

Rannsóknir og eftirlit vegna Hitaveitu  
Akureyrar. Yfirlit um vinnu Orkustofnunar  
1993, drög að langtímaáætlun og áætlun  
fyrir 1994

**Ólafur G. Flóvenz**

1994-01-19

---

## **RANNSÓKNIR OG EFTIRLIT VEGNA HITAVEITU AKUREYRAR**

### **Yfirlit um vinnu Orkustofnunar 1993, drög að langtímaáætlun og áætlun fyrir 1994**

#### **1. INNGANGUR**

Í þessari greinargerð er tekið saman yfirlit um rannsóknir og vinnslueftirlit Orkustofnunar fyrir Hitaveitu Akureyrar á árinu 1993 og sett fram drög að áætlun næstu 6 ára og að ítarlegri áætlun vegna ársins 1994.

#### **2. YFIRLIT VEGNA ÁRSINS 1993**

Verk þau sem Orkustofnun vinnur fyrir HVA eru flokkuð í nokkra meginflokka eftir eðli verka og þeim svæðum sem unnið er á. Hér á eftir er gerð grein fyrir vinnu ársins 1993 að hinum ýmsu verkefnaflokkum.

##### **2.1 Vinnslueftirlit**

Undir þennan lið telst öll vinna við efnaeftirlit á vinnslusvæðum hitaveitunnar ásamt því að halda utan um öll vatnsborðs- og vinnslugögn frá svæðunum, ennfremur vinna að endurskoðun vatnsborðsspáa fyrir vinnslusvæðin ásamt ýmsum smáverkum og fundarhöldum sem ekki verða flokkuð annars staðar.

Á árinu var öll skráning vatnsborðs- og vinnslugagna með hefðbundnum hætti. Úrvinnsla var hins vegar meiri þar sem allar vinnsluspár voru nú endurreiknaðar í ljósi reynslu síðustu 5 ára. Vinnsluspárnar hafa verið endurskoðaðar á 5 ára fresti sem virðist heppilegt bil milli endurskoðana.

Efnaeftirlit var með sama hætti og árið 1992, tekin voru ársfjórðungsleg sýni þar sem valin efni voru greind auk þess sem tekið var heilsýni einu sinni á árinu. Að auki mældi starfsmaður HVA leiðni vatns úr vinnsluholum vikulega frá því snemma á árinu. Þetta fyrirkomulag átti að gilda í tvö ár og síðan átti á grundvelli þess að meta hvernig efnaeftirliti verður best við komið í framtíðinni. Orkustofnun kostar efnaeftirlitið að hluta til á þessum tveimur árum.

Tvær skýrslur voru gerðar um vinnslueftirlitið á árinu. Í febrúar var lögð fram bráðabirgðaskýrslan *Vatnsöflun Hitaveitu Akureyrar, stað og horfur í febrúar 1993* og hún kynnt á fundi starfsmanna OS með stjórn HVA. Í árslok kom síðan út skýrslan *Orkuöflun Hitaveitu Akureyrar, staða og horfur 1993*. Þar er að finna niðurstöður efnaeftirlits 1992 og nýjar vinnsluspár fyrir jarðhitasvæðin auk hugleiðinga um þróun mála næstu árin.

##### **2.2 Laugaland á Þelamörk**

Mikil vinna fór fram á árinu við mælingar og úrvinnslu gagna á Þelamörk. Dæluþrófun sem hófst í nóvember 1992 lauk í ágúst. Í sumarbyrjun hófst síðan niðurdæling í grynri holur svæðisins með tilheyrandi vantsborðsmælingum, niðursetningu kenniefna og mælingu þeirra. Unnið var úr þessum gögnum og gerðar vinnsluspár fyrir svæðið sem birtar voru í greinargerð í lok september. Síðan hefur verið unnið að heildarskýrslu um boranirnar og dæluþrófanirnar

á svæðinu. Þar verða öll gögn sem aflað var birt ásamt ítalegri úrvinnslulýsingu. Sú vinna var langt komin í árslok.

### 2.3 Niðurdæling á Laugalandi í Eyjafjarðarsveit

Á árinu var lokið við úrvinnslu gagna sem aflað var með niðurdælingu vatns í holu LJ-5 árið 1991 og skýrsla um niðurstöðurnar, sem lofa góðu, gefin út í október. Verkið var samvinnuverk OS og HVA, Orkustofnun kostaði vinnu sinna starfsmanna við verkið en HVA greiddi annan kostnað.

### 2.4 Botn

Á fyrrihluta ársins var kannað sérstaklega hvaða möguleikar til aukinnar vatnsvinnslu væri að finna á Botni. Kubbalíkanið sem unnið var á árunum 1991-92 var notað til þessara reikinga og skoðuð nokkur mismunandi tilvik og reynt að leggja mat á hagkvæmni þess að breyta um dælugerð í holunni. Niðurstöðurnar voru birtar í greinargerð í febrúar.

### 2.5 Forðafræðilíkan af Laugalandi.

Í þessu verki hefur verið unnið eftir verklýsingu frá 1992 (ÓGF-GAx-GrB-92/02). Unnið var að undirbúningi forðafræðilíkans af Laugalandi. Fyrsta skrefið í líkangerðinni er að búa til jarðfræðilíkan af svæðinu. Þar sem upplýsingar um mikilvæga jarðfræðilega strúktúra eins og ganga og misgengi voru af mjög skornum skammti var fyrsti áfangi verksins að afla þeirra upplýsinga. Á árunum 1976-79 voru gerðar segulmælingar á allstöru svæði frá Laugalandi að Munkaþverá til að kanna legu ganga og misgengja. Aldrei var fullunnið úr þessum upplýsingum og lega ganga á svæðinu fremur óljós. Því þurfti að endurvinnna segulkortið og túlka það eins og gert var ráð fyrir í verklýsingunni. Lauk þeirri vinnu í byrjun desember og niðurstöður birtar í skýrslu.

### 2.6 Hitastigulsboranir við Stokkahlaðir og Grýtu

Um sumarið voru boraðar grunnar hitastigulsholur með það að markmiði að leita uppstreymisrása Grýtu- og Stokkahlaðalauga.

Við Grýtu var boruð 1 líðlega 100 m djúp hola nærri gangi sem viðnámsniðsmælingar höfðu sýnt að gæti verið vatnsleiðandi. Hár hitastigull reyndist í holunni og er nú verið að kanna hvort vatnsborð í holunni tengist sveiflum í vinnslu á Laugalandi.

Við Stokkahlaður voru boraðar 12 hitastigulsholur. Úrvinnslu gagna var ólokið um áramót en þó augljóst að vatnið er aðrunnið úr norðvestri.

### 2.7 Mælingar á póruhluta við Laugaland í Eyjafirði

Í desember hófst vinna við samvinnuverk Orkustofnunar, Hitaveitu Akureyrar og Háskólans í Ósló um svokallaðar VSP-mælingar sem m.a. má nota til að reikna út póruhluta jarðlaga. Póruhluti er afar mikilvæg stærð í forðafræðilegum reikningum, einkum þegar meta þarf langtímaáhrif niðurdælingar. Aðferðinni er lýst í sérstakri greinargerð (ÓGF-93/11). Til stóð að vinna mælingahluta verksins í tvennu lagi, hluta á árinu 1993 og hluta á árinu 1994. Mælingar hófust snemma í desember 1993 og unnu að þeim 2 menn frá Háskólanum í Ósló og 3 menn frá OS. Vegna hagstæðra aðstæðna tókst að ljúka við allar mælingar sem til stóð að gera, bæði þær sem áætlun gerði ráð fyrir að vinna 1993 og 1994. Er nú aðeins sjálf úrvinnslan eftir.

### 2.8 Skýrslur og greinargerðir á árinu 1993

Eftirtaldar skýrslur og greinargerðir sem varða rannsóknir OS fyrir HVA voru gefnar út á árinu 1993:



1. Guðni Axelsson, Ólafur G. Flóvenz, Hrefna Kristmannsdóttir og Guðrún Sverrisdóttir, 1993: *Laugaland í Eyjafjarðarsveit. Tilraun með niðurdælingu vatns*. Orkustofnun, OS-93052/JHD-13, 69s.
2. Hjálmar Eysteinnsson og Ólafur G. Flóvenz, 1993: *Laugaland í Eyjafjarðarsveit. Tülkun segulmælinga*. Orkustofnun, OS-93072/JHD-36 B, 5s og 3 kort.
3. Ólafur G. Flóvenz, Grímur Björnsson og Guðni Axelsson, 1993: *Vatnsöflun Hitaveitu Akureyrar. Staða og horfur í febrúar 1993*. Orkustofnun, OS-93006/JHD-02 B, 18s.
4. Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson, Guðrún Sverrisdóttir og Grímur Björnsson, 1993: *Orkuöflun Hitaveitu Akureyrar. Staða og horfur 1993*. Orkustofnun, OS-93025/JHD-06, 47s.
5. Grímur Björnsson, Ólafur G. Flóvenz og Guðni Axelsson, 1993: *Möguleikar á aukinni vatnsöflun á Botni í Eyjafjarðarsveit*. Orkustofnun, greinargerð, GrB-ÓGF-GAx-93/01, 5s.
6. Ólafur G. Flóvenz, 1993: *Orkuöflun Hitaveitu Akureyrar*. Orkustofnun, greinargerð, ÓGF-93/03, 1s.
7. Ólafur G. Flóvenz, Grímur Björnsson, Guðni Axelsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1993: *Áætlun um niðurdælingartilraun á Laugalandi á Þelamörk*. Orkustofnun, greinargerð, ÓGF-GrB-GAx-HK-93/04, 4s.
8. Ólafur G. Flóvenz, Grímur Björnsson og Guðni Axelsson, 1993: *Laugaland á Þelamörk. Niðurstöður dæluþrófunar 1992-1993*. Orkustofnun, greinargerð, ÓGF-GrB-GAx-93/08, 6s.
9. Ólafur G. Flóvenz, 1993: *Mælingar á þóruhluta jarðlaga við Laugaland í Eyjafirði. Verklýsing og áætlun*. Orkustofnun, greinargerð, ÓGF-93/11, 6s.

## 2.9 Kostnaður við rannsóknir og eftirlit 1993

Hér á eftir er gerð grein fyrir kostnaði við þau verk sem framkvæmd voru á árinu 1993. Við skipulagningu á vinnu OS fyrir HVA var miðað við að heildarkostnaður vegna rannsókna og eftirlits á árinu yrði um 4 Mkr. Nú er jafnan nokkur munur í tíma frá því verk eru unnin og þar til reikningar eru sendir til HVA. Þessi munur er að lágmarki um 1 mánuður en í sumum tilfellum talsvert lengri, einkum þegar um efnagreiningar er að ræða. Því er vinna desember mánaðar ár hvert og efnagreiningar frá síðustu 2-3 mánuðum hvers árs oftast innheimt í janúar eða febrúar árið eftir. Meðfylgjandi tafla sýnir yfirlit yfir kostnaðinn 1993. Allar tölur eru án VSK enda fær HVA hann endurgreiddan.

Verkþáttur	Kostnaður við rannsóknir og eftirl. 1993	Til greiðslu 1993 vegna vinnu 1992	Samtals greitt 1993	Til greiðslu 1994 vegna vinnu 1993
Vinnslueftirlit	1.605.656	102.320	1.172.976	235.000
Botn	195.099		195.099	
S-Laugaland	791.465		653.977	137.488
Niðurdæling á S-Laugalandi	608.763	195.936	195.936	
Laugaland á Þelamörk	1.917.280	0	1.762.951	154.329
Þóruhlutamælingar á Laugalandi	1.934.108	0	0	1.160.465
Samtals	7.052.371	298.256	3.980.939	1.687.282

Af töflunni má sjá að heildarumfang rannsókna vegna HVA og þróunarverkefna sem tengjast beint svæðum hitaveitunnar nam 7,05 Mkr árið 1993, af því greiddi HVA 3,68 Mkr á árinu auk

0,3 Mkr vegna vinnu frá 1992, 1,69Mkr koma til greiðslu á árinu 1994 og Orkustofnun bar 1,68 Mkr vegna þátttöku í samvinnuverkefnum með HVA. Að auki kemur framlag Háskólans í Ósló til samvinnuverkefnisins.

Á meðfylgjandi kökuritum er sýnd hlutfallsleg skipting rannsóknarkostnaðar á árinu 1993 og skipting þeirrar upphæðar sem HVA greiddi á árinu 1993 fyrir rannsóknir og eftirlit.

### 3. ÁÆTLUN UM RANNSÓKNIR OG VINNSLUEFTIRLIT NÆSTU ÁRA

Í skýrslunni *Orkuöflun Hitaveitu Akureyrar, staða og horfur 1993* (Ólafur G. Flóvenz og fleiri) eru gerðar tillögur um stefnu í rannsóknum næstu ára. Þegar búið verður að tengja Laugaland á Þelamörk dreifikerfi hitaveitunnar og rafhitun Glerárdalsvatns hafin má ætla að afl og orkuþörf hitaveitunnar verði fullnægt næstu 5-10 árin. Er þá miðað við svipaða aukningu í orku-notkun og verið hefur síðustu ár. Markmið rannsókna næstu ára verður því að tryggja hagkvæma viðbótarorku og afl að þessum tíma liðnum. Auk rannsókna þarf að halda uppi eðlilegu eftirliti með vinnslu eins og alltaf hefur verið gert hjá Hitaveitu Akureyrar.

#### 3.1 Vinnslueftirlit

Árlegt vinnslueftirlit hefur í meginráttum verið tvískipt, annars vegar eftirlit með vatnsvinnslu og vatnsborðsbreytingum og hins vegar efnaeftirlit. Niðurstöðurnar hafa verið teknar saman árlega í skýrslu. Fimmta hvert ár hefur verið farið sérstaklega ofan í saumana á vinnslueftirlitsgögnunum, vatnsborðs- og vinnsluspár endurskoðaðar. Stundum hafa að auki ýmis önnur áhrif vinnslunnar verið könnuð sérstaklega s.s. hiti í borholum og rennsli lauga.

Meðal sérfræðinga OS hafa verið nokkuð skiptar skoðanir um áherslur í efnaeftirlitinu. Skoðanamunurinn felst í því hvort heppilegra sé að taka 1 sýni úr hverri holu árlega og gera á því heildarefnagreiningu eða hvort taka beri sýni mörgum sinnum á ári og greina einungis styrk fárra valinna efna. Til að kanna þetta nánar var árið 1992 sett upp 2 ára áætlun þar sem hvort tveggja var gert, að taka heilsýni árlega og taka sýni ársfjórðungslega og greina þar fá valin efni. Að auki var afráðið að mæla rafleiðni vatnsins úr vinnsluholunum vikulega og sér starfsmaður HVA um þær mælingar. Þessari tveggja ára áætlun lýkur á síðari hluta ársins 1994. Þá þarf að meta niðurstöðurnar og ákveða frambúðarfyrirkomulag vinnslueftirlitsins. Ekki er verulegur munur á kostnaði við þessar tvær meginleiðir efnaeftirlitsins. Hins vegar má reikna með að kostnaður við vinnslueftirlitið hækki eitthvað þegar vinnslusvæðum fjölga eins gerast mun á þessu ári.

#### 3.2 Rannsóknir

Rannsóknir næstu ára má greina í tvo meginhluta; forðafræðirannsóknir og jarðhitaleit. Markmið forðafræðirannsókna er að afla sem bestra upplýsinga um jarðhitakerfin og hvernig ná megi út úr þeim sem mestri orku og afli með hagkvæmum hætti. Í ljósi þess að fyrr verður þörf á auknu afli á kaldasta tíma ársins heldur en aukinni heildarorkuvinnslu er lagt til að áhersla verði lögð á forðafræðilíkangerð á Laugalandi og tilraunir með niðurdælingu þar. Niðurstöður sem fengust af niðurdælingartilraun árið 1991 lofa góðu um að auka megi afl svæðisins með niðurdælingu. Því er mælt með að rannsóknir sem tengjast forðafræði Lauglands og áhrifum niðurdælingar verði efst á forgangslista yfir rannsóknir næstu ára.

Jarðhitaleit næstu ára mun beinast að þeim stöðum þar sem enn er vitað um jarðhita á yfirborði. Þarna er fyrst og fremst um að ræða Grýtu, Stokkahlaðir og Kristnes. Lagt er til að næsti áfangi leitar verði kerfisbundnar viðnámsmælingar í hlíðunum frá Glerárdal og suður fyrir Stokkahlaðir. Þeim viðnámsmælingum verði síðan fylgt eftir með hitastigulsborunum (30-100 m holum) viðnámsniðssmælingum (kínámælingum) og síðan borunum 200-400 m



rannsóknarhola. Svipuð rannsókn þarf að fara fram við Grýtu og norðan Ytri-Tjarna.

Eftirfarandi tafla sýnir dæmi um hvernig rannsóknir næstu 5 ára gætu litið út. Hafa ber þó í huga að slík tafla getur einungis verið leiðbeinandi um hvert stefna skuli, því ávallt verður að endurmeta rannsóknaráætlanir þegar niðurstöður hvers áfanga liggja fyrir.

Ár	S-Laugaland	Ytri-Tjarnir	Jarðhitaleit	Þelamörk	Vinnslueftirlit
1994	Úrvinnsla póruhlutamælinga. Forðafræðilíkan		Úrvinnsla gagna frá Stokkahlöðum og Grýtu	Ör efnasýnstaka og vatnsborðsmæl. Útgáfa lokaskýrslu	Reynslutíma lýkur
1995	Forðafræðilíkan Niðurdæling á köldu vatni		Viðnámsmælingar Glerárd.-Stokkahl og norðan Y-Tjarna	Gott eftirlit með vinnslu og efnasamsetningu	Hefðbundið
1996	Forðafræðilíkan Niðurst. niðurdæl. á köldu vatni		Hitastigulsboranir skv. niðurst. viðnámsmælinga		Hefðbundið
1997		Forðafræðilíkan	Viðnámsniðsmæl á efnilegum stöðum skv. niðurstöðum hitastigulsborana.		Hefðbundið
1998			Rannsóknarboranir (200-400m) á líklegum stöðum	Forðafræðilíkan E.t.v. rannsóknarhola	Útvíkkað Endursk. vinnsluspár
1999			Vinnsluborun?	Vinnsluborun?	Hefðbundið

#### 4. RANNSÓKNARÁÆTLUN FYRIR 1994

Hér á eftir er sett fram rannsóknaráætlun fyrir árið 1994 á grundvelli 5 ára áætlunarinnar hér að framan. Í töflu 1 er ítarleg sundurliðun á áætlunum kostnaði við rannsóknirnar ásamt áætlun um greiðsludreifingu. Gert er ráð fyrir að unnið verði að eftirfarandi verkefnum:

##### Vinnslueftirlit

Það verður í samræmi við það sem lýst er hér að framan. Í haust verði síðan tekin ákvörðun um frambúðarfyrirkomulag efnaeftirlitsins.

##### Stokkahlöðir

Lokið verði úrvinnslu hitastigulsborana.

##### Laugaland á Þelamörk

Lokið verði við heildarskýrslu um boranir 1992 og dæluþrófanir 1993. Verkið er langt komið. Þegar dæling hefst til Akureyrar verði tekin sýni til kísil og samsætugreininga með stuttu millibili í fyrstu, alls um 10 sýni fyrstu mánuðina. Tilgangurinn er að fá nákvæmara mat á hlut kalda grunnvatnskerfisins í því vatni sem kemur úr holu LPN-11.

##### S-Laugaland

Haldið verði áfram vinnu við forðafræðilíkan af jarðhitasvæðinu og unnið áfram eftir verklýsingu frá 1992 (sjá greinargerð ÓGF-GAx-GrB-92/02)


##### Póruhlutamælingar

Unnið verði úr póruhlutamælingunum sem gerðar voru í desember 1993. Auk 300 kls vinnu sem áætlað er að sérfræðingar OS vinni kemur veruleg vinna við úrvinnslu þessara gagna frá Háskólanum í Ósló.

Samkvæmt kostnaðaráætlun í töflu 1 er heildarkostnaður við ofantalin verk áætluð um 4,1 Mkr, þar af ber OS 0,7 Mkr. Heildargreiðslur HVA til OS á árinu 1994 vegna rannsókna og eftirlits eru hins vegar áætlaðar 4,4 Mkr, þar af eru 1,6 Mkr vegna vinnu ársins

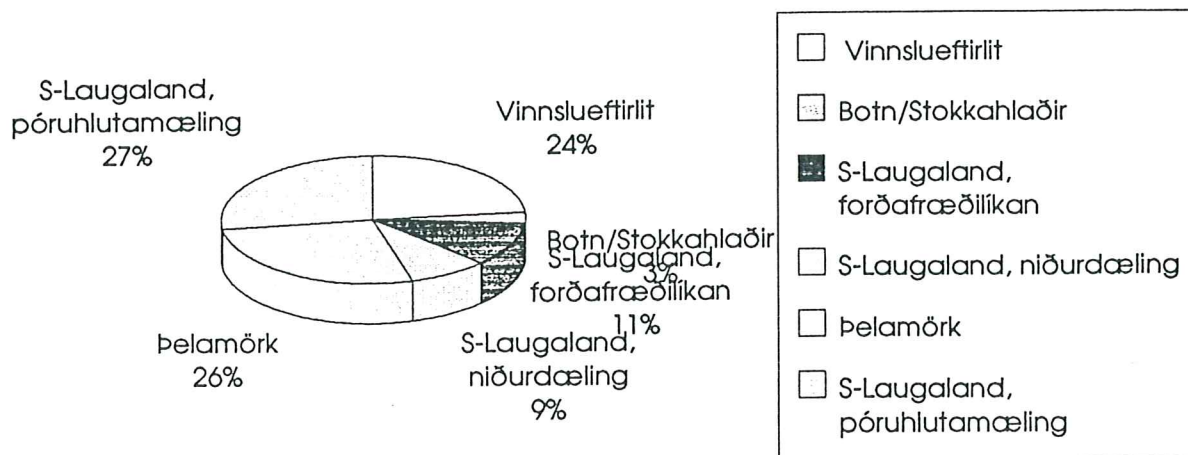
1993 en á móti flytjast 0,6 Mkr yfir á greiðsluárið 1995.

Til viðbótar því sem hér er talið er áformað að skrifa á árinu tvær greinar um Hitaveitu Akureyrar. Ágrip af efni þeirra fylgir með þessari greinargerð. Þær munu fara til birtingar í alþjóðlegu riti sem gefið verður út í tengslum við alþjóða jarðhitaráðstefnu sem haldin verður í Flórens á Ítalíu í maí 1995. Önnur greinin fjallar um rannsóknirnar á Laugalandi á Þelamörk en hin um almennt um uppbyggingu og orkuvinnslu Hitaveitu Akureyrar. HVA mun ekki bera neinn kostnað af vinnu starfsmanna OS við þessi greinaskrif.

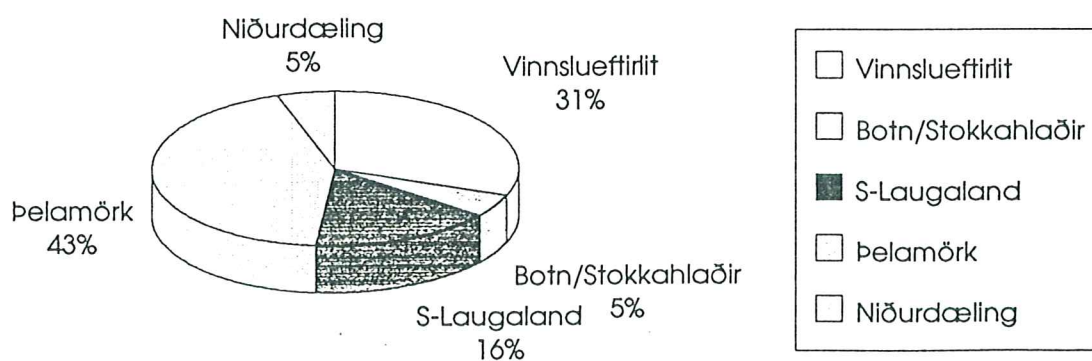


Ólafur G. Flóvenz

**Skipting heildarkostnaðar við rannsóknir og effirlit fyrir  
Hitaveitu Akureyrar árið 1993. Heildarkostnaður 7,1 Mkr**

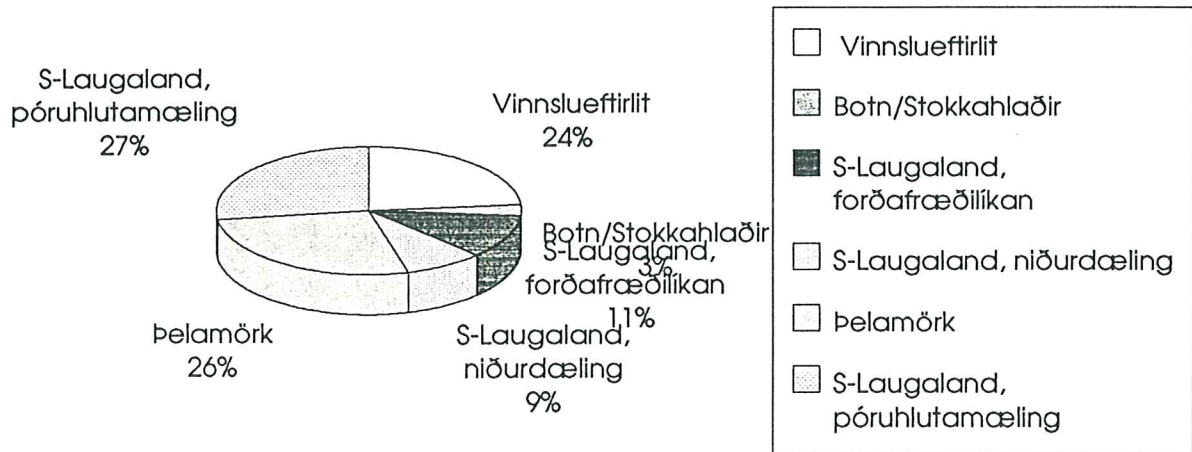


**Skipting rannsóknar og effirlitskostnaðar 1993 sem Hitaveita  
Akureyrar greiddi Orkustofnun fyrir árið 1993.  
Heildarupphæðin var 4.07 Mkr.**

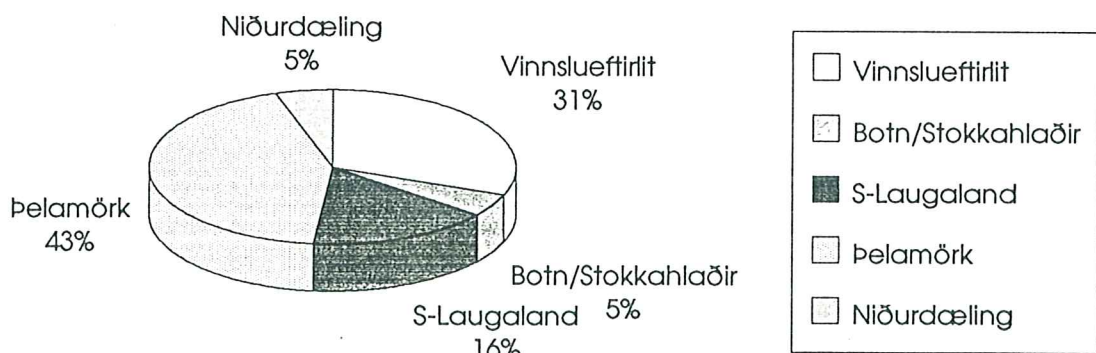




**Skipting heildarkostnaðar við rannsóknir og effirlit fyrir  
Hitaveitu Akureyrar árið 1993. Heildarkostnaður 7,1 Mkr**



**Skipting rannsóknar og effirlitskostnaðar 1993 sem Hitaveita  
Akureyrar greiddi Orkustofnun fyrir árið 1993.  
Heildarupphæðin var 4.07 Mkr.**



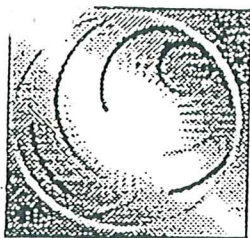
**Áætlun um rannsóknir fyrir Hitaveitu  
Akureyrar 1994**

Vinnslueffirlit	ein.verð	fjöldi ein.	Verð	Kostnaður 1994	Til greiðslu 1994	Til greiðslu 1995	Hlutdeild OS
<b>1) Efnagreiningar</b>							
kísill	2.918	36	105.048				
súlfat	1.858	36	66.888				
flúóríð	1.063	36	38.268				
klóríð	1.858	36	66.888				
magnesium	1.858	36	66.888				
súrefnissamsætur	2.006	36	72.216				
Samtals			416.196	416.196	312.147	104.049	
Sýnataka og greining	89.570	1	89.570				
Sýnataka og greining	44.785	7	313.495				
Samtals			403.065	403.065	77.299	25.766	300.000
Vinna við úrvinnslu efnagr.	3.086	30	92.580				
2) Vinna við vatnsborðsgögn	3.086	100	308.600	308.600	308.600		
3) Útgáfukostnaður			30.000	30.000	30.000		
4) Kostn vegna ferða			25.000	25.000	25.000		
Óinnheimt frá 1993					235.000		
Vinnslueffirlit, alls				1.182.861	988.046	129.815	300.000
<b>Stokkahláðir</b>							
Úrvinnsla hitastigulsborana	3.580	40	143.200				
Samtals			143.200	143.200	143.200		
Stokkahláðir, alls				143.200	143.200		
<b>Laugaland á þelamörk</b>							
Frágangur lokaskýrslu	3.580	100	358.000				
Útgáfukostnaður			50.000				
Samtals vegna lokaskýrslu			408.000	408.000	408.000		
Kísilefnagreiningar	10	2.918	29.180				
Ísótópagreiningar	10	2.006	20.060				
Samtals efnagreiningar			49.240	49.240		49.240	
Óinnheimt frá 1993					154.329		
þelamörk, samtals				457.240	562.329	49.240	
<b>S-Laugaland, forðafraeði:</b>							
Vinna við forðafraeðiflikan	3.086	400	1.234.400	1.234.400	987.520	185.160	
Óinnheimt frá 1993					137.488		
Samtals S-Laugaland				1.234.400	1.125.008	185.160	
<b>Póruhlutamælingar</b>							
Vinna við úrvinnslu	3.580	300	1.074.000	1.074.000	444.400	200.000	429.600
Óinnheimt frá 1993					1.160.465		
Póruhlutamælingar alls				1.074.000	1.604.865	200.000	429.600
<b>Heildarkostnaður</b>				4.091.701	4.423.448	564.215	729.600

Allar tölur eru án virðisaukaskatts. 10% tölvu- og hugbúnaðargjald er innifalið í einingargjaldi fyrir úrvinnslutíma.

Tafla 1





# WORLD GEOTHERMAL CONGRESS 1995

Florence, Italy, 18-31 May 1995

## Abstract Synopsis

Potential authors of technical contributions should submit this synopsis, completing all sections below —*please type responses*. The authors of accepted abstracts will be invited to submit draft papers. An Author's Packet, including blue-lined sheets for preparation of camera-ready originals will be attached. The reviewed draft papers will be returned to authors for preparation of camera-ready originals.

### Deadlines

Receipt of abstracts: 15 December 1993

Notification of acceptance: 01 February 1994

Author's Packets sent to authors: 01 February 1994

Receipt of draft papers: 01 August 1994

Reviewed papers sent to authors: 01 December 1994

Receipt of camera-ready originals: 01 March 1995

#### Author(s):

*Ólafur G. Flóvenz, Franz Árnason, Magnús Finnsson and Gudni Axelsson*

#### Title:

**DIRECT UTILIZATION OF GEOTHERMAL WATER FOR  
SPACE HEATING IN AKUREYRI N-ICELAND**

#### Abstract:

Akureyri is the biggest town in North Iceland, with some 15000 inhabitants. Before 1977 the town was mainly heated by oil but since then oil heating has been replaced by geothermal energy.

There are several small geothermal fields in the vicinity of Akureyri, five of which are now exploited. Each of the fields yield 15-45 l/s of 60-95°C water. Three of the fields, Laugaland, Ytri-Tjarnir and Botn are located approximately 13 km south of the town, the Glerárdalur field is located 2 km west of it and the fifth one, Telamörk, 11 km to the north.

The total annual energy production is about 230-240 GWh. Since the geothermal reservoirs comprise fracture systems in low permeability volcanic rocks, a 200-300 m draw-down is necessary in these wells to achieve the desired flow rate. Two types of downhole pumps are used, shaft driven pumps are used for draw-down up to 240 m but submersible pumps for greater draw-down.

*(Continue on reverse side,*

#### Sender:

Name(s): Ólafur G. Flóvenz

Company: Orkustofnun

Address: Grensásvegur 9  
108 Reykjavík

phone: 354-1-696000

fax: 354-1-688896

e-mail: ogf@os.is

Country: Iceland

#### Return Abstract Synopsis to:

WORLD GEOTHERMAL CONGRESS 1995

International Geothermal Association

Lawrence Berkeley Laboratory

One Cyclotron Rd., Bldg. 50E, Rm. 143

Berkeley, CA, 94720 — U.S.A.

fax: 1-510-486-4889

e-mail: igasec@lbl.gov



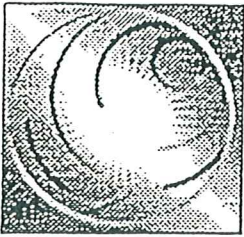
The water from Laugaland, Ytri-Tjarnir and Botn is pumped directly from the wells to a pumping station at Laugaland where it is mixed and pumped along a 13 km long insulated steel pipe to the Central Pumping Station (CPS) in Akureyri. The heat loss in the pipeline is 2°C for flow rate of 100 l/s. The temperature of the mixture is close to 83°C when it enters the CPS. The water from Glerárdalur, which is 60°C, is heated to 80°C by an electric boiler before it is sent to the CPS.

About 30% of the supply water is recovered as return water and collected at the CPS. The return water, which is 27°C, is sent through two 1.3 MW heat pumps. Part of the water is used for the evaporation side and part for condensing side of the heat pumps. In addition there are 12.5 MW installed in an oil burner and a small electric boiler at the CPS for emergency stand-by use.

At the CPS the water from the different sources is mixed and part of the return water is used to regulate the temperature of the supply water to 73-80°C hot on leaving the CPS. The higher temperature applies in the wintertime. Since there is an elevation difference of 120 m within the town the distribution system is divided into two separate systems at different pressure levels. Within each system the inlet pressure to the houses is regulated to 3-6 bars and the inlet temperature ranges from 65°C to 78°C.

Initially the hot water was sold according to a pre-set maximum flow, i.e. each consumer purchased a certain maximum flow rate into his house. Later this system was changed and the water is now sold according to the volume of water consumed with some correction for inlet temperature below a given base value. This change of sale system has led to 20-30% reduction in hot water consumption.

The geothermal water is very low in mineral content, with total dissolved solids of 200-290 ppm. Since the water from most of the areas is depleted of hydrogen sulfide it is extremely sensitive to oxygen contamination in the distribution installations, like degassers and storage tanks. Since only a minor oxygen content (10-20 ppb) in the water makes it corrosive, potable sodium sulfite is mixed to act as an oxygen scavenger.



# WORLD GEOTHERMAL CONGRESS 1995

Florence, Italy, 18-31 May 1995

## Abstract Synopsis

Potential authors of technical contributions should submit this synopsis, completing all sections below —*please type responses*. The authors of accepted abstracts will be invited to submit draft papers. An Author's Packet, including blue-lined sheets for preparation of camera-ready originals will be attached. The reviewed draft papers will be returned to authors for preparation of camera-ready originals.

### Deadlines

Receipt of abstracts: 15 December 1993

Notification of acceptance: 01 February 1994

Author's Packets sent to authors: 01 February 1994

Receipt of draft papers: 01 August 1994

Reviewed papers sent to authors: 01 December 1994

Receipt of camera-ready originals: 01 March 1995

#### Author(s):

*Ólafur G. Flóvenz, Grímur Björnsson, Jens Tómasson,  
Guðni Axelsson and Biljana Milicevic*

#### Title:

**SUCCESSFUL EXPLORATION OF A FRACTURE DOMINATED  
GEOTHERMAL FIELD IN N-ICELAND**

#### Abstract:

At the Telamörk geothermal field in Northern Iceland a small hot spring of 0.3 l/s of 45°C hot water together with ancient silica precipitation were the only manifestations of geothermal activity. Geothermometers indicated an underlying geothermal field of 90-100°C.

At the town of Akureyri which is 11 km south of Laugaland, more geothermal energy is needed to satisfy the hot water demand for space heating. Prefeasibility studies showed that it would be economical to exploit the Telamörk field for space heating purposes in Akureyri. Therefore an intensive geothermal investigation has been carried out at Thelamörk over the last decade.

A ground magnetic survey together with head-on resistivity profiles and geological mapping revealed a complex system of subvertical dykes, fractures and faults intersecting the slightly dipping tertiary flood basalts which characterize the area.

*Continue on reverse side*

#### Sender:

Name(s): Ólafur G. Flóvenz

Company: Orkustofnun

Address: Grensásvegur 9  
108 Reykjavík

phone: 354-1-696000

fax: 354-1-688896

e-mail: ogf@os.is

Country: Iceland

#### Return Abstract Synopsis to:

WORLD GEOTHERMAL CONGRESS 1995

International Geothermal Association

Lawrence Berkeley Laboratory

One Cyclotron Rd., Bldg. 50E, Rm. 143

Berkeley, CA, 94720 — U.S.A.

fax: 1-510-486-4889

e-mail: igasec@lbl.gov

The subsurface temperature distribution was mapped by several shallow boreholes. Integrated modelling of the temperature distribution, well log data, drill cutting analysis, resistivity measurements and the ground magnetic survey indicated strongly that the upflow zone was restricted to a narrow part of a single fracture, possibly along the intersection of the fracture and a dyke. The dip of the fracture is 6° from the vertical.

The exploration was concluded by drilling a 450 m deep well into the permeable part of the fracture. This well was successful and at 430 - 450 m depth an open aquifer with temperature of 90°C was intersected.

A full scale pumping test, with a partial reinjection, was carried out over a period of 9 months. The pressure-discharge data were interpreted by lumped models to estimate the productivity of the well and simple fracture models were used to estimate the temperature effect of reinjection. Furthermore, chemical changes during the pumping test were used to estimate the possible temperature decline with time due to interaction of the geothermal system with the surrounding ground water.

A feasibility study, based on the the pumping test has shown that building of 11 km pipeline to pump the water to the town of Akureyri will be economical. The pipeline is now under construction.