



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

HVALFJARÐARGÖNG
Bylgjubrotsmælingar

Magnús T. Guðmundsson

Unnið fyrir Vegagerð ríkisins

OS-89047/VOD-09 B

Nóvember 1989



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

Verknúmer: 512100

HVALFJARÐARGÖNG
Bylgjubrotsmælingar

Magnús T. Guðmundsson
Unnið fyrir Vegagerð ríkisins

OS-89047/VOD-09 B Nóvember 1989

EFNISYFIRLIT

ENGLISH SUMMARY	3
1. INNGANGUR	4
2. FRAMKVÆMD	4
3. ÚRVINNSLA	5
4. NIÐURSTÖÐUR	6
4.1 Berggrunnur	6
4.2 Setlög	6
5. HEIMILDIR	7
TAFLA: Bylgjubrotsmælingar, niðurstöður	7

MYNDIR/FIGURES

1. Yfirlitsmynd/Map of the Reykjavík-Hvalfjörður area
2. Staðsetningarkort/Location map
3. Sethraðakort/Sediment velocity map
4. Berghraðakort/Bedrock velocity map
5. Dýpi frá sjávarborði niður á klöpp/Depth to bedrock from sea level
6. Snið ABC/Cross section ABC
7. Snið DE, FG, HI/Cross-sections DE, FG, HI

VIÐAUKI: Fartímalínurit/Travel-time diagrams

ENGLISH SUMMARY

HVALFJÖRÐUR ROAD TUNNEL The 1989 seismic refraction survey

On July 23 and 24 a marine seismic reflection survey was carried out in Hvalfjörður, West Iceland. The seismic survey forms a part of a feasibility study for a proposed road tunnel under the fjord. The purpose of the survey was to obtain information on the depth to bedrock in the northern part of the fjord where it is covered with thick sediments. A 220 m long hydrophone streamer was used on the survey. Dynamite charges, detonated either at the sea surface or the bottom, were used as seismic sources. The survey was carried out in two phases. The first phase involved one survey boat and the maximum spread length of 270 m. The main emphasis was on obtaining the seismic velocities in the sediments and the depth to bedrock in the shallower areas. The second phase involved the use of two boats and the total spread length was 470 m. The greatest part of survey line 2 (fig. 2) was measured in this way.

Signals from the bedrock were detected in most parts of the survey area. The seismic velocity of the bedrock is believed to be close to the mean value of 4.1 km/s from 12 reversed profiles. This value is consistent with the tertiary basalts, which constitute the greatest part of the bedrock in the Hvalfjörður area. The delay time method was used to calculate the thickness of the sediments. The sediment cover is very thin in the shallow southern part of the fjord in the area between Hnausasker and Laufagrunn (figs. 2, 5 and 7). In the deeper northern part of the fjord the sediment cover is much thicker and the main information on depth to bedrock comes from survey line 2 (fig. 5 and 6). At the western end of line 2 the depth to bedrock from sea level is 45-50 m but it increases towards the east and has reached 90-100 m northwest of Hnausasker. A depth of about 120 m is recorded further towards east apart from a 2 km stretch southeast of Grafarmelur where the bedrock rises to 80-90 m. Northwest of Hvaleyrri, no signals from bedrock were observed, either due to depth (>150 m) or attenuation of signals in the sediments. The survey confirms that the northern part of Hvalfjörður is a U-shaped valley, about 1.5 km wide in the area from Hnausasker to Laufagrunn (fig. 7).

A 4-5 km wide belt of high velocity sediments (1.9-2.4 km/s, fig. 3) covers the bedrock eastwards from Laufagrunn. These sediments are believed to be consolidated glacial till. Further east, the velocity is 1.5-1.6 km/s suggesting loose or semi-unconsolidated sediments, see section ABC in fig. 6. That also applies to the area west of the moraine formation where similar velocities are recorded. Further west, north of Brekkuboði, velocities of 1.7-1.8 km/s could suggest the presence of glacial till in that area.

1. INNGANGUR

Í skýrslu þessari er greint frá niðurstöðum bylgjubrotsmælinga í utanverðum Hvalfirði. Mælingarnar voru unnar af Orkustofnun í júlí 1989 að beiðni Hreins Haraldssonar jarðfræðings hjá Vegagerð ríkisins og í samráði við hann. Tilgangur mælinganna var að afla vitneskju um setlög í Hvalfirði, gerð þeirra og þykkt, vegna hugsanlegrar vegalagningar undir fjörðinn í jarðgöngum eða vegstokki.

Berggrunnur við utanverðan Hvalfjörð er að mestu frá Tertíer jarðsögutímabilinu. Berglagastaflinn einkennist af basalhraunlögum með þunnum rauðum millilögum og hallar jarðlögum 5-8 gráður til suðausturs. Jarðlagahallinn bendir til þess að berglög undir Hvalfirði séu þau sömu og í Akrafjalli, að mestu leyti stafli af þóleiit hraunlögum með tiltölulega þunnum rauðum millilögum (Hreinn Haraldsson 1988).

Þrír af bylgjubrotsprófilum Guðmundar Pálmasonar (nr. 47, 49 og 50) voru staðsettir í nánd við utanverðan Hvalfjörð (Guðmundur Pálmason 1971). Samkvæmt þeim er P-bylgjuhraði berggrunns við yfirborð (í lagi 1) á bilinu 4.06-4.53 km/s. Má því búast við að klapparhraðinn liggja á þessu bili á rannsóknarsvæðinu.

Sumarið 1988 gerði Hafrannsóknastofnun endurkastsmælingar með Boomer tækjum í utanverðum Hvalfirði. Mælt var allþétt net mællína á svæðinu. Endanleg úrvinnsla mun ekki hafa farið fram ennþá en það sem hér fer á eftir er byggt á frumtúlkun Hafrannsóknastofnunar á gögnunum (Hreinn Haraldsson, 1988). Hinn eiginlegi fjörður eins og hann er grafinn í klapparbotninn er aðeins um 1.5 km breiður víðast hvar á rannsóknarsvæðinu. Í sunnanverðum firðinum er hins vegar aðgrunnt og setþykkt lítil. Hinn eiginlegi fjörður er U-laga dalur grafinn í berggrunninn, fylltur að miklu leyti af jökulruðningi vestan jökulgarðs sem talinn er liggja milli ósa Kiðafellsár og Grafarmels. Austan þessarar línu er talið vera skálagað vatnsflutt set.

Rannsóknarsvæðið sem bylgjubrotsmælingarnar tóku til nær frá Brekkuboða og inn fyrir Hvaleyri. Athygli beindist þó einkum að svæðinu frá Hnausakeri og inn fyrir Laufagrunn. Tilgangur bylgjubrotsmælinganna var einkum tvíþættur: Í fyrsta lagi að finna þykkt setlaganna á botni fjarðarins og þar með dýpi niður á fast berg. Í öðru lagi að afla upplýsinga um gerð setlaganna með því að mæla bylgjuhraða í þeim. Í þessum tilgangi voru settar út 6 mællínur. Lína 2 er rúml. 14 km löng og liggur eftir endilöngu rannsóknarsvæðinu. Aðrar 3 línur voru lagðar í sömu stefnu á svæðinu frá Hnausakeri og inn fyrir Laufagrunn. Línur 5 og 6 liggja þvert yfir fjörðinn, lína 5 við Laufagrunn og lína 6 við Hnausaker.

2. FRAMKVÆMD

Mælingarnar voru gerðar dagana 23. og 24. júlí 1989. Við þær voru notaðir tveir bátar, mælingabáturinn Bláskel RE og fjögurra tonna trilla, Felix RE. Skipstjóri á Bláskel var Björn Thors en skipstjóri Felix var Bjarni Tómasson. Guðrún Helgadóttir frá Hafrannsóknastofnun sá um staðsetningar skotpunkta, en þær voru gerðar með Racall Micro-Fix staðsetningarkerfi stofnunarinnar. Kerfið er byggt upp af móðurstöðvum sem komið er fyrir umhverfis mælisvæði og móttökutæki um borð í Bláskel. Af hálfu Orkustofnunar unnu við mælingarnar Georg Guðni Hauksson, Jósef Hólmjárn og Magnús T. Guðmundsson. Umsjón af hálfu Vegagerðarinnar hafði Hreinn Haraldsson jarðfræðingur.

Við verkið var notaður hydrófónakapall (hydrofónn=þrýstinemi) og Bison Geopro 8012, 12 rása skjálftamælitæki Orkustofnunar. Til að framkalla skjálftabylgjur voru sprengdar dynamíthleðslur í sjónum, ýmist við yfirborð eða botn. Sprenging við botn eykur nokkuð dýptarskynjun mælingarinnar og var sá háttur því viðhafður í flestum skotpunktum.

Hydrófónakapallinn flýtur á sjónum og er hann dreginn á eftir mælibátnum. Kapall-

inn er 220 m langur og á honum 9 hydrófónar. Mesta fjarlægð frá skotpunkti í fjarlægasta nema sem hægt er að ná með þessum búnaði er um 270 m ef einn bátur er notaður við mælinguna. Dýptarskynjun mælingarinnar eykst með aukinni fjarlægð nema frá skotpunkti og setur því lengd kapalsins dýptarskynjuninni ákveðnar skorður. Þetta má leysa með tveimur bátum og auka þannig fjarlægð frá skotpunkti að fyrsta fóni en þá minnka upplýsingar um hraða í ofanálíggjandi lögum. Vegna dýptar niður á klapparbotn í miðjum firði (áætluð nálægt 100 m frá sjávaryfirborði) þurfti því að skipta mælingunum í tvo áfanga.

Í fyrri áfanganum sem unninn var fyrri daginn var Bláskelin notuð eingöngu og bil frá skotpunkti að 1. fóni var 30-50 m og því 250-270 m í 9. fón. Var þá einkum mældur hraði í setlögum og upplýsingar fengust um dýpi niður á klöpp upp við norður- og suðurlandið. Litlar sem engar upplýsingar fengust hins vegar um klappardýpi á miðjum firði. Í þessum áfanga voru mældar línur 1 og 3-6 auk þess sem vestasti hluti línu 2 var mældur. Á línu 5 sem er þverlína innanvert við Laufagrunn voru mældir viðsnúnir prófilar. Mæling tókst í 64 skotpunktum.

Seinni daginn var lína 2 mæld og voru báðir bátarnir notaðir við verkið. Var Felix dreginn af Bláskelinni og var bilið á milli bátanna 200 m. Sprengt var við fyrri bátinn en fónakapallinn dreginn á eftir þeim seinni. Fjarlægð frá skotpunkti í fyrsta nema var 250 m en 470 m í þann fjærsta. Með þessu móti fékkst gott mat á hraða í klöppinni og sumstaðar sæmilega áreiðanlegt mat á sethraða einnig. Nothæf gögn fengust í 25 skotpunktum.

Í línu 2 sem er um 14 km löng fengust alls 14 viðsnúnir prófilar en nothæfir skotpunkt- ar á línunni urðu 41 að tölu.

3. ÚRVINNSLA

Fyrsta brot á bylgjulínuritum var yfirleitt greinilegt en í sumum skotum var merki frá klöppinni veikt. Þar sem merki frá klöpp sést á annað borð úti á firðinum var það yfirleitt veikara í skotum á botninum en á yfirborði. Hraðar í setlögum og bergi voru reiknaðir með aðferð minnstu kvaðrata og var mæling því aðeins talin nothæf til hraða- ákvörðunar að a.m.k. 3 punktar á fartímalínuriti tilheyrðu sama lagi (féllu að sömu línu). Af þessu leiðir að minna er af nothæfum mælingum á hraða en nemur þeim stöðum þar sem merki sést frá klöppinni.

Mæling á sethraða í prófíl sem eingöngu er mældur í aðra áttina (ekki viðsnúinn) verður að teljast nokkuð áreiðanleg, því sjávarbotninn er víðast hvar nokkuð sléttur og áhrif halla því lítil. Ekkert slíkt er hægt að fullyrða um klapparbotninn undir einstökum prófílum og því verður að líta svo á að sæmilega öruggar mælingar á klapparhraða fái eingöngu í viðsnúnu prófílunum. Mynd 3 er kort af aðal rannsóknarsvæðinu og sýnir það skotpunkta og bylgjuhraða í setinu. Óvissa í bylgjuhraða er yfirleitt lítil, yfirleitt 0.05-0.1 km/s. Mynd 4 er samsvarandi kort fyrir klapparbotninn en hér er óvissa í hraða yfirleitt meiri.

Dýpi niður á klöpp var reiknað með svokallaðri taftímaaðferð (delay time method, sjá t.d. Dobrin 1976). Aðferðin er ekki eins viðkvæm fyrir halla klapparbotnsins eins og einföldustu túlkunaraðferðirnar (intercept time og critical distance) auk þess sem einfalt er að reikna dýpi hvort sem skotpunktur er á botni eða yfirborði. Í útreikningum á taftíma og dýpi var notaður klapparhraðinn 4.1 km/s, en það er meðaltal hraða úr 12 viðsnúnum prófílum á línunum 2 og 5. Lauslegt mat á óvissu í klappardýpi bendir til að hún sé nálægt 15%.

4. NIÐURSTÖÐUR

4.1 Berggrunnur

Bylgjuhraðinn í klapparbotninum mælist á bilinu 3.4-4.9 km/s í viðsnúnu próffílunum. Að einhverju leyti getur munur milli einstakra prófíla stafað af raunverulegum hraðabreytingum en að hluta stafar hann af ónákvæmni í mælingunum. Því má gera ráð fyrir að einkennandi klapparhraði fyrir þetta svæði sé nálægt meðaltalinu, 4.1 km/s. Þetta gildi kemur vel heim og saman við það, að undir utanverðum Hvalfirði liggja nokkuð dæmigert tertíert basalt.

Niðurstöður bylgjubrotsmælinganna eru samhljóða endurkastsmælingunum um að hinn eiginlegi fjörður sé aðeins um 1.5 km á breidd á svæðinu milli Hnausaskers og Laufagrunns. Setþykkt uppi á grunninu í suðurhluta fjarðarins er að sama skapi lítil. Á mynd 5 er kort sem sýnir dýpi á klapparbotni í þeim skotpunktum þar sem merki sást frá klöppinni. Sniðin á myndum 6 og 7 gefa síðan nánari mynd af lögun bergbotnsins.

Snið ABC (mynd 6) sýnir hvernig dýpið niður á klöppina breytist frá upphafspunkti línunnar, 2.5 km vest-norðvestur af Brekkuboða, og austur fyrir Grafarmel. Vestast er dýpi frá sjávarborði niður á klöpp um 45 m en síðan dýpkar smám saman þegar austar dregur. Norður af Brekkuboða er það orðið 70 m en 90-100 m á mótis við Hnausasker. Norður af Hnausaskeri dýpkar enn og er dýpið nálægt 120 m á 2.5 km bili út af Laufagrunni (milli 6.2 og 8.7 km í sniði ABC). Innan við Laufagrunn grynkar svo aftur og er klappardýpi 80-90 m út af Grafarmel. Þar fyrir innan eykst dýpið aftur og er orðið rúmlega 120 m í miðjum pyttinum milli Hvaleyrar og Grafarmels. Innan við pyttinn sést ekki merki frá botni og gæti það annaðhvort stafað af því að þar sé mjög þykkt set (dýpi á klöpp yfir 150 m) eða að bylgjan verði fyrir mikilli deyfingu í setinu.

Í línu 1 upp við norðurlandið sést klöppin í flestum prófílum. Virðist dýpi þar, um 500 m undan landi, víðast vera nálægt 80 m.

Klöpp sést hvergi í línu 3 en eins og að framan greinir var hún mæld með mun styttri prófílum en lína 2. Bendir þetta til þess að dýpi á klöpp sé a.m.k. 100 m í línunni. Lína 4 er staðsett syðst á djúpinu undan Laufagrunni og Hnausaskeri. Þar virðist klappardýpi vera á bilinu 60-80 m. Athyglisvert er að ekki sést í klöppina í prófílum 37 og 38 (mynd 2), en þeir liggja utan í grunnbrúninni. Samkvæmt þessu er dýpi á klöpp því um eða yfir 100 m. Einnig er hugsanlegt að merkið frá klöppinni sé of veikt þarna til að sjást á línuritunum. Ef svo er gæti klöppin legið grynna á þessum stað.

Á sniðum FG (við Hnausasker) og HI (við Laufagrunn) kemur lögun hins U-laga dals vel fram en grynningar með þunnri setkápu marka syðri hluta fjarðarins. Mesta dýpi á sniði FG er um 100 m, en um 120 m í sniði HI.

4.2 Setlög

Þar sem norðanverður Hvalfjörður er víðast um 30 m djúpur á svæðinu frá Hnausaskeri og inn fyrir Laufagrunn þá er setþykkt á miðjum firði víðast 70-90 m. Minnkar hún síðan til vesturs og er um og innan við 10 m vestast á línu 2. Ef marka má þessar mælingar er þunn setkápa ofan á grunninu í sunnanverðum firði og virðist sem grunnbrúnin sé að hluta til setmyndun. Bergbrúnin er svo neðar (snið HI). Rétt er þó að taka fram að mælingarnar gefa tiltölulega ónákvæma mynd þar sem mótum jarðlaga hallar að ráði.

Allmiklar upplýsingar fengust úr mælingunum um bylgjuhraða í setinu sem liggur ofan á klöppinni. Á það fyrst og fremst við um norðurhluta fjarðarins þar sem setþykkt er umtalsverð. Á mynd 3 og sniðum ABC og DE sést að allhár sethraði er á 4-5 km breiðu svæði vestan við pyttinn milli Hvaleyrar og Grafarmels. Hraði á þessu svæði liggur á bilinu 1.9-2.4 km/s. Á línunum 3 og 5 (snið DE og HI) kemur einnig fram lagskipting í setinu þar sem 10-20 m lag með lægri hraða liggur ofaná setinu með háa hraðann. Vestan við þetta svæði, í grennd við Hnausasker, er hraðinn í setinu 1.6

km/s. Vestar mælist svo sethraði á bilinu 1.7-1.8 km/s. Í austustu prófilunum á línu 2, frá pyttinum og austur úr, er 1.5- 1.6 km/s hraði.

Af framansögðu er ljóst að skipta má svæðinu í 3 hluta eftir bylgjuhraða. Á svæðinu frá vestanverðu Laufagrunni og inn fyrir Grafarmel er jökulgarðsmyndun með háum sethraða. Skörp skil virðast vera um pyttinn og setfyllan austan hans hefur bylgjuhraða einkennandi fyrir tiltölulega laust set. Vesturmörk jökulgarðsmyndunarinnar eru rétt austan Hnausaskers og þar virðast einnig vera nokkuð ákveðin skil. Vestan við myndunina er algengasti hraði 1.6 km/s sem bendir til lausra setlaga eða í mesta lagi hálfharðnaðra. Verið getur að jökulruðning sé að finna vestar, því sethraði 1.7-1.8 km/s mælist á nokkru svæði norður af Brekkuböða.

5. HEIMILDIR

M. B. Dobrin, 1976. *Introduction to geophysical prospecting*. Third edition. McGraw-Hill, Auckland. 630 bls.

Guðmundur Pálmason, 1971. *Crustal structure of Iceland from explosion seismology*. Vís. Ísl. 40., Reykjavík. 187 bls.

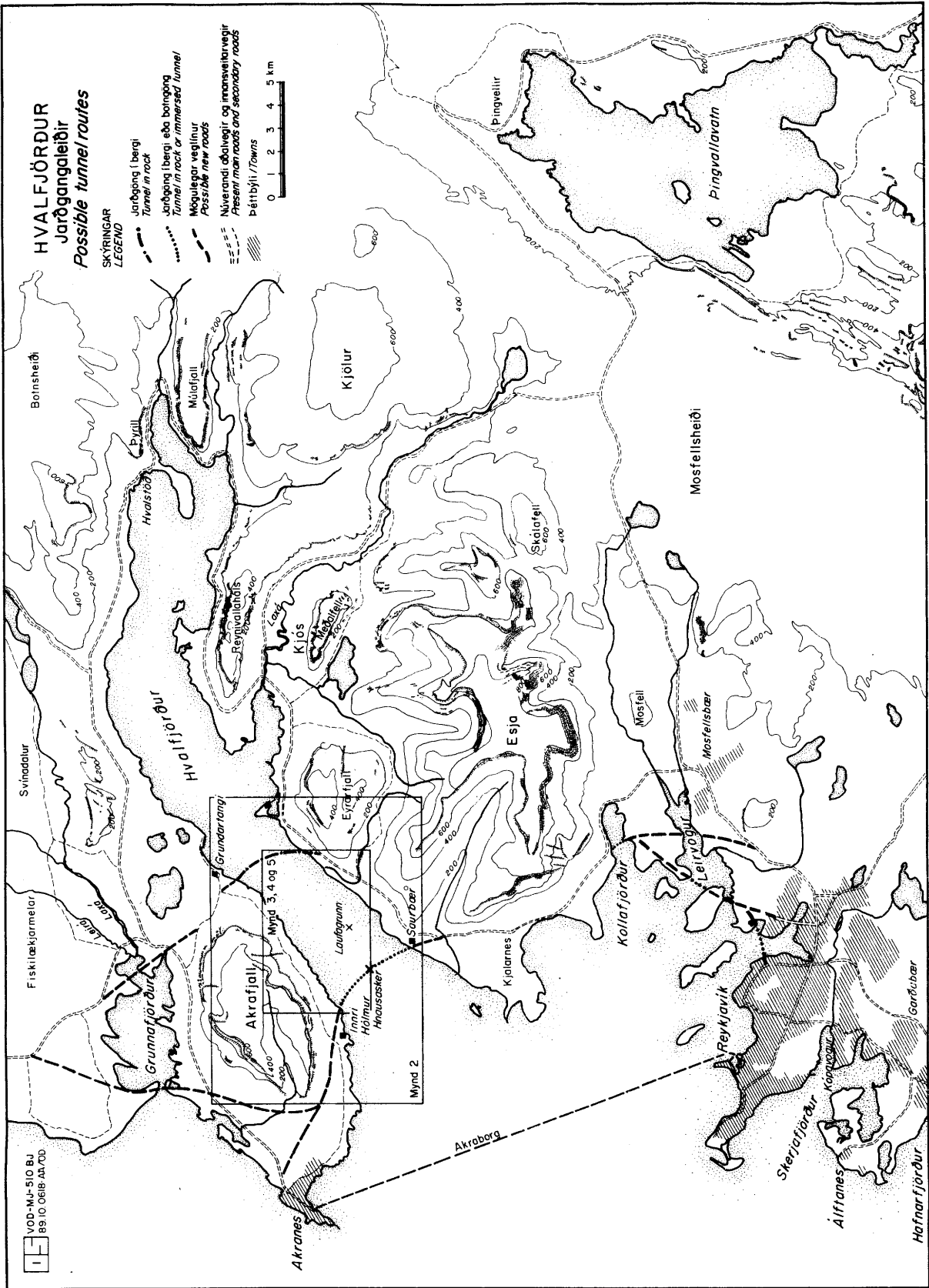
Hreinn Haraldsson, 1988. Drög að greinargerð um jarðlagarannsóknir í Hvalfirði. Vegagerð ríkisins (óbirt handrit).

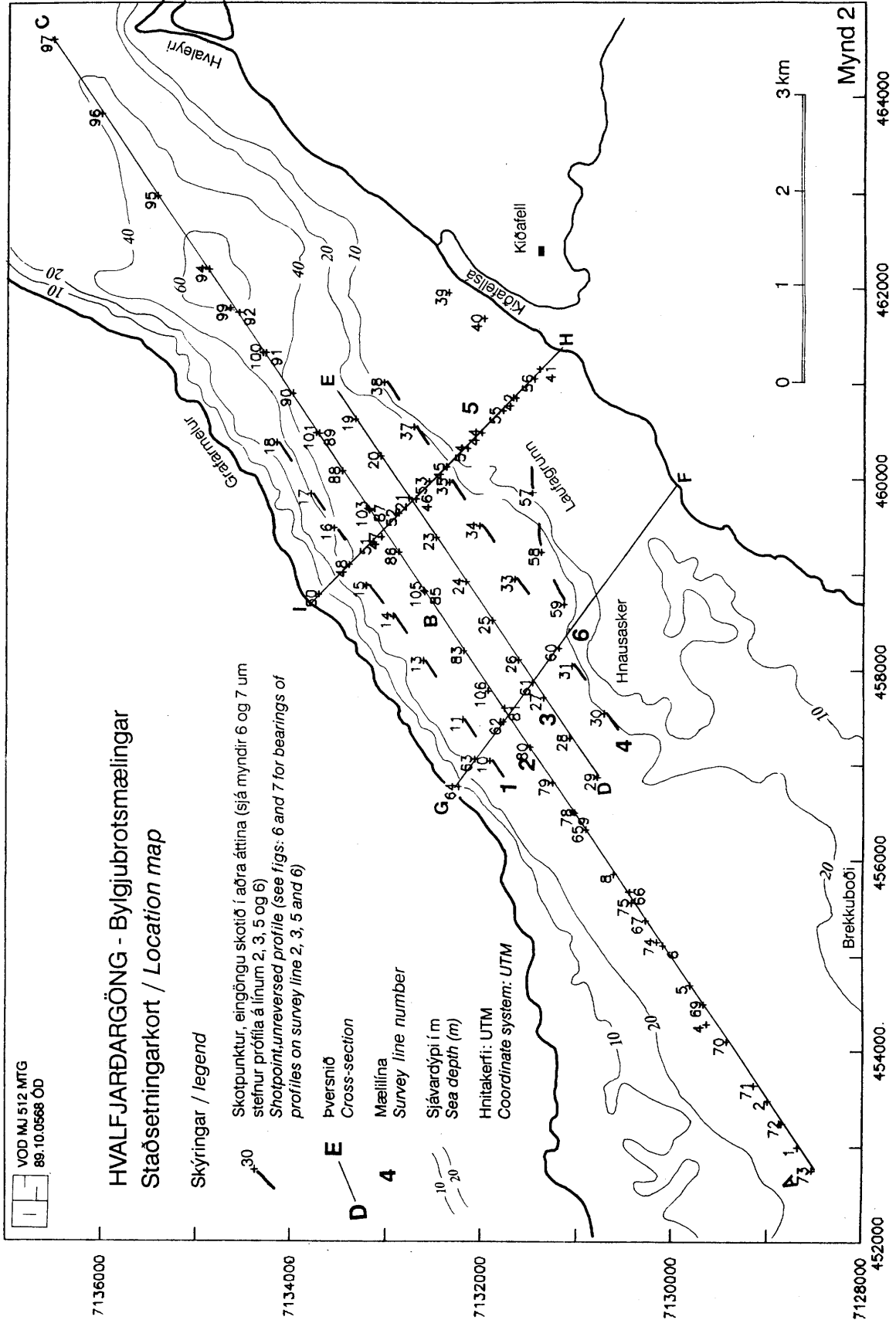
TAFLA 1: BYLGJUBROTSMÆLINGAR, NIÐURSTÖÐUR

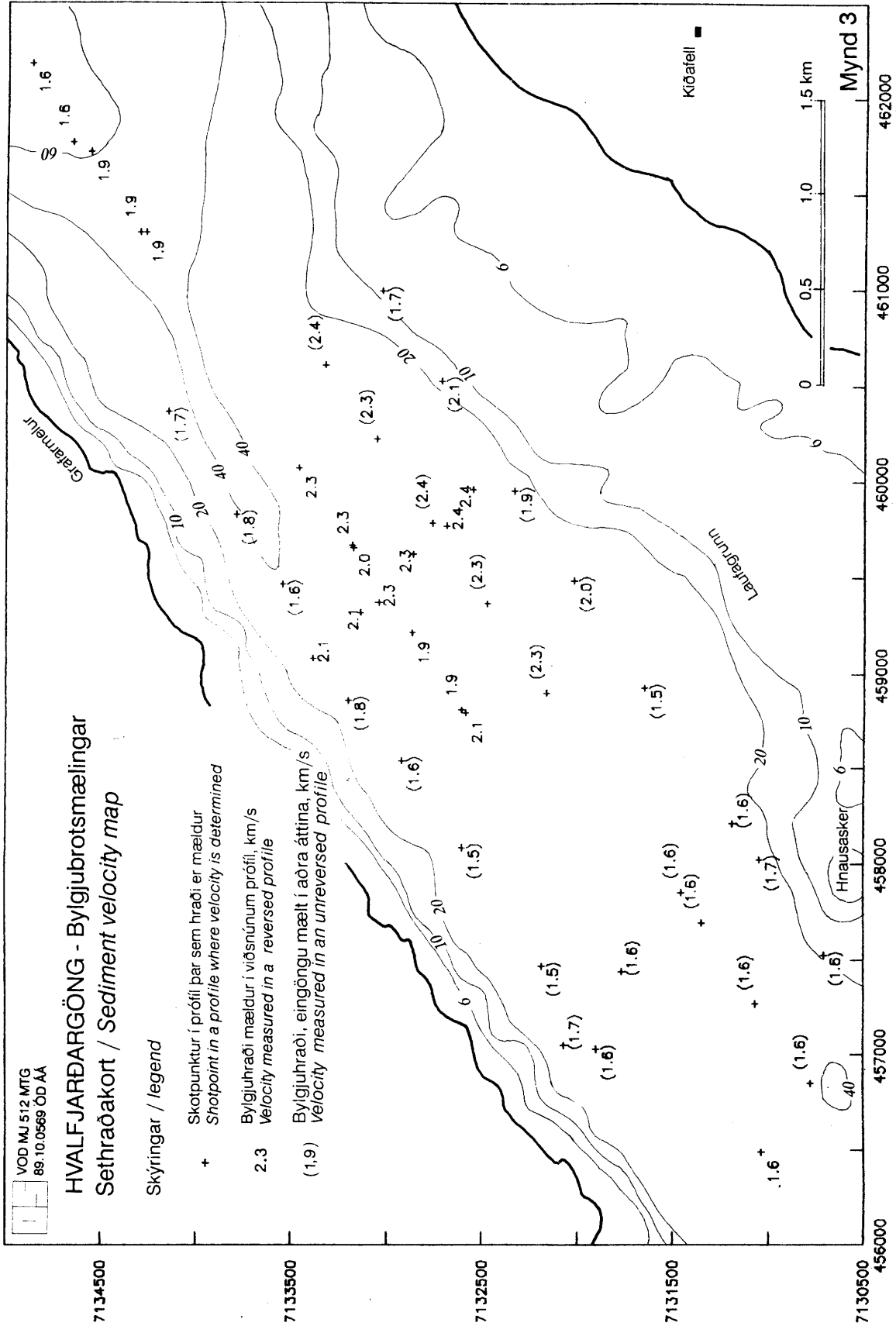
skp. nr. y/b	hnit (UTM)		lag 1		lag 2		Z ₀ (m)	Z ₁ (m)	Z _t
	X (m)	Y (m)	V _u /V _d (km/s)	V _t	V _u /V _d (km/s)	V _t (m)			
1 y	452945	7128646	-		3.8		35	10	45
73 b	452707	7128500	-		4.6	4.1	35	9	44
2 y	453434	7128967	-		4.6		35	11	46
72 b	453192	7128810	-		4.1	4.3	35	9	44
4 y	454237	7129612	-		5.1		32	28	60
70 b	454052	7129395	-		3.0	3.8	32	18	50
5 y	454653	7129784	1.8		-		30	-	-
69 b	454452	7129638	-		3.9		30	36	66
75 b	455515	7130398	-		4.2		31	48	79
67 b	455333	7130249	2.0		-		31	-	-
8 b	455810	7130582	1.8		3.6		33	54	87
66 b	455629	7130419	1.8	1.8	-		33	-	-
78 b	456454	7131001	-		4.6		30	63	93
65 b	456277	7130884	1.6		2.7	3.4	30	61	91
83 b	458158	7132159	-		4.8		30	72	102
106 b	457744	7131908	-		5.0	4.9	35	68	103
86 b	459190	7132852	1.9		4.3		30	87	117
105 b	458785	7132589	1.9	1.9	3.6	3.9	30	93	123
88 b	460045	7133443	2.3		4.1		30	86	116
103 b	459628	7133158	2.3	2.3	4.9	4.5	30	90	120
90 b	460854	7133958	-		3.6		31	63	94
101 b	460442	7133716	-		4.5	4.0	31	57	88
92 b	461697	7134538	1.9		4.4		50	58	108
100 b	461274	7134279	1.9	1.9	3.1	3.6	40	-	-
94 b	462159	7134856	1.6		4.7		68	55	123
99 b	461746	7134634	1.6	1.6	4.3	4.5	65	-	-
42 b	460806	7131618	-		3.8		6	7	13
56 b	461005	7131427	-		3.8	3.8	5	6	11
44 b	460444	7131983	-		3.8		9	20	29
55 b	460671	7131762	-		4.7	4.2	7	25	32
45 b	460088	7132348	-		3.8		27	38	65
54 b	460280	7132129	-		3.0	3.4	10	39	49
46 b	459745	7132669	2.4		-		27	-	-
53 b	459933	7132535	2.3	2.4	-		27	-	-
47 b	459346	7133028	2.4	-	-		31	-	-
52 b	459596	7132847	2.3	2.3	-		31	-	-
48 b	459057	7133370	2.5		5.0		35	52	87
51 b	459295	7133119	1.8	2.1	-		35	-	-
6 y	455071	7130066	1.7		-		31	-	-
9 b	456464	7131017	1.6		-		30	-	-

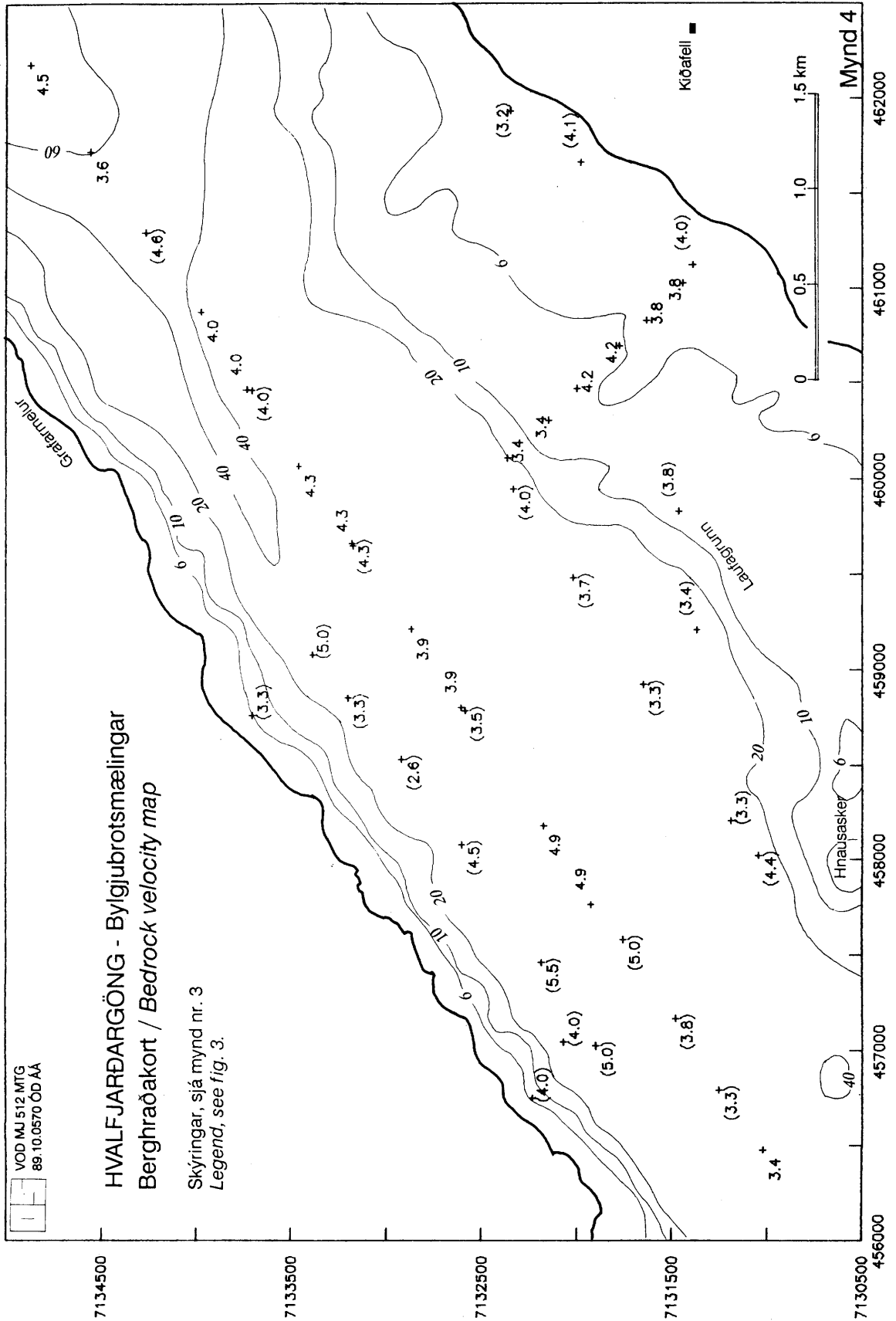
Z₀ = sjávardýpi/sea depth
Z₁ = setþykkt/ thickness of sediments
Z_t = dýpi á klöpp/ depth to bedrock
V = bylgjuhraði/ velocity
u = hallar upp/ updip
d = hallar niður/ downdip
t = réttur/ true
y = yfirborð/ sea surface
b = botn/ sea bottom

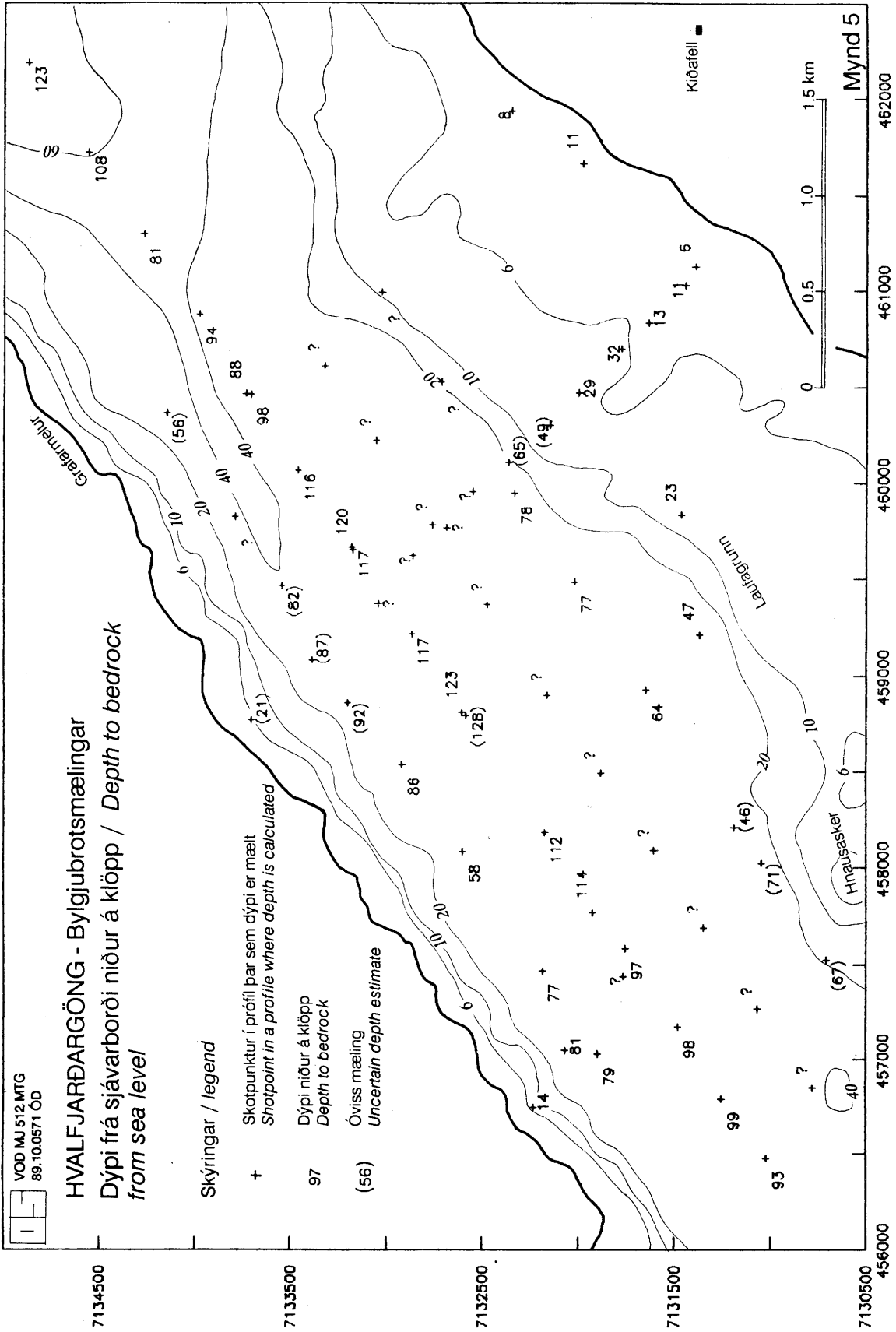
skp. nr. y/b	hnit (UTM)		lag 1		lag 2		Z ₀ (m)	Z ₁ (m)	Z _r
	X (m)	Y (m)	V _u /V _d (km/s)	V _r	V _u /V _d (km/s)	V _r (m)			
10 b	457003	7131882	1.6		5.0		31	48	79
11 b	457441	7132169	1.5		5.5		35	42	77
13 y	458059	7132584	1.5		4.5		33	25	58
14 b	458513	7132901	1.6		2.6		35	51	86
15 b	458835	7133184	1.8		3.3		36	56	92
16 b	459440	7133528	1.6		-		40	42	82
17 b	459803	7133770	1.8		-		38	-	-
18 b	460341	7134128	1.7		-		36	20	56
19 b	460583	7133308	1.8		-		29	-	-
20 b	460200	7133037	2.3		-		25	-	-
21 b	459758	7132745	2.4		-		25	-	-
23 b	459340	7132457	2.3		-		27	-	-
24 b	458874	7132145	2.3		-		30	-	-
25 y	458468	7131868	1.6		-		29	-	-
26 y	458064	7131588	1.5		-		31	-	-
27 b	457668	7131329	1.6		-		33	-	-
28 b	457243	7131049	1.6		-		32	-	-
29 b	456826	7130759	1.6		-		36	-	-
30 b	457500	7130691	1.6		-		20	47	67
31 b	457998	7131028	1.7		4.4		28	43	71
33 y	458902	7131632	1.5		3.3		29	35	64
34 b	459460	7132003	2.0		3.7		30	47	77
35 b	459925	7132316	1.9		4.0		30	48	78
37 b	460501	7132696	2.1		-		25	-	-
38 b	460969	7133007	1.7		-		20	-	-
39 b	461913	7132332	-		3.2		2	6	8
40 b	461640	7131963	-		4.1		2	9	11
41 b	461104	7131376	-		4.0		2	4	6
50 b	458744	7133686	-		3.3		10	11	21
57 b	459809	7131447	-		3.8		8	15	23
58 b	459185	7131353	-		3.4		23	24	47
59 b	458635	7131117	-		8.1		20	26	46
60 b	458184	7131170	1.6		3.3		29	17	46
61 b	457827	7131439	1.6		3.3		33	66	99
62 b	457413	7131749	1.6		-		31	-	-
63 b	457023	7132050	1.7		4.0		33	48	81
64 b	456727	7132217	-		4.0		10	4	14
71 b	453593	7129107	-		3.0		33	14	47
74 b	455108	7130126	-		4.9		31	33	64
79 b	456769	7131234	-		3.3		30	69	99
80 b	457145	7131465	-		3.8		33	65	98
81 b	457559	7131739	-		5.0		35	62	97
85 b	458769	7132571	2.1		3.5		30	98	128
87 b	459642	7133163	2.0		4.3		30	86	117
89 b	460438	7133689	-		4.0		31	67	98
91 b	461274	7134251	1.9		4.6		40	41	81
95 b	462936	7135390	1.5		-		44	-	-
96 y	463788	7135982	1.6		-		44	-	-
97 b	464564	7136495	1.5		-		36	-	-

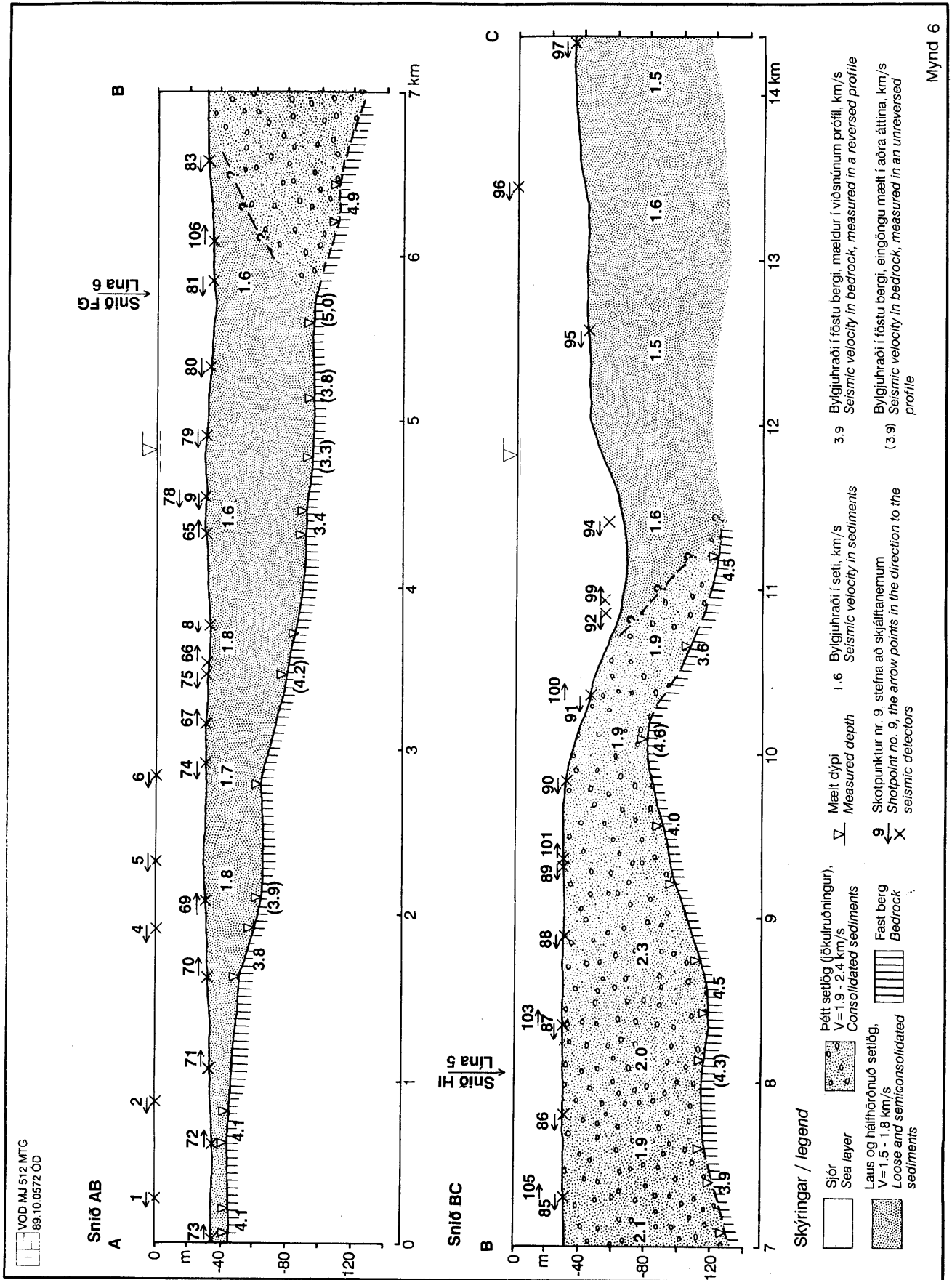






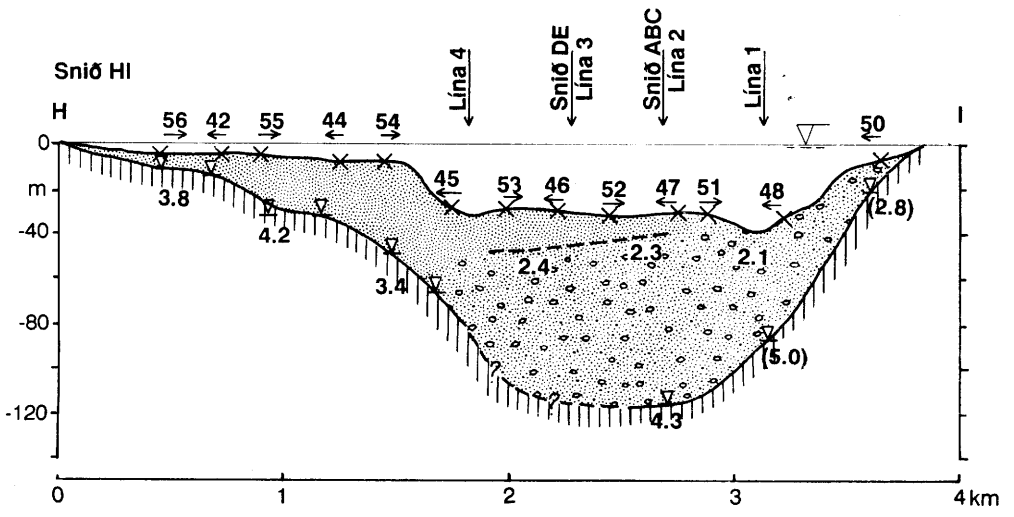
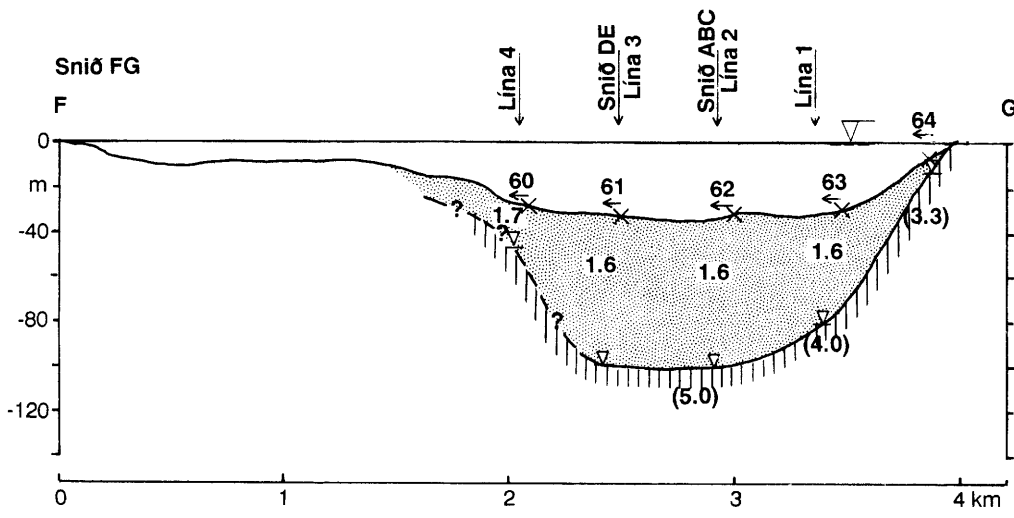
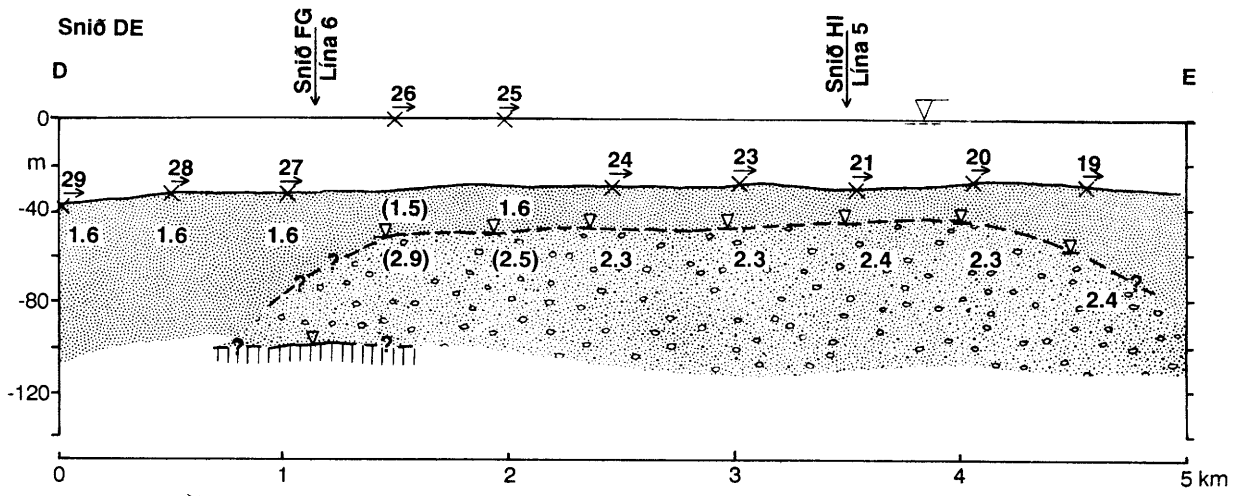






VOD MJ 512 MTG
89.10.0573 ÓD

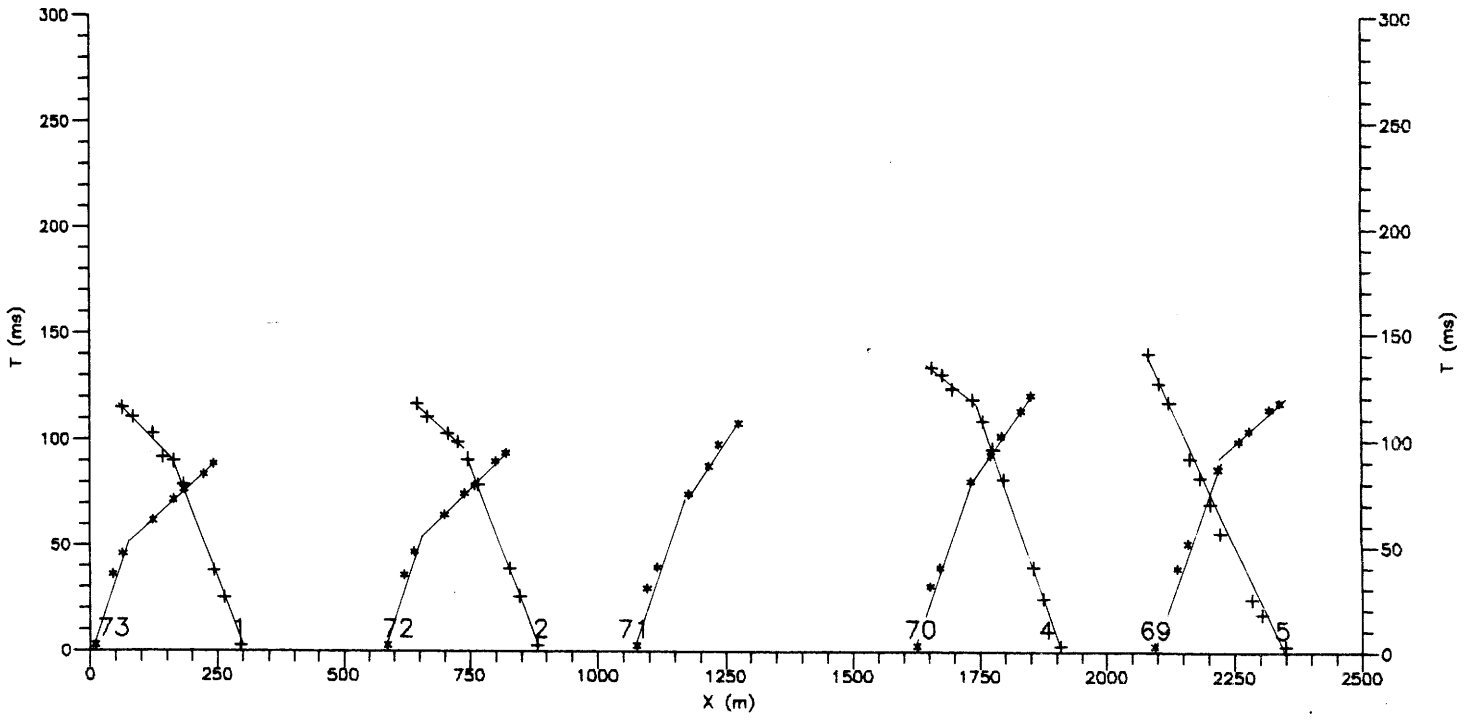
Mynd 7



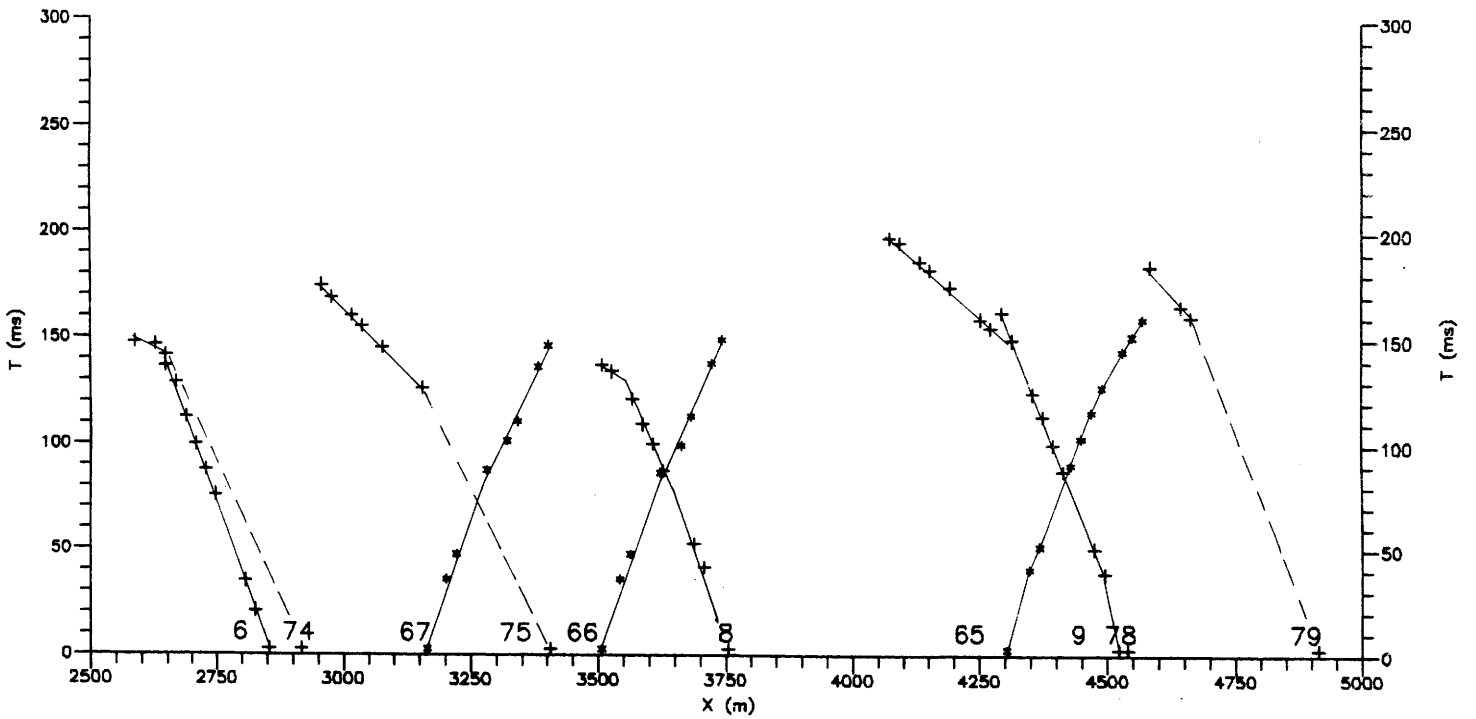
VIÐAUKI:

**Fartímalínurit
Travel-time diagrams**

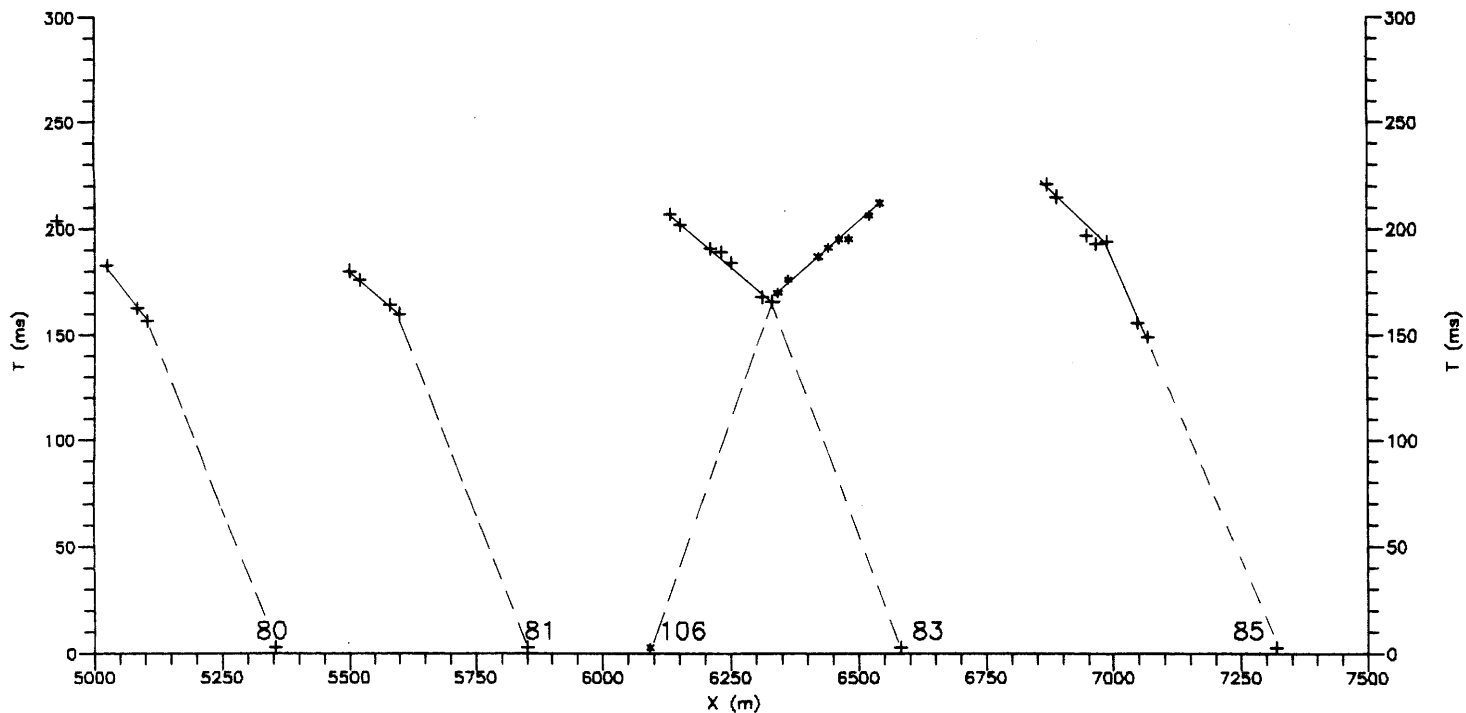
Lina 2 - mynd 1: 0-2500 m



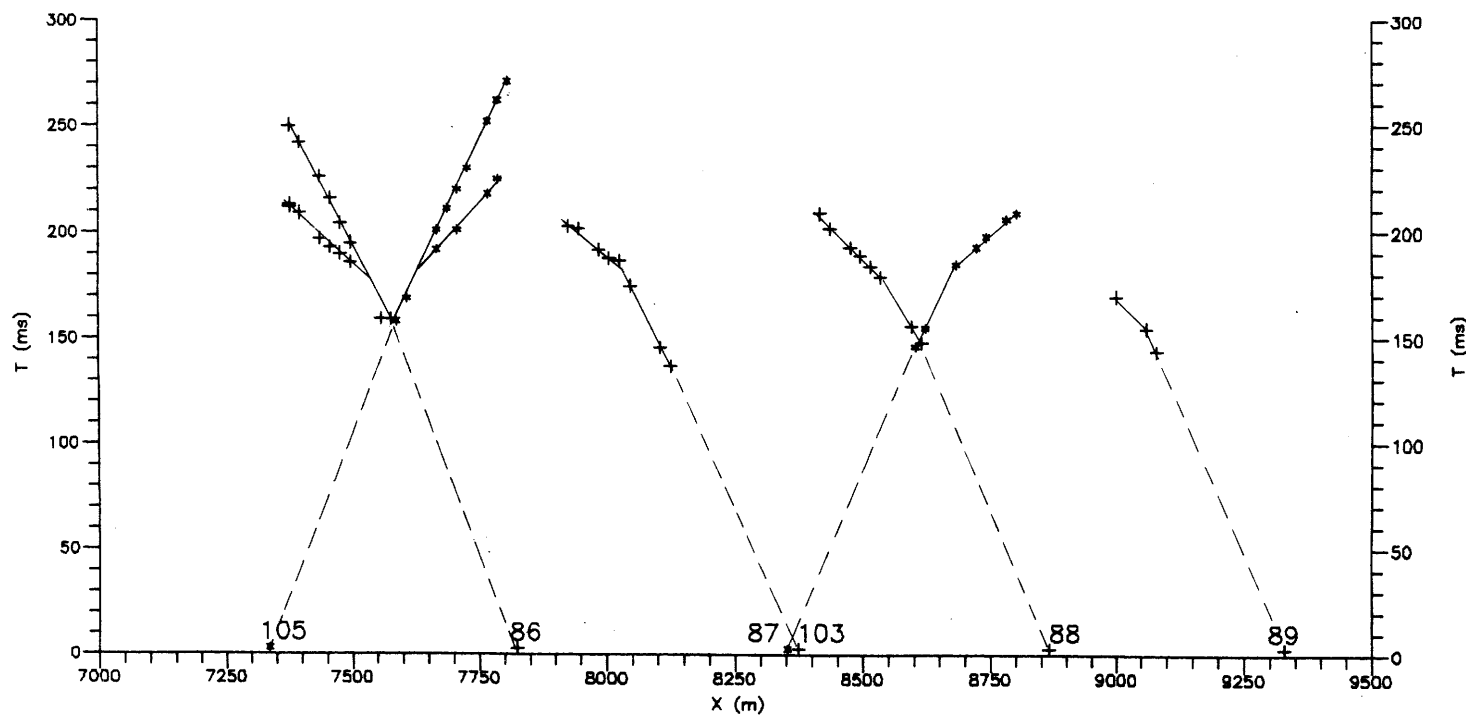
Lina 2 - mynd 2: 2500-5000 m



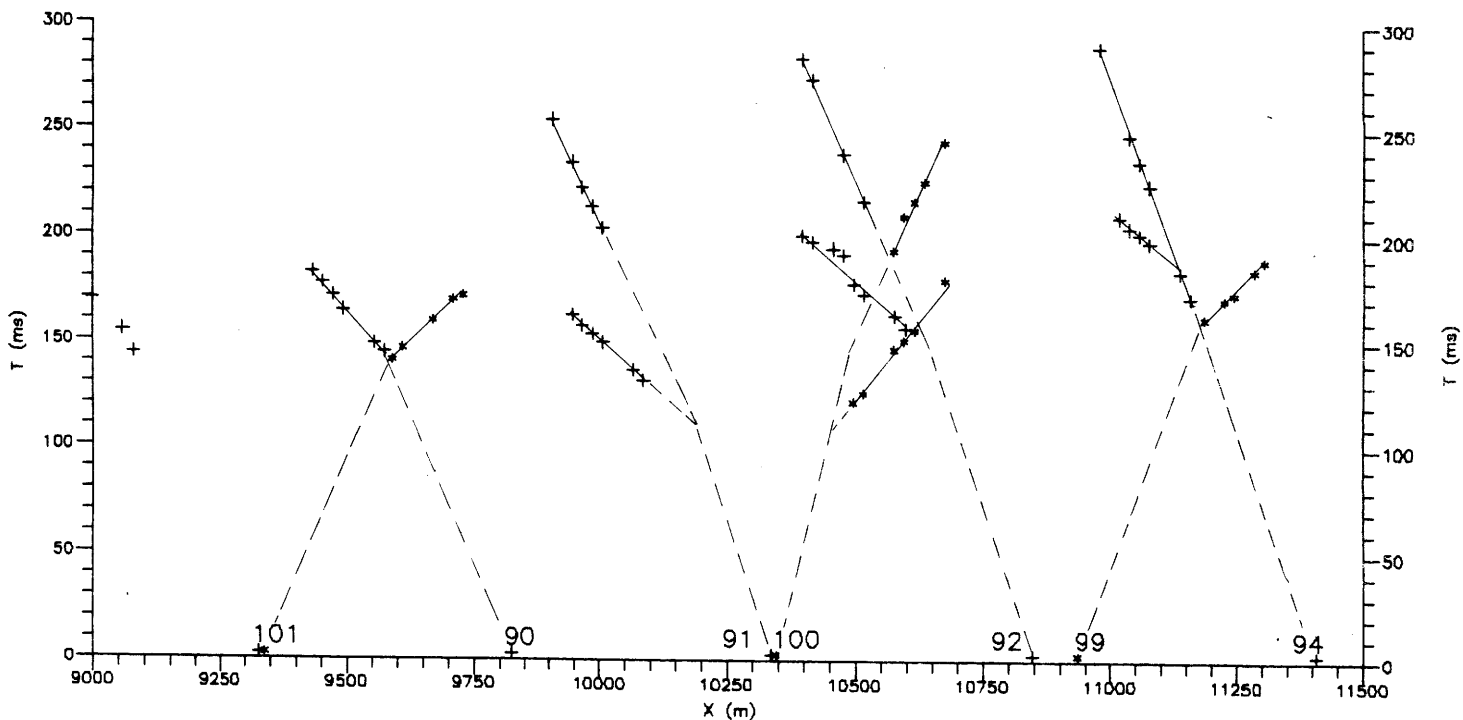
Lina 2 - mynd 3: 5000-7500 m



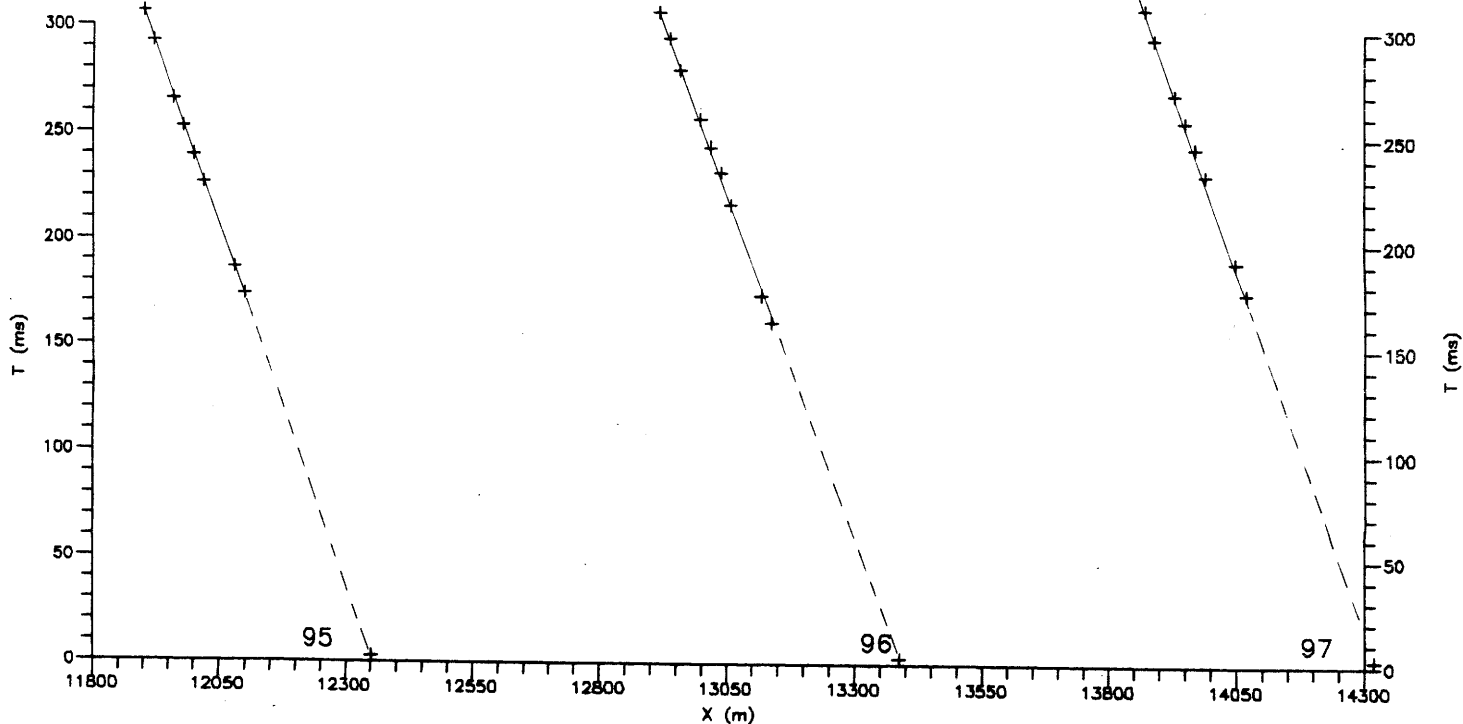
Lina 2 - mynd 4: 7000-9500 m



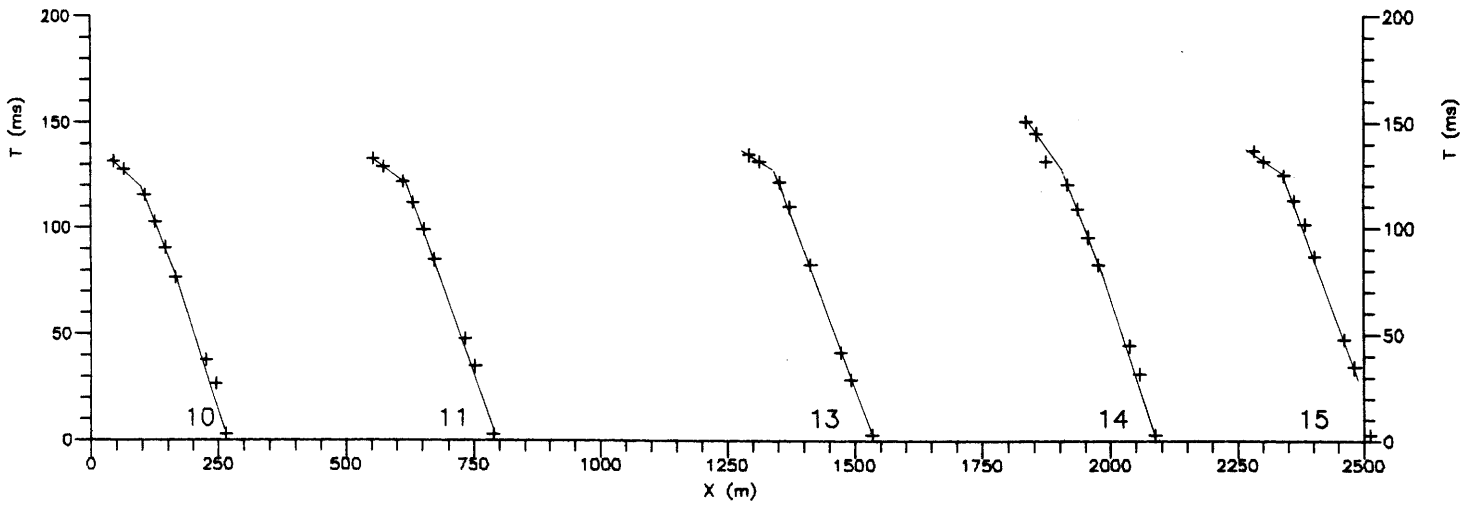
Lina 2 - mynd 5: 9000-11500 m



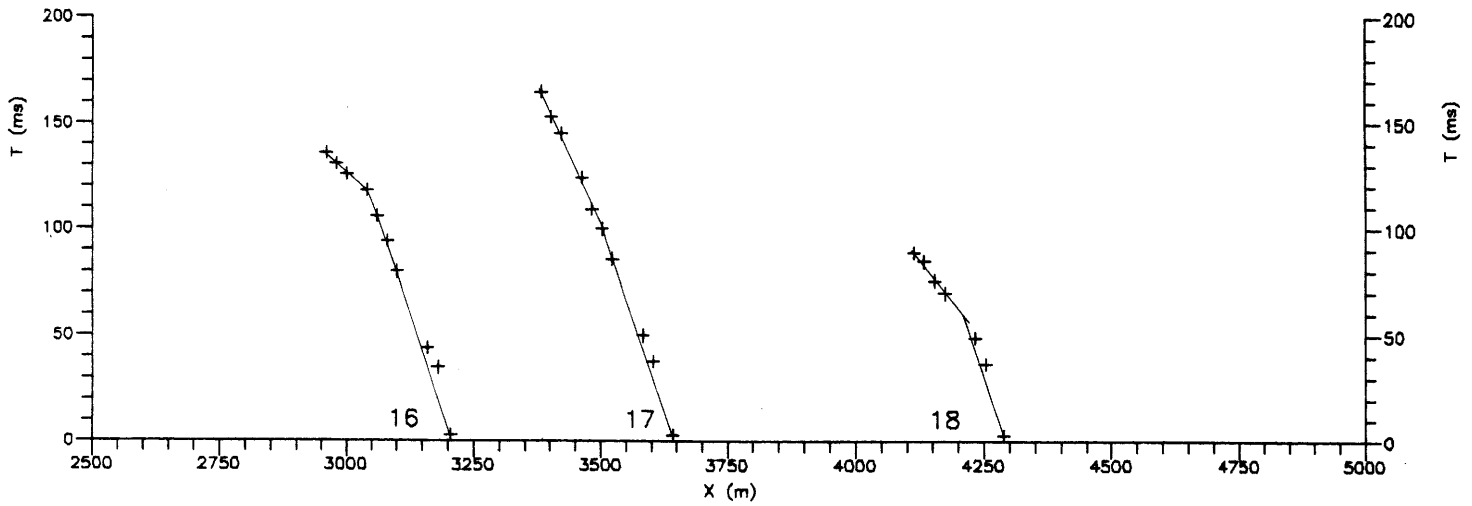
Lina 2 - mynd 6: 11800-14300 m



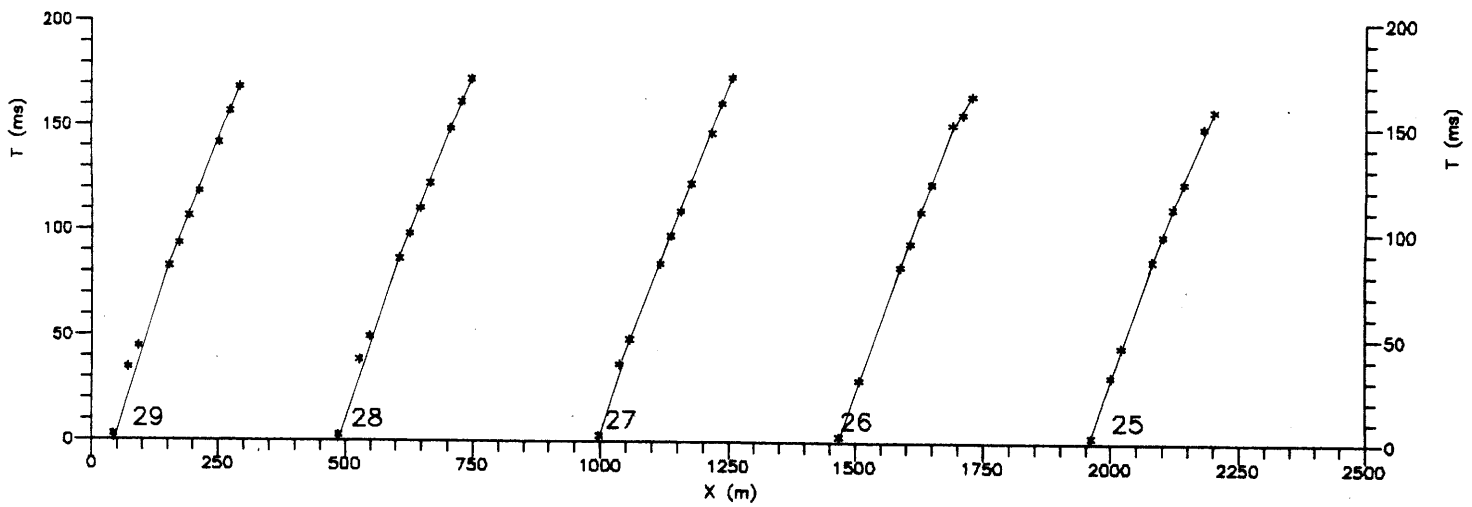
Lina 1 - mynd 1: 0-2500 m



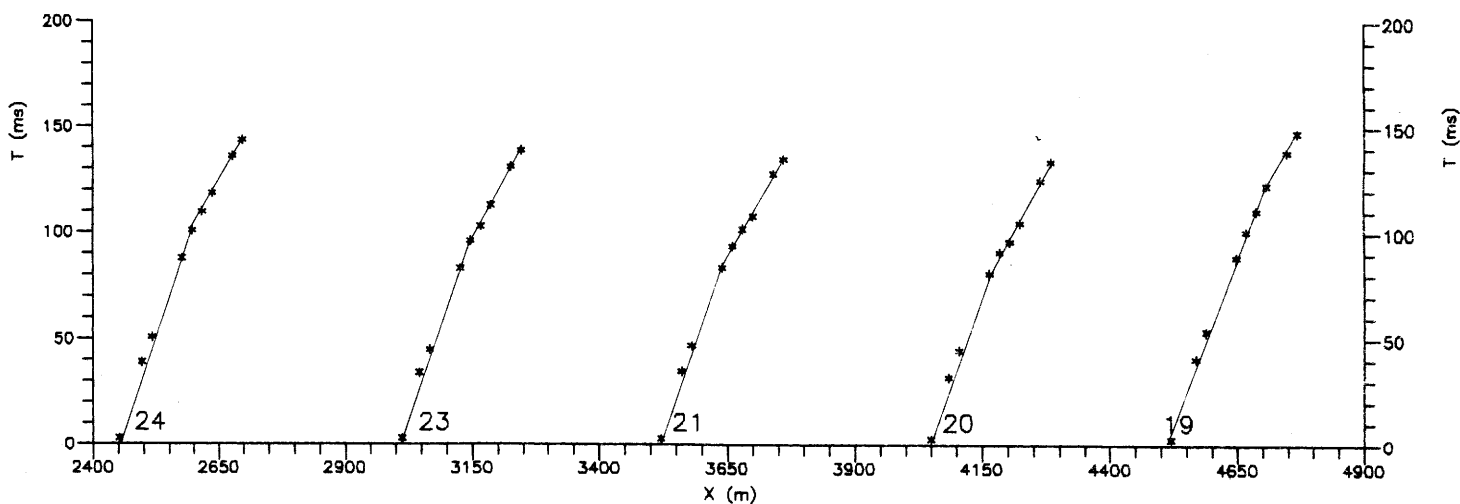
Lina 1 - mynd 2: 2500-5000 m



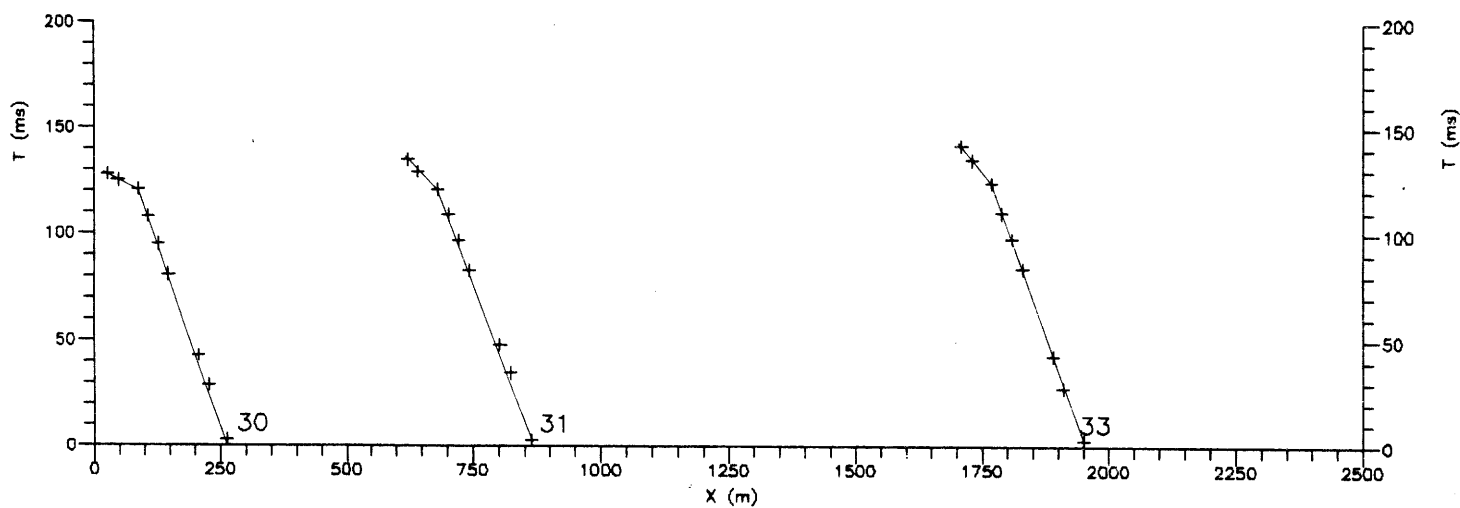
Lina 3 - mynd 1: 0-2500 m



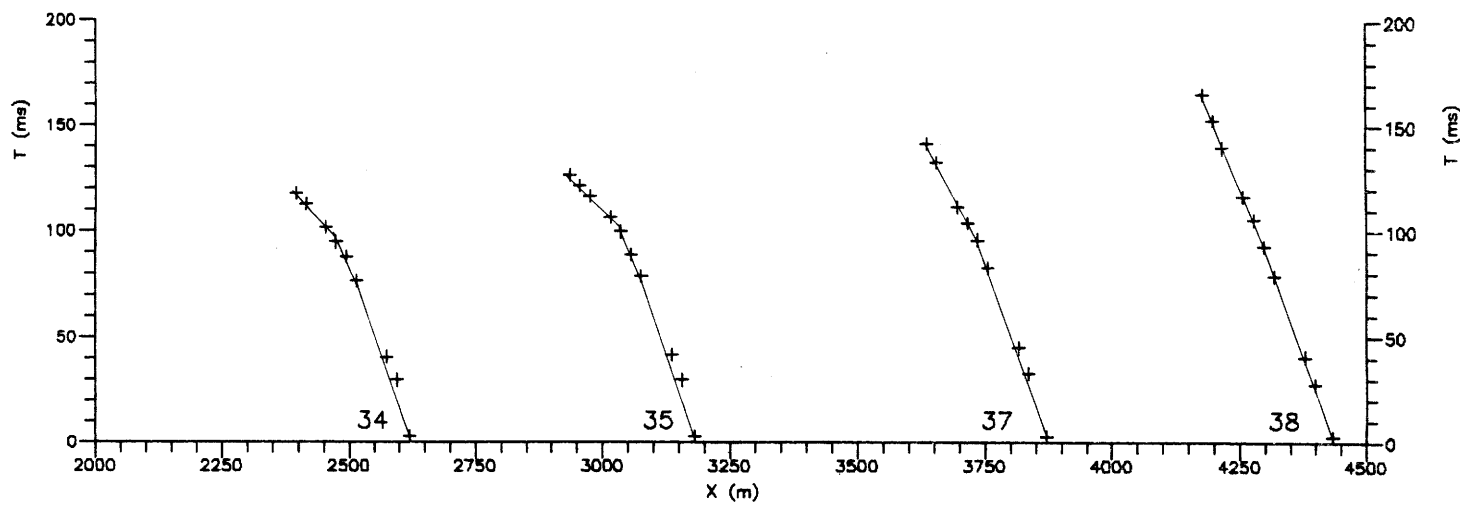
Lina 3 - mynd 2: 2400-4900 m



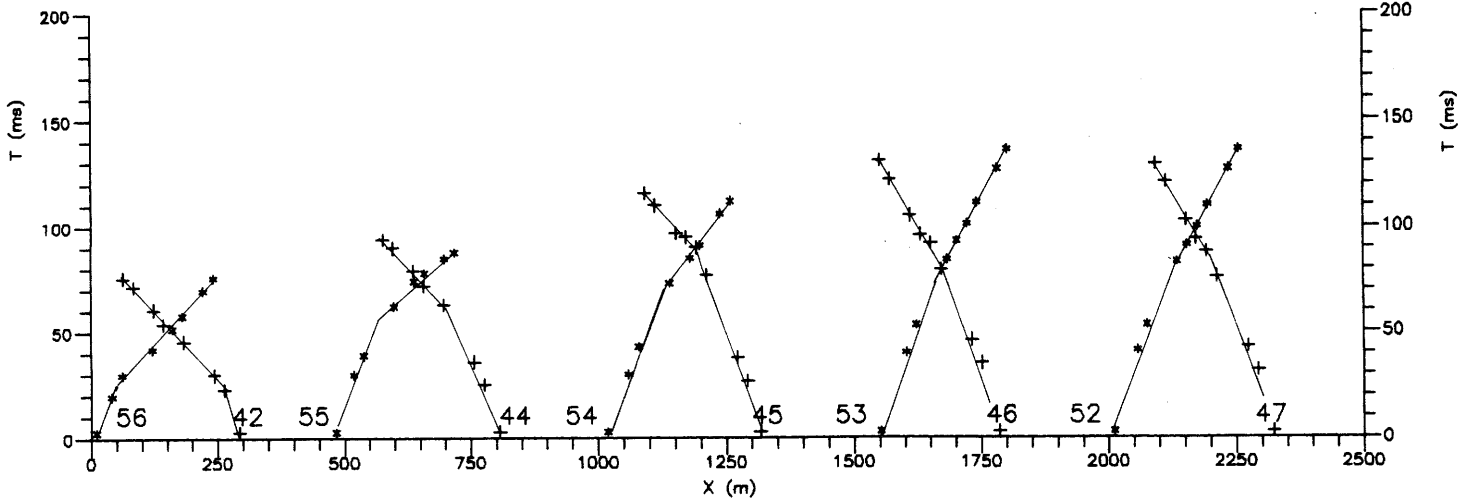
Lina 4 - mynd 1: 0-2500 m



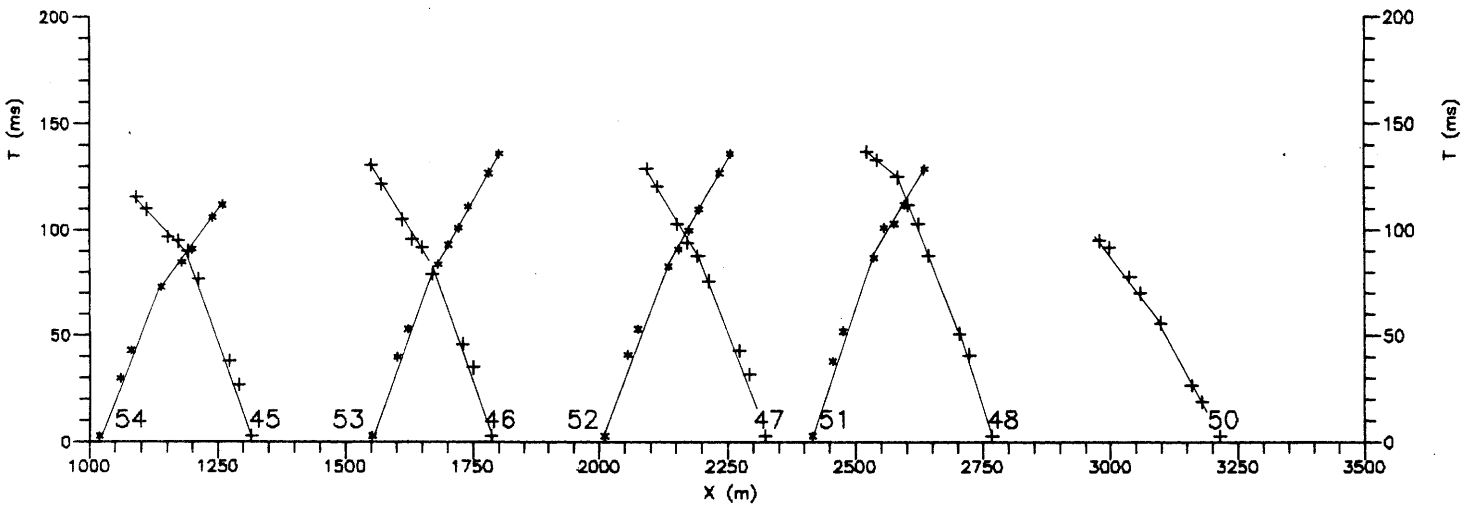
Lina 4 - mynd 2: 2000-4500 m



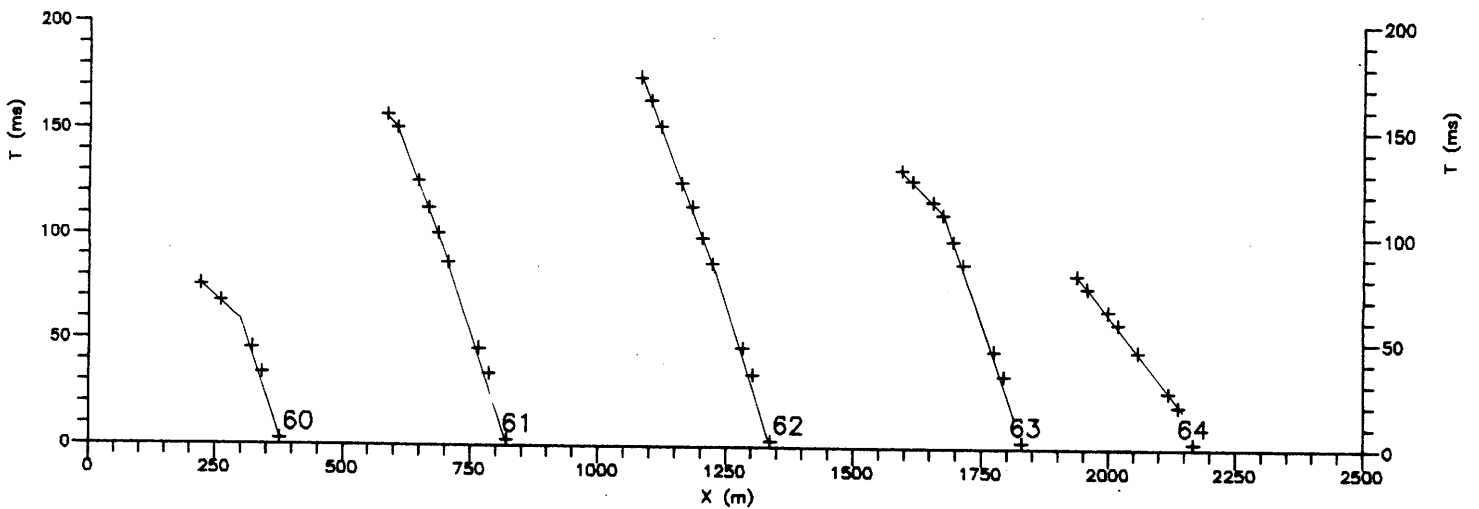
Lina 5 - mynd 1: 0-2500 m



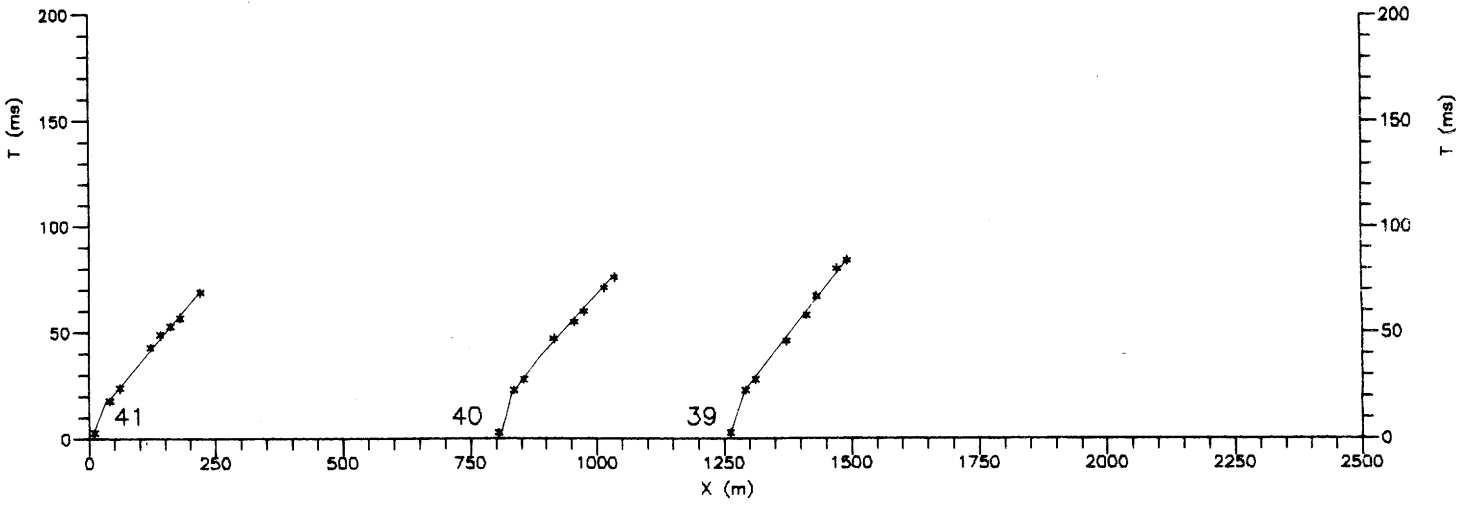
Lina 5 - mynd 2: 1000-3500 m



Lina 6



Profilar 39, 40 og 41



Profilar 57, 58 og 59

