

Líkur á heitu vatni fyrir skála Ferðafélags  
Íslands í Hvanngili og við Álftavatn

**Ragna Karlsdóttir, Kristján Sæmundsson**

**Greinargerð RK-KS-2003-01**

## Líkur á heitu vatni fyrir skála Ferðafélags Íslands í Hvanggili og við Álftavatn

### Jarðfræði

Í hverum og laugum í Grashaga (sjóðandi) og við Bratthálskvísl (mest 40°C) kemur fram afrennsli undan hverasvæðinu í Torfajökulsöskjunni. Vatnið er kolsýruríkt og kólnar suður frá fjallendinu. Á jarðhitakorti er sýndur heitur grunnvatnsstraumur og hann látinn ná yfir kolsýrulaugarnar og –hverina (mynd 4). Ætla má að grunnt sé niður í hann, en alveg óvíst hversu þykkur hann er og á hvaða dýpi heitastur.

Móbergshryggir eru aðaljarðmyndunin í berggrunni sunnan við líparítið í undirfjöllum Torfajökuls (mynd 5). Bólstraberg er í þeim sumum, t.d. Bratthálsi, og bergið í þeim ferskt. Við Bratthálskvísl neðan við vaðið koma fram grágrýtishraunlög undir móberginu. Móbergshryggirnir eru misgamlir og standa eflaust misjafnlega djúpt. Bergið í þeim er ferskt, það sem sést, og vatnsleiðandi þar sem bólstrabergið er. Grágrýtislögin gætu hafa runnið í lægðir milli hryggja og útbreiðslan því takmörkuð.

Sprungur höfum við ekki kortlagt á þessu svæði. Vitum aðeins um sprungu og ganga við laugina í Bratthálskvísl, töluvert innan við vaðið. Laugarnar neðan þess koma fram á lagamótum og þar hjá eru einnig gangar. Brestir sjást víða í þéttu móbergi, en sennilega er ekkert gagn í þeim sem vatnsleiðurum. Rétt væri samt að finkemba nágrenni skálanna í leit að sprungum og finna út hvernig þær stefna og hvers eðlis þær eru.

Í Kerlingarfjöllum var nýlega borað í kolsýruríkt afrennsli frá háhitasvæðinu þar sem voru rúmlega 40°C heitar laugar. Þar reyndist volga vatnslagið vera um 100 m þykkt og undir því kólnaði. Hiti var nánast sá sami við yfirborð og þar sem heitast var í vatnsleiðaranum. Aðstæður við Álftavatn og Hvangil gætu verið svipaðar og í Kerlingarfjöllum.

### Viðnámsmælingar í nágrenni Álftavats og Hvangils

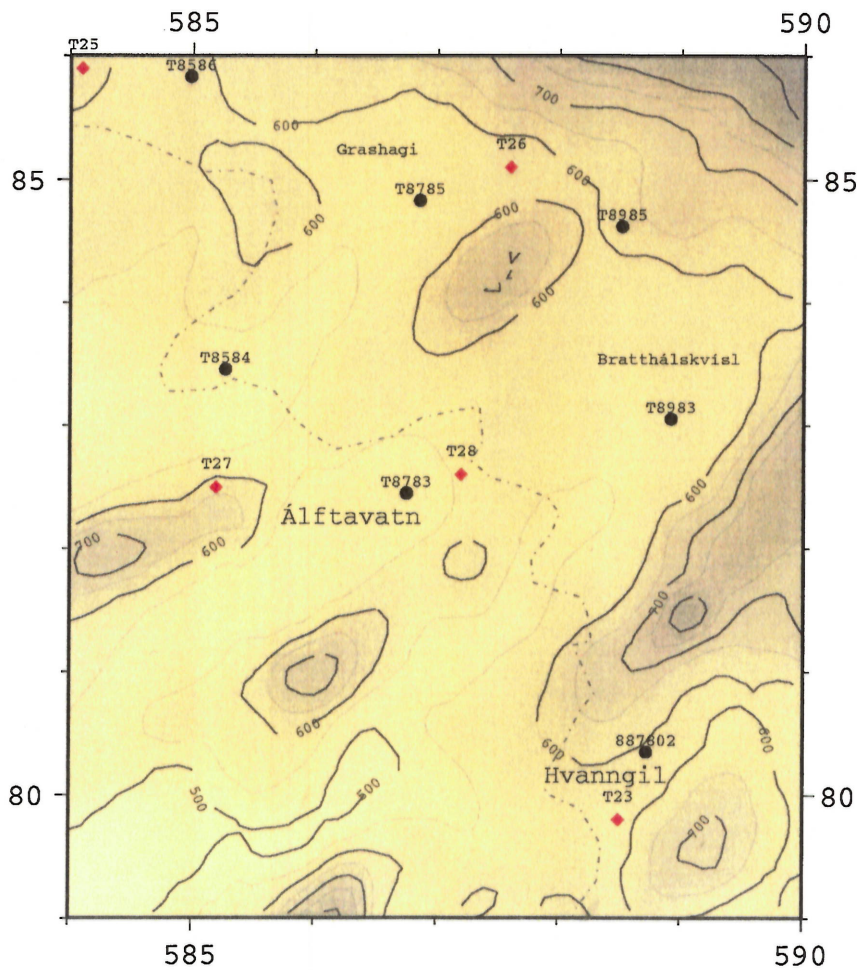
Viðnámsmælingum er beitt til að ákvarða stærð háhitakerfa í jörðu. Bergsteindir háhitakerfanna verða fyrir ummyndun vegna hitans og er það háð hitastigi á hverjum stað hvaða ummyndunarsteindir myndast. Í basalti háttar þannig til að við hitastig frá 100-230°C eru zeólítar og smektít, sem er leirsteind, ráðandi ummyndunarsteindir. Við hækkandi hitastig hverfa zeólítarnir og smektítið breytist í klórít. Ofan við 240-250°C er klórítið svo og epídót ráðandi steindir. Í líparíti eru aðrar ummyndunarsteindir en viðnámsskipanin er sú sama.

Þessa ummyndun er hægt að nema með viðnámsmælingum. Smektítið leiðir vel straum og myndar því velleiðandi lágviðnámskápu utan á háhitakerfinu. Við hækkandi hitastig > 240°C, dýpra í kerfinu, er smektít ekki lengur til staðar en við tekur klórít, sem leiðir illa straum. Viðnámið er því hátt í kjarna háhitakerfisins þar

sem hitastig er hærra, eða hefur verið hærra en  $240^{\circ}\text{C}$ , en utan á kerfinu liggur lágviðnámskápa.

Viðnámsmælingar á Torfajökulssvæði sýna að Álftavatn og Hvanngil eru við suðurjaðar háhitakerfisins.

Til eru tvenns konar viðnámsmælingar í nágrenni Álftavatns og Hvanngils, þ.e. TEM-viðnámsmælingar frá árunum 1993–2000 svo og eldri viðnámsmælingar (Schlumberger-mælingar) frá 1973-75. Eldri mælingarnar sjá að jafnaði ekki eins djúpt og TEM-mælingarnar en ágætt er að hafa þær til hliðsjónar, þar sem þær eru til. Í fyrstu er niðurstöðum mælinganna lýst beint en hvað þær þýða er sagt í kaflanum um niðurstöður viðnámsmælinga. Mælistaðir sjást á mynd 1.



Mynd 1. Staðsetning viðnámsmælinga

T21

**Grashagi.** Í Grashaga, um 3 km norðan við Álftavatn, er TEM-viðnámsmæling (T8785), sem sýnir, að 90 metrar eru niður á lágviðnámskápuna ( $4\ \Omega\text{m}$ ). Á 150 metra dýpi hækkar viðnámið í  $11\ \Omega\text{m}$ . Gömul viðnámsmæling frá 1974 (T26) í 800 metra fjarlægð í NA í átt að háhitakerfinu, sér  $9\ \Omega\text{m}$  viðnámið á 12 metra dýpi, sem svo lækkar í  $7\ \Omega\text{m}$  á 100 metra dýpi (lágviðnámskápan).

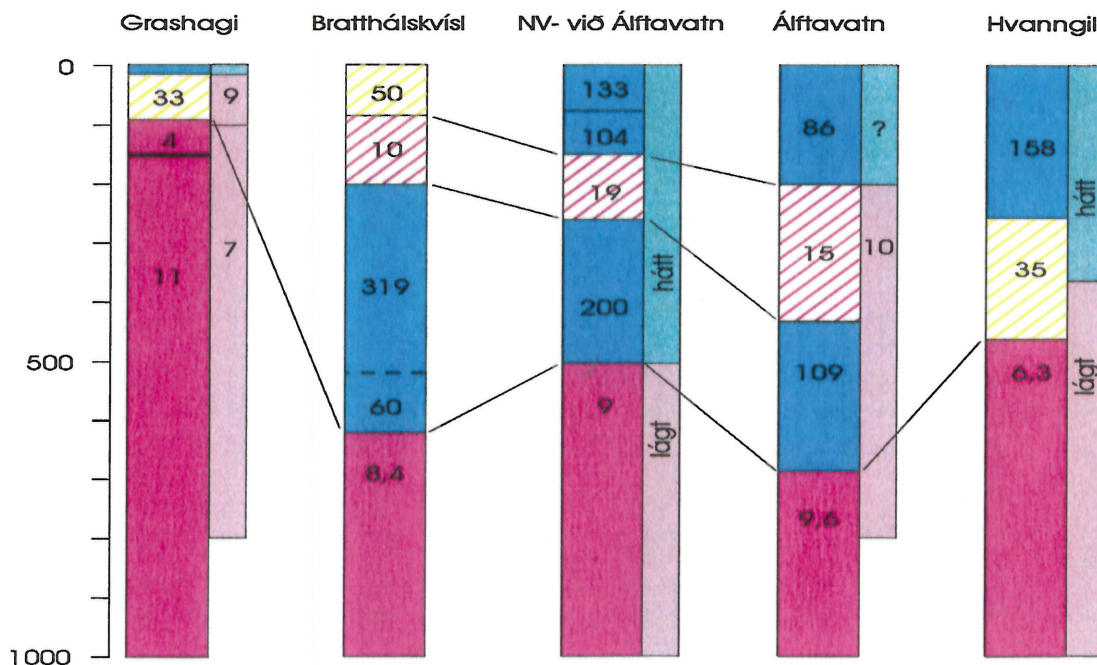
Þessar mælingar sýna að í mesta lagi eru um 100 metrar niður á lágviðnámskápuna. Þykktin á henni og það að ekki sést í háviðnámi undir skýrist af því að mælingarnar eru í jaðri háhitakerfisins og mjög bratt dýpkar á lágviðnámskápuna þarna.

**Álftavatn.** Við Álftavatn sýnir TEM-mæling (T8783) að 15  $\Omega$ m lágviðnámslag er á 200 metra dýpi. Þetta lágviðnámslag er 230 metra þykkt. Þar fyrir neðan hækkar viðnámið verulega (200  $\Omega$ m) og sér svo í lágviðnámskápuna á 6-700 metra dýpi. Gömul viðnámsmæling (T28) sér 10  $\Omega$ m á 200 metra dýpi, en sér ekki í gegnum það lag. Lágviðnámið, sem T28 sér er það sama og 15  $\Omega$ m viðnámið í TEM-mælingunni. Það er hins vegar mismunurinn á mæliaðferðunum sem veldur því, að TEM-mælingin greinir betur lagskipti með dýpi. Lágviðnámið, 10-15  $\Omega$ m, neðan 200 metra dýpis gæti stafað af heitu eða volgu afrennslisvatni frá háhitakerfinu.

Um 2 km norðvestan Álftavatns er TEM-mæling (T8584) sem sýnir sams konar viðnámsskipan og mælingin við Álftavatn þ.e. lágviðnámslag með 19  $\Omega$ m viðnámi neðan 150 metra dýpis. Þar fyrir neðan hækkar viðnámið yfir 200  $\Omega$ m og það sér svo í lágviðnámskápuna (9  $\Omega$ m) á 500 metra dýpi. Lágviðnámslagið er þynnra hér (110m) og hefur heldur hærra viðnám. Gömul viðnámsmæling (T27) um 1 km sunnar sér lágt viðnám á 500 metra dýpi. Báðar mælingarnar sjá lágviðnámskápuna neðan 500 metra dýpis. TEM-mælingin sér einnig lágviðnám ofar eða á 150-250 metra dýpi, sem gæti verið volgt vatn.

**Hvanngil.** TEM-viðnámsmæling (887802) í Hvanngili sér lágviðnámskápuna með 6.3  $\Omega$ m viðnámi á 460 metra dýpi. Gömul mæling (T23), í 500 metra fjarlægð, gefur til kynna að heldur grynna sé á lágviðnámskápuna eða innan við 400 metrar. Í TEM-mælingunni er rúmlega 200 metra þykkt lag ofan við lágviðnámskápuna með 35  $\Omega$ m viðnámi. Enda þótt þetta teljist ekki mjög lágt viðnám gæti þetta þýtt volgt vatn.

**Bratthálskvísl.** Við Bratthálskvísl er TEM-mæling (T8983) staðsett um 500 metra frá jarðhitunum. Hún sýnir 10  $\Omega$ m lágviðnámslag á 80–240 metra dýpi. Þar fyrir neðan hækkar viðnámið og sér í á lágviðnámskápuna á 600 metra dýpi.



Mynd 2. Niðurstöður viðnámsmælinganna. Breiðu stólparnir eru TEM-mælingar en þeir grönnu eru Schlumberger-mælingar.

## Niðurstöður viðnámsmælinga

Af viðnámsmælingunum sést að lágviðnámskápan, sem líta má á sem ytri mörk háhitakerfisins er á einhverra tuga metra dýpi (12 m í T26 og um 90 m í T8785) undir Grashaga en það dýpkar á hana til suðurs og er hún á 460 metra dýpi í Hvanngili og 600-700 metra dýpi við Álftavatn. Mælingarnar við Álftavatn sýna ennfremur 230 metra þykkt lag (á 200-430 m dýpi) með lágu (15  $\Omega$ m) viðnámi. Ekki er ólíkleg að þetta lágviðnám þýði volgt afrennsli af jarðhitakerfinu.

Af þessum niðurstöðum verður að telja líklegt að hitinn sé til staðar í grennd við skálann; spurningin er hins vegar hvort vatn finnst. Land við Álftavatn og Hvanngil er tæplega 600 m.y.s. en jarðhitinn á Torfajökulssvæði er miklu hærra í landi eða allt upp í 1100 metra hæð við Hrafninnusker. Eðlilegt er að afrennsli sé af jarðhitakerfinu til suðvesturs í sprungustefnu og að einhver þrýstingur sé á heita vatninu.

Mynd 2 sýnir niðurstöður viðnámsmælinganna. Mælingunum er raðað eftir afstöðu þeirra við háhitakerfið. Mælingarnar við Grashaga eru næstar kerfinu en Hvanngil fjærst.

Í Grashaga, þar sem stutt er í 100°C heita hvera er lágviðnámskápan á um 90 metra dýpi. Þarna sést að grunnt er á lágviðnámskápu háhitakerfisins.

Fróðlegt er að bera saman mælingarnar við Bratthálskvísl, en þar er jarðhiti, og mælingarnar við Álftavatn. Á mynd 3 sést að lagskipting viðnáms er svipuð í mælingunum. Lágviðnám, sem hægt er að túlka sem volgt afrennsli af háhitakerfinu, er á 80 – 240 metra dýpi við Bratthálskvísl, en við Álftavatn er það á 200 – 430 metra dýpi. Lágviðnámskápa háhitakerfisins er á 600 metra dýpi samkvæmt mælingum á báðum stöðum.

Ef tilgátan um að í lágviðnámslaginu neðan 200 metra dýpis við Álftavatn sé heitt vatn, getur verið nægjanlegt að bora 300-350 metra holu til að fara vel ofan í lágviðnámslagið. Ef tilgátan er röng er rétt að reikna með 500-600 metra djúpri holu til að komast í hita. Við Hvanngil þarf að bora niður á 450-500 metra til að ná lágviðnámskápunni. Lag með 35  $\Omega$ m viðnámi er ofar í mælingunni. Þetta gæti hugsanlega verið sama lagið og lágviðnámslagið, sem talið er að leiði volgt vatn við Álftavatn og Bratthálskvísl, en hér er viðnámið talsvert hærra, sem gæti þýtt þéttara berg og kaldara vatn.

Hér er gert ráð fyrir að heitt eða volgt vatn streymi um lek jarðlög. Engu að síður er sjálfsagt að taka mið af sprungum, þegar kemur að því að velja borstað. Því er lagt til að leitað verði eftir sprungum og/eða misgengjum við val á borstað.

### Borun holu við Álftavatn

Hugmyndin er að bora við skálana og þá frekar við Álftavatnsskálann því að meiri líkur eru á að finna nýtanlegt vatn þar en við Hvanngilsskálann. Fyrir fram er ekki hægt að gefa sér neitt ákveðið um hita, jarðlög og vatnsgengd í þeim, þrýsting í hugsanlegu vatnskerfi og nauðsynlegt fôðringardýpi. Hér yrði því að ráðast í borun upp á óvissan árangur, holudýpi og frágang.

Eftirfarandi gæti reynst nærri lagi, ef borað yrði við Álftavatnsskála:

- Dýpi á hart jökulberg 2-3 m (sannreynt í melnum þar sem húsið stendur). Laust framburðarefni gæti verið undir og óvíst hvað djúpt er á berggrunn.
- Undir er annaðhvort grágrýti, nokkur lög, eða móberg og bólstraberg.
- Ólíklegt er að bólstraberg standi í holuveggjum
- Vatnsgengd er líklega mjög góð í bólstrabergi.

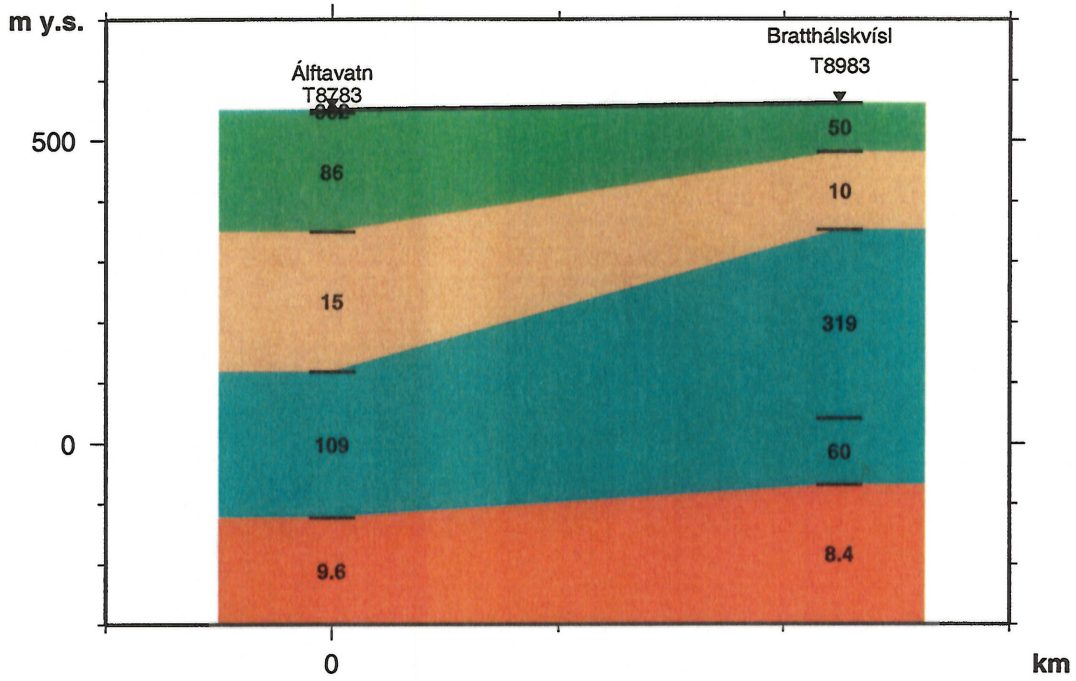
- Hæstur hiti ofan 100 m 25-35°C.
- Neðan 100 m gæti dregið úr vatnsgengd og hiti lækkað (straumur ofan á þéttu bergi).
- Hugsanlega hækkar hitinn aftur í lágviðnámslagi neðan 200 m og það gæti reynst vatnsleiðari.
- Lítil von er um sjálfrennsli úr borholu úr leiðara ofan 100 metra, miklu fremur úr leiðara neðan 200 metra dýpis.
- Fóðra þarf niður á fast berg, alla vega um það bil 5 m (yfirborðsfóðringu) og líklega aftur dýpra niður (jafnvel ~200 m) til að útiloka hrun og vatn, sem ekki er nógu heitt.
- Ef 30-35°C heitt vatn finnst ofan 100 m dýpis teldist það e.t.v. viðunandi árangur og borun yrði hætt. Það færi samt eftir vatnsmagni og stæðni berglaga hvort borað yrði dýpra niður í lágviðnámslagið á 200-450 metra dýpi.
- Ef mikið vatn kemur er tilgangslítið að bora dýpra, nema fóðra volga leiðarann af. Það mætti hins vegar gera eftir á ef berglög í honum standa.

Reykjavík, maí 2003

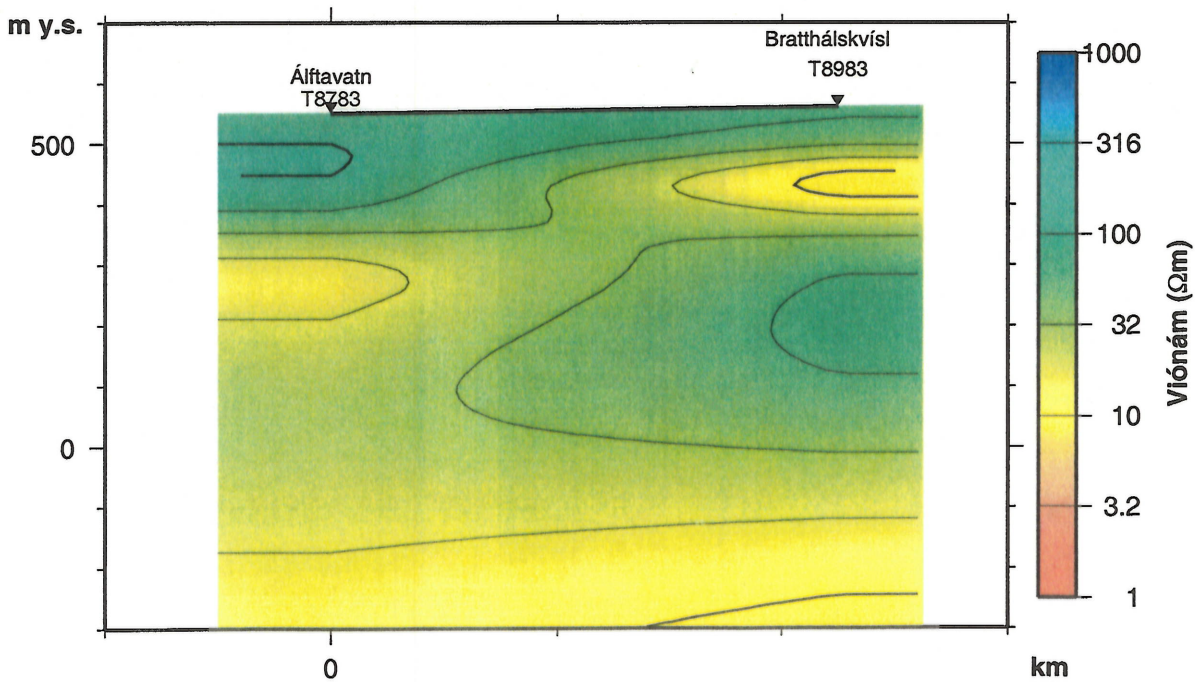
Kristján Sæmundsson

Ragna Karlsdóttir

# F1



- > 100 Ωm
- lágviónámslag 10–20 Ωm Volgt vatn?
- 50–100 Ωm
- Lágviónámskápa < 10 Ωm



Mynd 3

