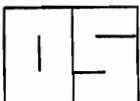


## Áhrif eldgossins í Vatnajökli á fallvötn úr jöklinum

**Hrefna Kristmannsdóttir,  
Axel Björnsson,  
Svanur Pálsson,  
Sigurður R. Gíslason,  
Ásgeir Gunnarsson**



## Áhrif eldgossins í Vatnajökli á fallvötn úr jöklinum

### Inngangur

Í allmög ár hefur Orkustofnun að beiðni Vegagerðar ríkisins fylgst með jökulám, sem falla til suðurs úr Vatnajökli, einkum Skeiðará og Skaftá. Tilgangur þessa eftirlits er að vakta hugsanlegar breytingar á árvatninu, sem gætu boðað jökulhlaup og eldvirkni í jöklinum og ógnað geta mannvirkjum, einkum vegum, brúm og varnargörðum á Skeiðarársandi. Eftirlitið felst fyrst og fremst í mælingum á rennsli og aurburði í ánum en einnig eru gerðar mælingum á efnainnihaldi vatsins. Breytingar á efnainnihaldi árvatnsins verða gjarna vegna áhrifa kviku eða breytinga á jarðhita og geta því verið helstu forboðar um hlaup. Slíkt er vel þekkt frá Skeiðará þar sem í vetrarrennsli er oftast auðvelt að sjá slíkar breytingar. Auk þessa fylgjast Vatnamælingar Orkustofnunar reglubundið með öllum ám er falla frá jöklinum og af og til hafa verið tekin vatnssýni til efnagreiningar úr ám er falla til vesturs og norðurs.

Vegna eldsumbrotanna í Vatnajökli, er hófust í lok september 1996 ákváðu Orkustofnun og Vegagerð ríkisins að auka eftirlit með nokkrum ám, sem falla úr Vatnajökli og gætu orðið fyrir áhrifum af umbrotunum. Liður í þeirri vöktun er að fylgjast með hugsanlegum efnabreytingum á árvatninu. Megináhersla var lögð á árnar er falla úr Skeiðarárjökli og Síðujökli. Mjög takmörkuð gögn eru til um efnasamsetningu annarra áa, sem gætu orðið fyrir áhrifum frá umbrotunum, eins og Jökulsár á Fjöllum, Kreppu, Skjálfandafljóti, Koldukvísl og Tungnaá. Því var ákveðið að taka sýni úr þessum ám og greina í þeim heildarstyrk uppleystra efna, leiðni, öll aðalefni, sporfni og stöðugar samsætur til að hafa viðmiðunarsýni ef til kæmi að það þyrfti að vakta þær.

Í þessari greinargerð er, greint frá frumniðurstöðum eins og þær liggja fyrir núna. Enn á eftir að efnagreina sýnin að fullu, vinna betur úr tiltækum gögnum og nauðsynlegt er að fylgjast áfram með ánum því áhrifa gossins

gætir enn og búast má við hlaupum á næstu vikum eða mánuðum, ekki síst ef eldsumbrotin halda áfram.

## Skeiðará

Mestur viðbúnaður var við Skeiðará, þar sem vöktunin tengdist einnig samvinnuverkefni margra stofnana (Orkustofnunar, Raunvísindastofnunar, Hafrannsóknarstofnun) um að rannsaka þau áhrif, sem eldsumbrot hafa á efnasamsetningu árvatnsins og hugsanlegar afleiðingar fyrir lífríki í ánum og í sjónum við strendur landsins.

Maður frá Raunvísindastofnun háskólans hefur verið við sýnatöku við Skeiðará frá upphafi eldsumbrotanna. Hann hefur tekið sýni 2-3 á dag og greint jafnóðum rokgjörn efni ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  og pH) og leiðni, sem gefur upplýsingar um heildarstyrk uppleystra efna (stöðugra og rokgjarnra). Ekki hafa verið greind önnur efni úr þessum sýnum, enn sem komið er.

Engin greinileg breyting hefur enn sést á vatni í Skeiðará, sem túlka má sem forboða hlaups. Þó hefur pH gildið og heildarkarbónat breyst all-nokkuð frá upphafi mælinganna. Safnað hefur verið rúmlega tuttugu sýnum og er lagt til að í um helmingi þeirra verði greindir fáeinir þættir eins og súlfat, klóríð og súrefnissamsætur. Einnig er lagt til að í þremur þessara sýna verði greind öll aðalefni, þungmálmar, næringarsölt, tvívetnis-, súrefnis- og kolefnissamsætur. Pessar greiningar munu gefa góðan bakgrunn til að miða við í framtíðinni.

Nú hefur vöktun verið einfölduð þar til hlaup hefst. Lagt er til að áfram verði mæld leiðni í vatninu tvisvar á dag. Leiðni er einföld, fljótleg og ódýr mæling og til eru góð gögn um leiðni vatnsins, sem nota má til viðmiðunar. Reynsla fyrri ára hefur sýnt að við vetrarrennsli Skeiðarár mælist hækkan í leiðni nokkrum dögum eða vikum áður en hlaup hefjast. Í þessu samhengi verður þó að hafa þann fyrirvara, að efnaeinkenni vatns í yfirvofandi hlaupi, sem tengt er eldsumbrotum, gætu orðið nokkuð önnur en í venjulegum hlaupum, sem verða án eldsumbrota.

Meðan á hlaupi stendur og u. þ. b. 2 vikur eftir það, er lagt til að vöktun verði aftur með svipuðu sniði og verið hefur að undanförnu.

## **Skaftá**

Eitt sýni var tekið úr Skaftá þann 11. október s.l. Allmög sýni eru til úr Skaftá frá fyrri tíð til samanburðar. Fyrstu mælingar á sýninu benda ekki til neins óeðlilegs og virðist það hafa sambærilega efnasamsetningu og önnur sýni, sem tekin hafa verið á sama árstíma. Sögusagnir um brennisteinslykt af Skaftá 10-11. október eru ekki studdar efnagreiningum.

## **Ár vestan Vatnajökuls**

Tekin voru sýni úr Köldukvísl við Þveröldu og Tungnaá við Hófsvað þann 3. október og aftur úr Köldukvísl við Þveröldu þann 13. október. Búið er að greina rokgjörn efni, leiðni, kísil og flúor í þessum sýnum.

Mjög lítið er til af samanburðarsýnum úr þessum ám og engin frá nákvæmlega sömu stöðum og nú voru tekin sýni á. Efnasamsetningin virðist vera nokkuð eðlileg þegar litið er á fyrstu greiningar og ekkert finnst, sem bendir til kvikuáhrifa. Bæði sýnin úr Köldukvísl sýna nánast sömu niðurstöðu eftir fyrstu greiningu.

## **Ár norðan Vatnajökuls**

Vatnamælingamenn Orkustofnunar tóku fyrst sýni úr Jökulsá á Fjöllum norðan Upptyppinga þann 7. október. Þessi staður er ofan við ármótin þar sem Kreppa fellur í Jökulsá og kemur meginhluti árinnar undan austanverðum Dyngjujökli. Það kom strax í ljós að þetta sýni var afbrigðilegt, miðað við þau fáu sýni, sem til voru sambærilegar mælingar á úr Jökulsá. Bæði var leiðnin (mælikvarði á heildarmagn uppleystra efna) mun hærri en í eldri sýnum frá sama árstíma og styrkur karbónats ( $\text{CO}_2$ ) var mjög hár og verulega hærri en í eldri sýnum. Auk þess mældist vottur af brennisteinsvetni ( $\text{H}_2\text{S}$ ) í sýninu. Þetta eru allt einkenni, sem benda eindregið til áhrifa jarðhita eða eldsumbrota. Í Skeiðarárhlaupum sjást svipuð áhrif í hlaupvatninu, en þó er mjög sjaldgæft að nokkur vottur brennisteinsvetnis mælist þar, þrátt fyrir talsverða lykt.

Í framhaldi af þessu var ákveðið að taka annað sýni á sama stað og bæta við sýni úr ánni hjá brúnni við Grímsstaði. Þaðan voru til niðurstöður tveggja eldri efnamælinga. Í sömu ferð var einnig tekið sýni úr Skjálfandafljóti, sem kemur að hluta til úr vestanverðum Dyngjujökli. Þesi sýni voru tekin

10. og 11. október. Sýnið úr Skjálfandafljóti var tekið austur af bænum Mýri, um 500 m ofan kláfsins á ánni.

Eldri sýni úr Jökulsá, sem til eru gögn um í gagnagrunni Orkustofnunar, eru annars vegar tvö sýni tekin við brúna á Grímsstöðum 1983 og 1987, þar sem greind voru öll aðalefni og fjögur sýni frá 1983 þar sem greind voru örfá efni og leiðni. Þessi sýni eru tekin á tímabilinu ágúst til nóvember. Auk þessa eru til fjöldi greininga á heildarstyrk uppleystra efna í aurburðarsýnum úr Jökulsá bæði við Upptyppinga og frá brúnni við Grímsstaði. Þessar mælingar eru frá öllum árstínum. Ekki er til heildargreining á sýni úr Jökulsá við Upptyppinga í gagnagrunni Orkustofnunar, en gögn fundust um eitt sýni frá ágúst 1994, sem þýskir háskólastúdentar tóku.

Úr Skjálfandafljóti voru ekki til nein gögn um efnasamsetningu vatns.

Niðurstöður fyrstu greininga á rokgjörnum eftir meðal, leiðni, kísli og flúor benda til að allt sé eðlilegt í Skjálfandafljóti, þótt þar sé reyndar engin eldri viðmiðun til. Þar eru engin merki þess að jarðhiti eða eldsumbrot hafi áhrif á efnasamsetningu vatnsins.

Sýnin tvö úr Jökulsá við Upptyppinga eru mjög svipuð og jafnframt frá-brugðin því eina eldra heilsýni, sem til er þaðan. Efnastyrkur jökuláa er venjulega sveiflukenndur eftir árstínum. Hann er eðlilega lægstur á sumrin þegar áhrif leysingar eru mest og hæstur á veturna. Sveiflur í efnastyrk eru misjafnar eftir ám og í Jökulsá á Fjöllum er þekkt að þær eru miklar. Heildarefnastyrkur í Jökulsá á Fjöllum við Upptyppinga hefur mælst hæstur um 130 mg/l. Leiðnin, sem er mælikvarði á uppleyst efni, er 4-5 falt hærri í báðum nýju sýnum frá Upptyppinum, en í viðmiðunarsýninu. Það sýni er tekið í ágúst og því ekki alveg sambærilegt. Leiðni mælist tvöfalt til þrefalt hærri í sýninu frá brúnni en í sex eldri sambærilegum viðmiðunarsýnum þaðan. Leiðnimælingar á nýju sýnum benda til að heildarefnastyrkur sé nálægt 200 mg/l í Jökulsá við Upptyppinga og um 140 mg/l við brúna. Þar sem karbónat, sem er rokgjarnt efni, hefur áhrif á leiðnina gæti heildastyrkurinn verið nokkuð lægri. Ekki er enn búið að ljúka mælingum á heildarefnastyrk sýnanna. Niðurstöður þeirrar mælinga munu liggja fyrir á næstu dögum og þá mun fást traustari samanburður við eldri niðurstöður, því eins og fram kom hér á undan er mest til af gögnum um þennan þátt. Til samanburðar má geta þess að mælingar á rokgjörnum eftir meðal í vatni úr hveralæknum í Kverkfjöllum í ágúst 1991, sýndu talsvert lægra karbónat en nú mælist í Jökulsá og ekkert brennisteinvetni mældist þar. Þótt um sé að

ræða sýni tekið í ágúst bendir þetta eindregið til þess að breyting á efnasamsetningu í Jökulsá sé ekki vegna áhrifa frá hveravirkni í Kverkfjöllum.

Það er mjög áberandi að Jökulsá er óvenju vatnsmikil og gruggug miðað við árstíma. Hlýtt hefur verið miðað við árstíma og gæti það verið orsókin. Hins vegar er rennsli í Kreppu svo og í Skjálfandafljóti eðlilegt, miðað við árstíma. Ekki er augljóst hvað ætti að valda slíkum mun í bráðnun milli Dyngjujökuls og Brúarjökuls og á milli austur- og vesturhluta Dyngjujökuls. Rennlismælingar þann 3. október s.l. gáfu um  $176 \text{ m}^3/\text{s}$  rennsli í Jökulsá við Upptyppinga og um  $32 \text{ m}^3/\text{s}$  í Kreppu. Meðalrennsli ánna í október er  $75 \text{ m}^3/\text{s}$  úr Jökulsá (jaðargildi 37-188) og  $23 \text{ m}^3/\text{s}$  í Kreppu (jaðargildi 3-144). Til samanburðar er meðalrennsli í Jökulsá í ágúst um  $185 \text{ m}^3/\text{s}$ . Með öðrum orðum sagt má segja að Kreppa og Skjálfandafljót hafi náð eðlilegu meðalhaust- eða vetrarrennsli en í Jökulsá er enn summarrennsli (um  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  meira en eðlilegt má telja).

Lagt er til að fylgst verði með hugsanlegum breytingum í efnasamsetningu vatns í Jökulsá á Fjöllum á næstunni. Einfaldasta og ódýrasta tilhögun á því eftirliti er að fela bón danum á Grímsstöðum að mæla leiðni í vatninu t.d. annan hvorn dag að öllu óbreyttu. Haft verði samráð við Orkustofnun og mun hún leggja til búnað til að taka sýni til greiningar á brennisteinsvetni og öðrum rokgjörnum efnum ef ástæða er talin til.

## Helstu niðurstöður

Engin áhrif eldsumbrota hafa sést í Skeiðará, í ám vestan Vatnajökuls né í Skjálfandafljóti. Líklegast er að óeðlileg efnasamsetning vatns í Jökulsá á Fjöllum eigi rætur að rekja til umbrotanna í Vatnajökli, hvort sem þar er um beinan leka frá eldstöðvunum að ræða eða bráðnun vegna aukinnar jarðhitavirkni. Nyrsti hluti gossprungunnar, þar sem stærsti sigketillinn myndaðist er norðan vatnaskila í jöklínnum og því á vatnasviði Jökulsár á Fjöllum. Landslagi undir Jöklínnum hallar þaðan til norðurs og mundi vatn, sem safnast þar fyrir eiga greiða leið til austurs og síðan til norðausturs undir Dyngjujökli og til Jökulsár. Óvist er á hvern hátt eldgosið hefur haft áhrif á vatnaskil og rennslisleiðir undir jöklínnum. Hin greinilegu kviku- eða jarðhitaáhrif í vatni Jökulsár og hið mikla rennsli gætu þó bent til þess að síðustu vikur hafi um  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  af vatni runnið frá nyrsta hluta eldstöðvanna til Jökulsár á Fjöllum.

## **Tillögur um framhald mælinga.**

Lagt er til að mæld verði leiðni í vatni úr Skeiðará tvisvar á dag fram að hlaupi en þá verði aftur tekin upp sambærileg vöktun og var meðan á gosi stóð.

Lagt er til að fylgst verði með hugsanlegum breytingum á efnasamsetningu vatnsins í Jökulsá á næstu vikum með leiðnimælingum.

## **Höfundar**

Eftirtaldir aðilar hafa unnið þessa greinargerð:

Hrefna Kristmannsóttir, Orkustofnun - Jarðhitadeild  
Axel Björnsson, Norrænu eldfjallastöðinni  
Svanur Pálsson, Orkustofnun, Vatnsorkudeild  
Sigurður R. Gíslason, Háskóla Íslands  
Ásgeir Gunnarsson, Orkustofnun - Vatnamælingum

Auk þessa hafa fjölmargir aðilar tekið þátt í sýnatöku, efnagreiningum og umræðum um framkvæmd mælinga og túlkun niðurstaðna