



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

KORPUÓSAR, HOLA RV-42

Jarðlög, vatnsæðar og jarðhitavökvi

Benedikt Steingrímsson, Einar Gunnlaugsson
Hilmar Sigvaldason, Ómar Bjarki Smáráson
Jörg Peter Kück

Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur

OS-94015/JHD-04

Mars 1994



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 006

KORPUÓSAR, HOLA RV-42

Jarðlög, vatnsæðar og jarðhitavökvi

Benedikt Steingrímsson, Einar Gunnlaugsson
Hilmar Sigvaldason, Ómar Bjarki Smárason
Jörg Peter Kück

Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur

OS-94015/JHD-04 Mars 1994

ISBN 9979-827-43-2

EFNISYFIRLIT

	Bls.
TÖFLU- OG MYNDASKRÁ	4
1. INNGANGUR	5
2. SÖGULEGT YFIRLIT	5
3. JARÐLÖG	7
3.1 Yfirlit um jarðlög í holu RV-42	7
3.2 Jarðlagamælingar	17
4. UMMYNDUM	21
4.1 Greiningaraðferðir	21
4.2 Dreifing ummyndunarsteinda	21
4.3 Ummyndunarbeltin	23
5. EÐLISÁSTAND JARÐHITAKERFIS	26
5.1 Berghiti	26
5.2 Staðsetning vatnsæða og gæfni þeirra	26
6. EFNASAMSETNING VATNS	29
7. SAMANDREGNAR NIÐURSTÖÐUR	33
8. HEIMILDIR:	34

TÖFLU- OG MYNDASKRÁ

TÖFLUSKRÁ

	Bls.
1 Borholumælingaskrá	18
2 Punnsneiðar og röntgengreiningar í RV-42	22
3 Efnagreiningar á vatni úr RV-42. Samanburður við nálæg jarðhitasvæði	32

MYNDASKRÁ

1 Staðsetning RV-42 og afstaða hennar til nálægra borhola	6
2 Jarðlagasnið og mælingar	9
3 Einfaldað jarðlagasnið og mælingar	16
4 Tíðnidreifing poruhluta bergs	19
5 Tíðnidreifing kísilsýru	19
6 Tíðnidreifing viðnámsgilda	20
7 Dreifing ummyndunarsteinda og ummyndunarbelti	24
8 Hitamælingar og áætlaður berghiti	27
9 Efnasamsetning vatns úr RV-42 og jafnvægisferlar.	30
10 Uppleysanleiki kalsíst,flúoríts og anhýdríts sem fall af hita og sýni úr RV-42	31

1. INNGANGUR

Vorið 1985 lét Hitaveita Reykjavíkur bora 1293ja m djúpa holu við ósa Korpu. Borun holunnar var liður í leit að vinnsluhæfum jarðhitakerfum í nágrenni borgarinnar. Gangi borverksins og helstu rannsóknnum á holunni hefur verið lýst í nokkrum áfangaskýrslum Orkustofnunar frá árunum 1985-86. Fullnaðarúrvinnslu allra þeirra gagna, sem safnað var á meðan á borun holunnar stóð, var hins vegar slegið á frest. Í ársbyrjun 1991 fór Hitaveita Reykjavíkur þess á leit við Orkustofnun að unnið yrði úr öllum tiltækum jarðfræðigögnum úr holunni, bæði hvað varðar athuganir á borsvarfi og jarðeðlisfræðilegar mælingar í holunni.

Til að annast jarðfræðilega úrvinnslu leitaði Orkustofnun til Jarðfræðistofunnar Stapa, en Ómar Bjarki Smárason hjá Stapa hafði á sínum tíma jarðfræðilega umsjón með borun RV-42.

Úrvinnsla jarðfræðigagnanna hófst á útmánuðum 1991, en fljótlega kom í ljós að tiltækar jarðlagamælingar úr holunni voru ekki nothæfar til úrvinnslu. Skýringin á þessu var sú að borleðja var notuð við skolun holunnar í borun, og var hreinsun leðju úr holunni ekki fyllilega lokið þegar mælt var, en borleðja hefur truflandi áhrif á þær aðferðir sem beitt er í borholumælingum til að meta eiginleika jarðlaga. Sýnt þótti að endurtaka þyrfti mælingarnar. Það var þó ekki einfalt mál þar sem vitað var að mælitæki kæmust ekki neðar en í 292 m dýpi í holunni (vegna skáps). Til að opna holuna í botn var jarðborinn Narfi frá Jarðborunum hf fenginn til að fódra hana með borstöngum í 309,8 m dýpi og verða borstengurnar í holunni til frambúðar. Jarðlagamælingarnar voru síðan gerðar að nýju í mars 1992, og var að mestu unnið úr þeim þá um vorið. Endanlegur frágangur skýrslunnar dróst hins vegar fram á veturinn 1993/94. Var þá jafnframt ákveðið að bæta inn í skýrsluna umfjöllun um efnainnihald vatns úr holunni og vinnsluhæfni þess, en sýni voru tekin af vatninu, þegar holan var dæluprófuð sumarið 1985.

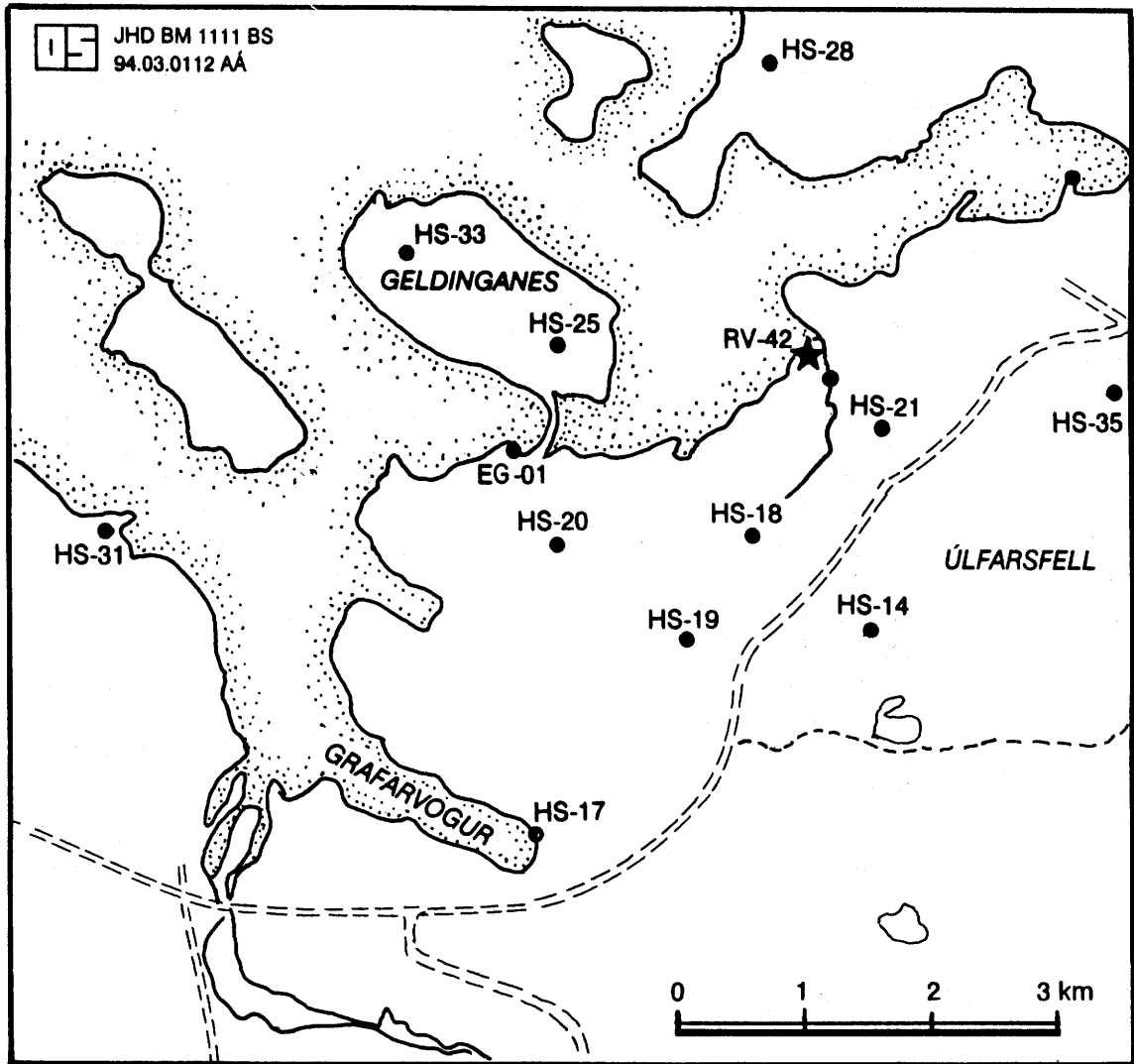
Höfundar skýrslunnar koma víða að. Benedikt og Hilmar eru starfsmenn Jarðhitadeildar Orkustofnunar, Einar vinnur hjá Hitaveitu Reykjavíkur en Ómar Bjarki og Jörg Peter vinna á Jarðfræðistofunni Stapa.

2. SÖGULEGT YFIRLIT

Á árinu 1984 voru boraðar níu hitastigulsholur (HS-14 til HS-22) á svæðinu norðaustur frá Reykjavík, frá Grafarvogi að ósum Leirvogsár. Í ljós kom hér hitastigull (um eða yfir 180°C/km) við Korpuósa, sem benti til þess að grunnt væri á heitt vatnskerfi á því svæði (Helga Tulinius o.fl. 1986).

Hola RV-42 var boruð vorið 1985 til að kanna nánar hitafrávikið við Korpuósa og meta vinnsluhæfni þessa vatnskerfis. Holunni var valinn staður á marbakkanum sunnan árosanna um 150 m vestan berggangs, sem sést í neðsta fossi Korpu. Ganginum er talið halla um 15° til vesturs og samkvæmt því var búist við því að holan skæri ganginn á 500-700 m dýpi. Mynd 1 sýnir staðsetningu RV-42 og afstöðu hennar til nærliggjandi holna. Dýpstu holur í grennd við RV-42 er hola HS-33 á vestanverðu Geldingarnesi, 346 m djúp, og hola EG-01 við Eiðisvík, 304 m djúp. Hola HS-33 var boruð vorið 1993, en Eiðisvíkurholan er frá 1988.

Hola RV-42 var höggboruð í 24 m dýpi og fódruð með 16" röri í febrúar 1985. Verkinu var síðan haldið áfram með jarðbornum Narfa 1. mars og lauk hann því þann 7. júní 1985. Holan er fódruð með 11 3/4" röri í 200 m miðað við holuflans, en vinnsluhluti holunnar var boraður með 8 5/8" lofthamri í 341 m, og síðan með 8 1/2" borkrónu í botn. Borun holunnar gekk fremur brösulega vegna hruns og safnaðist stöðugt botnfall í hana. Gripið var til sogborunar þegar holan var 618 m djúp, en neðan 925 m dýpis var skolað með borleðju. Endanlegt dýpi holunnar varð 1293 m.



Mynd 1. Staðsetning RV-42 og afstaða hennar til nálæggra borhola.

Eftir að borun lauk var ráðist í að hreinsa borleðju úr vatnsæðum holunnar. Holan var skoluð með vatni til að ná upp borleðjunni, en síðan var holan fyllt af sódablöndu (Hydrotan), til að eyða borleðju sem sest hafði í vatnsæðarnar og stíflað þær. Leðjuhreinsunin hélt síðan áfram með ádælingu vatns á holutopp og loftdælingu úr holunni á víxl. Holan var þrýstiprófuð með pakkara á 450 m dýpi, en síðan var sódanum skolað upp frá botni og holan loftdæld. Talið var að hreinsun borleðjunnar úr vatnsæðum hefði ekki tekist nema að takmörkuðu leyti og flestar æðar holunnar væru enn stíflaðar af leðju (Ómar Bjarki Smáráson o.fl., 1985).

Borverkið (og hreinsun holunnar eftir borun) var unnið á dagvöktum og tók alls 65 daga. Gangi verksins er lýst nákvæmlega í borskýrslum Narfa og skýrslu Orkustofnunar um verkið (Ómar Bjarki Smáráson o.fl., 1985).

Hola RV-42 var dæluþrófuð síðari hluta júlímánaðar 1985 (Þorsteinn Thorsteinsson, 1985). Dælt var í 16 daga úr holunni um 9,6 l/s af 84,8°C vatni. Megnið af vatninu virtist koma úr æðum ofan 400 m dýpis, en framlag dýpri æða var metið um 1,6 l/s eða einungis um eða innan við 20% af heildarrennslinu. Styður þetta það álit manna strax eftir borun, að helstu vatnsæð-

ar holunnar væru varanlega stíflaðar af borleðju.

Hitaveitan hefur ekki tekið holu RV-42 í vinnslu, enda gæfni hennar takmörkuð. Holan hefur staðið lokuð, en vatnsborð hennar er mælt reglulega. Mælingarnar hafa leitt í ljós árstíðabundna sveiflu á vatnsborði um allt að 10 m. Þessi breytileiki í vatnsborðinu er augljóslega vegna vinnslu HR úr nærliggjandi jarðhitasvæðum. Spurningin var hins vegar við hvaða vinnslusvæði HR svæðið við Korpuósa er tengt.

Haustið 1986 fór hitaveitan þess á leit við Orkustofnun að könnun yrði gerð á fyrirbyggjandi vatnsborðsmælingum og þær bornar saman við vinnslu- og vatnsborðsbreytingar á vinnslusvæðum HR til að fá úr því skorið við hvaða svæði Korpuósar tengdist. Þessari könnun voru gerð skil í skýrslu frá Orkustofnun í desember 1986 (Þorsteinn Thorsteinsson og Guðni Axelson, 1986). Niðurstöður athugunarinnar voru ekki afgerandi, og var það m.a. vegna þess yfir hve stutt tímabil (ein árssveifla) vatnsborðsgögnin náðu. Líklegast var þó talið að RV-42 væri í tengslum við Reykjiasvæðin í Mosfellsbæ en ólíklegast að um tengsl væri að ræða við Elliðaársvæðið. Miðað við fjarlægð og afstöðu Korpuósa til vinnslusvæðanna og ríkjandi sprungustefnu á höfuðborgarsvæðinu kom þessi niðurstaða nokkuð á óvart.

Áfram hefur verið fylgst með vatnsborðsbreytingum í holu RV-42. Í líkanreikningum fyrir öll vinnslusvæði jarðhita á höfuðborgarsvæðinu, sem unnið hefur verið að síðustu ár, hefur vatnsborð RV-42 verið skoðað sérstaklega og greind áhrif hvers vinnslusvæðis á vatnsborðið. Niðurstaða reikninganna er sú að vatnsborð holu RV-42 sveiflist í takt við vinnslu úr Reykjiasvæðunum og áhrif frá vinnslu úr öðrum svæðum séu hverfandi (Verkfræðistofan Vatnaskil, 1994, í útgáfu).

3. JARÐLÖG

3.1 Yfirlit um jarðlög í holu RV-42

Einföld skipting jarðlaga í holu RV-42 var birt í áfangaskýrslu um holuna (Ómar Bjarki Smáráson o.fl., 1985). Jarðlögin voru síðan greind nákvæmar samkvæmt svarflýsingum og borholumælingum. Nákvæmt jarðlagasnið ásamt mælingum í borholu RV-42 er sýnt á mynd 2 auk upplýsinga um helstu vatnsæðar í holunni. Jarðlagaskipanin var síðan aftur einfölduð (mynd 3) og ber þeirri skiptingu í aðalatriðum vel saman við fyrra sniðið í ofanefndri áfangaskýrslu. Jarðlögum í holu RV-42 er ennfremur skipt í jarðlagasyrpur til frekari einföldunar. Lögnum er skipt upp í basaltsyrpur (hraunlagasyrpur), skammstafaðar BK-1 til BK-5, og móbergssyrpur sem eru merktar MK-1 til MK-5. Í basaltsyrpum eru dregnar saman allar basískar hraunmyndanir með kísilsýruinnihald lægra en 52%. Sem móbergssyrpa flokkast allar gosmyndanir sem hafa í heild eða að hluta kólnað hratt sem blöðrótt gler. Í þessum flokki eru bergtegundirnar bólstraberg (glerjað basalt), þursaberg (basaltbreksía) og móbergstúff. Áberandi setlagamyndun í efri hluta holunnar var flokkuð sér. Yngri gang- og djúpbergsmýndanir, sem skera jarðlagastaflann, voru ekki teknar með í syrpur en þeim er stuttlega lýst á viðkomandi dýptarbili hér að neðan:

Laus jarðlög, 3-28 m dýpi: Borsvarf vantar úr efsta hluta holunnar en lögnum er gróflega lýst í skýrslu bormanna á Höggbor 3. Samkvæmt henni er leirkennt setlag niður á 9 m dýpi þar sem hart berg tekur við, sennilega basalt. Linir kaflar eru í kringum 18 m og á 21-24 m dýpi.

Basaltsyrpa 1 (BK-1), 28-98 m dýpi: Efsta basaltsyrpan einkennist af þóleiút og ólívín-þóleiút hraunlögum með nokkrum þunnum setlögum á milli. Ólívín-þóleiút lögin ná yfir dýptarbilið 50-90 m.

Setlagamyndun, 98-124 m dýpi: Fyrir neðan ólivín-þóleiítið er um 26 m þykkt setlag. Efri hluti lagsins ber einkenni völubergs en kornastærðin virðist minnka er neðar dregur og setið verður túffkenndara.

Móbergssyrpa 1 (MK-1), 124-230 m dýpi: Í efstu 30 m í þessari 106 m þykku móbergssyrpu eru ummynduð túfflög ráðandi. Þar fyrir neðan verður túffið basaltríkara og breksíukenndara. Á 212-230 m dýpi er breksían orðin það glerkennd að hér er líklega um hreint bólstraberg að ræða. Ekki er ólíklegt að fáein þunn setlög leynist í efri hluta syrpu. Nokkur þóleiithraun eru á 190-210 m dýpi.

Basaltsyrpa 2 (BK-2), 230-278 m dýpi: Hraunlög af þóleiítbasalti einkenna þessa 48 m þykku syrpu. Neðst í syrpu er fínkorna þóleiít sem er glerríkara heldur en bergið ofan til.

Móbergssyrpa 2 (MK-2), 278-438 m dýpi: Í þessari 160 m þykku móbergssyrpu skiptast á misjafnlega ummynduð túfflög og basaltríkar móbergsbreksíur. Fersklegir þóleiít/ólivín-þóleiít gangar eru á 322-328 m, 366-370 m og á 420-424 m dýpi. Í neðsta kafla syrpu eru nokkur basaltlög sem sennilega tilheyra móbergsmýnduninni.

Basaltsyrpa 3 (BK-3), 438-508 m dýpi: Þetta eru aðallega þóleiítbasaltlög með túffkenndum millilögum. Á 468-482 m dýpi er basaltið fremur breksíukennt og glerríkt. Gangur úr fínkorna þóleiíti sker þessa syrpu á 448-454 m dýpi. Grófkorna dólerítinnskot er á 492-500 m dýpi.

Móbergssyrpa 3 (MK-3), 508-567 m dýpi: Þessi syrpa einkennist af misjafnlega glerríkri og basaltríkri móbergsbreksíu. Neðsti hluti breksíunnar er mjög túffkenndur. Tvö þunn ferskleg innskot (gangar) úr þóleiíti/ólivín-þóleiíti finnast í þessari syrpu, á 518-524 m og 554-558 m dýpi.

Basaltsyrpa 4 (BK-4), 567-643 m dýpi: Efri hluti þessarar basaltsyrpu einkennist af lítilliga ummynduðu meðalkorna þóleiítbasalti. Neðantil í syrpu eru ólivín-þóleiít hraunlög. Ferskleg innskot (gangar) skera þessa syrpu á 567-571 m og á 619-624 m dýpi. Breksíukenndur kaflir er á 593-619 m dýpi.

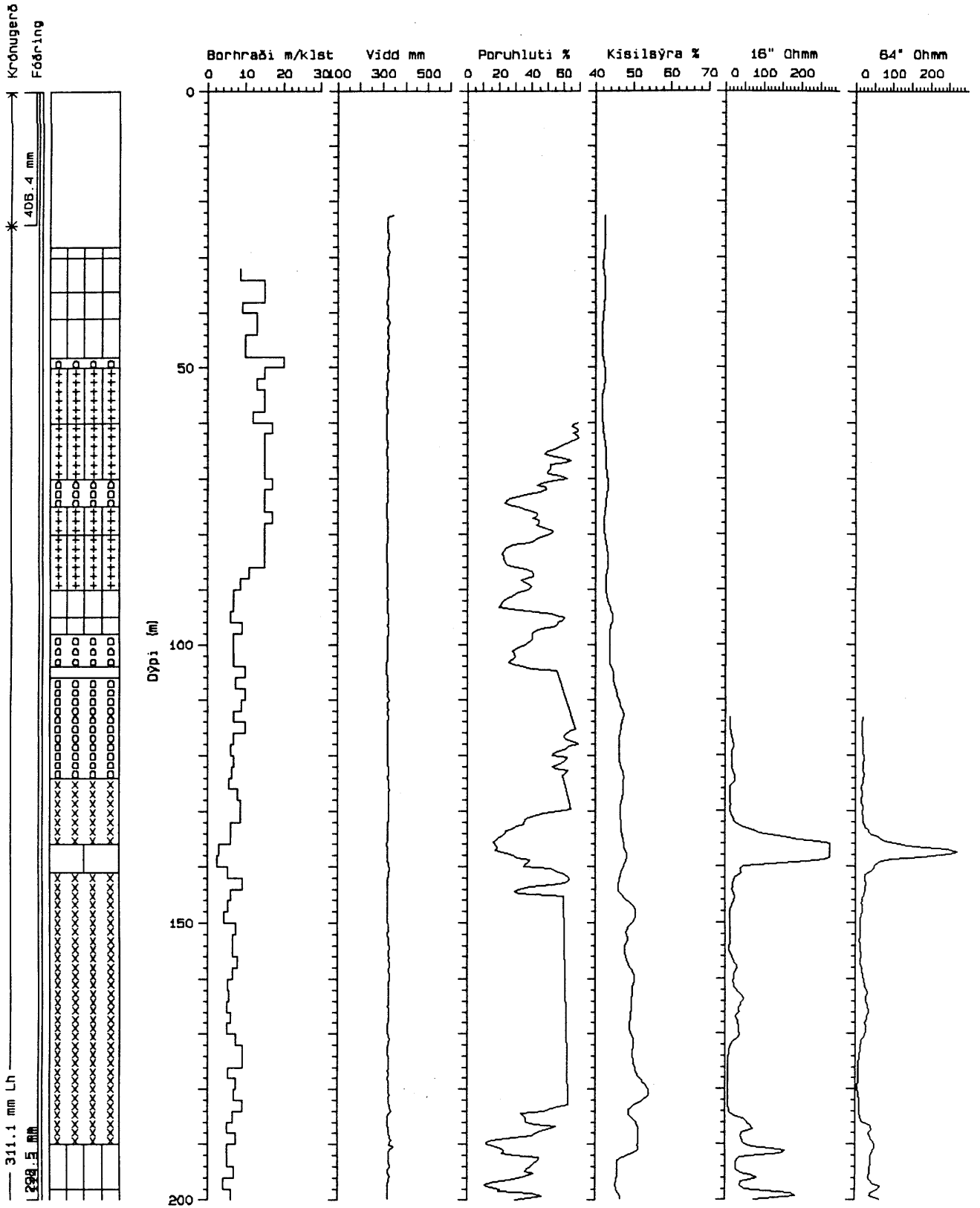
Móbergssyrpa 4 (MK-4), 643-858 m dýpi: Þetta er 215 m þykk syrpa af misjafnlega ummyndaðri og glerríkri móbergsbreksíu. Þunn innskot úr fersklegu þóleiíti, líklega gangar og laggangar, eru nokkuð jafndreifð í gegnum syrpu. Stærstu innkotin eru ofan og neðan til í syrpu á 652-658 og á 858-866 m dýpi.

Basaltsyrpa 5 (BK-5), 858-1242 m dýpi: Þessi 384 m þykka syrpa er að mestu gerð úr ummynduðum þóleiithraunlögum. Áberandi kaflir af túffkenndri basaltbreksíu er á 896-913 m dýpi. Tíðni innskota er almennt há í þessari basaltsyrpu einkum á dýptarbilinu 1000-1140 m og er oftast um fremur þykk innskot úr þóleiíti eða ólivín-þóleiíti að ræða.

Móbergssyrpa 5 (MK-5), 1242-1293 m dýpi: Jarðlögin í neðsta hluta holunnar eru að mestu leyti gerð úr ummynduðu móbergstúffi sem er breksíukennt á köflum.

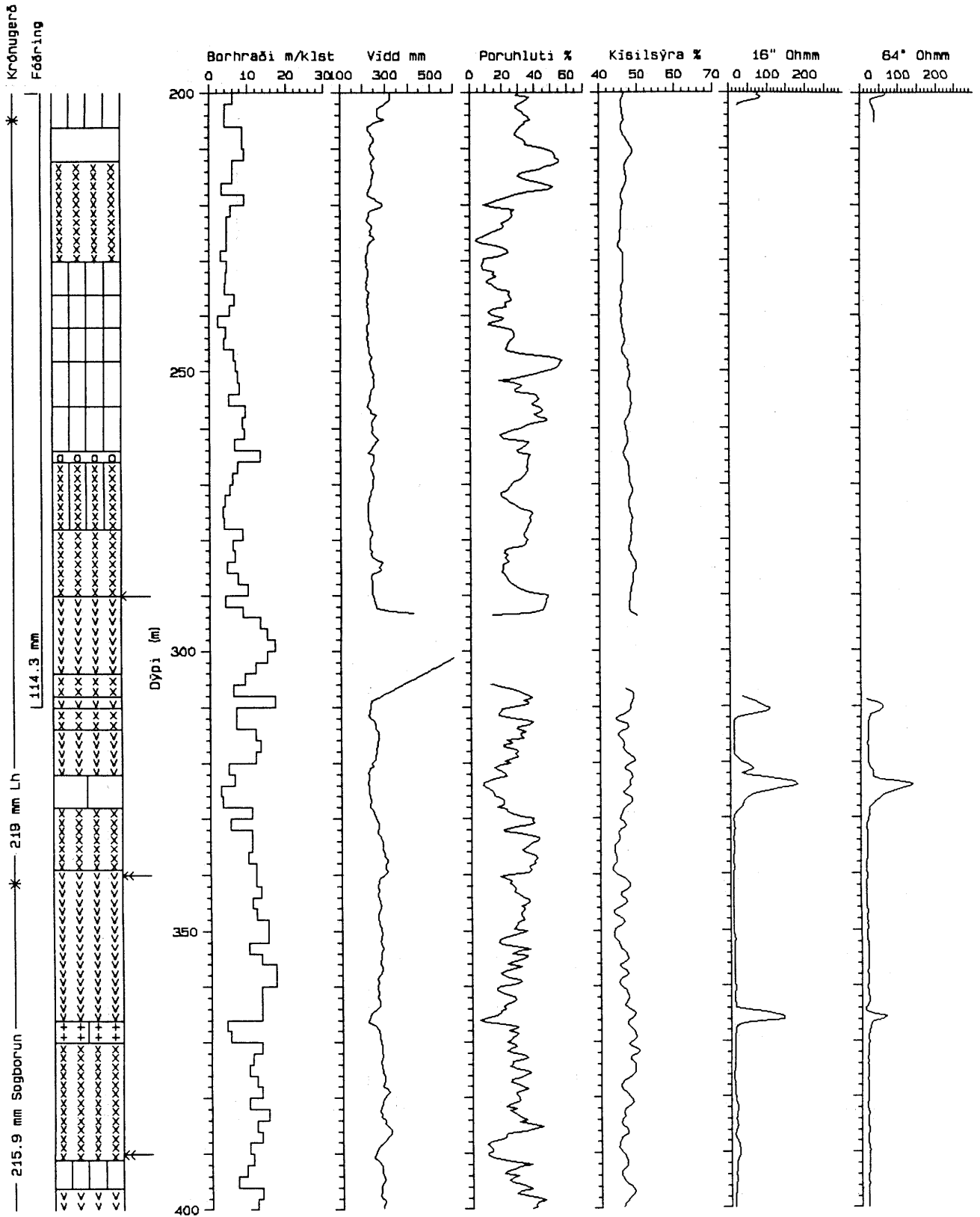
Erfitt hefur reynst að tengja jarðlagasyrpu þessarar í holu RV-42 við syrpu í öðrum holum á höfuðborgarsvæðinu sökum þess hvað nothæf leiðarlög eru af skornum skammti. Heppileg leiðarlög, eins og t.d. ísúra eða súra jarðlagakafli, er ekki að finna í holunni. Fjarlægð í næstu djúpu holu er einnig fullmikil til að unnt sé að finna samsvarandi jarðlagasyrpu með vissu.

Reykjavík Korpuós Hóla RV-42 jarðlagasnið og mælingar



Mynd 2. Jarðlagasnið og mælingar.

Reykjavík Korpuós Hóla RV-42 jarðlagasnið og mælingar

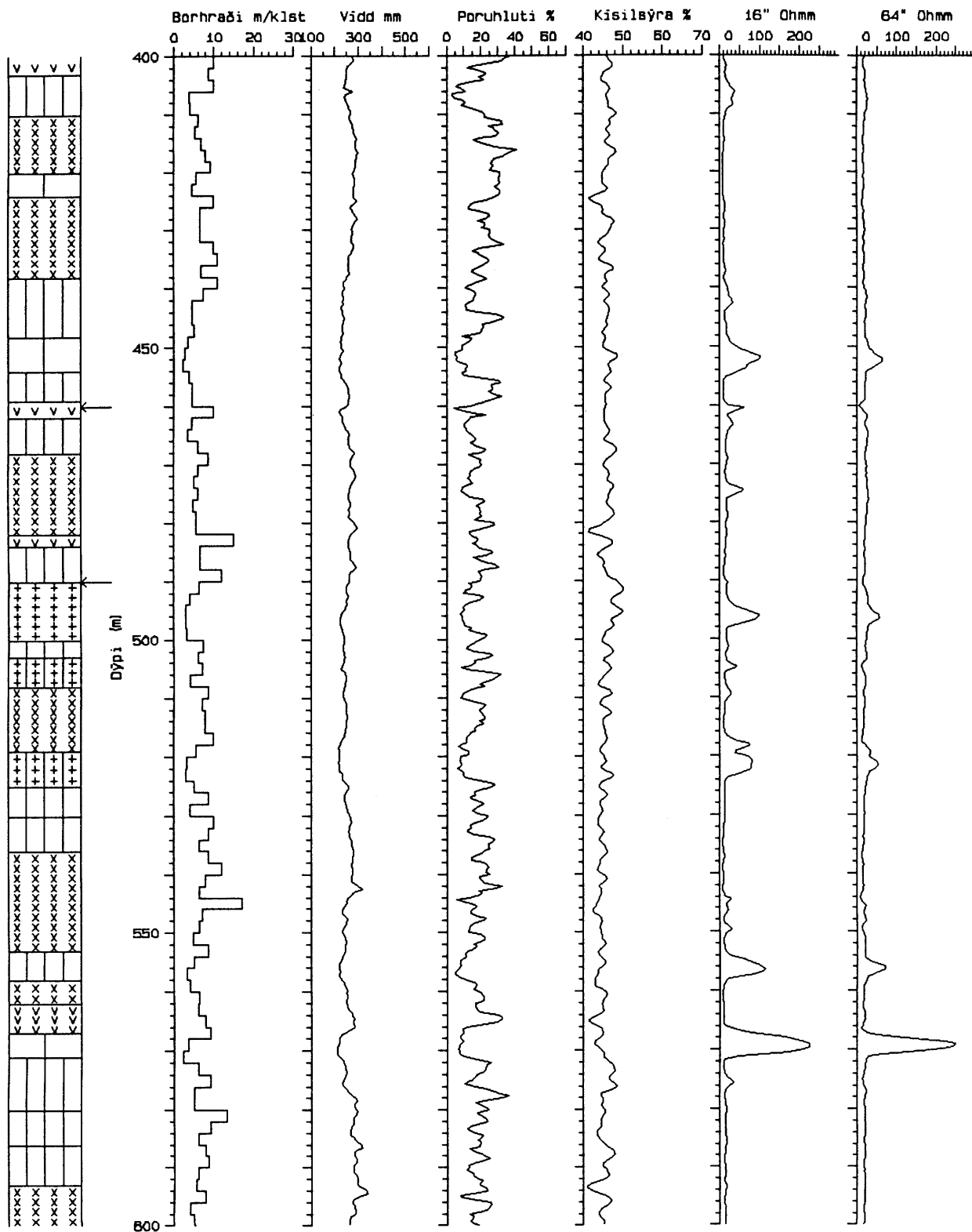


Mynd 2 (frh.). Jarðlagasnið og mælingar.

Reykjavík Korpuós Hóla RV-42 jarðlagasnið og mælingar

Króngugerð

— 215.9 mm Sögborun

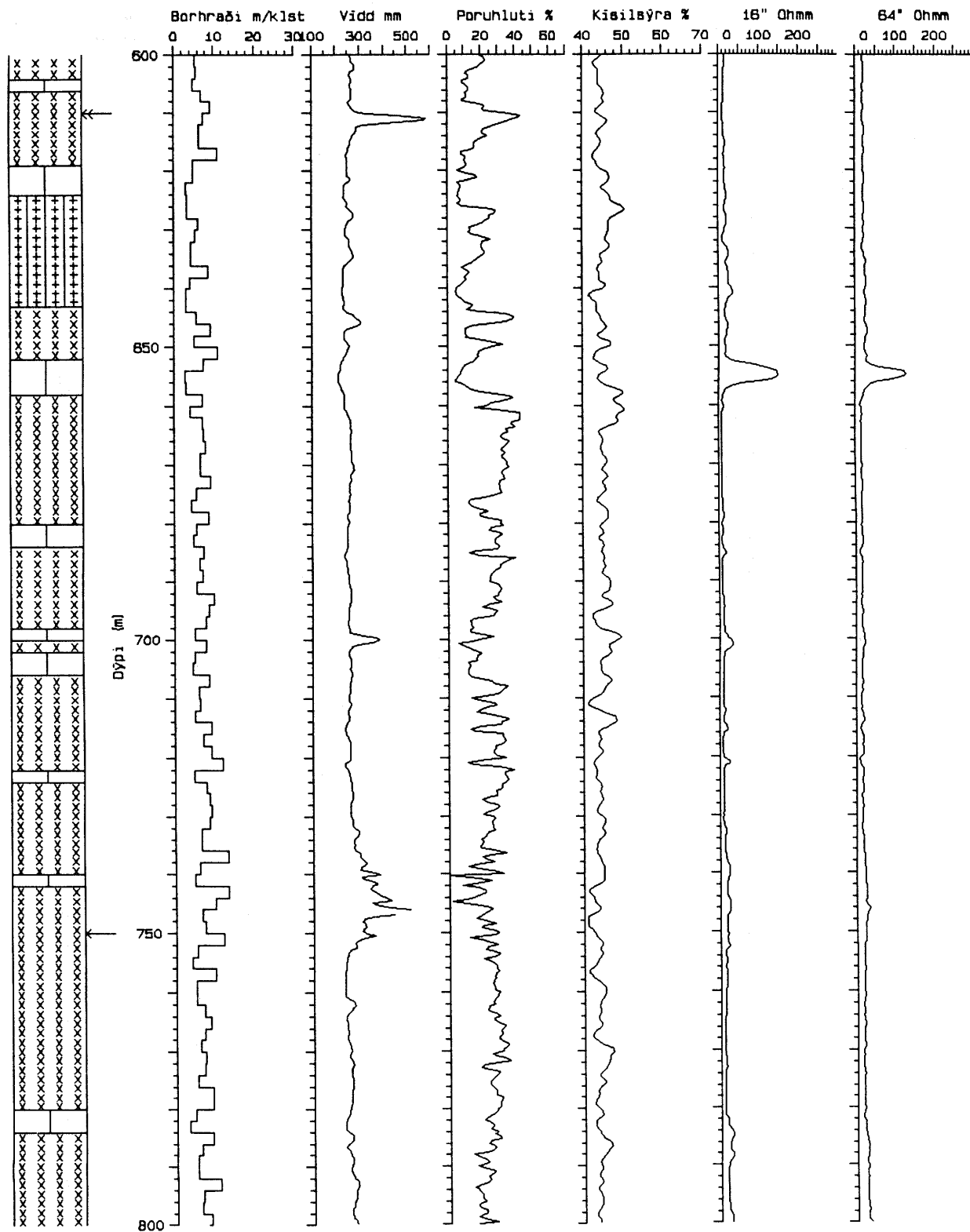


Mynd 2 (frh.). Jarðlagasnið og mælingar.

Reykjavík Korpuós Hóla RV-42 jarðlagasnið og mælingar

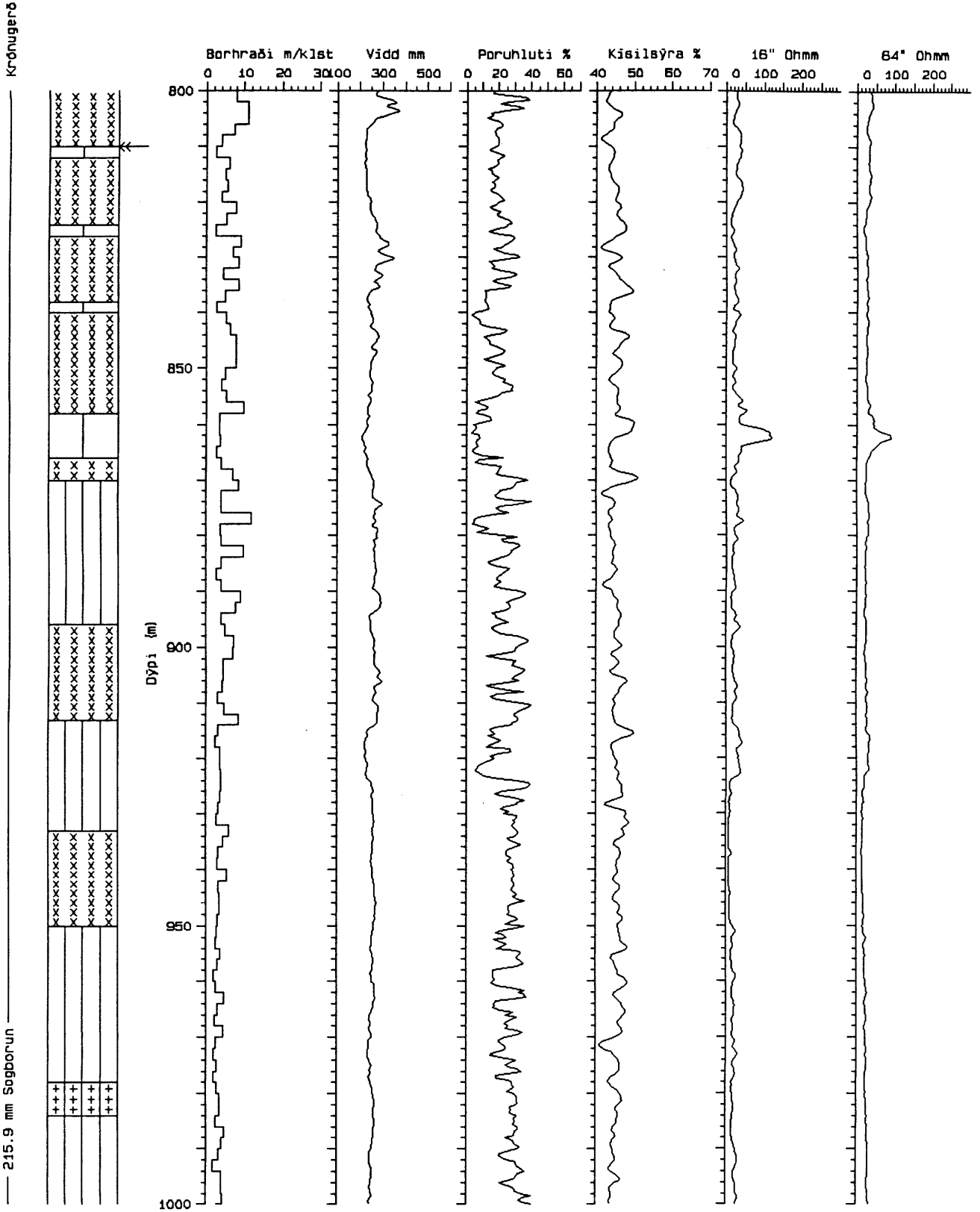
Króngugerð

215.9 mm Sögborun



Mynd 2 (frh.). Jarðlagasnið og mælingar.

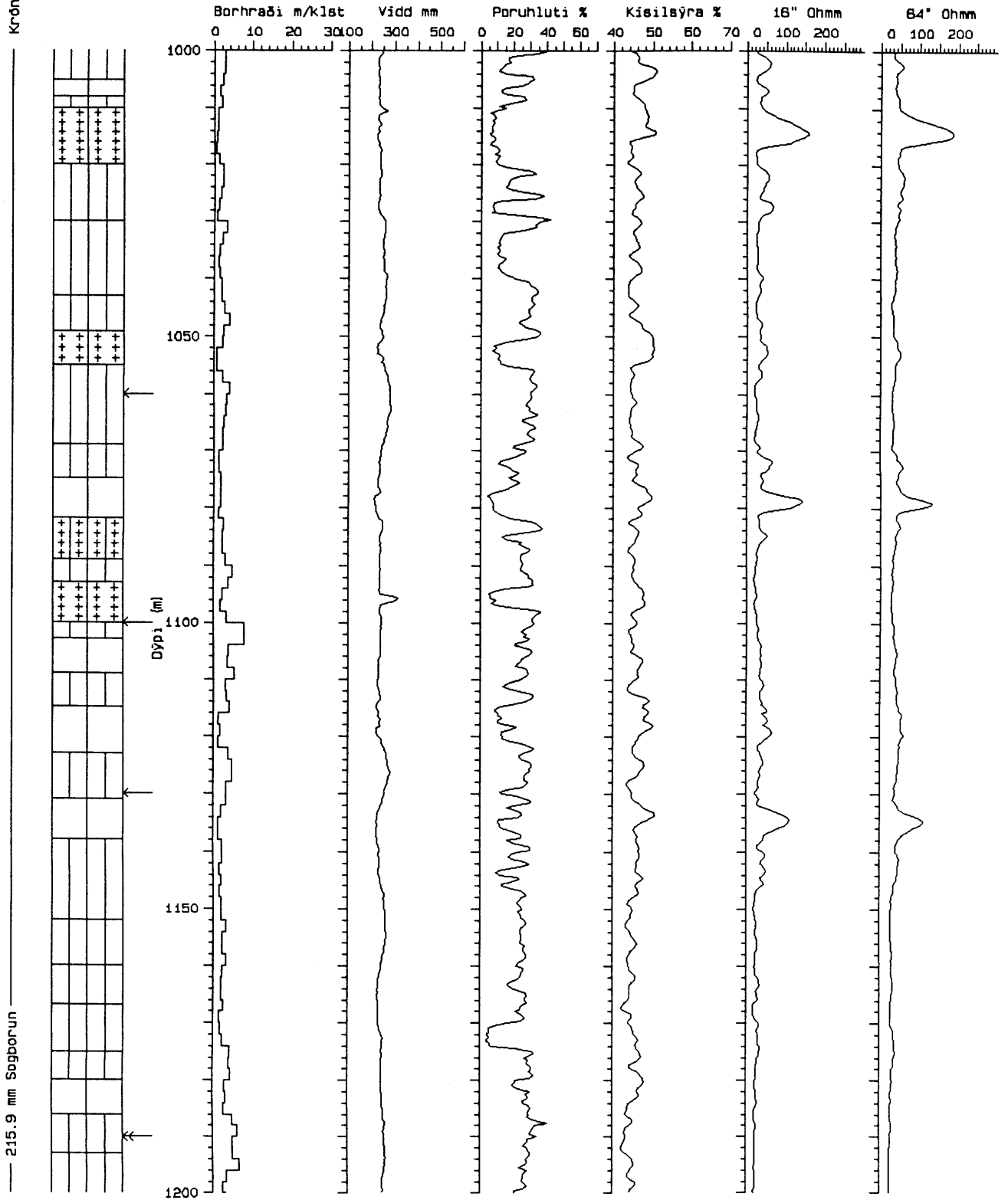
Reykjavík Korpuós Hóla RV-42 jarðlagasnið og mælingar



Mynd 2 (frh.). Jarðlagasnið og mælingar.

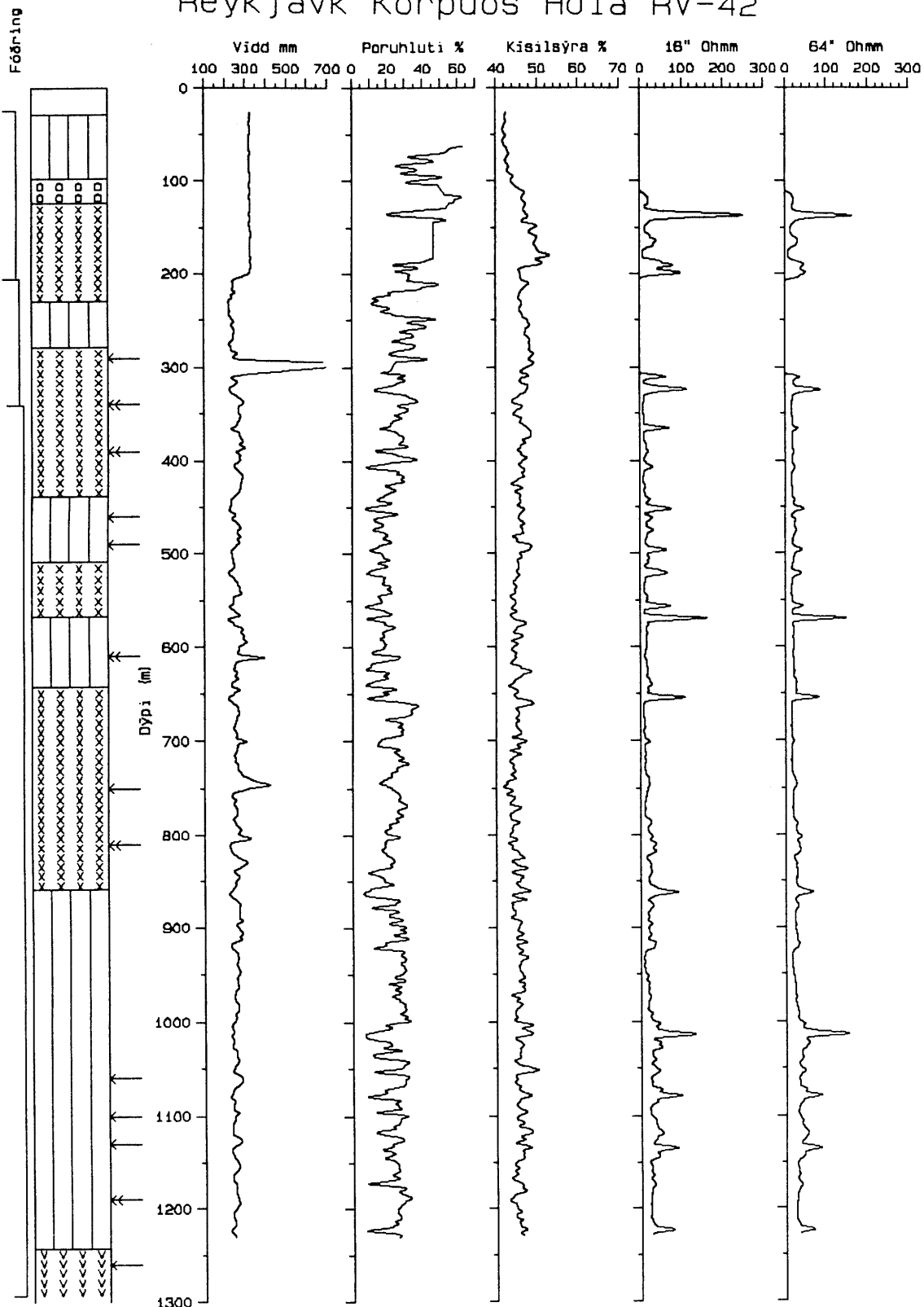
Reykjavík Korpuós Hóla RV-42 jarðlagasnið og mælingar

Króngugerð



Mynd 2 (frh.). Jarðlagasnið og mælingar.

Reykjavk Korpuós Hóla RV-42



Ummyndað fin-meðalkorna basalt

Grófkornött set

Basaltrík breksía

Svarf vantar

Túff

← : Litill vatnsæð

← : Meðal vatnsæð

Mynd 3. Einfaldað jarðlagasnið og mælingar.

3.2 Jarðlagamælingar

Allar mælingar sem gerðar höfðu verið í holu RV-42 fram til ársloka 1993 eru teknar saman í töflu 1. Alls eru þetta 48 mælingar og einu sinni var holan lóðuð. Af þessu eru 27 hitamælingar, sem flestar voru gerðar meðan á borun stóð. Aðrar mælingar voru svonefndar jarðlagamælingar (víddarmælingar, viðnámsmælingar, nifteindadreifing og gammageislun) og einnig var holan hallamæld í 6 punktum. Jarðlagamælingarnar voru gerðar í þrennu lagi. Fyrst var mælt eftir borun í 205 m fyrir fóðrun, en þar sem mælingar sem gerðar voru við borlok þann 5. júní 1985 voru truflaðar af mikilli borleðju, þurfti að endurtaka þær. Var það gert 10. og 11. mars 1992. Á tæplega 300 m dýpi er mikill skápur í holunni og stöðvuðust mælitæki við hann. Þurfti því að bregða á það ráð að setja fóðringu niður fyrir skápinn en fyrir vikið eru ekki til viðnámsmælingar á dýptarbilinu 200-310 m. Niðurstöður jarðlagamælinganna eru sýndar ásamt jarðlagasniði í nákvæmum skala á mynd 2, en einfölduð útgáfa þeirra á mynd 3. Hér á eftir verður fjallað um mælingar í holunni og könnuð dreifing eðlisþátta bergsins sem mælingarnar gefa upplýsingar um.

Víddarmælingar sýna að holan er mjög slétt og felld niður að 290-300 m dýpi, en þar er langstærsti skápurinn í holunni (sjá mynd 2). Víddarmælirinn sem var notaður sýnir mest 840 mm (33") í skápum, sem er fullt útslag á mælinum, en holan var boruð með 219 mm lofthamri í gegnum þetta dýptarbil. Fáir skápar eru neðan 300 m dýpis í holunni, en þeir helstu eru á 610 m og 750 m. Þetta er frekar óvanalegt fyrir holur á íslenskum jarðhitsuæðum, því yfirleitt skolast þær nokkuð út. Það er sérstaklega athyglivert hve sléttir holuveggirnir eru í efstu 200 m holunnar, þar sem borað var með 12 1/4" lofthamri.

Poruhluti bergsins var reiknaður út frá nifteindadreifingu. Þessi reikningur er nokkuð ónákvæmur þegar holuvíddin er mikil og á það við um efstu 200 m í holunni. Þar reiknast poruhlutinn nokkru hærri en í neðri hluta holunnar og eru gildin líklega ekki marktæk. Meðalgildi poruhluta neðan 200 m dýpis er 22,7% og langflest gildin liggja undir 40% poruhluta. Tíðnidreifing poruhluta er sýnd á mynd 4.

Kísilsýrinnihald bergsins hefur verið reiknað út frá náttúrulegri gammageislun. Er það mjög lágt í allri holunni enda jarðlög RV-42 mjög basísk. Hæstu gildin mælast á kaflanum milli 100 og 200 m dýpis, um 54%, en lægstu gildi fyrir berg við holuna eru 41%. Flest eru gildin milli 43% og 48%. Meðaltalið yfir alla holuna er 45,6%. Þetta er nokkru lægra en títt er um þóleið og ólívín-þóleið basalt. Hugsanlega má skýra ósamræmið með háum poruhluta, þ.e. blöðrum í berginu, en nifteindamælingin sýnir að poruhluti bergsins er mjög hár. Tíðnidreifing kísilsýru í bergi við RV-42 er sýnd á mynd 5.

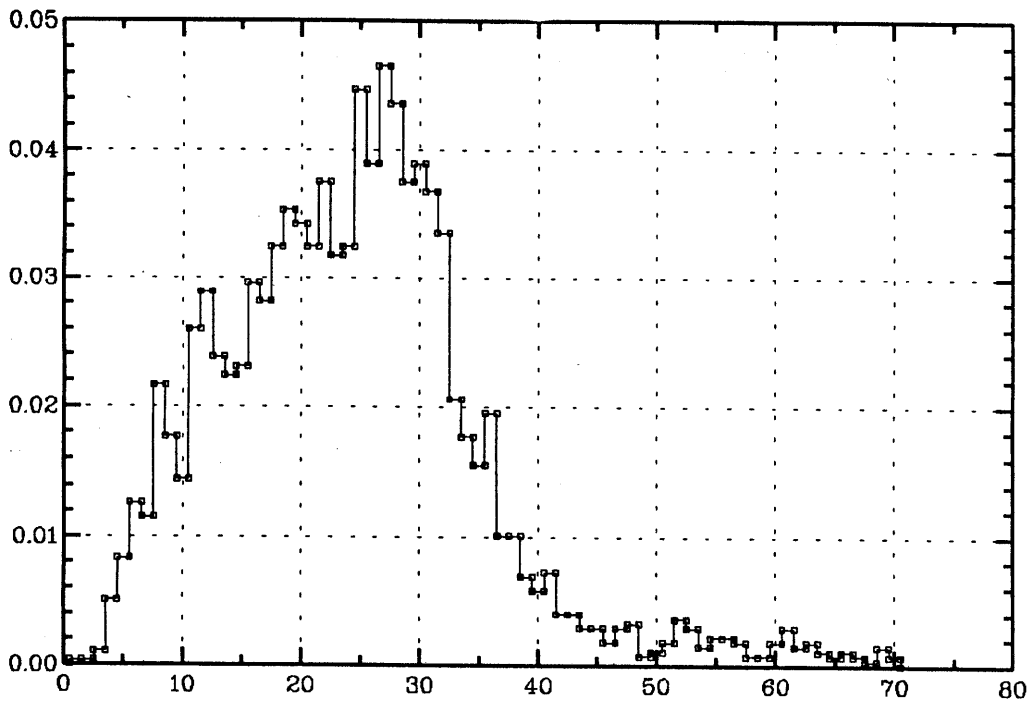
Viðnámsmælingar sýna mjög lágt viðnám í bergi við holuna og liggja flest gildin innan við 40 ohmm. Meðaltal 16" viðnáms yfir alla holuna er 26 ohmm og í 64" viðnáminu er meðaltalið litlu hærri eða 28 ohmm. Hæst mælist viðnámið á 136 m dýpi en á stöku stöðum fer það yfir 150 ohmm. Þetta er 136 m, 191 m, 199 m, 324 m, 568 m, 654 m og 1014 m dýpi. Á þessum stöðum fer saman hærri viðnám og áberandi lágur poruhluti og er talið að þetta séu allt berggangar eða lárétt innskot (laggangar), nema á 191 og 199 m dýpi, þar er álitid vera þétt basalt-hraunlag.

Ekki er ljóst af hverju viðnám bergs við RV-42 mælist svo lágt. Í fyrstu var talið hugsanlegt að það stafaði af því að holan var þvegin út með sódablöndu í lok borunar, en rafleiðni slíkrar blöndu er mun hærri en vatns. Þetta stenst þó tæpast. Vatnssýni, sem tekin voru þegar holan var dæluþrófuð 1985, benda ekki til sódamengunar í vatninu og var hvorki sýrustig vatnsins óeðlilega hátt né natriúmstyrkur þess. Því verður að leita skýringa fyrir lágu viðnámi annars staðar. Má vera að þar ráði mjög hár poruhluti bergsins einhverju. Tíðnidreifing viðnámsgilda fyrir berg neðan 300 m dýpis í holu RV-42 er sýnd á mynd 6.

Tafla 1. Borholumælingaskrá

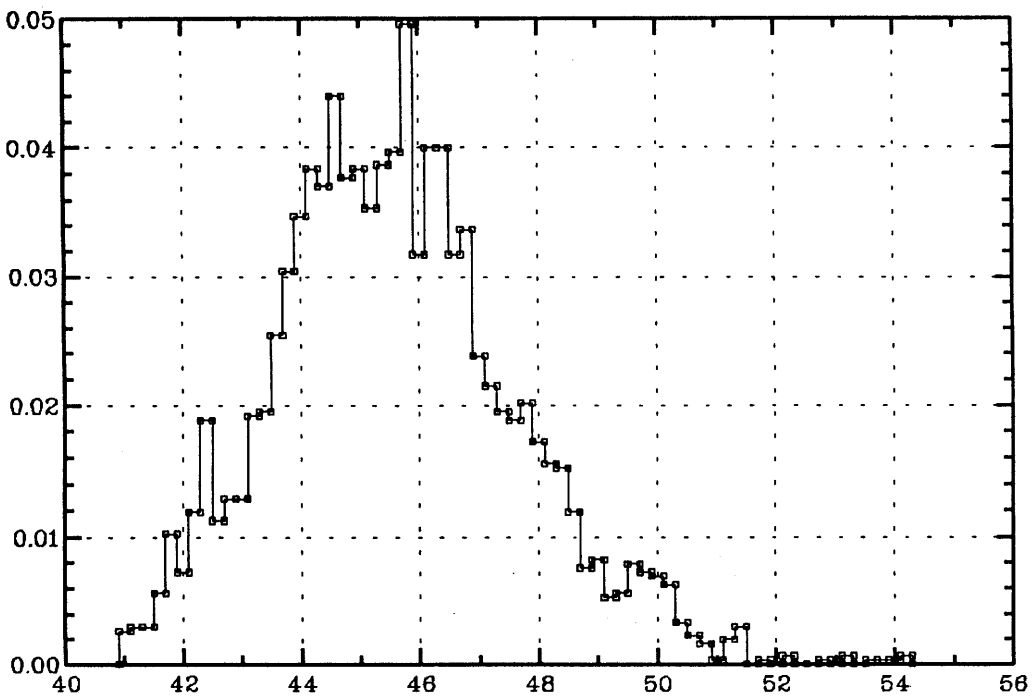
Mælingar nr.	Mæling	Dags.	Upph. dýpi	Loka dýpi	Mæli-tæki	Mælinga-menn
1342	Holuvídd (mm)	07-MAR-85	.0	203.0	R47453	HS/JH
1343	Nifteindir (API nu)		.0	203.0	R47453	HS/JH
1344	Hiti (°C)		85.0	203.0	R47453	HS/GjG/JH
1345	R16" (Ohmm)		.0	203.0	R47453	HS/JH
11451	Gamma (API gu)		.0	203.0	R47453	HS/JH
11633	R64" (Ohm)		.0	203.0	R47453	HS/JH
8004	Hiti (°C)	18-MAR-85	10.0	250.0	RH	Bormenn
8003	Hiti (°C)	19-MAR-85	10.0	350.0	RH	BS
8002	Hiti (°C)	20-MAR-85	10.0	350.0	RH	BS
8000	Hiti (°C)	22-MAR-85	10.0	436.0	RH	JH/ÓBS
8001	Hiti (°C)		10.0	409.0	RH	BS
7999	Hiti (°C)	25-MAR-85	10.0	442.0	RH	JH/ÓBS
7998	Hiti (°C)	27-MAR-85	10.0	510.0	RH	BS
7997	Hiti (°C)	01-APR-85	10.0	577.0	RH	BS
7996	Hiti (°C)	02-APR-85	10.0	620.0	RH	BS
7995	Hiti (°C)	03-APR-85	10.0	706.0	RH	BS/ÓBS
7994	Hiti (°C)	05-APR-85	10.0	707.0	RH	JH/ÓBS
7993	Hiti (°C)	09-APR-85	10.0	720.0	RH	BS
7992	Hiti (°C)	12-APR-85	100.0	850.0	RH	BS/JH
7991	Hiti (°C)	14-APR-85	.0	660.0	RH	ÓBS/JH
1346	Holuvídd (mm)	18-APR-85	.0	295.0	R50402	HS/HTul
1347	Hiti (°C)		.0	295.0	R50402	HS/HTul
1348	Hiti (°C)	22-MAY-85	50.0	1250.0	R24585	JH/GuG
9313	Hiti (°C)		10.0	1250.0	R24585	JH/GuG
10598	Halli (° frá lóðréttu)		100.0	1293.0	RH	Bormenn
1349	Hiti (°C)	30-MAY-85	.0	1260.0	R50402	GuH/HS
1350	Holuvídd (mm)		.0	1260.0	R50402	GuH/HS
7990	Hiti (°C)	31-MAY-85	10.0	1275.0	RH	ÓBS
1351	Nifteindir (API nu)	05-JUN-85	300.0	1244.0	R5042	GuG/HTul
1352	Hiti (°C)		.0	1244.0	R5042	GuG/HTul
1353	R16" (Ohmm)		300.0	1244.0	R5042	GuG/HTul
1354	Hiti (°C)		.0	1244.0	R5042	GuG/HTul
1355	Holuvídd (mm)		.0	1244.0	R5042	GuG/HTul
11632	R64" (Ohm)		300.0	1244.0	R5042	GuG/HTul
12594	Gamma (API gu)		300.0	1244.0	R5042	GuG/HTul
7960	Hiti (°C)	01-Aug-85	.0	1190.0	R47453	GuH/GjG
7958	Hiti (°C)	29-AUG-85	.0	1236.0	R50402	GuH/GuG
7959	Hiti (°C)	03-OCT-86	.0	291.5	R50402	GuH/JH
7962	Nifteindir (API nu)		.0	290.0	R50402	GuH/JH
11450	Gamma (API gu)		.0	290	R50402	GuH/JH
9687	Hiti (°C)	30-APR-91	.0	292.2	R47453	HS
10970	Lóðun	10-DES-91	.0	1230.0	KERRA	BS
11249	Hiti (°C)	10-MAR-92	.0	1235.0	R47454	BS/JH
11250	Holuvídd (mm)		.0	1233.0	R47454	BS/JH
11251	Gamma (API gu)		.0	1235.0	R47454	BS/JH
11252	Nifteindir (API gu)		.0	1235.0	R47454	BS/JH
11255	CCL (Samskeyti)		.0	1235.0	R47454	BS/JH
11253	R64" (Ohm)	11-MAR-92	300.0	1230.0	R47454	BS/JH
11254	R16" (Ohmm)		300.0	1230.0	R47454	BS/JH

21 Mar 1994 HS
xy V1.0



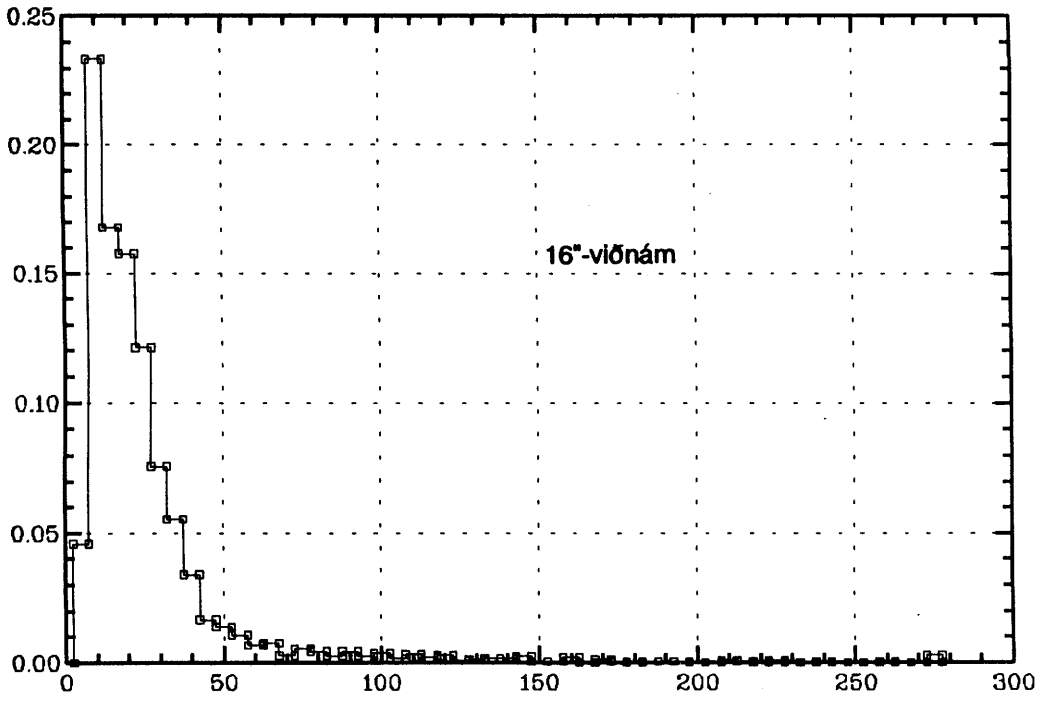
Mynd 4. Tíðnirreifing poruhluta bergs.

21 Mar 1994 HS
xy V1.0

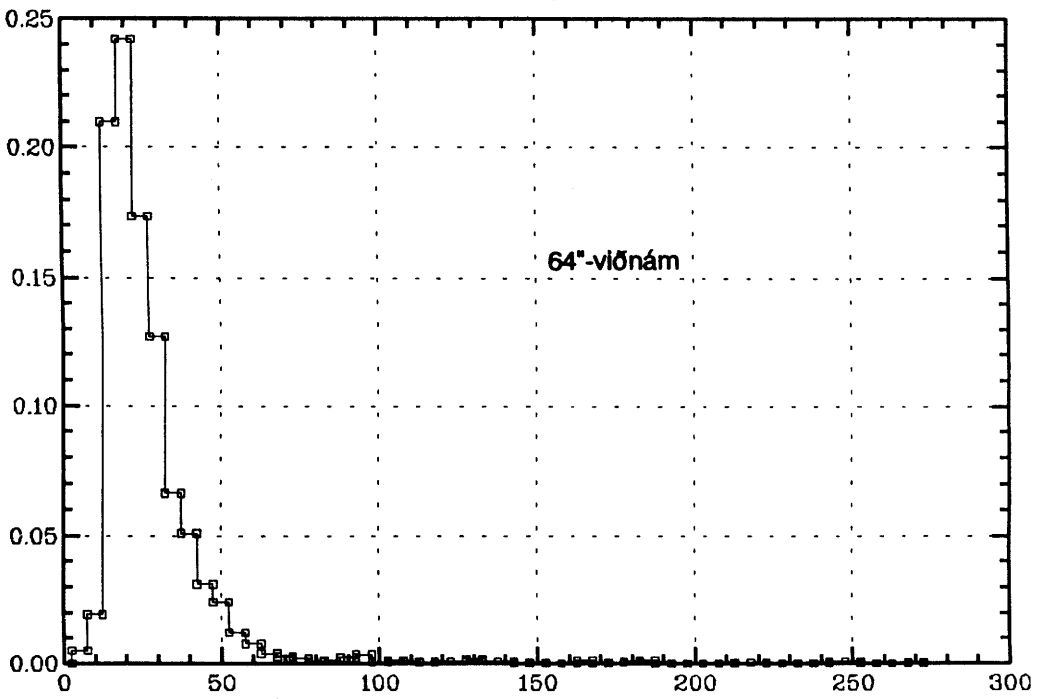


Mynd 5. Tíðnirreifing kísilsýru.

21 Mar 1994 HS
xy V1.0



21 Mar 1994 HS
xy V1.0



Mynd 6. Tíðnidreifing viðnámsgilda.

4. UMMYNDUM

4.1 Greiningaraðferðir

Í fyrsta rannsóknááfangu um holu RV-42 voru ummyndunarsteindir í jarðlögum holunnar einungis greindar í víðsjá en dreifing þeirra var engu að síður sett fram myndrænt til bráðabirgða (Ómar Bjarki Smárason o.fl., 1985). Margar ummyndunarsteindir eru auðþekktar í víðsjá og gefa slíkar athuganir sæmilega mynd af ummyndun bergsins, sérstaklega hvað varðar magn ummyndunarsteinda. Steindadreifingin hefur síðan verið endurskoðuð á grundvelli þunn-sneiðaathugana og röntgengreininga. Alls voru gerðar 60 þunnsneiðar og 14 röntgengreiningar á holufyllingum og 8 á leir úr RV-42. Skrá yfir þunnsneiðarnar og röntgengreiningarnar er sýnd í töflu 2.

4.2 Dreifing ummyndunarsteinda

Endurskoðuð dreifing ummyndunarsteinda í holu RV-42 er sýnd á mynd 7. Þó að sú mynd endurspegli niðurstöður víðsjárgreiningarinnar fyrir sumar einstakar steindir allvel, er ljóst að dreifingin hefur breyst nokkuð einkum hvað varðar þær ummyndunarsteindir, sem eru illgreinanlegar í víðsjá eins og t.d. prehnít og leirsteindir. Hér að neðan verður dreifingu hvernar steindar stuttlega lýst:

Ópall og kalsedon eru ekki mjög áberandi í þessari holu og greindust einungis á stöku stað í víðsjá. Þessar steindir finnast á stöku stað í efstu 110 m í holunni en kalsedons verður einnig vart á 280 m og 330 m dýpi.

Kabasít er algeng ummyndunarsteind í efstu 200 m holunnar og finnast nær óslitið úr 30 m niður í 192 m dýpi.

Tomsonít finnast á 30-62 m dýpi en greindist einnig í víðsjá á 158 m dýpi.

Mesólít/skólesít er samfelld til staðar á 30-90 m dýpi og þaðan af og til niður í 440 m. Það sést í víðsjá á 710-720 m dýpi.

Analím er ekki algeng ummyndunarsteind í jarðlögum á höfuðborgarsvæðinu. Það greinist í holu RV-42 í borsvarfi á 30-40 m dýpi, en vottur af því kemur fram í röntgengreiningu á 698 m dýpi.

Phillipsít sást hvorki í víðsjá né í þunnsneið en finnast í röntgengreiningu á 62 m dýpi. Að öðru leyti ber ekki mikið á þessari steind í holunni.

Mordenít virðist vera nokkuð samfelld á 190-820 m dýpi og dreift þaðan í 1260 m, þar sem það verður aftur algeng ummyndunarsteind niður til botns í 1293 m.

Heulandít er til staðar nær óslitið á dýptarbili 200-620 m. Þaðan er steindin dreifð niður í um 1000 m en verður síðast vart á 1050-1060 m dýpi. Ennfremur greinist það í víðsjá á 30-60 m dýpi.

Stilbít verður fyrst vart á tæplega 250 m dýpi og er nokkuð samfelld til staðar á 300-920 m. Það finnast ósamfelld þaðan niður í botn holunnar.

Kalsít greindist nær samfelld í gegnum alla holuna (30-1293 m).

Fyrst vottar fyrir **kvarsi** á 296 m dýpi og finnast það samfelld á dýptarbilinu 360-614 m. Það finnast þaðan af og til niður í 1100 m dýpi en samfelld úr 1100 m niður í holubotn.

Það vottar fyrst fyrir **laumontít** á 480 m dýpi samkvæmt röntgengreiningu. Á um 500 m dýpi er laumontít orðin algeng ummyndunarsteind og greinist nokkuð samfelld þaðan niður á botn.

Efri mörk **epidóts** eru á 1100 m dýpi skv. þunnsneiðagreiningu en í 1050 m skv. svarfgræiningu í víðsjá. Það finnast þaðan samfelld niður í botn holunnar og eykst magn þess eftir því sem neðar dregur.

Tafla 2. Þunnsneiðar og röntngreiningar í RV-42.

Þunnsneiðar		XRD-út- fellingar	XRD-leir	Þunnsneiðar	
Dýpi (m)	Númer	Dýpi (m)	Dýpi (m)	Dýpi (m)	Númer
38	13589	30	120	832	13608
68	13590	62	286	850	13609
118	13591	158	450	898	13777
168	13592	190-194	616	916	13778
204	13593	296	780	918	17797
236	13578	396	944	946	13779
274	13579	436	1110	960	13780
314	13580	480	1276	978	13781
330	13581	548		990	13782
340	13582	556-558		1029	13783
358	13583	588		1048	13784
370	13584	698		1062	13785
398	13585	788		1076	13786
416	13586	904		1100	13787
444	13587			1126	13788
464	13588			1164	13789
500	13594			1190	13790
528	13595			1202	13791
550	13596			1220	13792
576	13597			1260	13793
608	13598			1268	13794
614	13599			1280	13795
664	13600			1292	13796
684	13601			672-680*	13612
714	13602			680-720*	13613
734	13603			732-790*	13611
750	13604			740-790*	13614
784	13605			986*	13798
806	13606			1094*	13799
826	13607			1248-1292*	13800

* safnsýni

Prehnít greinist fyrst nokkuð samhliða epidóti í 1076 m í þunnsneið og þaðan alla leið niður í botn. Magn prehníts eykst með dýpi líkt og epidótið.

Pýrit finnst nokkuð samfellt úr 220 m niður á botn holunnar.

Alls hafa átta leirsýni verið greind í röntgen. Í ljós kemur að **smektít** er til staðar nokkuð samfellt í holunni allri og er það ráðandi leirsteind niður á um 1150 m þar sem **klórít** verður algengast. Það vottar fyrst fyrir klóríti í 734 m dýpi skv. þunnsneiðagreiningu og finnst það þaðan í takmörkuðum mæli niður á um 1150 m dýpi. Talsvert magn af klóríti greinist enn fremur í þunnsneið í brotkornum af túffríkri basaltbreksíu í 118 m og á 168 m dýpi. Röntngreiningar á leir á þessu dýpi staðfestu ekki þessar niðurstöður. Blandlagsleirs verður fyrst vart í röntngreiningu á 780 m dýpi, en greinist í þunnsneiðum í mismiklu magni slitrótt úr tæplega 330 m dýpi niður til holubotns.

4.3 Ummyndunarbeltin

Ummyndun jarðlaga er gjarnan skipt í ummyndunarbelti út frá dreifingu ummyndunarsteinda í staflanum. Hvert ummyndunarbelti svarar til fasts og takmarkaðs hitaástands eða hitastigs-bils í berggrunni, þar sem ákveðnar ummyndunarsteindir eru stöðugar og einkennandi fyrir þennan berghita. Zeólítar eru einkennandi fyrir lághituummyndun við lægra hitastig en 230°C. Kabasít byrjar að myndast við um 70-80°C og stílbít/heulandít við um 90°C. Laumontít myndast um og ofan við 100-120°C og er stöðugt upp í um 200°C. Á hitabilinu um 230°C liggja efri mörk stöðugleikasviðs zeólítamyndunar og einkennissteinda háhituummyndunar fer að gæta. Helstu einkennissteindir háhituummyndunar í basisku bergi eru epidót og prehnít ásamt klóríti. Epidót er talið orðið algeng ummyndunarsteind við 260°C (Hrefna Kristmannsdóttir, 1975; 1979).

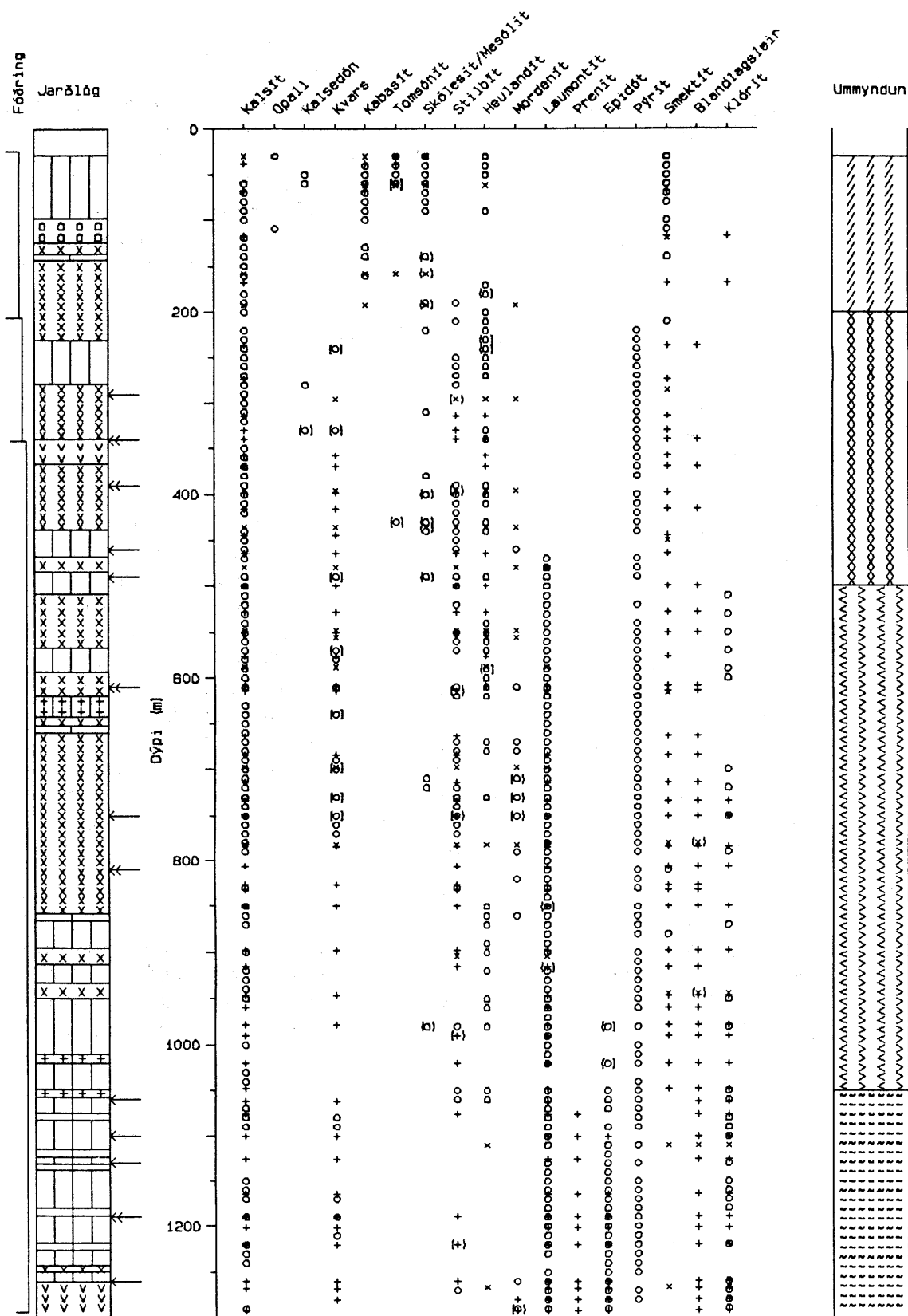
Afmarka má fjögur ummyndunarbelti í holu RV-42 (sjá mynd 7):

- 1) Kabasít-belti (30-200 m)
- 2) Stílbít/Heulandít-belti (200-500 m)
- 3) Laumontít-belti (500-1050 m)
- 4) Epidót/Klórítbelti (neðan við 1050 m)













Beltaskipting í RV-42 er af svipuðum toga og í öðrum holum á höfuðborgarsvæðinu. Lega ummyndunarbeltanna er aftur á móti háð jarðfræðilegri þróun jarðhitakerfisins í gegnum tímans rás en ræðst einnig af hitaástandi bergsins í grennd við hverja holu eins og það er í dag. Það er því ljóst að lega ummyndunarbeltanna er oft allbreytileg frá einni holu til annarar en þó getur verið fylgni á milli borhola eins og sama jarðhitakerfis. Dýpið niður á laumontít-beltið er grynnt á Laugarnessvæðinu, um 200-450 m. Þar er einnig grynnt á epidót-beltið sem liggur staðbundið á um 600 m dýpi, t.d. í borholum RV-40, RV-38 og RV-04 (Guðmundur Ómar Friðleifsson o.fl., 1985), en annars staðar á Laugarnessvæðinu er algengt dýpi á epidót-beltið 1000-1500 m (Guðmundur Ómar Friðleifsson, 1992). Á Elliðaáarsvæðinu liggja efri mörk laumontít-beltisins að jafnaði á um 450-700 m dýpi og komið er á epidót-beltið í um 1000-1200 m. Frá því eru staðbundin frávik, t.d. í holu RV-36, en þar greinist laumontít ekki fyrr en á 925 m dýpi og epidót finnst neðan við 1600 m (Ómar Bjarki Smárasson o.fl., 1985). Á Reykjasvæðinu í Mosfellssveit er algengt dýpi á laumontít um 500 m en um 1200 m niður á epidót-beltið (Jens Tómasson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1976).

Áætlaður berghiti í holu RV-42 er um 100°C í tæplega 600 m dýpi (sjá kafla 5.1) við efri mörk laumontít-beltisins en þaðan eykst hitinn jafnt og er hann kominn í 125°C á 1250 m dýpi. Ef rétt er að setja neðri hitamörk laumontítmyndunarinnar við um 110°C gæti hluti laumontíts úr u.þ.b. 800 m niður á holubotn verið í stórum dráttum í jafnvægi við núverandi hitaástand í holunni. Það er þó líkleggra að hér sé um leifar kólnandi háhitakerfis að ræða. Steindafylki bergsins neðan við 1050 m dýpi ber greinilega vitni fornar háhitavirkni á Korpuósasvæðinu.

Reykjavík Korpuós Hóla RV-42



Mynd 7. Dreifing ummyndunarsteinda, ummyndunarbelti og jarðlög.

	Fersklegt fín-meðalkorna basalt		Basaltrík breksia
	Ummyndað fín-meðalkorna basalt		Túff
	Fersklegt meðal-grófkorna basalt		Grófkornótt set
	Ummyndað meðal-grófkorna basalt		Svarf vantar
	Kabasít		Laumontít
	Stílbít/Heulandít		Epidót/Klórít
← : Lítil vatnsæð		← : Meðal vatnsæð	

Mynd 7. Skýringar.

5. EDLISÁSTAND JARÐHITAKERFIS

5.1 Berghiti

Kannaðar hafa verið allar hitamælingar, sem til eru úr holu RV-42, með það fyrir augum að áætla hita í bergi við holuna niður á 1250 m dýpi. Flestar mælinganna voru gerðar meðan á borun holunnar stóð vorið 1985, en einnig eru til tvær hitamælingar frá því fljótlega eftir að holan var dæluþrófuð sumarið 1985. Tilraunir voru gerðar margsinnis til að hitamæla holuna eftir 1985, en mælar settust alltaf í skápinn á 290 m dýpi og gengu ekki neðar. Undir árslok 1991 var holan fódruð með borstöngum í tæplega 310 m dýpi, og er síðasta hitamælingin úr holunni (sú eina eftir 1985) frá því í mars 1992.

Hola RV-42 hefur staðið lokuð frá því hún var dæluþrófuð í júlí 1985. Fljótt á lítið mætti því ætla að hitamælingin frá 1992 sýndi berghitaferil fyrir alla holuna. Svo er þó ekki. Í holunni er niðurrennsli á um 80°C heitu vatni úr æðum á 340-390 m dýpi niður í holubotn, og sér hvergi í ótruflaðan berghita neðan 340 m. Rýnt hefur verið í hitagögn frá borun holunnar til að meta berghita djúpt við holuna. Einna áreiðanlegastar upplýsingar er að finna í þremur upphitunarmælingum, sem gerðar voru í helgarfríum á meðan á borverkinu stóð, en skásta ákvörðun á berghita nærri botni holunnar fæst úr hitamælingu sem gerð var eftir dælingu úr holunni sumarið 1985. Upphitunarmælingarnar voru gerðar, þegar borinn var kominn í 436, 706 og 850 m dýpi. Framreikningur á tímaferlunum gefur að berghiti er um 91°C í 436 m, en 100-105° í 706 m og um 110°C í 850 m dýpi (Ómar Bjarki Smárason o.fl., 1985). Dæluþrófun RV-42 hófst 16. júlí 1985 og var dælt samfellt til 1. ágúst. Holan var hitamæld 14-16 tímum eftir að dæling var stöðvuð. Samkvæmt hitamælingunni hefur seitrað vatn inn í holuna um æð neðan 1200 m meðan á dælingunni stóð. Verður þess vegna að telja að 123,7°C hitinn sem mældist 1. ágúst í 1190 m dýpi (neðsti mælipunktur) sé mjög nærri berghita neðst í holunni.

Ofangreindar upplýsingar hafa verið notaðar til að draga berghitaferil fyrir holu RV-42. Ferillinn er sýndur á mynd 8 ásamt nokkrum af síðustu hitamælingum í holunni. Ofan 340 m er berghitaferillinn látinn ákvarðast af mælingunni frá mars 1992 og er berghiti á 340 m dýpi 77°C. Berghiti við botn holunnar er áætlaður 125°C, eða lítið eitt hærri en mældist eftir dælinguna 1. ágúst 1985. Milli 340 m dýpis og botns er hitaferillinn dreginn fríhendis en þó þannig að hann fari nokkurn veginn í gegnum hitagildin sem upphitunarmælingarnar gáfu.

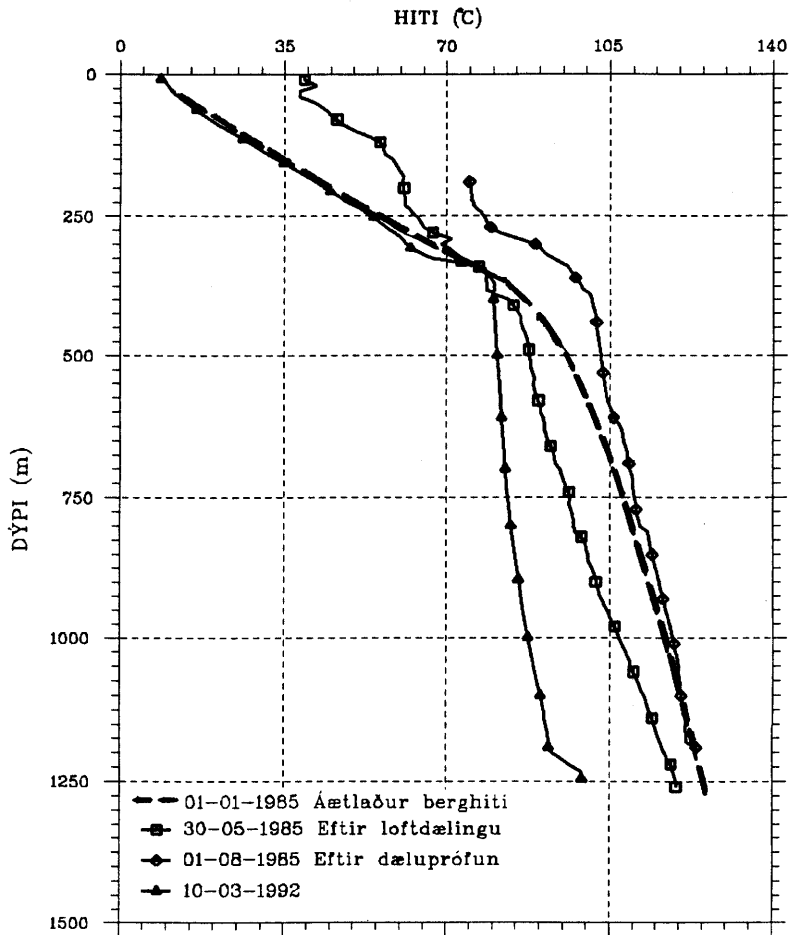
Áætlaður berghiti við RV-42 sýnir línulega aukningu niður í rúmlega 300 m dýpi, þar beygir ferillinn af, en hiti neðan 400 m fer þó vaxandi með dýpi allt niður í holubotn. Hitastigull er um 210°C/km ofan 300 m dýpis, en dýpra í holunni vex hiti með dýpi sem samsvarar 40-50°C/km. Hitastigullinn efst í holunni er heldur meiri en mælist í HS-16, sem þótti samt á sínum tíma óeðlilega hár stigull fyrir þetta svæði, og var einmitt tilefnið til þess að farið var út í djúpbörun við Korpuósa. Samkvæmt berghitaferlinum er komið ofan í jarðhitakerfi á 300-400 m dýpi. Hitastigullinn sem við tekur þegar niður í kerfið er komið er hár miðað við flest vinnslukerfi jarðhita. Bendir það til þess að lóðrétt lekt í bergi við Korpuósa sé lág, og lóðrétt hræring í jarðhitakerfinu hæg, að minnsta kosti ofan 1250 m dýpis.

5.2 Staðsetning vatnsæða og gæfni þeirra

Á meðan á borun RV-42 stóð var lögð áhersla á að staðsetja jafnóðum allar vatnsæðar, sem borað var í gegnum, og meta lauslega gæfni þeirra. Þetta var gert með fjölmörgum hitamælingum í holunni auk eftirlits með skoltapi. Alls fundust vísbendingar um 11 vatnsæðar í holunni og var talið að um helmingur þeirra hefði verið þokkalega vatnsgæfur í upphafi. Ein þeirra var samkvæmt jarðlagagreiningu við bergang á 610 m dýpi, og var giskað á að þar væri berggangurinn sem stefnt var á með boruninni (Ómar Bjarki Smárason o.fl., 1985).

21 Mar 1994 bs
L= 5042 Oracle

KORPUÓÐSAR HOLA RV-42



Mynd 8. Hitamælingar og áætlaður berghiti.

Borleðjan, sem nota þurfti til að ná svarfi upp úr holunni, settist í æðar og stífluðust flestar þeirra og þrátt fyrir hreinsun holunnar með leðjueyðandi efnum (hydrotan) og þrýstiprófun, tókst ekki að enduroppna æðarnar nema að hluta til. Þetta á t.d. við um æðina á 610 m, sem ekki hefur látið á sér kræla eftir borun holunnar. Hún er samkvæmt því algjörlega stífluð eftir leðjuna og svo virðist vera um fleiri æðar.

Hér á eftir verður fjallað um vatnsæðar í holu RV-42, helstu jarðfræðilegu einkenni þeirra og hita:

1. 290 m. Þetta er smáæð sem menn tóku ekki eftir í loftborun, en hún sést hins vegar í flestum hitamælingum í fyrri hluta borverksins. Borleðjan virðist hins vegar hafa stíflað æðina fullkomlega og sést hún ekki í síðustu hitamælingum. Æðin er á mótum basalt-breksíu og túffs og er efst í miklum skáp (650 mm víðum). Hiti hennar er um 63°C.
2. 340 m. Þegar komið var í þetta dýpi fylltist holan af vatni svo hættu varð loftborun. Æðin, sem þótti ein sú helsta í holunni, var talin stífluð eftir leðjuborunina. Hún hefur

hins vegar opnast í örvunaraðgerðum í lok borunar eða þegar holan var dæluþrófuð, og sést hún greinilega í síðustu hitamælingum. Niðurrennslið, sem verið hefur í holunni undanfarin ár á efstu upptök sín í æðinni. Æðin er á mótum basaltsbreksíu og túffs. Hiti hennar er um 77°C.

3. 390 m. Æðin sést í flestum hitamælingum og er niðurrennsli úr æðinni samkvæmt mælingunni frá mars 1992. Æðin er á mótum basaltsbreksíu og basaltslags, hugsanlega berggangs. Vatnshiti er áætlaður um 86°C
4. 460 m. Vísbending var um vatnsæð á þessu dýpi í einni hitamælingu í borun. Telja verður þetta smáæð, sem borleðjan hefur stíflað gjörsamlega. Æðin kemur fram á mótum basalts og túffs. Berghiti á þessu dýpi er áætlaður um 93°C.
5. 490 m. Smáæð sem sást í einni hitamælingu í borun. Hún kemur fram við berggang. Hiti er um 95°C.
6. 610 m. Hér var talið að borað hafi verið í umtalsverða vatnsæð og komu fram vísbendingar þar um í hitamælingum í borun. Æðin er í margföldum berggangi (605-660 m), og er talið hugsanlegt að þar sé kominn gangurinn, sem finnst á yfirborð samkvæmt segulmælingum um 150 m austan við holutopp RV-42. Ekki sést votta fyrir þessari æð í hitamælingu eftir loftdælingu 1. ágúst 1985 eða síðari mælingum. Telja verður æðina gjörsamlega stíflaða af borleðju. Berghiti við æðina er áætlaður 101°C.
7. 750 m. Smáæð, sem sást í hitamælingum í borun, en ekki síðar. Hún er því talin gjörstífluð af borleðju. Æðin kemur fram við gang. Hiti er áætlaður 107°C.
8. 810 m. Gögn í borun bentu til þess að þokkaleg vatnsæð hafi verið skorin á þessu dýpi. Æðin sést í hitamælingu eftir dælingu 1. ágúst 1985, en fátt bendir til þess að æðin hafi gefið umtalsvert vatnsmagn í dælingu. Æðin er við berggang. Berghiti er um 110°C.
9. 1060 m. Smáæð, sem sást í einni hitamælingu í lok borunar. Æðin sést ekki í síðari mælingum og því talin stífluð af borleðju. Æðin kemur fram við gang. Berghiti er talinn vera um 118°C.
10. 1100 m. Smáæð, sem sést móta fyrir í einni hitamælingu í lok borunar, en einnig síðustu mælingum. Æðin hefur því haldist opin þrátt fyrir leðjuborunina. Æðin er talin vera við berggang, sem er í 1095-1100 m dýpi. Hiti hennar er áætlaður 120°C.
11. 1130 m. Samkvæmt hitamælingu eftir dælingu 1. ágúst 1985 er smáæð á þessu dýpi. Æðin hefur ekki komið fram í öðrum mælingum. Hún er við berggang, sem kemur glöggt fram í viðnámsmælingum (sjá mynd 2). Hiti við æðina er um 121°C.
12. 1190 m. Æðin sést í flestum hitamælingum í lok borunar og öllum eftir borun. Hún kemur fram við berggang. Áætlaður berghiti á 1190 m dýpi er um 123°C.
13. Nærri holubotni. Hóla RV-42 var boruð í 1293 m dýpi. Mælitæki ganga hins vegar ekki niður í botn og ná t.d. síðustu hitamælingar aðeins í 1234 m dýpi. Samkvæmt mælingunum er niðurrennsli í holunni og streymir inn um æðarnar á 340 og 390 m dýpi, en mesta útstreymið er væntanlega um æðarnar í 810, 1100 og 1190 m. Einhver leki er þó niður til æða(r) sem er neðan 1234 m. Hvar þessi smáæð(ar) er(u) nákvæmlega er ekki vitað. Samkvæmt jarðlagagreiningunni er líklegir lekastaðir 1220 m (við berggang) 1250 m (basaltbreksía), 1260 m (túff) og 1285 m dýpi (á mótum berggangs og túffs). Berghiti í 1250 m er áætlaður um 125°C.

Vatnsleiðni og afköst holu RV-42 voru ákvörðuð út frá loftdælingum í lok borunar og dæluþrófun eftir borun. Í dæluþrófuninni var dælt í tæplega 16 daga 9,6-10 l/s úr holunni. Vatnshiti

fór hækkandi á meðan dælt var og fór hæst í 84,8°C. (Ómar Bjarki Smárason o.fl., 1985; Þorsteinn Thorsteinsson, 1985). Gott samræmi var milli þessara prófana. Áætluð vatnsleiðni var $T=1,41 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$, en fyrir rýmdina fékkst $S=6,5 \times 10^{-5}$. Iðustreymisstuðull fyrir holuna var áætlaður $0,4 \text{ m}/(1/\text{s})^2$. Þrýstilækkun (niðurdráttur) í holunni vegna vinnslu er samkvæmt ofan-skráðu gefin við jöfnuna:

$$\Delta h = 0,4q^2 + 1,3q (7,54 + \log t)$$

þar sem h er mælt í metrum, q í l/s en t í dögum. Þetta þýðir að afköst holu RV-42 í langtíma-dælingu eru í mesta lagi 15 l/s miðað við hæfilegt dýpi á borholudælu.

Athyglivert er að bera saman vatnshitann 84,8°C í dælingu 1985 og þann hita á vatnsæðum, sem upp er gefinn hér að framan. Virðist nokkuð ljóst af þeim hitatölum að megnið af vatninu, sem dælt var úr holunni, hefur komið úr æðunum í 340 og 390 m dýpi. Þorsteinn Thorsteinsson (1985) áætlaði meðalhita efri æðanna um 80°C, en 110°C fyrir æðar neðan 400 m dýpis og reiknaði að um 80% af rennsli holunnar í dæluþrófuninni kom úr efri æðunum. Síðari athuganir á mæligögnunum hafa ekki breytt þeim niðurstöðum.

6. EFNASAMSETNING VATNS

Dagana 16. júlí til 1. ágúst 1985 var holan dæluþrófuð. Dælt var að jafnaði 9,6 l/s í tæpa 16 sólarhringa. Dæluþrófuninni hefur verið gerð sérstaklega skil í skýrslu (Þorsteinn Thorsteinsson, 1985). Meðan á dæluþrófuninni stóð voru tekin sýni til efnagreininga. Fyrstu 2 sýnin voru tekin eftir um viku dælingu en síðasta sýnið var tekið daginn áður en dæluþrófun lauk.

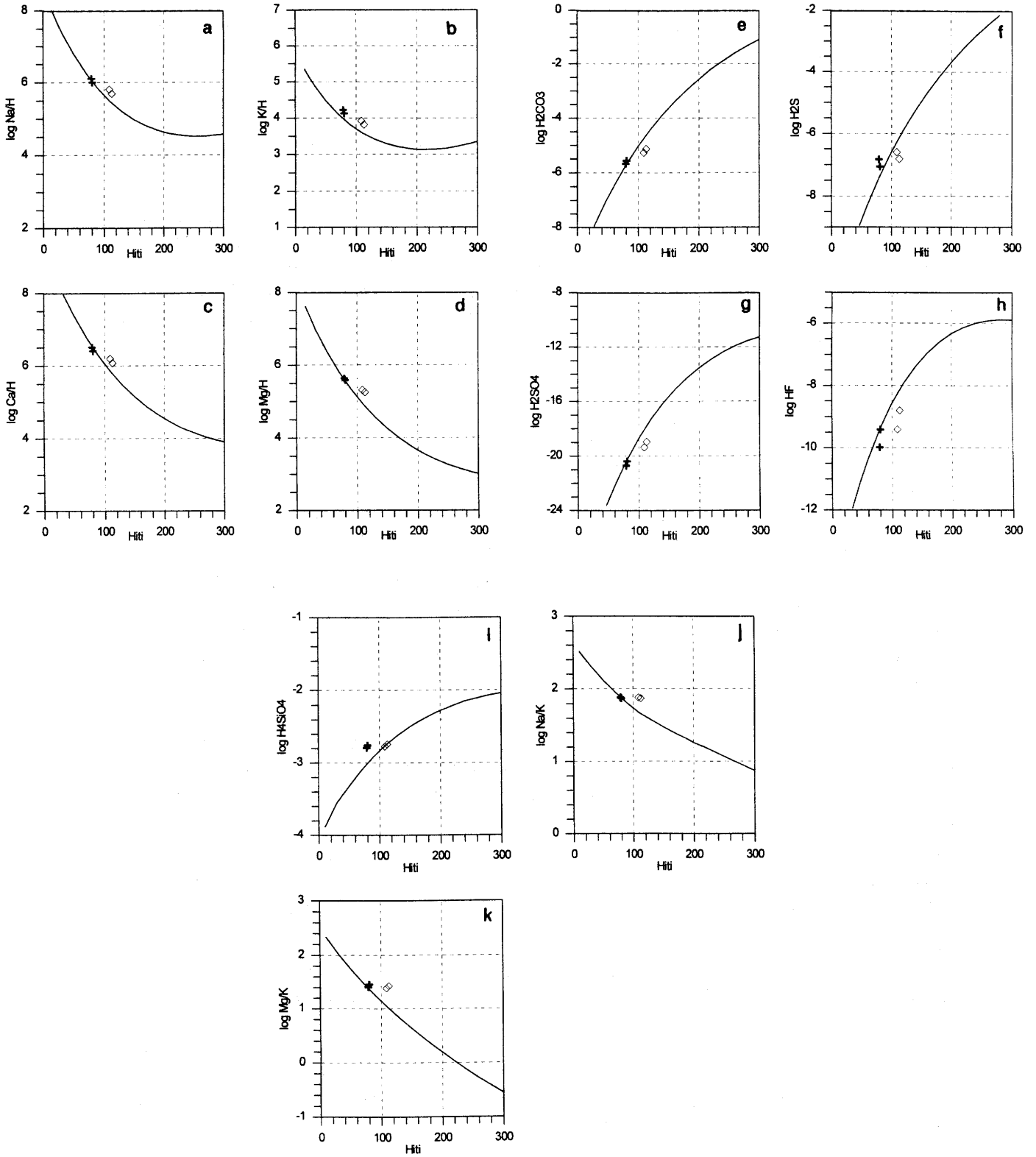
Tafla 3 sýnir efnagreiningar þessa vatns ásamt efnagreiningum á sýnum frá nálægum holum í Reykjahlíð og Reykjum og svo sýnis af Laugarnessvæði, þar sem breytinga á seltu hefur ekki gætt. Óverulegur munur er á efnainnihaldi þeirra sýna sem safnað var úr holu RV-42. Í síðasta sýninu hafa ekki verið greind öll aðalefni, þar sem einungis var verið að kanna hvort breytingar hefðu orðið í síðari hluta dælingarinnar.

Við samanburð á efnainnihaldi vatns úr holunni við Korpu við nálæg jarðhitasvæði kemur í ljós að styrkur kísils í vatninu við Korpu er hærri en á jarðhitasvæðunum í Mosfellssveit, en svipar meira til Laugarnessvæðisins. Styrkur brennisteinsvetnis í Korpuholunni er aftur á móti líkari brennisteinsvetni í vatni á Reykjum. Önnur efni eru svipuð á öllum svæðum og beinn samanburður milli greininganna er ekki ljós.

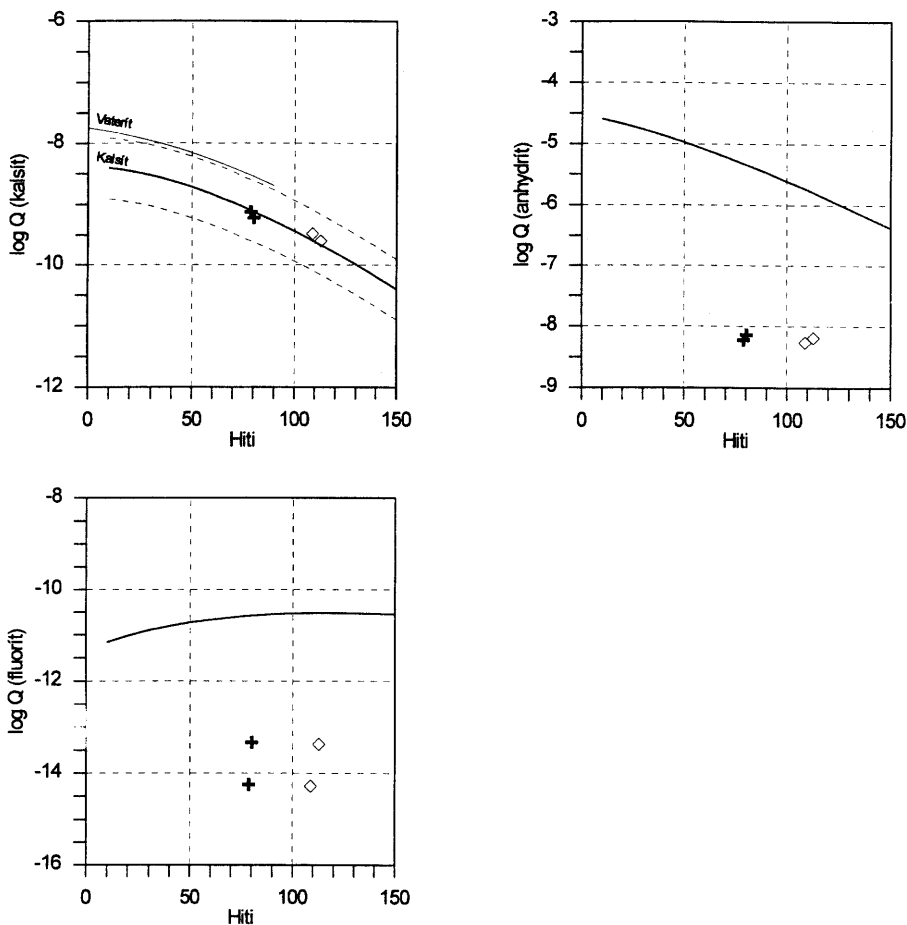
Útreiknaðir efnahitar fyrir sýnin frá Korpu eru nokkuð ólíkir. Allir katjónahitamælar sýna hitastig 80-90°C, en kísilhiti í jafnvægi við kalsedon gefur hita um 110°C. Þetta bendir til að ekki sé um fullkomið jafnvægi milli bergs og vatns að ræða við eitt ákveðið hitastig.

Þegar vatn er í fullkomnu jafnvægi við berg við ákveðið hitastig má segja að styrkur flestra aðalefna vatnsins sé ákveðinn (Arnórsson o.fl., 1983). Efnin eru aftur á móti misnæm og henta því misvel sem efnahitamælar. Þegar mismunur kemur fram milli efnahitamæla er oft gott að kanna ýmsa aðra jafnvægisferla. Í þessu skyni eru valin ákveðin hitastig og útreikningar gerðir á efnabáttum vatnsins og jafnvægi við þau hitastig. Í þessu tilfelli var valið að reikna efnasamsetningu vatnsins við annars vegar kalsedonhita ($T_{\text{SiO}_2(\text{chalsedon})}$) og hins vegar alkalíhita ($T_{\text{Na-K}}$). Til þessara reikninga var notað tölvuforritið Watch (Arnórsson o.fl., 1982). Niðurstöður þessara reikninga eru sýndar á mynd 9.

Styrkur katjóna á móti vetni (myndir 9a, 9b, 9c, 9d) fellur alls staðar mjög nærri jafnvægisferlum fyrir þessi efni við hitastig um 80°C. Ef reiknað er með kísilhita (rúmlega 110°C) sýnir efnasamsetningin ávallt frávik frá jafnvægisferlum.



Mynd 9. Efnasamsetning vatns í holu RV-42 (tígull miðað við kalsedonhita, plús miðað við Na/K hita) og jafnvægisferlar.



Mynd 10. Uppleysanleiki kalsíts, flúoríts og anhydríts sem fall af hita og sýni úr RV-42 (tígull miðað við kalsedonhita, plús miðað við Na/K hita).

Sýrumólikúl anjóna (myndir 9e, 9f, 9g, 9h) eru jafnframt á eða mjög nærri jafnvægisferlum við um 80°C en fjær ferlum við um 110°C hita. Ferill fyrir brennisteinsvetni fellur milli þessara gilda.

Samanburður efnahitamælanna kemur fram á mynd 9i-k. Eins og við er að búast falla sýnin á jafnvægisferil fyrir kísil við um 110°C enda er það hitastig valið miðað við jafnvægi við styrk kísils. Á sama hátt falla sýnin frá Korpu á feril fyrir alkálhita þegar það hitastig er valið. Ef aftur á móti eru bornir saman útreiknuð efnasamsetning við jafnvægisferla Mg/K kemur í ljós að jafnvægi ríkir við hitastig um 80°C.

Á mynd 10 eru sýndir jafnvægisferlar fyrir þrjár steintegundir, kalsít, anhydrít og flúorít og efnasamsetning vatnsins frá Korpu borin saman við ferlana. Almennt má segja um jarðhitavatn á Íslandi að það er í jafnvægi við kalsít við hitastig í jarðhitageyminum. Vatn úr borholunni við Korpu fellur nærri jafnvægisferlinum hvort heldur um er að ræða valið hitastig um 80°C eða 110°C. Það er því ekki hægt að segja til um út frá þessu jafnvægi hvort hitastigið sé líklegra. Vatnið er undirmettað með tilliti til anhydríts og flúoríts eins og við var að búast. Flúorít jafnvægi næst yfirleitt ekki í íslensku jarðhitavatni nema vatnið hafi streymt um súrt berg og anhydrít jafnvægi næst ekki nema um sjávarblöndun sé að ræða eða hitastig sé yfir 180°C.

Tafla 3. Efnagreiningar á vatni úr holu RV-42 við Korpu, ásamt greiningum af vatni á nálægum jarðhitasvæðum.
Styrkur efna í mg/kg.

Svæði	Korpa	Korpa	Korpa	Reykjarhlíð	Reykir	Laugarnes
Hola	RV-42	RV-42	RV-42	MG-19	MG-25	RV-15
Sýni nr.	85-5058	85-5059	85-5063	92-5023	91-5042	92-5009
Dags.	850721	850722	850731	920225	910214	920204
pH/°C	9,60/17	9,58/24	9,67/22	9,38/20	9,67/22	9,41/21
SiO₂	141,8	142,2	141,5	92,8	100,3	149,5
Na	57,2	54,2		49,9	47,9	51,9
K	1,3	1,2		0,82	1,23	1,44
Ca	2,0	1,8		3,1	2,5	2,12
Mg	0,029	0,020		0,002	0,033	0,001
CO₂	26,7	28,3	23,8	23,6	23,3	18,4
SO₄	26,9	25,5		28,2	19,1	12,4
H₂S	0,32	0,72	0,6	1,54	0,96	0,28
Cl	14,5	17,0	19,9	14,4	15,8	23,0
F	0,75	0,28	0,31	1,06	0,62	0,54
Efnahitamælar (°C)						
T _{SiO₂(chalcd)} ^{a)}	113	108	106			
T _{Na-K} ^{a)}	82	79				
T _{Na-K-Ca} ^{b)}	77	75				
T _{K-Mg} ^{c)}	88	90				

a) Amórsson o.fl. 1983b. b) Fournier og Truesdell 1973. c) Giggenbach 1988.

Út frá þeim gögnum sem hér hafa verið sýnd virðist jafnvægi ríkja milli allra efnabátta vatnsins og bergs við alkálhita ef undan er skilinn kísill. Hærrí styrkur kísils gæti stafað af blöndum vatns úr misheitum æðum, sem vissulega er til staðar í holu RV-42 (samanber kafli 5.2), en kísill sýnir fyrst efna í jarðhitavatni breytingar vegna blöndunar. Önnur skýring sem til greina kemur er sú að í borun var beitt ýmsum ráðum til að skola svarfi upp úr holunni. Mest var notuð borleðja, en einnig mun hafa verið notað vatnsgler, sem er kísilauðugt efni. Illa gekk að hreinsa leðju úr vatnsæðum í borlok og er hugsanlegt að t.d. vatnsgler sem sest hefur í æðar hafi haft einhver áhrif á styrk kísils í vatnssýnunum frá 1985, en nýtt kísiljafnvægi næst mun hraðar en önnur efnajafnvægi.

Í dæluþrófuninni var hiti vatnsins 80-85°C. Það er því líklegt að hér sé um að ræða vatn sem er nærri jafnvægi við það hitastig. Þetta er svipað hitastig og mælist í holum á Reykjum. Árið 1986 var skoðað sérstaklega breytingar á vatnsborði í holu RV-42 við Korpu yfir eins árs tímabil og það borið saman við vatnsborðsbreytingar og vinnslu úr nálægum jarðhitasvæðum. Í skýrslu um þær athuganir (Þorsteinn Thorsteinsson og Guðni Axelsson, 1986) var talið líklegast að vatnsborðsbreytingar megi tengja Reykjasvæðunum í Mosfellsbæ. Athuganir á gögnum fram til 1993 benda til hins sama (Verkfræðistofan Vatnaskil, 1994 í útgáfu).

7. SAMANDREGNAR NIÐURSTÖÐUR

Hola RV-42 við Korpuósa er 1293 m djúp. Hún er fóðruð í 200 m, en laus fóðring (borstangir) nær frá holutoppi niður í 309,8 m. Tilgangur borunarinnar árið 1985 var að kanna hvort jarðhita, nýtilegan til vinnslu, væri að finna við ósa Korpu en hitastigulsboranir höfðu sýnt að hitastigull er mjög hár ($>180^{\circ}\text{C}/\text{km}$) á þessu svæði. Helstu niðurstöður rannsókna á holunni í borun og síðar eru eftirfarandi:

1. Hola RV-42 var erfið í borun og gekk illa að skola borsvarfi upp úr holunni og safnaðist stöðugt botnfall í hana. Síðari hluta borverksins var gripið til sogborunar og síðan borunar með leðju til að násvarfi upp úr holunni. Víddarmælingar bera ekki með sér að borað hafi verið í sérlega hrungjörn jarðlög, en einn myndarlegur skápur kemur þó fram í mælingunum. Sá er á 290-300 m dýpi og hefur holan þar þvegist út í a.m.k. 840 mm. Aðrir skápar sem sjást í mælingunum eru óverulegir, og hefur skápurinn í 290-300 m sennilega valdið mestu erfiðleikunum í borun.
2. Jarðlög við holu RV-42 skiptast í fimm basaltsyrpur (hraunlagasyrpur) og fimm móbergssyrpur. Í basaltsyrpunum skiptast á hraunlög, öll af ólivín-þóleiit og þóleiit gerð, en í móbergssyrpunum eru basaltbreksíur og túff ráðandi. Ein 26 m þykk setlagamyndun greindist á 98-124 m dýpi.

Innskotsberg greindist víða í holunni. Það efsta er á rúmlega 300 m dýpi. Tíðni innskotanna eykst óreglulega með dýpi og eru þau einna mest áberandi á 1000-1140 m dýpi. Innskotin eru úr þóleiiti og ólivín-þóleiiti og eru flest þeirra talin vera berggangar, en einnig finnast þynnri innskot, sem talin eru vera laggangar.

Jarðlög í RV-42 og skipting þeirra í syrpur er áþekk því sem sést í öðrum djúpum holum á höfuðborgarsvæðinu. Ekki hefur þó verið gerð tilraun til að tengja jarðlög RV-42 yfir í aðrar holur enda fjarlægð fullmikil til að gera slíkt með vissu.

3. Samkvæmt jarðlagamælingum er poruhluti bergsins mjög hár eða tæp 23% að meðaltali neðan 200 m dýpis. Kísílsýruinnihald bergsins mælist lágt, sem kemur vel heim við að hér er um þóleiit og ólivín-þóleiit berg að ræða. Reyndar liggur meðalgildið (45,6%) nokkru lægra en títt er um þóleiit og er talið að hár poruhluti bergsins verði til þess að styrkur kísílsýru mælist í lægri kantinum. Rafviðnám bergsins mælist sömuleiðis mjög lágt, yfirleitt um eða undir 40 ohmm, en hæstu viðnámstopparnir (um 150 ohmm) koma fram í innskotum við holuna. Engin einhlít skýring er á því hvers vegna rafviðnámið jarðlaga er svo lágt við RV-42, en ein skýring gæti verið hinn háí poruhluti bergsins.
4. Ummyndun bergs við RV-42 ber vitni um forna háhitavirkni. Zeólítar eru einkennandi ummyndunarsteindir niður í 1050 m dýpi og er komið í laumontítbeltið ($100\text{-}200^{\circ}\text{C}$ myndunarhiti) á 500 m dýpi. Epidót/klórít-beltið, sem myndast við hita yfir 230°C , tekur við af laumontít-beltinu neðan 1050 m. Í meginatriðum er þetta sama mynd og sést á öðrum jarðhitasvæðum á höfuðborgarsvæðinu.
5. Berghiti við Korpuósa er vaxandi með dýpi allt niður á botn holu RV-42. Hitastigull er um $210^{\circ}\text{C}/\text{km}$ ofan 300 m dýpis, en þar um bil tekur jarðhitakerfið við. Hiti er um 65°C á 300 m, 100°C á 600 m og 125°C á 1250 m dýpi. Hitaaukning með dýpi niður jarðhitakerfið er $40\text{-}50^{\circ}\text{C}/\text{km}$, sem er óvenjuhár hitastigull í vatnskerfi. Bendir þetta til þess að

lóðrétt lekt sé lág í bergi við holuna, og vatnshræring hæg í jarðhitakerfinu.

6. Alls hafa fundist þrettán vatnsæðar í holu RV-42, flestar smáar. Samkvæmt upplýsingum meðan á borun holunnar stóð voru helstu vatnsæðarnar á 290, 340, 390, 610, 810 og 1190 m dýpi. Borleðja sem notuð var til skolonar í borun virðist hins vegar hafa sest í æðarnar og stíflað þær meira og minna. Virkustu æðar eftir borun eru æðarnar í 340 og 390 m dýpi og benti dæluþrófun á holunni til þess að um 80% vatnsins kæmi úr þessum æðum, en um 20% úr neðri æðum. Dæluþrófunin benti enn fremur til þess að ná megi úr holunni til langframa allt að 15 l/s af um 85°C vatni með dælingu af 200 m dýpi.
7. Efnagreiningar á vatni úr holunni sýna að hér er á ferðinni lághitavatn svipað því sem fæst á lághitasvæðum hitaveitunnar. Kísilstyrkur er áþekkur því sem fæst á Laugarnesvæðinu, en styrkur brennisteinsvetnis er aftur á móti ámóta hár og á Reykjum. Efnahitamælum ber ekki saman. Kísilhiti reiknast um 110°C, en alkalímælar gefa um 80°C og virðist jafnvægi ríkja milli allra efnaþátta vatnsins að undanskildum kísli. Þetta ósamræmi getur stafað af blöndun vatns úr misheitum æðum, þ.e. æðanna á 340 og 390 m annars vegar og heitra djúpæða hins vegar.
8. Mælingar hafa sýnt árstíðabundnar breytingar á vatnsborði holu RV-42, sem hafa verið raktar til vinnslu úr Reykjiasvæðunum í Mosfellsbæ. Vatnafræðileg tengsl eru þar með staðfest milli Korpuósa og Reykjiasvæðanna. Svæðin eru samt ólík og nægir þar að benda á að hiti í Reykjiasvæðunum er undir 100°C allt niður á 2000 m dýpi. Hiti í Korpusvæðinu er hins vegar mun hærri en á Reykjum eða 125°C á 1250 m dýpi, eins og þegar hefur komið fram. Vinnsla úr djúpri holu við Korpuósa kæmi því til með að gefa heitara og þar með orkuríkara vatn en það sem unnið er úr borholum á Reykjum.

8. HEIMILDIR:

- Arnórsson, S., Sigurðsson, S. og Svavarsson, H. 1982. The chemistry of geothermal waters in Iceland I. Calculation of aqueous speciation from 0°C to 370°C. *Geochim. Cosmochim. Acta*. Vol. 46, pp 1513-1532.
- Arnórsson, S., Gunnlaugsson, E. og Svavarsson, H. 1983. The chemistry of geothermal waters in Iceland II. Mineral equilibria and independent variables controlling water compositions. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 47, 547-566.
- Arnórsson, S., Gunnlaugsson, E. og Svavarsson, H. 1983b. The chemistry of geothermal waters in Iceland III. Chemical geothermometry in geothermal investigations. *Geochim. Cosmochim. Acta*. 47, 567-577.
- Fournier, R.O. og Truesdell, A.H. 1973. An empirical Na-K-Ca geothermometer for natural waters. *Geochim. Cosmochim. Acta* 37, 1255-1275.
- Giggenbach, W.F. 1988. Geothermal solute equilibria. Derivation of Na-K-Mg-Ca geothermometers. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 52, 2749-2765.

- Guðmundur Ómar 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 (Unnið fyrir Hita-veitu Reykjavíkur), 46 s.
- Guðmundur Ómar Friðleifsson 1992: Jarðlög, jarðhiti og ummyndun í Reykjavík. Í: Jarðfræðifélag Íslands. Veggspjaldaráðstefna 28. Apríl 1992. Yfirlit og Ágrip. Reykjavík, 23-24.
- Helga Tulinius, Ómar Bjarki Smárason, 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, 38 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir 1975: Hydrothermal alteration of basaltic rocks in Icelandic geothermal areas. Proc. Second UN Symp. on the development and use of Geothermal Resources, San Francisco, 441-445.
- Hrefna Kristmannsdóttir 1979: Alteration of basaltic rocks by hydrothermal activity at 100-300°C. Í: Mortland M.M. og Farmer V.C.(útg.). International Clay Conference 1978, Elsevier, Amsterdam, 359-367
- Jens Tómasson og Hrefna Kristmannsdóttir 1976: Investigation of three low-temperature geothermal areas in Reykjavík and its neighbourhood. Í: Cadek J. og Paces T. (útg.), Proc. Int. Symp. on Water-Rock Interaction Czechoslovakia 1974, Geological Survey, Prague, 243-249.
- Ómar Bjarki Smárason, Helga Tulinius, Jens Tómasson, Þorsteinn Thorsteinsson, Guðlaugur Hermannsson og Héðinn Ágústsson 1985: Reykjavík, Hóla RV-36. Borun og rannsóknir. Orkustofnun, OS-85113/JHD-66 B, 63 s.
- Ómar Bjarki Smárason, Helga Tulinius, Þorsteinn Thorsteinsson, Jens Tómasson, Þórir Sveinbjörnsson og Vigdís Hjaltadóttir 1988: Reykjavík hóla RV-42 við Korpuós: Borun og þrýstiprófun. Orkustofnun, OS-85063/JHD-28 B, 62 s.
- Þorsteinn Thorsteinsson 1985: Reykjavík hóla RV-42: Dæluprófun í júlí 1985. Orkustofnun, OS-85119/JHD-68 B, 15 s.
- Þorsteinn Thorsteinsson og Guðni Axelsson, 1986: Hóla RV-42 við Korpuós: Breytingar á vatnsborði, ágúst 1985 til september 1986. Orkustofnun, OS-86083/JHD-38 B, 60 s.
- Verkfræðistofan Vatnaskil 1994: Reykjavík: Reiknilíkan af jarðhitasvæðum (í útgáfu).