

NGU Rapport 99.074

Analyser av grunnvannsprøver fra Oslo lufthavn  
Gardermoen

Rapport nr.: 99.074		ISSN 0800-3416	Gradering: Fortrolig til 2009
Tittel: Analyser av grunnvannsprøver fra Oslo lufthavn Gardermoen			
Forfattere: Atle Dagestad og Ola M. Sæther		Oppdragsgiver: Økokrim	
Fylke: Akershus		Kommune: Ullensaker	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: <b>48</b>	Pris:
Feltarbeid utført: April-mai 1999		Rapportdato: 02-07-199	Prosjektnr.: 272103
		Ansvarlig: <i>Kjetil Brønn</i>	
<p><b>Sammendrag:</b></p> <p>På oppdrag fra Økokrim ble det gjennomført prøveuttak og analyser av grunnvann fra overvåkingsbrønner ved Oslo Lufthavn Gardermoen. Undersøkelsene ble utført for å dokumentere eventuelle brudd på OSLs utslippstillatelse, og for å kontrollere gyldigheten av OSLs grunnvannsanalyser rapportert til SFT. Det ble tatt ut grunnvannsprøver fra den nordlige delen av østre rullebane i to omganger. Grunnvannsprøvene ble analysert på innhold av uorganiske forbindelser og ulike organiske forbindelser relatert til bruken av avisningskjemikaliene propylenglykol og kaliumacetat som benyttes ved lufthavnen. I den første prøvetakingsrunden 6-7 april 1999 ble tre brønner prøvetatt (M 8, Br 14, Br 18). Det ble i brønn Br 14 funnet til dels betydelige mengder avisningskjemikalier og nedbrytningsprodukter relatert til avisningskjemikaliene i grunnvannsprøver, og små konsentrasjoner av tilsetningsstoffer benyttet i avisningskjemikaliene i brønn M 8. I den andre prøvetakingsrunden 27 mai 1999 ble det tatt ut grunnvannsprøver fra brønnene M 8 og Br 14. Det ble også i denne prøvetakingsrunden funnet avisningskjemikalier og nedbrytningsprodukter relatert til avisningskjemikaliene i brønn Br 14, men innholdet var betydelig lavere sammenliknet med analyseresultatene fra den første prøvetakingsrunden. Det ble ikke foretatt analyser av tilsetningsstoffer i denne prøvetakingsrunden. I begge prøvetakingsrundene prøvetok OSL de samme brønnene som NGU, men de kjemiske analysene av NGUs og OSLs prøver ble utført ved forskjellige laboratorier. Sammenlikning av analyseresultatene fra NGUs og OSLs grunnvannsprøver viste til dels betydelige avvik i målt innhold av propylenglykol og acetat. Innholdet av avisningskjemikalier i NGUs og OSLs grunnvannsprøver fra brønn Br 14 var imidlertid så høyt at det utelukker tvil om at grunnvannet i enkelte områder av grunnvannsmagasinet inneholder avisningskjemikalier benyttet ved Oslo Lufthavn Gardermoen.</p>			
Emneord: Grunnvannsforurensning	Avisningskjemikalier	Propylenglykol	
Kaliumacetat	Nedbrytningsprodukter	Tilsetningsstoffer	

## Bakgrunn

Bakgrunnen for dette prosjektet var en forespørsel fra Økokrim til NGU om bistand til å ta ut grunnvannsprøver ved Oslo Lufthavn Gardermoen, og få analysert disse for innhold av eventuelle organiske og uorganiske forbindelser relatert til bruken av avisningskjemikalier ved lufthavnen. Foranledningen for Økokrims henvendelse til NGU er SFTs anmeldelse av OSL for brudd på utslippstillatelsen av 29.06.95. Økokrim ønsket i den anledning å fremskaffe egne analyser av grunnvann fra lufthavnområdet for å kunne dokumentere eventuelle brudd på utslippstillatelsen. Disse analysene skulle være uavhengig av OSLs pålagte rapportering av egne grunnvannsanalyser til SFT. Økokrim ønsket også ved uavhengig uttak og analyse av grunnvannsprøver fra Gardermoen å kontrollere gyldigheten av OSLs grunnvannsanalyser rapportert til SFT.

På bakgrunn av Økokrims henvendelsen utarbeidet NGU et undersøkelsesprogram med flere alternative prøvetakingsopplegg (ref. brev 99/00297-001). Etter ønske fra Økokrim ble alternativ 2 i dette undersøkelsesprogrammet lagt til grunn for de utførte undersøkelsene. Dette alternativet innebar at det skulle tas ut grunnvannsprøver fra et begrenset antall overvåkingsbrønner i et område hvor det tidligere var påvist avisningskjemikalier i grunnvannet. I tillegg skulle det tas ut en grunnvannsprøve fra en overvåkingsbrønn hvor det tidligere ikke var registrert avisningskjemikalier. Uttatte grunnvannsprøver skulle hovedsakelig analyseres for innhold av avisningskjemikaliene propylenglykol og kaliumacetat, tilsetningsstoffer i avisningskjemikaliene samt noen nedbrytningsprodukter av avisningskjemikaliene.

## Prøveuttak

### Prøvetakingsprosedyre

Grunnvannsprøvene ble tatt ut fra overvåkingsbrønnene med en nedsenkbar grunnvannspumpe (Grunfors MP1). For å skifte ut stagnant brønnvann ble det pumpet ut minst 2-3 brønnvolum fra hver overvåkingsbrønn før grunnvannsprøvene ble tatt ut. For å unngå at eventuelle forurensninger fra en overvåkingsbrønn skulle bli overført til en annen under prøveuttak ble pumpen vasket og skylt mellom hver prøvelokalitet, samtidig som det ble benyttet separate vannslanger til hver enkelt overvåkingsbrønn.

### Utvalgte overvåkingsbrønner og prøvetakingstidspunkt

Det var i det opprinnelige prøvetakingsprogrammet planlagt å gjennomføre kun en runde med prøvetaking av utvalgte overvåkingsbrønner i den nordlige delen av Østre rullebane ved Oslo lufthavn, Gardermoen (Prøvetakingsrunde I). En feil i de interne rapporteringsrutinene ved det valgte analyselaboratorium (Miljø Kjemi) førte imidlertid til at det måtte gjennomføres ytterligere en prøvetakingsrunde i dette området (Prøvetakingsrunde II).

### Prøvetakingsrunde I:

Det første prøveuttaket ble foretatt natten mellom 6-7 april 1999 i forbindelse med OSLs ukentlige prøvetaking av overvåkingsbrønner ved rullebaner og avisningsplattformer ved lufthavnen. Selve uttaket av OSLs prøver ble utført av konsulentfirmaet Noteby A/S på oppdrag fra OSL. NGU ved forsker Atle Dagestad tok i forbindelse med denne prøvetakingsrunden ut i alt 5 grunnvannsprøver fra 3 overvåkingsbrønner. Utvalgte overvåkingsbrønner samt prøveidentifikasjon og analyseomfang for de uttatte prøver er vist i Tabell 1. I overvåkingsbrønn M 8 og Br 14, hvor det tidligere var funnet avisningskjemikalier i grunnvannet, ble det tatt ut to separate prøver fra hver brønn. NGUs to grunnvannsprøver ble tatt ut rett før og rett etter OSLs prøveuttak.

Grunnvannsprøven fra overvåkningsbrønn Br 18 representerer de naturlige bakgrunnskonsentrasjonene av kjemiske komponenter i grunnvannet før flyplassaktiviteten startet opp ved Oslo lufthavn Gardermoen. Denne overvåkningsbrønnen ble valgt ut fordi det ved samtlige foregående prøvetakingsrunder ikke var registrert avisningskjemikalier i denne brønnen, samtidig som kjemisk sammensetning i prøvene viste at grunnvannet i dette området var tilnærmet upåvirket av flyplassaktiviteten.

De uttatte grunnvannsprøvene ble analysert for innhold av forskjellig uorganiske elementer og enkelte organiske forbindelser relatert til avisningskjemikalier benyttet på fly og banelegemer på lufthavnen. Utvalget av organiske parametere som inngår i analyseprogrammet for det første prøveuttaket er vist i Tabell 2.

**Tabell 1:** Overvåkningsbrønner prøvetatt under prøvetakingsrunde I (6-7 april 1999).

Overvåkningsbrønn	Prøveidentifikasjon	Analyse
Br 18	99-01	Organiske og uorganiske komponenter
M 8	99-03 og 99-04	Organiske og uorganiske komponenter
Br 14	99-05 og 99-06	Organiske og uorganiske komponenter

**Tabell 2:** Analyser av organiske parametere i prøvetakingsrunde I (6-7 april 1999).

Parameter	Antall prøver
Acetat	5
Propylenglykol	5
Propionsyre	5
Bensotriazol/Tolyltriazol*	5
Natriumpetroleumsulfonat*	5
Fettalkoholetoksilat*	5
TOC	5
Andre nedbrytningsprod.**	5

\* Tilsetningsstoffer

\*\* Acetaldehyd, aceton, isopropanol, etanol, 1-propanol

### Prøvetakingsrunde II:

Det andre prøveuttaket ble foretatt på dagtid den 26. mai i forbindelse med OSLs prøvetaking av overvåkningsbrønn M 8 og Br 14. Det ble i likhet med foregående prøvetakingsrunde også tatt ut to grunnvannsprøver fra hver brønn; en før og en etter OSLs prøveuttak (Tabell 3). På grunn av meget kort mobiliseringstid i forbindelse med denne prøvetakingsrunden var det ikke mulig å få en stedlig representant fra NGU til å ta ut disse grunnvannsprøvene. Disse prøvene ble derfor tatt ut og oversendt analyselaboratoriet av Notebys feltgeolog etter nøyaktig instruks fra forsker Atle Dagestad ved NGU.

Analyseprogrammet for organiske forbindelser i grunnvannsprøvene ble noe avkortet i denne prøvetakingsrunden sammenliknet med foregående prøvetakingsrunde da det ikke ble analysert på innhold av tilsetningsstoffer (Tabell 4). De uorganiske forbindelser som ble analysert er de samme som for Prøvetakingsrunde I (Vedlegg 4).

**Tabell 3:** Overvåkningsbrønner prøvetatt under prøvetakingsrunde II (26 mai 1999).

Overvåkningsbrønn	Prøveidentifikasjon	Analyse
M 8	99-07 og 99-08	Organiske og uorganiske komponenter
Br 14	99-09 og 99-10	Organiske og uorganiske komponenter

**Tabell 4:** Analyser av organiske parametere i prøvetakingsrunde II

Parameter	Antall prøver
Acetat	4
Propylenglykol	4
Propionsyre	4
TOC	4
Andre nedbrytningsprod.*	4

\* Acetaldehyd, aceton, isopropanol, etanol, 1-propanol

## Resultater

### Prøveuttak I:

Tabell 5 og 6 viser resultatene fra OSLs og NGUs analyser av organiske og uorganiske forbindelser i grunnvannsprøver tatt ut natten mellom 6-7 april 1999 fra overvåkningsbrønn Br 18, M 8 og Br 14. OSLs analyseresultater er hentet fra OSLs rapport til SFT datert 12. april 1999, og er basert på analyser utført av Sintef kjemi (organiske analyser) og Landbrukets analysesenter (uorganiske analyser). NGUs resultater er basert på analyserapport fra Miljø Kjemi (vedlegg 1) og NGUs laboratorium (Vedlegg 2).

I denne prøvetakingsrunden rapporterte OSL resultater fra organiske analyser av propylenglykol, acetat og TOC, men det ble ikke gjennomført analyser av tilsetningsstoffer i grunnvannsprøver fra overvåkningsbrønnene. OSL er ikke underlagt rapporteringskrav av nedbrytningsprodukter i uttatte grunnvannsprøver slik at resultater fra OSLs og NGUs organiske analyser fra prøvetakingsrunde I bare kan sammenliknes for målt innhold av propylenglykol, acetat og TOC.

Som det fremgår av tabell 5 er det ikke påvist målbare mengder av acetat eller propylenglykol i verken NGUs eller OSLs grunnvannsprøver fra observasjonsbrønn M 8 eller Br 18. I observasjonsbrønn Br 14 er det målt betydelige mengder acetat i begge NGUs prøver (200 / 200 mg/l) og i OSLs prøve (165 mg/l). Dette reflekteres også i et høyt TOC innhold i samtlige prøver fra denne brønnen.

Målt innhold av propylenglykol i NGUs og OSLs vannprøver fra brønn Br 14 avviker imidlertid betydelig da det ikke påvises propylenglykol i noen av NGUs prøver mens det registreres hele 115 mg/l i OSLs prøve. Da NGUs prøver ble tatt ut rett før og rett etter OSLs prøve er det ikke sannsynlig at varierende propylenglykolinnhold i grunnvannet under utpumping kan ha forårsaket avviket mellom NGUs og OSLs prøve. Det er derfor mer sannsynlig at forskjellen i innhold av propylenglykol mellom NGUs og OSLs prøver skyldes endring i konsentrasjonen i NGUs prøver fra uttak til utført analyse. Noe som underbygger en slik antakelse er at Miljø Kjemi vedgår at standardisert analyseprosedyre ved bestemmelse av propylenglykol i prøvene fra NGU ikke ble etterfulgt. På grunn av feil i interne rapporteringsrutiner ved laboratoriet ble ikke vannprøver til propylenglykolanalyser konserverert ved frysing før analyse men lagret på kjølelager (4 °C) i flere uker før analysene ble utført. Det er derfor meget sannsynlig at innholdet av propylenglykol i NGUs grunnvannsprøver har blitt redusert under lagring.

For å kompensere for denne feilen ble kostnader til organiske analyser ved den andre prøvetakingsrunden dekket av Miljø Kjemi. Laboratoriet gjennomfører også for tiden egne undersøkelser for å studere stabiliteten til propylenglykol under de samme lagringsbetingelser som NGUs prøver ble utsatt for. Resultater fra disse forsøkene vil ikke foreligge før i begynnelsen av juli 1999, men kan ettersendes dersom resultatene gir forklaring på de betydelige forskjellene i målt propylenglykolinnhold i NGUs og OSLs grunnvannsprøver.

Analyser av tilsetningsstoffer i NGUs grunnvannsprøver viser små mengder benzotriazol (1,5 µg/l) og tolyltriazol (1,0 µg/l) i observasjonsbrønn M 8 mens det ikke påvises tilsetningsstoffer i brønnene Br 18 og Br 14. Analyser av nedbrytningsprodukter i grunnvannsprøvene fra Br 14 viser betydelige mengder acetone (67 / 70 mg/l) og 1-propanol (36 / 32 mg/l) og

mindre mengder acetaldehyd (1,0 / 0,93 mg/l). Det ble ikke påvist målbare mengder av nedbrytningsprodukter i grunnvannsprøvene fra observasjonsbrønn M 8 og Br 18.

Analyser av uorganiske parametere som kalium, jern og mangan i både NGUs og OSLs prøver fra observasjonsbrønn M 8 og Br 14 viser begge et høyere innhold sammenliknet med Br 18 (Tabell 6). Prøvene fra brønn Br 14, hvor det også er registrert et betydelig innhold av organiske forurensninger, har også et betydelig høyere innhold av jern og mangan sammenliknet med M 8. Ledningsevnen er også betydelig høyere i brønn Br 14 sammenliknet med M 8. Kaliuminnholdet i grunnvannsprøvene fra Br 14 er imidlertid lavt sett i forhold til det høye innholdet av acetat.

**Tabell 5: Resultater fra analyser av organiske forbindelser i grunnvannsprøver fra første prøvetakingsrunde (6-7 april). Uthevete verdier i tabellen representerer resultater fra OSLs analyser, <: er innhold mindre enn oppgitt deteksjonsgrense, / : skiller prøvene fra hverandre (NGUs første / NGUs andre) eventuelt (NGUs første / OSL / NGUs andre). Deteksjonsgrense (Det.gr.) og analyseusikkerhet (An.us.) er oppgitt for analyser utført av Miljø Kjemi.**

	Enhet	Br 18	M 8	Br 14	Det. gr.	An.us. %
		NGU/OSL	NGU1/OSL/NGU2	NGU1/OSL/NGU2		
Benzotriazol	µg/l	</-	1,5 / - / 1,5	</- / <	0,05	-
Tolyltriazol	µg/l	</-	1,0 / - / 1,0	</- / <	0,05	-
Alkoholetoksylder	µg/l	</-	</- / <	</- / <	20	-
Alkylsulfonater	µg/l	</-	</- / <	</- / <	100	-
Acetaldehyd	mg/l	</-	</- / <	1,0 / - / 0,93	0,04	10
Aceton	mg/l	</-	</- / <	67 / - / 70	0,5	10
Etanol	mg/l	</-	</- / <	</- / <	0,5	10
Isopropanol	mg/l	</-	</- / <	</- / <	0,5	10
1-propanol	mg/l	</-	</- / <	36 / - / 32	0,5	10
Propionsyre	mg/l	</-	</- / <	</- / <	2	10
Acetat som eddiksyre	mg/l	</<	</</<	200 / 260 / 200	2	10
Propylenglykol	mg/l	</<	</</<	</ 115 / <	2	10
TOC	mg/l	</ 3,47	</</<	180 / 165 / 180	2	5

**Tabell 6:** Analyser av uorganiske parametere i grunnvannsprøver fra første prøveuttak (6-7 april). Uthevete verdier i tabellen representerer resultater fra OSLs analyser, <: er innhold mindre enn oppgitt deteksjonsgrense, /: skiller prøvene fra hverandre (NGUs prøve / OSLs prøve. Deteksjonsgrense (Det.gr.) og analyseusikkerhet (An.us.) er oppgitt for analyser utført ved NGUs laboratorium.

	Enhet	Br 18 NGU/OSL	M 8 NGU/OSL	Br 14 NGU/OSL	Det. gr.	An.us.%
K	mg/l	0,755 / 0,82	1,53 / 1,48	1,94 / 1,60	0,50	20
Fe	mg/l	< / <	0,0203 / 0,028	0,164 / 0,374	0,01	5
Mn	mg/l	0,00611 / 0,006	2,30 / 2,34	10,8 / 6,00	0,001	5
Ledn.	µS/cm	231 / 237	280 / 282	643 / 741	0,7	3

### Prøveuttak II

Resultatene fra OSLs og NGUs analyser av organiske og uorganiske forbindelser i grunnvannsprøver tatt ut 26 mai 1999 fra overvåkningsbrønn M 8, og Br 14 er vist i tabell 7 og 8. OSLs analyseresultater er basert på utskrift fra OSLs egen database oversendt NGU 16. juni 1999 (analyseresultater fra 26.mai 1999 er per 25.07.99 ikke rapportert til SFT). OSLs analyser er utført av Sintef kjemi (organiske analyser) og Landbrukets analysesenter (uorganiske analyser), mens NGUs resultater er basert på analyserapport fra Miljø Kjemi (Vedlegg 3) og NGUs laboratorium (Vedlegg 4).

Som ved foregående prøvetakingsrunde 6-7 april ble det ikke påvist organiske forbindelser som acetat, propylenglykol eller nedbrytningsprodukter av disse avisningskemikaliene i verken NGUs eller OSLs prøver fra overvåkingsbrønn M 8. I overvåkingsbrønn Br 14 ble det målt både acetat, propylenglykol og organiske nedbrytningsprodukter. Konsentrasjonen av samtlige organiske forurensninger i grunnvann fra Br 14 er betydelig redusert i forhold til forrige prøveuttak, foruten konsentrasjonen av propionsyre som har økt markert.

Resultatene fra de uorganiske analysene fra OSL og NGU viser begge et høyere innhold av kalium i grunnvann fra overvåkingsbrønn M 8 og et lavere innhold i Br 14 sammenliknet med resultatene fra første prøveuttak. Disse observasjonene viser at det ikke er noen klar sammenheng mellom kalium- og acetatkonsentrasjonen i grunnvannet fra disse brønnene. Det registreres avvik i både jern- og mangankonsentrasjonen mellom NGUs og OSLs prøver i dette prøveuttaket. Dette kan skyldes at NGUs prøver ikke ble konservert før analyse slik at jern og til dels mangan har felt ut fra vannprøvene før analyse. Konsentrasjonen av mangan i prøvene viser likevel påvirkningen av organiske forurensninger i grunnvannet ved at det registreres et betydelig høyere innhold av mangan i prøver fra observasjonsbrønn Br 14 sammenliknet med M 8.



**Tabell 7:** Resultater fra analyser av organiske forbindelser i grunnvannsprøver fra prøvetakingsrunde II (26 mai 1999). Uthevete verdier i tabellen representerer resultater fra OSLs analyser, <: er innhold mindre enn oppgitt deteksjonsgrense, /: skiller prøvene fra hverandre (NGUs første / NGUs andre) eventuelt (NGUs første / OSL / NGUs andre). Deteksjonsgrense (Det.gr.) og analyseusikkerhet (An.us.) er oppgitt for analyser utført av Miljø Kjemi.

	Enhet	M 8	Br 14	Det. gr.	An.us.%
		NGU1/OSL/NGU2	NGU1/OSL/NGU2		
Acetaldehyd	mg/l	</- / <	0,055 / - / <	0,04	10
Aceton	mg/l	</- / <	0,39 / - / 0,30	0,2	10
Etanol	mg/l	</- / <	</- / <	0,2	10
Isopropanol	mg/l	</- / <	</- / <	0,2	10
1-propanol	mg/l	</- / <	8,0 / - / 5,2	0,2	10
Propionsyre	mg/l	</- / <	17 / - / 13	1	10
Acetat som eddiksyre	mg/l	</ < / <	24 / 11 / 16	1	10
Propylenglykol	mg/l	</ < / <	6,2 / 7,0 / 5,5	2	10
TOC	mg/l	</ 1,92 / <	36 / 25,1 / 26	2	5

**Tabell 8:** Analyser av uorganiske parametere i grunnvannsprøver fra andre prøveuttak (26 mai). Uthevete verdier i tabellen representerer resultater fra OSLs analyser, <: er innhold mindre enn oppgitt deteksjonsgrense, /: skiller prøvene fra hverandre (NGUs første / NGUs andre) eventuelt (NGUs første / OSL / NGUs andre). Deteksjonsgrense (Det.gr.) og analyseusikkerhet (An.us.) er oppgitt for analyser utført ved NGUs laboratorium.

	Enhet	M 8	Br 14	Det. gr.	An.us. %
		NGU/OSL/NGU	NGU/OSL/NGU		
K	mg/l	2,47 / 2,52 / 2,58	1,15 / 1,06 / 1,12	0,50	20
Fe	mg/l	</ 0,0218 / <	</ 0,0944 / <	0,01	5
Mn	mg/l	</ 0,78 / <	2,26 / 3,53 / 1,94	0,001	5
Ledn.	μS/cm	205 / ikke målt / 220	270 / ikke målt / 247	-	3

## Diskusjon

I Tabell 9 er det vist en sammenstilling av den prosentvise forskjellen mellom resultatene fra de organiske analyser av replikatprøvene NGU1 og NGU2 samt NGUs og OSLs grunnvannsprøver fra overvåkingsbrønn Br 14.

Resultatene fra prøvetakingsrunde I viser god overensstemmelse mellom analyseverdiene for acetat, propylenglykol og TOC i replikatprøvene NGU1 og NGU2. Analyseverdiene rapportert av OSL ligger imidlertid 30 % over NGUs verdier for acetat og 8% under for TOC. Konsentrasjonen av propylenglykol på 115 mg/L ble ikke verifisert i NGU1 og NGU2 da det ikke ble påvist propylenglykol i disse prøvene.

Resultatene fra prøvetakingsrunde II viser lavere verdier for acetat og TOC i samtlige prøver sammenliknet med prøvetakingsrunde I. Målt innhold av propylenglykol i OSLs prøver har også blitt redusert betraktelig mellom prøvetakingsrunde I og II. Reduksjonen i konsentrasjonen av forurensninger i grunnvannet mellom de to prøvetakingsrundene skyldes antakeligvis økt utpumping av forurenset grunnvann, mindre bruk av avisningskemikalier, større fortykning av smeltevann og økt biologisk nedbrytning.

Resultatene fra prøvetakingsrunde II viser imidlertid dårligere relativ overensstemmelse mellom analyseverdiene for acetat, propylenglykol og TOC i replikatprøvene NGU1 og NGU2 sammenliknet med prøvetakingsrunde I. Det er også gjennomgående dårligere relativ overensstemmelse mellom analyseverdiene for acetat, propylenglykol og TOC i prøvene fra NGU og OSL i prøvetakingsrunde II sammenliknet med prøvetakingsrunde I. Dette kan ha sammenheng med at lave konsentrasjonsverdier gir mindre nøyaktighet i analysene, og følgelig større relative forskjeller mellom analyseverdiene i prøvetakingsrunde II .

**Tabell 9:** Prosentvis forskjell mellom NGUs og OSLs resultater fra de organiske analyser av NGUs og OSLs grunnvannsprøver fra overvåkingsbrønn Br 14 i de to prøvetakingsrundene.

	Enhet	Br 14 NGU1/OSL/NGU2	% forskjell mellom NGU1 og NGU2	% forskjell mellom NGU og OSL
<b>Prøvetakingsrunde I (6-7 april):</b>				
Acetat som eddiksyre	mg/l	200 / <b>260</b> / 200	0	+ 30 / + 30
Propylenglykol	mg/l	< / <b>115</b> / <	0	Ikke estimert
TOC	mg/l	180 / <b>165</b> / 180	0	- 8 / - 8
<b>Prøvetakingsrunde II (26 mai):</b>				
Acetat som eddiksyre	mg/l	24 / <b>11</b> / 16	-33	- 54 / -31
Propylenglykol	mg/l	6,2 / <b>7,0</b> / 5,5	-11	+13 / +27
TOC	mg/l	36 / <b>25,1</b> / 26	-27	- 30 / -3

## Konklusjon

Grunnvannsprøver tatt ut av NGU 7. april og 26. mai 1999 fra observasjonsbrønn Br 14 viste samtlige et betydelig innhold av organiske forurensninger relatert til bruken av avisningskjemikaliene kaliumacetat og propylenglykol på rullebaner og fly ved Oslo lufthavn Gardermoen. Det ble i tillegg registrert innhold av de organiske forbindelsene benzotriazol og tolyltriazol i grunnvannsprøver fra observasjonsbrønn M 8 i prøver tatt ut 7. april. Disse organiske forbindelsene benyttes som tilsetningsstoffer i kaliumacetat og propylenglykol, og funn av disse stoffene i observasjonsbrønn M 8 gjenspeiler tidligere forurensning med avisningskjemikalier i grunnvannet i dette området.

Det registreres til dels betydelige avvik i målt innhold av acetat og propylenglykol mellom NGUs og OSLs grunnvannsprøver fra observasjonsbrønn Br 14 i begge prøvetakingsrunder. Innholdet av avisningskjemikalier og organiske nedbrytningsprodukter fra disse kjemikaliene er imidlertid så høyt i samtlige prøver fra denne brønnen at det utelukker tvil om at grunnvannet i dette området av grunnvannsmagasinet er blitt tilført betydelige mengder avisningskjemikalier.

Grunnvannsprøvenes innhold av uorganiske forbindelser fra overvåkingsbrønnene Br 18, Br 14 og M 8 gjenspeiler forurensningssituasjonen ved de prøvetatte brønnene. Det registreres gjennomgående et høyere innhold av kalium, jern og mangan i grunnvannet i områder med organiske forurensninger (observasjonsbrønn Br 14), eller tidligere registrert organisk forurensning (observasjonsbrønn M 8), sammenliknet med Br 18 hvor det ikke er registrert organiske forurensninger. Innholdet av kalium er imidlertid lav sammenliknet med målt konsentrasjonen av acetat i uttatte grunnvannsprøver.

**Referanser:**

”Utslippstillatelse fra SFT av 26.06.95 - Statusrapport for uke 13 og 14 for saneringstiltak av påvist forurensning”. Rapport fra OSL til SFT datert 12 april 1999.

# **Vedlegg 1**

## **Analyserapport fra Miljø-Kjemi**

### **Prøvetakingsrunde 1**



# Rapport

## Analyse av vannprøver

99/00282-002 MGU/AD/hrg

**Rekvirent:** NGU, Norges geologiske undersøkelse  
Atle Dagestad  
N-7491 Trondheim

**Dato utgitt:** 06.05.1999

**Utført av:** MILJØ-KJEMI, Norsk Miljø Senter  
Nils Hansens vei 13, N-0667 Oslo

Tom Lohiniva  
cand. scient.

Einar Jordfald  
laboratorieleder



## Generelt

MILJØ-KJEMI Norsk Miljø Senter har foretatt analyse av 5 vannprøver.

Analysene er rekvirert av NGU, Norges geologiske undersøkelse ved Atle Dagestad.

## Prøvemateriale og analyseomfang

Laboratoriet mottok den 07.04.1999 5 vannprøver til analyse for acetat, benzotriazol, tolyltriazoler, propylenglykol, propionsyre, alkoholetoksyler, alkylsulfonater, TOC, acetaldehyd, aceton, isopropanol, etanol og 1-propanol.

Prøvene ble kjølt ned til 4 °C ved mottak, og holdt nedkjølt fram til analyse.

Analysene er utført i perioden 14.04.1999-05.05.1999.

## Analysemetoder

Delprøver til analyse ble tatt ut etter homogenisering ved rysting.

### MLØ-03

#### Totalt organisk karbon, TOC

*Prinsipp:*

TOC bestemmes med Dohrmann autoanalysator ved fullstendig oksidasjon av det organiske stoff i prøven etter fjerning av innhold av uorganisk karbon.

*Analyseusikkerhet:*

RSD 5%, men ved verdier mindre enn 10 ganger deteksjonsgrensen opp til 50 %.

Analysen er utført ved Miljølaboratoriet Østjylland AS.



**MK-2250**                      **Alkoholer (inkl. propylenglykol) og ketoner i vann**

*Prinsipp:*

Vannprøven analyseres ved direkte injeksjon på gasskromatograf med flammeionisasjonsdetektor (GC/FID).

*Analyseusikkerhet:*

RSD 10%, men ved verdier mindre enn 10 ganger metodens deteksjonsgrense opp til 50%.

**MK-Div.**                      **Analyse av alkoholetoksylater (C<sub>10</sub>-C<sub>18</sub>).**

*Prinsipp:*

Prøven dampes helt tørr i en rotasjonsfordamper og ekstraheres med metanol. Metanol ekstraktet fortynnes med vannholdig HPLC eluent og analyseres ved væskrokromatografi med massespektrometrisk detektor med elektronspray inlet (LC/MS scan mode).

*Analyseusikkerhet:*

RSD 15%, men ved verdier mindre enn 10 ganger deteksjonsgrensen opp til 50%.

**MK-Div.**                      **Analyse av benzotriazol og tolyltriazoler i vann**

*Prinsipp:*

Vannprøven oppkonsentreres ved fast fase ekstraksjon (SPE). Ekstraktet fortynnes med vannholdig HPLC eluent og analyseres på væskrokromatograf med massespektrometrisk detektor med elektropray inlet (LC-MS-SIM)

*Analyseusikkerhet:*

RSD 15%, men ved verdier mindre enn 10 ganger deteksjonsgrensen opp til 50%.

**MK-Div.**                      **Analyse av alkylsulfonater i vann**

*Prinsipp:*

Prøven dampes helt tørr i en rotasjonsfordamper og ekstraheres med metanol. Metanol ekstraktet fortynnes med vannholdig HPLC eluent og analyseres med væskrokromatografi med massespektrometrisk detektor med elektronspray inlet (LC/MS-SIM) med selektiv ion monitoring på ca. 20 ioner.

*Analyseusikkerhet:*

RSD 15%, ved verdier mindre enn 10 ganger metodens deteksjonsgrense opp til 50%.





**MK-2418 mod. Acetat som eddiksyre og propionsyre i vann**

*Prinsipp:*

Vannprøven gjøres basisk, dampes inn, surgjøres, metyleres og analyseres på GC/FID med headspace.

*Analyseusikkerhet:*

RSD 10%, ved verdier mindre enn 10 ganger metodens deteksjonsgrense opp til 50%.

**MK-8400 mod. Aldehyder i vann**

*Prinsipp:*

Prøven tilsettes en sur oppløsning med 2,4-dinitrophenylhydrazin og analyseres v.h.a. HPLC/diode-array UV.

*Analyseusikkerhet:*

RSD 10%, ved verdier mindre enn 10 ganger metodens deteksjonsgrense opp til 50%.



## Resultater

Resultatene er sammenfattet i tabellene nedenfor.

For de analysene som er akkreditert er også vedlagt som akkrediterte analyse-rapporter.

### Analyse av vannprøver

	Enhet	99-01	99-03	99-04	99-05	99-06	Det. gr.
Benzotriazol	µg/l	<	1,5	1,5	<	<	0,05
Tolyltriazol	µg/l	<	1,0	1,0	<	<	0,05
Alkoholetoksyler (C <sub>10</sub> -C <sub>18</sub> )*	µg/l	<	<	<	<	<	20
Alkylsulfonater *	µg/l	<	<	<	<	<	100
Acetaldehyd	mg/l	<	<	<	1,0	0,93	0,04
Aceton	mg/l	<	<	<	67	70	0,5
Etanol	mg/l	<	<	<	<	<	0,5
Isopropanol	mg/l	<	<	<	<	<	0,5
1-propanol	mg/l	<	<	<	36	32	0,5
Propionsyre	mg/l	<	<	<	<	<	2
Acetat som eddiksyre	mg/l	<	<	<	200	200	2
Propylenglykol	mg/l	<	<	<	<	<	2
TOC	mg/l	<	<	<	180	180	

\*: Kalibrert i forhold til produkt.

<: Mindre enn den oppgitte deteksjonsgrense.

## **Vedlegg 2**

### **Analyserapport fra NGU-Lab**

#### **Prøvetakingsrunde 1**

NGU, Mindre oppdrag innen miljøgeologi  
v/Sæther, Ola M.  
Prosjektnr. 272100

**Analyserapport 1999.0074**

OPPDRAGSGIVER: NGU, Mindre oppdrag innen miljøgeologi

ADRESSE:

TLF.: 4372

KONTAKTPERSON: Sæther, Ola M.

PRØVETYPE: VANN

ANTALL PRØVER: 5

IDENTIFIKASJON AV PRØVER: Iflg. liste fra oppdragsgiver

PRØVER MOTTATT: 09.04.99

ANMERKNINGER: Ingen

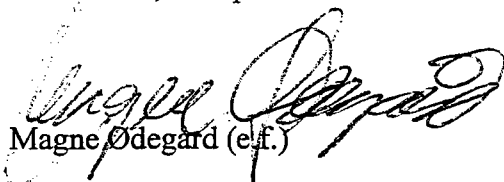
## SPESIFIKASJON AV OPPDRAGET I HENHOLD TIL ANALYSEKONTRAKT:

<b>METODE</b>	<b>DOKUMENTASJON *)</b>	<b>OMFATTES AV AKKREDITERING</b>
ICP-AES vann	NGU-SD 3.1	Ja
IC	NGU-SD 3.4	Ja
Bestemmelse av pH	NGU-SD 3.5	Ja
Bestemmelse av ledningsevne	NGU-SD 3.6	Ja
Bestemmelse av alkalitet	NGU-SD 3.7	Ja

Denne rapporten inneholder i alt 11 sider. Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Alle forhold ved prøvetaking, behandling og transport av prøvene før innlevering til NGU-Lab er underlagt oppdragsgivers ansvar. Analyseresultater framlagt i denne rapporten refererer derfor kun til det prøvematerialet som er mottatt av NGU-Lab.

Trondheim, 19. april 1999

  
Magne Ødegård (e.f.)

\*) Fortegnelse over dokumentasjon finnes i NGU-Labs Kvalitetshåndbok, NGU-SD 0.1, som kan rekvireres fra NGU-Labs sekretariat.

**INSTRUMENT TYPE :**

**Thermo Jarrell Ash ICP 61**

**NEDRE BESTEMMELSESGRENSER VANNANALYSER**

(For vannprøver som tynnes, blir deteksjonsgrensene automatisk omregnet).

Si ppb	Al ppb	Fe ppb	Ti ppb	Mg ppb	Ca ppb	Na ppb	K ppb	Mn ppb	P ppb
20.-	20.-	10.-	5.-	50.-	20.-	50.-	500.-	1.-	100.-
Cu ppb	Zn ppb	Pb ppb	Ni ppb	Co ppb	V ppb	Mo ppb	Cd ppb	Cr ppb	Ba ppb
5.-	2.-	50.-	20.-	10.-	5.-	10.-	5.-	10.-	2.-
Sr ppb	Zr ppb	Ag ppb	B ppb	Be ppb	Li ppb	Sc ppb	Ce ppb	La ppb	Y ppb
1.-	5.-	10.-	20.-	1.-	5.0	1.-	50.-	10.-	1.-

**ANALYSEUSIKKERHET:**

± 20 rel. % for K, Pb, Cd, Li, Ce.

± 10 rel. % for Si, Al, Na, Mo, Cr, Zr, Ag, B og La.

± 5 rel. % for Fe, Ti, Mg, Ca, Mn, P, Cu, Zn, Ni, Co, V, Ba, Sr, Be, Sc, Y.

**PREISJON :** Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

**ANTALL PRØVER:** 5

**ANMERKNINGER:** Ingen

Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Ferdig analysert	12.04.99	Baard Søberg
	Dato	OPERATØR

Prøve navn	Si ppm	Al ppm	Fe ppm	Ti ppm	Mg ppm	Ca ppm	Na ppm	K ppm	Mn ppm	P ppm	Cu ppm	Zn ppm	Pb ppm	Ni ppm	Co ppm
99-01A	5.51	<0.02	<0.01	<0.005	4.80	37.4	6.89	1.11	0.00611	<0.1	<0.005	0.00500	<0.05	<0.02	<0.01
99-01B	5.48	<0.02	<0.01	<0.005	4.78	37.2	6.87	0.755	0.00597	<0.1	<0.005	0.00231	<0.05	<0.02	<0.01
99-02	7.88	<0.02	<0.01	<0.005	7.60	86.1	12.3	1.26	0.0275	<0.1	<0.005	0.00404	<0.05	<0.02	<0.01
99-03	5.29	<0.02	0.0203	<0.005	4.37	50.1	2.41	1.53	2.30	<0.1	<0.005	0.00231	<0.05	<0.02	<0.01
99-05	4.13	<0.02	0.164	<0.005	13.3	125	5.54	1.94	10.8	<0.1	<0.005	0.00296	<0.05	0.0492	0.0182

Prøve navn	V ppm	Mo ppm	Cd ppm	Cr ppm	Ba ppm	Sr ppm	Zr ppm	Ag ppm	B ppm	Be ppm	Li ppm	Sc ppm	Ce ppm	La ppm	Y ppm
99-01A	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.123	0.178	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001
99-01B	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.123	0.178	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001
99-02	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.329	0.316	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001
99-03	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.221	0.187	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001
99-05	<0.005	0.0144	<0.005	<0.01	0.501	0.481	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	0.00514	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001

5



**INSTRUMENT TYPE :** DIONEX IONEKROMATOGRAF 120 DX

**NEDRE BESTEMMELSESGRENSER :**

	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-*</sup>	Br <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
(1 mg/l = 1 ppm)	0.05 mg/l	0.1 mg/l	0.05 mg/l	0.1 mg/l	0.05 mg/l	0.2 mg/l	0.1 mg/l

**ANALYSEUSIKKERHET :** ± 10 rel. % for alle ionene

**PREISISJON :** Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

**ANTALL PRØVER:** 5

**ANMERKNINGER:** Ingen

Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Ferdig analysert	15.04.99	Bente Kjørnes
	Dato	OPERATØR

Prøve Id.	F <sup>-</sup> [mg/l]	Cl <sup>-</sup> [mg/l]	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> [mg/l]	Br <sup>-</sup> [mg/l]	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/l]	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> [mg/l]	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [mg/l]
1999.0074 - 01a	0,05	3,96	< 0,05	< 0,1	10,20	< 0,2	8,05
1999.0074 - 01b	< 0,05	3,96	< 0,05	< 0,1	10,14	< 0,2	8,02
1999.0074 - 02	< 0,05	7,36	< 0,05	< 0,1	19,36	< 0,2	68,52
1999.0074 - 03	< 0,05	4,47	0,26	< 0,1	7,65	< 0,2	22,54
1999.0074 - 05	0,05	5,09	< 0,05	< 0,1	< 0,05	< 0,2	8,79

**UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS-ISO 7888**

**INSTRUMENT TYPE :** Radiometer Titralab 94 / CDM 210 Conductivity meter

**NEDRE BESTEMMELSESGRENSE :** 0.07 mS m<sup>-1</sup>

**ANALYSEUSIKKERHET :**

Måleområde / mS m <sup>-1</sup>	Usikkerhet
0.07 - 0.2	± 3 % rel
> 0.2	± 1 % rel.

**PRESISJON :** Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

**ANTALL PRØVER:** 5.

- ANMERKNINGER:**
- Elektrisk konduktivitet ved 25°C er beregnet ved automatiske temperaturkompensasjon. Temperatur verdier oppgitt i tabellen tilsvarer prøvetemperatur under måling.  
Resultat angis i mS/m (1mS/m=10µS/cm) med tre gjeldende siffer
  - Resultater mindre enn 1 mS/m kan bli påvirket av atmosfærisk karbondioksyd og ammoniakk

**Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.**

Ferdig analysert	14. april 1999	Tomm Berg
	Dato	OPERATØR

Dato	Oppdr. Nr.	Prøvemrk.	Lokalitet	Prøvetatt	Ledn.-evne mS/m	Temp. °C
12.04.99	1-074/99	99-01A	Gardermoen	07.04.99	22.3	23.2
"	2-074/99	99-01B	Gardermoen	07.04.99	23.1	23.1
"	3-074/99	99-02	Gardermoen	07.04.99	48.3	23.0
"	4-074/99	99-03	Gardermoen	07.04.99	28.0	23.0
"	5-074/99	99-05	Gardermoen	07.04.99	64.3	23.0

**pH: UTFØRES ETTER NORSK STANDARD -NS 4720**

**ALKALITET: UTFØRES ETTER NGU-SD 3.7B (følger tidligere NS 4754)**

**INSTRUMENT TYPE : Radiometer Titralab 94 / Glasselektrode pH C 2701-8 «Red Rod»**

ANALYSE	NEDRE BESTEMMELSESGRENSE	ANALYSEUSIKKERHET		
		Måleområde	Usikkerhet	
pH	-	-	± 0.05 pH units	
Alkalitet	0.04 mmol l <sup>-1</sup>	0.04 - 0.2 mmol l <sup>-1</sup>	p-alkalitet ± 0.02 mmol l <sup>-1</sup>	t-alkalitet ± 0.04 mmol l <sup>-1</sup>
		0.2 - 2.0 mmol l <sup>-1</sup>	± 5.0 % rel.	± 4.0 % rel.
		> 2.0 mmol l <sup>-1</sup>	± 4.3 % rel.	± 1.0 % rel.

**PRESISJON :** Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

**ANTALL PRØVER:** 5.

**ANMERKNINGER:** Ingen.

**Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.**

Ferdig analysert	14. april 1999	Tomm Berg
	Dato	OPERATØR

Dato	Oppdr. Nr.	Prøvemrk.	Lokalitet	Prøvetatt	pH	t-alkalitet mmol/l
12.04.99	1-074/99	99-01A	Gardermoen	07.04.99	7.00	2.15
"	2-074/99	99-01B	Gardermoen	07.04.99	7.15	2.14
"	3-074/99	99-02	Gardermoen	07.04.99	7.04	3.65
"	4-074/99	99-03	Gardermoen	07.04.99	7.58	2.43
"	5-074/99	99-05	Gardermoen	07.04.99	7.65	6.29

## **Vedlegg 3**

### **Analyserapport fra Miljø-Kjemi**

#### **Prøvetakingsrunde 2**



# Rapport

## Analyse av vannprøver

99/00297-003 MGU/OMS/AD/hrg

**Rekvirent:** NGU, Norges geologiske undersøkelse  
Ola Magne Sæther  
N-7491 Trondheim

**Dato utgitt:** 10.06.1999

**Utført av:** MILJØ-KJEMI, Norsk Miljø Senter  
Nils Hansens vei 13, N-0667 Oslo

Tom Lohiniva  
cand. scient.

Einar Jordfald  
laboratorieleder





## Generelt

MILJØ-KJEMI Norsk Miljø Senter har foretatt analyse av 4 vannprøver.

Analysene er rekvirert av NGU, Norges geologiske undersøkelse ved Ola Magne Sæther.

## Prøvemateriale og analyseomfang

Laboratoriet mottok den 27.05.1999 4 vannprøver til analyse for acetat, propylenglykol, propionsyre, TOC, acetaldehyd, aceton, isopropanol, etanol og 1-propanol.

Prøvene var merket:

99-07

99-08

99-09

99-10

Prøvene ble frosset ned til -18 °C ved mottak, og holdt nedfrosset fram til analyse.

Analysene er utført i perioden 02.06.1999-07.06.1999.

## Analysemetoder

Delprøver til analyse ble tatt ut etter homogenisering ved rysting.

### MLØ-03

#### Totalt organisk karbon, TOC

##### *Prinsipp:*

TOC bestemmes med Dohrmann autoanalysator ved fullstendig oksidasjon av det organiske stoff i prøven etter fjerning av innhold av uorganisk karbon.

##### *Analyseusikkerhet:*

RSD 5%, men ved verdier mindre enn 10 ganger deteksjonsgrensen opp til 50 %.

Analysen er utført ved Miljølaboratoriet Østjylland AS under akkreditering nr. 345.



**MK-2250**                      **Alkoholer (inkl. propylenglykol) og ketoner i vann**

*Prinsipp:*

Vannprøven analyseres ved direkte injeksjon på gasskromatograf med flammeionisasjonsdetektor (GC/FID).

*Analyseusikkerhet:*

RSD 10%, men ved verdier mindre enn 10 ganger metodens deteksjonsgrense opp til 50%.

**MK-2418 mod.**                      **Acetat som eddiksyre og propionsyre i vann**

*Prinsipp:*

Vannprøven gjøres basisk, dampes inn, surgjøres, metyleres og analyseres på GC/FID med headspace.

*Analyseusikkerhet:*

RSD 10%, ved verdier mindre enn 10 ganger metodens deteksjonsgrense opp til 50%.

**MK-8400 mod.**                      **Aldehyder i vann**

*Prinsipp:*

Prøven tilsettes en sur oppløsning med 2,4-dinitrophenylhydrazin og analyseres v.h.a. HPLC/diode-array UV.

*Analyseusikkerhet:*

RSD 10%, ved verdier mindre enn 10 ganger metodens deteksjonsgrense opp til 50%.



## Resultater

Resultatene er sammenfattet i tabellene nedenfor.

### Analyse av vannprøver

	Enhet					Det. gr.
		99-07	99-08	99-09	99-10	
Acetaldehyd *	mg/l	<	<	0,055	<	0,04
Aceton	mg/l	<	<	0,39	0,30	0,2
Etanol	mg/l	<	<	<	<	0,2
Isopropanol	mg/l	<	<	<	<	0,2
1-propanol	mg/l	<	<	8,0	5,2	0,2
Propionsyre *	mg/l	<	<	17	13	1
Acetat som eddiksyre *	mg/l	<	<	24	16	1
Propylenglykol	mg/l	<	<	6,2	5,5	2
TOC	mg/l	<	<	36	26	2

< : Mindre enn den oppgitte deteksjonsgrense.

\*: Ikke omfattet av akkreditering nr. 168.

## **Vedlegg 4**

### **Analyserapport fra NGU-Lab**

#### **Prøvetakingsrunde 2**

NGU, Mindre oppdrag innen miljøgeologi  
v/Sæther/Dagestad  
Prosjektnr. 272103

**Analysereport 1999.0128**

OPPDRAKSGIVER: NGU, Mindre oppdrag innen miljøgeologi

ADRESSE:

TLF.: 4372 / 4360

KONTAKTPERSON: Sæther/Dagestad

PRØVETYPE: VANN

ANTALL PRØVER: 4

IDENTIFIKASJON AV PRØVER: Iflg. liste fra oppdragsgiver

PRØVER MOTTATT: 07.06.99

ANMERKNINGER: Ingen

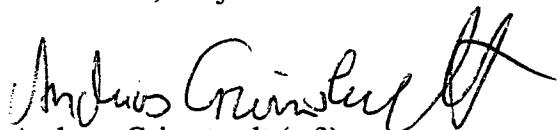
SPESIFIKASJON AV OPPDRAGET I HENHOLD TIL ANALYSEKONTRAKT:

<b>METODE</b>	<b>DOKUMENTASJON *)</b>	<b>OMFATTES AV AKKREDITERING</b>
ICP-AES vann	NGU-SD 3.1	Ja
IC	NGU-SD 3.4	Ja
Bestemmelse av pH	NGU-SD 3.5	Ja
Bestemmelse av ledningsevne	NGU-SD 3.6	Ja
Bestemmelse av alkalitet	NGU-SD 3.7	Ja

Denne rapporten inneholder i alt 11 sider. Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Alle forhold ved prøvetaking, behandling og transport av prøvene før innlevering til NGU-Lab er underlagt oppdragsgivers ansvar. Analyseresultater framlagt i denne rapporten refererer derfor kun til det prøvematerialet som er mottatt av NGU-Lab.

Trondheim, 14. juni 1999

  
Andreas Grimstvedt (e.f.)

\*) Fortegnelse over dokumentasjon finnes i NGU-Labs Kvalitetshåndbok, NGU-SD 0.1, som kan rekvireres fra NGU-Labs sekretariat.

**INSTRUMENT TYPE :** Thermo Jarrell Ash ICP 61

**NEDRE BESTEMMELSESRENSER VANNANALYSER**

(For vannprøver som tynnes, blir deteksjonsgrensene automatisk omregnet).

Si ppb	Al ppb	Fe ppb	Ti ppb	Mg ppb	Ca ppb	Na ppb	K ppb	Mn ppb	P ppb
20.-	20.-	10.-	5.-	50.-	20.-	50.-	500.-	1.-	100.-
Cu ppb	Zn ppb	Pb ppb	Ni ppb	Co ppb	V ppb	Mo ppb	Cd ppb	Cr ppb	Ba ppb
5.-	2.-	50.-	20.-	10.-	5.-	10.-	5.-	10.-	2.-
Sr ppb	Zr ppb	Ag ppb	B ppb	Be ppb	Li ppb	Sc ppb	Ce ppb	La ppb	Y ppb
1.-	5.-	10.-	20.-	1.-	5.0	1.-	50.-	10.-	1.-

**ANALYSEUSIKKERHET:** ± 20 rel. % for K, Pb, Cd, Li, Ce.  
± 10 rel. % for Si, Al, Na, Mo, Cr, Zr, Ag, B og La.  
± 5 rel. % for Fe, Ti, Mg, Ca, Mn, P, Cu, Zn, Ni, Co, V, Ba, Sr, Be, Sc, Y.

**PRESISJON :** Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

**ANTALL PRØVER:** 4

**ANMERKNINGER:** ingen

**Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.**

Ferdig analysert	14.06.99	Baard Søberg
	Dato	OPERATØR

Prøve navn	Si ppm	Al ppm	Fe ppm	Ti ppm	Mg ppm	Ca ppm	Na ppm	K ppm	Mn ppm	P ppm	Cu ppm	Zn ppm	Pb ppm	Ni ppm	Co ppm
99-07	3.78	<0.02	<0.01	<0.005	3.32	38.6	2.74	2.47	<0.001	<0.1	<0.005	<0.002	<0.05	<0.02	<0.01
99-08	3.83	<0.02	<0.01	<0.005	3.43	39.6	2.77	2.58	<0.001	<0.1	<0.005	<0.002	<0.05	<0.02	<0.01
99-09	4.04	<0.02	<0.01	<0.005	4.63	50.1	2.76	1.15	2.57	<0.1	<0.005	<0.002	<0.05	<0.02	<0.01
99-10	3.87	<0.02	<0.01	<0.005	4.11	45.1	2.56	1.12	1.94	<0.1	<0.005	<0.002	<0.05	<0.02	<0.01



Prøve navn	V ppm	Mo ppm	Cd ppm	Cr ppm	Ba ppm	Sr ppm	Zr ppm	Ag ppm	B ppm	Be ppm	Li ppm	Sc ppm	Ce ppm	La ppm	Y ppm
99-07	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.149	0.139	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001
99-08	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.154	0.143	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001
99-09	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.233	0.191	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001
99-10	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	0.197	0.172	<0.005	<0.01	<0.02	<0.001	<0.005	<0.001	<0.05	<0.01	<0.001

**INSTRUMENT TYPE :** DIONEX IONEKROMATOGRAF 120 DX

**NEDRE BESTEMMELSESGRENSER :** F<sup>-</sup> Cl<sup>-</sup> NO<sub>2</sub><sup>-\*</sup> Br<sup>-</sup> NO<sub>3</sub><sup>-</sup> PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>  
(1 mg/l = 1 ppm) 0.05 mg/l 0.1 mg/l 0.05 mg/l 0.1 mg/l 0.05 mg/l 0.2 mg/l 0.1 mg/l

**ANALYSEUSIKKERHET :** ± 10 rel. % for alle ionene

**PREISISJON :** Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrollidiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

**ANTALL PRØVER:** 4

**ANMERKNINGER:** Ingen

Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.

Ferdig analysert	09.06.99	Bente Kjosnes
	Dato	OPERATØR

Prøve Id.	F <sup>-</sup> [mg/l]	Cl <sup>-</sup> [mg/l]	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> [mg/l]	Br <sup>-</sup> [mg/l]	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/l]	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> [mg/l]	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [mg/l]
1999.0128 - 99-07B	< 0,05	2,51	< 0,05	< 0,1	1,43	< 0,2	17,40
1999.0128 - 99-08B	< 0,05	2,70	< 0,05	< 0,1	1,76	< 0,2	17,67
1999.0128 - 99-09B	0,09	2,29	< 0,05	< 0,1	1,18	< 0,2	12,74
1999.0128 - 99-10B	< 0,05	2,09	< 0,05	< 0,1	0,81	< 0,2	13,26

7

**UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS-ISO 7888**

**INSTRUMENT TYPE :** Radiometer Titralab 94 / CDM 210 Conductivity meter

**NEDRE BESTEMMELSESGRENSE :** 0.07 mS m<sup>-1</sup>

**ANALYSEUSIKKERHET :**

Måleområde / mS m <sup>-1</sup>	Usikkerhet
0.07 - 0.2	± 3 % rel
> 0.2	± 1 % rel.

**PREISJON :** Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

**ANTALL PRØVER:** 4.

- ANMERKNINGER:**
- Elektrisk konduktivitet ved 25°C er beregnet ved automatiske temperaturkompensasjon. Temperatur verdier oppgitt i tabellen tilsvarer prøvetemperatur under måling.  
Resultat angis i mS/m (1mS/m=10µS/cm) med tre gjeldende siffer
  - Resultater mindre enn 1 mS/m kan bli påvirket av atmosfærisk karbondioksyd og ammoniakk

**Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.**

Ferdig analysert	8. juni 1999	Tomm Berg / Bente Kjøsnes
	Dato	OPERATØR

Dato	Oppdr. Nr.	Prøvemrk.	Lokalitet	Prøvetatt	Ledn.-evne mS/m	Temp. °C
08.06.99	1-128/99	99-07 B	Gardermoen	26.05.99	20.5	24.6
"	2-128/99	99-08 B	Gardermoen	26.05.99	22.0	24.7
"	3-128/99	99-09 B	Gardermoen	26.05.99	27.0	24.7
"	4-128/99	99-10 B	Gardermoen	26.05.99	24.7	24.7

**pH: UTFØRES ETTER NORSK STANDARD -NS 4720**

**ALKALITET: UTFØRES ETTER NGU-SD 3.7B (følger tidligere NS 4754)**

**INSTRUMENT TYPE : Radiometer Titralab 94 / Glasselektrode pHC 2701-8 «Red Rod»**

ANALYSE	NEDRE BESTEMMELSESGRENSE	ANALYSEUSIKKERHET		
		Måleområde	Usikkerhet	
pH	-	-	± 0.05 pH units	
Alkalitet	0.04 mmol l <sup>-1</sup>	0.04 - 0.2 mmol l <sup>-1</sup>	p-alkalitet ± 0.02 mmol l <sup>-1</sup>	t-alkalitet ± 0.04 mmol l <sup>-1</sup>
		0.2 - 2.0 mmol l <sup>-1</sup>	± 5.0 % rel.	± 4.0 % rel.
		> 2.0 mmol l <sup>-1</sup>	± 4.3 % rel.	± 1.0 % rel.

**PRESISJON :** Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

**ANTALL PRØVER:** 4.

**ANMERKNINGER:** Alkalitet er titrert med 0.1N HCl ned til pH 4.5 og derfor blir de noe for høy ca. 0.07-0.10 mmol/l, for prøvene merket 99-07 B og 99-08 B

**Rapporten må ikke gjengis i utdrag uten skriftlig godkjenning fra NGU-Lab.**

Ferdig analysert	8. juni 1999	Tomm Berg / Bente Kjøsnes
------------------	--------------	---------------------------

Dato

OPERATØR

Dato	Oppdr. Nr.	Prøvemrk.	Lokalitet	Prøvetatt	pH	t-alkalitet mmol/l
08.06.99	1-128/99	99-07 B	Gardermoen	26.05.99	7.94	1.96
"	2-128/99	99-08 B	Gardermoen	26.05.99	7.77	1.97
"	3-128/99	99-09 B	Gardermoen	26.05.99	7.65	2.59
"	4-128/99	99-10 B	Gardermoen	26.05.99	7.55	2.35