



Gassöfnun og gaskortlagning í Öxarfirði

Bjarni Richter, Guðmundur Ómar Friðleifsson

Greinargerð BR-GÓF-99-01



09-12-1999

Gassöfnun og gaskortlagning í Öxarfirði.

Bjarni Richter og Guðmundur Ómar Friðleifsson

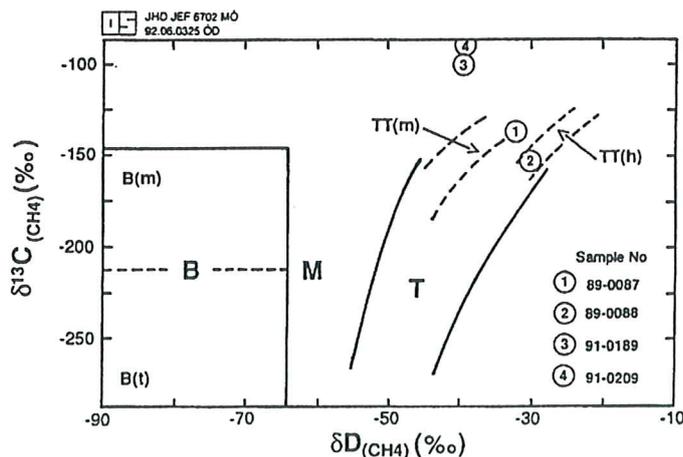
Inngangur

Í ágúst síðastliðnum hófst borun holu BA-02 við Bakkahlaup í Öxarfirði á meintu háhitasvæði sem þar er talið leynast í og undir 1 km þykkum setlagastafla. Setlögin eru hluti af miklu setlagasvæði sem kennt er við Tjörnes, en þekur allt landgrunnið fyrir Norðurlandi á a.m.k. 15,000 km² svæði. Ekki hefur áður verið borað í háhitasvæði innan setlagasvæða á Íslandi. Bakkahlaupssvæðið er innan Kröflusprungubeltisins. Fleiri háhitasvæði eru talin vera á hafsbotni frá Öxarfirði út að Kolbeinseyjarhrygg. Í ljósi þess að "olíugas" fannst fyrir nokkrum árum í borunum við Skógarlón, sem er 10-15 km norðar innan sama sprungubeltis, keypti Íslensk orka ehf sérstakan gasgreini til að fylgjast með hugsanlegu gasstreymi olíugasanna meðan á borun holu BA-02 stóð.

Um fund "olíugasanna" í Öxarfirði er rætt í skýrslu Magnúsar Ólafssonar o.fl. (1993)

Í stuttu máli voru helstu niðurstöður þeirrar rannsóknar að gösin sem fundust í sýnunum voru olíugös, allt frá metan og yfir í þyngri og þróaðri gös (própan - benzen; sjá viðauka 1). Þessi þroskaðri og þyngri gasmólíkul geta aðeins orðið til samfara olíu- og gasmyndun í setlögum, en ekki við rotnun og gerjun í efsta hluta setlaganna.

Einnig voru gerðar samsætuathuganir á kolefninu ($\delta^{13}\text{C}$) til að leggja mat á uppruna gasanna og kom í ljós að þau eiga uppruna sinn í lífrænu efni bæði af landi og úr sjó (mynd 1). Einnig er um að ræða sýni sem eru eitthvað afbrigðileg.



1. mynd. Hér má sjá hvernig sýnin (1=ÆR-03; 2=ÆR-01; 3=ÆR-04; 4=ÆR-04) flokkast. T stendur fyrir blautgas og TT fyrir þurrgas. (m) stendur fyrir lífrænt efni úr sjó, en (h) fyrir landræn lífræn efni.

Eins og fram kemur í viðaukum 1 og 2 eru olúgösin sem fundust í holum ÆR-1,3 og 4, á bilinu 0,5-6% af heildargasinu, en það er nokkuð hátt og samkvæmt Hollustuvernd Ríkisins er a.m.k. metan yfir hættumarki (tafla1).

Tafla 1. Hættumörk olúgasa í andrúmslofti.

Gastegund	Syrkleiki (rúmmáls %)
Methan (CH ₄)	5-15 %
Ethan (C ₂ H ₆)	3-12,4 %
Própan (C ₃ H ₈)	2,2-9,5 %
Bútan (C ₄ H ₁₀)	1.8-8,4 %

Tilraun til gassöfnunar á yfirborði

Orkustofnun, sem var ráðgjafi við borunina, ákvað að nýta tækifærið til forkönnunar á því hvort olúgös streymdu náttúrulega upp úr söndum Öxarfjarðar, bæði á jarðhitasvæðinu við Skógalón og víðar í Öxarfirði, því til skamms tíma hefur stofnunin talið að kortleggja mætti náttúrulegt gasstreymi með ódýrum og skilvirkum hætti. Nýi gasgreinirinn gerði kleift að fá niðurstöður strax, og þar með mat á hvort aðferðin dygði.

Fyrst var farið í Skógarlón, þar sem vitað var af gasuppstreymi í borholum. Kom í ljós að gas vall upp úr sandinum ekki langt frá holunum. Greinilegt var að gasaugun röðuðu sér upp í línu með sömu stefnu og sprungusveimurinn. Því er nokkuð ljóst að gasið er tilflutt upp á yfirborðið um misgengi undir sandinum (mynd 2).

Þetta gas safnaðist víða fyrir undir jarðhitaslyi þar sem auðvelt var að safna sýnum í sprautur (mynd 3). Einnig var gasi safnað í loftþéttar dollur sem settar voru á hvolf ofan á gasaugun. Best var að safna þannig að finna gasuppstreymi undir vatni. Síðan var dollan fyllt af vatni og hún sett yfir gasaugað. Gasið rak síðan vatnið út úr dollunni og var því ómengað af andrúmslofti.



2. mynd. Slýblöðrur fylltar af "olúgösum". Punktalínurnar undirstrika að gasaugun í sandinum raða sér upp og benda til að gaslekinn komi upp um tektónískar sprungur undir sandinum.



3. mynd. Gas úr gasaugum sem safnast hefur saman undir jarðhitaslými.

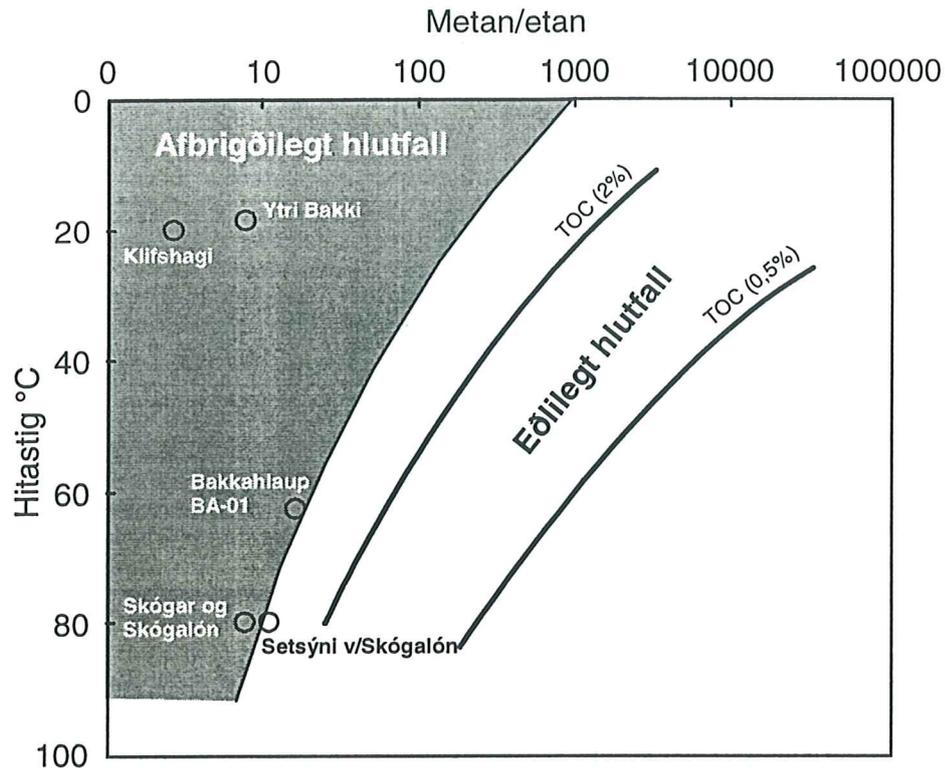
Safnað var náttúrulegu gasi á jarðhitasvæðunum við Bakkahlaup, Skógarlón, Skóga og Klifshaga. Niðurstaðan reyndist vonum framar. Öll olúgösin sem fundust í borholum við Skógarlón fyrir nokkrum árum, streymdu beint upp til yfirborðs í svipuðum hlutföllum og í borholunum. Niðurstöðurnar er fengust voru mjög svipaðar fyrri niðurstöðunum sem lýst er í fyrrnefndri skýrslu Orkustofnunar. Sama var uppi á teningnum á jarðhitasvæðinu við Skóga, sem er litlu sunnar innan sama sprungubeltis. Vottur af olúgasi fannst í náttúrulegu uppstreymi á umræddu hitasvæði við Bakkahlaup. Mest kom þó á óvart að vottur af olúgösum fannst á lítilfjörlegu volgrusvæði í landi Klifshaga, sem er í næsta sprungubelti austan við Öxarfjarðarsigdældina, undir Melrakkaslétu (sjá viðauka 3-6).

Með því að bera saman hlutföll metans og etans er hægt að sjá að gasið er aðflutt, en ekki nýmyndað á staðnum (mynd 4). Þessi aðferð byggir á því að við venjulega gerjun og rotnun á lífrænu efni myndast fyrst og fremst metan, en örlítill vottur af etani einnig. Þetta þýðir að hlutfallið milli metans og etans er mun hærra (10-100 sinnum hærra) við myndun gasa á þennan hátt, en við ummyndun lífrænna efna djúpt í setlögum.

Greining á þessu hlutfalli í gösunum sem safnað var í sumar í Öxarfirði bendir eindregið til að upptaksvæði gasana sé mun dýpra og í mun eldra seti en því sem er á yfirborði. Aldursgreining sem gerð var fyrir nokkrum árum síðan bendir til hærri aldurs en 20 000 ára.

Ljóst er að aðferðin dugar til að fá mat á því hvort olúgös leki upp á fleiri jarðhitasvæðum á svæðinu frá Skjálfanda yfir á Melrakkaslétu. Nýta má allar tiltækar borholur á umræddu svæði til að reyna gassöfnun (head-space gas) með tiltölulega einföldum hætti. Einnig er hægt að leggja gróft mat á magn gasana, en gasgreinirinn var því miður ekki kvarðaður nægilega vel til að það væri hægt síðastliðið sumar. Unnið verður að því að hann verði tilbúinn næsta sumar.

Enn er ekki ljóst hvort gas streymi upp víðar í Öxarfirði inn á milli jarðhitasvæðana, en forkönnun sem gerð var nú í sumar miðaði að því að prófa hentugustu sýnatökuaðferðina.



4. mynd. Hér sést hvernig öll sýnin lenda innan afríðilega svæðisins, sem aftur bendir til að um aðflutt gas sé að ræða, en ekki jarðhitaummyndaðar lífrænar leyfar í efsta hluta setlaganna.

Þessi aðferð fólst í því að smíðaður var um 50 cm langur 1 ½ ” stautur með ásoðnu loki og ventli rétt neðan loksins. Þessi stautur var síðan rekinn niður í setið með sleggju og ventlinum lokað. Þannig myndaðist lofttæmi er stauturinn var tekinn upp aftur og sat setsýnið því inni í honum. Stautnum er síðan lokað að neðan og hann hitaður í sjóðandi vatni nokkra stund. Við þessa hitun er allt það gas er setið hefur fast í setinu rekið út og safnast það fyrir í toppi stautsins. Gasinu er síðan tappað af um ventilinn og sett í gasgreini.

Aðferðin reyndist standa fyllilega fyrir sínu og kom í ljós að hægt var að greina þroskuð olúgös í setsýnunum (viðauki 6). Þau sýni er tekin voru þar sem ekki var neinna gasa að vænta, sýndu einungis andrúmsloft. Því er ljóst að næsta skref er að kortleggja kerfisbundið gasuppstreymi í Öxarfirði með setsýnum til að átta sig á eðli þessa uppstreymis og hvort eingöngu sé um mjög staðbundið fyrirbæri sé að ræða.

Niðurstöður og tillögur um framhald

Nú er vitað að olú og gasmyndun á sér stað í setlögum í Öxarfirði. Lítið er vitað um magn og upptakadýpi, eða aldur setlaganna sem gasið myndast í, en fyrirbyggjandi vitneskja bendir til að ræturnar kunni að liggja djúpt í berggrunninum í tertíerum setlögum, sambærilegum þeim sem finnast á yfirborði á Tjörnesi. Því er lagt til að í framhaldinu verði kortlagt nákvæmlega gasuppstreymi í Öxarfirði, við jarðhitasvæði, eftir misgengjum og annars staðar í firðinum. Nauðsynlegt er að safna einnig gassýnum utan Öxarfjarðar til

viðmiðunar, einkum við Húsavík, á söndum Skjálvandflóa (úr borholum) og af Hveravallasvæðinu, Tjörnesi og víðar.

Innan Tjörneslaganna eru surtarbrandslög sem auðvelt er að komast í og mæla. Með því að mæla gljástig surtarbrandsins (vitrinite reflectance) er hægt að leggja mat á þroska efnisins með tilliti til gas- og olíumyndunar. Einnig myndi þessi athugun gefa vísbendingar um hvort gasmyndunina í Öxarfirði megi rekja til Tjörnessetlaganna. Til þess þarf óveðruð fersk sýni sem einfaldast er að ná með grunnum borholum. Fjórar 20-50 m djúpar kjarnaholur eru taldar nægja til þessa mats.

Heimildir:

Magnús Ólafsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Jón Eiríksson, Hilmar Sigvaldason og Halldór Ármannsson, 1993: On the origin of organic gas in Öxarfjörður, NE-Iceland. OS-93015/JHD-05. 76 pp.-

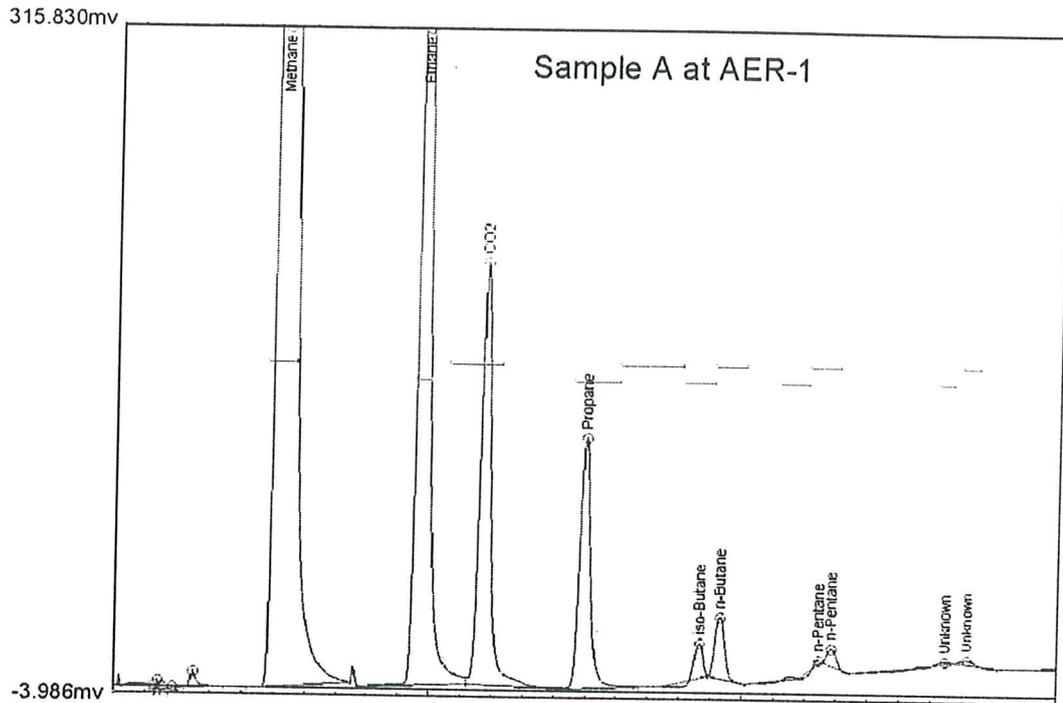
Viðaukar

Viðauki 1 Efnasamsetning gasa er safnað var í Skógarlóni (%)

Hola	ÆR-04	ÆR-04	ÆR-03	ÆR-03	ÆR-03	ÆR-01	ÆR-01	ÆR-01
N ₂	86,20	92,80	81,00	93,50	95,90	92,80	93,80	94,60
O ₂ + Ar	0,1	0,10	18,40	1,10	1,80	1,20	1,70	2,70
H ₂	0,07	0,25	0,06	0,02	0,02	0,07	0,23	0,00
He	-	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00
CO ₂	7,88	0,91	0,05	0,02	0,05	0,00	0,05	0,04
CH ₄	5,70	5,80	0,45	5,20	3,60	5,60	4,00	2,22
C ₂ H ₆	0,082	0,120	0,015	0,230	0,150	0,300	0,200	0,218
C ₃ H ₈	0,074	0,083	0,002	0,047	0,050	0,057	0,092	0,156
i-C ₄ H ₁₀	0,0088	0,0110	-	0,0066	0,0088	0,0076	0,0164	0,0251
n-C ₄ H ₁₀	0,0240	0,0310	0,0034	0,0093	0,0110	0,0100	0,0208	0,0280
neo-C ₅ H ₁₂	-	-	-	0,0002	-	0,0030	-	-
i-C ₅ H ₁₂	0,0019	0,0052	0,0001	0,0016	0,0035	0,0027	0,0123	0,0147
n-C ₅ H ₁₂	0,0042	0,0170	-	0,0018	0,0058	0,0036	0,0152	0,0132
i-C ₆ H ₁₄	0,00010	0,00067	0,0001	finnst	-	finnst	-	-
n-C ₆ H ₁₄	0,00100	0,00600	-	-	-	-	-	-
C ₆ H ₆	0,01950	0,00440	-	-	-	-	-	-

Viðauki 2 Innbyrðis hlutföll og efnasamsetning lífrænna gasa (%).

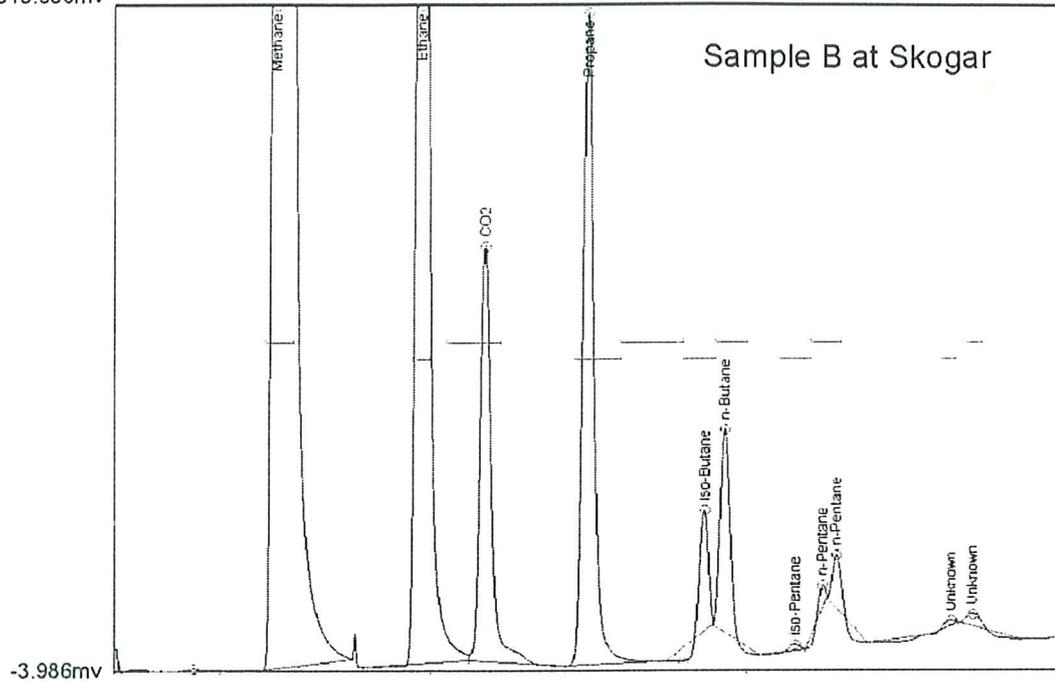
Hola	ÆR-04	ÆR-04	ÆR-03	ÆR-03	ÆR-03	ÆR-01	ÆR-01	ÆR-01
CH ₄	96,513	95,554	95,584	94,640	95,530	93,635	91,826	83,003
C ₂ H ₆	1,388	1,977	3,207	4,186	3,980	5,016	4,591	8,151
C ₃ H ₈	1,253	1,367	0,425	0,855	1,327	0,953	2,112	5,833
i-C ₄ H ₁₀	0,149	0,181	-	0,120	0,234	0,127	0,377	0,939
n-C ₄ H ₁₀	0,406	0,511	0,722	0,169	0,292	0,167	0,478	1,047
neo-C ₅ H ₁₂	-	-	-	0,004	-	0,050	-	-
i-C ₅ H ₁₂	0,032	0,086	0,021	0,029	0,093	0,045	0,282	0,550
n-C ₅ H ₁₂	0,071	0,280	-	0,033	0,154	0,060	0,349	0,494
i-C ₆ H ₁₄	0,002	0,011	0,021	finnst	-	finnst	-	-
n-C ₆ H ₁₄	0,017	0,099	-	-	-	-	-	-
C ₆ H ₆	0,330	0,073	-	-	-	-	-	-



Component	Area	Area %	Norm area %	Height
Methane	102261.098	84.030	95.770	4946.424
Ethane	10736.046	8.820	2.960	479.893
CO2	4636.631	3.810	0.750	203.174
Propane	2785.346	2.290	0.520	120.248
H2S	0.000	0.000	0.000	0.000
iso-Butane	240.823	0.200	N/D	17.001
n-Butane	593.120	0.490	N/D	29.469
iso-Pentane	0.000	0.000	0.000	0.000
n-Pentane	22.024	0.020	N/D	3.081
n-Pentane	146.728	0.120	N/D	8.126
Unknown	27.034	0.020	N/D	1.226
Unknown	54.288	0.040	N/D	2.143

Viðauki 3. Gassýni tekið við Skógarlóni, rétt við ÆR-01.

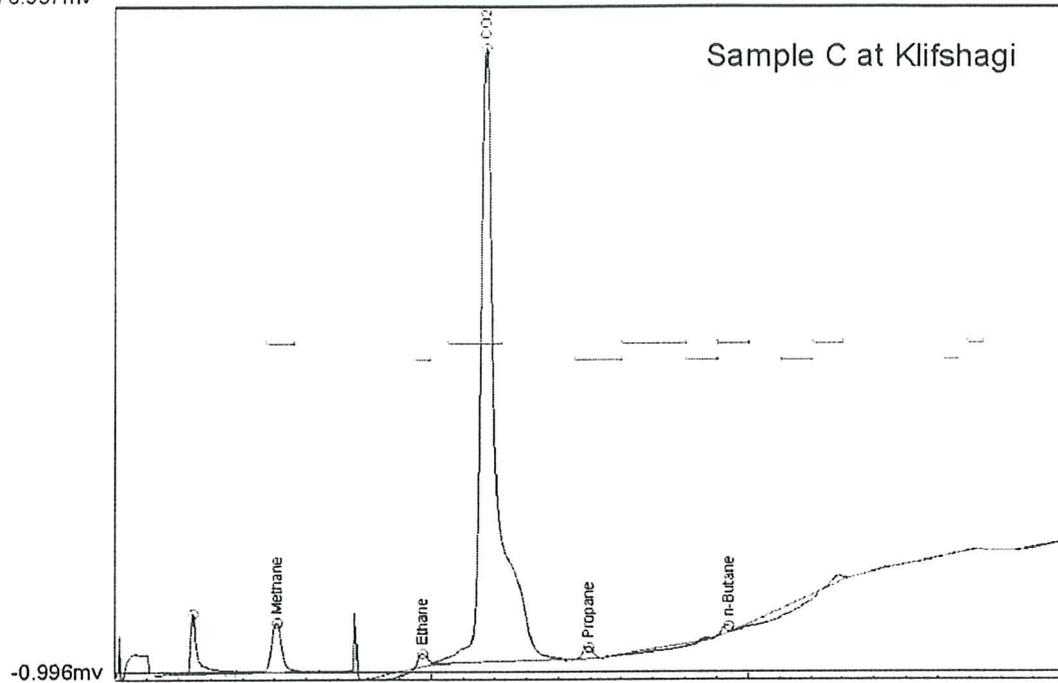
315.830mv



Component	Area	Area %	Height	CH ₄ /C ₂ H ₆
Methane	144283.92	81.38	4988.029	8.13
Ethane	17752.064	10.01	798.759	
CO ₂	4612.945	2.6	197.726	
Propane	7360.076	4.15	309.899	
H ₂ S	0	0	0	
iso-Butane	841.079	0.47	58.564	
n-Butane	1862.243	1.05	96.708	
iso-Pentane	48.078	0.03	3.209	
n-Pentane	114.92	0.06	12.406	
n-Pentane	255.111	0.14	24.851	
Unknown	70.58	0.04	3.003	
Unknown	70.716	0.04	5.91	

Viðauki 4. Gassýni tekið við Skóga, um 1 km frá Skógarlóni.

78.957mv

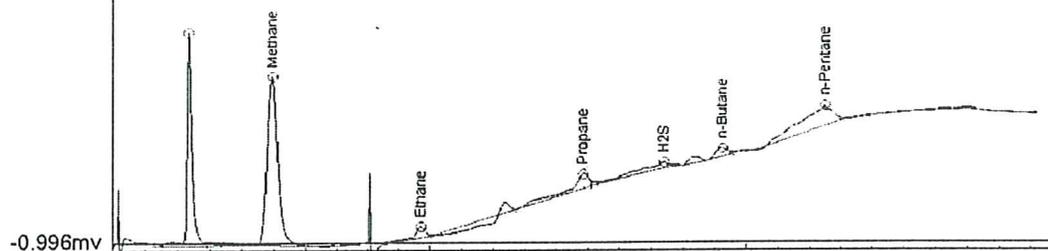


Component	Area	Area %	Height	CH ₄ /C ₂ H ₆
Methane	129.080	4.630	5.934	4.44
Ethane	29.080	1.040	1.706	
CO ₂	2481.482	88.930	73.046	
Propane	31.496	1.130	1.444	
H ₂ S	0.000	0.000	0.000	
iso-Butane	0.000	0.000	0.000	
n-Butane	18.216	0.650	0.914	
iso-Pentane	0.000	0.000	0.000	
n-Pentane	0.000	0.000	0.000	
Unknown	0.000	0.000	0.000	
Unknown	0.000	0.000	0.000	

Viðauki 5. Gassýni tekið við Klifshaga.

78.957mv

Sample sediment at Skogarlon



Component	Area	Area %	Height	$\text{CH}_4/\text{C}_2\text{H}_6$
Methane	223.143	42.520	10.016	12.54
Ethane	17.792	3.390	0.643	
CO_2	0.000	0.000	0.000	
Propane	37.086	7.070	0.898	
H_2S	22.986	4.380	0.376	
iso-Butane	0.000	0.000	0.000	
n-Butane	12.336	2.350	0.520	
iso-Pentane	0.000	0.000	0.000	
n-Pentane	92.504	17.630	1.283	
Unknown	0.000	0.000	0.000	
Unknown	0.000	0.000	0.000	

Viðauki 6. Setsýni tekið við Skógarlón.