

**Niðurdæling á Syðra-Laugalandi í Eyjafirði.  
Staða verkefnis í byrjun maí 1998**

**Guðni Axelsson, Guðrún Sverrisdóttir**

**Greinargerð GAX-GSv-98-02**



1998-05-15

---

## NIÐURDÆLING Á SYÐRA-LAUGALANDI Í EYJAFIRÐI STAÐA VERKEFNIS Í BYRJUN MAÍ 1998

### 1. INNGANGUR

Nú í byrjun maí 1998 hefur niðurdæling á Laugalandi í Eyjafjarðarsveit staðið sleitulaust í átta mánuði. Gangi verkefnisins fyrsta mánuðinn var lýst í greinargerð frá 10. október 1997 (Guðni Axelsson, 1997). Þessi greinargerð lýsir gangi verkefnisins næstu sjö mánuðina. Verkefninu og frumniðurstöðum þess var einnig lýst í grein sem birt var á ráðstefnu um forðafræði jarðhita við Stanfordháskóla í janúar s.l. (Guðni Axelsson o.fl., 1998). Frá 8. september 1997 hefur um 8 l/s verið dælt stöðugt niður í holu LJ-8 auk þess sem 6 l/s hefur verið dælt niður í LN-10 síðan í lok janúar s.l. Fylgst hefur verið nákvæmlega með viðbrögðum niðurdælingarholnanna og jarðhitakerfisins allan tímann. Auk þess hafa báðar niðurdælingarholurnar verið þrepaprófaðar og tengsl þeirra við vinnsluholur á svæðinu könnuð með tveimur ferilprófunum. Segja má að niðurdælingin og eftirlitið hafi gengið vel og að mestu leyti samkvæmt áætlun.

### 2. GANGUR NIÐURDÆLINGAR OG VINNSLU, GAGNASÖFNUN

Á Laugalandi safnar tölvustýrður stjórn- og eftirlitsbúnaður gögnum um hita bakrásarvatnsins er það kemur fram á Laugaland, snúningshraða dælna og rennsli fyrir holur LJ-8 og LN-10, toppþrýsting LJ-8, vatnsborð LN-10, ásamt gögnum um dælingu og vatnshita fyrir vinnsluholurnar LJ-5 og LN-12. Þessi gögn, sem skráð hafa verið á 10 mín. fresti, eru send reglulega til Orkustofnunar með tölvupósti. Myndir 1 - 11 sýna dagleg meðaltöl ofanskráðra gagna.

Eftirlitsbúnaðurinn fylgdist ekki með holu LJ-7, en hún var í gangi frá 17. til 23. janúar sl., aftur frá 10. til 13. febrúar, þá frá 28. febrúar til 13. mars og að lokum í u.þ.b. 10 klst. 21. mars. Samanlagt var hola í gangi í rúmlega 22 daga og var meðalvinnslan um 57 l/s. Hiti vatns úr holunni mældist rúmlega 94°C, eftir að hún var orðin fullheit.

Bakrásarhitinn hefur sveiflast milli 6 og 21°C (mynd 1), sem ræðst aðallega af því hvort varmadælu eru í gangi. Mynd 2 sýnir snúningshraða dælnar við LJ-8, en eins og bent var á í fyrri greinargerðinni er beint samband milli hans og toppþrýstings holunnar, við stöðuga niðurdælingu. Niðurdælingunni í LJ-8 hefur verið haldið fastri um 8 l/s (mynd 3) og í byrjun maí hafði verið dælt niður um 170.000 m<sup>3</sup>. Smávægileg aukning í desember og janúar stafar af því að þá var dælan keyrð á föstum hraða í stað fasts rennslis. Toppþrýstingurinn á LJ-8 (mynd 4) fór strax í 4 bör-g, en hækkaði síðan hægt í u.þ.b. 8 bör. Sveiflur í toppþrýstingnum eftir það stafa annars vegar af breytingum í vinnslu á svæðinu og vatnsborðsbreytingum þeim samfara, og hins vegar af breytingum í bakrásarhita. Þannig veldur aukning í vinnslu lækkingu þrýstings, t.d. þegar hola LJ-7 er í gangi eftir ára-

mótin, og lækkingun bakrásarhita veldur hækkun þrýstings, vegna meiri segju kaldara vatnsins.

Niðurdæling í holu LN-10 hófst 29. janúar s.l. kl. 14:00. Síðan þá hefur verið dælt 6 l/s í holuna (mynd 6). Ekki fylltist holan við það, og hefur vatnsborð verið á 5 - 16 m dýpi síðan (mynd 7). Vatnsborð í holunni hefur verið mælt sjálfvirkt af eftirlitsbúnaðinum síðan í lok nóvember 1997, en handvirkt fram að því. Fjallað verður nánar um vatnsborðsmælingarnar hér á eftir.

Myndir 8 og 10 sýna dagleg meðalgildi dælingar úr holum LJ-5 og LN-12. Þar sést skýrt hvernig dregur af LN-12 þegar farið er að dæla úr LJ-5 í byrjun nóvember. Eftir það dregur af báðum holunum þart til LN-12 fer út um mánaðarmótin mars/apríl 1998 (LN-12 kemur reyndar þrisvar inn í apríl, en aðeins í u.þ.b. sólarhring í hvert sinn). Þessu til viðbótar dregur af LJ-5 þegar dælt er úr LJ-7 um miðjan janúar og fyrri hluta mars. Mælingar á hita vatns úr þessum tveimur holum eru síðan sýndar á myndum 9 og 11. Í fyrstu voru einhverjar truflanir í skráningu (ekki mælingum) eftirlitsbúnaðarins á vatnshitanum úr holu LN-12, sem bent var á í fyrri greinargerðinni. Um miðjan nóvember 1997 var búið að útiloka þær. Sambærilegar truflanir voru farnar að koma fram við LJ-5 í febrúar s.l. og sýnir mynd 9 því aflestra (nokkurn veginn daglega) af mæli við holuna sjálfa, sem sjörnur. Smávægilegar breytingar eru greinilega á vatnshitanum, en nokkuð ljóst virðist að þær tengist mismikilli dælingu úr holunum frekar en niðurdælingunni. Þannig veldur lítið eitt minna rennsli upp aðra hvora holuna örlítið meiri kælingu á vatninu. Fyrir holu LN-12 svarar kólnunin til u.þ.b. 0,05°C fyrir hvern l/s, sem rennslið minnkar um.

### 3. VATSNBORDSMÆLINGAR

Auk myndar 7 sýna myndir 12 og 13 þær vatnsborðsmælingar sem gerðar hafa verið á Laugalandi í vetur, en vatnsborð hefur verið mælt nokkru sinnum í viku í holum LJ-5 og LG-9. Auk þess hefur vatnsborð verið mælt tvisvar í viku í holum GG-1, HW-7, BÝ-2, BÝ-3, KW-2 og TN-2 í tengslum við niðurdælingarverkefnið, en þar hafa ekki sést breytingar sem tengja má niðurdælingunni.

Eins og sést á mynd 12 þá lækkar vatnsborð í fyrstu hratt á svæðinu, þ.e. eftir að hola LN-12 er gangsett í lok ágúst. Þegar niðurdælingin hefst hækkar vatnsborð í LN-10 annars vegar mjög mikið, og í raun mun meira en ætla hefði mátt útfrá hlutfalli niðurdælingar og vinnslu (1/5). Hins vegar breytist vatnsborð í LJ-5 mun minna, það hættir þó að lækka eins hratt og kemst allt að því í jafnvægi. Vatnsborð í LG-9 virðist hegða sér svipað og í LJ-5, þó mælingar vanti fyrstu dagana. Þegar hola LJ-5 fer svo í gang um mánaðarmótin nóvember/desember lækkar vatnsborð mikið á svæðinu. Með því að bera saman vatnsborðsbreytingarnar þá og í september 1997 má áætla gróflega að niðurdælingin hafi haft sömu áhrif og 5,4 l/s minnkun í dælingu. Samkvæmt þessu geta um 2/3 af niðurdælingunni skilað sér í aukinni vinnslu, allavega á þeim tímaskala sem hér um ræðir (rúmlega 1 mánuður). Hér er þó um mjög ónákvæma áætlun að ræða, einkum vegna þess hve lítilli nákvæmni hægt er að mæla vatnsborð í LJ-5 með. Til lengri tíma ætti eitthvað stærri hluti niðurdælingarinnar að geta skilað sér.

Vatnsborðsbreytingarnar sem verða á þessu ári (mynd 13) ráðast aðallega af því hvaða holur á Laugalandi eru inni hverju sinni. Lækkingun um miðjan janúar og í marsbyrjun stafa



af því að þá var hola LJ-7 inni. Ekki virðist verða mikil vatnsborðshækkun í LJ-5 er niðurdælingin í LN-10 heftst, í mesta lagi 1-2 m. Þetta er þó erfitt að greina nákvæmlega. Ekki er þó ólíklegt að stærri hluti niðurdælingarinnar í LN-10 fari út ofar í jarðhitakerfinu en í LJ-8, og hafi því minni áhrif á vinnsluholurnar. Ástæðan er sú LN-10 er aðeins fódruð í 9 m, en LJ-8 er fódruð í 195 m.

Áhrif niðurdælingar til hækkunar vatnsborðs í vinnsluholunum þarf að kanna sérstaklega, t.d. með því að auka eða minnka niðurdælinguna eitthvað tímabil þegar litlar breytingar eru í vinnslu og vatnsborði og fylgjast þá nákvæmlega með vatnsborðsbreytingum í vinnsluholunum.

#### 4. ÆREPAPRÓFANIR

Báðar niðurdælingarholurnar voru þrepaprófaðar skömmu eftir að niðurdæling í þær hófst. Tilgangurinn var fyrst og fremst að meta svokallaðann iðustreymisstuðul hvorrar holu fyrir sig, en hann lýsir þrýstifalli sem verður vegna iðustreymis í þröngum sprungum næst holunum. Með því að endurtaka þrepaprófin er frá líður má meta hvort einhverjar breytingar verða á iðustreyminu, þ.á.m. vegna útfellinga í sprungunum. Prófin fara þannig fram að niðurdælingin er aukin í jafnlöngum þrepum upp í 15 - 20 l/s og síðan minnkuð aftur í þrepum.

LJ-8 var þrepaprófuð þann 18. september 1997 og eru niðurstöðurnar birtar á mynd 14, þ.e. toppþrýstingur í lok hvers þreps sem fall af niðurdælingu. LN-12 var síðan þrepaprófuð 5. febrúar síðastliðinn, og eru niðurstöður þess prófs birtar á mynd 15. Neikvætt vatnsborð á þeirri mynd þýðir að holan hafi byggt upp toppþrýsting. Fjallað er um þrepaprófun LJ-8 í áður nefndri greinargerð (Guðni Axelsson, 1997), en athygli vakti að óverulegt iðustreymisþrýstítap virtist verða við holuna. Því er nokkurn veginn línulegt samband milli toppþrýstings og niðurdælingar, eins og sést á mynd 14, en iðustreymistap kæmi fram sem annarrar gráðu samband. Þetta kom mjög á óvart, því í prófun í borlok virtist verulegt iðustreymistap verða í LJ-8.

Smávægilegt iðustreymistap verður hins vegar í LN-10, eins og sést á mynd 15. Eftirfarandi jöfnur lýsa vatnsborðsbreytingunum í holunum í þrepaprófunum tveimur:

$$\Delta h = 11,7\Delta q \quad \text{fyrir LJ-8, 45 mín. þrep}$$

$$\Delta h = 3,87\Delta q + 0,127 [(q_0 + \Delta q)^2 - q_0^2] \quad \text{fyrir LN-10, 45 mín. þrep}$$

þar sem  $q_0$  er niðurdælingin fyrir þrepið,  $\Delta q$  aukningin í niðurdælingu og  $\Delta h$  hækkun vatnsborðs í þrepinu. Þrýstibreytingarnar í LJ-8 hafa verið umreiknaðar í vatnsborð. Jöfnurnar sýna m.a. að við aukningu úr 5 í 10 l/s niðurdælingu hækkar vatnsborð (þrýstingur) í LJ-8 um 59 m (5,8 bör), en um 29 m (2,8 bör) í LN-10. Til skamms tíma tekut hola 10 því við um tvöfalt meira magni en. Til lengri tíma litið virðist munurinn eitthvað minni, og að LN-10 taki þá við um 50% meira magni við sömu vatnsborðs/þrýstingshækkun.

#### 5. FERILPRÓFANIR

Nú hafa farið fram tvær ferilprófanir til þess að meta tengsl niðurdælingarholnanna og vinnsluholna. Ákveðnum skömmtum af tveimur mismunandi ferilefnum var dælt niður í

sín hvora holuna og síðan fylgjast með því hvernig efnin bárust yfir í þær vinnsluholur sem þá voru í gangi. Á grundvelli niðurstaðnanna má síðan meta kólnunarhættu við niðurdælingu til langs tíma.

Fyrri prófunin hófst þann 25. september 1997 með því að 10 kg af natríum-flúoresceini var dælt niður í holu LJ-8. Síðan var fylgst mjög nákvæmlega, með tíðri sýnatöku, með endurheimtu efnisins í LN-12, sem var eina vinnsluholan sem í gangi var næstu tvo mánuðina. Mynd 16 sýnir niðurstöðurnar og er ljóst að þessi ferilprófun tókst mjög vel. Annars vegar vegna þess að hægt er að mæla endurheimtu flúoresceinsins af mikilli nákvæmni. Hins vegar vegna þess að óverulegar truflanir urðu vegna dælingar úr öðrum holum en LN-12. Eins og áður hefur verið fjallað um var endurheimtan nú öðruvísi í en var í tilrauninni 1991, sem talið er tengjast því að nú var dælt úr holu LN-12 í stað LJ-5 árið 1991 (Guðni Axelsson, 1997; Guðni Axelsson o.fl., 1993). Endurheimtan er samt sem áður mjög hæg og endurheimtust aðeins um 0,45 kg, eða 4,5%, á því tímabili sem mynd 16 nær yfir. Gögnin á myndinni hafa ekki verið túlkuð nákvæmlega, en ljóst er að toppurinn sem kemur fram stuttu eftir að ferilprófið hefst er vegna þess að lítill hluti vatnsins, sem dælt er niður í LJ-8, hafi fundið sér einhvers konar beina rás milli holnanna. Þó virðast aðeins um 1 - 2% vatnsins fara þessa beinu leið, meðan mest af því dreifist betur um kerfið. Því ætti langtímaniðurdæling í LJ-8 að valda lítilli, eða alla vega hægri kælingu, þó enn eigi eftir að staðfesta það með líkanreikningum.

Þó fyrri ferilprófuninni hafi formlega lokið er LJ-5 var gangsett um mánaðarmótin nóvember/desember hefur verið fylgst áfram með endurheimtu flúoresceinsins í vinnsluholunum þremur á Laugalandi auk nokkurra vinnsluholna utan svæðisins. Niðurstöðurnar eru sýndar á myndum 17, 18 og 19, og kemur þar ýmislegt athyglisvert fram. Í fyrsta lagi minnkar verulega styrkur ferilefnisins í vatni úr LN-12 er LJ-5 er gangsett. Í öðru lagi koma fram toppar, sérstaklega miklir í LJ-5, er holurnar eru gangsettar, sem vara í mjög stuttan tíma. Í þriðja lagi skilar flúoresceinið sér í tvöfalt hærri styrk í LJ-5, en í LN-12, ef undan er skilinn upphafstoppurinn í LN-12. Þá er athyglisvert að flúoresceinið skilar sér í mjög lágum styrk í LJ-7, eða aðeins um 200 ng/l. Ástæðan fyrir ofangreindu er talin sú að greiðari tengsl séu milli LJ-8 og vinnsluholnanna í efri hluta jarðhitakerfisins (ofan 1000 m c.a.), um millilög eða sprungur, en í dýpri hluta þess. Tregari tengsl virðast milli LJ-8 og aðalæða vinnsluholnanna, sem allar eru neðan 1000 m. Hóla LJ-5 er aðeins fódruð í 96 m, sem skýrir mesta endurheimtu í henni, hola LN-12 er fódruð í 294 m og því í nokkru sambandi við efra kerfið. Efra kerfið er hins vegar alveg fódruð af í holu LJ-7 (fódruð í 930 m). Topparnir skýrast af innrennsli í vinnsluholurnar úr grunnum æðum þegar ekki er dælt úr holunum (sjá líka Guðna Axelsson o.fl., 1993).

Í lok apríl höfðu 1,47 kg af flúoresceini skilað sér um LJ-5, 0,61 kg um LN-12 og 0,02 kg um LJ-7. Samanlagt eru þetta um 2,1 kg á 7 mánuðum, eða 21% af magninu sem dælt var niður í upphafi. Þetta verður að teljast hæg endurheimta, sem styður það að hættan á hraðri kólnun við langtímaniðurdælingu sé mjög lítil.

Samkvæmt mynd 19 virðist flúoresceinið skila sér í örlitlum mæli í holu TN-4 á Ytri-Tjörnum og í holum á Grýtu, að meðaltali um 40 ng/l. Þetta kemur nokkuð á óvart, en TN-4 er í tæplega 2 km fjarlægð og Grýta í rúmlega 1 km fjarlægð frá LJ-8. Þetta er þó hugsanlegt þar sem nú er nokkuð ljóst að samband er á milli Laugalands og Ytri-Tjarna



(Guðni Axelsson o.fl., 1997). Ekkert af ferilefninu virðist skila sér hinu megin fjarðarins. Þetta er í samræmi við ríkjandi sprungustefnu á svæðinu. Rétt er að taka fram að hér gæti einnig verið um mismunandi grunnljómun flúoresceins að ræða. Verður reynt að skera úr um hvort svo er fljótlega.

Seinni prófunin hófst þann 19. febrúar 1998 með því að 45,3 kg af kalíum-jodíði (34,7 kg af jodíði) var dælt niður í holu LN-10 og stóð hún þar til í byrjun maí, er vinnslu á Laugalandi var að mestu hætt. Þennan tíma var fylgst með endurheimtu jodíðsins í þeim vinnsluholum sem í gangi voru og eru niðurstöðurnar sýndar á mynd 20. Hóla LJ-5 var samfelt í gangi þessa rúmu tvo mánuði, auk þess sem annað hvort LN-1 eða LJ-7 voru í gangi til loka mars. Í apríl var LJ-5 svo til ein í gangi. Segja má að þessi ferilprófun hafi ekki tekist eins vel og sú fyrri, þó meginniðurstöður liggja ljósar fyrir. Annars vegar vegna þess að ekki er hægt að mæla endurheimtu jodíðs af eins mikilli nákvæmni og endurheimtu flúoresceins, og hins vegar vegna þess að notkun annarra holna truflaði prófunina.

Í þessari prófun skilar ferilefnið sér fyrst og fremst um holu LJ-5, þó toppar komi fram í LN-12 eftir að hún er gangsett eins og í fyrri prófuninni. Um mánaðarmótin apríl/maí höfðu um 8,4 kg skilað sér, eða um 24% af því magni sem dælt var niður, á tveimur mánuðum. Í seinni ferilprófuninni skilar ferilefnið sér því u.þ.b. fjórum sinnum hraðar en í þeirri fyrri. Að einhverju leyti stafar þetta af því að LN-10 er u.þ.b. helmingi nær LJ-5 en LJ-8, en þó er talið líklegast að mikið af ferilefninu berist út í efsta hluta jarðhitakerfisins þar sem það á greiðari leið til holu LJ-5. Í því sambandi er rétt að minna á að hola LN-10 er aðeins fódruð í 9 m. Að svo stöddu virðist því sem hola LN-10 verði ekki eins gagnleg sem niðurdælingarhóla og LJ-8, einkum vegna þess að of mikið af niðurdælingunni skili sér út í efsta hluta jarðhitakerfisins. Þetta á þó eftir að sannreyna með frekari prófunum og líkanreikningum.

Auk ferilprófananna hafa verið tekin hlutsýni af vatni úr vinnsluholum á Laugalandi, til greininga á völdum efnunum, þ.á.m. kísli, klóríði, kalsíum og kalíum. Þessi sýni voru tekin nokkuð þétt í upphafi, en síðan á einnar til tveggja vikna fresti. Engar marktækar breytingar, er rekja má til niðurdælingarinnar, hafa orðið í þeim sýnum sem greind hafa verið til þessa.

## 6. HITAMÆLINGAR Í NIÐURDÆLINGARHOLUM

Myndir 21 - 23 sýna þær hitamælingar sem gerðar hafa verið í holum LJ-8 og LN-10 í tengslum við niðurdælingarverkefnið. Holurnar voru báðar mældar 4 og 5. september 1997, áður en niðurdælingin hófst. Hóla LJ-8 var svo aftur hitamæld þann 18. nóvember s.l. Með mjög nákvæmri túlkun þeirrar mælingar tókst að áætla hvar, og í hvaða hlutfalli, vatnið sem dælt er niður fer út úr holunni. Af þeim 8 l/s sem dælt var niður þá virtust um 3,5 l/s fara út um æð á 380 m dýpi, um 1,2 l/s út um æð á 600 m dýpi, um 2,7 l/s út um æð á 1330 m dýpi, um 0,7 l/s út um æð á 1850 m dýpi og um 0,1 l/s fara út neðan 2000 m. Í upphafi verkefnisins var ráðgert að rennslismæla LJ-8 í niðurdælingu, en það hefur ekki enn reynst unnt. Virðist sem ofangreindar ákvarðanir séu fullt eins áreiðanlegar og ákvarðanir byggðar á rennslismælingum, sem gjarnan eru tiltölulegar ónákvæmar. Samkvæmt ofangreindu fer rúmlega helmingur þess sem dælt er niður út úr holunni í efri

hluta jarðhitakerfisins ofan 1000 m. Tæplega helmingur fer síðan út í kerfið neðan 1000 m og ætti að skila sér að mestu yfir í vinnsluholurnar. Hins vegar skilar væntanlega aðeins hluti þess vatns sem fer út um 380 m æðina sér yfir í þær. Er það í samræmi við það sem áætlað var hér að framan, þ.e. að um eða yfir 2/3 af niðurdælingunni geti skilað sér í aukinni vinnslu.

Báðar holurnar voru svo mældar 20. apríl s.l. Þá varð vart fyrirstöðu í LJ-8 og ekki hægt að mæla niður fyrir 1470 m. Sú mæling er öll kaldari en mælingin frá 18. nóvember (mynd 21) enda dælt niður kaldara vatni en þá (mynd 1). Mælingin úr LN-10 frá 20. apríl sýnir að góður hluti vatnsins fer út úr holunni við eða neðan fyrirstöðunnar í 480 m. Mynd 23, sem sýnir hitamælinguna nánar, sýnir þó að nokkuð af vatninu fer út í æðum ofan 500 m. Þessa mælingu á þó eftir að túlka nákvæmlega, líkt og mælinguna úr LJ-8.

Í tengslum við verkefnið hefur verið unnið að samantekt allra borholumælinga sem gerðar hafa verið í holum á Laugalandi, og er þeirri samantekt að mestu lokið. Þá má nefna að svokallaða "televiwer"-mælingu, sem gerð var af þýskum samstarfsaðila Orkustofnunar í LJ-8 í fyrra, en í þeirri aðferð er endurkast hljóðbylgna notað til þess að mynda holuveggina. Þannig fást m.a. upplýsingar um æðar holunnar, hvort um sprungur eða millilög er að ræða og hvernig þeim hallar. Þetta eru afar mikilvægar upplýsingar, sem nýtast til þess að kanna eftir hvaða leiðum vatnið sem dælt er niður fer um jarðhitakerfið. Frekari úrvinnsla "televiwer"-mælingarinnar bíður þess að hún berist Orkustofnun á stafrænu formi. Einnig er ætlunin að endurtaka mælinguna nú í sumar.

## 7. SKJÁLFTAMÆLINGAR

Rekstur skjálftamælinetsins hefur gengið samkvæmt áætlun, en ekki hefur orðið vart neinna skjálfta sem gætu verið af völdum niðurdælingarinnar. Enn er þrýstingur vel undir þeim yfirþrýstingi sem var á jarðhitakerfinu fyrir nýtingu þess. Telja verður líkur á því að einhverjir skjálftar verði seinna í tilrauninni er ætlunin verður að dæla niður undir allt að 30 bara þrýstingi, þ.e. meira en 10 börum yfir upphafsþrýstingi kerfisins. Þann 21. apríl var sprengd lítil hleðsla (4 m af "primacord") á um 300 m dýpi í holu LG-9. Samkvæmt upplýsingum frá Uppsölum greindi skjálftamælinetið hana eins og til var ætlast.

## 8. FRAMHALD VERKEFNISINS

Niðurdælingarverkefnið mun halda áfram til hausts 1999. Nú í sumar er ætlunin að dæla tiltæku magni, þ.e. 10 - 14 l/s niður í holurnar tvær, ásamt því að litlu eða engu verði dælt úr vinnsluholunum. Hola LJ-5 var stöðvuð nú í byrjun maí. Þannig á svæðisþrýstingurinn að nást töluvert upp. Um mánaðarmótin ágúst/september er ætlunin að auka niðurdælinguna í LJ-8 verulega, í þeim tilgangi að ná upp allt að 30 bara þrýstingi á holunni. Æskilegt væri að sú dæling stæði yfir í nokkrar vikur áður en vinnsla hefst aftur á svæðinu.

Fyrir utan mælingar og sýnatöku ásamt úrvinnslu gagna, sem heldur áfram með svipuðum hætti og verið hefur, þarf að huga að eftirfarandi atriðum á næstu mánuðum:

- A. Endurtaka þarf þrepaðælingarnar í holum LJ-8 og LN-10 til þess að kanna hvort einhverjar breytingar hafi orðið í holunum.

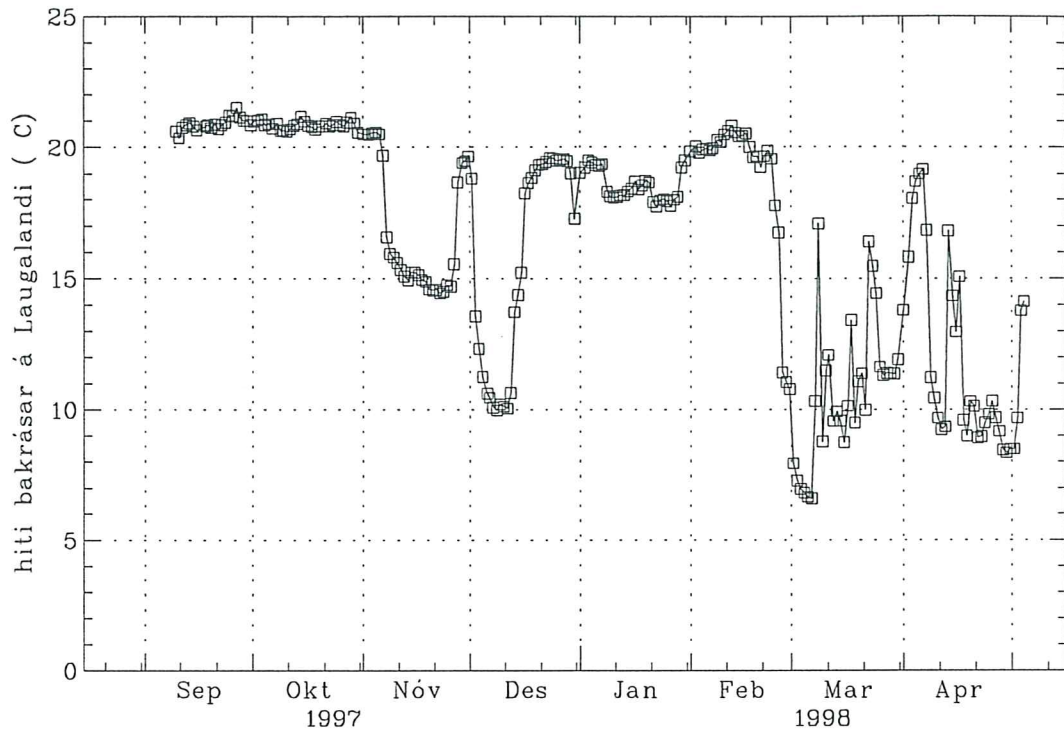


- B. Ekki er ætlunin að hafa dælu í holu LN-12 nú í sumar og gefst því tækifæri til nákvæmra vatnsborðsmælinga í holunni, e.t.v. með skynjaranum sem nú er í holu LN-10. Þá má reyna að auka og minnka niðurdælinguna í hvora niðurdælingarhola fyrir sig tímabundið, til þess að mæla nákvæmar áhrifin á vatnsborð í vinnsluholunum, en það hefur ekki verið hægt að mæla mjög nákvæmlega.
- C. Athuga þarf hvort sprengja þarf fleiri litlar hleðslur í holu LG-9, til þess að hægt sé að kvarða skjálftamælinetið betur.
- D. Ganga þarf frá því að hægt verði að bæta tímabundið heitu vatni við bakrásina frammi á Laugalandi til þess að nú upp hámarksþrýstingi á holu LJ-8.
- E. Ljúka þarf samantekt allra borholumælinga úr holum LJ-8 og LN-10.
- F. Áfram þarf að kanna möguleikann á því hvort hægt sé að koma upp lítilli tilraun til þess að meta hraða niðurbrots natríum-flúoresceins við þann hita sem ríkir í jarðhitakerfinu (Guðni Axelsson, 1997).
- G. Mæla þarf inn í hnitakerfi Akureyrarbæjar þær holur á Laugalandi, sem ekki hafa 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.
- H. Endurtaka þarf viðnámsmælingu og nifteindamælingu (poruhlutamæling) í LJ-8 í lok tilraunatímans. Þannig má e.t.v. sjá hvort einhverjar breytingar verða í holunni, t.d. vegna útfellinga.

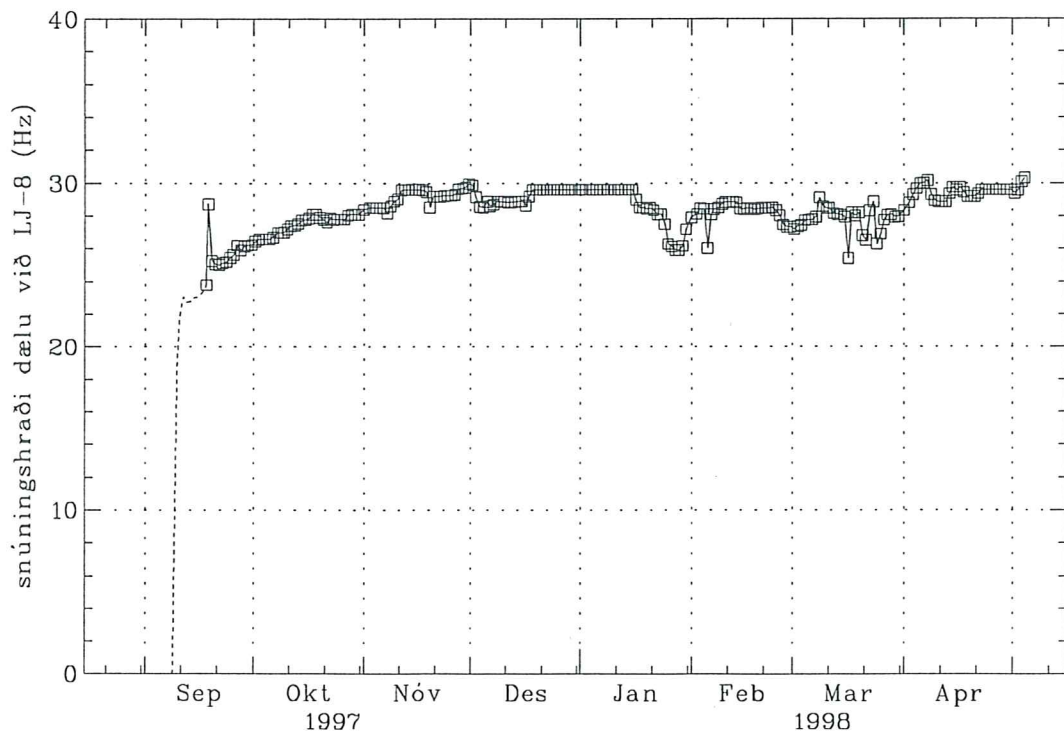
## 9. HEIMILDIR

- Guðni Axelsson, 1997: Niðurdæling á Syðra-Laugalandi í Eyjafirði. Staða verkefnis í byrjun október 1997. Orkustofnun, greinargerð GAx-97/09, 12 s.
- Guðni Axelsson, Guðrún Sverrisdóttir, Ólafur G. Flóvenz, Franz Árnason, Árni Árnason og Reynir Böðvarsson, 1998: Long-term reinjection project in the Laugaland low-temperature area in N-Iceland. Proceedings 16th Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, USA, Jan. 1998, 8 s.
- Guðni Axelsson, Guðrún Sverrisdóttir og Ólafur G. Flóvenz, 1997: Hitaveita Akureyrar. Vinnslueftirlit 1996. Orkustofnun, OS-97053, 59 s.
- Guðni Axelsson, Ólafur G. Flóvenz, Hrefna Kristmannsdóttir og Guðrún Sverrisdóttir, 1993: Laugaland í Eyjafjarðarsveit. Tilraun með niðurdælingu vatns. Orkustofnun, OS-93052/JHD-13, 69 s.

*Guðni Axelsson*  
*Guðrún Sverrisdóttir*

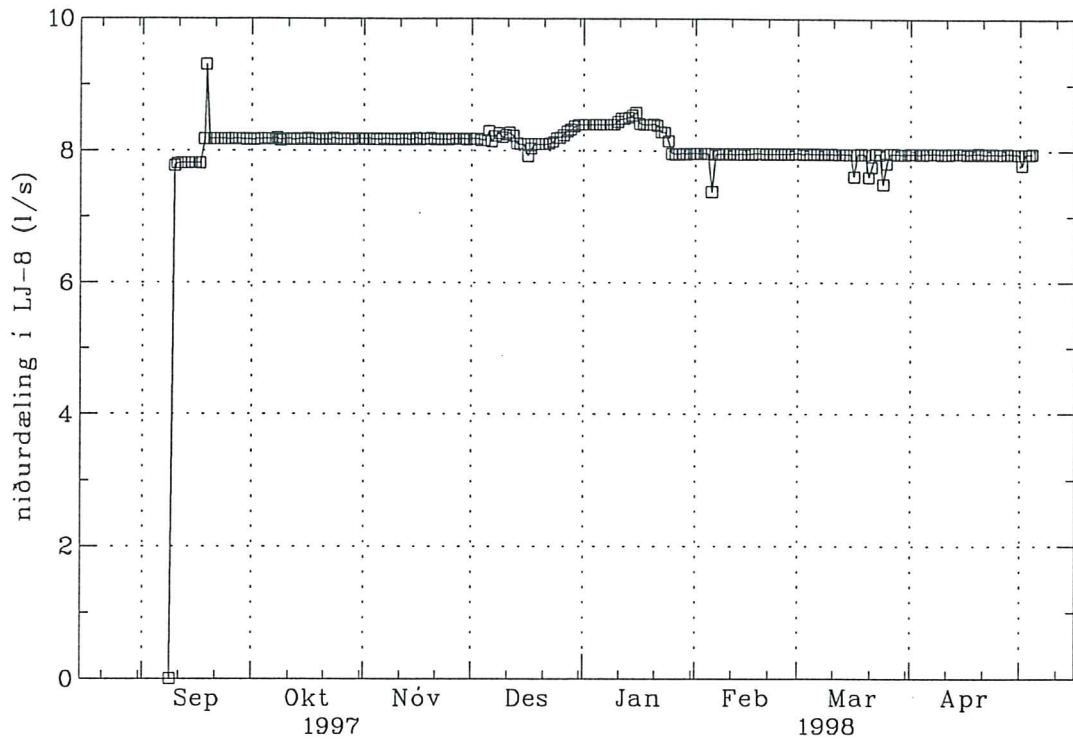


Mynd 1. Hiti bakrásar á Laugalandi, dagleg meðaltöl.

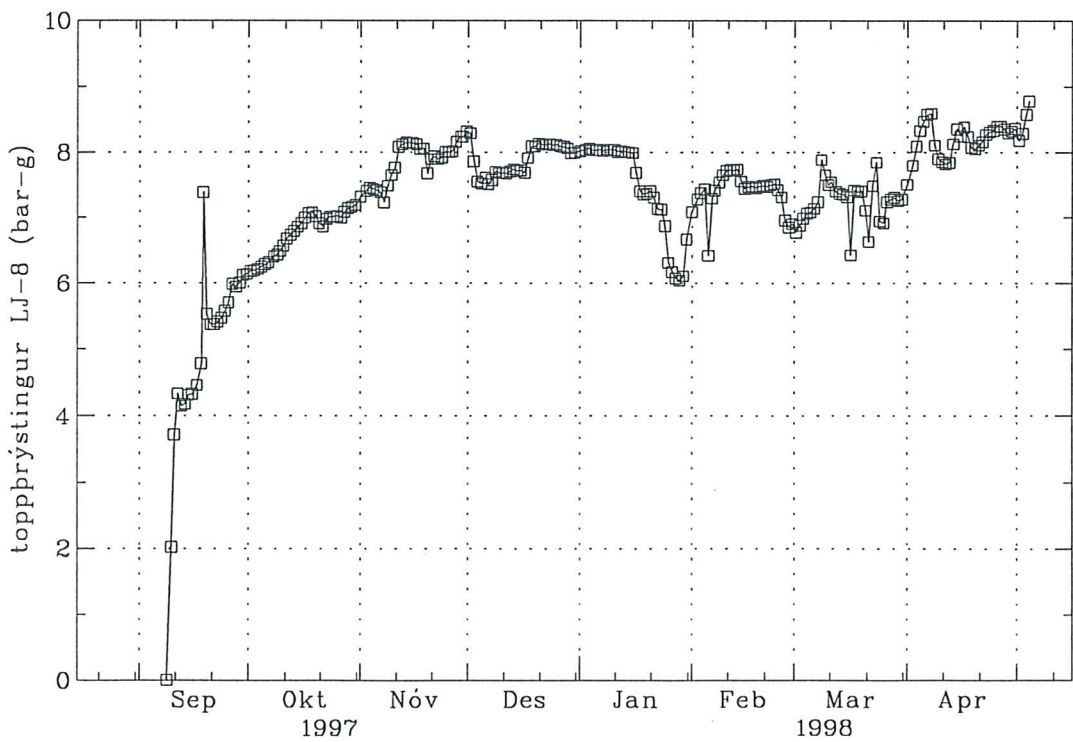


Mynd 2. Tíðni dælu við LJ-8, dagleg meðaltöl.

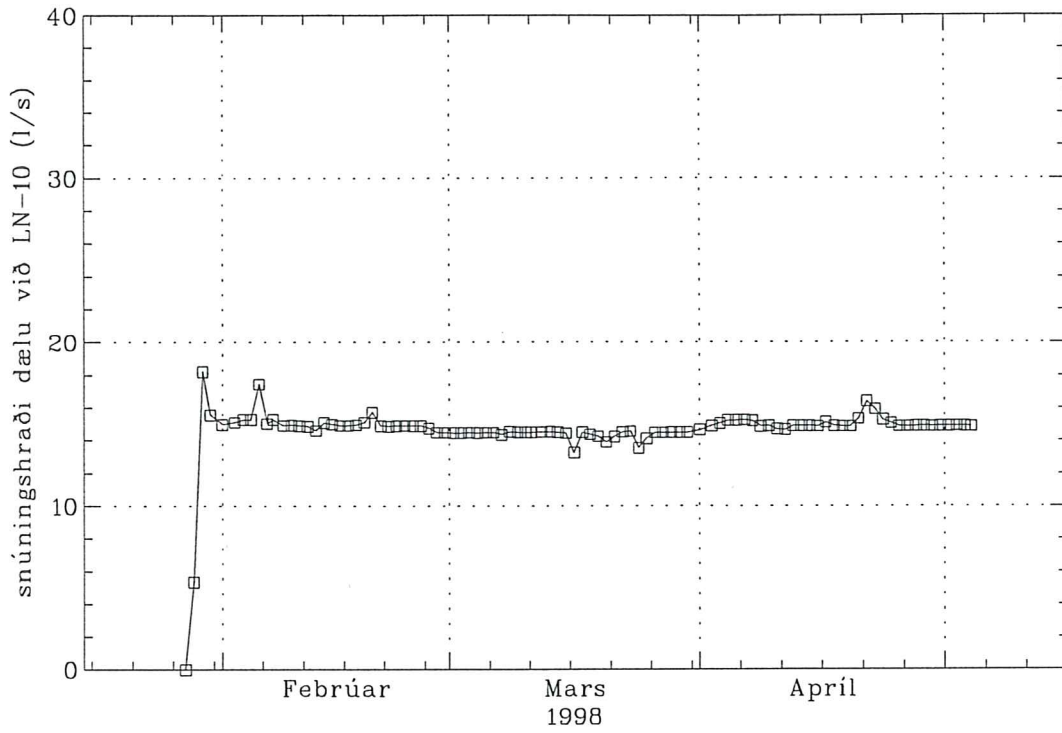




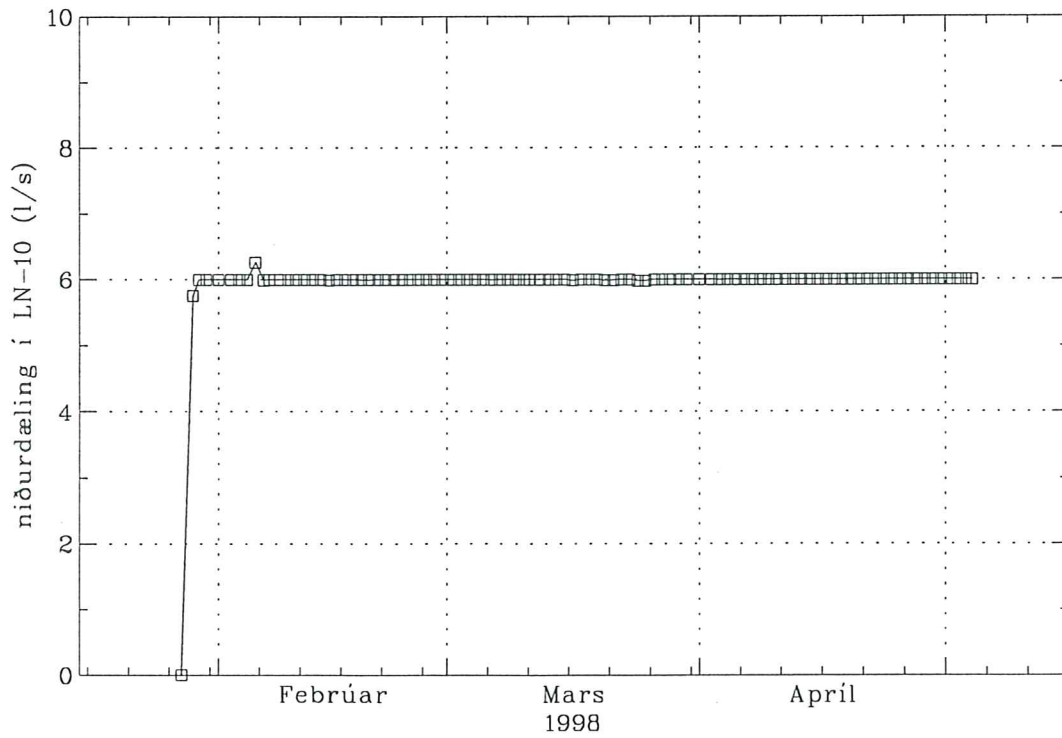
Mynd 3. Niðurdæling LJ-8, dagleg meðaltöl.



Mynd 4. Toppþrýstingur LJ-8, dagleg meðaltöl.

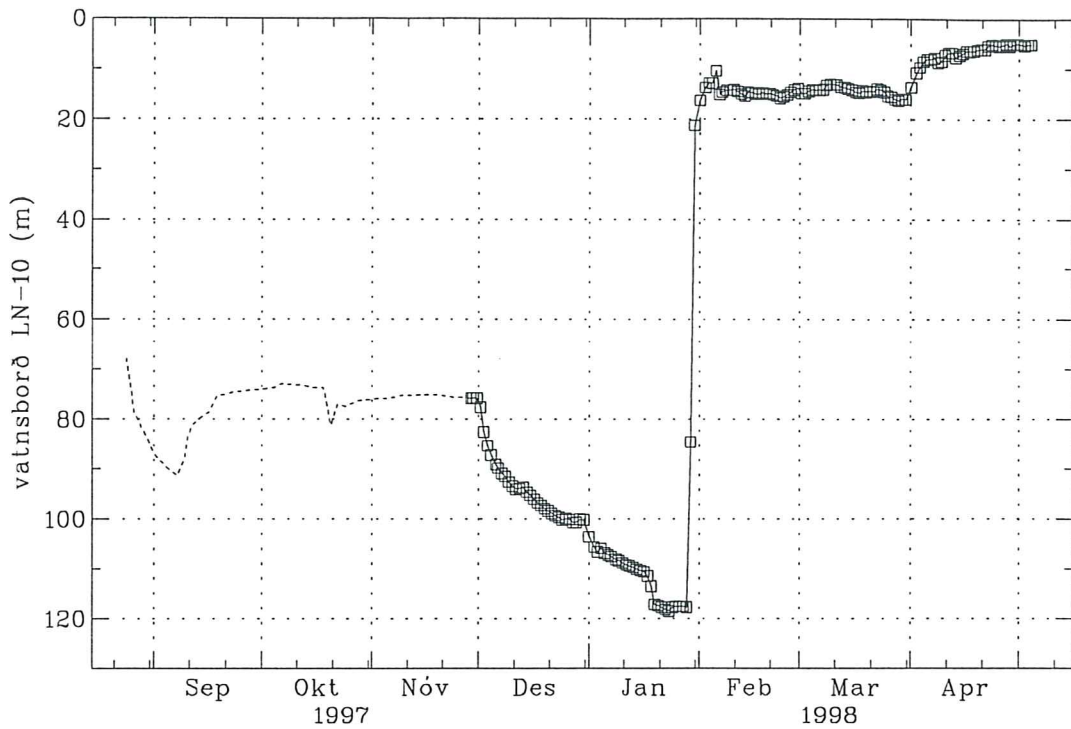


Mynd 5. Tíðni dælu við LN-10, dagleg meðaltöl.

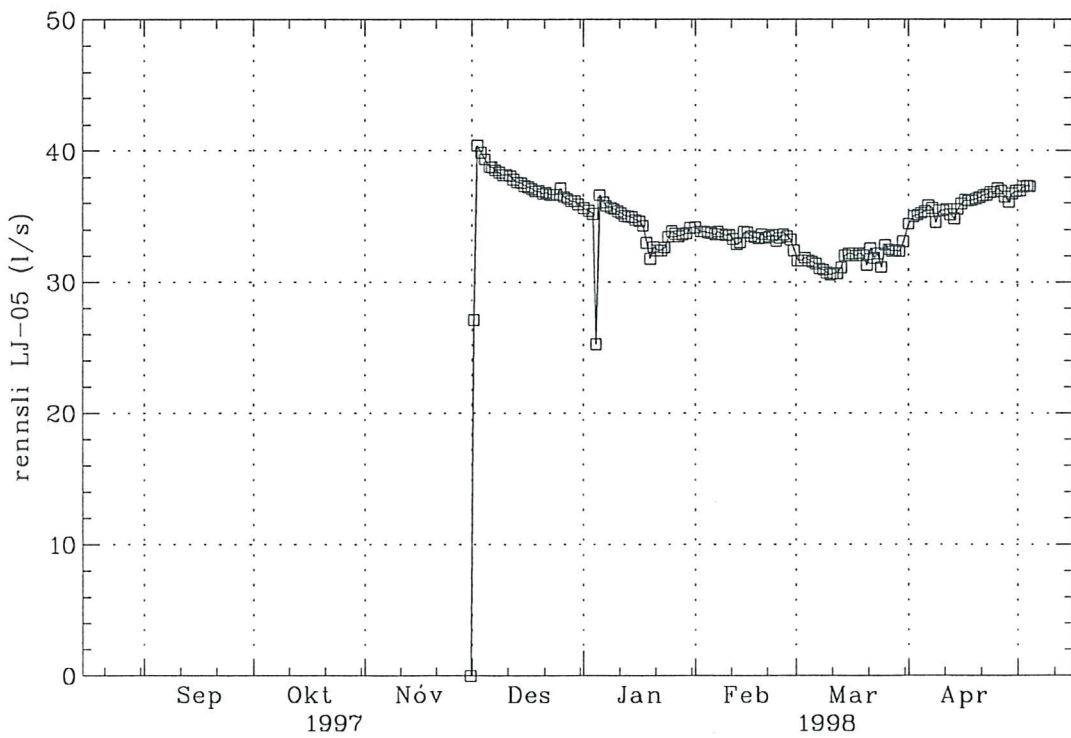


Mynd 6. Niðurdæling LN-10, dagleg meðaltöl.

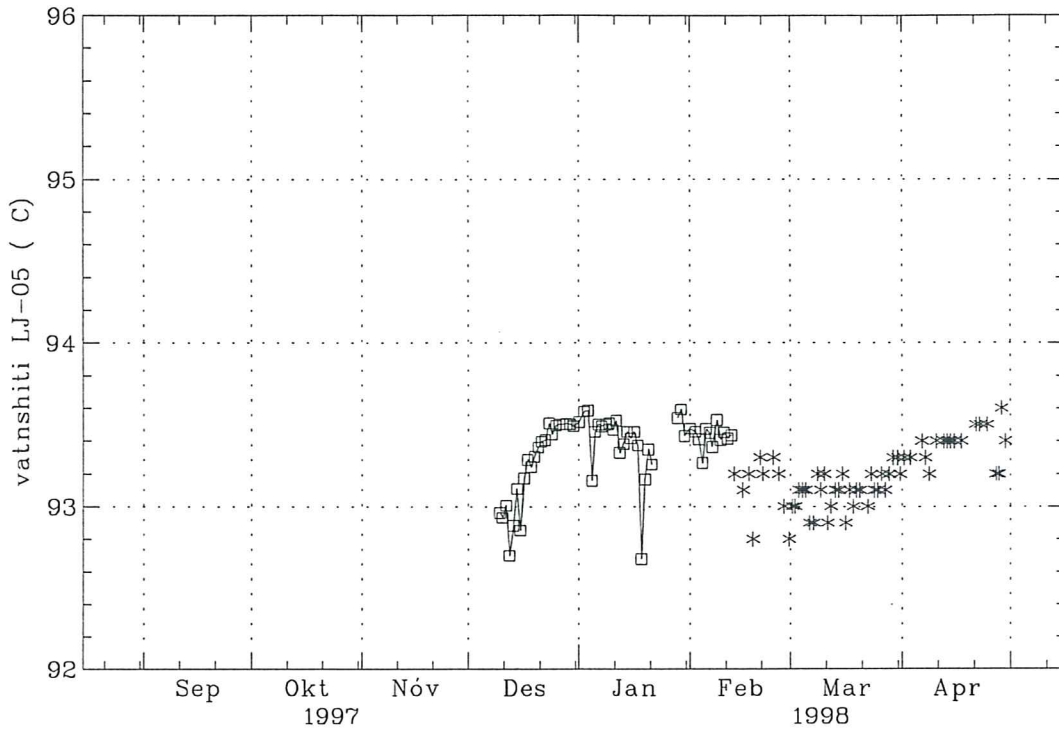




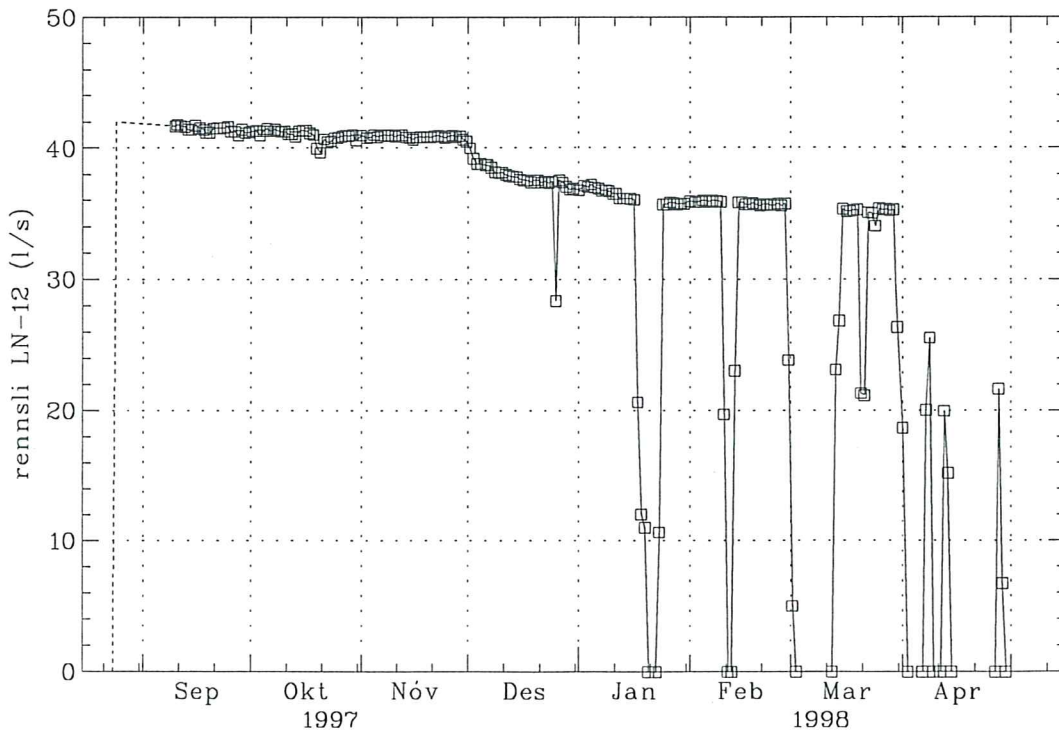
Mynd 7. Vatnsborð í LN-10, dagleg meðaltöl.



Mynd 8. Dæling úr LJ-5, dagleg meðaltöl.

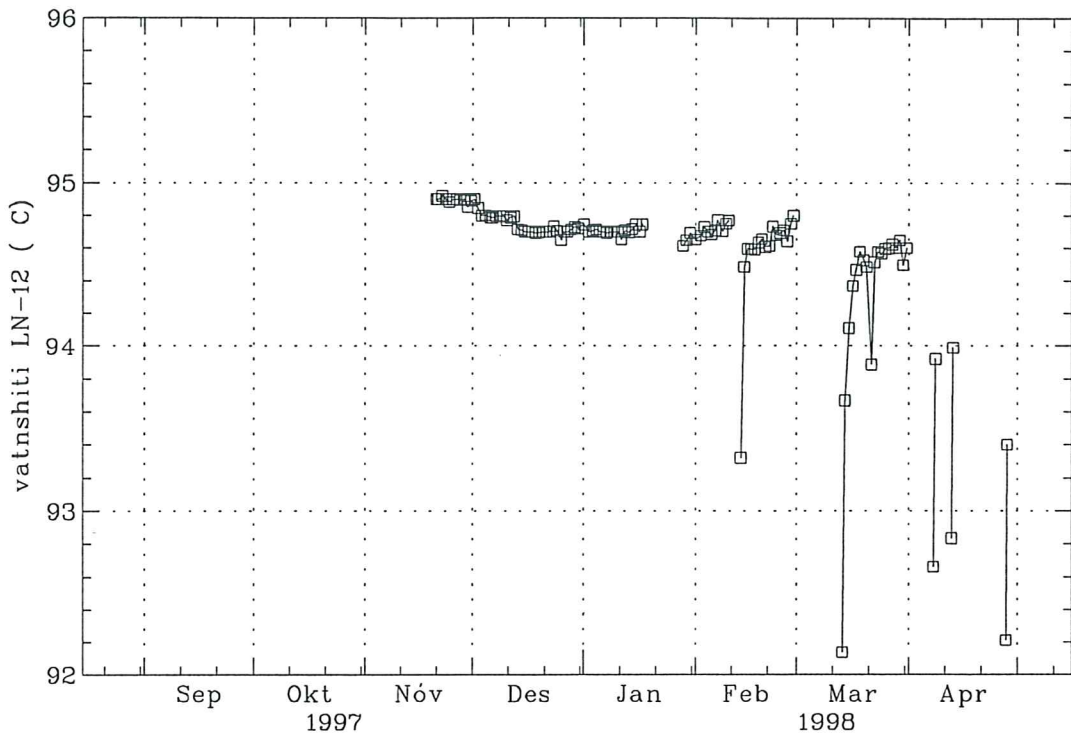


Mynd 9. Hiti vatns úr LJ-5, dagleg meðaltöl.

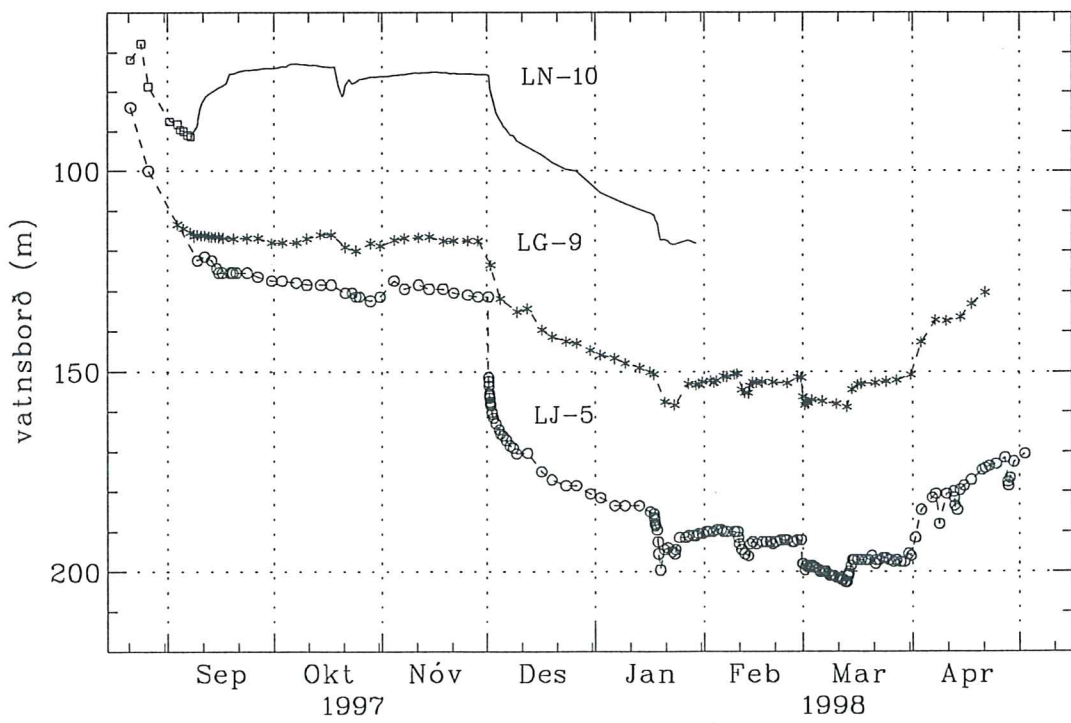


Mynd 10. Dæling úr LN-12, dagleg meðaltöl.

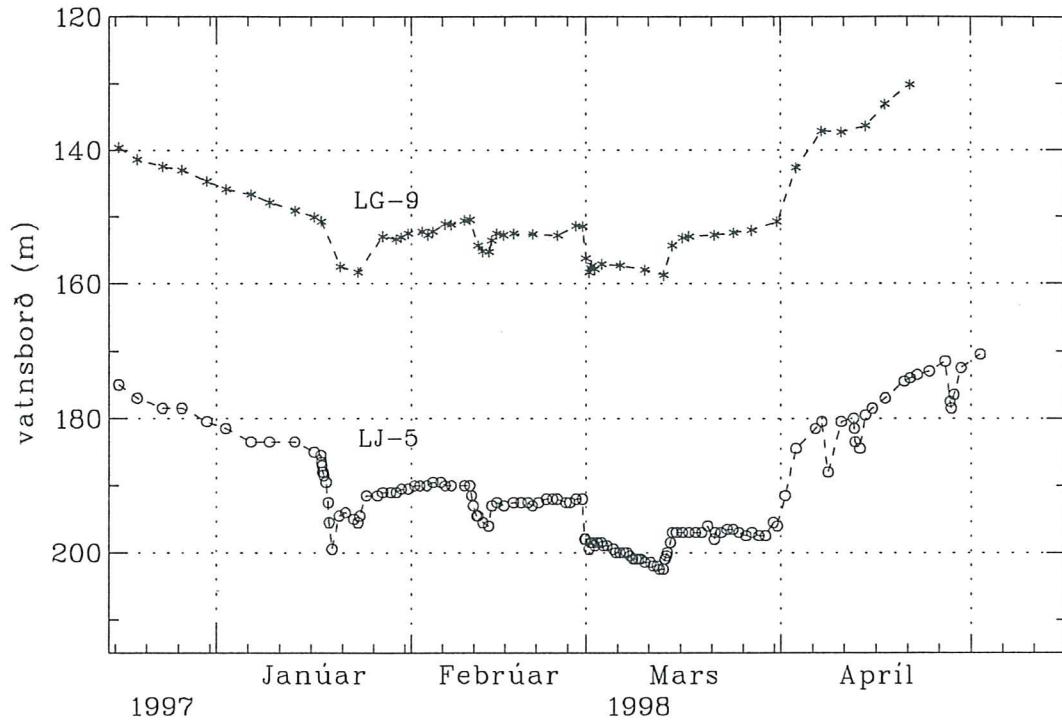




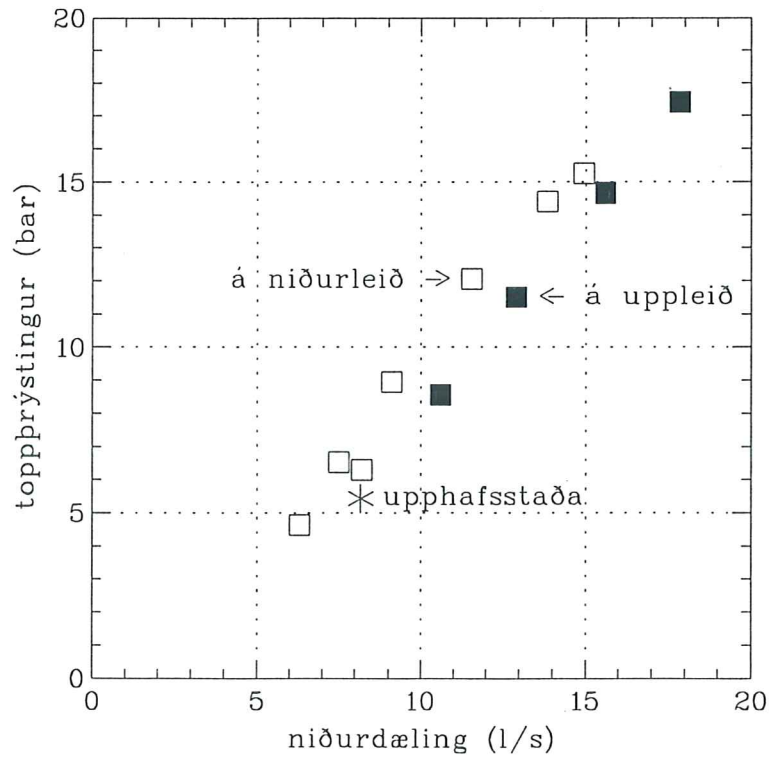
Mynd 11. Hiti vatns úr LN-12, dagleg meðaltöl.



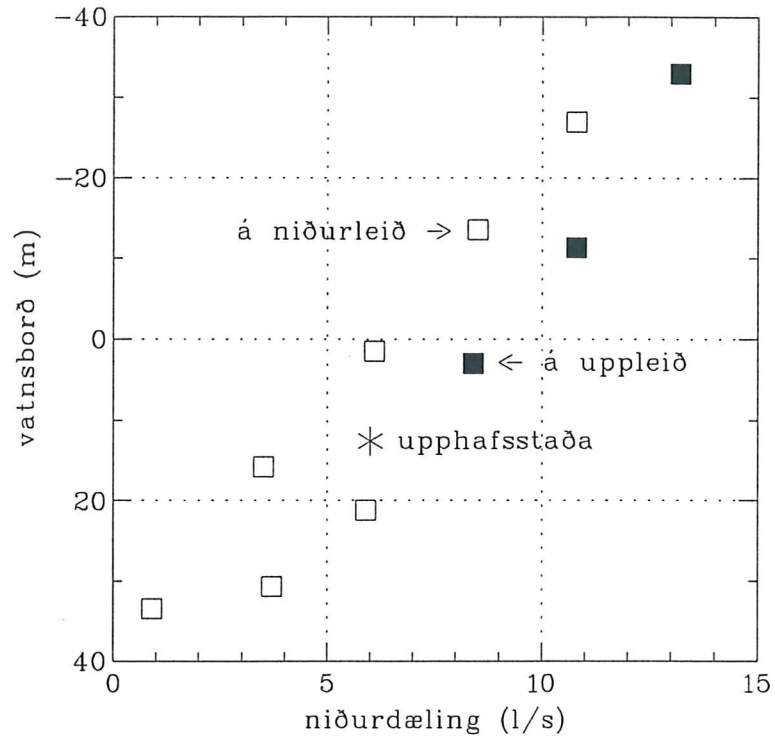
Mynd 12. Vatnsborðsmælingar í holum LJ-5, LG-9 og LN-10.



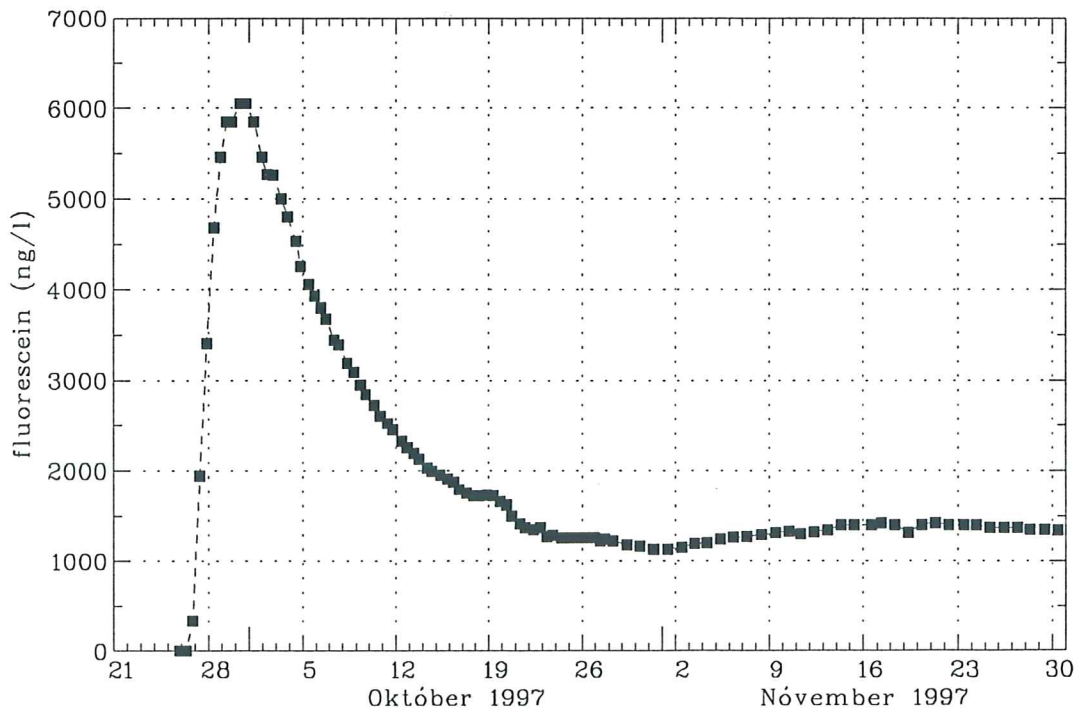
Mynd 13. Vatnsborðsmælingar í holum LJ-5 og LG-9 janúar til apríl 1998.



Mynd 14. Niðurstöður þrýstingarmælingar LJ-8 18/09/97.

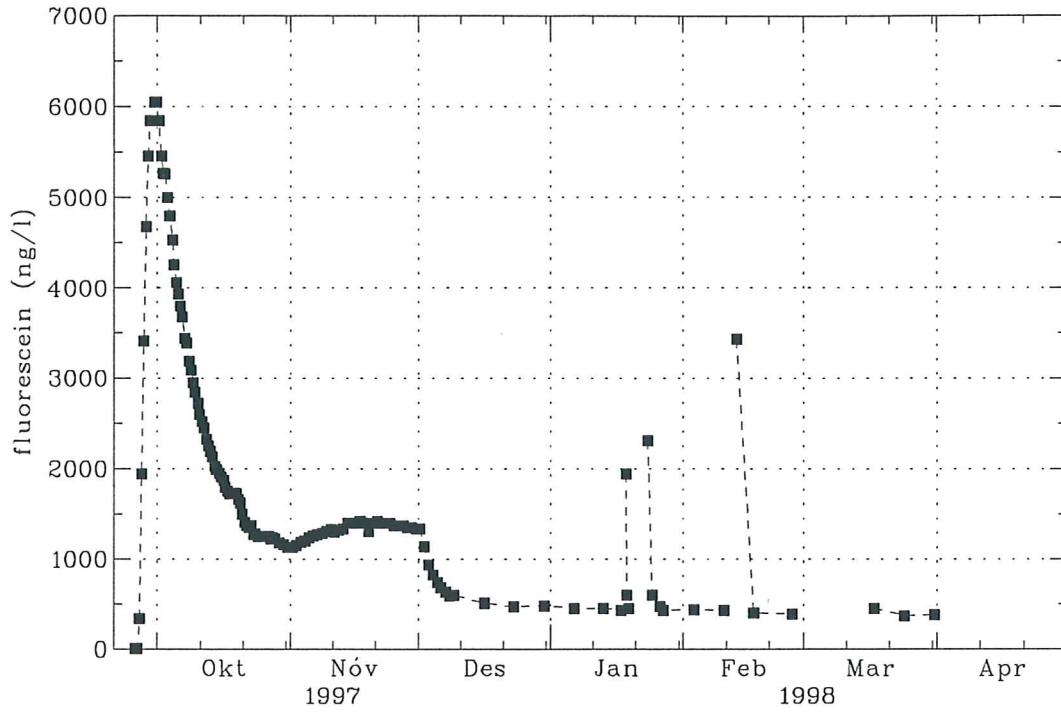


Mynd 15. Niðurstöður þrepaprófunar LN-10 05/02/98.

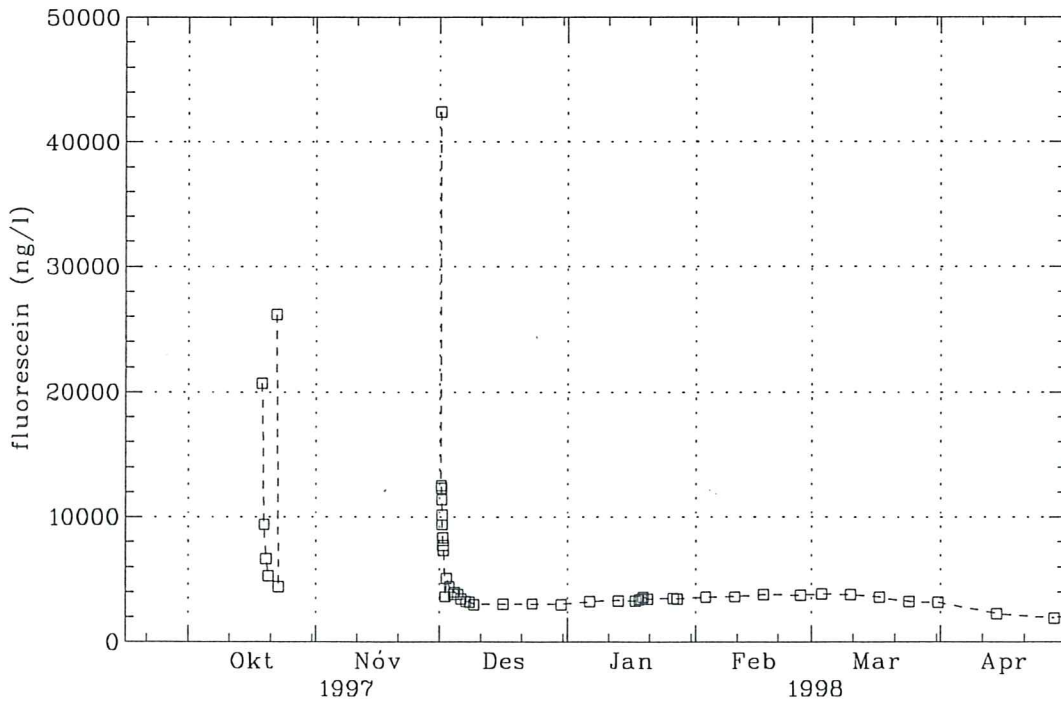


Mynd 16. Endurheimta flúoresceins í ferilprófun milli LJ-8 og LN-12.

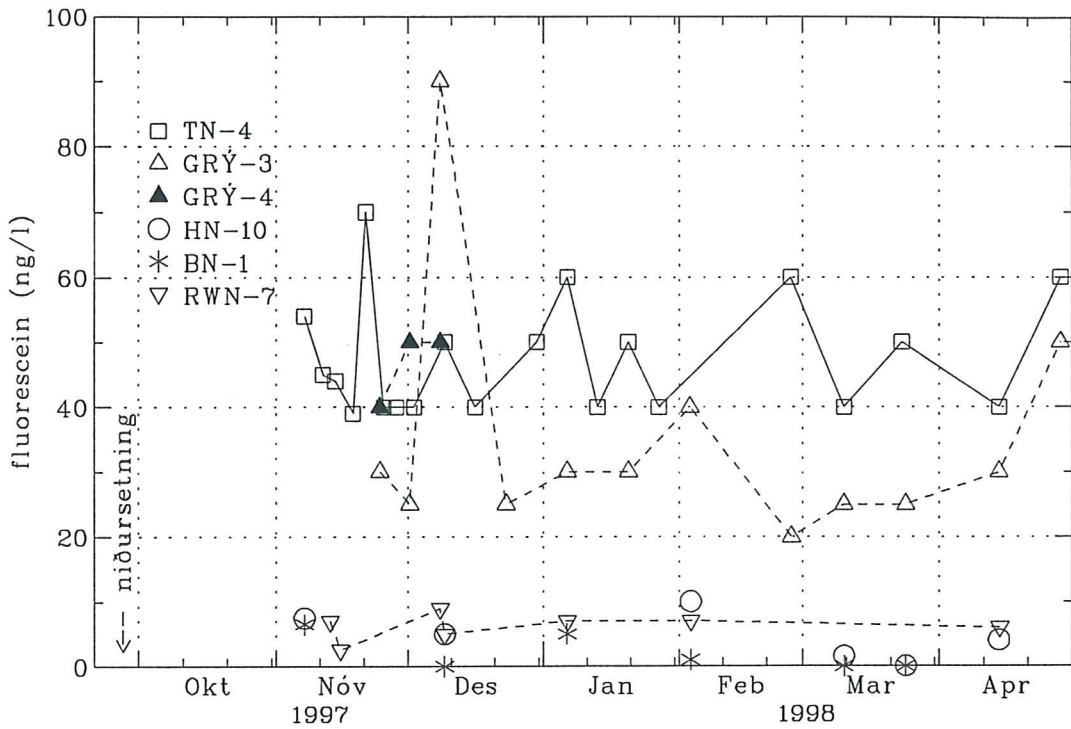




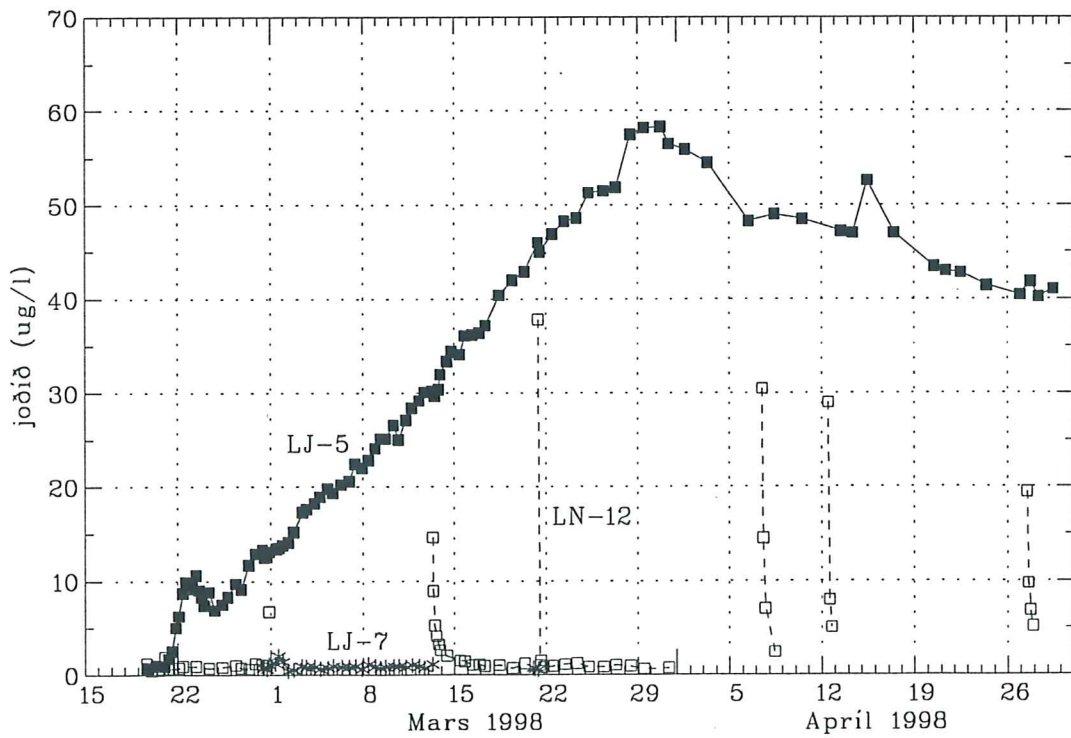
Mynd 17. Endurheimta flúoresceins í holu LN-12.



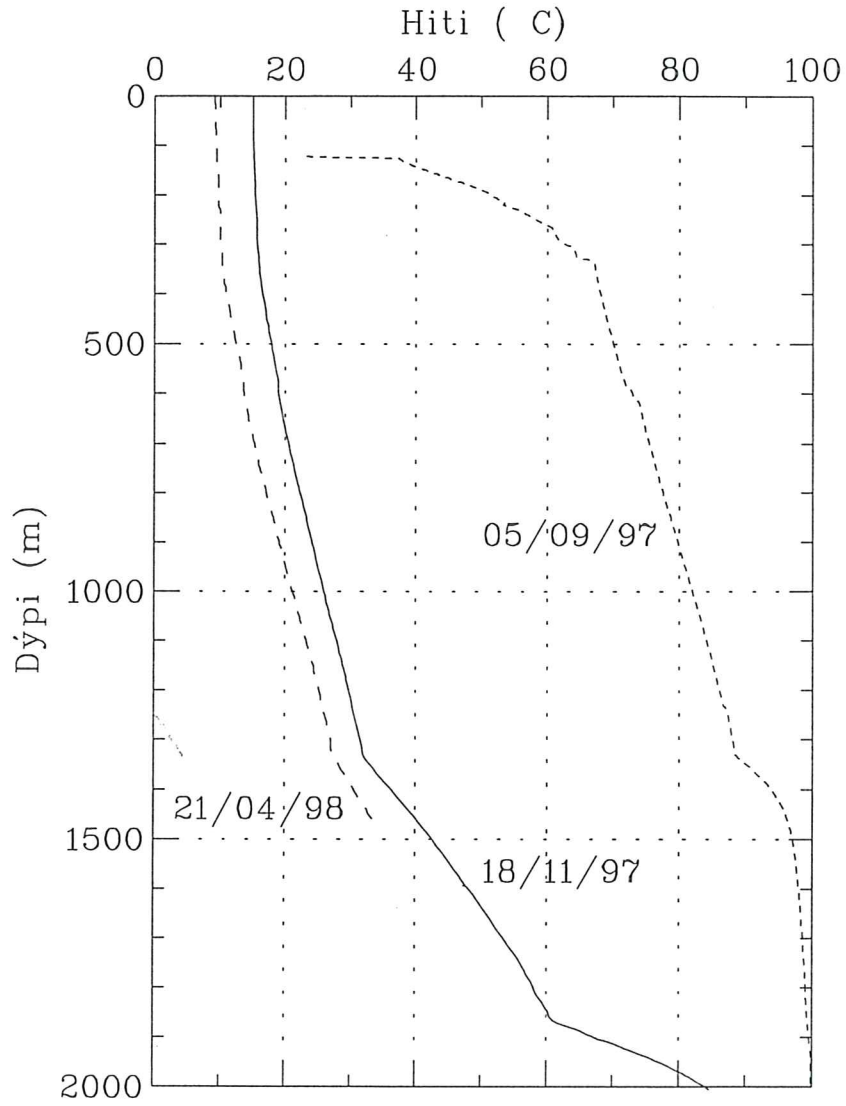
Mynd 18. Endurheimta flúoresceins í holu LJ-5.



Mynd 19. Endurheimta flúoresceins í holum utan Laugalandssvæðisins.

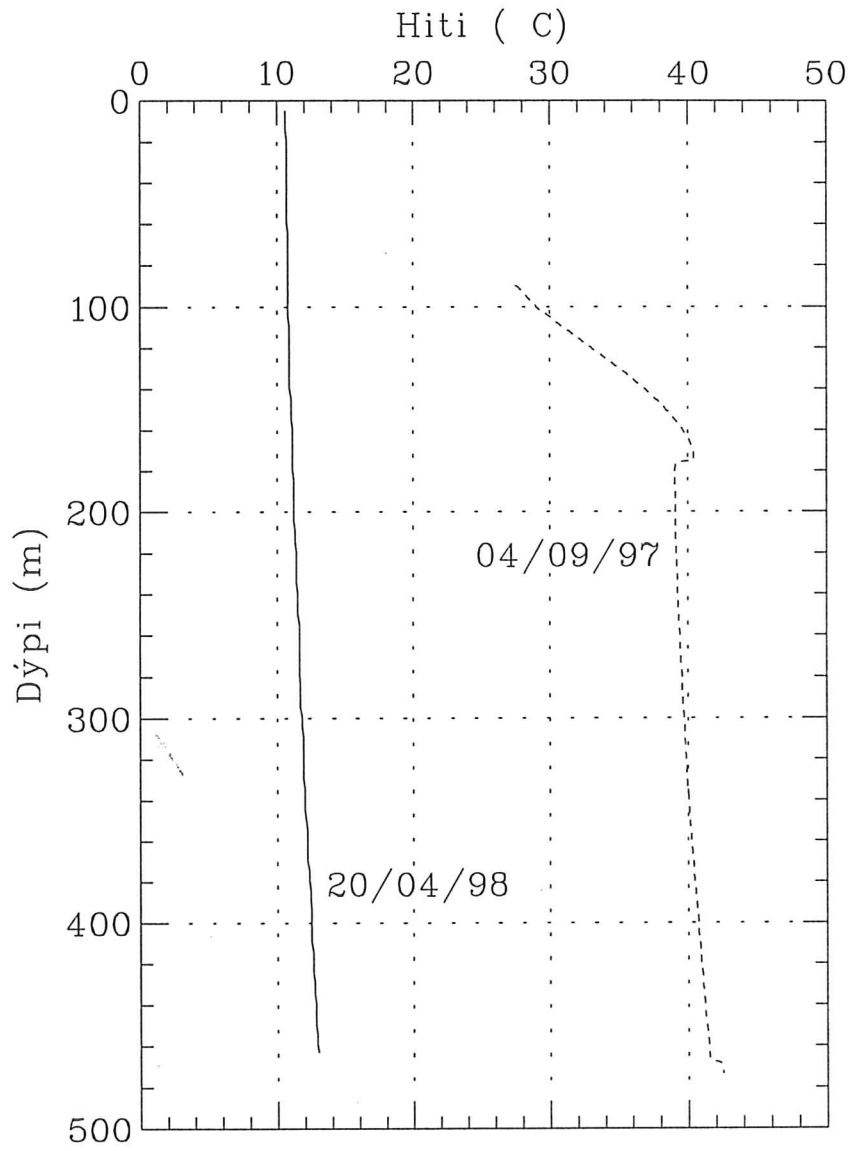


Mynd 20. Endurheimta jodíðs dældu niður í LN-10 19/02/98.

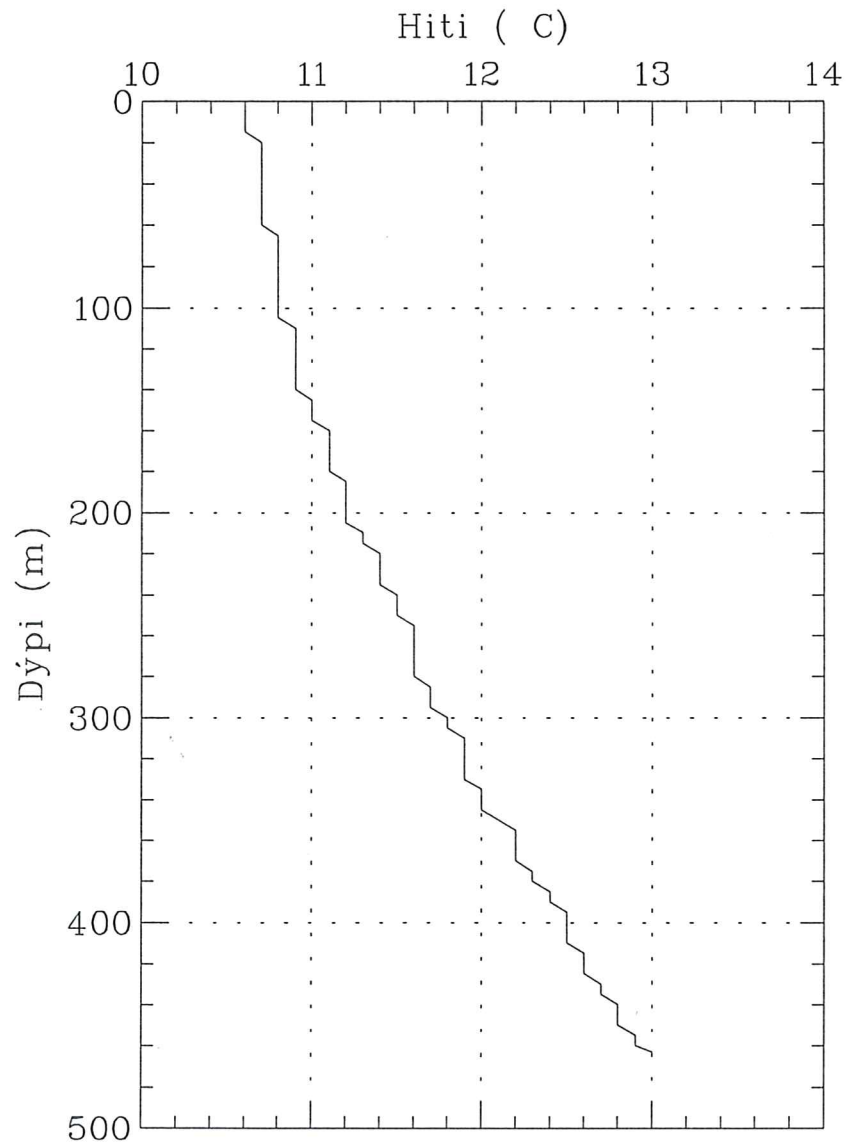


Mynd 21. Hitamælingar úr LJ-8 fyrir og í niðurdælingu.





Mynd 22. Hitamælingar úr LN-10 fyrir og í niðurdælingu.



Mynd 23. Hitamæling úr LN-10, við 6 l/s niðurdælingu, 20/04/98.