

**Borholumælingar í holu 10 í Hvammsvík**

**Grímur Björnsson,  
Jósef Hólmjárn,  
Ómar Sigurðsson**

20-des-1992

## BORHOLUMÆLINGAR Í HOLU 10 Í HVAMMSVÍK

### 1. Inngangur

Greinargerð þessi lýsir í stuttu máli niðurstöðum borholumælinga sem gerðar voru í holu 10 í Hvammsvík þann 18. nóvember síðastliðinn. Jarðborinn Narfi lauk við borun holunnar í 1464 m dýpi þann 26. maí 1992. Í lok borunar var miklu magni sjávar dælt í holuna. Tókst með því að opna æð á 1150 m dýpi (Grímur Björnsson, Orkustofnun, greinargerð, GrB-92/04). Holan hefur sjálfrunnið síðan u.þ.b. 4 l/s af 86 °C heitu vatni samanborið við 2½ l/s af 83 °C fyrir dýpkun.

Hola 10 er ein af fjölmörgum 700-1000 m djúpum holum sem nýlega hafa verið boraðar hérlendis. Sumar af þessum holum eru í rofnum megineldstöðvum með mikilli ummyndun og innskotum (Hvammsvík, Hrafnabjörg, Grafarlaug), hinar í hraun- og móbergslögum fra Tertíer og fyrri hluta Ísaldar (Svartagil, Fremri-Háls, Brjánsstaðir, Reykholt í Biskupstungum, Þorvaldseyri). Æðar holnanna eru sumar hverjar á miklu dýpi og oft óljóst hvaða eiginleikum berggrunnins þær tengjast. Því hefur verið lögð áhersla á að jarðlagamæla holurnar í von um að eiginleikar æðanna skýrist. Mælingunum úr holu 10 sem hér er lýst var gagnert safnað í þessum tilgangi. Tafla 1 gefur yfirlit um mælingarnar.

*TAFLA 1: Yfirlit um mælingar í holu 10 frá því að borun lauk.*

Oracle svunta	Dags	Mæliaðferð	Upphafsdýpi (m)	Lokadýpi
11879	29-05-92	Hiti	16.0	1460.0
11880	29-05-92	Vidd (2.arma)	16.0	1460.0
11900	29-05-92	Hiti	16.0	1460.0
12624	18-11-92	Leiðni	.0	1460.0
12625	18-11-92	Leiðni	.0	1460.0
12612	18-11-92	Hiti	.0	1458.0
12613	18-11-92	Vidd	.0	1457.0
12614	18-11-92	Nifteindir	.0	1457.0
12615	18-11-92	Gamma	.0	1457.0
12620	18-11-92	Viðnám 16"	.0	1460.0
12621	18-11-92	Viðnám 64"	.0	1460.0

### 2. Hita- og seltumælingar

Mynd 1 sýnir þrjár hitamælingar sem gerðar voru í holu 10 eftir að borun lauk. Fyrstu tvær mælingarnar voru gerðar eftir að örvararaðgerðum lauk en sú þriðja í tengslum við jarðlagamælingarnar í nóvember. Myndin sýnir glögglega æðar í 260, 600 og 1150 m. Auk þess eru smáæðar í 620, 700, 1050 og 1280 m. Æðarnar í 260 og 600 m eru teknar að renna inn í holuna strax eftir ádælinguna í maí. Það sýnir að þær hafa tekið við litlum sjó meðan á ádælingunni stóð.

Mynd 2 sýnir seltumælingar sem gerðar voru í holu 10 í nóvember 1992. Lárétti ásinn sýnir við-

nám vatnsins í holunni og verður það því lægra sem vökvinn er saltari. Gætir hér áhrifa niður-  
dælingar á sjó frá í maí. Sjálfrennsli var úr holunni og sést hvernig ferskara og viðnámshærra  
vatn streymir úr æðum eftir því sem ofar kemur. Æðar koma fram sem stallar í seltunni og reynd-  
ar einnig sem pinnar í 260 og 620 m. Þessa pinna má rekja til þess að vatnið sem rennur upp hol-  
una blandast hægt vegna lítils streymis. Sérlega er þetta áberandi við 620 m æðina sem bendir  
ótvífrætt til að sáralítið rennsli komu upp holuna um það dýpi.

Nokkuð margar mælingar eru til á klóríðinnihaldi sjálfrennslis holu 10. Mynd 3 sýnir mæligögn-  
in. Rís seltan upp í rúm 700 mg/l þegar rennsli holunnar er örvað með loftdælingu en lækkar síð-  
an á ný með tímanum. Virðist seltan um 180 mg/l klóríðs þegar jarðlagamælt var þann 18. nóv-  
ember síðastliðinn. Ef gert er ráð fyrir að leiðni holuvökvans hegði sér línulega með seltunni má  
áætla að (Knútur Árnason, munnlegar upplýsingar):

$$\left( \frac{1/\Omega}{Cl} \right)_{\text{toppur}} \approx \left( \frac{1/\Omega}{Cl} \right)_z = \text{fasti}$$

þar sem  $\Omega$  er viðnám holuvökvans,  $Cl$  er klóríðstyrkur, *toppur* táknar mælingu á holutoppi og  $z$  er  
eithvert dýpi í holunni. Mynd 2 sýnir  $\Omega$  sem fall af dýpi í holu 10. Þar fæst að  $\Omega_{\text{toppur}} \approx 58$ . Þá  
er  $Cl_{\text{toppur}}$  u.þ.b. 180 mg/l samkvæmt mynd 3. Jöfnuna að ofan má síðan nota til að áætla seltu í  
allri holunni. Fæst þá að klóríðstyrkurinn er um 400 mg/l milli 700 og 1150 m dýpis, um  
800 mg/l milli 1150 og 1280 m og u.þ.b. 1700 mg/l þar fyrir neðan. Því má ætla að mestur hluti  
sjávarins í æðinni á 1150 m sé nú kominn til yfirborðs (klóríðstyrkur sjávar er um 19000 mg/l  
borið saman við 400 mg/l klóríðstyrk æðarinnar á 1150 m).

### 3. Jarðlagamælingar

Mynd 4 sýnir jarðlagamælingarnar sem gerðar voru í holu 10 þann 18. nóvember 1992. Sýndir  
eru ferlar víddar, nifteindatalningar, náttúrulegrar gamma geislunar og viðnámsferlar fyrir 16" og  
64" straumarm. Það ber að taka fram að viðnámstólið sem notað var þennan dag þjáðist af út-  
leiðslu. Því eru mæliferlarnir nokkuð útsmurðir en sýna þó megindrætti holuviðnámsins. Inn á  
myndina eru jafnframt dregnar línur við æðarnar á 260, 595, 620, 700, 1050, 1150-1160 og  
1280 m.

Flokka má skipan jarðlaga í holunni í tvær meginæiningar. Frá yfirborði og niður í 1050 m dýpi  
virðist stafli af basalhraunlögum sem koma fram líkt og skörðótt hnífsegg í ferlum víddar,  
nifteinda og gammageislunar. Í 1050 m verða svo snögg umskipti og mæligildi nifteinda, gamma  
geislunar og viðnáms hækka verulega meðan holuveggirnir koma mun sléttari undan borkrón-  
unni. Hér er komið í granófýr innskot sem voru hörð og seinleg í borun. Komið er niður úr  
granófýrinu í 1270-1280 m og lárétt basalhraunlög taka við. Hugsanlega byrjar svo annað  
granófýrinnskot niður undir holubotni vegna mikillar hækkunar í gammageislun.

Hægt er að tengja æðar holu 10 við jarðlög á eftirfarandi hátt:

1. Æðin á 260 m kemur á mótum tveggja láréttra hraunlaga. Skápur er við æðina en annars  
eru áhrif hennar óveruleg í jarðlagamælingunum.
2. Næstu tvær æðar koma á 595 og 620 m. Báðar fylgja skápum og auk þess er hár toppur í  
gamma geislun við 595 m æðina. Hér virðist vatnið einnig koma á lagmótum hrauna og

fylgir setlag efri æðinni.

3. Æðin á 1050 m kemur fram á efra borði granófýr innskotsins. Skápur er við æðina.
4. Stærsta æð holunnar er á 1150-1160 m. Hún kemur fram sem skörp lægð í gamma og nifteindaferlinum og víddarmælingin sýnir að skápur er við æðina. Líklega er hér um að ræða sprungu innan granófýrsins.
5. Dýpsta æð holu 10 kemur svo á 1280 m dýpi. Þar er skápur og um leið dregur mjög úr styrkleika gamma geislunarinnar, sem bendir til að komið sé niður úr granófýrinu. Æðin er því á neðra borði granófýrsins.

#### 4. Niðurstöður og umræða

Helstu niðurstöður borholumælinga í holu 10 í Hvammsvík þann 18. nóvember síðastliðinn eru:

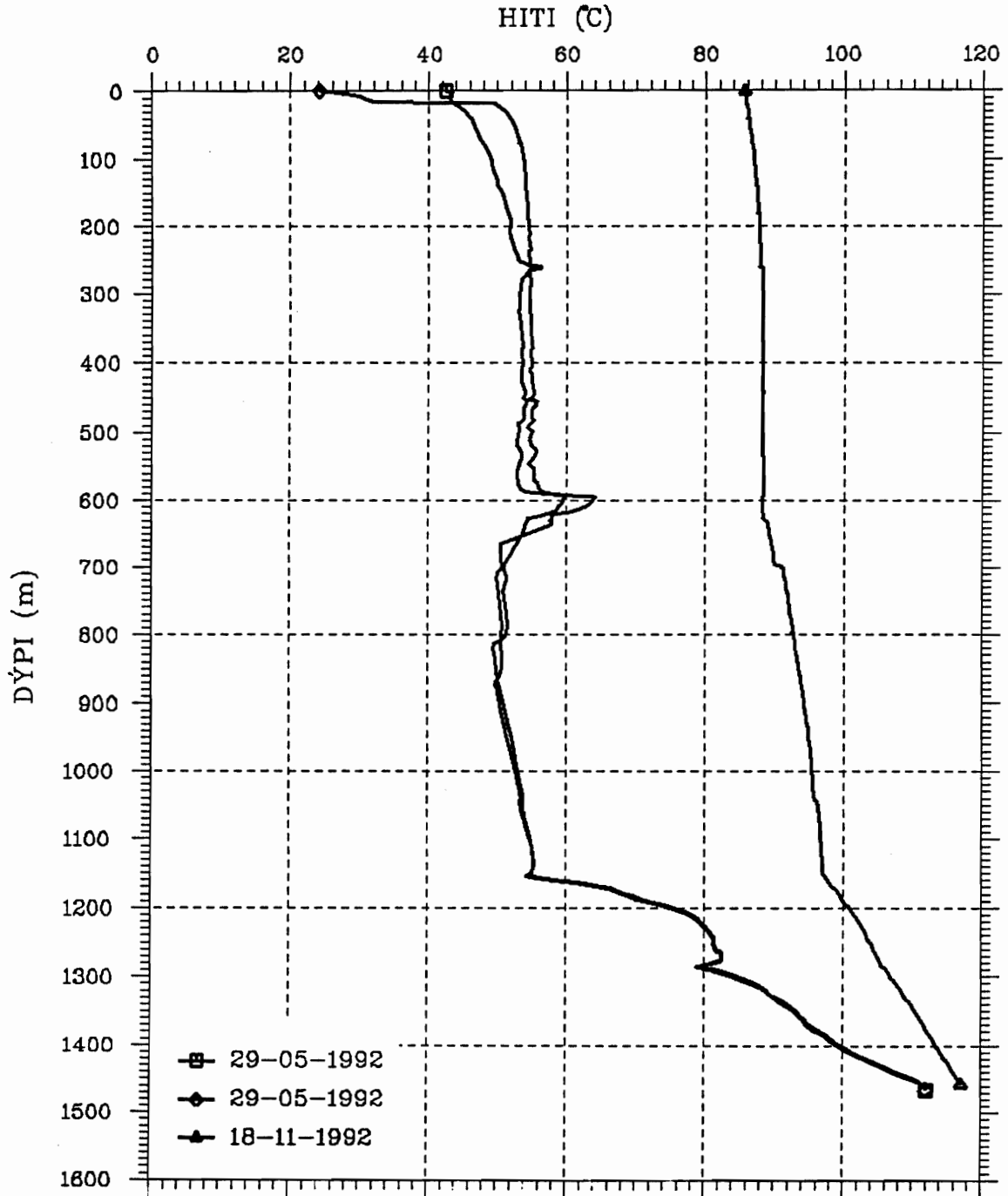
1. Hita- og seltumælingar sýna að æðar eru á 260, 595, 620, 700, 1050, 1150-60 og á 1280 m. Æðin á 1150-60 m er þeirra stærst.
2. Tílkun seltumælinga frá 18. nóvember 1992 sýnir að stóra æðin á 1150-60 m hefur losað sig við mest af sjónum sem fór í hana við ádælingu í maí. Lítið sjálfrennsli kemur hins vegar úr æðinni, vegna jafnvægis í þrýstingi hennar og vatnsins í holunni.
3. Jarðlögum sem hola 10 sker má skipta í tvær megineiningar, lagskipt basalt frá yfirborði í 1050 m, þar byrjar granófýrinnskot sem nær í 1280 m að við tekur lagskipt basalt á ný.
4. Æðar í basaltinu á 260-700 m virðast allar tengjast millilögum í því.
5. Stóra vatnsæðin á 1150-1160 er í miðju granófýrinnskotinu og virðist tengjast sprungu. Þá eru jafnframt smáæðar við efra og neðra borð granófýrsins.

Vætanlega hefði hola 10 aðeins orðið um 5 l/s hola af 83-85 °C vatni ef ekki nyti við æðanna í granófýrinnskotinu. Slíkt teldist þokkalegur árangur þótt óvíst sé að sú varmaorka hefði skilað bor- og rannsóknarkostnaðinum í Hvammsvík. Ef jarðhitakerfið í Hvammsvík reynist standa vel undir vinnslu í framtíðinni má hugsa sér nýja möguleika í vatnsöflun á svæðinu. Þannig gætu millilögin, sem æðarnar í basaltinu tengjast, verið lek yfir stórt svæði. Nýjar 700-800 m djúpar holur í Hvammsvík myndu þá gefa 3-6 l/s af 80 °C vatni. Slíkur árangur er háður því að þrýstingur falli óverulega þegar vinnsla hefst úr holu 10. Frekari borun í granófýrinnskotið verður að teljast óvissari. Vætanlega er æðin í 1150-1160 m hluti af víðáttumiklu sprungukerfi með norður-suður stefnu sem nær norður að Hrafnabjörgum. Því virðist halla lítið eitt til austurs. Hugsanlega má skera það á grynna dýpi með borun vestan við holu 10 (Kristján Sæmundsson, persónulegar upplýsingar). Þó er vatnsvon í smáæðum við efra og neðri borð innskotsins. Þar mætti reyna að örva lekt með þökkun.

Reykjavík, 20. desember 1992  
Grímur Björnsson, Jósef Hólmjárn  
og Ómar Sigurðsson.

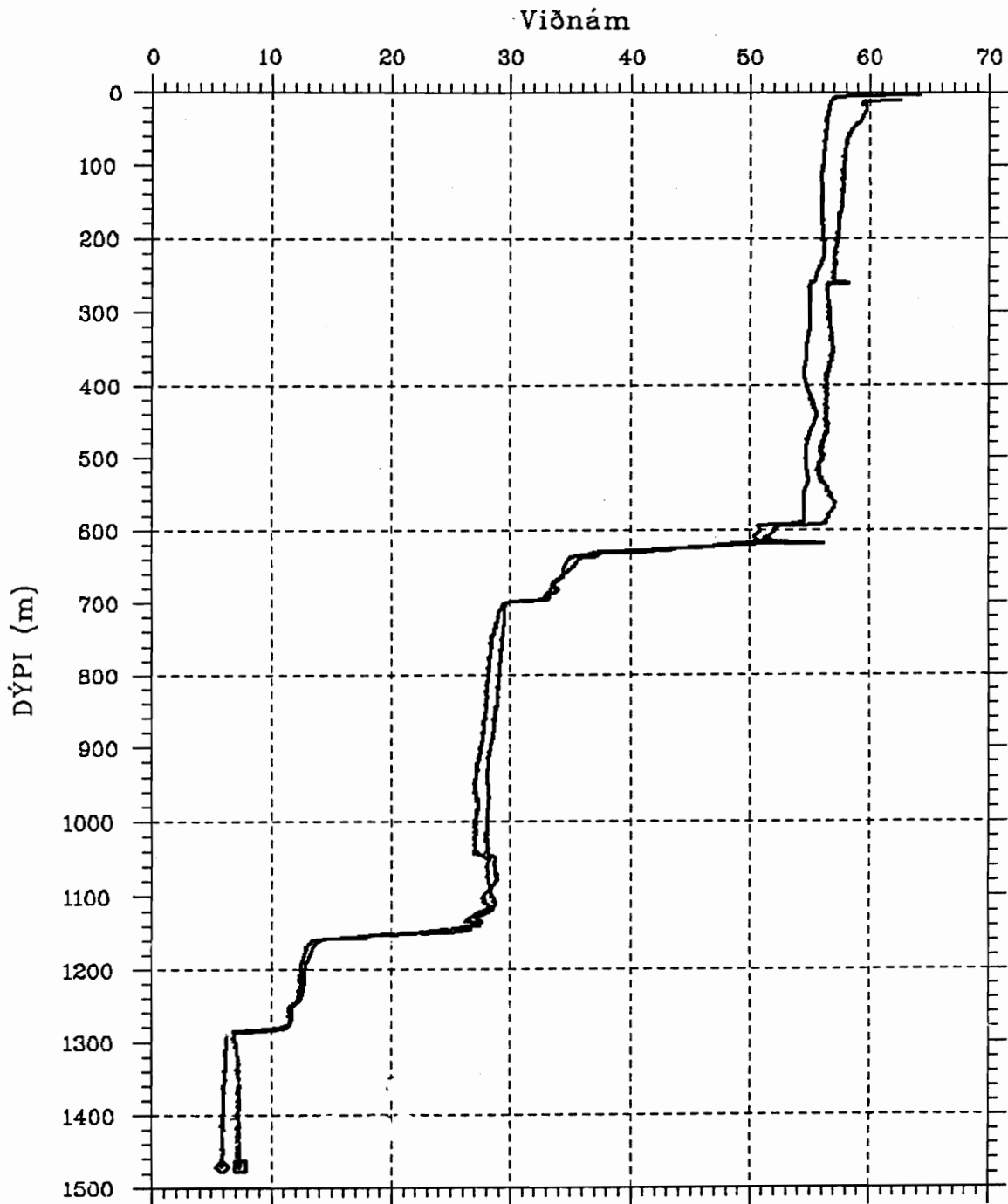
14 Dec 1992 grb  
L= 24306 Oracle

Hola 10. Hvammsvík

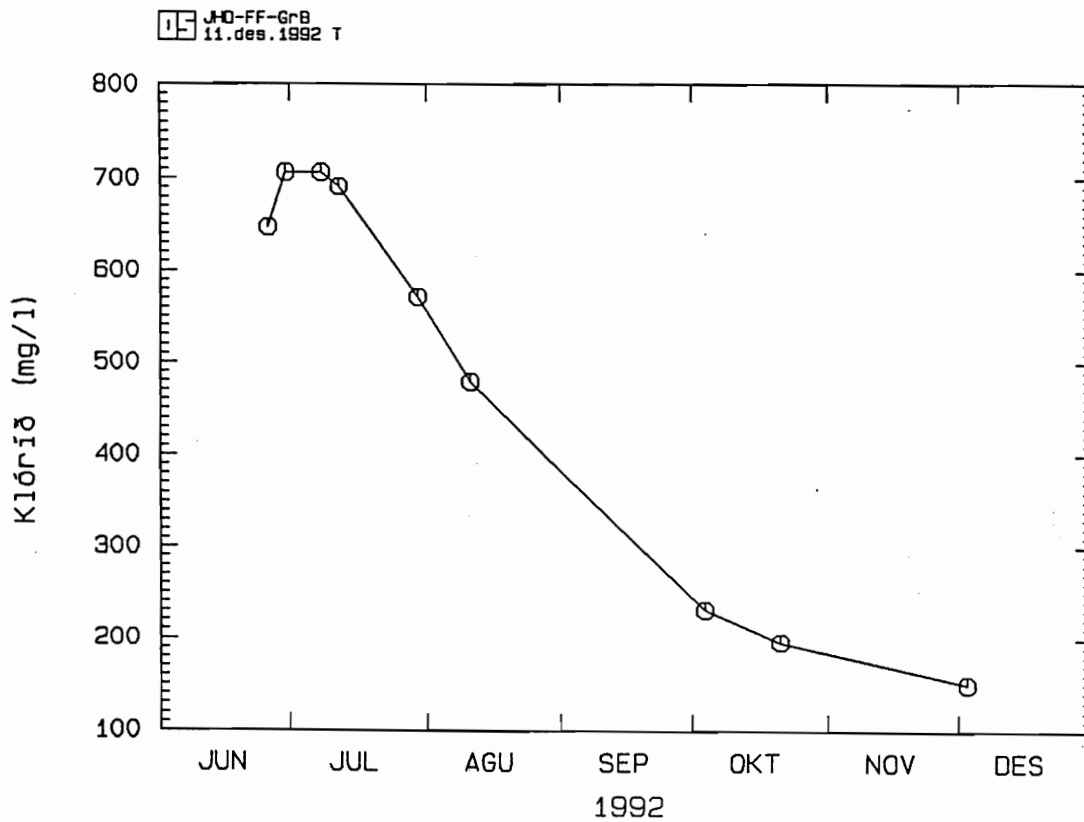


Mynd 1: Hitamælingar í holu 10 eftir að borun lauk.

JHD-FF-GrB  
11.des.1992

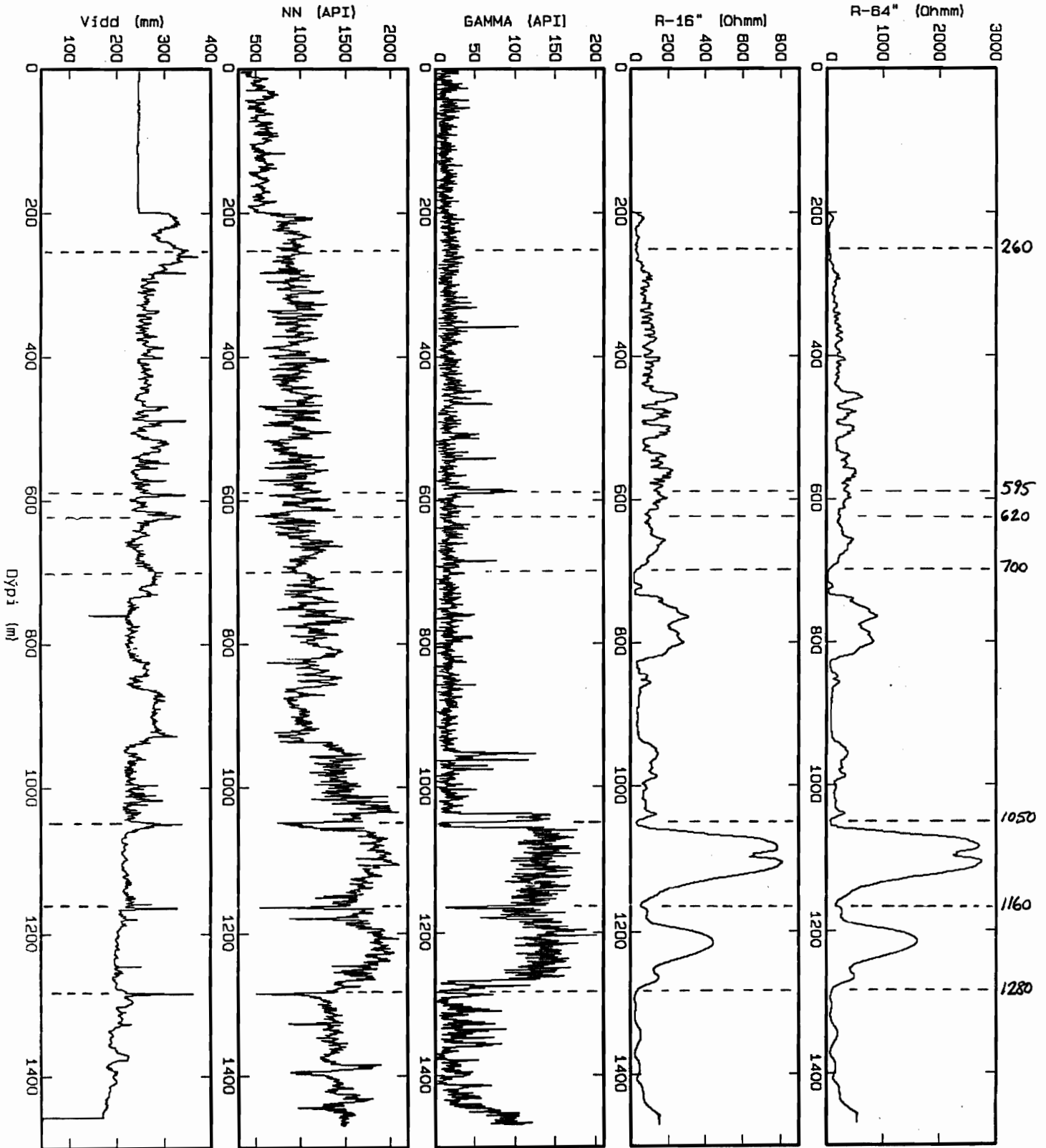


Mynd 2: Viðnám vatnsins í holu 10 þann 18. nóvember 1992.



Mynd 3: Klóríðstyrkur vatns úr holu 10 með tímanum

JHD-FF-GrB  
11. des. 1992



Mynd 4: Jarðlagamælingar í holu 10 frá 18. nóvember 1992.