

**Fiskeldisrannsóknir 1989 í Botnsdal og  
Brynjudal**

**Helga Tulinius, Lúðvík S. Georgsson, Árni Hjartarson,  
Hjalti Franzson**

**Greinargerð HTul-LSG-ÁH-HF-89-05**

MÁ EKK. FARLEGGJA

## FISKELDISRANNSÓKNIR 1989 Í BOTNSDAL OG BRYNJUDAL

### 1. INNGANGUR

Árið 1989 fóru fram rannsóknir á náttúrulegum forsendum fiskeldis í Botnsdal og Brynjudal. Vitað var um volgrur fyrir botni Hvalfjarðar sem gætu vitað á vinnanlegan jarðvarma. Jarðhiti á þessum stöðum hefur verið lítlega kannaður áður (Helgi Torfason og Guðmundur I. Haraldsson, 1985; Helgi Torfason og Hrefna Kristmannsdóttir, 1985). Jarðfræði svæðisins var sæmilega þekkt og höfðu sprungur verið kortlagðar eftir loftmyndum.

Rannsóknirnar 1989 voru þríþættar, þ.e. ferskvatnsathugun, til að meta möguleika á að vinna ferskvatn úr malareyrum eða lindum, nánari brota- og sprungukortlagning einkum í nánd við jarðhitastaðina, til að fá vitneskju um virkustu sprungustefnuna á svæðinu. Í þriðja lagi var viðnámsmælt til að kanna útbreiðslu jarðhitans djúpt í jörðu.

### 2. LINDIR OG GRUNNVATN Í INNANVERÐUM HVALFIRÐI

#### 2.1 BRYNJUDALUR

Ferskvatnsöflunarmöguleikar í Brynjudal liggja nær allir í lausum jarðlögum í dalnum, áeyrum og lækjarkeilum, því berggrunnurinn er þéttur og hleypir litlu af köldu grunnvatni gegn um sig. Í dalkjafninum er klettahaft mikið. Fram af því fellur Brynjudalsá í fossi, sem Skorhagafoss heitir, og er laxastigi þar hjá. Niður undir sjó er annar foss, Bárðarfoss. Áin er 11 km löng, hefur 42 km<sup>2</sup> vatnasvið og er dragá. Rennslí hennar er mjög sveiflukennt en meðalrennslíð er nálægt 2 m<sup>3</sup>/s. Fáar rennslismælingar hafa verið gerðar á ánni.

**2.1.1 LAUS JARÐLÖG** Brynjudalsá ber lítið af framburði út fyrir klettahaftið í dalskjafninum. Efnisfyllan við áróšana er einungis lítil leira. Áin setur mest allan framburð sinn af sér inn í dal og hefur þar myndað mikla dalfyllu. Skorhagi stendur innan við haftið á vesturenda dalfyllunnar sem teygir sig 4 km inn dalinn, inn undir Laugalæk. Upp með þeim læk er aðal jarðhitinn í Brynjudal. Dalfyllan er ofantil að mestu gerð úr ármöl og um hana hlykkjast áin út dalinn. Utan við Ingunnarstaði er fyllan víðast þakin þykkum mýrarjarðvegi en innan þeirra eru eyrarnar ýmist berar eða með þunnri jarðvegsþekju. Innri gerð fyllunnar hefur ekki verið rannsökuð en til þess þyrfti boranir eða gróft. Þykkt hennar er einnig lítt könnuð. Gera má ráð fyrir að fyrst eftir ísöld hafi sjór teygt sig langt inn í Brynjudal. Er sjór lækkaði við ströndina og hörfaði úr dalnum er líklegt að stöðuvatn hafi orðið til innan við haftið sem árnar fylltu síðan smátt og smátt með framburði sínum. Þess vegna má gera ráð fyrir því að neðst í dalfyllingunni sé jökulruðningslag en ofan á því sjávarset. Þar ofan á má búast við fingerðu vatnaseti sem verður grófara eftir því sem ofar dregur þar til grófar áreyrarnar taka við efst.

Fornar strandlínur sjást víða í Brynjudal. Innan við eyðibýlið að Hrískoti ganga gamlir sjávarhjallar fyrir dalbotninn. Hæð þeirra er í kring um 70 m y.s. Utan til eru þeir sléttir og smágrýttir á yfirborðinu en innar eru þeir ójafnari og meira um stóra steinhnullunga á þeim. Svo virðist sem hjallarnir séu myndaðir í sjó skammt framan við jökulsporð.

Hærri hjalli en ógleggri er á milli Hrísakots og rústanna við Laugalæk. Hæð hans er tæpir 80 m y.s. Undir suðurhlíðum dalsins eru hjallaræksni með mjög ógleggri

frambrún. Þá má rekja niður fyrir Þverá. Þeir vestustu eru í malarnámunum vestan Þrándarstaða.

Ofan við Þrándarstaði er Húsagil, gríðarmikið skriðugil sem nýlegar skriður eru komnar úr. Skriðukeilan frá því er miklu meiri en keilan niður undan gili Þverár, sem er þar rétt innan við, þótt Þveráin sé miklu meira vatnsfall. E.t.v. stafar það þó af því að Þveráin er mun duglegri að flytja framburð sinn í brott en Húsagilslækurinn, sem alla jafna er smár í sniðum.

**2.1.2 GRUNNVATN** Þótt engar beinar rannsóknir hafi verið gerðar á grunnvatnsinnihaldi dalfyllunnar í Brynjudal er óhætt að fullyrða að þar má vinna allmikið vatn úr jörðu með brunngreftri, safnlögnum eða borunum. Vænlegustu staðirnir eru á bökkum Brynjudalsár sitt hvoru megin Þverár. En raunar er svæðið meðfram Brynjudalsá innan við Þverá og allt inn að hjöllunum við Laugalæk álitlegt vatnsvinnslusvæði.

Á vestasta hluta dalfyllunnar, frá Skorhaga og inn að Þverá, gætu einnig verið góð skilyrði víða. Mölin á þessum slóðum er þó sennilega fingerðari og þéttari en ofar í dalnum og einnig er meiri hætta á járnmengudu vatni úr mýrunum.

Aðstæður til vinnslu jarðsjávar við Brynjudalsvog virðast ekki vera fyrir hendi.

**2.1.3 LINDIR** Tvö skriðugil eru upp af Skorhagafossi. Það innra er nafnlaust á korti en hið ytra heitir Flugugil. Milli þeirra eru hrunkriður úr klettunum. Undan þeim koma lindir sem sameinast í læk sem fellur niður að laxastiganum. Rennsli 6-8 l/s, hiti 3,0-4,0°C.

Urðarkeilan úr Flugugili er bæði mikil og gróf. Klapparrani klýfur hana í tvennt neðan til. Lækurinn úr giliu fellur nú um austurhluta keilunnar. Þar, bæði ofan og neðan þjóðveggar koma upp nokkrar lindir. Rennsli um 20 l/s, hiti 4,5-4,8°C.

Fyrir miðri keilunni eru nokkrar lindir niður undir á. Þær falla í þremur lækjum til árinna á að giska 20 l/s til samans.

Vestast í keilunni eru dreifðar lindir, en koma saman í einn læk ofan vegar. Rennsli 5 l/s, hiti 4,5°C.

Laugarnar undir Stóruhlíð í Brynjudal eru um 1 km innan við lindasvæðið.

Allar mælingarnar voru gerðar 12. júlí 1989. Grunnvatnsstaða var há og lindir með meira móti. Aðstæður á þessum slóðum eru þannig að lindirnar eru vafalítið sveiflukenndar bæði að því er varðar rennsli og hita.

## 2.2 BOTNSDALUR

Botnsdalur er minni dalur en Brynjudalur en þrátt fyrir það er Botnsá mun meira vatnsfall en Brynjudalsá. Hún er 17 km að lengd og hefur 79 km<sup>2</sup> vatnasvið. Botnsá er dragá en rennsli hennar er jafnað af Hvalvatni svo rennissveiflurnar eru mun minni en í Brynjudalsá. Meðalrennsli Botnsár er 4m<sup>3</sup>/s við rennismæli Vhm 14 í Botnsdal.

Berggrunnurinn er þéttur og engar umtalsverðar lindir hvorki í bergi né lausum jarðlögum.

**2.2.1 LAUS JARÐLÖG** Yst í Botnsdal er lágt berghaft. Utan þess eru leifar en innan þess eru áreyrar, keilur og miklar hjallamyndanir. Hjallarnir, sem eru fornir sjávarhjallar, eru í a.m.k. tveimur vel aðgreindum hæðum. Þeir eru úr skálaga sandi og mól hið efra en neðantil eru þeir úr mélu og leir. Ekkert vatn er í þeim. Eyrarnar við ána skipta einar máli í þessu sambandi.

**2.2.2 GRUNNVATN** Þykkt og innri gerð eyranna við Botnsá hefur ekki verið könnuð. Yfirborðsathugun bendir þó til þess að auðvelt verði að vinna vatn í einhverju magni með brunngerð, safnlögnum eða borunum við ána. Virðist þar einu gilda hvaða stað á árbökkunum menn kjósa sér. Niður við berghaftið hjá brúnni eða neðan við gilksaftinn inn hjá Stórabotni. Hugsanlegt er þó að hér og hvar sé grunnt á þéttan leir og harða klöpp. Í hjöllunum sem einhverntíma hafa fyllt dalinn að mestu innantil, en árnar hafa rofið niður, sér sem



fyrir sagði víða í þykk málulög. Í Langamel milli Litlubotnsár og Botnsár eru þau t.d. margir metrar á þykkt en ofan á honum er skálaga mól. Úr þessu er auðvelt að skera með könnunargryfjum í eyrarnar.

Jarðsjávarvinnsla er ekki vænleg á þessum slóðum

### 3. JARÐFRÆÐIATHUGUN

Markmið þessa verkþáttar var að rekja saman skyldleika volgra upppretta og jarðfræði í Botns- og Brynjudal. Það var gert á eftirfarandi máta:

a) Athugað var brotamynstur í berggrunni á loftmyndum. Svæðið sem tekið var til athugunar og sýnt á mynd 1 nær frá Hvalstöðinni og Fossá í vestri að Kaldadalsvegi (Sandvatni og Bláskógaheiði) í austri. Þetta er nokkru stærra svæði en kannað var í mörkinni, en var talið nauðsynlegt til að fá betra yfirlit um brotastefnur og möguleg tengsl þeirra við gosbeltið sem liggur frá Reykjanesi og upp í Langjökul. Tvær brotastefnur, NA-SV og NV-SA, eru mest áberandi. Sú síðarnefnda hefur lítt verið könnuð áður enda ekki eins greinileg og NA-SV stefnan. Hvalfell og Botnssúlur eru móbergsstapar sem gosið hafa undir jökli utan hins eiginlega gosbeltis sem áður er nefnt. Sprungur í þessum myndunum benda til að brotahreyfingar eigi sér stað í jarðskorpunni utan rekbeltisins. Slíkt eykur líkur á að vatnsgæfni sprungna í berggrunni utan gosbeltis sé viðhaldið með sprunguhreyfingum.

b) Allir jarðhitastaðir og nágrenni þeirra vestan Hvalfells og Botnssúla voru athugaðir með tilliti til hita, rennslis og mögulegra tengsla við brotfleti. Einnig voru, þar sem við var komið, tengsl sprunguflata athugaðar, svo sem stefna, færsla og afstæð aldursröð. Öflun upplýsinga gekk vel og er það ekki sízt að þakka frábærri leiðsögn Alexíusar Lúterssonar og Jóns Þorkelssonar, sem gerzt þekkja til á þessum

slóðum.

Þótt úrvinnsla gagna sé ekki að fullu lokið þá er ljóst að flestar volgrur (og kaldar lindir sem tengjast berggrunni) er unnt að tengja við brotfleti. Algengt er að volgrurnar tengist mótum tveggja brotstefna, þ.e. NA-SV og NV-SA.

Veður til útivinnu reyndist heldur bágborið í sumar vegna óvenju mikillar úrkomu. Augljóst er að raunhiti og rennsli í volgrum hefur skekkst af hennar völdum. Áætlað er að kanna hita og rennsli jarðhitastaða á rannsóknarsvæðinu seinni part vetrar eftir kulda og þurrkatíð.

## 4. VIÐNÁMSMÆLINGAR

### 4.1 INNGANGUR

Viðnámsmælingar hafa lengi verið mikilvægur þáttur í yfirborðsrannsóknum á jarðhita á Íslandi. Mismunur í eðlisviðnámi bergs stafar fyrst og fremst af mismunandi vatnsinnihaldi bergsins og hita. Selta getur og skipt verulegu máli nærri sjávarströnd eða þar sem gömul sjávarsetlög eru í jörðu. Jarðhiti kemur yfirleitt fram í lægra eðlisviðnámi bergsins en ella.

Fjölmargar viðnámsmælingar voru gerðar í innri hluta Hvalfjarðar á árunum 1974-1978. Þessar mælingar voru gerðar með jafnstraumstækjum og svokallaðri Schlumbergeruppsetningu mæliskauta, sem hefur mest verið beitt í jarðhitaleit á Íslandi á síðustu áratugum. Aðferðin hefur reynst vel til að afmarka svæði með afbrigðilega lágu viðnámi, og út frá því hefur t.a.m. stærð hitasvæða verið metin eða ný fundist. Í stuttu máli sagt eru mælingarnar gerðar með því að senda straum niður í jörðina milli tveggja skauta og mæla spennunum milli annara skauta í miðjunni. Út frá því er hægt að reikna út eðlisviðnámið í jörðinni undir. Með því að auka bilið milli sendiskautanna leitar straumurinn dýpra. Með þessari aðferð má venjulega fá upplýsingar um eðlisviðnám jarðlaga í efstu 500-1000 m, en hægt hefur verið að sjá

dýpra með mikilli fyrirhöfn.

Á síðustu árum hefur rutt sér rúms ný mæliaðferð, sem hefur flesta kosti Schlumbergermælinga. Þetta eru svokallaðar TEM-mælingar. Þær eru mun fljótlegri í framkvæmd og túlkun. Þannig þarf aðeins tvo menn til að gera þessar mælingar en fjóra í Schlumbergermælingar, og afköst á dag eru heldur meiri. Þá er túlkun oft fljótunnari og því ódýrari. Á móti kemur að tækin eru dýr. Fyrr á þessu ári eignaðist Orkustofnun TEM-tæki og er reiknað með að TEM-mælingar muni í næstu framtíð að mestu koma í stað Schlumbergermælinga í jarðhitaleit hér á landi.

TEM-mælingar byggja á myndun spanstrauma í jörðu. Stór sendilykkja er lögð á jörðina og minni móttökulykkja í miðju hennar. Öflugur straumur er sendur um stóru lykkjuna sem byggir upp þekkt fast segulsvið. Ef slökkt er á straumnum hjaðnar segulsviðið. Við það spanast upp rafstraumar í jörðinni. Þessir straumar spana sjálfir upp segulsvið sem hjaðnar með tímanum. Jarðstraumarnir og segulsviðið, sem þeir spana, eru háðir viðnámsdreifingu jarðarinnar. Með því að fylgjast með þeirri spennu, sem spanast í litlu móttökulykkjunni, er hægt að mæla jarðstraumana. Hjöðnun þeirra sem fall af tíma er síðan hægt að að túlka þannig að upplýsingar fáiast um eðlisviðnám jarðlaganna undir. Dýptarskynjunin er komin undir því hve lengi er hægt að fylgjast með hjöðnuninni. Í þeim útbúnaði, sem Orkustofnun ræður yfir, er þessi tími um 100 ms, sem samsvarar dýptarskynjun uppá 500-1000 m eftir aðstæðum, sem er svipað og í Schlumbergermælingum. TEM-mælingar gefa nákvæmari upplýsingar um lágviðnámslög en lakari um háviðnám heldur en Schlumbergermælingar

#### 4.2 TEM-MÆLINGAR Í HVALFIRÐI

Við skipulagningu fiskeldisverkefnisins í innanverðum Hvalfirði var ákveðið að gera nokkrar TEM-mælingar, einkum í Brynjudal og í landi Litlabotns í Botnsdal til

að afla betri upplýsinga um eðlisviðnám jarðlaga og jarðhita á svæðinu. TEM-mælingarnar voru gerðar dagana 12.-16. september 1989. Afköst mælingaflokks voru heldur minni en áætlað hafði verið, m.a. vegna erfiðs tíðarfars. Alls voru gerðar 8 mælingar (KK-1 - KK-8), af þeim voru fjórar í Brynjudal, tvær í landi Litlabotns, ein við laugar uppi í hlíð innst í Botnsdal og ein við Fossá. Staðsetning mælinganna er sýnd á mynd 1, en jafnframt er sýnd þar staðsetning Schlumbergerviðnámsmælinga sem til eru á svæðinu. Mæliferlarnir ásamt túlkun þeirra eru sýndir í viðauka. Rétt eru þó að það komi fram að niðurstöður þeirra þriggja mælinga, sem liggja næst ströndinni, og jafnframt næst háspennulínunum og jarðsímakaplinum norður í land, eru tortryggilegar og ekki hægt að treysta þeim nema í efstu 200-300 m. Settur hefur verið svigi um tortryggileg viðnámsgildi í þeim myndum sem við á.

#### 4.3 NIÐURSTÖÐUR VIÐNÁMSMÆLINGANNA

Niðurstöður mælinganna eru sýndar á myndum 2 og 3. Annars vegar er um að ræða viðnámskort sem sýnir eðlisviðnám bergs í innanverðum Hvalfirði á 500 m dýpi undir sjávarmáli (mynd 2). Hins vegar er um að ræða viðnámsnið eftir línunum inn Botnsdal og Brynjudal (mynd 3). Lega sniðlínanna er sýnd á mynd 1.

Viðnámskortíð á mynd 2 sýnir vel meginrættina í eðlisviðnámi berggrunnins á svæðinu. Það er byggt á niðurstöðum Schlumberger viðnámsmælinga (Lúðvík S. Georgsson 1985) en inn á það hefur verið bætt niðurstöðum TEM-mælinganna og falla þær ágætlega að þeirri mynd, sem fyrir lá, og styrkja hana. Lægst eðlisviðnám mælist á um 5 km breiðu beltí sem liggur um utanverðan Brynjudal og Hvalfjarðarbotn. Djúpvíðnám er þarna innan við 25  $\Omega$ m sem verður að teljast fremur lágt. Líkur benda til að lágviðnám, sem kemur fram í Grafdal nokkru norðar, sé framhald þessa svæðis. Sömuleiðis gæti



lágviðnáms svæði innst í Kjós verið suðurframhaldið. Innar í Brynjudal og Botnsdal hækkar djúpvíðnám jafnt og þétt, og er komið upp í um 60  $\Omega$ m undir vesturhlíðum Hvalfells og Botnssúla. Austar ná mælingar ekki. Djúpvíðnám hækkar einnig til vesturs og þar kemur fram andstæða lágviðnámsbeltisins, sem er háviðnáms skrokkur á norðurströnd Hvalfjarðar. Innan hans mælist feikna hátt djúpvíðnám og allt upp í um 500  $\Omega$ m á takmörkuðu svæði.

Viðnáms sniðin á mynd 3 sýna betur hvernig viðnámið breytist inn Botns- og Brynjudal. Í sniðunum er bæði stuðst við TEM og Schlumberger-mælingar. Í sniði A-A', sem liggur inn Botnsdal, kemur fram að í fjarðarbotninum er djúpvíðnám líklega á bilinu 25-30  $\Omega$ m en er þó ekki vel ákvarðað vegna erfiðra mæliaðstæðna. Þegar komið er inn í dalinn dýpkar verulega á lágviðnámið. Við Litlabotn er viðnámið um 150  $\Omega$ m í efstu 200 m, lækkar þar fyrir neðan í um 50  $\Omega$ m, en fer ekki niður fyrir 30  $\Omega$ m fyrr en neðan 600 m dýpis. Innar í dalnum breytist myndin lítið, þó virðist djúpvíðnám heldur hækka til austurs. Æskilegt væri að bæta við 1-2 mælingum í landi Stórabotns til staðfestingar á þessari mynd.

Í sniði B-B', sem gengur inn Brynjudal, kemur vel fram hve djúpvíðnám er lágt í utanverðum Brynjudal og jafnframt grunnt á lágviðnámið. Lægstu gildin fást við Skorhaga og Þrándarstaði, 15-20  $\Omega$ m, en síðan hækkar djúpvíðnám nokkuð reglulega inn dalinn og innst er það á bilinu 35-50  $\Omega$ m. Þá dýpkar yfirleitt nokkuð á lægstu gildin.

Eins og fram kemur í inngangi fer jarðhiti almennt saman við lágt eðlisviðnám. Málið er þó ekki svo einfalt í Hvalfirði. Þannig eru flestir jarðhitastaðir í Botns- og Brynjudal töluvert austan við lágviðnámsbeltið. Þá hefur orðið mjög góður árangur af borunum innan háviðnáms skrokkisins í landi Hrafnabjarga. Við mat á niðurstöðunum þarf því að skoða fleira en viðnámið. Þar skiptir miklu máli að tekið sé mið af gerð og aldri jarðlaga. Hvað sem því líður má þó fullyrða að

lágviðnámsbeltið afmarki álitlegt svæði hvað jarðhita varðar. Innan þess má búast við að almennur hitastigull sé hvað hæstur á því svæði sem hér er fjallað um, þ.e. hitaaukning með dýpi ætti þar að vera meiri en víðast annars staðar. Þar sem jarðhitavottur finnst á yfirborði, eins og t.d. við Þrándarstaði, verður því að telja líklegt að fá megi mun heitara vatn með borunum. Þessu til staðfestingar má benda á góðan árangur af borunum við Hvalstöðina, en sú hola er innan lágviðnámsbeltisins. Í inndölum er djúpvíðnám á bilinu 30-60  $\Omega$ m. Þar er líklegt að hitastigull sé lægri. Einkenni jarðhita í Botns- og Brynjudal er lágur hiti á yfirborði, 10-30°C. Efnasamsetning vatnsins gefur jafnframt til kynna að djúphiti sé ekki hár (Helgi Torfason og Hrefna Kristmannsdóttir 1985). Niðurstöður viðnámsmælinganna gefa svipaðar vísbendingar.

Jarðfræðilegar aðstæður eru hins vegar allt aðrar þar sem háviðnáms skrokkurinn kemur fram. Hann afmarkar rústir gamals eldstöðvakerfis og hefur megineldstöðin verið kölluð Hvalfjarðareldstöðin. Í kjörnum slíkra eldstöðva er bergið gjarnan orðið mjög þétt og háhitaummyndun ríkjandi frá þeim tíma að eldstöðin var virk, og saman gefur þetta mjög hátt djúpvíðnám. Í rústum svipaðra eldstöðvakerfa má þó finna nokkur af gjöfulustu lághitasvæðum landsins, t.d. Reykjasvæðið í Mosfellssveit. Þetta má yfirleitt rekja til góðrar sprunguleiðni vegna virkra brotakerfa, samfara varmauppstreymi frá kólnandi kvikuhólfum á miklu dýpi. Við slíkar aðstæður þarf hátt djúpvíðnám því alls ekki að útiloka möguleika á árangri við borun, eins og dæmin sanna á Hvalfjarðarströnd.

Samandregið gefa niðurstöður viðnámsmælinganna til kynna að bestar líkur á góðum árangri af borunum í Brynjudal séu utarlega í dalnum, t.d. við Þrándarstaðalag, einkum ef stefnt er að því að ná verulega hærri hita en finnst á yfirborði. Hins vegar má sennilega ná miklu vatni, sem mundi henta til fiskeldis, með borunum við hitastaðina innst í

dalnum. Í landi Litlabotns í Botnsdal eru líkurnar betri því utar sem reynt yrði. Þarna finnst reyndar hvergi jarðhiti á yfirborði. Við borun þyrfti að sigta á vatnsgeng brot á töluverðu dýpi.

## 5. NIÐURLAG

Heildarniðurstaða ferkvatnsrannsóknanna er sú að engar umtalsverðar kaldar lindir er að finna í Brynjudal og Botnsdal. Hins vegar eru í báðum dölunum góðar aðstæður til að vinna allmikið af góðu ferskvatni úr áreyrum. Vinnsla jarðsjávar virðist óhæg fyrir botni Hvalfjarðar.

Þótt úrvinnslu jarðfræðirannsóknanna sé ekki að fullu lokið þá er ljóst að flestar volgrur (og kaldar lindir sem tengjast berggrunni) er unnt að tengja við brotflati. Algengt er að volgrurnar tengist mótum tveggja brotstefna, þ.e. NA-SV og NV-SA.

Niðurstöður viðnámsmælinganna gefa til kynna að bestar líkur á góðum árangri af borunum í Brynjudal séu utarlega í dalnum, t.d. við Þrándarstaðalaug, einkum ef stefnt er að því að ná verulega hærri hita en finnst á yfirborði. Hins vegar má sennilega ná miklu vatni, sem mundi henta til fiskeldis, með borunum við hitastaðina innst í dalnum. Í landi Litlabotns í Botnsdal eru líkurnar betri því utar sem reynt yrði. Þarna finnst reyndar hvergi jarðhiti á yfirborði. Við borun þyrfti að skera vatnsgeng brot á töluverðu dýpi.

Lokaskýrsla um fiskeldisrannsóknir í Botns- og Brynjudal kemur væntanlega út fyrirhluta árs 1990.

## 6. HEIMILDIR

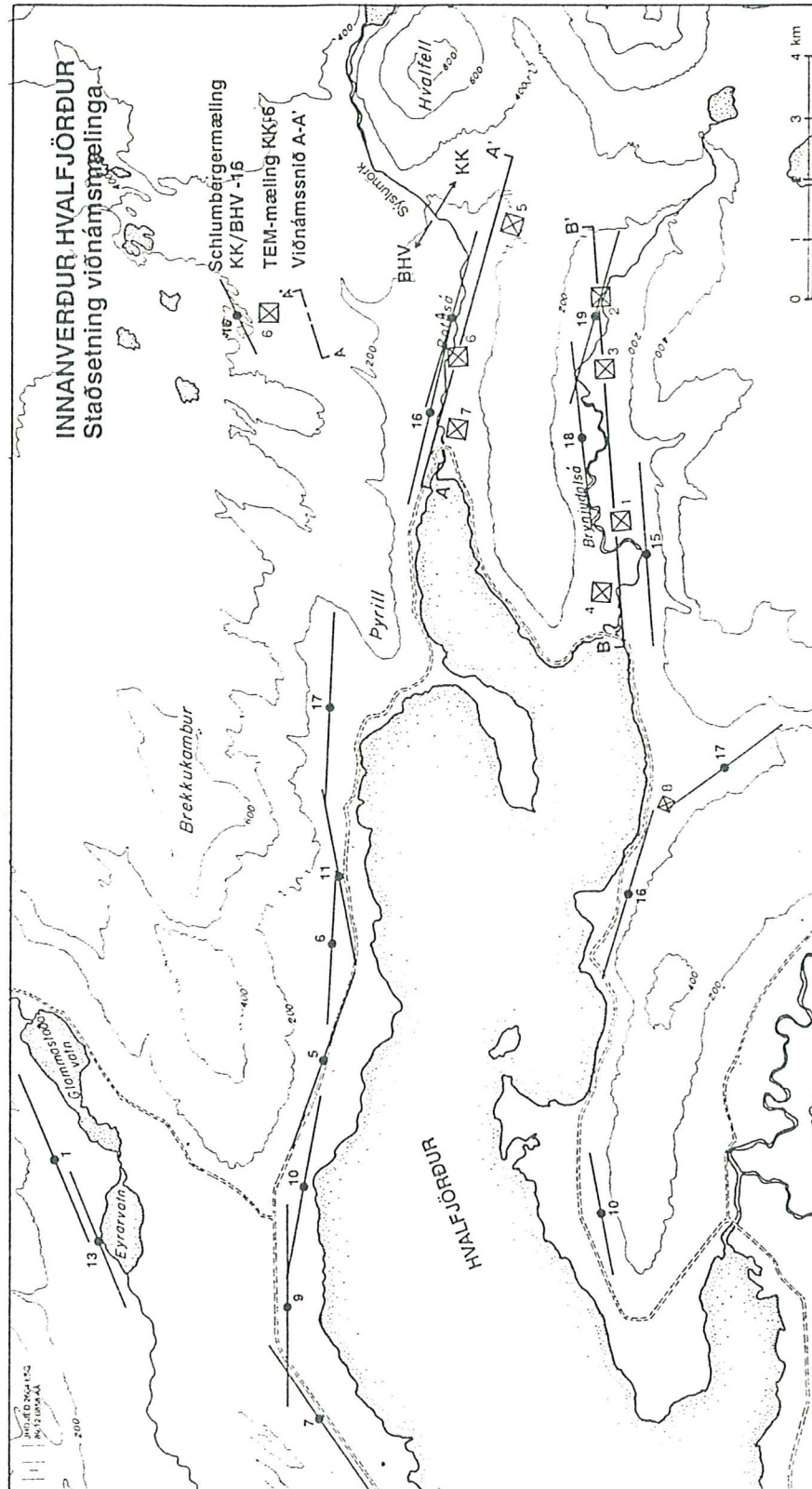
Helgi Torfason og Hrefna Kristmannsdóttir, 1985: Jarðhiti í Botnsdal og Brynjudal í Hvalfirði. OS-85085/JHD-44 B, Reykjavík.

Gestur Gíslason, 1981: Efnagreiningar á jarðhitavatni úr Brynjudal í Kjós. Greinargerð, GG-81/08.

Helgi Torfason og Guðmundur I. Haraldsson, 1985: Jarðhitakönnun í landi Þrándastaða í Brynjudal í Kjós. Greinargerð,

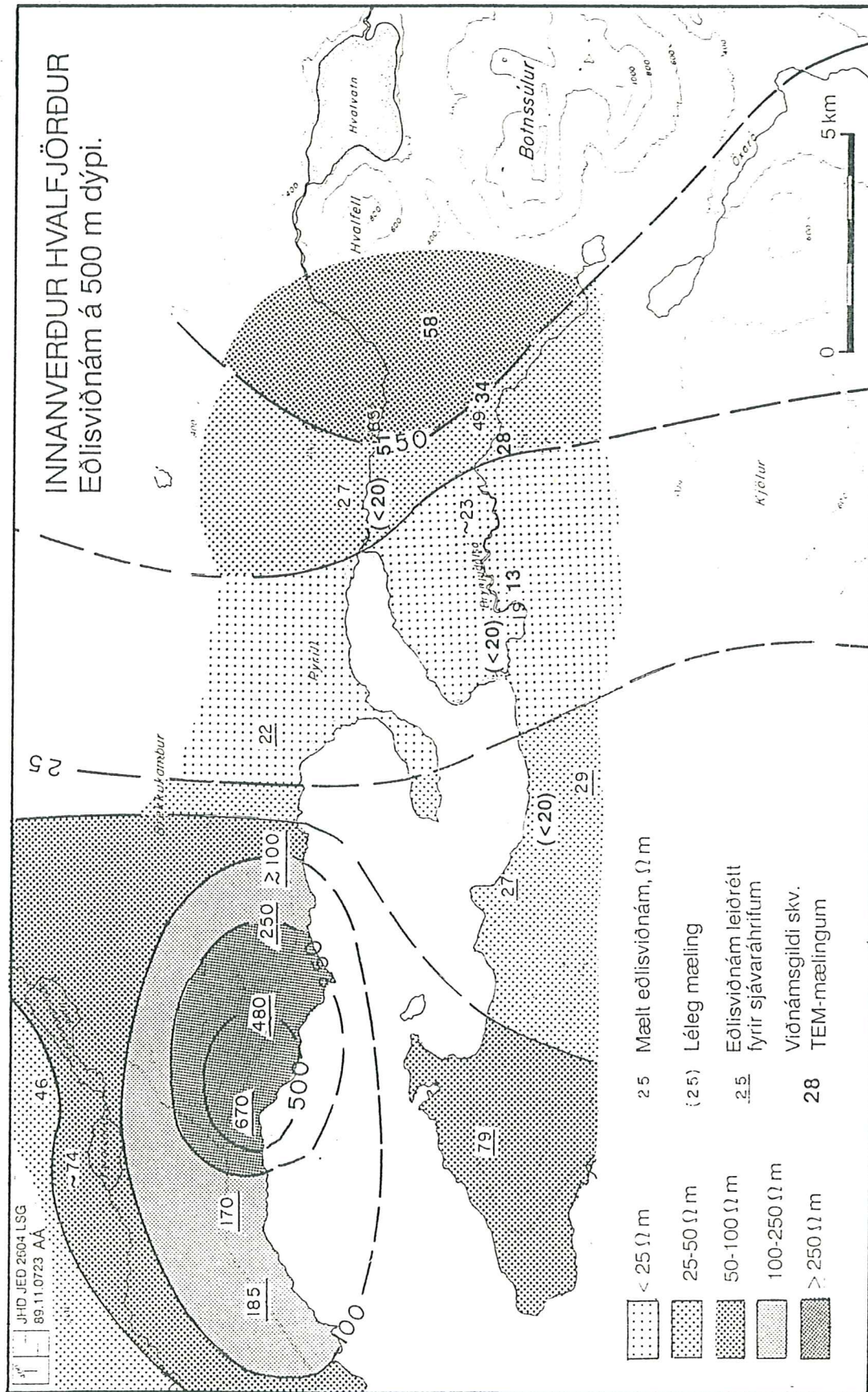
HeTo-GIH-85/02.

Lúðvík S. Georgsson, 1985:  
Höfuðborgarsvæði - Borgarfjörður.  
Niðurstöður viðnámsmælinga. OS-  
85111/JHD, Reykjavík.



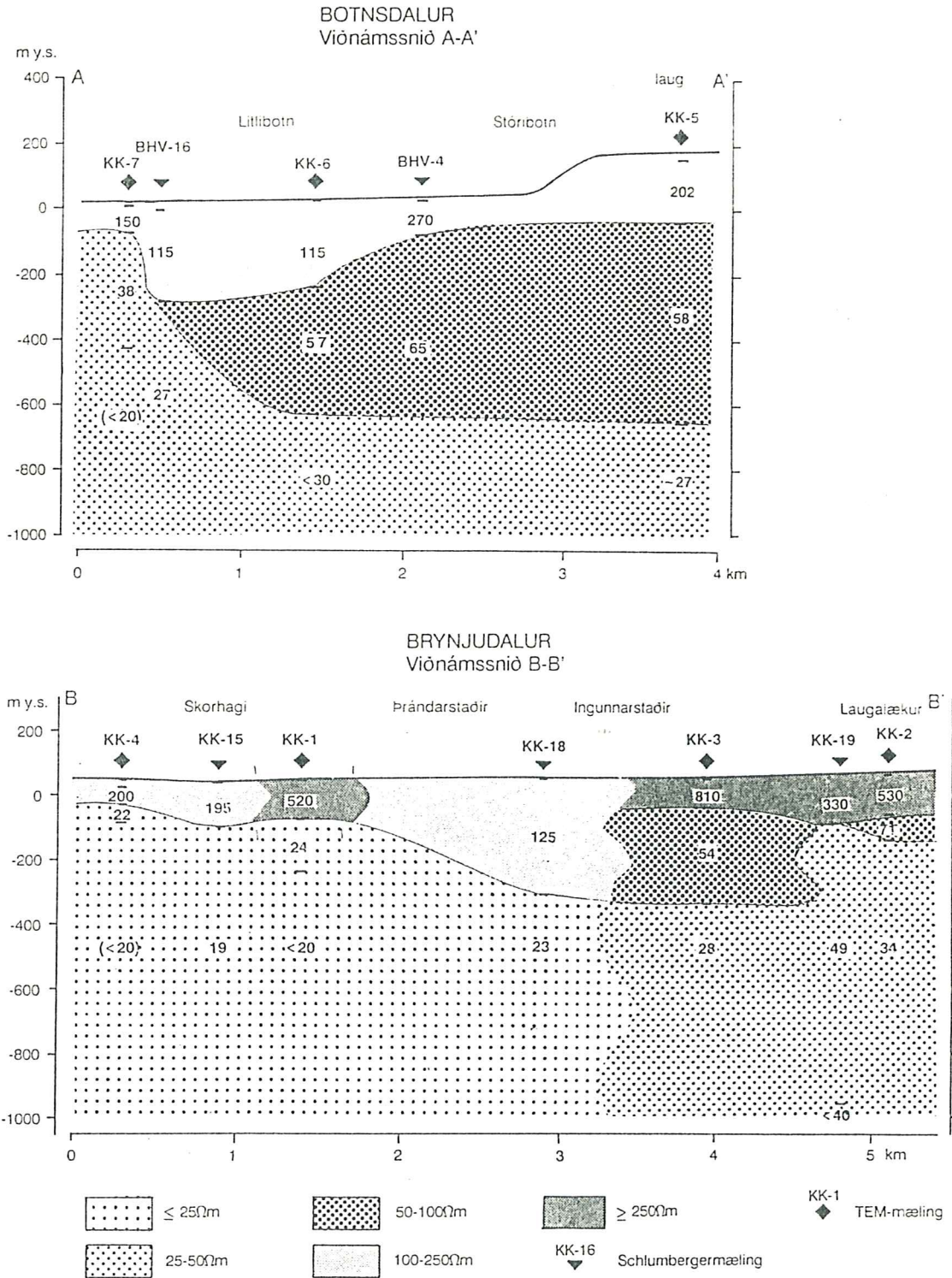
Mynd 1: Staðsetning viðnámsmælinga í innanverðum Hvalfirði





Mynd 2: Eðlisviðnám bergs í innanverðum Hvalfjörði á 500 m dýpi undir sjávarmáli

JHO JED 2604 LSG  
89 11 2722 A.A



Mynd 3: Viðnámssnið inn Botnsdal og Brynjudal