



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

JARÐHITAATHUGUN VIÐ GRAFARLAUG Í REYKJADAL.
DALASÝSLU.

Guðmundur Ingi Haraldsson
Jón Benjamínsson
Helgi Torfason

GIH-JBen-HeTo-81/03

Maí 1981



ORKUSTOFNUN
GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

GREINARGERÐ

JARÐHITAATHUGUN VIÐ GRAFARLAUG Í REYKJADAL.
DALASÝSLU.

Guðmundur Ingi Haraldsson
Jón Benjamínsson
Helgi Torfason

GIH-JBen-HeTo-81/03

Maí 1981

JARÐHITAATHUGUN VIÐ GRAFARLAUG Í REYKJADAL. DALASÝSLU

Inngangur

Að beiðni hreppsnefndar Laxárdalshrepps kannaði jarðhitadeild jarðhitann við Grafarlaug í Reykjadal dagana 4.- 6. september 1980. Fólst verkið bæði í segulmælingum við laugina og jarðfræðiathugun á næsta nágrenni laugarinnar auk hita og rennslismælinga á lauginni sjálfri. Efnagreining á vatni úr Grafarlaug er til frá árinu 1977.

Athugun á hitaveitumöguleikum fyrir Búðardal hefur farið fram og koma tveir kostir til greina. Annars vegar að afla vatnsins við Laugar í Sælingsdal og hins vegar við Grafarlaug í Reykjadal. Báðir kostirnir virðast hagkvæmir miðað við gefnar forsendur en þær gera ráð fyrir að hitaveita frá Grafarlaug til Búðardals og hluta Miðdalahrepps þurfi um 45 l/s af 90°C heitu vatni ef notuð yrði asbestlögn en um 14 l/s ef lagt yrði í stáli og að veita frá Laugum til Búðardals og hluta Laxárdalshrepps þurfi um 14 l/s af 75°C heitu vatni ef lögð yrði stállögn en um 93 l/s ef notað yrði asbest (María Jóna Gunnarsdóttir 1980).

Ef forsendur fyrir hagkvæmisúttektinni standast er hagkvæmast að afla heits vatns við Grafarlaug og leiða það í asbestlögn til Búðardals (María Jóna Gunnarsdóttir (1980)).

Jarðhiti

Grafarlaug er eini jarðhitinn í Reykjadal, en sagnir eru um volgru norðan megin árinna þó ekki hafi hún fundist. Laugin er sunnan megin í dalnum um 400 m innan við Reykjagil og kemur upp í smá holu eða skúta í skriðu í 40-50 m hæð yfir dalbotninum. Hlíðin er skriðurunnin og laus í sér en hitinn og smáútfellingar hafa límt saman urðina og stendur því skútinn samilega. Lítilsháttar kísilútfellingar eru á steinum neðan laugarinnar. Í september 1980 mældist hiti mestur 52,3°C með því að pota hitamæli um 1/2 metra á ská inn til vinstri (austan) í skútanum, rennsli mældist 0,48 l/s. Í júlí 1977 mældist heitast hægra megin í skútanum 50,7°C og rennsli 0,41 l/s (Jón Benjamínsson 1980).

1981-04-29

Vatnið er leitt í röri ofan hliðina í opna sundlaug sem byggð var fyrir 10-15 árum. Rétt ofan við sundlaugina sést móta fyrir hlaðinni laug sem líklega var hlaðin árið 1912 að sögn Guðmundar Baldurssonar, Hamraendum

Jarðfræði

Jarðfræði Reykjadal og nærsvæða er vel þekkt og hefur Haukur Jóhannsson (1975) unnið það verk og byggir eftirfarandi að mestu á niðurstöðum hans.

Á svæðinu kringum Reykjadal eru rústir útkulnaðrar megineldstöðvar sem dó út fyrir rúmlega 4 millj. ára. Rétt vestan við Grafarlaug, liggur vesturbrún öskjusigs yfir dalinn og virðist Grafarlaug koma upp rétt innan við öskjurimann. Utan við öskjuna vestanverða eru þykk basaltlög sem hallar mikið út frá öskjunni, allt að 30° næst henni. Innan öskjunnar vestast eru súr og ísúr hraunlög, sem ná upp í miðjar hliðar Reykjadal en ofan á koma breksíur og skriðuberg í Grafartindum. Mikið er af innskotum í öskjufyllingunni bæði gangar og keilugangar. Þéttur keilugangasveimur gengur út Reykjadal og sést í hann í holtum í dalnum en einkum þó í Kálfagili og Kolsstaðagili. Bergið er mjög ummyndað, einkanlega það sem er innan öskjunnar og er það af völdum háhitasvæðis sem verið hefur þarna meðan eldstöðin var virk. Öskjubrotið er trúlega nær lóðrétt eða hallar lítið eitt inn í öskjuna. Líklega eru öskjubrotin fleiri en eitt og er vel líklegt að laugin komi upp við eitt þeirra.

Segulmælingar

Segulmælt var í hliðinni ofan og neðan við laugina, svæði sem er 650 x 350 m (mynd 1). Mældar voru tólf mæilínur og lá lína 2 yfir laugina. Þrjár mæilínur voru fyrir ofan laugina og var sú efsta um 90 m lengra uppi í hliðinni. Stefna mæilína var N 110°A og 30 m hafðir milli lína og 5 m milli mælipunkta á línu. Mælt var með róteinda segulmæli og neminn hafður á 2,5 m hárrí stöng. Neðri hluti segulmælda svæðisins er á eyrum í dalbotninum og í aflíðandi brekku, en efri hluti svæðisins er í allbrattri hlið, einkum sá hluti sem er ofan jarðhitans.

1981-04-29

Útkoman úr segulmælingunum er sett fram á tvennan hátt, annars vegar sem jafnsegulkort á mynd 1 og hinsvegar sem segulmæliferlar á mynd 2. Túlkun mælinganna er flókin enda endurspeglar mælingarnar þarna berggrunn sem er allflókin að gerð. Mest áberandi í segulkortinu eru frávik sem stefna u.þ.b. NV og liggur eitt þeirra rétt hjá jarðhitunum. Austan þessa fráviks er segulsviðið fremur jafnt en vestan þess er sviðið hinsvegar mjög óreglulegt. Segulfrávikkið við jarðhitann má túlka sem tvö samsíða misgengi, e.t.v. er gangur á milli þeirra (mynd 2). Ef þessi túlkun er rétt gæti þarna verið hluti af öskjubarminum sem á að liggja þarna um samkvæmt jarðfræðiathugunum, (Haukur Jóhannesson 1975). Óreglan vestan við brotið stafar trúlega af hraunlögum sem eru utan öskjunnar og hallar um 30° út frá, en þau sjást í Reykjagili rétt vestan mælda svæðisins.

Útfelling - tæring - neysluhæfni

Vatn er hripar niður í berggrunninn og kemst í snertingu við berg undir yfirborði jarðar hitnar upp í það hitastig sem þar ríkir og nær að hvarfast við umlykjandi berg. Eigi vatn í þessháttar djúpkerfi greiðan aðgang til yfirborðs til dæmis um brotalamir í berginu er ekki að búast við mikilli röskun á efnainnihaldi þess á þeirri leið. Efnainnihald jarðhitavatnsins er þá álitnið endurspeglar það hitastig sem ríkir undirniðri og nefnt efnahiti. Ýmsir efnahitar eru notaðir, en tveir hafa gefið besta raun við íslenskar aðstæður. Í fyrsta lagi kísilhiti sem stjórnast af leysni kalsedóns í vatninu (kalsedónhiti) upp að 160-180°C og leysni kvars (kvarshiti) við hitastig þar fyrir ofan. Í öðru lagi svo nefndur feldspathiti sem háður er skiptum katjónanna natríums og kalíums úr feldspati. Athugun á vatni úr djúpum borholum á Íslandi gefur til kynna allgott samræmi milli feldspathita og kísilhita, a.m.k. fyrir ofan 50-60°C.

Vatn var tekið úr Grafarlaug 20/7, 1977 og efnagreint á jarðefnastofu Orkustofnunar. Niðurstöður greininganna voru skráðar í tölvu, sem eftir allflókinni forskrift reiknar út einstaka efnabætti vatnsins við ýmiss hitastig. Niðurstöður þessara útreikninga er síðan hægt að bera saman við áður þekkt gildi á kleyfnistuðlum og leggja mat á gæði vatns-

1981-04-29

ins svo sem hættu á tæringu og útfellingum og hvort óhætt sé að nota vatnið til drykkjar og við matseld. Útreikningar á fyrrgreindu vatns-sýni benda til þess að vatnið hafi hvarfast við berg með yfir 100°C hita. Feldspathiti bendir til 118°C hita og kalsedónhiti 130°C. Nálægð við súrt berg gæti í þessu tilfelli leitt til of háa efnahita, en þó má telja miklar líkur á að vatnið sé ættað frá 100-130°C vatns-kerfi. Vegna nálægðar við forna eldstöð og útkulnaðan háhita má búast við ummynduðu og vel holufylltu bergi með litla vatnsleiðni, þannig að fyrirsjáanlegir eru erfiðleikar að hitta vatnsríka heitavatnsæð við borun.

Eins og fyrr segir gefur kalsedónhiti fyrirheit um 130°C heitt vatn og tölvuforritið sem áður hefur verið minnst á reiknaði djúpvatnssamsetningu Grafarlaugar við þann hita. Mynd 3 sýnir uppleysanleikaferil kalks samkvæmt tilraunum og einnig hvar vatn úr Grafarlaug lendir á línuritinu. Hefur það verið reiknað með djúpvatnshitanum 130°C og kælt án suðu niður í 100°C og síðan áfram niður í 20°C. Ferill Grafarlaugar sýnir að vatnið reiknast yfirmettað af uppleystu kalki (kalsíum karbónati) og þrátt fyrir það að leysnin eykst með fallandi hita nær ferillinn ekki að skera "teoriska"-ferilinn. Sýnilegt er af þessu að búast megi við kalkútfellingum úr vatninu. Einnig benda útreikningar til að kísill (opal) byrji að falla út þegar vatnið hefur kólnað niður í 20-30°C. Athygli vekur að samkvæmt tölvuútskriftinni er vatnið um það bil flúorítmettað (CaF_2). Helstu tæringarvaldar eru súrefni (O_2) og súlfíð (HS^-). Þau finnast þó ógjarnan saman í hitaveituvatni þar sem þau hafa tilhneygingu til að eyða hvort öðru. Önnur efni geta virkað sem hvatar á fyrirtalda tæringarvalda. Ber þar helst að nefna klóríð (Cl^-) sem stuðlar að auknum tæringarhraða mest fyrir lakkandi viðnám en eðlisviðnám Grafarlaugar mælist 18,2 Ωm við 21°C og er það frekar lágt gildi. Lakkandi sýrustig (pH) eykur tæringarhraða og ekki má gleyma kísli (SiO_2), en hann getur setst í tæringarpytti og aukið tæringarhraðann allverulega. Stundum myndar þó kísill varnarhúð gegn tæringu sé hann í nægilegu magni.

Vatnið í Grafarlaug inniheldur 0,4 ppm súlfíð (mælt sem H_2S) og súlfatstyrkur er allhár eða 107,6 ppm. Gera má ráð fyrir að vatn í djúpkerfi hafi minni möguleika á hvörfun við súrefni og því hærri súlfíðstyrk

1981-04-29

en er í lauginni og þar af leiðandi meira tærandi. Á móti kemur þó skeljunarhætta af völdum kísils eða kalsíts og svo fremur hátt sýrustig. Ljóst má því vera af framansögu að búast má við erfiðleikum í hitaveiturekstri sé notað vatn með sama efnainnihaldi og er í Grafarlaug og reikna má með að þurfi að gera einhverjar hliðarráðstafanir. Hins ber þó að geta að röskun gæti hafa orðið á efnajafnvægi vatns úr djúpkerfinu við uppstreymi í Grafarlaug. Efnasamsetning vatns sem kæmi úr borholu á svæðinu gæti því hugsanlega orðið önnur og hætta á útfellingu kalks úr sögunni.

Vara ber við beinni notkun vatnsins í mat og drykk þar sem flúoríðstyrkur (F^-) þess 7,22 ppm er langt ofan evrópskra skaðsemismarka fyrir drykkjarvatn, en þau eru á bilinu 0,8-1,7 ppm. Uppleyst efni eru nálægt þeim mörkum sem sett eru. Búast mætti við hraðri tæringu eirröra og eins útfellingamyndun við leka krana eða samskeyti.

Niðurstöður

Hiti á vatninu í Grafarlaug hefur mælst hæstur 52,3°C og rennsli 0,48 l/s. Út frá segulmælingum og jarðfræðiathugunum virðist heita vatnið í Grafarlaug koma upp með öskjubroti. Reiknað er með að brotinu halli inn í öskjuna en að hallinn sé mjög lítill. Efnahiti bendir til að vatnið sé komið úr djúpkerfi með um eða yfir 100°C hita. Hugsanlega þarf að gera sérstakar ráðstafanir vegna útfellinga.

Ekki skal lagður dómur á hvort fá megi nægjanlegt vatn (≈ 45 l/s) við Grafarlaug til að reka fyrirhugaða hitaveitu, en full ástæða er til þess að kanna með borun hversu vatnsgæft svæðið er. Borhola yrði þá staðsett austan við misgengið, en einnig kemur til greina að bora nokkrar grunnar holur fyrst til að leita að heppilegasta staðnum. Borholu hefur ekki enn verið valinn staður við Grafarlaug en það er unnt að gera með stuttum fyrirvara.

1981-04-29

Heimildaskrá

Haukur Jóhannesson 1975: Structure and petrochemistry of the Reykjadalur central volcano and the surrounding areas, Midwest Iceland. Doktorsritgerð, Durhamháskóli, 273 s.

Jón Benjamínsson 1980: Greinargerð um rennslis og hitamælingar á jarðhitavatni í Dalasýslu ásamt útreiknuðum efnahita. OS-JBen-80/04, 3s.

María Jóna Gunnarsdóttir 1980: Athugun á hagkvæmni hitaveitu fyrir Búðardal og Miðdalahrepp. OS-MJG-80/03, 6s.

JHD-JK-3802-GIH
81.04.0492.0D

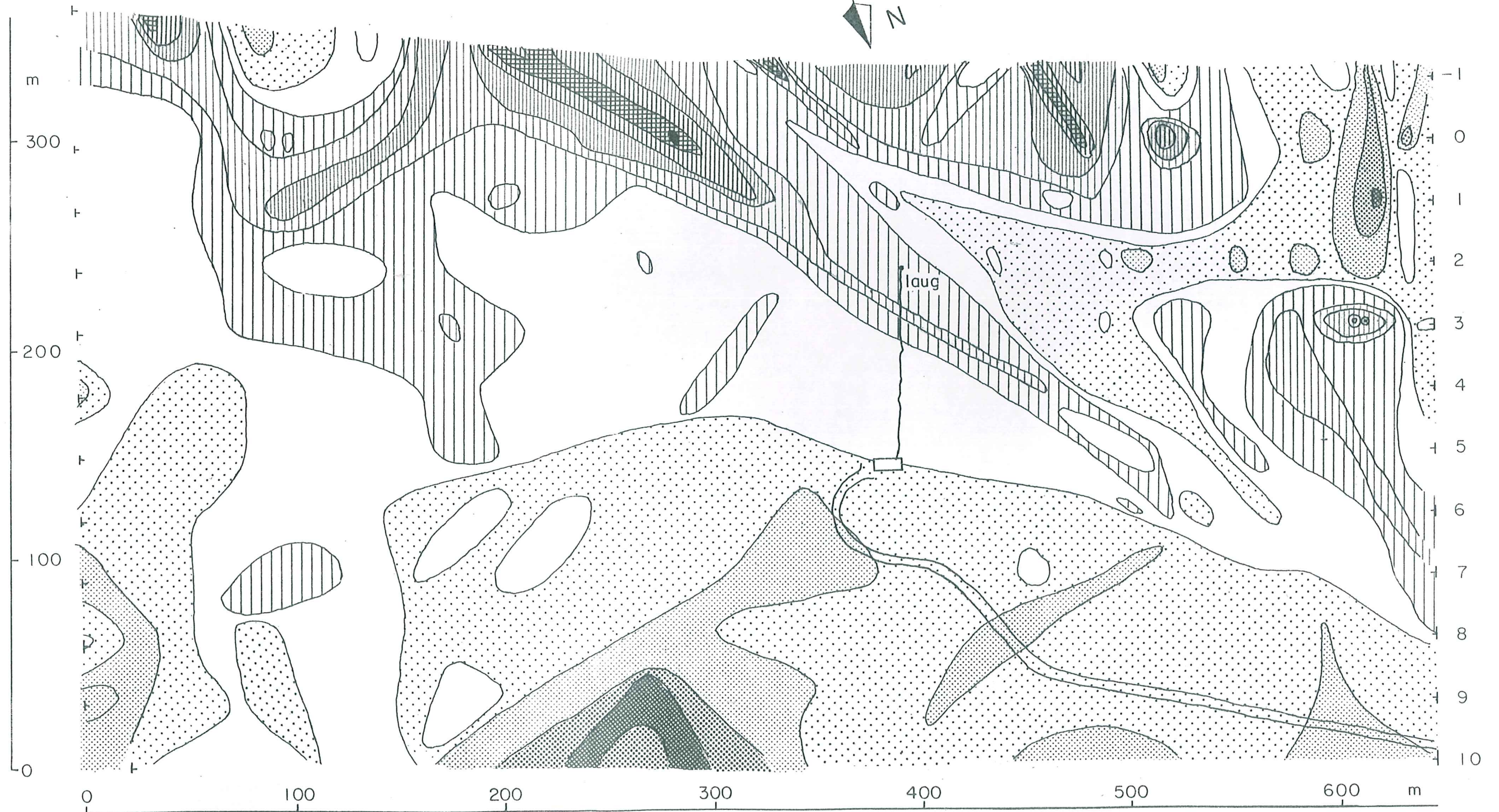
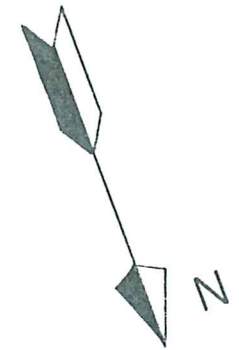
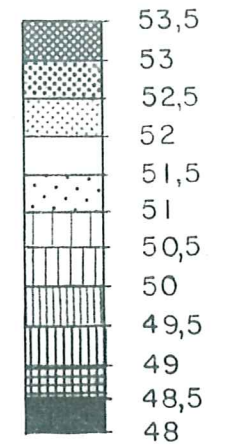
Grafarlaug, Reykjadal segulkort

MYND 1

□ SUNDLAUG

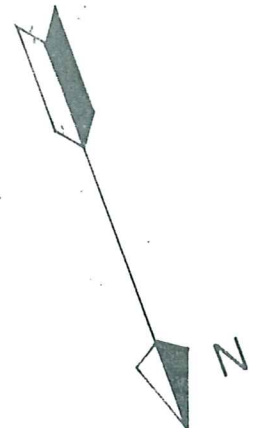
∩ VEGUR

1:3 MÆLILÍNA



JHD-JK-3802-GIH
81.04.0491 'OD

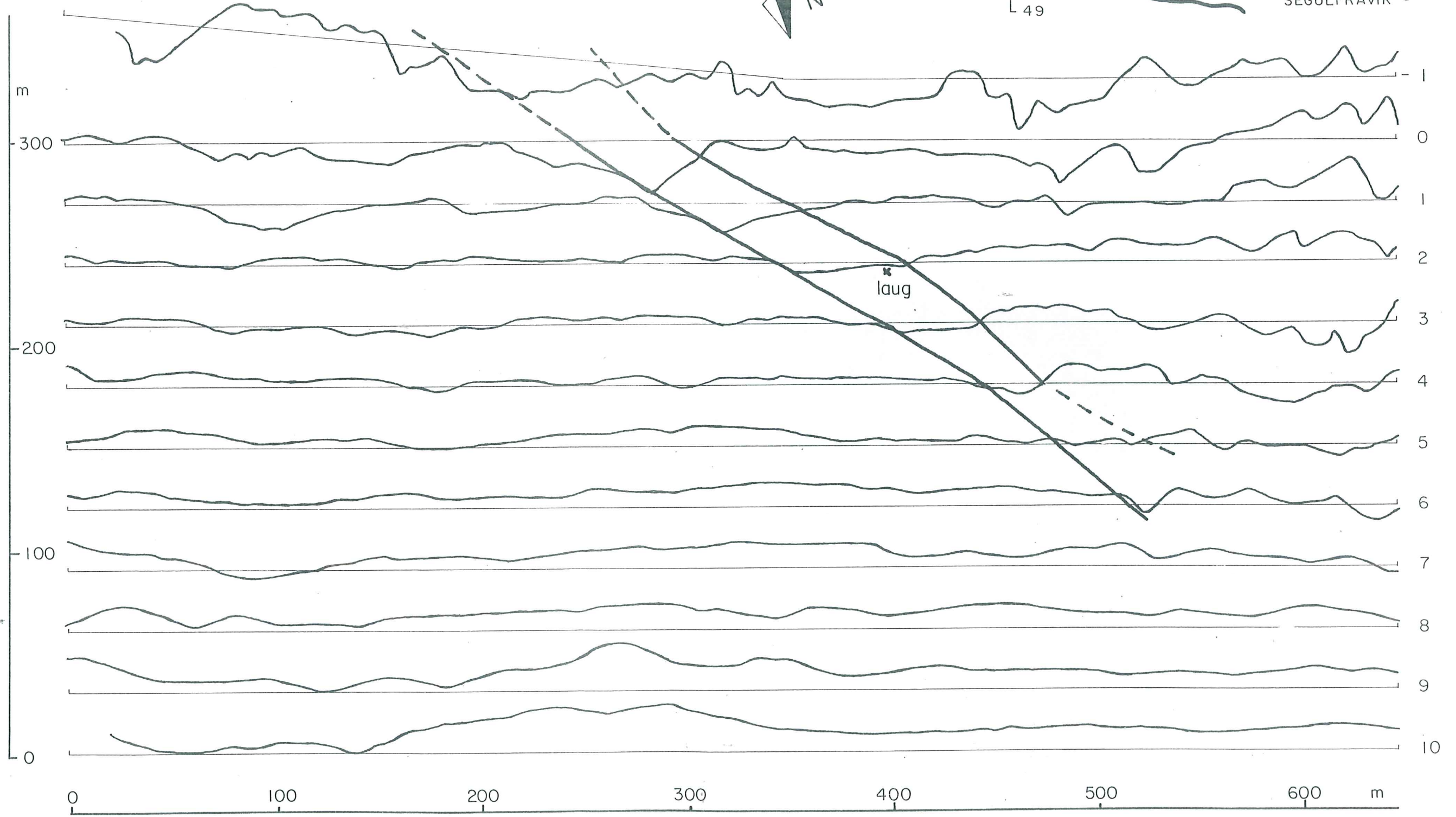
Grafarlaug, Reykjadal segulmæliferlar



Kγ

53
52
51
50
49

-  SEGULMÆLIFERILL
-  2 MÆLILÍNA
-  SEGULFRÁVIK



Leysanleiki kalks í Grafarlaug, Miðdalahreppi

MYND 3

