



ORKUSTOFNUN

RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri

Námafjall

TEM-viðnámsmælingar 2001

Ragna Karlsdóttir

Unnið fyrir Landsvirkjun

2002

OS-2002/057



ORKUSTOFNUN
Rannsóknasvið

Verknr.: 8-630658

Ragna Karlsdóttir

Námafjall

TEM-viðnámsmælingar 2001

Unnið fyrir Landsvirkjun

OS-2002/057

Desember 2002

ORKUSTOFNUN – RANNSÓKNASVIÐ

Reykjavík: Grensásvegi 9, 108 Rvk. – Sími: 569 6000 – Fax: 568 8896

Akureyri: Háskólinn á Akureyri, Sólborg v. Norðurslóð, 600 Ak.

Sími: 463 0559 – Fax: 463 0560

Netfang: os@os.is – Veffang: <http://www.os.is>



Skýrsla nr.: OS-2002/057	Dags.: Desember 2002	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Námafjall TEM-viðnámsmælingar 2001		Upplag: 40
		Fjöldi síðna: 68
Höfundar: Ragna Karlsdóttir		Verkefnisstjóri: Ásgrímur Guðmundsson
Gerð skýrslu / Verkstig: Rannsókn háhitasvæðis, framhald viðnámsmælinga		Verknúmer: 8-630658
Unnið fyrir: Landsvirkjun		
Samvinnuaðilar:		
<p>Útdráttur:</p> <p>Gerð er grein fyrir viðnámsmælingum á Námafjallssvæði og milli Námafjalls og Kröflu til að kanna tengsl háhitakerfanna. Viðnámsmælingarnar sýna að Námafjallssvæðið er sérstakt háhitakerfi og er grynnst á það undir og rétt sunnan við Námaskarð. Stærð háhitakerfisins er miðuð við þann flót er lágvíðnámskápan umlykur á þúsund metra dýpi og er um 20 fekilómetrar. Þetta er nokkuð stærra en en áætlað var fyrir. Greinileg tenging er á milli Námafjalls- og Kröflisvæðis, en ákveðnar vísbindingar gefa til kynna að kæling hafi átt sér stað þar sem svæðin tengjast.</p>		
Lykilorð: Háhitasvæði, viðnámsmælingar, eðlisviðnám, viðnámssnið, viðnámskort, Námafjall, Krafla	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirlæsing af: ÁsG, PI	

Efnisyfirlit

1	INNGANGUR.....	5
2	SAMBAND EÐLISVIÐNÁMS OG JARDHITA	5
3	FRAMKVÆMD MÆLINGA	6
4	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA	10
4.1	Viðnámssnið	10
4.2	Jafnviðnámskort.....	12
5	SAMANTEKT	13

TÖFLUR

Tafla 1. <i>Heiti og hnit TEM-mælinga á Námafjallssvæði 2001.</i>	7
Tafla 2. <i>Heiti og hnit TEM-mælinga á Námafjallssvæði 1992.</i>	8

MYNDIR

Mynd 1. <i>Námafjall. Lega viðnámssniða.</i>	9
Mynd 2. <i>Námafjall – Viðnámssnið AV1.</i>	14
Mynd 3. <i>Námafjall – Viðnámssnið AV2.</i>	15
Mynd 4. <i>Námafjall – Viðnámssnið AV3.</i>	16
Mynd 5. <i>Námafjall – Viðnámssnið AV4.</i>	17
Mynd 6. <i>Námafjall – Viðnámssnið AV5.</i>	18
Mynd 7. <i>Námafjall – Viðnámssnið AV6.</i>	19
Mynd 8. <i>Námafjall – Viðnámssnið AV7.</i>	20
Mynd 9. <i>Námafjall – Viðnámssnið AV8.</i>	21
Mynd 10. <i>Námafjall – Viðnámssnið NS1.</i>	22
Mynd 11. <i>Námafjall – Viðnámssnið NS2.</i>	23
Mynd 12. <i>Námafjall – Viðnámssnið NS3.</i>	24
Mynd 13. <i>Námafjall – Viðnámssnið NS4.</i>	25
Mynd 14. <i>Námafjall – Viðnámssnið NS5.</i>	26
Mynd 15. <i>Námafjall – Viðnámssnið NS18.</i>	27
Mynd 16. <i>Námafjall – Viðnámskort 400 m y.s.</i>	28
Mynd 17. <i>Námafjall – Viðnámskort 300 m y.s.</i>	29
Mynd 18. <i>Námafjall – Viðnámskort 200 m y.s.</i>	30
Mynd 19. <i>Námafjall – Viðnámskort 100 m y.s.</i>	31
Mynd 20. <i>Námafjall – Viðnámskort við sjávarmál.</i>	32
Mynd 21. <i>Námafjall – Viðnámskort 100 m u.s.</i>	33
Mynd 22. <i>Námafjall – Viðnámskort 200 m u.s.</i>	34
Mynd 23. <i>Námafjall – Viðnámskort 300 m u.s.</i>	35
Mynd 24. <i>Námafjall – Viðnámskort 400 m u.s.</i>	36
Mynd 25. <i>Námafjall – Viðnámskort 500 m u.s.</i>	37
Mynd 26. <i>Námafjall – Viðnámskort 600 m u.s.</i>	38

1 INNGANGUR

Um og eftir 1970 fóru fram viðamiklar jarðhitarannsóknir á Kröflu- og Námafjalls-svæðinu, þar sem viðnámsmælingum var beitt til að kanna stærð jarðhitakerfanna. Viðnámsmælingar, sem beitt var á þeim tíma við jarðhitarannsóknir voru svonefndar jafnstraumsaðferðir, þ.e. dýptarmælingar með Schlumberger-uppsetningu og lengdar-mælingar með Wenner-uppsetningu. Jafnstraumsaðferðir hafa þær takmarkanir að mjög erfitt er að senda rafstraum niður í jörðina þar sem mjög hátt viðnám er í yfirborði, en þannig háttar gjarnan til á háhitasvæðum með ung ógróin hraun á yfirborði. Einnig "sjá" jafnstraumsmælingar illa í gegnum mjög leiðandi lög, líkt og leirummyndun háhitasvæðanna, og má segja að viðnámsmælingarnar frá 1970–1978 gefi mynd af viðnáminu niður á 300–500 metra dýpi.

TEM-viðnámsmælingar, sem eru rafsegul-mælingar, tóku við af jafnstraums-mæling-unum og var fyrst beitt á háhitasvæði á Nesjavöllum 1987. TEM-mælingarnar hafa betri upplausn til að greina viðnámsskipan niður á 1000–1200 metra dýpi. Þær eru því vel til þess fallnar að greina umfang háhitasvæðis í efsta kílómetra jarðskorpunnar.

TEM-mælingum var fyrst beitt á Námafjallssvæði 1992, en á Kröflusvæði hófust slíkar mælingar árið 1991 og síðan bætt við þær 1993. Árið 1998 var svo lokið við að mæla yfir alla Kröflöskjuna. Þegar hér var komið sögu var áltið, af niðurstöðum mælinganna, að Krafla og Námafjall væru tvö aðskilin háhitakerfi, en ekki voru mælingar til að sýna hvernig eða hvort þau tengjast. Síðan var bætt við mælingum á milli svæðanna árið 2001, og jafnframt fjölgæð mælingum á Námafjallssvæðinu.

Í skýrslu þeirri sem hér birtist er gerð grein fyrir niðurstöðum mælinganna frá 2001.

2 SAMBAND EÐLISVIÐNÁMS OG JARÐHITA

Ástæða þess að viðnámsmælingum er beitt við jarðhitarannsóknir er sú að berg, mettað heitu vatni leiðir betur rafstraum en þurr kalt berg. Eðlisviðnám í vatns-mettuðu bergi er auk þess háð poruhluta bergsins, viðnámi vatnsins, hitastigi og ummyndun bergsins. Þessir þættir spila saman á flókinn hátt og er það samspli ekki skilið að fullu. Við rannsóknir á háhitasvæðinu á Nesjavöllum 1985 og 1986 fékkst allítarleg mynd af viðnámsskipan jarðhitakerfisins og sú mynd borin saman við umfangsmikil gögn úr borholum (Knútur Árnason o. fl., 1986,1987,1987a). Sá samanburður leiddi í ljós góða fylgni milli hitastigs, ummyndunar og eðlisviðnáms. Þar sem ríkir jafnvægi á milli ummyndunar og berghita kemur fram ákveðin beltaskipting í ríkjandi ummyndunarsteindum (Hrefna Kristmannsdóttir, 1979). Við hitastig frá 50–100°C og upp í 200°C eru smektít og zeólítar ráðandi ummyndunarsteindir. Frá 200°C upp í 230°C eru zeólítar horfnir og smektít hefur þróast yfir í blandlagssteindir. Ofan við 230°C hafa blandlagssteindirnar þróast yfir í klórít og um og ofan við 250°C eru klórít og epidót ráðandi ummyndunarsteindir.

Samanburður ummyndunarbeltanna við niðurstöður viðnámsmælinganna leiddi í ljós góða fylgni. Einkennandi viðnámsmynd af háhitasvæði er hátt viðnám 10.000–20.000 Ωm í yfirborði (ógróið hraun), viðnámslækkun niður í 500–1000 Ωm við vatnsborð, lágvíðnámskápa með $< 10 \Omega\text{m}$ utan á hávíðnámskjarna með viðnámi allt að því stærðargráðu hærra. Samanburður á eðlisviðnámi og berghita og ummyndun í Nesjavallakerfinu leiddi í ljós að lágvíðnámskápan svarar til smektít-zeolítabeltisins við hitastig 50–200°C. Hávíðnámskjarninn svarar til klórít- epidótabeltisins við hitastig >230°C. Orsök mismunandi leiðni í ummyndunarbeltnum liggur í jónaskiptaeigin-

leikum einstakra steinda. Smektít og blandlagssteindirnar eru lagsíliköt með lausbundnar jónir og því mikla jónaskiptaeiginleika og þar af leiðandi mikla leiðni. Í klóríti eru jónirnar hins vegar bundnar í kristalgrind og viðnámið því miklu hærra en í leirsteindunum (Deer o.fl.1962).

Ljóst er að viðnámsmælingarnar gefa mynd af ummyndun kerfisins. Samsvörun á milli eðlisviðnáms og berghita er því aðeins fyrir hendi að jafnvægi ríki milli ummyndunar og berghita. Samsvarandi rannsóknir á öðrum háhitakerfum gefa sömu niðurstöður (Ragna Karlsdóttir, 1993; Knútur Árnason og Ragna Karlsdóttir, 1996).

3 FRAMKVÆMD MÆLINGA

Mælt var í mars 2001, alls 33 mælingar. Mælingamenn voru Hjálmar Eysteinsson og Ingvar Þór Magnússon jarðeðlisfræðingar á Rannsóknasviði Orkustofnunar. Tvær mælinganna höfðu 200x200 metra straumlykkju, vegna brengsla, uppi á Námafjalli annars vegar og uppi á Dalfjalli hins vegar, en aðrar mælingar höfðu 300x300 metra straumlykkju samkvæmt venju. Óvenju snjólétt var, og því oft erfitt að koma mælitækjum á mælistáð á snjósleða eins og venja er. Einnig gerði háspennulína mælingamönnum erfitt fyrir, en það er mælingum óhollt að vera of nærrí þeim. Mælingar gengu vel miðað við aðstæður og náðust 33 mælingar á 10 dögum.

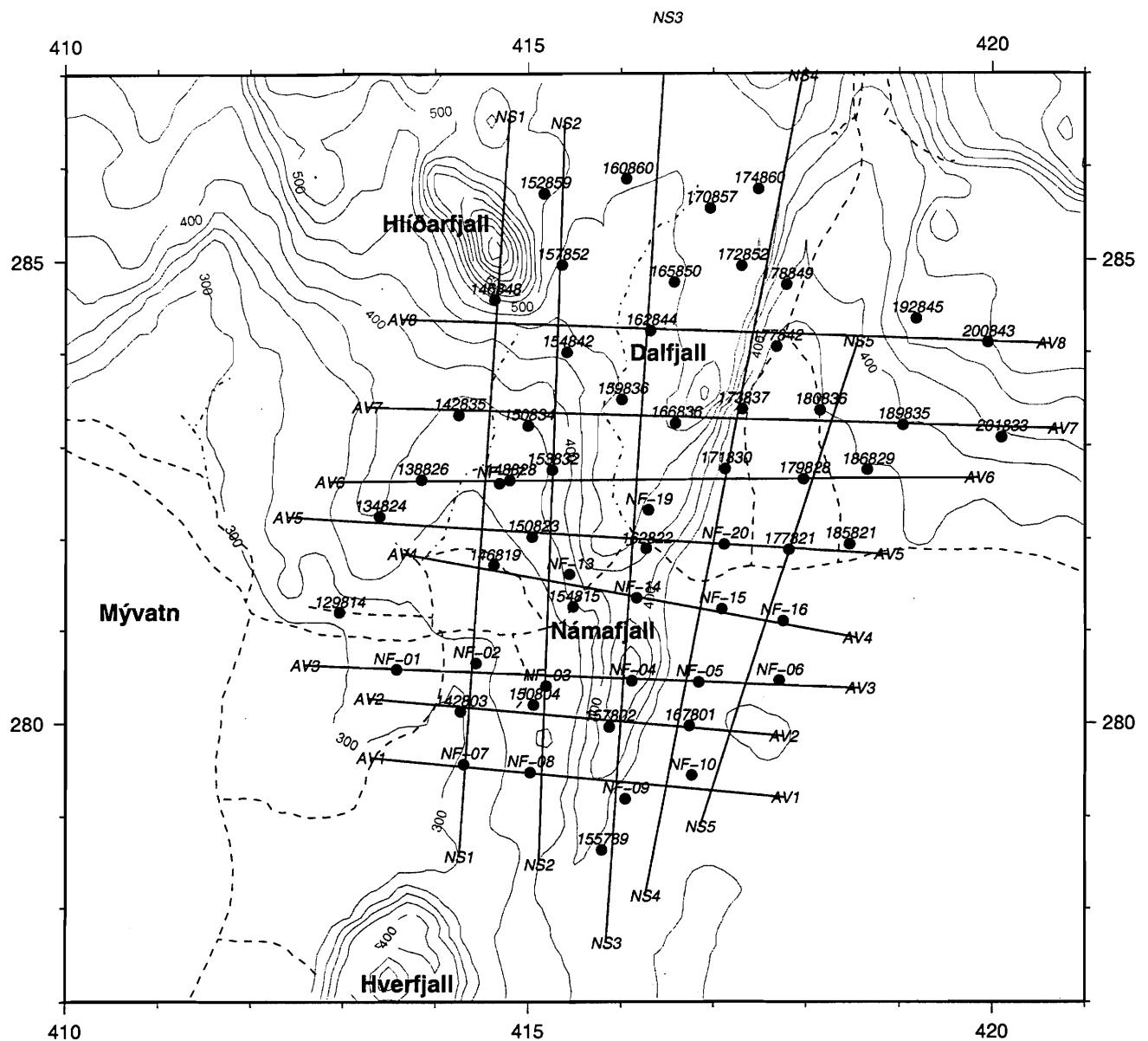
Heiti mælinga og hnit þeirra birtast í töflum 1 og 2 og staðsetning viðnámssniða er sýnd á mynd 1.

Tafla 1. *Heiti og hnit TEM-mælinga á Námafjallssvæði 2001.*

Mæling	Hnit A-V (WGS84)	Hnit (WGS84)	N-S	Hæð (m.y.s.)	Aths.
129814	28412963	7281189	300		Trufluð v/girð.
134824	28413394	7282237	390		Trufluð v/síma
138826	28413848	7282633	375		
142803	28414269	7280122	310		
142835	28414249	7283324	370		
146819	28414626	7281707	322		
148828	28414798	7282629	356		Trufluð v/síma
150804	28415055	7280196	335		
150823	28415040	7282020	355		
150834	28414993	7283214	377		
153832	28415254	7282742	360		
154815	28415483	7281250	380		
154842	28415410	7284002	420		
155789	28415791	7278636	375		
157802	28415870	7279961	425		
158847					Ónýt v/hássp.
159836	28416006	7283493	465		
162822	28416270	7281890	435		
162844	28416315	7284235	460		
166836	28416590	7283237	500		
167801	28416742	7279970	365		
171830	28417128	7282752	366		
173837	28417317	7283391	375		
177821	28417818	7281878	248		
177842	28417686	7284061	385		
178849	28417794	7284734	388		Trufluð v/hássp.
179828	28417975	7282639	365		
180836	28418154	7283377	390		
185821	28418467	7281936	361		
186829	28418656	7282737	367		
189835	28419035	7283219	410		
192845	28419182	7284362	480		Trufluð v/hássp.
200843	28419946	7284105	490		Trufluð v/hássp.

Tafla 2. Heiti og hnit TEM-mælinga á Námafellssvæði 1992.

Mæling	Hnit (WGS84)	N-S	Hnit (WGS84)	A-V	Hæð (m.y.s.)	Aths.
NF01	28413579		7280574		310	
NF02	28414433		7280644		335	
NF03	28415192		7280397		335	
NF04	28416115		7280454		470	
NF05	28416845		7280438		365	
NF06	28417717		7280457		360	
NF07	28414301		7279559		320	
NF08	28415018		7279475		335	
NF09	28416046		7279192		360	
NF10	28416767		7279441		355	
NF13	28415440		7281607		370	
NF14	28416168		7281651		450	
NF15	28417093		7281227		355	
NF16	28417757		7281096		255	
NF17	28414686		7282593		390	Trufluð v/síma
NF19	28416294		7282307		460	
NF20	28417117		7281937		355	



Mynd 1. Námafjall. Lega viðnámssniða.

4 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

Niðurstöður mælinganna eru sýndar sem viðnámssnið og jafnviðnámskort.

4.1 Viðnámssnið

Á viðnámssniðunum eru sýndar niðurstöður tvenns konar túlkunar, þ.e.a.s. annars vegar lagskipts líkans með fáum lögum, oftast 4–6, og hins vegar líkans, sem gerir ráð fyrir „ótal” mörgum, (20–30) lögum og gefa þannig mynd af samfelldari breytingu í viðnámi með dýpi. Lega sniðanna er sýnd á mynd 1.

Viðnámsskipan á Námafjallssvæði skýrist af háviðnámskjarna með utanáliggjandi lágvíðnámskápu. Viðnám í lágvíðnámskápunni er <10 ohmm en oft má sjá lágvíðnámslag í framhaldi eða utan á lágvíðnámskápunni með 10–20 ohmm. Utan áhrifa jarðhitakerfisins er einkennandi lagskipting: hátt yfirborð (>100 ohmm), lækkandi viðnám við grunnvatnsborð í 50–100 ohmm og enn lægra eða 20–50 ohmm með dýpi. Þetta 20–50 ohmm lag leggst oft utan á lágvíðnámslög jarðhitakerfisins. Hér á eftir er drepið á helstu drætti í hverju viðnámssniði.

Snið AV1 (mynd 2) liggur austur-vestur syðst á mælisvæðinu. Það sker ekki sjálft jarðhitakerfið en áhrifa þess gætir, því að 10–16 ohmm lágvíðnámslagið sést á 500–1000 m u.s.

Snið AV2 (mynd 3) liggur austur vestur um það bil kílómeter norðar. Það sker jarðhitakerfið og sést háviðnámskjarninn sem skarpur toppur upp undir, eða um 100 metra undir yfirborði. Utan á liggur þunn lágvíðnámskápa sem þykknar með dýpi.

Snið AV3 (mynd 4) liggur austur-vestur yfir Ytri Námakollu og Bjarnarflag. Háviðnámskjarninn nær upp undir yfirborð (370 m y.s.) í Ytri Námakollu og vestar undir Jarðbaðshólum er eins og lægri toppur. Lágvíðnámskápan nær upp í yfirborð yfir há toppnum og þykknar verulega með dýpi til austurs og vesturs. Um leið hækkar viðnámið í lágvíðnámskápunni eða lágvíðnámslagið með 10–20 ohmm viðnámi tekur við.

Snið AV4 (mynd 5) liggur austur-vestur yfir Námafjall og yfir Hverarönd austan við. Háviðnámskjarninn nær ekki eins hátt (100 m y.s.), en lágvíðnámskápan er miklu þykkari hér og nær upp í yfirborð. Lágvíðnámslagið með 10–20 ohmm liggur utan á lágvíðnámskápunni og dýpkar á það út frá jarðhitakerfinu.

Snið AV5 (mynd 6) liggur austur-vestur yfir Námaskarð. Aftur hækkar toppur háviðnámskjarnans (270 m y.s.) og lágvíðnámskápan liggur eins og þunnt skæni utan á honum. Utan á til hliðanna liggur lágvíðnámslagið (10–20 ohmm) og virðist þykna með dýpi.

Snið AV6 (mynd 7) liggur austur-vestur yfir Dalfjall. Háviðnámskjarninn er hæst í um 100 m y.s. og hér er lágvíðnámskápan slitrótt og líkt og lágvíðnámslagið með 10–20 ohmm viðnáminu taki við. Einnig er hægt að líta svo á að þetta lágvíðnámslag sé eins konar lágvíðnámskápa, en með aðeins hærra viðnámi þ.e. að viðnámið í lágvíðnámskápunni hækki frá <10 ohmm upp í 10–15 ohmm (hér).

Snið AV7 (mynd 8) liggur austur-vestur yfir Dalfjall. Háviðnámskjarninn nær hæst í um 150 m y.s. og lágvíðnámskápan liggur eins og skæni yfir toppinn. Í þessu sniði sést vel út fyrir jarðhitakerfið og hve regluleg viðnámsskipanin er utan áhrifa frá jarðhitakerfinu.

Snið AV8 (mynd 9), sem er nyrsta sniðið, liggur austur-vestur yfir Dalfjall og Hlíðardal og sker hlíðarfót Hlíðarfjalls að sunnanverðu. Toppurinn á háviðnámskjarnanum er í 200m y.s. og smá skæni af lágviðnámskápu yfir háróppnum en austur af tekur við lágviðnámslag með 10–14 ohmm.

Af framansögðu sést að jarðhitakerfið er vel afmarkað á þrjá vegu, þ.e. til vesturs, suðurs og austurs. Til norðurs lækkar aðeins á kerfið og það verður umfangsmeira. Þetta skýrist betur við skoðun norður-suður sniða í gegnum kerfið og einnig sést þar tengingin við Kröflukerfið.

Snið NS1 (mynd 10) liggur norður-suður, þ.e. suður af Hlíðarfjalli og vestan við Bjarnarflag. Það sker jaðar jarðhitakerfisins og er háviðnámskjarninn á 400 m dýpi undir yfirborði eða í 100 m u.s.

Snið NS2 (mynd 11) liggur norður suður um Bjarnarflag og sker enn sneið af jarðhitakerfinu. Háviðnámskjarninn nær hæst í um 300 m y.s. og er kerfið enn afmarkað til norðurs og suðurs.

Snið NS3 (mynd 12) liggur norður suður um Dalfjall og Námafjall nánast eftir háhrygg Námafjallskerfisins. Hér sést glöggjt tenging við Kröflukerfið. Háviðnámskjarninn nær upp í yfirborð (tæplega 400 m y.s.) í Námafjalli og lækkar á hann til norðurs niður í um 100 m y.s. SV af Hlíðarfjalli. Þá hækkar aftur á hann til norðurs í um 250 m y.s. en þar sker sniðið Kröflukerfið vestan Príhyrninga. Greinileg lágviðnámskápa liggur utan á Námafjallskerfinu en þar sem lækkar á háviðnámskjarnann vestur af Hlíðarfjalli tekur við lágviðnámslag með ívið hærra viðnámi en í sjálfrí lágviðnámskápunni (11–13 ohmm). Einnig er hægt að orða það þannig að viðnámið hækki í lagviðnámskápunni þar sem tengingen er á milli háhitakerfanna, annars vegar í Námafjalli og hins vegar í Kröflu.

Snið NS4 (mynd 13) liggur norður suður um Hverarönd og norður undir Hvítihólkklif. Það sker Námafjallskerfið þar sem farið er að dýpka á það til austurs. Þar fyrir norðan leggst lágviðnámslagið (10–14 ohmm) utan á háviðnámskjarnann í stað lágviðnámskápunnar líkt og í sniðinu á undan (NS3). Þar kemur líka eins og dæld í jarðhitakerfið sem líta má á sem tengingu á milli Námafjalls- og Kröflukerfisins.

Jarðhitakerfin tengjast með mjóu hafti sem er 2–3 km þvert yfir, og er austur af Hlíðarfjalli. Athyglisvert er að lækkun er á háviðnámskjarnanum og hann er eins og söðullaga. Utan á háviðnámskjarnanum er „lágviðnámskápa” með 10–15 ohmm viðnámi auk þess sem í efsta hluti háviðnámskjarnans er „lágt” viðnám eða 20–30 ohmm. Þessar aðstæður geta bent til þess að ummyndun sé ekki í jafnvægi við hita á þessum slóðum og getur bent til kólnunar á þessu svæði. Þetta verður rætt síðar.

Snið NS5 (mynd 14) liggur norður suður um 1 km austan við Hverarönd og norður Hlíðardal. Sniðið rétt nartar í háviðnámskjarnann, sem kominn er á 400 m u.s. Lágviðnámskápan liggur yfir topp háviðnámskjarnans og þykkt lag með 10–20 ohmm viðnámi þar utan á. Ofan við er regluleg lagskipting, ótrufluð af jarðhitananum.

Til að sýna betur tengingu og samanburð við Kröflusvæðið er að lokum sýnt snið NS18 (mynd 15), sem er beint framhald til norðurs af sniðinu NS4 í Námafjalli. Sniðið NS18 liggur um 1 km vestan Hvítihóla og yfir Leirhnúk. Sniðið er teiknað í sama mælikvarða og Námafjallssniðin. Við Leirhnúk sést sami karakter og í Námafjalli þ.e. lágviðnámskápa utan á háviðnámskjarna með háu viðnámi. Á milli Kröflusvæðisins og Námafjallssvæðisins tengjast svæðin með eins konar „lágviðnámskápu” með hærra viðnámi, 10–14 ohmm, og undirliggjandi „háviðnámskjarna” með lágu viðnámi.

4.2 Jafnviðnámskort

Sniðin sýna vel afmörkun Námafjallskerfisins á þrjá vegu og einnig tengingu við Kröflukerfið. Til að sjá betur lögum jarðhitakerfisins eru sýnd jafnviðnámskort, sem sýna viðnám á ákveðnu dýpi. Til stuðnings eru sýndar með á kortunum niðurstöður nokkurra mælinga sem fengnar eru frá rannsókn á Kröflukerfinu (Knútur Árnason og Ingvar Þór Magnússon, 2001).

Viðnám á 400 m y.s. (mynd 16) sýnir niðurstöður frá aðeins þeim hluta mælinganna, sem eru á Námafjalli, Dalfjalli og á norðurhluta mælisvæðisins þ.e. þeim hluta svæðisins sem rís hærra en 400 m y.s. Rauði liturinn yfir Námafjalli sýnnir hátopp jarðhitakerfisins, bæði efsta hluta háviðnámskjarnans og utanáliggjandi lágvíðnámskápu. Kortið sýnir einnig hátt viðnám á norðurhluta svæðisins. Nyrst gægist í lægra viðnám, sem tengja má áhrifum frá Kröflukerfinu.

Viðnám á 300 m y.s. (mynd 17) sýnir allt mælisvæðið auk smá skákar af mælingum á Kröflusvæði. Jarðhitakerfið í Námafjalli hefur stækkað og einnig sést stærra svæði af Kröflukerfinu. Vísbendingar eru um að Námafjallskerfið teygi sig aðeins í norðvestur.

Viðnám á 200 m y.s. (mynd 18) sýnir betur að Námafjallskerfið teygir sig til norðvesturs frá sjálfu Námafjalli og Kröflukerfið nær orðið suðvestur fyrir Hlíðarfjall. Enn eru þó skil á milli kerfanna.

Viðnám á 100 m y.s. (mynd 19) sýnir að tenging er í lágvíðnámskápunni á milli kerfanna. Hér er orðinn mjög áberandi háviðnámskjarninn í Námaskarði.

Viðnám við sjávarmál (mynd 20) sýnir samfelldan háviðnámskjarna á milli jarðhitakerfanna. Hér er jarðhitakerfið í Námafjalli líkt og aflangur hryggur, 2–2,5 km á breidd með áberandi norður suður stefnu.

Viðnám á 100 m u.s. (mynd 21) sýnir að jarðhitakerfið breikkar aðeins til vesturs og **viðnám á 200 m u.s.** (mynd 22) sýnir enn stækkun á kerfinu bæði til austurs og vesturs. Einnig sést að lágvíðnámskápan sveigir til austurs sunnan í Kröflukerfinu eða þar sem dýpkar á lágvíðnámskápuna sunnan undir Halaskógarfjalli.

Viðnám á 300 m u.s. (mynd 23) sýnir enn breikkun jarðhitsvæðisins til vesturs og umlykur lágvíðnámskápan nú lægri toppinn á háviðnámskjarnanum sem sést vestan við Bjarnarflag í sniði AV3.

Síðustu tvö sniðin **viðnám á 400 m u.s.** (mynd 24) og **viðnám á 500 m u.s.** (mynd 25) sýna enn aðeins stækkun jarðhitakerfisins til vesturs. Á þessu dýpi er sá flötur sem lágvíðnámskápan umlykur um 20 ferkílómetrar. Jaðar jarðhitakerfisins er vel afmarkaður á þrjá vegu og greinileg tenging er við Kröflukerfið.

Á svæðinu vestur af Hlíðarfjalli, eða á því svæði sem nefna má sem tengisvæði milli jarðhitakerfanna í Námafjalli og Kröflu koma fram athyglisverð atriði í viðnámsmyndinni. Háviðnámskjarni tengir jarðhitakerfin en viðnámið efst í honum er lágt á þessu svæði eða 20–30 ohmm. Viðnám í háviðnámskjarna er gjarnan a.m.k. einni stærðargráðu hærra en viðnámið í lágvíðnámskápunni, oft miklu hærra. Eiginleg lágvíðnámskápa liggur ekki utan á háviðnámskjarnanum hér á þessu svæði heldur lágvíðnámslag með 10–15 ohmm viðnámi. Þetta lágvíðnámslag má líta á sem eins konar lágvíðnámskápu, en með hærra viðnámi.

Líkur eru á að þessi viðnámsmynd gefi vísbendingar um kælingu á þessu svæði. Tilgátan er að þetta gerist á eftirfarandi hátt. Jarðhitakerfi ummyndar bergið á þann hátt sem rætt er um áður þ.e. í ystu lögum jarðhitakerfisins þar sem hitastigið er á

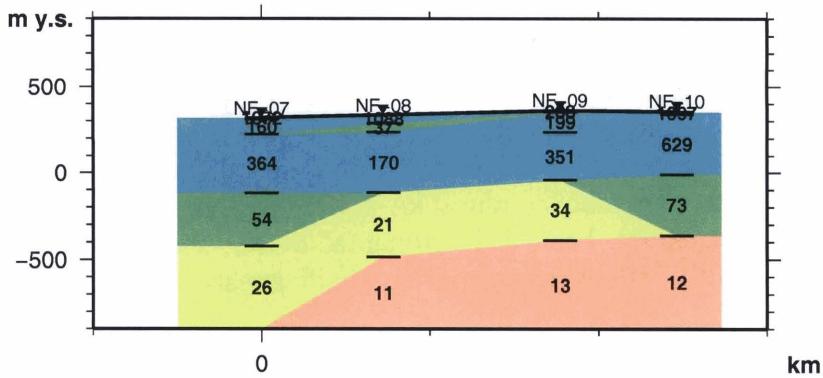
bilinu 100–230°C er vel leiðandi smektít og zeolítar (lágviðnámskápa) en í innri kjarna þess þar sem hitastigið fer yfir 230°C er torleiðandi klórít og epídót (háviðnámskjarni). Ef hitaástandið breytist og kæling verður á svæðinu leitast ummyndunin við að ná jafnvægi við „nýtt” hitaástand. Við kælinguna lækkar hitinn í efstu lögum háviðnámskjarnans og smektít og zeolítar yfirprenta „gömlu” háhita ummyndunina. Áhrif yfirprentaðrar lághitaummyndunar í háviðnámskjarnanun, ef þetta er rétt tilgáta, sést hvað best í sniðunum NS3, NS4 og Kröflusniðinu NS18 og er „lága” viðnámið í háviðnámskjarnanum aðgreint með gulum lit. Þessi viðnámsmynd sést á allstóru svæði suð-vestur og vestur af Hlíðarfjalli, allt austur í sunnanverðan Hlíðardal, í mælingum sem tilheyra rannsókn á Kröflusvæði (Knútur Árnason og Ingvar Þór Magnússon, 2001). Þetta er þó afmarkað svæði, sem má líta á sem eins konar tengisvæði á milli háhitakerfanna í Námafjalli annars vegar og Kröflu hins vegar.

5 SAMANTEKT

Helstu niðurstöður viðnámsmælinganna eru:

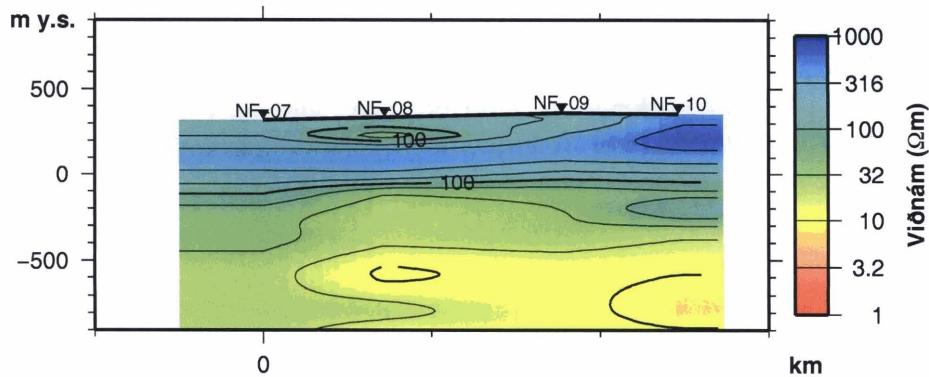
- TEM-viðnámsmælingarnar á Námafjallssvæði sýna að jarðhitakerfið í Námafjalli er sérstakt jarðhitkerfi með tengingu við jarðhitakerfið, sem kennt er við Kröflu. Virkasti hluti háhitakerfisins er nánast undir og sunnan við Námaskarð, en þar nær háviðnámskjarninn upp undir yfirborð og þar er viðnámið mjög hátt í háviðnámskjarnanum sjálfum. Viðnámið í lágviðnámskápunni á þessum slóðum er á bilinu 4–6 ohmm, en viðast hvar annars staðar er það ívið hærra eða 6–10 ohmm. Þetta tvennt, þ.e. lægst viðnám í lágviðnámskápunni og hátt viðnám í háviðnámskjarnanum, þykja vísbendingar um mesta virkni.
- Lágviðnámskápan á þúsund metra dýpi, eða 600 m u.s., (mynd 26) umlykur flöt, sem er tæplega 20 ferkílómetrar að flatarmáli.
- Á milli háhitakerfanna í Námafjalli annars vegar og Kröflu hins vegar er eins konar tengisvæði sem ber mjög sérstök einkenni í viðnáminu. Þar er ekki eiginleg lágviðnámskápa utan á háviðnámskjarna, heldur lágviðnámslag með ívið hærra viðnámi en í lágviðnámskápu og undir er „lágt” viðnám í háviðnámskjarnanum. Þetta er talið bera vott um yfirrentun ummyndunar vegna kælingar.

AV1



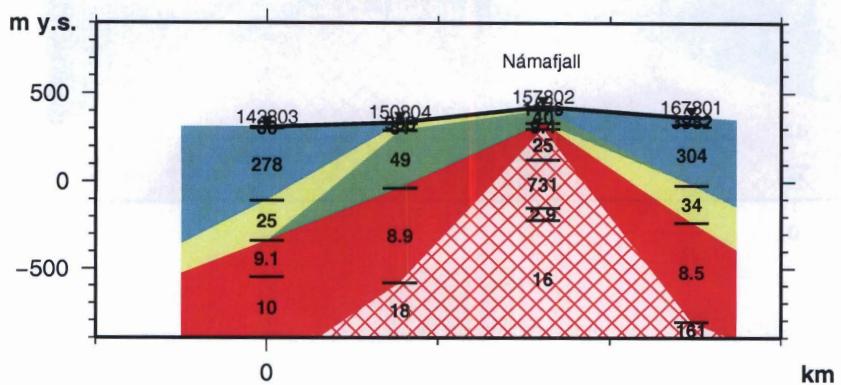
Skýringar :

	> 100 Ωm		Iágvíðnámslag 10–20 Ωm
	50–100 Ωm		Lágviðnámskápa < 10 Ωm
	20–50 Ωm		Háviðnámskjarni



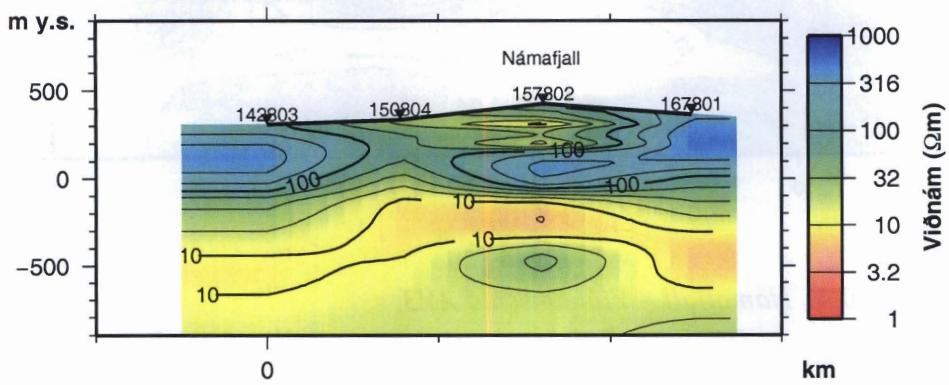
Mynd 2. Námafjall – Viðnámssnið AV1.

AV2



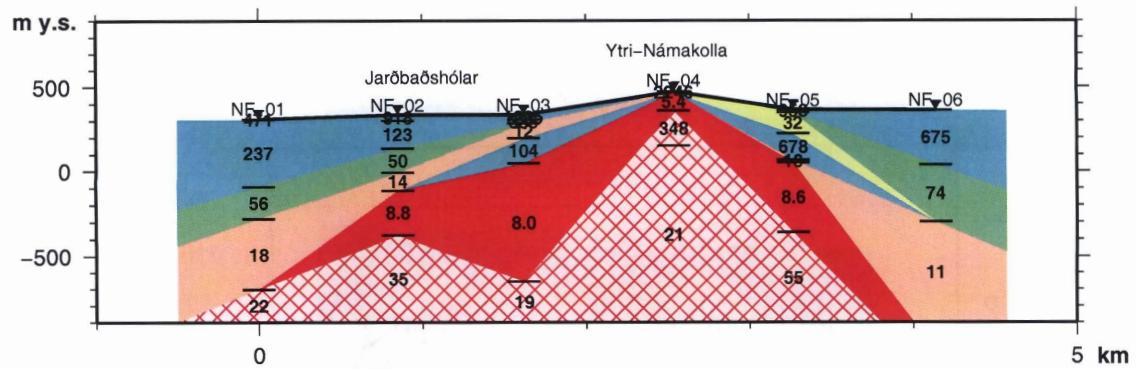
Skýringar :

	> 100 Ωm		lágvíðnámslag 10–20 Ωm
	50-100 Ωm		Lágvíðnámskápa < 10 Ωm
	20-50 Ωm		Háviðnámskjarni



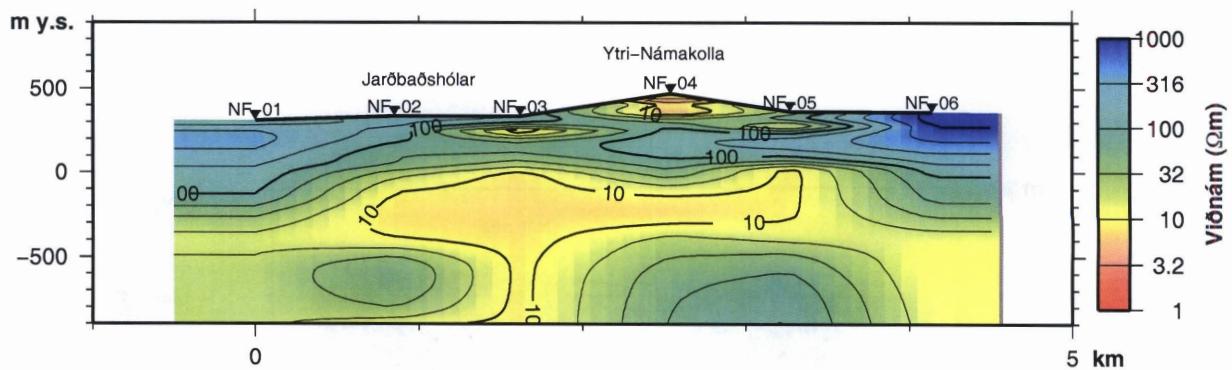
Mynd 3. Námafjall – Viðnámssnið AV2.

AV3



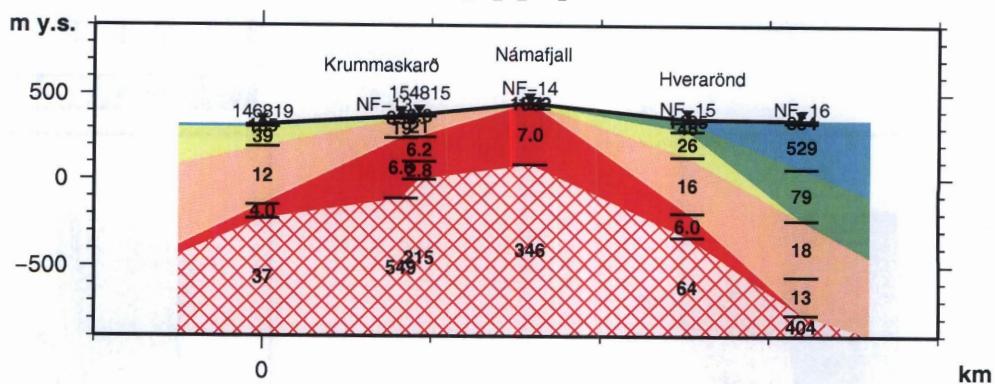
Skýringar :

> 100 Ωm	lágviðnámslag 10–20 Ωm
50–100 Ωm	Lágviðnámskápa < 10 Ωm
20–50 Ωm	Háviðnámskjarni



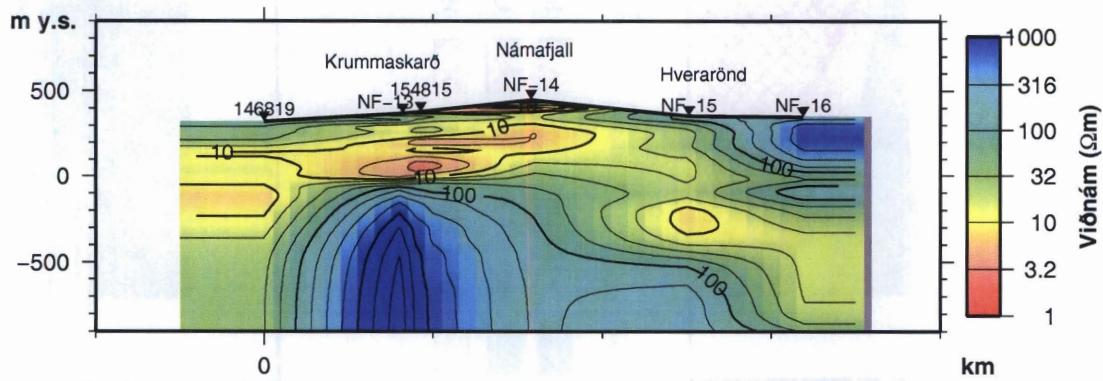
Mynd 4. Námafjall – Viðnámssnið AV3.

AV4



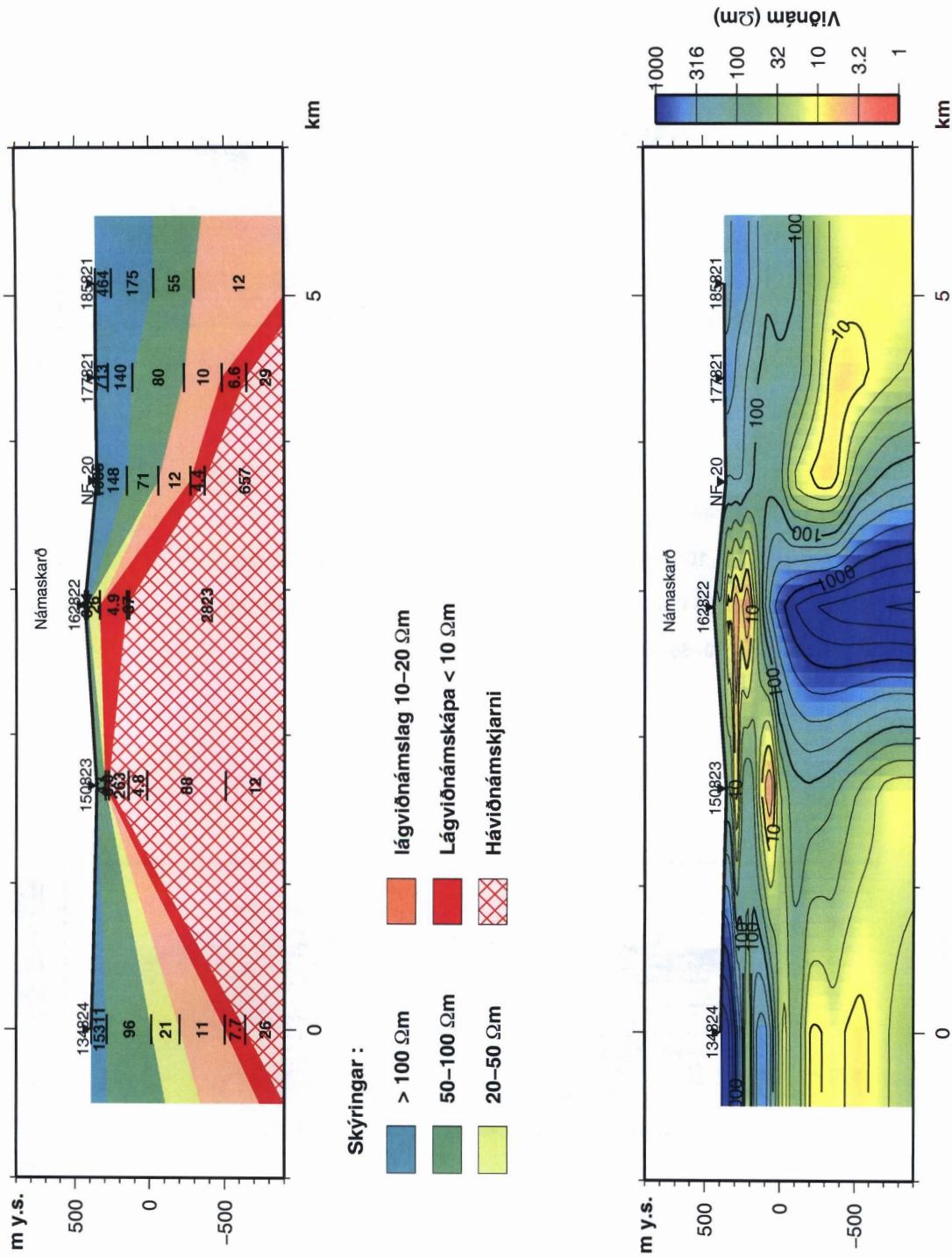
Skýringar :

	> 100 Ωm		lágviðnámslag 10–20 Ωm
	50–100 Ωm		Lágviðnámskápa < 10 Ωm
	20–50 Ωm		Háviðnámskjarni



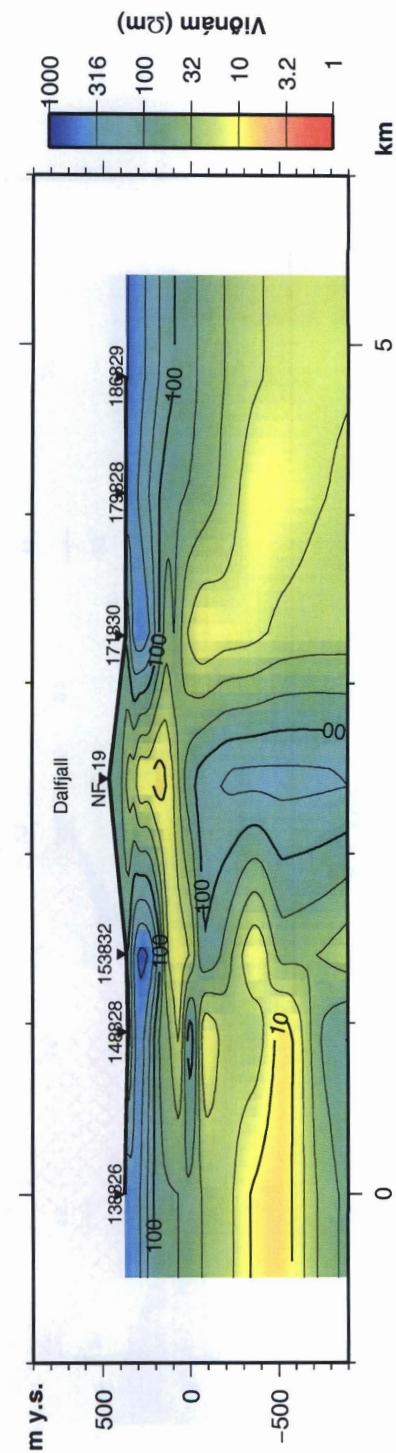
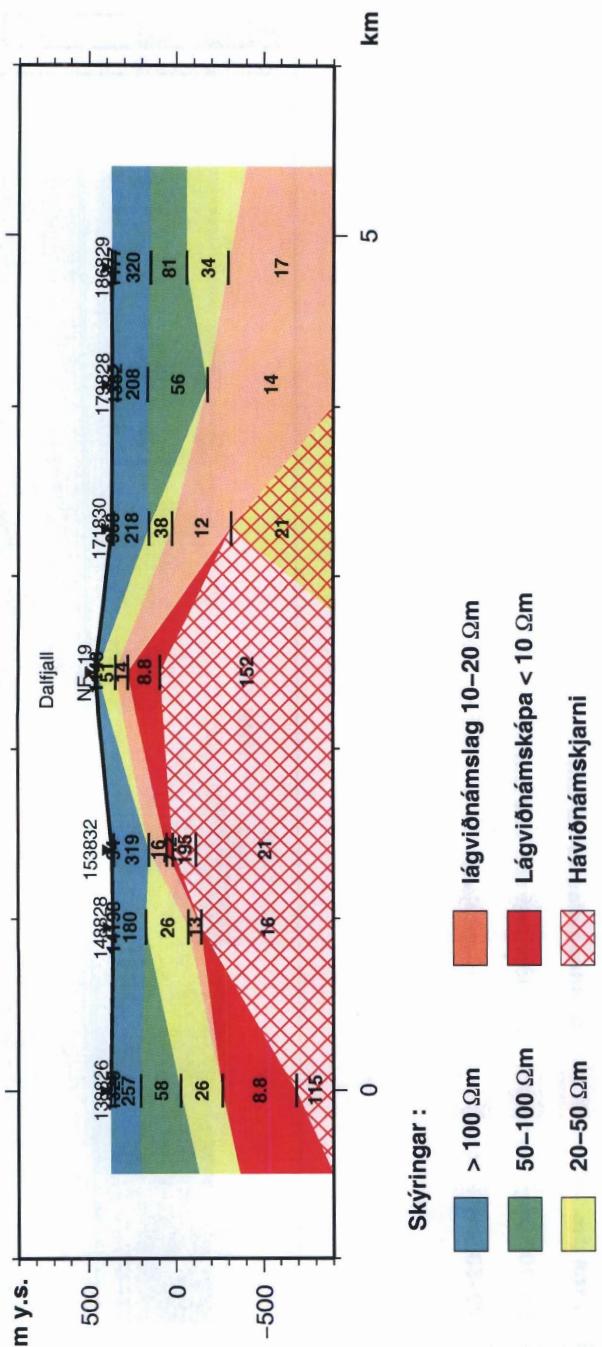
Mynd 5. Námafjall – Viðnámssnið AV4.

AV5

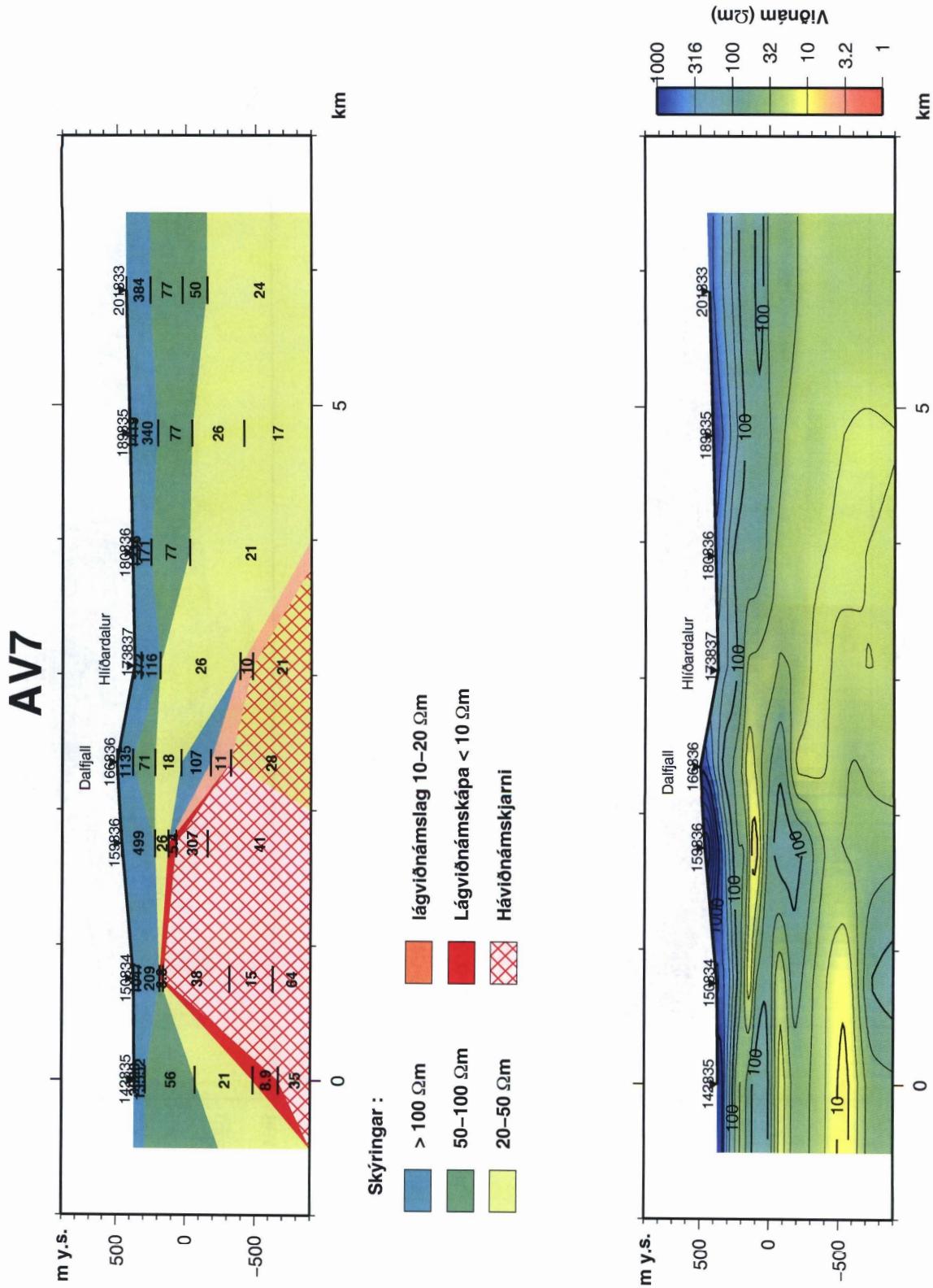


Mynd 6. Námafjall – Viðnámsnið AV5.

AV6

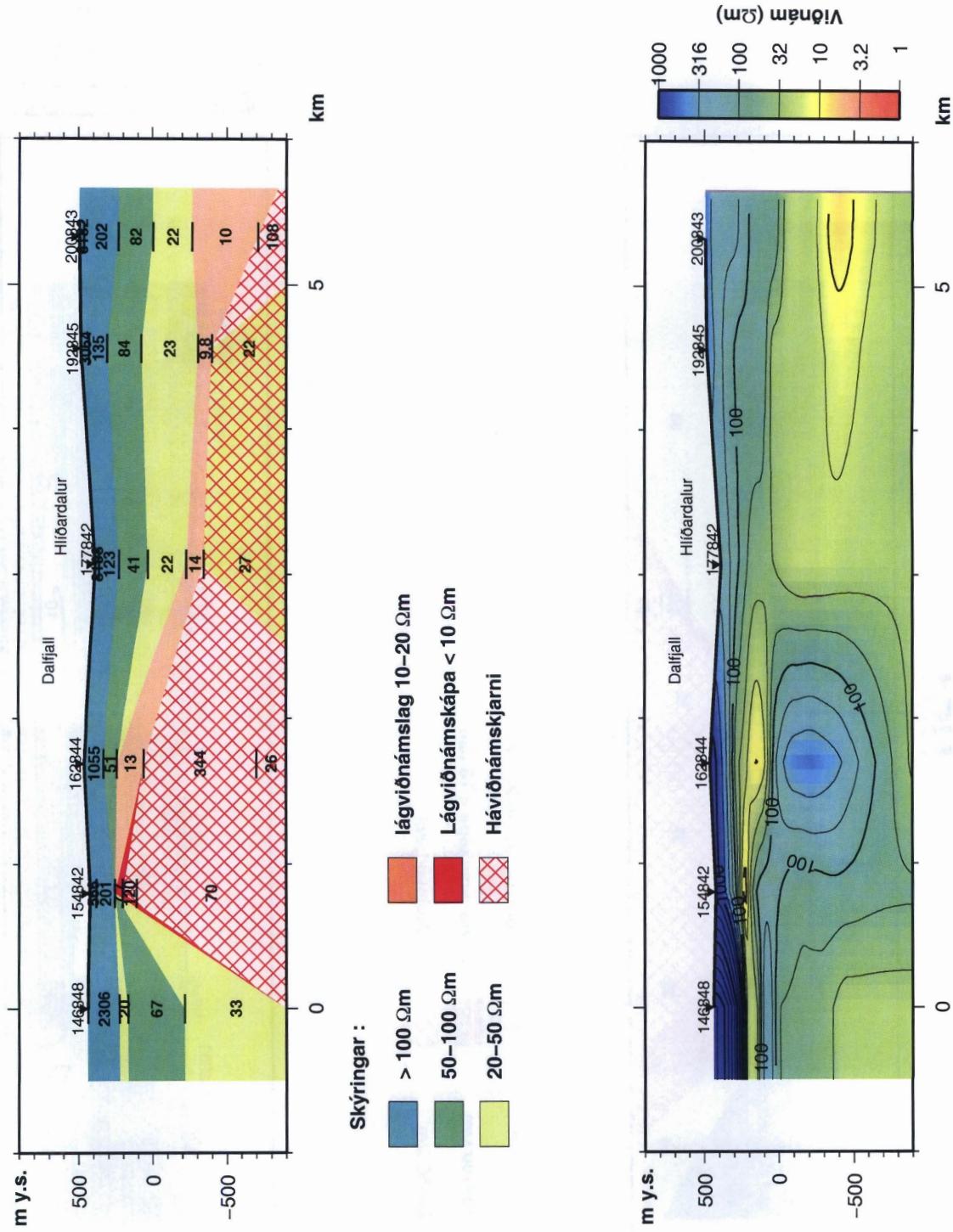


Mynd 7. Námafjall – Viðnámssnið AV6.

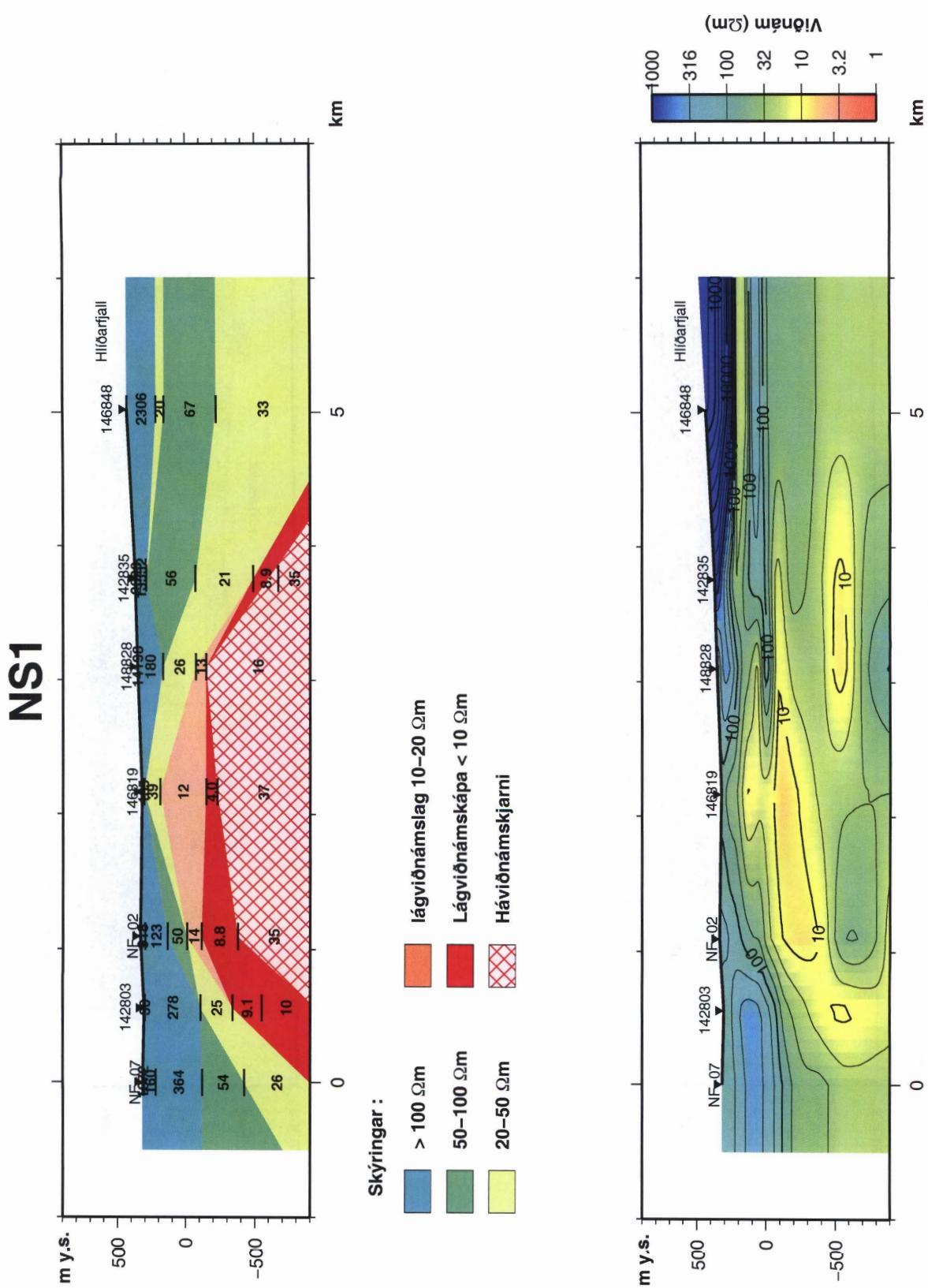


Mynd 8. Námafjall – Viðnámsnesnið AV7

AV8

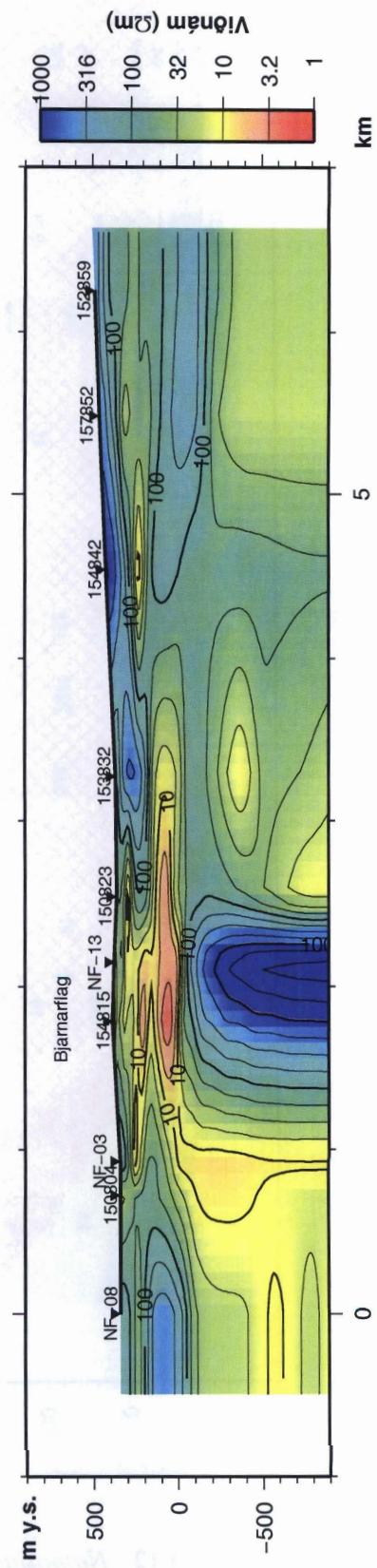
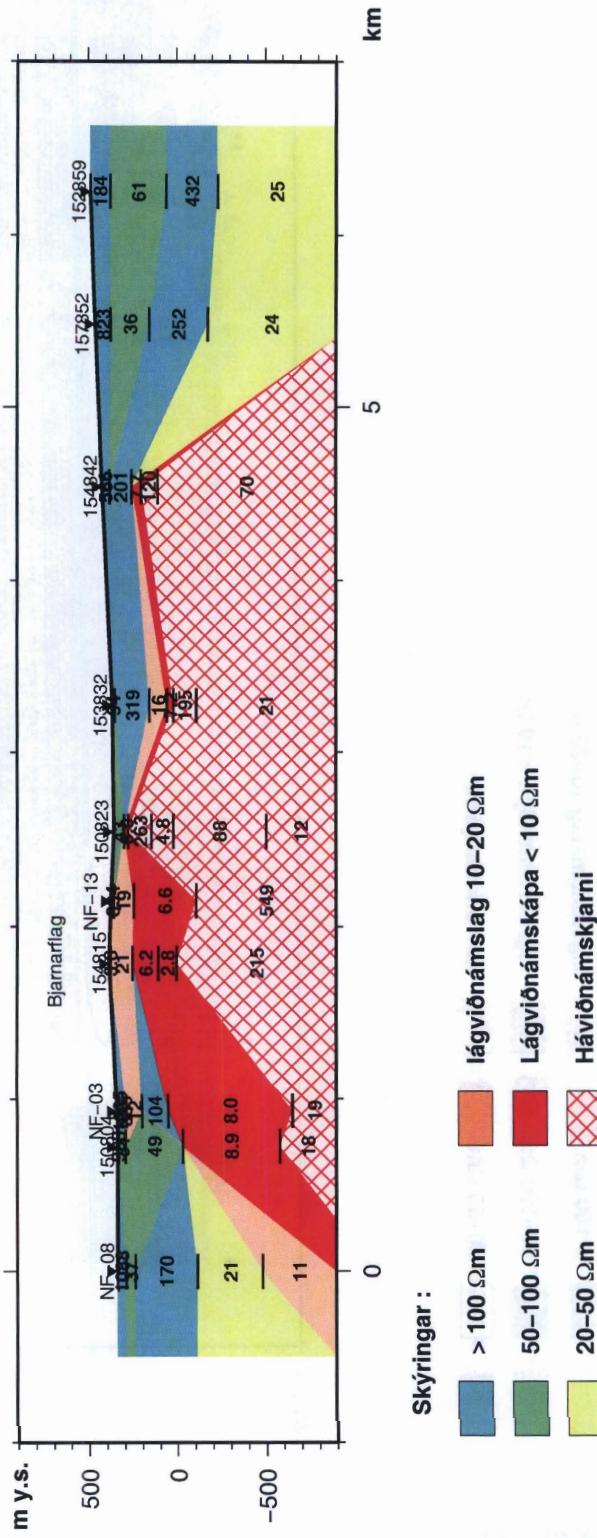


Mynd 9. Námafjall – Viðnámssnið AV8.



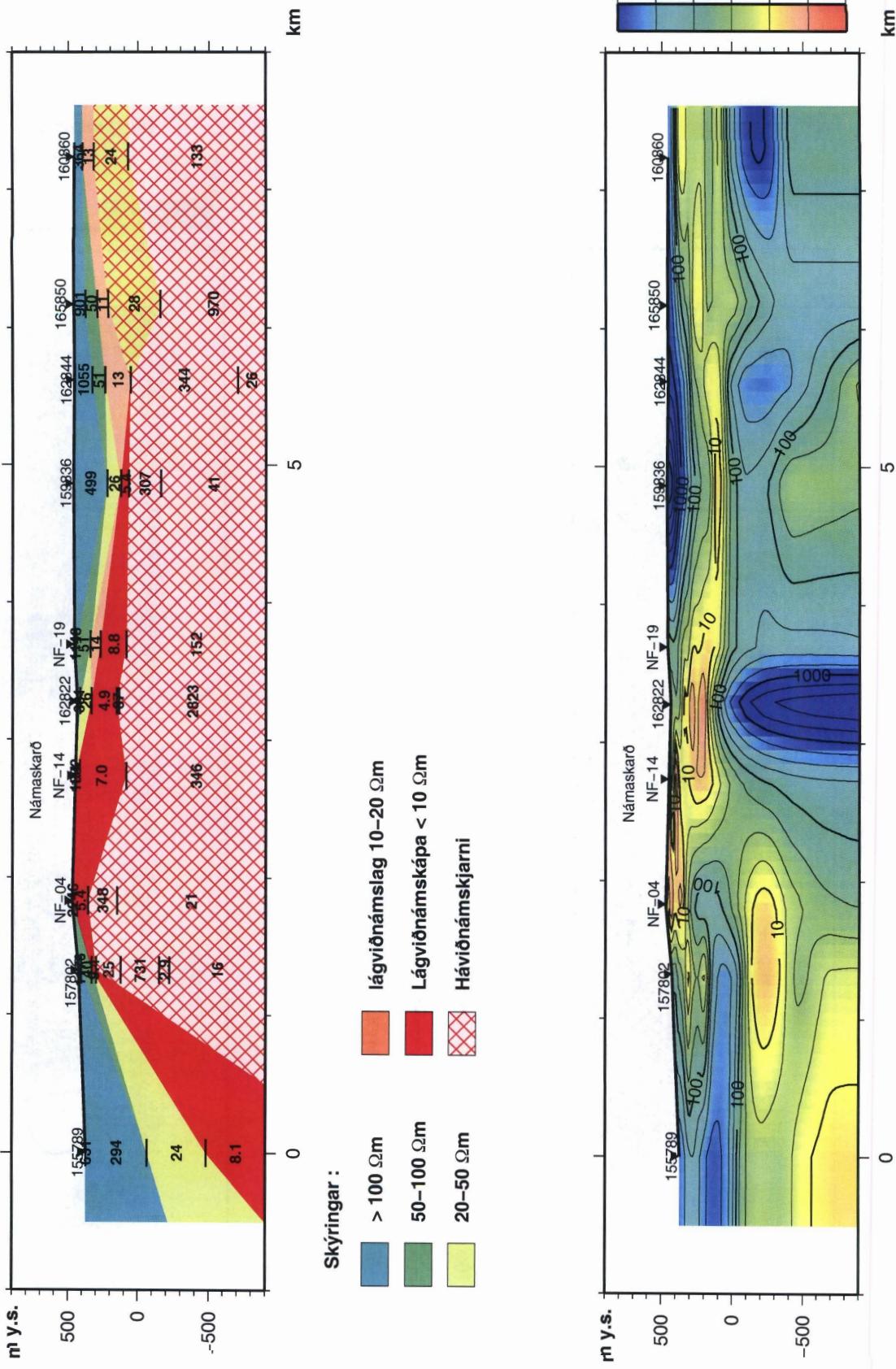
Mynd 10. Námafjall – Viðnámssnið NS1.

NS2



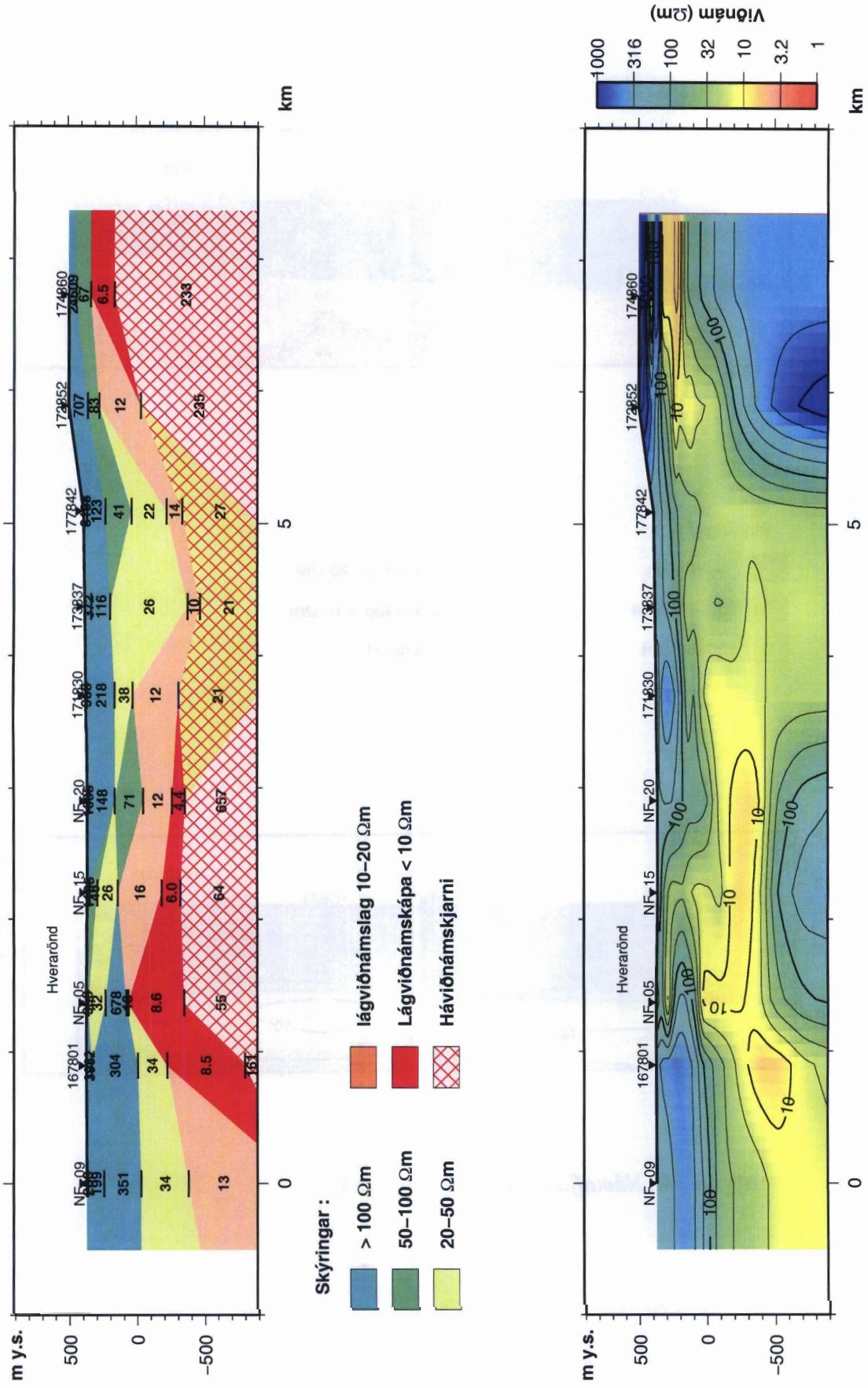
Mynd 11. Námafjall – Viðnámssnið NS2.

NS3



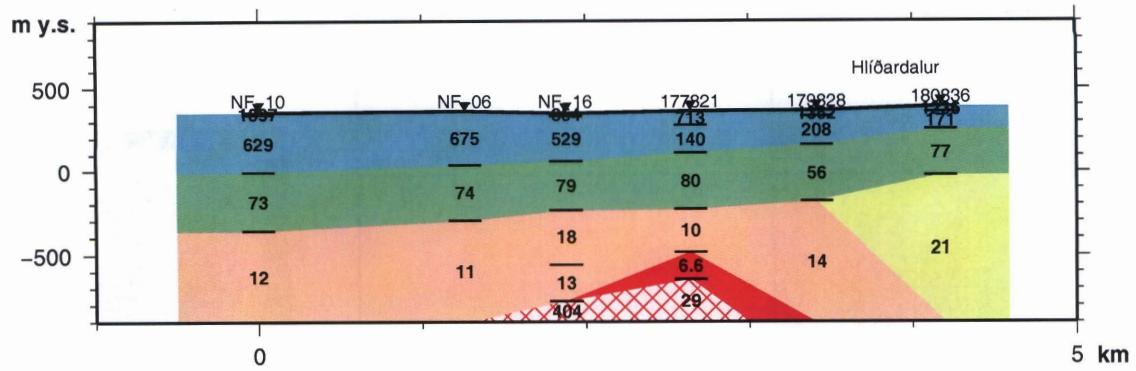
Mynd 12. Námafjall – Viðnámsssnið NS3.

NS4



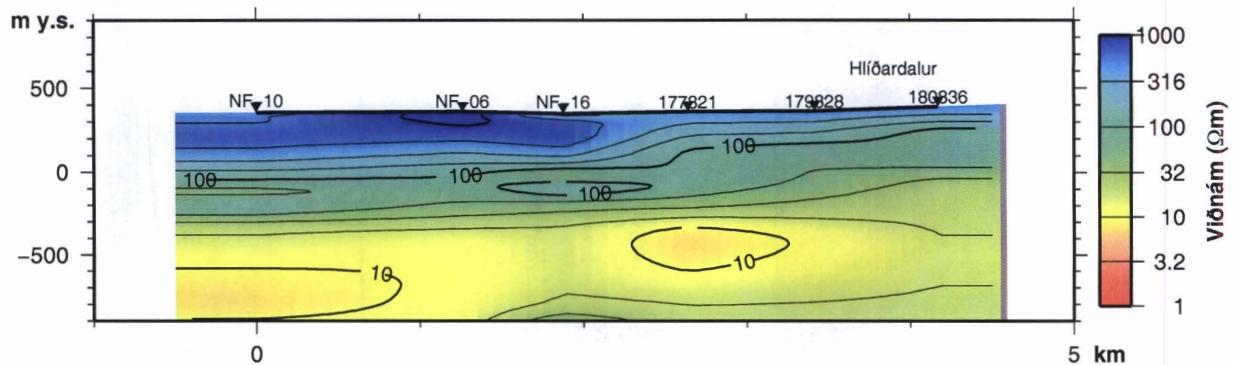
Mynd 13. Námafjall – Viðnámsnær NS4.

NS5

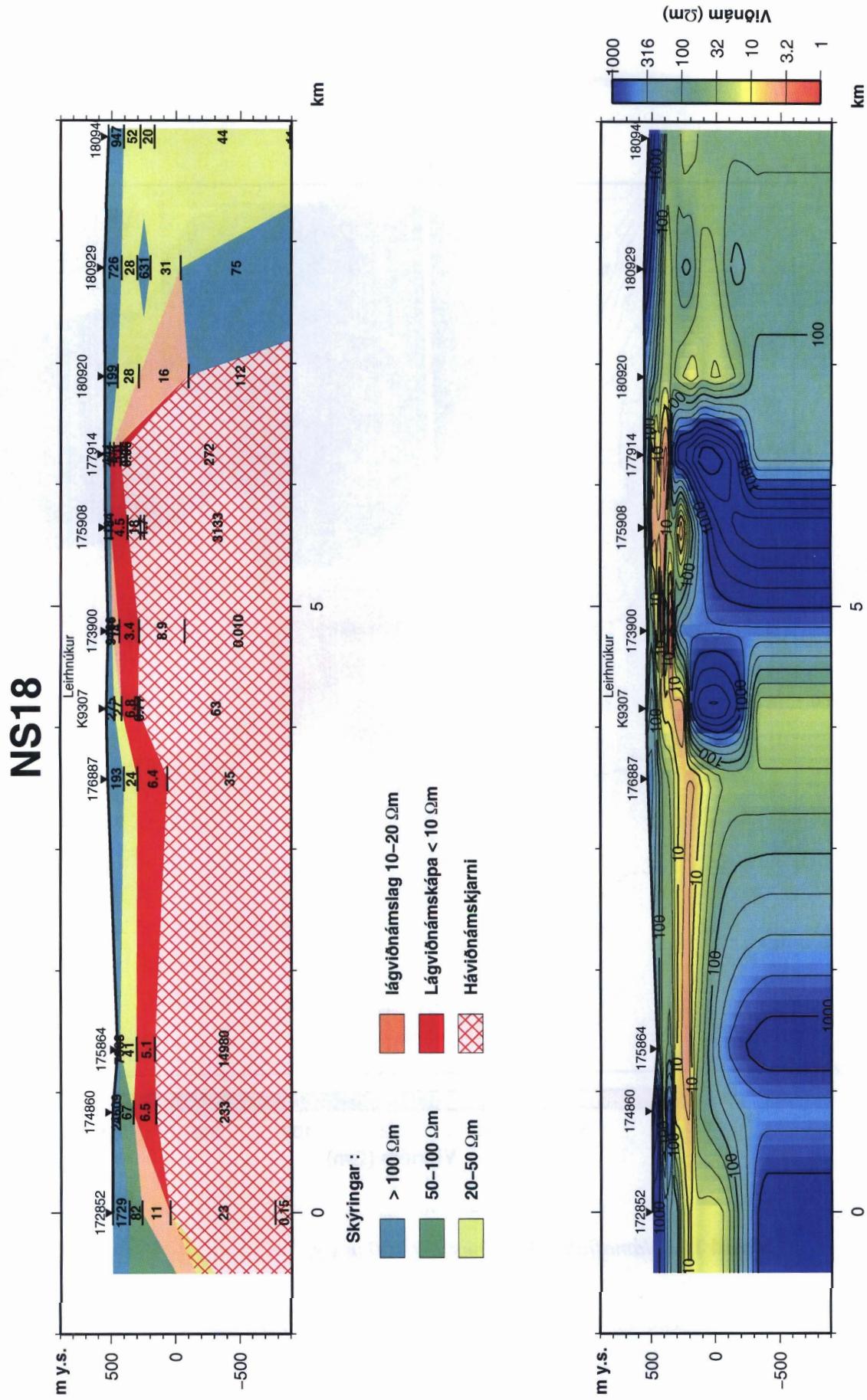


Skýringar :

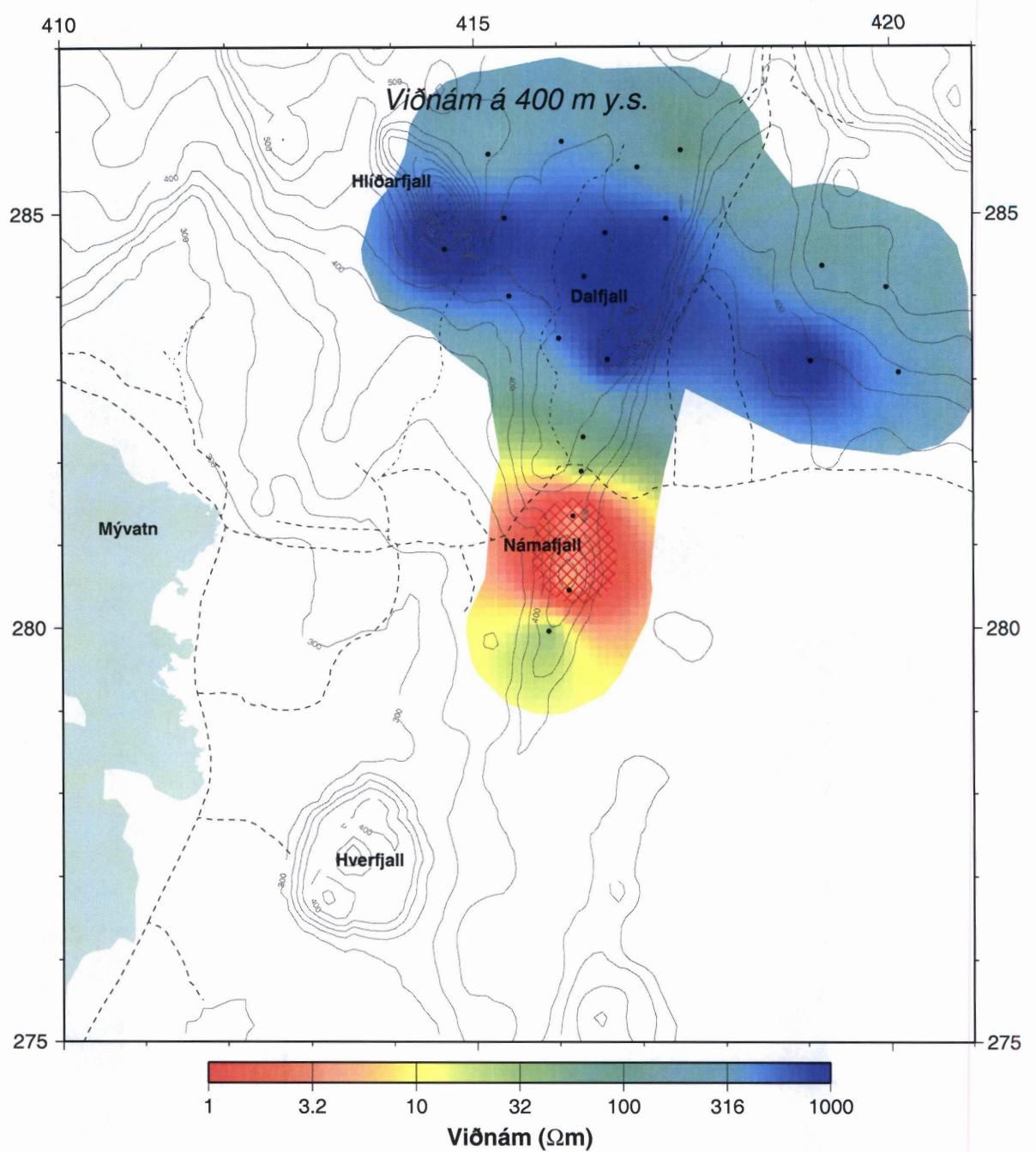
> 100 Ωm	Iágvíðnámslag 10–20 Ωm
50–100 Ωm	Lágvíðnámskápa < 10 Ωm
20–50 Ωm	Háviðnámskjarni



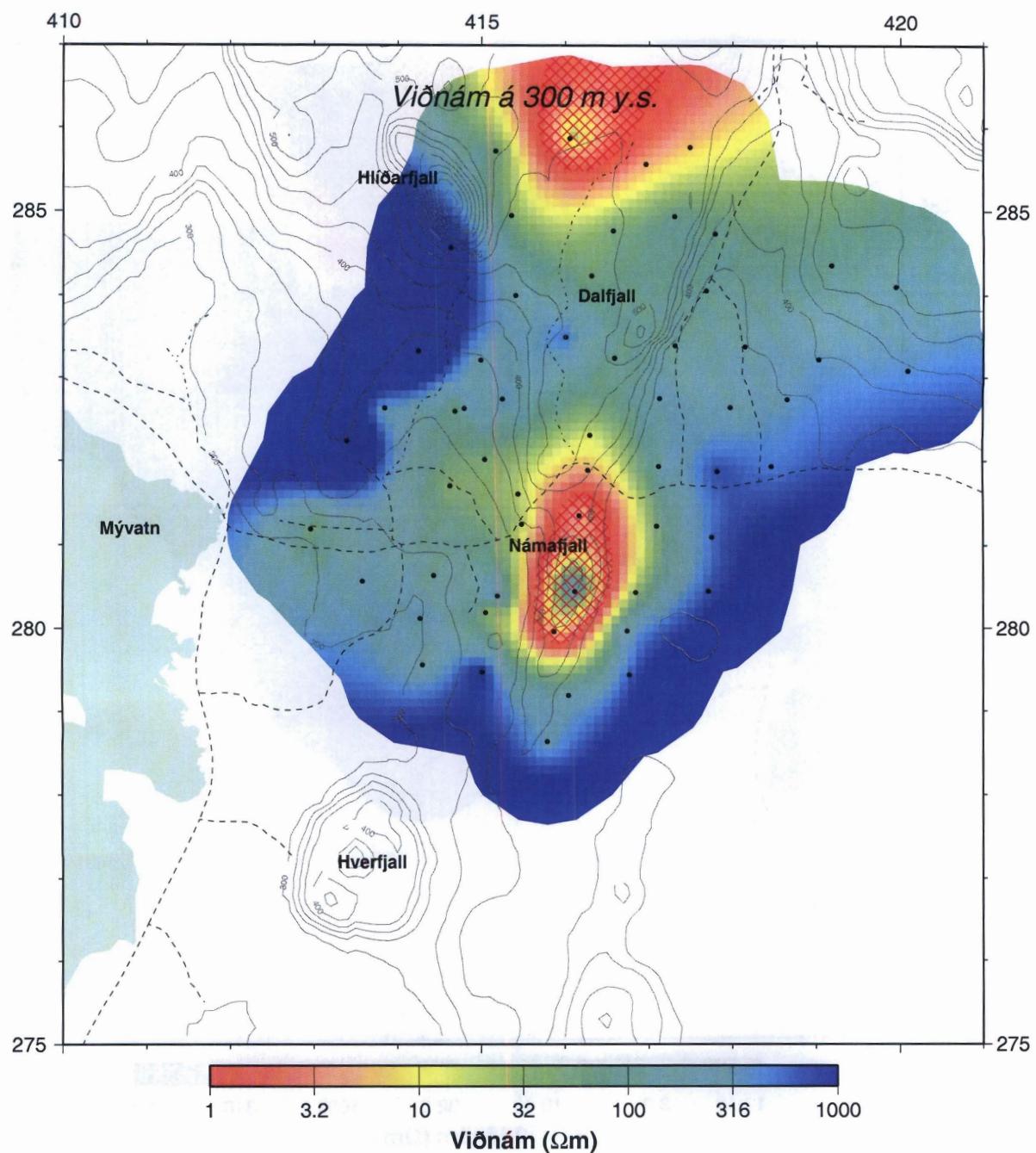
Mynd 14. Námafjall – Viðnámssnið NS5.



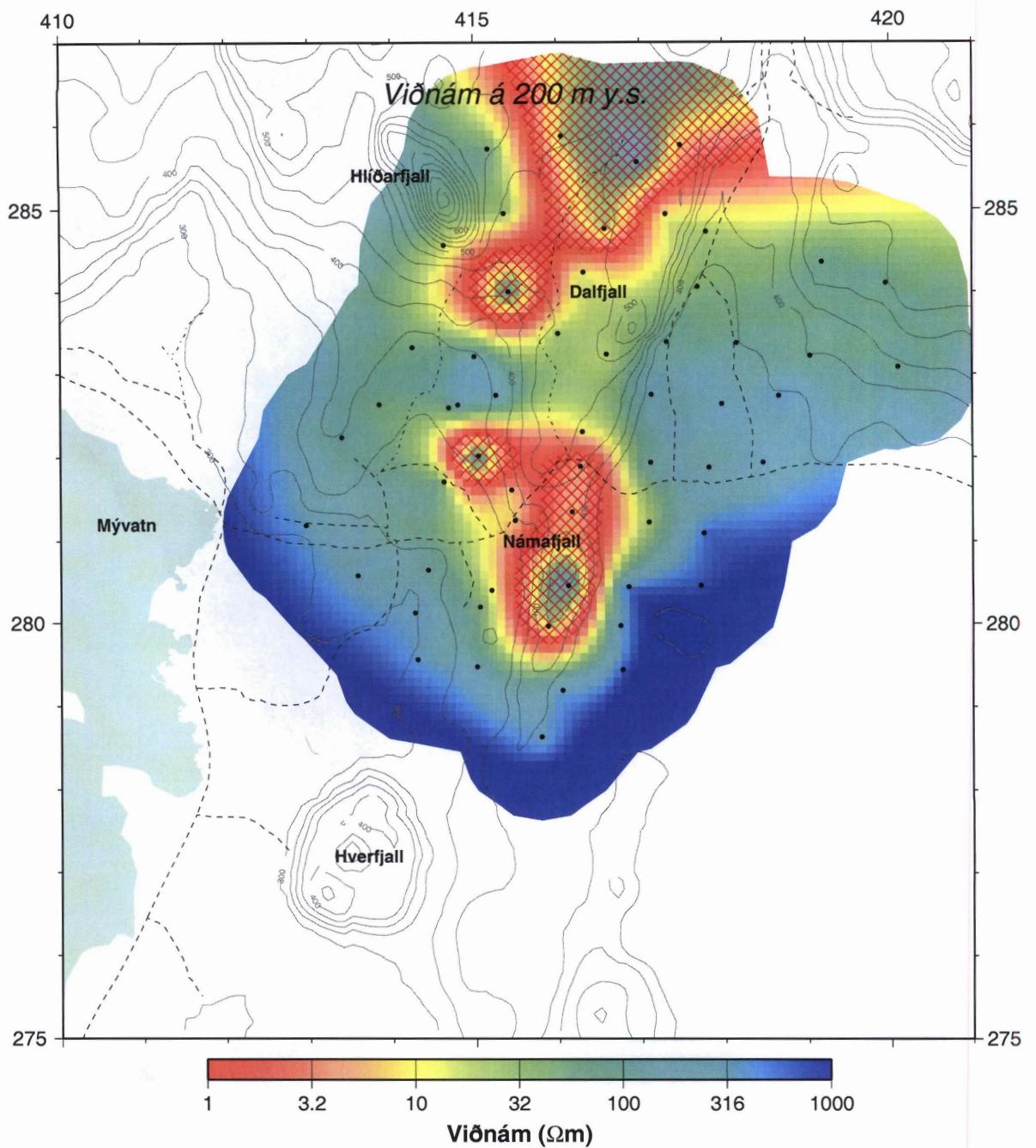
Mynd 15. Námaffall – Viðnámssnið NS18.



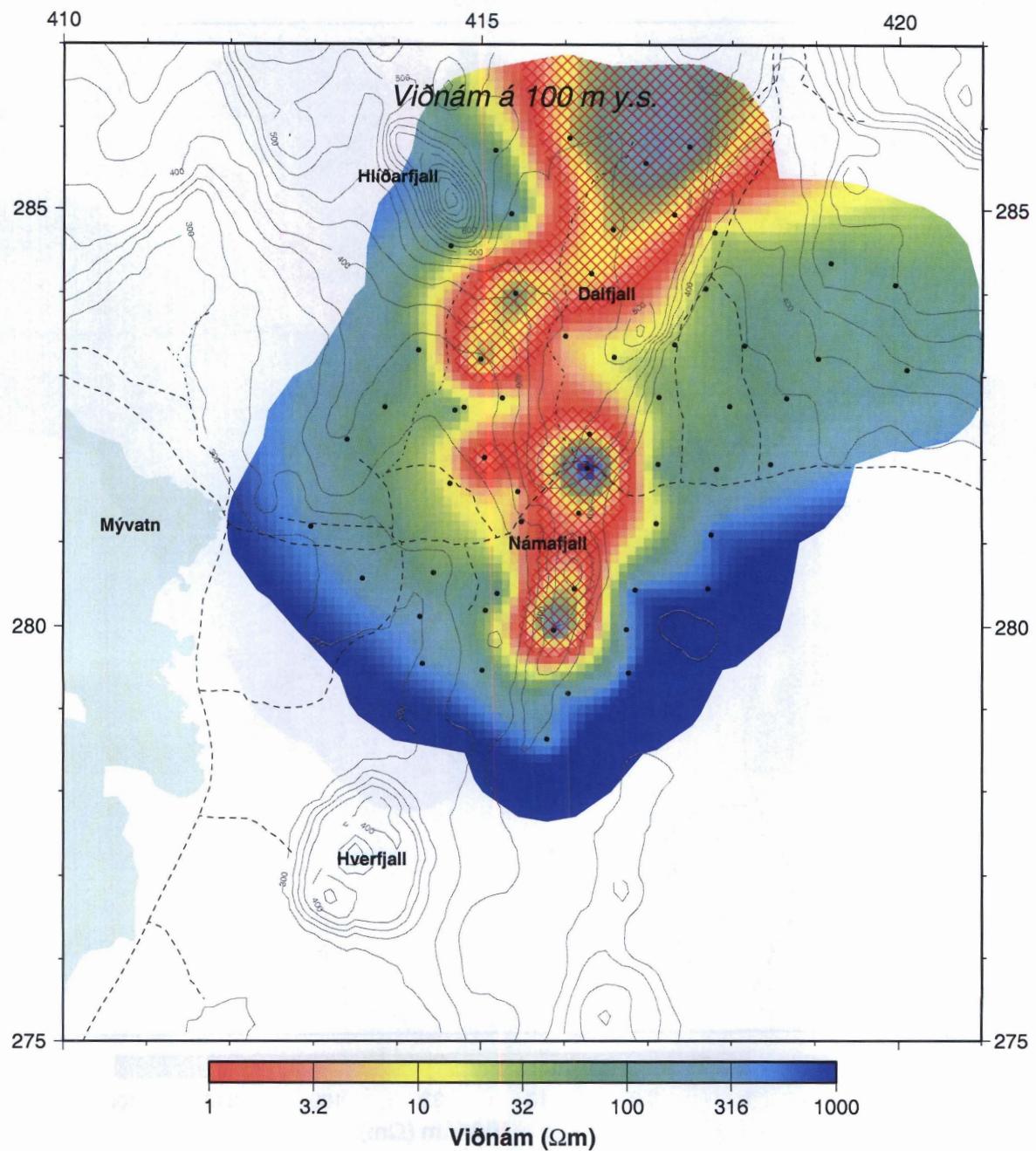
Mynd 16. *Námafjall – Viðnámskort 400 m y.s.*



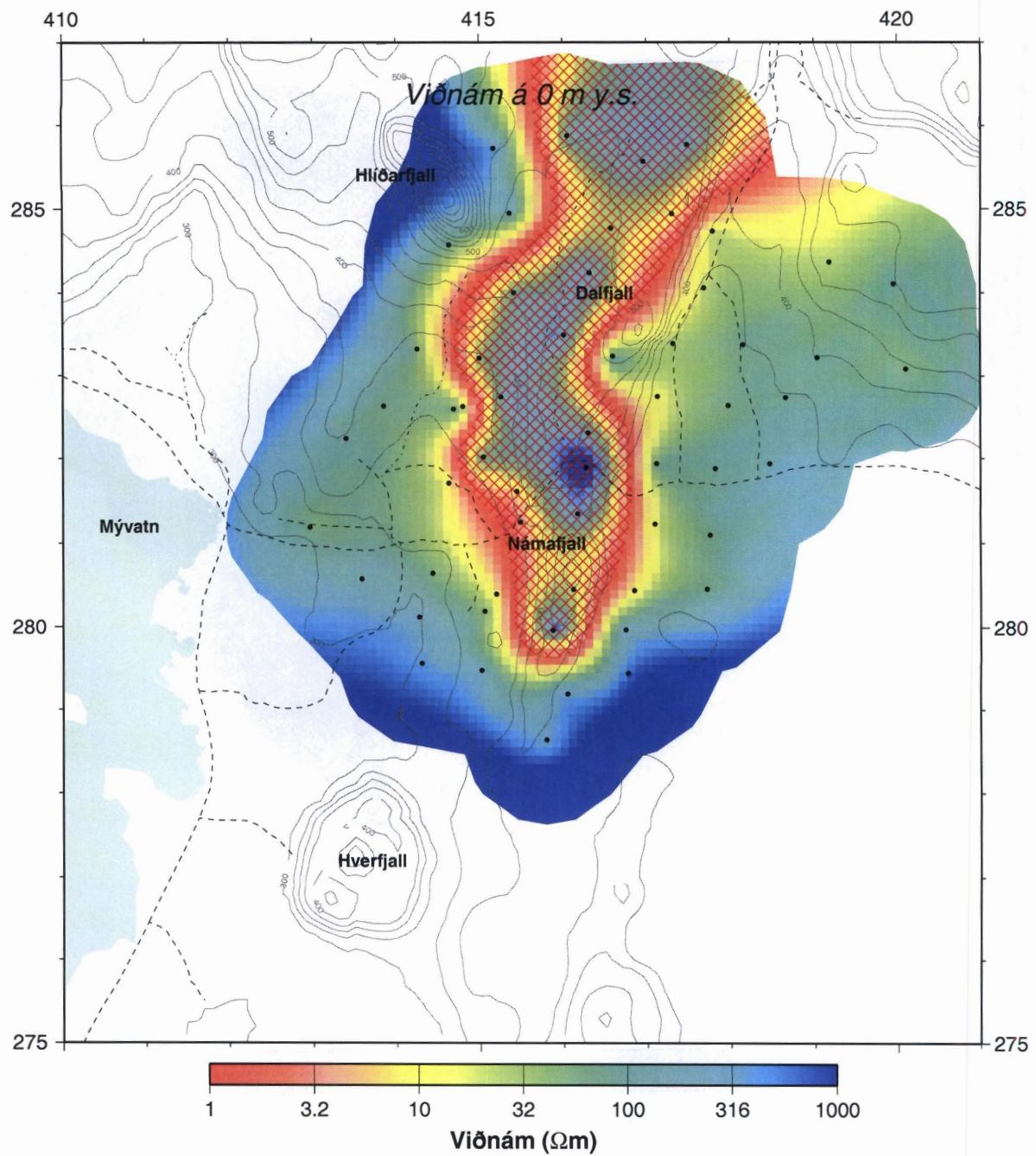
Mynd 17. Námafjall – Viðnámskort 300 m y.s.



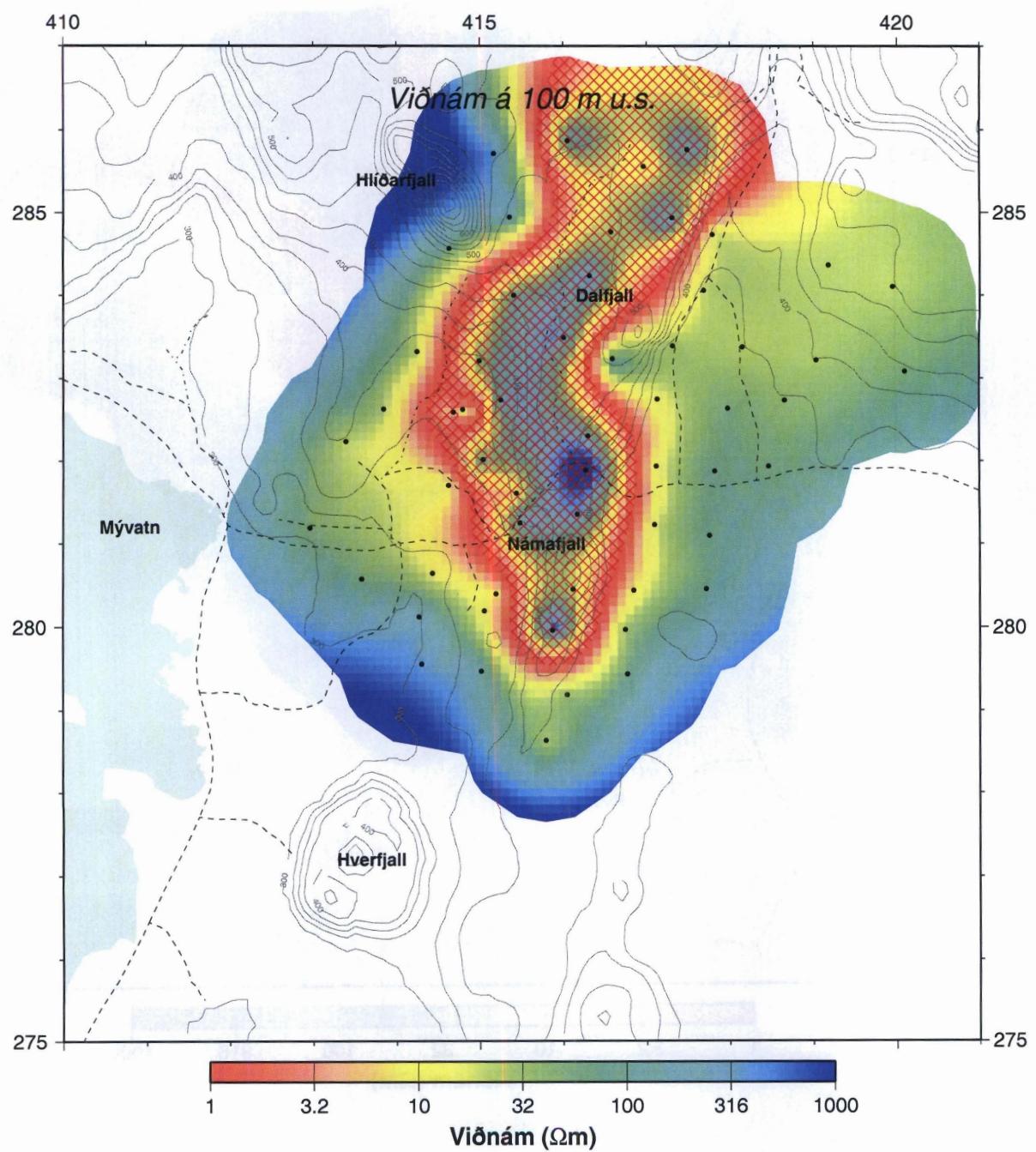
Mynd 18. Námafjall – Viðnámskort 200 m y.s.



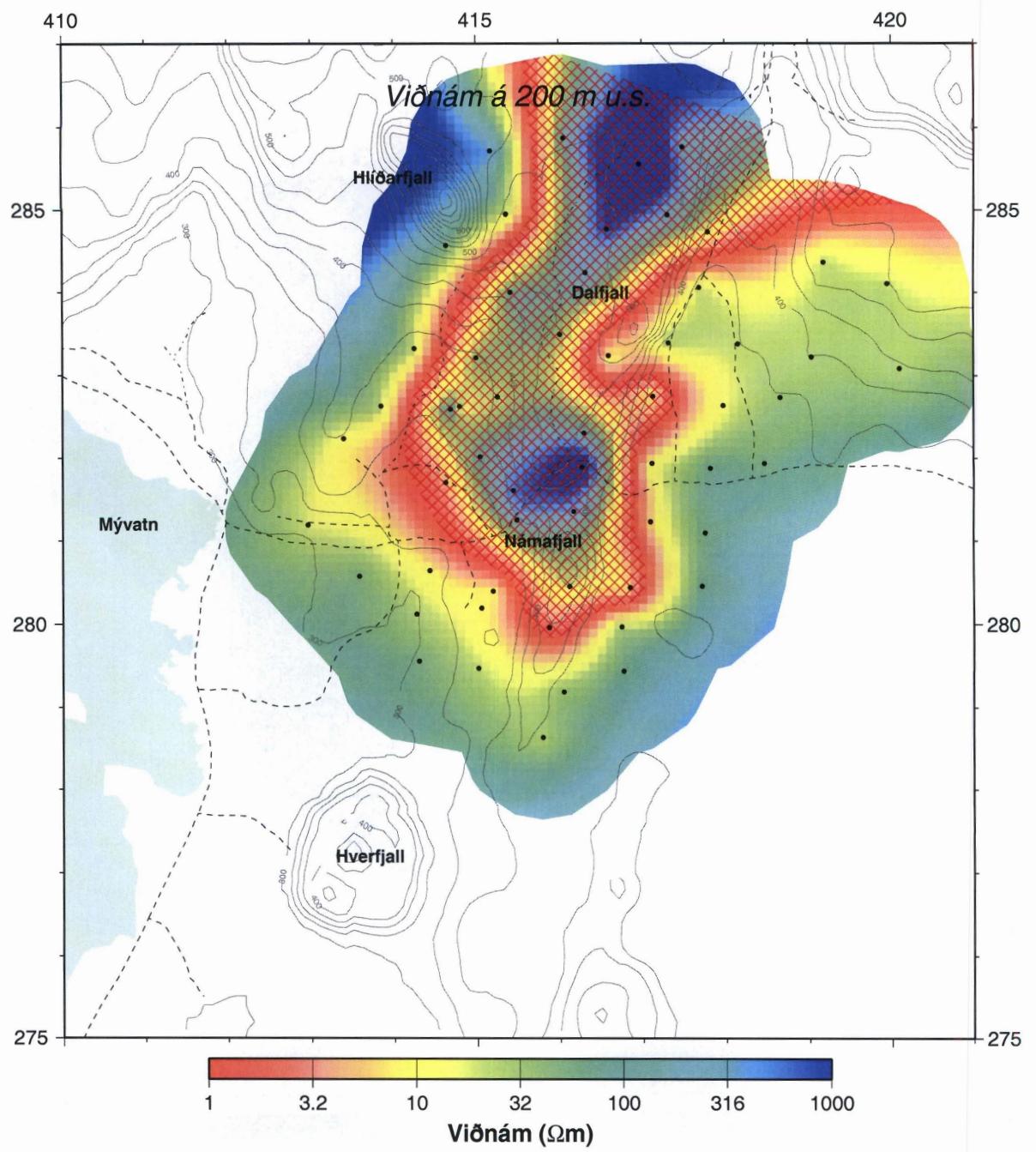
Mynd 19. Námafjall – Viðnámskort 100 m y.s.



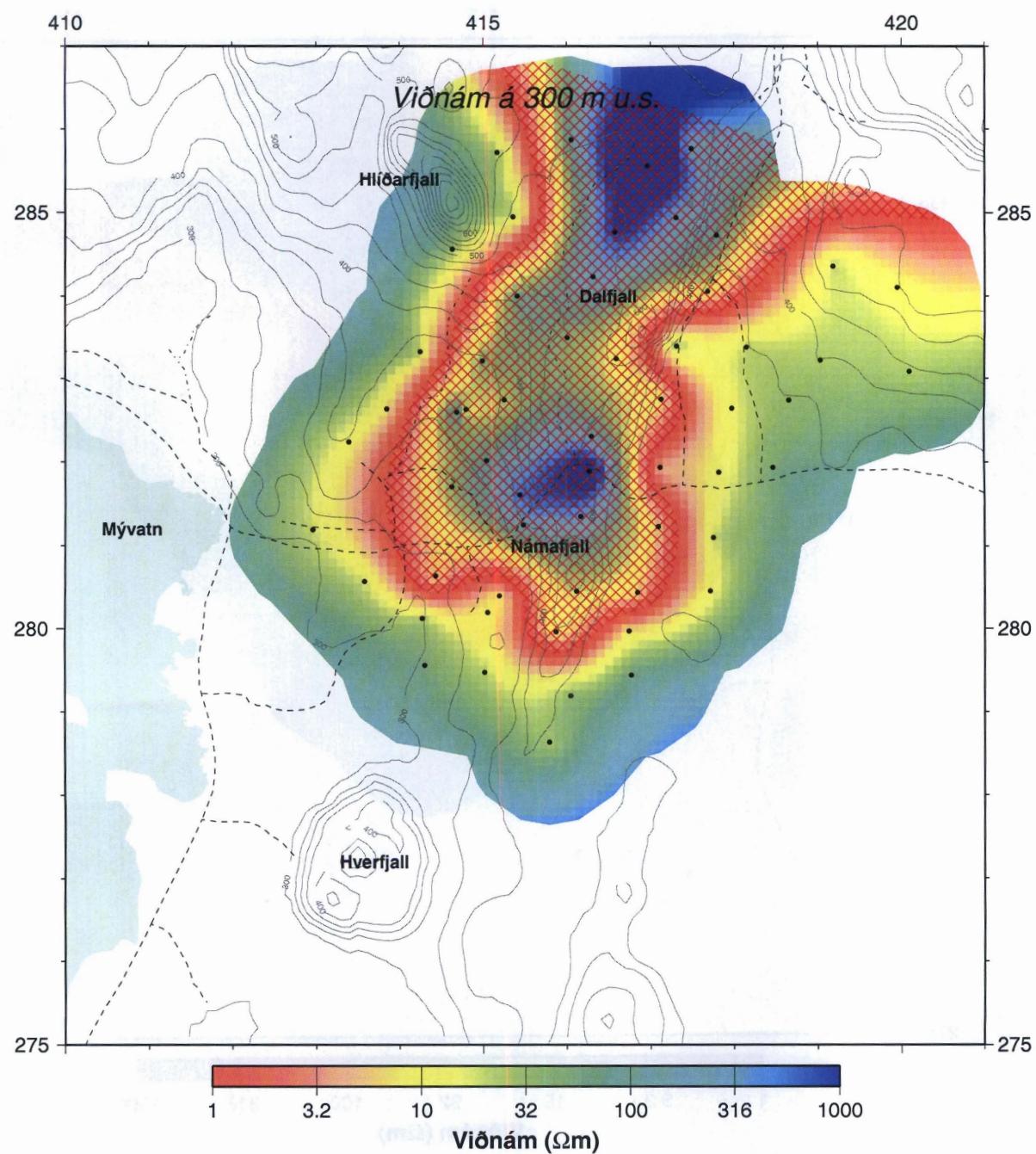
Mynd 20. Námafjall – Viðnámskort við sjávarmál.



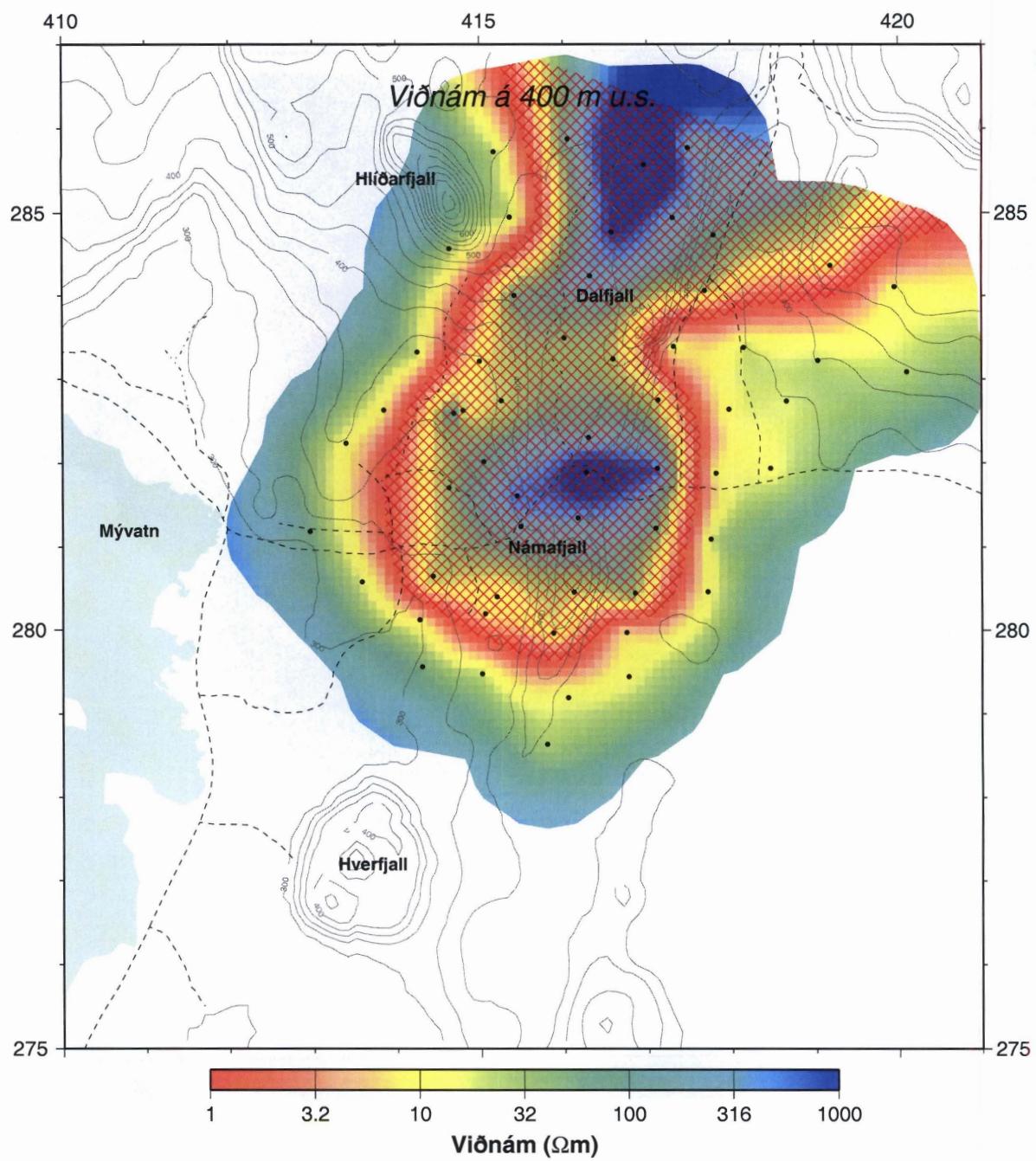
Mynd 21. Námafjall – Viðnámskort 100 m u.s.



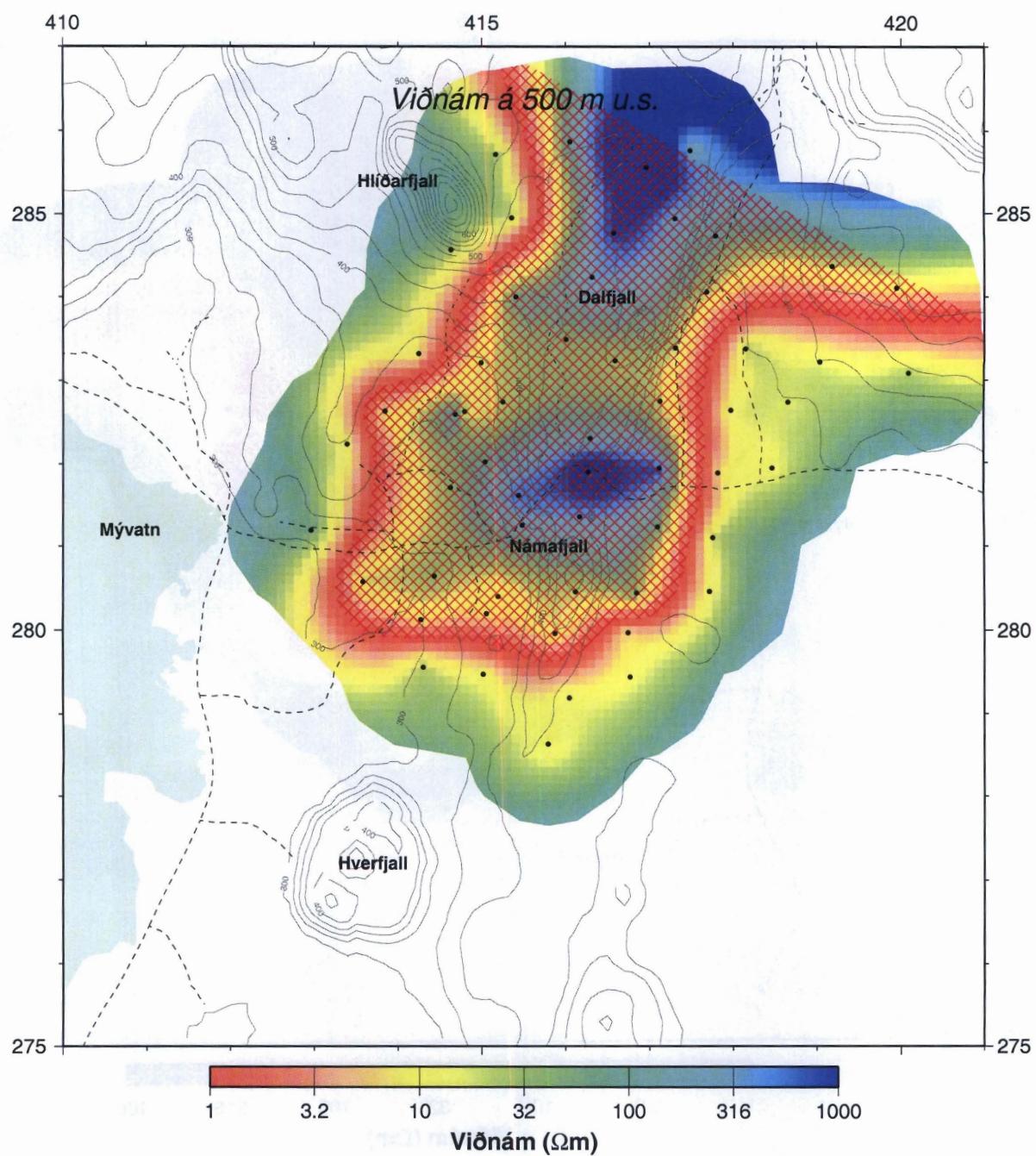
Mynd 22. Námafjall – Viðnámskort 200 m u.s.



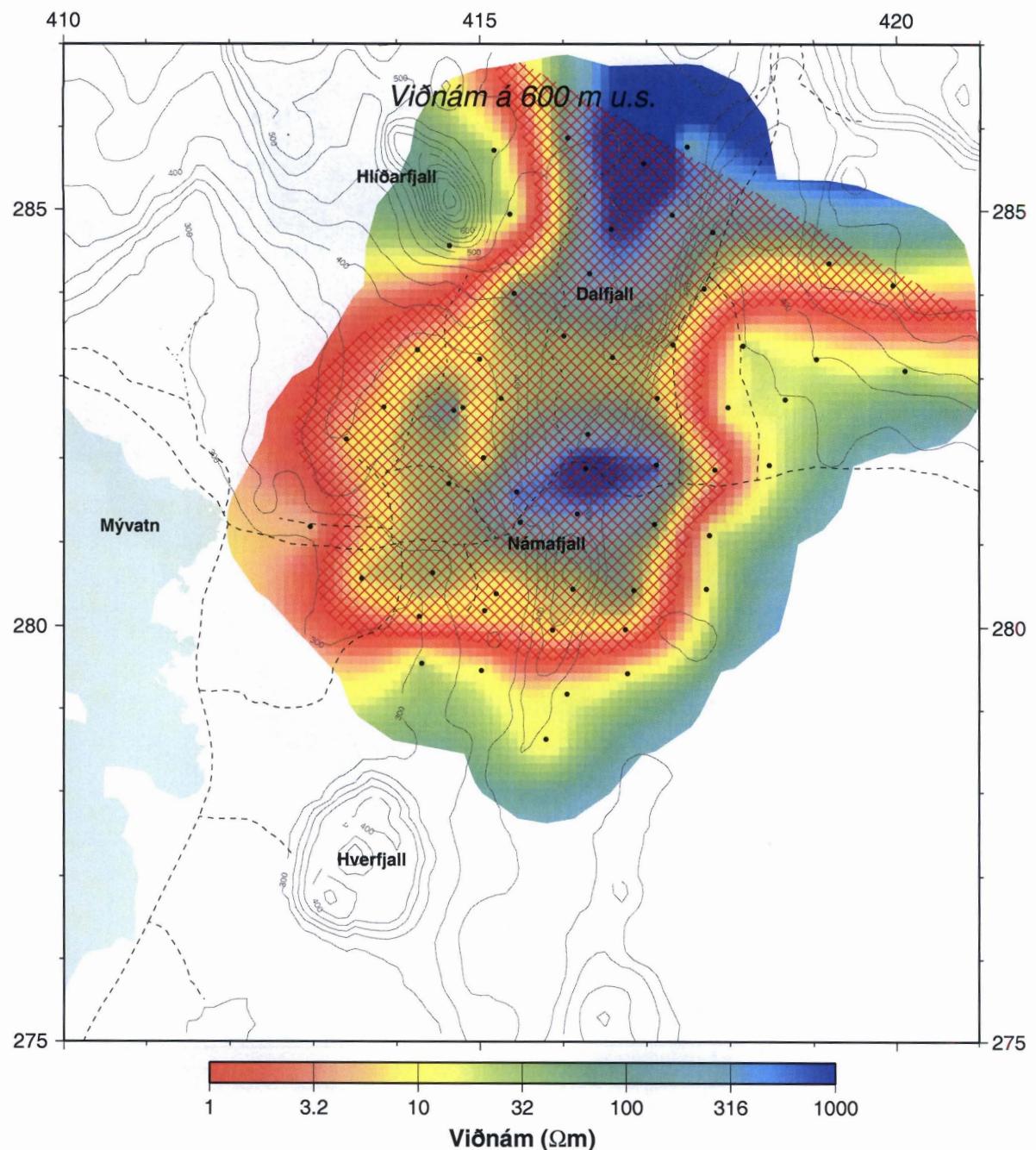
Mynd 23. Námafjall – Viðnámskort 300 m u.s.



Mynd 24. Námafjall – Viðnámskort 400 m u.s.



Mynd 25. Námafjall – Viðnámskort 500 m u.s.



Mynd 26. Námafjall – Viðnámskort 600 m u.s.

Viðauki

Túlkun viðnámsmælinga og viðnámsferlar

