



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

**Leit að jarðsjó með viðnámsmælingum  
á ströndinni milli Þjórsár og Markarfljóts  
Sérverkefni í fiskeldi 1990**

Hjálmar Eysteinnsson

OS-93035/JHD-17 B

Júlí 1993



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 560 300  
/os/pi/jhd.os/fiskeldi/sudtem93.t

**Leit að jarðsjó með viðnámsmælingum  
á ströndinni milli Þjórsár og Markarfljóts  
Sérverkefni í fiskeldi 1990**

Hjálmar Eysteinnsson

OS-93035/JHD-17 B

Júlí 1993

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. MÆLIADFERÐ	3
3. FRAMKVÆMD MÆLINGA	3
4. TÚLKUN MÆLINGA	3
4.1 Þykkvibær	3
4.2 Autan við Hólsá	4
4.3 Akurey	4
4.4 Austan við Affall	4
4.5 Kross	4
4.6 Hólmakverfi	4
5. SAMANDREGNAR NIÐURSTÖÐUR	4
6. HEIMILDIR	5
VIÐAUKI: Mæliniðurstöður og túlkun mælinga	12

## 1. INNGANGUR

Leit að jarðsó eftir stönd Suðurlands hófst 1988 með viðnámsmælingum á Meðallandsandi (Grímur Björnsson og Hjálmar Eysteinnsson 1988). Næsta sumar var verkinu haldið áfram með mælingum frá Meðallandsandi og vestur að Holtsós, auk mælinga austur af Stokkseyri (Hjálmar Eysteinnsson 1989). Sumarið 1990 var verkinu haldið áfram með mælingum milli Markarfljóts og Þjórsár. Ekki náðist að ljúka fyrirhuguðum mælingum að fullu 1990 og var verkinu lokið með nokkrum mæingum 1993. Tilgangur þessara mælinga var að athuga hvar sjó er að finna í jarðlögum á þessu svæði, hversu djúpt undir yfirborði hann er og hversu langt inn til landisins hann nær, þannig að staðsetja megi borholur til sjótöku fyrir fiskeldi á sem markvissastan hátt. Til verskins voru notaðar svokallaðar TEM jarðviðnáms-mælingar. Rannsóknir þessar eru hluti af sérverkefni Orkustofnunar vegna athugunar á náttúrulegum skilyrðum til fiskeldis og eru gerðar í samvinnu við Samband sunnlenskra sveitafélaga.

## 2. MÆLIAÐFERÐ

Mæliaðferðin felst í því að lögð er á jörðina rétthyrnd vírlykkja,  $100 \times 100$  m á kant. Inn á þessa lykkju er hleypt rafstraum í nokkurn tíma sem síðan er rofinn skyndilega. Spanast þá rafsegulstraumar í jarðlöggunum undir mælistað í skamma stund. Áhrif þessara jarðstrauma eru numin með lítilli móttökuspólu í miðju vírlykkjunnar. Þessir jarðstraumar falla hratt með tíma, og er fallhraðinn háður eðlisviðnámi jarðar undir mælistað. Þetta fall jarðstrauma er skráð með móttökutæki sem tengt er móttökuspólunni. Með aðstoð tölvuforrita má síðan reikna eðlisviðnám jarðar undir mælistað.

Þar sem sjómettað jarlag hefur mjög lágt viðnám eru jarðviðnámsmælingar sem þessar hentugar til að finna og rekja staðsetningu slíks jarðlags. Rannsóknarborun á Meðallandsandi hefur þegar sýnt að TEM mælingarnar þar gáfu dýpi niður á sjómettað lag nokkuð nákvæmlega (Grímur Björnsson og

Hjálmar Eysteinnsson 1988).

## 3. FRAMKVÆMD MÆLINGA

Staðsetning mælinganna frá 1990 og 1993 er gefin í töflu 1 og sýnd á mynd 1. Alls voru gerðar 16 mælingar, 3-4 á dag. Af ókunnum orsökum varð fyrsta mælingin, LAN-1, ónýt. Mælt var á 6 stöðum, og á hverjum stað voru gerðar 2-3 mælingar með 1-2 km millibili eftir línu þvert á strönd. Mælingin næst sjó var höfð í um 500 m fjarlægð frá strönd.

## 4. TÚLKUN MÆLINGA

Mælingarnar voru túlkaðar með svökölluðum einvíðum líkönum, þ.e. líkönum sem gera ráð fyrir að jörðin sé lárétt lagskipt og í hverju lagi sé eðlisviðnám þess fasti. Þetta er að sjálfsögðu allmikil einföldun á jörðinni en slíkar túlkanir gefa engu að síður þó nokkuð glögga mynd af viðnámi jarðarinnar undir mælistað. Í slíkum líkönum er ekki gert ráð fyrir að sjór sé á yfirborði nálægt mælistaðnum, en viðnám sjávar er mjög lágt og bjarar hugsanlega mæliniðurstöður eitthvað.

Í viðauka eru sýndir viðnámsmæliferlarnir ásamt túlkun þeirra. Mælingarnar eru settar fram sem svokallað sýndarviðnám sem fall af kvaðratrót af tímanum  $t$ , mældum í  $\mu\text{s}$ , frá því að straumur er rofinn af straumsendi lykkjunnar ( $\sqrt{t \cdot 1000}$ ). Sýndarviðnám er einskonar meðalviðnám jarðlaga undir mælistað. Eðlisviðnám er hinsvegar raunverulegt viðnám jarðlags og er það fundið með túlkun sýndarviðnámsferilsins. Hér á eftir er alltaf átt við eðlisviðnám þegar rætt er um viðnám, en einingar þess eru  $\Omega\text{m}$  (Ohm-metrar). Þeim sem vilja kynna sér frekar þessa mæliaðferð og hvernig slíkar mælingar eru túlkaðar er bent á skýrslu Knúts Árnasonar frá 1989.

### 4.1 Þykkvibær

Neðan við Þykkvabæ voru mældar þrjár mælingar. Túlkun þeirra sýnir að 3-6  $\Omega\text{m}$  lágviðnámslag er á 65 m dýpi og nær það að minnsta kosti 3 km inn til landsins (sjá snið á

mynd 2). Svo lágt viðnám finnst ekki hér á landi nema í sjó- eða salt-blönduðum jarðlögum og/eða inn á háhitasvæðum. Því má túlka þetta lag sem jarðsjávar-mettað lag eða salt setlag. Í um 100 m djúpri borholu við Þykkvabæ (hola HB-01, frá 1947), er að sögn heimamanna salt vatn, en ekki eru til mælingar á dýpi niður á það. Því verður að teljast nokkuð öruggt að lágviðnámslagið á 65 m dýpi stafi af sjómettuðu jarðlagi. Neðan við þetta lágviðnám er viðnámið um 25  $\Omega$ m niður á um 300 m dýpi þar sem viðnámið lækkar aftur í um 8  $\Omega$ m, trúlega vegna aukinnar seltu. Þessi viðnámsdreifing jarðlaga er mjög áþekkt og á Meðallandssandi (Hjálmar Eysteinsson 1989).

## 4.2 Austan við Hólsá

Þrjár mælingar voru gerðar eftir línu um 1.5 km austan við Hólsá (mynd 1). Túlkun þeirra gefur lágviðnámslag á 65-70 m dýpi sem nær um 3 km inn fyrir ströndina (sjá snið á mynd 3). Lagið kemur ekki fram í mælingu LAN-13 sem er staðsett 4 km innan við strönd. Telja verður líklegt að hér sé um sjómettað lag að ræða. Á um 175 m dýpi kemur fram annað láviðnámslag (3-4  $\Omega$ m) sem einnig nær um 3 km inn fyrir strönd. Sennilegast er hér um að ræða aukna seltu í setlagi. Neðan þess er um 10  $\Omega$ m viðnám.

## 4.3 Akurey

Vestan við Akurey voru þrjár mælingar mældar eftir línu þvert á strönd. Þar kemur fram lágviðnámslag á 100 m dýpi í mælingunni næst sjó (mynd 4). Trúlegast er það sjómettað lag og nær það tæpa 2 km inn í land. Annað lágviðnámslag, 1-3  $\Omega$ m, kemur fram í öllum þessum mælingum á um 250 m dýpi en þar fyrir neðan er viðnámið 5-10  $\Omega$ m. Líklegast er neðra lágviðnámslagið á 250 m dýpi salt setlag.

## 4.4 Austan við Affall

Túlkun þeirra tveggja mælinga, sem staðsett- ar voru austan við Affallið, gefa ekkert lágviðnámslag (sjómettað lag) á 60-100 m dýpi eins og fram kemur í mælingunum vestan við Affallið (sjá snið á mynd 5). Hinsvegar kem-

ur fram lágviðnámslag (3-4  $\Omega$ m) á um 260 m dýpi eins og í mælingunum við Akurey og austan við Hólsá. Þetta jarðlag nær að minnsta kosti 3 km inn til landsins og stafar sennilegast af aukinni seltu í setlagi. Að öðru leiti er viðnám á þessu svæði mjög áþekkt viðnámsdreifingunni annarstaðar við ströndina.

## 4.5 Kross

Tvær mælingar voru staðsettar eftir línu austan við Kross. Við úrvinnslu kom í ljós að mælingin nær sjónum er gölluð (LAN-1) og er hún því ekki með á mynd 6. Hin mælingin gefur engin merki um lágviðnámslag sem túlka má sem sjómettað jarðlag. Að öðru leiti er viðnám jarðlaga áþekkt því sem fram kemur á öðrum svæðum.

## 4.6 Hólmakverfi

Neðan við Hólmahverfi voru mældar þrjár mælingar. Vegna truflana sem fram komu í mælingu LAN-7 er túlkun þeirrar mælingar ónákvæm. Ekkert jarðlag finnst á þessu svæði sem túlka má sem sjómettað, nema ef vera skildi lága viðnámslagið í mælingu LAN-5 á 200 m dýpi, úti við ströndina (mynd 7). Þetta lag nær skammt inn fyrir strönd, eða innan við um 1.5 km.

## 5. SAMANDREGNAR NIÐURSTÖÐUR

Mynd 8 sýnir hvar og á hvaða dýpi má vænta að finnst sjór í jarðlögum undan ströndinni milli Þjórsár og Markarfljóts. Lagið nær lengst inn til landsins við Þykkvabæ eða að minnsta kosti 3 km. Þar og við Hólsá er lagið á 65-70 m dýpi, en á um 100 m dýpi neðan við Akurey þar sem það nær einungis um km inn fyrir strönd. Austan við Akurey finnst þetta lag ekki.

Myndir 9 og 10 sýna viðnámssnið langs eftir ströndinni, annars vegar um 0.5 km frá stönd og hinsvegar 2.5 km frá stönd (sjá mynd 1). Auk áður nefnds lágviðnámslags á 65-100 m dýpi er annað lágviðnámslag á 170-260 m dýpi. Út við ströndina má rekja þetta lag frá

Tafla 1. TEM mælingar milli Þjórsár og Markarfljóts.

Stöð	Staður	Mældagur	Fjarlægð frá sjó, km	Staðsetning	
				N°	A°
LAN-1	Kross	3/7/90	1.0	63.5874	20.3020
LAN-2	Kross	4/7/90	2.8	63.5982	20.2745
LAN-3	Austan við Affall	4/7/90	0.75	63.6090	20.3550
LAN-4	Austan við Affall	4/7/90	2.8	63.6252	20.3330
LAN-5	Hólamahverfi	4/7/90	2.5	63.5396	20.1616
LAN-6	Hólamahverfi	5/7/90	1.9	63.5487	20.1162
LAN-7	Hólamahverfi	5/7/90	2.5	63.5532	20.1495
LAN-8	Akurey	5/7/90	0.4	63.6495	20.4551
LAN-9	Akurey	5/7/90	2.45	63.6626	20.4245
LAN-10	Akurey	6/7/90	4.5	63.6694	20.3840
LAN-11	Austan við Hólsá	6/7/90	0.6	63.6901	20.5520
LAN-12	Austan við Hólsá	6/7/90	2.15	63.7018	20.5327
LAN-13	Austan við Hólsá	6/7/90	4.0	63.7126	20.5041
LAN-14	Þykkvibær	10/6/93	0.55	63.7330	20.6602
LAN-15	Þykkvibær	10/6/93	1.7	63.7405	20.6418
LAN-16	Þykkvibær	10/6/93	2.8	63.7445	20.6255

Hólsá austur að Markarfljóti, en það nær lengst inn til landsins milli Hólmsár og Affalls. Telja verður ólíklegt að sjór nái niður á svo mikið dýpi og er nærtækast að skýra þetta lágviðnámslag með aukinni seltu í setlagi. Slíkt lágviðnámslag finnst einnig, og á svipuðu dýpi, í öðrum viðnámsmælingum meðfram stönd Suðurlands (Hjálmar Eysteinnsson 1989).

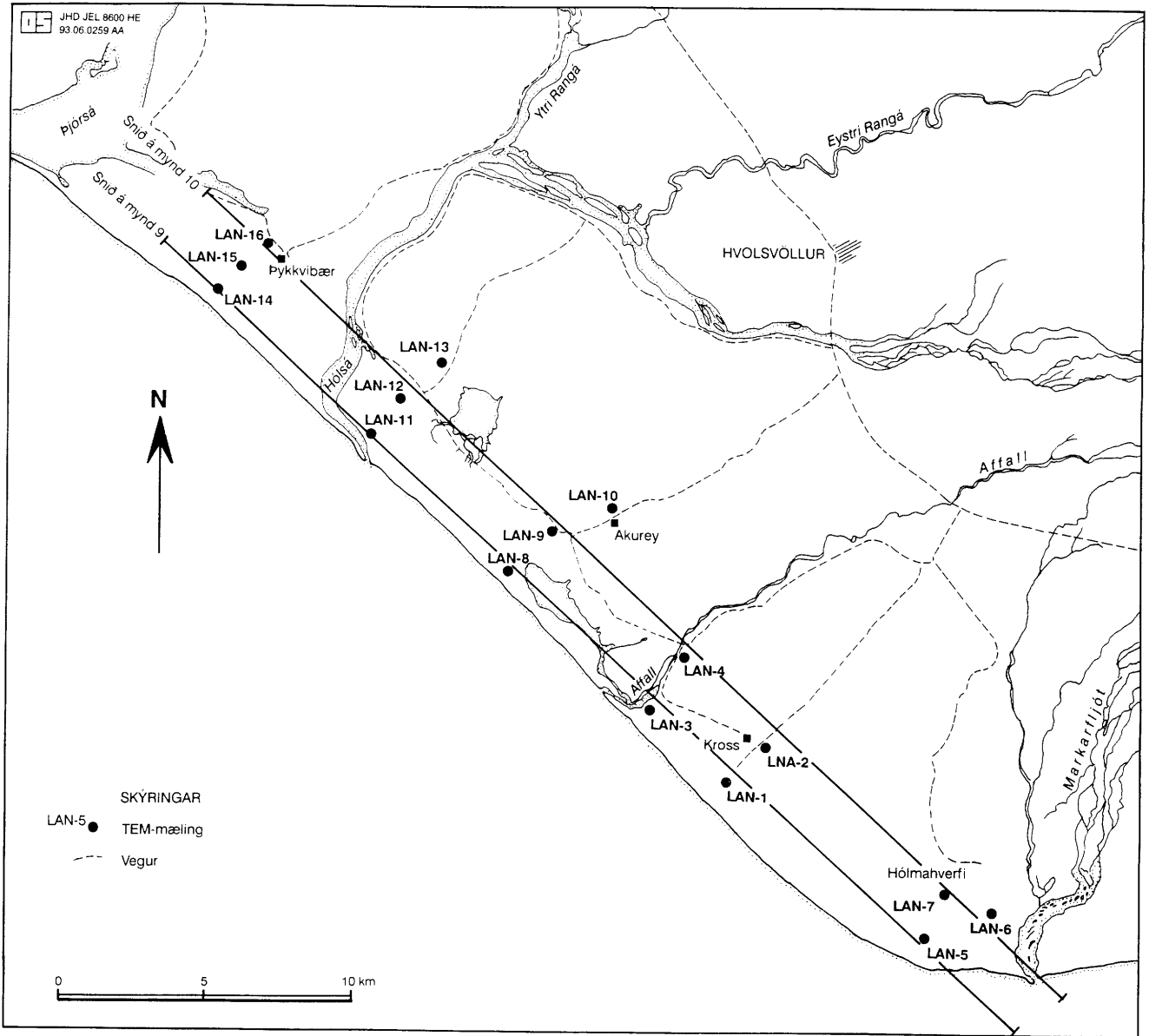
Komi til borana eftir jarðsjó á mælisvæðinu, eru mestar líkur á árangri á svæðinu við Þykkvabæ (sbr. myn 8). Bora þarf á um 100 m dýpi og líklega þarf um 50 m fóðringu í holuna ef halda á burtu fersku vatni ofan sjóblandaða lagsins sem finnst á um 65 m dýpi. Einnig má nefna að 100 m djúp borhola er tiltæk við Háabæ í Þykkvabæjarhverfinu. Auðvelt er að seltumæla og jafnvel dæluprófa holuna og ganga þannig úr skugga um tilvist jarðsjávarlagnsins á þessum slóðum.

## 6. HEIMILDIR

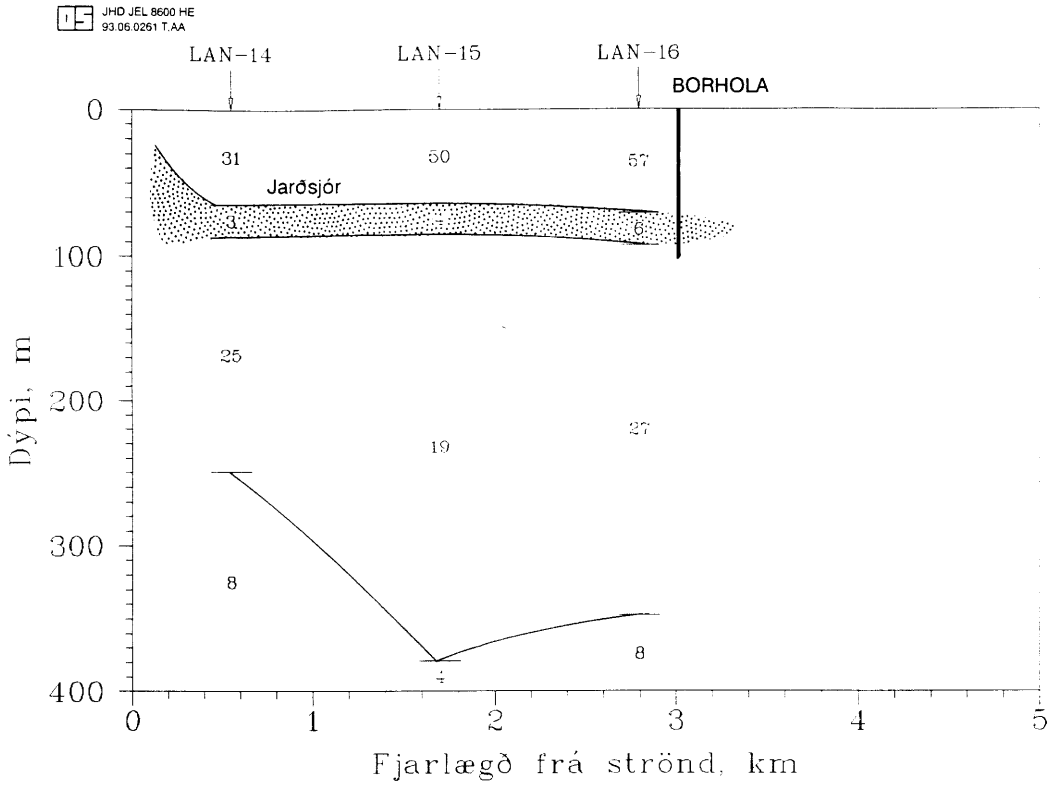
Grímur Björnsson og Hjálmar Eysteinnsson 1988: Viðnámsmælingar á Meðallandssandi í júlí 1988. Orkustofnun, OS-88061/JHD-31 B, 7 s.

Hjálmar Eysteinnsson 1989: Leit að jarðsjó á strönd Suðurlands með viðnámsmælingum. Orkustofnun, OS-89061/JHD-31 B, 26 s.

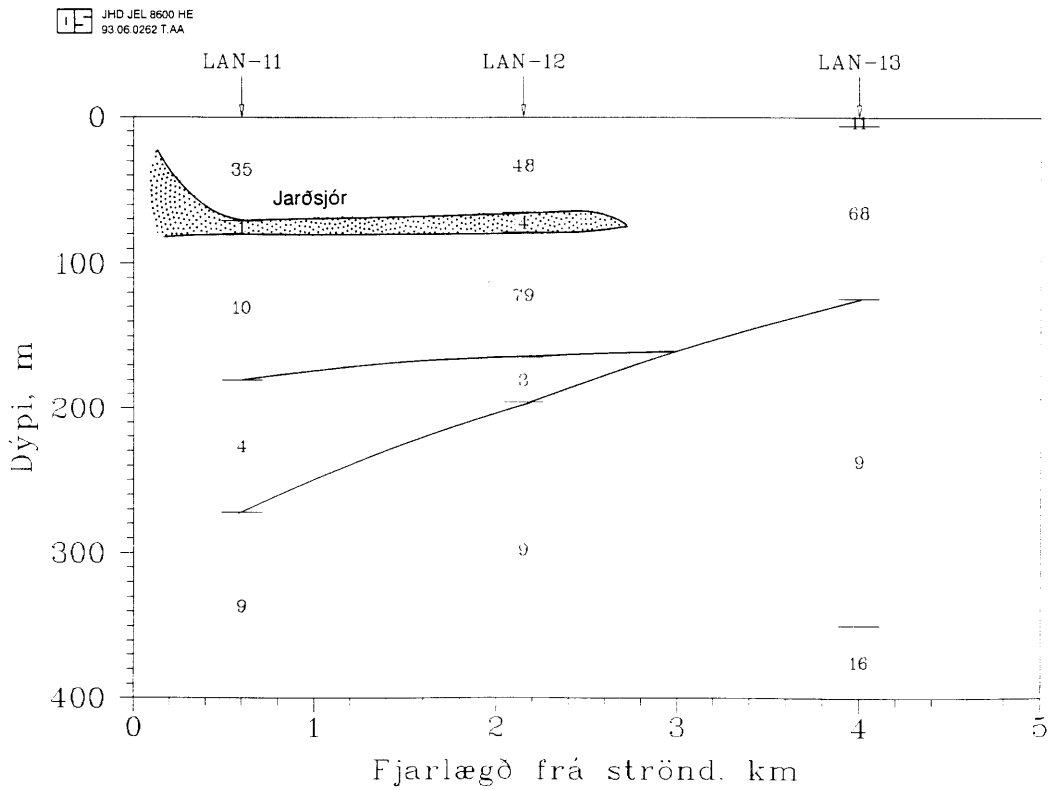
Knútur Árnason 1989: Central loop transient electromagnetic soundings over a horizontally layered earth. Orkustofnun, OS-89032/JHD-06, 128 s.



Mynd 1: Staðsetning TEM viðnámsmælinga milli Þjórsár og Markarfljóts.

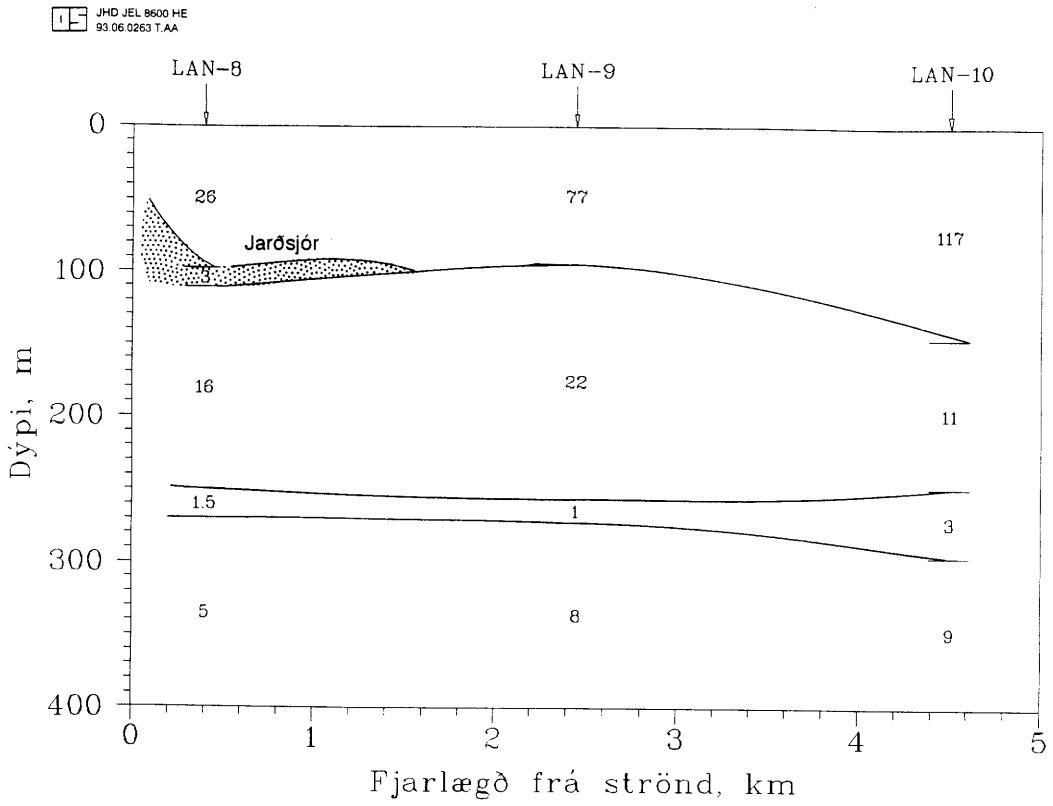


Mynd 2: Viðnámslíkan við Þykkvabæ. Tölur sýna viðnámsgildi í  $\Omega\text{m}$ .

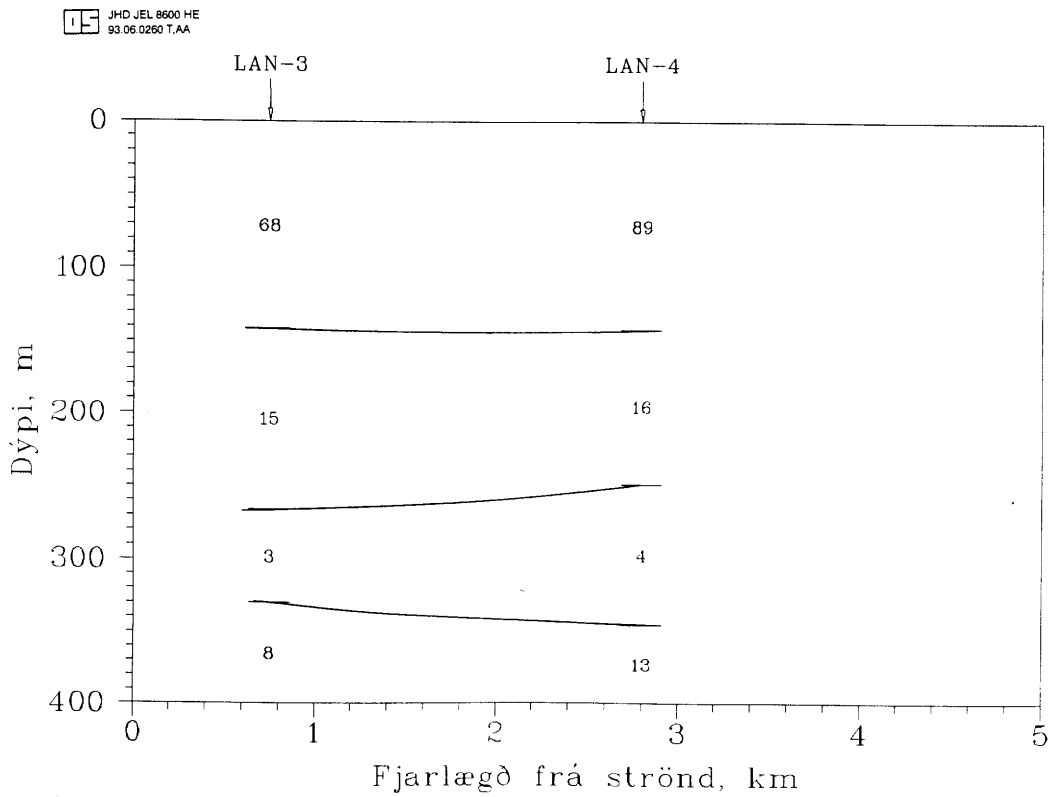


Mynd 3: Viðnámslíkan austan við Hólsá. Tölur sýna viðnámsgildi í  $\Omega\text{m}$ .

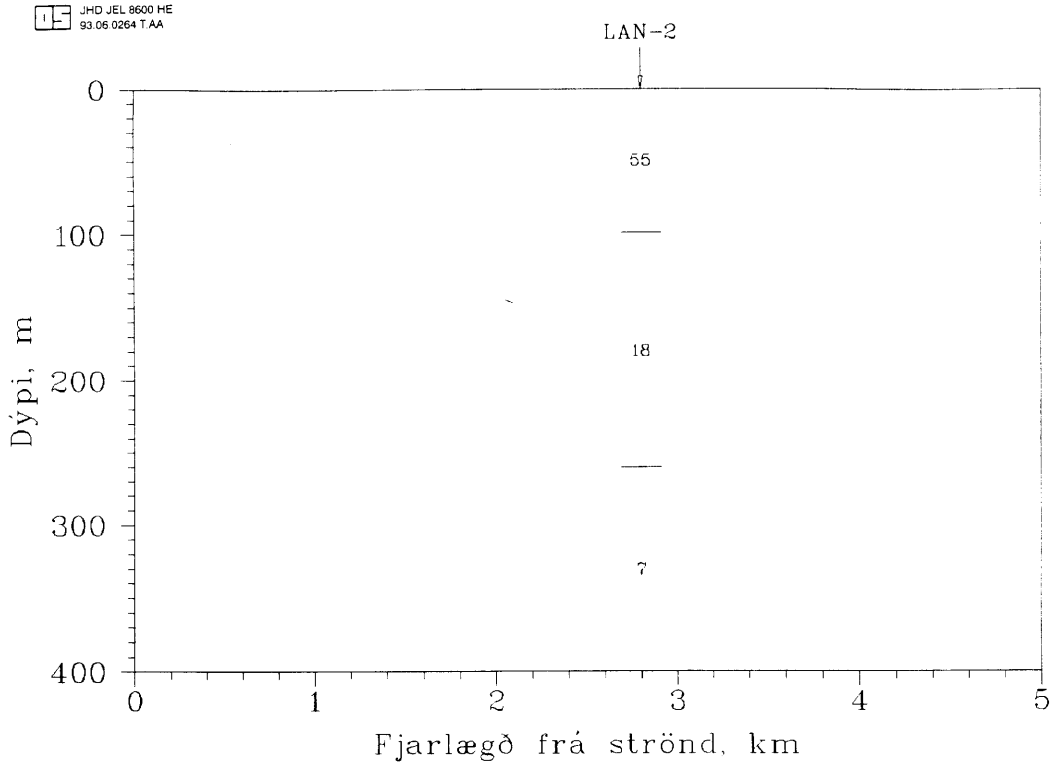




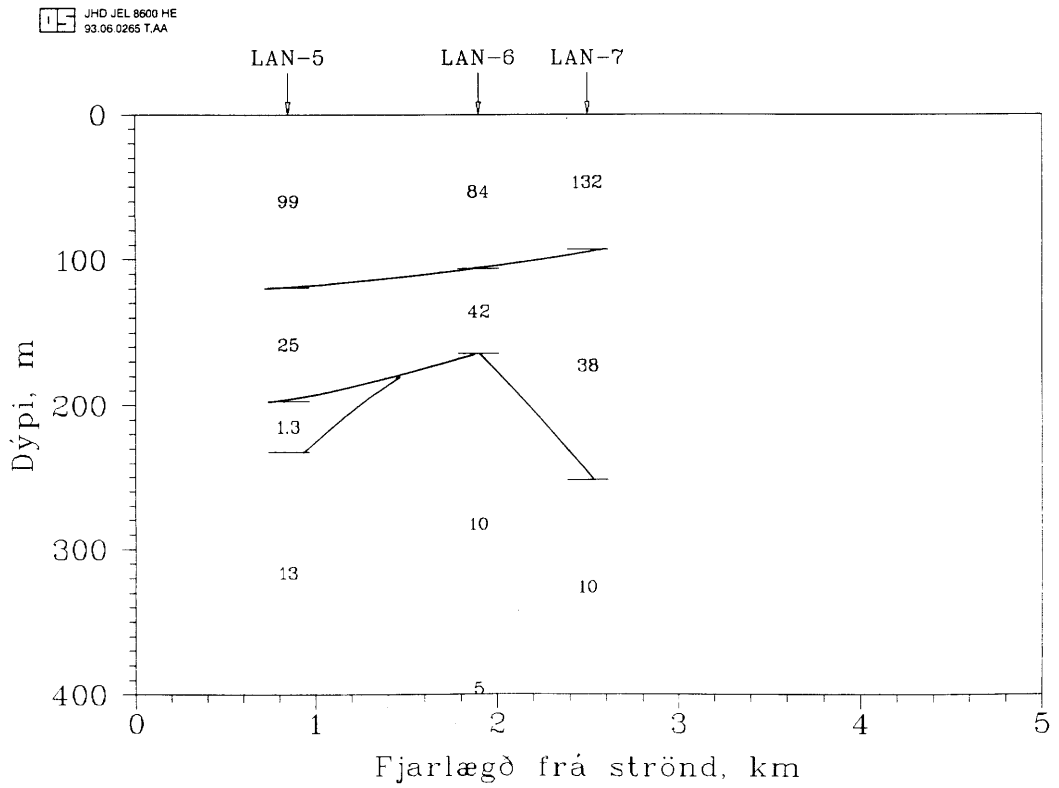
Mynd 4: Viðnámsíkan við Akurey. Tölur sýna viðnámsgildi í  $\Omega m$ .



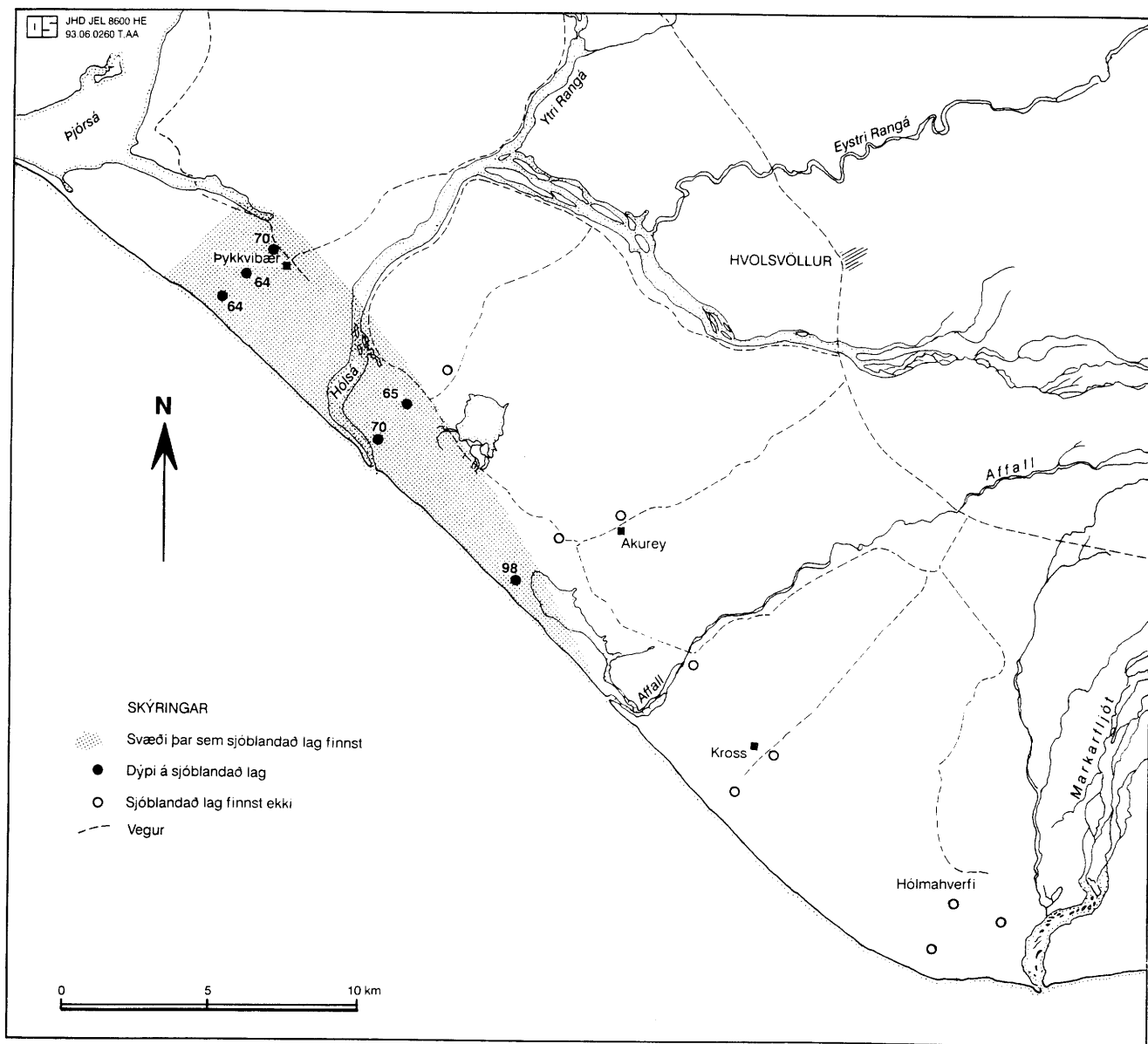
Mynd 5: Viðnámsíkan austan við Affall. Tölur sýna viðnámsgildi í  $\Omega m$ .



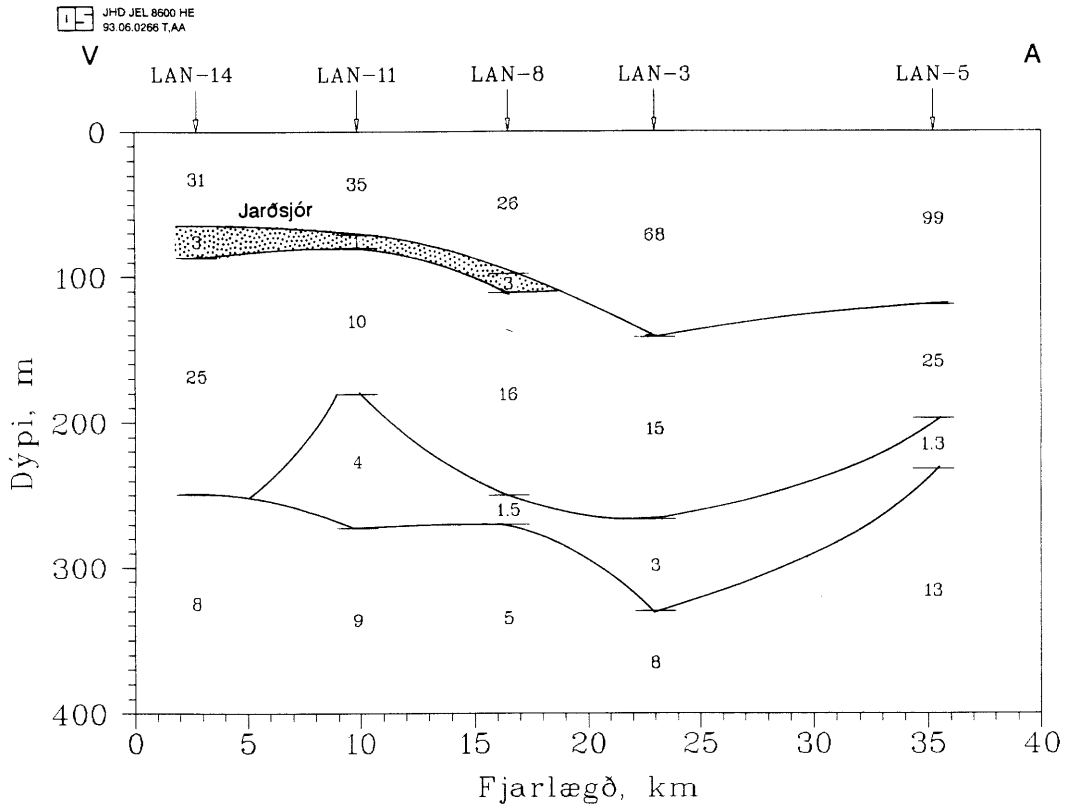
Mynd 6: Viðnámslíkan við Kross. Tölur sýna viðnámsgildi í  $\Omega m$ .



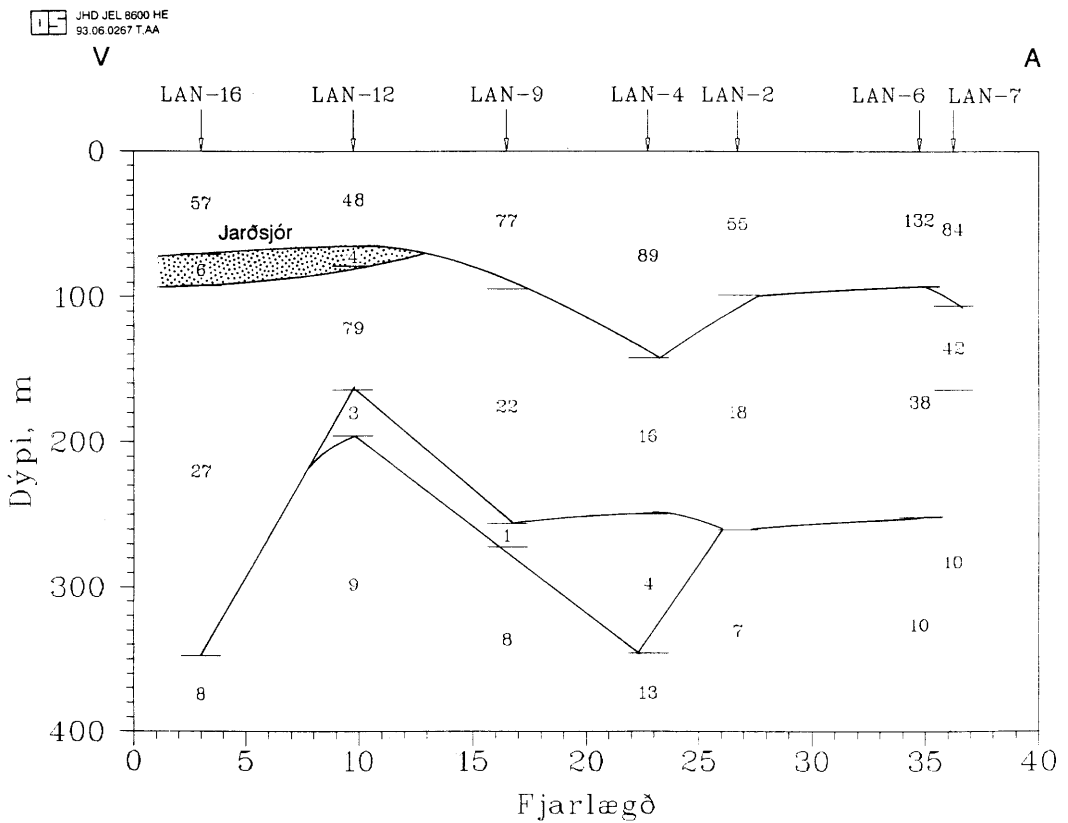
Mynd 7: Viðnámslíkan neðan við Hólmahverfi. Tölur sýna viðnámsgildi í  $\Omega m$ .



Mynd 8: Dýpi í metrum á sjóblandað lag samkvæmt túlkunum viðnámsmælinganna.



Mynd 9: Viðnámslíkan eftir strandlengjunni, 0.5 km frá strönd. Tölur sýna viðnámsgildi í  $\Omega m$ .



Mynd 10: Viðnámslíkan eftir strandlengjunni, 2.5 km frá strönd. Tölur sýna viðnámsgildi í  $\Omega m$ .

## **VIÐAUKI: Mæliniðurstöður og túlkun mælinga**

Hringir á myndum sýna mæld sýndarviðnámsgildi. Heildregni ferillinn sýnir svörun túlkaðs líkans. Viðnámsgerð líkansins er gefin í tölum (viðnám og þykkt laga) og eins teiknað með brotnum ferli þar sam lárétti ásinn er þá í metrum.

