

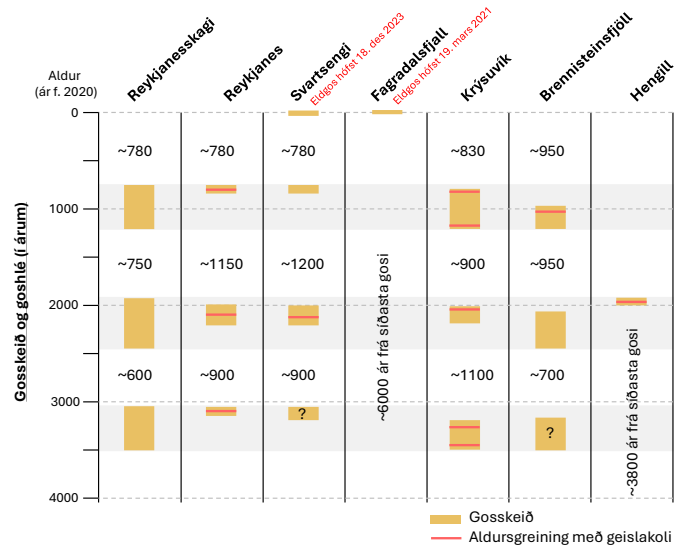
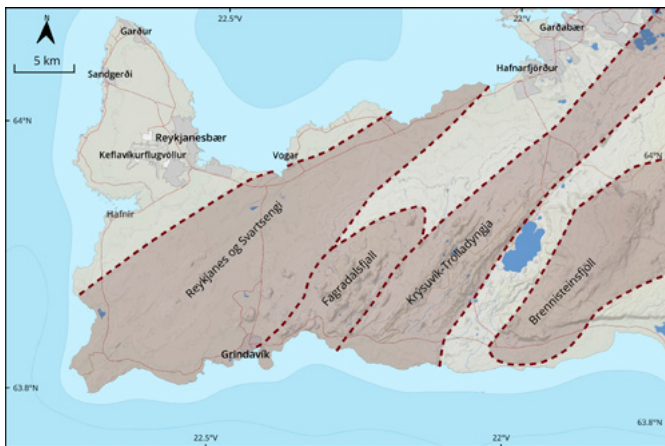
*Ríkey Júlíusdóttir, Bergrún Arna Óladóttir, Magnús T. Guðmundsson,
Birgir Vilhelm Óskarsson, Sydney Gunnarson, Joaquín Muñoz-Cobo Belart,
Gro B. M. Pedersen, Ragnar Heiðar Þrastarson, Einar Bessi Gestsson,
Ásta Rut Hjartardóttir og Michelle M. Parks*

Nýtt gosskeið hafið á Reykjaneskaga

TÍMABIL ELDVIRKNI er hafið á Reykjanesskaga. Þegar hafa tvö eldstöðvakerfi látið til sín taka, fyrst Fagradalsfjall sem ekki hafði látið á sér kræla í meira en 6.000 ár, og svo Svartsengi sem síðast gaus fyrir um 2.400 árum. Endurtekin gos hafa orðið á þessum kerfum síðan í mars 2021 og hafa þau bæði vakið aðdáun og skapað krefjandi aðstæður. Fyrirboðar gosanna eru nú taldir vel þekktir og bætt þekking hefur eflt viðbragðsgetu vísindamanna og annara viðbragðsaðila, enda hefur fyrirvari gosanna oft verið afar skammur, jafnvel innan við klukkustund í tilfelli Svartsengiskerfisins. Eldsumbrot í nálægð við byggð og mikilvæga innviði hafa vakið fólk til umhugsunar um uppbyggingu nærri eldvirkum svæðum og komið af stað vangaveltum um hvernig og hvort verja eigi mikilvæga innviði. Jarðhræringarnar hafa valdið umtalsverðum skemmdum á innviðum í Grindavík og er óljóst hvenær bærinn verður aftur byggður í þeirri mynd sem hann var. Gera þarf ráð fyrir að næstu aldir einkennist af tíðum gosum á Reykjanesskaga til skiptis við tímabil án gosvirkni. Þótt eldgos séu landsmönnum kunn hefur hingað til ekki verið lögð mikil áhersla á forvarnaraðgerðir til að auka áfallapol samfélagsins gagnvart eldgosavá. Í kjölfar yfirstandandi eldsumbrota hefur ríkisstjórn landsins hins vegar stofnað vinnuhóp til að fjalla um varnir innviða og alþingi hefur sett lög til að tryggja að hægt sé að byggja varnargarða. Umbrotin á Reykjanesskaga hafa breytt sýn samfélagsins á eldgos og minna okkur á að búseta í nágrenni virkra eldstöðva krefst fyrirbyggju.

Geldingadalir í Fagradalsfjalli. – Geldingadalir in Fagradalsfjall. Ljósmynd./Photo: Einar Guðmann





1. mynd. Mynd til vinstri: Yfirlitskort af eldstöðvum á Reykjaneskaga. Reykjanes- og Svartsengis-kerfin eru hér sýnd saman. – Mynd til hægri: Gos í eldstöðvakerfum Reykjaneskaga sl. 3.500 ár.^{1,27} (Endurbætt mynd). Ákvörðun tímabila byggist á sögulegum heimildum, aldursgreiningu með geislakoli (C-14 samsætum) og gjóskulagatímatali. – Figure 1. Left: Overview of the volcanic systems on the Reykjanes Peninsula. The Reykjanes and Svartsengi volcanic systems are presented as a joint system on the map. – Right: Volcanic eruptions in volcanic systems of the Reykjanes Peninsula over the past 3,500 years.^{1,27} (Modified image). The periods are based on historical data, carbon-14 dating and tephrochronology.

INNGANGUR

Umbrotatímabil stendur yfir á Reykjaneskaga. Síðustu fimm ár hafa einkennst af kvikuhreyfingum með tilheyrandi þenslu og aflögun ásamt jarðskjálftahrinum og ekki síst endurteknum eldgosum í tveimur eldstöðvakerfum. Því fer ekki á milli mála að nýtt tímabil eldvirkni er hafið á Reykjaneskaga eftir tæplega átta alda hlé.¹ Mikilvæg þekking skapast á mörgum sviðum með hverjum atburði, s.s. á sviði jarðvísinda, almannavarna, verkfræði og jafnvel skipulagsfræða. Umbrotin á Reykjaneskaga kalla á endurskoðun samfélagsins um það hvernig sambúð við eldstöðvar er best háttáð með öryggi fólks og lífsviðurværi í huga.

Þegar þetta er skrifað (desember 2024) hefur gosið þrisvar sinnum úr eldstöðvakerfi Fagradalsfjalls og sjöunda gosið á Sundhnúksígígaröðinni í eldstöðvakerfi Svartsengis stendur yfir. Í þessari grein verður talað um gosin sem hluta Fagradalsfjallselds og Sundhnúkselds þótt þau hafi formlega ekki fengið nafn ennþá. Hegðun eldstöðvanna Fagradalsfjalls og Svartsengis, sem nú láta til sín taka, hefur á þessum árum verið undir vöklu eftirliti vísindamanna. Fyrirboðar yfirvofandi eldgosa úr kerfunum tveimur

eru nú vel þekktir og að öllum líkindum má einnig yfirfæra þá á önnur kerfi Reykjaneskaga. Þessi þekking hefur mótað viðbrögð um allt samfélagið, enda er skammtímafyrrboði eldgoss (einkum áköf skjálftavirkni og hröð aflögun) gjarnan afar skammur, minnst tæpur hálf tími og mest rúmar fjórar klukkustundir þegar horft er til þeirra eldgosa sem hafa orðið á Sundhnúksígígaröðinni. Hliðstæðir fyrirboðar stóðu þó yfir mun lengur í Fagradalsfjallskerfinu.

Í öllum atganginum er auðvelt að missa yfirsýn um atburðina og upplýsingum hættir til að renna saman í eitt. Hér verður stiklað á helstu atriðum og kennistærðum hvers goss, ásamt því að fjalla lauslega um vörn innviða og áfallaþol samfélagsins. Um er að ræða samantekt rannsókna og eftirlitsgagna sem hefur verið aflað af samstilltum hópi vísindamanna á ýmsum stofnunum og fyrirtækjum, svo sem Jarðvísindastofnun Háskólans, Náttúrufræðistofnun (áður Landmælingum Íslands og Náttúrufræðistofnun Íslands), Veðurstofu Íslands, Almannavörnum og verkfræðistofnunum Verkís og Eflu, o.fl., oft undir miklu álagi í aðdraganda goss og á fyrstu klukkustundum þess.



Meradalir. Ljósmynd: Einar Guðmann

GOSSAGA REYKJANESSKAGA

Á suðvesturhluta Íslands hefst þorri þjóðarinnar við á mörkum tveggja stórra jarðfleka, Norður-Ameríkuflekans og Evrasíuflekans. Virkni á flekaskilum á þessu svæði einkennist af tímabilum þar sem eldvirkni og hraðrar aflögunar gætir í nokkrar aldir (á bilinu 4–5) en á milli koma lengri tímabil án gosvirkni, svo sem það sem nú er nýlokið og stóð í tæpar átta aldir (1. mynd, neðri). Á þeim öldum þegar eldgos verða, koma tímabil með tilheyrandi jarðhræringum og líflægri gosvirkni, eins og það sem nú hefur staðið í fimm ár.

Sambúð við eldstöðvakerfi hefur ýmsa kosti fyrir samfélag manna, einkum og sér í lagi aðgengi að heitu vatni sem nýttist bæði til húshitunar, rafafls og baðstaða af ýmsum toga. Á hinn bóginn skapa virk eldstöðvakerfi hættu og geta valdið tjóni þegar þau ókyrrast. Reykjanesskagi státar af fimm eldstöðvakerfum á landi. Þau eru, frá vestri til austurs, kennd við Reykjanes, Svartsengi, Fagradalsfjall, Krýsuvík og Brennisteinsfjöll (1. mynd, efri).² Að auki er eldstöðvakerfið Eldey úti fyrir Reykjanestá. Næstu nágrennar Reykjanesskaga á Suðurlandi eru eldstöðvakerfin Hengill og Hrómundar-

tindur, en Hengill er stundum sagður sjötta kerfi Reykjanesskagans þar sem suðurhluti þess telst innan svæðisins.

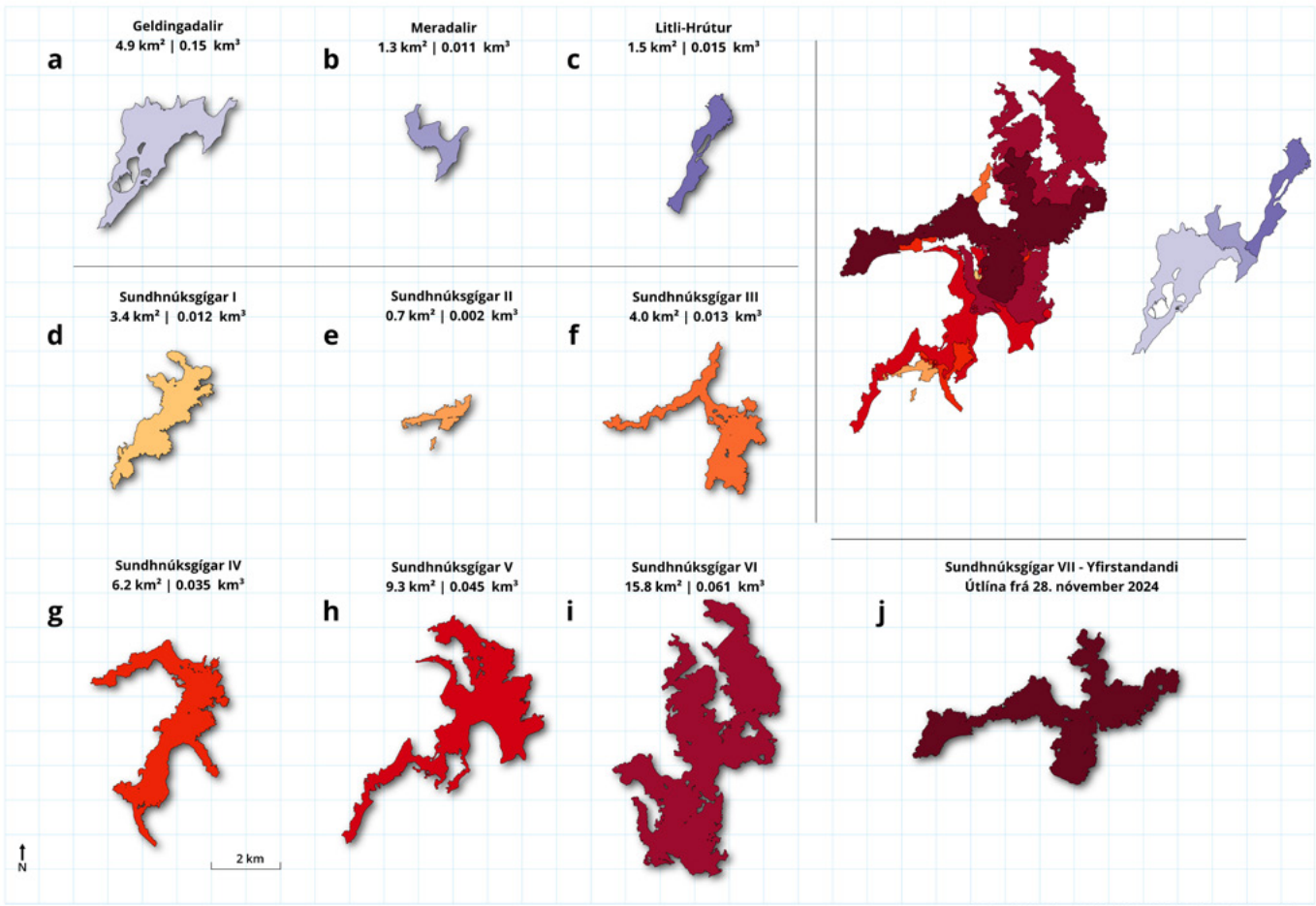
Hinn gríðarlangi Atlantshafshryggur liggur þvert í gegnum Ísland og er landið sá hluti hans sem stendur uppúr sjó. Tilvist eldstöðvakerfa hér er afleiðing samspils möttulstróks undir landinu og gliðnandi flekaskila Norður-Ameríkuflekans og Evrasíuflekans. Flekaskilin liggja í gegnum landið frá Reykjanesi, um miðhálandið, til norðausturs og í Öxarfjörð.^{3(m.a.)} Flekarnir færast í sundur um u.þ.b. 19 mm á ári og eldvirkni og sprungur bera vitni um þessi jarðrænu öfl.^{2,4}

Stór hluti Reykjanesskaga er hulinn hraunum, dyngjuhraunum og sprunguhraunum, sem hafa myndast eftir að jökla leysti fyrir um 14.000 árum.^{5,6(m.a.)} Öll eldstöðvakerfi Reykjanesskaga eru talin vera án þróaðrar megineldstöðvar og skilgreinast af sprungusveimjum sem samanstanda af gossprungum, gjám, sigdældum og jarðhitasvæðum sem liggja skástígt á flekaskilin. Kvikan sem kemur upp er öll basísk og myndar að langmestu leyti hraun. Í sjó við Reykjanes hafa þó orðið sprengigos, tiltölulega

lítil, þar sem kvikan kemst í snertingu við vatn og tvístrast. Þetta gerðist síðast í Reykjaneseldum á 13. öld. Stærsta gosið varð árið 1226 þegar miðaldalagið svokallaða myndaðist. Það lag er 5–10 cm að þykkt vestan Grindavíkur.^{7,8} Flest hraun á Reykjanesskaga eru innan við 0,2 km³ að rúmmáli (tafla 1).

Oftast gýs úr sprungum með stefnu í norðaustur-suðvestur. Virknimiðja kerfanna er þar sem sprungusveimar skera flekaskilin. Norðan til á Reykjaneskaga er minna um gossprungur og þar ber meira á misgengjum og gjám.¹

Þegar gos hófst í Fagradalsfjalli árið 2021 hafði eldvirkni ekki gætt á Reykjanesskaga frá árinu 1240. Þekking á virkni Reykjanesskagans er allgóð síðustu 4.000 ár. Á tímabilinu 1210–1240 urðu nokkur gos, fyrst við Reykjanes og síðan á Eldvargosreininni. Þar áður urðu þrjú gos í Krýsuvíkurkerfinu á árunum 1151–1188, eftir um 150 ára goshlé á Reykjanesskaga. Gos urðu í Brennisteinsfjallakerfinu á árunum 950–1000 en fyrstu gosin á síðasta gostímabili urðu í kringum 800 sunnarlega í Brennisteinsfjallakerfinu auk lítils goss í Krýsuvíkurkerfinu.^{1(m.a.)}



Gögn: Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands | Náttúrufræðistofnun | Veburstofa Íslands

2. mynd. Flatar- og rúmmál hrauna sem myndast hafa í Fagradalsfjalls- (fjólubláir litir) og Sundhnúkseldum (rauðir litir) frá 19. mars 2021 til 28. nóvember 2024. Ath. að útlínur á mynd j eru ekki endanlegar þar sem gosið stendur enn yfir þegar þetta er skrifað (2. desember). – Figure 2. Area and volume of the lavas formed during the Fagradalsfjall eruptions (purple) and Sundhnúkseldum eruptions (red) from 19th of March 2021 to 28th of November 2024. Note that the area shown on figure j is preliminary since the eruption is still ongoing at the time of writing (2nd of December). Mynd/Photo: Ragnar H. Þrastarson

Í stórum dráttum virðist hegðun hliðstæð á gostímabilunum fyrir 1.900–2.500 árum og fyrir 3.000–3.500 árum¹ eins og sjá má á 1. mynd (neðri). Gosagan bendir því til þess að aldirnar með eldgosavirkni einkennist af goshrinum, eða eldum, sem hver um sig einangrast við ákveðinn hluta skagans og stendur í nokkur ár eða áratugi, en á milli þeirra séu oft löng tímabil án umbrota. Staðsetning gossins í Fagradalsfjalli var nokkuð óvænt, enda hafði ekki gosið þar í um 6.000 ár og vegna þess að þarna er ekki eiginlegur sprungusveimur, hafði verið talið líklegra að nýtt gostímabil hæfist á öðrum kerfum skagans, þeim sem hafa verið virkari á nútíma.⁹

FAGRADALSFJALL

Eldstöðvakerfið sem kennt er við Fagradalsfjall hafði ekki látið á sér kræla að ráði í um 6.000 ár þegar lotur þenslu og

jarðskjálfta áttu sér stað í rúmt ár áður en til tíðinda dró í Geldingadölum árið 2021.^{10(t.d.)} Fagradalsfjallskerfið liggur á milli kerfa Svartsengis og Krýsuvíkur, er um 5–6 km breitt og 19 km langt í norðaustur-súðvestur-stefnu. Sökum sérstöðu sinnar var það oft flokkað sem hluti Krýsuvíkurkerfisins fremur en sjálfstætt kerfi, enda nokkuð ólíkt nágranna-kerfum sínum. Þar er ekki jarðhiti og enginn vel skilgreindur sprungusveimur, en að auki eru sniðgengi með norður-súður-stefnu mun algengari í því en misgengissprungur og gjár með norðaustur-súðvestur-stefnu, sem einkenna hin kerfin.⁹ Fyrstu vísbendingar um vaxandi ókyrrð á Reykjanesskaga komu fram í árslok 2019 þegar skammvinnar jarðskjálftahrinur urðu við Fagradalsfjall. Í janúar 2020 varð síðan vart við landris og jarðskjálftavirknin óx. Aflögun hélt áfram, sem og

skammvinnar jarðskjálftahrinur, líklega í tengslum við innskotavirkni. Þúsundir skjálfta mældust í þessum lotum og fundust stærstu skjálftarnir víða á Reykjanesskaga, á höfuðborgarsvæðinu og á Suður- og Vesturlandi. Stærsti skjálftinn í aðdraganda gossins varð 24. febrúar, 5,6 að stærð. Honum fylgdu margir eftirskjálftar, níu stærri en 4,8 og 64 stærri en 4. Síðasti skjálftinn af viðlíka stærð varð 14. mars og var 5,3. Þessi umbrot fylgdu myndun fyrsta og stærsta gangainnskotsins af fjórum við Fagradalsfjall.¹¹ Þremur dögum fyrir gos dvínaði jarðskjálftavirkni, hátíðni-skjálftum fækkaði en skjálftar af lægri tíðni á grunu dýpi mældust þar sem stuttu síðar gaus í Geldingadölum við Fagradalsfjall, 19. mars 2021. Það gos markaði upphaf umbrotahrinu sem enn stendur yfir þegar þetta er ritað.^{10,12}

Sundhnúkagígar VII, gos sem hófst 20. nóvember 2024.
– Sundhnúkagígar VII, an eruption that began on the 20th
of November, 2024. Ljósmynd./Photo: Gollí





1. tafla. Sprungugos á Reykjaneskaga á síðustu 3.500 árum, áætlað flatar- og rúmmál hrauna. Söguleg hraun eru í óskyggðum dálkum, en forsöguleg í skyggðum. Í 3. dálki er ýmist gefið upphafsár (skáletrað), eða aldur. Til að auðvelda samanburð áætlaðs rúmmáls milli gosskeiða er áætlað rúmmál alls staðar sett fram í km³ en ekki m³ eins og annars staðar í greininni. – Table 1. Fissure eruptions on Reykjanes Peninsula for the past 3.500 years, estimated area and volume of lavas. Historical lavas are in unshaded columns, prehistoric lavas are in shaded columns. In column 3, italics indicate starting year and non-italics show estimated ages. Volumes are presented in cubic kilometers for easier comparison between eruptive periods, though they are provided in cubic meters in the text.

Hraun	Eldar	Upphafsr/Aldur	Flatarmál (km ²)	Áætluð meðal- þykkt (m)	Áætlað rúmmál (km ³)
Reykjanes					
Yngra Stampahraun	Reykjaneseldar	<i>1211</i> ³⁷	4 ³⁷	4 ³⁷	0,016 ³⁷
Sýrfellshraun (Eldra Stampahraun)		~1.900 ²⁸	15 ²⁸	5 ²⁸	0,1 ²⁸
Gunnahraun		3.100–3.200 ¹			
Svartsengi					
Sundhnúksíggar VII	Sundhnúkseldar	<i>2024 (20.11.–?)</i>	8,6 ^{α,β}	5 ^{α,β}	0,043 ^{α,β}
Sundhnúksíggar VI	Sundhnúkseldar	<i>2024 (22.8–5.9)</i>	15,8 ^α	3,9 ^α	0,061 ^α
Sundhnúksíggar V	Sundhnúkseldar	<i>2024 (29.5–22.6)</i>	9,3 ^α	4,8 ^α	0,045 ^α
Sundhnúksíggar IV	Sundhnúkseldar	<i>2024 (16.3–8.5)</i>	6,2 ^α	5,6 ^α	0,035 ^α
Sundhnúksíggar III	Sundhnúkseldar	<i>2024 (8.–9.2)</i>	4,0 ^α	3,1 ^α	0,013 ^α
Sundhnúksíggar II – Hagafell	Sundhnúkseldar	<i>2024 (14.–16.1.)</i>	0,7 ^α	3,4 ^α	0,002 ^α
Sundhnúksíggar I	Sundhnúkseldar	<i>2023 (18.–21.12.)</i>	3,4 ^α	3,3 ^α	0,012 ^α
Arnarseturshraun	Reykjaneseldar	~1235 ¹	22,7 ²⁹	14 ³¹	0,32 ³¹
Illahraun	Reykjaneseldar	~1235 ¹	2,8 ²⁹	10 ³¹	0,03 ³¹
Eldvarpahraun	Reykjaneseldar	1226–1240 ¹	18,3 ²⁹	10 ³¹	0,21 ³¹
Háahraun		~2.200 ¹	3 ³¹	10 ³¹	0,03 ³¹
Blettahraun		~2.200 ¹	7,9 ³¹	10 ³¹	0,07 ³¹
Berghraun		~2.200 ¹			
Klofningahraun		~2.200 ¹	7,8 ³²	20 ³²	0,16 ³²
Sundhnúkahraun		~2.400 ¹	26,5 ³¹	9 ³¹	0,18 ³¹
Lynghólshraun		~3.000 ¹	<10 ¹		
Fagradalsfjall					
Litli Hrutur	Fagradalseldar	<i>2023 (10.7.–5.8.)</i>	1,5 ³⁶	10	0,015 ³⁶
Meradalir	Fagradalseldar	<i>2022 (3.–21.8.)</i>	1,3 ¹⁹	8–9	0,011 ¹⁹
Geldingadalir	Fagradalseldar	<i>2021 (19.3.–18.9.)</i>	4,9 ¹⁵	30	0,15 ¹⁵
Krýsuvík					
Ögmundarhraun	Krýsuvíkureldar	<i>1151</i> ³³	18,6 ³³	7 ³³	0,13 ³³
Kapelluhraun (Háibruni)	Krýsuvíkureldar	<i>1151</i> ³³	13,7 ³³	5 ³³	0,07 ³³
Mávahlíðahraun	Krýsuvíkureldar	<i>1188</i> ³³	3,7 ³³	5 ³³	0,02 ³³
Hrútafellshraun		~800 ¹			
Afstapahraun		~2.000 ³⁸	22 ³²	20 ³²	0,44 ³²
Óbrinnishólshraun og Melrakkahraun		2.100 ¹			
Brennisteinsfjöll					
Tvíbollahraun	Kristnitökueldar	~950 ³⁰			0,37 ³²
Selvogshraun	Kristnitökueldar				0,19 ³²
Kistuhraun	Kristnitökueldar				
Húsfellsbruni	Kristnitökueldar				
Mið-Húsfellsbruni	Kristnitökueldar	950 ³⁰			0,053 ³²
Svartihryggur	Kristnitökueldar				

Hraun	Eldar	Upphafsár/Aldur	Flatarmál (km ²)	Áætluð meðalþykkt (m)	Áætlað rúmmál (km ³)
Svínahraunsbruni	Kristnitökueldar	1000 ³⁰			
Vörðufellsborgahraun		~800 ³⁴			
Hvammahraun		~800 ¹			0,72 ³²
Stórabollahraun		2.500–3.000 ¹			0,36 ¹
Kálfadalshraun		2.000–2.500 ¹			
Eldra Hellnahraun		2.000–2.500 ¹			
Hólmshraun í Heiðmörk		2.000–2.500 ¹			
Litla Eldborg (Geitahlíð)		~3.500 ¹			

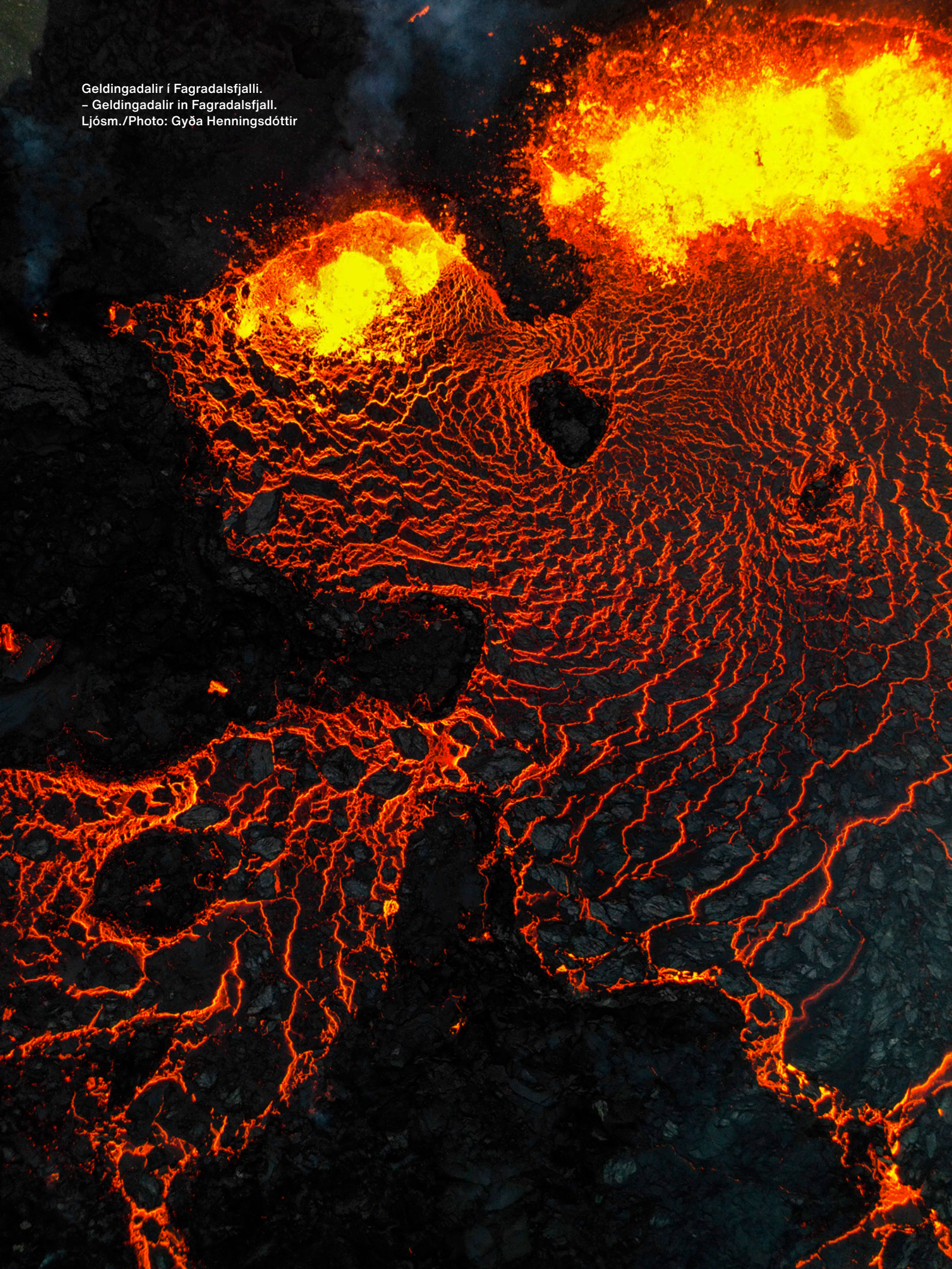
³⁰Myndmælingateymi Náttúrufræðistofnunar og Landmælinga Íslands (byggt á samvinnu margra stofnana Ví, NÍ, LMÍ, Jarðvísindastofnun, Eflu, Verkís, Svarma).

³¹Mæling gerð 23.nóvember 2024 kl. 13:50 og því ekki um endanlegar tölur að ræða.

Meradalir. Ljósmynd: Pórarinn Jónsson



Geldingadalir í Fagradalsfjalli.
- Geldingadalir in Fagradalsfjall.
Ljósmynd./Photo: Gyða Henningsdóttir



2. tafla. Yfirlit atburða í nýju gosskeiði Reykjaneskagans, sem hófst árið 2021. – Table 2. Overview of events marking the beginning of a new eruptive period on the Reykjanes Peninsula, which started in 2021.

Gos	Upphaf og endir goss	Lengd goss (dagar)	Lengd goshlés á Reykjaneskaga fyrir upphaf (dagar)	Áætluð hámarks lengd gossprungu (km)	Endanlegt flatarmál (km ²)	Áætlað rúmmál (milljón m ³)
Svartsengi						
Sundhnúksígur VII	20.11.–?	?	75	3	?	?
Sundhnúksígur VI	22.8.–5.9. 2024	14	60	6	15,8	61 ^a
Sundhnúksígur V	29.5.–22.6. 2024	24	20	4	9,3	45 ^a
Sundhnúksígur IV	16.3.–8.5. 2024	53	35	3	6,2	35 ^a
Sundhnúksígur III	8.–9.2. 2024	1	22	3	4,0	13 ^a
Sundhnúksígur II – Hagafell	14.–16.1. 2024	2	23	1	0,7	2,5 ^a
Sundhnúksígur I	18.–21.12. 2023	3	135	4	3,4	11 ^a
Fagradalsfjall						
Litli Hrútur	10.7.–5.8. 2023	26	324	0,8	1,5 ³⁶	15 ³⁶
Meradalir	3.–21.8. 2022	18	319	0,3	1,3 ³⁵	11 ³⁵
Geldingadalir	19.3.–18.9. 2021	182	780*	0,18	4,9 ¹⁵	150 ¹⁵

*Ár en ekki dagar eins og aðrar einingar í dálknum.

^aMyndmælingateymi Náttúrufræðistofnunar og Landmælinga (byggt á samvinnu margra stofnana, Ví, Ní, LMÍ, Jarðvísindastofnunar, Eflu, Verkíss, Svarma).

FRAGRADALSFJALLSELDAR

19. mars til 18. september 2021

– Geldingadalir

Hraungos hófst í Geldingadölum í Fagradalsfjalli kl. ~20:45 föstudagskvöldið 19. mars 2021 með opnun 12 stuttra skástígra sprungna, samanlagt 180 m langra, með norðaustur-suðvestur-stefnu. Virkni dróst fljótt saman og næsta dag gaus úr átta gosopum og á sunnudegi úr tveimur.^{13,14} Hraunflæði var ákaflega rólegt og í gosinu var enginn öflugur upphafsfasa. Rennsli var aðeins 5–8 m³/s í upphafi, hélst þannig fyrstu vikurnar en jókst heldur þegar kom fram í maí og var 10–13 m³/s (meðaltal yfir nokkurra daga tímabil) lengst af fram í september.¹⁵ Kvikusamsetning var afar frumstæð og talið er að kvikan hafi komið af miklu dýpi (>15 km).¹⁶ Í upphafi aprílmánaðar opnuðust fleiri gosop norð-norðaustur af upphafsgígum. Þeir voru aðeins virkir í nokkra daga en kvikuflæðið hélst nokkuð stöðugt. Frá því seint í apríl var aðeins einn gígur virkur. Í maí-júní var ríkjandi hegðun þannig að öflugir kviku-strókar mynduðust í nokkrar mínútur, síðan kom álíka langt hlé. Á þessum tíma rann hraun að mestu í lokuðum rásum og myndaðist meðal annars hrauntjörn, 400 m í þvermál.^{15,17} Í byrjun júlí breyttist

virknin enn og fram í september skiptust á samfelld gos í 12–24 tíma og álíka löng tímabil án gosvirkni.¹⁵ Hlé kom í virknina 2. september en hún tók sig upp aftur níu dögum síðar og hélst til gosloka 18. september. Gosið stóð yfir í 182 daga, og alls mynduðust 150 milljónir m³ af hrauni, sem þekur 4,9 km² (2. mynd a, tafla 2).¹⁵

3. ágúst til 21. ágúst 2022

– Meradalir

Tæpu ári eftir gosið í Geldingadölum braust út eldgos í vestanverðum Meradölum, upp úr hádegi 3. ágúst 2022 á ~375 m langri, norðaustur-suðvesturlægri sprungu.¹⁸ Skjálftavirkni hafði aukist mjög um fjórum dögum áður en tók að dvína nokkrum klukkustundum fyrir upphaf goss. Um 2.700 skjálftar mældust á svæðinu sólarhring áður. Gossprungan var í litlu dalverpi norðaustan við gígana í Geldingadölum. Hún opnaðist upp í neðanverðar hlíðar Meradalahnúks og teygði syðri hluti hennar sig inn í hraunið sem rann í Geldingadalsgosinu. Gosið var nokkru aflmeira en það fyrra og var hraunframleiðsla í upphafi metin ~30 m³/s.^{19,20} Líkt og í fyrra gosi dróst virkni á gossprungunni fljótt saman og norðausturhluti sprungunnar, sá sem náði í hlíðar Meradalahnúks,

kulnaði. Sólarhring eftir gosbyrjun gaus á 130–140 m langri sprungu og hratt dró úr hraunflæði sem var aðeins þriðjungur af því sem mældist í upphafsfasa. Virkinn einangraðist síðan enn frekar og að fimm dögum liðnum var hún bundin við einn megingíg. Frá honum rann hraun sem myndaði hrauntjörn með útstreymi til suðausturs, fyllti upp í Meradali og rann meðal annars að hluta til yfir hraunið frá árinu áður. Á sextánda degi var gosið orðið svo aflítið að aðeins kraumaði nægilega í gígnum til að sletta hrauni upp á gígbarmana en á yfirborði sást hvorki í hrauntjörn né hraunár. Aðfaranótt 21. ágúst féll gosrói niður og var goslokum lýst yfir. Í kjölfar gossins dró verulega úr þenslu og þar með jarðskjálftavirkni. Gosið stóð í 18 daga og myndaði hraun sem þakti 1,3 km² og var metið um 11 milljónir m³.¹⁹ (2. mynd b, tafla 2).

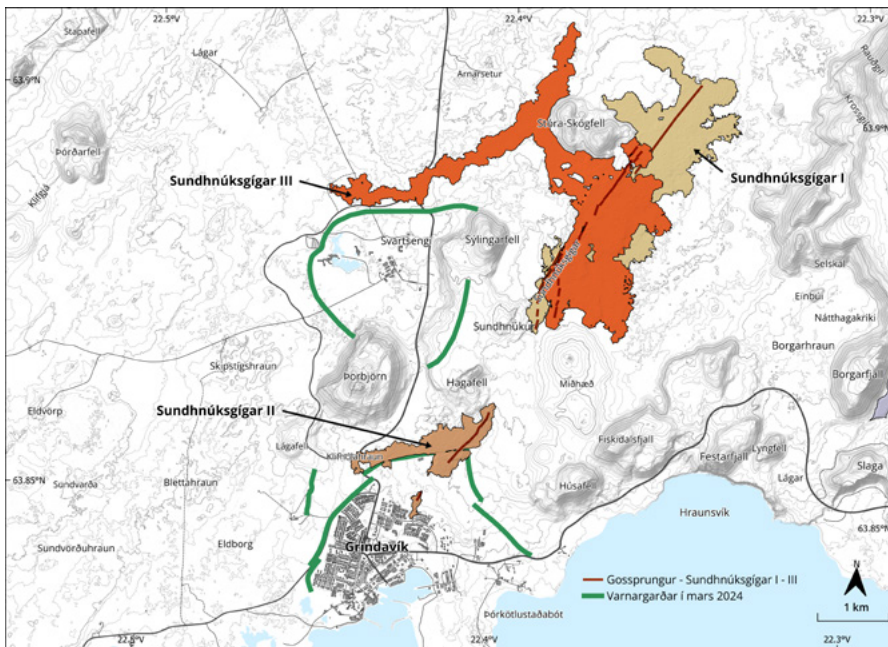
10. júlí til 5. ágúst 2023

– Litli-Hrútur

Tæpu ári síðar, 10. júlí kl. 16:40, hófst þriðja eldgosid og nú við Litla-Hrút, norðaustan við fyrri gosupptök. Skammtímafyrirboði þess var sambærilegur fyrri gosum á svæðinu, þ.e. öflug jarðskjálftahrina sem stóð í nokkra daga (frá 4. júlí) en dvínaði skömmu áður en gos



3. mynd. Stór kvikugangur, allt að 15 km langur, myndaðist í miklum gliðunaratburði 10. nóvember 2023. – Figure 3. A large magma dyke, up to 15 km in length, was formed during a significant deformation event on the 10th of November 2023. Mynd/Photo: Ragnar H. Prastarson



4. mynd. Lega gosprungna Sundhnúksígga I–III (brúna línur) og útbreiðsla hrauna frá fyrstu þremur gosunum í Sundhnúkseldum. Grænar línur sýna varnargarðana í mars 2024. – Figure 4. Location of the eruptive fissures from the first three eruptions in the Sundhnúkur Fires (brown lines) and their respective lava flow fields. Green lines indicate the locations of lava protection barriers as of March 2024. Mynd/Photo: Ragnar H. Prastarson

höfst. Gossprungan sem opnaðist var í fjórum skástígum bútum og var samantölögð lengd þeirra um 800 m. Útstreymi kviku í upphafi var meira en í fyrri gosunum tveimur en dvínaði hratt. Virkni á gossprungunni dróst saman líkt og í fyrri gosum og einskordaðist við aðeins einn gíg sólarhring eftir gosupphaf. Hraun flæddi frá Litla-Hrúti til suðurs og rann að hrauninu austan hans, því sem myndast hafði í Meradölum árið áður. Gosið stóð í 26 daga, frá 10. júlí til 5. ágúst, og myndaði hraun sem þakti um 1,5 km² og var metið ~15 milljónir m³.²⁰ (2. mynd, tafla 2).

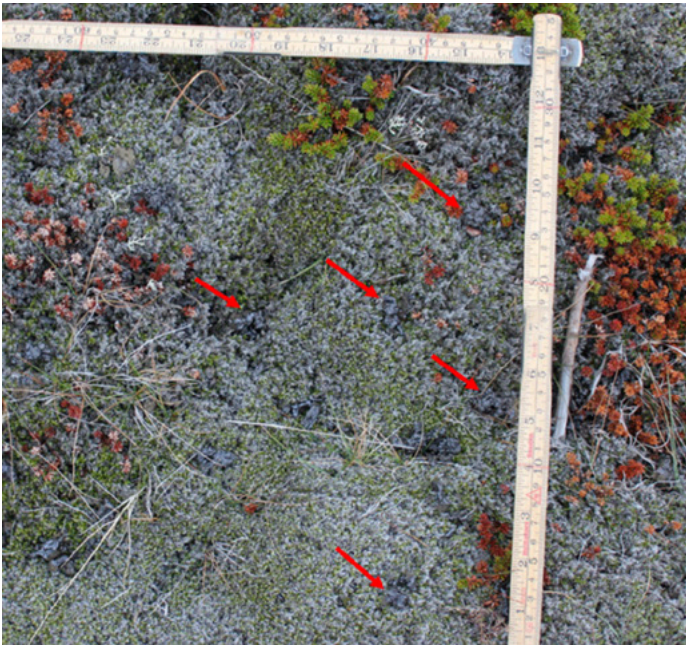
SVARTSENGI

Vestan kerfis Fagradalsfjalls er Svartsengiskerfið, sem stundum er kennt við Eldvörp. Nágranni Svartsengis í vestri er Reykjaneskerfið en erfitt er að greina sprungusveima þessara tveggja kerfa í sundur. Svartsengiskerfið er 7 km breitt og 30 km langt með stefnu norðaustur-suðvestur. Tvær gosreinar eru skilgreindar á kerfinu, Eldvarparein og Svartsengisrein, og hefur sú síðarnefnda verið virkari í gegnum tíðina.¹ Virka svæðið í núverandi goshrinu er á Svartsengisreininni og hafa gossprungur fylgt Sundhnúksíggaröðinni sem gaus síðast

fyrir 2.400 árum.^{1(t.d.)} Þarna hefur nú gosið sjö sinnum síðan í desember 2023 (sjöunda gosið stendur yfir þegar þetta er ritað í byrjun desember 2024).

Kvikugangurinn 10. nóvember 2024

Haustið 2023 var viðburðaríkt á Reykjaneskaganum. Ákafar jarðskjálftahrinur og aflögun mældust við Þorbjörn, Svartsengi og norðan Grindavíkur og flúðu íbúar Grindavíkur margir hverjir heimili sín. Þáttaskil urðu í atburðarásinni 10. nóvember 2023 þegar ríkislögreglustjóri lýsti í samráði við lögreglustjóran á Suðurnesjum yfir



5. mynd. Gjóska féll víðs vegar um svæðið. Myndir teknar 8. október 2024 rétt sunnan við varnargarðana norðan Grindavíkur. Lengdarás korna allt að 8 cm. – Figure 5. Tephra fell around the unrest area. Photos taken on the 8th of October 2024, just south of the lava protection barriers north of Grindavík. The longitudinal axis of tephra grains measured up to 8 cm. Ljós./Photo: Bergrún A. Óladóttir

hættustigi almannavarna vegna ákafrar jarðskjálftahrinu við Sundhnúksgíga. Bærinn var rýmdur um kvöldið enda báru mælingar þess merki að kvika væri á ferð undir honum. Virknimiðja jarðskjálftahrinunnar var á Sundhnúksgígaröðinni snemma dags en þegar á leið mældust sífellt fleiri skjálftar norðar, til móts við Stóra-Skógfell, og var ljóst að kvika flæddi um sprungur og myndaði kvikugang. Í kjölfar skjálfta af stærð 4,1 kl. 15:23 tók skjálftavirknin að fíkra sig hratt til suðurs og urðu tveir skjálftar (4,8 og 5,2 að stærð, sá stærri kl. 18) við Hagafell. Klukkan 18:30 var skjálftavirkni komin að Grindavík og klukkustund síðar suðvestur fyrir bæinn í sjó fram.²¹ Mikil aflögun fylgdi í kjölfar jarðskjálftans kl. 18 og myndun kvikugangsins, og tilfærslur bæði í láréttum og lóðréttum fleti um rúmlega 1 metra ollu miklum skemmdum á mannvirkjum og innviðum í Grindavík. Talið er að 130–139 milljónir m³ af kviku hafi myndað kvikugang sem varð 15 km langur og náði frá Kálffellsheiði í norðri og í sjó fram norðan Arfadalsvíkur (3. mynd).²¹

SUNDHNÚKSELDAR

18. til 21. desember 2023

– Sundhnúksgígar I

Eldgos hófst 18. desember kl. 22:17 í kjölfar jarðskjálftahrinu sem hófst á Sundhnúksgígaröðinni um einni og hálfri klukkustund áður. Gossprunga opnaðist austan Sýlingarfells og Stóra-Skógfells, þar sem hinn gríðarmikli kvikugangur myndaðist mánuði áður. Sprungan var í skástígum bútum og náði samtals ~4 km að lengd. Kvikustrókar náðu um 100 m hæð og kvikuflæði var margfalt á við það sem nokkurn tíma varð í gosunum í Fagradalsfjalli 2021–2023. Virkni dróst fljótt saman á sprungunum og einangraðist í staka gíga, og flæddi hraun að mestu til austurs án þess að ógna innviðum. Gosið stóð í tæpa þrjá daga og þvarr afl þess hratt. Hraunið sem það myndaði þakti um 3,4 km² og var metið ~11 milljónir m³.²⁰ (2. mynd, tafla 2).

14. til 16. janúar 2024

– Sundhnúksgígar II – Hagafell

Aðfaranótt 14. janúar 2024 hófst áköf jarðskjálftahrina við Sundhnúksgígaröðina, sunnar en sást í desember. Aflögun sem mældist á GPS-mælum og aukinn þrýstingur í borholum HS Orku

við Svartsengi renndu stoðum undir grun um að um kvikuhreyfingar væri að ræða og var Grindavík rýmd í kjölfarið, en þá var búið í um 100 húsum. Jarðskjálftahrinun hófst nálægt Stóra-Skógfelli en virkinn færðist fljótt suður í átt að Hagafelli og Grindavík. Um fjórum klukkustundum frá upphafi jarðskjálftahrinunnar, eða kl. 7:57, opnaðist sprunga suðaustan Hagafells sem náði ~1 km lengd að klukkutíma liðnum. Syðsti hluti hennar var tæpan kílómetra frá nyrsta hluta Grindavíkur og skar hún varnargarð norðan við bæinn. Mest var hraunrennsli norðan varnargarðsins, sem leiddi hraunið til suðvesturs. Hraun rann yfir Grindavíkurveg sunnan Þorbjörns og heitavatnslögn frá Svartsengi til Grindavíkur, og olli skemmdum á rafstrengjum. Grindavík varð því heitavatns- og rafmagnslaus (4. mynd). Útstreymi í upphafsfasa var verulegt, en allmiklu minna en í desembergosinu. Laust eftir hádegi rann hraun úr 100 m langri sprungu aðeins 200 m frá nyrsta hluta bæjarins. Talið er að þarna hafi komið upp gjávella, þ.e. hraun sem ferðast lárétt frá upptökum um sprungur í berginu nærri yfirborði. Útstreymishraði kviku úr sprungunni var mun minni en



6. mynd. Gossprungan, Grindavík, varnargarðarnir umhverfis bæinn og hraun undanfarinna umbrota 29. maí 2024 kl. 17:05 til 17:15. Loftmynd úr flugi sérfræðinga Náttúrufræðistofnunar og Landmælinga. – Figure 6. The volcanic fissure, Grindavík, lava protection barriers and lava flow fields of the Sundhnúkur Fires I-V the 29th of May 2024 at 17:05-17:15. Photo taken in an aerial survey flight by the Icelandic Institute of Natural History and the National Land Survey of Iceland. Ljósmynd./Photo: Birgir V. Óskarsson

úr fyrri sprungu, eða aðeins 10 m³/s, sem þó nægði til þess að hraun rann í hverfið Efrahóp og gjöreyðilagði þar þrjú hús. Gosið var skammlíft, og um kl. 1 aðfaranótt 16. janúar sáust síðustu hraunslettur renna frá nyrðri sprungunni. Endanlegt flatarmál hraunsins varð 0,7 km² og umfang þess 0,002 km³ (2. mynd, tafla 2).

8. til 9. febrúar 2024 – Sundhnúksgígur III

Aðeins tveimur dögum eftir goslok í janúar sáust ummerki um landris samkvæmt GPS-gögnum. Veðurstofa Íslands

greindi frá því á fréttaveitu sinni 25. janúar að land risi um 8 mm á dag við Svartsengi, sem væri meiri hraði en áður. Hinn 5. febrúar var áætlað að 9 milljónir rúmmetra af kviku hefðu safnast undir Svartsengi. Aðdragandi eldgoss var í þetta sinn mjög skammur. Um kl. 5:20 aðfaranótt 8. febrúar hófst ákóf hrina smáskjálfta við Stóra-Skógfell og kl. 6:02 opnaðist gossprunga sem varð lengst um 3 km og lá frá Sundhnúki til austurenda Stóra-Skógfells, samsíða þeirri sem úr gaus í desember árið áður (3. mynd). Aðeins kom til rýmingar í Bláa lóninu þar sem dvöl í Grindavík var þá ekki leyfileg

að nóttu að tilskipan lögreglustjórans á Suðurnesjum. Líkt og í desembergossinu dró fljótt úr virkninni og eftir hádegi gaus aðallega á þremur stöðum á sprungunni. Gjóska féll til jarðar í Grindavík, allt að 8 cm í þvermál, og fingerð gjóska myndaðist þegar kvika komst í snertingu við grunnvatn og olli sprengivirkni um miðbik sprungunnar (5. mynd). Gosið var heldur aflmeira en fyrri gos og var meðalhraunflæði fyrstu sjö klukkutímanna metið um 600 m³/s með samiburði gagna frá myndmælingateymi Náttúrufræðistofnunar Íslands og Landmælinga Íslands og landhæðarlíkana fyrir upphaf goss. Gosmökkurinn reis í um 3 km hæð og hæð kvikustróka náði 80 m. Hraun rann til austurs og vesturs, náði yfir Grindavíkurveg norðan Þorbjörns kl. -10 og eyðilagði heitavatnslögn frá Svartsengi til norðurs (Njarðvíkuræð) skömmu síðar. Það olli miklum ama, því lögnin færir ~30.000 íbúum Reykjanesbæjar, Voga og Suðurnesjabæjar heitt vatn til húshitunar og heimilisnota. Næsta dag var gosrói döttinn niður og lauk gosinu aðeins um 26 klukkustundum eftir að það hófst. Rúmmál hrauns samkvæmt gögnum úr loftmyndaflugi Náttúrufræðistofnunar Íslands að morgni 9. febrúar er metið tæplega 13 milljónir m³ og flatarmál um 4 km² (2. mynd f, tafla 2).



7. mynd. Vatni var sprautað á hraunjaðarinn til að hefta framgang hraunsins. – Figure 7. Water was sprayed onto the lava flow front in an attempt to slow its progression. Ljósmynd./Photo: Vefmyndavél Almannavarna – Civil Protection Authorities web-camera

16. mars til 8. maí 2024 – Sundhnúksgígur IV

Fjórða gosið í Svartsengiskerfinu hófst um kl. 20:22 16. mars. Aðdragandinn var sem fyrr aukning í jarðskjálftavirkni sem hófst tæpri klukkustund áður á milli Stóra-Skógfells og Sýlingarfells. Þar sem jarðskorpa svæðisins var þegar orðin mjög sprungin eftir undangengin umbrot voru skjálftar í aðdraganda gossins minni en áður (<M2) og jarðskjálftavirkni óvenju lítil. Kviku-hreyfingar mátti marka meðal annars af fjölgun skjálfta á svæðinu og nærraúti GPS-færslum við Svartsengi. Um 2,9 km löng gossprungu opnaðist nærri miðju skjálftavirkninnar, á milli Stóra-Skógfells og Sýlingarfells. Aðeins 2 km skildu að innviði Svartsengis og gossprunguna, en búið var að reisa gríðarmikla varnargarða umhverfis orkuverið. Hraun rann að mestu til vesturs og austurs, nokkuð hraðar en í fyrri gosum, eða á um 1 km/klst. í byrjun goss. Rétt eftir kl. 23 var hraun úr syðri hluta sprungunnar komið að varnargörðunum norðan og austan Grindavíkur og hraunflæði til vesturs náði enn á ný yfir Grindavíkurveg, norðan Þorbjörns, eftir miðnætti. Gosmökkur reis í 3 km hæð og bárust tilkynningar um gjóskufall nærri Grindavíkurvegi. Land

tók að rísa að nýju á meðan gosið stóð yfir, sem hafði ekki sést áður, enda varði gosið til 8. maí eða í 53 daga. Það var þó mjög aflítið síðustu þrjár vikurnar. Þetta gos var mun stærra en hin þrjú sem á undan fóru, um 35 milljón m³ af kviku barst til yfirborðs og myndaði 6,2 km² hraunbreiðu (2. mynd g, tafla 2).

29. maí til 22. júní 2024 – Sundhnúksgígur V

Skjálftahrina hófst kl. 10:45 á milli Stóra-Skógfells og Sýlingarfells, en í þetta sinn greindust engar breytingar í aflögun né borholuþrýstingi fyrr en klukkustund eftir upphaf hrinunnar. GPS-mælar á svæðinu sýndu skýr merki um kvikuhreyfingar (landsig) kl. 12 og gossprungu opnaðist kl. 12:46, skammt austan gígsins sem síðast var virkur 8. maí. Gossprungan teygði sig til norðurs að suðausturhluta Stóra-Skógfells og var mesta lengd hennar áætluð 4 km. Kvikustrókar náðu um 70 m hæð þegar mest lét og gosmökkurinn varð tæplega 4 km há. Tilkynnt var um lítilsháttar gjóskufall. Sprunga opnaðist til suðurs, og komst í grunnvatn nærri Hagafelli og olli þar sprengivirkni sem var mikið sjónarspil. Hraun rann til vesturs nokkuð svipaða leið og í febrúargosinu og í byrjun marsgossins, norðan Þor-

bjarnar. Grindavíkurvegur slapp þó í fyrstu, því hrauntungan stöðvaðist aðeins 20 m frá veginum, norðan varnargarðanna við Svartsengi. Þá lét syðri hluti sprungunnar til sín taka og rann hraun í stríðum straumum til vesturs, yfir Grindavíkurveg sunnan Þorbjarnar, eyðilagði þau raflínumöstur sem á vegi þess urðu og náði varnargörðunum sem verja vesturhluta bæjarins. Grindavík varð því enn á ný rafmagnslaus. Þá rann hraunið einnig yfir Norðurljósveg á ferð sinni suður á bóginn og síðan yfir Nesveg. Suðurstrandarvegur var því eini færi vegurinn inn í bæinn og þar með eina flóttaleiðin úr honum. Gögn úr loftmyndaflugi kl. 17:06 sýna að á fyrstu fjórum tímum gossins mynduðust 8,7 km² af hrauni. Meðal-ústreymishraði fyrstu fjóra klukkutímanna var um 1.500 m³/s samkvæmt túlkun á gögnum myndmælingateymis Náttúrufræðistofnunar Íslands og Landmælinga Íslands. Aflið í gosinu þvarr jafnt og þétt og var meðal-ústreymishraði fyrstu fimm daga gossins um 30 m³/s. 6. mynd sýnir gossprunguna og rennsli hraunsins til vesturs og suðurs. Virkni var mest í gíg rétt við þann sem gaus í mars og rann úr honum til norðvesturs í átt að Sýlingarfelli. Sprungan norðan hans dróst saman í tvo aflitla gíga og rann hraun úr



Litli-Hrútur. Ljósmynd. / Photo: Gyða Henningsdóttir

þeim aðallega til austurs, en þeir kóðnuðu niður 4. júní og var uppfra því aðeins einn gígur virkur fram til gosloka. Hrauntjörn myndaðist við Sýlingarfell og rann úr henni í virka hraunstrauminn norðan Sýlingarfells. Þar þykknadi hraunið mikið og fór hraunspýja frá hraunjaðrinum yfir varnargarð norðaustan við Svartsengi en dreif skammt. Reynt var að hemja hraunrennslið með vatnskælingu, og má á 7. mynd sjá vatni sprautað á hraunjaðarinn. Líkt og í síðasta gosi á undan hófst landris aftur á meðan enn gaus. Gosið stóð yfir í 24 daga og myndaði 9,3 km² af hrauni sem var 45 milljónir m³ að umfangi (2. mynd h, tafla 2). Fimm til sjö dögum eftir að virkni hætti að sjást í gígnum var enn sjáanleg hreyfing á hraunbreiðunni.

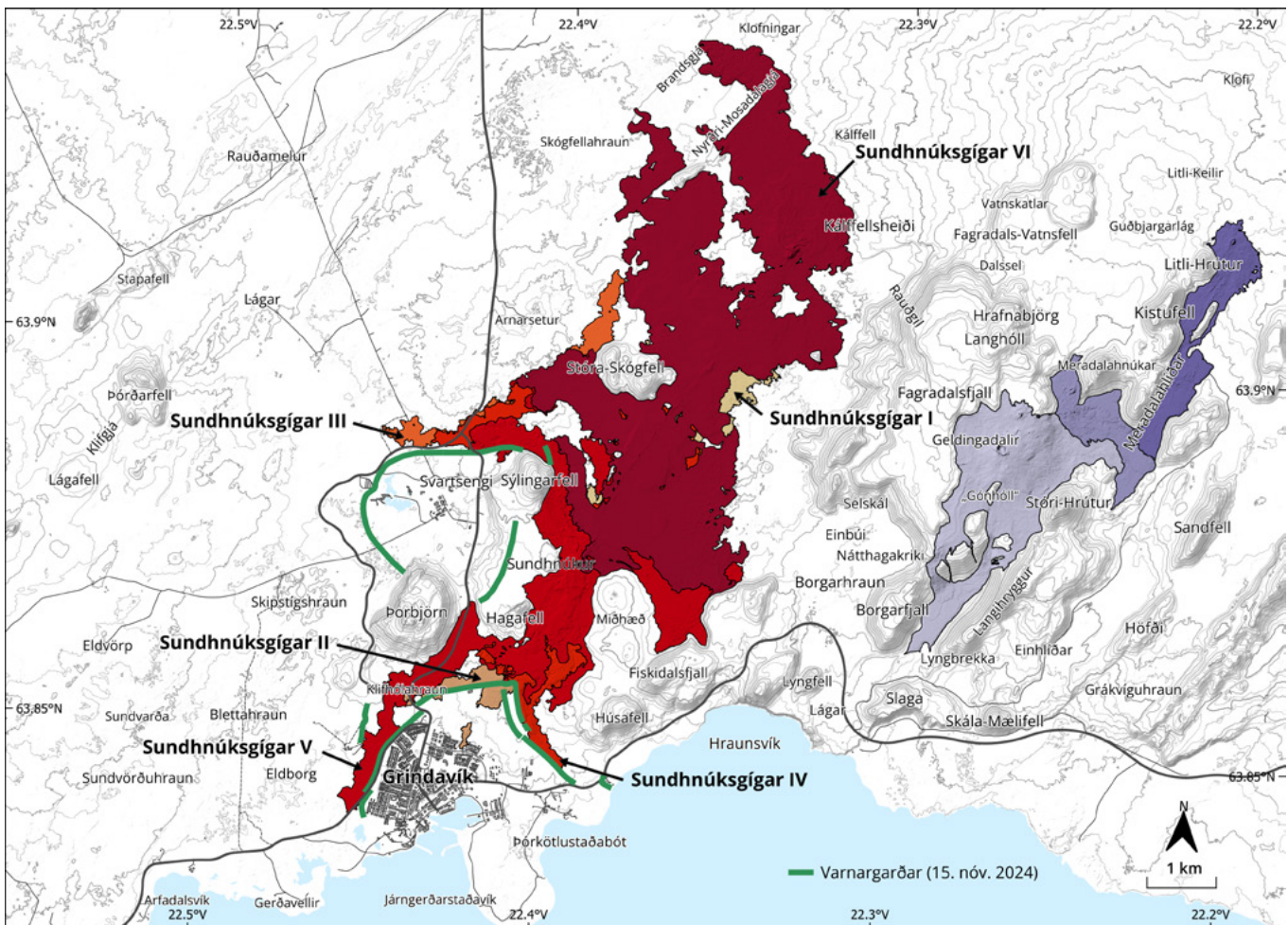
22. ágúst til 5. september 2024 – Sundhnúksgígur VI

Það kom fáum á óvart að gos hófst að nýju síðsumars enda hafði landris mælt frá 8. júní. Skömmu fyrir kl. 21 hinn 22. ágúst sýndu mælar ákafa jarðskjálfta-

virkni á milli Stóra-Skógfells og Sýlingarfells og á svipuðum tíma greindust verulegar þrýstingsbreytingar í borholum í Svartsengi, og í kjölfarið aukin aflögun samkvæmt GPS-mælum. Mest var skjálftavirknin til norðurs og opnaðist sprunga á svipuðum stað og í desember árið áður kl. 21:26. Gossprungan sem opnaðist var í sjö skástígum bútum og var samanlögð lengd þeirra tæpir 4 km. Upp úr henni risu myndarlegir kvikustrókar (~430 m háir) og er þetta gos það aflmesta í Sundhnúkseldum til þessa. Virknin einskorðaðist að lokum við tvo gíga norðan Stóra-Skógfells. Síðast sást virkni í gígum 5. september og gosóri féll þann dag á milli kl. 15 og 17 en í nokkra daga eftir það mátti sjá svolitla hreyfingu á hrauni. Gosið stóð yfir í 14 daga, 61 milljónir m³ af hrauni komu til yfirborðs og þekur það 15,8 km² (2. mynd i, 8. mynd, tafla 2). Landris hófst strax að gosi loknu í september, sem benti til þess að umbrotunum væri ekki lokið.

20. nóvember 2024, ólokið á rittíma – Sundhnúksgígur VII

Aftur dró til tíðinda 20. nóvember, og var nokkuð óvænt því vísindamenn höfðu ekki gert ráð fyrir að nægilegum þrýstingi vegna kvikusöfnunar yrði náð fyrr en í desember. Aukinnar jarðskjálftavirkni á milli Sýlingarfells og Stóra-Skógfells varð vart skömmu fyrir kl. 22:30 og breytingar á borholuþrýstingi í Svartsengi mældust kl. 22:37. Þá þótti ljóst að draga færi til tíðinda og voru Grindavík og Bláa lónið rýmd í kjölfarið, en búið var að opna bæinn fyrir almenningi og var búið í um 50 húsum þrátt fyrir að engin hefðbundin þjónusta væri til staðar, s.s. leik- og grunnskólar, heilsugæsla o.þ.h. Gossprungu opnaðist kl. 23:14 nærri gígnum sem var virkastur í desember gosinu árið áður (Sundhnúksgígur I), lengdist í norðaustur-suðvestur og náði lengst ~3 km lengd. Upphafsfasi gossins var sjónrænt metinn talsvert minni en í gosinu áður en hraun rann frá sprungunni bæði til norðurs og vesturs á milli Sýlingarfells og Stóra-Skógfells.



8. mynd. Útbreiðsla níu fyrstu hraunanna sem runnið hafa á Reykjaneskaga síðan nýtt gosskeið hófst í mars 2021. Hraun frá Fagradalsfjallseldum eru sýnd í fjólubláum tönnum og frá Sundhnúkseldum í rauðum tönnum. Í báðum tilfellum táknar dekkri litur yngra hraun. Sami litaskali er á mynd 2. Grænar línur sýna legu varnargarða 15. nóvember 2024. Á myndinni er ekki sýnt hraun úr gosinu sem hófst 20. nóvember 2024. – Figure 8. Lava flow field of the first nine eruptions on the Reykjanes Peninsula since the fires began in March 2021. The Fagradalsfjall lavas are shown in purple, and the Sundhnúkseldur lavas in red. In both cases, darker colour represents younger lava. The same colour scale is used in Figure 2. Green lines represent the positions of lava protection barriers as of the 15th of November 2024. The lava flow from the eruption which started on the 20th of November is not shown. Mynd/Photo: Ragnar H. Prastarson

Fljótlega eftir að gos hófst mældist sig á GPS-mæli við Svartsengi. Aðfaranótt 21. nóvember var megin-hraunstraumurinn til vesturs og á milli kl. 4:30 og 4:37 rann hraun bæði yfir gamla og nýja Grindavíkurveginn. Hraunið rann jafnframt yfir sömu heitavatnslögn og skemmdist í febrúar (Njarðvíkuræð) kl. 7:55 en hún hafði verið grafin í jörðu og hefur enn ekki skemmt þegar þetta er skrifað (2. desember). Komi til skemmda á lögninni er allt víðgerðarefni tiltækt. Hraun rann undir raflínu í lofti (Svartsengislínu 1) og hiti frá því varð til þess að leidarinn í línunni seig ofan í hraunið og slitnaði (9. mynd). Varð um stund rafmagnslaut í Grindavík. HS Orka hafði undirbúið varaafstöð í Svartsengi sem nú er nýtt til að tryggja bænum og öðrum notendum rafmagn. Landsnet rekur línuna

og hófst þegar undirbúningur við að reisa hærra mastur svo hægt væri að strengja línuna til að koma Svartsengislínu 1 aftur í rekstur. Hraunstraumurinn til vesturs náði bílastæðum Bláa lónsins um hádegi 21. nóvember og eyðilagði líka þjónustuhús við bílastæðin. Daginn eftir, 22. nóvember, hafði virknin dregist saman í þrjá giga. Rann hraun frá nyrstu og syðstu gígnum til austurs og norðurs, en miðgígurinn var þeirra virkastur og veitti hrauni til vesturs meðfram varnargörðum norðan Svartsengis og Bláa lónsins, en svo langt í vestur hefur hraun ekki náð í fyrri gosum. Talsvert hafði þá hægt á hraunflæðinu. Hraunið þykknaði það upp við varnargarðana norðan Bláa lónsins og náði hæð þeirra aðfaranótt 23. nóvember. Til að vernda innviði var hafist handa við að breikka og

hækka varnargarðana þar og jafnframt var gripið til hraunkælingar á sólarhringsvöktum. Afl gossins hefur dvínað smám saman og sáust merki um fall í gosóróa um kl. 5 að morgni 24. nóvember. Að morgni 25. nóvember var lítil ef nokkur virkni sjáanleg í suður- og mið-gígnum og gosórói féll enn. Landsig mældist í Svartsengi út nóvember og virkni helst á nyrsta gígnum. Þegar þetta er ritað (desember) er ekki ljóst hvort landris er hæfið á ný en gosið stendur enn.

FAGRADALSFJALLS- OG SUNDHNÚKSELDAR

Ákveðinn munur hefur verið á aðdraganda eldgosanna í kerfi Fagradalsfjalls árin 2021–2023 og gosanna sem orðið hafa á Sundhnúksgíguröðinni 2023 og 2024. Fyrstu ótvíræðu merkin



9. mynd. Hraun rann undir Svartsengislínu 1, sem seig ofan í hraunið og eyðilagðist. – Figure 9: Lava flowed under the Svartengislína 1 powerline, causing it to subside into the lava. Ljósmynd./Photo: Jón Haukur Steingrímsson

um kvikusöfnun í jarðskorpunni við Svartsengi, upptakasvæði eldgosanna á Sundhnúsgígjaröðinni, komu fram í ársbyrjun 2020. Slík merki sáust aftur nokkrum sinnum næstu árin þar til verulega dró til tíðinda í nóvember 2023.

Undanfari fyrsta gossins í Fagradalsfjalli í mars 2021 einkenndist af þenslu og áköfum hrinum með þúsundum jarðskjálfta í nokkrar vikur samfara myndun kvikugangs í jarðskorpunni. Hliðstæðar hrinur, sem þó voru minni og stóðu nokkru skemur, gengu yfir fyrir gosin 2022 og 2023. Virknin dvínaði þó rétt áður en gosin hófust. Stærri (≥ 4) há-tíðniskjálftar hættu og skjálftavirkni einkenndist af smærri lágtíðniskjálftum. Þetta gerðist vikum og stundum aðeins fáeinum sólarhringum fyrir upphaf gosanna.¹²

Vísindamenn telja sig nú hafa góða mynd af forboðum eldgosa á Svartsengisreininni. Fyrsta langtímavísibending er þensla við Svartsengi. Líkanreikningar byggðir á GPS-mælingum og gervi-

tunglagögnum (bylgjuvíxlmyndum) gefa til kynna að þrýstingsmörk sem þarf til að koma eldgosum af stað virðast hafa hækkað eftir því sem á líður, sem minnir um margt á umbrotin í Kröflueldum. Skemmri fyrirboðar (á klukkustundarskala) eldgoss á Sundhnúksrein eru grunnstæðir skjálftar á Sundhnúsgígjaröðinni, skyndileg aflögun sem kemur fram á GPS mælum á svæðinu og þrýstingsbreytingar á borholumælum í orkuverinu í Svartsengi.

INNVIÐIR OG ÁFALLAPÓL

Jarðsaga á Reykjanesskaga ber vott um tímabil líflegrar eldvirkni en þó hefur fram til þessa fremur lítið reynt á áfallapól nútímasamfélags á Íslandi gagnvart þeirri vá sem af eldgosum stafar, og forvarnaráðgerðir til að minnka tjónnæmi vegna eldgosa eru harla litlar. Meiri fyrirhyggja hefur verið sýnd gagnvart jarðskjálftavá og hafa hönnunarkröfur til mannvirkja vegna jarðskjálftaálags sífellt aukist. Fyrsti ís-

lenski hönnunarstaðallinn kom út 1976 og við tók Evrópustaðall 2002, en þá tvöfölduðust hönnunarkröfur á brotabeltum Suður- og Norðurlands og eru nú með þeim mestu í Evrópu. Reglugerðir til að minnka tjónnæmi samfélags gagnvart snjóflóðavá voru settar í kjölfar hinna mannskæðu snjóflóða í Súðavík og á Flateyri 1995. Samþykkt voru lög sem heimila uppkaupt eða eignarnám húsa undir hliðum sem flóð geta fallið úr og hafist handa um gerð varnargarða í byggðum víða um land.

Fram til þessa hefur lítið borið á ámóta aðgerðum vegna eldgosahættu og enginn lagabókstafur fjallar um hættumat af völdum eldgosavár, enda er slíkt hættumat ekki til fyrir marga staði á landinu. Það hefur þó verið unnið fyrir Vestmannaeyjar og Reykjanesskaga vestan Kleifarvatns.^{22,23} Viðbrögð hafa sem betur fer verið skjót þegar til kastanna kemur og voru varnargarðar reistir í flýti í Heimaey til að reyna að verja byggð í gosinu árið 1973. Þá voru



Varnargörðum lokað við krefjandi aðstæður við Grindavíkurveg áður en hraunflæmið nær að brjóta sér leið til Grindavíkur. – Protective barriers were closed under challenging conditions near Grindavíkurvegur before the lava flow could break its way into Grindavík. Ljósmynd: Gólli

varnargarðar einnig reistir þegar umbrotin í Kröflu stóðu yfir frá 1975. Síðast gaus í Kröflu í september 1984, en landrís og skjálftahrinur því tengdar héldu áfram allt fram til ársins 1989.²⁴ Varnargarðarnir í Vestmannaeyjum veittu mikilvæga reynslu við uppbyggingu slíkra garða. Byggingarefnið reyndist ekki æskilegt þar sem notast var við létt gosefni sem til staðar voru. Fyrstu garðarnir voru byggðir við Eldfell nálægt upptökum gossins en skömmu síðar var reistur varnargarður meðfram gömlu strandlínunni, sem nýttist ásamt hraunkælingu með sjó til að leiða hraunið frá bænum.²⁵

Gagnsemi varnargarða og hraunkælingar sannaði gildi sitt í Vestmannaeyjum og var því brugðið á sama ráð þegar Kröflueldar stóðu yfir. Til að lágmarka hugsanlegt tjón á íbúabyggð og mikilvægum mannvirkjum, svo sem kísilgúrverksmiðjunni, voru reistir varnargarðar á þremur stöðum, 4–5 metra háir. Ekki kom til þess að á þá reyndi.²⁵

Þótt eldgos hafi orðið nálægt mannabyggð á síðustu áratugum eru dauðsföll af völdum þeirra sem betur undan tekning. Í Heimaey má kannski segja að heppni hafi ráðið miklu um það að ekki varð mannskaði í byrjun gossins. Það varð íbúum Heimaeyjar til happs að vonsku veður gerði daginn fyrir gos, sem varð til þess að bátaflotinn lá við bryggju og gat flutt íbúa burt þegar um nóttina. Þó varð þar dauðsfall vegna gasmengunar meðan á gosinu stóð. Umbrotasvæðið í og við Grindavík var opið íbúum og starfsfólki á svæðinu frá Þorláksmessu 2023 en öðrum var óheimill aðgangur, og var það liður í að lágmarka áhættu á manntjóni. Þó varð þar dauðsfall í ársbyrjun 2024 þegar unnið var að sprungulagfæringum innan bæjarmarka. Svæðið var innan lokunarpósta fram til 21. október 2024 þegar almenníngi var aftur heimilaður aðgangur.

Það þykir ekki hyggilegt að treysta á heppnina eingöngu þegar mannlíf og viðurværi eru annars vegar og því hafa

stjórnvöld óskað eftir áhættumati vegna jarðskjálfta, eldgosa og annarrar jarðrænnar náttúruvár á Reykjanesskaga. Sú vinna hófst í ársbyrjun 2024 og er undir forystu Veðurstofu Íslands, en fjölbreyttur hópur sérfræðinga frá mörgum stofnunum og fyrirtækjum tekur þátt í verkefninu. Umbrotin á Reykjanesskaga hafa kallað á aðgerðir og endurskoðun á lögum og reglum um viðbrögð við náttúruhamförum, og er þetta ein umfangsmesta áskorun sem stjórnvöld hafa tekist á við á Íslandi, einkum í ljósi þess að alls er óvíst hvenær umbrotunum lýkur.

Eldsubrotin á Reykjanesskaga hafa þrátt fyrir allt reynst verkfræðingum, starfsmönnum almanna- og lögreglu, hagaðilum og jarðvísindamönnum dýrmæt reynsla. Þegar ljóst varð að eldgos gæti orðið í Fagradalsfjallskerfinu var stofnaður vinnuhópur um varnir mikilvægra innviða á Reykjanesskaga með fulltrúum verkfræðistofanna Verkiss og Eflu, Háskóla Íslands og Veðurstofu Íslands. Hafist var handa við að greina

mikilvæga innviði á skaganum og keyra hraunhermunarlíkön til að meta hvort líkur væru á tjóni. Úr varð að varnargarðar voru reistir ofan Náttþaga til að kanna hvort fýsilegt væri að reyna að hemja hraunstraum eða leiða frá mikilvægum innviðum og vernda bæði Suðurstrandaveg og ljósleiðara. Hraun rann yfir þessa garða og þeir sjást ekki í dag en þeir juku þekkingu um uppbyggingu og getu slíkra garða til að aftra hraunfræði eða leiða það frá innviðum.

Í nóvember 2023 varð vísindamönnum ljóst að til eldgoss gæti komið nærri orkuverinu við Svartsengi. Reynsla og undirbúningur viðbragðsaðila í kjölfar eldgosanna í Fagradalsfjallskerfi kom sér vel og var strax ráðist í byggingu varnargarða. Vinna hófst við varnargarða umhverfis orkuverið fáeinum dögum eftir lagasetningu um vernd mikilvægra innviða 13. nóvember. Til mikilvægra innviða teljast heitt og kalt vatn, rafmagn, fjarskipti, vegir, borholur, fráveita, orkuver og sér í lagi íbúabyggðin sem þarf á þessari þjónustu að halda, en segja má að orkuverið sé lífæð meirihluta byggðanna á Reykjaneskaga. Síðan þá hafa greiningar verið unnar á innviðum og stefnur og varnaraðgerðir mótaðar með tilliti til bætts viðbragðs og aukins áfallþols. Umfangsmesti þáttur varnanna er bygging varnargarðanna sem hafa þegar komið í veg fyrir mikið tjón. Vinna við varnargarða er rýnd á meðan á hverjum atburði stendur og að atburði loknum til að meta varnargetu þeirra, og þeir hækkaðir og breikkaðir ef þurfa þykir. Jafnframt hafa stjórnvöld keypt búnað til hraunkælingar við varnargarða eða þar sem þurfa þykir, og var gripið til slíkrar hraunkælingar þegar hraunspýja rann yfir varnargarðinn norðaustan við Svartsengi í júní 2024 (7. mynd)²⁶ og aftur þegar hraun náði hæð varnargarðanna norðan Bláa lónsins í nóvember 2024.

Í lok desember 2023 hófst vinna við gerð varnargarða norðan Grindavíkur, rétt í tæka tíð fyrir gosið við Hagafell,

Sundhnúksgríga II. Vinna við varnargarð austan Grindavíkur var vel á veg komin þegar hraun rann á ný og lagðist að nýju varnargörðunum í febrúar. Nú er búið að reisa varnargarða til að verja Grindavík og þá innviði á sunnanverðum Reykjaneskaga sem taldir voru í hættu. Vinna við þá heldur að einhverju leyti áfram, meðal annars undirbúningur við hækkan þeirra, sem einkum felst í að safna saman tiltæku efni. Til að taka tillit til legu varnargarðanna og nýrunnins hrauns hefur Vegagerðin þurft að breyta vegakerfi svæðisins lítillaga, frá Reykjanesbraut til Grindavíkur. Að auki er hugað að vörn Reykjanesbrautar, Voga og mikilvægra innviða norðan megin á skaganum þótt engar ákvarðanir hafi enn verið teknar um þær.²⁶

SAMANTEKT

Nýtt tímabil eldvirkni er hafið á Reykjaneskaga eftir tæplega átta alda hlé. Óvíst er á þessari stundu hve lengi það varir, en gossaga skagans bendir til að aldri líði áður en þessu tímabili lýkur. Miðað við söguna má búast við að á næstu öldum komi öðru hverju nokkur ár með tíðum gosum á sama kerfinu, eins og við sjáum nú, eða að gos verði með nokkurra missera eða ára millibili yfir nokkra áratugi. Oft er talað um *elda* þegar gos verða í eldstövakkerfi með stuttu millibili í ár eða áratugi. Jafnframt er líklegt að milli gosa líði margir áratugir, jafnvel öld. Frá árinu 2021 hefur nú gosið 10 sinnum á Reykjaneskaga, þar af sjö sinnum í næsta nágrenni við Grindavík og orkuverið Svartsengi, og er óljóst hvenær eðlileg búseta verður aftur möguleg í bænum. Samstillt átak þvert á samfélagið er forsenda þess að hægt sé að lifa og starfa með ókyrra eldstöð í næsta nágrenni. Af hverjum atburði er dreginn lærdómur á ýmsum sviðum. Það bætir þekkingu og minnka tjónnæmi samfélagsins og yfirfæra þekkinguna á sambærilega staði.

ABSTRACT

The Reykjanes Peninsula has entered a phase of volcanic activity. Eruptions have already occurred in two volcanic systems, Fagradalsfjall, which had remained quiescent for more than 6.000 years, and Svartsengi, which last erupted around 2.400 years ago. Since March 2021, repeated eruptions have taken place in these systems and attracted both admiration and created significant challenges. The precursors to these eruptions are now well understood, and improved knowledge has strengthened the response from scientists and other responders, particularly as the eruption warning times have often been very short – sometimes less than an hour, as in the case of the Svartsengi volcanic system. The proximity of these eruptions to populated areas and critical infrastructure has raised concerns about regional planning, particularly regarding the construct of residences and essential infrastructure near active volcanic zones, as well as strategies for protecting such infrastructure from volcanic hazards. Seismicity and deformation have caused considerable damage to Grindavík's infrastructure, and it remains uncertain when the town will be rebuilt to its previous state. Geological evidence suggest that the next centuries will be characterized by frequent eruptions in the Reykjanes Peninsula, alternating with periods of several decades without volcanic activity. Although volcanic eruptions are well known to Icelanders, so far little has been done to mitigate volcanic hazards and increase societal resilience. In the wake of the ongoing volcanic eruptions, the government has established a working group to discuss and advise on infrastructure protection and has passed a legislation to allow the construction of lava protection barriers. The recent eruptions on the Reykjanes Peninsula have changed society's view of volcanic eruptions and serve as a reminder that living in the vicinity of active volcanoes requires forethought.



ÞAKKIR

Umbrotin á Reykjanesskaga hafa leitt saman stóran hóp vísindamanna og annarra sérfræðinga frá mörgum stofnunum. Þessi hópur hefur hist reglulega til að leggja fram og túlka í sameiningu fjölbætt gögn og líkön, líklega aðdraganda og tímalínur, yfirvofandi hættur og aukna vöktunarþörf. Þessi grein er samantekt úr mikilvægu samstarfi undir forystu Jarðvæðingardeildar Háskólans, myndmælinga- og kortlagningasérfræðinga Náttúrufræðistofnunar (áður Landmælinga Íslands og Náttúrufræðistofnunar Íslands), Almannafræðingurinn, Verkiss, Eflu og HS Orku.

Jarðvæðingardeildarhópur Veðurstofunnar: Benedikt Halldórsson, Benedikt G. Ófeiggsson, Birta Líf Kristinsdóttir, Bogi Brynjar Björnsson, Chiara Lanzi, Esther H. Jensen, Gunnar B. Guðmundsson, Halldór Björnsson, Haukur Hauksson, Helga Ívarsdóttir, Hermann Arngrímsson, Hildur María Friðriksdóttir, Kristín Jónsdóttir, Kristín Vogfjörð, María F. G. Garces, Martina Stefani, Matthew J. Roberts, Melissa A. Pfeffer, Pála Hallgrímsdóttir, Vincent Drouin, William Moreland, Sara Barsotti, Sigurlaug Hjaltadóttir, Talfan Barnie; og náttúruvæðingarnir Bjarki Kaldalóns Friis, Bryndís Ýr Gísladóttir, Böðvar Sveinsson, Elísabet Pálmadóttir, Einar Hjörleifsson, Ingibjörg Andrea Bergþórsdóttir, Jóhanna Malen Skúladóttir, Kristín Elísa Guðmundsdóttir, Lovísa Mjöll Guðmundsdóttir, Minney Sigurðardóttir, Salóme Jörunn Bernharðsdóttir, Sigríður Kristjánsdóttir, Sigríður Magnea Óskarsdóttir og Steinunn Helgadóttir

Almannavarnir: Björn Oddsson, Hjördis Guðmundsdóttir, Sólberg S. Bjarnason og Víðir Reynisson.

Jarðvísindastofnun Háskólans: Alberto Caracciolo, Andri Stefánsson, Ármann Höskuldsson, Enikő Bali, Freysteinn Sigmundsson, Gregory Paul De Pascale, Halldór Geirsson, Olgeir Sigmarsson, Páll Einarsson, Rikke Pedersen, Simon W. Matthews, Sæmundur A. Halldórsson, Þorvaldur Þórðarson, Þórdís Högnadóttir.

Háskólinn í Reykjavík: Vala Hjörleifsdóttir.

Landmælingar Íslands: Guðmundur Valsson.

Verkís: Ari Guðmundsson, Emília Sól Guðgeirsdóttir og Hörn Hrafnadóttir.

Efla: Jón Haukur Steingrímsson.

HS Orka: Alma Gytha Huntingdon-Williams, Catherine Rachael Gallagher og Lilja Magnúsdóttir.

HEIMILDIR

- Kristján Sæmundsson & Magnús Á. Sigurgeirsson. 2013. Reykjanesskagi. Bls. 379–401 í: Náttúruvæðing Íslands, eldgos og jarðskjálftar (ritstj. Júlíus Sólnes, Freysteinn Sigmundsson og Bjarni Besson). Viðlagatrygging Íslands og Háskólaútgáfan, Reykjavík.
- Kristján Sæmundsson, Magnús Á. Sigurgeirsson & Guðmundur Ómar Friðleifsson. 2020. Geology and structure of the Reykjaness volcanic system, Iceland. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 391. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores>
- Páll Einarsson. 2008. Plate boundaries, rifts and transforms in Iceland. *Jökull* 58, bls. 35–58.
- Sigrún Hreinsdóttir, Páll Einarsson & Freysteinn Sigmundsson. 2001. Crustal deformation at the oblique spreading Reykjaness Peninsula, SW Iceland: GPS measurements from 1993–1998. *Journal of Geophysical Research* 106(B7). 13803–13816.
- Kristján Sæmundsson. 1995. Um aldur stóru dyngnanna á utanverðum Reykjanesskaga. Bls. 165–72 í: Eyjar í Eldhafi. Afmælisrit til heiðurs Jóni Jónssyni jarðfræðingi (ritstj. Björn Hróarsson, Dagur Jónsson, Sigurður Sveinn Jónsson). Gott mál, Reykjavík.
- Hreggviður Norðdahl & Halldór G. Pétursson. 2005. Relative sea-level changes in Iceland: New aspect of the Weichselian deglaciation of Iceland. Bls. 25–78 í: Iceland – Modern processes and past environments (ritstj. Caseldine, C., Russel, A., Jörunn Harðardóttir, Óskar Knudsen). Elsevier, Amsterdam. [https://doi.org/10.1016/S1571-0866\(05\)80005-3](https://doi.org/10.1016/S1571-0866(05)80005-3)

- Magnús Á. Sigurgeirsson. 1992. Gjóskeyminndanir á Reykjanessi. MS-ritgerð í jarðfræði við Háskóla Íslands. 114 bls.
- Magnús Á. Sigurgeirsson. 1995. Miðaldalagið. Bls. 189–198 í: Eyjar í eldhafi. Afmælisrit til heiðurs Jóni Jónssyni jarðfræðingi (ritstj. Björn Hróarsson, Dagur Jónsson, Sigurður Sveinn Jónsson). Gott mál, Reykjavík. hf., bls. 189–198.
- Vígfús Eyjólfsson. 1998. Kortlagning sprungna og nútíma eldvarpa í Fagradalsfjalli á vestanverðum Reykjanesskaga. BS-ritgerð í jarðfræði við Háskóla Íslands. 70 bls.
- Greenfield, T., Winder, T., Rawlinson, N., MacLennan, J., White, R.S., Þorbjörg Ágústsdóttir, Bacon, C.A., Bryndís Brandsdóttir, Eibl, E.P.S., Glastonbury-Southern, E., Egill Á. Guðnason, Gylfi Páll Hersir & Horálek, J. 2022. Deep long period seismicity preceding and during the 2021 Fagradalsfjall eruption, Iceland. *Bulletin of Volcanology* 84, 101. <https://doi.org/10.1007/s00445-022-01603-2>
- Parks, M., Freysteinn Sigmundsson, Barsotti, S., Halldór Geirsson, Kristín S. Vogfjörð, Benedikt Ófeiggsson & Páll Einarsson. 2024. Tímabil eldvirkni og jarðskorpuhreyfinga á Reykjanesskaganum frá 2019: Yfirlit og hættur. Á vefsetri Veðurstofu Íslands. Slóð (sótt 27.11. 2024): <https://www.vedur.is/eldfjoll/eldgos-a-reykjanesi/>
- Freysteinn Sigmundsson, Parks, M., Hooper, A., Halldór Geirsson, Kristín S. Vogfjörð, Drouin, V., Benedikt G. Ófeiggsson, Sigrún Hreinsdóttir, Sigurlaug Hjaltadóttir, Kristín Jónsdóttir, Páll Einarsson, Barsotti, S., Horálek, J. & Þorbjörg Ágústsdóttir. 2022. Deformation and seismicity decline before the 2021 Fagradalsfjall eruption. *Nature* 609. 523–528.
- Ásta R. Hjartardóttir, Dürig, T., Parks, M., Drouin, V., Vígfús Eyjólfsson, Reynolds, H., Páll Einarsson, Esther H. Jensen, Birgir V. Óskarsson, Belart, J.M.C., Ruch, J., Gies, N.B. & Pedersen, G.B.M. 2023. Pre-existing fractures and eruptive vent openings during the 2021 Fagradalsfjall eruption, Iceland. *Bulletin of Volcanology* 85, 56. <https://doi.org/10.1007/s00445-023-01670-z>
- Soldati, A., Dingwell, D.B., Þorvaldur Þórðarson, Ármann Höskuldsson, Ingibjörg Jónsdóttir, Moreland, W.M., Jóna S. Pálmadóttir, Gallagher, C.R., Helga K. Torfadóttir, Licari J.G., Þórunn Kara Valdimarsdóttir, Lilja B. Pétursdóttir & Askew, R.A. 2024. A lower bound on the rheological evolution of magma in the 2021 Fagradalsfjall fires. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 451. 108098 <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2024.108098>.
- Pedersen, G.B.M., Belart, J.M.C., Birgir V. Óskarsson, Magnús Tumi Guðmundsson, Gies, N., Þórdís Högnadóttir, Ásta Rut Hjartardóttir, Pinel, V., Berthier, E., Dürig, T., Reynolds, H.I., Hamilton, C.W., Guðmundur Valsson, Páll Einarsson, Ben-Yehoua, D., Andri Gunnarsson & Björn Oddsson. 2022. Volume, effusion rate, and lava transport during the 2021 Fagradalsfjall eruption: Results from near real-time photogrammetric monitoring. *Geophysical Research Letters*, 49. <https://doi.org/10.1029/2021GL097125>
- Sæmundur A. Halldórsson, Marshall, E.W., Caracciolo, A., Matthews, S., Bali, E., Rasmussen, M.B., Ranta, E., Jóhann Gunnarsson Robin, Guðmundur H. Guðfinnsson, Olgeir Sigmundsson, MacLennan, J., Jackson, M.G., Whitehouse, M.J., Jeon, H., van der Meer, Q.H.A., Mibei, G.K., Kalliokoski, M.H., Repczynka, M.H., Rebekka Hlín Rúnarsdóttir, Gylfi Sigurðsson, Pfeffer, M.A., Scott, S.W., Ríkey Kjartansdóttir, Kleine, B.I., Oppenheimer, C., Aiuppa, A., Ilyinskaya, E., Bitetto, M., Giudice, G. & Andri Stefánsson. 2022. Rapid shifting of a deep magmatic source at Fagradalsfjall volcano, Iceland. *Nature* 609. 529–534.
- Hutchinson, K.J. 2023. The identification and evolution of lava tubes within the 2021 Fagradalsfjall lava flow field as a potential planetary analogue. MS-ritgerð í jarðfræði við Háskóla Íslands. 116 bls.
- Parks, M., Freysteinn Sigmundsson, Drouin, V., Ásta R. Hjartardóttir, Halldór Geirsson, Hooper, A., Kristín S. Vogfjörð, Benedikt G. Ófeiggsson, Sigrún Hreinsdóttir, Esther H. Jensen, Páll Einarsson, Barsotti, S. & Hildur M. Friðriksdóttir. 2023. Deformation, seismicity, and monitoring response preceding and during the 2022 Fagradalsfjall eruption, Iceland. *Bulletin of Volcanology* 85, 60. <https://doi.org/10.1007/s00445-023-01671-y>
- Gunnarson, S.R., Belart, J.M.C., Birgir V. Óskarsson, Magnús Tumi Guðmundsson, Þórdís Högnadóttir, Pedersen, G.B.M., Dürig, T. & Pinel, V. 2022. Automated processing of aerial imagery for geohazards monitoring: Results from Fagradalsfjall eruption, SW Iceland, August 2022. (1.0) . Zenodo. doi:10.5281/zenodo.7701194, <https://zenodo.org/records/7701194>
- Pedersen, G.B.M., Belart, J.M.C., Birgir V. Óskarsson, Gunnarson, S.R., Magnús Tumi Guðmundsson, Reynolds, H.I., Guðmundur Valsson, Þórdís Högnadóttir, Pinel, V., Parks, M.M., Drouin, V., Askew, R.A., Dürig, T. & Ragnar Þrastarson. 2024. Volume, effusion rates and lava hazards of the 2021, 2022 and 2023 Reykjaness fires: Lessons learned from near real-time photogrammetric monitoring. EGU General Assembly 2024. Vín, 14.–19. apríl 2024. EGU24-10724. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-10724>

UM HÖFUNDA

21. Freysteinn Sigmundsson, Parks, M., Halldór Geirsson, Hooper, A., Drouin, V., Kristín Vogfjörð, Benedikt G. Ófeigsson, Greiner, S.H.M., Yang, Y., Lanzi, C., De Pascale, G.P., Kristín Jónsdóttir, Sigrún Hreinsdóttir, Tolpekin, V., Hildur M. Friðriksdóttir, Páll Einarsson & Barsotti, S. 2024. Fracturing and tectonic stress drive ultrarapid magma flow into dikes. *Science* 383. 1228–1235. <https://doi.org/10.1126/science.adn2838>
22. Pfeffer, M.A., Barsotti, S., Bergrún A. Óladóttir, Esther H. Jensen, Pagneux, E.P., Bogi B. Björnsson, Guðrún Jóhannesdóttir, Ármann Höskuldsson, Sandri, L., Selva, J., Tarquini, S., de' Michieli Vitturi, M., Ingibjörg Jónsdóttir, Davíð Egilson, Sigrún Karlsdóttir, Roberts, M.J., Kristín Vogfjörð. 2021. Forgreiðing á hættu vegna goss á eldstöðvakerfi Vestmannaeyja. Frummat á áhrifum hraunrennslis og öskufalls í Heimaey. *Veðurstofa Íslands (VÍ 2021-003)*, Reykjavík. 60 bls. Á vefsetri Veðurstofunnar. Slóð (sótt 27.11. 2024): https://www.vedur.is/media/vedurstofan-utgafa-2021/VI_2021_003.pdf
23. Bergrún A. Óladóttir, Pfeffer, M.A., Barsotti, S. & Bogi B. Björnsson. 2023. Langtímahættumat Reykjanesskaga vestan Kleifarvatns: Hrauna-, gasmengungar- og gjóskufallsvá. *Veðurstofa Íslands, Reykjavík. Á vefsetri Veðurstofunnar. Slóð (sótt 27.11. 2024):* https://vedur.is/media/vedurstofan-utgafa-2023/Reykjanes_BAO_ofl_VI_2023_003.pdf
24. Páll Einarsson. 1991. Umbrotin við Kröflu 1975–1989. Bls. 97–139 í: *Náttúra Mývatns* (ritstj. Arnþór Garðarsson, Árni Einarsson. Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík.
25. Fjóra G. Sigtryggsdóttir. 2021. Suðurnes – hermum flóða og varnartillögur. *Minnisblað, unnið fyrir Almannavarnir. Verkis* (nr. 214492), Reykjavík. 59 bls.
26. Þingskjal nr. 331/2024–2025. Skýrsla forsætisráðherra um helstu verkefni stjórnvalda og mat á framtíðarhorfum vegna jarðhræringa og eldsumbrota á Reykjanesskaga.
27. Kristján Sæmundsson & Haukur Jóhannesson. 2006. Varðar líkur á hraunrennslis og öskufalli milli Hafnarfjarðar og Keflavíkur. Íslenskar orkurannsóknir (ÍSÖR-06006), óutgefin skýrsla, Reykjavík. 20 bls.
28. Magnús Á. Sigurgeirsson. 2004. Þáttur úr gossögu Reykjaness. *Náttúrufræðingurinn* 72(1–2). 21–28.
29. Magnús Á. Sigurgeirsson & Sigmundur Einarsson 2019. Reykjaness og Svartsengi. Í: *Íslensk eldfjallavefsíja* (ritstj. Bergrún A. Óladóttir, Guðrún Larsen og Magnús Tumi Guðmundsson). Vefsíja á vegum Veðurstofu Íslands, Háskóla Íslands og Almannavarnardeildar Ríkislögreglustjóra. Slóð: <http://islenskeldfjoll.is/?volcano=REY>
30. Kristján Sæmundsson, Haukur Jóhannesson, Árni Hjartarson, Sigurður Garðar Kristinsson & Magnús Á. Sigurgeirsson. 2010. Jarðfræðikort af Suðvesturlandi 1:100.000. Íslenskar orkurannsóknir, Reykjavík.
31. Páll Imsland & Bjarni Richter. 2020/1997. Eldgos og hraunflóðavá við Grindavík. Óutgefin skýrsla Reykjavík. 82 bls.
32. Jón Jónsson. 1978. Jarðfræðikort af Reykjanesskaga. I. Skýringar við jarðfræðikort. II. Jarðfræðikort. Orkustofnun (OS JHD 7831), Reykjavík.
33. Sigmundur Einarsson, Haukur Jóhannesson & Árný Erla Sveinbjörnsdóttir. 1991. Kísuvíkureldar II. Kapelluhraun og gátan um aldur Hellnahrauns. *Jökull* 41. 61–80.
34. Kristján Sæmundsson, Magnús Á. Sigurgeirsson, Árni Hjartarson, Ingibjörg Kaldal, Sigurður Garðar Kristinsson & Skúli Víkingsson. 2016. Jarðfræðikort af Suðvesturlandi. 1:100 000. 2. útgáfa. Íslenskar orkurannsóknir, Reykjavík.
35. Magnús Tumi Guðmundsson, Belart, J.M.C., Olgeir Sigmarsson, Jóhann Gunnarsson Robin, Guðmundur H. Guðfinnsson, Sæmundur A. Halldórsson & Þórdís Högnadóttir. 2022. 30.9. Eldgos í Meradölum. Upphafl. á vefsetri Jarðvísindastofnunar Háskóla Íslands. Slóð (sótt 28.11 2024): https://vefsafn.is/is/20221001114937/http://jardvis.hi.is/eldgos_i_meradolum
36. Magnús Tumi Guðmundsson, Þórdís Högnadóttir, Sæmundur A. Halldórsson, Olgeir Sigmarsson, Jóhann Gunnarsson Robin, Andri Stefánsson, Scott, S., Reynolds, H., Birgir V. Óskarsson, Askew, R. og Belart, J.M.C. 2023. 1.8. Eldgos við Litla-Hrút, niðurstöður mælinga 31. júlí. Upphafl. á vefsetri Jarðvísindastofnunar Háskóla Íslands. Slóð (sótt 28.11. 2014): <https://vefsafn.is/is/20240303192507/>, <https://jardvis.hi.is/is/eldgos-vid-litla-hrut-nidurstodur-maelinga-31-juli>
37. Magnús Á. Sigurgeirsson. 1995. Yngra Stampagosíð á Reykjanesi. *Náttúrufræðingurinn* 64(3). 211–230.
38. Kristján Sæmundsson & Magnús Á. Sigurgeirsson. 2015. Flugvallarstæði með tilliti til sprunguvirkni og hraunrennslis. Íslenskar orkurannsóknir (ÍSÖR-15008), Reykjavík. 16 bls.



Ríkey Júlíusdóttir (f. 1984) lauk meistaraáráðu í jarðfræði frá Háskóla Íslands með áherslu á jöklajarðfræði. Hún starfar á Veðurstofu Íslands þar sem hún fer m.a. með verkefnastjórn, s.s. evrópuverkefnisins EUROVOLC (2018-2021) og umfangsmiklu, innlendu innviðaverkefni um eldfjallagögn sem enn stendur yfir (EPOS Ísland). Þá leiðir hún tæknilegt gagnasamstarf um eldfjallagögn innan evrópsku innviðasamtakanna EPOS ERIC.



Bergrún Arna Óladóttir (f. 1978) lauk doktorsprófi í gjóskulagafræðum frá Háskóla Íslands og Blaise Pascal háskóla, Clermont Ferrand í Frakklandi árið 2009. Hún starfar nú á Veðurstofu Íslands við gerð hættu- og áhættumats vegna eldgosa.

PÓST- OG NETFÖNG HÖFUNDA / AUTHORS' ADDRESSES

Ríkey Júlíusdóttir, 1984

jarðfræðingur, Veðurstofa Íslands
rikey@vedur.is

Bergrún Arna Óladóttir, 1978

jarðfræðingur, Veðurstofa Íslands
bergrun@vedur.is

Magnús Tumi Guðmundsson, 1961

jarðeðlisfræðingur, Jarðvísindastofnun Háskólans
mtg@hi.is

Birgir Vilhelm Óskarsson, 1982

jarðfræðingur, Náttúrufræðistofnun
birgir.v.oskarsson@natt.is

Sydney Gunnarson, 1990

jarðfræðingur, Náttúrufræðistofnun
sydney.r.gunnarson@natt.is

Joaquín Muñoz-Cobo Belart, 1989

jarðeðlisfræðingur, Náttúrufræðistofnun
joaquin.m.belart@natt.is

Gro B. M. Pedersen, 1982

eldfjallafræðingur, Veðurstofa Íslands
gropedersen@vedur.is

Ragnar Heiðar Þrastarson, 1980

landfræðingur, Veðurstofa Íslands
rthth@vedur.is

Einar Bessi Gestsson, 1991

jarðfræðingur, Veðurstofa Íslands
einar.bessi@vedur.is

Ásta Rut Hjartardóttir, 1978

jarðfræðingur, Veðurstofa Íslands
astahj@vedur.is

Michelle M. Parks, 1974

eldfjallafræðingur, Veðurstofa Íslands
michelle@vedur.is