



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

**VIÐNÁMSMÆLINGAR
Í AUSTANVERÐUM GRAFNINGI**

Knútur Árnason

Unnið fyrir Grafningshrepp

OS-95054/JHD-35 B Nóvember 1995



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 878

**VIÐNÁMSMÆLINGAR
Í AUSTANVERÐUM GRAFNINGI**

Knútur Árnason

Unnið fyrir Grafningshrepp

OS-95054/JHD-35 B

Nóvember 1995

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. FRAMKVÆMD OG ÚRVINNSLA MÆLINGANNA	3
3. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGANNA	3
4. UMRÆÐA	4

MYNDIR

Mynd 1. Staðsetning viðnámsmælinga í austanverðum Grafningi	6
Mynd 2. Eðlisviðnám 100 m neðan sjávarmáls	7
Mynd 3. Eðlisviðnám 200 m neðan sjávarmáls	8
Mynd 4. Eðlisviðnám 400 m neðan sjávarmáls	9

1. INNGANGUR

Jarðhitadeild Orkustofnunar hefur, að beiðni hreppsnefndar Grafningshrepps, unnið að jarðhitaleit í austanverðum Grafningi, frá Hagavík að Sogi. Beitt var viðnámsmælingum af Schlumberger gerð. Ástæða þess að Schlumbergermælingum var beitt, en ekki TEM-mælingum (Transient ElectroMagnetic) sem eru nýrri og að jafnaði fljótlegri, er sú að TEM-mælingar eru næmar fyrir truflunum frá háspennulínunum en margar slíkar liggja um rannsóknarsvæðið. Önnur ástæða er sú að til var nokkuð af eldri Schlumbergermælingum á svæðinu. Niðurstöður þessarra tveggja mæilaðferða eru ekki alltaf sambærilegar og því þótti rétt að hafa öll mæligögn sömu gerðar.

Viðnámsmælingarnar hafa nú verið gerðar og úrvinnslu og túlkun þeirra er lokið og eru niðurstöður birtar í þessari skýrslu.

2. FRAMKVÆMD OG ÚRVINNSLA MÆLINGANNA

Eins og áður segir voru til nokkrar eldri mælingar í austanverðum Grafningi, alls 11 talsins. Ennfremur voru til 3 mælingar rétt austan Sogsins og hafa þær einnig verið notaðar í þessari rannsókn. Í áætlun fyrir verkið var gert ráð fyrir að gera þyrfti allt að 17 mælingar til viðbótar til að fá sæmilega skýra mynd af viðnámskipan svæðisins.

Dagana 12. til 16. júní voru gerðar 11 mælingar. Seinnipart sumars var unnið úr þeim mælingum og þær túlkaðar og ennfremur voru eldri mælingarnar endurtúlkaðar með nýjustu tækni. Á grundvelli þeirra niðurstaðna var ákveðið að bæta við 4 mælingum á stöðum þar sem frekari upplýsinga var þörf, og voru þær gerðar 14. og 15. september. Staðsetning mælinga er sýnd á mynd 1. Nýju mælingarnar eru HE-151 til HE-165, aðrar mælingar eru eldri.

Mælingarnar voru túlkaðar með einvíðri túlkun þar sem gert er ráð fyrir lárétt lagskiptri jörð undir mælistað. Viðnámslíkön mælinganna voru síðan notuð til að gera viðnámsnið í gegnum mælisvæðið og jafnviðnámskort á mismunandi dýpi.

3. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGANNA

Niðurstöður mælinganna eru hér settar fram sem jafnviðnámskort í mismunandi hæð miðað við sjávarmál, þ.e. 100, 200 og 400 metrum undir sjávarmáli. Landhæð á mælisvæðinu er að mestu á bilinu 50 til 150 metrar.

Mynd 2 sýnir viðnám 100 m neðan sjávarmáls, eða á um 150 til 250 m dýpi. Á þessu dýpi er yfirgnæfandi hátt viðnám ($> 100\Omega\text{m}$), nema hvað fram kemur áberandi ræma með til þess að gera lágu viðnámi (um og innan við $30\Omega\text{m}$). Lágviðnámsræman hefur sömu stefnu og ríkjandi er fyrir sprungur og goshryggi í Hengils- og Hrómundartindseldstöðvakerfunum. Ræman teygir sig frá Katlatjörnum í SV og til NA, vestan við

Krók og út í Ölfusvatnsvík. Einnig sést nokkuð lágt viðnám suður undir Ingólfsfjalli.

Mynd 3 sýnir viðnám 200 m neðan sjávarmáls, eða á 250 til 350 m dýpi. Á þessu dýpi er enn hátt viðnám undir austurhluta mælisvæðisins og eins norð-vestast. Suðurhluti lágviðnámsræmunnar, sem fram kom 100 m neðan sjávarmáls, hefur hins vegar breikkað verulega til SA og nær austur að Úlfjótswatnsfjalli. Ennfremur kemur fram tiltölulega lágt viðnám undir norðanverðu Ingólfsfjalli.

Mynd 4 sýnir eðlisviðnám 400 m neðan sjávarmáls. Ennþá er hátt viðnám undir lág-lendinu austast í Grafningi, frá Úlfjótswatni og suður að Ingólfsfjalli. Á öllu vestan-verðu mælisvæðinu og undir Ingólfsfjalli er hins vegar frekar lágt viðnám ($< 50 \Omega\text{m}$) á þessu dýpi.

4. UMRÆÐA

Notagildi viðnámsmælinga við jarðhitaleit byggir á því að berg sem inniheldur heitt vatn hefur að jafnaði verulega lægra eðlisviðnám en kalt berg. Ástæður þess að jarðhitavirknin lækkar eðlisviðnámið eru einkum tvær. Heitt vatn inniheldur meira af uppleystum efnum en kalt vatn og leiðir þess vegna betur rafstraum. Ennfremur veldur heita vatnið ummyndun á steindum frumbergisins sem það leikur um. Margar umyndunarsteindir eru leiðandi, sem veldur lægra viðnámi. Reynslan hefur sýnt að áhrif ummyndunar á eðlisviðnámið eru yfirleitt ráðandi. Ummyndun bergsins ræðst ekki eingöngu af hitastigi heldur einnig af því hversu bergið er gropið og hversu auðveldlega það ummyndast. Móberg ummyndast þannig mun auðveldar en þétt basalhraun.

Hið háa viðnám sem fram kemur austast á mælisvæðinu og nær þar niður á mikið dýpi bendir eindregið til þess að þar sé kalt og ferskt berg og ekki sé að finna jarðhitavatn nema hugsanlega mjög djúpt í jörðu (neðan a.m.k. 1 km dýpis). Fremur lágt viðnám (innan við $50 \Omega\text{m}$) sem fram kemur á vestanverðu svæðinu og undir Ingólfsfjalli endurspeglar trúlegast ummyndað berg. Ummyndunin þýðir að bergið hefur einhvern tímann innihaldið heitt vatn. Viðnámsfrávikið kemur, á vesturhluta svæðisins, fram sem "hryggur" í ríkjandi stefnu brota og sprungna og breikkar með vaxandi dýpi. Sé þessi hryggur framlengdur til SV, er komið inn á háhitasvæði austan við Hrómundartind. Því virðist nærtækast að lát sér detta í hug að viðnámsfrávikið endurspegli afrennsli frá háhitasvæðinu. Þetta þarf þó ekki endilega að þýða að þar sé enn að finna jarðhitavatn. Hugsanlega hefur þarna verið afrennsli frá háhitasvæðinu við Hrómundartind, en bergið síðan þéttst af útfellingum og afrennslið hætt að mestu, en ummyndunin situr eftir.

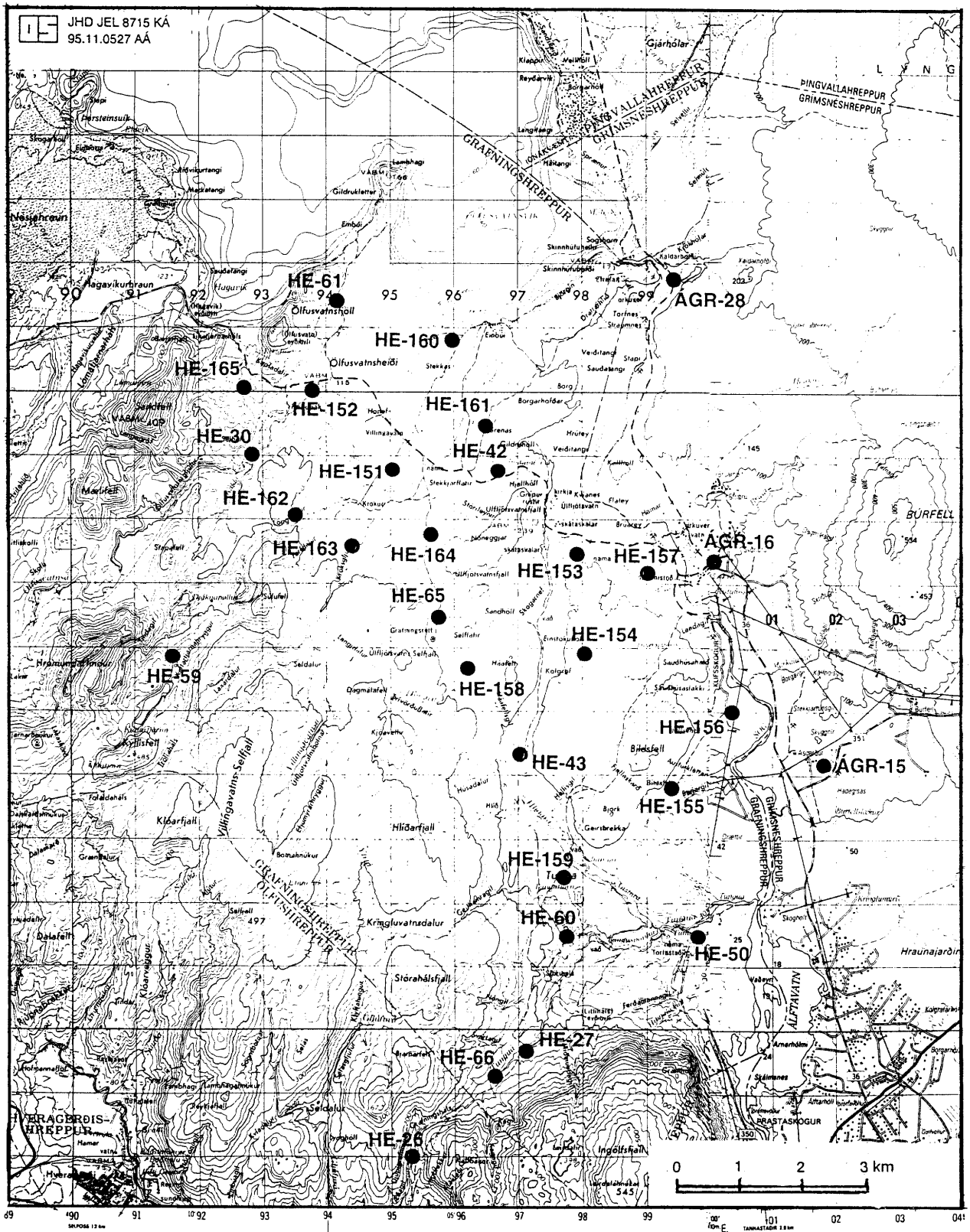
Niðurstöður þessarar rannsóknar í austanverðum Grafningi er því þær að líklegast er að jarðhitavatn sé að finna í "lágviðnáms hryggnum", sem fram kemur á vestanverðu rannsóknarsvæðinu (sjá mynd 2) og undir Ingólfsfjalli. Viðnámsmælingarnar benda eindregið til þess að á þessum stöðum hafi verið jarðhiti. Þeirri spurningu, hvort þar sé enn að finna nýtnalegt jarðhitavatn, verður ekki svarað nema með bor-

unum. Volgrurnar við Stóraháls og Torfastaði geta vel verið afrennsli jarðhita undir Ingólfsfjalli, en engin óyggjandi merki eru á yfirborði um jarðhita þar sem "lágviðnáms hryggurinn" kemur fram á vestanverðu svæðinu. Reyndar bræðir snjó af jörðu skammt SV við Krók, en hugsanlega kunna að vera á því aðrar skýringar en beinn jarðhiti (uppstreymi lofts frá kaldavermslum í gegnum mjög laus jarðlög).

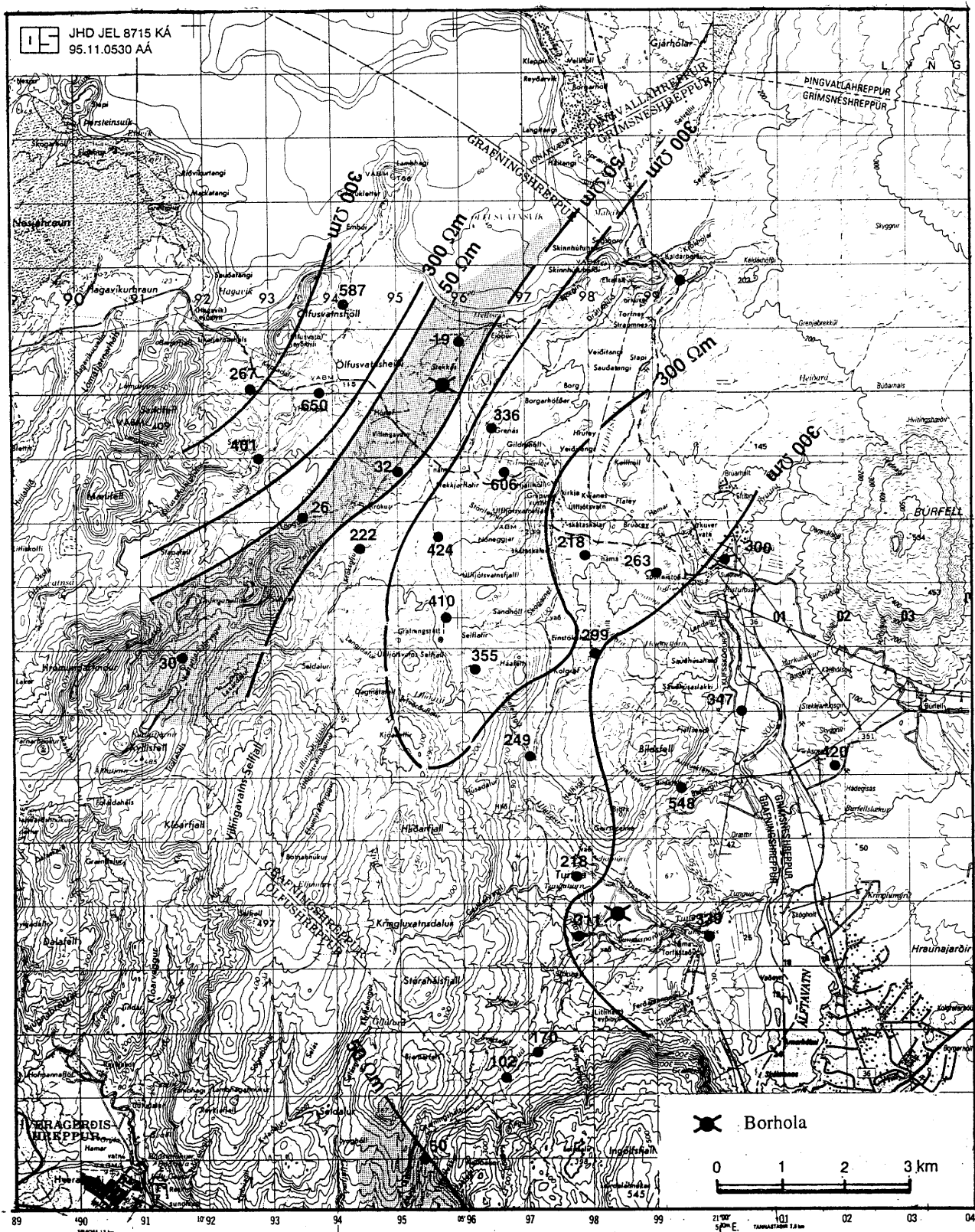
Tvær holur hafa verið boraðar í austanverðum Grafningi, önnur við Villingavatn og hin við volgru rétt norðan við Stóraháls. Borun holunnar við Villingavatn gekk erfiðlega vegna hrungjarna jarðlaga og var borun hætt þegar holan var orðin 107 m djúp. Ekki fundust nein merki um jarðhita (hitamæling sýnir um 3 °C í allri holunni), en lekt var mikil. Holan við Villingavatn er nokkurnveginn yfir "lágviðnáms hryggnum" sem fram kemur í viðnámsmælingunum og innan þess svæðis þar sem fram kemur lágviðnámsræma 100 m neðan sjávarmáls. Dýpið á lágviðnámið er á þessum slóðum hinsvegar um eða yfir 150 m, þannig að lágur hiti í efstu 100 m þarf ekki að koma á óvart. Holan sýnir að búast má við lekum og hrungjörnum jarlögum með köldu vatni ofan hugsanlegs jarðhita í "lágviðnáms hryggnum".

Holan við Stóraháls var boruð niður á um 296 m dýpi. Í henni eru margar vatnsæðar með 14-17 °C heitu vatni. Lítil merki sáust um hækkandi hita með dýpi (hitinn í botni holunnar var 17,8 °C) og kann það að vera vísbending um að volgrurnar norðan Ingólfsfjalls séu afrennsli frá jarðhita undir fjallinu. Holan sýnir hinsvegar að á þessum slóðum er rétt að gera ráð fyrir lekum jarðlögum með köldu vatni a.m.k. í efstu 300-400 metrunum.

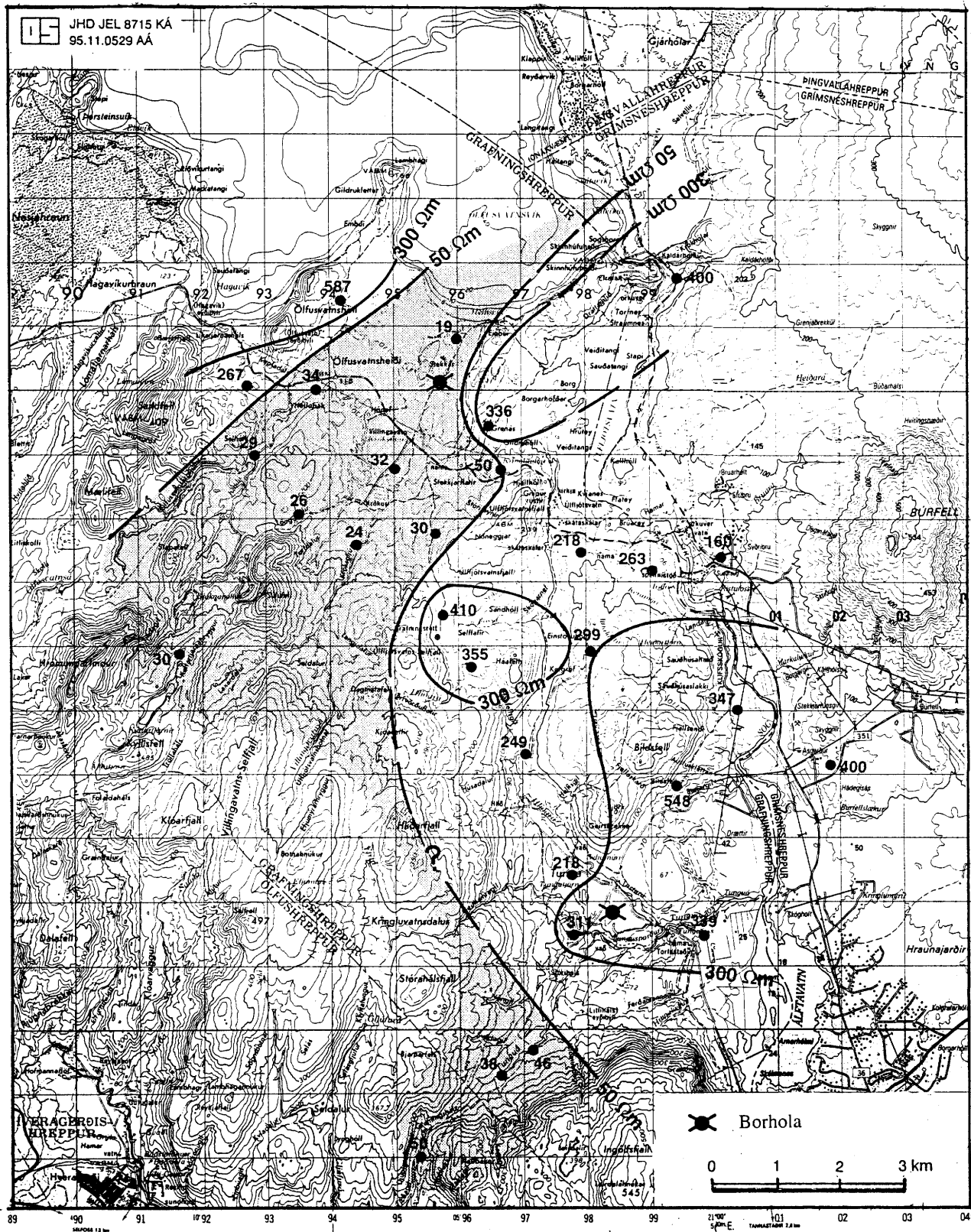
Ef ákveðið verður að kanna málið nánar með borun, benda viðnámsmælingarnar til þess að tvö svæði komi einkum til greina. Annarsvegar að bora í "lágviðnáms hrygginn" á vesturhluta svæðisins eða undir norð-vestanverðu Ingólfsfjalli, upp með Tunguá. Í báðum tilfellum er við því að búast að bora þurfi um 500-1000 m djúpa holu og gera verður ráð fyrir lausum og lekum jarðlögum ofantil þannig að fóðra þurfi holuna niður á nokkurt dýpi. Við nánara val á borstað er rétt að taka, auk viðnámsmælinganna, mið af frekari jarðfræðilegum athugunum á yfirborði, svo sem sjánlegum sprungum, volgrum og lindum sem koma upp úr bergi.



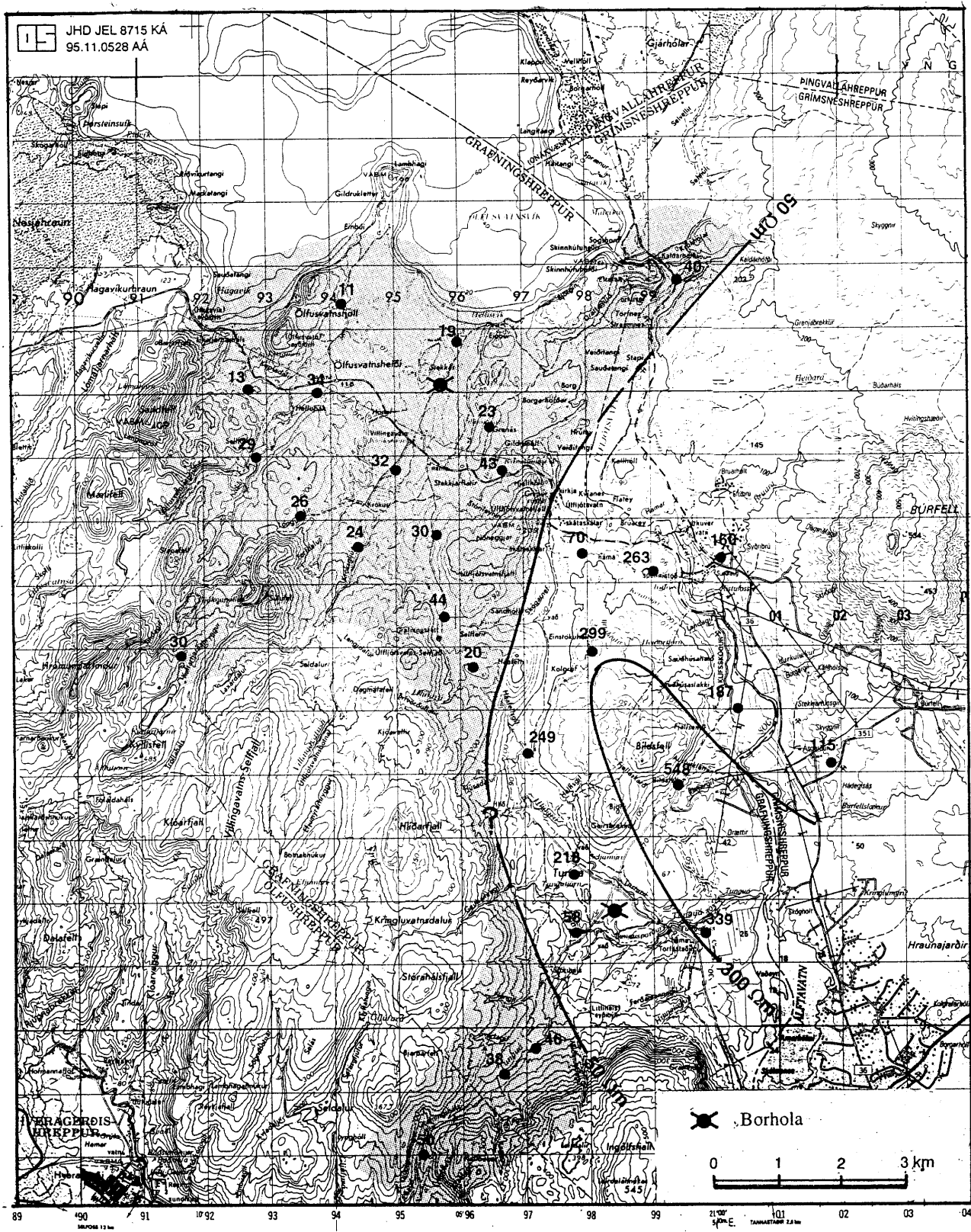
Mynd 1. Staðsetning viðnámsmælinga í austanverðum Grafningi.



Mynd 2. Eðlisviðnám 100 m neðan sjávarmáls.



Mynd 3. Eðlisviðnám 200 m neðan sjávarmáls.



Mynd 4. Eðlisviðnám 400 m neðan sjávarmáls.