



ORKUSTOFNUN

RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri

Kjarnaborun í Tjörnessetlögin til að meta proska lífrænna efna

Áfangaskýrsla



Bjarni Richter

Unnið fyrir Auðlindadeild Orkustofnunar

2001

OS-2001/051



Bjarni Richter

**Kjarnaborun í Tjörnessetlögin
til að meta þroska lífrænna efna
Áfangaskýrsla**

Unnið fyrir Auðlindadeild Orkustofnunar

OS-2001/051

Ágúst 2001

Orkustofnun – Rannsóknasvið

Reykjavík: Grensásvegi 9, Rvk. – Sími 569 6000 – Fax 568 8896

Akureyri: Háskólinn á Akureyri, Sólborg v. Norðurslóð, 600 Ak.

Sími 463 0957 – Fax 463 0999

Netfang: os@os.is – Veffang: <http://www.os.is>

Skýrsla nr.: OS-2001-051	Dags.: Ágúst	Dreifing: ☒ Opin ☐ Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Kjarnaborun í Tjörnessetlögin til að meta þroska lífrænna efna	Upplag: 20	
	Fjöldi síðna: 29	
Höfundar: Bjarni Richter	Verkefnisstjóri: Bjarni Richter	
Gerð skýrslu / Verkstig: Rannsókn setlaga, áfangaskýrsla	Verknúmer: 8-503100	
Unnið fyrir: Auðlindadeild Orkustofnunar		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Í skýrslunni er gerð grein fyrir borun fjögurra kjarnaholna í setlögin á Tjörnesi. Holurnar voru boraðar í þeim tilgangi að afla sýna af surtarbrandslögum sem þar er að finna til að meta þroska lífrænna efna. Upphaflega átti að bora þrjár holur en þær urðu fjórar þar sem ein tókst ekki fullkomlega. Tvær holur eru í landi Hringvers og tvær í landi Tungugerðis. Lýst er borun hvernar holu, kjarnanum og sýnunum sem tekin voru. Einnig eru birt snið af jarðlögum holnanna. Tilgangur borananna náðist að mestu leyti, en þó er enn eftir að fá úr því skorið hvort eldri surtarbrandur leynist undir hrauninum en áður hefur verið talið. Gert er ráð fyrir að dýpka eina eina holu um 40 m, niður úr hraunlögum, nú í haust. Næsta skref í rannsóknunum er að greina þroskastig surtarbrandsins sem náðist í holunum, og munu greiningar fara fram hjá Geologiske Undersøgelser í Kaupmannahöfn með haustinu. Einnig væri æskilegt að aldursgreina hraunlögin undir Tjörnessetinu.		
Lykilorð: Setlög, surtarbrandur, borun, kjarni, sýni, jarðlagasnið, Tjörnes	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra:	
	Yfirlit af: GÓF, PI	

Efnisyfirlit

1. INNGANGUR	3
2. AÐFERÐ VIÐ SÝNATÖKU	3
3. HOLA HV-02	5
4. HOLA HV-01	7
5. HOLA TG-01	10
6. HOLA TG-02	13
7. LOKAORÐ	15
8. HEIMILDIR	15
VIÐHENGIR A-D	17-29

Myndir

1. Staðsetning borholna á Tjörnesi	4
2. Jarðlagasnið úr holu HV-02	6
3. Jarðlagasnið úr holu HV-01	9
4. Jarðlagasnið úr holu TG-01	12
5. Jarðlagasnið úr holu TG-02	14

1. Inngangur

Fyrir um áratug var borað eftir jarðhita í setlögum við Skógarlón í Öxarfirði og fannst þar gas er streymdi upp á yfirborðið. Voru sýni tekin og þau greind sem “olíugas” (Magnús Ólafsson 1993). Þessi greining var síðan staðfest árið 1999 er hola BA-02 var boruð (Bjarni Richter og Guðmundur Ómar Friðleifsson 1999). Setlögum í Öxarfirði eru líklega hluti af miklu setlagasvæði sem kennt er við Tjörnes, en þekur allt landgrunnið fyrir Norðurlandi á a.m.k. 15.000 km² svæði. Nokkur jarðhitasvæði eru talin vera á hafsbotni frá Öxarfirði út að Kolbeinseyjarhrygg.

Nú er vitað að olíu- og gasmyndun á sér stað í setlögum í Öxarfirði. Ekkert er hins vegar vitað um magn, upptakadýpi eða aldur setlaganna sem gasið myndast í, en fyrirbyggjandi vitneskja bendir til að ræturnar kunni að liggja í tertíerum setlögum, djúpt í berggrunninum, sambærilegum þeim sem finnast á yfirborði á Tjörnesi. 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 olíumyndunnar. Til þess þarf óveðruð fersk sýni sem einfaldast er að ná í úr kjarna grunnra borholna. Þrjár til fjórar 20-100 m djúpar kjarnaholur nægja til að afla sýna fyrir nauðsynlegt mat.

Því var ákveðið að bora kjarnaholur á Tjörnesi á stað þar sem hægt væri að ná í þykkustu surtarbrandslögin, ásamt óveðruðum sýnum af elstu lögunum. Var þetta gert í samráði við Dr. Jón Eiríksson hjá Raunvísindastofnun Háskólans, en hann hefur kynnt sér vel uppbyggingu Tjörnessetlaganna.

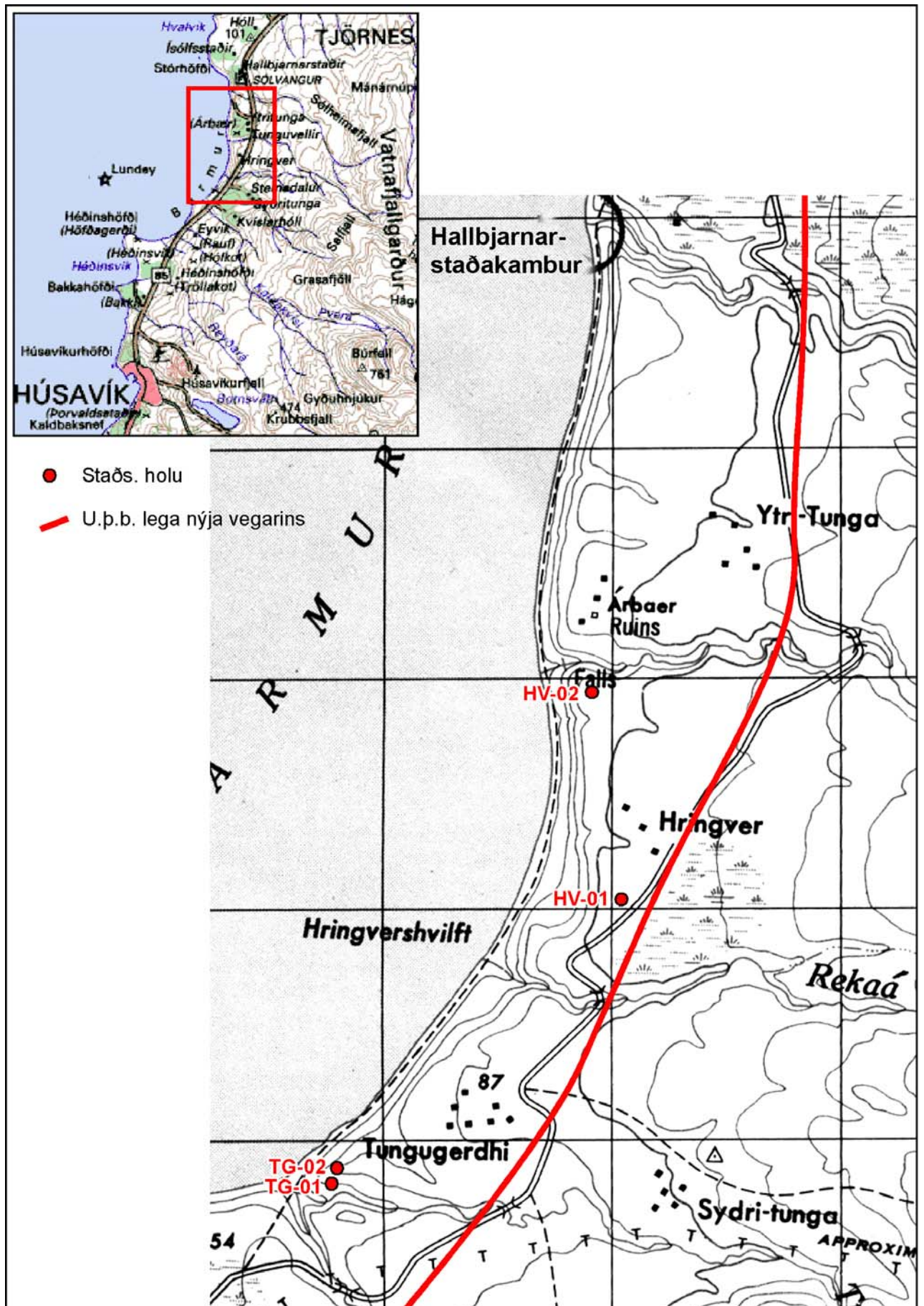
Í fyrstu holunni átti að reyna að ná sýnum úr lagi F (Strauch 1963), sem er hvað þykkast og það lag sem áður var nýtt í surtarbrandsnámunni á Tjörnesi. Næst átti að reyna að ná í lög D og C í einni og sömu holunni, en þau eru einna mest áberandi. Í þriðju holunni átti að ná í elsta surtarbrandslagið sem vitað er um á þessum slóðum, lag A, allt að 8,5-10 milljón ára (Aronson and Saemundsson, 1975), en skv. Kristni J. Albertssyni (1976), aðeins tæplega 5 milljón ára. Neðan við þetta set sjást tvö ólívín-basalt hraunlög, með þunnu seti á milli, sem einnig var ætlunin að fara niðurúr, þar sem hugsanlegt er að enn eldri setlög leynist þar. Einnig er væntanlega hægt með aldursgreiningum að fá úr því skorið hver raunverulegur aldur hraunlaganna er.

Þrem holum var valinn borstaður, tveimur í landi Hringvers (HV-01 og 02) og einni í landi Tungugerðis (TG-01). Nánari lýsing á tilgangi og borun hvernar holu fylgir hér á eftir. Í reyndinni urðu holurnar fjórar og er staðsetning þeirra sýnd á 1. mynd.

2. Aðferð við sýnatöku

Til verksins var notaður Jarðborinn Trítill frá Ræktunarsambandi Flóa og Skeiða. Boraður var 3” NQ kjarni með vatni. Eingöngu var borað á daginn.

Sú aðferð sem notuð var við sýnatökuna fólst í því að þegar kjarni kom upp sem innihélt surtarbrand, var tekið úr honum um 10-20 cm bútur og hann vafinn inn í álpappír (til að hindra mengun frá plasti). Hann var síðan settur í plastpoka og sýnið merkt, auk þess sem settur var trékubbur í kjarnakassann þar sem sýni voru tekin. Jafnframt voru tekin 1-2 sýni af sandsteini úr hverri holu til viðmiðunar og annarra greininga en þroskamats og gengið frá þeim með samskonar hætti.



1. mynd. Staðsetning borholna á Tjörnesi.

3. Hola HV-02

3.1. Borun

Tilgangurinn með þessari holu var að ná í surtarbrandinn þar sem hann er þykkastur, en það kallast lag F. Þetta er sama lagið og unninn var surtarbrandur úr hér fyrr á árum og eru enn ummerki um námuna niðri í fjöru. Þessi hola var boruð rétt sunnan við Skeifárfoss (u.þ.b. 70 m), á spildu sem greinilega hefur sigið um nokkra metra sökum misgengja er liggja nokkurn veginn í N-S. Holan var staðsett til að komið yrði niður á lag F á um 20-25 metra dýpi, nógu langt frá opnum þannig að veðrunarkápan næði örugglega ekki inn í brandinn. Hnit holunnar eru eftirfarandi:

N66° 07.573' W17° 15.414' og hæð yfir sjó er um 80 m.

Að morgni 26. júní var jarðbornum Trítli ekið á staðinn og tekið til við að fódra af lausan jarðveg um kl. 14:15. Greinilega var komið niður úr jarðvegi og jökulurð á um 5 metra dýpi og var fóðringin rekin niður á 6 metra. Síðan, um kl. 17:00, var tekið til við að bora kjarna og gekk það afar vel, boruðust um 5-7 m á klst. Kjarnaheimta var einnig mjög góð eða um 99%. Örlítið var af þunnum leirlögum inni á milli sem drógu úr borhraða öðru hvoru.

Á 21 metra dýpi var greinilega komið í Lag F (skv. Strauch) og var það rúmlega 50 cm þykkt. Var þá ákveðið að fara eina stöng niður fyrir lagið, niður í þykka sandsteinseiningu sem kölluð hefur verið lag E. Lokadýpi var náð um kl. 10:20 þann 27. júní. Heildardýpi holu HV-02 varð því 24,65 m (2. mynd). Gróf jarðlagalýsing er í viðhengi A. Sýnalisti er í viðhengi B.

Hitastig í holunni var mælt nokkrum dögum síðar, og reyndist hitastigullinn aðeins um 30°C/km. Vatnsborð fannst á 15 m. Hitagildin eru sýnd í viðhengi C.

Borskýrsla fylgir sem viðhengi D.

3.2. Gróf túlkun á kjarna úr HV-02 (2. mynd)

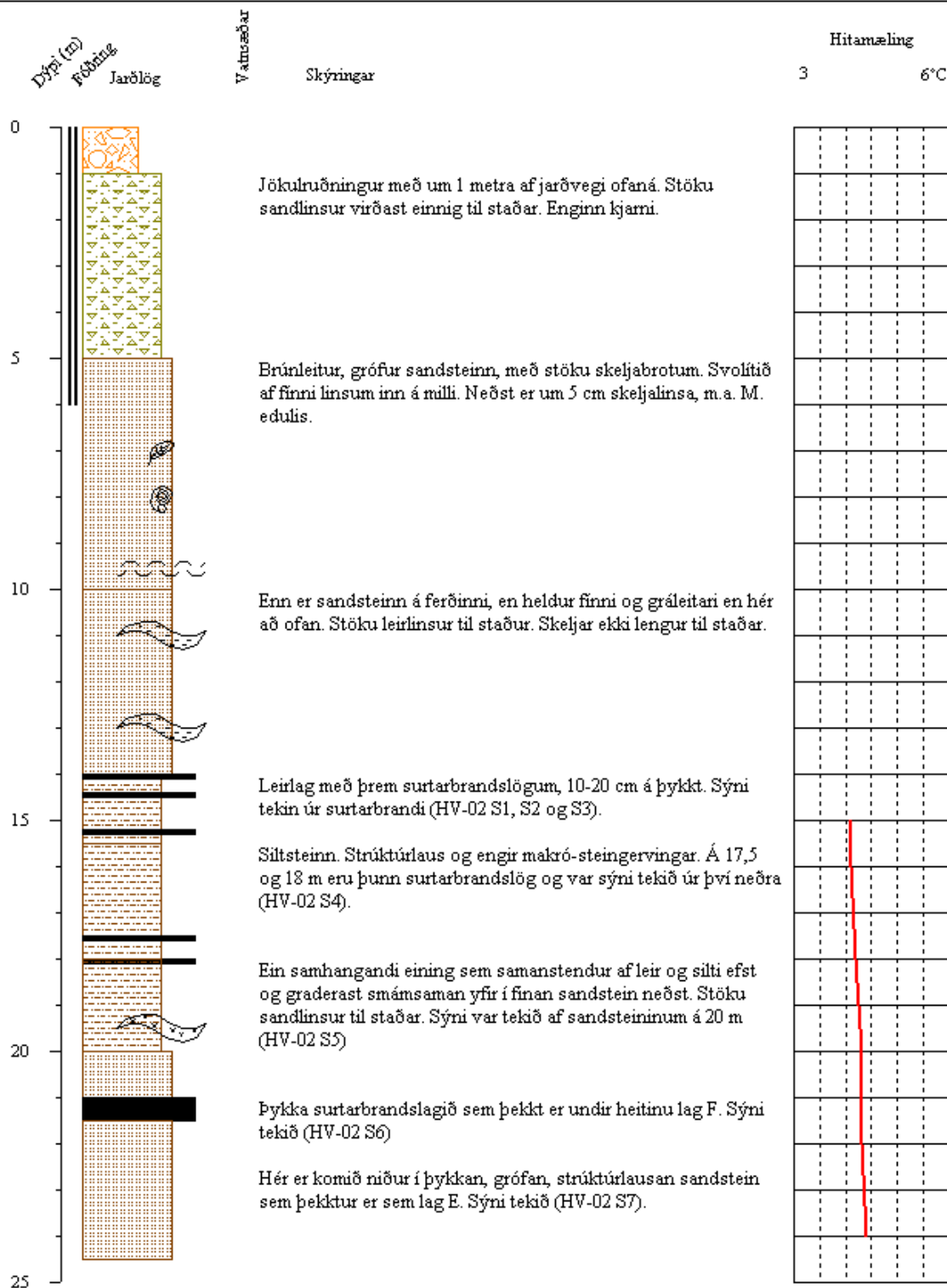
Neðsti sandsteinninn, sem lag F er í, er strúktúrlaus og massífur. Ekki voru neinar skeljar til staðar þar. Það gæti bent til þess að um mikla strandnánd sé að ræða, einkum þar sem meginuppistaða surtarbrandsins virðist vera trjálurkar. Þegar ofar dregur og setið verður fínna er hægt að ímynda sér að um áflæði sé að ræða og hafi myndast einhverskonar lónaset með stöku surtarbrandslögum, sem eru til komin vegna lífrænna leifa er til falla í lóninu.

Ofan við setið er aftur sandsteinn, með leirlinum og gæti það hugsanlega verið strand-rif er færast innar eftir því sem hækkar í sjónum. Efsti hluti sandsteinsins er svo lýsandi fyrir fullsalt sjávarumhverfi með tilheyrandi sjávarsteingervingum.

Því virðist sem þessi setsyrpa sé dæmigerð fyrir áflæði og lýsi breytingu frá strand-umhverfi, nánast frá þurrlandi og út fyrir marbakka, hugsanlega á nokkurra tuga metra dýpi. Nánari úrvinnsla bíður seinni tíma.

Staður: Hringver, Tjörnesi
Holunafn: HV-02 Dýptarbil: 0-24,5

Bor: Trítill (Bor 99) Boraðferð: Kjarni
Greinandi: BR



2. mynd. Jarðlagasnið úr holu HV-02.

4. Hola HV-01

4.1. Borun

Tilgangurinn með þessari holu var að ná í tvö þekkt surtarbrandslög sem kölluð hafa verið D og C (Strauch, 1963). D er slitrótt, samsett úr nokkrum þunnum lögum af surtarbrandi. Hægt er að sjá þetta lag í bökkunum vestan við holuna, en er nokkuð vandfundið. Þar kemur það fram í bakkanum um 17 metrum neðan við holutoppinn, en þar liggur það um metra ofan við nokkuð áberandi sandsteinslag. Holan var staðsett með það í huga að ná sýni úr D og fara síðan áfram niður og freista þess að ná einnig lagi C. Seteiningin milli þessara tveggja laga er ekki þekkt, þar sem N-S misgengi eru á þessu svæði, og auk þess þó nokkuð af skriðum sem hylja bakkana. Því er þessi hola einnig mikilvæg í þeim tilgangi að kanna setið á milli eininganna og athuga hvort þar leynast fleiri surtarbrandslög.

Hnit holunnar eru eftirfarandi:

N66 07.042' W17 15.240' og hæð yfir sjó er um 90 m.

Um kl. 16:00 var farið að fódra og lauk því um 3 tímum síðar. Því miður varð að fódra niður á 21 metra, en það þýddi að efri hluti lags D var fódraður af. Greinilega var komið í setið á um 16-17 m dýpi, en það fór ekki að verða nægilega stöndugt fyrir en í um 20 m. Þaðan var síðan borað með 3" NQ kjarnabor. Borun þessarar holu gekk þokkalega, burtséð frá því að vatnsdæla bilaði og fór heill dagur í viðgerðir.

Næst var hafist handa við að bora þann 30. júní. Kom upp nokkuð grófur sandsteinn til að byrja með, en það er lag sem Strauch kallar 7, og sóttist nokkuð seint að bora, eða um 3 metra á klst. Á um 22,5 metra dýpi var borað í gegnum þunnt setlag, allblandað surtarbrandi, og er vel hugsanlegt að það tilheyri neðsta hluta surtarbrandssyrpunnar sem kölluð hefur verið D. Sýni var tekið af því. Enn var svo borað í sandsteininn og var hann nokkuð einsleitur til að byrja með. Neðan við 30 metra fór síðan að bera á skeljabrotum og stöku samlokum í lífstellingum. Stöku leirlinsur eru til staðar. Milli 33 og 36 metra festist kjarnabútur í rörinu og varð algert kjarnatap á þessu bili. Neðan við þetta bil hélt sami sandsteinninn áfram og er ekki ástæða til að ætla að nein breyting hafi orðið á setinu milli 33 og 36 m. Það rennir einnig stöðum undir þetta að engin breyting varð á lit skolvatnsins, né heldur breyting á borhraða. Neðan við um 38 metra fór aðeins að bera á koluðum leifum í setinu, og auk þess fór að bera á lögum með skeljabrotum. Neðan u.þ.b. 42 metra dýpi virðist sem setið verði enn fínna, fínsandur, silt og leir. Fór þá borhraðinn niður í um 2 m klst. og vöðlaðist leirinn nokkuð í kjarnanum. Milli 46 og 47 m fóru síðan að koma inn þunn, dökk lög, með ljósum leir á milli (ekki ósvipað hvarfleir) sem endaði svo í nokkurra cm þykku surtarbrandslagi.

Áfram var borað í fínt set, en á milli 47 og 50 m var aðallega silt með stöku sand- og skeljalinum. Á 50,5 metra dýpi var komið niður í lag C (Strauch). Þetta surtarbrandslag var víða svolítið blandað setinu. Það er um 1,5 m á þykkt. Greinilegt er á þessu að aðeins um 34-35 metrar eru á milli D og C, og er það set aðallega sandsteinn með skeljalinum. Rétt ofan við C er þó nokkuð af fínna seti, sem annað hvort gæti verið sökum meira dýpis utan við strönd eða lónamyndunar innan við ströndina. Nánari athugun leiðir það væntanlega í ljós.

Með þessum kjarna hefur í fyrsta sinn tekist að tengja yfir jarðлагаóvissu, þar sem opnur hafa verið afar lélegar á þessum slóðum, auk þess sem sérlega góðum surtarbrandssýnum var náð.

Neðan við surtarbrandinn var komið í möl og grófsand niður á um 53 metra dýpi, en þar tekur við gróf- til meðalkorna, grár sandur með stöku skeljabrotum, m.a. af hrúðurkörslum (*Balanus crenatus*?). Þetta er sandsteinseining sem Strauch kallar 5 og er mjög þykk. Var því ekki ástæða til að bora dýpra. Lokadýpi holunnar varð því 55,7 m og var borun lokið kl. 14:30 þann 30/6 (3. mynd). Gróf jarðlagalýsing er í viðhengi A. Sýnalisti er í viðhengi B.

Þar sem í ljós kom, eftir bilanastoppið, að holan seig saman á um 45-47 m dýpi, var ákveðið að setja niður í hana 40 mm gatað plaströr til að hún héldist opin til mælinga í framtíðinni.

Hitastig í holunni var mælt nokkrum dögum síðar, og reyndist hitastigullinn aðeins um 33°C/km. Vatnsborð fannst á 14 m. Hitagildin eru í viðhengi C.

Borskýrsla fylgir sem viðhengi D.

4.2. Gróf túlkun á kjarna úr HV-01 (3. mynd)

Neðsti hluti setsyrpunnar virðist myndaður við afflæði. Sandsteinn með hrúðurkörslum (grunnsævi) og nokkuð af skeljabrotum, sem er dæmigerð fyrir svokölluð “dauðasamfélög”, þ.e. skeljar sem líklega hafa brotnað í brimróti og mynda oft lög eða linsur. Rétt undir þykka surtarbrandslaginu er síðan malarlag, sem er lýsandi fyrir orkumikið umhverfi, t.d. strönd við sjavarmál. Surtarbrandslagið (C) er líkt og F, aðallega landrænt, lífrænt efni.

Ofan á þetta lag koma síðan fínir leir- og siltlög, sem gætu verið tilkomin vegna þess að afflæðið hafi hætt og áflæði farið að ná yfirhöndinni. Hér virðist einnig farið í gegnum lónaset með meiri surtarbrandi.

Sandsyrpan virðist einnig vera lýsandi fyrir fullsaltan sjó, með heillegum steingervingum og hugsanlega einhverjum í lífstöðu. Nokkrar fínir setlinsur eru til staðar. Efst verður svo meira af grófari linsum, og verður sandsteinninn strúktúrlaus og steingervingar ekki lengur til staðar. Þetta gæti verið til komið við afflæði á nýjan leik (meiri strandnánd). Eitt surtarbrandslag efst virðist einnig styðja það. Ekki náðist í sýni af D, en vitað er af tilvist þess á um 18-19 metra dýpi.

Þessi setsyrpa lýsir afflæði-áflæði-afflæði, allt frá því að vera nánast þurrlendi og yfir í nokkurra tuga metra dýpi, líkt og sást í holu HV-02.



Staður: Hringver, Tjörnesi

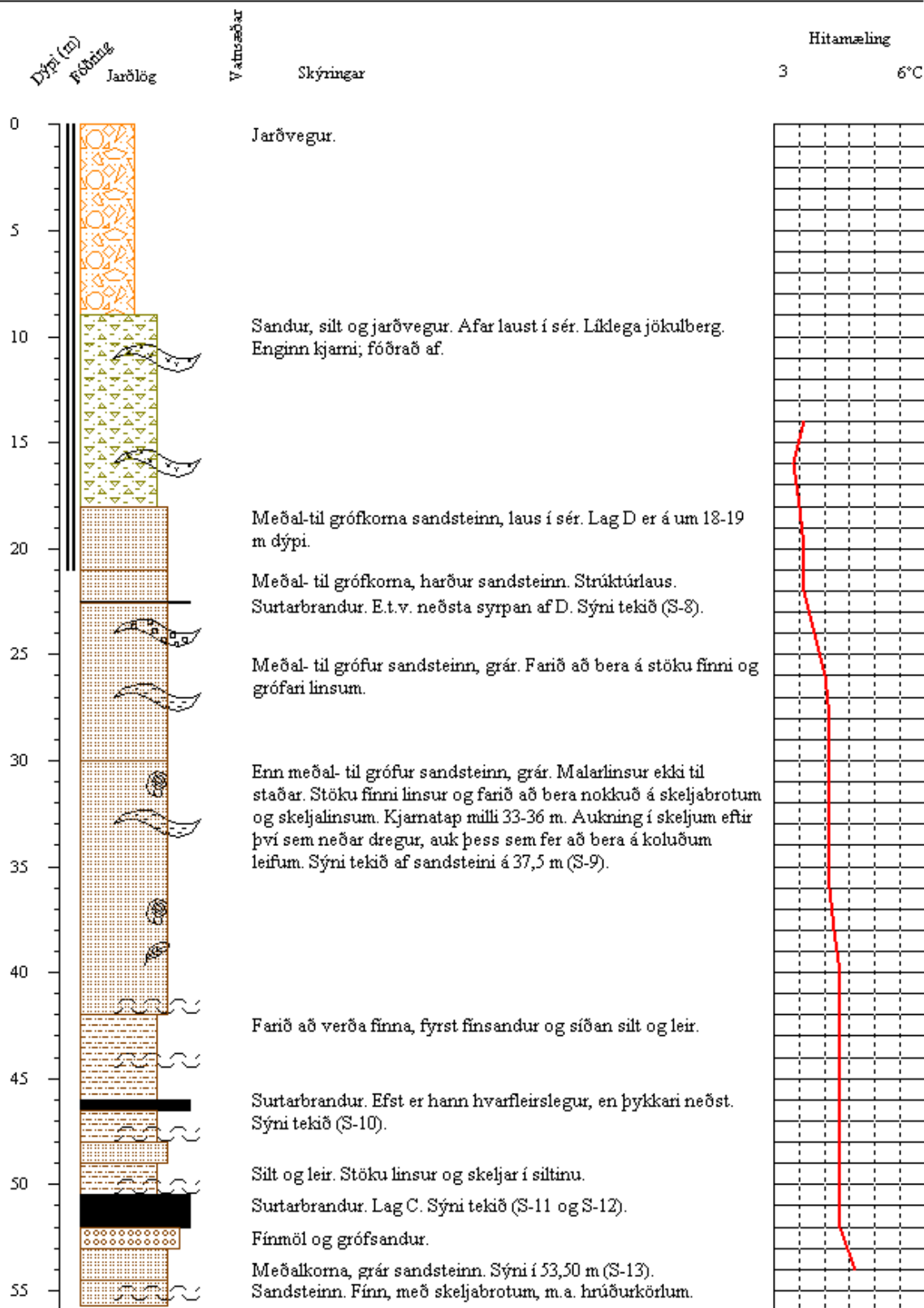
Bor: Trítill (Bor 99)

Boraðferð: Kjarni

Holunafn: HV-01

Dýptarbil: 0-55,7m

Greinandi: BR



3. mynd. Jarðlagasnið úr holu HV-01.

5. HOLA TG-01

5.1. Borun

Tilgangurinn með þessari holu var að ná í eitthvað af elstu surtarbrandslögum sem liggja beint ofan á hraunlögum undir Tjörneslögum. Þessi surtarbrandslög hafa verið kölluð A af Strauch og eru elstu þekktu surtarbrandslögin á Tjörnesi. Einnig er hugsanlega eitthvað af setlögum undir hrauninu og var ætlunin að fara í gegnum hraunlögin og hugsanlega staðfesta tilvist þessara setlaga. Einnig er möguleiki að þar sé að finna fleiri surtarbrandslög.

Hnit holunnar eru eftirfarandi:

N66 06.376' W17 16.763' og hæð yfir sjó er um 46 m.

Trítli var komið fyrir og byrjaði að fódra um kl.10:20 þann 1. júlí 2001. Fóðrað var niður í 7,75 m er komið var nokkuð niður í harðann sandstein. Borun kjarna hófst svo um kl. 13:40. Borhraðinn var um 2,3 m klst. framan af. Kjarnaheimta var ekki sérlega góð til að byrja með, eða um 50%. Neðan u.þ.b. 13 m varð kjarnaheimta skárri, en ansi mikið er um leir í setinu. Milli 16 og 19 metra var komið í afar fínan leir sem stöðugt seig saman um borstöngina. Þrátt fyrir það var hægt að halda áfram. Á um 19 m var síðan komið í stöndugra berg og náðist þar í tvö örþunn surtarbrandslög sem tekið var sýni úr (S-14 og 15). Á um 23 m dýpi var aftur komið í fínna set, og fannst þar m.a. pýrít. Á um 26 metra dýpi varð setið aftur örlítið grófara (S-16), en síðan aftur fínna á um 29 m dýpi. Þar neðan við fengum við svolítið af möl með leir á milli. Á um 30 metra dýpi varð setið mun oxaðra og stöku bergbrot kom upp. Á tæpum 31 metra er svo komið í hraun. Þetta er all blöðrótt ólivín-basalt, með porufyllingu innan við 50%. Aðallega var um leir að ræða (smektít?) en ofan á því er svört, þunn filma af einhverju óþekktu. Einstaka kalsítkrystallar fundust. Sýni voru tekin (S-17 og 18).

Þegar hér var komið var álagið í snúningi það hátt að nánast ekkert var hægt að bora. Var því ákveðið að steypa af efstu linu lögin í holunni. Leirinn í um 16-19 metrum seig svo mikið upp að stönginni, að vatni sem dælt var niður fyrir komst ekki upp meðfram stöngunum og byggði bara upp þrýsting. Mældist þessi þrýstingur um 3,5 bar og olli því að mikið flæddi upp úr holunni lengi eftir að dæling var stöðvuð. Reynt var að steypa, en það misheppnaðist, þar sem leirinn þrýsti steypunni upp aftur. Var því ákveðið að yfirgefa holuna og bora nýja holu og fódra allt setið af.

Lokadýpi TG-01 varð 33,70 m (4. mynd).

5.2. Gróf túlkun á kjarna úr TG-01 (4. mynd):

Kjarnaheimta úr þessari holu var fremur slæm, um 65% og mikið af því mulningur. Það sem skilaði sér þó upp var aðallega grófari hlutinn, t.d. sandsteinninn. Leirinn blotnaði upp og skolaðist út. Þess vegna eru ekki til eins nákvæmar upplýsingar um þessi setlög. Eftirfarandi jarðlagamynd er því samset út frá borgangi, þeim kjarna er upp kom og svarfi er loftborað var fyrir fóðringu í holu TG-02.

Neðst eru ólivín-þóleít hraunlög sem hafa verið aldursgreind sem 8,5-10 miljón ára gömul, skv. J.L. Aronson og Kristjáni Saemundssyni (1975), en gætu þó einnig verið

aðeins um 4,7 milljón ára skv. Kristni J. Albertssyni (1976). Ofan á því liggur síðan rauðleitt sandlag, eflaust mislægt, en ekki var hægt að meta það hér. Efsti hluti hraunsins virðist þó ekki mjög rofinn. Aðeins ofar ber svo malarlag líklega vitnisburð um strandnánd og háorkuumhverfi. Þar fyrir ofan skiptast svo á sandur annarsvegar og silt og leir hinsvegar. Ekki fundust neinar skeljar í fljótu bragði, en gengið er út frá að um sjávarumhverfi sé að ræða, eða hugsanlega ísalt lón. Nánari athugun á lífsamfélagi bíður betri tíma.

Allavega tvö þunn surtarbrandslög að finna í setsyrpunni.

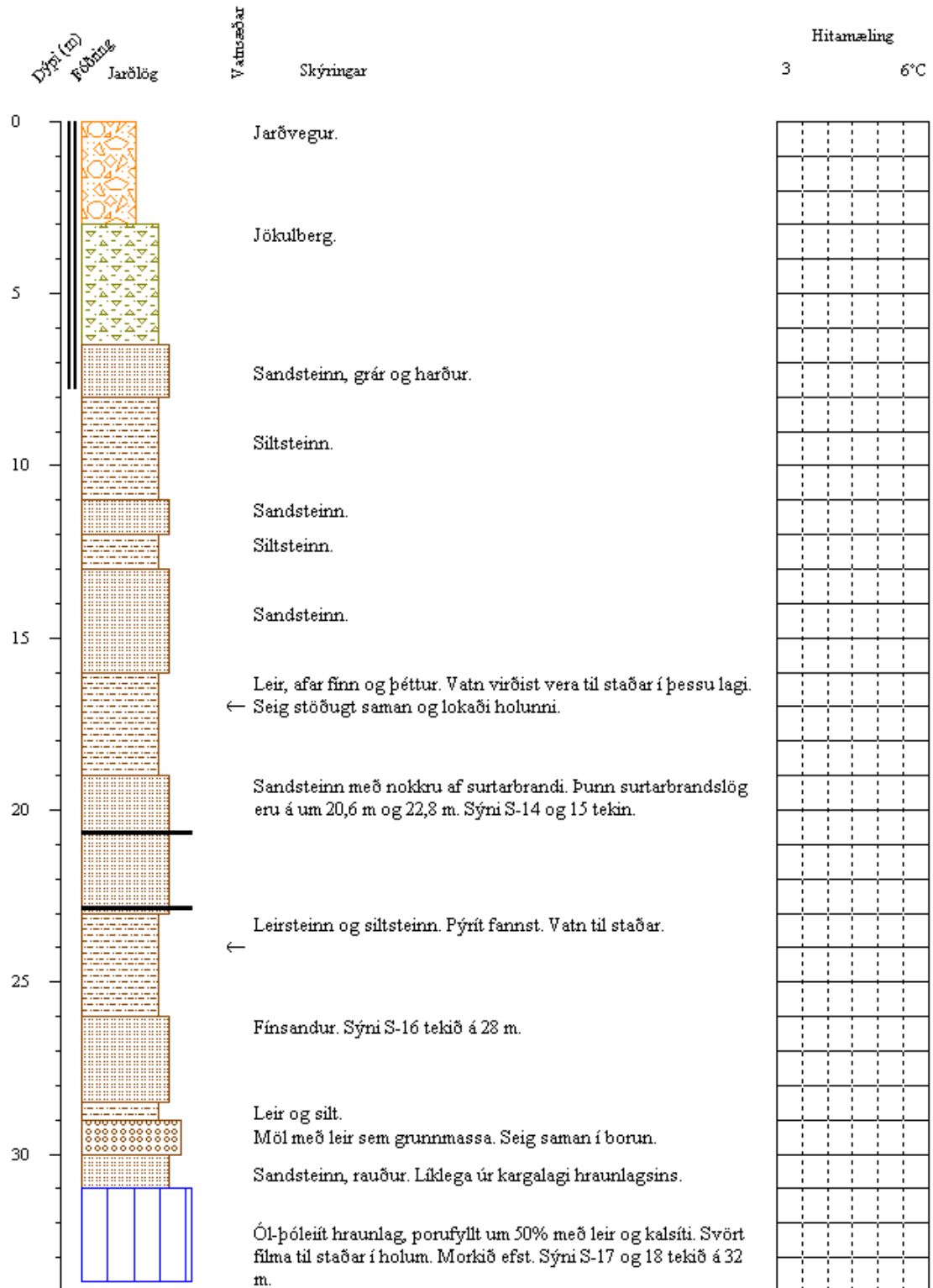
Því virðist sem hér hafi hraun runnið á landi og síðar orðið nokkuð snögg áflæði, þar sem hraunið virðist ekki mjög rofið. Eftir það eru nokkrar sveiflur í sjávarstöðunni, þannig að umhverfið er að sveiflast líklega nokkrum sinnum milli þess að vera strandnánd yfir í nokkuð dýpi (eða hugsanlega lón). Nánari greining bíður betri tíma.

Ekki er hægt að svo stöddu að segja til um hversu langur tími leið frá hraunrennsli að fyrsta áflæðinu.

Borskýrsla fylgir sem viðhengi D.

Staður: Tungugerði (Grænhöfði), Tjörnesi
Holunafn: TG-01 Dýptarbil: 0-34m

Bor: Trítill (Bor 99) Boraðferð: Kjarni
Greinandi: BR



4. mynd. Jarðlagasnið úr holu TG-01.

6. HOLA TG-02

6.1. Borun

Þar sem ekki náðist að uppfylla þann tilgang holu TG-01 að fara niður úr ólivín-basalt hraunlögum neðst í Tjörnesetlögum var ráðist í að bora nýja holu og fódra af allann þann leir sem var til vandræða efst í holunni. Þetta þýddi að fódra varð niður í hraunlögin. Var því farið í að bora holu TG-02 um 30 metrum norðan við holu TG-01, eða norðan við um 2-4 m A-V misgengi sem sést óljóst í bakkanum. Þar sem lögum þarna hallar til NNV mátti reikna með að eitthvað dýpra yrði á hraunin en í TG-01, enda varð sú raunin.

Hnit holunnar eru eftirfarandi:

N66 06.391' W17 16.750' og hæð yfir sjó er um 50 m.

Um morguninn 3. júlí 2001 var jarðborinn Trítill færður af holu TG-01 yfir á nýjan stað. Farið var að fódra um kl. 16:00 sama dag. Út frá borhraða, hörku og svarfi er upp kom mátti sjá að um samskonar seteiningar er að ræða og í holu TG-01. T.d. var farið í gegnum fína leirinn, sem seig saman í fyrri holunni, á um 16-20 m. Þar gekk fódring fremur seint sökum hörku og fíns svarfs er stíflaði holuna. Um miðbik varð vart við vatn. Vart varð aftur við vatn á um 24 m, sem og pýrít, sem bendir til að brennisteinsvetni hafi þar verið á ferðinni, hugsanlega vegna einhverra jarðhitavirkni. Um kl. 17:30 þann 5/7 (1,5 dagar fóru í bilanir á bornum), á tæplega 39 m dýpi, varð síðan fyrst vart við hraunlögin. Var þá hafist handa við að kjarnabora, en það hófst um kl. 21:30. Framan af gekk bærilega, en bergið var ansi sprungið og vildi kjarninn stundum klofna í kjarnatökurörinu.

Eftir u.þ.b. 6 metra var komið í millilag sem þekkt er úr bökkunum og reyndist það leirríkara en menn grunaði. Þetta leirlag er um 80 cm þykkt og var stöðugt að síga inn í holuna og setjast að strengnum. Tókst líklega að bora í gegnum það, en enginn kjarni náðist úr því. Ekki var hægt að bora áfram við svo búið og þarf að steypa til að halda leirnum úti.

Þar sem ekki var hægt að fara í þær aðgerðir að svo stöddu vegna tímaskorts, var ákveðið að hætta borun nú, en reyna aftur með haustinu.

Dýpi holu TG-02 er því nú um 46 m (5. mynd). Borskýrsla fylgir sem viðhengi D.

6.2. Gróf túlkun á kjarna úr TG-02 (5. mynd)

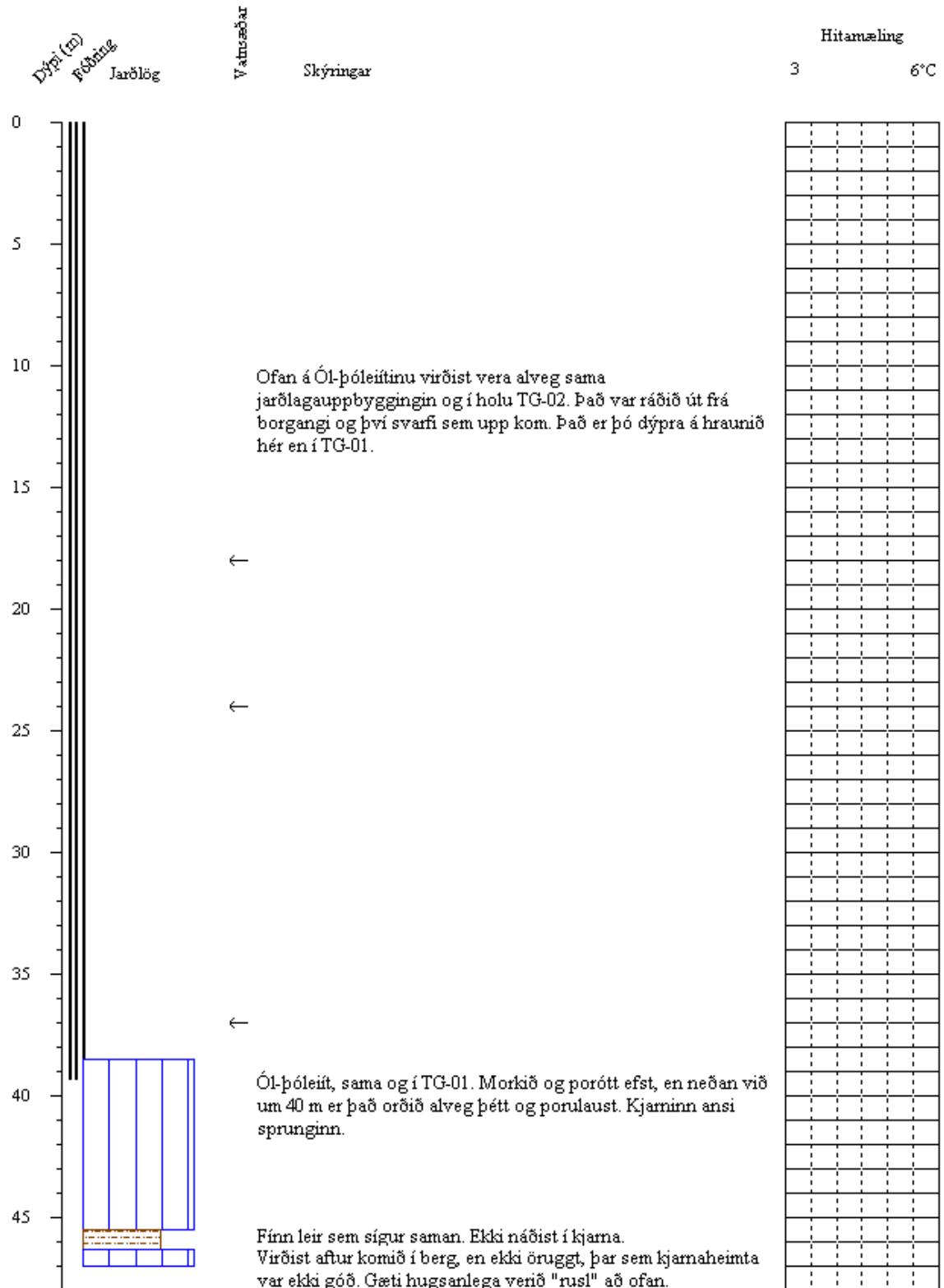
Um túlkun á seti í holu TG-02 gildir það sama og í TG-01, nema husanlega fyrstu 10 metrana, en enginn kjarni náðist í þessari holu þar sem allt var fódrað af. Dýpra reyndist ofan á hraunlagið, enda er jarðlagahallinn til NNV, eða í sömu átt og þessi hola er frá holu TG-01.

Ljóst er þó að efsta hraunlagið er ekki nema u.þ.b. 7 metra þykkt. Undir því reyndist vera um 70-80 cm grátt leirlag sem ekki náðist sýni úr, en því virðist svipa mjög til leirsins ofan við hraunlagið. Hvort það sé fallið til í sjó eður ei er ekki hægt að segja til um. Þar neðan við er líklega aftur komið í ólivín-þóleiút. Lokið verður við þessa holu seinna á árinu.



Staður: Tungugerði (Grænhöfði), Tjörnesi
Holunafn: TG-02 *Dýptarbil:* 0-48m

Bor: Tritill (Bor 99) *Boraðferð:* Kjarni
Greinandi: BR



5. mynd. Jarðlagasnið úr holu TG-02.

7. Lokaorð

Þegar á heildina er litið má segja að tilgangur borananna hafi náðst að mestu leyti. Þó er enn eftir að fá úr því skorið hvort eldri surtarbrandur leynist undir hraununum en áður hefur verið talið.

Enn er eftir að dýpka eina holu um 40 metra, niður úr hraunlögunum, en gert er ráð fyrir að það verði gert í haust.

Næstu skref í rannsóknunum er að láta greina þroskastig surtarbrandsins sem náðist í boruninni, og munu greiningar fara fram með haustinu hjá Geologiske Undersøgelser (GEUS) í Kaupmannahöfn. Auk þess væri æskilegt að aldursgreina hraunlögin undir Tjörnessetinu.

Kjarnakassar og sýni eru í vörslu Orkustofnunar sem stendur.

8. Heimildir

Albertsson, K.J. 1976: K/Ar ages of Pliocene-Pleistocene glaciation in Iceland with special references to the Tjörnes sequence, Northern Iceland. Óbirt PhD-ritgerð, University of Cambridge, 268 s.

Aronson, J.L. og Saemundsson, K. 1975: Relatively old basalts from structurally high areas in central Iceland. *Earth and Planetary Science Letters* 28, 83-97.

Bjarni Richter og Guðmundur Ómar Friðleifsson, 1999. Gassöfnun og gaskortlagning í Öxarfirði. Greinargerð BR-GOF-99/01, Orkustofnun.

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 s.

Strauch, F. 1963. Zur geologie von Tjörnes (NordIsland). *Sonderveröffentlichungen der Geologisches Institut Universität Köln*, 8, 1-129.

Viðhengi A

Gróf jarðlagalýsing á kjarna úr HV-02 er eftirfarandi:

0 til -5 m.	Jökulruðningur með um 1 metra af jarðvegi ofaná. Stöku sandlinsur virðast einnig til staðar. Enginn kjarni.
-5 til -10 m.	Brúnleitur, grófur sandsteinn, með stöku skeljabrotum. Svolítið af fínni linsum inn á milli. Neðst er um 5 cm skeljalinsa, m.a. <i>M. edulis</i> .
-10 til -14 m.	Enn er sandsteinn á ferðinni, en heldur fínni og gráleitari en hér að ofan. Stöku leirlinsur til staður. Skeljar ekki lengur til staðar.
-14 til -15,5 m.	Leirlag með þrem surtarbrandslögum, 10-20 cm á þykkt. Sýni tekin úr surtarbrandi (HV-02 S1, S2 og S3).
-15,5 til -18 m.	Siltsteinn. Strúktúrlaus og engir makró-steingervingar. Á 17,5 og 18 m eru þunn surtarbrandslög og var sýni tekið úr því neðra (HV-02 S4).
-18 til -21 m.	Ein samhangandi eining sem samanstendur af leir og silti efst og graderast smámsaman yfir í finan sandstein neðst. Stöku sandlinsur til staðar. Sýni var tekið af sandsteininum á 20 m (HV-02 S5)
-21 til -21,5 m.	Þykka surtarbrandslagið sem þekkt er undir heitinu lag F. Sýni tekið (HV-02 S6)
-21,5 til -24,5 m.	Hér er komið niður í þykkann, grófan, strúktúrlausan sandstein sem þekktur er sem lag E. Sýni tekið (HV-02 S7).

Gróf jarðlagalýsing á kjarna úr HV-02 er eftirfarandi:

0 til ca. -9 m.	Jarðvegur.
-9 til -18 m.	Sandur, silt og jarðvegur. Afar laust í sér. Líklega jökulberg. Enginn kjarni; fóðrað af.
-18 til -21 m.	Meðal- til grófkorna sandsteinn, laus í sér. Lag D er á um 18-19 m dýpi.
-21 til -22,5 m.	Meðal- til grófkorna, harður sandsteinn. Strúktúrlaus.
-22,5 til -22,6 m.	Ansi svart lag. Hugsanlega sandsteinninn, blandað miklu af surtarbrandi. E.t.v. neðsta syrpan af D. Sýni tekið (S-8).
-22,6 til -30 m.	Enn meðal- til grófur sandsteinn, grár. Farið að bera á stöku fínni og grófari linsum.

-30 til -42 m.	Enn meðal- til grófur sandsteinn, grár. Malarlinsur ekki til staðar. Stöku finni linsur og farið að bera nokkuð á skeljabrotum og skeljalinum. Kjarnatap milli 33-36 m. Aukning í skeljum eftir því sem neðar dregur, auk þess sem fer að bera á koluðum leifum. Sýni tekið af sandsteini á 37,5 m (S-9).
-42 til -46 m.	Farið að verða finna, fyrst fínsandur og síðan silt og leir.
-46 til 46,5 m.	Surtarbrandur. Efst er hann hvarfleirslegur, en þykkari neðst. Sýni tekið (S-10).
-46,5 til -48 m.	Silt og leir. Stöku linsur og skeljar í siltinu.
-48 til -49 m.	Fínsandur.
-49 til -50,5 m.	Silt og leir. Stöku linsur og skeljar í siltinu.
-50,5 til -52 m.	Surtarbrandur. Mjög fallegur og áberandi. Greinilega lag C skv. Strauch. Sýni tekið (S-11 og S-12).
-52 til -53 m.	Fínmöl og grófsandur.
-53 til -54,5 m.	Meðalkorna, grár sandsteinn, strúktúrlaus. Sýni tekið í 53,50 m (S-13).
-54,5 til - 55,7 m.	Samskonar sandsteinn og fyrir ofan, en heldur finni og með skeljabrotum í, m.a. úr hrúðurkörlum.

Gróf jarðlagalýsing á kjarna úr TG-01 er eftirfarandi:

(Þar sem kjarni var ekki alltaf til staðar var reynt að fylla upp í eyðurnar með svarfi er upp kom úr TG-02).

0 til ca. -3 m.	Jarðvegur.
-3 til -6,5 m.	Jökulberg?
-6,5 til -8 m.	Sandsteinn, grár og harður.
-8 til -11 m.	Siltsteinn.
-11 til -12 m.	Sandsteinn.
-12 til -13 m.	Siltsteinn.
-13 til -16 m.	Sandsteinn.

-16 til –19 m.	Leir, afar fínn og þéttur. Vatn virðist vera til staðar í þessu lagi. Seig stöðugt saman og lokaði holunni.
-19 til –23 m.	Sandsteinn með nokkru af surtarbrandi. Þunn surtarbrandslög eru á um 20,6 m og 22,8 m. Sýni S-14 og 15 tekin.
-23 til – 26 m.	Leirsteinn og siltsteinn. Þýrít fannst. Vatn til staðar.
-26 til –28.5 m.	Fínsandur. Sýni S-16 tekið.
-28.5 til –29 m.	Leir og silt.
-29 til –30 m.	Möl með leir sem grunnmassa.
-30 til –31 m.	Sandsteinn, rauður. Líklega úr kargalagi hraunlagsins.
-31 til 33,70 m.	Ól-þóleiít hraunlag, þorufyllt um 50% með leir og kalsíti. Svört filma til staðar í holum. Morkið efst.

Viðhengi B

Sýnalisti úr holu HV-02:

Sýnanúmer	Dýpi (m)	Lýsing
HV-02 S-1	14,00	Surtarbrandur
HV-02 S-2	14,40	Surtarbrandur
HV-02 S-3	15,20	Surtarbrandur
HV-02 S-4	18,00	Surtarbrandur
HV-02 S-5	20,00	Sandsteinn
HV-02 S-6	21,00	Surtarbrandur. Lag F (Strauch)
HV-02 S-7	23,50	Sandsteinn. Lag E (Strauch)

Sýnalisti úr holu HV-01:

Sýnanúmer	Dýpi (m)	Lýsing
HV-01 S-8	22,50	Surtarbrandur? Kannski neðsta eining D?
HV-01 S-9	37,50	Sandsteinn. Inniheldur eitthvað af kolum.
HV-01 S-10	46,50	Surtarbrandur
HV-01 S-11	50,70	Surtarbrandur. Blandað seti. Lag C (Strauch)
HV-01 S-12	51,60	Surtarbrandur. Blandað seti. Lag C (Strauch)
HV-01 S-13	53,50	Sandsteinn.

Sýnalisti úr holu TG-01:

Sýnanúmer	Dýpi (m)	Lýsing
TG-01 S-14	20,60	Surtarbrandur, örþunnur.
TG-01 S-15	22,80	Surtarbrandur, örþunnur.
TG-01 S-16	28,00	Sandsteinn-möl. Útfellingar og leir.
TG-01 S-17	32,00	Hraunlag. Kalsít? og leir, ásamt svartri kápu
TG-01 S-18	32,00	Sama og S-17. Maturation á svörtu kápunni

Viðhengi C

Tafla 1. Hitagildi úr holu HV-02.

Dýpi (m)	Hiti (°C)
15	4.1
16	4.1
18	4.2
20	4.3
22	4.3
24	4.4

Tafla 2. Hitagildi úr holu HV-01.

Dýpi (m)	Hiti (°C)
14	3.6
16	3.4
18	3.5
20	3.6
22	3.6
24	3.8
26	4.0
28	4.1
30	4.1
32	4.1
34	4.1
36	4.1
38	4.2
40	4.3
42	4.3
44	4.3
46	4.3
48	4.3
50	4.3
52	4.3
54	4.6

Viðhengi D

BORSKÝRSLA

3-S13-0610

Bl. 1 af 5

MOTTEKID

Bæjarnafn Fosnagurki (Blindakur) Hóla nr. 16-02
 Staður N 66° 48' 39" W 17° 16' 30" Jarðbor nr. 3 (99)
 Sýsla N-Þingi
 Verkaupi Þ. Þ. Þ. Þ. Blað nr. 1

Borkróna 39.50 Metra Föðring 3" 39.50 Metra Dags. Frá 3/7 '01
 " NQ 49.02 " " " " Dags. Til 6/7 '01
 " " " " " " Heitt
 " " " " " " Kalt
 Jarðsýni F. Þ. Þ.

Jarðfræðingur Þ. Þ. Þ. Vatnsmagn

Borhóla í metrum: Borstjóri Þ. Þ. Þ.

1		41		81
2		42		82
3	<u>Jökull</u>	43	<u>1/1/11</u>	83
4		44		84
5		45		85
6		46		86
7	<u>Jökull</u>	47	<u>1/1/11</u>	87
8		48		88
9		49		89
10	<u>Furur</u>	50		90
11		51		91
12		52		92
13		53		93
14		54		94
15		55		95
16		56		96
17	<u>Leirslur</u>	57		97
18	<u>Leirslur</u>	58		98
19		59		99
20	<u>Furur</u>	60		100
21	<u>Leirslur</u>	61		101
22	<u>Leirslur</u>	62		102
23	<u>Leirslur</u>	63		103
24	<u>Leirslur</u>	64		104
25		65		105
26	<u>Leirslur</u>	66		106
27		67		107
28		68		108
29		69		109
30		70		110
31	<u>Leirslur</u>	71		111
32	<u>Leirslur</u>	72		112
33		73		113
34		74		114
35		75		115
36		76		116
37	<u>Leirslur</u>	77		117
38		78		118
39		79		119
40	<u>Leirslur</u>	80		120

Ath. Hóla og vatnsmagn með þróuninni, en
mynd í samræmi þess

Staður 59612

Ræktunarsamband Flóa og Skeiða ehf.

EBL 8010

Bls. 1 af 3

MÖTTEKID

Bæjarnafn HRINGVERStaður N 66° 07.044' W 017° 15.247'Sýsla N-ÞINGVASYSLAVerkaupi ORKUSTOFNUNHóla nr. HV-01Dags. 27-30/6 2001Jarðbor nr. 99Blað nr. 1Borkróna NQ i 55,7 Metra Fóðring 3" i 21 Metra" oddi 21 " " " "

" " " " " "

" " " " " "

Fóðurtími

Bortíni

Heitt

Kalt

Jarðsýni KJARNIJarðfræðingur BJARNI RICHTER VæðsmagnBorhóla í inetrum: Borstjóri BRONN

1		41	SKÝJALÖT	81
2		42		82
3	Jarðvegur	43		83
4		44	SILT	84
5		45		85
6		46		86
7		47	SILT + LEIÐ	87
8		48	- VÖÐLÖT	88
9		49	MOULÖT	89
10		50	SKELJAL	90
11		51		91
12	Jökulberg	52	SURTARBRANDUR	92
13		53		93
14	með sand-	54	Grár sandst.	94
15	linnum og	55	metalkorna	95
16	Jarðvegi	56	SKELJAL	96
17		57		97
18		58		98
19		59		99
20		60		100
21		61		101
22	Grár gróful	62		102
23	Sandsteinur	63		103
24	-Stökun malal	64		104
25	og leikunur	65		105
26		66		106
27		67		107
28		68		108
29		69		109
30	-----	70		110
31	Sandst.	71		111
32	-linnur horkna	72		112
33	SKELJAL	73		113
34		74		114
35	KJARNATAP	75		115
36		76		116
37		77		117
38	Metall-finkorna	78		118
39	sandur	79		119
40	Kolafar leital	80		120

Ath.

Staður

59601

BORSKÝRSLA

3-S13-0610

Bls. 1 af 5

MÖTTEKIÐ

Bæjarnafn Finnur (Skeiðabólur) / Skeiðabólur Hóla nr. TE-1
 Staður 66° 06' 32" N 017° 16' 35" W Jarðbor nr. 21/99
 Sýsla N - Þinn
 Verkaupi Þorvaldur Halldórsson Blað nr. 1

Borkróna 0,66 Metra Föðring 3" i 7,7 Metra Dags. Frá 27.6.01
 " NO " " " " Dags. Til 3.7.01
 " " " " " " Heitt
 " " " " " " Kalt
 Jarðsýni Fjeldur

Jarðfræðingur Þorvaldur Halldórsson VatnsþagnBorhóla í metrum: Borstjóri Þorvaldur Halldórsson

1		41	81
2		42	82
3	<u>Þorvaldur</u>	43	83
4		44	84
5		45	85
6	<u>Skeiðabólur</u>	46	86
7	<u>Skeiðabólur</u>	47	87
8	<u>Skeiðabólur</u>	48	88
9		49	89
10		50	90
11	<u>Skeiðabólur</u>	51	91
12		52	92
13		53	93
14	<u>list</u>	54	94
15		55	95
16		56	96
17	<u>Skeiðabólur</u>	57	97
18	<u>Skeiðabólur</u>	58	98
19		59	99
20	<u>Skeiðabólur</u>	60	100
21	<u>Skeiðabólur</u>	61	101
22	<u>Skeiðabólur</u>	62	102
23		63	103
24		64	104
25		65	105
26	<u>Skeiðabólur</u>	66	106
27		67	107
28		68	108
29		69	109
30	<u>Skeiðabólur</u>	70	110
31	<u>Skeiðabólur</u>	71	111
32		72	112
33	<u>Skeiðabólur</u>	73	113
34		74	114
35		75	115
36		76	116
37		77	117
38		78	118
39		79	119
40		80	120

Ath.

Staður

5964

3-S13-0610 MOTTEKID
Bls. 1 af 5

BORSKÝRSLA

Bæjarnafn Hringur (Tjörnis)
 Staður N 65° 07.53' W 017° 01.43'
 Sýsla N-Denk
 Verkaupi 0 0000000000

Hola nr. HV-02
 Jarðbor nr. 3 (29)
 Blað nr. 1

Borkróna Alu i 6 m Metra Fóðring 3" i 6" Metra Dags. Frá 26/6-01
 " NO 24.65 " " " " Dags. Til 27/6-01
 " " " " " " Heitt
 " " " " " " Kalt
 Jarðsýni Kyrtur

Jarðfræðingur Björn Ríchlís VatnsmagnBorhola i metrum: Borstjóri Björn Ríchlís

1		41	81
2	<u>for hringur</u>	42	82
3		43	83
4		44	84
5		45	85
6	<u>Borðvinnu</u>	46	86
7		47	87
8		48	88
9		49	89
10		50	90
11		51	91
12		52	92
13		53	93
14	<u>Net</u>	54	94
15		55	95
16		56	96
17	<u>Net</u>	57	97
18		58	98
19		59	99
20	<u>Net</u>	60	100
21		61	101
22		62	102
23		63	103
24		64	104
25		65	105
26		66	106
27		67	107
28		68	108
29		69	109
30		70	110
31		71	111
32		72	112
33		73	113
34		74	114
35		75	115
36		76	116
37		77	117
38		78	118
39		79	119
40		80	120

Ath.

Staður 59602
59602