



Borun ÞG-12

Jens Tómasson

Greinargerð JT-83/01

BORUN PG-12

Borun

Hola PG-12 var boruð á tímabilinu 11. nóvember 1982 til 9. febrúar 1983. Holan var fóðruð með 14" fóðurröri niður í 422 m dýpi. Í steypingu féll neðri hluti fóðurrörsins saman. Síðan var borað út úr fóðurrörinu á 305 m dýpi. Holan varð 1935 m djúp og víddin frá 305 m og niður í botn er 8 3/8". Holan er því sem næst bein. Mesti halli þar sem farið er út úr fóðurröri er 2,1°, annars er hallinn milli 0,5 og 1,5°.

Jarðlög

Jarðlögnum má skipta í eftirfarandi syrpur, en þessi skipting kann að verða endurskoðuð við nánari rannsókn á jarðlögum holunnar. Lagskipting er sýnd á mynd 1.

0- 10 m dýpi Þjórsárhraun.

10- 78 m dýpi Jökulset.

78-622 m dýpi Hreppamyndun. Skiptast á basaltlög og þykk túfflög, eða setlög oftast túffkennt set. Þykkustu túfflögin eru þó fyrir ofan 400 m dýpi. Basaltlögin eru oftast fínkristölluð, misjafnlega myndbreytt. Þó eru inn á milli neðan til grófkristölluð basaltlög mjög myndbreytt.

622-750 m dýpi Innskotasyrpa. Einkennist af miklu magni af fersku basalti, sem gætu verið innskot. Ferska basaltið er yfirleitt mjög fínkristallað, þó finnst meðal grófkristallað til grófkristallað basalt sem gæti verið dólerítinnskot. Inn á milli er svo mjög myndbreytt, fínkristallað basalt og stöku þunn setlög.

750-940 m dýpi Basaltsyrpa I. Mest fínkristölluð basaltlög, nokkuð myndbreytt. Nokkuð af þunnum túff- og breksiulögum, þykkustu lögin um 10 m. Um 10% af staflanum gætu verið innskot, aðallega dólerítinnskot.

940-1010 m dýpi Innskotasyrpa 2. Mest meðalgróft, ferskt basalt með mjög myndbreyttu fínkristölluðu basalti inn á milli. Mjög líklega að langmestu leyti innskot.

1983.02.24

- 1010-1175 m dýpi Basaltsyrpa 2. Skiptast á fínkristölluð myndbreytt Basaltrlög og fersk basaltrlög, oftast fremur grófkristölluð og gæti verið innskot. Ferska basaltið er um 25% af staflanum. Um 10% af staflanum er meðalgrófkristallað mjög myndbreytt basalt.
- 1175-1225 m dýpi Innskotasyrpa 3. Mest dólerítgangar, að vísu er nokkuð af fínkristölluðu efst.
- 1225-1270 m dýpi Basaltsyrpa 3. Skiptast á ferskt og myndbreytt basalt allt fremur grófkristallað, hugsanlegt að þetta sé allt dólerítinnskot, misjafnlega myndbreytt.
- 1270-1322 m dýpi Basaltsyrpa 4. Skiptist á myndbreytt fínkristallað basalt og grófkristallað ferskt basalt sem er líklega innskot.
- 1322-1558 m dýpi Basaltsyrpa 5. Fínkristölluð basaltrlög (þóleifitbasalt) misjafnlega myndbreytt með nokkrum rauðum kargalögum. Sennilega er nær ekkert af innskotum í þessari syrpu, að vísu eru nokkur fersk fínkristölluð lög, en þau gætu verið kjarni af basaltrlögum.
- 1558-1790 m dýpi Basaltsyrpa 6. Myndbreytt og ferskt basalt sem gæti verið innskot og eru innskotin um 20% af staflanum. Basaltið er mismunandi grófkristallað bæði það ferska og myndbreytta.
- 1790-1882 m dýpi Gangasyrpa 4. Mest dólerítinnskot niður í 1860 m en þar fyrir neðan fínkristallað berg.
- 1882-1935 m dýpi Basaltsyrpa 7. Skiptast á gróf- og fínkristölluð basaltrlög.

Myndbreyting. Gerð verður grein fyrir myndbreytingum síðar. Nokkur atriði eru þó ljós, myndbreyting er mjög misjöfn en myndbreytingarstig lágt og er líklega mynduð við svipaðan hita og nú er á svæðinu. Epidót finnst ekki nema í stöku rásun. Pýrít finnst í rásun.

1983-02-24

Vatnsæðar og hiti

Í skoltapsmælingu kom fram ein veruleg vatnsæð 5 l/s í 1422 m dýpi. Það voru nokkur önnur skoltöp, en flest þeirra voru minni en 1 l/s, sem er nærri skekkjumörkum í tapmælingu. En ef litið er á hitamælingar þá koma nokkrar af þessum minni vatnsæðum fram í hitamælingum. Einnig koma fram nokkrar vatnsæðar í hitamælingum, sem ekki koma fram í tapmælingum. Í töflu 1 er listi yfir vatnsæðar í holunni. Í fyrsta dálki er dýpi, í öðrum dálki l/s í tapmælingum í þriðja dálki í hvaða bergi vatnsæðar eru og í fjórða dálki er sagt hvernig vatnsæðar koma fram á hitamælingum. Samanlagt skoltap meðan á borun stóð var um 10 l/s en mesta tapið 7,5 l/s. Tapið í lok borunar var 3,6 l/s. Í holuna kemur nokkur fjöldi vatnsæða frá 1240 m niður í 1640 m dýpi. Það sést best á tveimur hitamælingum sem gerðar voru 8. febrúar (mynd 3) hvar aðal vatnsæðarnar eru. Sú seinni var gerð meðan á ádælingunni stóð. Í ádælingunni kólnar öll holan mjög mikið niður í 1420 m dýpi og enginn stallur er í hitaferlinum fyrir ofan það dýpi, sem þýðir að engar verulegar vatnsæðar eru fyrir ofan það dýpi. Fyrsta stóra vatnsæðin er því í 1422 m eins og kom fram í skoltapinu og er stærsta æðin í holunni, því að fyrir neðan hana hefur holan kólnað miklu minna en fyrir ofan. Í 1490 m er allmikill stallur í hitaferlinum í ádælingunni og einnig er talsvert mikil kólnun niður í þetta dýpi. Þetta er því talin næststærsta æðin í holunni, einnig er lítil æð í 1575 m dýpi, og í 1640 m dýpi, en niður fyrir 1700 m dýpi fer ekkert vatn (engin æð) því þar fyrir neðan heldur holan áfram að hitna þrátt fyrir ádælinguna. Aðal vatnsæðarnar eru því í millilögum í basaltsyrpu 5 (sjá síðu 2). Ekki er enn vitað um hitann í holunni með vissu, því holan er mjög kæld eftir borunina. Ef reynt er að giska á hitann út frá þeim mælingum sem fyrir liggja er líklegast að hitinn sé svipaður og í holunum 9 og 10, sem eru inni á jarðhitasvæðinu, 130-150°C. Rökin fyrir þessu eru, að í 1380 m dýpi mælist mestur hiti 121°C, en hitinn á þessu dýpi í holu 9 er 137°C og líklegt er að hitinn í þessari holu sé svipaður á þessu dýpi og stærstu vatnsæðarnar fyrir neðan því líklega heldur heitari en 137°C.

Meðan holan var í borun urðu breytingar á vatnsborði. Þegar holan var 750 m djúp var mælt vatnsborð í henni í helgarleyfi 18.-19. desember, vatnsborðið var þá 65 m. Þetta er svipað vatnsborð og var á vinnslu-

1983-02-24

svæðinu, því að á sama tíma var vatnsborðið í holu 7 60 m. En þegar vatnsæðarnar fyrir neðan 1400 m dýpi komu til sögunnar, hækkaði vatnsborðið í holunni upp í um 30 m eftir aðeins tveggja sólarhringa hitnun. Á sama tíma var vatnsborðið í holu 7 í 68 m.

Tafla 1

Dýpi m	l/s	Berggerð	Hvernig vatnsæðar koma fram í hitamælingu
510	0	Millilag	mism.
540	0,5	Basalt	Ekkert
627	0,5	M basalt/F basalt	Hitatoppur mism.
715	0	Millilag/F basalt	Hitatoppur
879	1	Millilag	Ekkert
1241	0,5	F basalt/M basalt	Stallur mism.
1290	0,5	F basalt/M basalt	Stallur mism.
1335	0,5	basalt/basalt	Stallur mism.
1378	0	Basalt	Hitatoppur mism.
1397	0	Millilag	Hitatoppur mism.
1422	5	Millilag	Stallur mism.
1490	1	Millilag	Kælipunktur mism.
1575	0	M basalt/F basalt	Stallur
1641	0,5	Millilag	Kælipunktur mism

mism = mismunamælir

M = myndbreytt; F = ferskt

basalt/móberg = á mótum laganna

Þrýstiprófun og loftdælingar

Dagana 28. janúar til 7. febrúar var holan loftdæld og þrýstiprófuð. Loftdælt var bæði fyrir og eftir þrýstiprófunina. Þrýstiprófað var með því að setja pakkara á 708 m dýpi og eingöngu dælt undir pakkarann, 50-60 l/s í sólarhring með 85-90 kg/cm² mótþrýstingi mældum á borpalli, og er viðnám í stöngum innifalið í þessum þrýstingi. Í fyrra skiptið sem loftdælt var, var notuð mjög háþrýst pressa og voru stangir settar

1983-02-24

niður á 190 m dýpi eða 160 m niður fyrir vatnsborð. Til að byrja með var dælt án þess að takmarka rennslið og kom þá vatnið upp í gífurlegum gusum, um 3-4 mínútur á milli gusa. Í gusunum hefur vatnsborðið dregist niður undir endastöngum svo þetta hefur skapað 14-15 kg/cm² snögga þrýstihækkun í holunni. Þetta hefur góð áhrif á vatnsgæfni holunnar en skapar einnig mikla hrunhættu, enda kom hruntappi í holuna við þetta í 1420 m dýpi. Því var aðeins dælt með gusugangi í hálf klukkustund, síðan var þrengt að öryggisloka og var rennslið þá jafnt eða 12-10 l/s og niðurdráttur um 90 m. Í seinni loftdælingunni var notuð miklu lág-þrýstari pressa og þar með minni niðurdráttur, eða um 60-70 m. Dælt var eingöngu með hálflokuðum öryggisloka, svo enginn gusugangur var í dælingunni. Magnið var frá 17-10 l/s og minnkaði með tíma en komst í jafnvægi við um 10 l/s.

Ef afköst holunnar í lok borunar og í báðum loftdælingum yrði reiknað með 100 m niðurdrætti vatnsborðs yrðu afköstin eftirfarandi:

Í lok borunar 6 l/s

I fyrri loftdælingu 12 l/s

Í seinni loftdælingu 17 l/s.

Við örfunaraðgerðir eftir lok borunar hefði vatnsgæfni holunnar um það bil þrefaldast. Þetta eru mjög einfaldaðir reikningar og ekki tekið tillit til nema fárra vatnafræðilegra eiginleika holunnar. Talan um vatnsgæfni holunnar nú getur eitthvað breyst þegar farið verður að reikna nákvæmlega út vatnsgæfni hennar út frá þrepaðælingu, sem Ómar Sigurðsson mun gera. Líklegt er þó, að fá megi um 20 l/s úr holunni ef dælan yrði sett á 150-200 m dýpi.

Meðan á loftdælingum og þrýstiprófuninni stóð var fylgst með vatnsborði í holu 7 og holu 10. Engar vatnsborðsbreytingar urðu í þessum holum á þeim tíma sem loftdælingarþrýstiprófun var gerð.

1983-02-24

Umræða

Þessi hola var staðsett af Stefáni Arnórssyni og Hauki Jóhannessyni, sbr. skýrslu þeirra í maí 1982, og án samráðs við Orkustofnun. Einnig voru gerðar viðnámsmælingar sumarið 1982 af Orkustofnun og munu Stefán og Haukur hafa tekið tillit til þeirra við endanlega staðsetningu holunnar. Megin hugmynd staðsetningarinnar var sú, að jarðhitinn í Laugardælum væri tengdur annarri uppstremisrás en jarðhitasvæðið við Þorleifskot. Svipaðar hugmyndir hafa komið fram áður hjá Orkustofnun og var mjög til umræðu að bora holu í Laugardælum þegar hola 11 var boruð. En við rannsóknir á vatnsborðsbreytingum í 150 m djúpri holu í Laugardælum kom í ljós að sú hola var í beinum tengslum við vinnslusvæðið í Þorleifskoti. Þó að staðsetning holu í Laugardælum geti ekki beint talist óskynsamleg, þá var önnur staðsetning sem Orkustofnun hafði gert tillögu um, en það var borhola við holu 8. Þessi tillaga var rædd í skýrslu Stefáns og Hauks og var henni hafnað á þeirri forsendu að það myndi auka kælinguna á svæðinu. Það er að vísu rétt, að ef ekkert yrði gert við holu 8 og boruð hola við hliðina á henni myndi hola 8 verða veita fyrir kalt vatn niður í jarðhitakerfið. Hinsvegar hafði verið gert ráð fyrir því í tillögum Orkustofnunar, að steypt yrði fóðurrör niður í botn og allt rennsli stöðvað líkt og í grunnu holunum í kringum holu 9 og 1-7, og nýja holan yrði fóðruð niður undir 600 m dýpi. Hola 8 er nú að falla út sem vinnsluhola vegna þessa svæðis, vatnsborðið er orðið í sama dýpi og dælan í holu 8 er, og sé vinnsla á svæðinu enn aukin örlítið frá því sem nú er, mun engu vera hægt að dæla úr holu 8, því að þá verður vatnsborðið á svæðinu komið niður að dæluhaus og ekki hægt að koma dælunni lengra niður. Dælan er á rúmlega 90 m, en svæðisvatnsborðið er nú um 70 m.

Þó ekki hafi verið mjög mikill ágreiningur um staðsetningu þessarar holu, hefur frá upphafi verið mikill ágreiningur um hvað væri æskilegt dýpi holunnar. Í skýrslu Hauks og Stefáns (1982) var því haldið fram að um 1000 m dýpi breytist eðli jarðhitasvæðis þannig að fyrir neðan væri vatnsleiðnin miklu minni, t.d. væri þar engin lárétt leiðni, og einnig að fyrir neðan 1000 m dýpi tæki við berg með hitastigli, sem þýðir að engin hreyfing á vatni væri fyrir neðan 1000 m nema ef vera skyldi uppstremi vatns í mjög afmörkuðum lóðréttum rásum. Út frá þessum forsendum lögðu

1983-02-24

þeir (HJ og SA) til að ÞG-12 yrði ekki dýpri en 1200 m. Í greinargerð dags. 1982-11-12 kom ég (JT) með eftirfarandi skýringu á eðli jarðhitakerfisins á vinnslusvæði Hitaveitu Selfoss. Jarðhitakerfið skiptist í tvo hluta, efra og neðra kerfi. Efra kerfið liggur ofan við 1000 m og í því er 70-100°C heitt vatn. Fyrir neðan 1000 m er heitara kerfi, neðra kerfið með allt að 150°C heitt vatn. Út frá samanburði við önnur jarðhitakerfi af svipuðum jarðfræðilegum aldri og þeim gögnum, sem til eru um neðra kerfið frá vinnslusvæði Selfoss taldi ég að ef einhver munur væri á vatnsgæfni kerfanna þá væri neðra kerfið líklega vatnsgæfara en efra kerfið. Ég lagði því til að ÞG-12 yrði boruð niður í allt að 2000 m dýpi. Holan varð eins og áður segir 1936 m djúp og nær allar vatnsæðar eru fyrir neðan 1200 m dýpi. Það má því segja að þessi hola hafi endanlega staðfest tilvist neðra vatnskerfisins. Allar stærstu vatnsæðarnar eru í millilögum í basaltsyrpu 5, eins og sést á mynd 1.

Sennilegt er að dæla megi úr holunni um 20 l/s með 100-150 m niðurdrætti vatnsborðs og að vatnið verði væntanlega 140°C heitt. Dæling úr þessari holu hefur ekki áhrif á vatnsborð í holunum sem fyrir eru. Það er tvennt sem bendir til þess að engar vatnsborðsbreytingar verði á svæðinu við dælingu úr ÞG-12: Í fyrsta lagi varð engin vatnsborðsbreyting í holum 7 og 10 við loftdælingar og þrýstiprófun í ÞG-12. Í öðru lagi er vatnsborðið í ÞG-12 annað en vatnsborðið á vinnslusvæðinu. Vatnsborðið í holunni stendur miklu hærra en vatnsborð á núverandi vinnslusvæði og var á 30 m dýpi eftir tveggja sólarhringa upphitun á holunni. Á sama tíma var svæðisvatnsborðið mælt í holu 7 í 67 m dýpi. Þessi vatnsborðsmunur stafar frá þrýstingi á neðri vatnsæðum í ÞG-12, því að þegar holan var 750 m, var vatnsborðið mælt 65 m (í helgarleyfi 1982-12-19), en á sama tíma var vatnsborðið í holu 7 á 60 m dýpi. Þetta vatnsborð er því nálega það sama og svæðisvatnsborðið. Þetta bendir til að þrýstingurinn í neðra kerfinu sé mun meiri en í efra kerfinu. Þessi munur stafar af því að vinnslan í efra kerfinu hefur ekki lækkað þrýstinginn í neðra kerfinu. Neðra kerfið er því forðabúr sem ekki er farið að tappa af.

Þó að sæmilegar vatnsæðar hafi fundist í þessari holu fyrir neðan 1200 m dýpi, þá er það skoðun Orkustofnunar að þessi hola gefi ekki rétta mynd af vatnsgæfni neðra kerfisins almennt, því að líklegt er,

1983-02-24

að þar sem góð vatnsleiðni er í efra kerfi sé einnig góð vatnsleiðni í neðra kerfi. Þess vegna mundi besta staðsetning á 2000 m holu vera á milli holu 8 og holu 9. Þessi skoðun kom fram, meðan á borun ÞG-12 stóð, í viðræðum JHD og Fjarhitunar.

Tillögur:

- 1 Holan verði hitamæld eftir einn til einn og hálfan mánuð frá borlokum.
- 2 Fylgst verði með vatnsborði meðan holan er að hitna upp með því að mæla það einu sinni í viku.
- 3 Ef vatnsborð heldur áfram að hækka þá verði reynt að gera holuna sjálfrennandi með því að hita efri hluta hennar upp með loftdælingu.
- 4 Ef holan verður sjálfrennandi verði fylgst með magni og hvernig magnið breytist með mótþrýstingi, einnig verði tekin vatnssýni til efnagreininga.
- 5 Athugað verði hvort ekki er tæknilega og fjárhagslega hægt að nota þessa holu ásamt með holum 9 og 11 yfir hásumarið og hvíla holur 10 og 8.
- 6 Þegar dæla verður sett í holuna verði hún sett niður á 150-200 m dýpi.

Tilvitnanir

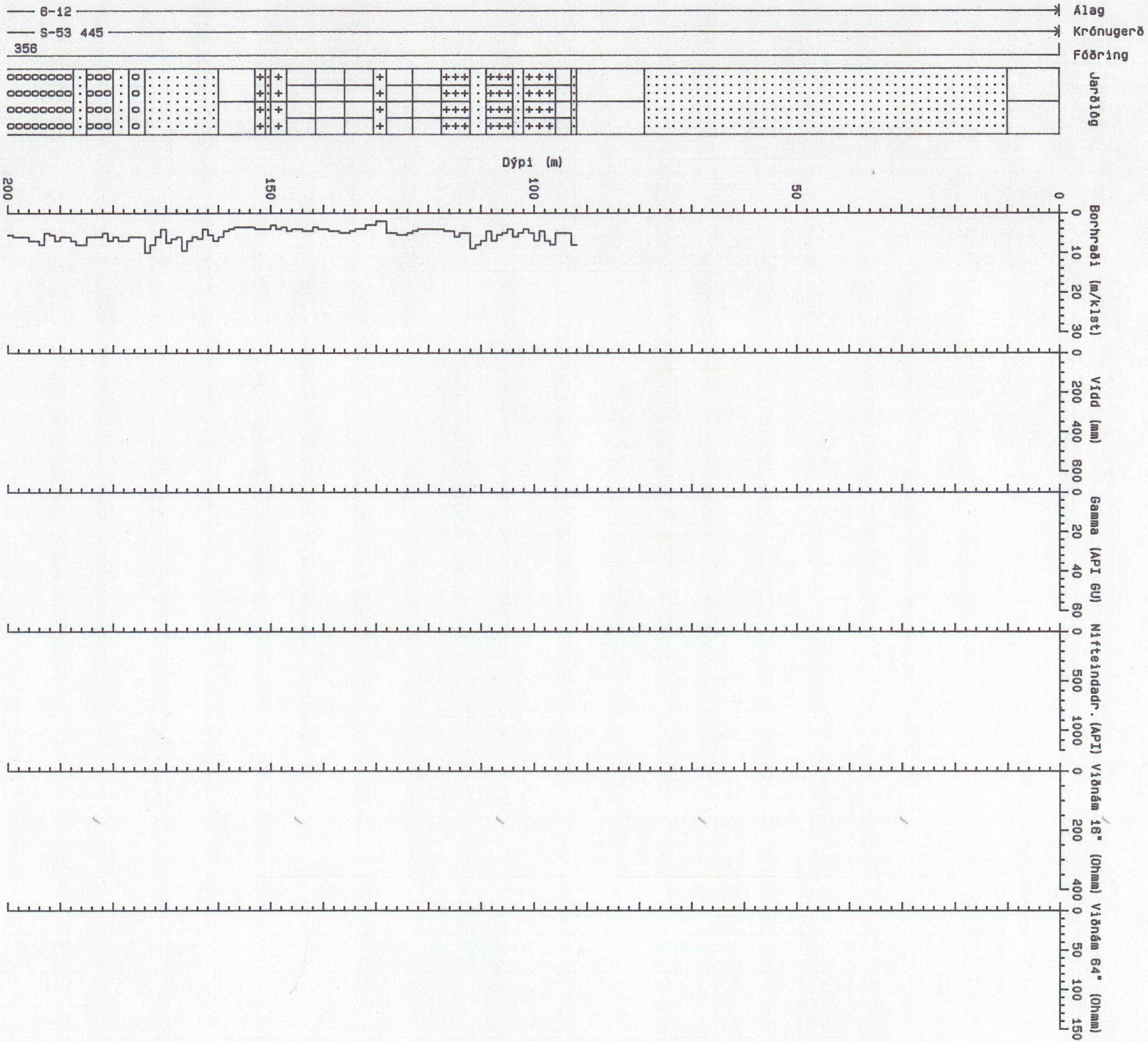
Haukur Jóhannesson og Stefán Arnórsson, 1982. Úttekt á vinnslueiginleikum Jarðhitasvæðisins við Þorleifskot og Laugardæli. Tillögur um boranir og eftirlit með vinnslu. Gert fyrir Hitaveitu Selfoss maí 1982.

Jens Tómasson, 1982. Tillögur til Hitaveitu Selfoss um framkvæmd á borun á holu ÞG-12, Laugardælum. Greinargerð OS JT-82/06.

JHD-BM-8100 SHH/GUH
85.10.1338/1 T

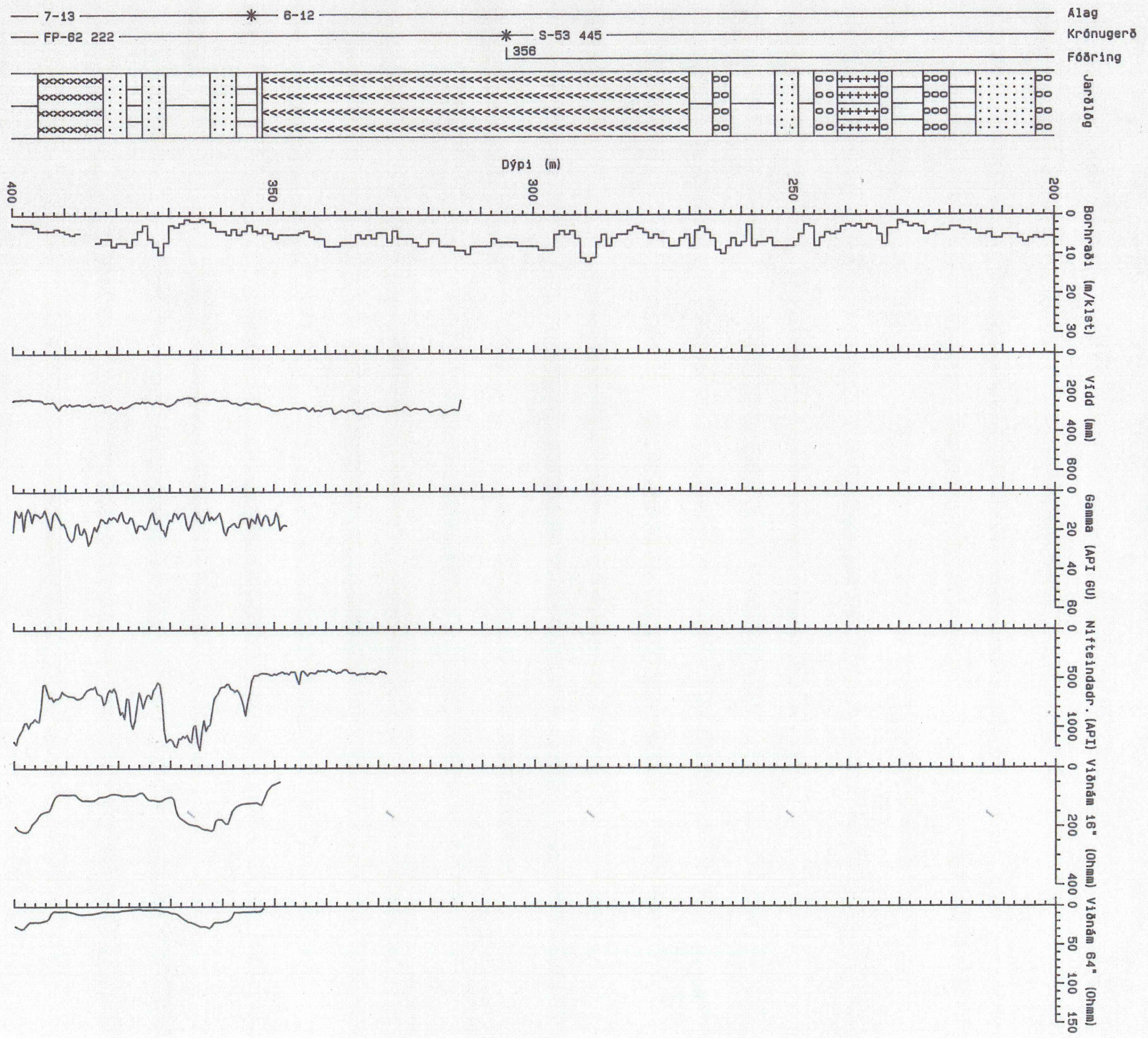
ÞORLEIFSNOT VID SELFOSS HOLA ÞG-12

JARFLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



JHD-BM-8100 SHH/GUH
85.10.1338/2 T

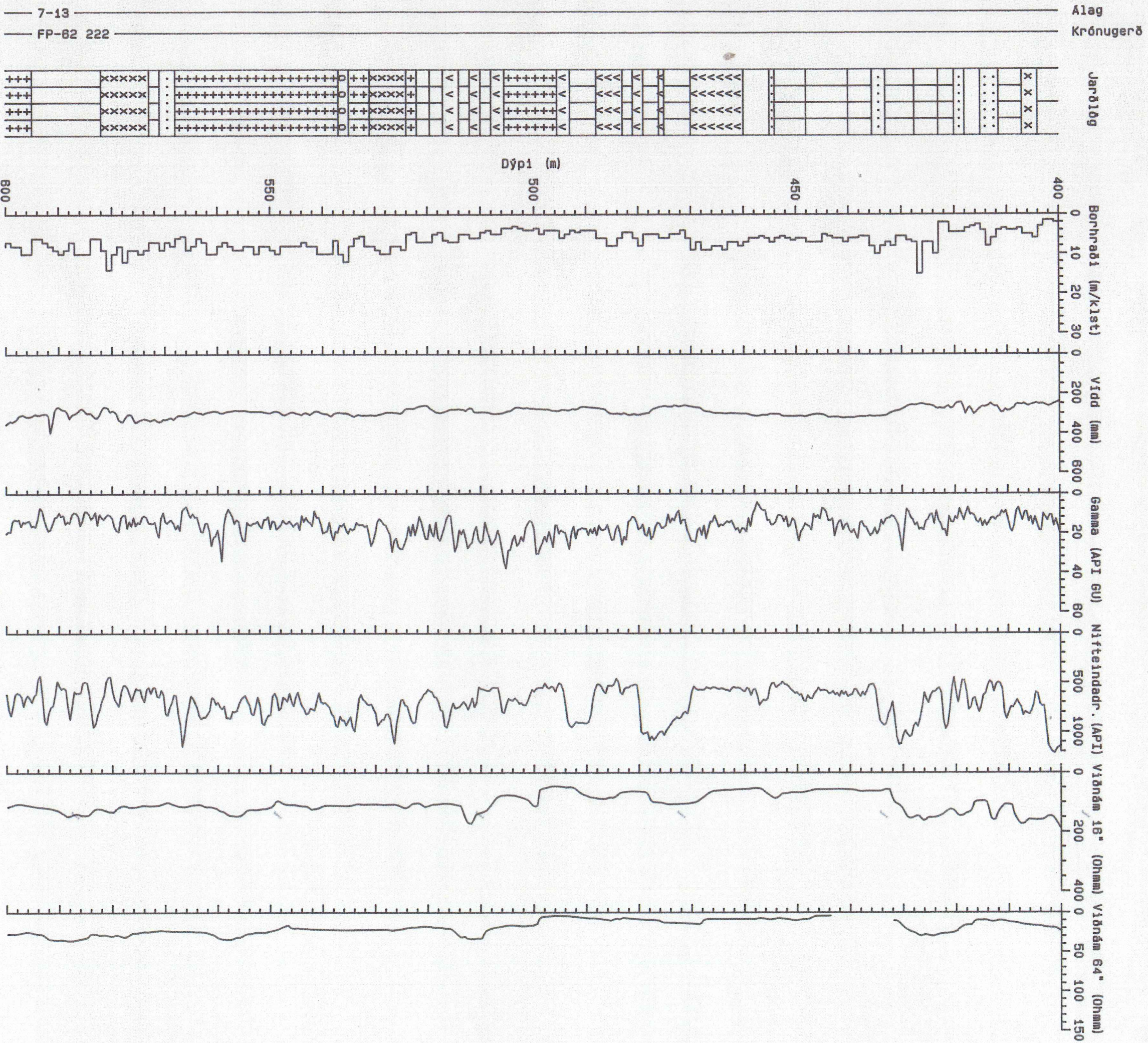
BORLEIFSKOT VID SELFLOSS HOLLA PG-12
JARDLAGASNID OG MELINGAR



JHD-BM-8100 SHH/GUH
85.10.1338/3 T

ÞORLEIFSNOT VIÐ SELFOSS HOLA ÞG-12

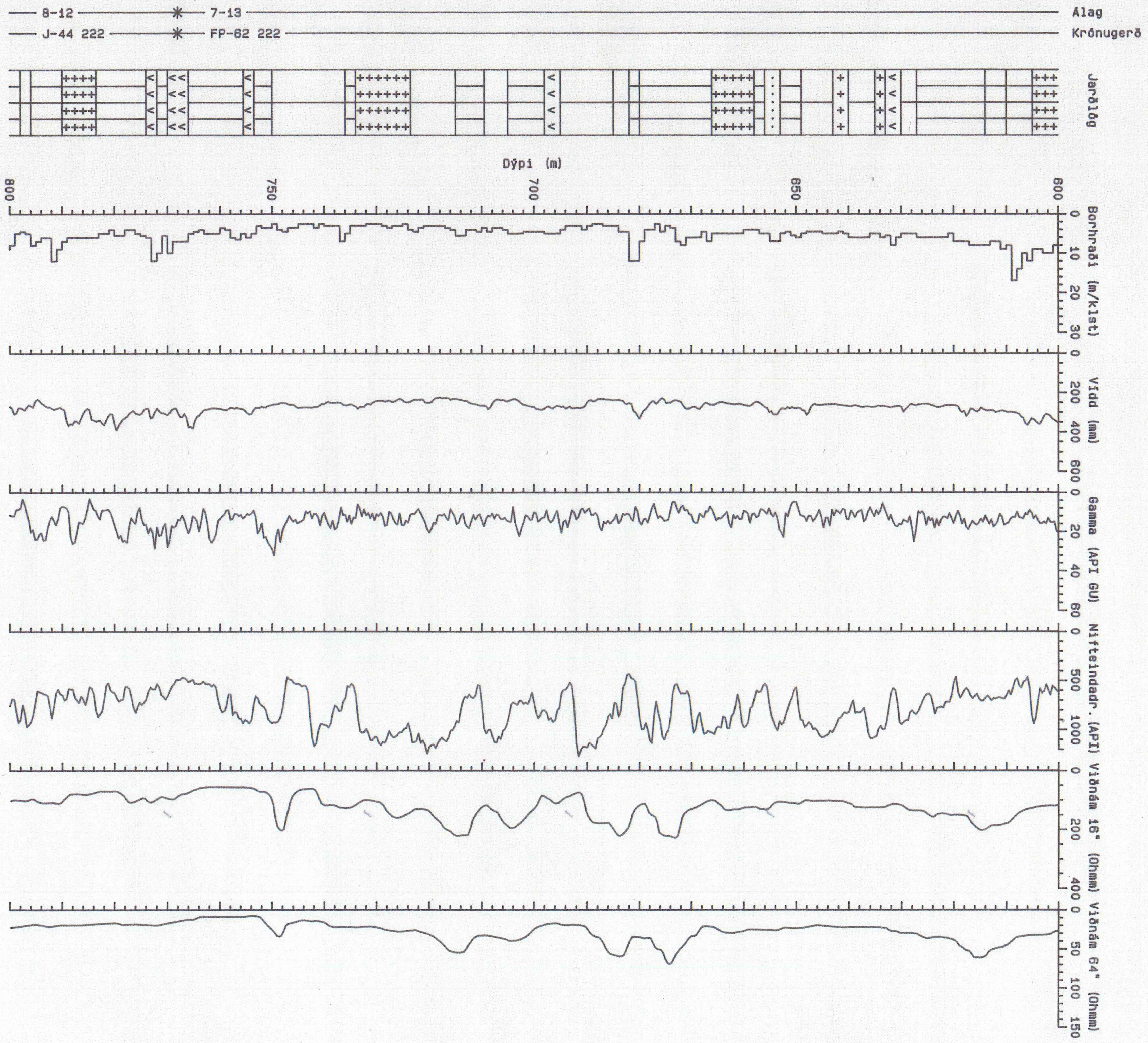
JARFLAGASNID OG MÆLINGAR



JHD-BM-8100 SHH/GUH
85.10.1338/4 T

PORLEIFSKOT VID SELFLOSS HOLA PG-12

JARFLAGASNID OG MELINGAR



8-12

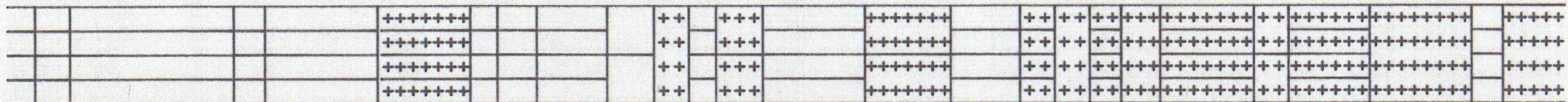
J-44 222

Alag

Krónugerð

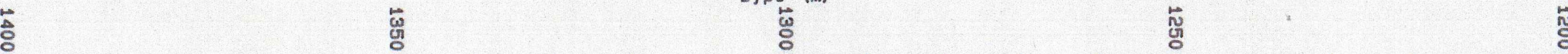
JHD-BM-8100 SHH/GUH
85.10.1338/7 T

ÞORLEIFSKOT VID SELFOSS HOLA ÞG-12 JARFLAGASNID OG MELINGAR

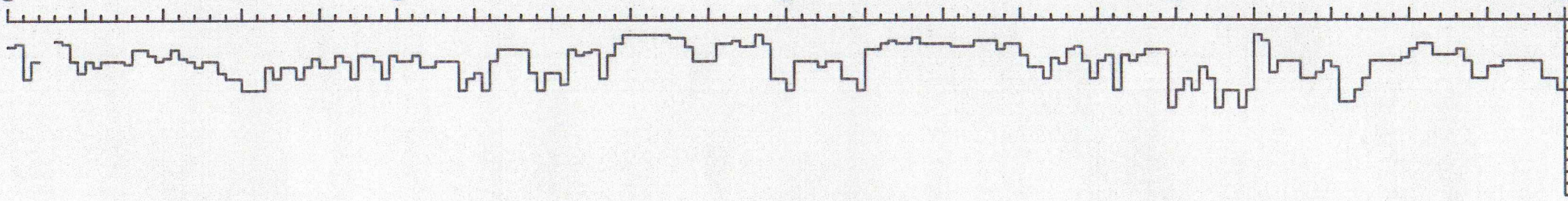


Jarðlag

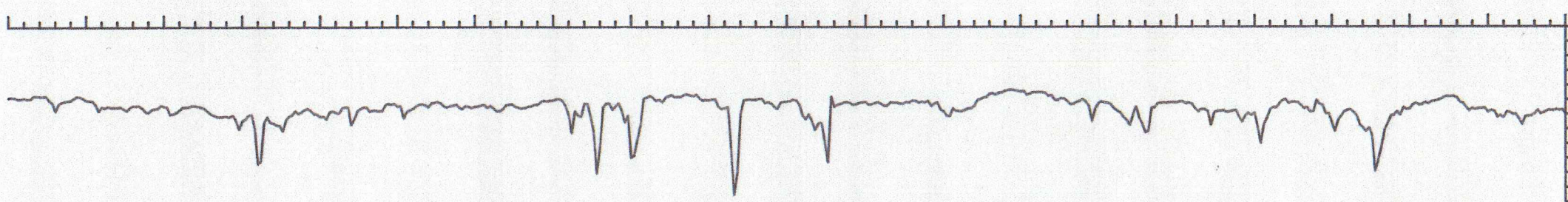
Dýpi (m)



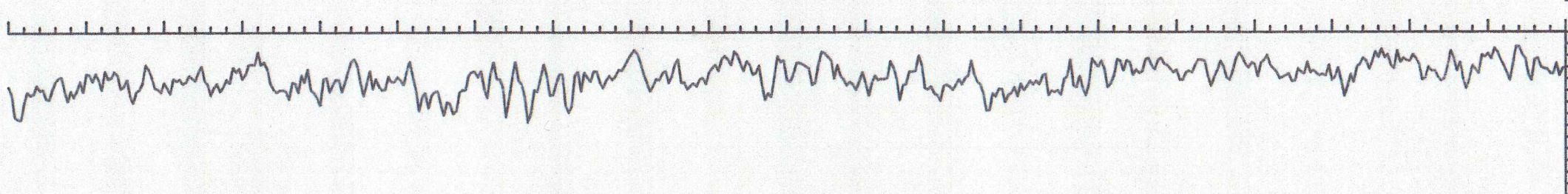
Borhráði (m/K1st)



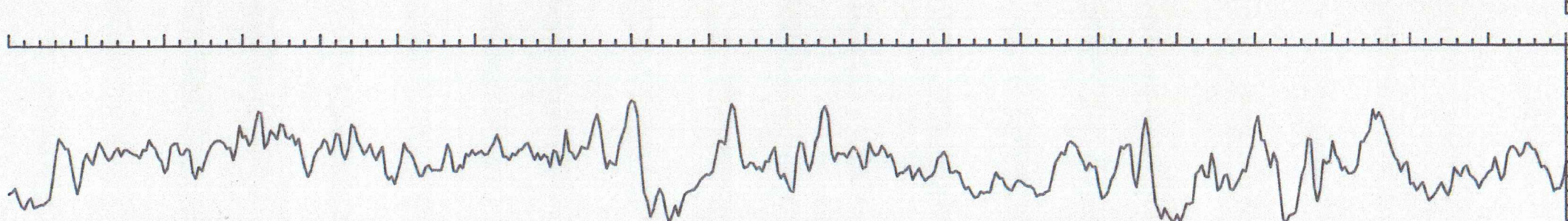
Vidd (mm)



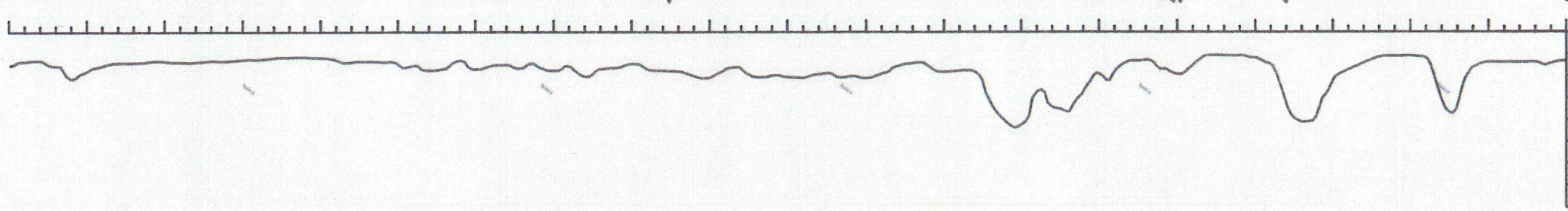
Gamma (API GU)



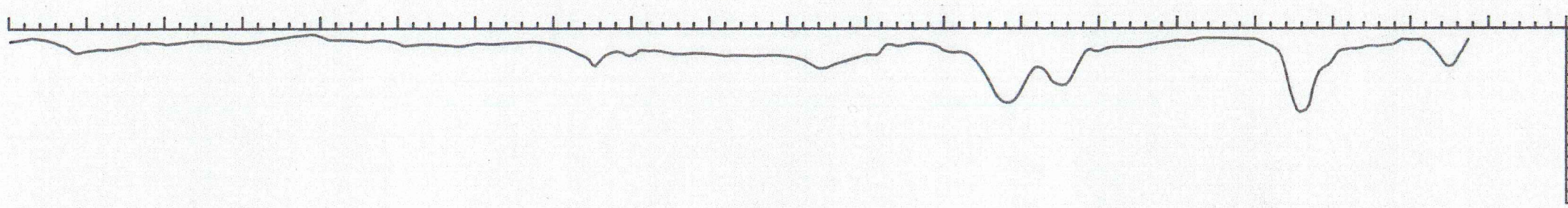
Nifteindadr. (API)



Víðnám 16" (Ohmm)



Víðnám 64" (Ohmm)

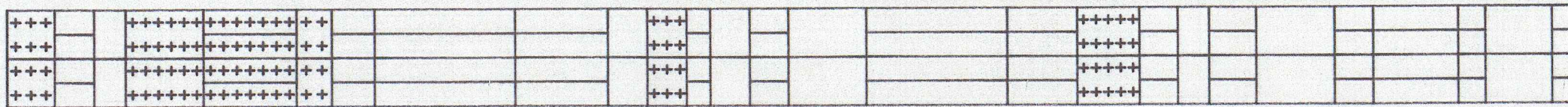


8-12

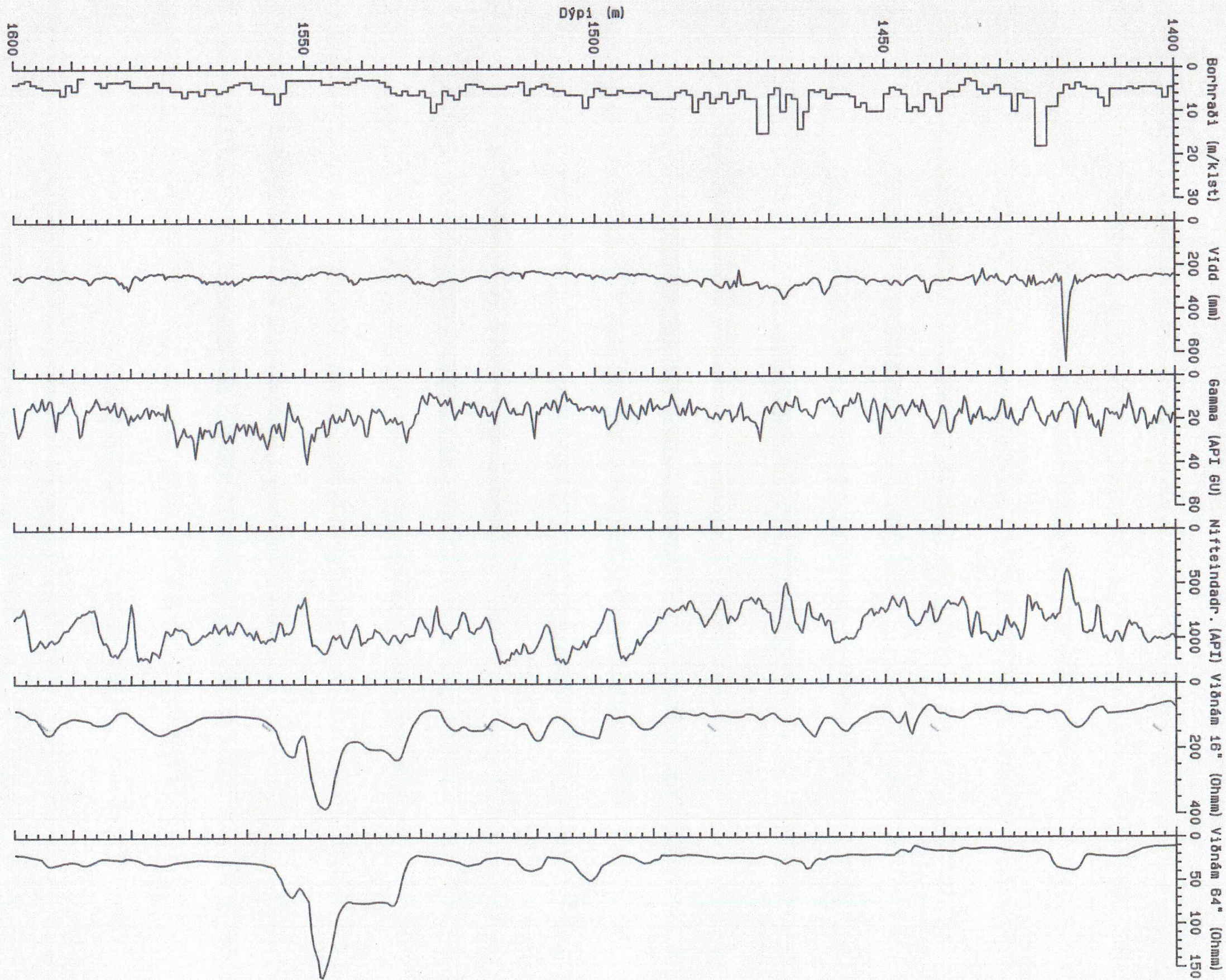
J-44 222

Alag

Króknugerð



Jarðlög



JHD-BM-8100 SHH/GUH
 85.10.1338/8 T

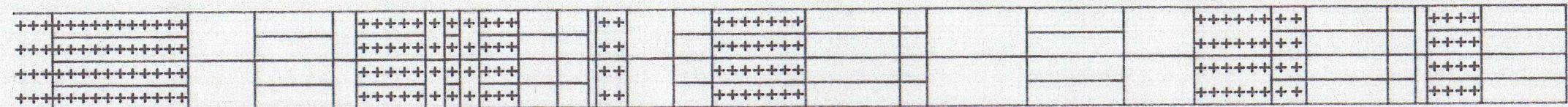
PORLEIFSLOT VID SELFOSS HOLA PG-12
 JARDLAGASNID OG MELINGAR

JHD-BM-8100 SHH/GUH
85.10.1338/9 T

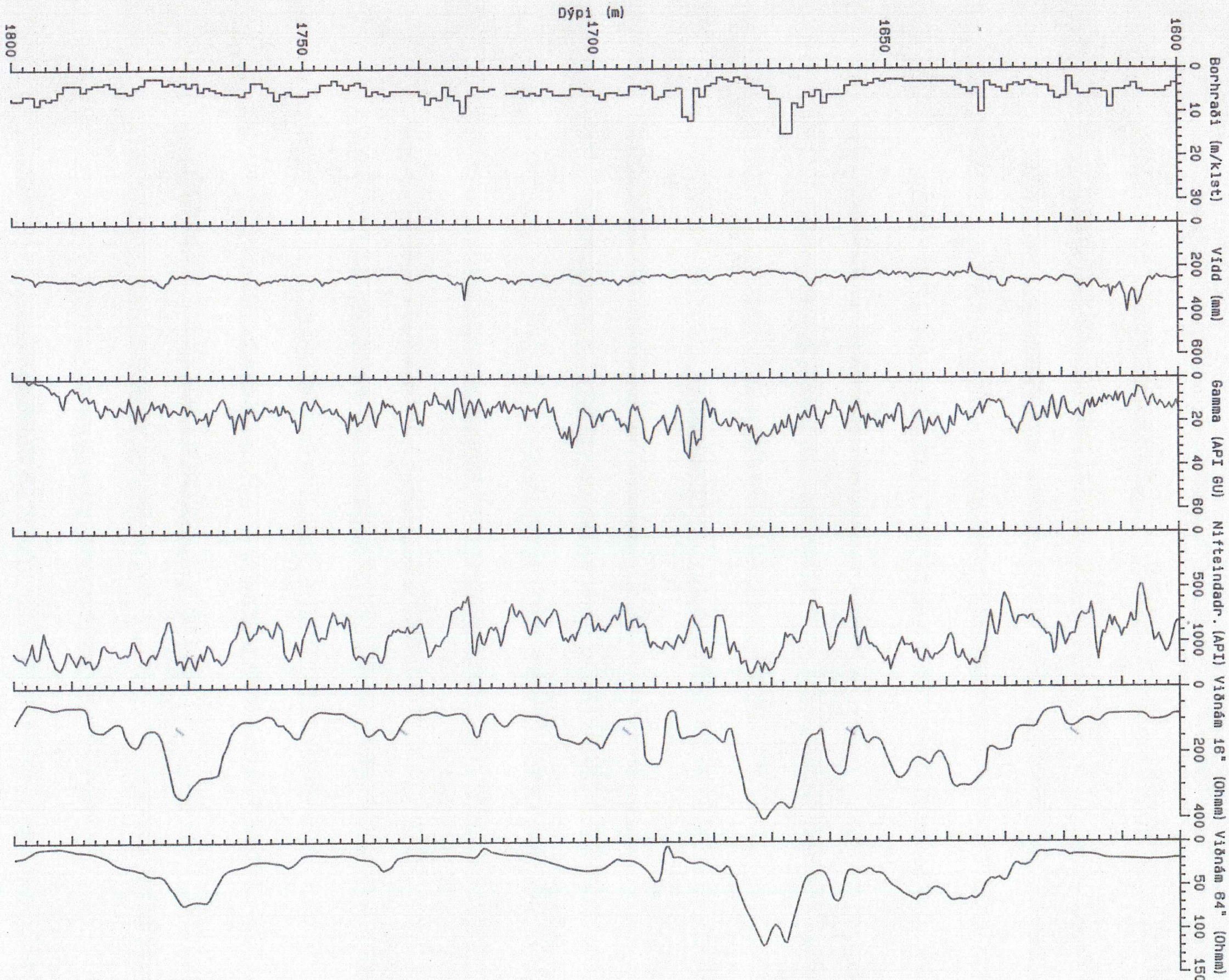
PORLEIFSKOT VID SELFOSS HOLLA PG-12
JARDLAGASNID OG MELINGAR

Alag
Krónugerð

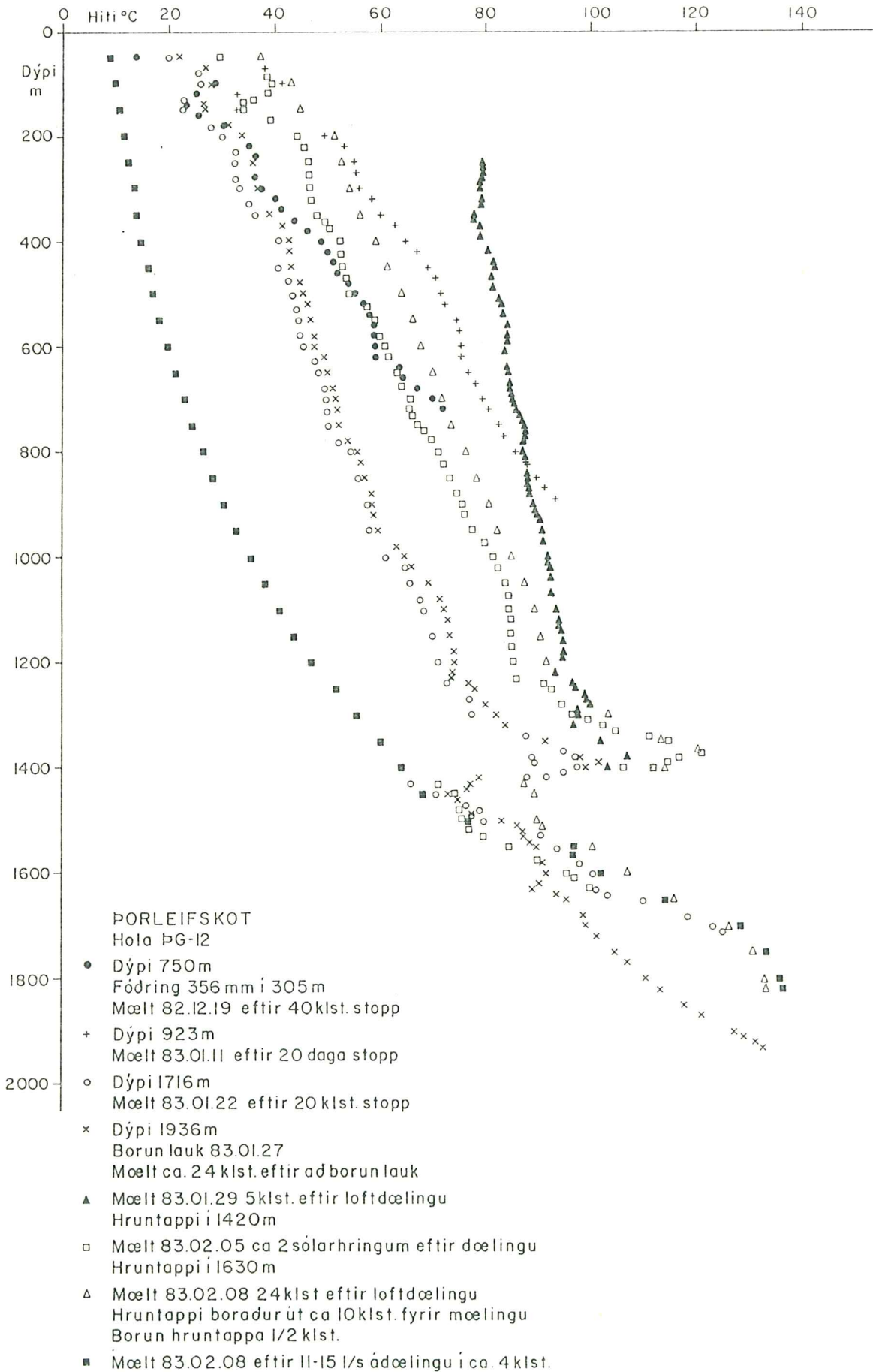
8-12
FP-63 222 * J-44 222



Jarðlag



Hitamælingar í borholum



Hitamælingar í borholum

