

**Heitavatsleit við austanverðan Skagafjörð
1999**

Kristján Sæmundsson

Greinargerð KS-2000-14

Heitavatsleit við austanverðan Skagafjörð 1999

Seinni hluta árs 1998 var hafist handa um jarðhitaleit í Viðvíkursveit og norðan við Hofsós. Á því svæði er lítil sem enginn jarðhiti ef Reykir í Hjaltadal eru undanskildir. Volgra (17°C) yst í Hrolleifsdal gaf tilefni til könnunar þar. Í Viðvíkursveit eru óverulegar volgurur, um og yfir 10°C. Þeim vísbendingum var fylgt eftir með borunum, en reyndust ekki ávísun á jarðhita. Viðnámsmælingar og fyrri hitastigulsboranir eru samfelldastar kringum Hofsós. Þær gáfu ekki vísbendingar um jarðhita.

Sú ályktun var helst dregin af leitinni 1998 að vert væri að kanna jarðhitann í Hrolleifsdal nánar. Mestar jarðhitalíkur kynnu þó að vera innan til í Deildardal og Unadal, en þangað náði könnun þess árs ekki nema að litlu leyti.

Framhald varð á jarðhitaleit við austanverðan Skagafjörð seinnipart árs 1999. Leitaráfanginn fólst í eftirfarandi þáttum:

- 1) Jarðfræðiathugunum í Hrolleifsdal og í Viðvíkursveit
- 2) Leitarborunum í Hrolleifsdal
- 3) Leitarborun við bæinn Kýrholt í Viðvíkursveit
- 4) Efnagreiningum á borholuvatni

Jarðfræðiathuganir í Hrolleifsdal

Jarðfræðiathugun fólst fyrst og fremst í því að greina stærð og hreyfingu á misgengjum sem sjást í fjöllum beggja megin við Hrolleifsdal. Færsla á þeim nam 10-20 m og sig var vestan megin. Volgran sem kennd er við Bræðrá (17°C) er neðan undir einu misgenginu (mynd 1). Hóla SK-4 innan við Arnarstaði er niður undan öðru misgengi. Hitastigull í henni er í hærra lagi og var ályktað að heitt vatn gæti einnig tengst því. Berglög sem sjást ofan við skriður eru hraunlög með litlum SV-halla og óverulegum millilögum. Samkvæmt jarðlagasniðum úr borholunum er annað uppi á teningnum neðar í berglagastaflanum þar sem fyrir koma þykk millilög úr túffi og vatnaframburði í efstu 300 metrum bergsins. Holufylling í þessum berglögum er fremur lítil og þess vegna gæti nokkuð verið eftir af upprunalegri lekt í þeim.

Leitarboranir í Hrolleifsdal

Þegar lagt var upp með frekari leit í Hrolleifsdal var gert ráð fyrir að bora svo sem þrjár leitarholur, um 120 m djúpar og etv. eina dýpri holu. Sú bjartsýni byggðist á því að heitavatsuppstreymið tengdist misgengjunum sem áður var minnst á. Holurnar urðu 7, allar 105-130 m nema sú síðasta sem varð tæpir 300 m. Grynri holurnar voru fóðraðar niður í fast berg með 3" röri, en 300 m-holan með 5" röri. Í ljós kom þegar eftir borun fyrstu holunnar (SK-11) að hún var heitari en holurnar frá árinu áður og leita þurfti innar eftir uppstreyminu. Með holu SK-16 var klárlega komið inn fyrir það, en hóla SK-15 leit út fyrir að vera næst því. Sú hóla var jafnframt nærri innra misgenginu sem fannst við kortlagningu sumarið áður. Ákveðið var því að ljúka leitaráfanga ársins með því að bora allt að 300 m djúpa holu nærri holu SK-15. Mynd 1 sýnir volgruna sem var upphafið að

Þessari jarðhitaleit og misgengin í fjöllum beggja megin við dalinn. Mynd 2 sýnir borstaðina.

Jarðlög og vatnsæðar í borholunum

Mynd 3 sýnir jarðlög í 5 af holunum sem boraðar voru 1999 og tengingu á milli nokkurra þeirra þar sem hún er viss. Holurnar eru í röð frá NV til SA, næstum þvert á jarðlagahallann, þannig að jarðlögin myndu að öllu eðlilegu haldast nokkurn veginn í sömu hæð í sniðinu inn eftir dalnum. Holur 15 og 17 eru nærri misgengi og gætu hafa lent sitt hvoru megin við það, enda standast berglög og vatnsæðar í þeim ekki sérlega vel á þótt stutt sé á milli (<50 m). Þykk millilög út líparítkenndu túffi og sandsteini voru áberandi í holunum. Hola 17 endaði í líparítúffi sem er yfir 20 m þykkt og er raunar í setlögum að miklu leyti neðan 170 m dýpis. Hrun var ekki til tafa í þessum lögum.

Vatnsæðar eru merktar á sniðin. Mest vatn var í innstu holunum, SK-14 – SK-17. Sjálfrennsli sem nam ½-1 l/s var fyrst í stað úr SK-15 og SK-16. Hola SK-17, dýpsta holan gaf langmest í blæstri, um 10 l/s. Vatnsmestu æðarnar í henni voru neðan við bordýpi hinna holnanna. Engar af holunum lentu í misgengjum. Þegar margar vatnsæðar koma fram í borholum eins og hér er líklegt að þær tengist rennsli í lögum fremur en sprungum. Mikil vatnsgengd í innstu holunum kann þó að ráðast af nálægð við sprungur sem veita vatni út í berglög og lagaskil.

Tafla 1

Rennsli úr Hrolleifsdalsholum

Hola 4 (72 m) smávatn grunnt (á 25 m dýpi)
 Hola 5 (105 m) smávatn grunnt (á 35 m dýpi)
 Hola 6 (105 m) smáæðar í 23 m og 65-70 m dýpi
 Hola 8 (105 m) sáralítið

Hola 11 (123 m) sáralítið
 Hola 12 (105 m) 1-1 ½ l/s í blæstri
 Hola 13 (123 m) ½ l/s í blæstri
 Hola 14 (126 m) 3 l/s í blæstri
 Hola 15 (125 m) sjálfrennsli ½-1 l/s
 Hola 16 (130 m) sjálfrennsli ½-1 l/s
 Hola 17 (291 m) ~10 l/s í blæstri

Hiti í borholum í Hrolleifsdal

Myndir 4-12 sýna hitamælingar í holum SK-8, SK-6 og SK-11 – SK-17 með innfærðum hitastigli og mynd 13 sýnir breytilegan hitastigul og átlaðan hita á 150 m dýpi í þeim. Rennsli er á milli æða í innstu holunum (SK-14 – SK-17) og því ekki hægt að lesa hitastigulinn í þeim beint af ferlunum. Réttur berghiti sést yfirleitt ekki nema neðst í þessum holum þar sem bergið er heilt kafla og millirennslis gætir ekki. Hitastigullinn er því fenginn út frá hitanum sem mældist niðri undir holubotni og yfirborðshita sem er nærri 3,5°C. Hitastigull í öllum holunum er langt ofan við þann hitastigul sem ríkjandi er á þessu landsvæði og sést t.d. í borholum inn undir Hofsósi (60-70°C/km). Slíkt er óbyggjandi vísbending um jarðhita, en ekki er hægt að sjá af því einu hversu heitt vatn kynni að valda. Hitamunur er lítill á holunum. Hitastigullinn er lægstur í endaholunum, SK-8 og SK-16, 140 og 130°C/km. Hæstur er hann í holum SK-13 og SK-15, rétt um 180°C/km.

Hitastigullinn helst jafn að kalla niður á 120-130 m dýpi, en í dýpstu holunni (SK-17) beygir ferillinn af, og nemur frávikið 8°C á 300 m dýpi (mynd 10). Hæsti mældur hiti í holu SK-17 var 43°C á 280 m dýpi, en þar var holan stífluð. Þetta má líta á sem merki þess að holan nálgist vatnskerfi/-geymi og hitinn í því sé kringum 50°C. Dýpi á vatnskerfi með þeim hita gæti verið um 500 m.

Efnagreiningar á vatni úr borholum í Hrolleifsdal

Sýni til efnagreininga voru tekin úr tveim holum, SK-14 og SK-15. Sýnið úr holu 14 var tekið á 7 m dýpi eftir að dælt hafði verið stutta stund. Vatnsborð í holunni var þá á 1,3 m dýpi. Sýnið úr holu 15 var tekið með djúpsýnataka á 70 m dýpi. Vatnsborð í holunni var í 2 m. Einungis kísill var greindur auk þess sem sýrustig og leiðni var mælt. Niðurstaðan er sýnd í töflu 1.

Tafla 2.

Efnagreiningar á vatni úr borholum í Hrolleifsdal, Kýrholti og á Reykjum

	<i>SK-14 Hrolleifsdalur</i>	<i>SK-15 Hrolleifsdalur</i>	<i>SK-18 Kýrholt</i>	<i>Reykir í Hjaltadal</i>
<i>Hiti</i>	~ 20°	~ 22°C	10,4°C	60°C
<i>SiO₂</i>	64,8 mg/l	69,6 mg/l	28,78 mg/l	95,5 mg/l
<i>pH</i>	10,06/22,6°C	9,84/22,7°C	9,26/3°C	10,12
<i>Leiðni</i>	145 µS / 25°C	187,6 µS / 25°C		256 µS
<i>Kalsedónhiti</i>	- 45°C	60°C	39°C	?

Sýrustig er hátt í borholuvatninu, en það gerir kísil-(=kalsedón)hitann tortryggilegan. Hiti vatnsins þegar sýnin voru tekin í Hrolleifsdal var um 20°C. Sýni af 40°C vatninu kann að gefa önnur gildi. Laugin á Reykjum sem var 50°C gaf nánast sömu gildin og borholan.

Framhald rannsókna í Hrolleifsdal?

Rannsóknir síðasta árs hafa bætt miklu við þekkingu á jarðhita í Hrolleifsdal og segja má að niðurstaðan hafi komið nokkuð á óvart þar sem heitasta svæðið var ekki niður undan volgrunni, heldur mun innar í dalnum. Líkleg uppstreymissprunga, misgengi með falli að vestanverðu, fannst í nánd við holur SK-15 og SK-17. Holur SK-15 og SK-17 eru í senn heitastar og vatnsmestar af leitarholunum. Hitaferill í SK-17 bendir til að vatnskerfið sem þær tengjast sé kringum 50°C. Kísilinnihaldi er ekki að treysta ef ráða skal í djúphitann í því.

Enn er ekki gefið að nægilega heitt vatn finnist í Hrolleifsdal sem nýst gæti þó ekki væri nema til hitunar á næstu 7-8 bæjum. Ekki er hættandi á að leggja í borun djúprar vinnsluholu (>500 m) án frekari rannsókna. Borun slíkrar holu er vandkvæðum bundin vegna þess að hana gæti þurft að fódra niður í amk 300 m til að útiloka æðar sem ekki eru nógu heitar.

Framhaldsrannsóknir yrðu:

- 1) Nánari athugun á misgenginu sem liggur næst holum SK-15 og SK-17. Þar yrði um jarðfræðiathuganir að ræða
- 2) Efnagreining á djúpsýni sem tekið yrði á móts við neðstu æðar í holu 17
- 3) Að loknum liðum 1 og 2 gæti komið til álita að bora enn eina leitarholuna SK-X skammt innan við holu 15. Þar yrði um að ræða holu með 5" fóðringu í fast berg (sbr. holu 17)
- 4) Dýpkun SK-17 eða SK-X í 500 m, eða borun nýrrar rannsóknarholu í sama dýpi

Síðasttalda kostinn þyrfti að bera saman við aðra möguleika í stöðunni. Þar kæmi fyrst til álita hitaveita frá Reykjarhóli á Bökkum. Reikniforsendur liggja að mestu fyrir varðandi hitaveitu frá Reykjarhóli. Afköst þeirrar einu borholu sem þar gefur umtalsvert vatn eru líklega um 20 l/s af 95°C heitu vatni við 80-100 m niðurdrátt (sjá samantekt um þessa borholu á viðaukabláði). Holuna á Reykjarhóli þyrfti að dæluþróa og gera ráð fyrir annarri vinnsluholu fyrr en síðar ef hitaveita þaðan þætti raunhæfur kostur.

Deildardalur - Unadalur

Aðrir möguleikar verða að teljast óvissir. Þar er um að ræða hitastigulsboranir innan til í Deildardal og Unadal. Deildardalur er auðveldari til rannsókna þar sem komast má með farartæki og rannsóknarbor þangað inneftir sem hann skiptist. Unadalur er aftur á móti illfær nema með nokkrum landspjöllum. Sumarið 1999 var hitastigulshola staðsett innan við réttina í Deildardal upp við hlíðina sunnan megin í dalnum. Ekki varð af borun því vetur var skollinn á áður en að henni kæmi. Hóla SK-9 á Háleggsstöðum sem boruð var síðla árs 1998 er 2,5 km utar. Hitastigull í henni er um 95°C/km. Hún er heitust af hitastigulsholunum í nágrenni Hofsóss. Skynsamlegt væri að bora holuna sem staðsett var innan við réttina í Deildardal til að kanna líkurnar þarna innfrá, en vissulega verða þær að teljast meiri en vestar í landinu. Mikið vantar á að komið sé í línu við Reyki í Hjaltadal og N-S-sprunguna sem þar ræður uppstreymi heits vatns. Hins vegar eru N-S-misgengi einnig í dölunum austan við Hofsóss og kann jarðhiti að tengjast þeim þótt ekki sjáist á yfirborði. Þurft gæti 2-4 leitarholur um 50-60 m djúpar til könnunar á hitastigli í aðgengilegum hluta dalanna beggja.

Leitarborun í Kýrholti í Viðvíkursveit

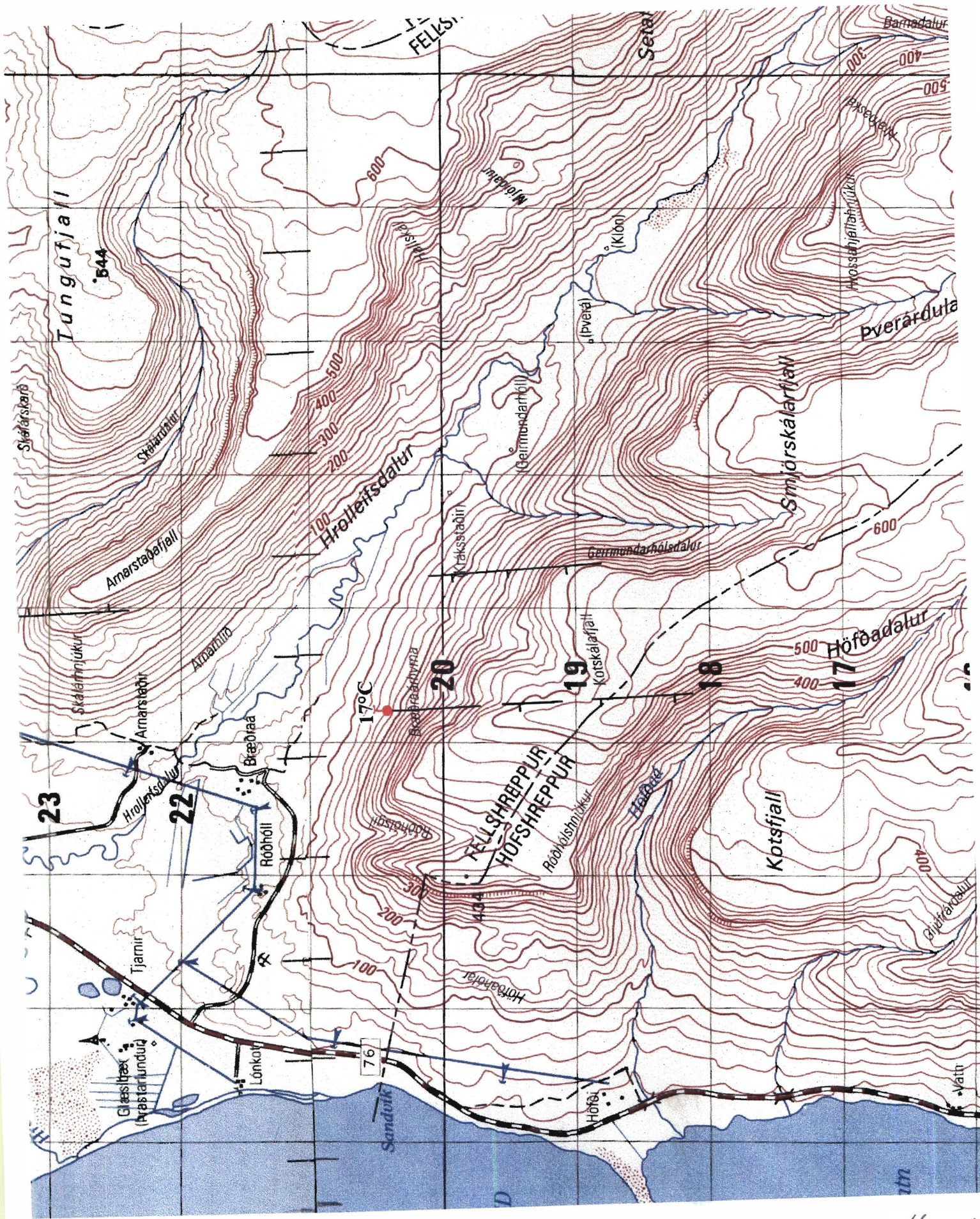
Skammt austan við Kýrholt er 8°C heit lind sem kölluð er "Brunnurinn" og álíka heitt vatn kemur fram í skurði skammt þar suður af. Land er hulið af jökulurð og lausaframburði. Þar sem þetta er eini hitavotturinn á láglandi á stóru svæði þarna umhverfis þótti rétt að rannsaka hvort þar væri von um eitthvað heitara vatn. Segulmæling sýndi að berggangur með N-S-stefnu liggur fast við lindirnar og annar nokkru austar. Rannsóknarhola var staðsett skammt austan við "Brunninn" fyrst og fremst í þeim tilgangi að mæla hita og fá vatn til að efnagreininga. Holan, SK-18, er 62 m djúp. Dýpi á fast berg reyndist vera 15 m og er holan fóðruð með 3" í 18 m dýpi. Hitamæling úr holunni er sýnd á mynd 14. Tvær æðar sjást greinilegast í holunni, önnur í lausu lögunum á 10 m dýpi, hin á 45 m dýpi. Vatnsæð er líklega einnig niðri undir botni holunnar. Úr holunni rennur 9,3°C heitt vatn, um ½ l/s. Botnhiti í holunni er 2°C hærri. Í borun gaf holan (í loftblæstri) um 3 l/s. Ekki er hægt að ráða af hitamælingunni hversu heitt vatnskerfið í holunni er á meira dýpi.

Sýnið var sótt með dælingu niður fyrir 10-15 m æðina. Hiti vatnsins frá dælu var 10,4°C. Efnagreining á vatninu er sýnd í töflu 2. Einungis kísill var greindur og sýrustig mælt til að sjá hvort vænta mætti heitara vatns út frá uppleystum kísli eða reiknuðum kísilhita. Svo reyndist vera, og mætti gera sér vonir um að finna þarna 30-40°C heitt vatn. Vel gæti það mat breyst ef dýpra yrði borað og vatn fengist á meira dýpi. Því er lagt til að holan í Kýrholti verði dýpkuð í 130 m, eða eins og komist verður með 3" krónu.

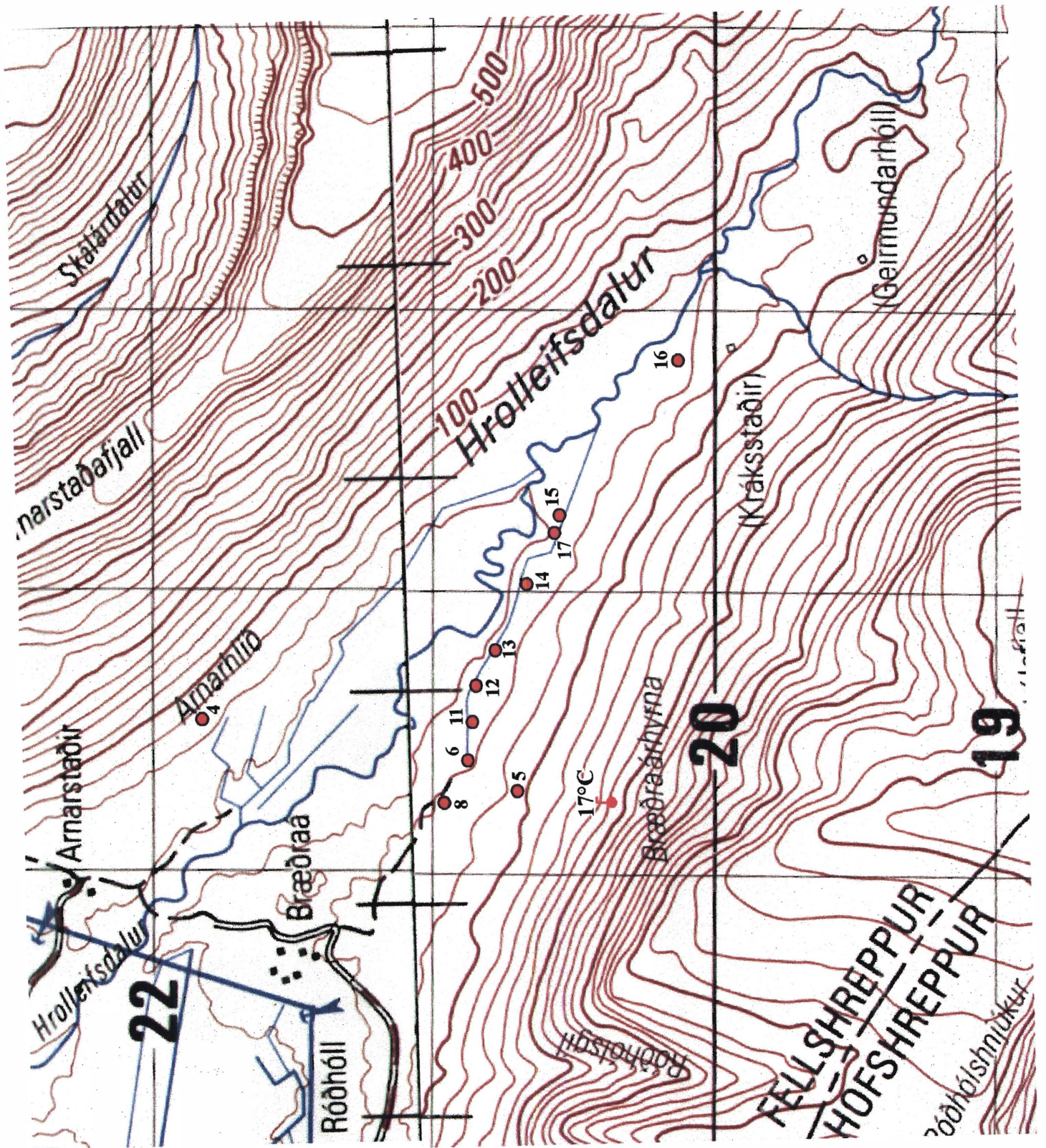
Kostnaðaráætlun

Gera má ráð fyrir að kostnaður við þessar viðbótarrannsóknir og boranir gæti samtals orðið 5 – 7 milljónir króna.

Kristján Sæmundsson



Mynd 1



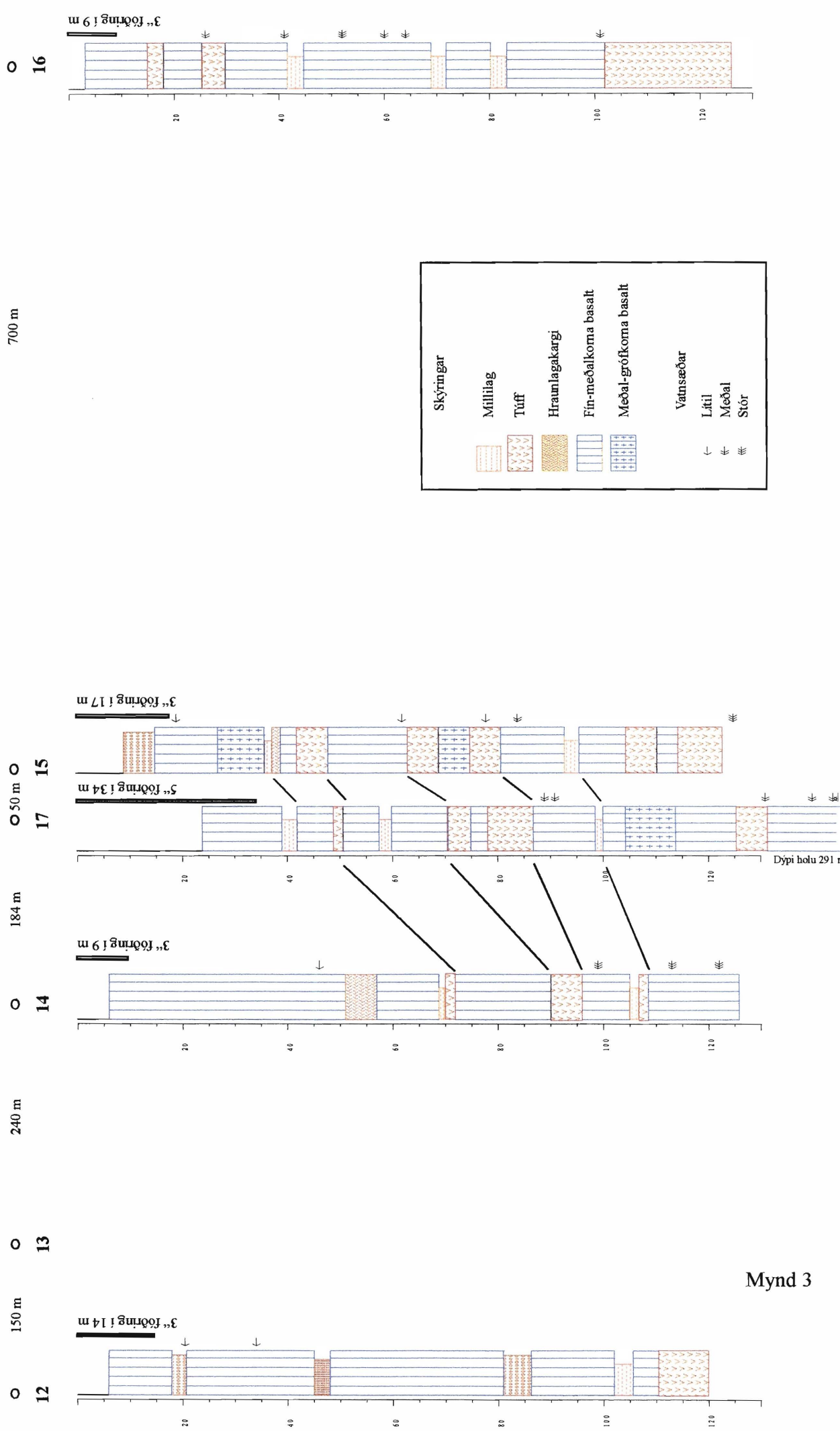
Mynd 2

Holur í Hrolleifsdal, innan við Bræðrá

NV



SA

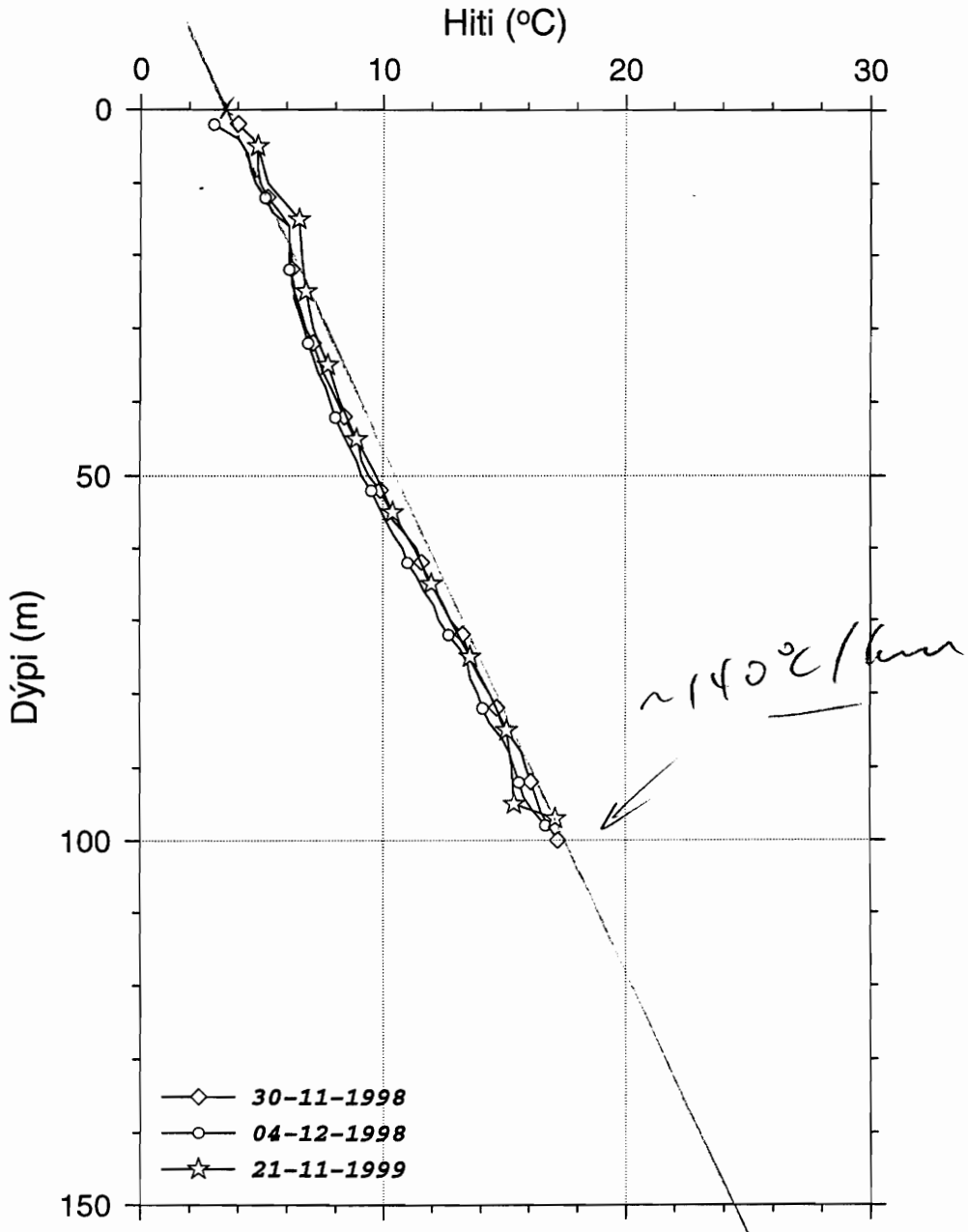


Mynd 3



24-nóv-1999
jbe s=47758

Bræðrá SK-08 Hrolleifsdalur Skagafjörður



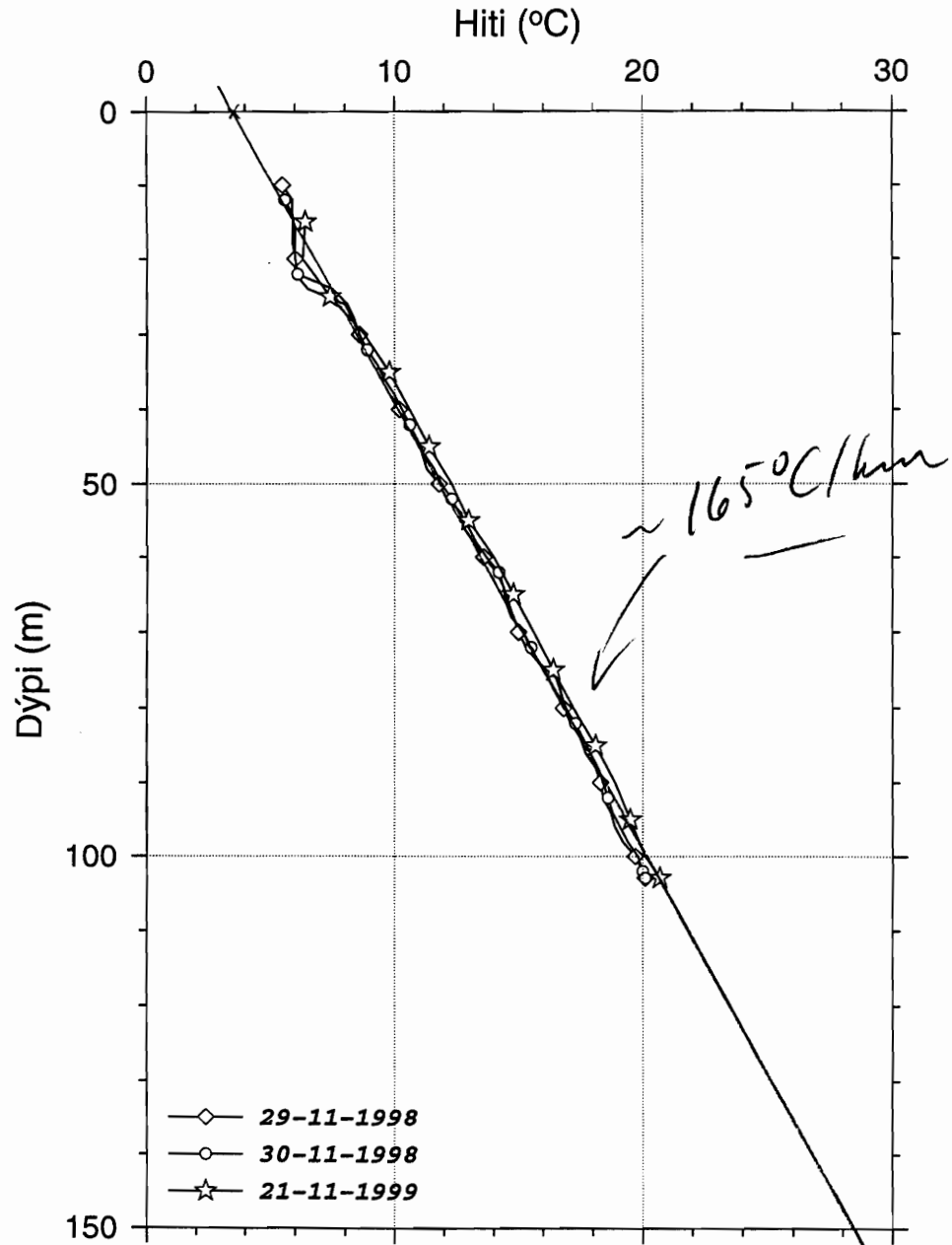
Mynd 4



24-nóv-1999

jbe s=47756

Bræðrá SK-06
Hrolleifsdalur
Skagafjörður



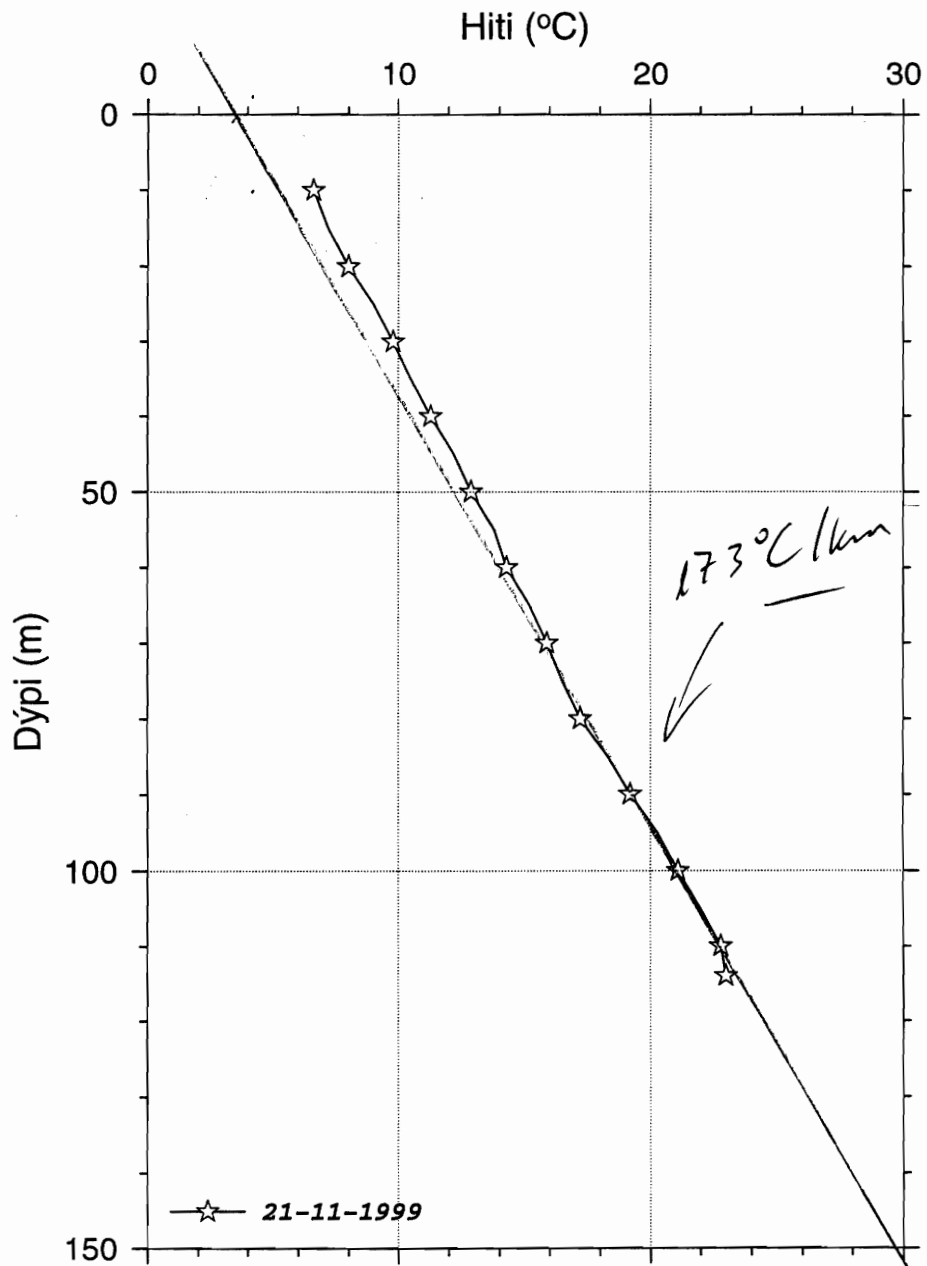
Mynd 5



24-nóv-1999

jbe s=47761

Bræðrá SK-11 Hrolleifsdalur Skagafjörður

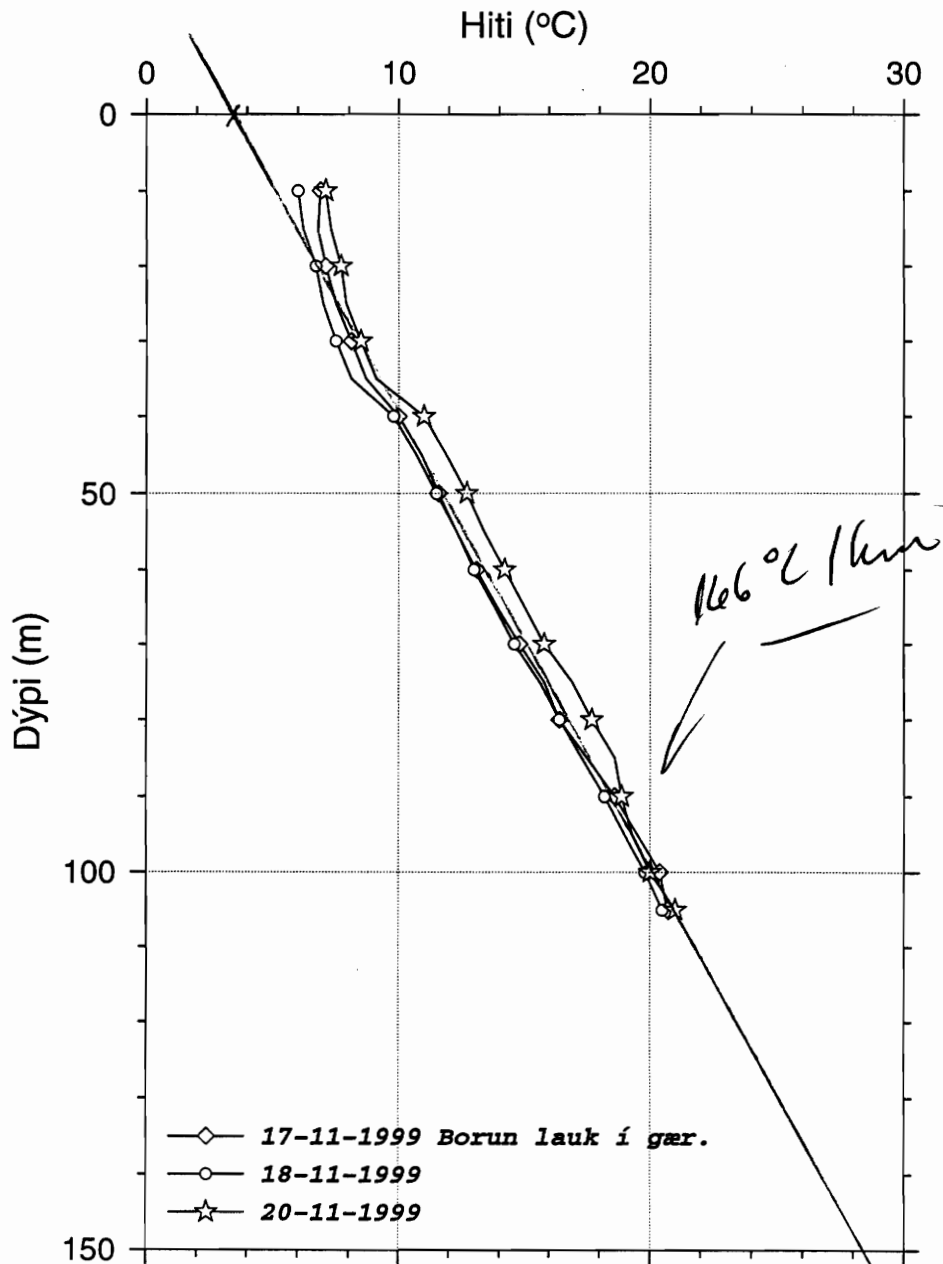


Mynd 6



24-nóv-1999
jbe s=47762

Bræðrá SK-12 Hrolleifsdalur Skagafjörður



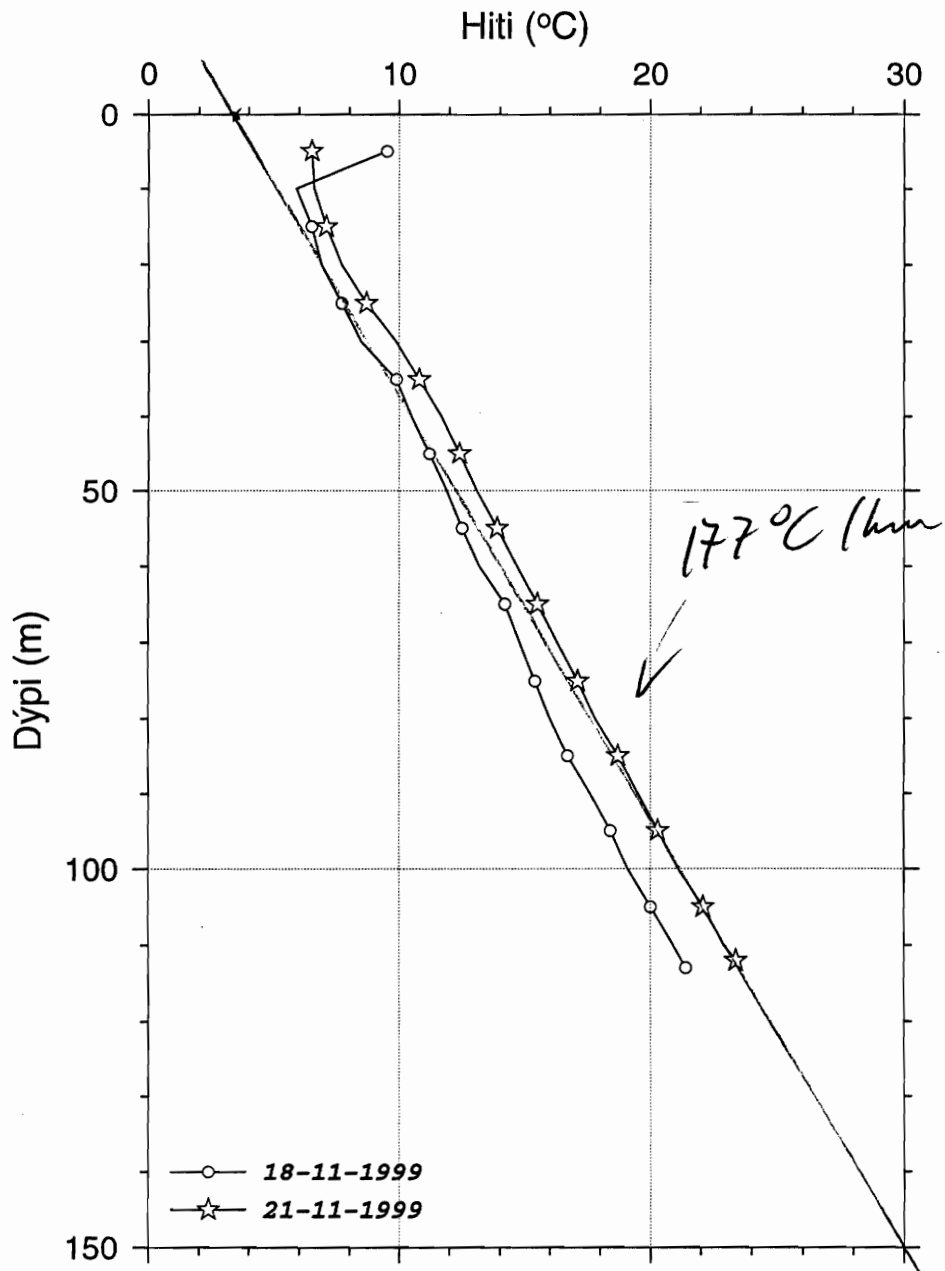
Mynd 7



24-nón-1999

jbe s=47763

Bræðrá SK-13 Hrolleifsdalur Skagafjörður



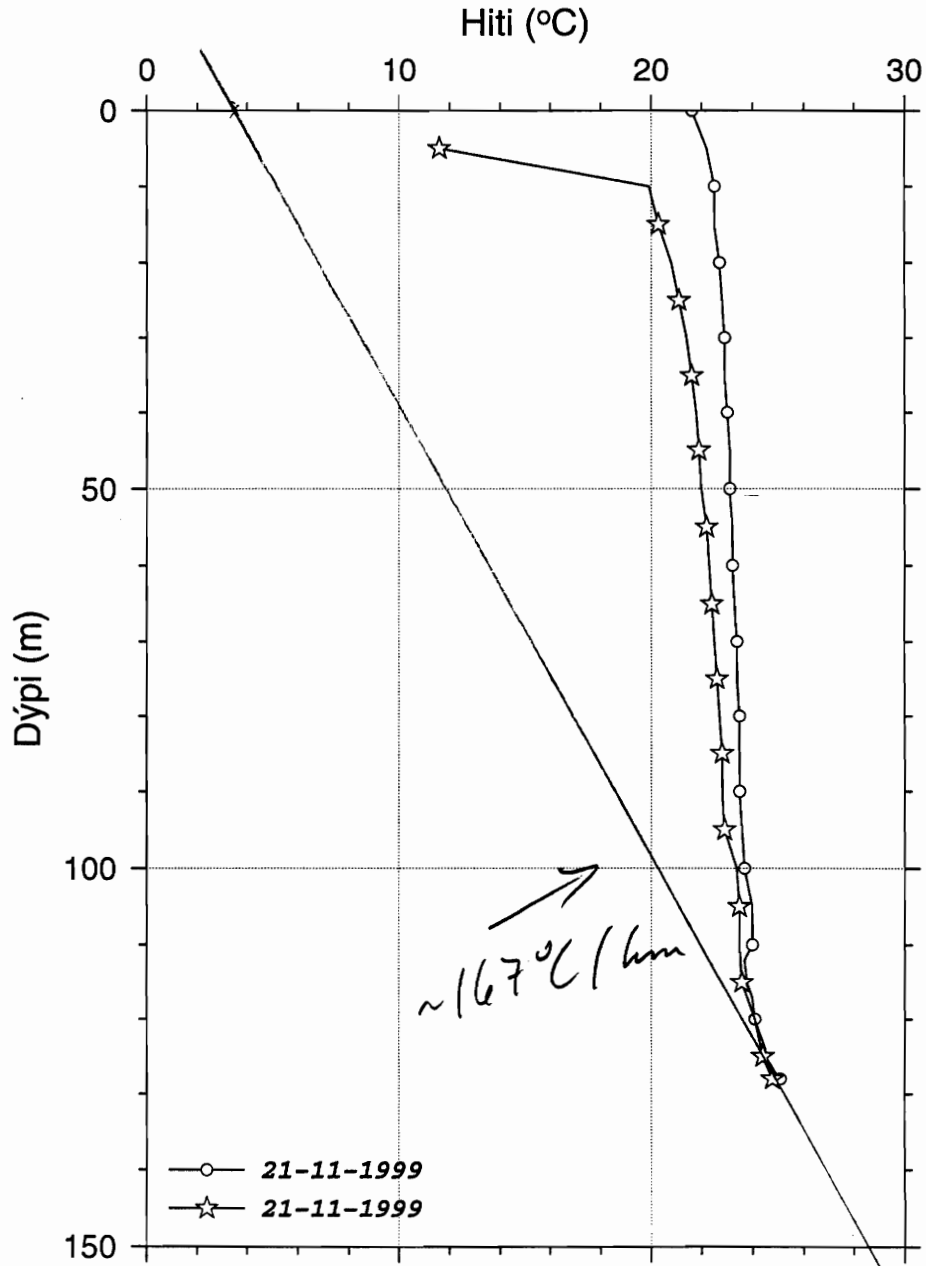
Mynd 8



24-nóv-1999

jbe s=47764

Bræðrá SK-14 Hrolleifsdalur Skagafjörður



Mynd 9

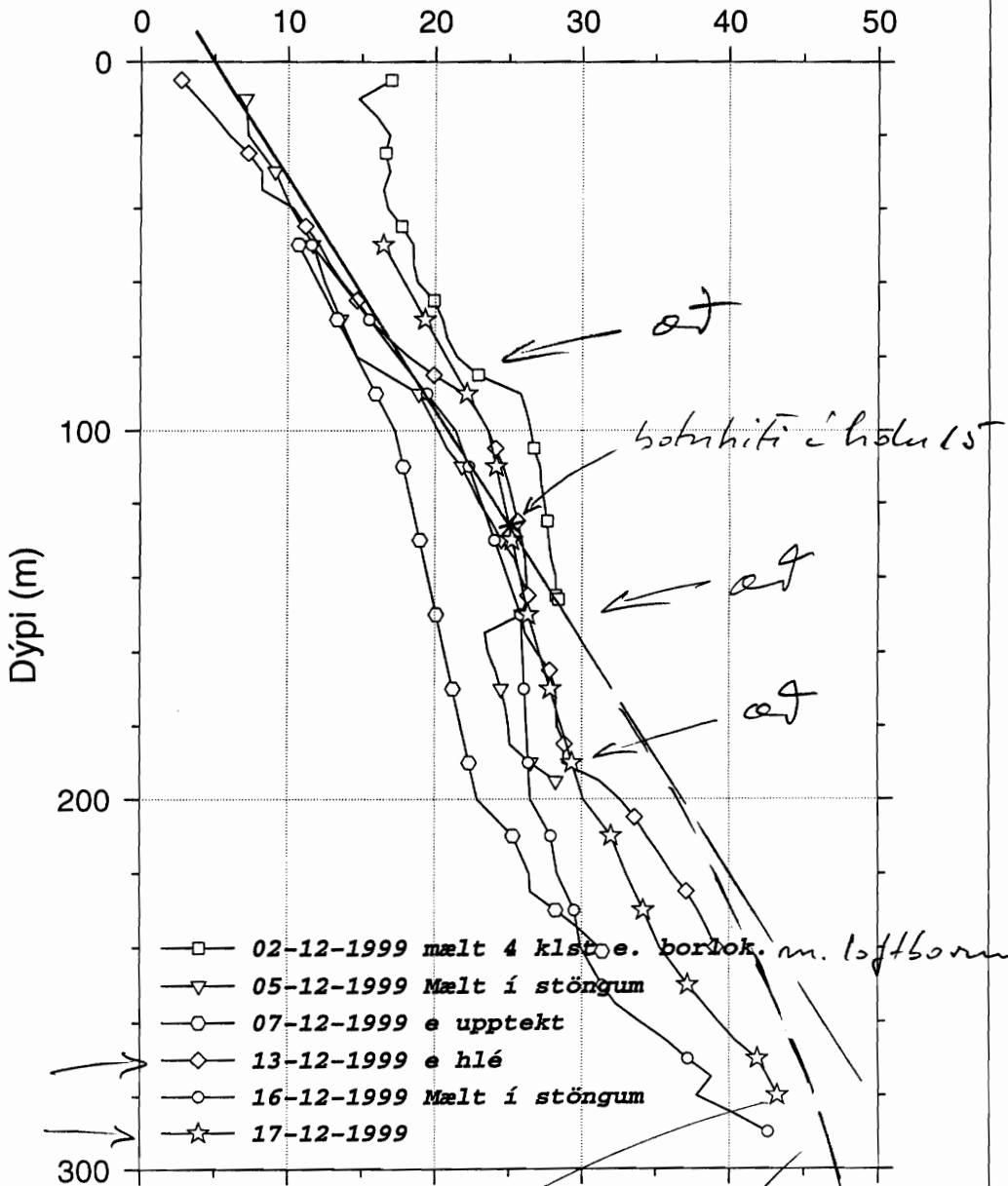


22-des-1999

ks s=47767

Bræðrá SK-17 Hrolleifsdalur Skagafjörður

Hiti (°C)



Hola 17 er stíflut í 280 m

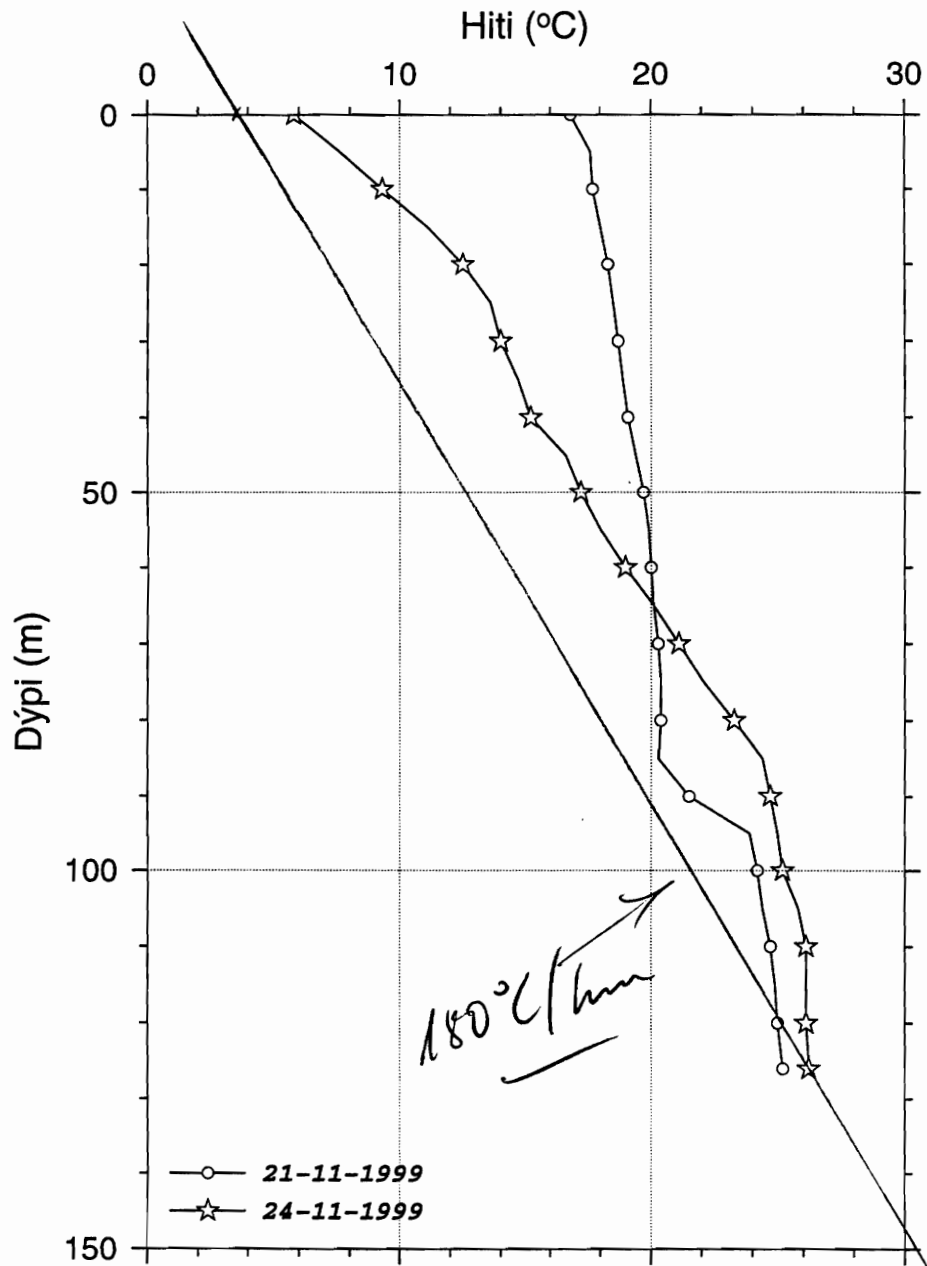
Mynd 10



24-nóv-1999

jbe s=47765

Bræðrá SK-15 Hrolleifsdalur Skagafjörður

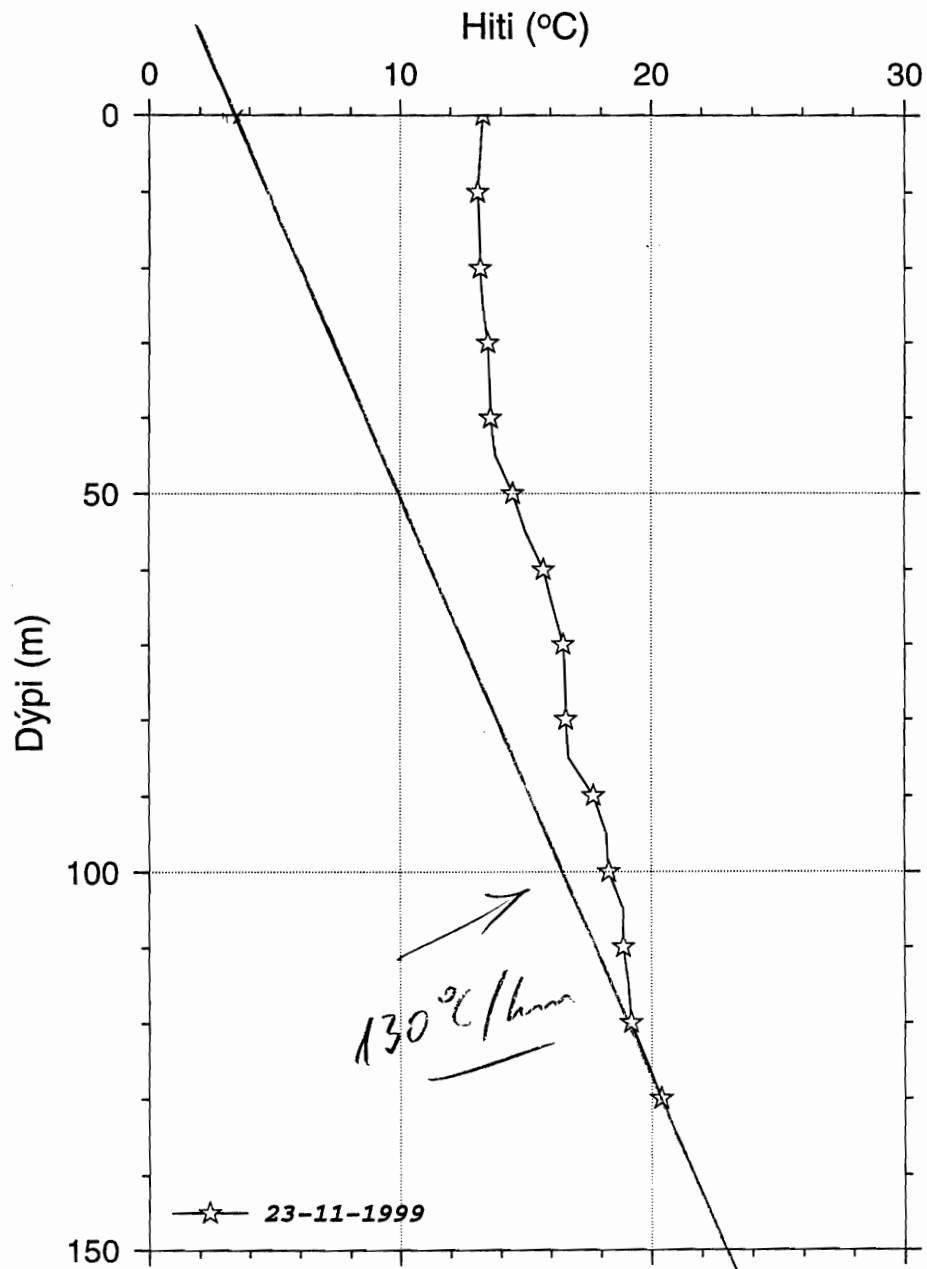


Skýrslu 11



24-nóv-1999
jbe s=47766

Bræðrá SK-16 Hrolleifsdalur Skagafjörður



Mynd 12

Holur í Hrolleifsdal, innan við Bræðrá

NV

1030 m

SA



Hitastigull	140°C/km	165°C/km	173°C/km	166°C/km	177°C/km	167°C/km	180°C/km					
○	180 m	○	100 m	○	126 m	○	150 m	○	240 m	○	234 m	○
8		6	11	12	13	14	15					
Hiti á 150 m dýpi	24,5°C	28,5°C	29,5°C	28,5°C	30°C	28,7°C	~30,6°C					

130°C/km

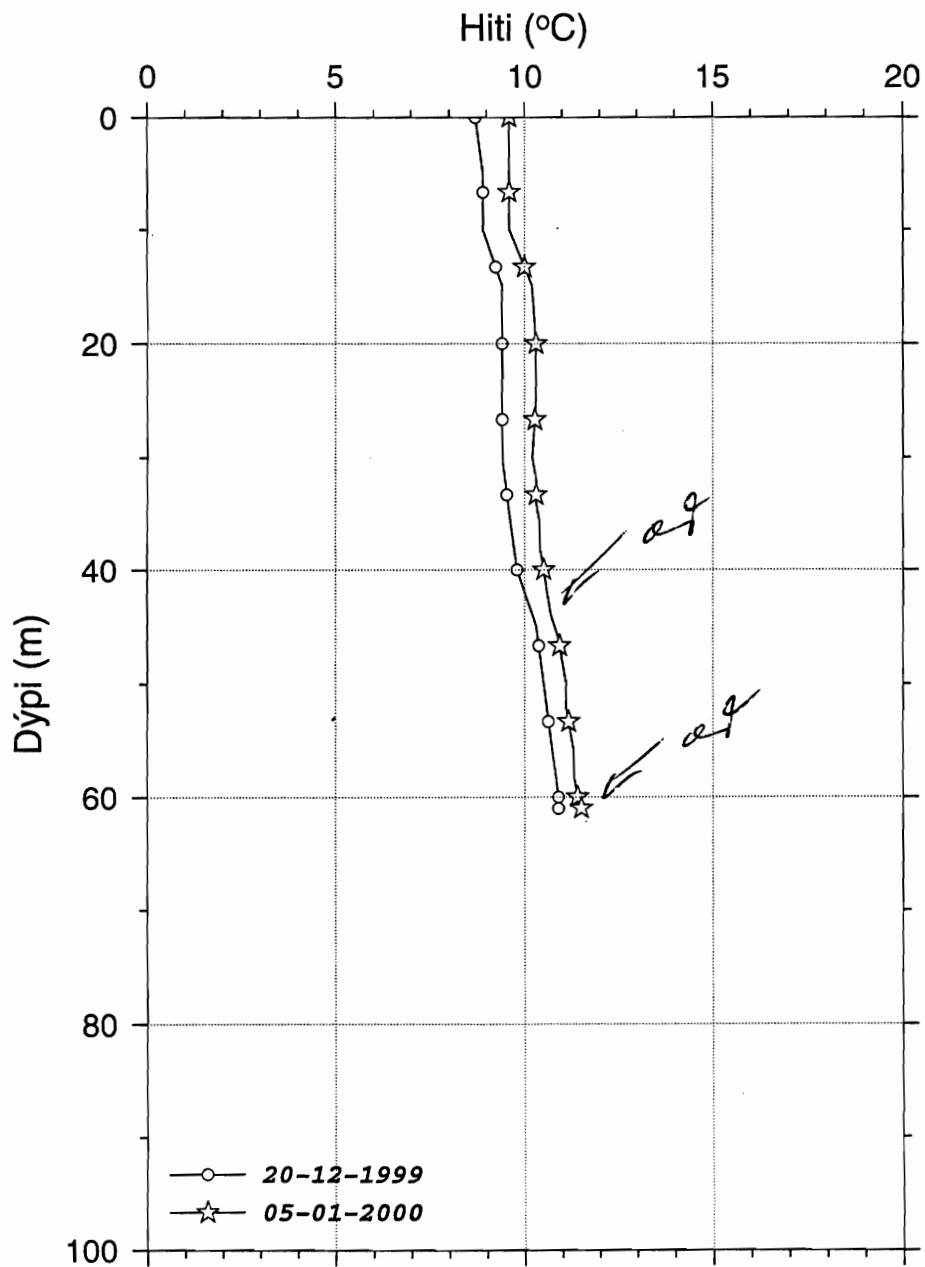
Hola 16 er ~700 metra innan við 15
23°C



10-jan-2000

ks s=47768

Kýrholt SK-18 Skagafjörður



Ugva 14

Viðaukablað

Reykjarhóll á Bökkum

Samtíningur um holu 5 samkvæmt borskýrslu Ýmis frá í ágúst 1986 og dagbók K. Sæm.

15. 8. Vatnsæð kom í 371 m í loftborun. Gaf með loftinu 10-12 l/s, hiti 80°C uppi.
Tekið upp og borað með hjólakrónu og lofti í 400,2 m. Vatnsmagn þegar hætt var: ca. 20 l/s.
16. 8. Hitamælt í stöngum niður í 100 m. Þar var hitinn kominn í 94°C. Hitamælingin er týnd.
Vatn talið streyma úr 371 m æðinni upp og út í 52 m. Ákveðið að rýma og fódra holuna.
- 16.-17. 8. Holan rýmd í 108,7 m. Blásið úr henni af fullum krafti þegar rýmingu lauk. Rennsli þá varla undir 30 l/s.
18. 8. Fódrað með 8 5/8" rörum í 106,4 m og fódðingin steyppt.
19. 8. Hreinsað innan úr fódðingu með 7 5/8" krónu niður á tappa. Síðan sett niður 5 7/8" króna í 400 m 4-5 m botnfall var í holunni. Borað í 412,5 m.
20. 8. Vatnsborð í 9 m um morguninn. Borað í 455,6 m. Loft notað með skolvatni fyrstu 5 tímanna. Grjótburður upp úr holunni, óttast að hún væri að hrynja. Loftdælingu var því hætt. Í skolvatnsborun kom jafnmikið upp og dælt var niður.
21. 8. Rennsli um morguninn 1 l/s, 85,4°C. Borað í 467,4 m. Vatnsæðar komu á 460-463 m dýpi. Bormenn áætluðu sjálfrennsli um 30 l/s. Híft upp. Farið í helgarfrí.
Um helgina skv. Guðm. í Byko: Rennslið var fyrst 20 l/s, minnkaði síðan í 16-18 l/s, snöggminnkaði svo frá laugardegi til sunnudags, fyrst í 8 l/s síðan í 5-6 l/s.
25. 8. Reynt að hitamæla holuna, en hún var þá stífluð, hrunin? í 113 m. Mælingin er týnd.
26. 8. Holan rýmd með 7 7/8" í 133 m. Leir í 133 m settist að stöngunum.
27. 8. Farið aftur með rýmara í 133,7 m
28. 8. 33,7 m af 7" fódðingu slakað í holuna.
29. 8. Sett niður 5 7/8" króna. Boraður tappi, eða honum ýtt niður. Rennsli hættir í bili (tappinn gæti hafa haldið á mót) en byrjar aftur þegar búíð var að slaka í 400 m
30. 8. Holan hreinsuð í 467,4 m síðan dýpkuð í 479 m og þá híft upp í 111 m.
31. 8. Hitamælt. Síðan loftdælt með stangir í 111 m. Loftdælt í 4-5 tíma. Rennsli 30-40 l/s. Vatnsborð á 10 m dýpi 1½ tíma eftir að loftdæling hætti. Holan hitamæld eftir loftdælingu. Tekið upp og aðgerðum hætt.

Holan var hitamæld tvívegis þ. 1. 9. '86 og aftur þ. 3. 9. '86.

Til athugunar:

7"-fódðing nær upp í 100 m. Djúpdæla verður ekki sett nema niður á það dýpi.

Með dælu sem kemst inn í 8" fódðingu væri hægt að ná amk. 30l/s miðað við 90 m niðurdrátt vatnsborðs.

Sjálfrennsli nú (í apríl 2000) er sagt vera 4-5 l/s. Dæluþrófun þarf til að mæla afköst holunnar ef þörf kallar á miklu meiri vatnsvinnslu en nú er í gangi. Líklegt er að holan gefi amk. 15-20 l/s í langtímadælingu við hóflegan niðurdrátt, þ.e. helming þess sem hún gaf í skammtímadælingunni í borlok.

19. 4. '00

Kristján Sæmundsson