



**ORKUSTOFNUN**

Rannsóknasvið

Höfuðborgarsvæði

## **Holur HS-45 til HS-48**

Jarðfræði og jarðlagamælingar

**Sigurður Sveinn Jónsson**

**Steinar Þór Guðlaugsson**

**Guðmundur Ómar Friðleifsson**

**Helga Tulinius**

**Benedikt Steingrímsson**

**Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur**

**1998**

**OS-98015**





**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610011/610012

**Sigurður Sveinn Jónsson  
Steinar Þór Guðlaugsson  
Guðmundur Ómar Friðleifsson  
Helga Tulinius  
Benedikt Steingrímsson**

**Höfuðborgarsvæði**

**Holur HS-45 til HS-48**

**Jarðfræði og jarðlagamælingar**

**Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur**

**OS-98015**

**Apríl 1998**



<b>Skýrsla nr.:</b> OS-98015	<b>Dags.:</b> Apríl	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> Höfuðborgarsvæði Holur HS-45 til HS-48 Jarðfræði og jarðlagamælingar	<b>Upplag:</b> 30	
	<b>Fjöldi síðna:</b> 42	
<b>Höfundar:</b> Sigurður Sveinn Jónsson Steinar Þór Guðlaugsson Guðmundur Ómar Friðleifsson Helga Tulinius Benedikt Steingrímsson	<b>Verkefnisstjóri:</b> Benedikt Steingrímsson	
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Úrvinnsla jarðlagagreininga og borholumælinga	<b>Verknúmer:</b> 610 011/012	
<b>Unnið fyrir:</b> Hitaveitu Reykjavíkur		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Í skýrslunni er gerð grein fyrir úrvinnslu gagna úr fjórum borholum á höfuðborgarsvæðinu fyrir Hitaveitu Reykjavíkur. Um er að ræða framhald rannsókna sem Hitaveitan hefur staðið að í samvinnu við Orkustofnun á síðustu árum. Tilgangur borananna er að kanna hitaástand berggrunnins með sérstakri áherslu á að afla upplýsinga um jaðra lághitasvæða hitaveitunnar og að greina hversu langt út fyrir vinnslusvæðin vinnsluáhrif koma fram í grunnvatnskerfunum. Raktar eru niðurstöður greininga og mælinga úr fjórum holum: HS-45, 46, 47 og 48. Holurnar voru boraðar 1995 og 96. Lýst er í stuttu máli gangi borunar, fóðringum og steypingum fyrir hverja holu. Síðan fylgir lýsing á jarðlögum og túlkun byggð á greiningu borsvarfs með aðstoð þunnisneiða og röntgengreininga. Einnig er gerð grein fyrir ummyndun og núverandi og fyrrverandi hitaástandi. Getið er um staðsetningu vatnsæða í texta um hverja holu og í sérkafla, en þær eru ekki sýndar á jarðlagasniðum. Í lokakaflanum er fjallað um jarðlagamælingarnar og þær bornar nokkuð ítarlega saman við svarfgreiningar í hverri holu fyrir sig.		
<b>Lykilorð:</b> Höfuðborgarsvæði, lághitasvæði, grunnvatnskerfi, borholur, jarðlög, ummyndun, jarðlagamælingar	<b>ISBN-númer:</b>	
	<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b> 	
	<b>Yfirlit af:</b> BS, PI	

## Efnisyfirlit

<b>1. Inngangur</b>	5
<b>2. Jarðlög og ummyndun</b>	5
2.1    Hola HS-45 Hvarfsmýri við Vatnsveituveg, Reykjavík	5
2.1.1    Inngangur	5
2.1.2    Jarðlagalýsing	8
2.1.3    Ummyndun og holufyllingar	8
2.2    Hola HS-46 Gunnunes, Kjalarnesi	9
2.2.1    Inngangur	9
2.2.2    Jarðlagalýsing	9
2.2.3    Ummyndun og holufyllingar	10
2.3    Hola HS-47 ÍR-völlur, Breiðholti, Reykjavík	10
2.3.1    Inngangur	10
2.3.2    Jarðlagalýsing	10
2.3.3    Ummyndun og holufyllingar	12
2.4    Hola HS-48 Hofsstaðir, Garðabæ	12
2.4.1    Inngangur	12
2.4.2    Jarðlagalýsing	13
2.4.3    Ummyndun og holufyllingar	13
<b>3. Vatnsæðar</b>	30
<b>4. Jarðlagamælingar</b>	30
4.1    Hola HS-45 Hvarfsmýri við Vatnsveituveg, Reykjavík	32
4.2    Hola HS-47 ÍR-völlur, Breiðholti, Reykjavík	33
4.3    Hola HS-48 Hofsstaðir, Garðabæ	35
<b>5. Heimildir</b>	41

## Töflur

1. Skrá yfir þunnsneiðar	7
2. Skrá yfir XRD-greiningar	7
3. Vatnsæðar skv. dagbókum bormanna	30
4. Jarðlagamælingar í holum HS-45, HS-47 og HS-48	31
5. Meðaltöl jarðlagamælinga í holum HS-45, HS-47 og HS-48	31

## Myndir

1. Staðsetningarkort	6
2. Jarðlagasnið og mælingar í holu HS-45	15
3. Jarðlagasnið í holu HS-46	18
4. Jarðlagasnið og mælingar í holu HS-47	19
5. Jarðlagasnið og mælingar í holu HS-48	25
6. Tíðnidreifing poruhluta	37
7. Tíðnidreifing kísils (SiO <sub>2</sub> )	38
8. Tíðnidreifing 16" viðnáms	39
9. Tíðnidreifing 64" viðnáms	40

## 1. Inngangur

Í þessari skýrslu er gerð grein fyrir framhaldi rannsókna sem Hitaveita Reykjavíkur hefur staðið að í samvinnu við Orkustofnun á undanförunum árum. Tilgangur þeirra er að kanna hitaástand berggrunnins á vinnslusvæðum Hitaveitu Reykjavíkur en sérstök áhersla hefur verið lögð á að afla upplýsinga um jaðra lágheatavæða hitaveitunnar og meta hversu langt út fyrir vinnslusvæðin sjálf megi greina vinnsluáhrif í grunnvatnskerfum. Almennt hafa rannsóknarholur síðustu ára verið boraðar dýpra en áður tíðkaðist, til að staðfesta tengsl við vinnslusvæðin og tvær holnanna, sem hér er fjallað um, eru um 1000 metra djúpar.

Í skýrslunni er skýrt frá niðurstöðum athugana á eftirtöldum fjórum borholum (mynd 1). Borhola HS-45 er kennd við Hvarfsmýri við Vatnsveituveg í Elliðaárdal í Reykjavík, hola HS-46 er á Gunnunesi sem gengur úr Víðinesi í Kollafirði, HS-47 er við knattspyrnuvöll ÍR í Breiðholti í Reykjavík og HS-48 er kennd við Hofsstaði skammt frá nýja Fjölbrautarskólanum í Garðabæ. Holurnar voru boraðar 1995 (HS-45 og HS-46) og 1996 (HS-47 og HS-48).

Fjallað eru um holurnar á sama eða svipaðan hátt og gert er í skýrslu um holur HS-35, og HS-37 til HS-43 (Sigurður Sveinn Jónsson o. fl. 1996). Fjallað er um gang borunar, fódðingar, steypingar og annað sem að borverkinu lýtur í stuttum inngangskafli fyrir hverja holu. Síðan fylgir lýsing á jarðlögum og túlkun byggð á greiningu borsvarfs með aðstoð þunnsneiða og röntngreininga. Í lok umfjöllunar um hverja holu er gerð grein fyrir ummyndun og núverandi og fyrrverandi hitaástandi.

Staðsetning helstu vatnsæða er ekki sýnd á jarðlagasniði en þeirra er getið fyrir hverja holu samkvæmt borskýrslum og æðarnar teknar saman í töflu í sérstökum kafla.

Í lokakaflanum er fjallað um jarðlagamælingarnar og þær bornar nokkuð ítarlega saman við svarfgreiningarnar í hverri holu fyrir sig.

Tvær mismunandi dýptarviðmiðanir koma fyrir í skýrslunni. Í jarðlagamælingunum er miðað við holuflangs, en öll önnur dýpi eru miðuð við drifborð nema annars sé sérstaklega getið. Munurinn er um 0,8-1,5 metrar.

## 2. Jarðlög og ummyndun

Borsvarfi var safnað úr holunum á tveggja metra bili og byggist jarðfræðileg úrvinnsla á athugunum á því en einnig var stuðst við þunnsneiðar við ákvörðum berggerðar og ummyndunar (sjá töflu 1). Röntngreining (XRD) var notuð við ákvörðun steinda (sjá töflu 2) og er niðurstaðna getið í ummyndunarkafli fyrir hverja holu.

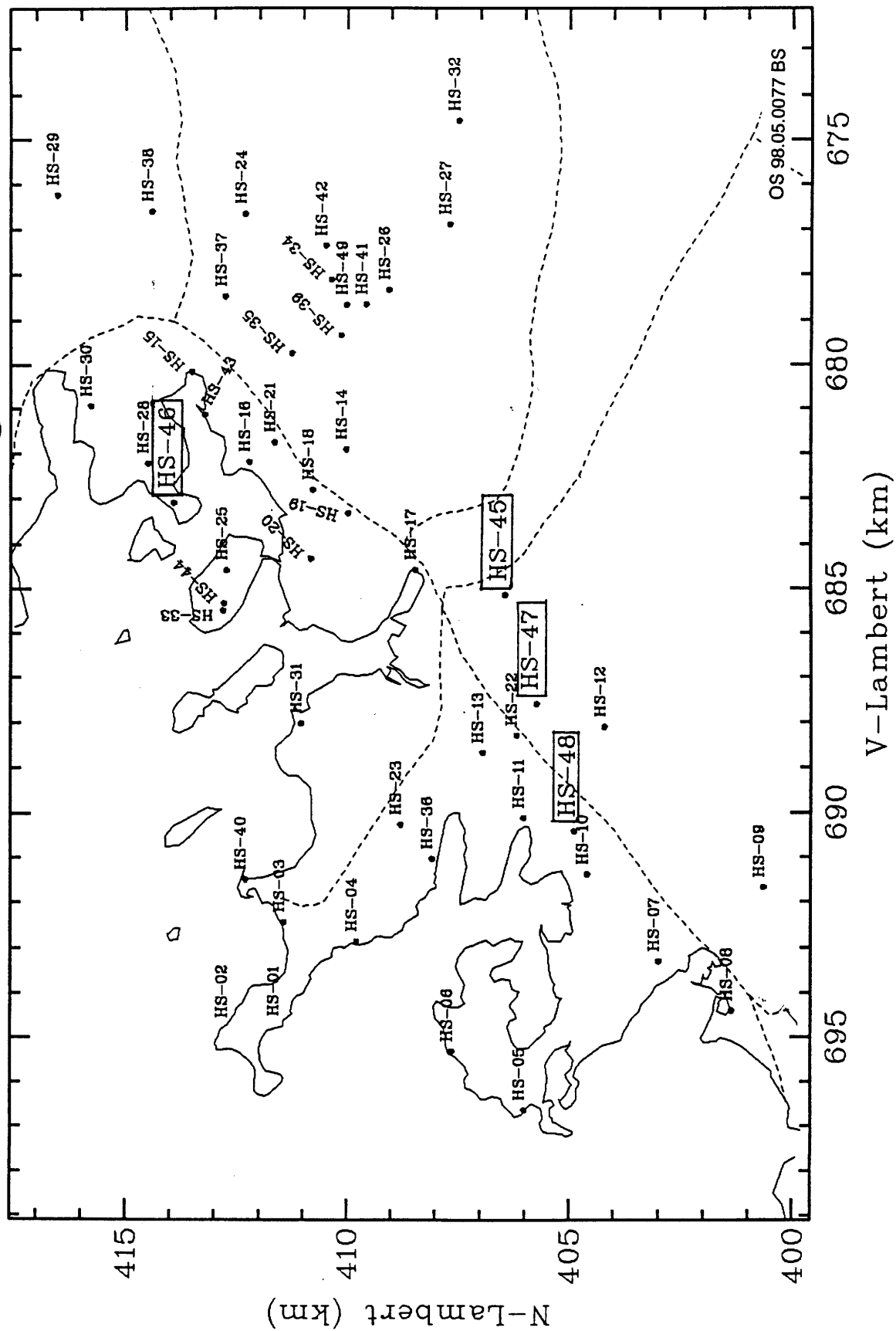
### 2.1 Hola HS-45 – Hvarfsmýri við Vatnsveituveg, Reykjavík

#### 2.1.1 Inngangur

Holan HS-45 er sunnan Elliðaáa við Hundasteina í Hvarfsmýri við Vatnsveituveg í Elliðaárdal. Staðarnúmer í gagnagrunni Orkustofnunar er 6051 og Lambert hnit holunnar eru 685151,9; 406451,6, og er holan í 63,03 m hæð yfir sjó. Hún var boruð af jarðbornum Ými dagana 12. júní til 2. júlí árið 1995 og tók verkið alls 19 verkdaga. Holan er 403,1 m á dýpt.

Grafið var fyrir 3 m löngu 16" fódurröri og það steyppt upp með 1,5 m<sup>3</sup> af sementssteypu. Steypan var boruð út með 15" lofthamri og síðan borað áfram niður á 8 m dýpi. Tekið var upp og settur niður 7¼" lofthamar og holan boruð áfram í 103,9 m dýpi. Þá var settur niður 9 5/8" lofthamar og rýmari og holan víkkuð niður á 70,3 m dýpi fyrir 8 5/8" fódðingu sem til stóð að yrði laus í holunni. Borað var niður úr fódðingunni með 7 1/4" lofthamri niður á 134,4 m dýpi, en þá var ákveðið að steypa hana fasta eftir að tilraunir til að þétta leka á bak við hana með sagi og nælontægjum höfðu mistekist. Steyppt var úr 3 m<sup>3</sup> eftir að holan hafði verið fyllt af

# HS-holur á Höfuðborgarsvæði



Mynd 1. Kort sem sýnir staðsetningu HS-holna.



**Tafla 1. Skrá yfir þunnsneiðar.**

Borhola	Númer	Dýpi (m)	Borhola	Númer	Dýpi (m)	Borhola	Númer	Dýpi (m)
HS-45	16533	48	HS-47	16546	106	HS-48	16559	52
HS-45	16534	102	HS-47	16547	222	HS-48	16560	142
HS-45	16535	182	HS-47	16548	288	HS-48	16561	246
HS-45	16536	246	HS-47	16549	308	HS-48	16562	346
HS-45	16537	304	HS-47	16550	366	HS-48	16563	362
HS-45	16538	336	HS-47	16551	436	HS-48	16564	452
HS-45	16539	398	HS-47	16552	456	HS-48	16565	522
HS-47	16553	482	HS-48	16566	586			
HS-46	16540	34	HS-47	16554	564	HS-48	16567	664
HS-46	16541	72	HS-47	16555	646	HS-48	16568	740
HS-46	16542	100	HS-47	16556	744	HS-48	16569	830
HS-46	16543	146	HS-47	16557	834	HS-48	16570	924
HS-46	16544	194	HS-47	16558	934	HS-48	16571	990
HS-46	16545	236	HS-47	16460	680-710			
HS-47	16461	780-820						
HS-47	16462	910-940						

**Tafla 2. Skrá yfir XRD-greiningar.**

Borhola	XRD-nr.	Dýpi (m)	Borhola	XRD-nr.	Dýpi (m)	Borhola	XRD-nr.	Dýpi (m)
HS-45	30591	98	HS-47	30003	356	HS-48	30783	70
HS-45	30592	102	HS-47	30004	428	HS-48	30784	196
HS-45	30593	178	HS-47	30005	444	HS-48	30785	220
HS-45	30594	182	HS-47	30006	446	HS-48	30786	282
HS-45	30599	182	HS-47	30007	594	HS-48	30787	296
HS-45	30600	226	HS-47	30009	604	HS-48	30788	300
HS-45	30605	282	HS-47	30010	604	HS-48	30789	334
HS-45	30606	290	HS-47	30008	610	HS-48	30790	384
HS-45	30607	298	HS-47	30011	640	HS-48	30982	564
HS-45	30608	316	HS-47	30012	672	HS-48	30983	576
HS-45	30609	324	HS-47	30013	694	HS-48	30984	588
HS-45	30610	338	HS-47	30014	700	HS-48	30985	606
HS-45	30611	348	HS-47	30015	714	HS-48	30987	608
HS-45	30612	354	HS-47	30016	758	HS-48	30988	688
HS-45	30613	364	HS-47	30018	918	HS-48	30989	734
HS-45	30614	368	HS-47	30019	936	HS-48	30990	742
HS-45	30615	400	HS-47	30020	940	HS-48	30991	758
						HS-48	30992	764
HS-46	30001	180				HS-48	30998	848
HS-46	30002	202				HS-48	30999	860
						HS-48	31000	874
						HS-48	31001	880
						HS-48	31002	882
						HS-48	31003	910
						HS-48	31004	928
						HS-48	31005	930
						HS-48	31006	938
						HS-48	31007	944

sandi upp í 75 m. Þegar dýpi holunnar var 336,3 m var tekið upp og sett niður 6 3/4” hjólakróna og borað með vatni í botn á 403,1 m dýpi.

Borsvarf frá 102 m og niður á 176 m dýpi úr þessari holu er glatað og mun hafa eyðilagst þegar vinnuskúr á borstað brann, en óknyttadrengrir munu hafa kveikt í skúrnum.

Vatnsæðar komu fram á nokkrum stöðum í holunni meðan á borun stóð. Fyrst fór að leka á 16 m dýpi og fór sá leki vaxandi niður á um 48 m. Talsvert vatn lak inn í holuna á bak við fóðringuna sem sett var niður á 70,3 m dýpi og var því ákveðið að steypa hana fasta eins og áður er sagt. Aðrar vatnsæðar sem komu fram í borun voru á 90-100 m dýpi, á 110-116 m dýpi og á bilinu 240-244 m.

### 2.1.2 Jarðlagalýsing

Jarðlagasnið (sjá mynd 2):

- 7-78 m Fersklegt ólívíndílótt grófkorna basalt – Reykjavíkurgrágrýti. Niður á um 14 m dýpi er svarfið kámuft og blandað yfirborðjarðlögum og veðrunarkápu. Þar neðan við er svarfið hreinna. Nokkur lög eða rennsliseiningar eru merkjanlegar, aðallega á mismunandi oxunarstigi og með mismiklum blöðrum. Neðri hluti syrpu eða frá um 44 m dýpi er mikið oxaður og rauður.
- 78-102 m Fín til meðalkorna basalthraunlög með smáum ólívín og plagíóklas dílum, nokkuð blöðrótt og talsvert holufyllt með kbasíti og ljósgulum eða rauðgulum leir. Nokkuð skörp skil í ummyndun og greinilega mislægi, mörk grágrýtis og talsvert eldra bergs.
- 102-176 m Svarf glataðist í bruna en samkvæmt jarðlagamælingum er sennilega um sömu syrpu að ræða og að ofan.
- 176-250 m Einsleit fínkorna basaltlög, nokkuð blöðrótt og með talsverðu af holufyllingum. Á stöku stað má sjá ólívíndíla eða leirfyllt spor eftir ólívín.
- 250-334 m Hraunlagasyrpa með setkenndum karga eða breksíu. Efst í syrpu er setblandað fínkorna basalt og er það merkt sem breksía og set. Þar neðan við eru tvö nokkuð áberandi kargalög. Neðsti hluti þess sem talið er með þessari syrpu er einnig setblandað efni en rauðara og kargalegra. Á milli eru fín til meðalkorna hraunlög, nokkuð blöðrótt og talsvert holufyllt. Mest ber á kbasíti og thomsóníti og einnig talsvert af leir. Um miðbik syrpu er eldrautt hraunlag.
- 334-402 m Fínkorna þóleítbasalt hraunlög, talsvert blöðrótt og holufyllt. Bergið er dökkt og nánast svart og lögin tiltölulega einsleit. Efsti hlutinn sker sig nokkuð úr í mælingum vegna hárs poruhluta og gæti verið um mjög þunnlögott hraun eða jafnvel breksíu að ræða.

### 2.1.3 Ummyndun og holufyllingar

Efsta syrpan er lítið ummynduð, ólívíndílar fersklegir og flestar blöðrur tómar utan að sumar eru fylltar eða hálfylltar af hvítum eða ljósgulum leir. Nokkuð skörp skil eru í ummyndun þegar komið er úr Reykjavíkurgrágrýti í eldra berg á um 80 m dýpi en þar er glögg mislægi og blöðrur eru allflestar með kbasíti. Thomsónít sést fyrst í grennd við botn efstu hraunlagasyrpu ofan við setkennda kargann á um 240 m dýpi en þar kemur kalsít einnig inn. Kalsedón finnst í kargakenndu lagi eða breksíu á um 184 m dýpi. Mesólít er algengt fyrir neðan neðra mislægið en greinist með XRD á um 280 m dýpi með kbasíti, apófyllít finnst á 298 m dýpi, einnig með kbasíti. Thomsónít er fyrst orðið algengt neðan við um 234 m dýpi en greinist með kbasíti á 98 m dýpi með XRD. Kalsít finnst frá um 300 m og niður í botn holunnar. Í neðstu basaltsyrpu finnst steindirnar laumontít og reyerít með nokkurri vissu á 368 m dýpi.

Kabasít og thomsónít eru mjög ráðandi steindir niður alla holunna og yfirprenta alla ummyndun sem gefur vísbendingar um hærri berghita. Hiti hefur þó á einhverjum tíma náð yfir 100°C og laumontít náð að myndast ofan við 400 metra dýpi sem bendir til enn hærri hita. Tilvist reyeríts gefur tilefni til að ætla að sjór eða ísaltur vökvi hafi eitt sinn náð inn í jarðhitakerfið.

## 2.2 Hola HS-46 – Gunnunes, Kjalarnesi

### 2.2.1 Inngangur

Hola HS-46 er á Gunnunesi sem gengur suðvestur úr Víðinesi í Kjalarneshreppi. Staðarnúmer holunnar í gagnagrunni Orkustofnunar er 23982. Lambert hnit holunnar eru 683088,99; 413924,19, og er hún í 11,09 m hæð yfir sjó.

Holan var boruð með jarðbornum Ými dagana 9.-17. október 1995. Var holan 238,9 m djúp þegar borun lauk og tók borunin alls 7 verkdaga.

Fyrst var reynt að bora með 15” lofthamri en það gekk illa og var því grafið fyrir 16” röri og það steipt fast. Neðri brún rörsins er á 3,4 m dýpi. Þá var 15” lofthamar settur niður og borað niður á 5,3 m dýpi. Fóðrað var með 14” röri niður á 5,2 m dýpi og steipt úr 17 pokum af sementi. Settur var niður 7 7/8” lofthamar og borað í 110,8 m. Vatnsæð var skorin á 35-40 m dýpi og var steipt úr 4,5 m<sup>3</sup> og kom steypa upp. Steypa var boruð með 7 7/8” og haldið áfram að bora í 141,3 m en þá var ákveðið að fóðra efri hlutann. Byrjað var á því að rýma holuna niður í 95,2 m með 10” rýmara. Síðan var sett 8 5/8” fóðring niður á 95,3 m dýpi en áður hafði holan verið fyllt upp í 100 m dýpi af sandi. Fóðringin var steipt með 61 poka af sementi og síðan aftur með 21 poka. Vatn kom í holuna á 100-102 m dýpi þegar steypa var boruð. Sandurinn var boraður út og þegar botni var náð var haldið áfram með 7 7/8” lofthamri í botn á 238,9 m dýpi.

Vatnsæðar komu fram á þremur stöðum í boruninni. Fyrst varð vart við vatn í holunni á 24 m dýpi. Vatnsæð var skorin á 35-40 m dýpi og gaf hún 10-15 l/s af 12°C heitu vatni. Sú æð var aftur skorin á 37 m dýpi þegar boruð var út steypa og fór lekinn vaxandi niður á 80 m. Önnur vatnsæð var skorin á rúmlega 100 m dýpi við borun á fóðringarsteypu og gaf hún 3-4 l/s í loftborun.

### 2.2.2 Jarðlagalýsing

Jarðlagasnið (sjá mynd 3):

0-5 m Svarf vantar.

6-88 m Ferskleg/lítið ummynduð hraunlög úr ólívínþóleíti. Efstu lögin eru grófkorna, ólívíndílótt með smáum dreifðum plagíóklasdílum og á milli laga er kargi (Mosfellsheiðargrágrýti) (Helgi Torfason o. fl., 1997). Á um 26 m dýpi er um 25 m þykk myndun úr glerjuðu basalti og engin glögg mörk á milli laga eða eininga. Bergið er plagíóklasdílótt og virðist dílahlutinn fara vaxandi með dýpi. Í neðri hluta þessarar myndunar eru hraunlög þar sem skiptist á glerjaður og óglerjaður hluti. Sýrpa þessi liggur á fínu túffkenndu sjávarseti með skeljabrotum. Lagmót setsins og grágrýtisins er á 82 m dýpi í holunni. Í Geldinganesi (HS-33) er áðurnefnd lagmót á 52-60 m dýpi (Jens Tómasson o. fl. 1994). Blöðrur í berginu eru litlar og nokkrar fylltar með gulum leir.

88-142 m Önnur sýrpa ferskra hrauna og glerjaðra. Glerjaði hluti hraunnanna er mun meiri og þykkari og því réttara að tala um glerjað basalt með þunnum lögum af óglerjuðu bergi. Þunnt túfflag skilur að tvö efstu lögin. Þykkt lag af fínu túffkenndu sjávarseti með skeljabrotum er rétt neðan við miðju sýrpunnar, á 118

m dýpi, og er það fínlagskipt úr silti eða leir, með grófari linsum úr túffi. Neðan við er hreint túff og í því miðju er setlag með grófu efni og núnum kornum.

142-239 m Ólivínbasalt hraunlög. Enginn kargi er á milli laga og lögin eru afar lík hvert öðru. Oft er einungis um vægan ásýndarmun að ræða þegar lögin eru greind í sundur og skipt á milli mismunandi eininga. Á stöku stað er basaltið oxað og rauðleitt – líklega tengt lagmótum.

### 2.2.3 Ummyndun og holufyllingar

Efsti hluti holunnar er nær alveg óummyndaður og ólivíndílar ferskir. Efsti hluti glerjaða basaltsins er með fersku og óummynduðu gleri en þegar neðar dregur í efstu syrpana fer að sjást ummyndað gler (palagónít) og ummyndun á ólivín er bundin við sprungur og rima.

Kalsít (aragónít?) finnst ofarlega í efsta hlutanum og síðan samfelld niður á botn. Efst er það tært og náralaga en þegar neðar dregur verður það hvítara og meira ber á rhombohedral kristöllum. Beltaðir kalsít kristallar eru á 78 m dýpi, hvítir innst, síðan gráir og tærir yst. Zeólítar eru ekki áberandi. Fyrstu merki um lághitazeólíta eru á 88 m dýpi en þar finnst mjög smábert kabsít á sprunguflötum. Thomsónít finnst síðan á 146 m dýpi. Zeólítar eru til staðar um miðbik holunnar en hverfa nær alveg þegar neðar dregur. Neðsti hlutinn er alveg laus við zeólíta en kvars (bergkristall), kalsít og pýrít er þeim mun meira áberandi. Pýrít finnst fyrst á 118 m dýpi og síðan við og við niður á botn.

## 2.3 HOLA HS-47 – ÍR-völlur, Breiðholti, Reykjavík

### 2.3.1 Inngangur

Hola HS-47 er við knattspyrnuvöll ÍR í Breiðholti. Staðarnúmer holunnar í gagnagrunni Orkustofnunar er 6052, Lambert hnit eru 687609,54; 405740,88, og er hún í 47,01 m hæð yfir sjó. Jarðborinn Narfi boraði holuna frá 22. apríl og fram til 24. júní 1996 og tók verkið alls 41 verkdag. Holan er 1010 m á dýpt.

Grafið var fyrir 16" fóðurröri og það steypst fast. Neðri brún rörsins er á 3 m dýpi. Borað var með 12 ½" lofthamri niður í 49,1 m dýpi, tekið upp og sett niður 10 ¾" fóðring niður á 47,4 m dýpi. Fóðringin var steypst með 8m<sup>3</sup> af steypu og kom steypan upp. Því næst var soðinn 10" flangs á holuna og settur niður 9 7/8" lofthamar og borað niður á 253,3 m dýpi. Tekið var upp og sett niður 9 5/8" hjólakróna og borað í 521,9 m dýpi. Fóðrað með 8 5/8" fóðringu niður á 518,8 m dýpi og fóðringin steypst með 28 m<sup>3</sup> af steypu og tókst steypingin vel. Soðinn var 8 5/8" flangs á holuna. Síðan var sett niður og borað út úr steypu og áfram í 1010 m með 7 7/8" hjólakrónu og vatni.

Vatnsmagn í holunni fór vaxandi frá 137 m dýpi og niður á 253 m dýpi þegar hætt var að bora með 9 5/8" lofthamri. Smáleki kom í holuna þegar dýpið var um 960 m en annars virðist holan hafa verið nokkuð þétt í borun.

### 2.3.2 Jarðlagalýsing

Jarðlagasnið (sjá mynd 4):

0-14 m Svarf vantar.

14-100 m Ferskt grófkorna og díflótt ólivínþóleið (Reykjavíkurgrágrýti) (Helgi Torfason o. fl. 1997). Syrpan er beltud og breytist dílasamsetning örlítið frá einu lagi til annars. Bergið er blöðrótt og sjást aðskilnaðaræðar og misjöfn kristöllun í berginu. Í stöku holu er ljósgulur leir sennilega ættaður úr köldu grunnvatni.

Leirinn er talsvert meiri þar sem lögin hafa hærri poruhluta og er að jafnaði meiri þar sem oxuð og rauðleit lög koma inn og marka skil á milli rennsliseininga.

- 100-126 m Ólivínþóleið undir grágrýtinu, ferskt, beltótt, ólivíndílótt og grófkorna – interglacial hraun en er örlítið dekkra og gæti verið eitthvað eldra en að ofan. Kabasít sést í neðri hluta syrpu en annars er ummyndun svipuð og í grágrýtinu ofan við og önnur einkenni eru jafnframt svipuð. Nær engin breyting frá syrpu að ofan en lögin eða rennsliseiningar virðast vera þynnri en í grágrýtinu að ofan.
- 126-182 m Móbergsmýndun/túff. Um miðbikið koma fyrir lög eða linsur sem eru úr hreinu tilfluttu og blönduðu lagskiptu efni gæti það átt við um alla syrpu. Efsti hlutinn, eða niður á um 140 m dýpi er mestmegnis vel samlímt og palagónítiserað túff með stöku basaltbroti. Bindiefni í túffinu er aðallega útfellingar (kalsít, leir) og palagónít og fremur lítið sést af fersku gleri. Hluti basalts eða kristallaðra korna vex þar fyrir neðan og er túffið breksíulegra niður á um 150 m, þar sem er gróft setlag eða þunnt basaltlag, en breksían heldur síðan áfram niður á um 160 m. Þar fyrir neðan er hreint palagónítiserað túff. Botn syrpu er breksía með basaltbrotum og talverðu af fersku gleri. Ekki er að sjá mikinn mun á þessari syrpu í jarðlagamælingunum. Hún hefur öll fremur háan poruhluta og eru skörp skil bæði ofan og neðan við. Sama má segja um viðnámið en neðri mörk lágviðnámskaflans sem markar túffið fylgir ekki poruhlutanum eins og sjá má á mynd 4. Kísilsýra hækkar lítið eitt, mest efst en lækkar síðan.
- 182-280 Fremur fínkorna ólivínþóleið hraunlög með nokkuð glerjuðum og blöðróttum kargalögum. Margar blöðrur eru með kabasíti og mikill leir (ópall) en annars er bergið nokkuð ferskt og lítið ummyndað. Líklegt er að um sé að ræða tvær syrpu af hraunum þar sem neðan til kemur inn nokkuð kargablandað svarf, rauðara og meira oxað.
- 280-320 m Basaltrík breksía, nokkuð oxuð og rauðleit en verður líkari móbergi þegar neðar dregur og inn á milli virðast koma lög af hreinu túffi. Hugsanlega breksíerað hraun eða neðsti hluti neðri basaltsyrpu að ofan.
- 320-352 m Hraunlög úr meðalgrófu basalti með lögum af karga.
- 352-394 m Glerjað basalt. Nokkuð mikið er af gleri og er það ferskt og lítið sem ekkert ummyndað –gæti verið hluti af eða framhald syrpu að ofan. Efst í þessari syrpu er þunnt túfflag úr hreinu gleri.
- 394-444 m Hraunlagasyrpa. Efsti hlutinn niður á um 410 m dýpi er úr fín- til meðalkorna basalti en þar fyrir neðan er basaltið grófara og mjög dökkt. Merki um sprungu eða ljóst, glerjað gjóskulag eru við botn syrpu í um 436 m og er það mjög ríkt af pýríti. Ummyndun í kring er hins vegar lítil.
- 444-510 m Móberg og hraunlög. Efst í þessum hluta er þunn móbergsmýndun – mestmegnis breksía með þunnu túfflagi. Um miðbikið eru tvö fín- til meðalkorna ferskleg hraunlög. Neðar tekur svo við móberg með miklu af fersklegu gleri, tiltölulega lítið ummynduðu. Örlítill vottur af grófkorna basalti bendir til þess að dólerítið neðan við nái eitthvað upp í þessa syrpu. Í móberginu og á skilum basaltsins eru nokkuð ljós glerkennd þunn túfflög. Stór skápur er í holunni rétt neðan við 450 m dýpi og gæti það verið sprunga í móbergskaflanum á þessu dýpi.
- 510-1010 m Meðalgróf basaltraun efst en þar neðan við er innskot úr dóleríti sem nær til botns. Afar einsleitt berg og kornastærð þess jöfn eða meiri en kornastærð svarfsins. Á bilinu 464 og niður á um 500 m er hraunlagasyrpan í talsverðri nánd við innskotið og hugsanlegt að frá innskotinu séu þunnir gangar eða pokar sem skjótast í gegnum hana og upp undir móbergið sem endar á rúmlega 460 m dýpi. Í þunnsneið frá 456 m dýpi er ekkert dólerít en á 482 m dýpi er farið að bera á

dóleríti. Í öllum þunnisneiðum þar fyrir neðan og til botns er dólerítið hreint og óblandað. Textúr mjög dæmigerður fyrir dólerít en nálgast það á stundum að vera granúlar. Blöðrur eru engar. Ummyndunarsteindir er litlar sem engar og plagióklas er ferskur. Fínar sprungur (0,1-1,0 mm) eru fylltar. Nokkrar stærri sprungur eða æðar eru í neðri hluta innskotsins og er ummyndun og magn ummyndunarsteinda þar meira (merkt með H á jarðlagasniðinu) Innskotið er mjög einsleitt eins og komið hefur fram. Á jarðlagasniðinu eru merkt skil á milli eininga innan innskotsins sem marka að jafnaði vægan ásýndarmun, sprungur og þess háttar. Á nokkrum stöðum, aðallega á milli 700 og 800 m dýpis, er vottur af fínkorna basalti, talsvert mikið ummynduðu. Gætu þar verið þunnir basaltgangar eða grannberg innskotsins. Það gæti þýtt að holan sé í útjaðri innskotsins og holan nái út úr því á stöku stað. Þess eru þó engin glögg merki.

### 2.3.3 Ummyndun og holufyllingar

Efstu grágrýtislögin, sem ná niður á tæplega 130 m dýpi, eru fersk og óummynduð nema neðsti hluti neðri syrpu þar sem vottar fyrir af lághitazeólítum, fyrst og fremst kabasíti með thomsóníti rétt neðan við 100 m dýpi. Ummyndun í móberginu neðan við 128 m er ekki mikil. Glerið er sums staðar komið yfir í palagónít en sést einnig ferskt og þá sérstaklega í túffinu í kringum 500 m dýpi. Holur og blöður í móbergsgleri eru almennt fylltar. Kalsít sést fyrst á um 168 m dýpi og finnst á stangli niður á botn holunnar. Þá fer þýtt að sjást nokkuð ofarlega, á mörkum efstu móbergssyrpu og hraunanna þar fyrir neðan eða í kringum 185 m dýpi. Þýtt finnst nokkuð samfelld niður á botn holunnar og er algengara í grennd við sprungur. Ummyndun fer vaxandi þegar neðar dregur og nálægt miðri móbergssyrpu tvö verður sú breyting að zeólítar sem myndast við hærri hita (stilbít) fara að sjást með XRD-greiningu og síðan eykst ummyndunarstig, mesólít kemur inn og loks laumontít – líklega í kringum 610 m en það finnst fyrst með XRD á milli 690 og 710 m og er samfelld niður á botn. Kvars finnst fyrst á um 625 m dýpi.

Ummyndunin sem hér er lýst er forn. Núverandi hitaástand er allt annað en sést og ummyndun í samræmi við það, yfirrentuð lághituummyndun, með kabasíti og thomsóníti allt niður á botn holunnar á 1010 m. Kabasít og thomsónít sjást mjög glögg í eftri hluta holunnar en minna ber á þessum steindum í innskotinu neðan við um 800 m eða þar um bil nema í XRD. Kabasít er reyndar ekki í XRD-sýnum frá 800-1010 m en talsvert thomsónít og gjarnan með analísími.

## 2.4 Hola HS-48 Hofstaðir, Garðabæ

### 2.4.1 Inngangur

Hola HS-48 er í landi Hofstaða í Garðabæ og var boruð 1996, frá 21. júní og fram til 16. ágúst. Staðarnúmer holunnar í gagnagrunni Orkustofnunnar er 10241. Lambert hnit eru 690414,53; 404895,72, og hæð yfir sjó er 15,87 m. Narfi boraði fyrstu 12,2 metrana 21. júní til 1. júlí 1996. Þá kom jarðborinn Ýmir og dýpkaði holuna í 53,7 m 1.-4. júlí. Narfi var síðan settur á holuna á nýjan leik og boraði hann holuna í 1000 m dýpi frá 4. júlí 1996 og lauk við holuna þann 16. ágúst. Borunin tók 28 verkdaga.

Undanfari borunar var niðursetning 16" yfirborðsfóðingar niður á 4 m dýpi. Narfi byrjaði að bora með 12 ½" lofthamri niður á um 8 m dýpi en þá byrjaði að skolast undan kjallara holunnar. Sett var niður 9 7/8" hjólakróna og hrun borað út niður á 7 m dýpi. Steypt var í holuna með 4 m<sup>3</sup> af sementsblöndu og 3 m<sup>3</sup> af sandsteypu. Steypan var boruð út með 9 7/8" lofthamri og holan dýpkuð í 11,5 m miðað við drifborð en þá hrundi hún saman á um 5,5 m dýpi í lausum jarðlögum og urð. Ákveðið var að hætta að bora með Narfa. Ýmir var settur á holuna og boraði með 10 ¾" Holtehamri (innanmál rörs 10") frá 5 m og niður á 53,4 m dýpi.

Rörið var síðan steipt fast með 1 m<sup>3</sup> af steypu. Narfa var síðan komið aftur fyrir á holunni og byrjaði að bora með 9 7/8" lofthamri niður á 355,7 m dýpi. Holan var fódruð með 8 5/8" niður á 355,7 m dýpi (fóðringarendi) og steipt úr 10 m<sup>3</sup>. Steypa kom ekki upp og var steypuborð í 120 m. Steypan var boruð út frá 280 m og holan síðan boruð í 1000 m dýpi.

Nokkrar vatnsæðar komu fram í boruninni auk þess sem merkja má nokkrar æðar eða sprungur í svarfi og eru þær merktar á jarðlagasniðið. Smá vatnsleki kom í holuna á 343 m dýpi. Rennsli var mælt á 356 m dýpi og var það 0,5 l/s af 12°C vatni. Fyrst varð vart við vatn neðan fóðringar á um 415 m dýpi og á dýptarbilinu 469-477 m jókst rennslið í 0,5 l/s og jókst í 1 l/s á 494-499 m dýpi. Rennsli jókst enn á 550-560 m dýpi og á um 702 m dýpi var rennslið komið upp í 4,5 l/s af 16°C vatni. Á um 821 m dýpi var rennslið 2,6 l/s af 16,8°C vatni. Borinn fór í gegnum sprungu á 920 m dýpi, samkvæmt borskýrslu og þegar komið var í botn á 1000 m dýpi var rennslið 4 l/s og hitinn var 17,3°C. Loftdæling með stangir í 168 m gaf 13,5 l/s af 20°C heitu vatni við 104 m niðurdrátt. Botnhitinn mældist 26,4°C.

## 2.4.2 Jarðlagalýsing

### Jarðlagasnið (sjá mynd):

- 0-138 m Basalthraunlög með kargalögum og nokkrum þunnum set- og túfflögum. Líklega er þunnt grágrýti frá síðasta hlýskeyði efst í holunni en svarfið er slitrótt til að byrja með og einungis er til svarf frá 12 m, 23 m, 30 m, 40 m en síðan samfelld frá 50 m. Dreif af fersku grágrýti sést neðar í holunni. Kabasít er á 30 m dýpi og þar fer einnig að bera á glerjuðu bergi og líklegt að þar sé komið niður úr grágrýtishrauninu á milli 20 og 30 m. Neðan við grágrýtið er líklega móberg. Þar neðan við eru fín- til meðalkorna hraunlög, nokkuð þétt og með smáum blöðrum, almennt nokkuð díflótt, dökk og rauðýrótt með ólívíni. Á milli laga er kargi. Niður á um 138 m dýpi eru lögin tiltölulega þykk og kargalögin þynnri og líklega eru hraunlögin um 10 talsins. Ummyndun er lítil.
- 138-146 m Um 10 m þykkt túfflag á milli hraunlaga.
- 146-268 m Fín- til meðalkorna hraunlög með kargalögum. Mjög svipað basalt og að ofan en sjónarmun dekkra og lögin heldur þynnri og er unnt að telja um 15 hraunlög í þessari syrpu. Líkt og að ofan eru hraunin almennt með smáum plagíóklasdíflum nokkuð þétt með smáum blöðrum og oftast rauðýrótt. Kargahlutinn er blöðróttari, jafnan rauðleitur og oxaður. Ummyndunarsteindir sem sjást eru kabasít og thomsónít með leir og vottur af mesólíti auk þess sem kalsít finnst í sprungufyllingum.
- 268-276 m Fínkorna túff- eða setlag sem er þétt og hart.
- 276-370 m Hraunlög og glerjað basalt. Efri hlutinn er mög líkur syrpu sem er að ofan en á um 302 m dýpi verður breyting og basaltið er grófara og mun glerjaðra. Þeim kafla lýkur á um 328 m dýpi og aftur taka við fín- til meðalkorna hraunlög með kargalögum á milli.
- 370-450 m Meðal- til grófkorna ólívínþóleítt, fremur þétt og blöðrulítið, mjög dökkt og nokkuð ummyndað með einu þunnu eldrauðu millilagi. Tiltölulega einsleit syrpa hraunlaga þar sem lítill sem enginn kargi sést á milli laga og oftast einungis litar- eða ásýndarmunur. Jafnan rauðýrótt og ólívín ummyndað í leir. Nokkuð um sprungufyllingar en algengustu ummyndunarsteindir eru kabasít og thomsónít. Þessi syrpa sést nokkuð vel í jarðlagamælingunum.
- 450-496 m Ferskleg, þétt og þykk hraunlög með kargamillilögum. Breytingin í poruhluta frá miðju hraunlaganna og í karganum sést vel á mælingunum. Örlítill nettó hækkun verður á kísilsýrumagni og líklega eru þessi hraun úr þóleítti, væntanlega án ólívíns. Neðst er um 4-6 m þykkt setlag sem er breksíulegt í botninn. Það lag sést

- á mælingunum, reyndar tvískipt að því er virðist en með talsvert háan poruhluta og lágt viðnám.
- 496-564 m Hraunlög, meðal- til grófkorna efst með mjög þunnum gropnari millilögum skv. mælingum á poruhluta en annars þétt. Á milli 520 og 530 m dýpis er breksía sem kemur vel fram á jarðlagamælingunum og er auk þess blönduð túffi. Þar neðan við er mjög þykkt og þétt fínkorna hraunlag.
- 564-710 m Móbergsmýndun með nokkru af basalti eða þéttum jarðlögum í efri hlutanum. Efst er þunnt settúff/setlag sem kemur vel fram í jarðlagamælingum með háan poruhluta og lágt viðnám. Þar fyrir neðan, eða frá 570 m og niður á um 610 m til 615 m dýpi er syrpa af þéttum, meðalkorna hraunlögum og breksíur á milli laga. Neðan við er setblönduð basaltrík móbergsbreksía, einsleit og með jafnan poruhluta og tiltölulega lágt viðnám. Fyrir neðan er breksía og síðan hraunlög og syrpa þessi endar í um tíu metra þykku túfflagi með háum poruhluta, lágu viðnámi og hækkaðri kísilsýru.
- 710-846 m Hraunlagasyrpa – fín- til meðalkorna þunnlögótt hraunlög með litlum eða lítt áberandi og þunnum millilögum. Bergið er fremur fersklegt gráleitt basalt, brúnleitt, oxað og nokkuð glerjað. Svarf frá 740 m er mestmegnis fínkorna fersklegt þóleiít en blandað nokkuð glerjuðum basaltkornum. Örlítið túff er til staðar í flestum sýnunum. Mæling á poruhluta sveiflast talsvert til og bendir til lagskiptingar misþéttra þunnra laga. Í kringum 750 m sjást engin merki um ísúrt berg í svarfinu þrátt fyrir útslag í gamma mælingu. Síðan taka við einsleit hraunlög með sáralitlum millilögum eða glöggum lagmótum. Þunnlögótt þóleiít syrpa með kargalögum á milli, oft túffblönduðum, niður í 808 m. Þar fyrir neðan er önnur basaltsyrpa, einsleitt þétt meðalkorna ólívínþóleiít sem nálgast það að vera dólerít og eru hugsanlega innskot.
- 846-956 m Basaltmyndun. Mestmegnis fínkorna hraunlög með millilögum og karga en neðri hlutinn er gerður úr grófara basalti. Gætu hugsanlega verið innskot. Ummyndun er örlítið meiri á lagmótum fína og grófa basaltsins. Í kringum 926 m dýpi er vatnsleiðandi millilag með karga og seti og auknum útfellingum.
- 956-1000 m Móbergsmýndun úr túffi, breksíu og glerjuðu basalti. Er breksíulegt efst en verður síðan túff, síðan aftur basaltrík breksía og botn holunnar er í glerjuðu basalti. Þunnt fínkorna basaltlag í þessari syrpu gæti verið innskot, en ummyndun er nokkuð meiri ofan og neðan við lagið.

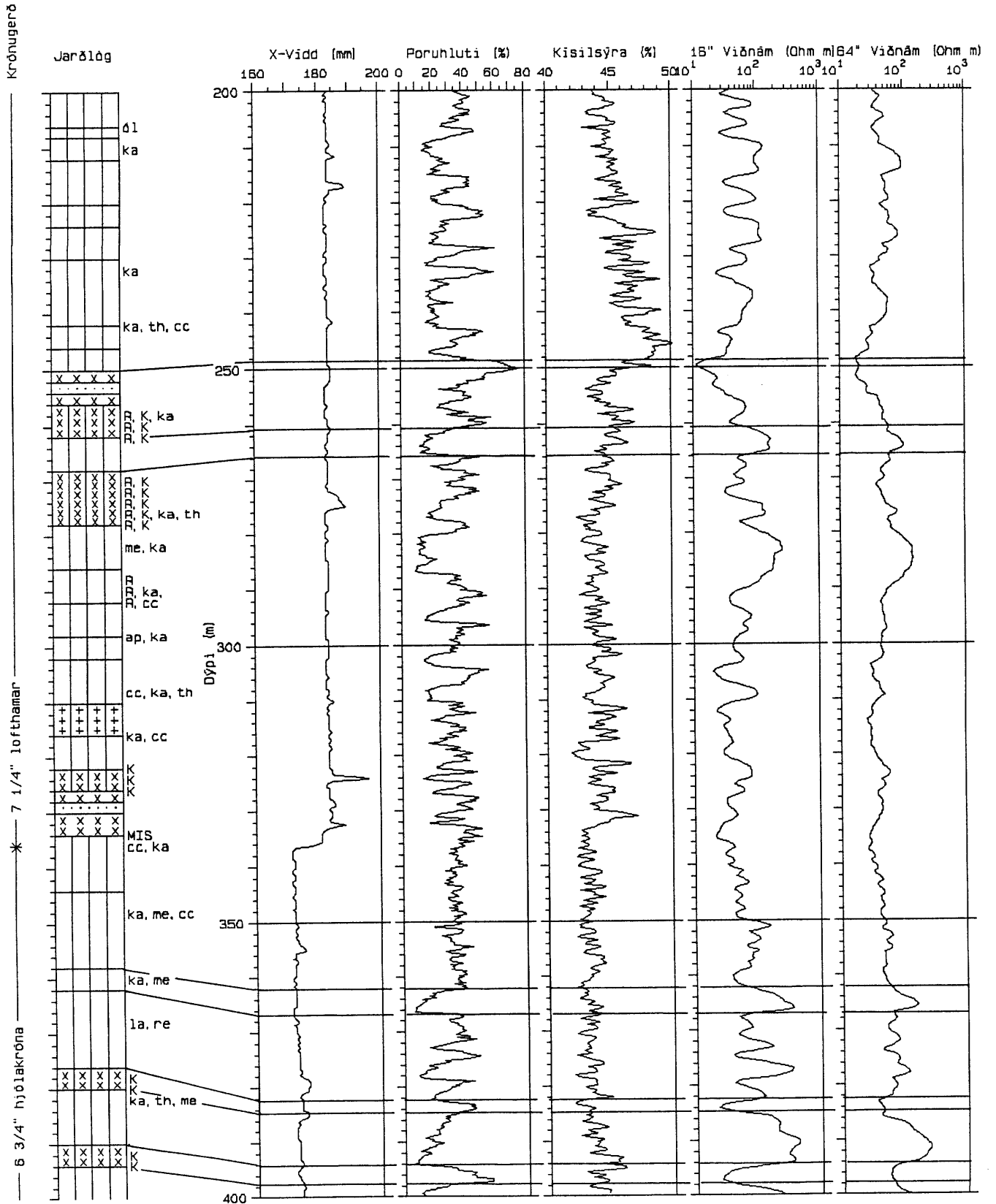
### 2.4.3 Ummyndun og holufyllingar

Almennt er ummyndun lítil. Hæstu ummerki um hita eru zeólítarnir mesólít (220 m), stílbít (282 m), kalsít (334 m), heulandít (580), mordenít (758 m) og laumontít sem finnst fyrst á 880 m dýpi. Annars eru lághitazeólítar niður alla holuna og yfirprenta alla hærri ummyndun. Garrónít finnst með thomsóníti og mesólíti á 880 m dýpi og levýn sem algengt er að finna með kabasíti finnst á 936 m dýpi. Þá finnst kabasít nær alls staðar í holunni. Í sama sýni er kvars sem myndast hefur við annað og herra hitaástand. Algeng myndunarröð í holum er leirrimi innst, síðan hafa stílbít, heulandít og mesólít myndast og loks kabasít/thomsónít við kólnun. Fyrstu merki um pýrít eru rétt niður við botn holunnar en þar er pýrítið í rauðum leir eða gjallkenndu lagi í móberginu.



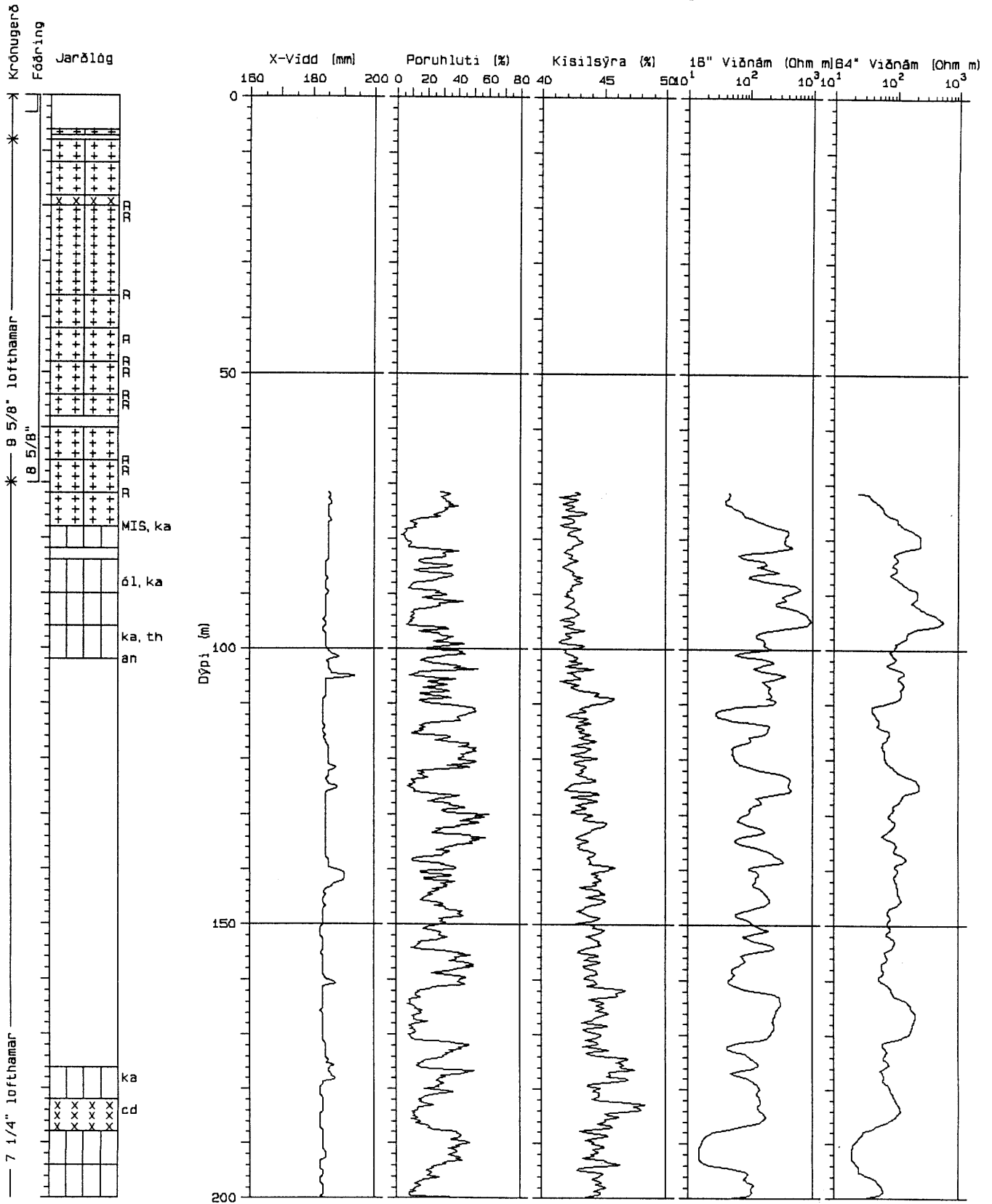


# Reykjavík - Hvarfsmýri - HS-45 Jarðlagasnið og mælingar



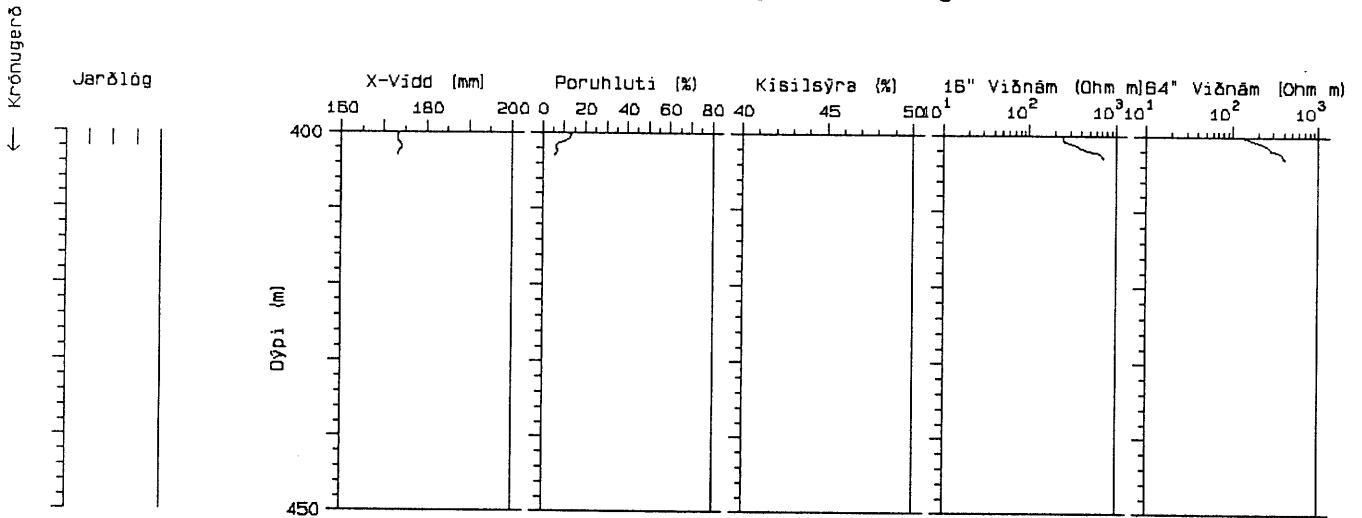
Mynd 2. Jarðlagasnið og mælingar í holu HS-45.

# Reykjavík - Hvarfsmýri - HS-45 Jarðlagasnið og mælingar



Mynd 2 frh. Jarðlagasnið og mælingar í holu HS-45.

## Reykjavík - Hvarfsmýri - HS-45 Jarðlagasnið og mælingar



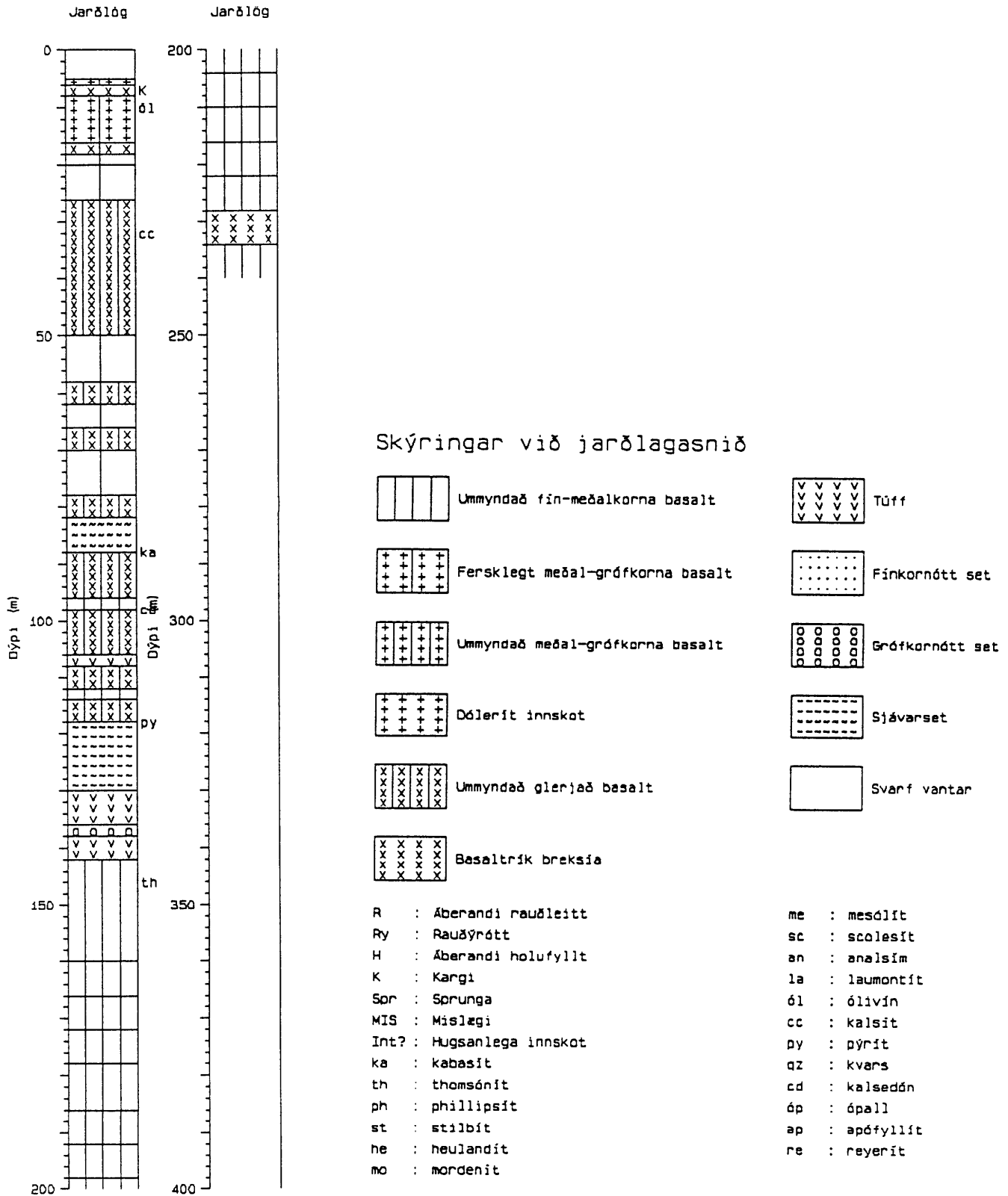
### Skýringar við jarðlagasnið

	Ummyndað fin-meðalkorna basalt		Túff
	Fersklegt meðal-grófkorna basalt		Fínkornótt set
	Ummyndað meðal-grófkorna basalt		Grófkornótt set
	Dólerít innskot		Sjávarset
	Ummyndað glerjað basalt		Svarf vantar
	Basaltrík breksía		

R : Áberandi rauðleitt	me : mesólít
Ry : Rauðyrótt	sc : scolesít
H : Áberandi holufyllt	an : analsím
K : Kargi	la : laumontít
Spr : Sprunga	ól : ólivín
MIS : Mislægi	cc : kalsít
Int? : Hugsanlega innskot	py : pýrít
ka : kábasít	qz : kvars
th : thomsónít	cd : kalsedón
ph : phillipsít	óp : ópall
st : stílbít	ap : apófyllít
he : heulandít	re : reyerít
mo : mordenít	

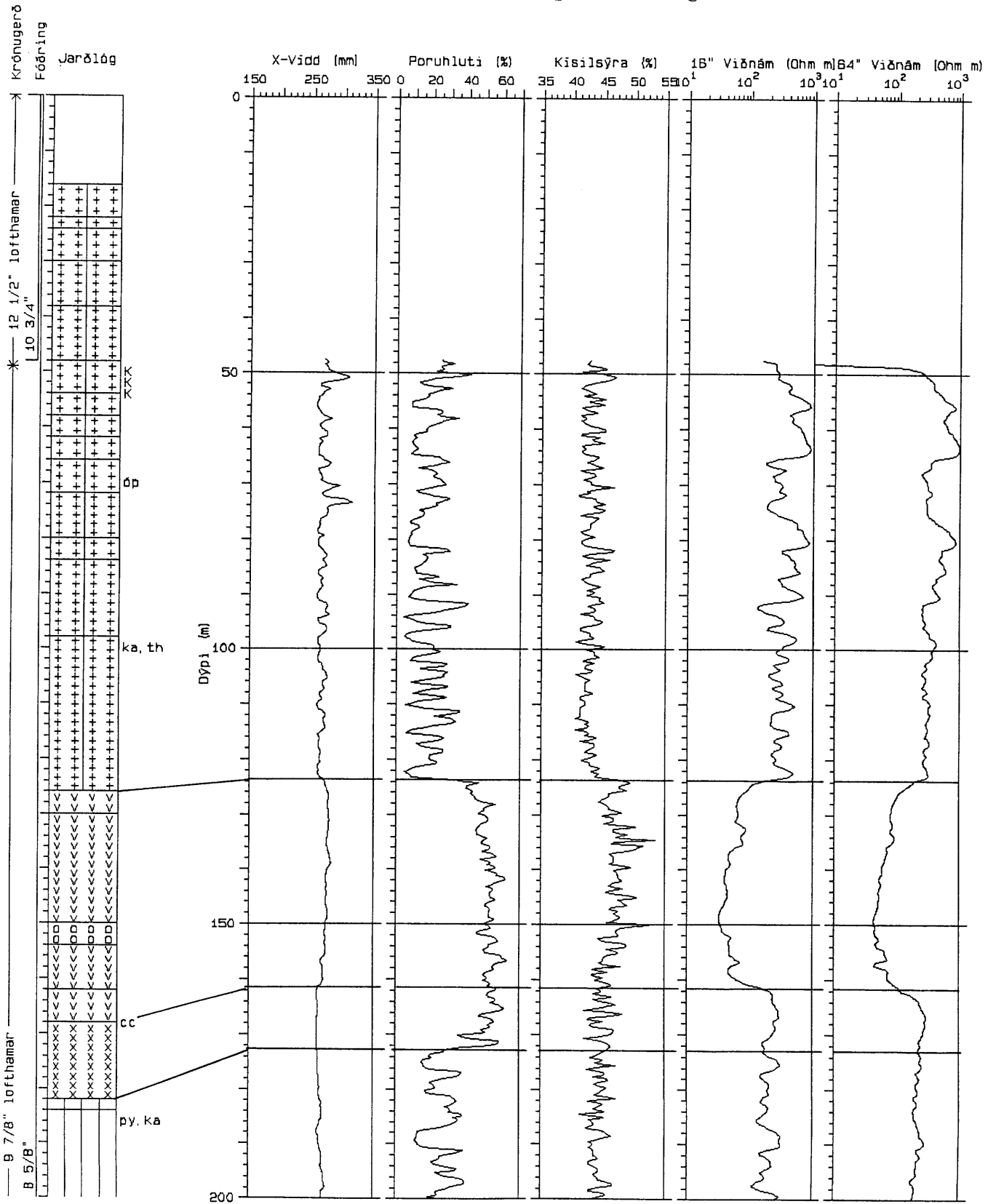
Mynd 2 frh. Jarðlagasnið og mælingar í holu HS-45.

## Kjalarnes - Gunnunes - HS-46 Jarðlagasnið



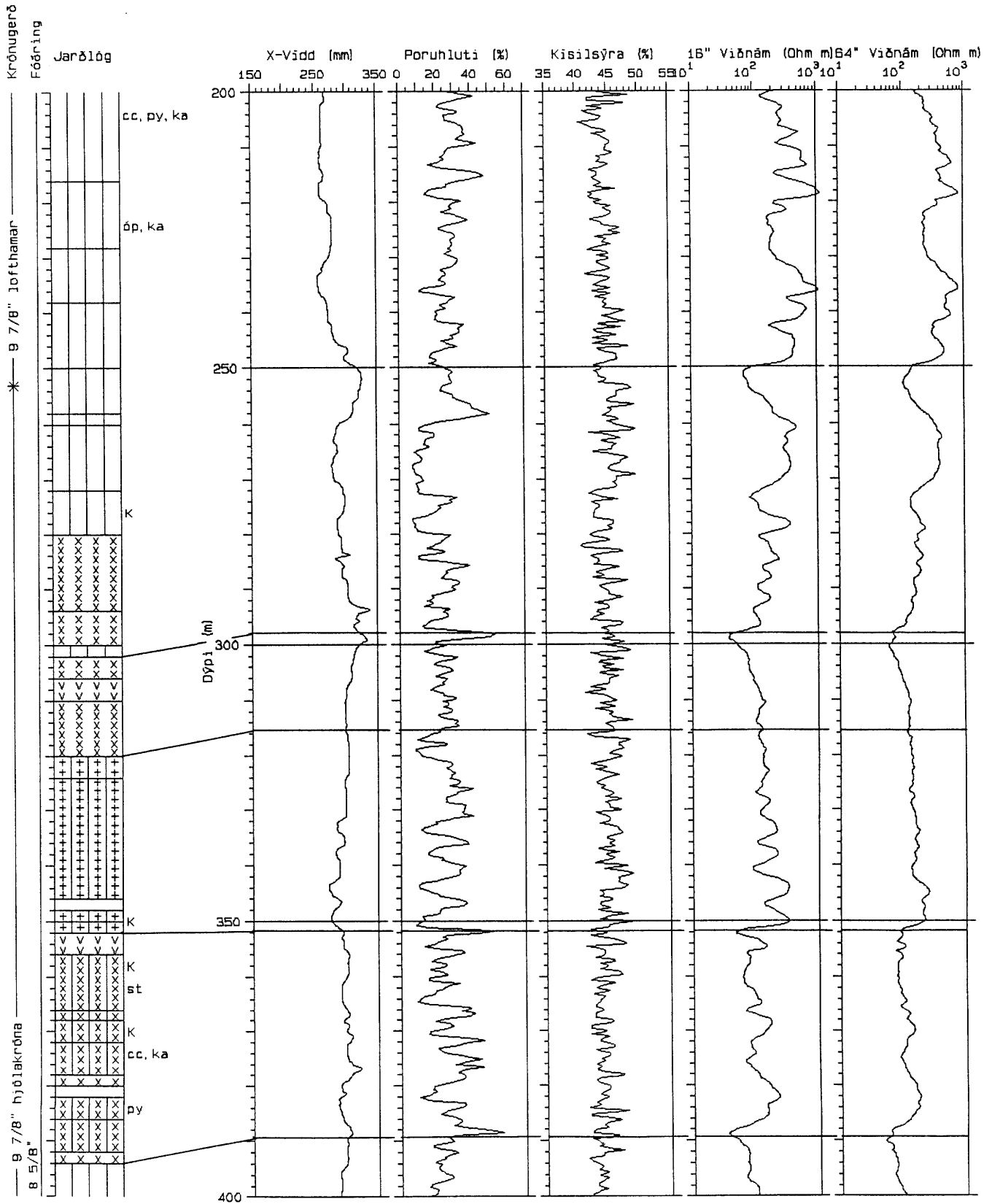
Mynd 3. Jarðlagasnið í holu HS-46.

# Reykjavík - Breiðholt - HS-47 Jarðlagasnið og mælingar



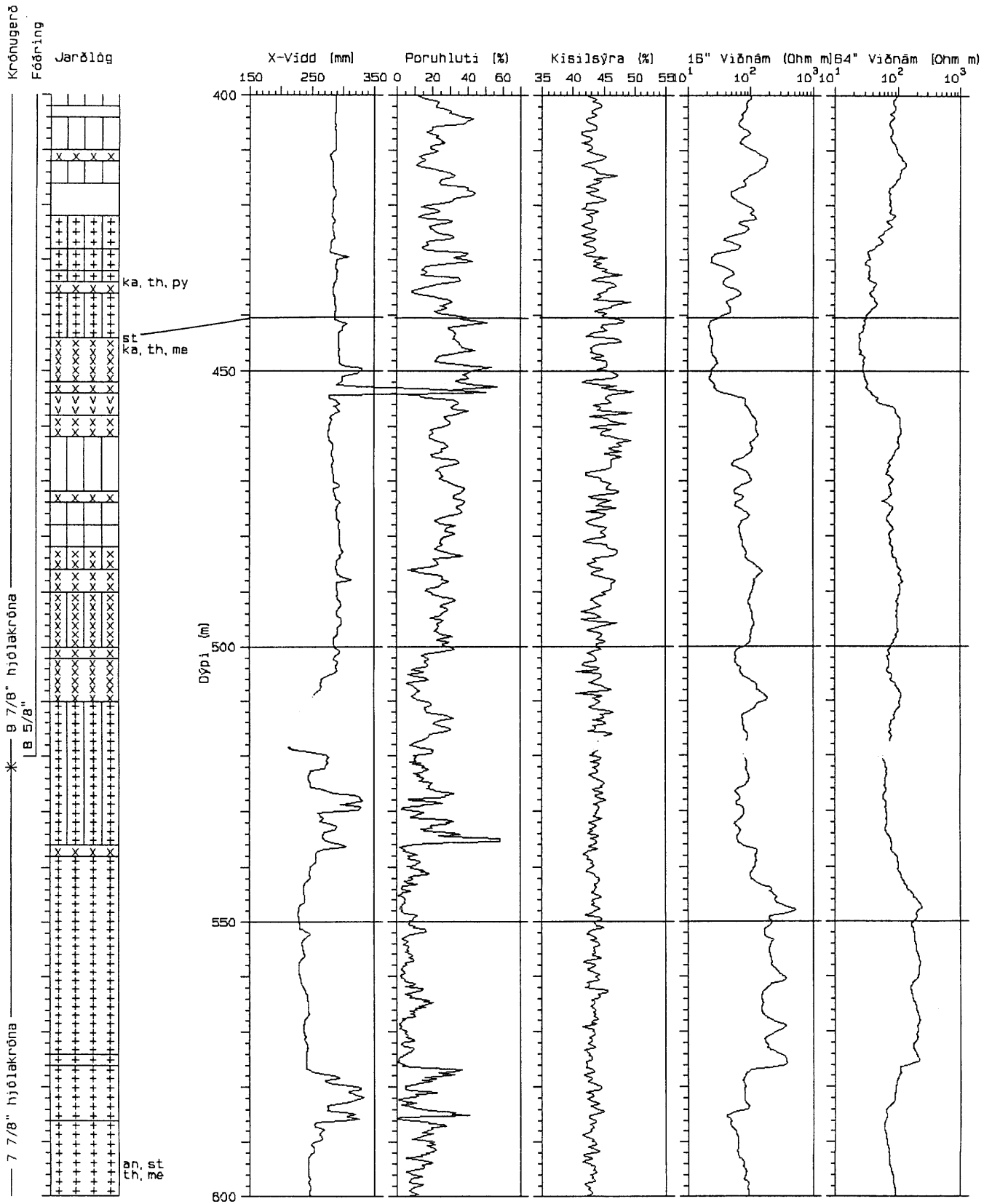
Mynd 4. Jarðlagasnið og mælingar í holu HS-47.

# Reykjavík - Breiðholt - HS-47 Jarðlagasnið og mælingar



Mynd 4 frh. Jarðlagasnið og mælingar í holu HS-47.

# Reykjavík - Breiðholt - HS-47 Jarðlagasnið og mælingar



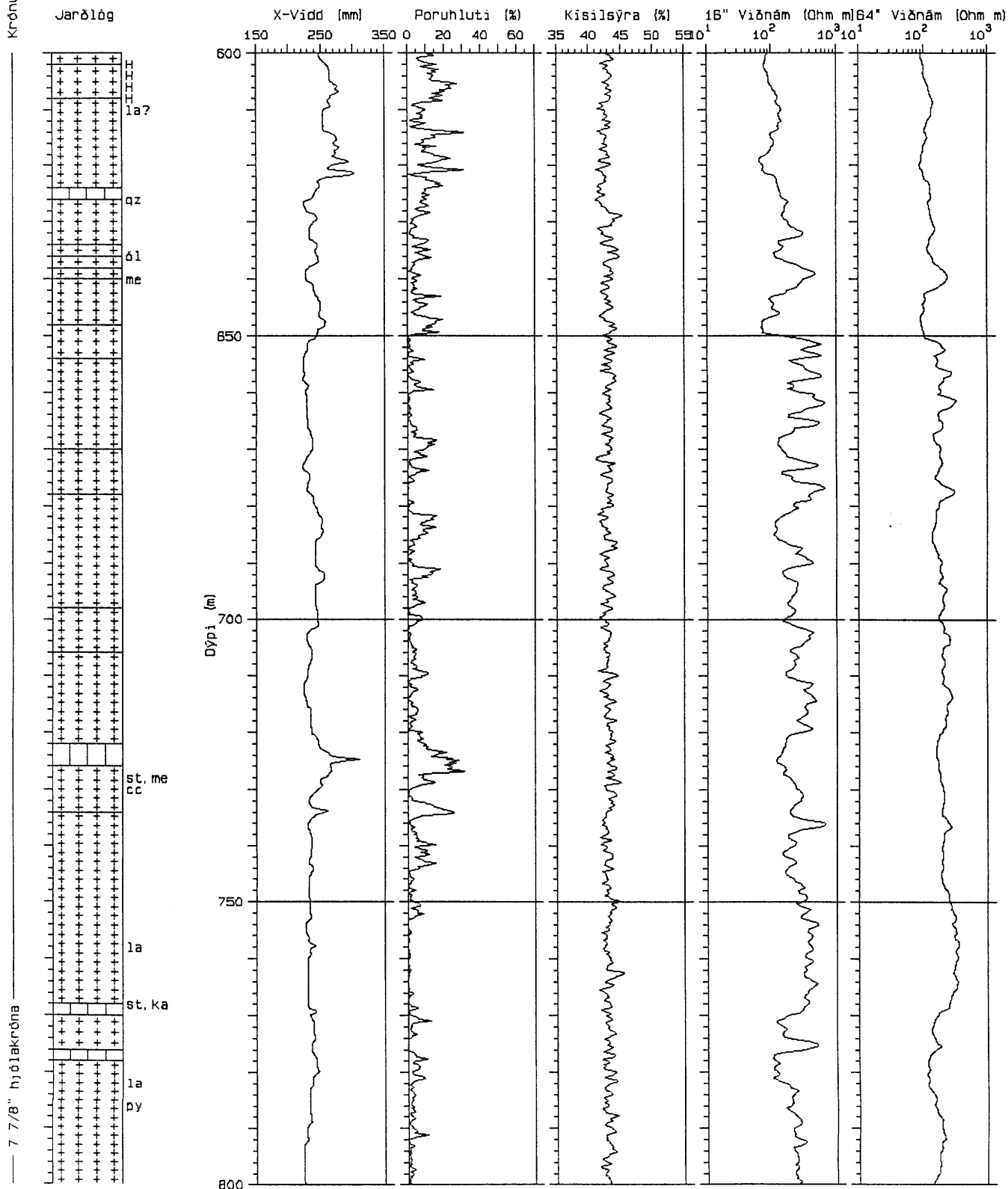
Mynd 4 frh. Jarðlagasnið og mælingar í holu HS-47.



# Reykjavík - Breiðholt - HS-47

## Jarðlagasnið og mælingar

Króngugerð



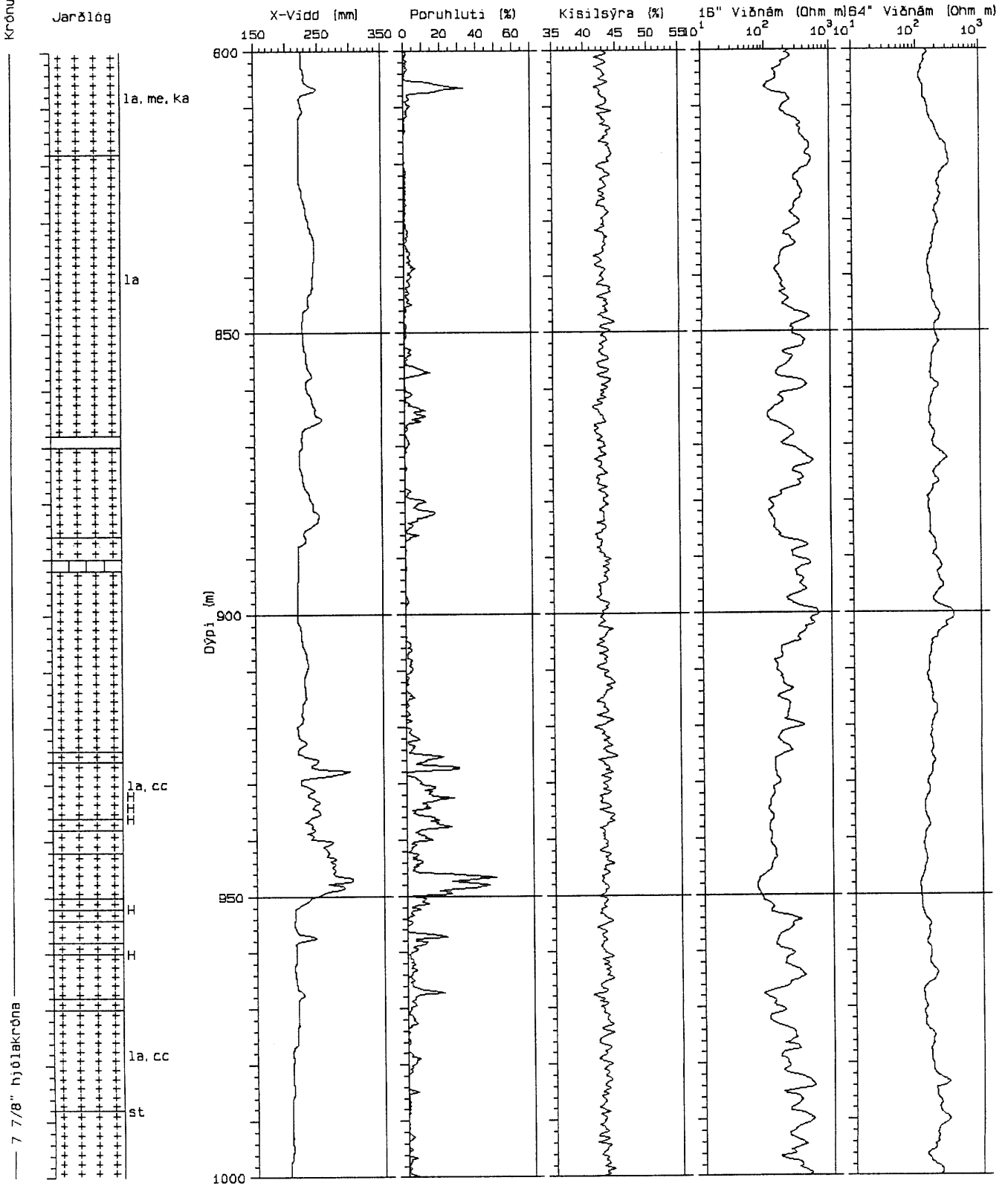
Mynd 4 frh. Jarðlagasnið og mælingar í holu HS-47.





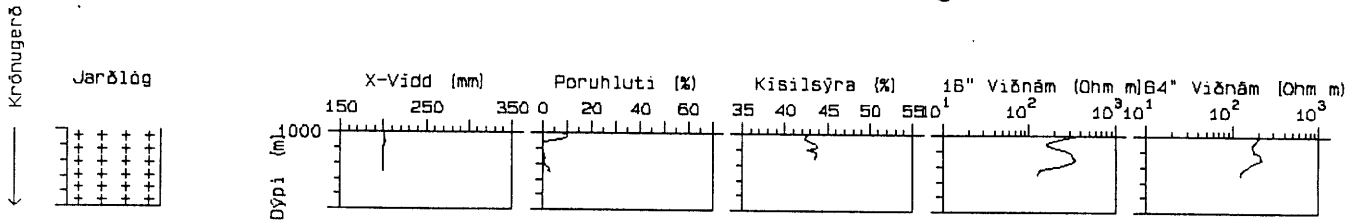
# Reykjavík - Breiðholt - HS-47 Jarðlagasnið og mælingar

Króngugerð

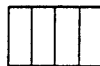

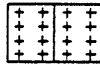
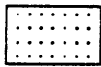
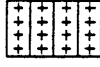
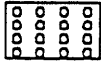
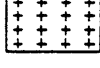
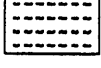
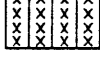
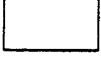
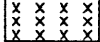


Mynd 4 frh. Jarðlagasnið og mælingar í holu HS-47.

# Reykjavík - Breiðholt - HS-47 Jarðlagasnið og mælingar



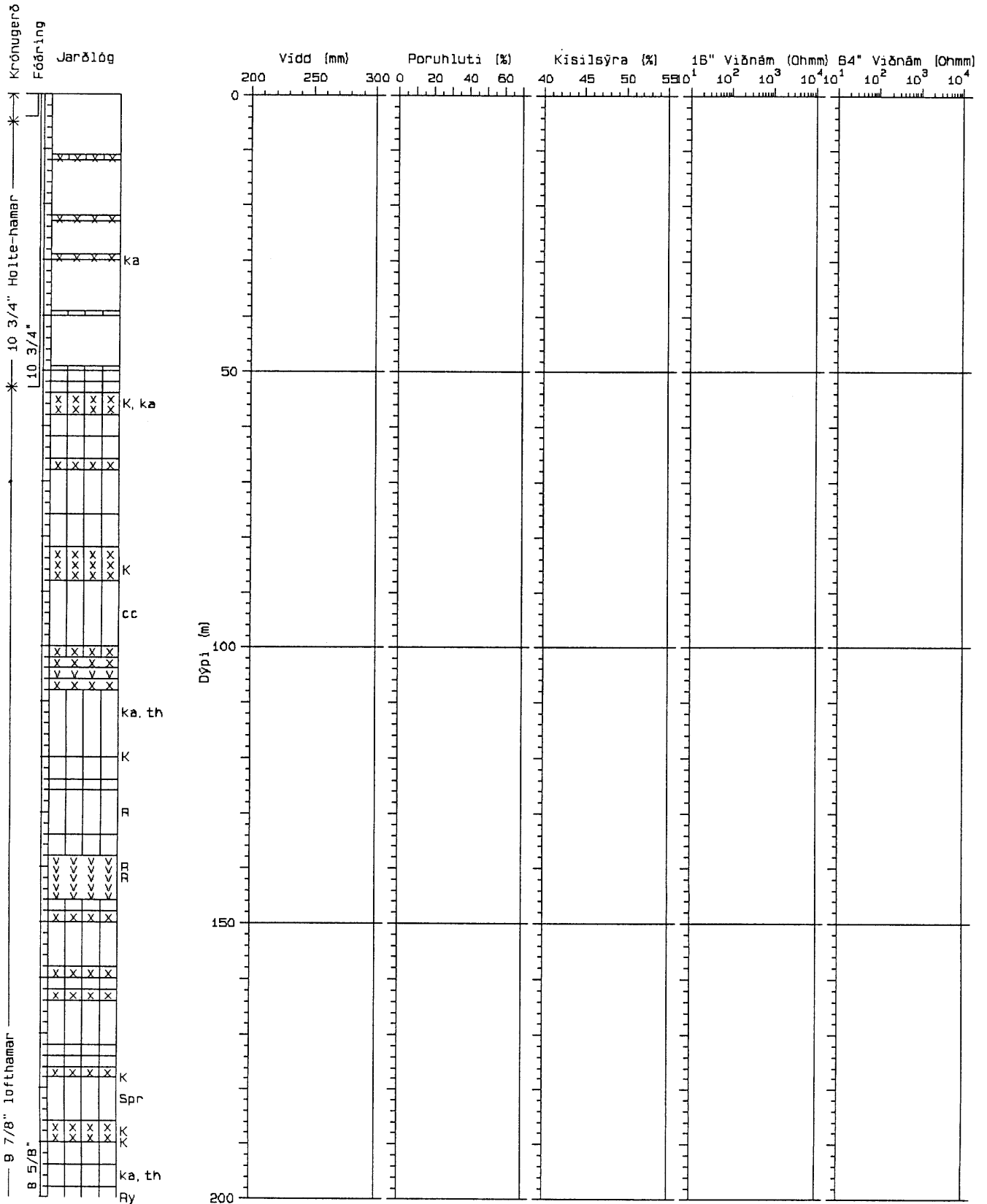
## Skýringar við jarðlagasnið

	Ummyndað fin-meðalkorna basalt		Túff
	Fersklegt meðal-grófkorna basalt		Fínkornótt set
	Ummyndað meðal-grófkorna basalt		Grófkornótt set
	Dólerít innskot		Sjávarset
	Ummyndað glerjað basalt		Svarf vantar
	Basaltrík breksía		

R	: Áberandi rauðleitt	me	: mesólít
Ry	: Rauðyrótt	sc	: scolésít
H	: Áberandi holufyllt	an	: analsím
K	: Kangi	la	: laumontít
Spr	: Sprunga	ól	: ólivín
MIS	: Mislægi	cc	: kalsít
Int?	: Hugsanlega innskot	py	: pýrít
ka	: kabasít	qz	: kvars
th	: thomsónít	cd	: kalseddón
ph	: phillipsít	óp	: ópall
st	: stílbít	ap	: apófyllít
ne	: heulandít	re	: reyerít
mo	: mordenít		

Mynd 4 frh. Jarðlagasnið og mælingar í holu HS-47.

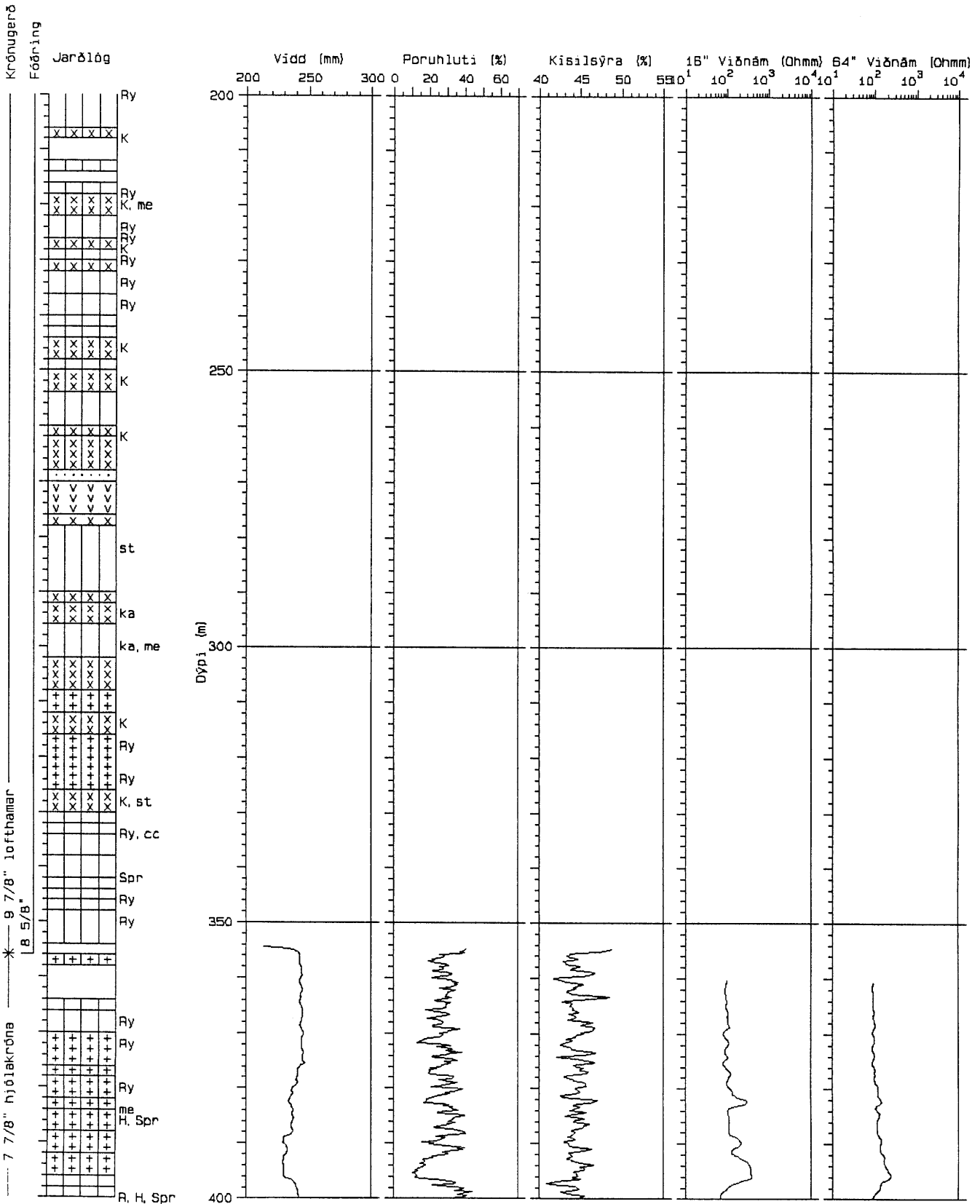
## Garðabær - Hofsstaðir - HS-48 Jarðlagasnið og mælingar



Mynd 5. Jarðlagasnið og mælingar í holu HS-48.

# Garðabær - Hofsstaðir - HS-48

## Jarðlagasnið og mælingar



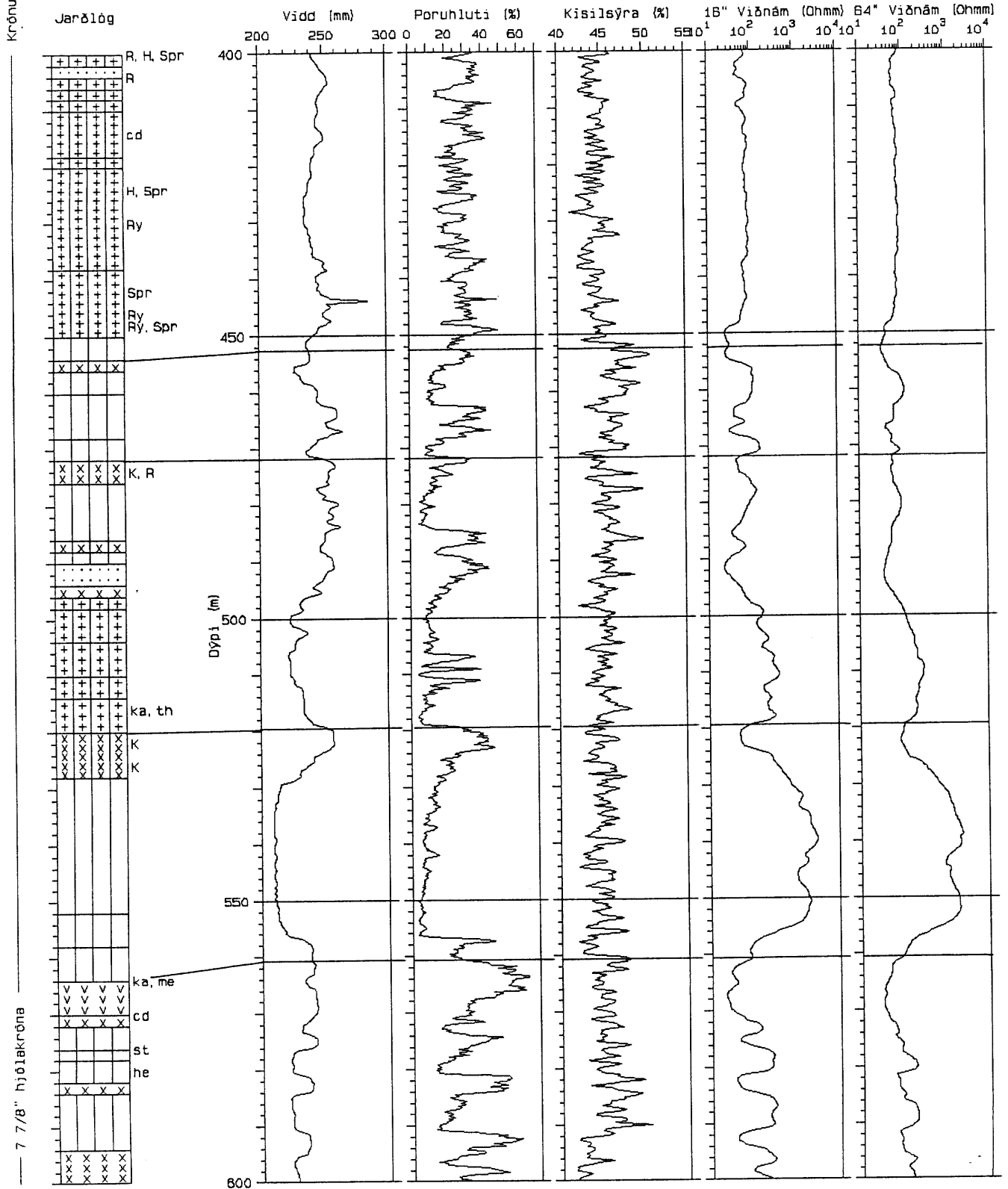
Mynd 5 frh. Jarðlagasnið og mælingar í holu HS-48.



# Garðabær - Hofsstaðir - HS-48

## Jarðlagasnið og mælingar

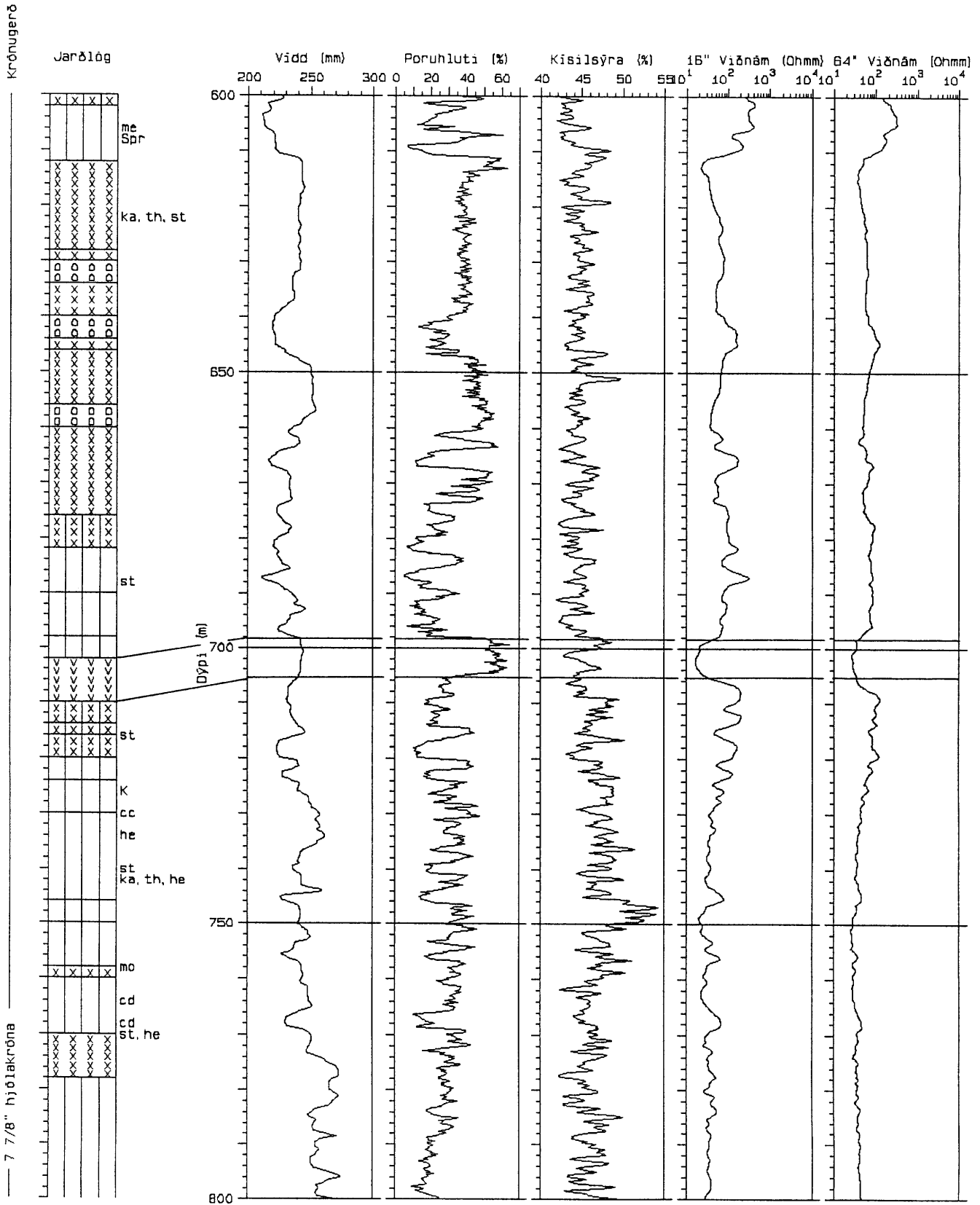
Kröngugerð



Mynd 5 frh. Jarðlagasnið og mælingar í holu HS-48.

# Garðabær - Hofsstaðir - HS-48

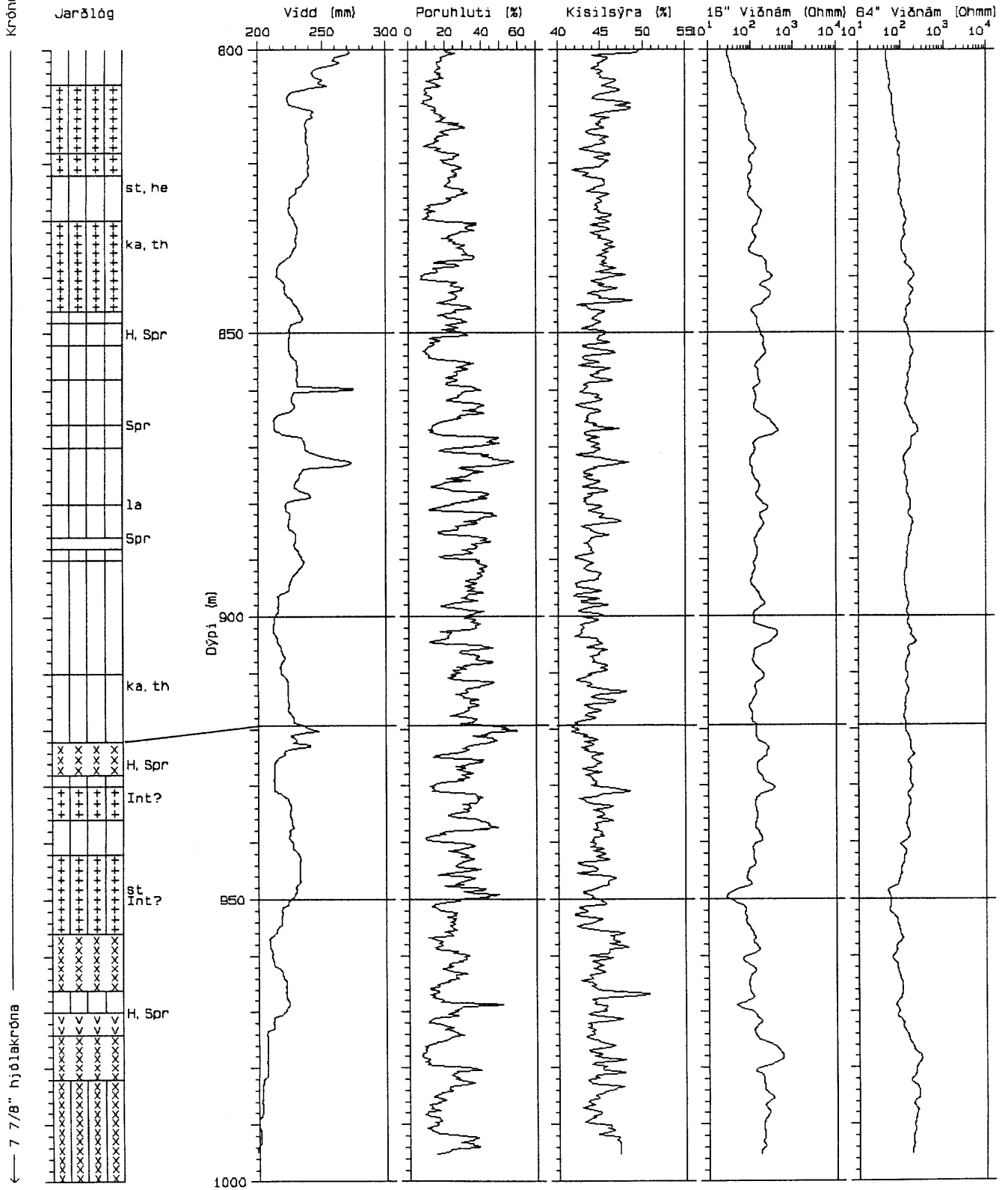
## Jarðlagasnið og mælingar



Mynd 5 frh. Jarðlagasnið og mælingar í holu HS-48.

# Garðabær - Hofstaðir - HS-48 Jarðlagasnið og mælingar

Króngugerð



Mynd 5 frh. Jarðlagasnið og mælingar í holu HS-48.

### 3. Vatnsæðar

Hér er einungis þeirra vatnsæða getið sem tilgreindar eru í dagbókum og borskýrslum bormanna. Upplýsingar um þær eru því af skornum skammti og mismiklar milli holna. Nokkuð er um það að líklegum æðum eða sprungum sé lýst í svarfgreiningunni og eru þær æðar eða sprungur merktar sem útfellingaríkir staðir (H) á jarðlagasniðinu eða beinlínis sem sprunga (Spr) þar sem allar líkur eru á að þannig hátti til. Helstu æðar sem nefndar eru í borskýrslum er teknar saman í töflu 3.

**Tafla 3.** Vatnsæðar skv. dagbókum bormanna í holum HS-45 til HS-48.

Hola nr.	Dýpi (m)	Rennsli (l/s)	Hiti (°C)	Athugasemdir
HS-45	16-48			Rennsli vaxandi niður á 48 m.
	90-100			
	110-116			
	240-244			
HS-46	24			
	35-40 (37)	10-15	12°C	Rennsli óx niður á 80 m.
	100	3-4		
HS-47	137-253			Vatn fór vaxandi
	960			Smáleki
HS-48*	343			Smáleki
	356	0,5	12	Líklega sama æðin og 343 m.
	415			
	469-477	0,5		
	494-499	1		
	550-560			Rennsli jókst
	702	4,5	16	Heildarrensli
	821	2,6	16,8	Heildarrensli
	920			Sprunga

\*Mælt rennsli á botni á 1000 metra dýpi var 4 l/s. Heildarrensli úr holunni í loftdælingu með stangir í 168 m var 13,5 l/s af 20°C vatni. Niðurdráttur var 104 m. Botnhiti mældist 26,4°C.

### 4. Jarðlagamælingar

Holur HS-45, HS-47 og HS-48 voru jarðlagamældar í apríl og maí 1997, en engar jarðlagamælingar voru gerðar í holu HS-46. Holurnar voru víddarmældar, en síðan var mæld gammaútgæislun frá berginu og hvernig nifteindir dreifast í berginu og loks var viðnámsmælt. Í viðnámsmælingunni fást tveir mæliferlar, annar fyrir 16-tommu fjarlægð milli straumpóls og spennupóls, en hinn fyrir 64-tommu fjarlægð. Í viðnámsmælingunni var einnig mæld svonefnd sjálfspenna (SP), en það er spennunurinn (mældur í millivoltum) milli yfirborðs og mælistaðar í holu. Þessi mæliaðferð reyndist ekki gefa áhugaverðar upplýsingar í þessum holum og er því sleppt úr skýrslunni. Yfirlit yfir mælingarnar er að finna í töflu 4.

Mæligögnin voru yfirfarin og þau dýptarleidréttil til að eyða hliðrun í dýptarskala milli mælinga. Mæligildi nifteindamælinganna voru umreiknuð yfir í poruhluta bergsins, en mæligildi gammageislunar voru hins vegar notuð til að reikna út kísilstyrk (SiO<sub>2</sub>) bergins. Eftir þessa meðhöndlun voru mæliferlarnir bornir saman við jarðlagasnið. Ferlar jarðlagamælinganna úr HS-holunum eru birtir með jarðlagasniðunum í kafla 2 í hér að framan (myndir 2, 4 og 5). Rétt er að geta þess að dýptargildi jarðlagamælinganna eru miðuð við holuflangs, en dýptargildi jarðlagasniðanna við drifborð. Á myndum 6-9 eru birt á stólparitum tíðnidreifing mæligilda fyrir hverja holu og meðaltöl fyrir hverja holu birt í töflu 5. Fjallað verður stuttlega um mælingarnar í hverri holu.



Tafla 4. Jarðlagamælingar í holum HS-45, HS-47 og HS-48.

Nafn	Staður	Dags.	Svunta	Hvað mælt	Vatnsb.
HS-45	6051	1997-04-23	18124	Holuvídd (mm)	1
		1997-04-23	18125	Nifteindir (API NU)	1
		1997-04-23	18126	Gamma (API GU)	1
		1997-04-23	18127	Viðnám 16" (Ohmm)	1
		1997-04-23	18128	Viðnám 64" (Ohmm)	1
		1997-04-23	18129	Sjálfspenna (mV)	1
HS-47	6052	1996-05-17	17042	Holuvídd (mm)	3.8
		1996-05-17	17043	Nifteindir (API NU)	3.8
		1996-05-17	17044	Gamma (API GU)	3.8
		1996-05-17	17045	Viðnám 16" (Ohmm)	3.8
		1996-05-17	17046	Viðnám 64" (Ohmm)	3.8
		1996-05-17	17047	Sjálfspenna (mV)	3.8
		1996-05-17	17048	Viðnám 16" (Ohmm)	3.8
		1996-05-17	17049	Viðnám 64" (Ohmm)	3.8
		1996-05-17	17050	Sjálfspenna (mV)	3.8
		1997-04-28	18148	Nifteindir (API NU)	
		1997-04-28	18149	Gamma (API GU)	
		1997-04-28	18150	Holuvídd (mm)	
		1997-04-28	18151	Viðnám 16" (Ohmm)	
		1997-04-28	18152	Viðnám 64" (Ohmm)	
1997-04-28	18153	Sjálfspenna (mV)			
HS-48	10241	1997-04-28	18131	Nifteindir (API NU)	
		1997-04-28	18132	Gamma (API GU)	
		1997-04-28	18133	Holuvídd (mm)	
		1997-04-28	18145	Viðnám 16" (Ohmm)	
		1997-04-28	18146	Viðnám 64" (Ohmm)	
		1997-04-28	18147	Sjálfspenna (mV)	

Tafla 5. Meðaltöl jarðlagamælinga í holum HS-45, HS-47 og HS-48.

Hola	Vídd (mm)	Poruhluti (%)	Kísill (%)	16" viðnám ( $\Omega$ m)	64" viðnám ( $\Omega$ m)
HS-45	182+/-4,6	29,2 +/-12,3	44,2+/-1,44	369+/-326	278+/-178
HS-47	259+/-30,6	16,2+/-14,5	43,7+/-1,56	209+/-151	185+/-127
HS-48	234+/-14,5	26,9+/-12,0	45,0+/-1,70	182+/-349	155+/-293

#### 4.1 Hola HS-45 – Hvarfsmýri við Vatnsveituveg, Reykjavík

Holan var jarðlagamæld 23. apríl 1997. Mælt var neðan fóðringar, sem nær niður á 70,3 m dýpi og niður á 403 m (miðað við flangs). Efsta syrpan í holunni, Reykjavíkurgrágrýtið, nær niður á 78 m dýpi og voru því aðeins neðstu metrar hennar jarðlagamældir.

Svarfgreiningin sýnir að um fjórar hraunlagasyrpur er að ræða og hafa hvorki greinst innskot né þykkir kaflar af móbergi. Syrpan frá 250-336 m inniheldur þó setkenndan karga og breksíu. Jarðlagamælingarnar styðja í öllum aðalatriðum þessa niðurstöðu og kemur uppbygging jarðlagastaflans vel fram í gamma-, nifteinda- og viðnámsmælingunum. Jarðlagasyrpurarnar koma t.d. nokkuð greinilega fram í kísilsýruferlinum, sem ákvarðaður er á grundvelli náttúrulegrar gammageislunar. Í næst efstu syrpanni (78-250 m) vex styrkur kísilsýru stöðugt úr 42% á 78 m dýpi í um 48% á 250 m. Neðstu tvær syrpurarnar (252-336 m og 336-402 m) einkennast hins vegar af stöðugum en misháum styrk kísilsýru, sú efri með um 44%, en sú neðri með 43%. Meðalstyrkur kísilsýru í allri holunni er 44,2 %.

Einstök hraunlög koma fram sem sveiflur í poruhluta og viðnámi. Hraunkjarnarnir hafa lágan poruhluta en hátt viðnámi, en í kargalögum og seti á milli þeirra er þessu öfugt farið. Í hraunkjörnunum er poruhlutinn lægri en 25 %, og fer niður í 10-15% þar sem hann er lægstur, en í karganum og millilögum er hann um og yfir 35 %. Mörkin milli bergstálsins og gropnara efnisins koma fram sem hækkun eða lækkun í poruhluta og má oft staðsetja þau með nokkurri nákvæmni þar sem poruhlutaferillinn gengur yfir 25-35% bilið. Algengt er að umskiftin séu skarpari við neðri brún hraunlagakjarnanna en þá efri, og er það í ágætu samræmi við poruhlutadreifingu í kortlögðum hraunum. Með þessum hætti má greina um 40-60 hraunlög í borholunni. Meðalporuhluti allrar holunnar er 29,2 % og meðaltöl viðnámana 369  $\Omega$ m (16") og 278  $\Omega$ m (64").

Nánari samanburður á jarðlagamælingunum og einstökum jarðlögum samkvæmt svarfgreiningu leiðir í ljós áhugaverð dæmi um mjög nákvæma samsvörun, en einnig ýmis konar misræmi.

Á 250-278 m dýpi greinist í svarfi kafla með breytilegum jarðlögum, sem koma nokkuð skýrt fram í jarðlagamælingunum. Basaltrík breksía og set á 250-256 m dýpi einkennist af lágu viðnámi, en háum poruhluta. Þar fyrir neðan eru tvö lög af glerjuðu basalti, 6 og 10 m þykk. Poruhluti þeirra er greinilega hærri en í breksíunni og setinu fyrir ofan, en lægri en í hraunakjörnunum ofar og neðar í holunni. Bendir mælingin til þess að þétt bergstál vanti alveg eða sé mjög þunnt í þessum jarðlögum. Poruhlutaferillinn bendir enn fremur til þess að 6 m þykkt hraunlag nokkru neðar í syrpanni (286-292 m) sé hugsanlega sömu myndunargerðar, enda einkennist það af rauðri oxunarkápu eins og hin lögin tvö. Neðst í sömu syrpu (322-334 m) greinist einnig í svarfi jarðlagakafla þar sem skiptast á glerjað basalt, basaltrík breksía og set. Hér er samsvörun milli mælinga og svarfgreiningar ekki eins góð og í kaflanum að ofan, og bendir mælingin fremur til þess að á öllu bilinu 310-334 m sé stafli af þunnum og kargaríkum hraunum.

Samkvæmt jarðlagagreiningunni samanstendur efsti hluti neðstu syrpannar af samfelldum hraunlagakafla, 42 m þykkum (334-376 m). Nifteinda- og viðnámsmælingarnar benda hins vegar eindregið til þess að efstu 28 metrarir í þessum kafla séu sérstök eining, frábrugðin hraunlagastaflanum fyrir ofan og neðan. Einingin einkennist af stöðugum poruhluta, að meðaltali um 35%, sem bendir til þess að um móberg eða karga sé að ræða. Ef grannt er skoðað, sjást þó samstiga sveiflur í poruhluta og viðnámi, sem sennilega má rekja til lagskiftingar og má þannig greina 10-12 lög. Því er einnig hugsanlegt að einingin samstandi af þunnum (2-3 m) kargaríkum hraunum (eða flæðieiningum sama hrauns), sem ekki hafi náð að mynda bergstál.

Samanburður svarfgreiningar og jarðlagamælinga leiðir einnig í ljós tvenns konar misræmi í staðsetningu lagmóta. Annars vegar eru sum lagmótin staðsett of neðarlega í holunni og

skýrist það af því að ekki hefur verið leiðrétt fyrir þeim tíma sem það tekur svarfið að berast til yfirborðs. Virðist skekkjan vera um 2 m. Hins vegar eru sum lagmót staðsett of ofarlega í holunni af ókunnum orsökum. Basaltrík breksía á 182 m dýpi er t.d. sýnd 5 m of grunnt í holunni, en þetta á einnig við um öll jarðlagamót neðan við 336 m, þar sem holan þrengist, og nemur skekkjan um 4 m. Jarðlagasniðið hefur ekki verið leiðrétt með samanburði við jarðlagamælingarnar, heldur eru frávikin sýnd með tengilínum milli jarðlagasniðsins og jarðlagamælinganna.

## 4.2 HOLA HS-47 – ÍR-völlur, Breiðholti, Reykjavík

Efsta fóðringin í holunni nær niður á 47,4 m dýpi. Holan var jarðlagamæld neðan hennar í tveimur lotum. Í fyrri lotunni (17. maí 1996) var mældur kaflinn frá fóðringarenda og niður á 519 m dýpi, en í þeirri seinni (28. apríl 1997) þaðan og niður á 1005 m dýpi. Mælingunum var síðan skeytt saman eftir dýptarleiðréttingu. Vegna truflana eru minniháttar göt í mælingunum við samskeytin.

Samkvæmt svarfgreiningu sker efri hluti holunnar hraunlagasyrpur og móbergsmýndanir, en allur neðri hlutinn, neðan 510 metra, liggur í dóleritinnskoti. Jarðlagamælingarnar styðja í flestum atriðum þessa niðurstöðu og gefa nokkuð greinargóða mynd af uppbyggingu jarðlagastaflans.

Meðalporuhluti allrar holunnar er óvenjulega lágur, eða 16 %, og er það vegna innskotsins í neðri hluta holunnar, sem kemur fram sem mjög áberandi toppur milli 0-4 % í poruhlutadreifingunni (mynd 6). Meðaltöl viðnámana eru 201  $\Omega\text{m}$  (16") og 185  $\Omega\text{m}$  (64"). Meðalstyrkur kísilsýru í holunni allri mælist 43,7 % og sker innskotsmyndunin sig úr með mjög jafnan og fremur lagan (um 43 %) kísilstyrk.

Vegna tímans sem það tekur svarfið að berast til yfirborðs eru lagmótin staðsett of neðarlega í holunni. Skekkjan er á bilinu 2-9 m. Ekki hefur verið leiðrétt fyrir þessu með samanburði við jarðlagamælingarnar, heldur er misræmið sýnt með tengilínum milli þeirra og jarðlagasniðsins.

Í efri hluta holunnar greinast í svarfi níu jarðlagamyndanir. Þar af eru fimm hraunlagasyrpur, þær tvær efstu aðlægar og sennilega sama myndunin, en hinar þrjár aðgreindar af öðrum jarðmyndunum, efst af móbergsmýndun, þá basaltbreksíu og loks kafla af glerjuðu basalti. Ofan við innskotið er svo blandaður kafla móbergs og hraunlaga. Hraunlagasyrpuþar fimm koma fram í viðnáms- og poruhlutamælingunum sem kaflar með samstiga sveiflum poruhluta og viðnáms, eins og nefnt var í kaflanum um holu HS-45, og er yfirleitt hægt að áætla fjölda hrauna í hverri syrpu. Hinar fjórar myndanirnar koma misvel fram í mælingunum, efsta móbergsmýndunin mjög greinilega, en hinar síður.

Jarðlagamælingarnar benda til þess að efstu tvær hraunlagasyrpuþar (14-100 m og 100-126 m) séu náskyldar og eðlilegast að flokka þær sem sömu myndun. Syrpuþar tvær samanstanda samtals af um 20 hrauntaumum eða rennliseiningum, sem líta mjög svipað út í poruhluta- og viðnámsmælingunum. Helsti munurinn er að hrauntaumarnir eru heldur þynnri í neðri syrpu en þeirri efri. Meðalporuhlutinn er um 16-17 %, sem er lágt fyrir hraunastafla, og ræðst það annars vegar af lágu hlutfalli karga á móti bergstáli í syrpu en hins vegar af fremur lágum poruhluta í þétu bergstálinu. Styrkur kísilsýru mælist jafn um 43 % í báðum syrpunum og er það svipað og í innskotinu í neðri hluta holunnar, en heldur lægra en í öðrum myndunum sem holan sker.

Móbergsmýndunin (126-182 m) einkennist af jöfnum og mjög háum poruhluta (um 50 %) og eru skörp skil í poruhlutaferlinum við bæði efri og neðri brún hennar. Samkvæmt svarfgreiningu eru efstu þrjár fjórðu hlutar myndunarinnar palagónitíserað túff og afmarkast þeir sem lágviðnámslag með hækkun í kísilsýru. Neðsti fjórðungurinn breksía með ferskara

gleri, og hefur hann svipað viðnám og kísilsýrustyrk og hraunlagasyrpan fyrir neðan. Ef viðnám vökvans í berginu er hið sama í báðum þessum einingum, er ástæðunnar fyrir lágu viðnámi í túffinu annað hvort að leita í lágu eðlisviðnámi ummyndunarsteindanna í túffinu eða í lögum poranna. Hækkunin í kísilsýru getur bæði verið vegna þess að túffið sé eilítið súrara en jarðlögin ofar og neðar í holunni, en einnig vegna kalíums í ummyndunarsteindunum.

Allur kaflinn frá 182-444 m hefur í jarðlagamælingunum á sér yfirbragð hraunlagastafla. Þetta á einnig við um basaltríku breksíuna (280-320 m) og glerjaða basaltkaflann (350-394 m) sem hafa svipaðan meðalporuhluta og einkennast af svipuðum sveiflum í poruhluta og viðnámi, bæði innbyrðis og í samanburði hraunlagasyrpannar fyrir ofan og neðan. Líklegasta skýringin á þessu er að um sé að ræða breksíeruð og kargarík hraun. Má í mælingunum greina milli 45 og 60 hraunlög á öllum kaflanum og er meðalporuhluti staflans um 25 %.

Móbergs- og hraunlagakaflinn ofan við innskotið er í jarðlagamælingunum nokkuð frábrugðinn hraunlagastaflanum ofar í holunni, því reglubundnar samstiga sveiflur í poruhluta og viðnámi eru vart til staðar. Efstu tvö lögin, móbergsmýndun og þykkt hraunlag, koma greinilega fram. Í móberginu er viðnámið lágt en poruhlutin hár, en þessu er öfugt farið hraunlaginu. Neðar í kaflanum ber jarðlagamælingunum ekki eins vel saman við svarfgreininguna, en sennilega er lítið um þétt bergstál. Dólerít, sem vottar fyrir í svarfi, gæti stafað frá þunnu innskotslagi sem hugsanlega má greina í poruhluta og viðnámi á um 486 m dýpi.

Innskotsmyndunin í neðri hluta holunnar einkennist af lágum poruhluta, jöfnum og lágum (um 43 %) kísilstyrk, og fremur háu viðnámi. Poruhlutinn mælist að verulegu leyti innan við 10 %, en á stöku stað fer hann þó hærra, og mælast einstakir toppar á bilinu 25-40%. Samkvæmt svarfgreiningunni er innskotið mjög einsleitt, lítið sem ekkert ummynduð og laust við blöðrur. Við slíkar aðstæður ætti poruhlutinn að vera nálægt 5 % og er því áhugavert að grennslast fyrir um ástæðurnar fyrir hærri mæligildum.

Samanburður á víddar- og poruhlutaferlinum sýnir að hærri poruhluti en 15 % tengist yfirleitt skápum í holunni. (Taka skal fram að poruhlutaferillinn hefur verið leiðréttur fyrir víddaráhrifum, en ekki er víst að sú leiðrétting sé nákvæm í óreglulegum skápum). Það er þó ekki einhlítt að poruhlutinn vaxi með vídd skápanna. Til dæmis mælist poruhlutinn allt frá 3-30% í 10 m háum skáp á um 580 m dýpi. Nánari athugun leiðir í ljós að frávikin frá lágum poruhluta eru algengust þar sem borholuveggurinn er ójafn. Skýringin er sennilega sú að mælirinn (sem er um 2 m á lengd og liggur yfirleitt út í holuveggnum vegna halla holunnar) brúar ójöfnurnar og kemur þá vatn milli nifteindanemans og borholuveggjarins. Vatnið kemur fram í mælingunni sem falskur poruhluti. Ef aðeins eru valdir sléttustu kaflarnir á hverjum stað kemur í ljós að poruhlutinn mælist yfirleitt innan við 10 % og er innan við 5% í stærstum hluta innskotsins. Virðist því 0-4 % toppurinn í poruhlutadreifingunni vera raunverulegur og algengast að poruhluti innskotsins sé á því bili. Niðurstaðan er því sú, að við ójöfnur og skápa í borholum geti poruhlutinn verið verulega ofmetinn, jafnvel um tugi prósentu þegar verst lætur, en að slíkt megi yfirleitt forðast með því að byggja matið á sléttum köflum.

Á grundvelli jarðlagamælinganna er ekki hægt að sjá annað en að innskotið sé ein samfelld myndun. Hvergi eru vísbendingar um annars konar jarðlög, svo sem hraun eða móberg. Ein undantekning er þó frá þessu: Efsti kaflinn í innskotinu (510-538 m) hefur um 20 % meðalporuhluta og gæti því verið um hraun að ræða eins og fram kemur í svarfgreiningunni. Poruhlutinn fer þó niður í um 5 % á nokkrum stöðum og er hugsanlegt að þetta sé raunverulegur poruhluti kaflans, því ójöfnur og skápar valda aðeins hækkun í poruhluta, ekki lækkun. Því er ekki hægt að útiloka að þessi kafla myndi efsta hluta innskotsins. Einhvers konar kaflaskipti eru einnig í innskotinu á 650 m dýpi, neðan þess lækkar poruhlutinn niður fyrir 5 % en viðnámið hækkar.

### 4.3 Hóla HS-48 Hofstaðir, Garðabæ

Hólan var jarðlagamæld í einni lotu 28. apríl 1997. Var þó aðeins mældur kaflinn frá fóðringarenda á 354,4 m dýpi og niður á 995 m.

Neðan fóðringarinnar greinast í svarfi 6 hraunlagamyndanir og tvær móbergsmýndanir. Meðalporuhluti allrar holunnar er 27 %, en meðaltöl viðnámana eru 182  $\Omega$ m (16") og 155  $\Omega$ m (64"). Meðalstyrkur kísilsýru í holunni allri mælist 45 %.

Ekki hefur verið leiðrétt fyrir tímátöf svarfsins, en þar sem hægt er að meta skekkjuna með samanburði við jarðlagamælingarnar virðist hún vera á bilinu 2-6 m. Misræmið er sýnt með tengilinum milli mælinganna og jarðlagasniðsins.

Hraunlagasyrpan, sem greinist í svarfi á bilinu frá 370-450 m, hefur um 28 % meðalporuhluta. Hún er úr a.m.k. 15-20 hraunum eða rennsliseiningum og er þykkasta einingin um 6-8 m. Poruhlutaferillinn er tenntur og flöktandi og spönnin í poruhluta fremur lág. Bendir þetta til þess að hvorki hafi náð að myndast mjög þétt bergstál né þykk, gropin millilög. Þar sem ekki greinist mikill kargi í svarfinu, er sennilegt að um hrauntauma sé að ræða sem afmarkist af blöðróttum skilum. Syrpan gæti vel verið dyngjuhraun. Engin afgerandi mörk sjást í mælingunum milli hennar og hraunlagasyrpannar fyrir ofan.

Tvær hraunlagasyrpur greinast í svarfi á bilinu 450-564 m, en jarðlagamælingarnar, og þá sérstaklega poruhlutaferillinn, benda eindregið til þess að um sömu syrpu sé að ræða. Hún einkennist af mjög þykkum hraunlögum, sem þynnast eftir því sem ofar dregur. Næst neðsta hraunið um 32 m þykkt, en það næst efsta um 9 m. Hraunin hafa óvenju lágan poruhluta. Hann er lægstur neðst í hverju hrauni, en hækkar eftir því sem ofar dregur, og gefur lögun poruhlutaferlanna til kynna há og þétt bergstál. Allþykk karga- og millilög, með um 30-40 % hámarksporuhluta, aðgreina hraunin.

Móbergsmýndun greinist í svarfi á bilinu 564-710 m. Samkvæmt svarfgreiningunni eru efstu 50 metrarnir aðallega úr fremur þykkum hraunlögum, aðgreindum af gropnari breksú. Jarðlagamælingarnar eru ákaflega skýrar á þessu bili og mjög gott samræmi milli víddar-, poruhluta- og viðnámsferlanna. Mælingarnar sýna jarðlagastafla þar sem skiptast á hörð og þétt háviðnámslög og mýkri, gropin lágviðnámslög. Poruhlutinn er lægstur neðst í háviðnámslögum, en lækkar eftir því sem ofar dregur. Þetta er dæmigert er fyrir hraunlög og er því sennilega um hraunlagastafla að ræða. Ákveðins misræmis gætir þó milli svarfgreiningar og jarðlagamælinga því að jarðlagamótum ber ekki vel saman við skil í mælingunum.

Kísilsýruferillinn sýnir marktæka hækkun um eitt prósentustig á kaflanum frá 450 m og niður á 592 m dýpi og afmarkar þannig hraunlagasyrpu með sérstakri efnasamsetningu. Virðast því efstu hraunin í móbergsmýnduninni, ofan 592 m, tilheyra hraunlagastaflanum fyrir ofan í efnafræðilegu tilliti. Þau eiga það líka sameiginlegt með hraununum fyrir ofan að vera fremur þykk og með þykkum karga- eða millilögum. Þó hafa þau hærri poruhluta, bæði í bergstálinu og millilögum en hraunin í staflanum fyrir ofan, og er það hugsanlega fyrir áhrif vatns í myndunarumhverfi hraunanna eins og áberandi er neðar í mynduninni. Ekki er því augljóst hvar setja beri skil milli myndanna og fer það eftir því hvort áherslan er lögð á efnasamsetningu bergsins eða myndunarumhverfi.

Neðar í móbergsmýnduninni má í mælingunum greina breksúr, hraun og túff sem koma fram í svarfinu. Hins vegar virðast kaflar af grófu seti allt eins geta verið hraun og jarðlagamótum ber ekki ávallt vel saman við skil í mælingunum.

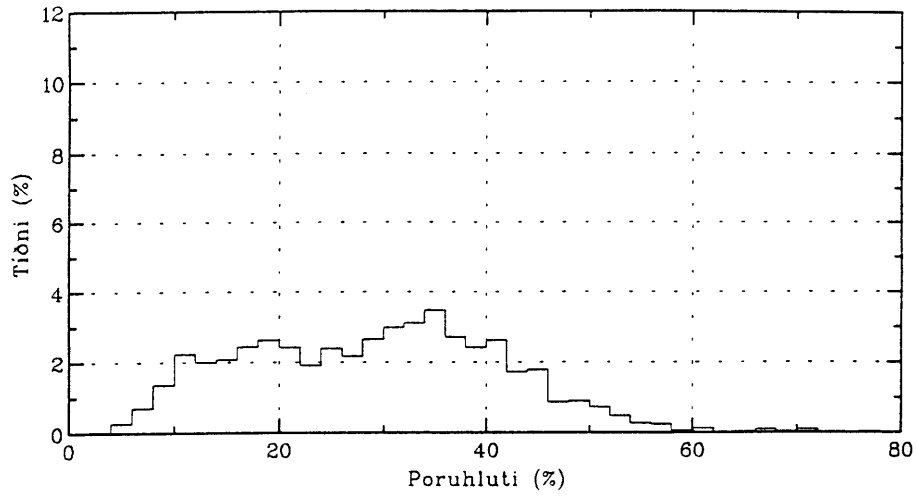
Á kaflanum 710-846 m greinast í svarfi tvær hraunlagasyrpur, fremur einsleitar og þunnlögóttar. Mælingarnar styðja þessa mynd, þó að skiptingin í tvær syrpur komi ekki greinilega fram. Á grundvelli poruhluta- og viðnámsferlanna virðist þó eðlilegra að skifta þessum kafla í þrjár einingar. Efst (750-770 m) og neðst (822-956 m) eru 1-5 metra þykk hraunlög með kargamillilögum, samtals um 45-55 hraun. Í miðjunni (770-822 m) er svo eining

sem er töluvert frábrugðin hinum tveimur. Í svarfinu kemur hún fram sem breksía efst, síðan hraunlög án glöggra millilaga, þá þunn hraunlög með millilögum og loks þétt hraunlög sem nálgast það að geta verið innskot. Sveiflurnar í poruhluta og viðnámi sem einkenna hraunalagastafla vantar að mestu í þessa einingu. Meðalporuhlutinn er fremur lágur, hæstur efst en lækkar eftir því sem neðar dregur, og styður það að um hraun sé að ræða fremur en gropnari basaltmyndanir. Víddarmælingin gefur til kynna að einingin sé úr af mishörðum lögum. Hér gæti verið um eitt, þykkt hraun að ræða eða þá dyngjuhraun, samsett úr mörgum, þunnum hrauntaumum.

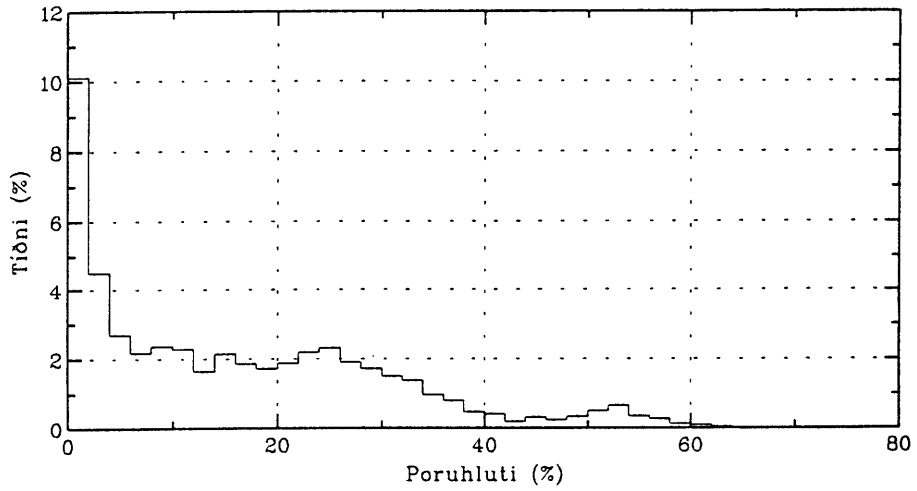
Neðst í holunni (956-1000 m) er samkvæmt svarfgreiningunni móbergsmýndun úr basalhrauni, basaltríkri breksíu, túffi og glerjuðu basalti. Ekki sjást greinileg merki um þessa uppbyggingu myndarinnar í jarðlagamælingunum sem öll hefur á sér svipaða ásýnd og hraunlagastafla. Meðalporuhluti hennar er um 20 %, sem er heldur lægra en í hraunlagasyrpunni fyrir ofan.

Athyglisvert er hversu sterk fylgni er milli holuvíddar, poruhluta og viðnáms. Holan er greinilega þrengri þar sem viðnámið er hátt og poruhlutinn lágur og er ástæðan er sú að meira molnar úr gropun bergi en þéttu.

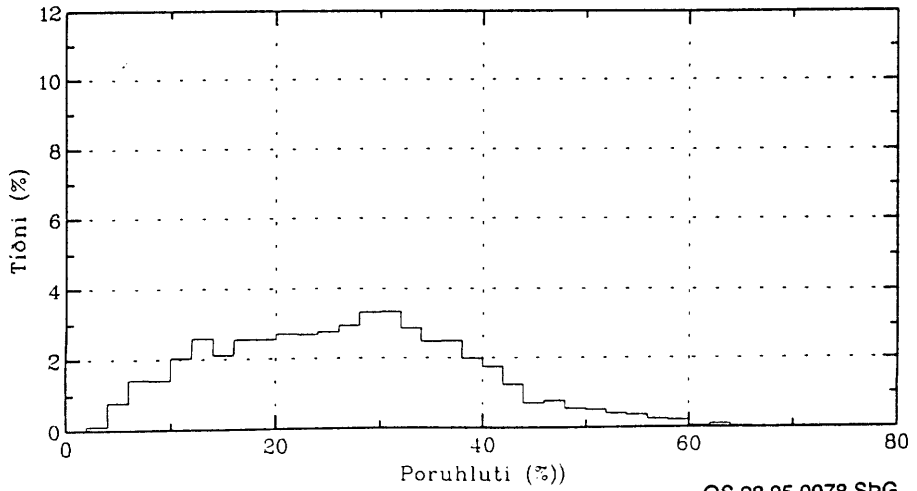
Hola HS-45



Hola HS-47



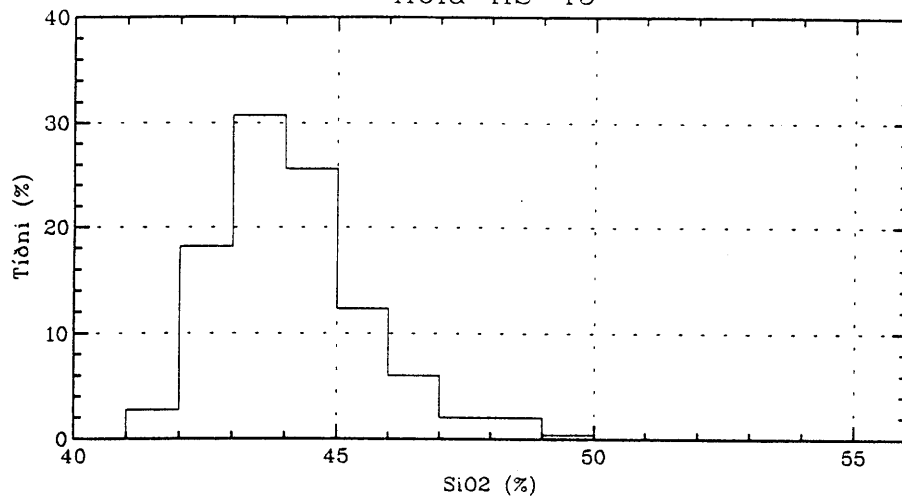
Hola HS-48



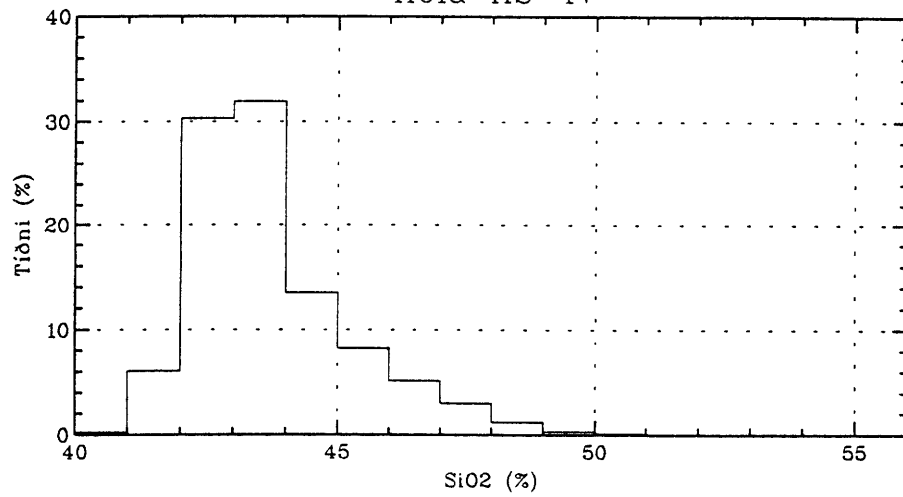
Mynd 6. Tíðnidreifing poruhluta.

### Hola HS-45

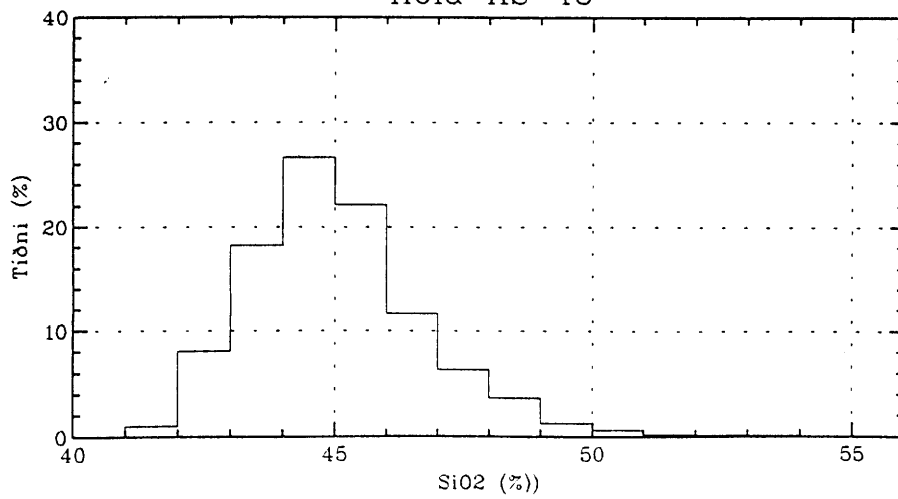
Mynd 7



### Hola HS-47



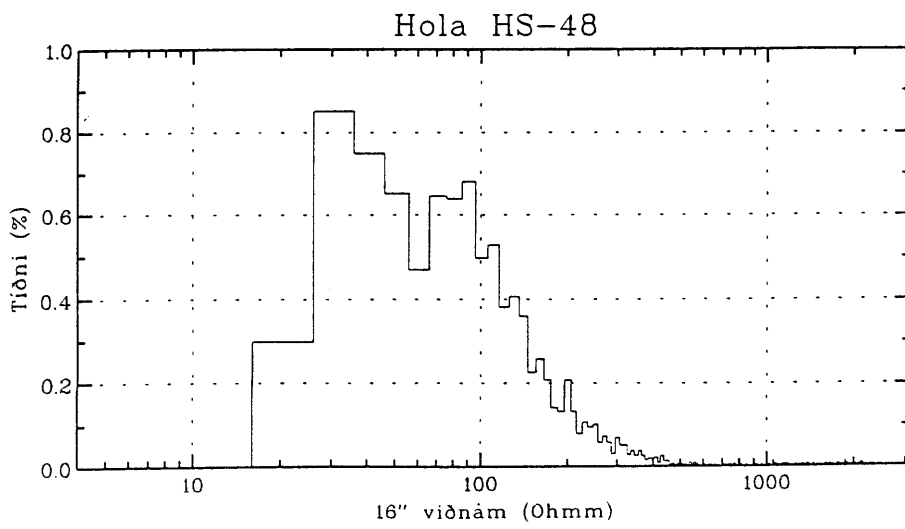
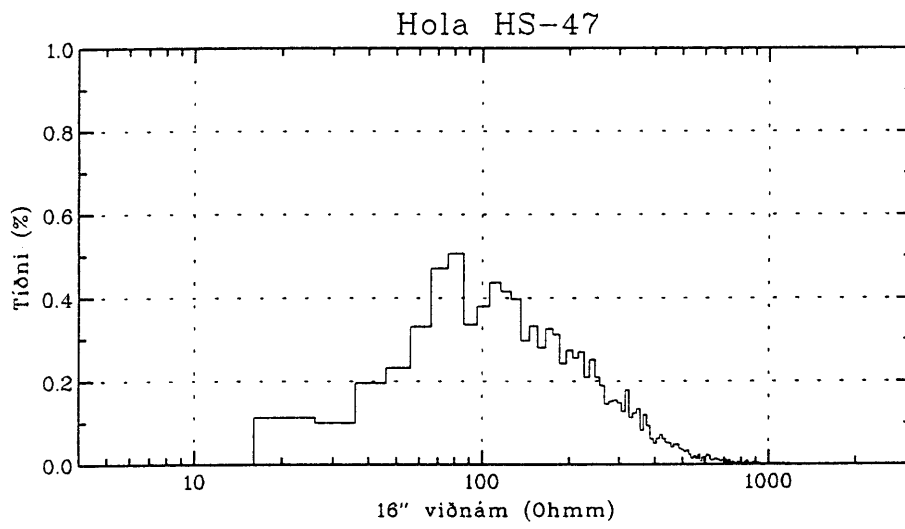
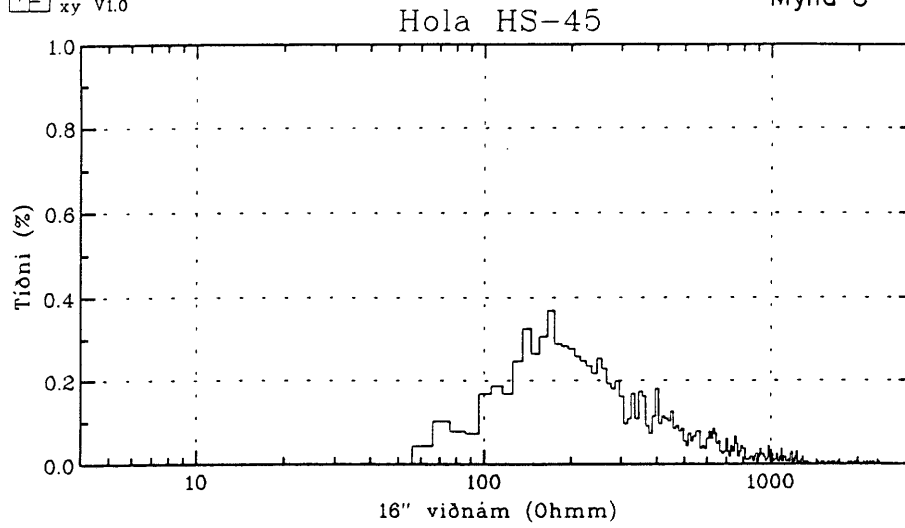
### Hola HS-48



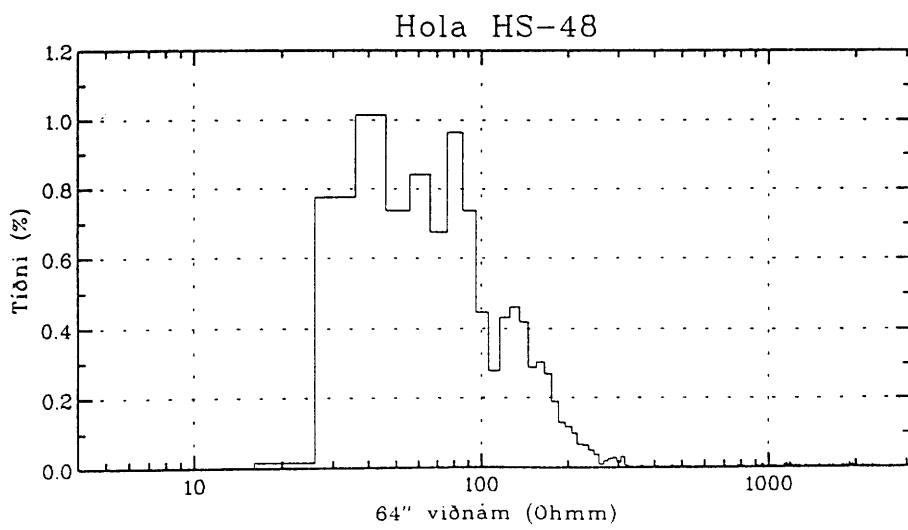
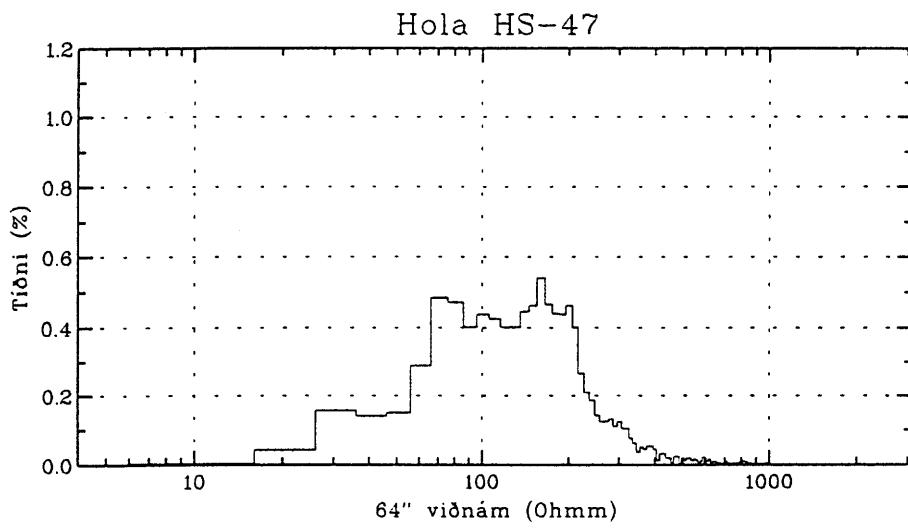
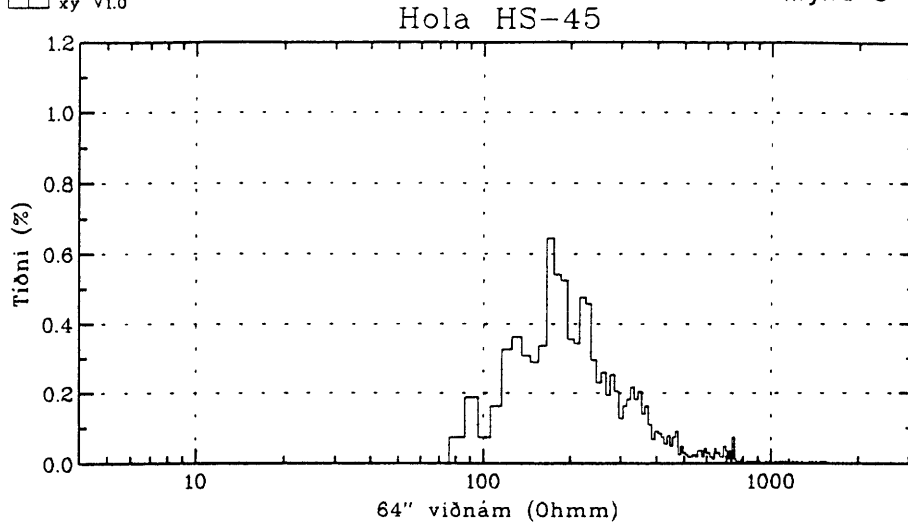
OS 98.05.0079 SPG

Mynd 7. Tíðnidreifing kísils (SiO<sub>2</sub>).





Mynd 8. Tíðnidreifing 16" viðnáms.



OS 98.05.0081 SPG

Mynd 9. Tíðnidreifing 64" viðnáms.

## 5. Heimildir

Jens Tómasson, Helga Tulinius og Benedikt Steingrímsson 1994: *Höfuðborgarsvæðið, holur HS-23 til HS-35. Jarðfræði og jarðlagamælingar*. Orkustofnun OS-94023/JHD-11 B. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur.

Sigurður Sveinn Jónsson, Helga Tulinius, Þórður Arason, Guðmundur Ómar Friðleifsson og Benedikt Steingrímsson 1996: *Höfuðborgarsvæði. Holur HS-35 og HS-37 til HS-43. Jarðfræði og jarðlagamælingar*. Orkustofnun OS 96068/JHD-38 B. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur.

Helgi Torfason, Árni Hjartarson, Haukur Jóhannesson, Ingvar Birgir Friðleifsson, Jón Jónsson og Kristján Sæmundsson 1997: *Berggrunnskort, Viðey 1613 III NV-B, 1:25 000. Landmælingar Íslands, Orkustofnun, Hafnarfjarðarbær, Garðabær, Kópavogsbær, Mosfellsbær, Seltjarnarnesbær og Reykjavíkurborg*.