

Lokaskýrsla til Rannsóknasjóðs Vegagerðarinnar

Greining jarðskjálfta í Bárðarbungu, kortlagning kvikuhólfs og náttúruvá

Viðfangsefnanúmer / styrknúmer: 1800-1054

Styrkur Vegagerðarinnar var nýttur sem viðbótarframlag til vettvangsvinnu og gagnaöflunar árið 2025.



Elías Rafn Heimisson og Thomas Winder

Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands

30. mars 2026

Samantekt

Þessi lokaskýrsla tekur saman þann verkhluta verkefnisins sem studdur var af Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar árið 2025. Styrkurinn var nýttur sem viðbótarframlag til vettvangsvinnu í stærra rannsóknasamstarfi um skjálftavirkni og kvikukerfi Bárðarbungu. Meginmarkmið styrkhlutans var að gera mögulega uppsetningu, rekstur og endurheimt tímabundins, þétt jarðskjálftanets á og við öskju Bárðarbungu undir Vatnajökli, og þar með afla hágæða gagna fyrir áframhaldandi greiningu á kvikukerfinu og náttúruvá á svæðinu.

Á tímabilinu 3.-4. apríl 2025 voru 12 hallanæmir þriggja þátta breiðbandsjarðskjálftamælar settir út á og við öskjuna. Mælarnir voru síðan sóttir 19.-20. september 2025, þannig að samfelld gagnasöfnun stóð yfir í um 5,5 mánuði. Vettvangsvinna tókst vel, gagnaheimt var nær samfelld og gæðaskoðun sýnir að gagnasafnið hentar vel fyrir fyrirhugaða jarðskjálftaskrá, endurstaðsetningar og tómgráfiuvinnslu.

Verkefni	Greining jarðskjálfta í Bárðarbungu, kortlagning kvikuhólfs og náttúruvá
Viðfangsefnanúmer	1800-1054
Verkefnisstjóri	Elías Rafn Heimisson
Vettvangs- og gagnaöflun	Thomas Winder, með teymi samstarfsmanna
Mælitímabil 2025	3. apríl - 20. september 2025 (~5,5 mánuðir)
Fjöldi stöðva	12 hallanæmir þriggja þátta breiðbandsmælar
Hlutverk styrks	Viðbótarframlag til vettvangsvinnu, flutninga, aðfanga og tæknilegs undirbúnings

Athugasemd um efni skýrslunnar

Vegna þess að ítarleg vísindaleg úrvinnsla er enn í vinnslu og ráðgert er að birta helstu niðurstöður í ritryndum vísindagreinum er þessari opinberu lokaskýrslu stillt upp með áherslu á framkvæmd, gagnasöfnun, gæðamat og vægi gagnasafnsins, fremur en ítarleg niðurstöðukort eða túlkunarmyndir.

Áskilinn texti Vegagerðarinnar

"Höfundar skýrslunnar bera ábyrgð á innihaldi hennar. Niðurstöður hennar ber ekki að túlka sem yfirlýsta stefnu Vegagerðarinnar eða álit þeirra stofnana eða fyrirtækja sem höfundar starfa hjá"

1. Bakgrunnur og markmið

Bárðarbunga er eitt stærsta og virkasta eldfjallakerfi landsins og hefur augljósa þýðingu fyrir mat á náttúruvá. Eldgos undir jökli geta valdið jökulhlaupum sem raskað geta vegum, brúm og öðrum innviðum. Þekkt dæmi er Gjálpargosið 1996, þar sem hlaup olli verulegum skemmdum á vegamannvirkjum. Eftir umbrotin 2014-2015 hefur askja Bárðarbungu risið á ný, sem bendir til endurhleðslu kvikukerfisins.

Markmið verkefnisins voru að afla þétt og hágæða jarðskjálftagagnasafns beint yfir og við Bárðarbungu, bæta staðsetningu örskjálfta, styrkja grunn fyrir þrívíða myndgreiningu á kvikukerfinu og auka þekkingu sem nýtist við mat á eld- og jökulhlaupavá með hliðsjón af innviðum á svæðinu. Styrkur Vegagerðarinnar var sérstaklega mikilvægur til að mæta umtalsverðum kostnaði við feltvinnu, flutninga, aðföng og aðra verkþætti sem tengdust beinni gagnaöflun.

2. Framkvæmd vettvangsvinnu árið 2025

Undirbúningur fór fram í lok mars 2025 með prófun mæla, rafhlaðna og GPS-búnaðar, endanlegri skipulagningu stöðvakerfis og þökkun vettvangsbúnaðar. Uppsetning fór fram 3.-4. apríl 2025. Aðkoma að jöklinum var um Jökulheima, sem styttir ferðatíma þegar snjálög leyfa og lækkar kostnað við vettvangsverk. Notast var við snjóbíl, snjósleða og sérbúinn búnað til að grafa niður mæla og loftnet á öruggum stöðum í snjó og firn.

Við uppsetningu tóku þátt Tom Winder, Gabriele Benedetti, Ylse Anna de Vries, Sveinbjörn Steinhórsson, Hlynur Skagfjörð Pálsson og Bryndís Brandsdóttir. Endurheimt búnaðar fór fram 19.-20. september 2025 með þátttöku Tom Winder, Sveinbjörns Steinhórssonar, Gabriele Benedetti og Karls Eiríkssonar. Þrátt fyrir krefjandi veður og tafir vegna bilunar í snjóbil á vettvangi í apríl, og erfiðar aðstæður við uppgöngu á jökul í september, tókst að ljúka bæði uppsetningu og endurheimt samkvæmt megináætlun.

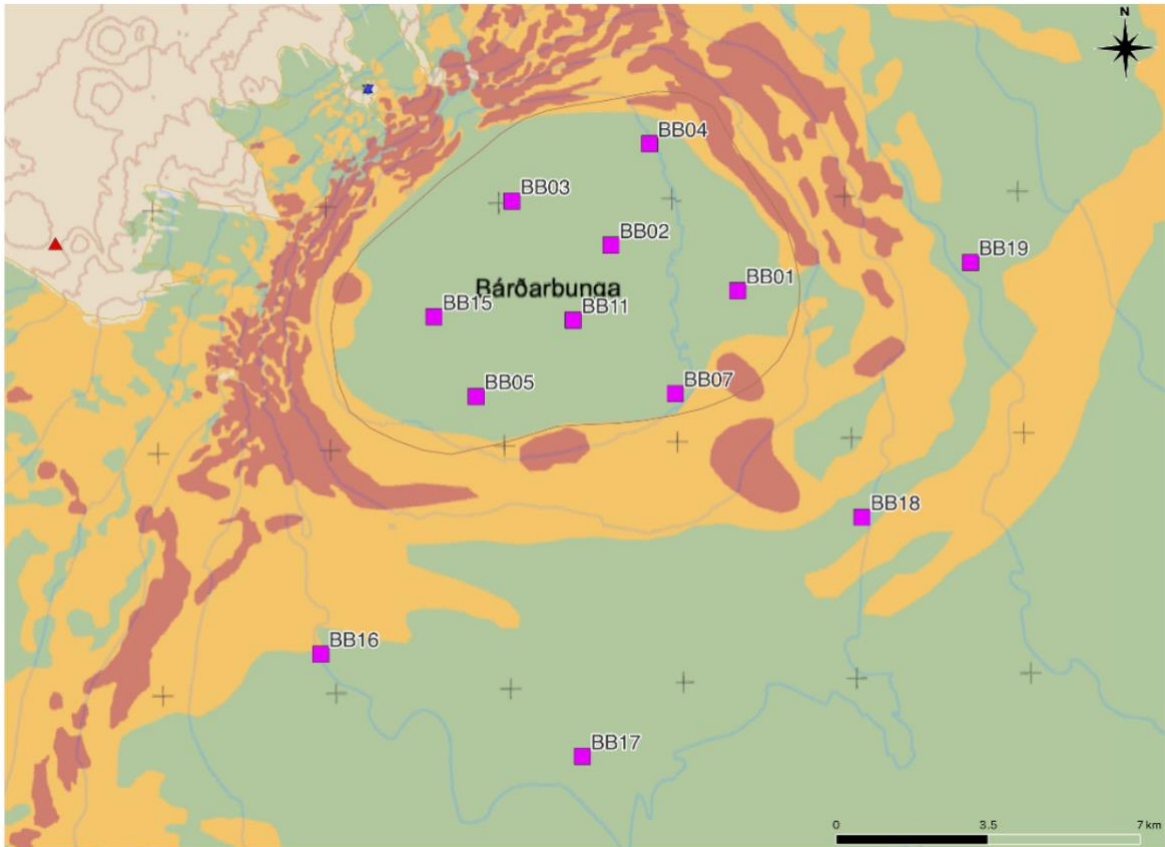


Mynd 1. Vettvangsvinna og flutningar við uppsetningu mælanetsins á Bárðarbungu vorið 2025.

3. Mælanet og gagnasöfnun

Netið árið 2025 samanstóð af 12 hallanæmum þriggja þátta breiðbandsjarðskjálftamælum (Güralp Certimus) á og við öskju Bárðarbungu. Stöðvakerfið byggði áfram á reynslu frá herferðum 2021 og 2024; hluti stöðva var settur á endurtekin mælisvæði til að tryggja samanburðarhæfni milli ára, en nýjar stöðvar voru jafnframt nýttar til að bæta rúmfræðilega þekju og væntanlega upplausn í frekari greiningu.

Samfelldur mælitími 2025 var lengri en í fyrri herferðum og stóð frá 3. apríl til 20. september, eða í um 5,5 mánuði. Mælingarnar fela þannig í sér verulega viðbót við það þetta bylgjugagnasafn sem áður hafði safnast á Bárðarbungu og styrkja sérstaklega grunn fyrir örskjálftaskrá, afstæðar endurstaðsetningar og síðar hraða- og deyfingartómógráfíu á kvikukerfinu.

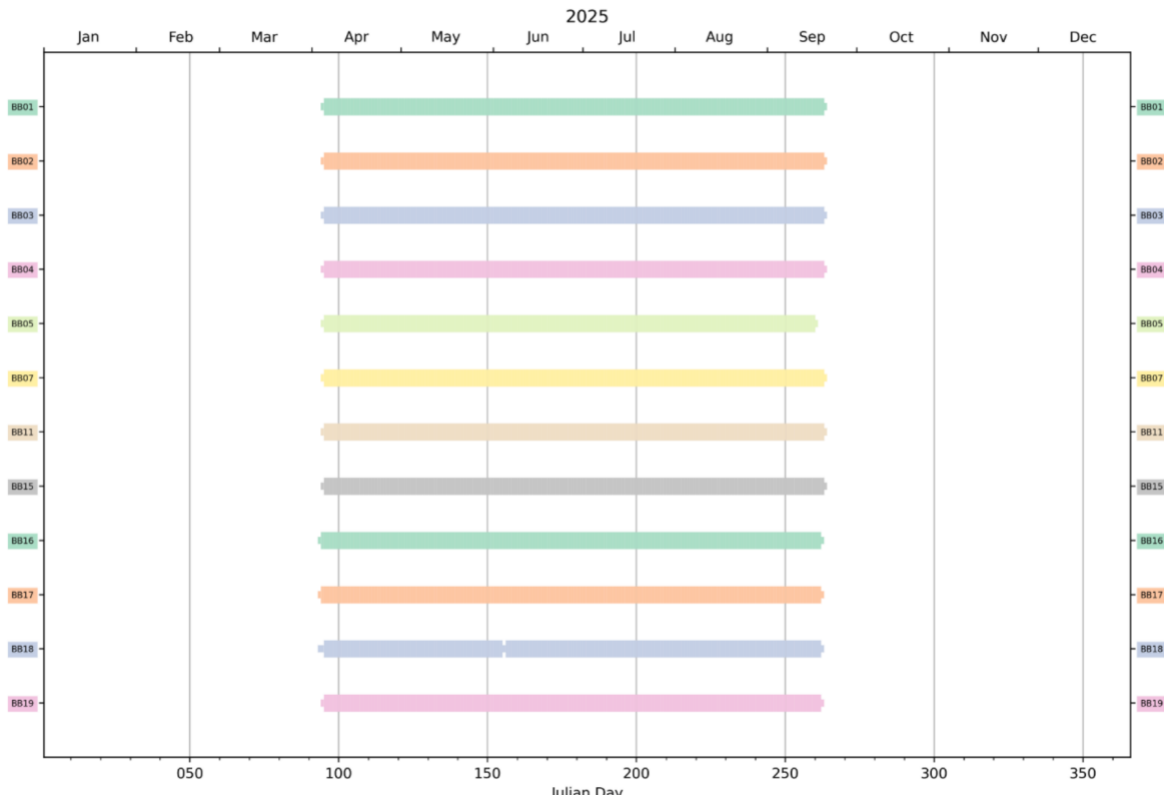


Mynd 2. Yfirlitskort af 2025-mælanetinu á og við Bárðarbungu. Kortið sýnir dreifingu stöðva í og umhverfis öskjuna og undirstrikar þetta staðbundna þekju yfir meginvirknisvæðinu. Öskjubotnsmynd frá Eyjólfí Magnússyni.

4. Gagnaheimt og gæðaskoðun

Endurheimt gagna var í heild mjög góð og nálægt 100%. Ein stöð (BB05) missti afl 17. september, þ.e. um þremur dögum fyrir endurheimt, en hafði þá safnað gögnum samfelldt fram að því. Á annarri stöð (BB02) losnaði GNSS-loftnet yfir sumarið, sem krafðist tímaleiðréttingar í eftirvinnslu en olli ekki gagnatapi. Í stuttum kafla á stöð BB18 þurfti jafnframt að merkja gögn vegna tímaviðmiðs. Tveir mælar urðu tímabundið nær yfirborði síðsumars, sem jók vindsuð á lokakafla mælitímans, en hafði ekki veruleg áhrif á meginmarkmið gagnasöfnunar.

Gæðaskoðun og yfirferð loggskráa sýna almennt stöðugan rekstur mæla, næga rafhlöðuendingu yfir sumartímamann og gagnagæði sem eru fullnægjandi fyrir fyrirhugaðar örskjálfta- og tómógrafíugreiningar. Gögn hafa verið umbreytt í staðlað miniSEED-snið og lýsigögn unnin á stationXML-formi til varðveislu og frekari úrvinnslu.



Mynd 3. Yfirlit yfir gagnabata einstakra stöðva á tímabilinu apríl-september 2025. Myndin sýnir nær samfellda skráningu á öllum 12 stöðvunum.

5. Staða úrvinnslu og opinber kynning frumniðurstaðna

Framhaldsúrvinnsla gagnanna er nú unnin innan samverkandi rannsóknaverkefna við Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands og samstarfsaðila. Þar undir fellur sjálfvirk leit og staðsetning skjálfta, afstæðar endurstaðsetningar, samkeyrsla við eldri gagnasöfn frá 2021 og 2024 og undirbúningur hraða- og deyfingartómógrafíu fyrir myndgreiningu á kvikukerfi Bárðarbungu.

Fyrsta gæðamat gefur til kynna að 2025-gagnasafnið verði mjög verðmætt við nákvæma kortlagningu örskjálftavirkni á og við öskjubarm Bárðarbungu. Ítarlegar túlkanir, þar á meðal niðurstöður úr endurstaðsetningum og myndgreiningu á kvikukerfinu, eru hins vegar ekki birtar hér þar sem unnið er að ritrýndum vísindagreinum og frekari ráðstefnukynningum.

Tengd frumniðurstaða hefur þegar verið kynnt opinberlega á ráðstefnum, meðal annars undir heitunum, má þar nefna veggspjald á síðastliðinni vörðráðstefnu Jarðfræðifélagsins

High-Resolution Microseismicity Provides Insights into Ring-Fault Geometry at the Re-inflating Bárðarbunga Caldera, Iceland.

Höf: Tom Winder, Elías Rafn Heimisson, Nick Rawlinson, Bryndís Brandsdóttir, Finnur Pálsson, Kristín Jónsdóttir and Vincent Drouin

Sem og tvo erindi á næstkomandi EGU ráðstefnu í Vínarborg:

<https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU26/EGU26-11324.html>

<https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU26/EGU26-1110.html>

Var fjármagn frá Rannsóknasjóð Vegagerðarinnar mikilvægur liður í þessum rannsóknarefnum og mun honum vera sérstaklega þakkað.

Þannig liggur fyrir að 2025-vettvangsvinnan skilar ekki aðeins fullgildu gagnasafni, heldur einnig beinu framlagi til virkrar vísindalegrar miðlunar.

6. Mikilvægi fyrir náttúruvá og innviði

Þétt gagnasöfnun á svæði sem annars er illa þakið mælum er lykilatriði til að bæta skilning á virkni kerfisins undir Bárðarbungu. Slík þekking nýtist við að meta hvernig endurbensla öskjunnar birtist í skjálftavirkni, að tengja virkni dýpri kerfa við þróun á yfirborði og að bæta forsendur vöktunar og viðbragðsáætlana þar sem gos undir jökli geta haft áhrif á vegakerfi, brýr og aðra innviði vegna jökulhlaupa.

Vegagerðin fær með verkefninu betri þekkingargrunn um virkasta og stærsta eldfjallakerfi landsins, sem styrkir langtímaáhættumat fyrir mannvirki á áhrifasvæði hugsanlegra hlaupa og annarra afleiðinga eldsumbrota undir Vatnajökli.

7. Nýting styrks Vegagerðarinnar

Styrkur Vegagerðarinnar nam allt að 2.500.000 kr. og var nýttur sem hluti af heildarjármögnun vettvangsherferðarinnar árið 2025. Verkefnið var jafnframt stutt af öðrum rannsóknasjóðum og stofnanaframlögum, og því var framlag Vegagerðarinnar í reynd viðbótarframlag sem gerði kleift að halda úti lengri mælitíma og tryggja örugga framkvæmd beggja vettvangsferða.

Helstu kostnaðarflokkar sem styrkurinn studdi eru dregnir saman í töflu 1. Taflan er sett fram til að skýra hlutverk styrksins í framkvæmd verkefnisins, fremur en sem fullnaðar bókhaldsyfirlit.

Kostnaðarflokkur	Hlutverk í styrktum verkþætti
Snjóbíla- og flutningsþjónusta á jökli	Flutningur starfsfólks og búnaðar, öryggi á vettvangi og framkvæmd uppsetningar og endurheimtar mælanetsins.
Sendingar og innflutningur mæla	Flutningur sérhæfðs búnaðar milli Bretlands og Íslands fyrir og eftir vettvangsherferð.
Ökutæki, snjósleðar og vettvangsaðföng	Leiga og rekstur tækja, rafhlöður, umbúðir, neysluvörur, matur og önnur aðföng sem nauðsynleg voru við vettvangsvinnu.
Tæknaðstoð og yfirvinna	Prófanir, bilanagreining, pakkning, uppsetningarundirbúningur, niðurhal og frumgæðaskoðun gagna.

Tafla 1. Helstu kostnaðarflokkar sem styrkur Vegagerðarinnar studdi innan vettvangsverkluta verkefnisins árið 2025.

8. Næstu skref og viðurkenning styrktaraðila

Áframhaldandi vinna á árinu 2026 beinist að gerð endanlegrar örskjálftaskrár, afstæðum endurstaðsetningum og tó mógráfískri úrvinnslu sem sameinar mælingar ársins 2025 við fyrri þéttar herferðir. Niðurstöður verða kynntar í vísindagreinum, ráðstefnuerindum og opnum gagnageymslum eftir því sem við á.

Í útgefnum birtingum sem byggja á verkefninu skal styrktaraðila getið með eftirfarandi hætti:

Á íslensku: Rannsóknasjóður Vegagerðarinnar

Á ensku: Icelandic Road and Coastal Administration Research Fund

Viðfangsefnanúmerið 1800-1054 er jafnframt styrknúmerið sem nota skal ef þess er óskað í birtingum eða skráningu niðurstaðna.