

## Staða jarðhitarannsókna fyrir Ólafsfjarðarbæ

**Guðni Axelsson**

**Greinargerð GAx-92-03**

1992-12-29

---

## STAÐA JARÐHITARANNSÓKNA FYRIR ÓLAFSFJARÐARBÆ

Í mars 1990 var undirritaður samningur milli Hitaveitu Ólafsfjarðar og Orkustofnunar um jarðhitarannsóknir, sem einkum skyldu miða að því að auka þekkingu á gerð og eðli jarðhitasvæðisins á Laugarengi. Mjög litlar rannsóknir höfðu þá farið fram á því svæði, hvorki í tengslum við boranir né síðar. Í viðauka með þessari greinargerð er birt verklýsing, sem er hluti samningsins. Þar er rannsóknunum skipt í átta mismunandi þætti.

### 1. Staða rannsókna

Nú er lokið vinnu við verkþætti 1, 2, 3 og 5 í samningnum og hafa niðurstöðurnar verið birtar í tveimur skýrslum:

Guðni Axelsson, 1991: Jarðhitasvæðið á Laugarengi í Ólafsfirði. Prófun og vatnsborðs-spár. Orkustofnun, OS-91012/JHD-03, 38s.

Jens Tómasson, Hilmar Sigvaldason og Guðni Axelsson, 1992: Laugarengi í Ólafsfirði. Jarðlög og borholumælingar í holum 1-4. Orkustofnun, OS-92011/JHD-04B, 54s.

Niðurstöður þessara verkþátta eru þær helstar að vatnsæðar í holum 3 og 4 á Laugarengi séu ekki við berggang, sem áður var talinn vera uppstreymisrás jarðhitans. Helstu vatnsæðarnar tengjast sprungum, sem taldar eru hafa aðra stefnu en berggangar á svæðinu. Viðbrögð (þ.e. vatnsborðsbreytingar) jarðhitakerfisins við vinnslu benda einnig til þess að innsti hluti jarðhitakerfisins sé bundinn örfáum sprungum eða þröngu sprungubelti. Jarðhitakerfið virðist síðan í góðum tengslum við mjög stórt vatnskerfi, sem stjórnar því að niðurdráttur í kerfinu nær jafnvægi eftir nokkurra ára jafna dælingu. Minni afköst holu 3 en holu 4 stafa aðallega af því að hola 3 er grennri og sker þrengri æðar. Ljóst er að heita vatnið er nýtt illa á Ólafsfirði og að með sölukerfisbreytingu má ná verulegum sparnaði í vatnsnotkun. Því er spáð í fyrri skýrslunni að vatnsborð í holu 4 muni ekki fara niður fyrir núverandi dæludýpi (60 m) fyrir árið 2010, ef sölukerfinu verður breytt, þrátt fyrir 2% árlegan vöxt í vinnslu í framtíðinni. Samdráttur í vinnslu við sölukerfisbreytingu mun lengja líftíma jarðhitakerfisins undir Laugarengi verulega.

Vinnu við verkþátt 7 er einnig að mestu lokið, en í þeim þætti var hiti mældur í jarðvegi við Ólafsfjarðarvatn neðan Laugarengis. Þá kom í ljós að enn er hiti niðri við vatnið, sem kom nokkuð á óvart því búast mátti við því að sá hiti hefði horfið er dæling hófst á Laugarengi.

Vinnu við verkþátt 6 verður hægt að ljúka á skömmum tíma og verður þá lokið vinnu við alla verkþætti samningsins nema verkþætti 4 og 8. Þá verkþætti er eðlilegra að vinna í tengslum við rannsóknir annarra jarðhitastaða í Ólafsfirði.

## 2. Kostnaður

Í töflu hér á eftir er gefið yfirlit yfir þann kostnað sem Hitaveita Ólafsfjarðar hefur haft af jarðhitarannsóknunum til þessa ásamt áætluðum kostnaði við verkþátt 6. Samkvæmt samningnum átti kostnaður við verkþætti 1, 2, 3, 5, 6 og 7 að verða 1.850.000 kr. og var þá miðað við gjaldskrá Orkustofnunar í desember 1989. Í töflunni hafa reikningsupphæðir verið umreiknaðar til verðlags á þeim tíma og fæst þá heildarupphæðin 2.204.000 kr. Er það um 20% umfram áætlun. Þessi munur skýrist annars vegar á því að verkþáttur 5 (jarðlagagreining) reyndist mun viðameiri en áætlað hafði verið. Vegna þess hve vinna við þennan þátt var vanáætluð tók Orkustofnun á sig um helming umframkostnaðarins. Hins vegar skýrist munurinn á því að verkþáttur 3 (borholumælingar) fór einnig töluvert fram úr áætlun. Var það einkum vegna þess að ekki reyndist unnt að mæla holur 3 og 4 í einni ferð eins og áætlað hafði verið. Annars má segja að oft sé erfitt að áætla vinnu við jarðhitarannsóknir og líklegt er að stundum gæti full mikillar bjartsýni við slíka áætlanagerð.

Tafla 1. Kostnaður við jarðhitarannsóknir 1990-1993

Verkþáttur	Dagsetning reiknings	Upphæð reiknings	Upphæð á verðlagi des. 1989
3	ágú. 1990	192.000	186.000
1	sep. 1990	320.000	320.000
2	apr. 1991	296.000	284.000
2, 3 og 5	ágú. 1991	508.000	456.000
5	mar. 1992	299.000	272.000
5	mar. 1992	379.000	281.000
7	jan. 1993	175.000	135.000
6		350.000 <sup>1)</sup>	270.000 <sup>1)</sup>
Samtals		2.519.000	2.204.000

<sup>1)</sup> áætlað

## 3. Framhald rannsókna

Eins og komið hefur fram hér að framan þá er nú að mestu lokið þeim rannsóknum á jarðhitakerfinu undir Laugarengi sem samningur Hitaveitu Ólafsfjarðar og Orkustofnunar gerði ráð fyrir. Þó er talið mikilvægt að haldið verði áfram jarðhitarannsóknum í Ólafsfirði því víða er vitað um jarðhita í firðinum. Þess má geta að ef undan eru skildar rannsóknir síðustu ára þá hefur jarðhiti í Ólafsfirði afar lítið verið rannsakaður í einn og hálfan áratug. Orka frá öðrum jarðhitasvæðum gæti nýst til annars en húshitunar á Ólafsfirði og eins þegar afköst núverandi vinnslusvæða Hitaveitu Ólafsfjarðar taka að dala.

Hér á eftir verða nefnd fjögur skref sem mögulegt verður að taka á næsta ári:

- Ljúka verkþætti 6 í samningi hitaveitunnar og Orkustofnunar, en þar er um að ræða kortlagningu sprungna og misgengja í nágrenni Laugarengis. Áætlað er að kostnaður verði um 300.000-350.000 kr.
- Gera almennt yfirlit um og kanna lauslega alla jarðhitastaði í Ólafsfirði. Sumarið 1992 var lítið eitt unnið að þessu verkefni. Sem næsta skref væri best að fara um Ólafsfjörð að vori til, áður en snjóa leysir, og merkja þá jarðhitastaði sem finnast. Áætlað er að það gæti kostað um 150.000 kr. Næsta skref væri síðan að taka vatns-sýni til efnagreininga á álitlegustu stöðunum. Kostnaður við söfnun og greiningu þriggja sýna gæti orðið um 150.000-200.000 kr. Einnig er hugsanlegt að gera við-námsmælingar, svokallaðar TEM-mælingar, á einhverjum jarðhitastaðanna. M.a. á grundvelli þeirra mætti meta hvaða staðir væru álitlegastir. Kostnaður við eina TEM-mælingu, með úrvinnslu, er um 100.000 kr.
- Einnig mætti rannsaka einhvern jarðhitastað nánar, t.d. Hólkot eða Vatnsenda, þannig að hægt yrði að staðsetja rannsóknarholu á staðnum. Þá þyrfti fyrst að segulmæla á viðkomandi svæði. Síðan væri vænlegast að bora nokkrar grunnar (50 m) holur til þess að staðsetja uppstreymisrás heita vatnsins af sem mestri nákvæmni. Ein slík hola kostar væntanlega um 150.000-200.000 kr. Væntanlega þyrfti að bora 3-5 holur á hverju svæði. Vinna jarðfræðings frá Orkustofnun í tengslum við segulmælingar og borun 3-5 grunnra hola myndi væntanlega kosta um 250.000-300.000 kr.
- Jarðhitasvæðið á Skeggjabrekkudal, sem Hitaveita Ólafsfjarðar nýtir einnig, hefur svo til ekkert verið rannsakað síðan á sjöunda áratugnum. Það svæði væri nauðsynlegt að rannsaka betur því möguleiki er að þar megi fá heitara vatn og súrefnissnaúð-ara. Sem fyrsta skref í endurrannsókn Skeggjabrekkudals mætti gera staðsetningar-kort af borholum á svæðinu. Það þarf ekki að vera kostnaðarsamt og mætti að ein-hverju leyti vinna af starfsmönnum Ólafsfjarðarbæjar.

Í ofangreindum tölum er hvorki gert ráð fyrir upphaldi á Ólafsfirði né virðisaukaskatti.

Guðni Axelsson

## VIÐAUKI

Verklýsing úr samningi Hitaveitu Ólafsfjarðar og Orkustofnunar frá 1990

=====

**VERKLYSING VEGNA JARÐHITARANNSÓKNA  
FYRIR HITAVEITU ÓLAFSFJARDAR**

Tilgangur þeirra rannsóknna er samningur þessi nær til er annars vegar að auka þekkingu á gerð og eðli jarðhitasvæðisins í Laugarengi. Hins vegar er tilgangurinn að kanna vinnslueiginleika og áætla afköst jarðhitasvæðisins og núverandi vinnsluhöla. Fyrir utan það að auka skilning á gerð og eðli jarðhitasvæðisins í Laugarengi, sem er mjög takmarkaður í dag, mun slík úttekt nýttast (1) til þess að gera áætlanir um viðbrögð jarðhitasvæðisins eitthvað fram í tímann, (2) til hljóðonar við ákvarðanatöku varðandi ýmsar framkvæmdir (t.d. breytingu á söluvirkumlagi) og (3) sem grundvöllur fyrir frekari rannsóknir, sem framkvæma þyrfti áður en farið verður út í frekari orkuöflun (á Laugarengi eða öðrum svæðum) í Ólafsfirði.

Rannsóknunum verður skipt upp í átta mismunandi þætti og er hverjum þætti lýst nánar hér á eftir:

**1. PRÓFANIR Á HOLUM 3 OG 4**

Í þessum verkþætti verður jarðhitasvæðið prófað við mismikla dælingu, bæði úr holum 3 og 4, í u.p.b. viku. Þann tíma verður fylgst nákvæmlega með vatnsborðsbreytingum í öllum holunum (1, 2, 3 og 4) á svæðinu. Þessi þáttur miðar á fyrsta lagi að því að meta vinnslueiginleika holu 4, þ.e. niðurdrátt við mismunandi dælingu, í öðru lagi að því að afla upplýsinga um vatnafræðilega eiginleika jarðhitakerfisins og í þriðja lagi munu gögn úr þessum þætti nýttast við afkastamat í þætti 2.

Ef miðað er við að prófunin fari fram að sumri til, þannig að hægt sé að stöðva vinnslu á Laugarengi í nokkurn tíma, mætti framkvæma þennan verkþátt á eftirfarandi máta:

- Dælt stöðugt (c.a. 25 l/s) úr holu 4 í 5 daga fyrir prófunina.
- Dæla í holu 4 stöðvuð í 36 klst. (um helgi).
- Hóla 4 þrepaprófuð (10, 20, 30 l/s) í 6 klst.
- Dæla í holu 4 á full afköst (40 l/s?) í 48 klst.
- Dæla í holu 4 stöðvuð í allt að 24 klst.
- Dæla í holu 3 á full afköst í 48 klst.

**2. AFKASTAMAT**

Í þessum verkþætti verður reynt að meta vinnslugetu jarðhitasvæðisins í nánustu framtíð, með því að reikna vatnsborðsþrjár fyrir holu 4. Í þeim tilgangi verða fyrst tekin saman eldri gögn og áætlanir (1988 og eldri) um vinnslu á Laugarengissvæðinu og vatnsborðsbreytingar henni samfara. Jafnframt verða tekin saman þau gögn sem safnað var á árinu 1989 og safnað verður þar til þessi verkþáttur verður unninn. Síðan verður sett upp einfalt líkan af svæðinu, sem einnig byggði á niðurstöðum úr verkþætti 1, og það notað til þess að reikna vatnsborðsþrjár fyrir holu 4. Hvernig til tekst í þessum verkþætti fer að nokkru eftir því hvað til er af gögnum um viðbrögð svæðisins við vinnslu.

**3. BORHOLUMÆLINGAR**

Lagt er til að næst þegar dæla verður tekin upp úr holu 4, hvort sem er til eftirlits, viðhalds eða vegna stöðunar hennar, þá verði gerðar ýmsar borholumælingar í holunni. Engar slíkar mælingar hafa verið gerðar ef undan eru skildar nokkrar hitamælingar og ein viðarmæling frá því í borun hennar. Þær mælingar sem mikilvægast væri að gera eru: hitamæling (strax eftir að dæla hefur verið tekin upp), viðnámsmæling og/eða niðfendmæling til könnunar á jarðlögum sem holan sker og hallamæling, því vegna erfiðleika við upptekt borstrengs í borlok leikur grunur á að holu 4 halli töluvert. Einnig væri mikilsvært að halla- og hitamæla aðrar holur á svæðinu (1, 2 og 3) ef möguleikar verða á því í sömu ferðinni.

**4. SÝNATAKA OG EFNAGREININGAR**

Á undanförmum árum hafa sýni verið tekin einu sinni á ári úr vinnsluholum hitaveitunnar, oflást holu 4. Af þeim sökum eru til ágætær upplýsingar um efnasamsetningu heita vatnsins í Laugarengi. Vænlegir jarðhitastaðir í nágrenni kaupstaðarins eru hugsanlega við Ólafsfjarðarvatn neðan við Laugarengi og við Kleifarhorn. Einn eim jarðhitastaður í u.p.b. 5 km fjarlægð frá kaupstaðnum er í landi Vatnsenda. Þar er vitað um 40°C heitt vatn. Til að kanna þessa jarðhitastað þáttar þykir rétt að taka sýni af vatni á þeim öllum og efnagreina. Efnasamsetning vatnsins, t.d. kísilstyrkur getur nefnilega gefið upplýsingar um hita vatnsins djúpt í jörðu og má þannig leggja mat á hvort ráðlegt sé að leita frekar að jarðhita t.d. með borunum eða jarðeðlisfræðilegum mælingum.

Í tenglu við dæluþrófanir á holum 3 og 4 er talið rétt að taka nokkur sýni til greininga t.d. á klóríði, til að kanna hvort aukin dæling hefur einhver áhrif á efnasamsetningu vatnsins. Slík sýni verða tekin af þeim sem sér um dæluþrófun, og engan sérstakan útbúnað þarf við það.

**5. JARÐLAGASNIÐ FYRIR HOLUR 1, 2, 3 OG 4**

Fjórar holur hafa verið borðar í jarðhitann í Laugarengi. Þær voru borðar á árunum 1973 til 1982 í eða nærri gangi þeim sem laugarnar tengjast. Heildardýpt holanna er um 3400m. Engin jarðlagasnið eru til úr holum þessum en naudsýnleg gögn eru tiltæk til þess að unnt sé að draga þau upp. Slík jarðlagasnið eru grunnforsenda fyrir því að búa megi til líkan af jarðhitasvæðinu og ráða í það hvað það er Laugarengi.

stjórnar uppstreymi heita vatnsins. Holur 3 og 4 voru horðar með það í huga að hitta ganginn á nokkur hundruð metra dýpi, en í rauninni er ekki vitað hvort það tókst. Svartgreining og nánari skoðun á borskýrslum gæti skorið úr því.

#### 6. JARÐFRÆÐIKORTLAGNING

Berggangar, misgengi og sprungur ráða miklu um uppstreymi heits vatns. Til er allgott gangakort af nánasta umhverfi Ólafsfjarðarkaupstaðar, (Ragna Karlsdóttir og Jóhann Helgason, 1978), en tilfinnanlega vantar að kortleggja misgengi og sprungur. Segulmælingar, t.d. í Laugarengi og við Ólafsfjarðarvatn, hafa leitt í ljós að uppstreymi heita vatnsins er tengt göngum eða gangalyrpingu en lítið hefur verið athugað hvaða hlutverki misgengi og sprungur gegna í því að veita heita vatninu upp til yfirborðs. Við jarðgangagerð í Ólafsfjarðarmúla hefur komið í ljós að aðalvatnsæðar, þó reyndar séu þær kaldar, eru tengdar misgengjum og jafnvel opnum sprungum. Þannig er vel trúlegt að heita vatnið leit upp til yfirborðs þar sem gangar og misgengi eða sprungur skerast. Til þess að kanna þetta nánar er lagt til að sprungur og misgengi verði kortlögð í nágrenni jarðhitans í Laugarengi og í Ósbrekkufalli. Einnig verða gangar, misgengi og sprungur í Hólkotshyrnu kortlögð, en þangað stefna stór misgengi sem sjást í Ósbrekkufalli.

#### 7. JARÐHITAKORT VIÐ ÓLAFSFJARÐARVATN

Jarðhiti kemur fram við Ólafsfjarðarvatn neðan við Laugarengi. Hæstur hitti hefur mælst 24°C en ekki er vitað hversu rennsli er mikið. Í skýrslu Orkustofnunar frá árinu 1978 (Ragna Karlsdóttir og Jóhann Helgason, 1978) var lagt til að bora í jarðhita þennan og var það talinn vænlegri kostur en að bora í Laugarengi. Hóla 4 var síðan boruð í Laugarengi og ekki er vitað til þess að neitt hafi verið kannað nánar með jarðhita við Ólafsfjarðarvatn. Segulmælingar sýna að volgrunnar koma upp við gang, en lagt er til að kortleggja nánar hitann í vatnsbakkanum. Það er gert á þann hátt að hiti er mældur á u.þ.b. 0,5-1,0m dýpi í jarðvegi á eins til nokkra metra bili eftir línun, sem lagðar eru yfir laugasvæðið. Á þennan hátt má draga upp kort með jafnhitalínum og afmarka betur uppstreymsrás heita vatnsins, t.d. með tilliti til borunar í svæðið.

#### 8. SKEGGJABREKKUDALUR

Hitaveita Ólafsfjarðar nýtur einnig sjálfrennandi heitt vatn sem fæst úr borholu á Skeggjabrekkuðal. Ljóst er að jarðhitasvæðið á dalinum mun áfram verða nýtt af HÓ, ef ekki á sama máta og í dag, þá sem varafi/toppafi hitaveitunnar. Einnig er mögulegt að það svæði gæti á einhvern hátt mætt aukinni notkun í framtíðinni.

Svo til engar rannsóknir hafa farið fram á því jarðhitasvæði síðan á sjöunda áratugnum. Síðan þá hafa orðið miklar framfarir í rannsóknnum á jarðhita og eins hafa hugmyndir um eðli jarðhitakerfa breyst. Því væri full ástæða til þess að gera einnig einhvers konar úttekt á því svæði. M.a. mætti reyna að finna þær holur, sem nú eru týndar, bæði til mælinga og eins til þess að steypa í þær, því hugsanlegt er að sumar þeirra veiti köldu yfirborðsvatni niður í jarðhitakerfið. Ekki er í kostnaðaráætluðum hér á eftir gert ráð fyrir vinnu við þennan þátt, en þó væri rétt að hafa síft í huga á næstu árum. Sem fyrsta skref gæti HÓ t.d. fundið þær holur, sem nú

eru týndar, og síðan gert staðsetningarkort af borholunum á Skeggjabrekkuðal.

Vatnið sem fæst af Skeggjabrekkuðal er tæpast nógu heitt (56°C) og það er einnig súrefnisríkt. Því stafar mikil tæringarhætta af notkun þess. Mikilsvert væri því að kanna uppruna súrefnisins, t.d. með hitamælingum og sýnatöku, því hugsanlegt er að hægt sé að minnka súrefnisinnihald vatnsins með því að fódra borholur þar dýpra, loka eða steypa í gamlar holur eða með borun nýrra hola.