

STRÝTURNAR Í EYJAFIRÐI

NÁTTÚRUVÆTTI

VERNDARÁÆTLUN



Samráðsnefnd um verndun strýtnanna í Eyjafirði

Október 2003

1. INNGANGUR	.3
1.1 SAGA	.3
1.2 HÁHITASVÆÐI Í SJÓ	.4
2. NÁTTÚRUFAR	.5
2.1 STAÐSETNING	.5
2.2 JARÐFRÆÐI	.5
2.3 VISTFRÆÐI	.6
3. SÉRSTAÐA	.7
3.1 GILDI FYRIR FERÐAMENNSKU	.7
3.2 GILDI FYRIR VÍSINDI	.7
3.3 NÁTTÚRUVERNÐARGILDI	.7
3.4 FRÆÐSLA OG RANNSÓKNIR	.7
4. VERNDUN	.8
4.1 EIGNARHALD	.8
4.2 FRIDLÝSING	.8
4.3 SAMRÁÐSNEFND	.9
4.4 MERKING	.9
5. NIÐURSTÖÐUR SAMRÁÐSNEFNDAR - TILLÖGUR	.10
5.1 AÐSTÆDJANDI HÆTTUR	.10
5.2 KORTLAGNING OG SIGLINGALEIÐIR	.10
5.3 FRAMKVÆMDAÁÆTLUN	.10
ÞAKKIR	.10
HEIMILDIR	.11
6. VEFSÍÐUR TENGDAR EFNINU	.16

1. INNGANGUR

1.1 SAGA

Fyrir miðjum Eyjafirði, um það bil miðja vega milli Vikurskarðs og Hjalteyrar, er að finna einstök náttúruundur, þrjár mjóar hverastrýtur sem teygja sig þar hátt upp af botni. Staðurinn var áður þekktur meðal sjómanna í Eyjafirði sem Hverinn, en í logni og sléttum sjó má greina uppstreymi frá þessu svæði. Á eldri sjókortum var einn punktur merktur á 18 m dýpi en 60-65 m dýpi umhverfis hann. Staðurinn fannst ekki þegar dýpi var mælt aftur árið 1960 og var merkið því þurrkað út af nýjum sjókortum.

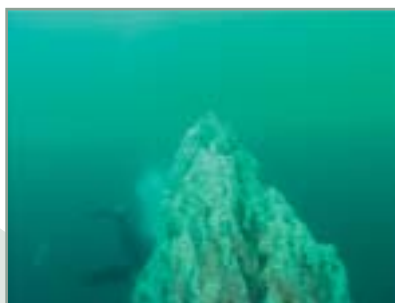
Á jarðhitakortum Orkustofnunar hafa lengi verið merktir einn eða tveir staðir þar sem heitt vatn væri að finna á botni Eyjafjarðar. Staðsetning var út af Ystuvíkurhólum. Tilraun var gerð um 1975 til þess að finna þessa staði með hitamælingum en staðsetning þeirra var byggð á gömlum munnmælasögum og því óljós. Staðirnir fundust þá ekki (Axel Björnsson og Kristján Sæmundsson 1975).

Tilvist strýtanna var staðfest er hitauppstreymi og loftbólur komu fram á fiskileitartækjum þegar Jón Benjamínsson og Jón Ólafsson fóru yfir hverinn árið 1990 á rannsóknaskipi Hafrannsóknastofnunar, Bjarna Sæmundssyni, og svo aftur 1991 á rannsóknaskipinu Árna Friðrikssyni. Þeir staðsettu fyrirbærið nákvæmlega og mældu greinilegt strýtuform. Á útrentun af dýptamæli sást það vel uppi á 33 m dýpi.

Árið 1997 kom þýska rannsóknaskipið Poseidon með kafbátinn Jago að Hvernum (Viggó Þór Marteinsson o.fl. 2001). Jakob K. Kristjánsson kafaði ásamt Jürgen Schauer, stjórnanda Jago, niður á 65 m dýpi. Hitinn var 1,5°C, myrkur og skyggni minna en fimm metrar. Köfunin tók þrjár klukkustundir og fundust litlir toppar með smáuppstreymi. Á leið upp fóru þeir óvænt meðfram hamravegg upp á 33 m dýpi. Það var staðfest að um fast efni væri að ræða, ekki bara uppstreymi.

Erlendur Bogason kafaði svo í júní 1997 að strýttunni á 33 m dýpi og tók ljósmyndir. Í mars 1998 stýrði Viggó Marteinsson leiðangri á vegum Háskólans, Iðntæknistofnunar og Orkustofnunar og þá kafaði Erlendur aftur og fann hann þá hærri strýttuna á um 13 m dýpi. Í lok júní 1998 fékkst styrkur frá Rannsóknaráði Íslands. Sömu aðilar fóru í rannsóknaleiðangur þá um sumarið og náðu þá sérstaklega góðum mælingum og sýnum af ómengduðu jarðvegsvatni og mun betra sýni af örverum þar sem notuð var sérstök tækni sem beitt er við sýnatöku úr borhyljum. Strýturnar og svæðið umhverfis þær var þá kortlagt.

Einnig er hugsanlegt að svipuð fyrirbæri sé að finna víðar í Eyjafirði. Varðskipið María Júlía fékk t.d. heitt grjót upp af 97 m dýpi á Hörgárgrunni árið 1962. Jón Benjamínsson (1988) jarðfræðingur safnaði upplýsingum um jarðhita í sjó og fjöru við Ísland. Hann segir frá uppstreymi á þessum slóðum skv. ummælum, en það virðist hafa verið nær landi.



1.2 HÁHITASVÆÐI Í SJÓ

Neðansjávarhverastrýtur eru tiltölulega nýuppgötvað fyrirbæri, en hafa engu að síður vakið mikla athygli. Þær fundust fyrst á miklu dýpi við Galapagoseyjar árið 1977 (Corliss o.fl. 1979) en nú hafa meira en 40 slík svæði fundist í heimshöfunum, þar af átta í Atlantshafi (Kelley o.fl. 2001). Margt bendir einnig til þess að þessi svæði séu í raun tiltölulega algeng, en mjög erfitt og kostnaðarsamt er að rannsaka þau vegna þess hve djúpt þau eru.

Við Ísland er vel þekkt að hverri er að finna í fjöruborðinu (Jón Benjamínsson 1988). Einnig voru vísbendingar um að þá sé að finna á meira dýpi, t.d. heitir steinar sem fást í veiðarfæri eða smásvæði þar sem ís leggur ekki. Á síðari árum hafa svo sönnur verið færðar á að nokkur hverasvæði sé að finna neðansjár við Ísland. Fyrst var það staðfest árið 1974 þegar hverasvæði fannst á um 100 m dýpi við Kolbeinsey (Kristján Sæmundsson og Sigurður Sigurðarsson 1987, Botz o.fl. 1999, Fricke o.fl. 1989). Svipað hverasvæði fannst einnig árið 1990 á 250 til 350 m dýpi við Steinhól á Reykjaneshrygg (Ernst o.fl. 2000, German o.fl. 1994, Ólafsson o.fl. 1991). Síðasti og ef til vill stærsti fundurinn er svo nýfunduð háhitasvæði rétt austan Grímseyjar á um 400 m dýpi (Botz o.fl. 1999, Hannington o.fl. 2001).

Hverastrýturnar í Eyjafirði hafa einnig bæst við. Þær eru þó einstakar í þessum hópi og reyndar á heimsvísu því þær eru einu neðansjávarhverastrýturnar sem fundist hafa á grunnsævi. Þær eru einnig fjarri virkum gosbeltum eða úthafshryggjum og eiga meira skylt við laugar á lághitasvæðum en hverri háhitasvæðanna. Þær eru innan þeirra marka sem kafarar með venjuleg köfunartæki ná. En hægt er að komast á u.þ.b. 40 m dýpi með venjulegum sportköfunartækjum. Þetta gerir þær aðgengilegar til skoðunar og rannsókna; rannsókna sem annars væru afar kostnaðarsamar eða óframkvæmanlegar.



2. NÁTTÚRUFAR

2.1 STAÐSETNING

Hverastrýturnar eru í Eyjafirði um átjánhundrað metra undan Víkurskarði. Þær liggja skáhallt upp hliðina í austanverðum firðinum frá SSV til NNA. Þær rísa 33, 25 og 45 m frá botni á um 65 m dýpi. Staðsetningin er 65°49,73 N og 18°06,69 V.

2.2 JARÐFRÆÐI

Strýturnar hafa orðið til eftir lok ísaldar og hafa því myndast á allt að 10.000 ára tímabili þó ekki sé hægt að slá því föstu að jarðhiti hafi verið á svæðinu allan þann tíma. Strýturnar virðast tengdar sprungu eða misgengi með NNA/SSV-læga stefnu. Brot eða gangar með sambærilega stefnu eru líka tengd jarðhitunum, t.d. á Hjalteyri og við Laugaland á Þelamörk í Eyjafirði.

Úr strýtunum streymir eða streymdi (tvær þeirra er kulnaðar) víða heitt, ferskt og steinefnaríkt vatn. Steinefnin falla út þegar vatnið blandast köldum sjónum í kring. Í tímans rás byggjast strýturnar því upp og stækka (Viggó Þór Marteinsson o.fl. 2001). Þótt strýturnar í Eyjafirði líkist í útliti strýtum sem fundist hafa í djúpsjó í útliti er efnasamsetning þeirra í raun ólík og einstök fyrir hverri í sjó (Geptner o.fl. 2002). Þær eru gerðar úr magnesíumsilíkati sem myndast þegar kísilríkt ferskvatnið blandast magnesíumríkum sjónum. Djúpsjárstrýtur eru gjarnan byggðar upp af kísilsúlfiði og anhýdríð-útfellingum (CaSO_4), enda jarðhitavökvinn þá saltur og efnaríkur sjór.

Innra lag strýtnanna er hvítt, kornótt og mjúkt. Ytra lag er brúnt, blandað leir og lífrænum ögnum. Í miðju þeirra eru uppstreymisrásir og þar er sjóblöndun nánast engin. Vatnið hefur svipaða efnasamsetningu og annað jarðhitavatn í Eyjafirði (Hrefna Kristmannsdóttir og Sigfús J. Johnsen 1982, Viggó Þór Marteinsson o.fl. 2001) og er 72°C þar sem það mælist heitast og með sýrustigið (pH) 10. Talið er að vatnið sé upprunnið frá hálendinu, 100 km sunnar, og að það sé 11.000 ára gamalt. Jarðhitakerfið sem fæðir strýturnar er þá líklega staðbundið hringrásarkerfi tengt sprunguhreyfingum á Eyjafjarðarsvæðinu. Efnasamsetning vatnsins er afar óvenjuleg vegna blöndunar á fersku jarðhitavatni við sjó. Heildarflæðið er áætlað um 100 L/sek og er mest í stærstu strýtunni. Útfelling getur verið alls um 10 g/sek eða 36 kg/klst sem samsvarar 300 tonnum á ári.



Lifverur á strýtunni

2.3 VISTFRÆÐI

Vistkerfi háhitahvera í djúpsjó eru einstök. Þessi vistkerfi eru algjörlega óháð ljóstillífur (það er sólarljósi) en byggjast á efnatillífur á efnasamböndum sem berast frá hverunum. Lífríki hverasvæðanna er oftast mjög auðugt og fjölmargar lífverur sem þar finnast hafa reynst nýjar fyrir vísindin. Vegna mjög sérstakra lífsskilyrða hafa örverufræðingar sérstaklega beint sjónum að hverastrýtum. Einu lífverunnar sem hafa verið rannsakaðar að ráði við íslenska neðansjávarhveru eru einmitt örverurnar. Komið hefur í ljós að í íslensku neðansjávarhverunum er að finna hitakærar tegundir sem einkenna djúpsjávarhveru og einnig tegundir sem ekki hafa fundist áður í heiminum (Burggraf o.fl. 1990, Fricke o.fl. 1989, Kurr o.fl. 1991, Pley o.fl. 1991). Við strýturnar í Eyjafirði fundust einnig nýjar tegundir af hveraörverum, bæði við ræktun og með erfðarannsóknunum. Þær eru hins vegar langflestar af ferskvatnsuppruna, skyldar eða þær sömu og hveraörverur á landi. Tegundasamsetningin gæti einnig bent til neðanjarðarflutnings á örverum til hveranna (Viggó Þór Marteinsson o.fl. 2001).

Við fyrstu sýn virðast stærri lífverur við íslenska neðansjávarhveru, t.d. lindýr eða aðrir hryggleysingjar, ekki vera sérstaklega aðlagðar hveralífi né vera einstakar fyrir Íslandsmið, það er þær finnast einnig á öðrum stöðum við landið (Fricke o.fl. 1989). Rannsóknir á lífverum í fjörum sýna þó fram á að við hitavatnsuppstreymi finnast stundum lífverur sem að öllu jöfnu finnast ekki á svo norðlægum slóðum (Agnar Ingólfsson 1996). Þær geta því ekki lifað við eðlilegar aðstæður í nágrenni hveranna þar sem áhrifa þeirra gætir ekki. Líkur eru á að þessir litlu stofnar sem við hverina lifa hafi verið erfðafræðilega aðskildir meginstofnunum í hlýrri sjó í árpúsundir (Morrit og Ingólfsson 2000) og eru þeir því þróunarfræðilega mjög áhugavert rannsóknarefni.

Kafarar hafa tekið eftir því að við strýturnar í Eyjafirði er mikið líf að finna, þó óvíst sé að það sé mjög frábrugðið lífi annars staðar í firðinum. Tiltölulega stór hluti strýtnanna er þakinn hveldýrum en þar er einnig að finna krossfiska, möttuldýr, sæfífla, ígulker og fleiri botndýr. Sprettfiskar og steinbítar sjást þarna einnig liggja í skorum á strýtum og þorskar hringsóla í kringum. Rannsóknir á stærri lífverum strýtanna vantar þó tilfinnanlega.



3. SÉRSTAÐA

3.1 GILDI FYRIR FERÐAMENNSKU

Staðurinn er einstakur og öruggt má telja að kafarar muni í auknum mæli fara niður að strýttunum. Heimsóknum hefur fjölgað með hverju árinu sem líður frá því að staðurinn uppgötvaðist. Því er haldið fram meðal sportkafara (www.kofun.is) að þetta sé heimsins stærsti neðansjávarhver sem sportkafarar geti heimsótt og eitt af fimm merkilegustu köfunarsvæðum heimsins. Í ljósi þess er líklegt að í framtíðinni verði boðið upp á ferðir niður að strýttunum fyrir erlenda áhugamenn um sportköfun. Heimilt er að ferðast að strýttunni en tilkynna skal um slíkar ferðir og brýnt er að ganga vel um svæðið. Ráðstafanir hafa verið gerðar til að auðveldara sé að komast að stærstu strýttunni. Einnig er mikilvægt að gott samstarf sé við sportkafarafélög í landinu um umgengni við strýttunarnar.



Sýni tekið úr borkjarna

3.2 GILDI FYRIR VÍSINDI

Nokkrar rannsóknir hafa verið gerðar og a.m.k. tvær vísindagreinar birtar um fyrirbærið (Viggó Þór Marteinsson o.fl. 2001, Geptner o.fl. 2002). Líklegt má telja að strýttunarnar muni verða mikið rannsakaðar á næstu árum enda aðgengi til rannsókna betra en tíðkast um fyrirbæri af sama tagi. Greinst hafa nýjar örverur í uppsprettuvatninu. Lífríki hverastrýtna er sérstakt og áhugavert rannsóknarefni. Strýttunarnar eru einnig mjög áhugaverðar jarðfræðilega séð, t.d. hefur komið í ljós að þær tengjast vatnasviði hálendisins á einhvern hátt. Jarðfræðilegar rannsóknir eru enn af skornum skammti og mikilvægt er að vísindamenn upplýsi um rannsóknir sínar og niðurstöður. Allar rannsóknir vantar einnig á stærri lífverum strýttanna.

3.3 NÁTTÚRUVERNDARGILDI

Fyrirbærið er einstakt á lands- og heimsvísu að því er við best vitum. Það gefur því þess vegna mikið og ótvírætt náttúruverndargildi.

3.4 FRÆÐSLA OG RANNSÓKNIR

Ekkert aðgengilegt fræðsluefni er til um strýttunarnar og er mikilvægt að úr því verði bætt. Lítil kynning hefur farið fram og eru það einkum vísindamenn og sportkafarar sem vita af tilvist þeirra. Myndbrot voru sýnd í sjónvarpi þegar þær voru friðlýstar og greinar hafa birst í blöðum. Nokkuð er til af myndefni og ljósmyndum sem nota má við kynningu.

4. VERNDUN

4.1 EIGNARHALD

Svæðið er utan netlaga og því í eigu ríkisins. Samkvæmt svæðis- skipulagi eru strýturnar innan marka Grýtubakkahrepps miðað við að hreppurinn nái að miðlínu fjarðar.

4.2 FRIDLÝSING

Umhverfsráðherra friðlýsti hverastrýtur á botni Eyjafjarðar og næsta nágrenni þeirra sem náttúruvætti í samræmi við 2. tl., 53. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd árið 2001. Markmið friðlýsingarinnar er að vernda einstakt náttúrufrýrbrigði sem felst í myndun hverastrýtnanna, efnasamsetningu, útlit og lögum ásamt örveruvistkerfi sem þar þrífst við óvenjulegar aðstæður. Sérstaða strýtnanna felst einnig í hæð þeirra sem er óvenjulega mikil. Í auglýsingu um friðlýsingu kemur eftirfarandi fram varðandi mörk og reglur. Mörk náttúruvættisins eru sýnd á uppdrætti og eru þau hringur með 200 m radius út frá staðsetningu þess á botni Eyjafjarðar.

1. Togveiðar, netalagnir og línuveiðar eru bannaðar við náttúruvættið og á jaðarsvæði þess, skv. markalýsingu hér að framan.
2. Rannsóknir og sýnataka í tengslum við þær er heimil að fengnu leyfi Náttúruverndar ríkisins (UST) eða þess sem fer með umsjón svæðisins.
3. Heimilt er að kafa niður að hverastrýtunum og skoða þær, en óheimilt er að hrófla við þeim eða valda á þeim spjöllum. Köfun við strýturnar ber að tilkynna hafnaryfirvöldum á Akureyri samdægurs.
4. Óheimilt er að kasta akkeri innan marka náttúruvættisins. Köfurum er hins vegar bent á að kafa niður hjá ljósbauju sem komið er fyrir við strýturnar. Frá baujunni liggur band/tengiband sem fest er í næsta nágrenni kulnuðu strýturnar.
5. Óheimilt er að setja hvers konar festingar eða merki við hverastrýturnar.
6. Til undanþágu frá reglum þessum þarf leyfi umsjónaraðila að höfðu samráði við Náttúruvernd ríkisins.
7. Til ráðuneytis um stjórn náttúruvættisins skal skipuð samráðsnefnd og tilnefna Hafrannsóknastofnun, Siglingastofnun, Hafnarsamlag Norðurlands, fulltrúi áhugakafara á Norðurlandi og Náttúruvernd ríkisins (UST) einn fulltrúa hver.

Náttúruvernd ríkisins (UST) getur falið lögaðila umsjón með náttúruvættinu og um hana skal gerður sérstakur samningur sem umhverfisráðherra staðfestir. Um viðurlög vegna brota á reglum þessum fer eftir ákvæðum laga nr. 44/1999 um náttúruvernd.



Botnfestunni slakað útbyrðis



Flotbaujan og strengurinn í botnfestuna

4.3 SAMRÁÐSNEFND

Samráðsnefnd í samræmi við 7 tl. auglýsingar um friðlýsingu var tilnefnd af fulltrúum og hélt hún sinn fyrsta fund í október 2001. Í nefndinni starfa eftirtaldir:

- Guðný Sverrisdóttir, tilnefnd af Hafnarsamlagi Norðurlands
- Hreiðar Valtýsson, tilnefndur af Hafrannsóknastofnun
- Gísli Viggósson, tilnefndur af Siglingastofnun
- Erlendur Bogason, tilnefndur af sportkafarafélagi Norðurlands
- Haukur Þór Haraldsson, tilnefndur af Náttúruvernd ríkisins (Umhverfisstofnun)

4.4 MERKING

Í júní 2003 var komið fyrir merkingu við hæstu strýttuna. Við rætur hennar var settur tveggja tonna járnklumpur. Strengur (40 mm) liggur úr honum í flotbauju sem marar á sjö metra dýpi. Úr flotbaujunni er taumur í flotdufl (gul, 80 l dempari með festingu) á yfirborði. Duflað er þannig að hægt er um vik að festa þar léttan bát. Strengur liggur frá flotbauju í festingu sem steipt er í kísilberg strýttunnar.

Erlendur Bogason annaðist undirbúning og stýrði framkvæmd. Einnig tóku þátt í verkefninu kafararnir Árni Kópsson, Ómar Hafliðason og Haukur Þór Haraldsson og áhafnir á Nielsi Jónssyni frá Hauganesi og hafrannsóknaskipinu Bjarna Sæmundssyni.

Í fyrri ferð var komið fyrir festingu í kísilberg strýttunnar. Borað var í hana og 10 mm teinn með áfast auga steiptur í gatið. Í seinni ferð var hafrannsóknaskipið Bjarni Sæmundsson með í för. Eftir vandasama staðsetningu var akkeri sleppt ásamt tauginni og flotbaujunni. Sleppingin heppnaðist eins og best var á kosið. Yfirborðsbelgnum og strengnum í strýttuna var síðan komið fyrir.

Margir einstaklingar og stofnanir komu að þessu verki og lögðu fram efni, vinnu eða fjármagn. Eftirtöldum aðilum er þökkuað samvinna við verkið:

- Hafrannsóknastofnun, sem lagði til skipið, skipstjóri var Ingi Lárusson
- Áhöfn og eigendum á Nielsi Jónssyni, þeim Árna Halldórssyni, Halldóri Halldórssyni og Stafán Garðar Níelsson sem aðstoðuðu í báðum ferðum
- Siglingastofnun, sem lagði til flotbauju
- Sæplasti á Dalvík, sem lagði til flotbauju (dempara)
- Umhverfisstofnun, sem tók þátt í kostnaði
- Köfurunum Árna Kópssyni og Ómari Hafliðasyni
- Hafnarsamlagi Norðurlands, sem tók þátt í kostnaði
- Netagerð Friðriks Vilhjálmssonar, sem lagði til festingar
- Samherja, sem lagði til botnfestuna



Leiðangursmenn f.v. Árni Kópsson, Erlendur Bogason og Ómar Hafliðason



Belgurinn

5. NIÐURSTÖÐUR SAMRÁÐSNEFNDAR - TILLÖGUR

5.1 AÐSTEDJANDI HÆTTUR

Strýturnar eru afar viðkvæmar myndanir sem molna við minnstu snertingu. Þeim stafar því hættu af ógætilegri umferð, t.d. sportkafara og vísindamanna við sýnatökur. Dræsur og spottar sem hafa vafist um strýturnar í tímans rás sarga líka í bergið og skemma þær hægt og bitandi. Sá aðili er hvað best hefur fylgst með strýtunum bendir á að skemmdir hafi orðið síðan þær fundust fyrir um fjórum árum og það er mat samráðsnefndarinnar að tímaspursmál sé hvenær meiri skemmdir verða. Toppar á hæstu strýtunni voru þá tveir en er nú einungis einn. Kafarar hafa hingað til þurft að koma fyrir festingu í strýtunni til að festa báta sína og líklegt er að þær aðgerðir hafi valdið tjóni.

Togveiðar eru ekki stundaðar á þessum slóðum. Skip rista ekki það djúpt að hætt sé við skemmdum af þeirra völdum og líklegt má telja að hæsta strýtan sé komin að hæðarmörkum. Með hugsanlegu álveri á Dysnesi gæti skapast hættu vegna umferðar. Búast má við aukinni umferð kafara í framtíðinni og því mikilvægt að komið verði reglu á umferð þeirra og umgengni um náttúruvættið. Nefndin hefur gert ráðstafanir sem miða að því að einhver annist daglega um-sýslu varðandi tilkynningar og leyfi fyrir kafara.



Árið 1999



Árið 2003

5.2 KORTLAGNING OG SIGLINGALEIÐIR

Náttúruvinjar í hafi eru ekki merktar sérstaklega á sjókortum. Siglingaleiðir liggja um fjörðinn í öruggri fjarlægð frá strýtunum en engu að síður er mikilvægt að greina sjófarendum frá tilvist þeirra. Siglingastofnun kemur slíkum upplýsingum á framfæri. Ennfremur leggur nefndin til að þrátt fyrir að þarna sé ekki um að ræða veiðislóð sé ástæða til að sjávarútvegsráðuneytið gefi út veiðibann í nágrenni strýtnanna.

5.3 FRAMKVÆMDAÁÆTLUN

Merking og bætt aðkoma - var lokið í júní 2004. Kostnaður við verkið er metinn á 2.000.000 krónur.

Bæklingur - áætlað 2004 - kostnaður 60.000 kr.

Skilti við helstu aðkomur - áætlað 2004 - kostnaður 700.000 kr.

Árleg eftirlits- og hreinsunarferð - kostnaður pr. ferð 150.000 kr.

ÞAKKIR

Árni Halldórsson og Halldór Halldórsson á Nielsi Jónssyni
Skipti og áhöfn á Bjarna Sæmundssyni
Hrefna Kristmannsdóttir
Axel Björnsson
Bjarni Gautason



Snæri við strýtubergið

HEIMILDIR

Agnar Ingólfsson. 1996. The distribution of intertidal macrofauna on the coasts of Iceland in relation to temperature. *Sarsia* 81 (1): 29-44.

Records of intertidal macrofauna, mostly collected since 1974, were analysed by the use of a 10x10 km plotting system. Data have been obtained on 208 such squares of the total of 378 straddling the intertidal, or 55.0%. Adequate data were available on 103 species. Nine of 37 obligate intertidal species (24%) appear to reach distributional limits towards cooler seas going clockwise around Iceland from the south coast. The presence of warm springs in the intertidal extends the range of one species far beyond the main limits. There is no example of obligate intertidal species reaching distributional limits towards warmer seas within Iceland, emphasizing the non-arctic character of the intertidal fauna. Of 66 species occurring both in the intertidal and subtidal, 11 (17%) reach distributional limits towards cooler seas in the intertidal and appear not to penetrate further subtidally, while one species (1%) may show the reverse pattern of limits towards warmer seas. However, some 34 intertidal-subtidal species (51%) show a more restricted distribution in the intertidal than in the subtidal, the restriction being to the warmer coastal regions in all but one instance. Low and variable air temperatures probably become critical to these species on colder coasts. Distributional limits in the intertidal, both of obligate intertidal species and of those also found in the subtidal, tended to concentrate in regions of the coasts with relatively abrupt temperature changes, while there were also instances of limits along stretches of coasts with uniform temperatures.

Axel Björnsson og Kristján Sæmundsson. 1975. Jarðhiti í nágrenni Akureyrar. Orkustofnun OSJHD 7557: 53 bls

Botz, R., G. Winckler, R. Bayer, R. M. Schmitt, M. Schmidt, M. D. Garbe-Schoenberg, P. Stoffers og Jakob K. Kristjánsson. 1999 Origin of trace gases in submarine hydrothermal vents of the Kolbeinsey Ridge, north Iceland. *Earth and Planetary Science Letters*. 171 (1): 83-93 Two hydrothermal fields of the Kolbeinsey Ridge area, north of Iceland, show vent gas characteristics which can be related to the subsurface conditions. Helium isotopes ($R/R_{\text{sub(air)}} = 9.8, 10.9$) indicate a mantle-derived origin and can be considered as a mixture of MORB helium and a deep-mantle plume helium component. The carbon isotope composition of CO_2 ranges between -2.4 and -7.8 ‰. The less negative $\delta^{13}\text{C}-\text{CO}_2$ values were found at Grimsey. The data from Grimsey are very similar to those previously published and regarded as being characteristic for the Icelandic magmatic source. However, small amounts of biogenic CO_2 and/or subsurface calcite precipitation are responsible for the lighter isotope values of CO_2 from Kolbeinsey. CH_4/He ratios which are higher than in MORB indicate an additional (sedimentary) methane source for Kolbeinsey and Grimsey hydrothermal gases. The presence of higher hydrocarbons up to butane, together with the carbon isotope values of methane ($\delta^{13}\text{C} = -26.1$ to -39.8 ‰) suggest a probably high-mature organic source within thick sediments of the Tjoernes Fracture Zone and smaller depressions on the west side of the Kolbeinsey Ridge crest. Geochemical characteristics of hydrocarbons present in KR hydrothermal fluids are, however, typical for a mixed (thermogenic and high-temperature hydrothermal, e.g. EPR-type) origin. Moreover, it is likely that secondary processes such as bacterial oxidation and thermal cracking determined the geochemical characteristics of the gases

Burggraf, S., H. Fricke, A. Neuner, Jakob Kristjánsson, P. Rouvier, L. Mandelco, C.R. Woese og K.O. Stetter. 1990. *Methanococcus igneus* sp. nov., a novel hyperthermophilic methanogen from a shallow submarine hydrothermal system. *Systematic and Applied Microbiology* 13 (3): 263-269



A novel hyperthermophilic strictly chemolithoautotrophic member of the genus *Methanococcus* was isolated from a shallow (depth: 106 m) submarine vent system at the Kolbeinsey ridge, Iceland. The isolate grew between 45 and 91 degree C with an optimum around 88 degree C (doubling time: 25 min). It differs from *Methanococcus jannaschii* in its 16S rRNA sequence, its non-hybridizing DNA, and its selenium-independent growth. Therefore, the isolate represents a new species which we name *Methanococcus igneus*. Type strain is isolate „Kol 5“ (DSM 5666).

Corliss, J.B., J. Dymond, L.I. Gordon, J.M. Edmond, R.P. von Herzen, R.D. Ballard, K. Green, D. Williams, A. Bainbridge, K. Crane og T.H. van Andel. 1979. Submarine thermal springs on the Galapagos Rift. *Science* 203. 1073-1083

The submarine hydrothermal activity on and near the Galapagos Rift has been explored with the aid of the deep submersible Alvin. Analyses of water samples from hydrothermal vents reveal that hydrothermal activity provides significant or dominant sources and sinks for several components of seawater; studies of conductive and convective heat transfer suggest that two-thirds of the heat lost from new oceanic lithosphere at the Galapagos Rift in the first million years may be vented from thermal springs, predominantly along the axial ridge within the rift valley. The vent areas are populated by animal communities. They appear to utilize chemosynthesis by sulfur-oxidizing bacteria to derive their entire energy supply from reactions between the seawater and the rocks at high temperatures, rather than photosynthesis.

Ernst, G.G.J., R.R. Cave, C.R. German, M.R. Palmer og R.S.J. Sparks. 2000. Vertical and lateral splitting of a hydrothermal plume at Steinaholl, Reykjanes Ridge, Iceland. *Earth and Planetary Science Letters*. 179 (3-4): 529-537

The generation of multiple, neutrally-buoyant intrusions by a single, bubble-rich plume and plume bifurcation, are predicted from theory and experiments but have yet to be documented for hydrothermal plumes. In contrast, bifurcation of volcanic plumes (which are dynamically analogous to hydrothermal plumes) is very common and thus bifurcation of hydrothermal plumes should be expected. Recent 38 kHz echo-sounder and water-column chemical tracer studies near the Steinaholl vent site (Reykjanes Ridge, Iceland), identified a bubble-rich hydrothermal plume intruding at three levels (two main ones and a subsidiary one) before reaching the sea surface and spreading there. The two main intrusions (ca. 100 and 200 m above the vent) show lateral development of two lobes away from the vent and are consistent with the 350 m rise of a bubble plume yielding seafloor and surface gas fluxes of similar to 2.5×10^3 and 0.75×10^3 m³/s, respectively. The bubble-rich core of the hydrothermal plume also penetrates the 150 m deep thermocline and generates an intrusion visible at the sea surface. Although bifurcation of the bent-over plume could have been initiated by crossflow alone, several other processes may also have enhanced plume bifurcation; including interaction with the thermocline and entrainment of the plume lobes by horseshoe eddies in the lee of a 150 m high hill on the seafloor.

Fricke, H; Giere, O; Stetter, K; Alfredsson, G.A.; Kristjánsson, J.K.; Stoffers, P; Svavarsson, J. 1989. Hydrothermal vent communities at the shallow subpolar Mid-Atlantic Ridge. *Marine biology* 102 (3): 425-429

A new type of animal community has been found near hot vents in the subpolar Atlantic at 100 to 106 m depth off Kolbeinsey on the Jan-Mayen Ridge. Incubation of high temperature fluids yielded cultures of undescribed hyperthermophilic eu- and archaeobacteria, growing in a temperature range between 70 degree and 110 degree C depending on the isolates. Bacteria are closely related to species occurring within deep sea hydrothermal areas. In contrast to deep-sea vent sites of the mid-Atlantic and other oceans, the Kolbeinsey macro- and meiofauna consists of species reported from non-vent areas in the boreal Atlantic and adjacent polar seas. The most abundant forms are a solitary hydroid polyp and two sponges. Kolbeinsey is an isolated and young area of hydrothermal activity at relatively



low depth and in highly productive waters; these findings could indicate a model for an early evolutionary step towards the formation of a genuine specialized vent community.

Geptner, A., Hrefna Kristmannsdóttir, Jakob Kristjánsson og Viggó Þór Marteinsson 2002. Biogenic Saponite from an Active Submarine Hot Spring, Iceland. *Clay and clay minerals* 50 (2): 174-185

A study of the mineralogy, chemical composition and structure of poorly-crystalline saponite precipitated from a submarine hot spring in Eyjafjörður, northern Iceland is reported. Special emphasis was placed on the microstructures of the minerals and a possible connection with biological activity during their precipitation. The microstructures of the minerals were found to be very similar to specific clay minerals precipitated from geothermal vents in oceanic rift zones. The composition of the minerals was, however, found to be similar to magnesium silicate scales formed in geothermal installations in Iceland where geothermal waters were mixed with cold fresh waters. High contents of organic substances were found in the clay mineral samples as compared to geothermal precipitates from other localities. Microstructural features of the layer silicates in one of the samples suggest that a gelatinous substance was a precursor of the saponite clay. The organic matter content appears to be greater when the precipitates are more crystalline.

German, C.R., J. Briem, C. Chin, M. Danielsen, S. Holland, R. James, A. Jónsdóttir, E. Ludford, C. Moser, J. Ólafsson, M. R. Palmer og M. D. Rudnicki. 1994. Hydrothermal activity on the Reykjanes Ridge: the Steinahóll vent-field at 63°06'N. *Earth Planet. Sci. Lett.* 121: 647-654

We have completed a systematic survey for hydrothermal activity along the Reykjanes Ridge from 57°45'N to 63°09'N. Shipboard determinations of total dissolvable Mn (TDMn) and dissolved Si, CH₄ and H₂ have revealed evidence for only one site of hydrothermal activity along this section of ridge crest, the Steinahóll vent-field at 63°06'N [1]. Our measurements confirm this site to be a stable hydrothermal convection cell of at least two years' duration. The site is situated in just 250-350 m of seawater and, unlike deeper-sited vent-fields (e.g. TAG, 3650 m, 26°N MAR), is notable for the formation of bubble-rich plumes which have been imaged using a high-frequency (38 kHz) echo-sounder. High dissolved gas concentrations of up to 18 nmol/l CH₄ and 30 nmol/l H₂ coincide with these bubble-rich plumes. The Steinahóll plume is also characterised by high total dissolvable Mn (TDMn) anomalies (up to 60 nmol/l) and dissolved Si anomalies (~ 2 mol/l) yielding molar TDMn/CH₄ and TDMn/Si ratios of ~ 3.5 and 0.03, respectively, directly comparable to the TAG hydrothermal plume. The absence of any indication of hydrothermal activity along the remainder of the Reykjanes Ridge is intriguing. Between 11°N and 40°N on the Mid-Atlantic Ridge, previous studies have revealed evidence for hydrothermally active sites approximately every 150 km. For the 300 km of ridge crest studied in detail here (750 km total) only one site has been found. Thus, despite its proximity to the Iceland hot-spot, the incidence of hydrothermal activity along this section of ridge crest appears to be only 20-50% of that measured elsewhere along the slow-spreading Mid-Atlantic Ridge.

Hannington, M., P. Herzig, P. Stoffers, J. Scholten, R. Botz, D. Garbe-Schonberg, I.R. Jónasson, og W. Roest. 2001. First observations of high-temperature submarine hydrothermal vents and massive anhydrite deposits off the north coast of Iceland. *Marine Geology*, 177 (3-4): 199-220

High-temperature (250 degree C) hydrothermal vents and massive anhydrite deposits have been found in a shallow water, sediment-filled graben near 66 degree 36'N in the Tjornes FractureZone north of Iceland. The site is located about 30 km offshore, near the small island of Grimsey. The main vent field occurs at a depth of 400 m and consists of about 20 large-diameter (up to 10 m) mounds and 1-3 m chimneys and spires of anhydrite and talc. A north-south alignment of the mounds over a 1-km strike length of the valley floor suggests that their distribution is controlled by a buried fault. Widespread shimmering water and extensive white patches of anhydrite in the sediment between the mounds indicates that the entire 1-km super(2) area occupied by the vents is thermally active. A 2-man research submersible JAGO was used to map the area and to sample vent waters, gases, and chimneys. Actively boiling hydrothermal vents occur on most of the mounds, and extensive two-phase venting indicates that the field is underlain by a large boiling zone (200 x 300 m). The presence of boiling fluids in shallow aquifers beneath the deposits was confirmed by sediment coring. The highest-temperature pore fluids were encountered in talc- and anhydrite-rich sedimentary layers that occur up to 7 m below the mounds. Baked muds underlie the talc and anhydrite layers, and pyrite is common in stockwork-like fractures and veins in the hydrothermally altered sediments. However, massive sulfides (pyrite-marcasite crusts) were found in only one relict mound. Subseafloor boiling has likely affected the metal-carrying capacity of the hydrothermal fluids, and deposition of sulfides may be occurring at greater depth. Although the mounds and chimneys at Grimsey resemble other deposits at sedimented ridges (e.g. Middle Valley, Escanaba Trough, Guaymas Basin), the shallow water setting and extensive boiling of the hydrothermal fluids represent a distinctive new type of seafloor hydrothermal system.

Hrefna Kristmannsdóttir og Sigfús J. Johnsen. 1982. Chemistry and stable isotope composition of geothermal waters in the Eyjafjörður region, northern Iceland. *Jökull* 32: 83-90

Jón Benjamínsson. 1988. Jarðhiti í sjó og flæðarmáli við Ísland. *Náttúrufræðingurinn* 58: 153-169

Kristján Sæmundsson og Sigurður Sigurðarsson. 1987. Kolbeinsey. *Ægir* 80 (1): 2-12

Kelley, D.S., J.A. Karson, D.K. Blackman, G.L. Frueh-Green, D.A. Butterfield, M.D. Lilley, E.J. Olson, M.O. Schrenk, K.K. Roe, G.T. Lebon og P. Rivizzigno. 2001. An off-axis hydrothermal vent field near the Mid-Atlantic Ridge at 30 degree N. *Nature* 412: 145-149

Evidence is growing that hydrothermal venting occurs not only along mid-ocean ridges but also on old regions of the oceanic crust away from spreading centres. Here we report the discovery of an extensive hydrothermal field at 30 degree N near the eastern intersection of the Mid-Atlantic Ridge and the Atlantis fracture zone. The vent field - named „Lost City” - is distinctly different from all other known sea-floor hydrothermal fields in that it is located on 1.5-Myr-old crust, nearly 15 km from the spreading axis, and may be driven by the heat of exothermic serpentinization reactions between sea water and mantle rocks. It is located on a dome-like massif and is dominated by steep-sided carbonate chimneys, rather than the sulphide structures typical of „black smoker” hydrothermal fields. We found that vent fluids are relatively cool (40-75 degree C) and alkaline (pH 9.0-9.8), supporting dense microbial communities that include anaerobic thermophiles. Because the geological characteristics of the Atlantis massif are similar to numerous areas of old crust along the Mid-Atlantic, Indian and Arctic ridges, these results indicate that a much larger portion of the oceanic crust may support hydrothermal activity and microbial life than previously thought.

Kurr, M, R. Huber, H. Koenig, H.W. Jannasch, H. Fricke, A. Trincone, Jakob K. Kristjánsson og K.O. Stetter. 1991. *Methanopyrus kandleri*, gen. and sp. nov. represents a novel group of hyperthermophilic methanogens, growing at 110 degree C. *Archives of Microbiology* 156 (4): 239-247

A novel group of hyperthermophilic rodshaped motile methanogens was isolated from a hydrothermally heated deep sea sediment (Guaymas Basin, Gulf of California) and from a shallow marine hydrothermal system (Kolbeinsey Ridge, Iceland). They grew between 84 and 100 degree C (opt: 98 degree C) and from 0.2% to 4% NaCl (opt. 2%) and pH 5.5 to 7 (opt: 6.5). The isolates were obligate chemolithoautotrophs using H₂/CO₂ as energy and carbon sources. In the presence of sulfur, H₂S was formed and cells tended to lyse. The cell wall consisted of a new type of pseudomurein containing ornithin in addition to lysine and no N-acetylglucosamine. The pseudomurein layer was covered by a detergent-sensitive protein surface layer. The core lipid consisted exclusively of phytanyl diether. The GC content of the DNA was 60 mol%. By 16S rRNA comparisons the new organisms were not related to any of the three methanogenic lineages. Based on the physiological and molecular properties of the new isolates, we describe here a new genus, is named, *Methanopyrus* (the „methane fire”). The type species is *Methanopyrus kandleri* (type strain: AV19; DSM 6324).

Morrit, D. og Agnar Ingólfsson. 2000. Upper thermal tolerances of the beachflea *Orchestia gammarellus* (Pallas) (-Crustacea: Amphipoda: Talitridae) associated with hot springs in Iceland. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 255: 215-227



The upper thermal tolerance (CT_{max}) of beachfleas *Orchestia gammarellus* (Pallas) collected from a number of different locations in Iceland was determined. Differences were recorded between field populations associated with thermal springs and those from non-thermal sites. A number of reciprocal acclimation experiments (where animals from thermal and non-thermal sites were acclimated to the measured ambient temperatures of thermal (17 and 22°C) and non-thermal (11°C) sites) were performed. Differences between at least one thermal population and a non-thermal population were maintained following this reciprocal acclimation, supporting the hypothesis that population differences were due to non-reversible genetic differences and not local acclimatisation. Animals from one thermal site (Reykjanes) had a mean CT_{max} = 37.1 ± 0.5°C when acclimated at 11°C and 38.6 ± 0.3°C when acclimated at 22°C, whereas animals from a non-thermal site (Hvasshraun) had CT_{max} values of 35.9 ± 0.5 and 37.9 ± 0.3°C, respectively. In many other cases, differences are best explained by local acclimatisation. Results are discussed in relation to ambient local conditions and the degree of isolation of the different populations.

Ólafsson, J., K. Thors, J.R. Cann. 1991. A sudden cruise off Iceland. RIDGE Events 2: 35-38

Pley, U, J. Schipka, A. Gambacorta, H.W. Jannasch, H. Fricke, R. Rachel og K.O. Stetter. 1991. *Pyrodictium abyssi* sp. nov. represents a novel heterotrophic marine archaeal hyperthermophile growing at 110 degree C. Systematic and Applied Microbiology 14 (3): 245-253

Novel hyperthermophilic heterotrophic members of the Archaea domain were isolated from marine hot abyssal as well as from shallow vents off Mexico and Iceland, respectively. The isolates grew between 80 and 110 degree C with an optimum around 97 degree C. They fermented carbohydrates, proteins, cell homogenates, acetate and formate. Isovalerate, isobutyrate, butanol and CO₂ were detected as end products. Growth was stimulated by H₂. In the presence of S⁰, H₂S was formed. Cells were disk-shaped and appeared entrapped within networks of fibres. Based on DNA/DNA homology and 16 S rRNA partial sequences, the new isolates represent a new species of *Pyrodictium*, which we name *P. abyssi*. Type strain is isolate AV2 (DSM 6158).

Viggó Þór Marteinsson, Jakob K. Kristjánsson, Hrefna Kristmannsdóttir, M. Dahlkvist, Kristján Sæmundsson, M. Hannington, Sólveig K. Pétursdóttir, A. Geptner og P. Stoffers, P. 2001 Discovery and description of giant submarine smectite cones on the seafloor in Eyjafjörður, northern Iceland, and a novel thermal microbial habitat. Applied and Environmental Microbiology 67 (2): 827-833

With the submersible JAGO and by scuba diving we discovered three remarkable geothermal cones, rising 33, 25, and 45 m from the seafloor at a depth of 65 m in Eyjafjörður, northern Iceland. The greatest geothermal activity was on the highest cone, which discharged up to 50 liters of freshwater per s at 72 degree C and pH 10.0. The cones were built up from precipitated smectite, formed by mixing of the hot SiO₂-rich geothermal fluid with the cold Mg-rich seawater. By connecting a rubber hose to one outflow, about 240 liters of pure geothermal fluids was concentrated through a 0.2- μm-pore-size filter. Among 50 thermophilic isolates, we found members of *Bacillus* and *Thermonema* and a new unidentified low-G+C gram-positive member of the Bacteria as well as one member of the Archaea, *Desulfurococcus mobilis*. Analysis of small-subunit rRNA genes PCR amplified and cloned directly from environmental DNA showed that 41 out of 45 Bacteria sequences belonged to members of the Aquificales, whereas all of the 10 Archaea sequences belonged to the Korarchaeota. The physiological characteristics of isolates from different parts of the cones indicate a completely freshwater habitat, supporting the possibility of subterranean transmittance of terrestrial organisms



6. VEFSÍÐUR TENGÐAR EFNINU

<http://geosun.sjsu.edu/105/vents.html>

<http://hot-springs.org/Jardhitarit.htm>

<http://kofunarskolinn.is/eng/strytan.html>

<http://mscserver.cox.miami.edu/msc215/2002/A20-Hydrothermvents/tsld001.htm>

<http://oceanlink.island.net/ask/deepsea.html>

<http://ridge2000.bio.psu.edu/>

http://seawifs.gsfc.nasa.gov/OCEAN_PLANET/HTML/ps_vents.html

<http://secchi.hmsc.orst.edu/education/nemo/nemoindex.html>

<http://web.uvic.ca/biology/people/tunnickliffe.html>

<http://www.botos.com/marine/vents01.html>

<http://www.fsu.is/vefir/liffraedi/erlend/goho/sjor.html>

<http://www.ifremer.fr/2ishvb/background.htm>

<http://www.kofun.is/strytan.html>

<http://www.oceansonline.com/hydrothe.htm>

<http://www.pbs.org/wgbh/nova/abyss/>

<http://www.pmel.noaa.gov/vents/>

<http://www.prokaria.is/>

<http://www.punaridge.org/doc/factoids/Biology/Default.htm>

http://www.resa.net/nasa/ocean_hydrothermal.htm

<http://www.sciencedaily.com/releases/2000/12/001212065950.htm>

<http://www.soest.hawaii.edu/GG/HCV/loihivents.html>

<http://www.sos.bangor.ac.uk/~oss109/Vent&tseep.html>

<http://www.washington.edu/newsroom/news/2000archive/12-00archive/k121200.html>

<http://www2.ocean.washington.edu/morp.research.html>

