uib.no
Solheimslid	Silja Oda	COWI AS	sios@cowi.no
Stokmo	Eirik Magnus Bache	Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU)	eirik.stokmo@nmbu.no
Storrø	Gaute	NGU	gaute.storro@ngu.no
Sæther	Ola Magne	NGU	ola.sather@ngu.no
Tuttle	Kevin J.	Norconsult AS	kevin.john.tuttle@norconsult.com
Tvedten	Sissel	GEO247 AS	sissel@geo247.no
Vasstein	Silje Marie	NVE	siva@nve.no
Wang	Thea	NVE	tcwa@nve.no
Zabrodina	Marina		marina.zabrodina@gmail.com

FOREDRAG

10. mars

Hydrogeologens verktøykasse; geofysiske metoder

Jan Steinar Rønning, NGU

Tradisjonelt var refraksjonsseismikk eneste geofysisk metode ved hydrogeologiske undersøkelser i løsmasser. Metoden gir informasjon om dyp til grunnvannsspeil og til fjell, men ellers ikke så mye om løsmassenes sammensetning. Tolkning av refraksjonsseismikk er beheftet med noen fysiske begrensninger. Dersom lyd hastigheten i et lag er lavere enn hastigheten i laget over, kan ikke lavhastighetslaget oppdages (hastighetsinversjon) og lagene må ha en viss tykkelse for å kunne bli oppdaget (blindsone). I tillegg kommer at forskjellige masser kan ha samme lyd hastighet (manglende kontrast).

Elektriske målemetoder, også kalt resistivitetsmålinger, har spordisk vært benyttet ved grunnvannsundersøkelser i løsmasser. I starten var dette "Vertikale Elektriske Sonderinger" (VES), en metode som forutsetter en horisontal lagdeling (1D-modell). På 90-tallet ble det utviklet kabelsystem for automatiserte resistivitetsmålinger i 2D (Lund-systemet, Dahlin 1993), og noe senere ble kommersielle programmer for inversjon av måledata tilgjengelig (geotomosoft.com). Disse to nyvinningene åpnet for bedre utnyttelse av elektriske målinger i mange sammenhenger, herunder kartlegging av grunnvannsressurser og forurenset grunn. Resistivitetsmålinger har også sine begrensninger; undertrykkelse og ekvivalens. Et lag i bakken med resistivitetsverdi mellom resistiviteten til laget over og det under, kan være vanskelig å avdekke. Tykkelse og resistivitet i et lag med høyere eller lavere resistivitet enn i lagene over og under, kan ikke bestemmes eksakt, og mange fysiske (og geologiske) modeller kan tilpasses måledata. Som ved alle geofysiske metoder avtar oppløsningen mot dypet.

Tidlig på 90-tallet introduserte NGU Georadar som metode ved hydrogeologiske undersøkelser. Dette ble veldig omfattende innenfor GIN-satsningen (Grunnvann i Norge), og i en periode opererte NGU to systemer. Georadar er den raskeste geofysiske metode og i tillegg er det den metoden som kan gi mest informasjon. Svakheten ligger i minimal penetrasjon i elektrisk godt ledende materiale som marine avsetninger og sand-/ grus-avsetninger med saltvannsinntrengning. I dag disponerer flere konsulenter georadar, og metoden inngår for mange fast i verktøykassen.

Også ved kartlegging av vannførende svakhetssoner i fjell, har refraksjonsseismikk vært benyttet. På 80-tallet arbeidet flere med elektriske og elektromagnetiske metoder for lokalisering av slike soner. Erfaringsgrunnlaget og tilgang på inversjonsrutiner var begrenset, og det ble foretatt tvilsomme tolkninger. I år 2000 ble prosjektet "Miljø og samfunnstjenlige tunneler" startet opp. Her ble forskjellige metoder for kartlegging av svakhetssoner systematisk utprøvd (Rønning 2003). Dette arbeidet ledet frem til at en tolkingsmodell for karakterisering av svakhetssoner ble foreslått (Rønning et al 2008 og 2014). Krystalline bergarter med resistivitet høyere enn 3000 Ωm representerer godt fjell for tunneldrift. Svakhetssoner med resistivitet mellom 3000 Ωm og 500 Ωm kan gi mye vann, mens svakhetssoner der resistiviteten er lavere enn 500 Ωm kan være såkalte leirsoner, soner der

leire tetter sprekke. Slike leirsoner gir mindre vann men kan til gjengjeld være ustabile. Denne tolkingsmodellen kan forklare at sterke VLF-anomalier på sprekkesoner ikke nødvendigvis gir mye vann fra en sone.

I foredraget blir det vist eksempler på hvordan de forskjellige geofysiske metodene kan hjelpe hydrogeologen, og det blir også presentert en metode som hittil ikke er benyttet i Norge.

Referanser:

- Dahlin, T. 1993: On the Automation of 2D Resistivity Surveying for Engineering and Environmental Applications. Dr. Thesis, Department of Engineering Geology, Lund Institute of Technology, Lund University. ISBN 91-628-1032-4.
- Rønning, J.S. 2003: Miljø- og samfunnstjenlige tunneler. Sluttrapport delprosjekt A, Forundersøkelser. Statens vegvesen, Publikasjon nr. 102.
- Rønning, J.S., Dalsegg, E., Elvebakk, H., Ganerød, G.V. & Heincke, B.H. 2009: Characterization of fracture zones in bedrock using 2D resistivity. Proceedings from 5th Seminar on Strait Crossings, Trondheim, June 21 – 24 2009, p. 439 - 444 (SINTEF/NTNU).
- Rønning, J.S., Ganerød, G.V., Dalsegg, E. & Reiser, F. 2013: Resistivity mapping as a tool for identification and characterization of weakness zones in bedrock - definition and testing of an interpretational model. Bull. Eng. Geol. Environment Volume 73, Issue 4 (2014), Page 1225-1244

Hydrogeologens verktøykasse; fra steinalder til High-tech?

Rolf E. Forbord, *Asplan Viak AS*

Etter 26 år i bransjen var det umiddelbart litt spennende å begynne å fabulere over om hvordan utviklingen har vært innenfor anvendt hydrogeologi. Har alt blitt kjappere og bedre, eller har vi stått på stedet hvil? Følgende temaer vurderes i så henseende: 1) Tilgjengelighet og kvalitet på nødvendig bakgrunnsmateriale ved «kontorvurderinger» og planlegging av geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser 2) Utviklingen på entreprenørsiden (brønnboring) 3) Utstyr og undersøkelsesstrategier ved hydrogeologiske undersøkelser 4) Eksempel fra vår verktøykasse: Forundersøkelser, brønnetablering og nylig oppstartet prøvepumping i Søgne kommune (60-90 l/s).

1) Tilgjengelighet og kvalitet på nødvendig bakgrunnsmateriale

Så og si alt bakgrunnsmateriale kan nå hentes fra nettet, mens man for 20-30 år siden måtte kontakte en rekke etater for innhenting av data (kommunen, NGU, Fylkesmannen, NVE, SVV etc.). Man kan fra eksempelvis gislink.no og Norge i 3D på et øyeblikk finne flybilder som ofte er så gode at man ser fjellblotninger og løsmasseformasjoner man tidligere ikke oppdaget før man var i felt. Det er derfor ingen tvil om at gode bakgrunnsdata sparer mye tid til feltkartlegging, men man må fortsatt oppholde seg en smule ute i vær og vind.

2) Utviklingen på entreprenørsiden (brønnboring)

Også innenfor brønnboringens bransjen har det skjedd mye. Dette er spesielt knyttet til utvikling av kraftigere utstyr, spesielt større kompressorer.

Fjellbrønner:

Fra 1950 til 1965 kunne man ved hjelp av linestøtmaskin/meisel bore 4-5 meter med 100-115mm borehull pr. dag (flere uker pr. brønn). Med utvikling av stadig større kompressorer fra 1960-tallet og fram til i dag har borhastigheten økt fra 5-10 m pr. time i 1970 til over 30 m/time i dag. Det diskuteres i miljøet om det store trykket og luftmengden som brukes i dag medfører at boreslammet presses ut i sprekkeplanene og resulterer i lavere innstrømning til brønnen. Det er godt mulig at de fleste borebrønner som etableres i dag bør trykkes for å vaske ut boreslammet.

Løsmassebrønner og prøveboringer i løsmasser:

Også for boring av løsmassebrønner med ned-driving av fôringsrør har det skjedd en rivende utvikling fra nedbanking med linestøtmaskin og fjerning av masser med sandkanne via Odex-utrustning til bruk av ringkrone som medfører at det er enklere å bore gjennom steinige masser enn tidligere. Bruk av moderne utstyr med opp mot 40 bar lufttrykk medfører mye hurtigere nedboring av fôringsrør, mens tiden til sveising, montering av brønn, opptrekking av fôringsrør og filtertiltrekking ikke har forandret seg i same grad. Eksempel: I desember 2014 ble 2 stk. 28 meter dype rørbrønner (Ø273mm) etablert og tiltrukket på 5 dager i Søgne kommune.

Hurtig boring kan føre til mindre nøyaktige borelogger og dårligere prøvetaking. Det er fort gjort å overse sprekkesoner/vanninnslag i fjell og lagdeling i løsmasser. Prøveboringer i løsmasser bør utføres med en smule tålmodighet og så liten dimensjon på føringsrøret som mulig for å få best mulig løsmasseprøver og inntrykk av profilet.

3) Utstyr og undersøkelsesstrategier ved hydrogeologiske undersøkelser i løsmasser

På grunn av at kvaliteten og tilgjengeligheten av nødvendig bakgrunnsmateriale er blitt bedre, så er kvaliteten på innledende studier og planlegging av feltundersøkelsene i forkant blitt bedre. Vi benytter ellers et utstyrsoppsett og en strategi som vi har brukt og utviklet de siste 25 år:

- Områdebefaring med utvelgelse av undersøkelsesområder
- Georadarmålinger (fra 1995, refraksjonsseismikk før dette)
- Sonderboringer (motorhammer og 25mm borstål med 40mm 4-kantspiss)
Ved steinig topplag bruker vi gravemaskin og setter plastrør gjennom topplaget.
- Nedsetting av 5/4" undersøkelsesbrønner
- Testing av løsmassenes vanngivende egenskaper (pumping for hver 1,5m)
- Feltmålinger av temperatur og elektrisk ledningsevne, jern og mangan
- Uttak av sediment- og grunnvannsprøver

Vi mener det er en stor fordel å ha kontroll over alt utstyr og utføre undersøkelsene selv. Vekselbruk mellom undersøkelsesboringer og georadar har vist seg ofte å være en meget effektiv undersøkelsesmetode.

4) Eksempel fra vår verktøykasse: Forundersøkelser, brønnetablering og nylig oppstartet prøvepumping i Søgne kommune (60-90 l/s).

Asplan Viak utførte i mai 2013 Geofysiske og hydrogeologiske forundersøkelser i Søgne kommune ($Q_{dim} = \text{minimum } 60 \text{ l/s}$). Undersøkelsene ble gjennomført i løpet av 3 dager med georadar og lett boreutstyr. Formålet var å undersøke om grunnvann fra løsmasser kan benyttes som reservevannkilde for Søgne kommune. **Konklusjon fra 2013:** Undersøkelsene viser at det er fullt mulig å ta ut 60 l/s fra løsmasser ved Heimernesan ved Søgneelva. Det er påvist et område med 22 til 31 meter vannmettet og permeabel grusholdig sand.

Med bakgrunn i undersøkelsene ble det i desember 2014 etablert 2 stk. fullskala 273mm produksjonsbrønner. Brønn-1 har filter fra 19-27 u/ terreng og Brønn-2 fra 18-28 u/ terreng. Kapasitetstesting før oppstart av langtidsprøvepumping ble utført 22. januar 2015. Pumpetestene viser at brønnene spesifikk kapasitet på hhv. 8,3 og 10,3 l/s pr. meter senkning. Dette er i realiteten hastigheten gjennom brønnfiltrene som er den begrensende kapasitet. Rent hydraulisk er maksimalt samlet uttak fra brønnene 100 l/s.

Bruk av prøveboringer som grunnlag for optimal utnyttelse av grunnvannsmagasiner

Arve Misund, COWI AS

Ved etablering av ny grunnvannsforsyning eller utbygging av eksisterende anlegg har hydrogeologen et sett av verktøy som kan tas i bruk. En type verktøy er geofysiske metoder som georadar eller seismikk. Med disse metodene kan en «se» ned i grunnen uten å trenge ned i den med annet en forskjellige type signaler. Dette kan være en god start for å finne de meste egnede områdene for prøveboringer. Det kan også være at en går rett på prøveboringer uten forutgående geofysiske undersøkelser.

Det viktigste er likevel at man danner seg et bilde av de geologiske forholdene slik at en kan bygge opp en konseptuell modell for området. Med denne klar kan en lage et prøveboringsprogram med ønsket plassering av borepunkt.

Prøveboringen kan enten gjøres med en mindre geoteknisk rigg som kjører en «totalsondering» med registrering av bl.a. synkhastighet og vanntrykk (hvor lett massene forsvinner ut i grunnen), eller med en odex-rigg (visuelt inntrykk av vannmengder og massesammensetning).

Ved bruk av geoteknisk rigg bores det først til fjell med registrering av løsmassetyper. Etter at borestrengen er trukket opp igjen slås f.eks. et 33 mm stålrør ned i bakken. Nederste meteren av røret er slisset opp med 2 - 4 mm store slisser. Med typiske intervall på 2 m pumpes det opp masseprøver og vanngiverevnen måles. Dette gjentas til en kommer ned til fjell eller tette masser. På denne måte får man et første inntrykk av potensialet for utnyttelse av grunnvann i det aktuelle punktet. Masseprøvene sendes inn til kornfordelingsanalyse.

Ved Odex-boringer vil en ikke få informasjon tilsvarende geoteknisk boring, men en vil kunne få opp masser og vannmengder fra tilsvarende nivåer.

En annen metode å ta opp løsmasser er ved bruk av gjennomstrømningsprøvetaker. Ved denne metoden får en opp «uforstyrret» prøve som kanskje kan gi en mer reell beskrivelse av massene i dypet.

Erfaringer tilsier at de forskjellige prøveboringsmetodene kan gi svært forskjellig resultat dersom det er avsetninger som er marginale i forhold til grunnvannsforsyning. Dette gjelder særlig vurdering av finstoffinnhold i avsetningen basert på kornfordelingsanalyser. Ved beregning av hydraulisk ledningsevne kan det skille en faktor på 10^3 mellom de forskjellige metodene. Er det store variasjoner i avsetningen kan dette være en interessant øvelse. Hvilke metode som er best må vurderes utfra kostnader og hvor kompleks avsetningen er mht. lagdeling. Resultater må uansett sees i sammenheng med prøvetakingsmetodikken.

Seismic information from impact-driven piling – modeling and data harvest

Bagher Farmani¹, Nils-Otto Kitterød² & Elisabeth Gundersen³

¹READgroup, ²NBMU, ÅS, ³Statens vegvesen

Constructions of buildings or infrastructure usually require some additional load support, especially in areas with soft sediments or anthropogenic deposits. Piles of different categories may provide this kind of load support. The most common method to get the pile into the ground is by some kind of hammering techniques. The impact from the hammer creates a seismic signal that in principle contain useful information about the subsurface. In this study, we explore practical and theoretical aspects of using impact driven piling as a seismic source for deriving useful images of the subsurface. The current study started by mathematical modeling of the seismic signal and a synthetic image of the geological structures. Based on these results, we designed a full-scale field experiment in a location with significant thickness of glaciofluvial and glaciomarine sediments. The seismic signals from the tip of the pile contained energy with high frequency content, which is the basic requirement for high resolution subsurface imaging. Highlights from the field experiment are presented together with the results from the synthetic modeling study.

Vannressursloven – konsesjon for grunnvannsutttak; er kravene hensiktsmessige?

Karin Kvålseth, *Sweco Norge AS*

Dagens vannressurslov medfører at alle nye eller utvida grunnvannsutttak må konsesjonssøkes. Mindre grunnvannsutttak for drikkevann faller inn under et omfattende regelverk bland annet gjennom vannressursloven, plan og bygningsloven og drikkevannsforskriften. Dette kan medføre uforholdsmessig store kostnader for de tiltakshavere som følger loven. Flere vannverkseiere (og andre som utnytter grunnvann) ender opp også opp med å bryte loven uten å vite om det.

Det er et behov for å forenkle planprosessene og finne løsninger som er hensiktsmessige i forhold til type grunnvannskilde, størrelsen på vannuttak mm. Sweco Norge vil presentere case der vi har gjort ulike praktiske erfaringer med konsesjonssøknadsprosesser samt sette søkelys på utfordringer og muligheter.

Erfaring med grunnvann og saksbehandling i urbane strøk; Utredninger, kunnskapsbehov og framtidige løsninger

Ingelöv Eriksson, *Oslo kommune*

Undergrunnsprosjektet (2013-2016) er et prosjekt med stor faglig bredde. For å oppnå prosjektets hovedmålsetninger må man utrede juridiske problemstillinger, vurdere byplanmessige utfordringer, hensynta geologi, geoteknikk, hydrologi og hydrogeologi, samt gjennomføre oppgaver innenfor geografisk IT. Undergrunnsprosjektet gjennomføres i regi av Plan- og bygningsetaten og har i tillegg prosjektdeltagelse fra Byantikvaren, Bymiljøetaten, Eiendoms- og byfornyelsesetaten og Vann- og avløpsetaten. Prosjektet har et eget delprosjekt som fokuserer på grunnvannets rolle i undergrunnen. Prosjektleder Ingelöv Eriksson forteller om delprosjektets problemstillinger og resultater etter to års arbeid.

Plassering av fjellbrønner – ikke bare geologi

Bernt Olav Hilmo, *Asplan Viak AS*

Formålet med dette foredraget er å se nærmere på hvilke kriterier som bør benyttes ved plassering av fjellbrønner til vannverk. Det fokuseres på vannverk med såpass stort vannbehov at vannforsyningen må dekkes fra flere brønner. I tillegg til vurdering av plassering, boredyp og boreretning, blir det da også viktig å vurdere innbyrdes avstand mellom brønnene.

De viktigste kriteriene for plassering av fjellbrønner er:

1. Vannverkets vannbehov.
2. Geologi. Data fra NGU (berggrunnskart, forkastningssoner, løsmasseoverdekning, Granada), egen feltbefaring med sprekkkartlegging, geofysikk etc.
3. **Hydrologi**
4. Arealbruk og potensielle forurensningskilder.
5. **Avstand til eksisterende ledningsnett og annen infrastruktur.**
6. Praktiske hensyn (framkommelighet med maskinelt utsyr, grunneierforhold med mer).

Foredraget vil gå nærmere inn på punkt 3 og 5.

En hydrologisk vurdering omfatter en vurdering av vannbalanse og nydannelse av grunnvann. Først gjøres en vurdering av naturlig grunnvannsstrømning, infiltrasjonsforhold og om det finnes overflatevannkilder og/eller grunnvannsmagasin i løsmasser som kan ha betydning for nydannelsen av grunnvann i fjell. Ut fra dette kan man stipulere en infiltrasjonskoeffisient, dvs. hvor stor %-andel av nedbøren (avrenningen) som infiltreres i fjell. Når man kjenner vannbehovet kan man så estimere hvor stort nedbørsfelt brønnene må belaste. Brønnene plasseres slik at de belaster et stort nok nedbørsfelt, og slik at de i minst mulig grad påvirkes av hverandre. Dette vil bli belyst nærmere ved eksempler fra Soknedal vannverk, Krokstadøra vannverk og øya Lånan (Vega kommune).

Metersprisen for boring av fjellbrønner har holdt seg omtrent konstant i minst 30 år. Samtidig har kostnader til vannledninger, adkomstveier til brønner, framføring av strøm fulgt prisstigningen og vel så det. Dette betyr at borekostnadene utgjør en stadig mindre andel av de totale utbyggingskostnadene. 100 m ekstra vannledning, strømkabel og adkomstvei koster normalt mer enn det koster å bore 5 fjellbrønner til 120 meters dyp. Da kan det kanskje være fornuftig å legge brønnene nær eksisterende infrastruktur og heller koste på å bore noen ekstra brønner i undersøkelsesfasen.

Ved bygging av grunnvannsanlegg basert på flere fjellbrønner er det alltid lurt med en trinnvis undersøkelse, dvs. man starter med boring av 2-4 brønner som så trykkes, testpumpes og eventuelt prøvepumpes over tid. Resultatet av dette gir grunnlag for å bestemme om man skal gå videre og eventuelt hvor supplerende brønner skal plasseres.

Undersøkelser og risikovurdering i forbindelse med grunnvann og forurensning

Sylvi Gaut, *Sweco Norge AS*

Foredraget tar for seg undersøkelsesmetoder og risikovurdering som benyttes i forbindelse med grunnvann. Dette inkluderer både drikkevannsbrønner og grunnvann relatert til grunnforurensning.

Undersøkelser i forbindelse med drikkevannsforsyning følger gjerne velkjente metoder, men fortsatt dukker det opp spørsmål rundt prøvetaking, klausulering og konsesjon. Hvor ofte og hvor lenge, er det f.eks. nødvendig å prøveta før man kan være rimelig sikker på vannkvaliteten? Eksemplifisering ved Århusmoen i Seljord.

Sweco har og har hatt flere prosjekter der opprydding er påkrevd i henhold til veiledere for forurenset grunn. En del av disse prosjektene berører også grunnvann og avrenning til sjø. Undersøkelsesmetoder, vurderinger og mulige renseløsninger for forurenset vann, vil bli presentert gjennom eksempler fra noen av disse prosjektene, blant annet fra Harstad kommune og Barcode i Oslo.

Europeisk FoU-samarbeid; hvor er mulighetene og pengene?

Hans de Beer & Guri V. Ganerød, NGU

Dette foredraget erstatter det opprinnelig oppsatte foredraget: *Infiltrasjonens betydning for overvannshåndteringen.*

Abstract foreligger derfor ikke

Grunnvarmeeventyret Melhus – en studie av hydrogeologiske og driftstekniske forhold

Marit Johanne Førde & Mari Helen Riise, NTNU

Der forholdene ligger til rette for det er grunnvarmeanlegg basert på opp-pumping av grunnvann svært gunstig både med tanke på miljø og økonomi. Siden slutten av 90-tallet og fram til i dag har det blitt bygget åtte slike anlegg i Melhus sentrum. Noen av anleggene har fungert godt, mens andre har opplevd ulike driftsproblemer. Utbyggingen har vært tilfeldig, og det har derfor vært et ønske blant flere om å lage en fullstendig oversikt over anleggene i Melhus sentrum og de hydrogeologiske forholdene som råder der. Dette har blant annet resultert i to masteroppgaver, der disse problemstillingene undersøkes nærmere.

Det er gjort en sammenstilling av tidligere geotekniske og geofysiske undersøkelser for å få et bilde av kvartærgeologien i området, inkludert Melhusryggen, som avgrenser Melhus sentrum i nord. Resistivitetmålinger støtter opp om teorien om at Melhusryggen er en randås, med mektige grusavsetninger og et leirlag på toppen. Ved modelleringen av løsmassegeologien i området er programmet SubSurface Viewer MX benyttet. Stratigrafien er forenklet til seks lag, med grunnvannet i en omtrent 30 m tykk grusavsetning. På grunn av flere perioder med isfremrykk inn mot Melhusryggen, er det et komplekst bilde under sentrum, og akviferens mektighet varierer veldig. Dalbunnen er antatt å ligge på 250 moh på det dypeste. Den hydrogeologiske modelleringen er gjort i FEFLOW. All simulering er gjort ved stabil tilstand, og viser en akvifer med stor kapasitet. De største senkningstraktene er nærmest Melhusryggen, men ingen brønner har over én meter senkning.

Erfaringene fra feltarbeid og analyse av historiske driftsdata har gitt verdifull informasjon om forholdene i Melhus sentrum. Flere av anleggene har opplevd problemer med kapasiteten i infiltrasjonsbrønnene, noe som blant annet skyldes utfelling av jern. Dette bekreftes av vannanalyser, der det fremgår at nesten samtlige anlegg pumper opp grunnvann med høye verdier av disse stoffene. For å unngå slike utfelling er det svært viktig at hele systemet - fra produksjonsbrønn til infiltrasjonsbrønn - holdes lufttett. Grunnvannet er også svært salt, og saltinnholdet øker sørover. Dette stemmer overens med den løsmassegeologiske tolkningen. Saltet stammer sannsynligvis fra fossilt saltvann og overliggende marin leire som ble avsatt da området lå under havnivå. Det høye saltinnholdet kan over tid føre til korrosjon. Ingen av anleggene har foreløpig rapportert problemer tilknyttet dette. Ved to av anleggene er grunnvannstemperatur i produksjonsbrønnen og infiltrasjonsbrønnen nedtegnet over flere år. Analyse av disse dataene viser at disse brønnene trolig står for nærme hverandre med tanke på hydraulisk brudd. Varmetransportmodellen er gjort med en stabil grunnvannstemperatur på 8 grader, og 5 grader infiltrasjon. I modellen kan en se en tydelig kaldtvannslomme under Melhus sentrum som følge av infiltrasjonen. Dette støtter opp om teorien om hydraulisk brudd.

Før slike anlegg bygges er det en rekke undersøkelser som bør gjennomføres, blant annet fullskala boring, prøvepumping og vannprøvetaking. Slike undersøkelser er *i liten grad* gjennomført i Melhus sentrum. Noen av problemene som har oppstått ved de ulike anleggene kunne sannsynligvis vært unngått dersom en hydrogeolog hadde bistått i planleggingsfasen. Viktigheten av god drift, nedtegning av historiske driftsdata og oppfølging må heller ikke undervurderes. Dette er helt nødvendig for å kunne se tilbake på et anleggs driftshistorie, og gjør det mulig å oppdage problemer før ting går galt. Videre er det viktig at FDV (forvaltning, drift og vedlikehold) -dokumentasjonen er lett tilgjengelig, slik at det blir lettere å undersøke og finne årsaken dersom problemer skulle oppstå.

En super grunnvannsforsyning med bakgrunn i GPR, GIS og sedimentologimodellering

Harald Klempe, Høgskolen i Telemark

Bø kommune i Telemark har ei grunnvannsforsyning med tre brønner og infiltrasjon fra vassdrag. Den siste brønnen er plassert 10 m frå elvekanten, og gir vatn med god kvalitet når det blir pumpa 115 m³/t. Plasseringspunktet blei bestemt etter tolking av eit georadarprofil som viste ein morenerygg med toppunkt 12 m under markoverflata. Brønnen blei plassert utafor moreneryggen der det var 23 m ned til morene. Testboring verifiserte dette djupet. Brønnen er plassert i ei vifte, og på GPR-profilet ser ein klart kor brefronten låg. To boringar frå 70-talet ga for lite vatn fordi dei var plassert rundt toppen av moreneryggen.

POSTER- PRESENTASJONER

Characterizing interconnection in a multiple aquifer system Hjørdal, Norway

Elin Hviding Roalkvam¹, Carlos Duque¹, Kim Rudolph-Lund² & Karin Kvålseth²

¹University of Oslo, ²Sweco AS, Miljøavdeling

Unconsolidated sediments in intermountain valleys provide strategic groundwater reservoirs for cities and villages in Norway. These aquifers consist of alternating geological layers that present large variations in hydraulic conductivity leading to multiple confined aquifer systems. This study examines the differences in hydrogeological parameters and recharge sources of a two-layer system at Gvammsletta in Hjørdal municipality. A set of ten wells placed in pairs, in the upper and in the deeper aquifers, was monitored from 2010 until 2014. The recharge sources to the system are the precipitation, a lake contacting the eastern border of the aquifer and the river crossing from west to east. The upper aquifer is unconfined with a thickness that varies from 2 to 3 meters and is in contact with the lake in the east. The lower aquifer has an average thickness of 40 meters, is partially confined in the east with artesian water pressure and it may present hydraulic connection in the west with the upper part of the aquifer and the lake in the east as well.

The comparison of hydrological and climatic data series with the water table records shows clear differences between the responses in the upper and lower aquifers. The upper aquifer reacts immediately to rain events and the changes in the water level of the lake, while the lower aquifer presents a delayed or no response to precipitation. The water level in the lake level is in some cases affecting the lower aquifer when the level is abnormally high. Both aquifers react distinctly to infiltration during the snowmelt period in the spring. The reasons for these differences are the geometric characteristics of the aquifers, the extension of the impermeable layer, and the connection between the aquifers. A numerical groundwater model is under construction to further examine the collected data and the uncertainties in the hydraulic parameters of the aquifer in order to explain the uncoupled water table data series of both aquifers.

Hydrogeological characteristics and numerical modeling of groundwater flow and contaminant transport in the Folldal mining site

Sandra Puig¹, Carlos Duque¹, Per Aagaard¹, Thomas Pabst² & Gijs Breedveld²

¹ University of Oslo, ² Norwegian Geotechnical Institute (NGI)

Mining activity has been the main support for the economy in Folldal, Hedmark, during more than two centuries due to the extraction of copper, zinc and sulphur that rebounded in the industrial and social development of the region. The depletion of the ore led to a new direction in the activity of the village turning into the tourism associated with the visit of the old mine and its protection to keep the original buildings, galleries and mine tailings. However, the exposure and subsequent oxidation of the mine wastes produce acid mine drainage, which is discharging into the River Folla with high concentrations of heavy metals that are toxic and trigger serious environmental damage. The absence of life in the Folla river downstream of Folldal center has been manifested by authorities and there are projects ongoing trying to find a solution and restore the aquatic conditions in Folla.

Therefore, this study assesses the impact of acid mine drainage in the groundwater environment and its possible contribution to Folla river. The spatial distribution of the contaminants is heterogeneous in the study area with maximum concentrations in the proximity of the mine tailings locations and the vertical distribution in the groundwater profile indicates that the concentration of heavy metals is higher in the shallower levels. The groundwater flow and quality was investigated with the numerical models MODFLOW and PHREEQC in order to simulate the hydrological and geochemical observations and propose remediation solutions.

High manganese levels in groundwater from induced river infiltration at Lillehammer Waterworks, Norway

Patrich Holmström, *Norwegian Geotechnical Institute (NGI)*

Groundwater from five production wells, located in an unconfined to semi-confined glaciofluvial aquifer in Lillehammer (Norway), has high concentrations of dissolved manganese. The waterworks relies mainly on induced infiltration from the nearby Lågen River to supply 180 l/s of groundwater to the municipality. Two studies in 2009 and 2013 have investigated the hydrogeological and groundwater chemical conditions of the aquifer and of the fluvial (post-glacial) sediments above the aquifer. New monitoring wells located between the production wells and the Lågen River has delineated high manganese concentrations in the western part of the aquifer, covered with silty sediments (semi-confined). As a contrary, the eastern and unconfined part of the aquifer has low levels of dissolved manganese in comparison. Multilevel sampling and chemical analysis of groundwater, both during and after drilling, has revealed precipitated manganese in the aquifer below 25-30 m under the surface and the highest levels of dissolved manganese above, at the filter levels. The abundance of manganese in the semi-confined part of the aquifer together with low groundwater gradients makes in situ oxygenation measures to precipitate and hinder manganese to reach the production wells difficult. In 2014 a numerical 3D groundwater model was developed to increase the understanding of the groundwater flow and the effect of for example increased groundwater outtake or river flooding on the quality of the groundwater of the Lillehammer Waterworks.

Natural radionuclides from alum shale. Impact for environment

Anna Mironova, *Oslo kommune*

In this contribution I present a general assessment of potential risk for the environment based on published information from various studies of Alum shales. In particular, I analyze the effects related to the activity of uranium. During the weathering process, when shales are exposed to air and moisture, uranium releases from Alum shale at a high concentration (in the order of 100 mg/kg; ref. Nyland & Teiland 1984). The average concentration of uranium of 38mg/kg in Alum shale in the Gran district was observed by Fjermstad (2013). She also suggested that about 30% of uranium could be mobilized from Alum shales in the water system by the influence of redox conditions.

Uranium can be characterized by both toxicity effects and radioactivity (α -radiation). In the aquatic environment α -radiation has a limited effect but uranium may exhibit a strong toxic effect to organisms. Thus, in this study a potential risk for the environment is estimated based on the uranium toxicity characterization in the fresh water system. A simple model of the uranium mobilization from Alum shales is suggested. The key parameters in this model are the effective porosity, the distribution coefficient of uranium, and the precipitation level. It was assumed that the density of consolidated Alum shale is 2690kg/m³. The annual precipitation (P) in the Oslo region is around 800mm/m². Thus, the environmental concentration (PEC_U) of uranium in water was predicted, provided that all the mobilized uranium could be washed out from Alum shales to runoff water.

In my numerical model I use a conservative closed system represented by a 1 m³ box filled with Alum Shale. The box is exposed to percolating water during a year. It was assumed that the whole volume of the precipitated water reacts with a 2,5% of the rock volume (the minimum porosity suggested by Ghanizadeh (2013) for Alum shales in Sweden). The Predicted Environmental Concentration (PEC_U) for consolidated shales is 5.85*10⁻⁴g/l while for unconsolidated deposits of Alum shales (porosity is 13,7%) it is about 3 times higher (PEC_U = 1,79*10⁻³g/l).

The data on acute toxicity for effective concentration of 50% organisms (EC50) and chronic effects for non-effective concentration (NOEC) for aquatic organisms (algae, crustaceans, and fish) were collected from the ECOTOX (2014) database. The toxic units were calculated based on the assessment factor according to the European Chemicals Bureau (2003). The model results are presented in the table below (Table 1). The risk quotients (RQ) are calculated using the PEC and PNEC ratios of the predicted uranium concentration for consolidated and non-consolidated Alum shales. The RQ is a suitable approach as the data requirements are similar to the requirements for the effect of environmental risk assessment of compounds. The RQ calculated for aquatic organisms are above 1, indicating an environmental risk of these compounds.

Table 1. Effect data compilation applied assessment factors, resulting PNECs and PEC1 for consolidated and PEC2 for unconsolidated Alum shales.

PEC - Predicted Environment Concentration, and PNEC - Predicted No Effect Concentration.

Chemical element	Acute EC50, mol/l			Chronic NOEC, mol/l		Assessment factor	PNEC, mol/l	PEC1, mol/l	PEC2, mol/l
	Algae	Crustacean	Fish	Algae	Fish				
UO ₂ (IV)	-	3,47e-5	-	-	-	1000	3,47e-8	2,17e-6	6,62e-6
U ⁺⁶ (VI)	1,53e-4	1,37e-4	2,69e-5	-	-	1000	2,69e-8	2,46e-6	7,51e-6
UO ₂ ⁺² (VI)	-	5,56e-12	-	-	-	1000	5,56e-15	2,17e-6	6,62e-6

References:

- ECOTOX (2014) Database U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency).
- Falk H. Lavergren U., Bergback B. 2006. Metal mobility in alum shale from Oland, Sweden. *Jour. of Geochem. Explor.* 90. Pp. 157–165.
- Fjermestad H. 2013. Mobility of Uranium and other metals in bedrock materials from Gran, Norway,- Implications for tunnel construction, Master thesis. UMB. Pp.65.
- Ghanizadeh et al. (2013) Lithological controls on matrix permeability of organic-rich shales: An experimental study, *Energy Procedia* 40, 127 – 136.
- Jeng A. (1992). Weathering of some Norwegian Alum shale. 2. Laboratory simulations to study the influence of aging, acidification and liming on heavy-metal release. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science (Impact Factor: 0.71)*. 01/1992; 42(2):76-87.
- Nyland & Teiland (1984) Sedimentologisk og geokjemisk undersøkelse av de kambriske og underordoviciske marine sedimenter i Oslofeltet, *Cand. Scient. Thesis, Univ. Oslo, Oslo*, 1984.

Small scale 3D geophysical modeling as a pre-drilling aiding tool – a case study from a meander area along the Danube River in Vienna, Austria

J. Scheibz¹, I.H. van Driezum^{2,3,4} & A.P. Blaschke^{2,3,4}

¹ *Department of Natural Hazards, Norwegian Geotechnical Institute, Oslo, Norway*

² *Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management, Vienna University of Technology, Vienna, Austria*

³ *Interuniversity Cooperation Centre (ICC) Water & Health, Austria*

⁴ *Centre for Water Resource Systems, Vienna University of Technology, Vienna, Austria*

To reduce costs for hydrogeological investigations while increasing the predictability for optimal drilling locations non-invasive and cost efficient investigation methods are needed. Due to the development of sophisticated equipment and computing tools the combination of complementary geophysical methods is a promising tool for a high resolution subsurface characterization and subsequent modelling, especially in areas with heterogeneous subsurface conditions

The case study presented is located in the Danube Lobau national park – a riparian forest on the left bank site of the Danube River in and east of Vienna, Austria. Due to the meandering of the Danube laterally changes from high to low permeable sediments occur on a small scale. From previous drillings it is known that the aquifer in the area of interest has a 1 to 6 meter thick floodplain silt overburden. The underlying confined aquifer consists of sand and gravel and has a thickness of in between 3 and 15 meter. Hydraulic conductivities range from 5×10^{-2} m/s up to 5×10^{-5} m/s. Below the aquifer alternating sand to clay/silt deposits form an aquitard.

Within the GWRS research project eight piezometers were planned to monitor various water quality parameters during riverbank filtration which is of importance for auxiliary drinking water supply for Vienna municipality (a city of 1.8 million inhabitants).

To obtain optimal drilling results and subsequent piezometers locations which cover the whole aquifer thickness, high resolution Electrical Resistivity Tomography (ERT) and multifrequent frequency domain electromagnetics (MFDEM) were carried out on two small scale sites, ranging from 1,200-2,500 sqm. Profiles in total of 2,200 meter high resolution ERT and 7,250 meter MFDEM were acquired. After separate modelling and interpretation the MFDEM results and existing drillings were used to constrain the 3D ERT model. As a final product a 3D geological concept model was created and recommendations made for the drilling campaign.

The eventual piezometer drilling campaign proved that the geophysical modelling was highly accurate and the costs for the geophysical campaign justified considering the costs of only one single failed drilling. We conclude that this approach was very successful and further geophysical works will be carried out for this project in 2015 using Telemetric Self Potential and Induced Polarization.

FOREDRAG

11. mars

Groundwater at catchment scale

Nils-Otto Kitterød, *NMBU, Ås*

Historically there has been a long tradition to distinguish between surface water and groundwater. This tradition is evident in research as well as in governmental administration: There are separate journals for groundwater and surface water, and legislation for water in the subsurface is not very clear. An obvious consequence of this thinking is a lack of focus with respect to large-scale interaction between groundwater and surface water.

This apparent schism between surface water and subsurface water is not consistent to the hydrologic cycle. At the catchment scale, it is an empirical fact that water in the rivers and in the lakes has some residence time in the subsurface. In a country like Norway, the residence time may be short, but in most cases, it is long enough to explain a major fraction of the water quality also in Norway.

At the same time, the society has established practical procedures to handle groundwater problems on a local scale. Development of modern agriculture may serve as an example: Drainage and irrigation increase yield and expand the areal extension of arable land. Cultivated land cover today significant parts of many watersheds in large parts of the world. This development is a basic condition for global food supply and is vital for a growing population. The sum of small-scale modification of the water balance, adds up to large-scale problems. Civil Engineering may serve as another example: Global urbanization has given the world a number of mega cities with a significant demand for water. The water consumption of some of these cities has not only impact on the local water balance, but may also affect the regional water resources. In large parts of the world over consumption of water resources is directly related to groundwater extraction. Water quality issues is another relevant example of the interaction between subsurface and surface water. To a large extent the steady state (background) concentration of ions in Norwegian lakes is explained by weathering processes in the catchment.

The bottom line is that groundwater is a part of the water cycle, and more attention should be directed towards the interaction between surface and subsurface water on the catchment scale. In a Norwegian context, this knowledge has to a certain extent been ignored in research and education, which has resulted in a critical demand for theoretical concepts and practical procedures that is relevant for large-scale water problems. This gap of knowledge results in a deficit of theoretical concepts and processing tools for spatial and temporal information that integrates surface and subsurface water. It also means that research and education that has a focus towards large scale methodology should have a priority in the future.

Norsk hydrogeologisk forskning på sitt beste; med eksempler fra Faneprojekt Gardermoen

Per Aagaard, UiO

Hydrogeologisk forskning og undervisning på universitetene og høgskolene i Norge, har ikke en lang og sammenhengende historie, men har vært preget av aktiviteten i tilgrensende områder. Hydrogeologisk kunnskap og forståelse, er nemlig svært viktig for en rekke fagområder. Ofte har dette skyldtes samfunnets behov og interessen til enkeltpersoner og mindre miljø. Dette har gjort at aktivitetsnivået har variert stort. Den mest intensive forskningsaktiviteten og utdanning av MSc og PhD kandidater fant sted sammen eller i tilknytning til Faneprojekt Gardermoen, med en stor forskningsdugnad fra mange miljøer i Norge. Det kan derfor være nyttig å se hva som skjedde forut for dette programmet, og hva som gjorde det i mange sammenheng unikt. Foredraget vil prøve å se på forhistorien hvor det allerede var etablert nasjonalt samarbeid, hva som var karakteristisk for aktiviteten rundt Gardermoen prosjektene, hvilke internasjonale kontakter vi fikk og ikke minst det store nettverket og samarbeid som vi nyter godt av i dag. Hva kan vi i dag gjøre for å skape nye og initiativ midler til den hydrogeologiske forskning?

Den norske verktøykassen; tilgjengelighet av metoder og utstyr, kan vi organisere oss bedre?

Helen K. French, NMBU, Ås

Karakterisering av geologiske og hydrogeologiske forhold er viktig i forbindelse med en rekke samfunnsoppgaver som bygging av infrastruktur (vei, jernbane, tunneler) for vannforsyning, bevaring av kulturminner og som stabiliseringsfaktor til byggegrunn. Har det norske hydrogeologimiljøet tilstrekkelig oversikt over hva som finnes av felt- og laboratoriestyr og har vi det vi trenger? I forbindelse med en infrastrukturens søknad til Forskningsrådet, kom det frem at ingen kjente til en slik oversikt. Også i Geofagevalueringen fra 2011 var konklusjonen fra evalueringskomiteen at «Forskningsinfrastruktur innen geofag er av variable kvalitet og at betydelige investeringer er påkrevet for at det norske fagmiljøet skal ha tilgang på oppdatert felt- og laboratoriestyr. Et nasjonalt nettverk av forskningsinfrastruktur innen geofag må etableres, samt støtteordninger for å fasilitere bruk av disse.» I denne presentasjonen vil det bli gitt en oversikt over hvilket utstyr som fremkom ved å ta kontakt med de ulike fagmiljøene og gjennom søk på nettsidene til de ulike institusjonene. Det vil bli stilt spørsmål om hva det norske fagmiljøet 'trenger' og hvordan vi kan organisere bruken av utstyret bedre. Det vil også bli gitt eksempler på hvordan dette er organisert i andre land. Formålet er at vi gjennom et tettere samarbeid mellom de geologiske og hydrogeologiske miljøene skal kunne

- Øke tilgjengeligheten av eksisterende geofaglig infrastruktur som gjør oss bedre i stand til å beskrive hydrogeologien både i løsmasser og i oppsprukket fjell.
- Fornye og forbedre den norske utstyrsparken slik at vi kan markere oss bedre internasjonalt.
- Utveksle erfaringer med bruk av utstyr og metodikk som gjør at den samlede evnen til å beskrive hydrogeologiske problemstillinger i Norge blir bedre og mer enhetlig. Øke bruken av kombinerte geofysiske målinger og andre grunnundersøkelser. Sørg for at det finnes flere personer som er i stand til å bruke utstyr.
- Sørg for at det blir en bedre utnyttelse av eksisterende og fremtidig utstyr.



NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE
· NGU ·

Norges geologiske undersøkelse
Postboks 6315, Sluppen
7491 Trondheim, Norge

Besøksadresse
Leiv Eirikssons vei 39
7040 Trondheim

Telefon 73 90 40 00
E-post ngu@ngu.no
Nettside www.ngu.no