

Ólafur G. Flóvenz
87/06



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

**Rannsóknir á jarðhita og ferskvatni
til fiskeldis**

Ólafur G. Flóvenz

Greinargerð

ÓGF-87/06

Erindi flutt á ársfundi
Orkustofnunar 1987

DS GEFNAR CERÐASAFN



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

**Rannsóknir á jarðhita og ferskvatni
til fiskeldis**

Ólafur G. Flóvenz

Greinargerð

ÓGF-87/06

Erindi flutt á ársfundi
Orkustofnunar 1987

RANNSÓKNIR Á JARÐHITA OG FERSKVATNI TIL FISKELDIS

Erindi Ólafs G. Flóvenz á ársfundi Orkustofnunar 1987

I. Aðdragandi verksins

Það hefur víst ekki farið fram hjá neinum að mikill vaxtarbroddur hefur verið í fiskeldismálum hérlendis undanfarin ár. Ljóst er að ýmsir aðilar, bæði innlendir og erlendir hafa fjárfest gríðarlega í þessari ungu atvinnugrein hérlendis á undanförunum árum og er uppbygging hennar mjög hröð.

Hin mikla uppbygging hefur ekki farið framhjá okkur á Orkustofnun enda er ljóst að arðsemi fiskeldis hérlendis byggist ekki síst á þeim möguleikum sem íslensk náttúra hefur upp á að bjóða: nefnilega gott ferskvatn og jarðhiti. Af þessum ástæðum hefur verið mikið leitað til Orkustofnunar undanfarin ár varðandi upplýsingar og ráðgjöf í öflun heits og kalds vatns og borun eftir sjó í jarðlögum.

Þótt víða sé jarðhiti á Íslandi og víða séu eindæma góð lindarsvæði og líklega heimsins besta neysluvatn að margra dómi fer það alls ekki alltaf saman hvort tveggja en slíkt er nauðsynlegt fyrir seiðaeldisstöðvar.

Nú er það svo að mun meira þarf að fersku vatni en heitu. Það gefur því augaleið að ekki getur verið hagkvæmt að flytja kalt vatn mjög langar leiðir gagnstætt því sem er um heitavatnið; því heitara sem það er því lengra er gerlegt að flytja það.

Það er heldur ekkert hlaupið að því að útvega sjó til matfiskaeldis, jafnvel við ströndina. Sjótakan þarf að vera örugg og sjórinn sem ala á fiskinn í ómengaður. Því er heppilegast að taka hann úr lekum jarðlögum við ströndina en slík lög eru ekki á hverju strái.

Algengt er að bændur og aðrir athafnamenn sem áhuga hafa á fiskirækt leiti til Orkustofnunar um upplýsingar. Stundum er unnt að veita þær auðveldlega en í öðrum tilvikum þarf umfangsmiklar rannsóknir sem í eðli sínu þurfa að ná yfir

mun stærri svæði en land það sem fyrirspyrjandi hefur áhuga á. Gildir þetta bæði um ferskvatn og jarðhita. Strandar þá oft á að viðkomandi aðili hefur ekki fjárhagslegt bolmagn til að kosta slíkar rannsóknir enda vart sanngjarnt heldur að einn aðili kosti rannsóknir sem í raun myndu nýtast tugum aðila.

Í ljósi þessa leitaði Orkustofnun til Alþingis, sambanda sveitarfélaga og ýmissa hagsmunaaðila í fiskeldismálum um að þessir aðila myndu ásamt Orkustofnun kosta yfirlitsrannsóknir á skilyrðum til fiskeldis á ýmsum þeim stöðum á landinu þar sem líkur eru samilegar á að finna hentug skilyrði til fiskeldis.

Gerð var lausleg áætlun um tvö verkefni sem lúta beint að almennum yfirlitsrannsóknum vegna fiskeldis. Í fyrsta lagi rannsóknir vegna seiðaeldis og í öðru lagi vegna sjávartöku úr jarðlögum. Í þessum áætlunum var gert ráð fyrir að verja 27Mkr til seiðaeldisverkefnisins og gerð tillaga um að Alþingi eða sveitarfélög bæru 65% kostnaðar, hagsmunaaðilar heima í héraði 15% og Orkustofnun 20%. Var þá gert ráð fyrir að eftir talin landsvæði yrðu rannsökuð: Vestur Skaftafellssýsla, uppsveitir Árnes og Rangárvallasýsla, Ölfus og Grafningur, Gullbringu og Kjósarsýsla, uppsveitir Borgarfjarðar, Vestfirðir, Skagafjörður og S-Þingeyjarsýsla.

Þá var áætlað að kanna skilyrði til sjótöku úr borholum við Suðurströndina og Faxaflóa. Kostnaður við það verk var áætlaður 29.8Mkr.

Á fjárlögum ársins 1987 veitti Alþingi síðan 10Mkr samtals til beggja þessara verkefna sem þýðir að 16.4Mkr verða til ráðstöfunar þegar tekið hefur verið tillit til framlaga hagsmunaaðila og Orkustofnunar.

Þegar ljóst varð hve mikið fé var til umráða þurfti að ákveða hvernig því yrði varið. Var ákveðið að fella fremur ákveðin landsvæði út úr verkefninu en að dreifa fénu þannig að verkinu hefði ef til vill hvergi lokið á árinu. Það er í rauninni ákaflega erfitt að gera upp milli þessara landsvæða og í sjálfu sér engin óyggjandi rök sem réttlæta þá ákvörðun sem tekin var fremur en einhverja aðra. Niðurstaðan var að eftirfarandi landsvæði voru tekin með: V-Skaftafellssýsla, uppsveitir Árnes og Rangárvallasýsla, Ölfus og Grafningur, þrjár afmarkaðir hlutar Vestfjarða og innsveitir Skagafjarðar. Þá var ákveðið að verja um 1.4Mkr af

heildarfjárhæðinni til að kanna möguleika á sjótöku í Flóanum.

II. Verkbættir

II.1. Frumþarfir seiðaeldis

Áður en ég geri grein fyrir einstökum verkþáttum er rétt að rifja lítilllega upp hverjar eru helstu kröfur sem uppfylla þarf við seiðaeldisstöðvar.

Gróflega metið þarf um 150-500 lítra á sekúndu af 10-14 gráðu heitu vatni til reksturs seiðaeldisstöðvar með milljón seiði. Þó má komast af með mun minna vatn með súrefnisdælingu og hreinsun vatns til endurnota. Heppilegast er að sjálfsögðu ef finna má nægjanlegt magn af slíku vatni á stað þar sem hentugt er að byggja slíka stöð. Það heyrir þó fremur til undantekninga að svo sé. Oftast finnst heitt vatn og kalt sér og þarf þá að blanda vatninu saman í hæfilegum hlutföllum til að fá hið rétta hitastig út. Ganga þarf úr skugga um að lindin sem kalda vatnið á að sækja til sé stöðug: hún má ekki þorna á hörðum vetrum né mengast af gruggugu yfirborðsvatni í vorleysingum. Heppilegast er því að taka ferskvatnið úr borholum eða brunnum sem ná niður í lek jarðlög. Þá skiptir efnasamsetning heita og kalda vatnsins miklu máli, sýrustig verður að vera rétt og innihald uppleystra efna, einkum ýmissa málma má ekki vera ofan tiltekinna marka.

Þá ræðst það einnig af efnasamsetningu heita vatnsins hvort nota má heita vatnið til beinnar íblöndunar eða hvort varmaskipti þarf til.

II.2. Form niðurstaða

Gert er ráð fyrir að niðurstöður verksins verði að mestu birtar sem töflur og kort af hinum einstöku landsvæðum. Með því að skoða þessi kort á að vera unnt fyrir hvern sem er að átta sig snarlega á því hvar á viðkomandi landsvæði eru líkur á að koma megi upp fiskeldisstöð. Kortin og töflurnar eru jafnframt sá grunnur sem nauðsynlegur er þegar hefjast á handa við vatnsöflun á einhverjum ákveðnum stað.

Vinna við verkið er í raun tvíþætt: samantekt upplýsinga sem þegar hefur verið aflað en mjög mikið af þeim upplýsingum sem á kortin eiga að koma eru þegar fyrirbyggjandi á einu eða öðru formi og í öðru lagi öflun viðbótarupplýsinga sem nauðsynlega vantar. Meginkostnaðurinn við verkið er vegna

Þessarar viðbótarupplýsinga sem afla þarf.

II.3. Ferskvatnsrannsóknir Í meginatriðum má skipta þeim jarðmyndunum sem til greina kemur að afla ferskvatns úr í tvennt: laus jarðlög á yfirborði og lek jarðlög í berggrunni.

Fyrsti þátturinn er kortlagning allra helstu linda á rannsóknarsvæðinu. Á hraunasvæðum gosbeltanna og næsta nágrennis þeirra eru jarðlög víða mjög opin fyrir vatnsrennsli og miklir grunnvatnsstraumar og vatnsmiklar lindir algengar. Þar er rennur ferskvatnið helst í kargakenndu bergi á hraunlagamótum. Stundum koma þó vatnsmiklar lindir upp um sprungur í jörðinni.

Á blágrýtissvæðum landsins eru jarðlög yfirleitt þétt nema helst til fjalla. Þar sjást þó stundum lindir koma út úr miðjum fjallshlíðum, annað hvort eftir lekum hraunlagamótum eða um sprungur. Þar sem berggrunnurinn er alveg þéttur verður að notast við vatnsforða sem safnast í laus jarðlög á yfirborði. Skriður, malarkeilur og áreyrar eru dæmi um jarðlög sem oft má ná í ferskvatn úr með borunum. Það nægir ekki að skoða og kortleggja ferskvatnslindir að vori eða sumri. Ganga verður úr skugga um hvort rennsli úr þeim er stöðugt. Margar lindir eru verulega sveiflukenndar í rennsli og geta þornað algerlega á vissum árstímum. Slíkar lindir eru lítt hentar fiskeldisstöðvum.

Auk rennslimælinga á lindavatni verður hitastig þess mælt og tekin sýni til efnagreininga til að sjá hvort vatnið hentar til fiskeldis.

II.4 Jarðhitarannsóknir

Jarðhitarannsóknirnar verða í aðalatriðum fimmþættar. Í fyrsta lagi verða unnin upp kort er sýna allan þekktan jarðhita á viðkomandi rannsóknarsvæði ásamt upplýsingum um hitastig og rennsli. Mikið af þeim upplýsingum eru þegar til í fórum Orkustofnunar en sífellt eru að berast fregnir af nýjum volgrum þannig að á allnokkrum stöðum þarf að hita- og rennslismæla.

Á undanförunum áratugum hefur áhugi manna á jarðhita einkum beinst að vatni til húshitunar sem þýðir að lítill áhugi hefur verið á að kanna volgt vatn, þ.e. vatn sem er 10-40 gráðu heitt en slíkt vatn er einmitt kjörið til fiskeldis. Þess vegna eru víða svæði sem líkleg eru til að búa yfir

volgu vatni en hafa aldrei verið könnuð.

Nú er það svo að heitar eða volgar laugar eru oft aðeins vísbending um heitavatnskerfi sem gæti hvort sem er verið mjög takmarkað í útbreiðslu eða víðáttumikið þótt ummerki séu lítil á yfirborði. Til að kanna útbreiðslu jarðhitans og meta líkur á að heitt vatn sé í jörðu þar sem enginn ummerki jarðhita eru á yfirborði er beitt viðnámsmælingum.

Viðnámsmælingar mæla viðnám gegn rafstraumi í jörðunni. Þar sem viðnám mælist lágt má reikna með því að líkur séu á jarðhita. Því verða gerð kort sem sýna viðnám í jörðu á rannsóknarsvæðinu og af þeim kortum má ráða hvar líklegast er að finna nýtanlegan jarðhita.

Mest af því efni sem þarf til að gera viðnámskort af rannsóknarsvæðunum er þegar til í fórum Orkustofnunar en þó þarf að bæta viðnámsmælingum við á allnokkrum stöðum. Verður það gert í sumar.

Í þriðja lagi verða gerð svokölluð sprungu- og gangakort. Algengast er að heitar vatnsæðar í jörðu tengist sprungum sem myndast hafa við jarðskorpuhreyfingar. Boranir eftir heitu vatni miða iðulega að því að hitta á slíkar sprungur eða á bergganga sem eru sprungnir. Því er mikilvægt að hafa staðgóða þekkingu á sprungukerfum á rannsóknarsvæðinu til að auðvelda staðsetningu á borholum. Vinna við gerð slíkra korta er tvíþætt, annars vegar eru sprungur og gangar kortlagðar út frá loftmyndum, hins vegar þarf jarðfræðingur að kortleggja þær með vettvangsathugun.

Í fjórða lagi verða teknar saman efnagreiningar á flestum laugum og hverum á rannsóknarsvæðinu og tekin sýni til efnagreininga þar sem upplýsingar eru ekki þegar fyrirliggjandi. Niðurstöðurnar verða birtar á töfluformi fyrir hvert landsvæði.

Í fimmta lagi verða teknar saman upplýsingar um allar borholur sem vitað er um á rannsóknarsvæðinu og árangur þeirra. Niðurstöður verða einnig á töfluformi.

II.5. Boranir

Hluta af rannsókarfénu á hverjum stað verður varið til tilraunaborana. Tilgangur þeirra er tvíþættur: að kanna hvernig hitastig vex með dýpi þar sem líkur eru á að jarðhiti sé til staðar og til að kanna lekt einstakra

jarðlaga eða sprungna, bæði með tilliti til heitavatns og ferskvatnsöflunar. Hvar einstökum holum verður valinn staður fer eftir niðurstöðum hinna verkþáttanna.

II.6 Tilraunir með sjótöku í Flóanum

Þá er ætlunin að bora holu til að kanna möguleika til sjótöku í Flóanum. Talið er að suðurströndin sé einna hentugasti staðurinn til matfiskeldis með tilliti til sjávarhita. Hins vegar er erfitt að ná í sjóinn vegna aðstæðna á ströndinni og raunar vart mögulegt nema með sjótöku úr jarðlögum. Reynslan sýnir að sjótaka úr sandi er erfið og tiltölulega lítið fæst úr hverri holu. Á suðurströndinni milli Ölfusár og Þjórsár hafa hraun frá Tungnáröræfum runnið í sjó fram. Undir þeim er væntanlega vel vatnsleiðandi kargi sem taldinn er líklegur til að geta verið á hentugu dýpi til að innihalda sjó. Ætlunin er að bora holu á hentugum stað til að kanna hvort þetta er raunhæfur möguleiki, mæla afköst holunnar og meta lekt kargalagsins.

III. Rannsóknarsvæðin

Snúum okkur nú að hinum ýmsu rannsóknarsvæðum og skoðum áherslupátti á hverju þeirra fyrir sig.

Í Vestur-Skaftafellssýslu eru miklar og góðar ferskvatnslindir, einkum á svæðinu milli Kúðaflóta og Hverfisfljóts. Hins vegar er jarðhiti nærri ókannaður á svæðinu. Þó er vitað um volgrur á fáeinum stöðum. Þær eru ekki heitar og hafa þess vegna lítið verið kannaðar meðan jarðhiti var einkum hugsaður til húshitunar. Vel er hugsanlegt að jarðhitinn sé mun umfangsmeiri þótt lítið fari fyrir honum á yfirborði í gegnum hinn mikla ferskvatnsflaum sem þar er. Reynist unnt að finna þarna volgt vatn í einhveju mæli eru aðstæður til seiðældis þarna mjög góðar.

Í uppsveitum Árnes- og Rangárvallasýslu er vitað um mikið og gott grunnvatn og jafnframt er jarðhiti þar á ýmsum stöðum. Í Landssveit er vitað um volgt vatn, líklega í miklu magni en útbreiðsla þess hefur lítið verið könnuð. Þar er lindarvatn nóg en leitinn beinist einkum að jarðhitunum. Í Biskupstungum er svipað ástatt. Mikið ferskvatn kemur þar undan hálendisbrúninni.

Þótt þar í grenndinni sé heimsins frægasta hverasvæði, Geysir og allir hverirnir í nágrenni hans hefur jarðhiti til

fiskeldis og annarra nota ekki reynst auðfenginn. Vitað er um jarðhita á nokkrum stöðum, sumir eru enn lítt rannsakaðir en á öðrum, eins og Reykjasvæðinu hefu gengið illa að hitta á vatnsæðar með borunum. Rannsóknir þar beinast því mest að öflun jarðhita.

Í Grafningi er talið líklegt að fá megi talsvert magn af volgu vatni sem henta kynni til fiskeldis.

Í Ölfusi er staðan nokkuð önnur en á hinum svæðunum. Þar eru þegar risnar fjölmargar fiskeldisstöðvar sem nýta heitt og kalt úr borholum. Mikið hefur verið borað í Ölfusinu undanfarin ár og hefur stundum mátt sjá þrjá bora þar að störfum samtímis á tiltölulega litlu svæði. Hefur þá verið haft á orði að útsýnið yfir Ölfusið frá Kambabrun líkist einna helst að horft sé yfir olíusvæðin í Texas þar sem bormöstur tróna upp af sléttunum með litlu millibili.

Árangur af borunum í Ölfusinu hefur verið ærið misjafn, sumstaðar mjög góður og annars staðar mjög lélegur og jafnvel þótt skammt sé á milli hola. Vinnsla jarðhitans og ferskvatnsins í Ölfusinu vekur einnig nokkrar áhyggjur um ofnýtingu en samræmt eftirlit með vinnslu er þar nánast ekkert. Er því hætt við að fyrr en síðar komi að því að stöðvarnar fara að draga vatn hver undan annarri með ófyrirsjáanlegum afleiðingum, rekstrartruflunum stöðva og málaferlum um hver á hvað. Drjúgur hluti af þeirri vinnu sem lögð verður í jarðhitarannsóknir í Ölfusinu verður veitt í rannsóknir á jarðlögum í borholum og brotakerfum í Ölfusinu til að undirbyggja vatnafræðilega úttekt á jarðhita- og ferskvatns kerfunum í heild sem fljótlega verður óhjákvæmileg.

Á Vestfjörðum verður unnið á þremur afmörkuðum svæðum. Í fyrsta lagi verður tekið fyrir svæðið frá Tálknafirði suður á Barðaströnd. Í Tálknafirði er jarðhiti mjög víða en nær alls staðar undir 40 gráðum. Umfangsmiklar boranir sem gerðar hafa verið í Tálknafirði nú í vetur hafa sýnt að unnt er að ná geysilegu magni af köldu eða léttvolgu vatni úr berggrunninum með borunum í sprungukerfi.

Jarðlög á þessum slóðum eru lítið holufyllt og þess vegna stendur verulegu vatnsforði að baki því vatni sem í sprungunum býr. Vonir eru til þess að svipað gildi um Patreksfjörð og Barðaströndina. Í Tálknafirði er þegar nokkurt fiskeldi, bæði seiðaeldi og matfiskaeldi. Þar er

heitavatnið notað til seiðaeldis og einnig til að hindra á sjóinn leggi yfir kvíum við ströndina.

Við innanvert Ísafjarðardjúp er jarðhita víða að finna sem laugar, volgrur og jafnvel hverir. Jarðhitinn þar hefur ekki verið mikið kannaður nema á fáum stöðum og ferskvatnsrannsóknir eru enn skemmra á veg komnar. Þar er því talsvert verk fyrir höndum en vonir standa til að tryggja megi nægt heitt og kalt vatn þannig að fiskeldi geti orðið arðbær atvinnugrein við Inndjúp. Þess er þó ekki að vænta að þarna rísi verulega stórar fiskeldisstöðvar fremur en á þriðja svæðinu á Vestfjörðum, sem er norðanverður Steingrímsfjörður og Bjarnarfjörður á Ströndum. Þar er umtalsverður jarðhiti og aðstæður um margt svipaðar og í Tálknafirði sem gefur vonir um að ná megi umtalsverðu ferskvatni úr berggrunninum sjálfum með borunum í sprungin svæði. Þá er jarðhiti nærri sjó skammt frá Drangnesi sem hugsanlega gæti komið í góðar þarfir við matfiskeldi.

Fimmta og síðasta landsvæðið sem rannsaka á að þessu sinni eru innsveitir Skagafjarðar, einkum Akra- og Lýtingsstaðahreppir. Þar er víða geysimikill jarðhiti en aðalhöfuðverkurinn verður að útvega nægjanlegt ferskvatn. Gert er ráð fyrir að þess verði helst að leita í lausum jarðlögum fremur en í berggrunninum. Allmiklar upplýsingar eru þegar til um útbreiðslu jarðhitans þar og nýlegar efnagreiningar eru til af flestum heitum lindum þar. Hins vegar vantar algjörlega kortlagningu á sprungum og berggöngum sem nauðsynlegt er að þekkja áður en ráðist er í boranir.

Þótt verkefni það sem hér er verið að vinna sé allviðamikilið er það hvergi nein tæmandi úttekt á náttúrulegum skilyrðum til fiskeldis. Heyrst hafa þær gagnrýnisráddir að óeðlilegt sé að leggja svo ríka áherslu á möguleika til seiðaeldis eins og gert er í þessu verkefni. Markaðir séu takmarkaðir fyrir seiði og fremur beri að snúa sér að því að leysa ýmis vandamál tengd matfiskaeldi. Er þar einkum átt við könnun á möguleikum til sjótöku úr jarðlögum við ströndina. Þessi gagnrýni er að sumu leyti réttmæt, auðvitað hefði verið æskilegt að geta verið búinn að vinna alla þá grunvinnu sem tengist yfirlitsrannsóknum vegna seiðaeldis fyrir einhverjum árum. Slíkt hefði auðveldað talsvert vatnsöflun fyrir ýmsar þær seiðaeldisstöðvar. Engu að síður er veruleg eftirspurn ennþá eftir upplýsingum um hentuga staði til seiðaeldis

Þannig að veruleg nauðsyn ber til að afla þeirra grunnupplýsinga sem hér er sóttst eftir. Það má heldur ekki gleyma því að talsverður hluti þess fjár sem til þessa verkefnis fer verður notaður til að glíma við vandamál sem koma til með að brenna á fiskeldisiðnaðinum á næstu árum eins og sjótaka, öflun jarðhita nærri sjó með það fyrir augum að halda sjókvíum og eldislónum í innfjörðum frostfrium yfir vetrartímann og í undirbúning að heildarúttekt á vatnsforða í kalda og heitavatnskerfunum í Ölfusinu.

Fyrirsjáanlegt er að þörf fiskeldisiðnaðarins fyrir rannsóknir á borð við þá sem Orkustofnun veitir verður veruleg á komandi árum. Hluti þeirrar vinnu verður þess eðlis að ekki er hægt að ætlast til þess að einstakar eldisstöðvar beri af því allan kostnað. Þar er átt við þann hluta rannsókna sem þurfa að ná til mun stærra landsvæðis en þess sem sjálf fiskeldisstöðin ræður yfir og nýtast mun mörgum öðrum og þann hluta sem lýtur að tæknilegri þróun eins og aðferðum til sjótöku. Um fjármagn til þessara rannsókna verður því að leita til Alþingis, sveitarstjórna og hagsmunasamtaka. Fyrirsjáanleg brýn verkefni sem vinna þarf á þennan hátt eru:

1. Rækileg tæknileg úttekt á aðferðum til sjótöku við strendur landsins til að tryggja örugga dælingu og mengunarlausan sjó.
2. Ljúka úttekt á möguleikum til seiðaeldis á þeim stöðum sem undanskildir voru í verkefninu á þessu ári. Þarna koma innsveitir Borgarfjarðar, og Suður Þingeyjarsýsla helst inn í myndina.
3. Gera forðafræðilega úttekt á þeim landsvæðum í heild þar sem mikil vinnsla jarðhita og kaldavatns er á litlu svæði. Þetta er nauðsynlegt til að tryggja örugga vinnslu í framtíðinni, koma í veg fyrir að menn dæli hver undan öðrum og til að forða mengun af völdum innstreymis mengaðs vatns vegna ofnýtingar. Þetta nú fyrst og fremst við Reykjanesskagann og Ölfusið.

4. Gera úttekt á jarðhita sem vinna má nálægt sjó og nýta í tengslum við matfiskaeldi t.d. til að forða að sjó í eldislónum og kerjum leggi.

Eflaust eru ýmsir fleiri þættir sem til greina koma að vinna til hagsbóta fyrir fiskeldisiðnaðinn á komandi árum en ofangreinda upptalningu lét ég nægja að sinni.