



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

**BRENNISTEINSFJÖLL  
TEM-mælingar 1992**

Ragna Karlsdóttir

OS-92051/JHD-27 B

Nóvember 1992



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 720101

**BRENNISTEINSFJÖLL  
TEM-mælingar 1992**

Ragna Karlsdóttir

OS-92051/JHD-27 B

Nóvember 1992

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. FRAMKVÆMD MÆLINGA	3
3. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA	4
4. FREKARI VIÐNÁMSMÆLINGAR	5
5. HEIMILDIR	5
Tafla 1. Staðsetning TEM-mælinga	6

## MYNDASKRÁ

1. Jarðfræðikort	7
2. Staðsetning TEM-mælinga	8
3. Lína 1, snið	9
4. Lína 2, snið	10
5. Lína 3, snið	11
6. Lína 4, snið	12
7. Lína 5, snið	13
8. Lína 6, snið	14
9. Viðnám í lágviðnámslagi	15
10. Dýpi á lágviðnámslag, þrývíddarmynd	16
11. Viðnám á 200 m dýpi undir sjávarmáli	17
12. Viðnám á 700 m dýpi undir sjávarmáli	18
13. Viðnám á 1200 m dýpi undir sjávarmáli	19
14. Tillögur um viðbótarmælingar	20

## 1. INNGANGUR

Síðari hluta vetrar 1992 voru mældar nokkrar viðnámsmælingar á svæðinu umhverfis Brennisteinsfjöll. Eru þetta fyrstu jarðeðlisfræðirannsóknir á svæðinu og eru hluti verkefnis, sem nefnt er: Rannsókn á háhita vegna raforkuvinnslu. Jón Jónsson gerði jarðfræðikort af Reykjaneskaga og nær kort hans yfir Brennisteinsfjöll. Þau eru merkt inn ummerki um jarðhita á yfirborði á þremur stöðum eins og sýnt er á mynd 1.

Austan í Brennisteinsfjöllum norðanverðum, röskum 2 km norðan við Kistufell, eru fjölmög gufuauge í hraunum á um eins hektara svæði. Þau koma upp í tveimur misgömlum hraunstraumum og er virknin meiri í eldra hrauninu.

Ummyndun eftir jarðhita er rétt norðan við hitasvæðið og um 1 km norðan við hitasvæðið er forn hitaskella með hveraleir og vott af brennisteins- og gipsútfellingum. Er þetta sýnilega háhitaummyndun.

Í brekkunum norðan við Grindaskörð er talsverð jarðhitaummyndun sem virðist tengd misgengi (Jón Jónsson, 1978).

Aðrar rannsóknir á jarðhita hafa ekki farið fram utan tilraun til sýnatöku á gufu til efnagreininga sem tókst ekki.

TEM-viðnámsmælingar hafa rutt sér til rúms á síðustu árum. Þeim var fyrst beitt hér á landi á Nesjavöllum 1986 (Knútur Árnason o.fl., 1986) Þær hafa mjög sambærilega dýptarskynjun og Schlumberger-mælingar en það er sú aðferð sem ráðandi hefur verið hér á landi. Schlumberger-mælingarnar eru hins vegar frekari á mannafla og tíma í framkvæmd og þar af leiðandi dýrari. Á síðustu árum hefur það aukist að mæla að vetri til. Er mikill kostur að geta mælt óaðgengileg svæði á snjó, þegar hraun eru fyllt. Aðeins þarf two menn við slískar mælingar, á sleðum eða bíl ætluðum til aksturs á snjó.

Úrvinnsla og túlkun TEM-mælinganna hefur reynst umfangsmanni en Schlumberger-mælinganna. Einvíð túlkun TEM-mælinganna þar sem viðnám breytist einungis með dýpi gefur svip-áða upplausn og tvívíð túlkun Schlumberger- og viðnámssniðsmælinga þar sem viðnám breytist með dýpi og í eina láréttu stefnu.

## 2. FRAMKVÆMD MÆLINGA

Mælt var í Brennisteinsfjöllum í apríl 1992. Ekið var með tækin í Bláfjöll og þaðan gert út á vélsleðum. Lagðar voru út 16 mælingar í neti með h.u.b.tveggja kílómetra millibili (B-mælingar). Verkið sóttist vel og voru mældar tvær mælingar á dag þá daga sem viðraði til mælinga. Mælt var með sendilykkju 300 metra á kant í öllum mælingum. Svæðið er fjarri byggð og engar truflanir frá háspennulínum eða öðrum lögnum. Auk mælinganna frá vetrinum 1992 var stuðst við mælingar sem til eru frá aðliggjandi svæðum, SV-mælingar á norður og vesturjaðri svæðisins og ÁÖ-mælingar í Selvogi (Lúðvík S Georgsson, 1989). Staðsetning mælinganna eru sýnd á mynd 2 og í töflu 1 kemur fram staðsetning þeirra í lengd og breidd og hæð yfir sjó.

### 3. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

Jafnvel þótt mælinetið sé gisið í þessari fyrstu könnun svæðisins má strax sjá skýra drætti. Mælingin B-9162 er nálægt miðju hitasvæðisins. Þar er grynnst á lágvíðnámslag (lag með  $< 10 \Omega\text{m}$  viðnám) og viðnám í lágvíðnámslagi einnig lægst. Á 75 metra dýpi er viðnám  $3 \Omega\text{m}$  en hækkar í  $6.2 \Omega\text{m}$  80 metrum neðar. Þetta lágvíðnám nær niður á um 900 metra dýpi eða 500 m undir sjávarmáli. Í mælingum umhverfis dýpkar mjög á lágvíðnámslagið og eru efri mörk þess á 700-800 metra dýpi.

Til skýringar eru teiknuð snið í gegnum svæðið, þ.e. þrjú A-V snið eða línlínur 1, 2 og 3 og þrjú N-S snið eða línlínur 4, 5 og 6 (myndir 3 til 8).

Í öllum mælingum er hátt viðnám, 4000-16000  $\Omega\text{m}$  í efstu tugum eða hundruðum metra. Viðnámið lækkar svo við grunnvatnsborð. Þessi viðnámsskil falla vel saman við niðurstöður reiknaðs lískans af grunnvatnsborði sem Verkfraðistofan Vatnaskil hefur gert (sjá snið á myndum 3 til 8). Fyrir neðan er lag með 200-500  $\Omega\text{m}$  viðnámi nema á norð-vestur hluta svæðisins, þar sem þykkt lag með 1000-1200  $\Omega\text{m}$  er í milli. Neðst er svo lag með 30-80  $\Omega\text{m}$  viðnámi sem virðist vera svæðisviðnám á þessu svæði, þ.e. djúpviðnám ótruflað af hitaáhrifum frá háhitasvæðinu.

Háhitasvæðið sjálfst ákvárdast af viðnámi  $< 10 \Omega\text{m}$  og háviðnámi neðan þess. Umhverfis lágvíðnámssvæðið er svæði með 12-25  $\Omega\text{m}$  viðnámi. Lágvíðnámssvæðið innan 10  $\Omega\text{m}$  markanna er aflangt með NA-SV stefnu eða sömu stefnu og sprungur og misgengi eins og sést á jarðfræðikortinu á mynd 1. Á mynd 9 er sýnt viðnám í lágvíðnámslagi í hverri mælingu. Viðnámið er lægst í mælingu B-9162 og þar eru aðeins tærir 100 metrar niður á lágvíðnámið sem er eins og toppur í laginu. (Sjá þrívíddarmynd ,mynd 10, sem teiknuð er með sama mælikvarða fyrir lóðréttu og láréttu stefnu). Myndir 11, 12 og 13 sýna viðnám á 200, 700 og 1200 metra dýpi undir sjávarmáli. Á þeim sést hversu skarpur lágvíðnámstoppurinn er svo og háviðnámstoppurinn neðan lágvíðnámsins. Háviðnám neðan lágvíðnáms er þekkt frá öðrum háhitasvæðum svo sem Kröflu og Nesjavöllum. Sú skýring hefur verið sett fram, að hækkunin í viðnáminu sé vegna breytinga í ummyndun við hækkandi hitastig. Við  $250^\circ$  hverfa vel leiðandi leirsteindir en við taka klórít og epidót steindir með miklu minni leiðnieiginleika. (Knútur Árnason og Ólafur G. Flóvenz, 1992). Trúlegt er að mælingin B-9162 sé nálægt aðaluppsteymi hitasvæðisins.

Í mælingu B-9366 er mjög lágt viðnám eða  $3.6 \Omega\text{m}$ , sjá línu 5 á mynd 7. Hugsanlegt er að þarna sé einnig uppstreymi þótt í minna mæli sé. Nokkuð lágt viðnám eða  $< 15 \Omega\text{m}$  teygir sig í norð-vestur en það styðst aðeins við tvær mælingar, SV-12 og SV-13, sem eru því miður ekki góðar.

Mælingar úr Herdísarvík eru sýndar með en þær eru í raun of langt frá Brennisteinsfjöllum til þess að hægt sé að tengja þar á milli. Niðurstöður þeirra gefa til kynna lágvíðnám þar sem búast má við volgu afrennsli frá háhitasvæðinu (Lúðvík S. Georgsson, 1989). Að svo komnu máli er ekki hægt að staðfesta þessa tilgátu.

## 4. FREKARI VIÐNÁMSMÆLINGAR

Eins og sést á kaflanum hér á undan kemur fram nokkuð skýr mynd af svæðinu en einnig sést að mörg vafaatriði eru enn og mörgum spurningum ósvarað.

Nauðsynlegt er að þetta mælinetið yfir sjálft háhitasvæðið til þess að skoða viðnámsdreifinguna innan lágviðnámssvæðisins. Þannig er hugsanlega hægt að sjá hvort um eitt eða fleiri uppstreymissvæði er að ræða.

Fleiri mælingar þarf til þess að "loka" lágviðnámssvæðinu til suðurs og suðausturs. Einig væri fróðlegt að fá tengingu við mælingarnar við ströndina (ÁÖ) en það er ákveðin vísbending um viðnámslækkun til suðurs frá hitasvæðinu auk þess sem viðnámslækkun sést í ÁÖ mælingunum. Einig er rétt að ganga úr skugga um hvort viðnámslækkunin í norð-vestur er raunveruleg.

Áætlað er að rúmlega 30 viðbótarmælingar fylli upp í þessar eyður. Tillögur um viðbótarmælingar eru sýndar á mynd 14. Hvort sem það verður unnið í einum eða fleiri áföngum er rétt að skoða fyrst lágviðnámssvæðið innan 10 Øm línumnar og lokun þess á undan tengimælingum við ÁÖ-mælingar og þéttingu mælinets á norðurjaðrinum.

## 5. HEIMILDIR

Jón Jónsson, 1978: Jarðfræðikort af Reykjanesskaga. Skýrsla Orkustofnunar, OS JHD 7831.

Knútur Árnason, Guðmundur Ingi Haraldsson, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson, Lúðvík S. Georgsson og Snorri Páll Snorrason, 1986: Nesjavellir. Jarðfræði- og jarðeðlisfræðileg könnun 1985. Orkustofnun, OS-96017/JHD-02. 125 s.

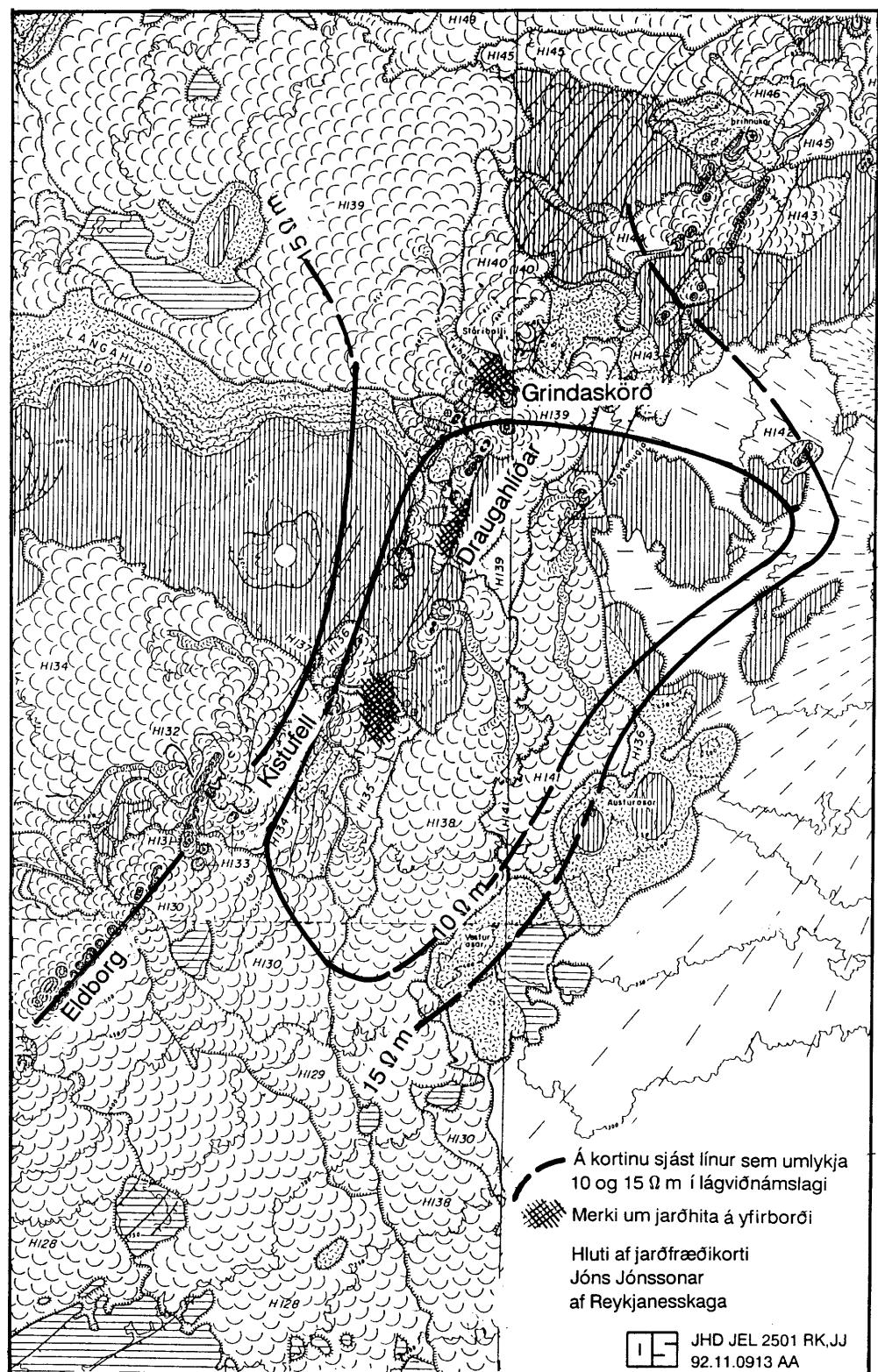
Knútur Árnason og Ólafur G. Flóvenz, 1992: Evaluation of physical methods in geothermal exploration of rited volcanic crust. GRC Transactions, vol. 16, October 1992: 207-214.

Lúðvík S. Georgsson, 1989: Viðnámsmælingar á suðurströnd Reykjanesskaga. Sérverkefni í fiskeldi 1988 og 1989. Orkustofnun, OS-89053/JHD-25 B. 18 s.

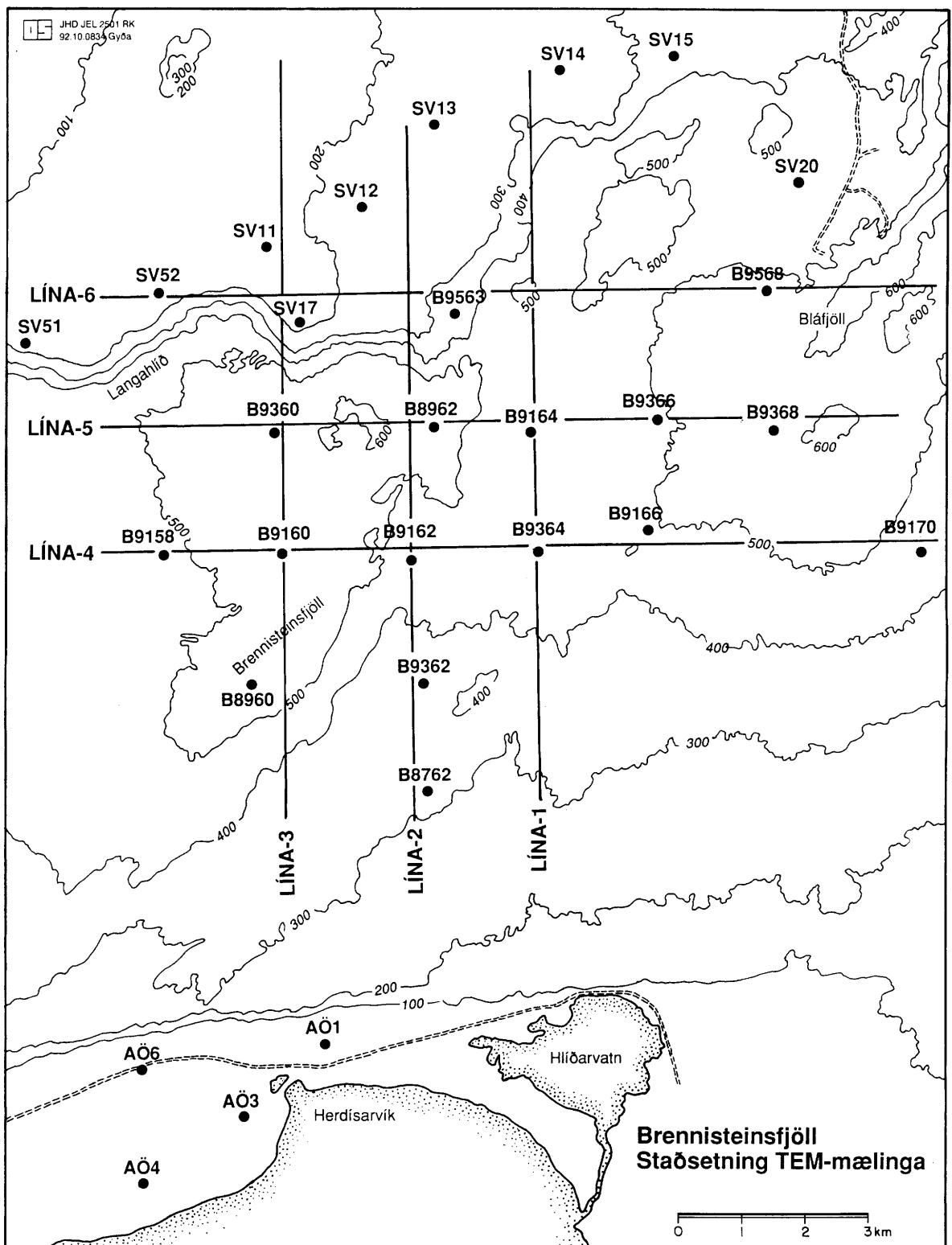
Verkfræðistofan Vatnaskil hf, 1991: Höfuðborgarsvæði. Rennsli og grunnvatnshæð. Skýrsla 9101.

Tafla 1. Staðsetning TEM-mælinga í Brennisteinsfjöllum.

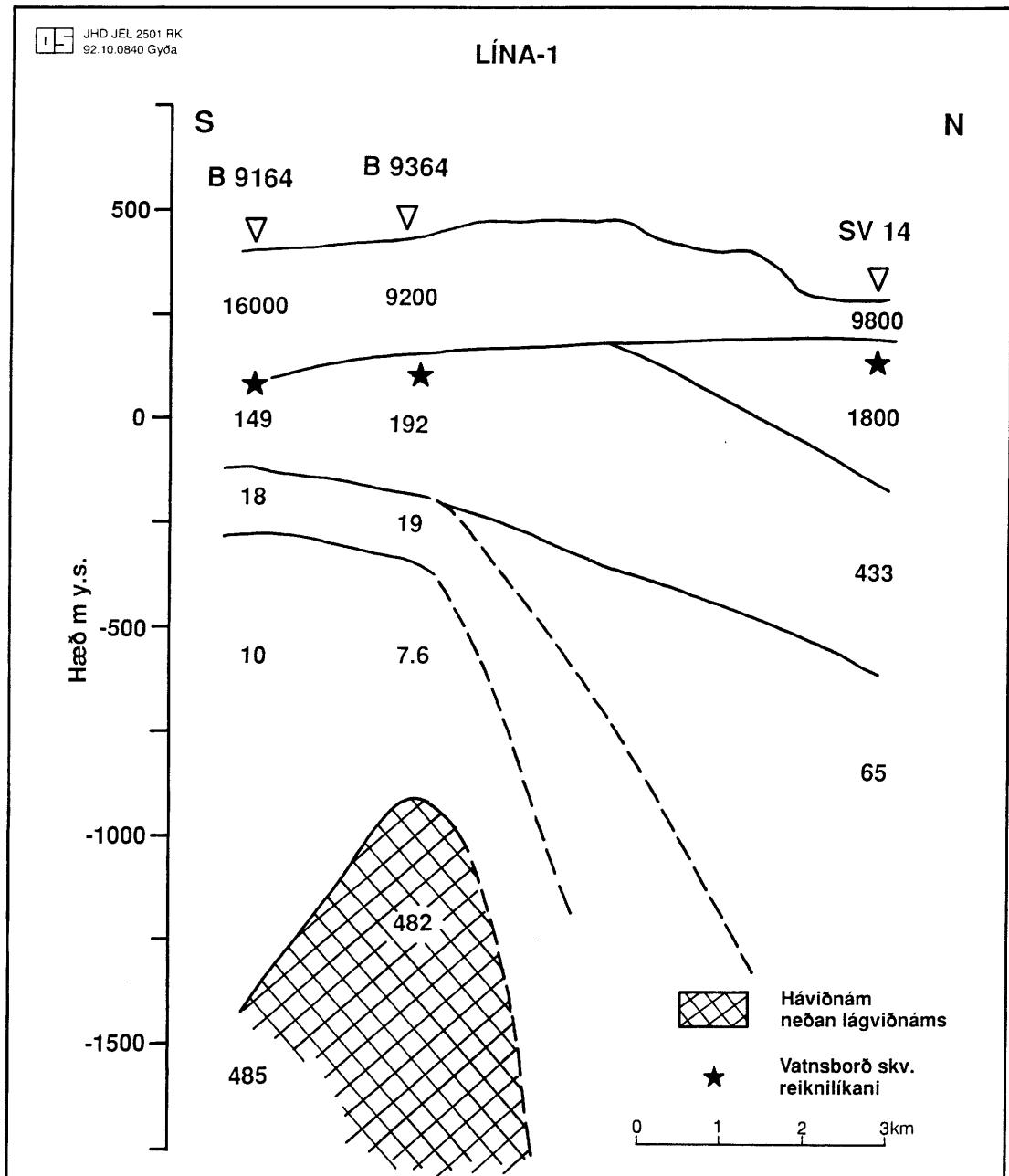
Mæling	Breidd			Lengd			Hæð yfir sjó
	Gráður	Mínútur		Gráður	Mínútur		m
B8762	63	54.535	N	21	46.253	W	320
B8960	63	55.584	N	21	48.994	W	540
B8962	63	55.530	N	21	46.341	W	370
B9158	63	56.579	N	21	51.078	W	480
B9160	63	56.631	N	21	48.995	W	550
B9162	63	56.517	N	21	46.475	W	430
B9164	63	56.636	N	21	44.110	W	400
B9166	63	56.729	N	21	42.020	W	470
B9170	63	56.628	N	21	36.706	W	450
B9360	63	57.632	N	21	49.168	W	550
B9362	63	57.709	N	21	46.062	W	570
B9364	63	57.638	N	21	44.234	W	430
B9366	63	57.720	N	21	41.598	W	500
B9368	63	57.682	N	21	39.585	W	580
B9563	63	58.531	N	21	45.432	W	350
B9568	63	58.733	N	21	39.691	W	520
SV11	63	59.110	N	21	49.383	W	170
SV12	63	59.434	N	21	47.487	W	210
SV13	64	0.135	N	21	46.080	W	220
SV14	64	0.593	N	21	43.642	W	280
SV15	64	0.701	N	21	41.481	W	330
SV17	63	58.450	N	21	48.734	W	180
SV20	63	59.623	N	21	39.000	W	430
SV51	63	58.275	N	21	49.074	W	160
SV52	63	58.720	N	21	51.451	W	160
ÁÖ1	63	52.237	N	21	48.086	W	10
ÁÖ3	63	51.617	N	21	49.691	W	5
ÁÖ4	63	51.078	N	21	51.605	W	10
ÁÖ5	63	50.755	N	21	54.444	W	10
ÁÖ6	63	52.043	N	21	51.667	W	20



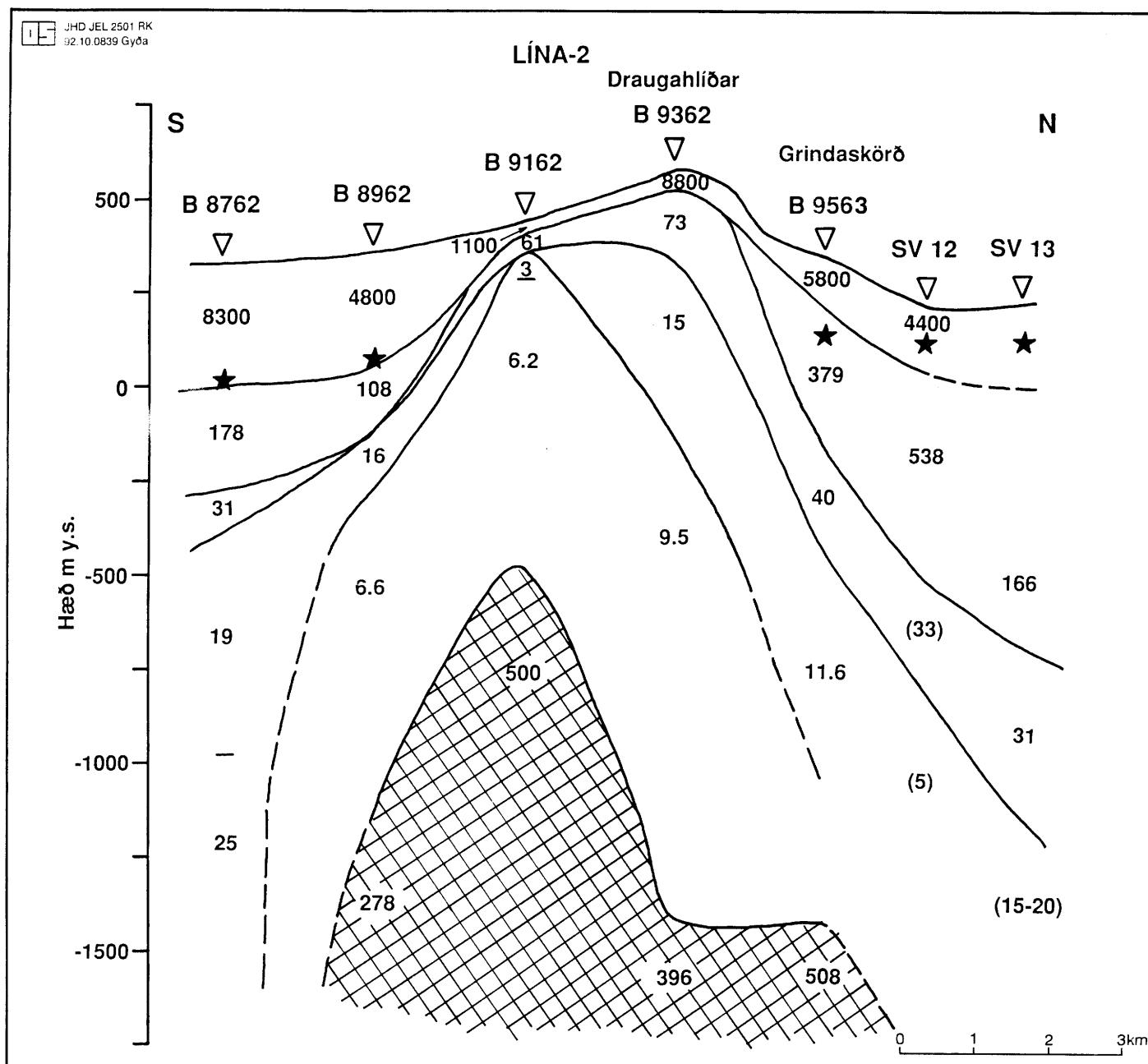
**Mynd 1.** Jarðfræðikort (Jón Jónsson, 1978).



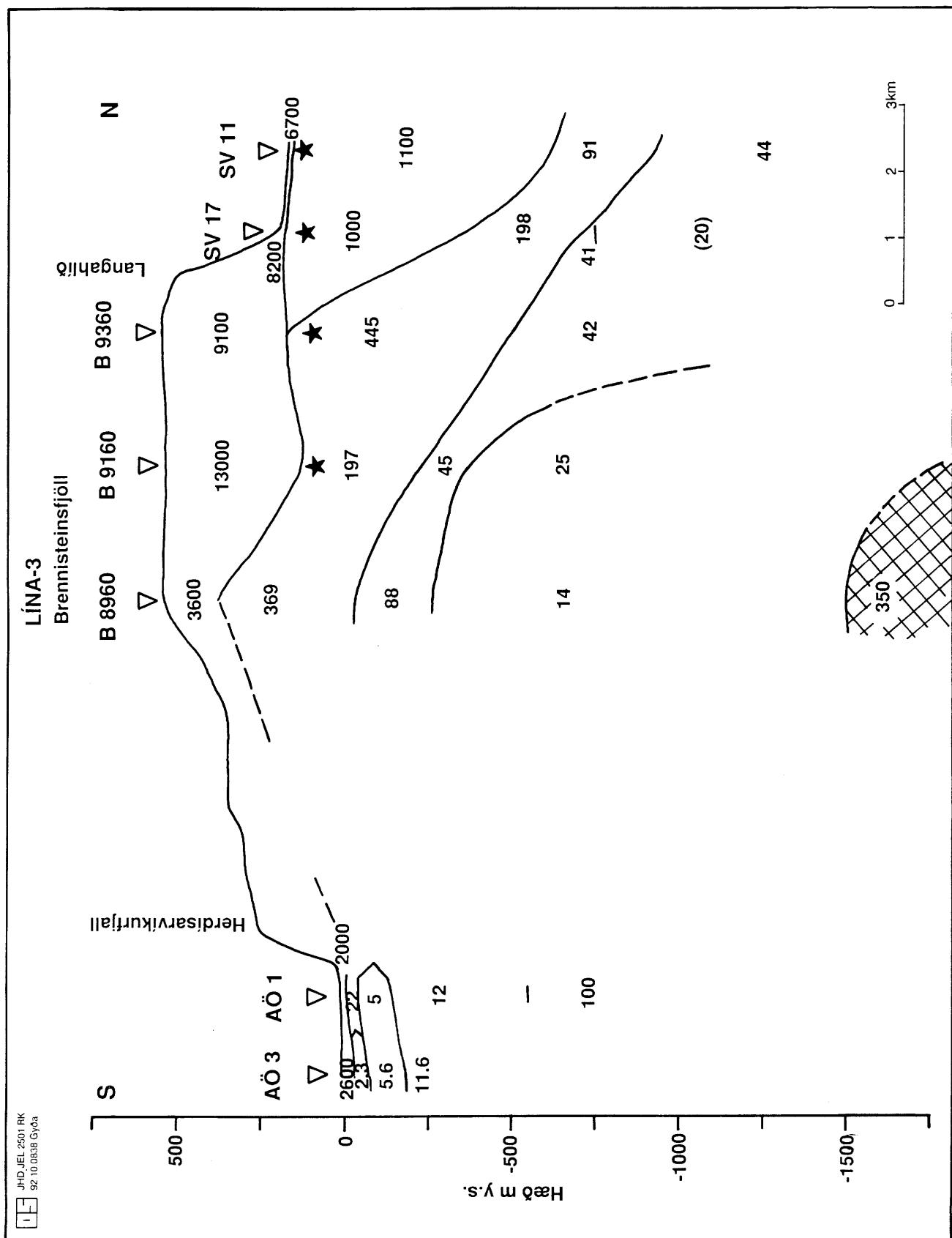
Mynd 2. Staðsetning TEM-mælinga.



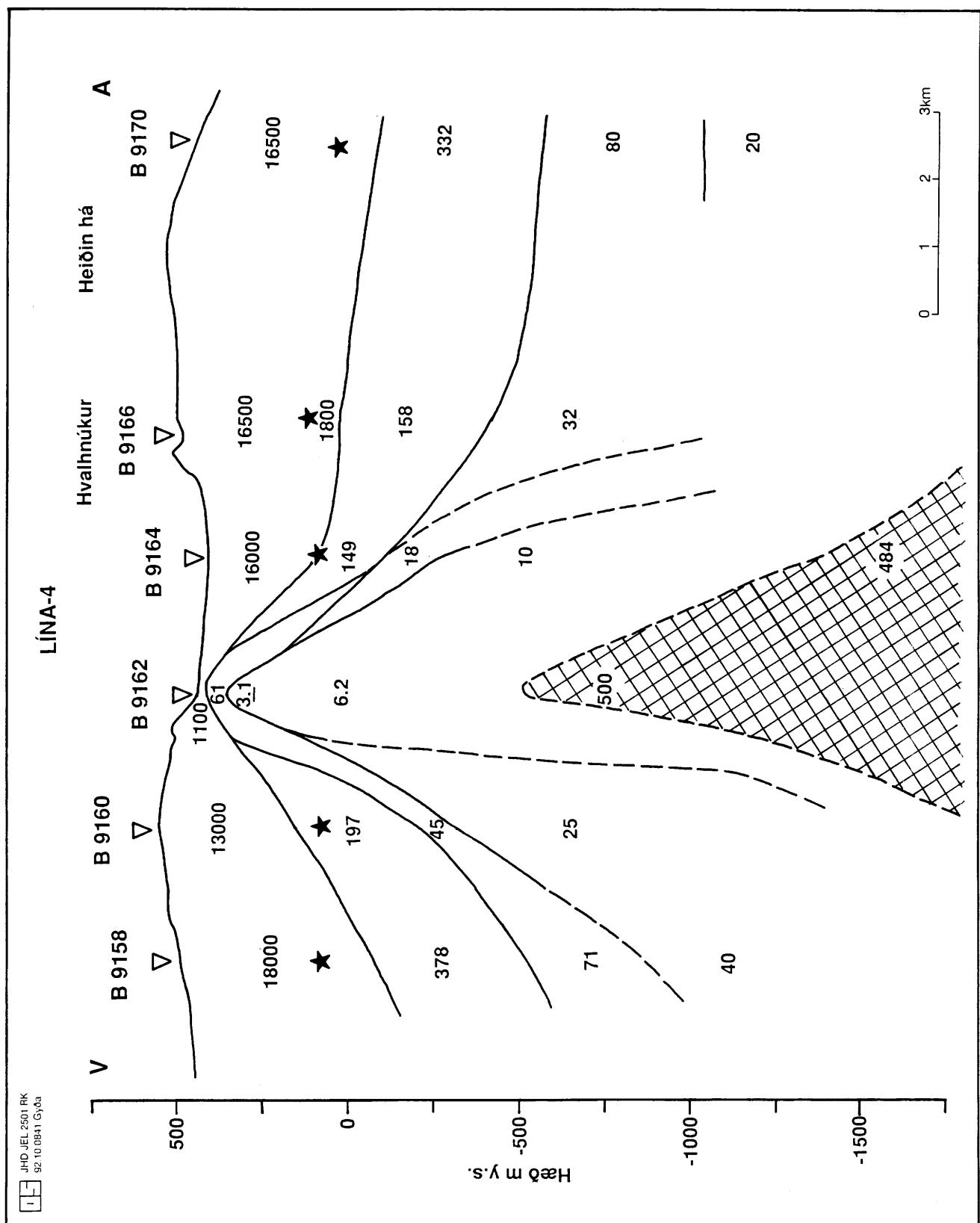
Mynd 3. Lína 1, Snið.



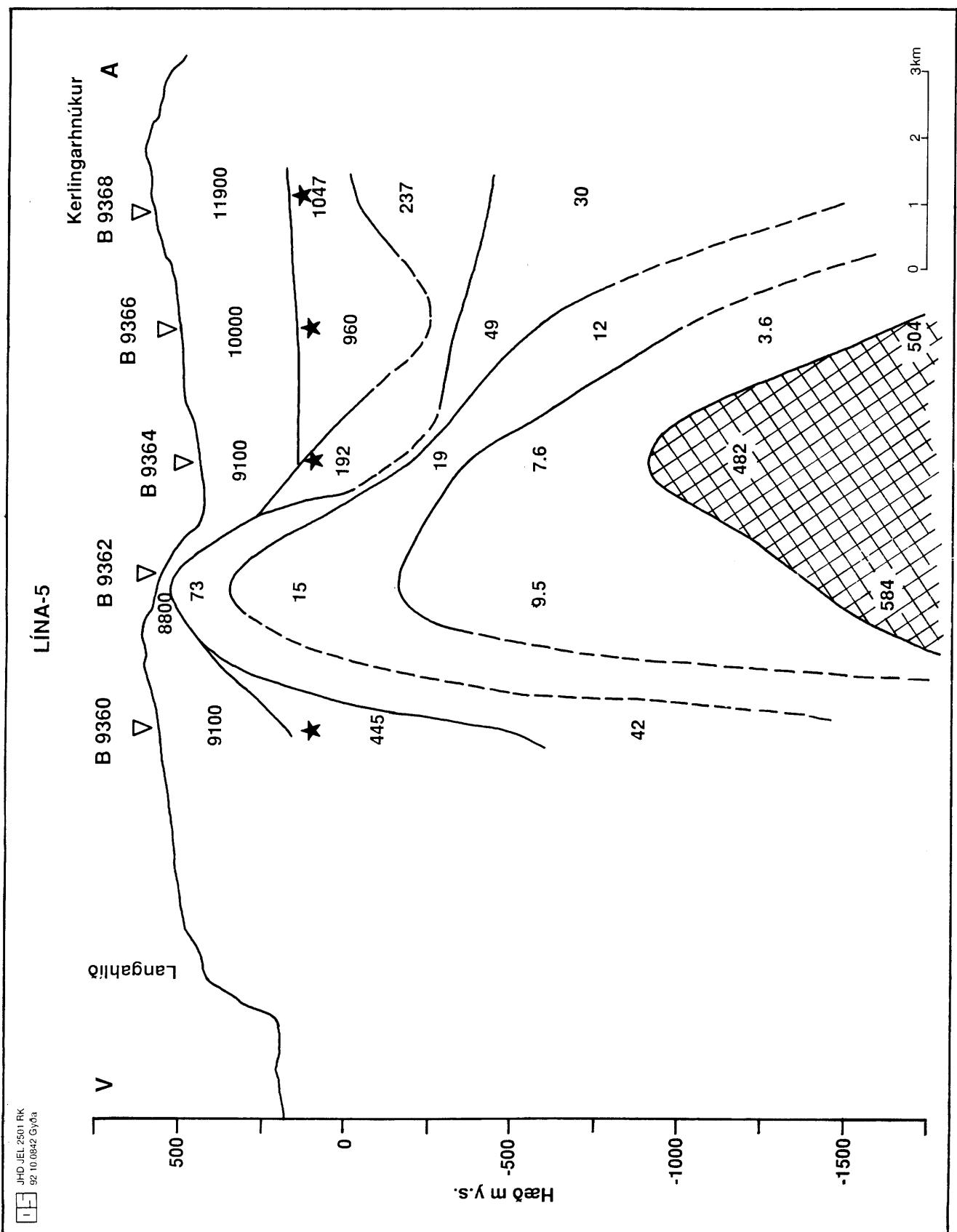
Mynd 4. Lína 2, Snið.



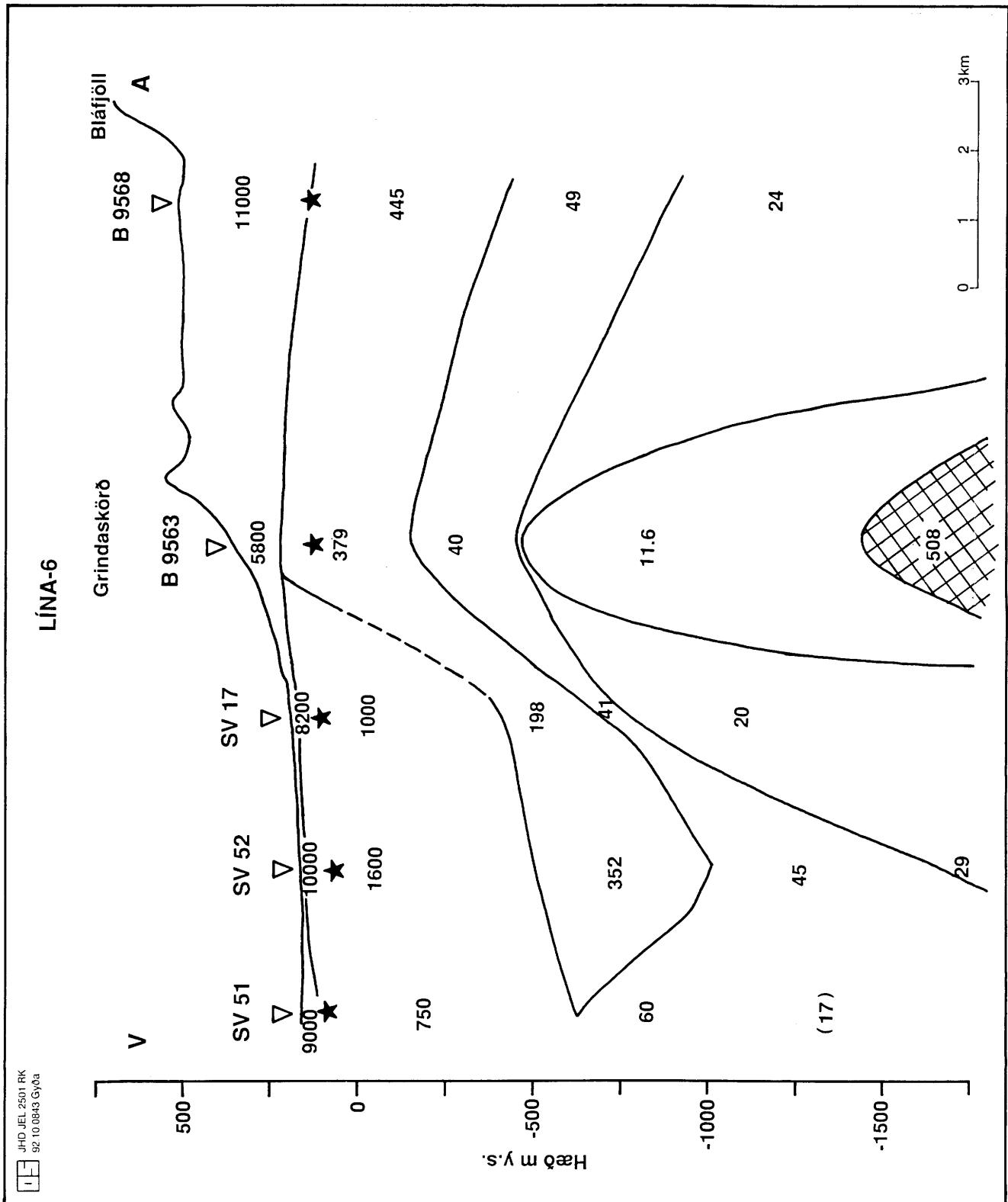
**Mynd 5.** Lína 3, Snið.



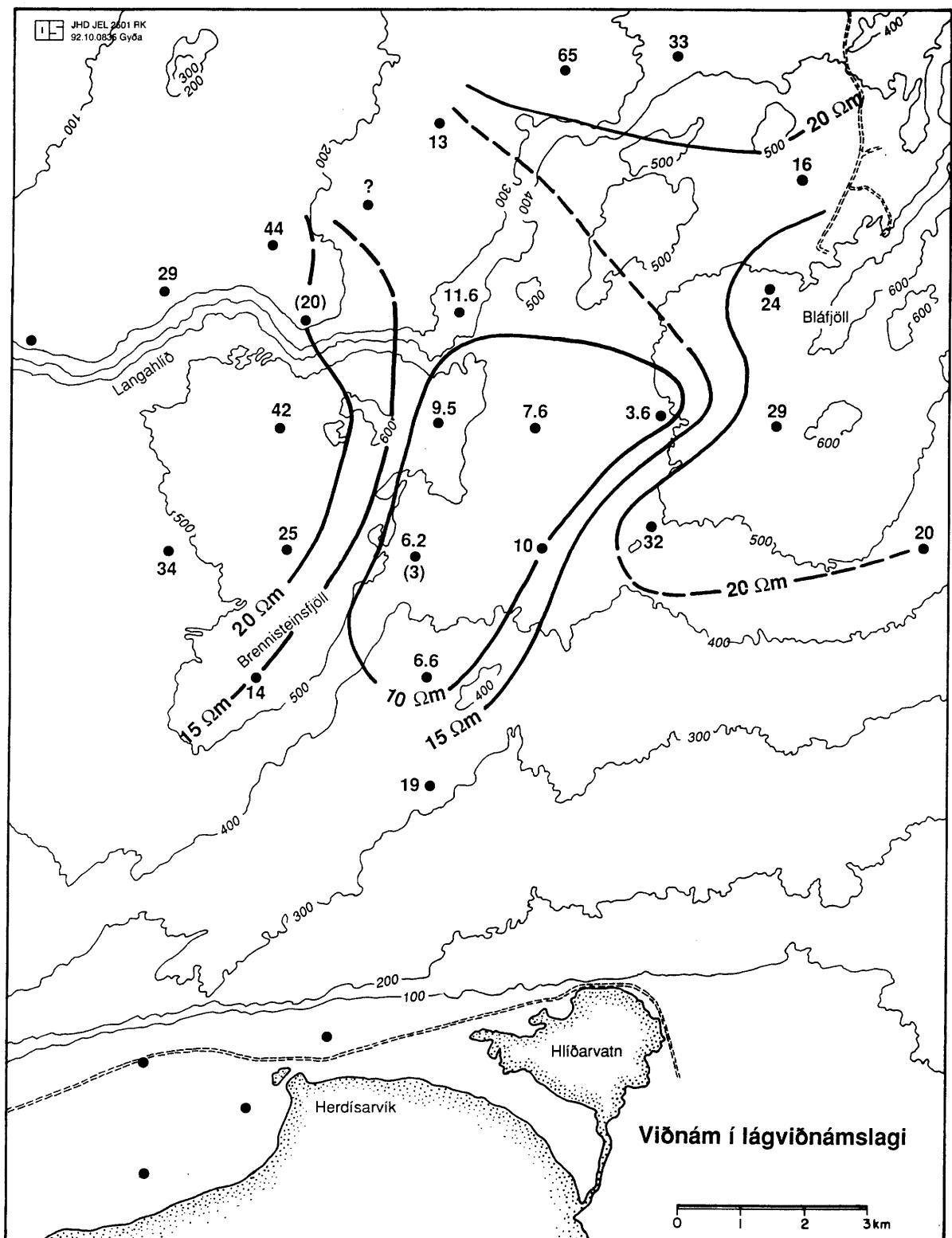
Mynd 6. Lína 4, Snið.



Mynd 7. Lína 5, Snið.



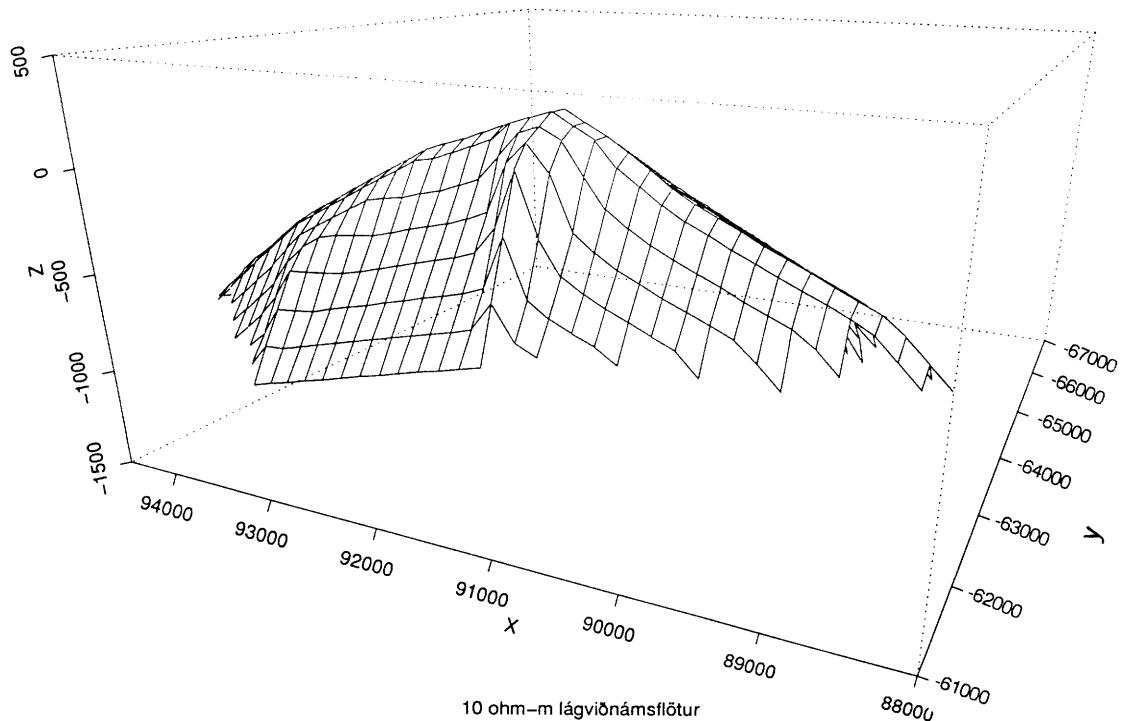
Mynd 8. Lína 6, Snið.



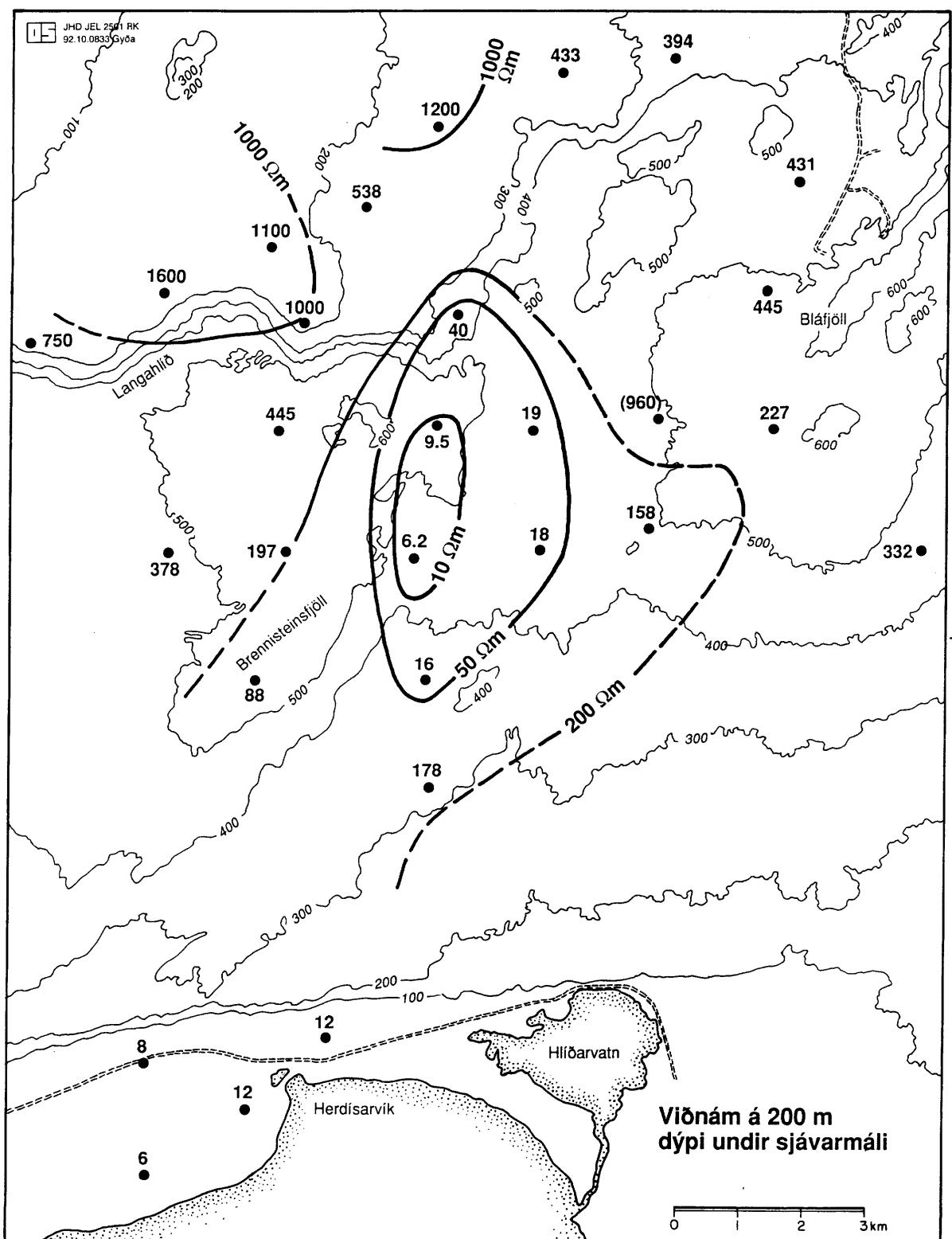
Mynd 9. Viðnám í lágvíðnámslagi.

JHD JEL 2501 RK  
92.11.0911 T

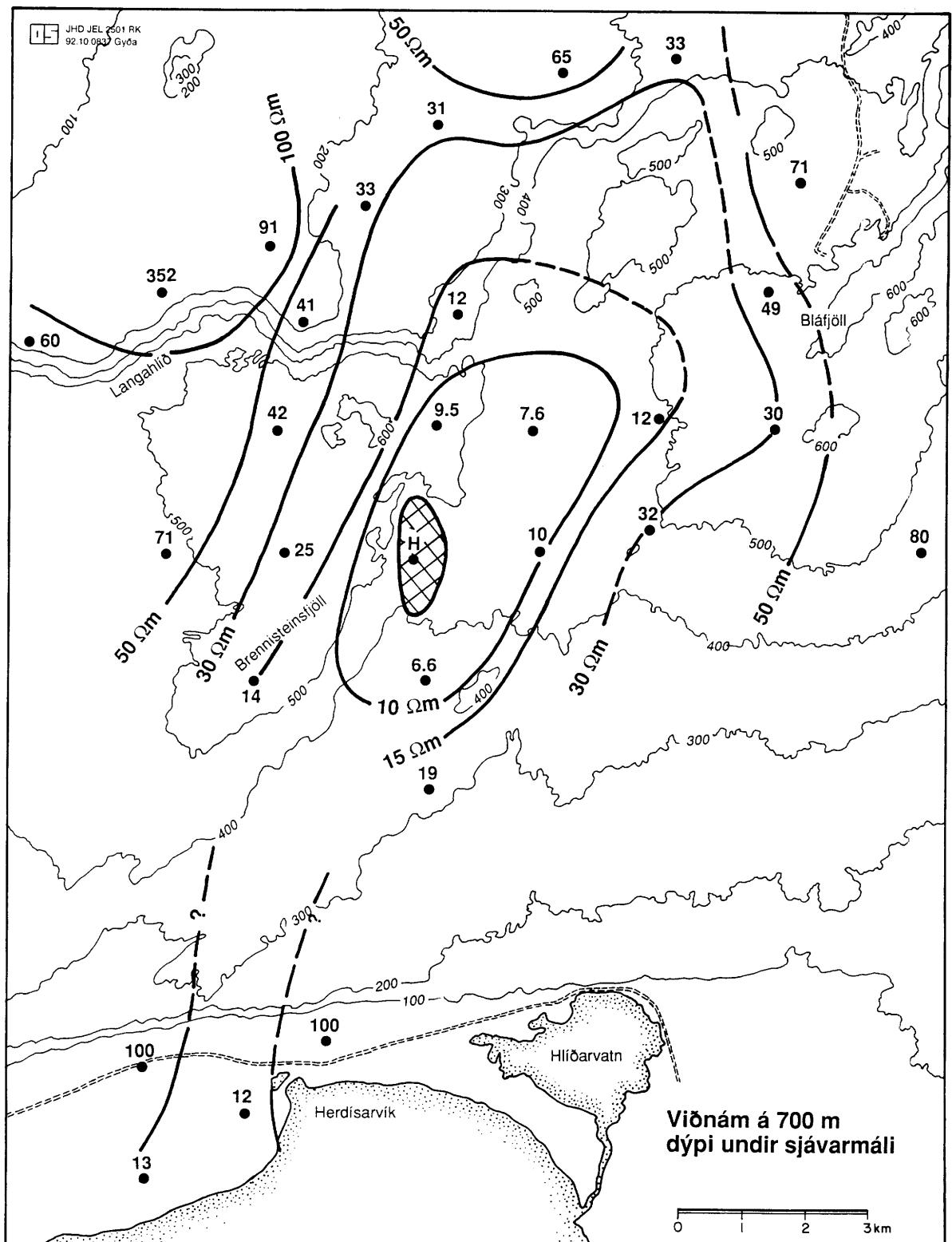
Brennisteinsfjöll



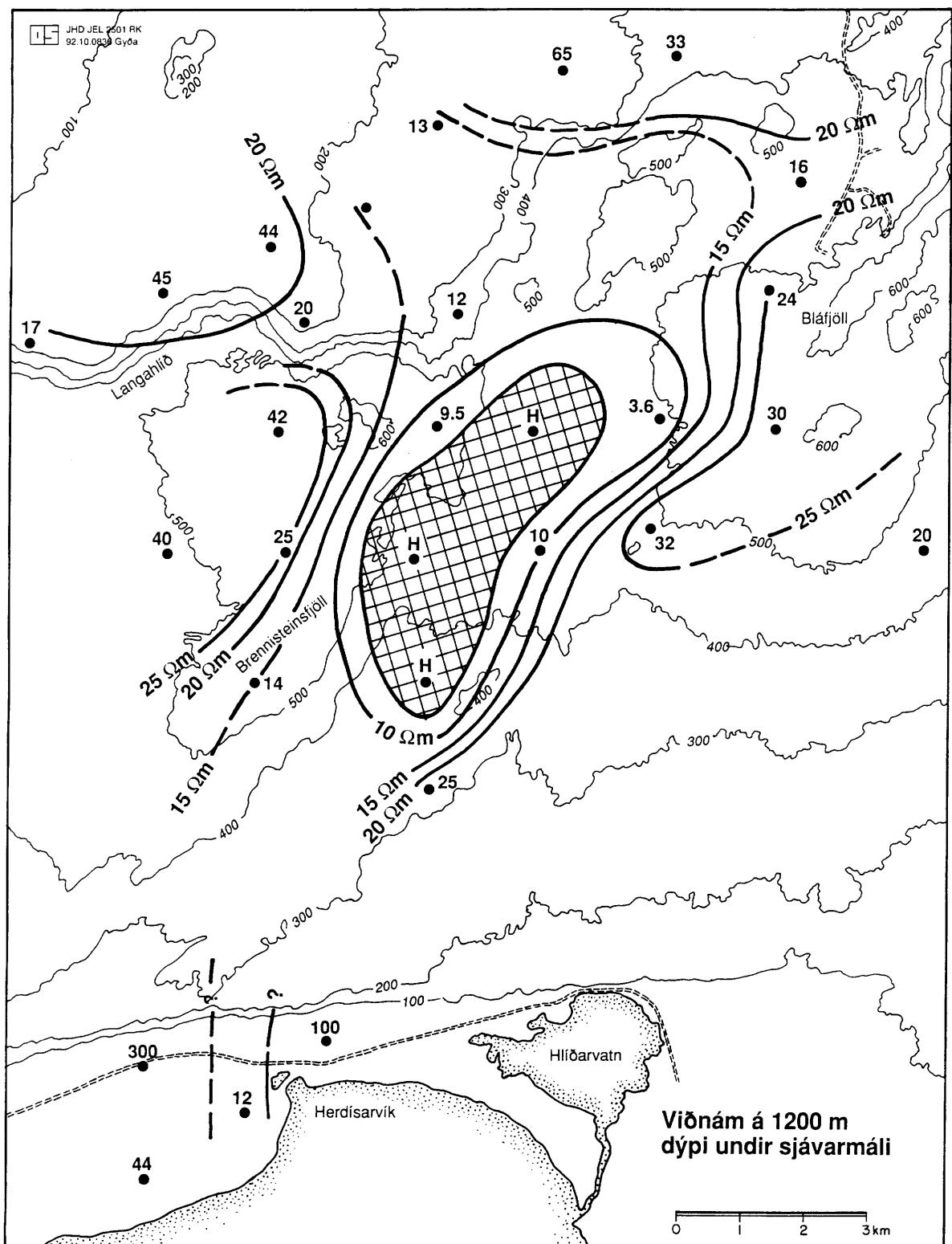
**Mynd 10.** Dýpi á lágviðnámslag, þrívíddarmynd.



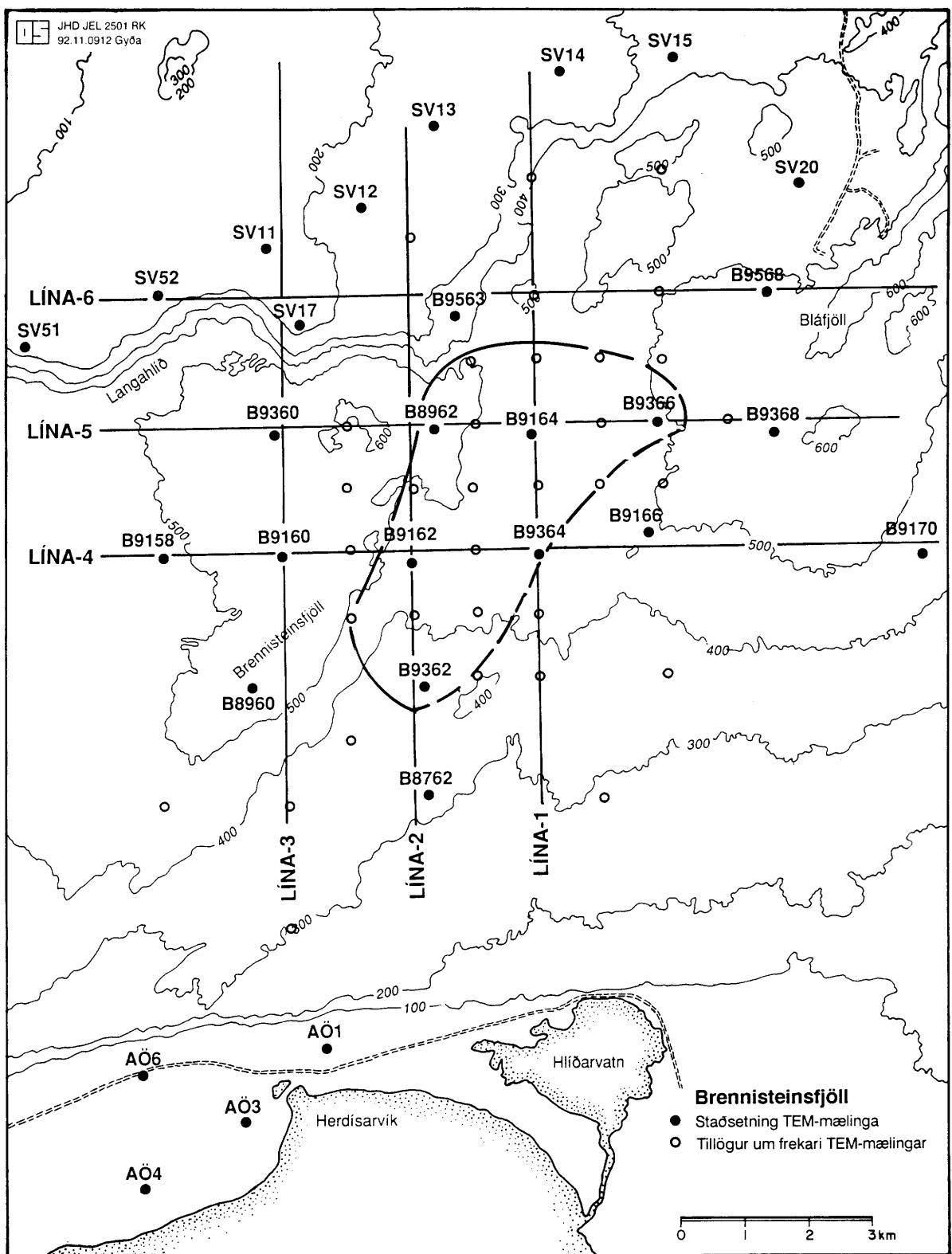
**Mynd 11.** Viðnám á 200 m dýpi undir sjávarmáli.



Mynd 12. Viðnám á 700 m dýpi undir sjávarmáli.



Mynd 13. Viðnám á 1200 m dýpi undir sjávarmáli.



Mynd 14. Tillögur um viðbótarmælingar.