

ORKUSTOFNUN

Jarðhitadeild

URRIÐAVATN

Jarðhitarannsóknir veturinn 1976-75.

Benedikt Steingrímsson

Kristján Sæmundsson

Ásgrímur Guðmundsson

ORKUSTOFNUN

Jarðhitadeild

URRIÐAVATN

Jarðhitarannsóknir veturinn 1975-76.

Benedikt Steingrímsson

Kristján Sæmundsson

Ásgrímur Guðmundsson

EFNISYFIRLIT

0. Ágríp
1. Inngangur
2. Segulmælingar
 - 2.1 Framkvæmd og túlkun mælinganna
 - 2.2 Mæliniðurstöður
3. Borun holu 3
 - 3.1 Staðsetning
 - 3.2 Gangur borunar
 - 3.3 Jarðlagaskipan og ummyndun
 - 3.4 Hiti og vatnsæðar
 - 3.5 Þökkun og dæluþrófanir
4. Niðurstöður og tillögur um framhaldsboranir.

MYNDIR OG KORT

1. Segulmælingar, staðsetning mælilína	Fnr.	13937
2. Segulkort af Urriðavatni	"	14172
3. Hitaferill úr holu 1	"	14056
4. Hitaferlar úr holu 2	"	14198
5. Hitaferlar úr holu 3	"	14122
6. Hitaferlar úr holu 3	"	14123
7. Gangur borunar holu 3	"	14312
8. Jarðlagasnið og borhraði í holu 3	"	14313

VIÐAUKI

Segulmæliferlar.

0. ÁGRIP

Í janúar s.l. var lokið við að bora 1150 m djúpa holu við Urriðavatn í Fellum á vegum Fellahrepps. Úr holunni seytlar heitt vatn, sem kemur inn í hana aðallega milli 1000 og 1100 m. Rennsli í stút var 47°C, þegar síðast var mælt nú í maíbyrjun, en hiti í vatnsæðunum neðan 1000 m er á bilinu 75-80°C. Holan var pökkuð í lok borunar og reyndust vatnsæðarnar neðan 1000 m fremur litlar, en tóku þó við 15 l/sek við 20-30 kg/cm² bakprýsting. Við dæluprófun í lok pökkunar reyndist holan gefa um 8 l/sek, sem gæti að einhverju leyti verið úr vatnsæðum innan við 50°C ofan 200 m. Borað var í gegnum blágrýtishraunlög með óverulegum millilögum. Holan mun ennþá ekki hafa náð að skera gang, sem fannst með segulmælingum um 100 m undan landi og aðalvaka-svæðið er tengt. Allt er þetta jákvætt gagnvart dýpkun og er því lagt til að holan verði dýpkuð með bor, sem kemst allt að 1800 m. Verði árangur af dýpkuninni, þarf einnig að víkka holuna ofan til og fóðra hana niður í ca. 200 m til að útiloka kalt innrennsli og eins til þess að setja megi í hana djúpdælu ef þörf krefur.

1. INNGANGUR, FYRRI RANNSÓKNIR

Rannsóknir á jarðhitasvæðinu í Urriðavatni ná aftur til áranna upp úr 1960, er áhugi vaknaði á að kanna jarðhitann í Urriðavatni. Umhverfi vatnsins var rannsakað jarðfræðilega, vakirnar mældar út, gert dýptarkort af vatninu og gerðar viðnáms- og segulmælingar. Borað var í tvígang. Fyrst haustið 1963, 116 m djúp hola úti í vatninu og önnur jafndjúp á vatnsbakkanum. Sú hola var dýpkuð í 192 m haustið 1967. Holan úti í vatninu gaf allmikið vatn, tæplega 60°C heitt. Holan á vatnsbakkanum hitnaði ört niður og benti þannig til að árangurs væri að vænta ef dýpra yrði borað á þeim stað. Talið var að jarðhitinn í vatninu stæði í sambandi við bergganga með norðlægri stefnu og lítið eitt hallandi til austurs. Efnagreiningar á vatni úr borholunum gáfu til kynna, að hiti djúpt í vatnskerfinu, sem þær fá vatn úr væri a.m.k. 59°C. Niðurstöður rannsókna fram til 1970 voru í stuttu máli þær, að góðar líkur

væru á að fá mætti með borunum allt að 60°C heitt vatn við Urriðavatn, og svo gæti farið að bora þyrfti úti í vatninu, ef holur á vatnsbakkanum gæfu ekki árangur. Holan, sem boruð var veturinn 1975-76 og rannsóknir, sem voru gerðar í tengslum við þá borun, hafa að verulegu leyti staðfest fyrri niðurstöður, en þó gefið verulega hagstæðari útkomu varðandi hitastig vatnsins djúpt í jörðu. Í þessari skýrslu verður greint frá niðurstöðum borunarinnar og rannsókna, sem gerðar voru á holunni og á jarðhitasvæðinu í vetur.

2. SEGULMÆLINGAR

2.1. Framkvæmd og túlkun mælinganna.

Dagana 21-24. jan. síðastliðinn voru gerðar segulmælingar á Urriðavatni. Notaður var róteindsegulmælir (Geometrics) og nemi hafður í um 2,5 m hæð yfir íshellunni. Fjarlægð milli mælipunkta var 5 m og alls mældar 13 mæлилínur útfrá austurbakka vatnsins. Tilgangur mælinganna var að kanna hvort tengja mætti heitavatnssuppstreymi úti í Urriðavatni við berggang einn eða fleiri. Mæлилínur voru því lagðar u.þ.b. þvert á ríkjandi gangastefnu (N-S) á svæðinu.

Lega mæлилína og lengd er sýnd á meðfylgjandi staðsetningarkorti. Fjarlægð milli lína er mismunandi eins og fram kemur á kortinu, en minnsta fjarlægð er um 30 m.

Spilda sú af vatninu, sem þannig var segulmæld, inniheldur vaka-svæðið eins og það hefur verið kortlagt af Páli Sigurbjörnssyni, en þegar mælingarnar voru gerðar var aðeins vök opin umhverfis holu 1, enda höfðu þá verið frosthörkur um tíma.

Auk áður nefndra mæлилína er sýnd á staðsetningarkortinu lína L-14. Mæлилína þessi, sem öll er á landi, var gerð 11. marz. Sama dag voru vakir á vatninu mældar út og eru þær færðar inn á meðfylgjandi segulkort. Staðsetning vakanna og löggun er í samræmi við áður nefnt vakakort Páls Sigurbjörnssonar.

Áður en rætt er um niðurstöður segulmælinganna, er vert að minnast á mismun, sem er á segulmælingum gerðum á landi og úti á vötnum. Með segulmælingum er verið að mæla segulfrávik er stafa af jarðfræðilegum fyrirbærum, svo sem innskotslögum, misgengjum, berggöngum o.fl. Auk mismunar í segulmagnun berglaganna skiptir fjarlægð nema frá fyrirbærinu miklu máli, og gildir almennt að frávikið minnkar með vaxandi fjarlægð. Fyrir berggang fæst mest frávik yfir ganginum og stendur frávikið nánast í öfugu hlutfalli við dýptina niður í ganginn.

Dæmigerð frávik fyrir ganga sýnilega á yfirborði er nokkur þúsund γ ef nemi er hafður í um 2,5 m hæð yfir jörðu. Með segulmælingum er því aðeins hægt að finna ganga, sem rista jarðlögin að minnsta kosti upp undir yfirborð. Úti á stöðuvötnum gildir því, að segulfrávikin rýrna með vaxandi dýpi og fyrir djúp vötn geta gangar jafnvel máðst út úr mælingum.

2.2 Mæliniðurstöður.

Niðurstöður segulmælinganna eru sýndar á Fnr. 14036- Fnr. 14040, og eru ferlarnir dregnir frá vestri til austurs, eins og fram kemur á teikningunum. Til að kanna mæliferlana í samhengi var gert meðfylgjandi segulkort af svæðinu. Þúsund γ mismunur er á dregnum jafnsviðslínum, en svæðin milli jafnsviðslínanna skyggð þannig að segulsviðið er veikast á dekkstu svæðunum, en vex með minnkandi skyggingu. Á segulkortinu er því mögulegt að rekja segulfrávik frá einni mæli línu til annarar og geta sér til um þau jarðfræðilegu fyrirbæri, sem liggja til grundvallar. Taka verður til greina dýpt vatnsins, eins og áður segir.

Meðalsviðsstyrkleiki er um 51-52000 γ . Stærsta frávikið kemur fram við H-3 og H-2 á eystri vatnsbakkanum. Vitað er af fyrri rannsóknum að berggangur veldur þessu fráviki. Gangurinn er öfugt segulmagnaður. Er hann sýnilegur í fjöruborðinu og hefur verið rakinn með segulmælingum á landi nokkur hundruð metra til suðurs. Mælingarnar núna sýna að gangurinn breytir lítilsháttar um stefnu þar sem hann liggur út í vatnið, en skammt austan H-1 "brotnar" hann aftur í þá stefnu sem mælst hefur uppi á landi. Á kortinu má síðan fylgja bergganginum áfram og benda nyrstu mælingarnar til að hann klofni í tvo ganga. Segulfrávik gangsins minnkar er dregur frá landi og vatnið dýpkar. Er það í samræmi við það sem áður er sagt.

Halli gangsins er álitinn vera 2-4° til austurs. Afstaða vakasvæðisins útilokar að hitauppstreymið sé í tengslum við þennan gang.

Á segulkortinu sést að meginvakasvæðið liggur á beltí með nokkru lægra segulsviði en umhverfið, þó frávikíð sé mun minna, en það sem kemur fram við borholurnar H-2 og H-3. Stefna beltisins er u.þ.b. samsíða fyrrnefndum gangi. Hér gildir líka að segulfrávikíð fer vaxandi er nálgast land. Eðlilegt er að álykta að hér sé um annan öfugt segulmagnaðan gang að ræða. Til að kanna þetta nánar var L-14 mæld. Línan er á landi suður af svæðinu, sem sýnt er á segulkortinu. Í mæliferlinum má glöggst sjá báða gangana.

Þó niðurstaða segulmælinganna sé að meginuppstreymissvæðið í Urriðavatni sé við berggang, er ekki hægt að tengja allar vakirnar við þennan gang. Á þetta við um tvær nokkuð stórar vakir úti undir miðju vatni, um 100 m frá ganginum. Í segulmælingunum sjást engar breytingar við þessar vakir, og er því ekki hægt að segja um hvort aðrir gangar stjórni heitavatsuppstreymi þar.

3. BORUN HOLU 3

3.1 Staðsetning

Hola 3 er staðsett á eystri bakka vatnsins um 3,6 m frá holu 2. Frá forsendum þessarar staðsetningar hefur áður verið greint í skýrslu 1). Aðalforsenda var sú að uppstreymið úti í vatninu væri tengt berggangi, og sýna segulmælingarnar að sú forsenda var rétt. Fjarlægð holunnar frá uppstreymissvæðinu er 80-100 m, sú sama og áætluð var þegar holan var staðsett. Halli gangsins var áætlaður um 7° til austurs (sbr. skýrslu 1), nánari athugun á jarðlagahalla bendir til að halli gangsins sé á bilinu 2 1/2 - 3 1/2°. Það myndi þýða að holan næði ganginum ekki fyrr en á bilinu 13000 - 2200 m öpyi. Það skal tekið fram að mjög hæpið er að ganga út frá því að gangar haldi beinni hallastefnu á svo löngum kafla. Engu að síður eru miklar líkur á að holan hafi enn ekki náð að skera gang þann sem aðaluppstreymið er tengt.

3.2 Gangur borunar.

Borun holu 3 við Urriðavatn hófst þann 08.11.1975 og lauk þann 25.01. 1976. Alls tók borunin 59 verkdaga og var unnið á vöktum allan sólarhringinn. Borholan er 1152 m djúp og er gangur borunarinnar sýndur á mynd 7 (Fnr. 14312). Borað var með 15" krónu í 3,2 m og fóðrað með 10" fóðurröri. Önnur fóðring var ekki sett í holuna þar sem óvissa var um nauðsynlegt fóðringardýpi. Frá 3,2 m til botns var borað með 6 3/4" krónum. Borunin gekk áfallalaust, nema hvað stöng brotnaði þegar 981 m dýpi var náð. Tók nokkurn tíma að ná upp því sem eftir sat í holunni (sbr. mynd 7). Ekki varð vart við hrungjörn lög í holunni og hún er hrein niður undir botn þrátt fyrir þrýstiprófun í lok borunar.

3.3 Jarólagaskipan og ummyndun.

Jarólagastaflanum við Urriðavatn má skipta niður í 4 syrpur, út frá svarfgreiningu.

Syrpa 1 nær niður á 90 m dýpi, þar eru þrjú áberandi grófkornótt lög, sem eru aðskilin af tveimur fínkorna basaltlögum. Á jarólagasniðinu Fnr. 14313 eru þau greind sem dólerítinnskot. Hugsanlega gæti þarna verið um að ræða plagióklas-pyroxen dílótt berg, sem er algengt neðar í holunni, en ekki var hægt að staðfesta það með þunnsneiðaathugun áður en skýrslan fór í prentun.

Syrpa 2 nær frá 90 m niður á 680 m dýpi. Hún samanstendur af mismikið ummynduðum basaltlögum, sem eru aðskilin af oxideraðri basaltbreksíu og/eða rauðum millilögum. Á 250 m dýpi er 2 - 4 m þykkt kolumyndað basaltlag, þar sem plagióklas er eina frumsteindin sem greina má með góðu móti.

Syrpa 3 nær frá 680 í 860 m dýpi. Þar er eingöngu um að ræða plagióklas dílótt basalt án millilaga.

Syrpa 4 nær frá 860 m niður í botn holunnar. Henni svipar mjög til syrpu 2, nema hvað þar koma inn þrjú völubergslög, á 922 m dýpi 2 - 4 m þykkt, á 930 m dýpi 6 - 8 m þykkt, á 1008 m dýpi 1 - 2 m þykkt. Einnig koma þar fyrir tveir allþykkir nokkuð ummyndaðir basaltkaflar eða um 40 m hver án millilaga.

Það skal tekið fram að engar þunnsneiðar voru til, þannig að ekki var hægt að flokka bergtegundir nákvæmlega, en miðað við útlit á svarfi er hér nær eingöngu um þóleít og ólivín þóleít að ræða.

Í heild er bergið allmikið ummyndað, en þó mismikið. Zeólítar voru tíndir úr svarfinu, eins og fram kemur á jarðlagasniðum, þar sem mikið magn var af þeim, og greindir með XRD-aðferð, sem sýndi, að nær eingöngu er um að ræða háhita-zeólíta. Tvær undantekningar voru á því, þar sem levyn fannst á 236 m dýpi og apofyllít á 268 m dýpi. Ef þetta væri borið saman við beltaskiptingu G.P.L. Walkers á zeólítum, þá mundi kaflinn frá yfirborði niður í ca. 250 m svara til neðri hluta mesólít/skólsít beltisins, en frá 250 m til botns er laumontít orðið samfelld, svo tala má um laumontítbelti.

Leir var ekki greindur, en miðað við lit á svarfi er ólíklegt, að komið sé niður í klórít beltíð.

3.4 Hiti og vatnsæðar.

Á bortímabilinu voru gerðar hitamælingar í holunni, þegar lengri hlé urðu á borun. Mæliferlarnir eru sýndir hér á tveimur línuritum. Á því síðara eru mælingar gerðar við borlok (þökkun). Þar er einnig sýnd mæling frá 11.03.76, og er það eina mælingin, sem gerð hefur verið eftir að borun lauk.

Engar vatnsæðar komu fram í holunni við borun og féll vatnsborð í u.þ.b. 1,5 m í borhléum. Í hitaferlum má þó greina nokkrar smávatnsæðar. Æðarnar koma fram sem kælipunktur eða stallar í ferlunum. Slíkt má sjá á 75 m, 175 m, 410 m, 500 m og 1025-1075 m dýpi. Tilraunir með að dæla vatni undir þrýstingi niður í holuna sýndu að mestu æðarnar eru neðan við 1000 m dýpi.

Skömmu eftir að borun lauk fór að vætla úr holunni. Í mars mældist rennslið 0,3 l/s af 43,2°C heitu vatni. Efnagreiningar benda til að úrrennslið sé að mestu upphitað vatn frá þrýstitilrauninum (þökkun). 7. maí s.l. mældist hiti í rennsli holunnar 47,0°C. Rennsli var ekki mælt í það sinn. Línuritin sýna ákaflega mismunandi hitastig frá einum ferli til annars. Stafar þetta af milmikilli skolvatnaskælingu.

Ef litið er á nýjustu mælinguna frá 11. mars, sést að frárennslið er 43,2°C og er neðsta innstreymið í holuna á 1060 - 1070 m dýpi. Hitastig þess er 75,5°C en botnhiti holunnar er 77,3°C. Hitamæling frá 8. jan sýnir að holan hefur ekki náð í botni sama hitastigi og bergið, og er líklegur botnhiti um 80°C.

3.5 Pökkun og dæluprófanir.

Í lok borunar var pakkað í holunni í 250 m og í 452 m. Fyrst var pakkað í 250 m dýpi. Þar var dælt 19 l/sek niður fyrir pakkarann við rétt tæplega 50 kg/cm² þrýsting í 5 klst. Þrýstingur fór hækkandi fyrstu 2 klst. uns 50 kg/cm² var náð, en hélst síðan stöðugur. Þegar dælingu var hætt féll bakþrýstingur úr 21 kg/cm² í 3 1/2 kg/cm² á 15 mín. Holan var hitamæld strax að lokinni þessari pökkun og sést á hitamælingunni, að vatnið sem dælt var niður hefur aðallega farið út úr holunni milli 1000 og 1100, líklega einnig eitthvað í kringum 400 m.

Aftur var pakkað í 452 m. Dælt var niður í 15 l/sek við 50 kg/cm² þrýsting í 8 klst. Þrýstingur hélst sá sami allan tímann á meðan pakkað var. Þegar dælingu var hætt féll bakþrýstingur úr 21 kg/cm² í 10 kg/cm² á einni klst. Borinn hafði ekki nógan dælukraft fyrir meira vatnsmagn og hærri þrýsting, sem hefði e.t.v. nægt til að hreinsa æðarnar út og ná samgangi við öflugra æðakerfi utan holunnar. Niðurstaða pökkunar bendir til, að æðarnar milli 1000 og 1100 séu allvel opnar og þær geti gefið nokkurt vatnsmagn. Þrúfudæling með lofti, sem gerð var í lok pökkunar gaf 8 l/sek. Samskonar dæling fyrir pökkun gaf 5 l/sek. Vatnshitinn var aðeins 32°C í seinni dælingunni, enda var holan þá mjög köld. Ekki er vitað af hvaða dýpi þetta vatn kom, en hætta er á, að einhver hluti þess sé úr æðum ofan 200 m og þá innan við 50°C heitt.

4. NIÐURSTÖÐUR OG TILLÖGUR UM FRAMHALDSBORANIR

Þekking sú, er fengist hefur á jarðhitasvæðinu með segulmælingum og þó einkum með borun holu 3, bendir til að hægt sé að afla nægs heits vatns fyrir þéttbýlið í Fellahreppi og Egilsstaði með frekari borunum.

Hitastig svæðisins á 1000 m dýpi er tæpar 80°C, sem er mun herra en var áður áætlað. Mestu vatnsæðar í holunni eru á 1025 -1075 m dýpi. Sé tekið mið af fjarlægð holunnar frá ganginum, sem mældist við uppstreymissvæðið, ásamt halla gangsins, á borholan enn eftir að skera hann.

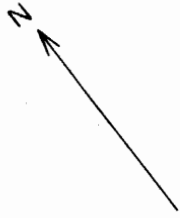
Tillaga okkar um frekari boranir er því, að hola 3 verði dýpkuð. Sá jarðbor er kemur til greina til verksins er Narfi, og getur hann borað niður á allt að 1800 m dýpi. Dæluútbúnaður þess bors er mun kraftmeiri en Glaums, sem boraði holuna, og er því möguleiki á að opna frekar vatnsæðarnar neðan 1000 m með þrýstidælingu. Áður en ráðist verður í dýpkun er rétt að hallamæla holuna til að þekkja afstöðu hennar allrar til uppstreymisgangsins. Rétt er að bíða með ákvörðun um aðra vinnsluholu þar til séð verður, hver árangur fæst við dýpkun holu 3. Vætanlega yrði sú hola boruð á nesi um 200 m norðan við holu 3 eða í vatninu út af þessu nesi.

Heimildir. Kristján Sæmundsson, Rúnar Sigfússon: sept. '75
Staðsetning holu 3 við Urriðavatn, Fellahreppi
skýrsla JHD OS.

ORKUSTOFNUN

Segulmælingar á Urriðavatni
í Fellahreppi
Staðsetningarkort.

76.02.12 BS/AA	Tnr 213	Tnr 18	Fnr. 13937
	J.Segulm.	J.Urriðvatn	



L-10

L-13

L-2

L-7

L-6

L-3

L-8

L-9

H-1

L-1

L-12

L-4

H-3

H-2

L-11

L-5

L-14

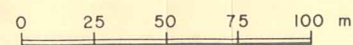
0

500m





- SKÝRINGAR:
- ⊙ Borhola
 - Vök
 - ⊥ Mælilína
 - Strandlína

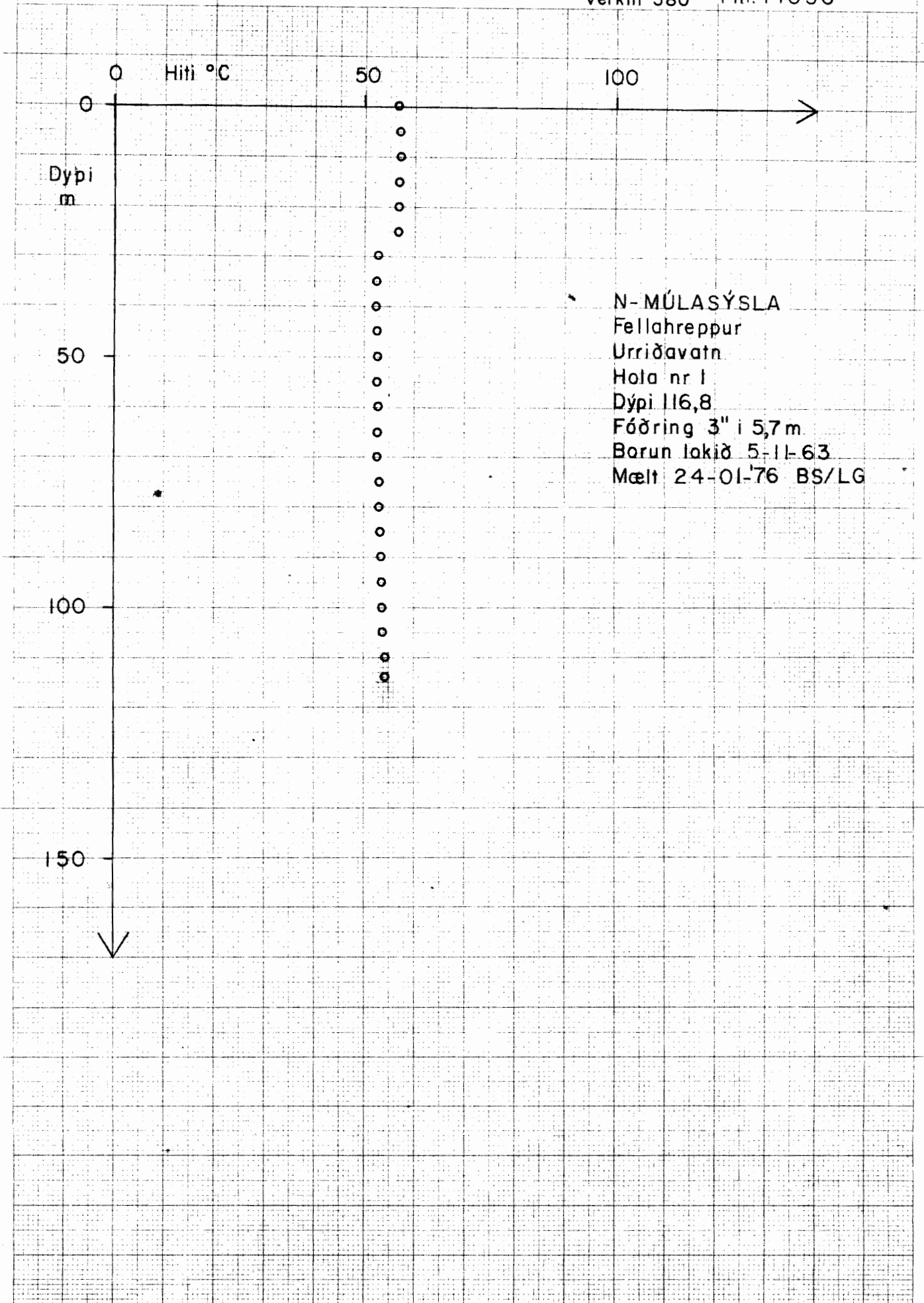


ORKUSTOFNUN
 Urriðavatn, Fellahreppi.
 Segulkort
 760427 B S/HG Tnr 219 Tnr 34
 J-Segulkort-Urriðv Fnr. 14172



Hitamælingar í borholum

Verknr 580



N-MÚLASÝSLA

Fellahreppur

Urriðavatn

Hola nr 1

Dýpi 116,8

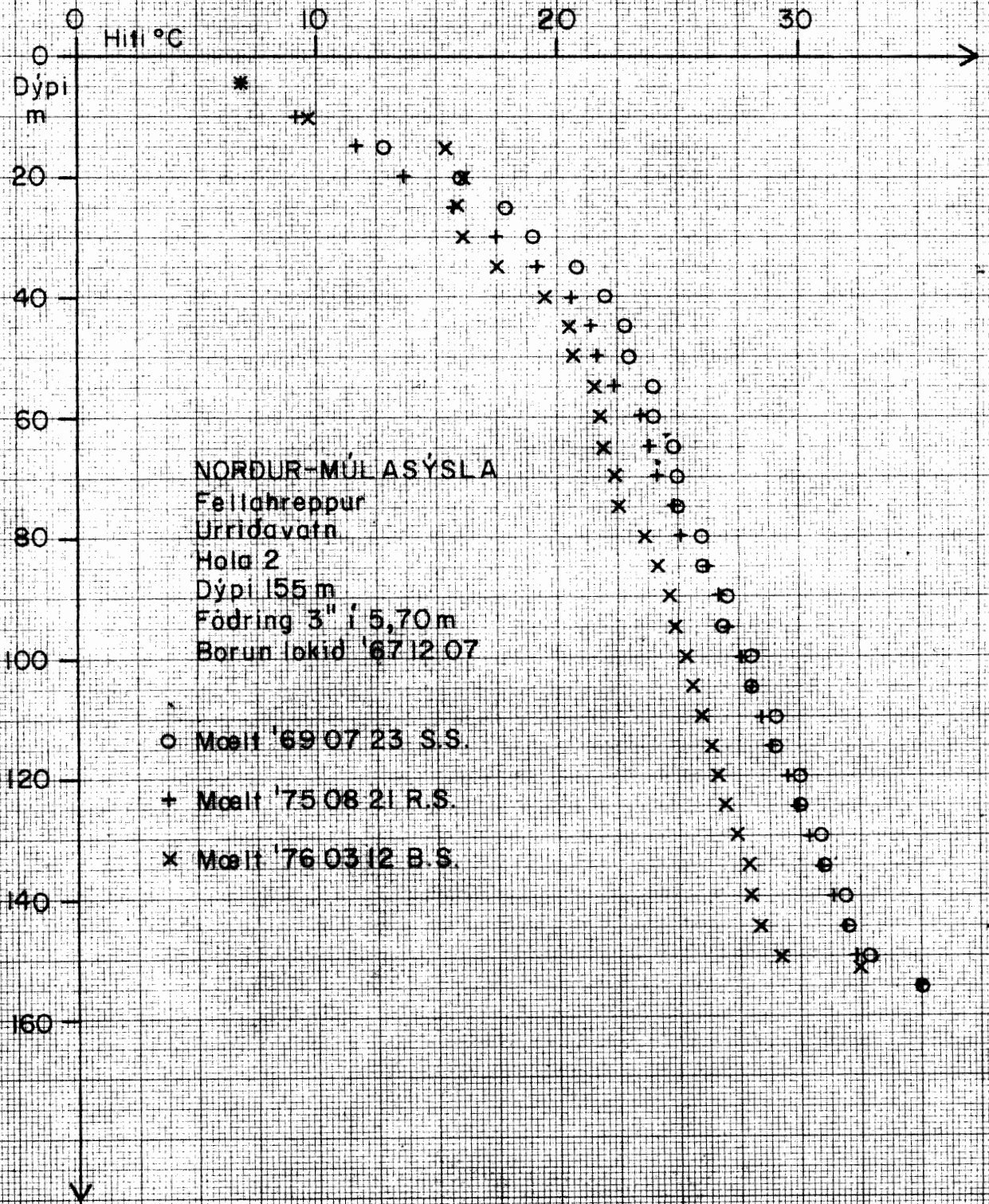
Fóðring 3" í 5,7m

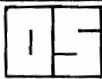
Borun lokið 5-11-63

Mælt 24-01-76 BS/LG



Hitamælingar í holu 2 Urridavatni



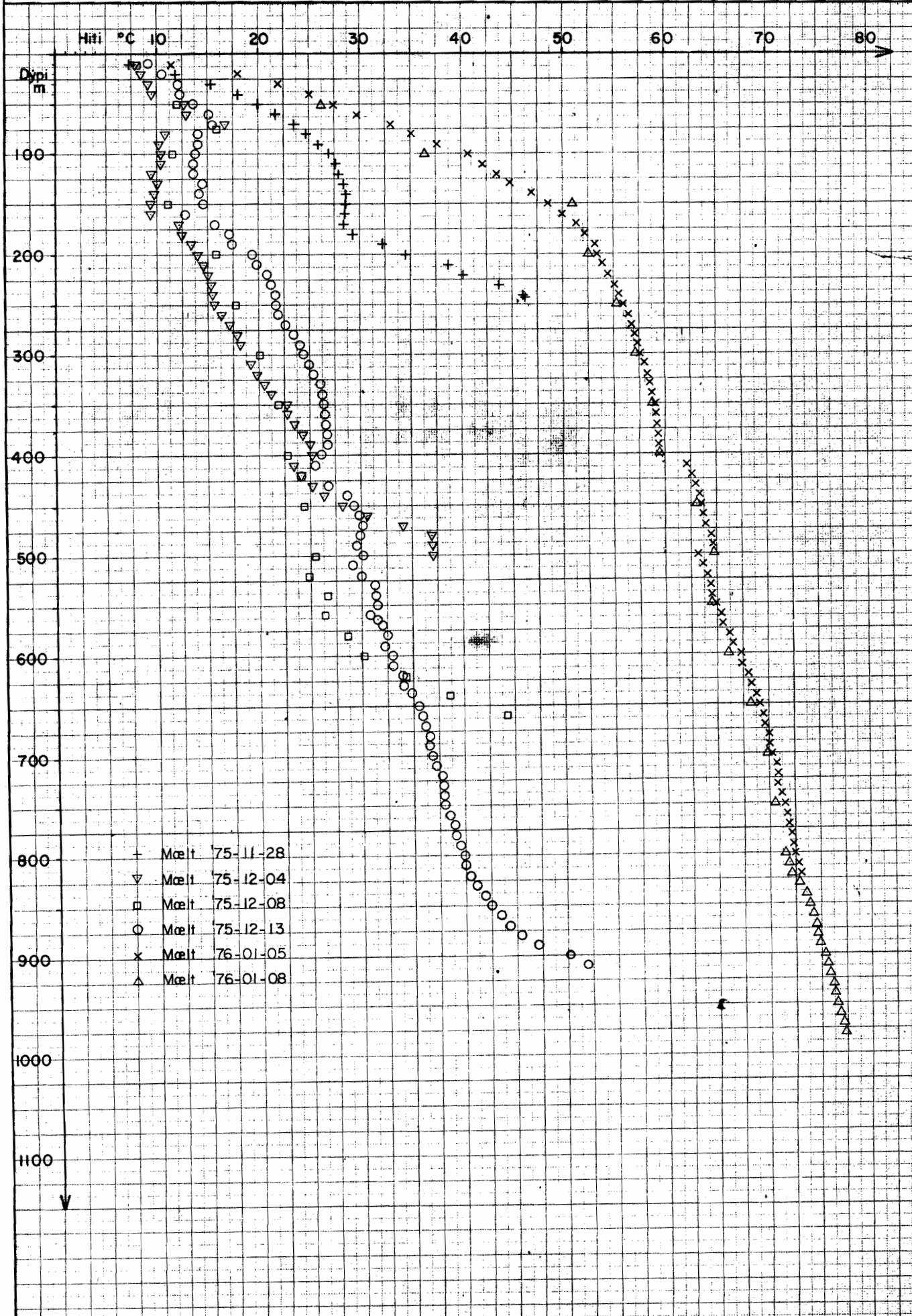


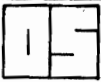
Hitamælingar í borholum

Urriðavah í Fellum hola-3

Verknr. 2432

Fnr. 14122

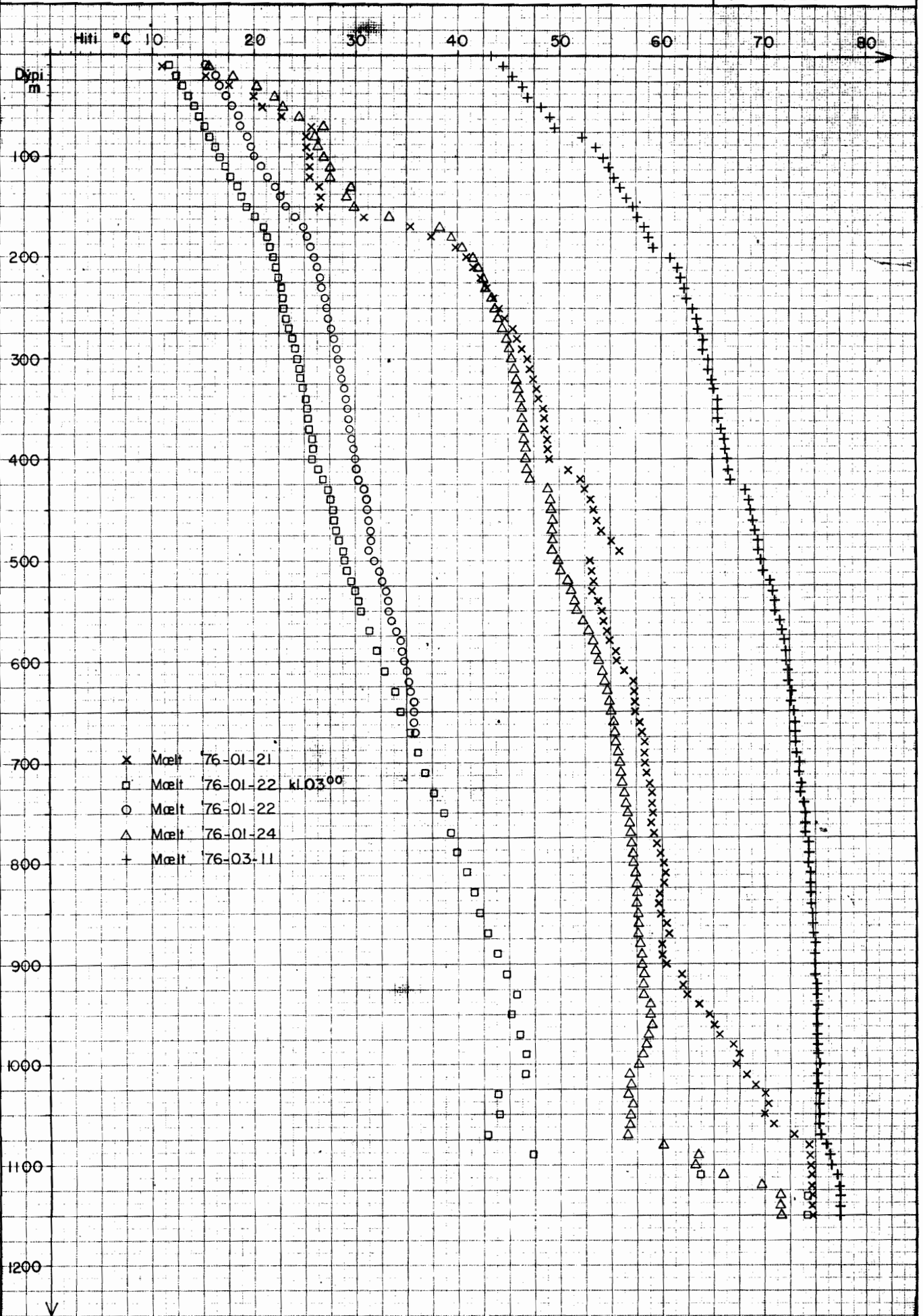




Hitamælingar í borholum
Urriðavatn í Fellum hola- 3

Verknr. 2432

Fnr. 14123





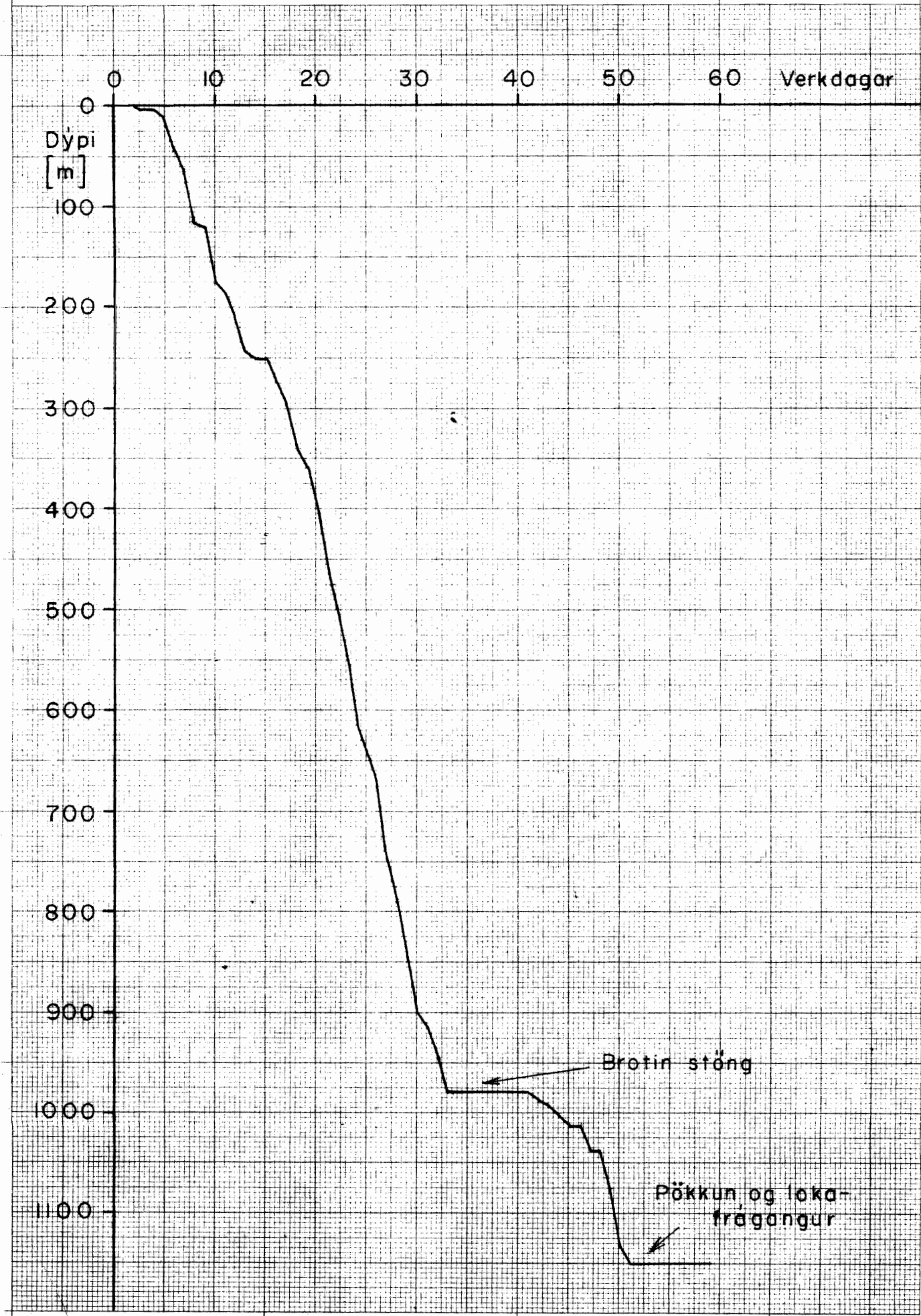
Urriðavatn, Fellahreppi
Gangur borunar hola 3

03.06'76 BS/AVIII.

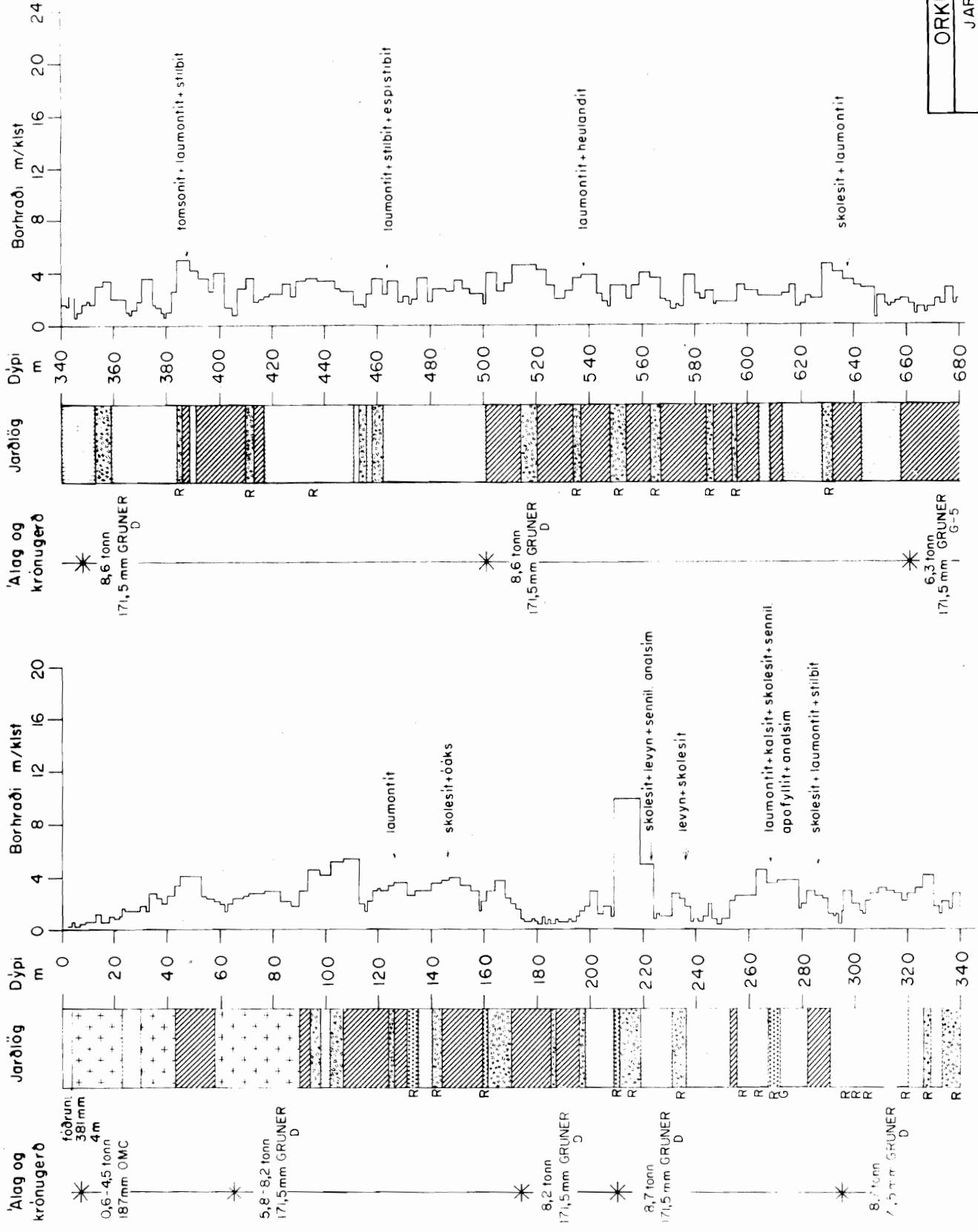
Tnr. 36

J-Urriðavatn

Fnr. 14312



7325 01 - 523 A4 - 1 x 1 mm



ORKUSTOFNUN
 JARÐLAGASNIÐ
 Urriðavain H-3
 760106AGAV/ Tnr 37
 Blað 1 af 2 J. Urriðavain Fnr. 14313

'Alag og krónugerð

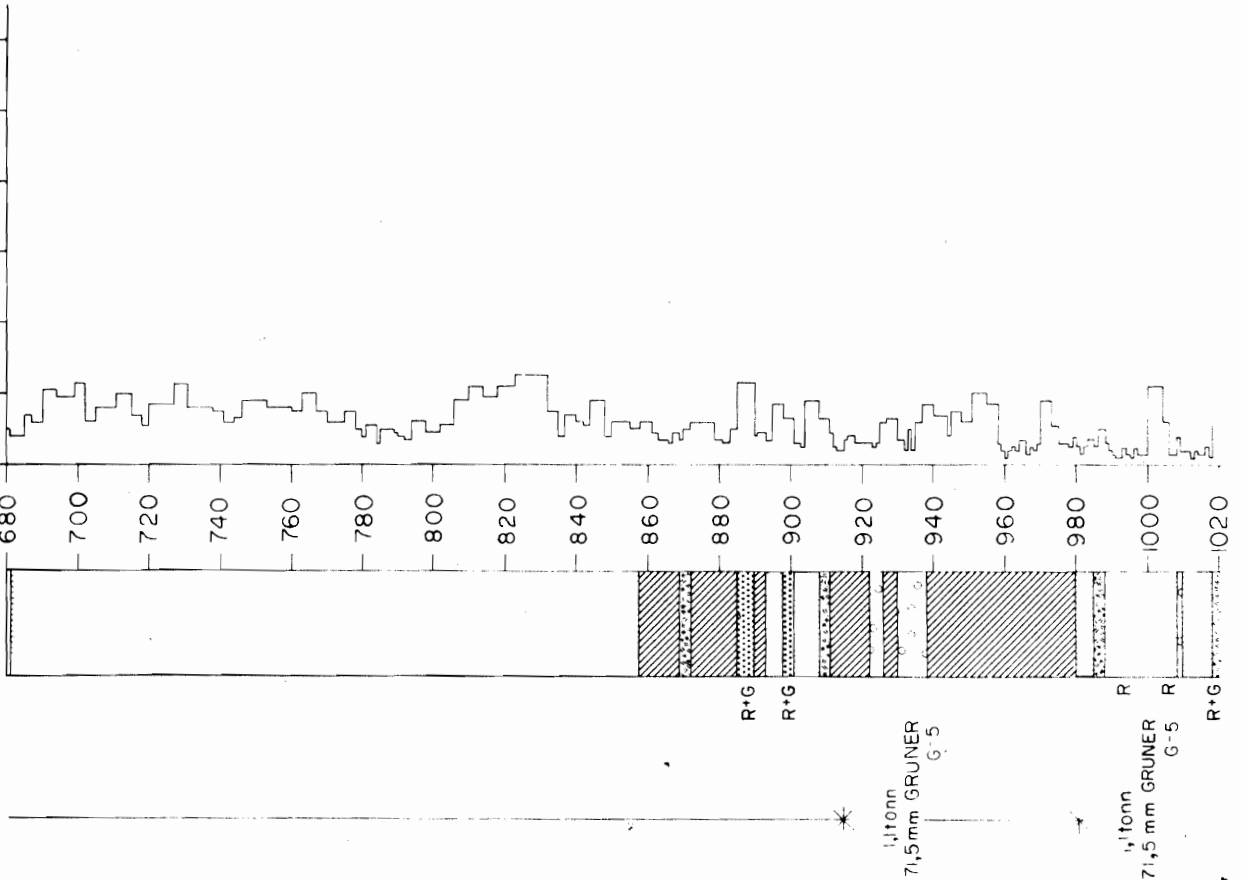
Borhræði m/klst

Dýpi m

Jarðlög

Dýpi m

'Alag og krónugerð



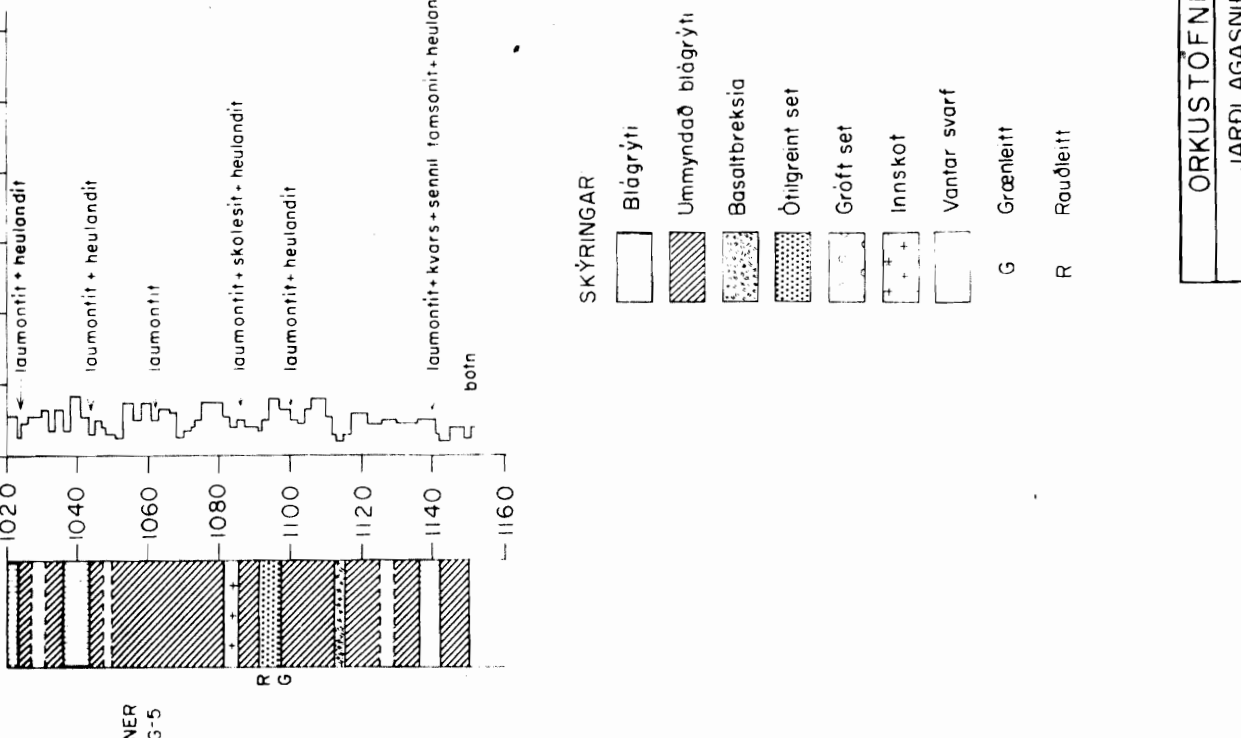
Borhola m/klst

Dýpi m

Jarðlög

Dýpi m

'Alag og krónugerð



SKÝRINGAR

- Blágrýti
- Ummyndað blágrýti
- Basaltbreksia
- Ótilgreint set
- Gröft set
- Innskot
- Vantar svarf

G Grænleitt

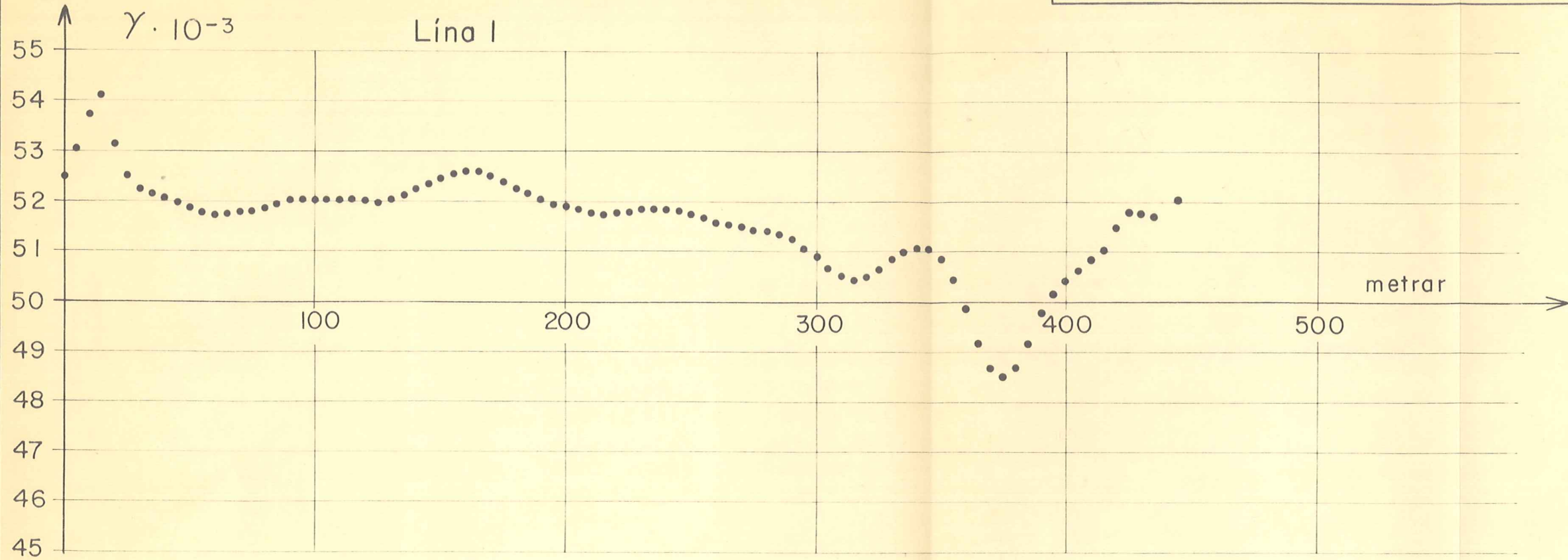
R Rauðleitt

ORKUSTOFNUN

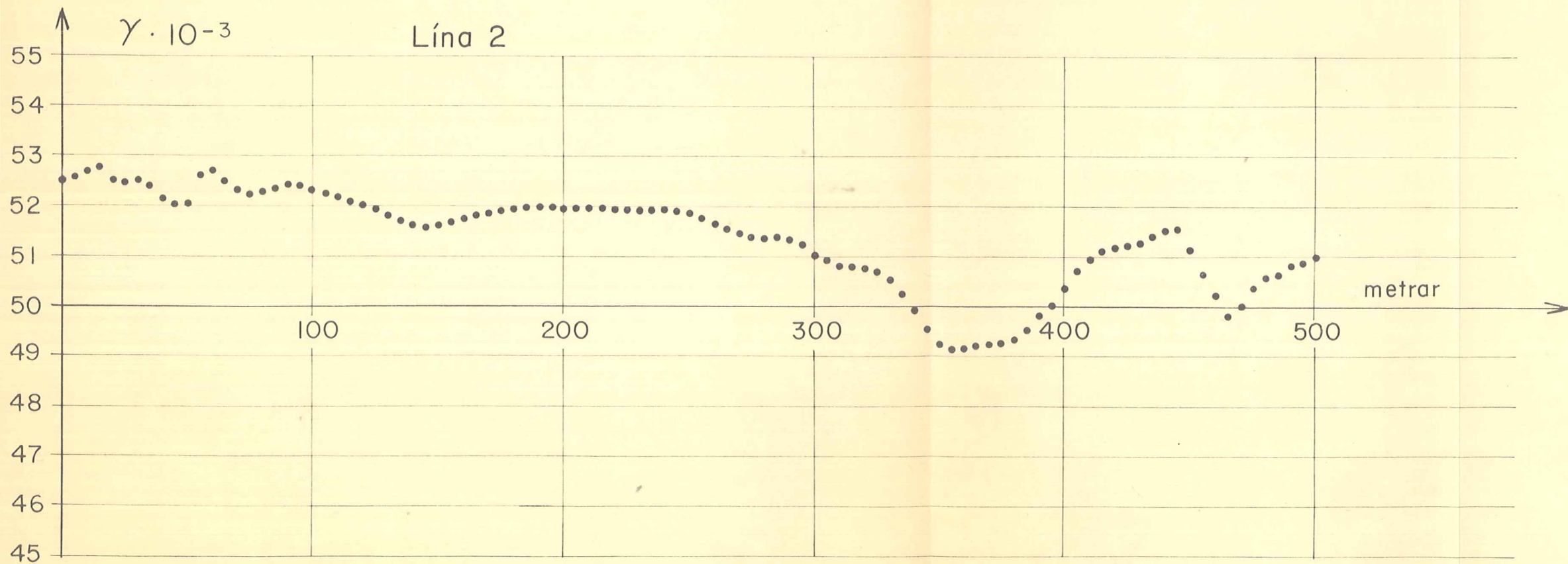
JARÐLAGASNIÐ
Urraðavatr H-3

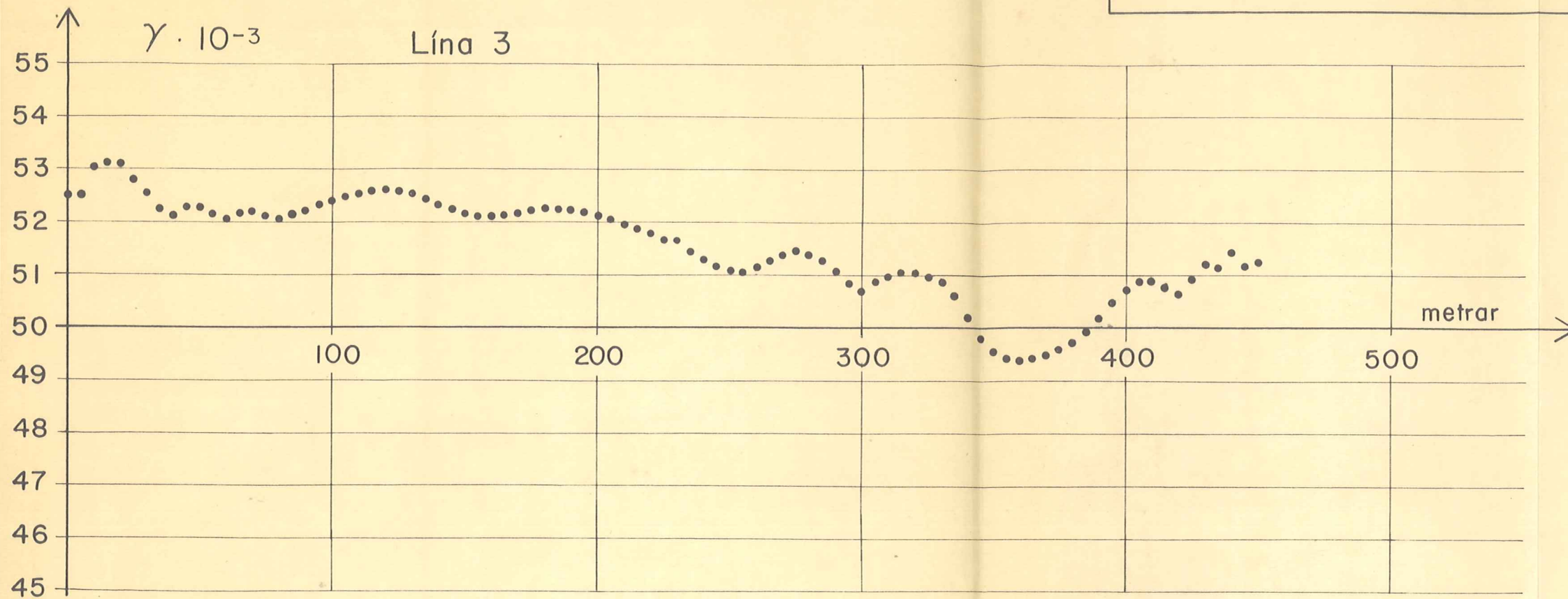


Segulmælingar á Urriðavatni , Fellahreppi

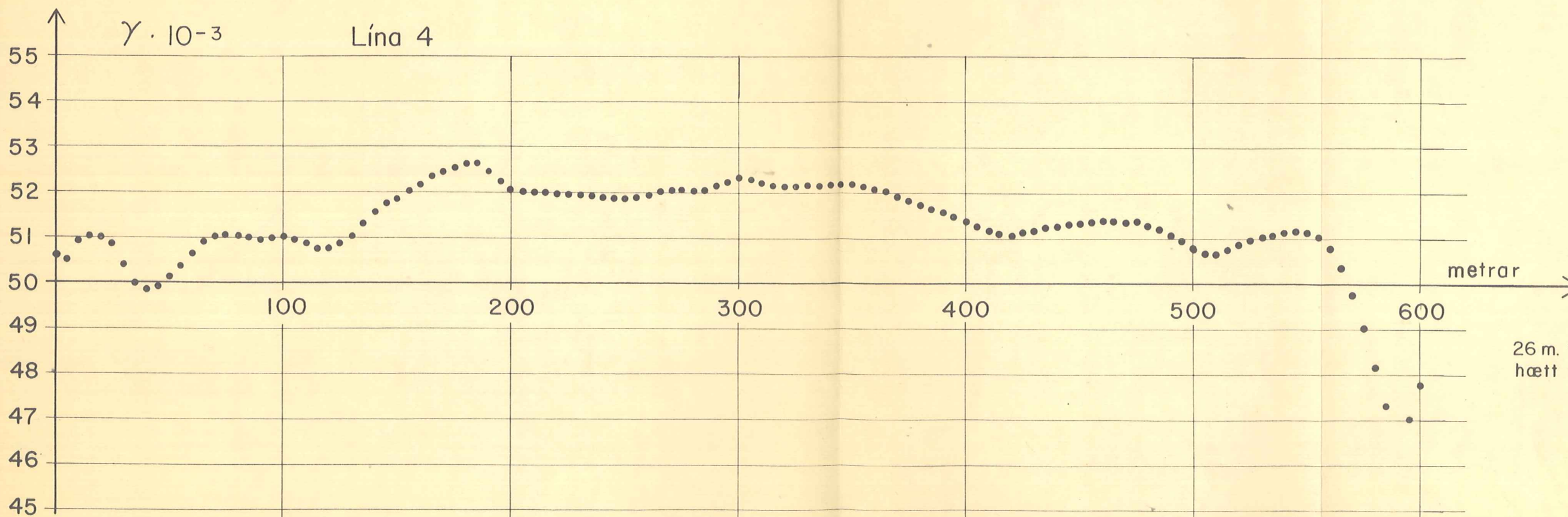


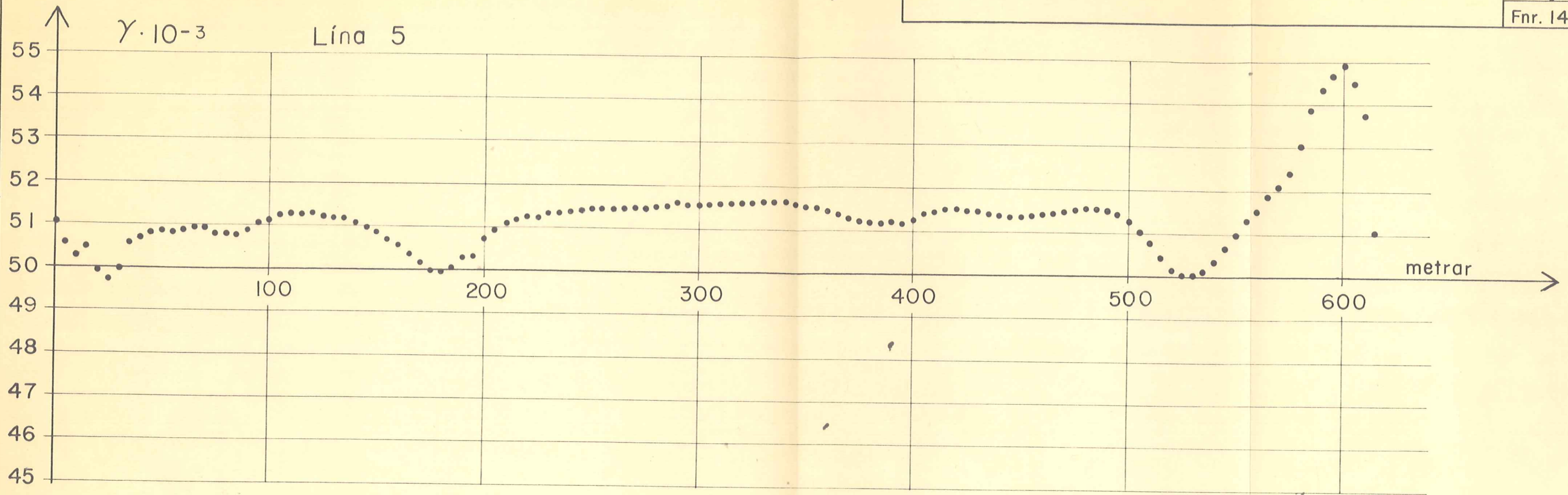
V ← → A



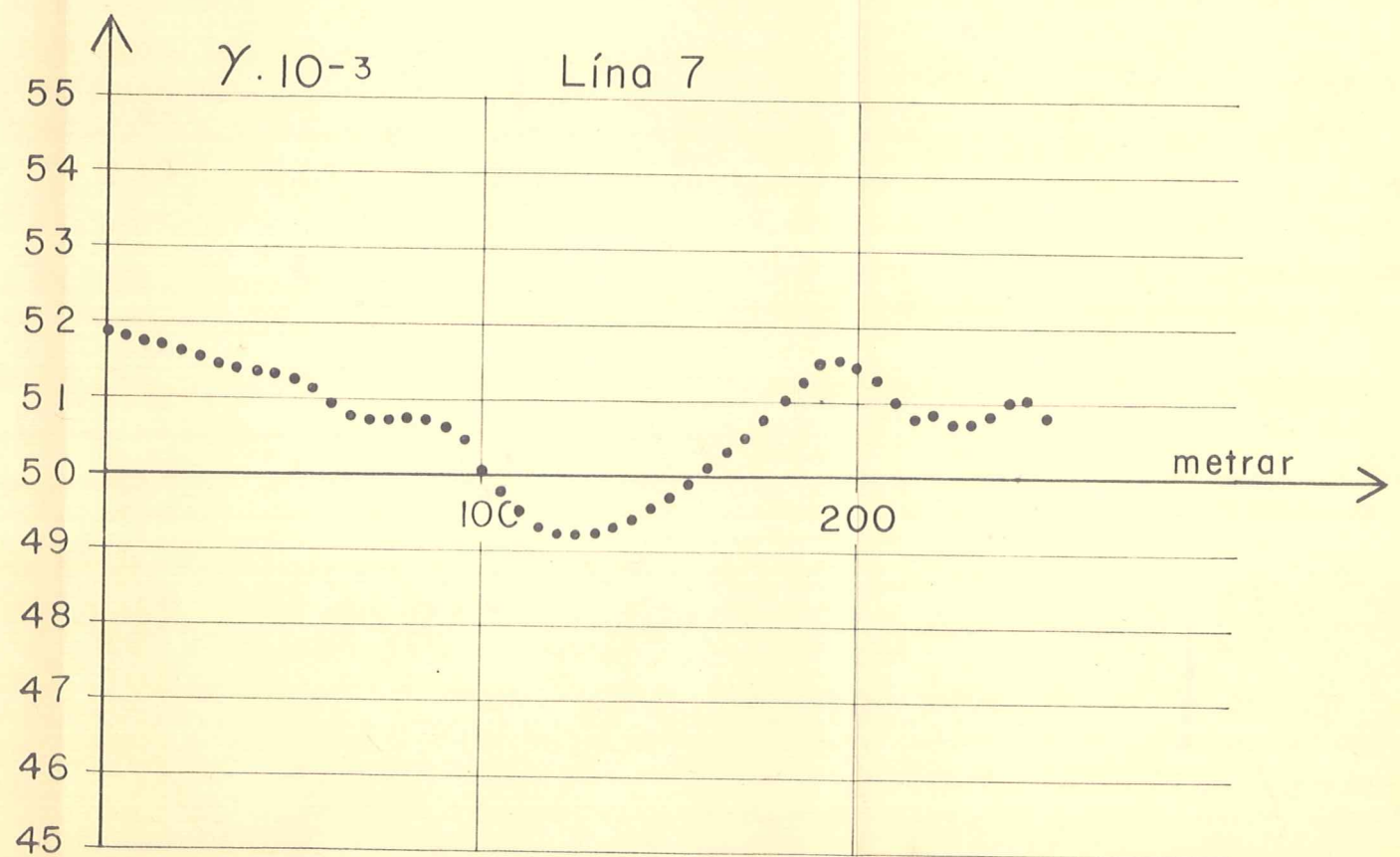
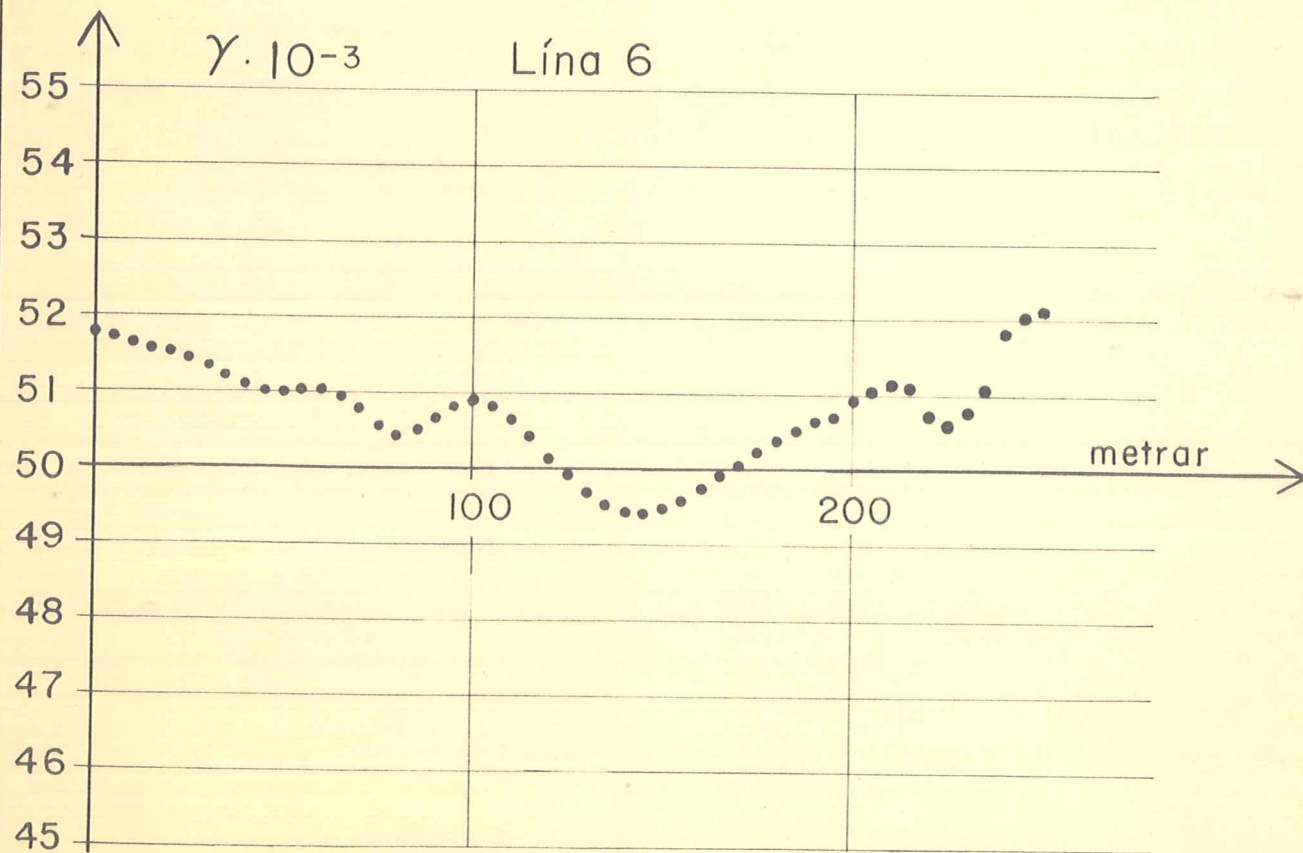


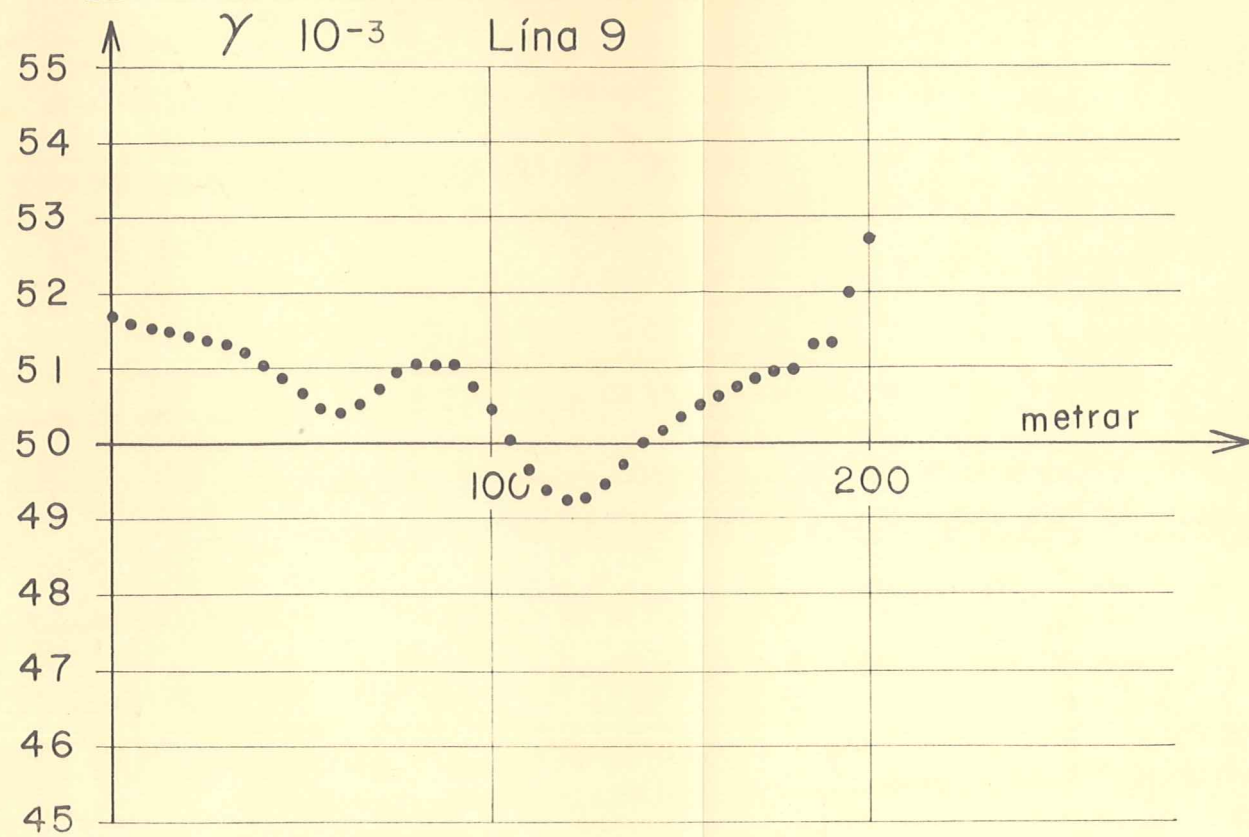
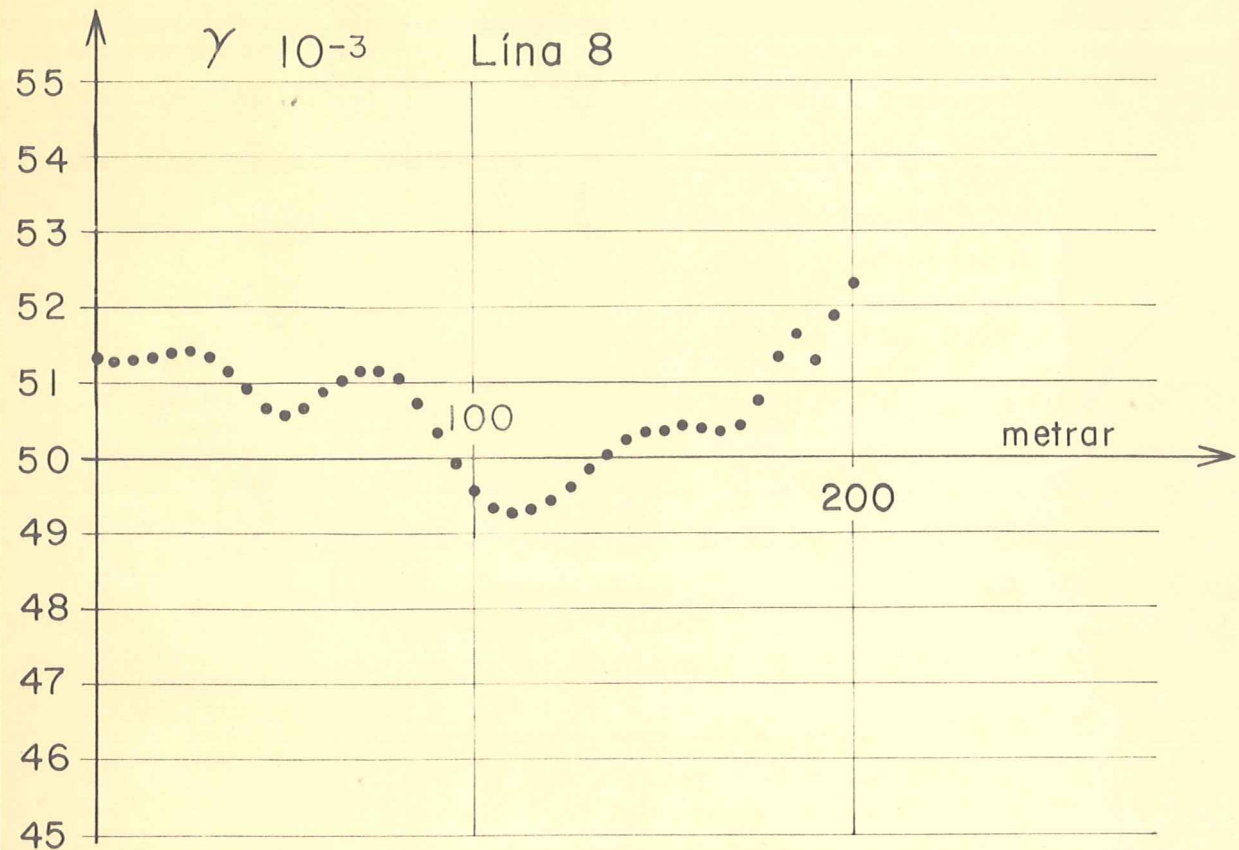
V \longleftrightarrow A



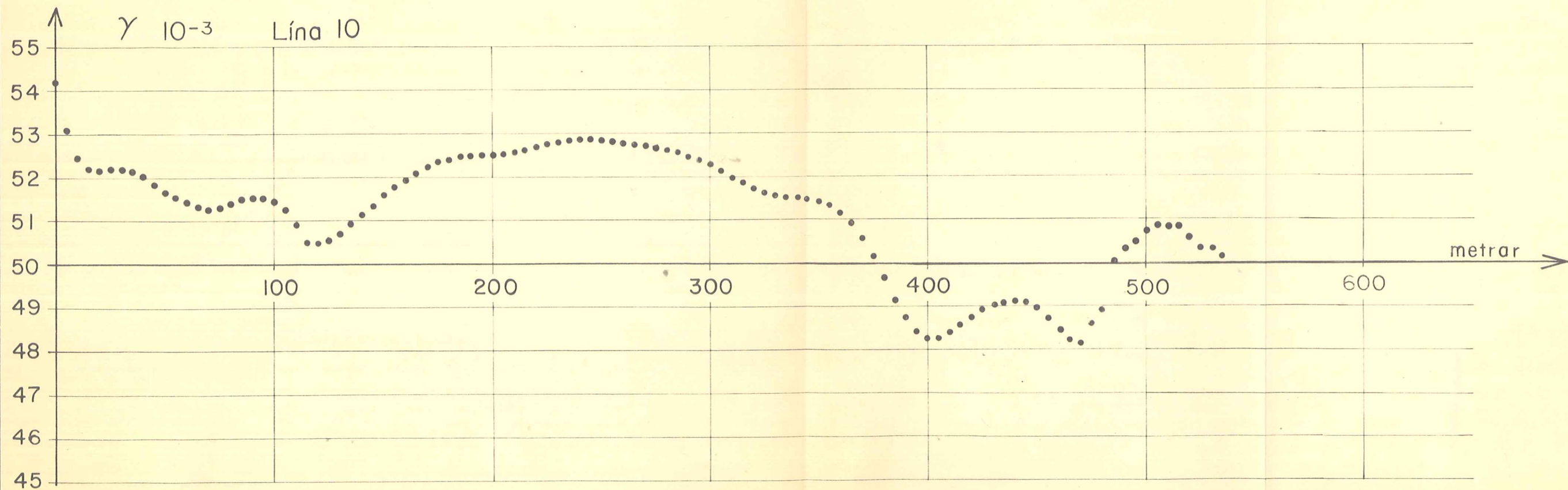


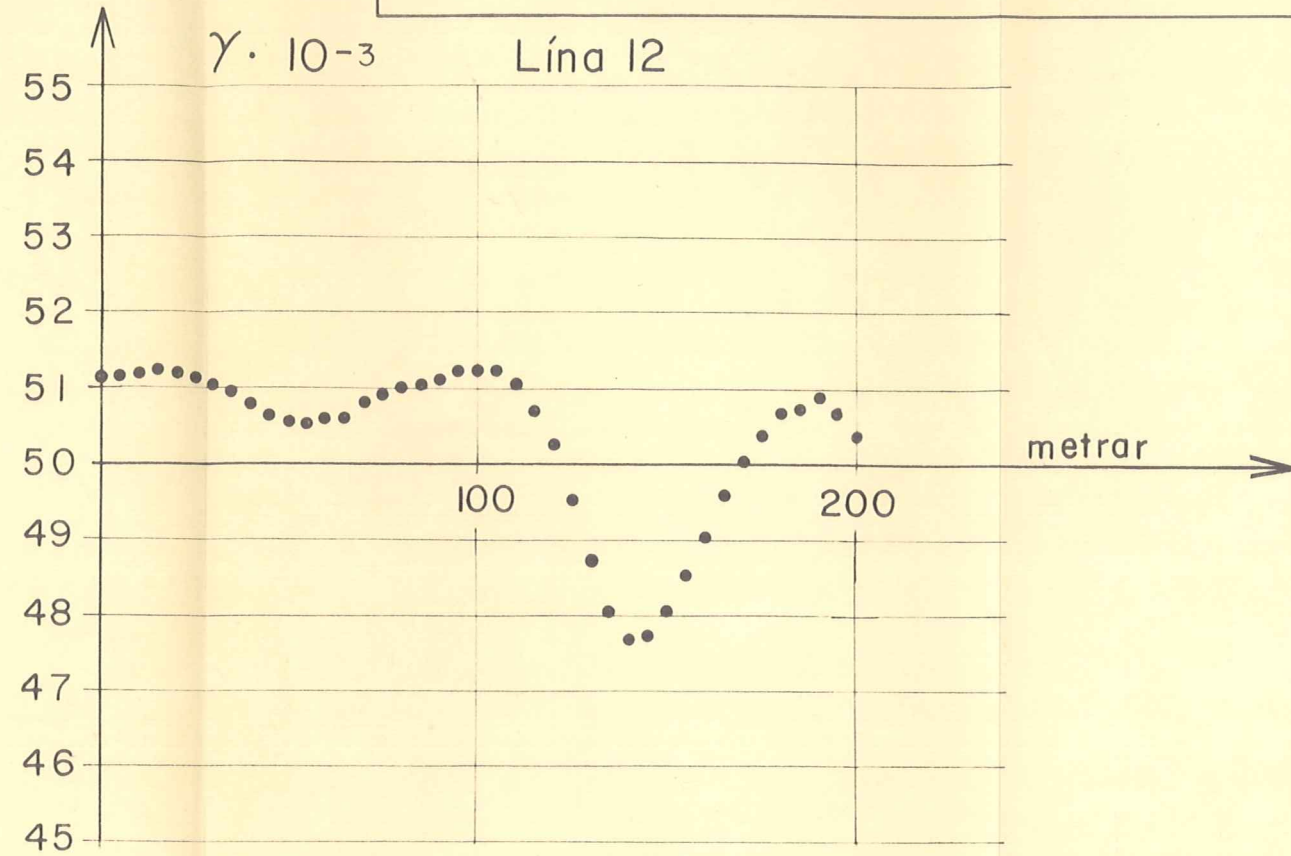
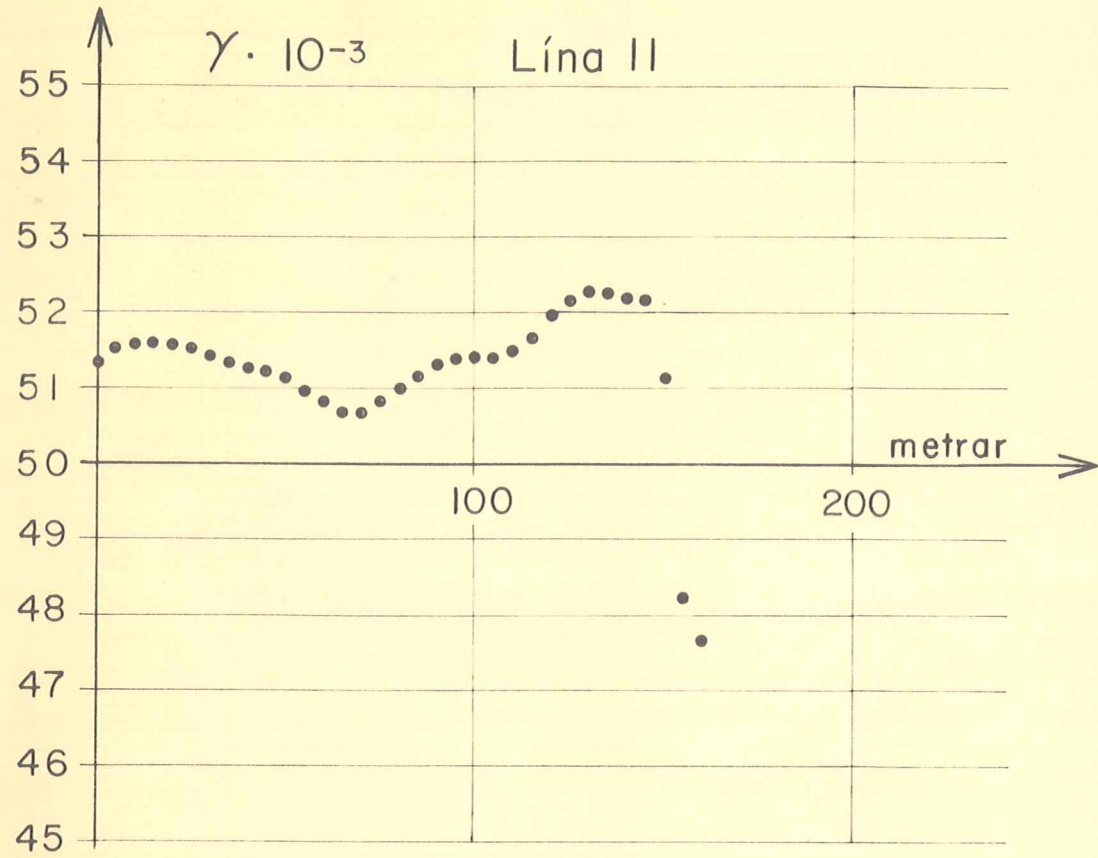
V ← → A





V ← → A





V ← → A

