



Jarðfræðikortlagning á Torfajökulssvæðinu.
Staða verksins í lok árs 1994

Guðmundur Ómar Friðleifsson, Kristján Sæmundsson

Greinargerð GÓF-KS-94-06

Jarðfræðikortlagning á Torfajökulssvæðinu

Staða verksins í lok árs 1994

1. Inngangur

Jarðfræðikortlagning á Torfajökulssvæðinu er hluti af samvinnuverkefni Orkustofnunar og orkufyrirtækja, Rannsókn jarðhita til raforkuvinnslu, og fellur þar undir verkþáttinn: **Yfirborðsrannsóknir á Torfajökulssvæði** (Valgarður Stefánsson, 1994).

Jarðfræðikortlagningin hófst 1992. Útivistu er einungis hægt að vinna síðsumars eftir að snjóá leysir og mislangt fram eftir hausti eftir árferði, enda er rannsóknarsvæðið mest allt í yfir 600 m hæð. Hæsti tindur er í Kaldaklofsfjöllum, Háskerðingur (1281 m), en megin hluti eldstöðvarinnar myndar hálendi í um og yfir 900 m hæð. Djúp gil skerast inn í það norðaustantil, Vondugil, Brandsgil, Jökulgil, Þrengsli, Stóra Hamragil og Sveinsgil. Að norðvestanverðu eru ágætar opnur í berglög í Klukkugili og upp með Dalakvísl. Að sunnverðu skerast hins vegar mörg þröng gil inn í hálendisbrúnina, svo sem ónefnt gil við Laugarháls norðan við Strútslaug, ónefnt gil í Kaldaklofi ásamt Mangagili, og svo Ljósárgil, auk fjölmargra annara ónefndra gilja. Mörg þessara ónefndu gilja eru engin smásmíði, 1-2 km löng og 100-300 m djúp og flest hver ógreiðfær ef ekki ófær.

Að loknum þremur sumrum hefur tekist af fara yfir mestan hluta eldstöðvarinnar en kortlagningin er þó mislangt á veg komin, og skemmra í syðri hluta eldstöðvarinnar, frá Muggudölum í austri og allt vestur fyrir Rauðfossafjöll 25-30 km vestar.

Torfajökulseldstöðin er stærsta megineldstöð landsins. Aðgengi er misgott og er hún víða erfið yfirverðar, einkum þó sunnan og suðaustantil. Ganga þarf út frá Fjallabaksleiðunum nyrðri og syðri, eða út frá Hraftinnuskersleið, en auk þess er bílfært um Jökulgil nyrðra seint á haustin þegar lítið er í Jökulgilskvísl. Komast má eftir slóðum inn að Strútslaug, um Skófluklif á góðum torfærubíl, og inn með Kaldaklofskvísl að rótum Torfajökuls og Kaldaklofsfjalla, auk þess sem aka má spölkorn uppeftir Ljósárgili og að hálendi Ljósártungna upp með Markarfljóti austan megin. Út frá þessum leiðum þarf síðan að ferðast á tveimur jafnfljótum. Yfirleitt hefur verið gist í nálægum skálum og unnið út frá þeim, en stundum þó tjaldað nær vinnustað til að spara ferðatíma því vinnubjart er vart nema 10-12 stundir á haustdögum, og yfirferð er mikil.

Jarðfræðikortlagningin nær til um 500 km² svæðis. Svæðið er sporöskjulaga, rúmlega 15 km í þvermál í NNA-stefnu og yfir 30 km langt í VNV-stefnu. Súrt berg þekur mestan hluta svæðisins, en að því leggjast basískir móbergshryggir og ganga þeir flestir upp að súra berginu en einstaka þó innundir. Meginhluti súra bergsins er innan sporöskjulagaðrar öskju, en súr eða ísúr gos undir jökli urðu langs eftir ætluðum öskjuríma mest allan hringinn.

2. Jarðfræðikortlagning

Við kortlagninguna eru notaðar loftmyndir frá ýmsum tímum, en einkum þó frá 1980, nýútgef-in kort frá Landmælingum Íslands í kvarðanum 1:50.000, (1812 I, 1813 II, 1912 IV, og eldri útgáfur sömu korta), og tiltæk Orkustofnunarkort í kvarðanum 1:20.000. Tvö þeirra ná inn á suðurhluta eldstöðvarinnar, sunnan við A-V línu frá Muggudölum í norðurbrún Laufafells (blöð 3437 og 3537). Hluti er svo til af kortblaði 3438 (Landmannalaugar) mælt af RARIK 1959 og teiknað af A.I.B. Stokkhólmi 1965, en það kortblað nýttist lítið. Kort í 1:20.000 eru einkar gagnleg við hverskyns jarðfræðikortlagningu vegna nákvæmni. Á þeim eru hæðarlínur á 5 m bili og nákvæmnin í staðsetningum slík að gögn má færa beint inn á kortblaðið, svo sem hvergi og laugar, hitastig í þeim, ummyndunargerð, kaldavatnslindir, auk hverskyns jarðlaga-upplýsingum svo sem ásynðarbreytingum í jarðlagamyndunum o.fl. Skortur á endurskoðuðu og fullteiknuðu kortblaði 3438 og næsta blaði þar fyrir vestan (3538) er tilfinnanlegur því meginhluti jarðhitasvæðanna á Torfajökulssvæðinu er á þeim kortablöðunum. Ekki síst er þessi skortur ergilegur vegna þess að kortablöðin allt um kring eru til fullteiknuð, og allt svæðið hefur þegar verið landmælt. Loftmyndirnar frá 1980 eru auk þess nothæfar til kortagerðarinnar, en þær ná þekju yfir allt blað 3438 og eystri hluta blaðs 3538, allt vestur í Rauðfossafjöll yfir mest allt rannsóknarsvæðið. Ekkert er því til fyrirstöðu að þessi tvö kortablöð séu teiknuð strax í vetur, nema e.t.v. fjárskortur, en áætlaður kostnaður við teiknun þeirra nemur 2.5 Mkr. Við leggjum til að reynt verði að hraða teiknun kortablaðanna sem mest, þannig að þau gagnist strax næsta sumar.

Sumarið 1992 var útvinnutíma að mestu varið í norðausturhluta eldstöðvarinnar upp frá öllum stærstu giljunum í nágrenni Landmannalauga, suður að Torfajökli, vestur að Reykjafjöllum og norður í Háöldu. Á því svæði var að nokkru hægt að byggja á eldri jarðfræðigögnum um jarðlagaskipan, allt frá 1966 (Kristján Sæmundsson, 1969, 1972, 1979, 1988; Grétar Ívarsson, 1992), og höfuðáhersla lögð á að reyna að skipta jarðlagamyndunum upp af meiri nákvæmni. Elstu jarðlög innan öskjunnar eru talin sjást í Brandsgiljum og Vondugiljum. Jarðlagamyndunin er kennd við Brandsgil og kölluð Brandsgiljamyndun. Elsta bergið í henni er flikrubergr í Vondugiljum, talið myndað á síðasta hlýskeiði fyrir um 115-125 þúsund árum, en yngri hlutinn er frá byrjun síðasta jökulskeiðs. Ofan á Brandsgiljamyndun leggst svokölluð Jökulgilsmyndun, sem talin er mynduð um miðbik síðustu ísaldar, og er hún jafnframt stærsta jarðlagasyrpan á Torfajökulssvæðinu. Hún skiptist í margar goseiningar. Yngst af berglagasyrpum frá síðustu ísöld, er svo Bláhnúksmyndun, kennd við Bláhnúk ofan Landmannalauga. Sú myndun hefur einkum fundist í útjöðrum eldstöðvarinnar, nema í Bláhnúk. Eftir kortlagningu okkar undanfarin sumur er þó ljóst að hún finnst mun víðar innan eldstöðvarinnar.

Sumarið 1993 var skorið úr nokkrum vafaatriðum á svæðinu sem byrjað var á 1992, og síðan haldið áfram með kortlagninguna langs eftir norðurbrún eldstöðvarinnar allt frá Kirkjufelli í austri vestur að Rauðfossafjöllum og í Krókagiljabrúnir, 30 km vestar. Jafnframt var einu úthaldi varið sunnan við Torfajökul, og hann kortlagður að sunnaverðu langleiðina frá Kaldaklofi að Strútslaug, og að ofanverðu frá Hábarmi suður á nyrsta tind (1175 m). Þoka og stuttir dagar töfðu þó verkið þar að nokkru og eftir er að fylla í eyður í austanverðum Torfajökli.

Sumarið 1994 var eingöngu unnið í sunnanverðri eldstöðinni. Dvalið var nokkra daga í Kaldaklofi og haldið áfram með kortlagningu frá Torfajökli og vestur í Kaldaklofsfjöll. Í næsta úthaldi var unnið út frá Hrafninnuskeri og farið yfir sama svæði uppi á hálendisbrúninni og í

Reykjafjöllum og Kaldaklofsfjöllum vestanverðum, þar sem byrjað var á yfirferð í Jökulgili syðra. Samferð var höfð með sýnatökumönnum af Jarðefnafræðideild og þeim leiðbeint inn á hverasvæðin í suðausturhluta svæðisins til sýnatöku á vatni, gufu og gasi. Þarna kom 1:20.000 kortablað 3437 að góðu gagni og var byrjað að færa beint inn á kortið alla hveri og laugar. Ljóst er að ónákvæmni er umtalsverð á fyrirliggjandi jarðhitakorti, a.m.k. þarna á austanverðu svæðinu, enda er kortið þar að hluta til byggt á infrarauðum loftmyndum. Þannig eru volgru-svæði til dæmis full fyrirferðamikil á kortinu, meðan bullandi hveraugu sjást varla eða ekki. Fyrirliggjandi jarðhitakort er því mjög ófullkomið. Fyrirhugað er að halda áfram með jarðhita-kortlagningu samhliða jarðfræðikortlagningunni, a.m.k. á 1:20.000 kortablöðunum. Þriðju ferðinni 1994 var síðan varið í Ljósártungum og Jökultungum, allt frá Laufafelli og austur í Kaldaklofsfjöll. Unnið var út frá Dalakofa og skála FÍ við Álftavatn. Allgott yfirlit náðist en gloppur eru í kortinu og þarf að fylla í þær.

Meðal helstu ávinninga fram til þessa, auk nákvæmrar kortlagningar aðskiljanlegra jarðmynda-anna, má e.t.v. geta eftirtalina, þó áframhaldandi vinna geti breytt hugmyndunum. Elsta flikrubergið í Vondugiljum, sem finnst þar inni í upplýftri miðju öskjunnar, finnst utan á Torfajökulseldstöðinni í Klukkugil og við Dalakvísl. Undir því liggur þá eldra berg, auk þess sem flikrubergið í Vondugiljum og miðja eldstöðvarinnar hefur fyrst sigið niður um 1/2-1 km, og síðan lyftst upp aftur um einhverja tugi eða hundruð metra, sem aftur gefur vísbendinu um umtalsverð innskot á miðjusvæðinu.

Jarðhitavirknin á svæðinu lengist um 2-3 km til austurs, því sjóðandi hverir fundust í u.þ.b. 1100 m hæð í Torfajökli, utan við öskjurimann. Goshryggir úr Bláhnúksmyndun hafa fundist nokkrir innan öskjunnar á svæðinu frá Sveinsgili í Kaldaklofsfjöll. Jafnframt er nokkuð orðið ljóst að réttlætlegt er að skipta Jökulgilsmyndun upp í a.m.k. tvær aðskildar myndanir þar sem flest háfjöll frá Hábarmi vestur í Ljósártungur tilheyra yngri mynduninni. Hún er hér kölluð Torfajökulsmyndun og einkennist af felspat-stakdílóttu líparíti. Dílámagn í Bláhnúks-mynduninni er umtalsvert meira, líklega tvöfalt, og eru myndanirnar því vel aðgreinanlegar, ásamt því að sú yngri er fersklegri og glerjaðri. Stórir flákar af áður óþekktum "hrafntinnu-hraunum" runnum á yfirborði hafa fundist, og gætu þau verið frá síðasta hlýskeiði. Það fyrra er í Krókagiljabrúnum, runnið frá Rauðfossafjöllum, og töldum við þá (1993) að hraunið kynni að hafa troðist fram undir jökli. Síðastliðið sumar fannst síðan annað ellilegt líparíthraun þvert yfir allt Kaldaklof milli Torfajökuls og Kaldaklofsfjalla. Ofan á Kaldaklofshraunið leggjast síðan tveir þunnir basískir NA-SV móbergshryggir af svipuðum aldri og fjölmargir aðrir mjóslegnir basískir/ísúrir móbergshryggir í Reykjafjöllum og í Kaldaklofsfjöllum. Fyrirliggjandi jarðsögumynd, um að allt súra bergið í Torfajökulseldstöðinni sé yngra en 125 þúsund ára, riðar því til falls sem stendur og lítur svo út að elstu jarðlög á yfirborði gætu verið allt að 100 þúsund árum eldri eða frá næst síðasta hlýskeiði, og þar með yrði öskjusigið mun eldra líka.

Loks má geta þess að nútímagossöð, líklega frá því snemma á nútíma, fannst sunnan í Kaldaklofsfjöllum, austan við Svartahrygg. Þar er stutt gossprungu sem þeytt hefur af sér talsverðu af gjalli og hraunkúlum, mörgum með feiknalega fallegum þrældílóttum hnyðlingum úr súru Bláhnúkslegu bergi. Jafnframt hefur lappunnt hraun runnið frá gossprungunni og myndar svuntur innan um gjallið. Bergið virðist vera ísúrt. Þetta áður óþekktu nútímagos sunnan í Torfajökulseldstöðinni er það eina sinnar tegundar þar, en nútímagossprungur og súr og basísk hraun innan eldstöðvarinnar og norðan við eru löngu þekkt og hafa mikið verið rann-sökuð (t.d. Kristján Sæmundsson, 1972, 1982; McGarvie, 1984, 1985, o.fl. 1990; Grétar Ívars-

son, 1992, Blake 1982, 1984; Walker 1966, 1974, Karl Grönvold, 1972, O'Nions og Grönvold, 1973; Todhunter, 1975; Sveinn Jakobsson, 1979; Mork 1982, 1984).

Fyrri rannsóknir, og þá ekki síst bergefnafræðirannsóknir Grétars Ívarssonar (1992), hafa sýnt að ákveðið bergfræðilegt þróunarferli virðist hafa átt sér stað, þannig að berggerðir verði alkáliskari með tíma og síðast blandaðar þóleíti. Af því tilefni þótt okkur sjálfsagt að kanna með ýtarlegri sýnatöku samhliða kortlagningunni, hvort ætluð bergefnafræðileg þróun gæti ekki nýst okkur við kortlagningu og tengingar bergmyndanna í eldstöðinni. Sýnataka hófst því strax 1992, og jókst 1993 og 1994. Alls hefur nú verið safnað 255 bergsýnum. Allflest þeirra verða send til bergefnagreininga upp úr næstu áramótum, en nokkur sýnanna eru þó af jarðhitaútfellingum. Bergsýnin hafa öll verið flokkuð til jarðlagamyndanna og sýnasafnið orðið það stórt að úrvinnsla efnafræðigagna ætti að skila marktækum niðurstöðum strax á næsta ári.

3. Framhald verksins

Í byrjun næsta árs er fyrirhugað að senda bergsýni út til efnagreina, og verður væntanlega hægt að hefjast handa við úrvinnslu efnafræðigagna næsta vor.

Haldið verður áfram með kortagerðina. Öllum fyrirliggjandi kortagögnum varðandi jarðlagamyndanir frá sunnanverðum Torfajökli verður komið inn á frumkort í 1:20.000 til varðveislu. Ljósrit af þeim kortum er svo fyrirhugað að fara með til viðbóta á sama svæði, frá Laufafelli og austur fyrir Muggudali næsta sumar. Frumkortlagning þar ætti að geta klárast í tveimur 10 daga úthöldum ef veður leyfir. Alls er reiknað með a.m.k. fjórum úthöldum.

Öll fyrirliggjandi kortagögn frá norðurhluta eldstöðvarinnar eru þegar kominn inn á "master"-kort. Vafaatriði á þeim hluta verða skoðuð næsta sumar og bætt við kortin nær miðju eldstöðvarinnar. Jafnframt er fyrirhugað að safna bergsýnum úr helstu móbergshryggjunum norðan við eldstöðina. Áætla má eitt 10 daga úthald til þessa verkþáttar.

Ef tími, veður og fjármagn leyfir verður síðan farið yfir miðbik eldstöðvarinnar, með tengingar og kortlagningu í fyrirrúmi, samhliða því sem jarðhitasvæðin verða kortlögð nákvæmlega. Æskilegt er að kortablöðin í kvarðanum 1:20.000, sem óteiknuð eru og getið var í inngangi, lægju fyrir.

Vetrinum 1995/1996 yrði síðan varið til að teikna frumgerð af jarðfræðikorti. Unnið yrði úr bergfræðigögnum, og hafist yrði handa við skrif ýtarlegrar jarðfræðiskýrslu og jarðhitasýrslu þann vetur.

Síðsumars 1996 yrði síðan varið til að kanna öll vafaatriði á fyrirliggjandi kortum, og til að fylla upp í hugsanlegar eyður sem þá kunna að liggja fyrir. Fullunnin frumgerð af jarðfræðikorti ætti þá að sjá dagsins ljós vetur 1996/1997, ásamt skýrslu um þennan þátt yfirborðsrannsóknarinnar.

Reykjavík 21. desember 1994,

Guðmundur Ó. Friðleifsson

Kristján Sæmundsson

Yfirlitskort af Torfajökulssvæðinu



Mælikvarði 1:100 000

SCALE

1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 km.

- Reiðvegur
Bridle path
- Merkt göngusíð
Foot path
- Varðaður vegur
Path marked by carns
- Götur í bättvævi
Through streets in built-up areas

- Aflaugar flugvöllur
Closed, abandoned airfield
- Þvöflflugvöllur

- Sjúkrahús, heilsugæslustöð
Hospital, health care centre
- Skóli
School

- Háspennulína 6-22 kV
Power transmission line
- Háspennulína 33 kV, 66 kV,
132 kV og 220 kV

- Útsýnisstaður, hring
Panoramic view
- Náttúrurætti
Natural monument
- Fólkvangur, trúland
Regional park, nature r
- Gísthús, hótél
Hostel
- Gísthús, sumarhóte
Summer hotel

Tilvitnanir:

- Blake, S., 1982. Physical aspects of selected volcano-magmatic processes. PhD-thesis. University of Lancaster. 200 p.
- Blake, S., 1984. Magma mixing and hybridization process at the alcalic, silicic Torfajökull central volcano, triggered by tholeiitic Veidivötn fissuring, South Iceland. *J. Volcanol. Geothermal Res.* 22, pp 1-31.
- Grétar Ívarson, 1992. Geology and Petrochemistry of the Torfajökull Central Volcano in Central South Iceland, in Association with the Icelandic Hot Spot and Rift Zones. PhD-thesis, University of Hawaii, 332 bls.
- Karl Grönvold, 1972. Structural and petrochemical studies of the Kerlingarfjöll region, Central Iceland. PhD-thesis, Oxford University, 237 p.
- Kristján Sæmundsson, 1969. Infrared imagery of Torfajökull thermal area. *Orkustofnun, skýrsla*, 22 bls.
- Kristján Sæmundsson, 1972. Jarðfræðiglefsur um Torfajökulssvæðið. *Náttúrufræðingurinn*, 42, bls. 81-99.
- Kristján Sæmundsson, 1979. Outline of the Geology of Iceland. *Jökull* 29, bls. 7-28.
- Kristján Sæmundsson, 1982. Öskjur á Íslandi. *Eldur í Norðri*, Sögufélagið, Reykjavík, bls. 221-239.
- Kristján Sæmundsson, 1988. Jarðfræðipáttur um Torfajökulsöræfi. *Árbók Ferðafélags Íslands* 1988, bls. 194-180.
- O'Nions, R.K. and K. Grönvold, 1973. Petrogenetic relationships of acid and basic rocks in Iceland: Sr-isotopes and rare-earth elements in late and postglacial volcanics. *Earth and Planet.Sci.Lett.* 19, pp. 397-409.
- McGarvie, D., 1984. Torfajökull: A volcano dominated by magma mixing. *Geology* 12, pp. 685-688.
- McGarvie, D., 1985. Volcanology and petrology of mixed magmas and rhyolites from the Torfajökull volcano, Iceland. PhD-thesis, University of Lancaster, 260 p.
- McGarvie, D., R. MacDonald, H.G. Pinkerton og R.L.Smith, 1990. Petrogenetic Evolution of the Torfajökull Volcanic Complex, Iceland II. The Role of Magma Mixing. *Journal of Petrology*, Vol. 31, Part 2, pp.461-481.
- Mork, M.B.E., 1982. Magma mixing in the post-glacial Veidivötn fissure eruption south-east Iceland. A microprobe study of mineral and glass variations. *Norræna Eldfjallstöðin*, skýrsla 8205, 53 bls.
- Mork, M.B.E., 1984. Magma mixing in the post-glacial Veidivötn fissure eruption south-east Iceland. A microprobe study of mineral and glass variations. *Lithos* 17: pp. 55-75.
- Sveinn P. Jakobsson, 1979. Petrology of Recent basalts of the Eastern Volcanic Zone, Iceland. *Lithos* 5, pp. 365-386.

Todhunter, R., 1975. A descriptive account of the geomorphology of the south-west Mare Imbrium interpreted with the aid of a comparative study of selected Icelandic lava flows. PhD-thesis. University of Lancaster, 174 p.

Valgarður Stefánsson, 1994. Rannsókn jarðhita til raforkuvinslu. Orkustofnun, greinargerð, VS/94-03, 6 bls.

Walker, G.P.L., 1966. Acid volcanic rocks in Iceland. Bull. Volcanol. 29, pp. 375-406.

Walker, G.P.L., 1974. Eruptive mechanisms in Iceland. In: L. Kristjánsson (Ed.) Geodynamics of Iceland and the North Atlantic Area. Reidel Dordrecht, Holland, pp. 189-202.