

Eruptions in Grímsvötn, Vatnajökull, Iceland, 1934-1991

MAGNÚS T. GUÐMUNDSSON and HELGI BJÖRNSSON

Science Institute, University of Iceland

Dunhaga 5, 107 Reykjavík

ABSTRACT

During the period 1934 to 1991 evidence has only been found for three or four volcanic eruptions within the Grímsvötn volcanic centre, i.e. the directly observed eruptions in 1934, 1938, 1983, and probably a small eruption in 1984, deduced from seismic tremors. Tephra layers observed by visitors in the northwestern part of the Grímsvötn depression in the period 1934 to the 1960's have been misinterpreted as signs of eruptions; the very same ash cover was observed throughout the period. This ash cover dates back to the eruption of 1934, but earlier Grímsvötn eruptions may have contributed to its formation. Reported openings in the ice shelf (1945, 1954, 1960) are considered not to be signs of eruptions but could be explained by either steam explosions of hydrothermal reservoirs sealed by impermeable caprock or by increased upwelling of hydrothermal fluid in reservoirs of high permeability due to pressure release during lowering of the Grímsvötn lake level in jökulhlaups. Frequent jökulhlaups in the period 1938-1948 can be adequately explained by high melting rate at the site of the eruption of 1938.

The eruptions of 1934 and 1983 produced hyaloclastites of volume $30\text{-}40\cdot 10^6\text{ m}^3$ and $10\cdot 10^6\text{ m}^3$, respectively. The eruption of 1938, on the other hand, produced volcanic material of the order of $400\cdot 10^6\text{ m}^3$ and may have been the third largest eruption in Iceland this century, after Hekla in 1947 and Surtsey in 1963-1967. The volume of material erupted in Grímsvötn since 1600 AD has been estimated of the order of 2.3 km^3 and the total production may have been $3\text{-}5\text{ km}^3$ in historical times.

- frá 1942 [An expedition to Grímsvötn in 1942]. *Jökull*, **34**, 180-185.
- Steinþórsson, S. 1977. Tephra layers in a drill core from the Vatnajökull ice cap. *Jökull*, **27**, 1-27.
- Steinþórsson, S., and N. Óskarsson. 1986. Energetics of hydrothermal systems. *Proc. 5th Int. Symp. on Water-Rock Interaction*. 535-539.
- Sæmundsson, K., 1982. Öskjur á virkum eldfjallasvæðum á Íslandi [Calderas within the active volcanic zones in Iceland] In Þórarinsdóttir, H., Ó.H. Óskarsson, S. Steinþórsson and Þ. Einarsson eds.: *Eldur er í Norðri*. Sögufélag, Reykjavík, 221-239.
- Tómasson, H. 1974. Grímsvatnahlaup 1972, mechanism and sediment discharge. *Jökull*, **24**, 27-39.
- Tryggvason, E. 1960. Earthquakes, jökulhlaups and subglacial eruptions. *Jökull*, **10**, 18-22.
- Wadell, H. 1920. Vatnajökull. Some studies and observations from the greatest glacial area in Iceland. *Geogr. Annaler*, **4**, 300-323.
- Williams, H., and A.R. McBirney. 1979. *Volcanology*. Freeman, Cooper Co., San Francisco. 397 pp.
- Þórarinsson, S. 1953a. Some new aspects of the Grímsvötn problem. *J. Glaciology*, **4**, 267-274.
- Þórarinsson, S. 1953b. The Grímsvötn expedition June-July 1953. *Jökull*, **3**, 6-22.
- Þórarinsson, S. 1955. Mælingaleiðangurinn á Vatnajökli vorið 1955 [The 1955 Grímsvötn expedition]. *Jökull*, **5**, 27-29.
- Þórarinsson, S. 1967. Hekla and Katla. The share of acid and intermediate lava and tephra in the volcanic products through the geological history of Iceland. In: Björnsson, S. ed.: *Iceland and mid-ocean ridges*. *Soc. Sci. Isl.*, **38**, 190-197.
- Þórarinsson, S. 1974. *Vötnin Stríð. Saga Skeiðarárhlaupa og Grímsvatnagosa* [The swift flowing rivers. The history of Grímsvötn jökulhlaups and eruptions]. Menningarsjóður, Reykjavík. 254 pp.
- Þórarinsson, S., and S. Sigurðsson. 1947. Volcano-glaciological investigations in Iceland during the last decade. *The Polar Record*, **33**, 50-64.

Ágrip

GOS Í GRÍMSVÖTNUM 1934-1991

Gossaga Grímsvatna hefur verið nokkuð til umræðu hin síðustu ár, einkum í kjölfar gossins 1983 sem var mun minna en önnur þekkt gos í Grímsvötnum. Hefur m.a. verið spurt hvort smá gos kunni að hafa orðið án þess að þeirra yrði vart. Til þess að varpa frekara ljósi á gossögu Grímsvatna hafa höfundar kannað loftmyndir, flugljósmyndir, ljósmyndir teknar á jörðu niðri, frásagnir af leiðöngrum til Grímsvatna auk nýlegra jarðeðlisfræðilegra gagna. Engar heimildir eru um ferðir til Grímsvatna þar til tveir sænskir jarðfræðingar komu þangað síðsumars árið 1919. Næstu ferðir til Grímsvatna voru í gosinu 1934 en eftir það hefur verið fylgst nokkuð reglulega með Grímsvötnum bæði í leiðöngrum og flugferðum. Frá og með gosinu 1934 er því hægt að ráða í atburði og nú má styðjast við nýleg kort af yfirborði og botni jökulsins á svæðinu við túlkun gagnanna (1. og 2. mynd).

Í Grímsvatnagosinu 1934 voru þrjár gígar virkir innan Grímsvatnaöskjunnar. Tveir litlir gígar voru í suðvesturhorni Vatnanna en aðalgígurinn var norðanundir Svíahnúk Vestri. Þar opnaðist vök, 500-600 m í þvermál með lóðréttum ísveggjum (3. mynd). Í vökinni miðri myndaðist sporöskjulaga eyja og var hún að öllum líkindum gígarmur (5. og 6. mynd). Gosið virðist hafa staðið í a.m.k. tvær vikur. Gosið 1983 varð á svipuðum stað og megingosið 1934 (2. og 6. mynd) og þá myndaðist einnig vök (4. mynd), mjög áþekkt þeirri sem fyrr varð til. Eyja reis upp í vökinni eins og 1934 en gosið 1983 var þó talsvert minna og stóð í aðeins 5-6 daga. Rúmtak gosefna 1934 var 30-40 milljón m³ en um 10 milljón m³ 1983. Talsverður hiti var merkjanlegur á gosstöðvunum eftir bæði gosin og hélst hann í nokkur ár.

Í maí 1938 kom óvænt stórhlaup í Skeiðará, aðeins fjórum árum frá hlaupinu 1934. Mikil sigdæld hafði myndast norðan Grímsvatna (7. mynd) og vatn runnið þaðan niður í Grímsvötn og komið af stað

hlaupi. Sigdældin var um 8 km löng og teygðist til norðurs frá norðvesturkrika Grímsvatna. Rúmtak hennar var 2-3 km³. Talið er að gos hafi orðið undir jöklinum og myndað sigdældina. Flugmyndir frá sumrinu 1938 (8. mynd) sýna að nyrst í sigdældinni hefur gosið náð upp úr jöklinum en þar þakti öskuflekkur nokkurt svæði eftir að kom fram á sumarið. Íssjármælingar yfir gosstöðvunum hafa leitt í ljós að 70-200 m hár hryggur liggur þar sem sigið varð 1938 (9. mynd). Rúmtak hans er nálægt 400 milljónum m³ og líklega hefur hann myndast í gosinu 1938. Hefur þetta gos því verið með stærstu gosum á Íslandi á þessari öld; af gosum með þekkt rúmmál gosefna eru aðeins Heklugosið 1947 og Surtseyjargosið 1963-1967 stærri. Sigdældin frá 1938 fylltist að miklu leyti innan fárra ára. Þó má marka af sigkötum yfir gosstöðvunum að það tók gosefnin allnokkur ár að kólna að fullu (10. mynd).

Ljóst er af þeim gögnum sem til eru (frá 1934, 1938 og 1983) að við gos dreifist aska yfir jökulinn, vök eða sigdæld myndast yfir gosstöðvunum og er hún sýnileg í nokkur ár eftir gosið vegna kælingar gosefnanna. Þá myndast í gosinu hryggur eða gíg-hrúgald. Þessar staðreyndir þarf að hafa til hliðsjónar þegar líkur á gosi á tilteknum tíma eru metnar.

Ýmislegt hefur þótt benda til þess að oftar hafi gosið í Grímsvötnum en í þau þrjú skipti sem að framan eru talin. Hefur þar verið bent á öskulög sem sést hafa á yfirborði jökulsins, myndun sigkatla og óeðlilega stutt bil milli hlaupa. Í ljós kemur hins vegar að á tímabilinu frá 1934 og fram yfir 1960 sást lítil eða engin aska að vori til en síðla sumars og að hausti þakti aska norðvesturhluta Grímsvatna (9.-13. mynd). Hér var hins vegar um að ræða sömu öskuna allan tímann, þ.e. frá gosinu 1934, e.t.v. blandað ösku úr eldri gosum. Svo virðist að öll vetrarákoman hafi bráðnað á sumrin í norðvesturhluta Grímsvatna og þar hafi því verið leysingasvæði. Hin mikla leysing á þessu tímabili stafaði af áfoki ösku af jökulvana svæðum og úr aurkeilum og hryggjum sem fljótt stungu kollinum undan vetrarsnjónum í norðvesturhluta Grímsvatna. Við áfokið dökknaði snjórinn og glepti mun stærri hluta sólgeislunarinnar en hreinn snjór. Á sjötta áratugnum minnkaði hins vegar leysingasvæðið ört og var alveg horfið um 1970 (12. mynd). Orsakir þess voru minna áfok þegar jökulvana

svæði minnkuðu vegna þess að dró úr jarðhita í Grímsvötnum auk þess sem kólnandi veðurfar gæti hafa átt hlut að máli.

Í lok hlaupanna 1945 og 1954 mynduðust sigkatlar með lóðréttum veggjum í norðvesturkrika Grímsvatna (14. mynd). Hafa þeir verið taldir til sannindamerkis um eldgos. Svæðið þar sem ketillinn myndaðist 1954 hefur hins vegar verið kannað með íssjá og sjást þar engin merki gíghrúgalds eins og búast mætti við ef gos hefði orðið (2. mynd). Því verður að telja ólíklegt að ketillinn hafi myndast við gos. Ekki er vitað með vissu hvar ketillinn myndaðist 1945 og er því ekki unnt að að skera úr með vissu með hjálp íssjármælinga hvort gos hafi orðið. Ketillinn virðist hins vegar hafa verið á svipuðum stað og 1954 og íssjármælingar sýna þar engin nýleg hrúgöld sem benda til goss. Í stað þess að skýra katlana með eldgosum telja höfundar líklegra að myndun þeirra megi rekja til gufusprenginga eða kröftugrar suðu í jarðhitakerfi í kjölfar þrýstingslækkunar sem verður við Grímsvatnahlaup (15. mynd).

Hin tíðu jökulhlaup sem urðu á árunum eftir 1938 (þ.e. hlaupin 1939, 1941, 1945 og 1948) eru ekki nauðsynlega vísbending um eldgos á því tímabili. Nærtækara virðist að skýra þau með bráðnun íss yfir hryggnum sem myndaðist 1938 enda tekur kæling gosefna nokkurn tíma eins og getið var hér að framan. Líklegt er að gosefnin hafi að mestu leyti verið ferskt basaltgler því að erfitt að skýra hina miklu bráðnun samfara gosinu 1938 öðruvísi en með sprengigosi í vatni. Myndun móbergs úr fersku basaltgleri gefur frá sér talsverðan varma. Því má gera ráð fyrir að vatn hafi safnast fyrir yfir hryggnum og það hlaupið öðru hverju niður í Grímsvötn og vatnsborð því hækkað mun hraðar en þegar gosefnin voru að fullu kæld.

Í ágúst 1984 varð vart gosóróa í um klukkustund á skjálftamælum og voru upptök hans á Grímsvatna-svæðinu. Smágos gæti hafa orðið á botni Grímsvatna sem ekki náði upp úr jöklinum. Fyrir utan þennan atburð virðast af könnun okkar á tiltækum gögnum um Grímsvötn ekki önnur gos hafa orðið í eða við Grímsvötn á tímabilinu 1934-1991 en þau sem þekkt voru fyrir, þ.e. gosin 1934, 1938 og 1983 (1. tafla).