

JARÐHITI Í NÁGRENNI AKUREYRAR

Axel Björnsson
Kristján Sæmundsson

JARÐHITI Í NÁGRENNI AKUREYRAR

Axel Björnsson

Kristján Sæmundsson

EFNISYFIRLIT

0.	Ágrip - helstu niðurstöður	4
1.	Inngangur	5
2.	Jarðfræðilegt yfirlit	6
3.	Boranir	10
3.1	Hitastigulsholur	10
3.2	Boranir eftir heitu vatni	10
4.	Viðnámsmælingar	13
4.1	Mæliaðferðir	13
4.2	Eldri mælingar, fyrir 1975	14
4.3	Viðnámsmælingar 1975	14
5.	Niðurstöður - staðsetning rannsóknarborhola	17

SKRÁ YFIR KORT OG MYNDIR

2.1	Jarðfræðikort	Fnr. 13711	19
2.2	Náttúrulegur jarðhiti	Fnr. 13648	20
3.1	Hitaferlar í hitastigulsholum	Fnr. 13699	21
3.2	Hitaferlar - Glerárgil	Fnr. 13695	22
3.3	Hitaferlar - Laugaland á Þelamörk	Fnr. 13700	23
3.4	Hitaferlar - Hólslaug	Fnr. 13698	24
3.5	Hitaferlar - Hrafnagil	Fnr. 13696	25
3.6	Hitaferlar - Stórutjarnir	Fnr. 13697	26
4.1	Staðsetning viðnámsmælinga 1971	Fnr. 10674	27
4.2	Viðnámsmælingar 1975	Fnr. 13647	28
4.3	Viðnám á 300 m dýpi	Fnr. 13649	29
4.4	Viðnám á 600 m dýpi	Fnr. 13650	30
4.5	Viðnámssnið A-A' Ljósavatnsskarð	Fnr. 13677	31
4.6	Viðnámssnið B-B' Fnjóskadalur, Reykir	Fnr. 13678	32
4.7	Viðnámssnið C-C' Reykir	Fnr. 13678	32
4.8	Viðnámssnið D-D' Eyjafjörður, vestanverður	Fnr. 13679	33
4.9	Viðnámssnið E-E' Þelamörk	Fnr. 13680	34
4.10	Viðnámssnið F-F' Eyjafjörður, austanverður	Fnr. 13581	35
4.11	Viðnámssnið F1-F1' Eyjafjörður, austanverður	Fnr. 13582	36

VIÐAUKAR

A.	Náttúrulegur jarðhiti	37
B.	Töflur yfir staðsetningu viðnámsmælinga	39
C.	Viðnámslínurit	43
D.	Skýrslur Jarðhitadeildar Orkustofnunar um jarðhita í Eyjafirði og nágrenni.	51

0. ÁGRIP - HELSTU NIÐURSTÖÐUR

Síðastliðið sumar gerði Jarðhitadeild Orkustofnunar allýtarlegar rannsóknir á jarðhitasvæðum í grennd við Akureyri. Tilgangur þeirra var að leita í Eyjafirði og nágrenni að svæði, er gæti gefið nægjanlegt vatn til upphitunar bæjarins. Var m.a. beitt við leitina nýjustu tækni á sviði viðnámsmælinga.

Helstu niðurstöður eru sem hér segir. Eðlisviðnám á Eyjafjarðar-svæðinu er víðast um 100-200 Ω m utan jarðhitasvæða niður á nokkurra kílómetra dýpi. Víða, þar sem vart verður jarðhita, er viðnám álíka hátt, t.d. á Svalbarðseyri, í Glerárgili og á Laugalandi í Hörgárdal. Þetta bendir til þess, að heitt vatn komi upp eftir þröngum rásum á þessum stöðum og að vatnskerfin séu ekki víðáttumikil. Verulega lágt viðnám mælist eingöngu á þremur stöðum. Eru það jarðhitasvæðin við Hrafnagil - Laugaland í Eyjafirði, við Reyki í Fnjóskadal, svo og við Stórutjarnir í Ljósavatnsskarði. Eðlisviðnám fer niður í um það bil 20 Ω m á 300 m dýpi á þessum stöðum, sem bendir til góðrar vatns-gengni og/eða hás hitastigs. Að Reykjum virðist vera lágt viðnám á frekar stóru svæði. Reykir eru á misgengjabelti, sem liggur þaðan til norðurs í gegnum Háafell og Stórutjarnir. Eftir Vaðlaheiðinni austan-verðri liggur brotabelti með óvenjulegum halla á jarðlögum, og sker það misgengin nálægt Reykjum. Á Hrafnagils-Laugalandssvæðinu í Eyjafirði er viðnám einnig lágt á stóru svæði, og þar er jarðhiti á óvenju mörgum stöðum. Fullvíst er talið, að jarðhitinn á þessu svæði sé tengdur berggöngum. Um vatnsleiðandi lög er ekki að ræða ofan 600 m dýpis, en ekki vitað, hvað tekur við þar fyrir neðan. Ógerlegt er að kanna jarðhitasvæði til hlítar án borana. Jarðhitadeild leggur því til, að í framhaldi af þeim rannsóknum sem hér er greint frá verði boraðar rannsóknarholur til þess að kanna ofanefnd jarðhitasvæði, sem hér segir:

Bora með Jötni allt að 3500 m djúpa holu við Laugaland í Eyjafirði. Jötunn er eini borinn, sem getur náð niður á þetta mikið dýpi, en búast má við vatnsæðum niður á þessa dýpt. Jötunn er einnig mun betur búinn til að opna vatnsæðar í bergi með þrýstiprófunum en aðrir borar

hérlandis. Ef árangur verður góður af fyrstu holunni, ætti að halda áfram borunum á þessu svæði. Ef árangur verður neikvæður, er lagt til að kanna Reykjiasvæðið með 1500-2000 m djúpri holu, sem bora yrði með Gufubor eða nýjum bor Jarðborana, Narfa.

1. INNGANGUR

Leit að jarðhita fyrir hugsanlega hitaveitu á Akureyri hefur til þessa ekki borið það jákvæðan árangur að hægt væri að ráðast í framkvæmdir. Hefur leitin fyrst og fremst beinst að Eyjafirðinum sjálfum og þá einkum að Laugalandi í Hörgárdal þar sem boraðar voru 3 holur á árunum 1964-70, sú djúpa 1088 m. Dæluþrófanir bentu til þess, að þar væri ekki að vænta nægilegs vatnsmagns fyrir hitaveitu á Akureyri. Þessar niðurstöður renndu stóðum undir þá skoðun, að berg á Eyjafjarðarsvæðinu væri tiltölulega lítt vatnsgengt þrátt fyrir það, að yfirborðshiti sé þar talsvert víða finnanlegur.

Á síðustu 1-2 árum hafa viðhorf talsvert breyst til jarðhitaleitarinnar. Hitaveita frá fjarlægari svæðum getur nú orðið hagkvæm vegna hækkandi olíuverðs og jafnframt hefur bæt mælitækni og stærri borar gert kleyft að leita niður á meira dýpi en áður var talið raunhæft í Eyjafirði. Viðnámsmælingar má nú gera niður á 4-6 km dýpi og nýr bor Orkustofnunar (Jötunn) á að geta borað niður á 3,5 km dýpi. Borið saman við 1 km dýpi, sem fyrri jarðhitaleit hefur miðast við, er því hér um mjög breytt viðhorf að ræða. Þá má og geta þess, að nýi borinn er mun betur útbúinn til að opna vatnsæðar í berginu með þrýstiprófunum en aðrir borar hérlandis.

Gerð hefur verið áætlun um hitaveitu til Akureyrar frá Hveravöllum í Reykjahverfi (Verkfræðist. S.Thoroddsen), en þar má telja víst, að nægilegt vatn sé fáanlegt til slíkrar veitu. Þótt veitan kunni að reynast hagkvæm, er hún gífurlega dýr. Búast má við, að erfitt verði að taka ákvörðun um slíkt mannvirki fyrr en búið er að kanna til hlítar þá vatnsöflunarmöguleika, sem nær kunna að leynast. Með þetta í huga gerði jarðhitadeild Orkustofnunar áætlun um rannsókn á jarðhita í Eyjafirði, Fnjóskadal og Ljósavatnsskarði með tilliti til hitaveitu

á Akureyri. Sjá skýrslu Orkustofnunar nr. OSJHD7557 frá apríl 1975. Fór rannsóknin fram sumarið 1975 og greinir þessi skýrsla frá niðurstöðum hennar. Rannsóknin beindist einkum að eftirtöldum svæðum:

- 1) Eyjafjörðurinn sjálfur, frá Laugalandi í Hörgárdal og vel suður fyrir jarðhitasvæðin við Kristnes, Hrafnagil og Laugaland í Eyjafirði.
- 2) Svalbarðsströnd og Höfðahverfi.
- 3) Fnjóskadalur, frá Dalsmynni og fram fyrir Reyki.
- 4) Ljósavatnsskarð.

Rannsóknin er þrjúþætt: 1) Jarðfræði svæðisins var könnuð, einkum kortlögð misgengi, brotabelti, svo og halli jarðlaga, en heitt vatn í hinum eldri jarðmyndunum er nær alltaf tengt misfellum í jarðlagaskipan. 2) Gerðar voru viðnámsælingar á berglögum, en eðlisviðnám bergs er yfirleitt lægra, þar sem jarðlög eru vatnsgeng og innihalda heitt vatn. 3) Boruð var ein hitastigulshola við Háls í Ljósavatnsskarði til að kanna hitastigul. Engin slík hola var á þessu svæði, en slíkar holur gefa upplýsingar um það hitastig, er búast má við á miklu dýpi á stóru svæði umhverfis holuna. Samhliða þessum rannsóknum þarf að fara fram hagkvæmiúttekt á hitaveitulögnum til Akureyrar frá jarðhitastöðum á svæðinu til að meta megí hina mörgu möguleika bæði frá fjárhagslegu og jarðvísindalegu sjónarhorni. Mun Hitaveitunefnd Akureyrar sjá um að slík úttekt fari fram.

2. JARÐFRÆÐILEGT YFIRLIT

Undanfarin ár hafa ýmsar jarðfræðirannsóknir verið gerðar á svæðinu milli Eyjafjarðar og Bárðardals og fengist þannig allgott yfirlit yfir jarðfræðilega byggingu þess. Veruleg viðbótarþekking bættist við um þetta svæði með jarðfræðirannsóknum árið 1975. Tvær nýlegar greinar (1,2) víkja að jarðfræðilegri byggingu þessa svæðis, en mikið efni er enn óbirt, eða bíður frekari úrvinnslu. Jarðfræðilega má greina innan þessa svæðis tvær syrpur, sem nefna má Eyjafjarðarbasalt og Kinnarfjallabasalt. Eyjafjarðarbasaltið er eldra og gengur innundir Kinnarfjallabasaltið. Hér á eftir verður jarðlögum og höggum þessara tveggja myndana lýst nánar og byrjað á Eyjafjarðarbasaltinu

(sjá mynd 2.1).

Elstu jarðlög á Miðnorðurlandi koma fram við utanverðan Eyjafjörð og er aldur þeirra vel yfir 10 milljónir ára (2). Jarðlagahalli er suðlægur inn með Eyjafirði og kemur því í æ yngri myndanir, eftir því sem sunnar dregur inn með Eyjafirði og síðan Eyjafjarðardalnum. Jarðlögin sem Akureyri stendur á munu þannig vera um 9 milljón ára gömul. Jarðlagahallinn er í kringum 5°, heldur meiri við sjávarmál en minni ofar í fjöllum. Jarðlög eru svotil eingöngu basalhraunlög með óverulegum millilögum. Meiri háttar setlagasyrpur eru aðeins þekktar norður á móts við Dalvík (milli Hálshöfða og Rauðavíkur). Megineldstöðvar koma fyrir á Flateyjarskaga í elsta hluta Eyjafjarðarbasaltsins, í Öxnadal allmiklu ofar í jarðlagastaflanum og loks innst í Eyjafirði í yngsta hluta Eyjafjarðarbasaltsins (utan kortsins 2.1). Megineldstöðvar framleiða oftast mikið líparít og þunnlögótt basalt-hraun (dæmi um hvort tveggja sjást vel í Öxnadal). Líparítmyndanir hátt til fjalla upp af Glerárdal virðast tilheyra jarðlagasyrpu, sem hvílir mislægt á rofnu Eyjafjarðarbasalti (þ.e. undirlaginu hallar suður en syrpan með líparítlögunum er nánast hallalaus). Óljóst er um tengsl þessara líparítmyndana við eldstöðina í Öxnadal, en flest bendir til, að þær séu mun yngri. Aldur hraunlaganna ofan á líparítmyndunum er tæp 6 milljón ár (2), sem gæti svarað til elsta hluta Kinnarfjallabasaltsins. Ríkjandi gangastefna á svæðinu inn með Eyjafirði er NNA-SSV. Nákvæm kortlagning ganga hefur ekki farið fram en vitað er um allþéttan gangasveim á svæðinu innan við Akureyri (3). Holufylling jarðlaganna er nokkuð mikil, þannig að efri mörk þess beltis, þar sem mesólít og skólesít eru einkennandi holufyllingar, eru í kringum 200-300 m hæð y.s. Er því varla að búast við verulegu gegnumstreymi vatns í berggrunni, nema við ganga eða brotlínur. Eyjafjarðarbasaltið hefur orðið fyrir mikilli höggun einkum á svæðinu austan Eyjafjarðar. Eftir endilangri Vaðlaheiði verður mjög áberandi breyting á jarðlagahalla þannig að lögin austan megin í fjallinu eru snöruð til austurs og steypast með 15-20° halla niður til Fnjóskadals og innundir Kinnarfjöllin. Misgengi, sem stefna N-S eða NNA-SSV fylgja snöruninni. Líkur eru á, að snörunin standi í sambandi við breytingar á eldvirkni nyrst í eystra gosbeltinu, sem átt hefur sér stað fyrir ca. 6 milljón árum. Jarðhitinn við Eyjafjörð er víðast

tengdur berggöngum með NNA-SSV stefnu. Á mynd 2.2 og í viðauka A, er sýnt yfirlit yfir náttúrulegan jarðhita á svæðinu. Jarðhitinn á Reykjum kemur einnig upp í Eyjafjarðarbasaltinu, en á austurmörkum þess, þar sem það snarast með um 30° halla innundir Kinnarfjalla-basaltið. Ungt misgengisbelti, sem liggur N-S gengur norður frá Reykjum yfir fjallið austan Fnjóskadals í átt að Stórutjörnum. Uppstreymi heita vatnsins á Reykjum gæti verið tengt því. Jarðhitinn á Draflastöðum kemur einnig upp í Eyjafjarðarbasaltinu þar sem það er snarað til austurs. Hitastigulsholan neðan við Háls í Fnjóskadal, sem boruð var í sumar, er í Eyjafjarðarbasalti snöruðu til austurs. Hita-stigullinn þar, er nánast sá sami og á Akureyri í jafngömlu bergi. Það bendir til, að skilyrði fyrir uppstreymi heits vatns séu ekki betri í snöruðu spildunni en í Eyjafjarðarbasaltinu vestar, þar sem höggun er minni.

Kinnarfjallabasaltið myndar fjallgarðinn austan við Fnjóskadal frá því innan við Reyki og allt norður á mótis við Flateyjardalsheiði. Jarðlagahalli í þeirri myndun er austlægur milli 5 og 10°, mestur neðst í fjöllum og í hliðunum sem hallar ofan til Bárðardals. Minni halli er á jarðlögum upp til brúna í þessum fjöllum. Jarðlagastaflinn samanstendur af basalhraunlögum þar sem beltóttar dyngjusyrpur eru mjög áberandi. Millilög eru venju fremur þykk og gerð úr völubergi og sandsteini. Þunn rauðalög eru einnig algeng. Ofan við 700 m hæð fer að gæta jökulbergslaga (4). Mótum Eyjafjarðar- og Kinnarfjallabasaltsins hallar til austurs. Borhola á Stórutjörnum bendir til, að þau liggi þar meira en 600 m undir yfirborði og setmyndana gætir mikið þangað niður. Um aldur þessarar jarðlagasyrpu er ekki vitað nákvæmlega. Jökulbergslögin ásamt segulmælingum benda til að yngstu hlutar hennar séu kringum 2,5-3,0 milljón ára. Elstu hlutarnir eru vart eldri en kringum 6 milljón ára ef sú tilgáta er rétt, að setлага- og tuffsyrypurnar, sem ganga undir Súlur og Vindheimajökul séu af líkum aldri. Mislægið milli Eyjafjarðarbasaltsins með upphaflega suðlægum halla og Kinnarfjallabasaltsins með austlægum halla má túlka þannig að gosbeltið, sem framleiddi þessi lög, hafi breytt legu sinni og brotið Eyjafjarðarbasaltið austanmegin innundir jaðar sinn. Mislægið milli þessara tveggja myndana er mjög óglögg inni í Eyjafirði, en líklega eru setlög miðhlíðis í Garðsárhyrnu á mótunum.

Holufylling í Kinnarfjallabasaltinu er mun minni en í Eyjafjarðarbasaltinu og gangar eru fáséðir. Stefna þeirra er hin sama og í Eyjafjarðarbasaltinu (NNA-SSV). Jarðhiti finnst í Kinnarfjallabasaltinu á örfáum stöðum. Á Stórutjörnum voru fyrir boranir allt að 53°C heitar laugar. Með grunnum borunum hefur fengist þar yfir 65° heitt vatn. 595 m djúp hola, sem þar var boruð s.l. sumar var um 72°C í botni en gaf ekki vatn. Náttúrulegur hitastigull á þessu svæði gæti verið um 70°C/km, þannig að góðar líkur eru að vatn finnst ef holan verður dýpkuð. Reiknaður hiti í vatnskerfinu undir Stórutjörnum er um 90°C. Jarðhitinn hjá Hafralæk kemur einnig upp í Kinnarfjallabasaltinu og sama máli gegnir um volgru hjá Ystafelli í Kinn. Jarðhitinn á Stórutjörnum kemur upp í misgengisbelti, sem liggur með NNA-SSV stefnu frá Reykjum í Fnjóskadal yfir Háafell og Stóradalsfjall. Þarna er um að ræða stallasig með sigi vestanmegin. Breidd misgengis-spildunnar er um 4 km. Stærstu misgengin nema um 150 m. Flestir, sem fjallað hafa um jarðfræði svæðisins milli Eyjafjarðar og Bárðardals, telja að þverdalirnir svo sem Dalsmynni, Ljósavatnsskarð, Miðvíkurskarð, Gönguskarð o.fl. séu mótaðir eftir tiltölulega ungum misgengjum. Hefur jafnvel verið bent á dreifingu jarðhita þessu til stuðnings. Ekkert hefur komið fram við jarðfræðirannsóknir ennþá, sem beinlínis sannar þetta nema e.t.v. um Miðvíkurskarð (3,4). Hitastigulsholan, sem boruð var í Ljósavatnsskarði bendir ekki til, að heitt vatn sé tengt þessari tegund misgengja ef til eru.

HEIMILDIR UM JARÐFRÆÐI

- (1) Kristján Sæmundsson 1974. Evolution of the axial rifting zone in northern Iceland and the Tjörnes Fracture Zone. Bull. Geol. Soc. Am. 85.
- (2) J.L. Aronson og Kristján Sæmundsson 1975. Relatively old basalts from structurally high areas in Central Iceland. Earth and Planetary Science Letters 28.
- (3) Trausti Einarsson 1942. Über das Wesen der heissen Quellen Islands. Vísindafélag Ísl. 26.
- (4) J. Hospers 1954. The Geology of the Country between Akureyri and Mývatn in Northern Iceland. Geologie en Mijnbouw 16, no. 12.

3. BORANIR

3.1 HITASTIGULSHOLUR

Innan ramma rannsóknar sumarsins 1975 var boruð ein hitastigulshola neðan við bæinn Háls í Hálshreppi í vestanverðu Ljósavatnsskarði (staðsetning á mynd 2.1). Slíkar holur eru boraðar til þess að kanna hitastigul í jarðskorpunni og má oft líta á niðurstöðuna sem mælikvarða á hitastigul á stóru svæði umhverfis holuna. Einnig er hugsanlegt að finna vísbendingu um jarðhitakerfi á meira dýpi ef hitastigull mælist verulega hærri en eðlilegt getur talist. Mjög brotin og snöruð jarðlög austan í Vaðlaheiði svo og tilgátur um ung misgengi eftir Ljósavatnsskarði gáfu tilefni til að bora þessa hitastigulsholu, þar sem vel gat hugsast að heitt vatnskerfi væri þarna til staðar. Á hinn bóginn ef svo reyndist ekki yrði þessi hola þýðingarmikil fyrir mat á meðalvarmastreymi á rannsóknarsvæðinu og þá um leið fyrir túlkun mælingagagna. Ein hitastigulshola var boruð á Akureyri (Grjótnám, hola-1) árið 1964 og gaf hún hitastigul $66^{\circ}\text{C}/\text{km}$. Holan við Háls gaf um $62^{\circ}\text{C}/\text{km}$ stigul, þannig að reikna má með því að $64^{\circ}\text{C}/\text{km}$ sé gott meðaltal á því svæði sem þessi rannsókn nær til, sjá mynd 3.1 er sýnir hitaferla í báðum holunum. Reyndar er holan við Háls eitthvað trufluð af vatnsrennsli. Þetta kemur meðal annars fram í því að yfirborðshiti í holunni er hærri en meðalárshiti staðarins. Vatnsað var í holunni á um það bil 50 m dýpi og gæti hún valdið óeðlilega háum yfirborðshita. Hitastigull í vestanverðu Ljósavatnsskarði gæti því verið eitthvað hærri en $62^{\circ}\text{C}/\text{km}$ en þó er ósennilegt að hann sé yfir $70^{\circ}\text{C}/\text{km}$. Holan er naumast enn búin að ná algjöru jafnvægi eftir borun og þarf því að mæla hana aftur eftir 1 ár eða þar um bil. Þess er þó ekki að vænta að nein breyting verði á hitastiglinum sem máli skiptir.

3.2 BORANIR EFTIR HEITU VATNI

Allmargar holur hafa verið boraðar á Eyjafjarðarsvæðinu, bæði til öflunar heits og kalds vatns. Flestar heitavatnsholurnar eru grynnri en 600 m. Þó er ein hola á Þelamörk yfir 1000 m djúp. Allar heitavatnsholur á svæðinu eru boraðar í grennd við náttúrulegan jarðhita og

staðsettar með það fyrir augum að skera bergganga á hæfilegu dýpi. En gangar eru víðast hvar uppstreymisæðar heita vatnsins á þessu svæði. Er hér tekið saman á einn stað yfirlit yfir heitavatns- og hitastigulsholur, sem vitað er um á svæðinu, til þess að fá sem best yfirlit yfir árangur jarðhitaborana á svæðinu. Á meðfylgjandi töflu er listi yfir holurnar, staðsetningu og númer. Auk þess sést hvenær holan var boruð, dýpi, botnhiti, rennsli/vatnsborð, fóðring og dagsetning hitamælinga svo og frumritanúmer í teikningasafni Orkustofnunar á hitamælilínuritum og staðsetningarmyndum auk annarra athugasemda er máli skipta. Sumar af elstu holunum eru nú glataðar og hafa upplýsingar um þær lítið annað gildi en sögulegt. Flestar eldri holanna eru grunnar um eða innan við 100 m djúpar og segja því lítið um eiginleika viðkomandi jarðhitasvæðis á því dýpi, sem nú er aðgengilegt með borunum. Þó eru birtir hér hitaferlar úr borholum á nokkrum svæðum, sem komið hefur til tals að rannsaka frekar með djúpborunum eða eru áhugaverð vegna legu sinnar. Þessir hitaferlar gefa nokkuð góða mynd af hitaástandi viðkomandi svæðis, sjá myndir 3.2-3.6. Á mynd 3.2 sjást hitaferlar úr borholu í Glerárgili bæði skömmu eftir borun 1965 og 1975. Hitastig hefur jafnast verulega út á 10 árum í holunni. Athyglisvert er að hitaferlarnir eru ekki fjarri ótrufluðum hitastigli á svæðinu sem bendir til þess að heita vatnið komi ekki af miklu dýpi og/eða að uppstreymi þess sé mjög hægt. Á mynd 3.3 sjást hitaferlar úr þremur holum á Laugalandi í Hörgárdal. Hitastig nær þar hæst tæpum 90°C og er rennslið nokkrir sekúndulítrar. Lögun ferlanna bendir til þess að búast megi við vatnsæðum niður á að minnsta kosti 1500 m dýpi og væri athugandi að kanna þetta svæði frekar með djúpri borholu. Í sumar gafst ekki tími til að gera þarna djúpar viðnámsmælingar með tvíþól en æskilegt væri að þær yrðu gerðar næsta sumar. Mynd 3.4 sýnir hitaferla í holum við Hólslaug í Öngulsstaðahreppi. Allar holurnar fara í gegnum hitann sem bendir til þess að þær séu ekki nálægt uppstreymisrásum heita vatnsins. Á myndum 3.5 og 3.6 eru hitaferlar hola við Hrafnagil og á Stórutjörnum. Á báðum stöðunum er hitastigull óeðlilega hár miðað við ótruflaðan stigul 64°C/km. Væri æskilegt og vænlegt til vatnsöflunar að bora mun djúpri holur á báðum þessum stöðum.

Tafla yfir holur

Staður	Hola	Borun lokið	Dýpi m	Botnhiti °C	Vatnsborð m rennsli l/s	Fóðring	Melt	Fnr. OS	Verkn.	Athugasemd	
Glerárgil	h-1	10.06.65	647	-48,5		13 3/8" 4 m	01.09.65	7189	508	Melt í 625 m.	
	"	"	"	52,0	vætlar	7" 10C m	14.10.75		"	Melt í 634 m.	
Grjótnám (Akureyri)	h-1	14.07.64	100	10,1	-0,85 m	3" 0,4 m	18.09.64	6842			
	h-2	20.08.64	100,1	~8							
Laugal. Þela.	h-1	1941-42	375	85						Melir kemst ekki lengra en á 55 m dýpi, hola sennilega ónýt. Vatn kom á rúmlega 100 m, 3,5 l/s af 77°C. Skv. borholuskrá, munnlegar upplýsingar.	
	h-2	04.02.65	1088,5	86	5,7 l/s	20,5 m 1965 49 m 1967	02.09.67	8135		Meld 05.02.65, þá er botnhiti 87,5 °C. Fnr. 6981.	
	h-3	16.03.70	667	92,1	3,3 l/s	9 5/8" 85,5m	15.10.75		1005	Meld 1971, þá er botnhiti 92°C. Fnr. 10017.	
	h-4	04.07.70	711	61,7	-3,3 m	13 3/8" 9 m	15.10.75		1006	1975 er holan 536 m djúp. Meld 1971 í 525 m, 63°C.	
Hrafnagil	h-1	31.06.67	500,1	64,3	0 m	5" 44,7 m	11.10.75	13472	915	Boruð 1967 í 364 m. Dýpkuð okt-nóv. '68 í 500,1 m.	
	h-2	08.04.75	603	69,5	vætlar	8" 31,5 m	11.10.75	13473	2134	Boruð í nóv. 1968 í 192 m dýpkuð '75.	
	h-3	10.07.72	465	64,6	0 m	8" 48 m	11.10.75	13474	2118		
	h-4	10.02.75	31	43,8	-2,9 m	6" 31,3 m	18.09.75	13410	2134		
	h-5	18.02.75	37,5							2134	Holan ónýt.
	h-6	27.02.75	20,5	54	-3,5 m	8 5/8" 21,4m	18.09.75	13411	2134		
	h-7	12.05.75	546	65,9	-4 m	10 3/4" 6 m 8 5/8" 54 m	11.10.75	13475	2134		
	h-8	18.06.75	609	70,8	í dropat.	8 5/8" 54 m	11.10.75	13476	2134		
	"	"	"	66,4	vætlar	" "	23.08.75	13359	2134	Staðsetning á Fnr. 13496.	
Kristnes	h-1	05.06.44	79	~42	1,7 l/s		02.11.44		1	Hola ekki varðveitt, ónýt.	
	h-2	14.03.47	402	54		4" 3,8 m			5130	1	Boruð í 23 m holu frá 1933. Vatnsfylltist í ca 40 m. Skv. borholuskrá.
Reykhus	h-3	30.11.64	240,6	~42		5" 7 m	02.07.66	7526	670		
	h-1	22.07.46 d. 01.02.47	160	58,9	0,2 l/s	2,13 m	19.09.75	13420	41	Hiti mældur í 157,3 m, sjá Fnr.3932. 1947 hiti í 146 m, 69°C. Skv borholuskrá.	
	h-2	15.08.46 d. 18.03.47	143,9	~77	0,5 l/s	3,66 m			3932	41	Rennsli 75°C. Boruð '46 í 84,5 m. Dýpkuð '47 í 143,9 m.
	h-3	16.09.46	84,2	~72		1,83 m			3932	41	Rennsli í 6,4 m, 0,25 l/s af 70° heitu vatni skv. borholuskrá.
Hólslaug	h-4	22.09.46	10,7	~61		1,8 m			3932	41	Holan ónýt.
	h-5	26.09.46	11,6						3932	41	
	h-6	24.10.46	36,3	51		3,05 m			3932	41	Holan týnd.
	h-1	20.01.66	99,5	36,8	-1 m	8" 3,4 m	19.09.75		802	802	Staðsetning á Fnr. 10471.
	h-2	28.01.66	9,5	45,7	0 m	4" 3 m	19.09.75			802	
	h-3	17.07.74	8,8	46,1	0 m	4" 6,5 m	19.09.75	13407	5132		
Laugal.	h-4	19.07.74	14	50,5	vætlar	4" 5,5 m	19.09.75	13408	5132		
	h-5	13.09.74	41,2	45,5	vætlar	4" 3,8 m	19.09.75	13409	5132		
	h-1	Sept. '47	20,4	50	mjög lítið		1947			78	Holan týnd.
	h-2	Okt. '47	22,4	40			1947			78	Holan týnd.
	h-2	Nóv. '47	28							83	Dýpkun. Holan týnd.
Hamar	h-3	Maí '48	80	32		10 m	18.09.75			83	Botnh. 1948, 33°C.
	h-4	Okt. 48	58,4			1,3 m				105	Holan týnd.
	h-8	05.07.74	109,5	21,2	vætlar	4" 9,2 m 1 1/4" í b.	11.10.75			5131	Boruð með CR II.
	h-1	06.04.65	180,5	36		3" 1,4 m	11.10.67	8129	715	Boruð með Su III.	
Háls hitast.hola	18.08.75	128,8	13,5	-2 m	1 1/2" í b.	20.09.75	13419			Meld 08.10.75. 13,1°C vatnsb -1,7m.	
Vaðlzeiði	h-1										
	h-2	24.08.60	40	4,15		1" 40 m	04.09.60	5132			Holan týnd?
St. Tjarnir	h-1	05.12.63	68	33,7	vætlar	5" 12,8 m	20.09.75	13413	592	Boruð með Franksbor.	
	h-2	08.12.63	8,3	43	ekki melt	5" 6 m	20.09.75	13414	592		
	h-3	22.11.66	150	51,7	ekki melt	1,85 m	20.09.75	13415			
	h-4	08.12.66	61,6	61,5	ekki melt	5" 2,0 m	20.09.75	13416	869		
	h-5	01.02.67	71,2	57	ekki melt	5" 2,2 m	20.09.75	13417			Sullivan 2.
	h-6	13.07.75	575	70	vætlar	10 3/4" 12,1m	08.10.75			2135	

4. VIÐNÁMSMÆLINGAR

4.1 MÆLIÐFERÐIR

Með viðnámsmælingum svonefndum er mælt eðlisviðnám berglaga á mismunandi dýpi undir yfirborði eða með öðrum orðum sagt hversu vel eða illa jarðlöggin leiða rafstraum. Eðlisviðnám er háð mörgum eiginleikum jarðlaganna, einkum þó vatnsgengd bergsins svo og hitastigi og seltu jarðvatnsins, sem alltaf er fyrir hendi í bergi niður á nokkura kílómetra dýpi. Með aukinni vatnsgengd eða vatnsmagni í bergi eykst leiðni ($1/eðlisviðnámi$) mjög ört. Getur eðlisviðnám verið mörgum sinnum lægra í sprungnu og holóttu bergi, eða í móbergi (50-100 Ωm), heldur en í þéttum, holufylltum blágrýtismyndunum (100-1000 Ωm). Einnig lækkar eðlisviðnám með hækkandi hitastigi og auknu seltumagni. Getur oft verið erfitt að greina í sundur áhrif frá hækkandi seltu og áhrif frá jarðhita. Þetta á þó ekki við um það svæði, sem þessi athugun nær til því flestir vænlegir jarðhitastaðir eru þar fjarri sjó og hætta á sjóblöndun hverfandi.

Af ofanskráðu sést að eðlisviðnám lækkar bæði með auknu vatnsmagni í bergi og með vaxandi hitastigi. Finnist með viðnámsmælingum óeðlilega lágt viðnám á miklu dýpi verður að telja miklar líkur á að þar megi vinna heitt vatn með borunum. Eðlisviðnám í jarðlögum er mælt með því að senda rafstraum um þau. Spennugjafi er tengdur við tvö rafskaut (póla), sem reknir eru niður í jarðveginn. Spennufallið, sem myndast við þetta á yfirborði jarðar, er síðan mælt á milli tveggja annarra skauta. Með því að breyta afstöðu skautanna innbyrðis á kerfisbundinn hátt og mæla straum og spennu í hvert skipti má fá upplýsingar um eðlisviðnám jarðlaga á mismunandi dýpi.

Jarðhitadeild notar einkum tvær mismunandi aðferðir við þessar athuganir. Önnur gefur viðnám niður á um það bil 1200 m (Schlumberger-mælingar) en hin niður á allt að 5 km dýpi (tvípólmælingar). Tekur um það bil 4 tíma að gera eina grunna mælingu en allt að 2 daga að gera eina dýpri tvípólmælingu.

4.2 ELDRI MÆLINGAR

Sumarið 1971 voru gerðar 25 viðnámsmælingar í grennd við Akureyri (Guðmundur Guðmundsson og Kristján Sæmundsson, 1972), á svæðinu frá Laugalandi í Hörgárdal suður fyrir Hrafnagil í Eyjafirði, sjá mynd 4.1 (Fnr. 10674). Einnig voru þá gerðar 4 mælingar í grennd við Dalvík. Áður höfðu verið gerðar allmargar einstakar mælingar víða um Eyjafjörð. Meðfylgjandi tafla í viðauka B sýnir yfirlit um eldri mælingar.

Allar þessar mælingar ná frekar grunnt niður í berggrunninn. Straumarmur í Schlumbergermælingu var lengstur 900 m. Viðnám er um og yfir 200 Ω m á 600-900 m dýpi utan laugasvæðanna, en fer niður í og niður fyrir 70 Ω m nálægt laugasvæðunum að Hrafnagili, Grísarár, Hóli og Syðra-Laugalandi. Lægst viðnám hefur mælst á Dalvík eða um 40-50 Ω m á 100-200 m dýpi. Tvípólmæling innarlega í Eyjafirði (gerð 1974) sýnir 200-300 Ω m viðnám á 3-4 km dýpi. Engar viðnámsmælingar höfðu verið gerðar við Eyjafjörð austanverðan né austan Vaðlaheiðar nema ein tvípólmæling í Ljósavatnsskarði 1974, sem sýnir óvenju lágt viðnám eða um 20 Ω m.

4.3 VIÐNÁMSMÆLINGAR SUMARIÐ 1975

Sumarið 1975 gerði Jarðhitadeild 51 Schlumberger-mælingu og 10 tvípólmælingar í Eyjafirði og nágrenni. Straumarmur í Schlumbergermælingu var 1500 m og fjarlægð á milli sendis og móttakara allt að 7,6 km í tvípólmælingum. Mynd 4.2 (Fnr. 13647) sýnir staðsetningu þessara mælinga. Schlumbergermæling er táknuð með hring og er númer mælingarinnar (Ak1-Ak51) skráð við hringinn. Tvípólmæling er sýnd sem ör og var sendirinn staðsettur við upphaf örvarinnar. Í viðauka C eru öll viðnámslínuritín ásamt túlkun mælinganna birtar. Heildarmynd af viðnámi á svæðinu kemur vel fram á myndum 4.3 (Fnr. 13649) og 4.4 (Fnr. 13650) er sýna eðlisviðnám á 300 m og 600 m dýpi, svo og á mynd 4.1 af eldri mælingum er einnig sýnir viðnám á 600 m dýpi. Nákvæm staðsetning viðnámsmælinganna er einnig gefin í tveimur töflum í viðauka B og eru notuð hnit í bandarísku AMS kortunum í mælikvarða 1:50 000.

Eðlisviðnám á Eyjafjarðarsvæðinu er víðast um 100-200 Ω m utan jarðhitasvæða. Víða þar sem vart verður jarðhita, er viðnám álíka hátt, t.d. á Svalbarðseyri, í Glerárgili og á Laugalandi í Hörgárdal. Þetta bendir til þess, að heitt vatn komi upp eftir þröngum rásum á þessum stöðum og að vatnskerfin séu ekki víðáttumikil. Verulega lágt viðnám mælist eingöngu á þremur stöðum. Eru það jarðhitasvæðin við Hrafnagil - Laugaland í Eyjafirði, við Reyki í Fnjóskadal, svo og við Stórutjarnir í Ljósavatnsskarði. Eðlisviðnám fer niður í um það bil 20 Ω m á 300 m dýpi á þessum stöðum, sem bendir til góðrar vatnsgengdar og/eða háshitastigs. Að Reykjum virðist vera lágt viðnám á frekar stóru svæði. Kemur það vel heim og saman við jarðfræði svæðisins en Reykir eru á misgengjabelti, sem liggur þaðan til NNA í gegnum Háafell og Stórutjarnir. Eftir Vaðlaheiðinni austanverðri liggur brotabelti með óvenjulegum halla á jarðlögum, og sker það misgengin nálægt Reykjum. Á Hrafnagils-Laugalandssvæðinu í Eyjafirði er viðnám einnig lágt á stóru svæði, og þar er jarðhiti á óvenju mörgum stöðum, og talið að hann sé tengdur berggöngum (sjá kafla 1). Til þess að glöggva sig betur á stærð og gerð jarðhitasvæðanna voru teiknuð upp nokkur snið er sýna eðlisviðnám á mismunandi dýpi undir línu, sem dregin er yfir svæðin. Lega sniðanna er sýnd á mynd 4.2 og eru þau merkt með bókstöfunum A-A', B-B', C-C', D-D', E-E', F-F' og F1-F1'.

Snið A-A', sem er eftir Ljósavatnsskarði frá vestri til austurs, sést á mynd 4.5 (Fnr. 13577). Greinilega má sjá að á um það bil 200-1000 m dýpi undir Stórutjörnum og austur þaðan undir vatninu eru jarðlög með óvenju lágu viðnámi. Í 600 m djúpri borholu (hola 6) að Stórutjörnum var komið niður í mjúk setlög á þessu dýpi. Áður nefnt misgengjabelti í gegnum Háafell liggur einmitt þarna í gegnum skarðið. Þyngdarmælingar sem gerðar hafa verið hér á landi gefa óvenju lágt þyngdarsvið (Bouguer-frávik) undir þessu misgengjabelti. Þetta bendir til léttari jarðlaga í jarðskorpunni þarna en í næsta nágrenni. Með þessar athuganir allar í huga má telja líklegt að þarna séu gljúp vel vatnsgeng jarðlög (sennilega setlög) undir niðri, sem gætu innihaldið verulegt magn af heitu vatni. Berglög ofan á setlögnum hafa brotnað og missigið og vatnið þannig komist upp á yfirborð.

Snið B-B', á mynd 4.6 (Fnr. 13678) liggur eftir Fnjóskadal frá bænum

Fjósatungu og suður fyrir jarðhitasvæðið að Reykjum en snið C-C', mynd 4.7, (Fnr. 13678) stefnir frá Reykjum til suðausturs. Svipað og í Ljósavatnsskarði kemur einnig hér í ljós afmarkað lágviðnámssvæði undir jarðhitasvæðinu. Telja verður víst að það stafi af vel vatnsleiðandi jarðlögum enda eru Reykir á mótum áður nefnds misgengjabeltis og beltis með óvenju hallandi jarðlögum, sem liggur eftir Vaðlaheiðinni austanverðri.

Snið D-D' (mynd 4.8 Fnr. 13679) nær frá Þelamörk inn að Akureyri og fram fyrir Hrafnagil. Þetta snið byggir aðallega á eldri mælingum frá 1972 sem náðu ekki eins djúpt og voru ekki eins nákvæmar. Þó sést greinilega að hvergi er að finna verulega stór svæði með lágu viðnámi nema á milli Kristness og Hrafnagils. Þar er viðnám minna en 100 Ωm að minnsta kosti niður á 700-800 m. Miðja þessa svæðis virðist vera á milli bæjanna Kropps og Grísarár. Með tvíþólmælingum, sem ná niður á nokkra kílómetra, fundust ekki víðáttumikil lágviðnámslög á þessu svæði.

Snið E-E' (mynd 4.9, Fnr. 13680) liggur yfir jarðhitasvæðið að Laugalandi á Þelamörk. Viðnám er þar engu lægra en það sem mælist utan jarðhitasvæða á Mið-Norðurlandi og verður því að álykta að heitavatnskerfi séu ekki útbreidd ofarlega í jarðskorpunni þar undir. Sennilega streymir vatnið upp eftir þröngum afmörkuðum rásum. Kemur þetta vel heim og saman við niðurstöður borana á þessum stað þar sem erfiðlega gekk að hitta uppstreymisrásirnar og lítið vatn fékkst með dælingu. Viðnámssnið F-F' á mynd 4.10 (Fnr. 13681) liggur eftir Eyjafirði austanverðum og nær frá Kaupangsbakka yfir jarðhitasvæðið við Hól og Laugaland og norður á mótis við Grund. Á stóru svæði, sem nær frá bænum Björk í Öngulsstaðahreppi og að minnsta kosti suður að bænum Grýtu, er viðnám óvenju lágt niður á nokkur hundruð metra dýpi. Þetta lágviðnámssvæði er víðáttuméira en það sem fannst vestantil í Eyjafirði á milli Kristness og Hrafnagils, og gæti bent til þess að miðja jarðhitasvæðisins liggi frekar austanmegin í dalnum. Til þess að kanna þetta jarðhitasvæði dýpra voru gerðar 4 tvíþólmælingar þarna. Á sniði F1-F1' (mynd 4.11, Fnr. 13682) sem er eins og snið F-F' nema hvað dýptarkvarðinn nær yfir stærra bil, er sett inn sýndarviðnám þessara mælinga. Þetta er að sjálfsögðu gróf mynd því erfitt er að túlka viðnámsmælingarnar niður á svo mikið dýpi. Þó virðist viðnám vera mun lægra á 2-4 km dýpi undir svæðinu á milli Lauglands og Brúnalaugar heldur en bæði sunnar og norðar.

5. NIÐURSTÖÐUR - STAÐSETNING RANNSÓKNARHOLA

Á grundvelli þeirra forrannsókna, sem þegar hafa farið fram og greint er frá í þessari skýrslu, virðast einkum þrjú jarðhitasvæði vera öðrum vænlegri til borana fyrir hitaveitu Akureyrar. Þau eru: Laugalandssvæðið í Eyjafirði, Reykir í Fnjóskadal og Stórutjarnir í Ljósavatnsskarði. En til þess að fá endanlegt svar um vinnslugetu þessara svæða er nauðsynlegt að þar fari fram djúprannsókn með borunum. Forrannsóknir benda til þess að önnur jarðhitasvæði eins og t.d. í Glerárgili, á Þelamörk, á Svarbarósströnd, í Höfðahverfi og að Draflastöðum muni ekki hafa sömu afkastagetu og ofanefnd þrjú svæði, og er því ekki ráðlegt að hefja djúprannsókn á þessum svæðum með hitaveitu fyrir Akureyri í huga. Djúprannsókn, sem ráðist yrði í á grundvelli forrannsókna er tvíþætt. Fyrsta skrefið er borun djúprar rannsóknarholu. Ef árangur af henni verður enginn yrði hætt, en ef árangur yrði góður þyrfti að bora fleiri holur, 1-3 eftir ástæðum til könnunar á afköstum borhola og vinnslugetu jarðhitasvæðisins. Að loknum prófunum á þessum holum yrði fyrst hægt að gefa endanlegt svar um það hvort tiltekið jarðhitasvæði stendur undir hitaveitu til Akureyrar.

Það er einkum tvennt, sem hafa þarf í huga þegar ákvarða skal forgangs-röð djúprannsóknar á þessum stöðum, en það eru niðurstöður forrannsóknanna annars vegar og fjarlægð frá Akureyri hins vegar. Valið stendur nú á milli Eyjafjarðarins annars vegar (Laugaland) og fjarlægari staða (Reykir, Stórutjarnir) hins vegar. Þar sem mest vinnst kostnaðarlega ef góður árangur fengist af borun í Eyjafirði hlýtur djúprannsókn að beinast þangað fyrst nema forrannsóknir gefi þeim mun ákveðnari vís-bendingu um öruggari vatnsöflun fjær.

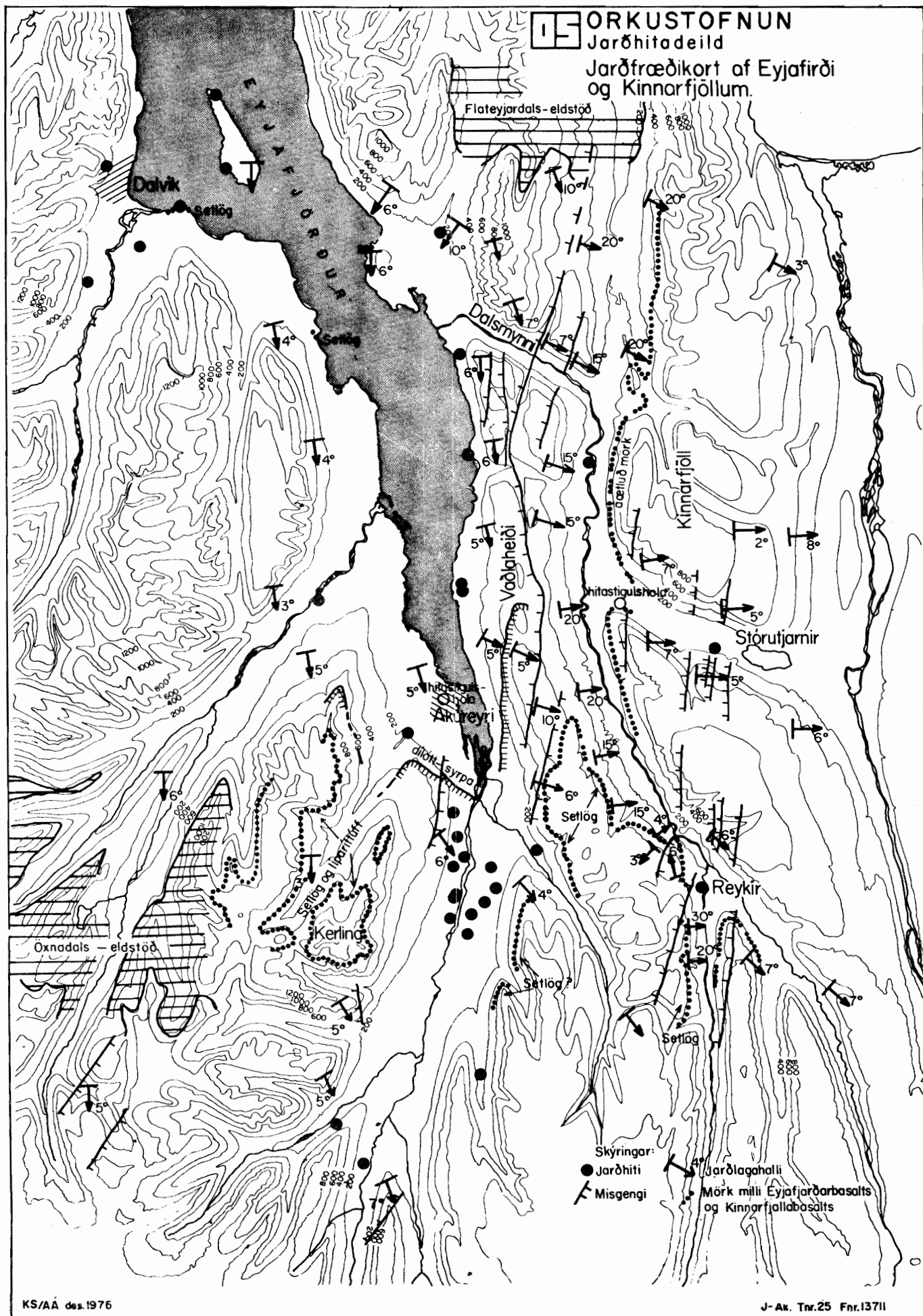
Með þeim gögnum er þegar liggja fyrir er ekki auðvelt að skera úr um það hvert ofanefndra þriggja svæða muni geta staðið undir mestri vinnslu. Jarðfræðilegar líkur fyrir góðri vatnsgengd eru einna mestar að Reykjum, þar er einnig hitastig hæst og viðnám lægst. Aftur á móti er jarðhiti lang útbreiddastur á Laugalandssvæðinu og frekar lágt viðnám á tiltölulega stóru svæði. Líkur á miklu vatni að Stórutjörnum eru eitthvað síðri en að Reykjum.

Með þetta í huga teljum við rétt að hefja djúprannsókn fyrst á Laugalandssvæðinu þar sem það svæði er næst Akureyri. Viðnámsmælingar benda til þess að miðja jarðhitasvæðisins í Eyjafirði sé frekar að austanverðu í dalnum þ.e. nær Laugalandi en Hrafnagili og enn fremur á svæðinu milli Brúnalaugar og Hóls. Hentugt borstæði virðist vera við bæinn Syðra-Laugaland, neðan við húsmæðraskólann, og hefur því fyrirhuguð rannsóknarhola verið staðsett þar. Ef góður árangur fengist með fyrstu djúpu rannsóknarholunni þyrftu fleiri holur að fylgja á eftir (1-3 eftir ástæðum) og síðan prófun þeirra í áföngum. Þannig fengjust upplýsingar um afköst einstakra borhola og líklega vinnslugetu svæðisins, ennfremur áætlaðan fjölda og frágang borhola. Djúprannsókn gæti lokið í fyrsta lagi í árslok 1976. Þar sem jarðlög á miklu dýpi undir Laugalandssvæðinu eru óþekkt að mestu og lítið vitað um tengsl jarðhitans og gerð jarðlaga þarna teljum við þetta svæði ekki verða fullkannað nema með 3-4 km borholu. Stærsti bor Orkustofnunar (Jötunn) getur borað niður á 3.6 km dýpi en sá næststærsti (Gufubor) getur aðeins borað á 2,0 km dýpi. Auk þess er Jötunn mun betur búinn til að opna vatnsæðar í berginu með þrýsti-prófunum en aðrir borar héraendis. En reikna má með því, ef mið er tekið af öðrum borholum á basaltsvæði Norðurlands að þess muni gerast þörf við Laugaland. Verði árangur það neikvæður af fyrstu borholu á Laugalandssvæði að litlar líkur séu á árangri með frekari borunum teljum við rétt að taka næst fyrir Reykjiasvæðið. Þar er vatn heitara á yfirborði og jarðlög að öllum líkindum betur vatnsleiðandi, þannig að þar þyrfti sennilega ekki að bora eins djúpt í fyrstu tilraun til að fá góðar upplýsingar um svæðið. Við teljum því að 1500-2000 m hola mundi nægja þar sem fyrsta djúprannsókn. Slíka holu mætti bora með Gufubor eða nýjum bor Orkustofnunar, Narfa.

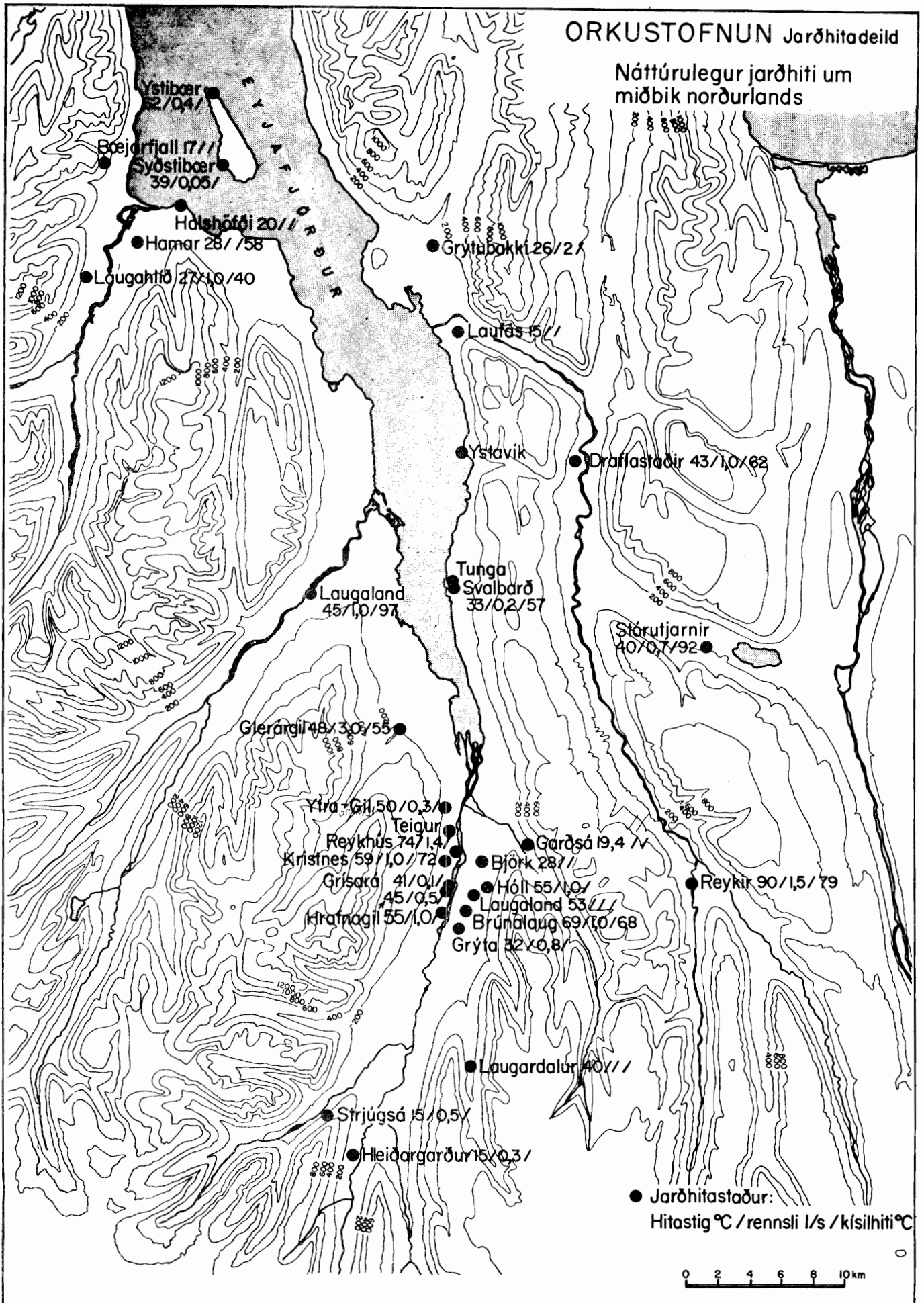
Tillögur þær um djúprannsókn sem settar eru fram hér að ofan eru all kostnaðarsamar. Gera má ráð fyrir að 3500 m Jötunshola kosti um 70 Mkr, en 2000 m Gufuborshola um 30 Mkr.

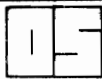
Erfitt getur verið að meta hagkvæmni slíkrar rannsóknar eða hvort hún borgar sig yfirleitt. Verður í slíku mati einkum að taka mið að niðurstöðum forrannsóknar svo og áætluðum kostnaði við lögn hitaveitu til Akureyrar frá Hveravöllum í Reykjahverfi, en telja má víst að þar sé nægjanlegt vatn til slíkrar veitu.

Reynist t.d. nauðsynlegt að bora 2 holur með Jötni að Laugalandi auk einnar grunnri holu og tvær 1500-2000 m holur að Reykjum til þess að fullkanna þessi svæði þá verður heildarkostnaður við rannsókn þessara svæða um það bil 230 Mkr. Þess ber þó að gæta að hluti þessara rannsóknarhola gæti nýst sem vinnsluholur síðar meir og væri þá raunverulegur rannsóknarkostnaður mun minni. Til samanburðar má geta þess að kostnaður við hitaveitulögn frá Hveravöllum hefur verið áætlaður nærri 2000 Mkr samkvæmt skýrslu Verkfræðiskrifstofu Sig. Thoroddsen frá maí 1975.

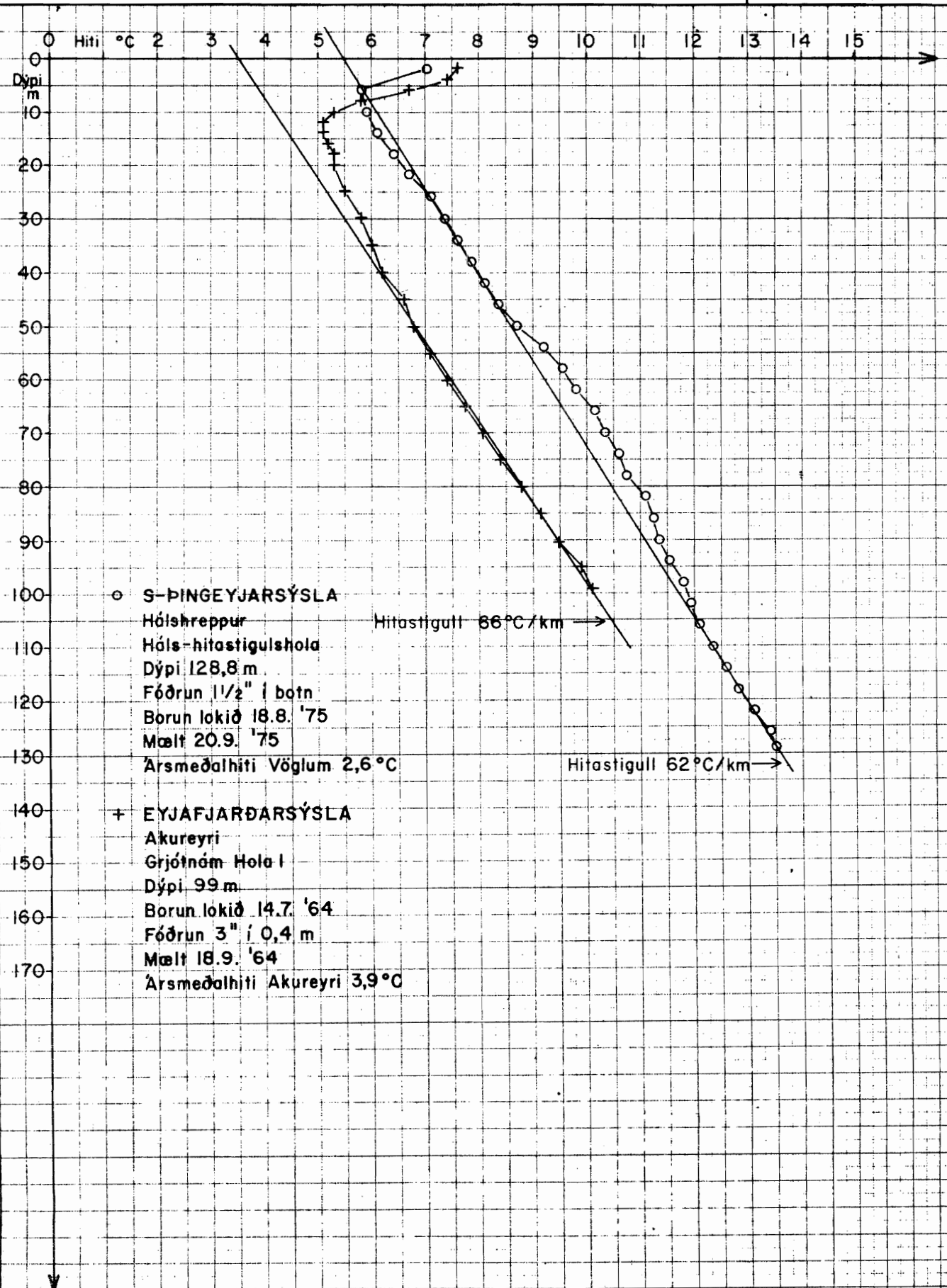


Mynd 2.1





Hitamælingar í borholum



○ S-PINGEYJARSÝSLA

Háshreppur

Háls-hitastigulshold

Dýpi 128,8 m

Fóðrun 1 1/2" í botn

Borun lokið 18.8. '75

Mælt 20.9. '75

Ársmeðalhiti Vöglum 2,6°C

Hitastigull 66°C/km →

Hitastigull 62°C/km →

+ EYJAFJARÐARSÝSLA

Akureyri

Grjótnám Hóla I

Dýpi 99 m

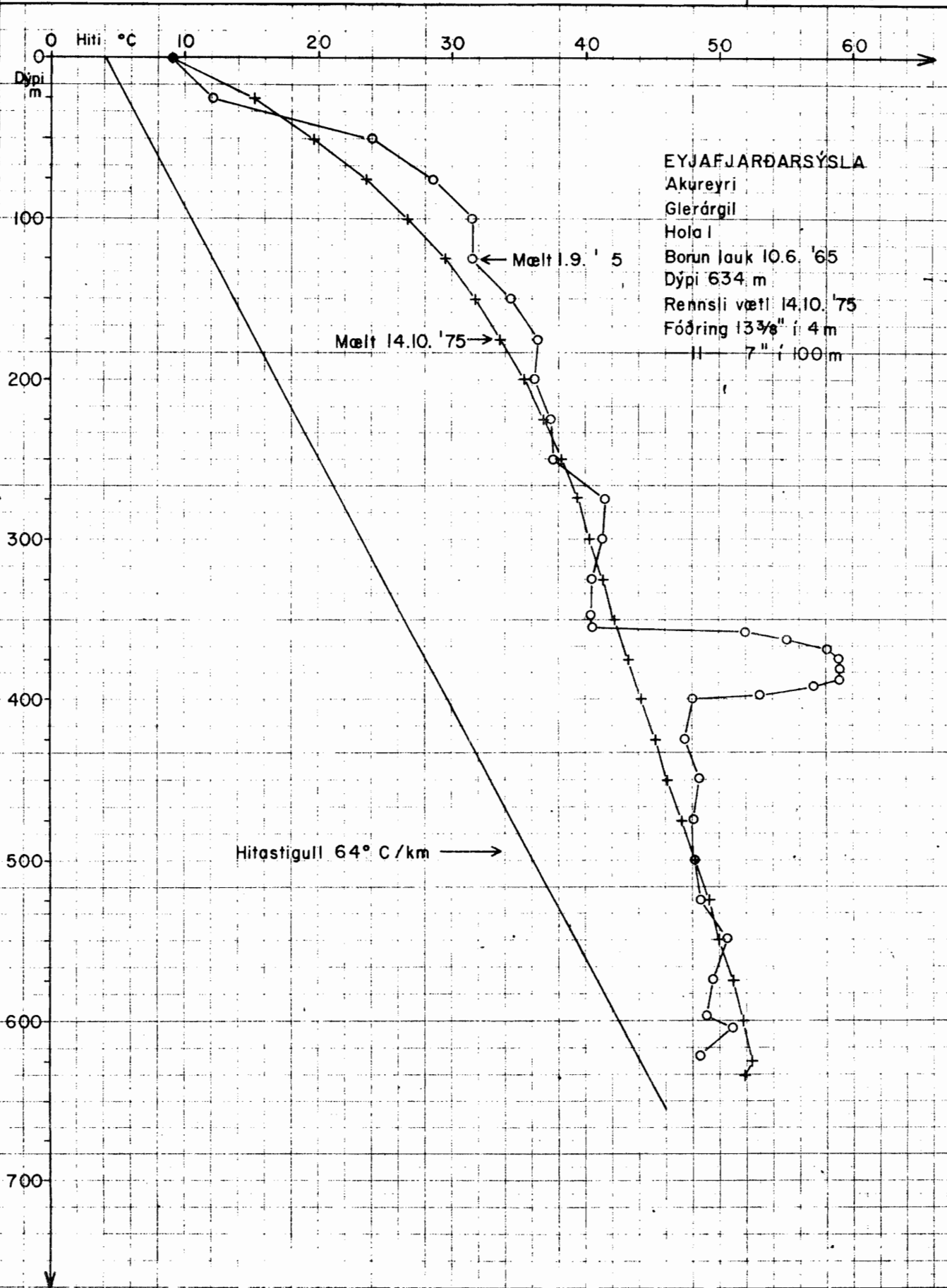
Borun lokið 14.7. '64

Fóðrun 3" í 0,4 m

Mælt 18.9. '64

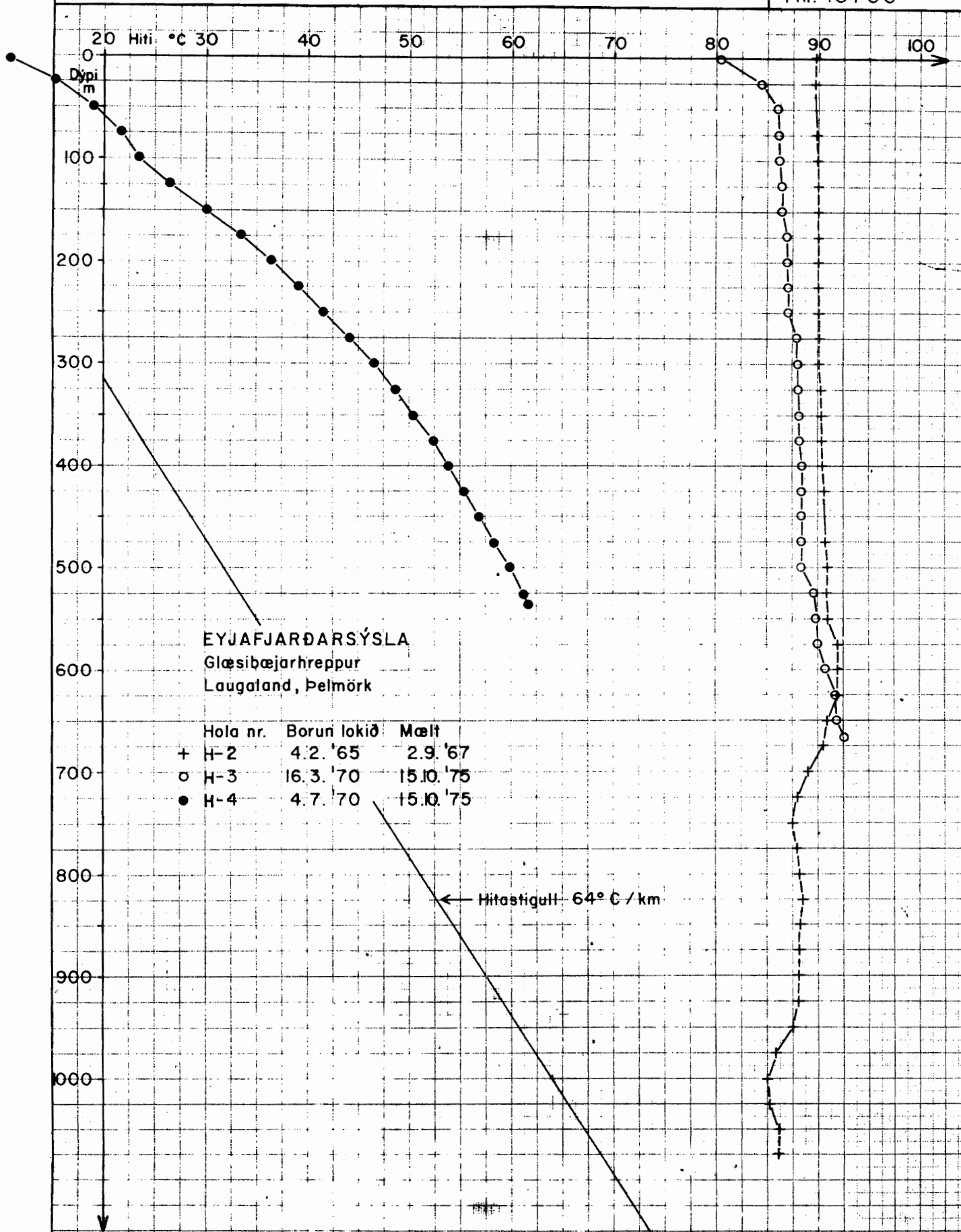
Ársmeðalhiti Akureyri 3,9°C

Hitamælingar í borholum



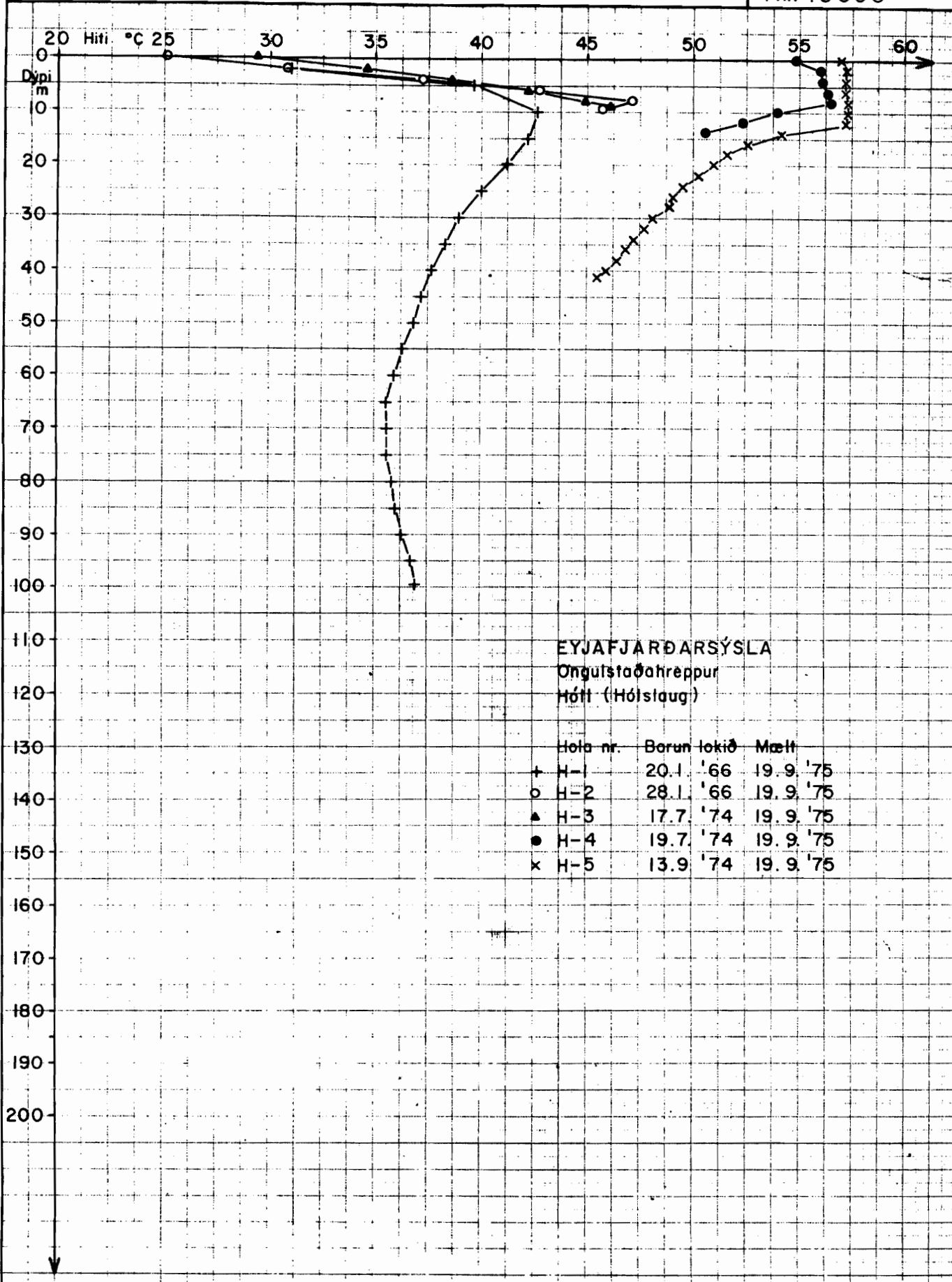


Hitamælingar í borholum





Hitamælingar í borholum

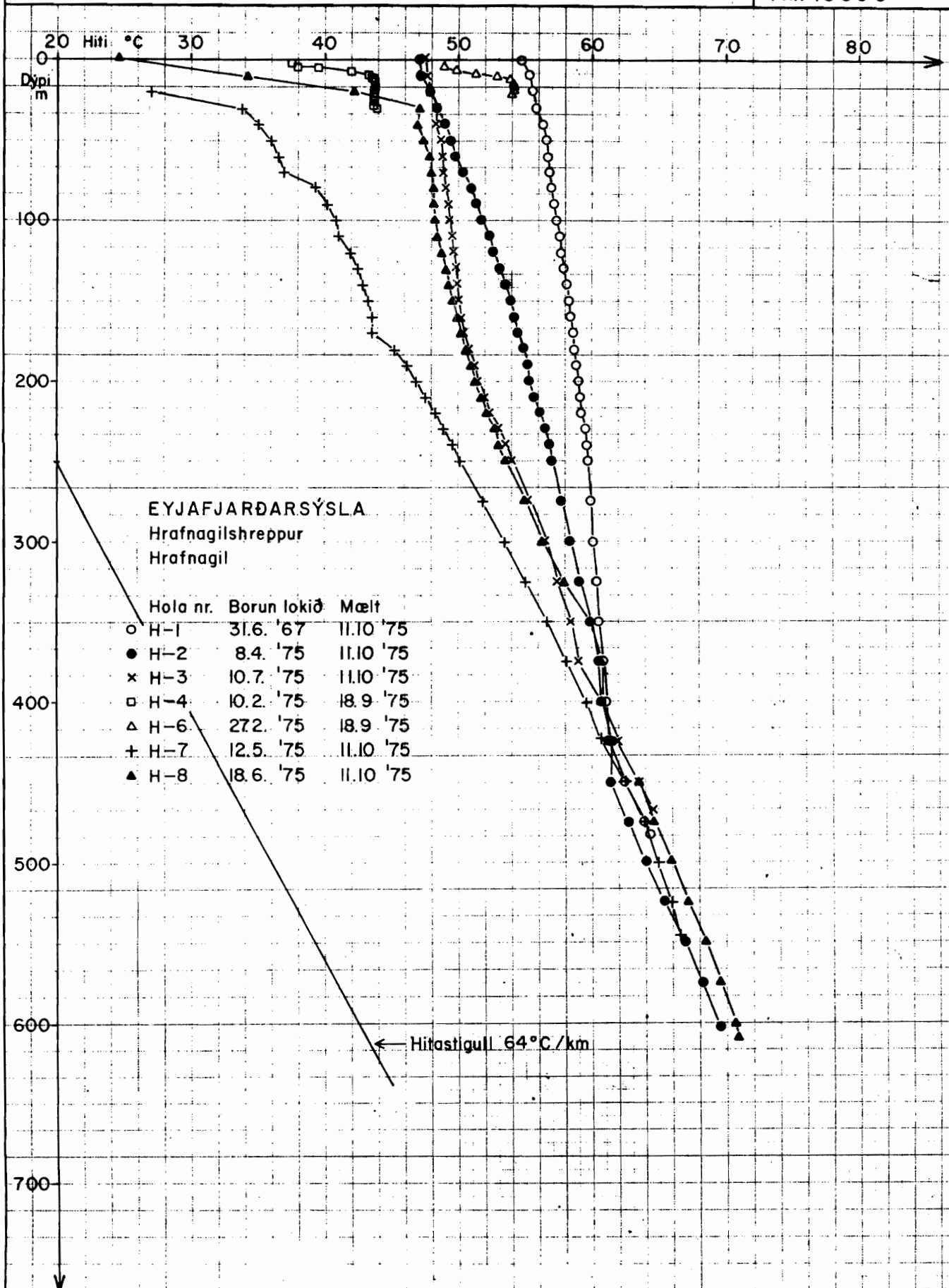


EYJAFJARÐARSÝSLA
Ongulstaðahreppur
Hótt (Hólslaug)

Hola-nr.	Borun lokið	Mælt
+ H-1	20.1 '66	19.9. '75
o H-2	28.1 '66	19.9. '75
▲ H-3	17.7. '74	19.9. '75
● H-4	19.7. '74	19.9. '75
x H-5	13.9. '74	19.9. '75

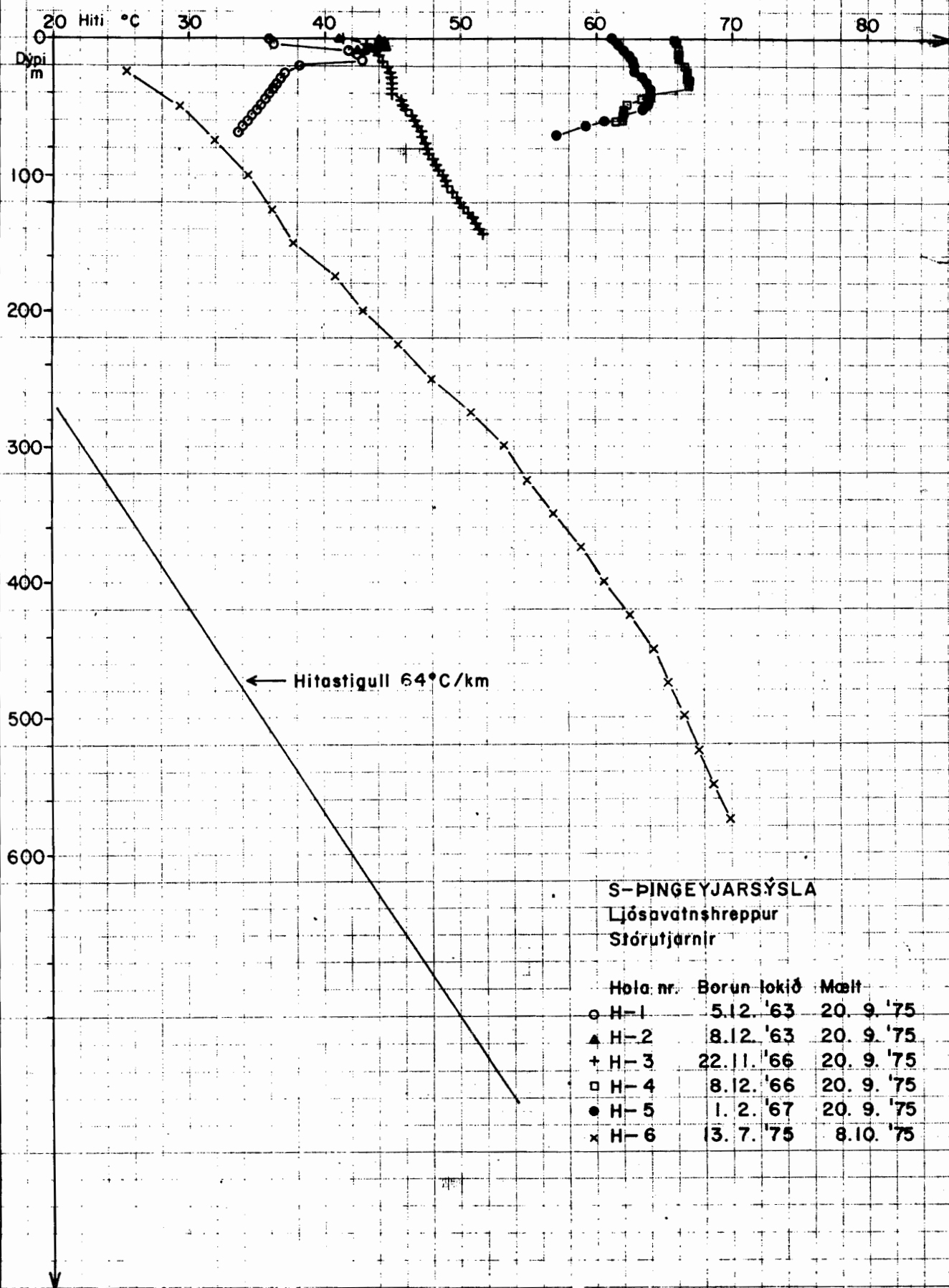


Hitamælingar í borholum



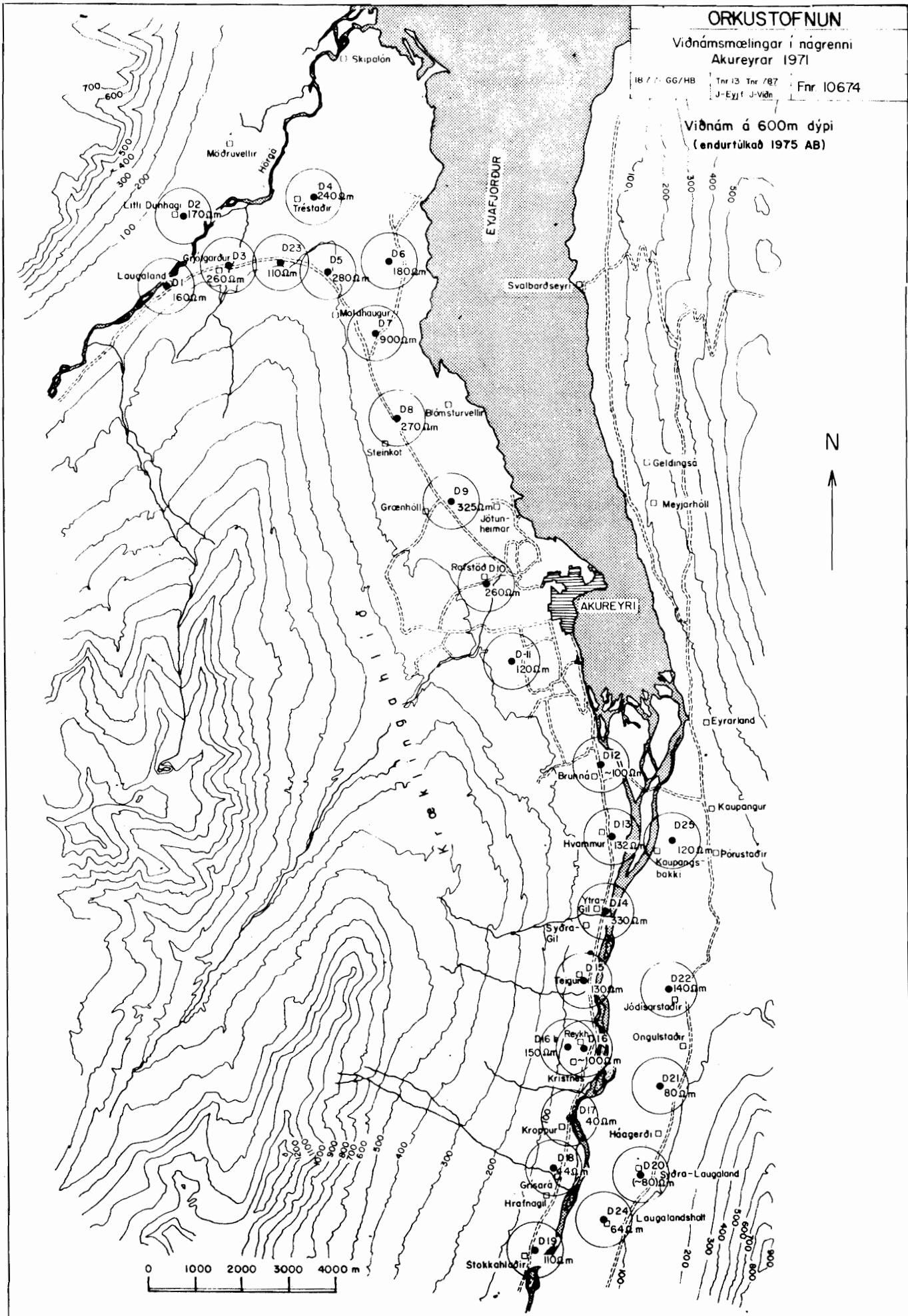


Hitamælingar í borholum

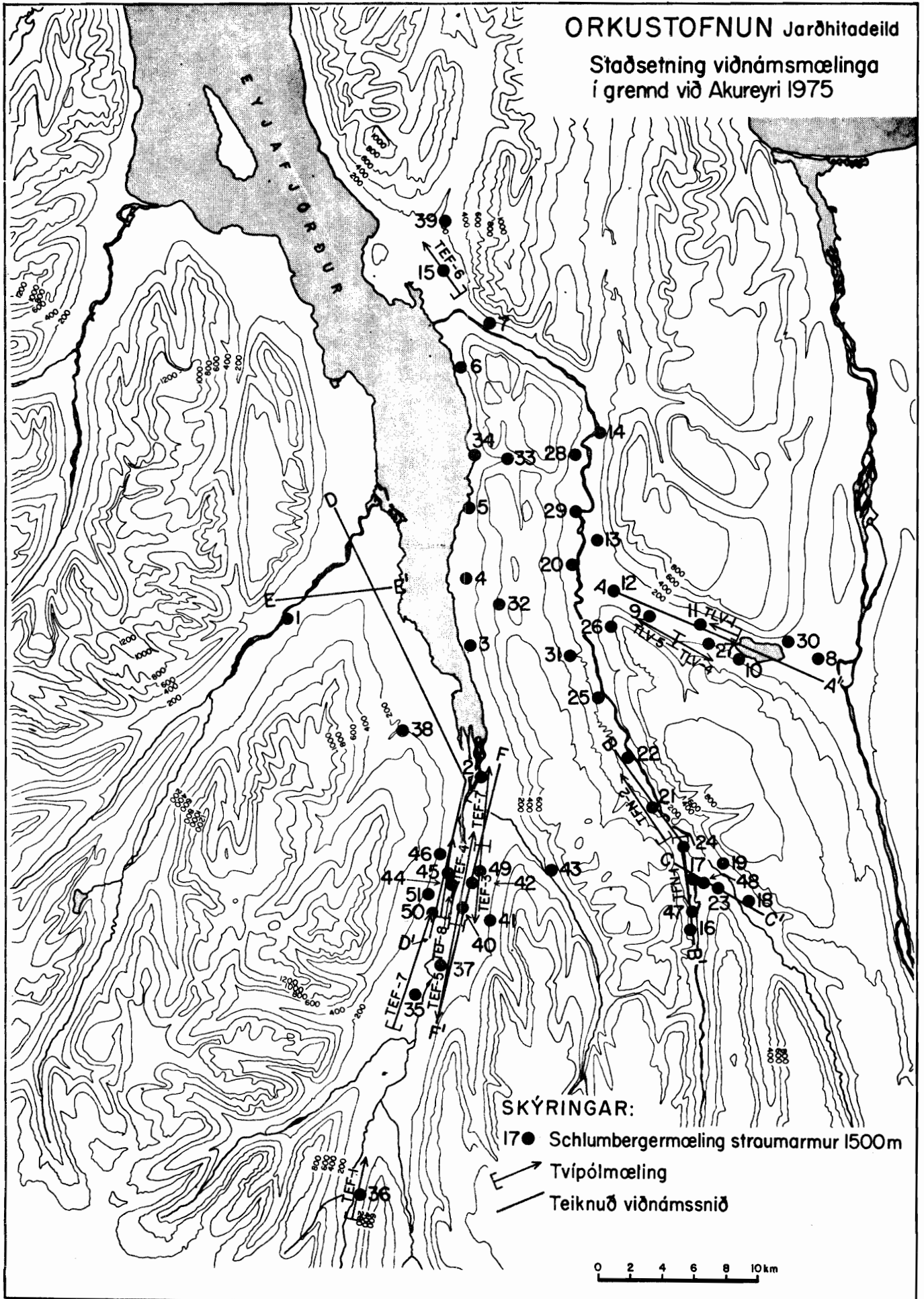


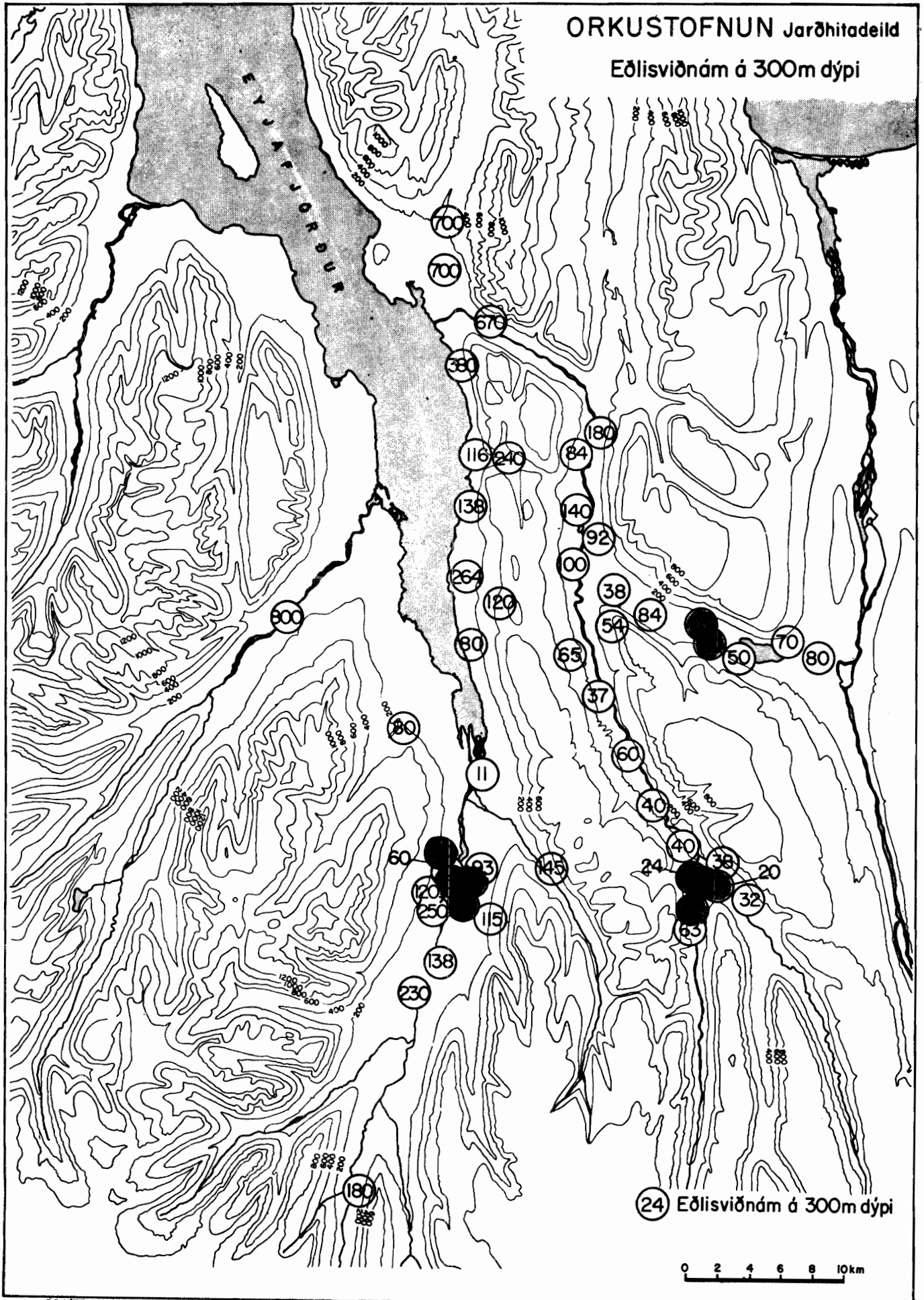
← Hitastigull 64°C/km

S-PINGEYJARSÝSLA
Ljósavatnshreppur
Stórutjarnir



Mynd 4.1





Mynd 4.3

ORKUSTOFNUN Jarðhitadeild

Eðlisviðnám á 600m dýpi



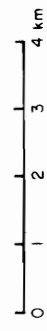
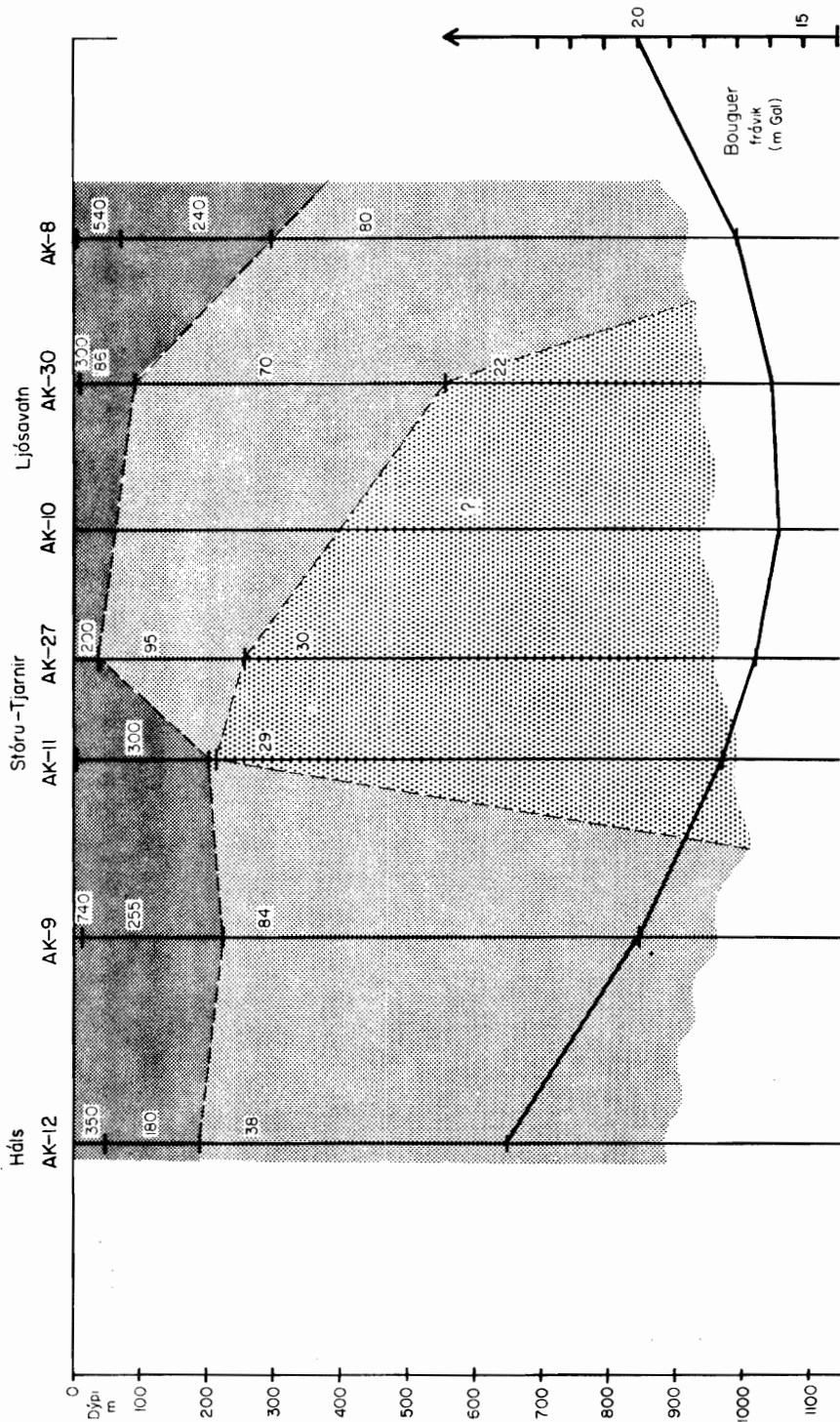
28.II 75 AB/IS

Tnr.1481 J-Viðn. Tnr.52 J-Eyjafj. Fnr.13650

Mynd 4.4

A

A



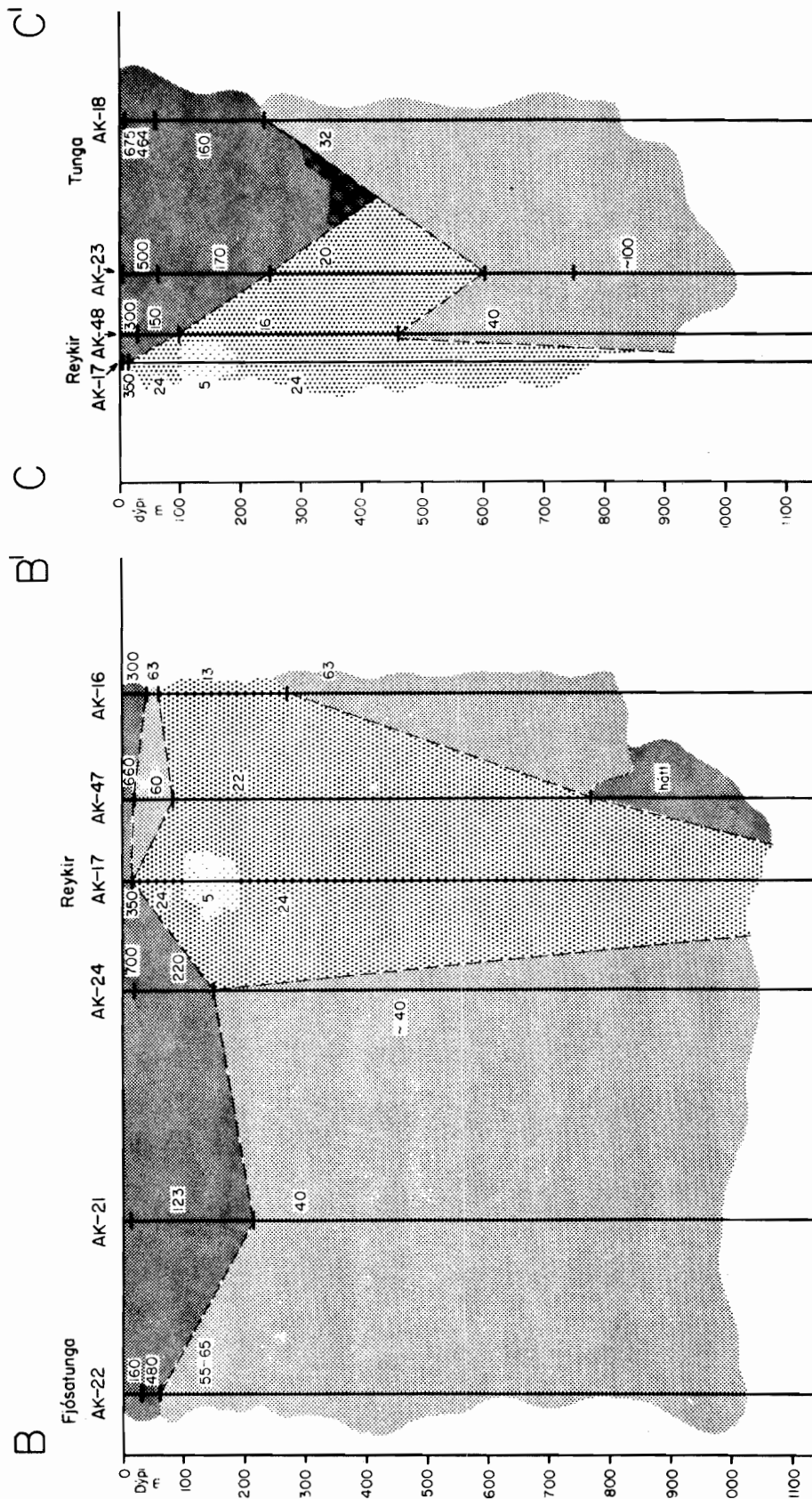
ORKUSTOFNUN

HITAVEITA AKUREYRAR

Viðmámsmið Ljósavatnsskard

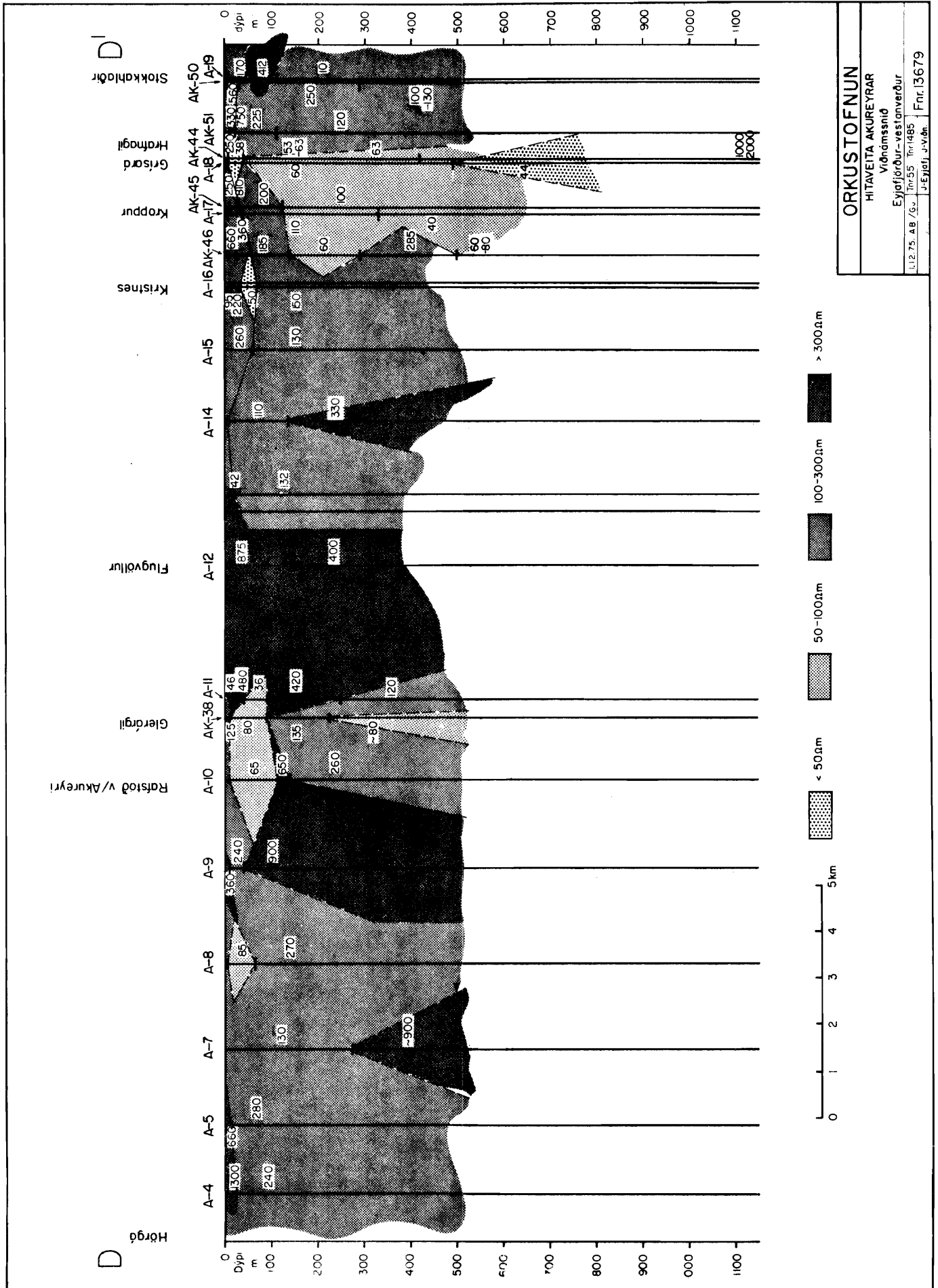
26.11.75. AB/5J. Tm. 53. Tr. 1483. Fr. 13677

Mynd 4.5

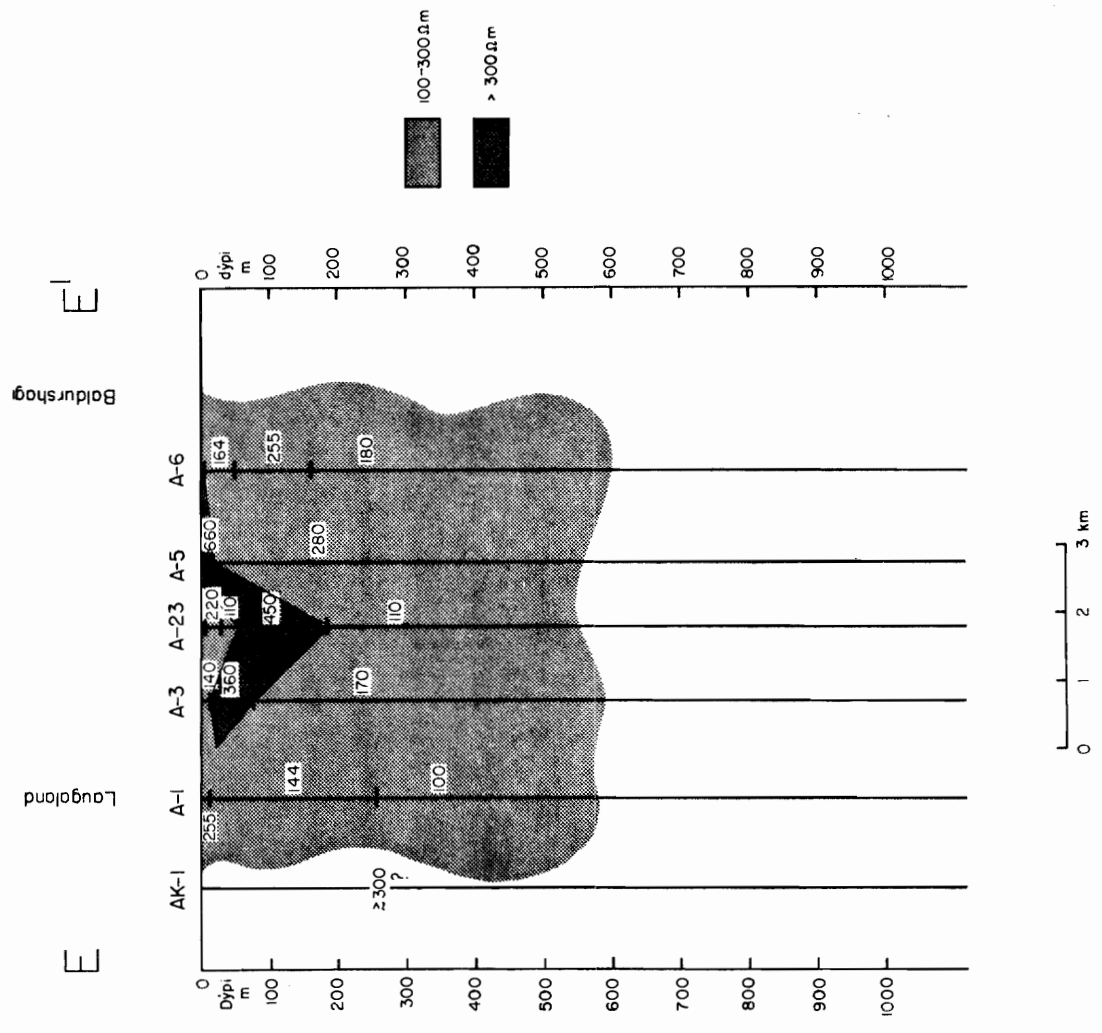


ORKUSTOFNUN	
HITAVEITA AKUREYRAR	
Vindmáttunni	
Reykir í Fnjóskadal	
26.11.75. AB/GJ	The 1484
J-Ejolfi, J-Viðn.	Fnr.13678

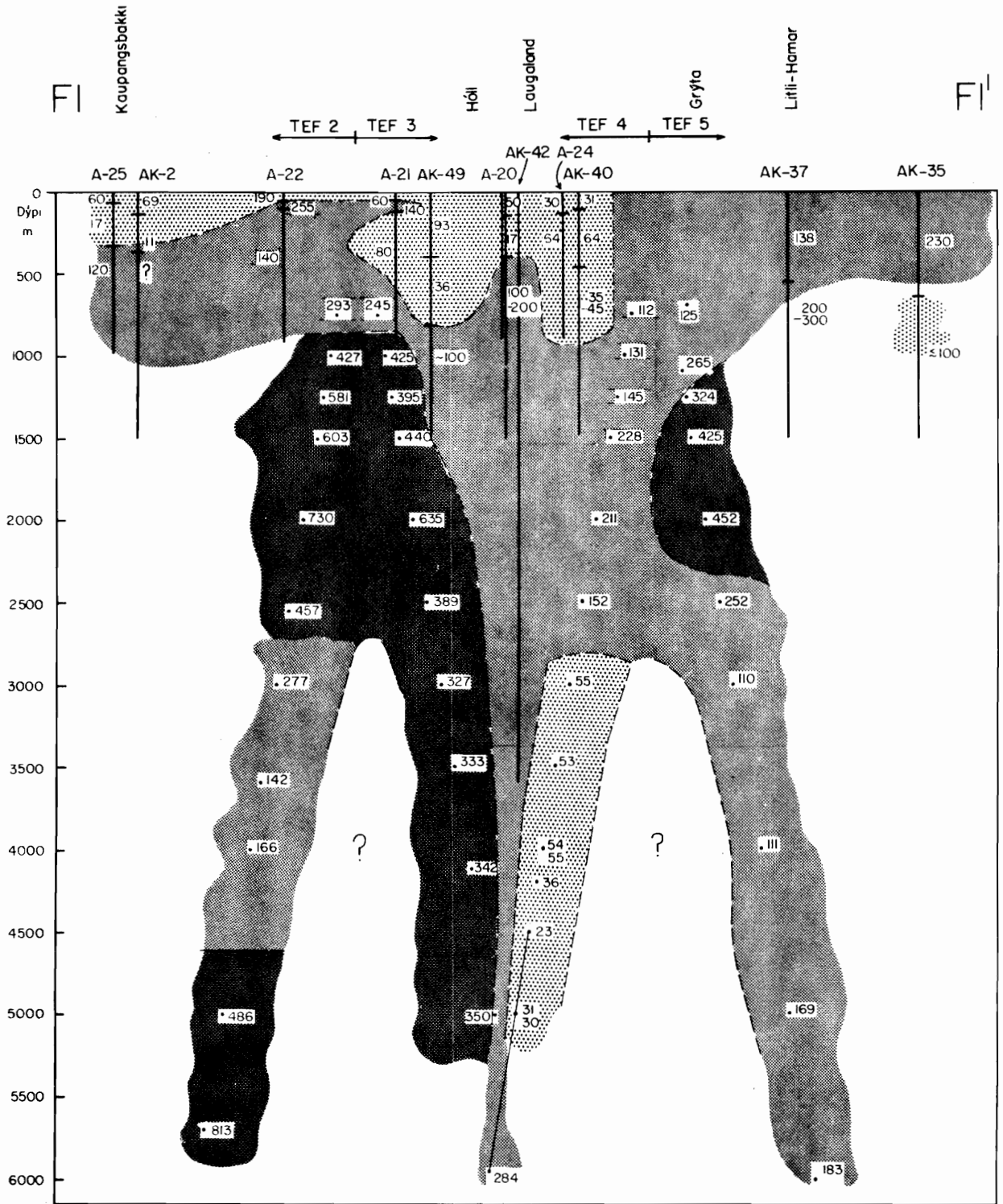
Mynd 4.6 og 4.7



Mynd 4.8



Mynd 4.9



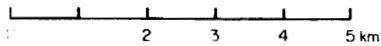
Skýringar:

< 100 m

100-300 m

> 300 m

TEF : tvíþólmæling



ORKUSTOFNUN

HITAVEITA AKUREYRAR
viðnamssnið
tjófjörður austanverður

4 12 75 AB/6J Tnr.58 Tnr.1488 Fnr.13682
J-Eyjafj. J-Viðn.

Mynd 4.11

V I Ð A U K I A

NÁTTÚRULEGUR JARÐHITI Á MIÐ-NORÐURLANDI

Hreppur -staður	Hitastig °C	Rennsli l/s	Staðsetning
<u>SVARFADARDALSHREPPUR</u>			
Laugahlíð (Tjarnar-Garóshorn)	27	1	100-200 m ofan og vestan við bæinn.
Hamar (áður Reykjahamar)	28		300 m NV af bænum.
<u>HRÍSEYJARHREPPUR</u>			
Ystibær	62	0,4	Í laugarkambi á NA enda eyjarinnar.
Syðstibær	39	0,05	1 km N af þorpinu við Saltnes.
<u>ÁRSKÓGSHREPPUR</u>			
Hálshöfði	20		Milli basaltlaga í sjávarhömrum.
<u>DALVÍKURHREPPUR</u>			
Bæjarfjall	17		Í tveimur lækjarfarvegum ofan og vestan við Hól.
<u>GLÆSIBÆJARHREPPUR</u>			
Laugaland	45	<1	Við Hörgá neðan við skólann.
<u>ÞYUREYRI</u>			
Glerárgil	48	3	Sunnan megin í gilinu, skammt ofan við byggðina.
<u>HRAFNAGILSHREPPUR</u>			
Ytra-Gil	50/25	0,3/lítið	Norðan til í Gilsárgili alllangt ofan við bæinn.
Teigur	12		150 m ofan bæjarins.
Reykhús	74	1,4	Í túninu neðan við bæinn.
Kristnes	59,5	1	Í gili ofan við hélið.
Grísará	41	0,1	Neðan við bæinn.
Hrafnagil	30-45	0,5	Við Reykárrett, skammt frá Laugaborg.
"	35-55	<1	Um 500 m S af bænum, Beint austur af Botni.
<u>SAURBÆJARHREPPUR</u>			
Hleiðargarður	15	0,3	300 m S af bænum.
Strjúgsá	15	0,5	Í av.Djúpadal á milli Strjúgsár og Háls, gengt Stóradal.
Hólsgerði	43,5	≤1	500 m N af bænum.
<u>ÖNGULSSTAÐAHREPPUR</u>			
Laugardalur í Mjadmárdal	40		
Grýta	32	0,8	Undir brekkunni vestan við bæinn.
Brúnalaug	69	1	Við bæinn.
Laugaland	53		Spölkorn ofan við bæinn.
Hóll	50-60	1	Um 500 m ofan við bæinn.
Björk	26-28	0,4	Neðan við bæinn í mýrlendi.
Garósa	19,4		Nálægt bænum.
<u>SVALBARÐSSTRANDARHREPPUR</u>			
Svalbarð	32,5	0,25	Í lækjartakka V við samkomuhúsið.
Tunga			Undir sundlaug.
Ystavík			Á 40 faðma dýpi um 200-300 m undan Ystuvíkurhólum.
<u>GRÝTUBAKKAHREPPUR</u>			
Laufás	15		Í framræsluskurði S við bæinn.
Grýtubakki	19-26	2	Við farveg Grýtu og þar sem hún rennur í Gljúfurá um 1500 m N af bænum.
<u>HÁLSHREPPUR</u>			
Draflastaðir	43	1	Í skurði um 900 m N af bænum.
"		mjög lítið	Í hlíðinni ofan við lagina.
Reykir	90	1,5	Í kálgarði 600 m S við bæinn.
"			Í farvegi Fnjóskár suður af bænum.
<u>LJÓSAVATNSHREPPUR</u>			
Stóru-Tjarnir	53	0,7	600 m vestur af bænum.
"	36-40	lítið	Í grennd, við aðallaugina.

V I Ð A U K I B

STABSETNING VIÐNÁMSMELINGA Í EYJAFIRÐI OG NÁGRENNI SUMARIÐ 1975

AK nr.	Breidd	Lengd	Stefna straumarma	Staðarlýsing
1	92,60	23,20	N 42° A	Vaglarétt (Laugaland, Delamörk).
2	82,40	35,80	N 42° S	50-100 m sunnan Kaupangsbakka.
3	91,10	34,50	N 15° V	300 m austan Litla-Hvamms.
4	95,20	34,10	N 12° A	Meðalheimur.
5	99,85	34,35	N 6° A	500 m norðan Garðsvíkur.
6	108,75	33,30	N 10° V	Nollur.
7	111,50	34,95	N 60° V	Litla-Gerði.
8	78,75	80,75	N 72° V	600 m vestsuðvestan Holtakots.
9	92,70	70,95	N 60° V	Birningstaðaflóí.
10	89,15	76,05	N 50° V	Arnarstapi.
11	91,40	73,30	N 58° V	450 m suðvestan Kambsár.
12	94,40	68,40	N 53° V	600-650 m norðan Háls.
12	97,30	67,70	N 8° V	250 m vestan Hallgilsstaða.
14	104,30	68,10	N 10° A	Við Böðvarsnes.
15	114,65	32,00	N 42° V	Hléskógar, við Þjóðveg.
16	72,65	72,15	N 8° A	300-350 m norðan Kárasels í Bleiksmýrardal.
17	75,70	72,20	N 8° V	Reykir, ca. 200 m vestan gróðurhúsa.
18	74,10	75,90	N 38° V	800 m norðvestan Sörlastaða.
19	77,20	73,35	N 31° V	350 m austan Bakkasels.
20	95,90	66,10	N 4° A	Hrísgerði.
21	80,65	70,20	N 25° V	150 m austan kirkju á Illugastöðum.
22	83,30	68,70	N 23° V	300m austan Fjósatungu.
23	75,25	73,60	N 41° V	Tunga.
24	77,50	72,00	N 13° V	300 m suðaustan Sellands.
25	87,75	67,05	N 4° V	Grænahlíð.
26	91,85	67,70	N 5° V	Vaglaskógur, 600-700 m norðan Vagla.
27	90,35	74,45	N 89° V	260 m vestnorðvestan Stórutjarna.
28	103,10	66,80	N 6° V	Draflastaðalaug, ca. 800 m norðan Draflastaða.
29	99,25	66,45	N 6° A	250 m sunnan Vatnsleysu.
30	89,05	78,95	N 90° A	200 m suðaustan Kross.
31	90,10	65,55	N 8° V	1400 m suðvestan Hróarstaða.
32	94,05	35,85	N 5° A	Vaðlaheiði vestanverð, 100 m norðan Þjóðvegur í 380 m hæð.
33	102,70	36,30	N 77° V	Miðvíkurskarð.
34	102,80	34,50	N 4° V	Miðvík.
35	68,70	31,65	N 32° A	600 m suðsuðaustan Grundar.
36	56,40	28,50	N 9° A	100 m Vestan Grænuhlíðar (= Æsustaðagerði).
37	70,90	33,50	N 20° A	100-150 m vestan Litla-Hamars.
38	85,80	30,55	N 44° A	Norðan Öskuhauga, skammt frá borholu í Glerárdal.
39	117,85	32,20	N 14° A	Strjúgsgil á Leirdalsheiði.
40	74,50	34,80	N 15° A	Brúnalaug.
41	73,85	36,45	N 6° A	500 m austsuðaustur af Uppsölum.
42	75,80	35,20	N 14° A	Íþróttavöllurinn Laugalandi.
43	76,60	63,50	N 24° V	300 m suðaustan Þramar í Garósárdal.
44	75,70	33,95	N 13° A	700 m norðvestan Hrafnagils.
45	76,65	33,80	N 5° A	50 m norðan Kropps.
46	77,75	33,80	N 14° A	400 m vestan Kristness.
47	74,40	72,20	N 6° V	400-500 m norðan Reykjasels.
48	75,65	72,70	N 9° A	Tunga að vestan, 350 m austan laugar.
49	77,00	35,80	N 13° A	Tjarnir.
50	74,05	32,95	N 24° A	200 m suðsuðvestan Botns.
51	75,20	32,70	N 25° A	800 m ofan Hrafnagils.

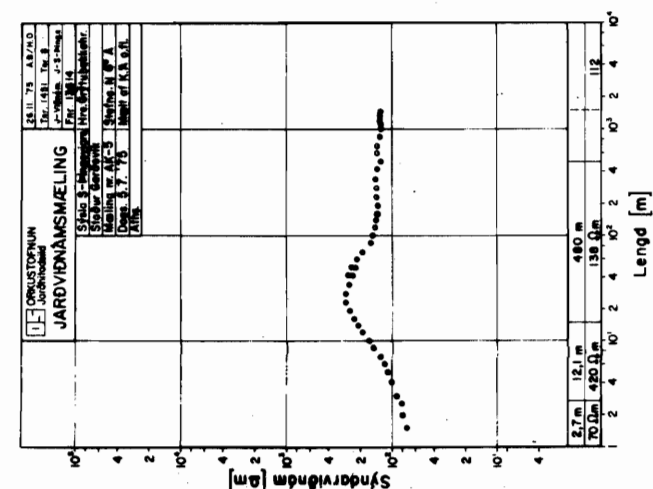
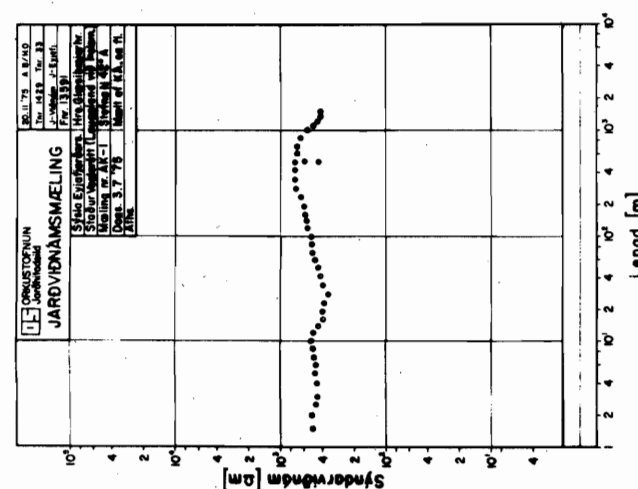
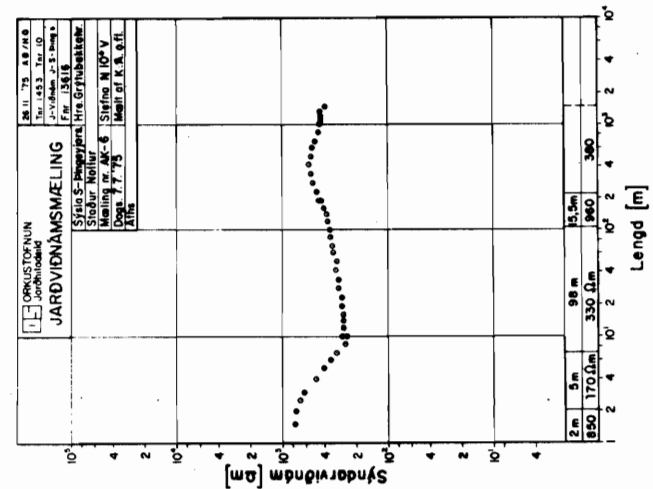
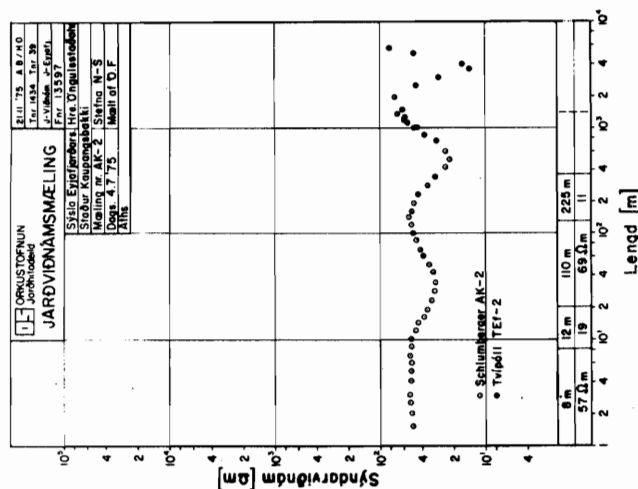
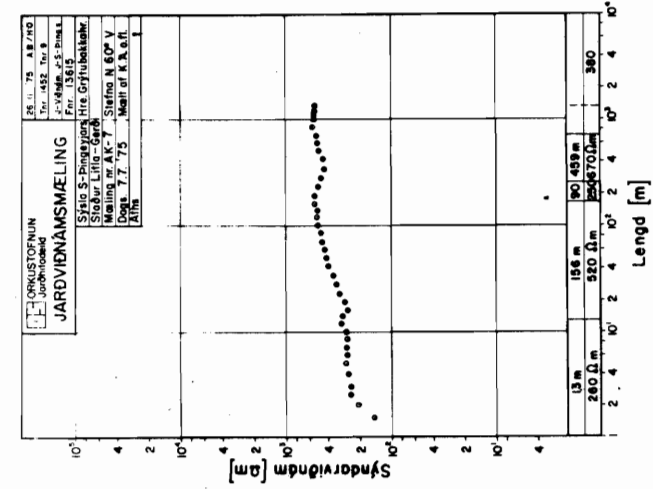
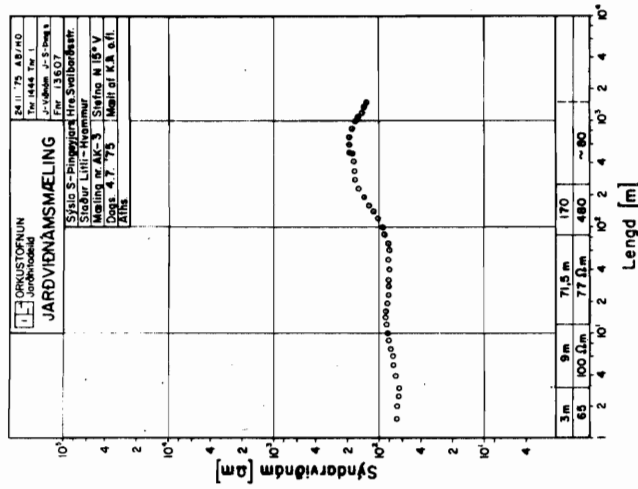
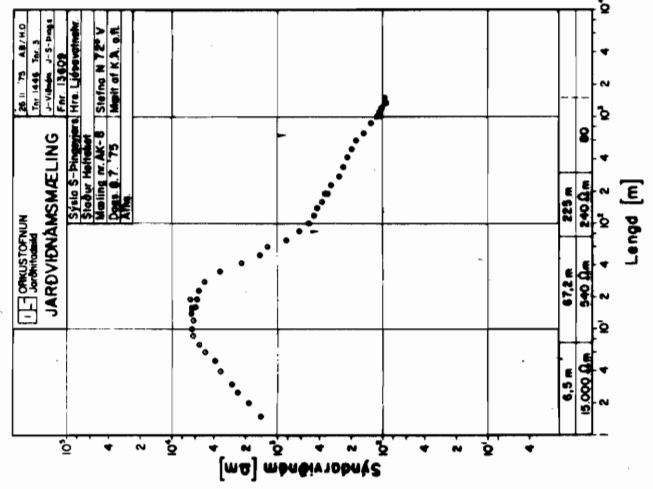
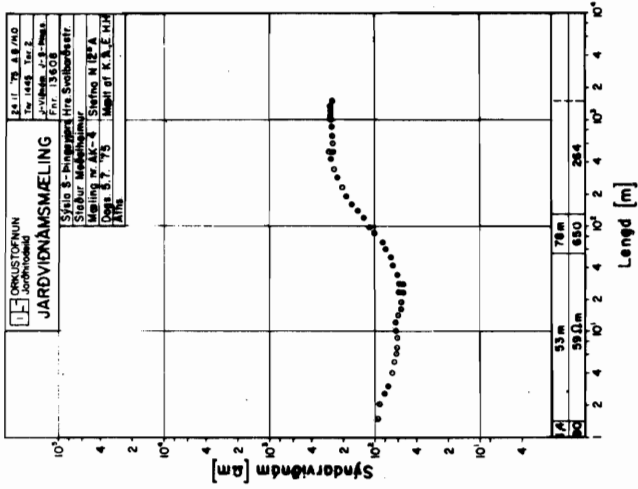
STADSETNING VIÐNÁMSMELINGA MEÐ TVÍPÓL Í EYJAFIRÐI OG NÁGRENNI
SUMARIÐ 1975

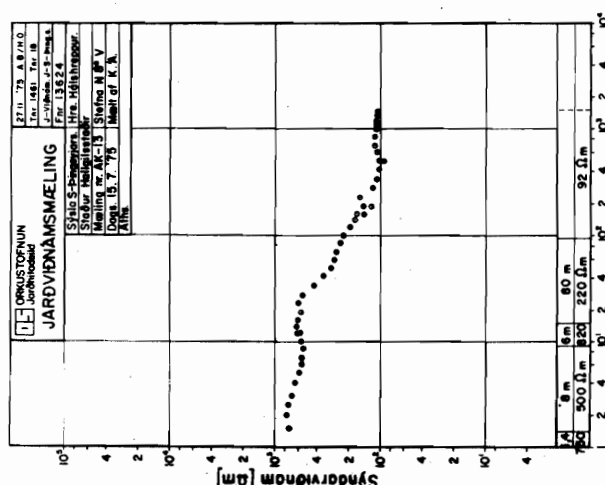
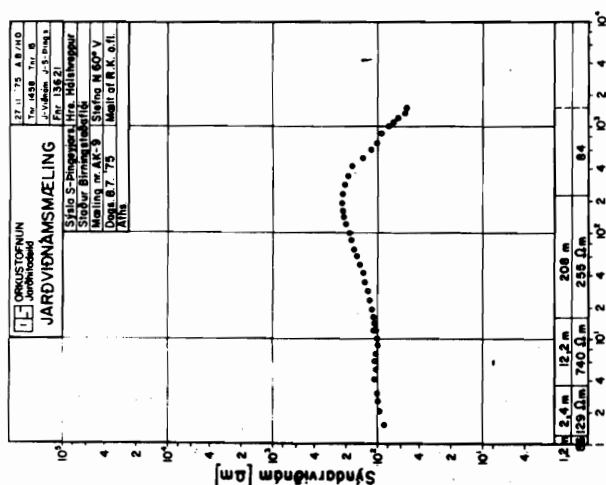
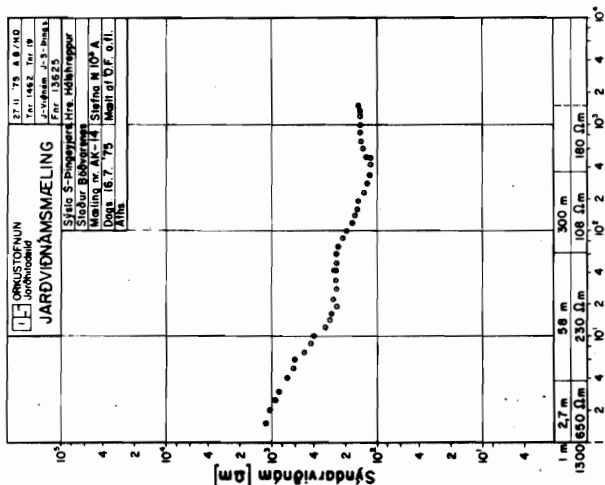
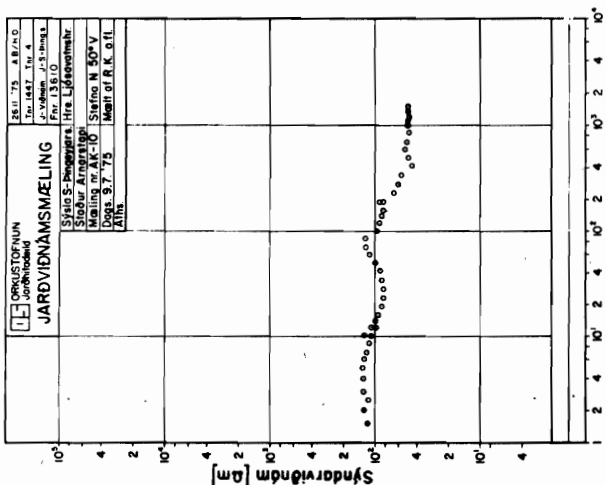
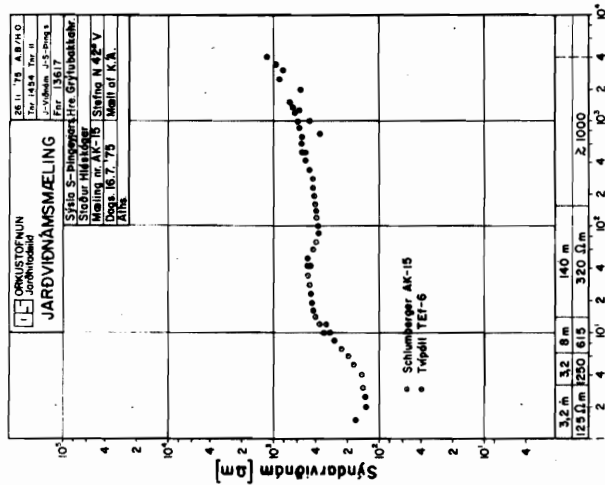
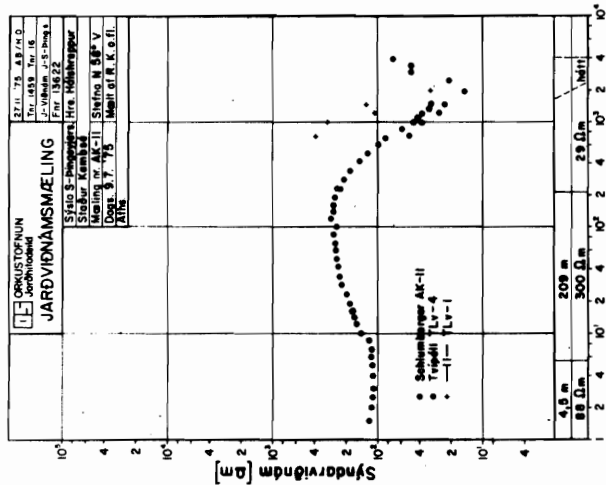
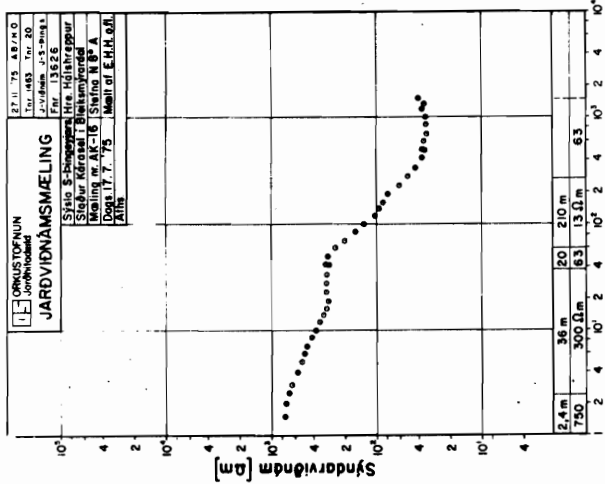
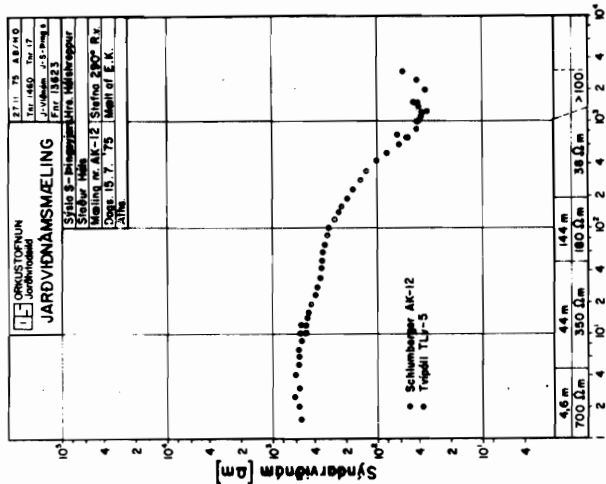
Heiti	Breidd	Lengd	Stefna	Lengd m.	Staðarlýsing
TEf-1	54,90	28,00	10°	4000	750 m norðvestan Nýjabæjar.
TEf-2	78,40	35,50	5°Rv	5700	600 m vestan Öngulsstaða.
TEf-3	"	"	185°Rv	5000	600 m vestan Öngulsstaða.
TEf-4	73,30	34,10	12°Rv	5950	600-650 m vestan Grýtu, 650 m norðvestan Borgarhóls.
TEf-5	"	"	192°Rv	6000	650 m norðvestan Borgarhóls.
TEf-6	13,15	32,85	322°Rv	4000	250 m suðsuðvestan Grundar.
TEf-7	66,65	30,75	18°Rv	7600	250 m austan Samkomugerðis.
TEf-8	73,95	33,45	10°Rv	5000	200-250 m austan Stokkahlaða.
Tfn-1	78,20	72,05	173°Rv	4500	450 m norðaustan Sellands (um Reyki).
Tfn-2	78,75	71,10	326°Rv	5060	900 m norðnorðvestan Sellands (um Illugastaði).

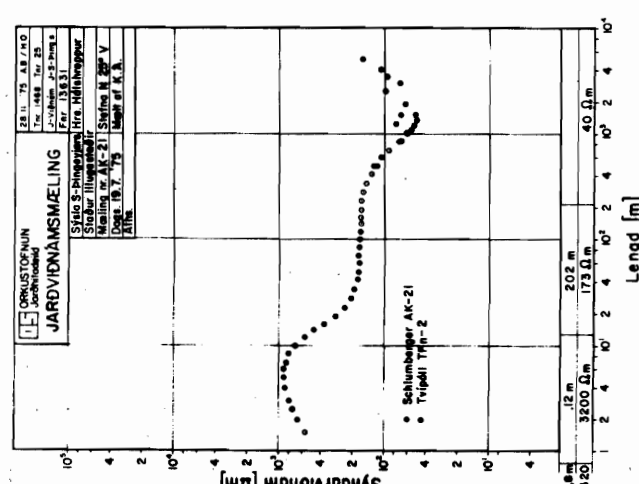
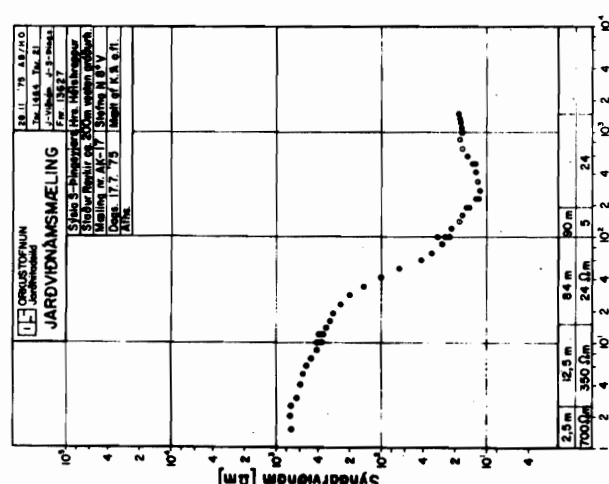
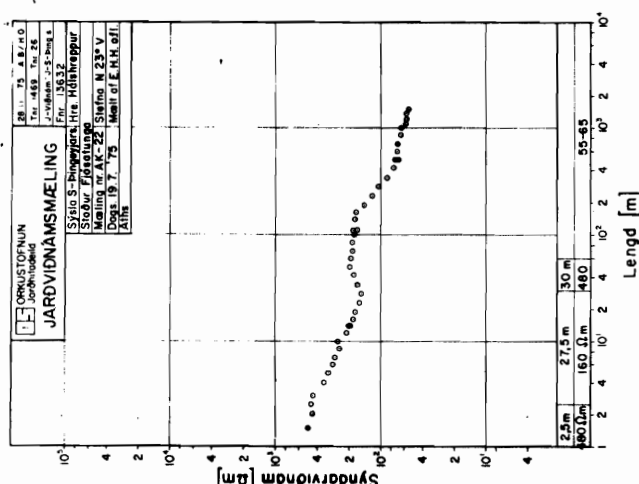
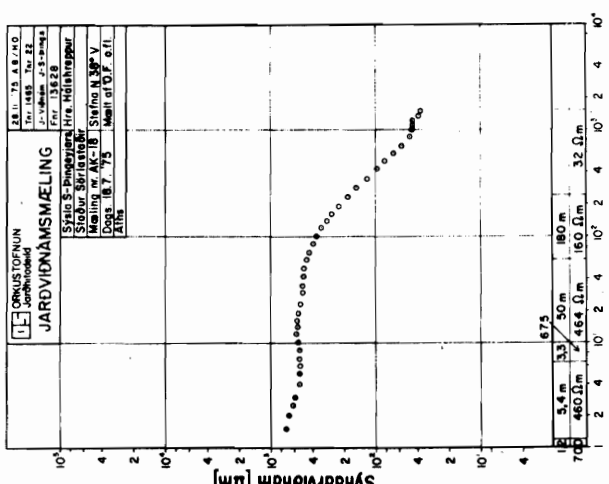
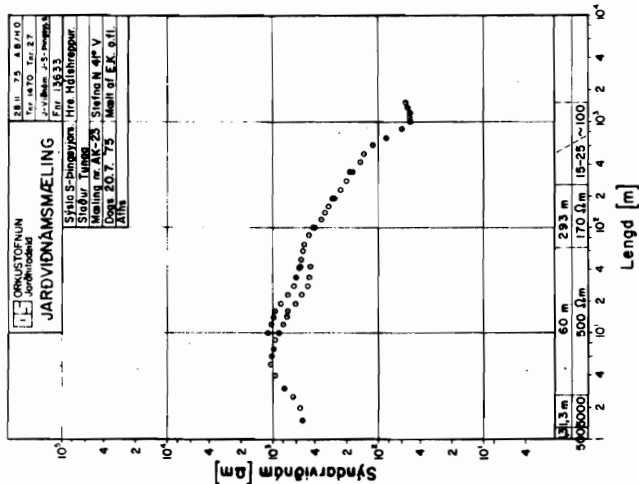
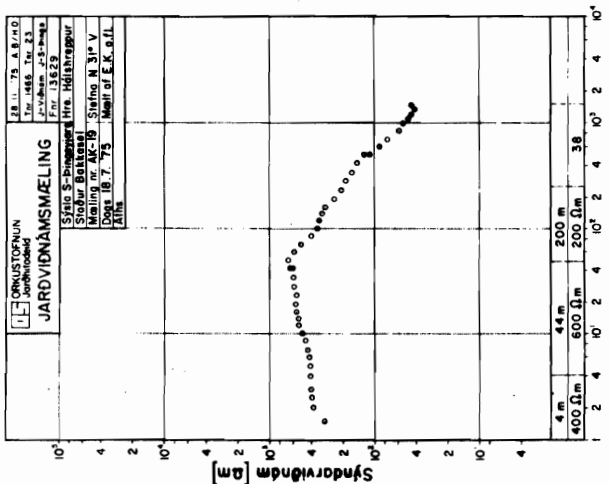
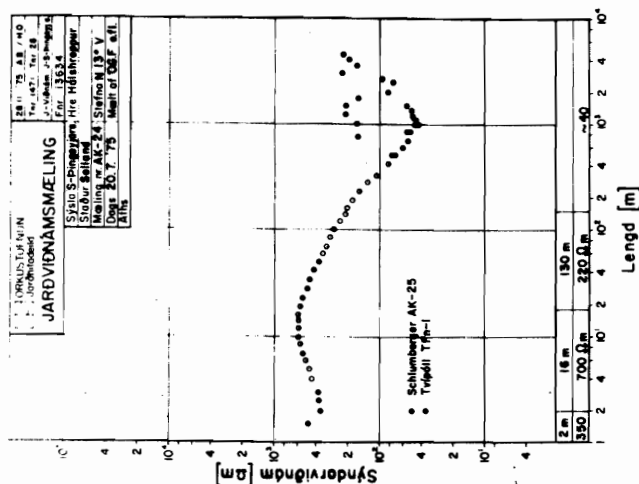
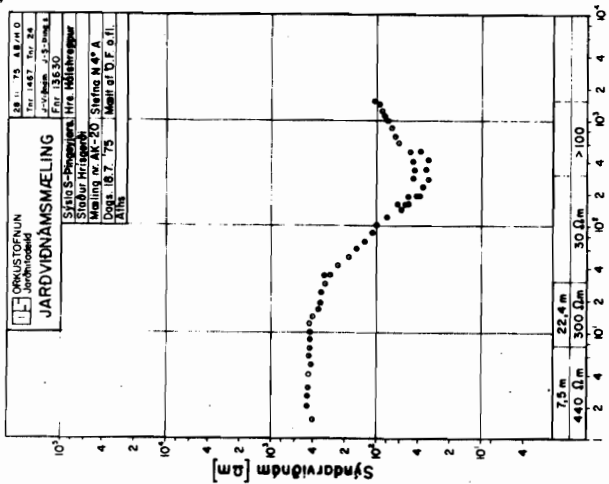
VIÐNÁMSMELINGAR Í EYJAFIRÐI 1970-1974

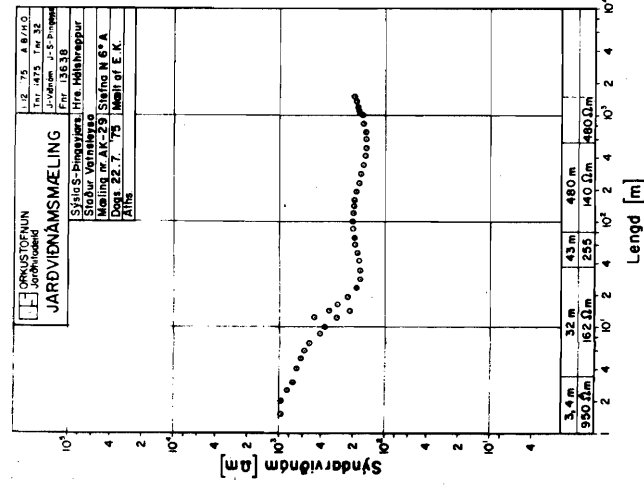
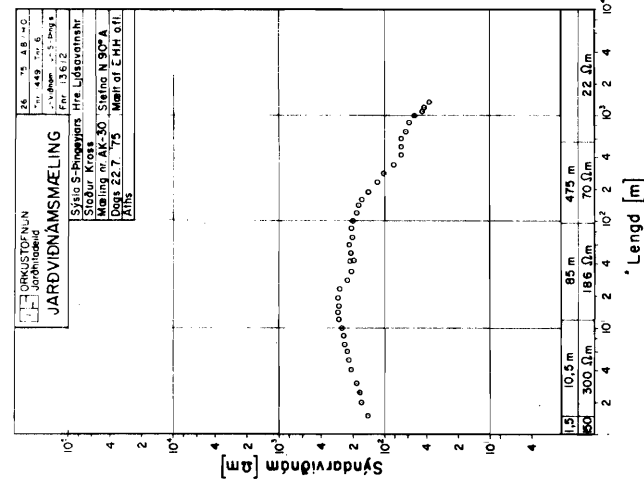
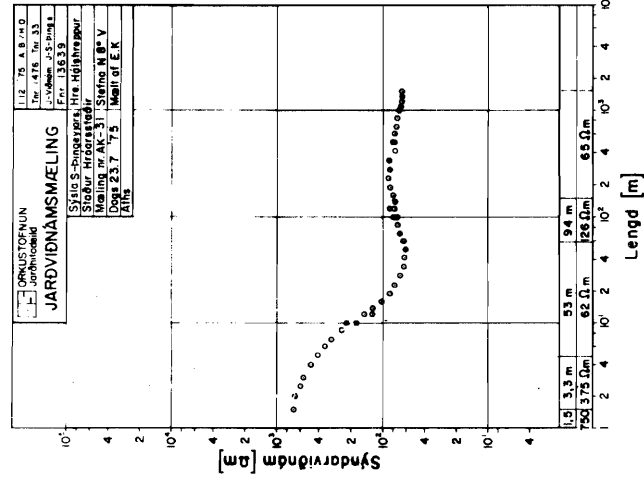
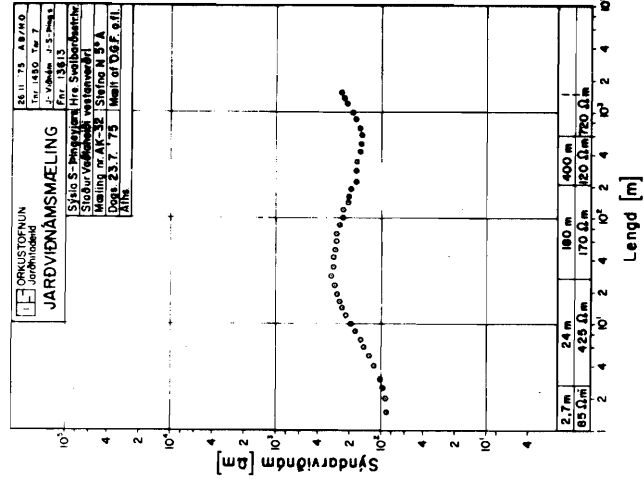
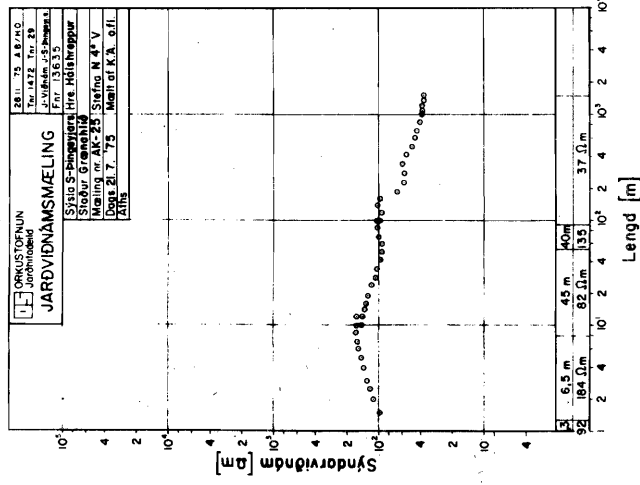
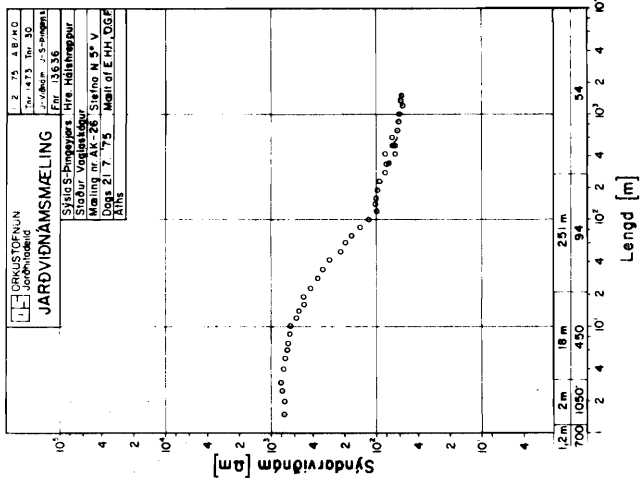
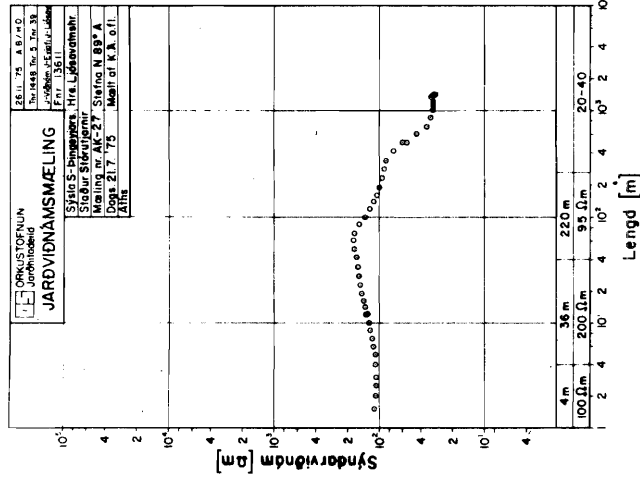
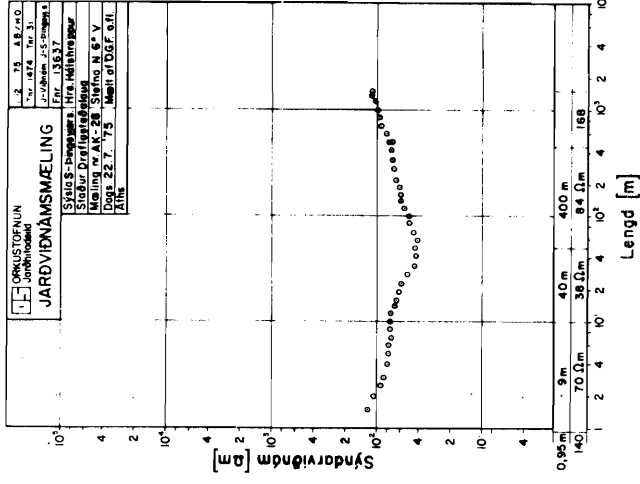
Staður	Ár	Nr. mælinga	Aðferð
Hrísar	69	D-1	Dýptarm. Rióstraumstæki
Laugaland, Hörgárdal	70	D1 - D6	" "
" "	70		Lengdarm. "
Dalvík	70	D1 - D2	Dýptarm. "
Dalvík	70		Lengdarm. "
Akureyri	70	D-1	Dýptarm. "
Eyjafjörður	71	A1 - A25	" Jafnstraumstæki
Dalvík	71	D1 - D3	" "
Laughlíð, Svarfaðardal	71	La-1	" "
Grísará, Eyjafirði	72	Ák-1	" "
Hólslaug "	72	D1 - D3	Dýptarm. Rióstraumstæki
Eyjafjarðardalur	74	TEf-1	Tvípóll
Ljósavatnsskarð	74	TLv-1	"

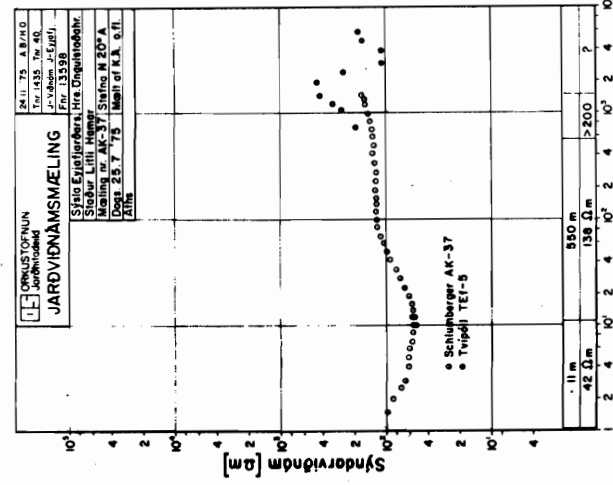
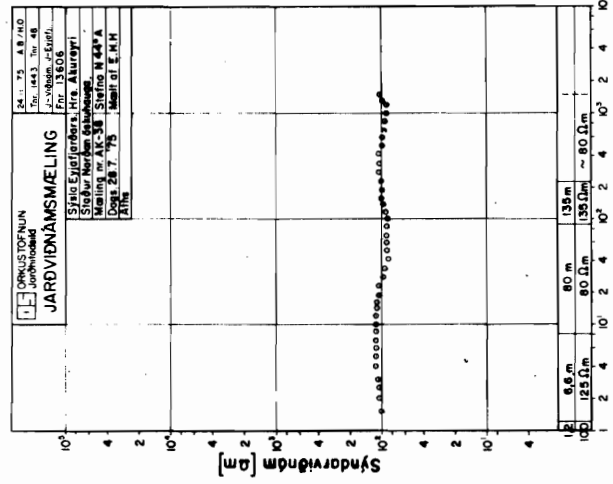
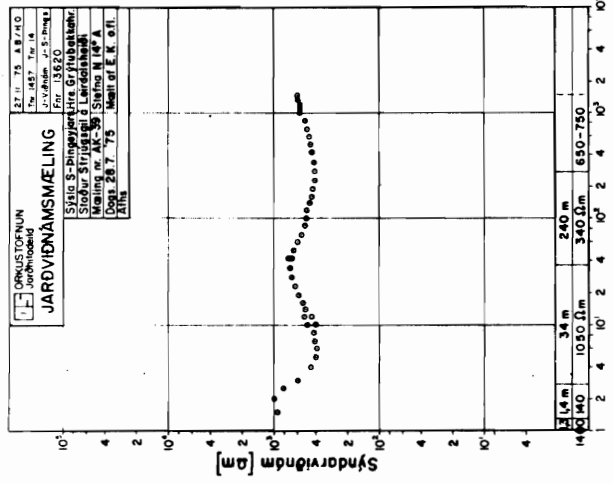
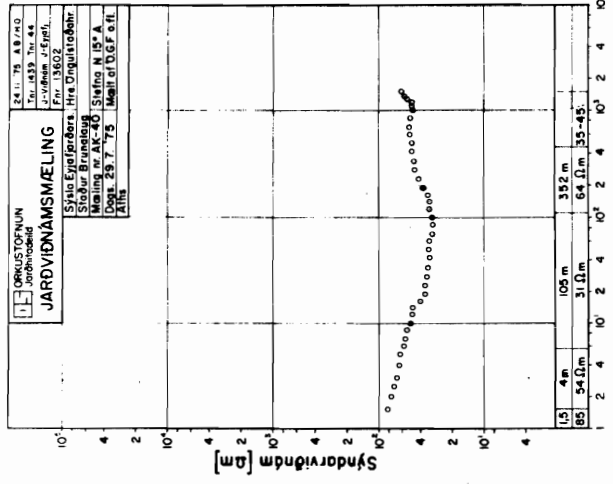
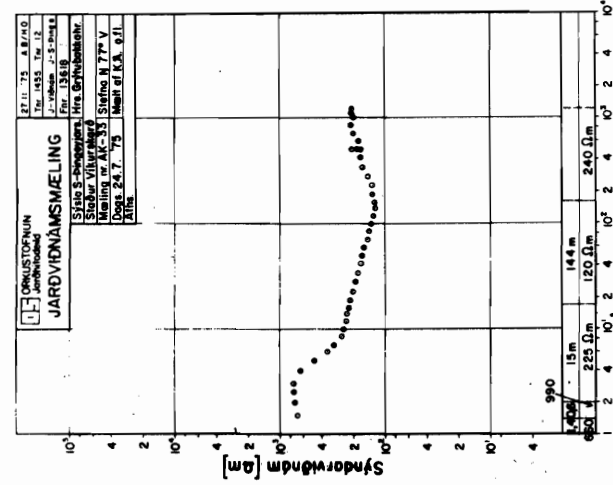
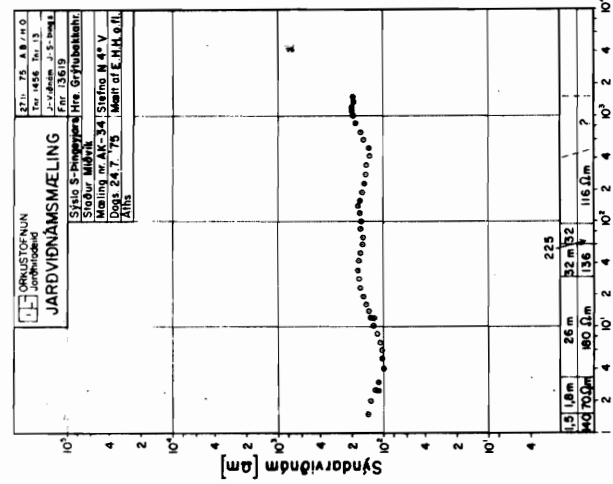
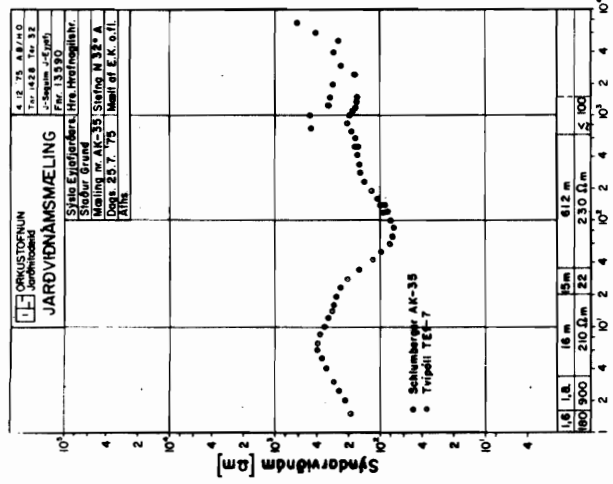
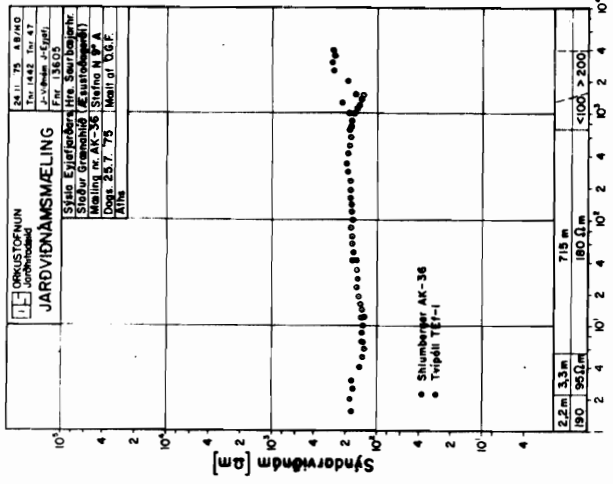
VIÐAUKI C

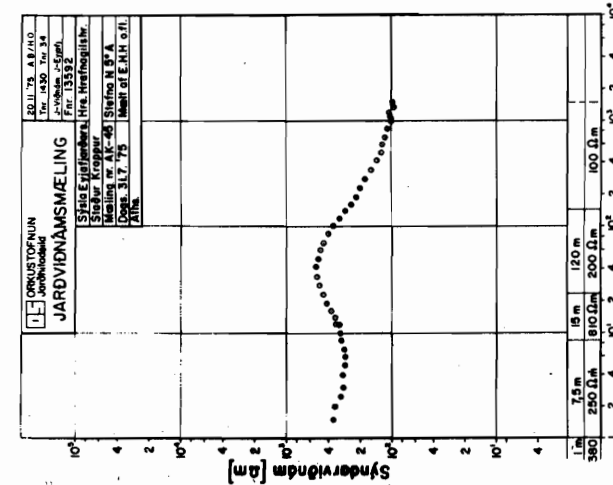
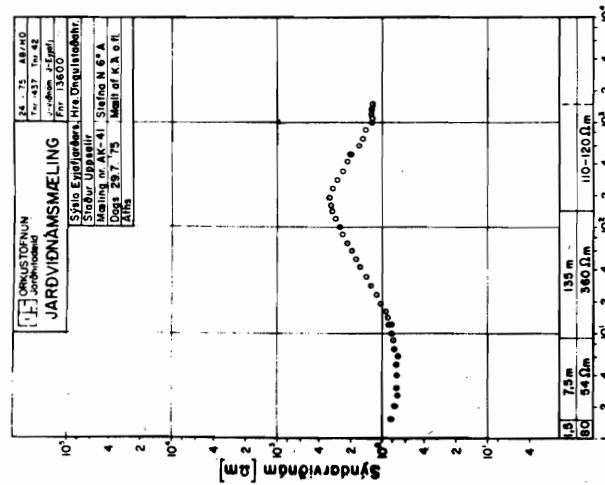
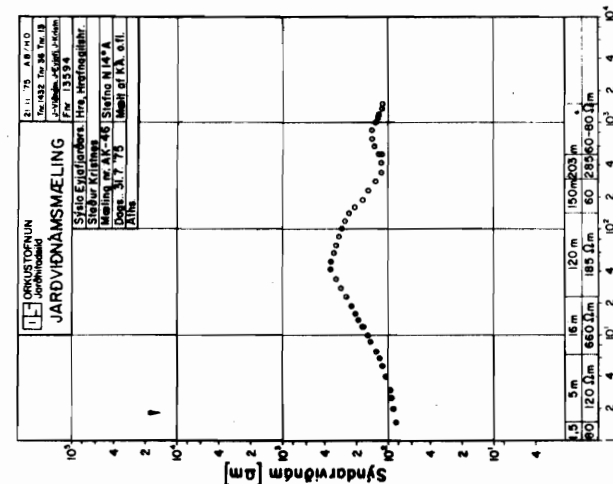
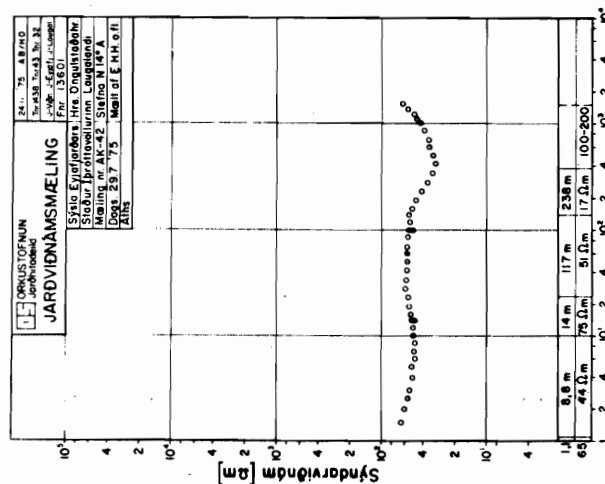
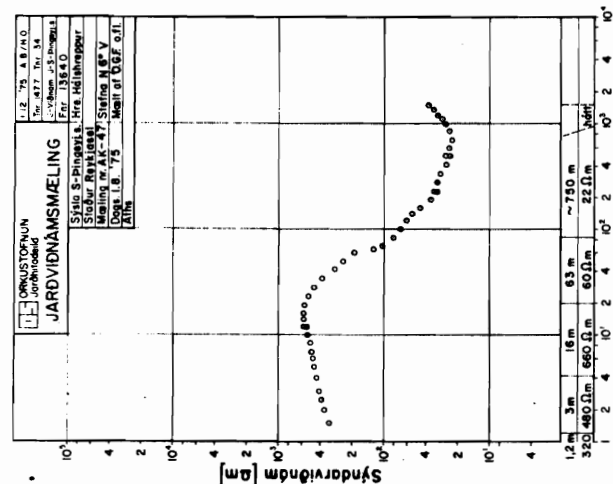
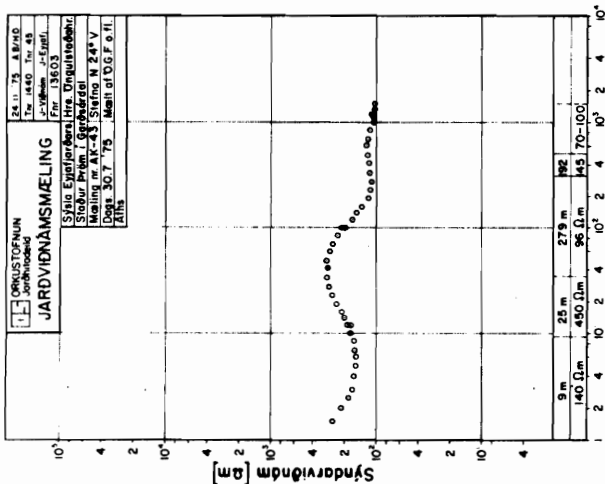
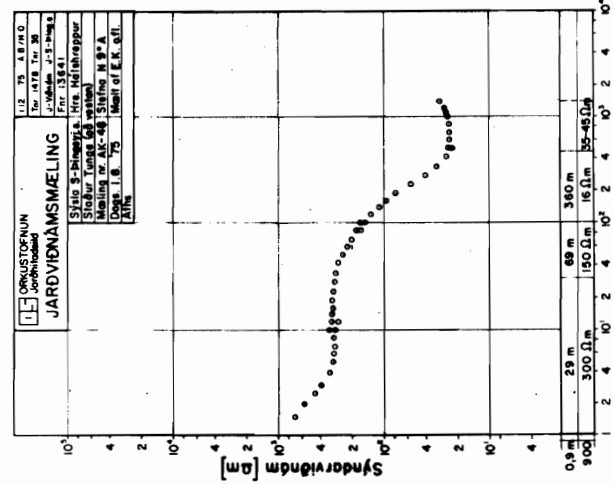
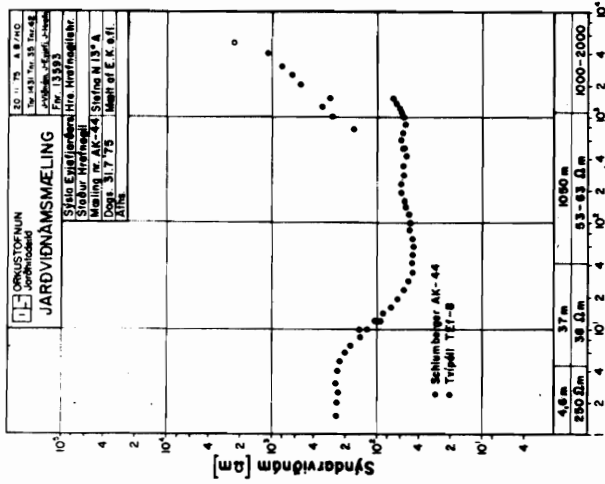


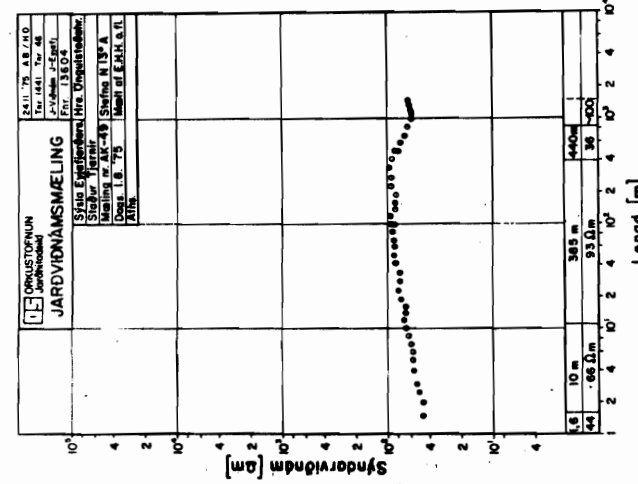
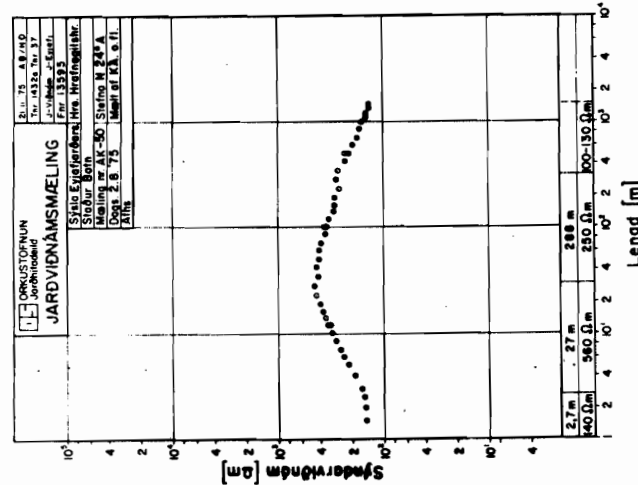
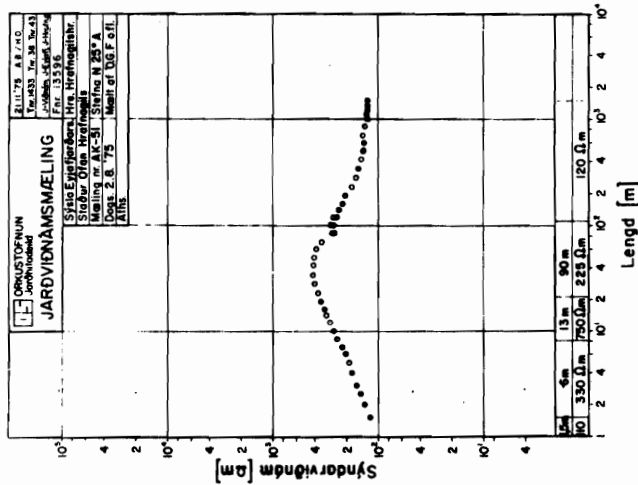
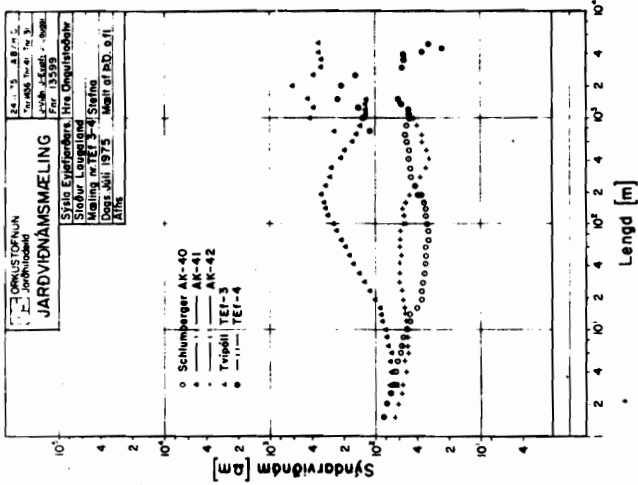












V I Ð A U K I D

SKÝRSLUR JARÐHITAEILDAR ORKUSTOFNUNAR UM
JARÐHITA Í GRENND VIÐ AKUREYRI

1 9 4 7

Gunnar Böövarsson, Jarðviðnámsmælingar í Eyjafirði. Ágúst - september 1947.

1 9 5 6

Þorsteinn Thorsteinsson, Jarðhitaathuganir að Reykhúsum og Kristnesi, Eyjafirði. Júlí 1956.

Þorsteinn Thorsteinsson, Jarðhitaathuganir að Hrafnagili, Eyjafirði. Júlí 1956.

1 9 6 2

Þórarinn Stefánsson, Þorsteinn Vilhjálmsson, Axel Björnsson, Skýrsla um viðnáms- rennslis- og hitamælingar á Ólafsfirði og hitamælingar á Húsavík. Ágúst 1962.

Kristján Sæmundsson, Skýrsla um kortlagningu ganga í Ólafsfirði. Ágúst 1962.

1 9 6 6

Kristján Sæmundsson, Greinargerð um athuganir fyrir hitaveitu Ólafsfjarðar. Nóvember 1966.

Jens Tómasson, Laugaland, lýsing á bergmylsnu úr holu 1, boruð af norðurlandsbor 28.09.64-25.02.65. Júní 1966.

1 9 6 9

Þorvaldur Ólafsson, Björn Stefánsson, Jarðsveiflumælingar á Glerár-eyrum, Akureyri. Ágúst 1969.

Kristján Sæmundsson, Álitsgerð um boranir að Laugalandi í Hörgárdal. Nóvember 1969.

1 9 7 0

Kristján Sæmundsson, Skýrsla um jarðhitarannsóknir á Dalvík í ágúst 1970. September 1970.

1 9 7 1

Guðmundur Guðmundsson, Kristján Sæmundsson, Jarðhitaathuganir við Hrafnagilslaug syðri í Eyjafirði. Nóvember 1971.

Guðmundur Guðmundsson, Kristján Sæmundsson, Greinargerð um jarðhitarannsóknir á Hrafnagili í Eyjafirði. Nóvember 1971.

Guðmundur Guðmundsson, Kristján Sæmundsson, Greinargerð um jarðhitaathuganir á Laugalandi í Eyjafirði. Desember 1971.

Kristján Sæmundsson, Sigurður Benediktsson, Þorsteinn Thorsteinsson, Ísleifur Jónsson, Rannsóknir á jarðhita á Lagalandi, Hörgárdal. Ágúst 1971.

1 9 7 2

Guðmundur Guðmundsson, Kristján Sæmundsson, Jarðhiti í nágrenni Akureyrar. Júlí 1972.

Kristján Sæmundsson, Sigurður Benediktsson, Stefán Arnórsson, Varðandi umsókn um lán vegna borunar fyrir hitaveitu Ólafsfjarðar. Áætlun um holu 1 við Ósbrekku í Ólafsfirði. Ágúst - Október 1972.

1 9 7 3

Guðmundur Guðmundsson, Kristján Sæmundsson, Greinargerð um jarðhitaathuganir við Hólslaug í Eyjafirði. Apríl 1973.

1 9 7 4

Kristján Sæmundsson, Karl Ragnars, Jarðfræðileg umsögn um jarðhita-svæðin í S-Þingeyjarsýslu með tilliti til hitaveitu fyrir Akureyri. Október 1974.

1 9 7 5

Valgarður Stefánsson, Kristján Sæmundsson, Borholumælingar við Dalvík 1974. Janúar 1975.

Axel Björnsson, Guðmundur Pálmason, Kristján Sæmundsson, Áætlun um lokaáfangi í forrannsókn á jarðhita í Eyjafirði, Fnjóskadal og Ljósavatnsskarði, með tilliti til hitaveitu á Akureyri. Apríl 1975.

Rúnar Sigfússon, Segulmælingar við Stórutjarnir, Ljósavatnshreppi. Júní 1975.