



ORKUSTOFNUN
Jarðkönnunardeild

**VIÐNÁMSMÆLINGAR
Á REYKJANESSKAGA**
vegna ferskvatnsöflunar
Hitaveitu Suðurnesja

**Kristján Ágústsson
Freyr Þórarinsson**

OS79017/JKD04
Reykjavík, apríl 1979

Unnið fyrir
Hitaveitu Suðurnesja

**VIÐNÁMSMÆLINGAR
Á REYKJANESSKAGA**
vegna ferskvatnsöflunar
Hitaveitu Suðurnesja

**Kristján Ágústsson
Freyr Þórarinsson**

OS79017/JKD04
Reykjavík, apríl 1979

**Unnið fyrir
Hitaveitu Suðurnesja**

E F N I S Y F I R L I T

SKRÁ YFIR MYNDIR	bls.	4
SKRÁ YFIR VIÐAUKA	"	4
ÁGRIP	"	5
1 NOTKUN VIÐNÁMSMÆLINGA TIL ÁKVÖRÐUNAR Á VATNSHÆÐ EÐA ÞYKKT FERSKVATNSLINSUNNAR Á REYKJANESI	"	6
1.1 Almennt um viðnámsmælingar	"	6
1.2 Mælingar á jarðvatnshæð	"	7
1.3 Mælingar á ferskvatnslinsunni	"	7
1.4 Mælingar Jarðkönnunardeildar og túlkun þeirra	"	10
2 AÐSTÆÐUR TIL MÆLINGA	"	12
2.1 Sprunguhraun	"	12
2.2 Dyngjuhraun	"	13
2.3 Grágrýti	"	13
2.4 Vatnsheiði	"	13
3 NIÐURSTÖÐUR TÚLKUNAR VIÐNÁMSMÆLINGANNA	"	14
3.1 Óvissa í túlkun	"	14
3.2 Túlkuð þykkt vatnslaga	"	16
3.3 Jarðvatnshæð og þykkt vatnslaga	"	16
3.4 Viðnám í vatnslagi	"	17
3.5 Viðnám í þurru bergi	"	17
3.6 Viðnám í jarðsjó	"	17
HEIMILDIR	"	18
ABSTRACT IN ENGLISH	"	19
MYNDIR	"	21
VIÐAUKI A	"	29
VIÐAUKI B	"	35

MYNDIR

	bls.
Mynd 1 Yfirlitsmynd	23
" 2 Jarðfræði og staðsetning viðnámsmælinga	24
" 3 Þykkt ferskvatnslags	25
" 4 Viðnám í ferskvatnslagi	26
" 5 Dalur í mátskekkju	27
" 6 Dreifing viðnámsgilda	28

VIÐAUKAR

VIÐAUKI A: Staðsetning og túlkun viðnámsmælinga	29
VIÐAUKI B: Mæliferlar viðnámsmælinga	35

ÁGRIP

Á Reykjanesskaga vestanverðum hefur Jarðkönnunardeild Orkustofnunar látið gera rúmlega hundrað viðnámsmælingar til að kanna þykkt þeirrar ferskvatnslinsu, sem þar flýtur á jarðsjó. Þessar mælingar og allmargar aðrar, gerðar með jarðhitaleit fyrir augum, hafa höfundar þessarar skýrslu túlkað með ýmsum aðferðum, þar á meðal sérstaklega hannaðri tölvutúlkunaraðferð, til þess að ná fram sem gleggstum upplýsingum um lögun ferskvatnslinsunnar.

Niðurstaða þessarar túlkunar er sú, að vestan Grindavíkurvegjar er linsuþykktin mest 55-60 metrar, en hún vex austan vegar og nær 100 metrum vestan undir Fagradalsfjalli. Viðnámið í linsunni er algengast frá 300 til 1500 ohmmetrar. Þar sem óvissa í túlkun mælinganna er minnst, er hún undir 10% hvað varðar þykkt ferskvatnslinsunnar.

Viðnámsmælingunum er ekki ætlað að standa einar sér, sem lýsing á jarðvatnsstöðunni, heldur eru þær notaðar með jarðfræðilegum upplýsingum til þess að skilgreina stærðfræðilegt reiknilíkan af rannsóknarsvæðinu.

1 NOTKUN VIÐNÁMSMÆLINGA TIL ÁKVÖRÐUNAR Á VATNSHÆÐ EÐA ÞYKKT FERSKVATNS-
LINSUNNAR Á REYKJANESI

Jarðvatnsrannsóknir á Reykjaneskaga eru þeim vandkvæðum bundnar, að óvísða inni á skaganum er hægt að komast til að mæla jarðvatnshæð í sprungum eða borholum. Þegar rannsóknir byrjuðu á mögulegri hitaveitu fyrir Suðurnes frá Svartsengi, og athygli beindist að ferskvatnsaðstæðum á rannsóknarsvæðinu, Reykjaneskaga vestan Fagradalsfjalls, þá hófust fljótlega tilraunir til að mæla jarðvatnshæðina með óbeinum aðferðum, þ.e. með jarðeðlisfræðilegum mælingum. (Með "rannsóknarsvæðið, Reykjaneskagi vestan Fagradalsfjalls" er átt við það sem nefnt var "svæði II" í skýrslunni "Vatnspörf og vatnsöflun á Suðurnesjum", OS-JKD 7604 og "Hitaveitu Suðurnesja, ferskvatnsrannsóknir" OS-JKD 7609).

Helstu jarðeðlisfræðilegar mælingar, sem til greina koma að gera, voru hljóðhraðamælingar og viðnámsmælingar (einnig nefndar rafleiðnimælingar). Vegna óreglulegs hljóðhraða í hraunum og annarra skyldra vandamála eru túlkunarskekkjur í hljóðhraðamælingum svo stórar, að slíkar mælingar eru ekki raunhæfur valkostur á þessu svæði. Viðnámsmælingar voru því valdar sem þær jarðeðlisfræðilegu mælingar, sem helst gætu gefið upplýsingar um jarðvatnshæð á Reykjaneskaga.

1.1 Almennt um viðnámsmælingar

Hugmyndin bak við viðnámsmælingar og þykktarákvarðanir á jarðlögum með þeim skal nú stuttlega skýrð, áður en lengra er haldið. Ólík jarðlög leiða rafstraum misvel, þ.e. þau hafa ólíkt eðlisviðnám (mælieining: Ohm-metrar, Ω m, ohmm). Eðlisviðnám jarðlaga er, auk berggerðar, háð vatnsinnihaldi þess, seltu jarðvatns og hitastigi. Tilttekinn stafli af jarðlögum með tiltekin eðlisviðnám veitir því tiltekið viðnám gegn rafstraumi milli tveggja straumskauta, sem rekin eru í jörðina. Þetta viðnám er háð fjarlægðinni milli straumskauta og því lengri sem hún er, þeim mun meiri áhrif hefur eðlisviðnám dýpra liggjandi jarðlaga (eða öllu heldur viðnámslaga, sem eru jarðlag eða jarðlög með svipað eða sama eðlisviðnám hvarvetna á mælisvæðinu).

Með því að mæla spennufallið í miðju mælingar, mitt á milli straumskautanna, og reikna út frá því (skv. Ohms-lögmáli) viðnámið milli straumskautanna eða sýndarviðnám jarðarinnar við sívaxandi bil milli straumskauta, er hægt að reikna út eðlisviðnám og þykktir hinna ýmsu "viðnámslaga" undir hverjum mælistað að gefnum ákveðnum forsendum. Forsendurnar eru, að líta megi á viðnámslögin sem jafnþykk, lárétt lög á verulega stóru svæði, miðað við lengd viðnámsmælingarinnar (þ.e. mestu fjarlægðar milli straumskauta).

1.2 Mælingar á jarðvatnshæð

Fyrst í stað hugðu menn að jarðvatnshæð á rannsóknarsvæðinu væri allt að 5-6 m yfir sjó, og fyrstu tilraunir beindust að því að mæla dýpi niður á jarðvatnsborð til að finna jarðvatnshæðina þannig:

Jarðvatnshæð = Hæð mælistaðar yfir sjó - dýpi á jarðvatnsborð.

Í þessu skyni lét Jarðhitadeild Orkustofnunar gera 17 mælingar milli Stapafells og Svartsengis sumarið 1973 (mælingar S-1 til S-17). "Þessi aðferð tókst ekki af þeirri einföldu ástæðu að hæð grunnvatns yfir sjávarborð er aðeins 1-2 m, en þykkt yfirborðsháviðnámslags 30-50 m. Óvissan á ákvörðun 30-50 m þykks viðnámslags er u.þ.b. \pm 5 m, sem er mun meira en sú stærð sem ákvarða átti. Árangur mælinganna var því sá að ekki væri mögulegt að nota þessa aðferð við ákvörðun á þykkt ferskvatnsins (Rafleiðnimælingar í Eldvörpum og Svartsengi, OS-JHD 7639 s. 5).

1.3 Mælingar á ferskvatnslinsunni

Jarðvatnsaðstæður á Reykjanesi vestan Fagradalsfjalls eru þær, að vatnslinsa flýtur á sjó, líkt og ís á vatni. Aðeins tæplega fertugasti hluti linsunnar er yfir meðal-sjávarmáli, þ.e. linsan er 30-40 sinnum þykkari en nemur jarðvatnshæð yfir meðal-sjávarmáli. Í viðnámsmælingum á svæðinu koma því fram þrjú megin-viðnámslög, auk áhrifa karga o.fl. á yfirborði hrauna:

	<u>Þykkt</u>	<u>Viðnám</u>
Yfirborð hrauna	0- 3 m	lægra en í hraunum
Hraun ofan jarðvatnsborðs	10- 60 "	5.000-25.000 Ohmm
Jarðvatn í bergi	10-120 "	100- 3.000 "
Jarðsjór í bergi		5- 30 "

Það var því talið hugsanlegt, að í stað þess að reyna að finna jarðvatnshæðina með því að mæla þykkt hrauna ofan jarðvatnsborðs, mætti finna hana út frá ákvörðun á þykkt ferskvatnslinsunnar, þ.e. þykkt þess viðnámslags sem í töflunni er nefnt "jarðvatn í bergi". Tvennt stóð þó hér í vegi. Í fyrsta lagi er það náttúra viðnámsferla, þar sem viðnám lækkar 10-1000-falt milli laga eins og hér gerist, að miðlagið í þriggja laga ferli hefur afar lítil áhrif á mælinguna, fyrr en það er orðið 2-3 sinnum þykkara en efsta lagið. Ferskvatnslinsan er hinsvegar oftast álíka þykk og hraunin ofan jarðvatnsborðs. Í öðru lagi er viðnám í hraunum, og þó einkum í efstu metrum þeirra, mjög breytilegt, og mæld viðnámsgildi dreifast því allnokkuð kringum þau gildi, sem ættu að samsvara þykkt viðnámslaganna. Þetta tvennt og ófullkomin mælitækni 1973, miðað við það sem síðar varð, leiddi til þess að áhrif ferskvatnslinsunnar, miðlagsins, eru afar ógreinileg í mælingunum S-1 til S-17 og reyndar líka í öðrum mælingum á svæðinu frá sama tíma, þ.e. G-1 til G-30, sem voru mældar 1969 til 1974 (fyrri tilv. OS-JHD 7639). Af þessum ástæðum var ekki talið kleift að beita þeirri túlkunaraðferð að reikna út úr mælingunum þykkt ferskvatnslinsunnar.

Þetta mál var tekið upp að nýju á Jarðkönnunardeild seinni hluta árs 1975, og fljótlega tókst að sýna reikningslega fram á, að þrátt fyrir mikla mælióvissu gætti áhrifa ferskvatnslinsunnar í mælingunum. Einnig var ljóst, að rekja mátti þykkun ferskvatnslinsunnar frá sjó nokkuð inn í land. Þá kom einnig í ljós, sumpart fyrir túlkun á viðnámsmælingum, að fyrri hugmyndir um jarðvatnsborð allt að 5-7 m yfir sjó voru ekki réttar heldur var mesta jarðvatnshæð á rannsóknarsvæðinu varla yfir 2-2,5 m.y.s.

Í júlí 1976 birtust reikningar á þykkt ferskvatnslinsunnar, byggðir að nokkru á fyrrgreindum athugunum Jarðkönnunardeildar (Fyrri tilv. OS-JHD 7639). Þar segir svo um þá aðferð, sem notuð er til að meta þykkt linsunnar:

"Helsta afbrigði þessarar aðferðar miðað við hefðbundnar túlkunar- aðferðir er, að gengið er út frá því, að eðlisviðnám millilagsins sé 100 Ω m. Þetta er forsenda, sem seinni niðurstöður um þykkt ferskvatnsins byggja á. Rétt er að benda á að forsendan er í rauninni tvíþætt:

- a. Eðlisviðnám í vatnslinsunni er það sama á öllu svæðinu.
- b. Eðlisviðnámið hefur tölugildið 100 Ω m.

Ef forsenda a er rétt en forsenda b er röng, hefur það í för með sér, að meðalþykkt linsunnar breytist en að öðru leyti er aðferðin nothæf. Ef forsenda a er hinsvegar röng, er þessi aðferð ekki nothæf við ákvörðun á þykkt ferskvatnslinsunnar.

Tölugildið 100 Ω m var valið út frá eðlisviðnámi í köldu vatni á Reykjanesi og reynslu frá viðnámsmælingum annars staðar af landinu".

Síðan þetta var skrifað, hefur komið í ljós, að óvarlegt er að tala um meðalgildi eða eitt gildi fyrir viðnám ferksvantslinsunnar. Sé það hugtak samt notað, er 100 ohmm gildið of lágt allsstaðar utan jarðhitasvæðanna og væri sanni nær að tala um 500-1000 ohmm gildi. Sums staðar á jarðhitasvæðunum hefur ferskvatnslinsan hinsvegar allmiklu lægra viðnám, eða 20-200 ohmm, og stafar það væntanlega af íblöndun jarðhitavatns. Báðar forsendur túlkunarinnar eru því brostnar. Í fyrrnefndri skýrslu segir enn fremur: "ef gert er ráð fyrir jafnri þykkt millilagsins milli Svartsengis og Stapafells fæst meðalþykktin 55 ± 10 m miðað við túlkunaraðferðir, sem notaðar eru í þessari skýrslu" (fyrri tilv. OS-JHD 7639).

Algeng regla er að gera ráð fyrir að margfeldi þykktar og viðnáms miðlagsins sé fasti í fallandi þriggja laga ferli (Q-ferli), þegar um vandamál af þessu tagi er að ræða. "Rétt" meðalviðnámsgildi,

500-1000 ohmm, mundu með þessari túlkun því samsvara ferskvatnslinsu milli 5 og 10 metra á þykkt, sem er greinilega út í hött. Þessi niðurstaða sýnir glögglega hver vandkvæði eru á hinni venjulegu túlkun þessara mælinga með samanburði eftir auganu við móðurferla.

1.4 Mælingar Jarðkönnunardeildar og túlkun þeirra

Sumrin 1976, 1977 og 1978 gerði Jarðkönnunardeild 107 viðnámsmælingar á Reykjanesskaga með rannsókn á ferskvatnslinsunni sérstaklega fyrir augum. Þessar mælingar eru uppistaðan í þeirri vinnu sem nú verður lýst. 1975-1977 hélt Jarðhitadeild einnig áfram mælingum á Eldvarpa-Svartsengissvæðinu og beindust þar að jarðhitasvæðunum þar. Þessar síðarnefndu mælingar hafa einnig verið athugaðar með tilliti til ferskvatnslinsunnar, en afrakstur þeirra athugana er af eftirfarandi ástæðu ekki mikill. Í viðnámsmælingum er óhjákvæmilegt að flytja spennuskaut til nokkrum sinnum, til mótvægis við flutning straumskautanna, og við það slitnar og hliðrast mæliferillinn nokkuð til. Þessi hliðrun er þannig staðsett í mælingum Jarðhitadeildar, að litlar upplýsingar varðveitast um ferskvatnslinsuna.

Þrennt var það, sem leiddi JKD smám saman út í þessar umfangsmiklu mælingar. Í fyrsta lagi vantaði mjög upplýsingar um linsuþykktina og aðrar óbeinar mæliaðferðir voru ekki á takteinum. Enda þótt illa hefði gengið með fyrri túlkamir lék rökstuddur grunur á, að betri árangurs mætti vanta með því að miða færslu spennuskautanna meira við að fá ótruflaða mælingu á þeim hluta mæliferilsins, þar sem helst gætti áhrifa ferskvatnslagsins. Í öðru lagi urðu á þessum árum stórstígar framfarir í gerð mælitækja. Árið 1975 hófust mælingar með tækjum, sem hönnuð voru á OS og notuðu samlestur straum- og spennumerkis. Árið 1977 var bætt við stafrænum aflestrarbúnaði, sem tengdur var lítilli tölvu. Þessi búnaður bætti mjög aflestrarnákvæmnina og gerði auk þess kleift að reikna meðalgildi fjölda aflestra á þægilegan hátt. Í þriðja lagi tókst árið 1976 að þróa túlkunaraðferð, sem hentaði vandamálinu miklu betur en þær aðferðir, sem fyrr voru notaðar. Þessi aðferð verður nú stuttlega skýrð.

Venjuleg túlkun hefur verið fólgin í því að máta eftir auganu hvern mæliferil við safn móðurferla, og velja þann sem best hæfir. Áhrif ferskvatnslagsins á mæliferlana eru hinsvegar oftast svo lítil, að illmögulegt er að velja á milli þeirra móðurferla, sem til greina koma. Í stað þessarar handtúlkunar var samanburður mæliferlanna gerður í tölvu. Viðnámsmælingar eru þess eðlis, að í túlkun er hægt að staðla mæliferlana, setja viðmál fyrsta lags sem einn ($h_1 = 1$, $\rho_1 = 1$) og viðmál annarra laga sem hlutfall við þau. Tölvuvinnslan var því tvíþætt. Fyrst voru reiknaðir úr 100 staðlaðir móðurferlar. Þar eru sett föst viðmál fyrsta lags, hrauna ofan jarðvatnsborðs, og þriðja lags, jarðsjávar, ($h_1 = 1$, $\rho_1 = 0,001$). Viðmál miðlagsins, ferskvatnslinsunnar, eru hinsvegar breytistærðir (h_2 er 0,4-3,17, ρ_2 er 0,07-0,44). Sérhver mæliferill er síðan staðlaður og borinn saman við alla móðurferlana. Tölvun reiknar út frávik mæliferilsins frá hverjum móðurferli, og prentar niðurstöðurnar út sem fall af viðmálum miðlags móðurferlanna. Niðurstöðurnar sýna þá á þægilegan hátt "landslag" í mátskekkju, og takist vel til, kemur fram dalur þar sem mátskekkjan er minnst (mynd 5). Í þessum "dal" eru þau gildi á þykkt og viðnámi ferskvatnslinsunnar sem best má telja.

Fyrstu niðurstöður þessarar tölvutúlkunar lágu fyrir haustið 1977, og voru eftir atvikum sæmilegar. Þar sem land er hátt yfir sjó og/eða yfirborð þannig að miklum truflunum veldur, er þetta helsta leiðin til að ná einhverjum upplýsingum úr mælingunum um þykkt ferskvatnslinsunnar. Hins vegar reyndist stöðlun mæliferlanna meiri vandkvæðum bundin en búist hafði verið við. Túlkun tölvugagnanna var því ekki eins ótvíræð og fyrst leit út fyrir.

Með bættri mælitækni 1977 varð unnt að treysta meira á hefðbundnar túlkunaraðferðir þar sem land var lágt og yfirborð sæmilegt til mælinga. Þær túlkanir, sem hér eru birtar, styðjast því við báðar aðferðir, og er ýmist, hvorri er talið rétt að treysta, ef þeim ber ekki saman. Mælingunum 1978 var alla jafna valinn staður, þar sem land er lágt og yfirborð slétt og óbrotið. Þá voru einnig mældar nokkrar mælingar við borholur til þess að kanna samband þeirrar linsuþykktar, sem fæst í viðnámsmælingunum, við þykkt linsunnar eins og hún mælist í borholum.

2 AÐSTÆÐUR TIL MÆLINGA

Hér að framan er fjallað um þá erfiðleika sem eru á að beita viðnámsmælingum til þykktarmælinga á ferskvatnslinsunni og orsakast annars vegar af því, hversu ört viðnám á rannsóknarsvæðinu lækkar niður á við í jörðina, og hins vegar því, hversu þunn ferskvatnslinsan er miðað við þurru hraunin ofan jarðvatnsborðs á hverjum stað. Ef vel ætti að vera, þyrfti linsan helst að vera a.m.k. 2-3 sinnum þykkari en þurru hraunin, miðað við þau viðnám sem hér um ræðir.

Annar þáttur veldur auk þess miklum vandræðum, en það er hversu yfirborð hraunanna er ósamkennt (inhomogen) í viðnámi og hraunin sprungin og óregluleg að innri gerð. Hér verður því stuttlega lýst, hvernig mæliaðstæður eru á hverju svæði eftir jarðfræðilegri flokkun yfirborðslaga (mynd 2). Þegar niðurstöður túlkunar mælinganna eru skoðaðar og öryggi túlkunar metið, þarf að hafa í huga jarðfræðilegar aðstæður á hverjum stað og það, hversu hátt yfir sjó mælingar eru miðað við túlkun aða þykkt ferskvatnslinsunnar.

2.1 Sprunguhraun

Á sprunguhraunum er yfirborð úfið, jarðvegur lítill og einstakir hrauntaumar liggja hver um annan þveran. Óreglur í yfirborðsviðnámi eru því með mesta móti. Hið háa viðnám yfirborðs sprunguhraunanna og lítill gróðurþekja valda því, að ekki er unnt að senda út nema lítinn straum, þrátt fyrir háa útgangsspennu, og spennumerkið sem mæla skal verður mjög lítið.

Suður af Þórðarfelli og umhverfis Þorbjörn og Sýlingarfell eru margar mælingar gerðar af Jarðhitadeild til könnunar á jarðhita í Eldvörpum og Svartsengi. Sem fyrr segir veita þær takmarkaðar upplýsingar um ferskvatnslinsuna. Austur af Þórðarfelli er land lægra og yfirborð sléttara. Það torveldar þó túlkun, hversu hátt yfirborðsviðnám er. Enn austar er svo Arnarseturshraun. Það er allra hrauna úfnast og land fer hækkandi. Túlkun mælinganna er að sama skapi óöruggari. Við Fagradalsfjall er vatnslagið orðið svo þykkt, að túlkun mælinganna er nokkuð örugg.

2.2 Dyngjuhraun

Dyngjuhraun eru fremur slétt með sæmilega grónum lægðum en berum hólum á milli. Aðstæður eru þó ekki betri en á sprunguhraunum, nema hvað tekur til færðar. Miklar óreglur eru víða í mæliferlum og stafar það trúlega m.a. af skútum í hrauninu, uppbroti hraunfleka og höggun hraunsins, en höggunar gætir mikið á dyngjuhraununum, þar eð þau eru eldri en sprunguhraunin. Yfirleitt var reynt að gera mælingar á heillegum geirum milli sprungna og misgengja, en flestir reyndust þeir samt meira og minna undnir og brotnir. Margar mælingar rísa of bratt í byrjun, og er fyrri hluti þeirra (sem svarar til jarðlaga ofan jarðvatnsborðs) þá ótúlkanlegur. Þetta einkennir mjög mælingar í Vogaheiði og mælingar norðan og vestan Stapafells. Í Lágum og við Snorrastaðatjarnir er land mjög lágt og áhrif ferksvantslinsunnar á mælingarnar því greinileg. Túlkuð þykkt linsunnar er einna öruggust þar enda þótt fyrri hluti mælinganna sé ótúlkanlegur eins og annars staðar á dyngjuhraununum.

2.3 Grágrýti

Mælingar eru strjálur á grágrýtinu en aðstæður þar ágætar. Ferskvatnslinsan kemur mjög greinilega fram í mælingum á Rauðamel og á grágrýtinu sunnanverðu.

2.4 Vatnsheiði

Í Vatnsheiði er mælt bæði á dyngjum og sprunguhraunum. Þessar mælingar líta flestar ágætlega út, en ferskvatnslinsa sést engin í þeim. Líklega stafar þetta af sérstökum jarðfræðilegum aðstæðum og nálægð við jarðhitasvæðið í Svartsengi (sbr. "Hitaveita Suðurnesja, ferskvatnssóknir", OS-JKD 7609. "Hitaveita Suðurnesja, Ferskvatnssóknir. Hita- og seltumælingar 1975-1977", OS-JKD 7716).

3 NIÐURSTÖÐUR TÚLKUNAR VIÐNÁMSMÆLINGANNA

Allar nothæfar viðnámsmælingar Jarðkönnunardeildar frá rannsóknarsvæðinu eru birtar í viðauka B, aftast í þessari skýrslu, að vísu lítið eitt ritskoðaðar sumar hverjar. Í viðauka A eru þessar upplýsingar um mælingarnar: Staðsetning eftir hnitakerfi verkfræðiskrifstofunnar Hnit h/f., stefna mælingar, hæð mælingar yfir sjó lesin af korti (með 5 m nákvæmni) og loks túlkun mælingar bæði hvað varðar viðnám og þykktir viðnámslaganna. Mynd 2 sýnir staðsetningu mælinga og gerð yfirborðsлага. Myndir 3 og 4 sýna túlkaða þykkt og viðnám þess viðnámslags, sem hér er látið vera jafngilt ferskvatnslinsunni, og jafngildislínur þykktar.

Túlkunin, sem hér er rakin, er algjörlega óstudd, þ.e. ekki er reynt að samræma hana öðrum gögnum. Mælióvissa leyfir hinsvegar, að túlkun sé hnikað til innan ramma jafngildisreglunnar til samræmis við önnur gögn (sjá kafla 3.1). Það er eðli flestra jarðeðlisfræðilegra mælinga, að niðurstöður þeirra eru óvissar einar sér, en styrkjast mjög í samspili við aðrar mælingar og önnur gögn, og í þannig samspili er gildi þeirra fólgið. Túlkun þessara mælinga verður því jafnan hnikað nokkuð til, þegar dregin er heildarmynd af niðurstöðum ferskvatnsrannsóknarinnar, en hér eru mælingarnar einar til athugunar.

3.1 Óvissa í túlkun

Hér að framan hefur verið nefnd jafngildisreglan um meðferð óvissu í túlkun viðnámsmælinga. Fyrir þessar mælingar má orða jafngildisregluna svona: Túlkuðu viðnámi og þykkt ferskvatnslinsunnar má breyta, sé þess gætt að margfeldi þykktar og viðnáms breytist ekki ($h_2 \cdot \rho_2 = \text{fasti}$). Hversu miklar þessar breytingar mega vera, ræðst af stærð mælióvissu og þykktar- og viðnáms hlutföllum 1. og 2. lags (þurrs hrauns og ferskvatnslinsu).

Hér er dæmi um þetta. Látum viðnáms hlutfall í ímyndaðri mælingu vera $\mu = \rho_2/\rho_1 = 0,12$. Þetta er sem næst meðaltalsgildi á rannsóknarsvæðinu.

Látum þykktarhlutfall sömu mælingar vera $v = h_2/h_1 = 1$, enda er einna algengast, að ferskvatnslinsan sé á móta þykk og þurr hraun ofan jarðvatnsborðs. Væri nú mælióvissan í þessari ímynduðu mælingu 5%, þá gildir jafngildisreglan á ferhyrnu svæði í μ, v - planinu og þessi ferhyrningur hefur hornalínu milli hnitanna (0,16, 0,75) og (0,08, 1,3) (sjá nánar "Pylayev-nomograms" í bókinni Direct Current Electrical Sounding, Bhattacharyya og Patra, 1968). Væri nú $h_1 =$ þykkt þurra hrauna ≈ 40 m og $\rho_1 = 10000$ ohmm, þá mætti $h_2 =$ þykkt linsunnar liggja á milli 30 og 52 m og ρ_2 vera 800-1600 ohmm í samræmi við jafngildisregluna.

Í mælingum á sprunguhraunum er meðaltalsgildi viðnámshlutfallsins $\mu = 28-52$ m og $\rho_2 = 600-1300$ ohmm. Í Lágum, við Rauðamel og við Snorrastaðatjarnir er þykktarhlutfallið miklu hærra, allt að $v = h_2/h_1 = 5$. Það leiðir til þess að jafngildissvæðið í μ, v - planinu minnkar að mun sem þýðir að öryggi túlkunarinnar vex. Væri óvissan í mælingum hinsvegar meiri en 5% þýddi það að jafngildissvæðið yrði stærra en í dæmunum hér að ofan.

Samkvæmt jafngildisreglunni ætti að vera sama óvissa á ákvörðun þykktar og viðnáms ferskvatnslinsunnar, en svo er ekki (sbr. t.d. "Error propagation and uncertainty in the interpretation of resistivity sounding data", Koefoed, 1976). Þessi óvissa er bæði metin út frá útskrift tölunnar og með öðrum aðferðum. Halli jafngildissvæðanna í tölvuútskriftinni sýnir, að óvissa á viðnámi getur verið allt að tvisvar sinnum meiri en óvissan á ákvörðun þykktarinnar. Aðrar athuganir gefa þetta hlutfall hærra, þ.e. óvissa í viðnámi allt að 3-3 1/2 sinnum meiri en óvissa í þykkt.

Þegar best lætur, er óvissa á túlkaðri þykkt um 7%. Samkvæmt þessu gæti óvissa á viðnámi þá verið 10-20%. Þessar mælingar eru undirstrikaðar á myndum 3 og 4. Algengast er að óvissan í ákvörðun á þykkt ferskvatnslinnunnar sé um 15-20%. Svo virðist sem óvissan í viðnáminu sé þá allt að 40%. Loks eru nokkrar mælingar, þar sem ekki er unnt að afmarka jafngildissvæðið. Sú túlkun sem hér er gefin upp, tekur mið af nálægum mælingum og/eða meðaltali ýmissa túlkana sem reyndar hafa verið. Þessar mælingar eru í svigum á myndum 2 og 3.

3.2 Túlkuð þykkt vatnslaga

Að jafnaði er sámlægt samræmi milli mælinga í túlkaðri þykkt ferskvatnslinsunnar. Aðalatriðin í þeim niðurstöðum, sem sýndar eru á mynd 3, eru svipuð og komið hafa fram áður (Integrated Hydrological Survey of a Freshwater Lens, OS-JKD 7806). Jarðvatnshæðir eru á Vogastapa, norðaustur af Stapafelli og kannski á Njarðvíkurheiði. Lægðir eða dalir eru suður af Vogum og austur af Seltjörnum, og sömuleiðis milli Þorbjarnar og Þórðarfells. Á þessu síðarnefnda svæði sunnanverðu vantar alla fínna drætti í myndina, þar sem ekki hefur tekist að túlka allar mælingar þaðan. Á þessu svæði norðanverðu, þ.e. á vatnsvinnslusvæðinu og suður og suðvestur af því, er samræmi milli mælinga hinsvegar ekki gott og jafngildislínum á mynd 3 eru því að sama skapi óvissar.

3.3 Jarðvatnshæð og þykkt vatnslags

Samanburður á túlkaðri þykkt vatnslags og jarðvatnshæð yfir sjávarmáli í borholum í Lágum sýnir, að hlutfallið þar á milli er um 40. (Þykkt vatnslags/jarðvatnshæð = $54/1,35 = 40$). Blöndunarlag ferskvatns og jarðsjávar virðist vera um 15 m þykkt í borholu HSK-6 í Lágum. Sennilega liggja viðnámskilin ofarlega í blöndunarlaginu, en þyngdarpunktur milli ferskvatns og jarðsjávar liggur væntanlega nær miðju blöndunarlagsins. Jarðvatnshæð er því í flotjafnvægi við linsu, sem er ívið þykkari en viðnámsmælingarnar gefa til kynna. Nothæft ferskvatn er hinsvegar heldur minna en viðnámsmælingarnar gefa til kynna, þar sem blöndunarlagið telst allt ónothæft.

Að framansögðu er ljóst, að yfirleitt má vænta þess, að jarðvatnshæð svari til ferskvatnslinsu, sem er 5-10 m þykkari en viðnámsmælingar gefa til kynna. Ekki er enn vitað, hvort þykkt blöndunarlags og hlutfall þykktar ferskvatnslags samkvæmt viðnámsmælingum og jarðvatnshæðar er eins háttáð alls staðar á rannsóknarsvæðinu. Nokkur ástæða er til að ætla að jarðhitasvæðin skeri sig úr vegna íblöndunar jarðhitavatns, sbr. kafla 1.3

3.4 Viðnám í vatnslagi

Viðnám í vatnslaginu er mjög breytilegt og þeir meginflokkar, sem fram koma á mynd 6 (300-600 ohmm og 700-1100 ohmm), verða ekki tengdir ákveðnum jarðmyndunum á óbyggjandi hátt. Auk mismunandi bergtegunda, sem vatnslagið stendur í, geta fjölmargar ástæður valdið þessari dreifingu, svo sem lagmót í vatnslaginu, hliðlægar óreglur, mismunandi hitastig, mismunandi efnainnihald vatnsins vegna blöndunar við jarðsjó og "mengunar" frá jarðhitasvæðunum o.fl. Ekki verður greint hér á milli með þessari rannsóknaraðferð einni sér.

Helst er um samfellt viðnámssvæði að ræða á grágrýtinu og suður af því. Suðurmörk þess verða ekki rakin með vissu, enda ekki við því að búast að mörkin séu glögg. Mælingar eru auk þess strjálar á þessu svæði. Vestan og norðan Stapafells er lágt viðnám hið næsta fellinu, en hækkar til sjávar. Á öðrum svæðum er viðnámið mjög breytilegt.

3.5 Viðnám í þurru bergi

Sá hluti mælinganna, sem á við lög ofan jarðvatns, er eins og áður getur mjög erfiður í túlkun og víða ótúlkalegur. Á mynd af dreifingu viðnámsgilda (mynd 6) er sleppt viðnámsgildum í seti (500-1000 ohmm) og bruna á yfirborði (2000-5000 ohmm). Mælingar á grágrýti eru flestar með viðnámsgildi neðan við 5000 ohmm og jarðfræðilegar líkur eru á því að grágrýti sé að finna í flestum mælingum sem sýna viðnám lægra en 6000 ohmm. Gildi við 15000 ohmm eru tengd sprunguhraunum, en aðrir hópar (10000 ohmm, 19000 ohmm) eru blandaðir (dyngjuhraun, sprunguhraun).

3.6 Viðnám í jarðsjó

Mynd af viðnámi í jarðsjó er gloppótt á norðanverðu svæðinu, þar sem mælingar eru víða full stuttar til að ákvarða það. Í Eldvörpum og Svartsengi er það betur kannað, enda er jarðsjórinn viðfang mælinga þar (Rafleiðnimælingar í Eldvörpum og Svartsengi, OS-JHD 7639). Við Snorrastaðatjarnir og vestan Stapafells er viðnám jarðsjávar lágt (4-7 ohmm) og líkur hafa verið leiddar að því, að þar gætu verið fælin jarðhitasvæði (Hitaveita Suðurnesja, Ferskvatnsrannsóknir. Hita- og seltu mælingar 1975-1977, OS-JKD 7716).

HEIMILDIR

Bhattacharyya, B.K. & Patra, H.P. 1968: "Direct Current Electrical Sounding". Elsevier Publishing Co., 135 s.

Freyr Þórarinsson & Freysteinn Sigurðsson 1976: "Vatnspörf og vatnsöflun á Suðurnesjum", OS-JKD 7604, 4 s.

Freyr Þórarinsson, Freysteinn Sigurðsson & Guttormur Sigbjarnarson 1976: "Hitaveita Suðurnesja, Ferskvatnsrannsóknir. Áfangaskýrsla fyrir árið 1976", OS-JKD 7609, 62 s.

Freysteinn Sigurðsson 1977: "Hitaveita Suðurnesja, Ferskvatnsrannsóknir. Hita- og seltumælingar 1975-1977", OS-JKD 7716, 42 s.

Freysteinn Sigurðsson, Freyr Þórarinsson, Snorri Páll Snorrason, Kristján Ágústsson & Guttormur Sigbjarnarson 1978: "Integrated Hydrological Survey of a Freshwater Lens", OS-JKD 7806, 14 s.

Koefoed, O. 1976: "Error Propagation and Uncertainty in the Interpretation of Resistivity Sounding Data". Geophysical Prospecting, vol. 24, s. 31-48.

Valgarður Stefánsson, Lúðvík S. Georgsson & Rúnar Sigfússon 1976: "Rafleiðnimælingar í Eldvörpum og Svartsengi", OS-JHD 7639, 15 s.

ABSTRACT IN ENGLISH

The National Energy Authority, Department of Economic Geology, has conducted a geoelectrical survey of over a hundred vertical resistivity soundings on the Reykjanes peninsula for the detection of the thickness of the fresh-water lens floating on saline sea water in the ground. The authors interpret these measurements together with several others carried out for geothermal prospecting purposes by various methods, a.o. a specially designed computer program for obtaining maximal information on the shape of the fresh-water lens. The results of this interpretation are that west of the Grindavík main road the maximum lens thickness is 55-60 m. East of the road it increases, reaching 100 m to the west of mount Fagradalsfjall. The most commonly obtained resistivity values range between 300 and 1500 ohm meters. At best, the inaccuracy of the interpretations is less than 10% as regards the fresh water lens thickness. The resistivity soundings are not expected to yield an independent picture of the groundwater conditions, rather they are used jointly with geological information for defining a mathematical model of the research area.

MYNDIR



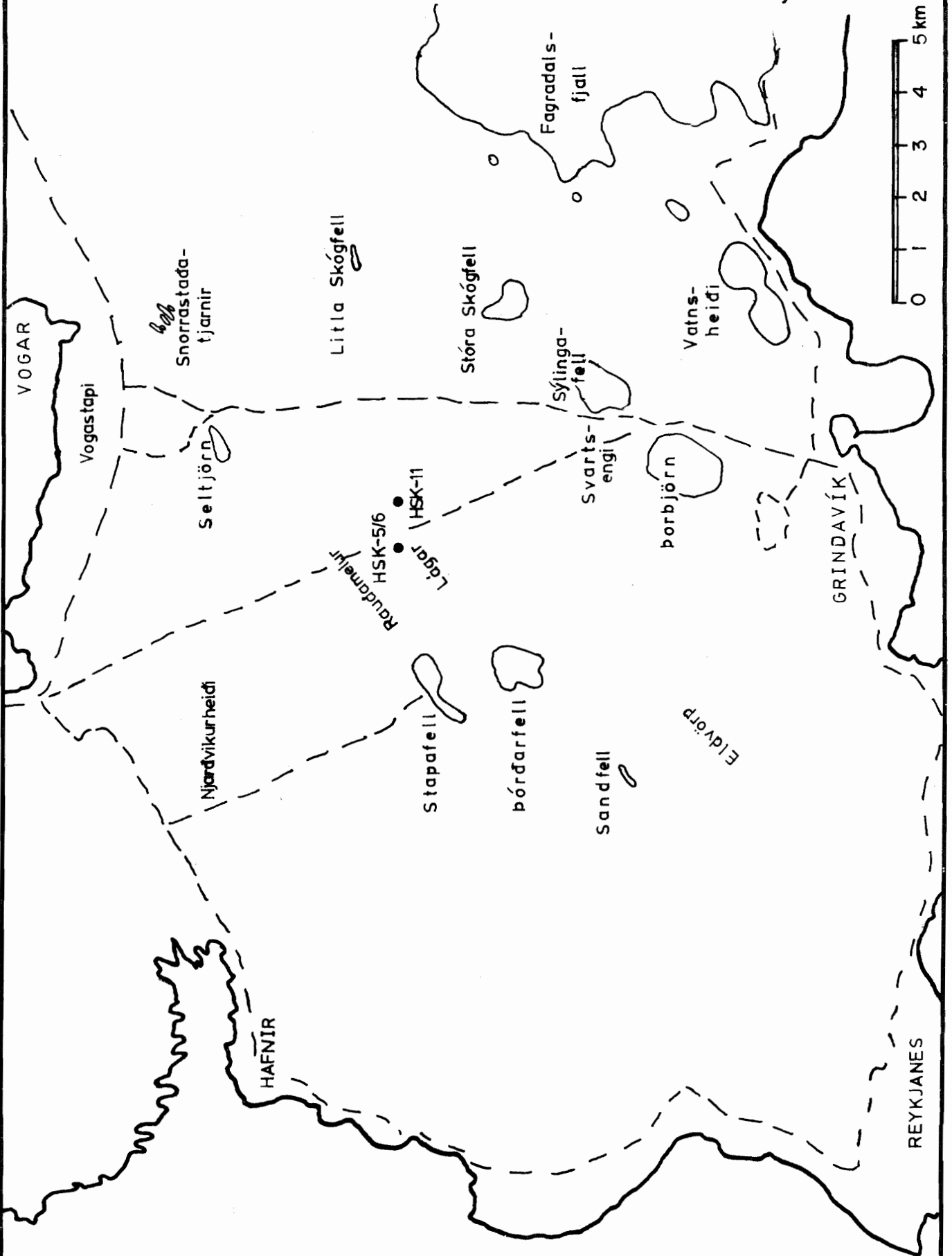
HITAVEITA SUÐURNESJA
Yfirlitsmynd

KÁ/GS

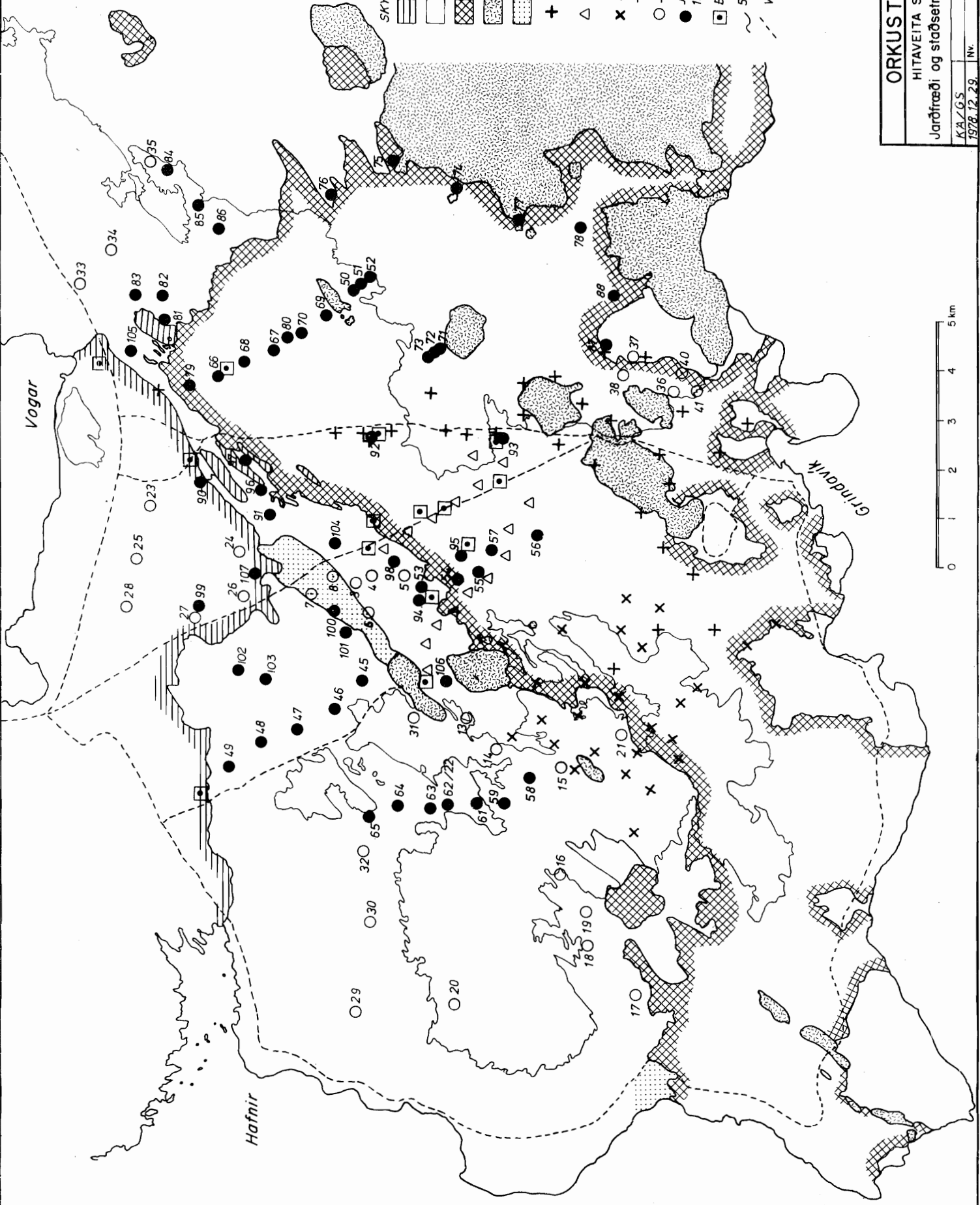
Nv. Sve Viðnám

F-18173

Mynd I



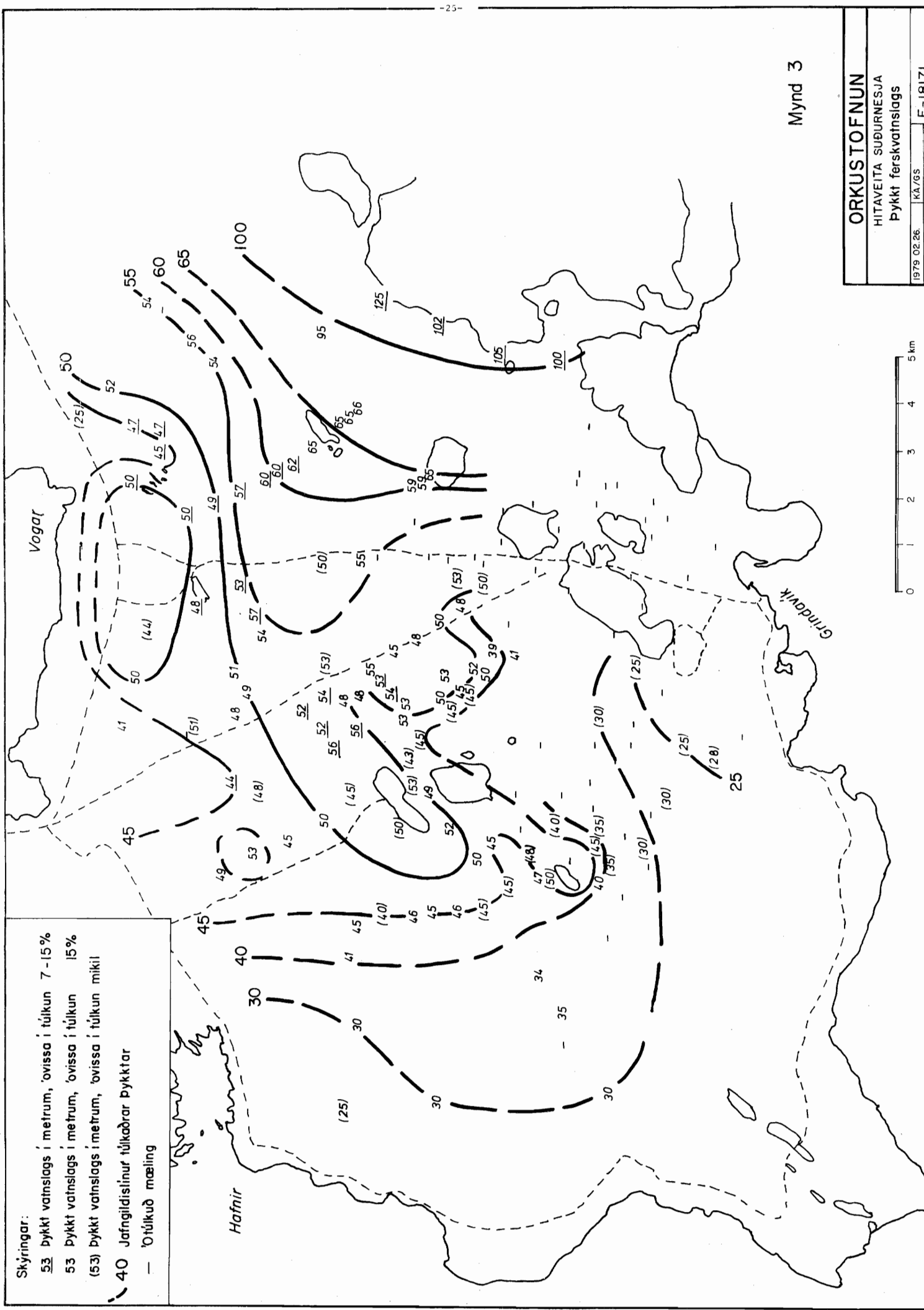
REYKJANES



Mynd 2

ORKUSTOFNUN	
HITAVEITA SUBURNESJA	
Jarðfræði og staðsetning viðnámsmælinga	
KA/GS	IV.
1978.12.29.	F-18172





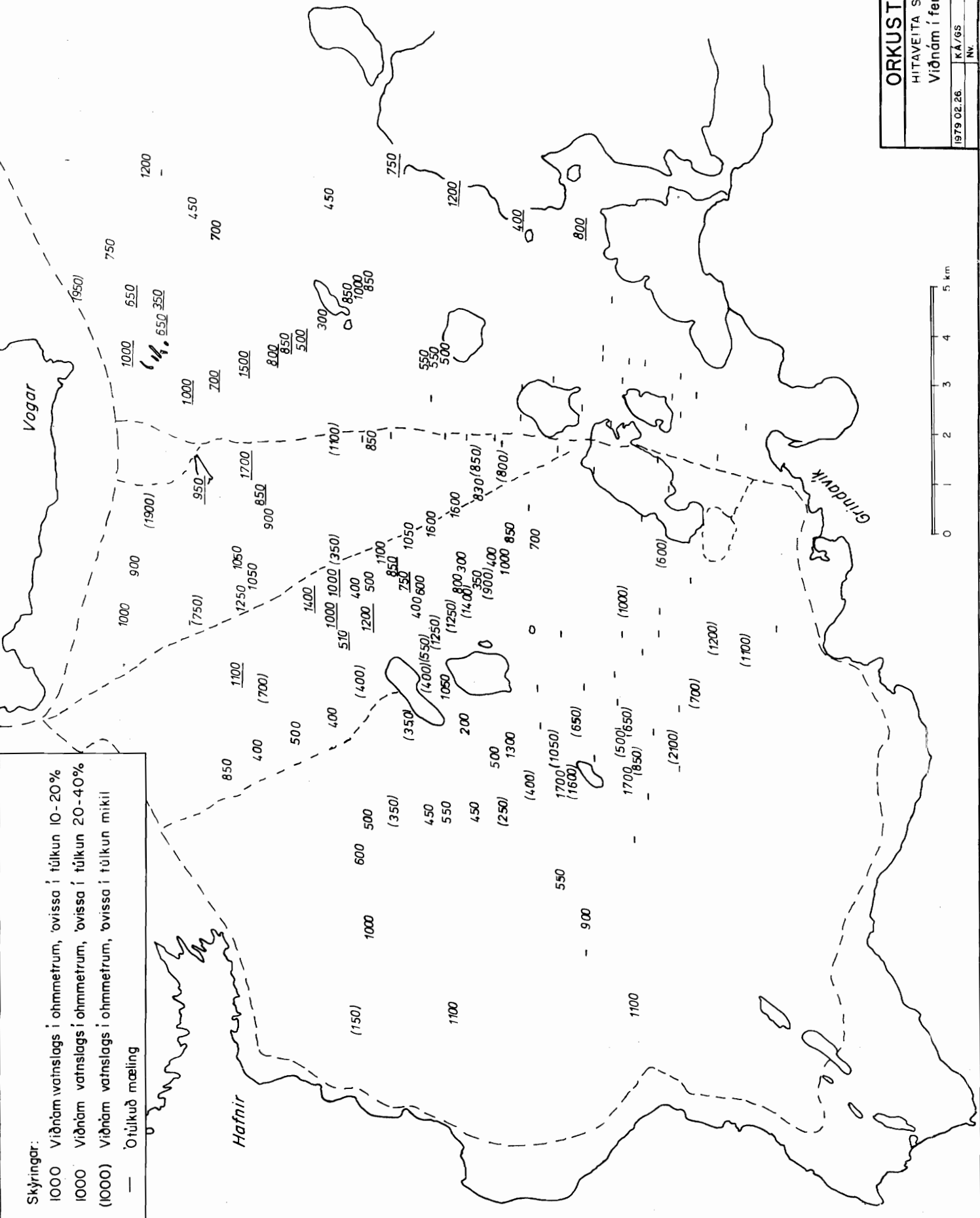
Mynd 3

ORKUSTOFNUN	
HITAVEITA SUÐURNESJA	
Þykkt ferskvatnslags	
1979 02.26.	KA/GS
	Nv.
	F-18171



Mynd 1

ORKUSTOFNUN	
HITAVEITA SUÐURNESJA	
Viðnám í ferskvatnslagi	
1979 02.26	K.A./65
	Nr.
	F-18170



Skýringar:

1000 Viðnám vatnslags í ohmmetrum, ðvissa í tulkun 10-20%

1000 Viðnám vatnslags í ohmmetrum, ðvissa í tulkun 20-40%

(1000) Viðnám vatnslags í ohmmetrum, ðvissa í tulkun mikil

— Örlúkuð mæling

R 32 KRUSI I 30.0 M 7500.0 OHMM 12 PUKKJAR

H2	RH02	52.	82.	131.	208.	331.	524.	332.	1318.	2089.	3312.
15.2	0.03683	0.03558	0.03393	0.03130	0.02741	0.02195	0.01488	0.00721	0.00229	0.00166	0.00166
19.0	0.03614	0.03465	0.03241	0.02908	0.02429	0.01788	0.01027	0.00360	0.00326	0.01939	0.01939
23.9	0.03516	0.03319	0.03027	0.02605	0.02024	0.01300	0.00565	0.00198	0.00970	0.04099	0.04099
30.0	0.03373	0.03108	0.02725	0.02194	0.01512	0.00766	0.00225	0.00478	0.02471	0.07501	0.07501
38.0	0.03171	0.02811	0.02313	0.01667	0.00933	0.00310	0.00242	0.01488	0.05099	0.12226	0.12226
47.9	0.02899	0.02422	0.01803	0.01095	0.00423	0.00165	0.00902	0.03479	0.08889	0.18055	0.18055
60.4	0.02574	0.01978	0.01274	0.00585	0.00184	0.00541	0.02328	0.06370	0.13522	0.24459	0.24459
76.0	0.02234	0.01548	0.00833	0.00300	0.00322	0.01437	0.04332	0.09754	0.18409	0.30763	0.30763
95.0	0.01928	0.01197	0.00544	0.00255	0.00764	0.02634	0.06520	0.13096	0.22941	0.36365	0.36365
120.5	0.01685	0.00950	0.00401	0.00374	0.01332	0.03840	0.08517	0.15974	0.26699	0.40898	0.40898

Mynd 5

3. 4. 1979

K.Á.

Svartsengi

F-18275

Jarðkönnunardeild

HITAVEITA SUÐURNESJA

DALUR Í MÁTSKEKKJU



HITAVEITA SUÐURNESJA
Dreifing viðnámsgilda

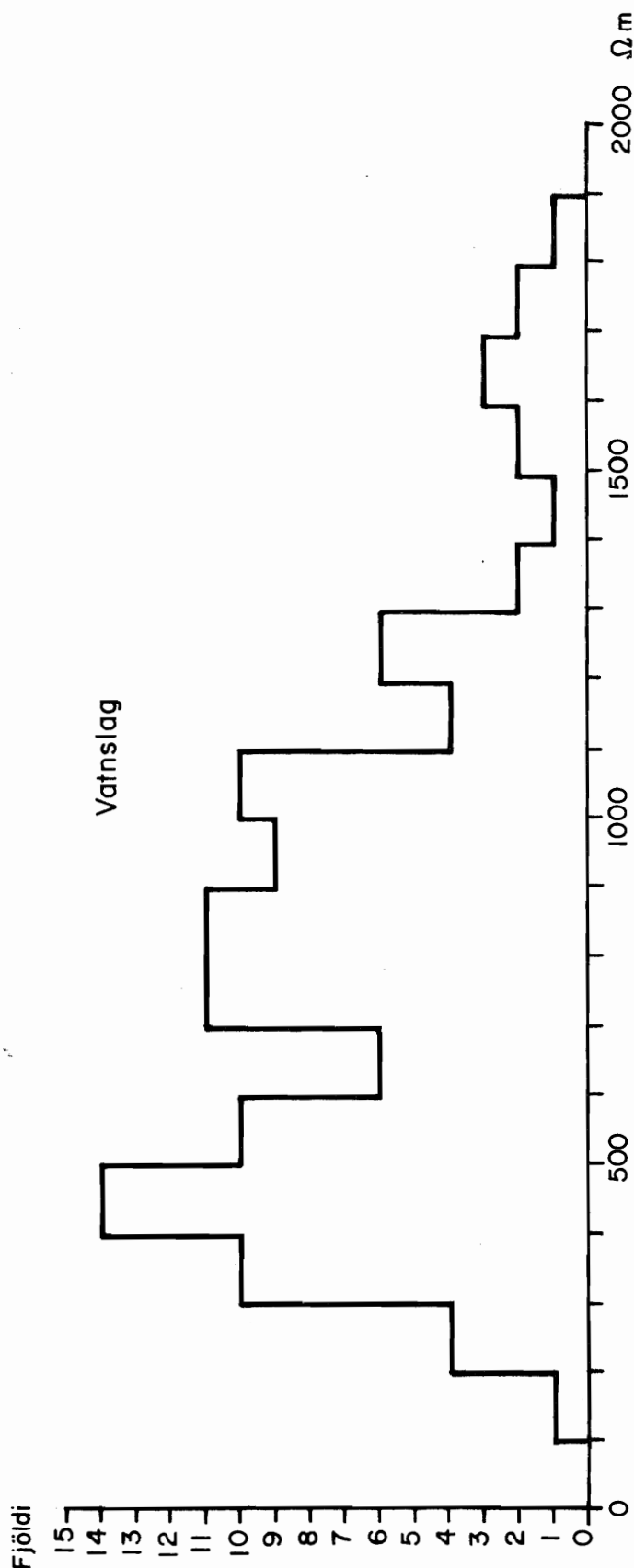
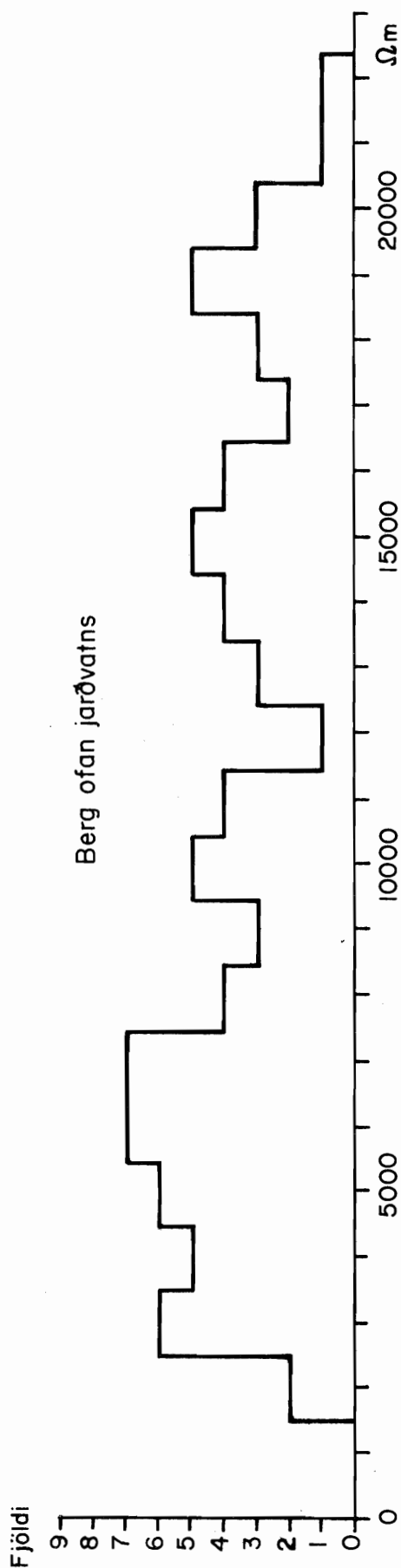
1979 02.27.

FP/Gyða

Nv. Sve. Viðnám

F-18174

Mynd 6



VIÐAUKI A

Staðsetning og túlkun viðnámsmælinga

Þessar upplýsingar um viðnámsmælingar er að finna í töflunum hér á eftir:

1. dálkur: Nr. Raðtala mælingar. Mælingarnar eru, auk raðtölu, auðkenndar með bókstafnum R, t.d. R-29.
2. dálkur: Dags. Dagsetning mælingar, ár-mánuður-mánaðardagur.
- 3-4. dálkur: Staður. Staðsetning mælingar samkvæmt hnitakerfi verkfræðiskrifstofunnar Hnit h/f, lesið af kortum í mælikvarða 1:25000. Nákvæmni staðsetningar er ± 50 m. 3. dálkur er N-S hnit, 4. dálkur A-V hnit.
5. dálkur: °R. Stefna mælingar, gráður réttvísandi. Ef mæling er einfaldlega lögð samsíða sprungustefnu, er hún merkt 45.
6. dálkur: mys. Hæð mælistaðar yfir sjávarmáli skv. fyrrnefndum kortum Hnit h/f. Lesið af kortunum uppá 5 metra.
- 7-9. dálkur: h/ ρ . Viðnámslög samkvæmt túlkun, þykkt/viðnám. Autt skástrik (/) merkir að viðnámslag sé til staðar milli þeirra sem á undan og eftir fara, en viðmál þess verða ekki ákvörðuð með nægri vissu.
10. dálkur: h_3 . Þykkt ferskvatnslinsu skv. túlkun.
11. dálkur: ρ_3 . Viðnám ferskvatnslinsu skv. túlkun.
12. dálkur: S. Viðnám í neðsta viðnámslagi, jarðsjó.
13. dálkur: Athugasemdir. Fáein orð um gæði mælingar og túlkanir.

Nr.	Dags.	Staður	°R	mys	h_0/ρ_0	h_1/ρ_1	h_2/ρ_2	h_3	ρ_3	S	Athugasemdir
3	760517	7202	3867	45	15	/	/	/	48	700	Vond
4	760518	7202	3863	45	20	/	/	20/5500	48	500	7 Slétt og felld, en vatnslag ógreinilegt.
5	760518	7202	3863	45	20	1.0/2400	/	16/20000	54	770	Mjög góð
6	760519	7206	3871	45	20	1.2/2300	/	15/7000	56	1200	8 "
7	760520	7204	3877	45	20	4.6/8000	/	10/4000	52	1380	9 "
8	760521	7198	3876	45	20	/	/	20/5500	54	990	"
13	760913	7230	3849	50	48	2.7/760	/	47/1520	52	210	"
14	760913	7237	3843	45	50	1.5/1000	7/15000	40/4000	50	520	40
15	760915	7242	3831	45	55	1.2/675	/	48/10000	47	1700	<40 Slétt og felld, en vatnslag ógreinilegt.
16	760915	7262	3832	45	50	1.7/880	26/3000	17/5500	34	570	"
17	760916	7288	3817	45	30	1.2/570	8/3000	21/3200	30	1500	30 Slétt og felld, en vatnslag ógreinilegt.
19	760917	7271	3826	40	40	1.1/1000	/	33/16000	35	910	35 "
20	760920	7288	3855	50	50	1.2/1000	/	43/6000	30	1100	22 Vond
21	760922	7235	3817	40	55	1.5/1700	/	48/10000	45	480	26 "
22	760924	7247	3852	45	40	/	/	30/7500	45	670	<12 Slétt og felld, en vatnslag ógreinilegt.
23	760927	7183	3914	48	35	1.0/900	/	30/3150	44	1300	Vond
24	760927	7192	3896	45	15	4.0/1300	/	12/2900	51	1040	<12 "
25	761029	7190	3919	45	30	1.0/900	/	30/5800	50	920	<30 Slétt og felld, en vatnslag ógreinilegt.
26	761004	7200	3838	45	20	1.5/1700	5/560	13/3300	48	1240	17 Slétt og felld, en vatnslag ógreinilegt.
28	761006	7137	3924	45	30	1.0/1200	/	30/4200	41	1000	<30 "
29	761007	7230	3874	45	25	1.3/1200	/	23/7200	25	140	10 Vond
30	761007	7231	3871	45	35	1.3/1500	/	35/3000	30	1000	"
31	761009	7223	3860	45	50	1.0/2300	/	45/3000	50	350	15 Slétt og felld, en vatnslag ógreinilegt.
32	761009	7256	3872	45	50	0.8/1200	14/12000	24/8000	41	600	<30 "
33	761011	7137	3868	45	20	/	/	/	25	350	<13 Vond
34	761011	7124	3921	45	30	/	/	/	52	740	13 Hnókrótt og vatnslag ógreinilegt.
35	761013	7111	3913	45	45	1.5/1800	/	40/18000	54	1220	Slétt og felld, en vatnslag ógreinilegt.
45	770708	7222	3870	45	40	/	/	/	45	330	12 Slétt og felld, en vatnslag ógreinilegt.
46	770712	7229	3876	30	40	/	7/22000	30/6000	50	330	"
47	770713	7230	3882	45	40	/	5/13000	32/8000	45	430	<20 "
48	770715	7232	3887	40	40	/	4/13000	31/8000	53	330	<16 "
49	770715	7237	3838	60	30	/	5/20000	13/6000	43	560	<25 "
50	770719	7141	3871	40	45	/	12/20000	27/13000	65	840	<30 "
51	770719	7140	3869	38	45	1.0/2100	12/21000	30/14000	65	1020	30 "
52	770719	7138	3868	34	45	1.0/2600	10/26000	35/13000	66	850	30 "
53	770722	7202	3858	45	25	1.0/1400	14/14000	7/5000	53	530	<9 Hnókrótt og vatnslag ógreinilegt.
54	770722	7201	3849	45	30	1.0/8000	15/16000	12/6200	50	790	Slétt og felld, en vatnslag ógreinilegt.
55	770726	7200	3844	18	25	/	/	/	45	350	<10 "
56	770726	7135	3828	42	30	/	/	15/11000	41	730	"
57	770727	7134	3842	45	30	/	/	13/6600	52	330	"
58	770816	7246	3835	35	55	/	/	/	45	400	<30 "
59	770816	7248	3841	33	55	/	/	/	45	250	<12 "

Nr.	Dags.	Staður	°R	mys	h_0/p_0	h_1/p_1	h_2/p_2	h_3	p_3	S	Athugasemdir
61	770820	7247	3841	43	45	1.7/ 1800	3/18000	297/11000	46	450	"
62	770820	7247	3852	45	40	/	/	25/ 6500	45	460	< 6
63	770820	7243	3857	43	40	1.2/ 1550	13/10000	26/ 6100	46	425	12
64	770822	7247	3865	50	40	1.0/ 750	4/13000	30/11000	40	350	<18
65	770822	7243	3870	48	50	/	/	/	45	500	7
66	770822	7153	3899	43	15	1.0/ 8500	5/50000	7/18000	43	700	4
67	770825	7152	3886	45	20	/	/	20/15000	57	730	"
68	770825	7155	3833	64		1.0/ 8000	3/40000	12/15000	51	1500	"
69	770823	7146	3325	60	30	1.0/ 1300	6/30000	22/15000	62	280	3
70	770823	7143	3881	60	25	/	/	/	60	430	<10
71	770305	7154	3852	30	55	1.0/ 1160	13/16500	27/ 8000	65	430	
72	770305	7155	3852	15	55	1.2/ 5500	16/16500	34/10300	53	540	
73	770805	7156	3853	23	55	1.3/ 2400	8/37000	36/13000	53	570	"
74	770603	7121	3843	27	55	2.3/14000	4/28000	43/14000	102	1220	7
75	770306	7114	3862	65	65	1.6/20000	26/10000	40/ 6700	125	750	
76	770307	7122	3873	43	65	1.4/ 1300	6/13000	60/ 6700	35	470	
77	770307	7127	3835	24	75	1.0/ 3000	6/30000	55/ 3000	105	420	Góð
78	770307	7130	3821	18	65	1.0/ 300	20/14000	46/ 5500	100	810	
79	770803	7160	3302	42	10	/	/	10/36000	50	390	7
80	770308	7150	3884	5	20	1.0/3800	/	17/18000	60	840	3
81	770309	7144	3310	25	10	1.0/ 1200	/	8/ 7000	45	460	6
82	770309	7140	3303	46	25	/	/	/	47	370	6
83	770309	7140	3309	54	20				47	630	5
84	770313	7115	3308	21	45	1.2/ 1000	/	40/15000			< 5
85	770313	7120	3302	50	40		/		56	460	< 8
86	770313	7127	3836	24	40	1.4/ 1300	/	35/13500	54	670	3
90	780613	7173	3903	55	10	1.0/ 1100	3/ 1700	7/ 3500	48	350	8
91	780613	7185	3883	45	20	/	/	/	54	830	9
92	780615	7171	3867	0	30	1.1/ 800	/	23/25000	55	850	3
93	780615	7172	3840	0	35	1.1/ 8000	/	30/16000			13
94	780613	7205	3858	35	20	/	/	/	53	420	
95	780613	7197	3848	20	26	1.0/ 8500	/	22/13000	53	280	
96	780620	7181	3830	45	20	/	/	/	57	850	13
97	780620	7175	3832	45	15	1.0/ 1600	/	15/ 3600	53	1700	8
98	780621	7136	3863	35	20	1.1/ 1900	/	13/11500	53	830	< 7
99	780621	7205	3302	48	25	1.5/ 800	/	25/ 4000	51	750	
100	780622	7206	3878	40	15	0.6/ 1200	2/ 600	11/ 2000	52	1000	
101	780622	7212	3875	30	15	/	/	/	56	510	5
102	780623	7215	3836	45	20	/	/	/	44	1100	< 13
103	780623	7230	3830	45	20	/	/	/	48	700	16
104	780301	7132	3875	35	15	/	/	/	53	350	"
105	781010	7152	3315	45	5	/	/	/	50	1000	6
106	781010	7220	3853	45	25	/	/	/	43	1050	6
107	781010	7198	3892	45	15	/	/	/	43	1050	"

VIÐAUKI B

Mæliferlar viðnámsmælinga

Hér eru birtir mæliferlar þeirra viðnámsmælinga sem Jarðkönnunar-
deild hefur gert á Reykjanesi og þessi skýrsla fjallar um. Til skýr-
ingar er eftirfarandi:

1. Í fyrsta dálk er lengd straumarms, S, þ.e. hálf fjarlægð milli
straumskauta. Í mælingum R-2 til R-8 er S gefið upp í metrum,
en í öðrum mælingum er gefin raðtala lengdar straumarms. Lengd-
irnar eru logaritmiskt jafndreifðar, eins og eftirfarandi tafla
sýnir.

<u>S</u>	<u>Lengd m</u>	<u>S</u>	<u>Lengd, m</u>	<u>S</u>	<u>Lengd, m</u>
1	1,00	6	10,00	16	100,0
2	1,58	7	12,59	17	125,9
3	2,51	8	15,85	18	158,5
4	3,98	9	19,95	19	199,5
5	6,31	10	25,12	20	251,2
		11	31,62	21	316,2
		12	39,81	22	398,1
		13	50,12	23	501,2
		14	63,10	24	631,0
		15	79,43	25	794,3
				26	1000,0

2. Hver mæling er fleiri en einn dálkur. Samfelld talnaröð í dálki
eru mæligildi fengin með sama bili milli spennuskauta. Næsti
dálkur til hliðar sýnir hinsvegar mæligildi fengin með öðru bili
milli spennuskauta. Dálkar skarast alltaf og þannig má bæði lesa
óslitinn mæliferil og sjá þá hliðrun, sem verður þegar bili milli
spennuskauta er breytt (sbr. kafla 1.4.).
3. Hér eru ekki birtar allar mælitölur úr viðnámsmælingunum. Í fyrsta
lagi eru oft margar spennemælingar (mismunandi spennuarmar) gerðar
í sama straumarmi á þeim hlutum mæliferils, sem mestu máli skipta.
Hér eru þá aðeins birtar þær mælitölur, sem þykja gefa gleggsta
mynd af hegðun mæliferilsins. Í öðru lagi var alloft mælt þéttar

en hér kemur fram, þ.e. lengdir straumarms voru 20 í stað 10 á hvert veldisbil. Þessir mælipunktur eru einungis sýndir í R-15, síðari tveir dálkarnir.

4. Nokkrar R-mælingar af Reykjanesskaga eru ekki birtar hér, af ýmsum ástæðum. Þær eru:

R-1. Mjög trufluð af sprungu.

R-9 og R-11. Ónýtar vegna spanáhrifa í mælitækjum.

R-18. Mjög trufluð af sprungu.

R-27. Var ekki lokið vegna truflana.

R-36 til R-41. Mældar í Vatnsheiði. Birtar í skýrslu OS-JKD 7609.

R-42 til R-44 og R-60. Mældar í Strandarheiði.

R-87 og R-88. Mældar í Vatnsheiði.

R-89. Mæld í Strandarheiði.

s	R-13	R-14	R-15	R-16
1	723 8768 8215	1036 317 351	683 805 1228	1470 882 1140
5	3850 12270 12330 6308 13130 12530 14230 13690 11640 111570	1445 2237 3761 4351 4731 5345 5085 5350 4735 4754	1302 2836 3746 4365 5290 5805 7450	1532 2610 3683 3863 4656 5220 5640 5630 5650
10		millipunktar s=12,5 8050 7685		5870 7780 7200
15	8780 7120 5145 2802 1209 630 228 257	5325 5370 4128 2372 1326 563 196 86 40-41 42-44 44-55 110 210	7420 7065 5520 4187 2848 1552 623 237 70 81-97 76-90	6365 4904 3350 2780 1767 886 282 165
20				6445 4505 3470 2832 1741 843 324 34
25				

s	R-17	R-19	R-20	R-21
1	383 441 951	690 562 777	2082 1193 1725	1577 1642 2831
5	1500 1819 2828 3578 4327 4421 3096	1417 2199 3068 3232 3644 4326 4025	2066 3061 3213 3327 4455 5744 6817	3508 7171 6203 7479 6917 8333 8140 8453
10	4707 4035 3346 3051 2478 1650 978	4226 5125 4553 4105 3496 3205 1509	5744 6727 6144 4764 3927 3364	8232 8296 6975 6580 5540 3468
15	2733 1922 1062 537 263 91 31 38	912 305 152 44 36 42 130 84 215	4343 1695 1617 859 320 138 116 45 176	1981 805 276 124 37 26
20				1791 736 245 3152 1791
25				

s, m	R-2	R-3	R-4	R-5	R-6
1	429	267	1510	2738	1345
2	700	611	3010	4012	2502
3	1110	867	3990	5395	3245
5	1480	1165	5360	8702	4188
7	1460	1530	6160	11320	4590
10	1730	1384	5350	12210	5478
14	2130	2523	6400	13530	5842
13	2160	3460	5550	13370	5665
23	2100	4280	5690	11620	5146
28	2050	4920	5390	10090	4428
34	1775	5220	5350	9148	3812
42	1170	3530	4160	6648	2936
50	755	1730	3530	4671	2434
60	630	1150	2370	2882	2034
70		1390	1989	1925	1540
85		386	1087	1271	1113
100		533	691	816	836
120		372	386	484	670
140		264	176	269	475
160		183	103	208	347
190		120	55	105	227
230		63	27	50	106
280		28	11		57
340		11	8		24
420					14
500					11

s, m	R-7	R-8	R-10	R-12
1	3257	2478	1597	1517
2	5191	4370	1426	1515
3	6463	4675	1617	1423
5	7148	5128	1966	2107
7	6426	4896	2413	3148
10	5947	5008	3064	3835
14	4736	4320	3289	3884
19	3626	4872	3485	4764
23	3287	5146	3255	5303
28	2706	4674	3489	4955
34	2323	4356	2413	4362
42	1884	3878	2156	4267
50	1806	3233	1789	4628
60	1582	2372	1580	3342
70	1232	2387	1126	1679
85	1135	1816	809	1131
100		1382	435	1234
120		1271	356	856
140		372	181	451
160		678	94	282
190		466	32	178
230		239	16	133
280		122		
340		46		
420		28		
500		27		

S	R-34	R-35	R-36	R-37	R-38
1	823 346 1103 1836 2671 2858 4661 5746 6702 7500 9513 3420 8255 6312 5254 3270 2607 1244 670	1656 1755 2648 3558 5003 6738 7355 10530 12440 13020 13750 13370 13180 10760 10161 8231 7883 6253 3334 2635 1284	3043 13230 13660 14540 15140 14200 15540 16160 16630 17540 16330 14130 13260 11830 9627 6501 3908 1454	382 1523 2471 4332 6340 10550 11830 13290 14580 15720 17010 16590 17360 16890 15660 13200 3958 7891 4517 1447 622	R-38 4480 7760 10840 11020 15540 14200 13130 12390 10270 9956 7891 5630 4060 2356 1543 1222 614 280 83
5	823 346 1103 1836 2671 2858 4661 5746 6702 7500 9513 3420 8255 6312 5254 3270 2607 1244 670	1656 1755 2648 3558 5003 6738 7355 10530 12440 13020 13750 13370 13180 10760 10161 8231 7883 6253 3334 2635 1284	3043 13230 13660 14540 15140 14200 15540 16160 16630 17540 16330 14130 13260 11830 9627 6501 3908 1454	382 1523 2471 4332 6340 10550 11830 13290 14580 15720 17010 16590 17360 16890 15660 13200 3958 7891 4517 1447 622	R-38 4480 7760 10840 11020 15540 14200 13130 12390 10270 9956 7891 5630 4060 2356 1543 1222 614 280 83
10	823 346 1103 1836 2671 2858 4661 5746 6702 7500 9513 3420 8255 6312 5254 3270 2607 1244 670	1656 1755 2648 3558 5003 6738 7355 10530 12440 13020 13750 13370 13180 10760 10161 8231 7883 6253 3334 2635 1284	3043 13230 13660 14540 15140 14200 15540 16160 16630 17540 16330 14130 13260 11830 9627 6501 3908 1454	382 1523 2471 4332 6340 10550 11830 13290 14580 15720 17010 16590 17360 16890 15660 13200 3958 7891 4517 1447 622	R-38 4480 7760 10840 11020 15540 14200 13130 12390 10270 9956 7891 5630 4060 2356 1543 1222 614 280 83
15	823 346 1103 1836 2671 2858 4661 5746 6702 7500 9513 3420 8255 6312 5254 3270 2607 1244 670	1656 1755 2648 3558 5003 6738 7355 10530 12440 13020 13750 13370 13180 10760 10161 8231 7883 6253 3334 2635 1284	3043 13230 13660 14540 15140 14200 15540 16160 16630 17540 16330 14130 13260 11830 9627 6501 3908 1454	382 1523 2471 4332 6340 10550 11830 13290 14580 15720 17010 16590 17360 16890 15660 13200 3958 7891 4517 1447 622	R-38 4480 7760 10840 11020 15540 14200 13130 12390 10270 9956 7891 5630 4060 2356 1543 1222 614 280 83
20	823 346 1103 1836 2671 2858 4661 5746 6702 7500 9513 3420 8255 6312 5254 3270 2607 1244 670	1656 1755 2648 3558 5003 6738 7355 10530 12440 13020 13750 13370 13180 10760 10161 8231 7883 6253 3334 2635 1284	3043 13230 13660 14540 15140 14200 15540 16160 16630 17540 16330 14130 13260 11830 9627 6501 3908 1454	382 1523 2471 4332 6340 10550 11830 13290 14580 15720 17010 16590 17360 16890 15660 13200 3958 7891 4517 1447 622	R-38 4480 7760 10840 11020 15540 14200 13130 12390 10270 9956 7891 5630 4060 2356 1543 1222 614 280 83
25	823 346 1103 1836 2671 2858 4661 5746 6702 7500 9513 3420 8255 6312 5254 3270 2607 1244 670	1656 1755 2648 3558 5003 6738 7355 10530 12440 13020 13750 13370 13180 10760 10161 8231 7883 6253 3334 2635 1284	3043 13230 13660 14540 15140 14200 15540 16160 16630 17540 16330 14130 13260 11830 9627 6501 3908 1454	382 1523 2471 4332 6340 10550 11830 13290 14580 15720 17010 16590 17360 16890 15660 13200 3958 7891 4517 1447 622	R-38 4480 7760 10840 11020 15540 14200 13130 12390 10270 9956 7891 5630 4060 2356 1543 1222 614 280 83

S	R-40	R-41	R-45	R-46
1	10560 12510 15270 24090 19170 16780 15970 15100 15100 15540 15700 16740 17390 17140 15520 12900 9912 5746	11460 15930 24760 27270 24190 25240 24320 24290 24830 24640 24610 23950 22390 21640 18040 11310 5726 3583	549 578 936 1533 2475 4042 5100 6644 8104 7881 8647 7682 7279 6263 4913 3176 1422	R-46 466 685 1060 1710 2630 3860 4510 5350 7170 8000 8300 6420 4360 4310 3170 2010 1420 629 645 216 46 50
5	10560 12510 15270 24090 19170 16780 15970 15100 15100 15540 15700 16740 17390 17140 15520 12900 9912 5746	11460 15930 24760 27270 24190 25240 24320 24290 24830 24640 24610 23950 22390 21640 18040 11310 5726 3583	549 578 936 1533 2475 4042 5100 6644 8104 7881 8647 7682 7279 6263 4913 3176 1422	R-46 466 685 1060 1710 2630 3860 4510 5350 7170 8000 8300 6420 4360 4310 3170 2010 1420 629 645 216 46 50
10	10560 12510 15270 24090 19170 16780 15970 15100 15100 15540 15700 16740 17390 17140 15520 12900 9912 5746	11460 15930 24760 27270 24190 25240 24320 24290 24830 24640 24610 23950 22390 21640 18040 11310 5726 3583	549 578 936 1533 2475 4042 5100 6644 8104 7881 8647 7682 7279 6263 4913 3176 1422	R-46 466 685 1060 1710 2630 3860 4510 5350 7170 8000 8300 6420 4360 4310 3170 2010 1420 629 645 216 46 50
15	10560 12510 15270 24090 19170 16780 15970 15100 15100 15540 15700 16740 17390 17140 15520 12900 9912 5746	11460 15930 24760 27270 24190 25240 24320 24290 24830 24640 24610 23950 22390 21640 18040 11310 5726 3583	549 578 936 1533 2475 4042 5100 6644 8104 7881 8647 7682 7279 6263 4913 3176 1422	R-46 466 685 1060 1710 2630 3860 4510 5350 7170 8000 8300 6420 4360 4310 3170 2010 1420 629 645 216 46 50
20	10560 12510 15270 24090 19170 16780 15970 15100 15100 15540 15700 16740 17390 17140 15520 12900 9912 5746	11460 15930 24760 27270 24190 25240 24320 24290 24830 24640 24610 23950 22390 21640 18040 11310 5726 3583	549 578 936 1533 2475 4042 5100 6644 8104 7881 8647 7682 7279 6263 4913 3176 1422	R-46 466 685 1060 1710 2630 3860 4510 5350 7170 8000 8300 6420 4360 4310 3170 2010 1420 629 645 216 46 50
25	10560 12510 15270 24090 19170 16780 15970 15100 15100 15540 15700 16740 17390 17140 15520 12900 9912 5746	11460 15930 24760 27270 24190 25240 24320 24290 24830 24640 24610 23950 22390 21640 18040 11310 5726 3583	549 578 936 1533 2475 4042 5100 6644 8104 7881 8647 7682 7279 6263 4913 3176 1422	R-46 466 685 1060 1710 2630 3860 4510 5350 7170 8000 8300 6420 4360 4310 3170 2010 1420 629 645 216 46 50

S	R-22	R-23	R-25	R-27	R-28
1	1046 1433 2444 3562 5816 8438 9561 12170 12590 12910 11190 10850 8436 5549 3603 2263 1376	1037 1188 1824 2075 2720 2742 3009 3071 3303 3303 3281 3120 3064 1982 2873 1848 478	322 1227 1653 2342 2702 3474 3679 4257 4500 4518 4697 4062 3882 3335 2560 1667 1053 563	1053 1338 1803 2013 2535 3047 3065 2991 3162 2910 2915 2443 2317 1836 1373 1006 637 166	1126 1470 2059 2671 2853 3576 3435 4197 4494 4377 4485 4203 4342 3408 3148 2042 1480 310
5	1046 1433 2444 3562 5816 8438 9561 12170 12590 12910 11190 10850 8436 5549 3603 2263 1376	1037 1188 1824 2075 2720 2742 3009 3071 3303 3303 3281 3120 3064 1982 2873 1848 478	322 1227 1653 2342 2702 3474 3679 4257 4500 4518 4697 4062 3882 3335 2560 1667 1053 563	1053 1338 1803 2013 2535 3047 3065 2991 3162 2910 2915 2443 2317 1836 1373 1006 637 166	1126 1470 2059 2671 2853 3576 3435 4197 4494 4377 4485 4203 4342 3408 3148 2042 1480 310
10	1046 1433 2444 3562 5816 8438 9561 12170 12590 12910 11190 10850 8436 5549 3603 2263 1376	1037 1188 1824 2075 2720 2742 3009 3071 3303 3303 3281 3120 3064 1982 2873 1848 478	322 1227 1653 2342 2702 3474 3679 4257 4500 4518 4697 4062 3882 3335 2560 1667 1053 563	1053 1338 1803 2013 2535 3047 3065 2991 3162 2910 2915 2443 2317 1836 1373 1006 637 166	1126 1470 2059 2671 2853 3576 3435 4197 4494 4377 4485 4203 4342 3408 3148 2042 1480 310
15	1046 1433 2444 3562 5816 8438 9561 12170 12590 12910 11190 10850 8436 5549 3603 2263 1376	1037 1188 1824 2075 2720 2742 3009 3071 3303 3303 3281 3120 3064 1982 2873 1848 478	322 1227 1653 2342 2702 3474 3679 4257 4500 4518 4697 4062 3882 3335 2560 1667 1053 563	1053 1338 1803 2013 2535 3047 3065 2991 3162 2910 2915 2443 2317 1836 1373 1006 637 166	1126 1470 2059 2671 2853 3576 3435 4197 4494 4377 4485 4203 4342 3408 3148 2042 1480 310
20	1046 1433 2444 3562 5816 8438 9561 12170 12590 12910 11190 10850 8436 5549 3603 2263 1376	1037 1188 1824 2075 2720 2742 3009 3071 3303 3303 3281 3120 3064 1982 2873 1848 478	322 1227 1653 2342 2702 3474 3679 4257 4500 4518 4697 4062 3882 3335 2560 1667 1053 563	1053 1338 1803 2013 2535 3047 3065 2991 3162 2910 2915 2443 2317 1836 1373 1006 637 166	1126 1470 2059 2671 2853 3576 3435 4197 4494 4377 4485 4203 4342 3408 3148 2042 1480 310
25	1046 1433 2444 3562 5816 8438 9561 12170 12590 12910 11190 10850 8436 5549 3603 2263 1376	1037 1188 1824 2075 2720 2742 3009 3071 3303 3303 3281 3120 3064 1982 2873 1848 478	322 1227 1653 2342 2702 3474 3679 4257 4500 4518 4697 4062 3882 3335 2560 1667 1053 563	1053 1338 1803 2013 2535 3047 3065 2991 3162 2910 2915 2443 2317 1836 1373 1006 637 166	1126 1470 2059 2671 2853 3576 3435 4197 4494 4377 4485 4203 4342 3408 3148 2042 1480 310

S	R-29	R-30	R-31	R-32	R-33
1	1130 1325 1615 2525 3765 4085 4615 4975 4505	2293 929 1001 1321 1411 1440 1580 1918 2280	2475 3529 4562 5500 6250 835 7210 6900 6875	1531 2294 3135 4040 5469 8620 7955 8673 9063	428 431 631 1050 1643 1791 3729 4945 4211
5	1130 1325 1615 2525 3765 4085 4615 4975 4505	2293 929 1001 1321 1411 1440 1580 1918 2280	2475 3529 4562 5500 6250 835 7210 6900 6875	1531 2294 3135 4040 5469 8620 7955 8673 9063	428 431 631 1050 1643 1791 3729 4945 4211
10	1130 1325 1615 2525 3765 4085 4615 4975 4505	2293 929 1001 1321 1411 1440 1580 1918 2280	2475 3529 4562 5500 6250 835 7210 6900 6875	1531 2294 3135 4040 5469 8620 7955 8673 9063	428 431 631 1050 1643 1791 3729 4945 4211
15	1130 1325 1615 2525 3765 4085 4615 4975 4505	2293 929 1001 1321 1411 1440 1580 1918 2280	2475 3529 4562 5500 6250 835 7210 6900 6875	1531 2294 3135 4040 5469 8620 7955 8673 9063	428 431 631 1050 1643 1791 3729 4945 4211
20	1130 1325 1615 2525 3765 4085 4615 4975 4505	2293 929 1001 1321 1411 1440 1580 1918 2280	2475 3529 4562 5500 6250 835 7210 6900 6875	1531 2294 3135 4040 5469 8620 7955 8673 9063	428 431 631 1050 1643 1791 3729 4945 4211
25	1130 1325 1615 2525 3765 4085 4615 4975 4505</				

s	R-55	R-56	R-57	R-58	R-59
1	466 734 1340 2303 434 3334 4607	4282 7775 19160	52 88 205 434 1221	888 656 636 2971 4880	302 338 324 1415 2124 3208 3707 4472 5353 6735 8102 6100 5433 5142 5057 4430 4337 3231 3220 2130 2014 1180 1147 483 114 110 36 13
5	6015 7126 6418 7108 7755 7673 7501 6488 5456 4602 2674 1357 603	16470 14340 16070 14200 11730 12250 8427 8737 7242 6094 3754 3127 1462 647 621 242 237 81 23	15950 14640 14730 12540 10340 9440 6395 5130 3731 3533 2139 1335 1204 3722 4488 3178 2208 1243 1404 552 158 33 33	52 88 205 434 1221	888 656 636 2971 4880
10	7501 6488 5456 4602 2674 1357 603	12250 8427 8737 7242 6094 3754 3127 1462 647 621 242 237 81 23	6395 5130 3731 3533 2139 1335 1204 3722 4488 3178 2208 1243 1404 552 158 33 33	888 656 636 2971 4880	302 338 324 1415 2124 3208 3707 4472 5353 6735 8102 6100 5433 5142 5057 4430 4337 3231 3220 2130 2014 1180 1147 483 114 110 36 13
15	6413 5456 4602 2674 1357 603	647 621 242 237 81 23	632 652 362 175 91 14 20	4852 5504 3722 4488 3178 2208 1243 1404 552 158 33 33	5057 4430 4337 3231 3220 2130 2014 1180 1147 483 114 110 36 13
20	1357 603	647 621 242 237 81 23	175 91 14 20	4852 5504 3722 4488 3178 2208 1243 1404 552 158 33 33	5057 4430 4337 3231 3220 2130 2014 1180 1147 483 114 110 36 13

s	R-47	R-48	R-49	R-50
1	2031 2889 4084 5715 7600	766 853 1237 2120 2360	408 669 1147 2004 3565	7437 10860 13850 13720 16560 16170 14720 16570 15890 17830 15200 17260 17010 15020 16490
5	11090 11570 12670	3302 4107 4317 4511 5300 5025	4985 6465 7762 8434 8076 8394	16170 14720 16570 15890 17830 15200 17260 17010 15020 16490
10	9229 9357 9400	5117 3544 7056 4610 2507 1576 189	6216 4489 3467 3903 2659 1500 817 413 140 29	15770 13870 13170 9340 6833 4152 2351
15	2390 1918 765 227	2505 1150 471 184	4339 758 370 22	2783 1377 542 189 9 24
20	70 22	60 52 17	29	9 24

s	R-51	R-52	R-53	R-54
1	1432 2161 3192 4454 6063 8360	2383 2976 4900 7115 10080 11930	658 1080 1491 2225 2706 3884	4155 8035 9110 11440 12480 13280 19420
5	10160 10860 10390 10280 11630 10560	12950 13460 14820 16260 14960 15120 12820	4354 4915 9798 7819 5500 4376 3873 3139 1856	10930 8624 8624 7054 5025 2747 3434 1775 747 398 165 114 54 87 55
10	12860 14460 11930 8372 5859 3741	13880 13370 10970 8550 6478 3973 2159 958 319 105 44	109C 393 218 96 45 9	10930 8624 8624 7054 5025 2747 3434 1775 747 398 165 114 54 87 55
15	705 219 57 35	4131 2162 993 322 112 50	62 62	10930 8624 8624 7054 5025 2747 3434 1775 747 398 165 114 54 87 55
20				

s	R-61	R-62	R-63	R-64	R-65
1	2212 2110 2468 3574 5290 7369	473 382 523 810 1391 2432 3220 3111 4003 4806 4822 4355 4264 4168 4245 3610 2939 2310 1450 2823 2770 1428 519 135 119	577 325 1517 2676 3254 3877 4301 4705	715 822 1173 2026 3177 5161 5731 5687 6712 6511 6953 8847 8789 8118 6531 5796 5615 4492 3484 1600 2363 818 1237 360 90 88 20 3 8	455 475 746 1274 2158 3475 4363 5560 6712 8270 9391 10050 9060 7282 5783 4392 3700 2031 1081 398 88 20 3 8
5	4337 6968 8385 3700 10440 7904 7830 7816 7157 5765 5184 3364 2085	2363 3111 4003 4806 4822 4355 4264 4168 4245 3610 2939 2310 1450 2823 2770 1428 519 135 119	4807 4934 5676 5353 4269 3871 3345 5763 5582 5277 4250 2365 1423 545 204 642 224 90 13 15	715 822 1173 2026 3177 5161 5731 5687 6712 6511 6953 8847 8789 8118 6531 5796 5615 4492 3484 1600 2363 818 1237 360 90 88 20 3 8	455 475 746 1274 2158 3475 4363 5560 6712 8270 9391 10050 9060 7282 5783 4392 3700 2031 1081 398 88 20 3 8
10	7904 7830 7816 7157 5765 5184 3364 2085	4003 4806 4822 4355 4264 4168 4245 3610 2939 2310 1450 2823 2770 1428 519 135 119	4934 5676 5353 4269 3871 3345 5763 5582 5277 4250 2365 1423 545 204 642 224 90 13 15	715 822 1173 2026 3177 5161 5731 5687 6712 6511 6953 8847 8789 8118 6531 5796 5615 4492 3484 1600 2363 818 1237 360 90 88 20 3 8	455 475 746 1274 2158 3475 4363 5560 6712 8270 9391 10050 9060 7282 5783 4392 3700 2031 1081 398 88 20 3 8
15	5184 3364 2085	2310 1450 2823 2770 1428 519 135 119	4250 2365 1423 545 204 642 224 90 13 15	715 822 1173 2026 3177 5161 5731 5687 6712 6511 6953 8847 8789 8118 6531 5796 5615 4492 3484 1600 2363 818 1237 360 90 88 20 3 8	455 475 746 1274 2158 3475 4363 5560 6712 8270 9391 10050 9060 7282 5783 4392 3700 2031 1081 398 88 20 3 8
20					

s	R-75	R-76	R-77	R-78	R-79
1	14480 15350 14730 12540 3185 3229 3724 9534 3385	2207 2030 2088 2867 3334 5553 5392 6668 7112	1757 3310 4815 6327 9953 11680 12310 12550 12710	2054 1424 1343 2980 4273 6162 7209 8011 6733	33580 43650 52450 26600 36660 22330 19630 15560 16370 7413 7207 8283 8400 3053 1550 888 636 431 233 154 65 21 10 8
5	10130 10770 10530 8752 8175 6372 6618 5421	5406 5756 5633 5821 5683 5780 5321 4484 3417	16510 15390 13470 12550 10420 3985 8337 6326 5120 3346	7832 7207 8209 8400 3090 8131 6584 5367 4375 3000	
10	6367 5212 3678 2311 1512 921 473 135 64	5633 4213 3886 2836 1748 974 303 124 34	6008 4381 2834 1653 884 360 150 40	7335 4826 3017 1853 734 358 110	
15					
20					
25					

s	R-80	R-81	R-82	R-83	R-84
1	37420 43000 28750 29190 28080 33370 21130 17300 15120 16540 8840	1230 1115 1473 2296 3320 4866 4301 4993	508 615 928 1490 2383 3331 4065 4387 3754 4533 4373 5050 4113 2507	747 1441 2352 3756 3802 6067 7578 8987 10020 3275 9507 6480 4739 4563 2231	890 1289 1829 2835 4471 6520 6748 7075 8845 8632 9375 10400 10970 10410 9207 8246 6218 5015 4207
5					
10					
15					
20					

s	R-66	R-67	R-68	R-63
1	6278 3665 13180 18500 23990 20130	22620 22420 23740 26830 37590 19670	6241 10910 15600 18780 25490 23530	8354 14246 13860 25490 26640 27520 22920 16300 14710 13290 18530 16270 15080 11880 8927 6041 3387 1510 578 197 54 16
5	25670 21310 14530 14050 13070 3819 6622 4390 2912 1453 720 397 205	30170 17340 18230 17160 15670 13450 7260 5165 2579 1500 818 441 278 219	23550 22050 16300 13290 9746 8482 5986 3450 1662 1057 711 1252 794 121 60 27 10 5	27780 22920 20840 18530 10386 8964 5986 3450 1662 1057 711 1252 794 121 60 27 10 5
10				
15	458 235 85 35 11-12 20-30	2123 1030 411 278 133 42		
20				
25				

s	R-70	R-71	R-72	R-73	R-74	
1	12270 25480 30460 30290 29650 26920 19830 8757 13030 4927 3988 5114 3389 2280 1190	978 1924 2620 3897 5544 7491 9223 10690 11550 12580 13380	5049 7822 9120 10450 12430 17140 16680 15090 14930 14790	2489 3996 5275 8582 13460 12050 14170 17240	7886 10260 10120 10650 16910 17580 17160 17000 17080 15220	19660 18420 16360 16910 14730 13690 11870 3034 6389 4029 2357 1347 760 350 165 67 22 12
5						
10						
15	3045 1526 689 402 192 92 23 12	5196 5753 5127 5262 4703 3850 2612 3791 1968 2055 905 362 261	19000 17560 17280 16230 13640 11340 8455 6054 3917 1968 723 205 40 37	12990 11150 11890 8625 5002 2603 1148 312 48		
20						
25						

S	R-36	R-37	R-38	R-39	R-100	R-101
1	370 535 1007	1164 1708 2033	1428 1514 2300	330 1218 1478	1002 846 872	1317 1425 1383
5	1437 2328	2996 4114	3227 4185	1798 2344	1017 1213	2532 3434
10	6180 4383	7300 6947	7873 7944	3122 3400	1461 1417	5776 5452
15	2843 1379	3022 2628	7259 6610	3134 3152	1243 1117	3774 2078
20	882 605	1165 791	3183 1959	3080 1638	1025 979	1152 717
	160 73	241 101	569 282	672 114	671 246	454 203
	10 10	13 10	145 29	12 10	825 590	327 402
			37 8		116 38	131 57
					19-27 17	24 10 6

S	R-102	R-103	R-104	R-105	R-106	R-107
1	650 1016	1812 3430	944 1214	1398 2477	2297 3771	799 1282
5	1679 2768	4977 5700	1942 3250	3519 5068	4424 5742	1866 2140
10	4097 5552	7089 8513	5603 6768	4908 2829	7085 6876	2455 2650
15	6233 3525	11850 10180	4954 3507	3538 2964	8894 10400	2828 3144
20	1625 920	11730 1864	4793 485	2049 1300	11140 3306	2903 2620
	558 349	1178 418	217 113	3000 2183	11170 10260	2389 2680
	138 44	73 30	233 150	1441 780	9360 6224	2389 2208
	13 13	17 17	30 30	515 350	4122 3373	1800 1344
			1864 1178	470 243	2739 1655	1027 742
			233 150	309 158	1310 674	1410 1030
			418 73	470 31	230 65	583 126
			52 22	12 8	12 7	42 16
			13 17	9 3	6 6	10 10

S	R-85	R-86	R-87	R-88	R-90
1	496 735	1204 1199	725 1151	3364 7256	335 1272
5	1206 1993	1868 3277	1788 2587	10930 16520	1456 1677
10	5132 6055	4413 5985	3863 5777	16500 15320	1834 2246
15	7391 7768	9169 8492	9221 10290	15650 14800	2365 2445
20	6315 6708	8721 8073	7872 8808	18560 17550	2572 2593
25	7007 7167	8061 9508	10430 12020	15920 15370	2515 2336
	7143 5997	10110 7813	13590 12710	15740 14400	1998 1709
	5923 8203	8593 5530	12560 10990	12080 9963	1329 1154
	4644 1944	2502 1334	9222 6433	7598 5479	804 610
	786 291	484 131	8785 6217	8932 6318	370 191
	58 17	28 12	420 116	260 72	24 9
		10	21	16	11 11

S	R-91	R-92	R-93	R-94	R-95
1	1316 2257	4300 8840	3621 6210	3195 2065	5256 7876
5	3812 5162	10850 14630	6901 8719	2252 2811	10030 11360
10	7737 8633	16860 18490	10630 11490	3295 5344	11240 10990
15	9514 5668	15900 17660	11980 12140	2904 4841	10250 11470
20	7758 7822	17520 17950	12490 16260	4679 2393	10970 11680
25	8159 5648	17290 19750	12810 15890	2422 5180	10760 10310
	3586 2499	16030 8888	14460 12930	3196 2708	3592 8258
	1330 905	12210 5782	10740 6247	2119 1955	6229 4187
	1522 793	3686 1703	2954 1400	1494 508	2907 1152
	267 99	3267 174	3327 132	759 102	1401 517
	35 12	174 40	30 15	426 382	517 153
	10 10	12 9	20	102 72	37 44
				38 13	46 46