



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HOLA HS-44 Í GELDINGANESI
Jarðlög, ummyndun og niðurstöður
jarðlagamælinga

Guðmundur Ómar Friðleifsson, Þórður Arason,
Helga Tulinius og Benedikt Steingrímsson

Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur

OS-96053/JHD-33 B

Nóvember 1996



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 011

HOLA HS-44 Í GELDINGANESI
Jarðlög, ummyndun og niðurstöður
jarðlagamælinga

Guðmundur Ómar Friðleifsson, Þórður Arason,
Helga Tulinius og Benedikt Steingrímsson

Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur

OS-96053/JHD-33 B

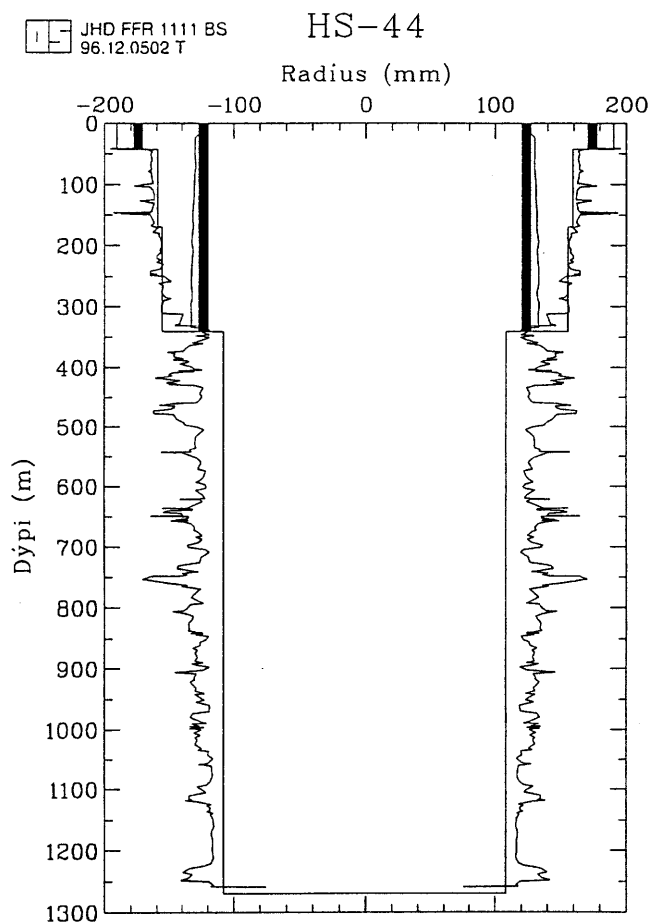
Nóvember 1996

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. JARÐLÖG OG MÆLINGAR	6
3. UMMYNDUN Í HS-44	7
4. SAMANBURÐUR VIÐ NÁLÆG SVÆÐI	17
5. MÆLINGAR	18
5.1 Hitamælingar	24
6. HELSTU NIÐURSTÖÐUR	26
7. HEIMILDIR	27
VIÐAUKI Jarðhitavæðið í Laugarnesi. Minnsta dýpi á laumontít og epidót	27
TÖFLUR	
1. Þunnsneiðar og XRD-greiningar úr HS-44, Reykjavík	8
2. Mælingar í holu HS-44	18
3. Meðaltöl jarðlagamælinga einstakra berggerða í holu HS-44	19
MYNDIR	
1. Hönnun borholu HS-44 í Geldinganesi	3
2. Borhola HS-44 í Geldinganesi og nærliggjandi holur	5
3. Jarðlög og ummyndun í HS-44	10
4. Ummyndunarsnið af HS-44	16
5. Tíðnidreifing í poruhluta	20
6. Tíðnidreifing viðnáms	21
7. Tíðnidreifing kísilsýru	22
8. Tíðnidreifing viðnáms 16"	23
9. Hitamælingar í HS-44	25

1. INNGANGUR

Hola HS-44 í Geldinganesi var boruð með Jarðbornum Narfa á tímabilinu 22. mars til 12. maí, 1996, niður á 1265 m dýpi. Borun hófst með 15" lofthamri niður í 42,3 m dýpi og holan fódruð með 14" röri og það steppt. Þá var borað með 12 1/2" lofthamri niður í 169,1 m dýpi. Þaðan og niður á 341 metra dýpi var borað með 12 1/4" hjólakrónu og skolað með froðu. Að þessu loknu var 10 3/4" vinnslufóðring sett í holuna og rörið steppt. Neðan fóðringarinnar var borað með 8 1/2" hjólakrónu niður í botn. Skipta þurfti um borkrónu í 673 m dýpi, og var holan þá hita-mæld og loftdæld til að meta vatnsgæfni. Frá 673 m niður í botn var létt á vatnssúlunni með því að dæla lofti í holuna niður með 100 m langri 9 5/8" lausri fóðringu (sogborun) samhliða skol-vatnsdælingu. Yfirlit um hönnun holu HS-44 er sýnt á mynd 1.



Val-númer	Tegund	Svunta	Dags	Dýptarbil	Athugasemdir
1	Borkróna			0	42 381 mm þvermál
2	Borkróna			42	169 318 mm þvermál
3	Borkróna			169	341 311 mm þvermál
4	Borkróna			341	673 216 mm þvermál
5	Borkróna			673	1270 216 mm þvermál
6	Fóðring			0	43 355.6 mm þvermál (utanmál)
7	Fóðring			0	341 254 mm þvermál (utanmál)
8	C=Vidd	15979	1995-04-04	0	334 *Fóðringardýpi*
10	A=X-Vidd	17004	1996-05-07	0	1250 x0705105.dat

Mynd 1. Hönnun borholu HS-44 í Geldinganesi

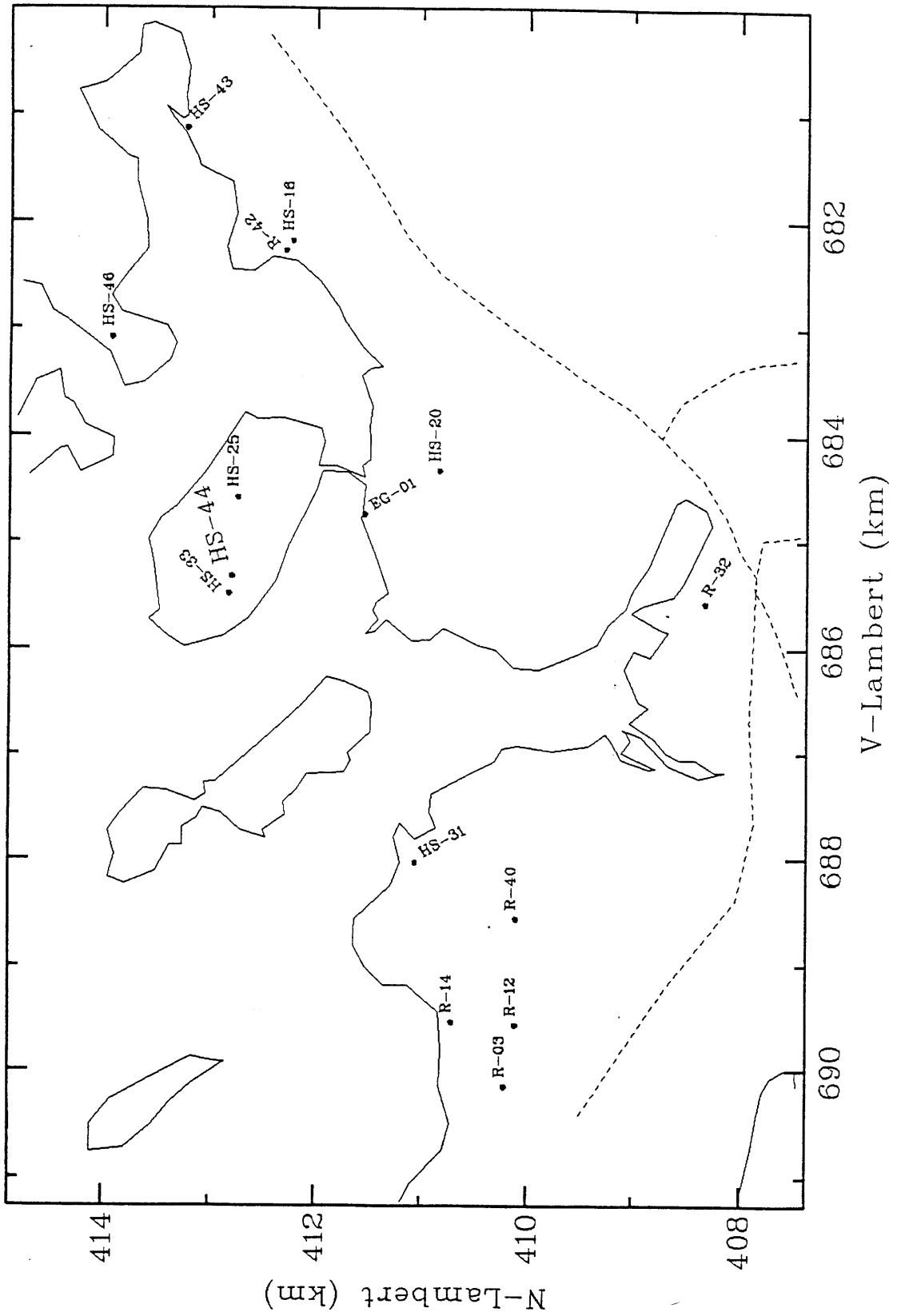
Skolvatni til borunarinnar var dælt upp úr holu HS-33, sem er um 170 m vestan við HS-44. Eftir að sogborunaraðferðin hófst neðan 673 m dýpis varð áberandi mengunar vart í borsvarfinu. Mengunin er allt frá lífrænu smárusli upp í umtalsvert magn af fínsandi úr Reykjavíkurgrágrýti. Í sumum tilvikum nemur þessi mengun nokkrum tugum % af svarfsýninu. Mengunin virðist stafa af því að skolvatninu var að hluta til hringdælt, þannig að úr holunni fór það fyrst í opna gryfju, þaðan var því dælt upp og hreinsað í svokallaðri gelgæs, og notað aftur ásamt vatni úr HS-33. Hreinsunin hefur þó ekki verið betri en það að sandur og annað drasl úr gryfjunni barst með skolinu niður í holuna.

Mengunin í svarfinu torveldaði mjög jarðlagagreininguna, einkum þó fínsandurinn úr grófkorna Reykjavíkurgrágrýti. Þar við bættist að borsvarfið neðan til úr holunni er sérlega fínmalad, og er það nánast ógreinanlegur duftsalli af sömu kornastærð og fínsandurinn sem barst með skolvatninu. Fínefni úr holunni sjálfri hlýtur því einnig að hafa lent í hringdælingunni og flækir það greininguna enn frekar. Borsvarfið er því á mörkum þess að teljast nothæft til svarfgreiningar. Þetta er að sjálfsögðu bagalegt, sérstaklega í ljósi þess að holan er boruð í innskotaflækjuna sem tengist gömlu megineldstöðinni úti á Sundunum.

Jarðlagamælingar voru gerðar í apríl-maí 1995 og í mars 1996.

Nokkrar grynri borholur hafa verið boraðar í Geldinganesi (mynd 2). Tvær þeirra eru rannsóknarholur boraðar á vegum Hitaveitu Reykjavíkur líkt og HS-44, en hinar eru örgrunnar og boraðar vegna grjótnáms og athugana vegna hafnarframkvæmda á vegum Reykjavíkurborgar. Staðsetning HS-holnanna er sýnd á mynd 2. Hola HS-25 (staðarnúmer í OS gagnagrunni er 1842), sem staðsett er austan megin á nesinu, er 104,5 m djúp, en hola HS-33 sem er vestan megin er 345,7 m djúp (staðarnúmer í OS gagnagrunni er 1843). Hola HS-44 er um 170 metra austan við HS-33 og eru jarðlagagreingar því bornar saman svo langt sem hola HS-33 nær og einnig er litið yfir til HS-25, en hún er um 800 m austan við HS-44. Auk þessa er vikið lauslega að jarðfræðilegum tengslum holu HS-44 við jarðhitasvæðin í Reykjavík.

JHD FFR 1111 BS
96.12.0503 T



Mynd 2. Borhola HS-44 í Geldinganesi og nærliggjandi holur

2. JARÐLÖG OG MÆLINGAR

Nákvæmt jarðlagasnið fyrir holu HS-44 er sýnt á mynd 3 en hér eru það flokkað í jarðlagasýrur.

- 0-42 m Grágrýtismyndun. Reykjavískurgrágrýti þekur mestan hluta Geldinganes. Í þessari holu nær það a.m.k. niður á 42 m dýpi en þar neðan við vantar hluta svarfsins niður á 60 m dýpi.
- 42-60 m Svarf vantar frá 42 m, 48 m og 54-60 m, en svarfið þar á milli er blanda af ýmsu rusli svo sem steypubrotum, grágrýti og rúnnuðum setkornum. Ekki er því ljóst hvar lagmót milli grágrýtis og Elliðavogssets eru, en í holum HS-33 og HS-25 (Jens Tómasson o.fl. 1994), er það milli 52-60 m dýpis í holu HS-33 og milli 60-74 m í holu HS-25. Samkvæmt því virðist Elliðavogsetið vera 8-14 m þykkt undir Geldinganesi, og grágrýtið í HS-44 kann því að ná langleiðina niður á 60 m dýpi.
- 60-72 m Setlag er á þessu bili, fyrst blanda af fínkorna seti og sandi og síðan eingöngu sandlag. Ætluð lagmót eru sýnd á jarðlagasniðinu, en setlagið kann að vera hluti af Elliðavogsetinu. Það er á svipuðu dýpi og í holu HS-25, en 10-15 m neðar en í holu HS-33, þó tekið sé tillit til um 5 m hæðarmunar milli holna.
- 72-280 m Móbergsmýndanir. Þrjár móbergsmýndanir eru aðgreindar. Sú efsta (1) er nokkuð samfelld að sjá, þó lagskipt sé, og er rúmlega 100 m þykk (72-180 m). Setlag og basaltlag skilur hana frá neðri myndunum. Næsta móbergsmýndun (2) er um 40 m þykk, frá 198 m í 238 m dýpi, og er hún gegnumstungin af einum basaltgangi, milli 218-220 m. Neðan hans sést setstrúktúr í túffinu. Annars er allt móbergstúffið í holunni fremur svipað ásýndum, ljósgrænt af ummyndun.

Basalthraun og síðan setlag aðskilur móbergsmýndun 2 frá myndun 3, og virðist setið vera komið úr túffinu undir. Ekki er ljóst hvort basaltlagið á 258-262 m er hluti af móbergsmýndun 3, er móbergstúffið neðan þess er eins og túffið ofan við.

Samanburð við holur HS-25 og HS-33 er rétt að gera strax. Í holu 25 sést einungis glerjað basalt neðan við Elliðavogssetið niður í botn holunnar á 104 m dýpi, nema hvað eitt þunnt túfflag sést á 80 m dýpi. Hóla HS-33 er hins vegar merkilega ólík HS-44 miðað við það hve stutt er milli holna. Frá 60 m dýpi niður í 152 m dýpi er þó móbergsmýndun í þeirri holu (Jens Tómasson o.fl. 1994), eins og í HS-44, en í því sjást áberandi setstrúktúrar sem ekki sjást í holu HS-44 að heitið geti, nema efst í hverri myndun. Mismuninn má skýra með landslagi. Neðan 152 m dýpis í holu HS-33 eru auk þess nokkur hraun niður á 204 m dýpi, bæði basísk og ísúr eða súr, en engin hraun sjást á því dýptarbili í HS-44. Neðan hraunalaganna í holu HS-33 er móbergsettúff niður á 238 m dýpi, og er botn þess um 30 m ofar en botn móbergsmýndunar 3 í holu HS-44.

Mismun milli holna HS-33 og HS-44 má að hluta til skýra með 15-30 m misgengi milli holna með sigi til austurs annars vegar, og svo jafnframt með móbergshrygg sem HS-44 sker en ekki HS-33. HS-33 fer hins vegar í gegnum móbergssett utan í hryggnum í einhverskonar dalverpi vestan megin, og í það renna jafnframt nokkur hraun sem ekki sjást í holu HS-44. Neðsta móbergið (3) í HS-44 sést ekki í HS-33, enda kann það að hafa sest til austan við misgengisstall.

- 280-368 m Hraunamyndun er á þessu bili, eins og í holu HS-33 (344 m djúp). Hraunin eru fín-til meðalkorna ofan fóðringardýpis, en strax neðan fóðringar er grófkorna dólérftlegt hraunlag. Bergið þar er þó misjafnlega grófkorna og hugsanlega komið úr belt-

óttu dyngjubasalti. Dulkorna basalt með rústrauðum smádfllum (ólívín pseudomorph) er neðst í þessu lagi.

368-436 m Móbbergstúff gegnumstungið af einu basaltlagi. Móbbergstúffið er ljósgrænt af ummyndun, en ljósgult við basaltlagið. Basaltlagið er mjög grófkorna um miðbik, en fínna í korni bæði ofan til og neðan. Ekki er ljóst hvort um innskot er að ræða en svo kann þó að vera. Túffið neðan við er svipað því efra.

436-1265 m Hraun og innskotaflækja. Efsta lagið virðist vera innskot, og þar virtist mega sjá wollastónít inn af klóríti sem líklega tengist þá staðbundnum hitagjafa. Innskotsbergið er jafnkorna og þétt, og þunnar æðar úr súru bergi virðast vera til staðar. Viðnámsmælingin sýnir hátt viðnám í þessu lagi og lágan poruhluta. Næstu lög neðan við virðast vera hraunlög með þunnum setlögum á milli, en á 500 m dýpi er aftur komið í innskotslög, og þar sést fyrst í epidót.

Síðan má heita að dólérítinnskot séu ráðandi niður holuna, eftir því sem best verður séð, en svarfið er afskaplega fín malað neðan 500 m dýpis, og þrælmengað af grágrýtissalla frá 670 m dýpi niður í botn. Nákvæmni í svarfgreiningu er heldur skárri þar fyrir ofan eins og sést t.d. milli 650-670 m dýpi, þar sem sjá má hraunlagastafla sem innskot troðast í.

Aðeins vottar fyrir súru innskotsbergi nærri 600 m dýpi, en þar um kring sjást stöku svarfkorn úr súru fínkornóttu bergi sem trúlega er úr þunnum innskotslögum. Eitt þunnt súrt berglag er sýnt á jarðlagasniðinu þar sem toppur er í náttúrulegri gammageislun (umreiknað í SiO_2 styrk á mynd 3).

Miðað við fyrirliggjandi svarfgreiningu virðist sem þéttur keiluganga- eða laggangasvarmur sé neðan 400-500 m dýpis undir Geldinganesi. Það kemur ekki kemur á óvart miðað við fyrirliggjandi gögn úr segulmælingum (Hunting Survey Corporation, 1963), þyngdarmælingum Trausta Einarsonar og ýmsum yngri gögnum, sem ekki verður fjallað um hér. Eina borholan á Reykjavíkursvæðinu sem farið hefur í gegnum sambærilega innskotaflækju er hola RV-32 í Grafarvogi og verður vikið að henni síðar.

3. UMMYNDUN Í HS-44

Ástæða var til að líta sérstaklega á ummyndun í holu HS-44 í Geldinganesi í ljósi hugmynda um megineldstöð undir Sundunum, og til samanburðar við djúpar holur austan og vestan við. Í því skyni voru valin nokkur sýni til þunnsneiða og XRD greininga til stuðnings við svarfgreiningu. Niðurstaðan er sýnd á mynd 4, en skrá yfir þunnsneiðar og XRD greiningar er sýnd í töflu 1.

Í töflunni sést, auk dýptartalna fyrir hefðbundnar þunnsneiðar úr einstökum sýnum, að jafnframt eru teknar þunnsneiðar af safnsýnum af sprungufyllingum og útfellingum á ákveðnum dýptarbilum. Eftirtekjan af þeim athugunum varð þó heldur rýrari en vonir stóðu til, auk þess sem svarfmélan neðan til úr holunni var ónothæft til slíkrar söfnunar. Þar við bættist mengunin í svarfinu og eru því fáar þunnsneiðar úr neðri hluta holunar. Niðurstöður er einfaldast að skoða í ljósi myndar 4.

Kalsít og kvars má heita að finnist niður alla holuna eins og þýrft, neðan frá Elliðavogssetinu og niður úr, þó ljósu steindirnar séu illgreinanlegar frá ummynduðum feldspat í svarfmélanunni neðan til úr holunni.

Tafla 1. Þunnssneiðar og XRD-greiningar úr HS-44, Reykjavík

Dýpi	Þunnssneið	Dýpi	XRD
170-300 m	safnsýni	86 m	ljósgrænn leir
302-450 m	---"---	110 m	dökkur leir
452-538 m	---"---	166 m	útfellingar
540-640 m	---"---	242 m	leir
642-740 m	---"---	378 m	leir
816-900 m	---"---	428 m	leir
164 m	útf. tíff	550 m	leir
242 m	basalthraun	780 m	leir
406 m	gróft hraun	1060 m	leir
518 m	dólerít		1260 m
572 m	dólerít		
674 m	dólerít-gabbró		
1262 m	botn holu		

Klórít er greint á nokkrum stöðum frá 100 m dýpi og niður úr, og bendir til fornhita um eða yfir 220-240°C. Í því sambandi er rétt að minnast þess að nokkur hundruð metrar af bergi hafa rofist ofan af Reykjavíkursvæðinu frá því að háhitasvæði var virkt í megineldstöðinni út á Sundunum (Kjalarnes eldstöðinni).

Blandlagsleir greinist hins vegar eingöngu á ákveðnu bili milli 350 til 500 m. Og smektít kemur einungis fram í greiningum ofan 500 m dýpis.

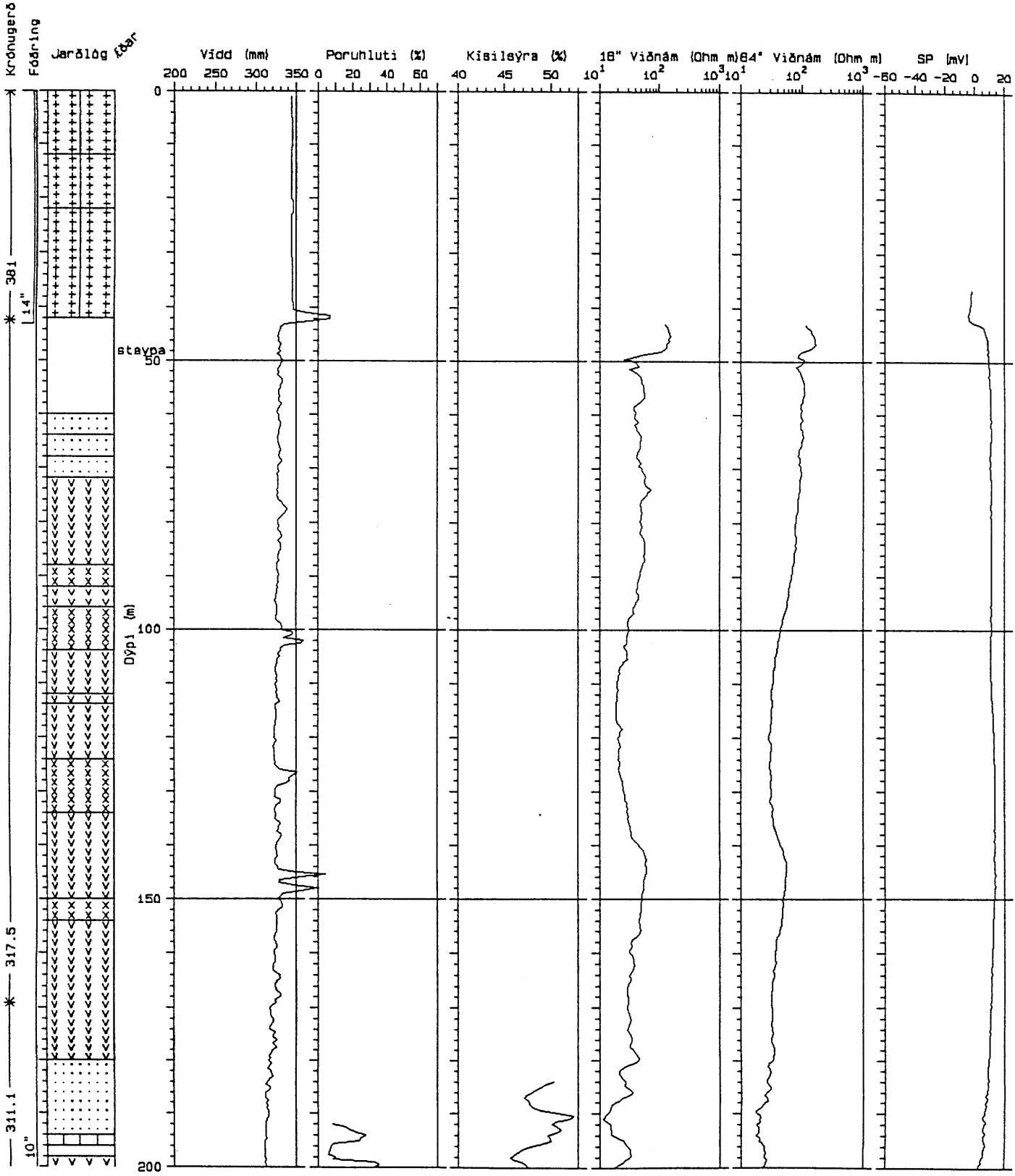
Epidót sást fyrst á rúmlega 500 m dýpi og er síðan algeng steind neðan 700 m dýpis, ásamt aktínólíti. Í þunnssneiðum greindist prent, albít og líklega kalffeldspat (adularia) á svipuðu dýpi og fyrst varð vart við epidót.

Loks má svo benda á dreifingu laumontíts í holunni, sem finnst frá 100 m dýpi allt niður á botn holunnar. Athygli vekur að aðrir zeólítar sáust ekki og komu t.d. ekki fram í safnsýnum af útfellingum sem gagnert var safnað í þeim tilgangi að fá mat á ummyndunarsamfélagið. Í holu HS-25 fundust heldur engir lághita zeólítar nema kabasít á 44 m dýpi, en í holu HS-33 er getið um stilbít með laumontíti (Jens Tómasson o.fl. 1994).

Núverandi berghiti neðan 500 m dýpis er talin vera nálægt 100°C og lægri þar fyrir ofan, metinn eftir hitamælingum úr holunni. Enga af ummyndunarsteindunum sem sýndar eru á mynd 4 er því beinlínis hægt að tengja við núverandi hitaástand berggrunnins, gagnstætt því sem sést í lághitasvæðunum í Reykjavík. Allt ummyndunarsamfélagið í holu HS-44 er því gamalt, og er meginhluti þess frá tíð háhitavirkni í Kjalarneseldstöðinni, en hluti þess (t.d. laumontít, smektít) síðari tíma yfirprentun. Háhitaummynduninni má skipta í belti svipað og á virkum háhitasvæðum. Allt gamla bergið neðan Elliðavogsetsins er þannig í klórítbelti, sem nær niður á u.þ.b. 500 m dýpi. Þar tekur við 100-200 m þykkt klórít-epidót belti og síðan epidót-aktínólít belti niður á botn holunnar. Dreifingu leirsteinda og háhitasteinda svipar í aðalatriðum til þess sem sést í flestum háhitasvæðum landsins, að undanskildu því hve klórít nær hátt upp í jarðlagastafliann.

JHD FFR 1111 PA. GOF
96.12.0508T

Reykjavík - Geldinganes - HS-44 Jarðlagasnið og mælingar

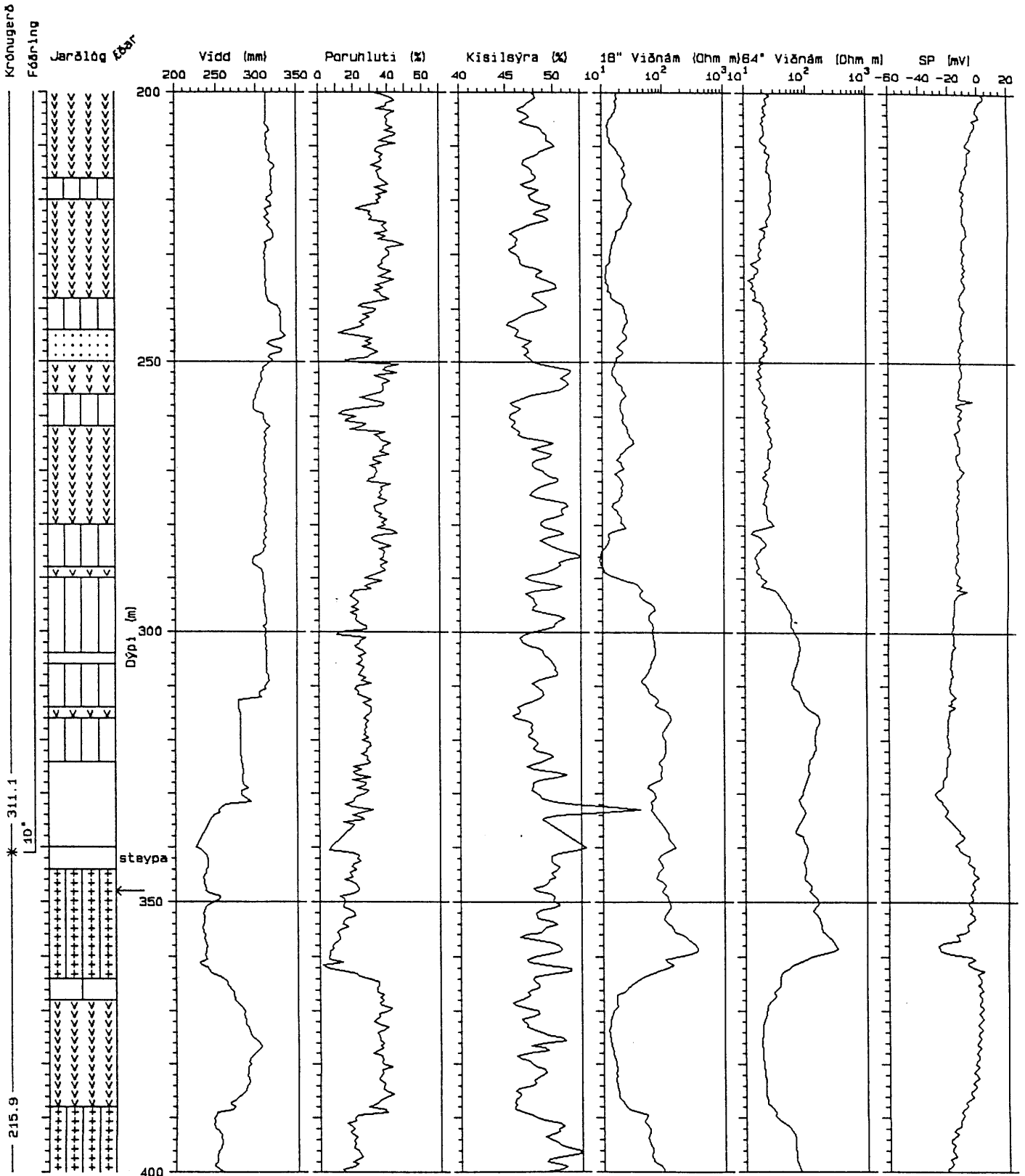


Mynd 3. Jarðlög og ummyndun í HS-44



JHD FFR 1111 PÁ GÖF
96.12.0508T

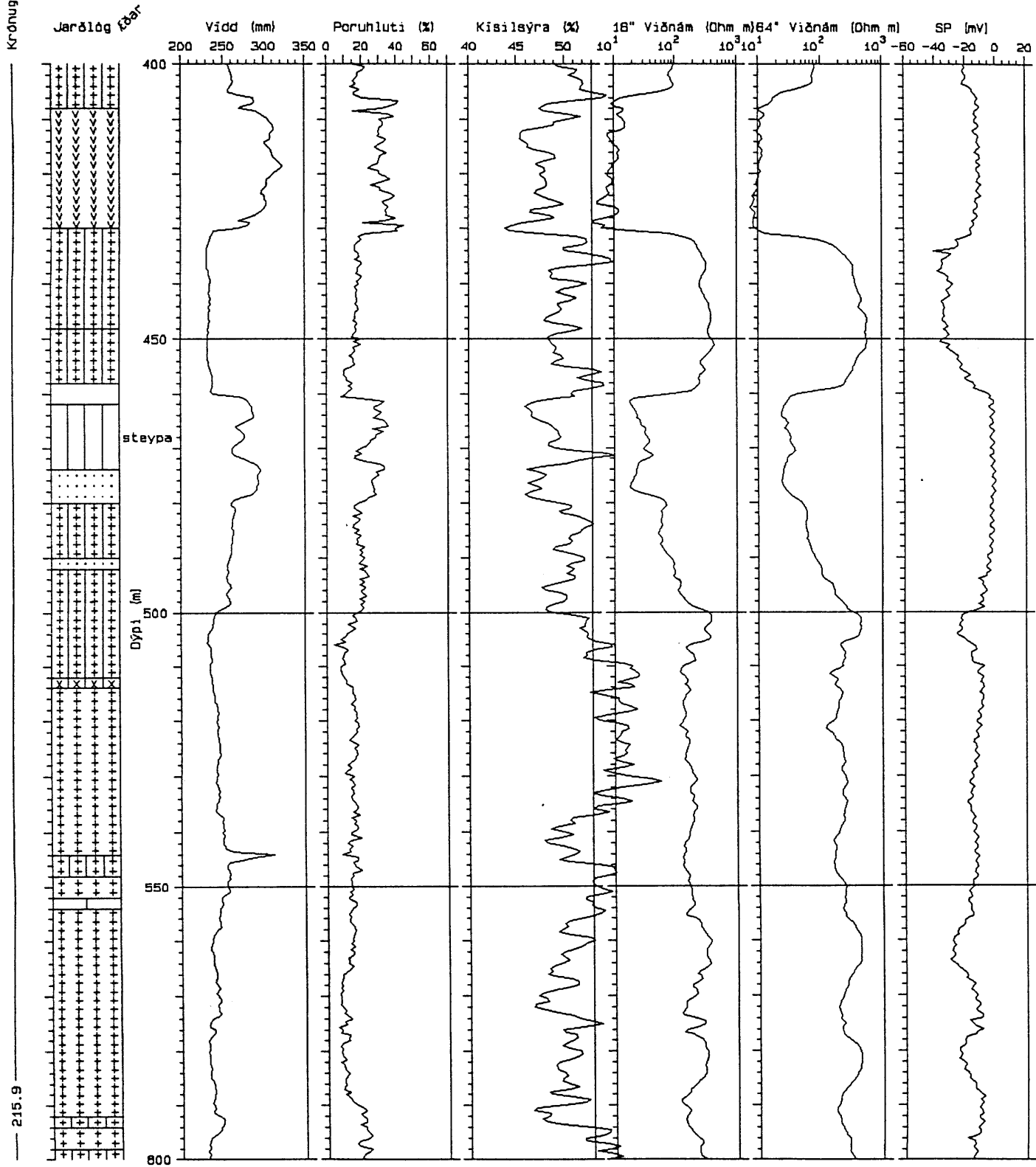
Reykjavík - Geldinganes - HS-44 Jarðlagasnið og mælingar



Mynd 3. Jarðlög og ummyndun í HS-44 (frh.)

Reykjavík - Geldinganes - HS-44 Jarðlagasnið og mælingar

Króngugerd



215.9

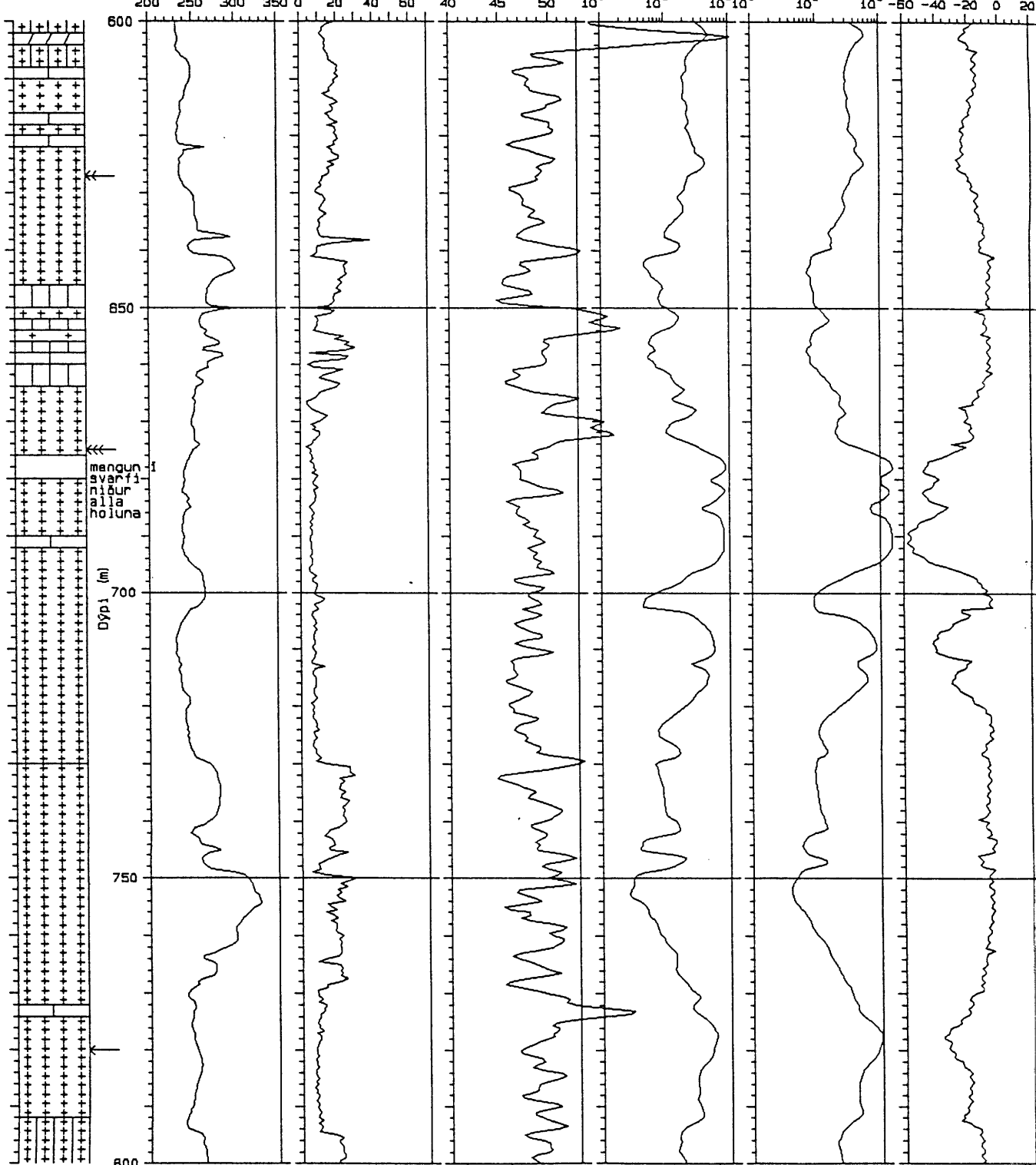
Mynd 3. Jarðlög og ummyndun í HS-44 (frh.)

Reykjavík - Geldinganes - HS-44 Jarðlagasnið og mælingar

Króngerð

Jarðlög *tblr*

Vidd (mm)	Poruhluti (%)	Kisileýra (%)	18" Viðnám (Ohm m)	84" Viðnám (Ohm m)	SP (mV)
200 250 300 350 0	20 40 60	40 45 50	10^1 10^2 10^3 10^4	10^2 10^3	-60 -40 -20 0 20

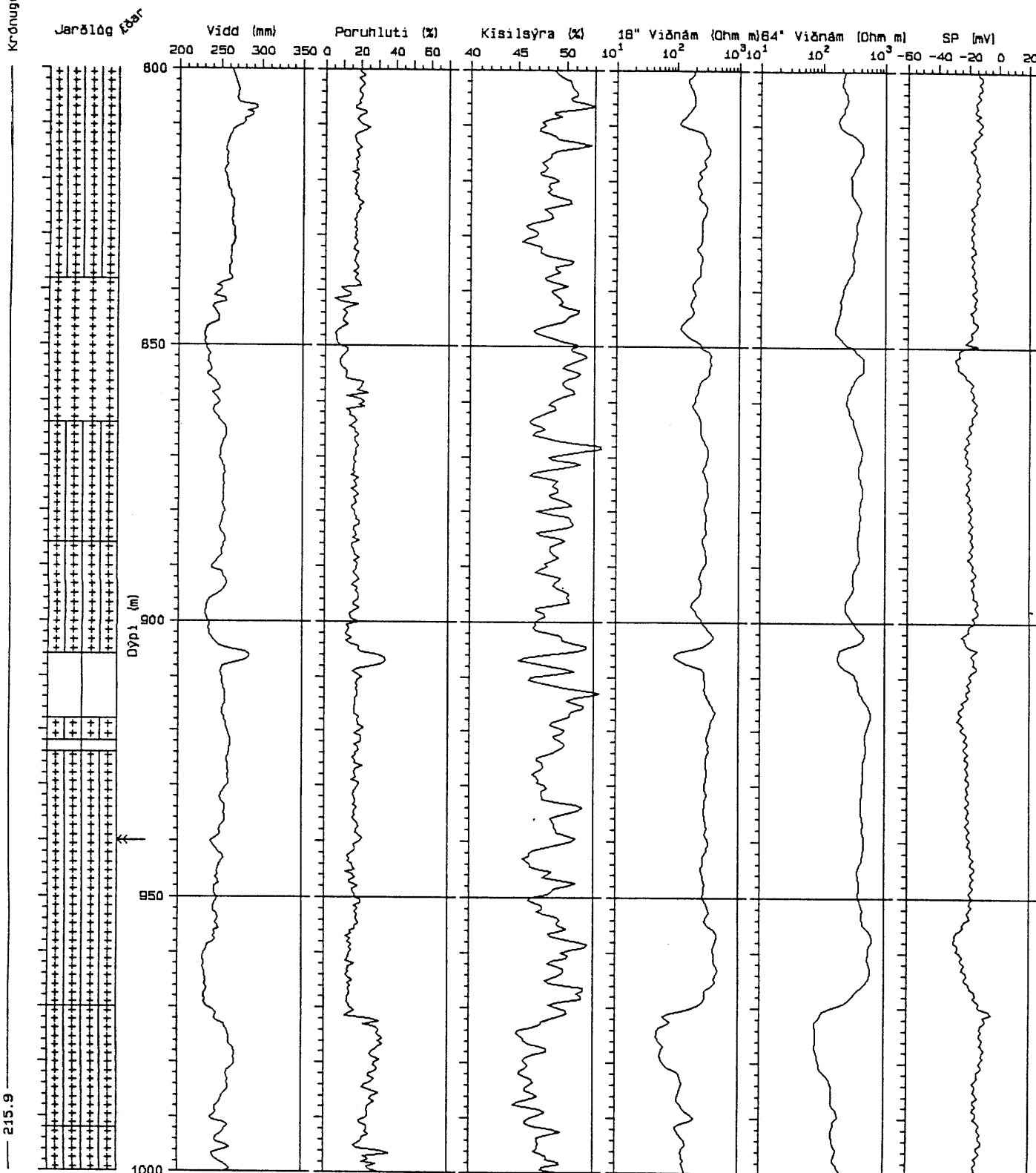


Mynd 3. Jarðlög og ummyndun í HS-44 (frh.)



Reykjavík - Geldinganes - HS-44 Jarðlagasnið og mælingar

Krónugerð

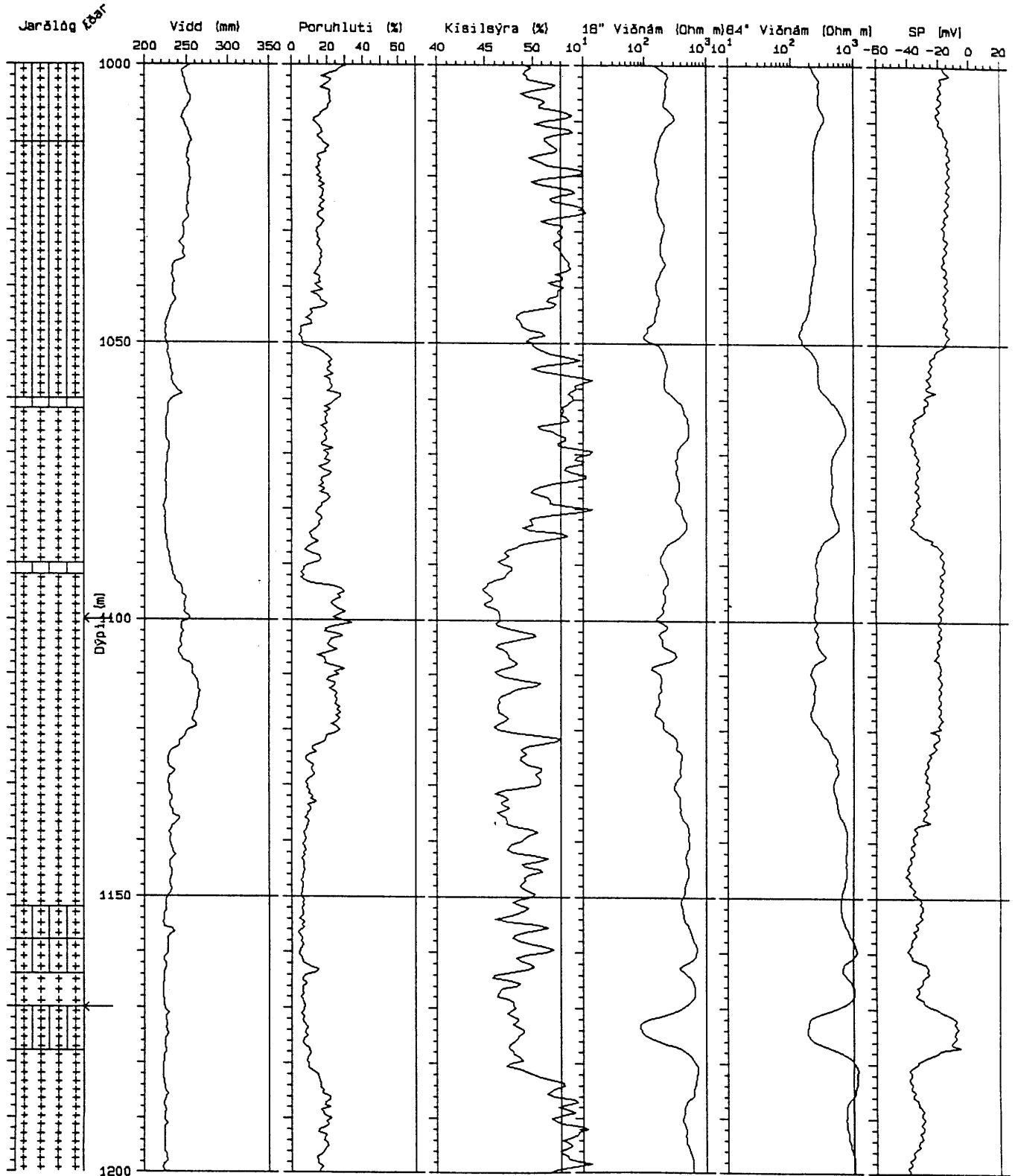


215.9

Mynd 3. Jarðlög og ummyndun í HS-44 (frh.)

Reykjavík - Geldinganes - HS-44 Jarðlagasnið og mælingar

Króngerð

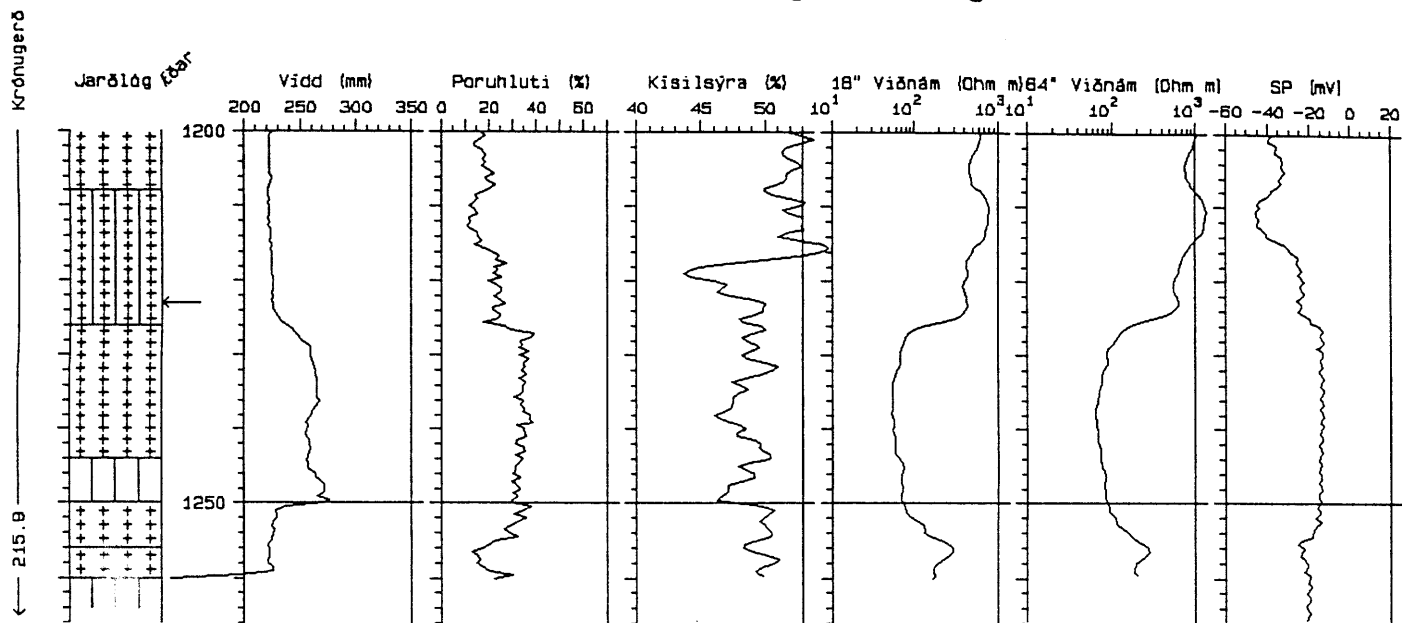


215.9

Mynd 3. Jarðlög og ummyndun í HS-44 (frh.)

JHD FFR 1111 PA. GOF
96.12.0508T

Reykjavík - Geldinganes - HS-44 Jarðlagasnið og mælingar



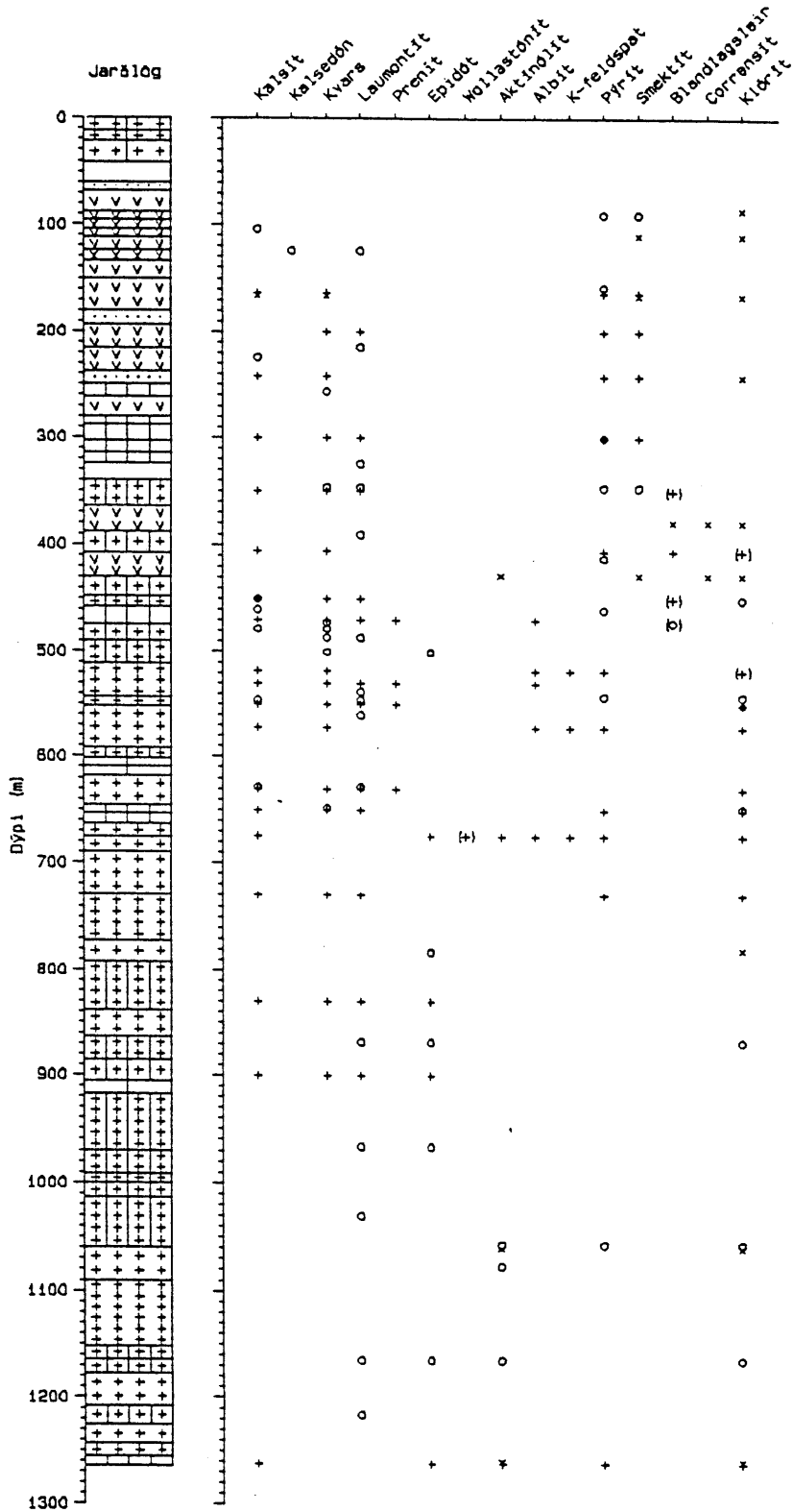
Skýringar við jarðlagasnið

- | | | | |
|--|----------------------------------|--|-------------------------|
| | Fersklegt fin-meðalkorna basalt | | Ummyndað glerjað basalt |
| | Ummyndað fin-meðalkorna basalt | | Basaltrík breksía |
| | Fersklegt meðal-grófkorna basalt | | Túff |
| | Ummyndað meðal-grófkorna basalt | | Súrt finkornétt berg |
| | Dálerit innskot | | Fínkornétt set |
| | Gabbró innskot | | Svarf vantar |
- ← : Lítil vatnsæð
 ←← : Stór vatnsæð
 ←← : Meðal vatnsæð

Mynd 3. Jarðlög og ummyndun í HS-44 (frh.)



Reykjavík - Geldinganes - HS-44 Ummyndunarsnið



Skýringar :

x: XRD-greining +: þunnsneiðagreining O: svarfgreining

Mynd 4. Ummyndunarsnið af HS-44

4. SAMANBURÐUR VIÐ NÁLÆG SVÆÐI

Lauslegur samanburður Geldinganesholna við lághitasvæðin í Reykjavík og nálægar borholur var gerður. Borholur austan við Geldinganes sem litið var á í því skyni eru sýndar á mynd 2.

Ef byrjað er á að bera saman jarðlagasniðin, þá vekur strax athygli hve móbergsmýndanir eru þykkar í holunum austan við Geldinganes, EG-01 (Jens Tómasson o.fl., 1994), frá yfirborði niður á botn holunnar í 300 m, og í RV-42 við Korpuós, (Ómar Bjarki Smáráson o.fl. 1985), þar sem móberg er ráðandi berggerð frá 100 m dýpi allt niður á 900 m dýpi, þó nokkrar þunnar hraunasyrpur séu þar innan um. Jafnframt var litið á HS-16 og HS-20 (Helga Tulinus o.fl. 1986), sem ekki breytti neinu varðandi þessa umfjöllun. Í RV-42 sést fyrst í epidót milli 800 og 900 m, en algengt verður það ekki fyrr en neðan 1000 m dýpis. Klórít er þar fyrst sýnt neðan 500 m dýpis (skv. frumgreiningu). Auk þess eru svo margar gerðir lághitazeólíta í holu RV-42. Efri mörk klóríts og epidóts eru því um 300 m ofar í Geldinganesi en við Korpuós.

Sé farið inn Elliðavog að holu RV-32 í Grafarvogi (Jens Tómasson o.fl. 1977), þá er sama uppi á teningnum. Þar er móbergsmýndun ráðandi berggerð frá um 250 m dýpi niður á 670 m dýpi, en þar tekur við nær samfelldur kaflí dólérftinnskota niður á botn holunnar í 1360 m, og líkist hún því HS-44 hvað innskotin varðar neðan 700 m dýpis. Hins vegar byrjar innskotakaflinn í HS-44 á 400-500 m dýpi. Í holu RV-32 sést epidót fyrst á 670 m dýpi ofan innskotanna, en síðan ekki fyrr en á 1280 m dýpi ásamt prenfíti, en í innskotakaflanum sjálfum sést það nánast ekki. Það dýpkar því hressilega á epidótbeltið inn Elliðavoginn eins og til austurs.

Hola HS-31 er í Sundahöfn og því nálægasta holan til suðvesturs. Hún er 379 m djúp (gagna-grunnsnúmer 4020). Hún fór í gegnum setmóberg niður á 160 m dýpi, þá í gegnum 40 m þykka hraunasyrpu, síðan um 50 m þykka setkennda móbergssyrpu (196-250 m), og loks eru neðstu 130 m holunnar í hraunlagasyrpu. Vísbendingar um háhitaáhrif sáust í holunni, m.a. í pýrítí, kvarsí og zeólítum, en holan er of grunn til samanburður komi að gagni.

Boruhologögn af Laugarnessvæðinu voru nýlega tekin saman ásamt því sem gerð voru jarðlaga- og ummyndunarsnið langs eftir Reykjavík frá vestri til austurs (Guðmundur Ó. Friðleifsson, 1990). Þar var m.a. tekin saman tafla sem sýnir minnsta dýpi á laumontít og epidót í borholum Laugarnessvæðisins, og er hún sýnd hér ásamt gögnum úr holu HS-44 (sjá Viðauka).

Í töflunni sést að HS-44 svipar helst til RV-40 í Laugardal hvað minnsta dýpi á epidót varðar, en til RV-12 eða RV-3 hvað laumontít varðar. Samfelldar leirgreiningar hafa ekki verið gerðar í holum á Laugarnessvæðinu, nema úr holu RV-40, en þar finnst klórít fyrst neðar en epidót, eða á 600 m dýpi, og samfelld þaðan niður holuna (Winai Yaowanioyothin, 1984, Guðmundur Ó. Friðleifsson o.fl. 1985). Aktínólft finnst ekki í holu RV-40, en rannsókn á ummyndun holunar er óvenju ítarleg, samfelld og nákvæm, enda m.a. unnin sem þjálfunarverkefni eins styrkþega Jarðhitaskólans.

Megin niðurstaða þessara athuganna er því sú að ummyndunarstig hefur hvergi sést hærra á Reykjavíkursvæðinu en í holu HS-44 í Geldinganesi. Kemur það í sjálfu sér ekki á óvart því Geldinganes er nær miðju megineldstöðvarinnar á Sundunum en hin svæðin sem hafa einkenni jaðarsvæða, svo sem tífundað hefur verið í tilvitnaðri samantektarskýrslu um jarðfræði Laugarnessvæðisins.

5. MÆLINGAR

Tvisvar var jarðlagmælt í holu HS-44, fyrst í fóðringardýpi 4. apríl 1995. Þá var hitamælt og síðan víddar- og viðnámsmælt og að lokum var náttúruleg gammageislun mæld svo og nifteindir. Sápufroða var í holunni niður í um 200 m dýpi, þegar þetta var mælt og eru jarðlagamælingarnar truflaðar af því. Gammamælingin og nifteindamælingin eru ónothæfar niður í þetta dýpi. Ekki var jarðlagamælt við borlok, en bætt úr því tæpu ári seinna eða 20. mars 1996. Í töflu 2 eru taldar upp allar mælingar sem til eru úr holunni.

Gammamælingin er notuð til að fá mat á kísilsýruinnihald bergsins og nifteindamælingin til að meta poruhluta þess. Þessar mælingar ásamt jarðlagasniði, víddar- og viðnámsmælingunum eru birtar á mynd 3. Þar eru æðar einning merktar inn á svo og fóðringar og krónustærð.

Tafla 2. Mælingar í holu HS-44.

Dags	Mæling	Vatnsborð	Athugasemd
02-APR-95	Hiti (°C)	242,0	Eftir tveggja daga borhlé
03-APR-95	Hiti (°C)	220,0	"E. upptekt froða niður í 220 m
04-APR-95	Holuvídd (mm)	220,0	"Fóðringardýpi"
04-APR-95	Nifteindir (API NU)	190,0	Sápufroða niður í ca 190 m dýpi vafasöm mæling þar fyrir ofan.
04-APR-95	Gamma (API GU)	190,0	- " -
04-APR-95	Viðnám (Ohmm)	180,0	- " -
04-APR-95	Sjálfsþenna (mV)	180,0	- " -
17-APR-95	Hiti (°C)	317,0	Eftir 5 daga borhlé
20-APR-95	Hiti (°C)	21,5	Eftir lofddælingu
01-MAÍ-95	Hiti (°C)	29,5	Eftir 3.daga hlé
05-MAÍ-95	Hiti (°C)	142,0	Loftdælt 9 l/s
12-MAÍ-95	Prýstingur (Bar-y)	146,0	VB=28 m- Loftdælt 10-12 l/s-VB=146 m"
12-MAÍ-95	Prýstingur (Bar-y)	146,0	Prófun á háhitamæli
12-MAÍ-95	Hiti (°C)	146,0	Prófun á háhitamæli
31-JÚL-95	Hiti (°C)	27,0	Loftdælt 10-12 l/s
20-MAR-96	Hiti (°C)	27,0	Borun lauk 16.maí
20-MAR-96	Holuvídd (mm)		
20-MAR-96	Nifteindir (API NU)		
20-MAR-96	Gamma (API GU)		
20-MAR-96	Viðnám (Ohmm)		
20-MAR-96	Sjálfsþenna (mV)		
07-MAÍ-96	XY-vídd (mm)		
20-MAR-96	Hiti (°C)	25,0	

Nokkur berglög sjást skýrar í mælingunum en önnur og er fyrst að nefna túfflagið á 360-390 m dýpi, með háan poruhluta og lágt viðnám. Þar fyrir ofna í ummyndaðu basalti er lægri poruhluti og hærra viðnám. Túfflagið á 406-30 m dýpi er einnig mjög greinilegt. Neðan við 436 m eru hraun og innskotaflækja og er þar að jafnaði lágur poruhluti og hærra viðnám en í túffinu, en fá afgerandi lög sjást í mælingunum.

Kísilsýra er að jafnaði frekar há í þessari holu og þó hæst rétt neðan við 1000 m dýpi og niður í tæplega 1100 m.

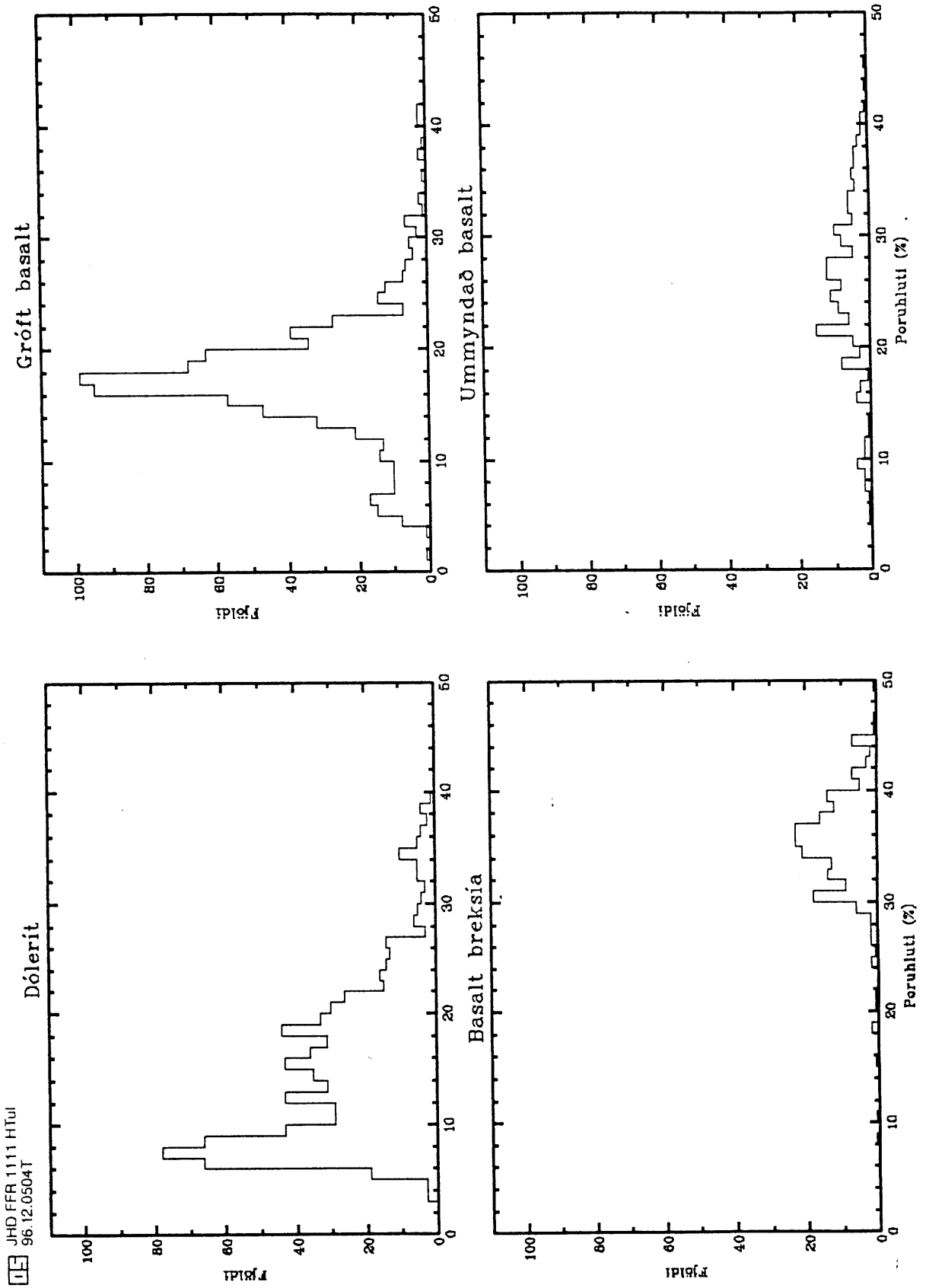
Ef poruhluti á 200 m - 380 m dýpi er borinn saman við poruhluta á sama dýpi í holu HS-33, kemur í ljós að hann er svipaður á 200 m - 250 m dýpi. Hraunlagið í holu HS-44 á 260 m dýpi er mun þynnra en í holu HS-33, þar fyrir neðan er ekki gott samræmi milli holnanna og gæti það stafað af misgengi á milli þeirra.

Stöplarit eru birt á myndum 5-8. Holunni var skipt upp eftir jarðlögum og tíðnidreifing poruhluta, kísilsýru og viðnáms (16") teiknuð fyrir dólerít, gróft basalt, basalt breksfu og ummyndað basalt. Töluverður munur er á tíðnidreifingu hinna ýmsu jarðlagamyndana og eru meðaltöl skráð í töflu 3.

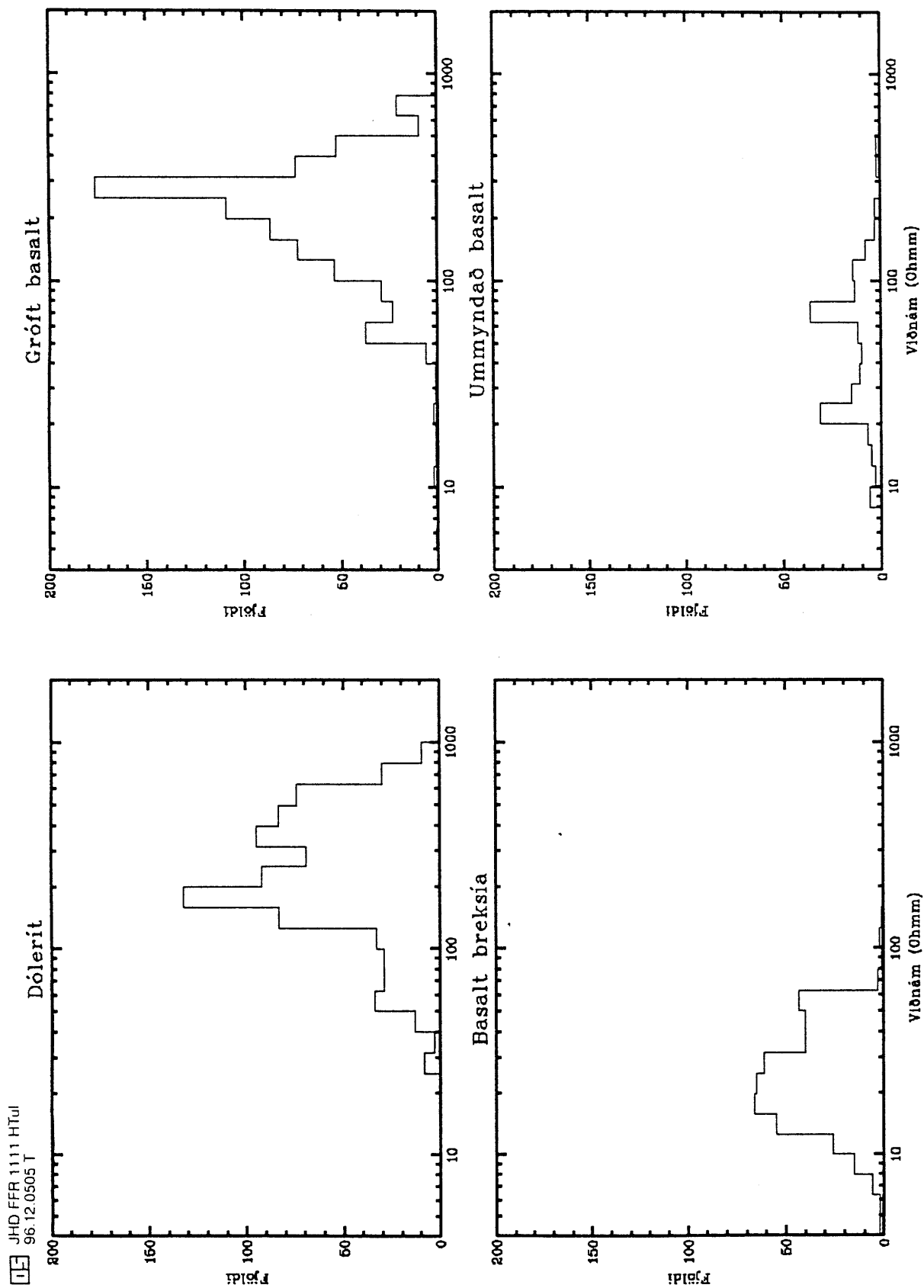
Á myndum 5 og 8 sést að dólerít með lágum poruhluta er greinilega aðgreint frá grófa basaltinu í tíðnidreifingu poruhluta og basaltbreksfunni, en þar er poruhlutinn hæstur. Þrír toppar sjást einnig í viðnáminu (á myndum 6 og 8) og svara þeir til basaltbreksfu, með lægstu viðnámi, dóleríts og grófs basalts. Meðalviðnám er hæst í dólerítinu, hins vegar er toppurinn í tíðnidreifingunni við herra viðnám í grófa basaltinu. Tíðnidreifingar kísilsýru (myndir 7 og 8) eru líkari hver annari með smá mun í meðaltali. Kísilsýra í holu HS-44 er að jafnaði mun hærri en í öðrum HS-holum (Jens Tómasson o.fl., 1994 og Sigurður Sveinn Jónsson o.fl., 1996), en poruhluti töluvert lægri að meðaltali.

Tafla 3. Meðaltöl jarðlagamælinga einstakra berggerða í holu HS-44.

Berggerð	Poruhluti (%)	Kísilsýra (%)	16" viðnám (Ohmm)
Dólerít	15,0+/-8,0	49,9+/-2,8	277+/-178
Gróft basalt	17,3+/-5,6	49,8+/-2,5	156+/-113
Basalt breksfa	34,9+/-5,5	48,0+/-1,6	27,7+/-16,6
Ummyndað basalt	25,6+/-8,1	48,6+/-2,2	65,9+7-64,6
Öll holan	19,1+/-9,1	49,6+/-2,7	192+/-170

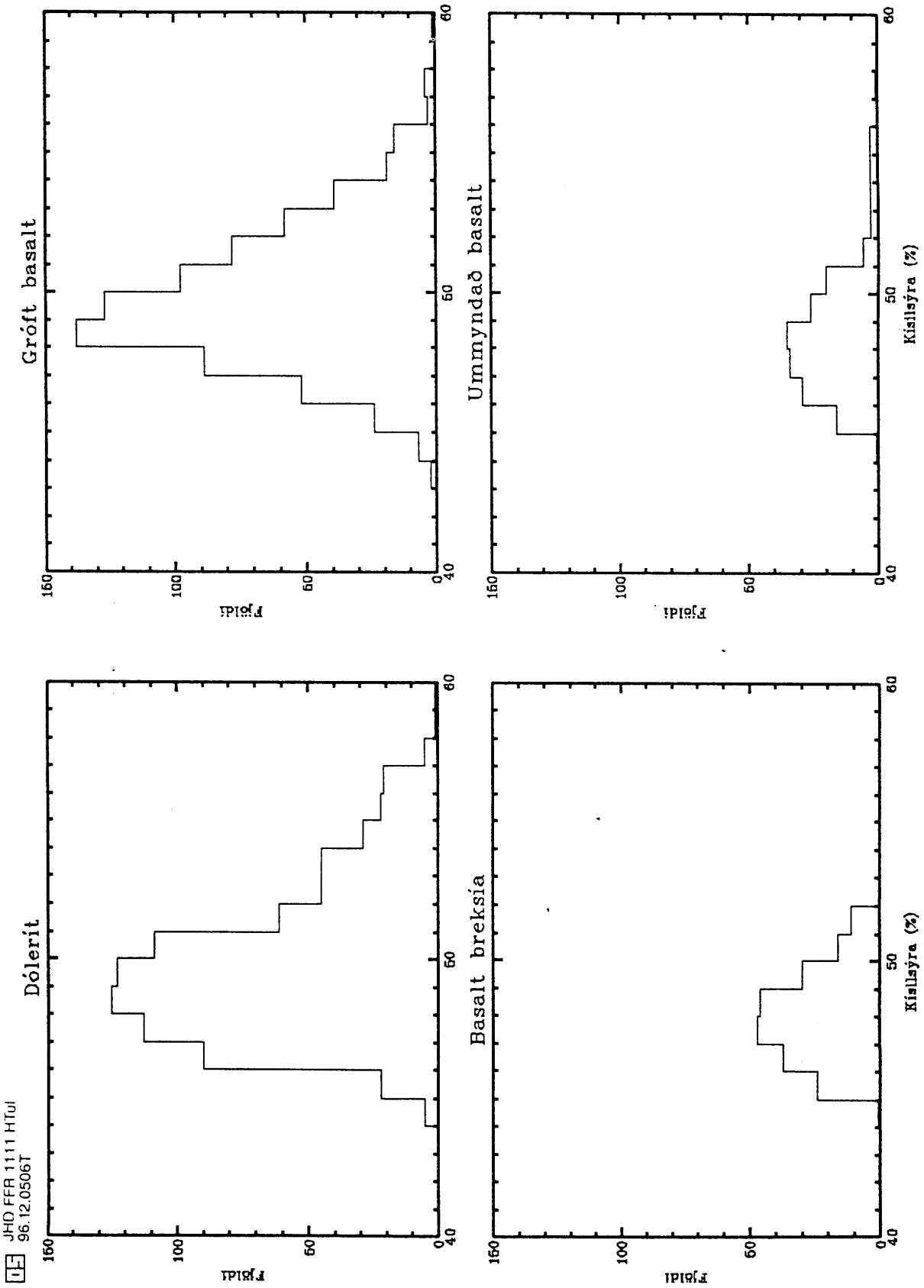


Mynd 5. Þöndreifing í poruhluta



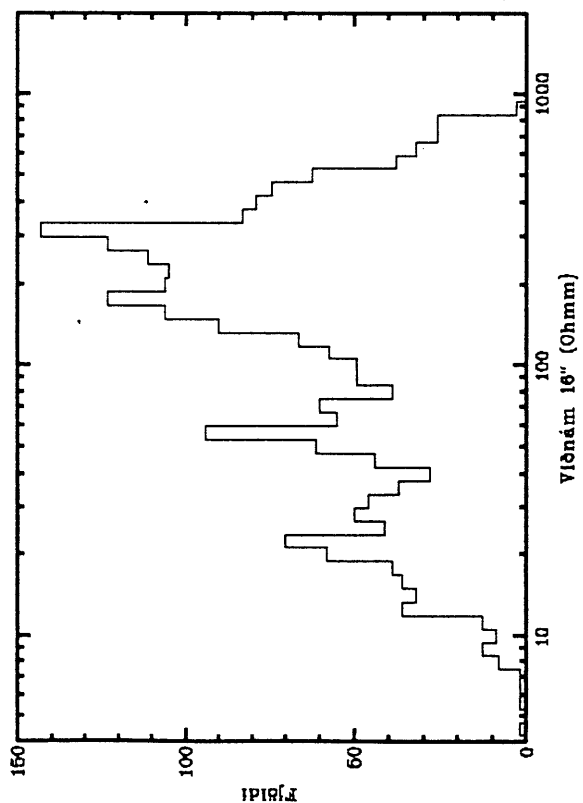
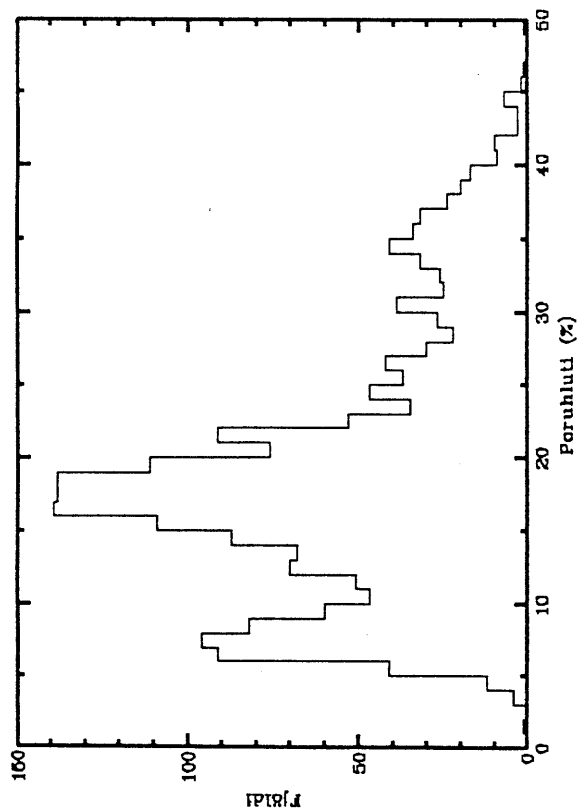
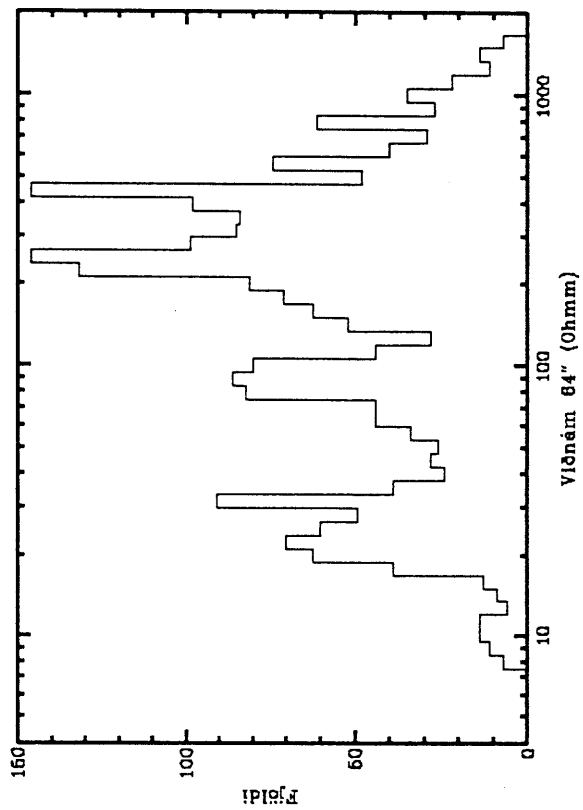
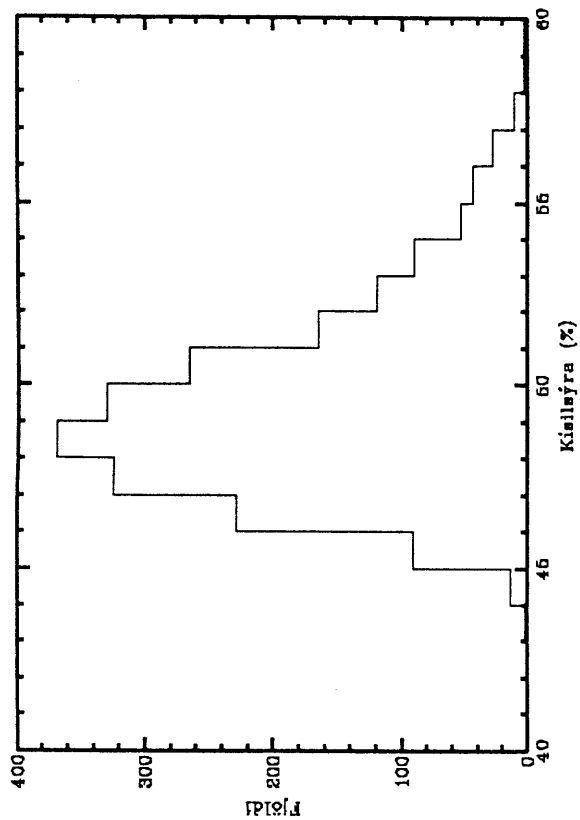
JHD FFR 1111 HTúI
96.12.0505 T

Mynd 6. Tíðnidreifing viðnáms



Mynd 7. Þöndreiðing kísilsýru

JHD FFR 1111 HTuI
96.12.05071



Mynd 8. Tíðnidreifing viðnáms 16"

5.1 Hitamælingar

Nú hitamælingar úr HS-44 eru til frá bortíma og eftir borun (sjá töflu 3 og mynd 9). Fyrst var mælt 2. apríl 1995 eftir tveggja daga hlé, þegar holan var 250 m djúp. Vatnsborð mældist þá 242 m og stóð það þetta djúpt vegna þess að borað var með lofti. Sama á við um allar aðrar mælingar í borun og við borlok að vatnsborð var lágt. Næst var mælt daginn eftir, þegar búið var að taka upp borstangir fyrir fóðringu. Jarðlagamælt var þá strax á eftir. Þegar þessar mælingar voru gerðar var mikil froða í holunni, niður í um 200 m dýpi. Engar afgerandi vatnsæðar sjást í þessum hitamælingum í samræmi við ástand holunnar.

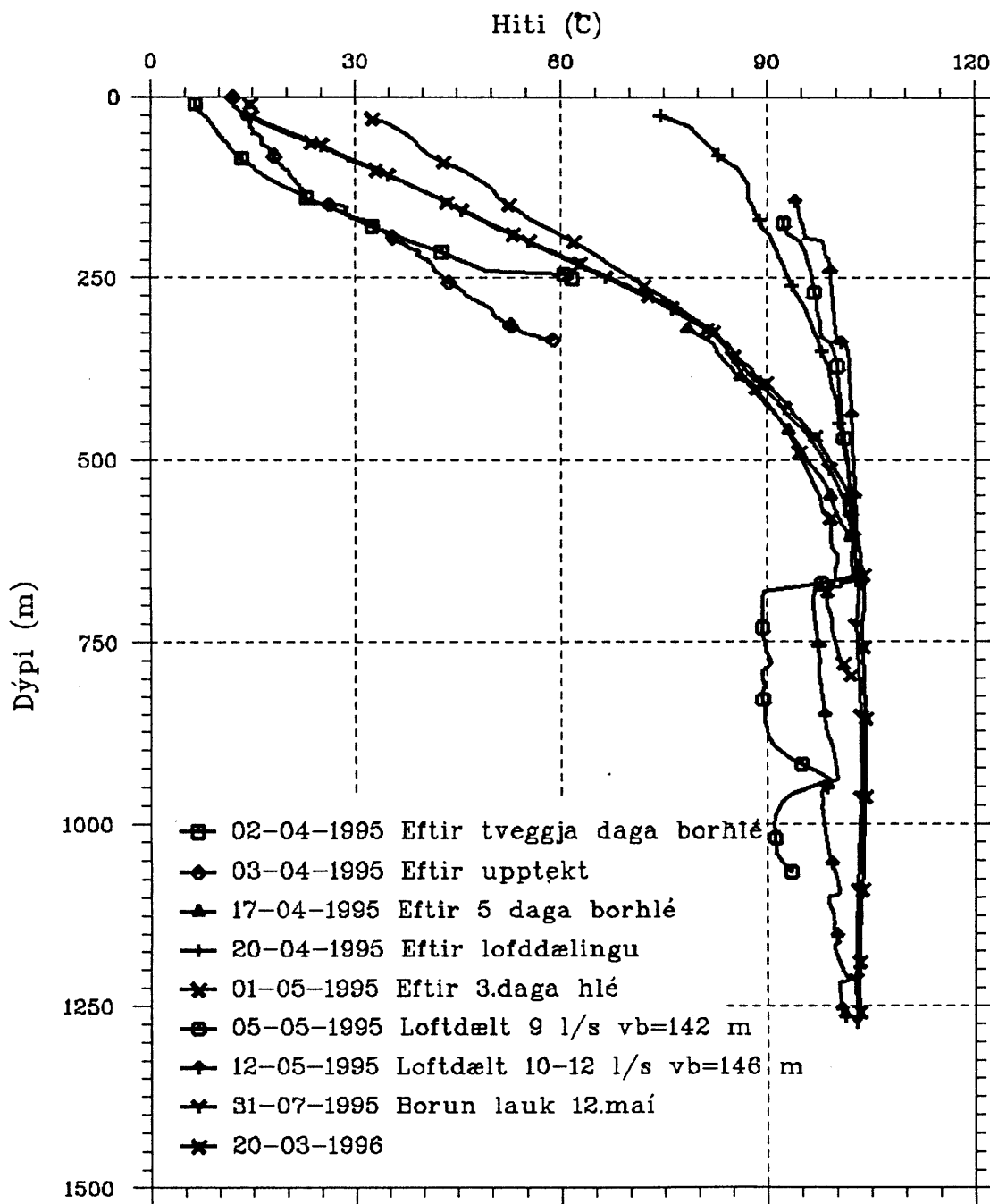
Þegar skipta þurfti um krónu í 673 m dýpi var hitamælt að nýju, eftir 5 daga borhlé, 17. apríl 1995. Þá var holan loftdæld og hitamæld í framhaldi af því, 20 apríl. Fyrri mælingin sýnir að öllum líkindum berghitaferil holunnar niður á rúmlega 600 m dýpi, en seinni mælingin er trufluð af upprennslí í loftdælingunni. Smá vottur um æð er á 340 m dýpi og við botn á 670 m dýpi.

Fimmta hitamælingin var tekin eftir 3 daga helgarfrí 1. maí 1995 og er hún svipuð og mælingin 17. apríl. Loftdælt var 5. maí og hiti mældur um leið. Upp komu 9 l/s og var vatnsborð á 142 m dýpi. Æðin á 670 m dýpi sést greinilega í þessari mælingu og önnur smáæð á 780 m og stærri æð á 940 m dýpi. Aftur var loftdælt 12. maí og hitamælt um leið. Seinni mælingin er svipuð þeirri fyrri nema hvað hún sýnir hærri hita milli æðanna á 670 m og 930 m, en báðar sýna háan hita fyrir ofan 670 m æðina. Nokkrar smáar æðar sjást í seinni mælingunni á 1100 m, 1170 m og 1220 m dýpi.

Borun lauk um miðjan maí, en fyrsta mæling eftir borlok var 31. júlí 1995. Þá virðist holan vera komin í nokkuð gott hitajafnvægi eftir borun og er þessi hitaferill talinn vera berghitaferill holunnar. Seinasta hitamælingin sem til er úr holunni er frá 20. mars 1996 og staðfestir hún berghitaferil holunnar. Seinasta mæling var tekin samhliða því að jarðlagamælt var í holunni.

11 Dec 1996 htul
L= 1844 Oracle

Gufunes HS-44 Reykjavik



Mynd 9. Hitamælingar í HS-44

6. HELSTU NIÐURSTÖÐUR

Reykjavíkurgrágrýti er um eða yfir 40 m þykkt í Geldinganesi, og þar neðan við er Elliðavogsetið niður á 72 m dýpi. Síðan taka við móbergsmýndanir niður á 280 m dýpi.

Nokkur mismunur er á jarðlögum og mælingum milli holna HS-33 og HS-44 þó einungis séu um 170 m milli þeirra. Þann mun má að hluta til skýra með misgengi milli holna með 15-30 m sigi til austurs, og svo með móbergshrygg sem HS-44 sker en ekki HS-33. HS-33 fer hins vegar í gegnum móbergssæt utan í hryggnum í einhverskonar dalverpi sem jafnframt fyllist af hraunum. Þar á meðal eru ísúr hraun sem ekki sést tangur né tetur af í holu HS-44.

Neðan við móbergið taka við nokkur hraunlög og móbergslög, ásamt grófkorna basalt og dólerfínnskotum, sem frá 500 til 600 m dýpi verða nær einráð í holunni, eftir því sem séð verður en svarfið úr neðri hluta holunnar er óvenju slæmt til jarðlagagreininga vegna kornasmæðar og mengunar. Miðað við fyrirliggjandi gögn virðist þó sem þéttur gangasvarmur sé neðan 400-500 m dýpis undir Geldinganesi, niður í botn holunnar á 1265 m dýpi, og styður lágur pouhluti það.

Ummyndunarstig hefur hvergi sést jafn hátt á Reykjavíkursvæðinu en í holu HS-44 í Geldinganesi. Kemur það ekki á óvart því Geldinganes er nær miðju megineldstöðvarinnar á Sundunum en samanburðarsvæðin í Laugarnesi og við Elliðaár sem hafa einkenni jaðarsvæða megineldstöðva. Hátt ummyndunarstig kann að skýra heldur hærri náttúrulega gammageislun bergsins (kísilsýra undir Geldinganesi borið saman við aðrar HS-holur.

Síðustu hitamælingarnar gefa berghitann umhverfis holuna, sem er hærri en 100°C neðan 600 m dýpis, og bendir hitaferillinn jafnframt til hræingar í jarðhitakerfi.

7. HEIMILDIR

- Guðmundur Ó. Friðleifsson, Helga Tulinius, Jens Tómasson, Þorsteinn Thorsteinsson og Guðlaugur Hermannsson, 1985. Reykjavík, Hóla RV-40. Rannsóknir og tengsl holunnar við aðra hluta Laugarnessvæðisins. Orkustofnun, OS-85023/JHD-06. 46 s.
- Helga Tulinius, Ómar Bjarki Smáráson, Jens Tómasson, Ingvar Birgir Friðleifsson og Guðlaugur Hermannsson 1986. Hitastigulsboranir árið 1984 á Höfuðborgarsvæði. Holur HS-14 til HS-22. Orkustofnun, OS-86060/JHD-22 B.
- Hunting Survey Corporation Limited, 1963. Report on the interpretation of an airborne magnetic survey, carried out in September 1959, near Reykjavík, Southwestern Iceland, for the State Electricity Authority of Iceland. 10 s. og óleiðrétt flugsegulkort.
- Jens Tómasson, Þorsteinn Thorsteinsson, Hrefna Kristmannsdóttir og Ingvar Birgir Friðleifsson, 1977. Höfuðborgarsvæði. Jarðhitarannsóknir 1965-1973. Orkustofnun, OSJHD 7703. 109 s. og 96 myndir.
- Jens Tómasson, Helga Tulinius, Ingvar Birgir Friðleifsson, Ómar Bjarki Smáráson og Þorsteinn Thorsteinsson, 1984. Hitastigulsboranir fyrir H.R. árið 1984. Greinargerð JT-HTul-IBF-ÓBS-PTh-84/02.
- Jens Tómasson, Helga Tulinius og Benedikt Steingrímsson, 1994. Höfuðborgarsvæði. Holur HS-23 til HS-35. Jarðfræði og jarðlagamlingar. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíur. OS-94023/JHD-11 B.
- Ómar Bjarki Smáráson, Helga Tulinius, Þorsteinn Thorsteinsson, Jens Tómasson, Þórir Sveinbjörnsson og Vidgís Hjaltadóttir, 1985. Reykjavík. Hóla RV-42 við Korpuós. Borun og þrýtiþrófun. OS-85063/JHD-28 B. 20 s. og 24 myndir.
- Sigurður Sveinn Jónsson, Helga Tulinius, Þórður Arason, Guðmundur Ómar Friðleifsson og Benedikt Stengrímsson, 1996. Höfuðborgarsvæði. Holur HS-35, HS-37 til HS-43. Jarðfræði og jarðlagamælingar. OS-96068/JHD-38 B.
- Winai Yaowanoyothin, 1984. Hydrothermal Alteration in Borehole RV-40, Reykjavik, Iceland. UNU Geothermal Training Programme, Iceland Report 1984-12. 36 s.

VIÐAUKI

Minnsta dýpi á laumontít og epidót

Jarðhitasvæðið í Laugarnesi. Minnsta dýpi á laumontít og epidót

Borhola	Dýpi	Laumontít	Epidót	Athugasemd
RV-1	1067	222/384	615	* XRD-greint
RV-2	660	588	N	**
RV-3	730	171	N	
RV-4	2200	355	700	
RV-5	740	283/349	N	***
RV-6	768	600	N	
RV-7	750	366	N	
RV-8	1395	287/340	1280	XRD-greint
RV-9	860	188	N	
RV-10	1366	200/291	790	
RV-11	927	362	N	
RV-12	1360	137/295	1220	XRD-greint
RV-13	1463	225	800	
RV-14	1026	365	775	
RV-15	1014	280/310	N	Mikið laum. > 400 m
RV-16	1300	430	820	
RV-17	634	384	N	
RV-18	1440	351	1165	
RV-19	1239	um 400	1140	
RV-20	764	um 300	N	
RV-21	797	360	695	
RV-22	1583	210/240	1280	
RV-34	3085	274	1000	XRD-greint
RV-35	2857	370	1300	
RV-38	1488	um 200	700	
RV-40	2191	um 300	500	
HS-44	1265	um 100	500	

* : Allar dýptartölur í metrum

** N : Táknað að epidót finnst ekki í holunni

*** : Þar sem tvær dýptartölur eru gefnar vísar sú fyrri til fyrsta funds á laumontíti í svarfi, en sú seinni til næsta funds. (Ath. þó að svarf vantar í RV-1 milli 300 og 384 m).

