

Hverir og laugar á háhitasvæðum, einkenni
og nokkur dæmi

Vinnuhópur á ROS :

**Kristján Sæmundsson,
Guðmundur Ómar Friðleifsson,
Haukur Jóhannesson,
Magnús Ólafsson**

Greinargerð KS-2002/05

Hverir og laugar á háhitasvæðum, einkenni og nokkur dæmi

Vinnuhópur á ROS

Á háhitasvæðum er grunnvatn jarðhitakerfanna (djúpvatnið) við suðumark. Af því leiðir tvær aðalgerðir hvera. Annars vegar eru vatnshverir þar sem djúpvatnið kemur upp. Hins vegar eru gufuhverir þar sem djúpt er á það og gufa og gas sýður úr því og leitar til yfirborðs. Djúpvatnið er kísilsýruríkt og hrúður fellur út þar sem það kemur fram, jafnan nærri eða fáum tugum metra ofan við kalt grunnvatnsborð umhverfisins. Gufa og gas sem sýður upp af djúpvatninu blandast yfirborðsvatni, verður að þéttivatni (gufan) eða rýkur burt. Þar verða til heitar skellur með gufu- og leirhverum. Fjölbreytni er mikil meðal þeirra, allt eftir gasinnihaldi í gufunni og því hvernig hún hittir á yfirborðsvatn. Skýr mörk eru ekki nema milli eiginlegra gufuhvera þar sem ekkert yfirborðsvatn er og sísjóðandi vatnshvera þar sem mest er af yfirborðsvatni. Leirhverir eru þar á milli.

Auk aðalgerðanna koma fyrir önnur tilbrigði þar sem háhitasvæðin hafa færst yfir á kólnunarstig. Þá verða til ölkeldur og kolsýrulaugar ýmist með eða án kalkútfellinga, fyrst út til jaðranna

Afrennsli háhitasvæðanna kemur fram með ýmsum hætti við jaðra eða langt utan þeirra og þá sem djúpvatnsblandað eða upphitað grunnvatn. Í hraunum sést stundum gufueimur sem upp af því stígur.

Djúpvatn í hverum og laugum

Kísilhverir setja af sér hrúður umhverfis hveraopin. Stærstu hrúðurbreiðurnar eru nokkrir hektarar að stærð. Dæmi eru Hveragerði, Sandarnir hjá Geysi og Hveravellir. Paldrar á hrúðurbungunum eru óskemmdir á Hveravöllum, en máðir eftir traðk og veðraðir á Geysissvæðinu. Kísilhverir koma fyrir í djúpum gilskorningum í grennd við Landmannalaugar, en lítið hrúður umhverfis.

Goshverir eru eða hafa verið á þessum svæðum öllum. Þeir eru óstöðug fyrirbæri, eflast við jarðskjálfta, en hjaðna á milli. Geysir eflidist við skjálftana 1896, en hætti að gjósa af sjálfsdáðum 1916. Goshverir hafa komið upp á Reykjanesi við skjálfta, en verið skammlífir. Kísilhóllinn er stærsta hrúðurdyngjan á Reykjanesi. Í honum hefur verið goshver, sem er löngu sofnaður.

Djúpvatnsblandaðar laugar eru blanda djúpvatns og kalds grunnvatns. Þær koma fyrir á svæðinu kringum Landmannalaugar og vestan við Námafjall. Djúpvatnsuppruninn þekkist á háu kísil- og klórinnihaldi í vatninu. Landmannalaugar spretta undan Laugahrauni þar sem land er lægst. Laugar af þessum uppruna koma einnig upp úr áreyrum þar nærlendis. Vestan við Námafjall er vatnið í gjánum af þessum uppruna.

Gufuhverasvæði

Brennisteinsþúfur myndast þar sem mikið brennisteinsvetni er í gufunni. Þær stærstu eru 10-20 m að þvermáli og 1-1,5 m háar. Mest er um brennisteinsþúfur á Námafjalli og í Fremrinámum, og nokkuð í Kröflu. Gifsútfellingar vitna um kulnaða brennisteinshveri.

Heit jörð eða skellur með gufuaugum og leirhverum er algengasta fyrirbæri háhitasvæðanna. Stærðin er allt frá nokkrum m² upp í nokkra hektara. Bergið er sundursoðið í leir og upplitað, og einkennandi eru hverasölt kringum gufuopin.

Gufuhverir með kröftugum gufustrókum koma fyrir á mörgum háhitasvæðum. Þeir sjást oft langt að og eftir þeim er tekið. Þeir kröftugustu blása þurri gufu, oft með hvæsi (gegnsær strókur næst opinu), yfir 100°C heitri. Nokkur dæmi eru um kröftuga gufuhveri sem nýlega hafa myndast (Dalaskarð, Lýðveldishverinn) og aðra sem hafa lognast út af, eða misst máttinn (Hverinn eini).

Leirhverir eru sjaldnast einir á ferð. Þeir finnast innan um skellurnar í heitri jörð og oftast sem leirpyttaklasar. Til myndunar þeirra þarf hæfilega mikið yfirborðsvatn, jafnvel nægir þéttivatnið

eitt. Þykkt leðjunnar í þeim fer eftir framboði á yfirborðsvatni. Mishátt getur staðið í þeim eftir úrkomu. Oft eru þeir afrennslislausir, en stundum rennur sytra frá þeim. Algengt er að gufubólur springi í leirhverum og krugi hlaðist upp umhverfis þar sem sletturnar koma niður.

Soðstampa mætti kalla sísjóðandi vatnshveru með næstum tæru vatni og litlu afrennsli. Þeir sjóða ákaflega. Stundum eru þeir í hvelvingum á lagskilum þar sem grunnvatn leitar að. Margir hverir af þessari gerð eru á Torfajökulssvæðinu.

Soðpönnur mætti kalla eftir löguninni grunna hveru með næstum tæru vatni þar sem bullsýður í ótal smáaugum í botninum. Smárennsli er jafnan úr slíkum hverum.

Volg jörð er algengt á háhitasvæðunum þar sem jarðgerð er hagstæð, t.d. melar eða annað gropið berg. Hér getur verið um stóra bletti að ræða, tugi m² og þar yfir. Lítið ber á þeim að sumri til, nema ef gróður er einhver, en best sjást þeir að vetri þegar snjó bræðir af þeim.

Lækjargosar eru fyrirbæri sem fáir þekkja. Nafngiftin er frá Guðmundi Ómari Friðleifssyni, en svo nefndi hann hver einn í Vondugiljum á Torfajökulssvæðinu. Þar rennur smálækur ofan í hveraop, þar til út af flóir. Í því kraumar smástund uns hverinn gýs vatninu úr sér og tæmist. Um 10 mínútur líða á milli gosa. Annar slíkur hver er innarlega í Grænagili á sama svæði. Hver í Hrafninnuskeri, sem nú nefnist "Fordyrið" (Jón Örn Bjarnason og Magnús Ólafsson), er einnig af þessari gerð.

Gufuhitaðar laugar eru algengar þar sem, skriður hafa lagst yfir heita jörð. Skriðurnar eru ágætis grunnvatnsleiðarar (raunar falskir). Gufa af djúpvatni kemur upp og þá hitnar vatnið og fram koma laugar neðan til í skriðunum. Nærtækt dæmi er í Grændal, en laugar af þessum toga eru einnig í Hengli, Torfajökli, Vonarskarði og víðar.

Sprengigígar

Gosgígar sem þróast hafa í sprengigíga koma fyrir á nokkrum háhitasvæðum. Þeir eiga rætur að rekja til eldgosa þar sem vatn úr jarðhitakerfi hefur leitað í gosrásina og soðið upp úr henni. Nýleg dæmi eru Vítin í Kröflu og Öskju. Hvannstöð vestur af Kröflu er forsögulegur gígur af sama tagi. Þar sem gossprungur liggja yfir háhitasvæði koma fyrir sprengigígar og meira gjall í gígum en utan við. Vatn úr jarðhitakerfi er þar einnig orsök. Skýrust dæmi eru í Trölladyngju, og Krýsuvík, en það sama sést einnig í Innstadal í Hengli, Bjarnarflagi og etv. víðar. Dæmin sem hér að ofan er vitnað til eru öll frá nútíma, þ.e. eftir lok ísaldar. Á nokkrum háhitasvæðanna eru sprengigígar og jafnvel þyrpingar sprengigíga frá ísöld eða ísaldarlökum, t.d. í Kröflu, Trölladyngju, Hengli og Kverkfjöllum. Þeir kunna að hafa myndast þegar þrýstiástand fór úr jafnvægi við hlaup eða snögga lækkun grunnvatnsborðs í ísaldarlökin.

Minni háttar hverasprengigígar eru nokkuð algengir á háhitasvæðum. Þeir verða til þegar vatn hvellsýður á litlu dýpi. Hverabollarnir eru fáeinir metrar á dýpt og 30- vel yfir 50 m á vidd þeir stærstu. Nokkur nýleg dæmi eru um hverasprengingar, sem allar hafa orðið í tengslum við jarðskjálfta (Hveragerði og Reykjakot þar ofan við, Austurengjahver í Krýsuvík) og þá á upptakasprungunum.

Kolsýrusprengigígar. Sprengigígar af óvissum uppruna koma fyrir á Hengilssvæðinu. Þeir eru í móbergfjöllum norðaustur af Ölkelduhálsi og miklu yngri en fjöllin sjálf (Smjördalur í Súluvellum og Katlatjarnir). Gígarnir eru nokkur hundruð metrar í þvermál, kringlóttir nema þar sem þeir grípa hver í annan, en ekkert úrkast verður rakið til þeirra. Bólstrabergshryggir mynduðust á eftir gígunum, líklega í sama gosi. Mikil kolsýra er í hverum á Ölkelduhálsi. Hugsanlegt er að heit kolsýra hafi leitað upp í sprungur og breyst í gas við lágan þrýsting upp undir yfirborði.

Kolsýruhverir, -laugar og ölkeldur

Kolsýruhverir kunna að vera víðar en nú er vitað. Þeir eru fyrst og fremst þekktir á Ölkelduhálsi, sumir býsna stórir, þ.e. nokkrir tugir metra að þvermáli, með grágruggugum tjörnum og smávegis afrennsli. Gas- og suðuólga er í þeim á nokkrum stöðum, en tjarnirnar annars misheitir. Vatnið í hverum þessum er yfirborðsvatn úr hrauninu ofan við, en mikil kolsýra er í gufunni sem hitar þá.

Kolsýruhverir og –laugar með kalkútfellingum koma fyrir á nokkrum háhitasvæðum, einkum við jaðra þeirra, eða þar sem virknin er dvínandi. Vatnið í þeim er grunnvatn fremur en yfirborðsvatn. Hverir og laugar af þessum toga eru í Reykjadal sunnan undir Ölkelduhálsi og austan undir Hengli (Hagavíkurlaugar). Í Kerlingarfjöllum (við Ásgarðsá), Tindfjallajökli (Hitagil), Kverkfjöllum (Hveragil) og sunnan undir Torfajökli eru kalklaugar á nokkrum stöðum sem jaðarfyrirbæri (t.d. við Markarfljót, Bratthálskvísl, einnig Strútslaug).

Ölkeldur eru kaldar eða rétt volgar uppsprettur sem finnast á háhitasvæðum og oft í jöðrum þeirra. Yfirleitt eru þær járnmenngaðar og bragðvondar og vatnið rauðbrúnleitt, jafnvel svo liti heilu lækina (Rauðfossakvísl). Slíkar ölkeldur eru á Torfajökulssvæði, einkum norðvestan til, en líka sunnan megin (Ölstallur) og austur í Jökulgili (Hraukarnir t.d.). Þær þekkjast einnig á Hengilsvæðinu (Hengladalir), í Vonarskarði og sem afrennsli inn af Grænalóni. Vatn úr þeim köldustu sem mest ólga af kolsýrunni er drekkandi þótt brúnleitt sé.

Afrennsli frá háhitasvæðum

Djúpvatnsblandað afrennsli í yfirborðslögum er þekkt frá Námafjalli, þ.e. í gjám og í lindum fram undan Reykjahlíð. Hátt kísilinnihald gefur upprunann til kynna. Líklegt er að volgt vatn sem fram kemur undan hraunum í Kelduhverfi sé afrennsli frá háhitasvæðum á Þeistareykjum og í Gjástykki. Volga vatnslagið er grunnt og kaldara undir. Á Reykjanesskaga er ekki vitað með vissu um djúpvatnsblandað afrennsli. Grunnt, ísalt vatnslag á Húsatóttum og á Reykjanesi (sjólaugin) kann þó að vera þeirrar ættar. Afrennsli frá Hengilsvæði skilaði sér norður í Þingvallavatn.

Gufur af heitu grunnvatni. Gufu getur lagt upp af heitum grunnvatnsstraumum í hraunum eða þar sem eru gljúp jarðlög. Best er þetta þekkt vestur og suður frá Jarðbaðshólum í Mývatnssveit. Annað dæmi er á Torfajökulssvæðinu í Dómadalshrauni og norðurendanum á Tjaldfelli þar suðvestur af. Gufan er í þessu tilfellum alveg lyktarlaus. Sama gegnir um gufur í hrauninu syðst og nyrst á Þeistareykjasvæðinu. Gufusvæðin í Gjástykki eru líklega að hluta til tengd afrennsli. Þar vantar rannsóknir til að skera úr um upprunann.

Hverasvæði í jöklum

Sigkatlar haldast við í þykkum jökli þar sem mikill jarðhiti er undir. Afrennsli kemur fram í ám, stundum í hlaupum.

Göt og hellar bráðna í þunna jökla og fannir (jökull ef 50 m eða meira) þar sem hverir eru undir. Vel þekkt dæmi eru í Torfajökli, Hrafninnuskeri, Kaldaklofsjökli og Kverkfjöllum.

Mannaverk á hverasvæðum

Virkjanir hafa verið reistar á nokkrum háhitasvæðum. Þrjár þær stærstu eru jafnframt viðkomustaðir ferðamanna þar sem starfsemin er kynnt (Nesjavellir, Svartsengi og Krafla).

Sýningarholur. Tvær hafa verið vinsælastar önnur í Krýsuvík (í Seltúni), hin ofan við Hveragerði (“Drottningarholan”).

Blásandi þurrugufuholur frá bernsku háhitaborana eru austan við Námaskarð. Grjóti hefur verið hrúgað kringum holutoppa og leggur gufuna þar upp úr. Fæstir vita að þetta eru gamlar borholur. Gufusprengingar út frá borholum hafa orðið í Krýsuvík (1999), Bjarnarflagi (1967) og Kröflu (1976). Eftir eru gígbollar nokkrir tugir metra að stærð. Í Krýsuvík sprakk upp gömul borhola í Seltúni þar sem áður og síðan er vinsæll viðkomustaður ferðafólks.

Lífgaður goshver. Geysisnefnd stóð fyrir því á sínum tíma (1963) að Strokkur var lífgaður með borun. Borað var 40 m ofan í hann og hefur hann gosið síðan líkt og nú.

Strokkur lifnaði við jarðskjálftann 1789 (fremur þó 1784), en lognaðist út af í skjálftunum 1896.

Kolsýruvinnsla á Hæðarenda í Grímsnesi byggist á kolsýruríku vatni úr amk 180°C heitu jarðhitakerfi (háhitakerfi á kólnunarstigi). Övenju mikið gjall í gígum þar hjá (Seyðishólar) stafar líklega af kolsýrunni.

Tilbúnir goshverir. Í Hveragerði komust menn upp á lag með að búa til goshveri fyrir 1940. Þessir tilbúnu goshverir voru borholur á hverasvæðinu (Túristaholan svo kallaða) og sá vinsælasti í Hverahvammí (nefndur Bogi eftir eigandanum og bununni, raunar ekki eiginleg borhola). Síðast var þetta reynt fyrir áratug eða svo, en tókst ekki sem skyldi þar sem úr varð sígos. Þessi síðasti tilbúni hver er neðan við brúna á Varmá neðan við Gufudal og fékk nafnið Leppalúði til hæfis Grýlu þar skammt frá.

Affallslón eru við allar háhitavirkjanir, flest skammt frá, en eitt um 10 km í burtu. Í öllum tilfellum lekur vatnið úr þeim á endanum ofan í hraun og hverfur. Reynt hefur verið að rekja slóð affallsins úr einu þeirra neðanjarðar, en álitamál hvort það hafi tekist (Glerhallarvötn í Bjarnarflagi). Vatn Bláa lónsins í Svartsengi og Gráa lónsins á Reykjanesi er salt, en ferskt í hinum sem eru á Nesjavöllum, Bjarnarflagi og við Búrfellshraun, 10 km frá upprunastað í Kröflu. Fjörugt fuglalíf er á því síðastnefnda og á læknum ofan þess upp fyrir Þjóðveg.

Paldrar úr kísilhrúðri hafa myndast á fáeinum stöðum í farvegum affallsvatns frá borholum. Stór hrúðurbreiða með pöldrum er við saltverksmiðjuna á Reykjanesi, milli skiljunnar og Gráa lónsins.

Útkulnuð fyrirbrigði

Gifshellur voru áður nefndar. Þær eru til vitnis um dauðar brennisteinsþúfur. Töluvert er um þær á virkum gufuhverasvæðum svo sem á Námafjalli, í Kröflu og Krýsuvík. Í Hróthálsum er einnig mikið af gifsí sem sýnir að þar hafa brennisteinshverir einhvern tímann verið uppi.

Kísilhrúður finnst á nokkrum hverasvæðum þar sem vatnshverir eru ekki nú t.d. við Hverinn eina, á Reykjanesi (þar sem þeir koma upp tímabundið) og innan við Geysi, eða ofar í landinu en þeir nú þekkjast (t.d. yst í Grændal og ofan við Reyki í Ölfusi).

Kalkhrúður þekkest á fáeinum stöðum þar sem nú er kalt eða óverulegur yllur í uppsprettum. Þessir staðir eru utan í Selvallaþjalli (suðvestur af Trölladyngju) og í Blautukvíslarbotnum.

Hverajárn (þ.e. hematít) myndar sundurlausa klumpa á sumum hverasvæðum, oft þar sem virknin er liðin hjá, en jafnan þar sem ummyndun er mikil.

Kulnaðir hverabollar eru algengir í köldum leirflögum og skellum, stundum þar sem enginn jarðhiti er nærri svo sem við Oddnýjarhnjúk og austan undir Rauðfossafjöllum. Allt er þetta ungt og vitnar um hveravirkni á nútíma. Kaldar skellur er að finna á flestum gufuhverasvæðum. Stærsta kalda leirflagið er í Hróthálsum.

Ummyndun á rofsvæðum kemur fyrir þar sem hveravirkni nær aftur á ísöld, og hraun hafa ekki lagst yfir. Á flestum er enn jarðhiti í einhverri mynd. Sogin í Trölladyngju og smádalirnir norður af Hveragerði eru nærtæk dæmi. Sama gegnir um austurhluta Torfajökulssvæðisins, öskjuna í Tindfjöllum og Heilagsdalsfjall vestan megin í Fremrinámakerfinu. Litauðgi er mikil á þeim þessara svæða þar sem rofið nær dýpst.

Yfirborðsummyndun við hærri hita en 250°C þekkest aðeins í Vonarskarði. Þar eru háhitasteindir (epidót o.fl.) í lítt rofnum bólstrabergsöldum (Guðmundur Ómar Friðleifsson og Haukur Jóhannesson fundu). Heita vatnið hefur leitað upp um rásir í bólstranum, en á milli er bergið ferskt. Enginn jarðhiti er í öldum þessum nú, en í öðrum myndunum nærri. Þurft hefur um 400 m vatnsdýpi til að halda suðu niðri við þennan hita. Spurning er hvort hann var úr jarðhitakerfinu eða bólstraberginu sjálfu. Hvort tveggja væri einsdæmi hér á landi.

Fyrir hönd vinnuhóps, Kristján Sæmundsson

Aðrir í vinnuhópi ROS: Guðmundur Ómar Friðleifsson, Haukur Jóhannesson og Magnús Ólafsson.

