



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HITAVEITA SELFOSS

**Rannsóknaboranir við Selfoss
í desember 1991 og janúar 1992**

Helgi Torfason
Magnús Ólafsson
Jens Tómasson

Unnið fyrir Hitaveitu Selfoss

OS-92028/JHD-12 B

Júní 1992



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610811

HITAVEITA SELFOSS

**Rannsóknaboranir við Selfoss
í desember 1991 og janúar 1992**

Helgi Torfason
Magnús Ólafsson
Jens Tómasson

Unnið fyrir Hitaveitu Selfoss

OS-92028/JHD-12 B

Júní 1992

ÁGRIP

Jarðhiti er á tveimur stöðum innan Selfossbæjar, norðan við Ölfusárbrú og skammt norðvestan við kirkjuna. Báðir staðirnir eru á eyrum við Ölfusá og flæðir áin yfir þá þegar hátt er í henni. Ekki hefur fengist úr því skorið með vissu hvort þessir staðir eru hluti af einu og sama jarðhitakerfi eða hvort um tvo aðskilin kerfi er að ræða.

Jarðhiti í eyrinni sem liggur neðan og norðanvið Ölfusárbrú er á 25-30 m breiðri og yfir 100 m langri spildu sem stefnir rétt austan við norður. Hæstur hiti er um 54°C. Ekki reyndist unnt að kortleggja endamörk hitans þar sem hann liggur til suðurs út í Ölfusá og til norðurs inn undir árbakkann. Segulmælingar benda til þess að uppstreymi jarðhitans þarna kunni að vera í tengslum við misgengi sem hefur líka stefnu og jarðhitinn.

Hola HE-01 var boruð fyrir austan þessa spildu árið 1962 í 96 m og dýpkuð 1963 í 222 m. Hún náði ekki í vinnanlegan jarðhita og hefur ef til vill verið boruð öfugu megin við jarðhitaleiðarann eða of langt frá honum. Talið hefur verið að viðsnúinn hitastigull í holunni geti bent til niðurrennslis í henni.

Árið 1990 var boruð 70 m djúp hola (SE-09) á norðurbakka Ölfusár við götuna Ártún. Hitastigull í holunni er lágur, um 78°C/km, en einhver áhrif af völdum jarðhita eru líklega í holunni.

Jarðhiti er í eignarlandi norð-vestan við Selfosskirkju. Hiti er á um 100 m langri og 25-30 m breiðri spildu sem stefnir í norð-austur. Hiti á yfirborði er hæstur 56°C í steinþró í norðurenda svæðisins, svonefndri *Selfosslaug*.

Segulmælingar voru gerðar í júlí 1990 og gáfu þær sem gerðar voru norðan við kirkjuna ekki til kynna tengsl segulfrávika við jarðhitann, en þær sem gerðar voru norðan Ölfusárbrúar bentu til misgengis rétt vestan við jarðhitann þar.

Sýni til efnagreininga voru tekin á þremur stöðum í apríl og júlí 1990 og úr borholum í apríl 1992. Efnahitamælar sýna lítið hærri hita í jarðhitakerfinu en mælist í borholum og laugum. Ástæður geta verið ýmsar, t.d. vegna blöndunar við kalt vatn eða vegna efnahvarfa í jarðhitavatninu á leið til yfirborðs. Þetta er ekki ólíkt því sem gerist í Þorleifskoti, en þar er kísilstyrkur lágur vegna blöndunar við kalt og efnasnautt vatn.

Hitamælingar í borholum sem boraðar voru við Fossheiði og Gagnheiði 1989 benda til þess að jarðhita gæti þar, en jarðhitavatn sé trúlega nokkuð langt aðrunnið. Hitastig vatnsins er rétt rúmar 10°C neðst í Þjórsárhrauni og er það annaðhvort komið frá jarðhita í nágrenninu eða sem leki frá hitaveitunni, þótt það sé ólíklegt. Þetta mætti hins vegar kanna betur með dælingu úr holunum og efnagreiningum, en slíkar rannsóknir eru ekki kostnaðarsamar.

Í framhaldi af þessum rannsóknum er lagt til að boruð verði djúp hola á bakka Ölfusár, norðan við Selfosskirkju. Reynsla frá jarðhitaleit við Árbæ bendir til að grunnar holur gefi ekki alltaf nægilega skýra mynd af jarðhitakerfinu og er því mælt með a.m.k. 500 m djúpri holu á næsta stigi. Ef slík hola verður nýtt með dælingu fer það eftir dýpt fóðringar hve hratt hiti í henni lækkar við nýtingu hennar, en mælt er með a.m.k. 100 m fóðringu til að losna við kaldar æðar ofarlega í holunni. Fleiri grunnar holur þarf að bora á svæðinu norðan Ölfusárbrúar áður en djúp hola er boruð þar.

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	2
EFNISYFIRLIT	3
TÖFLUSKRÁ	3
MYNDASKRÁ	4
1. INNGANGUR	5
2. JARÐHITI NORÐAN VIÐ ÖLFUSÁRBRÚ	7
2.1 Rannsóknarboranir norðan við Ölfusárbrú	7
3. JARÐHITASVÆÐI NORÐAN VIÐ KIRKJUNA, EYRI OG HNAUSAR	8
3.1 Rannsóknarboranir á Eyri og við Hnausa, norðan Selfoskirkju	9
4. JARÐLÖG Í BORHOLUM	13
5. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS	18
6. HITAMÆLINGAR Í BORHOLUM	22
6.1 Svæðið norðan Ölfusárbrúar	22
6.2 Svæðið Eyri og Hnausar	22
7. NIÐURSTÖÐUR	30
8. TILLÖGUR UM FRAMHALD	31
HEIMILDIR	32
VIÐAUKI: Hitaferlar í borholum	33

TÖFLUSKRÁ

Tafla 1	Boranir á rannsóknarsvæðum norðan Ölfusárbrúar og norðan Selfoskirkju	6
Tafla 2	Hitamælingar í Selfoslaug	8
Tafla 3	Rennslí úr borholum á Eyri og við Hnausa	13
Tafla 4	Sýnatökustaðir 14. apríl 1992	18
Tafla 5	Efnasamsetning vatns norðan ár (mg/l)	18
Tafla 6	Efnasamsetning vatns sunnan ár (mg/l)	19

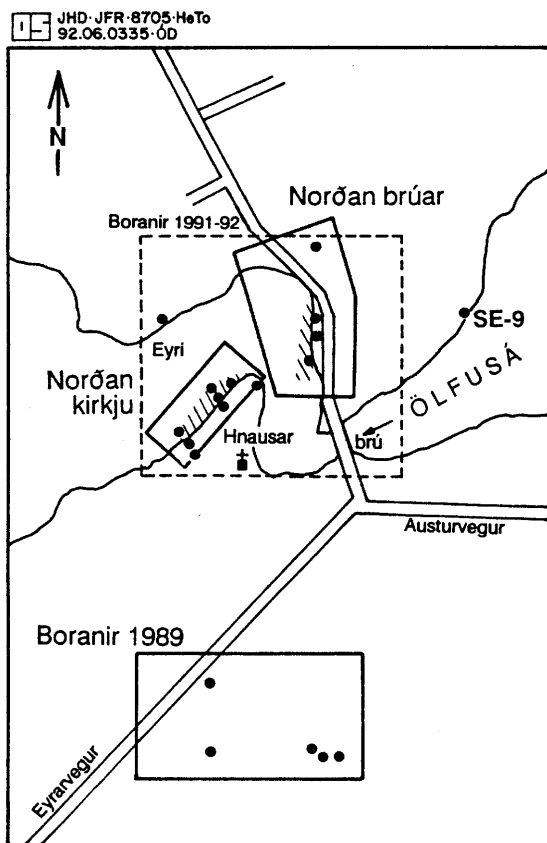
MYNDASKRÁ

1.	Rannsóknarstaðir við Selfoss	5
2	Staðsetning borhola við Selfoss	9
3	Snið af borholum SE-10, 11 og 12	14
4	Snið af borholum SE-13, 14, 19, 20, 22 og 24	15
5	Snið af borholum SE-15, 16, 17 og 18	16
6	Snið af borholum SE-16, 22, 23, 21 og 12	17
7	Samband klóríðs og súlfats	20
8	Samband klóríðs og hlutfalls súrefnisísótópa	21
9	Hitastig á 20 m dýpi í borholum við Selfoss	24
10	Hitastig á 40 m dýpi í borholum við Selfoss	25
11	Hitasnið gegnum holur SE-13, 22, 19, 20, 14 og 24	26
12	Hitasnið gegnum holur SE-15, 16, 17, 18	27
13	Hitasnið gegnum holur SE-17, 22 og 23	28
14	Brotalínur við Selfoss og stefna jarðhita	29
15	Hitaferlar úr HE-01	34
16	Hitaferlar úr SE-10	34
17	Hitaferlar úr SE-11	34
18	Hitaferlar úr SE-12	34
19	Hitaferlar úr SE-13	35
20	Hitaferlar úr SE-14	35
21	Hitaferlar úr SE-15	35
22	Hitaferlar úr SE-16	35
23	Hitaferlar úr SE-17	36
24	Hitaferlar úr SE-18	36
25	Hitaferlar úr SE-19	36
26	Hitaferlar úr SE-20	36
27	Hitaferlar úr SE-21	27
28	Hitaferlar úr SE-22	27
29	Hitaferlar úr SE-23	27
30	Hitaferlar úr SE-24	27

1. INNGANGUR

Vorið 1989 var hafist handa við að kanna jarðhita innan bæjarmarka Selfoss og um leið á Laugarbökkum, en þar á Hitaveita Selfoss hitaréttindi. Í fyrstu atrennu voru boraðar sjö grunnar holur (SE 2-8), gegnum Þjórsárhraun við Fossheiði, til að kanna tilvist jarðhita sem kom fram er grafið var fyrir holræsum fyrir allmörgum árum (Helgi Torfason 1989a). Niðurstöður þessara borana voru þær að lítill hiti væri þarna og líklega væri sú velgja sem þar er aðrunninn.

Á Laugarbökkum voru boraðar 13 grunnar holur (15-51 m) til að leita að uppstreymi jarðhitans (Helgi Torfason 1989b). Niðurstöður voru þær að uppstreymi væri suð-vestan við bæinn og er næsta stig þar að bora dýpri holu.



Mynd 1. Rannsóknarstaðir við Selfoss.

Í apríl 1990 var athyglinni beint að jarðhita sem kemur fram á báðum bökkum Ölfusár, stuttu neðan við Ölfusárbrú. Jarðhitinn var kortlagður nákvæmlega og reynt að staðsetja brot með segulmælingum (Helgi Torfason 1990). Efnasýni voru tekin til að kanna efnahitastig vatnsins, en niðurstöður greininga bentu til svipaðs hita í jarðhitakerfinu og mældist á yfirborði (Magnús Ólafsson 1991). Þessar athuganir gáfu til kynna að jarðhitinn væri á tveimur sprungum, annarri norðan við Ölfusárbrú og hinn norðan við Selfosskirkju á stað sem heitir Eyri. Þar er heitast í steyptri þró, Selfosslaug (nefnd svo t.d. hjá Barth 1950). Í framhaldi af þessum athugunum var mælt með að bora grunnar rannsóknarholur til að kanna hita í efsta hluta berglagastafans.

Þann 4. desember 1991 var farið á Selfoss til að staðsetja nokkrar grunnar holur á Eyri og við Hnausa (norðan- og norð-vestan við Selfosskirkju) og norðan við Ölfusárbrú. Boranir hófust þann 4. desember og var síðasta holan (SE-24) boruð 24. janúar 1992. Frá gangi borana var greint í greinargerðum Helga Torfasonar (1991 og 1992). Bor Ræktunarsambands Flóa og Skeiða var notaður til að bora þessar holur og gekk það vel. Auk borana nýrra hola var hola HE-01 frá 1962 hreinsuð og fór borinn í 120 m af þeim 222 m sem holan er. Ekki náðist samt að hitamæla þessa holu nema niður í 98 m; e.t.v. er unnt að mæla holuna með tækjum frá mælingabíl. Í töflu 1 er yfirlit um boranir við Ölfusá.

Í bók sinni *Saga Selfoss I* segir Guðmundur Kristinsson að áður hafi Selfosslaug, eða "Laugin" verið 2 m á kant og 0.5 m á dýpt, var þar sprungin klöpp og bullaði upp heitt vatn. Kringum laugina var hlaðið grjóti, en á vorin þurfti að grafa aur og sand úr henni; snemma mun hún hafa verið steyppt upp og settur á hana tréhleri. Löngum var þarna þvegin þvottur og þótti búbot að. Frá því er sagt í bók Guðmundar að landsfrægur nafni hans, Guðmundur dúllari, hafi þótt smáskritinn fyrir það að í hvert sinn er hann kom í heimsókn á Selfoss, hljóp hann að lauginni, klæddi sig úr hverri spjör, þvoði þær í lauginni, baðaði sig og hljóp síð-

Tafla 1. Boranir á rannsóknarsvæðum norðan Ölfusárbrúar og norðan Selfosskirkju.

Holunúmer	Borun lokið	Dýpi m	Athugasemdir
NORÐAN BRÚAR			
HE-01	1962	0-96	hitamæling sýnir hækkandi hita í botn
	1963	96-222	hitamæld í 220 m 5 dögum eftir borun
	1991	(119)	hreinsuð og hitamæld í 98 m
SE-09	30. apríl 1990	0-70	köld, stigull er 78°C/km
SE-10	4. desember 1991	0-57	köld, stigull (180°C/km), líklega í jaðri svæðisins, mikið kalt vatn var efst í holunni
SE-11	5. desember 1991	0-33	grunn, virðist ekki hitna niður, þyrfti að dýpka
SE-12	6. desember 1991	0-53	heit, hitnar jafnt og þétt niður, þyrfti að dýpka
NORÐAN KIRKJU			
SE-13	13. desember 1991	0-52	Eyri, heit
	21. janúar 1992	52-106	dýpkun, stigull farin að beygja af 60°C hiti er á um 70 m dýpi
SE-14	16. desember 1991	0-54	Eyri, heit, 60°C hiti er á 65 m dýpi
	23. janúar 1992	54-136	dýpkun
SE-15	16. desember 1991	0-54	Hnausar, volg, 60°C í 90 m, líklega norðan uppstreymis
SE-16	17. desember 1991	0-54	Hnausar, heit, 60°C í 65 m
SE-17	18. desember 1991	0-54	Hnausar, heit, 60°C í 65-70 m
SE-18	19. desember 1991	0-44	Fjósðæla, volg, 60°C í 80 m hár stigull, 580°C/km
SE-19	6. janúar 1992	0-12	Eyri, Selfosslaug, lenti í sprungu, flutt í SE-20
SE-20	6. janúar 1992	0-69	Eyri, 3 m norðan Selfosslaugar
	13. janúar 1992	69-128	dýpkun, viðsnúin hitaferill
SE-21	7. janúar 1992	0-69	Setur, nyrst á nesi norðan kirkju, hár stigull er í holunni, 465°C/km
SE-22	8. janúar 1992	0-81	Eyri, 5 m sunnan Selfosslaugar
	10. janúar 1992	81-118	dýpkun, stór æð í 108 m
SE-23	21. janúar 1992	0-54	Eyri, 2 m SA við sprungu, 30 m austan Selfosslaugar
SE-24	24. janúar 1992	0-60	Silungaklöpp, norðan Ölfusár, móts við holu SE-14, stigull 300°C/km vitnar um nálægð jarðhita

an alsber um eyrarnar. Þótti mönnum það líklega undarlegt, en í þá daga þóttu Íslendingar bæði fákunnandi og sóðalegir. Nú hefur um langan tíma enginn haft not af jarðhita þarna því í áraráðir hafa Selfossbú-

ar getað dúllað sér í vatni frá Laugardælum og Þorleifskoti. Í þessari skýrslu er leitast við að nota rétt örnefni eins og þau koma fyrir í bók Guðmundar.

2. JARÐHITI NORÐAN VIÐ ÖLFUSÁRBRÚ

Um 250 m norðan við Ölfusárbrú, á sn. Langanesi, er jarðhiti í og við bakka árinna. Jarðhiti þessi hefur lengi verið þekktur, enda rýkur upp af leirunum, þegar lágt er í ánni. Dagana 25. og 26. apríl 1990 var jarðhitinn þarna kortlagður (Helgi Torfason 1990). Jarðhitinn er á 25-30 m breiðri og yfir 100 m langri spildu sem stefnir rétt austan við norður, en ekki var komist fyrir enda hitans, annars vegar vegna dýpis í ánni og hins vegar þar sem hitinn liggur innundir árbakkann. Heitast mældist 53.6°C í auga sem er um 10 m frá bakkanum og annað auga um 35 m norðar mældist 52°C. Sama og ekkert rennsli er sjáanlegt úr þessum augum, mestur hluti rennslisins er út í sandinn, auk þess sem erfitt er að greina það frá árvatninu. Hóla HE-01 var boruð dálítið frá árbakkanum austan við hitann 1962 og dýpkuð í 222 m 1963.

Sýni til efnagreininga voru tekin úr heitustu augunum 27. apríl 1990 (úr 54°C auganu) og 6. júlí 1990 (úr 52°C auganu). Niðurstöður greininganna nýttust ekki til að ákvarða hámarkshita í jarðhitakerfinu, líklega vegna blöndunar við kalt vatn eða vegna efnahvarfa í jarðhitavatninu á leið til yfirborðs; nokkur selta er í vatninu (Magnús Ólafsson 1991).

Brotum og misgengjum á þessu svæði hallar flestum til austurs, en jarðlagahalli er vestlægur. Segulmælingar sem gerðar voru 1990 gáfu til kynna að misgengi með norðaustlæga stefnu lægi rétt norðan við jarðhitann og gæti hann tengst því á einn eða annan hátt (Helgi Torfason 1990).

2.1 Rannsóknarboranir norðan við Ölfusárbrú

Tvær holur höfðu verið boraðar norðan við Ölfusárbrú áður en rannsóknarboranir hófust í desember 1991. Eldri holan, sem minnst var á hér að framan er nefnd HE-01. Hún var boruð 1962 í 96 m og dýpkuð 1963 í 222 m. Hin holan, nefnd SE-09, var boruð 1990 í 70 m og er við götuna

Ártún. Hér á eftir er farið yfir holur sem eru norðan Ölfusár, staðsetningu þeirra og árangur borana. Staðsetning holanna er sýnd á mynd 2. Snið af jarðlögum í holum þessum eru á mynd 3 og hitamælingar eru í Viðauka.

- HE-01 var boruð 1962 í 96 m og var hiti í botni hennar þá mældur 58.3°C og árið eftir var holan dýpkuð í 222 m, hiti á 90 m dýpi 45.5°C og 44.5°C á botni. Talið hefur verið að vatn renni niður holuna. Þessi hola var hreinsuð niður á 120 m dýpi og gekk hreinsun viðstöðulaust er kom niður fyrir drasl efst í henni. Þegar holan var síðan hitamæld komst mælirinn ekki niður fyrir 98m, nálægt þar sem dýpkun hafði byrjað 1963.
- SE-09 var boruð 30. apríl 1990 niður á 70 m dýpi. Hún er boruð á árbakkanum neðan við götuna Ártún á Selfossi. Hita-stigull í holunni er nálægt 78°C/km, en líklega er einhver truflun í henni af völdum jarðhita. Engar vatnsæðar eru í holunni og er vatnsborð á 3.7 m, sama og vatnsborð árinna þar rétt við. Frá jarðhitann norðan við Ölfusárbrú eru um 350 m að holu þessari við Ártún.
- Hóla SE-10 er sunnan við söluskálann Arnberg, í austurkanti gamla þjóðvegarsins. Tilgangur með henni var að kanna svæðið til norðurs og er holan staðsett í framhaldi af jarðhita við Ölfusá og með tilliti til brota sem fram komu í segulmælingum sem þarna voru gerðar 1990. Hiti í holunni er lágur, og líklega komið útfyrir jarðhitasvæðið þarna þótt hitastigull sé hár (um 180°C/km).
- Hóla SE-11 er á austurbakka Ölfusár, norðan brúar, um 5 m austan við 52°C heita laug sem er í árbakkanum. Tilgangur með henni var að kanna hvort jarðhitinn þarna væri tengdur sprungu sem hallar til austurs. Erfitt reyndist að bora þessa holu og var hætt við hana í 33 m. Síðan hrundi hún í 23 m og var síðast opin niður í 18 m. Gögn úr holunni eru ekki óyggjandi vegna þess hve grunn hún er, en svo virðist sem holan

komi í æð í 10 m, kólni og byrji síðan að hitna aftur, en í borun komu æðar inn á 29-31 m og mikið hrun. Hér gæti verið sprunga eða misgengi. Mestur hiti í holunni er þó aðeins um 35°C, og hefði verið fróðlegt ef hún hefði orðið dýpri. Reynandi væri að bora aðra grunna holu nokkrum metrum austar.

- Hola SE-12 er á árbakkanum, um 10 m austan við 53,6°C heita laug sem er á grynningum úti í ánni (reynðar eitt af mörgum hitaaugum). Tilgangur með henni var að kanna jarðhita, bera saman við mælingar úr holu HE-01 sem er stuttu austar og freista þess að ná efna-sýni af nokkru dýpi, m.a. til að ná jarðvatni sem ekki hafði blandast fersku grunnvatni. Borun gekk ágætlega og hitnar holan niður. Botnhiti holunnar er 57,8°C. Sýni voru tekin úr holunni í apríl 1992, bæði á 25m dýpi (92-0085) og úr rennsli úr holutoppi (92-0084). Sýni úr heitasta auganu var tekið 1990 (90-0081).

Samfellt hitasvæði er milli lauganna sem borað er við, þ.e. milli SE-11 og SE-12.

Miðað var við að 53,6°C laugin væri á sprungu sem hallar um 80° til austurs, og hefði holan því átt að skera sprunguna á 56 m dýpi, en á um 110-120 m dýpi ef halli sprungunnar er 85°. Vatnsæðar komu í holuna ofarlega, en hitamælingar sýna ekki neinar stórar æðar neðar. Þar sem holan hitnar niður væri æskilegt að dýpa hana, en til að kann hvort sprungunni hallar til vesturs þyrfti að bora úti í ánni.

Niðurstöður af borunum norðan við Ölfusárbrú eru þær að hitastig í jarhitakerfinu er a.m.k. 58°C, líklega hærra. Samkvæmt hitaferli í holu SE-10 liggur jarðhitakerfið ekki í misgengi sem hefur norð-austur stefnu og er rétt sunnan Arnbergs, a.m.k. sést uppstreymi ekki þar í holu SE-10. Til að kanna þetta svæði betur er mælt með nokkrum grunnum borholum til viðbótar.

3. JARÐHITASVÆÐI NORÐAN VIÐ KIRKJUNA, EYRI OG HNAUSAR

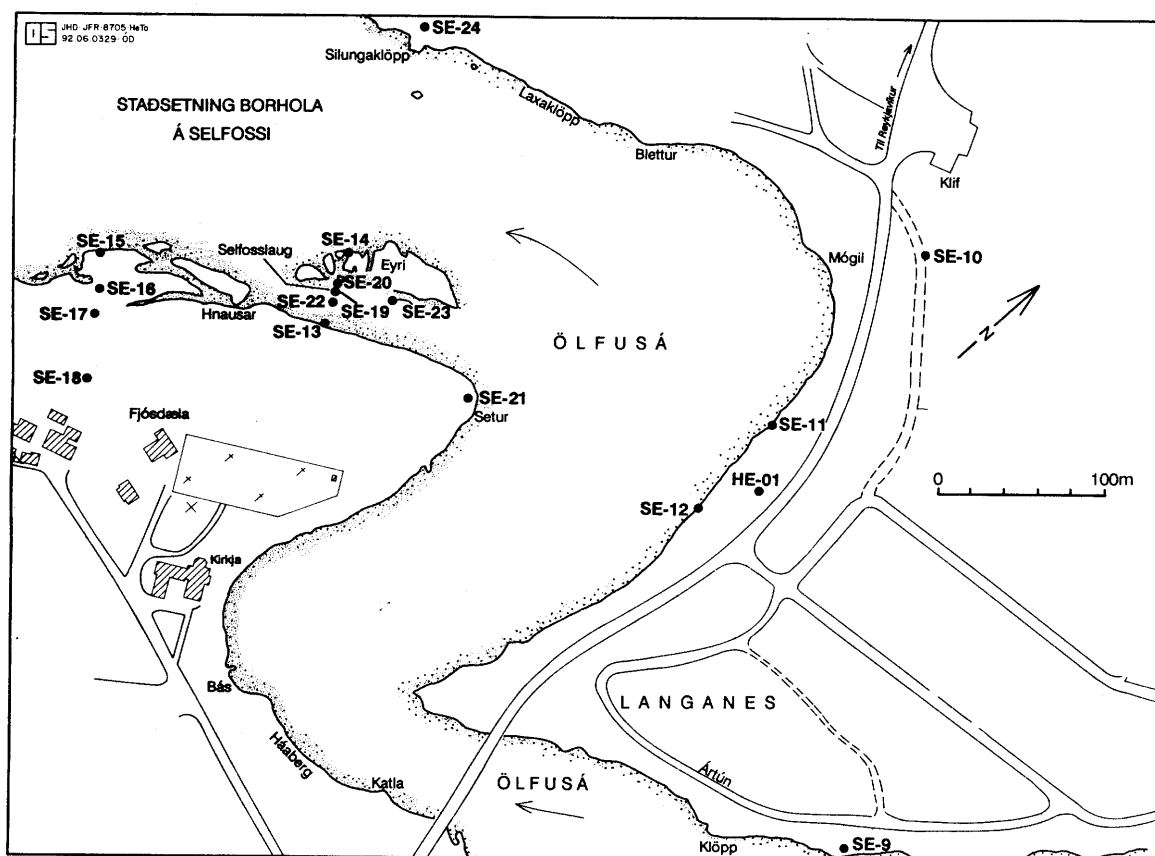
Um það bil 200 m norð-vestan við Selfosskirkju er jarðhiti í malareyrum á syðri bakka Ölfusár og heitir þar Eyri nyrst en Hnausar eru sunnar. Laug hefur lengi verið þekkt á þessum stað og getur Þorvaldur Thoroddsen (1899) þess í bók sinni *Jarðskjálftar á Suðurlandi* að laug við túnið á Selfossi hafi verið við suðuhita í nokkra daga eftir skjálftana 1896 en verið 30°R (þ.e. 37,5°C) áður en þeir dundu yfir. Líklega hefur þarna verið átt við *Selfosslaug* en nú er steipt þró kringum hana (1.20 x 2.60 m) og er þar heitast 56°C í eystri enda hennar. Árið 1896 var enginn kaupstaður á Selfossi og því á heimildin við hinn gamla Selfossbæ, þar sem nú standa Selfossbæirnir þrír, austur- og vesturbær og Selfoss III.

Jarðhitasvæðið á Eyri og neðan við Hnausa teygist í norð-austur (035-045°) og hefur því nokkuð aðra stefnu en jarðhitasvæðið sem er norðan við Ölfusárbrú (015-020°). Svæðið þarna er tæplega 200 m langt og rúmlega 50 m breitt að sunnan en virðist mjókka til norðurs. Þann 5. júlí 1990 var gert hitakort af þessu svæði og var heitast í Selfosslaug. Þar mældist mestur hiti um 56°C og rennsli var innan við 1 l/s (Helgi Torfason 1990). Fyrri mælingar á lauginni eru:

Tafla 2. Hitamælingar í Selfosslaug.

Ár	Hiti °C	Heimild
< 1896	37.5	Þ.Thor. 1899
1896	90-100?	Þ.Thor. 1899
1928	54	Barth 1950
1936	57	Barth 1950
1962	undir ánni	Jón Jónss. 1962
197?	54	KS pers.uppl
1990	56.0	HeTo 1990

Hitasvæðið á Eyrum skiptist í tvo hluta og er heitara í þeim nyrðri og þar er heitast í Selfosslaug. Talsverður hiti er einnig kringum þróna og vætlaði rúmlega



Mynd 2. Staðsetning borhola við Selfoss.

40°C heitt vatn upp um ármölinu þrátt fyrir að kvísl úr Ölfusá rynni þar yfir árið 1990.

Sýni til efnagreininga var tekið úr Selfosslaug 6. júlí 1990 og voru niðurstöður þær að efnahiti gaf til kynna um það bil 12°C lægri hita en nú hefur mælst í borholu (Magnús Ólafsson 1991). Hæstur hiti sem mælst hefur er 68°C á um 108 m dýpi í holu SE-22. Efnagreiningar nýtast því ekki sem skyldi til að ákvarða hámarkshita í kerfinu. Sýni til efnagreininga voru tekin úr nokkrum borholum í apríl 1992 og er greint frá niðurstöðum þeirra í kafla 5.

Syðri endi svæðisins er að mestu undir ármöl og sést ekkert vatnsrennsli þar sem mestur hiti mældist í mölinni (32°C). Volg dý eru í jaðri Þjórsárhrauns er myndar bakka sunnan við svæðið, og er mestur hiti þar 29°C en rennsli óverulegt, á að giska 0.1 l/s. Jarðhitinn teygir sig út í ána og var ekki

unnt að komast fyrir hitann þar vegna straumþungans í ánni.

Í byrjun júlí 1990 voru gerðar segulmælingar þvert á stefnu mesta hita á syðri bakka Ölfusár. Niðurstöður mælinganna eru þær að ekkert virðist benda til tengsla milli jarðhita og segulfrávika á þessum stað. Hækkandi segulfrávik að árbakkanum skýrist trúlega af bröttum stalli undir ármölinni, sem áin hefur rofið (Helgi Torfason 1990).

3.1 Rannsóknarboranir á Eyri og við Hnausa, norðan Selfosskirkju

Boranir norðan við kirkjuna hófust í byrjun desember 1991 og var síðasta holan boruð 24. janúar 1992, reyndar norðan Ölfusár. Hér er þessu svæði skipt í tvo hluta, þann nyrðri á Eyri og syðri við Hnausa

(mynd 2). Yfirlit yfir borun þessara hola er hér á eftir; jarðlagasnið úr þessum holum eru á myndum 4, 5 og 6, en hitamælingar eru í Viðauka. Holurnar voru flestar boraðar á tveimur línnum sem sjá má á mynd 2.

- Hola SE-13 er staðsett á árbakkanum, um 23 m sunnan við steinþró sem byggð hefur verið utan um Selfosslaug. Í lauginni er 56°C hiti og kemur heitt vatn upp úr ármölinni þar í kring, einkum austan megin. Tilgangur með holunni var að kanna jarðhita niður á 50 m dýpi, ekki var gert ráð fyrir að holan myndi skera jarðhitaleiðara. Holan er staðsett neðanvið brún Þjórsárhrauns og fer beint í gamalt og sprungið setberg sem kemur þarna upp á yfirborð.

Holan var fyrst boruð í 52 m og skar litlar æðar fremur ofarlega og vætlaði úr holunni. Hiti á botni holunnar var 54.5°C á 52 m dýpi. Holan var dýpkuð í 106 m seinni hluta janúar 1992 og komu þá æðar í hana í 68, 73 og 82 m. Í borun komu 3-4 l/s úr holunni og eftir dælingu var hún "komin upp" eftir 3-4 mínútur. Hitastig á holubotni er 64°C og er stigull vaxandi neðan æðanna, en í holum norðar er hiti byrjaður að lækka neðst í holunum. Þetta er túlkað þannig að uppstreymi sé nær holu SE-13 en hinum og halli leiðara því til suðurs. Djúp hola ætti samkvæmt því að vera staðsett nálægt holu SE-13.

Móbergsmýndun byrjar í 78-80 m í þessari holu og í holum SE-22, 20 og 14; stærstu æðar eru rétt ofan við móbergið og í því (mynd 4). Einnig er mögulegt að vatn streymi lárétt eftir móbergsmýnduninni, dýpri holur munu væntanlega skera úr um það.

- Hola SE-14 er staðsett á grynningu eða eyju í ánni, 10-15 m norðan við Selfosslaug. Tilgangur með holunni var að kanna dreifingu jarðhitans til norðurs, eins langt og unnt var með góðu móti vegna nálægðar Ölfusár (hola SE-24 er boruð norðan við ána í framhaldi af þessari).

Holan var boruð í 54 m í desember og síðan dýpkuð í 136 m seinni hluta janúar 1992 til að geta dregið þversnið yfir það sem nú er talið vera heitasti hluti svæðisins. Þetta er dýpsta holan á svæðinu fyrir utan HE-01, sem er 222 m.

Holan var 56.8°C á 53 m dýpi og eftir dýpkun var botnhiti 62°C á 130 m dýpi. Úr holunni vætlaði 25.9°C heitt vatn fyrir dýpkun. Lítil æð er á 95 m dýpi og er hitahámark þar (62.4°C). Móbergsmýndun byrjar á um 80 m dýpi, sem er samþærigt við holur sunnar.

Holur SE-15,16,17 og 18 eru á línu sem er nokkru vestan við Selfosslaug, við kletta sem nefnast Hnausar. Þær eru staðsettar í röð frá ánni og upp á Þjórsárhraun. Þetta er syðri hluti þess svæðis sem hiti sést á yfirborði en milli Hnausa og Eyrar sést ekki jarðhiti á um 120 m bili. Tilgangur með borunum þarna var sá að kanna hita neðar í berggrunni og til að finna líklega stefnu jarðhitaleiðara og halla hans. Jarðfræðisnið úr holum þessum eru á mynd 5 og hitamælingar eru í Viðauka.

- Hola SE-15 er á norðurhluta hitasvæðisins við Hnausa. Þessi hitablettur nær upp í brún Þjórsárhrauns sem hefur runnið yfir svæðið og koma fram volgar lindir eða dý í brekkubrún (heitast 28.6°C).

Hola SE-15 er staðsett nyrst á eyrinni sunnan Ölfusár, rétt við árborðið, 120 m suð-vestan við Selfosslaug. Í árbakkanum er 25°C hiti. Ágætlega gekk að bora holuna og er hiti 48.3°C á 50 m dýpi (á botni). Dálítið vatn seiltar úr holutoppi, 38.3°C heitt. Holan hefur ekki verið dýkuð og er hún enn að hitna í botni, hefur ekki náð hitastigi vatnskerfisins við Selfosslaug. Í borun dældust um 2 l/s úr holunni, en smáæðar voru á 24, 28 og 35 m dýpi.

- Hola SE-16 er 25 m suð-austan við SE-15. Hún er staðsett á eyri sunnan árinnar þar sem mestur hiti mældist í mölinni, en mest mældust rúmlega 32.1°C hiti á nokkurra cm dýpi (Helgi Torfason

1990). Hóla þessi er um 120 m suðvestan við Selfosslaug og í miðju hitasvæðinu í eyrinni. Tilgangur með holunni var að kanna jarðhitann þarna og var raunar búist við að jarðhitaleiðari yrði skorinn með henni. Sú var líka raunin, þótt ekki væri hann mjög stór. Æðar komu á 10, 30 og 52 m dýpi og rennur 39.7°C heitt vatn úr holunni.

Hitastig á botni holunnar er 54.0°C (á 52 m dýpi) og er hitaferill ekki kominn í fullheitt vatnskerfi, því hiti fer hækkandi niður í botn.

Vatnssýni 92-0086, var tekið úr holu-
toppi í apríl 1992.

- Hóla SE-17 er 15 m suð-austan við SE-16. Hún er staðsett í brekkurótum, rétt þar neðan við volg dý (28.6°C) sem koma fram undan Þjórsárhrauni og hefur áður verið minnst á. Holan er sett í mölina, en enginn hiti var þar á yfirborði. Þessi hóla er um 15 m suð-austan við þann stað sem hiti er mestur í eyrinni; hún er um 120 m suð-vestan við Selfosslaug. Tilgangur með holunni er að kanna hvort jarðhitaleiðari yrði skorinn á þessum stað og reyna að sjá hvernig honum hallar. Á 28-30 m dýpi var mikið hrun í holunni og hitamælingar benda til að þarna sé mestur hiti í holuröðinni, 55.1°C á 54 m dýpi. Ekki rennur úr holunni og eru 1.5-2 m niður á vatnsborð. Í borun komu um 3 l/s upp úr holunni í dælingu, en æðar eru þar sem hrúnið var, í 28 og 30 m og einnig smáæð á 48 m dýpi. Hitastig heldur áfram að hækka niður holuna og hefur hún ekki náð hita vatnskerfisins, sem er líklega yfir 60°C ef dæma má af holum SE-20 og SE-22.

Vatnssýni 92-0087 var tekið á 40 m dýpi í apríl 1992.

- Hóla SE-18 er um 40 m suð-austan við SE-17 uppi á Þjórsárhrauni. Hún var boruð til að athuga hve langt hitasvæðið nær undir hraunið.

Þessi hóla er fremur grunn, 44 m og er ekki eins heit og þær sem eru nær ánni. Stigull í holunni er hinsvegar mjög brattur og þótt hitastig sé aðeins 36.8°C á 42 m dýpi er stigullinn 580°C/km á þessu bili og er mjög áhugavert að dýpka þessa holu og sjá hvar stigullinn beygir af.

Vatnsborð er á 2.2 m dýpi í holunni, enda stendur hún hærra í landinu en hinar sem norðar eru í þessari línu. Vatnsæðar komu á 30 og 35 m.

Hitasnið gegnum holur SE-15, SE-16, SE-17 og SE-18 er sýnt á mynd 12.

Holur SE-19, 20, 21, 22, 23 og 24 eru á Eyri, en svo virtist sem hiti væri hærri á því svæði og þess vegna ákveðið að bora dýpra þar.

- Hóla SE-19 var boruð beint í Selfosslaug, í enda steinþróarinnar. Ekki var unnt að bora nema 12 m því borinn lenti í sprungu og var hætt við holuna, hóla SE-20 var boruð í hennar stað 3 m norðar.

Þegar verið var að bora þessar holur var notað loft til að hreinsa upp svarf og vatn frá borkrónunni. Er lofti var hleypt á holu SE-19 streymdi það upp um sprunguna og sást greinilega að hún lá í stefnu norð-austur. Þann 9. janúar 1992 var grafið ofan af sprungunni og sást hún vel á 8 m kafla, lá í stefnu 045-050° og virtist halla til suð-austurs, en það sást ekki svo öruggt væri. Sprungan er fyllt af kísilútfellingum. Því miður kom flóð í Ölfusá stuttu síðar og hvarf sprungan undir aur og mól og sést ekki lengur.

Dálítið af 49.8°C heitu vatni vætlar úr þessari holu, en hún hrundi fljótlega eftir að borun var hætt og var aðeins rúmlega 5 m djúp 1. mars 1992.

- Hóla SE-20 er 3 m norðan Selfosslaugar, rétt norðanvið steinþróna. Holan var boruð niður á 69 m dýpi og var hitastig þar 65.1°C. Holan var síðan dýpkuð í 128 m og er botnhiti 65.6°C. Æð er á 80 m dýpi og er hún 67.6°C heit, og aðrar

minni æðar á 94 og 115 m. Í borun dældust um 3 l/s úr æðinni á 80 m. Þessi æð er á mótum basalhraunlaga og móbergsmýndunar (sjá mynd 4). Mikið var af "sprungufyllingum" úr neðri hluta holunnar skv. borskýrslum. Dæling úr holunni, þ.e. eftir að æð kom í hana á 80 m dýpi, hefur áhrif á holu SE-22.

Hitastig er þannig mest 67-68°C í holunni og varla að vænta hærra hitastigs fyrr en hittist á aðaluppstreymið og vatn tekið af meira dýpi, en uppstreymi virðist vera aðeins sunnar.

Sýni var tekið úr æðinni á 80 m í apríl 1992 (92-0089) og einnig úr rennslí úr toppi holunnar (92-0088). Vatnssýni var tekið úr Selfosslaug 1990 (90-0136), sjá kafla 5.

- Hóla SE-21 er norðan Selfosskirkju á nesi sem stendur út í Ölfusá, þar sem áin beygir til vesturs, við svonefnt Setur. Hún er staðsett uppi á Þjórsárhrauni og var sett niður þarna til að kanna hitastig til austurs, í áttina að hitasvæðinu norðan við Ölfusárbrú. Holan var boruð í 69 m og virðist vera í jaðri svæðisins. Hún telst þó varla köld, því stigull í henni er 465°C/km sem er mjög hátt. Botnhiti holunnar er 29.3°C á 50 m dýpi (mældist raunar 36.9°C 2 dögum eftir borlok) og væri ef til vill reyndandi að dýpka þessa holu síðar. Vatnsborð í holunni er á 4.8 m dýpi og smáæðar voru á 6 og 33 m.
- Hóla SE-22 er 5 m sunnan við Selfosslaug (SE-19). Þessi hola var boruð til að kanna betur hvar hiti væri hæstur við Selfosslaug, en skv. holum SE-13 og SE-20 virtist hitahámark vera þar á milli. Borun holunnar gekk vel og eru nokkrar æðar í henni. Nú renna 0.75 l/s úr holunni en í borun komu um 5-6 l/s úr henni í loftdælingu, mest af 108 m dýpi. Holan var boruð í einu lagi og því er ekki til "stigull" úr efri hluta hennar eins og úr hinum holunum. Vatnsaukning var á 10-20 m og 27-37 m, æðar í 46-50 m og 66-63 m, smávegis á 90 m og 117 m en meginæðin er í 108 m og lækkar hiti

aðeins fyrir neðan hana.

Eftir þessari holu og SE-19 að dæma er sprunga á yfirborði við holu SE-19 og á 108 m dýpi í SE-22. Halli slíkrar sprungu er 87° til suð-austurs milli holanna. Eftir því sem best verður séð er holuröðin nálægt því að vera þvert á stefnu "jarðhitasprungu" á yfirborði (040-045°). Stefna heitustu holanna er nálægt þessari "sprungustefnu" (SE-17 og SE-22: 035-040°). Þessi halli er líklega það sem við komumst næst því að ákveða halla líklegs vatnsleiðara út frá þeim gögnum sem við höfum.

Lausleg athugun sem gerð var á sprungum við Ölfusá 1987 benti til þess að megingsprungustefna væri 035° (NNA) og halli aðallega til austurs 80-85° (Helgi Torfason 1987), sem er ekki fjarri því sem er við Selfosslaug. Rétt er að taka fram að vatnsæðin í holu SE-22 er í móbergi og gæti verið að þar væri um lárétt rennslí að ræða. Úr þessu verður að skera með dýpri holu.

- Hóla SE-23 er um 35 m norð-austan við steinþróna, boruð til að kanna hve langt hitasvæðið teygist í austur, að svæðinu norðan Ölfusárbrúar. Þessi hola er boruð 2 m sunnan við sprungustefnuna eins og hún var við holu SE-19 og er líklega ekki langt frá meginæðinni. Litlar æðar eru í holunni á 3, 12, 39 og 41 m og rennur um 20°C heitt vatn úr holunni.

Hitaferill í holunni hækkar ört niður á 25 m dýpi en byrjar þá að sveigja af, mestur hiti í holunni er á botni (60.8°C) og er hækkandi.

Ef halli jarðhitasprungunnar er 87° hefði holan átt að skera hana á nálægt 40 m dýpi. Að vísu eru smáæð á 41 m, en ekki er víst að þar sé um jarðhitasprunguna að ræða. Holan gæti hafa skekkst og ekki er víst að sprungan sé þráðbein. Ef til vill hefði þurft að bora dýpra en 54 m til að skera stærri æðar.

- Hóla SE-24 er á norðurbakka Ölfusár, í framhaldi af holulínu SE-14 til SE-13.

Tilgangur þessarar holur var sá að reyna að afmarka svæðið til norðurs, í áttina að Árbæ þar sem er jarðhiti. Ekkert vatn er í holunni, þ.e.a.s. engar æðar. Vatnsborð er líklega það sama og í Ölfusá.

Botnhiti í holunni er 23.4°C á 60 m dýpi og hitastigull er 300°C/km sem er mjög hátt og vitnar til jarðhita í næsta nágrenni. Ef tekið er mið af hitastigli í holunum er þessi hola "nær" jarðhitasvæðinu en t.d. hola SE-10 með stigul 180°C/km. Þó er SE-10 nær því að vera í stefnu "jarðhitasprungunnar" eins og hún kemur fram í hitamælingum.

Tafla 3. Rennsli úr borholum á Eyri og við Hnausa.

Hola	Í dælingu l/s	Sjálfrennsli ca. l/s
SE-13	3-4	0.2
SE-14	-	0.1
SE-15	2	0.1
SE-16	-	0.1
SE-17	2-3 (í 30 m)	0
SE-18	-	0
SE-19	>1	0.1
SE-20	3 (í 80 m)	0.5-1
SE-21	-	0
SE-22	5-6 (í 108 m)	0.75
SE-23	-	0.1
SE-24	0	0
Samt.	15-18	1.9-2.1

Þegar borað er með lofti dælist vatn upp úr holum þegar vatnsæðar eru skornar. Þá má oft fá grófa hugmynd um hve mikið vatn er á ferðinni í berggrunninum. Í þeim holum sem greint er frá að ofan voru æðar skornar oft og einnig kom seytl inn í holurnar hér og þar, eins og reyndar er sýnt á myndum 11, 12 og 13. Í töflu 3 er rennsli úr holum á Eyri og við Hnausa tekið saman, en aðeins er hér um gróft mat á vatnsmagni að ræða, auk þess sem dæling úr einni holu hefur líklega áhrif á aðrar. Heildarmagn er því meira en fengist, væri dælt úr holunum samtímis.

4. JARÐLÖG Í BORHOLUM

Holur þær sem greint er frá í þessari skýrslu voru boraðar með loftbor og svarf tekið á 3 m bili. Algengast er að sýni séu tekin á 2 metra bili og er skekkja á dýpt einstakra lagmóta því um 50% meiri í þessari greiningu en almennt er. Allar holurnar voru greindar af spjöldum, nema holur SE-15 og SE-13 sem voru greindar dós fyrir dós. Jarðlögum er skipt í níu mismunandi hópa, þ.e.a.s. fimm gerðir af basalti, tvær af móbergi og tvenns konar set. Jarðlög úr þessum greiningum eru sýnd á myndum 3-6.

Algengasta bergið er fin- til meðalkorna basalt. Þetta eru sennilega hraunlög (þóleiútbasaltlög) eða berggangar (þóleiútskir). Bergið er misjafnlega ummyndað, en neðan 40 m er berg að mestum hluta fremur ferskt basalt.

Meðalgrófkornað basalt er oftast ólívínþóleiút. Lag sem er merkt sem meðalgróft er verulega grófkornóttara en önnur lög og er auk þess oft plagióklasdílótt.

Tvennskonar jarðlög eru merkt inn sem glerjað basalt, það er bæði ferskt og ummyndað. Tvennskonar set er merkt inn á sniðin, fínt set og gróft. Erfitt er að greina gróft set frá hraunkarga basaltlaganna nema með nákvæmari og tímafrekari skoðun og eru þau sett í einn hóp í þessari greiningu.

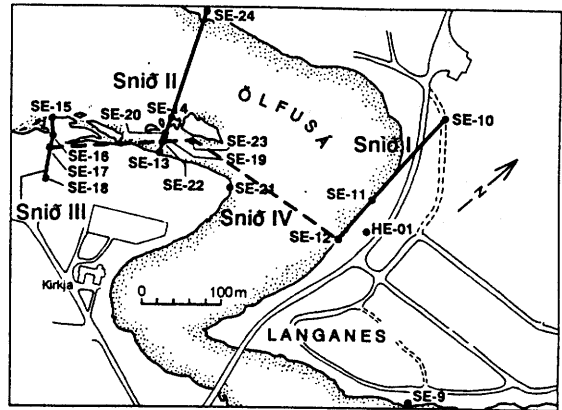
Í flestum holum vantar sýni af efstu 3-6 metrunum. Þar fyrir neðan er oft þunnt setlag og síðan tekur við þóleiútbasalt niður á 10 m dýpi.

Á dýptarbili 10-20 m er ólívín-þóleiútbasalt í mörgum holanna, en í öðrum holum finnst einnig glerríkt, grófkristallað basalt. Þetta eru líklega sömu berglöggin, þ.e.a.s. ólívín-þóleiút (meðalgróft og grófkristallað basalt) og ganga þau í gegnum allar holur á þessu dýptarbili, ef frá eru skildar holur SE-10 og SE-12 sem eru talsvert austar. Skýring á misjöfnu glermagni í þessu basalti kann að vera sú að hraunið hefur runnið út á votlendi og snöggeklnað (glerjast og sundrast) á stöku stað.

Fyrir neðan ólívín-þóleiútið tekur við syrpa af þóleiútbasaltlögum, misjafnlega ferskum (sum eru sundruð). Á um 80 m

dýpi tekur við móberg í holum SE-14, 20 og 22 en ekki fyrir en á um 100 m dýpi í holu SE-13 (sjá mynd 4). Þar fyrir neðan er harðnandi berg í holunum niður á 120-130 m dýpi, þ.e.a.s. þar sem má sjá svo djúpt. Vatnsæðar eru í tengslum við móbergið.

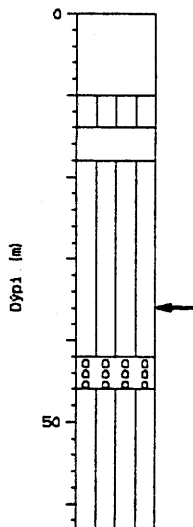
Ummyndun er talsverð, einkum í millilögum, og nær allt upp á yfirborð. Að mestu er það ópall sem fyllir holrými en einnig finnast kalsít og kabasít (kabasít tilheyrir flokki zeólíta og er algeng holufylling).



JHD JFR 8705 JT
92.06.0300 T

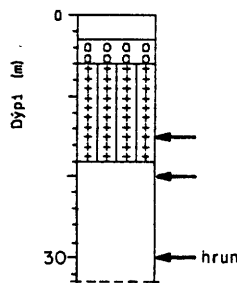
I
SE-10

Jarðlög



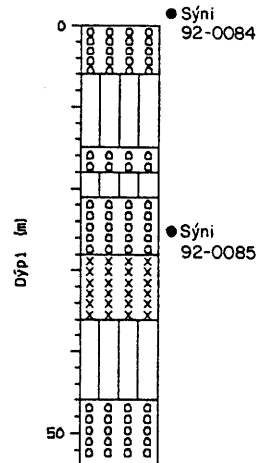
SE-11

Jarðlög



SE-12

Jarðlög



Skýringar við jarðlagasnið

- Ummyndað fin-meðalkorna basalt
- Fersklegt meðal-grófkorna basalt
- Ummyndað meðal-grófkorna basalt
- Basaltrík breksía
- Grófkornótt set
- Sværf ventar

Mynd 3. Snið af borholum SE-10, 11 og 12. Sjá staðsetningu á mynd 2.

← Vatnsæðar, vatnsaukning í borun

JHD JFR 8705 JT
92.06.0303 T

II

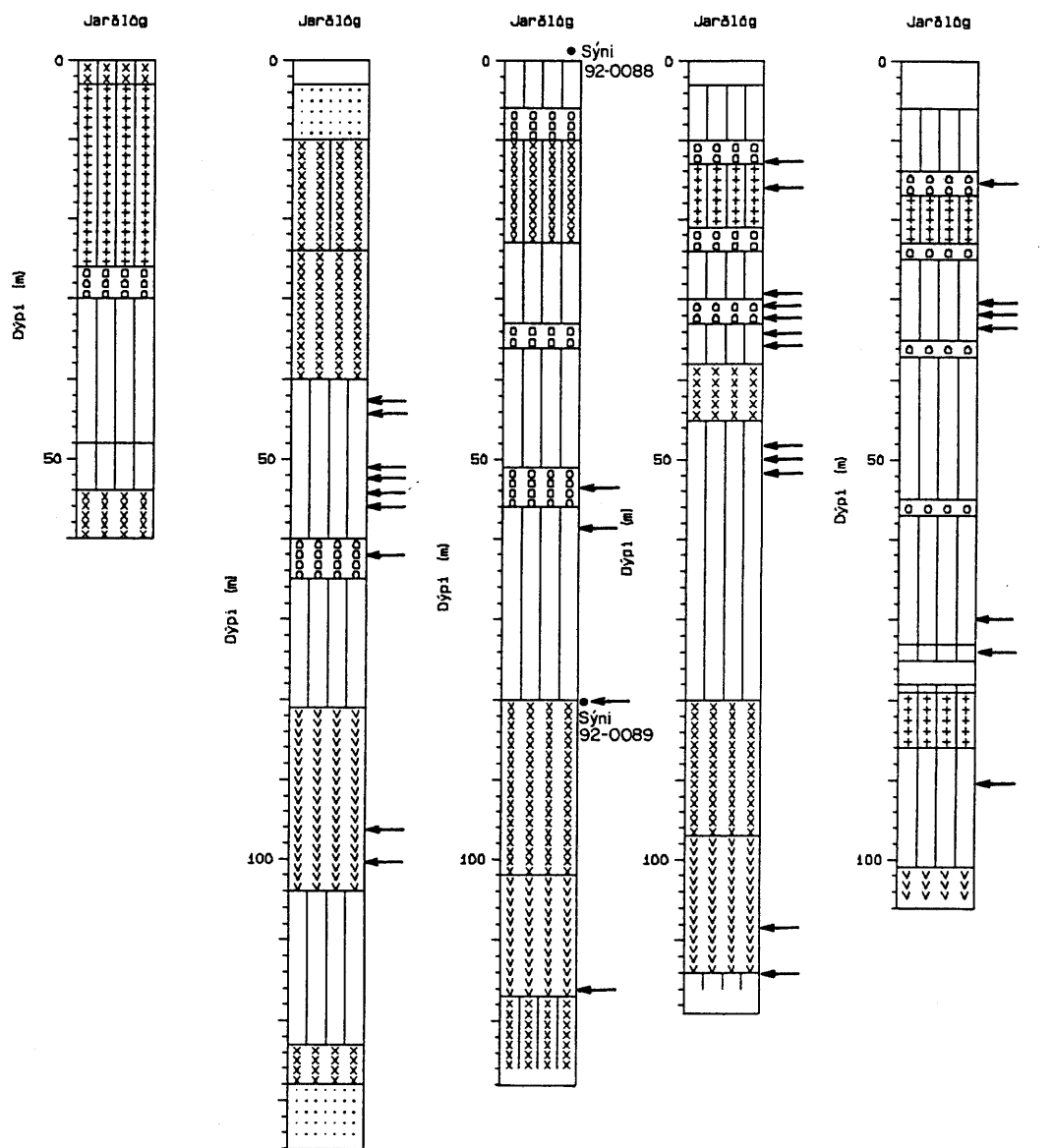
SE-24

SE-14

SE-20

SE-22

SE-13



Skýringar við jarðlagasnið



Ummyndað fín-meðalkorna basalt



Ummyndað meðal-grófkorna basalt



Basaltrík breksía



Tuff



Fínkornátt set



Grófkornátt set



Svarf ventar

← Vatnsæðar, vatns-
aukning í borun

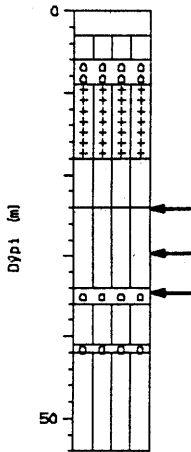
Mynd 4. Snið af borholum SE-13, 14, 19, 20, 22 og 24. Sjá staðsetningu á mynd 2.

JHD JFR 8705 JT
92.06.0301 T

III

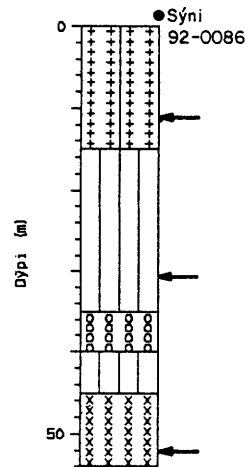
SE-15

Jarðlög



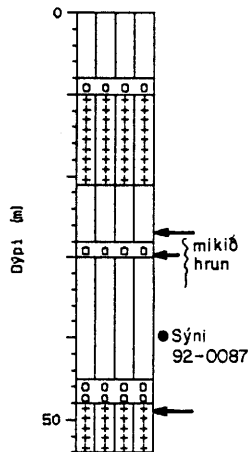
SE-16

Jarðlög



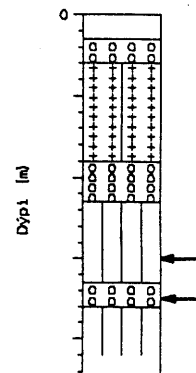
SE-17

Jarðlög



SE-18

Jarðlög



Skýringar við jarðlagasnið

Ummyndað fín-meðalkorna basalt

Fersklegt meðal-grófkorna basalt

Ummyndað meðal-grófkorna basalt

Basaltrík breksja

Grófkornhótt set

Svarf ventar

Vatnsæðar, vatnsaukning í borun

Mynd 5. Snið af borholum SE-15, 16, 17 og 18. Sjá staðsetningu á mynd 2.

JHD JFR 8705 JT
92.06.0302 T

IV

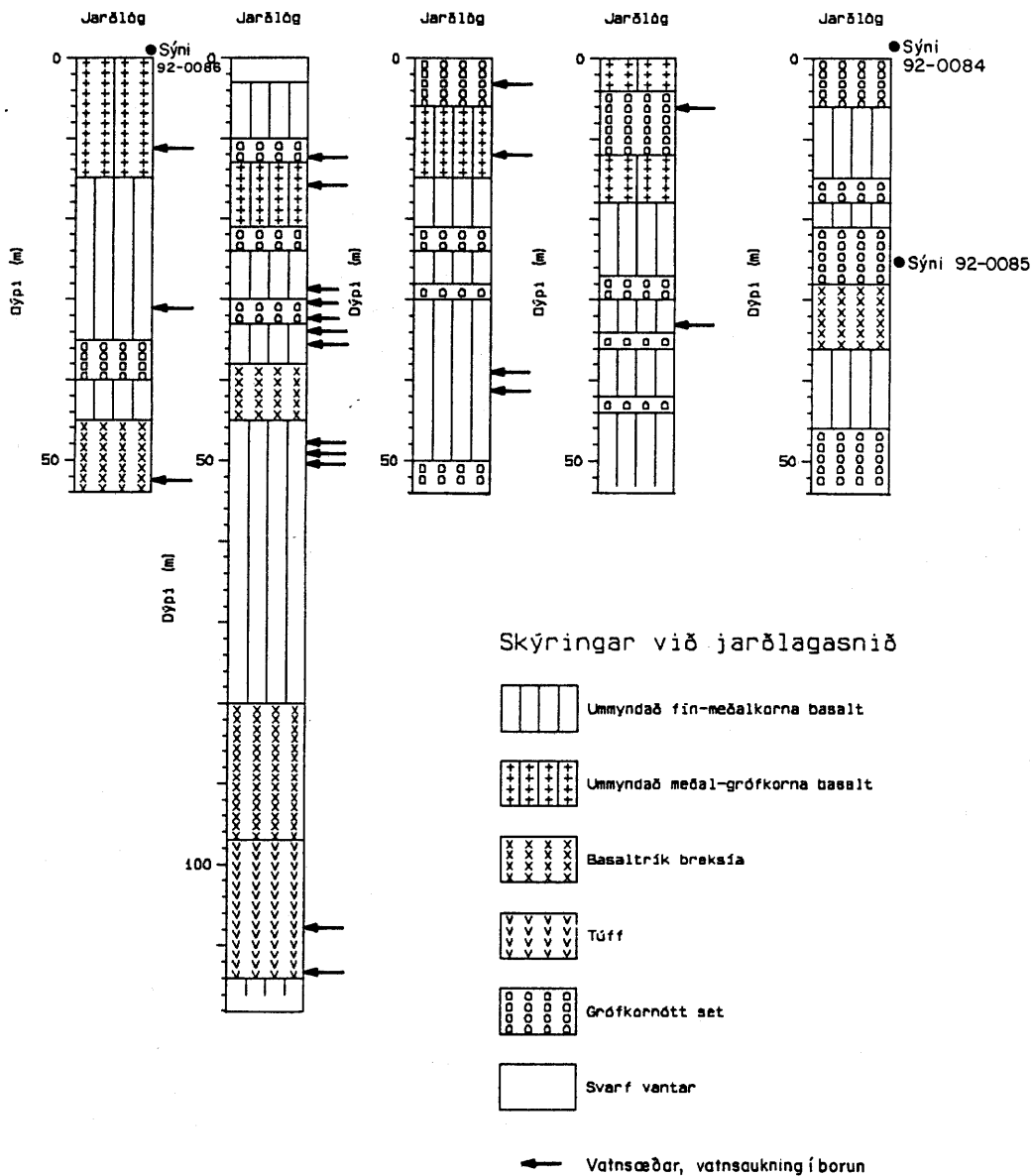
SE-16

SE-22

SE-23

SE-21

SE-12



Mynd 6. Snið af borholum SE-16, 22, 23, 21 og 12. Sjá staðsetningu á mynd 2.

5. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS

Sýni til efnagreininga voru tekin úr fjórum rannsóknarholum við Ölfusá þann 14. apríl 1992. Til sýnatöku voru valdar 4 holur, sbr. töflu 2, en staðsetning þeirra er sýnd á mynd 2.

Tafla 4. Sýnatökustaðir 14. apríl 1992.

SE-12	norðan ár	holutoppur og á 25m dýpi
SE-16	Hnausar	holutoppur
SE-17	Hnausar	á 40m dýpi
SE-20	Eyri v/steinþró	holutoppur og á 80m dýpi

Áður hafa verið tekin sýni úr laugum á yfirborði nærri þeim stöðum þar sem holurnar voru síðar staðsettar og gerð grein fyrir efnasamsetningu vatnsins úr þeim (Magnús Ólafsson 1991). Niðurstöður efnagreininga sem gerðar voru á vatni úr holunum fjórum eru sýndar í töflum 5 og 6. Til samanburðar eru þar einnig sýndar niðurstöður efnagreininga á vatni sem tekið var úr laugunum árið 1990.

Tafla 5. Efnasamsetning sýna norðan ár (mg/l).

Staður Númer	SE-12 h.toppur 92-0084	SE-12 25m dýpi 92-0085	N ár úr röri 90-0081
Mældur hiti (°C)	51,7	(54,8)	52,0
Sýrustig (pH/°C)	9,4/24	9,6/23	9,5/19
Karbonsat (CO ₂ (t))	11,5	6,7	10,6
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	<0,03	<0,03	<0,03
Kísill (SiO ₂)	43,2	44,8	41,5
Klóríd (Cl)	214	240	197,5
Súlfat (SO ₄)	74	82	68,5
δ ¹⁸ O ‰ SMOW	-9,55	-9,61	-9,47
Kalsedón-hiti (°C)	52	50	50

Efnainnihald jarðhitavatns úr laugum og borholum við Ölfusá er fremur hátt miðað við það sem almennt gerist á lághitasvæðum hérlendis. Hátt efnainnihald er

talið stafa af því, að jarðhitavatnið hafi einhverntíma á ferð sinni um berggrunninn komist í snertingu við sjó eða sjávarsetlög. Ekki er fyllilega ljóst með hvaða hætti "sjávaríblöndunin" hefur átt sér stað, en talið er líklegt að hún geti stafað af svo kallaðri "sjávarleif" frá lokum ísaldar, frá þeim tíma þegar sjávarstaða var miklu hærri en nú. Þá var allt undirlendi Suðurlands hulið sjó, sem hefur þá getað þrýst sér niður í sprungur í berggrunninum. Landið reis síðan úr sjó og frá þeim tíma hefur sjórinn smátt og smátt verið að skolast burt úr sprungum og holrýmum í berggrunninum. Önnur leið til að saltmenga jarðhitavatnið er sú að vatnið hafi komist í snertingu við sjávarsetlög, sem einnig mynduðust við hærri sjávarstöðu. Jarðeðlisfræðilegar mælingar á Suðurlandi hafa bent til saltra setlaga af þessum toga (Lúðvík S. Georgsson 1988) og þau hafa jafnframt komið fram í borholum á Skeiðum.

Út frá efnainnihaldi jarðhitavatns má oft segja til um hita vatnsins djúpt í jörðu, þar sem ríkir jafnvægi milli vatns og bergs. Hér á landi hefur aðallega verið stuðst við efnahitamæla, sem byggja á styrk kísils í vatninu (kalsedón-hiti eða kvars-hiti), til að meta hita í jarðhitakerfum. Kísill er eitt helsta efnið sem er uppleyst í öllu jarðhitavatni og styrkur hans í vatninu er í réttu hlutfalli við hita vatns niðri í jarðhitakerfinu. Því er reyndar þannig farið að heita vatnið í laugum og borholum við Ölfusá er tiltölulega snautt af kísli miðað við hita þess. Þetta veldur því, að útreiknaður efnahiti vatnsins er lítið frábrugðinn mældum hita, og er jafnvel lægri, eins og sést í töflum 5 og 6. Þetta svipar til jarðhitasvæðisins við Þorleifskot, þar sem vitað er að vatnið sem dælt er úr holunum er blanda af heitu og tiltölulega söltu "djúpvatni" annars vegar og köldu efnasnaudu vatni í Þjórsárhrauni hins vegar. Efnahitamælirinn gefur því ekki vísbendingu um heitara vatn á svæðinu við Ölfusá en 56°C, þó sýnt sé að vatn í holunum er allt að 68°C (SE-22).

Myndir 7 og 8 sýna annars vegar samband klóríðs og súlfats í vatninu (mynd 7) og hins vegar samband klóríðs og súrefn-

Tafla 6. Efnasamsetning vatns sunnan ár (mg/l).

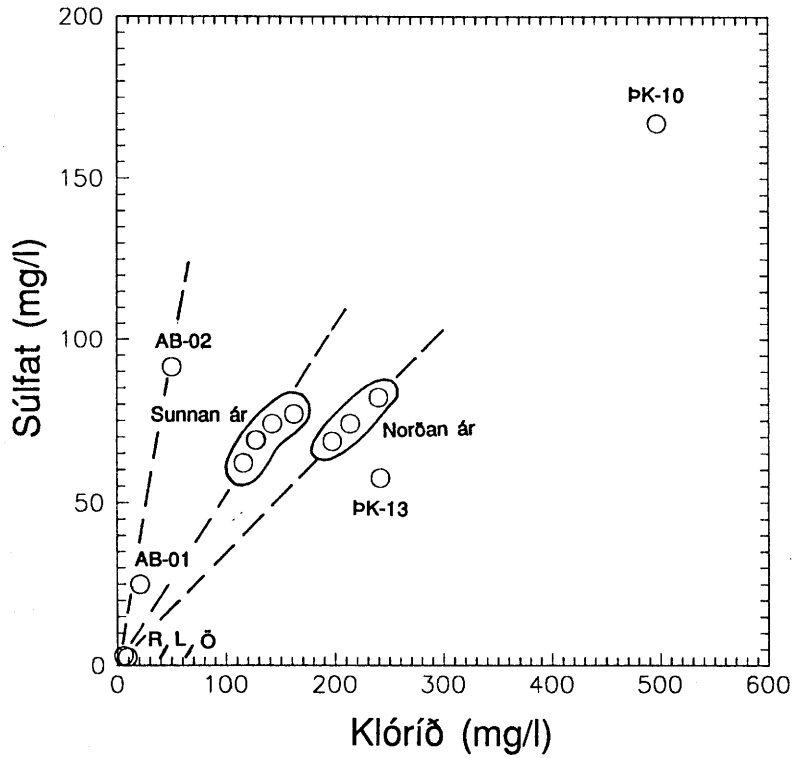
Staður	SE-16 holutoppur 92-0086	SE-17 40m dýpi 92-0087	SE-20 holutoppur 92-0088	SE-20 80m dýpi 92-0089	Sunnan ár úr þró 90-0136
Númer					
Mældur hiti (°C)	40,3	(50,2)	66,7	(66,6)	55,1
Sýrustig (pH/°C)	9,7/24	9,8/24	9,6/24	9,6/24	9,6/24
Karbónat (CO ₂ (t))	15,9	8,4	8,7	10,9	9,2
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	<0,03	<0,03	0,03	0,03	<0,03
Kísill (SiO ₂)	42,4	43,0	52,6	52,2	50,6
Klóríð (Cl)	116	162	127	128	142,3
Súlfat (SO ₄)	62	77	69	69	74,0
δ ¹⁸ O ‰/‰ SMOW	-8,88	-9,02	-8,93	-8,93	-8,97
Kalsedón-hiti (°C)	42	40	56	56	54

ísísótópa (mynd 8). Til samanburðar eru sýni úr holum 1 (AB-01) og 2 (AB-02) á jarðhitasvæðinu við Árbæ í Ölfusi, úr holum ÞK-10 og ÞK-13 í Þorleifskoti og af köldu vatni úr Ölfusá (Ö), úr lind undir Ingólfsfjalli (L) og af úrkomu á Þingvöllum (R) færð inn á myndirnar.

Á mynd 7 sést að sýnin úr laugum og borholum við Ölfusá greinast í tvo aðskilda hópa. Í öðrum hópunum eru sýnin norðan ár en í hinum eru sýni sunnan ár. Sama skipting kemur einnig fram á mynd 8, og þar er hún í raun enn skýrari. Ef litið er á sýnin frá Þorleifskoti og Árbæ annars vegar og sýnið úr lind við Ingólfsfjall hins vegar, þá sést að heita vatnið norðan ár líkist meira jarðhitavatninu í Þorleifskoti en Árbæ, einkum þegar með tilliti til klóríðs. Vatnið sunnan ár líkist aftur á móti fremur vatninu í Árbæ, það er líka heitara og klóríðstyrkur er lægri en í vatni norðan ár. Á mynd 7 sést að hugsanlegt er að heita vatnið norðan ár sé myndað vegna blöndunar á köldu efnasnaudu vatni, líku kalda vatninu undan Ingólfsfjalli, og heitu og klóríð-ríku vatni líku djúpvatni í Þorleifskoti (ÞK-10). Heita vatnið sunnan ár gæti einnig verið myndað á sama hátt, nema að í því tilfelli yrði "djúpvatnið" að hafa lægri klóríð-styrk. Sama máli gegni raunar um vatnið í Árbæ, en þar yrði "djúpvatnið" að vera enn klóríðsnaudara. Mynd 8 styrkir frekar þessa hugmynd um tilurð heita vatnsins við Ölfusá, þ.e. að það sé myndað við mismikla blöndun á köldu efnasnaudu vatni annars vegar og heitu efnaríku vatni, með

breytilegan klóríð-styrk, hins vegar. Myndirnar sýna að vatn á 800 m dýpi í Þorleifskoti (ÞK-10) hefur klóríðstyrk upp á u.þ.b. 500 mg/l, en vatnið sem nú er dælt úr holum þar (t.d. holu 13) hefur helmingi lægri klóríðstyrk (200 - 250 mg/l). Vitað er að það vatn er myndað vegna blöndunar kalda grunnvatnsins í Þjórsárhrauni og heits klóríðríks "djúpvatns" (t.d. Jens Tómasson og Gísli K. Halldórsson 1981, Ómar Sigurðsson o.fl. 1991). Þessar vangaveltur benda því frekar til þess, að finna megi heitara vatni við Ölfusá ef dýpra verður borað, þrátt fyrir að efnahiti vatnsins sé eins lágur og raun ber vitni.

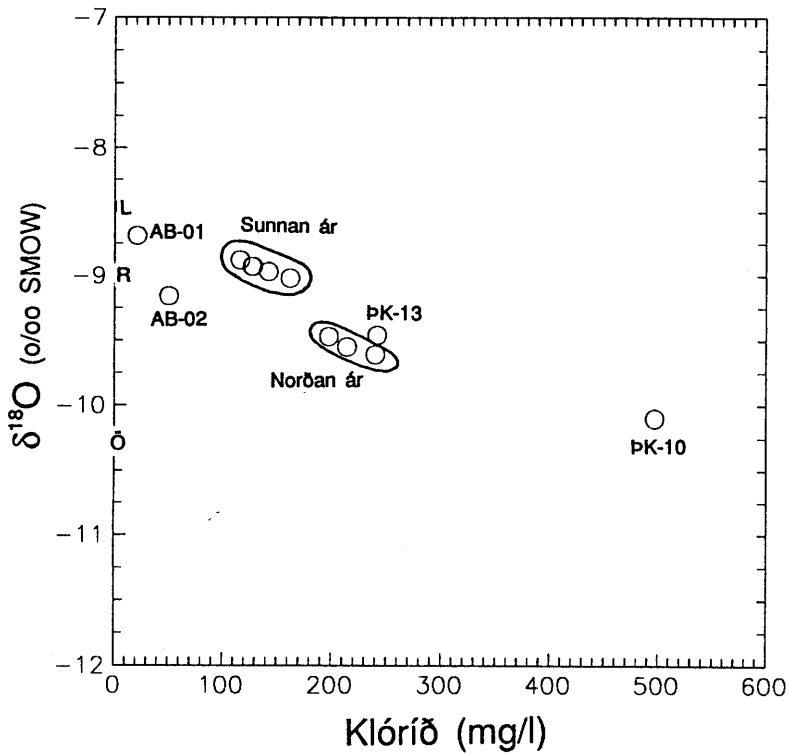
JHD JFR 8705 MÓ
92.06.0336 T



Mynd 7. Samband klóríðs og súlfats í vatni af jarðhitasvæðum norðan og sunnan við Ölfusá.

PK-10	Hola í Þorleifskoti
PK-13	Hola í Þorleifskoti
AB-01	Hola í Árbæ
AB-02	Hola í Árbæ
R	Úrkoma á Þingvöllum
L	Lind við Ingólfsfjall
Ö	Vatn úr Ölfusá

JHD JFR 8705 MÓ
92.06.0337 T



Mynd 8. Samband klóríðs og hlutfalls súrefnisísótópa í vatni af jarðhitasvæðum norðan og sunnan við Ölfusá.

PK-10	Hola í Þorleifskoti
PK-13	Hola í Þorleifskoti
AB-01	Hola í Árbæ
AB-02	Hola í Árbæ
R	Úrkoma á Þingvöllum
L	Lind við Ingólfssjall
Ö	Vatn úr Ölfusá

6. HITAMÆLINGAR Í BORHOLUM

Á myndum 9 og 10 er sýnt hitastig í jarðhitakerfinu á 20 og 40 m dýpi. Þær holur sem eru dýpri en 50 m eru aðeins á línu SE-13 til SE-14 og því er ekki hægt að teikna kort yfir allt rannsóknarsvæðið með jafnhitalínum á meira en 50 m dýpi. Eins og á yfirborði virðist jarðhitinn ekki vera samfelldur milli svæðanna norðan Ölfusárbrúar, á Eyri og við Hnausa, en þar kemur til að borholur vantar úti í Ölfusá. Hóla SE-21 var boruð til að kanna hvort tengsl væru þarna á milli. Ekki virtist svo vera, en þessi hóla er ef til vill ekki nógu djúp til að geta skorið úr um það. Eins og málin standa nú skiptir það heldur ekki öllu máli hvort um eitt eða tvö uppstreymissvæði er að ræða, það kemur væntanlega í ljós er framhald verður á rannsókom.

6.1 Svæðið norðan Ölfusárbrúar

Á myndum 9 og 10 sést að mestur hiti norðan Ölfusárbrúar er líklega úti í ánni, en þar vantar holur til að unnt sé að fullyrða um stefnu hitans, aðeins mælingar á yfirborði gefa hana til kynna. Handan Ölfusár liggur heita svæðið með stefnu norð-austur og er mestur hiti 68°C í holu SE-22.

Svæðið norðan Ölfusárbrúar er verr afmarkað því þar voru aðeins boraðar 3 holur og ein þeirra var mjög grunn. Hæstur hiti er í holu SE-12, 57.8°C í botni á 52 m dýpi, en í holu HE-01 er 51.4°C á 90 m dýpi (mælt 17.12. 1991, en var 58.3°C í 88 m 1962).

Hitaferill í HE-01 er viðsnúinn neðan 90 m og er talið að kalt vatn renni niður hana og hitamæling sýnir því ekki réttan berghita þar, en á 200 m dýpi er 45°C hiti. Þetta mætti sannreyna með dæliprófun á holunni og hitamælingum. Ef halli jarðhitaleiðara er 87° til austurs eins og reiknað var með í holu SE-22, hefði hóla HE-01 átt að skera sprungu í 620 m, ef hallin er 85° hefði holan átt að skera í 370 m, en hóla HE-01 er staðsett 30 m austan við líklega legu sprungu á yfirborði. Einnig getur verið að sprungunni halli vestur eða að holan hafi

skekkst í borun. Til þess að holan hafi getað skorið æð í 220 m hefði halli jarðhitaleiðara þurft að vera um 82° til austurs (8° frá lóðlínu).

Athuganir á brotum á þessu svæði eru fáar, fyrrnefnd athugun Helga Torfasonar (1987) var eftir skoðun í hálfan dag og svo eru athuganir Jóns Eiríkssonar (1973) á brotum við Ölfusá sem voru lítill hluti af rannsókn á langtum stærra svæði. Á jarðfræðikorti Jóns má sjá að flest misgengi hafa fall til austurs, sem þýðir að flötum misgengja hallar yfirleitt til suð-austurs. Ástæða er til að kanna brotalínur betur þarna, einkum með tilliti til jarðhita við Ölfusá og Árbæ.

Ekki var dregið hitasnið gegnum holur SE-10, 11 og 12 því hóla 11 er það grunn að lítið vit væri í slíku sniði og hóla SE-10 er svo miklu kaldari en hóla SE-12. Hitaferlar úr þessum holum eru í Viðauka og jarðlagasnið eru í kafla 4. Það er einkum hin snögga hitabreyting milli hóla SE-11 og 12 annars vegar og SE-10 hins vegar sem er áhugaverð, líklega er hóla SE-10 í jaðri svæðisins. Hóla SE-9 sem var boruð 1990 er einnig fyrir utan jarðhitasvæðið (sjá mynd 2).

6.2 Svæðið Eyri og Hnausar

Í þeim áfanga sem hér er greint frá var aðallega borað norðan Selfoskirkju á Eyri og við Hnausa; nú er komin nokkuð góð mynd af þessum stöðum, einkum Eyri. Á myndum 9 og 10 má sjá að jafnhitalínur teygja sig greinilega í NNA-SSV og er hitahámark við Selfosslaug. Eins og greint var frá að framan kom í ljós sprunga við Selfosslaug með stefnu um 045° (norð-austur).

Á mynd 11 er sýnt hitasnið gegnum holur SE-13, 22, 19, 20, 14 og 24, en sú síðast talda er norðan við Ölfusá. Á þessari mynd sést að hitamiðjan er nálægt holu SE-22 og virðist sem hiti komi upp að suð-austan. Eftir þessu að dæma, athugunum á öðrum holum og brotum í nágrenninu virðist líklegast að jarðhitaleiðari liggja undir holu SE-13. Eins og hefur verið rakið að framan er halli á jarðhitaleiðara um 87°, ef reiknað er með því að sprunga á 108 m dýpi

í holu SE-22 tengist honum. Raunar er ómögulegt að gefa halla slíkra hluta upp á gráðu, og þó að hér sé miðað við þessa tölu skal það skýrt tekið fram að nákvæmni í þessum fræðum er sjaldnast betri en 2-4°. Ef það reynist rétt sem hér er haldið fram að jarðhitaleiðarar séu með austlægum halla, mun það gera alla vinnslu jarðhitans auðveldari, því annars þyrfti að bora úti í Ölfusá, sem er illfært við bestu aðstæður.

Á mynd 12 er sýnt hitasnið gegnum holur SE-15, 16 og 17. Þar sést ekki eins djúpt niður í jarðhitakerfið og á mynd 11, þar sem holur þessar hafa ekki verið dýpkaðar. Hitaferlarnir gefa til kynna að hæstur hiti sé neðanvið holu SE-17 og hitaferill úr holu SE-18 er mjög efnilegur, þ.e.a.s. stígur mjög hratt. Það er því áhuga-vert að dýpka holur SE-17 og SE-18, jafnvel bora eina þar á milli. Þennan kost mætti athuga ef niðurstöður úr djúpri holu við SE-13 eru neikvæðar, en þótt sú verði raunin gefur dýpkun á þessum holum gagnlegar upplýsingar um stærð og umfang jarðhitakerfisins.

Á mynd 13 er sýnt hitasnið eftir endilangri Eyri og er farið gegnum heitustu holurnar, SE-17, 22 og 23, þ.e.a.s. í stefnu jarðhitaleiðarans. Raunar sýnir snið þetta aðeins hitahámark við holu SE-22 og er það röksemd fyrir því að setja djúpa holu niður í nágrenni við hana. Ekki var tengt yfir á svæðið norðan Ölfusárbrúar, þar vantar holur inn í sniðið og gæti það valdið ruglingi.

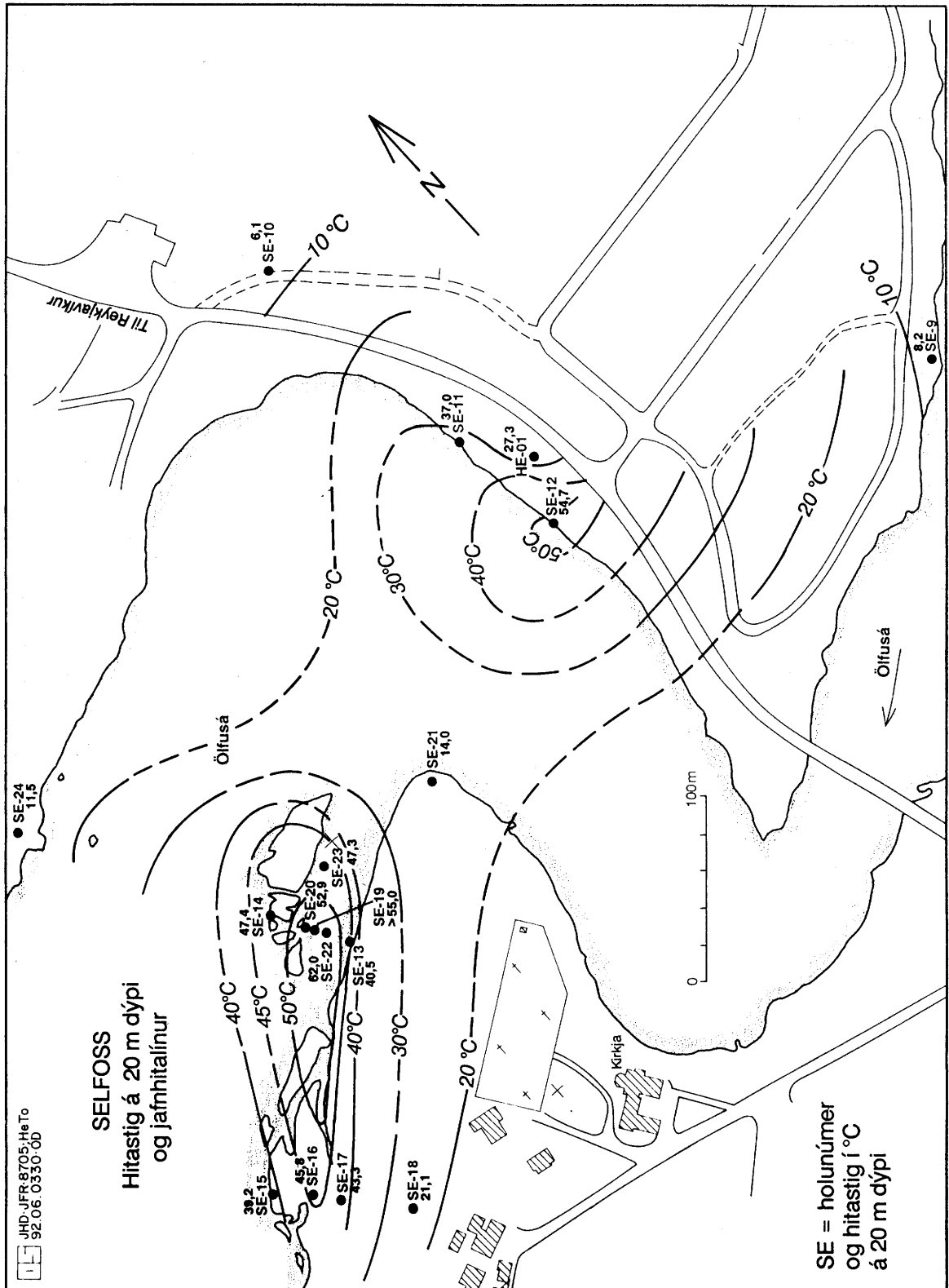
Í skýrslu Helga Torfasonar (1990) eru settar fram tvær hugmyndir um brotalínur á þessu svæði og hvernig jarðhitinn gæti tengst þeim, sjá mynd 14. Boranir þær sem að ofan hefur verið greint frá skera ekki úr um hvor myndin er réttari. Ef jarðhiti á báðum árbökkum er hluti sama jarðhitakerfis hlýtur það að hafa norð-austlæga stefnu eins og sýnt er á mynd 14-b. Brotalínurós á mynd 14-a er úr athugun sem gerð var á norðurbakka Ölfusár fyrir nokkrum árum (Helgi Torfason 1987) og styrkir hún þá hugmynd að jarðhitinn sé tengdur er neðar kemur í berggrunninn. Trúlega er uppstreymi jarðhitans tengt misgengi, sprungu eða gangi með norð-austlæga

stefnu og eftir því sem borholur gefa til kynna er halli þess til suð-austurs.

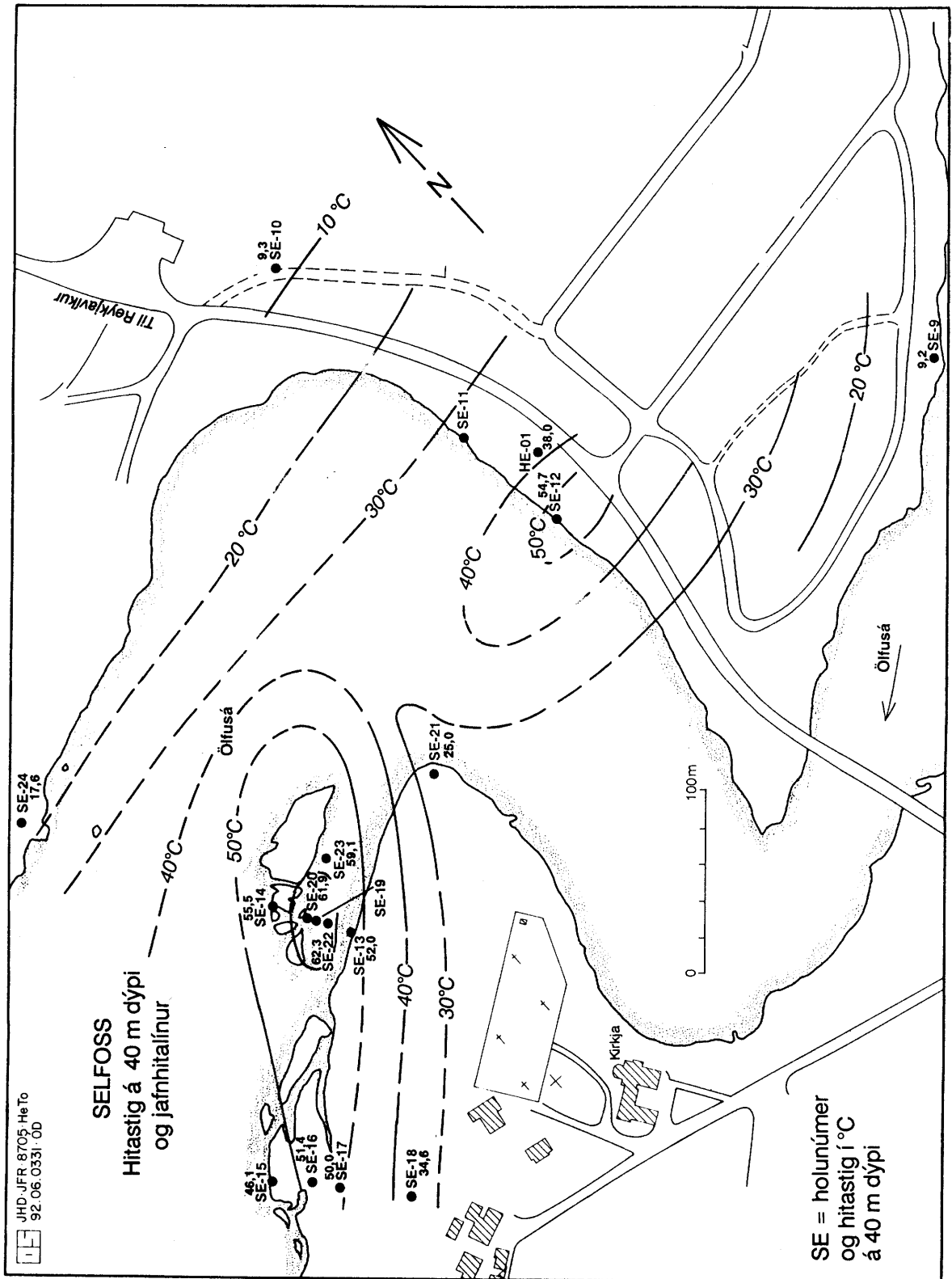
Vert er að hafa í huga að við hina miklu Suðurlandsskjálfta hafa myndast sprungur í berggrunni og t.d. getur Þorvaldur Thoroddsen (1899) þess að ein slík hafi myndast við Selfoss 1896 og legið norður í heiðina, þ.e. til norðurs eða norð-austurs frá Selfossbænum eða brúarstæðinu. Ekki er ólíklegt að sprungan sem grafin var upp við Selfosslaug sé þessi sprunga eða hún hafi hreyfst í jarðskjálftanum. Á Suðurlandi eru jarðskjálftasprungur algengar og hafa einstök brot norð-austlæga stefnu og eru skástí, en heildarstefna hvers brots er norð-læg. Ef jarðhiti er tengdur slíkum sprungum gæti verið að jarðhitakerfin séu tvö. Það virðist þó ósennilegra þar sem hiti er álíka hár í svæðunum tveimur, þau liggja vel við algengum brotastefnum og vegalengdin milli þeirra er stutt.

Efnagreiningar á vatni af jarðhitastöðum norðan og sunnan ár sýna að talsverður munur er á efnasamsetningu þess. Þannig hefur vatnið norðan ár u.þ.b. 60% hærra klóríðstyrk en vatn sunnan ár, og líkist að því leiti talsvert vatni við Þorleifskot. Jafnframt er ísótópasamsetning talsvert mismunandi milli svæðanna. Breytilega efnasamsetningu má þó hugsanlega skýra með mismikilli blöndun sameiginlegs "djúpvatns" í uppstreymisrásum. Viðsnúning í hitaferlum í holu HE-01 má skýra með áhrifum af vinnslu jarðhita á svæðinu við Þorleifskot, sem er í 2.5 km fjarlægð. Þann möguleika þarf að athuga nánar.

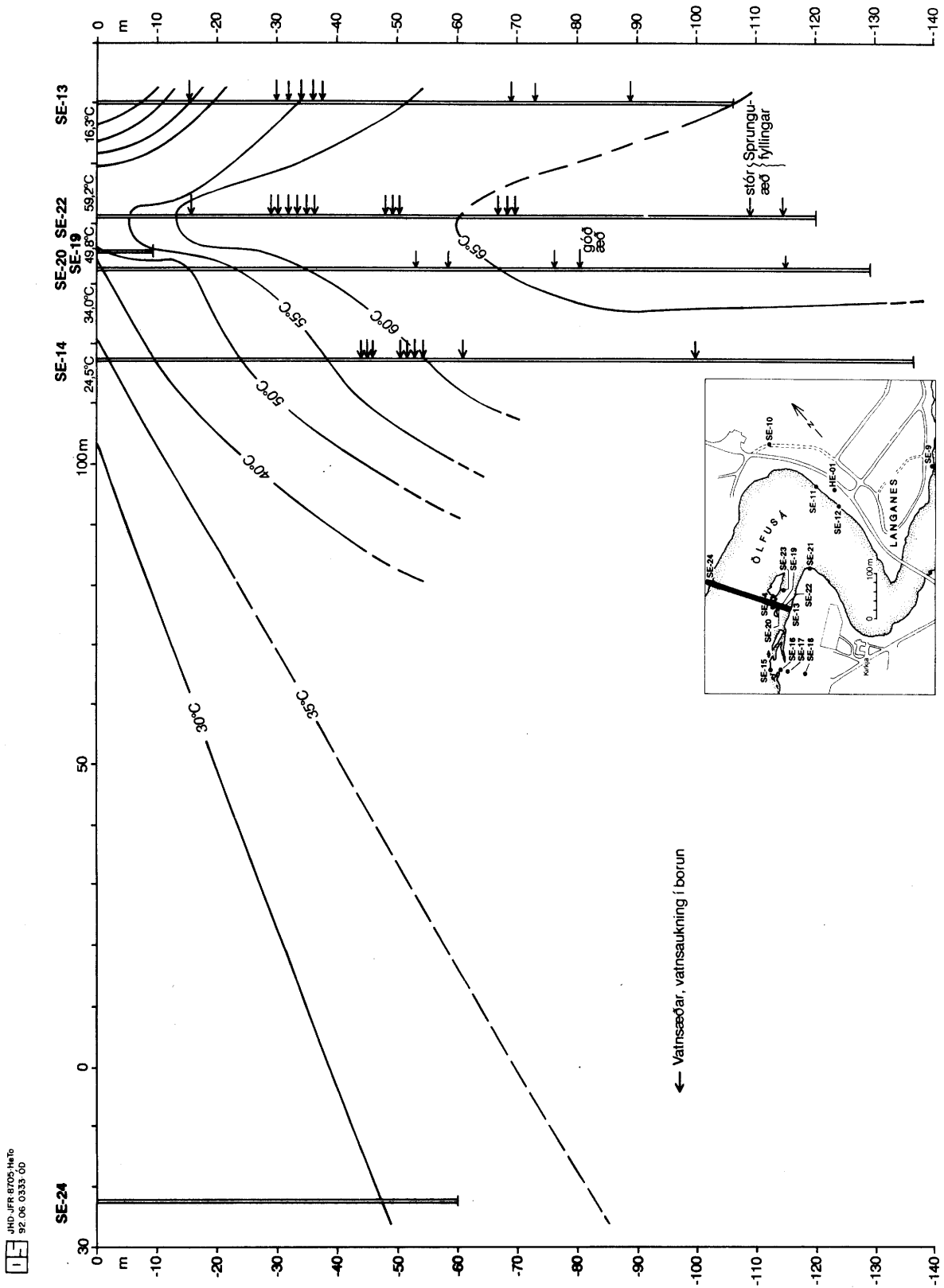
Ef borið er saman við rannsóknir sem gerðar voru fyrir nokkrum árum í Árbæ, stutt norðvestan við rannsóknarsvæðið, kemur í ljós að þar var gert ráð fyrir norð-norð-austlægum jarðhitaleiðara með halla til vesturs (Ólafur G. Flóvenz o.fl. 1985). Boranir samkvæmt því gáfu engan árangur; e.t.v. er hallinn austlægur við Árbæ.



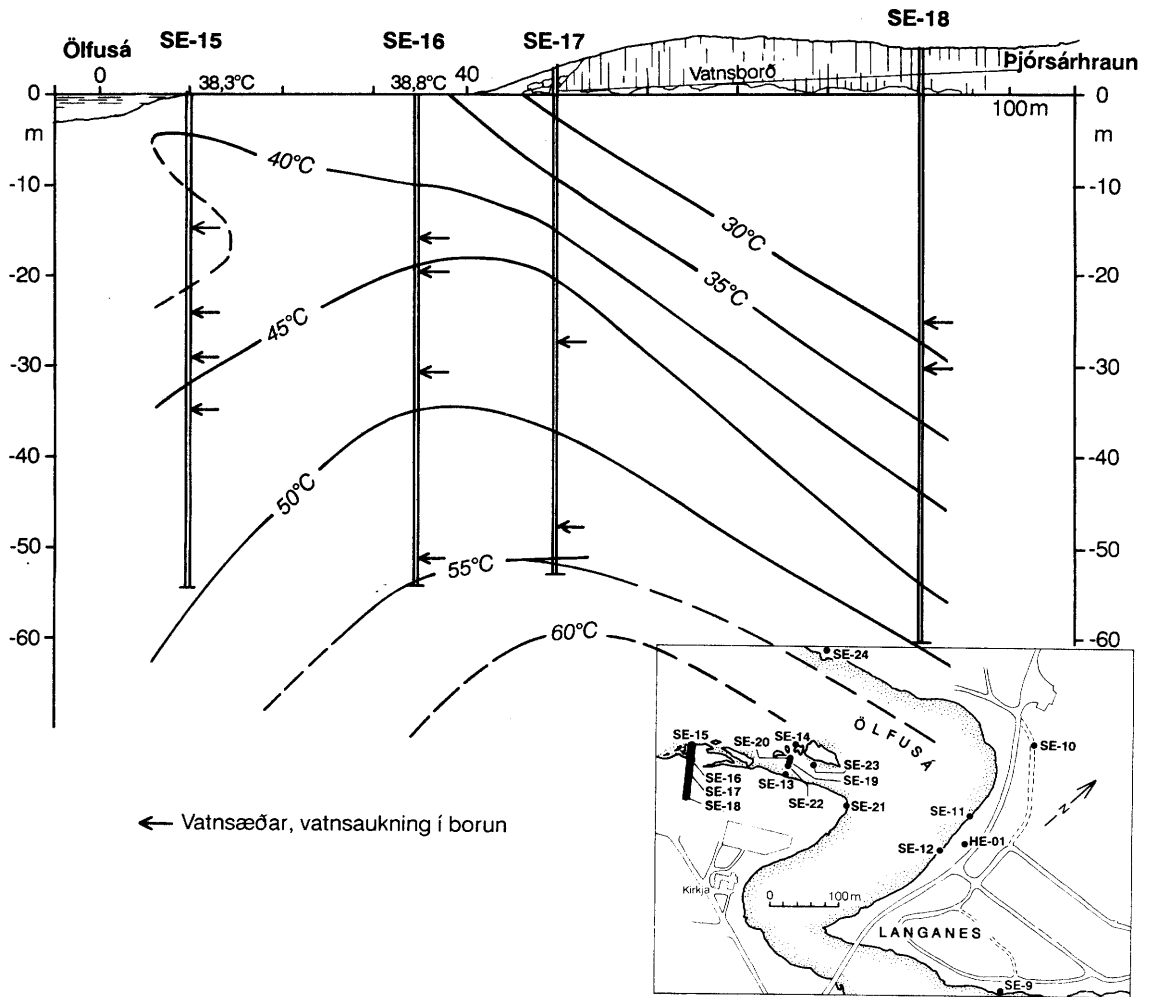
Mynd 9. Hitastig á 20 m dýpi í borholum við Selfoss.



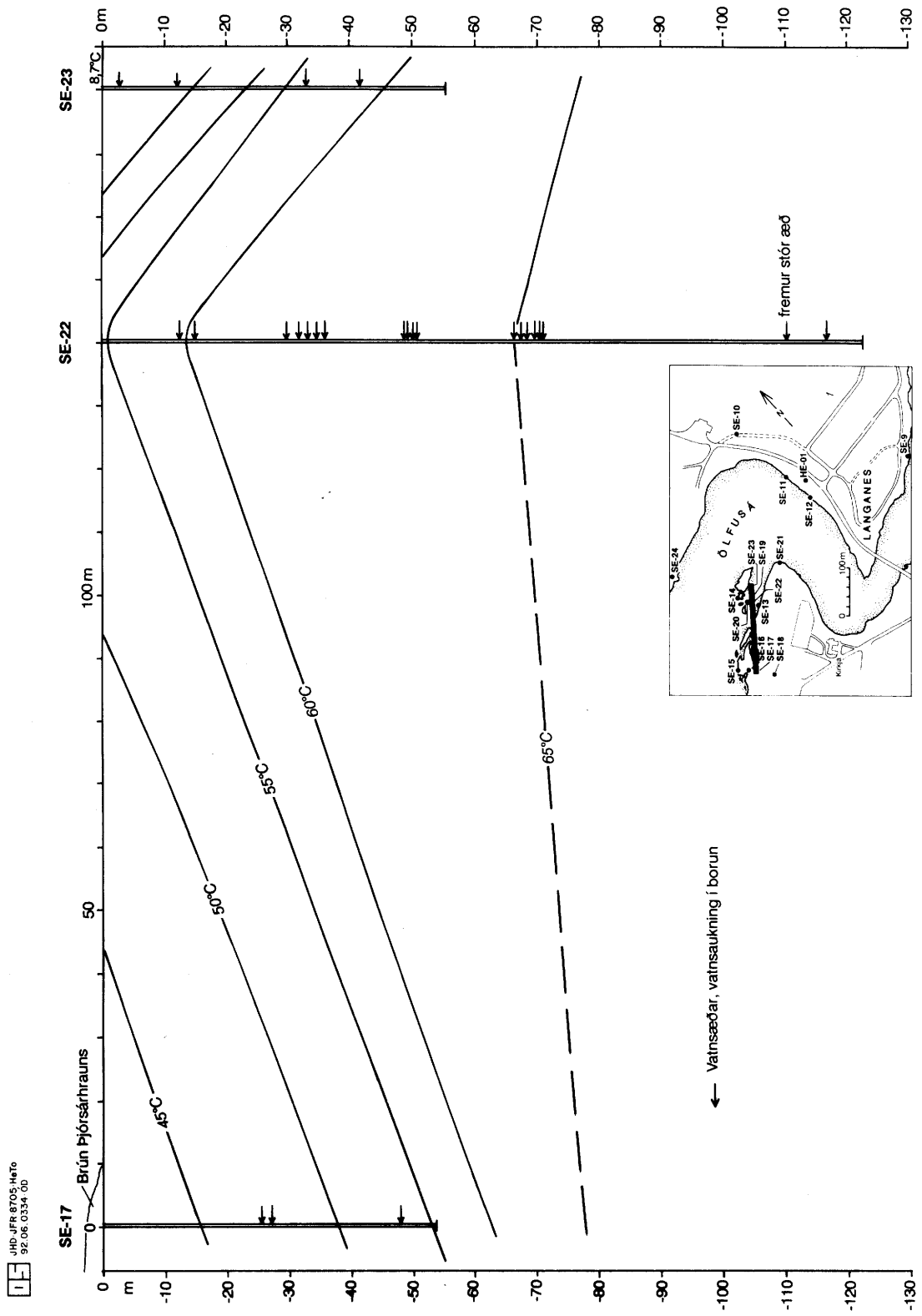
Mynd 10. Hitastig á 40 m dýpi í borholum við Selfoss.



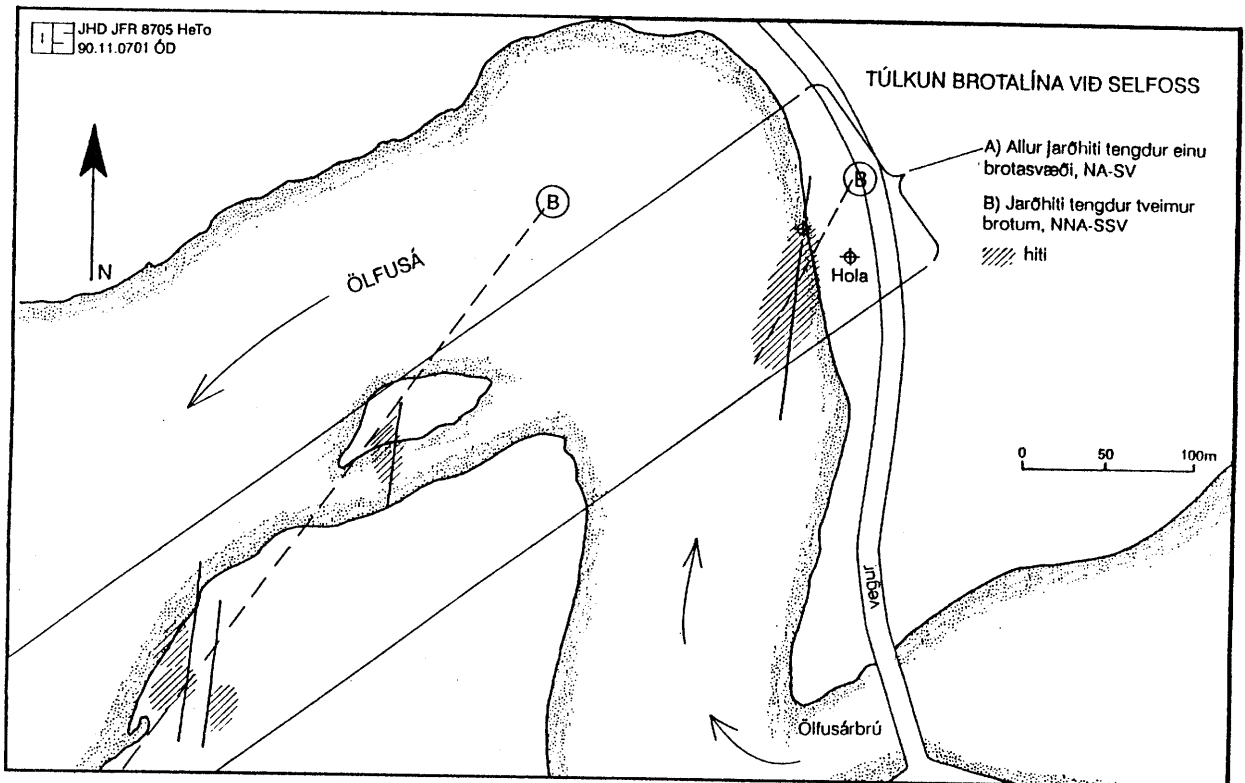
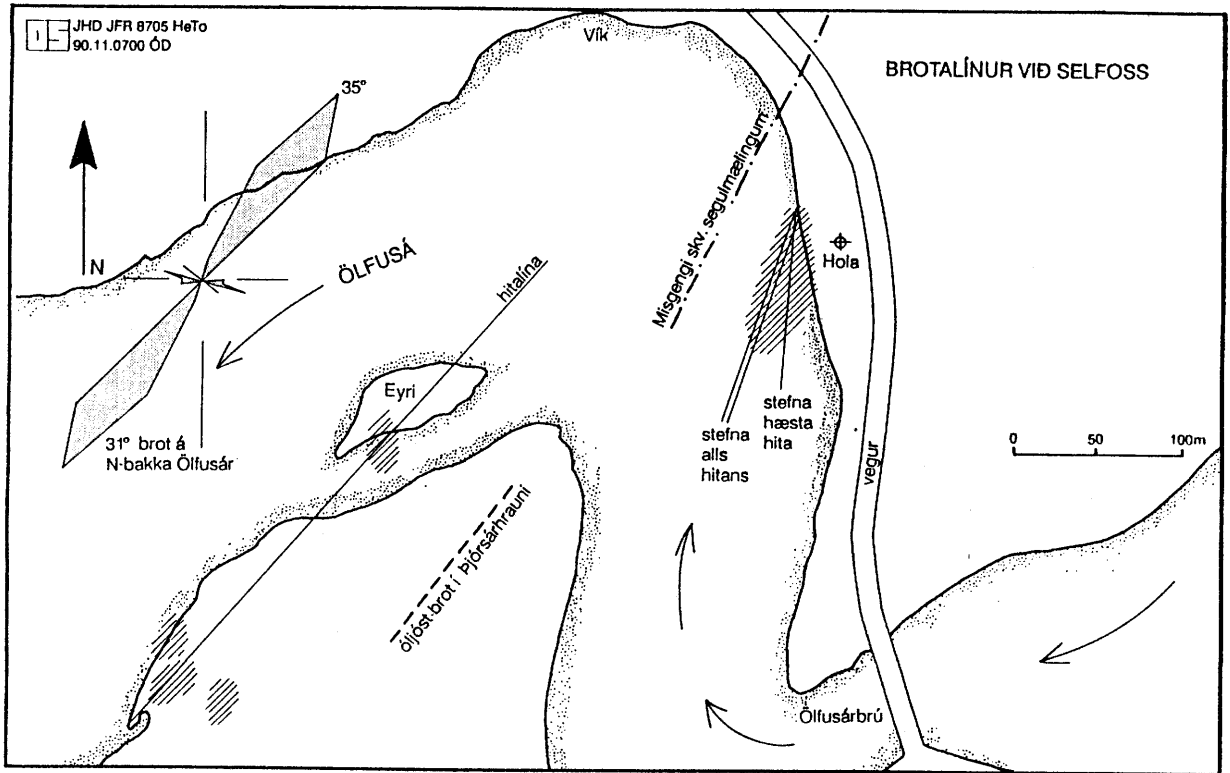
Mynd 11. Hitasnið gegnum holur SE-13, 22, 19, 20, 14 og 24.



Mynd 12. Hitasnið gegnum holur SE-15, 16, 17, 18.



Mynd 13. Hitasnið gegnum holur SE-17, 22 og 23.



Mynd 14. Brotalínur við Selfoss og stefna jarðhita.

7. NIÐURSTÖÐUR

Eftir rannsóknarboranir norðan Ölfusárbrúar (á Langanesi) og sunnan ár, á Eyri og við Hnausa, hefur þekking á jarðhita þarna aukist til mikilla muna. Niðurstöðurnar eru samandregnar hér á eftir.

1. Boraðar hafa verið 15 holur við Ölfusá til að rannsaka jarðhita og er dýpi holanna frá 12 m til 136 m, en auk þess var hola HE-01 boruð 1962-3 og er 222 m á dýpt.
2. Jarðhiti norðan við Ölfusárbrú virðist tengjast sprungu, misgengi eða gangi sem stefnir í norð-norð-austur. Uppstreymið þarna er stutt vestanvið holu HE-01 og einnig holur SE-11 og 12. Ef til vill var hola HE-01 staðsett of langt frá eða öfugu megin við vatnsleiðara, en einnig gæti hún hafa skekkst. Hola HE-01 var hreinsuð í sambandi við rannsóknir þær sem hér er greint frá, hitamæling gefur samsvarandi mynd og áður að hitaferill í holunni sé viðsnúinn. Ekki náðist að hitamæla nema niður á 98 m dýpi, líklega stoppar hitamælir við samskeytin þar sem holan var dýpkuð.
3. Jarðhitasvæði á Eyrum og við Hnausa, norðan við Selfosskirkju hefur norð-austur stefnu og er hitastig í laugum þar álíka hátt og norðan Ölfusárbrúar. Hiti í borholum er þó hærri, en á Eyrum eru borholur einnig dýpri, ef undan er skilin HE-01. Segulmælingar gefa ekki til kynna hver tengsl hitans eru við misgengi, sprungur eða ganga.
4. Hæsti hiti í borholum er 68°C á 108 m dýpi í holu SE-22 á Eyri. Hitastig í borholum á 40 m dýpi bendir til hita hámarks nálægt holum SE-20 og SE-22 á Eyri, og nálægt holu SE-12 norðan Ölfusárbrúar.
5. Nokkuð greinileg tengsl eru milli svæðisins á Eyri og við Hnausa, enda rétt rúmir 100 m milli þeirra. Hins vegar eru tengsl ekki ljós milli hita-

svæðis á Eyri og norðan Ölfusárbrúar, en milli þeirra eru um 200 m. Sennilega eru svæðin þó hluti af einu og sama jarðhitakerfi, þótt þau komi aðskilin fram á yfirborði.

6. Úr holu SE-22 dældust 4-5 l/s í borun og minna úr öðrum holum. Samtals er sjálfrennsli úr holunum um 1.8-2 l/s en það hefur ekki verið mælt nákvæmlega. Rennsli í borun og við loftdælingu var alls um 15-18 l/s, en ekki er vitað hvernig dæling úr einni holu hefur áhrif á aðrar holur.
7. Efnagreiningar sýna ekki hámarkshita í vatnskerfinu, líklega vegna blöndunar kalds vatns og jarðhitavatns. Þess vegna þarf að bora dýpri holur til að finna hámarshita vatnkerfisins.
8. Efnagreiningar sýna að talsverður munur er á vatni norðan ár og sunnan. Vatnið norðan ár er saltara og hefur lægra hlutfall súrefnisísótópa. Mismunandi efnasamsetningu má skýra með breytilegri blöndun milli "djúpvatns" og grunnvatns í uppstreymisrás-um vatnsins.
9. Eftir hitaferlum í borholum að dæma virðist heitt vatn koma upp eftir leiðara sem hallar til suð-austurs eða austurs. Þannig virðist eðlilegt að leita að uppstreymi vatnsins á meira dýpi og bora dýpri holu eða holur austan eða suð-austan við Selfosslaug.
10. Líklega er þetta jarðhitasvæði sambærilegt við jarðhitasvæðið við Laugarðæli og Þorleifskot, og jafnvel samtengt því. Því má gera ráð fyrir að svæðið muni kólna við nýtingu. Þetta er ekki eins mikill ókostur og það lítur út fyrir, því holurnar á Þorleifskoti hafa góða lekt og mikið vatn hefur fengist þar fyrir tiltölulega lítinn kostnað. Borkostnaður hefur þannig verið lítill þrátt fyrir að öðru hverju þurfi að bora nýjar holur í stað þeirra sem kólna.

8. TILLÖGUR UM FRAMHALD

Lagt er til að framhald af þeim rannsóknnum sem hér er greint frá verði eftirfarandi.

1. Mælt verði sjálfrennsli úr holunum sem er nú á að giska 1.8-2 l/s, en það hefur ekki verið mælt nákvæmlega. Einnig verði mældur hiti vatnsins sem upp kemur.
2. Allrar holur verði mældar nákvæmlega inn og settar út á kort. Þetta er mikilvægt til þess að holurnar finnist aftur, ef áin ber mól og sand yfir þær, en við dælingu úr kerfinu er sennilegt að holurnar geti orsakað kalt innrennsli í svæðið.
3. Lagt er til að boruð verði 500 m djúp hola 25 m suð-austan við holu SE-19 (Selfosslaug). Sú hola yrði á hraunbrúninni ofan við holu SE-13 og því ekki í hættu frá Ölfusá. Miðað við að vatnsleiðara halli til suð-austurs um 87° ætti holan að skera hann á 475 m dýpi, en halli leiðara um 85° til suð-austurs myndi holan fara gegnum hann á 300 m dýpi. Ef vatnsleiðara hallar til vesturs mun holan ekki skera hann. Mælt er með að fódra holuna niður í a.m.k. 100 m til að losna við kaldara vatn úr efri jarðlögum. Með þessu móti væri unnt að nýta um 70°C heitt vatn í einhvern tíma, en sækja vatn dýpra síðar, þegar vatn efst í kerfinu fer að kólna. Einnig getur verið rétt að fódra holuna dýpra og miða þá við að geta náð heitara vatni.
4. Lagt er til að gert verði brotalínukort af svæðinu við Ölfusá: Allt Ingólfsfjall frá Inghól á Ingólfsfjalli, að Sogi og suður fyrir Selfoss. Nú eru til tvö lausleg slík kort, en tilgangur með rannsókn brota er að sjá hvernig þeim hallar, hve stór brotin eru, hvernig þau stefna og ef unnt er að greina ung brot frá þeim eldri. Ætla má að vinna við slíkt taki u.þ.b. eina viku; korti yrði skilað í kvarða 1:10.000 þar sem slík

kort ná til. Inn í þessa vinnu mætti einnig taka ungar jarðskjálftasprungur á svæðinu við Þorleifskot og Laugar-dæli.

5. Hola HE-01 var hreinsuð og hitamæld í sambandi við rannsóknir þær sem hér er greint frá. Hitamæling gefur samsvarandi mynd og áður þ. e. að hitaferill í holunni sé viðsnúinn. Ekki náðist að hitamæla nema niður á 98 m dýpi, líklega stoppar hitamælir við samskeytin þar sem holan var dýpkuð. Lagt er til að reynt verði að mæla holuna með þyngri mæli, e.t.v. renna í hana þungu lóði eða nýta mælingabíl með þyngri mæli.
6. Til að rannsaka hitasvæðið norðan Ölfusárbrúar er lagt til að boraðar verði nokkrar grunnar holur, í víkinni sunnan við Mógil og á sandeyrunum neðan við holu SE-12. Til þess að bora á eyrunum í ánni þarf að bíða þess að hausti, vatnsborð lækki og stangveiði ljúki.
7. Efnasýni hafa verið tekin úr heitustu holunum sem boraðar hafa verið, en sýni einungis greind að hluta til að halda kostnaði niðri. Verði borunum haldið áfram er nauðsynlegt að fylgjast með borsvarfi og taka sýni af vatni til efnagreininga, og reyna að kanna á sem ýtarlegastan hátt hita djúpkerfisins.
8. Athuga þarf hvort viðsnúinn hitaferill í holu HE-01 er vegna niðurrennslis og hvort það stafar af vinnslu jarðhita við Þorleifskot.

HEIMILDIR

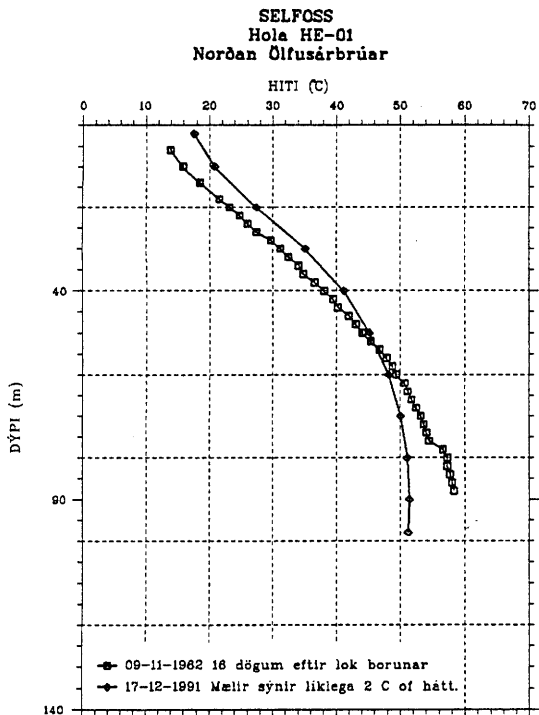
- Barth, T.F.W. 1950: Volcanic geology, hot springs and geysers of Iceland. Carnegie Inst. Washington, publ. 587, 174 s.
- Guðmundur Kristinsson 1991: Saga Selfoss 1. Frá landnámi til 1930. Selfosskaupstaður, Selfossi, 319 s.
- Halldór Elíasson og Sigfús Björnsson 1962: Skýrsla um segulmælingar í Borgafirði og nágrenni Selfoss sumarið 1962. Raforkumálastjóri, Jarðhitadeild, 16.10.62.
- Helgi Torfason 1987: Árbær, Ölfushreppi - Athugun á sprungum. Greinargerð HeTo-87/01, Orkustofnun, 4 s.
- Helgi Torfason 1989 a: Hitastígulsboranir á Selfossi, í júní 1989. Greinargerð HeTo-89/03, Orkustofnun, 7 s.
- Helgi Torfason 1989 b: Hitastígulsboranir á Laugarbökkum í Ölfusi, í júní 1989. Greinargerð HeTo-89/04, Orkustofnun, 8 s.
- Helgi Torfason 1990: Hitaveita Selfoss: Jarðhitarannsóknir við Selfoss fyrri hluta árs 1990. Orkustofnun, OS-90045/JHD-26 B, 19 s.
- Helgi Torfason 1991 a: Hitaveita Selfoss: Staðsetning rannsóknarborhola 1991. Greinargerð HeTo-91/05, Orkustofnun, 9 s.
- Helgi Torfason 1991 b: Hitaveita Selfoss: Staðsetning borhola 4. desember 1991. Greinargerð HeTo-91/09, Orkustofnun, 3 s.
- Helgi Torfason 1991 c: Hitaveita Selfoss: Boranir á Selfossi í desember 1991. Greinargerð HeTo-91/10, Orkustofnun, 9 s.
- Helgi Torfason 1992: Hitaveita Selfoss: Boranir á Selfossi í desember 1991 og janúar 1992. Greinargerð HeTo-92/01, Orkustofnun, 11 s.
- Jens Tómasson og Gísli Karel Halldórsson 1981: The cooling of the Selfoss Geothermal Area, S-Iceland. Geoth. Res. Counc. Trans., 5, 209-212.
- Jón Eiríksson 1973: Jarðlagaskipun Ytra Mið-Suðurlands. Háskóli Íslands, BS-ritgerð 98 s, Reykjavík.
- Jón Jónsson 1962: Skýrsla um athuganir varðandi jarðhita við Ölfusárbrú. Raforkumálastjóri, Jarðhitadeild 14.II 1962, 4 s.
- Lúðvík S. Georgsson 1988: Jarðhiti og viðnám umhverfis Selfoss. Erindi flutt á fundi um stöðu orkuöflunar Hitaveitu Selfoss, 6. júlí 1988.
- Magnús Ólafsson 1991: Jarðhiti við Ölfusá hjá Selfossi: Efnasamsetning heita vatnsins. Greinargerð MÖ-91/05, Orkustofnun, 5 s.
- Ólafur G. Flóvenz, Guðmundur Ingi Haraldsson og Kristján Sæmundsson 1985: Jarðhitarannsóknir við Árbæ í Ölfusi. Orkustofnun, OS-85102/JHD-58B, 44 s.
- Ómar Sigurðsson, Magnús Ólafsson og Guðni Axelsson 1991: Hitaveita Selfoss. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1990-1991. Orkustofnun, OS-91044/JHD-25 B, 28 s.
- Porvaldur Thoroddsen 1899: Jarðskjálftar á Suðurlandi. Hið íslenska bókmenntafélag, Kaupmannahöfn, 269 s.

VIÐAUKI: Hitaferlar í borholum

Hér á eftir eru hitaferlar úr þeim holum sem boraðar voru í desember 1991 og janúar 1992 ásamt ferlum úr holu HE-01. Allar mælingar voru framkvæmdar með handrúllu og yfirleitt mælt á 5 m fresti niður holuna.

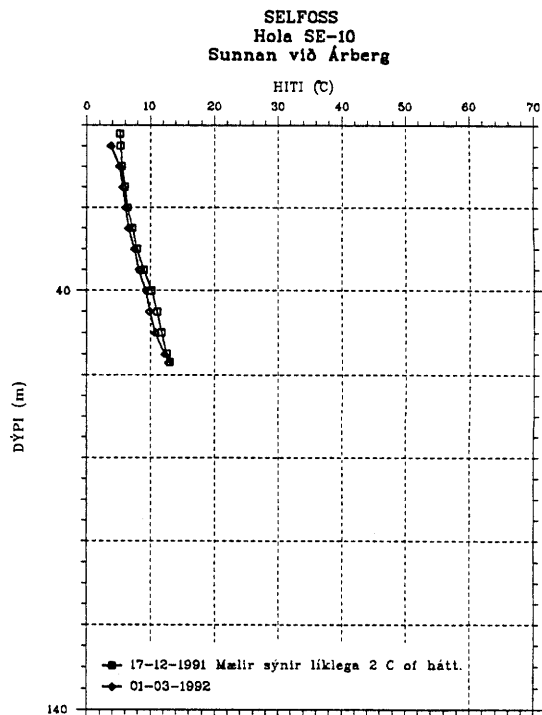
Mynd 15	Hitaferlar úr HE-01	Norðan Ölfusárbrúar
Mynd 16	Hitaferlar úr SE-10	Norðan Ölfusárbrúar
Mynd 17	Hitaferlar úr SE-11	Norðan Ölfusárbrúar
Mynd 18	Hitaferlar úr SE-12	Norðan Ölfusárbrúar
Mynd 19	Hitaferlar úr SE-13	Eyri
Mynd 20	Hitaferlar úr SE-14	Eyri
Mynd 21	Hitaferlar úr SE-15	Hnausar
Mynd 22	Hitaferlar úr SE-16	Hnausar
Mynd 23	Hitaferlar úr SE-17	Hnausar, hraunbrún
Mynd 24	Hitaferlar úr SE-18	Hnausar, Fjósdæla
Mynd 25	Hitaferlar úr SE-19	Eyri, Selfosslaug
Mynd 26	Hitaferlar úr SE-20	Eyri
Mynd 27	Hitaferlar úr SE-21	Setur
Mynd 28	Hitaferlar úr SE-22	Eyri
Mynd 29	Hitaferlar úr SE-23	Eyri
Mynd 30	Hitaferlar úr SE-24	Silungaklöpp, norðan ár

S=74201 JHD JFR 8705 HeTo
92 06 0304 T



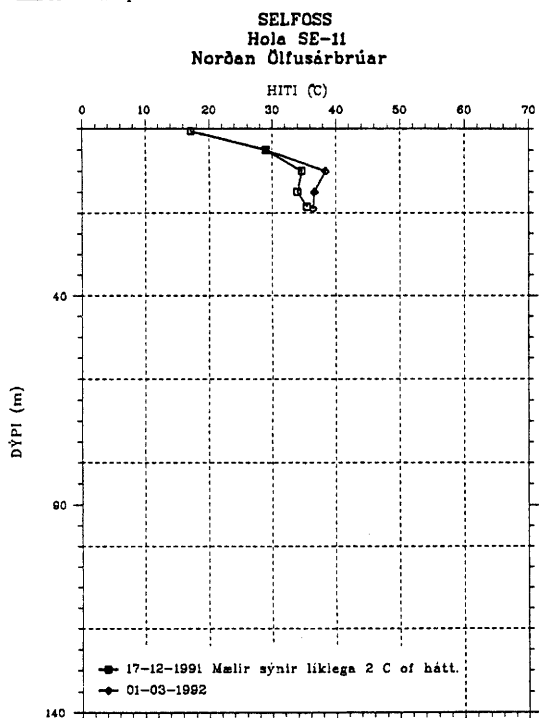
Mynd 15. Hitaferlar úr HE-01

S=74230 JHD JFR 8705 HeTo
92 06 0305 T



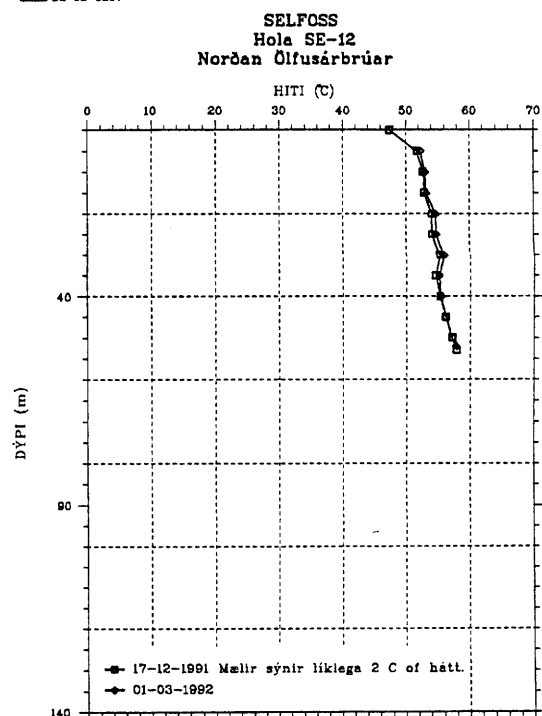
Mynd 16. Hitaferlar úr SE-10

S=74231 JHD JFR 8705 HeTo
92 06 0306 T



Mynd 17. Hitaferlar úr SE-11

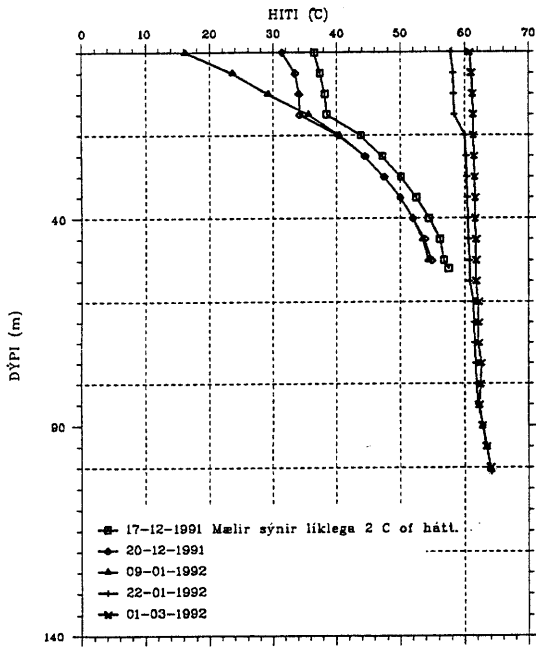
S=74232 JHD JFR 8705 HeTo
92 06 0307 T



Mynd 18. Hitaferlar úr SE-12

S=74233 JHD JFR 8705 HeTo
92 06 0308 T

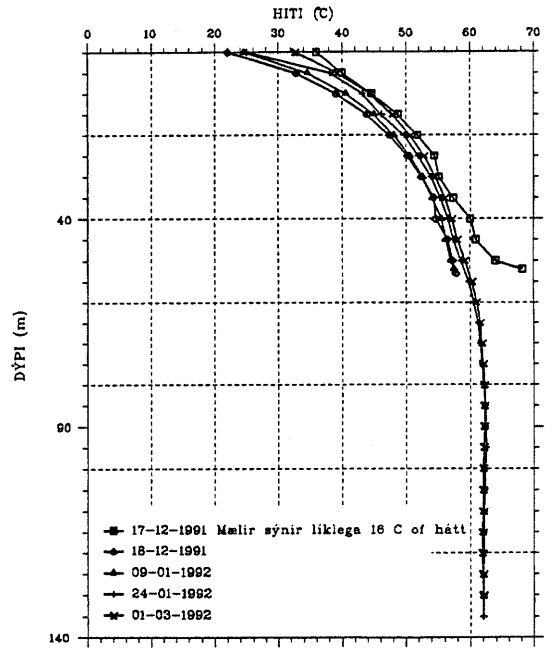
SELFOSS
Hola SE-13
Eyri, við hraunbrún



Mynd 19. Hitaferlar úr SE-13

LS=74234 JHD JFR 8705 HeTo
92 06 0309 T

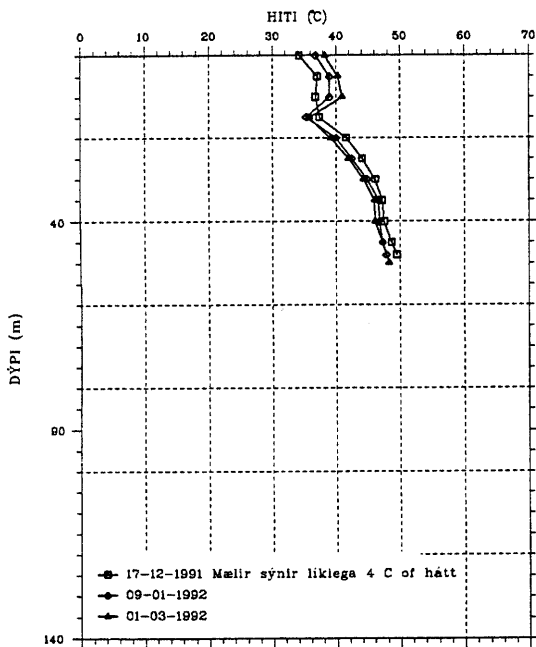
SELFOSS
Hola SE-14
Eyri, við árbakka



Mynd 20. Hitaferlar úr SE-14

S=74235 JHD JFR 8705 HeTo
92 06 0310 T

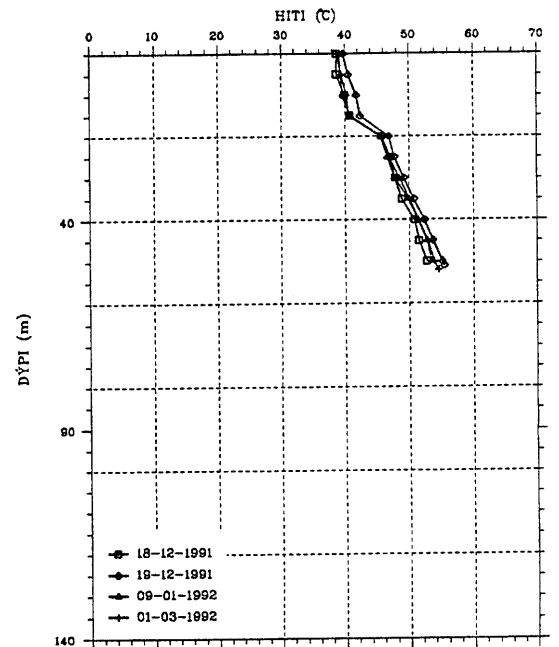
SELFOSS
Hola SE-15
Hnausar, á árbakka



Mynd 21. Hitaferlar úr SE-15

S=74236 JHD JFR 8705 HeTo
92 06 0311 T

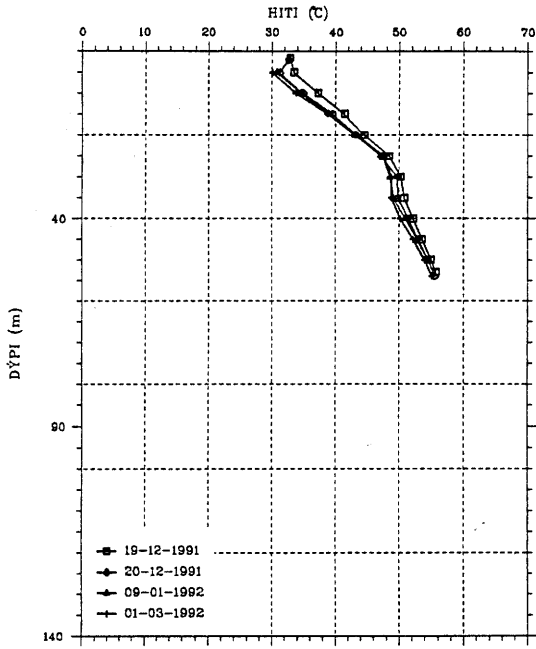
SELFOSS
Hola SE-16
Hnausar, á eyri



Mynd 22. Hitaferlar úr SE-16

S=74237 JHD JFR 8705 HeTo
92 06 0312 T

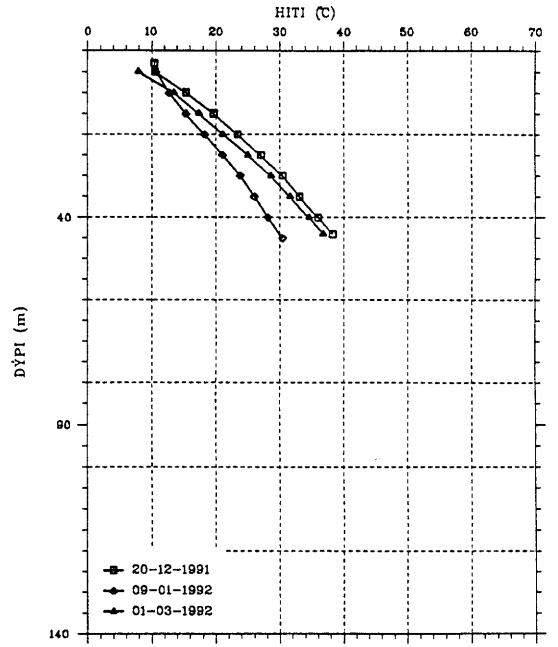
SELFOSS
Hola SE-17
Hnausar, við braunbrún



Mynd 23. Hitiferlar úr SE-17

S=74239 JHD JFR 8705 HeTo
92 06 0313 T

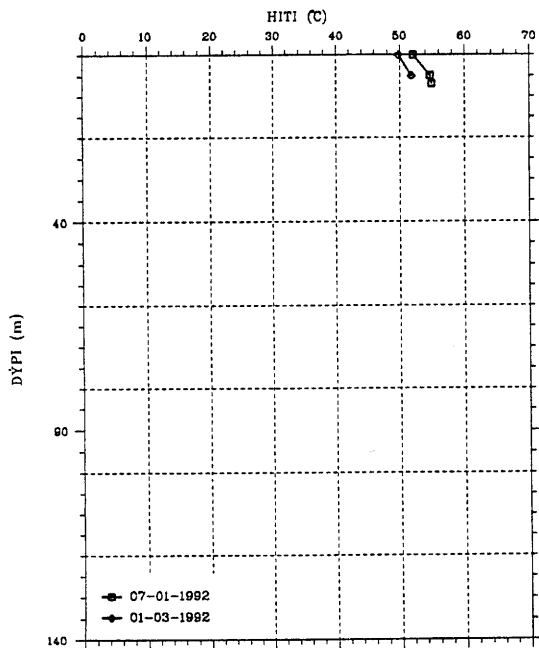
SELFOSS
Hola SE-18
Hnausar, á Þjórsárhrauni



Mynd 24. Hitiferlar úr SE-18

S=74240 JHD JFR 8705 HeTo
92 06 0314 T

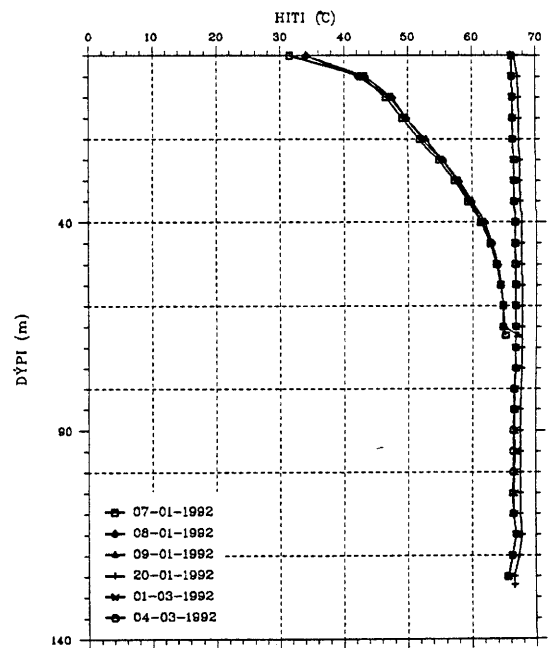
SELFOSS
Hola SE-19
Eyri, Selfosslaug



Mynd 25. Hitiferlar úr SE-19

S=74241 JHD JFR 8705 HeTo
92 06 0315 T

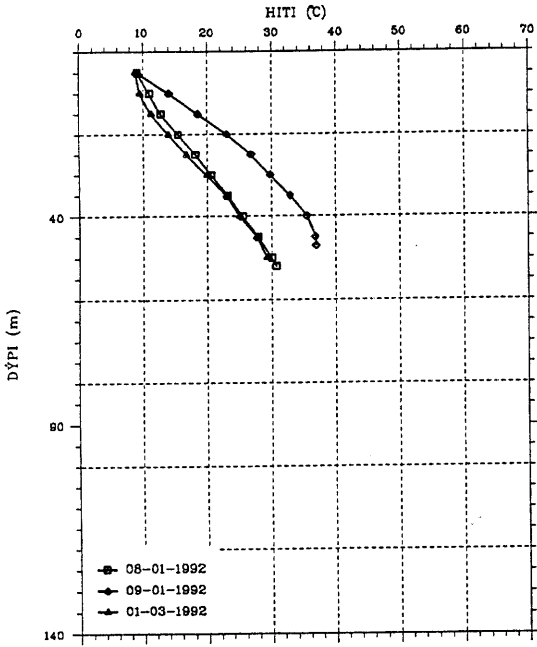
SELFOSS
Hola SE-20
Eyri, við Selfosslaug



Mynd 26. Hitiferlar úr SE-20

S=74242 JHD JFR 8705 HeTo
92 06 0316 T

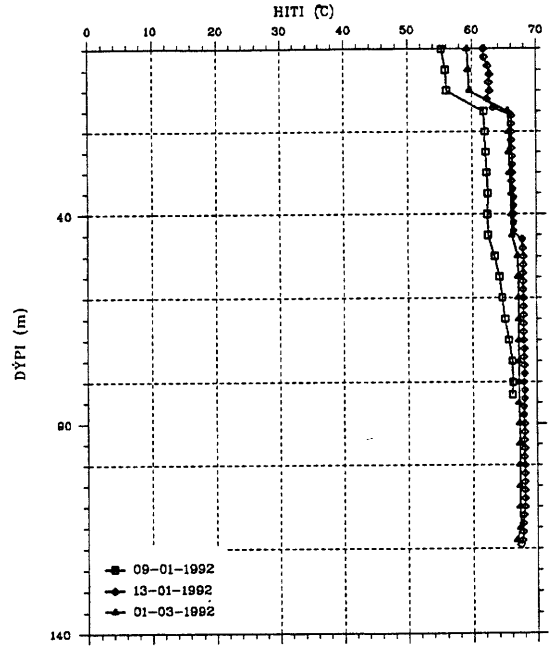
SELFOSS
Hola SE-21
Setur, nes norðan kirkju



Mynd 27. Hitaferlar úr SE-21

S=74243 JHD JFR 8705 HeTo
92 06 0317 T

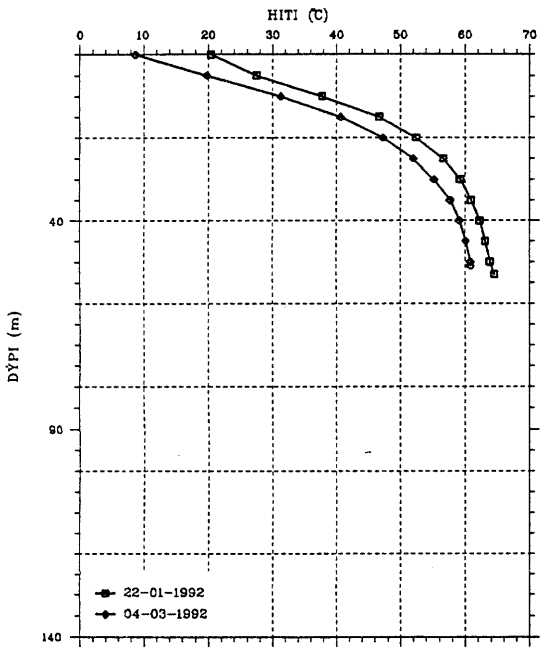
SELFOSS
Hola SE-22
Eyri, við Selfosslaug



Mynd 28. Hitaferlar úr SE-22

S=74244 JHD JFR 8705 HeTo
92 06 0318 T

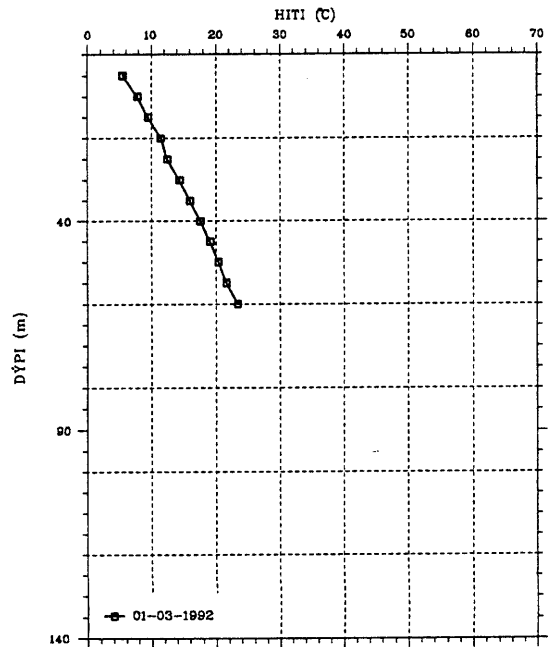
SELFOSS
Hola SE-23
Eyri, austan Selfosslaugar



Mynd 29. Hitaferlar úr SE-23

S=74245 JHD JFR 8705 HeTo
92 06 0319 T

SELFOSS
Hola SE-24
Silungaklettur, norðan Ölfusár



Mynd 30. Hitaferlar úr SE-24