



**ORKUSTOFNUN**

**Niðurdæling á Syðra-Laugalandi í Eyjafirði.  
Staða verkefni í byrjun október 1997**

**Guðni Axelsson**

**Greinargerð GAx-97-09**

1997-10-10

## **NIÐURDÆLING Á SYÐRA-LAUGALANDI Í EYJAFIRÐI STAÐA VERKEFNIS Í BYRJUN OKTÓBER 1997**

### **1. INNGANGUR**

Þann 8. september s.l. hófst niðurdælingin á Laugalandi í Eyjafjarðarsveit, með formlegum hætti, eftir um eins árs margþættan undirbúning. Þann mánuð sem síðan er liðinn hefur um 8 l/s verið dælt stöðugt niður í holu LJ-8 og jafnframt fylgst nákvæmlega með viðbrögðum holunnar og jarðhitakerfisins. Þá hefur verið dælt stöðugt úr holu LN-12 síðan 24. ágúst s.l. Hefur niðurdælingin og eftirlitið að lang mestu leyti gengið samkvæmt áætlun. Þessi greinargerð lýsir gangi verkefnisins síðasta mánuðinn. Lítil úrvinnsla hefur þó enn farið fram á gögnunum sem safnast hafa.

Í tengslum við upphaf niðurdælingarinnar voru gefnir út tveir bæklingar, annar á íslensku og hinn á ensku, sem lýstu tilgangi og fyrirhuguðum framgangi verkefnisins. Einnig voru útbúin tvö veggspjöld á íslensku um sama efni, auk þess sem fljótlega verða tilbúin samþærileg veggspjöld á ensku.

### **2. GAGNASÖFNUN**

Tölvustýrður stjórn- og eftirlitsbúnaður var settur upp við holurnar á Laugalandi í tengslum við niðurdælingarverkefnið. Það safnar upplýsingum um snúningshraða dælna, rennsli, vatnshita og toppþrýsting fyrir holur LJ-8 og LN-10, ásamt dælingu, vatnshita og toppþrýstingi fyrir vinnsluholurnar á svæðinu, auk ýmissa annarra þátta. Smávægilegir byrjunarörðugleikar voru tengdir skráningunni, m.a. má nefna vitlausu kvörðun nokkurra þátta, en komist hefur verið fyrir þá. Þessi gögn, sem safnað hefur verið á 10 mín. fresti, hafa verið send reglulega til Orkustofnunar með tölvupósti.

Myndir 1 - 4 sýna dagleg meðaltöl niðurdælingar, vatnshita, tíðni dælu og toppþrýsting fyrir LJ-8. Niðurdælingin breyttist úr 7,8 l/s í 8,2 l/s þann 17/9 þegar kvörðun rennslisins var leiðrétt. Hiti bakrásarvatnsins, er það fer niður í holu LJ-8, hefur verið um 21 °C að jafnaði. Tíðni, eða snúningshraði, dælnunnar var ekki skráð fyrstu dagana, en hefur sigið hægt upp á við frá 17/9, reyndar í takt við toppþrýstinginn. Toppþrýstingurinn á LJ-8, sem hækkaði fljótt í rúmlega 4 bör, hefur síðan hækkað hægt og bítandi og var kominn upp í 6,3 bör þann 6/10. Þetta er nokkrum börum hærri þrýstingur en var í tilrauninni 1991. Ástæðan er sú að kalt vatn er seigara en heitt og rennur því ekki eins greiðlega um þröngar sprungur bergsins við holuna.

Þess skal geta að toppar sem sjást á myndum 1, 3 og 4 þann 18/9 eru vegna þess að þá var gerð þrepaprófun á holu LJ-8, sem fjallað verður um seinna í þessari greinargerð, og var meðalniðurdælingin því meiri þann daginn. Mynd 5 sýnir mjög skýrt samband sem er á

MÁ EKKI FJARLÆGJA

milli snúningshraða dællunnar við LJ-8 og toppþrýstings á holunni.

Ætlunin var að vatnsborð í holu LN-10 yrði mælt sjálfvirkt af eftirlitsbúnaðnum, en því miður bilaði skynjarinn sem til þess var ætlaður strax eftir að honum hafði verið slakað í holuna. Því hefur vatnsborð í holunni verið mælt handvirkt og eru niðurstöðurnar sýndar á mynd 6. Vatnsborð í LN-10 hefur hækkað um 18 m síðasta mánuðinn, eftir að hafa verið á niðurleið dagana áður en niðurdælingin hófst, vegna dælingar úr LN-12.

Vatnsborð hefur einnig verið mælt handvirkt í nokkrum holum á Laugalandi og nágrenni. Þetta eru holur LJ-5, LG-9, GG-1, HW-7, BÝ-2, BÝ-3, KW-2 og TN-2. Þessar mælingar eru ekki birtar hér, en þess má geta að vatnsborð í vinnsluholunni LJ-5 hefur nokkurn veginn staðið í stað frá því niðurdælingin hófst, en hafði þá fallið um c.a. 30 m síðan dæling úr LN-12 byrjaði 24. ágúst. Talið er að ástæða þess að það hækki ekki eins og í LN-10 sé meiri nálægð við LN-12, það hefur hins vegar hætt að lækka. Eins er vatnsborð í LJ-5 ekki mælt með eins mikilli nákvæmni og vatnsborð í LN-10.

Myndir 7 og 8 sýna síðan dagleg meðaltöl mælinga eftirlitsbúnaðarins á dælingu og vatnshita úr holu LN-12 frá því niðurdælingin hófst. Smávægilegar sveiflur virðast hafa verið í dælingunni, sem skv. myndinni hefur sveiflast milli 41,0 og 41,8 l/s (dagleg meðaltöl). Ekki er ljóst hvort hér er um raunverulegar sveiflur að ræða, eða einhverja ónákvæmni í mælingu. Fyrstu dagana mælist vatnshitinn úr LN-12 nokkuð stöðugur, en síðan tekur hann einnig að sveiflast, og eftir 25/9 virðast sveiflurnar fylgja sveiflum í vinnslu. Dagleg meðaltöl mælinga eftirlitsbúnaðarins á vatnshita sveiflast um tæpa 1 °C, sem er mun meira en vænst var. Því verður erfitt að greina smávægilega kólnun af völdum niðurdælingarinnar, upp á brot úr °C, þegar hún fer að koma fram. Athuga þarf hvað veldur þessum sveiflum.

### 3. ÆREPAPRÓFUN LJ-8

Þann 18/9 var gerð þrepaprófun á LJ-8, sem fór þannig fram að niðurdælingin var aukin í jafnlöngum þrepum úr 8 upp í 18 l/s, og síðan aftur niður í 6 l/s c.a. Tilgangurinn var fyrst og fremst að meta svokallaðann iðustreymisstuðul holunnar í upphafi niðurdælingartilraunarinnar. Hann lýsir þrýstifalli sem verður vegna iðustreymis í þröngum sprungum næst holunni. Með því að endurtaka þrepapróf reglulega næstu tvö árin má meta hvort einhverjar breytingar verða á iðustreyminu, e.t.v. vegna útfellinga í sprungunum eða annarra breytinga.

Gögn sem safnað var í þrepaprófinu eru birt á myndum 9 (niðurdæling) og 10 (toppþrýstingur). Truflun varð á prófuninni milli 9:40 og 10:20 þegar stýribúnaðurinn tók völdin af starfsmönnum HVA og dró úr dælingunni um tíma. Það var leiðrétt fljótlega. Niðurstöðurnar eru síðan birtar á mynd 11, þ.e. toppþrýstingur í lok hvers þreps sem fall af niðurdælingu. Þar sést að nokkurn veginn línulegt samband er á milli þessara þátta, en það þýðir einfaldlega að óverulegt iðustreymisþrýstítap verði í sprungunum næst holunni. Iðustreymistap kæmi fram sem annarrar gráðu samband. Þetta kemur mjög á óvart, því í borlok var áætlað að iðustreymisstuðull holu LJ-8 væri af stærðargráðunni 0,1 bar/(l/s)<sup>2</sup> (upplýsingar frá Þorsteini Thorsteinssyni). Hugsanlegt er að sprungurnar næst holunni opnast nú betur vegna kælingar bergsins næst þeim og/eða hás þrýstings.

#### 4. FERILPRÓFUN

Þann 25/9 hófst síðan fyrsta ferilprófunin með því að 10 kg af natríum-flúorescein var dælt niður í holu LJ-8. Með því að fylgjast með því hvernig ferilefnið berst síðan yfir í LN-12 má meta tengsl niðurdælingarholunnar við hana og kólnunarhættuna við niðurdælingu til langs tíma. Mynd 12 sýnir endurheimtu ferilefnisins fyrstu 10 daga prófunarinnar. Segja má að endurheimtan hafi verið mun meiri og hraðari en búist hafði verið við. Var þá byggt á tilrauninni 1991, en þá fór varla að bera á endurheimtu fyrr en eftir viku til 10 daga. Nú er styrkurinn um 200 sinnum meiri en þá, sem þó að hluta tiler vegna þess að nú var sett niður 10 sinnum meira magn. Ástæðan fyrir þessum mun á endurheimtu hlýtur að tengjast því að nú er dælt úr holu LN-12 í stað LJ-5 árið 1991, þó sú fyrrnefnda sé fjær LJ-8. Þann 6/10 höfðu þó aðeins endurheimst um 155 g, eða 1,6 % af magninu sem sett var niður, og með núverandi hraða mun það taka um 3 ár fyrir allt ferilefnið að skila sér. Í ferilprófun á Laugalandi á Þelamörk árið 1993 höfðu á sama tíma endurheimst um 10 sinnum meira magn. Mögulegt er að lítil hluti vatnsins, sem dælt er niður í LJ-8, hafi fundið sér einhvers konar beina rás milli holnanna, meðan mest af vatninu dreifist betur um kerfið. Þó þessi beina rás komi á óvart ætti hún að auka kólnunarhættuna aðeins óverulega.

#### 5. BORHOLUMÆLINGAR

Dagana 4 og 5/9 voru holur LJ-8 og LN-10 mældar með borholumælingabíl Orkustofnunar. Báðar holurnar voru hita-, víddar og hallamældar, auk þess sem LJ-8 var viðnámsmæld. Fyrirstöður fundust í báðum holunum, í LJ-8 á rúmlega 2000 m dýpi, en hún er 2820 m djúp, og í LN-10 á tæplega 500 m dýpi, en hún er 1606 m að dýpt. Ekki er þó talið að holurnar séu stíflaðar á þessum dýpum. Aðeins lítillega hefur verið unnið úr þessum mælingum, en hitamælingarnar eru birtar á myndum 13 og 14, ásamt nokkrum öðrum mælingum til samanburðar. Hóla LJ-8 virðist hafa kólnað örlítið niður í c.a. 1500 m, annað hvort vegna örlítills niðurrennslis eða stuttrar niðurdælingarprófunar sem fram fór 21/8. Hóla LN-10 virðist hafa kólnað nokkru meira, væntanlega vegna niðurrennslis. Þessar hitamælingar verða síðan notaðar til viðmiðunar, en ætlunin er að endurtaka þær af og til á tilraunatímanum. Þannig má m.a. sjá hvar niðurdælingarvatnið fer út úr holunum. Einnig er ætlunin að endurtaka viðnámsmælinguna í LJ-8, svo og nifteindamælingu (poruhlutamæling) sem gerð var 1993, í lok tilraunatímans. Þannig má e.t.v. sjá hvort einhverjar breytingar verða í holunni, t.d. vegna útfellinga.

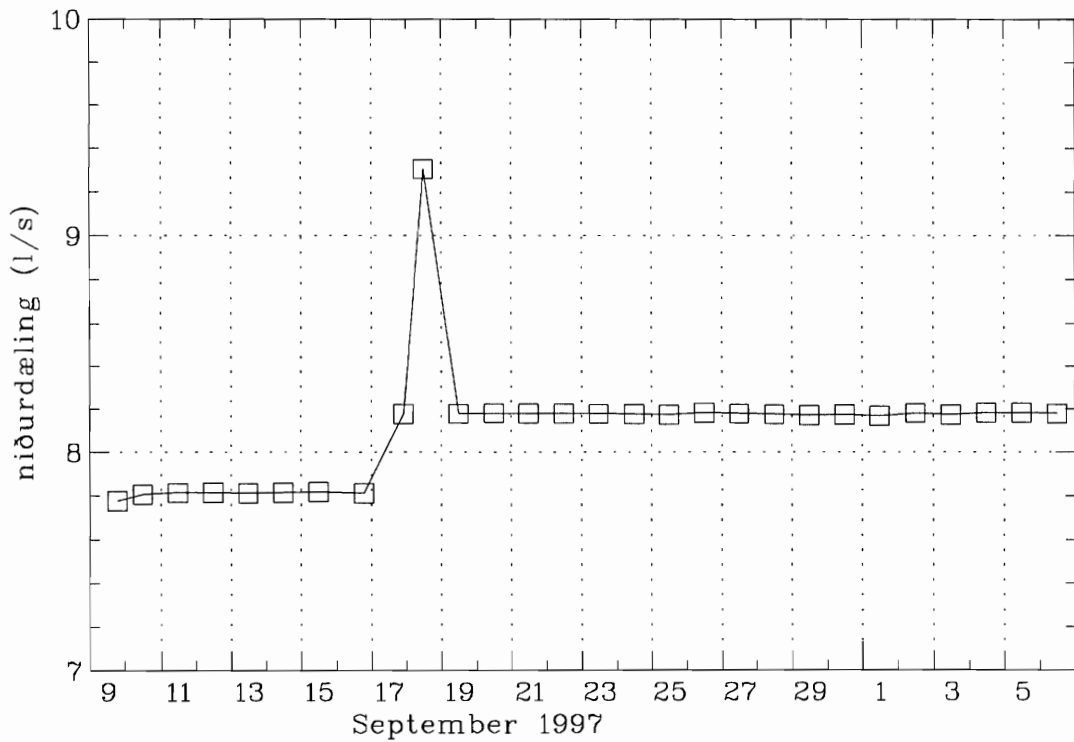
#### 6. FRAMHALD VERKEFNISINS

Áformað er að niðurdælingarverkefnið haldi áfram næstu tvö árin. Núverandi þáttur þess, þ.e. stöðug 8 l/s niðurdælingu í LJ-8, mun halda áfram næstu mánuðina, eða fram í janúar/febrúar á næsta ári. Þá er ætlunin að auka niðurdælinguna töluvert, í þeim tilgangi að ná upp 25 - 30 bara þrýstingi á LJ-8. Ekki er víst að bakrásarlögnin geti flutt nema um 16 l/s, sem e.t.v. veldur ekki nema rúmlega 20 bara toppþrýstingi á holunni. Rétt væri því að kanna þann möguleika að frammi á Laugalandi verði heitu vatni bætt við bakrásina, e.t.v. um 4 l/s, til þess að hærri þrýstingur náist.

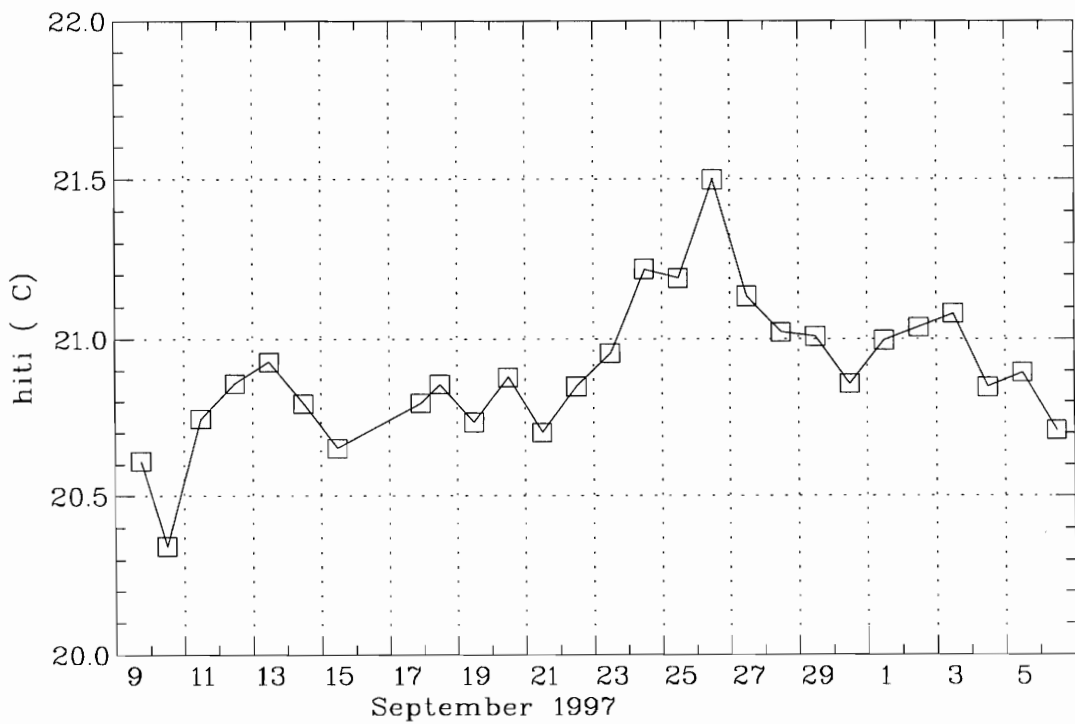
Fyrir utan það að eftirlit og sýnataka heldur áfram með svipuðum hætti og verið hefur síðasta mánuðinn, þarf að huga að eftirfarandi atriðum, sem framkvæma þarf á næstu mánuðum:

- A. Hitamæla þarf holu LJ-8 í niðurdælingu, og undir þrýstingi, í þeim tilgangi að ákvarða hvar vatnið fer út úr holunni. Athuga þarf hvort mögulegt verður að rennslismæla holuna einnig.
- B. Ætlunin er að sprengja nokkrar litlar hleðslur í holu LG-9, sem munu nýtast til þess að kvarða skjálftamælinetið betur. Holan var víddarmæld þann 6/9 og reyndist unnt að komast niður í 413m dýpi í holuna.
- C. Endurtaka þarf þrepaðælinguna frá 18/9 þegar nálgast fer lok núverandi þáttar niðurdælingarinnar.
- D. Athuga þarf möguleikann á því hvort hægt sé að koma upp lítilli tilraun, annað hvort hjá HVA eða OS, til þess að meta hraða niðurbrots natríum-fluoresceins vegna þess hita sem ríkir í jarðhitakerfinu. Hugsanlegt er að niðurbrot vegna hita geti truflað niðurstöður ferilprófana.
- E. Kanna þarf hvort sveiflur þær sem mælast á dælingu og hita vatns úr LN-12 eru raunverulegar.
- F. Kanna þarf möguleikann á því bæta tímabundið heitu vatni við bakrásina frammi á Laugalandi til þess að nú upp hámarksþrýstingi á holu LJ-8.
- G. Mæla þarf inn í hnitakerfi Akureyrarbæjar þær holur á Laugalandi, sem ekki hfa verið mældar inn. Hnit þurfa a.m.k. að vera til fyrir LJ-5, LJ-7, LJ-8, LG-9, LN-10 og LN-12.

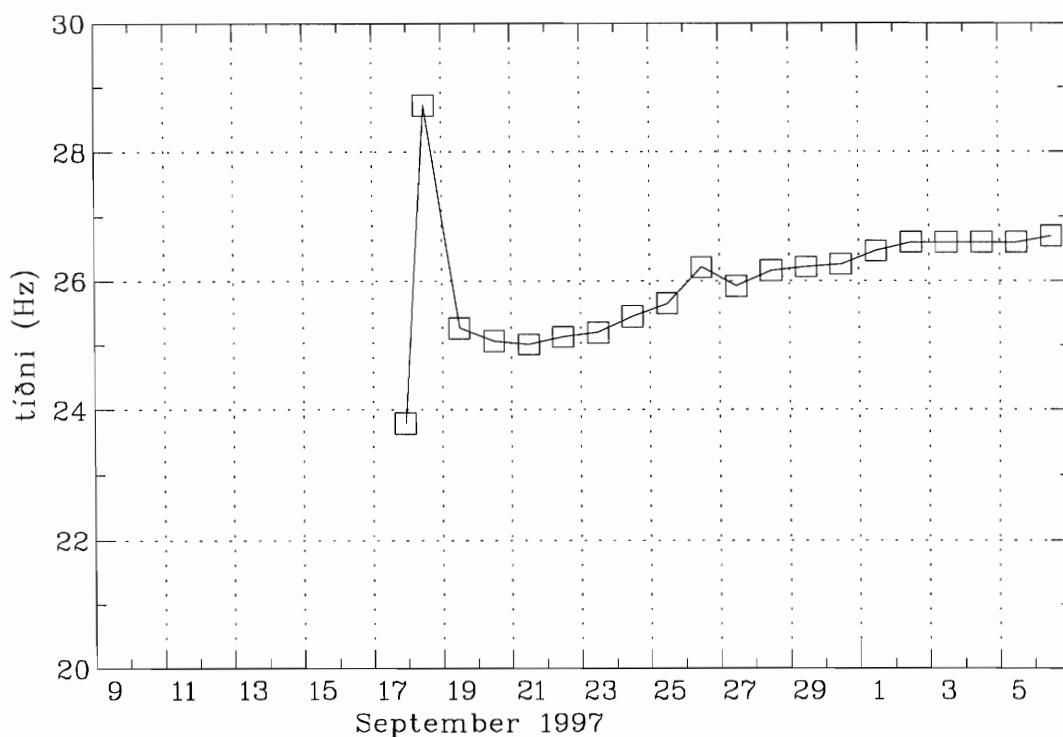
*Guðni Axelsson*



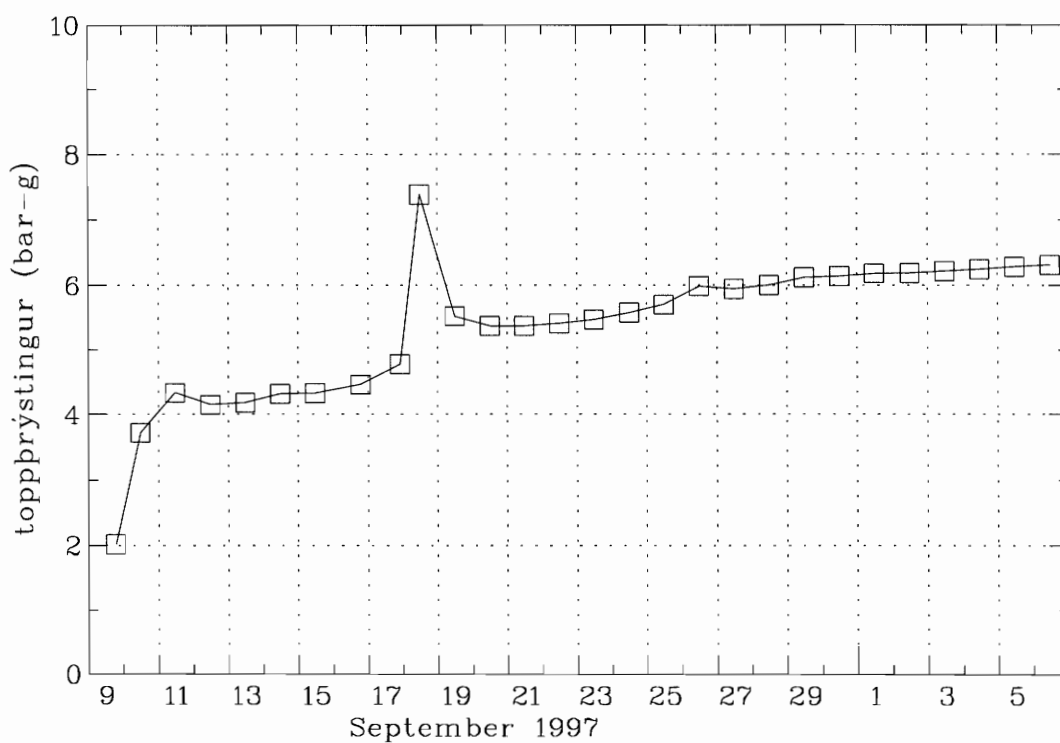
**Mynd 1.** Niðurdæling LJ-8, dagleg meðaltöl.



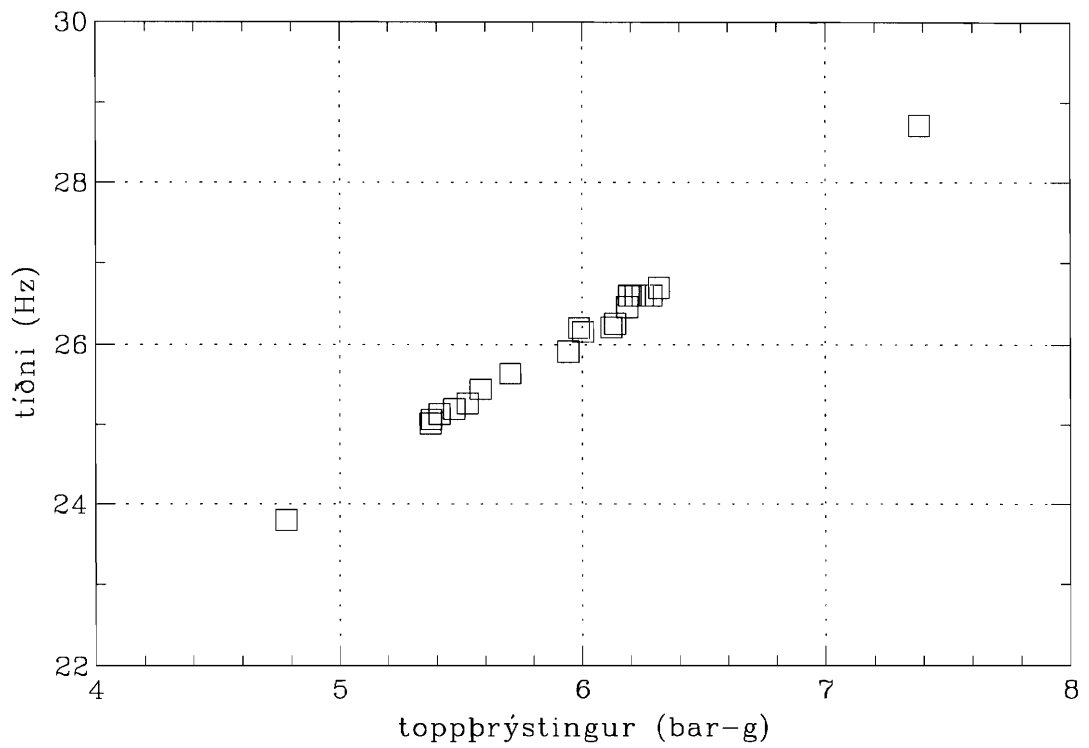
**Mynd 2.** Hiti bakrásar á Laugalandi, dagleg meðaltöl.



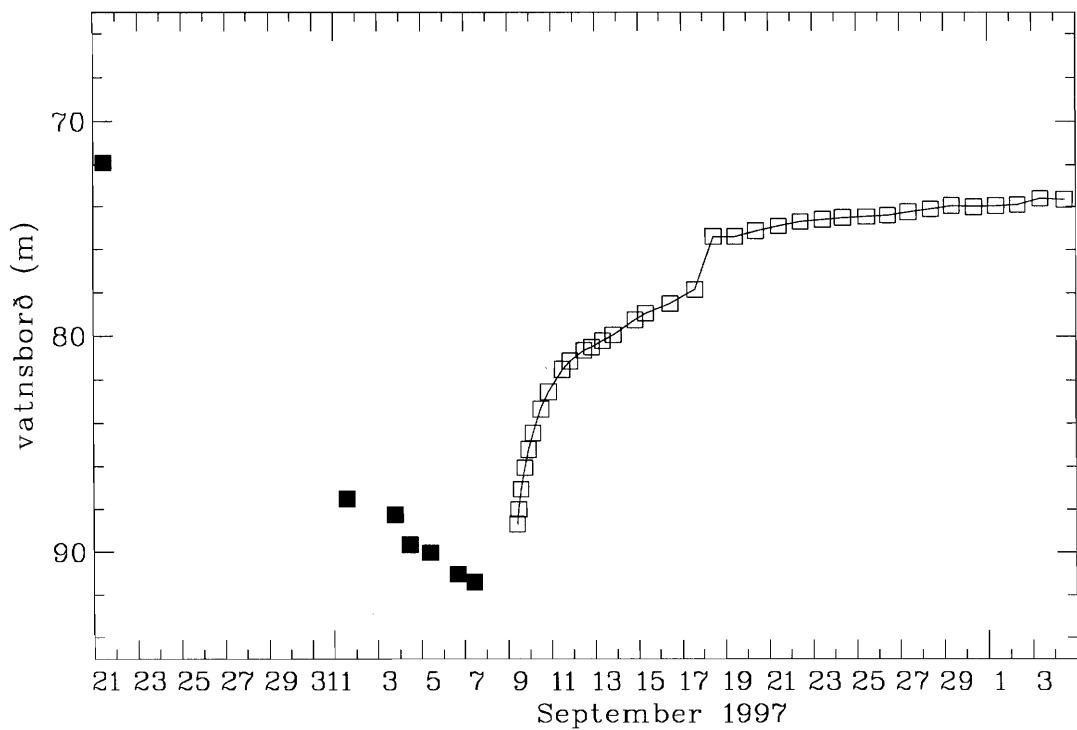
Mynd 3. Tíðni dælu við LJ-8, dagleg meðaltöl.



Mynd 4. Toppþrýstingur LJ-8, dagleg meðaltöl.

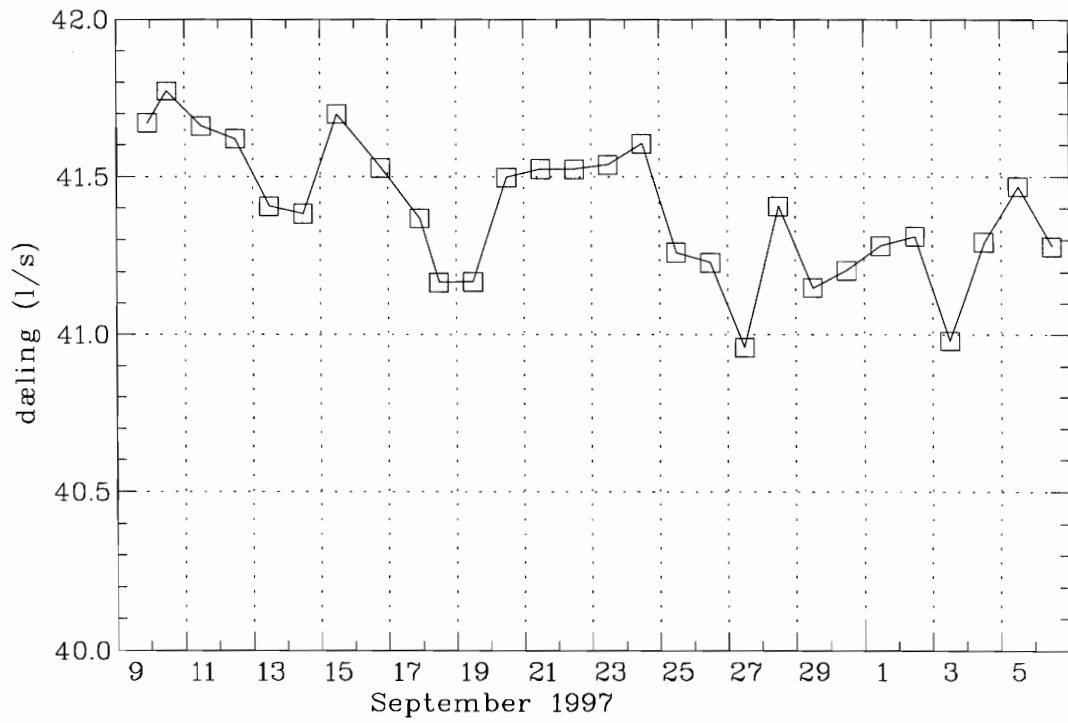


**Mynd 5.** Samband toppþrýstings og tíðni dælu við LJ-8, dagleg meðaltöl.

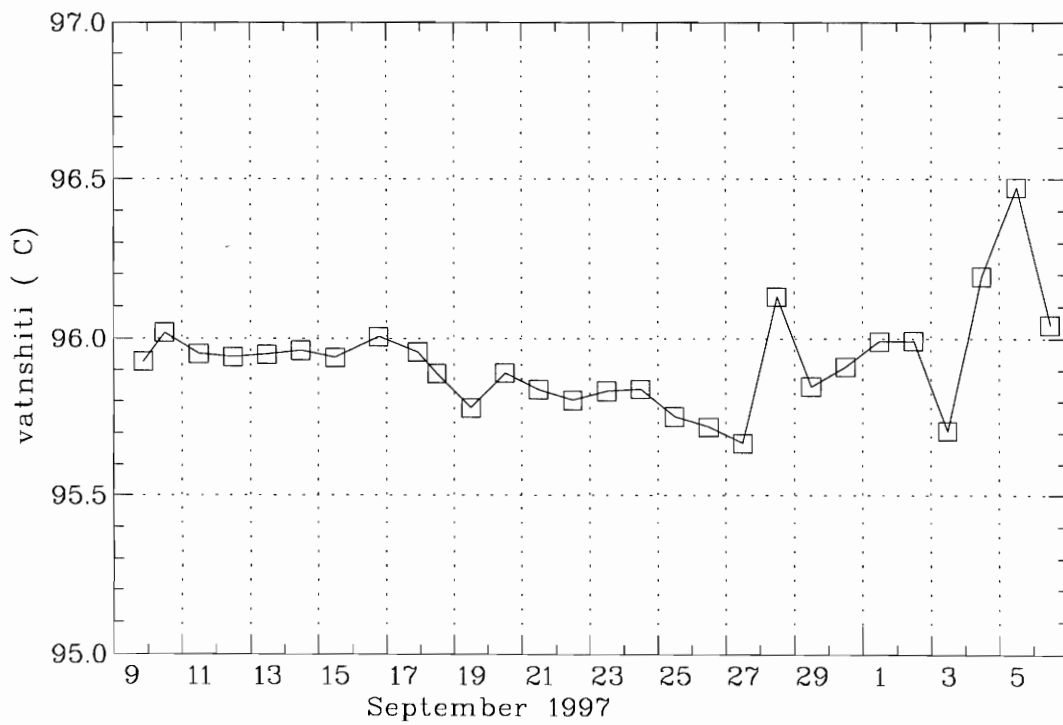


**Mynd 6.** Dýpi á vatnsborð í holu LN-10.

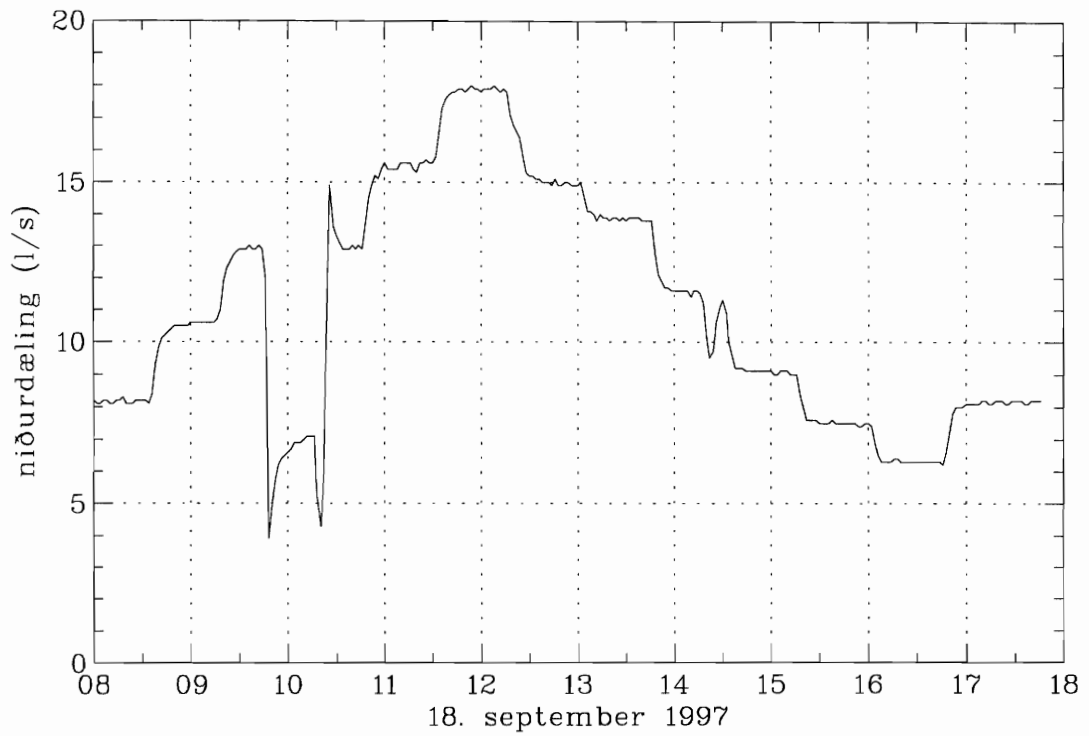




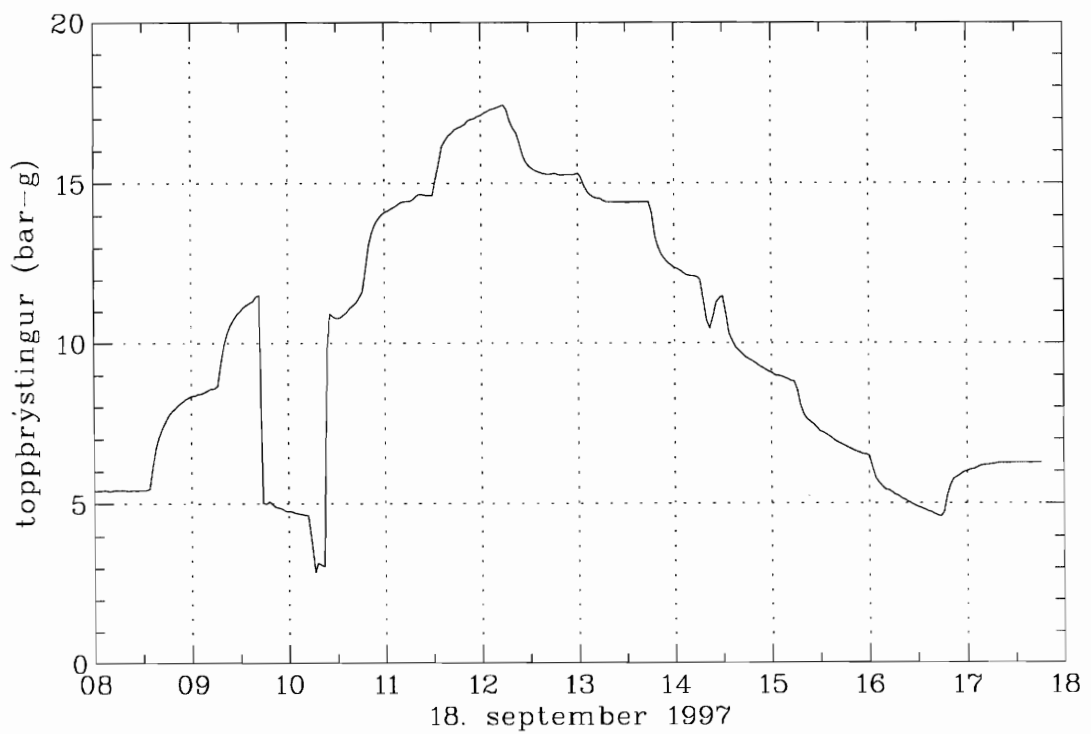
Mynd 7. Dæling úr LN-12, dagleg meðaltöl.



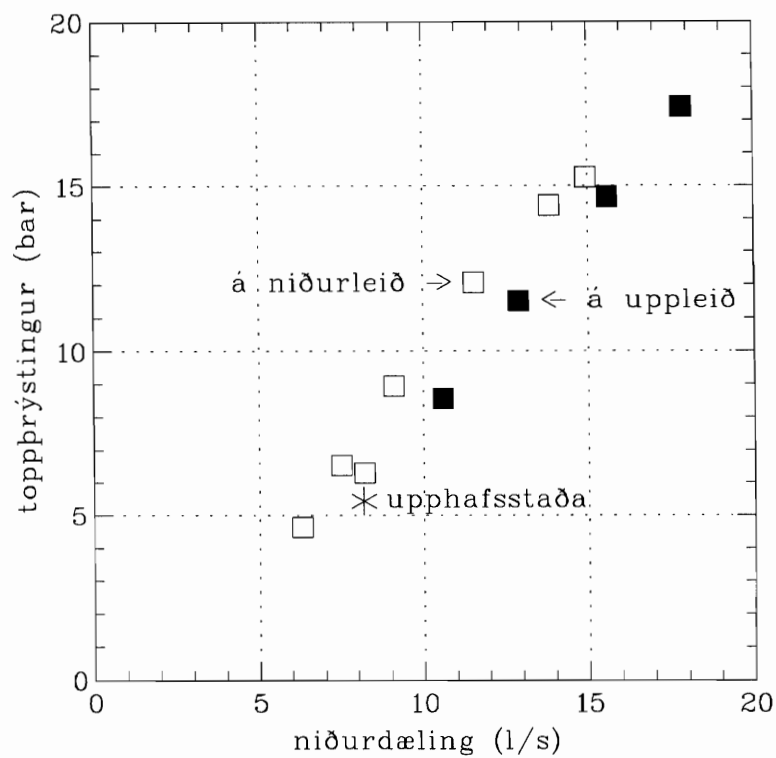
Mynd 8. Hiti vatn úr LN-12, dagleg meðaltöl.



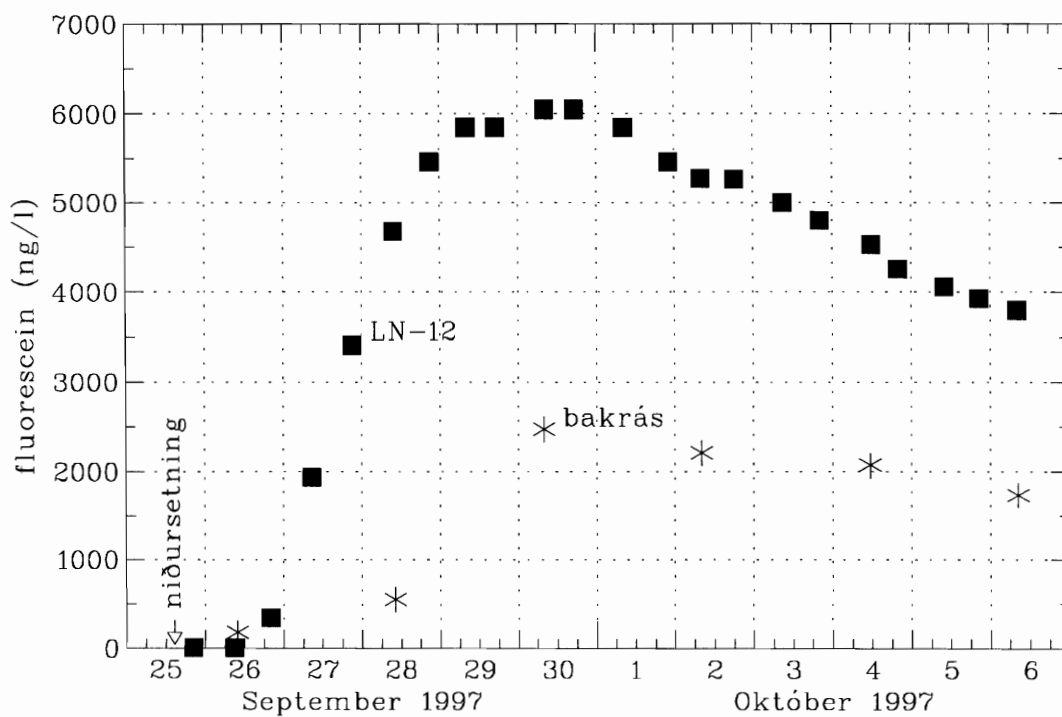
**Mynd 9.** Niðurdæling í LJ-8 í þrepaprófun.



**Mynd 10.** Toppþrýstingur á LJ-8 í þrepaprófun.

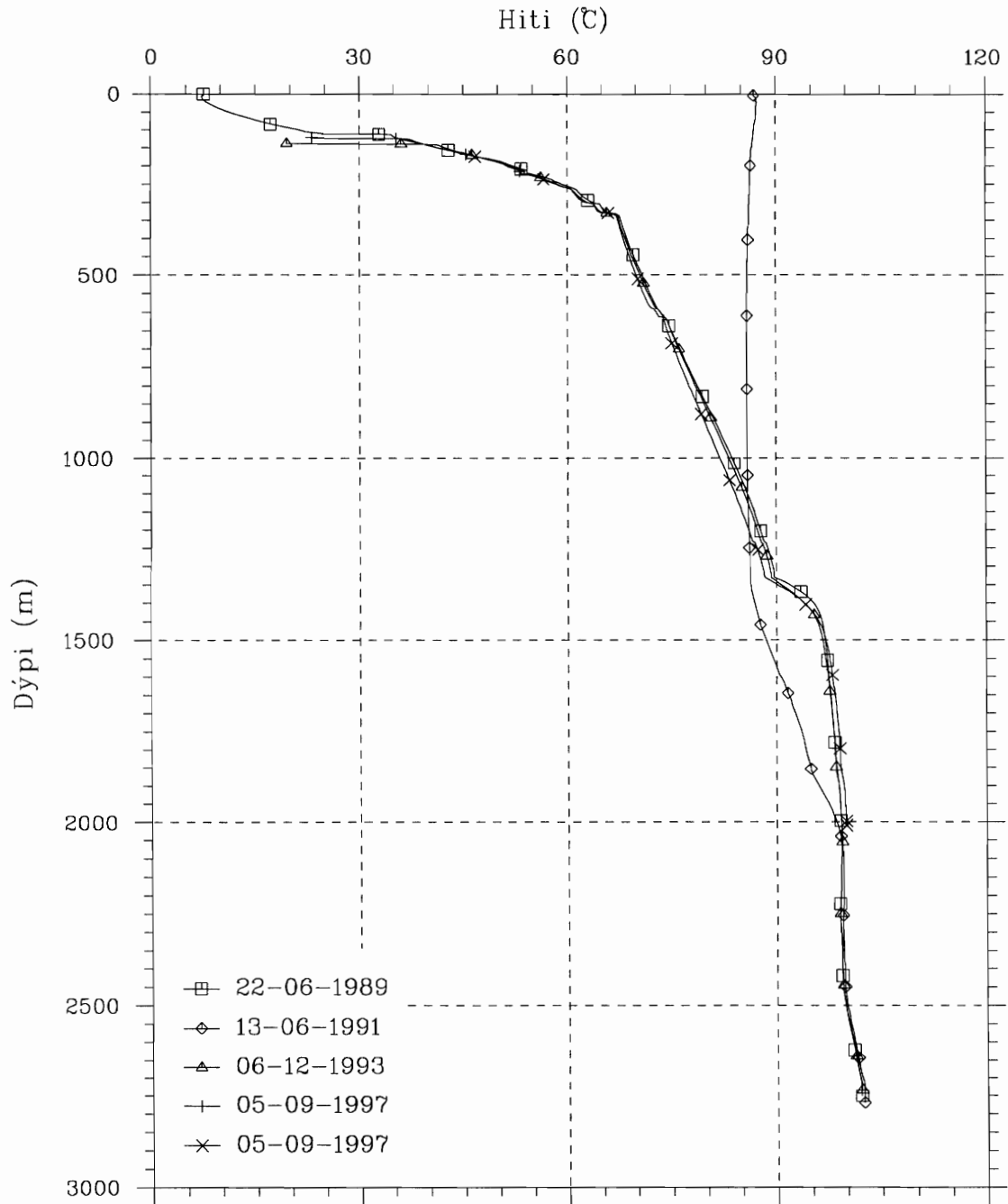


Mynd 11. Niðurstöður þræpaþrófunar LJ-8 18/09/97.



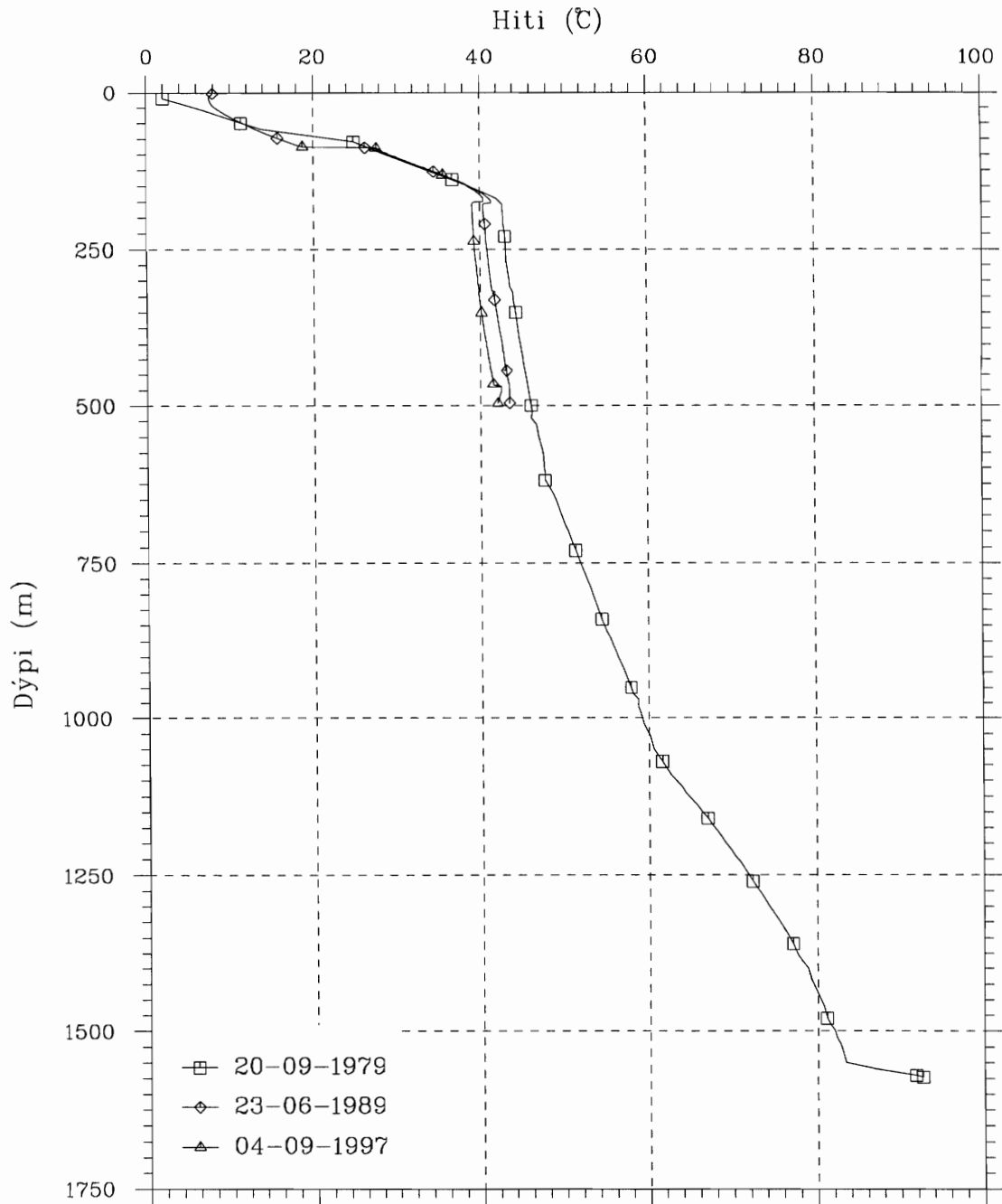
Mynd 12. Endurheimta ferilefnis til 06/10/97.

13 Oct 1997 gax  
L= 55608 Oracle



Mynd 13. Hitamælingar úr holu LJ-8.

13 Oct 1997 gax  
L= 55610 Oracle



Mynd 14. Hitamælingar úr holu LN-10.