



## Áætlun um niðurdælingatilraun á Laugalandi á Þelamörk

**Ólafur G. Flóvenz,  
Grímur Björnsson,  
Guðni Axelsson,  
Hrefna Kristmannsdóttir**

**Greinargerð ÓGF-GrB-GAx-HK-93-04**

28. apríl 1993

## ÁÆTLUN UM NIÐURDÆLINGARTILRAUN Á LAUGALANDI Á PELAMÖRK

### 1. Inngangur

Í þessari greinargerð er sett fram áætlun um prófun til að kanna áhrif niðurdælingar á jarðhitakerfið við Laugaland á Pelamörk. Vinnsla hefur nú staðið nær óslitið úr holu LPN-11 síðan í nóvember 1992. Lítur út fyrir að jarðhitasvæðið anni 15-16 l/s jafnaðarvinnslu miðað við um 200 m niðurdrátt í vinnsluholunni. Byggðin úti á Pelamörk mun þurfa 2-3 l/s og þarf vatnsmagn-ið sem fer til Akureyrar að skerðast um sama magn komi ekki til aðrar ráðstafanir. Því hefur vaknað sú hugmynd hvort ekki megi safna öllu bakrásarvatni á Pelamörk og dæla niður í tiltækar rannsóknarholur. Með því móti fengjust um 15 sekúndulítrar inn til Akureyrar og veita frá Pelamörk verður að sama skapi hagkvæmari. Á móti vegur að varminn í jarðhitakerfinu sópast nokkru hraðar út en ella sem veldur hraðari kólnun vinnsluholunnar. Er niðurdælingartilrauninni ætlað að svara hve hratt það gerist.

### 2. Tilhögun prófsins

Gert er ráð fyrir að 2 rannsóknarholur verði nýttar í prófinu, holur LPÝ-6 og LPÝ-8. Jafnframt er gert ráð fyrir að 2 gerðir ferlunarefnis fari niður, hvort í sína holuna. Nokkurs undirbúnings er þörf úti á svæði áður en tilraunin hefst. Er gerð nánari grein fyrir honum í verkáætlun aftar í þessari greinargerð.

Segja má að prófið skiptist þá í tvo meginhluta:

1. *Svæðið keyrt upp:* Í þessum þætti verður byrjað að dæla niður í holur og líður um 1 vika milli þess sem ný hola kemur inn. Þarf því a.m.k. 2 vikur í uppkeyrslu svæðisins áður en til niðursetningar ferlunarefnis kemur. Að þessum tíma liðnum má gera ráð fyrir að vatns-hraði niðri í jarðhitakerfinu sé komin að mestu í jafnvægi við vinnsluna. Skapast þannig ástand líkt því sem búast má við í fyrirhugaðri langtíma vinnslu og niðurdælingu.
2. *Ferlunarefni sett í holur og viðbrögð mæld:* Eftir að vatnsborð í svæðinu hefur brugðist við niðurdælingunni eru ferlunarefnin sett í niðurdælingarholurnar. Það yrði gert samtímis í LPÝ-6 og LPÝ-8. Jafnframt þarf að hefja vatnssýnatöku úr LPN-11. Fyrsta sýnið þarf að taka rétt áður en niðurdæling hefst og að auki 20#1 til notkunar við mælingar á ferlunarefnunum. Er nauðsynlegt að safna á 4 klst fresti fyrstu 2 dagana, 8 klst fresti næstu 2 daga þar á eftir, síðan yrðu tekin sýni á 12 klst fresti í 2 daga og svo daglega í 20 daga. Eftir það yrði safnað um 20 sýnum í viðbót en söfnuratíðnina þarf að ákveða með hliðsjón af viðbrögðum jarðhitakerfins.

Í heild má því búast við að ferlunarefnisprófið taki 1 ½-2 mánuði. Ekkert er því til fyrirstöðu að prófið hefjist í maf. Auk þess sem safna þarf vatnssýnum og skrá vinnslu og dælingu í holur, er æskilegt að vatnsborð verði mælt nokkuð þétt í öllum tiltækum holum. Því fylgir töluverð vinna og viðvera úti á svæði sem gert er ráð fyrir að starfsmaður hitaveitunnar annist að mestu. Slíkt fyrirkomulag reyndist vel á Botni sumarið 1990.

### 3. Nánari tilhögun dælingar í LPÝ-6 og LPÝ-8

Mikilvægt er að rétt rennslismagn verði valið í niðurdælingarholur með það að markmiði að ekki komi til breytinga í rennsli í þær meðan prófið varir. Slíkra breytinga gæti orðið þörf t.d. ef niðurdælingin fyllir holurnar. Tvennt má hafa til hliðsjónar við stillingu rennslisins:

1. Að vatnsborðshækkun hvorrar holu fyrsta daginn fari ekki yfir helminginn af upphaflegu dýpi til vatnsborðs. Er þá upp á einhverja metra að hlaupa þegar vatnsborð hækkar í svæðinu eftir því sem líður á prófið. Því verður nauðsynlegt að slaka loftslöngum í niðurdælingarholurnar og hafa þannig mat á vatnsborð þeirra á hverjum tíma.
2. Að niðurdælingin verði ekki meiri en holurnar skiluðu í loftblæstri í borun. Eftirfarandi upplýsingar eru tiltækar þar um rennslið (l/s):

Hola LPÝ-6	Hola LPÝ-8
12,7	5,3

Til að byrja með má því hugsa sér að í holu LPÝ-6 fari 4 l/s og í LPÝ-8 fari 2 l/s.

Væntanlega er hagstæðast að byrja niðurdælinguna í LPÝ-8 og myndi sjálfrenna í hana frá þró ofan vegar. Hola LPÝ-6 kæmi á eftir enda hún vel lek og líklegt að þrýstíáhrif milli hennar og LPÝ-11 jafnist hratt. Gott væri að hafa rennslismæla á holunum meðan prófið varir. Eins þyrfti að fylgjast með vatnsborði þeirra með loftrörum líkt og nú er gert á Botni. Aðrar holur þyrfti að mæla með vatnsborðsmæli, a.m.k. daglega meðan prófið varir og jafnvel oftár dagana sem niðurdæling hefst.

Ferlunarefnin færu svo á sama klukkutímanum í holurnar tvær. Eftirfarandi efni yrðu valin:

Hola LPÝ-6	Hola LPÝ-8
Brómíð 20 kg	Natríum-flúoresceín ½ kg

Natríumbrómíð er auðleyst í vatni. Má leysa um 1 kg efnisins í hverjum lítra vatns. Til að tryggja að allt efnið leysist upp er þægilegast að leysa natríumbrómíðið upp í 50-200 l tunnu sem yrði fyllt af heitu niðurdælingarvatninu við holuna. Gert er ráð fyrir að natríumflúoresceín komi uppleyst í brúsa frá Orkustofnun. Hleypt er úr tunnunum niður holurnar og má það gerast hratt. Einnungis þarf að varast að ekkert glatist utan við holutoppinn. Mikilvægt er að þeir sem þynna efnin og setja þau niður komi ekki nærri ferlunarefnisprófinu að öðru leyti.

### 4. Lok prófunar á LPN-11

Eftir að ferlunarefnisprófinu lýkur má draga verulega úr vinnslu úr LPN-11. Virðist einsýnt að vinnslan megi fara niður í 3-4 l/s líkt og var fyrir prófið. Miklar vatnsborðsbreytingar verða við að vinnslan stöðvast og þarf að mæla þær sem tíðast í rannsóknarholunum, a.m.k. fyrstu vikurnar. Ekki er ljóst hve langur tími líður þar til hola fer í sjálfrennsli en hann gæti orðið jafnlangur vinnslutímanum í LPN-8 eða 6-8 mánuðir. Þennan tíma má stytta með því að senda yfirflæðið úr þró ofan vegar í holu LPÝ-8 og setja bakrásarvatnið af Þelamerkurskóla niður í LPÝ-5.

## 5. Verkáætlun

Lagt er til að unnið verði samkvæmt eftirfarandi verkáætlun:

1-17 maí:

Undirbúningsvinna starfsmanna Hitaveitu Akureyrar. Lögð rör að holum LPÝ-6 og 8, og komið fyrir slöngu til vatnsborðsmælinga. Einnig að lögð verði loftslanga til vatnsborðsmælinga yfir Hörgá að holu LPÝ-7. Áður en slanga er sett í holur þarf að mæla í þeim vatnsborð með venjulegum vatnsborðsmæli. Sjá þarf um að sriti í holu 2 starfi meðan á tilrauninni stendur.

18. maí:

Allar holur hitamældar. Tekin sýni til efnagreininga af vatninu úr LPN-11 og millirennslinu í holum LPN-10, LPÝ-6 og LPÝ-8. Taka þarf 20 lítra af vatninu úr LPN-11 til viðmiðunarmælinga og senda Orkustofnun. Niðurdæling hefst í holu LPÝ-8. Starfsmaður OS er á staðnum ásamt þeim starfsmanni hitaveitunnar sem sjá mun um aflestra af vatnsborðsmælum.

18-25.maí:

Vatnsborðsmælingar í öllum holum á svæðinu gerðar af starfsmanni HA.

25.maí:

Niðurdæling hefst í holu LPÝ-6.

25. maí - 1.júní:

Starfsmaður HA fylgist með vatnsborðsbreytingum. Ferlunarefni send á svæðið. Þeir sem koma nálægt mælingum og sýnatöku snerti þau ekki.

2. júní:

Niðursetning ferlunarefna. Framkvæmist af einhverjum starfsmönnum hitaveitunnar sem koma að öðru leyti ekkert nálægt verkinu.

2.- 3. júní:

Tekin sýni úr holu LPN-11 á 6 klst fresti. Sýnin send til OS að morgni 4. júní. Sýnin skulu tekin í 60 ml brúnar glerflöskur sem Orkustofnun leggur til. Þau skal geyma í sérstökum trékössum sem varna því að ljós komist að sýninu og skal vefja hvert glas dökku plasti eða álfilmu.

4. - 5.júní:

Tekin sýni úr holu LPN-11 á 8 klst fresti. Sýnin send til OS að morgni 6. júní.

6.- 9. júní:

Tekin sýni úr holu LPN-11 á 12 klst fresti. Sýnin send til OS að morgni 10. júní.

10.- 30. júní:

Tekin sýni úr holu LPN-11 daglega. Sýnin send til OS á viku fresti.

1. júlí:

Tekin ákvörðun um frekara fyrirkomulag sýnatöku, gert ráð fyrir alls 20 sýnum til viðbótar. Gæti staðið fram í ágúst.

Ágúst:

Niðurdælingu lýkur, dregið úr vinnslu úr LPN-11 í 3-4 l/s, eða það sem skólinn þarf. Mæld vatnsborðshækkun á svæðinu samkvæmt nánari ákvörðun síðar. Mælt er með því að yfirfall úr þró ofan vegar verði látið fara ofan í holu LPÝ-8 til frambúðar og bakrásarvatn skólans í holu LPÝ-5.

## 6. Kostnaður

Í eftirfarandi töflu er slegið á útlagðan kostnað við ferlunarprófið á Þelamörk. Helstu þættir eru:

Undirbúningsvinna, 20klst @ 2551 kr/klst	51.020
Efnagreiningar 62 sýni @ 3292 kr/sýni	204.104
Hlutsýnagreiningar (SiO <sub>2</sub> , br <sup>-</sup> , δO <sup>18</sup> ) á vatni úr holum 6, 8 og 11	18,564
Hitamælingar í borholum 2100 m @ 15 kr/m (handrúlla)	31.500
Hitamælingar í holu LPÝ-10, Mælibíll	41.189
Vinna á Laugalandi, 50 klst @ 2551 kr/klst	127.550
Bíl- og ferðakostnaður	40.000
Eftirlit með framkvæmdum, úrvinnsla 200 klst	510.200
Annar kostnaður	100.000
<hr/>	
Heildarkostnaður	1.137.885

Áætlað er að niðurstöðurnar verði felldar inn í heildarskýrslu um boranirnar og rannsóknir tengdar þeim en slík skýrsla er vel á veg komin. Hún hefur verið látin bíða niðurstaðna dæluþrófunarinnar. Lsklega má reikna með að 100-150 vinnustundir þurfti til viðbótar til að ljúka við skýrsluna. Með henni fæst niðurstaða um afköst svæðisins miðað við núverandi borholur og hagkvæmni virkjunar.

*Reykjavík, 28. apríl 1993*

*Ólafur G. Flóvenz  
Guðni Axelsson*

*Grímur Björnsson  
Hrefna Kristmannsdóttir*