

ORKUSTOFNUN
RAFORKUDEILD

Villinganesvirkjun

MANNVIRKJAJARÐFRÆÐI



BIRGIR JÓNSSON
DAVÍÐ EGILSON
SNORRI ZÓPHÓNÍASSON

OS-ROD-7709

MARZ 1977



ORKUSTOFNUN
RAFORKUDEILD

Villinganesvirkjun

MANNVIRKJAJARÐFRÆÐI

BIRGIR JÓNSSON
DAVÍÐ EGILSON
SNORRI ZÓPHÓNÍASSON

OS-ROD-7709

MARZ 1977

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

Bls.

Töflulisti	I
Myndalisti	II
1. Inngangur (BJ)	1
2. Almenn jarðfræði (BJ)	3
3. Mannvirkjajarðfræði (BJ)	4
3.1 Stíflustæði	5
3.2 Jarðgöng	8
3.3 Stöðvarhús	9
3.4 Frárennslisskurður	9
3.5 Frekari rannsóknir	10
4. Boranir (BJ)	11
4.1 Kjarnaboranir	11
4.2 Borróboranir	13
5. Hljóðhraða- og viðnámsmælingar (DE, BJ)	14
5.1 Yfirlit	14
5.2 Mælingar á stíflustæði	14
5.3 Hljóðhraðamælingar í gljúfri Héraðsvatna	16
6. Aurburður (SZ, BJ)	18

T Ö F L U L I S T I

1. Hljóðhraðamælingar á áætluðu stíflustæði
2. Hljóðhraðamælingar í gljúfri Héraðsvatna
3. Staðsetning, hæð og dýpi kjarna- og borróhola
4. Aurburður í Vestari-Jökulsá við Goðdalabré
5. (Kafla 4) Upplýsingar um kjarnaborun við Villinganes 1975

L J Ó S M Y N D I R

1. Vestari gljúfurveggur (sbr. mynd 5), séð vestur yfir gljúfrið á stíflustæðinu
2. Yfirlitsmynd yfir vesturhluta stíflustæðisins og farveg yfirfallsvatnsins.
3. Horft niður eftir gljúfrinu; skurðstæði.

M Y N D A L I S T I

1. Yfirlitskort (a og b)
2. Jarðfræðikort
3. Staðsetning hljóðhraðamælinga, borhola og jarðlagasniða
4. Jarðlagasnið á stíflustæði
5. Jarðlagasnið á gangaleið
6. Hljóðhraðasnið í frárennslisskurði
7. Borholusnið VN-1 til 3
8. Borholusnið VN-4 og 5
9. Kjarna-, lektar- og jarðvatnsútskýring
10. Borróboranir
11. Staðsetning borróborana og viðnámsmælinga
12. Viðnámsmælingar - mælisnið
13. Þykkt jarðvegs á Villinganestúni
14. Hæð klappar á Villinganestúni
- 15.. Hljóðhraðasnið við borholu VN-4
16. Hljóðhraðasnið í gljúfri Héraðsvatna sunnan stíflustæðis
17. Hljóðhraðalínurit VJ-6
18. Hljóðhraðalínurit VJ-5
- 19.. Hljóðhraðalínurit VJ-4
20. Aurburður, Vestari-Jökulsá við Goðdali
21. Aurburður, Héraðsvötn við Grundarstokk
22. Yfirlitsjarðfræðikort, Austur- og Vesturdalur
23. Villinganesvirkjun, tilhögun mannvirkja, yfirlitsmynd

1. INNGANGUR

Á undanförnum árum hafa verið gerðar athuganir, á vegum Orkustofnunar, á virkjunarmöguleikum í Héraðsvötnum og Jökulsánum í Skagafirði. Hafa hugmyndir verið um að virkja annars vegar jökulvatnið ofan af hálandisbrúninni niður í Austur- eða Vesturdal og hins vegar að virkja smærra í gljúfrum Eystri-Jökulsár eða Héraðsvatna niðri í byggð. Yfirlit yfir flestar þessar hugmyndir er að finna í skýrslu, sem unnin er af Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen sf fyrir Orkustofnun. Er hún útgefin í maí 1975 og nefnist : VIRKJUN HÉRAÐSVATNA I, Frumáætlun um 32 MW virkjun við Villinganes, skýrsla OS-ROD-7522.

Á mynd 1 er yfirlitskort af innanverðum Skagafirði og á mynd 22 er yfirlitsjarðfræðikort, sem nær lengra til suðurs. Á þessum tveimur kortum er að finna flest örnefni, sem minnzt er á í þessum inngangi.

Sumarið 1973 voru Björn Jóhann Björnsson og Björn Jónasson við jarðfræðikortlagningu á vegum Raforkudeildar Orkustofnunar í gljúfrum Héraðsvatna og Eystri-Jökulsár utan frá Norðurá og inn fyrir Merkigil og í múlanum milli Austur- og Vesturdals. Sumarið 1974 hélt það verk áfram og var þá Guðmundur Ó. Friðleifsson með Birni Jóhanni. Var þá lokið kortlagningu í gljúfrum Eystri-Jökulsár inn að Skatastöðum og málinn milli Austur- og Vesturdals kortlagður að mestu inn að Giljadal. Sama sumar og hið næsta voru einnig Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson á vegum Orkustofnunar við berggrunns kortlagningu innan við Giljadal. Á þessum tveimur árum, þ.e. 1974 og 75 unnu Ingibjörg og Skúli einnig að kortlagningu með tilliti til ísaldarjarðfræði á öllu Skagafjarðarsvæðinu utan frá sjó og inn til jökuls, með nokkrum stuðningi Orkustofnunar, og var þessi kortlagning prófverkefni þeirra til cand. real. prófs við Háskólann í Bergen 1976.

Á árinu 1975 fóru einnig fram nokkrar ýtarlegri jarðfræði- og jarðeðlisfræðirannsóknir og boranir á virkjunarstaðnum í Héraðsvötnum við Villinganes og eru þær uppistaðan í þessari skýrslu.

Á árinu 1976 héldu þau Ingibjörg og Skúli áfram jarðfræðikortlagningu á vegum Orkustofnunar í innanverðum Austurdal og á hálandinu yfir í Vesturdal og fylltu inn í eyður í því sem áður hafði verið gert. Skýrslur hafa ekki enn verið gefnar út um jarðfræðiathuganir Orkustofnunar í Skagafirði, nema í byrjun árs 1975 kom út skýrsla eftir Björn Jóhann Björnsson: VILLINGANES, Jarðfræðiyfirlit, OS-ROD-7501, sem byggð er aðallega á rannsóknum frá 1973.

Síritandi vatnshæðarmælar voru ekki settir upp í Jökulsánum fyrr en sumarið 1970; í Eystri-Jökulsá við Skatastaði og í Vestari-Jökulsá við Goðdali, en samfelldar mælingar eru til frá miðju sumri 1971. Skýrsla eftir Laufeyju Hannesdóttur, HÉRAÐSVÖTN, Eystri- og Vestari-Jökulsá, Orkustofnu, Raforkudeild, var gefin út í desember 1972 og fjallar um vatnafræði Héraðsvatna. Er þessi skýrsla kom út höfðu síritandi vatnamælingar aðeins staðið yfir í rúmlega eitt ár. Nokkuð er einnig fjallað um vatnafræði Jökulsáanna í áðurnefndri frumáætlun Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen sf. frá maí 1975.

Við fyrstu virkjunaráætlanir í Jökulsánum var stuðzt við USAMS kort frá 1949 í mælikvarða 1:50 þús. með 20 m hæðarlínum. Voru þau gerð eftir loftmyndum, en stuðzt við gamla mælipunkta frá danska herforingjaráðinu. Haustið 1974 var gert á vegum Orkustofnunar kort í mælikvarða 1:20 þús. með 5 m hæðarlínum af nágrenni Héraðsvatna ofan Norðurár og inn að Skatastöðum í Austurdal og Hrútagili í Vesturdal. Náði kortið yfir allan málann milli dalanna utan við áðurnefnda staði, en annars staðar upp að 300 m y.s. Voru kort þessi byggð á nýjum mælingum Landmælinga Orkustofnunar.

Veturinn 1976-77 var lokið við að teikna þessi kort allt inn til Hofsjökuls. Vorið 1976 var gert kort af virkjunarstaðnum við Villinganes á vegum Orkustofnunar í mælikvarða 1:2 þús. með 1 m hæðarlínum. Var kort þetta notað af Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen við gerð hönnunaráætlunar um Villinganesvirkjun, sem unnin er fyrir Orkustofnun og væntanleg er í mars 1977 (sjá yfirlit á mynd 23).

Aurburðarmælingar hafa verið gerðar frá árinu 1974 í Jökulsánum í Skagafirði, og einnig í Héraðsvötnum við Grundarstokk. Út frá mælingunum í Eystri- og Vestari-Jökulsá má áætla hve mikill framburður berst árlega inn í uppistöðulónið við væntanlega Villinganesvirkjun.

Byggingaefnisleit fór fram 1973 á vegum Orkustofnunar og árið 1974 í stærri stíl á vegum Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen og Orkustofnunar í sameiningu. Voru sýnin rannsökuð hjá Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins og eru helztu niðurstöður birtar í áðurnefndum skýrslum um Villinganes, þ.e. frumáætlun VST (OS-ROD-7522) frá maí 1975 og jarðfræðiyfirliti (OS-ROD-7501) frá janúar 1975.

2. ALMENN JARDFRÆÐI

Áður hefur verið fjallað nokkuð um almenna jarðfræði virkjunar-svæðisins í skýrslu OS-ROD-7501, Villinganesvirkjun, Jarðfræðiyfirlit, eftir Björn Jóhann Björnsson. Jarðfræðikort af virkjunarstaðnum á mynd 2 er úr ofangreindri skýrslu. Allt svæðið upp með Héraðsvötnum og Jökulsánum, allt til jöкла, hefur verið kortlagt jarðfræðilega á vegum Raforkudeildar Orkustofnunar á árunum 1973-76, en skýrslur þar að lútandi hafa enn ekki verið gefnar út (sjá nánar á bls. 1 og 2).

Berggrunnurinn, sem Héraðsvötn hafa grafið sig niður í, tilheyrir tertieru blágrytismynduninni (sjá jarðfræðikort á mynd 22). Berglögin eru að mestu basaltlög með frekar þunnum millilögum og halla u.þ.b. 5° til SA. Á og nálægt sjálfu mannvirkjasvæðinu er aðallega um að ræða svokallað þóleít basalt, yfirleitt óreglulega stuðlað, oft straumflögótt og með þunnu gjallkenndu lagi á efra og neðra borði. Við Villinganes eru þessi þunnu gjallög þó orðin alveg samlímd og þétt, eins og önnur berglög á svæðinu, og lektarprófanir í borholum sýndu mjög lítinn leka.

Á nokkru svæði umhverfis fyrirhuguð mannvirki er mikið af bergenú sem er á yfirborði og í efri hluta gljúfurveggjanna, báðum megin ár, úr mjög þykku og sprungnu lagi, sem að öllum líkindum er andesít (sjá mynd 2). Mest af stíflustæðinu er á þessu bergi. Þrátt fyrir hversu sprungið andesítið er, skilaði það góðri kjarnaheimtu í borun og reyndist svo til alveg vatnspétt er það var lektarprófað.

Stefna Héraðsvatna er mjög mótuð af brotalínúm (sjá mynd 2) og mikið af berggöngum og misgengjum sést í gljúfurveggjunum.

Í gljúfrinu er 10-15 m þykkt lag af jökulruðningi og/eða ármöl og virðist neðri hluti þess vera dálítið samlímdur. Erfitt er að fullyrða hvenær gljúfrin grófust svona djúpt, en það gæti hafa verið á síðjökultímanum, þegar meginjökullinn var að hörfa úr Skagafirði upp á Miðhálendið. Þá hafa árnar verið mjög vatnsmiklar og því haft mikinn graftrarmátt. Einnig gætu einstök jökulhlaup hafa hjálpað til við gröftinn. Er rennsli minnkaði í ánum eftir jökulbráðnunina hafa árnar ekki haft nægra flutningsgetu til þess að halda gljúfrunum svona djúpum og því hlaðið undir sig setfyllingu þeirri, sem nú er í gljúfrunum. Þá ætti eingöngu að vera um að ræða árset, en engan jökulruðning. Einnig getur verið að aurkeila Norðurár, sem nær þvert yfir farveg Héraðsvatna 5-6 km neðan við Villinganes, leitist við að lyfta langsniði Vatnanna og valdi þar með setmyndun í gljúfrinu.

Í þriðja lagi gætu gljúfrin hafa grafizt svona djúpt í lok síðasta hlýskeiðs og byrjun síðasta jökulsskeiðs, þ.e. eftir að sjávarstaða tók að lækka, en áður en meginjökullinn gekk niður í Skagafjörð.

Ein borhola VN-4 hefur verið boruð í setið í gljúfrinu og einnig hafa hljóðhraðamælingar verið gerðar á nálægum malareyrum í gljúfrinu. Neðsti hluti setsins í gljúfrinu gæti verið mórena eða mjög vel samlímd ármöl. Þar ofan á kemur svo lag með hljóðhraða 1,5 - 2,5 km/sek, svo hér er ekki bara vatnsósa lag heldur einnig hálfsam límt. Er þetta sennilega hálfsmálímd ármöl frá síðjökultíma. Efstu metrarnir eru svo laus ármöl.

3. MANNVIRKJAJARÐFRÆÐI

Á mynd 3 sést staðsetning á þeim borholum og mælingum, sem gerðar voru á virkjunarstaðnum 1974 og 75. Boraðar voru 5 kjarna-borholur, VN-1 - 5, samtals 141,3 m, 17 borroholur, samtals 121,3 m auk hljóðhraða- og viðnámsmælinga. Hljóðhraðamælingar VJ-1 til 6 voru gerðar haustið 1974. Myndir 4 og 5 sýna jarðlagasnið á stíflustæði og jarðgangaleið.

Sumarið 1975 var aðallega rannsokuð sú virkjunartilhögun, sem gert var ráð fyrir í frumáætlun um Villinganesvirkjun, í skýrslu OS-ROD-

7522, sem unnin er af Verkfræðistofu Sigurðar Thorroddsen sf fyrir Orkustofnun. Í ofangreindri skýrslu var gert ráð fyrir stíflustæði um 270 m norðan við syðra stíflustæðið, sem nú er ráðgert. Á mynd 3 sést að borholur VN-1 og 5 ásamt nokkrum hljóðhraðamælinganna eru á nyrðra stíflustæðinu. Vorið 1976 var lokið við gerð nákvæmra korta í mælikvarða 1:2000 með 1 m hæðarlínum og kom þá í ljós, að mun minna efni þarf í stíflu sem væri á syðra stíflustæðinu. Eins hafði komið í ljós við boranirnar 1975 að andesítlagið, sem kemur meira við sögu á syðra stíflustæðinu, virðist álíka vatnsþétt og basaltið, sem undir er.

3.1 Stíflustæði

Þar sem engar borholur eru á þeim hluta stíflustæðisins, sem næstur er gljúfrinu, eru jarðlögin túnkuð út frá ljósmyndum af gljúfurveggjunum og út frá borholunum VN-1, 4 og 5, sem eru utan stíflustæðisins. Yfirfallið og stíflustæðið sunnan þess er hins vegar sameiginlegt í báðum áætlunum.

A. Austan ár : Þar er þykkt yfirborðslaganna óregluleg. Eru yfirborðslögin sennilega moldarjarðvegur, en er fjær dregur gljúfrum gæti verið mórena ofan á klöppinni. Hljóðhraðamælingar (þ.e. jarðsveiflumælingar) hafa verið gerðar þarna (sjá myndir 3 og 4), en næsta kjarnaborhola er VN-5, sem er á nyrðra stíflustæðinu um 270 m niður með ánni. Þar er örgrunnt á fast berg, sem er andesít, en það er á yfirborði mikils hluta svæðisins (sjá mynd 2).

Hæð neðra borðs andesítlagsins var mælt á nyrðra stíflustæðinu, en ekki á því syðra. Er því nokkur óvissa um hæðina á lagamótunum á sniði A-B á mynd 4, en þar nær andesítið langleiðina niður að vatnsborði Héraðsvatna í eystri gljúfurvegnum. Þar undir eru basaltlög, og er gizkað á að það séu sömu lög og eru undir andestítinu í vesturvegg gljúfursins. Borholan VN-5 náði ekki niður úr andestítinu, sem er mjög sprungið, en þó lítt vatnsleiðandi, eins og lektarmælingar í borholum VN-5, 2 og 3 sýna.

B. Vestan ár : Misgengi um u.p.b. 30 m er eftir gljúfri Héraðsvatna á stíflustæðinu, þannig að jarðlögin á vestri bakka eru mun hærra uppi en þau eru austan ár. Á mynd 5 eru jarðlögin í

vestri gljúfurvegg dregin upp eftir ljósmyndum og varpað yfir á jarðgangaleiðina, sem er allt að 60 m frá gljúfrinu. Jarðlögin, sem sjást ofan árborðsins, samsvara ágætlega borholu VN-1, sem er um 270 m norðan stíflustæðisins. Jarðlögin, sem ekki sjást neðan árborðsins, eru túlkuð út frá neðri hluta borholunnar VN-1.

Frá gljúfrinu og vestur að borholu VN-2 eru engin laus yfirborðslög ofan á andesítklöppunum, nema í einni djúpri lægð, sem liggur eftir misgengi, þar sem jarðlögin austan megin hafa lyftzt a.m.k. 45 m. Í þessari lægð, sem er greinilega gamall ár-eða flóðfarvegur, er moldarjarðvegur u.p.b. 5 m þykkur samkvæmt hljóðhraðamælingum (sjá mynd 4).

Nálægt borholu VN-2 beygir stíflustæðið og stefnir nú nærrí beint norður-suður. Grunnt jarðvegssund er sunnan við VN-2 og samkvæmt hljóðhraðamælingum gæti jarðvegsþykktin farið upp í 5 m. Yfirlallið, sem á að verða 200 m langt og steinsteypt, verður á þessu svæði. Mun það standa á andesíti, sem var mjög þétt í borholu VN-2, þótt það sé sprungið, en athuga þarf betur þykkt lausa yfirborðslagsins. Sem dæmi um hve sprungið andesítið er, þá var venjuleg kjarnaheimta úr borholunum í andesítinu alls staðar 100 %, en svokölluð RQD-kjarnaheimta (Rock Quality Designation), þar sem ekki eru taldir með kjarnabútar styttri en 10 cm, var aðeins 50 - 70 %. Andesítið er mjög hart berg og borast hægt. Það ætti því að þola vel vatnsrennsli. Ef til vill gæti þó plokkast úr því í stórflóðum. Tvö sýni af andesítinu hafa verið brotþolsprófuð hjá fyrirtækinu Robbins Co í Seattle og reyndist brotþolið 2000 og 3200 kg/cm^2 , sem er eins og alsterkasta basalt. Slitþolsprófun hjá sama fyrirtæki sýndi hærra slitþol en mældist í basalti. Basaltlög-in undir andesítinu voru mun mýkri í borun og hafa því sennilega snöggtum lægra brotþol og slitþol en andesítið.

Frá suðurenda yfirlallsins og suður að lægðinni, sem túnið á Villinganesi er í (sjá ljósmynd nr. 2), virðist vera þunnt grýtt yfirborðslag ofan á andesítinu, en í lægðinni sjálfri, sem er gamall ár-eða flóðfarvegur (sjá mynd 4), var þykkt yfirborðslaganna könnuð nokkuð ítarlega með borróborunum, hljóðhraðamælingum og viðnámsmælingum, auk þess sem ein kjarnahola VN-3 var boruð nálægt 30 m vestan við miðlinu stíflunnar.

Í holu VN-3 (sjá mynd 4) var efst 6 m þykkt moldarlag, mór efst, en lagið virðist vera meira blandað fokefnum, er neðar dregur, eftir borróborunum að dæma. Á 6-10 m dýpi var svartur foksandur, dálítið samþjappaður. Ofan á andesítinu er um 1 m þykkt svart set, hart og fínkornótt (siltsteinn), sem gaf 100 % kjarnaheimtu. Sennilegt er, að setberg þetta tilheyri ekki bergstaflanum, en sé yngra og liggi ofan á honum, þ.e. sé gömul setfylling í farveginum. Svona siltsteinn sést ekki annars staðar á svæðinu. Andesít er þarna undir með sömu eiginleika og annars staðar á svæðinu.

Samkvæmt jarðfræðikortinu á mynd 2 er misgengi í þessari lægð, og ætti andesít að hafa lyftzt meira en 30 m sunnan við misgengið miðað við það, sem sést í gljúfrinu. Því er mögulegt, að basalt eða rautt gjósberg sé undir yfirborðslögnum sunnan til í lægðinni, en ekki andesít. Ekki virðist ástæða til að óttast lekavanda-mál við þetta misgengi fremur en önnur misgengi á svæðinu. Einnig eru öll lagamót þétt, þau sem lektarprófuð hafa verið. Lagamótin við neðra borð andesítsins hafa þó ekki verið prófuð. Ef boruð verður kjarnahola, þar sem stíflustæði og jarðgangaleið mætast, verður hægt að prófa þessi lagamót auk þess sem nákvæmari hæð fæst á lagamótunum á jarðgangaleiðinni.

C. Setfylling í gljúfri: Er hljóðhraðamælingar voru gerðar í gljúfri Héraðsvatna sumarið 1975 kom í ljós, að lag, sem var meira en 10 m þykkt og hafði hljóðhraða frá 1,6 - 2,5 km/s, var alls staðar í gljúfrinu þar sem mælt var. Vatnsósa ármöl hefur hljóðhraða rúmlega 1,5 km/s, en ef mölin er farin að límast nokkuð saman eykst hljóðhraðinn.

Ein kjarnahola, VN-4, var boruð á eyri í gljúfrinu, um 200 m ofan við stíflustæðið og er setfyllingen á stíflustæðinu áætluð í samræmi við það, sem kom fram í þessari holu og hljóðhraðamælingum. Efst var alveg laus ármöl, sem þéttist er neðar dró; í 6-7 m dýpi varð nokkuð fastara fyrir og á 13 m dýpi enn harðara lag. Enginn kjarni náðist úr þessum lögum, aðeins einstakir hálfvelktir steinar. Á 16,5 m dýpi var komið í fast berg, rautt heillegt millilag og basalt undir því. Bergið neðst í holunni reyndist þétt við lektar-prófanir, en setfyllingen mjög lek.

3.2 Jarðgöng

Á mynd 5 er jarðlagasnið af jarðgangaleiðinni og eru jarðgöngin merkt inn á sniðið. Lega jarðlaganna í sniðinu er áætluð út frá ljósmyndum af gljúfurveggnum (sjá ljósmynd nr. 1) og kjarnaborholu VN-1, sem er rúmlega 100 m norðan við nyrðri gangamunna. Hæð lagamótanna er því ekki nákvæmlega mæld í gangaleiðinni og getur skakkað nokkru þar um.

Jarðgöngin verða u. þ. b. 300 m löng og liggja skáhallt gegnum basalt- og millilög, sem eru undir andesítinu (sjá mynd 5). Tvö millilög sameinast í eitt nokkurra metra þykkt lag ofan við suðurhluta ganganna, og ná göngin upp í þetta setlag við syðri gangamunnann. Borhola VN-1 nær gegnum þessi lög nokkru norðar. Í borkjarnanum úr VN-1 sést, að millilögin eru mjög vel samlímd og límast einnig sérstaklega vel við basaltlögin. Erfitt er að segja til um, hvort um mikla hrunhættu er að ræða þar sem gangapakið er nálægt lagamótum, en útlit borkjarnans bendir ekki til þess, t. d. brotnuðu kjarnabútar við borun ógjarnan á mótum millilaga og basalts, en frekar í sjálfum millilögunum eða í basaltinu.

Norðurhluti ganganna er að mestu leyti í rúmlega 20 m þykku basaltlagi, sem er nokkuð óreglulega stuðlað og með hálfgerðum gjallpokum. Einnig vottar nokkuð fyrir lagskiptingu í þessu lagi.

Göngin liggja í gegnum 2 bergganga, sá syðri er 3-4 m á þykkt og sá nyrðri 6-8 m. Gangarnir eru smástuðlaðri en basaltlögin og liggja stuðlarnir lárétt. Berggangarnir eru yfirleitt úr harðara og þéttara bergi en basaltlögin umhverfis.

Hæð á efri hluta jarðlagastaflans er ákvörðuð með ljósmyndum af bergveggnum og kortum í mælikvarða 1:2000, en neðri hlutinn er ákvarðaður með hliðsjón af borholu VN-1. Má því búast við ónákvæmni á hæð lagamóta.

Á jarðlagasniðunum á myndum 4 og 5 er gert ráð fyrir, að jarðlögin liggi lárétt út frá gljúfrinu, en jarðgöngin eru lengst u. þ. b. 60 m inni í bergen. Þó að halli jarðlaganna á stíflustæðinu virðist vera til suðurs, þ.e. samsíða gljúfrinu, verður einnig vart við

SA-lægan halla þarna í grennd og ættu berglögin því að hallast lítið eitt til austurs á jarðlagasniðinu af stíflustæðinu og auka óvissuna á því, hvar hin ýmsu jarðög mæta jarðgöngunum.

3.3 Stöðvarhús

Stöðvarhúsið verður niðri í gljúfrinu á stalli, sem sprengdur verður að mestu inn í basaltið rétt austan við nyrðri gangamunnann. Mun þurfa að sprengja fyrir sográs niður undir 82 m hæð y..s. (sjá ljósmynd á forsiðu).

Þar sem stöðvarhússtæðið sjálft hefur ekki verið rannsakað, er erfitt að segja til um jarðlögin þar, en setfyllingin í gljúfrinu nær samkvæmt hljóðhraðamælingum niður í 87 m hæð y. s. yzt á eyrinni við stöðvarhússtæðið og sennilega dýpra niður úti í miðju gljúfri. Dýpst verður á fast berg undir austurhorni stöðvarhússins, þar sem það skagar lengst út frá gljúfurveggnum. Nær gljúfurveggnum verður stöðvarhússtæðið sprengt inn í basaltlögin eins og áður sagði.

Eitt rautt millilag gengur sennilega gegnum stöðvarhússtæðið í u. þ. b. 90 m hæð y. s. (sjá mynd 5). Er lag þetta næst undir þykka basaltlaginu, sem norðurhluti jarðganganna verður að mestu í. Millilagið er aðeins tæpur 1 m á þykkt í borholu VN-1 og mjög heillegt. RQD-kjarnaheimta úr millilaginu er 100 %, og er það vel samlímt við basaltlögin fyrir ofan og neðan.

3.4 Frárennslisskurður

Frárennslisskurðurinn verður um 2 km langur. Gerðar voru hljóðhraðamælingar á áreyrunum frá stöðvarhússtæðinu og u. þ. b. 900 m niður eftir skurðstæðinu (sjá myndir 2 og 3). Samkvæmt þessum mælingum nær skurðbotninn hvergi niður í basaltið, heldur er allur í setfyllingunni, nema e.t.v. alveg við stöðvarhúsið (sjá mynd 6 og ljósmynd nr. 3). Að vísu voru ekki gerðar mælingar á nyrðri hluta skurðarins, en þar er hann orðinn svo grunnur, að mjög ólíklegt er að skurðbotninn nái niður í basaltið. Mældur hljóðhraði í setinu er um 2,3 km/s.

3.5 Frekari rannsóknir

Hér verður minnzt á nokkur atriði, sem rannsaka þarf, áður en verkið er boðið út, eða a.m.k. áður en framkvæmdir við virkjunina hefjast. Gera má ráð fyrir, að þessar rannsóknir taki innan við 2 mánuði.

- i) Kanna þarf nánar setið í gljúfrum Héraðsvatna, þ.e. á stíflustæði og stöðvarhússtæði og skurðstæði.

Á stíflustæðinu þarf að ná góðum sýnum af setinu og m.a. lektarprófa þau, svo áætla megi aðstæður við gerð þéttitjalds undir stíflunni. Á stöðvarhússtæðinu og skurðstæðinu þarf að finna þykkt setsins, þ.e. hæð á klöpp og rannsaka ýmsa jarðtæknilega eiginleika þess fyrir lokahönnun stöðvarhússins og skurðarins.

Ekki hefur verið unnt að ná góðum sýnum af setinu í gljúfrum með því að nota kjarnabor með venjulegum útbúnaði og er áætlað að nota til þessa verks loftbor með sterkum sýnataka, sem rekinn er af afli niður í setið. Þar sem setið er of hart fyrir sýnatakann þarf að nota annan útbúnað, þannig að hægt sé að bora gegnum setið, helzt án vatnsdælingar.

- ii) Fyrir lokahönnun þarf einnig að kanna betur laus yfirborðslög á stíflustæðinu. Hér er um að ræða yfirborðslög á Tyrfingstaðatúni austan ár, en einnig vestan ár á yfirfallsstæði og við væntanlega hjástíflu á Villinganestúni. Einnig þarf að athuga þykkt yfirborðslaga, þar sem spennuvirki er ráðgert. Ef áðurnefndur loftbor (sjá lið i) reynist vel við könnun á setinu í gljúfrunum, mun hann einnig henta til þessa verks. Einnig gæti verið að kanna þyrfti laus jarðög á vegstæði niður í gljúfrið.
- iii) Vegna jarðganganna þarf að kanna betur berglög, sem jarðgöngin eiga að liggja um. Bora þarf eina kjarnaholu, þar sem mætast miðlína stíflu og jarðgöng. Gera þarf brotþolsprófanir á kjarna úr bergen og kanna auk þess sprungur og aðra brotfleti, bæði í borkjarnanum og í gljúfurveggnum. Þetta er að nokkuð leyti hægt að athuga í kjarnanum úr borholu VN-1, sem er úr

sömu berglögum og jarðgöngin munu liggja í, en þessi hola er nokkru norðar en göngin eiga að liggja.

- iv) Athuga þarf einnig hvort unnt sé að nota í þéttkjarna stíflunnar jökulruðning úr hlíðinni ofan við Tyrfingsstaði, eða jafnvel neðan vegar. Myndi þetta spara nokkuð flutningskostnað, þar sem jökulruðningurinn yrði annars sennilega tekinn sunnan við Stekkjarflatir.

4. BORANIR

4.1 Kjarnaboranir

Alls voru boraðar 5 kjarnaholur við Villinganes, VN-1 til 5, samtals 141,3 m. Staðsetning holanna sést á myndum 2 og 3, borholusniðin eru á myndum 7 og 8, og aðrar upplýsingar eru í töflu 3. Notaður var borinn Craelius I frá Jarðboranadeild Orkustofnunar. Borun stóð frá 7. júlí til 17. september 1975 og voru bordagar á þessu tímabili alls 55 og 6 dagar að auki fóru í flutning á bornum á staðinn og milli borhola.

Byrja varð verkið á því að gera ökufært um vinnusvæðið, en gerð var slóð frá Villinganesbæ niður að borholu VN-1 á neðra stíflustæðinu, og austan ár var gerð slóð af þjóðvegi niður að borholu VN-5 og af Tyrfingsstaðatúni niður í gljúfur að holu VN-4. Við slóðagerðina var notuð lítil jarðýta og þar sem bera þurfti ofan í slóðina vegna bleytu var það gert með vörubíl með drifi á öllum hjólum.

Kjarni var tekinn úr öllu föstu bergi í holunum og reynt var að taka sýni úr lausari jarðögum einnig. Í borholu VN-3 gekk mjög vel að taka sýni úr foksandi, örlítið pökkuðum, á dýpi 6 - 9,6 m, voru þessi sýni tekin í kjarnarör, sem borað var þurrt, þ.e. án skolvatns. Reynt var að taka sýni úr setfyllingunni í gljúfrinu í holu VN-4, með kjarnaröri, en það gekk ekki vegna þess að í hálfamlímdri möl losna steinvölurnar frá millimassanum og litlu völurnar ganga upp í kjarnarörið, en þær stærri velkjast undir borkrónunni. Krónan skerst stundum gegnum stærstu steinana og tekur

úr þeim kjarnabút, en völur af mágulegri stærð festast oft innan í borkrónunni og gengur borinn þá ekki lengra niður hvernig sem skarkað er. Verður því að hífa kjarnarörið upp og hreinsa innan úr því. Við allt þetta brölt verður að hafa skolvatnið á fullum þrýstingi til þess að dæla borsvarfi og öðru lausu efni upp úr holunni, svo að það setjist ekki að kjarnarörinu og festi það. Við þetta skolast burtu millimassinn úr mölinni, og er hann stór hluti af lausa efninu, sem kemur upp úr holunni með skolvatninu. Í holu VN-4 var ekkert eftir af millimassanum og því erfitt að segja til um hvort um jökulruðning eða ármöl er að ræða. Sennilega er þó ármöl niður á a.m.k. 13 m dýpi.

Þegar ná skal sýnum við aðstæður eins og voru í borholu VN-4, má helzt ekki nota skolvatn, heldur bora kjarnarörið þurrt, eða nota sterkan sýnataka, sem hægt er að reka af afli niður í mölina. Ef stórir hnnullungar eru fyrir, þá þarf að vera útbúnaður fyrir hendi til þess að hægt sé að bora gegnum þá. Yfirleitt vill holan hrynda saman við þessar aðstæður og þarf því að vera hægt að bora niður fóðurrör jafnóðum og/eða nota borleðju. Sé um grófa möl að ræða, væri til bóta að nota víðara kjarnarör.

Eftirfarandi tafla gefur helztu upplýsingar um kjarnaborunina við Villinganes 1975.

Tafla 5

Kjarnaborun við Villinganes 1975

Hola nr.	Dýpt m	Kjarnataka reynd m	Bortími dagar	Afkost m/dag
VN-1	,56, 5	55, 5	14	4, 0
VN-2	24, 5	22, 3	12	2, 0
VN-3	19, 3	9, 6	12	1, 6
VN-4	20, 2	3, 7	12	1, 7
VN-5	20, 8	20, 0	5	4, 2
Samtals 141, 3		111, 1	55	2, 6

Auk 55 bordaga fóru 6 dagar í flutning á bornum á staðinn og milli hola. Ef flutningsdagar eru teknir inn í borunarfökstin, falla

þau niður í 2,3 m/dag. Í holum VN-3 og 4 voru þykk laus yfirborðslög, sem ollu hruni í holunum og gekk borun því hægt þar. Holur VN-1 og 5 voru boraðar í heillegt berg og voru afköst þar um 4 m/dag, og um 3,5 m/dag ef flutningsdagar eru taldir með. Má gera ráð fyrir þessum meðalafköstum í kjarnaborun, þar sem ekki eru erfiðleikar vegna lausra laga.

4.2 Borróboranir

Boraðar voru alls 17 borróholur, sem voru númeraðar frá VB-1 til 26. Borunin stóð yfir 7. til 10. nóvember 1975 og var samanlögð dýpt holanna 121,3 m, svo afköst voru rúmir 30 m/dag. Eingöngu var borað í lægðinni syðst á stíflustæðinu, og voru dýpstu holurnar rúmlega 11 m djúpar. Staðsetningar borróholanna sjást á mynd 11 og snið af þeim á mynd 10. Tölulegar upplýsingar um borróborunina eru í töflu 3.

Notaður var lítill höggbor í eigu Jarðboranadeildar Orkustofnunar, framleiddur af BORROS CO í Svíþjóð. Borinn kemst gegnum laus jarðlög, en stöðvast er fastara verður fyrir. Borunin er framkvæmd á þann hátt, að borstangir, 32 mm í þvermál með jafnbreiðum keilumynduðum oddi á endanum, eru reknar niður í jörðina með 65 kg lóði, sem látið er falla 0,5 m. Síðan er talið hve mörg högg þarf til þess að reka stangirnar niður um hvern hálfan metra. Hætt er við borun, ef höggafjöldinn fer yfir t.d. 200 högg á 0,5 m, eða ef auðveldlega finnst, að komið sé niður á klöpp. Lendi borinn á nægilega stórum hnnullungi, kemst hann ekki dýpra. Ekki er ástæða til að ætla, að slíkt hafi hent við Villinganes, þar sem borróboranirnar samsvara vel þeim upplýsingum, sem fram komu í kjarnaholu VN-3 (myndir 4 og 7) og einnig hljóðhraða- og viðnámsmælingum í næsta nágrenni (sjá t.d. myndir 13 og 14).

5. HLJÓÐHRAÐA- OG VIÐNÁMSMÆLINGAR

5.1 Yfirlit

Tilgangur þeirra hljóðhraðamælinga (jarðsveiflumælinga), sem gerðar voru á fyrirhuguðu virkjunarstæði við Villinganes, var að kanna þykkt lausra yfirborðslaga á stíflustæðinu og einnig var athugað hvort setfylling væri í gljúfri Héraðsvatna og hve þykk hún væri (sjá staðsetningu á mynd 3 og 2, og töflur 1 og 2).

Viðnámsmælingarnar voru eingöngu gerðar á túninu í Villinganesi, nánar tiltekið, í lægðinni syðst á stíflustæðinu. Mælingarnar voru gerðar til þess að tengja betur saman þykktarákvarðanir fengnar við borróborun og hljóðhraðamælingar. Staðsetning viðnámsmælinganna er sýnd á mynd 11.

Þykktarákvörðun út frá hljóðhraða- og viðnámsmælingum er fundin óbeint. Nákvæmni þeirra mælinga er háð því, hversu vel vissum nálgunarskilyrðum er fullnægt, t.d. að einstök hljóðhraða- og viðnámslög samsvari ákveðnum jarðlögum á svæðinu. Þessi skilyrði eru talin upp í almennum kennslubókum í jarðeðlisfræði.

Að öllu samanlögðu má gera ráð fyrir 10-20 % skekkju í þykktarmælingunum að meðaltali. Þessi skekkja er minni við góðar aðstæður, en getur vaxið verulega við slæm skilyrði.

Það er því augljóst, að við notkun óbeinna mæliaðferða verður að hafa stuðning af beinum mælingum í nokkrum samanburðarpunktum, og tengja síðan á milli þeirra með óbeinu mælingunum. Slíkt samspil beinna og óbeinna mælinga gefur yfirleitt mestar upplýsingar miðað við þann kostnað, sem í rannsóknina er lagður.

5.2 Mælingar á stíflustæði

a) Hljóðhraðamælingar (jarðsveiflumælingar).

Árið 1974 voru gerðar sex hljóðhraðamælingar á fyrirhuguðu stíflustæði við Villinganes (sjá skýrslu OS-ROD-7501). Við mælingarnar

var notað 12 rása ABEM-tæki. Skotpunkt vantar á þrjár þessara mælinga (VJ 1-3) og dregur það úr áreiðanleik þeirra við þykktar-ákvörðun yfirborðslaga. Þetta á einkum við, þegar erfitt er að greina hraðann í yfirborðslaginu nákvæmlega. Hinrar þrjár mælingarnar (VJ 4-6) höfðu allar vel skilgreinda skotpunkta, þær voru hins vegar teknar á stöðum, þar sem mjög ójafnt yfirborð er á háhraðalaginu undir yfirborðslaginu. Það þótti því rétt að reikna dípi niður á háhraðalagið undir hverjum hljóðnema (myndir 17, 18 og 19). Slík dýptarákvörðun er mjög háð því, hvaða yfirborðshraði er valinn. Allar mælingarnar frá 1974 hafa því verið endurtúlkaðar í ljósi nýrrar vitneskju um yfirborðshraða, sem fékkst við hljóð-hraðamælingarnar sumarið 1975.

Tveggja rása Huntec tæki var notað árið 1975 við hljóðhraðamælingar eftir hinu áætlaða stíflustæði. Orkugjafi í slíkum mælingum er sleggja, sem lamið er með á jörðina. Tæki þetta er fremur óhent-ugt til notkunar ef yfirborðslögin eru mjög laus. Þó deyfist orku-bylgjan stundum svo, að mjög óregluleg mynd kemur af brotnum P-bylgjum (refraction) úr háhraðalaginu. Gerir þetta oft mjög erfitt fyrir um túlkun mælinganna. Endurkastaðar bylgjur (reflection) gátu í einstaka tilfellum hjálpað til við túlkun.

Á stíflustæðinu eru víða mjög laus jarðög efst (hljóðhraði 0,3 - 0,6 km/sek). Útkoman varð því fremur slæm, og nýttust ekki allar mælingarnar (tafla 1). Mælingarnar gefa yfirleitt til kynna að fremur grunnt sé á fast berg (0-3 m), meira dípi á fast virðist helzt koma fram í lægðum, þar sem gera má ráð fyrir seti.

b) Viðnámsmælingar.

Viðnámsmælingar voru gerðar á túninu við Villinganes syðst á stíflustæðinu. Voru það 5 dýptarmælingar og 4 lengdarmælingar með ABEM-Terrameter (mynd 11). Dýptarmælingarnar voru túlkaðar með tilliti til láréttar lagskiptingar. Þykktarákvörðun jarðvegs út frá lengdarmælingu (mynd 12) var hins vegar gerð með aðferð, sem lýst er í skýrslu OS-ROD-7615. Þykktargildi fengin með lengdarmælingu verður að taka með nokkrum fyrirvara, þar sem óvissan í ákvörðun þeirra getur orðið nokkuð stór, en þó er stærðargráðan á þykktargildunum yfirleitt nokkuð nærri lagi.

Viðnámsmælingarnar sýna minni þykkt á lausa setinu en borróboranir, en ber saman við þær að öðru leyti (mynd 13). Þær sýna allar nokkurra metra þykkt set í lægðinni, sem sennilega er gamall farvegur Héraðsvatna (mynd 14).

5.3 Hljóðhraðamælingar í gljúfrí Héraðsvatna

Tilgangur hljóðhraðamælinganna í gljúfrinu var að kanna, hvort setfylling lægi þar ofan á grunnberginu og hve þykk hún væri (sjá staðsetningar á myndum 2 og 3). Mælingarnar voru gerðar með tólf rása ABEM hljóðhraðamælitæki og sýndu þær, að 12-16 m þykk setfylling væri víðast í gljúfrinu (tafla 2). Þetta var síðan staðfest með borholu VN-4 (mynd 8). Þessi setfylling hefur hraðann 1,5 - 2,6 km/sek, en ofan frá stíflustæðinu og niður eftir frárennslis-skurðinum er hljóðhraðinn í setfyllingunni 2,2 - 2,3 km/sek. Hraðinn fer sennilegast mest eftir því, hve stórir hnnullungar eru í setinu á hverjum stað. Fyllingin er mjög misþykk, en nánar verður vikið að því síðar.

ABEM hljóðhraðamælitækið gefur einungis komutíma fljótustu bylgna. Þessi takmörkun kemur yfirleitt ekki að sök. Hins vegar vantar stuðning við seinni fasa hljóðbylgjanna, þegar þarf að ákvarða lögun óreglulegra hljóðhraðalaga neðan yfirborðs. Samkvæmt jarðfræðikorti á mynd 2 er mikið af höggunar- og brotalínum í gljúfrinu. Þær ættu að valda nokkurri óreglu í lögun hljóðhraðalaganna. Af þessu leiðir, að nákvæmni í túlkun hljóðhraðamælinganna þar, minnkar eitthvað. Mælingar í gljúfrinu komu þó mun betur út en búizt var við, og mjög lítið var um óreglur á hljóðhraðínuritunum. Vegna rofs í gljúfrinu og á svæðinu almennt koma misgengisstallar oft ekki fram í landslaginu og því minni truflun á hljóðhraðamælingunni en ella. Samt virðist mega ráða af EH-3AV, að misgengisprungan, sem liggur eftir megingljúfrinu, hafi áhrif á hana.

Þétt net af mælingum var framkvæmt á tveimur stöðum í gljúfrinu, og hljóðhraðasnið dregin. Eru þau við borholu VN-4 (mynd 15), og einnig á stórri eyri nokkru sunnar í gljúfrinu (mynd 16); sjá staðsetningu á mynd 2 og 3).

Á sniðinu við borholu VN-4 (mynd 15) er háhraðalagið yfirleitt á mjög svipuðu dýpi, 85-90 m y.s. Háhraðalagið þar hefur hljóðhraðann um 3,6 km/sek að meðaltali, sem er ekki óalgengt í basalti. Borholu VN-4 nær niður í grunnbergið í 84 m y.s. og staðfestir að hér sé um basalt og millilög að ræða og á hinn bóginn virðast hljóðhraðaskilin vera fyrir ofan yfirborð berggrunnsins, en nálægt lagamótum, þar sem setfyllingin verður þéttari.

Á mynd 16 eru 3 hljóðhraðasnið, sem gerð eru eftir mælingum á næstu eyri fyrir sunnan eyrina, sem borhola VN-4 er á. Hljóðhraðasniðin sýna greinilega gamlan setfylltan farveg Héraðsvatna, sem liggur í sveig fast við austurvegg gljúfursins og er áætluð lega farvegsins merkt á kortið á mynd 16. Sjá nánari bollaleggingar um eðli og uppruna setfyllingarinnar á bls. 3 - 4 og í köflum 3.1. c og 3.4. Rétt er að benda á, að þegar yfirborð háhraðalags er svo óreglulegt, sem á mynd 16, verður talsverð óvissa í dýptarákvörðuninni. Setfyllingin hefur þarna mismunandi hljóðhraða, mestan í dýpstá farveginum við austurlandið, en hraðinn minnkar til vesturlandsins, annað hvort smám saman, eða þá að linsur með mismunandi hljóðhraða liggja langs eftir gljúfrinu. Mesti hljóðhraðinn í setinu, $\geq 2,2$ km/sek er sennilega í elzta og bezt samlímda hluta setsins, en lægri hljóðhraði, t.d. 1,6 og 1,0 eru þá í seti, sem fyllir yngri farvegi og er lítt eða ekki samlímt. Við vesturlandið, þar sem áin rennur nú, virðist mjög grunnt á berggrunninn (sjá snið A-A), sem hefur þarna mjög mikinn hljóðhraða, eða 4,5 km/sek, sem er svipaður hraði og fékkst í andesítinu á vesturhluta stíflustæðisins.

6. AURBURÐUR

Aurburðarmælingar hafa verið gerðar frá árinu 1974 í jöklusánum í Skagafirði, og einnig í Héraðsvötnum við Grundarstokk. Út frá mælingunum í Eystri- og Vestari-Jökulsá má áætla, hve mikill framburður berst árlega inn í uppistöðulónið við væntanlega Villinganes-virkjun og hve langan tíma það taki að fylla lónið með framburði við núverandi aðstæður.

Í töflu 4 eru birtar bráðabirgðaniðurstöður byggðar á aurburðarmælingum í Vestari-Jökulsá við Goðdalabru. Lykillinn sem notaður er við útreikningana var fundinn út frá 15 aurburðarsýnishornum teknum í apríl-október á árunum 1974-1976. Niðurstöður mælinga á aurburðarsýnishornunum eru settar inn á log/log pappír, þar sem rennsli (m^3/sek) er á X ás, en aurburður (kg/s) á Y ás. Því næst er dregin lína milli punktanna og línuritið notað sem lykill yfir samband aurburðar og rennslis. Í þessu tilfelli dreifast punktarneir mjög óreglulega. Samband aurburðar og rennslis er því ekki gott. Tölurnar í töflunni verður að skoða sem bráðabirgðaniðurstöður þar til gerðir hafa verið betri lyklar.

Línurit á mynd 20 er byggt á sömu frumgögnum og tafla 4, og mynd 21 sýnir aurburð í Héraðsvötnum við Grundarstokk. Sýna myndirnar glögglega hve aurburður (mg/l) er breytilegur eftir árstíma og að rennsli (m^3/s) hefur ekki afgerandi áhrif á svifaurs. Ef aurflutningur Vestari-Jökulsár við Goðdalabru er reiknaður eftir línuritinu á mynd 20, reynist svifaursflutningur vera um 130 þús. tonn á ári að meðaltali og verður miðað við það hér á eftir.

Gizka má á, að svifaurs sé rúmlega 3/4 af heildarframburði Jökulsánnar í Skagafirði. Má því gera ráð fyrir u.þ. b. 40 þús. tonnum á ári af botnskriði í Vestari-Jökulsá, eða alls u.þ. b. 170 þús. tonnum á ári að meðaltali í Vestari-Jökulsá við Goðdali. Mjög fáar aurburðarmælingar hafa verið gerðar af brúnni á Eystri-Jökulsá, en þar er meðalrennsli yfir árið nálægt tvisvar sinnum meira en í Vestari-Jökulsá og þáttur jökluvatns í rennslinu einnig meiri, svo að gera má ráð fyrir a.m.k. 340 þús. tonnum á ári að meðaltali sem heildarframburði í Eystri-Jökulsá, eða samtals u.þ. b. 510 þús. tonn á ári í Héraðsvötnum við Villinganes.

Allt að 70 % af heildarframburðinum kann að setjast til í uppistöðulóni væntanlegrar Villinganesvirkjunar, en um 30 % myndi þá berast áfram til sjávar. Ef gert er ráð fyrir að þurr rúmþyngd í seti því sem mun myndast í uppistöðulóni Villinganesvirkjunar verði nálægt $1,4 \text{ tonn/m}^3$, þá yrði 70 % heildarframburðar á ári nálægt 250 þús. m^3 á ári, eða 0,25 Gl. Þar sem heildarlónrýmið verður 33 Gl, mun það taka um 130 ár að fylla lónið við núverandi aðstæður, ef magn framburðarins er rétt áætlað. Verði hins vegar ráðið í að virkja Jökulsárnar í framtíðinni ofan af hálendisbrúninni niður í Austur- eða Vesturdal mun mikill hluti aurburðarins setjast til í uppistöðulónum uppi á hálendinu.

TAFLA I

Villinganes. Hljóðhraðamælingar á ámtluðu stíflustæði.

Hæll nr.		MÆLINGAR MED ABEM TEKI 1975			v_1 Km/s	v_2 Km/s	v_3 Km/s	h_1 m	h_2 m
		Y - hnit	X - hnit	Hæld m y.s.					
VJ-1 1)	A	543746,6	552757,9	138,59	0,6			4,9	
	B	543841,5	552792,9	139,96	0,4	3,8		3,2	
VJ-2 1)	A	543736,4	552880,2	148,46	0,9	4,5		~ 3 ~0	
	B								
VJ-3 1)	A	543590,9	552854,1	151,11	0,4	~ 3 ,6			
	B	543523,8	552854,2	151,61					
VJ-4 3)	A				0,4	3,7			
	B								
VJ-5 4)	A				0,4	3,7			
	B								
VJ-6 5)	A				0,4	3,4			
	B								

MÆLINGAR MED HUNTEC TEKI 1976

11	A				0,6 0,4	0,95 1,8	-	7,5 10	-
12	A				0,4 0,4	1,5 1,2	-	7,9 8,2	-
13	A	543310,0	552822,6	145,71	0,4	2,0	-	3,5	-
	B	543307,2	552843,4	146,22	0,4	1,35		3,6	-
14	A	543287,8	552850,5	151,39	0,4	1,0 2,8	5,0	2,5 6,0	13
	B	543289,8	552822,4	151,73	0,4				
16	A				0,4 0,3	1,3 1,3	2,4	7,2 7,0	-
	B								
17	A				0,3 -	2,6 -	-	1,0	-
	B								
19	A	543316,4	552858,6	146,17					
	B	543326,1	552781,9	143,30					
24	A	543410,6	553015,5	148,26	0,4 0,4	1,2 5,5	3,0	7,0 13,3	15,4 -
	B	543443,6	552959,8	145,30					
26	A	við VV-2			0,4 0,4	5,0 0,5	- 5,0	11,7 3,2	15,6
	B								
30	A	543448,2	552887,4	153,77	0,5 0,5	3,5 0,75	5,0	2,2 2,0	8,2
	B	543458,9	552847,9	154,01					
33	A	543389,7	552826,7	142,72	0,4 0,4	1,0 1,3	4,6	1,9	5,3
	B	543599,0	552851,7	150,70					
35	A	543712,3	552875,0	148,12	0,4 0,4	5,0 5,0	-	4,1 3,8	-
	B	543692,0	552853,5	148,19					
356)	A	543712,3	552875,0	148,12	0,4 0,3	1,9 1,9		4,3 4,0	-
	B	543692,0	552853,5	148,19					
36	A	543878,8	552832,6	139,77	0,4 0,4	1,7 2,3		3,9 4,3	-
	B	543850,2	552810,8	139,80					
38) 7)	A	543856,5	552797,8	139,91	0,4	~ 3 ,2		6,8	-
	B	543831,0	552785,7	139,83					
39	A	543904,5	552835,1	139,52	0,5 0,4	2,0 1,1	-	3,9 3,9	-
	B	543876,1	552821,5	139,74					
40	A	543922,7	552768,5	140,67	0,4 0,3	5,0 2,0	-	2,2 1,5	-
	B	543907,6	552741,0	140,93					
41	A	543932,3	552738,4	139,72	0,8 0,3	2,2 2,3		2,1 1,4	-
	B	543914,4	552710,2	139,41					
43	A	543987,9	552709,5	133,57	0,5 0,5	4,0 3,1		3,0 2,0	-
	B	543973,3	552681,6	132,36					
101	A	544123,8	552502,6	152,04	0,4 0,4	1,5 1,4		2,8 3,1	-
	B	544095,9	552492,9	150,32					
102	A	544050,6	552480,1	150,47	0,4 0,4	1,7 5,5		2,6 4,7	-
	B	544012,7	552469,2	148,35					
103	A				0,3 0,4	0,9 2,4		2,3 7,8	-
	B								
104	A	543882,3	552454,0	139,59	0,4	1,7		2,8	-

1) Skotpunkt vantar

2) Óreglulegt yfirborð klappar, mest um 5 m dýpi í miðjunni

3) Sjá mynd

4) Sjá mynd

5) Sjá mynd

6) Miðað er við S-bylgju

7) Miðað er við reflection

Ath: $h_2 = h_1 + d_2$ þ.e. h_2 er dýpi niður

á þriðja hljóðhraðalag

(sbr. tóflu II).

TAFLA II

Villinganes. Hljóðhraðamælingar í gljúfri Héraðsvatna.

Hæll nr.		Y - hnit	X - hnit	Hæð m y.s.	V ₁ km/s	V ₂ km/s	V ₃ km/s	h ₁ m	h ₂ m
EH 1	N S				0,4 0,5	2,9	4,1 4,5	1,3	7,0 1,3
EH 2	N S				0,3 0,4	2,0 1,4	4,5 4,6	1,3 1,1	8,4 6,4
EH 3	N S				0,3 0,4	2,0 2,6	4,5 4,9	2,6 1,7	5,2 11,2
EH 4	N S				1,0 1,0	2,8	5,9 3,8	3,8	10,8 7,1
EH 5	N S	543663,4 543546,9	552586,2 552624,0	98,86 99,95	1,0 1,0	2,2 2,2	3,0 3,1	1,8 2,1	9,3 7,8
EH 6	N S	543615,6 543492,6	552580,9 552604,5	100,61 101,03	0,5 0,5	1,9 2,3	4,3 3,6	2,3 2,4	7,6 13,1
EH 7	N S	543500,6 543407,9	552624,6 552531,1	100,79 101,41	1,4 1,2	2,6 2,9	3,5 3,9	4,0 1,9	10,1 11,1
EH 8	N S	544267,4 544188,5	552814,0 552719,9	96,07 96,90	0,8 1,7	2,4 2,2	4,1 3,9	2,1 1,1	11,8 10,9
EH 9	N S				1,0 1,0	2,5 2,0	3,8 3,9	2,0 2,4	7,1 9,5
EH 1	A V				0,4 0,4	2,5 2,0	6,6 4,8	2,5 1,2	19,1 16,8
EH 2	A V				0,6 0,6	3,1	9,4 3,0	3,6	18,4 1,4
EH 3	A V	543547,6 543556,3	552566,6 552617,5	100,64 100,10	0,3 0,4	1,5 1,6	3,3 3,1	2,8 1,6	2,1 9,7
FH 1	N S				1,3 0,7	3,1 2,5	4,3 4,4	3,5 2,4	15,7 12,5
FH 2	N S				0,5 0,5	2,8 2,3	3,9 3,7	2,3 1,2	7,6 5,7
FH 3	N S				0,5 0,4	5,2 1,8	- 5,3	2,7 1,2	- 6,7
FH 4	N S				0,5 0,2	2,2 2,3	3,3 4,0	1,2 1,4	8,3 11,8
FH 5	N S				1,0 1,0	1,9 2,2	- 6,7	3,9 3,0	- 10,2
FH 1	A V				0,5 0,5	1,9 2,2	3,8 4,0	1,0 1,4	7,5 6,7

Ath: h₂ = d₂

p.e. h₂ er þykkt 2. hljóðhraðalags
(sbr. töflu I).

TAFLA 3

Staðsetning, hæð og dýpi kjarnahola og borroholra

Hola nr.	Hnit		Hæð yfirb. m y.s.	Dýpi m	Botn holu m y.s.
	Y-norður	X-vestur			

Kjarnaholur

VN- 1	544,019,99	552,648,08	136,22 ^X	56,5	79,7
VN- 2	543,752,83	552,857,58	149,16 ^X	24,5	124,7
VN- 3	543,371,39	552,872,90	144,63 ^X	19,3	125,3
VN- 4	543,559,76	552,619,10	100,42	20,2	80,2
VN- 5	544,043,82	552,478,72	150,45	20,8	129,6
			Dýpi alls	141,3	m

X toppur föðurrörs, annars mælt
á jörð.

Borroholur

VB- 1	543,382,0	552,873,8	144,5	6,6	137,9
VB- 2	543,361,8	552,871,5	144,8	10,7	134,1
VB- 4	543,342,2	552,869,9	145,5	11,3	134,2
VB- 5	543,332,5	552,869,7	146,2	8,8	137,4
VB- 6	543,323,7	552,869,4	146,6	6,1	140,5
VB- 9	543,289,9	552,866,5	150,3	2,5	147,8
VB-10	543,292,3	552,834,5	150,6	2,5	148,1
VB-12	543,322,7	552,837,8	144,9	5,1	139,8
VB-14	543,346,4	552,841,5	144,4	11,3	133,1
VB-15	543,359,6	552,843,2	144,1	9,5	134,6
VB-17	543,383,3	552,847,0	143,9	6,8	137,1
VB-19	543,407,2	552,873,5	147,2	2,3	144,9
VB-21	543,436,3	552,962,0	145,5	10,3	135,2
VB-22	543,425,8	552,980,1	146,0	10,5	135,5
VB-23	543,415,1	552,997,5	147,3	7,9	139,4
VB-24	543,401,1	553,021,5	149,6	4,5	145,1
VB-26	543,373,7	553,069,2	156,5	4,6	151,9
			Dýpi alls	121,3	m

Tafla 4

Skrá yfir aurburð í Vestari-Jökulsá við Goðdalabru
(með fyrirvara um smábreytingar á kl/s)

kl/s	Jan.	Feb.	Marz	April	Máí	Júní	Júlí	Ágúst	Sept.	Okt.	Nóv.	Des.	Arið
kl/s	15,5	14,8	15,1	22,2	35,5	18,7	26,0	24,1	24,9	19,3	16,4	15,6	samt.
Tonn s	2700	2200	2500	8100	37000	4700	13800	10900	11700	5400	3100	2700	104.800
Tonn g	900	700	800	3400	21800	1700	6500	4800	5300	2000	1000	900	49.800
Tonn f	1900	1600	1800	4400	14600	2900	6800	5600	5900	3200	2100	1900	52.700
kl/s	20,0	14,6	16,6	30,8	23,0	23,2	24,2	25,5	25,5	21,2	16,5	13,2	72
Tonn s	6000	2000	3300	23000	9400	9300	11000	13000	12600	7200	3200	2500	102.500
Tonn g	2300	600	1100	12200	4000	4000	4900	6000	5800	2900	1000	800	45.600
Tonn f	3500	1500	2200	10000	5000	4900	5700	6400	6200	4100	2100	1800	53.400
kl/s	14,1	15,5	17,6	50,4	19,7	21,4	26,1	25,6	19,8	16,0	15,2	13,2	73
Tonn s	2000	2400	4000	109200	5700	7200	14000	13200	5600	3000	2400	1600	170.800
Tonn g	600	800	1400	82600	2200	2900	6600	6100	2200	1000	800	500	107.700
Tonn f	1500	1700	2600	33800	3400	4000	6800	6500	3300	2000	1700	1300	68.600
kl/s	13,1	13,3	13,5	16,7	44,5	22,8	27,8	32,8	18,7	17,9	15,7	17,1	74
Tonn s	1600	1500	1700	3300	76000	8800	17100	28900	4700	4200	2700	3700	154.200
Tonn g	500	400	500	1100	50900	3800	8400	16000	1700	1500	900	1300	87.000
Tonn f	1200	1200	1300	2200	25600	4700	8000	12000	2900	2700	1900	2400	66.100

I þessari töflu eru birtar bráðabirgðaniðurstöður byggðar á aurburðarmælingum í Vestari-Jökulsá við Goðdalabru.

Lykillinn sem notaður er við útreikningana var fundinn út frá 15 aurburðarsýnum teknum í mánuðunum apríl - október á árunum 1974-1976. Niðurstöður mælinga á aurburðarsýnum eru settar inn á log/log pappír, þar sem rennslis (m^3/s) er á X ás en aurburður (kg/s) á Y ás.

Því næst er dregin lína milli punktanna og línuritist notað sem lykill yfir samband aurburðar og rennslis. I þessu tilfelli dreifast punktarnir mjög óreglulega. Samband aurburðar og rennslis er því ekki gott. Tölnar í töflunni verður að skoða sem bráðabirgðaniðurstöður þar til gerðir hafa verið betri lyklar.

s: samtals

g: grófur aurburður ($> 0.02 mm$)

f: finni aurburður



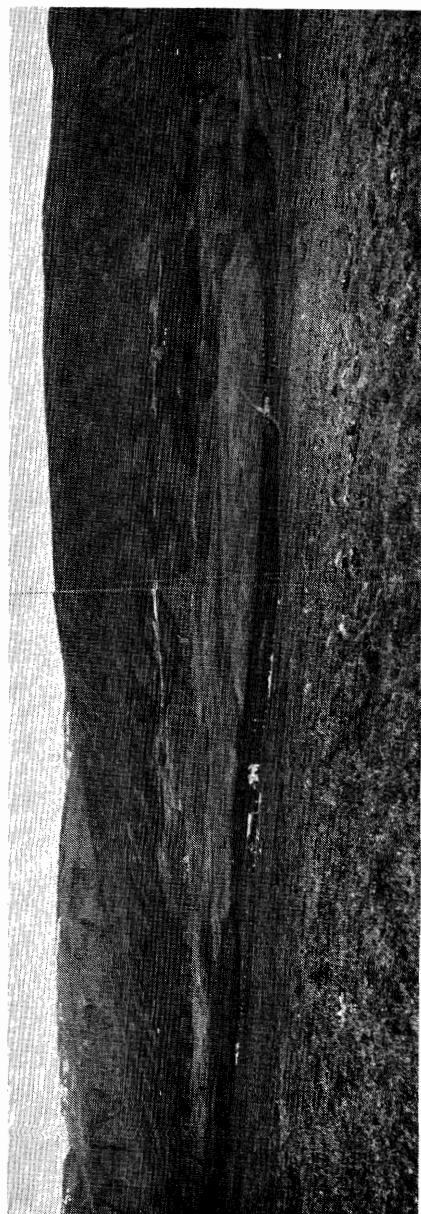
Ljósmynd 1.

Vestari gjíljurveggur, þ.e. jarðgangateiðin (sbr. mynd 5). Séð vestur yfir gjíljúrið á stíflumna. Miðlina stíflumna er nokurn veginn þar sem berglöggin eru merkt inn á myndinni hægra megin. A = andesít, B = basalt. G = berggangar, M = milliög. Stöðvarhúsíð er lengst til hægri á myndinni (sjá forsíðumynd). Syðri gangamunninn opnast út í gjíljúrið í basaltlögunum vinstra megin á myndinni, rétt ofan við fluðirnar.



Ljósmynd 2.

Yirflitsmynd yfir vesturhluta stíflustæðisins og farveg yirflallsvatnsins. Bærinn að Víllinganesi er til vinstrí. Túnið næar yfir mestan hluta læðarinnar neðan við bænn. Syðsti hluti stíflumna mun liggja yfir túnið nokkru hægra megin við síðina, sem liggur upp á hæðina hægra megin á myndinni. Yirflilið verður á þessari hæð, rétt vinstra megin við síðina og mun yirflallsvainið flæða niður í læðina framan við bænn og siðan til norðurs, þ.e. til vinstrí á myndinni. Vatnsborðið í löminu mun nema við eftstu brún hæðarinnar, sem yirflilið verður á (sjá mynd 23) og handan ár nokkuð hærra en klettabrunarnar lengst til hægri á myndinni. Aðalstíflan yfir gjíljúrið verður hægra megin við samskeyti myndarinnar. Handan ár sjást Tyrtingssstaðir til hægri.

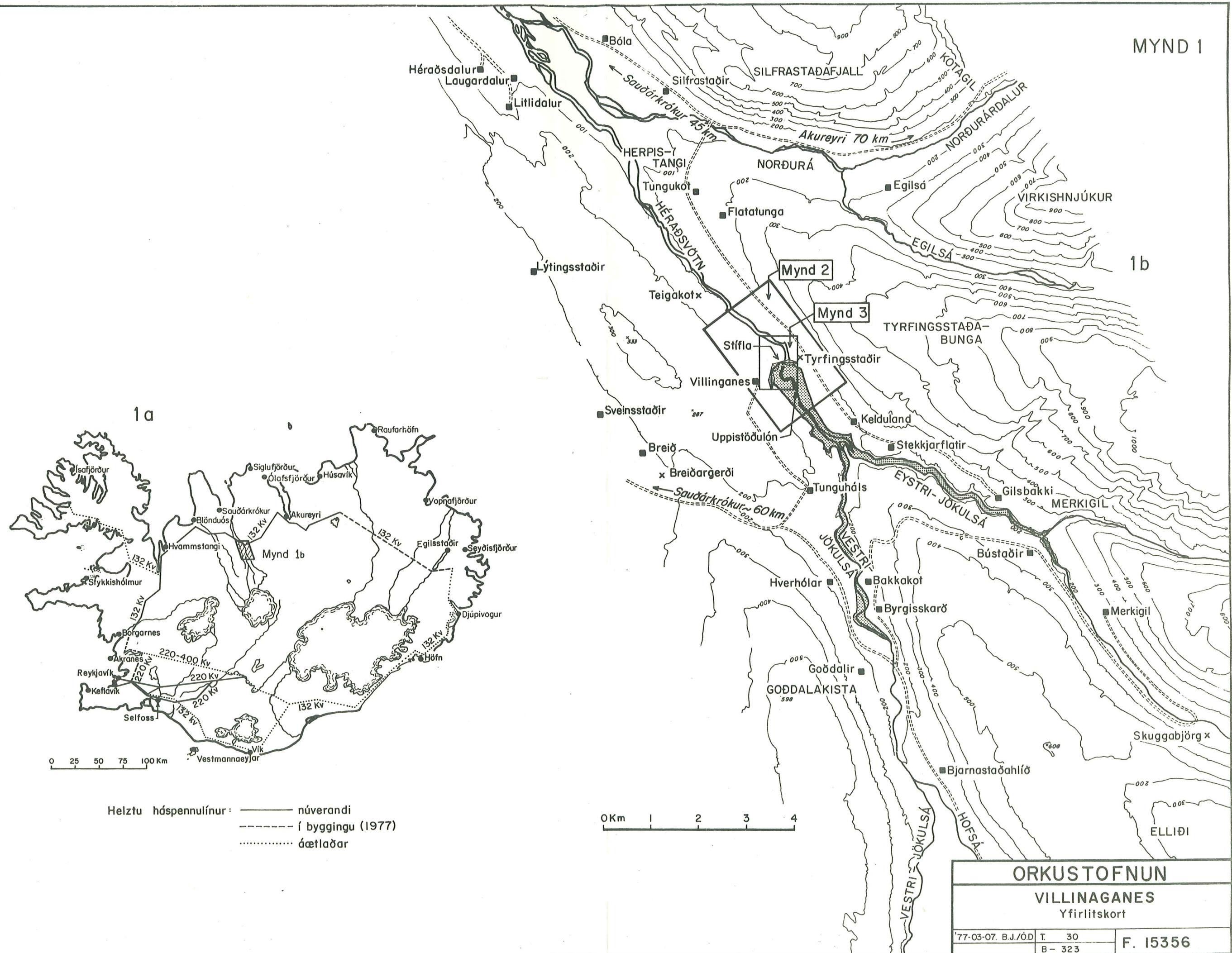


Ljósmynd 3
Hort niður eftir gjíljúrinu þar sem frárennslisskurðurinn á að liggja. Myndin er tekin aðeins neðan með gjíljúrinu en ljósmynd 1.

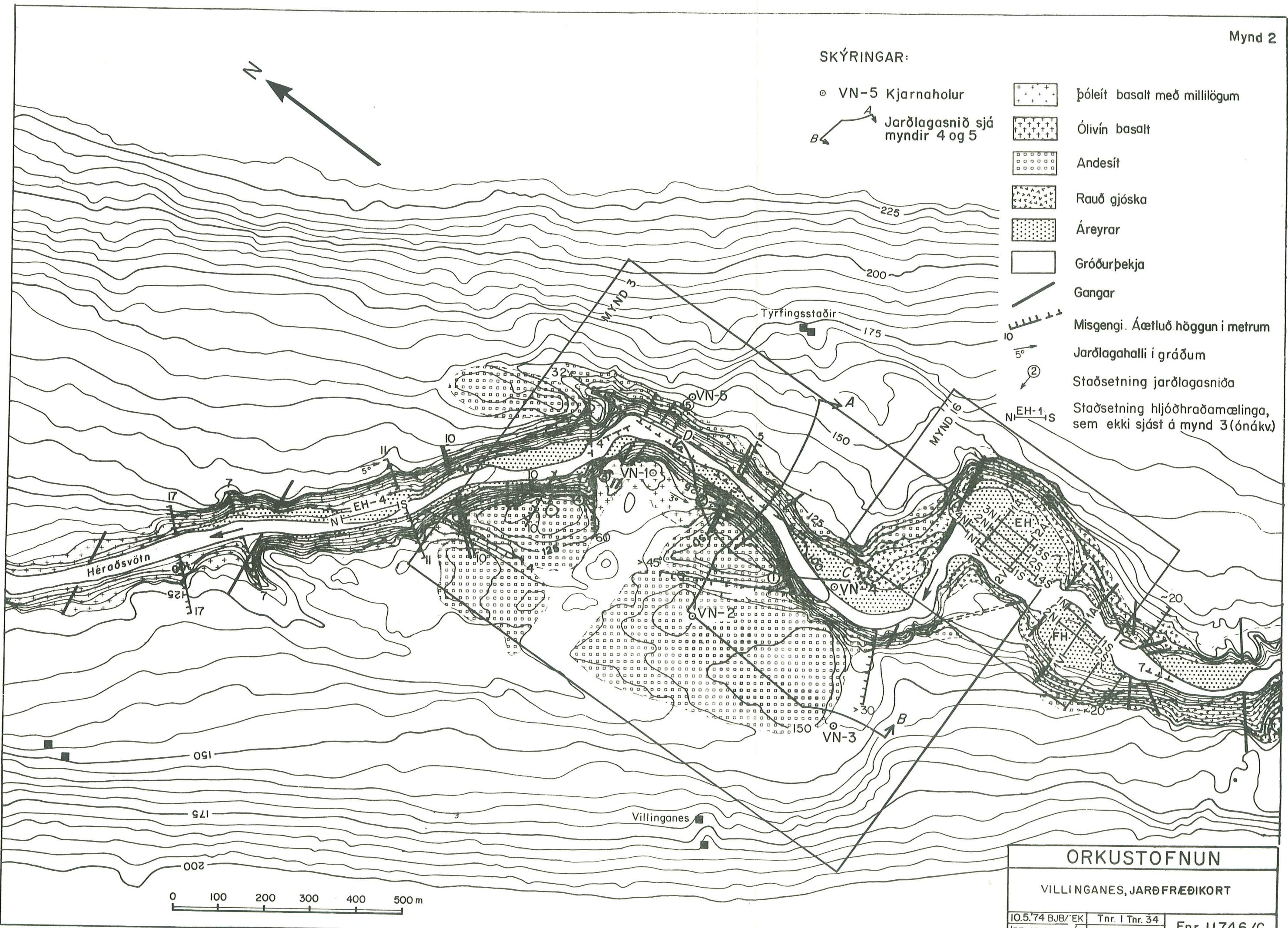
Forsíðumynd

Gjíljúfur Héraðsvatna á virkjunarstaðnum við Víllinganes. Stíflustæðið er þar sem gjíljurveggurinn er hæstur hægra megin við miðju myndarinnar. Vatnsborðið í löminu verður í svipaðri hæð. Stöðvarhúsíð verður á stalli, sem sprengdur verður inn í gjíljurvegginn við eyrina á miðri mynd. Vegstæðið niður í gjíljúrið er lengst til vinstrí á myndinni. Verði er að bora holu VN-4 á eyrinni fjar.

MYND 1



Mynd 2



ORKUSTOFNUN

'76-06-15 DE/6D
Rafrukudeld
Nr 329 Tnr 15
J-1 sv m B - 323
Fn. 14357

VILLINGANES
Staðsetning hijóðhraðamælinga
borhola og jarðlagasniða

MYND 3

SKÝRINGAR:

Jarðlagasnið

Kjarnaholur

Borrholur

Hijóðhraðamæling
VJ 1-6, EH og FH með ABEM tæki
áðrar mælingar með HUNTEC - - -

Hijóðhraðamæling ef
staðsetning er óviss

VJ-2

VJ-2

VJ-3

VJ-4

VJ-5

VJ-6?

VJ-7

VJ-8

VJ-9

VJ-10

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

4

MELIKVARDI

200 m

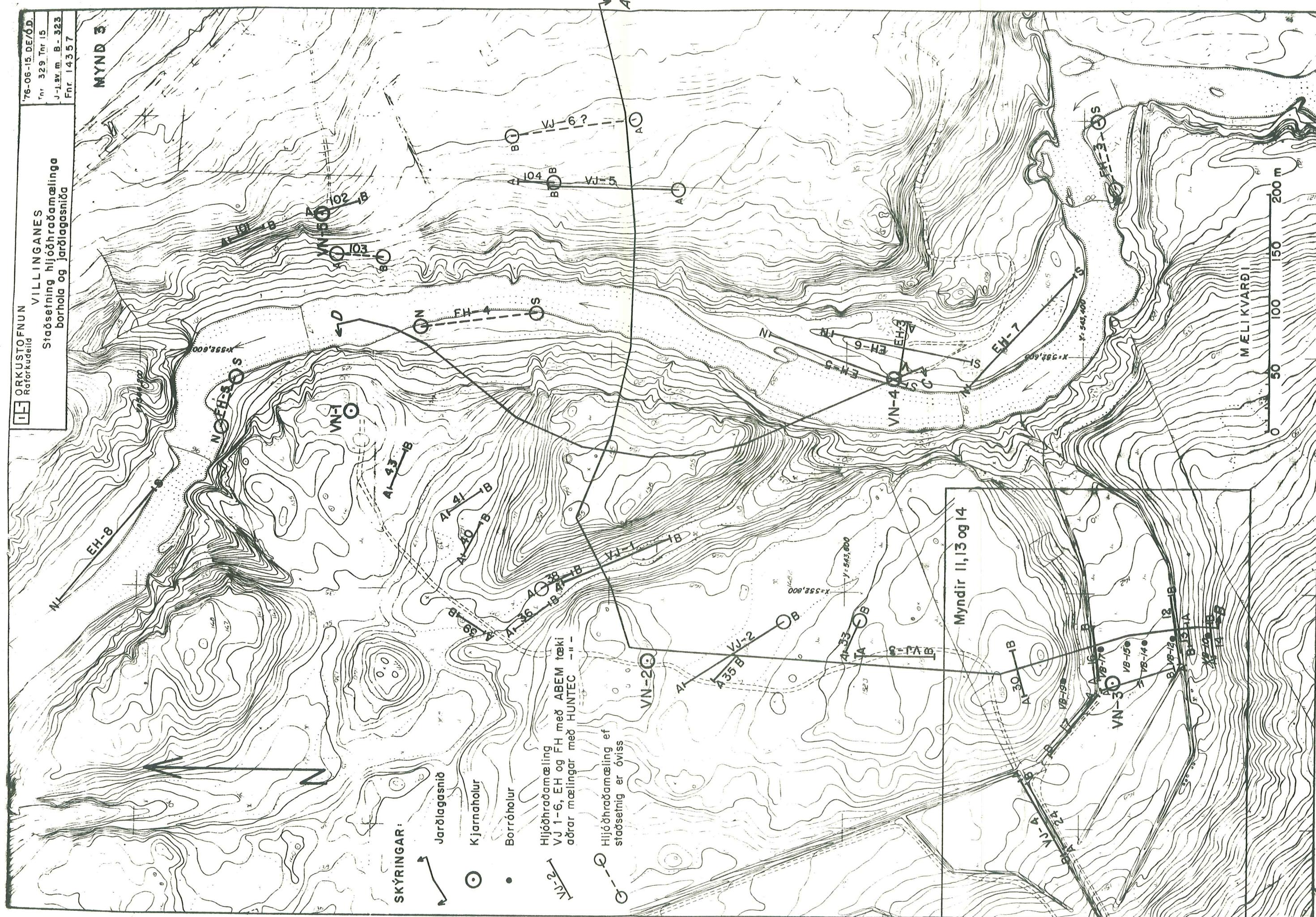
150 m

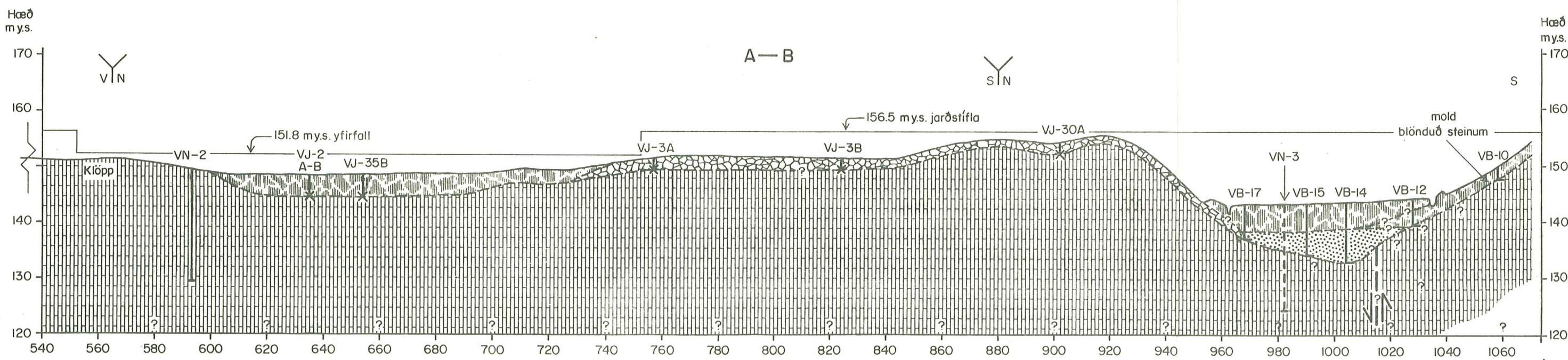
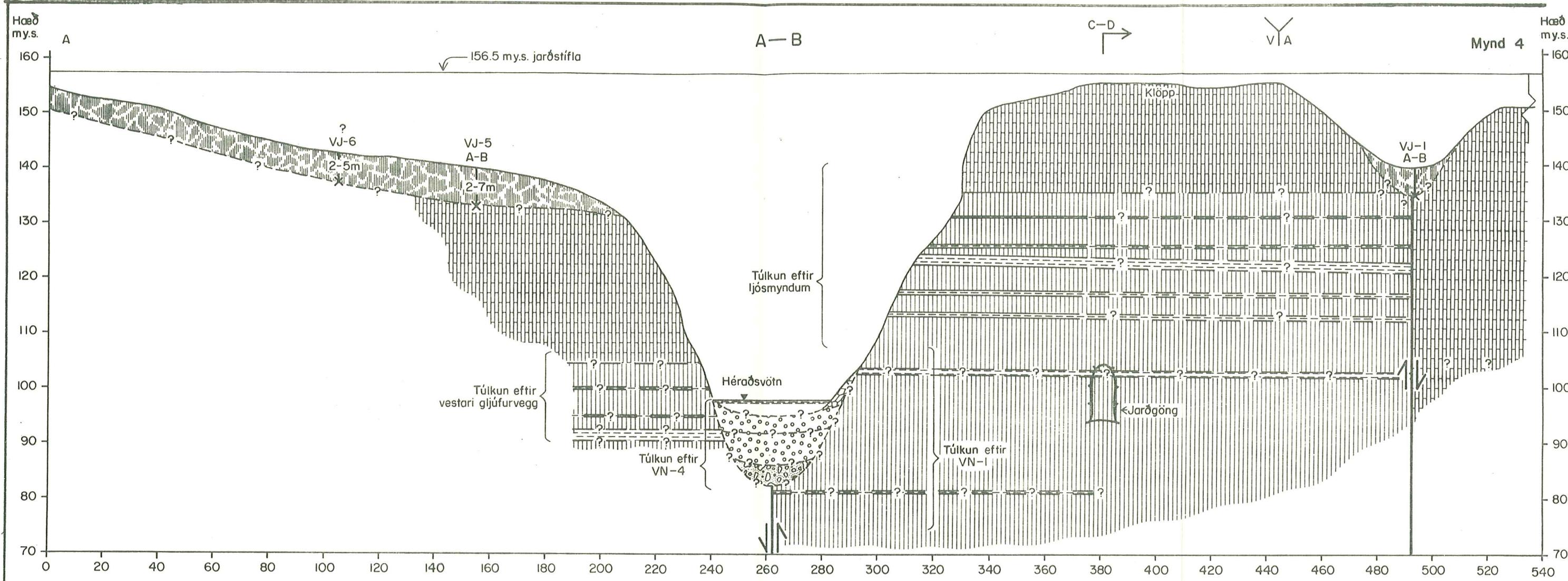
100 m

50 m

0 m

Myndir II, I3 og I4





Ath.

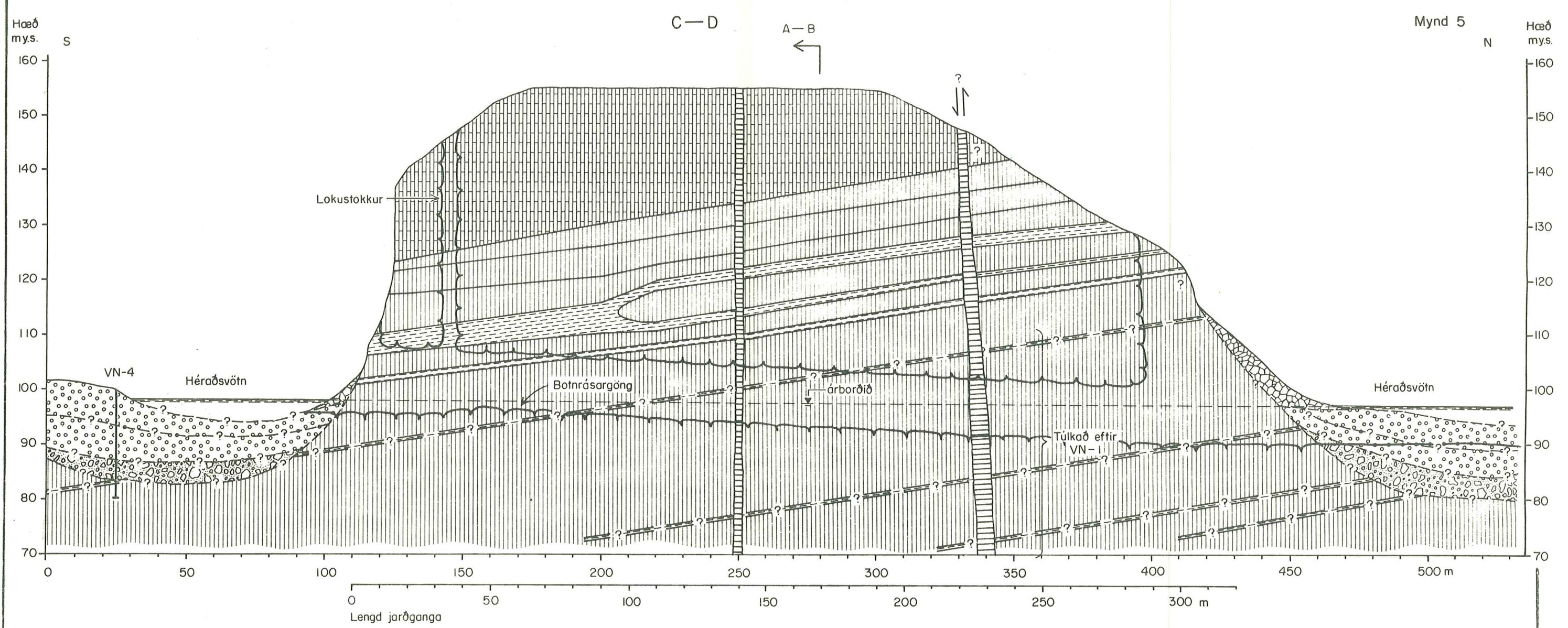
ORKUSTOFNUN

VILLINGANES

Jarðlagasnið á stíflustæði

77.01.31.BJ/GSJ | T.24

E 15218



SKÝRINGAR:

	Moldarjarðvegur
	Grytt yfirborðslag og skriða
	Sandur
	Ármöl, laus ofar en samlímdari neðar (e.t.v. mórena)
	Hörð mórena eða samlímd möl
	Andesít
	Basalt
	Millilög
	Berggangur og misgengi
	Kjarnaborhola, (slitin lína ef hola er utan jarðlagasniðs)
	Borropholur
	Hljóðhraðamælingar

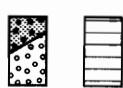
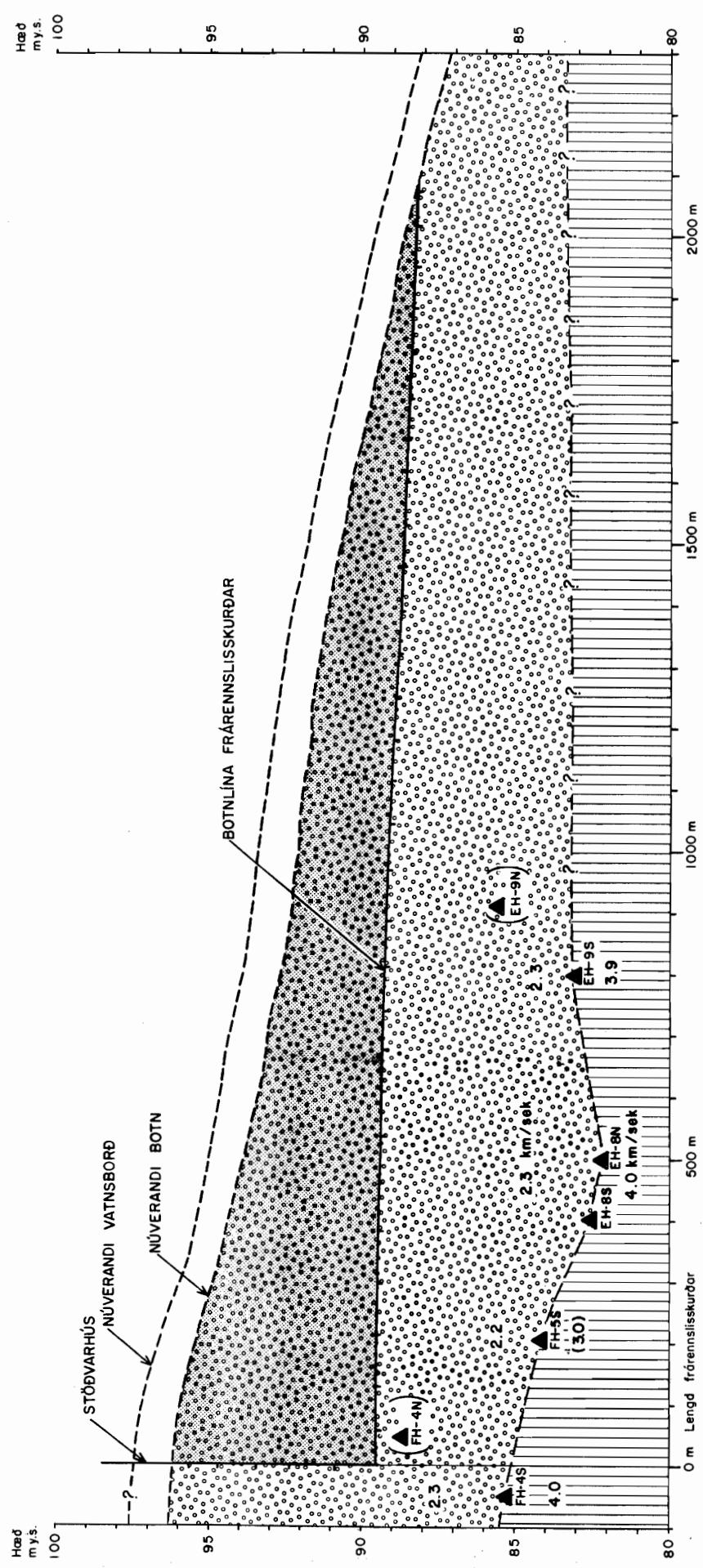
Snið breytir stefnu

Snið skerast

ORKUSTOFNUN

VILLINGANES
Jarðlagasnið á gangaleið

77.01.31.BJ/GSJ	T.25
B-323	F. 15220



0 50 100 m

m

h/l

2

1

0

SKÝRINGAR:

Seftylling - sennilega vatnsmetuð,
hálfsmálmd ármöli

Basalt

Neðri mörk seftyllingar
fundin með hijóðraðamælingum

Hijóðraði jarðlaganna
máldur í km/sekk

2.3

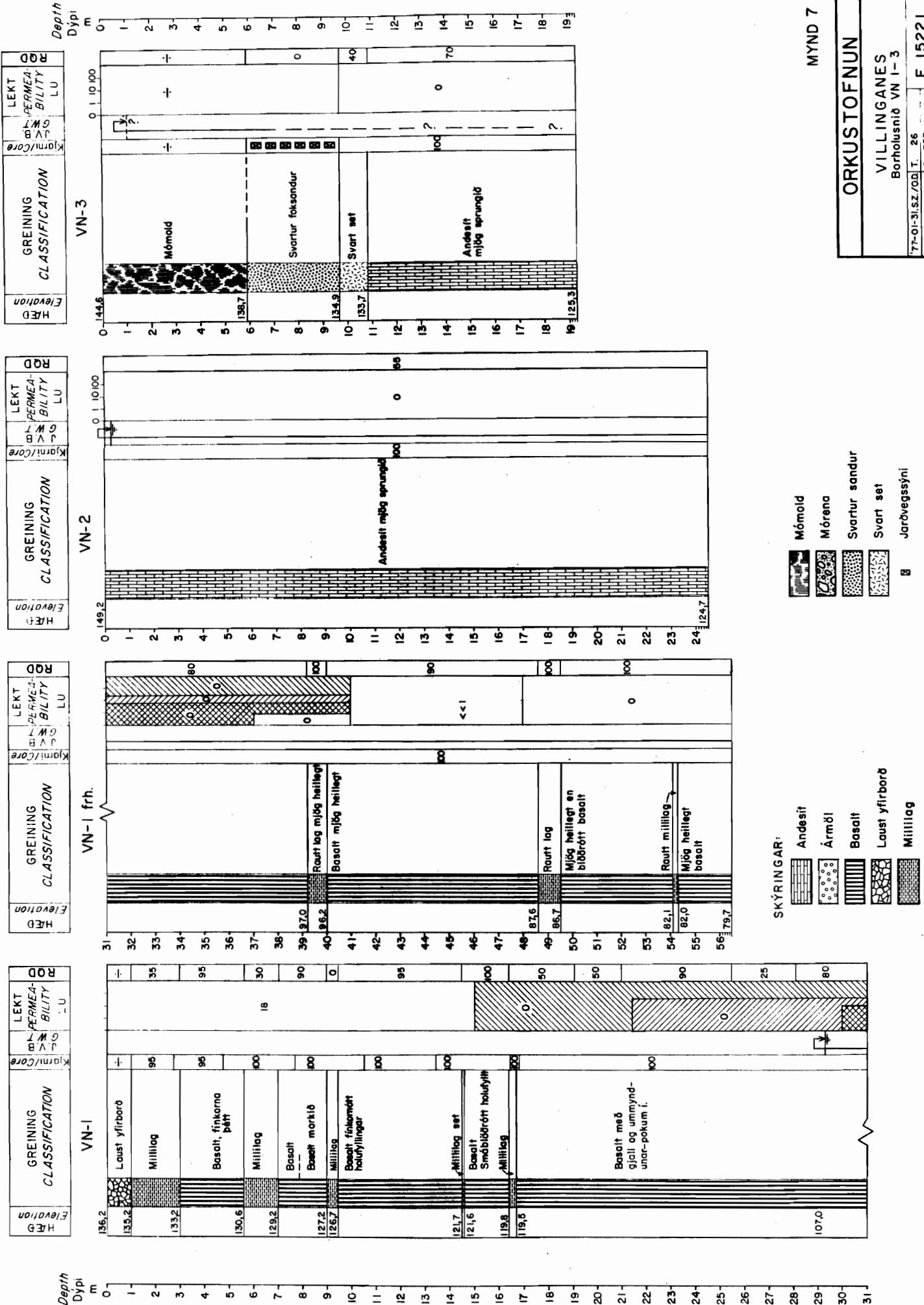
▲

VILLINGANES
Hljóðhráðasíði í frárensskurdy

77-03-08 B.A. Óð. T. 31
B-323

F. 15357

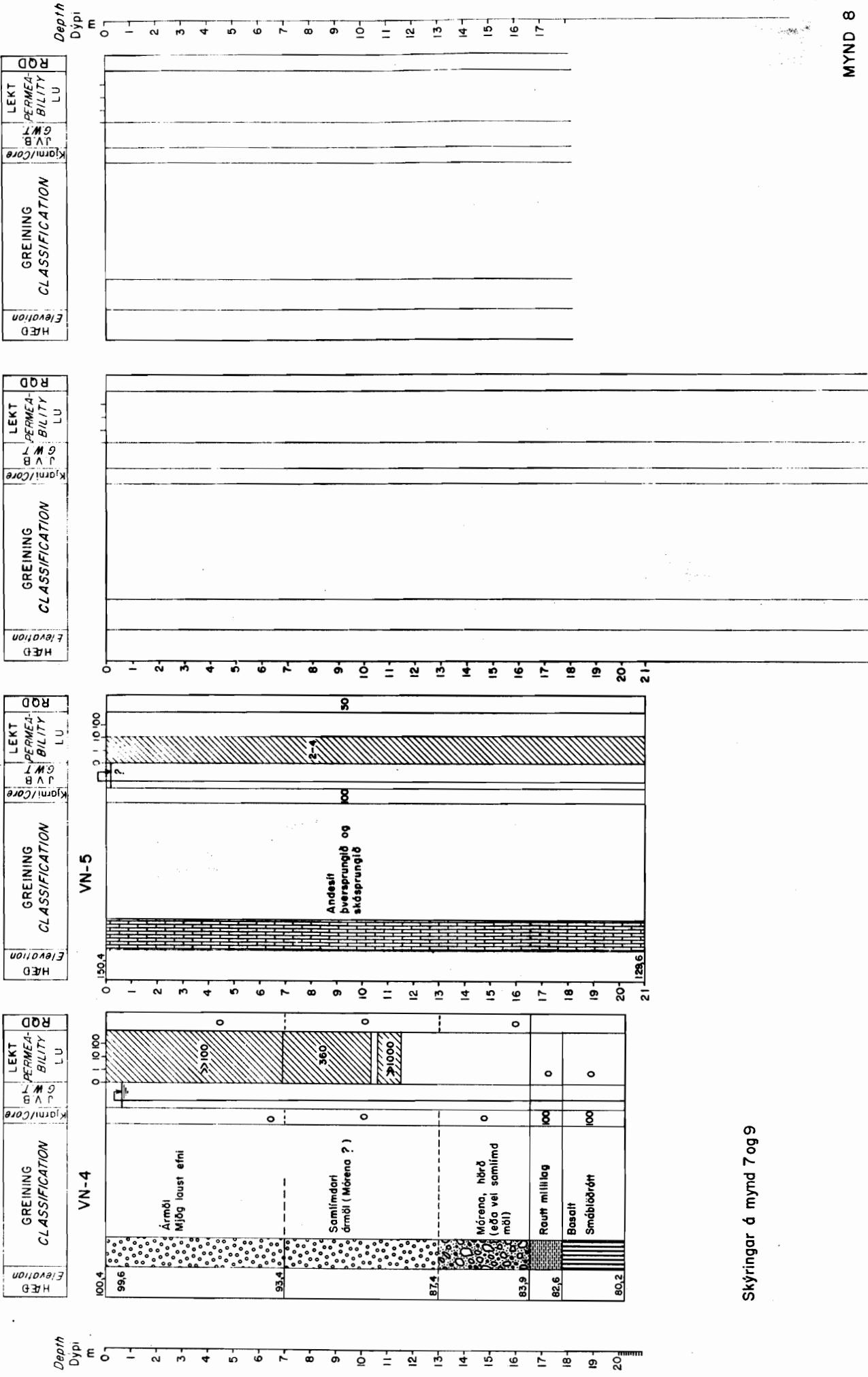
ORKUSTOFTNUN



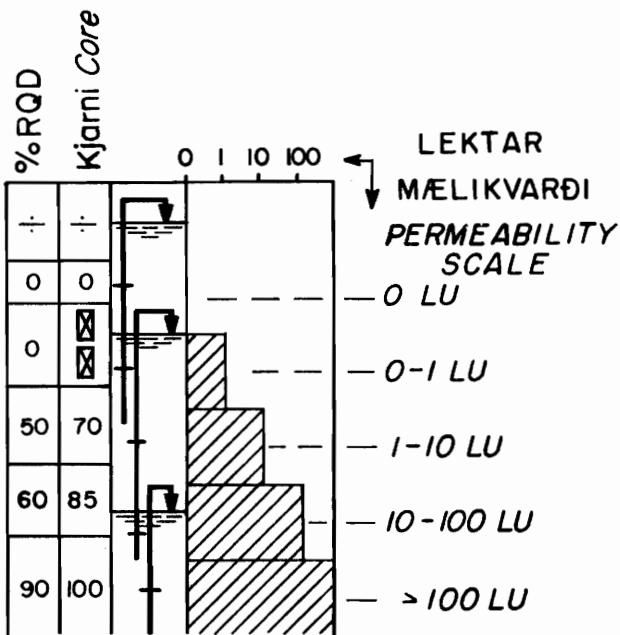
ORKUSTOFNUN

VILLINGANES
Borholusnud VN 4-5'77-01-31 S.Z./001 T. 27
F. 15222
B-323

Skyringar á mynd 7 og 9



Mynd 9



LEKTAR-OG JARÐVATNSÚTSKÝRING
NOTE ON PERMEABILITY AND GROUND WATER

Jarðvatnsbord er sýnt með örnum. Neðri endi örvarinnar og þverstrikin sýna holudýpið, þegar jarðvatnsborðið var mælt. Ef jarðvatn breytist ekkert í borun, nær örín í botn.

Ground water levels are shown by arrows. Base of the arrows and the horizontal bars indicate the hole depth when the water level was measured. If no change in level was observed during drilling, the line reaches the bottom of the hole.

1 LU = Lugeon Unit = $1 \text{ l/min/m} \text{ i } 76 \text{ mm } \varnothing \text{ holu við þrýsting } 10 \text{ kg/cm}^2$
1 LU = Lugeon Unit = $1 \text{ l/min/m} \text{ in } 76 \text{ mm } \varnothing \text{ hole at pressure } 10 \text{ kg/cm}^2$

Hæðartölur jarðvatns eru ritaðar smærra letri en hæðartölur bergs, á borholusniðum.

Figures for ground water levels are shown with smaller lettering on graphic core logs.

Kjarni: Tölur sýna kjarnaheimtur í % ÷ kjarnataka ekki reynd.

Core: Numbers indicate % core recovery ÷ core sampling not attempted.

RQD: Kjarnaheimta þegar ekki eru taldir með kjarnabútar styttri en 10 cm.

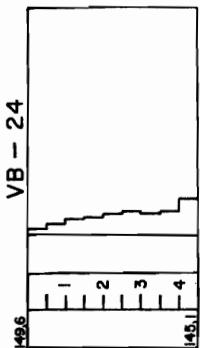
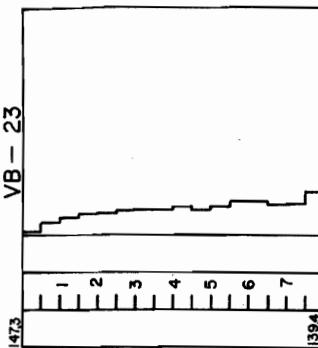
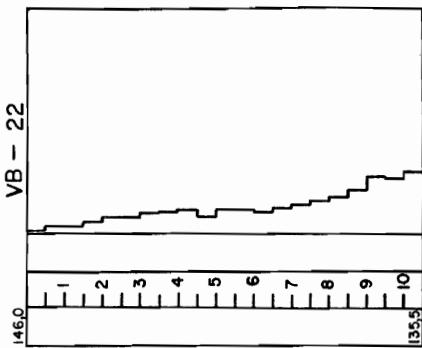
RQD: Modified core recovery - core pieces less than 10 cm long not taken into account.

(RQD : Rock Quality Designation)



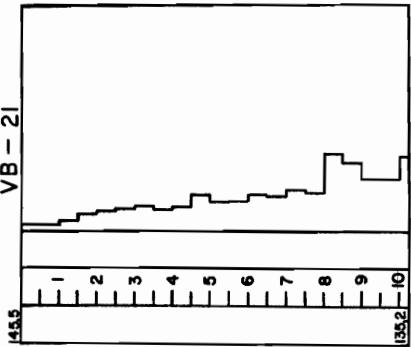
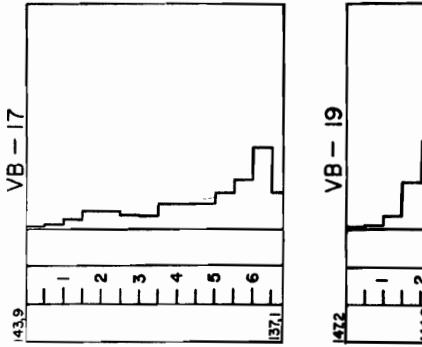
Jarðvegssýni – Soil samples

Högg á	Blow per	0,5 m
50	100	150
200	250	
Erl. myrs	Depth m	Depth fms
Leggund	Skrifringar	Loggings
Dýpi	Depth m	Depth fms
Erl. myrs	Depth m	Depth fms

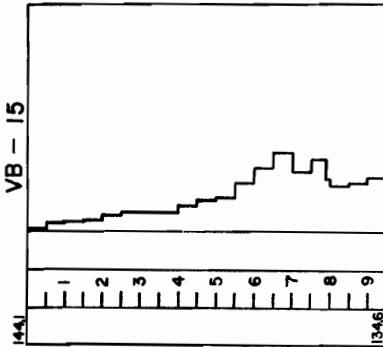
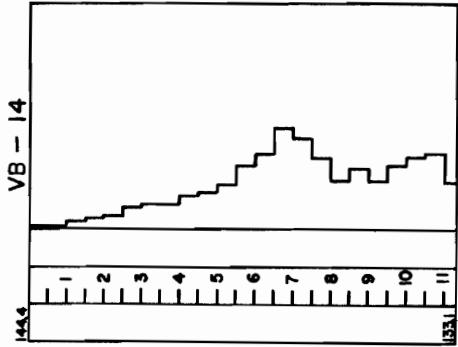
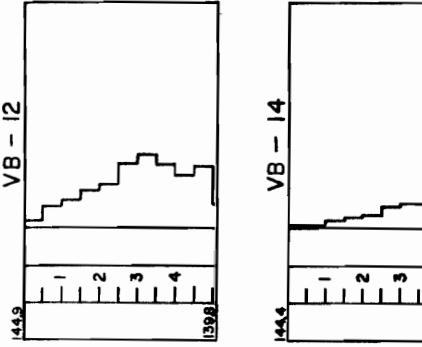


MYND 10
ORKUSTOFNUN
VILLINGANES
Borrð boranir
02.3.76 SJÓÐ Tnr 184 Thr 75 J-Borrðs J-Skot Fnr 14064

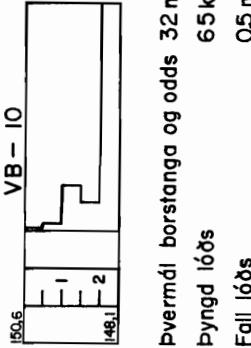
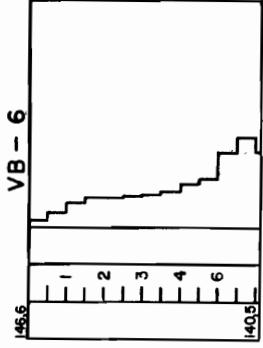
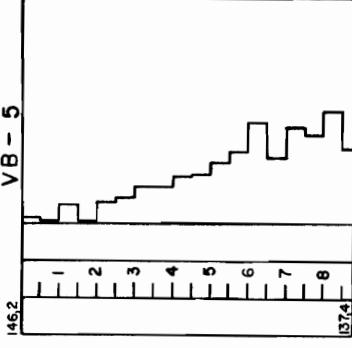
Högg á	Blow per	0,5 m
50	100	150
200	250	
Erl. myrs	Depth m	Depth fms
Leggund	Skrifringar	Loggings
Dýpi	Depth m	Depth fms
Erl. myrs	Depth m	Depth fms



Högg á	Blow per	0,5 m
50	100	150
200	250	
Erl. myrs	Depth m	Depth fms
Leggund	Skrifringar	Loggings
Dýpi	Depth m	Depth fms
Erl. myrs	Depth m	Depth fms

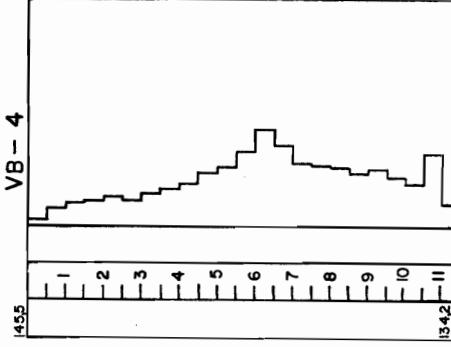
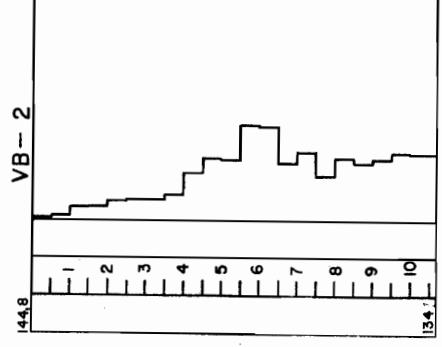
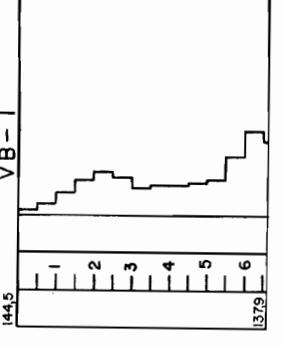


Högg á	Blow per	0,5 m
50	100	150
200	250	
Erl. myrs	Depth m	Depth fms
Leggund	Skrifringar	Loggings
Dýpi	Depth m	Depth fms
Erl. myrs	Depth m	Depth fms



Pvermáli borstanga og odds 32 mm
Þyngd lóðs 65 kg
Fall lóðs 0,5 m

Högg á	Blow per	0,5 m
50	100	150
200	250	
Erl. myrs	Depth m	Depth fms
Leggund	Skrifringar	Loggings
Dýpi	Depth m	Depth fms
Erl. myrs	Depth m	Depth fms

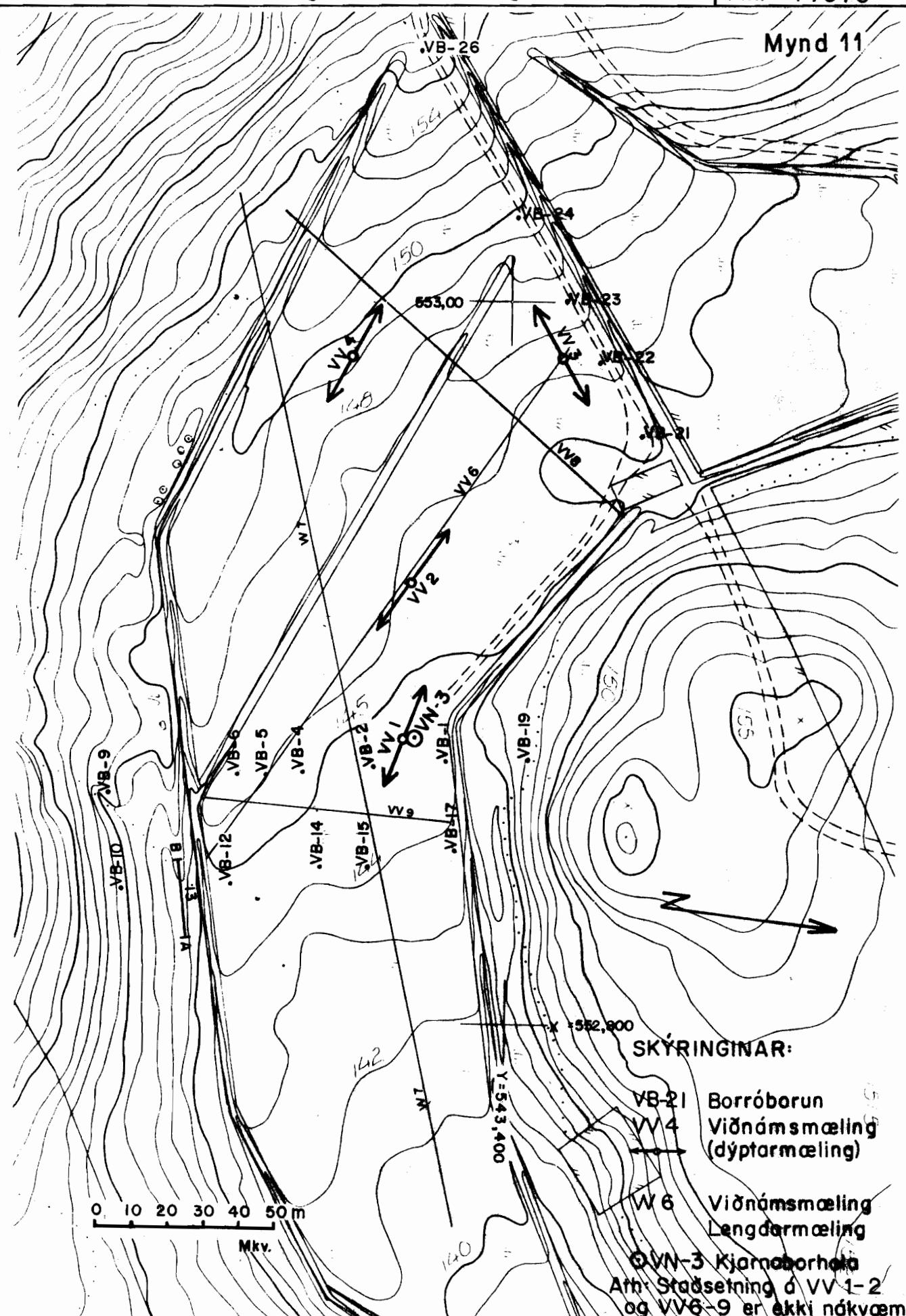


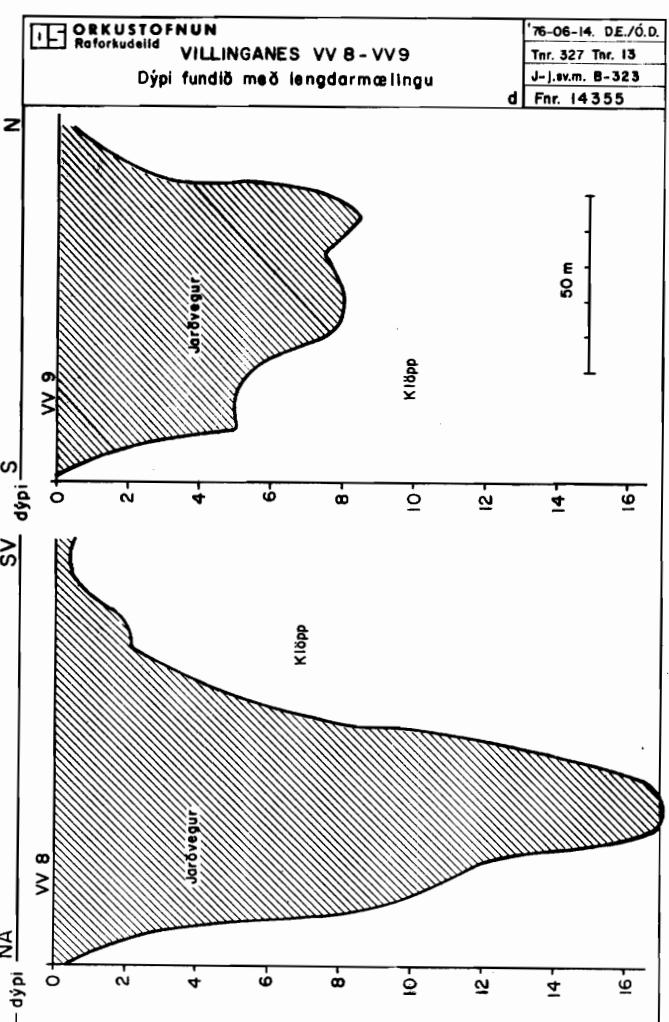
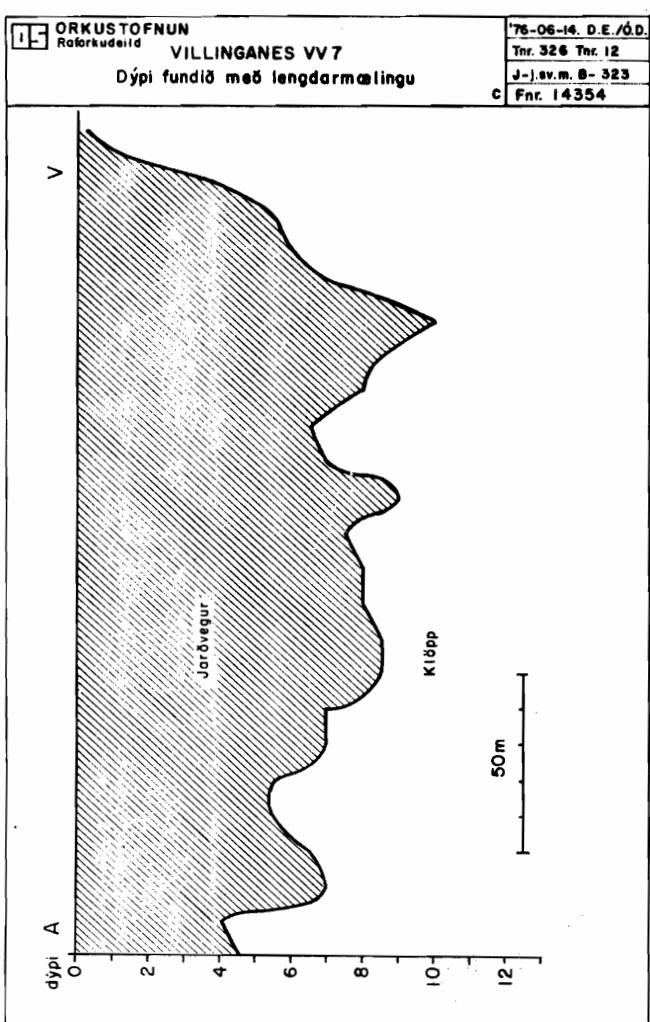
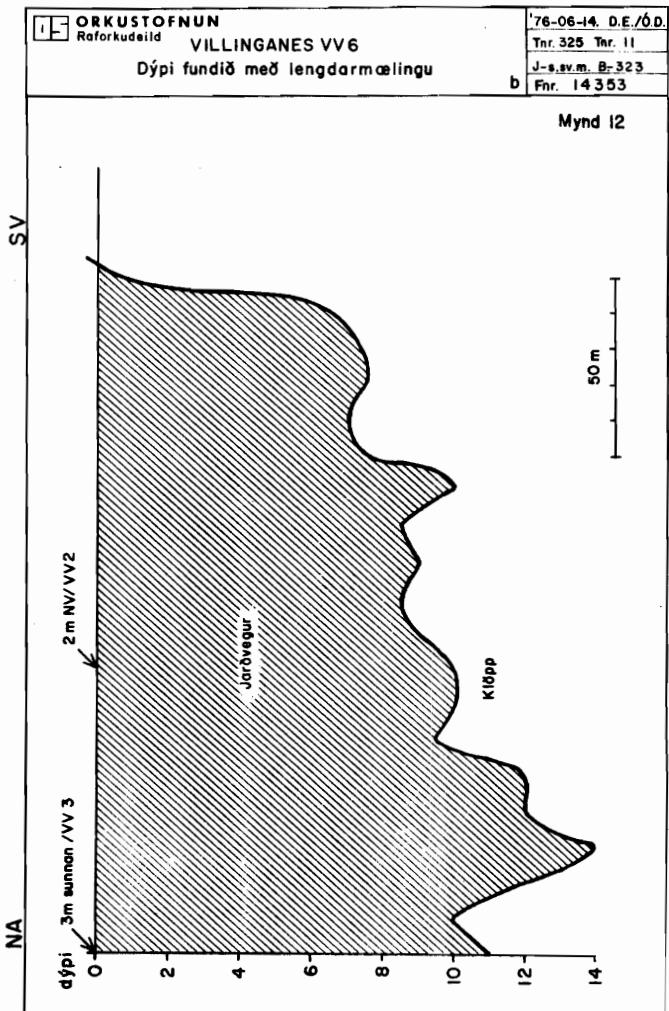
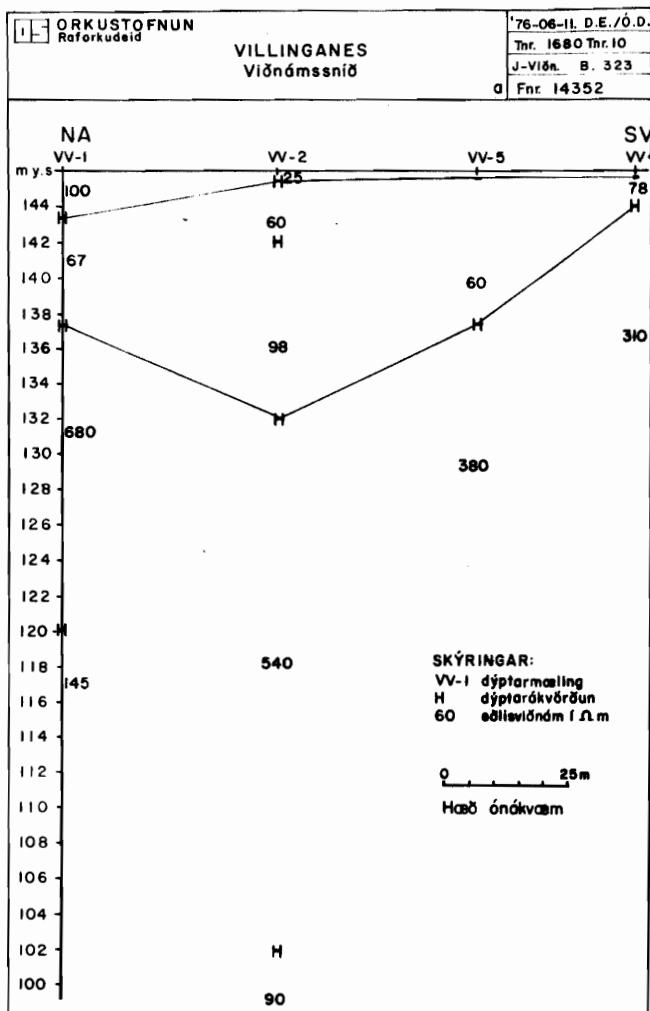


ORKUSTOFNUN
Raforkudeild

VILLINGANES
Staðsetning Borróborana
og viðnámsmælinga

'76-06-21.D.E./Ó.D.
Tnr. 1681 Thr. 20
J.Viðnám. B. 323
Fn. 14376







ORKUSTOFNUN
Ratorkudeild

VILLINGANES

þykkt jarðvegs á Villinganestúni fundin með
viðnáms lengdarmælingu og Borrobórunum

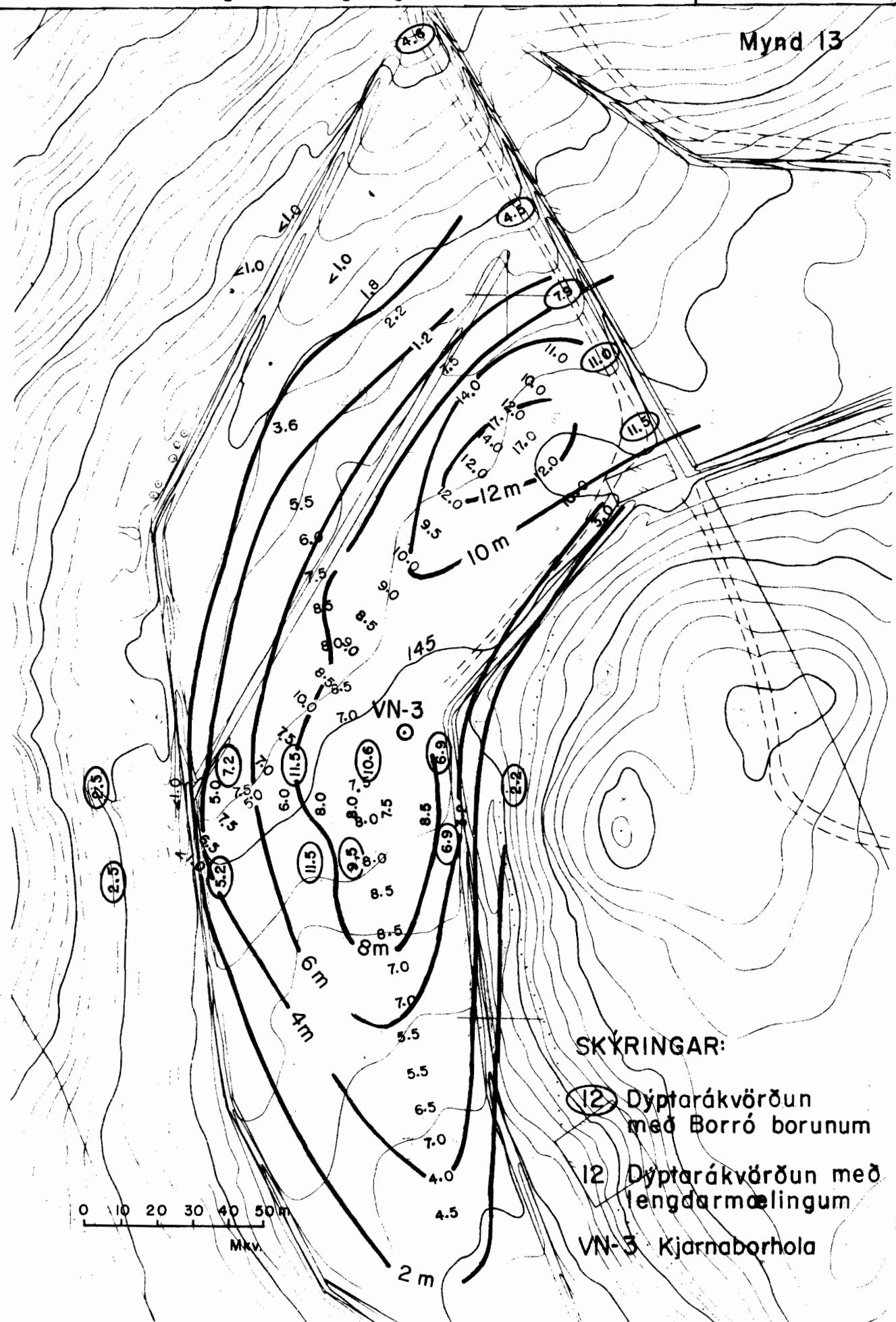
'76-06-10. D.E/Ó.D.

Tnr. 330 Tnr. 16

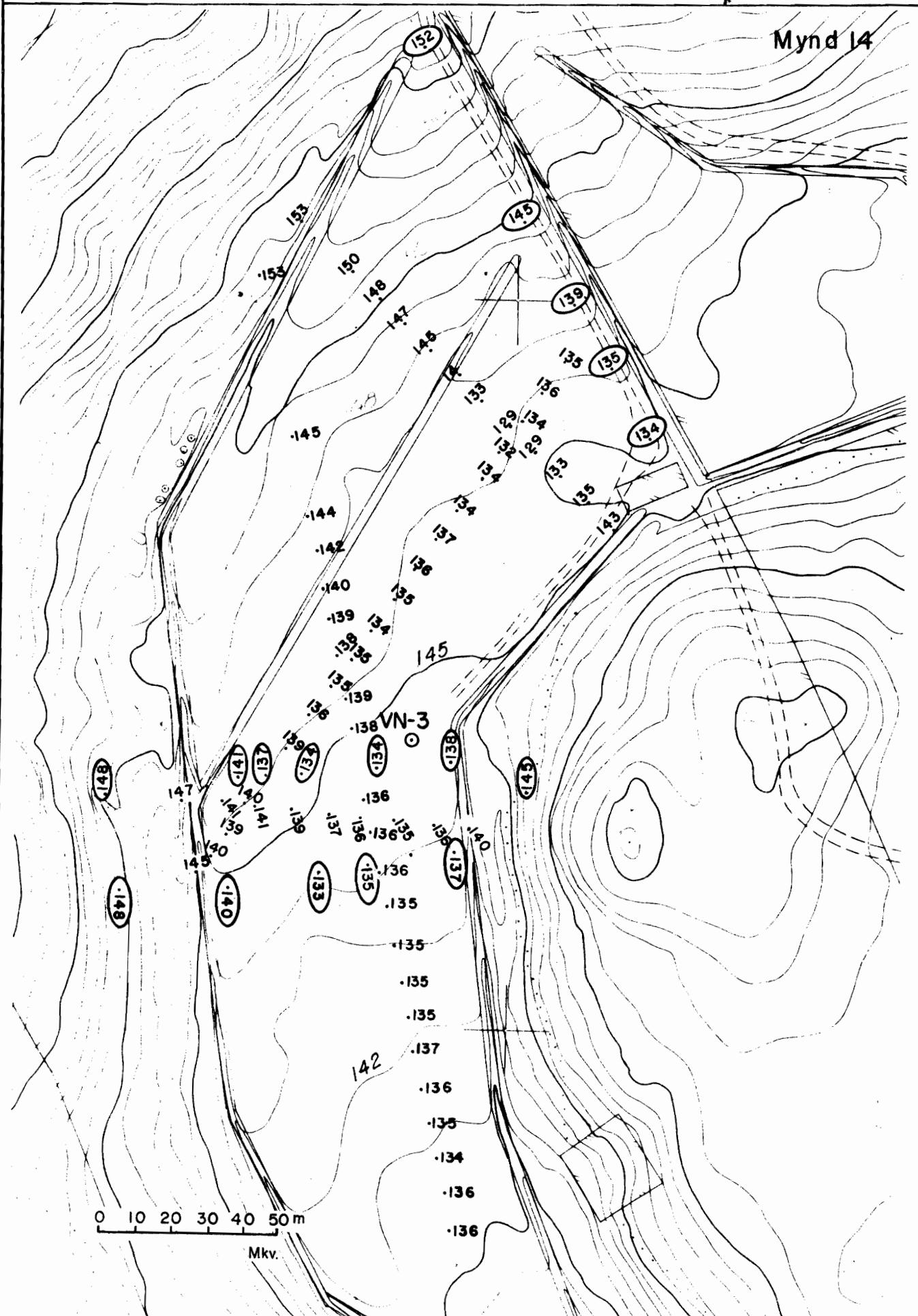
J. J. sv. m. B-323

Fnr. 14358

Mynd 13

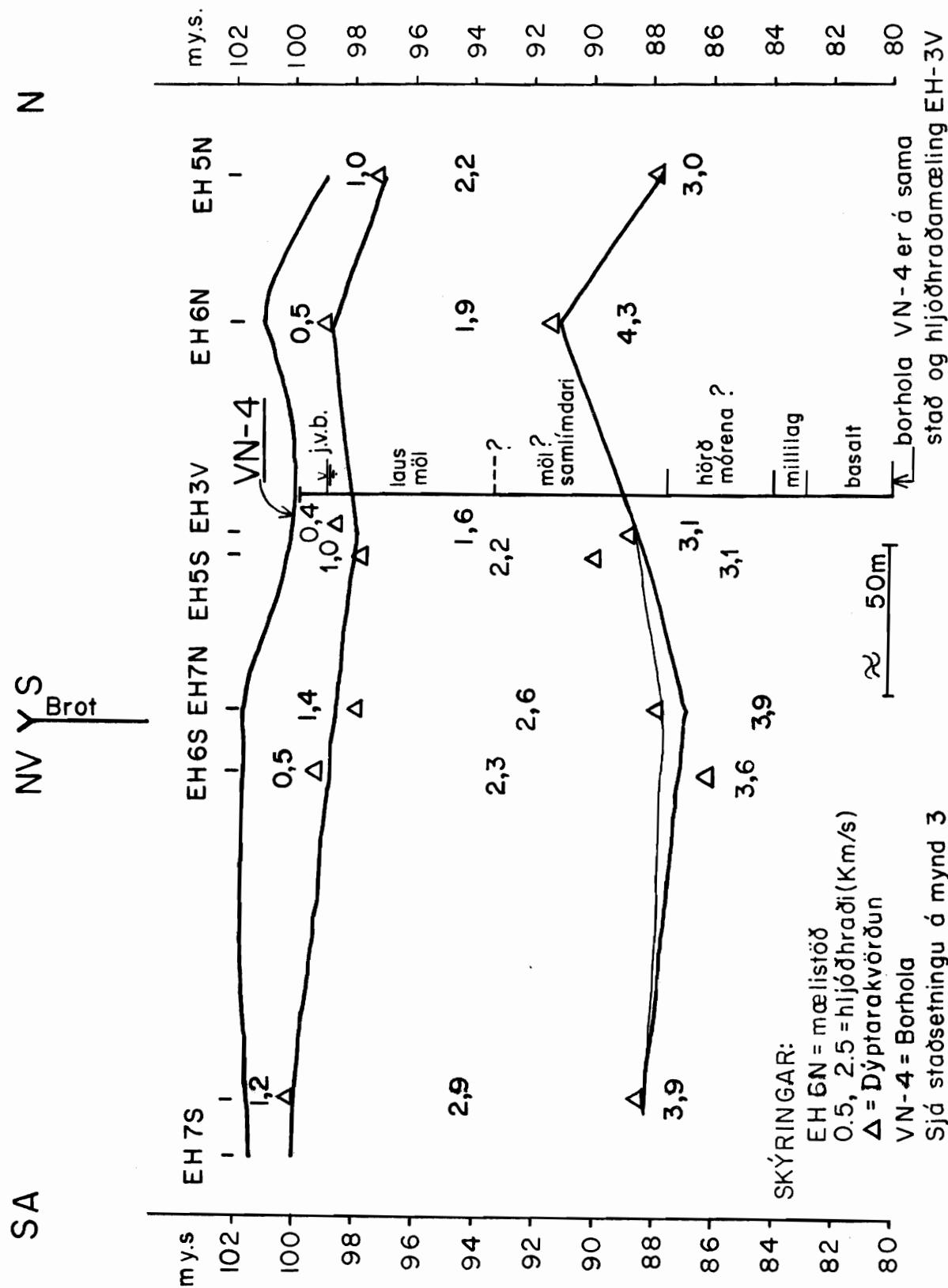


Mynd 14





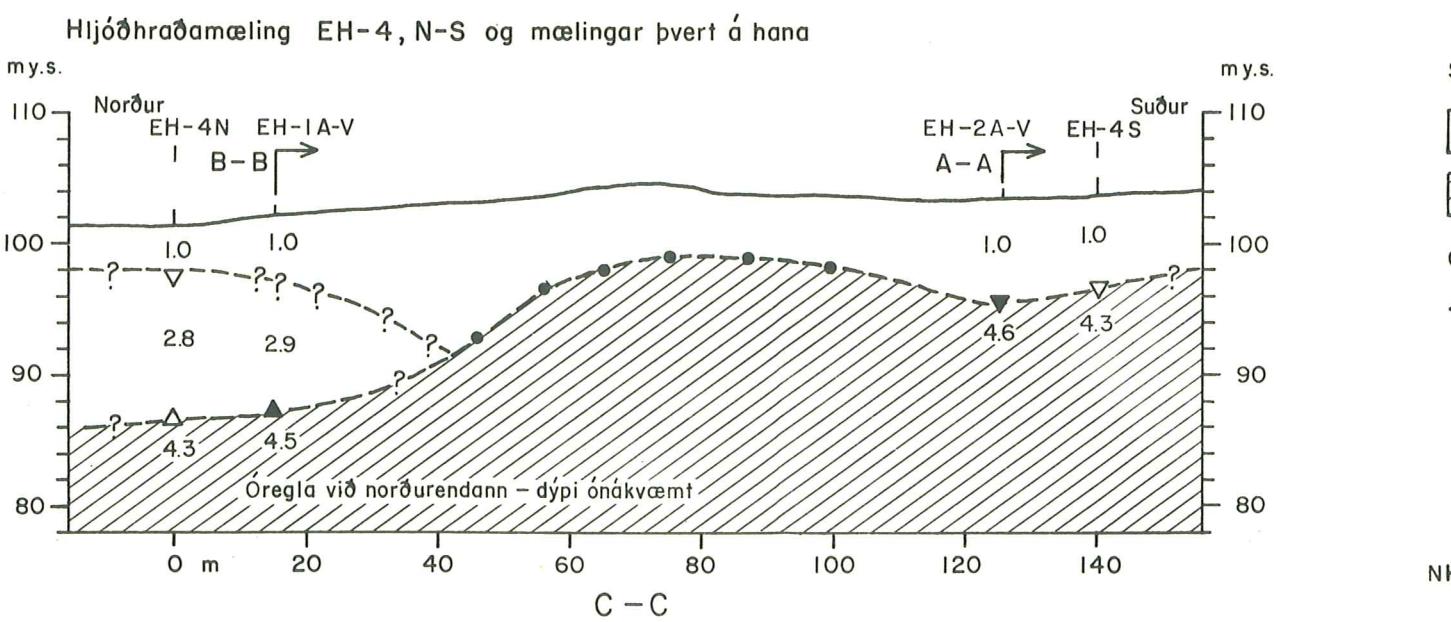
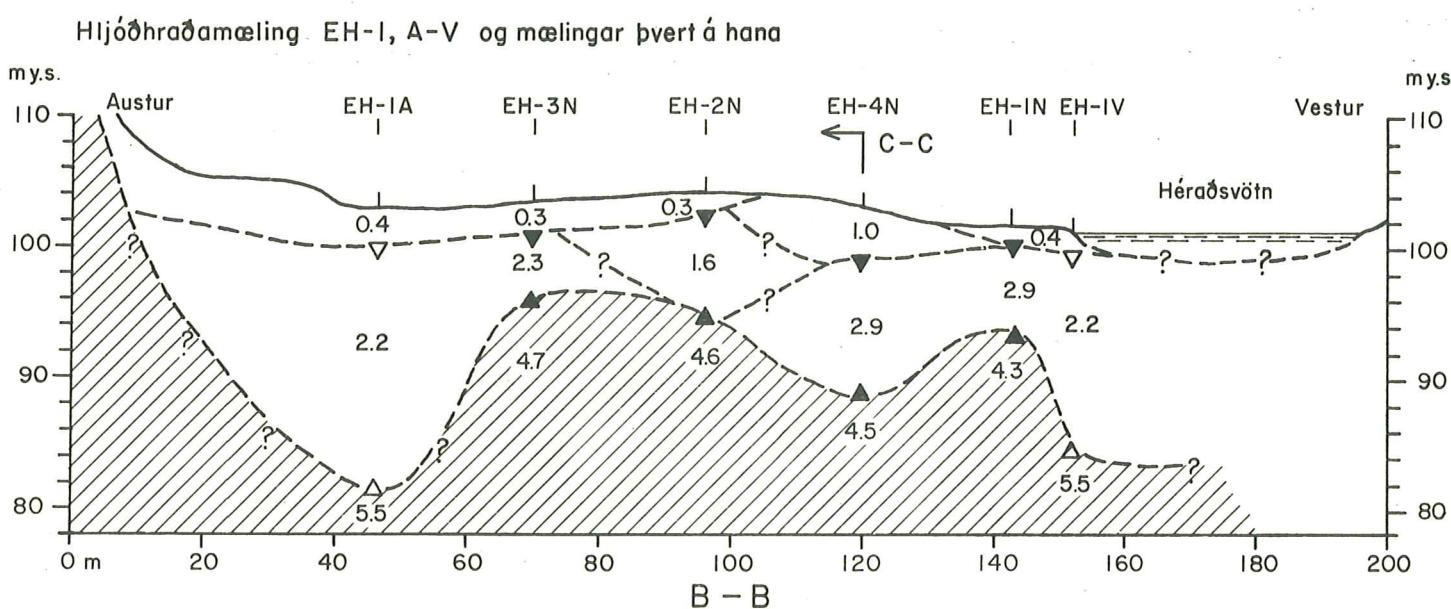
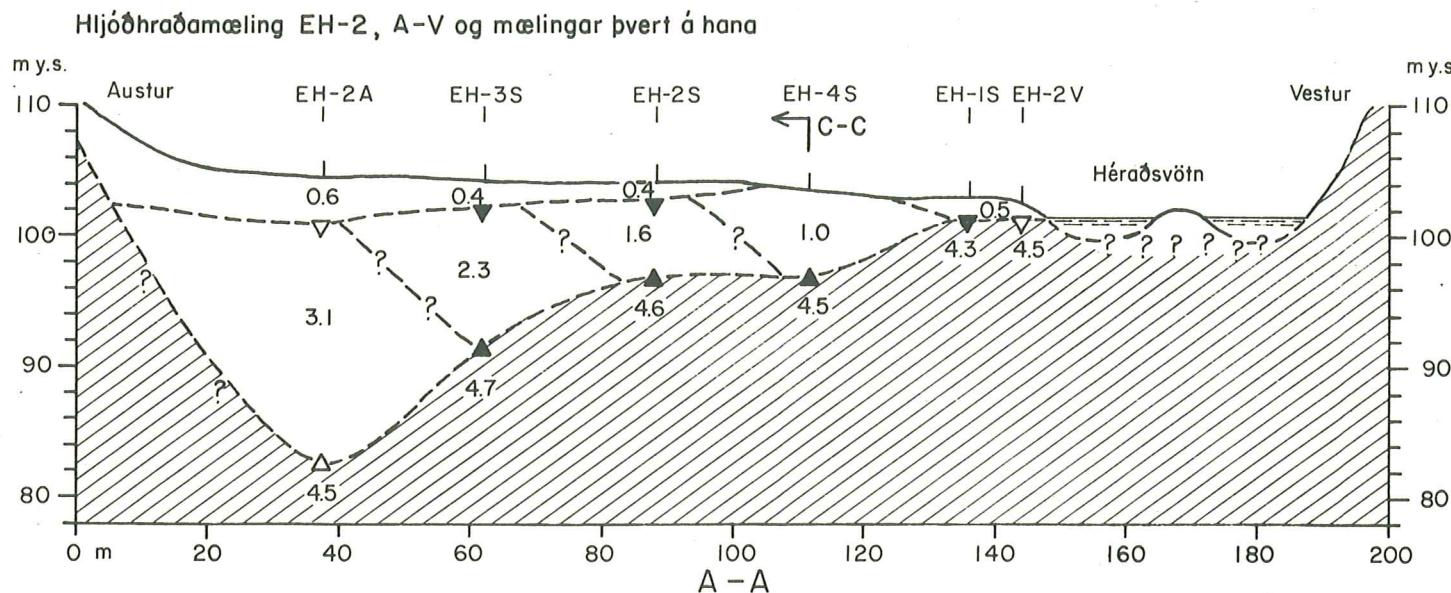
Mynd 15



SKÝRINGAR:

EH 6N = mælistöð
 0,5, 2,5 = hljóðhraði (Km/s)
 Δ = Dýptarakvörðun
 VN-4 = Borhola
 Sjá staðsetningu á mynd 3

Mynd 16



SKÝRINGAR:

Setfylling – mishörd, möl – völuberg – iökulberg (2)

Berggruppur (tertiær)

2.4.5.5. Utilizabilità / usabilità

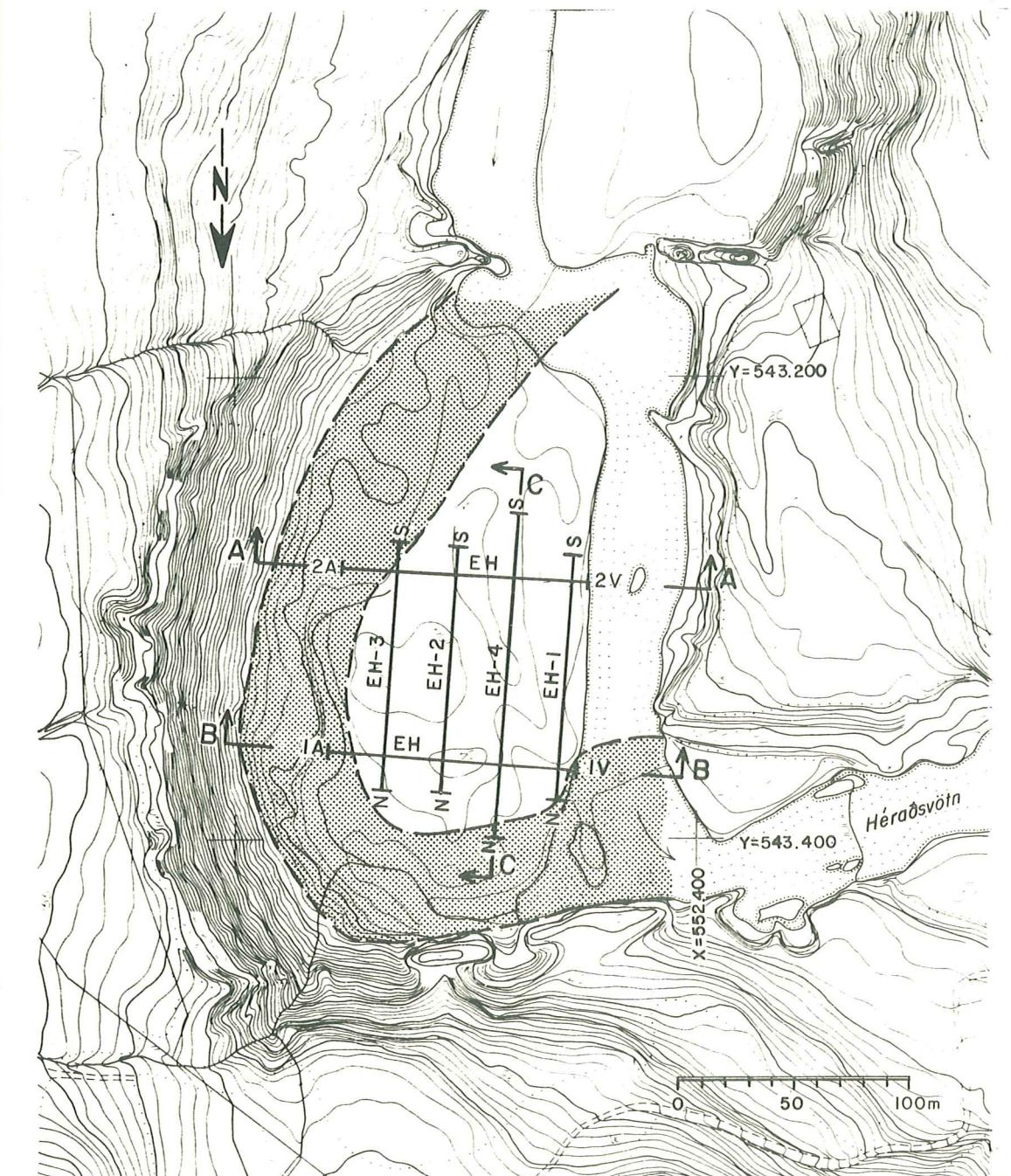
\leftarrow ~~sec. split changes~~

A. Díaz / Journal of Macroeconomics 33 (2011) 1–11

• 2016-17 • Grade 10 • 11

EH-1

EEH 10000/100-1



Setfylltur farvegur

Hljóðhrágælingar:

FH-12.3 on 4 N-S on

EH-1 es 3 A-V

Staðsetning ónákvæm, síð einnig mynd 2

ORKUSTOENUN

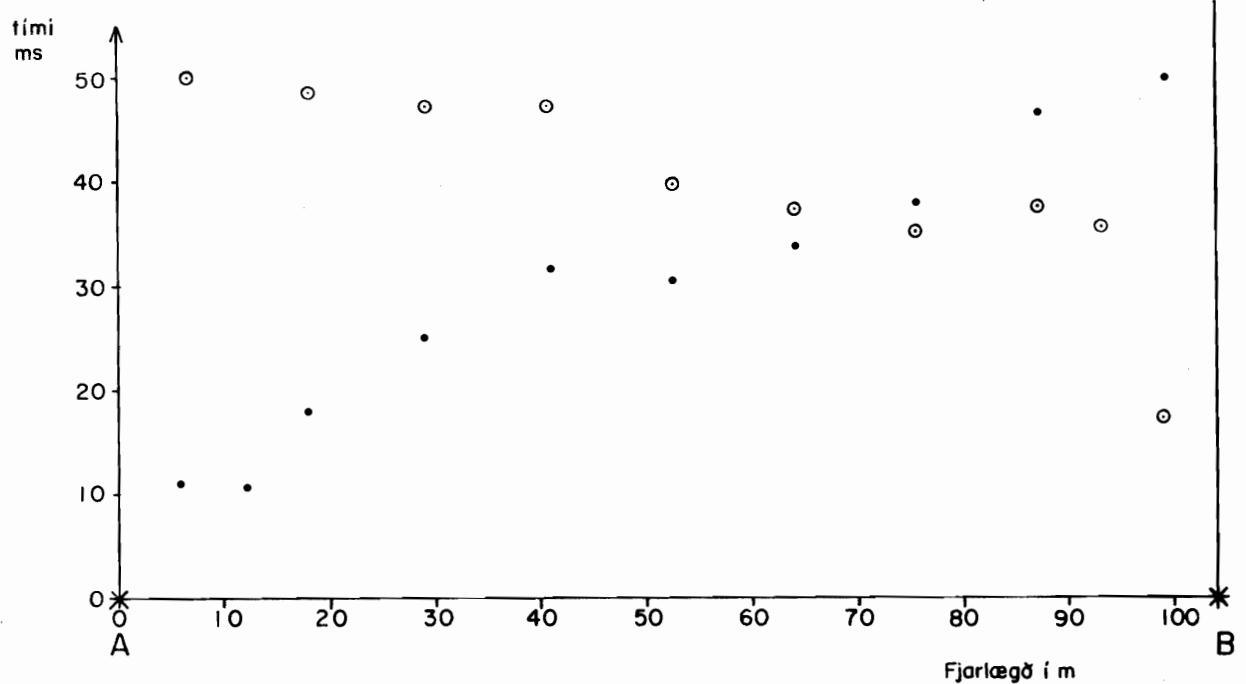
VILLINGANES

Hljóðhraðasnið í gljúfri Héraðsvatna

su

Justæols

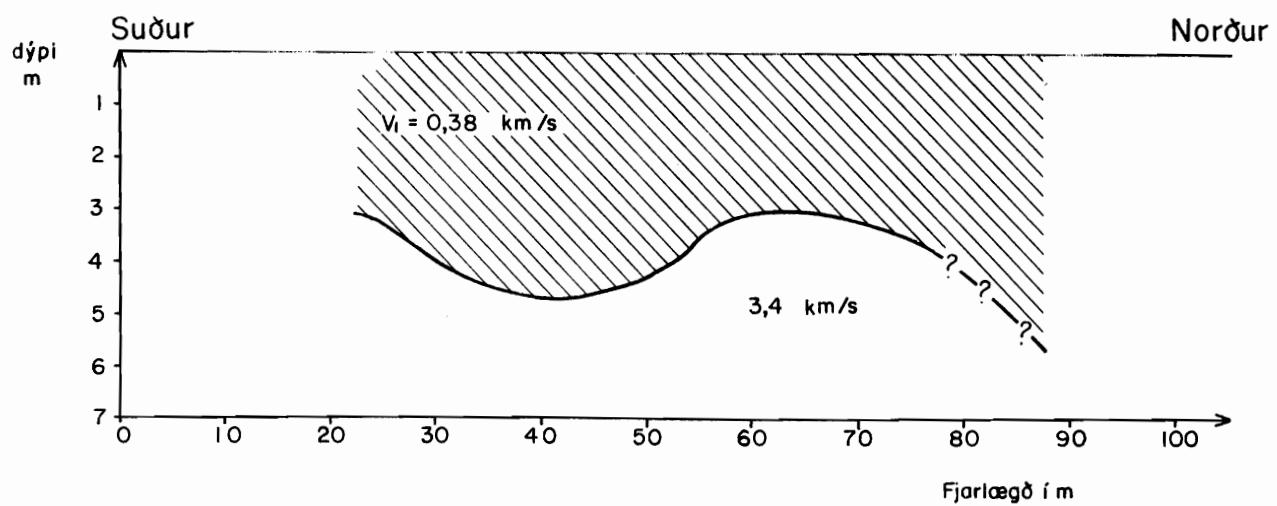
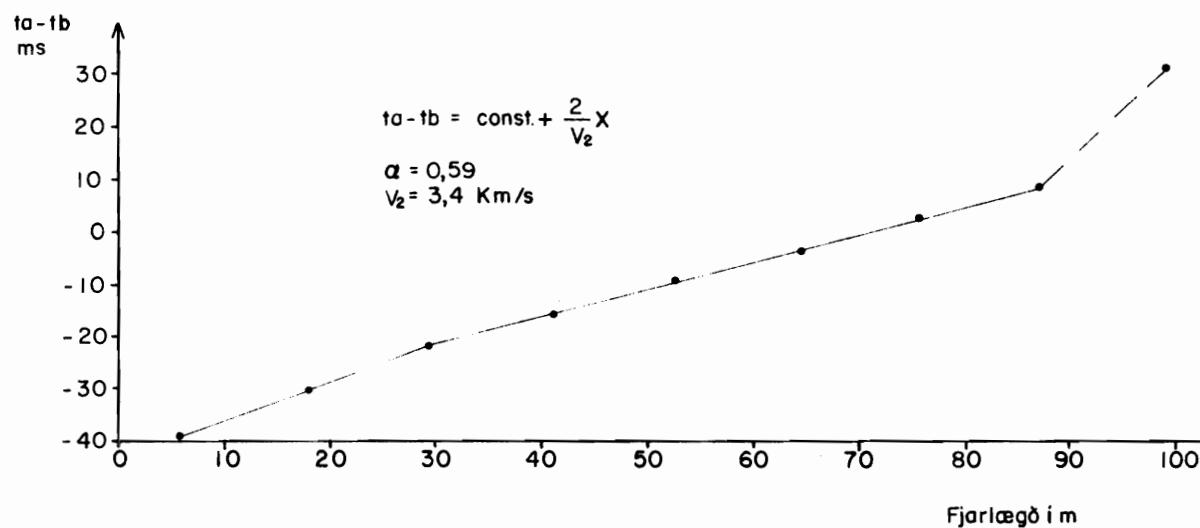
Mynd 17



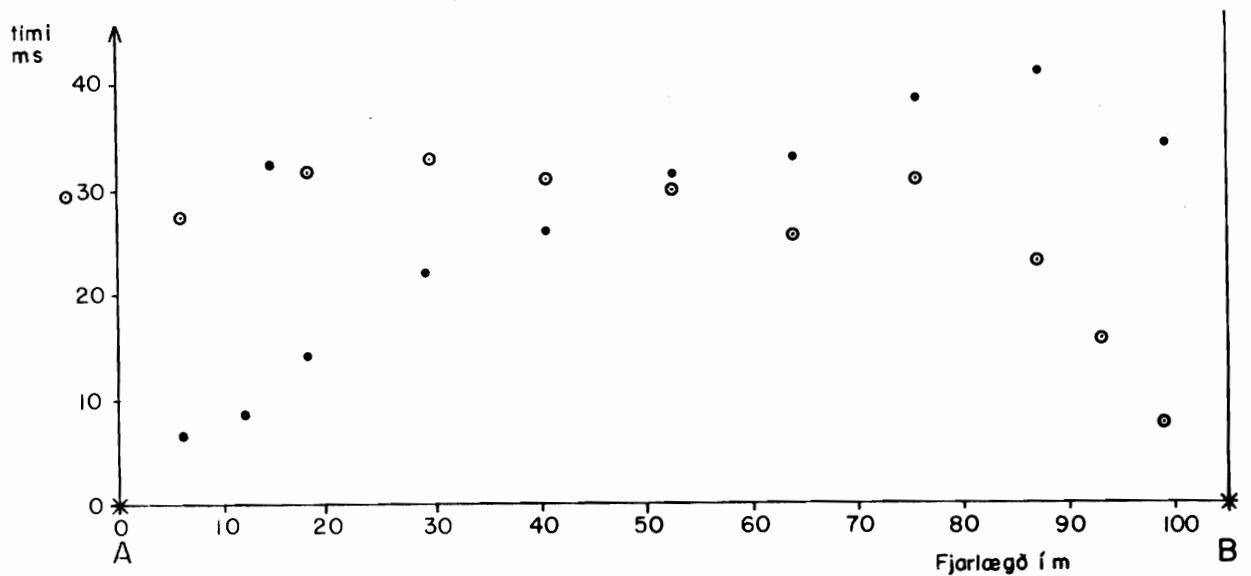
ORKUSTOFNUN
Rafrakudeild

VILLINGANES
Hljóðhraðilinurit VJ-6

'76-12-07 DE/Ó.D.
T. 23
B-323
F. 15088



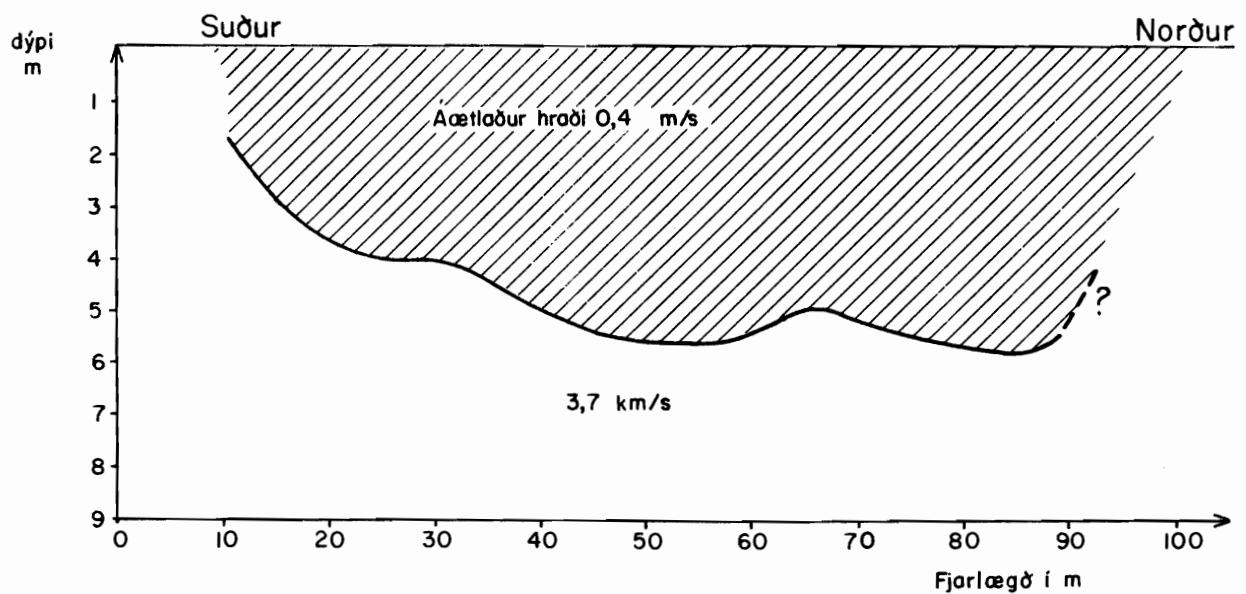
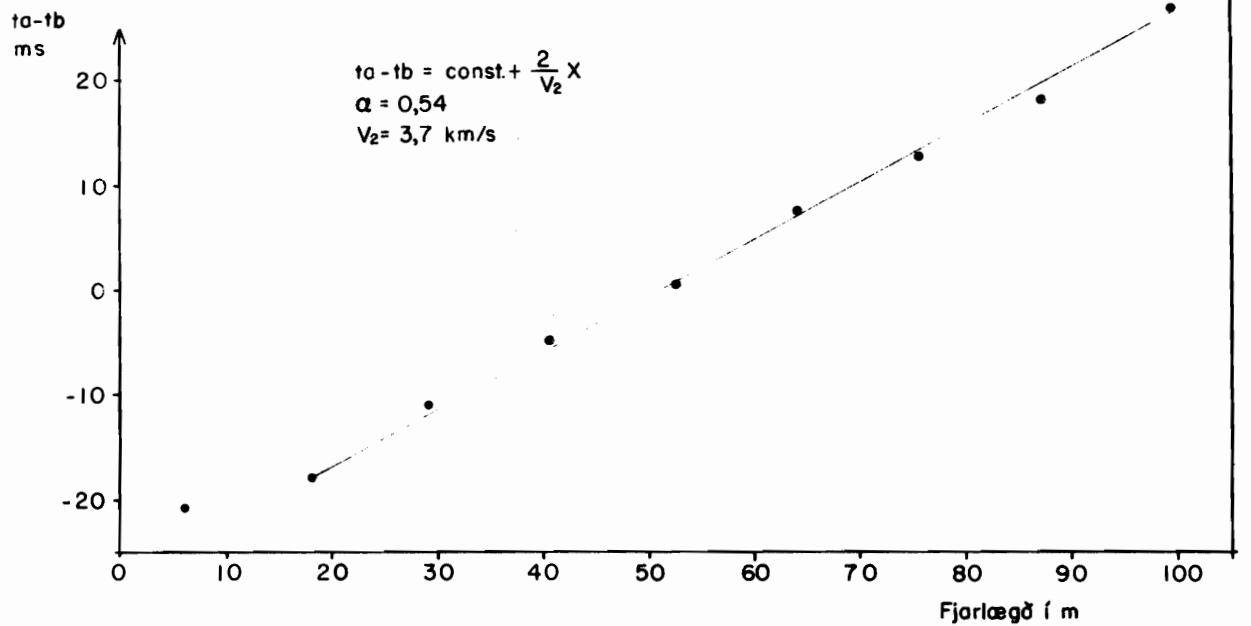
Mynd 18



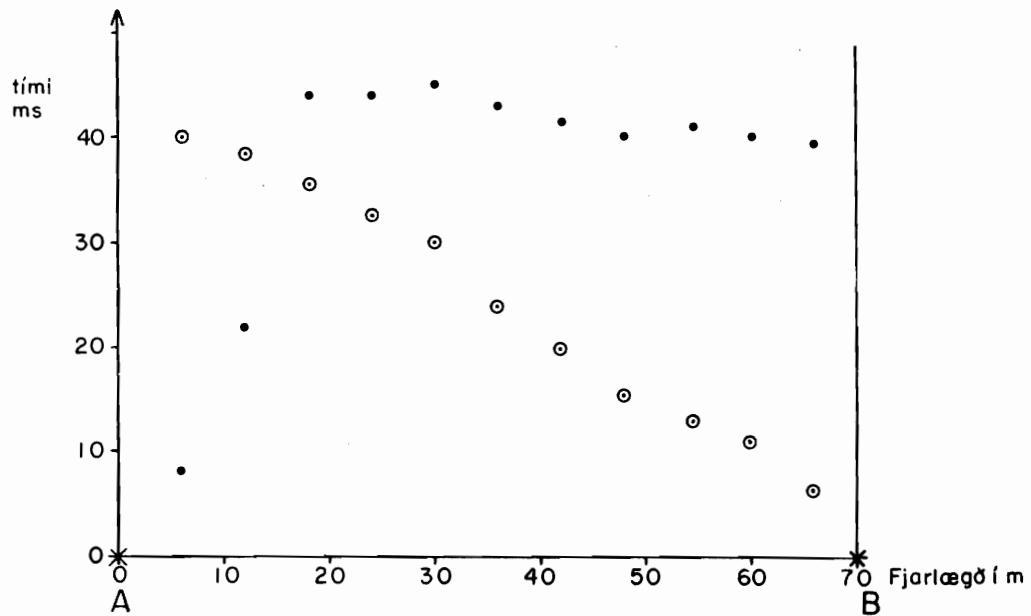
ORKUSTOFNUN
Raforkudæld

VILLINGANES
Hljóðhraðilinurit VJ-5

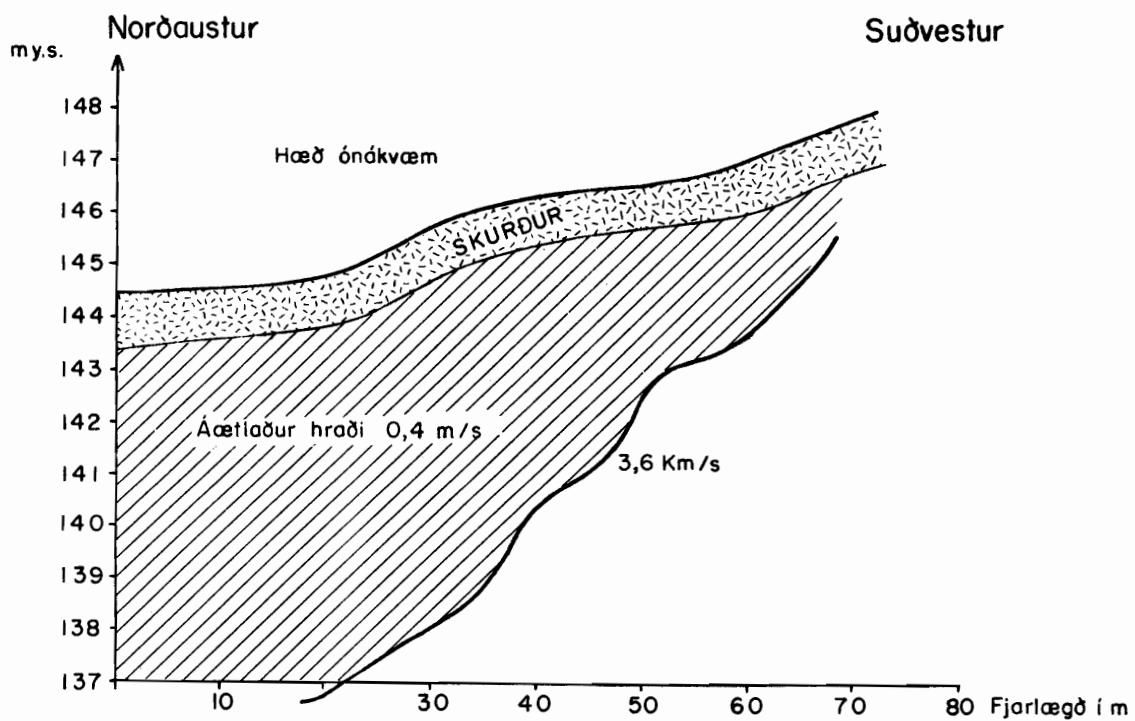
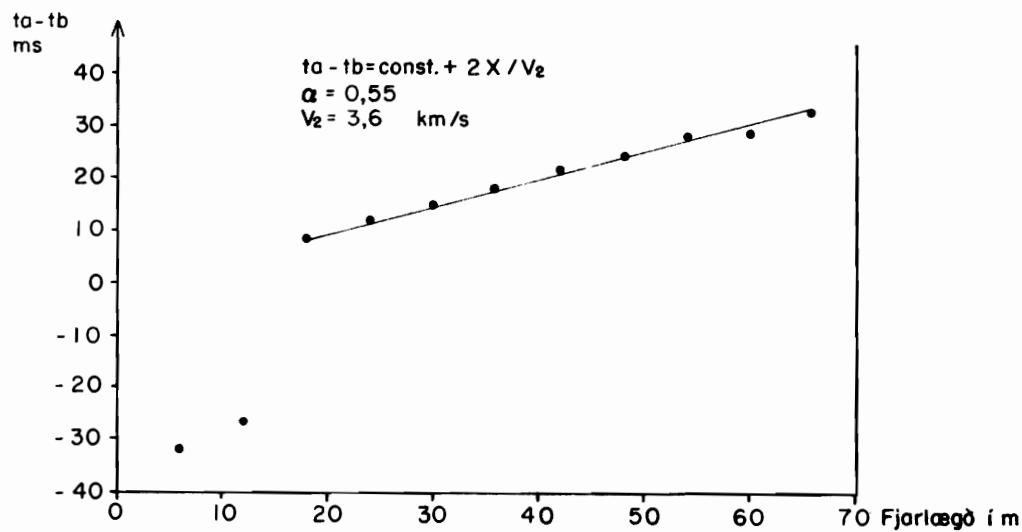
'76-12-07 D.E./Q.D.
T. 22
B-323
F. 15087



Mynd 19



ORKUSTOFNUN	VILLINGANES
Raforkudeild	Hljóðhraðalínurit VJ-4
'76-12-07. D.E./ÓD.	
T.2I	
B-323	
F. 15086	





ORKUSTOFNUN
Raforkudeild

Vestari – Jökulsá í Skagafirði, við Goðdali
AURBÚRDUR

77.02.20. SZ/Gyða
Tnr. 29
B-323
F-15301

Mynd 20

Vestari – Jökulsá í Skagafirði, við Goðdali
Aurbúrdur mg/l (þyngd korna > 0.02 mm í þvermáli, er dregin frá)
Rennsli m 3/s stendur við mérkin Ø + og x

Ø 1974
x 1975
+ 1976

mg/l

1200
1000

800
600

400
200

0

jan. febr. mars apríl maí júní júlí ágúst sept. okt. nóv. des.

37 x
33 x

30 Ø

26 Ø

32 +

45 +

20 Ø
88 Ø

x 21
x 19

+ 20

+ 16



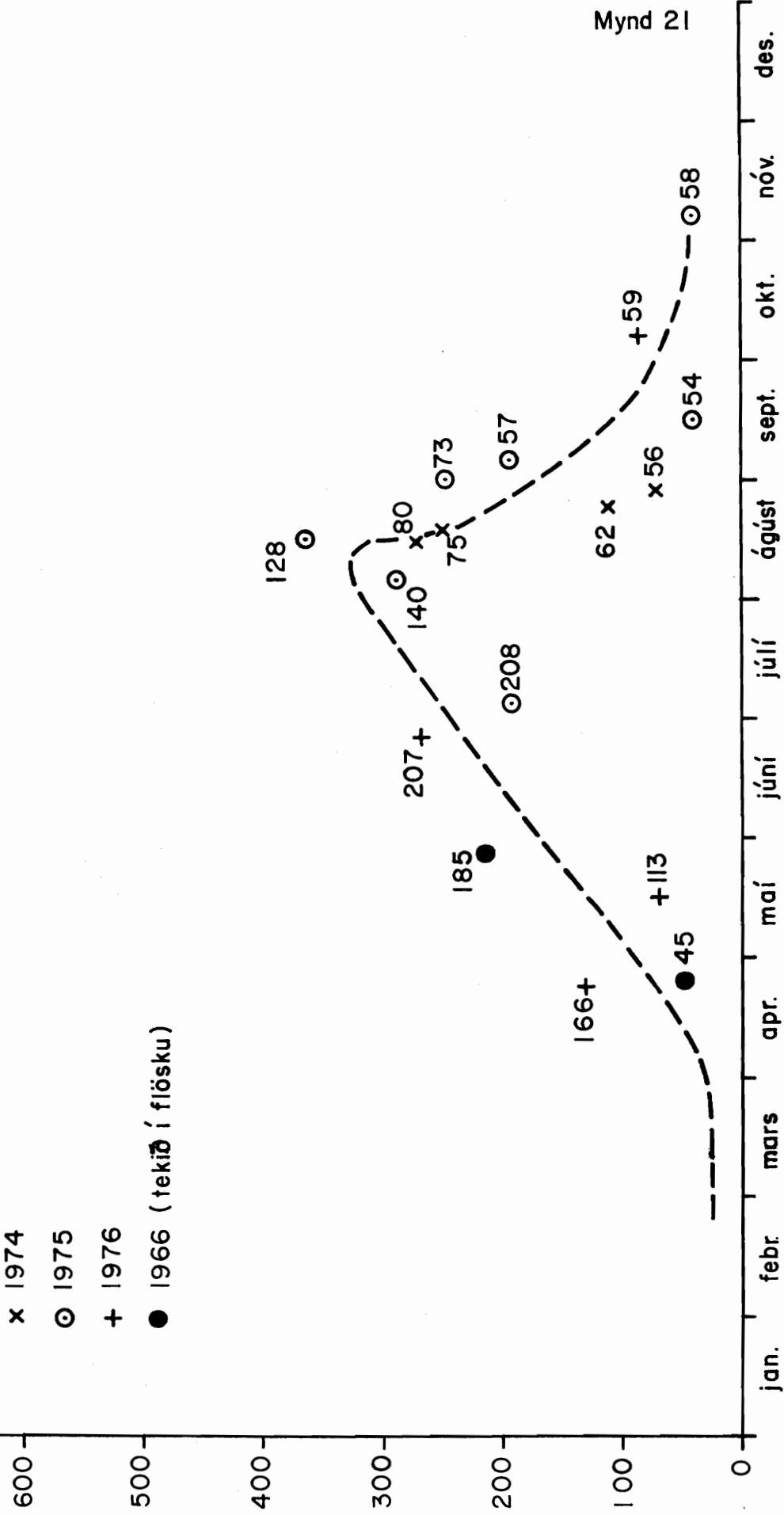
**Héraðsvötn í Skagafirði, við Grundarstokk
AURBURÐUR**

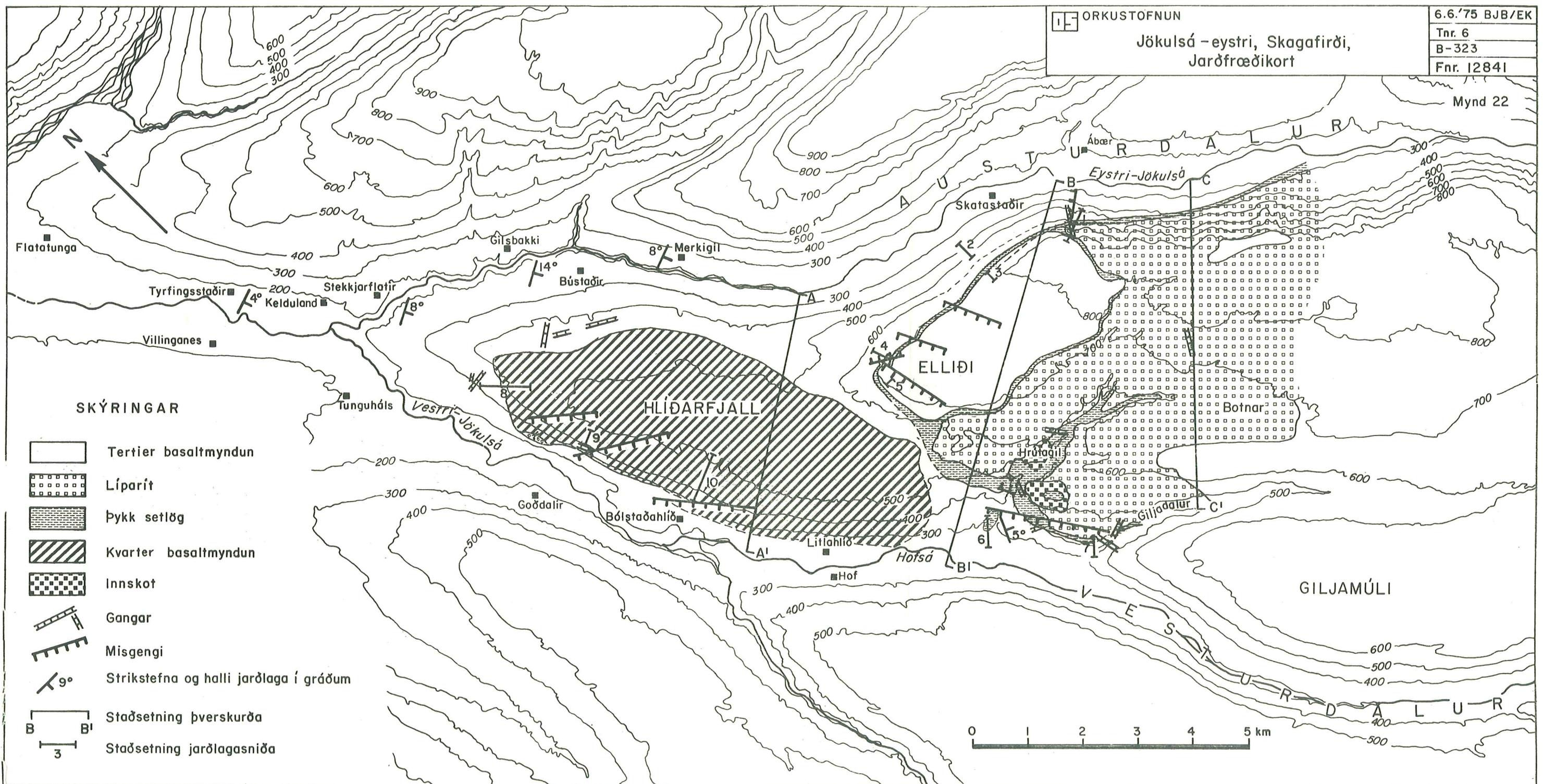
'77.02.20.SZ/Gyða
Tnr. 28
B-323
F-15300

Mynd 21

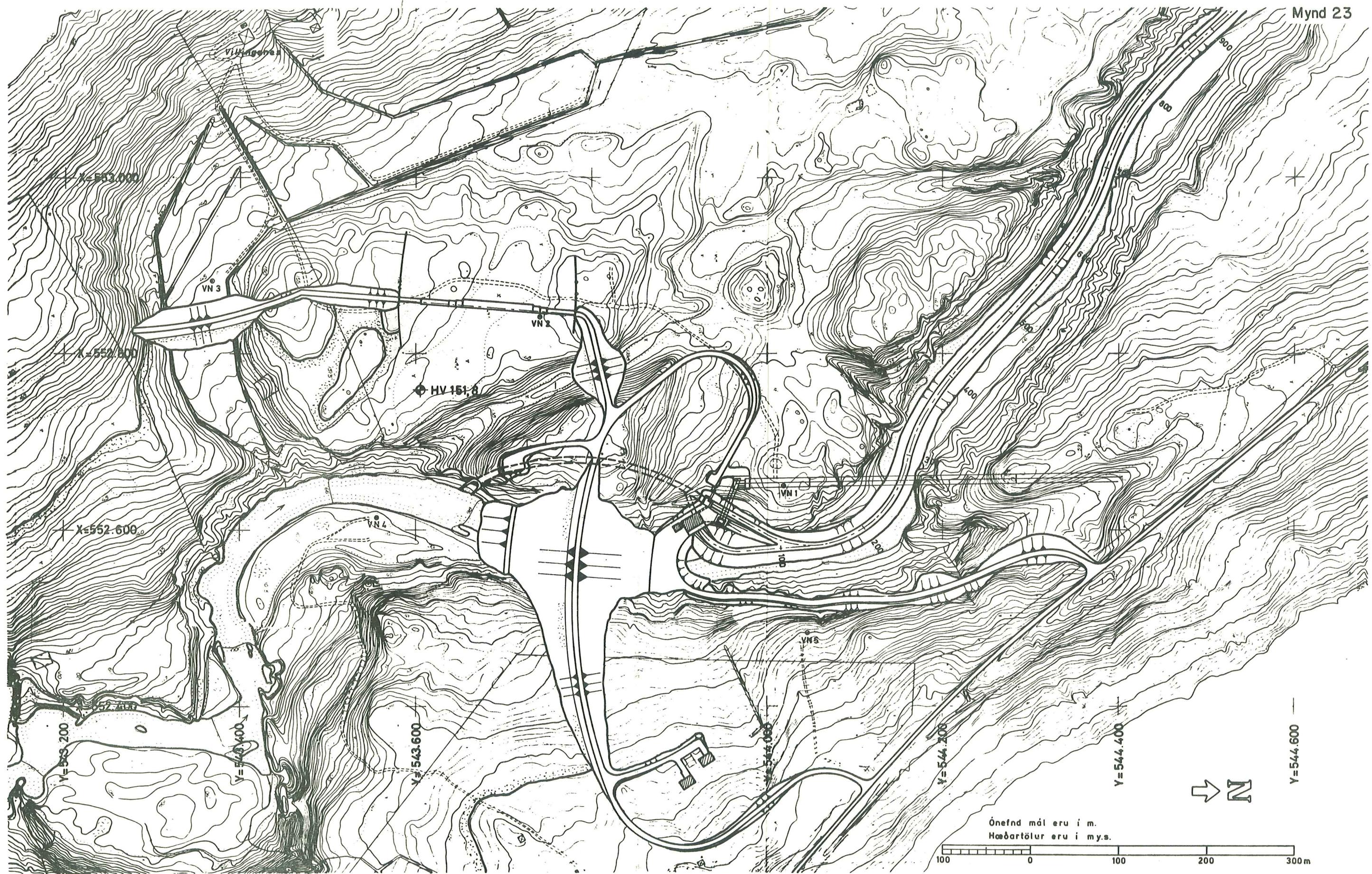
Héraðsvötn í Skagafirði, við Grundarstokk
Aurburður mg/l (þyngd kornra > 0.02 mm í þvermál, er dregin frá
Rennsli í m 3/s stendur við merkin ⊙ + x og ●

x 1974
○ 1975
+ 1976
● 1966 (tekið í flösku)





Mynd 23



VERKFREÐISTOFA SIGURÐAR THORODDSEN N.F.

REYKJAVÍK AKUREYRI BORGARNES ISAFJÖRDUR	ÁRMÚLI 4 GLERÁRGATA 36 KVOLDULFSGATA 2a AUSTURVEGUR 2	SÍMI (81) 84490 SÍMI (86) 22643 SÍMI (85) 7317 SÍMI (84) 3708
--------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------

ORKUSTOFNUN			
VILLINGANESVIRKJUN			
VIRKJUNARSVÉÐI			

HANNAD K.M.S	TEKNAD M.H	YFIRFARIÐ S.F	SAMÞYKKT	DAGSETNING FEBR. 1977	MÆLIVARDI	VERK NR. 75.018	TEKN. NR. 2.03
-----------------	---------------	------------------	----------	--------------------------	-----------	--------------------	-------------------