

JARHITARANNSÓKNIR Á ÍSAFIRÐI

Ólafur Flóvenz
Benedikt Steingrímsson
Jón Benjamínsson
Ásgrímur Guðmundsson
Kristján Sæmundsson

JARÐHITARANNSÓKNIR Á ÍSAFIRÐI

Ólafur Flóvenz

Benedikt Steingrímsson

Jón Benjamínsson

Ásgrímur Guðmundsson

Kristján Sæmundsson

INNGANGUR

Síðastliðinn vetur var boruð 600 m djúp rannsóknarhola (H-2) í Tungudal við Skutulsfjörð. Borun holunnar var liður í almennri jarðhitakönnun á svæðinu með hitaveitumöguleika fyrir Ísafjarðar-kaupstað í huga.

Í þessari greinargerð er skýrt frá niðurstöðum borunarinnar. Í framhaldi af þessari borun voru gerðar ýtarlegar yfirborðsrannsóknir s.l. sumar og í framhaldi af þeim staðsett 1000-1100 m djúp borhola.

STAÆSETNING OG BORUN 600 M HOLU Í TUNGUDAL

Haustið 1963 var boruð 111 m djúp rannsóknarhola (hola 1) í Tungudal inn af Skutulsfirði. Að borun lokinni seytleði úr holunni 15°C heitt vatn af 77 m dýpi. Neðan vatnsæðarinnar reyndist hitaferill holunnar stöllóttur og því erfitt að ákvarða hitastigul nákvæmlega, en meðalstigull er um 100°C/km. Jarðfræðiathuganir hafa leitt í ljós að hola 1 er boruð í gangakerfi með stefnu N 30°-50°A. Líklegt er að há hitastigullinn í H-1 orsakist af heitavatnsuppstreymi tengdu gangakerfinu.

Með hliðsjón af framansögðu var H-2 staðsett um 30 m vestan H-1 (mynd 1). Báðar eru holurnar nokkuð miðsvæðis í gangakerfi, sem liggur yfir utanverðan Tungudal. Frá holu 2 eru um 100 m í næsta gang innan við.

Borun holunnar hófst 8. nóv. '75 en lauk 13. jan. 76, og tók alls 38 verkdaga. Verkið gekk áfallalaust eins og sjá má á meðfylgjandi línu-riti (mynd 2). Komið var fyrir 8" fóðringu í efstu 4 m í holunni en síðan borað með 5 5/8" krónu í botn. Holan er 600 m á dýpt.

VATNSÆÐAR OG HITI

Nokkurra vatnsæða varð vart í borun. Efsta æðin er á ca 80 m dýpi. Rennsli jókst síðan lítillega er 175 m dýpi var náð, en síðasta vatnsæðin er á tæplega 230 m dýpi. Engra vatnsæða varð vart neðan þess dýpis. Heildarrennsli úr holunni var í byrjun um 1,5 l/s en hefur minnkað í ca 1 l/s. Á bortímanum voru gerðar reglulega hita-
mælingar í holunni og eftir að borun lauk var fylgst með hitabreytingum í eina viku. Loks var holan hitamæld nú í sumar, en var þá stífluð í 510 m. Á mynd 3 eru tveir af þessum hitaferlum sýndir, þeir sem minnst eru truflaðir af kælingu frá boruninni. Á hitaferlunum má sjá, hvar áður nefndar vatnsæðar opnast inn í holuna. Neðan þeirra má einnig greina smáæðar í 340 m og 460 m dýpi. Lögum beggja hinna lítt trufluðu hitaferla er eins, þannig að neðan við vatnsæðarnar vex hiti hægar eftir því sem neðar kemur í holunni. Stefnir síðari ferillinn sem gefur réttastan berghita, á fast gildi, um 52°C, á 700-800 m dýpi. Líklegasta skýringin á lögum hitaferilsins er sú, að vatnskerfi með rúmlega 50°C heitu vatni sé til staðar á meira dýpi en 600 m í nágrenni holunnar. Mælingar, sem gerðar voru um það leyti sem borun lauk, sýndu 50,8°C í botni en í ljós kom stuttu síðar að mælirinn, sem notaður var, sýndi allt að 2°C of há gildi. Út frá þeim mælingum og hitaferlinum á mynd 3 virðist berghiti í 600 m vera um 50°C.

EFNAGREININGAR Á BORHOLUVATNINU

Tvær heildarefnagreiningar hafa verið gerðar á vatninu, sem rennur úr borholu 2 í Tungudal, en það er að mestu leyti sambland af vatni úr þremur efstu æðum holunnar. Hitastig í þeirri efstu er um 18°C, en þeirrar neðstu (í 230 m) tæpar 30°C. Niðurstöður efnagreininganna eru sýndar í töflu 1 og til samanburðar efnagreiningar frá nálægum jarðhita-
stöðum. Einnig er tekið með sýni af tæpl. 9°C heitri lind (Naust) í Skutulsfirði inn við flugvöll.

Þegar borað hafði verið niður á 244 m mældist kísilhiti borholuvatnsins úr Tungudal 60°C. Skömmu eftir að borun lauk (í 600 m) mældist hann 51°C og hálfu ári síðar 47°C. Styrkur uppleystra kísilsýru er hinn sami í öllum tilvikum, 59 ppm, en mismunurinn á mældum kísilhita 51°C og 47°C stafar af smávegis breytingu á mældu sýrustigi sem trúlega má rekja til

aflestrarskekkju á pH mæli. Hærri kísilhiti (p.e. 60°C) í fyrstu mælingu gæti stafað af því að hlutdeild vatns af heitari uppruna (úr neðri æðum holunnar?) hafi minnkað samtímis því sem heildarrennslis úr holunni minnkaði. Styrkur Na^+ og Cl^- sýnir að líklega er um minniháttar sjávarblöndun að ræða, annaðhvort sökum rennslis um ísölt millilög eða vegna gegndræpi í berggrunnum (diffusion). Annars er efnainnihald vatnsins lítt frábrugðið héraðslághitavatni nema í nokkuð meiri styrk flúoríðs (F^-), sem oftast nær ákveðst af útskolunarharða. Talið er að F^- skolist auðveldar úr súru bergi heldur en basísku og hugsanlegt er því að vatnið úr borholu 2 í Tungudal hafi komist í nánari snertingu við súrt berg en almennt gerist um grunnvatn. Marktækur munur er á styrk F^- í þeim tveim sýnum, sem flúor var efnagreint í. Hærra gildi í fyrri sýninu bendir eins og kísilhitinn til þess, að hlutfallslegt magn vatns af heitari uppruna (neðri æðar?) hafi minnkað.

TAFLA 1

	TUNGUDALUR BORHOLA 2		NAUST UPPSPRETTA		LAUGAR UPPSPRETTA		BORHOLA 2		LÁSVÍK UPPSPRETTA			
	Efni	Sýni nr.	Efni	Sýni nr.	Efni	Sýni nr.	Efni	Sýni nr.	Efni	Sýni nr.		
Hiti °C	750185	25	760023	25.2	760293	760251	8.8	740087	750186	760024	760111	740086
Kísilhiti °C	12-01	60	02-29	47	09-05	08-04	23	63-07-20	12-03	02-28	08-03	60-06-19
Alkalíhiti		44	44					38	62	63.4	63.8	26
pH/°C		9.61/21	9.90/19	9.97/20		9.43/19		38	71	62	55	(85)
Eðlisviðnám Ωm		22.5	21.7	20.4	70.4			58	59	54		26
SiO ₂		59	59	59	21			53	53	60	59	67
Na ⁺		90.2	90.3					48	117.7	83.3		71.1
K ⁺		0.5	0.6					0.8	1.9	1.2		1.2
Ca ⁺⁺		3.2	4.2					5.6	11.6	6.7		6.5
Mg ⁺⁺		0.01	< 0.01					0.32	0.32	0.04		0.05
CO ₂ (total) 1)		7.8	9.6	6.5				19.8	7.0	8.3		22.4
SO ₄ ⁻⁻		55.1	53.4					73		68.6		75
H ₂ S (total) 2)		< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.09	< 0.1
Cl		77.8	77.4	79.2	26.8			63.6	128.3	71.9	63.4	56.8
F ⁻		2,17	1,92					0.3	0.33	0.04		0.35
Uppl. efni		319	327					278	413	327		301
Hiti í botni °C		30,1	ca50°C						66.9	66.8		
Dýpt holu m		244	600	600					549	549	549	
Sjálfr-rennsli l/s		1.5	1-1.5	1.0	1/4				5			

Styrkur efna er í ppm

1) H₂CO₃ + HCO₃⁻ + CO₃⁻⁻

2) H₂S + HS⁻ + S⁻⁻

JARBLAGASNIÐ AF HOLUNNI Í TUNGUDAL.

Jarólög þau, sem borað var í gegnum eru eingöngu basalt með hinum venjulegu rauðu millilögum. Svarf vantar úr neðstu 100 m holunnar. Einu setsyrpurnar, sem nokkuð kveður að, eru milli 40 og 80 m og síðan í kringum 300 m. Helstu vatnsæðar holunnar (ofan 250 m) virðast tengdar lagmótum.

VIÐNÁMSMÆLINGAR, SEGULMÆLINGAR OG JARÐFRÆÐIATHUGANIR SUMARIÐ 1976.

S.1. sumar voru mældar 10 viðnámsmælingar með Schlumberger uppsetningu og 1 tvíþól-viðnámsmæling á svæðinu frá Hnífsdal að Fremri- Arnardal. Í Tungudal var mælt mjög þétt, vegna þess að þar voru helst talðar jarðhitalíkur. Fyrirnefndu mælingarnar veita upplýsingar um eðlisviðnám jarðarinnar rúmlega einn kílómeter niður, en tvíþólmælingin allt að 3 km niður. Mælingar þessar voru að hluta til liður í heildarkönnunum eðlisviðnáms á Vestfjörðum. Sú heildarkönnun bendir til þess, að 80-120 Ω m viðnám sé einkennandi fyrir svæði þar sem enginn jarðhiti er til staðar, þótt slíkt gildi útiloki ekki jarðhita. Á hinn bóginn er 40 Ω m viðnámsgildi yfirleitt tengt jarðhita s.s. á Súgandafirði, Tálknafirði og Reykjarfirði.

Niðurstöður viðnámsmælinganna í grennd Ísafjarðar gefa lægst gildi í Tungudal innanverðum (sbr. mynd 1). Í ljós kemur að skörp viðnámsskil liggja um Tungudal þveran (mynd 1). Ítarlegar segulmælingar voru framkvæmdar í Tungudal ásamt jarðfræðiathugunum til þess að kanna dreifingu bergganga um dalinn og hugsanleg tengsl þeirra við viðnámsskilin. Niðurstöður þessara mælinga eru sýndar á mynd 4. Þar sést að 6 gangar liggja um Tungudal, tveir rétt við fjarðarbotninn, einn innst í dalnum og loks liggur kerfi þriggja ganga um Tungudal miðjan. Þessir þrjár gangar eru trúlega örsök viðnámsskilanna. Tveir ganganna eru rétt segulmagnaðir. Liggja þeir þétt saman um dalinn. Hinn þriðji er öfugt segulmagnaður og sker hann hina tvo í norðurhlíðum dalsins. Ekki reyndist unnt að kanna skurðpunkt þeirra með prótónusegulumæli þeim sem notaður var til að rekja gangana, þar sem hann er undir háspennulínu. Ef nauðsyn ber til má hins vegar kanna hann nánar síðar með s.k. fluxgatesegulumæli, sem truflast ekki af háspennuvírnunum. Austan skilanna er hátt viðnám

(yfir 100 Ω m) en lágt vestan þeirra, einkum sunnan Tunguár. Innst í Tungudal eru svo nyrstu misgengin á 3-4 km breiðu misgengisbelti, sem liggur um Súgandafjörð og er jarðhitinn þar tengdur þeim. Hreyfing á þessum misgengjum er að vísu orðin mjög óveruleg í Tungudal. Líklegt er að lága viðnámið í Tungudal stafi af brotnun vatnsgengu og e.t.v. heitu bergi. Fullvíst má telja í ljósi annarra mælinga að hér sé ekki um seltu að ræða. Aðeins boranir geta gefið upplýsingar um raunverulegan berghita og vatnsgengd jarðlaganna. Öll viðnámslíuritin og túlkun þeirra ásamt segulmæligögnum og nánari staðsetningu viðnámsmælinganna verða birt í yfrilitsskýrslu um jarðhitarannsóknir á Vestfjörðum, sem út kemur innan fárra mánaða.

STAÐSETNING BORHOLU.

Á grundvelli fyrri borana, mælinga og jarðfræðiathugana var nýrri borholu valinn staður vestan megin við tvo samsíða ganga sem liggja yfir Tungudal (mynd 4). Gangarnir stefna NA-SV og er gert ráð fyrir að þeim halli lítillega til NV. Viðnámsmælingar sýndu lægst viðnám vestan við þessa ganga sunnan árinna þarna andspænis. Skammt norðaustur af borstaðnum hliðrast gangarnir nokkurn spöl til austurs, en þannig háttar stundum til þar sem heitt vatn er á ferðinni í gangakerfum. Reiknað er með því að skera þann vestri af göngunum á 600 - 800 m dýpi. Hitamælingar í holu 2 og uppleyst kísilsýra í vatninu sem rennur úr henni, gefa ekki vonir um nema rúmlega 50°C heitt vatn. Með borun í 1000-1100 m ætti að fást vitneskja um vatnsgengd í berggöngunum og hvort von sé á heitari vatni á miklu dýpi.

EFNISYFIRLIT Ísafjarðarskýrsla.

Inngangur

Staðsetning og borun 600 m holu í Tungudal

Vatnsæðar og hiti

Efnagreining á borholuvatninu (Jón Ben.)

Jarðlagasnið af holunni í Tungudal

Viðnámsmælingar, segulmælingar og jarðfræðiathuganir sumarið 1976

Staðsetning borholu

MYNDASKRÁ

1. Staðsetningarkort af holum og mælingum
2. Gangur borunar 600 m holu
3. Hitamælingar í holu 2
4. Yfirlit - dreifing ganga.



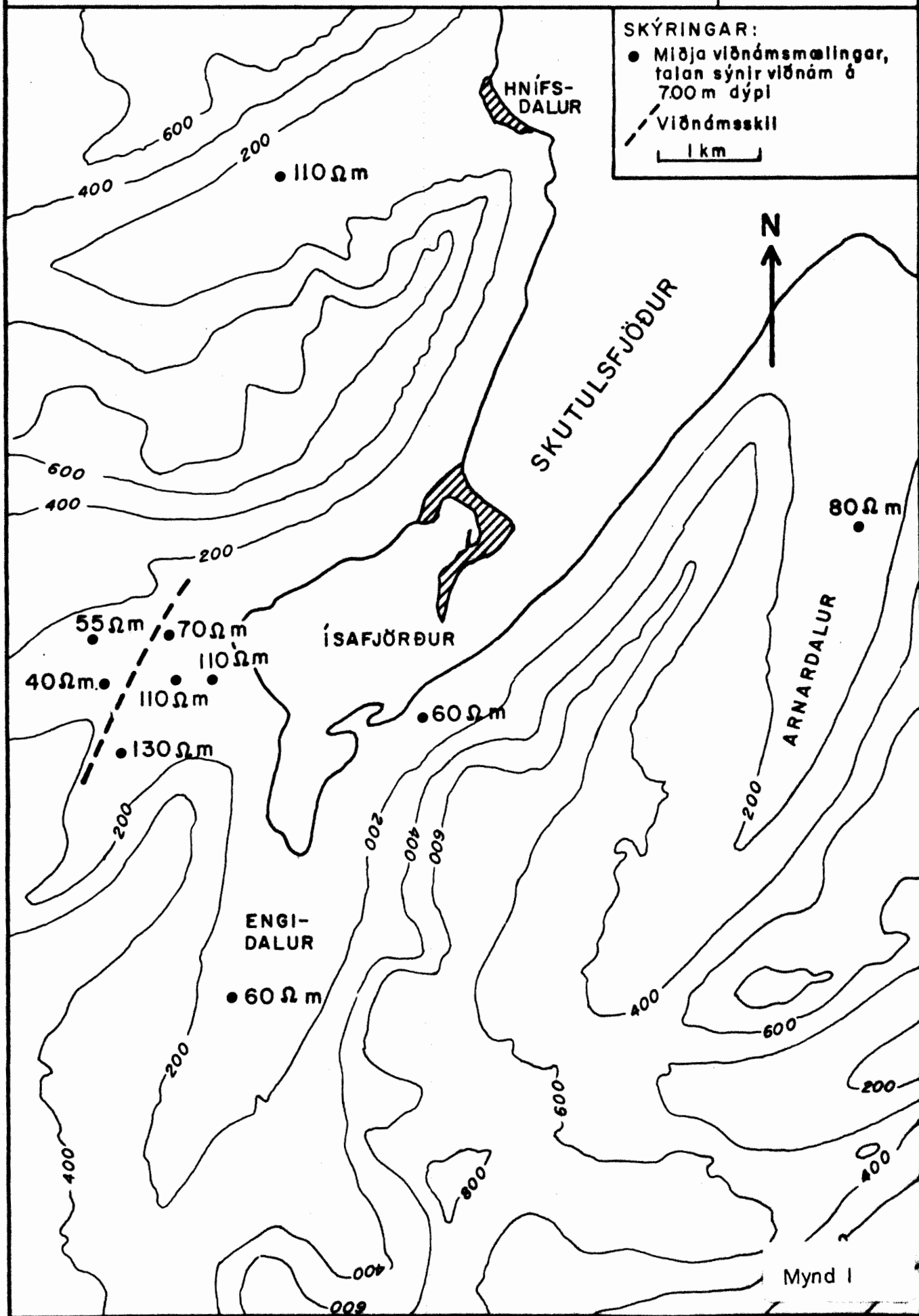
Viðnámsmælingar við Ísafjörð

SKÝRINGAR:

- Miðja viðnámsmælingar, talan sýnir viðnám á 700 m dýpi

--- Viðnámskil

1 km



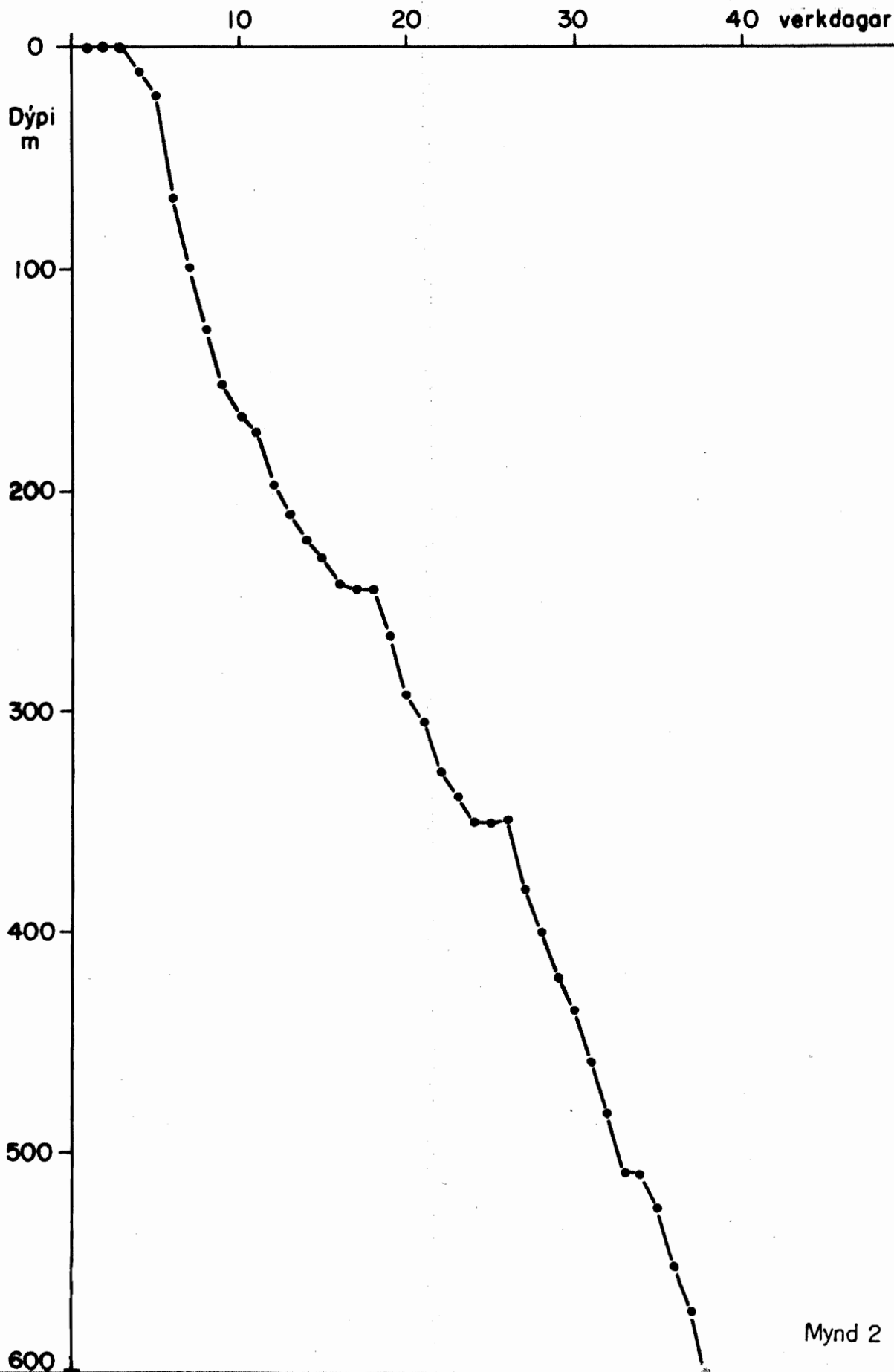


Tungudalur við Ísafjörð, Hóla-2
Gangur borunar

Tnr.

J- Ísafj.

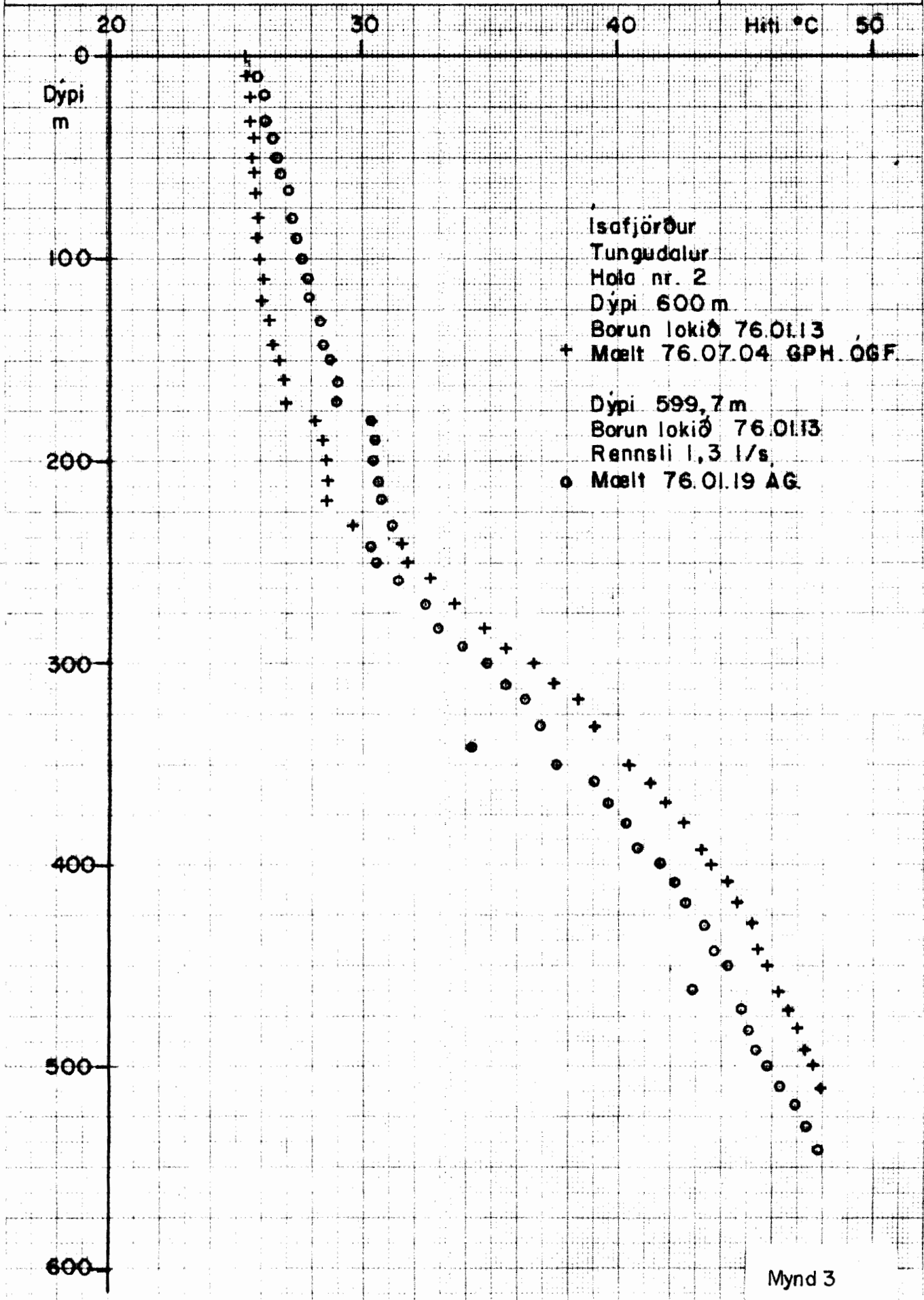
Fnr. 14694

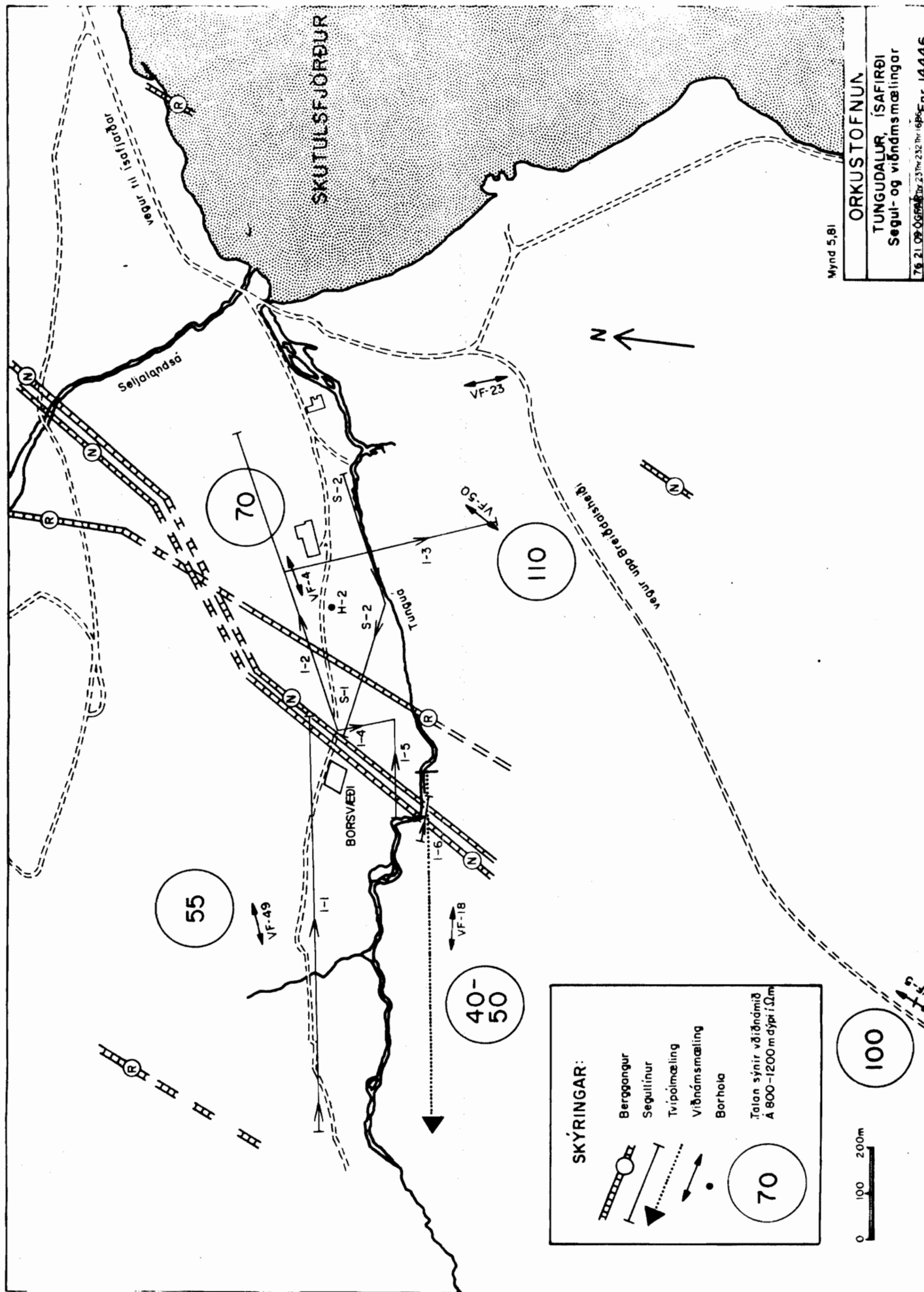


Mynd 2



Hitamæling í borholum





Mynd 5,81

ORKUSTOFNUN
 TUNGUDALUR, ÍSAFIRÐI
 Segul- og viðnámsmælingar
 76 21 OF 0605 Þór 23 Þr 232 Þr 06 Þr 14446

Mynd 4