

15/1977

SKÝRSLA

um

rannsóknaleiðangur "Akademik Kurchatov"
norðan Íslands dagana 6.-24. október 1976.

eftir

Frey Þórakinnsson

með formála eftir

Guðmund Pálmason

SKÝRSLA

um

rannsóknaleiðangur "Akademik Kurchatov"
norðan Íslands dagana 6.-24. október 1976.

eftir

Frey Þórarinsson

með formála eftir

Guðmund Pálmason

FORMÁLI

Undanfarin ár, allt frá 1971, hafa jarðvísindaleiðangrar frá Vísindaakademíu Sovétríkjanna komið til Íslands og starfað að rannsóknum í samráði við íslenska aðila. Sum árin hefur einnig rannsóknarskipið "Akademik Kurchatov" verið við rannsóknir á hafssvæðinu milli Grænlands og Noregs norðan Íslands.

Íslenskum jarðvísindamönnum hefur jafnan staðið til boða að taka þátt í leiðöngrum "Akademik Kurchatov" í nágrenni Íslands, og sama er einnig að segja um flesta aðra erlenda rannsóknaleiðangra af svipuðu tagi, sem hér hafa verið. Eskilegt er, að íslenskir aðilar fylgist með og séu virkir þátttakendur í slíkum rannsóknum, a.m.k. innan íslensks yfirráðasvæðis, en af ýmsum ástæðum hefur sjaldnast orðið úr slíkri þátttöku. Það er því ánægjulegt, að í síðasta rannsóknaleiðangri "Akademik Kurchatov" hér við land í október 1976, reyndist unnt að hafa íslenskan jarðvísindamann Frey Þórarinsson með í leiðangrinum, og hefur hann skrifað um ferðina þá skýrslu sem hér birtist.

Rétt er að taka það fram, að stjórnendur rannsókna, þeir Dr. S.M. Zverev, sem hafði með höndum yfirstjórn rannsókna á landi sumarið 1976, og Dr. K.V. Moroshkin leiðangursstjóri á "Akademik Kurchatov" voru mjög samvinnufúsir varðandi skipulag rannsókna fyrir norðan land. Breyttu þeir áætlunum sínum til samræmis við óskir íslenskra aðila og bættu sérstaklega við mællínum norðaustur af landinu, þar sem forvitilegt þótti að fá nánari upplýsingar um gerð sjávarbotnsins. Að leiðangrinum loknum kom skipið til Reykjavíkur og var þar á fundi um borð skýrt frá helstu niðurstöðum og afhent formlega afrit af þeim gögnum, sem fyrir lágu á þeim tíma. Þessi gögn eru að mestu í vörslu Orkustofnunar. Síðar verða afhent viðbótargögn, sem ekki lágu fyrir á handhægu formi strax í lok leiðangursins.

Ekki verður annað sagt en að stjórnendur leiðangursins hafi uppfyllt vel þau skilyrði um afhendingu gagna, sem sett eru í veitingu rannsókná-

leyfa, og mun betur en margir aðrir leiðangrar sem hér hafa verið.
Kann þar einhverju um að ráða sú staðreynd að hægt var að hafa
íslenskan jarðvísindamann um borð til að fylgjast með starfinu.

14. apríl 1977

Guðm. Pálmason

Guðmundur Pálmason

INNGANGUR

Dagana 6.-24. október 1976 var sovéska rannsóknaskipið "Akademik Kurchatov" við jarðvísindalegar athuganir fyrir norðan og norðaustan Ísland. Undirrituðum gafst kostur á að fylgjast með störfum um borð, og þessi skýrsla rekur stuttlega það helsta sem bar fyrir augu og eyru um borð. Ekki verður gerð grein fyrir niðurstöðum rannsókna héra, enda hefur úrvinnsla þeirra ekki verið í mínum höndum.

"Akademik Kurchatov" er tíu ára gamalt skip, um 6000 tonn að stærð og um borð í þessari ferð voru um 150 manns, 80 manna áhöfn og 70 vísindamenn. Í skipinu eru 26 rannsóknarstofur (nefndar: hydrografísk, jónosperísk, meteorologísk, seismografísk, aerologísk, hydrologísk, hydromísk, geologísk, geokemísk, biologísk, fysísk, geomagnetísk, geoelektrísk, gravimetrísk o.fl.). Skipið hefur bógskrúfur og jafnvægisugga og getur þannig haldið sér kyrru á tilteknum stað í allslæmu veðri. Það er staðsett eftir útvarpsmerkjum frá gervitunglum, og staðsetningarnákvæmnin er \pm 50 m.

Dagbók ferðalagsins er sem hér segir:

FYRIR NORÐAN LAND:

7. - 8. okt.	Settar út 8 botnstöðvar til hljóðbrotsmælinga (seismic refraction).	35 klst.
8. - 11. okt.	Skotið með 30 lítra loftbyssu (hljóðbrotsmælingar)	65 klst.
11. - 12. okt.	Hljóðspeglunarmælingar (seismic reflection) með neistara (sparker). Segulmælingar.	30 klst.
12. - 15. okt.	Skipt um botnstöðvar. Jarðfræði- og jarðefnafræði athuganir á 3 stöðum. Varmastreymismælingar á 5 stöðum.	58 klst.
15. - 19. okt.	Hljóðspeglunarmælingar og segulmælingar	93 klst.
19. - 21. okt.	Jarðfræði- og jarðefnafræðiathuganir á 4 stöðum. Varmastreymismælingar á 11 stöðum. Ein botnsköfun	48 klst.
21. - 22. okt.	Botnstöðvar veiddar upp	31 klst.
	Alls	360 klst.

FYRIR NORÐAUSTAN LAND:

22. - 23. okt. Hljóðspeglunarmælingar og segulmælingar	24 klst.
23. - 24. okt. Settar út 2 botnstöðvar til hljóðbrotsmælinga. Skotið með 30 lítra loftbyssu.	<u>18 klst.</u>
Alls	42 klst.

Fyrirhugaðar höfðu verið jarðfræði- og jarðefnafræðilegar athuganir á setlögnum útaf NA-landi en 25. október var alltof slæmt í sjóinn til að það væri unnt, og þá var strax haldið til Reykjavíkur, degi fyrr en áætlað var.

HLJÓÐBROTSMÆLINGAR MEÐ BOTNSTÖÐVUM

Hljóðbrotsmælingar (seismic refraction) fara þannig fram, að skjálftastöðvum er lagt við bauju á hafsbotninn. Skipið siglir svo með 5 - 6 hnúta hraða og 30 lítra loftbyssu skýtur á mínútu fresti og skjálftastöðvarnar skrá hljóðbylgjurnar þegar þær berast til þeirra. Síðan má reikna hljóðhraða og þykkt sets og berglaga út frá sambandi komutíma hljóðbylgna til skjálftastöðvar og fjarlægðar skips frá skjálftastöð. Staðsetningar skjálftastöðvanna og siglingaleiðir skipsins með loftbyssuna eru sýndar á myndum 1 og 3.

Skjálftastöðvunum er komið fyrir í vatnspéttum stálsívalningum, einn meter á lengd og 18 cm í þvermál. Í sívalningunum eru rafhlöður, kvarzklukka, hljóðnemi (geófonn), magnari og segulband. Segulbandið getur gengið í 5 sólarhringa áður en bandið þrýtur, en rafhlöðurnar duga til að keyra bandið í u.p.b. 10 sólarhringa. Segulbandið skráir á fjórar rásir, maximum signal, - 15dB signal, tímamerki og 20 Hz "pilot signal". Segulbandshraðinn er ýmist 0,47 eða 0,76 mm/sek og hámarkstíðni 20 eða 35 Hz. "Geofon sensitivity" er 0,6 v/cm/sek og mögnun á max. signali 1000 föld. Eigin tíðni hljóðnemans er 3-5 Hz.

Úrvinnsla á þessum gögnum er afar seinleg, því hvert skot með loftbyssunni verður að skrifa sérstaklega út af segulbandi og túlka "í höndunum". Niðurstaðna er því ekki að vænta fyrr en eftir 1-2 ár.

HLJÓÐSPEGLUNARMÆLINGAR

Hljóðspeglunarmælingar (seismic reflection) fóru þannig fram, að skipið siglir með hljóðgjafa og hljóðnema í togi. Hljóðbylgja frá hverju "skoti" hljóðgjafans endurkastast frá hafsbotninum, lagskiptum í seti og berggrunninum undir setinu, (sbr. bergmálsdýptarmæla) og þannig má skrá þversnið af setinu og þykkt setsins jafnharðan á pappír og/eða segulbönd.

Hljóðgjafinn var í þessu tilfalli neistari (sparker), þ.e. stór þéttir, sem hlaðinn er með rafal frá skipinu og neista hleypt milli platanna fyrir hvert skot. Orkan í hverju skoti er um 30 kílojoule.

Hljóðneminn er 50 m löng trossa með 60 samtengdum "hydrófónum" og vinna þeir allir sem einn. Skipið siglir með 6-8 hnúta hraða og skotið er á 10 sek fresti. Hljóðmerkið (signalið) er bæði tekið upp á tvö segulbönd og skrifað jafnharðan út á pappír. Við komuna til Reykjavíkur var Orkustofnun afhent ljósrit af þessari útskrift, og frekari túlkun verður send hingað þegar henni er lokið. Siglingaleiðir með hljóðspeglunarmælingar eru sýnar á myndum 2 og 3, og lausleg túlkun mælinganna (gerð jafnharðan um borð í "Akademik Kurchatov") fyrir norðan land er sýnd á myndum 4, 5 og 6.

SEGULMÆLINGAR

Segulsviðsstyrkurinn er mældur með tvöföldu mælakerfi, sem bæði mæla heildar-sviðsstyrk (total field strength). Mæligildin eru bæði skrifuð út með sírita og götuð "digitalt" inn á pappírstrimil.

Úrvinnsla fer þannig fram um borð, að skipstólvan les svona strimla með staðsetningu, tíma, segul- og þyngdarsviðsstyrk og hafðýpi og teiknar upp á "plotter" þyngdarsvið og segulsvið og hafðýpi sem fall af staðsetningu, hvert í sínum lit. Það tekur tölvuna 15-20 mínútur að teikna þannig mælingar eins sólarhrings. Í þessari ferð var ekki mælt þyngdarsviðið.

Í Reykjavík voru niðurstöður þessara mælinga afhentar Íslendingum á því formi sem að framan greinir. Í Moskvu verða svo mælingarnar bornar saman við segulmælingar á sama tíma frá Leirvogi og reynt að skilja sundur áhrif segulmögnunar botnlaga og segulsveiflna úti í geimnum.

Siglingarleiðir skipsins með segulmælana eru þær sömu og siglingarleiðir með hljóðspeglunarmælingarnar, sýndar á myndum 2 og 3.

VARMASTREYMIS MÆLINGAR

Varmaútstreymi jarðar gegnum hafsbotninn er þannig mælt, að álstautur með tveimur eða fleiri "thermistorum" eða hitaviðnámum er fergður með lóðum og látinn falla úr 20-30 m hæð yfir hafsbotni og stingast á kaf í setið á hafsbotninum. Hitastigullinn í setinu mælist sem mismunandi hitastig á thermistorum og sé varmaleiðni setsins þekkt, má reikna út varmastreymið.

Tvær aðalaðferðir eru við að mæla hitastigið á thermistorunum. Önnur er að hafa skrifara fastan við álstautinn og sökkva öllu niður í vírum. Þessa aðferð notuðu sovésku vísindamennirnir mest, enda er hún þrautreynd en kannski dálítið gamaldags. Hin leiðin er að breyta hitastigi thermistoranna í tíðnimerki (n.k. FM-signal) og senda merki frá einum thermistor í einu upp burðarvírinn. Þessa aðferð var dálítið verið að fikta við samhliða hinni, en jafnvel þótt hún sé algengasta aðferðin í seinni tíð á vesturlöndum, þá flýta sovétmenn sér hægt við að taka hana upp í stað hinnar, sem þeir treysta. Þetta lýsir nokkuð þeirra afstöðu til tækninýjunga, finnst mér.

Varmaleiðni setsins fæst annaðhvort með mælingum á setkjörnum eða hún er áætluð út frá nærliggjandi mælistöðum. Lögð var áhersla á að mæla setkjarna á mælistöðum, því sovésku vísindamennirnir telja ágiskanir á varmaleiðni miklu varasamari aðferð en vestrænir starfsbræður þeirra (t.d. Langseth og van Herzen: "Heat flow through the floor of the world oceans". The Sea, V 4, part 1, 1970).

Niðurstöður ítarlegra varmaleiðnimælinga á seti og varmastreymis mælinganna voru afhentar Orkustofnun í Reykjavík, og í töflu I er að finna yfirlit yfir þessar niðurstöður og á mynd 1 er sýnd staðsetning mælistaðanna.

SETKJARNAR

Setkjarnar voru þannig teknir, að sýnatakinn, 5-6 m langt rör yddað í neðri endann, var látinn síga uns hann hékk 20-30 m yfir hafsbótinum. Þá var hann látinn falla frítt og stingast á kaf í setið og síðan dreginn upp. Neðst í sýnatakanum eru mjúkar málmpynnu-tennur, sem vísa inn og upp og varna því að setið renni út aftur. Með þessu móti má fá nokkurra metra langa kjarna úr hafsbotssetinu.

Setkjarninn er síðan ristur að endilöngu í tvennt og annar helmingurinn rannsakaður um borð en hinn í landi. Varmaleiðnin er mæld á 10 cm bili, eðlisþyngd á 10-50 cm bili. Seguleiginleikar setsins eru rannsakaðir, efnagreining gerð með tilliti til gasinnhalds setsins og kjarninn er greindur jarð- og setfræðilega.

Niðurstöður þessara athuganna voru afhentar í Reykjavík, og í töflu II er yfirlit yfir gasinnihald setkjarnanna og staðsetning sýnatökustaðanna er sýnd á mynd 1.

SJÁVARSÝNI

Á nokkrum stöðum voru tekin sjávarsýni með nokkru bili frá yfirborði niður undir botn. Hitastig, selta og gasinnihald var rannsakað um borð og niðurstöður gas-efnagreininganna eru í töflu III og sýnatökustaðir merktir á mynd 1.

TÚLKUN GASMÆLINGA

Hér er rétt að víkja aðeins að jarðfræðilegri túlkun gasinnihalds í sjó og seti, þar sem hún er nokkuð ný af nálinni. Rannsóknir sovéskra vísindamanna síðasta áratug hafa sýnt, að þar sem hiti og/eða brotahreyfingar (tektonisk aktivitet) eru undir seti, ≥ 300 m á þykkt, þar myndast mikið af hydro-carbonötum í setinu (sbr. töflu II) og þau losna út í sjóinn í verulegum mæli. Með samanburði á gasinnihaldi sets og sjávar annarsvegar og hljóðspeglunar mælingum hinsvegar má þannig t.d. finna virk brotasvæði. Niðurstöður rannsókna sama leiðangurs í Barentshafi, áður en komið var til Íslands, sýndu t.d. að 500 m þykkur setlaga stafli á mjög brotnu, og að því er virðist virku, svæði, losaði nægilegt magn af CH_4 í sjóinn til að lyfta gasinnihaldi hans úr svæðisgildinu 10^{-4} ml/l í 10^{-2} - 10^{-1} ml/l eða 100-1000 falt.

Einnig má almennt segja að tiltölulega mikið helíum í seti bendir til meginlandsskorpu en hátt CO_2 hlutfall til yngra basalts. Fleira slíkt mætti tína til, en þessi rannsóknartækni er enn fremur stutt á veg komin.

VARÐVEISLA UPPLÝSINGA

Það liggur í augum uppi, að á hverju ári safnast gífurlegt magn upplýsinga í heiminum um alhliða jarðfræði hafsbotsins. Það er sérstakt fyrir þetta rannsóknasvið, að sérstakur alþjóðlegur tölvubanki hefur verið settur á

stofn til að safna og miðla þessum upplýsingum, og nefnist sá World Data Bank á ensku. Verður nú gerð örstutt grein fyrir honum.

W.D.B starfar í tveimur deildum, A og B, og tilheyrir þeirri fyrri Bandaríkin og 97 önnur ríki (aðsetur: Washington) en í B-deild eru sósíalístísku ríkin (aðsetur: Moskva). Ekki eru sömu upplýsingar í báðum deildum, en þær skiptast á upplýsingum, þannig að ekki þarf að hafa samband við nema aðra. Upplýsingar eru flokkaðar landfræðilega í 10X10 gráðu reiti. Upplýsingar þær sem skráðar eru skiptast í aðalatriðum þannig:

1. Hefur einhver unnið á svæðinu? Hver og hvenær? Hyggst einhver vinna þar í ár? Hver og hvenær? Nafn skips, nafn stofnunar og heimilsfang, leiðangursstjóri o.s.frv.
2. Lýsing á óhörðnuðu seti, þ.e. allir mældir parametrar og almenn flokkun.
3. Lýsing á berggrunni, sama.
4. Eðlisfræðilegar mæliniðurstöður.
5. Aðrar upplýsingar (fjöldi kjarna o.s.frv.).

Um borð í "Akademik Kurchatov", og reyndar á öllum þannig sovískum rannsóknaskipum, er einn maður sérhæfður í upplýsingasöfnun af þessu tagi sem framhaldsnám af jarðvísindum og annast hann allan frágang gagna fyrir tölvuvinnslu jafnharðan og þeirra er aflað.

TAFLA I. VARMASTREYMI

Staður	Breidd	Lengd	Dýpi m	Hitastigull	Varmaleiðni ^x	Varmastreymi
				$10^{-3} \cdot ^\circ\text{C}$ cm	10^{-3} cal $^\circ\text{C cm sek}$	10^{-6} cal $\text{cm}^2 \text{ sek}$
I	2	3	4	5	6	7
2103	66 ⁰ 40'	18 ⁰ 55'	600	2,78	2,32 ^{xx}	6,45
2104	66 49	18 46	648	0,31	2,32 ^{xx}	0,72
2105	67 10	18 52	450	3,89	2,32	9,02
2106	67 00	18 57	410	1,55	2,32 ^{xx}	3,60
2111	66 59	18 03	450	2,03	2,08 ^{xxx}	4,12
2112	67 49	21 51	750	0,90	2,04	1,83
2113	67 49	21 05	846	1,50	2,08 ^{xxx}	3,12
2114	67 51	19 51	900	2,04	2,09	4,26
2116	67 48	19 04	810	1,73 ^{xxxx}	2,08 ^{xxx}	3,60
2117	67 49	18 38	630	-	-	-
2119	67 48	17 49	1090	-	-	-
2120	67 48	17 06	1055	1,83	2,08 ^{xxx}	3,81
2121	67 48	16 25	1010	-	2,12	-
2122	67 48	15 41	1030	-	-	-
2123	67 13	17 31	685	1,70	2,08 ^{xxx}	3,54

ATH: x Meðalgildi mælinga á setkjörnum

xx Sama gildi notað og mælist á stað 2105

xxx Notað meðalgildi staða 2112, 2114 og 2121

xxxx Áætlaður hitastigull

TAFLA II. GAS Í SETSÝNUM

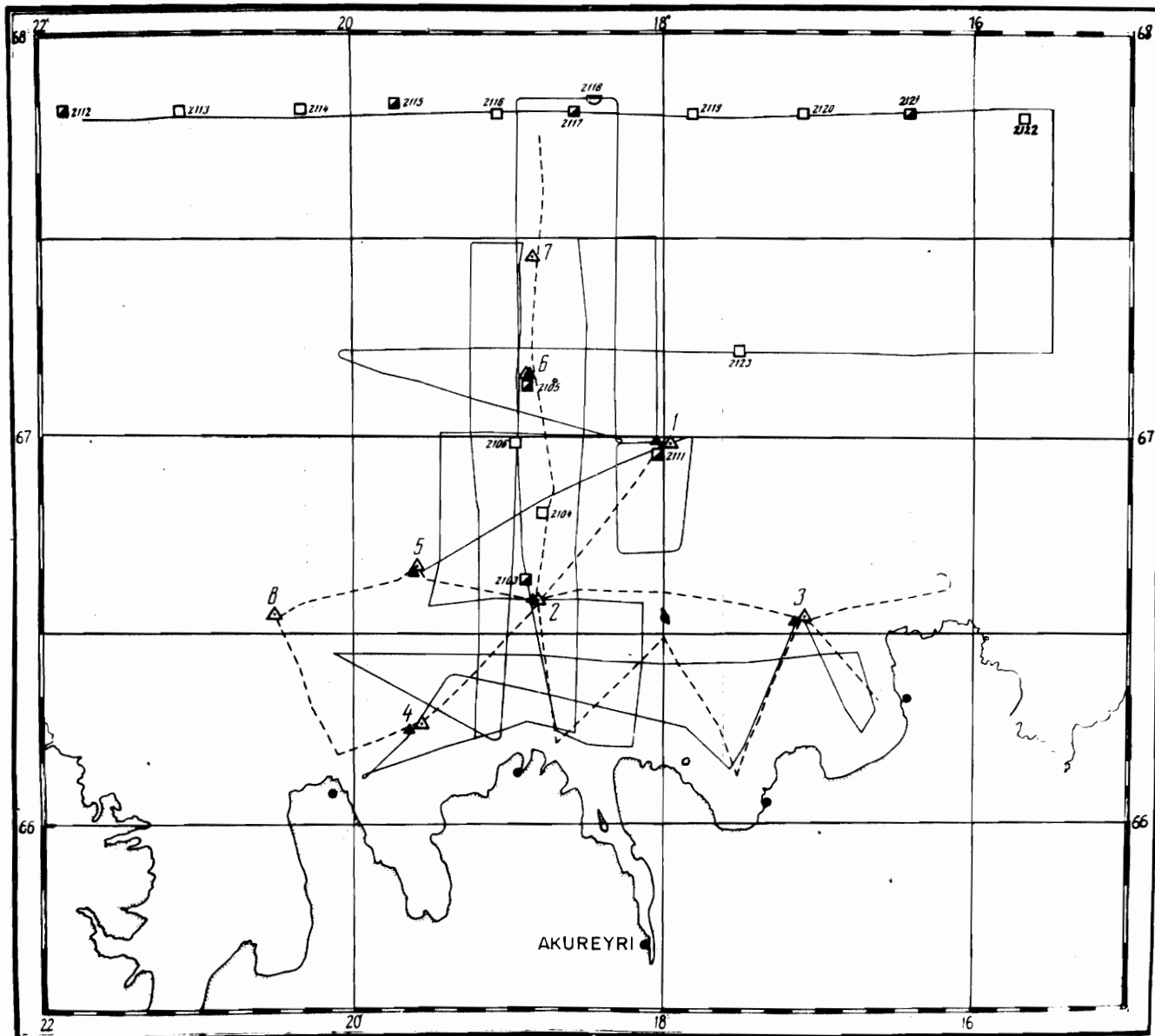
Staður	Dýpi m	Magn $\times 10^{-4}$ cm ³ /kg (blaut sýni)						
		CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₄	C ₃ H ₈	C ₃ H ₆	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2105	17-20	41,76	5,44	7,65	1,38	2,21	-	-
	117-120	47,42	5,82	8,28	1,41	1,46	-	-
2112	117-120	28,01	2,77	3,13	-	-	-	-
	240-244	23,18	1,04	2,71	0,39	0,51	-	-
	323-327	16,55	1,18	2,25	-	-	-	-
	380-384	12,16	0,96	1,18	-	-	-	-
2115	17-20	12,09	1,44	2,08	-	-	-	-
	113-117	51,37	5,70	12,56	2,76	4,41	-	-
	217-220	28,78	1,94	3,11	-	-	-	-
	317-320	34,26	3,65	6,90	2,44	3,79	-	-
	396-400	32,52	2,11	3,67	-	-	-	-
2121	17-20	33,05	25,83	3,86	1,68	0,22	-	-
	107-111	18,63	2,39	3,35	1,27	0,19	-	-
	127-220	32,12	3,98	6,35	1,56	0,51	-	-
	317-320	63,63	4,46	7,97	1,57	-	-	-

ATH: Afar lítið um hydrocarbon. Engin merki gasflæðis í sýnum.

TAFLA III. SJÁVARSÝNI

Staður	Dýpi m	O ₂ ml/l	N ₂ ml/l	He+H ₂ ml/l	CH ₄ nx10 ⁻⁴ ml/l	CO ₂ ml/l
1	2	3	4	5	6	7
2103	50	7,09	15,91	1x10 ⁻²	0,58	1x10 ⁻¹
	280	5,26	11,67	"	0,51	"
	400	7,14	14,66	"	0,53	"
	486	7,08	15,10	"	0,96	"
	487	5,47	12,44	"	0,99	"
2105	45	5,78	14,92	"	0,46	"
	195	4,48	12,96	"	0,33	"
	360	6,27	15,02	"	0,68	"
	365	6,64	19,45	"	0,63	"
	481	8,14	18,79	"	0,50	"
	482	7,34	17,99	"	0,44	"
2111	205	5,11	11,79	"	0,31	"
	405	7,41	19,49	"	0,39	"
	430	7,30	16,89	"	0,38	"
	434	6,54	14,38	"	0,28	"
2112	746	6,44	14,33	"	0,50	"
	747	6,70	14,26	"	0,50	"
2115	856	5,40	12,74	"	0,87	"
2117	696	8,24	20,88	"	0,65	"
	697	7,46	17,72	"	0,39	"
2121	1013	7,51	20,22	"	0,45	"
	1014	6,26	15,39	"	0,56	"

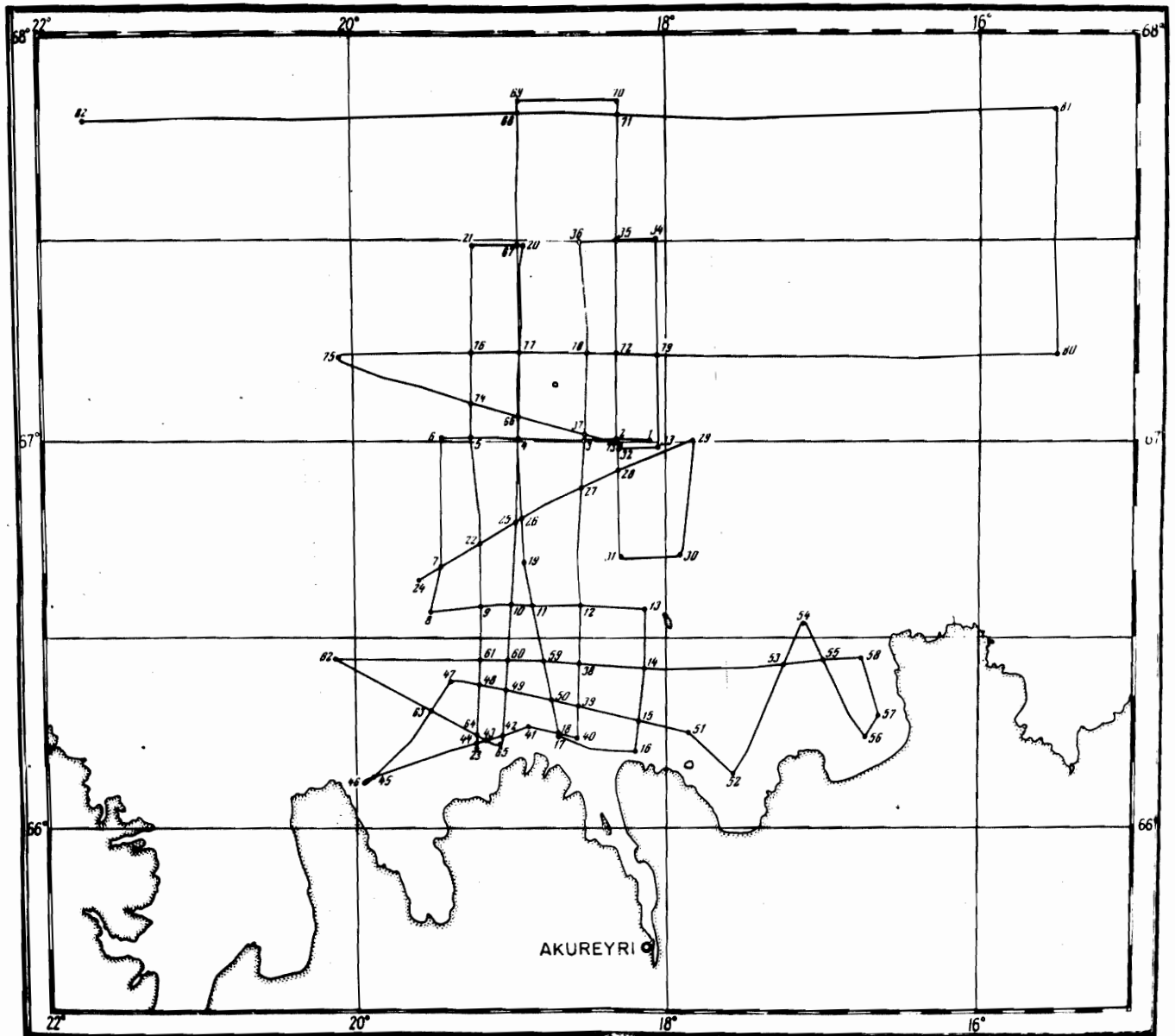
Mynd I



SKÝRINGAR

- ▲ 1 Botnstöðvar 7.-12. október
- ▲ 2 Botnstöðvar 15.-22. október
- 3 Fastpunktar í landi
- 4 Varmaleiðnimæling og sjóvarsýni
- ▣ 5 Varmaleiðnimæling
- ◐ 6 Botnsköfun
- 7 Siglingarleið með loftbyssu
- 8 Siglingarleið í hljóðspeglunarmælingum

Mynd 2

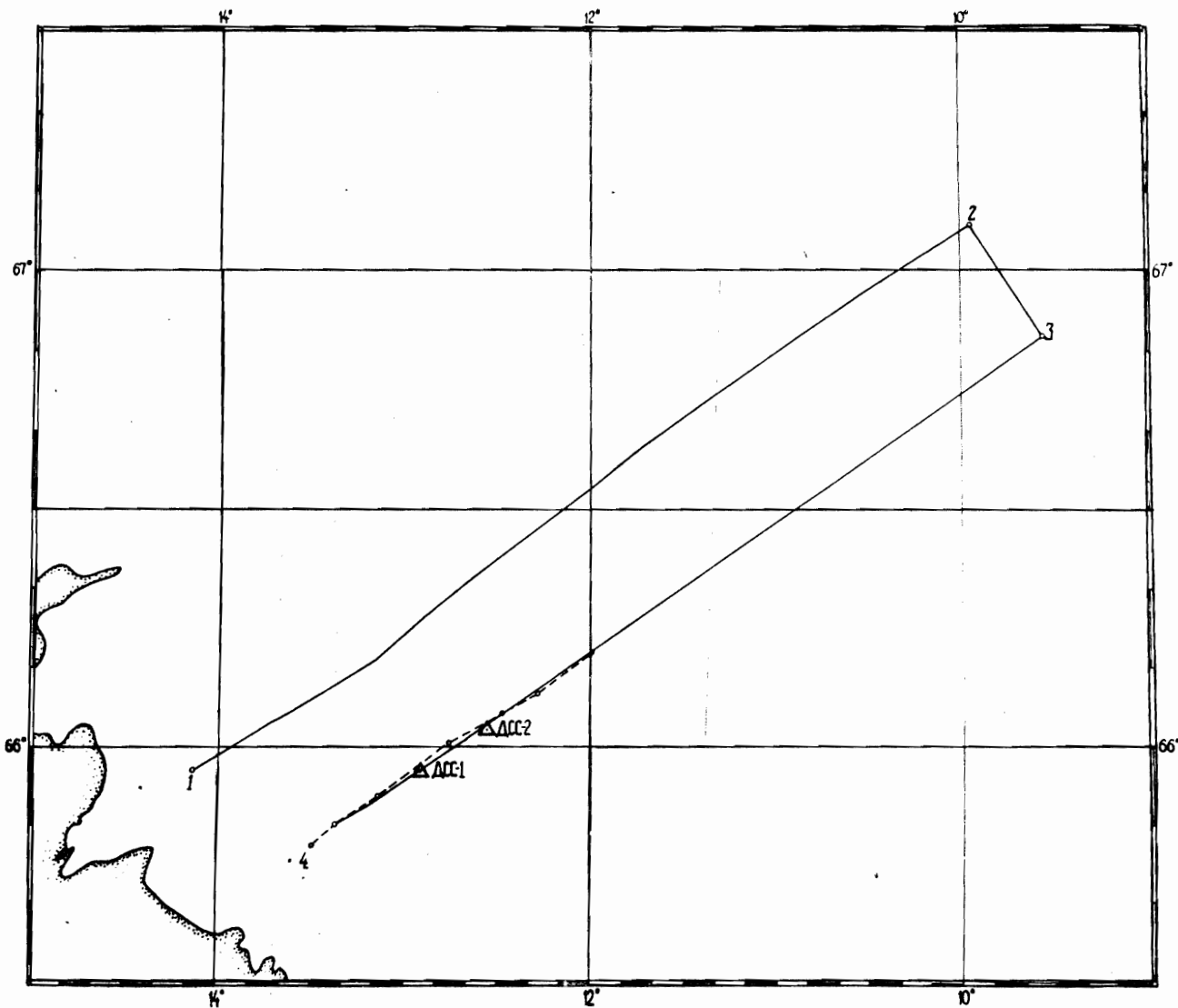


SKÝRINGAR

6•1 Staðsetning með gerfitungli

— 2 Siglingarleið í hjóðspeglunarmælingum

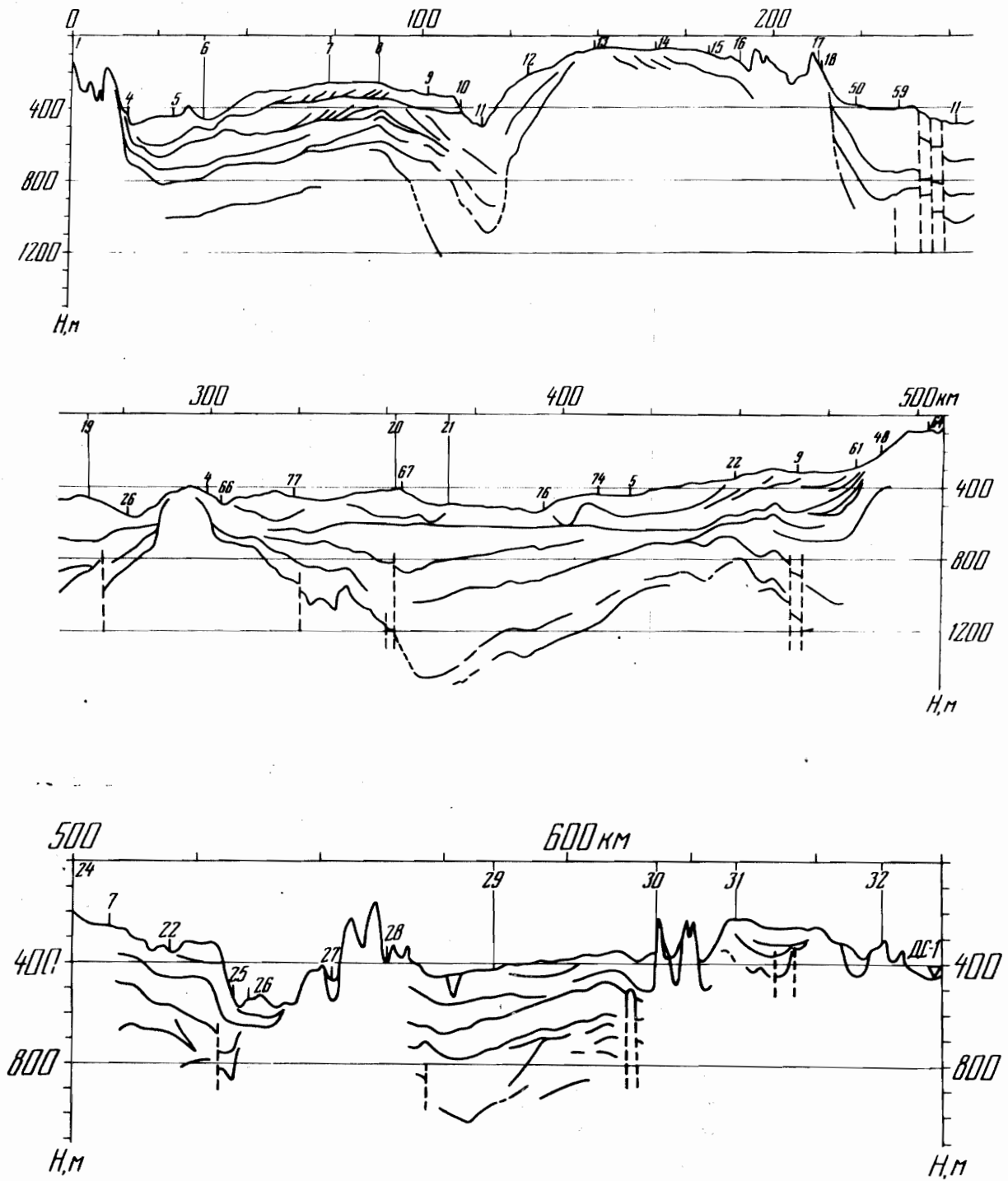
Mynd 3








SKÝRINGAR

- ▲ 1 Botnstöðvar
- 2 Siglingarleið með loftbyssu
- 3 Siglingarleið í hljóðspeglunarmælingum

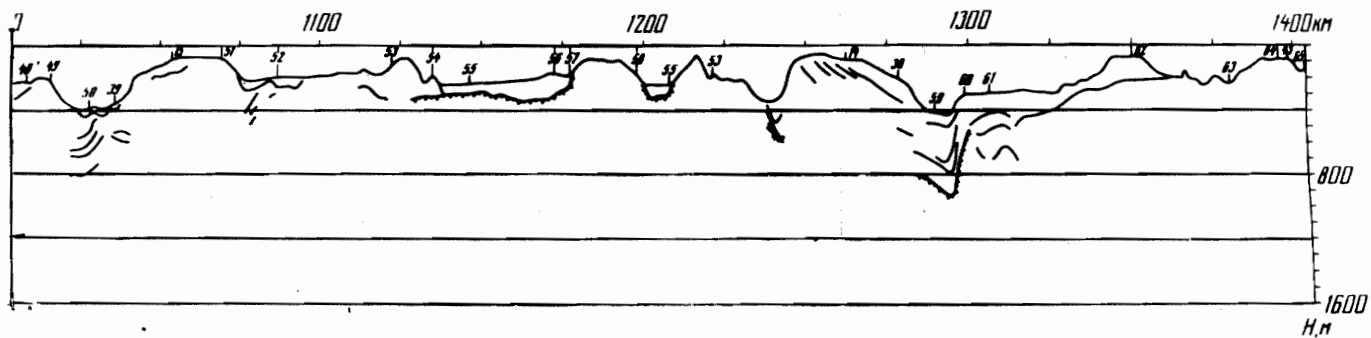
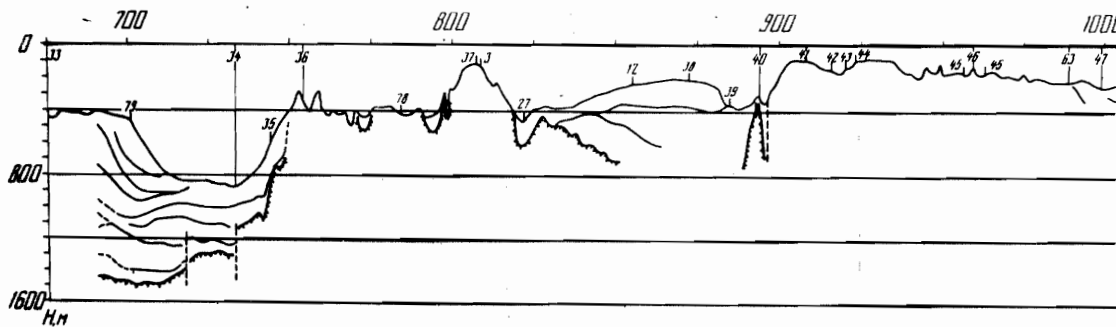
Mynd 4








SKÝRINGAR

-  1 Hljóðspeglandi flötur í seti
-  2 Misgengi í hljóðspeglandi fleti
-  3 Berggrunnur
-  4 Staðsetning með gervitungli
-  5 Staðsetning með gervitungli, skip breytir um stefnu

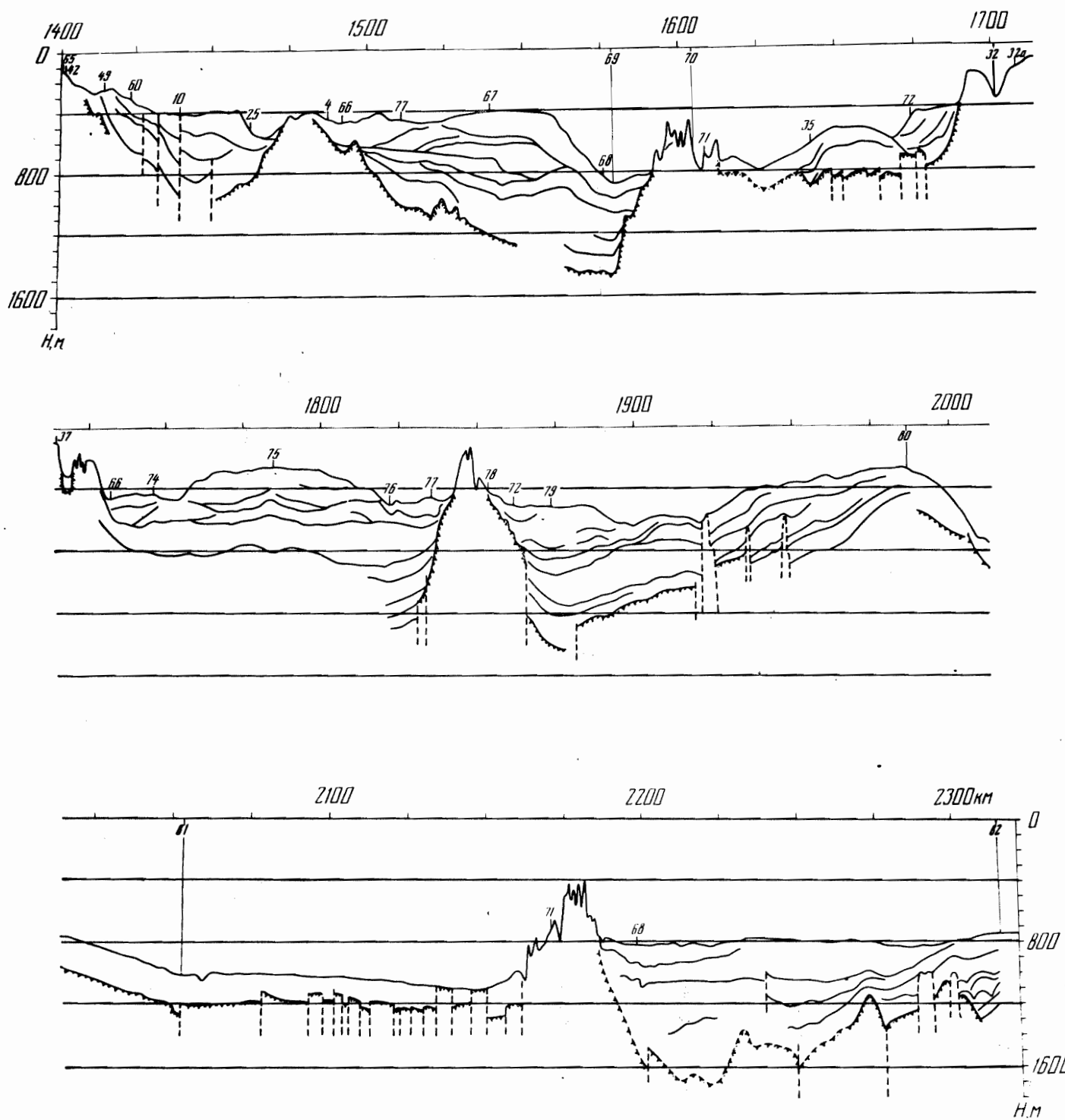
Mynd 5








SKÝRINGAR

-  1 Hljóðspeglandi flötur í seti
-  2 Misgengi í hljóðspeglandi fleti
-  3 Berggrunnur
-  4 Staðsetning með gervitungli
-  5 Staðsetning með gervitungli, skip breytir um stefnu

Mynd 6



SKÝRINGAR

-  1 Hjóðspeglandi flötur í seti
-  2 Misgengi í hjóðspeglandi flöti
-  3 Berggrunnur
-  4 Staðsetning með gervitungli
-  5 Staðsetning með gervitungli, skip breytir um stefnu