

Holur HV-16, HV-17 og HV-18, Hveravöllum,  
Reykjahreppi, S.-Þingeyjarsýslu

**Guðmundur Ómar Friðleifsson**

**Greinargerð GÓF-98-11**



## Holur HV-16, HV-17 og HV-18, Hveravöllum, Reykjahreppi, S-Pingeyjarsýslu.

### Ágrip

Ekki hafa fundist stór virk misgengi milli borholna á Hveravallasvæðinu, en lítil misgengi (1-10 m) gætu verið til staðar. Nákvæmni svarfgreininga er minni en svo að hægt sé að staðfesta svo smá misgengi með óyggjandi hætti þegar fjarlægð milli holna er 200-300 m.

Aðalhverasprungan hefur ekki verið skorin, en hola 16 virðist vera nærri henni, svo og hola 1 og 10. Miðað við gefnar forsendur eru einu beinu tengslin við aðalhverasprunguna sem fundist hafa í svarfgreiningu hins vegar í holu 17 á 330 m dýpi, en sú sprunga er fyllt útfellingu og gefur ekki vatn, og gæti verið hliðargrein frá aðalsprungu.

Ef dýpi á fyrsta fundarstað laumontíts gefur nálægð við aðalsprunguna til kynna, þá er grynnt á laumontít í holu 16 og síðan í holu 1 og þá holu 10.

Lítill sýnileg tengsl vatnsæða við aðalhverasprunguna gefa til kynna að hún sé í tiltölulega þröngri afmarkaðri sprungurás, nær lóðréttri. Til að skera slíka sprungu djúpt er einfaldast að skera hana með skáholu.

### Inngangur

Nokkrum tíma hefur verið varið í jarðlagagreiningu á holum HV-16, HV-17 og HV-18 sem allar voru boraðar fyrr á þessu ári. Út frá greiningunni er unnt að draga upp jarðlagamynd af hitasvæðinu og sjá hvort umtalsverð misgengi séu milli borholna. Jafnframt er reynt að meta hvort vatnsæðar tengist misgengjum, brotum, berggöngum eða jarðlagamótum.

### Jarðlagagreining

Mynd af jarðlagaupphleðslu svæðisins var dregin upp út frá holu HV-1 (Lúðvík Georgsson o.fl. 1988). Hola HV-10 sem boruð var 1997 var tengd við holu 1 (Guðmundur Ó. Friðleifsson, 1997) og var helsta niðurstaða sú að ekki sást misgengi milli holu 1 og 10, og að aðalvatnsæð í holu 10 var talin vera á mótum hraunlags og rauðs millilags.

Í stórum dráttum þá er jarðlagaskipan allra holna á svæðinu svipuð og því óþarfi að fjölyrða hér um einstök jarðlög í hverri holu, en beina frekar sjónum að mismun milli borholna. Einfölduð skýrmynd af jarðlagaskipan á hverasvæðinu er sýnd á mynd 1, en nákvæmari jarðlagasnið af hverri holu á myndum 2, 3 og 4. Við skoðun nákvæmu jarðlagasniðanna er rétt að hafa eftirtalin þrjú atriði í huga: (1) Í fyrsta lagi það matsatriði hvort *meðalkorna* hraunlög lendi í flokki með *fin-til meðalkorna* hraunum, eða í flokki *meðal- til grófkorna* hrauna (sjá myndir 2-4). Tilgangurinn með því að sundurgreina hraun eftir stærð kristalla er sá að draga fram einkenni hraunlagasyrpa, þ.e. hvort þær séu samsettar úr ólívínþóleiit hraunum, sem eru grófkorna og einkenna t.d. dyngjur, eða úr þóleiithraunum, sem eru finkornóttari og algengari hraunagerð. Svarfrýnar leggja mismikið upp úr þessum berggerðarmun. Fyrsta jarðlagagreind borhola á hverju svæði sýnir jarðlagaskipanina a.m.k. í megindráttum og er jafnan horft til samanburðar þegar fleiri holur eru greindar. Þá getur komið upp ósamræmi milli greininga og er því þannig varið hér. (2) Annað sem þarf í huga, þegar jarðlagasnið byggð á svarfgreiningu eru skoðuð, er sú staðreynd að svarf er tekið á 2 m fresti. Ósjaldan eru mörk milli einstakra hrauna einungis nokkrir centimetrar, t.d. þegar helluhraun leggst yfir helluhraun, og gömul jarðvegslög (síðar millilög) milli hrauna eru gjarnan örþunn. Ef hraun eru lík er eðlilegt í svarfgreiningu að slík lagamót greinist ekki, en stundum



hittist svo á að svarfsýnið er nánast allt úr millilaginu. Það leiðir til þess að millilög eru oftast sýnd sem 2 m þykk lög í svarfgreindum holum, þó vitað sé út frá kortlagningu á yfirborði að svo þykk millilög eru sjaldgæf. Ef einungis svarfdreif sést úr millilögnum, þá er þeim iðulega sleppt í svarfgreiningu og þannig afgreidd sem þunn lög neðan við upplausn greiningarinnar, og einungis hraunlagamótin sýnd, með eða án kargalaga. (3) Blöndun svarf vegna hruns ofar úr holuveggjum er svo sér kapituli sem of langt mál yrði að ræða hér, en slík blöndun getur dregið verulega úr trúverðugleika svarfgreiningar. Einhverrar blöndunar gætir í öllum holum á Hveravöllum, einkum neðan til, og eru HV-16 og HV-17 fremur slæmar að því leyti, eftir að vatn var komið í holurnar, og í hjólakrónuhlutanum. Jarðlagagreiningu á svarfi mætti bæta með ýmsum hætti, t.d. með því að fjölga svarfsýnum (t.d. með 1 m millibili). Í öðrum tilvikum hefur reynst gagnlegt að styrkja jarðlagagreiningu með jarðlagamælingum.

Hér á landi hafa menn oftast sætt sig við þá óvissu sem svarfgreining felur í sér. Eftir fyrstu svarfskoðun á nýju holunum á Hveravöllum kom hins vegar fram nokkuð augljóst ósamræmi milli holna sem rekja mátti til ofangreindra óvissuþátta. Reynt var að samræma greininguna með því að líta aftur á hluta úr öllum holunum og bera saman einstöku lög sem hugsanlega mátti nota til tenginga milli holna, einkum þó úr holum 16, 17 og 18. Þessari vinnu er hvergi nærri lokið og mætti vinna af mun meiri nákvæmni. Hins vegar tókst að ná fram ásættanlegum tengingum milli borholna og var þar látið staðar numið að sinni. **Tengingarnar gefa til kynna að ekki séu stór misgengi á milli borholna ofan til í jarðlagastaflanum.** Fjallað er um þessar tengingar hér að neðan.

Tekin var saman tafla (tafla 1) um helstu jarðlagsyrpur í holunum, byggð á nýjum og gömlum gögnum, þar sem m.a. er gerð tilraun til að grófflokka hraunlagastaflan neðan 300 m í hraunasyrpur. Gögn úr holum 1 og 10 eru lauslega endurtúlkuð og höfð með til samanburðar. Jafnframt er gefin upp landhæð hvers holutopps, og voru tölur fengar eftir korti sem Orkuveita Húsavíkur fékk Fjarhitun hf. til að gera. Jarðlagahalli er talin vera 3-5° til austurs, strik jarðlaga er norðlægt. Samkvæmt töflu 1 virðist strikstefna að vera nær N20°A en N-S, ella þarf að finna misgengi stað milli holu 16, 18 og 17 annars vegar, og 1 og 10 hins vegar. Það misgengi hefði sig til suðurs. Á jarðfræðikorti í skýrslu Lúðvíks S. Georgssonar o.fl. (1977) má ráða að strikstefna við Hveravelli sé nær N20°A.

TAFLA 1

Syrpa/hola (dýpi:)	HV-16 (1027 m)	HV-10 (652 m)	HV-1 (450 m)	HV-18 (480 m)	HV-17 (792 m)
Landhæð :	142 (m.y.s.)	147,5 (m.y.s.)	154,5 (m.y.s.)	150,5 (m.y.s.)	154,5 (m.y.s.)
Yngri lög	0-30 & 30-50	10	?	4	8
B-1 (þóleiit)	30-104	10-100	- 112	4-126	8-148
M-1	104-265	100-208	112-218	126-164	148-172
B-2 (þóleiit)		208-212	218-230	164-196	172-202
M-2	265-300	212-340 *	230-290	196-340	202-370
B-3 (ól.þól.)	300-370 *	óskipt	óskipt	340-390	370-440 *
B-4 (þóleiit)	370-420	óskipt	-450 *	390-botns *	440-500
B-5 (ól.þól.)	420-470	óskipt			500-534
B-6 (þóleiit)	470-550	óskipt			534-572
B-7 (ól.þól.)	550-690	540-botns *			572-674
B-8 (þóleiit)	690-740				674-732
B-9 (ól.þól.)	740-890				732-botns
B-10 (þóleiit)	890-botns				

Skýringar: B: hraunlagasyrpa; M: móbergsmýndun; \* aðalvatnsæð

Í töflunni sést að toppurinn á móbergsmýndun 1 (M-1) er nánast á sama dýpi í holum 16 og 10, um 10 m ofar þó í holu 10 að teknu tilliti til landhæðar. Ef jarðlagasniðin eru jafnframt skoðuð (mynd



2 og tilvitnuð greinargerð), sést að grófkorna hraunlag er næst yfir myndun M-1 í báðum þessum holum. Móbergið í báðum þessum holum er auk þess sérlega glerríkt, og er að langmestu leyti úr túffi í efstu 100 m myndunarinnar í báðum, og reyndar í allri móbergsmýnduninni í holu 16. Móbergstúffið í holu 16 er mjög lagskipt og marglitt, svo sem gefið er til kynna á mynd 2, en um miðbik myndunarinnar (180-252 m) má þó heita að túffið sé nær allt eins og líkast til úr sama gosi. Topp á móbergsmýndun er illa treystandi til að tengja milli borhola og þá eðlilega næstu hraunum ofaná. Vísbending dugar því ekki til að staðfesta misgengi eða austlægari stríkstefnu.

Án þess að fara öllu ítarlegar út í lýsingu á móbergsmýndunum (M-1 og M-2), þá kemur fram í töflu 1, að móbergsmýndunin er tvískipt í holum 17 og 18, og botn hennar er umtalsvert neðar í þeim holum, og það meira en svo að jarðlagahalli dugi til að skýra mismuninn. Því virðist þurfa setja inn gamalt misgengi milli holu 17 og 18, sem síðar kafffærðist í yngri hraunlögum og skiptir ekki máli varðandi lekt. Auk þess er umtalsverður munur á móberginu í holum 10 og 16 annars vegar og holum 18 og 17 hins vegar. Móbergstúff er sjaldséð í holum 18 og 17 en yfirgnæfandi í holu 16. Í holum 17 og 18 er móbergsmýndunin að mestu leyti úr einhverskonar bólstrabergi eða bólstrabrotabergi. Móbergsmýndunin neðan til í holu 10 er svipuð að því leyti, sérlega basaltrík neðan til, og það svo að jarðlagagreining frá 265 til 340 m orkaði tvímælis, þó bólstraberg yrði fyrir valinu. Auðvelt er að skýra breytileika móbergsins í holunum með því að gera ráð fyrir tveimur móbergshryggjum (sjá mynd 1). Sá eldri sést í holum 17 og 18, og er að mestu úr bólstrabergi og breksíum, með hraunkoll á toppi, alls um 200 m þykkur. Neðri hluti móbergsins í holum 1 og 10 er utan í þessum goshrygg. Það gefur til kynna að stríkstefna geti verið nokkrar gráður austan við norður. Breksíur neðst í móberginu í holu 16 geta tilheyrt þessari myndun. Hinn móbergshryggurinn er 85 m þykkur (280-265 m) í holu 16, og gæti þykknað til vesturs. Yfir hann leggst lagskipt móbergstúff í holu 16. Loks kaffærast báðir móbergshryggirnir í móbergseti og hraun flæða síðan yfir tiltölulega slétt land.

Ef skyggst er dýpra í holurnar, niður fyrir móbergið, þá er skemmst frá því að segja að ekkert öruggt leiðarlag fannst til að tengja milli holnanna. Syrupuskiptingu í holum 16 og 17 ber þó nokkuð vel saman, og mætti vafalaust auka nákvæmnina með ítarlegri samanburði og yfirlegu.

Ef hins vegar er litið á jarðlagatengingu milli holna ofan við móbergsmýndunina, þá er áberandi ljóst millilag í holu 17 á 90 m dýpi. Leitað var að ummerkjum um svipað millilag í svarfi úr holu 18, og fundust nokkur ljós korn úr svipuðu millilagi þar í sýni 10 m ofar en í holu 17. Áberandi zeólítaútfellingar í hraunlagi litlu neðar í báðum holum, gaf sama 10 m dýptarmun til kynna. Fjarlægð milli holna er 50 m á yfirborði, hola 17 er 4 m ofar í landi en hola 18. Miðað við 4-5° jarðlagahalla ætti sama jarðlag, að viðbættum 4 m hæðarmun, að vera um 8 m neðar í holu 17 en í holu 18. Ef halli væri heldur meiri, segjum 10°, þá væri munurinn um 13 m. Jarðlagahalli á yfirborði er ekki að þekktur nákvæmlega, en virðist þó vera um 4° til austurs út frá athugunum Kristjáns Sæmundssonar norðan og sunnan við borsvæðið og stríkstefna er norðlæg. Samkvæmt þessu gæti verið um 2 m misgengi milli holu 18 og 17, með sigi til austurs. Lítilsháttar landslagsáhrif gætu þó verið til staðar og munurinn er of lítill til að réttlæt看legt sé að setja misgengi á milli þessara holna.

Kaffært 20-25 m misgengi, þ.e. varð óvirkt meðan staflinn var að hlaðast upp, virðist hins vegar vera á milli holu 17 og 18 miðað við botn móbergsmýndunar M-2 í töflu 1, eins og getið var að ofan. Basaltlagið í móbergsmýnduninni (B-2) er hins vegar á nær sama dýpi. Það gæti verið hallandi hraunkollur ofan á bólstraberginu og óthæft til mats á misgengi.

Á sömu nótum má tengja milli holu 18 og holu 16. Þar skiptir nákvæm stríkstefna talsverðu máli. Ef stríkstefna er N-S, þá eru 200 m á milli holna 16 og 18, ef stríkstefna er N20°A þá er fjarlægð undan halla rétt um 100 m milli holna. Og áfram, miðað við 4-5° halla þá ætti dýptarmunur á milli sömu jarðlaga vera 8-9 m miðað strík N20°A, annars helmingi hærrí miðað við N-S strík og sama halla. Segjum 10 m og 20 m til að einfalda umræðuna. Taka þarf tillit til landhæðar borholnanna, en þar munar um 8,5 m. Dýptarmunur á botni móbergsmýndunarinnar í holum 16 og 18 (tafla 1) er rétt um 30 m þegar landhæðarmunur hefur verið dreginn frá. Miðað við þá tengingu þyrfti að setja



inn misgengi milli holu 16 og 18, með austur sigi upp á um 10 m eða meir. Reynt var að finna sama leiðarlag og í holum 17 og 18 ofan við móbergsmýndunina. Það gekk ekki. Hins vegar er sérlega gróft hraunlag í holum 18 og 16 hugsanlega nothæft til tengingar. Í holu 16 er það 64 m dýpi en á 90 m dýpi í holu 18. Mismunur að frádregnum hæðarmun er þá tæplega 20 m. Og enn lendum við í smá vandræðum. Dæmið gengur upp ef stríkstefna er væri N-S, en gera þarf ráð fyrir smáu misgengi (<10 m) með sigi til austurs ef stríkstefna er N20°A.

Hola 10 er beint norður af holu 18, og eru rétt um 300 m milli holna. Jarðlög ættu því að vera nánast á sama dýpi í báðum. Leit var gerð af ljósa millilaginu í holu 10, og fundust ljós millilagskorn í svarfsýni frá 70 m dýpi. Samsvarandi lag er á 80 m dýpi í holu 18. Að teknu tilliti til hæðarmunar á holunum, þá stendur eftir 6-7 m munur milli holna, sem er eðlilegt miðað við stríkstefnu N20°A.

Málið er komið í hálfgerðan hnút því sýnilega er gagnslaust að nota svarfgreiningu til að kortleggja misgengi sem eru minni en 5-10 m. Niðurstaðan er því einfaldlega sú, að stór misgengi (> 10 m) eru ekki í jarðlagastaflanum milli borholna, en ekki er hægt að útiloka smærri misgengi.

### Tengsl vatnsæða við jarðlög og sprungur

Engin augljós tengsl eru milli vatnsæða í holum 1, 10, 16, 17 og 18 önnur en þau að stærstu vatnsæðarnar í öllum holum eru flestar í hraunasyrpunum neðan við móbergsmýndunina. Vatnsæðarnar eru taldar upp í töflu 2 og merktar á jarðlagasniðin. Þar sést engin kerfisbundin fylgni við ætlaða bergganga í holunum, né heldur við hugsanlegar sprungur eða misgengi. Um misgengi var fjallað að ofan, en tengsl vatnsæða við sprungur sjást helst í sprungufyllingum. Þar sem hverirnir á svæðinu eru gjósandi á yfirborði og skila af sér kísilhrúðri, þá ætti aðfærsluæð hveranna að vera húðuð kísilútfellingu. Svipaðar útfellingar ættu að sjást í sprunguneti út frá aðalsprungunni. Hiti í vatnskerfinu er auk þess milli 110-130°C, og við þann hita myndast ekki lághitazeólítar, heldur einungis laumontít og mordenít. Dreifing laumontíts hefur verið merkt á jarðlagasniðin. Neðan 500-700m dýpis fer laumontít að sjást reglulega á öllu svæðinu, en ofan þess dýpis einungis endrum og sinnum, svo sem í holu 16 á 130 m dýpi, í holu 1 á rúmlega 200 m dýpi, í holu 10 á 240 m dýpi. Laumontít sást hins vegar ekki í holu 18, og fyrst nærri 700 m dýpi í holu 17.

TAFLA 2 : Vatnsæðar

HV-1	HV-10	HV-16	HV-17	HV-18
	26 ->	30 ->	50 ->	
	54 ->	40 ->	296 ->	
422 ->	330 ->	330 ->>	412 ->	410 ->
448 ->>>	638 ->>>	758 ->>	435 ->	
		804 ->>		

Skýringar: -> lítil vantsæð; ->> meðal vatnsæð; ->>> stór vatnsæð

Ef dýpi á fyrsta fundarstað laumontíts gefur nálægð við aðalhverasprunguna til kynna þá er grynnt á laumontít í holu 16, síðan í holu 1 og þá holu 10.

Mikið af sprungufyllingum úr stilbíti og skólesíti sjást á 304 m og 312 m dýpi í holu 16, en enginn kvarstoppur sást í röntgengreiningum. Meðalstór æð er í 330 m og þar er engin aukning í útfellingum, en aukning á útfellingu sést í svarfi frá 342 m dýpi. Niðurstaðan er sú að æðin sé hliðlæg við aðfærsluæð. Laumontít sést í grönnum sprungufyllingum nærri vatnsæðunum á 758 m og 804 m dýpi, ásamt dálitlu af pýrít. Þessar æðar kunna að vera undir áhrifum frá aðalæðinni.

Í holu 17 eru nokkrar vatnsæðar, og er sú særsta á 412 m dýpi, þó allar séu litlar. Einu ummerkin sem fundist hafa um tengsl við hverasprunguna sjást hins vegar á 320-330 m dýpi. Þar húða mattar kísilútfellingar eldri lághitazeólíta í svarfi úr sprungufyllingu. Ekki er vatnsæð á þessu dýpi, svo ætla má að sprungan sé fyllt útfellingum. Hugsanlegt er að vatnsæðin á 296 m tengist þessari sprungu, en nær henni sáust engin sérstök ummerki um tengsl við hverasprunguna. Ekkert sérstakt sást heldur í svarfi við 412 m æðina, og kemur hún fram í miðju hraunlagi. Aukning á zeólítum, stílbíti og skólesíti, sést nokkrum metrum neðan við 435 m æðina.

Í holu 18 er lítil vatnsæð á 410 m dýpi, og er hún um 10 m ofan við ætlaðan berggang. Hugsanlega eru tengsl á milli æðarinnar og gangsins, en engar sprungufyllingar sáust í svarfinu.

Svarf úr holu 1 hefur ekki verið skoðað með tilliti til útfellinga við vatnsæðarnar, svo lítið er hægt að segja um vatnsæðarnar þar. Vatnsæða í holu 10 var getið að ofan, en þar sáust engin merki um aukningu í útfellingum eða tengsl við aðalsprunguna. Niðurstaðan úr athugunum 16, 17 og 18 er hins vegar sú að engin þeirra hefur skorið aðalhverasprunguna ennþá, en hola 16 kann þó að vera undir áhrifum hennar, svo og lítil vatnsæð á 296 m í holu 17. Það er út af fyrir sig merkileg athugun á jafn gjöfulu jarðhitasvæði og raun ber vitni um, en gefur til kynna að við séum að glíma við nánast eina afmarkaða sprungurás sem líklega er nærri því að vera lóðrétt. Einfaldast er að skera lóðréttu sprungu djúpt með skáholu.

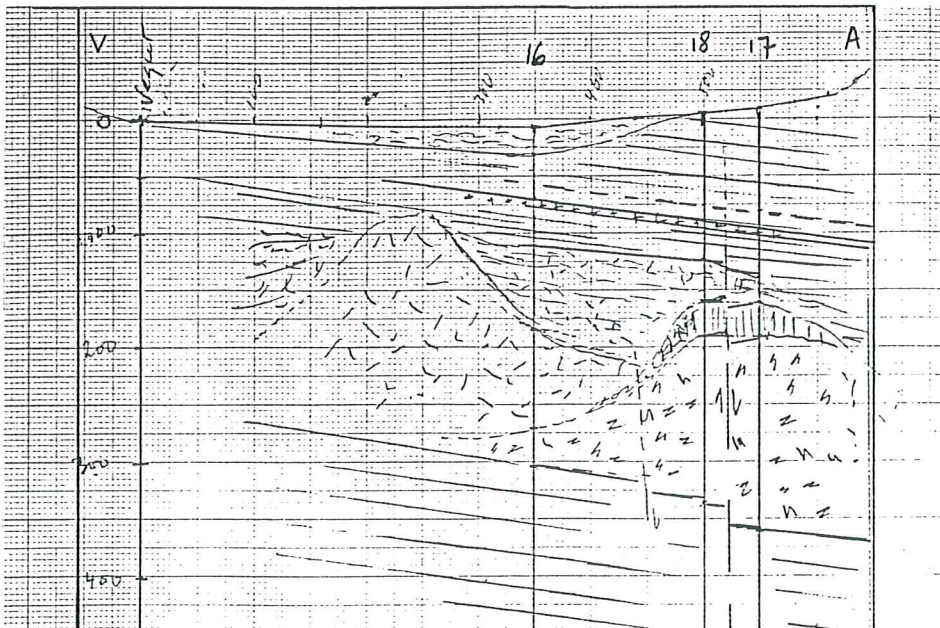
*Tilvitnaðar heimildir:*

*Guðmudur Ó. Friðleifsson, 1997. Hóla 10 Hveravöllum, Reykjahverfi. Orkustofnun, Greinargerð, GÓF-97/05, 5 bls.*

*Lúðvík S. Georgsson, Haukur Jóhannesson og Gestur Gíslason, 1977. Jarðhitakönnun í Aðaldælahreppi. OS, JHD, 7717, 50 bls.*

*Lúðvík S. Georgsson, Ingvar Þór Magnússon og Margrét Kjartansdóttir, 1982. Hveravellir í Reykjahverfi. Jarðhitakönnun. OS82088/JHD12, 45 bls.*

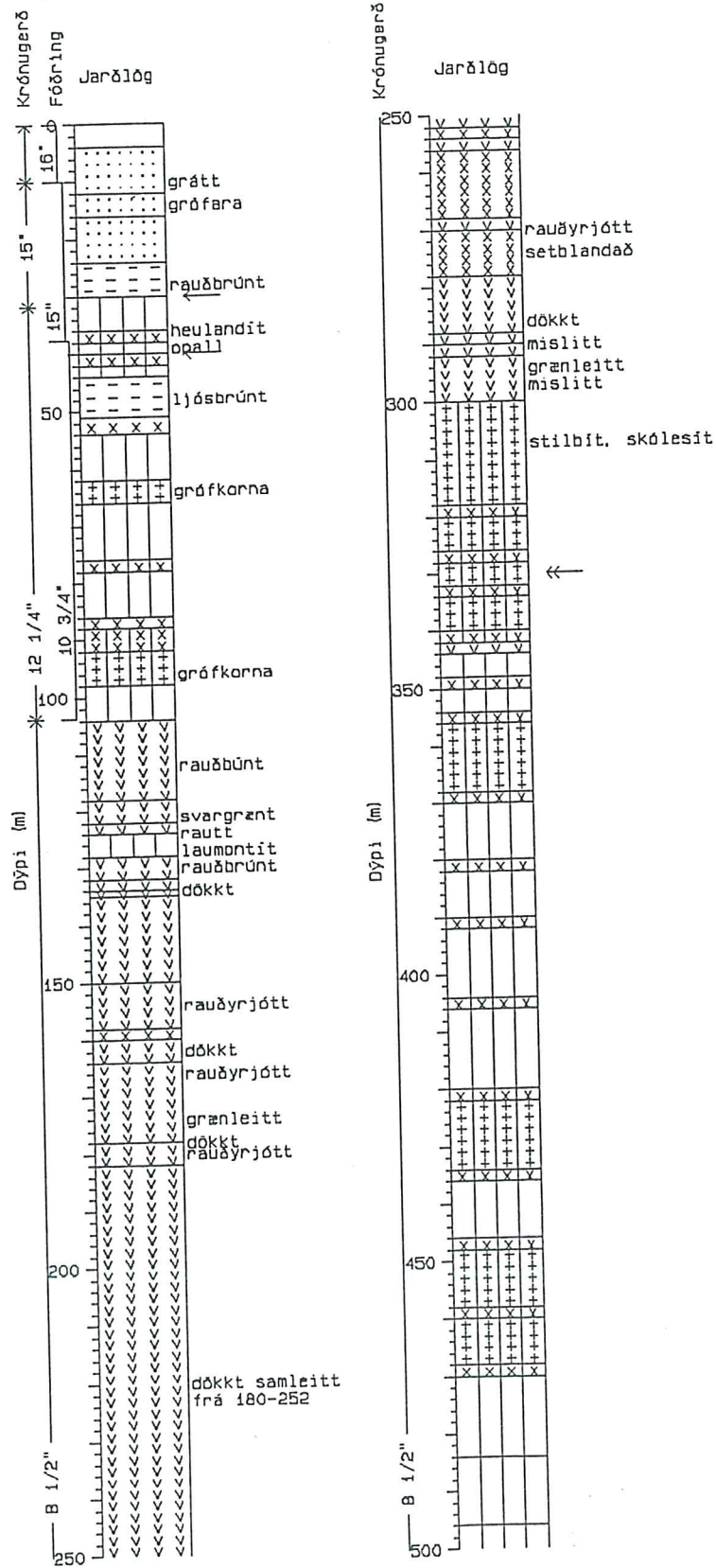
*Einar Friðleifsson*



Mynd 1. Einfölduð skýringarmynd af jarðlagaskipan á Hveravallasvæðinu.



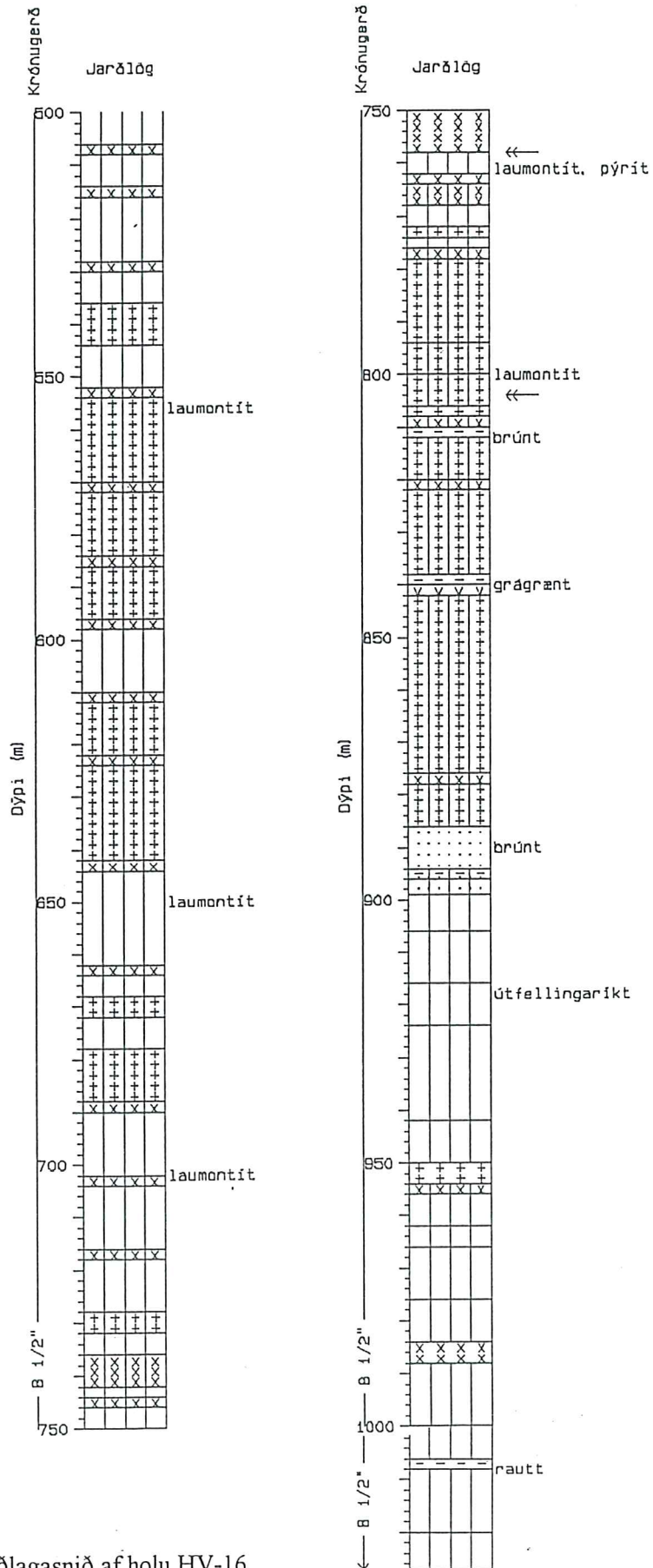
# Hveravellir HV-16 Reykjahreppur S-pingeyjarsýsla



Mynd 2. Jarðlagasnið af holu HV-16

# Hveravellir HV-16

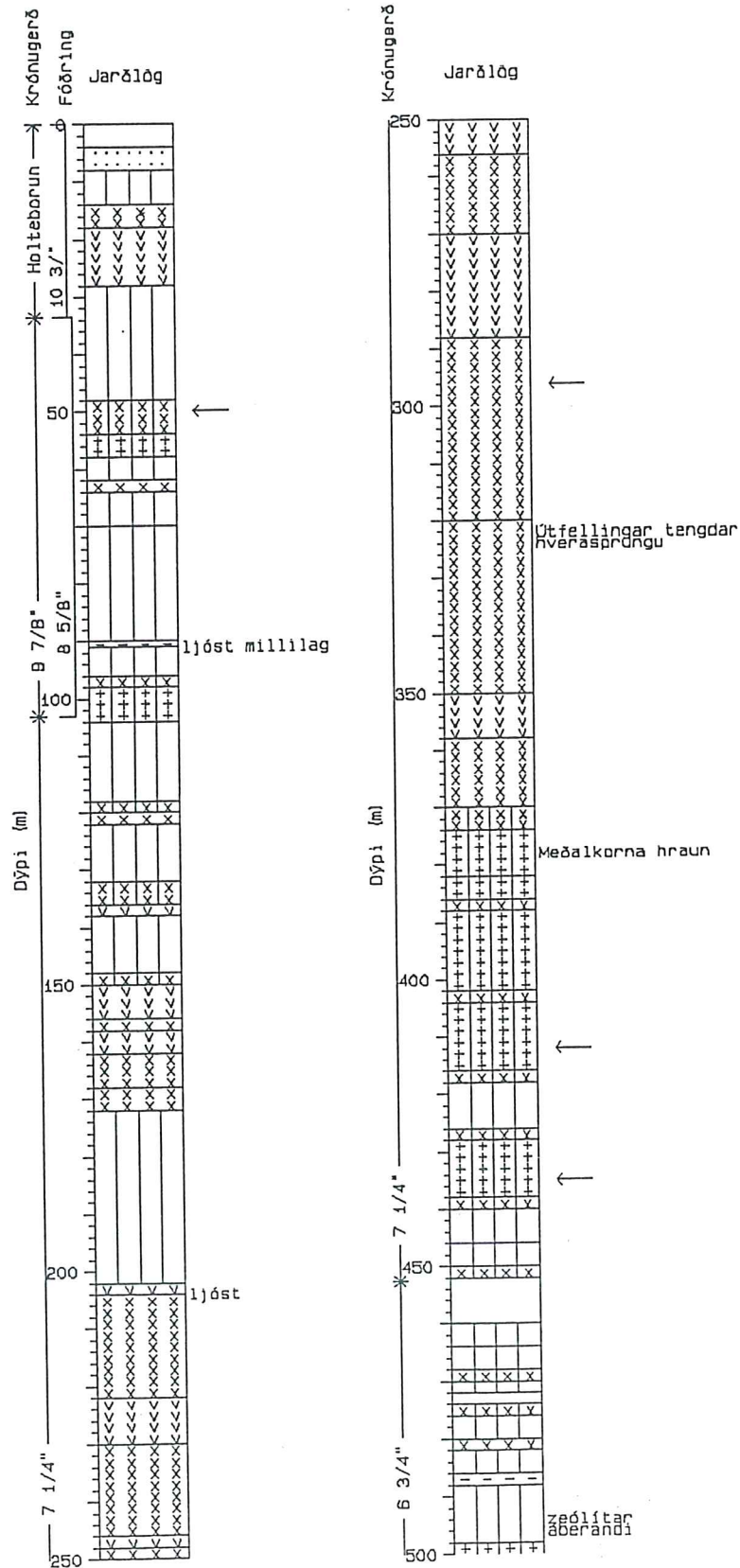
## Reykjahreppur S-Pingeyjarsýsla



Mynd 2-frh. Jarðlagasnið af holu HV-16

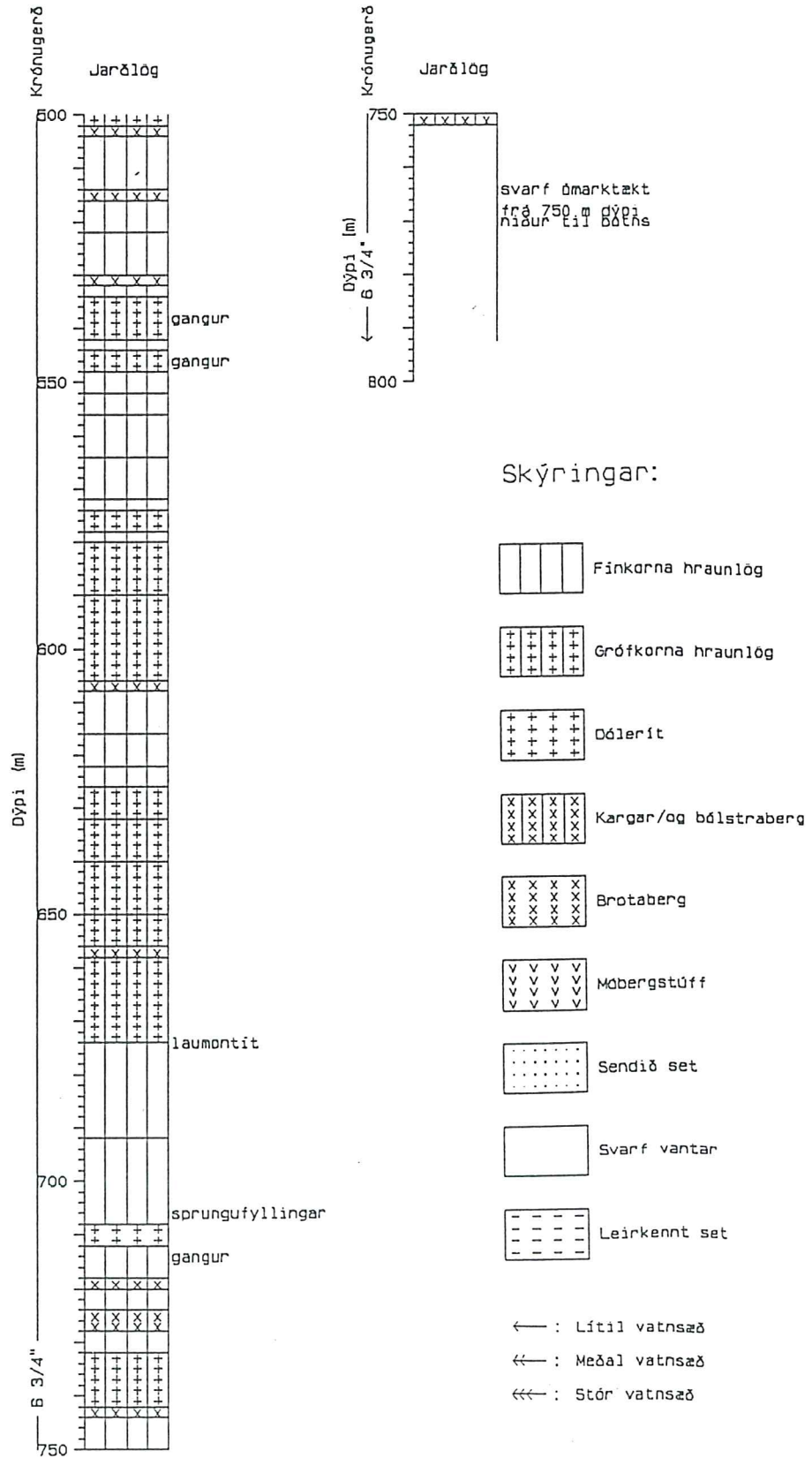


# Hveravellir HV-17 Reykjahreppur S-Pingeyjarsýsla



Mynd 3. Jarðlagasnið af holu HV-17

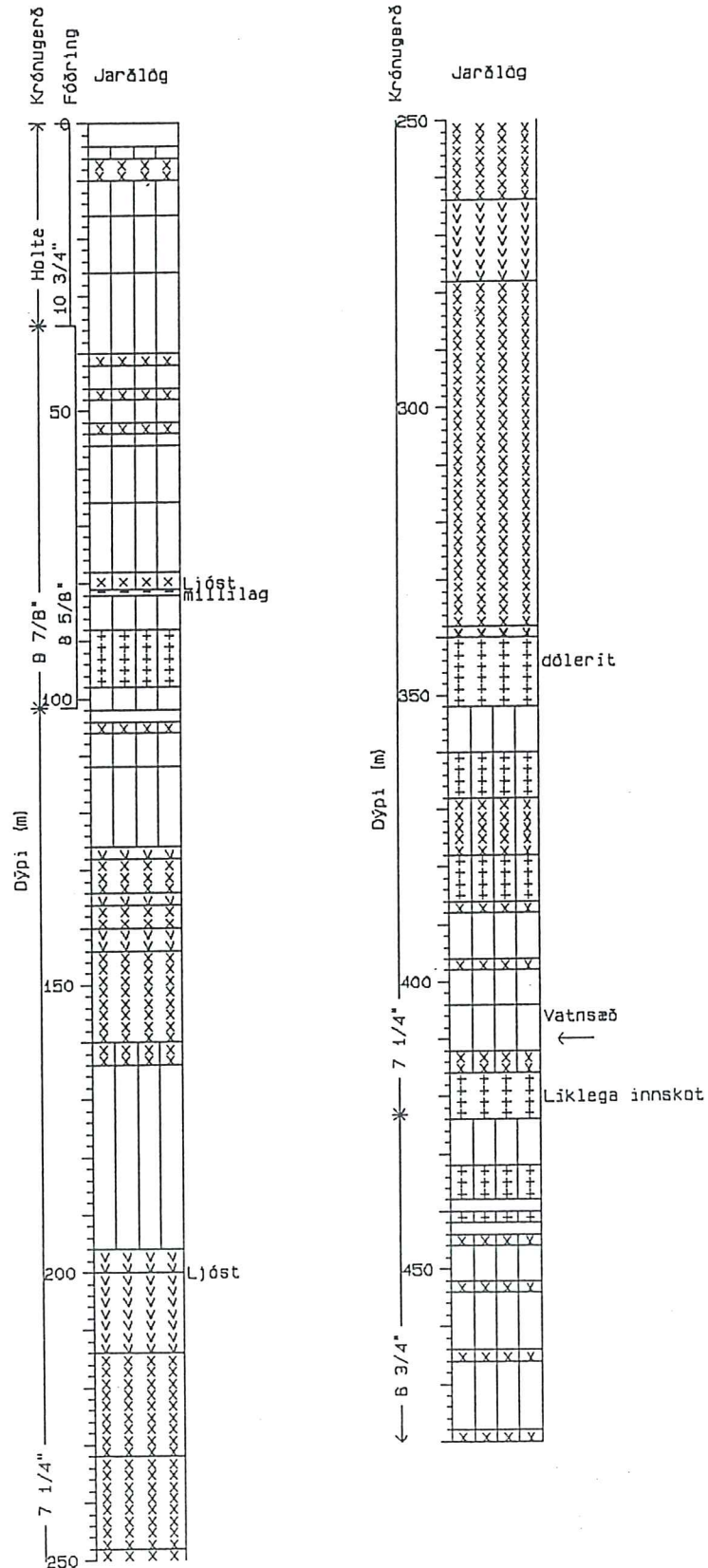
# Hveravellir HV-17 Reykjahverfi S-Pingeyjarsýsla



Mynd 3-frh. Jarðlagasnið af holu HV-17



# Hveravellir HV-18 Reykjahverfi S-Pingeyjarsýsla



Mynd 4. Jarðlagasnið af holu HV-18