



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

**Kísilgúrleit í Eldhrauni við Mývatn**

**Unnið fyrir Iðnaðarráðuneytið**

Ásgrímur Guðmundsson

OS-93066/JHD-32 B

Nóvember 1993



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 630 150

## **Kísilgúrleit í Eldhrauni við Mývatn**

**Unnið fyrir Iðnaðarráðuneytið**

Ásgrímur Guðmundsson

OS-93066/JHD-32 B

Nóvember 1993

**EFNISYFIRLIT**

1. INNGANGUR	2
2. FRAMKVÆMD	3
3. JARÐLÖG	6
4. NIÐURSTÖÐUR	8

**MYNDASKRÁ**

1. Yfirlitsmynd yfir rannsóknarsvæðið í Eldhrauni	4
2. Jarðlagasnið borahola í Eldhrauni	7

**TÖFLUSKRÁ**

1. Holur HH-1 - HH-7	5
----------------------	---

## 1. INNGANGUR

Á fundi í Iðnaðarráðuneytinu 19. apríl s.l. var þess farið á leit við Orkustofnun og Jarðboranir hf að þessir aðilar undirbygju kísilgúrleit undir Eldhrauni við Mývatn og gerðu jafnframt verklýsingu og kostnaðaráætlun fyrir slíka leit. Kristján Sæmundsson gerði stuttlega grein fyrir mögulegum aðstæðum undir Eldhrauninu í orðsendingu til Bjarna Bjarnasonar hjá Jarðborunum h.f., dagsettri 20. apríl 1993. Með bréfi dagsettu 14. maí fór Iðnaðarráðuneytið þess á leit við Kristján Sæmundsson að hann yrði ráðgjafi við athugun á því hvort kísilgúr væri að finna undir Eldhrauni við Mývatn og ef kísilgúr væri til staðar þá að áætla magnið. Af hálfu ráðuneytisins var Sveinn Þorgrímsson deildarstjóri tilnefndur eftirlitsaðili verkefnisins og var óskað eftir að athuganir og tillögur væru gerðar í samráði við hann.

Farið var í vettvangskönnun þann 13. júlí 1993, þar sem aðstæður í Eldhrauninu voru skoðaðar. Þeir sem þátt tóku í þeirri könnun voru:

Friðrik Sigurðsson, framkvæmdastjóri Kísiliðjunar  
 Gústaf Nielsen, vinnslustjóri Kísiliðjunar  
 Sveinn Þorgrímsson, jarðverkfræðingur frá Iðnaðarráðuneytinu  
 Bjarni Bjarnason, tæknilegur framkvæmdastjóri frá Jarðborunum h.f.  
 Kristján Sæmundsson, jarðfræðingur frá Orkustofnun

Skömmu síðar eða 21. sama mánuðar tók Kristján Sæmundsson saman greinargerð um skoðunina og hvernig best væri að vinna verkið (KS-93/07 - Varðar kísilgúr undir Eldhrauni við Mývatn). Þar kom m.a. fram eins og orðrétt segir í greinargerðinni *"Menn voru sammála um að 1. áfangi rannsóknarinnar þyrfti að svara þeirri spurningu hvort kísilgúr væri undir hrauninu, hvernig hann lægi og í hvernig ástandi hann væri. Aðeins yrði aflað grunn-upplýsinga varðandi vinnslutæknilegu hliðina."* Gerð var tillaga um fjóra borstaði þar sem bora skyldi 2 holur á hverjum stað og gert ráð fyrir að greiðfært væri að öllum stöðunum. Þá var mikið lagt upp úr því að ná sem heillegustum kjarna eða sýnum af öllu efni neðan vatnsborðs. Í niðurlagi greinargerðarinnar var sagt *"Jarðfræðingur þarf að vinna með bormönnum við sýnatöku og frágang. Hann myndi gera jarðlagasnið af holumum jafnóðum og þær væru boraðar og meta hlutfall gúrs og gerð hans. Jarðfræðingurinn mun skila bráðabirgðarskýrslu um niðurstöður af athugunum á borkjörnum (sýmunum), en hún yrði að mestu byggð á athugunum á vettvangi. Tæknimaður frá Jarðborunum mun gera skýrslu um bortæknilegu hlið rannsóknarinnar. Ef ástæða þykir til frekari rannsókna á borkjörnum og sýnum yrðu gerðar tillögur þar um, en kostnaður við þær yrði utan ramma þessa 1. áfanga verkefnisins."* Framkvæmd verksins er lýst hér í greinargerðinni og að lokum tekur saman megin niðurstöður.

Erindi varðandi verkefnið dagsett 16. ágúst 1993 var sent til umsagnar stjórnar Náttúruvannsóknarstöðvarinnar við Mývatn, sem fjallaði um það á fundi sínum 13. september. Degi síðar gerði formaður stjórnar Rannsóknarstöðvarinnar grein fyrir afgreiðslu hennar á fundi Náttúruverndarráðs. Þar kom fram að stjórnin samþykkti borun á fjórum stöðum í Eldhrauni, enda yrði gætt ítrustu varkárni og gróðri og jarðmyndunum ekki spillt. Náttúruverndarráð samþykkti þessa meðhöndlun málsins og sendi Iðnaðarráðuneytinu bréf þess efnis 23. september undirritað af Þóroddi Þóroddssyni framkvæmdastjóra þess. Þá var ekkert að vanbúnaði að hefja framkvæmdir.

## 2. FRAMKVÆMD

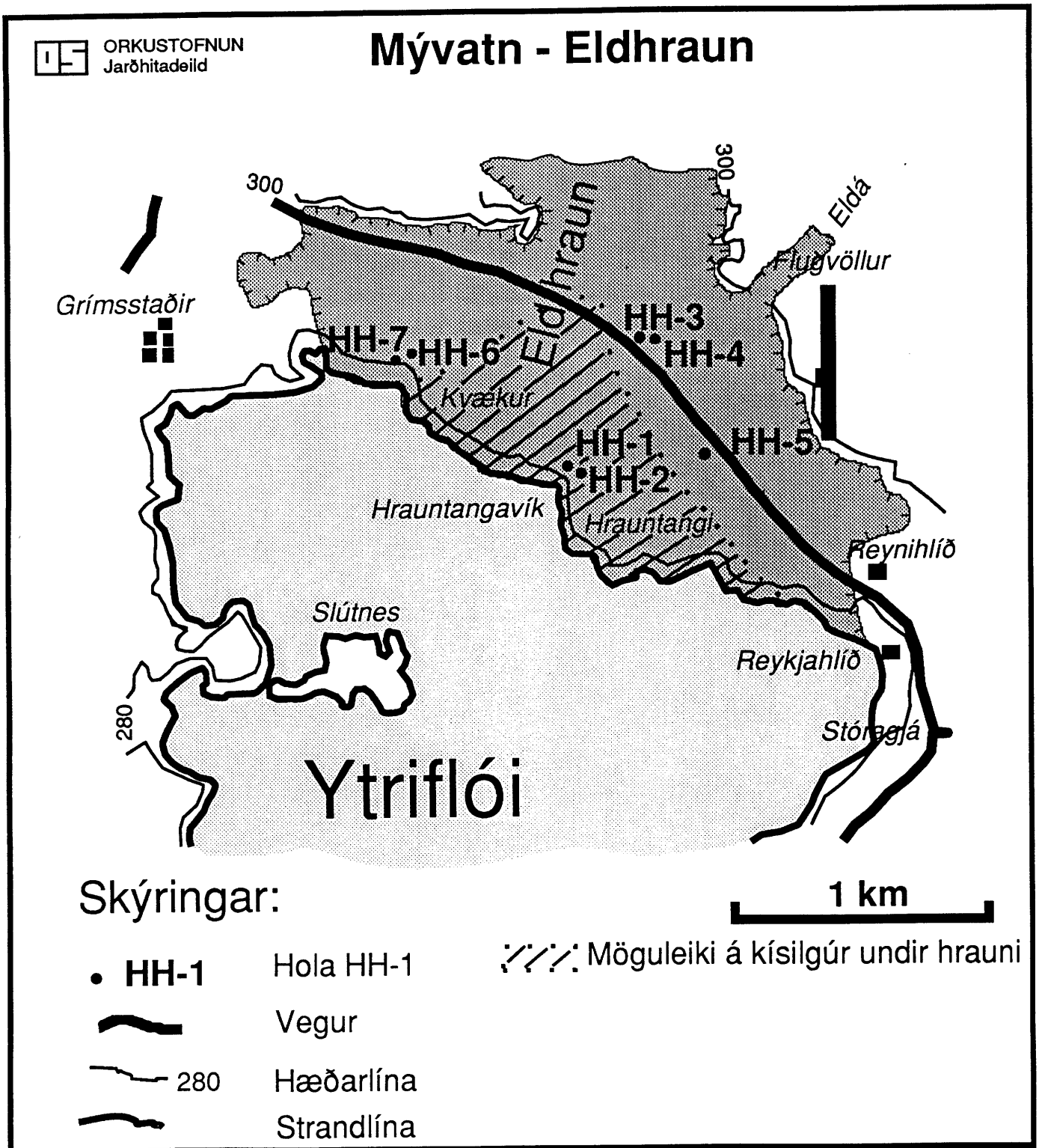
Fimmtudaginn 21. október 1993 var jarðborinn Hrímnir í eigu Jarðboranna h.f. fluttur norður í Mývatnssveit til borunar á rannsóknarholum í Eldhraunið. Einmuna veðurbliða var þessa daga og var því afráðið að hefja boranir niðri við vatnið við Hrauntangavík. Ekki var rakið hvernig koma átti bornum yfir hraunið. Eftir vettvangskonun tókst að finna leið, en ekki er hægt að segja að hún hafi verið greiðfær. Fyrsta holan var staðsett um 20-30 m frá vatninu eins og sýnt er á mynd 1. Byrjað var að bora hana seinnipart föstudags 22. október. Holurnar fengu eikennisstafina HH og var sú fyrsta því HH-1. Borað var niður á 8 m dýpi þann daginn með odex aðferð, sem felst í því að fõðring eltir borkrónuna niður og fõðrar þar af leiðandi af boraða kaflann ofan við. Þannig fást nokkuð hrein sýni af því efni sem borað er í hverju sinni. Borun var haldið áfram morguninn eftir á sama hátt, en þegar komið var á rúmlega 10 m dýpi, gaf sig suða á fõðrorum og var því haldið áfram niður holuna með lofthamri niður á tæplega 16 m dýpi. Lokið var við borun um hádegisbilið á laugardeginum. Gjallblandaður kísilgúr sást frá 2,75 m niður á 5 m dýpi.

Fyrsta holan var nokkurs konar könnun á því hvernig best væri að bera sig að og var ætlunin í næstu holum að bora niður með odex aðferð eða lofthamri þar til komið væri niður í kísilgúr. Þá var hugmyndin að breyta yfir í kjarnaborun.

Hola HH-2 var staðsett um 25 m ASA af holu HH-1. Borun hófst skömmu eftir hádegi á laugardegi og stóð yfir til kl. 17 á sunnudegi. Borað var með odex aðferð niður á 5,8 m dýpi og þá notaður lofthamar. Litlar sem engar upplýsingar fengust frá þeim kafla þar sem lofthamarinn var notaður og tapaðist mest af svarfinu út niðri í holunni. Auk þess hrundi iðulega inn í holuna. Vegna þessara hrakfara var ákveðið að bora holuna áfram niður með odex aðferð þar til í gúrin var komið. Á rúmlega 9,5 m linaðist verulega og komu upp gúrslettur. Þá var kjarnaborun sett í gang með tilheyrandi töfum. Byrjað var á því að taka úr innra kjarnarörið og setja niður karbítkrónu og borað án skolunar. Þannig voru boraðir 76 cm í gegnum lina kaflann og tekið upp. Rúmir 20 cm af kjarna komu upp þar af helmingurinn gúr en ofan á honum var basaltgjall. Sett var niður og borað aftur á sama hátt, en nú 19 cm. Upp kom mjög basaltblandaður gúr og neðri hlutinn eithlart basalhraun. Þá var skipt um tæki og sett niður demantskróna og boraður kjarni niður á rúmlega 12 m dýpi. Reynt var að taka saman og flytja borinn á næstu holu fyrir myrkur, en þá vildi til það óhapp að annar framöxullinn brotnaði og hjólið datt af. Atvikið átti sér stað alveg niður við vatn, þannig að við þurfti að umhverfisvænum tækjum og tólum til þess að koma bornum í samt lag aftur.

Laugardaginn 30. nóvember var hægt að halda borverkinu áfram. Þar sem viss reynsla var nú komin á borþáttinn, var ákveðið að bora næstu holur með odex aðferð og sjá til hvort kjarnataka mundi verða nauðynleg. Hola HH-3 var sett niður við beygjuna á veginum út í miðju hrauninu (mynd 1). Borað var á sléttum helluhraunsláka 15-20 m ofan við veg. Odex aðferð var notuð niður 8,5 m dýpi, en lengra vildi fõðringin ekki fara með góðu og varð því að skipta yfir í lofthamar. Borun var haldið áfram niður á rúmlega 15 m dýpi án þess að vart yrði við kísilgúr. Verkinu lauk milli kl. 16 og 17 samdægurs.

Byrjað var á borun holu HH-4 milli kl. 17 og 18 sama dag og borað niður á tæplega 5 m dýpi með odex aðferð. Haldið var áfram á sama hátt snemma á sunnudagsmorgun. Þegar 8 m dýpi var náð



Mynd 1. Yfirlitsmynd yfir rannsóknarsvæðið í Eldhrauni.

fór að koma upp öskublönduð mold og síðan ágætasta gróðurmold og gekk það þannig fyrir sig næsta hálfu meterinn. Á tæplega 12 m dýpi var hætt þar sem ósennilegt þótti að nokkurn gúr væri að finna þar neðan við og var þá tekið mið af holu HH-3. Borun var lokið um kl. 11.

Hola HH-5 var staðsett milli holu HH-4 og Reykjahlíðar vatnsmegin við veginn. Borun hófst sunnudaginn 31. október kl 13:20. Borað var með odex aðferð niður á 11,7 m dýpi og síðan með lofthamri þar til lokadýpi var náð í 15,2 m. Borað var í hraun allan tímann, en á 9 m dýpi var komið í 10-20 cm þykkt öskulag, sem gæti verið frá Hverfjalli. Lokið var við holuna milli kl. 19 og 20. Niðurstöður úr boruninni voru það neikvæðar að fallið var frá því að bora aðra holu hjá þessari holu. Auk niðurstöðu úr holu HH-5 spilaði inn í að litill tími var til stefnu til að ljúka næstu holum eða aðeins einn dagur. Áður en verkdegi lauk var fyrsta hola morgundagsins undirbúin hvað varðaði nauðsynlegt efni.

Hola HH-6 var sett niður í hraunið Reykjahlíðarmegin við girðinguna, sem liggur milli jarða Grímsstaða og Reykjahlíðar. Holan er um 30 m austan girðingarinnar og 50 - 100 m norðan við raflínu sem liggur yfir hraunið. Upphaflega var gert ráð fyrir holunni nokkru austar en ekki fannst greiðfær leið þar út í hraunið. Byrjað var að bora mánudaginn 1. nóvember um kl. 10:30 og var odex aðferð notuð eins og áður. Vegna óhagstæðrar vindáttar var bornum snúið við eftir 1 m borun og önnur hola undir sama nafni boruð 5 m vestar. Borað var niður á 10,9 m dýpi og holan fódruð í botn. Engin kísilgúr var sjáanlegur.

Hola HH-7 var staðsett VSV frá HH-6 í um 35 fjarlægð og 2-3 m neðar í landi. Borun lauk um kl. 20 þá um kvöldið, þegar holan 10,5 m djúp og fódruð alla leið í botn. Á um 3 m dýpi var komið í tæplega 2 m þykkt moldarlag milli hraunlaga. Moldin er meira gjallblönduð er neðar dró og smá gúr slettur sáust efst í henni.

Helstu upplýsingar um holurnar er að finna í töflu 1.

Tafla 1. Holur HH1 - HH-7.

Holur	Dýpi (m)	Borað með 5 1/2" odex (m)	Borað með 4 1/2" lofthamri (m)	Kjarnataka (m)	Vatnsboró (m)
HH-1	15,8	0 - 11,6	11,6 - 15,8		~ 2,3
HH-2	12,3	0 - 9,7	5,8 - 9,6	9,7 - 12,3	~ 5,8
HH-3	15,3	0 - 8,5	8,5 - 15,3		~ 10,8
HH-4	11,7	0 - 11,7			~ 10,8
HH-5	15,2	0 - 11,6	11,6 - 15,2		~ 12,2
HH-6	10,9	0 - 10,9			~ 7
HH-7	10,5	0 - 10,5			~ 3,5

Allar holurnar voru boraðar með odex aðferð til að byrja með og var notuð 5 1/2" fódring með 5 mm veggþykkt. Á fyrsta rörið var soðinn skór. Í holu HH-2 var tekinn kjarni og í holum HH-1,

HH-2, HH-3 og HH-5 var borað með 5 1/2" oðex og 4 1/2" lofthamri. Gengið var frá holutoppi með loki. Holutopparnir standa 15 - 30 cm upp úr jörðu.

### 3. JARÐLÖG

Megin tilgangur verkefnisins var að kanna hvort kísilgúr væri að finna undir Eldhrauni. Staðið var yfir bornum allan tímann meðan borunin stóð yfir og jarðlög skoðuð jafnharðan. Ekki var mældur hæðarkvóti á holunum, en vatnsborð í holunum er nokkurn veginn það sama og í Mývatni, og voru þær stilltar afi hæð eins og sýnt er á mynd 2. Hraunið er mjög mismunandi þykkt eins og yfirborðið gefur greinilega til kynna. Auk þess hefur landslag verið fyrir, sem hraunið hefur jafnað út að einhverju leyti. Meðal annars eru til heimildir um eyju sem átti að vera einhvers staðar miðsvæðis, þar sem Eldhraunið flæddi yfir. Ekki er ljóst hversu eyjan hefur verið stór. Þykkar gjalleiningar neðan við hraunstál Eldhraunsins gefa til kynna að flæðieinigar hraunsins hafi flætt út í vatn eða votlendi og snöggekólnað. Vatnsdýpið hefur vafalaust haft áhrif á þykkt gjall- eða breksíumyndananna. Þannig gæti verið um að ræða bólstra- og gervigígamyndanir, sem síðari hraunstraumar hafi kaffært.

Í upphafi var gert ráð fyrir að bora fleiri en eina holu á hverjum stað til að upphæfa ónækvæmni, sem mjög staðbundnar aðstæður gætu valdið. Til þess að halda kostnaði verksins hóflegum var talið fullnægjandi að bora tvær holur á hverjum stað. Fyrstu tvær holurnar við Hraunvíkina sýndu nokkuð ákveðið breytileikann í þykkt hraunsins og ásýndarmun, en vegalengdin á milli þeirra er innan við 30 m.

Ef borstaður hola HH-3 og HH-4 er skoðaður nánar þá kemur aftur þessi ásýndarmunur þrátt fyrir nálægð holanna. Þar kemur skýrt fram í holu HH-4 að hámarksþykkt hraunsins er um 8 m. Því þar neðan við kemur jarðvegstorfa nokkuð öskublönduð efst. Ef til vill eru þarna vísbendingar um áður nefnda eyju í eldra hrauni.

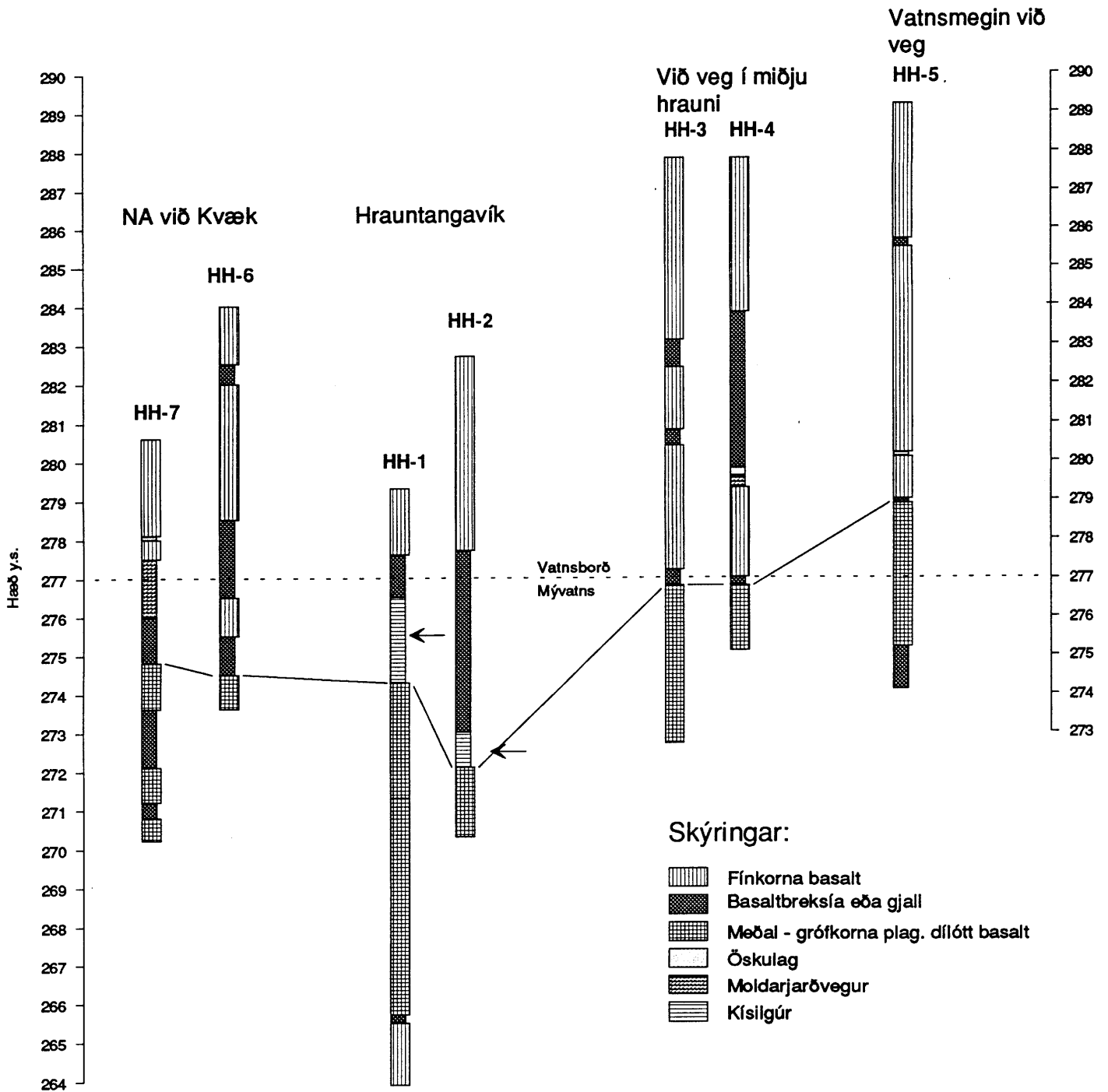
Á borstað holu HH-5 er á 3 - 4 m dýpi þunnur frauðkenndur og oxaður kafli, sem getur þýtt neðra borð hraunsins eða það sem líklega er borið saman við aðra staði, að þar sé yngri flæðieining sama hraunsins. Á 9 m dýpi sést aftur á móti öskulag, sem markar ákveðið neðri mörk hraunsins. Ekki er vitað að svo komnu máli hvaða gosi þetta öskulag tilheyrir en þykkt þess og lega benda til Hverfjallsösku.

Vestast á athugunarsvæðinu, í holum HH-6 og HH-7, sást verulegur þykktarmunur á Eldhrauninu. Í holu HH-6, sem er 2 - 3 m hærra í landi en HH-7, var hraunið rúmfr 7 m á þykkt. Þar af um 2 m af gjalli í botni þess. Við neðri mörkin var komið niður í vatnsborð. Í holu HH-7 var komið niður úr Eldhrauninu á rúmlega 3 m dýpi, þar sem borað var niður í gúrblandaða mold, tæplega 2 m þykka. Sennilega hefur verið mýri á þessum slóðum fyrir daga Eldhraunsins og gúrin líklega borist þar inn vegna róts í vatninu.

Ekki er hægt að heimfæra vatnsborðið í holunum nú nákvæmlega á þá atburði sem áttu sér stað í Mývatnseldum eða fyrri atburðum af því tagi, þar sem vitað er að það hefur breyst við umbrot í jarðskorpunni. Árið 1989 mældi Oddur Sigurðsson vatnshæðarbreytingar sem orðið höfðu við Mývatn á umbotatímabili Kröfluelda. Þær nema 0,5 - 1 m inni á athugunarsvæðinu í Eldhrauni.



## BORHOLUR Í ELDHRAUNI



Mynd 2. Jarðlög í borholum í eldhrauni

Búast má við að aðrar sambærilegar breytingar hafi átt sér stað í tengslum við Mývatnselda og eldri atburði. Það skýrir ef til vill að hluta hvers vegna kísilgúr fannst eingöngu í holunum niður við vatnið.

Þegar dregnar eru saman niðurstöður þessara athugana á dreifingu kísilgúr undir Eldhrauni þá er ljóst að hámarksútbreiðsla hans gæti verið 0,6 km<sup>2</sup> þ.e. ef gert er ráð fyrir kísilgúr undir öllu svæðinu, sem rannsóknarholurnar og gúr í gervigíg upp undir vegi afmarka. Kísilgúrinn er sennilega 3 m á þykkt eða þynnri. Þar af leiðandi er ekki hægt að tala um auðuga námu hulda hrauninu.

#### 4. HELSTU NIÐURSTÖÐUR

Boraðar voru 7 holur á fjórum stöðum í Eldhraunið og gert af þeim jarðlagasnið á staðnum. Ekki var gert ráð fyrir frekari úrvinnslu á gögnum. Þær upplýsingar, sem lágu fyrir af frumrannsókn lokinni, eru þessar helstar:

- ✓ Engan kísilgúr var að finna í 5 holum af 7.
- ✓ Holur HH-1 og HH-2 við Hrauntangavík voru boraðar í gegnum kísilgúr á tæplega 3 - 5 m dýpi og á 9,7 - 10,6 m dýpi.
- ✓ Kísilgúrinn virtist allblandaður ösku og gjalli.
- ✓ Hámarksútbreiðsla kísilgúrsins gæti verið um 0,6 km<sup>2</sup>. Sennilegast verður að telja að gúrinn sé bundinn við takmarkað svæði undir hrauninu næst vatninu.

Áhugavert væri að sinna betur úrvinnsluþættinum. Þar ber helst að nefna nánari skoðun á meintum kísilgúr, efnagreina hraun og öskulög og bera þau saman við það sem þegar hefur verið gert á þessum slóðum. Síðast en ekki síst, að aldursgreina jurtaleifar í moldinni undir Eldhrauninu.

Að lokum er rétt að hafa í huga að sjö borholur eru nú til staðar á ýmsum stöðum í Eldhrauninu og eru þær allar fóðraðar að hluta til eða að öllu leyti og með frágengnum holutoppi. Vafalaust má nýta þær á einhvern hátt, m.a. til rannsókna á svæðinu, t.d. til að fylgjast með vatnsborði og kanna grunnvatnsstrauma. Full ástæða er til að annast vel um mannvirki af þessu tagi.