

21-11-03

 Sigurður Sveinn Jónsson
 Bjarni Richter
 Bjarni Reykr Kristjánsson

Borholur á Geysissvæði Niðurstöður jarðlagagreininga

Inngangur

Með samningi við Auðlindadeild Orkustofnunar var Íslenskum orkurannsóknnum falið að kanna jarðhita á svæðinu í kringum Geysi í Haukadaleið og beindust sjónir manna fyrst og fremst að því að gera heildarúttekt á viðnámi í jarðlögum á svæðinu. Til grundvallar túlkunar á mæliniðurstöðum viðnámsmælinga var ljóst að skoða þyrfi jarðlög, gera jarðlagasnið, greina ummyndun og gerð leirsteinda í berginu. Síðustu ár og áratugi hafa fallið til gögn úr borunum á svæðinu og var ljóst að finna þyrfi sýni sem safnað var úr þessum borholum, greina þau og túlka. Í töflu 1 er yfirlit yfir þær borholur sem komu til greina og jafnframt úr hverjum þeirra reyndust vera til svarfsýni sem unnt var að grípa til. Staðsetning umræddra holna er sýnd á mynd 1.

Tafla 1. Borholur sem þekktar eru á svæðinu.

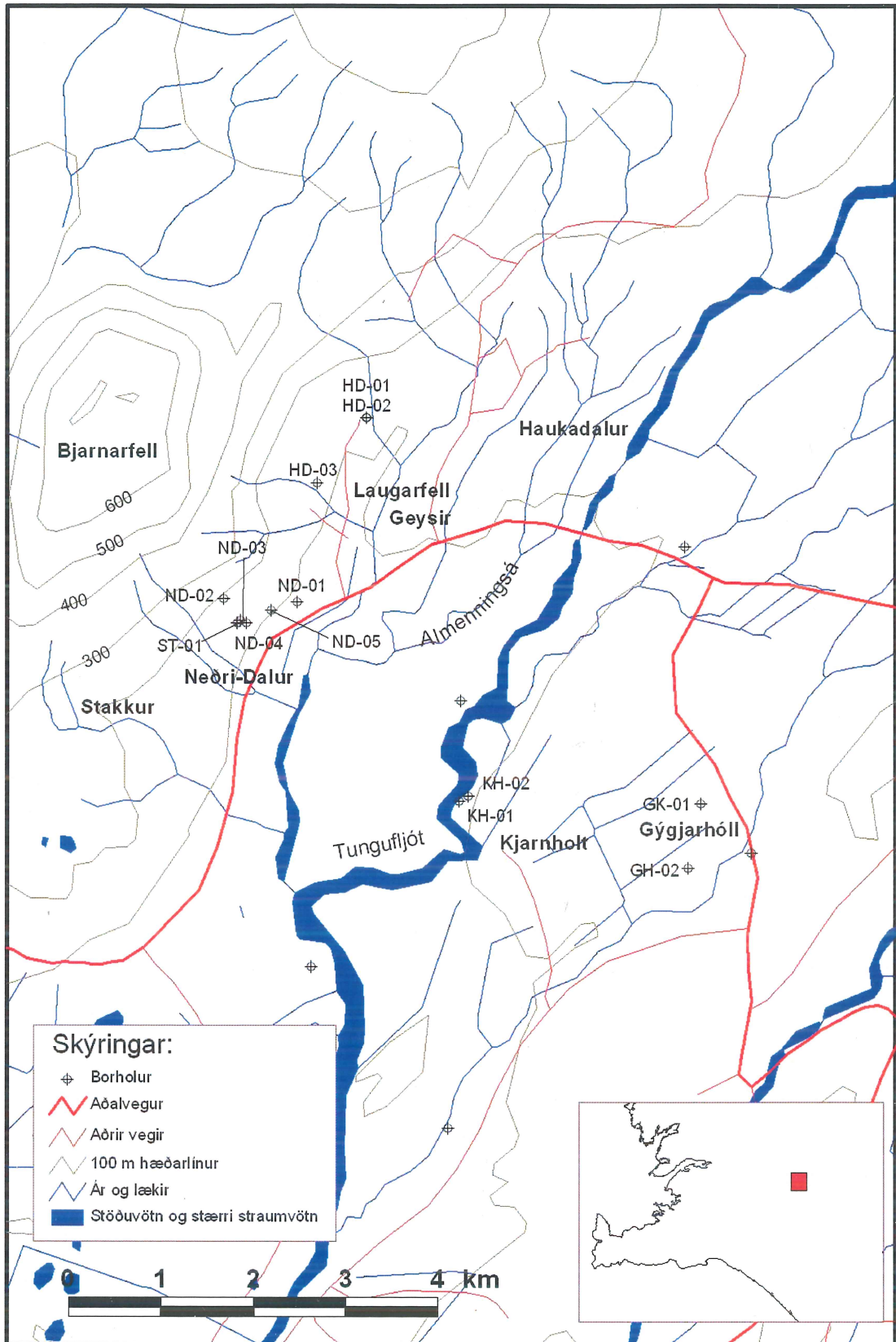
Auðkenni Staður	Staðar-númer.	Holu-nafn	Bordýpi (m)	Svarfsýni Efsta (m)	Svarfsýni Neðsta (m)	Svarf Staða
Neðri Dalur	91681	ND-01	850	46	850	Greint
Neðri Dalur	91682	ND-02	60			Ekki til
Neðri Dalur	91683	ND-03	600	14	600	Greint
Neðri Dalur	91684	ND-04	173.2	12	171	Greint
Neðri Dalur	91685	ND-05	302	15	205	Greint
Helludalur	98841	HD-01	60			Ekki til
Helludalur	98842	HD-02	360	12	180	Greint
Helludalur	98843	HD-03	480.5			Ekki til
Kjarnholt	91821	KH-01	60			Ekki til
Kjarnholt	91822	KH-02	35			Ekki til
Kjarnholt	91823	KH-03	420	2	420	Greint
Gýgjarhólskot	91852	GH-02	402.7			Greint
Neðridalur Stallar	91871	ST-01	58			Ekki til
Gýgjarhóll	91611	GK-01	40			Ekki til

Ekki reyndust vera til svarfsýni úr sjö holum á svæðinu (af fjórtán) en þær eru allar grunnar ef frá er talin HD-03 sem er 480,5 metrar. Einu sýnin sem eru til úr Helludal eru úr holu HD-02 en svarf- og kjarnasýni voru til frá yfirborði og niður á 181 metra dýpi en ekki er vitað hvar svarf úr neðri hluta holunnar er niður komið en holan er skráð 360 metra djúp.

Besta og heillegasta myndin af jarðlögum og ummyndun er úr Neðri Dal en þar eru holur ND-01 (850 m) og ND-03 (600 m) með samfelldum sýnum. Ekki var til svarf úr neðsta hluta ND-05 sem er 302 metrar er sýni eru til niður í 205 metra.

Hitamælingar eru til úr fimm holum af þeim sem voru greindar og eru mælingarnar birtar á jarðlagasniðum. Ekki eru til mælingar úr holum ND-04 og ND-05. Hitamælingarnar eru flestar gerðar með handrúllu en hola ND-03 var mæld með mælingabíl. Hitamælingar eru á jarðlagasniðum í viðauka 2.

Leir var greindur með staðlaðri aðferð sem felst í því að leirinn eru hristur úr 1-2 cm³ svarfsýni, grófasta gruggið látið setjast og síðan er vökvinn með leirnum fluttur á glerplötu og látinn þorna. Sýnið er greint þurrt, glýkólmettað og eftir einnar klukkustundar hitun við 550°C. Niðurstöður er bornar saman við þekktu leirstaðla og niðurstaða þannig fengin. Mælt er frá 2 Θ =2° og upp í 2 Θ =14°. Notaður var diffractometer frá Philips, PW 1710 og notuð Cu α geislun á 1,54 Å bylgjulengd á 20 mA og 40 kV. Niðurstöður leirgreininga eru í töflu 2 og á myndum í viðauka 1 en auk þess er einfölduð niðurstöða leirgreininga sýnd á mynd 2.



Mynd 1. Staðsetning borholna á Geysissvæði sem hér er fjallað um. Ekki eru til hnit fyrir KH-03.

Niðurstöður og ályktanir:

Neðri Dalur

Eins og sjá má í töflu 1 þá eru skráðar fimm borholur í landi Neðri Dals. Sýni úr fjórum þeirra voru tiltæk og eru jarðlagasnið í viðauka 2.

ND-01 er dýpsta holan á svæðinu og er til svarf frá 46 metrum og niður á botn í 850 metrum. Efstu sýnin eru í ferskri hraunlagamyndun sem er lítið sem ekkert ummynduð. Á um 60 metra dýpi tekur við myndun úr súru bergi en þunnt setlag skilur að hraunlöggin ofan á og súra bergið. Myndun þessi er beltuð, sumar einingar innan myndunarinnar eru glerjaðar en aðrar betur kristallaðar. Botn súra bergsins er á um 150 metrum en þar taka við hraunlög. Sú myndun er talsvert einsleit, þétt og lítið ummynduð. Þegar komið er niður undir 200 metra er komið í móbergsmýndun sem að mestu er úr bólstrabergi sem nær niður undir 400 metra dýpi. Neðstu 50 metrarnir (frá um 350–400 m) eru líkari hraunlögum en bergið er talsvert glerjað og er líklega hluti móbergsmýndunarinnar. Á um 300 metra dýpi vottar aðeins fyrir súlfíðum (pýríti) en annars er ummyndun lítil, helst kalsít og önnur karbónöt en kalsedón fer að sjást við botn þessarar myndunnar.

Síðan tekur við hraunlagasyrpa með kargakenndum millillögum og nær hún niður á um 470 metra dýpi. Ummyndun er svipuð, aðallega kalsít en einnig sjást önnur karbónöt eins og síderít og þá er einnig vottur af kalsedóni til staðar. Aftur er komið í móberg á um 470 metrum. Efsti hlutinn er er glerríku fersklegu túffi en síðan skiptast á lög úr túffi, setkenndu túffi, breksíu og glerjuðu basalti niður undir 750 metra þar sem aftur er komið í hraunlagamyndun. Ummyndun í þessari þykku móbergsmýndun, sem kann að vera fleiri en ein samfelld myndun, er hægt vaxandi. Kalsít, kalsedón og síderít auk Fe-hydroxíða og oxíða, er að jafnaði til staðar en þegar komið er niður á um 650 metra dýpi fer stilbít að sjást og litlu neðar sést heulandít. Zeólítar sjást af og til og einungis í einu sýni (734 m) sést laumontít.

Hraunlöggin sem taka við á um 750 metrum ná síðan til botns og ummyndun breytis lítið nema hvað nokkuð sæmilega kristallað kvars fer að sjást í þessari myndun. Zeólítar eru ekki áberandi.

ND-03 er 600 metra djúp hola og er til svarf frá 14 metrum og niður í botn á 600 metra dýpi. Efst er breksíuleg móbergsmýndun og þegar komið er niður úr henni á 26 metra dýpi er komið í sömu súru myndunina sem sést í holu ND-01. Bergið er plagióklasdílótt og ef til vill með kvarsdílum líka en nokkuð breksíu eða túfflegt ofan til (mikið gler) en verður betur kristallað þegar neðar dregur. Súra bergið nær niður í 162 metra dýpi og er myndunin því um 135 metra þykk og talsvert þykkari en í holu ND-01 þar sem myndunin er um 90 metrar á þykkt. Neðan við er um 20 metra þykk hraunlagasyrpa, sennilega tvö hraunlög en síðan er komið í móberg á um 180 metrum. Efst er um 10 m þykkt settúff en síðan er komið í bólstraberg. Ekki verður vart við neina teljandi ummyndun fyrr en komið er í móbergið (bólstrabergið) en þar er vottur af kalsíti og síderíti auk ryðlitra Fe-sambanda en ofarlega í mynduninni er einnig vottur af lághitazeólítum. Bólstrabergið nær síðan óslitið niður í tæpa 400 metra en þar fyrir neðan eru hraunlög sem ná niður í 530 metra. Ummyndun er merkjanleg í hraunlögnum, talsvert er af zeólítum eins og mesólíti og stilbíti. Einnig eru ólivíndílar að mestu ummyndaðir og nær horfnir. Botn þessarar hraunlagamyndunar er síðan á 530 metrum og tekur þá aftur við fersklegt bólstraberg sem nær til botns. Sömu ummynunarsteindir er sjáanlegar og þar á meðal eru kalsít, síderít og stilbít.

ND-04 er grunn hola í landi Neðri Dals og nær frá 12 m niður í 171 metra. Efstu 114 metrarnir eru í tiltölulega einsleitu finkorna seti (sandur) sem greinilega er tilflutt og sést lagskipting í mynduninni. Ummyndun er nánast engin og samlíming er frekar léleg. Þegar komið er niður úr setinu er komið í súra bergið sem er áberandi í holum í Neðri Dal. Súra bergið er þynnra hér en í öðrum holum og virðist komið niður úr því á um 150 metrum þar sem komur inn dökkt finkorna basalt. Það nær til botns en neðstu sýnin eru mjög blönduð og gæti bent til hruns í neðsta hluta holunnar.

ND-05 er slitrótt 205 metra djúp hola og eru fyrstu sýnin af 15 metra dýpi í bólstrabergi. Á 18 metra dýpi er komið súrt berg og eru einungis til bútar af holunni niður í 142 metra en þar er komið í set. Svarf úr súru mynduninni er slitrótt eins og áður sagði en þau sýni sem til eru sýna einsleita myndun sem nær frá 18 metrum og niður í um 142 metra eða um 120 metra þykka myndun. Neðan við setið, á um 163 metrum er komið í ferskleg glerjað basalt (bólstraberg) með örlitlum votti af kalsíti og síderíti.

Helludalur

Í Helludal er ein hola sem til eru sýni úr en sýni úr tveimur holum eru ekki til.

HD-02 er eina hola sem sýni eru til úr í Helludal. Hún nær niður í 180 metra og eru fyrstu sýnin af 12 metra dýpi. Þar er fersklegt bólstraberg með plagióklasdílum og neðan við bólstrabergið er um 6 metra þykkt gjóskutúffi. Þar fyrir neðan er komið í hraunlagastafla á 31 metra dýpi. Hraunlögin eru meðal- til grófkorna dökkt ólivín þóleiit með ópal, kalsíti og síderíti og er botn hraunlagamyndunarinnar á 78 metrum en þar er komið í súrt berg. Súra bergið er mjög glerríkt efst og túffkennt en verður betur kristallað þegar neðar dregur. Í 144 metrum hættir svarfið og við tekur kjarni og eru til bútar af honum á þriggja metra fresti. Hver bútur er um 10 cm. Kjarninn nær niður á um 160 metra og svarf tekur aftur við þar fyrir neðan og niður á botn á 180 metrum. Öll sýni eru úr sama súra berginu.

Kjarnholt

Þrjár holur eru skráðar í Kjarnholtum og er til svarf úr einni. Tvær holur eru grunnar eða innan við 60 m djúpar og er ekki til svarf úr þeim. Sú sem hér er um fjallað nær niður í 420 metra.

KH-03 er í borholuskrá 420 metra djúp og er til svarf frá yfirborði niður á botn. Efst er fersklegt basalt með kargalegum millilögum, nokkuð plagióklasdílott og með stöku ólivíndíl. Hraunlög ná niður á 52 metra dýpi en þar tekur við bólstraberg. Bólstrinn er ferskur og nær engin ummyndun sjáanleg en vart verður við síderít á um 157 metrum en þar er komið í basaltlög í móbergsmýnduninni eða tvö nokkuð þykk hraunlög sem skilin eru að af túffkenndu móbergi með setlinsum. Í basaltinu undir móberginu kemur kalsít fyrst fram á 186 metrum. Þar fyrir neðan tekur svo við þykkt lag af settúffi sem er mikið lagskipt. Nær það frá 182 metrum og niður í 222 metra þar sem taka við meðal- til grófkorna hraunlög. Bergið er nokkuð ummyndað og mikið oxað. Síderít og kalsít eru áberandi og bergið er nokkuð plagióklasdílott. Botn þessarar meðal- grófkornóttu syrpu er á 262 metrum en þar eru þunn lög úr set- eða gjóskutúffi og síðan er komið í aðra hraunlagasyrpu sem er finkorna. Ólivín dílar sjást á stangli og líka plagióklas. Nokkur kargakennd millilög eru í staflanum og nær syrpan niður á 326 metra en þá er komið í móbergsmýndun. Efst í henni er sorterað gjóskutúff með miklu af fersku gleri og brúnum finkorna millimassa. Túffid er um átta metrar á þykkt og undir því er um 10 metra þykkt basaltlag með rauðum og oxuðum karga neðst. Þar neðan við, á 346 metrum, er komið í rakið bólstraberg. Bólstrinn er með síderíti og kalsíti og botn bólstrans er á 408 metrum og nær síðan túff til botns á 420 metrum. Aðeins sést votta fyrir kalsedón í túffinu neðst í holunni.

Gýgjarhólskot

GH-02 er önnur tveggja holna sem kenndar eru við Gýgjarhólskot nokkru sunnan við Geysi. Ekki reyndist vera til svarf úr GH-01. Dýpi GH-02 er 402 metrar og eru til samhangandi svarfsýni alla leið. Efstu 8 metramir eru sandur og mól. Síðan taka við þóleiit hraunlög með tilheyrandi kargalögum niður á 42 metra. Settúff, með ópal, kalsíti og síderíti, nær frá 42 metrum og niður í 64 metra, en það er líklega skriða frá Lágafjalli (Gýgjarhólsfjalli), en Gýgjarhólskot stendur nærri suðurhlíðum þess. Síðan taka aftur við hraunlög, en á kafla (88-100 m) sést set-breksíumyndun, líklega einnig ættuð frá Lágafjalli. Örlítið ber á súru gleri í henni. Breksían er aðallega samlímd af kalsíti, en einnig er síderít áberandi. Dökkur leir sést.

Áfram er svo aðallega um þóleiithraunlög með karga og millilögum að ræða, nema frá 112-124 metrum virðist ólivínþóleiit vera til staðar, ásamt glerjuðu basalti frá 124-144 metrum. Þunnt lag af settúffi (gæti hafa sest til í vatni) er þar undir.

Þóleiithraunlagastaflinn er síðan áfram ríkjandi, ýmist fin- eða meðalkorna, niður í 236 metra. Á um 190 metra dýpi fer að bera á zeólítum eins og thomsóníti og kbasíti ásamt svörtum leir. Næst tekur við mjög grófkorna basalt en þó er nokkuð um porur til staðar og ekkert sem bendir til þess að kvika hafi troðist inn á milli eldri jarðlaga. Því er hugsanlegt einnig að um hrauntjörn sé að ræða, enda virðist einingin vera allt að 60 metra þykk. Þýrit sást á 246 metra dýpi. Þar neðan við (í 292 metrum) tekur við móbergsmýndun niður í 402 metra. Neðst er bólstraberg, þar fyrir ofan er tiltölulega gróft túff og efst er basaltbreksía sem kalla mætti settúff á köflum. Neðarlega í þessum móbergskafli sást mesólít/skólesít, stilbít og heulandít. Einnig var vottur af kalsedón og allra neðst jafnvel laumontít.

Ummyndun

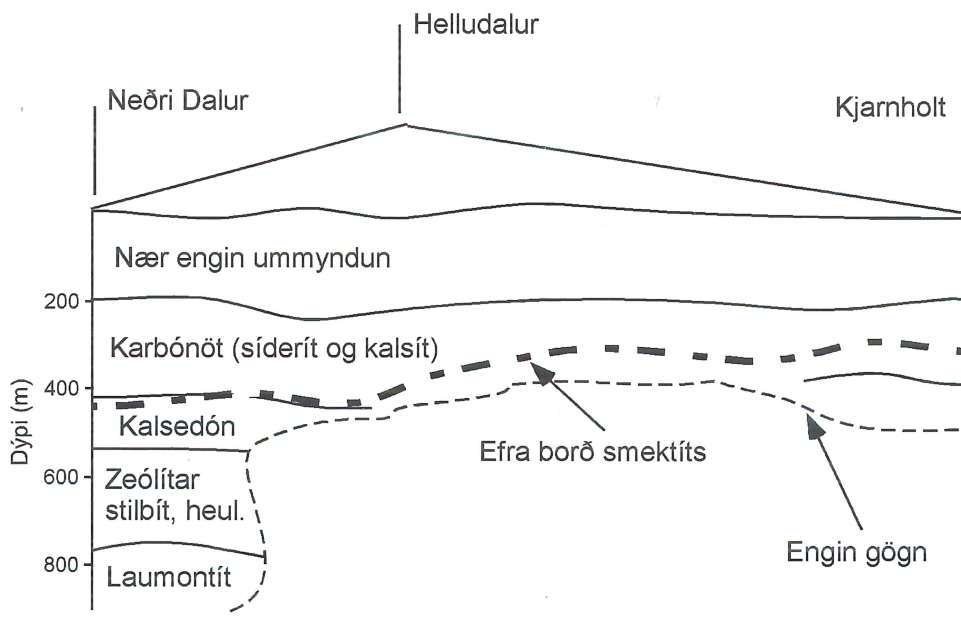
Almennt má segja að ummyndun sé lítil í holunum sem hér er fjallað um og ef miðað er við ákveðið dýpi má segja að hún sé svipuð í öllum holunum en eðlilega verður ummyndunarstig hærra með vaxandi dýpi. Þannig sést laumontít í holu ND-01 á um 734 metra dýpi ásamt öðrum zeólítum en hún er dýpst allra holna sem hér er fjallað um. Kalsedón finnst á 390 m í sömu holu og líklega í holu ND-03 en rétt neðan við 400 m verður talsvert aukning í zeólítum og við botn í 600 metrum er stílbít/heulandít orðið áberandi. Í holum 4 og 5 við Neðri Dal er sáralítill ummyndun enda ná þar rétt niður í um 200 metra.

Í Helludal er mjög svipaða sögu að segja, holan þar er rétt tæpir 200 metrar og lítil ummyndun. Helst er að kalsít sjást á stangli. Holan í Kjarnholtum er ekki heldur mikil ummyndun á ferðinni, oxun, kalsít og síderít er áberandi í efri hlutanum og niður undir 400 metrum er farið að sjást kalsedón.

Ofan til í staflanum er ummyndun lítil. Ummyndunina má draga saman með því að segja að efstu 200 metrarnir séu nánast ferskir, á 200-400 metra dýptarbili eru karbónöt ráðandi en kabasít og thomsónít sjást einnig á þessu bili, einkum í holu GH-02 við Gýgjarhólskot en kabasít og thomsónít sjást ekki í Neðri Dals holunum. Síðan fer að sjást í kalsedón í kringum 400 metra og þar neðan við. Zeólítarnir stílbít og heulandít sjást með talsverðri vissu í djúpu holunum í Neðri Dal og er fyrstu merki um þá á um 500 metrum í holu ND-03 en nokkru neðar eða á um 600 metrum í ND-01. Í holu GH-02 við Gýgjarhólskot sést stílbít/heulandít neðst eða neðarlega í móbergsmýnduninn sem nær niður í botn á 402 metrum. Laumontít finnst aðeins í einu sýni í holu ND-01 á 734 metrum eins og áður sagði.

Myndin hér að neðan (mynd 2) er mjög einfölduð mynd af ummyndun og ummyndunarbeltum á svæðinu. Landslag eða lega ummyndunarbeltana er langt frá því að vera nákvæm og einungis ætlað að gefa hugmynd um uppbyggingu ummyndunarbelta og til að leggja áherslu á að ummyndunin virðist vera "flöt" og lítill breytileiki milli svæða þar sem borholurnar eru.

Sýni voru tekin úr holunum til að greina leir og var farið nokkuð eftir ummyndunarstigi sem greint hafði verið í svarfi þegar sýni voru valin. Þannig voru sýni aðeins tekin úr botni grunnu holnanna og efsti og ferski hlutinn látinn eiga sig. Úr holunum sem ná dýpra voru tekin fleiri sýni. Sýni sem voru tekin og niðurstöður leirgreininga eru sýndar í töflu 2. Niðurstöðurnar eru einnig dregnar sama á myndinn hér að neðan (mynd 2) en þar er einungis að sjá þroskaðan leir í neðsta hluta holu ND-01 í Neðri Dal en vottur af smektít sést í neðri hluta holna ND-03, GK-02 og KH-03. Á myndinni hér að neðan er sýnt hvar smektít vottur fer að sjást í holunum. Þar fyrir ofan er enginn leir.



Mynd 2. Ummyndunarbelti á svæðinu í kringum Geysi. Snið er tekið frá Neðri Dal til norðausturs í áttina að Geysi og síðan til suðurs til Kjarnholts en Gýgjarhólskot er þar skammt frá.

Tafla 2. Leirgreiningar úr holum á Geysissvæði.

Sýni nr.	Staðar-númer	Staður	Hola	Dýpi	OMH skrá	GLY skrá	HIT skrá	Niðurstöður*
1	91681	Neðri Dalur	ND-01	850	36024	36041	36058	Sm/Chl. -- Verm/III
2	91681	Neðri Dalur	ND-01	720	36025	36042	36059	Sm/III
3	91681	Neðri Dalur	ND-01	598	36026	36043	36060	Sm-vottur
4	91681	Neðri Dalur	ND-01	400	36027	36044	36061	Sm-vottur
5	91681	Neðri Dalur	ND-01	300	36028	36045	36062	Enginn leir
6	91683	Neðri Dalur	ND-03	396	36029	36046	36063	Enginn leir
7	91683	Neðri Dalur	ND-03	504	36030	36047	36064	Sm-vottur
8	91683	Neðri Dalur	ND-03	598	36031	36048	36065	Sm-vottur
9	98842	Helludalur	HD-02	171	36032	36049	36066	Enginn leir
10	98842	Helludalur	HD-02	60	36033	36050	36067	Enginn leir
11	91684	Neðri Dalur	ND-04	171	36034	36051	36068	Enginn leir
12	91685	Neðri Dalur	ND-05	205	36035	36052	36069	Enginn leir
13	91852	Gýgjarhólskot	GK-02	304	36036	36053	36070	Enginn leir
14	91852	Gýgjarhólskot	GK-02	386	36037	36054	36071	Sm-vottur
15	91823	Kjarnholt	KH-03	420	36038	36055	36072	Sm-vottur
16	91823	Kjarnholt	KH-03	336	36039	36056	36073	Enginn leir
17	91852	Gýgjarhólskot	GK-02	246	36040	36057	36074	Sm-vottur.

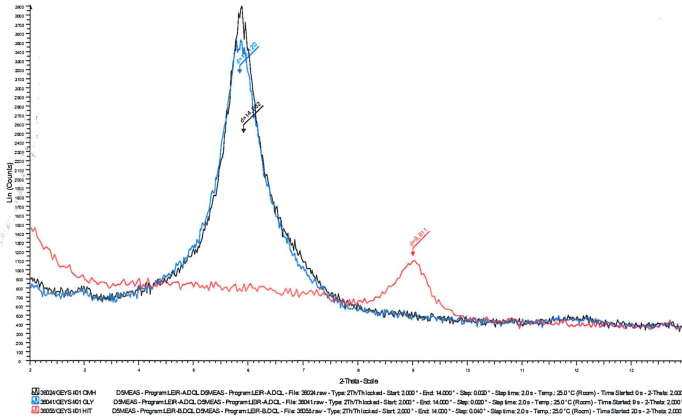
* Sm=smektít, Chl=klórít, Verm=vermiculíte, Ill=illít.

Viðaukar:

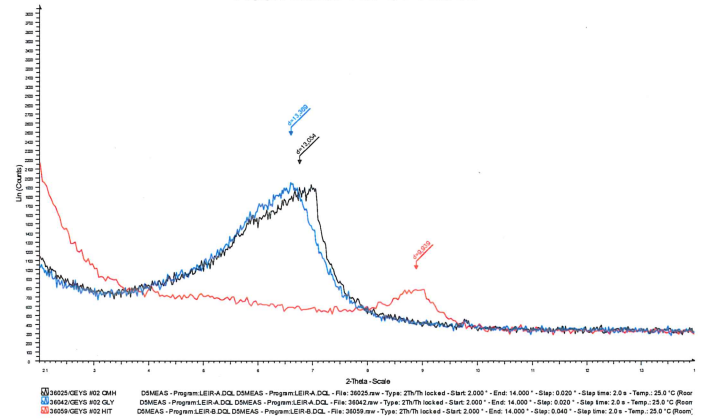
- Viðauki 1: Valdar leirgreiningar.
 Viðauki 2: Jarðlagasnið og hitamælingar.

Viðauki 1: Valdard leirgreiningar

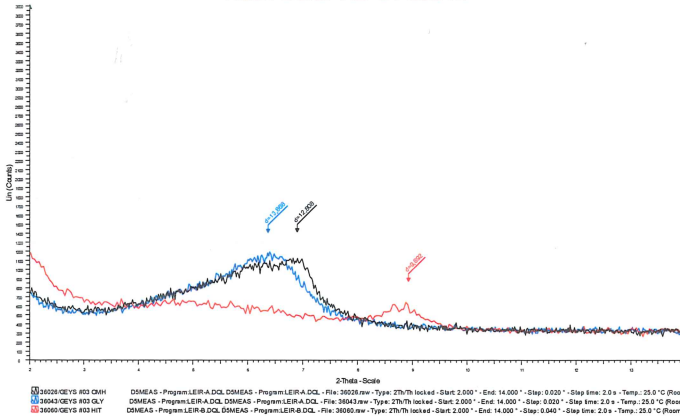
Neðri Dalur ND-01 850 m



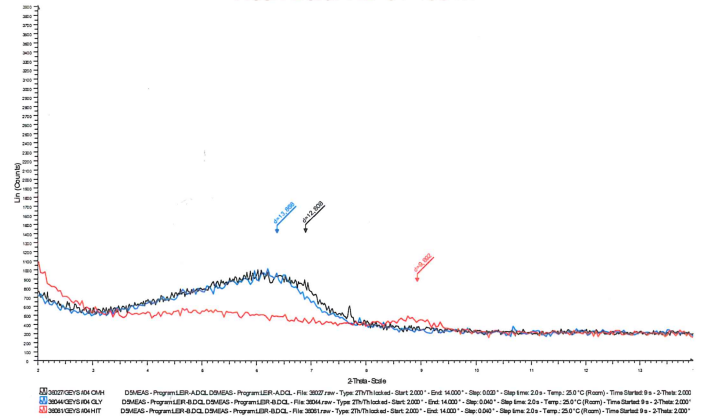
Neðri Dalur ND-01 720 m



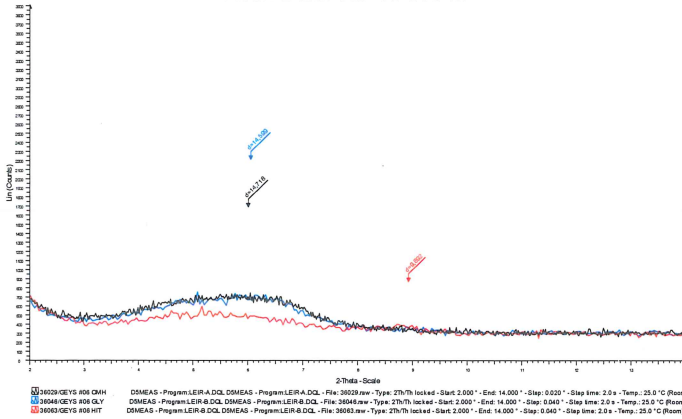
Neðri Dalur ND-01 598 m



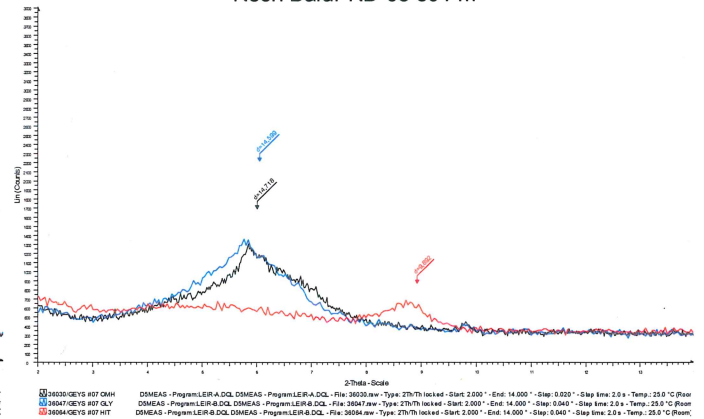
Neðri Dalur ND-01 400 m



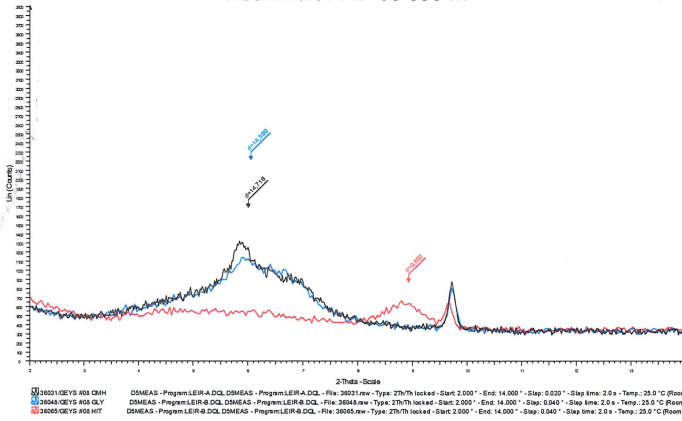
Neðri Dalur ND-03 396 m



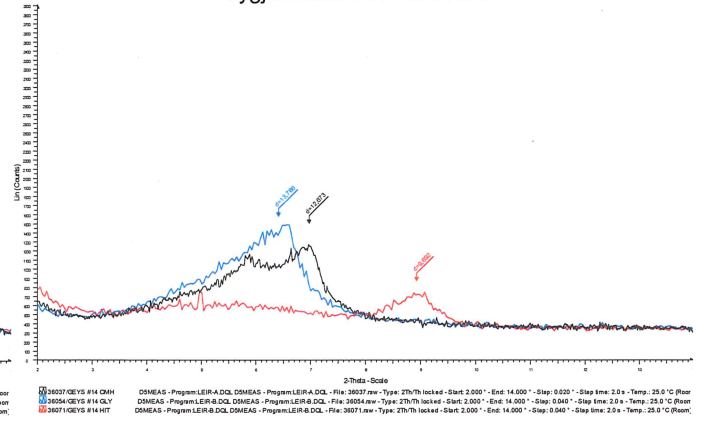
Neðri Dalur ND-03 504 m



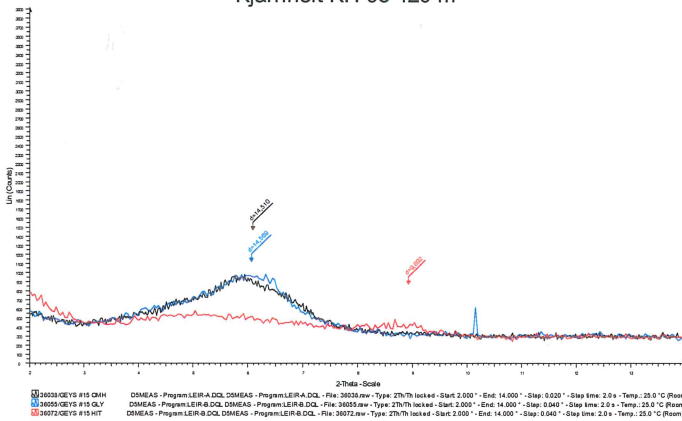
Neðri Dalur ND-03 598 m



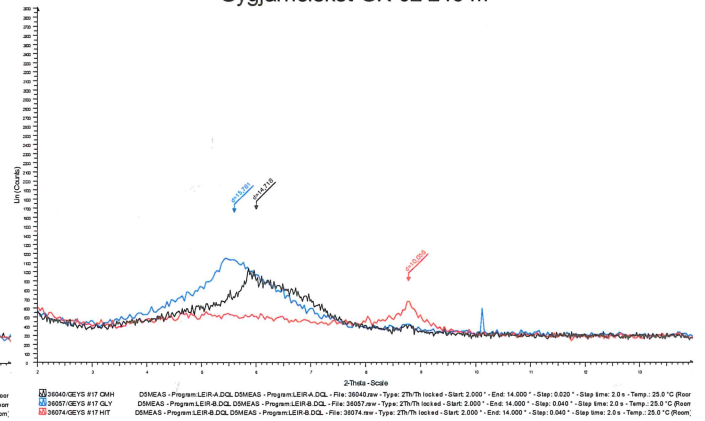
Gýgjarhólskot GH-02 386m



Kjarnholt KH-03 420 m



Gýgjarhólskot GK-02 246 m



Viðauki 2: Jarðlagasnið og hitamælingar



Borgögn ND-01

greint nóv. 2003

Staður: Neðri Dalur

Bor:

Skolvökvi:

Staðarnúmer: 91681

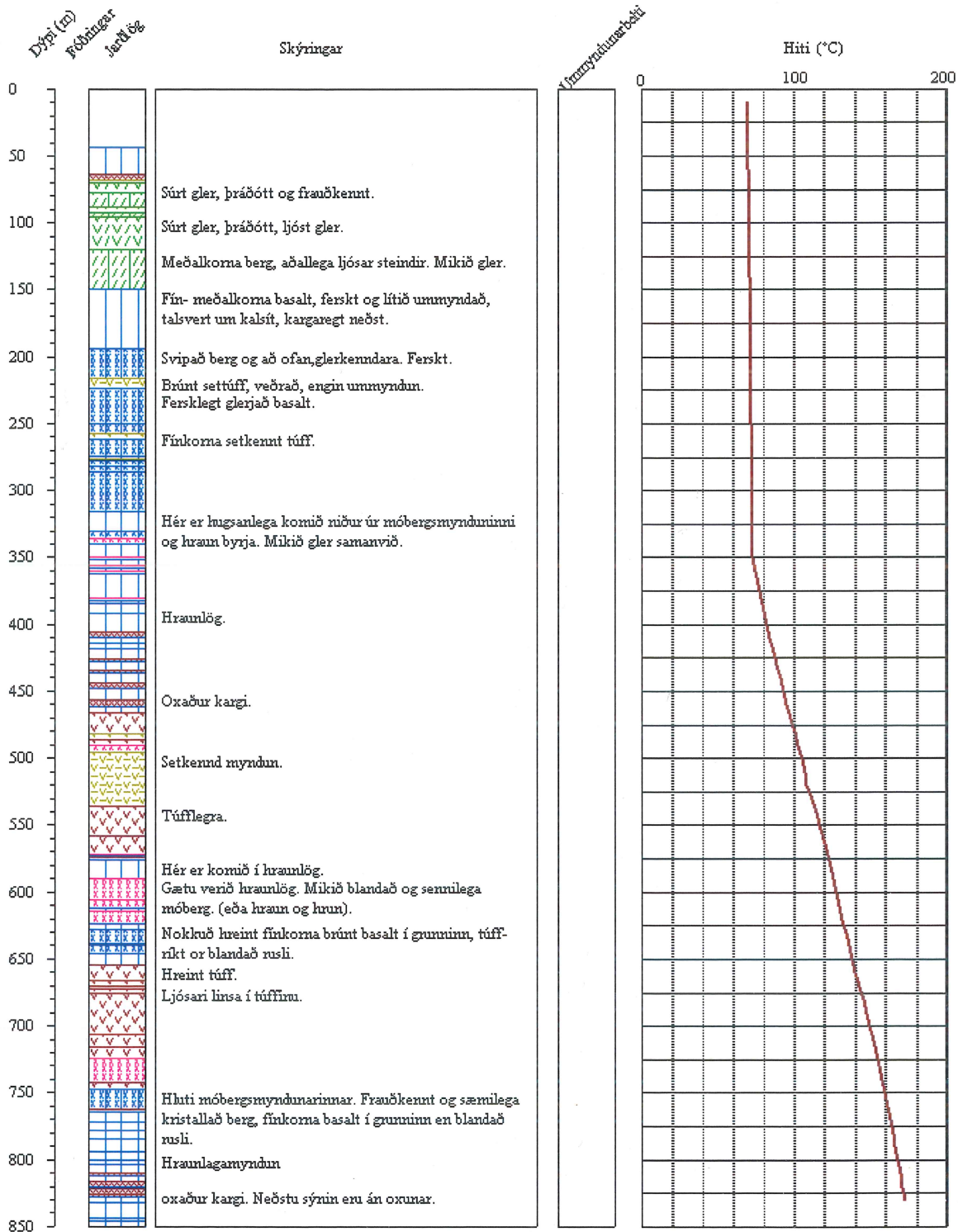
Holunafn: ND-01

Dýptarbil: 0-850 m

Hítamæling:

12. janúar 1977

Starfsmenn: SSIo/BR





Borgögn ND-03

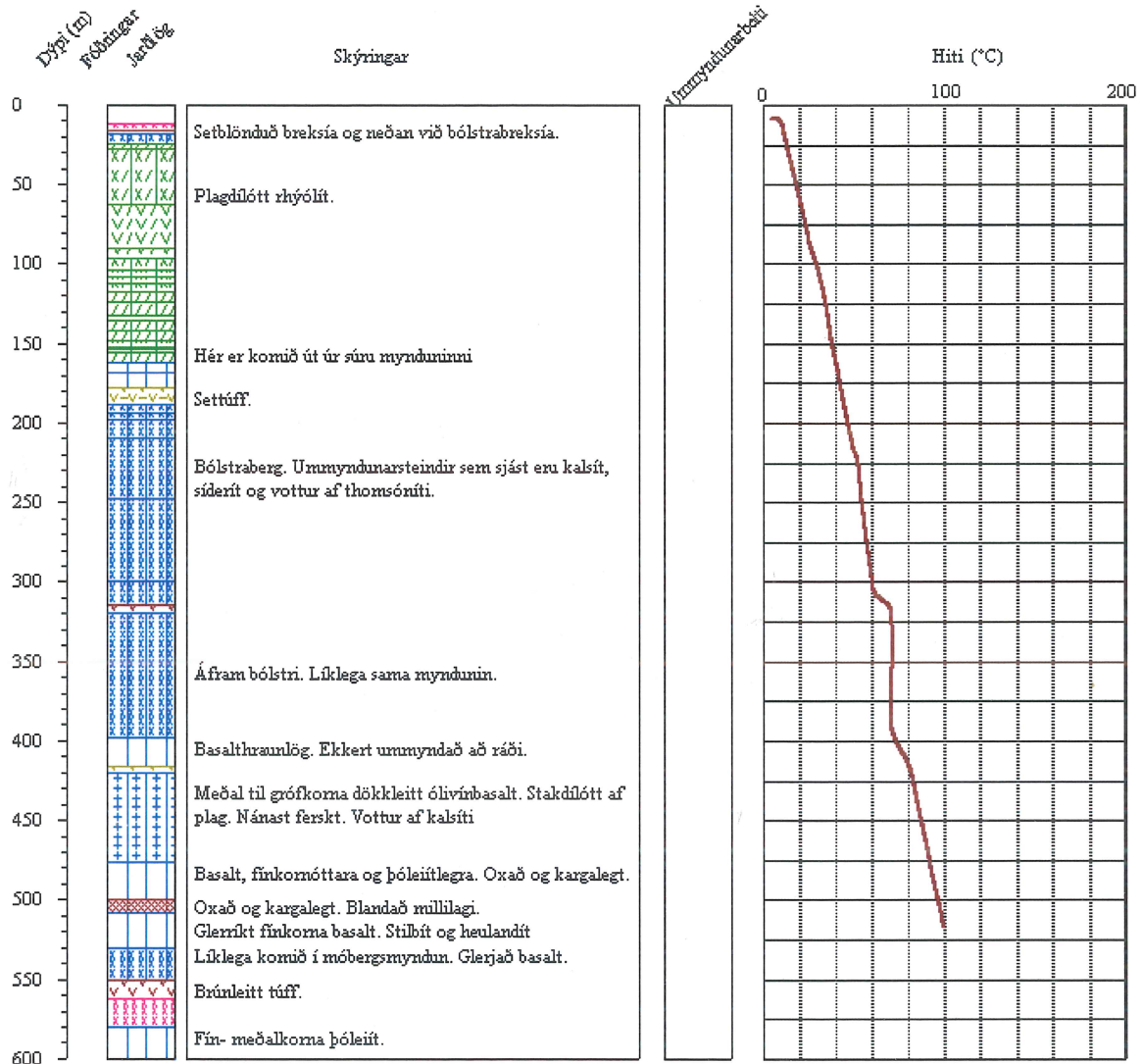
greint nóv. 2003

Staður: Neðri Dalur
 Holungr: ND-03

Bor: .
 Dýptarbil: 0-600 m

Skólsvökví: .
 Hitamæling: 22. október 1992

Staðarnúmer: 91683
 Starfsmenn: SSIJ/BR





Borgögn ND-04

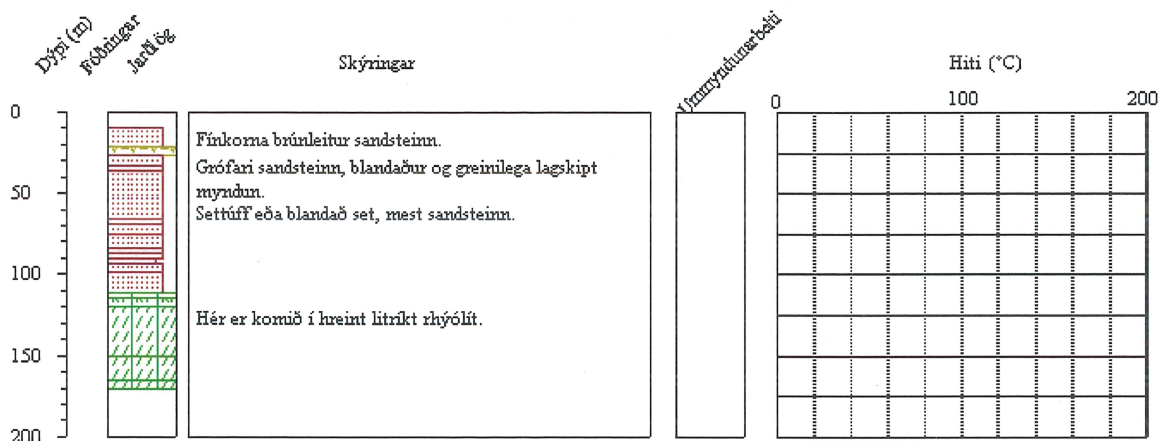
greint nóv. 2003

Staður: Neðri Dalur
Holunafn: ND-04

Bor: .
Dýptarbil: 0-171 m

Stolvökvi: .
Hitamæling: Ekki til.

Staðarnúmer: 91684
Starfsmenn: SSJ o/BR



Borgögn ND-05

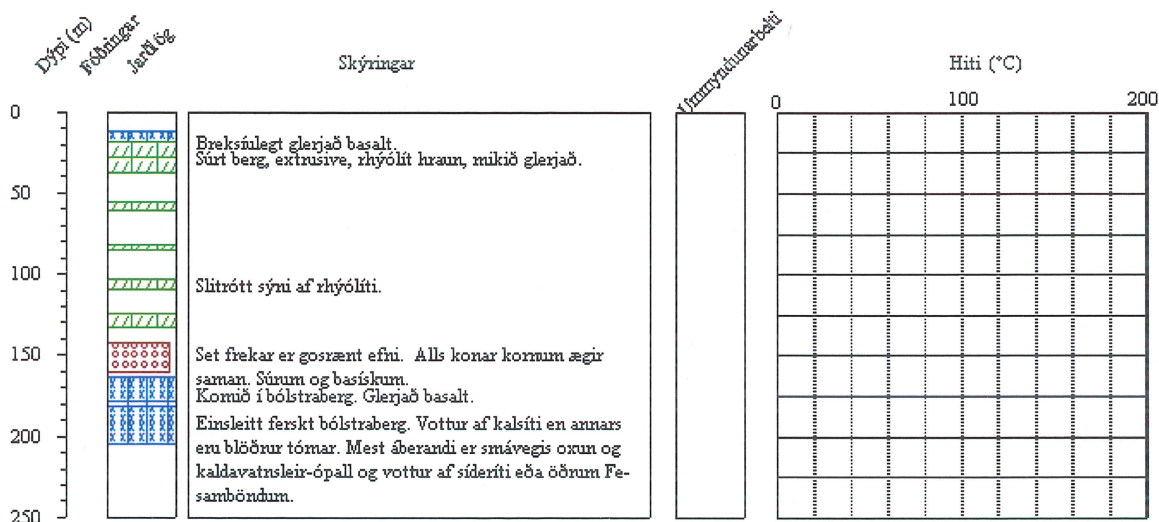
greint nóv. 2003

Staður: Neðri Dalur
Holunafn: ND-05

Bor: .
Dýptarbil: 0-205 m

Stolvökvi: .
Hitamæling: Ekki til.

Staðarnúmer: 91685
Starfsmenn: SSJ o/BR

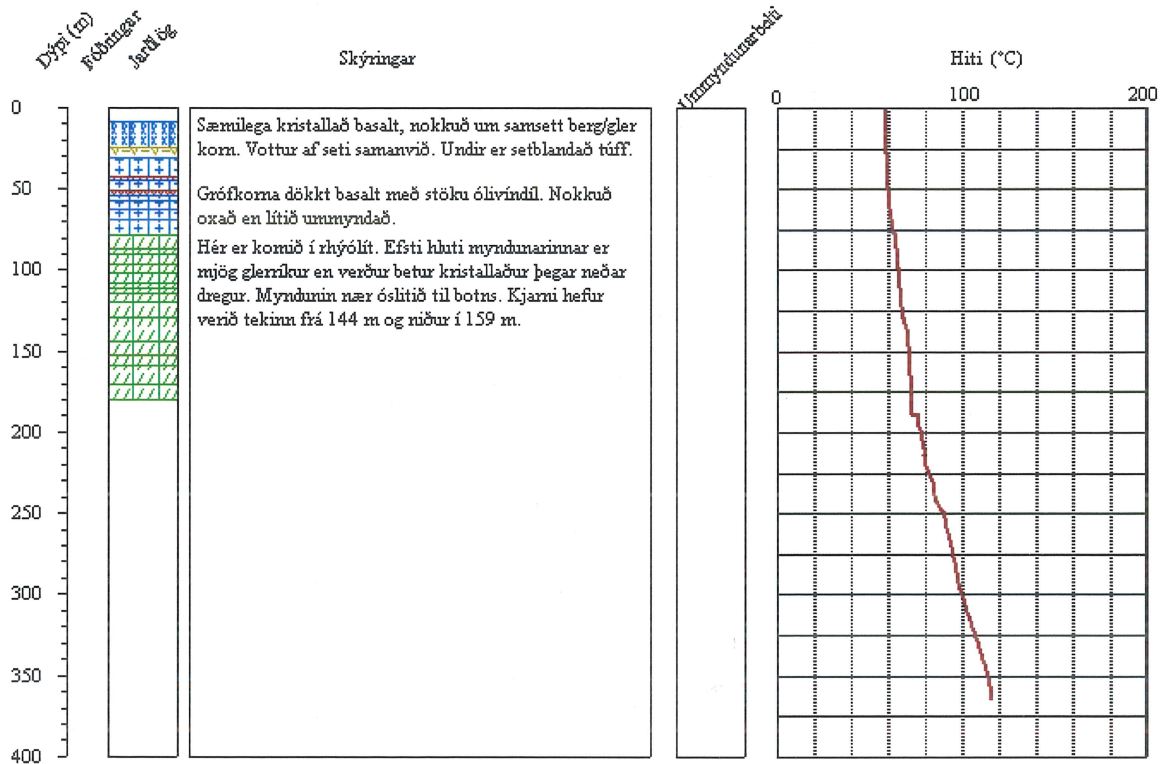


Staður: Helludalur
 Holunafn: HD-02

Bor:
 Dýptarbil: 0-180 m

Skölvöktvi:
 Hítamæling: 8. desember 1999

Staðarnúmer: 98842
 Starfsmenn: SSI/BR





Borgögn KH-03

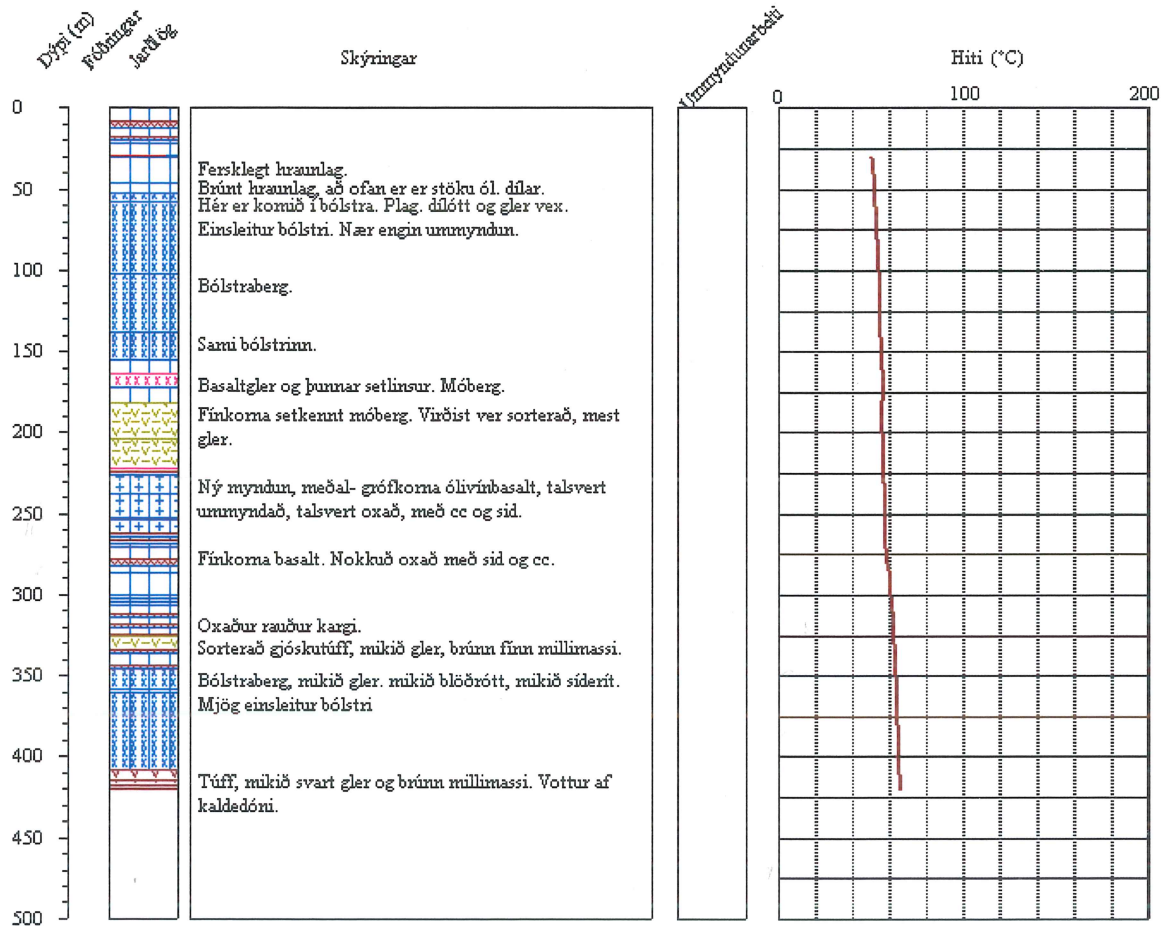
greint n.óv. 2003

Staður: Kaldárholt
Holungrn: KH-03

Bor:
Dýptarbil: 0-420 m

Skolvökvi:
Hitamæling: 18. október 1996

Staðarnúmer: 91823
Starfsmenn: SSI/BR



Staður: Gýgjarhólskot
 Holunafn: GH-02

Bor:
 Dýptarbil: 2-402 m

Skolvökvi:
 Hitamæling: 11. apríl 1988

Staðarnúmer: 91852
 Starfsmenn: BR/SSJ o

