



ÍSOR
ÍSLENSKAR ORKURANNSÓKNIR

Flugvallarstæði með tilliti til sprunguvirkni og hraunrennslis

Kristján Sæmundsson
Magnús Á. Sigurgeirsson

Unnið fyrir stýrihóp ríkis, Reykjavíkurborgar og
Icelandair Group um athugun á flugvallarkostum

Greinargerð
ÍSOR-15008

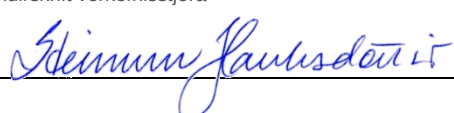
Verknr.: 14-0250
06.02.2015

ÍSLENSKAR ORKURANNSÓKNIR

Reykjavík: Orkugarður, Grensásvegi 9, 108 Rvk. – Sími: 528 1500 – Fax: 528 1699

Akureyri: Rangárvöllum, P.O. Box 30, 602 Ak. – Sími: 528 1500 – Fax: 528 1599

isor@isor.is – www.isor.is

Undirskrift verkefnisstjóra	Yfirfarið af
	BS

Inngangur

Greint er frá niðurstöðum athugana á áhættuþáttum tengdum sprunguhreyfingum og hraunrennsli á tveim flugvallarstæðum. Annað er í Hvassahraunslandi og hitt á Hólmsheiði. Þær meginspurningar sem óskað var eftir að reynt yrði að svara um hvort svæði voru: a) Hvenær væru líkur á eldgosi sem gæti haft áhrif á flugvelli? b) Hvert kemur hraun til með að renna og yrðu flugvallarstæðin þá í hættu? c) Eru sprungur og/eða misgengi á flugvallarstæðunum sem eru líklegar til að valda vandræðum?

Vegna snjóá og frosts í jörðu var ekki hægt að sinna nema að hluta þeim þætti verkefnisins sem felst í útvinnu en hann varðar einkum lið b fyrir Hvassahraun og lið c fyrir Hólmsheiði. Töluverð gögn lágu fyrir um bæði þessi svæði hjá ÍSOR, svo sem loftmyndir jarðfræðikort og rit, en einnig nýttust óbirt gögn höfunda (KS og MÁ) frá síðustu árum. Hæðarlínukort (5 m línur) og myndkort útvegaði Verkfræðistofan Mannvit. Ljóst er að útvinnna dregst fram á vor. Rætt var um að útvega kort með 1 m hæðarlínunum. Eftir að hafa athugað stereómyndir, myndkort og 5 m hæðarlínukortin sýnist þess ekki þörf, a.m.k. ekki fyrr en jaðrar Geldingahrauns sunnan Hafnarfjarðar hafa verið kannaðir betur en náðist á síðustu vikum. Í greinargerð þessari er nokkuð fjallað um almenn atriði. Í þeim felast forsendur umfjöllunar um þau sérstöku sem beint snerta áhættu.

Áhættumat hefur áður verið gert vegna eldgoss á Reykjanesskaga (Wood o.fl., 1992; Kristján Sæmundsson og Haukur Jóhannesson, 2006). Í báðum eru líkur reiknaðar á því hvenær næst gjósi á Skaganum (Guðmundur Guðmundsson, 2006). Töluvert hefur bæst við af aldursgreiningum síðan, bæði C14-greiningum og jarðvegssniðum á og undir hraunum. Í grein Woods o.fl. (1992) var gos í Brennisteinsfjöllum 1340 tekið með en síðan hefur komið í ljós að öll yngstu hraunin þar eru eldri en öskulag sem féll 1226 (sjá síðar). Í seinni greininni var Afstapahraun talið vera frá 12. öld en það er um 2000 ára gamalt. Í eldgosatöflu 1 þar komst þó gos í Krýsuvíkur-Trölladyngjukerfinu á réttan stað með Óbrinnishólahrauni. Gos í Krýsuvíkurkerfinu um 800 AD var hins vegar ekki þekkt. Mestu líkur á tímasetningu upphafs næsta gosskeiðs á Skaganum reiknuðust 21% innan 100 ára og 39% innan 200 ára.

Tvö kort fylgja greinargerðinni. Kort 1 sýnir flugvallarstæði ofan við Hvassahraun (í Almennungi). Grunnur kortsins er jarðfræðikort ÍSOR eftir Kristján Sæmundsson o.fl. (2010) með nokkrum leiðréttingum, aðallega sem varða gjár og misgengi í Þráinsskildi (Strandarheiði). Sprunguhraun eru sýnd rauðleit en dyngjuhraun bláleit. Móberg og bólstraberg er hvítt. Lægðir í Almennungi eru sýndar með röð af gulum hringjum og líklegar rennislisleiðir hrauns, ef upp kæmi norðaustan við Trölladyngju, með grænum hringjum.

Á korti 2 er sýnt flugvallarstæði á Hólmsheiði og landsvæðinu næst þar sunnan við. Grunnur kortsins eru jarðfræðikort Helga Torfasonar o.fl. (1999a, b). Misgengi sjást í grágrýti suðvestast á kortinu og í framhaldi af þeim einnig í grágrýti á Reynisvatns- og Hólmsheiði. Þau sem eru skýrust í landslagi og liggja yfir flugvallarstæðið og næst því eru dregin fram með lit. Í hrauninum sunnan Suðurlandsvegar, Leitahrauni (rauðbleikt á kortinu, 5200 ára) og í Hólmshraunum (bleik), sem öll eru yngri, hafa misgengin ekki fundist. Leitahraun er ekki örnefni og því ekki á kortinu. Það heitir mörgum nöfnum.

Þorleifur Einarsson valdi þetta nafn á það í heild sinni og kenndi við upptakagíginn í Leitum austan undir Bláfjöllum.

1 Hvassahraunssvæði

Kort 1 var gert af umhverfi fyrirhugaðs flugvallarstæðis. Það er með 5 m hæðarlínunum. Kortið sýnir a) hraun og gígaraðir, b) gjár og misgengi, c) hvernig sprungur tengdar gliðnun og sigi raða sér í kerfi, d) það dregur einnig fram þá landslagsdrætti sem helst myndu ráða hraunrennsli.

1.1 Almennt um hraunin, aldur og útbreiðslu

Á korti 1 eru sýnd 5 misgömul hraun á nærsvæði flugvallarstæðisins og á því sjálfu. Önnur fimm eru í upplandinu, öll nema eitt í suðausturhorni kortsins. Tvö af þessum hraunum eru hvort úr sinni stórðyngju Reykjanesskagans: Þráinsskildi (Strandarheiði) 12–14.000 ára vestar og Hrútagjárdyngju um 7000 ára austar á kortinu. Flugvöllurinn er hugsaður á Hrútagjárdyngjunni þar sem heitir Almenningur ofan byggðar (Hraunanna) milli Afstapahrauns og Kapelluhrauns. Dyngjugígarnir eru sunnan og austan kortsins en gígaraðir sprunguhrauna ná inn á það. Á milli dyngnanna er lægð. Eftir henni hafa þau runnið til sjávar og fyllt hana.

Í suðausturhorni kortsins sjást átta misgamlar gígaraðir. Af þeim eru sjö yngri en 7000 ára. Yngst er Mávahlíðahraun frá miðri 12. öld skv. öskulaga- og C14-greiningum. Þrjú eldri sprunguhraun á nærsvæði flugvallarstæðisins eiga upptök sín þar. Það yngsta af þeim, Afstapahraun, er um 2000 ára skv. öskulaga- og C14-greiningum, hin um 4000 ára (Taglahraun) og um 5000 ára (Geldingahraun). Aldur Tagla- og Geldingahrauns varð einungis ráðinn af öskulögum. Um er að ræða lágmarksaldur. Sama gegnir um aldur allra hinna en hann er einhvers staðar á milli 3000 og 7000 ár. Loks eru tvö hraun sem lítið sést af, runnin kringum lok ísaldar en lok hennar eru ársett fyrir 11.500 árum.

Stórðyngjurnar eru miklu stærri að magni og flatarmáli en sprunguhraun Reykjanesskagans. Yngsta stórðyngja hans myndaðist fyrir 5200 árum. Hraun úr henni náði niður í Reykjavík og Þorlákshöfn. Smádyngjur eru nokkrar í Brennisteinsfjöllum, yngri en 5000 ára. Hraun úr einni þeirra hefur náð til sjávar sunnan við Hvaleyrarholt, úr öðrum ofan í Herðísarvík og Kleifarvatn. Hraun þaðan myndu hins vegar ekki renna ofan í lægðina milli stórðyngnanna, þ.e. ofan í Vatnsleysuvík.

1.2 Gjár, misgengi og sprungureinar

Kortið sýnir að gjár og misgengi dreifast ekki jafnt yfir landsvæðið, heldur raða sér á tvær reinar. Stefna þeirra er norðaust-suðvestlæg.

Vestri reinin nær frá Vatnsleysu (Hrafnagjá) 4–5 km upp í heiðina. Hún liggur suðvestur á Reykjanes (norðvesturparturinn) og Eldvörp-Svartsengi (suðausturparturinn). Þess sjást ekki merki að brotahreyfingar á henni hafi náð til Hrútagjárdyngjunnar síðan hún myndaðist fyrir um 7000 árum. Ein gossprunga er í sprungurein þessari innan kortsins, sú eina svo norðaustarlega, og heitir Eldborgir. Aldur hennar er óviss.

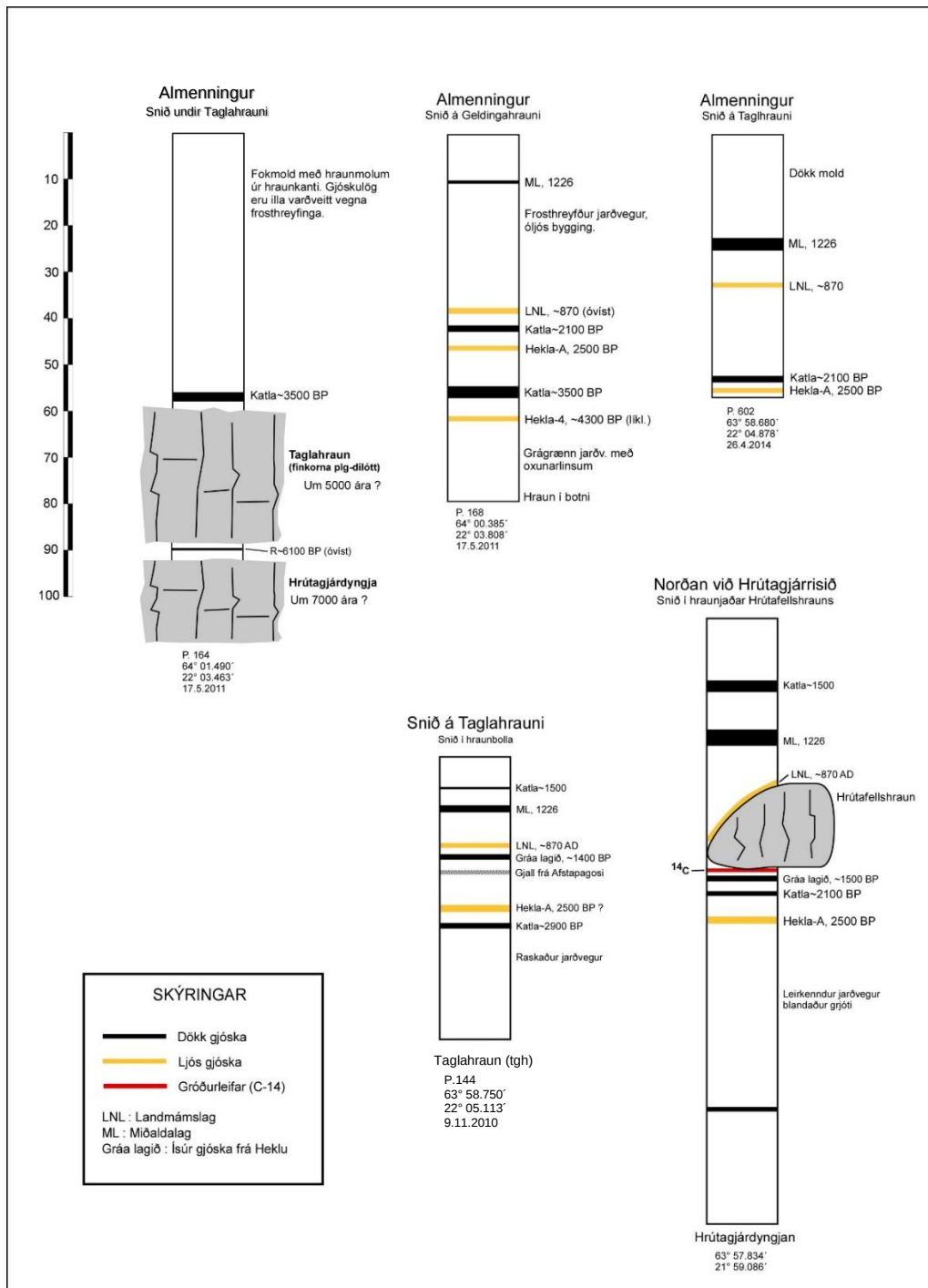
Hin sprungureinin liggur um suðausturhorn kortsins og heldur áfram norðaustur í átt að Hólmsheiði. Uppspretta hennar er í eldstöðvamiðju milli Krýsuvíkur og Trölladyngju. Mikill sprunguskari markar þessa sprungurein og á henni eru gígaraðirnar sem veitt hafa hraunum norðvestur eftir lægðinni milli stóru dyngnanna margnefndu.

1.3 Eðli sprunguhreyfinga og aðdragandi goss

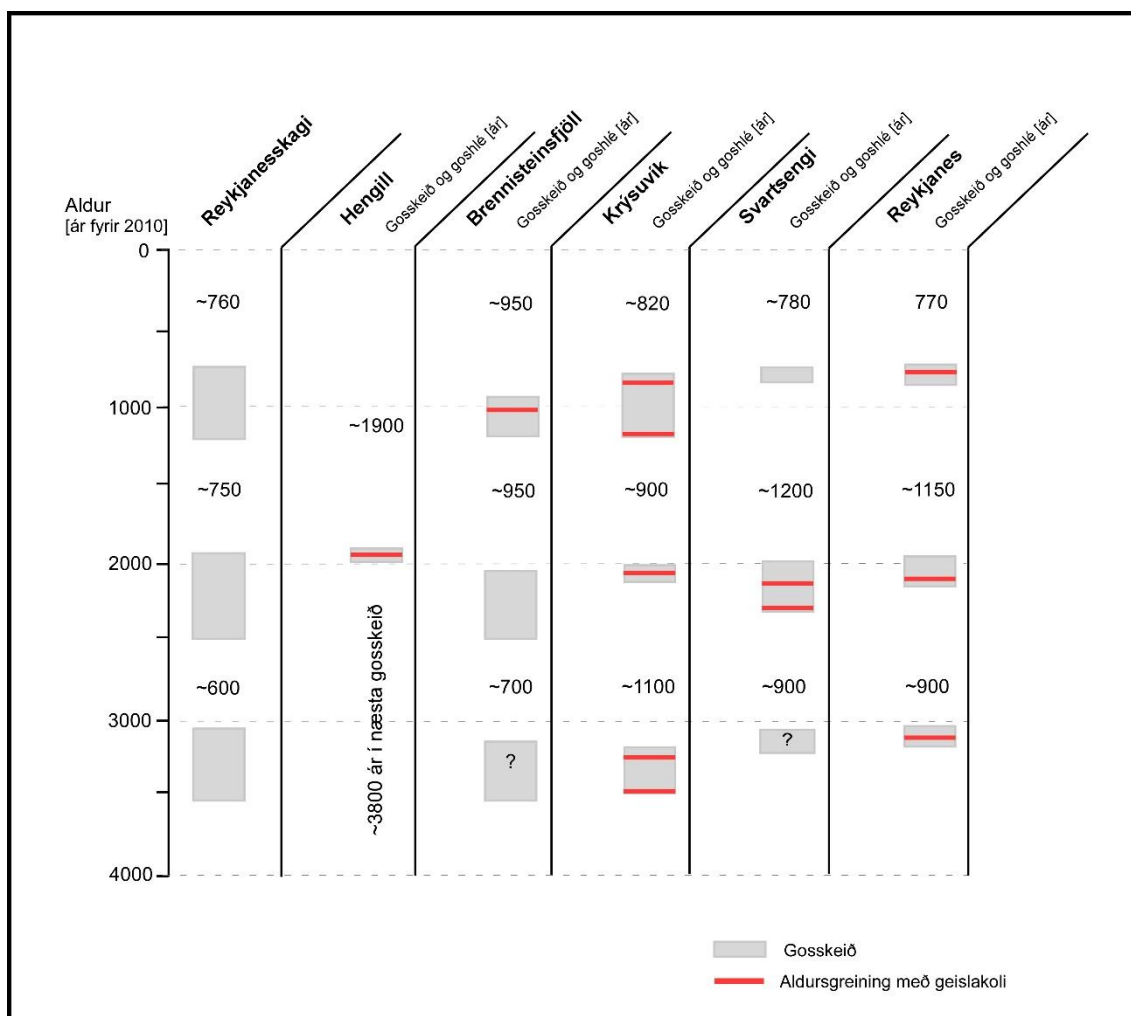
Gjár og misgengi eiga rætur í hraunkviku sem kemur djúpt að undir nefndum eldstöðvamiðjum, þ.e. Reykjanesi, Eldvörpum-Svartsengi og Krýsuvík (-Trölladyngju), og leitar út í sprungureinarnar undan þeim, það af henni sem ekki kemur upp á yfirborð. Í þessu felst að tímafrestur sem nemur mánuði, ári eða jafnvel árum, gæti fengist áður en verður af sprungugosi langt úti á sprungureinunum eftir að umbrot hefjast á miðsvæði eldstöðvanna. Viðvörunin fælist í skjálftavirkni og landrisi þar. Hvort tveggja orsakast af því að kvika, sem upp kemur og safnast undir eldstöðvamiðju, leitar fremur út í sprungur og myndar berggang meðan gas ekki leysist úr henni (gasfrí er hún eðlisþyngri en bergskorpan). Það getur breyst þegar létt hefur á bergspennu sem togar landið sundur um plötuskilin. Þá getur leiðin upp orðið auðveldust og hraun náð til yfirborðs. Þessi atburðarás hefst þegar langtíma-möttulskrið hefur teygt svo á jarðskorpunni að nálgast brotþol. Skriðið sem þessu veldur er jafnt og stöðugt en svo er að sjá sem umbrotaskeið á Reykjanesskaga séu afmörkuð í tíma og endurtaki sig með nokkuð jöfnu millibili. Einn umgangur gosskeiðs og goshlés sé 1100–1200 ár (töflur 1 og 2).

1.4 Gostímabil á Reykjanesskaga

Á Reykjanesskaga hefur verið reynt að finna aldur hraungosa með C14-aldursgreiningum og út frá öskulögum. Öskulög duga allvel um síðustu 4500 árin (mynd 1). Smám saman hefur verið að bætast við aldursgreiningarnar en mikið er þó eftir ókannað. Reynt hefur verið að afmarka síðustu umganga í tíma á þessum grundvelli. Einn umgangur kallast hér eitt gosskeið og eitt goshlé. Nákvæm er sú afmörkun ekki en við það verður að búa um sinn. Á mynd 2 er raðað saman gosum síðustu þúsalda sem aldur er þekktur á skv. heimildum, C14-greiningum og öskulögum. Sé horft á Reykjanesskaga allan en ekki einstök eldstöðvakerfi sést að gosskeiðin, frá upphafi í austasta eldstöðvakerfinu til loka í því vestasta, virðast hafa gengið yfir á 400–500 árum og goshlé staðið í 600–>775 ár. Tafla 1 sýnir gosskeið og goshlé í árum, umgangana þrjá.



Mynd 1. Nokkur jarðvegssnið á hraunum kringum flugvallarstæði í Hvassahraunslandi. Hraunin eru öll forsöguleg. Öskulög ofan á og undir þeim og C14-greiningar gefa aldurinn. Með skekkjumörkum gaf C14-greining á gróðurleifum undir hrauni sem rann um 800 AD 775 ± 25 ár. Eitt af sniðunum sýnir gjall frá Afstapahraunsgosinu. C14-aldursgreining var gerð á koluðum kvistum undan því hrauni. Hún gaf aldurinn 1994 ± 26 ár. Meiru skakkar um aldur Geldinga- og Taglahrauns sem einungis byggist á öskulögunum. Hrótagjárdyngjan er undir þessum hraunum öllum. Miðað við C14-aldursgreiningu á koluðum kvistum undir hrauni sem er næstum beint ofan á henni er aldur hennar um 7000 ár.



Mynd 2. Tímatafla yfir gos í eldstöðvakerfum á Reykjanesskaga. Taflan er úr kafla um Reykjanesskaga í „Vábók“ (Kristján Sæmundsson og Magnús Á. Sigurgeirsson, 2013). Í umræðunni hér er Hengilskerfinu sleppt. Þar sem í mörgum tilfellum er byggt á öskulögum um aldur hrauna var hann áætlaður og bilin sem hann var talinn spanna sýnd grá.

Tafla 1	Fyrsta gos	Síðasta gos	gosskeið	goshlé
Umgangur 1:	800 AD	1240 AD	440 ár	775 ár
Umgangur 2:	2500 f.Kr.	0 AD	500 ár	700 ár
Umgangur 3:	3600 f.Kr.	3100 f.Kr.	500 ár	600 ár

Upphaf 1. umgangs byggist á C14-aldursgreiningu sem bendir til árabilsins 750–800 AD. Hér var valið að miða við 800 AD. Í töflu 1 er hvert gosskeið og goshlé tímasett í heild

sinni. Hvert gosskeið nær yfir nokkrar goslotur sem ganga yfir eldstöðvakerfi Reykjanes-skagans ein á fætur annarri en með áratuga- eða aldarlöngum hléum á milli. Engin goslota er nákvæmlega þekkt. Næst því komast Reykjaneseldar 1210–1240 AD en um þá eru skráðar heimildir. Í töflu 2 er þetta skoðað í hverju eldstöðvakerfi fyrir sig. Reykjanes og Eldvörp-Svartsengi eru tekin sem eitt því að þau eru nokkuð samstíga í tíma. Þar er litið á tímann sem liðinn er frá upphafi og lokum síðasta gosskeiðs í hverju eldstöðvakerfi Reykjanes-skagans og ályktað út frá því hversu langt gæti verið í það næsta miðað við að hver umgangur sé 1100 ár. Miðað við 1200 ára langa umganga lengist í frestinum. Líklegasta gildið myndi vera einhvers staðar þar á milli.

Tafla 2

<u>Tími liðinn frá</u>		<u>upphafi</u>	<u>lokum</u>	<u>eftir eru</u>
Brennisteinsfjallakerfi	800 AD til 1050 AD	1215 ár	965 ár	135 ár
Krýsuvíkurkerfi	800 AD til 1150 AD	1215 ár	865 ár	235 ár
Svartsengis-Eldvarpakerfi	1210 AD til 1240 AD	805 ár	775 ár	325 ár
Reykjaneskerfi	1210 AD til 1240 AD	805 ár	775 ár	325 ár

Í einu tilfelli hófst síðasta gosskeið í tveim kerfum um mjög líkt leyti um 750–800 AD. Það var í Brennisteinsfjalla- og Krýsuvíkurkerfunum, sem jafnframt eru þau sem mest hafa framleitt af hraunum. Spurning er hvort þessi háttur sé algengari en talið hefur verið en úr því verður aðeins skorið með frekari rannsóknum. Um er að ræða tvær megingoslotur í Krýsuvíkurkerfinu, þ. e. á 8.–9. öld (Magnús Á. Sigurgeirsson og Kristján Sæmundsson, 2010) og svo á 12. öld. Í fyrri lotu Krýsuvíkurkerfisins rann hraun sem náði rúmlega 7 km² flatarmáli en meginhraunið, rúmlega 37 km², rann í seinni lotunni um miðja 12. öld. Ætla má að lok hvers gosskeiðs marki jafnframt lok spennulosunar í því. Lengd núverandi goshlés er miðuð við það í aftasta dálki í töflu 2. Enn er á sveimi tilgáta um gos í Brennisteinsfjöllum árið 1340 AD en þess er getið í heimild sem ekki þykir áreiðanleg. Miðaldalagið svonefnda, öskulag sem finnst á öllum Reykjanes-skaga og er frá árinu 1226 AD (mynd 1), hefur fundist ofan á öllum yngstu hraununum í Brennisteinsfjöllum þannig að telja má víst að hraun frá 14. öld sé þar ekki að finna.

1.5 Sprunguhraun í Krýsuvíkurkerfi, stærð, rennsli og gerð

Sprunguhraunin í Krýsuvíkurkerfinu eru mjög misstór en vandséð hversu stór því að þau hafa bunkast upp hvert ofan á annað. Aðeins er unnt að sjá stærð yngstu hraunanna og gerð þeirra svo ráða megi nánar í rennslishætti. Hraun þessi eru ýmist þunn (nokkrir metrar) og þá helluhraun, oft einnig kargakennd í yfirborði, eða þykk apalhraun, með grófum karga, stundum uppbrotum með svigðum í rennslisátt. Ýmsar gerðir eru yfirleitt í sama hrauni.

Fyrir kemur að greina má mismunandi fasa í einu og sama hrauni. Afstapahraun er dæmi um það. Upptök þess eru í gossprungum sem ná norðan frá Dyngjuhálsi (endanum á Grænudyngju) suður fyrir Oddafell. Þær ná inn á kortið suðaustast. Þetta er yngsta og stærsta hraunið sem runnið hefur í lægðina milli stórðyngnanna og nær til sjávar í

Vatnsleysuvík. A.m.k. fjórir hraunfasar verða aðgreindir. Þeir samsvara líklega jafnmörgum goshrinum aðskildum af fáum mánuðum eða árum. Sá fyrsti (A-1 á korti) má heita helluhraun, er með lágum jöðrum og nær hálfa leið til sjávar en full lengd sést ekki. Þeir næstu (A-2 og A-3 á korti) eru stórgerð apalhraun. Tvær álmur ná til sjávar og mynda hið eiginlega Afstapahraun. Jaðrar þessara hrauna eru víðast hvar 10–20 m háir. Fjórði fasinn (A-4) kom úr Eldborg við Trölladyngju, þykkt hraun, afar úfið og lítið að flatarmáli, náði einungis norður á móts við Snókafell. Jaðar þess er um 20 m hár og allbrattur nema næst gígnum. Seigjumunur hefur verið á þessum hraunum. Helluhraunin hafa runnið hratt yfir, á einum degi eða svo, en hin á viku eða vikum, sem sést af því að yfirborðið hefur storknað og brotnað sundur í fleka, risið á rönd og jagast til, er bráðin hélt ferð sinni áfram niðri í hrauninu. A-3 álman rann fyrst langa leið í hrauntröð og breiddi svo úr sér fram úr henni.

Þótt svona hafi gengið til þegar Afstapahraun rann er ekki víst að þetta sé algilt ef lítið er til minni hraunanna og þeirra eldri, en um tvö síðustu gosskeiðin á þetta við. Geldingahraun, sem er næst sunnan og vestan við flugvallarstæðið, er kargakennt í yfirborði, og jaðar þess yfirleitt á bilinu 2–3 m, nema vestast. Þar sést 5 m hár jaðar. Sama gegnir um Taglahraun. Algeng hæð jaðars á því er 2–3 m.

Almennt skiptir í tvö horn um hæð hraunjaðra. Á hraunum fyrsta fasans eru þeir yfirleitt lægri en 5 m og koma ekki fram á kortinu en ef langt framhald verður og hægir á rennslismagni geta grófgerð apalhraun farið að renna, og bætt í þykktina og jaðrarnir orðið 5 m háir og langt umfram það. Vel er þekkt að mest fer eftir rennslismagni hversu langt hraun ná að renna en nokkuð einnig eftir varmatapi (í opinni eða lokaðri rás) og þá um leið seigju hraunedjunnar. Rennslismagn er jafnan mest í byrjun goss. Í sprungugosum, eins og hér, má reikna með nokkur hundruð m³/s rennsli í byrjun, sem myndi minnka niður í fáeina tugi m³/s eftir fyrstu 1–2 sólarhringa goss. Þannig gæti það síðan mallað og smáðregið úr en varla lengur en í fáeinum vikum. Þetta gæti síðan endurtekið sig ef oftar gysi en einu sinni í hverri lotu.

1.6 Hvenær og hvar þyrfti hraun að koma upp til að flugvelli stæði hætta af?

Næsta gosskeið gæti hafist eftir um rúmlega 100–200 ár (töflur 1 og 2). Mestar líkur eru á að það yrði í Brennisteinsfjöllum en óvíst hvort dyngju- eða sprungugos. Hraun þaðan er ekki líklegt til að ógna flugvallarstæðinu, jafnvel ekki þótt kæmi niður úr Grindaskörðum. Hraun ef upp kæmi norðaustarlega í Krýsuvíkurkerfi gæti hins vegar ógnað því.

Spurning er hversu langt norðaustur líklegt sé að gígaröð myndi ná næst þegar gýs á Krýsuvíkurreininni. Þar má horfa til þess að sjö af gígaröðum fortíðarinnar tilheyrandi henni náðu norðaustur fyrir Trölladyngju. Þá eru fjórar samsíða gígaraðir Afstapahrauns utan í Dyngjuhálsi og Trölladyngju taldar sem ein. Eitt af þessum sjö hraunum, Mávahlíðahraun, rann um miðja 12. öld. Það er á miðri, 25 km langri en ósamfelldri gígaröð. Á móts við Fjallið eina hliðrast þessi gígaröð austur að Undirhlíðum (til Kapelluhrauns). Sama átti sér stað um gígaröð Afstapahrauns. Hraun sem upp kæmu norðan við hliðrunina myndu renna annaðhvort sömu leið og Mávahlíðahraun stefndi, þ.e. niður með Afstapahrauni að austan, eða sömu leið og Kapelluhraun í átt að

Straumsvík. Helstu rennislíðir eru sýndar á kortinu með grænum og gulum hringjum í röð. Óbrinnishólar eru norðausturendinn á gígaröðum „2000 ára“ goslotunnar þegar Afstapahraun rann. Gígaröð þeirrar goslotu var 24 km á lengd, einnig ósamfelld. Í þessum tveim síðustu gosum í Krýsuvíkurkerfinu runnu stærstu sprunguhraunin sem þar hafa komið upp. Flatarmál þeirra hvors um sig er 45–50 km² (2000 ára hraunin) og 42 km² (800–1150 AD hraunin). Skörun er nokkur því að Kapelluhraun rann yfir Óbrinnishólakraun að hluta. Því var fáeinum km² bætt við sýnilegt flatarmál 2000 ára hraunanna.

1.7 Landslag og landhalli stýrir hraunrennsli

Hraun, ef upp kæmi á kaflanum milli Trölladyngju og Mávahlíða, myndi leita norðvestur. Ein leið væri sunnan við Eldborg og út á Afstapahraun og áfram sömu leið og vestasta álma þess, A-1, áður. Flugvelli ofan við Hvassahraun gæti staðið ógn af því ef það leitaði norður, eftir að hafa fyllt í Höskuldavallalægðina. Önnur leið væri norður með Eldborgarhrauni að austan eða norðvestur frá Mávahlíðum, meðfram Afstapahrauni eða sömu leið og Mávahlíðahraun stefndi, en fram úr því norðvestur yfir Tagla- og Geldingahraun. Þá yrði hætta á ferðum og því skal litið nánar á landslagsið austan við Afstapahraun. Þegar kæmi norður fyrir Eldborgarhraun væri líklegasta leið hrauns áfram norðvestur meðfram Afstapahrauni til sjávar milli þess og Hvassahrauns. Slíkt hraun gæti runnið út á norður-suðurbraut flugvallar. Gerum ráð fyrir að hraunið myndi kvíslast á miðri leið líkt og Geldingahraun. Hætt er við að sú kvíslin sem leitaði austur myndi vella út af Geldingahrauni og þá sunnan við flugvallarstæðið og þannig skapast hætta. Rennislíðir eru sýndar á jarðfræðikortinu og þá farið eftir hæðarlínunum. Annars vegar eru þær með grænum lit hálfa leið til sjávar, hins vegar með gulum lit austan Afstapahrauns og norðan Geldingahrauns. Útilokað er ekki að Krýsuvíkurkerfið vakni aftur um svipað leyti og Brennisteinsfjöll. Hraun, ef þar kæmi upp, yrði líklega um eða innan við 10 km² í fyrstu goslotu en óvíst hvað á eftir kæmi og hvenær. Líklegt er hins vegar að upptökin í slíkum „bráðlætisfasa“ yrðu fremur sunnarlega líkt og 750–800 AD, þ.e. á eða nærri eldstöðvamiðjunni, og hraun næðu ekki langt norður úr hraun-sundunum.

Ekki sýnist ástæða til að vísa á öruggara flugvallarstæði í Almenningi. Færsla austur fyrir innstu gulu rennislíðina á kortinu kann þó að vera eitthvað öruggari.

1.8 Nokkur atriði önnur

Loks skulu þrjú atriði nefnd sem ekki er ástæða til að óttast að valdi tjóni á flugvallarstæðinu en kunna að koma upp í umræðum. Eitt varðar öskugos, annað dyngjugos og það þriðja jarðskjálfta.

1.8.1 Öskugos

Öskugos hafa ekki orðið í neinu af eldstöðvakerfum Reykjanesskaga eftir ísöld öðrum en Reykjaneskerfinu í sjó þar fram undan. Slík gos gætu valdið vandræðum tímabundið í óhagstæðri vindátt á nýjum flugvelli ofan við Hvassahraun, allt eins og þeim sem fyrir eru í Keflavík og Reykjavík. Töluverð gjóska hefur komið upp þar sem gossprungur liggja yfir jarðhitasvæðin. Það á einkum við um Krýsuvíkurkerfið, annars vegar

Krýsuvík sjálfa með sprengigígum sínum sem allir eru 8000–11.000 ára gamlir, og hins vegar part af Trölladyngjugosreininni, milli Sogasels og Hversins eina. Úrfall úr þeim gosum var fremur staðbundið, náði þó a.m.k. 5 km út frá sprengigígunum í Krýsuvík.

1.8.2 Dyngjugos

Á síðustu 7000 árum hafa 7 dyngjugos orðið á Reykjanesskaga, öll nema eitt í Brennisteinsfjallakerfinu. Þetta eina og jafnframt elsta (um 7000 ára) er Hrútagjárdyngjan en hún heyrir til Krýsuvíkurkerfinu. Af hinum er aðeins ein stórdyngja, sú næstelsta, Leithraun 5200 ára. Hún náði til sjávar báðum megin Skagans eins og framar greinir. Ný smádyngja í Brennisteinsfjöllum myndi ekki veita hrauni í lægðina milli stórdyngnanna tveggja, heldur í vestur, í átt að Helgafelli ef næði niður fyrir Grindaskörð.

1.8.3 Jarðskjálftar

Í goshléum milli gosskeiðanna er óróasamt á Reykjanesskaga vegna jarðskjálfta. Þeir koma í hrinum og skipta hundruðum í hverri en eru flestir litlir og finnast ekki í byggð. Fáeinir eru stærri, geta náð >6 að stærð. Sá stærsti á 20. öld varð í Brennisteinsfjöllum 1929 (M 6,3). Skjálftaupptökin eru á beltí sem liggur austur-vestur eftir Reykjanesskaga endilöngum og dreifast eftir norð-suðlægum sprungum sem yfir það liggja. Skjálftavirkni þessi er af völdum lárétrar skerspennu og tengist því að flekaskil Reykjanesskagans liggja skáhallt á rekstefnu möttulskriðsins. Skjálftar sem þessir eru hégómi einn miðað við það sem gerist á flekamótum úti í heimi.

1.9. Niðurstaða um jarðfræðilegar aðstæður í Hvassahrauni

Hraun sem myndu ógna flugvallarstæði í Hvassahraunslandi myndu koma upp í Krýsuvíkurkerfinu. Tímasetning á upphafi næsta gosskeiðs þar er kannski óvissari en í hinum því að við höfum fyrir okkur dæmi um 350–400 ára langt hlé á milli upphafs og endis síðasta gosskeiðs í því. Hins vegar kom lítið hraun upp (um 7 km²) í fyrri lotunni, en 35 km² í þeirri seinni, en þá má ætla að þar með hafi spennulosun úr kerfinu endað. Miklar líkur eru því á að aldir líði áður en Krýsuvíkurkerfið rumskar næst. Búast má við að næsta gosskeið á Reykjanesskaga hefjist í Brennisteinsfjöllum. Það gæti orðið eftir um eina öld. Ef Krýsuvíkurkerfið fylgir með eru mestar líkur á að þar komi upp lítið hraun, um eða innan við 10 km², og upptökin verði ekki langt frá eldstöðvamiðju öðrum hvorum megin við Vesturháls. Það veltur á því hvorum megin og hversu norðaustarlega, hve langt hraun næði að renna norðvestur. Á „2000“ gosskeiði Krýsuvíkurkerfisins komu hraunin upp vestan megin og náðu til sjávar í Vatnsleysuvík en á því síðasta komu þau upp austan megin og náðu til sjávar í Straumsvík. Aðeins Mávahlíðahraun rann áleiðis í stefnu niður með Afstapahrauni að austan. Smáhraun, eins og það sem rann kringum 800 AD, gæti náð norður á flugvallarstæði í Hvassahrauni ef upp kæmi milli Trölladyngju og Mávahlíða enda mætti búast við að þar yrði um að ræða hraðrennandi, fremur þunnt hraun. Um lið c) er það að segja að mjög litlar líkur eru á að sprungur og misgengi verði til vandræða á flugvallarstæðinu næstu aldir. Það er á sprungurein Reykjaness- og Eldvarpa-Svartsengiskerfanna. Miðað við tímabil gosskeiða í þeim er langt í það næsta, jafnvel yfir 300 ár. Með rannsóknum á aldri hrauna á Reykjanesskaga síðustu 10 árin er líkast til kominn grundvöllur til að endurskoða með reikningi líkindi

á upphafi næsta gosskeiðs í hverju eldstöðvakerfi Reykjanesskaga fyrir sig eins og Guðmundur Guðmundsson (2006) drap á í viðauka sínum.

2 Flugvallarstæði á Hólmsheiði

Kort 2 er jarðfræðikort af Hólmsheiði og landsvæði sunnan hennar. Á því sést berggrunnurinn en hann er aðallega grágryti norðan megin og hraun sunnan megin. Misgengissprungur eru algengar í grágrytinu en sjást ekki eða illa í hraununum. Á Hólmsheiði eru ekki líkur á að eldgos eða hraunrennsli ógni starfsemi á hugsanlegu flugvallarstæði. Um þá þætti er því ekki fjallað, heldur einungis um sprungur og höggun á þeim.

2.1. Almennt um sprungur og höggun þeirra á Hólmsheiði og nágrenni

Flugvallarstæðið á Hólmsheiði er í sprungurein Krýsuvíkurkerfisins. Misgengi liggja yfir það með NA-SV stefnu. Nokkur hraun hafa runnið þvert yfir sprungureinina. Elst af þeim eru Búrfellshraun ofan við Hafnarfjörð, sem rann fyrir 8000 árum, og Leitahraun sem rann fyrir 5200 árum. Hólmshraunin svokölluðu sunnan við Leitahraun eru yngri, komin úr Brennisteinsfjallakerfinu. Á móts við flugvallarstæðið hafa misgengi haggast eftir að Búrfellshraun rann svo nemur 4 m á því vestasta og snýr stallurinn til fjalls (Eysteinn Tryggvason, 1974). Gjá, um 1 m víð, er í misgenginu. Færsla á því hefur aðallega gerst á undangengnum 5–6 gosskeiðum, sig líklega ½–1 m í hvert sinn. Frá Búrfellshrauni austur á Hólmsheiði eru 10 km. Á þeirri leið myndi stærð brotahreyfinganna hafa minnkað, jafnvel ekki náð þangað. Til þess bendir að gjár og misgengi sjást ekki á móts við flugvallarstæðið í Leitahrauni sunnan undir Hólmsheiði. Hraunið er reyndar gróið og nokkur framburður á því. Sprungur gætu því leynst. Þetta mætti athuga nánar en óvíst að niðurstaða fengist nema með skurðgrefti. Framar var fjallað um gosvirkni í Krýsuvíkurkerfinu, einkum sprungugosin, tíðni þeirra og hversu langt norðaustur þau ná. Innstu gosstöðvar í því kerfi eru Búrfell og gígaröð rétt ofan við Kaldársel en þar kom upp smáhraun í svonefndum Krýsuvíkureldum um 1150 AD. Þar var endinn á 24 km langri, ósamfelldri gígaröð sem nær suðvestur í Ögmundarhraun. Fremur ólíklegt er að nýtt sprungugos næði öllu lengra norðaustur en reyndin var um miðja 12. öld. Samkvæmt töflum 1 og 2 sýnast mestar líkur á að næstu eldsumbrot í Krýsuvíkurkerfinu verði ekki fyrr en eftir 200–300 ár.

Á Hólmsheiði sjálfri er grágryti undir og móberg á bletti þar sem lægð er í því. Mold og jökulurð hylur berggrunninn að mestu og jarðskrið er niður brekkur og ofan í lægðir. Misgengin eru þó sum hver nokkuð skarpt mörkuð og sýnilega hreyfð eftir ísöld. Hin helstu slík eru auðkennd með lit á jarðfræðikortinu sem valið var sem grunnkort undir flugvallarstæðið og nágrenni þess. Misgengi þessi gætu haggast á næsta umbrotaskeiði Krýsuvíkurkerfisins. Stórt jaðarmisgengi vestan megin, s.k. Hjallamisgengi, og framhald þess í Búrfellshrauni, stefnir vestan við áætlaða vestur-austur flugbraut. Ef hreyfingar næðu til sprungna á flugvallarstæðinu yrðu skemmdir á brautum því líklega rifnun um einhverja sentímetra án missigs að ráði.

2.2. Niðurstaða um sprunguvirkni á Hólmsheiði

Flugvallarstæði á Hólmsheiði er á sprungurein Krýsuvíkurkerfisins. Eldgos í því eftir ísöld hafa náð lengst norðaustur í Búrfell ofan við Hafnarfjörð. Þaðan eru 10 km austur á Hólmsheiði. Hraun frá Brennisteinsfjallakerfinu eru sunnan undir Hólmsheiði. Þau runnu fyrir 5200–1000 árum. Hraun þaðan myndu ekki ná upp á Hólmsheiði. Flugvallarstæði myndi ekki stafa bein hættu af hraungosi og hraunrennsli. Miðað við tímasetningu eldgosa í þessum tveim eldstöðvakerfum mætti búast við að Brennisteinsfjöll verði komin „á tíma“ eftir rúmlega eina öld en Krýsuvíkurkerfið eftir rúmlega tvær aldir. Vestasta stóra misgengið í Krýsuvíkurkerfinu, Hjallamisgengið, stefnir vestan við flugvallarsvæðið. Brotahreyfingar í næstu umbrotum gætu ná inn á Hólmsheiði en líklega með rifnun frekar en verulegu misgengi.

Heimildir

- Eysteinn Tryggvason (1974). Fault displacement and ground tilt during small earthquakes. *Continuum Mechanics aspects of geodynamics and rock mechanics, Volume 12* (Thoft-Christensen ed.), 245–254.
- Guðmundur Guðmundsson (2006). Tölfræðilegt mat á líkum á gosi á Reykjanesskaga með Hengillssvæði. Viðauki í: Kristján Sæmundsson og Haukur Jóhannesson, *Varðar líkur á hraunrennsli og öskufalli milli Hafnarfjarðar og Keflavíkur*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-06006.
- Helgi Torfason, Árni Hjartarson, Haukur Jóhannesson, Jón Jónsson og Kristján Sæmundsson (1999a). *Berggrunnskort Vífilfell 1613 III SA-B, 1:25.000*. Landmælingar Íslands, Orkustofnun, Hafnarfjarðarbær, Garðabær, Kópavogsbær, Mosfellsbær, Seltjarnarnesbær og Reykjavíkurborg.
- Helgi Torfason, Árni Hjartarson, Haukur Jóhannesson, Jón Jónsson og Kristján Sæmundsson (1999b). *Berggrunnskort Elliðavatn 1613 III SV-V, 1:25.000*. Landmælingar Íslands, Orkustofnun, Hafnarfjarðarbær, Garðabær, Kópavogsbær, Mosfellsbær, Seltjarnarnesbær og Reykjavíkurborg.
- Kristján Sæmundsson og Haukur Jóhannesson (2006). *Varðar líkur á hraunrennsli og öskufalli milli Hafnarfjarðar og Keflavíkur*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-06006. Unnið fyrir Samráðsnefnd um úttekt á Reykjavíkurflugvelli. 19 bls.
- Kristján Sæmundsson, Haukur Jóhannesson, Árni Hjartarson, Sigurður Garðar Kristinsson og Magnús Á. Sigurgeirsson (2010). *Jarðfræðikort af Suðvesturlandi, 1:100.000*. Íslenskar orkurannsóknir.
- Kristján Sæmundsson og Magnús Á. Sigurgeirsson (2013). Reykjanesskagi. Í Júlíus Sólmes, Freysteinn Sigmundsson og Bjarni Bessason (ritstj.), *Náttúruvæðing á Íslandi. Eldgos og jarðskjálftar* (379–401). Reykjavík: Viðlagatrygging Íslands/Háskólaútgáfan 2013.
- Magnús Á. Sigurgeirsson og Kristján Sæmundsson (2010). Eldgos á 8. og 9. öld. *Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands 26. nóvember*, 49–53.

Wood, R. M., Steedman, R. S. og Nunez, I. L. (1992). The impact of seismic and volcanic hazards on the Reykjanes Peninsula, Iceland. Ráðstefnurit „Natural disasters“. International conference on preparedness and mitigation for natural disasters 2. VFÍ, 199–208.

Nokkur örnefni eru nefnd sem ekki eru á kortunum en eru alkunn. Fáein skulu þó nefnd:

Óbrinnishólar eru 2 km austan við vegamót Krýsuvíkurvegar og Bláfjallavegar. Vegurinn liggur yfir gígaröðina.

Vesturháls er 14 km langur móbergsháls vestan við og samsíða Sveifluhálsi. Móhálsadalur heitir á milli þeirra.

Trölladyngja (Tr á kortinu) og Grænadyngja eru norðaustast á Vesturhálsi. Grænadyngja er austar og lágur móbergsrani gengur norðaustur frá henni. Sá heitir Dyngjuháls.

Oddafell er langur og mjór hryggur úr bólstrabergi. Gönguleiðin á Keili hefst við norðurenda þess.

Fjallið eina er 1 km vestan við Krýsuvíkurveginna rétt áður en kemur að Vatnsskarði.

