



ORKUSTOFNUN
Raforkudeild

VESTFJARÐALÍNA

Könnun á botnseti Þorskafjarðar

ÁGÚST GUÐMUNDSSON (e.)

OS79002/ROD01
Reykjavík, janúar 1979

UNNIÐ FYRIR
RARÍK, LÍNUDEILD

VESTFJARÐALÍNA
Könnun á botnseti
Þorskafjarðar

ÁGÚST GUÐMUNDSSON (e.)

OS79002/ROD01
Reykjavík, janúar 1979

UNNIÐ FYRIR
RARIK, LÍNUDEILD

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

| | Bls. |
|---|------|
| 0. ÁGRIP | 3 |
| 1. INNGANGUR | 3 |
| 2. JARÐFRÆÐILEGAR AÐSTÆÐUR | 3 |
| 3. HLJÓÐHRAÐAMÆLINGAR 1976 | 4 |
| 4. BOTNKÖNNUN MEÐ BOOMER-TÆKI 1977 | 4 |
| 5. COBRA-BORANIR OG HLJÓÐHRAÐAMÆLINGAR 1978 | 5 |
| 6. GRYFJUR, LÝSING OG PRÓFANIR Á SÝNUM 1978 | 6 |
| HEIMILDIR | 10 |

T Ö F L U R

| | |
|---|----|
| 1. Tafla yfir niðurstöður hljóðhraðamælinga | 11 |
|---|----|

M Y N D I R

| | |
|---|----|
| 1. Afstöðumynd | 12 |
| 2-5. Borhraðalínurit Cobra borana | 13 |
| 6. Kort og þversnið af botnseti Þorskafjarðar | 17 |

0. ÁGRIP

Vegna fyrirhugaðrar Vesturlínu fór fram könnun á botni Þorskafjarðar á árunum 1976-1978. Við þessar athuganir var beitt hljóðhraðamælingum, Boomer-endurkastsmælingum og Cobra-borun auk þess sem gryfjur voru sprengdar niður í botnsetið til könnunar og sýnatöku. Á línustæðinu er fjörðurinn um 1300 m breiður milli landa en miklar grynningar koma þar upp um fjöru. Niðurstöður sýndu að grunnt er á klöpp um 150 m út frá austurlandinu og nálægt 350 m út frá vesturlandinu. Miðbik fjarðarins er dalur víða yfir 45 m djúpur, fylltur seti. Athuganir á þessu seti benda til þess að burðargeta setsins sé víða af stærðargráðunni 30-40 T/m².

1. INNGANGUR

Áætlað er að leggja Vesturlínu yfir Þorskafjörð um grynningar sem eru skammt innan (norðan) við bæinn Kinnarstaði í Reykhólasveit (sjá mynd 1). Að beiðni Línudeildar RARIK annaðist Orkustofnun nokkra könnun á botnseti fjarðarins á línustæðinu. Í skýrslunni er gerð grein fyrir einstökum athugunum og niðurstöðum þeirra. Að verkinu unnu auk höfundar: Sveinn Þorgrímsson, Jósef Hólmjárn, Arnlaugur Guðmundsson og Birgir Jónsson.

2. JARÐFRÆÐILEGAR AÐSTÆÐUR

Berggrunnurinn við Þorskafjörð er að mestu byggður upp af 5-10 m þykkum basaltlögum, sem hallar (við sjávarmál) nálægt 10° til SA. Fjörðurinn er í dal, sem ísaldarjöklar hafa grafið í NA-SV stefnu niður í berggrunninn. Síðan hefur set fyllt botn fjarðarins svo að útfiri er mikið, allt út fyrir bæinn Múla. Litlu utar, skammt norðan Kinnarstaða, eru miklar grynningar svo að á stórstraumsfjöru skilur aðeins um 70 m breiður og liðlega 1,5 m djúpur áll á milli landa og nefnist hann Kóngavakir. Þessar grynningar eru að öllum líkindum að miklu leyti á gömlum jökulgarði, sem sjór hefur sléttað út og má nú sjá "leifar hans" við austurströnd fjarðarins skammt innan Kinnarstaða.

3. HLJÓÐHRAÐAMÆLINGAR 1976

Í september voru gerðar hljóðhraðamælingar (seismic refraction) á grynningum beggja vegna Kóngavaka en vegna þess að þá var ekki stórstreymt var aðeins farið um 300 m frá hvoru landinu og eitt hljóðhraðasnið mælt á hvorum stað (merkt á meðfylgjandi korti sem S10 og S11). Á grundvelli þessarar upplýsinga var teiknuð gróf þverskurðarmynd af botni fjarðarins (sjá skýrslu Birgis Jónssonar, OS-ROD-7724, og fylgiskjal 8 með Framvinduskýrslu 3 frá Raflínunefnd, útgefinni í nóvember 1977). Síðari rannsóknir hafa breytt nokkuð fyrrnefndri mynd, sérstaklega austan til í firðinum, auk þess sem fyllri mynd hefur fengist af miðju fjarðarins (sjá kort á mynd 6).

4. BOTNSETSKÖNNUN MEÐ BOOMER-TÆKI 1977

Eðli Boomer-mæliaðferðarinnar. Mæling á sjávardýpi og þykkt jarðlaga með hljóðspeglunaraðferð (seismic reflection) fer fram á þann hátt, að búin er til aflmikil hljóðbylgja með rafsegulhamri (Boomer). Bylgjan berst síðan út í því efni (t.d. sjó), sem umlykur hamarinn. Á mörkum annars efnis, t.d. á sjávarbotni, endurkastast hluti orkunnar, en hluti hennar berst niður í jarðlögin og getur endurkastast frá enn öðrum lagamótum og er það þessi eiginleiki sem nýttur er við Boomer þykktarmælingar á setlögum.

Könnunin 1977. Hinn 30. september 1977 var reynt að kanna þykkt setlaga á botni Þorskafjarðar með Boomer-endurkastsmæli. Voru í því skyni sigldar mælinínur á stórstraumsflóði, bæði þvert yfir fjörðinn og einnig samsíða ströndinni á fyrirhuguðu línustæði. Eru siglingaleiðirnar sýndar með brotalínum á meðfylgjandi korti á mynd 6 og voru staðarákvarðanir gerðar með framskurði af mælingamönnum frá RARIK.

Vorið 1978 var síðan unnið úr þessum mæligögnum og dauft endurkast, er fram kom í botnsetinu, túlkað sem undirliggjandi klöpp. Var víða

grunnt á þessi lagamót. Teiknað var kort með jafndýptarlínum niður á lagamótin út frá þessum niðurstöðum (mynd 6) og koma þar fram, grunnt í eða ofaná setinu, nokkrir aflangir flákar samsíða firðinum. Voru flákarnir taldir vera efri brúnir hallandi hraunlaga. Ekki þótti ráðlegt að treysta Boomer mæliaðferðinni einni sér og var því ráðist í frekari athuganir, sem sýndu að áðurnefnt endurkast var ekki frá yfirborði berggrunnsins (sbr. næsta kafla).

5. COBRA-BORANIR OG HLJÓÐHRAÐAMÆLINGAR 1978

Á stórstraumsfjöru í lok júní 1978 voru boraðar 32 holur með Cobra-bor í botnsetið beggja vegna Kóngavaka, flestar 6-8 m djúpar. Var staðsetning þeirra mæld af mælingamönnum frá línudeild RARIK og eru þær merktar á meðfylgjandi kort sem CP1-32. Línurit yfir borhraða í þeim eru sýnd á myndum 2-5. Borinn er vélknúinn höggbor sem lemur niður 25 mm sverar stangir líkt og lofthamar. Tíminn sem það tekur borinn að slá stangirnar niður um hverja 20 cm er mældur og getið til um eðli undirlagsins út frá hegðun borunar og borhraða. Út frá niðurstöðum Boomer-mælinga var fyrirfram búist við að flestar holurnar næðu niður á undirliggjandi klöpp.

Eftir þessar boranir var talið að borinn hefði náð niður á klöpp, en í sumum holunum stöðvaðist hann líklega á stórum steinum. Benti borhraði til þess, að víðast væri setið gert úr fremur lítt hörðnuðum jökulruðningi en sums staðar væru mýkri svæði á milli, líklega úr vatnssósa hálfhörðnuðu silti (botnleir). Kom í ljós, að það sem áður var álitid klöpp, eftir túlkun Boomer-mælinganna (sbr. síðasta kafla), voru aflangir flákar af þétttri hnallungadreif efst í eða á botnsetinu eða staðbundin hörð svæði í "jökulruðningnum", sem gáfu skýrt endurkast (mynd 6). Við Boomer mælingar hylur slík hnallungadreif eða hörðnuð lagamót oftast endurkast frá dýpri jarðlögum.

Samhliða Cobra-borunum voru gerðar hljóðhraðamælingar á 6 mællínum samsíða stefnu fjarðarins beggja vegna Kóngavaka (einnig mældar inn af mælingamönnum frá RARIK, og merktar á meðfylgjandi kort á mynd 6 sem 11-16 N og S). Túlkun á niðurstöðum hljóðhraðamælinganna er gefin í töflu 1.

Austan við Kóngavakir náðu hljóðhraðamælingarnar niður í lag með hljóðhraða 3-5 km/sek og er þar um að ræða klöpp sem kemur upp úr botnsetinu við austasta mælistaðinn. Hljóðhraðamælingar næst vesturlandi fjarðarins sýndu lag á 5-6 m dýpi með hljóðhraða 2,4-2,8 km/sek og er þar líklega um klöpp að ræða enda þótt hljóðhraðinn sé nokkuð lægri en í klöppinni austan Kóngavaka.

Hljóðhraði botnsetsins er í höfuðdráttum tvenns konar. Austan Kóngavaka er hljóðhraði setsins aðallega á bilinu 1,5-1,7 km/sek og þykir það gefa til kynna lítt harðnaðan jökulruðning eða samsvarandi efni. Strax og hljóðhraði setsins fer yfir 1,6-1,7 km/sek er talið að nokkur hörðun hafi átt sér stað.

Vestan Kóngavaka er hljóðhraði botnsetsins víðast 1,9-2,0 km/sek. Þessi hljóðhraði bendir til talsvert vel harðnaðs jökulruðnings.

Beggja vegna Kóngavaka er á staðbundnum svæðum 3-6 m þykkt yfirborðslag með talsvert lægri hljóðhraða en að ofan greinir, eða 1,0-1,5 km/sek, sem bendir til ósamlímds sets.

6. GRYFJUR 1978; LÝSING OG PRÓFANIR Á SÝNUM

Gryfja 1. Milli borhola CP 9-10 (sjá mynd 6). Sprengd hola niður á 1,4 m dýpi og síðan grafið niður á 1,8 m dýpi. Efnið er siltkenndur sandur með um 10% skeljabrotum. Ójöfn kornadreifing. Megnið er sandur með rúnnuðum hnullungum og vólum. Efnið er ósamlímt en efstu 0,2-0,3 m eru betur samþjappaðir en neðri hlutinn. Í efninu er engin samloðun og viðnámshornið er áætlað á staðnum u.þ.b. 32°. Hljóðhraðamælingar sem gerðar voru í grend við þessa gryfju gáfu hljóðhraða 1,0 km/sek en borhraði með Cobra-bor var um 10 sek/20 cm.

Gryfja 2 við borholu CP 26 (sjá mynd 6). Sprengd hola niður á 1,7 m dýpi síðan grafið niður á 1,3 m til viðbótar. Efst er þunn sandskán 0,3-0,5 m, en neðar er nokkuð samlímd mórena, þétt og siltkennd, vel þjöppuð. Tekin voru 2 sýni á 1,7 m dýpi í tvo hólka

og brætt vax fyrir enda þeirra. Auk þess var tekið eitt laust sýni um 5 kg að þyngd.

Viðnámshorn var áætlað á staðnum u.p.b. 32-36°. Samloðun efnisins var áætluð um 0,5 kg/cm². Lausir molar úr efninu haldast vel saman.

Hljóðhraði nálægt þessari gryfju var um 1,9 km/sek og borhraði með Cobra-bor var um 10 sek/20 cm í efstu 3 m en lækkaði eftir það um líðlega helming.

Gryfja 3 við borholu CP1 (sjá mynd 6). Sprengd var gryfja niður á 1,5 m dýpi. Efnið hér er lábarið stórgrýti, þ.e. hnullungar oftast nær 30-50 cm í þvermál. Millimassi er siltkenndur. Gryfjan var sprengd niður í þrepum og við aðra og þriðju sprengingu brotnuðu hnullungar í sundur og þykir það benda til þess að efnið sé vel pakkað. Hér virðist vera traust undirstaða, en vegna þess hve efnið er gróft var ekki tekið sýni til frekari prófana. Hljóðhraðamælingar sem gerðar voru við þessa gryfju gáfu 1,7 km/sek og borhraði með Copra-bor mældist um 20 sek/20 cm.

Gryfja 4 hjá borholu CP 16 (sjá mynd 6). Sprengd var hola niður á 1,4 m dýpi og grafið niður um 0,3 m til viðbótar. Efnið hér er grár skeljaríkur sandur, svolítið siltkenndur en ekki eins vel samlímur og efnið sem prófað var úr gryfju 2. Ofantil er nokkuð af lóbörðum steinum 15-25 cm í þvermál í sandkenndum millimassa sem hefur fremur litla samloðun. Á líðlega 1 m dýpi verður efnið nokkuð þéttara og mórenukennt. Í heild virðist efnið hafa fremur lítið burðarþol. Hljóðhraðamælingar nærri þessari gryfju gáfu 1,7 km/sek og borhraði með Cobra-bor var um 5 sek/20 cm efstu 2 m en neðar yfir 20 sek/20 cm.

Sveinn Þorgrímsson gerði prófanir á tveimur óhreyfðum sýnum sem voru tekin á 1,7 m dýpi úr gryfju 2 og hefur hann gefið eftirfarandi umsögn um þau í bréfi til Samúels Ásgeirssonar á Línudeild RARIK, dagsett 1. ágúst 1978:

Efnið er siltkenndur sandur með smáum steinvölum.

Vot rúmpyngd 2,2 T/m³

Purr rúmpyngd 1,9 T/m³

Rakastig 14,5%

Þessi gildi eru lág en jökulruðningur með góða kornastærðardreifingu sem er þjappaður með Standard Proctor þjöppunarorku ($6 \times 10^5 \text{ J/m}^3$), hefur þurra rúmpyngd með 2,15-2,2 T/m^3 . Ekkert er hægt að fullyrða um skerstyrk efnisins án undangenginnar prófunar". Án ábyrgðar virðist Sveini að áætla megi virkt viðnámshorn um 32° og virka viðloðun 0,3 til 0,5 kg/cm^2 .

Út frá þessum gildum er burðargeta efnisins áætluð samkvæmt líkingunni

$$q_0 = \frac{\gamma B}{2} N_\gamma + C N_c + q N_q$$

þar sem q_0 = Burðarþol jarðvegsins við gefin skilyrði.

γ = Vot rúmpyngd.

B = Breidd óendanlega langrar undirstöðu.

C = Virk samloðun.

q = Fall af dýpi og rúmpyngd.

N_γ , N_c og N_q = Burðarþolsstuðlar.

Fyrir undirstöður sem eru 2x2 m á kant og grafnar 2 m niður ofan jarðvatnsborðs.

$$q_0 = [2.2 \text{ T/m}^3 \cdot 2 \text{ m} (20 \cdot 0.85)] \cdot \frac{1}{2} + 0 + 4.4 \text{ T/m}^2 \cdot 2.2$$

$$q_0 = 134 \text{ T/m}^2 \quad \text{eða burðarþol undirstöðunnar } Q = 536 \text{ T.}$$

Ef Öryggisstuðull = 2 er notaður við frumhönnun, eins og rétt er að gera þegar forsendur eru ekki öruggar, verður burðargeta efnisins = 67 T/m^2 miðað við ofangreindar forsendur.

Athuga ber að burðargeta efnisins er mjög háð jarðvatnsstöðu og á það einkum við um efni með litla eða enga samloðun. Þegar sjór flæðir yfir eyrina minnkar burðargeta efnisins um nær helming frá þurru ástandi. Slíkt mettað ástand gildir alltaf í Þorskafirði og verður burðarþol jarðvegsins þá:

$$q_0 = 73 \text{ T/m}^2 \quad \text{og} \quad Q = 292 \text{ T}$$

og með Öryggisþætti = 2

$$q_H = 36 \text{ T/m}^2 \quad \text{og} \quad Q_H = 146 \text{ T.}$$

Líklegt er að burðargeta nokkuð samþjappaðs sands svo sem er í gryfjum 1 og 4 sé nokkru minni. Burðargeta stórgrýtisins við gryfju 3 er að öllum líkindum meiri en burðargeta þess efnis er prófað var.

H E I M I L D I R

Ágúst Guðmundsson, 1978. Bréf til Samúels Ásgeirssonar á línudeild Rarik, dagsett 1978.07.20.

Axel Björnsson, 1975. Mæling setlaga á sjávarbotni. Tímarit Verkfræðingafélags Íslands, V.60, bls. 18-22.

Birgir Jónsson, 1977. Vestfjarðalína. Þveranir á Gilsfirði og Þorskafirði. Jarðsveiflumælingar. OS-ROD-7724.

Landmælingar OS 1977. Vestfjarðalína II. Lega og hæð stöðva í línustæði úr Reykhólasveit að Mjólká. OS-ROD-7703.

Sveinn Þorgrímsson, 1978. Ýmsar munnlegar upplýsingar og bréf til Samúels Ásgeirssonar á línudeild Rarik, dagsett 1978.08.01.



ORKUSTOFNUN
Raforkudeild

JARÐSVEIFLUMÆLINGAR

Staður: ÞORSKAFAJÖRÐUR.....

LEIRUR VIÐ KÓNGAVAKIR

V = velocity / hijóðhraði

u = up-dip / hallar upp

d = down-dip / hallar niður

t = true / réttur

TAFLA 1

| Hæll nr. | Staðsetning | | Hæð m y.s. | V ₁ | Hijóðhraði, km/s | | | Pykk, m | | Dýpi, m á 3. lag H ₂ |
|-------------|-------------|--------|---------------|----------------|--|----------------|--|----------------|--------------------------|---------------------------------------|
| | X-hnit | Y-hnit | | | V ₂ V _u og V _d | V _t | V ₃ V _u og V _d | V _t | 1. lag h ₁ | |
| 11 N | | | | | | | | | 0 | 0 |
| 11 S | | | | 1,0 | | | | | 4 | 0 |
| 12 N | | | | 1,5 | 2,7 | 2,1 | | | 8 | 16 |
| 12 S | | | | | 1,7 | | | | | 17 |
| 13 N | | | | | 1,5 | 1,6 | | | | 23 |
| 13 S | | | | | 1,7 | | | | | 31 |
| 14 N | | | | | 1,9 | 1,9 | | | | >45 |
| 14 S | | | | 1,0 | 1,9 | | | | 3 | >45 |
| 15 N | | | | 1,4 | 2,0 | 1,9 | | | 2 | >40 |
| 15 S | | | | | 1,9 | | | | | >40 |
| 16 N | | | | 1,2 | 1,9 | 1,9 | | | 4 | >40 |
| 16 S | | | | | 1,9 | | | | | >40 |
| S10A | | | | 1,4 | 1,7 | 1,6 | | | 5 | 18 |
| S10B | | | | | 1,6 | | | | | 20 |
| S11A | | | | | 1,6 | 1,6 | | | 5 | 0 |
| S11B | | | | | 1,7 | | | | 6 | 0 |

SJÁ STAÐSETNINGAR Á
MEÐFYLGGJANDI KORTI



ORKUSTOFNUN

VESTFJARÐALÍNA

Yfirlitsmynd af innanverðum Þorskafljóði

79.01.12.

ÁG(e) / GSJ

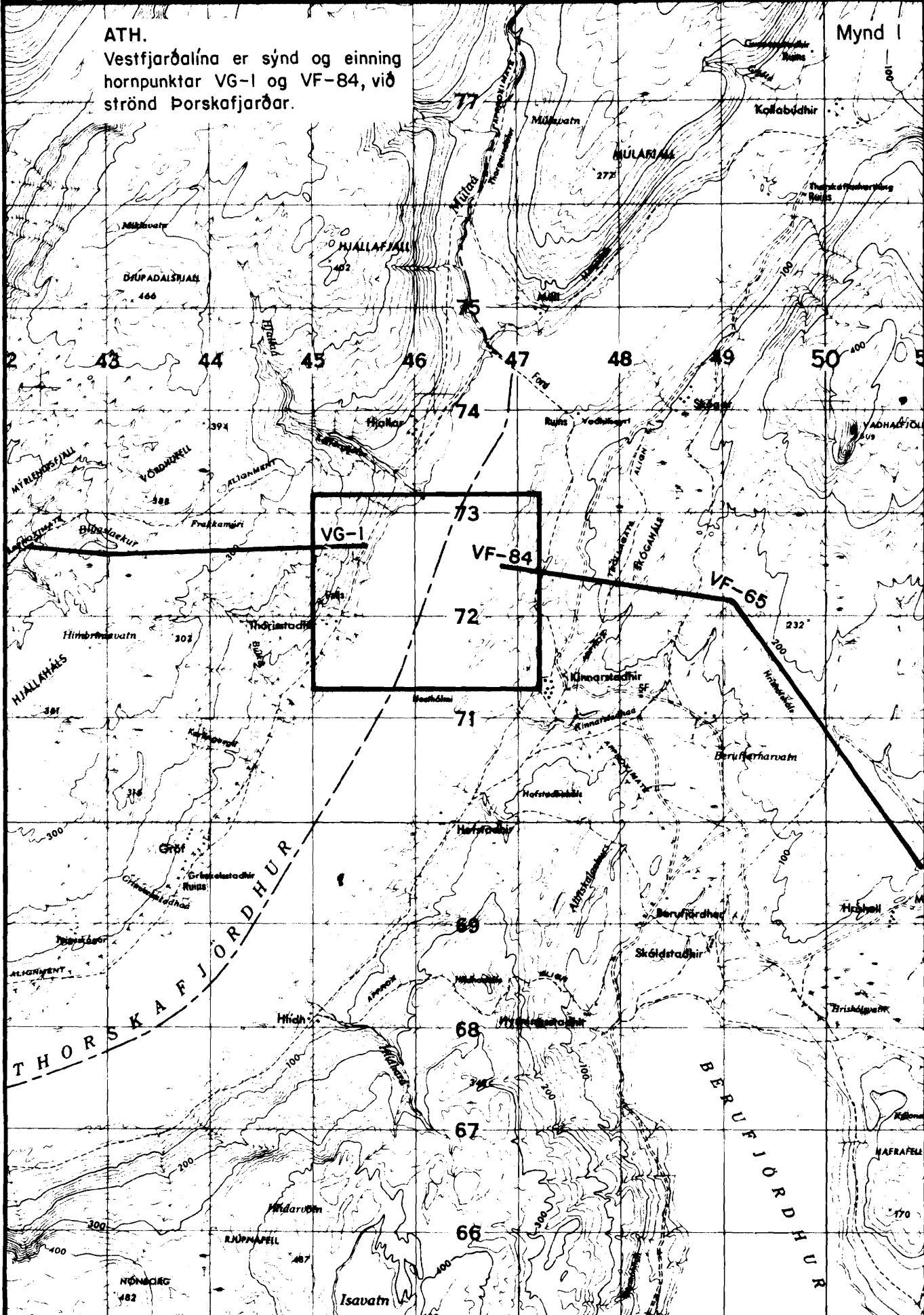
B-283

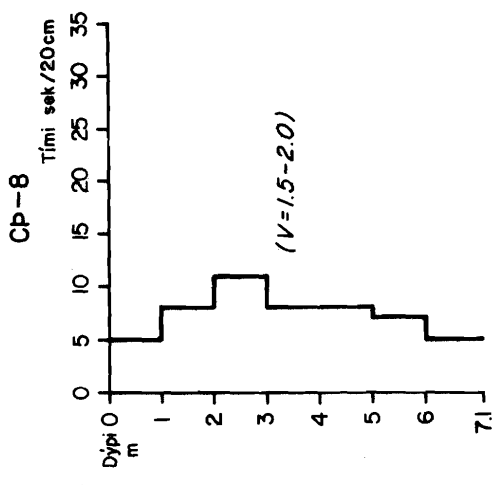
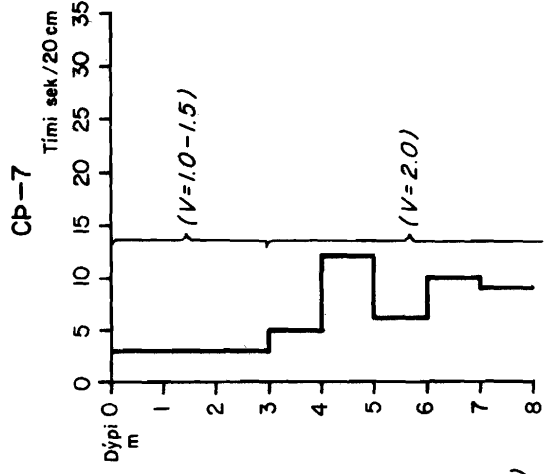
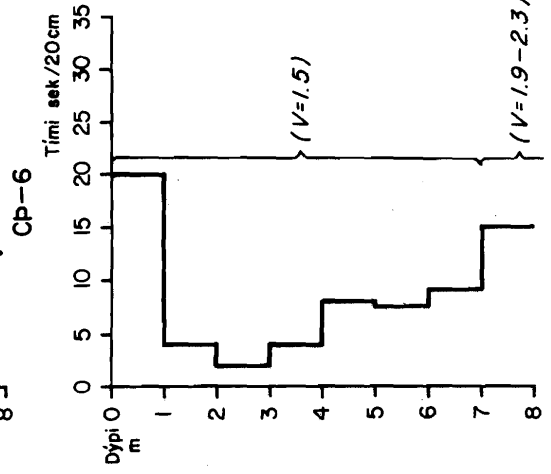
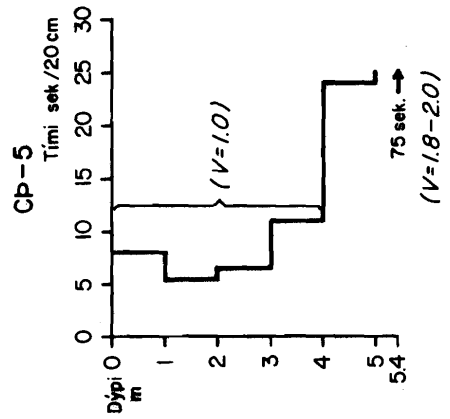
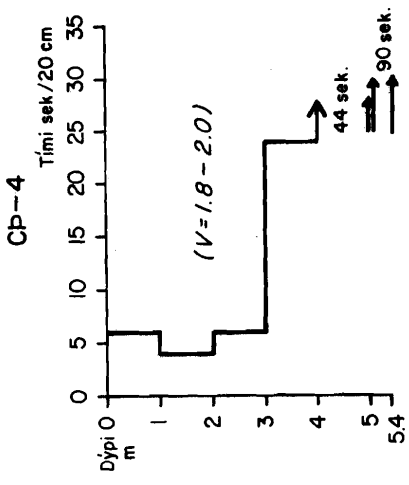
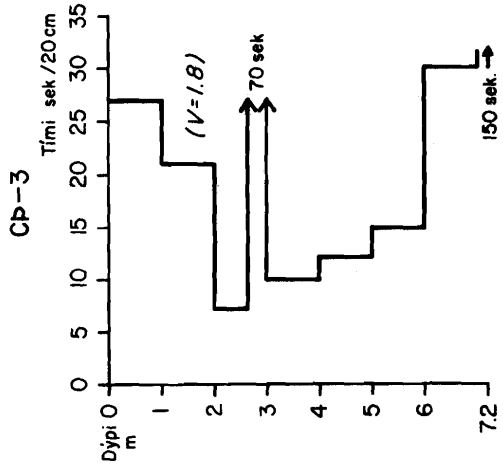
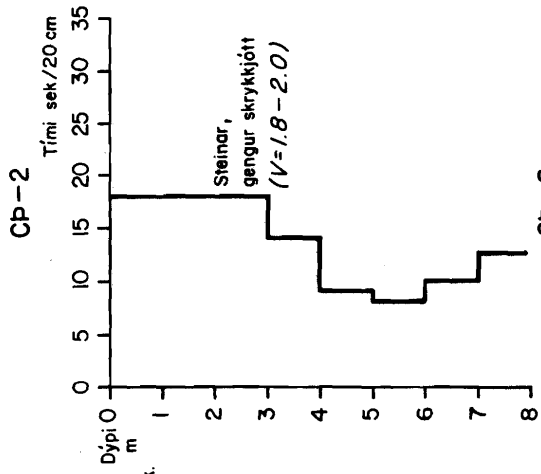
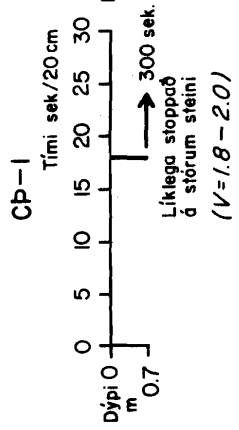
F. 17989

Mynd I

ATH.

Vestfjarðalína er sýnd og einning hornpunktar VG-1 og VF-84, við strönd Þorskafljóðar.





SKÝRINGAR :

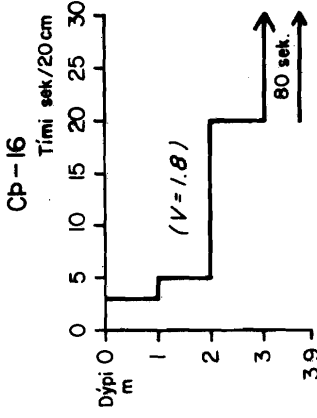
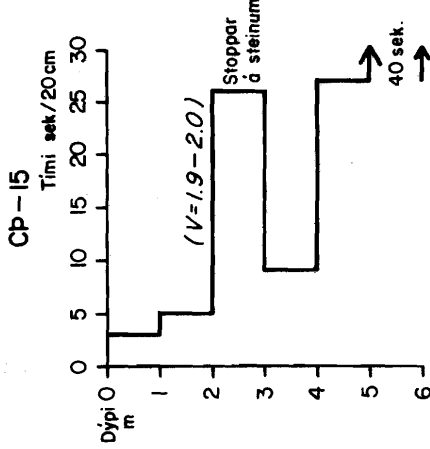
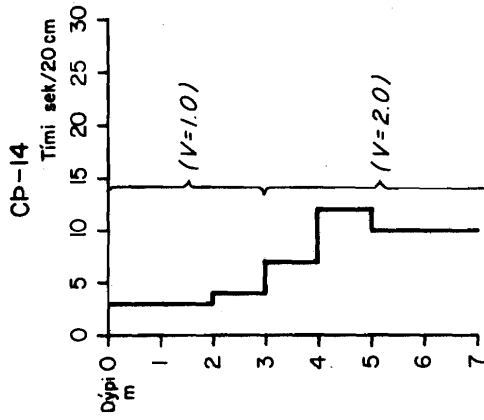
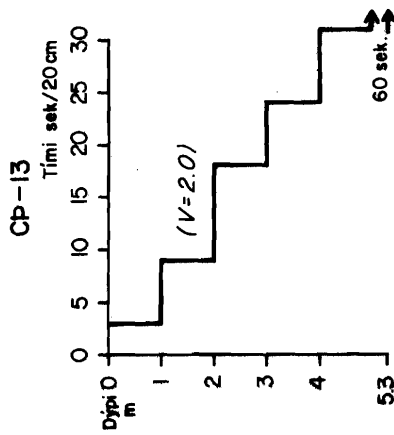
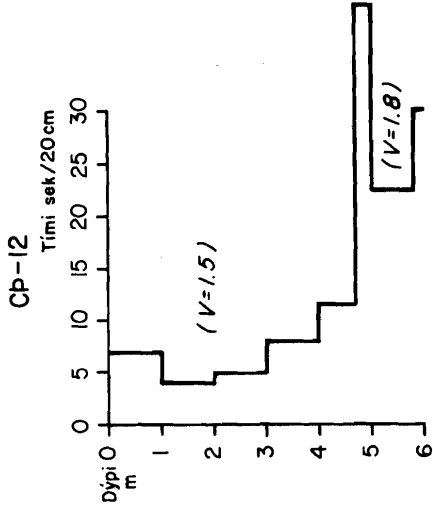
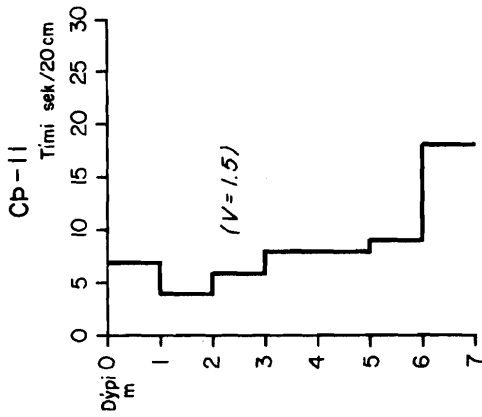
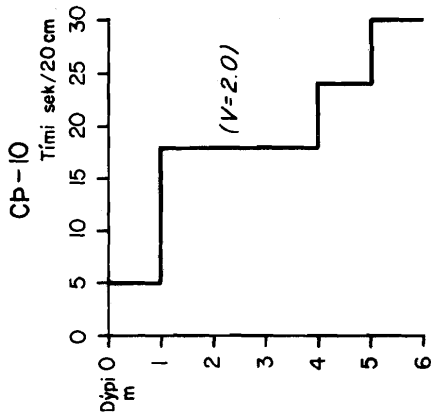
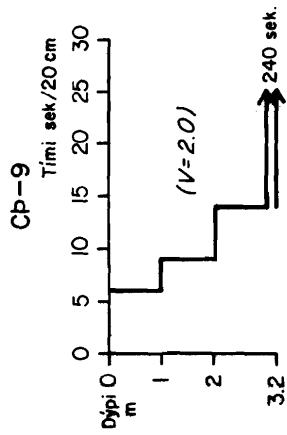
($V=1.8$) Hljóðhraði mældur með jarðsveiflumælingum km/sek.

VESTFJARÐALÍNA : könnun á línustæði



ORKUSTOFNUN
COBRA-BORUN Í ÞORSKAFIRÐI
CP-1-CP-8 V við álínn

79.01.09.
ÁG/GSJ
B-283
F. 1795I



Mynd 3

ORKUSTOFNUN

COBRA-BORUN Í ÞORSKAFIRÐI

Cp-9 - Cp-16 V við dýlín

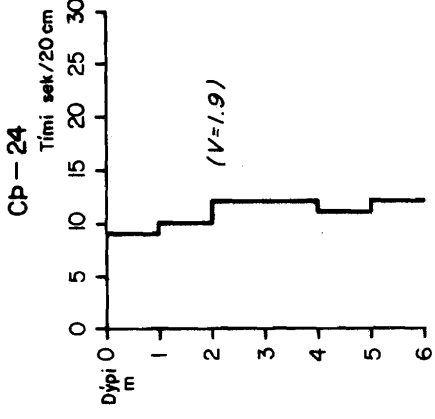
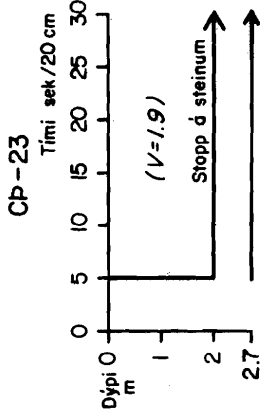
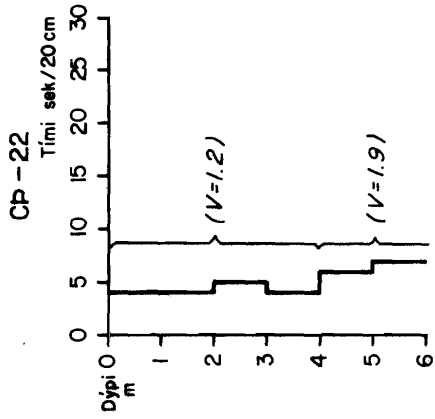
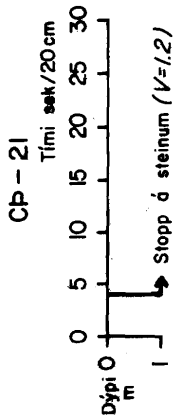
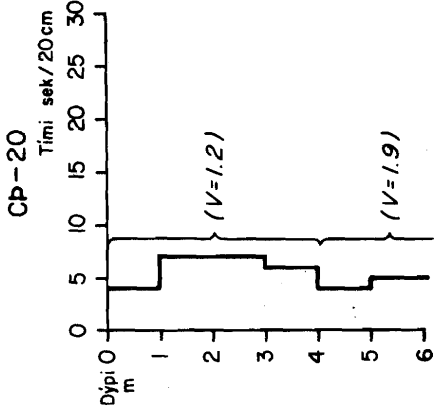
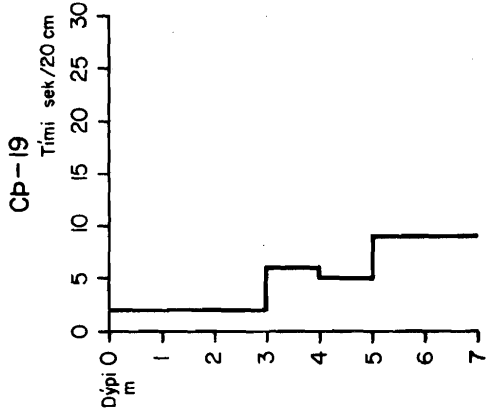
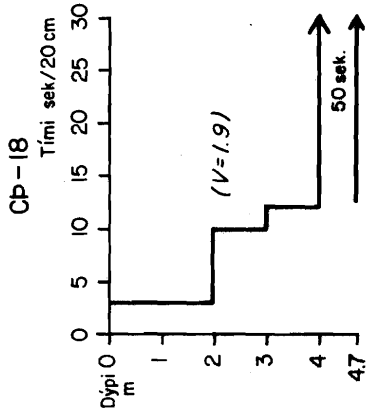
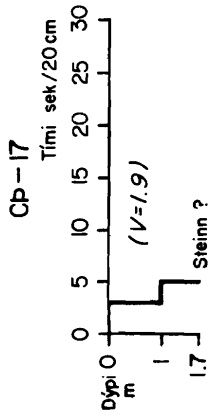
79.01.09.

ÁG / GSJ

B - 283

F. 17952

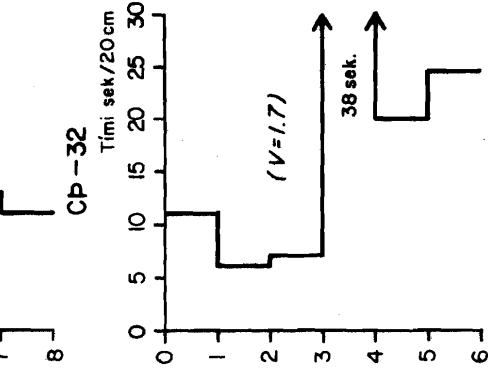
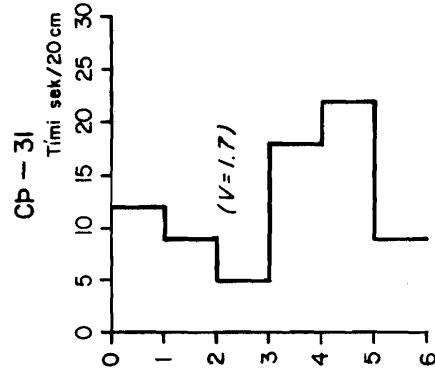
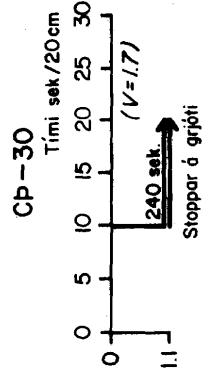
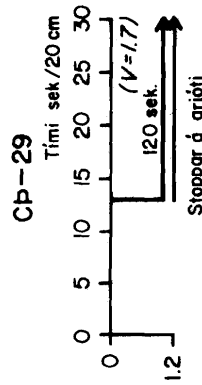
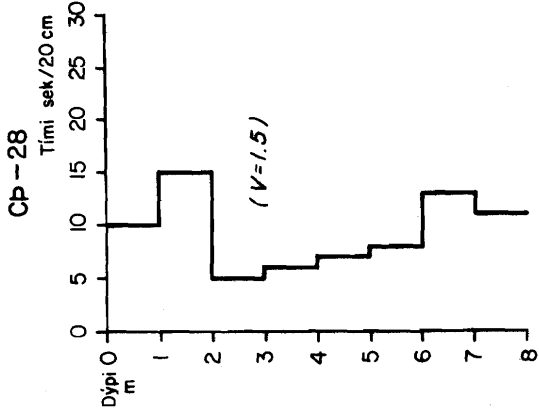
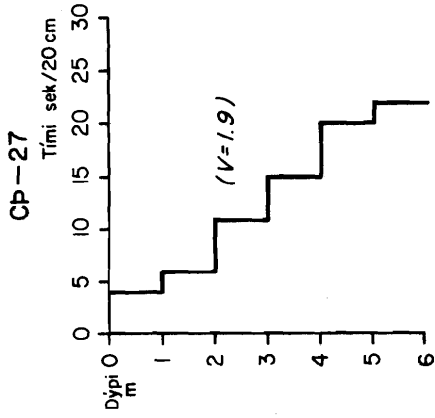
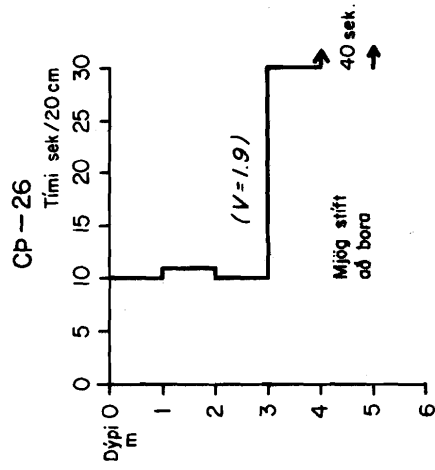
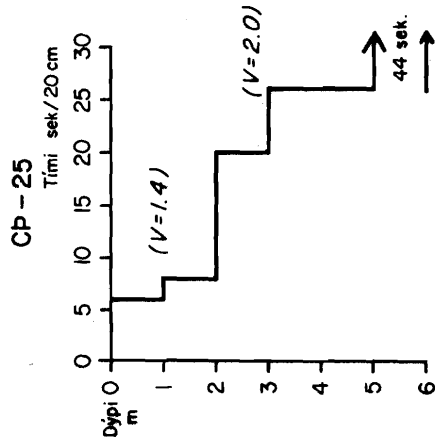
VESTFJARÐALÍNA : könnun á ífústæði



Mynd 4

| | |
|--|---------------------------|
| | ORKUSTOFNUN |
| | COBRA-BORUN Í ÞORSKAFIRÐI |
| | CP-17-CP-24 V við állinn |
| | |
| | 79.01.09. |
| | AG / GSJ |
| | B-283 |
| | F. 17953 |

VESTFJARÐALÍNA : könnun á línustæði



Mynd 5

ORKUSTOFNUN

COBRA - BORUN Í ÞORSKAFIRÐI
 CP-25-CP-27 V við dlimm
 CP-28-CP-33 A við dlimm

79.01.09.

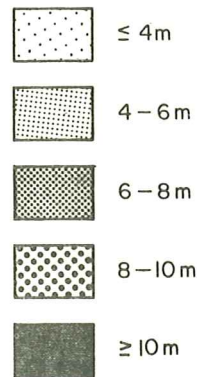
AG / GSJ

B-283

F.17954

VESTFJARDALÍNA : könnun á límustæði

SKÝRINGAR:



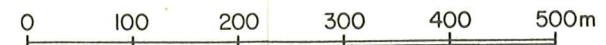
Dýpi á "Hárðari lagamót" mæld við stórstraumflóð fengið með Boomer endurkasti

Tölur með brotnum línum tákna mældar staðsetningar punkta á siglingalínunum fyrir Boomer dýptarmælingar (15°)

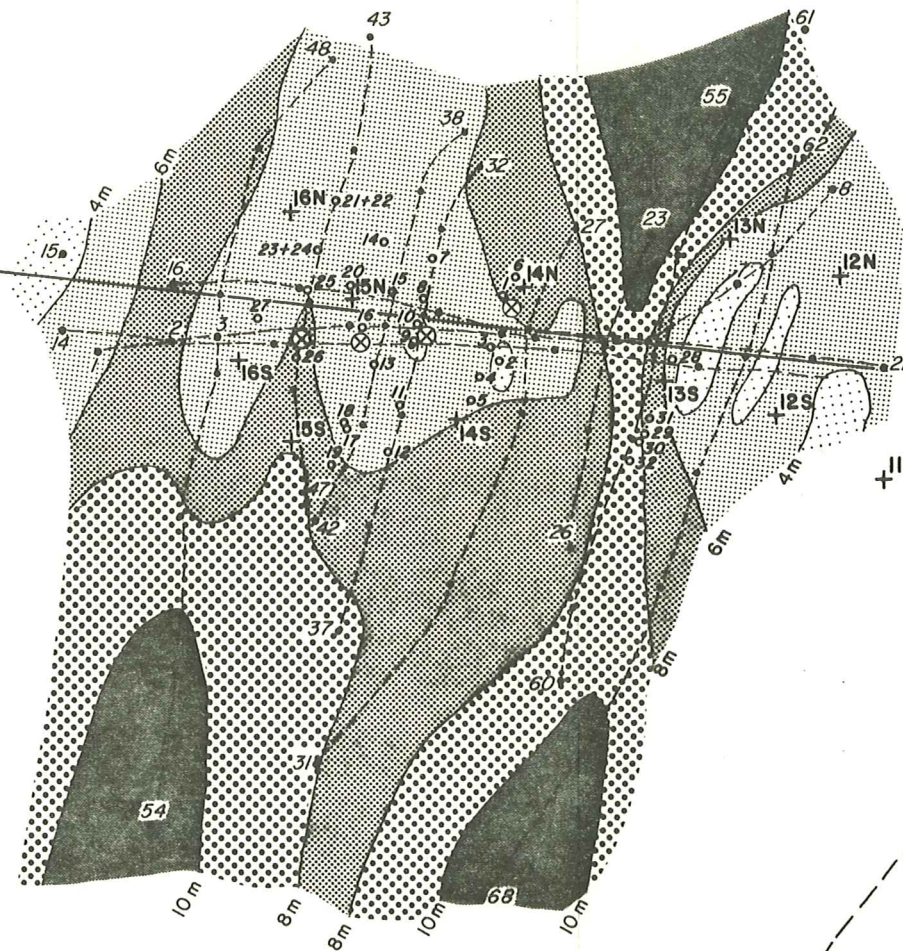
+ IIN Sprengipunktur jarðsveiflumælinga

• Borholur með Cobra-bor

⊗ Gryfjur



132 kV VG 1

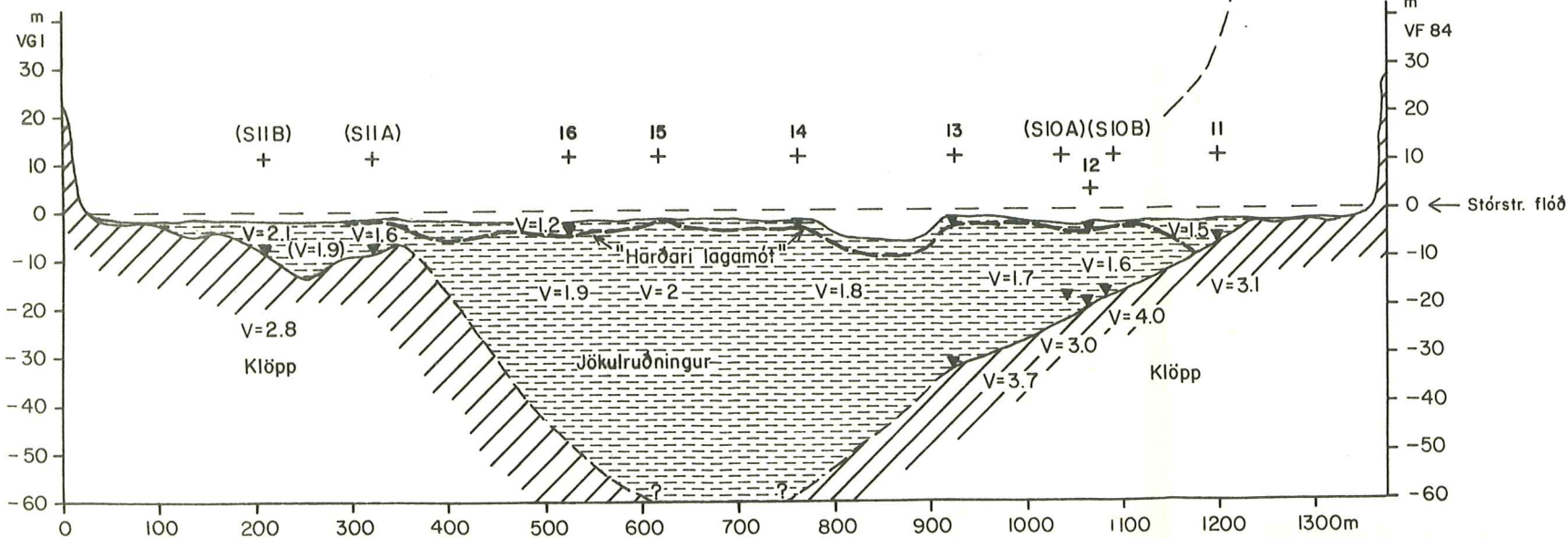


Þórisstaðir

Sími

Grunnlína staðsetningarmælinga

× Sími



Mynd 6

ORKUSTOFNUN

VESTFJARÐALÍNA
Þorskafjörður

Könnun á botngerð Þorskafjarðar

78.07.20. ÁG/GSJ

T. 517

B-ým.

F. 17385