

Skýrsla um hitastigulsboranir á árinu 1976

Kristján Sæmundsson

OS JHD 7731

NÓV.1977

Skýrsla um hitastigulsboranir á árinu 1976

Kristján Sæmundsson

OS JHD 7731

NÓV.1977

INNGANGUR

Jarðhitarannsóknir og boranir eftir heitu vatni hafa fram til þessa fyrst og fremst beinst að þekktum jarðhitasvæðum. Segja má, að flestir þéttbýlisstaðir á Suðvesturlandi og Mið-Norðurlandi búi þegar við hitaveitu eða eygi hana innan tíðar. Margir þéttbýlisstaðir í öðrum landshlutum eru verr settir með tilliti til jarðhita. Svo er um Snæfellsnes og Vestfirði, allt Austurland og Suðurland vestur að Þjórsá. Jarðhitarannsóknir beinast nú í auknum mæli að þessum „köldu“ svæðum. Mikill munur er á því, hversu jarðhitaleit og boranir eru miklu óvissari með tilliti til árangurs þar heldur en í þeim landshlutum, þar sem ganga má að þekktum lauga- og hvera- svæðum í nágrenni þéttbýlis, og ljóst að þær eru miklu tíma- frekari. Heildarrannsóknir þar sem beitt er öllum tiltækum aðferðum í jarðhitaleit eru hafnar á Snæfellsnesi, Vestfjörðum og í Rangárvallasýslu og lítils háttar byrjað á Austfjörðum.

Einn þáttur þessara rannsókna er ákvörðun á hitastigli í berggrunni landsins í þeim tilgangi að finna og afmarka þau svæði þar sem hann er hæstur eða óeðlilega hár miðað við umhverfið. Á árinu 1977 voru boraðar í þessum tilgangi 13 holur víðsvegar um landið í nágrenni þéttbýlisstaða. Í skýrslu þessari er greint frá niðurstöðum þessara borana og reynt að túlka þær í samhengi við niðurstöður eldri hitastigulsborana og með hliðsjón af jarðfræðilegri byggingu landsins.

GILDI HITASTIGULSBORANA

Hitastigulsholur hafa hér á landi verið boraðar í tvennum tilgangi. Annars vegar til að afla þekkingar almenns eðlis á hitastigli í berggrunni Íslands, og hins vegar sem aðferð í jarðhitaleit til að finna og afmarka svæði með óeðlilega háum hitastigli miðað við umhverfið. Ein orsök fyrir háum hitastigli gæti verið vatnskerfi með heitu vatni djúpt í berggrunni.

Hitastigulsboranir hafa hér á landi verið notaðar í sambandi við jarðhitaleit í stærstum stíl á höfuðborgarsvæðinu, en þar voru á árunum 1965-1968 boraðar 9 holur til könnunar og nánari afmörkunar á líklegum uppstreymissvæðum heits vatns. Á grundvelli þessara borana og eldri borana fundust jarðhitasvæði á Seltjarnarnesi og í Blesugróf.

Á örfáum stöðum úti um land hafa verið boraðar hitastigulsholur, þar sem jarðhiti er ekki nærri, til könnunar á jarðhitalíkum. Þannig var um holurnar á Hólum í Hjaltadal, hjá Eiðum og við Hólmkelsá milli Ólafsvíkur og Hellissands. Holur á Akureyri og Hvammstanga voru boraðar í sama tilgangi. Allar þessar holur gáfu neikvæða niðurstöðu að því er varðar heitavatnslíkur. Nokkrar holur hafa einnig verið boraðar úti um land á liðnum árum, í þeim tilgangi að kanna hitastigul, þar sem niðurstaðan hefur verið jákvæð jafnvel svo að þeim var fylgt eftir með dýpri borunum. Þannig var um boranir við Hlíðardalsskóla í Ölfusi, og í nágrenni Akraness. Í einstaka holum, sem boraðar hafa verið utan jarðhitasvæða, hefur komið fram hitaferill, sem er truflaður af rennsli vatns. Má nefna sem dæmi borholu, sem boruð var í Tungudal inn af Ísafjarðarkaupstaði fyrir um það bil 10 árum. Borhola inni í bæ á Ólafsfirði, sem boruð var árið 1965 sýnir svipuð einkenni. Báðar þessar holur benda til nálægðar við heit vatnskerfi.

Þær upplýsingar, sem fást mundu með nýjum hitastigulsholum, gátu samkvæmt framanrituðu orðið á ýmsa vegu: 1)hitastigull stöðugur og innan þeirra marka, sem búast mátti við út frá því, sem þekkt var um breytileika hitastiguls eftir landsvæðum. Slík niðurstaða útilokar þó ekki tilvist jarðhita-kerfis t.d. í tengslum við ganga jafnvel í örfárra km fjarlægð (sbr. Akureyri og Hvammstanga og jarðhitasvæðin þar í grenndinni). 2)hitastigull stöðugur, en verulega hærri en búast hefði mátt við. Slíkt gæti bent til nálægðar við heit djúpvatnskerfi. 3)hitastigull truflaður af vatnsrennsli í þeim jarðlögum, sem holan færi gegnum. Eftir atvikum gæti slík hola gefið vísbendingu um heitt vatnskerfi á meira dýpi í nálægð holunnar.

ELDRI HITASTIGULSBORANIR

Fram til ársins 1975 höfðu verið boraðar allmargar holur víðsvegar um land, sem reyndust nothæfar til ákvörðunar á hitastigli. Nokkrar þeirra eru yfir 1000 m á dýpt, en aðrar aðeins um og yfir 100 m djúpar. Dreifing þessara borhola er sýnd á 1. mynd. Upplýsingar um holurnar, dýpt, frágang, jarðlög, hitastigul, tilgang borunar o.fl. er að finna í töflu 1. Í töflunni er sleppt þeim holum, sem augljóslega eru truflaðar af nálægu rennsliskerfi.

Sú heildarmynd, sem lesa mátti út úr þessum hitastigulsborunum var í stuttu máli þannig: Hitastigull er hæstur nærri jaðri gosbeltisins, sem liggur frá Reykjanesi norður í Langjökul og lækkar með vaxandi fjarlægð frá því í báðar áttir. Á jöðrum eystra gosbeltisins á Suðurlandi kemur hár hitastigull ekki fram. Á Norðurlandi hækkar hitastigull þegar kemur að jaðri virka gosbeltisins. Í öðrum landshlutum dreifast gildin nokkuð, en algengast er, að hitastigull sé á bilinu 50-70°C/km á tertíeru blágrýtissvæðunum.

Fáein gildi eru afbrigðileg miðað við umhverfið og gætu bent til áhrifa frá jarðhitakerfum. Má þar nefna Tinda á Skarðsströnd og Ullartanga við Lagarfljót. Einnig má telja hér með Þórisdal í Lóni, en þar hafðist uppá 130 m djúpri borholu nú í sumar (1977), sem boruð var fyrir tæpum áratug af erlendum mönnum vegna spennumælinga í bergi.

Hitastigulsgildi í nokkrum eldri borholunum víkja lítillega frá eldri gildum. Nýjar hitamælingar hafa gefið breytta niðurstöðu. Eldri gildin eru tilfærð í aftasta dálki töflunnar. Á einum stað er til bæði grunn og djúp borhola, þ.e. á Akranesi. Þar gefur 100 m holan stigullinn 137°C/km, en sú dýpri 129°C/km. Þarna er stigull við yfirborð mældur í grunnri holu um 10% of hár miðað við stigul mældan í dýpri holu á sama stað. Þetta skiptir ekki meginmáli fyrir hitastigulsboranir sem aðferð í jarðhitaleit, nema þar sem munurinn er mjög mikill. Þannig sýnir ein hola önnur tilhneig-

ingu í sömu átt, þ.e. 750 m djúp hola á Eyrarbakka. Þar er stigullinn miðað við 100 m kringum $160^{\circ}\text{C}/\text{km}$ eða næstum helmingi hærri en meðaltal af holunni allri. Ástæðan er líklega sú, að vatnsrennsli í efsta hluta berggrunns gefur hækkaðan stigul. Í þessu tilfelli reyndist vatnskerfið, sem gaf hinn háa yfirborðsstigul vera aðeins um 25°C og liggja á 120-200 m dýpi. Á 2. mynd er sýnt til skýringar hvernig túlka má háan hitastigul mældan í grunnri borholu ; annars vegar sem afleiðingu af rennsli vatns með lágu hitastigi tiltölulega ofarlega í berggrunni, hins vegar sem afleiðingu af rennsli vatns með háu hitastigi djúpt í berggrunni. Sá möguleiki er einnig fyrir hendi að hiti haldi áfram að vaxa hratt og línulega niður fyrir það dýpi, sem hagkvæmt væri að vinna vatn.

VARMALEIÐNI BERGS OG VARMASTREYMI

Varmastreymi gefur til kynna hversu mikill varmi berst út í gegnum yfirborð jarðar per tímaeiningu. Er þá eingöngu hafður í huga sá varmi, sem berst burt með varmaleiðni gegnum skorpu. Á jörðinni allri er varmastreymið einna mest eftir endilöngum ási úthafshryggjanna. Ísland situr á slíkum hrygg og ás hans eru gosbeltin, þó ekki nema hluti þeirra. Til þess að unnt sé að ákvarða varmastreymi þarf að þekkja annars vegar hitastigul hins vegar varmaleiðni bergsins. Hitastigull segir til um hversu hiti vex með dýpi og verður hann ekki mældur nema í borholum. Varmaleiðni er venjulega mæld í rannsóknastofu og helst notaðir bor-kjarnar. Varmaleiðni hefur verið ákvörðuð í fast að 40 sýnum af íslensku bergi (flestallt borkjarnar). Langflest þessi sýni eru af basalti bæði fersku og holufylltu. Eitt sýni af túffi, dóleríti, granófýri og líparíti hefur verið ákvarðað. Um varmaleiðni algengustu millilaga er ekki vitað. Ljóst virðist, að ummyndun í leir og zeólíta lækkar varmaleiðni bergsins, hins vegar hækkar hún við hærri stig ummyndunar þar sem kvars, epidóts og kalsíts gætir meira. Meðalvarmaleiðni basalts, sem er sámilega þétt og alveg ferskt

eða lítið myndbreytt, er í kringum $4,2 \mu\text{cal/cm sec } ^\circ\text{C}$ (miðað við blautt berg). Meðalvarmaleiðni í holufylltum lausakarga, sem oft fylgir hraunlögum, er kringum $3,8 \mu\text{cal/cm sec } ^\circ\text{C}$.

Til þess að áætla meðalvarmaleiðni í venjulegum hraunlagastafla á blágrýtissvæði, þ.e. sams konar stafla og flestar hitastigulsholurnar fara í gegnum, er reiknað með að

70% séu þétt basalt
25% séu holufylltur kargi
5% séu millilög.

Má út frá þessu áætla meðalvarmaleiðnina. Millilögum er til bráðabirgða gefin sama varmaleiðni og holufylltum karga. Gildið, sem þannig fæst, er $4,1 \mu\text{cal/cm sec } ^\circ\text{C}$. Út frá fyrirliggjandi varmaleiðnimælingum og jarðlagasniðum er tæpast grundvöllur til að áætla mismunandi meðalgildi fyrir hverja einstaka borholu þar sem á annað borð var borað í ferskt eða lítið ummyndað berg. Nokkrar af holunum eru boraðar í berg, sem er mikið ummyndað (laumontít og jafnvel epidót og granat til staðar). Ekki er reynt að meta varmaleiðnina á þeim stöðum.

Á heildina lítið er mjög svipuð fylgni milli varmastreymis og fjarlægðar frá gosbelti hér á landi og áður hefur fundist á Miðatlantshafshryggnum. Veruleg frávik koma fram í grennd við þá hluta gosbeltisins, sem eru yngstir, og einnig á svæði, sem nær yfir norðanvert Snæfellsnes og Breiðafjörð (3. mynd).

HITASTIGULSBORANIR Á ÁRINU 1976

Á s.l. ári voru boraðar 13 grunnar holur til mælinga á hitastigli, allar í grennd við þéttbýlisstaði þar sem jarðhita er hvergi að finna alveg í grenndinni. Greinargerð með tillögu um þessar boranir dags. 30.10.1975 var lögð fyrir orkuráð og veittar til þeirra 30 m.kr. Á ýmsum þessara staða voru vissar líkur taldar á nýtanlegum jarðhita, þar sem þeir liggja nærri jaðri þekktra jarðhitasvæða (Patreks-

fjörður, Grundarfjörður, Stykkishólmur, Hólmavík, Vopnafjörður, Hella). Aðrir voru valdir í þeim tilgangi einum að kanna hitastigul og auka við almenna þekkingu á breytileika hitastiguls í berggrunni Íslands (Þingeyri, Skagaströnd, Reyðarfjörður). Eins og vænta mátti urðu niðurstöður borananna til þess að breyta ýmsu í þeim hugmyndum, sem menn höfðu gert sér fyrirfram og nokkru ljósari mynd hefur fengist af breytileika hitastigulsins. Hér á eftir verða raktar niðurstöður borana á einstökum stöðum. Upplýsingar um holurnar er að finna í töflu 2.

Grundarfjörður

Holan í Grundarfirði var boruð á tímabilinu 24.5. - 2.6. 1976. Staðsetning er sýnd á 4. mynd. Holan er nærri vesturjaðri megineldstöðvar. Austan megin í sömu eldstöð er jarðhiti í sjó, fram undan Berserkseyri (41°C). Holan er boruð í kolhart, tertíert blágrýti. Hún varð einungis 53 m djúp. Olli því óhapp við borunina. Þetta koma þó ekki að sök, því að holan er í þéttu bergi. Er hún var hitamæld nú í des. s.l. (7. mynd) sýndi hún nánast stöðugan hitastigul, sem reyndist mjög hár eða 116°C/km. Fyrri mæling, frá í ágústbyrjun, sýndi sömu niðurstöðu.

Stykkishólmur

Holan í Stykkishólmi var boruð á tímabilinu 9.10. - 20.11. 1976. Staðsetning er sýnd á 4. mynd. Holan var boruð á s.k. Ytrihöfða norðvestast í þorpinu. Berglög þar eru þykk blágrýtishraunlög hallandi til norðvesturs. Holan varð 82 m djúp. Dýpra komst borinn ekki, vegna þess að hrun úr millilagi í 30 m olli festum. Holan var fóðruð með 1 1/4" röri í botn vegna hrunkaflans. Holan í Stykkishólmi var hitamæld þann 29.12., en þá voru nál. 6 vikur liðnar frá því að borun lauk. Hitastigullinn reyndist vera álíka hár og í Grundarfirði, eða 110°C/km (8. mynd).

Flatey

Í Flatey var borað rétt ofan við bryggjuna vestast á eyinni. Sú hola var eins og holan í Búðardal ekki ákveðin fyrr en seint um haustið 1976, eftir að fyrir lá að hitastigull var óeðlilega hár bæði í Grundarfirði og Stykkishólmi. Með þessum tveimur holum var hugmyndin að reyna að kanna betur viðáttu þess svæðis þar sem hitastigull var óeðlilega hár. Borun í Flatey hefur auk þess lengi verið á dagskrá vegna þess að mikill jarðhiti er í eyjum og skerjum þar vestur og norður af, og ýmsum kappsmál að reyna að rétta við hag eyjarinnar með því að ná þar upp heitu vatni.

Frá Flatey er stytst í jarðhita um 10 km vestur í Oddbjarnarsker, en sagnir eru um jarðhita í Diskæðarskeri 4 km norðvestur af eyinni. Holan var boruð á tímabilinu 6.-16. des. 1976 og er dýpt hennar 103 m. Jarðlög voru basaltlög grænleit af ummyndun og mikið í þeim um pyrít. Geislasteintegundin laumontít finnst í berglögum norðan á eyinni. Ummyndunin bendir til nálægðar við gamalt háhitasvæði, en miðja þess hefur líklega legið norður af Flatey. Bergið, sem borað var gegnum, reyndist þétt og var ekki þörf á að setja fóðringu í holuna, nema rörstubb í toppinn. Holan var hitamæld þann 30.12.1976, og er niðurstaða þeirrar mælingar sýnd á 9. mynd. Hitastigullinn reyndist vera 124°C/km.

Ljóst virðist, að hitastigull er óeðlilega hár á stóru svæði á norðanverðu Snæfellsnesi, Skarðströnd og um Breiðafjörð. Borhola milli Ólafsvíkur og Hellissands virðist vera í vesturjaðri þessa svæðis, en holur hjá Staðarstað og Búðardal sunnan við það. Óvíst er um takmörk þess til norðurs. Tvennt gæti skýrt þennan háa hitastigul. Annars vegar staðbundin óregla í varmastreyminu, sem stæði í sambandi við heit berglög djúpt í undirgrunni þessa svæðis. Má í því sambandi benda á nálægð við Snæfellsnesgosbeltið. Hins vegar er sá möguleiki, að heit vatnskerfi séu til staðar djúpt í berggrunni undir þessu svæði. Líklegir leiðarar heits vatns væru millilagasyrpur, sem allmikið ber á uppi á landi austast í Barðastrandarsýslu.

Hver sem er orsök þessa háa hitastiguls, er hann nægilega hár til þess að koma af stað hringrás vatns ef berglög eru nægilega vel leiðandi. Nú er vitað, að hér er um mjög þétt berglög að ræða og ekki að vænta verulegrar vatnsleiðni nema helst í sambandi við ganga eða sprungur. Með fleiri hitastigulsholum þyrfti að ákvarða betur legu og lögun heitustu blettanna innan þessa stóra flæmis og samband þeirra við jarðfræðilega byggingu Snæfellsness og Breiðafjarðar.

Búðardalur

Holan í Búðardal var boruð á tímabilinu 22.11. - 5.12. 1976. Þegar hún var ákveðin hafði fundist mjög hár hitastigull norðan megin á Snæfellsnesi og á Skarðsströnd og var holan í Búðardal boruð m.a. til þess að kanna útbreiðslu þessa heita svæðis til suðausturs. Holunni var valinn staður upp af bryggjunni í Búðardal og hún boruð í 102 m dýpi. Berglögin, sem borað var gegnum, eru mestmegnis morkið dyngjubasalt, sem fylgja má meðfram ströndinni norður undir botn Hvammsfjarðar. Þessum lögum hallar um nokkrar gráður til SA. Holan reyndist vel þétt og var ekki fóðruð nema í toppinn með 4" röri í 2 m dýpi. Holan var hitamæld þann 29.12. nál. 3 vikum eftir að borun lauk (10.mynd). Hitastigullinn er nálægt 72°C/km, sem er eðlilegur stigull á þessu svæði miðað við aldur berggrunns og fjarlægð frá virka gosbeltinu. Hjá Búðardal er þannig komið suður fyrir heita svæðið í Breiðafirði og þar umhverfis. Litlar líkur eru á að frekari hitastigulboranir nærri Búðardal leiði til hagstæðari niðurstöðu. Í ráði er að rannsaka ítarlega með mælingum á vegum viðkomandi sveitarfélaga spildu frá Búðardal 20 km suður eða norður eftir að þekktum jarðhita (Grafarlaug og Sælingsdalslaug).

Borun á Patreksfirði

Um forsendur borunarinnar á Patreksfirði er fjallað í stuttri greinargerð eftir Kristján Sæmundsson frá 20.11.1975. Holan var staðsett innan við þorpið rétt vestan við nokkra bergganga, sem stefna NA-SV þvert yfir mynni Mikladals. Vegna þess hve jarðlög eru lítið holufyllt og því lek, var strax í

byrjun gert ráð fyrir að bora þyrfti a.m.k. 300 m djúpa holu. Nokkrar æðar fundust í holunni, sú fyrsta í 100 m, síðan í 200 m og aftur í 280 m. Borun var hætt í 400 m dýpi, enda höfðu ekki komið fram neinar æðar neðan 280 m. Holan var boruð á tímabilinu 21. jan. - 14. febr. 1976 og síðan hitamæld þann 17.5.1976 (sjá 11. mynd). Af hitamælingunni sést, að 20-30°C heitt vatn er til staðar, líklega í tengslum við berggangana, ofan 400 m dýpis. Vissar líkur eru á, að gangarnir séu vatnsleiðandi á enn meira dýpi, en hitastig vatnsins líklega lágt. Uppleyst kísilsýra í vatninu bendir ekki til hærri hita en mælst hefur í holunni. Vatnsæðarnar valda því, að ekki er hægt að ákvarða hitastigul í þessari holu. Aðeins djúpboran getur skorið úr um vatnsgengd og hitastig á miklu dýpi (1000-2000 m) í gangakerfinu. Af þeim stöðum, sem nú er unnið að rannsóknum á, eru aðstæður á Patreksfirði líkastar aðstæðum í Bolungarvík og á Ísafirði. Því er vert að meta árangur borana á þessum stöðum, áður en djúpboran verður ákveðin á Patreksfirði. Ítarlegri kortlagning á göngum og sprungum og meiri mælingar þurfa einnig að fara fram, áður en djúp rannsóknarhola verður boruð. Viðnámsmæling, sem gerð var sumarið 1976 á móts við rannsóknarholuna, sýndi hátt viðnám og benti þannig ekki til jarðhita.

Borhola á Þingeyri

Holan á Þingeyri var boruð í fjörunni miðsvæðis í þorpinu. Hún var boruð niður í 102 m dýpi á tímabilinu 31.8. - 18.9. Jarðlög voru basalhraunlög með þunnum rauðalögum. Þeim hallar um nokkrar gráður til SA. Á 52 m dýpi hittist á vatnsæð. Var holan því fóðruð með 1 1/4" röri í botn og steypt utan með því. Tókst þannig að stífla æðina og koma í veg fyrir, að hún truflaði hitamælingar. Þingeyri stendur jarðfræðilega séð rétt norðan við megineldstöð. Jarðhita verður hvergi vart í henni eða í grennd við hana. Berglög eru þar allvel holufyllt ólíkt því, sem er annars vestast á Vestfjörðum. Þótti Þingeyri því hentugur staður til að bora á hitastigulsholu til könnunar á því hver væri hinn ótruflaði hitastigull í bergi vestantil á Vestfjörðum. Holan var hitamæld þann 20.11. og er niðurstaðan sýnd á 12. mynd. Hitastigullinn reyndist vera um 53°C/km.

Þetta er lægsta gildi, sem fundist hefur til þessa á Vestur- og Norðurlandi og er svipað og búast mátti við á köldu svæði á Vestfjörðum. Aðeins á Austurlandi er hitastigull svona lágur. Niðurstaðan er í góðu samræmi við það, að elstu berglög á Vesturlandi koma fram vestast á Vestfjörðum. Ólíklegt er, að aðrir staðir í nágrenni við Þingeyri gefi jákvæðari niðurstöðu og því naumast ástæða til frekari hitastigulsborana þar að svo stöddu.

Borhola á Hólmavík

Þegar ákvörðun var tekin um að bora hitastigulsholu nærri Hólmavík var talið hugsanlegt, að finna vott um jarðhita í SV framhaldi misgengja og ganga, sem heitt vatn fylgir í Bjarnarfirði og norðan við Steingrímsfjörð. Holunni var valinn staður í Skeljavík nokkuð utan við Hólmavík nálægt vesturjaðri misgengjasveimsins. Holan varð 102 m á dýpt og var boruð á tímabilinu 19.9. - 8.10. Holan er boruð í basalt með allmiklum suðaustlægum halla. Smávegis leki var í holunni og var hún því fódruð með 1 1/4" röri í botn og steyppt utan með. Holan var hitamæld þann 10.11., og er niðurstaðan sýnd á 13. mynd. Hitastigullinn reyndist vera um 65°C/km. Þetta gildi er það lágt, að ekki kemur til greina nálægð við heitt grunnvatnskerfi. Hjá Hólmavík er komið í miklu yngra berg heldur en finnst vestast á Vestfjörðum og jafnframt nær hitauppsprettunni, þ.e. virka gosbeltinu, þannig að ekki er óeðlilegt að hitastigull þar sé lítið eitt hærrí en á Þingeyri. Ástæða er til að viðnámsmæla og kortleggja vendilega misgengja- og gangakerfið við sunnanverðan Steingrímsfjörð utan við Þverá og bora jafnvel aðra hitastigulsholu mun austar.

Skagaströnd

Holan á Skagaströnd var boruð á tímabilinu 3.6. - 19.6. 1976. Hún var staðsett norðan við þorpið (5. mynd) við norður jaðarinn á þykkum stuðlabergslögum (líklega innskot), sem setja mjög svip á þorpið. Berglög á borstaðnum eru mikið ummynduð (laumontít útbreitt) og brotin. Jarðlögum hallar um nokkrar gráður til VSV. Borstaðurinn er við vesturjaðarinn á megin-

eldstöð, sem liggur inni í fjalllendinu á Skaga. Holan var boruð í fulla dýpt, 102 m. Vegna hruns í 67 m var holan fóðruð með 1 1/4" í botn og fóðringin steyppt.

Holan var hitamæld þann 13.8. og reyndist hitastigullinn vera 69°C/km (14. mynd). Þessi lági stigull bendir ekki til, að heitt vatn sé að finna þarna nálægt. Fyrir nokkrum árum var boruð höggborshola uppi við þjóðveg austan við þorpið. Sú hola var 80 m djúp, en var eyðilögð fljótlega eftir borun. Hitamæling í henni sýndi svipaðan stigul og holan nyrst í þorpinu. Á milli þeirra eru 2 km. Orðrómur er á kreiki um jarðhita allhált ofan við Brandaskarð 3 km norðan við borstaðinn nyrst í þorpinu. Aðstaður eru þar svipaðar og á borstaðnum hvað snertir gerð berglaga og ummyndunarstig. Ekkert vatn sést á yfirborði nema í vorleysingum. Reynt verður að ganga úr skugga um, hvort þarna sé jarðhiti til staðar.

Vopnafjörður

Jarðhiti finnst í Selárdal norðan við Vopnafjarðarkauptún. Þangað eru 6 km í loftlínu en stysta möguleg leiðsla yrði um 9 km, þar af 1/2 km yfir Nýpslón. Hiti í laugunum í Selárdal er mest um 45°C, en uppleyst kísilsýra bendir til ca. 50°C hita dýpra í jarðhitakerfinu. Vatnsmagn í laugunum er 4-5 l/s. Laugarnar í Selárdal koma upp með sprungum og göngum í basaltlögum, sem hallar bratt (yfir 20°) til vesturs. Þessi snarhallandi lög koma fyrir á 4-5 km breiðu beltis og liggur austurjaðar þess frá laugunum suður yfir hálsana til Vopnafjarðar um 5 km innan við Vopnafjarðarkauptún. Kaup-túnið sjálfst stendur á hallalíttilli basaltspildu, sem er skorin af miklum fjölda bergganga með N-S stefnu. Ummyndun er mikil í basaltinu, t.d. er laumontít útbreitt. Vænlegast til könnunar þótti að bora nærri austurjaðri brotabeltisins með hinum snarhallandi berglögum. Voru tvær holur ákveðnar, önnur um 2 km vestur frá kaup-túninu við suðurenda Nýpslóns. Hin beint á móti á Skógaeyri spölkorn út með lóninu norðan megin, en þar eru smávelgjur með 10-11°C heitu vatni (6. mynd).

Holurnar voru boraðar á tímabilinu 20.6. - 11.8. 1976. Ýms óhöpp urðu til að tefja verkið. Holurnar eru báðar 100 m djúpar. Báðar lentu í vatni og er rennsli úr þeim um 1/2-1 l/s. Holan, sem er nær kauptúninu, lenti síðast í vatnsæð í 65 m en var þétt þar fyrir neðan. Hin lenti í vatnsæð á 25-30 m dýpi nálægt mótum klappar og lausra jarðlaga. Holurnar voru hitamældar þann 18.8. 1976. Fyrri holan kom út með hitastigul uppá 51°C/km. Hin er um 1°C heitari, en ferlarnir að öðru leyti svipaðir (15. mynd). Holan á Skógaeyri er 2 km nær Selárdalslaugunum en Vopnafjarðarholan og gæti það skýrt lítið eitt hærri berghita. Þessi niðurstaða bendir til þess að vonlaust sé, að finna heitt vatn fyrir Vopnafjarðarkauptún nær en í Selárdalslaugum.

Eskifjörður

Holan á Eskifirði var boruð á tímabilinu 12.8. - 25.8. 1976. Henni var valinn staður undir Hólmatindi beint á móti bænum. Staðurinn er vestan við megineldstöð, sem liggur yfir Reyðarfjörð og holan boruð í berglög (morkið dyngjubasalt), sem eru yngri en megineldstöðin og leggjast upp að henni vestan frá. Sömu syrpu má rekja upp á Hérað og liggur hún um Lagarfljótsbrú. Holan var þétt og ekki sett í hana fóðring nema efst, 4" í 1,50 m. Dýpið er 102 m. Holan var hitamæld þann 9.10. 1976 og reyndist hitastigull í henni vera 82°C/km (16. mynd). Þetta er mun hærri stigull en búast hefði mátt við á þessum stað miðað við niðurstöður fyrri hitastigulsborana á Austurlandi. Eina sambærilega gildið er í hitastigulsholu við Lagarfljótsbrú 77°C/km. Þar stutt norður af er jarðhitinn í Urriðavatni. Loks má nefna að í Eyvindarárdal niður undan eyðibýlinu Þuríðarstöðum var laug, sem nú er horfin, líklega vegna þess að áin hefur breytt um farveg. Allir eru þessir staðir í nokkurn veginn sömu jarðlagasyrpunni. Hugsanlega er þarna um að ræða allstórt svæði með óeðlilega háum hitastigli. Útlínur þess eru óþekktar. Þar þarf að kanna með fleiri hitastigulsholum og rannsaka jafnframt hvort tengsl sjáist við yfirborðsjarðfræði.

Hella

Holan á Helli var boruð á tímabilinu 5.7. - 19.8. 1976. Hún var staðsett inni í þorpinu við Rangá um 200 m ofan við brúna. Holan var boruð niður í 397,6 m dýpi og er jarðlagasnið sýnt á 15. mynd. Jarðlagaskipanin er í aðaldráttum þannig, að efst eru 13-14 m af sandi, síðan grágrýtishraunlög niður í 60-70 m. Undir grágrýtinu kemur síðan blágrýtismyndun með venjulegum rauðalögum, og nær hún til botns í holunni. Þunn setmyndun skilur líklega á milli grágrýtisins og blágrýtismyndunarinnar. Grágrýtið tilheyrir hraunasyrpu, sem sést t.d. við Ægissíðufoss rétt neðan við Helli og við Árbæjarfoss ofar í Rangá. Grágrýtishraunin hafa runnið á hlýskeiði milli jökulskeiða (K.Sæm., 1970). Blágrýtismyndunin er vafalítið tertíer að aldri og má ætla, að hún gangi með NV-lægum halla inn undir Hreppamyndunina, sem fram kemur vestur við Þjórsá, en elstu hlutar hennar þar eru milli 2,5 og 3 m. ára. Smávægilegar vatnsæðar fundust allt niður undir 200 m dýpi og er smávegis rennsli úr þeim til yfirborðs. Holan var hitamæld þann 18.9. 1976 (17. mynd). Neðan við vatnsæðarnar er nokkurn veginn stöðugur hitastigull, sem nemur um 72°C/km. Þessu gildi ber vel saman við það, sem áður var vitað um hitastigul á Suðurlandi, og bendir ekki til nálægðar við heitt vatnskerfi. Tvö sýni voru efnagreind af vatni úr holunni, annað var tekið í botni, hitt í stút (sjá töflu 3). Um niðurstöður er rætt í næsta kafla í sambandi við efnagreiningu vatns úr holunni á Hvolsvelli.

Hvolsvöllur

Holan hjá Hvolsvelli var boruð á tímabilinu 14.5. - 16.6. 1976. Holan var staðsett skammt austan við húsin á Stórólfs-hvoli, en þar er móberg upp úr. Hún var boruð niður í 575 m dýpi og er jarðlagasnið sýnt á 18. mynd. Móbergsmyndunin nær aðeins 20 m niður, þar tekur við leir og sandsteinn niður á 140 m. Þar neðan við kemur basaltmyndun. Rauðalög eru áberandi frá ca. 350-400 m og er þar líklega komið í tertíert blágrýti. Smávægilegar vatnsæðar fundust niður á um 130 m dýpi og síðan aftur í 530 m dýpi. Rann um tíma upp úr holunni úr þeirri vatnsæð, en það rennsli hætti smám saman,

eftir að borun lauk. Holan er nú stífluð rétt ofan við þessa vatnsæð. Hitamælingar hafa tvisvar verið gerðar eftir að borun lauk, sú fyrri þann 26.6. 1976, sú síðari þann 18.9. 1976. Hitamælingar eru sýndar á 19. mynd. Hiti í vatnsæðinni í 530 m er 44-45°C. Líklega er eitt-hvert rennsli upp eftir holunni frá þessari æð og virðist hafa dregið úr því á milli mælinganna. Rennslið nær ekki til yfirborðs, en tapast út í smáæðarnar ofan 130 m. Hæpið er að spá í hitastigul út frá mælingum í þessari holu. Þó má ráða af botnhitanum og beinum kafla hitaferilsins milli 120 og 320 m að hann sé nálægt því sá sami og á Hellu eða örlítið hærri. Vatnssýni var tekið á 500 m dýpi í holunni á Hvolsvelli og efnagreint. Niðurstaða efnagreiningar er sýnd í töflu 3.

Um vatnið er það helst að segja, að seltumagn í því er um 1/10 - 1/20 af sjó. Um hitastig hugsanlegra djúpkerfa verður ekki sagt út frá kísilsýruinnihaldi eða Na-K-Ca hlutfalli, vegna þess að lágt sýrustig og hátt seltumagn veldur skekkju í slíkum útreikningum. Líklega stafar seltumagnið í borholuvatninu af íblöndun við sjó, en seltu gætir mjög í öllu borholuvatni syðst á Suðurlandsundirlendinu allt vestur í Forir í Ölfusi. Athugun stendur yfir á uppruna seltunnar og vatnsins á þessu svæði öllu. Vatnið í borholunum á Hellu og Hvolsvelli sýnir einnig nokkurn skyldleika við vatn úr borholu í Vestmannaeyjum. Lágt magnesíuminnihald í djúpsýninu frá Hellu gæti bent til kyrrstæðs vatns. Hins vegar er magnesíum herra í djúpsýni frá Stórólshvoli, og gæti þar verið meiri hreyfing á vatnskerfinu. Seltumagnið og lágt sýrustig kemur í veg fyrir að heitt vatn, ef fengist, yrði nýtt beint í hitaveitukerfi.

TAFLA 3

Sýni	H E L L A		STÓRÓLFSHVOLL
	Borhola 1		Borhola 1
Efni	770001 ²⁾ 01-03	770002 ³⁾ 01-03	770003 ⁴⁾ 01-03
Hiti °C	31,8	10,8	43
Kalsedónhiti °C	57	34	69
Na-K-Ca - hiti °C	70	64	91
pH/°C	8,26/20	9,16/20	7,35/20
Eðlisviðnám m	2,6	3,5	1,5
SiO ₂	39	25	48
Na ⁺	639,5	461,5	1082
K ⁺	8,0	7,7	26,2
Ca ⁺⁺	134	149	406
Mg ⁺⁺	0,48	0,72	2,61
CO ₂ (tot) ¹⁾	15,1	19,1	21,1
SO ₄ ⁻⁻	208	230,6	293,3
Cl ⁻	1175	822,6	2161
F ⁻	1,35	0,74	1,19
Uppl. efni	2406	1918	4545
Botnhiti °C	33,2	33,2	46,8
Dýpt holu m	398	398	575
Sjálfrennsli l/s	1/5	1/5	ekkert

Styrkur efna er í ppm

- 1) H₂CO₃ + HCO₃⁻ + CO₃⁻⁻
- 2) Tekið af 390 m dýpi.
- 3) Tekið úr stút.
- 4) Tekið af 500 m dýpi.

NIDURSTÖÐUR HITASTIGULSBORANA 1976 OG FRAMHALDSRANNSÓKNIR

Þær upplýsingar, sem fengist hafa með hitastigulsborunum á árinu 1976, eru annars vegar þær, að betri heildarmynd hefur fengist af hitastigli í berggrunni landsins og hins vegar hafa fundist svæði, þar sem hitastigull er mun hærri en eðlilegt getur talist miðað við umhverfið. Á 20. mynd er sýnt kort þar sem á eru dregnar jafngildislínur fyrir hitastigul á landinu byggt á niðurstöðum borholumælinga. Holurnar, sem liggja til grundvallar þessu korti eru einnig sýndar og hitastigull í þeim miðað við 1000 m. Ljóst virðist, að samband er á milli hitastiguls og fjarlægðar frá vissum hluta gosbeltisins og þar með einnig aldurs berggrunnins. Enn vantar nokkuð á, að þessi mynd sé eins skýr og æskilegt væri. Stærstu gloppurnar eru á Miðnorðurlandi suður til Borgarfjarðar og á Miðsuðurlandi til Suðausturlands. Í annan stað sýnir þessi mynd, að svæði með óeðlilega háum hitastigli eru á Austurlandi og á Breiðafirði. Eftir að slík svæði með háum hitastigli hafa fundist er næsta skrefið að reyna með þéttari borunum að afmarka þau betur og finna heitustu blettina. Samtímis þyrfti að beita viðnámsmælingum og jarðfræðirannsóknnum til að finna, hvaða óreglur það væru helst í byggingu þessara svæða, sem vatnskerfi gætu verið tengd.

Á norðanverðu Snæfellsnesi var slíkum alhliða rannsóknnum haldið áfram á árinu 1977. Ekki er tímabært að hugsa um djúpborun þar fyrr en í fyrsta lagi að þeim rannsóknnum loknum.

Á Austfjörðum var bætt við á árinu 1977 fleiri hitastigulsholum til að kanna nánar breytileika hitastiguls þar.

Á Vestfjörðum beinist athyglin fyrst og fremst að þekktum eða líklegum jarðhitasvæðum á Suðurfjörðunum og á þéttbýlistöðunum nyrst. Djúpar holur hafa verið boraðar í Bolungarvík og í Tungudal innan við Ísafjörð, en niðurstaðan er á báðum stöðum fremur neikvæð. Á Suðurfjörðunum hefur jarðhitaleit verið haldið áfram með yfirborðsrannsóknnum og borunum, en þar er verið að fást við þekkt jarðhitasvæði, nema

á Patreksfirði. Rannsóknnum hefur verið haldið áfram vegna Drangsness og Hólmavíkur og sérstaklega tekið fyrir svæði út með Steingrímsfirði að sunnan. Niðurstöður benda til að ekki sé ástæða til bjartsýni varðandi Hólmavík, en öðru máli gegnir um Drangsnæs, sem á möguleika í Hveravík.

Á Suðurlandi hefur þegar verið gert mikið af viðnámsmælingum og jarðfræðiathugunum austan Þjórsár. Hvorki þar rannsóknir né holurnar við Hellu og Hvolsvöll gefa vonir um skjótfenginn jarðhita. Varðandi Hellu virðist vænlegasti kosturinn að athuga um hitaveitu frá Laugalandi í Holtum, en leiðin þangað er nálægt 8 km og möguleiki á að tengja byggðina við Rauðalæk og Lyngás við hitaveituna. Ef sú leið reynist óhagkvæm mætti e.t.v. áður en gefist verður upp bora ca. 300 m djúpa holu austan við Hellu nærri „jarðskjálftasprungu“ hjá Varmadal, þar sem einna lægst viðnám hefur fundist. Varðandi Hvolsvöll kemur til greina að leggja í djúpbörun (1500-2000 m) á grundvelli ítarlegra djúpra viðnámsmælinga. Æð í 530 m dýpi í holunni á Hvolsvelli með 44-45°C heitu vatni og hækkandi hita þar fyrir neðan ýtir frekar undir slíka framkvæmd. Hins vegar er vatnið í þeirri æð of salt til beinnar notkunar og reiknaður kísilhiti vafasamur vegna lágs sýrustigs vatnsins. Hitaveitulögn frá nálægum jarðhitastöðum kemur varla til greina vegna fjarlægðar. Sagnir eru um jarðhita nærri Reyðarvatni (austan við Gunnarsholt), en vegalengd þangað er álíka mikil og að Hellu, þannig að fullt eins kemur til greina að athuga um lögn þaðan. Athuganir hafa ekki leitt í ljós jarðhita við Reyðarvatn.

Hitastigulsborunum hefur verið haldið áfram á árinu 1977. Niðurstöður þeirra eru smám saman að safnast. Ljóst er að þar breyta ekki þeirri heildarmynd, sem sýnd er á kortinu (20. mynd). Gildi þeirra er fremur fólgið í skýrari afmörkun þeirra svæða með óeðlilega háum stigli, sem fundust við boranirnar 1976.

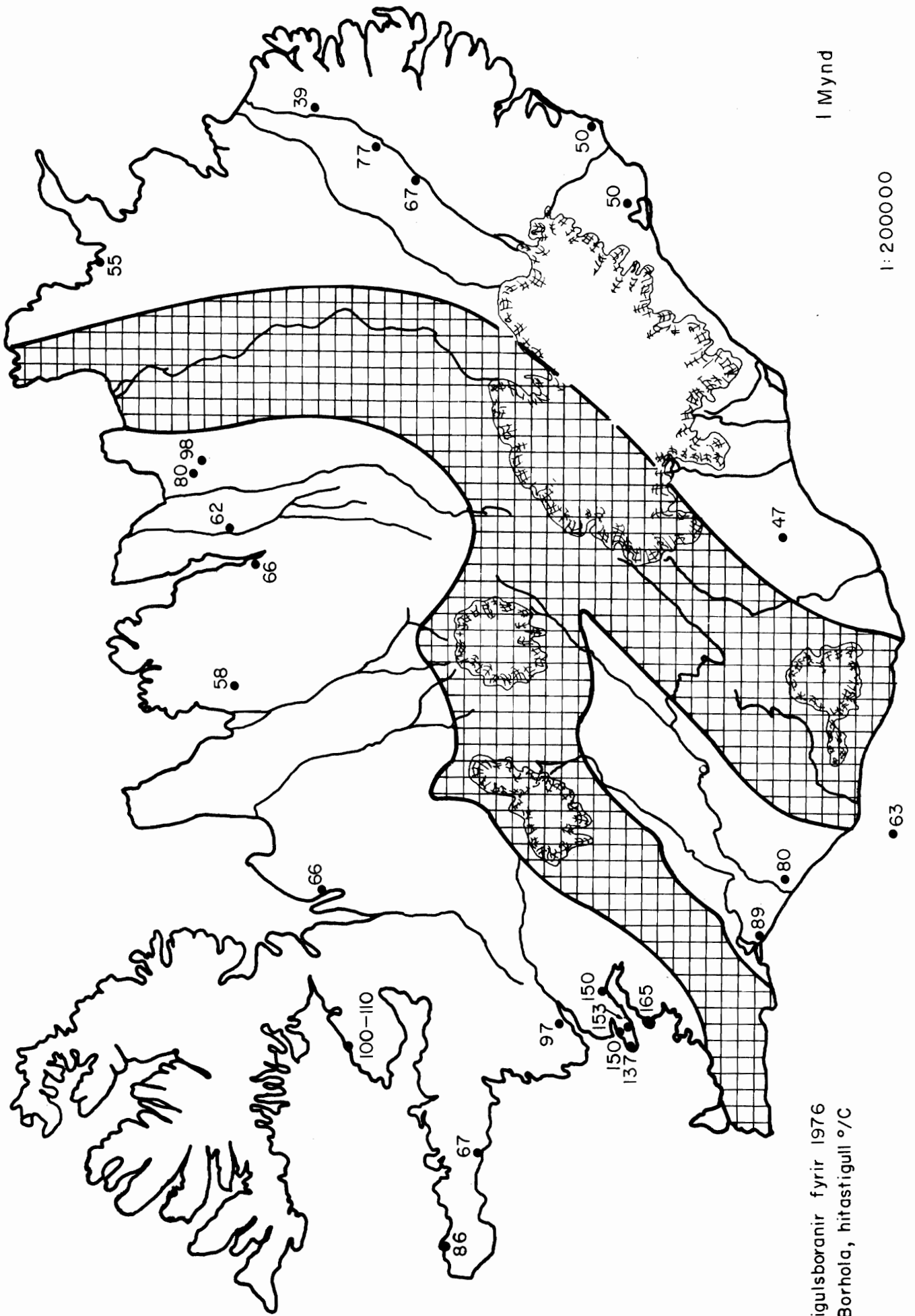
HITASTIGULSHOLUR BORADAR FYRIR 1976.

TAFLA 1.

	tilgangur	holu- dýpi	dýpi á fast	fóðring	N breidd	V lengd	jarðlög	hitastigull	varma- ný og endur- skoðuð gildi (HFU)
Arnarholt/Kjalarnesi	heitt vatn	243,4	engar upplýs.		64°14',8	21°51',9	árkvartert blágrýti	165°C/km	
Innríðlmur/Innri Akraneshr.	hitastigull	102,1	0 m 4"/0,7 m		64°18',3	21°56',2	tertiert blágrýti	153°C/km	6,3
Akranes	hitastigull	100,8	0 m 4"/0,7 m		64°19',4	22°04',6	"	137°C/km	5,6
"	heitt vatn	1400 m	1 m 8"/31,0m		"	"	tertiert blágrýti	129°C/km	5,3
Hvítaness/Skilamannahr.	hitastigull	100,8	5 m 4"/3,8 m		64°22',0	21°27',9	"	150°C/km	6,2
Ferstikla/Hvalfjarðarstr.	hitastigull	101,2	0,6 m 4"/2,0 m		64°24',4	21°36',1	"(háhitaumm.)	145°C/km	
Borg á Mýrum	hitastigull	100,4	1,8 m 4"/2,5		64°33',7	21°55',6	"	97°C/km	109
Staðarstaður, Snæf.	hitastigull	100,4	1,7 m 4"/4,5 m		64°48',4	23°01',0	"(háhitaumm.)	67°C/km	
Hólmkelsá/Ólafsvík	hitastigull	163	0 m 4"/0,4 m		64°52',1	23°49',8	"	86°C/km	3,5
Tindar/Skarðsströnd H ₁	kolaleit	105			65°18',8	22°13',4	tertiert blágrýti	100°C/km	4,1
" H ₂		85	engar upplýs.		65°18',8	22°13',6	"	111°C/km	4,5
" H ₃		38			65°18',8	22°13',8	"	109°C/km	4,5
Hvammstangi	hitastigull	103,7	0 m 4"/3,10		65°23',9	20°56',8	"	66°C/km	2,7
Hólar í Hjaltdal	heitt vatn	103	20 m 5"/25,5		65°43',9	19°07',6	"	58°C/km	2,4
Akureyri (Lögreglust.) (hola 1)	hitastigull	100,1	1,60m 3"/1,3 m		65°41',1	18°06',1	"	66°C/km	2,7
" (spennistöð) (hola 2)	"	100,3	0 3"/0,2 m				"		
Háls í Fnjóskadal	hitastigull	129,0	10 m 1 1/2" í botn		65°44',3	17°51',5	"	62°C/km	2,5
Árnes í Ábaldal	heitt vatn	1250 m	(264 m) 7"/296 m		65°53',3	17°24',5	"	80°C/km	3,3
Brúar í Ábaldal (LM2)	virðjunarrann.	46 m	5 m /1,60m		65°48',9	17°19',0	árkvartert blágrýti	98°C/km	4,0
Gunnarsstaðir í Þistilfirði	hitastigull	100,5	3,9 m 4"/4,7 m		66°09',2	15°26',1	tertiert blágrýti	55°C/km	2,3
Eiðar í Hjaltaðaþinghá	hitastigull	100	0 3"/0,7 m		65°22',9	14°20',3	"	37°C/km	1,5
Ullartangi v. Lagarfljót	hitastigull	100,4	1,9 m 4"/2,3 m		65°16',8	14°26',1	"	77°C/km	3,2
Vallholt v. Lagarfljót	jarðgas	46,6	3,0 m 3"/5 m		65°02',5	14°52',8	"	67°C/km	2,7
Þórisdalur í Lóni (Skynðidalsá)	spenna í bergi	130,0	0 m		64°25',8	14°58',4	tertiert móberg og blágrýti	80°C/km	
Bjarnanes í Hornafirði	hitastigull	101,6	1,7 m 4"/3,5 m		64°18',7	15°14',6	tertiert blágrýti (háh.umm.)	50°C/km	1,9
Prestbakki á Síðu (Akurhóll)	hitastigull	100	6,10m 3"/6,5 m		63°49',4	18°02',6	árkvartert blágrýti + möb.	47°C/km	2,6
Vestmannaeyjar	kalt vatn	1565 m	7 m 7" 197 m		63°26',7	20°17',2	setlög og tertiert blágr.	63°C/km	
Þykkvibær	kalt vatn	104 m?			63°44',7	20°37',5	"	80°C/km	93
Eyrbakki	heitt vatn	750 m	8 5/8"/115m		63°51',9	21°09',2	árkvartert eða síðt. blágr.	89°C/km	86
Búrfell/Gnúpverjar. PT21	virðjanarann.	190 m			64°06',6	19°48',2	ýngstu myndanir Búrfells	50°C/km	2,2
"	"	160 m			64°06',5	19°48',2	"	53°C/km	2,2
"	"	147 m	engar upplýs.		64°06',4	19°48',9	eldri Búrfellsmyndunin	71°C/km	2,9
"	"	200 m			64°06',5	19°49',3	SM-lögin í Sámstaðamúla	70°C/km	2,9
"	"	153 m			64°06',5	19°48',8	SM-lögin og eldri Búrfells- myndun	67°C/km	2,7

dýpi	dýpi á fast	dýpi á fóðring	N breidd	V lengd	jarðlög	1931-1960 meðalárshiti á næstu veður- ath.stöð	hitastigull	(blautt berg) meðalvarmal. áætluð	varma- streymi (HFU)
Grundarfjörður	53 m	0,4 m	4"/1 m	23°17',7	tert.blágr.	Stykkish. 4,2°C	116°/Ckm	1,65	
Stykkishólmur	82 m	0	1 1/4 í botn	22°44',3	" "	" 4,2°C	110	1,70	4,5
Flatey	102 m	0,5 m	4"/1,3 m	23°55',9	" "háhitaumm.	Flatey 3,9°C	124	?1,60	
Búardalur	102 m	1,0 m	4"/2,0 m	21°46',5	" blágr.	Hamraend. 3,6°C	72	1,65	3,0
Patreksfjörður	397,5 m	0,4 m	1,4/0,5 m	23°52',8	" "	Kvígingind.3,9°C		1,65	
Pingeyri	102 m	0	1 1/4" í botn	23°29',1	" "	Pórust. 3,6°C	53	1,65	2,2
Hólmavík	102 m	0	1 1/4" í botn	21°41',8	" "	Kjörvogur 3,2°C	65	1,65	2,7
Skagaströnd	101,4 m	0	1 1/4" í botn	20°19',1	" "	Blönduós 3,5°C	70	?1,60	
Vopnafj. H ₁	100,5 m	0	4"/1,30 m	14°52',8	" "	Fagridalur3,8°C	56	?1,60	
" H ₂	101 m	26 m	3"/26 m	14°52',9	" "	" "	56	?1,60	
Eskifjörður	102 m	0	4"/1,50 m	14°02',3	" "	Dalatangi 4,1°C	82	1,70	3,4
Hvolsvöllur	575 m	1,5 m	6"asbest/2 m	20°12',9	mób.,set,blágr.*	Sámsst. 5,0°C	?72	1,65	3,0
Hella	397,6 m	13,5 m	14"/6,3 m	20°24',2	hraunlög,blágr.*	" 5,0°C	72	1,65	3,0

* í neðri hluta borholunnar



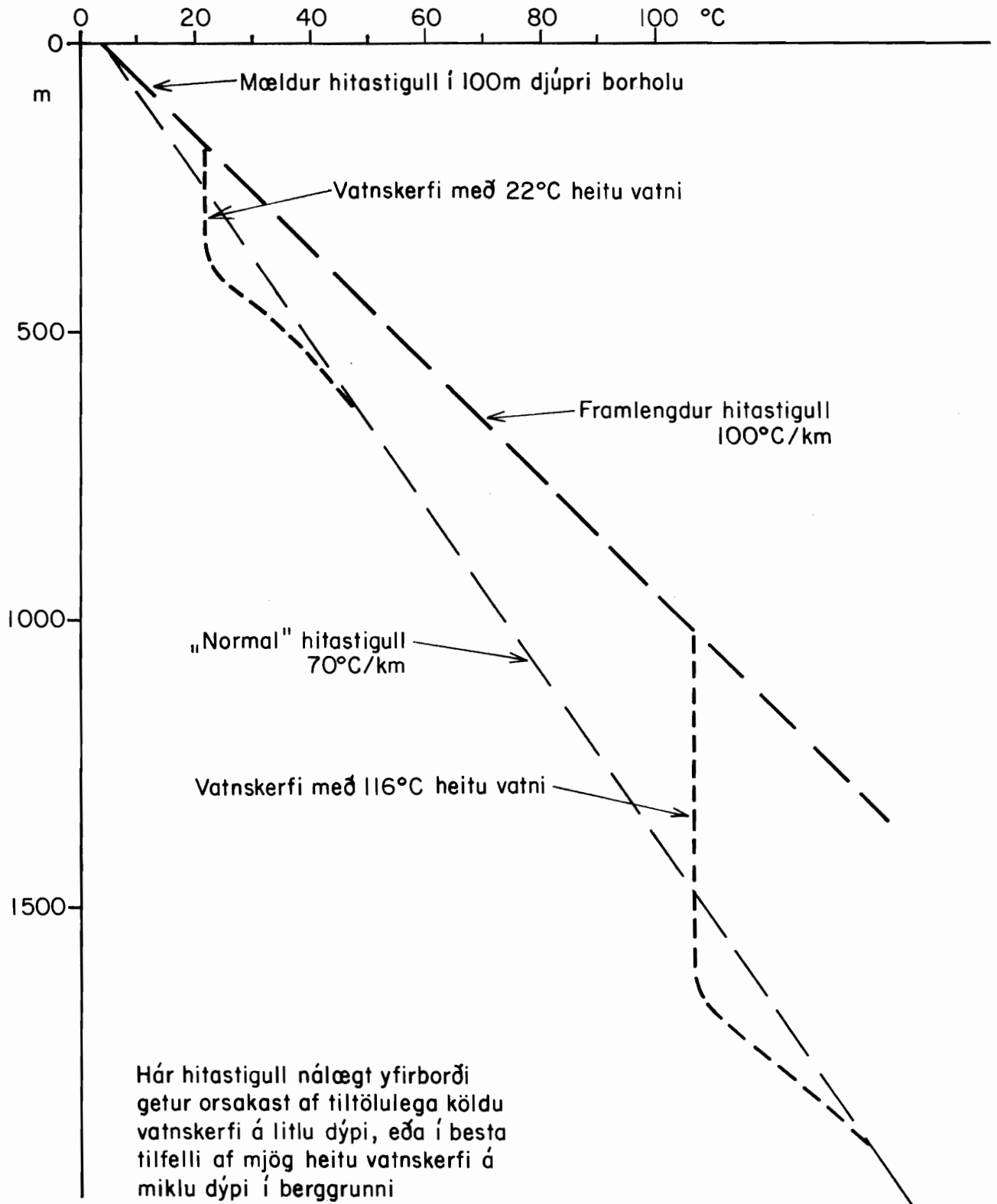
Hitastigulsboranir fyrir 1976
 ● 58 Borhóla, hitastigull °C

I Mynd

1:200000



Hitastigull í borholum og vatnskerfi



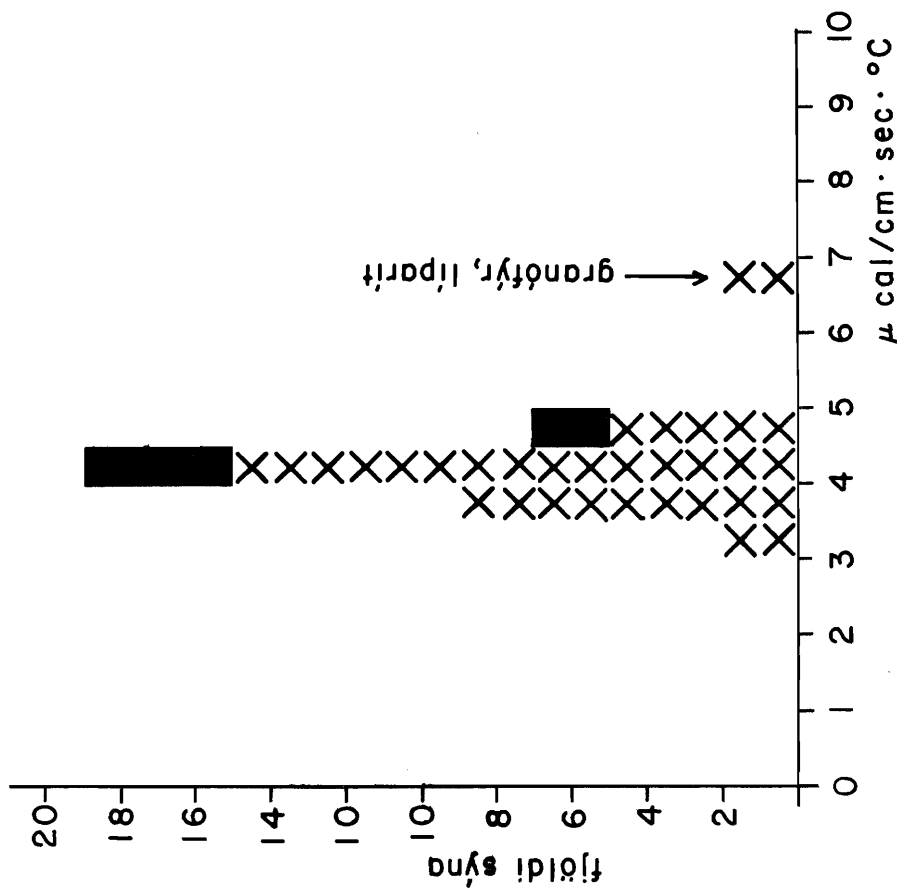


Varmaleiðni í íslensku bergi

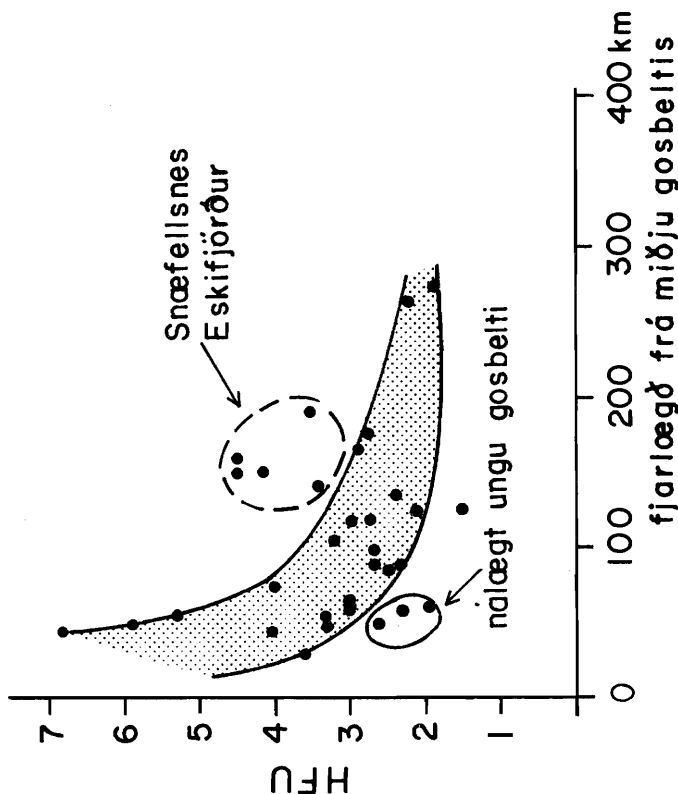
39 sýni (33 barkjarnar, 6 handssýni)

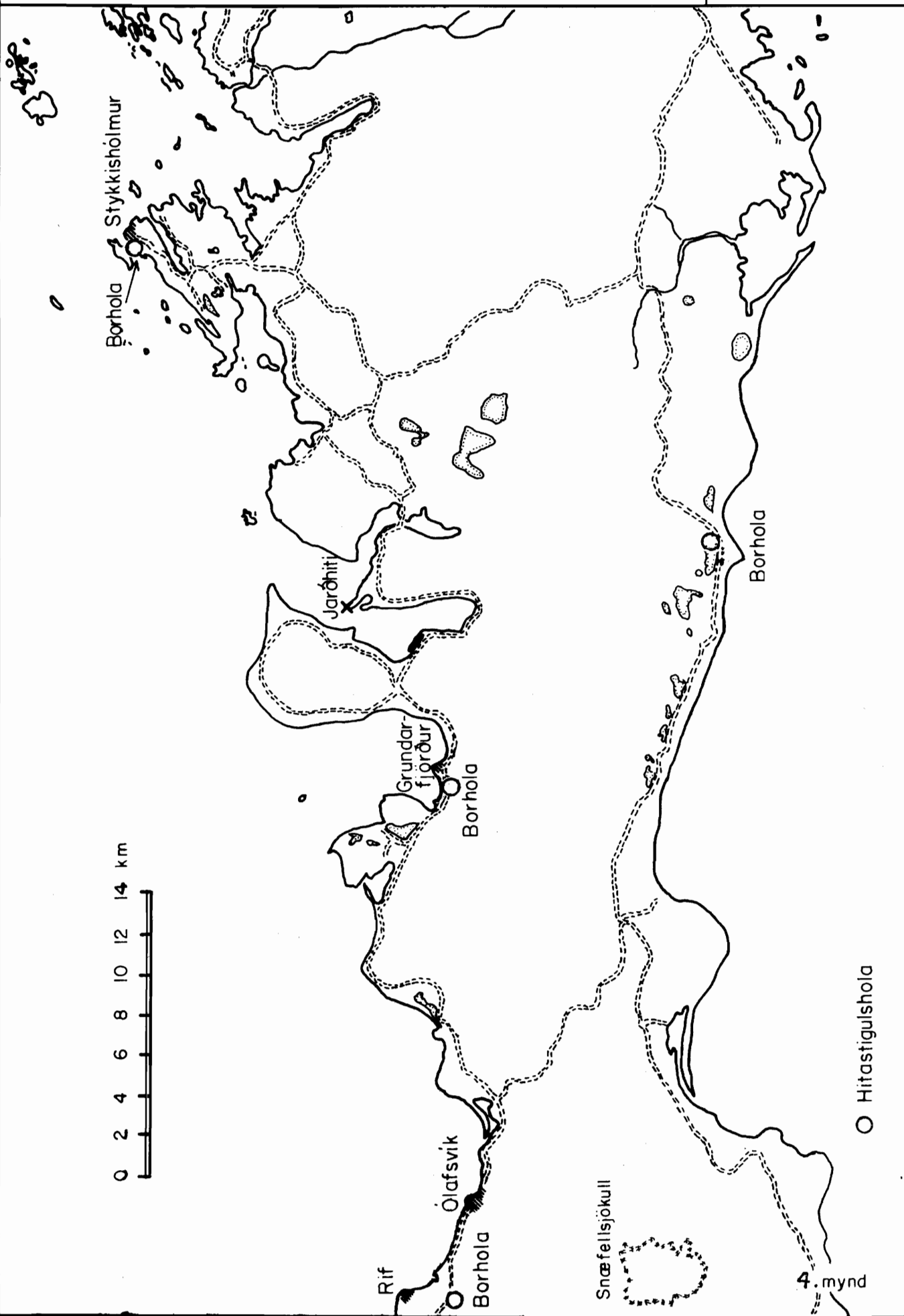
X Jessop (bréf)

■ R. Oxburgh (heimild I.B.F. Esja 1973)



Varmastreymi, miðað við fjarlægð frá gosbelti



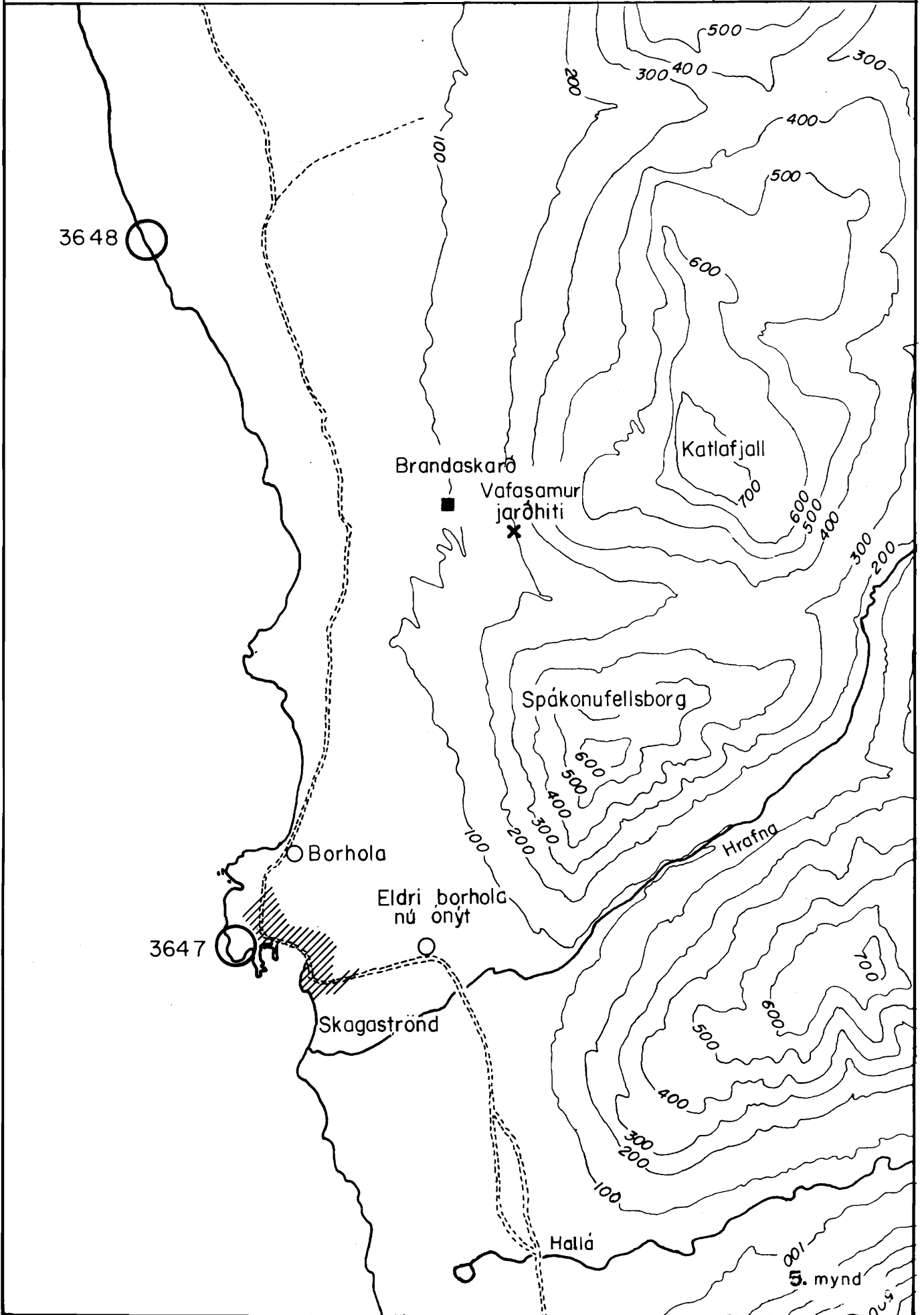


○ Hitastigulshola

4. mynd

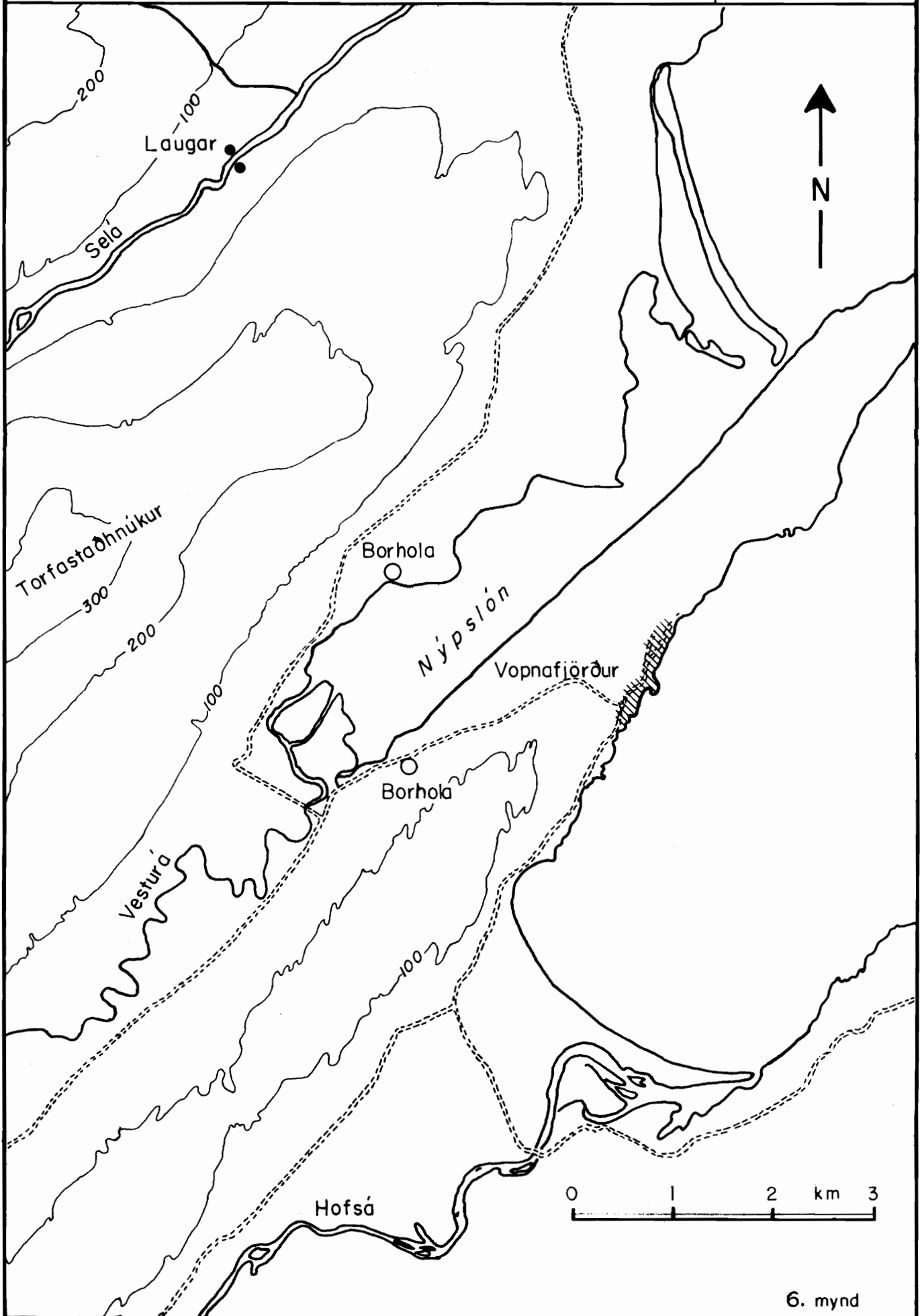


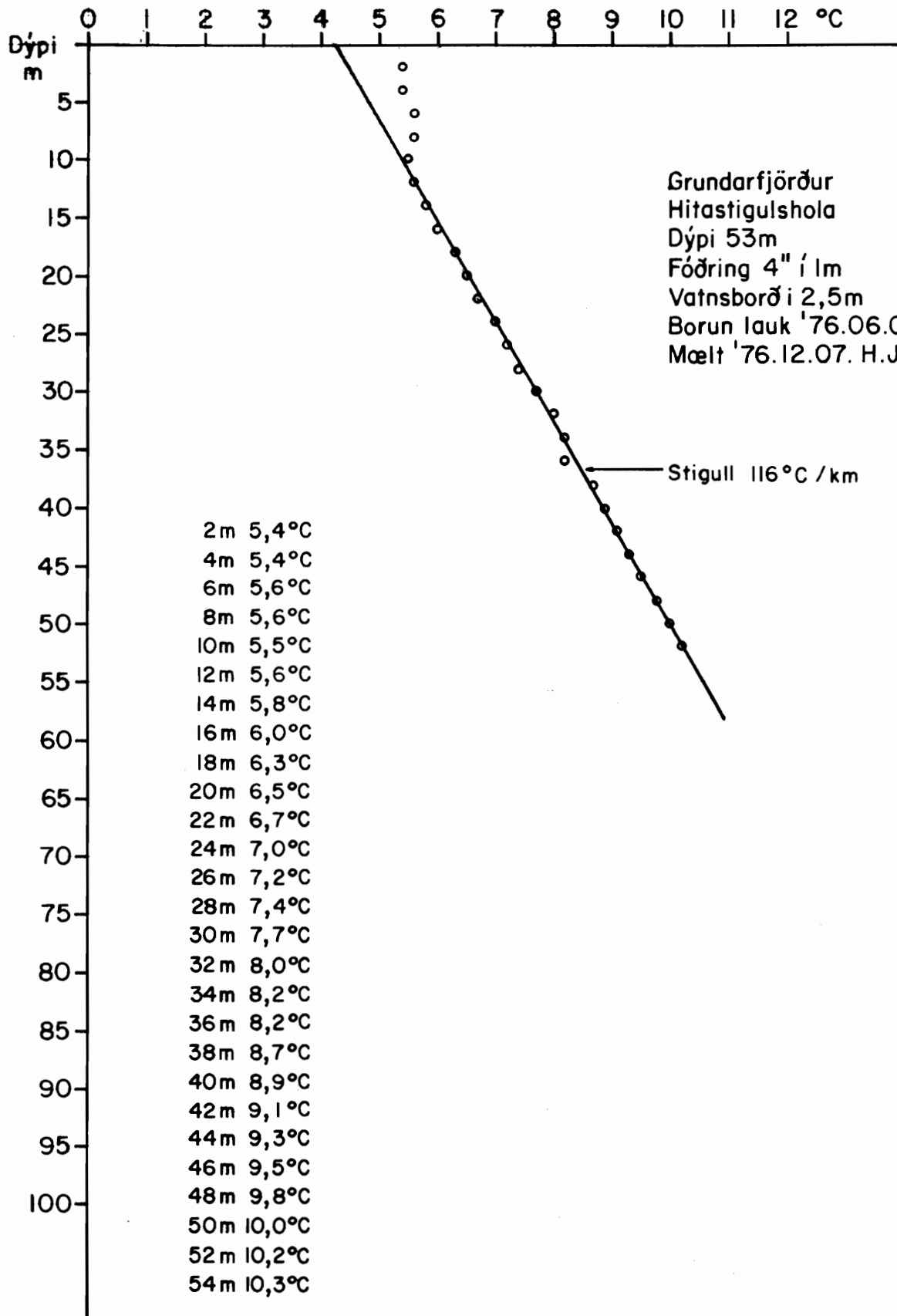
Skagaströnd

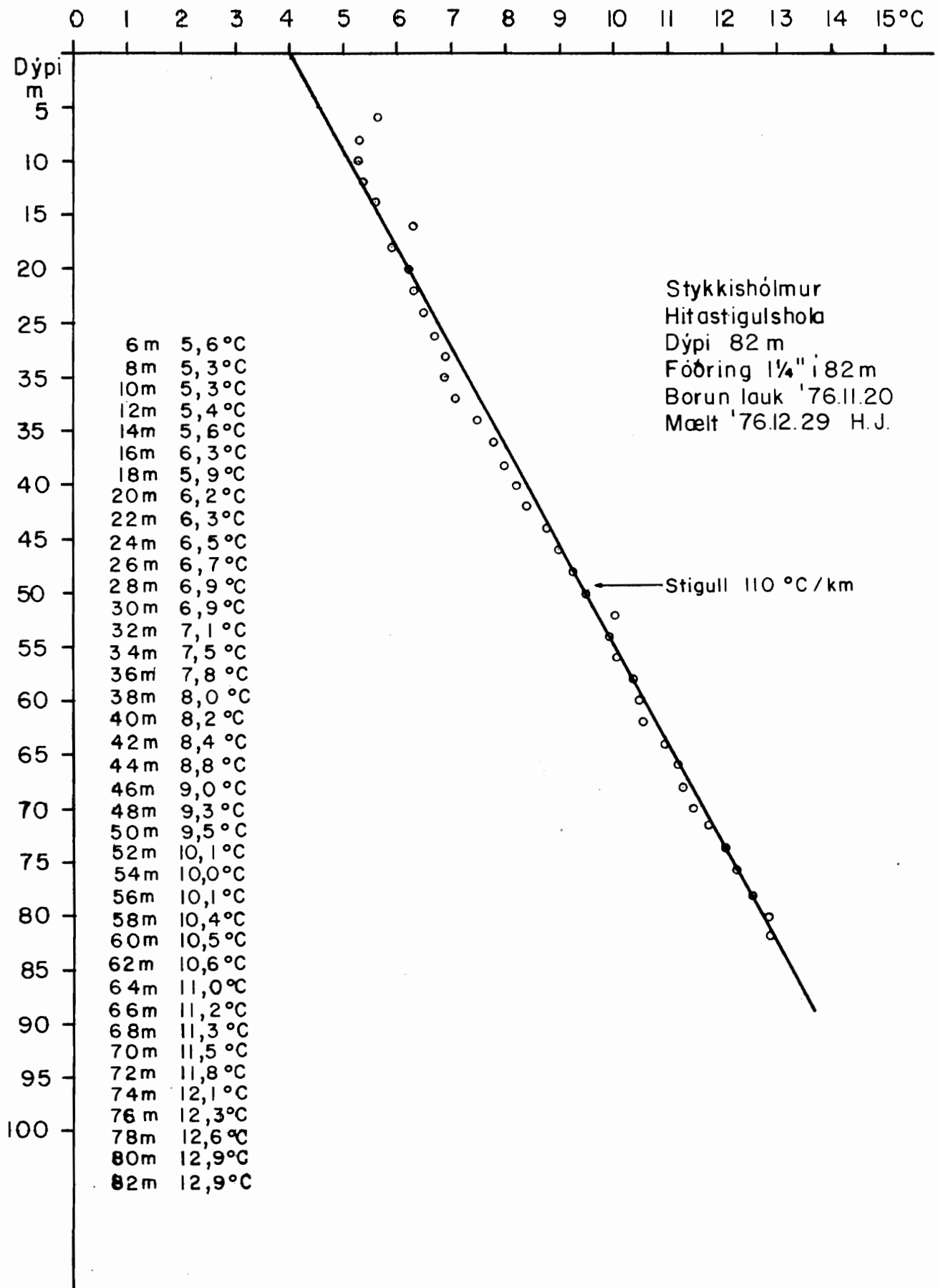


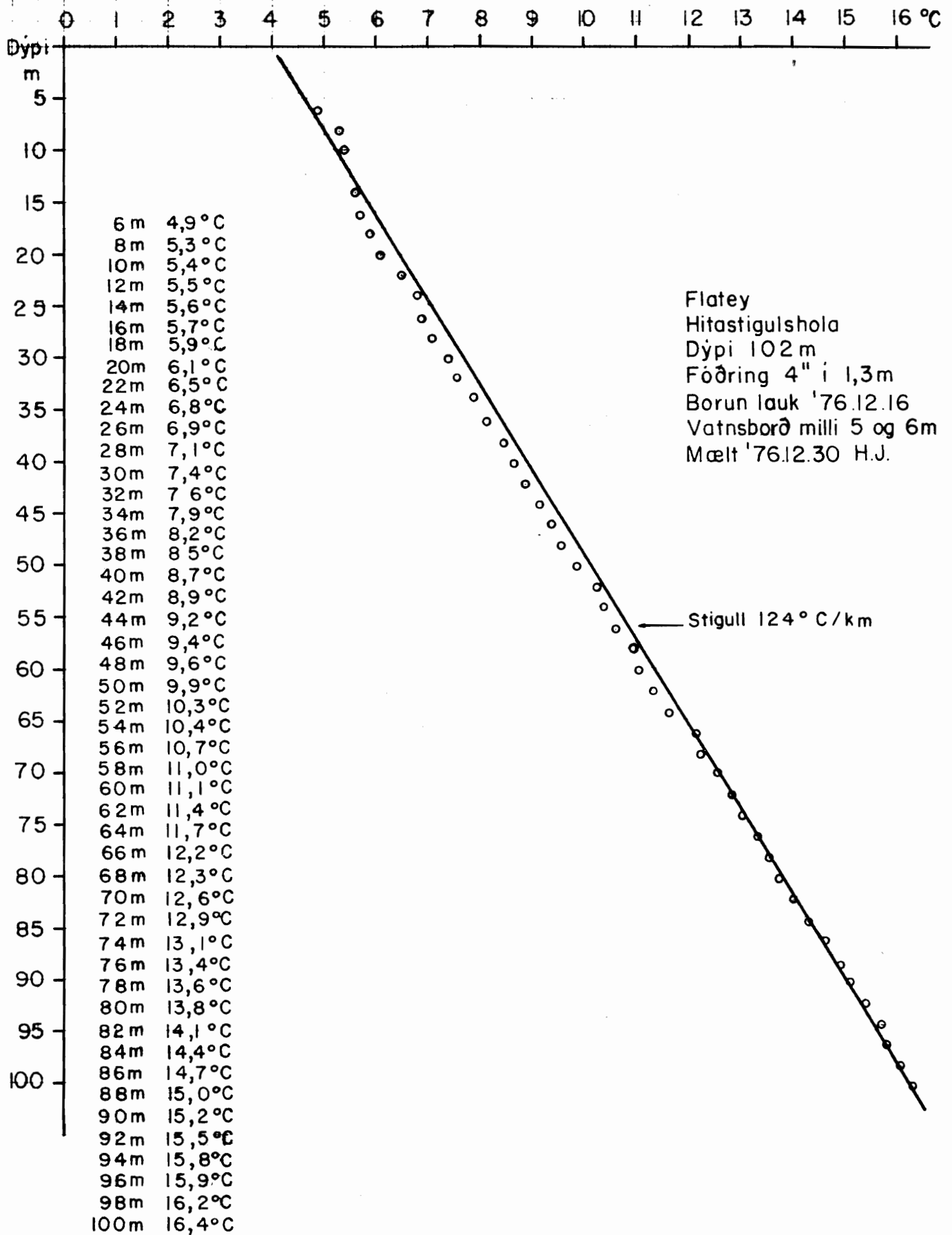


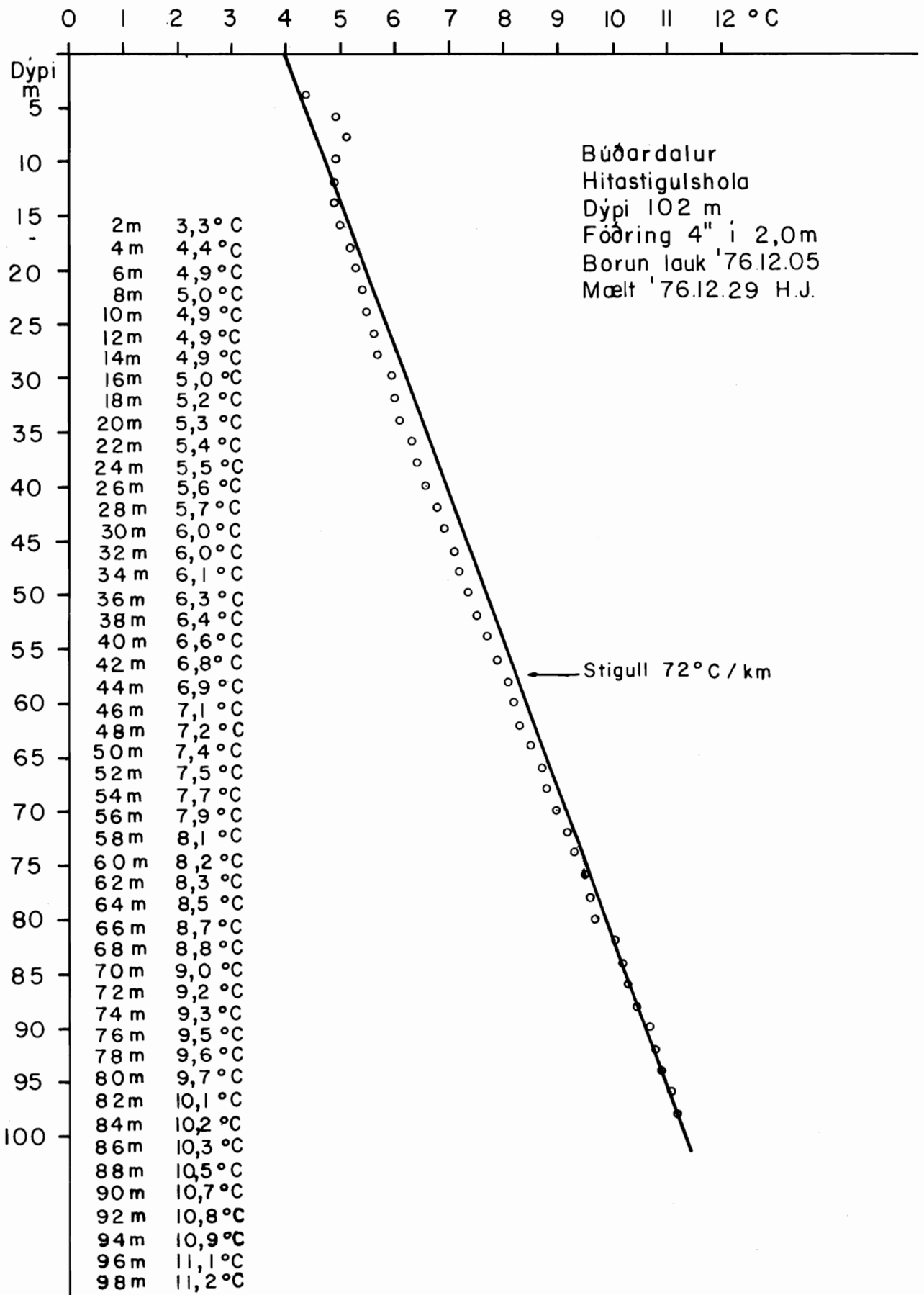
Vopnafjörður





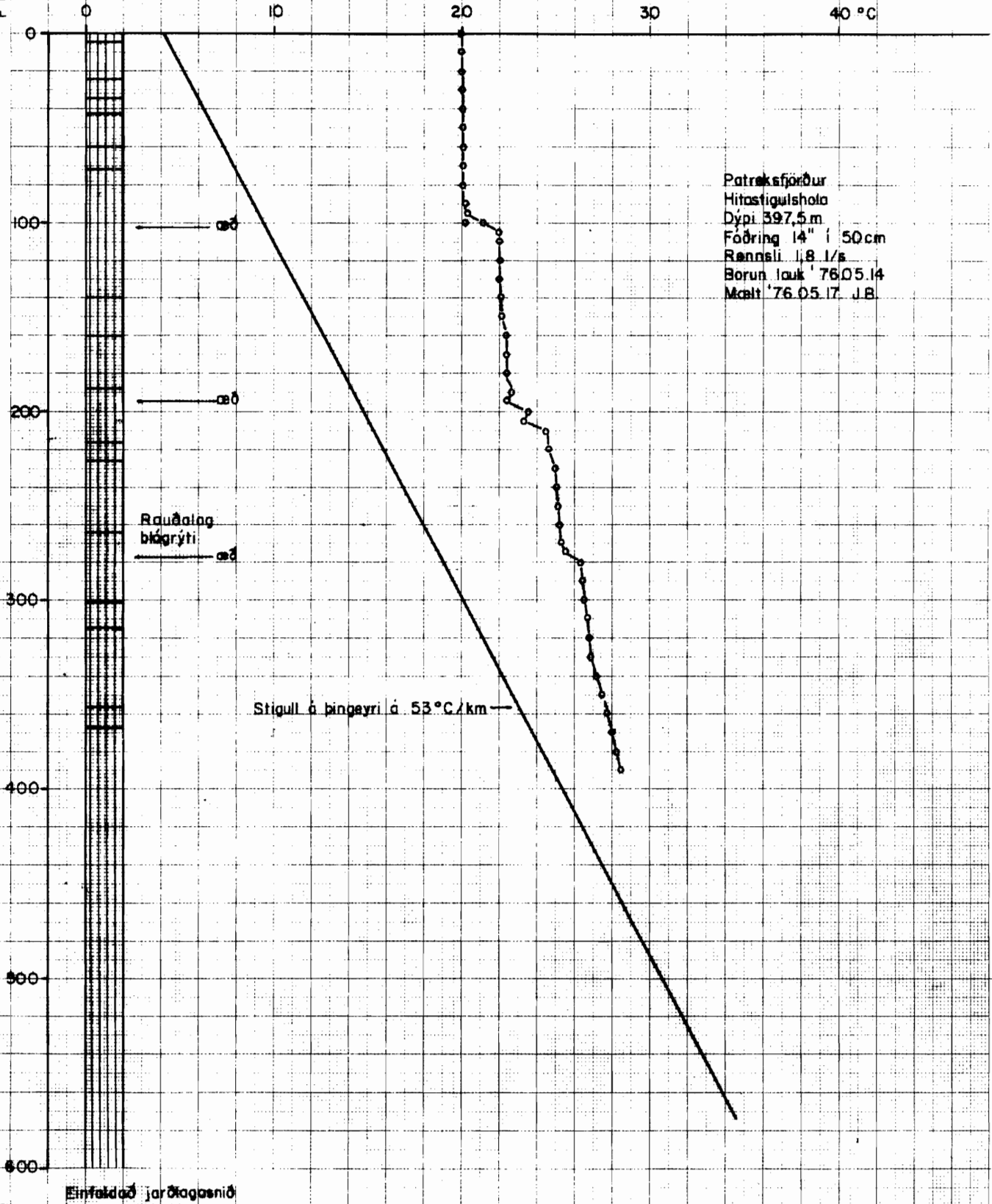






770316 KS / AA
T 1931 T 126
Hitam. Barðast.
F 15436

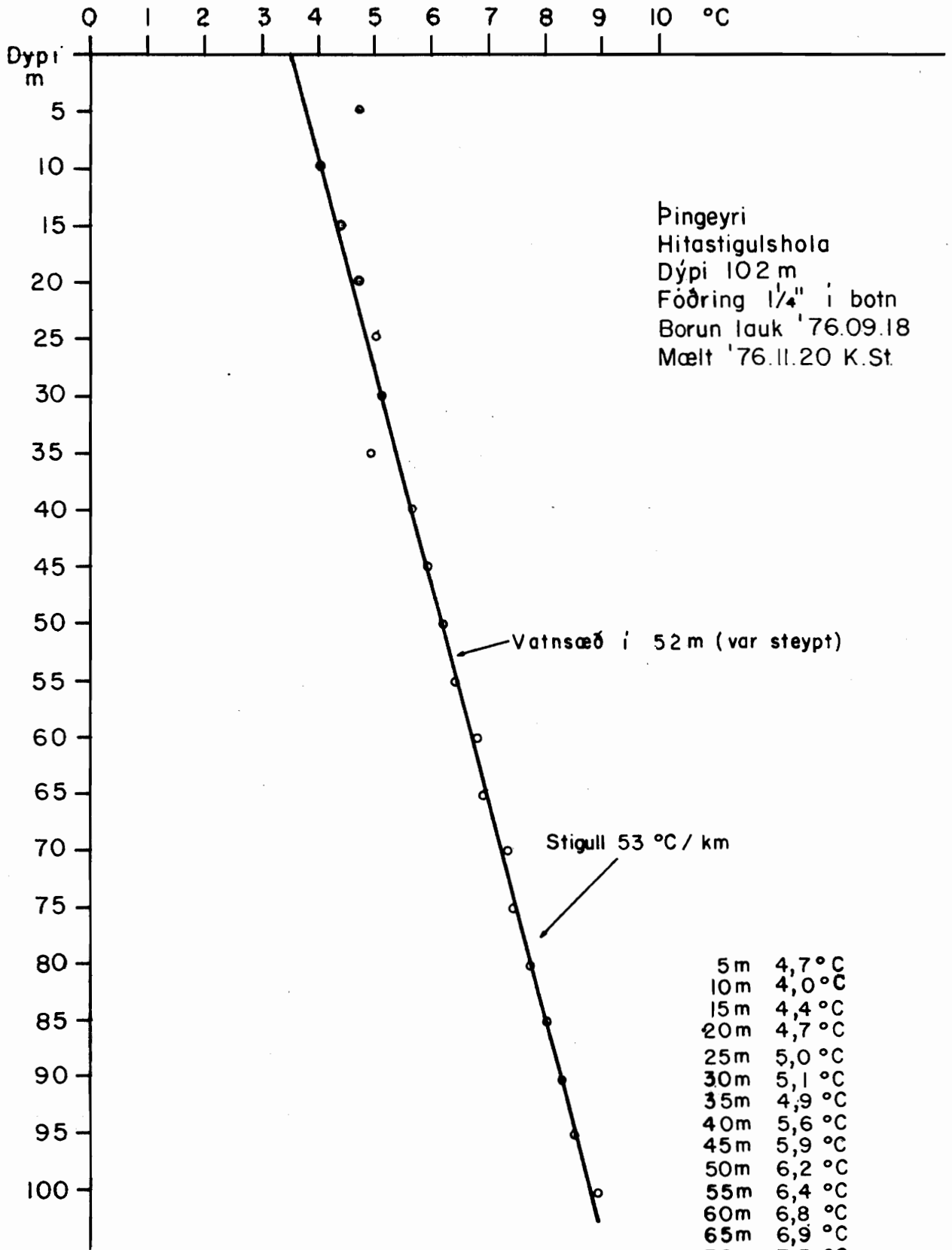
Hitamæling, jarðlög
Hala I Patreksfirði



Patreksfirður
Hitastigulshala
Dýpi 397,5m
Fóðring 14" í 50cm
Rennslí 1,8 l/s
Borun lauk 76.05.14
Mælt 76.05.17. J.B.

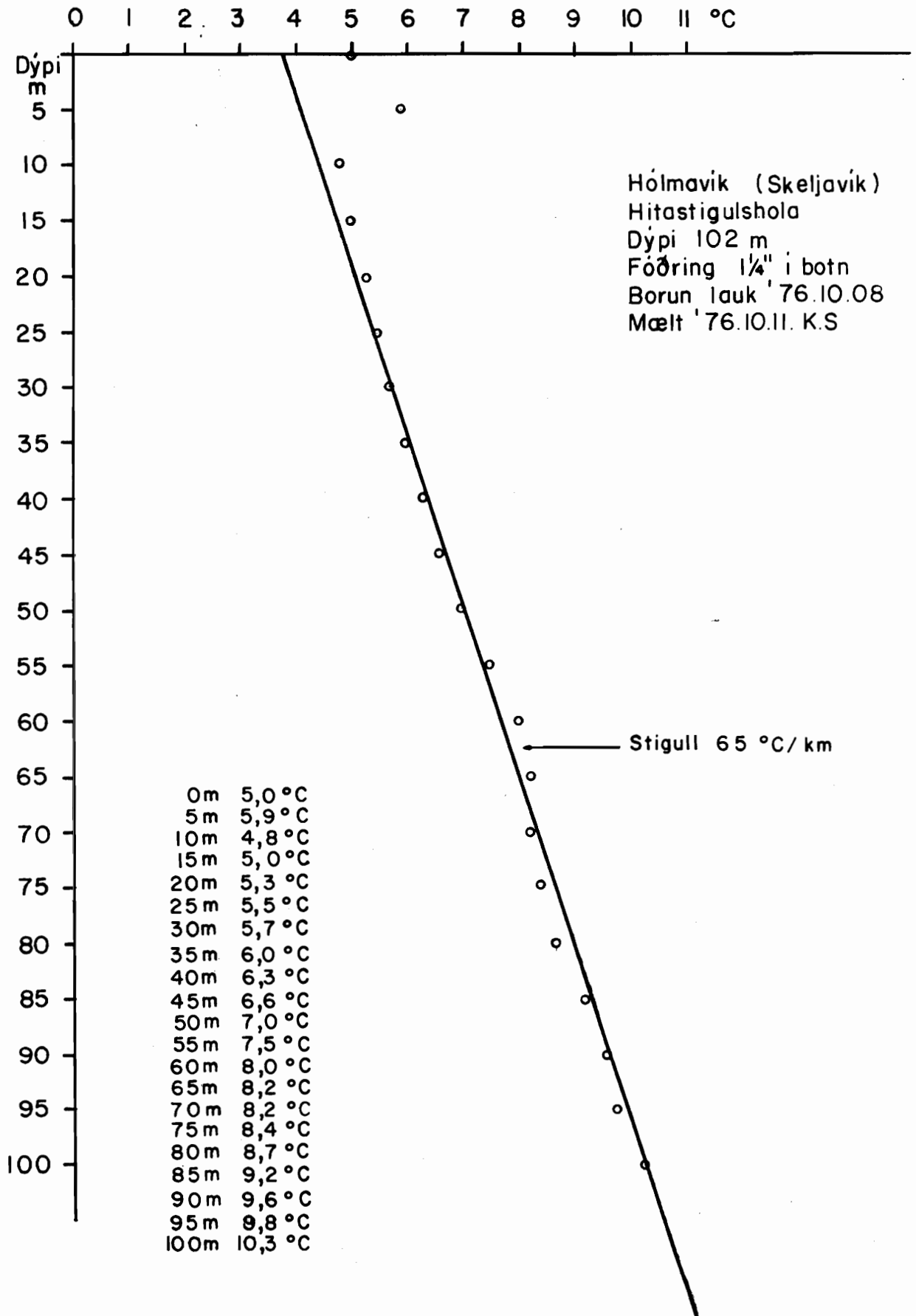
Stigull á þingeyri á 53°C/km

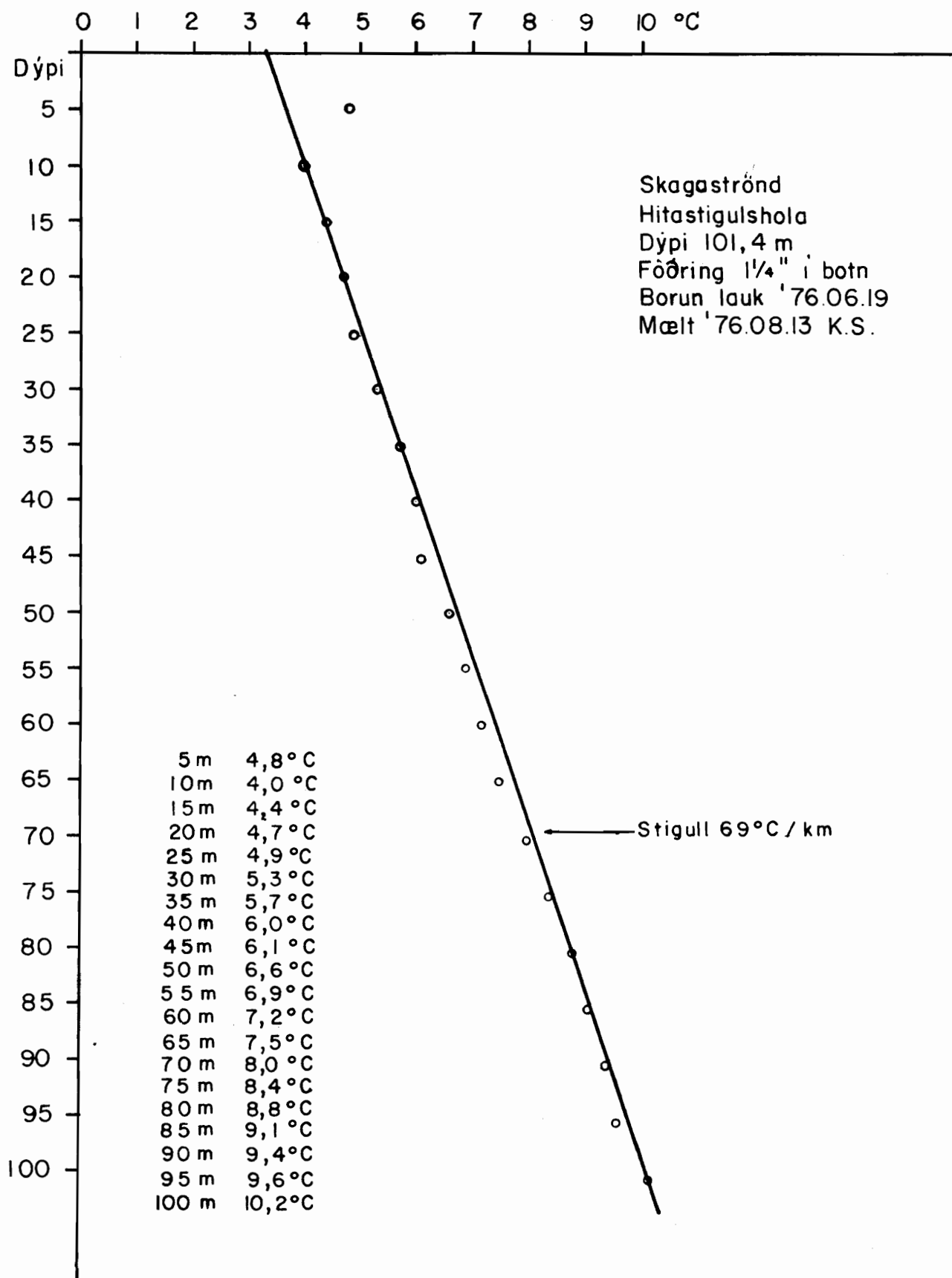
Einfaldad jarðlagasnið



Þingeyri
Hitastigulshola
Dýpi 102 m
Fóðring 1/4" í botn
Borun lauk '76.09.18
Mælt '76.11.20 K.St.

5m	4,7 °C
10m	4,0 °C
15m	4,4 °C
20m	4,7 °C
25m	5,0 °C
30m	5,1 °C
35m	4,9 °C
40m	5,6 °C
45m	5,9 °C
50m	6,2 °C
55m	6,4 °C
60m	6,8 °C
65m	6,9 °C
70m	7,3 °C
75m	7,4 °C
80m	7,7 °C
85m	8,0 °C
90m	8,3 °C
95m	8,5 °C
100m	8,9 °C

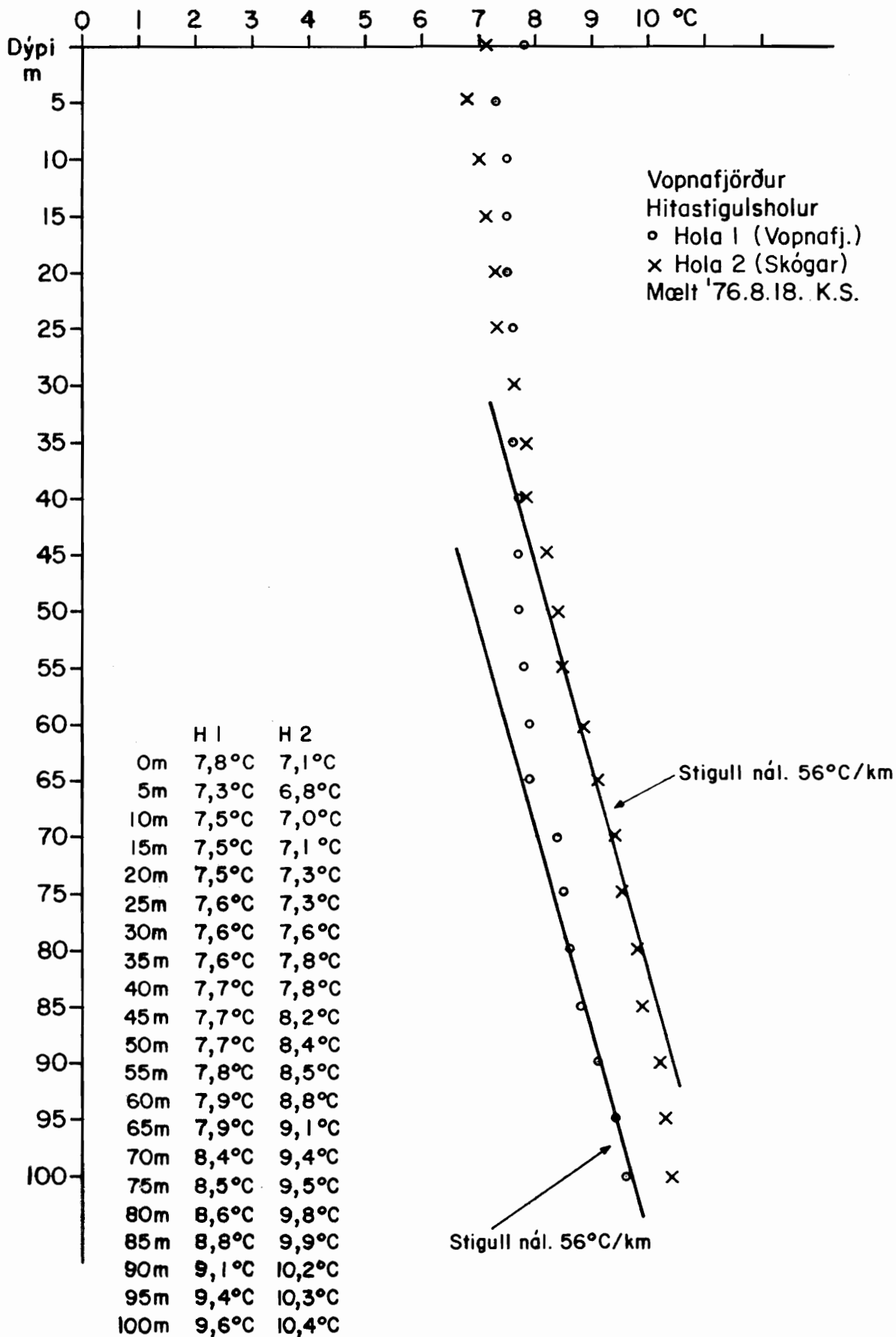


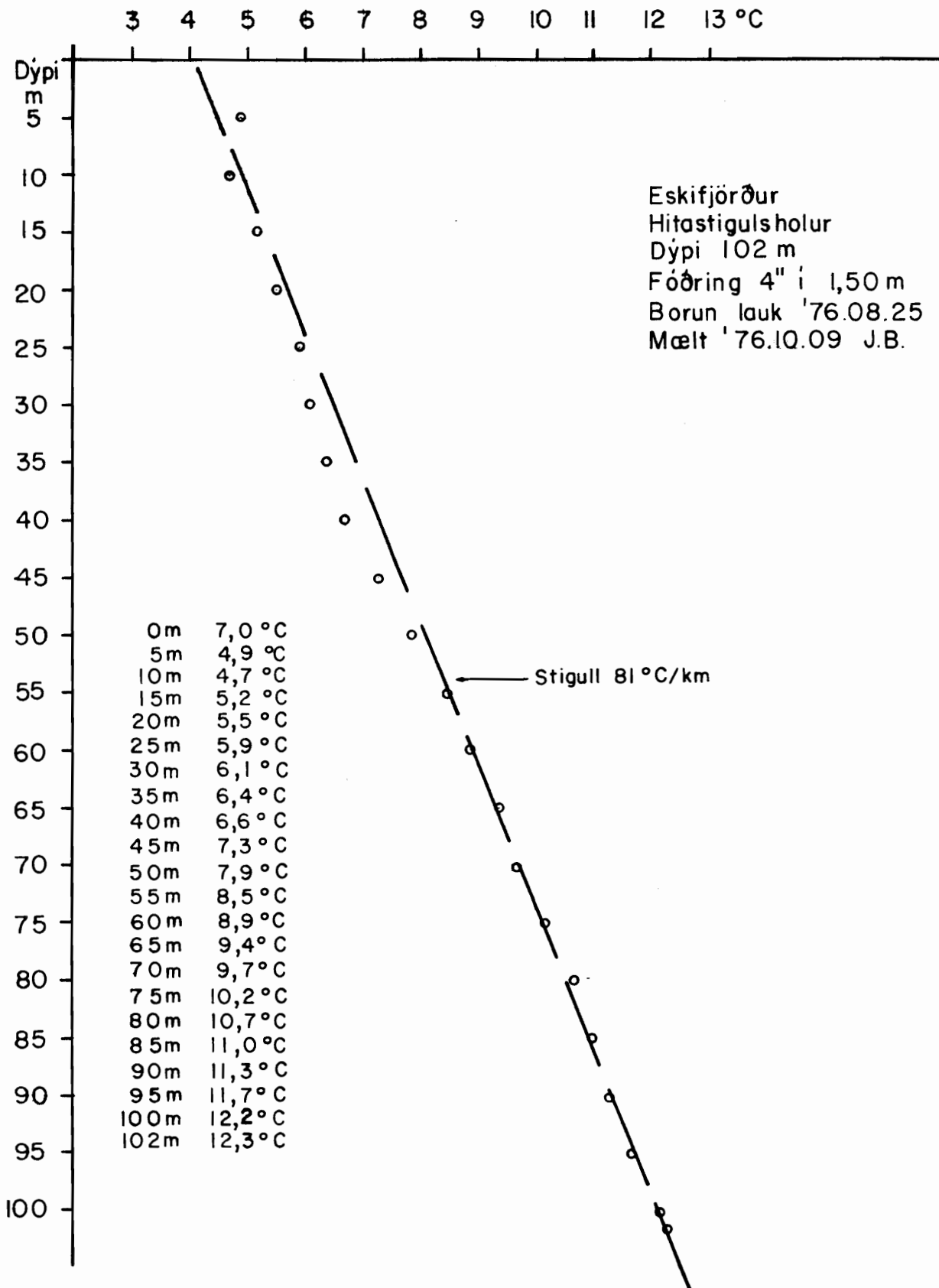
Hitamælingar í borholum
Skagaströnd

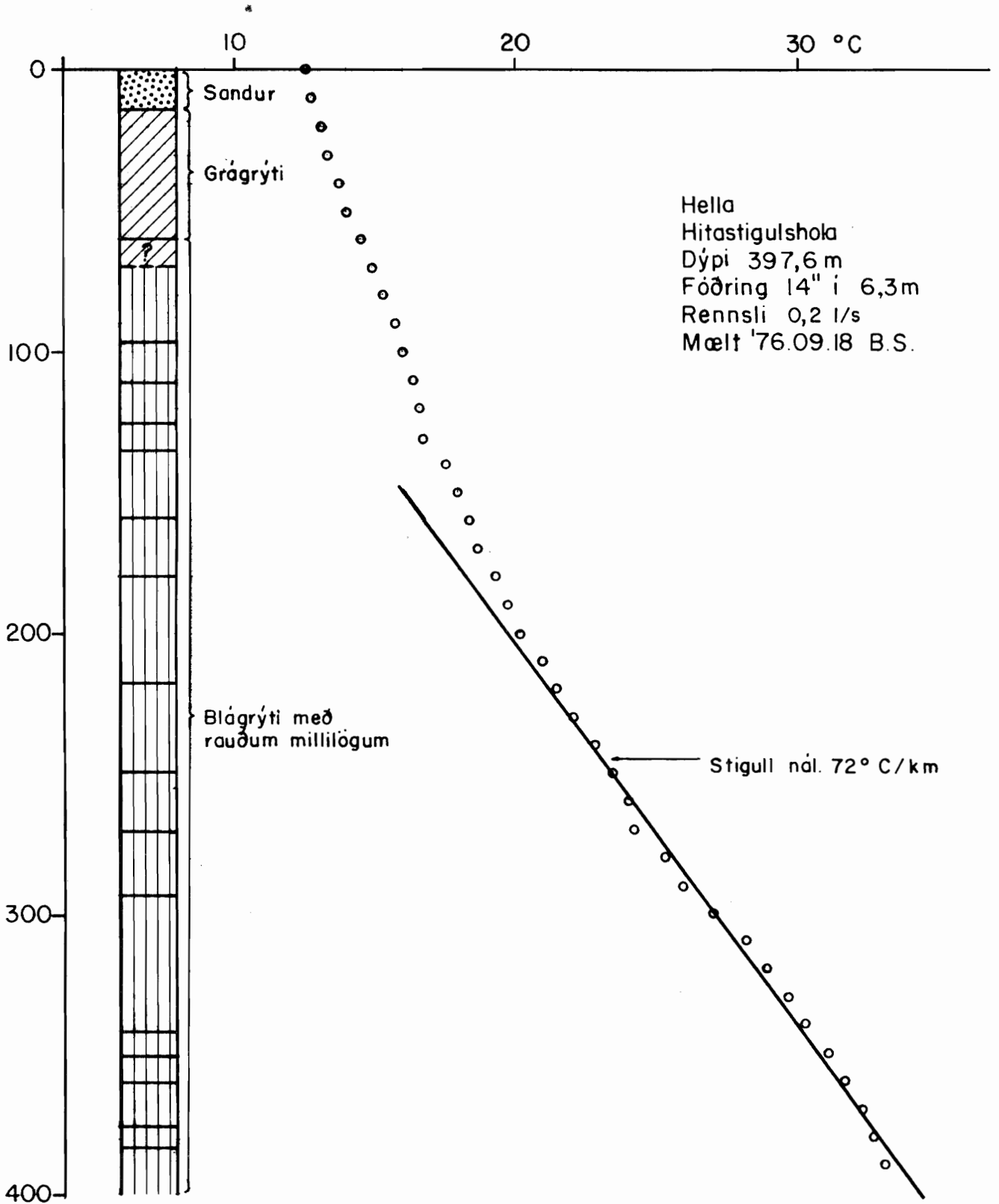


Hitamælingar i borholum
Vopnafjörður

'77.03.01 KS/SL
T.1900 T.71
Hitam. Múlas.
F.15347







Álag og krónugerð

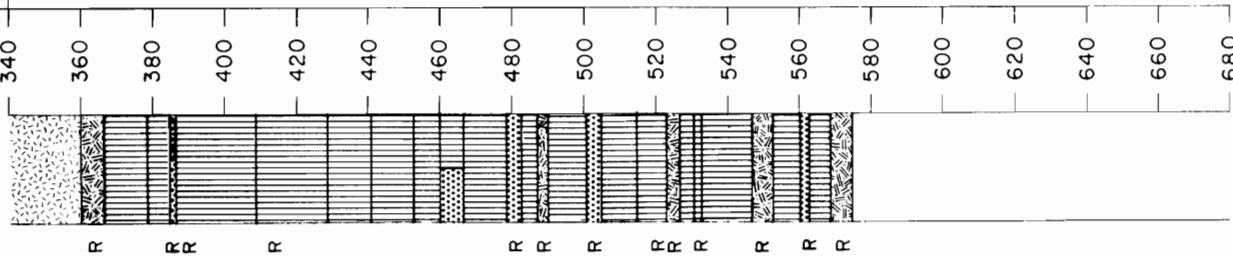
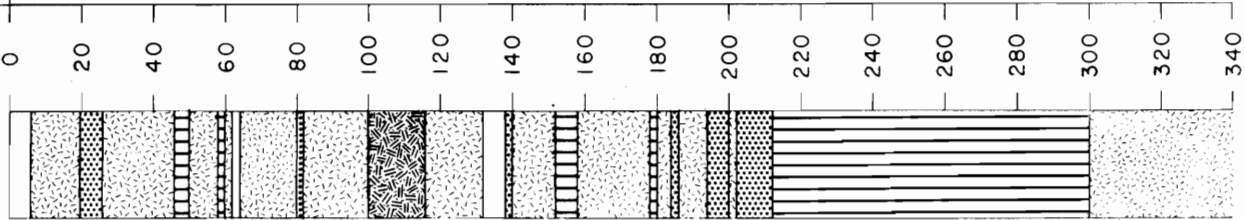
Borhraði m / klist.

Álag og krónugerð

Borhraði m / klist.

Jarðlög

Dýpi m



SKÝRINGAR

Móberg

Set í milliögum

Hraunkargi eða breksia

Basalþraunlög

R Raudur litur á milliögum

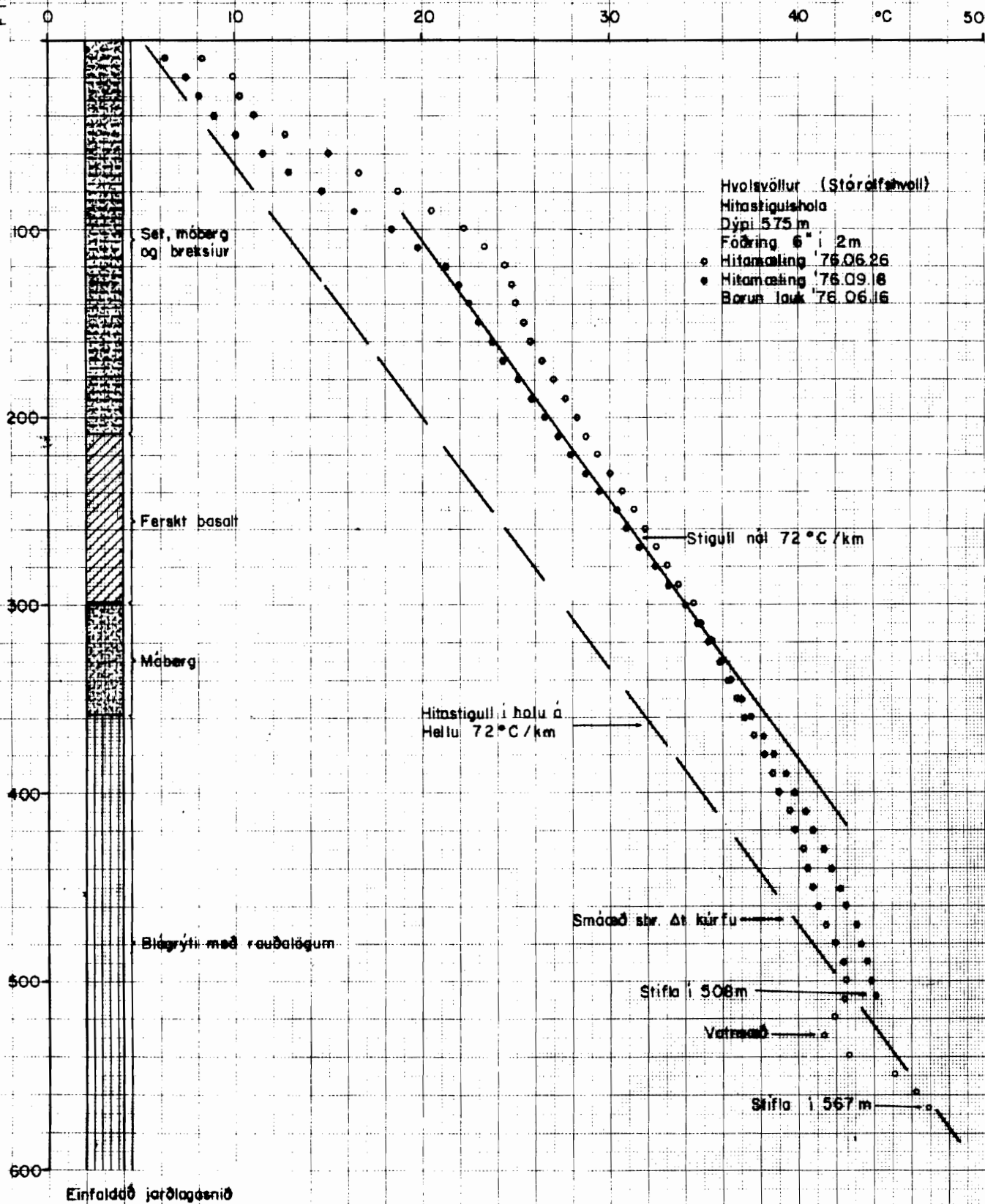
ORKUSTOFNUN

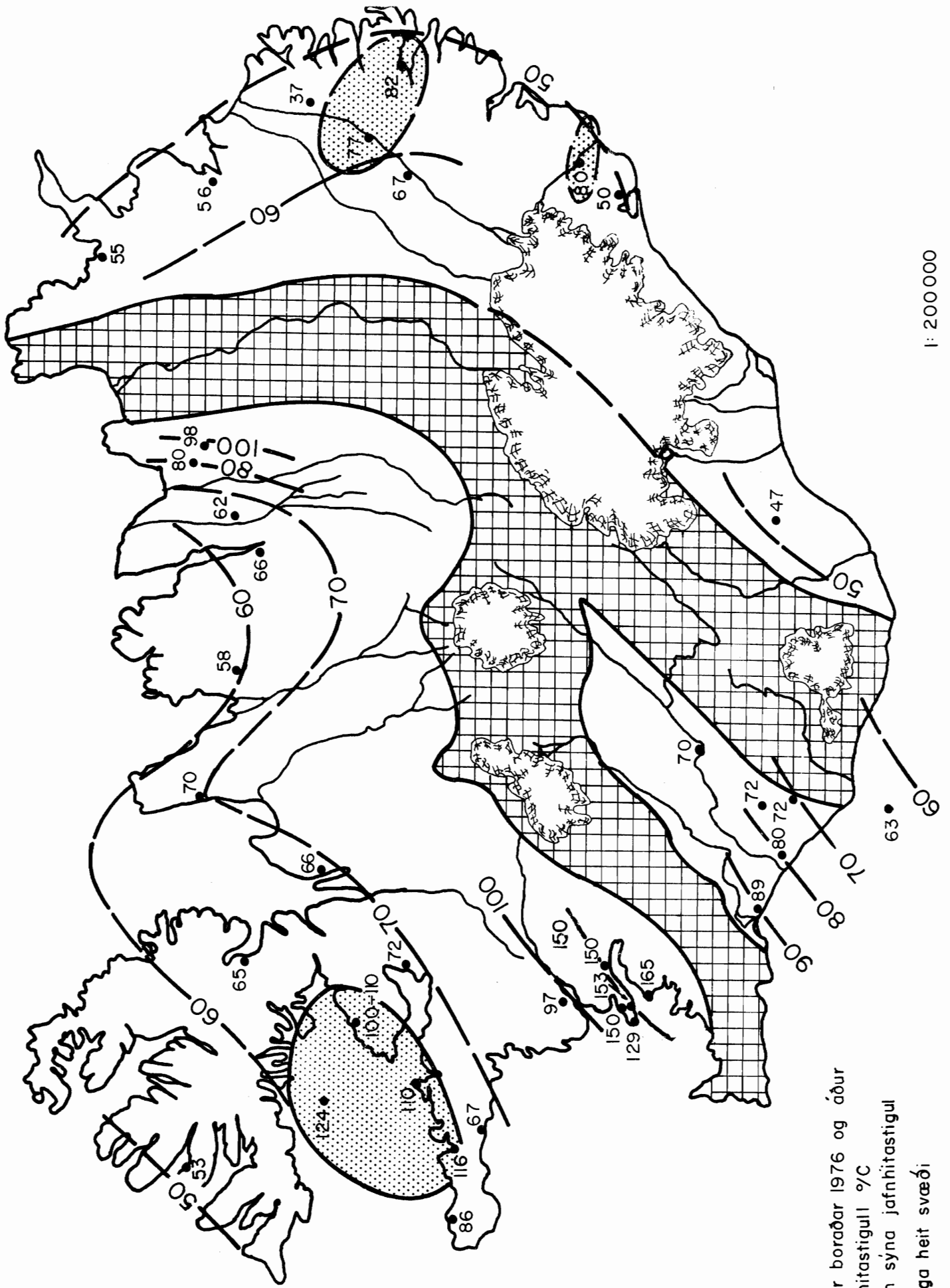
JARÐLAGASNIÐ

Storólfshvöll, hola 1.

77-02-08 ÁG/MK/Skj. Tnr 79
J-Rangar vs. Fnr. 15248

Hitamælingar, jarðlög
 Hóla í Hvalselli (Stóralfsvelli)





Hitastigulsholur boraðar 1976 og áður

• 58 Borhola, hitastigull 7°C

-60- Linur sem sýna jafnhitastigul

▨ Afbrigðilega heit svæði

1: 200 000