



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

SELJAVALLALAUG UNDIR EYJAFJÖLLUM
- Rannsókn laugasvæðisins -

Helgi Torfason
Guðmundur Ingi Haraldsson
Lúðvík S. Georgsson
Magnús Ólafsson

OS-84090/JHD-40 B

Nóvember 1984



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

SELJAVALLALAUG UNDIR EYJAFJÖLLUM
- Rannsókn laugasvæðisins -

Helgi Torfason
Guðmundur Ingi Haraldsson
Lúðvík S. Georgsson
Magnús Ólafsson

OS-84090/JHD-40 B

Nóvember 1984

ÁGRIP

Seljavellir eru í Austur-Eyjafjallahreppi. Jarðhiti er í landi Seljavalla (Seljavallalaugar) og er hann nýttur í sundlaug og til hitaveitu í íbúðarhúsið á Seljavöllum. Seljavallalaugar koma upp meðfram berggangi einum eða fleirum sem stefna í norðaustur. Uppstreymi jarðhitavatnsins virðist vera tengt þessum göngum og ungum sprungum sem stefna þvert á þá (í norðvestur). Efnagreiningar á vatni úr laugunum benda til þess að heita vatnið komi úr jarðhitakerfi þar sem hitinn er um 110-115°C. Lagt er til að borað verði austan við Laugará, innan við sundlaugina og stefnt að því að skera ganginn og sprungurnar á nálægt 300 m dýpi undir yfirborði.

EFNISYFIRLIT

	bls.
ÁGRIP	2
EFNISYFIRLIT	3
MYNDASKRÁ	3
TÖFLUSKRÁ	3
1 INNGANGUR	4
2 JARÐFRÆÐI	5
3 JARÐHITI Á YFIRBORÐI	6
4 EFNAFRÆÐI HEITA VATNSINS	9
5 VIÐNÁMSMÆLINGAR UNDIR EYJAFJÖLLUM	11
6 TILLAGA UM BORSTAÐ	14
7 HELSTU NIÐURSTÖÐUR	16
HEIMILDIR	17
VIÐAUKI I : VIÐNÁMSFERLAR	19

MYNDASKRÁ

- 1 Yfirlitskort af nágrenni Eyjafjallajökuls
- 2 Lauslegt kort af jarðfræði umhverfis Seljavallalaugar
- 3 Jarðhitakort af Seljavallalaugum
- 4 Staðsetning viðnámsmælinga í Eyjafjallasveit
- 5 Eðlisviðnám á 500 m dýpi undir sjávarmáli
- 6 Viðnámsnið
- 7 Laugabyrpingar umhverfis Seljavallalaugar og borstaði
- 8 Hitaveita að Skógum

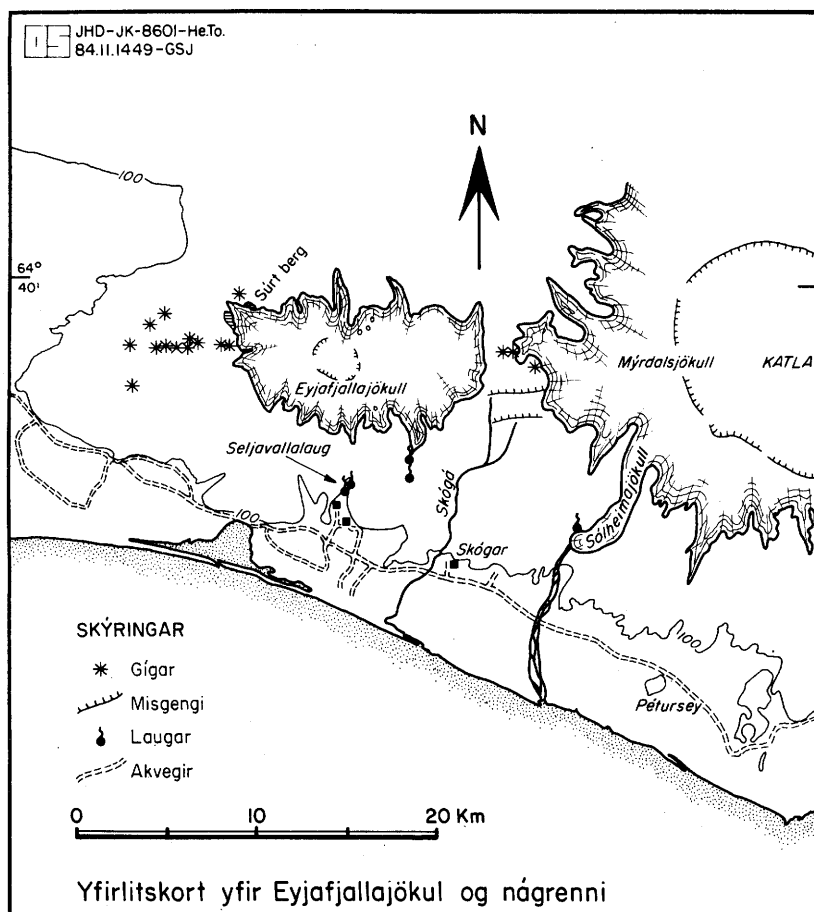
TÖFLUSKRÁ

- 1 Efnagreiningar

1 INNGANGUR

Samkvæmt beiðni hreppsnefndar Austur-Eyjafjallahrepps var gerð athugun á jarðhitasvæðinu sem kennt er við Seljavallalaug með það fyrir augum að staðsetja þar borholu.

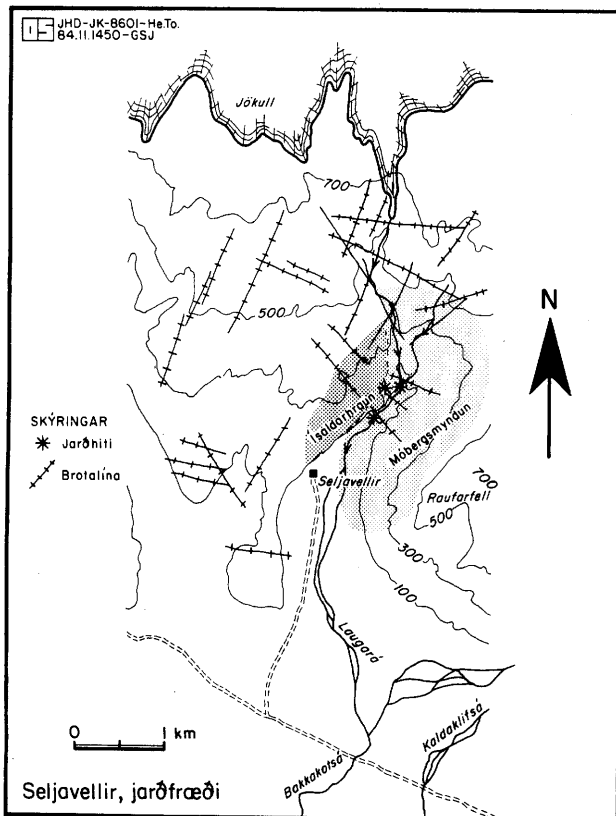
Seljavallalaug (mynd 1) er í landi Seljavalla og er raunar um að ræða fjölda lauga í 60 til 150 m hæð og tengfast þær berggöngum sem stefna í norðaustur. Syðsta laugin er 17°C heit en sú heitasta er $64,5^{\circ}\text{C}$ og liggur hún innst (nyrst) af laugunum. Árið 1922 var að tilhlutan Ungmennafélags Eyfellinga hlaðin sundlaug vestan Laugarár en hún eyðilagðist í miklum vatnavöxtum í ánni. Árið 1936 var sundlaugin steipt upp og stendur hún enn. Sundlaugin er byggð upp við klettavegg neðan við nokkrar lauganna. Heitt vatn rennur niður klettavegginn beint í sundlaugina, en auk þess er leitt vatn í hana með járnpiðu úr einu auga nokkru vestar. Hitastig sundlaugarinnar er um 25°C , en vatnið sem í hana rennur er að mestu nál. $50-60^{\circ}\text{C}$ heitt þar sem það kemur upp.



Mynd 1. Yfirlitskort af nágrenni Eyjafjallajökuls.

2 JARÐFRÆÐI

Berggrunnur umhverfis Seljavallalaug er móberg með basaltkleggjum og óreglulegum hraunlögum sem hallar inn undir Eyjafjallajökul (mynd 2). Berggrunnur svæðisins sunnan Eyjafjallajökuls hefur verið kannaður af Jóni Jónssyni (1984). Segulstefna berglaganna er öfug við það sem nú er og er berggrunnur því eldri en 700.000 ára, líklega nær einni milljón ára þar sem laugarnar eru. Móbergið er sundurskorið af bergæðum, nær lóðréttum göngum og mikið hallandi sniðgöngum. Laugarnar koma upp meðfram berggöngum sem stefna í norðaustur og hallar þeim til austurs ($040/75-80^{\circ}A$ þ.e stefna $N40A$ og halli $75-80^{\circ}$ til A). Þó flestum ganganna halli til austurs eru nokkrar undantekningar frá því. Sniðgöngunum (sheets; innskotslög sem eru nær lárétt) hallar yfirleitt til norðurs eða norðausturs, en stefnur þeirra eru óreglulegri og þarf meiri rannsóknir til að gera þeim viðhlýtandi skil. Ungar sprungur stefna í norðvestur og hallar til suðurs ($125-135/75-85^{\circ}S$) og skera þær gangana undir nálægt því réttu horni. Skurðlína milli ganganna og sprunganna hefur stefnu nálægt suðsuðaustri og hallar til austurs ($170/75^{\circ}A$). Jón Jónsson (1984) hefur rannsakað jarðfræði Eyjafjalla undanfarin ár og telur hann að á fyrri jarðsögutímabilum hafi miðja eldfjallsins Eyjafjallajökuls verið nálægt Raufarfelli og sé öfugt segulmagnað berg frá því skeiði að finna langt upp í hlíðar Raufarfells.



Mynd 2. Brootalína í nágrenni Seljavalla og mörk jarðmyndana.

Ofan á þennan "gamla" berglagastafla, sem er með öfuga segulstefnu, hefur runnið mjög dílótt hraunlag. Hraunlag þetta er mjög stuðlað og sveipótt og myndar hamra mikla vestan við bílastæðið þar sem þeir leggja bílum sínum sem fara í sundlaugina. Hraunið er ríkt af pýroxeni, ólivíni og plagióklasi. Það hefur runnið þegar roföflin höfðu fært landslagið í sem næst núverandi horf og hefur því runnið seint á ísöld, enda segulstefna þess rétt. Hraunlag þetta hefur rofist talsvert af jökli en liggur eins og kápa utan á gamla móberginu og er í klettasnösunum ofan og vestanvið sundlaugina (mynd 2).

Eyjafjallajökull er virkt eldfjall og gaus hann síðast árið 1821. Einnig er talið að hann hafi gosið árið 1612 en það mun þó vera óvíst (sjá t.d. Sigurður Þórarinnsson og Kristján Sæmundsson 1979). Katla er undir Mýrdalsjökli og hefur gosið þar margoft á sögulegum tíma, síðast 1918 og ef til vill 1955. Eldvirkninni fylgir mikið af innskotum í iðrum jarðar og á jarðhitinn líklega rætur sínar að rekja til þeirra.

Á jarðfræðikorti af Mið-Suðurlandi (Guðmundur Kjartansson 1962, endurbætt Haukur Jóhannesson o.fl. 1982) má sjá misgengi með austlægri stefnu (líkt og ungu sprungurnar við Seljavallalaug) austan Eyjafjallajökuls. Gossprungur frá nútíma sem eru bæði austan Eyjafjallajökuls og vestan hans hafa einnig austlæga stefnu. Með hliðsjón af þessu má telja líklegt að sprungurnar við Seljavallalaug endurspegli ungar brotahreyfingar á svæðinu og er því rétt að hafa hliðsjón af þeim er borað verður í jarðhitasvæðið.

3 JARÐHITI Á YFIRBORÐI

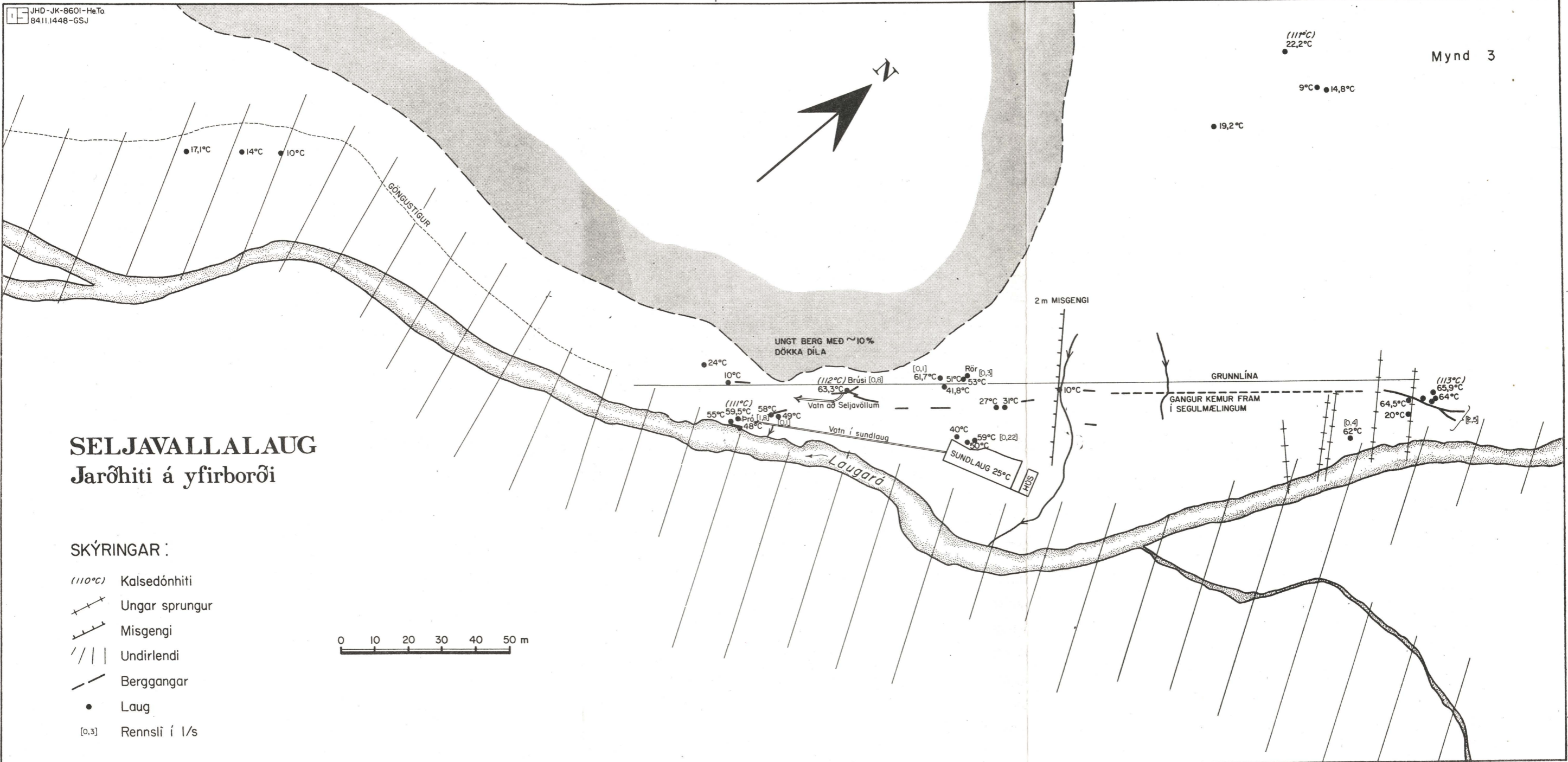
Seljavallalaugar voru rennslismældar í mars 1977 og eru niðurstöður þeirra mælinga sýndar á mynd 3. Heildarrennsli úr laugunum mældist 6,2 l/s og var mest rennsli úr innstu (nyrstu) laugunum, 2,5 l/s.

Í október 1984 var jarðhitinn við Seljavallalaug kortlagður nákvæmlega og dregin upp mynd af nánasta umhverfi hennar (mynd 3). Allar laugar eru færðar inn á mynd 3 og sýnt hitastig sem þar mældist í október 1984 ásamt rennsli skv. mælingunum frá 1977. Úr sumum laugunum var rennsli ekki það mikið að væri mælanlegt. Í grófum dráttum má skipta laugunum við Seljavallalaug í fjórar þyrpingar.

Þyrping 1 er veigaminnst og er þar um að ræða vatn sem sitrar upp um árframburð Laugarár. Mestur hiti er rúmlega 17°C. Ógerlegt er að mæla rennsli úr þessum laugum, en það virðist vera fremur lítið.

Þyrping 2 er uppi í hliðinni fyrir ofan mesta laugasvæðið (þyrpingu 4) og mældist mestur hiti þar rúmar 22°C. Rennsli er mjög lítið, en vex líklega í leysingum og vætutíð, en hvítar útfellingar eru á steinum í farvegi frá þessum stað.

Þyrping 3 er laugasvæði kringum sundlaugina og er þar tekið vatn í sundlaugina og til upphitunar að Seljavöllum. Mestur hiti er 63,5°C og rennsli er samtals um 3,3 l/s. Víða eru hvítar útfellingar kringum laugarar.

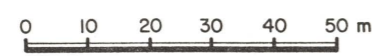


SELJAVALLALAUG

Jarðhiti á yfirborði

SKÝRINGAR :

- (110°C) Kalsedónhiti
- Ungar sprungur
- Misgengi
- /// Undirlendi
- Berggangar
- Laug
- [0.3] Rennslí í l/s



Þyrping 4 er innan við sundlaugina og eru nokkrar laugar þar. Þær koma út úr berginu meðfram gangi sem skorinn er sundur af ungum sprungum og liggja þær efstu um 30 m ofan við gilbotninn þar sem Laugará rennur. Laugarnar í þessarri þyrpingu eru vatnsmestar og þar er hæstur hiti á yfirborði $64,5^{\circ}\text{C}$ og er samanlagt rennsli um 3 l/s. Víða eru hvítar útfellingar á steinum og ryðrauður litur umhverfis er líkur kolsýrulaugum.

Berggangar sjást nokkuð slitrótt samhliða því beltí sem laugarnar í hópi 3 og 4 raða sér á. Laugar í hópi 1 og 2 liggja fjarri hinum og er ekki ólíklegt að þær séu tengdar öðrum berggöngum eða NV-sprungunum. Að svo stöddu eru þær ekki taldar álitlegar til nýtingar, en vert er að hafa í huga að kalsedónhiti í sýni úr þyrpingu 2 bendir til sama hitastigs í jarðhitakerfinu. Það er því rétt að fylgjast með þessum laugum ef borað verður í nágrenninu.

Jón Sólmundsson (1961) var á ferð við Seljavallalaug 6. ágúst 1961 og mældi þá hæst hitastig 65°C og giskaði á að rennsli væri 5-7 l/s. Samkvæmt því hefur hvorki hitastig né rennsli breyst á undanförunum 23 árum.

4 EFNAFRÆÐI HEITA VATNSINS

Á Orkustofnun er til efnagreining á sýni af vatni úr Seljavallalaug frá árinu 1961 (Spjaldskrá Orkustofnunar-JHD). Auk þessa sýnis tók Einar Gunnlaugsson jarðfræðingur sýni til efnagreininga úr laugunum árið 1980. Niðurstöður þessara tveggja efnagreininga eru sýndar í töflu I. Á síðastliðnu sumri (1984) tók Einar fleiri sýni á svæðinu, en efnagreiningum á þeim er ekki lokið nema að litlu leyti. Sýnatökustaðir eru merktir á mynd 3.

Tilgangur slíkrar rannsóknar á efnasamsetningu vatnsins er fyrst og fremst sá, að kanna hvort hugsanlega megi fá heitara vatn dýpra í jörðu, en einnig til að rannsaka tengsl vatnskerfa og neysluhæfni og vinnslueiginleika vatnsins.

Út frá heildarstyrk og hlutfalli ýmissa efna í vatninu (t.d. kísils (SiO_2), natríums (Na) og kalís (K)) má oft segja fyrir um hvert hitastig vatnsins hefur verið djúpt í jörðu, þar sem ríkir jafnvægisástand milli vatns og bergs. Hversu vel tekst til að segja til um þennan hita er háð ýmsum þáttum t.d. því, hvort einhver breyting verður á efnasamsetningu vatnsins á leið þess til yfirborðs. Þessi breyting getur verið fölgín í því, að þar sem rennsli er tregt þá er hætt við að nýtt jafnvægi náist við bergið í uppstremmisrásinni, sem getur haft lægra hitastig en vatnið. Einnig getur jarðhitavatnið blandast köldu grunnvatni á leið sinni til yfirborðs. Báðar þessar truflanir valda því, að útreiknaður hiti út frá efnasamsetningu jarðhitavatnsins er lágmarkshiti þess vatns sem lagði af stað til yfirborðs.

Í töflu II er sýndur mældur hiti þeirra sýna sem til eru úr Seljavallalaugum, ásamt reiknuðum kalsedónhita.

Tafla I. Efnagreiningar á vatni úr Seljavallalaugum. Sýni I er tekið 24/7 1961 úr nokkuð vatnsmikilli lind úr kletti um 8 m ofan við gangstíg að sundlaug (líklega þar sem brúsi er nú, sjá mynd 3). Sýni II er tekið og efnagreint af Einari Gunnlaugssyni árið 1980. Sýnið var tekið úr steinþró neðanvið göngustíg að sundlaug. Styrkur efna er í mg/kg.

	SÝNI I 61-07-24	SÝNI II 80-10-12
Rennsli	0,1 l/s	
Hiti C°	65	59,5
pH/C°	8,12/	8,14/23
Ohmm	10,79	-
SiO ₂	104,8	102,60
Na	-	211,20
K	-	3,70
Ca	14,2	9,50
Mg	-	0,6000
CO ₂	-	156,80
SO ₄	225,2	219,80
H ₂ S	-	0,10
Cl	29,1	36,60
F	2,40	2,40
Uppl. efni	676,80	-

Tafla II. Seljavallalaugar (hiti°C), sýni I og V eru líklega úr sömu laug.

Sýni	mældur hiti	kalsedónhiti
I. 61-07-24	65	112
II. 80-10-12	59,5	111
III. 84-08-04	50,5	114
IV. 84-08-04	24,5	112
V. 84-08-04	64,2	113

Eins og fram kemur í töflu II þá má búast við, að jarðhitavatnið sem kemur upp í Seljavallalaugum, komi úr jarðlögum, þar sem hiti er rúmlega 100°C.

Vatnið er kalkmettað, eins og títt er um jarðhitavatn, og má því búast við einhverjum útfellingum við afloftun þess og kólnun. Magn flúors (F) er í hærra lagi, ef miðað er við evrópska staðla fyrir drykkjarvatn, en þeir mæla með að magn flúors sé ekki meira en 0,8-1,7 mg/kg. Styrkur súlfats (SO₄) í vatninu er nokkuð hár og einnig er mikið af koldíoxíði (CO₂) í vatninu, og bera innstu laugarnar þess glögg merki; þær eru ryðrauðar og líkar ölkeldum. Hvítar útfellingar eru víða kringum laugarnar en ekki er vitað úr hverju þær eru gerðar.

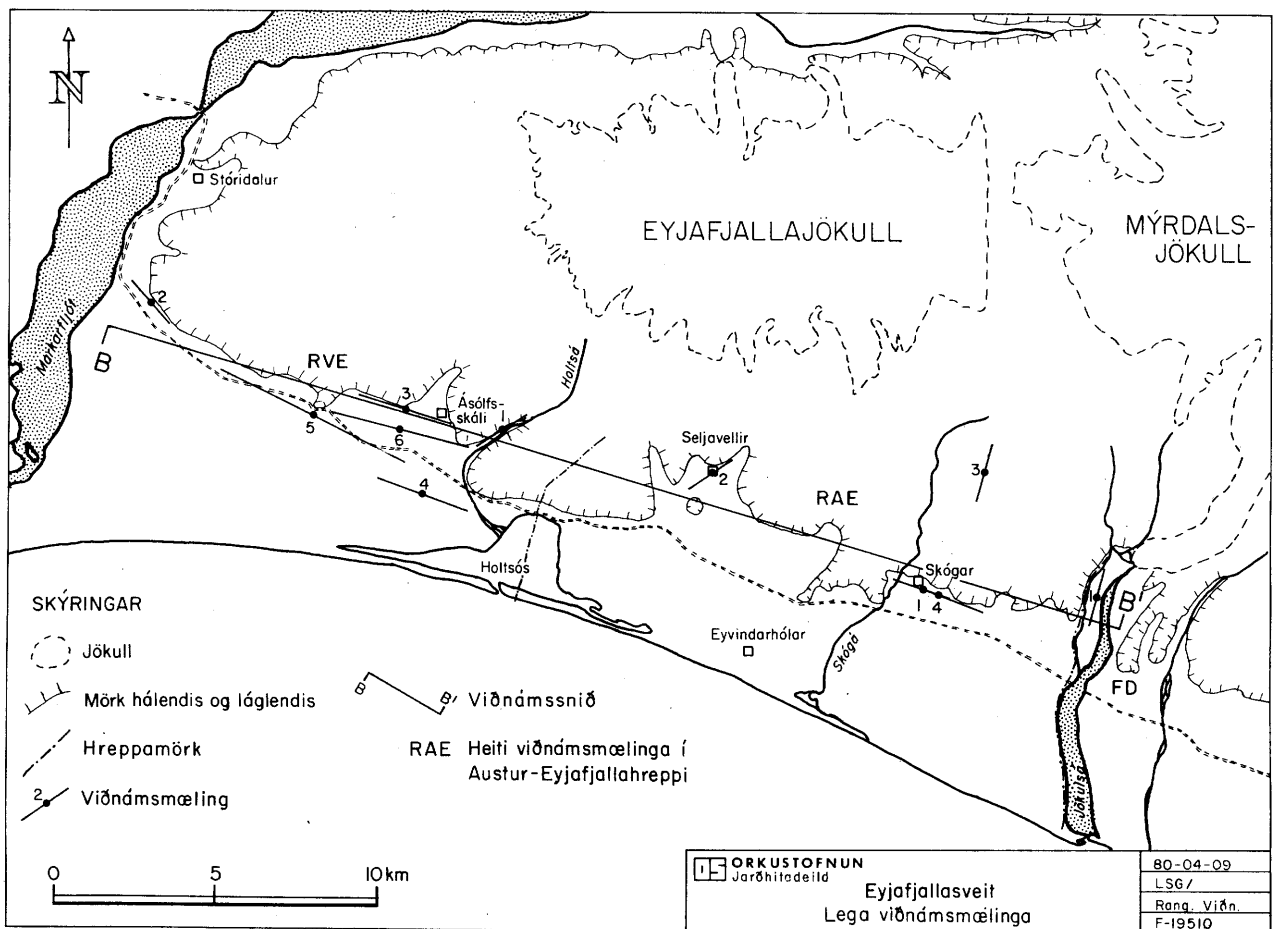
Niðurstaða þessarar athugunar er því sú, að hugsanlegt er að fá heitara vatn (100-110°C) dýpra í jörðu, en ekki er unnt að segja til um hve djúpt þarf að bora eftir því.

5 VIÐNÁMSMÆLINGAR UNDIR EYJAFJÖLLUM

Viðnámsmælingar gefa upplýsingar um eðlisviðnám bergs en það er einkum háð hitastigi, vatnsinnihaldi og gerð bergsins, sem eru allt þættir sem hafa mikið gildi við rannsókn jarðhita.

Á undanförunum árum hafa verið gerðar 11 viðnámsmælingar undir Eyjafjöllum (RVE01-06, RAE01-04 og FD01). Þær elstu, sem gildi hafa í dag, voru gerðar árin 1971 og 1972. Tilgangur þeirra var að kanna og leita að jarðhita undir Eyjafjöllum og var m.a. mælt við Seljavelli og Skóga (Jón Jónsson og Guðmundur Guðmundsson 1972). Sumarið 1978 var bætt við nokkrum mælingum, aðallega við Skálabæi, til að leita til þrautar að jarðhita á þeim slóðum. Staðsetning mælinganna er sýnd á mynd 4, en viðnámsferlar eru í viðauka.

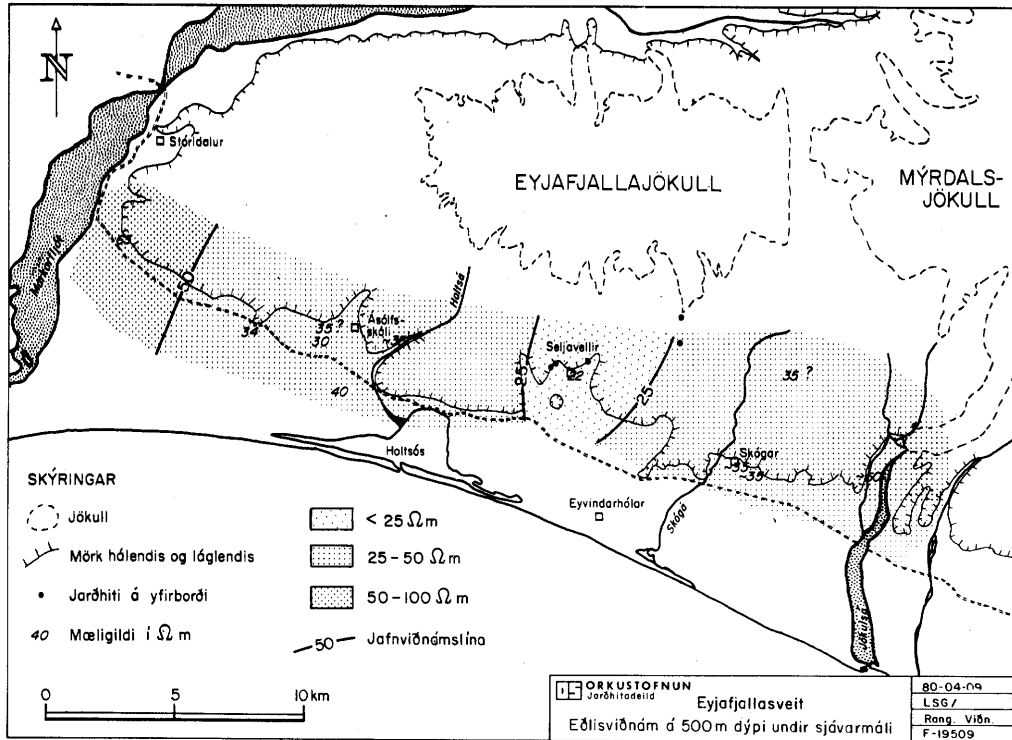
Niðurstöður viðnámsmælinganna eru dregnar saman á myndum 5 og 6, sem sýna eðlisviðnám undir Eyjafjöllum á 500 m dýpi undir sjávarmáli og viðnámssemi eftir endilangri Eyjafjallasveit. Eðlisviðnámið virðist gefa ágæta samsvörun við jarðlagastafllann.



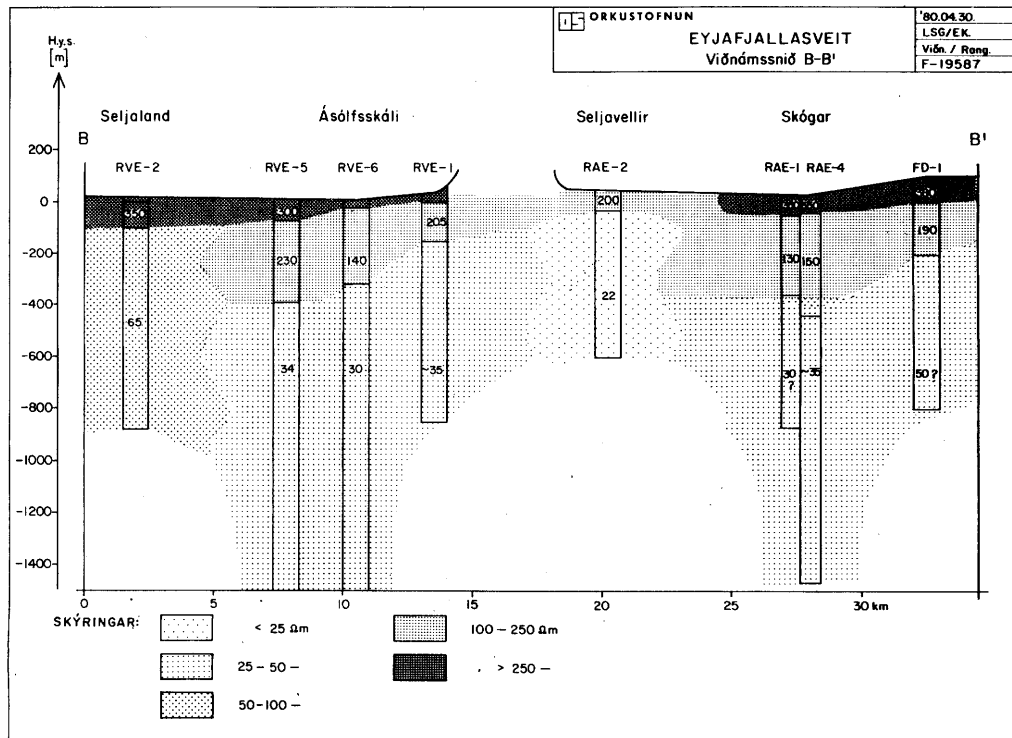
Mynd 4. Lega viðnámsmælinga sunnan Eyjafjalla.

Í efstu 300-400 m jarðlagastaflans er viðnámið um 100-200 ohmm, sem samsvarar því sem finnst í ungum jarðlögum (síð-kvarterum) á þessu svæði. Þar fyrir neðan, þ.e. eftir að komið er niður í eldra berg (líklega frá því snemma á kvarter), er viðnámið mun lægra, eða 30-50 ohmm. Lágt eðlisviðnám bendir til heits og vatnsríks bergs eða seltu. Jarðeðlisfræðilegar mælingar og boranir á láglandi Rangárvallasýslu austan Rangár - en á öllu þessu svæði virðast aðstæður áþekkar - benda eindregið til að þetta lága djúpviðnám stafi eingöngu af mikilli seltu í jarðvatni en ekki heitum vatnskerfum. Mælingin við Seljavelli, sem var gerð um 1 sunnan við Seljavallalaug, er þó undantekningin frá heildarmyndinni. Þar mælist viðnám um 22 ohmm, sem er um 30% lægra en djúpviðnám í þeim mælingum sem næstar eru. Þetta lága viðnám mælist strax á innan við 100 m dýpi og kemur skýrt fram bæði á mynd 5 og 6. Hér gætir ótvífrætt áhrifa frá jarðhita og verður að túlka þetta sem að þarna sé grunnt á vatnsríkt og heitt berg.

Meginniðurstöður viðnámsmælinga undir Eyjafjöllum eru þær að lítil von virðist um nýtanlegan jarðhita annars staðar en í næsta nágrenni við Seljavelli. Á Skógum og Skálabæjum hafa verið uppi hugmyndir um borun eftir heitu vatni. Ef marka má viðnámsmælingarnar eru litlar líkur á að slíkar boranir geti borið tilætlaðan árangur, þrátt fyrir að hitastigull á svæðinu sé allhár. Ef frekari rannsóknaboranir verða gerðar á svæðinu ber alla vega að einskorða þær við yngri jarðmyndanir (síð-kvarter). Þar fyrir neðan er grunnvatn bæði of lítið og of salt til beinnar nýtingar.



Mynd 5. Eðlisviðnám á 500 m dýpi undir sjávarmáli.

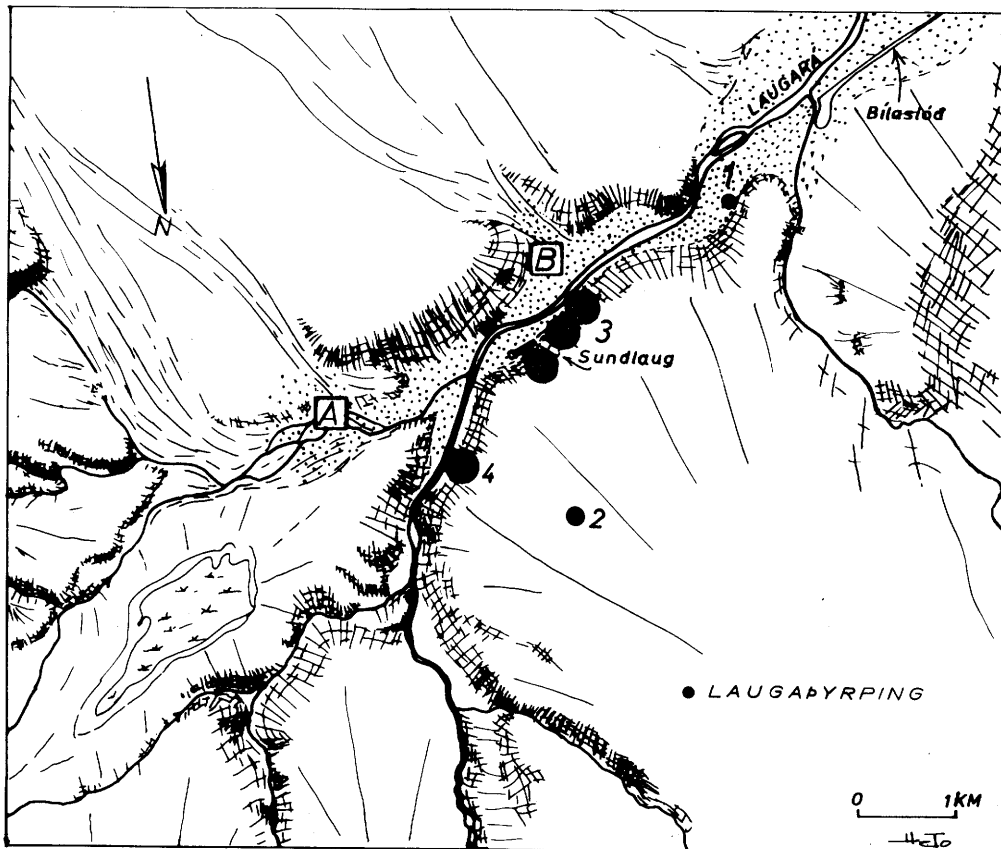


Mynd 6. Viðnámssnið, staðsetning er sýnd á mynd 5.

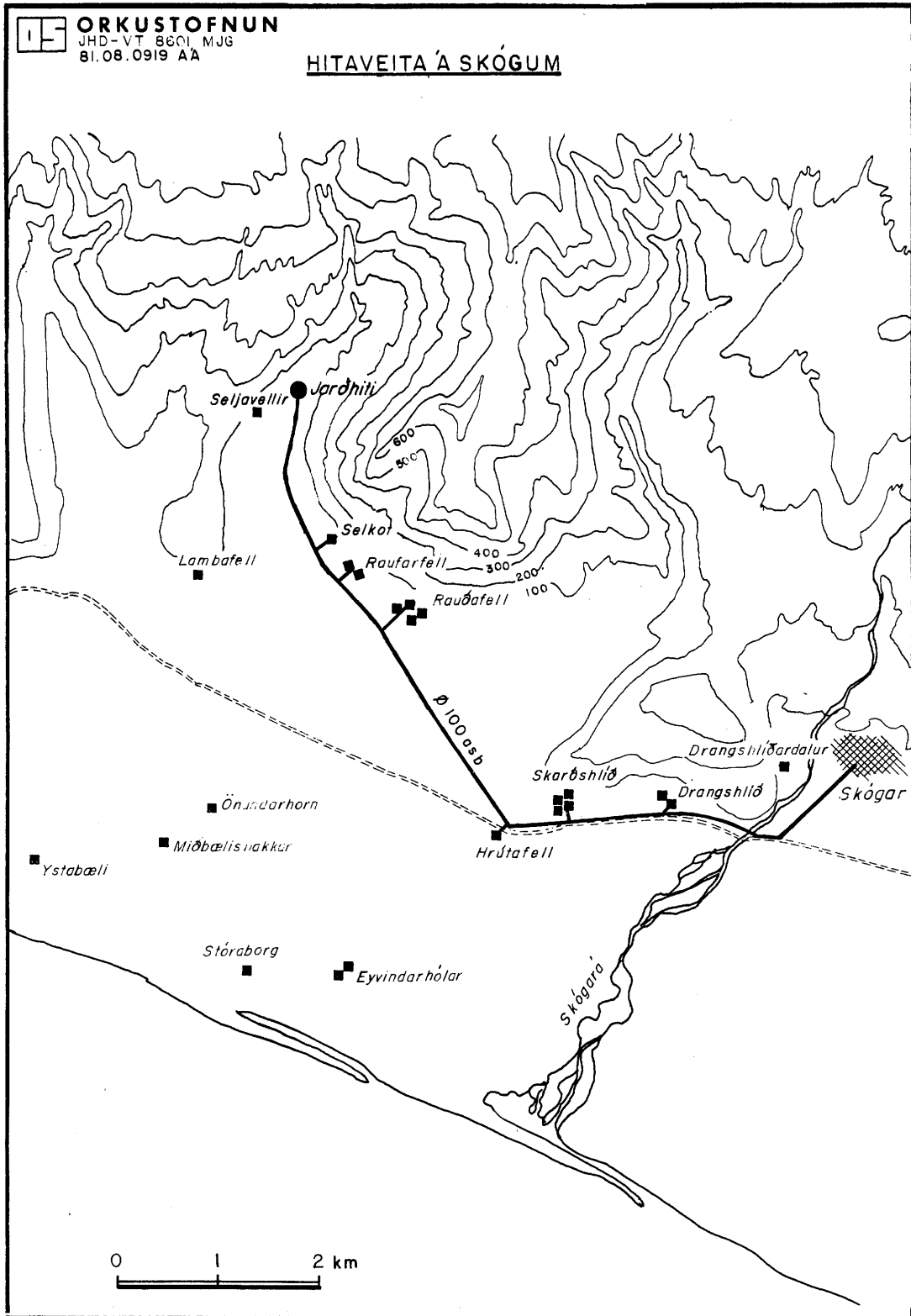
6 TILLAGA UM BORSTAÐ

Landið meðfram Laugará er fremur óslétt og ekki er bílfært að sundlauginni. Meðfram ánni eru þó nokkrir staðir sem unnt er að koma við jarðbor án mikillar fyrirhafnar og ræður það að nokkru staðsetningu fyrstu borholunnar. Óhjákvæmilegt er að fara yfir Laugará og þarf því að ryðja slóð fyrir jarðborinn.

Lagt er til að fyrsta borhola við Seljavallalaug verði austan Laugarár gegnt laugabyrpingu 4. Við staðsetninguna er haft í huga að í þessari laugabyrpingu hefur mælst hæstur hiti og mest rennsli, eða um helmingur alls rennslis á svæðinu. Einnig er það ráðandi að hér kemur vatnið upp á fremur litlu svæði. Svo virðist sem ungar sprungur sem skera gangana hér leiði vatnið til yfirborðs og við staðsetningu fyrstu borholu er rétt að taka mið bæði af göngunum og þessum ungu sprungum.



Mynd 7. Laugabyrpingar og borstaði. A: fyrsta hola, B: önnur hola.



Mynd 8. Lega hitaveitu frá Seljavallalaug að Skógum. Úr María Jóna Gunnarsdóttir o.fl 1982.

Berggangarnir (þeir geta verið fleiri en einn) hafa norð-austlæga stefnu og hallar þeim um 75-80° til austurs (hallar eru ætíð miðaðir við lárétt). Ungu sprungurnar sem skera gangana stefna í norðvestur og hallar þeim um 75-85° til suðurs. Skurðlína milli sprungna og ganga hallar því um nálægt 75° til suðausturs. Til að hitta á þessa skurðlínu á 300-400 m dýpi þarf að fara u.þ.b. 60 m austur frá göngunum. Hér er miðað við að skera hvort tveggja gang eða ganga og ungu sprungurnar á svipuðu dýpi (300-400 m). Á mynd 7 er sýnd staðsetning tveggja borhola og er mælt með að fyrst verði borað á stað sem merktur er A, það er við þyrpingu 4.

Í fyrstu atrennu er óráðlegt að fara mikið fjær laugunum, því nokkur óvissa er á legu vatnsæðanna. Rétt er að fylgjast vel með boruninni og hvort breyting verður á laugunum. Í framhaldi af borun við laugabyrpingu 4 má annað hvort bora við þyrpingu 3, hafi þær laugar ekki horfið við nýtingu innra svæðisins, eða að reyna að ná vatni dýpra.

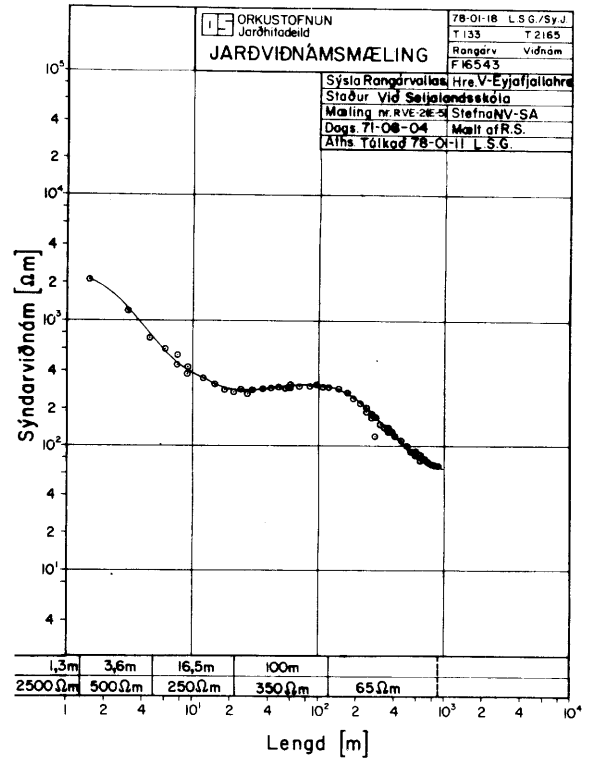
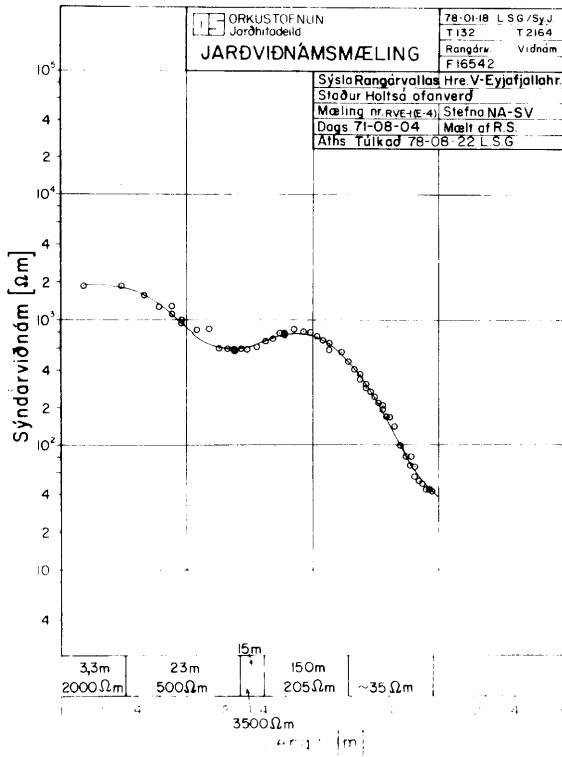
Frá Seljavallalaug að Skógum eru rúmir 9 km. Borstæði við Seljavallalaug er í um 80 m hæð en Skógar í um 50 m hæð yfir sjó (þessar hæðartölur eru teknar af landakortum 1:50.000 AMS og því ónákvæmar). Flestir bæjanna á þeirri leið sem leiðslan liggur standa lægra en væntanlegt borstæði. Í Hitaveituáætlun (María J. Gunnarsdóttir o. fl. 1982) er gert ráð fyrir að þurfi 6 l/s af 90°C heitu vatni til hitaveitu fyrir Skóga og þá bæi sem eru á leið leiðslunnar þangað (6. mynd). Á yfirborði við Seljavallalaugar eru 6 l/s af 53-64,5°C heitu vatni og efnahiti vatnsins er 110-112°C. Það er því nú þegar til nægilegt vatn til hitaveitunnar en vantar hærri hita. Í Hitaveituáætlun er gengið út frá tveimur 300 m djúpum rannsóknarholum og einni 500 m djúpri vinnsluholu til hitaveitunnar.

7 HELSTU NIÐURSTÖÐUR

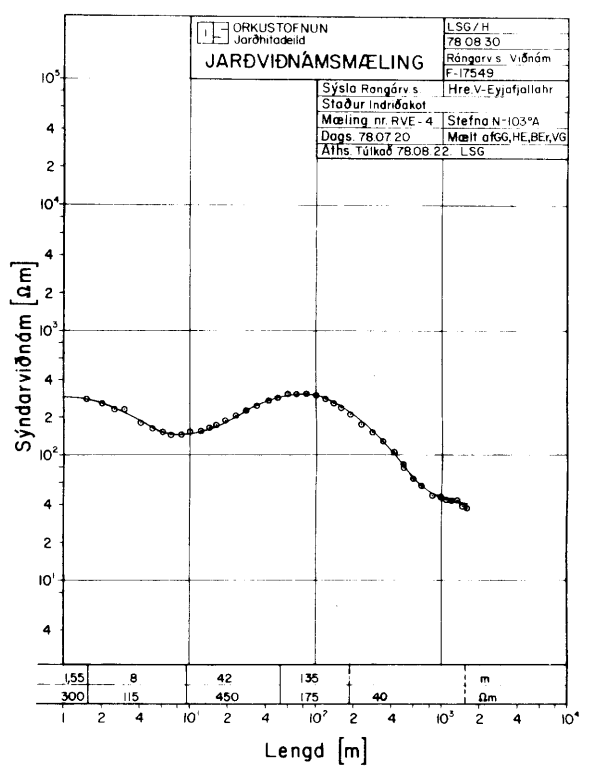
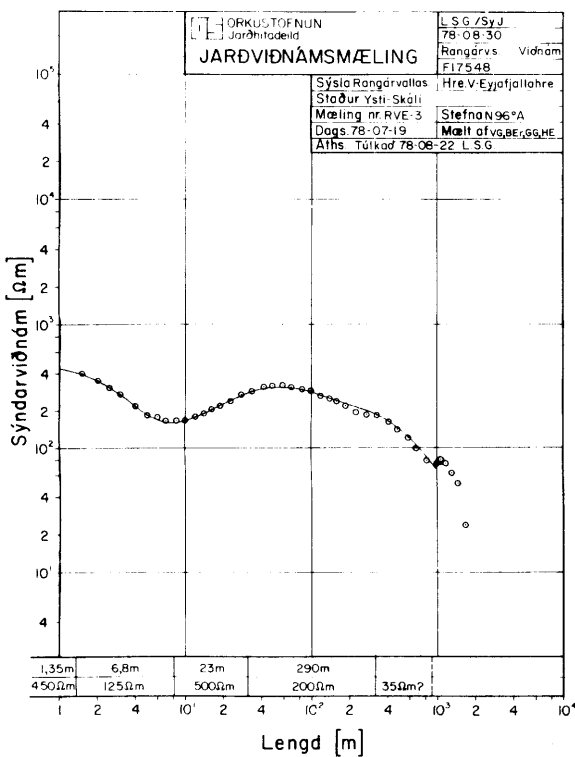
1. Seljavallalaugar koma upp í 4 þyrpingum á 380 m langri laugalínu.
2. Laugarnar eru tengdar "gömlum" berggöngum og ungum sprungum.
3. Hiti á yfirborði er hæstur 64,5°C, en efnahiti er 110-112°C. Rennsli á yfir borði er 6 l/s af 50-64,5°C heitu vatni
4. Fyrstu borholu er ætlað að skera berggang og ungar sprungur á 300-400 m dýpi undir yfirborði.

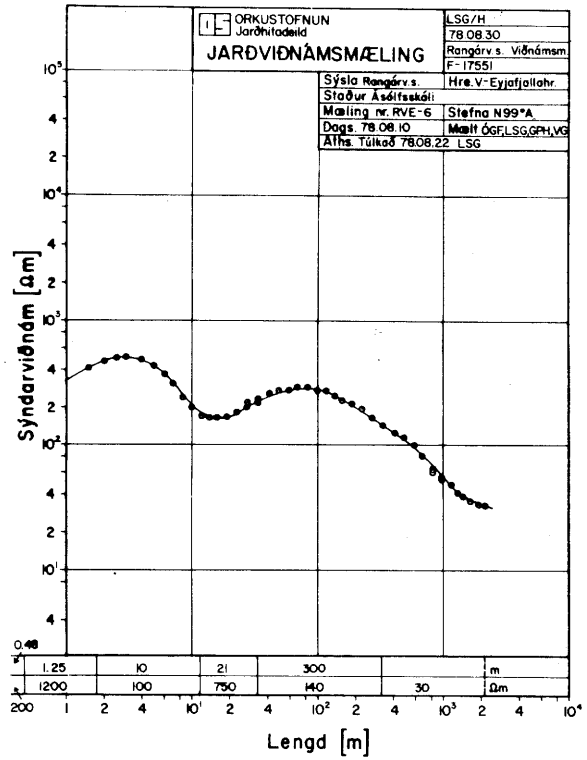
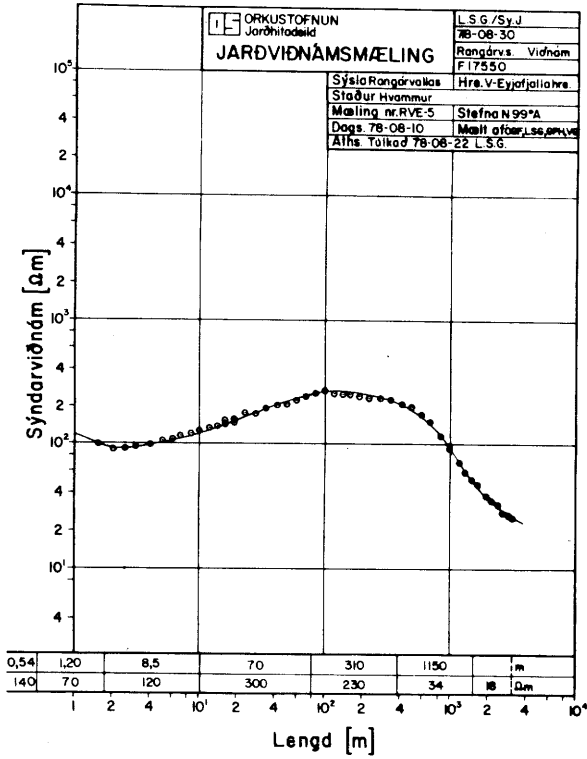
HEIMILDIR

- Guðmundur Kjartansson 1962: Jarðfræðikort af Ísland, blað 6, Miðsuðurland. Menningarsjóður, Reykjavík.
- Haukur Jóhannesson, Sveinn P. Jakobsson og Kristján Sæmundsson 1982: Jarðfræðikort af Ísland, blað 6, Miðsuðurland. Náttúrufræðistofnun Íslands og Landmælingar Íslands. Reykjavík.
- Jón Jónsson 1984: Þáttur um jarðfræði Eyjafjalla. Náttúrufræðingurinn (í prentun).
- Jón Jónsson og Guðmundur Guðmundsson 1972: Leit að jarðhita í Fljótshlíð, Landeyjum og undir Eyjafjöllum sumarið 1971. Orkustofnun JHD, 7s, 2m.
- Jón Sólmundsson 1961: Laugabók. Óbirt handrit á Orkustofnun.
- María Jóna Gunnarssdóttir, Karl Ragnars og Kristján Sæmundsson 1982 : Húshitunaráætlun. II hluti : Frumáætlun um 23 nýjar hitaveitur. Orkustofnun OS82095/JHD14, 89 s.
- Sigurður Þórarinsson og Kristján Sæmundsson 1979. Volcanic activity in historical time. Jökull 29 :29-32.

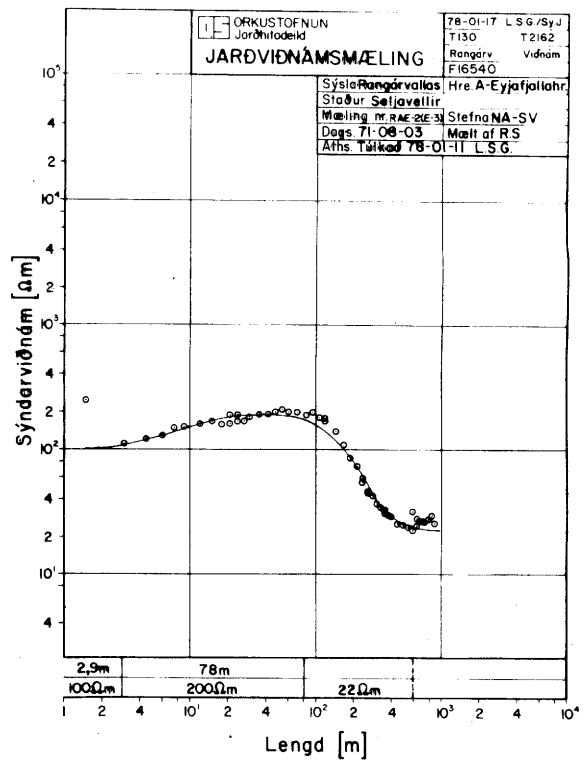
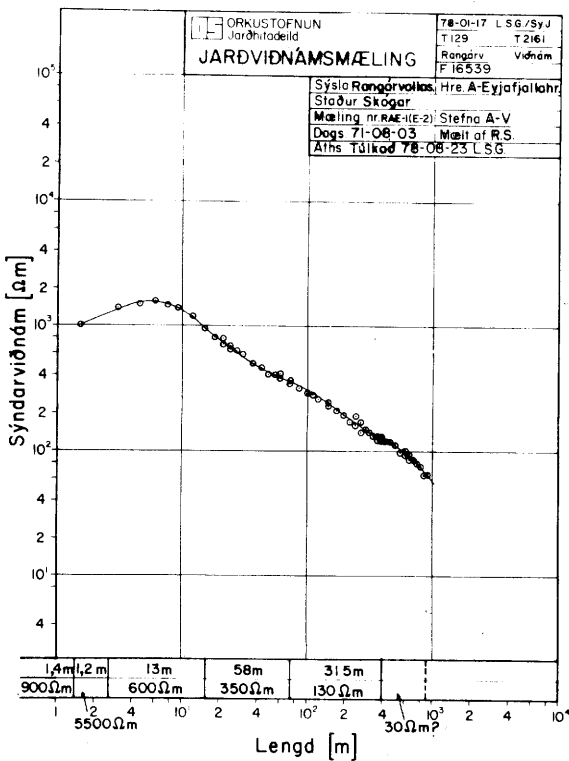


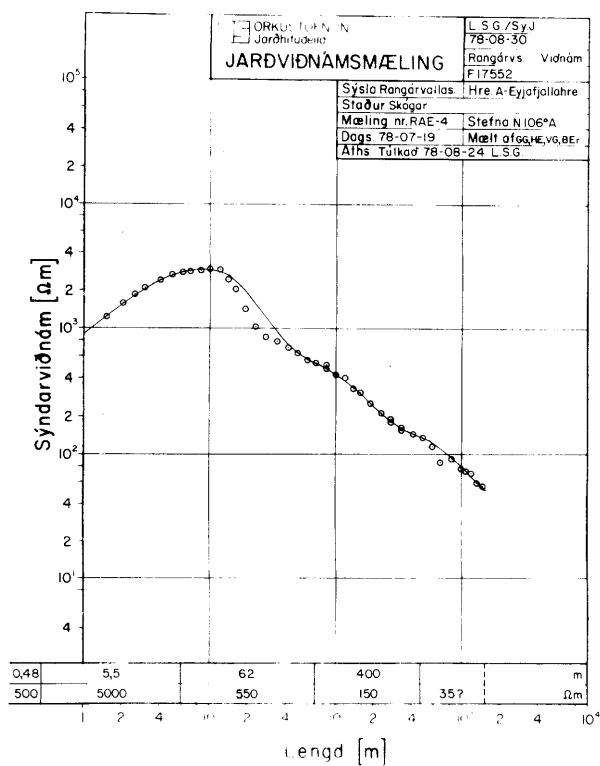
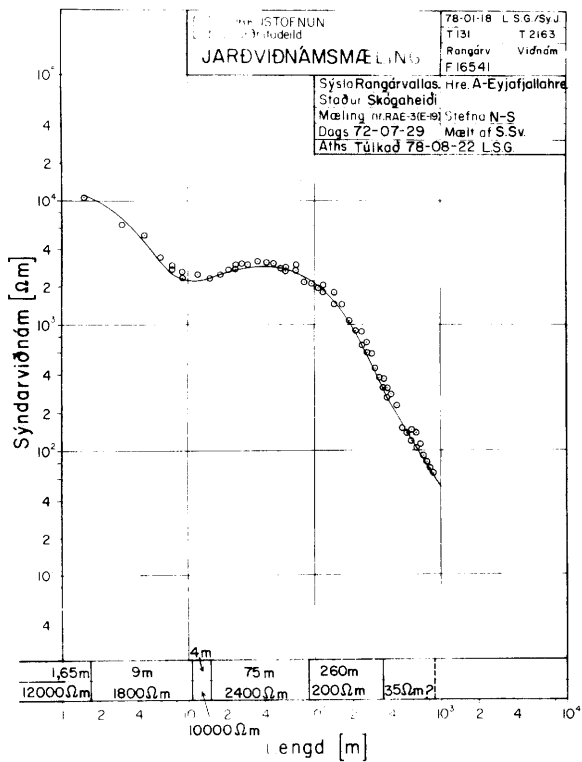
Viðnámsferlar





Viðnámsferlar





Viðnámsferlar

