

Olíumyndun í setlögum við Ísland. Hvað þarf til?

Guðmundur Ómar Friðleifsson

Greinargerð GÓF-98-01

OLÍUMYNDUN Í SETLÖGUM VIÐ ÍSLAND HVAÐ ÞARF TIL ?

FORMÁLI

Greinargerð þessi er tekin saman fyrir starfshóp sem Iðnaðarráðherra skipaði 1997. Starfshópnum er falið að meta hvort rétt sé að hefja rannsóknir á því hvort olía eða gas finnist á landgrunni Íslands. Tilgangurinn höfundar með þessari greinargerð er koma nokkrum bjartsýnisviðhorfum á framfæri, og tillögu að rannsóknaráætlun sem vonandi verður tekin upp og framkvæmd í framhaldi af störfum nefndarinnar. Greinargerðin er lögð fram á fundi starfshópsins 20.02.1998.

Hugsanlegar olíuvonir Íslands utan landgrunns, sem ekki verða ræddar hér, tengjast ítökum á Jan Mayen hryggnum og á Hatton-Rockall svæðinu.

INNGANGUR

Yfirleitt hefur myndun olú og brennanlegs gass í setlögum við Ísland verið talin nær óhugsandi sökum þess hve landið er ungt og sökum þess hve setlög eru fá og þunn. Ef nánar er að gáð er olíumyndun í íslensku bergi þó síður en svo óhugsandi. Tengist það háum hitastigli og mikilli jarðhitavirkni. **Höfuðatriði er að olíumyndun er í rauninni ekkert annað en jarðhitaumyndun á lífrænum leifum landgróðurs eða sjávarlífs.**

Þykkar setlagamyndanir finnast víða á landgrunninu, ekki síst úti fyrir Norðurlandi milli Kolbeinseyjarhryggjar og lands. Þar er mikil setlagadæld sem kennd er við Tjörnesbrotabeltið, og er hún a.m.k. um 140-150 km löng og um 40-50 km breið. Setlagabykkt þar á stóru svæði er milli 1-4 km, og hafa setlögin lítið sem ekkert verið rannsökuð. **Það er annað höfuðatriði.** Elsti hluti þeirra gæti verið 10-15 milljón ára gamall. Af gefnu tilefni verður umræðan hér að mestu takmörkuð við þetta svæði. Hluti þessarra sjávarsetlaga hefur risið úr sæ á Tjörnesi og þar finnast m.a. 3-5 milljón ára gömul surtarbrandslög. Í Öxarfirði, litlu austar, er um 1 km þykkur stafli af tiltölulega ungum setlögum í staðbundinni sigdæld sem er 20-25 km breið. Í jarðhitaborunum þar fyrir rúmum áratug fannst lífrænt gas sem við getum með réttu kallað olúgas, án þess að því þurfi endilega að fylgja umtalsverðar gas eða olíulindir. Gas af þessu tagi hefur ekki fundist hér áður, og er það a.m.k. 20,000 ára gamalt, samkvæmt aldursgreiningu á kolefni, og huganlega miklu eldra. Ekki er vitað hvort gömlu Tjörnessetlögin eru undir Öxarfirði, en olúgasið gæti t.d. verið upprunið í surtarbrandslögum sambærilegum þeim sem finnast í Törnessetlögnum.

FORSENDUR OLÍUMYNDUNAR Á ÍSLANDI

Þar sem jarðhitastigull er lágur (20-40°C/km) eins og víðast háttar til í setlagatrogum á meginlöndunum, tekur olíumyndun milljónir ára, og tilflutningur og samsöfnun olú líka. Þar sem jarðhitastigull er hærri, 60-150°C/km, tekur olíumyndun hins vegar mun skemmri

MÁ EKKI FJARLÆGJA

tíma, og hreyfingar, misgengi og brot í jarðskorpunni flýta fyrir tilflutningi og hugsanlegri samsöfnun gass og olíu í geymsluberg. Í jarðhitakerfum þar sem hræring er á vatni tekur olíumyndun trúlega enn skemmri tíma. Hér í landi jarðhitans er aldurinn því aukatriði, og reyndar hafa þegar fundist hér tveir staðir þar sem olíu- og gasmyndun hefur átt sér stað. Annar er í Skyndidal í Lóni, en hinn í Öxarfirði eins og fyrr segir. Í Skyndidal myndaðist olía og gas úr þunnu surtarbrandslagi og settist hún til í örlitlum mæli í holufyllingum úr kvarsí o.fl. ummyndunarsteindum í hrauninu yfir og varðveittist þar í nokkur milljón ár. Í Öxarfirði berst dálítið af lífrænu gasi (olíugasi) hins vegar með jarðhitavatni en upptakastaður þess og myndunaraðstæður eru óþekkt ennþá.

Svar við því hvort á Íslandi kunni að finnast olíu- eða gaslindir sem einhver fengur væri í er í sjálfu sér sárafjálft. Ef lífrænt hráefni hefur **ekki** náð að varðveitast í umtalsverðum mæli í sjávarsetlögum á landgrunninu á síðustu 10-15 milljón árum, þá getum við einfaldlega sleppt því að gera okkur vonir um að gas eða olía finnist hér í vinnanlegu magni. **Spurningin um varðveislu lífræns hráefnis í setlögum er því lykilspurning sem gera þarf alvarlega tilraun til að svara.** Önnur spurning er hvort heppilegt geymsluberg fyrir gas eða olíu (einskonar gas- eða olíutankur) kunni að leynast einhvers staðar í setlagastaflanum. Þeirri spurningu er reyndar fljótsvarað **játandi**. Ekki þarf nema eitt útbreitt og gott bólstrabergslag sem einangrast hefur að ofan með tiltölulega þéttu seti til að mynda risastóran olíutank. Holrými í bólstrabergi er 10-40 %. Bólstraberg myndast í vatni og er ein algengasta bergtegund í heimi. Heita má að berggrunnur heimshafanna sé allur úr bólstrabergi og líkindin fyrir því að gott geymsluberg úr bólstrabergi finnist milli Kolbeinseyjarhryggjar og Öxarfjarðar verða að teljast all sámilegar þarna í virku neðansjávargösbelti. En víkjum að lykilatrinu, þ.e. um varðveislu lífræns hráefnis.

Framleiðsla á lífrænu kolefni í hafinu umhverfis Ísland er með því mesta sem þekkt í heiminum. Ástæðan er sú að hér mætast hlýr hafstraumur úr suðri og kaldur úr norðri. Kaldi sjórinn sekkur undir þann hlýja og súrefnisríkt lífbelti í hafinu umhverfis landið er þykkara en gengur og gerist víðast annars staðar. Ekki þarf annað en að vitna til gjöfilla fiskimiða máli því til stuðnings, en talið er að um 500 mg af lífrænu kolefni myndist hér á hvern m² á hverjum degi. Það þýðir að 1 g myndast á hverjum 2 m², eða að um 5 kg af kolefni myndist á hverjum hektara daglega, en það er gríðarlega mikið.

Líf myndast og líf deyr, og eins dauði er annars brauð. Segja má að kolefninu nánast rigni niður á hafsbötninn. Vitað er að ofgnótt er af súrefni í botnsjónum hér í kring vegna niðurstreymis kaldsjárvar. Botnsjórinn er yfirmettaður súrefni. Það veldur því að allt tilfallandi lífrænt efni hverfur nánast jafnharðan í aðrar lífverur og eyðist. Eftir að á hafsbötninn er komið taka hrætur til við að nýta kolefnið, og síðan hefst keðjuverkandi rotnun með hjálp baktería sem nýta sér súrefni, nítröt og súlfíð til viðurværis og losa koldíoxíð gas (CO₂). Loks tekur við súrefnisnauð gerjun sem losar metan gas (CH₄). Allt þetta flókna ferli á sér stað í efsta metra sjávarbotnsins. Það kolefni sem sleppur niður fyrir efsta metra botnetsins varðveitist þar að mestu óáreitt, og getur síðar ummyndast í gas og olíu. **Talað er um móðurberg (source rock) fyrir olíu og gasmyndun ef heildarmagn kolefnis (TOC = Total Organic Carbon) er hærra en 1-2 %.**

Ef botnsjór er súrefnissnauðari, varðveitist kolefnið, sem til fellur, mun betur og þykk kolefnisrík setlög geta myndast (1-25 % TOC). Það gerist helst í lokuðum innhöfum eða djúpum stöðuvötnum þar sem vatnshræring er lítil. Svo háttar ekki til hér við land. Hins vegar kann að vera að botnsjór í sigdældum á hafsbötni hafi verið heldur súrefnissnauðari en almennt gerist á landgrunninu. Um það skortir þó rannsóknargögn. Súrefnisbúskapur í höfunum hér við land á ísaldartímum, þegar kaldí hafstraumurinn var einráður en sá hlýi hafði við langt suður í höfum, er ekki þekktur. En skoðum það sem vitað er.

Nokkrar mælingar Hafrannsóknarstofnunnar á heildarmagni kolefnis (TOC) í botnsýnum við Norðausturland frá 1990 sýndu TOC-gildi í öllum sýnum um 1-2 %. Mælingar á kolefnisinnihaldi í Flateyjarholunni, sem er 554 m djúp, og í Öxarfjarðarholunni (ÆR-04), sem er 452 m djúp, sýna hins vegar að lítið sem ekkert af kolefni hefur varðveist í þeim. Sumir hafa talið það til marks um að hér varðveitist ekkert kolefni í sjávarseti og því sé tómmt mál að tala um olú og gasmyndun á íslenska landgrunninu. Aðrir telja að lágt TOC-gildi í þessum borholum megi skýra með strandnánd, árframburði og ölduróti við Flatey og í Öxarfirði, ásamt jarðhitaummyndun á síðari staðnum, og segi gögnin því ekki alla söguna um kolefnisbúskap í setlögum annars staðar á landgrunninu. Og enn skortir beinar rannsóknir. Nú nýlega tókst þó tveimur íslenskum jarðfræðingum (Jóni Eiríkssyni og Hafliða Hafliðasyni) að komast inn í lífræðileiðangur (BIOICE) og fá all merkilega niðurstöðu úr TOC-mælingum í 6 þriggja metra löngum fallkjörnum sem safnað var utan til á landgrunninu. Kjarnaheimtan var sérlega góð og spanna sumir kjarnarnir aldur síðustu 14 þúsund ára, eða vel aftur á síðjökultíma. Mælingar á kolefnisinnihaldi komu á óvart og eru nokkrar tölur birtar hér með leyfi Jóns Eiríkssonar, á annars óbirtum niðurstöðum. Á 400 m dýpi í Eyjafjarðarál mældist 4,14 % TOC í efsta ½ m kjarnans, á 1 m dýpi mældist 2,5%, 2,6 % mældust á 2 m dýpi og loks 2,64 % á 3 m dýpi. Í öðrum kjörnum teknum utar á landgrunninu mældust 1,2-2 % TOC neðan við 1 m dýpi. Í ljósi þess sem að ofan er sagt um rotnun og gerjun í efsta metra hafsbotsins, þá sýna gögnin að botnset neðan hans frá núverandi hlýskeyði hefur burði til þess að geta síðar orðið sæmilegt móðurberg fyrir gas og olú. Ef það sama ætti við um setlög frá öðrum hlýskeyðum, þá voru hlýskeyðin a.m.k. 14 á síðustu 2,5 milljón árum, miðað við það sem sést í Tjörneslögnum **Talsvert af móðurbergi til gas og olúmyndunar kann því að finnast í hlýskeyðasetinu einu.**

Ekkert er vitað um varðveislu lífræns efnis í sjávarseti frá kuldaskýðum þarna utan til á landgrunninu, en hana þyrfti að rannsaka. Sama má segja um eldri setlög, þau eru ókönnuð umfram það sem þekkt er úr Tjörnessetlögnum. Tjörnessetlögin eru talin ná 5 milljón ár aftur í tímann, og er það mat byggt á einni aldursgreiningu á einu hraunlagi norðan Köldukvíslar. Hraunlagastaflinn sunnan ár er hins vegar mun eldri, eða meira en 10 milljón ára gamall. Í Tjörnessetunum eru nokkur 3-5 milljón ára gömul surtarbrandslög, allt að 1 m þykk. Þau voru m.a. nýtt til kyndingar í kolaknúnum gufuskípum í fyrri heimstyrjöldinni. Surtarbrandslögin á Tjörnesi eru ættuð úr landgróðri sem settist til í strandnánd eins og aðrir hlutar Tjörnessetlaganna, sem eru auðug af leifum skeljadyra sem þrifust á grunnsævi. Lítið sem ekkert er vitað um útbreiðslu surtarbrandslaganna umfram það sem sést í klettaveggjum við ströndina. Tjörnessetlögin ætti að nýta til frekari þekkingaröflunar, og m.a. er hægt að kanna hvort eldri setlög eru undir þeim sem sjást á yfirborði. Borun 2-4 kjarnahola, 50-100 m djúpra, er einföld og skilvirk leið til öflunar slíkra upplýsinga, og er slík tillaga hluti af rannsóknaráætlun sem ekki hefur komist til framkvæmda. Reyndar var ein grunn hitastigulshola loftboruð í Tjörnessetin fyrir 2-3 árum í öðru rannsóknarverkefni. Hitastigullinn þar reyndist vel yfir 100°C/km, sem var tvöfalt hærra gildi en það sem búist hafði verið við út frá Flateyjarholunni, og kom verulega á óvart. **Þetta dæmi og niðurstöður úr fallkjörnunum úr Eyjafjarðarál sýna best hvernig ódýrar rannsóknir geta nánast kollvarpað ríkjandi tilgátum um varðveisluskilyrði kolefnis og hitaástand í jörðu.** Reyndar er það svo að ekkert eitt ástand dugar til að lýsa öllu setlagasvæðinu í Tjörnesbrotabeltinu. Það er einfaldlega of virkt, og of flókið og of margbreytilegt til að það sé hægt.

En fæst þá einhver niðurstaða ? Er t.d. hægt að meta líkindi þess að móðurberg gass og olú sé til staðar? Kannski ekki, en lítum aðeins nánar á setlögin. Sem fyrr segir eru talsverðar líkur á því að elstu setlögin fyrir Norðurlandi geti verið allt að 10-15 milljón ára

gömul. Ekkert er vitað um samsetningu þeirra né kolefnisinnihald. Það sem vitað er út frá steingervingum á landi á Vestfjörðum, er að meðalhiti sjávar á þeim tíma var allt að 5°C hærri en það sem nú er, og lífríkinu svipaði til þess sem nú er suður við Bretagneskaða í suður Frakklandi. Það skiptir kannski litlu máli í þessu sambandi, því það er ekki framleiðni hafsins á kolefni sem er takmarkandi þáttur. Hún er og var næg ef að líkum lætur. Það eru varðveisluskilyrði kolefnisins í setlögnum sem öllu varða.

Í því sambandi er rétt að fara nokkrum orðum um þá gríðarlegu virkni sem ríkir hér í landi orkunnar. Þessi virkni tengist mótum hlýrra og kaldra hafstrauma annars vegar, sem leiðir til mikillar veðrunar af völdum vatns og vinda, og svo eldvirkni hins vegar. Ísland á sér nánast enga hliðstæðu í þessum efnum, þar sem saman fer mikil framleiðni á kolefni, mikil og hröð setmyndun ásamt eldvirkni og jarðhita. **Að mínu viti er því nánast ófaglegt að taka ekki fullt tillit til þessarar sérstöðu.** Í henni felast miklir möguleikar sem ekki voru til staðar á öðrum setmyndunarsvæðum í Norður Atlantshafi á sama jarðsögutímabili, þ.e. frá mið-míósen til vorra daga. Veðrunaröflin hér flytja gríðarlegt magn af efni út á landgrunnið á öllum tímum, og það stundum í hamfarahlaupum elds og ísa. Jarðefnin safnast fyrir næst ströndinni og berast síðan í tíðum eðjustraumum út á landgrunnið. Við það bætast fjölmörg öskulög sem mynda misþykk lög á hafsbotni, háð fjarlægð frá upptökum og fleiru. Ekki er vitað um heildaráhrif slíkra atburða á varðveislu kolefnis í setlögum. **Líklegast er þó að kolefni sem kaffærist hratt í setlögum varðveitist þar um langa hríð, eða allt þar til jarðhitaummyndunar fer að gæta.** Mikið framboð á jarðefnum af landi minnkar þó vitaskuld **hlutfallslegt** magn lífræns hráefnis í setlagabunkanum, en opnar hins vegar möguleika á því að geymsluberg úr seti geti hafa myndast, en það er mikilvægt atriði. Til dæmis gæti sámilega þykkt öskulag verið ágætis geymsluberg fyrir gas og olíu og þannig mætti áfram halda. Rétt er svo að hafa í huga að framleiðni hafsins á lífrænu kolefni á tímaeiningu er óháð setmyndunarhraða þannig að heildarmagn tilfallandi kolefnis minnkar ekki. Hröð setmyndun leiðir því að öllum líkindum til þess að meira af lífrænu hráefni varðveitist í setlögnum.

Sé loks reynt að meta hvernig móðurberg fyrir gas og olíu er líklegast að finnast í sjávarseti í Tjörnesbrotabeltinu, nánast blasir við að það væri samsett úr mörgum misþykkum lögum með tiltölulega lágu og breytilegu kolefnisinnihaldi. Þykkt móðurbergsins gæti því verið umtalsverð og veldur hár setmyndunarhraði þar mestu um. Samsetning og holrými þessa móðurbergs kann hins vegar að hafa áhrif á hraða olíu- og gasmyndunar úr lífrænu leifunum. Helsta áhyggjuefnið varðandi móðurberg af þessari **ímynduðu** gerð væri að hátt vatnsinnihald í fremur gropnu bergi og hár hitastigull leiddi til hraðrar og “ótímabærrar” þroskunar (jarðhitaummyndunar) lífræna hráefnisins, og hreinsuðu það nánast úr móðurberginu tiltölulega snemma í setmyndunarferlinu, án þess að heppilegt geymsluberg væri til staðar til að fanga þau verðmæti sem leystust úr læðingi. Hér er þó tilgáta á ferðinni sem ómögulegt er að sanna eða afsanna án jarðfræðilegra rannsókna. Slík “hreinsun” lífræns hráefnis gæti þó t.d. hafa átt sér stað í borkjarnanum neðan til í Öxarfjarðarholunni (ÆR-04) þar sem ummyndunarhiti reyndist hafa komist upp í 200-250°C á u.þ.b. 400 m dýpi fyrr á tímum. Nú er hiti þar um 100°C lægri eða rétt um 150°C. Engu að síður berst þó olíugas með jarðhitavatninu sem kemur úr æð á 370 m dýpi, og er að líkindum ættað úr enn hærri hita neðar úr jarðlagastaflanum.

Ein leið til að fá haldbetra mat á þroskastigi og kolefnisinnihaldi í sjávarsetlögnum utan til á landgrunninu væri t.d. að bora eina 1000–1500 m djúpa kjarnaholu í Grímsey. Undir basaltlögnum þar eru trúlega sjávarsetlög svipað og í Flatey. Rannsóknartillaga í þessa veru hefur verið til um nokkurt skeið en ekki komist á dagskrá. Hér er þó um að ræða tiltölulega ódýra framkvæmd sem Grímseyingar gætu t.d. haft talsvert gagn af ef holan gæfi heitt vatn. Auk þess myndu ferðamenn trúlega borga holuna upp á örfáum árum ef

þeim væri boðið uppá að busla í volgu söltu heilsubaði á heimskautsbaug. En lítum á áþreifanlegri verðmæti ef alvarleg olíumyndun hefði átt sér stað á heppilegum stað í setlagatroginu.

HUGSANLEG VERÐMÆTI

Hvað skyldi t.d. þurfa mikið magn af lífrænum efnum til að skapa umtalsverð olíuverðmæti? Ef við gefum okkur t.d. 1 km þykkann setlagastafla þar sem kolefnisinnihaldið væri einungis 1 o/oo, samsvaraði það um 1 m þykku lagi af kolefni. Ætla má að framleiða mætti um 1 tonn af olíu úr hverjum m^3 kolefnis og því má slá á hugsanlegar magntölur. Í hvern km^2 mætti þannig reikna um 1 milljón m^3 af kolefni ($1000\text{ m} \times 1000\text{ m} \times 1\text{ m}$). Í 20 km breiða setræmu, 50 km langa, mætti reikna 1000 milljón m^3 af kolefni, eða 1 milljarð tonna af olíu ef kolefnið hefði allt náð að umbreytast í olíu. Olúfatið kostar nú milli 15-20 US \$ og eru 5 fötur í tonninu. Þar væru því 5000-7000 milljarða kr verðmæti.

Ljóst er að hér er um að ræða reikninga sem einungis er ætlað að gefa hugmyndir um stærðir. Þó var einungis reiknaður inn setlagabunki sem samsvarar rétt um 10 % af því sem er til staðar í Tjörnestroginu.

Ef við leikum okkur áfram með tölur og reiknum út hve mikilli olíu mætti koma fyrir í bólstrabergsmyndun sem væri 10 km löng, 2,5 km breið og 100 m þykk með 40 % holrými, þá myndi slíkur olútankur rúma þennan 1 milljarð tonna af olíu sem fékkst út úr dæminu hér að ofan. Og nú erum við með smáan bergskrokk sem auðvelt er koma fyrir í einni af fjórum skástígum gosreinum sem eru milli Öxarfjarðar og Kolbeinseyjarhryggjar. **Það er því auðvelt að sjá fyrir sér að umtalsverð verðmæti gætu leynst í setlagastaflanum í Tjörneshöfðunum, án þess að við hefðum hugmynd um það.**

NIÐURSTÖÐUR

Helstu niðurstöður þessarar greinargerðar eru þær að stærð setlagasvæðisins útilokar ekki að umtalsverð olíumyndun hafi getað átt sér þar stað. Líkur á því að gott forðaberg finnst í settroginu verða líka að teljast góðar. Jarðhitavirkni er og hefur verið mikil í setlagassvæðinu síðustu 5-7 milljón árin og er forsenda þess að gas og olíumyndun hafi átt sér stað. Jarðhitavirknin hefur óhjákvæmilega verið mismikil frá einum stað til annars og breytileg með tíma. Líklegast er að hiti hafi víða orðið of hár og hreinsað út lífrænt hráefni. Annars staðar er jafn líklegt að kjörskilyrði til hraðrar gas- og olíumyndunar hafi ríkt, og það reyndar mun víðar en háhitaástand. Háhitinn er staðbundinn en lághitinn svæðislægur. Rétt er að ítreka að olíu- og gasmyndun er einfaldlega jarðhitaummyndun og er óhjákvæmilegur fylgifyrirkenni jarðhitavirkni. Það er því alveg ljóst að gas og olía hafa myndast í setlagastaflanum. Olúgasið í Öxarfirði er dæmi um slíka myndun.

Mesta óvissan ríkir hins vegar um stærð og gæði þess móðurbergs sem kann að hafa ummyndast í gas og olíu, og svo um það hvort samsöfnun gass og olíu í geymsluþingum hefur átt sér stað.

Ný gögn um há TOC-gildi í nútímaseti í Eyjafjarðarálf benda til að 14 hlýskeyðaset síðustu 2,5 milljón ára kunni að vera ágætis móðurberg. Mikil framleiðni hafsins á lífrænu kolefni og hár setmyndunarhraði auka líkur á því að umtalsvert magn móðurbergs hafi sest

til í setlagastaflanum, einkum utan til á landgrunninu. Varðandi geymsluberg, þá er ljóst að ekki er um neina auðlind að ræða ef engin samsöfnun gass og olíu hefur átt sér stað, jafnvel þótt gas og olía hefðu myndast. Vafalaust hefur mikið magn af nýmynduðu gasi og olíu sloppið jafnharðan upp í efri jarðlög, eða til yfirborðs um sprungur og misgengi í gegnum tíðina. **Spurningin snýst ekki um það, heldur hvort eitthvað hafi náð að safnast fyrir.**

Til að draga úr ríkjandi óvissu mætti með ódýrum hætti kanna gæði hugsanlegs móðurbergs með borunum í Grímsey, svo dæmi sé tekið. Þó flest sé á huldu, kann jarðhitastigull þar að hafa verið frekar lágur nægilega lengi til að móðurberg hafi varðveist þar. Ef hitastigull var of hár þá er eins líklegt að lífræna efnið hafi tapast úr berginu. Líkur á að heppilegt geymsluberg finnist í setlögum mætti líklega kanna með endurkastmælingum, t.d. milli Kolbeinseyjar og Öxarfjarðar, sem gæti gefið tilefni til frekari rannsókna.

Í gas- og olíuleitarmálinu er trúlega skynsamlegt að afla sem mestrar þekkingar í byrjun, án þess endilega að kosta allt of miklu til. Hafa má í huga að þekkingaröflun á einu sviði, t.d. um gas og olíu, gæti stóraukið þekkingu og skilning á því viðkvæma vistkerfi sem við búum við hér á landi, jafnvel þó hún leiði til neikvæðrar niðurstöðu. Niðurstöður rannsókna á ískjarna úr Grænlandsjökli fyrir nokkrum árum bentu til dæmis til þess að "ísöld" gæti skolið yfir okkur hér nánast fyrirvaralaust. Það mál er enn ekki til lykta leitt, en sambærilegur vitnisburður um breytingar í vistkerfinu er trúlega hvergi betur skráður á Íslandi en einmitt í setlögin í Tjörnesbrotabeltinu. Til dæmis benda splunkuný gögn úr fallkjarnaholunni í Eyjafjarðarál til að hin hlýja grein Golfstraumsins hafi sloppið hér norður fyrir land í lok ísaldar fyrir réttum 13.000 árum. Þekkingaröflun verður aldrei gagnslaus jafnvel þótt hún leiði til annarar niðurstöðu en menn vonuðust eftir.

Að lokum má hafa í huga að von um að finna umtalsverðar auðlindir í formi gass og olíu er bundin við setlög á landgrunninu. Þar af er setlagamyndunin í Tjörnesbrotabeltinu bjartasta vonin vegna hraðrar setmyndunar, tilfærslu í eldvirkni, staðbundinna sigsvæða og mikillar jarðhitavirkni. Við það bætist óhemju mikil framleiðni hafsins á lífrænu kolefni. Þessi sérstæða á sér enga hliðstæðu á öðrum setsvæðum af sama aldri og við getum því lítið sótt í reynsluheim annara. Við ættum því að kappkosta að afla sem mestra rannsóknargagna á eigin forsendum.

TILLÖGUR UM RANNSÓKNIR

Eftirfarandi áætlun um rannsóknir var rædd á Orkustofnun fyrir nokkrum árum, og talin nauðsynlegt skref í þekkingaröflun áður reynt yrði að reikna sig fram til niðurstöðu (basin modelling) um líkur á gas- og olíumyndun í setlagastaflanum í Tjörnesbrotabeltinu. Hluti þessarar áætlunar komst til framkvæmda en fjármagn hefur ekki fengist til annara liða.

I. RANNSÓKNIR Á LANDI

- 1) Gassýnataka á holutoppi ÆR-04 við Skógalón til ¹³C samsætugreiningu í C2+ hluta olúgassins (kostnaður var áætlaður í US \$ á sýnum tíma og er uppreiknaður hér nærri núverndi gengi: 0,4 Mkr). Þessi liður komst til framkvæmda og greinargerðar um niðurstöður er að vænta á þessu ári.
- 2) Kortlagning á gasuppstreymi í Öxarfirði með um 50 stk. af 2-3 m Copra holum. (áætlaður kostnaður var 1,5 Mkr). Fjármagn hefur ekki fengist til framkvæmda þrátt fyrir nokkrar umsóknir til OS.
- 3) Rannsókn á surtarbrandslögum í Tjörnesetlögum með borun fjögurra 50 m djúpra kjarnaholna til að ná óveðruðum surtarbrandi til TOC-mælinga og könnunar á þroskastigi með tilliti til olúmyndunar, por/perm-mælinga o.fl. (Kostnaður áætlaður 2,0 Mkr). Þessi liður er á sama stigi og liður 2 þrátt fyrir nokkrar atlögur að fjárveitingavaldinu.
- 4) Rannsóknarboranir annars staðar í Öxarfirði eða á einhverjum eyjanna úti fyrir landi voru taldar æskilegur fylgifiskur liða 1, 2 og 3, og niðurstaðna endurkastsmælinga á landi í Öxarfirði sem þá voru í úrvinnslu. Hugsanleg þörf á fleiri endurkastsmælingum var líka sett undir þennan lið. (Kostnaður var ekki áætlaður).
- 5) Borun 1500-2000 m djúprar rannsóknarholu í Öxarfirði þar sem staðsetning væri byggð á niðurstöðum liða 1-4 að ofan. (Áætlaður kostnaður var 25-100 Mkr). Nú er verið að hanna 2000 m háhitaholu við Bakkahlaup í Öxarfirði fyrir hóp stofnanna og fyrirtækja sem mun kanna grundvöll fyrir stofnun eignarhaldsfélags um málið með framleiðslu raforku úr háhitagufu í huga. Ef af borun verður safnast gríðarmikið af verðmætum upplýsingum um hugsanlega gas og olúmyndun á svæðinu, þó staðsetning og hönnun miði fyrst og fremst að jarðhitanýtingu.

II. RANNSÓKNIR Á LANDGRUNNI

- 1) Botnsýnataka með 2-3 m fallkjörnum og/eða 10-15 m kjarnar til TOC-mælinga og staðbundna efnarannsókn (Kostnaður áætlaður 10-70 Mkr). Þessi rannsóknarliður komst að hluta til í framkvæmd fyrir harðfylgi tveggja jarðfræðinga sem komust inn í rannsóknarleiðangur líffræðinga og náðu 6 verðmætum fallkjörnum, eins og skýrt hefur verið frá. Rannsóknarverkefnið PANIS (PALaeoenvironment on the North Icelandic Shelf) varð til upp úr því og er það styrkt af RANNIS til nokkurra ára.
 - 1b) Í þessum mánuði tókst PANIS hópnum að fá samþykki hjá rannsóknarverkefninu IMAGES um að taka hér tvo 30-50 m langa pistonkjarna með rannsóknarskipinu Marion Dufresne 1999, þar sem beitt er nýrri tækni við kjarnatöku. Hvor kjarnataka kostar 2-4 Mkr. (Kostnaður áætlaður 5-8 Mkr. Fjármagns á eftir að afla).
- 2) Endurkastsmælingar, 1000-2000 km, þvers og kruss yfir alla setlagamyndunina í Tjörnesbrotabeltinu. Þetta er talið nauðsynlegt skref til að staðsetja djúpa rannsóknarholu fyrir lið 3 að neðan, og ekki síður fyrir "basin modelling" í ljósi flókinnar brotasögu svæðisins. (Kostnaður var áætlaður: 10-110 Mkr.).
- 3) Djúpbörðun í setlagamyndunina. Firna kostnaðarsöm með hefðbundnum olúborunum, en mun ódýrari með rannsóknarborskipum, svo sem hjá ODP (Ocean Drilling Programme).

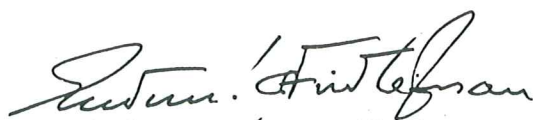
(Kostnaðaráætlun fyrir okkar þátt, miðað við að rannsóknarskipsleiðin væri farin, var: 10-110 Mkr). Heiðarleg tilraun var gerð til að fá ODP-verkefnið til að bora tvær djúpar holur í Eyjafjarðarál og miklum krafti var eytt í ODP-umsókn. Hún fékkst ekki samþykkt þar sem rannsóknarmarkíðið um forveðurfar o.fl. á svæðinu þótti of staðbundið vandamál, og féll utan við áhuga ODP á djúphafinu á þeim tíma. Umsóknin leið jafnframt fyrir gagnaskort á setmyndunarumhverfinu. PANIS verkefnið og hugsanlegt framhald þess með 30-50 m djúpum kjarnaholum í tengslum við IMAGES, er liður í því að afla meiri gagna til að byggja undir sterkari umsókn um djúpbörun, til ODP eða annarra. Meðal rannsóknargagna sem venjulega er aflað með rannsóknarborunum eru TOC-mælingar, skoðun á þroskastigi lífræns hráefnis, varðveisla og samsetning olúgasa o.fl. Djúpbörun í öðrum rannsóknartilgangi en í olíuleit mun alltaf gefa einhverjar gagnlegar upplýsingar. Því er sjálfsgagt að Íslendingar nýti sér alla þá sem áhuga hafa á einhverjum rannsóknum hér, og taki þátt í þeim eftir atvikum (Sérstakt fjármagn þarf að vera til reiðu í þeim tilgangi).

III. LÍKANGERÐ AF SETLAGATROGI (Basin Modelling)

Með líkangerð af setlagamyndun eins og í Tjörnesbrotabeltinu er reynt að stilla saman rannsóknargögnum úr öllum áttum og reikna út líkur á gas- eða olíumyndun. Ef gögnin eru af skornum skammti, eins og háttar til með Tjörnesbrotabeltið, þá verður óvissa of mikil og reikningar tilgangslitlir. Danska Jarðfræðistofnunin (DGU) bauðst á sínum tíma til að aðstoða okkur við slíka líkangerð, í framhaldi af kynningu okkar fyrir nokkrum olúfélugum og stofnunum á niðurstöðum gasborunar í Öxarfirði. Sérfræðingar DGU voru mér sammála um það að slíkir líkanreikningar væru tilgangslitlir án betri gagnagrunns sem afla þyrfti með frekari rannsóknum, t.d. skv. I og II að ofan.

Grundvöllur hefur enn ekki skapast til slíkra líkanreikninga. Engu að síður er Orkustofnun að reyna að koma á slíku verkefni í samstarfi við nokkra aðila í Danmörku, Svíþjóð og Noregi, og hefur m.a. tilnefnt líklegan stúdent til að takast á við það verkefni í doktorsnámi. Í byrjun þessa mánaðar sótti stjórn orkumála hér um formlega aðild að sérstöku olúteknifagráði (fagkollegi for petroleumteknologi) á vegum norrænu orkurannsóknaráætlunarinnar (Nordisk Energiforskningsprogam) til að liðka fyrir þeim samskiptum.

Það er ósk mín að starfshópur Iðnaðarráðherra sem þessi greinargerð er stíluð á, komist að svipaðri niðurstöðu og ég og margir samstarfsmenn mínir. Nefnilega þeirri, að markvissar og skipulagaðar grunnrannsóknir sé vænlegasta leiðin til að komast að því hvort olía eða gas finnist í landgrunni Íslands.


Guðmundur Ómar Friðleifsson
jarðfræðingur
Rannsóknasviði Orkustofnunar