



**Bylgjubrotsmælingar á Laugardalsvelli, 18.-  
19. júlí 1996**

**Karl Gunnarsson**

**Greinargerð KG-96-01**



## BYLGJUBROTSMÆLINGAR Á LAUGARDALSVELLI, 18.-19. JÚLÍ, 1996

### 1. Mælingar

Hér er lýst niðurstöðum bylgjubrotsmælinga til að finna dýpi á fastan grundvöll undir fyrirhugaða áhorfendastúku austan við Ípróttavöllinn í Laugardal. Mælingarnar voru framkvæmdar af Orkustofnun 18.-19. júlí, 1996, undir stjórn Karls Gunnarssonar, Jarðeðlisfræðideild. Birgir Jónsson hafði umsjón með verkinu og sá um samskipti við fulltrúa verkkaupa, Kristján G. Sveinsson verkfræðing hjá Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen (VST).

Jarðfræðilegar aðstæður í Laugardal eru á þann veg að undir mýrarjarðvegi eru setlög (sjávarsetlög), sem hvíla á berggrunni eða klöpp, hinu svokallaða Reykjavíkurgrágrýti. Dýpi á klöppina hefur mælst 30 m í borholu nokkurn spöl suðaustur af Laugardalsvelli.

Bylgjubrotsmælingarnar eru framkvæmdar með þeirri aðferð sem er hefðbundin fyrir nákvæmnismælingar fyrir jarðtæknileg not. Hver lögn er 24 nemar í línu, en bilið milli nema fer eftir viðfangsefninu (hér 2-5 m). Hljóðmerki er framkvæmt með sprengingu á fimm stöðum: við báða enda, í miðju og spöl út af hvorum enda. Með þessu fást fjórar mælingar á hljóðhraða í yfirborðslögum, og fullkomlega viðsnúnir fartímaferlar fyrir dýpsta bylgjubrotslagið, sem er í þessu tilfelli klöppin. Það gefur möguleika til að reikna fullkomna lausn fyrir dýpið sem fall af staðsetningu eftir línu. Eingöngu eru notaðir komutímar fyrstu P-bylgjanna.

Mælingar af þessu tagi henta best til þess að finna mót klappar og setlaga. Breytingar í hljóðhraða innan setlaganna eru oft tiltölulega litlar, og því er verra að greina þær. Auk þess kemur til vandamálið sem kallað er "falið lag", þegar ekki er fræðilega mögulegt að greina í fyrstu bylgjunni hvort neðri hluti yfirborðslags hefur nokkru hærri hraða en sá efri. Meginforsendur mælinganna í Laugardal

voru því þær að finna dýpi á klöpp, en einnig var haft í huga að fá upplausn til að kanna innri gerð efri laganna svo sem hægt væri.

Við úrvinnslu mælinganna var notað forritið Gremix (frá Interpex) sem byggist á svokallaðri "Generalized Reciprocal Method". Þessi aðferð er viðurkennd sem sú besta á markaðinum. Niðurstöður reikninganna eru sýndar á myndum 2 og 3. Efst eru teiknaðir mældar fartímaferlar frá öllum skotum. Þar undir er lausnin á formi dýptarsniðs með lagamótum. Fjarlægð er mæld frá nema N1, og hæð er miðuð við yfirborð. Neðst er snið með hraða í lögunum þremur, og gefur til kynna hvort hraðar breytast lárétt eftir línunni.

Upptökutæki eru 24-rása ES-2401 frá EG&G Geometrics. Einn nemi er fyrir hverja rás í upptöku. Í upptöku voru inngangssúr stilltar á bilið 25-500 Hz. Notað var sprengiefni (dýnamít) fyrir hljóðgjafa. Í Línu 1 voru settar hleðslur á bili 100-350 g í grunnar holur, sem hafði þann ókost að mikið kastaðist upp af mól sem óhreinnaði umhverfið. Til að lágmarka skemmdir fyrir línur 2 og 3, og fá að auki skarpara merki, var breytt um aðferð og borað var niður á um hálf metra dýpi fyrir minni hleðslum, 50-100 g.

Mældar voru þrjár mælingarlínur, þar sem hver lína er ein lögn. Sú fyrsta er fyrir utan völl og ofan við stæðatröppur, önnur inni á vellinum á grasræmunni milli veggjar og hlaupabrautar, en sú þriðja á grasvellinum, 3 m innan við hlaupabrautina. Staðsetning línanna er sýnd á 1. mynd, en myndgrunnur er frá VST. Á hverri línu voru lagðir út 24 jarðsveiflunemar. Á línu 1 voru þeir með 5 m millibili og spannar hún 115 m. Á línunum 2 og 3 voru 2 m hafðir milli nema, og spanna þær 46 m. Þær tvær síðarnefndu voru lagðar nær norðurenda á vellinum vegna ábendingu um að þar væri dýpra á fast og því mikilvægara að kanna. Skráningar á bylgjunum voru allar fullnægji-

andi, og víða mjög góðar, nema lína 2 er ónýt vegna truflana frá mannvirkjum. Sýnishorn af skráningu má sjá á myndum 4 og 5. Það skal hafa í huga að í eftirfarandi umfjöllun miðast dýpi við yfirborð á hverjum stað undir mæli-línunum, en ekki við fasta viðmiðun.

## 2. Lína 1

Lausnin sýnir þrjú lög, eins og sýnt er á 2. mynd. Efst er 5 m þykkt lag lag með mjög lágum hraða, 330 m/s, sem er svipað og hljóðhraði í lofti. Þetta er túlkað sem nær þurr jarðvegslag. Næsta lag er illa skilgreint í mælingunum, og er nærri því að vera falið. Hraðinn virðist vera á bilinu 1100-1500 m og er túlkað sem setlag. Með hliðsjón af niður-stöðum úr línu 3 var hraðinn 1400 m/s valinn (sjá hér aftar). Með þessum forsendum reiknast þykkt setlagsins á bilinu 5-11 m. Þriðja lagið er grágrýtisklöppin með hraða 3200 m/s. Dýpi á klöppina reynist vera um 11 m við suðurenda, en eykst til norðurs og fer niður á 17 m dýpi nærri norðurenda.

## 3. Lína 2

Þessi lína er inni á vellinum rétt innan við steypa vegginn. Gögnin reyndist vera ónot-hæf vegna þess að undirstaða veggisins eða steyppt renna innan við hann leiða hljóðbygi-una vel og spilla skráningunni. Engin úr-vinnsla var reynd.

## 4. Lína 3

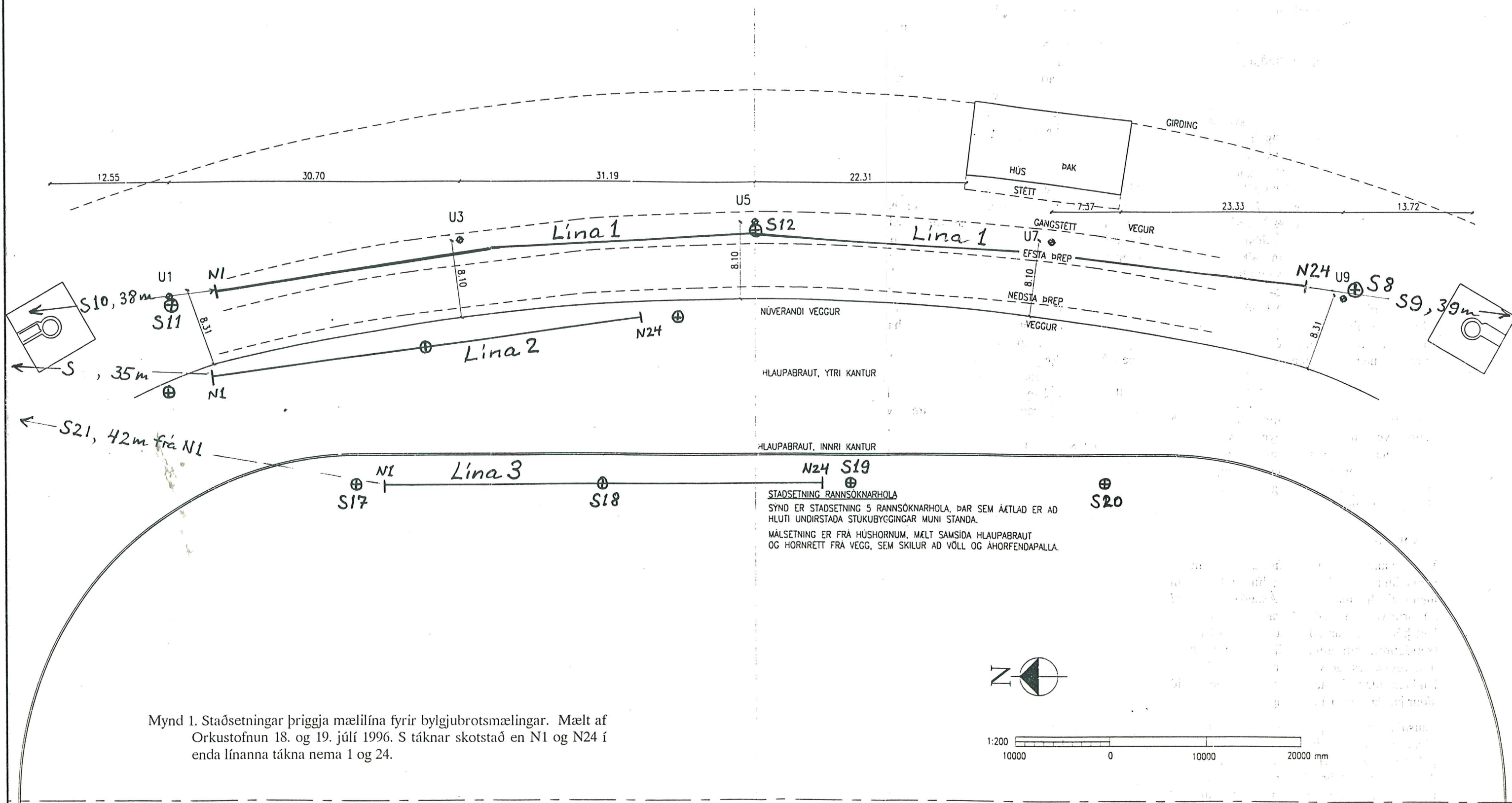
Vegna vandræðanna við línu 2 var reynt að mæla innar á vellinum, og lína 3 lögð 3 m innan við hlaupabrautina. Ástæðan fyrir því að farið var inn á völinn var sú að nauðsyn-legt þótti að reyna að auka upplausn í lagi 2 (setlögum), sem greindist illa uppi á bakkan-um. Vegna þess að völlurinn er 3 m neðan við bakkann utan við stæðin, felur yfirborðslagið síður jarðlagagerð á miðlungsdýpi.

Lausnin sýnir enn þrjú lög (sjá 3. mynd), og líkist lausninni fyrir línu 1. Efst er 1,5 m þykkt jarðvegslag (mest þurr mól) með hraða 310 m/s. Þar undir er lag með haða mjög nærri 1350 m/s, og er hann ákvarðaður með viðsnúnum ferlum og því áreiðanlegur. Ekki

er mögulegt að greina aukinn hraða með dýpi innan þessa lags. Eins og fyrr segir er þetta lag túlkað sem setlag. Þykkt þess er víðast 6-7 m á línunni, en í norðurenda línunnar þynnist það í 3,5 m. Dýpi á klöpp (3400 m/s) er þar um 5 m, en annars á 7-8 m dýpi. (Það er hugsanlegt að dýpið í norðurendanum sé vanmetið um svo sem einn metra, þar sem óljósar vísbendingar eru um hraðabreytingar nærri yfirborði í bláenda línunnar)

## 5. Umræða

Með mælingunum hefur reynst mögulegt að kortleggja dýpi á klöpp. Að vísu er bein mæling á hraða í setlögum undir línu 1 óviss, en lítil ástæða er til þess að ætla að hann sé annar en í línu 3. Ætla má að tilviljunar-kennd óvissa sé innan +/- 1 m. Ekki má lesa úr þessum gögnum aukningu á hraða með dýpi í setlaginu, en fræðilega er möguleiki á að slík aukning komi ekki í ljós. Ef hraði eykst verulega með dýpi innan setlaganna gæti dýpi á klöpp verið vanmetið um 1-2 m, og mest á norðurenda línu 1. Dýpi á klöppina milli lína 2 og 1 eykst til austurs inn að dal-miðju, svo sem eðlilegt er. Einkum viðist vera skarpur kantur milli norðurenda mælilín-anna, þar sem 9 m hæðarmunur er á klöpp-inni.



Mynd 1. Staðsetningar þriggja mællína fyrir bylgjubrotsmælingar. Mælt af Orkustofnun 18. og 19. júlí 1996. S tákna skotstað en N1 og N24 í enda línanna tákna nema 1 og 24.

										VERKFRÆÐISTOFA SIGURDAR THORODDSEN hf. VERKFRÆÐIRÁÐGJAFAR FRV		LAUGARDALSVÖLLUR KSI UNDIRBUNINGUR STADSETNING PRUFUHOLA MÁLSETNING OG AFSTADA	
										Árnúsa 4 108 Reykjavík 589 5000 589 5010 Glaragötu 30 500 Akureyri 452 2343 481 1190 Bjarnarbraut 8 310 Borgarnes 437 1317 437 1311 Hafnarstræti 1 400 Ísaförður 458 3708 458 3985		Deposeining JÚLÍ 1996 96.125 0.01	
Tekn. nr.	Tilvisun á teikningu	Tekn. nr.	Tilvisun á teikningu	Br.	Doqs.	EDS breytingar	Br.	Yr.	Sð.	KGS	KGS	Samvakt	

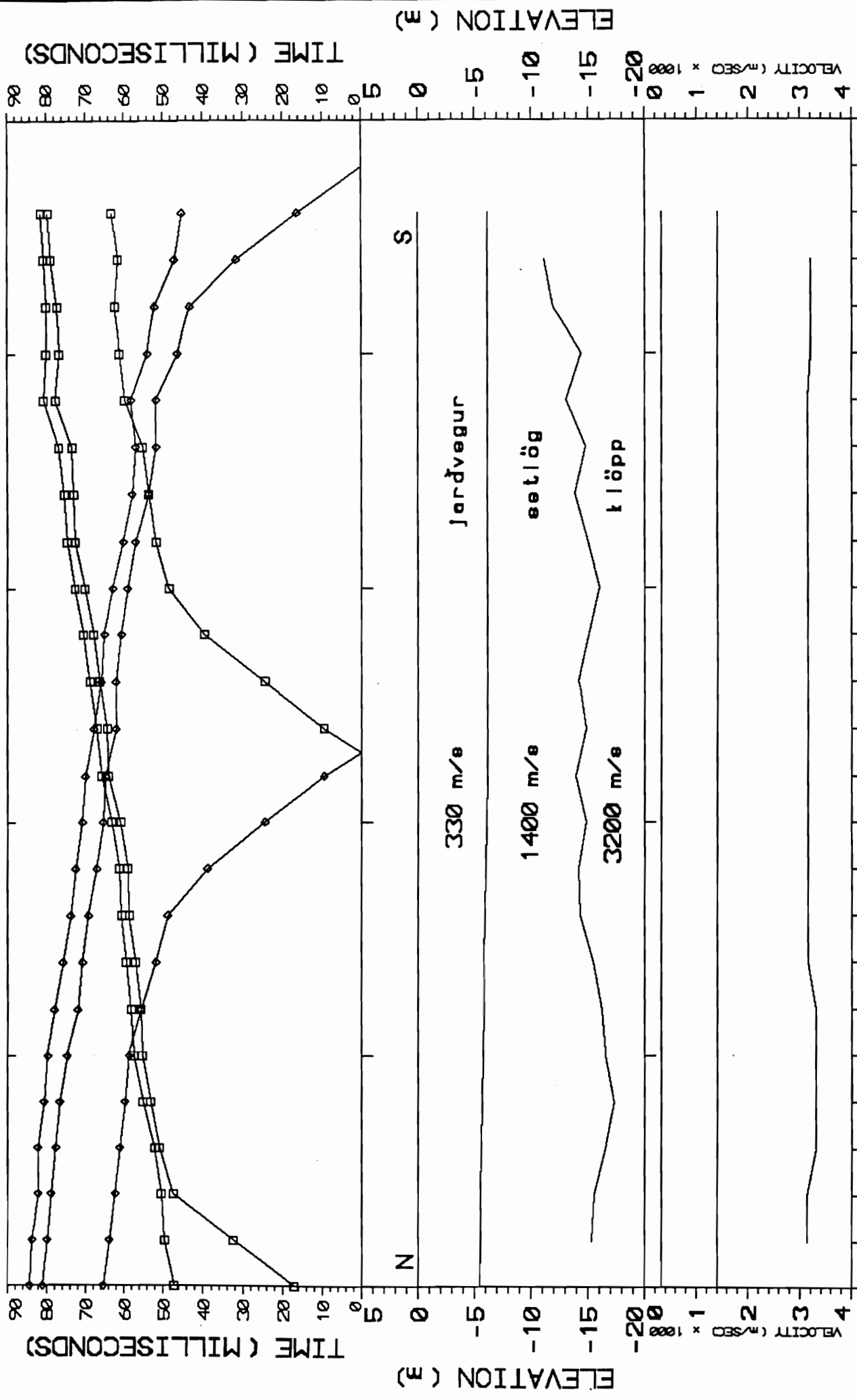
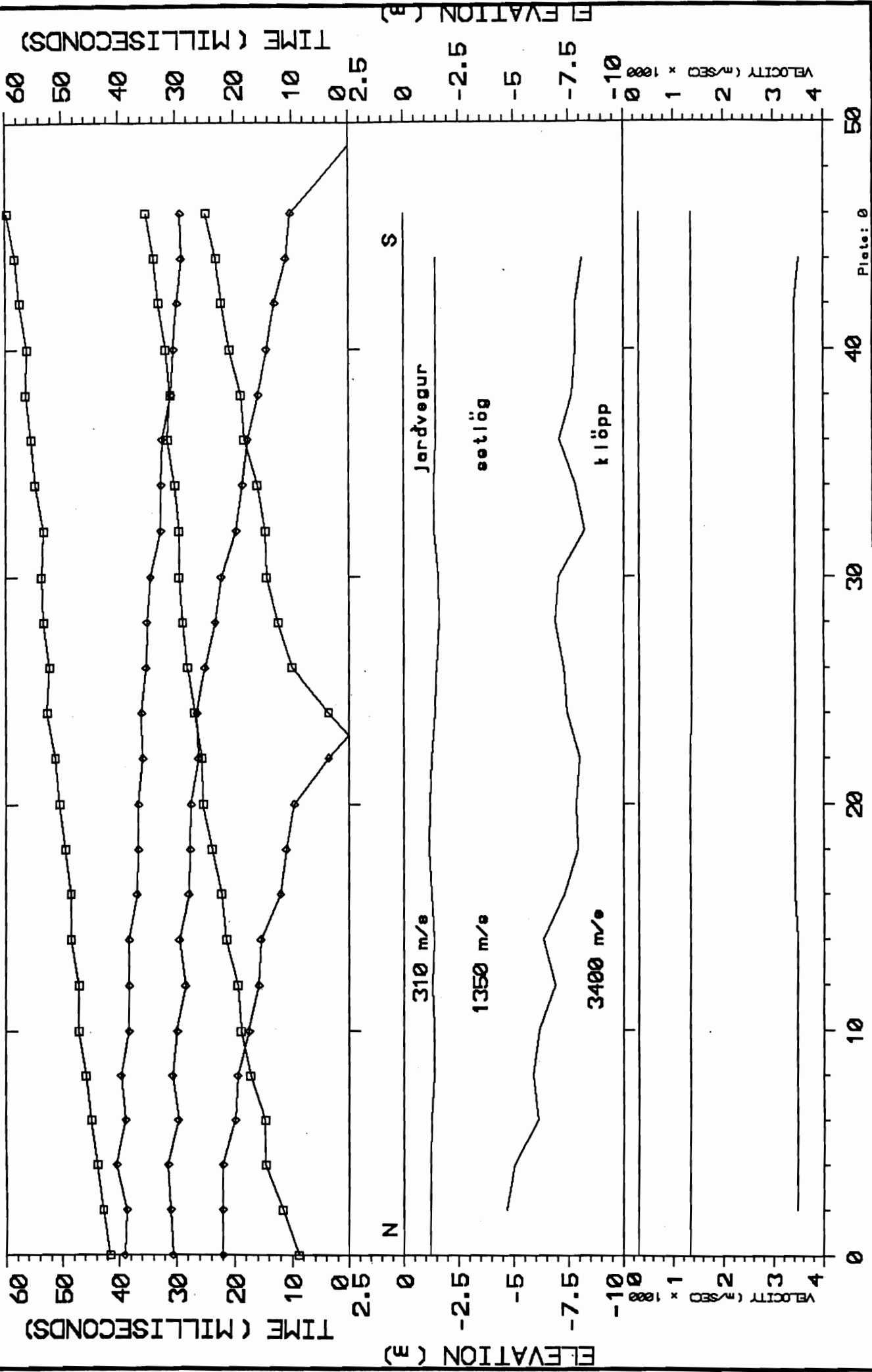


Plate: 1		V/Stútu	
125		Laugardal svölur	
100		Rætt Javlt	
75		Azimuth: N-S	
50		for: VST	
25		by: ORKUSTOFNUN	
0		Date Set: LINI	
		Date: 19.07.96	
		Equipment: EB-2401	
		Spread: LIN1	

Mynd 2. Niðurstöður úrvinnslu fyrir LÍNU-1.



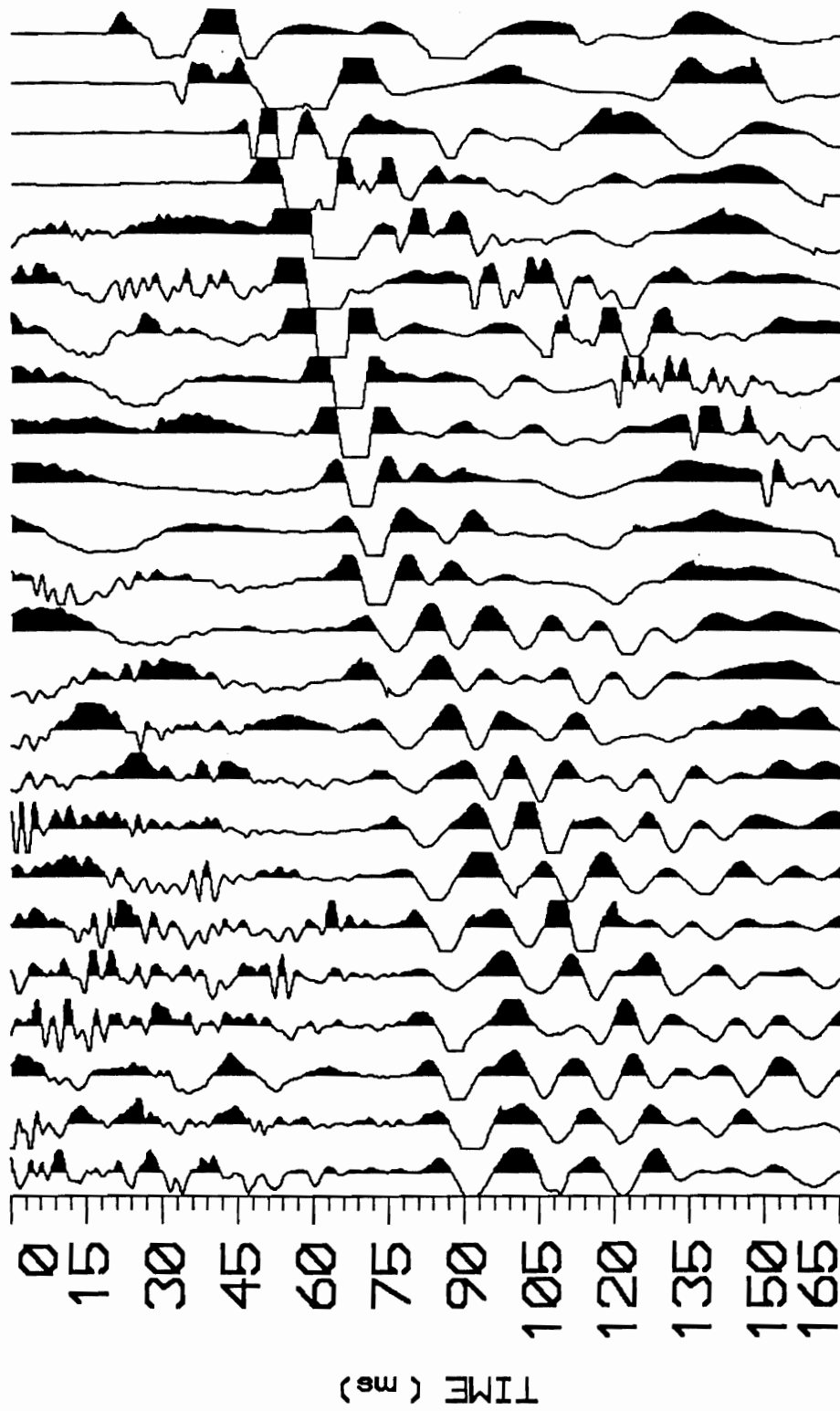
for:	VST	Plate: 0	V/Stúku
by:	ORKUSTOFNUN	Laugardalevölur	
Date Set:	LING	Date:	19-07-96
Equipment:	ES-2401	Spread:	LING
Azimuth: N-S			

DISTANCE ( m )

VELOCITY ( m/SEC )

TIME ( MILLISECONDS )

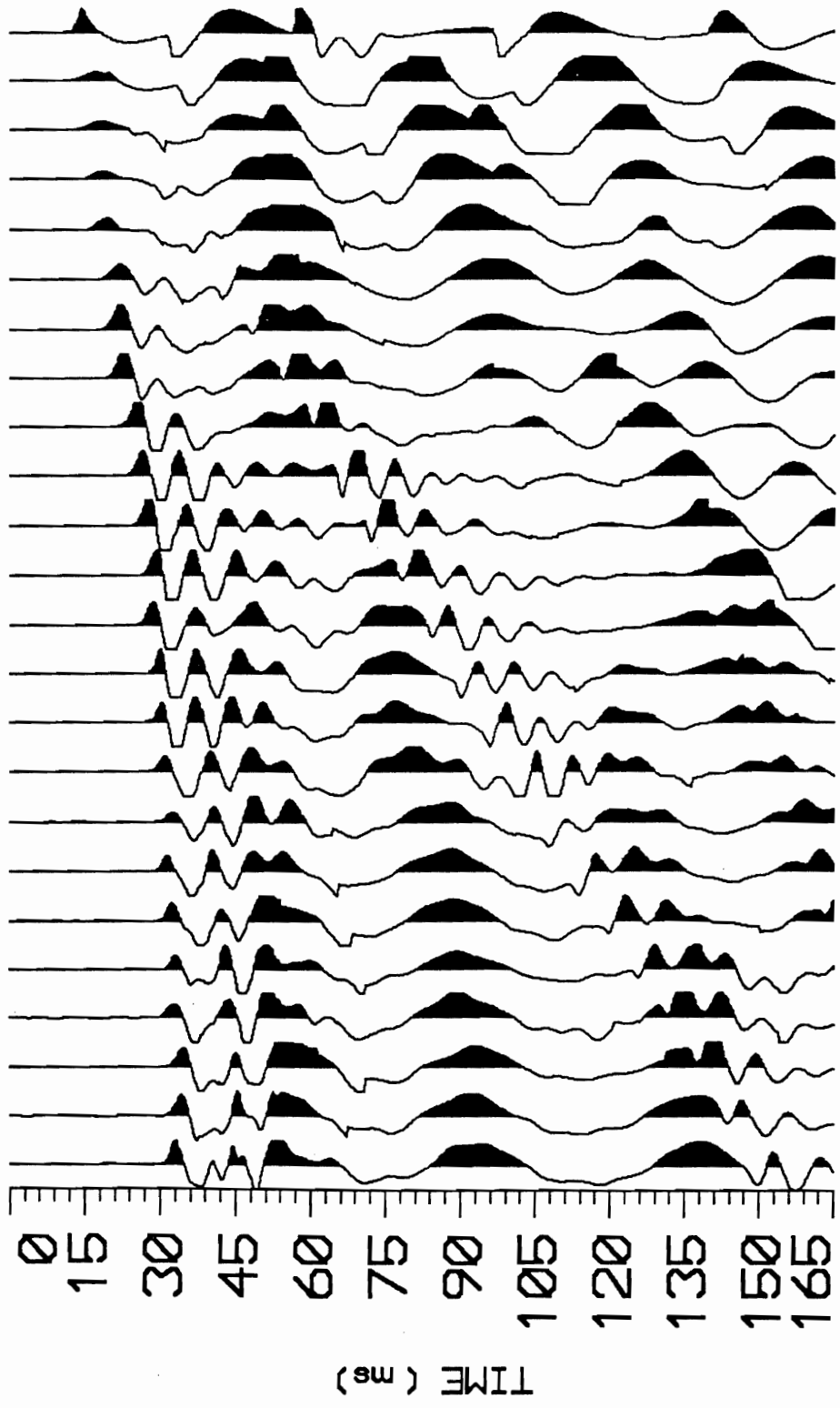
Mynd 3. Niðurstöður úrvinnslu fyrir LfNU-3.



TIME (ms)

Mynd 4. Sýnishorn af hljóðbylgjuskráningu fyrir línu 1. Skot 108 (S8) við suðurenda.

for: VST		V/Stuku	
by: ORKUSTOFNUN		Laugardalshvöllur Reykjavík	
Spread: LIN1	Date: 19.07.96	Record ID: 1008	Azimuth: N-S
Equip: ES-2401	Location: 120		



Mynd 5. Sýnishorn af hjóðbylgjuskráningu fyrir línu 3. Skot 1019 (S19) við suðurenda.

for: VST		V/stuku	
by: ORKUSTOFNUN		Laugardalevolllur	
Spread: LING	Date: 19-07-96	Reykjavik	
Equip: ES-2401	Location: 49	Record ID: 1019	Azimuth: N-S