

NGU Rapport 96.056

**HYDROGEOLOGISK KONSEKVENSS-
UTREDNING - TJELDBERGODDEN**

Rapport nr.: 96.056		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: HYDROGEOLOGISK KONSEKVENsutREDNING - TJELDBERGODDEN			
Forfatter: Lars A. Kirkhusmo, Gaute Storrø, Torleif Lauritsen (geofysikk)		Oppdragsgiver: Statoil	
Fylke: Møre & Romsdal		Kommune: Aure	
Kartblad (M=1:250.000) Kristiansund		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1421 IV Skardsøy	
Forekomstens navn og koordinater: Tjeldbergodden 4848 70319		Sidetall: 190	Pris: kr 210,-
Feltarbeid utført: 1994 - 1995		Rapportdato: 27.03.96	Prosjektnr.: 2625.00
		Ansvarlig: <i>Lars Kirkhusmo</i>	
<p>Sammendrag:</p> <p>På oppdrag fra Statoil har Norges geologiske undersøkelse gjennomført en hydrogeologisk undersøkelse i forbindelse med etablering av metanolfabrikk på Tjeldbergodden i Aure kommune i Møre & Romsdal. Hensikten med undersøkelsen har vært å dokumentere referansesituasjonen for grunnvann i og nær utbyggingsområdet.</p> <p>Det er boret to borebrønner i fjell (referansebrønner) for registrering av grunnvannets naturlige kvalitet og brønnene er prøvetatt annen hver måned over ett år.</p> <p>Gjennom analyse av innsamlede vannprøver er det fremlagt data som gir en dokumentasjon av den fysiske og kjemiske referansesituasjonen for grunnvann i og nær utbyggingsområdet. Analysene gjenspeiler den variasjonsbredde som kan forventes for grunnvannet innen området. Siden undersøkelsen er basert på to referansebrønner, gir den en et betydelig bedre bilde av mulig variasjon i elementinnhold enn en undersøkelse basert på kun en referansebrønn.</p> <p>Undersøkelsene har vist:</p> <ul style="list-style-type: none"> • berggrunnen i utbyggingsområdets nedbørfelt er en forholdsvis tett bergart og gir lite vann ved dypbrønnsboring i fjell uten hydraulisk trykking. Ved trykking er det åpnet sprekker som er leirfylte. Vannet blir derfor leirholdig. • den naturlige kvaliteten på vannet i referansebrønnene tilfredsstillende generelt ikke gjeldende krav til drikkevann. Turbiditet og fargetall ligger langt over grenseverdiene for drikkevannskvalitet. Innholdet av Al og Fe ligger også betydelig over gjeldende kvalitetsnormer. <p>I og med at berggrunnen i området er såpass tett, den naturlige vannkvaliteten ikke tilfredsstillende gjeldende krav til drikkevann og at det ikke er knyttet grunnvannsinteresser til anleggsområdets nedbørfelt er NGU av den oppfatning at det ikke foreligger behov for ytterligere grunnvannsundersøkelser eller overvåkningsbrønner i forbindelse med utbygging og drift av metanolfabrikk på området. I tillegg er det lite aktuelt å kontrollere eventuelle lekkasjer til grunnvann ved hjelp av overvåkningsbrønner nedstrøms metanolfabrikken, da denne ligger helt i strandkanten, og i utstrømningsområdet for grunnvannet.</p>			
Emneord: Hydrogeologi	Borebrønn	Kjemiske analyser	
Grunnvannskvalitet	Vannkjemi		
Grunnvann		Fagrapport	

INNHold

1. INNLEDNING.....	4
2. OMRÅDEBESKRIVELSE.....	4
3. FELTARBEID OG DATAINNSAMLING.....	8
4. PRØVETAKING.....	10
5. RESULTATER.....	10
6. KONKLUSJON.....	16

FIGURER

- Fig. 1. Tjeldbergodden. Oversiktskart med plassering av borehull 1 og 2. M 1:50 000.
Fig. 2. Tjeldbergodden. Detaljkart som viser plassering av borehull 1. M 1:2 000
Fig. 3. Tjeldbergodden. Detaljkart som viser plassering av borehull 2. M 1:2 000
Fig. 4. GC/MS kromatogram for borehull 2, prøvetakingsrunde 5 (16.08.95) og kromatogram for "Standard Marine Diesel".

TABELLER

- Tabell 1. Middelverdier for nedbør og temperatur for DNMI-stasjon, 6510 Vinjeøra
Tabell 2. Fysisk/kjemiske analyser (uorganiske analyser) fra borehull 1.
Tabell 3. Fysisk/kjemiske analyser (uorganiske analyser) fra borehull 2.
Tabell 4. Organiske analyser fra borehull 1 og borehull 2.

VEDLEGG

- Vedlegg 1 Geofysisk borhullslogging
Vedlegg 2 1 analyserunde 26.10.94
Vedlegg 3 2 analyserunde 25.01.95
Vedlegg 4 3 analyserunde 30.03.95
Vedlegg 5 4 analyserunde 01.06.95
Vedlegg 6 5 analyserunde 16.08.95
Vedlegg 7 6 analyserunde 17.10.95

1. INNLEDNING

I henhold til studieavtale T-220035 mellom Norges geologiske undersøkelse (NGU) og Statoil as, har NGU gjennomført en hydrogeologisk undersøkelse i forbindelse med etablering av metanolfabrikk på Tjeldbergodden. Arbeidsomfanget er som beskrevet i NGU brev 93/01115-022 datert 12 november 1993. Hensikten med undersøkelsen har vært å dokumentere referansesituasjonen for grunnvann i og nær utbyggingsområdet.

2. OMRÅDEBESKRIVELSE

Tjeldbergodden er beliggende i Aure kommune, på grensen mellom Møre & Romsdal og Sør-Trøndelag ved Trondheimsleia.

Området har et typisk vestnorsk/midtnorsk kystklima med relativt høy årsnedbør, Tabell 1. På kartet i Fig. 1, (side 5) er nedbørsfeltet for utbyggingsområdet inntegnet. Terrengtet faller fra området syd i feltet og nordover mot sjøen. Overflateavrenningen er følgelig fra området i syd og nordover mot sjøen. Den naturlige grunnvannsavrenningen vil også i hovedsak følge samme mønster. Berggrunnen er relativt tett slik at mesteparten av nedbøren renner av på overflaten og lite infiltreres til grunnvannet.

Den hydrauliske situasjonen er slik at det er en positiv grunnvannsgradient fra borehullene ut mot sjøen. For borehull 1 er det registrert et overtrykk på mer enn 35 vannsøyle i forhold til sjønivå. For borehull 2 (artesiske) er tilsvarende tall mer enn 65 m.

Metanolfabrikken er plassert helt i strandkanten i utstrømningsområdet for både overflatevann og grunnvann.

Berggrunnen på Tjeldbergodden består av middelskornet kvartsdiorittisk gneis med meget konstant foliasjonsretning N 80° og midlere nordvestlig fall. Bergarten er generelt massiv og lite oppsprukket. Det forekommer imidlertid sprekker parallelt med foliasjonen og lokalt finnes steiltstående tverrsprekker med retning mellom N 150° og N 185°. Det opptrer også sprekker med retning N 40° og med 70 - 80° fall mot sydøst. Løsmassene i området består av torv og myr (organisk materiale), humusdekke/tynt torvdekke over berggrunnen og noe marine avsetninger. Bart fjell opptrer også hyppig. (Follestad, B. A. og Andresen, E. S. 1992)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AR
NEDBØR (mm)	149	128	123	106	71	87	106	110	193	195	159	199	1626
TEMP. (°C)	-2.4	-1.7	0.7	3.7	8.9	12.1	13.3	13.1	9.4	6.0	1.1	-1.0	5.3

Tabell 1: Middelerverdier for nedbør og temperatur for normalperioden 1961-1990, DNMI-stasjon 6510 Vinjeøra (9 mo.h).

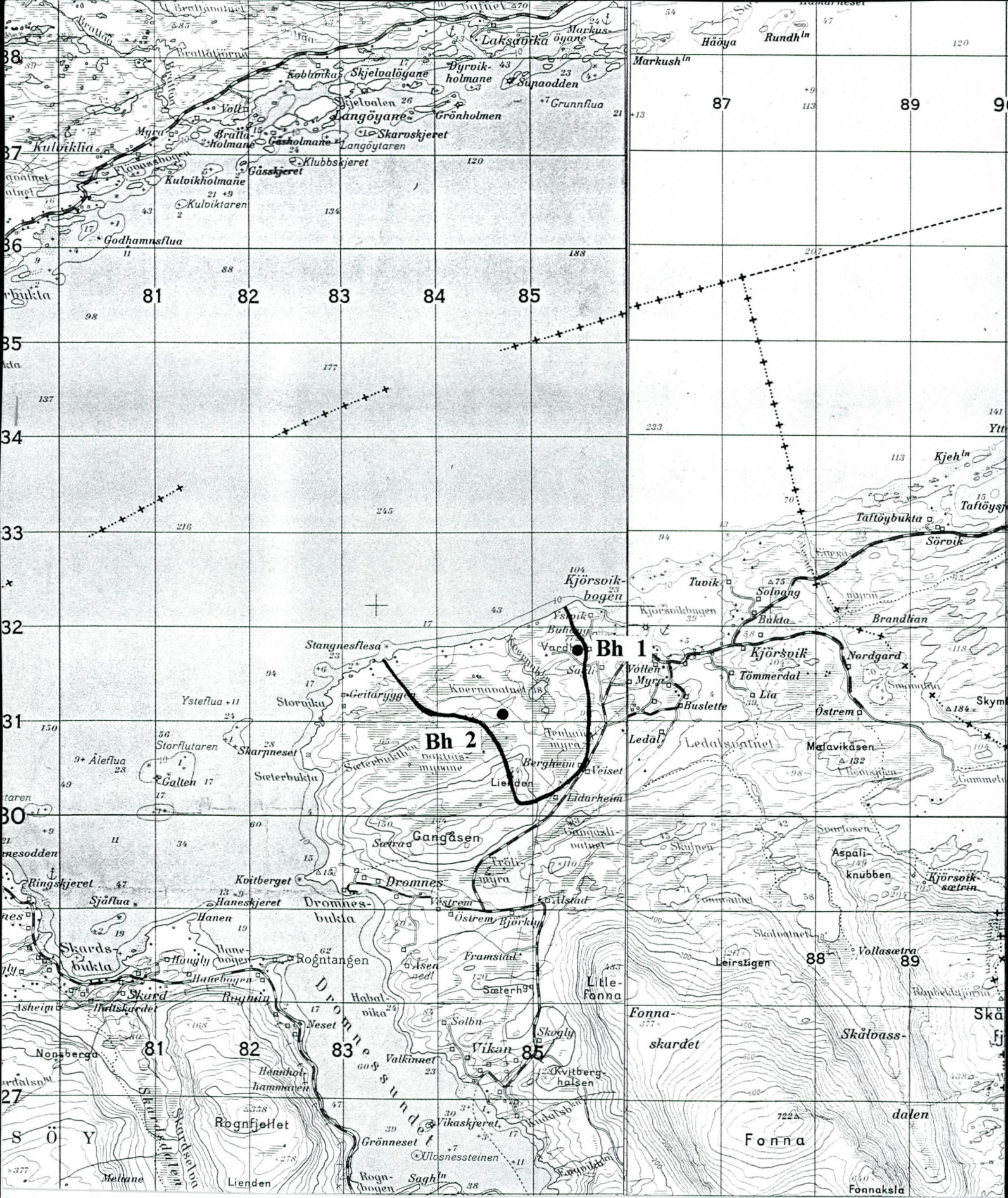


Fig. 1. Tjeldbergodden. Oversiktskart med plassering av borehull 1 (Bh 1) og borehull 2 (Bh 2) Målestokk 1:50 000. Nedslagsfeltet for utbyggingsområdet er inntegnet.

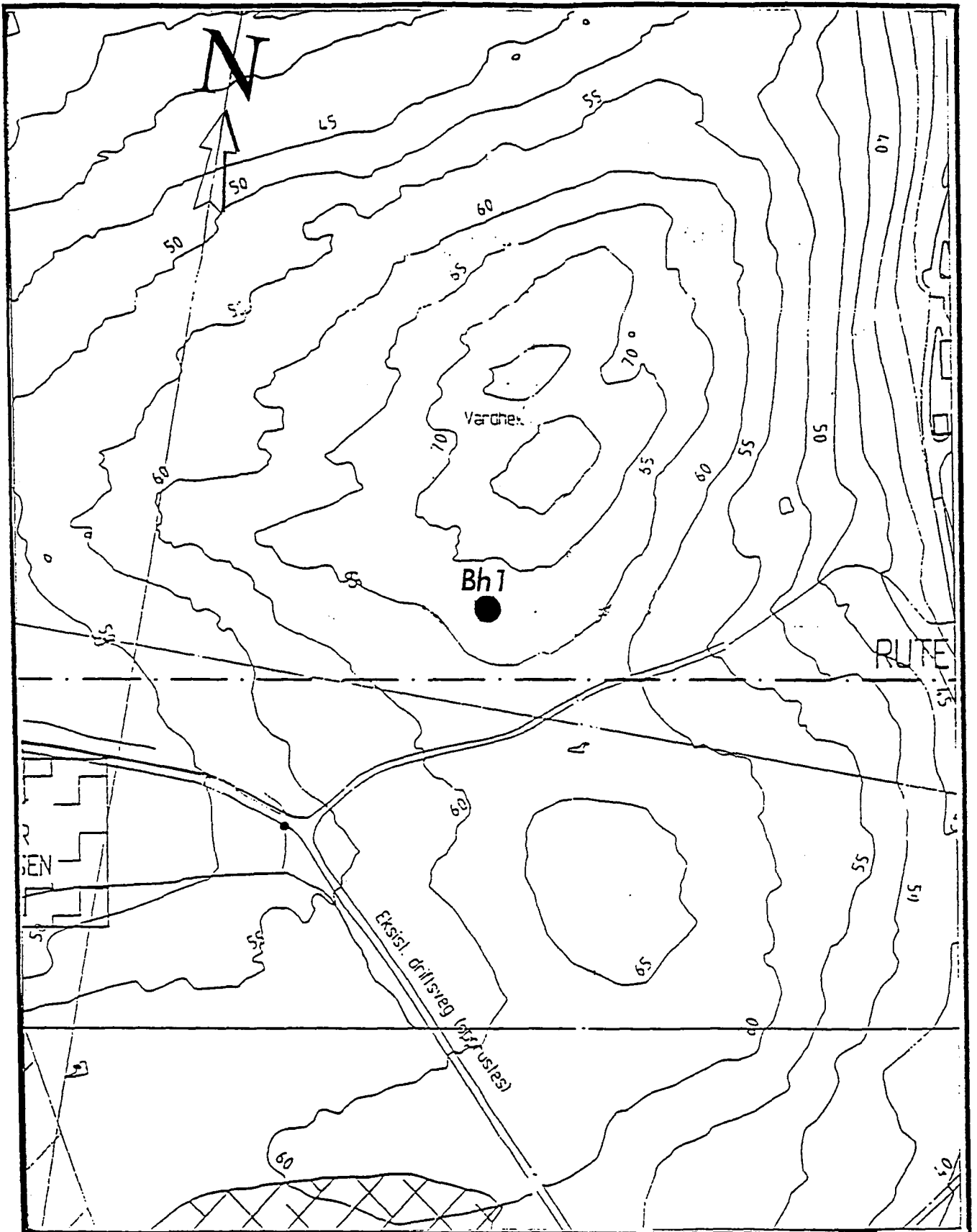


Fig. 2. Tjeldbergodden. Detaljkart som viser plassering av borehull 1 (Bh 1).
Målestokk 1:2 000

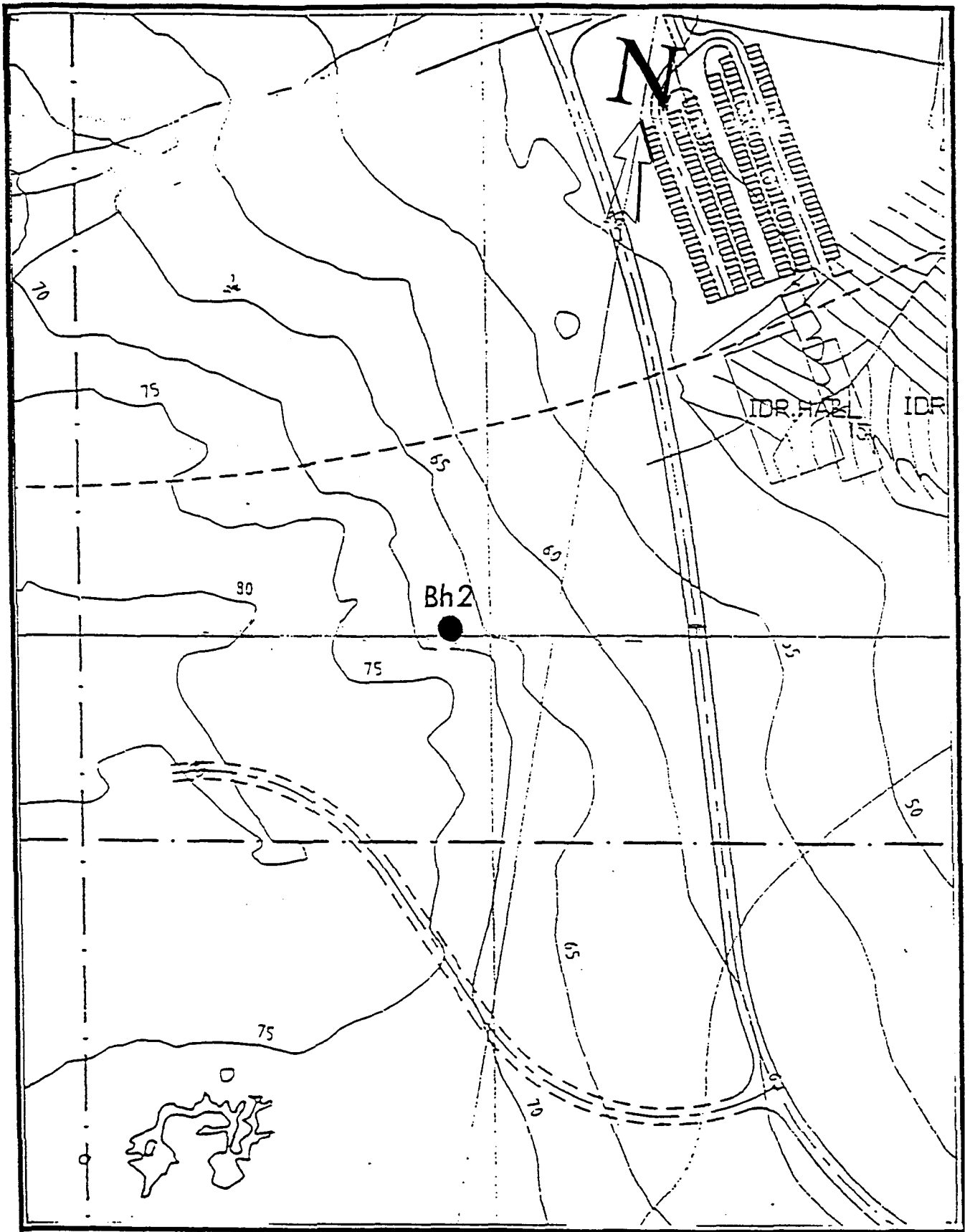


Fig. 3. Tjeldbergodden. Detaljkart som viser plassering av borehull 2 (Bh 2).
Målestokk 1:2 000

3.FELTARBEID OG DATAINNSAMLING

1993 Uke 45.

Hydrogeologisk befaring ved NGU. Formålet var å ta ut lokaliteter med tanke på ansettelse av borebrønner i fjell (referansebrønner) for registrering av grunnvannets naturlige kvalitet. Under befaringen ble det tatt ut to lokaliteter. Kriteriene for utvelgelse av de to borebrønner har vært:

- De ferdige referansebrønnene skal ikke berøres av anleggsaktiviteten
- Lokalitetene skal være tilgjengelig for brønnboringsutstyr.
- Lokalitetene er ansatt i områder med velutviklede tverrsprekker til foliasjonen med tanke på å få mest mulig vann samt for å få en antydning om tverrsprekkes vann-giverevne.
- Referansebrønnene skal ligge innenfor utbygningsområdets nedbørsfelt

1994 Uke 21.

Ny befaring ved NGU, da Statoil ønsket en ny vurdering av den ene lokaliteten p.g.a eiendomsforhold og vanskelig strømfremføring.

Det ble tatt ut en ny brønnlokalitet basert på kriteriene som er beskrevet over.

1994 Uke 24.

Boring av to referansebrønner (Borehull 1 og 2). Begge brønnene er boret loddrett til 71 m. Borehullenes plassering går frem av kartene (Fig. 1, 2 og 3). Boringene ble utført av Brødrene Myhre A/S, i henhold til SFTs veiledning for miljøtekniske undersøkelser (SFT 91.01)

Nedenfor er data for borebrønnene angitt

Borehull 1.

Borehullsdiameter 140 mm

Bart fjell i dagen, 3 m stålforing og bentonittetning mellom fjell og rør.

11 m dyp: tørr sleppe

41 m dyp: tørr sleppe

71 m dyp: stopp.

Tørr boring hele tiden, ubetydelig vannføring

Borehull 2.

Borehullsdiameter. 140 mm

Torv i dagen deretter 2 - 3 m blokkmateriale over fjell.

6 m stålrørforing med bentonitt-tetning mellom fjell og rør.

7,5 m dyp: sleppe

24 m dyp: tørr sleppe

27 m dyp: tørr sleppe

71 m dyp: stopp.

Fukt ved 7,5 m, ellers tørr boring hele veien. Antatt vannføring 30 - 40 l/time

1994 Uke 25.

Da borehullene ga for lite vann til å kunne renpumpes før prøvetakning utførte NGU en geofysisk borehullslogging av brønnene. Hensikten med målingene var å lokalisere eventuelle sprekke-/svakhetssoner, for å bestemme mansjettplassering ved hydraulisk trykking . Anomaliene fra de elektriske motstandsloggene svarer bra til rapporterte slepper under boring. I tillegg har målingene avdekket sprekkesoner som ikke er beskrevet under boringen. Borehull 1 skjærer gjennom en større sprekkesone ved 54 - 57 m dyp, mens borehull 2 krysser mindre oppsprukkede partier ved 27 m, 51 m, og 57 m. De geofysiske borehullsloggene er angitt i vedlegg 1.

1994 Uke 26.

Hydraulisk trykking av borehullene, etterfulgt av kort testpumping for å bestemme pumpestørrelse for renpumping og prøvetaking av referansebrønnene. Korttidspumpingen ble utført med senkepumpe og strømaggregat.

Borehull 1.

Grunnvannstanden før trykking var ca 25 m under terreng. Ut fra geofysisk borehullslogging ble det bestemt å plassere mansjetten på 49 m dyp. Det var her logget uopp-sprukket fjell over sprekkesone ved 54 - 57 m. Trykkingen antas å ha åpnet for sprekker i dette området. Korttidspumping (pumpe plassert på 58 m dyp) ga ca 500 l/t (0,14 l/s). Vannet var sterkt leirholdig.

Borehull 2.

Grunnvannstanden før trykking var 0,5 m under terreng. Basert på borehullsloggen ble mansjetten plassert på 35 m dyp, for å forsøke å åpne registrerte sprekker på 51 m og 57 m dyp. Korttidspumping (pumpe plassert på 53 m dyp) ga ca 1 300 l/t (0,36 l/s). Vannet var også her sterkt leirholdig. Vannet i borehullet rant over (artesiske) før korttidspumpingen.

1994 Uke 36/37.

Montering av permanente pumper og start av renpumpingsprogram.

Starten av renpumpingsprogrammet ble forsinket i forhold til opprinnelig fremdriftsplan p.g.a. forsinkelse i fremføring av strøm til borehullene.

Borehull 1.

Pumpe, type Grundfos SP1A-18 400 V, med oppgitt pumpekapasitet på ca 1 m³/time ved 60 m løftehøyde. Pumpen ble montert 66 m under terreng.

Borehull 2.

Pumpe, type Grundfos SP2A-18 400 V, med oppgitt pumpekapasitet på ca 2 m³/time ved 60 m løftehøyde. Pumpen ble montert 66 m under terreng.

1994 Uke 37 - Uke 39.

Gjennomføring av renpumpingsprogrammet.

Renpumpingen varte fra 14 til 29 september. Pumpene ble koblet til automatisk tidsbryter, slik at pumpen i borehull 1 hadde en innkoblingstid på 1,5 timer i døgnet og pumpen i borehull 2 en innkoblingstid på 1 time i døgnet.

Ved dette arrangementet oppnås maksimale nivåvariasjoner inne i brønnen, slik at brønnveggen ble vasket rene etter boreoperasjonen.

Forut for renpumpingen ble kapasiteten i borehull 1 målt til 175 l/t (0,05 l/s) etter 21 timers pumping og i borehull 2 til 1000 l/t (0,28 l/s) etter 22 timers pumping.

Begge referansebrønnene ble prøvetatt 6 ganger.

Prøvene ble tatt:

1994: uke 43

1995: uke 4, 13, 22, 33, 42

4.PRØVETAKING

All prøvetaking av vann for analyse ble utført av NGU personell (samme person tok alle vannprøver). Hver gang ble samme prosedyre benyttet. Vannstanden i borehull 1 var ved alle prøvetakingene ca 30 m under terreng før start av pumpen. I borehull 2 rant ved alle prøvetakingene vannet over borehullet (artesisisk) før start av pumpen. I begge borehullene gikk pumpene i en time før vannstanden i borehullene var senket til pumpens nivå (66 m under terreng). Utpumpet vannmengde i borehull 1 etter en time var lik vannvolumet som sto i borebrønnen (550 l) pluss tilrenning til borehullet på ca 600 l/t, totalt 1 150 l. I borehull 2 var utpumpet vannmengde etter en time lik vannvolumet som sto i brønnen (1 000 l) pluss tilrenning til borehullet på ca 1 400 l/t, totalt 2 400 l.

Pumpene gikk deretter i 15 min før prøve ble tatt. Utpumpet vann ble ført 75 m vekk fra brønnene, der også prøvene ble tatt. Prøvene ble transportert i termobag og levert laboratoriet/kjølelagret påfølgende dag.

5.RESULTATER

- For å fange opp eventuelle naturlige variasjoner i grunnvannets kvalitet, var det viktig at referansebrønnene ble prøvetatt hver annen måned i ett år. Ved alle prøvetakingrundene ble det tatt en prøve av hver referansebrønn.
- Hver prøve ble analysert på:
 - 28 kationer/metaller
 - 7 anioner
 - Cd, Pb, Hg
 - pH, alkalitet, elektrisk ledningsevne, turbiditet, fargetall
 - TOC og THC

I tillegg ble det ved to anledninger analysert på metanol (femte og sjette analyserunde).

Fysisk/kjemiske analyser (uorganiske analyser).

Disse ble analysert på NGUs kjemiske laboratorium. Analyseresultatene er gitt i vedlegg 2 - 7. Type analyseinstrument/analysemetode samt deteksjonsgrenser er angitt i vedleggene. For oversiktens skyld er det listet opp en del parametere i Tabell 2 (side 11) og Tabell 3 (side 12). I tabellene er analyseresultatene sammenlignet med verdiene i de nye drikkevannsforskriftene av 1 januar 1995.

De uorganiske analysene er i første rekke utført for å fremskaffe en tallmessig dokumentasjon av grunnvannskvaliteten i utbyggingsområdet før utbygging og oppstart av industrianlegget.

VANNANALYSER

Borehull 1

Dato: 26.10.94 25.01.95 30.03.95 01.06.95 16.08.95 17.10.95

Fysisk/kjemisk													Veiledende verdi ¹	Største tillatte konsentrasjon ¹	
Surhetsgrad, felt/lab	pH		9,32		9,32		9,29	8,85	9,25	8,4	9,23	8,8	9,24	7,5-8,5	6,5-8,5 ²
Ledningsevne, felt/lab	mS/m	53,2	52,5		52,2	52,2	51,8	51,5	51,0	51,5	51,2	52,1	51,4	< 40	
Temperatur	°C	6,4				7,9		8,6		8,4		7,6		< 12	25
Alkalitet	mmol/l	4,62		4,43		4,38		4,30		4,31		4,41		0,6-1,0 ²	
Fargetall	mg Pt/l	221,7		255		138		150,2		103,5		74,8		< 1	20
Turbiditet	F.T.U	250		240		120		190		280		140		< 0,4	4
Anioner															
Fluorid	mg F/l	0,356		0,172		0,150		0,109		0,207		0,098			1,5
Klorid	mg Cl/l	22,3		21,4		22,2		25,4		24,6		25,5		< 25	
Nitritt	mg NO ₂ /l	<1,0		<0,250		<0,500		<0,500		<0,500		<0,500			0,16
Nitrat	mg NO ₃ /l	0,217		0,319		0,350		0,348		0,273		0,133			44
Fosfat	mg PO ₄ /l	0,312		<0,2		0,361		0,270		0,363		0,244			
Sulfat	mg SO ₄ /l	14,3		14,3		16,1		13,4		14,2		13,7		< 25	100
Kationer															
Silisium	mg Si/l	14,8		12,3		14,2		12,8		8,7		7,0			
Aluminium	mg Al/l	5,2		4,6		4,7		5,1		2,5		1,8		< 0,05	0,2
Jern	mg Fe/l	4,8		4,1		4,1		4,8		2,2		1,6		< 0,05	0,2
Magnesium	mg Mg/l	3,1		2,7		2,8		3,2		1,8		1,5			20
Kalsium	mg Ca/l	1,1		1,3		1,3		1,2		1,1		0,95		15-25 ²	
Natrium	mg Na/l	119		122		115		115		113		118		< 20	150
Kalium	mg K/l	9,6		8,8		8,6		8,7		7,7		7,3		< 10	12
Mangan	mg Mn/l	0,096		0,076		0,076		0,091		0,044		0,030		< 0,02	0,05
Kobber	mg Cu/l	0,146		0,111		0,120		0,148		0,064		0,051		< 0,1	0,3
Sink	mg Zn/l	0,014		0,012		0,013		0,020		0,006		0,005		< 0,1	0,3
Kvikksølv	µg Hg/l	0,068		0,017		0,013		<0,010		<0,010		<0,010			0,5
Kadmium	µg Cd/l	0,30		0,09		0,05		0,15		0,06		0,20			5
Bly	µg Pb/l	<0,2		<0,2		<0,2		<0,2		0,54		<0,2			20

Tabell 2. Fysisk/kjemiske analyser (uorganiske analyser) fra borehull 1.

¹ Det Kgl. Sosial- og helsedepartement: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m (1995).

² Vannet bør ikke være aggressivt.

VANNANALYSER

Borehull 2

Dato: 26.10.94 25.01.95 30.03.95 01.06.95 16.08.95 17.10.95

Fysisk/kjemisk													Veiledende verdi ¹	Største tillatte konsentrasjon ¹	
Surhetsgrad, felt/lab	pH		8,39		8,23		8,17	7,7	8,12	7,3	8,05	7,6	8,20	7,5-8,5	6,5-8,5 ²
Ledningsevne, felt/lab	mS/m	67,6	63,0		61,2	60,0	60,1	60,0	59,1	60,0	56,7	60,5	61,2	< 40	
Temperatur	°C	6,5				6,4		7,4		7,5		7,1		< 12	25
Alkalitet	mmol/l	4,21		4,08		4,05		3,97		3,82		4,07		0,6-1,0 ²	
Fargetall	mg Pt/l	28,0		29,5		20,3		31,8		30,7		27,2		< 1	
Turbiditet	F.T.U	140		140		98		96		230		58		< 0,4	
Anioner															
Fluorid	mg F/l	0,397		0,195		0,167		0,110		0,195		0,136			1,5
Klorid	mg Cl/l	45,3		46,3		43,2		49,6		47,6		49,9		< 25	
Nitritt	mg NO ₂ /l	<2,0		<0,500		<0,500		<0,500		<0,500		<0,500		0,16	
Nitrat	mg NO ₃ /l	0,084		0,075		0,087		0,091		<0,050		<0,050		44	
Fosfat	mg PO ₄ /l	<0,200		<0,200		<0,200		<0,200		<0,200		<0,200			
Sulfat	mg SO ₄ /l	39,1		33,0		35,9		35,9		33,0		39,4		< 25	
Kationer															
Silisium	mg Si/l	7,0		6,9		5,6		4,4		7,3		5,3			
Aluminium	mg Al/l	1,0		1,5		0,454		0,125		1,3		0,479		< 0,05	
Jern	mg Fe/l	0,976		1,4		0,408		0,113		1,3		0,433		< 0,05	
Magnesium	mg Mg/l	3,8		4,1		3,8		3,6		4,2		3,9		20	
Kalsium	mg Ca/l	6,6		7,7		7,8		8,0		8,1		8,3		15-25 ²	
Natrium	mg Na/l	123		128		120		118		115		120		< 20	
Kalium	mg K/l	7,8		7,9		7,5		7,2		7,3		7,3		< 10	
Mangan	mg Mn/l	0,062		0,077		0,057		0,002		0,087		0,073		< 0,02	
Kobber	mg Cu/l	0,008		0,012		<0,005		<0,005		0,011		<0,005		< 0,1	
Sink	mg Zn/l	0,004		0,003		<0,002		<0,002		0,004		<0,002		< 0,1	
Kvikksølv	µg Hg/l	<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		0,5	
Kadmium	µg Cd/l	0,21		0,11		0,13		0,05		0,13		0,13		5	
Bly	µg Pb/l	<0,2		<0,2		<0,2		<0,2		0,63		<0,2		20	

Tabell 3. Fysisk/kjemiske analyser (uorganiske analyser) fra borehull 2.

¹ Det Kgl. Sosial- og helsedepartement: Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m (1995).

² Vannet bør ikke være aggressivt.

De kjemiske analysene viser at vannet har et høyt ioneinnhold, dette gjenspeiles også i den elektriske ledningsevnen. For borehull 1 viser ledningsevnetallene gjennom hele måleperioden en stabil verdi på 51 - 53 mS/m. Tilsvarende tall for borehull 2 er 56 - 63 mS/m. Omregnet til totalt ioneinnhold (Σ anioner + Σ kationer) gir dette 10 - 11 mekv/l for borehull 1 og 11 - 13 mekv/l for borehull 2. Grunnvannet fremstår utfra dette som ionerikt sett i relasjon til «normalt» norsk grunnvann fra brønner i gneisområder. Som et normtall (medianverdi) kan antas ledningsevne av størrelsesorden 20 - 30 mS/m (totalt ioneinnhold 4-6 mekv/l).

Grunnvannet i begge borehullene domineres av natrium (43 - 45 ekv%) og bikarbonat (41 og 33 ekv% for h.h.v. borehull 1 og 2). I borehull 2 utgjør også klorid en betydelig del av totalen (10 ekv%). Som tidligere omtalt er sprekkene i berggrunnen i stor grad fylt av leirmineraler som bl.a. kan fungere som effektive ionebyttere. En rekke kjemiske reaksjoner kan derfor ligge til grunn for den observerte grunnvannskjemi.

Konsentrasjonene av klorid er for begge brønnene relativt høye. Dette kan skyldes sjøsaltpåvirket nedbør, innestengt fossilt sjøvann, utlutning av leirer eller en kombinasjon av disse. Grunnvannet viser høy alkalitet (3.8-4.6 mmol/l = 232-281 mgHCO₃/l) og høy pH (8.0-9.3) hvilket vanligvis observeres kun i grunnvann hvor karbonat inngår i det mineralske miljø. Dette antyder at karbonat opptrer som mineral/sprekkemineral i gneisen. Oppløsning av karbonat gir tilførsel av kalsium og bikarbonat til grunnvannet, hvor kalsium senere ser ut til å være erstattet av natrium gjennom ionebytteprosesser.

Grunnvannet viser høyt fargetall og høy turbiditet hvilket tilskrives innhold av organiske syrer (humus) samt finkornige leirmineraler i suspensjon. Det sistnevnte gjenspeiles også i et høyt innhold av blant annet aluminium og jern. Vannprøvene er filtrert (0.45 µm Millipore filter) før analyse av kationer (ICP) og anioner (IC). Det antas imidlertid at en fraksjon meget finkornige mineralfragmenter har passert gjennom filteret. I borehull 1 observeres avtagende tall for farge, turbiditet, Al og Fe. dette er trolig et utslag av vasking fra gjentatte pumpecykluser. Forholdet gjør seg ikke gjeldende i borehull 2.

Ved en misforståelse ble vannet for kationanalyse ikke filtrert ved prøvene tatt 01.06.95. Denne verdien er gitt i analyserapport nr. 1995.0121. Vannet ble reanalysert på filtrerte prøver, resultatet angitt i rapport 1995.0163, og det er denne verdien som er oppført i Tabell 2 og 3 for denne dato, etter som dette er standardmetoden.

Organiske analyser.

Vannprøvene ble tatt på mørke glassflasker og med PTFE innlegg i korken. TOC og THC ble analysert på SINTEF/Teknisk kjemi ved NTH i Trondheim. Analyseresultatene er gitt i vedlegg 2 - 7. TOC analysene er bestemt med Astro mod 1850 TOC analysator. Alle kvantitative bestemmelser av totalhydrokarboner (THC) ble utført ved hjelp av standard gasskromatografi (GC\FID). I de siste fem analysene ble det i tillegg utført kvalitative analyser, med GC/MS-screening. Analyseresultatene er sammenfattet i Tabell 4 (side 14). Det vises til kommentar til THC analysene gitt i analyserapportene fra SINTEF. Det bemerkes at det med unntak av femte analyserunde, ikke er påvist innhold av homologe rekker av n-alkaner som er hovedkomponentene i bensin, diesel og olje. Det er ikke påvist innhold av PAH ved noen av analyserundene.

BOREHULL 1			BOREHULL 2		
Dato	THC µg/l	TOC mgC/l	Dato	THC µg/l	TOC mgC/l
26.10.94	76	4,50	26.10.94	73	3,18
25.01.95	39	3,80	25.01.95	28	3,20
30.03.95	63	3,6	30.03.95	44	11,1
01.06.95	51	6,5	01.06.95	50	8,6
16.08.95	29	10,3	16.08.95	33	9,1
17.10.95	21	10,3	17.10.95	19	11,5

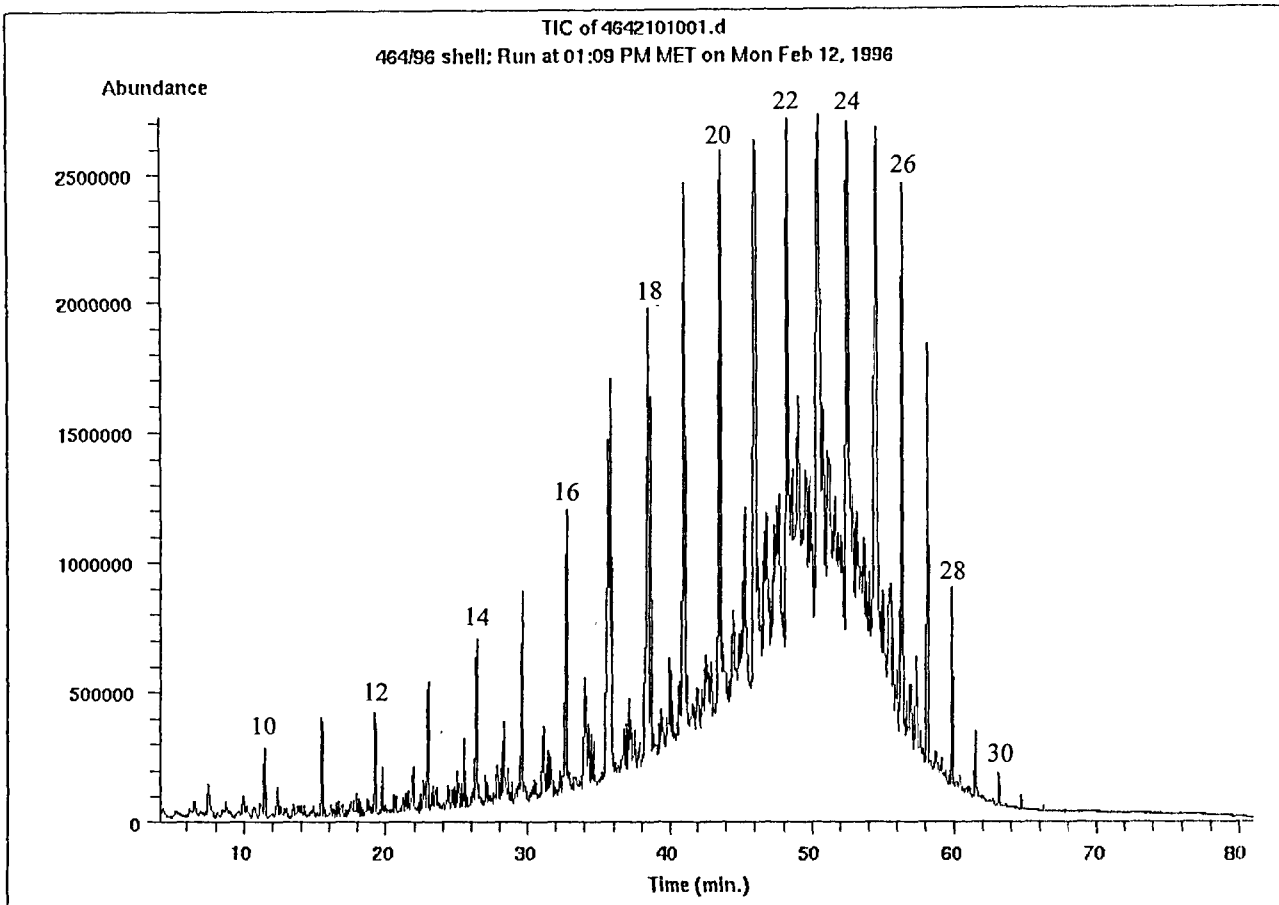
Tabell 4. Organiske analyser fra borehull 1 og borehull 2.

I figur 4 (side 15) er GC/MS-kromatogrammet for vannprøven fra borehull 2 i femte prøvetakingsrunde (16.08.95) sammenstilt med kromatogrammet for en «Standard Marin Diesel». Det går klart fram at de karakteristiske, homologe toppene for n-alkaner i området n-C20 til n-C30 kan påvises i kromatogrammet. Samme påvisning ble gjort for prøven fra borehull 1. I GC/MS-analysene fra de øvrige prøvetakingsrundene påvises ingen homologe rekker av n-alkaner.

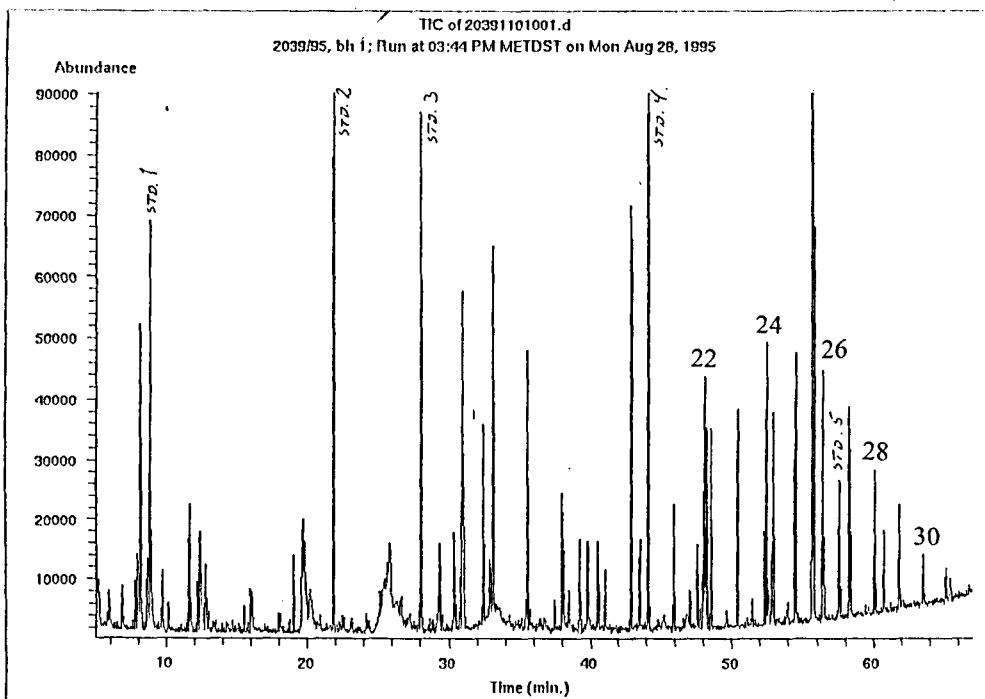
Det er ikke foretatt noen kvantifisering av det omtalte innhold av n-alkaner fra femte prøvetakingsrunde. THC-verdiene (basert på kvantifisering ved GC/FID-analyser) for prøvene fra femte prøvetakingsrunde er imidlertid blant de laveste som er målt gjennom hele prøvetakingsprogrammet (tabell 4). De påviste mengder n-alkaner er meget små, anslagsvis mindre enn 10 µg/l. Til sammenligning defineres vann, ifølge det Nederlandske ABC-systemet, som uforurenset med hensyn til mineralolje dersom innholdet er mindre enn 50 µg/l.

Det anses som meget lite sannsynlig at de n-alkaner som er påvist i begge vannprøver fra femte analyserunde skulle ha sin bakgrunn i en reel forurensning i form av diesel, parafin eller annen olje. At opptreden av n-alkaner skulle skje samtidig i begge borehullene med tilnærmet samme konsentrasjon og at det ikke har skjedd i de andre fem analyserundene kan tyde på at prøvene tatt 16.08.95 er blitt kontaminert i forbindelse med prøvebehandlingen, eller på annen måte skyldes en feil. Noe som understreker dette er også at borehullene, som ligger med en avstand på ca 1 km luftlinje fra hverandre, tilhører to forskjellige hydrauliske systemer (i borehull 1 er det ca 30 m ned til vannstand, mens borehull 2 er artesisk).

TOC-verdiene i tabell 4 ligger stort sett over verdiene som er anbefalt for drikkevann (veiledende verdi 3 mg/l C og tillatt verdi 5 mg/l C). Dette gjenspeiler vannprøvenes innhold av organiske syrer (humusstoffer). Dette fremkommer også i alle kromatogrammene fra GC/MS-analysene, som "oppopping" av topper i tidsrommet 20-40 minutter.



GC/MS - kromatogram for «Standard Marin Diesel». Tall angir karbonnummer for de ulike n-alkan topper.



GC/MS - kromatogram for vannprøve fra borhull 2, prøvetakingsrunde 5 (16.08.95).

Fig. 4. GC/MS kromatogram for borehull 2, prøvetakingsrunde 5 (16.08.95) og kromatogram for "Standard Marine Diesel".

Analyse på metanol.

Ved de to siste analyserundene (16.08.95 og 17.10.95) ble det analysert på eventuell innhold av metanol. Analysene ble utført ved SINTEF/SI-Industriell kjemi i Oslo. Resultatene er angitt i vedlegg 6 - 7. Det ble ikke påvist innhold av metanol i noen av prøvene. Deteksjonsgrensen var 0.1 mg/l.

6.KONKLUSJON

Gjennom analyse av innsamlede vannprøver er det fremlagt data som gir en dokumentasjon av den fysiske og kjemiske referansesituasjonen for grunnvann i og nær utbyggingsområdet. Dataene, som er samlet inn ved 6 prøvetakinger gjennom en periode på ett år viser at de to prøvetakingslokalitetene er noe ulike når det gjelder fysiske og kjemiske forhold. Analysene gjenspeiler den variasjonsbredde som kan forventes for grunnvannet innen området. Siden undersøkelsen er basert på to referansebrønner, gir den en et betydelig bedre bilde av mulig variasjon i elementinnhold enn en undersøkelse basert på kun en referansebrønn.

Undersøkelsene har vist:

- berggrunnen i utbyggingsområdets nedbørfelt er en forholdsvis tett bergart og gir lite vann ved dypbrønnsboring i fjell uten hydraulisk trykking. Ved trykking er det åpnet sprekker som er leirfylte. Vannet blir derfor leirholdig.
- den naturlige kvaliteten på vannet i referansebrønnene tilfredsstillende generelt ikke gjeldende krav til drikkevann. Turbiditet og fargetall ligger langt over grenseverdiene for drikkevannskvalitet. Innholdet av Al og Fe ligger også betydelig over gjeldende kvalitetsnormer.

I og med at berggrunnen i området er såpass tett, den naturlige vannkvaliteten ikke tilfredsstillende gjeldende krav til drikkevann og at det ikke er knyttet grunnvannsinteresser til anleggsområdets nedbørfelt er NGU av den oppfatning at det ikke foreligger behov for ytterligere grunnvannsundersøkelser eller overvåkningsbrønner i forbindelse med utbygging og drift av metanolfabrikk på området. I tillegg er det lite aktuelt å kontrollere eventuelle lekkasjer til grunnvann ved hjelp av overvåkningsbrønner nedstrøms metanolfabrikken, da denne ligger helt i strandkanten, og i utstrømningsområdet for grunnvannet.

LITTERATUR:

Askvik, H. & Rokoengen, K. 1985: Geologisk kart om Norge, berggrunnskart KRISTIANSUND. M 1:250 000. *Norges geologiske undersøkelse*.

Follestad, B. A. og Andersen, E. S. 1992: SKARDSØY kvartærgeologisk kart 1421IV. M 1:50 000 med beskrivelse. *Norges geologiske undersøkelse*.

Forskrift om vannforsyning og drikkevann m. m. *Fastsatt av Sosial-helsedepartementet 1. januar 1995. Nr. 68.*

Veiledning for miljøtekniske grunnundersøkelser. *SFT 91:01.*

Soil Protection Guideline. *Ministry of Housing, Physical Planning and Environment 1993, Netherlands*

Vedlegg 1

Geofysisk borhullslogging

Vedlegg 2

1 analyserunde 26.10.94

- analyserapport 1994.0215 NGU
- analyserapport 1994.0227 NGU
(fargetall, turbiditet)
- analyserapport SINTEF, (TOC og THC)

Vedlegg 3

2 analyserunde 25.01.95

- analyserapport 1995.0019 NGU
- analyserapport SINTEF, (TOC og THC)

Vedlegg 4

3 analyserunde 30.03.95

- analyserapport 1995.0076 NGU
- analyserapport SINTEF, (TOC og THC)

Vedlegg 5

4 analyserunde 01.06.95

- analyserapport 1995.0121 NGU
- analyserapport 1995.0163 NGU
(reanalyse kationer)
- analyserapport SINTEF, (TOC og THC)

Vedlegg 6

5 analyserunde 16.08.95

- analyserapport 1995.0167 NGU
- analyserapport SINTEF, (TOC og THC)
- analyserapport SINTEF, (metanol)

Vedlegg 7

6 analyserunde 17.10.95

- analyserapport 1995.0246 NGU
- analyserapport SINTEF, (TOC og THC)
- analyserapport SINTEF, (metanol)

Vedlegg 1

Geofysisk borehullslogging

INNHOOLD

1	INNLEDNING.....	2
2	MÅLEMETODER OG UTFØRELSE.....	2
3	RESULTATER OG KOMMENTARER.....	3
3.1	BH 1.....	3
3.2	BH 2.....	3
4	KONKLUSJON	4

KARTBILAG

95.118-01	Oversiktskart M	1: 50 000
-02	Detaljkart	M 1 : 2 000
-03	Detaljkart	M 1 : 2 000

FIGURER

- Figur 1: RP-log i referansebrønn 1 (BH 1)
Figur 2: RP-, Fluid res-, SP- og Temperature-log i referansebrønn 2 (BH 2)

1 INNLEDNING

I forbindelse med hydrogeologisk konsekvensutredning for Statoil på Tjeldbergodden, har NGU utført geofysisk borhullslogging av to referansebrønner ved anlegget. Hensikten med målingene var å påvise beliggenhet av sprekker/svakhetssoner i borhullene. Ved boring av tørre eller nesten tørre referansebrønner, ville den geofysiske borhullsloggingen gi viktig informasjon for bestemmelse av hvor evt. hydraulisk trykking av borhullene skulle foretas.

Referansebrønnes beliggenhet er vist i kartbilagene -01, -02 og -03.

Brønn nr. 1 ble, etter boring, rapportert som tørr, mens brønn nr. 2 hadde et lite vanninnslag ved 7.5 meter, som ga 30-40 l/t. P.g.a. at brønn nr. 1 var tørr, ble det nødvendig å fylle denne med vann fra en tankvogn. For at dette påfylte vannet skulle få tid til å stabilisere seg med hensyn til motstand og temperatur, ville en vente 1 døgn med å måle denne brønnen. Dagen etter var brønnen gått tørr igjen, og en fant det derfor ikke formålstjenelig å måle selvpotensial, temperatur og motstand i væske. Brønnen ble fylt på nytt og motstandsloggene SN, LN og LL ble utført.

Borhullsmålingene ble utført 23. og 24. juni 1994.

2 MÅLEMETODE OG UTFØRELSE

Loggingen ble foretatt med ABEMs Terrameter og SAS Log 200. Utstyret måler tre forskjellige RP-logger (SN, LN og LL). Disse måler tilsynelatende motstand i berggrunnen. I tillegg måles motstand i væske (Fluid-resistivity-log), SP (selvpotensial) og temperatur. Av de tre RP-loggene gir LL (Long Lateral) mest informasjon om fjellets resistivitet, fordi den har større inntregning, mens SN (Short Normal) gir flest detaljer om oppsprekking. SN-loggen kan påvirkes av ledningsevnen i borhullsvæsken. SP-målingene gir informasjon om mulige porøse partier i bergarten; såkalt membranpotensiale eller Liquid-junction potential (Telford et al. 1984). En kort beskrivelse av måleutstyret og utregningsformler er gitt i en intern NGU-rapport (Claesson 1988).

Målepunkttettheten var konsekvent 0.5 m. Begge hullene var boret loddrett til 70 m, og borhulldiameteren var 140 mm.

3 RESULTATER OG KOMMENTARER

Uregelmessigheter i starten på RP-loggene skyldes forstyrrelser fra stålforingen på toppen av hvert hull. Dybde-angivelsene refererer til toppen av stålforingen.

3.1 BH 1

Stålforingen går her ned til 3 m.

Motstandsloggene viser et varierende tilsynelatende motstandsnivå. På grunn av at det her er påfylt vann for å kunne måle i brønnen, er nivået trolig feil, og det kan også være variasjoner i motstandsnivå langs hullet. En må derfor begrense tolkingen til å identifisere oppsprekking. Mindre oppsprekninger er påvist ved 29 m, 33 m, 41 m, 43.5 m, 54 m, 56.5 m og 66 m. De to anomaliene ved 54 m og 56.5 m er de kraftigste. Anomalien ved 41 m korresponderer med ei tørr sleppe påvist under boring. Ei tørr sleppe ved 11 m har imidlertid ikke gitt utslag på RP-loggene. Ned til ca. 20 m ligger nivået for SN-log mye lavere enn LN-log, som igjen ligger lavere enn LL-log. Dette er normalt da SN-log påvirkes mest av ledningsevnen i borhullsvæsken. Dette spriket i tilsynelatende motstandsnivå er imidlertid uvanlig stort og skyldes trolig økt ioneinnhold i det påfylte vannet. Mellom 20 m og 52 m viser LL-log et lavere tilsynelatende motstandsnivå enn de to andre loggene. Dette kan indikere oppsprekking til side for hullet.

3.2 BH 2

Foringsrøret av stål går her ned til 6 m.

Motstandsloggene viser et gjennomsnittlig tilsynelatende motstandsnivå på ca. 10 000 ohmm. Dette er forholdsvis høyt og indikerer en lite oppsprukket berggrunn. SN-loggen er da også nokså jevn med lite variasjoner. De mest markerte RP-log-anomaliene sees ved 27 m, 50.5 m og 57 m, hvorav anomalien ved 27 m samsvarer med en ikke vannførende sleppe påvist ved boring. Svakere anomalier er påvist ved 23.5 m, 20.5 m og 14 m. Disse gir ikke utslag på LN-log og LL-log, noe som gir indikasjon om svært begrenset oppsprekking. Under boring er det påvist løsere fjell ved 14-14.5 m, og tørr sleppe ved 24 m. Ellers har en få indikasjoner på at hullet har truffet knusningssoner av betydning.

Fluid-resistivity-log viser et jevnt nivå på litt i underkant av 60 ohmm ($167 \mu\text{S}/\text{cm}$) med flere meget små minima. De mest «markerte» sees ved 26.5 m og 57 m. Anomaliene korresponderer med RP-anomaliene, og skyldes trolig mindre vanninnslag.

På SP-loggen har en de mest markerte anomaliene ved 23.5 m, 38.5 m, 58.5 m og 64 m.

Temperaturmålingene viser at en i dette hullet har tre gradienter. Den første, fra 6 m til 13 m på $0.085 \text{ }^\circ\text{C}/\text{m}$, kan være en overflateeffekt. Et mere interessant gradientskifte sees ved ca. 45 m, hvor en har en overgang fra $0.013 \text{ }^\circ\text{C}/\text{m}$ til $0.02 \text{ }^\circ\text{C}/\text{m}$. Dette kan kanskje skyldes en liten endring i varmeledningsevnen. Ved ca. 26-27 m sees en liten temperaturopp. Denne korresponderer med en anomali på både RP-loggen og fluid resistivity-loggen, og kan skyldes et vanninnslag.

4 KONKLUSJON

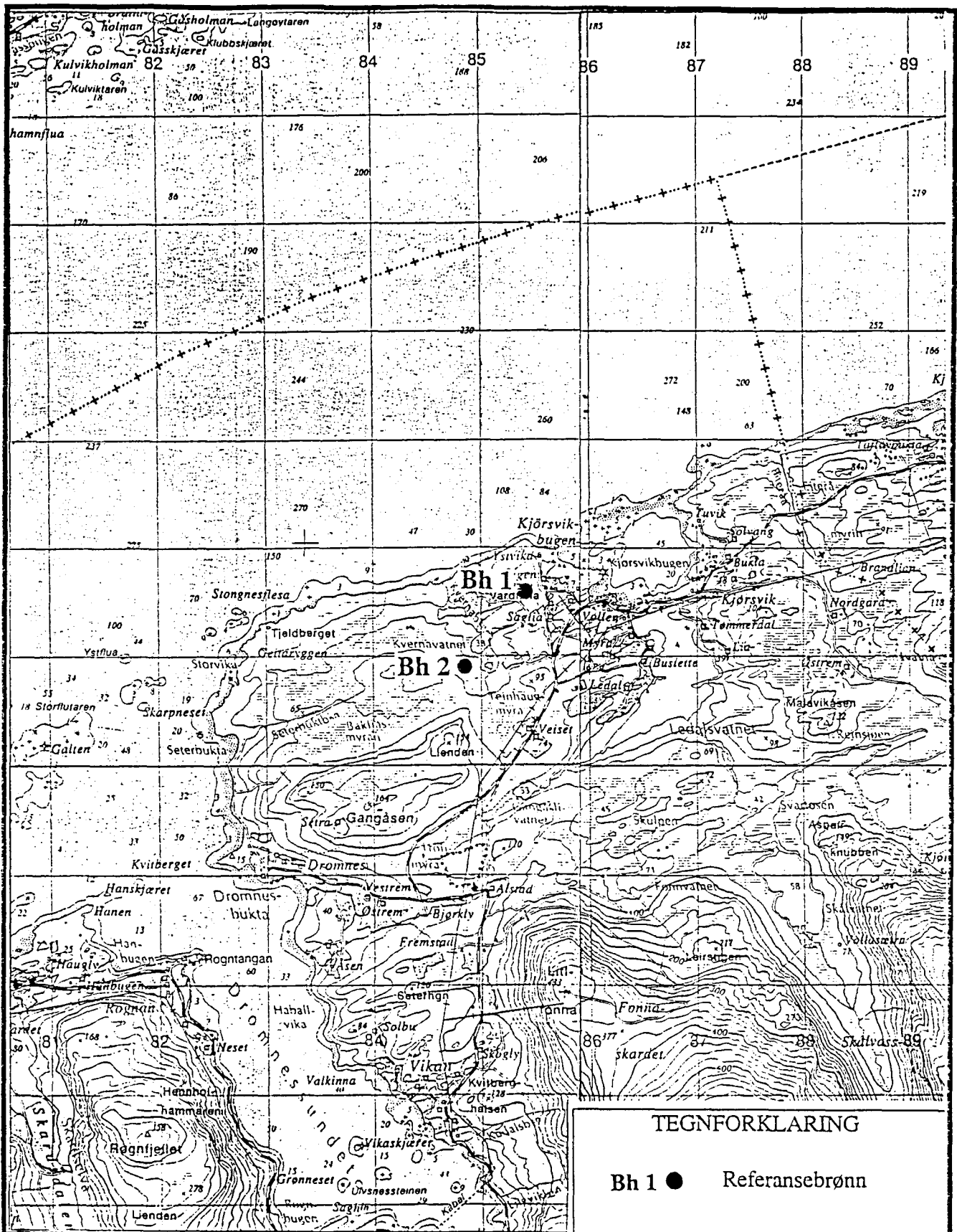
Anomaliene fra de elektriske motstandsloggene svarer bra til rapporterte slepper/løst fjell under boring. I tillegg har målingene avdekket sprekkesoner som ikke er beskrevet i berrapporten. BH 1 skjærer gjennom en større sprekke ved 54-57 m, mens BH 2 krysser mindre oppsprukkede partier ved 27 m, 51 m og 57 m.

I BH 2, ved ca 45-50 m, sees et gradvis skifte i temperaturgradienten fra $0.013 \text{ }^\circ\text{C}/\text{m}$ til $0.02 \text{ }^\circ\text{C}/\text{m}$.

5 REFERANSER

Claesson, J.O. 1988: Programsystem for prosessering av data fra SAS LOG 200. *NGU Intern Rapport 88.030*

Telford, W.M, Geldart, L.P., Sheriff, R.E. og Keys, D.A. 1984: Applied Geophysics, *Cambridge University Press.*



TEGNFORKLARING

Bh 1 ● Referansebrønn

STATOIL A/S
OVERSIKTSKART

TJELDBERGODDEN

AURE, MØRE OG ROMSDAL

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1: 50 000

MÅLT T.L./J.G. JUNI 1994

TEGN T.L. OKT. 1995

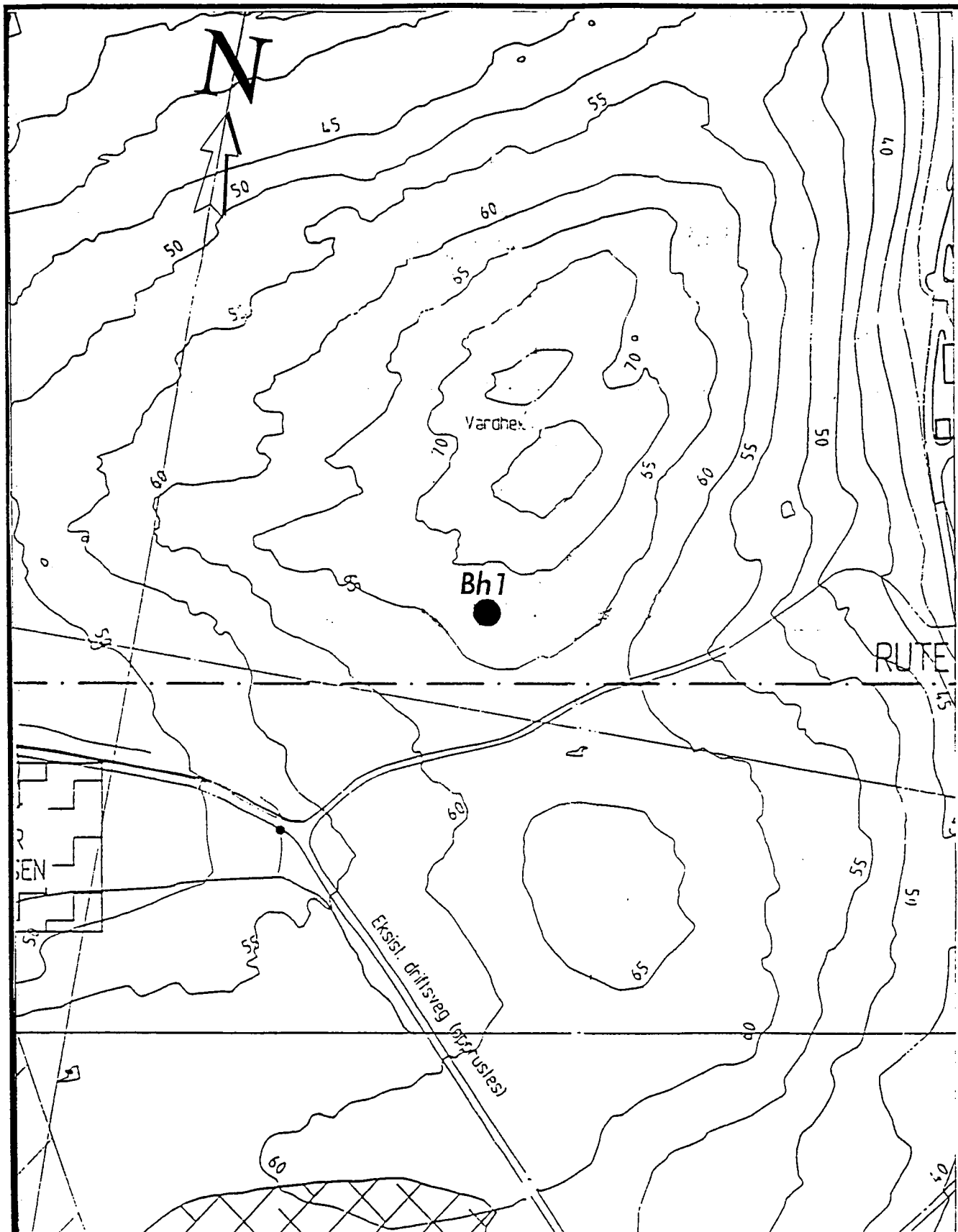
TRAC

KFR

TEGNING NR

KARTBLAD NR

1421 IV



STATOIL A/S
 DETALJKART BH1

TJELDBERGODDEN

AURE, MØRE OG ROMSDAL

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1: 2 000

MÅLT T.L./J.G. JUNI 1994

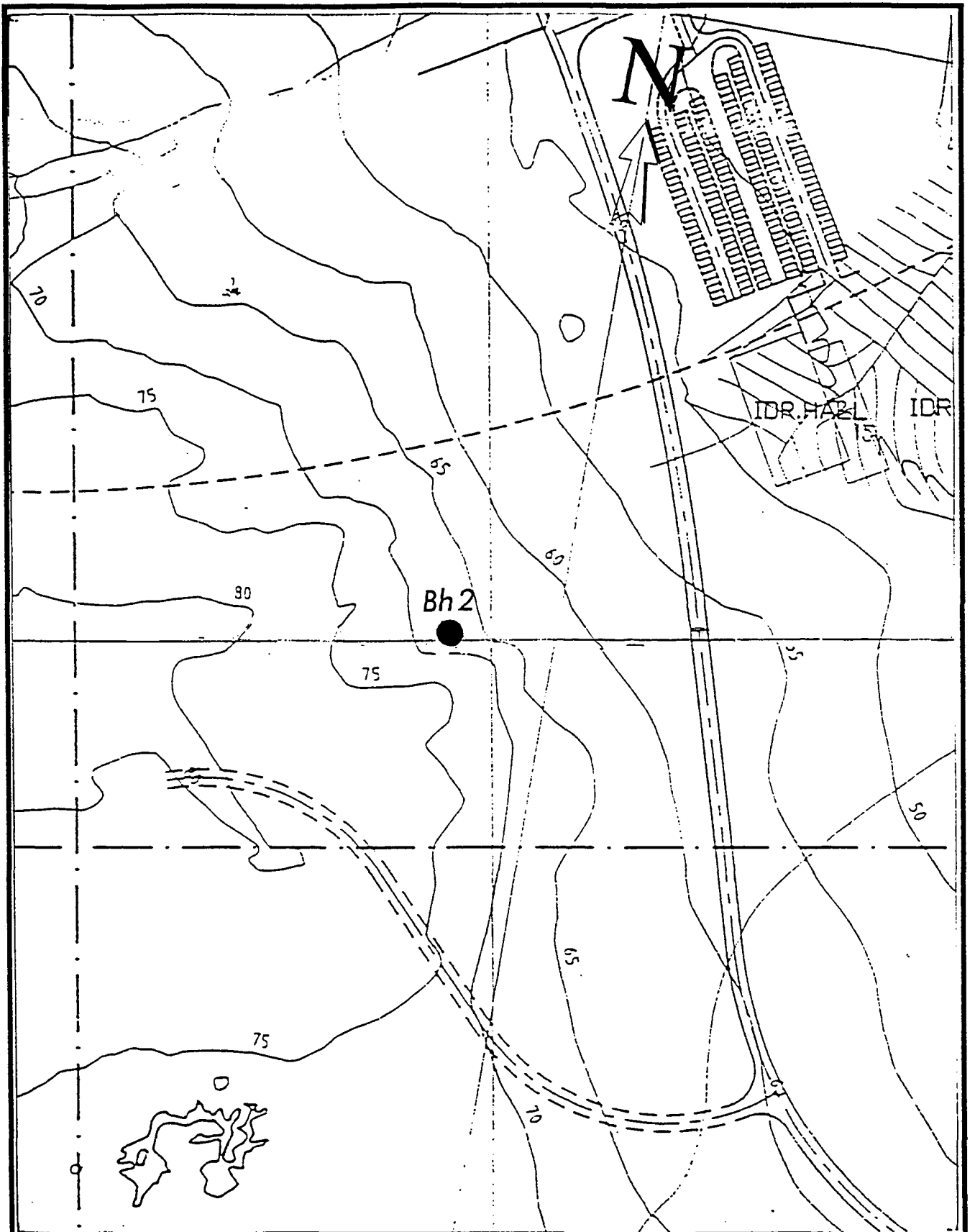
TEGN T.L. OKT. 1995

TRAC

KFR

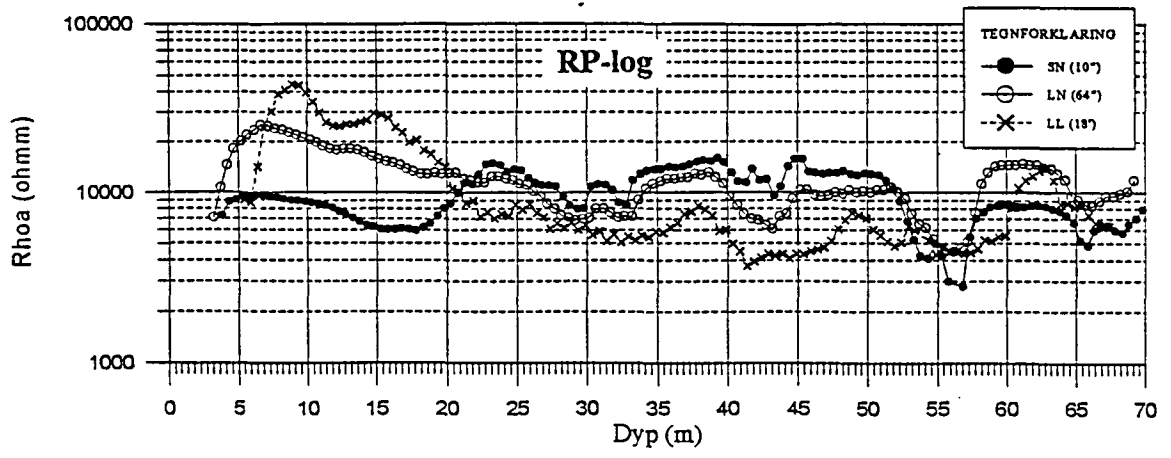
TEGNING NR

KARTBLAD NR
 1421 IV



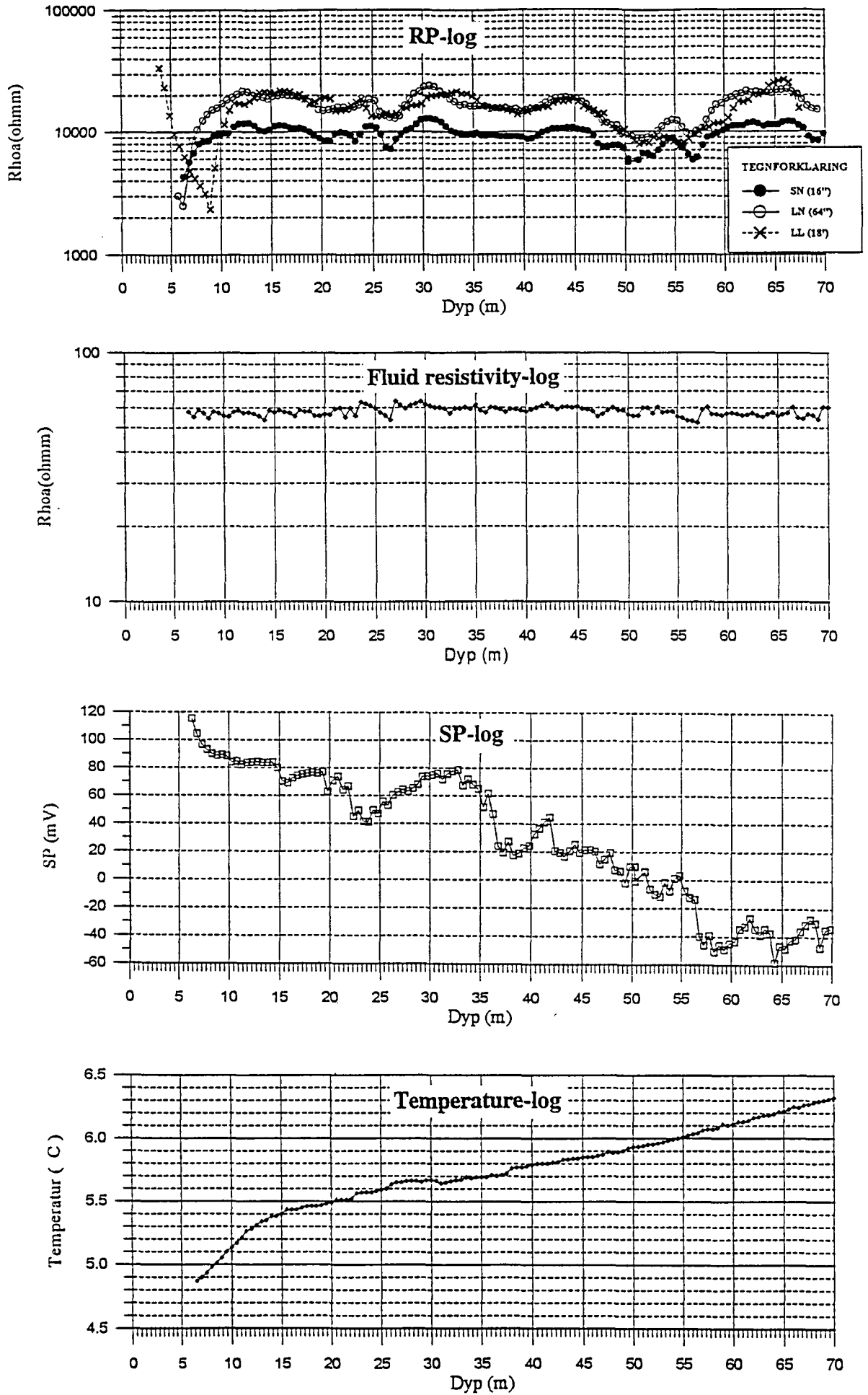
STATOIL A/S DETALJKART BH2 TJELDBERGODDEN AURE, MØRE OG ROMSDAL	MÅLESTOKK	MÅLT T.L./J.G.	JUNI 1994
	1: 2 000	TEGN T.L.	OKT. 1995
		TRAC	
		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR	KARTBLAD NR 1421 IV	

BH 1



Figur 1. RP-log i referansebrønn 1.

BH 2



Figur 2. RP-, Fluid res-, SP- og Temperature-log i Referansebrønn 2.

Vedlegg 2

1 analyserunde 26.10.94

- analyserapport 1994.0215 NGU
- analyserapport 1994.0227 NGU
(fargetall, turbiditet)
- analyserapport SINTEF, (TOC og THC)

NGU, Hydrogeologiske konsekvensundersøkelser
for Statoil på Tjeldbergodden
v/Øystein Jæger og Lars Kirkhusmo
Prosjektnr. 63.2625.00

Analyserapport 1994.0215



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab



Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ANALYSERAPPORT



ANALYSEKONTRAKT NR.: 1994.0215
NGU PROSJEKT NR.: 63.2625.00

OPPDRAGSGIVER: NGU, Hydrogeologiske konsekvensundersøkelser for Statoil på Tjeldbergodden

ADRESSE:

TLF.: 314

KONTAKTPERSON: Øystein Jæger og Lars Kirkhusmo

PRØVETYPE: Vann

ANTALL PRØVER: 2

IDENTIFIKASJON AV PRØVER: Iflg. liste fra oppdragsgiver

PRØVENE MOTTATT DATO: 31.10.94

ANMERKNINGER: Ingen

SPESIFIKASJON AV OPPDRAGET I HENHOLD TIL ANALYSEKONTRAKT:

METODE	DOKUMENTASJON *)	OMFATTES AV AKKREDITERING
ICP-AES	NGU-SD 3.1	Ja
GAAS - Cd og Pb	NGU-SD 3.2	Ja
CVAAS - Hg	NGU-SD 3.3	Ja
IC	NGU-SD 3.4	Ja
pH	NGU-SD 3.5	Ja
Ledningsevne	NGU-SD 3.6	Ja
Alkalitet	NGU-SD 3.7	Ja

Denne rapporten inneholder i alt 16 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, 21. november 1994

Kristian Bjerkli (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 ppm	Zr ppb	Ag ppb	B ppb	Be ppb	Li ppb	Sc ppb	Ce ppb	La ppb	Y ppb
1.-	5.-	10.-	10.-	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.

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	18.11.94	Baard Søberg
	Dato	OPERATØR

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20ICP-AES-ANALYSE
VANN
Analysekontraktsnr: 1994.0215

Tj.b.o.I Tj.b.o.II

Si	14.8ppm	7.0ppm
Al	5.2ppm	1.0ppm
Fe	4.8ppm	976ppb
Ti	325ppb	66.8ppb
Mg	3.1ppm	3.8ppm
Ca	1.1ppm	6.6ppm
Na	119ppm	123ppm
K	9.6ppm	7.8ppm
Mn	96.1ppb	61.7ppb
P	112ppb	< 100ppb
Cu	146ppb	8.2ppb
Zn	14.7ppb	4.0ppb
Pb	<50.0ppb	<50.0ppb
Ni	<20.0ppb	<20.0ppb
Co	<10.0ppb	<10.0ppb
V	77.5ppb	< 5.0ppb
Mo	<10.0ppb	<10.0ppb
Cd	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Cr	13.9ppb	<10.0ppb
Ba	29.6ppb	7.3ppb
Sr	12.7ppb	28.7ppb
Zr	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Ag	<10.0ppb	<10.0ppb
B	142ppb	285ppb
Be	<1.00ppb	<1.00ppb
Li	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Sc	1.0ppb	<1.00ppb
Ce	<50.0ppb	<50.0ppb
La	16.7ppb	<10.0ppb
Y	1.5ppb	<1.00ppb

tr

INSTRUMENT TYPE : Perkin Elmer type 5000 (AA) / 500 (HGA)

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER : Cd : 0.02 µg/l (0.02 ppb) Pb : 0.2 µg/l (0.2ppb)

ANALYSEUSIKKERHET Analyseusikkerheten er gitt i tabellen under

Element	Usikkerhet
Cd	± 10 % rel.
Pb	± 10 % rel.

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

ANMERKNINGER : Prøvene ble filtrert gjennom 0.2 µm membranfilter

Ferdig analysert	03.11.94	Frank Berge
	Dato	OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ATOMABSORPSJONS-ANALYSE (Cd og Pb - Grafittovn teknikk)
VANN
Analysekontraktsnr: 1994.0215



Prøve.mrk.	$\mu\text{g/l}$ Cd	$\mu\text{g/l}$ Pb
Tjeldbergodden 1	0.30	<0.2
Tjeldbergodden 2	0.21	<0.2



NGU
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ATOMABSORPSJONS-ANALYSE (Hg-Kalddampeteknikk AA/MHS-20)
VANN
Analysekontrakt nr: 1994.0215



Metoden er utviklet for bestemmelse av kvikksølv i vann med Perkin Elmer Mercury Hydride System - 20 og en gulfelleenhet koblet til Perkin Elmer AA.

INSTRUMENT TYPE : Perkin Elmer type 460 (AA) / 20 (MHS)

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER : 10 pg/ml (10 ppt)

ANALYSEUSIKKERHET ± 10 % rel.

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

ANMERKNINGER : Prøvene ble filtrert gjennom 0.2 µm membranfilter.

Ferdig analysert	03.11.94	Frank Berge
	Dato	OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ATOMABSORPSJONS-ANALYSE (Hg-Kalddampeteknikk AA/MHS-20)
VANN
Analysekontraktsnr: 1994.0215



Prøve mrk.	$\mu\text{g/l Hg}$
Tjeldbergodden 1	0.068
Tjeldbergodden 2	<0.010

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20IC-ANALYSE
VANN
Analysekontrakt nr: 1994.02157 ANIONER : F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, Br⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻

INSTRUMENT TYPE : DIONEX IONEKROMATOGRAF 2120i

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER

ION	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ^{-*}	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
Nedre bestemmelsesgrense - mg/l	0.05	0.1	0.05	0.1	0.05	0.2	0.1

ANALYSEUSIKKERHET : 10 % rel. for alle ionene

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

ANMERKNINGER : * NGU-LAB er ikke akkreditert for NO₂⁻ *

Ellers ingen

Ferdig analysert	1.11.94	Egil Kvam
------------------	---------	-----------

Dato

OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

IC-ANALYSE
VANN
Analysekontrakt nr: 1994.0215



Prøve nr	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
1	356 µg/l	22.3mg/l	<1.00mg/l	<100 µg/l	217 µg/l	312 µg/l	14.3mg/l
2	397 µg/l	45.3mg/l	<2.00mg/l	176 µg/l	84.5µg/l	<200 µg/l	39.1mg/l



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

BESTEMMELSE AV pH
VANN
Analysekontraktsnr: 1994.0215



UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4720.

INSTRUMENT TYPE : Radiometer PHM 84 Research pH meter

ANALYSEUSIKKERHET : ± 0.05 pH

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	14.11.1994	Tomm Berg
	Dato	OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

BESTEMMELSE AV pH
VANN
Analysekontraktsnr: 1994.0215



	pH
Prøvemrk.	

Bh- I	9.32
Bh-II	8.39



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV LEDNINGSEVNE
VANN**
Analysekontraktsnr: 1994.0215



UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4721.

INSTRUMENT TYPE : Radiometer CDM 83 Conductivity meter

NEDRE BESTEMMELSESGRENSE : 0.004 mS m⁻¹

ANALYSEUSIKKERHET :

Måleområde / mS m ⁻¹	Usikkerhet
0.004 - 0.2	± 0.004 mS m ⁻¹
> 0.2	± 2 % rel.

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

ANMERKNINGER : NS 4721 8 Utregning. Resultatet angis i mS/m. For prøver med konduktivitet mindre enn 10 mS/m skal resultatet oppgis med to gjeldende sifre, og for prøver med konduktivitet større enn eller lik 10 mS/m med tre gjeldende sifre.

Ferdig analysert	14.11.1994	Tomm Berg
------------------	------------	-----------

Dato

OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV LEDNINGSEVNE
VANN**
Analysekontraktsnr: 1994.0215



Prøvemrk.	Ledn.evne mS/m
Bh- I	52.5
Bh-II	63.0



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

BESTEMMELSE AV ALKALITET
VANN
Analysekontrakt nr: 1994.0215



UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4754.

INSTRUMENT TYPE : Radiometer PHM 84 Research pH meter / Glasselektrode pHC 2701

NEDRE BESTEMMELSESGRENSE : 0.03 mmol l⁻¹

ANALYSEUSIKKERHET :

Måleområde / mmol l ⁻¹	Usikkerhet
0.03 - 0.2	± 0.03 mmol l ⁻¹
0.2 - 2.0	± 0.04 mmol l ⁻¹
> 2.0	± 2.5 % rel.

15

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	14.11.1994	Tomm Berg
------------------	------------	-----------

Dato

OPERATØR

Prøvemrk.	Alkalitet mmol/l
Bh- I	4.62
Bh-II	4.21

NGU, Hydrogeologisk konsekvensutredning
for Statoil på Tjeldbergodden
v/Øystein Jæger og Lars Kirkhusmo
Prosjektnr. 63.2625.00

Analysereport 1994.0227



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab



Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ANALYSERAPPORT



NORSK
AKKREDITERING
Nr. P020

ANALYSEKONTRAKT NR.: 1994.0227
NGU PROSJEKT NR.: 63.2625.00

OPPDRAAGSGIVER: NGU, Hydrogeologisk konsekvensutredning for Statoil på Tjeldbergodden

ADRESSE:

TLF.: 314

KONTAKTPERSON: Øystein Jæger og Lars Kirkhusmo

PRØVETYPE: Vann

ANTALL PRØVER: 2

IDENTIFIKASJON AV PRØVER: Iflg. liste fra oppdragsgiver

PRØVENE MOTTATT DATO: 04.11.94

ANMERKNINGER: Ingen

SPESIFIKASJON AV OPPDRAGET I HENHOLD TIL ANALYSEKONTRAKT:

METODE	DOKUMENTASJON *)	OMFATTES AV AKKREDITERING
Bestemmelse av fargetall	NGU-SD 3.8	Ja
Bestemmelse av turbiditet	NGU-SD 3.9	Ja

Denne rapporten inneholder i alt 6 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, 22. november 1994

Kristian Bjerkli (e.f.)

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

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20BESTEMMELSE AV FARGETALL
VANN
Analysekontraktsnr: 1994.0227

UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4787.

INSTRUMENT TYPE : SHIMADZU UV-1201 Spektrofotometer

NEDRE BESTEMMELSESGRENSE : 1.4

ANALYSEUSIKKERHET : ± 7.5 % rel.

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	14.11.94	Bente Kjøsnes
	Dato	OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

BESTEMMELSE AV FARGETALL
VANN
Analysekontraktsnr: 1994.0227



Fargetall

- | | |
|----|-------|
| 1. | 221.7 |
| 2. | 28.0 |

UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4723.

INSTRUMENT TYPE : Hach 2100 A Turbidimeter

NEDRE BESTEMMELSESGRENSE : 0.05 FTU

ANALYSEUSIKKERHET :

Måleområde / FTU	Usikkerhet
0.05 - 1.0	± 0.04 FTU
1.0 - 10	± 0.4 FTU
10 - 100	± 4 FTU
100 - 1000	± 40 FTU

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	14.11.94	Bente Kjøsnes
	Dato	OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV TURBIDITET
VANN**
Analysekontraktsnr: 1994.0227



Turbiditet F.T.U.

-
- | | |
|----|-----|
| 1. | 250 |
| 2. | 140 |



**SINTEF Teknisk kjemi
Gruppe for sensor- og
analyseteknikk**

Postadresse: 7034 Trondheim
Besøksadresse: Sem Sælands vei 12
Telefon: 73 59 28 69
Telefax: 73 59 31 62
Telex: 55 620 sintf n

Foretaksnr.: 948007029

ANALYSERAPPORT

OPPDRAAGSGIVER

Norges geologiske undersøkelse
v/Øystein Jæger
Leiv Eriksons vei 39
7040 TRONDHEIM

OPPDRAAG

Analyse av vann fra Tjelbergodden.

VÅR REF. 213000.01/3424/94/HS	PRØVEMATERIALE Vann	ANTALL/FORM 2	PRØVER MOTTATT 1994-10-27
DERES REF.			
ELEKTRONISK ARKIVKODE c:\rapp94\ngu1.a94	PRØVER UTTATT AV oppdragsgiver	UTFØRT AV H.Semb <i>H.Semb</i>	TELEFON 73592865
ANTALL SIDER 3	DATO 1994-11-08	ANSVARLIG SIGNATUR K.Nagy <i>K. Nagy</i>	

ANALYSEMETODER

TOC er bestemt med ASTRO mod 1850 TOC analysator.

ANMERKNING

FOR RESULTATER, SE PÅFØLGENDE SIDE(R)

Analyseresultater rapportert i dette dokument er frembragt ved analyse av de anførte prøver i den stand de ble mottatt ved SINTEFs analyselaboratorium. Resultatene kan ikke uten videre betraktes som representative for andre deler av det materiale prøvene er tatt fra. SINTEF overtar intet ansvar for den bruk som blir gjort av analyseresultatene.
Denne rapport tillates kopiert bare såfremt HELE dokumentet, inklusive de her anførte anmerkninger, inngår i det kopierte eksemplar.
DELVIS kopiering av denne rapport er ikke tillatt uten skriftlig samtykke fra SINTEF.

RESULTATER

Journalnr/år 3424/94

Prøve merket	TOC mg C/l
Borhull 1 26/10-94	4,50
Borhull 2 26/10-94	3,18

Resultater
THC (Totale hydrokarboner)

J.nr. 3242-3243/94

Vannprøvene ble ekstrahert med diklormetan og oppkonsentrert. Ekstraktet ble analysert på gasskromatograf (GC). Det ble brukt en upolar kolonne og et temperaturprogram fra 40°C.

THC-resultatet er et mål på de totale ekstraherbare og kromatograferbare hydrokarboner.

Journalnummer	Prøvemerk	THC
3242/94	Borhull I 26/10-94	76 µg/l
3243/94	Borhull II 26/10-94	73 µg/l



SINTEF Applied Chemistry

Address: N-7034 Trondheim,
Norway

Location: Sem Sælands vei 2A

Phone: +47 73 59 28 73

Fax: +47 73 59 69 95

Telex: 55 620 sintf n

Enterprise no.: 948007029

TELEFAX

TILTO

NGU
OSLOKONTORET

ATT.

KIRKHUSMO

FAX NR./FAX NO.

22 95 98 01

DATO/DATE

1995- 22/1-95

FRÅ/FROM

HILDE GLOMSTAD

SIDER INKL DENNE/PAGES INCL THIS

2

PROSJEKTNR. - SAK/PROJECT NO. - SUBJECT

BESKJED/MESSAGE

UTVIDET ANALYSERAPPORT FØLGER.

RING HVIS DETTE ER UKLART,

W. J. Jansen

Resultater
THC (Totale hydrokarboner)

J.nr. 3242-3243/94

Vannprøvene ble ekstrahert med diklormetan og oppkonsentrert. Ekstraktet ble analysert på gasskromatograf (GC). Det ble brukt en upolar kolonne og et temperaturprogram fra 40°-300°C. Komponenter i området ca 80° - 500°C er kvantifisert mot intern standard.

THC-resultatet er et mål på de totale ekstraherbare og kromatograferbare hydrokarboner.

Journalnummer	Prøvemerke	THC
3242/94	Borhull I 26/10-94	76 µg/l
3243/94	Borhull II 26/10-94	73 µg/l

Prøvene ser ikke ut til å inneholde homologe rekker av n-alkaner som er hovedkomponentene i bensin, diesel og olje. Prøvene inneholder lite polare forbindelser og det er ingen indikasjon på innhold av PAH.

En THC-verdi på 70-80 µg/l vann kan ikke regnes som noe spesielt høy verdi. Det må da vurderes hvor prøven er tatt (ferskvann, saltvann, rennende, stillestående etc.) og om det kan forventes å være noe organisk materiale tilstede i prøvene eller ikke.

En videre vurdering og karakterisering av prøvene er ikke mulig uten å gjøre en GC/MS-screening. Det vil da bli mulig å bestemme hvilke typer komponenter som er til stede i prøvene og om mulig identifisere disse.

Kostnadene for dette pr prøve vil bli:

Opparbeiding av prøve		1000,-
Instrumentleie:	1.5 timer á 400,-	600,-
Timepris	2 timer á 560,-	1680,-
Totalt		2720,-

Prisene gjelder for samme type vannprøver som vi mottok i 1994.

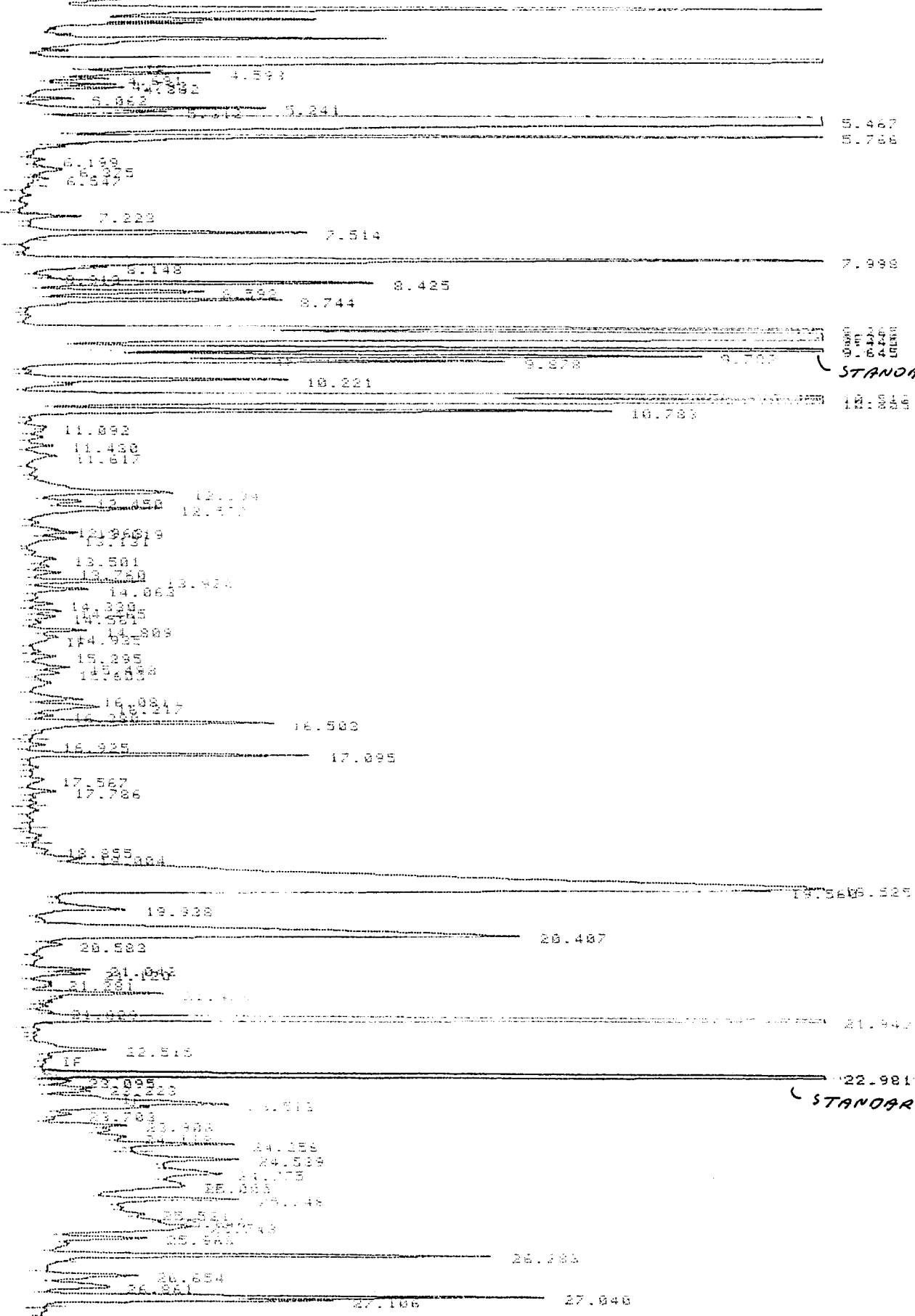
Ta gjerne kontakt med oss hvis det er noen flere spørsmål om disse analysene.

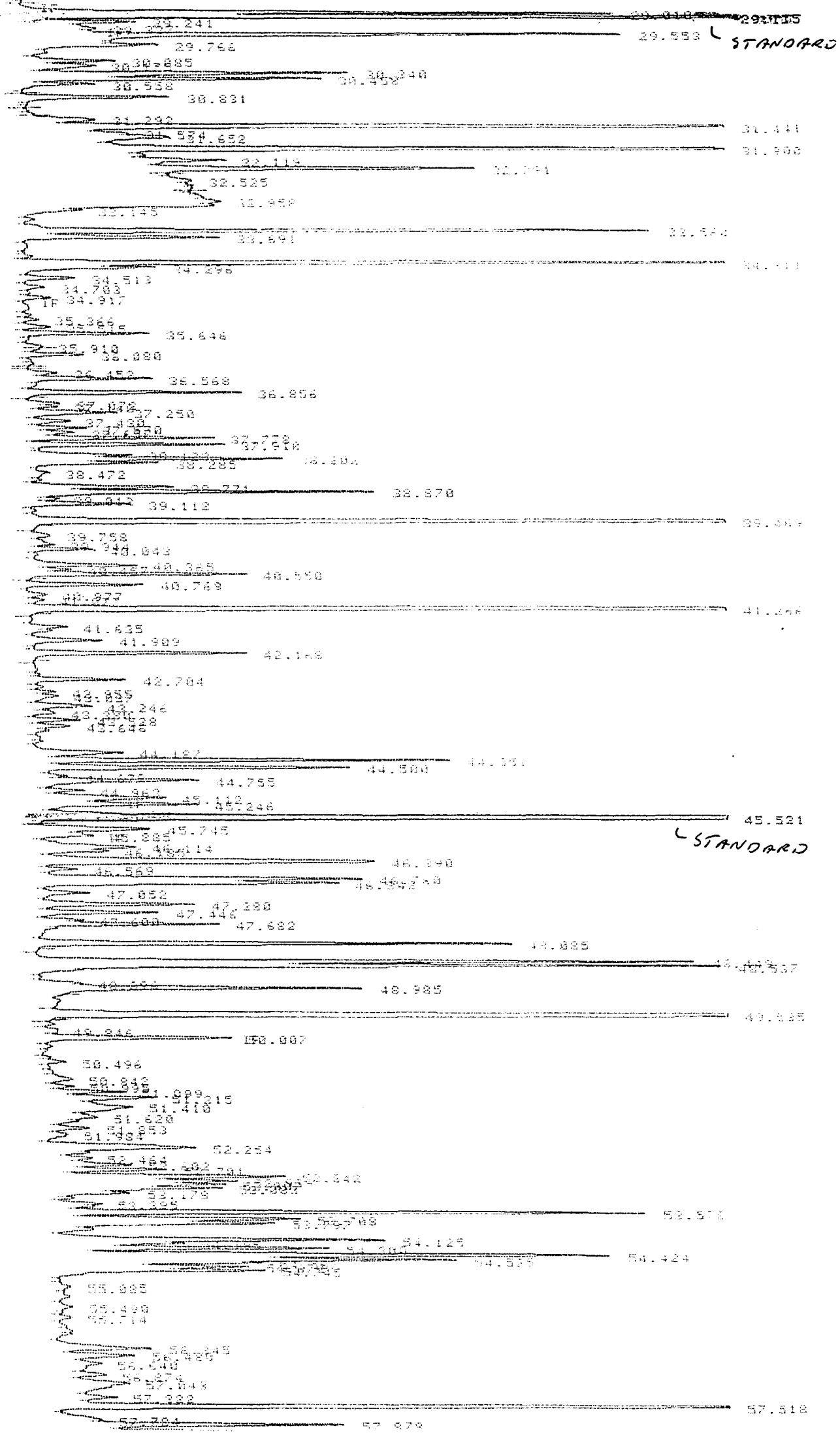
Norges Geologiske Undersøkelse
Tjellbergødden

27/10-94

Journalnummer	Kommentar	0.90	2.100 stl
3242/94	Borkull I 26/10-94		THC

Regn: JBS





29.241

STANDARD

29.766

29.953

30.30885

30.340

30.558

30.831

31.292

31.652

31.441

31.903

32.119

32.091

32.525

32.989

33.148

33.591

33.540

34.295

34.411

34.513

34.703

IF 34.917

35.366

35.648

35.910

36.888

36.459

36.568

36.856

37.876

37.258

37.438

37.618

37.638

38.285

38.380

38.472

38.771

38.870

39.042

39.112

39.387

39.758

40.043

40.365

40.510

40.677

40.769

41.268

41.635

41.909

42.148

42.855

42.784

43.246

43.648

44.187

44.508

44.351

44.675

45.112

45.246

45.521

45.885

46.114

46.340

46.569

46.542

47.052

47.388

47.445

47.682

48.885

48.537

48.985

49.235

49.816

49.807

50.496

50.843

51.099

51.418

51.620

51.933

52.254

52.464

52.842

53.042

53.305

53.642

53.578

53.967

54.129

54.424

55.085

55.400

55.714

56.045

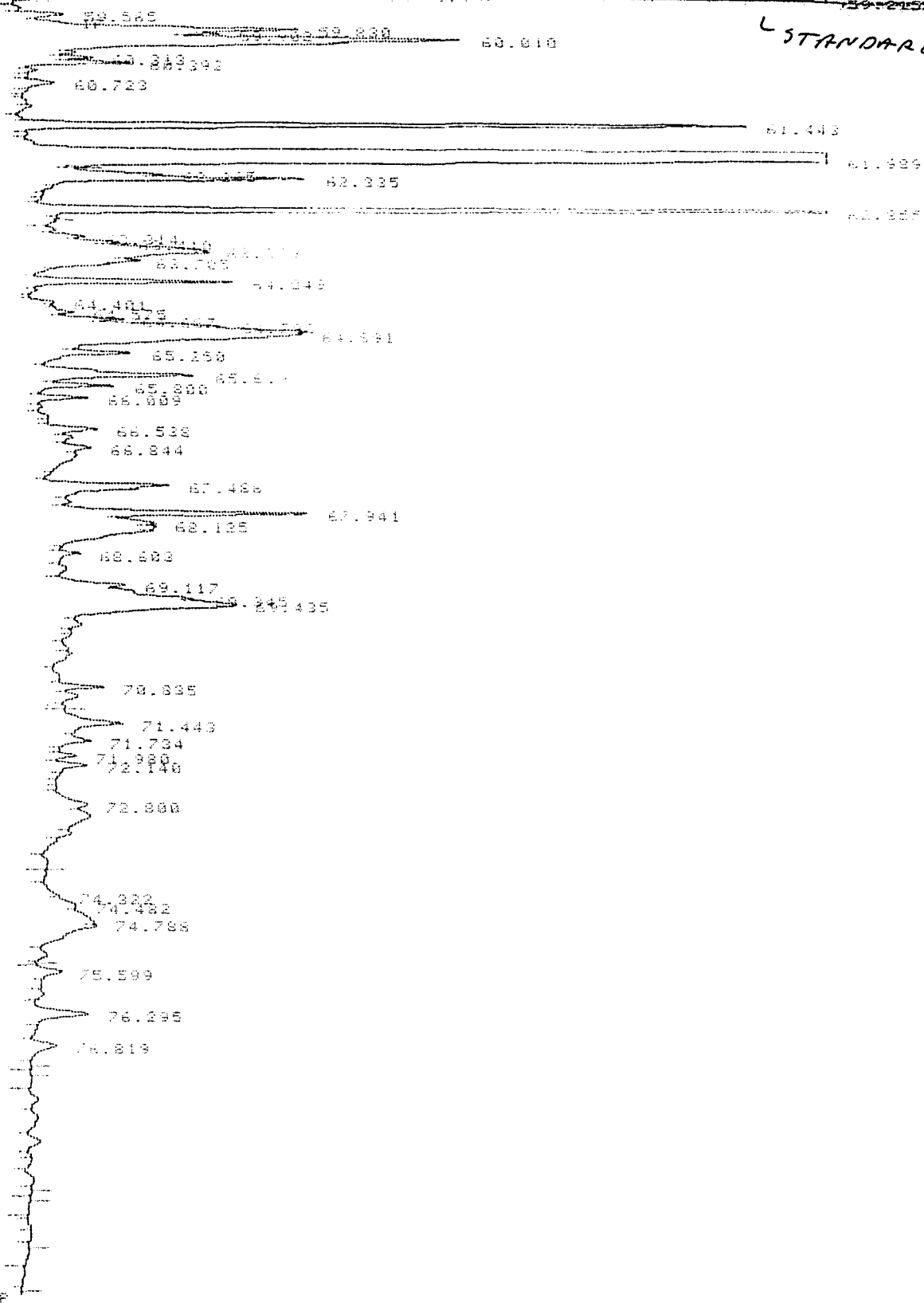
56.375

57.004

57.070

57.518

L STANDARD

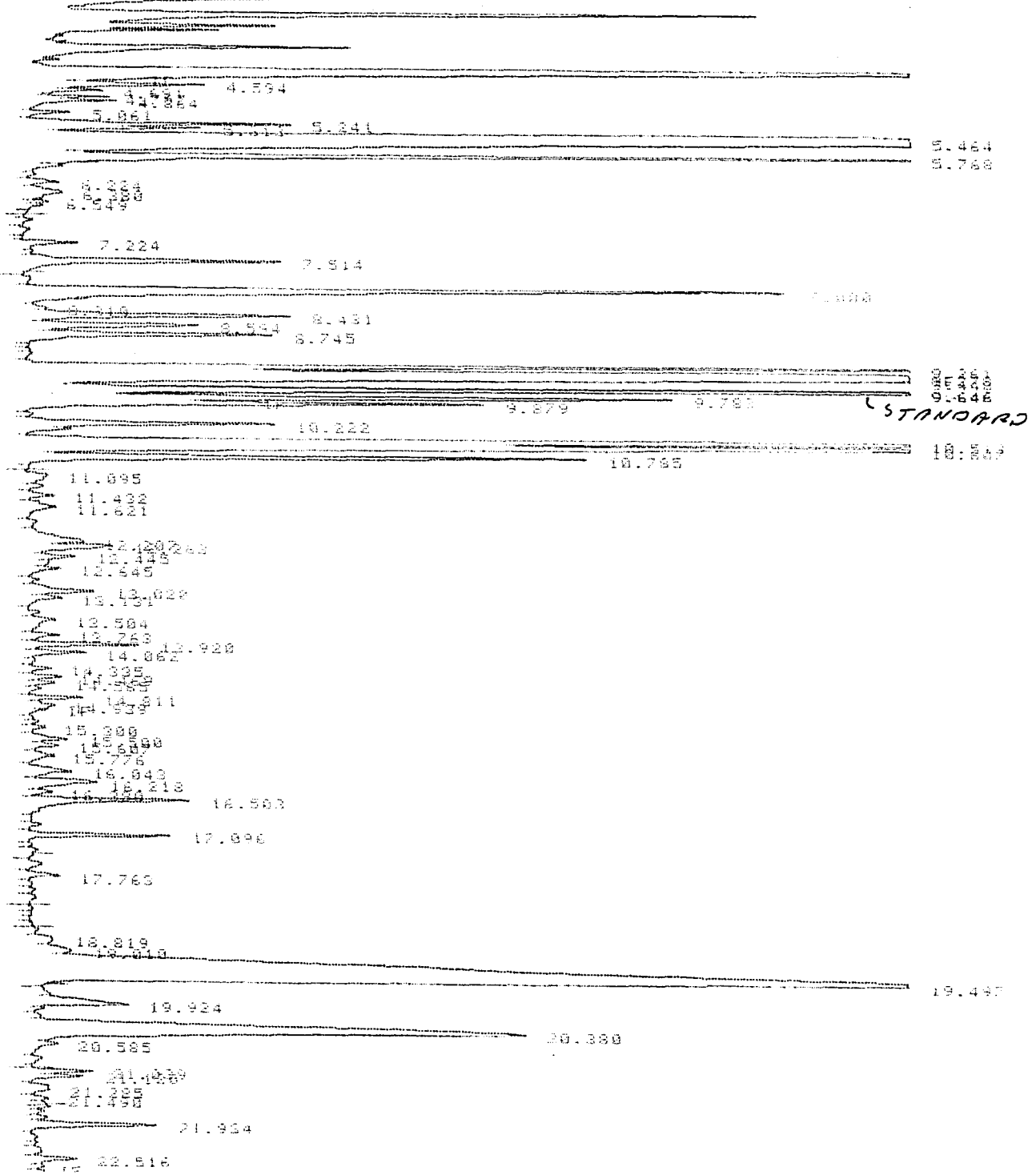


Norges Geologiske Undersøkelse
Tjellbergodden

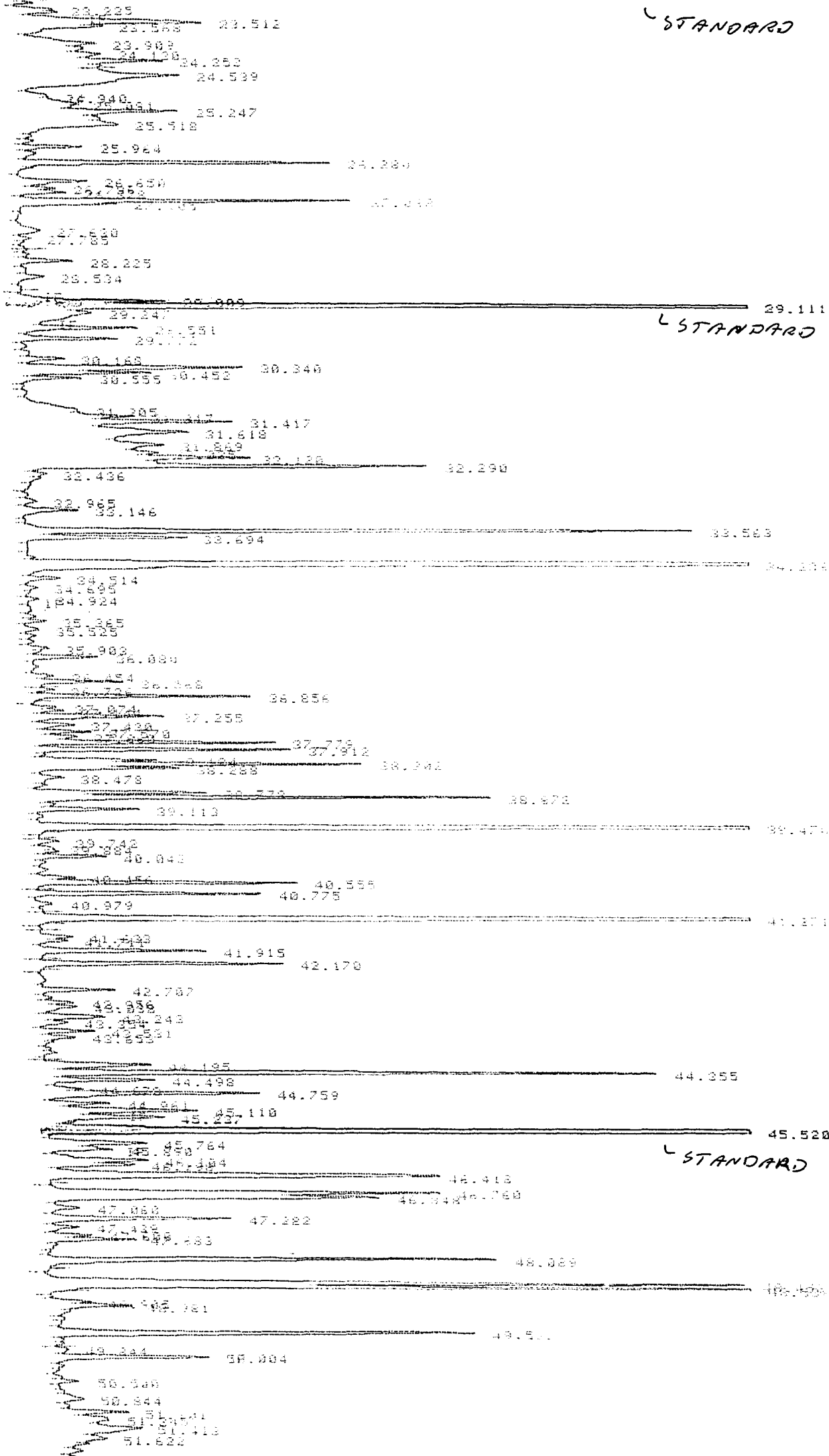
27/10-94

Journalnummer	Kommentar	0.9c	2µg std
3243/94	Boothell II 26/10-94		THC

Regn: JBS



STANDARD



STANDARD

STANDARD

Vedlegg 3

2 analyserunde 25.01.95

- analyserapport 1995.0019 NGU
- analyserapport SINTEF, (TOC og THC)

NGU, Hydrogeologisk konsekvensutredning
for Statoil på Tjeldbergodden
v/Øystein Jæger
Prosjektnr. 63.2625.00

Analyserapport 1995.0019



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab



Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ANALYSERAPPORT



NORSK
AKKREDITERING
Nr. P020

ANALYSEKONTRAKT NR.: 1995.0019
NGU PROSJEKT NR.: 63.2625.00

OPPDRAAGSGIVER: NGU, Hydrogeologisk konsekvensutredning for Statoil på Tjeldbergodden

ADRESSE:

TLF.: 314

KONTAKTPERSON: Øystein Jæger

PRØVETYPE: Vann

ANTALL PRØVER: 2

IDENTIFIKASJON AV PRØVER: Iflg. liste fra oppdragsgiver

PRØVENE MOTTATT DATO: 26.01.95

ANMERKNINGER: Ingen

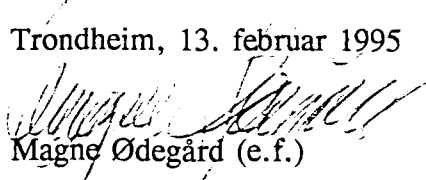
SPESIFIKASJON AV OPPDRAGET I HENHOLD TIL ANALYSEKONTRAKT:

METODE	DOKUMENTASJON *)	OMFATTES AV AKKREDITERING
ICP-AES	NGU-SD 3.1	Ja
GFAAS - Cd og Pb	NGU-SD 3.2	Ja
CVAAS - Hg	NGU-SD 3.3	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
Bestemmelse av fargetall	NGU-SD 3.8	Ja
Bestemmelse av turbiditet	NGU-SD 3.9	Ja

Denne rapporten inneholder i alt 20 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, 13. februar 1995


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 ppm	Zr ppb	Ag ppb	B ppb	Be ppb	Li ppb	Sc ppb	Ce ppb	La ppb	Y ppb
1.-	5.-	10.-	10.-	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.

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	02.02.95	Baard Søberg
	Dato	OPERATØR

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20ICP-AES-ANALYSE
VANN
Analysekontraktssnr: 1995.0019NORSK
AKKREDITERING
Nr. P020

	Bh. I	Bh. II
Si	12.3ppm	6.9ppm
Al	4.6ppm	1.5ppm
Fe	4.1ppm	1.4ppm
Ti	303ppb	98.4ppb
Mg	2.7ppm	4.1ppm
Ca	1.3ppm	7.7ppm
Na	122ppm	128ppm
K	8.8ppm	7.9ppm
Mn	76.9ppb	77.9ppb
P	175ppb	< 100ppb
Cu	111ppb	12.5ppb
Zn	12.0ppb	3.5ppb
Pb	<50.0ppb	<50.0ppb
Ni	<20.0ppb	<20.0ppb
Co	<10.0ppb	<10.0ppb
V	56.1ppb	5.1ppb
Mo	<10.0ppb	<10.0ppb
Cd	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Cr	<10.0ppb	<10.0ppb
Ba	30.8ppb	10.7ppb
Sr	15.9ppb	30.2ppb
Zr	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Ag	<10.0ppb	<10.0ppb
B	158ppb	321ppb
Be	<1.00ppb	<1.00ppb
Li	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Sc	<1.00ppb	<1.00ppb
Ce	<50.0ppb	<50.0ppb
La	<10.0ppb	<10.0ppb
Y	1.7ppb	<1.00ppb

4



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

NGU

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ATOMABSORPSJONS-ANALYSE (Cd og Pb - Grafittovn teknikk)
VANN
Analysekontrakt nr: 1995.0019



INSTRUMENT TYPE : Perkin Elmer type 5000 (AA) / 500 (HGA)

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER : Cd : 0.02 µg/l (0.02 ppb) Pb : 0.2 µg/l (0.2ppb)

ANALYSEUSIKKERHET Analyseusikkerheten er gitt i tabellen under

Element	Usikkerhet
Cd	± 10 % rel.
Pb	± 10 % rel.

07

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

ANMERKNINGER : Filtrert gjennom 0.2µm membranfilter.

Ferdig analysert	08.02.95	Frank Berge
	Dato	OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ATOMABSORPSJONS-ANALYSE (Cd og Pb - Grafittovn teknikk)

VANN

Analysekontrakt nr: 1995.0019



Prøve.mrk.	$\mu\text{g/l}$ Cd	$\mu\text{g/l}$ Pb
Tjeldbergodden Bh.1	0.09	<0.2
Tjeldbergodden Bh.2	0.11	<0.2

9

Metoden er utviklet for bestemmelse av kvikksølv i vann med Perkin Elmer Mercury Hydride System - 20 og en gulfelleenhet koblet til Perkin Elmer AA.

INSTRUMENT TYPE : Perkin Elmer type 460 (AA) / 20 (MHS)

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER : 10 pg/ml (10 ppt)

ANALYSEUSIKKERHET ± 10 % rel.

7
PRESISJON : Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

ANMERKNINGER : Filtret gjennom 0.2µm membranfilter.

Ferdig analysert	08.02.95	Frank Berge
	Dato	OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ATOMABSORPSJONS-ANALYSE (Hg-Kalddampeteknikk AA/MHS-20)
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0019



Prøve mrk.	$\mu\text{g/l Hg}$
Tjeldbergodden Bh.1	0.017
Tjeldbergodden Bh.2	<0.010

∞

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20IC-ANALYSE
VANN
Analysekontrakt nr: 1995.00197 ANIONER : F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, Br⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻

INSTRUMENT TYPE : DIONEX IONEKROMATOGRAF 2120i

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER

ION	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ^{-*}	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
Nedre bestemmelsesgrense - mg/l	0.05	0.1	0.05	0.1	0.05	0.2	0.1

ANALYSEUSIKKERHET : 10 % rel. for alle ionene

6
 PRESISJON : Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.

ANMERKNINGER : * NGU-LAB er ikke akkreditert for NO₂⁻ *

Ellers ingen

Ferdig analysert	01.02.95	Egil Kvam
	Dato	OPERATØR

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20IC-ANALYSE
VANN
Analysekontrakt nr: 1995.0019

Prøve nr	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
1	172 µg/l	21.4mg/l	<250 µg/l	<100 µg/l	319 µg/l	<200 µg/l	14.3mg/l
2	195 µg/l	46.3mg/l	<500 µg/l	120 µg/l	75.1µg/l	<200 µg/l	33.0mg/l

01



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

BESTEMMELSE AV pH
VANN
Analysekontrakt nr: 1995.0019



UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4720.

INSTRUMENT TYPE : Radiometer PHM 84 Research pH meter

ANALYSEUSIKKERHET : ± 0.05 pH

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	01.02.1995	Tomm Berg
------------------	------------	-----------

Dato

OPERATØR

Prøvemrk.	pH
Bh- I	9.32
Bh-II	8.23

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20BESTEMMELSE AV LEDNINGSEVNE
VANN
Analysekontrakt nr: 1995.0019

UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4721.

INSTRUMENT TYPE : Radiometer CDM 83 Conductivity meter

NEDRE BESTEMMELSESGRENSE : 0.004 mS m⁻¹

ANALYSEUSIKKERHET :

Måleområde / mS m ⁻¹	Usikkerhet
0.004 - 0.2	± 0.004 mS m ⁻¹
> 0.2	± 2 % rel.

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

ANMERKNINGER : NS 4721 8 Utregning. Resultatet angis i mS/m. For prøver med konduktivitet mindre enn 10 mS/m skal resultatet oppgis med to gjeldende sifre, og for prøver med konduktivitet større enn eller lik 10 mS/m med tre gjeldende sifre.

Ferdig analysert	01.02.1995	Tomm Berg
------------------	------------	-----------

Dato

OPERATØR

2. februar 1995



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

BESTEMMELSE AV LEDNINGSEVNE
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0019



Prøvemrk.	Ledn.evne mS/m
Bh- I	52.2
Bh-II	61.2

14

UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4754.

INSTRUMENT TYPE : Radiometer PHM 84 Research pH meter / Glasselektrode pH C 2701

NEDRE BESTEMMELSESGRENSE : 0.03 mmol l⁻¹

ANALYSEUSIKKERHET :

Måleområde / mmol l ⁻¹	Usikkerhet
0.03 - 0.2	± 0.03 mmol l ⁻¹
0.2 - 2.0	± 0.04 mmol l ⁻¹
> 2.0	± 2.5 % rel.

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	01.02.1995	Tomm Berg
------------------	------------	-----------

Dato

OPERATØR

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20BESTEMMELSE AV ALKALITET
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0019

Prøvemrk.	Alkalitet mmol/l
Bh- I	4.43
Bh-II	4.08

11
9

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20**BESTEMMELSE AV FARGETALL
VANN**
Analysekontraktsnr: 1995.0019

UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4787.

INSTRUMENT TYPE : SHIMADZU UV-1201 Spektrofotometer

NEDRE BESTEMMELSESGRENSE : 1.4

ANALYSEUSIKKERHET : ± 7.5 % rel.

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

ANMERKNINGER : Ingen

17

Ferdig analysert	01.02.95	Bente Kjøsnes
	Dato	OPERATØR

**BESTEMMELSE AV FARGETALL
VANN**
Analysekontraktsnr: 1995.0019

Fargetall

1.	255
2.	29.5

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20**BESTEMMELSE AV TURBIDITET
VANN**
Analysekontraktsnr: 1995.0019

UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4723.

INSTRUMENT TYPE : Hach 2100 A Turbidimeter

NEDRE BESTEMMELSES GRENSE : 0.05 FTU

ANALYSEUSIKKERHET :

Måleområde / FTU	Usikkerhet
0.05 - 1.0	± 0.04 FTU
1.0 - 10	± 0.4 FTU
10 - 100	± 4 FTU
100 - 1000	± 40 FTU

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	01.02.95	Bente Kjosnes
------------------	----------	---------------

Dato

OPERATØR

Turbiditet F.T.U.

1.	240
2.	140

**SINTEF****SINTEF Teknisk kjemi
Gruppe for sensor- og
analyseteknikk**Postadresse: 7034 Trondheim
Besøksadresse: Sem Sælands vei 12
Telefon: 73 59 28 69
Telefax: 73 59 31 62
Telex: 55 620 sintf n

Foretaksnr.: 948007029

ANALYSERAPPORT

OPPDRAGSGIVER

Norges Geologiske undersøkelse
v/Øystein Jæger
Leiv Eriksons vei 39
7040 TRONDHEIM

OPPDRAG

Analyse av vann fra Tjelbergodden.

VÅR REF.

213000.01/293/95/HS

PRØVEMATERIALE

Vann

ANTALL/FORM

2

PRØVER MOTTATT

1995-01-26

DERES REF.

ELEKTRONISK ARKIVKODE

9501324.ara

PRØVER UTTATT AV

Oppdragsgiver

UTFØRT AV

H.Semb

TELEFON

73592865

ANTALL SIDER

2

DATO

1995-03-01

ANSVARLIG SIGNATUR

Kalman Nagy, fagsjef

Kalman Nagy

ANALYSEMETODER

som tidligere

ANMERKNING

Faktura sendes separat.

FOR RESULTATER, SE PÅFØLGENDE SIDE(R)

Analyseresultater rapportert i dette dokument er frembragt ved analyse av de anførte prøver i den stand de ble mottatt ved SINTEFs analyselaboratorium. Resultatene kan ikke uten videre betraktes som representative for andre deler av det materiale prøvene er tatt fra. SINTEF overtar intet ansvar for den bruk som blir gjort av analyseresultatene. Denne rapport tillates kopiert bare såfremt HELE dokumentet, inklusive de her anførte anmerkninger, inngår i det kopierte eksemplar. DELVIS kopiering av denne rapport er ikke tillatt uten skriftlig samtykke fra SINTEF.

RESULTATER

Journalnr/år 293/95

Prøve merket	TOC mg C/l
Borhull I 25/1-95	3,80
Borhull II 25/1-95	3,20



SINTEF Teknisk kjemi
Gruppe for sensor- og
analyseteknikk

Postadresse: 7034 Trondheim
Besøksadresse: Sem Sælands vei 12
Telefon: 73 59 28 69
Telefax: 73 59 31 62
Telex: 55 620 sintf n

Foretaksnr.: 948007029

ANALYSERAPPORT

OPPDRAAGSGIVER

Norges Geologiske Undersøkelse
Leiv Eriksons vei 39
7040 TRONDHEIM
Attn.: Ø. Jæger/L. Kirkhusmo

OPPDRAAG

Bestemmelse av THC i vannprøver, samt GC/MS analyse

VÅR REF. 21530083/295-6/95/HG	PRØVEMATERIALE vann	ANTALL/FORM 2	PRØVER MOTTATT 1995-01-26
DERES REF. Jæger/Kirkhusmo			
ELEKTRONISK ARKIVKODE 9500888	PRØVER UTTATT AV Oppdragsgiver	UTFØRT AV <i>Hilde Glomstad</i> Hilde Glomstad	TELEFON 7359 28 66
ANTALL SIDER 4	DATO 1995-02-08	ANSVARLIG SIGNATUR Kalman Nagy, fagsjef <i>K Nagy</i>	

ANALYSEMETODER

Prøven er analysert på GC/MS

ANMERKNING

Faktura sendes separat.

FOR RESULTATER, SE PÅFØLGENDE SIDE(R)

Analyseresultater rapportert i dette dokument er frembragt ved analyse av de anførte prøver i den stand de ble mottatt ved SINTEFs analyselaboratorium. Resultatene kan ikke uten videre betraktes som representative for andre deler av det materiale prøvene er tatt fra. SINTEF overtar intet ansvar for den bruk som blir gjort av analyseresultatene. Denne rapport tillates kopiert bare såfremt HELE dokumentet, inklusive de her anførte anmerkninger, inngår i det kopierte eksemplar. DELVIS kopiering av denne rapport er ikke tillatt uten skriftlig samtykke fra SINTEF.

Resultater THC (Totale hydrokarboner)

J.nr. 295-296/95

Vannprøvene ble ekstrahert med diklormetan og oppkonsentrert. Ekstraktet ble analysert på GC/MS. Det ble brukt en upolar kolonne og et temperaturprogram fra 40°- 300°C. Komponenter i området ca 80° - 500°C er kvantifisert mot intern standard.

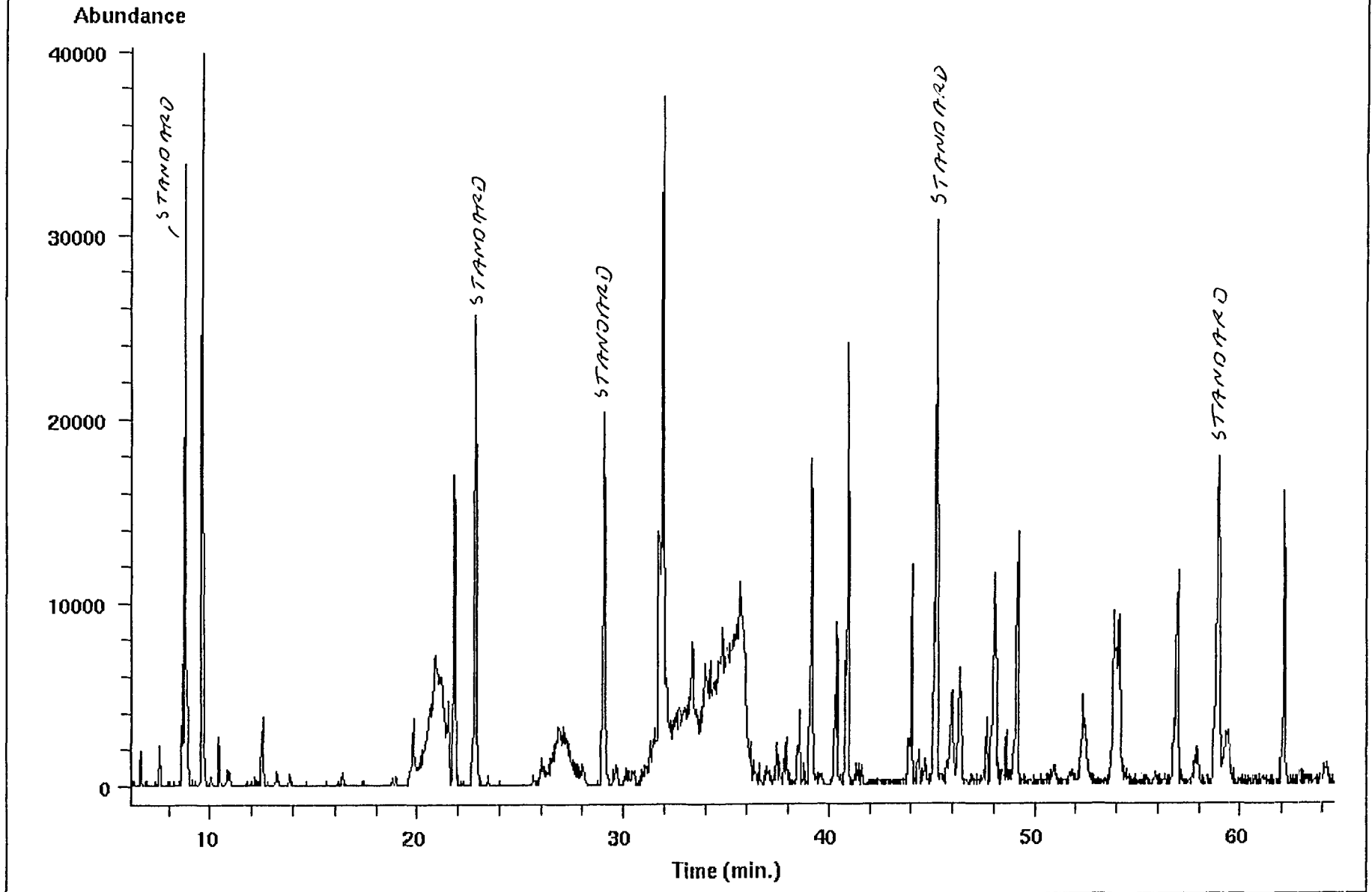
THC-resultatet er et mål på de totale ekstraherbare og kromatograferbare hydrokarboner.

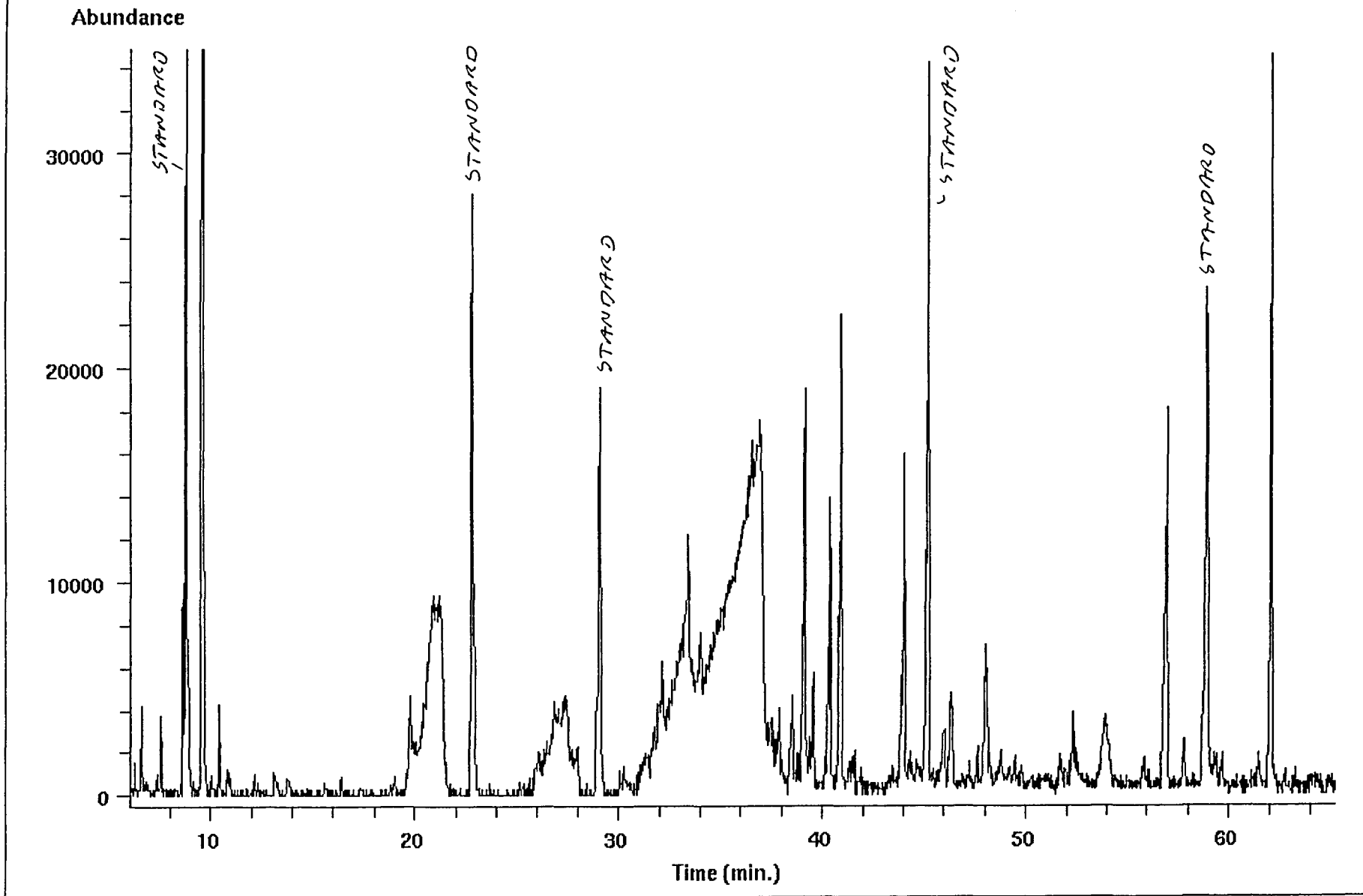
Journalnummer	Prøvemerk	THC
295/94	BH I 25/1-95	39 µg/l
296/94	BH II 25/1-95	28 µg/l

Prøvene inneholder ikke homologe rekker av n-alkaner, som er hovedkomponentene i bensin, diesel og olje, og de ser heller ikke ut til å inneholde PAH.

En entydig identifisering av de organiske komponentene i prøvene med GC/MS viste seg å være vanskelig da hver enkelt komponent foreligger i svært små konsentrasjoner (mindre enn ca. 1-2 µg/l vann). Det kommer imidlertid klart fram av GC/MS-analysene at hovedmengden av komponentene i prøvene er oksygen forbindelser, nemlig langkjedede alkoholer og organiske syrer. Alle disse forbindelsene har høyere kokepunkt enn naftalen ($T_{kp}=218^{\circ}\text{C}$).

GC/MS analyse av de to prøvene, fra BH I og BH II, viser samme resultater. Kromatogrammer fra GC/MS-analysen er vedlagt.





Vedlegg 4

3 analyserunde 30.03.95

- analyserapport 1995.0076 NGU
- analyserapport SINTEF, (TOC og THC)

NGU, Hydrogeologisk konsekvensutredning
for Statoil på Tjeldbergodden
v/Øystein Jæger
Prosjektnr. 63.2625.00

Analyserapport 1995.0076



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab



Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ANALYSERAPPORT



NORSK
AKKREDITERING
Nr. P020

ANALYSEKONTRAKT NR.: 1995.0076
NGU PROSJEKT NR.: 63.2625.00

OPPDRAKSGIVER: NGU, Hydrogeologisk konsekvensutredning for Statoil på Tjeldbergodden

ADRESSE:

TLF.: 314

KONTAKTPERSON: Øystein Jæger

PRØVETYPE: Vann

ANTALL PRØVER: 2

IDENTIFIKASJON AV PRØVER: Iflg. liste fra oppdragsgiver

KONTRAKT INNGÅTT: 03.04.95

ANMERKNINGER: Ingen

SPESIFIKASJON AV OPPDRAGET I HENHOLD TIL ANALYSEKONTRAKT:

METODE	DOKUMENTASJON *)	OMFATTES AV AKKREDITERING
ICP-AES	NGU-SD 3.1	Ja
GFAAS - Cd og Pb	NGU-SD 3.2	Ja
CVAAS - Hg	NGU-SD 3.3	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
Bestemmelse av fargetall	NGU-SD 3.8	Ja
Bestemmelse av turbiditet	NGU-SD 3.9	Ja

Denne rapporten inneholder i alt 20 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, 20. april 1995

Andreas Grimstvedt
Andreas Grimstvedt (e.f.)

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

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20ICP-AES-ANALYSE
VANN
Analysekontrakt nr: 1995.0076**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.-	10.-	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.

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

ANMERKNINGER : Prøvene er filtrert.

Ferdig analysert	19.04.95	Unni Lysholm
	Dato	OPERATØR



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab



Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ICP-AES-ANALYSE
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0076



	Bh1f	Bh2f
Si	14.2ppm	5.6ppm
Al	4.7ppm	454ppb
Fe	4.1ppm	408ppb
Ti	306ppb	28.3ppb
Mg	2.8ppm	3.8ppm
Ca	1.3ppm	7.8ppm
Na	115ppm	120ppm
K	8.6ppm	7.5ppm
Mn	76.5ppb	57.7ppb
P	106ppb	< 100ppb
Cu	120ppb	< 5.0ppb
Zn	13.8ppb	< 2.0ppb
Pb	<50.0ppb	<50.0ppb
Ni	<20.0ppb	<20.0ppb
Co	<10.0ppb	<10.0ppb
V	46.4ppb	< 5.0ppb
Mo	<10.0ppb	<10.0ppb
Cd	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Cr	<10.0ppb	<10.0ppb
Ba	29.4ppb	2.9ppb
Sr	15.5ppb	28.2ppb
Zr	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Ag	<10.0ppb	<10.0ppb
B	152ppb	273ppb
Be	<1.00ppb	<1.00ppb
Li	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Sc	<1.00ppb	<1.00ppb
Ce	<50.0ppb	<50.0ppb
La	11.2ppb	<10.0ppb
Y	1.2ppb	<1.00ppb

4

INSTRUMENT TYPE : Perkin Elmer type 5000 (AA) / 500 (HGA)

NEDRE BESTEMMELSES GRENSER : Cd : 0.02 µg/l (0.02 ppb) Pb : 0.2 µg/l (0.2ppb)

ANALYSEUSIKKERHET Analyseusikkerheten er gitt i tabellen under

Element	Usikkerhet
Cd	± 10 % rel.
Pb	± 10 % rel.

5

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

ANMERKNINGER : Filtret gjennom 0.2 µm membranfilter.

Ferdig analysert	07.04.95	Frank Berge
	Dato	OPERATØR

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20ATOMABSORPSJONS-ANALYSE (Cd og Pb - Grafittovn teknikk)
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0076

Prøve.mrk.	$\mu\text{g/l}$ Cd	$\mu\text{g/l}$ Pb
Tjeldb.odden B.h 1	0.05	<0.2
Tjeldb.odden B.h 2	0.13	<0.2

5

Metoden er utviklet for bestemmelse av kvikksølv i vann med Perkin Elmer Mercury Hydride System - 20 og en gulfelleenhet koblet til Perkin Elmer AA.

INSTRUMENT TYPE : Perkin Elmer type 460 (AA) / 20 (MHS)

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER : 10 pg/ml (10 ppt)

ANALYSEUSIKKERHET ± 10 % rel.

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

ANMERKNINGER : Filtrert gjennom 0.2µm membranfilter.

Ferdig analysert	20.04.95	Frank Berge
	Dato	OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ATOMABSORPSJONS-ANALYSE (Hg-Kalddampeteknikk AA/MHS-20)

VANN

Analysekontraktsnr: 1995.0076



Prøve mrk.	$\mu\text{g/l Hg}$
Tjeldbergodden Bh.1	0.013
Tjeldbergodden Bh.2	<0.010

CO

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20IC-ANALYSE
VANN
Analysekontrakt nr: 1995.00767 ANIONER : F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, Br⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻

INSTRUMENT TYPE : DIONEX IONEKROMATOGRAF 2120i

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER

ION	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ^{-*}	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
Nedre bestemmelsesgrense - mg/l	0.05	0.1	0.05	0.1	0.05	0.2	0.1

ANALYSEUSIKKERHET : 10 % rel. for alle ionene

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

ANMERKNINGER : * NGU-LAB er ikke akkreditert for NO₂⁻ *
I < oppdr.nr. > .PRN fil ligger på T:\ANIONER.KJA.
Ellers ingen.

Ferdig analysert	19.04.95	Egil Kvam
------------------	----------	-----------

Dato

OPERATØR



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

IC-ANALYSE
VANN
Analysekontrakt nr: 1995.0076



Prøve nr	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
1	150 ppb	22.2ppm	<500 ppb	<100 ppb	350 ppb	361 ppb	16.1ppm
2	167 ppb	43.2ppm	<500 ppb	103 ppb	87.5ppb	<200 ppb	35.9ppm

10

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20BESTEMMELSE AV pH
VANN
Analysekontrakt nr: 1995.0076**UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4720.****INSTRUMENT TYPE : Radiometer PHM 84 Research pH meter****ANALYSEUSIKKERHET : ± 0.05 pH****PRESISJON :** Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.**ANMERKNINGER :** Ingen

Ferdig analysert	05.04.1995	Tomm Berg
------------------	------------	-----------

Dato

OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

BESTEMMELSE AV pH
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0076



Prøvemrk.	pH
Bh- I	9.29
Bh-II	8.17



NGU
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV LEDNINGSEVNE
VANN**
Analysekontraktsnr: 1995.0076



UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4721.

INSTRUMENT TYPE : Radiometer CDM 83 Conductivity meter

NEDRE BESTEMMELSES GRENSE : 0.004 mS m⁻¹

ANALYSEUSIKKERHET :

Måleområde / mS m ⁻¹	Usikkerhet
0.004 - 0.2	± 0.004 mS m ⁻¹
> 0.2	± 2 % rel.

1
2

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

ANMERKNINGER : NS 4721 8 Utregning. Resultatet angis i mS/m. For prøver med konduktivitet mindre enn 10 mS/m skal resultatet oppgis med to gjeldende sifre, og for prøver med konduktivitet større enn eller lik 10 mS/m med tre gjeldende sifre.

Ferdig analysert	05.04.1995	Tomm Berg
	Dato	OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV LEDNINGSEVNE
VANN**
Analysekontrakt nr: 1995.0076



Prøvemrk.	Ledn.evne mS/m
Bh- I	51.8
Bh-II	60.1

14

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20**BESTEMMELSE AV ALKALITET
VANN**
Analysekontrakt nr: 1995.0076

UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4754.

INSTRUMENT TYPE : Radiometer PHM 84 Research pH meter / Glasselektrode pHC 2701

NEDRE BESTEMMELSESGRENSE : 0.03 mmol l⁻¹

ANALYSEUSIKKERHET :

Måleområde / mmol l ⁻¹	Usikkerhet
0.03 - 0.2	± 0.03 mmol l ⁻¹
0.2 - 2.0	± 0.04 mmol l ⁻¹
> 2.0	± 2.5 % rel.

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	05.04.1995	Tomm Berg
------------------	------------	-----------

Dato

OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV ALKALITET
VANN**
Analysekontrakt nr: 1995.0076



Prøvemrk.	Alkalitet mmol/l
Bh- I	4.38
Bh-II	4.05

1.3
Q



NGU
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV FARGETALL
VANN**
Analysekontraktsnr: 1995.0076



UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4787.

INSTRUMENT TYPE : SHIMADZU UV-1201 Spektrofotometer

NEDRE BESTEMMELSES GRENSE : 1.4

ANALYSEUSIKKERHET : ± 7.5 % rel.

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

ANMERKNINGER : Ingen

17

Ferdig analysert	05.04.95	Bente Kjøsnes
	Dato	OPERATØR

**BESTEMMELSE AV FARGETALL
VANN**
Analysekontraktsnr: 1995.0076

Fargetall

1.Bh1	138.1
2.Bh2	20.3

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20**BESTEMMELSE AV TURBIDITET
VANN**
Analysekontrakt nr: 1995.0076

UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4723.

INSTRUMENT TYPE : Hach 2100 A Turbidimeter

NEDRE BESTEMMELSES GRENSE : 0.05 FTU

ANALYSEUSIKKERHET :

Måleområde / FTU	Usikkerhet
0.05 - 1.0	± 0.04 FTU
1.0 - 10	± 0.4 FTU
10 - 100	± 4 FTU
100 - 1000	± 40 FTU

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	05.04.95	Bente Kjosnes
------------------	----------	---------------

Dato

OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV TURBIDITET
VANN**
Analysekontrakt nr: 1995.0076



Turbiditet F.T.U.

1.Bh1	120
2.Bh2	98



SINTEF Teknisk kjemi
Gruppe for sensor- og
analyseteknikk

Postadresse: 7034 Trondheim
Besøksadresse: Sem Sælands vei 12
Telefon: 73 59 28 69
Telefax: 73 59 31 62
Telex: 55 620 sintf n

Foretaksnr.: 948007029

ANALYSERAPPORT

OPPDRAGSGIVER

Norges Geologiske Undersøkelse
Leiv Eriksons vei 39
7040 TRONDHEIM
Attn.: Jæger/Kirkhusmo

OPPDRAG

BESTEMME THC OG TOC I VANNPRØVER, SAMT GC/MS
ANALYSE

VÅR REF. 21530083/876/95/HG	PRØVEMATERIALE vann	ANTALL/FORM 2	PRØVER MOTTATT 1995-03-31
DERES REF. Jæger/Kirkhusmo			
ELEKTRONISK ARKIVKODE 9502337	PRØVER UTTATT AV Oppdragsgiver	UTFØRT AV <i>T. Sem</i> Glomstad/Semb	TELEFON 73 59 28 66
ANTALL SIDER 4	DATO 1995-04-20	ANSVARLIG SIGNATUR Kalman Nagy, fagsjef <i>Branne Melvik</i>	

ANALYSEMETODER

TOC er bestemt med Astro 1850 TOC-analysator.
THC er bestemt gasskromatografisk.

ANMERKNING

Faktura sendes separat.

FOR RESULTATER, SE PÅFØLGENDE SIDE(R)

Analyseresultater rapportert i dette dokument er frembragt ved analyse av de anførte prøver i den stand de ble mottatt ved SINTEFs analyselaboratorium. Resultatene kan ikke uten videre betraktes som representative for andre deler av det materiale prøvene er tatt fra. SINTEF overtar intet ansvar for den bruk som blir gjort av analyseresultatene.
Denne rapport tillates kopiert bare såfremt HELE dokumentet, inklusive de her anførte anmerkninger, inngår i det kopierte eksemplar.
DELVIS kopiering av denne rapport er ikke tillatt uten skriftlig samtykke fra SINTEF.

Resultater THC (Totale hydrokarboner)

J.nr. 876-877/95

Vannprøvene ble ekstrahert med diklormetan og oppkonsentrert. Ekstraktet ble analysert på GC/MS. Det ble brukt en upolar kolonne og et temperaturprogram fra 40°- 300°C. Komponenter med kokepunkt i området ca 80° - 500°C er kvantifisert mot intern standard.

THC-resultatet er et mål på de totale ekstraherbare og kromatograferbare hydrokarboner.

TOC er analysert med Astro 1850 TOC-analysator.

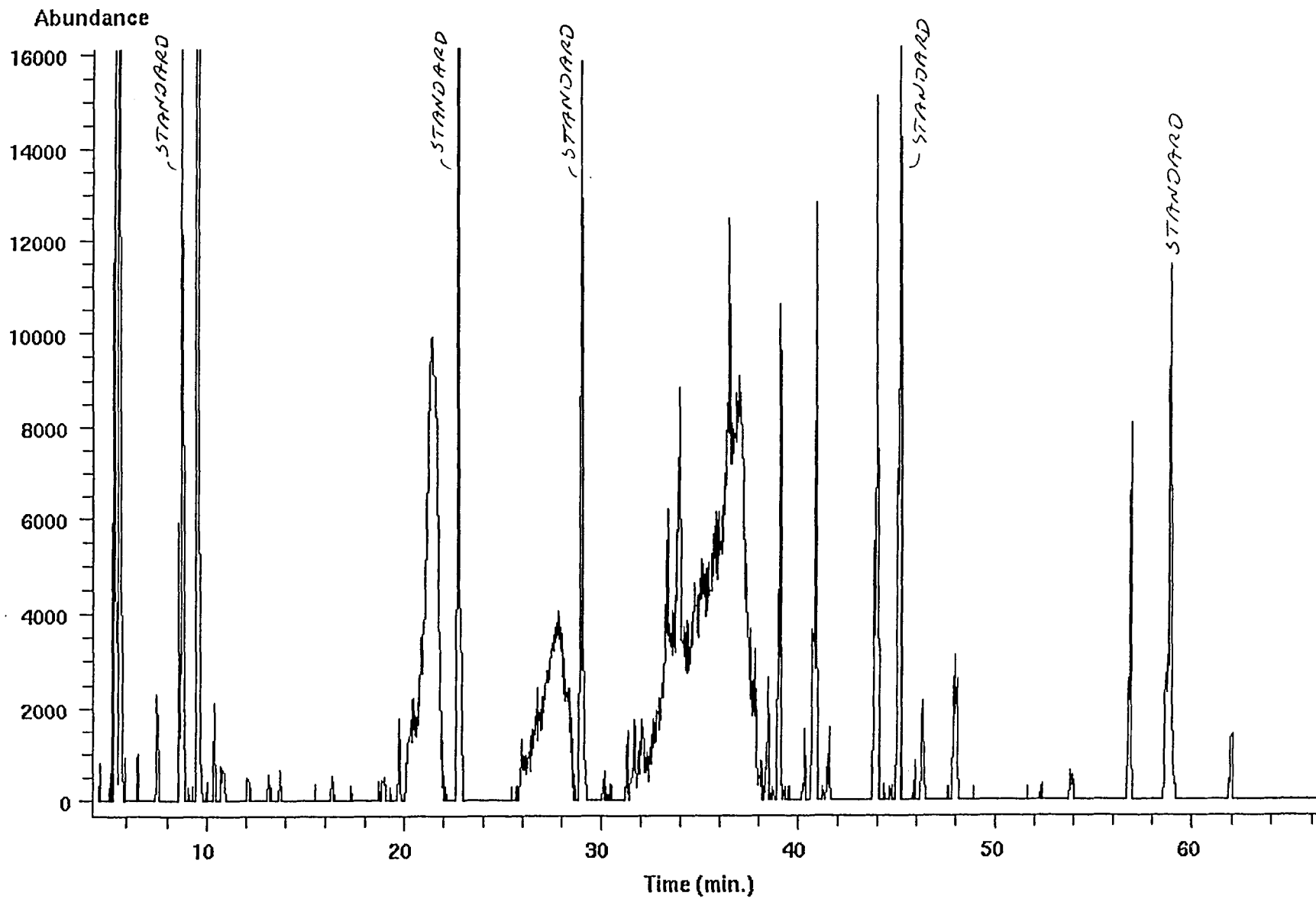
Journalnummer	Prøvemerket	TOC	THC
876/94	Borhull I 30/3-95	3,6 mg C/l	63 µg/l
877/94	Borhull II 30/3-95	11,1 mg C/l	44 µg/l

Prøvene inneholder ikke homologe rekker av n-alkaner, som er hovedkomponentene i bensin, diesel og olje, og de inneholder heller ikke PAH.

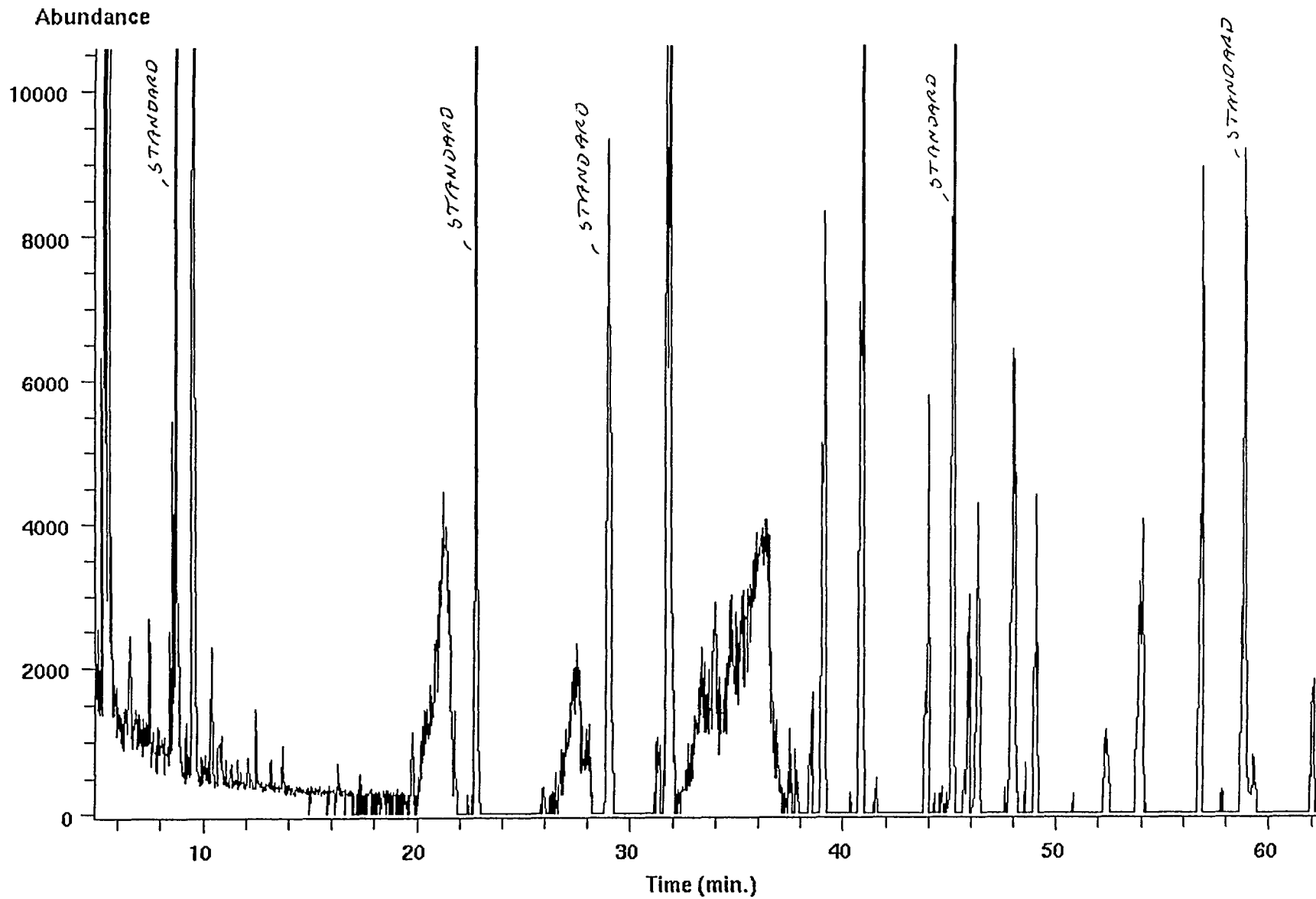
En entydig identifisering av de organiske komponentene i prøvene med GC/MS er vanskelig da hver enkelt komponent foreligger i svært små konsentrasjoner (mindre enn ca. 1-2 µg/l vann).

GC/MS analyse av de to prøvene, fra BH I og BH II, viser samme resultater. Kromatogrammer fra GC/MS-analysen er vedlagt.

TIC of nguB1901002.d
877/95, bh 2; Run at 12:00 PM METDST on Fri Apr 07, 1995



TIC of nguB1801001.d
876/95, bh 1; Run at 10:37 AM METDST on Fri Apr 07, 1995



Vedlegg 5

4 analyserunde 01.06.95

- analyserapport 1995.0121 NGU
- analyserapport 1995.0163 NGU
(reanalyse kationer)
- analyserapport SINTEF, (TOC og THC)

NGU, Hydrogeologiske konsekvensutredninger
for Statoil på Tjeldbergodden
v/Ø. Jæger
Prosjektnr. 63.2632.00

Analysereport 1995.0121



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab



Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ANALYSERAPPORT



ANALYSEKONTRAKT NR.: 1995.0121
NGU PROSJEKT NR.: 63.2632.00

OPPDRAAGSGIVER: NGU, Hydrogeologiske konsekvensutredninger for Statoil på Tjeldbergodden

ADRESSE:

TLF.: 314

KONTAKTPERSON: Ø. Jæger

PRØVETYPE: Vann

ANTALL PRØVER: 2

IDENTIFIKASJON AV PRØVER: Iflg. liste fra oppdragsgiver

PRØVER MOTTATT: 08.06.95

ANMERKNINGER: Ingen

SPESIFIKASJON AV OPPDRAGET I HENHOLD TIL ANALYSEKONTRAKT:

METODE	DOKUMENTASJON *)	OMFATTES AV AKKREDITERING
ICP-AES	NGU-SD 3.1	Ja
GFAAS - Cd og Pb	NGU-SD 3.2	Ja
CVAAS - Hg	NGU-SD 3.3	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
Bestemmelse av fargetall	NGU-SD 3.8	Ja
Bestemmelse av turbiditet	NGU-SD 3.9	Ja

Denne rapporten inneholder i alt 20 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, 28. juni 1995

Magne Ødegård (e.f.)

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



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ICP-AES-ANALYSE
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0121



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.-	10.-	1.-	5.0	1.-	50.-	10.-	1.-

3

ANALYSEUSIKKERHET: ± 20 rel. % for K, Pb, Cd, Li, Ce.
± 10 rel. % for Si, Al, Na, Mo, Cr, Zr, Ag, B og La.

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	26.06.95	Baard Søberg
---------------------	----------	--------------

Dato

OPERATØR

26. juni 1995



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ICP-AES-ANALYSE
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0121



	Bh.1	Bh.2
Si	30.6ppm	6.7ppm
Al	13.3ppm	1.1ppm
Fe	12.0ppm	989ppb
Ti	867ppb	70.7ppb
Mg	7.2ppm	4.1ppm
Ca	2.1ppm	8.1ppm
Na	119ppm	122ppm
K	12.5ppm	8.1ppm
Mn	242ppb	79.4ppb
P	230ppb	< 100ppb
Cu	297ppb	8.5ppb
Zn	33.9ppb	< 2.0ppb
Pb	<50.0ppb	<50.0ppb
Ni	<20.0ppb	<20.0ppb
Co	<10.0ppb	<10.0ppb
V	68.0ppb	< 5.0ppb
Mo	<10.0ppb	<10.0ppb
Cd	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Cr	24.9ppb	<10.0ppb
Ba	83.2ppb	7.5ppb
Sr	31.7ppb	29.8ppb
Zr	7.0ppb	< 5.0ppb
Ag	<10.0ppb	<10.0ppb
B	158ppb	277ppb
Be	2.5ppb	<1.00ppb
Li	10.4ppb	< 5.0ppb
Sc	2.7ppb	<1.00ppb
Ce	<50.0ppb	<50.0ppb
La	29.9ppb	<10.0ppb
Y	3.1ppb	<1.00ppb

4



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ATOMABSORPSJONS-ANALYSE (Hg-Kalddampeteknikk AA/MHS-20)
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0121



Metoden er utviklet for bestemmelse av kvikksølv i vann med Perkin Elmer Mercury Hydride System - 20 og en gulfelleenhet koblet til Perkin Elmer AA.

INSTRUMENT TYPE : Perkin Elmer type 460 (AA) / 20 (MHS)

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER : 10 pg/ml (10 ppt)

ANALYSEUSIKKERHET ± 10 % rel.

07

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

ANMERKNINGER : Ingen.

Ferdig analysert	15.06.95	Frank Berge
	Dato	OPERATØR

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20ATOMABSORPSJONS-ANALYSE (Hg-Kalddampeteknikk AA/MHS-20)
VANN
Analysekontraktssnr: 1995.0121

Prøve mrk.	$\mu\text{g/l Hg}$
Tjeldbergodden B.h.1	<0.010
Tjeldbergodden B.h.2	<0.010

02

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20ATOMABSORPSJONS-ANALYSE (Cd og Pb - Grafittovn teknikk)
VANN
Analysekontraktssnr: 1995.0121

INSTRUMENT TYPE : Perkin Elmer type 5000 (AA) / 500 (HGA)

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER : Cd : 0.02 µg/l (0.02 ppb) Pb : 0.2 µg/l (0.2ppb)

ANALYSEUSIKKERHET Analyseusikkerheten er gitt i tabellen under

Element	Usikkerhet
Cd	± 10 % rel.
Pb	± 10 % rel.

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

ANMERKNINGER : Ingen.

Ferdig analysert	21.06.95	Frank Berge
------------------	----------	-------------

Dato

OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ATOMABSORPSJONS-ANALYSE (Cd og Pb - Grafittovn teknikk)
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0121



Prøve.mrk.	$\mu\text{g/l}$ Cd	$\mu\text{g/l}$ Pb
Tjeldbergodden B.h.1	0.15	<0.20
Tjeldbergodden B.h.2	0.05	<0.20

7 ANIONER : F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, Br⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻

INSTRUMENT TYPE : DIONEX IONEKROMATOGRAF 2120i

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER

ION	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ^{-*}	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
Nedre bestemmelsesgrense - mg/l	0.05	0.1	0.05	0.1	0.05	0.2	0.1

ANALYSEUSIKKERHET : 10 % rel. for alle ionene

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

ANMERKNINGER : * NGU-LAB er ikke akkreditert for NO₂⁻ *
I < oppdr.nr. > .PRN fil ligger på T:\ANIONER.KJA.
Ellers ingen.

Ferdig analysert	13.06.95	Egil Kvam
	Dato	OPERATØR

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20IC-ANALYSE
VANN
Analysekontrakt nr: 1995.0121

Prøve nr	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
1	109 µg/l	25.4mg/l	<500 µg/l	<100 µg/l	348 µg/l	270 µg/l	13.4mg/l
2	110 µg/l	49.6mg/l	<500 µg/l	127 µg/l	91.9µg/l	<200 µg/l	35.9mg/l

10

UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4720.

INSTRUMENT TYPE : Radiometer PHM 84 Research pH meter

ANALYSEUSIKKERHET : ± 0.05 pH

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	12.06.1995	Tomm Berg
	Dato	OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

BESTEMMELSE AV pH
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0121



Prøvemrk.		pH
Bh- I	01.06.95	9.25
Bh-II	01.06.95	8.12

UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4721.

INSTRUMENT TYPE : Radiometer CDM 83 Conductivity meter

NEDRE BESTEMMELSESGRENSE : 0.004 mS m⁻¹

ANALYSEUSIKKERHET :

Måleområde / mS m ⁻¹	Usikkerhet
0.004 - 0.2	± 0.004 mS m ⁻¹
> 0.2	± 2 % rel.

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

ANMERKNINGER : NS 4721 8 Utregning. Resultatet angis i mS/m. For prøver med konduktivitet mindre enn 10 mS/m skal resultatet oppgis med to gjeldende sifre, og for prøver med konduktivitet større enn eller lik 10 mS/m med tre gjeldende sifre.

Ferdig analysert	12.06.1995	Tomm Berg
------------------	------------	-----------

Dato

OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV LEDNINGSEVNE
VANN**
Analysekontraktsnr: 1995.0121



Prøvemrk.	Ledn.evne mS/m
Bh- I 01.06.95	51.0
Bh-II 01.06.95	59.1



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV ALKALITET
VANN**
Analysekontrakt nr: 1995.0121



UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4754.

INSTRUMENT TYPE : Radiometer PHM 84 Research pH meter / Glasselektrode pHC 2701

NEDRE BESTEMMELSES GRENSE : 0.03 mmol l⁻¹

ANALYSEUSIKKERHET :

Måleområde / mmol l ⁻¹	Usikkerhet
0.03 - 0.2	± 0.03 mmol l ⁻¹
0.2 - 2.0	± 0.04 mmol l ⁻¹
> 2.0	± 2.5 % rel.

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	12.06.1995	Tomm Berg
------------------	------------	-----------

Dato

OPERATØR

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20BESTEMMELSE AV ALKALITET
VANN
Analysekontrakt nr: 1995.0121

Prøvemrk.	Alkalitet mmol/l
Bh- I 01.06.95	4.30
Bh-II 01.06.95	3.97



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

BESTEMMELSE AV FARGETALL
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0121



UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4787.

INSTRUMENT TYPE : SHIMADZU UV-1201 Spektrofotometer

NEDRE BESTEMMELSESGRENSE : 1.4

ANALYSEUSIKKERHET : ± 7.5 % rel.

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	12.06.95	Bente Kjosnes
	Dato	OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV FARGETALL
VANN**
Analysekontrakt nr: 1995.0121



Fargetall

1.	150.2
2.	31.8

11
CO

UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4723.

INSTRUMENT TYPE : Hach 2100 A Turbidimeter

NEDRE BESTEMMELSESGRENSE : 0.05 FTU

ANALYSEUSIKKERHET :

Måleområde / FTU	Usikkerhet
0.05 - 1.0	± 0.04 FTU
1.0 - 10	± 0.4 FTU
10 - 100	± 4 FTU
100 - 1000	± 40 FTU

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	12.06.95	Bente Kjøsnes
------------------	----------	---------------

Dato

OPERATØR



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV TURBIDITET
VANN**
Analysekontraktsnr: 1995.0121



Turbiditet F.T.U.

1.	190
2.	96

NGU, Hydrogeologisk konsekvensutredning
for Statoil på Tjeldbergodden
v/Øystein Jæger
Prosjektnr. 63.2625.00

Analyserapport 1995.0163



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab



Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ANALYSERAPPORT



NORSK
AKKREDITERING
Nr. P020

ANALYSEKONTRAKT NR.: 1995.0163
NGU PROSJEKT NR.: 63.2625.00

OPPDRAKSGIVER: NGU, Hydrogeologisk konsekvensutredning for Statoil på Tjeldbergodden

ADRESSE:

TLF.: 314

KONTAKTPERSON: Øystein Jæger

PRØVETYPE: Vann

ANTALL PRØVER: 2

IDENTIFIKASJON AV PRØVER: Iflg. liste fra oppdragsgiver

PRØVER MOTTATT: 15.08.95

ANMERKNINGER: Ingen

SPESIFIKASJON AV OPPDRAGET I HENHOLD TIL ANALYSEKONTRAKT:

METODE	DOKUMENTASJON *)	OMFATTES AV AKKREDITERING
ICP-AES	NGU-SD 3.1	Ja

Denne rapporten inneholder i alt 4 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, 16. august 1995

Magne Ødegård (e.f.)

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



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ICP-AES-ANALYSE
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0163



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.-	10.-	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.

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

ANMERKNINGER : Prøvene er filtrert

Ferdig analysert	15.08.95	Baard Søberg
------------------	----------	--------------

Dato

OPERATØR



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab



Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ICP-AES-ANALYSE
VANN
Analysekontrakt nr: 1995.0163



	Bh1 f.	Bh2 f.
Si	12.8ppm	4.4ppm
Al	5.1ppm	125ppb
Fe	4.8ppm	113ppb
Ti	315ppb	6.7ppb
Mg	3.2ppm	3.6ppm
Ca	1.2ppm	8.0ppm
Na	115ppm	118ppm
K	8.7ppm	7.2ppm
Mn	91.7ppb	2.4ppb
P	155ppb	108ppb
Cu	148ppb	< 5.0ppb
Zn	20.5ppb	< 2.0ppb
Pb	<50.0ppb	<50.0ppb
Ni	<20.0ppb	<20.0ppb
Co	<10.0ppb	<10.0ppb
V	46.4ppb	< 5.0ppb
Mo	<10.0ppb	<10.0ppb
Cd	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Cr	10.8ppb	<10.0ppb
Ba	27.7ppb	< 2.0ppb
Sr	12.8ppb	28.1ppb
Zr	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Ag	<10.0ppb	<10.0ppb
B	147ppb	275ppb
Be	<1.00ppb	<1.00ppb
Li	5.9ppb	< 5.0ppb
Sc	<1.00ppb	<1.00ppb
Ce	<50.0ppb	<50.0ppb
La	10.3ppb	<10.0ppb
Y	1.1ppb	<1.00ppb



SINTEF Teknisk kjemi
Seksjon for sensor- og
analyseteknikk

Postadresse: 7034 Trondheim
Besøksadresse: Sem Sælands vei 12
Telefon: 73 59 28 69
Telefax: 73 59 31 62
Telex: 55 620 sintf n

Foretaksnr.: 948007029

ANALYSERAPPORT

OPPDRAUGSGIVER

Norges Geologiske Undersøkelse
Leiv Eriksonsvei 39
Postboks 3006
7040 TRONDHEIM
Attn.: Jæger/Kirkhusmo

OPPDRAUG

BESTEMME TOC OG THC I BRØNNVANN FRA
TJELDBERGODDEN

VÅR REF. 21530083/1401-6/95/HG	PRØVEMATERIALE vann	ANTALL/FORM 2	PRØVER MOTTATT 1995-05-11
DERES REF. Jæger/Kirkhusmo			
ELEKTRONISK ARKIVKODE 9503278	PRØVER UTTATT AV Oppdragsgiver	UTFØRT AV <i>H. Glomstad</i> H. Glomstad	TELEFON 73592866
ANTALL SIDER 4	DATO 1995-06-15	ANSVARLIG SIGNATUR for <i>Kalman Nagy</i> Kalman Nagy, fagsjef	

ANALYSEMETODER

ANMERKNING

Faktura sendes separat.

FOR RESULTATER, SE PÅFØLGENDE SIDE(R)

Analyseresultater rapportert i dette dokument er frembragt ved analyse av de anførte prøver i den stand de ble mottatt ved SINTEFs analyselaboratorium. Resultatene kan ikke uten videre betraktes som representative for andre deler av det materiale prøvene er tatt fra. SINTEF overtar intet ansvar for den bruk som blir gjort av analyseresultatene. Denne rapport tillates kopiert bare såfremt HELE dokumentet, inklusive de her anførte anmerkninger, inngår i det kopierte eksemplar. DELVIS kopiering av denne rapport er ikke tillatt uten skriftlig samtykke fra SINTEF.

Resultater THC (Totale hydrokarboner)

J.nr. 1401-6/95, Borhull I og II 1/6-95

Vannprøvene ble ekstrahert med diklormetan og oppkonsentrert. Ekstraktet ble analysert på GC/MS. Det ble brukt en upolar kolonne og et temperaturprogram fra 40°- 300°C. Komponenter med kokepunkt i området ca 80° - 500°C er kvantifisert mot intern standard.

THC-resultatet er et mål på de totale ekstraherbare og kromatograferbare hydrokarboner.

TOC er analysert med Astro 1850 TOC-analysator.

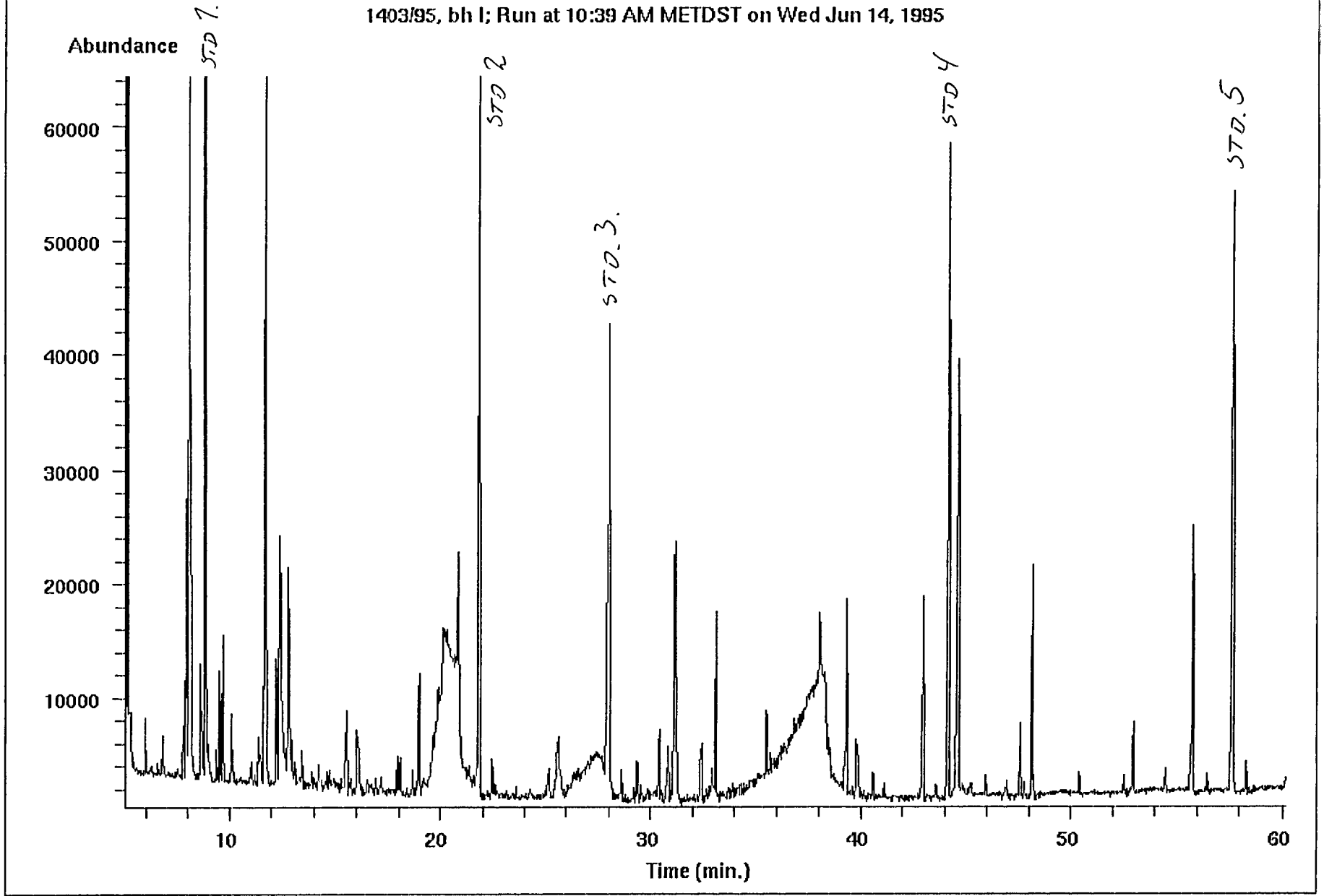
Journalnummer	Prøvemerket	THC
1403/95	Borhull I 1/6-95	51 µg/l
1406/95	Borhull II 1/6-95	50 µg/l

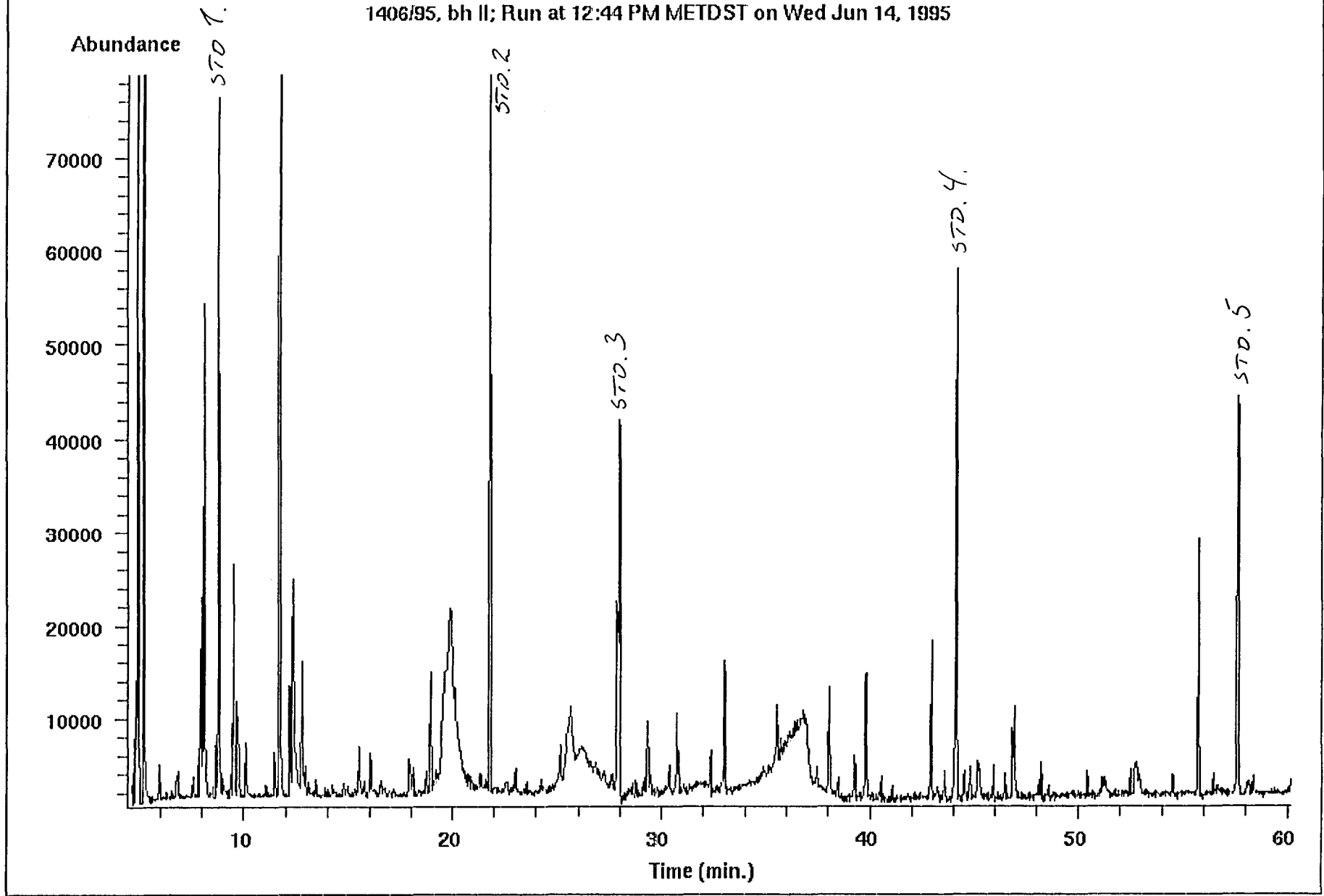
Journalnummer	Prøvemerket	TOC
1401/95	Borhull I 1/6-95	6,5 mg TOC/l
1404/95	Borhull II 1/6-95	8,6 mg TOC/l

Prøvene inneholder ikke homologe rekker av n-alkaner, som er hovedkomponentene i bensin, diesel og olje, og de inneholder heller ikke PAH.

Vannprøvene ser ut til å inneholde små mengder hydrokarboner i lave konsentrasjoner (< 1 µg/l). En identifisering av disse hydrokarbonene er vanskelig hvis man ikke oppkonsentrerer store mengder av vannet.

GC/MS analyse av de to prøvene, fra BH I og BH II, viser samme resultater. Kromatogrammer fra GC/MS-analysen er vedlagt.





Vedlegg 6

5 analyserunde 16.08.95

- analyserapport 1995.0167 NGU
- analyserapport SINTEF, (TOC og THC)
- analyserapport SINTEF, (metanol)

NGU, Hydrogeologisk konsekvensutredning
for Statoil på Tjeldbergodden
v/Ø. Jæger/L. Kirkhusmo
Prosjektnr. 63.2625.00

Analysereport 1995.0167



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab



Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ANALYSERAPPORT



NORSK
AKKREDITERING
Nr. P020

ANALYSEKONTRAKT NR.: 1995.0167
NGU PROSJEKT NR.: 63.2625.00

OPPDRAGSGIVER: NGU, Hydrogeologisk konsekvensutredning for Statoil på Tjeldbergodden

ADRESSE:

TLF.: 314

KONTAKTPERSON: Ø. Jæger/L. Kirkhusmo

PRØVETYPE: Vann

ANTALL PRØVER: 2

IDENTIFIKASJON AV PRØVER: Iflg. liste fra oppdragsgiver

PRØVER MOTTATT: 18.08.95

ANMERKNINGER: Ingen


SPEKIFIKASJON AV OPPDRAGET I HENHOLD TIL ANALYSEKONTRAKT:

METODE	DOKUMENTASJON *)	OMFATTES AV AKKREDITERING
ICP-AES vann	NGU-SD 3.1	Ja
GFAAS - Cd og Pb vann	NGU-SD 3.2	Ja
CVAAS - Hg vann	NGU-SD 3.3	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
Bestemmelse av fargetall	NGU-SD 3.8	Ja
Bestemmelse av turbiditet	NGU-SD 3.9	Ja

Denne rapporten inneholder i alt 20 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, 31. august 1995


Andreas Grimstvedt (e.f.)

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



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ICP-AES-ANALYSE
VANN
Analysekontrakt nr: 1995.0167



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.-	10.-	1.-	5.0	1.-	50.-	10.-	1.-

2

ANALYSEUSIKKERHET: ± 20 rel. % for K, Pb, Cd, Li, Ce.
± 10 rel. % for Si, Al, Na, Mo, Cr, Zr, Ag, B og La.

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

ANMERKNINGER : Prøvene er filtrert

Ferdig analysert	22.08.95	Baard Søberg
------------------	----------	--------------

Dato

OPERATØR



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ICP-AES-ANALYSE
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0167



4

	Bh. 1 f	Bh. 2 f
Si	8.7ppm	7.3ppm
Al	2.5ppm	1.3ppm
Fe	2.2ppm	1.3ppm
Ti	158ppb	93.3ppb
Mg	1.8ppm	4.2ppm
Ca	1.1ppm	8.1ppm
Na	113ppm	115ppm
K	7.7ppm	7.3ppm
Mn	44.2ppb	87.6ppb
P	182ppb	< 100ppb
Cu	64.4ppb	11.3ppb
Zn	6.5ppb	4.1ppb
Pb	<50.0ppb	<50.0ppb
Ni	<20.0ppb	<20.0ppb
Co	<10.0ppb	<10.0ppb
V	33.4ppb	< 5.0ppb
Mo	<10.0ppb	<10.0ppb
Cd	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Cr	<10.0ppb	<10.0ppb
Ba	15.5ppb	9.9ppb
Sr	11.0ppb	30.0ppb
Zr	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Ag	<10.0ppb	<10.0ppb
B	144ppb	270ppb
Be	<1.00ppb	<1.00ppb
Li	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Sc	<1.00ppb	<1.00ppb
Ce	<50.0ppb	<50.0ppb
La	<10.0ppb	<10.0ppb
Y	<1.00ppb	<1.00ppb

Metoden er utviklet for bestemmelse av kvikksølv i vann med Perkin Elmer Mercury Hydride System - 20 og en gullfelleenhet koblet til Perkin Elmer AA.

INSTRUMENT TYPE : Perkin Elmer type 460 (AA) / 20 (MHS)

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER : 10 pg/ml (10 ppt)

ANALYSEUSIKKERHET ± 10 % rel.

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

ANMERKNINGER : Filtret gjennom 0.2µm membranfilter.

Ferdig analysert	23.08.95	Frank Berge
	Dato	OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ATOMABSORPSJONS-ANALYSE (Hg-Kalddampeteknikk AA/MHS-20)
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0167



Prøve mrk.	$\mu\text{g/l}$ Hg
Tjeldbergodden B.h 1	<0.010
Tjeldbergodden B.h 2	<0.010

9



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab



Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ATOMABSORPSJONS-ANALYSE (Cd og Pb - Grafittovn teknikk)
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0167



INSTRUMENT TYPE : Perkin Elmer type 5000 (AA) / 500 (HGA)

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER : Cd : 0.02 µg/l (0.02 ppb) Pb : 0.2 µg/l (0.2ppb)

ANALYSEUSIKKERHET Analyseusikkerheten er gitt i tabellen under

Element	Usikkerhet
Cd	± 10 % rel.
Pb	± 10 % rel.

7

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

ANMERKNINGER : Filtrert gjennom 0.2µm membranfilter

Ferdig analysert	23.08.95	Frank Berge
	Dato	OPERATØR

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20ATOMABSORPSJONS-ANALYSE (Cd og Pb - Grafittovn teknikk)
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0167

Prøve.mrk.	$\mu\text{g/l}$ Cd	$\mu\text{g/l}$ Pb
Tjeldbergodden B.h.1	0.06	0.54
Tjeldbergodden B.h.2	0.13	0.63

∞

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20IC-ANALYSE
VANN
Analysekontrakt nr: 1995.01677 ANIONER : F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, Br⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻

INSTRUMENT TYPE : DIONEX IONEKROMATOGRAF 2120i

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER

ION	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ^{-*}	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
Nedre bestemmelsesgrense - mg/l	0.05	0.1	0.05	0.1	0.05	0.2	0.1

ANALYSEUSIKKERHET : 10 % rel. for alle ionene

6
PRESISJON : Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.ANMERKNINGER : * NGU-LAB er ikke akkreditert for NO₂⁻ *
I < oppdr.nr. > .PRN fil ligger på T:\ANIONER.KJA.
Ellers ingen.

Ferdig analysert	22.08.95	B. Kjosnes/E. Kvam
------------------	----------	--------------------

Dato

OPERATØR

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

IC-ANALYSE

VANN

Analysekontrakt nr: 1995.0167

NORSK
AKKREDITERING
Nr. P020

Prøve nr	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
1	207 µg/l	24.6mg/l	<500 µg/l	<100 µg/l	273 µg/l	363 µg/l	14.2mg/l
2	195 µg/l	47.6mg/l	<500 µg/l	125 µg/l	<50.0µg/l	<200 µg/l	33.0mg/l



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

BESTEMMELSE AV pH
VANN
Analysekontraksnr: 1995.0167



UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4720.

INSTRUMENT TYPE : Radiometer PHM 84 Research pH meter

ANALYSEUSIKKERHET : ± 0.05 pH

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

1
1

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	22.08.1995	Tomm Berg
	Dato	OPERATØR



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

BESTEMMELSE AV pH
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0167



Prøvemrk.		pH
Bh-1	16.08.95	9.23
Bh-2	16.08.95	8.05



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

BESTEMMELSE AV LEDNINGSEVNE
VANN
Analysekontrakt nr: 1995.0167



UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4721.

INSTRUMENT TYPE : Radiometer CDM 83 Conductivity meter

NEDRE BESTEMMELSES GRENSE : 0.004 mS m⁻¹

ANALYSEUSIKKERHET :

Måleområde / mS m ⁻¹	Usikkerhet
0.004 - 0.2	± 0.004 mS m ⁻¹
> 0.2	± 2 % rel.

13

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

ANMERKNINGER : NS 4721 8 Utregning. Resultatet angis i mS/m. For prøver med konduktivitet mindre enn 10 mS/m skal resultatet oppgis med to gjeldende sifre, og for prøver med konduktivitet større enn eller lik 10 mS/m med tre gjeldende sifre.

Ferdig analysert	22.08.1995	Tomm Berg
------------------	------------	-----------

Dato

OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV LEDNINGSEVNE
VANN**
Analysekontrakt nr: 1995.0167



Prøvemrk.	Ledn.evne mS/m
Bh-1 16.08.95	51.2
Bh-2 16.08.95	56.7

14

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20**BESTEMMELSE AV ALKALITET
VANN**

Analysekontraktsnr: 1995.0167



UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4754.

INSTRUMENT TYPE : Radiometer PHM 84 Research pH meter / Glasselektrode pH C 2701

NEDRE BESTEMMELSESGRENSE : 0.03 mmol l⁻¹

ANALYSEUSIKKERHET :

Måleområde / mmol l ⁻¹	Usikkerhet
0.03 - 0.2	± 0.03 mmol l ⁻¹
0.2 - 2.0	± 0.04 mmol l ⁻¹
> 2.0	± 2.5 % rel.

15

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	22.08.1995	Tomm Berg
------------------	------------	-----------

Dato

OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV ALKALITET
VANN**
Analysekontrakt nr: 1995.0167



Prøvemrk.	Alkalitet mmol/l
Bh-1 16.08.95	4.31
Bh-2 16.08.95	3.82



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV FARGETALL
VANN**
Analysekontrakt nr: 1995.0167



UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4787.

INSTRUMENT TYPE : SHIMADZU UV-1201 Spektrofotometer

NEDRE BESTEMMELSES GRENSE : 1.4

ANALYSEUSIKKERHET : ± 7.5 % rel.

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

ANMERKNINGER : Ingen

17

Ferdig analysert	22.08.95	Bente Kjøsnes
	Dato	OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

BESTEMMELSE AV FARGETALL
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0167



Fargetall

1.	103.5
2.	30.7



NGU
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV TURBIDITET
VANN**
Analysekontrakt nr: 1995.0167



UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4723.

INSTRUMENT TYPE : Hach 2100 A Turbidimeter

NEDRE BESTEMMELSES GRENSE : 0.05 FTU

ANALYSEUSIKKERHET :

Måleområde / FTU	Usikkerhet
0.05 - 1.0	± 0.04 FTU
1.0 - 10	± 0.4 FTU
10 - 100	± 4 FTU
100 - 1000	± 40 FTU

19

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	22.08.95	Bente Kjøsnes
------------------	----------	---------------

Dato

OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV TURBIDITET
VANN**
Analysekontraktsnr: 1995.0167



Turbiditet F.T.U.

- | | |
|----|-----|
| 1. | 280 |
| 2. | 230 |



**SINTEF Teknisk kjemi
Seksjon for sensor- og
analyseteknikk**

Postadresse: 7034 Trondheim
Besøksadresse: Sem Sælands vei 12
Telefon: 73 59 28 69
Telefax: 73 59 31 62
Telex: 55 620 sintf n

Foretaksnr.: 948007029

ANALYSERAPPORT

OPPDRAGSGIVER

Norges Geologiske Undersøkelse
Leiv Eriksonsv. 39
Postboks 3006
7040 TRONDHEIM
Attn.: Jæger/Kirkhusmo

OPPDRAG

BESTEMME TOC OG THC I BRØNNVANN FRA
TJELDBERGODDEN

VÅR REF. 21530034/2039-40/95/HG	PRØVEMATERIALE vann	ANTALL/FORM 2	PRØVER MOTTATT 1995-08-17
DERES REF. Jæger/Kirkhusmo			
ELEKTRONISK ARKIVKODE 9503969.ara	PRØVER UTTATT AV Oppdragsgiver	UTFØRT AV <i>H. Glomstad</i> H. Glomstad	TELEFON 73 59 28 66
ANTALL SIDER 4	DATO 1995-08-29	ANSVARLIG SIGNATUR <i>Kalman Nagy</i> Kalman Nagy, fagsjef <i>Bjame Melvik</i>	

ANALYSEMETODER

ANMERKNING

Faktura sendes separat.

FOR RESULTATER, SE PÅFØLGENDE SIDE(R)

Analyseresultater rapportert i dette dokument er frembragt ved analyse av de anførte prøver i den stand de ble mottatt ved SINTEFs analyselaboratorium. Resultatene kan ikke uten videre betraktes som representative for andre deler av det materiale prøvene er tatt fra. SINTEF overtar intet ansvar for den bruk som blir gjort av analyseresultatene. Denne rapport tillates kopiert bare såfremt HELE dokumentet, inklusive de her anførte anmerkninger, inngår i det kopierte eksemplar. DELVIS kopiering av denne rapport er ikke tillatt uten skriftlig samtykke fra SINTEF.

Resultater THC (Totale hydrokarboner)

J.nr. 2039-40/95, Borhull I og II

Vannprøvene ble ekstrahert med diklormetan og oppkonsentrert. Ekstraktet ble analysert på GC/MS. Det ble brukt en upolar kolonne og et temperaturprogram fra 40°- 300°C. Komponenter med kokepunkt i området ca 80° - 500°C er kvantifisert mot intern standard.

THC-resultatet er et mål på de totale ekstraherbare og kromatograferbare hydrokarboner.

TOC er analysert med Astro 1850 TOC-analysator.

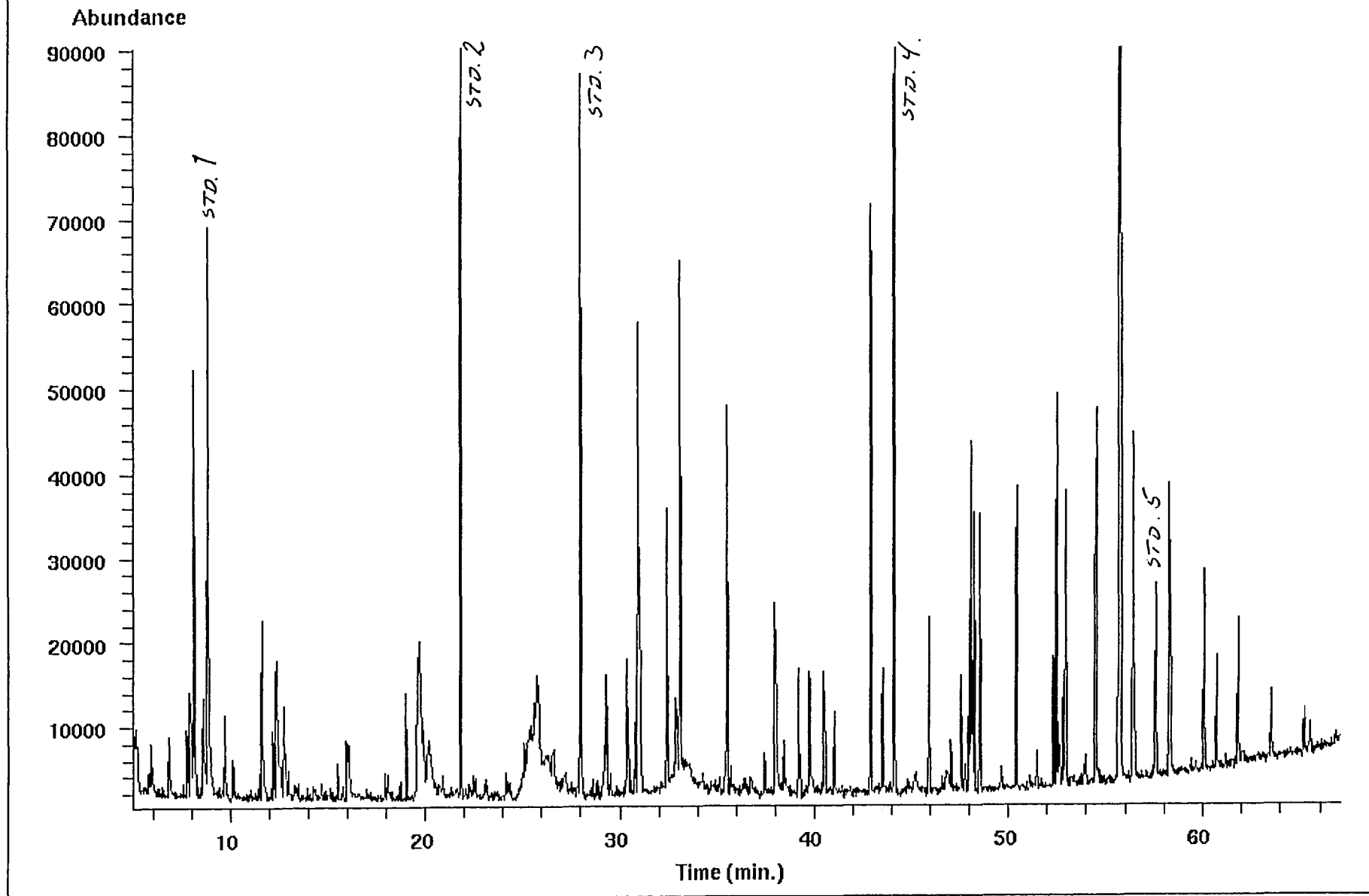
Journalnummer	Prøvemerket	TOC	THC
2039/95	Borhull I	10,3 mg TOC/l	29 µg/l
2040/95	Borhull II	9,1 mg TOC/l	33 µg/l

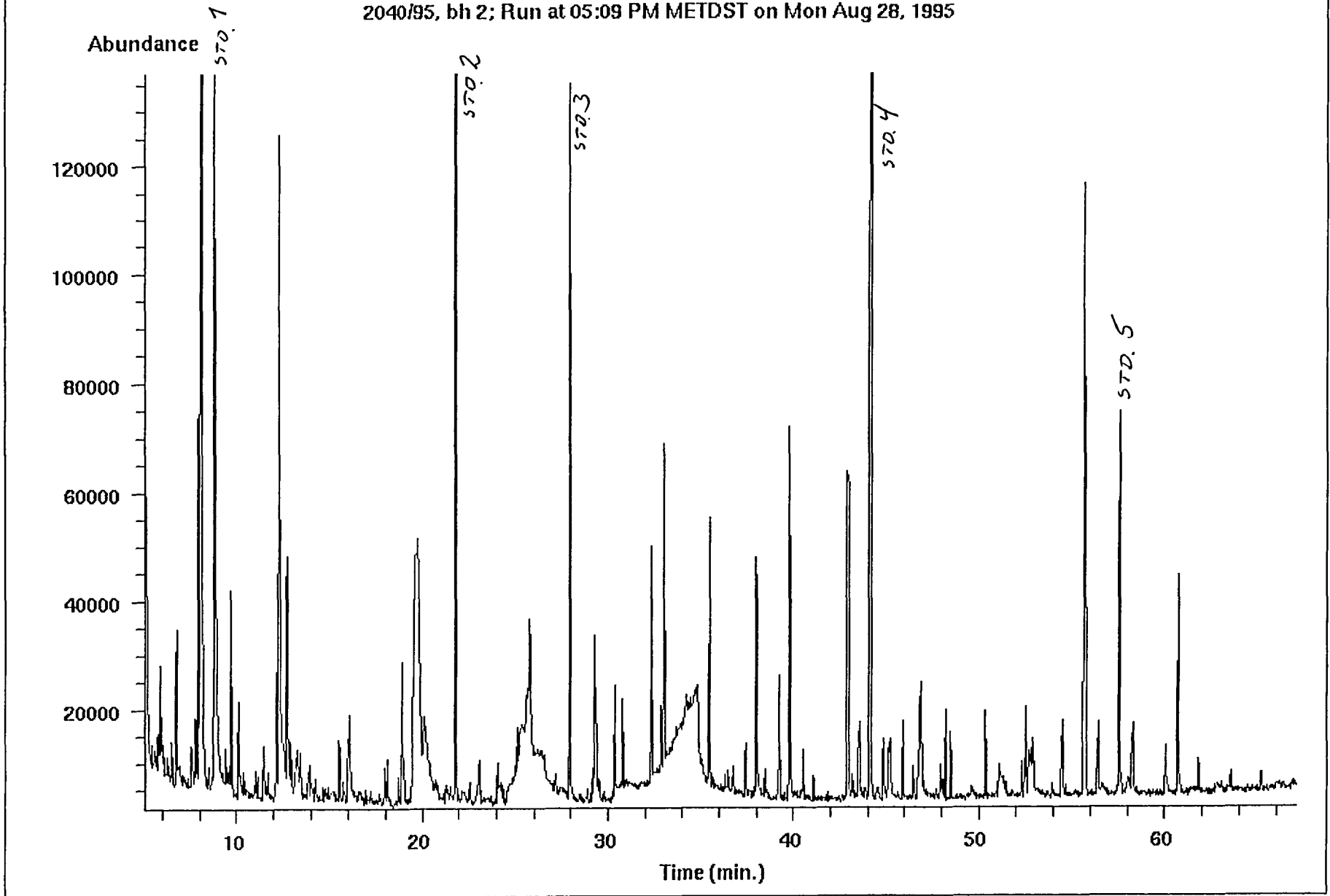
Prøvene inneholder homologe rekker av n-alkaner, som er hovedkomponentene i bl.a. bensin, diesel og olje. Innholdet av n-alkaner i disse prøvene stammer fra en olje.

Prøvene inneholder ikke PAH.

Vannprøvene inneholder små mengder nitrogen- og oksygen-holdige hydrokarboner i lave konsentrasjoner (< 1 µg/l). En identifisering av disse hydrokarbonene er vanskelig hvis man ikke oppkonsentrerer store mengder av vannet.

GC/MS analyse av de to prøvene, fra BH I og BH II, viser samme resultater. Kromatogrammer fra GC/MS-analysen er vedlagt.





SINTEF Oslo

NGU
Postboks 3006
7001 Trondheim

Att. Lars Kirkhusmo

Adresse/Address:
Postboks 124 Blindern
N-0314 Oslo 3, NORWAY

Besøksadresse/Location:
Forskningsveien 1

Telefon/Telephone:
+47 22 06 73 00

Telefax:
+47 22 06 73 50

Telex:
71 536 SI N

Enterprise nr.: 948007029

Rapport

Deres ref.:

Vår ref.:
ori\ngu6694r

Direkte innvalg:
22 06 74 87

Oslo,
1995-10-12

Oppdrag nr.:
270266.94
Prøveserie.:
1995-450

Oppdragets tittel:

ANALYSE AV METANOL I VANN

Sammendrag

Det ble ikke påvist metanol i prøvene. Deteksjonsgrensen var 0.1 mg/l.

Innledning

Vannprøvene (2 stk) ble mottatt den 18.08.95 for analyse med henblikk på innhold av metanol. Prøvene var merket

Prøve #	Oppdragsgivers merking	SINTEF Kjemi serienr.
1	BH 1 Tjeldbergodden	1995-450-1
2	BH 2 - " -	1995-450-2

Eksperimentelt

Prøvene ble lagret mørkt ved 40°C inntil analyse. Analysene ble utført innen 3 døgn etter prøvemottak. I tillegg ble det foretatt en konfirmerende analyse på et noe senere tidspunkt.

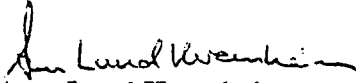
En delprøve (10 ml) ble overført til et headspace glass. Glasset med innhold ble forseglet og varmet ved 80°C i en time. En delprøve av atmosfæren i glasset ble tatt ut med en forvarmet, gasstett sprøyte og analysert med GC/MS (Ion Trap massespektrometer). Det ble analysert 2 parallellprøver. Metanol ble identifisert utfra kromatografiske retensjonstider og opptatte


massespektre. Forbindelsen ble kvantifisert mot en ekstern standardkurve etablert på grunnlag av vannprøver med kjent metanolinnhold, analysert som prøvene.

Resultater

Det ble ikke påvist spor av metanol i de to prøvene. Deteksjonsgrensen i analysen er beregnet til 0,1 mg/l.

Med hilsen
SINTEF KJEMI Oslo


Arne Lund Kvernheim
Laboratorieleder
Seksjon for Miljøteknologi og analyse


Oddvar Ringstad
Prosjektleder

Spesielle betingelser

Resterende prøvemateriale oppbevares på SINTEF Industriell kjemi i 6 måneder etter at oppdraget er utført om ikke annet avtales med oppdragsgiver. Analyseresultater rapportert i dette dokument er frembragt ved analyse av de anførte prøver i den stand de ble mottatt ved SINTEFs analyselaboratorium. SINTEF tar intet ansvar for oppdragsgivers bruk av resultatene eller for konsekvenser av slik bruk. *Delvis* kopiering av denne rapport er ikke tillatt uten skriftlig samtykke fra SINTEF

I dette tilfellet ble prøvene ansett som ferskvare, og ble kastet etter utført analyse.

Vedlegg 7

6 analyserunde 17.10.95

- analyserapport 1995.0246 NGU
- analyserapport SINTEF, (TOC og THC)
- analyserapport SINTEF, (metanol)

NGU, Hydrogeologisk konsekvensutrending
for Statoil på Tjeldbergodden
v/Øystein Jæger og Lars Kirkhusmo
Prosjektnr. 63.2625.00

Analysereport 1995.0246

ANALYSEKONTRAKT NR.: 1995.0246
NGU PROSJEKT NR.: 63.2625.00

OPPDRAGSGIVER: NGU, Hydrogeologisk konsekvensutredning for Statoil på Tjeldbergodden

ADRESSE:

TLF.: 314

KONTAKTPERSON: Øystein Jæger og Lars Kirkhusmo

PRØVETYPE: Vann

ANTALL PRØVER: 2

IDENTIFIKASJON AV PRØVER: Iflg. liste fra oppdragsgiver

PRØVER MOTTATT: 26.10.95

ANMERKNINGER: Ingen

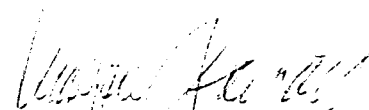
SPESIFIKASJON AV OPPDRAGET I HENHOLD TIL ANALYSEKONTRAKT:

METODE	DOKUMENTASJON *)	OMFATTES AV AKKREDITERING
ICP-AES vann	NGU-SD 3.1	Ja
GFAAS - Cd og Pb vann	NGU-SD 3.2	Ja
CVAAS - Hg vann	NGU-SD 3.3	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
Bestemmelse av fargetall	NGU-SD 3.8	Ja
Bestemmelse av turbiditet	NGU-SD 3.9	Ja

Denne rapporten inneholder i alt 20 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, 1. november 1995



Magne Ødegård (e.f.)

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



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ICP-AES-ANALYSE
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0246



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.-	10.-	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.

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	26.10.95	Baard Søberg
	Dato	OPERATØR



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

ICP-AES-ANALYSE
VANN
Analysekontraktssnr: 1995.0246



7

	Bh.1 f	Bh.2 f
Si	7.0ppm	5.3ppm
Al	1.8ppm	479ppb
Fe	1.6ppm	433ppb
Ti	114ppb	27.8ppb
Mg	1.5ppm	3.9ppm
Ca	949ppb	8.3ppm
Na	118ppm	120ppm
K	7.3ppm	7.3ppm
Mn	30.9ppb	73.2ppb
P	374ppb	< 100ppb
Cu	51.3ppb	< 5.0ppb
Zn	5.5ppb	< 2.0ppb
Pb	<50.0ppb	<50.0ppb
Ni	<20.0ppb	<20.0ppb
Co	<10.0ppb	<10.0ppb
V	27.0ppb	< 5.0ppb
Mo	<10.0ppb	<10.0ppb
Cd	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Cr	<10.0ppb	<10.0ppb
Ba	10.2ppb	3.4ppb
Sr	8.7ppb	28.9ppb
Zr	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Ag	<10.0ppb	<10.0ppb
B	141ppb	272ppb
Be	<1.00ppb	<1.00ppb
Li	< 5.0ppb	< 5.0ppb
Sc	<1.00ppb	<1.00ppb
Ce	<50.0ppb	<50.0ppb
La	<10.0ppb	<10.0ppb
Y	<1.00ppb	<1.00ppb

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20**ATOMABSORPSJONS-ANALYSE (Hg-Kalddampeteknikk AA/MHS-20)**
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0246

Metoden er utviklet for bestemmelse av kvikksølv i vann med Perkin Elmer Mercury Hydride System - 20 og en gullfelleenhet koblet til Perkin Elmer AA.

INSTRUMENT TYPE : Perkin Elmer type 460 (AA) / 20 (MHS)

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER : 10 pg/ml (10 ppt)

ANALYSEUSIKKERHET ± 10 % rel.

5

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

ANMERKNINGER : Filtrert gjennom 0.2 µm membranfilter

Ferdig analysert	25.10.95	Frank Berge
	Dato	OPERATØR

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20ATOMABSORPSJONS-ANALYSE (Hg-Kalddampeteknikk AA/MHS-20)
VANN
Analysekontrakt nr: 1995.0246

Prøve mrk.		$\mu\text{g/l Hg}$
Bh.1	17.10.95	<0.010
Bh.2	17.10.95	<0.010

9

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20**ATOMABSORPSJONS-ANALYSE (Cd og Pb - Grafittovn teknikk)****VANN**

Analysekontrakt nr: 1995.0246

**INSTRUMENT TYPE :** Perkin Elmer type 5000 (AA) / 500 (HGA)**NEDRE BESTEMMELSESGRENSER :** Cd : 0.02 µg/l (0.02 ppb) Pb : 0.2 µg/l (0.2ppb)**ANALYSEUSIKKERHET** Analyseusikkerheten er gitt i tabellen under

Element	Usikkerhet
Cd	± 10 % rel.
Pb	± 10 % rel.

7

PRESISJON : Det kjøres rutinemessig kontrollprøver, som føres i kontrolldiagram (X-diagram). Disse kan forevises om ønskelig.**ANMERKNINGER :** Filtrert gjennom 0.2 µm membranfilter.

Ferdig analysert	25.10.95	Frank Berge
------------------	----------	-------------

Dato

OPERATØR

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20ATOMABSORPSJONS-ANALYSE (Cd og Pb - Grafittovn teknikk)
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0246

Prøve.mrk.	$\mu\text{g/l}$ Cd	$\mu\text{g/l}$ Pb
Bh.1 17.10.95	0.20	<0.20
Bh.2 17.10.95	0.13	<0.20

∞

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20IC-ANALYSE
VANN
Analysekontrakt nr: 1995.02467 ANIONER : F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, Br⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻

INSTRUMENT TYPE : DIONEX IONEKROMATOGRAF 2120i

NEDRE BESTEMMELSESGRENSER

ION	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ^{-*}	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
Nedre bestemmelsesgrense - mg/l	0.05	0.1	0.05	0.1	0.05	0.2	0.1

ANALYSEUSIKKERHET : 10 % rel. for alle ionene

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

ANMERKNINGER : * NGU-LAB er ikke akkreditert for NO₂⁻ *
I <oppdr.nr.>.PRN fil ligger på T:\ANIONER.KJA.
Ellers ingen.

Ferdig analysert	24.10.95	Egil Kvam
------------------	----------	-----------

Dato

OPERATØR

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20IC-ANALYSE
VANN
Analysekontraksnr: 1995.0246

Prøve nr	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻
1	98.1 µg/l	25.5 mg/l	<500 µg/l	<100 µg/l	133 µg/l	244 µg/l	13.7 mg/l
2	136 µg/l	49.9 mg/l	<500 µg/l	114 µg/l	<50.0 µg/l	<200 µg/l	39.4 mg/l

10



NGU
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV pH
VANN**
Analysekontrakt nr: 1995.0246



UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4720.

INSTRUMENT TYPE : Radiometer PHM 84 Research pH meter

ANALYSEUSIKKERHET : ± 0.05 pH

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	30.10.1995	Tomm Berg
------------------	------------	-----------

Dato

OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

BESTEMMELSE AV pH
VANN
Analysekontraktsnr: 1995.0246



Prøvemrk.		pH
Bh-1	17.10.95	9.24
Bh-2	17.10.95	8.20



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

BESTEMMELSE AV LEDNINGSEVNE
VANN
Analysekontrakt nr: 1995.0246



UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4721.

INSTRUMENT TYPE : Radiometer CDM 83 Conductivity meter

NEDRE BESTEMMELSES GRENSE : 0.004 mS m⁻¹

ANALYSEUSIKKERHET :

Måleområde / mS m ⁻¹	Usikkerhet
0.004 - 0.2	± 0.004 mS m ⁻¹
> 0.2	± 2 % rel.

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

ANMERKNINGER : NS 4721 8 Utregning. Resultatet angis i mS/m. For prøver med konduktivitet mindre enn 10 mS/m skal resultatet oppgis med to gjeldende sifre, og for prøver med konduktivitet større enn eller lik 10 mS/m med tre gjeldende sifre.

Ferdig analysert	30.10.1995	Tomm Berg
------------------	------------	-----------

Dato

OPERATØR

Prøvemrk.	Ledn.evne mS/m
Bh-1 17.10.95	51.4
Bh-2 17.10.95	61.2

UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4754.

INSTRUMENT TYPE : Radiometer PHM 84 Research pH meter / Glasselektrode pHC 2701

NEDRE BESTEMMELSESGRENSE : 0.03 mmol l⁻¹

ANALYSEUSIKKERHET :

Måleområde / mmol l ⁻¹	Usikkerhet
0.03 - 0.2	± 0.03 mmol l ⁻¹
0.2 - 2.0	± 0.04 mmol l ⁻¹
> 2.0	± 2.5 % rel.

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	30.10.1995	Tomm Berg
	Dato	OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV ALKALITET
VANN**
Analysekontrakt nr: 1995.0246



Prøvemrk.	Alkalitet mmol/l
Bh-1 17.10.95	4.41
Bh-2 17.10.95	4.07



NGU
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV FARGETALL
VANN**
Analysekontraktsnr: 1995.0246



UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4787.

INSTRUMENT TYPE : SHIMADZU UV-1201 Spektrofotometer

NEDRE BESTEMMELSES GRENSE : 1.4

ANALYSEUSIKKERHET : ± 7.5 % rel.

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	27.10.95	Bente Kjøsnes
	Dato	OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV FARGETALL
VANN**
Analysekontrakt nr: 1995.0246



NORSK
AKKREDITERING
Nr. P020

Fargetall

1.	74.8
2.	27.2

**NGU**NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-LabLeiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20**BESTEMMELSE AV TURBIDITET
VANN**

Analysekontrakt nr: 1995.0246



UTFØRES ETTER NORSK STANDARD - NS 4723.

INSTRUMENT TYPE : Hach 2100 A Turbidimeter

NEDRE BESTEMMELSES GRENSE : 0.05 FTU

ANALYSEUSIKKERHET :

Måleområde / FTU	Usikkerhet
0.05 - 1.0	± 0.04 FTU
1.0 - 10	± 0.4 FTU
10 - 100	± 4 FTU
100 - 1000	± 40 FTU

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

ANMERKNINGER : Ingen

Ferdig analysert	27.10.95	Bente Kjøsnes
------------------	----------	---------------

Dato

OPERATØR



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
NGU-Lab

Leiv Erikssons vei 39
Postboks 3006 - Lade
N-7002 Trondheim
Telefon: 73 90 40 11
Telefax: 73 92 16 20

**BESTEMMELSE AV TURBIDITET
VANN**
Analysekontraktsnr: 1995.0246



NORSK
AKKREDITERING
Nr. P020

Turbiditet F.T.U.

- | | |
|----|-----|
| 1. | 140 |
| 2. | 58 |



SINTEF Kjemi
Seksjon for sensor- og
analyseteknikk

Postadresse: 7034 Trondheim
Besøksadresse: Sem Sælands vei 12
Telefon: 73 59 28 69
Telefax: 73 59 31 62
Telex: 55 620 sintf n

Foretaksnr.: 948007029

ANALYSERAPPORT

OPPDRAKSGIVER

Norges Geologiske Undersøkelse
Leiv Eriksons vei 39
Postboks 3006 Lade
7040 TRONDHEIM

OPPDRAG

BESTEMME TOC OG THC I BRØNNVANN FRA
TJELDBERGODDEN

VÅR REF. 21530083/2530-1/95/HG	PRØVEMATERIALE vann	ANTALL/FORM 2	PRØVER MOTTATT 1995-10-17
DERES REF. Kirkhusmo			
ELEKTRONISK ARKIVKODE 9504764.ara	PRØVER UTTATT AV Oppdragsgiver	UTFØRT AV <i>Hilde Glomstad</i> Hilde Glomstad	TELEFON 73 59 28 66
ANTALL SIDER 4	DATO 1995-10-25	ANSVARLIG SIGNATUR Kalman Nagy, fagsjef <i>K Nagy</i>	

ANALYSEMETODER

ANMERKNING

Faktura sendes separat.

FOR RESULTATER, SE PÅFØLGENDE SIDE(R)

Analyseresultater rapportert i dette dokument er frembragt ved analyse av de anførte prøver i den stand de ble mottatt ved SINTEFs analyselaboratorium. Resultatene kan ikke uten videre betraktes som representative for andre deler av det materiale prøvene er tatt fra. SINTEF overtar intet ansvar for den bruk som blir gjort av analyseresultatene. Denne rapport tillates kopiert bare såfremt HELE dokumentet, inklusive de her anførte anmerkninger, inngår i det kopierte eksemplar. DELVIS kopiering av denne rapport er ikke tillatt uten skriftlig samtykke fra SINTEF.

Resultater THC (Totale hydrokarboner)

J.nr. 2530-31/95, Borhull I og II

Vannprøvene ble ekstrahert med diklormetan og oppkonsentrert. Ekstraktet ble analysert på GC/MS. Det ble brukt en upolar kolonne og et temperaturprogram fra 40°- 300°C. Komponenter med kokepunkt i området ca 80° - 500°C er kvantifisert mot intern standard.

THC-resultatet er et mål på de totale ekstraherbare og kromatograferbare hydrokarboner.

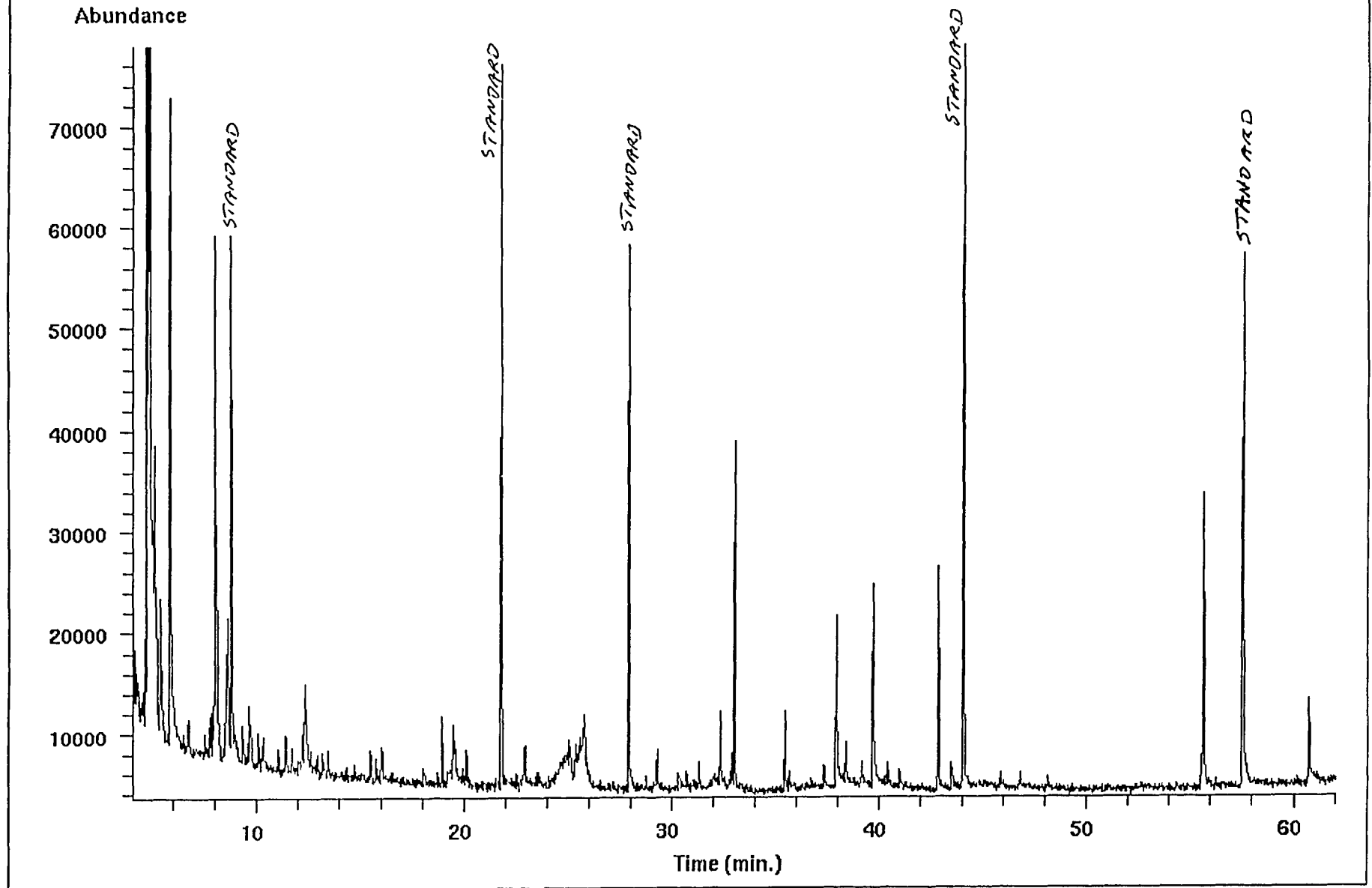
TOC er analysert med Astro 1850 TOC-analysator.

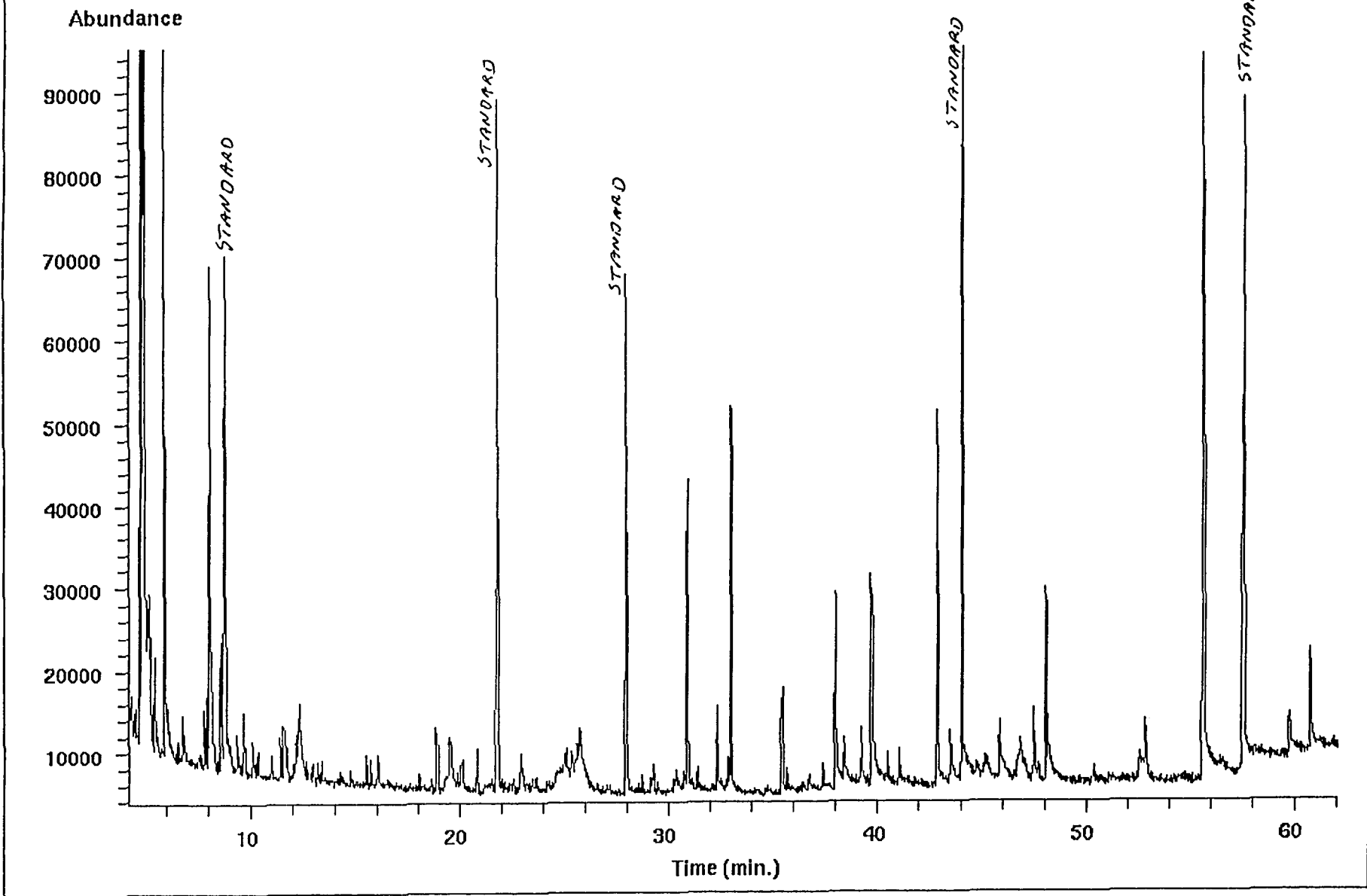
Journalnummer	Prøvemerk	TOC	THC
2530/95	Borhull I	10,3 TOC/l	21 µg/l
2531/95	Borhull II	11,5 TOC/l	19 µg/l

Prøvene inneholder ikke homologe rekker av n-alkaner, som er hovedkomponentene i bensin, diesel og olje, og de inneholder heller ikke PAH.

Vannprøvene inneholder små mengder oksygen-holdige hydrokarboner i lave konsentrasjoner (< 1 µg/l). En identifisering av disse hydrokarbonene er vanskelig hvis man ikke oppkonsentrerer store mengder av vannet.

GC/MS analyse av de to prøvene, fra BH I og BH II, viser samme resultater. Kromatogrammer fra GC/MS-analysen er vedlagt.





NGU
Oslokontoret
Postboks 5348 Majorstua
0304 Oslo

Att. Lars Kirkhusmo

Adresse/Address:
Postboks 124 Blindern
N-0314 Oslo 3, NORWAY

Besøksadresse/Location:
Forskningsveien 1

Telefon/Telephone:
+47 22 06 73 00

Telefax:
+47 22 06 73 50

Telex:
71 536 SI N

Enterprise nr.: 948007029

Rapport

Deres ref.:

Vår ref.:
ori\ngu8568r

Direkte innvalg:
22 06 74 87

Oslo,
1995-10-26

Oppdragets tittel:

Oppdrag nr.:
270285.68
Prøveserie.:
1995-621

ANALYSE AV METANOL I VANN

Sammendrag

Det ble ikke påvist metanol i prøvene. Deteksjonsgrensen var 0,1 mg/l.

Innledning

Vannprøvene (2 stk) ble mottatt den 18.10.95 for analyse med henblikk på innhold av metanol. Prøvene var merket

Prøve #	Oppdragsgivers merking	SINTEF Kjemi serienr.
1	BH 1 Tjeldbergodden 17.10.95	1995-621-1
2	BH 2 - " -	1995-621-2

Ekspérimentelt

Prøvene ble lagret mørkt ved 4°C inntil analyse. Analysene ble utført innen 3 døgn etter prøvemottak.

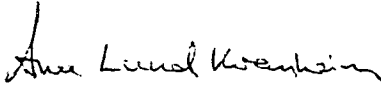
En delprøve (10 ml) ble overført til et headspace glass. Glasset med innhold ble forseglet og varmet ved 80°C i en time. En delprøve av atmosfæren i glasset ble tatt ut med en forvarmet, gassett sprøyte og analysert med GC/MS (Ion Trap massespektrometer). Det ble analysert 2 parallellprøver. Metanol ble identifisert utfra kromatografiske retensjonstider og oppatte

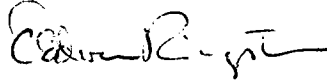
massespektre. Forbindelsen ble kvantifisert mot en ekstern standardkurve etablert på grunnlag av vannprøver med kjent metanolinnhold, analysert som prøvene.

Resultater

Det ble ikke påvist spor av metanol i de to prøvene. Deteksjonsgrensen i analysen er beregnet til 0,1 mg/l.

Med hilsen
SINTEF KJEMI Oslo


Arne Lund Kvernheim
Laboratorieleder
Seksjon for Miljøteknologi og analyse


Oddvar Ringstad
Prosjektleder

Spesielle betingelser

Resterende prøvemateriale oppbevares på SINTEF Industriell kjemi i 6 måneder etter at oppdraget er utført om ikke annet avtales med oppdragsgiver. Analyseresultater rapportert i dette dokument er frembragt ved analyse av de anførte prøver i den stand de ble mottatt ved SINTEFs analyselaboratorium. SINTEF tar intet ansvar for oppdragsgivers bruk av resultatene eller for konsekvenser av slik bruk. Delvis kopiering av denne rapport er ikke tillatt uten skriftlig samtykke fra SINTEF