

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

Laugaveg 116
Reykjavík

S E T M A E L I N G A R

Lýsing tækja og aðferðar,
frumniðurstöður setkónnunar í Faxaflóa.

Axel Björnsson

OS JHD 7513

Febrúar 1975

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

Laugaveg 116
Reykjavík

S E T M A E L I N G A R

Lýsing tækja og aðferðar,
frumniðurstöður setkónnunar í Faxaflóa.

Axel Björnsson

OS JHD 7513

Febrúar 1975

E F N I S Y F I R L I T

0. Ágrip, helstu niðurstöður
1. Inngangur
2. Eðli mæliaðferðarinnar
3. Helstu nýtingarmöguleikar, samanburður við aðra tækni
4. Mælitækin
5. Framkvæmd mælinga
6. Kostnaður
7. Setmælingar í Faxaflóa, framsetning gagna
8. Frumniðurstöður
9. Myndir, sjókort, línurit

0. Ágrip, helstu niðurstöður

Orkustofnun hefur fengið til umráða notuð hljóðbylgjutæki til mælinga á setlögum á sjávarbotni. Voru tækin vandlega yfirfarin og endursmiðuð að hluta og síðan reynd í grennd við Reykjavík. Reyndust tækin vel og fundust viða allt að 50 m þykk setlög í Kollafirði og í Sundunum.

Er ljóst, að tæki þessi geta komið að góðum notum við könnun botnlaga, þar sem gera á hafnir, varnargarða eða önnur mannvirki, og gefið þar nákvæmar upplýsingar á ódýran og fljótan hátt.

1. Inngangur

Vorið 1973 tók Orkustofnun að sér rekstur setlagamælitækja, er Rannsóknaráð ríkisins hafði fengið tveimur árum áður. Tækin voru afnotagjald til íslenska ríkisins fyrir lán á varðskipinu Albert sumarið 1971 undir hafsbotsrannsóknir erlends fyrirtækis við Grænland.

Þetta voru 2 hljóðbylgjugjafar og móttakari, svo og ýmsir fylgihlutir. Reynt var að koma hluta tækjanna í gang sumarið 1972 og aftur 1973, til mælinga á landgrunni Íslands. Tókst það ekki svo að fullt gagn yrði af, enda tækin gömul og mjög úr sér gengin. Greint er frá niðurstöðum þessara mælinga í skýrslum Landgrunnsnefndar fyrir árin 1972 og 1973.

Sumarið 1974 var ákveðið að reyna til þrautar, hvort lagfæra mætti þann hluta tækjanna, sem nota átti til settmælinga á grunnsævi. Var tilgangurinn sá að kanna, hvort nota mætti útbúnaðinn til botnathugana í og við hafnir og fyrirhugaðar hafnir landsins, svo og til könnunar á verðmætum botnlögum, eins og skeljasandi og byggingarefní.

Landgrunnsnefnd lagði fram fé í tilraunina. Jarðhitadeild Orkustofnunar sá um viðgerð og endurbætur tækjanna, og Sjómælingar Íslands lögðu til mælingaskipið Tý með áhöfn. Viðgerð tækjanna hófst í landi í ágúst 1974. Tilraunir á sjó fóru fram í september og október á Kollafirði og út af Seltjarnarnesi.

Arnlaugur Guðmundsson, tæknifræðingur á Orkustofnun, sá um viðgerð tækjanna og smíðaði í þau þá hluti, er vantaði. Hann sá einnig að mestu um framkvæmd tilraunanna á sjó. Eg vil þakka honum, áhöfn Týs, svo og öllum öðrum, er stuðluðu að því, að þessar tilraunir gátu farið fram, fyrir gott samstarf.

Í þessari skýrslu er greint frá eðli og gerð mælitækjanna og framkvæmd mælinganna á einfaldan hátt, þannig að upplýsingarnar nái til sem flestra. Ekki er farið út í tæknileg smáatriði einstakra tækjahluta. Auk þess eru birtar hér frumniðurstöður setathugana á Faxaflóa, án þess þó að fara út í jarðfræðilega túlkun einstakra fyrirbrigða, sem raunar er enn ólokið og birtast mun síðar.

2. Eðli mæliaðferðarinnar

Mæling á sjávardýpi og þykkt jarðлага með hljóðbylgjuað-ferð fer fram á þann hátt, að búin er til hljóðbylgja með sprengiefni, hamri eða einhverri annarri snöggri hreyfingu hljóðgjafans. Bylgjan berst síðan út í því efni, t.d. sjó, sem umlykur sendinn. Á mörkum annars efnis, t.d. á sjávarbotni, endurkastast hluti orkunnar, en hluti berst inn í hitt efnið og getur endurkastast frá enn öðrum efnismótum í því. Sjá mynd 1 (Fnr. 12389), sem sýnir uppsetningu mælitækja til setþykktarmælinga. Tíminn, sem líður frá því að bylgjan lagði af stað frá sendinum og þangað til hinn endurkastaði hluti hennar berst aftur til móttakarans, er síðan mældur nákvæmlega. Sé hljóðhraði í viðkomandi efni þekktur, má auðveldlega reikna út vegalengdina frá sendi (móttakara) til þess staðar, sem bylgjan endurkastaðist frá, og þar með þykkt einstakra jarðлага. Fjarlægð á milli sendis og móttakara er venjulega lítil, miðað við vegalengd þá, sem endurkastaða bylgjan fer. Aðeins hluti orkunnar frá sendinum endurkastast frá lagamótum í efninu og berst aftur til móttakarans; hinn hluti orkunnar tapast í efninu. Fer það einkum eftir gerð efnisins, svo og tíðni (öldulengd) bylgjunnar, hversu mikil orka tapast og hve auðveldlega aldan berst í gegnum efnið.

Almennt má segja, að eftir því sem öldulengdin er meiri (tíðnin lægri) þeim mun auðveldar berst orkan áfram í berg- og setlögum. Venjulegir dýptarmælar og fiskleitartæki tæki nota öldur með tíðni um 40 kHz. Öldur með svo hárri tíðni endurkastast algjörlega frá öllum botnlögum, svo og frá fiskitorfum. Við 12 kHz kemst hluti orkunnar niður í mjúk setlög. Setlagatæki, sem notuð eru við oliuleit og geta kannað kílómetra þykk setlög, vinna á mjög lágri tíðni, um 100 Hz eða lægra. Til athugana á þunnum setlögum (tugir metra) á grunnsævi er hentugt að nota tíðnisviðið 100 - 1000 Hz.

Uppleysanleiki eða hæfileiki hljóðbylgjutækja til að greina sem þynnst lög er í öfugu hlutfalli við öldulengdina, þ.e. þykkt þynnstu laga, sem greind verða, eru af sömu stærð-argráðu og öldulengdin (500 Hz samsvara ca. 3 m öldulengd). Það sést af þessu, að kröfur um könnun sem þykkstra laga og um nákvæmni eða uppleysanleika, togast á. Það verður því að fara einhvern meðalveg í vali á tíðni sendisins, þ.e. að velja það lága tíðni, að aldan komist í gegnum þau setlög, er kanna á, en jafnframt nógu háa til þess að greina megi þau lagamót, er áhugaverð eru í hvert skipti.

Eðlisfræðilegir eiginleikar jarðlaga stjórna hegðun hljóðbylgja, sem berast um þau. Hljóðbylgjur berast auðveldlega í gegnum sum lög, eins og t.d. leir, sand og óharðnað set. Aftur á móti endurkastast mestöll orka hljóðbylgja frá hraunlögum og hörðum setlögum, eins og t.d. samanlimdri jökulurð. Athyglisvert er, að set úr lífrænum plöntuleifum, svo og lög úr skeljasandi, eru nær alveg ógegnsæ gagnvart hljóðbylgjum. Erfitt getur því verið að kanna botngerð neðan slikra laga.

3. Helstu nýtingarmöguleikar, samanburður við
aðrar aðferðir

Margvíslegar upplýsingar má fá með hljóðbylgjuaðferðinni. Má þar fyrst nefna sjávardýpi, svo og dýpt niður á fastan berggrunn, hraunlög eða klöpp, hvort sem hann er þakinn setlögum eða stendur upp úr "jarðveginum". Venjulega má finna þykkt og útbreiðslu óharðnaðra setлага og jafnvel lagskiptingu innan setsins. Má oft greina á milli mismunandi gerða lausra laga, eins og t.d. sands og leirs. Harðnað set, jökulurðir og svipaðar myndanir, getur verið erfitt að greina frá berggrunninum, einkum ef þessi lög eru mjög samanlímd og hörð.

Mælingar af þessu tagi eru einkum notaðar til að kanna nákvæmlega lögun og legu berggrunnsins á stöðum, þar sem fyrirhuguð eru mannvirki eða framkvæmdir af ýmsu tagi. Má t.d. nefna leit að föstum undirstöðum undir hafnargarða, brimbrjóta og bryggjur eða leit að svæðum með mjúkri botngerð, áður en dýpkunarframkvæmdir eru hafnar á siglingaleiðum eða í höfnum.

Mæling setлага er einnig notuð til að velja raflinum, símaköplum og vatnsleiðslum stað í mjúkum botnlögum, þegar forðast þarf skarpar brúnir fastra berglaga.

Hljóðbylgjuaðferðin getur ekki alveg komið í stað borana með kjarnabor eða með borróbor. En sé byrjað á að gera nákvæma könnun með hljóðbylgjuaðferð, má fækka borunum verulega og velja þeim stað, þar sem mestar upplýsingar fást um viðkomandi svæði.

Nauðsynlegt er að hafa góðan dýptarmæli í gangi samhliða setmælitækjum, því að útskrift hans gefur oft góða hugmynd um lögum og gerð yfirborðsins, t.d. hvort sandur, leir eða hraun er ríkjandi. Sama máli gegnir um svokallaðar botnsjár (side scan sonar), sem gefa mynd af yfirborði botnsins til beggja hliða út frá siglingalínu.

Sé mikillar nákvæmni krafist, hvað greiningu þunna laga snertir, getur verið nauðsynlegt að nota tvenns konar setmæla með mismunandi tíðni. Væri hugsanlegt í því sambandi að nota setmæli með um 500 Hz senditiðni og dýptarmæli með senditiðni 3,5 KHz, eða 6,5 kHz, sem er orðið nokkuð algengt í sumum gerðum dýptarmæla.

4. Setmælitækin

Hér verður lýst í stórum dráttum þeim hluta tækjasamstæðunnar, er endursmiðaður og lagfærður var haustið 1974 með mælingar á grunnsævi í huga. Sjá mynd 2 (Fnr. 12503).

Sendihliðin samanstendur af 4 hlutum:

- 1) Rafstöð minnst 5 kW, sem framleiðir 220 eða 110 V riðstraum 50 eða 60 Hz.
- 2) Spennubreytir og afriðill (Power supply), sem spennir úr 220/110 V upp í 4 kV og afriðar þessa spennu.
- 3) Þéttir og rofi (capacitor bank and trigger unit). Þéttirinn er hlaðinn upp af spennugjafanum og getur tekið við 2000 J orku. Rofinn sendir síðan orkuna út í sendinn.
- 4) Sendirinn sjálfur (boomer transducer) er gerður úr spólu, sem steypt er inn í plötu úr plastefni. Utan á þessa plötu er fest með stífum gormi eða með gúmmiplötlu, önnur plata úr áli. Þegar straumi úr þéttinum er hleypt skyndilega á spóluna, myndast spanstraumar í álplötunni, sem valda því, að hún hrekkur frá spólunni með miklum krafti. Þessi snögga hreyfing álplötunnar myndar í sjónum þrýstings- eða hljóðoldu, sem notuð er til mælinganna.

Tíðnisvið súkra tækja er nokkuð vítt, en mest orka liggur oftast á bilinu frá 500-1000 Hz. Fjöldi högga er allt frá 4 á sekúndu hverri og niður í eitt högg á 4 sekúndna fresti.

Móttökuhlið tækjanna samanstendur einnig af 4 hlutum:

- 1) Hljóðnemi (hydrophone), sem er næmur fyrir þrýstings-sveiflum og gefur frá sér rafspennu í rettu hlutfalli við stærð þeirra.
- 2) Sía (filter), sem tekur við rafspennu frá nemanum og velur úr sveiflur af þeirri tíðni, sem bestar upp-lýsingar gefa.
- 3) Magnari, er magnar spennuna úr síunni, áður en hún fer inn á skrifara.
- 4) Skrifarin svertir pappír í hvert skipti, sem spennan fer yfir ákveðið lágmark. Fjarlægð á milli dökkra svæða á pappírnum er því í réttu hlutfalli við tíma-mismun þrýstisveiflna, sem berast til nemans.

5. Framkvæmd mælinga

Æskilegt er, að bátur sá, sem notaður er til mælinganna, hafi tvær ljósavélar. Önnur þarf að framleiða nægjanlega orku fyrir sendihlið tækjanna, eða minnst 5 kW. Hin ljósavélin væri fyrir þarfir skipsins, svo og fyrir móttökuhlið tækjanna, sem ekki þurfa nema um 200 W. Æskilegt er að hafa 2 vélar, þar sem straumpörf sendisins er mjög mikil í stuttan tíma rétt eftir að sent hefur verið. Þetta óvenjulega álag getur valdið óreglulegum gangi ljósavélar-innar, sem notuð er, og þar með truflunum í öðrum tækjum, eins og siglingatækjum og rafeindabúnaði móttakarans.

Spennibreytir, þéttar, rofar og aðrir hlutar senditækjanna þurfa að vera innan dyra eða neðan þilja á þurrum stað. Þarf um 1 m^3 rými undir þessa hluti, og væri vélarrúm eða upphituð lest hentugra en vistarverur áhafnar eða brú, því að töluverður hávaði er frá rofanum. Frá rofanum liggur kapall út í sendinn sjálfan. Honum er komið fyrir í litlum trébát eða pramma, þannig að rétt fljóti yfir hann. Pramminn er dreginn við aðra hlið skipsins.

Hljóðneminn hangir í snúru út frá hinni hliðinni. Snúran liggur að rafeindabúnaði móttökuhliðarinnar, þ.e. síu, magnara og skrifara, sem hentugast er að koma fyrir í brú eða stýrishúsi skipsins. Rýmisþörf þessara tækja er um 1 m^2 .

Sigla þarf mjög hægt við mælingar þessar, svo að truflanir frá skrúfu skipsins og öldugangur yfirgnæfi ekki hljóðbylgjuna, sem mæla á. Hefur reynslan sýnt, að hæfilegt er að sigla á um 2 mílna hraða, og vindur má ekki vera meiri en 2 - 3 vindstig.

Yfirleitt er sight fram og aftur eftir beinum línumnum yfir svæði það, er kanna á, og síðan færri línum þvert á þær fyrri til prófunar og öryggis.

Fjarlægð á milli siglingalína fer eftir því, hversu nákvæmra upplýsinga er krafist og eftir því hve óregluleg uppbygging berggrunnsins er á viðkomandi stað. Ef afla á frumupplýsinga um botnlög á stóru svæði, t.d. í heilum firði, er ef til vill nóg að hafa 1000 m á milli siglingalína. Eigi aftur á móti að kanna lítið svæði nákvæmlega, t.d. með hafnargerð í huga, gæti þurft að hafa 10 m á milli siglingalína.

Staðsetning skipsins þarf að vera þekkt með mikilli nákvæmni, bæði til þess að geta sett niðurstöðurnar inn á sjókort og til þess að geta síðar meir fundið auðveldlega þá

staði, er máli skipta, einkum ef auka þarf við upplýsingar með fleiri mælingum. Að sjálfssögðu er þægilegast og nákvæmast að nota sjálfvirkar fjarlægðarmælingar með rafsegulöldum frá föstum stöðvum í landi (t.d. Raydist tæki). Einnig má nota hornamælingar, en þær eru erfiðari í framkvæmd og ekki eins nákvæmar.

Við mælingar af þessu tagi þarf 2 menn til að sjá um setmælitækin, þ.e. merkja inn staðsetningu, fylgjast með skrifara og með senditækjunum. Einn mann þarf til að stjórna skipinu og annan til að fylgjast með staðsetningartækjum og skrá niður aflestur þeirra. Séu notaðar þrihyrningamælingar til staðsetningar, þarf einn mann í viðbót við staðarákvarðanir. Við þetta bætast aðrir úr áhöfn, eins og vélstjóri og kokkur, allt eftir stærð skipsins.

6. Kostnaður

Kostnaður við mælingar þessar hefur verið áætlaður með hliðsjón af reynslu okkar af notkun mælingabátsins Tý frá Sjómælingum Íslands, haustið 1974. Kostnaðartölur eru miðaðar við verðgildi í byrjun árs 1975.

Kostnaður á dag:

Laun og kostnaður við 2 mælingamenn	kr. 15.000,-
Rekstrarkostnaður tækja; pappír, viðhald,	
bíll í landi o.fl.	" 10.000,-
Kostnaður við bát með 4-5 manna áhöfn	" <u>75.000,-</u>
Alls:	kr. 100.000,-

Sé siglt með túmlega 3 km/t hraða, 8 tíma á dag, lætur nærri, að hver sigldur km kosti um 4.000 kr. Hér er aðeins reiknað með virkum mælingatíma. Ofan á þennan kostnað verður að bæta kostnaði vegna flutninga á milli staða, svo og vegna tafa af veðurorsökum, en mælingarnar er eingöngu hægt að gera í góðu veðri. Sé raunverulegur mælitími

aukinn um 50% af ofangreindum orsökum, verður kostnaður við hvern sigldan km um 6.000 kr.

Sem dæmi má líta á hafsvæði $1 \times 5 = 5 \text{ km}^2$ að stærð, sem kanna skal með 100 metra línubili. Sigla þarf þá um 50 km, og heildarkostnaður verður um 300.000 kr.

Bera má þessa hljóðbylgjuaðferð saman við aðra aðferð, sem mikið hefur verið notuð við könnun botnlaga hér við land, en það er borróborun. Þá er teinn rekinn niður í botnlögin með ákveðinni orku í hverju höggi. Fjöldi högga, sem þarf til að reka teininn niður um ákveðna vegalengd, er því í réttu hlutfalli við þéttleika jarðlaganna.

Borróbor er á pramma og vinna við borunina 2 menn.

Kostar reksturinn um 35-40 þús.kr. á dag. Ofan á þetta bætist leiga á bát, sem þjónar prammanum og dregur hann til eftir þörfum. Leiga báts og áhöfn kostar um 60-70 þús.kr. á dag, svo að heildarkostnaður við borróborun mun vera nálægt 100 þús.kr. á dag, eða sá sami og við setkönnun með hljóðhraðamælingu.

Sem dæmi má líta aftur á 5 km^2 svæði. Ef bora á holur með 100 m millibili á svæðinu, þarf um 50 holur. Lætur nærri, að boraðar séu um 7 holur á dag. Verkið sjálft tæki því 7 daga. Með sömu forsendum um flutninga og veðurtafir og að framan greinir, má reikna með 50% lengri tíma. Heildarkostnaður yrði því nálægt 1 Mkr., eða þrefalt meiri en með hljóðbylgjumælingu. Væntanlega þarf einhverjar boranir til þess að ná sama öryggi í túlkun hljóðbylgjumælinga og með borunum. Aftur á móti gefa þær samfellda mynd setlaga eftir siglingalínum.

7. Setmælingar í Faxaflóa, framsetning gagna

I september og október 1974 voru setmælitækin reynd á grunnsævi í Faxaflóa. Var Týr, mælingabáтур Sjómælinga Íslands, notaður við tilraunirnar. Áhöfn bátsins voru fjórir menn frá Sjómælingum, en frá Orkustofnun voru tveir menn um borð, sem sáu um hljóðbylgjumælingarnar.

Staðsetning fór fram með hornamælingum um borð, þar sem tekin voru mið af kennileitum í landi á um það bil 10 mínútna fresti. Siglt var eftir beinum línum, eftir því sem unnt var. Sjómælingamenn settu síðan punktana út á sjókort.

Ýmsar tilraunir voru gerðar með uppsetningu tækjanna. Reyndist hentugast að draga sendinn við aðra hlið bátsins, en neminn hékk í stöng við hina hliðina. Aðrir hlutar sendihliðar voru í vélarrúmi, en móttökuhliðin í stýrishúsi.

Siglt var mjög hægt, um það bil 2 sjómílur á klukkutíma, og reyndist veður þurfa að vera gott til að nýtanlegar upplýsingar fengjust, þ.e. minna en 2-3 vindstig og nær sléttur sjór.

Sent var á 1 eða 2 sekúndna fresti, og var orkan um 1 kJ í hverju höggi. Mest orka sendisins liggar á bilinu 300-400 Hz. Reyndist gefa besta raun að mæla á tíðni-sviðinu 300-600 Hz en það svið er valið með síu móttakarans.

Hér eru birtar niðurstöður frá fimm siglingalínum. Línurnar og staðsetningarpunktar á þeim eru sýndar á myndum 3, 4 og 5 (Fnr. 12196, 12197B og 12197A). Einstakar siglingalínur eru einkenndar með ártali, mánuði og dag, svo og bókstaf, sem einkennir einstakar línur sigldar sama dag, aftan við bókstafinn er síðan gefinn upp fjöldi og númer einstakra staðsetningarpunkta á línunni. Til dæmis merkir 74 09 12 - A 1-8, að siglt hafi verið 12. september 1974 eftir línu A og á henni séu 8 staðsetningarpunktar, númeraðir frá 1 til 8.

Aftan við sjókortin eru myndir af frumgögnunum, eins og þau koma úr skrifaranum, en minnkaðar um helming. Línurnar eru merktar eins og á sjókortunum; auk þess er gefið upp

frumritanúmer (Fnr.) viðkomandi sjókorts. Númer staðsetningarpunkts er skráð ofan við línuritið, B táknað að beygt hafi verið. Í raun og veru eru frumlinuritin teikningar af ferðatíma hljóðoldu, mældum í millisekúndum (ms) sem fall af tíma. En einnig er hægt að líta á frumlinuritin sem jarðlagasnið, þar sem ferðatími öldu samsvarar dýpt, en tími dags samsvarar lárétti lengd á yfirborði.

Þessi samsvörun fer að sjálfssögðu eftir hljóðhraða í vatni og seti, svo og eftir siglingahraða. Til glöggvunar er sú vegalengd, sem samsvarar nokkurn vegginn 1000 m, sýnd með láréttu striki á teikningunum. Reikna má með því, að hljóðhraði í sandi og leir sé um 1,6-1,7 km/s, í jökulurð um 1,8-2,0 km/s, en í sjó er hann um 1,49 km/s. Í sjó samsvara 1 ms ferðatími (fram og aftur) því til 0,75 m sjávardýpis. Í setlögum með hljóðhraða 2 km/s samsvarar 1 ms í ferðatíma til 1 meters í setþykkt. Hér hefur fjarlægð sendis frá móttakara ekki verið tekin til greina, en taka verður tillit til hennar við nákvæma úrvinnslu.

8. Frumniðurstöður

Þegar litið er yfir niðurstöður mælinganna, sést, að setlög eru víða á þeim svæðum, sem siglt var um. Eru þau sums staðar allt að 50 m þykk. Mishæðir eða "landslag" í berggrunnum er því mun meira en búist var við og víða allt annað en lesa má af venjulegum sjókortum. Lætur nærri, að landslag berggrunnsins sé svipað í Kollafirði og í Viðeyjarsundi og á landi umhverfis.

Verður hér lauslega vikið að einstökum siglingalinum, en verið er að kanna mælingarnar með hliðsjón af jarðfræði og jarðsögu aðliggjandi landssvæða (Reykjavíkursvæðið og Kjalarnes), og munu þær niðurstöður birtast síðar.

Siglingalína A (Fnr. 12392) nær frá Elliðavogi fram hjá Sundahöfn og endar við hafnarmynnið á Reykjavíkurhöfn (sjá mynd 3). Fyrir framan Sundahöfn má greina 10-20 m þykk, mjúk setlög. Skarfaklettur og Skarfasker (punktar 5 og 6) eru toppar hæða í berggrunninum, en sitt hvoru megin við þá og á milli þeirra eru dalir, þar sem set hefur safnast fyrir. Út af Kirkjusandi (punktur 7) stendur fast berg upp úr sjávarbotninum á allstóru svæði, og er líklegt, að það sé hluti hraunlags, sem nær frá landi og út í Engey.

Lína B (Fnr. 12393 og 12394) liggur frá Akurey inn í Kollafjörð, frá Brimnesi í suður upp undir Geldinganes, til baka að Brimnesi og síðan aftur að Akurey, sjá mynd 3 (Fnr. 12196). NV af eyjunum Engey og Viðey er fast berg á yfirborði sjávarbotns. Virðist NV-SA stefna eyjanna vera ríkjandi í mishæðum berggrunnsins á þessu svæði, og gefur það vísbendingu um legu og skriðstefnu ísaldarjökla og rof af þeirra völdum á þessu svæði. Jökull gæti hafa legið yfir hálandinu og Reykjanesfjallgarði, en skriðjökull runnið frá honum í NV út á Kollafjörð.

Línur C (Fnr. 12395-12398) og E (Fnr. 12401) liggja í VNV á milli Seltjarnarness og Syðra-Hrauns, sjá mynd 4 (Fnr. 12197B). Í álnum á milli lands og Syðra-Hrauns, þar sem sjávardýpi er mest, eru allþykk setlög, svo og á línu C á milli punkta 36 og 53. Athyglisvert er, að á milli punkta 20 og 36, það er uppi á hinu eiginlega Syðra-Hrauni, er ekki annað að sjá en að botninn sé úr hörðu bergi, því aðeins eitt endurkast sést á línuritunum (neðri línan, sem sést dauft neðan botnsins, mun vera tvöfalt endurkast). Sýni, sem kafarar hafa tekið á Syðra-Hrauni, eru úr mjög hörðu og samanlímdu jökulbergi, og því eðlilegt,

að hljóðbylgjur endurkastist að mestu frá yfirborði þess, eins og frá hraunlögum. Auk þess er vitað, að á og við Syðra-Hraun eru mikil skeljasandslög, sem Sementsverksmiðja ríkisins nýtir til sinnar framleiðslu, og geta þessi lög einnig valdið því, að lítil hljóðorka berist niður í botnlögin.

Lína D (Fnr. 12399 og 12400) liggur frá Reykjavíkurhöfn að Viðey og Þerney, þaðan að Brimnesi og til baka, sjá mynd 5 (Fnr. 12197A). Línuritin gefa svipaða mynd og sigling eftir línu B. Á línu D var hafður segulmælir með um borð, og var nemi hans dreginn um 20 m aftan við bátinn. Leó Kristjánsson, Raunvísindastofnun Háskólangs, sá um framkvæmd segulmælinganna. Mörg stór segulfrávik komu fram á siglingalínunni, og var oftast góð fylgni, ýmist jákvæð eða neikvæð, á milli þeirra og nálægðar berggrunnsins (Fnr. 1239 og 12391). Stafar það af breytilegri stefnu (rétt eða öfug) segulsviðs í bergeninu. Segulmælingar af þessu tagi eru mjög þýðingarmiklar, eigi að kanna jarðsögulega þróun ákveðinna svæða, því að stefna segulsviðsins í bergeninu er tengd aldri þess. Verður sagt nánar frá þessum tengslum segulsviðs og setmælinga síðar í sambandi við jarðfræðilega túlkun gagnanna.

9. Myndir, sjókort, línum

Mynd 1 Uppsetning setmælitækja á grunnsævi,
Fnr. 12389

Mynd 2 Yfirlitsmynd yfir setmælitæki. Fnr. 12503

Mynd 3 Sjókort með línum A og B. Fnr. 12196

Mynd 4 Sjókort með línum C og E. Fnr. 12197B

Mynd 5 Sjókort með línu D. Fnr. 12197A

Fnr. 12196 Setlagasnið lína A

Fnr. 12393-4 Setlagasnið lína B

Fnr. 12395-8 Setlagasnið lína C

Fnr. 12401 Setlagasnið lína E

Fnr. 12399-400 Setlagasnið lína D

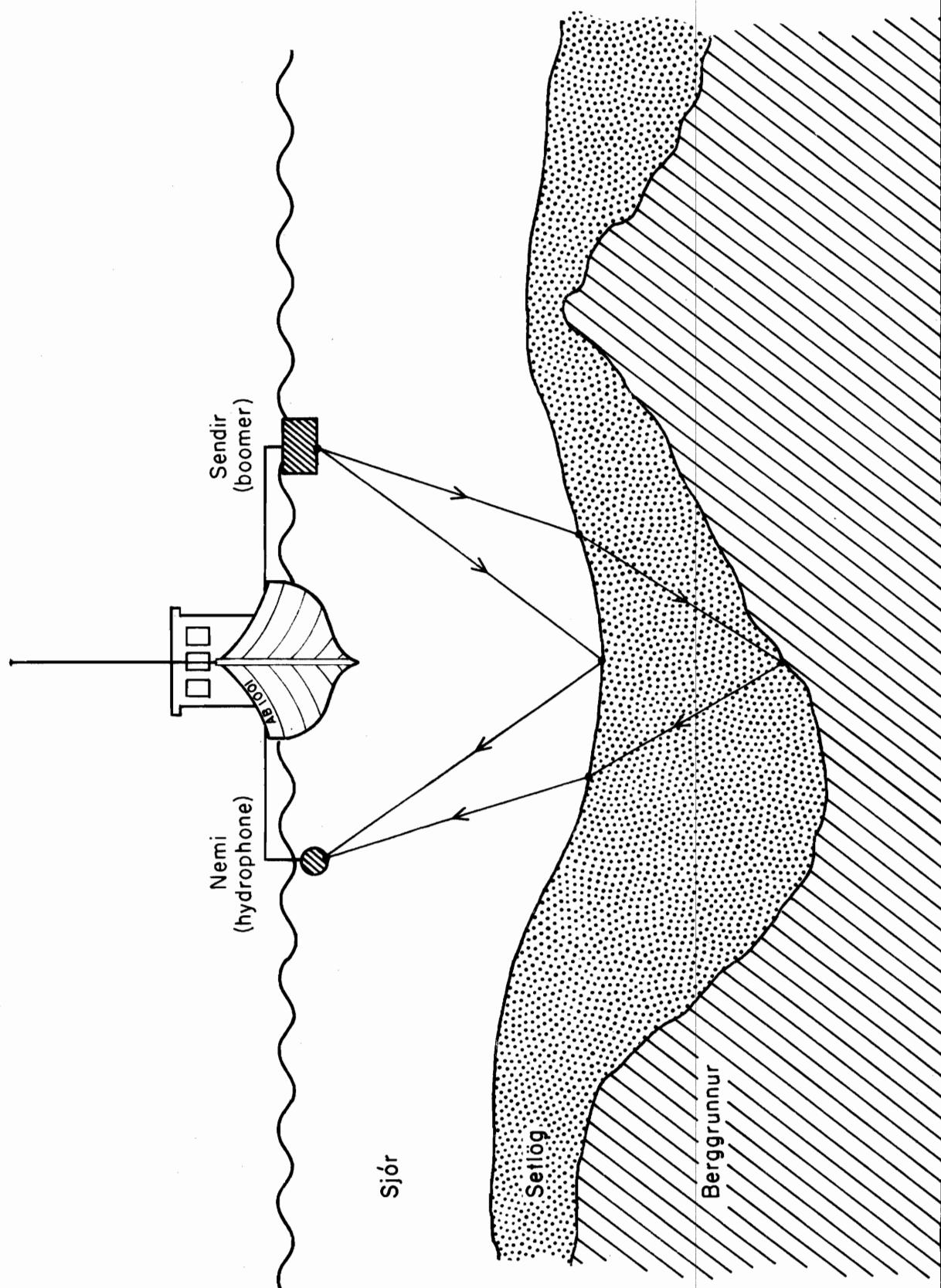


ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

SETMÆLINGAR
Uppsetning tækja á grunnsævi

28.1 '75 A.B/H.O.
Tnr. I
J-Setmælingar
Fnr. 12389

Mynd I.





ORKUSTOFNUN

SETMÆLINGAR
Yfirlitsmynd mælitækja

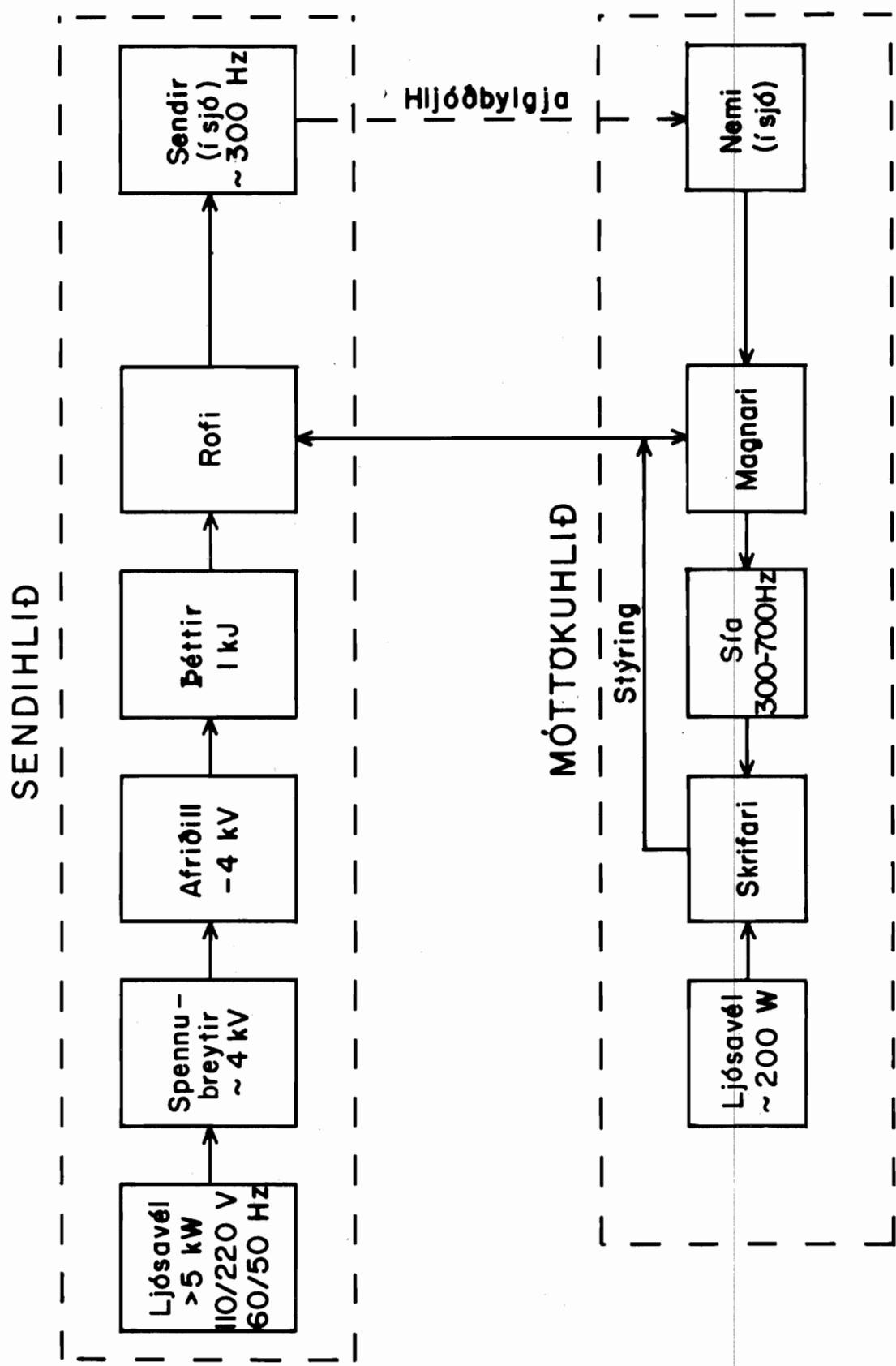
25.2 '75 A.B/H.O

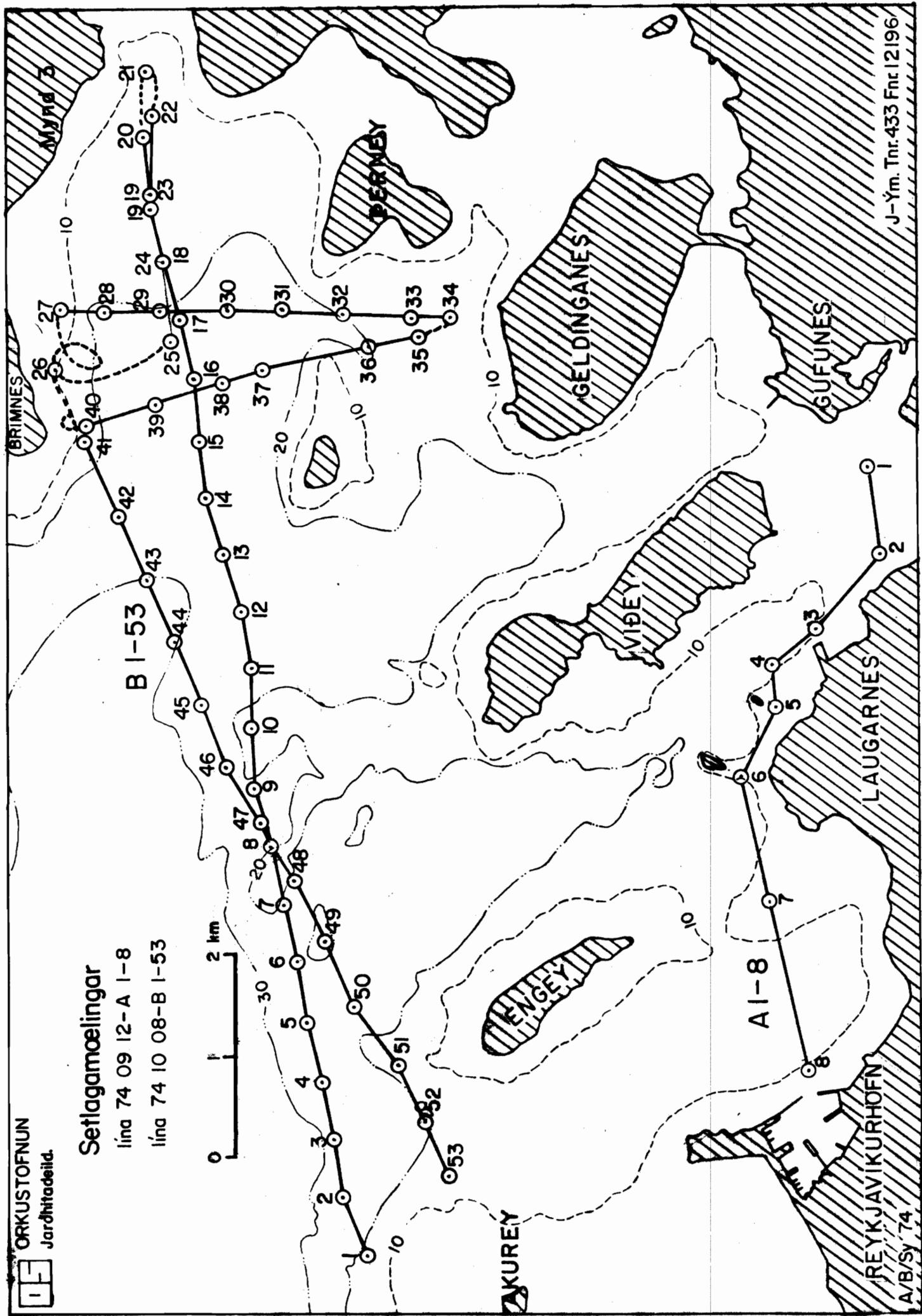
Tnr. 14

J-Setmæl.

Fnr. 12503

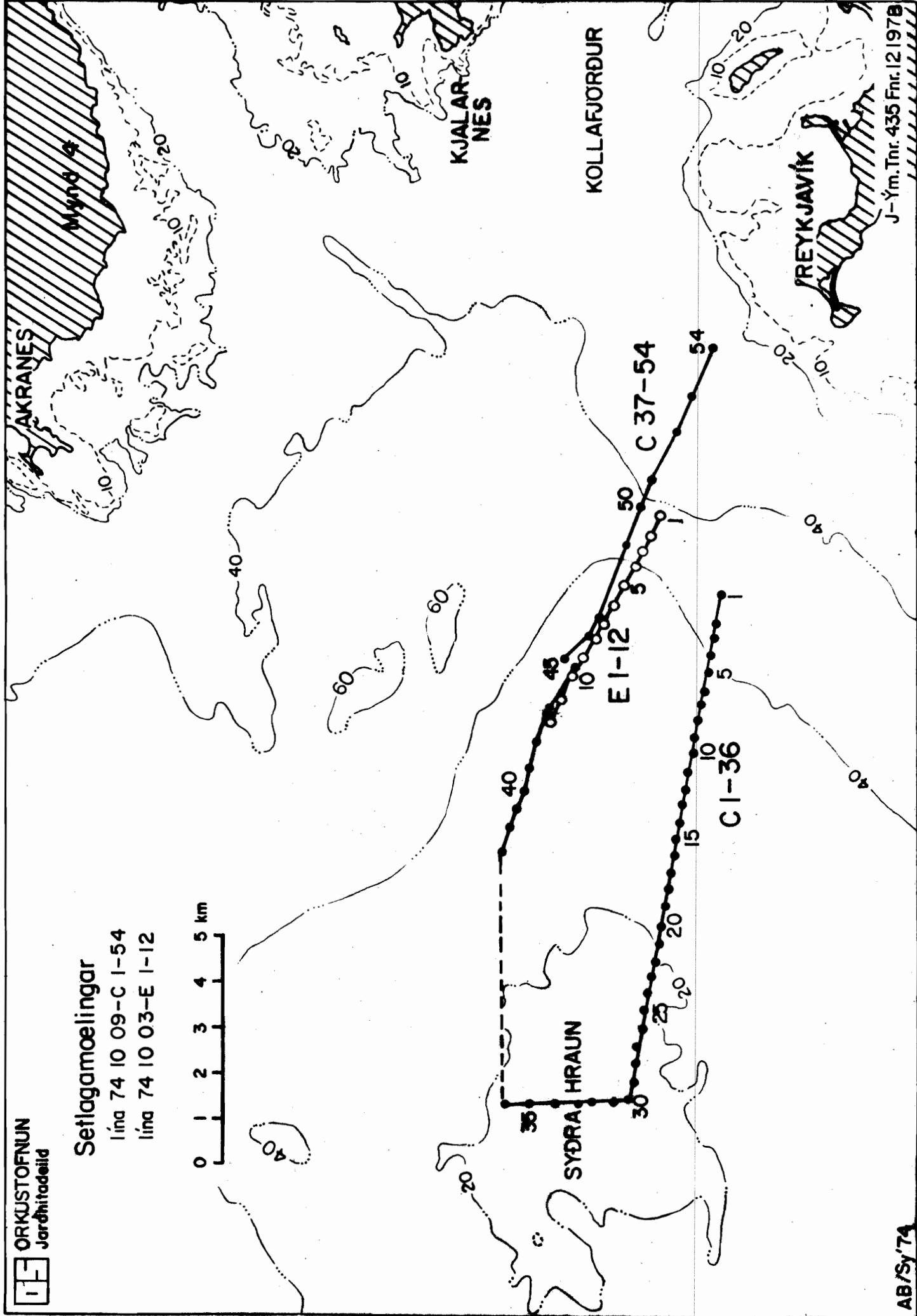
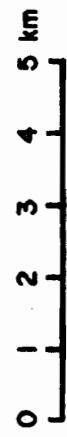
Mynd 2.

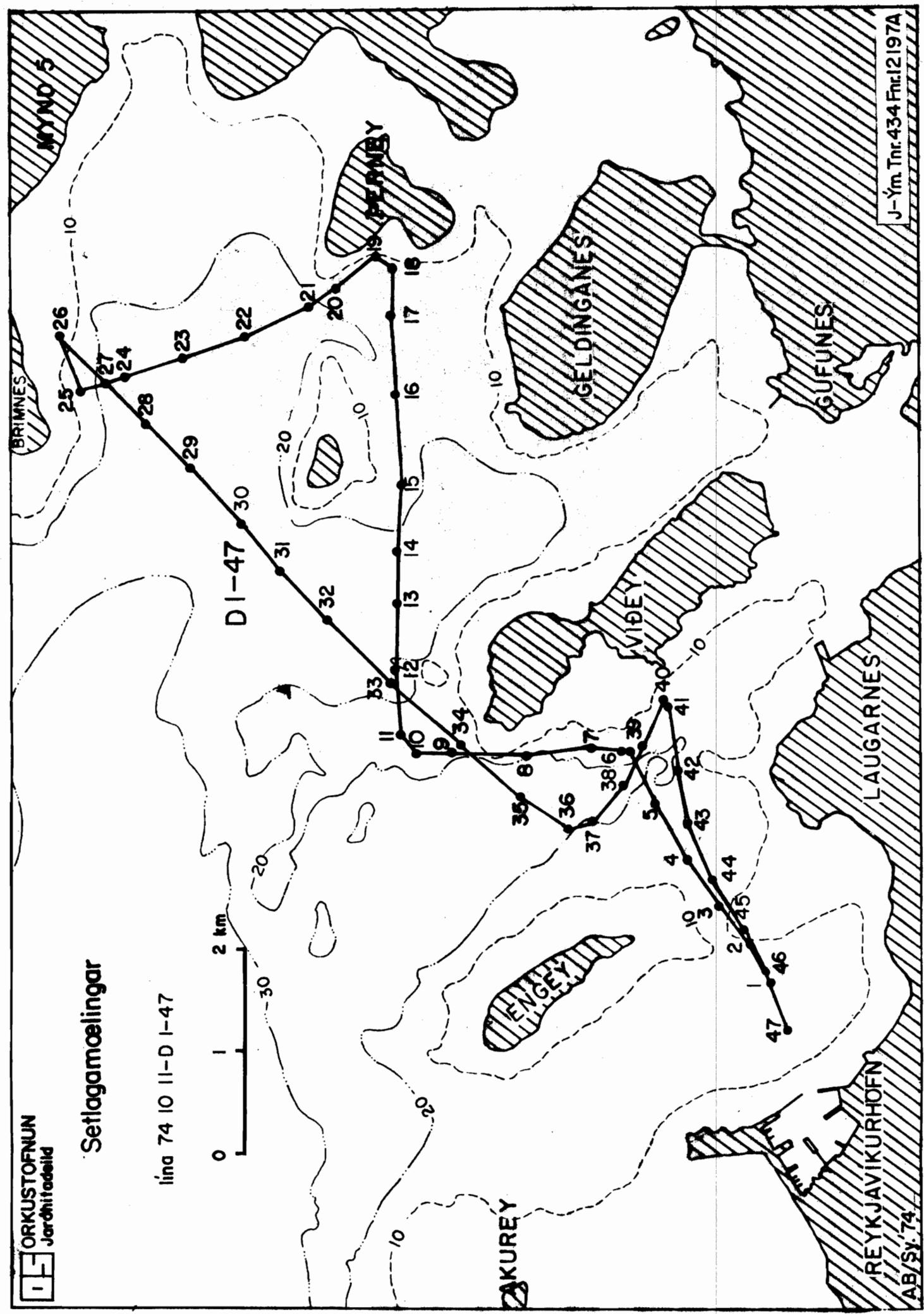




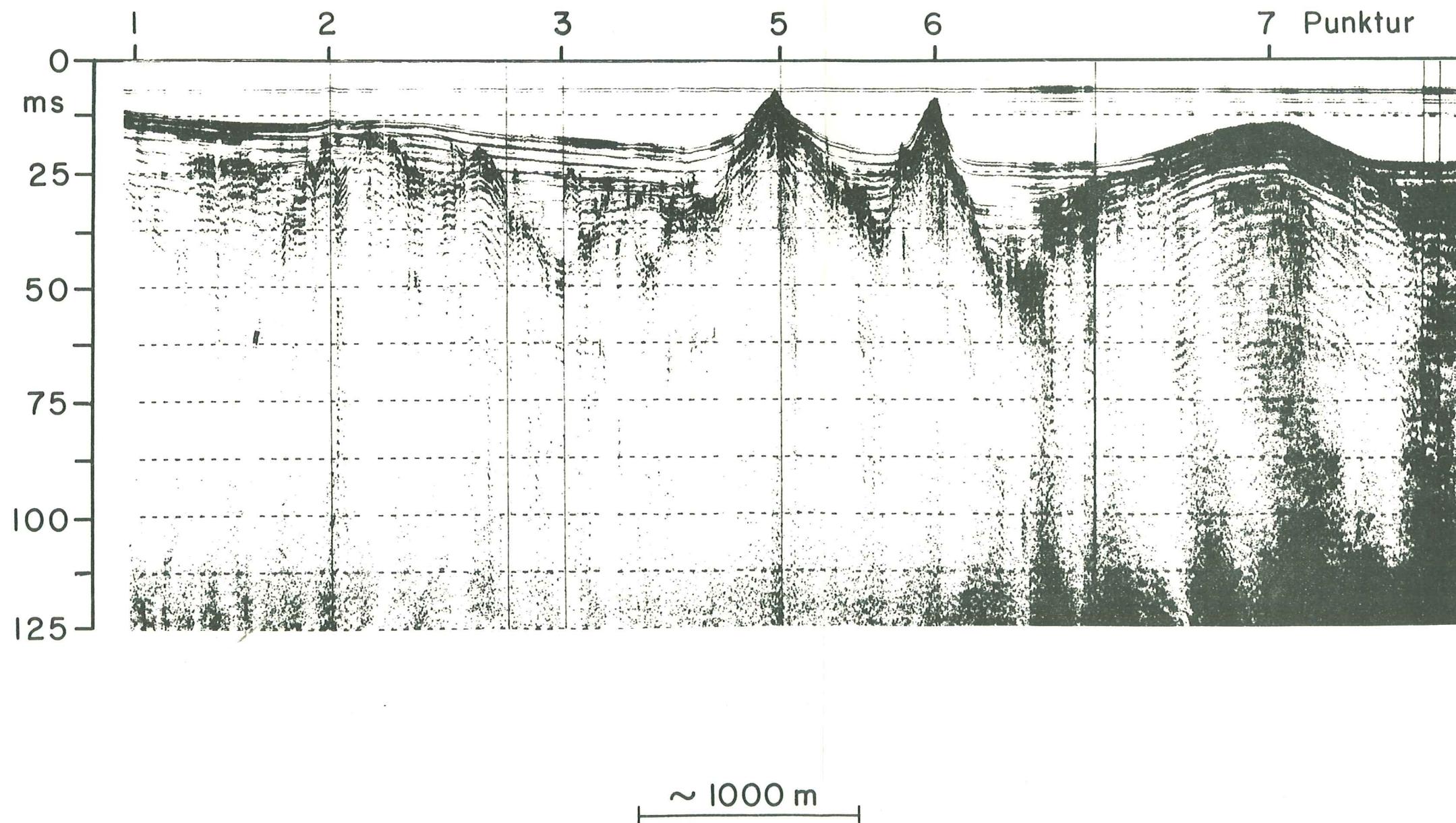
Setlagamöelingar

Lína 74 10 09-C 1-54
lína 74 10 03-E 1-12

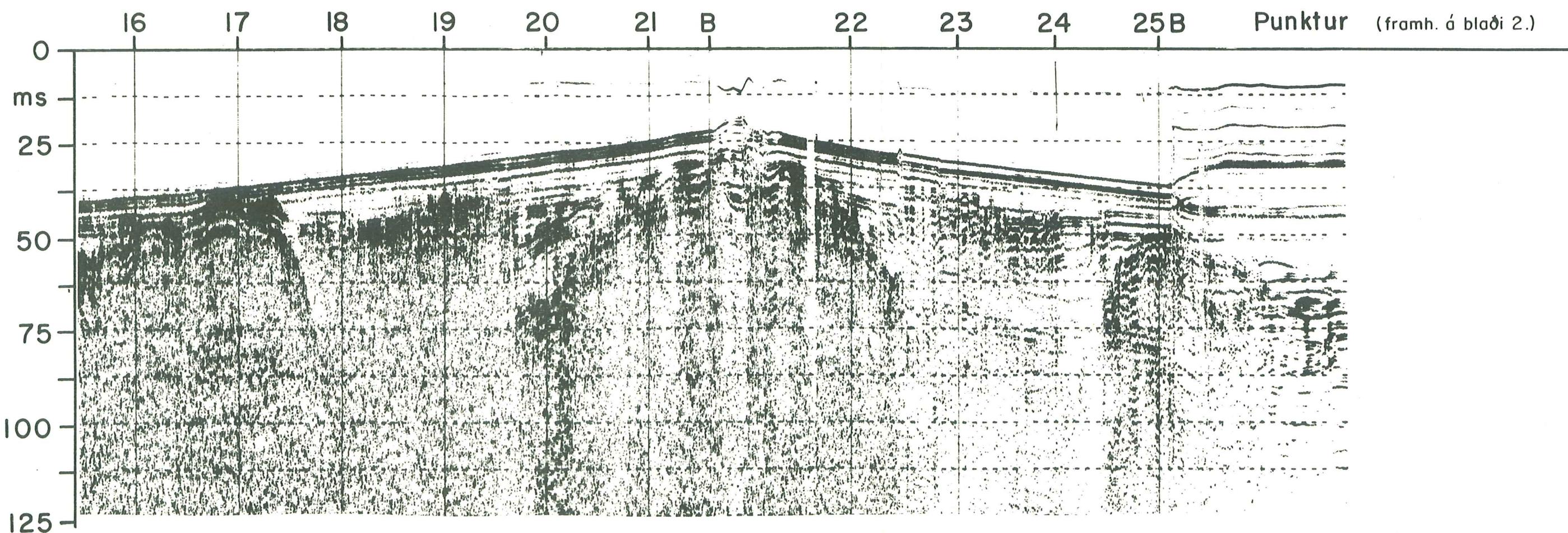
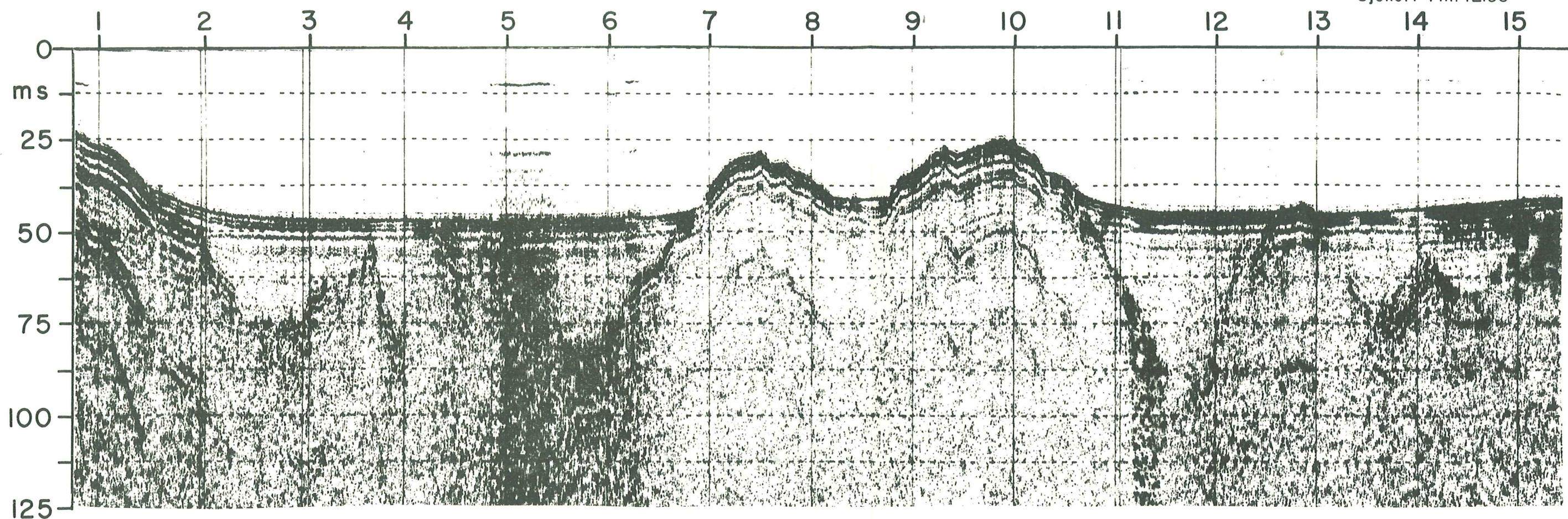




Sjókort Fnr. 12196



~ 1000 m



~ 1000 m

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

SETLAGASNIÐ

Kollafjörður : Saltvík-Geldinganes-Akurey

Lína : 7410 08-B 1-53

3.1 '75 AB/HO

Tnr. 6

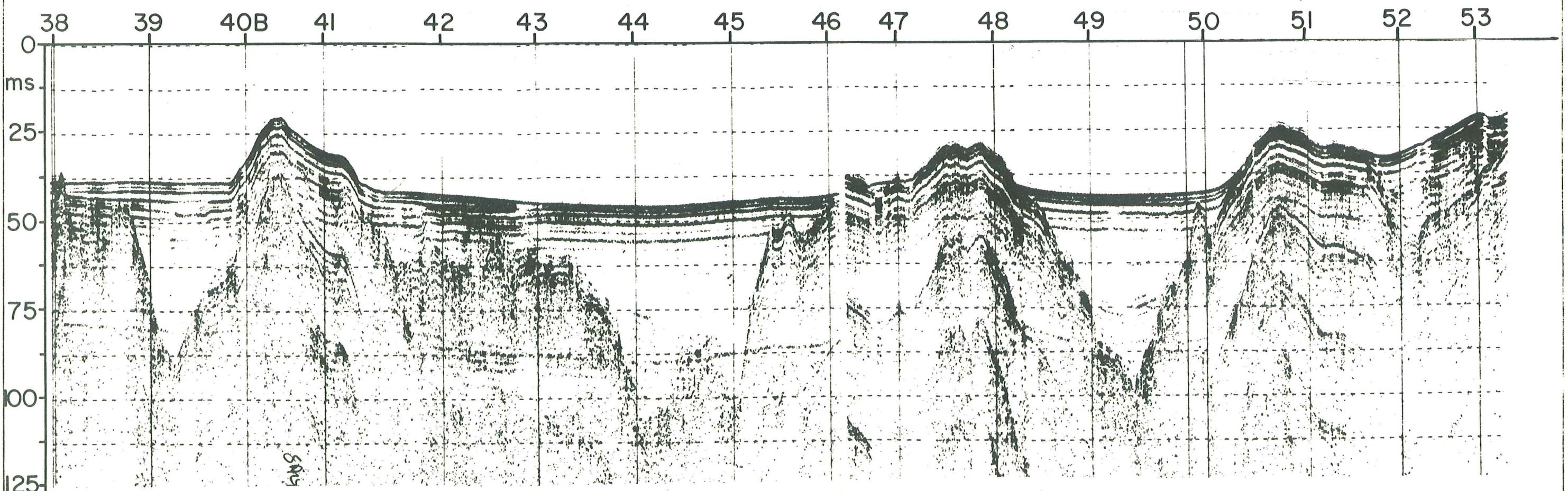
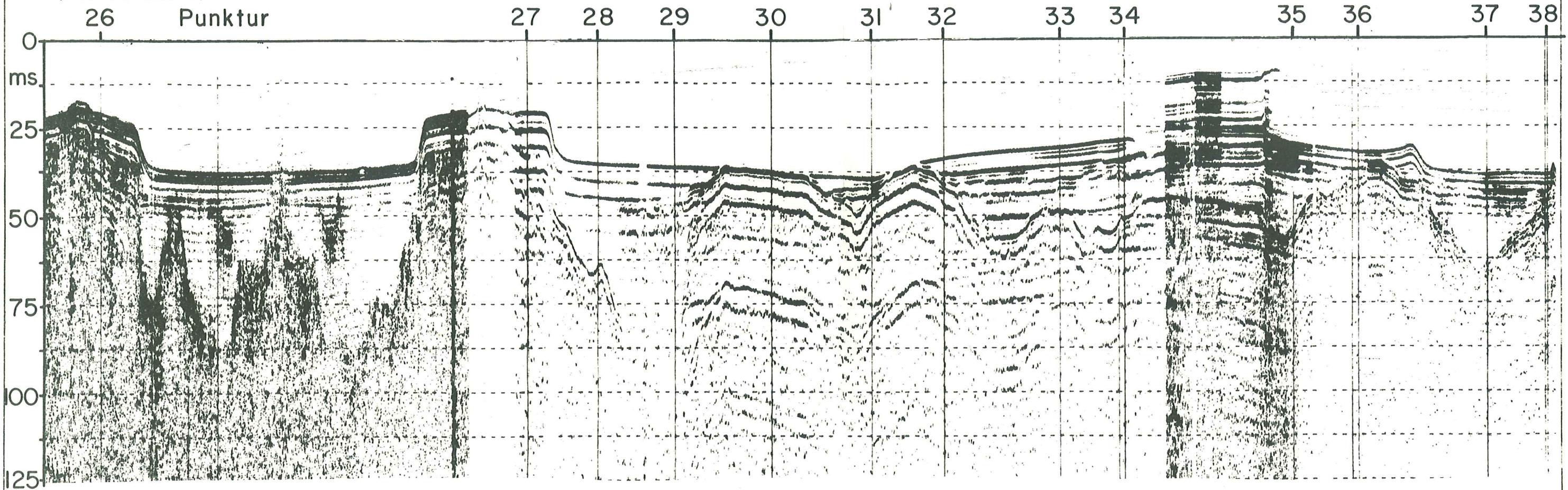
J-Setmæl.

Fnr. 12394

Blad 2 af 2

Sjókort Fnr. 12196

(framh. af blaði I.)



~1000 m

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

SETLAGASNIÐ

Faxaflói: Gróta-Syðra Hraun

Lína: 74 10 09-C I-54

29.1 '75 A.B/HO

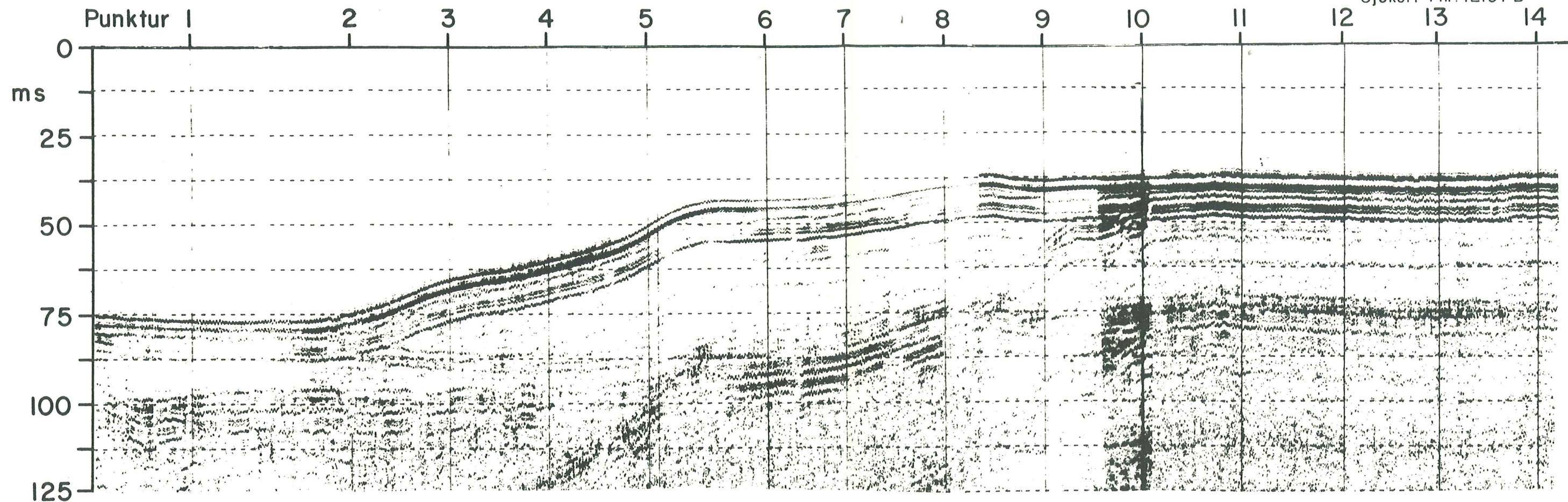
Tnr. 7

J-Setmæling

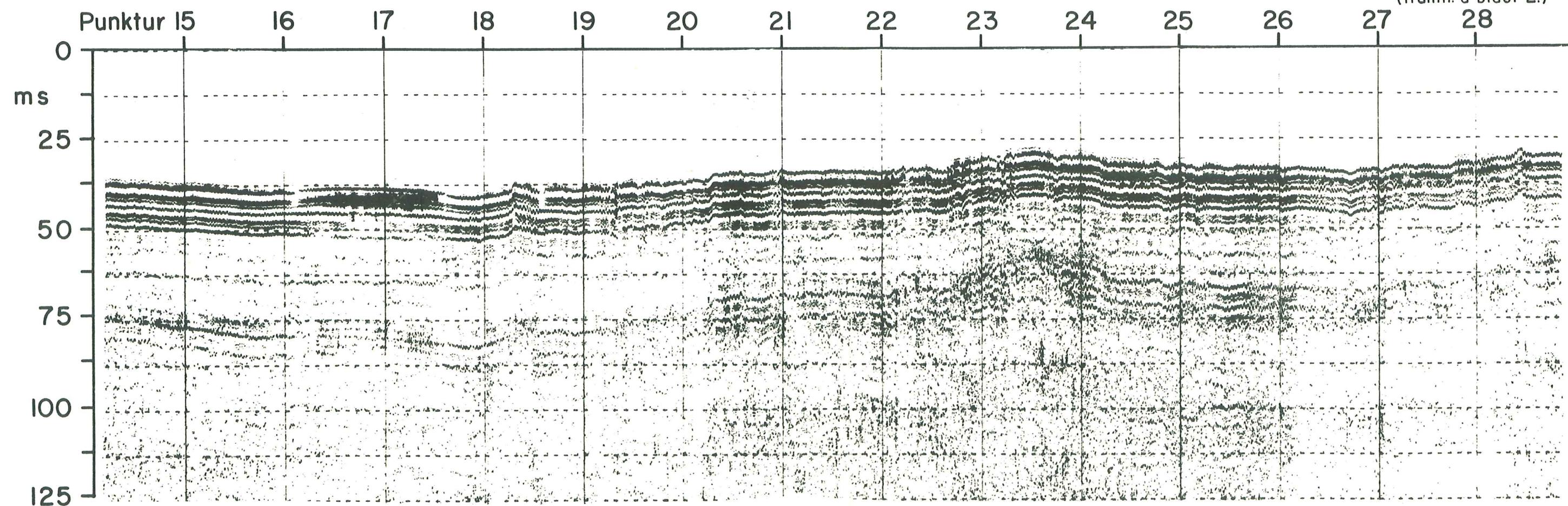
Fnr. 12395

Blað 1 af 4

Sjókort Fnr. 12197 B



(framh. á blaði 2.)



(framh. af blaði 1.)

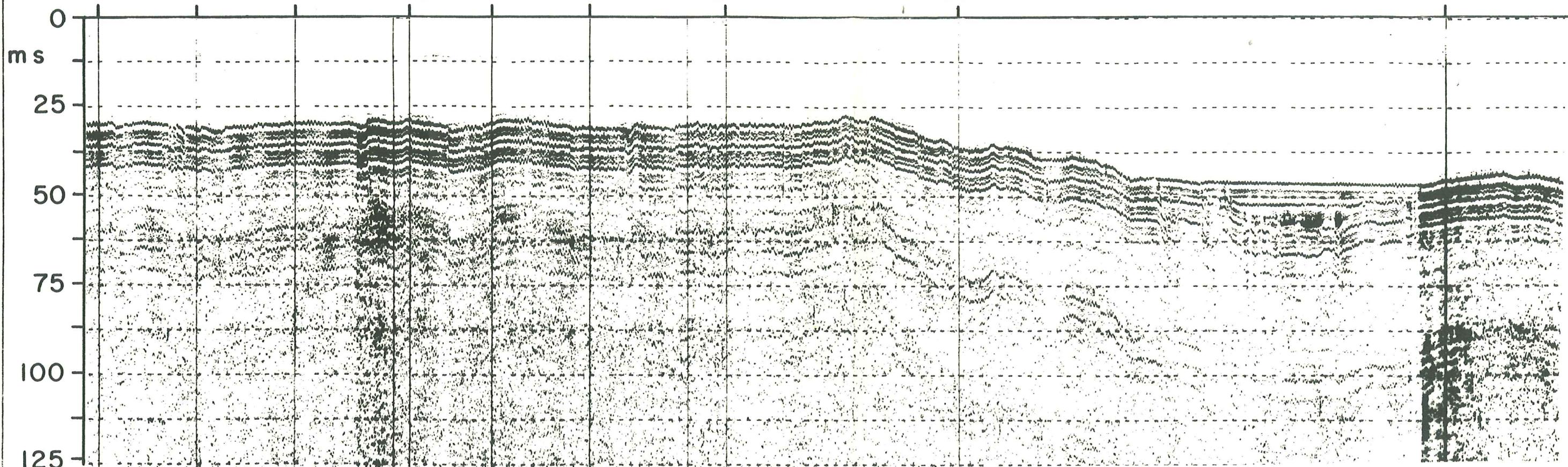
~ 1000 m

29 30B 31 32 33 34 35

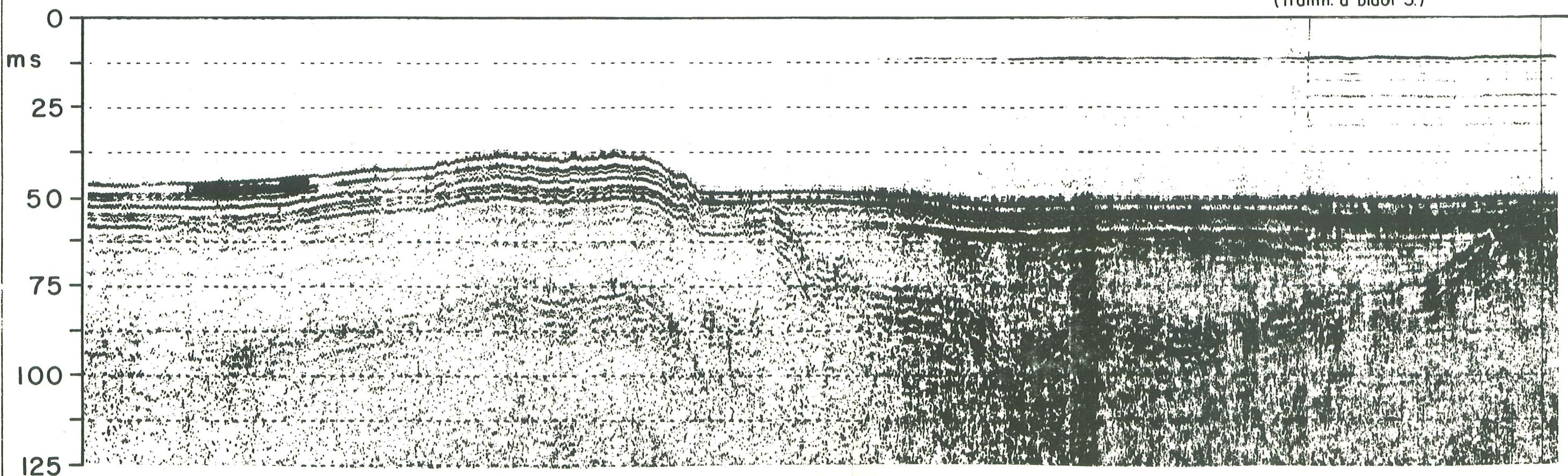
36 Punktur

Sjökort Fnr. 12197B

B



(framh. á blaði 3.)



(framh. af blaði 2.)

~ 1000 m

Sjókort Fnr. 12197B

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

SETLAGASNIÐ

Faxaflói: Gróttá – Syðri Hraun
Lína: 74 10 09-C 1-54

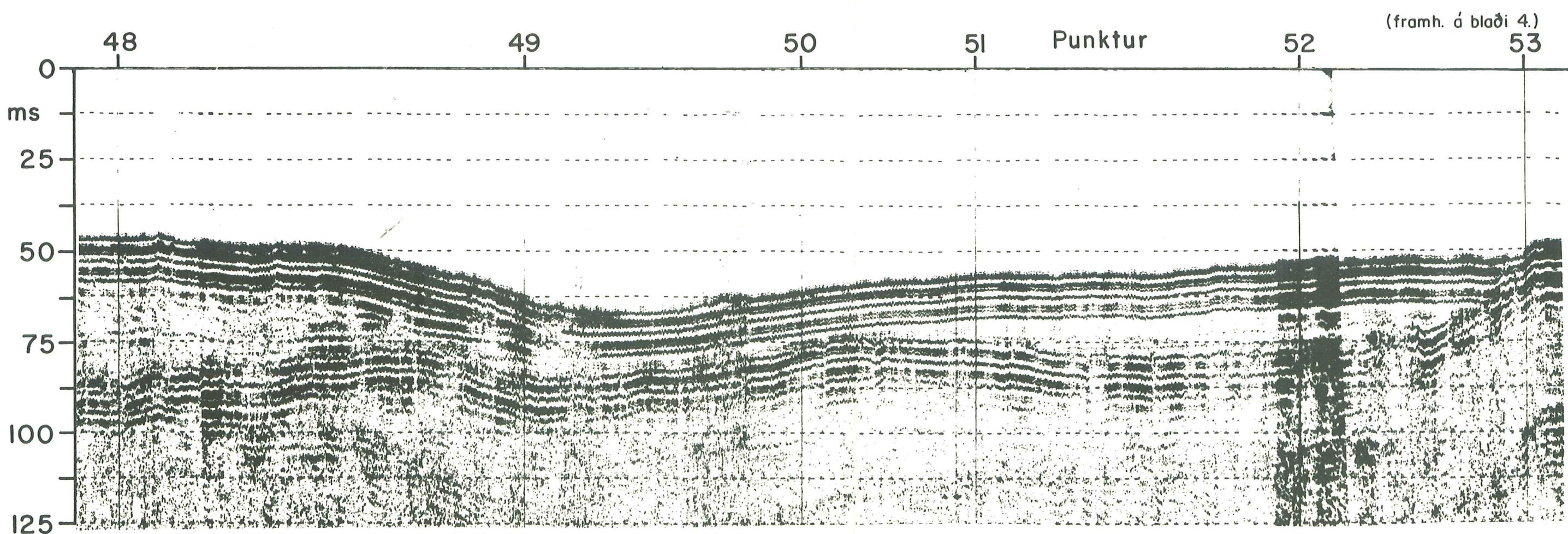
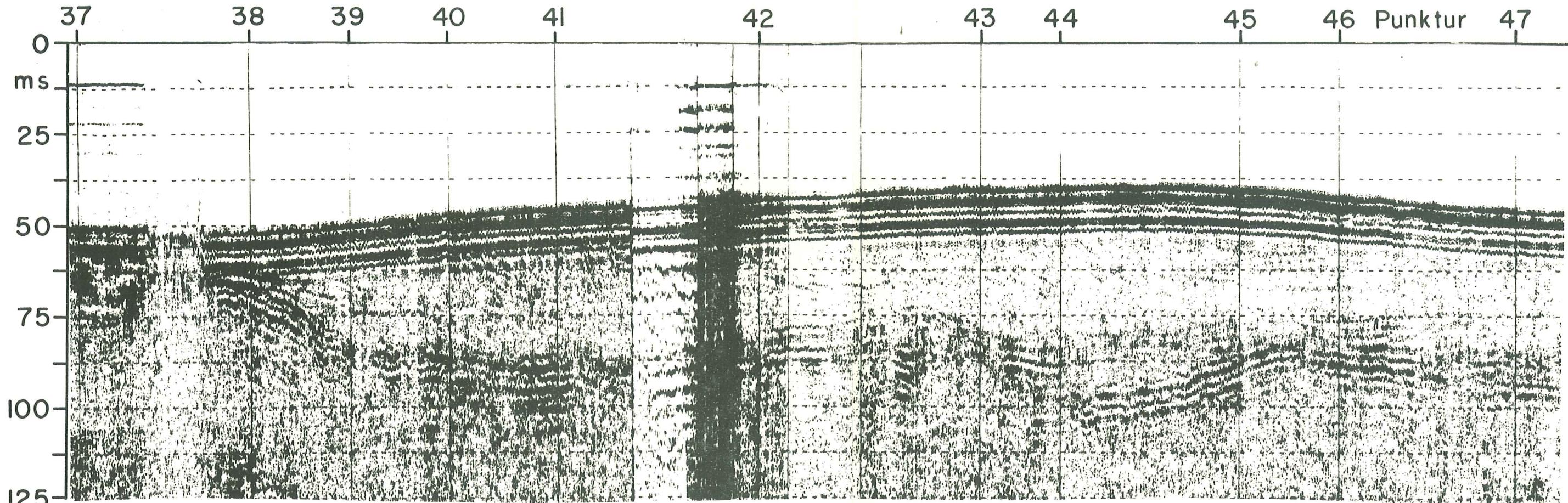
Blað 3. af 4.

31.I '75 A.B/H.O.

Tnr. 9

J-Setm.

Fnr. 12397



~ 1000 m

IS ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

SETLAGASNIÐ

Faxaflói: Gróttá-Syðra Hraun
Lína: 74 10 09-C I-54

31.I '75 AB / HO

Tnr. 10

J-Setm.

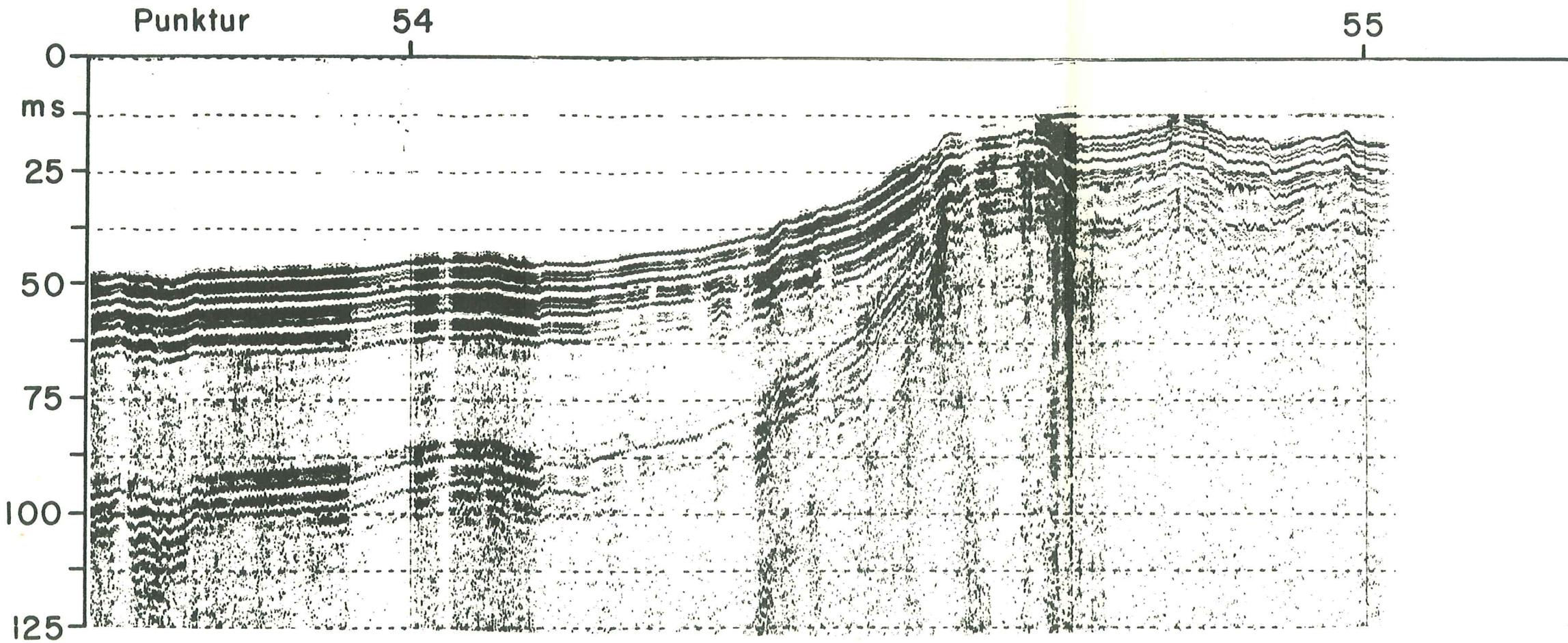
Fnr. 12398

Blað 4 af 4.

Sjókort Fnr. 12197B

(framh. af blaði 3.)

Punktur





ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

SETLAGASNIÐ
Faxaflói: Gróta-Syðra Hraun
Lína: 74 10 03-E 1-12

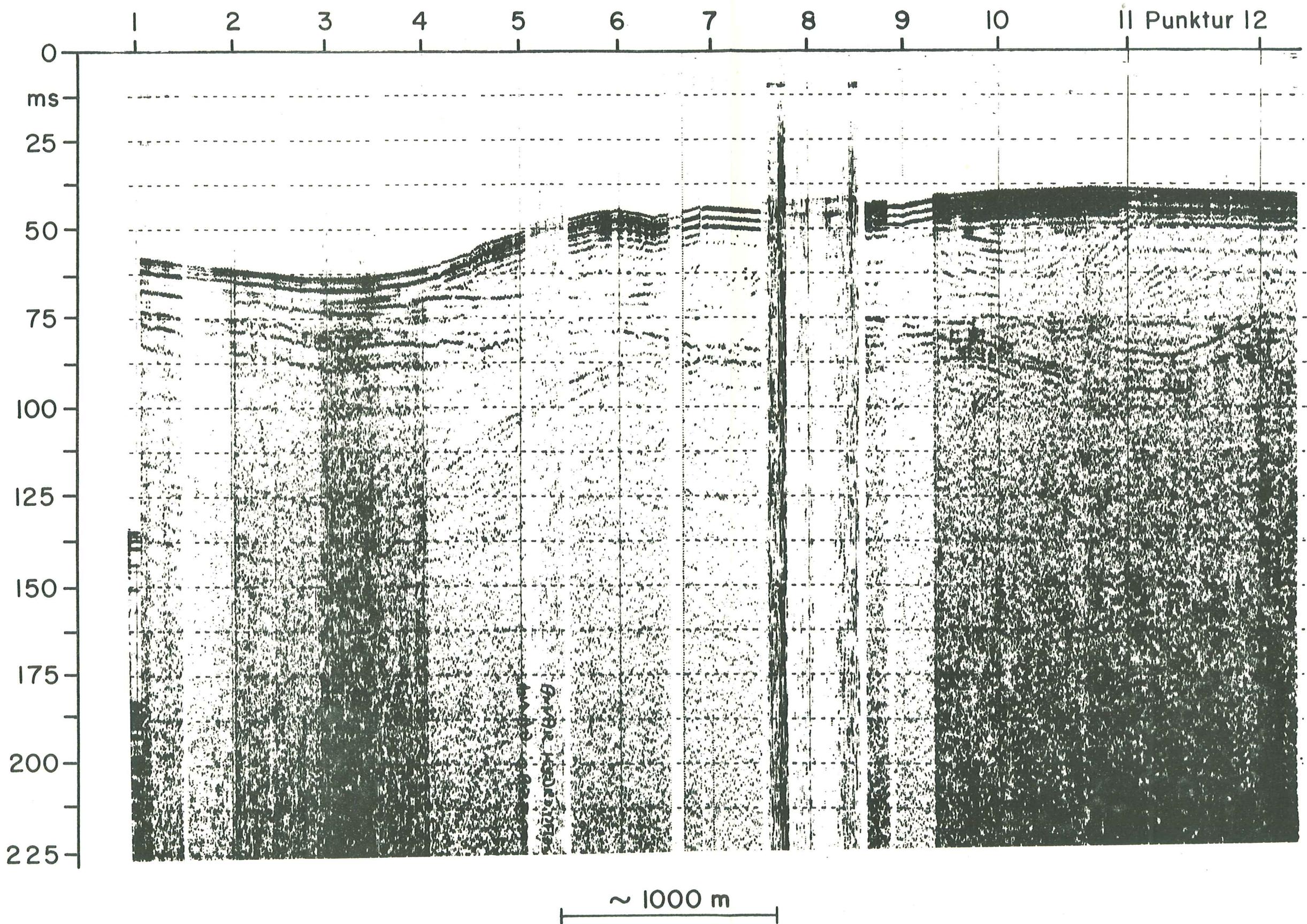
29.I '75 A.B./H.O

Tnr. 13

J-Setm.

Fnr. 12401

Sjókort Fnr. 12197B



~ 1000 m

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

SETLAGASNIÐ
Kollafjörður: Reykjavík–Brimnes
Lína: 74 IO II-D I-47

29.I '75 A.B/H.O

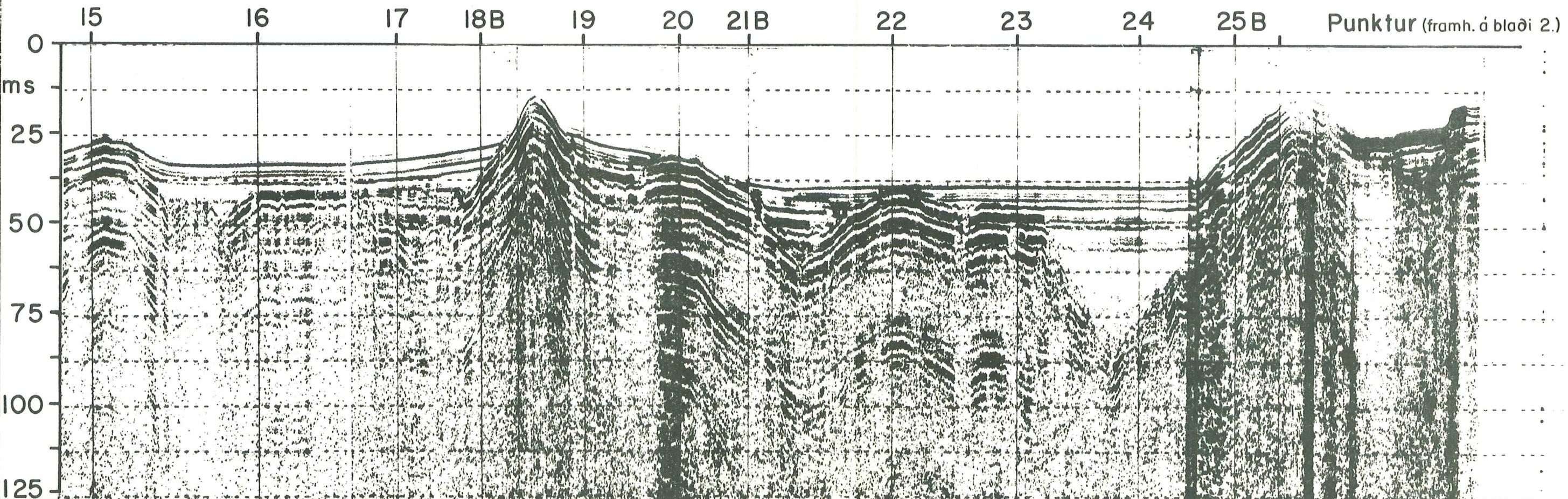
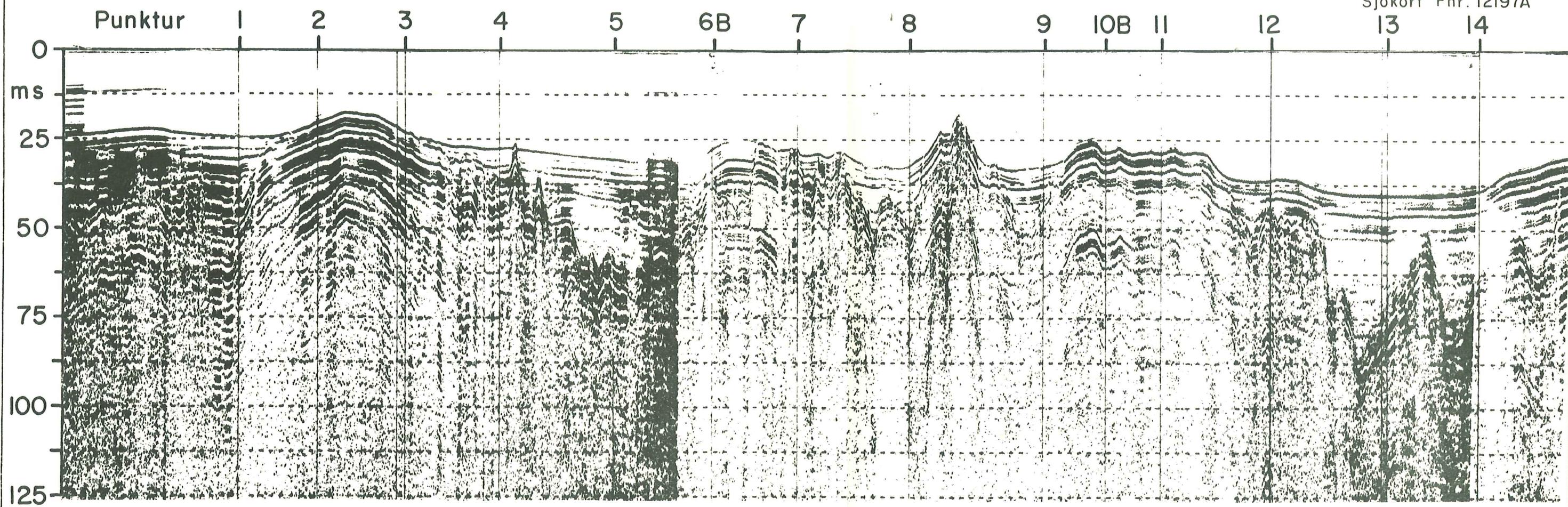
Tnr. II

J-Setm.

Fnr. 12399

Blað I. af 2

Sjókort Fnr. 12197A





ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

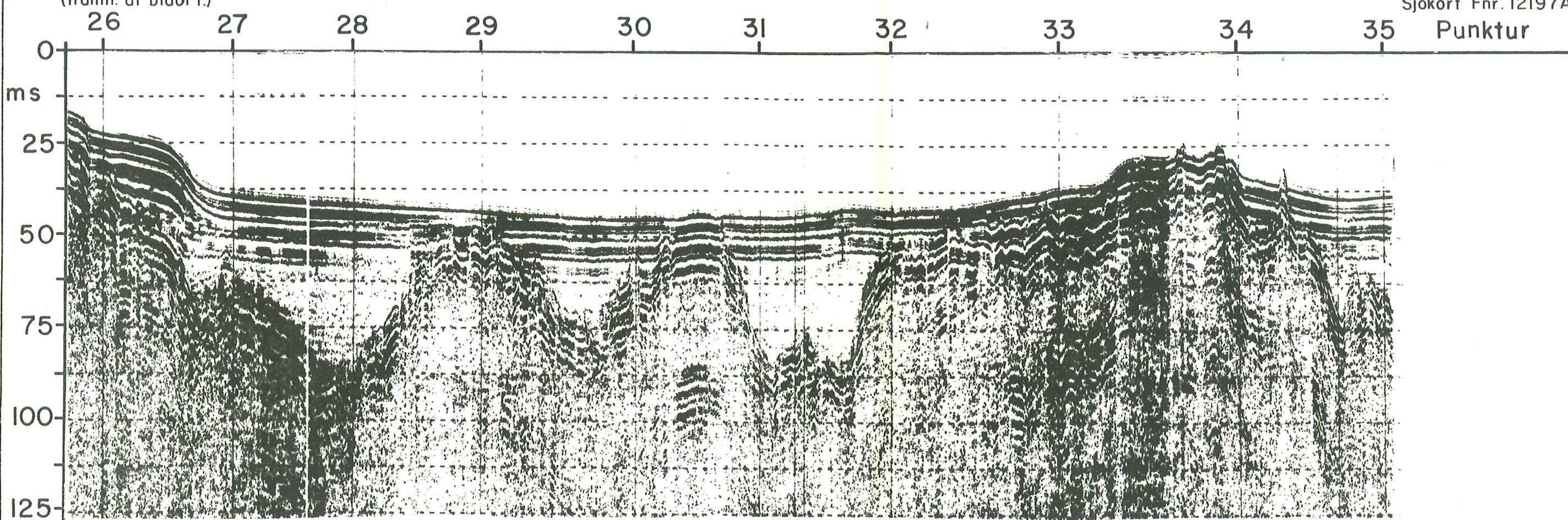
SETLAGASNIÐ
Kollafjörður: Reykjavík-Brimnes
Lina: 74 10 11-D 1-47

30.1 '75 A.B/H.O
Tnr. 12
J- Setmælingar
Fnr. 12400

Blað 2 af 2.

Sjókort Fnr. 12197A

(framh. af blaði 1.)



42 43 44 45 46 47 Punktur

