



Veðurstofa
Íslands



ÁRSSKÝRSLA 2014

EFNISYFIRLIT

- 3** Frá forstjóra
- 4** Náttúrufar
- 8** Bárðarbunga
- 16** Askja
- 18** Sólheimajökull
- 19** Verkefni
- 23** Viðburðir
- 24** Fjármál og rekstur
- 26** Viðburðir
- 27** Ritaskrá starfsmanna



© Veðurstofa Íslands 2015

Bústaðavegi 7–9, 108 Reykjavík

Efni ársskýrslunnar var unnið af starfsmönnum Veðurstofu Íslands

Umsjón: Sigurlaug Gunnlaugsdóttir

Hönnun og umbrot: Hvíta húsið

Prentun: Oddi

ISSN 2251-5607

Forsíðumynd: Gro Birkefeldt

FRÁ FORSTJÓRA



Árið 2014 var um margt í sömu veru og undangengin ár á Veðurstofu Íslands. Veður var óvenjulegt, vetur snjópungur og erfiður um allt land, sumri misskipt með mikill úrkomu sunnan- og vestanlands, en einmuna veðurbliðu á Norður- og Austurlandi. Ofanflóð voru tíð og skriðuföll með leysingum um vorið. Stóru náttúruatburðirnir standa þó upp úr þegar árið er gert upp. Seinnipart sumars féll gríðarleg skriða í Öskju og rann út í Öskjuvatn og olli mikilli flóðbylgju sem gekk langt á land og hefði engum hlíft ef fólk hefði verið þar á ferli. Um miðjan ágúst fór svo af stað skjálftahrina í Bárðarbungu sem leiddi til eldgoss hinn 31. ágúst í Holuhrauni norðan Dyngjujökuls. Gosinu lauk 27. febrúar 2015.

Eitt meginmarkmið samruna Vatnamælinga og Veðurstofunnar fyrir liðlega sex árum var að bæta alla vöktun og viðbrögð vegna náttúrvár. Sameiningin byggðist á einu meginsteifi: samþættingu til hagsbóta fyrir hagsmunaaðila og samfélagið í heild. Samþættingarverkefni voru margvísleg: í upplýsingatækni, rekstri mælikerfa, rannsóknnum á vatni, veðri, veðurfari og jörðu, í allri vöktun, eftirliti, spám og viðvörunum vegna náttúrvár. Atburðir liðandi árs sýna enn og aftur að vel hefur tekist með þessi samþættingarverkefni. Veðurstofan veitir enn betri þjónustu en áður við hagaðila og samfélagið í heild sinni með lægri tilkostnaði og nýtur trausts og velvilja sem toppar alla mælikvarða samkvæmt viðhorfskönnun sem unnin var af Capacent í október á síðasta ári.

Atburðurinn í Bárðarbungu hefur dregið skýrt fram ávinninginn af samþættingu verkefna tengdum náttúruvá. Ógn gat stafað af öskufalli sem er helsta áhyggjuefni flugs, bæði alþjóðlega og hér heima. Aftakajökulhlaup voru möguleg og gátu þau raskað megininnviðum landsins. Minni áhyggjur voru vegna hraunrennslis, en gasústreymi varð miklu meira en nokkurn hafði órað fyrir og olli mestum erfiðleikum fyrir samfélagið. Samhæfing og samstarf vöktunar og eftirlits í jörð, vatni og lofti sýndi styrk sinn í þessum atburðum og ekki hvað síst hvað varðar beitingu líkana til að spá fyrir um dreifingu á gasinu. Öll fagsvið Veðurstofunnar lögðu sitt til verksins. Auk þess hefur verkefnið Futurevolc, sem stutt er af 7. Rammaáætlun ESB (u.þ.b. 900 m.kr.), lagt þessu verkefni lið því megináhersla þess er samþætt vöktun á vesturhluta Vatnajökuls.

Líkanreikningar Veðurstofunnar á veðri, veðurfari, vatni, snjó, gasi og eldfjallaösku eru annað skýrt dæmi um ávinning af samruna Vatnamælinga og Veðurstofunnar. Með fullri aðild að Evrópsku reiknimiðstöðinni ECMWF um veður fékkst aðgangur að reikniafli og gagnaflutningum sem leyfðu háupplausnareikninga á veðri með Harmonie-líkaninu sem er í sameiginlegri þróun margra evrópskra veðurstofa. Veðurspár til næstu 48 klukkustunda eru nú nær undan-tekningalaust byggðar á þessu líkani. Líkanið hefur einnig verið þróað og aðlagð til þess að reikna vatnafræðilegar breytur, t.d. ákomu og leysingu snævar. Eins er það notað við skafrenningsspár, reikninga á dreifingu eldfjallaösku og gasi, reikninga á liðnu veðurfari og mun í framtíðinni vera notað við spár um flóð og sjávarflóð.

Ekki er nóg að hlúa að eftirliti og vöktun með náttúruvá. Kerfisbundið mat á þeirri áhættu sem fylgir hverri náttúruvá þarf að greina. Það mat ræður ekki einungis viðbrögðum almannavarna og skipulagsyfirvalda heldur einnig hversu viðamikill eftirlits- og viðvörunarkerfin eiga að vera og hvaða forvarnir er skynsamlegt að ráðast í.

Hættumat vegna snjóflóða hefur verið unnið um langt skeið og er það fjármagnað með samningi við Ofanflóðasjóð. Fyrir þremur árum var lögum um Ofanflóðasjóð breytt þannig að hann gæti fjármagnað gerð hættumats vegna eldgosa. Það verkefni hefur unnist vel í samstarfi við hagaðila, Jarðvísindastofnun Háskólans og umhverfis- og auðlindaráðuneytið. Í lok ársins var ákveðið að framlengja þetta ákvæði. Jafnframt hefur Ofanflóðasjóði verið heimilað að fjármagna hættumatsverkefni vegna vatnsflóða og sjávarflóða og er það einnig til þriggja ára. Mikil ánægja er með þetta árangursríka samstarf og þess vænst að hættumati vegna náttúrvár verði fundinn framtíðarsess á næstu þremur árum.

Í nóvember undirritaði Veðurstofan samstarfssamning við dönsku veðurstofuna, DMI, um rannsóknir og rekstur næstu ofurtólva DMI. Veðurstofunnar ætla að vinna saman að loftslags- og norðurslóðarannsóknnum, að þróun og rekstri Harmonie-líkansins og öðrum áhugaverðum rannsóknar- og þróunarverkefnum. Ávinningur Veðurstofunnar af þessu samstarfi verður umtalsverður, m.a. verður reiknisvæði fyrir veðurspár sem þekja mun miklu stærra svæði en nú er. Stærra svæði vestur af landinu mun bæta veðurspár fyrir Ísland, miðin við Ísland og á þjónustuvæði Veðurstofunnar fyrir alþjóðaflugjóð. Ofurtólva DMI verður staðsett og rekin í húsakynnum Veðurstofunnar að Bústaðavegi 7, en þar er aðstaða og tölvurekstur sem mætir ýrtruðu gæða- og öryggiskröfum sem gerðar eru til slíks rekstrar í dag. Stærð og reikniafl tölvunnar kallar á stærra kælikerfi, aukið rafmagn og meira varaafli en nú er til staðar á Veðurstofunni. DMI á og rekur tölvuna og greiðir allan kostnað við breytingar og rekstur hennar. Veðurstofan greiðir eðlilegan hluta vegna eigin notkunar á tölvunni og innviðunum sem nýtast starfsemi Veðurstofunnar. Full ástæða er til þess að þakka stuðning stjórnvalda við það að koma á þessari mikilvægu samvinnu við DMI, sem er ekki einungis framfaraskref fyrir okkur, heldur styrkir stöðu okkar í framtíðarsamstarfi norrænna veðurstofa.

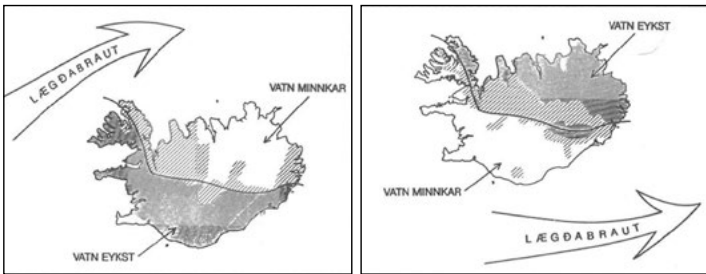
Samþætting gerir miklar kröfur til starfsfólks um samvinnu, áreiðanleika og samskipti. Því eru tvö af gildum Veðurstofunnar samvinna og áreiðanleiki. Samvinna þarf ekki aðeins að eiga sér stað inn á við heldur einnig út á við. Í mínum huga hefur hvort tveggja þróast og þroskast í liðnum stóratburðum og hefur það eflt traust almennings á störfum Veðurstofunnar þannig að eftir er tekið. Ég þakka starfsmönnum öllum að hafa af heilindum og einhug gengið þannig til verka.

Árni Snorrason

NÁTTÚRUFAR

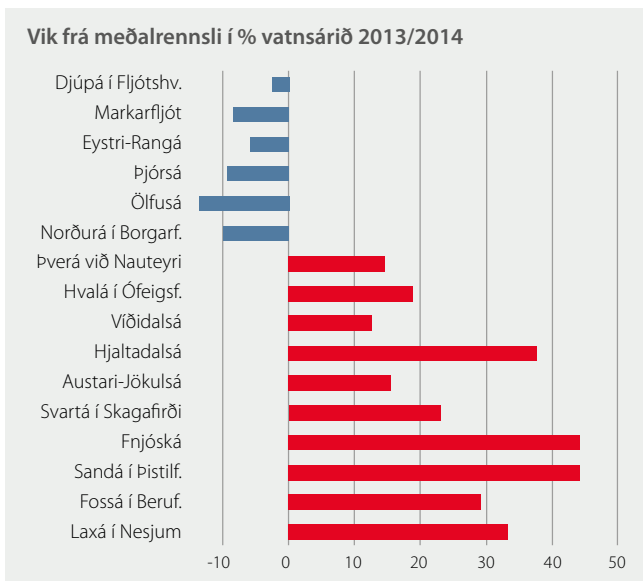
Vatnafar 2013/2014

Árið 2014 einkenndist af miklum hlýindum meginhluta ársins en víða var mjög úrkomusamt. Norðaustanáttir voru ríkjandi sérstaklega í febrúar og safnaðist mikill snjór á hálendi norðan og austanlands svo og á norðanverða Vestfirði. Fremur snjólétt var á láglandi vegna þess að þar var hiti oft yfir frostmarki. Lítil snjór var á suðurhluta hálendisins. Skýringarmynd Sigurjóns Rist hér á síðunni frá árinu 1956 gefur hugmynd um áhrif lægða á úrkomu á landinu.



Brautir lægða, landslag og úrkoma. Áhrif veðurfars á rennsli fallvatna. Skýringarmynd Sigurjóns Rist í Íslensk vötn (1956).

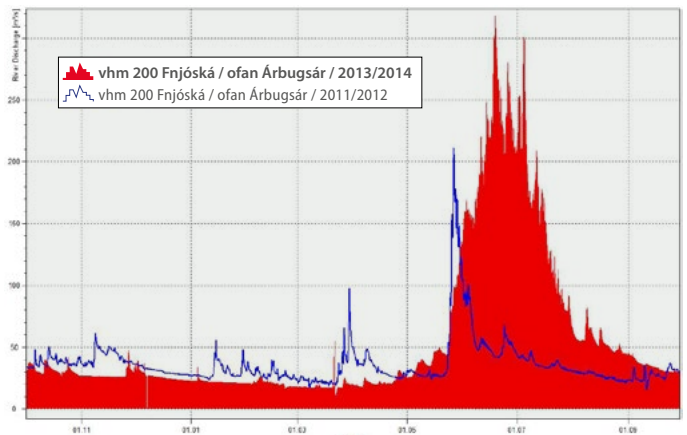
Árið 2012 var ákveðið að vatnsár yrði skilgreint frá 1. október til 30. september, en áður höfðu þessi mörk miðast við 1. september. Á vatnsáramótum er talið að minnstar snjófyrningar séu á landinu og úrkoman á þessu tímabili hafi skilað sér í rennsli áa. Með langtíma vatnamælingum var orðið ljóst að viðsnúningurinn væri síðar og að jökulleysing næði fram í september. Hér miðast vatnsár við 1. október, endurreiknað aftur í tímann. Töluverð vik urðu frá meðalrennsli í mörgum ám, mest í Fossá í Berufirði.



Mikil snjóleysing varði allt sumarið. Mikið rennsli var fram í september þótt úrkoma á Norðurlandi hafi vart verið í meðallagi síðsumars. Svona mikil leysing kemur fram í grunnvatni og lindarrennsli eftir að snjór er farinn. Fyrstu dagana í júlí gerði norðaustanveður með mikilli úrkomu. Afleiðingin var flóð í flestum ám en þó kom hvergi önnur eins metgusa og í Selá í Skjaldfannadal. Þar ríkti nú sama áttin og hlaðið hafði miklum snjó niður. Hlýtt var og hvasst og rigndi mikið. Leysti bæði af jökli og heiðum. Flóðið varð stærra en önnur sem menn muna eftir. Dagana 4. og 5. júlí flæddi áin yfir svæði sem hún hefur ekki flætt um áður og lega farvegjarins í dalnum breyttist. Á Suðurlandi höfðu menn áhyggjur af vatnsförða í lónum þegar leið að hausti. Mikil jökulleysing í september vó verulega upp dræmt sumarrennsli þannig að þau fylltust.



Skjaldfannadalur. Ljósmynd: Emil H. Valgeirsson.



Rennsli Fnjóskár á vatnsárinu 2013/2014 (rauður ferill). Fnjóská er dragá og var rennsli hennar dæmigert fyrir ár á Norðurlandi í ár. Hér sést hvernig rennsli hennar minnkar jafnt og þétt án mikilla vetrarblota þar til komið er fram í apríl. Þá fer að hlána og rennsli eykst síðan verulega eftir 20. maí. Vel má greina flóðið í byrjun júlí. Til samanburðar er rennsli frá vatnsárinu 2011/2012 (blá lína). Meira vetrarrennsli, vetrarblotar með leysingum sem draga úr vorflóðum. Minni ársúrkoma.

Tíðarfar 2014

Árið 2014 einkenndist af miklum hlýindum meginhluta ársins en víða var mjög úrkomusamt og sumarið sólarrýrt. Við norðurströndina og víða austanlands er árið það hlýjasta frá upphafi mælinga. Í flestum öðrum landshlutum var það næsthlýjasta eða þriðja hlýjasta ár sem þekkt er. Kaldast að tiltölu var á Vestfjörðum þar sem árið var um það bil hið 5. hlýjasta. Sumarið var óvenjuhlytt, sérstaklega á landinu norðaustanverðu þar sem það var sums staðar það hlýjasta frá upphafi mælinga.

Þrátt fyrir hlýindin þótti tíðarfar blendið. Fyrstu mánuðir ársins voru sérlega úrkomusamir um landið austan- og norðaustanvert og var tíð þar erfið á köflum. Vestanlands var á sama tíma þurr og hagstætt tíðarfar lengst af. Sumarið var hlýtt og hagstætt norðanlands og austan, en oftast votviðrasamt og sólarlítið syðra. Haustið var hagstætt en árið endaði með umhleypingasómum og fremur köldum desember.

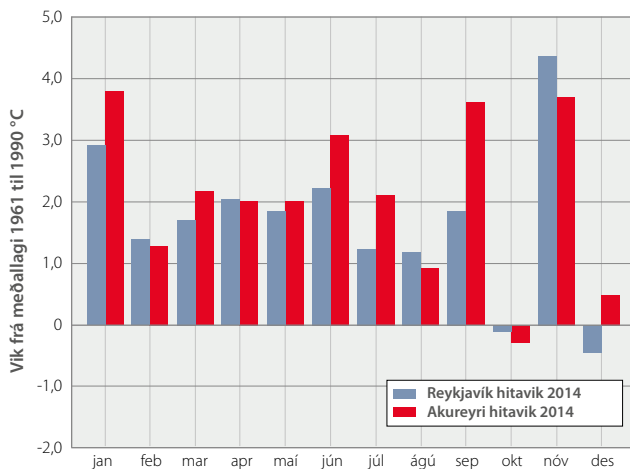
Hiti

Meðalhiti í Reykjavík var 6,0 stig, 1,7 stigum ofan meðallagsins 1961 til 1990. Þetta er 19 árið í röð með hita ofan þess meðallags. Árið var hið næsthlýjasta í Reykjavík frá upphafi samfelldra mælinga 1871, árið 2003 var lítillega hlýrra. Á Akureyri mældist meðalhittinn 5,3 stig, 2,1 stigi yfir meðallagi árána 1961 til 1990. Þetta er einnig næsthlýjast ára á Akureyri frá upphafi samfelldra mælinga 1881, hlýrra var 1933.

Ársmeðalhittinn var hæstur í Surtsey, 7,2 stig, en lægstur á Brúarjökli, -1,3 stig. Lægsti ársmeðalhiti í byggð mældist í Svartáarkoti, 2,2 stig. Hæsti hiti ársins mældist 23,3 stig á Húsavík þann 23. júlí. Hámarks-hiti ársins á landinu hefur ekki verið jafnlágur síðan 2001. Lægsti hiti ársins mældist -28,9 stig í Svartáarkoti þann 19. febrúar.

Úrkoma

Úrkoma var yfir meðallagi um mestallt land. Í Reykjavík mældist hún 963,1 mm og er það um 20% umfram meðallag árána 1961 til 1990. Úrkomun var sérlega mikil norðaustan- og austanlands, á Akureyri mældist hún 743,7 mm eða 50% umfram meðallag. Árið er það úrkomumesta þar frá upphafi mælinga, 1928 (úrkomun var þó aðeins fáum mm minni árið 1989).



Hiti var nánast óslitið langt yfir meðallagi þar til í október. Reykjavík bláar súlur, Akureyri rauðar. Nóvember var einnig með afbrigðum hlýr en desember mun kaldari og varð kaldasti mánuður ársins að tiltölu.



Gróttuviti. Ljósmynd: Vilhjálmur S. Þorvaldsson.

Úrkomudagar voru fleiri en í meðalari um mestallt land. Mesta sólarringsúrkomu ársins á mannaðri stöð mældist á Hánefsstöðum í Seyðisfirði þann 13. nóvember, 164,2 mm.

Snjór

Frá áramótum til vors voru alhvítir dagar aðeins 14 í Reykjavík, 26 færri en í meðalari. Alautt var í nóvember en tvisvar alhvítt í október og 25 daga í desember, en það er með mesta móti í þeim mánuði. Alhvítir dagar ársins urðu 41, 24 dögum færri en í meðalari. Á Akureyri voru 133 alhvítir dagar á árinu 2014, 16 dögum yfir meðallagi.

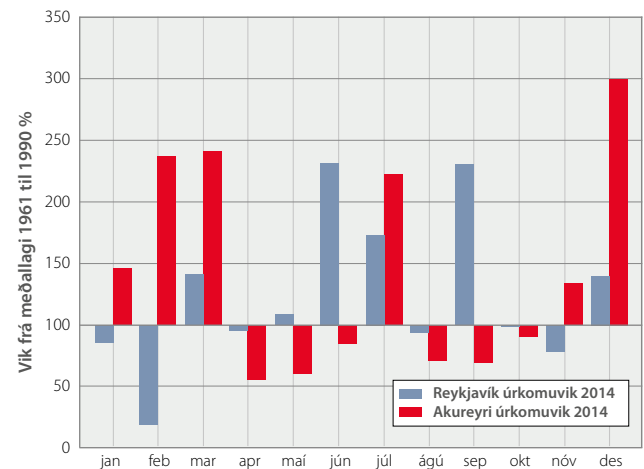
Mesta snjódýpt ársins mældist 165 cm við Skeiðsfossvirkjun 22. og 23. mars.

Sólskinsstundir

Sólskinsstundir mældust færri en verið hefur undanfarin ár, bæði í Reykjavík og á Akureyri. Voru sólskinsstundirnar um 100 færri en að meðallagi 1961 til 1990 á báðum stöðum og rúmlega 200 færri en að meðaltali síðustu 10 árin. Í Reykjavík mældust sólskinsstundirnar 1168,3 og hafa ekki mælst jafnfáar síðan 1993 – en þá voru þær nánast jafnmargar og nú – en aftur á móti mun færri 1992. Á Akureyri mældust sólskinsstundirnar 944,9 og hafa ekki verið jafnfáar síðan 2002, en langt frá meti eins og í Reykjavík.

Vindhraði

Vindhraði var í meðallagi á árinu í heild, talsvert meiri en að meðallagi í febrúar og desember, en langhægastur að tiltölu í júní.



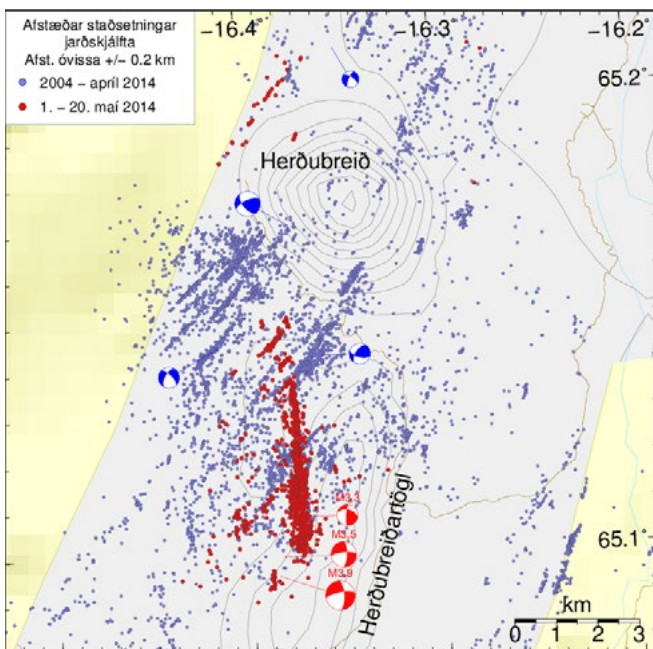
Óvenjuburrt var í Reykjavík í febrúar (bláar súlur á myndinni) en annars var úrkomun oft langt ofan meðallags. Sérstaklega var mikil úrkomu á Akureyri í febrúar, mars, júlí og desember (rauðar súlur), en í júní, júlí og september í Reykjavík.

NÁTTÚRUFAR

Jarðfar

Hér er gerð grein fyrir helstu atburðum á skjálftasvæðum landsins 2014, en fjallað er um umbrotin í Bárðarbungu sérstaklega annars staðar í ársskýrslunni.

Helsti atburður á fyrstu sjö mánuðum ársins var snörp skjálftaröð við Herðubreiðartögl. Jarðskjálftum fjölgaði í lok apríl, en 3. maí færðist mikill kraftur í virknina. Skjálfti af stærð um M4 mældist 4. maí og varð hans vart í Jökuldal og á Akureyri. Afstæðar staðsetningar skjálftanna sýna að þeir voru á nærri lóðréttu norður-suður brotaplani eða -plönunum með hægri-handar sniðgengishreyfingu, en fyrri skjálftahrinur við Herðubreið og Herðubreiðartögl hafa að jafnaði verið á norðaustur-suðvestur brotaplönunum og hreyfingin vinstri-handar sniðgengi. Þetta var ein öflugasta hrina um árabíl. Yfir 3000 skjálftar voru staðsettir í maí, en þeim fækkaði í 150 í júní. Fjöldi skjálfta við Herðubreið og Herðubreiðartögl jókst svo til muna við upphaf eldgossins í Holuhrauni 31. ágúst. Virknin var mikil til 9. september, en alls mældust yfir 900 skjálftar á þessu tímabili. Talsverð fækkun var síðan á skjálftum, en þeir mældust daglega út árið.



Afstæðar staðsetningar við Herðubreið og Herðubreiðartögl. Rauðu punktarnir sýna jarðskjálfta í maí 2014 en ljósbláu hringirnir eldri skjálfta. Nokkrar brotlausnir skjálfta úr hefðbundinni staðsetningu eru sýndar með bláum og rauðum boltum. Gulu fletirnir sýna sprungusveima.

Um miðjan maí jókst skjálftavirkni undir norðanverðri Bárðarbungu. Um 300 jarðskjálftar voru staðsettir út mánuðinn, hinn stærsti M3,7. Þó að dregið hafi úr virkninni í júní, hélt hún áfram að vera talsverð alveg fram að umbrotunum 16. ágúst.

Hrina um 50 jarðskjálfta mældist við Fjórðungsöldu á Sprengisandi í júlí. Um mánaðamót júlí-ágúst mældist svo hrina um 50 skjálfta nyrst á Sprengisandi, austsuðaustur af Laugafelli, en þar hafa fáir skjálftar áður mælst. Skjálftar á svæðinu voru allir innan við M2,5. Fáir skjálftar mældust við Tungnafellsjökul framan af ári, en strax við upphaf umbrotanna 16. ágúst fjölgaði þeim verulega. Viðvarandi

virgni hefur verið þar síðan. Stærsti skjálftinn varð 24. ágúst, M3,3, undir norðurbrún jökulsins.

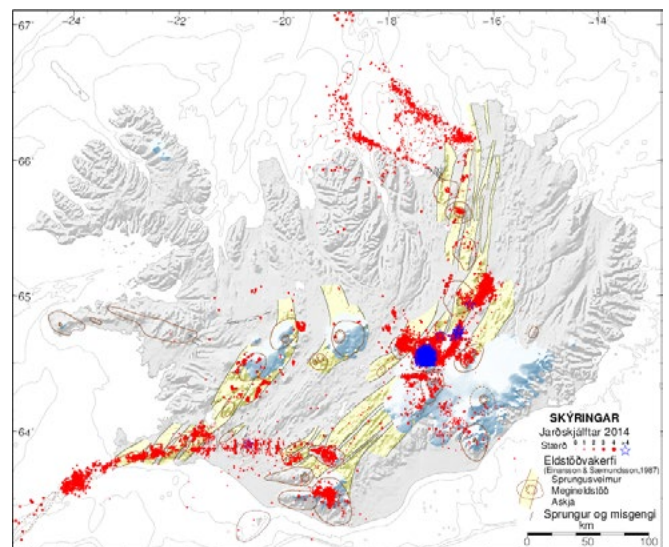
Helsti atburðurinn í vestara gosbeltinu var skjálftahrina norðnorðaustan Geysis í desember. Rúmlega 220 jarðskjálftar mældust, sá stærsti M3,1. Hans varð m.a. vart í Haukadal og Biskupstungum. Skjálftahrina varð við Hveravelli í ágúst með um 80 skjálfta, sem tengdust líklega jarðhitavirkni.

Skjálftavirkni í Mýrdalsjökli var frekar lítil á árinu. Smáhrinur mældust öðru hverju innan Kötluöskju. Stærsta hrinan varð í byrjun júlí með 40 skjálfta sem voru staðsettir á litlu dýpi í austanverðri öskjunni. Um svipað leyti mældist aukið rennsli og rafleiðni í Múlavísl. Skjálftarnir tengdust líklega jarðhitavirkni. Á annan tug skjálfta, sá stærsti M3,3, urðu einnig í tengslum við lítið hlaup í Múlavísl í október.

Fyrstu mánuði ársins mældist mikill fjöldi skjálfta á niðurdælinga-svæði Orkuveitu Reykjavíkur við Húsmúla. Virknin náði hámarki í apríl, en þá mældust tæplega 1200 skjálftar. Stærsti skjálftinn var M2,7 en langflestir voru minni en eitt stig. Í maí varð jarðskjálfti af stærðinni M4,1 við Kaldárholt, rétt austan Þjórsár. Skjálftans varð vart víða á Suðurlandi, á höfuðborgarsvæðinu og í Borgarnesi.

Skjálftahrina, sem hófst 31. desember 2013 við Fagradalsfjall á Reykjanesskaga, hélt áfram í janúar. Fleiri hrinur urðu á svæðinu, sú stærsta í apríl með tæplega 100 skjálfta. Í október varð skjálftahrina suðaustan Kleifarvatns með um 40 skjálfta. Stærstu skjálftarnir voru M3,1 og M3,3. Í janúar mældist skjálfti, M3,5, suðvestan við Svartsengi og varð hans vart í nágrenninu. Talsverð skjálftavirkni var við Geirfugladrang á Reykjaneshrygg í apríl og maí. Stærsti skjálftinn var M3,6 og heildarfjöldinn hátt í 500 skjálftar. Minni hrinur mældust við Geirfugladrang, Geirfuglasker og Eldey á árinu.

Um 2700 skjálftar mældust í Tjörnesbrotabeltinu. Fyrstu mánuði ársins var nokkur skjálftavirkni á Húsvíkur-Flateyjarmisgenginu, en þar urðu snarpar hrinur haustið 2012 og 2013. Á annað hundrað skjálftar mældust í stærstu hrinum. Tveir stærstu skjálftarnir urðu í febrúar, M3,4, og varð seinni skjálftans vart á Ólafsfirði, Siglufirði og Akureyri. Viðvarandi skjálftavirkni var í Öxarfirði og mældust þar hrinur, þær stærstu með um 100 skjálfta. Við Flatey á Skjálfanda varð hrina 120 smáskjálfta í apríl.



Jarðskjálftar 2014.

Ofanflóð

Skriður

Dagana 3.–6. júní gengu þrjár lægðir yfir landið með mikilli úrkomu. Víða var enn töluverður snjór til fjalla á þessum tíma þannig að snjóbráðnun jók magn vatns í jarðvegi og þar með skriðuhættu. Á Ísafirði féllu margar smáskriður hér og þar, meðal annars í Gleiðarhjalla ofan við byggðina. Ein stærri skriða féll úr Eyrarhlíð yfir Hnífsdalsveg og var hann lokaður í fjórar klukkustundir á meðan verið var að hreinsa hann. Einnig féll skriða í Súgandafirði. Á Norðurlandi féllu margar skriður í þessu veðri. Sú stærsta féll í Siglufirði og mátti ekki miklu muna að tjón yrði á vatnsbóli Siglufirðinga í Hólsdal.

Premur dögum eftir þetta mikla vatnsveður féll skriða úr Árnestindi í Trékyllisvík á Ströndum. Hún var óvenjuleg að því leyti að í henni var sífreri. Í skriðunni voru stór og mikil „björg“ sem reyndust samsett úr fínefnum; sandi, mól og skífubergi sem var umlukid ís og þannig samliamt. Á næstu dögum og vikum eftir að skriðan féll koðnuðu „björgin“ niður og urðu að stórum keilum, þegar ísinn bráðnaði.

Þetta er í þriðja sinn á fimm árum sem stór skriða fellur hér á landi í tengslum við bráðnun sífrera en fyrir þann tíma er ekki vitað um slíkar skriður. Hinar tvær skriðurnar féllu í Torfufellsdal í Eyjafirði árið 2010 og í Móafellshyrnu í Fljótum sama ár. Þetta vekur vissulega upp spurningar um áhrif hlýnunar loftslags á skriðuvirkni hér á landi. Víða til fjalla leynist sífreri, t.d. í skuggsælum hlíðum og skálum, gjarnan undir urðum.

*Skriða úr Árnestindi í Trékyllisvík á Ströndum.
Ljósmynd: Jón Kristinn Helgason.*



Í október og fram í miðjan nóvember var töluvert um skriður í tengslum við vatnsveður, einkum á Austfjörðum. Þann 7. október féll skriða á veginn um Fagradal milli Egilsstaða og Reyðarfjarðar. Þann 31. október féll stór skriða sem tók í sundur ljósleiðara við Hólaland á Borgarfirði eystra og önnur skriða féll ofan við byggð á Eskifirði. Víða hlupu lækir með aur og grjóti þann dag. Dagana 12.–14. nóvember féllu margar skriður á Austfjörðum en flestar voru fremur litlar. Þó kom skriða fram í sjó við Helgustaði í Reyðarfirði.

Snjóflóð

Um jólin 2013 gekk mikil snjóflóðahrina yfir norðanverða Vestfirði með lokunum á vegum og rýmingum atvinnuhúsnæðis og fleiri stakra húsa. Í upphafi árs 2014 var enn óveður og óvissustig á Vestfjörðum og snjóflóð víða um land.

Óvenju snjóþungt var til fjalla á Austfjörðum fyrri hluta árs 2014, upptakastöðvirki fóru sums staðar á kaf og einnig snjóþarmælur Veðurstofunnar. Oft rigndi í byggð þegar snjóaði í fjöll og því var snjóafar þar ekki í samræmi við mikla snjóþýpt til fjalla.

Á Austfjörðum var óvissustig vegna snjóflóðahættu dagana 17.–22. janúar en ekki var gripið til rýminga. Í byrjun mars var óveður og snjócoma víða um land með snjóflóðum, einkum um norðan- og austanvert landið. Óvissustig var sett á fyrir Austurland 8.–9. mars. Seinni hluti mars var einnig annasamur fyrir snjóflóðavaktina með vetrarveðri og víða lokuðu snjóflóð vegum. Í apríl fór að vora og snjóalög urðu stöðugri.

Í desember 2014 gengu illviðri yfir landið með snjóflóðahrinum. Þann 9. desember skall óveður á norðanverða Vestfirði og næstu daga var hríðarveður víða um norðanvert landið. Þann 10. desember var gripið til rýminga sem aflétt var aftur 11. desember. Fram að jólum var áfram slæm tíð með hríðarveðri og hlákum á milli. Snjóflóð féllu á vegi á Vestfjörðum og Norðurlandi. Þetta er þriðja árið í röð sem snjóflóðahrinur ganga yfir nálægt jólum. Í þetta sinn gekk þetta þó yfir fyrir jól og sjálfar hátíðarnar voru að mestu lausar við stærri snjóflóð.

Eins og undanfarin ár komst útivistarfolk nokkrum sinnum í hann krappan í tengslum við snjóflóð en ekki urðu alvarleg slys á fólki.

*Óveður í aðsigi á Ísafirði 9. desember 2014.
Ljósmynd: Jón Ottó Gunnarsson.*



BÁRÐARBUNGA

Vöktun

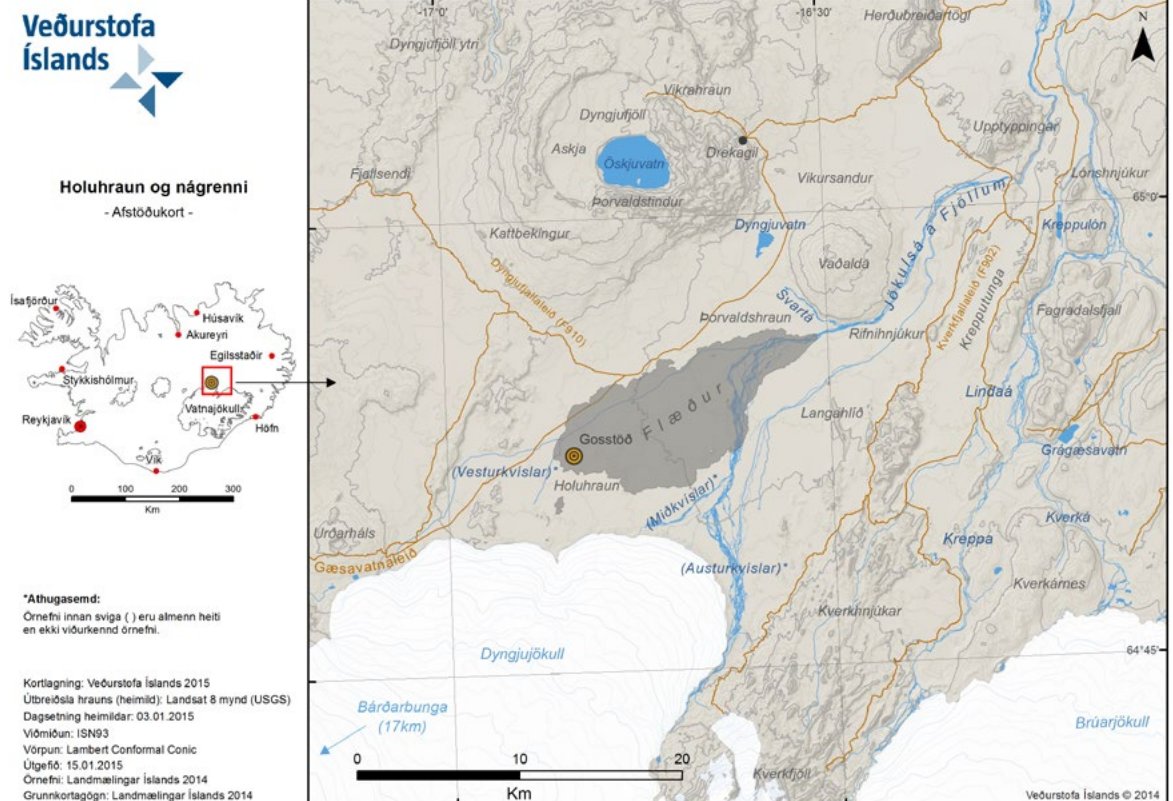
Atburðarásin í Bárðarbungu 2014–2015 er svokallaður gliðunar-atburður (e. rifting event). Slíkir atburðir er tiltölulega sjaldgæfir en geta komið í hrinum (e. rifting episode) sem spanna mánuði, ár og jafnvel áratugi. Tvö önnur dæmi eru um gliðunarhrinin á landi, á 20. og 21. öld: Kröflueldar 1975–1984 og Dabbahu gliðunarhrinin í Austur-Afríku 2005–2010. Þó á eftir að koma í ljós hvort atburðirnir í Bárðarbungu séu upphafið að langvinnri gliðunarhrinu. Eldsum-brotin í Bárðarbungu hafa þó þegar mikla sérstöðu sem best vaktaði gliðunaratburðurinn í heiminum hingað til.

Öflug jarðskjálftahrina hófst í Bárðarbunguöskjunni hinn 16. ágúst. Á næstu tveimur vikum myndaðist 49 km langur kvikugangur í efri hluta jarðskorpunnar undir Vatnajökli, út frá öskjunni í aust-norðaustur og norður, þar sem sprungugos hófst í Holuhrauni í lok ágúst. Þetta eldgos er orðið það stærsta í yfir 200 ár á Íslandi. Framgangur gliðunarinnar gekk í lotum með misjöfnum hraða og

allmörgum sinnum greindist lágtíðniórói, gosórói vegna mögulegra lítilla gosa undir jökli sem urðu meðal annars til þess að fjórir sigkatlar mynduðust í jökulísnum. Ekki löngu eftir að jarðskjálftahrinan hófst byrjaði askja Bárðarbungu að síga og seig hún um rúma 60 m í heildina. Hægt dró úr hraða sigsins og því lauk um sama leyti og gosið hætti, þann 27. febrúar 2015.

Þegar eldfjöll undir jökli láta á sér kræla er ávallt þörf á þverfaglegu átaki og teymisvinna skiptir höfuðmáli fyrir skilvirka vöktun. Frá því vöktun hófst með stafrænum mælitækjum, snemma á tíunda áratug síðustu aldar, hefur það gerst sex sinnum að eldvirkni hafi orðið vart undir jökli. Vöktunargeta, túlkun gagna, samskipti og miðlun upplýsinga hefur eflst og mótast samhliða þessum atburðum. Fyrir vöktun atburðanna í Bárðarbungu skipti miklu að á vegum samstarfs innan rannsóknaverkefnisins Futurevolc hafði fjölda margvíslegra nýrra mæla verið komið fyrir á og umhverfis Vatnajökul.

Afstöðukort af nýju gosstöðvunum og nýja hrauninu um áramót 2014/2015. Kortlagning: Veðurstofa Íslands/BBB.





Uppsetning skjálfta- og GPS-stöðvar í Kverkfjöllum 21. ágúst. Bergur H. Bergsson mokar fyrir skjálftanema. Í forgrunni er GPS loftnet og kistur með tækjum og rafgeymum. Þríhyrningslaga pallurinn er VHF endurvarpi. Myndin er tekin til suðurs með Gengissig í baksýn. Ljósmynd: Benedikt G. Ófeigsson.

Almannavarnadeild Ríkislögreglustjóra kallar saman ráð sérfræðinga og vísindamanna, Vísindamannaráð, sem fjallar af þekkingu um efnið og veitir ávallt nýjustu upplýsingar um stöðu mála; núverandi ástand eldstöðvarinnar, mögulegar hættur og líklegustu sviðsmyndirnar. Fylgst var með gliðnuninni og hún vöktuð í rauntíma með jarðskjálftavirkni og cGPS landmælingum. Við upphaf framrásar kvikugangsins voru ný, uppfærð líkön af rúmmáli hans lögð fyrir Vísindamannaráðsfundina nær daglega. Ör vöxtur gangsins kallaði á hröð viðbrögð; það varð að setja upp nýjar jarðskjálfta- og GPS-stöðvar til þess að geta fylgst betur með framgangi hans. Sig öskjunnar útheimti frjóa hugsun sem leiddi til þess að GPS tæki ásamt hröðunarnema voru sett upp í miðju öskunnar, beint á jökulísinn, og sendu tækin gögn í rauntíma. Ennfremur voru settir upp sérstakir jöklajarðskjálftamælar, hannaðir fyrir breiðbands-mælingar á jöklum. Í reglubundnu eftirlitsflugi var fylgst með breytingum á jökulyfirborðinu og mikilvægra gagna aflað um aflögun öskjunnar.

Niðurstöður rauntímavöktunar og túlkun jarðeðlisfræðilegra gagna voru gerð aðgengileg almenningi. Bæði sjálfvirkar og yfirfarnar staðsetningar jarðskjálfta eru birtar á kortum á vef Veðurstofunnar, sem uppfærðust á fimm mínútna fresti. Sama gildir um tímaráðir cGPS mælinganna, svo og kort með vigrum sem sýna aflögunina ásamt jarðskjálftum, en tímasetning skjálftanna er litakóðuð; þetta er og verður enn um sinn aðgengilegt almenningi á vefnum.



Sólarhringsvakt jarðvísindamanns var á Veðurstofunni og stöðug samráð. Ljósmynd: Sigurlaug Gunnlaugsdóttir.

BÁRÐARBUNGA

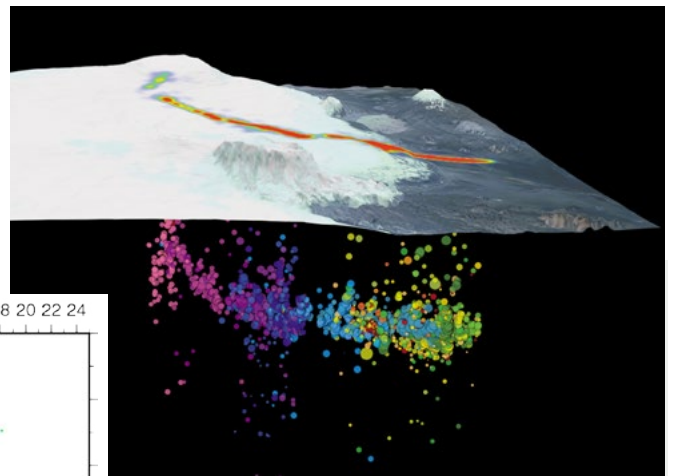
Kvikugangur og óróahviður á leið hans frá Bárðarbungu til Holuhrauns

Bárðarbunga hefur, eins og aðrar eldstöðvar í vestanverðum Vatnajökli, sýnt merki um vaxandi smáskjálftavirkni frá árinu 2005. Háupplausnastaðsetningar (e. relative relocations) skjálftanna skerpa mjög myndina af dreifingu og hegðun virkninnar og sýna að hún hefur að mestu einskorðast við svæðið norðan öskjurimans og sprungusveiminn norður að Kistufelli, ennfremur að dýpi skjálftanna er að mestu minna en 8 km. Þó hefur mælst viðvarandi virkni frá því upp úr aldamótum í lóðréttri rás suðaustan öskjunnar, frá um 20 km dýpi og upp í efri skorpu. Þessi virkni endurspeglar mögulega kvikuuppstreymi og náði hámarki árið 2013.

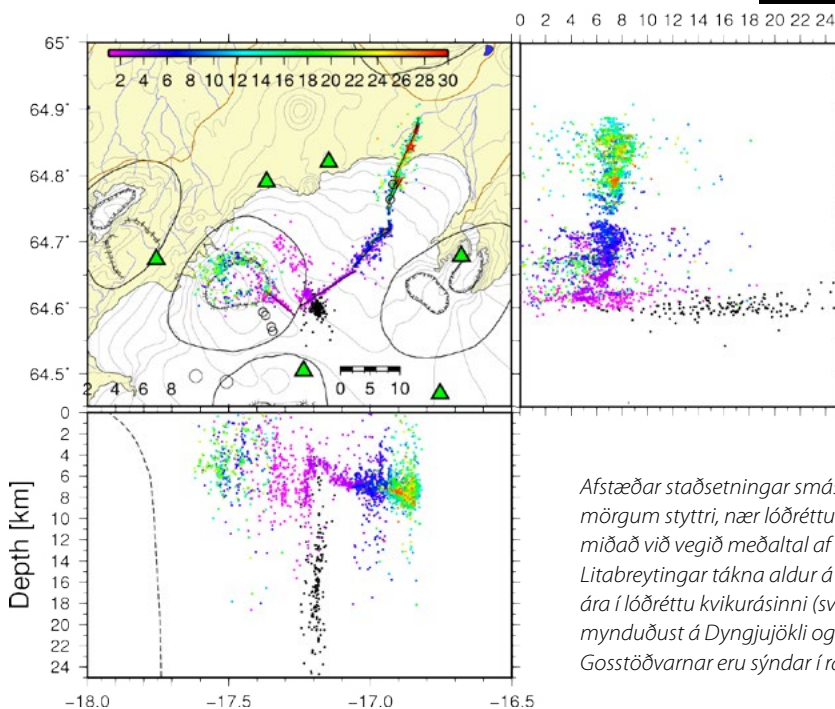
Mikil smáskjálftavirkni hófst aðfaranótt 16. ágúst við Bárðarbungu-öskjuna norðanverða og í sprungusveimunum þar norður af. Skjálftavirknin hljóp þó fljótt út úr öskjunni til suðausturs, þar sem hún tók snögga beygju til norðausturs yfir lóðrétta rásinni. Þaðan æddi virknin áfram krókaleið til norðausturs, á hraða frá nokkur hundruð m/klst upp í yfir 1 km/klst, en inn á milli voru dagar þar sem hún sat föst. Á 11 dögum náði skjálftavirknin norður í Holuhraun, norðan Dyngjujökuls, og hafði ferðast um 49 km þegar útbreiðslan stöðvaðist. Virknin hélt þó áfram og er enn í gangi þegar þetta er skrifað, þó dregið hafi verulega úr henni.

Skjálftavirknin endurspeglar ferð lárétts kvikugangs frá Bárðarbunguöskjunni út í Holuhraun, þar sem gos hófst á þrettánda degi, þann 29. ágúst. Það gos lifði stutt, en annað öflugra hófst nokkru norðar tveim dögum síðar, þann 31. ágúst og stóð það fram til 27. febrúar 2015. Ferill kvikugangsins, eins og honum er lýst með háupplausnaraðsetningum á framrás skjálftavirkninnar, er einnig kortlagður mjög nákvæmlega, þar sem hann stekkur til og tekur skarpar beygjur á leið sinni á gosstöðvarnar.

Mitt í þessari atburðarrás, eða þegar gangurinn sat tímabundið fastur á leiðinni í Holuhraun, mældust margra klukkustunda langar óróahviður á jarðskjálftamæla. Fyrsta slíka hviðan varð 23. ágúst og önnur þann 3. september. Gerð óróans svipaði mjög til fyrri merkja sem mælst hafa í mælikerfi Veðurstofunnar þegar kvika kemst í snertingu við ís og sáust merki um það nokkrum dögum síðar þegar



Þrívíddarmynd af smáskjálftum við myndun kvikugangsins. Litabreytingar tákna aldur á tímabilinu 16. ágúst til 12. september.

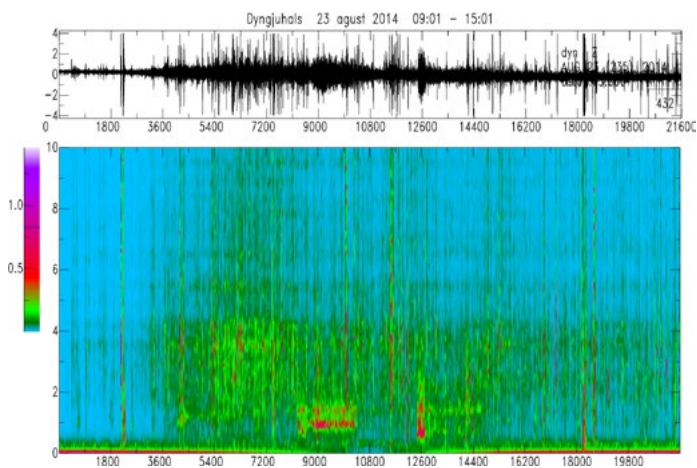


Afstæðar staðsetningar smáskjálfta í kvikuganginum sýna vel hvernig hann er myndaður af mörgum styttri, nær lóðréttum gangabútum, með mismunandi stefnur. Dýpi skjálftanna er miðað við vegið meðaltal af hæð y.s. þeirra stöðva sem hafa mest áhrif á staðsetningarnar. Litabreytingar tákna aldur á tímabilinu 16. ágúst til 12. september. Skjálftar seinustu tveggja ára í lóðrétta kvikurásinni (svartir) eru einnig sýndir með til samanburðar. Iskatlarnir sem mynduðust á Dyngjujökli og í suðurhlíðum Bárðarbungu eru sýndir með svörtum hringjum. Gosstöðvarnar eru sýndar í rauðum lit.

sigkatlar fundust yfir kvikuganginum á Dyngjujökli. Á sama tímabili sáust, á GPS mælum, merki um þenslu í ganginum frá Hveravöllum í vestri að Höfn í Hornafirði í austri.

Kvikugangurinn er meiriháttar gliðunaraburður í norður-gosbeltinu sem birtist í stórum láréttum færslum GPS mælistöðva á víðáttumiklu svæði báðum megin við ganginn samhliða framrás hans. Stærstu færslurnar mældust á stöðvum sitt hvoru megin við innskotið norðan Dyngjujökuls (hvor um sig í um 15 km fjarlægð frá ganginum) og sýndu allt að 1,3 m gliðnun yfir ganginn. Því er ljóst að gliðnun yfir ganginn var nokkrir metrar næst honum.

Á meðan kvikan flæddi neðanjarðar undir Dyngjujökli var einnig mikil smáskjálftavirkni undir öskjurima Bárðarbungu sem tengdist sigi öskjunnar. Þar mældust einnig mun stærri skjálftar, eða yfir 70 skjálftar yfir M5 að stærð á fyrstu fjórum mánuðunum. Þessir stóru skjálftar voru grunnir, mjög hægir og með óvenjulega brotlausn. Undir árslok fór að draga mjög úr virkni við öskjurimann og undir lok febrúar 2015 mældust þar einungis smáskjálftar.



Sex klukkustunda tíðniróf frá kl. 09 til kl. 15, þann 23. ágúst á mælistöðinni á Dyngjuhálsi. Lóðrétti ásinn sýnir tíðni í Hz. Litaskalinn til vinstri á myndinni sýnir útslag í $\mu\text{m/s} / \text{Hz}$. Samfelldi óróinn í kringum 1 Hz, frá kl. 11:20, sem varir í um 30 mínútur var túlkaður sem suða vegna kviku sem komist hafði í snertingu við ís og varð til þess að Veðurstofan hækkaði litakóða flugs úr gulu í appelsínugult.



Ljósmynd: Baldur Bergsson.

Vöktun andrúmsloftsins

Styrkur gastegunda í andrúmslofti var vaktaður á margvíslegan hátt vegna eldgossins í Holuhrauni, bæði með mælitækjum á vettvangi og notkun á fjarkönnunarbúnaði. Fjarkönnunarbúnaður eins og hitamyndavélar, gervitungl og ratsjár reyndust gagnleg til rauntímavöktunar og til að fylgjast með framvindu gossins. Sérhæfður mælibúnaður, s.s. DOAS, MultiGAS og FTIR, var notaður til þess að mæla efnasamsetningu gosmakkarins og flæði brennisteinsdíoxíðs (SO_2) frá eldstöðinni. Úrkomusýnum var safnað víðsvegar um landið til að fylgjast með breytingum á sýrustigi (pH) og efnastyrk úrkomunnar og þar með mögulegum umhverfisáhrifum þessa gríðarlega gasflæðis. Þátttöku Veðurstofunnar og annarra vísindamanna í evrópska samstarfsverkefninu Futurevolc er að þakka að hægt var að setja upp sum þessara tækja (IR camera, DOAS, MultiGAS) strax í upphafi eldgossins.

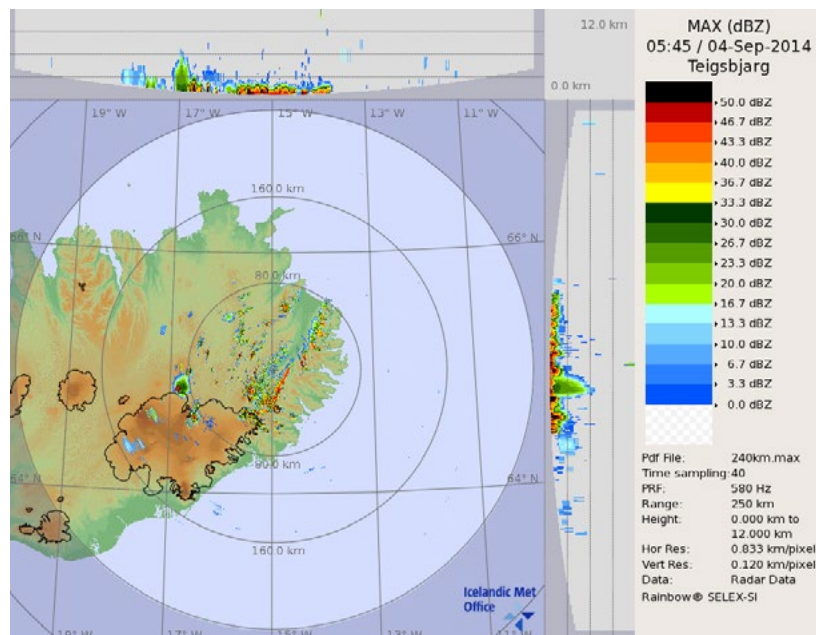
Við sérstakar aðstæður í lofthjúpnum sást gosmökkurinn á C-band ratsjár Veðurstofunnar sem staðsett er á Austurlandi. Auk þess var færanleg ratsjá flutt að umbrotasæðinu og staðsett 25 km vestur af eldsumbrotunum; hún er virk á X-band og gat því mælt endurkast frá mekkinum í hærri upplausn. Hún var flutt aftur til byggða áður en vetrarveðrin skullu á.

Þrjár DOAS skannar (Scanning Differential Optical Absorption Spectrometers) voru settir upp í nágrenni gosstöðvanna, innan við 15 km frá gossprungunni, og hefur einn þeirra gefið lengstu mæliröðina. DOAS mælitækin eru notuð til að mæla heildar útstreymi brennisteinsdíoxíðs (SO_2) í gasmekkinum og senda tækin gögnin til Veðurstofunnar í rauntíma. Ennfremur eru DOAS mælitæki (traverse DOAS) notuð til að mæla þversnið af útstreymi SO_2 undan vindi frá eldstöðvunum. Gögnin eru greind með gæðastöðlum frá tækinu og með tilliti til veður- og umhverfisaðstæðna og mælingarnar síðan kvarðaðar til samræmis við það. Frumniðurstöður sýna að útstreymi SO_2 hafi verið 900 kg/s að meðaltali á fyrstu mánuðum eldsumbrotanna.

Á fyrstu vikum gossins voru farnar nokkrar vettvangsferðir í Holuhraun þar sem efnasamsetning gosmakkarins var mæld með FTIR og MultiGAS. Samræmd niðurstaða gagnanna gefur eftirfarandi efnahlutföll í gosmekkinum (mól %): 80–95 vatnsgufa en CO_2 , SO_2 og H_2 á bilinu 1–9 og H_2S , HCl og HF á bilinu 0,01–0,4 auk BrO í litlum mæli. Greinilegur munur var á eiginleikum gass frá aðalgignum annars vegar og frá kólnandi hraunbreiðunni hins vegar. MultiGAS mældi herra CO_2/SO_2 hlutfall frá gígnum og FTIR mældi herra



Baldur Bergsson við mælingar á gasstyrk í gasmekkinum við Holuhraun (FTIR). Ljósmynd: Gerður Stefánsdóttir.



Gasský í upphafi goss á C-band ratsjár sem staðsett er á Austurlandi.



Hraunbreiðan hafði áhrif á hæð og hegðun gosmakkarins; mökkurinn hækkar fjær gossprungunni vegna óstöðuleika andrúmsloftsins yfir hrauninu. Ljósmynd: Elín Björk Jónasdóttir.

HCl/SO₂ hlutfall frá kólnandi breiðunni. Í október, í síðustu vettvangsferðinni þar sem mælingar náðust, kom fram lækkun CO₂/SO₂ hlutfalls bæði með FTIR og MultiGAS.

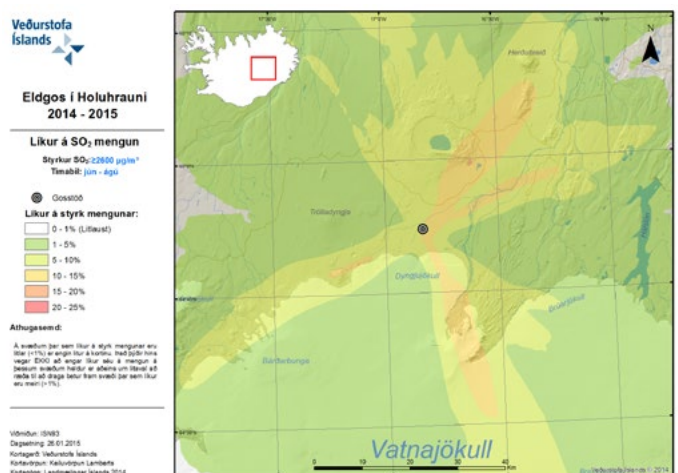
Veðurstofan safnar úrkomusýnum á u.þ.b. tuttugu veðurstöðvum víða um land. Markmið söfnunarinnar er að meta mögulegt álag vegna lækkaðs sýrustigs og breytinga í efnastyrk, einkum brennisteins og flúors. Úrkomusýnin eru efnagreind hjá Jarðvísindastofnun Háskólans og borin saman við sýni úr langtíma vöktun Veðurstofunnar á Írafossi (1980–2014). Lægstu pH gildin hafa mælst á Suðurlandi og það allra lægsta á Borgum í Hornafirði (pH 3,18). Hæsti styrkur brennisteins og flúors hefur mælst á Litlu-Hlíð í Skagafirði og á Hjarðarlandi í Bláskógabyggð, hvort tveggja stöðvar langt inni í landi, meira en 50 km frá sjó.



Baldur Bergsson, Árni Snorrason og Amy Donovan við gasmælingar í Holuhrauni. Ljósmynd: Hermann Arngrímsson.

Gasdreifingarlíkan

Spá um dreifingu á eldfjallagasi hefur þróast hratt frá upphafi gossins. CALPUFF dreifingarlíkanið var sett upp í byrjun september og sjálfvirk spá um brennisteinsdíoxíð (SO₂) við jörð uppfærðist á klukkustundarfresti. Vakthafandi veðurfræðingar gáfu út spá um gas tvisvar á sólarhring, bæði textaspá og spá kort sem gaf vísendingar um hvar SO₂ við jörð gæti farið yfir heilsuverndarmörk. CALPUFF-líkanið var einnig notað til að gera hættumatskort þar sem sýndar eru mismiklar líkur á því að SO₂ við jörð fari yfir hættumörk. Til grundvallar liggja veðurgögn síðustu 10 ára. Almanna- varnadeild Ríkislögreglustjóra hefur stuðst við kortin til að skilgreina lokað svæði kringum eldstöðvarnar.



Kortið sýnir líkindi þess að styrkur SO₂ (klst. meðalgildi) við jörð fari yfir viðmiðunargildi 2600 µg/m³ miðað við dæmigerðar sumaraðstæður. Litaskalin sýnir líkur á að styrkur fari yfir viðmiðunarmörk.

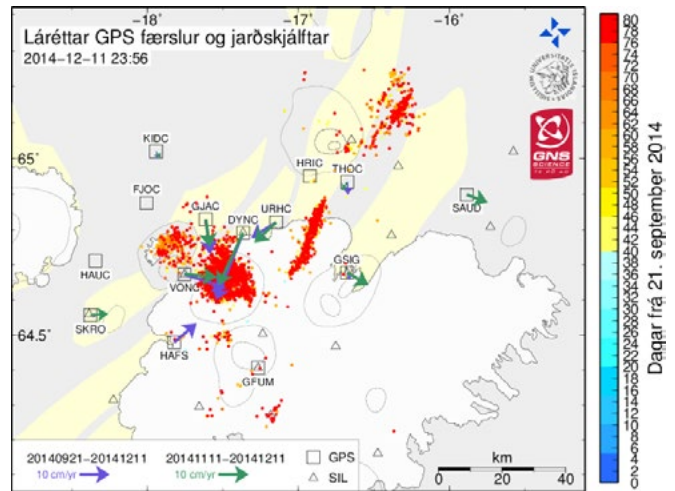
BÁRÐARBUNGA

Sig Bárðarbungu

Í eftirlitsflugi 5. september var yfirborð Bárðarbungu mælt með ratsjáhæðarmæli flugvélar Isavia. Mælingarnar sýndu stórar breytingar á yfirborði Bárðarbungu. Allt að 15 m lækkun hafi orðið í miðju öskjunnar og nam rúmmálsbreytingin um 0,25 km³. Þessar mælingar bentu til þess að botn Bárðarbunguöskjunnar væri farinn að síga. Ekki er alveg ljóst hvenær nákvæmlega þetta sig hófst, en líklega var það dagana 19.–23. september. Á þessu tímabili stöðvaðist kvikugangurinn tímabundið, gríðarlegur þrýstingur byggðist upp og merki sáust um það á samfelldum GPS-mælum frá Hveravöllum í vestri að Höfn í Hornafirði í austri. Samtímis jókst skjálftavirki í öskjunni mikið og stórir skjálftar á stærðarbilinu M3–M5,5 fóru að mælast á öskjurimanum með reglulegu millibili.

Þann 11. ágúst fór þyrla Landhelgisgæslunnar með fólk frá Veðurstofunni, Jarðvísindastofnun Háskólans og Almannavarnadeild Ríkislögreglustjóra til að setja upp GPS staðsetningartæki í miðju Bárðarbunguöskjunnar. Þá kom í ljós að stöðugt sig, um 0,5 m á dag, mældist í öskjunni. Fljótlega kom einnig í ljós að regluleg stökk í siginu tengdust stórum skjálftum við öskjurimann. Áframhaldandi reglulegar ratsjarmælingar úr flugvél Isavia og úr gervitunglum sýndu að stór hluti öskjubotnsins seig. Smám saman kom í ljós að samfelldar GPS-stöðvar utan Bárðarbungu mældu einnig sig inn að öskjunni.

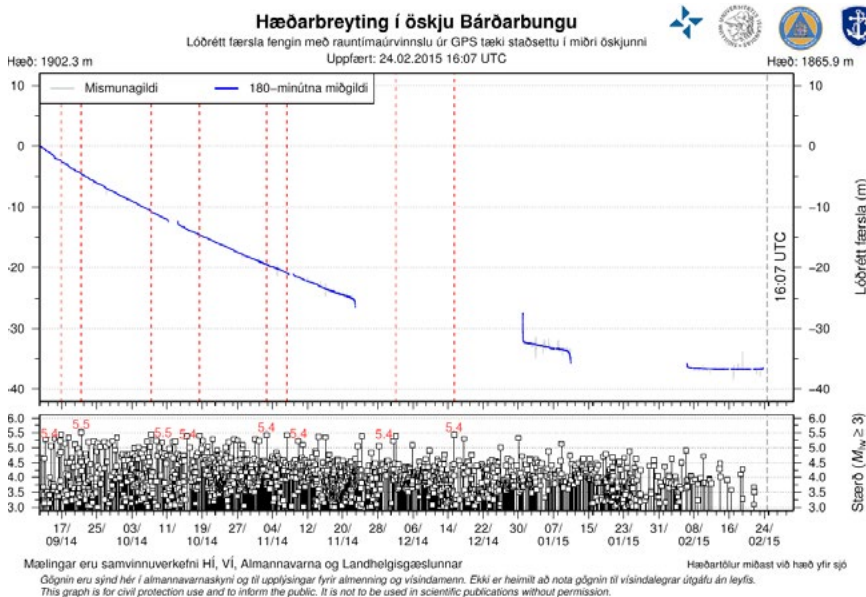
Sigið var samfelt frá því að gos hófst en fór minnkandi 2015. Eftir því sem hægdist á siginu dró úr eldgosinu í Holuhrauni. Í lok janúar var rúmmál sigskálarinnar á bilinu 1,7–1,8 km³. Það mat svarar nokkurn veginn til rúmmáls hraunsins að viðbættu rúmmáli kvikugangsins sem myndaðist við upphaf atburðanna áður en gosið hófst. Sterkar vísbendingar eru því um að kvika sem er að fara undan Bárðarbungu komi upp í Holuhrauni. Enn er verið að vinna að því að túlka sigið enda langt í land að vísindamenn skilji þessa atburðarrás til fulls.



Sig Bárðarbungu. Láréttar færslur á GPS stöðvum umhverfis Bárðarbungu. Fjólubláu örvarnar sýna meðalhraða (sjá skýringar á mynd) frá 21. september en þær grænu sýna meðalhraða á tímabilinu 11. nóvember til 11. desember 2014.



GPS-tæki var sett niður í miðja Bárðarbungu 11. september. Flogið var með þyrlu Landhelgisgæslunnar og voru Finnur Pálsson og Eyjólfur Magnússon frá Jarðvísindastofnun Háskólans skildir eftir til að setja upp tækið meðan Pálmi Erendsson og fleiri fóru í Kverkfjöll að öðru GPS-tæki sem þar er. Þeir settu upp sendi á því tæki að Bárðarbungutækinu þar sem ekki er símsamband þar. Ljósmynd: Pálmi Erendsson.



Sig Bárðarbungu. Bláa línan á efri hluta myndarinnar sýnir sig GPS staðsetningartækis í miðju Bárðarbunguöskjunnar. Eyður eru í timaröðinni þar sem GPS stöðin var sambandslaus. Neðri hluti myndarinnar sýnir skjálfta að stærð > M3,0 í öskjunni. Skjálftar yfir M5 eru einnig sýndir sem rauð brotalína á efra grafinu. Vel sést hvernig dregur jafnt og þétt úr siginu.

Flóðamat

Bárðarbunga er mikil eldstöð og ísþykkt í öskju hennar nær allt að 850 m auk þess sem eldstöðvar tengdar henni ná alllangt til suðvesturs og norðausturs. Þekkt eru a.m.k. 26 eldgos í kerfinu sl. 1100 ár og á forsögulegum tíma hafa orðið stór sprengigos sem brætt hafa mikinn jökulís. Hafa þá komið stór hlaup í Jökulsá á Fjöllum sem kemur undan Dyngjujökli og rennur 200 km leið til sjávar í Öxarfjörð. Rennslí mestu hlaupanna hefur verið áætlað um 100.000 m³/sek. Askja Bárðarbungu er um 80 km² að flatarmáli og gos geta komið upp á mismunandi stöðum innan hennar eða á jöðrunum. Hlaup frá Bárðarbungu gætu því einnig farið í Skjálfandafhljót eða runnið í vesturátt og komið niður í ár sem síðan renna í Þjórsá.

Í tengslum við umbrotin í vetur hafa sérfræðingar Veðurstofunnar metið útbreiðslu flóða sem komið gætu í Jökulsá á Fjöllum og Skjálfandafhljóti ef eldgos hæfist undir jökulskildinum. Sérstök áhersla var lögð á byggð við vatnsföllin og áætlanir um rýmingu gerðar í samvinnu við Almannavarnadeild Ríkislögreglustjóra og yfirvöld á

svæðinu. Útbreiðsla var metin í nágrenni mikilvægra innviða, s.s. við brýr, símalínur og raflínur og var í útreikningunum gert ráð fyrir hámarksrennsli á bilinu 3.000 til 20.000 m³/sek.

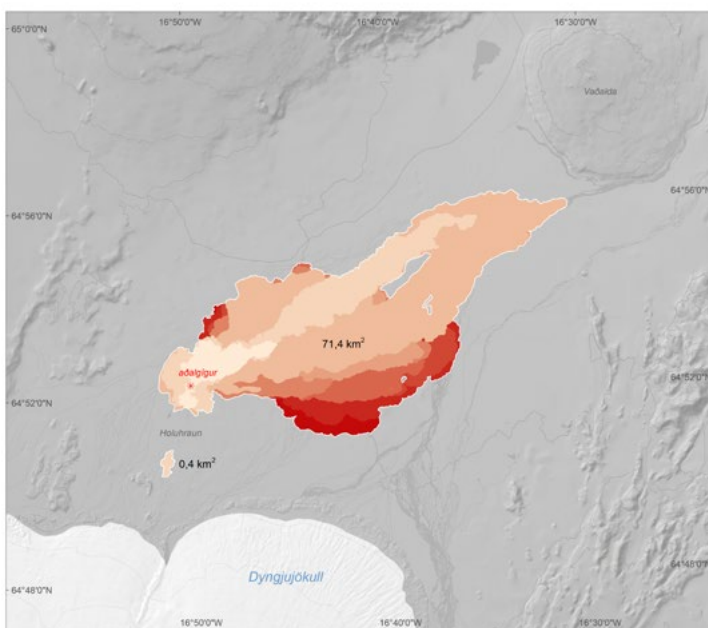
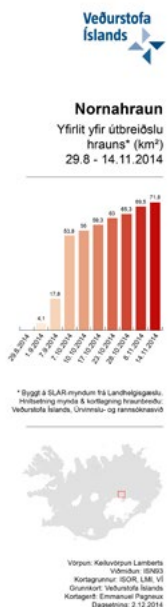
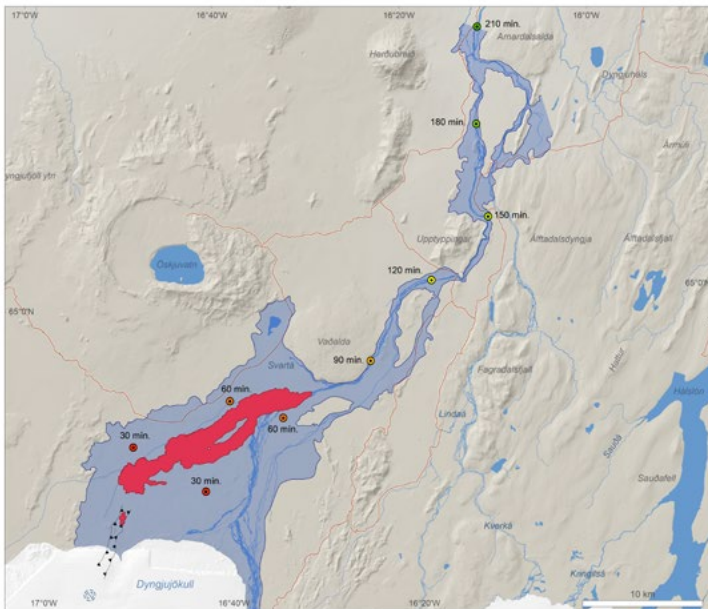
Til að áætla útbreiðslu flóðanna var ýmist notast við einfalda reikninga með jöfnu Mannings eða straumfræðilíkanið HEC-RAS, og við mat á niðurstöðum um ferðatíma flóða niður eftir farvegum var höfð hliðsjón af athugunum á jökulhlaupum annars staðar á landinu. Kortum af útbreiðslu og skýrslum sem lýsa niðurstöðum var jafnóðum komið til Almannavarna meðan á gosinu stóð. Einnig voru flóðaútreikningarnir birtir á vefsíðu Veðurstofunnar og kynntir á íbúafundum í héraði.

Veðurstofan rekur nokkra vatnshæðarmæla í Jökulsá á Fjöllum, Skjálfandafhljóti og fleiri vatnsföllum á svæðinu. Nokkrir viðbótarmælar voru settir upp í tengslum við virknina á Bárðarbungusvæðinu. Mælarnir símsenda á nokkurra mínútna fresti gögn um vatnshæð, rennsli, rafleiðni og vatnshita, og einnig sjálfvirkar viðvaranir til vöktunarhópa Veðurstofunnar ef skyndileg breyting verður á rennsli eða leiðni. Fylgst var náið með mælum í Jökulsá eftir að ketilsígs varð vart á Dyngjujökli 23. ágúst, en ekki sáust merki um að hlaupvatn hefði komið í ána. Við goslok er enn stöðugur viðbúnaður vegna mögulegs jökulhlaups frá Bárðarbungu eða undan Dyngjujökli.

Kortlagning útbreiðslu hraunsins með hraunflæðilíkani

Til að kortleggja útbreiðslu hraunflákans voru notuð gervitunglagögn (TerraSAR, SLAR, MODIS). Heildstætt kort var gert sem sýnir ystu mörk á hverjum tíma. Á þeim sést hvernig útbreiðsluhraðinn minnkaði með tímanum.

Við upphaf eldvirkinnar innleiddi Veðurstofan svokallaðan F-L líkindakóða sem er ný aðferð til þess að spá fyrir um hraunflæði. Líkanið tekur ekki aðeins á því í hvaða átt hið vaxandi hraun virðist ætla að flæða og þar með hversu stórt flatarmálið verður, heldur skoðar það einnig rúmmál hraunsins og breytingu á rúmmálinu með tíma, sem gefur þar með vísbendingar um uppsprettufælð eða það hversu hratt ný kvika berst upp á yfirborð. Frumniðurstöður úr líkaninu voru í nokkuð góðu samræmi við það hvernig hraunflákinn breiddist út. Við líkanútreikninga sem þessa skiptir miklu máli að til séu nákvæm gögn um landslagið. Aukin þörf er fyrir hæðarlíkan í hárrí upplausn á svæðum sem þörf er á að rannsaka.



ASKJA

Berghlaupið í Öskju

Að kvöldi 21. júlí féll stórt berghlaup úr Suðurbotnum í Öskju niður í Öskjuvatn, eitt stærsta berghlaup á sögulegum tíma á Íslandi. Hlaupið kom af stað flóðbylgju í vatninu sem skolaðist upp á bakkanana í kringum það og náði 20–30 m hæð yfir vatnsborðinu. Bylgjan gekk lengst um 400 m inn á flatlendið suðaustan við Víti. Hlaupið varð síðla kvölds og enginn var nærri vatninu. Aðeins nokkrum klukkustundum áður voru tugir ferðamanna niðri á vatnsbakkanum við Víti sem hefðu átt erfitt með að komast undan flóðbylgjunni.

Berghlaupið kom fram á jarðskjálftamælum Veðurstofunnar sem grunnur skjálftaórói og sýna gögnin að það fór af stað um kl. 23:24. Hreyfukrafturinn í skriðunni og hristingurinn sem hún olli mynduðu jarðskjálftabylgjur sem breiddust út eftir yfirborði jarðar og ferðuðust yfir mestallt Ísland á rúmlega einni mínútu. Bylgjurnar sáu stórum hluta jarðskjálftamælikerfis Veðurstofunnar.

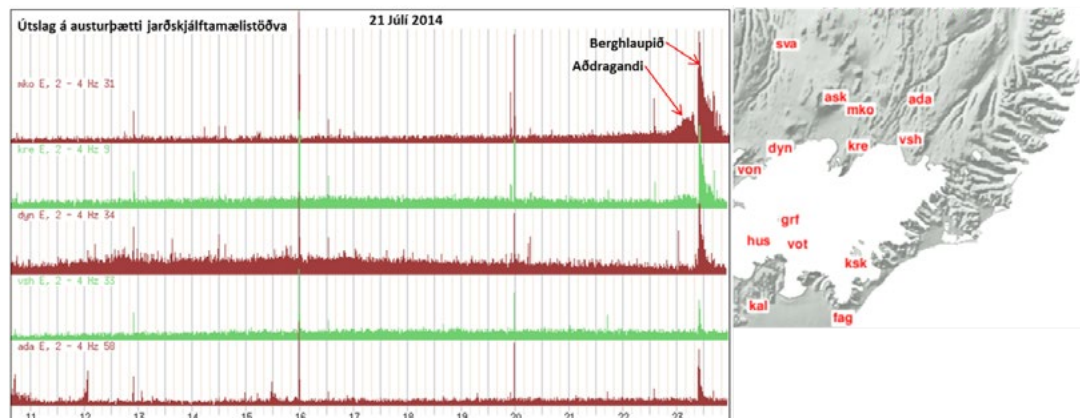
Graf sem sýnir útslag á austur-vesturpætti nálægra jarðskjálftamæla, á Mókollum (mko), í Krepputungu (kre), á Dyngjufjallahálsi (dyn), við Vestari Sauðahnjúka (vsh) og á Aðalbóli (ada). Staðsetningar stöðvanna eru sýndar á kortinu hægra megin og þar sést einnig staðsetning Öskju (ask). Tímabilið sem er sýnt nær frá kl. 10:40 að morgni mánudags til miðnættis. Jarðskjálftar sem stöðvarnar nema gægjast upp úr umhverfishávaða þeirra og sjást hér sem stuttir púlсар; t.d. kl. 16 og nokkrir í kringum kl. 20. Upptök þessara skjálfta eru mjög grunn og mjög líklega í skriðunni sjálfri. Stærstu atburðirnir eru kl. 15:59 2,1 að stærð og kl. 19:59 1,7 að stærð. Berghlaupið sjálft sést sem stór toppur kl. 23:24 sem dvínar hægt og rólega á um 20 mínútum, en mesta orkan leystist úr læðingi á fyrstu tveim mínútunum. Svo virðist sem aðdragandi hlaupsins hafi hafist um 40 mínútum áður, eða um kl. 22:40, því merki um samfelldan óróa á ákveðnum tíðnibilum má sjá í skjálftaritum frá Mókollum og einnig vísbendingu um hann í Krepputungu. Þessi órói gæti verið merki um að hluti berghlaupsins hafi verið farinn að skriða aðeins af stað.

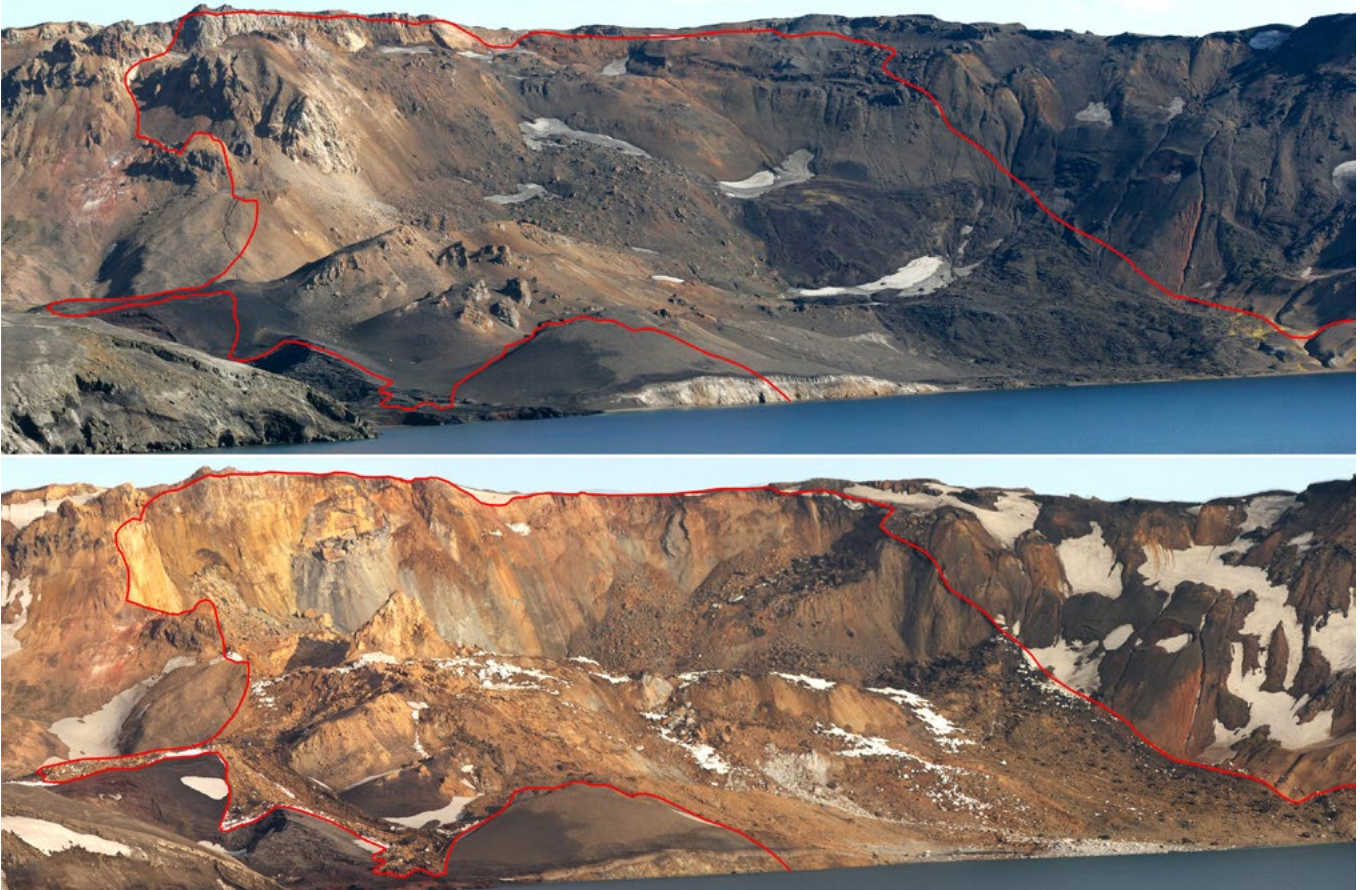
Öskjuvatn, morguninn eftir berghlaupið 21. júlí.

Ljósmynd: Kristján Ingi Einarsson.

Enginn sjónarvottur varð að hlaupinu en björgunarsveitarmenn hjá Hálandisvakt Landsbjargar sáu hvítan mökk yfir Öskju kl. 23:27. Mökkurinn var gufubólstrar sem stigu upp við það að hlaupið afhjúpaði jarðhita sem áður var grunnt undir yfirborði jarðar á upptakasvæðinu. Einnig kann ryk sem þyrllaðist upp við berghlaupið að hafa komið við sögu.

Upptök berghlaupsins eru á um 800 m breiðu svæði í 350 m hæð yfir yfirborði Öskjuvatns. Líklegt er talið að um svokallaða „snörunarhreyfingu“ sé að ræða en það þýðir að skriðflötur berghlaupsins er íhvolfur. Rúmmál skriðunnar er grófluga metið 30–50 milljón m³, en það kann að breytast þegar frekari mælingar hafa verið gerðar, einkum á þeim hluta berghlaupsins sem er ofan í vatninu. Ef skriðflötur berghlaupsins nær undir botn vatnsins þá kann heildarrúmmál efnis sem hreyfðist að vera mun meira.





Samsett ljósmynd. Efri ljósmyndin af berghlaupssvæðinu tekin 4 klukkustundum fyrir hlaup. Ljósmynd: Ármann Höskuldsson, 21.7.2014. Neðri myndin er tekin þremur dögum eftir hlaupið. Útlína hlaupsins er teiknuð á báðar myndirnar. Ljósmynd og merkingar: Jón Kristinn Helgason, 24.7.2014.

Yfirborð Öskjuvatns hækkaði um 1–2 m við berghlaupið. Vatnsborðshækkunin verður mæld nákvæmlega enda gefur hún upplýsingar um rúmmál skriðunnar. Vart varð við uppstreymisbólstra í Víti eftir hlaupið og er talið líklegast að það sé vegna innstreymis vatns neðanjarðar eftir hækkunina í Öskjuvatni.

Askja samanstendur af þremur til fjórum öskjum og er Öskjuvatn í þeirri yngstu. Hún myndaðist á um þrjátíu árum eftir eldgos árið 1875. Fyrir þann tíma var Öskjuvatn ekki til og því eru öskjubarmarnir við vatnið jarðfræðilega mjög ungt svæði. Slíkar hlíðar eru óstöðugri en hlíðar í eldra landslagi sem eru í ákveðnu jafnvægi. Ljóst þykir af ummerkjum að berghlaup á borð við það sem féll í júlí hafa áður komið úr hlíðum Öskju þó að enginn hafi orðið þess var.

Gera má ráð fyrir því að fleiri berghlaup falli úr hlíðum Öskju á næstu árum, áratugum eða öldum. Af því leiðir að ákveðin hættu fylgir því að fara niður að Öskjuvatni. Sá sem er staddur við vatnið og verður var við hrun ætti að forða sér án tafar frá vatninu og upp í hlíð. Það tekur flóðbylgju um 1–2 mínútur að ferðast yfir vatnið og hljóðið um 10 sek að berast þannig að fólk fær einungis skamman tíma til að forða sér ef stórt hrun verður handan vatnsins. Það þarf stórt berg-hlaup til að valda flóðbylgju af svipaðri stærð og í júlí, en minni skriður gætu valdið minni flóðbylgju og smáhrun nánast engri þótt þúi geti fylgt hávaði.

Ljósmyndir af berghlaupssvæðinu gefa til kynna að hreyfing og gliðnun hafi verið byrjuð löngu áður en hlaupið féll. Hæg hreyfing virðist hafa verið í berginu sem hugsanlega hefur hert á sér sumarið 2014, en mikill snjór var í fjöllum og tiltölulega hlýtt veður áður en hlaupið féll. Leysingar gætu því hafa hert á skriðinu. Jarðskjálftagögn benda til þess að snögg hreyfing hafi átt sér stað um 40 mínútum fyrir hlaupið, en kl. 23:24 hefur brotmörkum verið náð og bergið hlaupið fram.

Unnið er að því að rannsaka berghlaupið og nýta niðurstöðurnar til að greina óstöðug svæði og vakta þau, bæði innan Öskju og á öðrum stöðum þar sem fólk getur stafað hættu af berghlaupum.

Berghlaupið í Öskju

- Breidd brotsárs: 800 m
- Fallhæð: 350 m
- Úthlaupslengd ofan vatnsborðs: ~1000 m
- Rúmmál: ~30–50 millj. m³
- Tími sem hlaupið er talið hafa tekið: 20 sek. skv. jarðskjálftamælingum
- Tími sem flóðbylgjan var að berast yfir vatnið: 1–2 mínútur

SÓLHEIMAJÖKULL

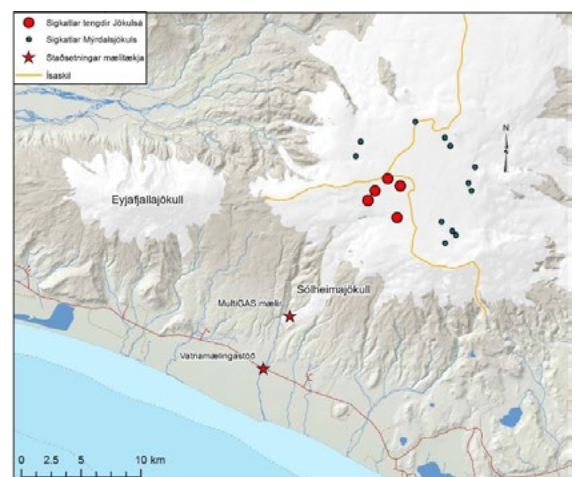
Jökulhlaup á Sólheimasandi

Snemma í júlí varð vart við tvö jökulhlaup frá Mýrdalsjökli. Frá 3. júlí mældist marktæk hækkun rafleiðni í Jökulsá á Sólheimasandi og í Múlakvísl. Síðmælingar á rafleiðni í báðum ám ásamt tíðum handmælingum sýndu að bræðsluvatn með uppleystum lofttegundum streymdi samtímis af tveimur aðskildum vatnasviðum á Mýrdalsjökli. Við jaðar Sólheimajökuls hækkuðu leiðnigildin um u.þ.b. 100 míkrosiemens, en í Múlakvísl var heildarhækkunin um 150 míkrosiemens. Jafnframt því jókst rennsli beggja ána og sterk brennisteinsfýla fannst, sérstaklega við jaðar Sólheimajökuls.

Pegar ljóst var að hlaupvatn kæmi undan Sólheimajökli setti Veðurstofan upp fjölþátta gastegundanema við jökuljaðarinn (e. multi-gas sensor). Mælirinn sýndi frá 8. júlí hættulegan styrk gastegunda sem losnuðu úr hlaupvatninu. Gögnin voru send til Veðurstofunnar með reglulegu millibili og var Almannavarnadeild Ríkislögreglustjóra gert viðvart um hættu sem stafað gæti af jökulhlaupinu. Ákveðið var að loka afmörkuðu svæði við jökulinn í allmarga daga á meðan hlaupið rénaði. Ferðafólki var ráðlagt að halda sig frá vestanverðum Sólheimajökli vegna hlaupvatnsins og bent á að eittraðar lofttegundir losnuðu úr því og gætu valdið öndunarerfiðleikum og augnsviða. Einnig var vakin athygli á því að sumar lofttegundirnar væru lyktar- og litlausar og greindust ekki án mælitækja; því væri allrar aðgátar þörf.

Síðla dags 9. júlí mældu starfsmenn Veðurstofunnar og Háskólans í Palermo styrk lofttegunda. Notast var við síritandi stafrænan mæli og viðeigandi öryggisbúnað. Við vestanverðan sporð Sólheimajökuls, þar sem hlaupvatnið kemur fram, mældist styrkur brennisteinsvetnis (H_2S) 114 ppm og styrkur brennisteinsdíoxíðs (SO_2) 12 ppm (ppm=milljónustu hlutar). Samfelld skráning aðfaranótt 10. júlí sýndi að styrkur koltvísýrings (CO_2) væri þá 11.000 ppm, styrkur H_2S hafði hækkað í 80 ppm en styrkur SO_2 var kominn niður í 0,3 ppm. Styrkur lofttegunda er breytilegur eftir vindátt og vindstyrk. Hættumörk eru skilgreind fyrir hverja lofttegund á þann hátt, að heilsu fólks sé hættu búin ef það andar að sér þeim styrk í 15 mínútur. Þennan dag var hæsta mæligildið á brennisteinsvetni, H_2S , meira en ellefufalt yfir þeim mörkum. Eindregið var varað við því að nálgast uppstremmisstaðina því eittraðar lofttegundir gætu valdið fólki heilsutjóni og jafnvel dauða.

Þetta er fyrsta tilvik um beinar mælingar á jarðhitagösum við Kötlu og sýnir reynsla af þessum atburði að samtímamælingar geta nýst til að meta vá af völdum loftborinna eiturefna. Gastegundaneminn er meðal tækjabúnaðar evrópska samstarfsverkefnisins Futurevolc sem Veðurstofan er aðili að.



Hlaupvatn við Sólheimajökul.
Ljósmynd: Matthew J. Roberts.

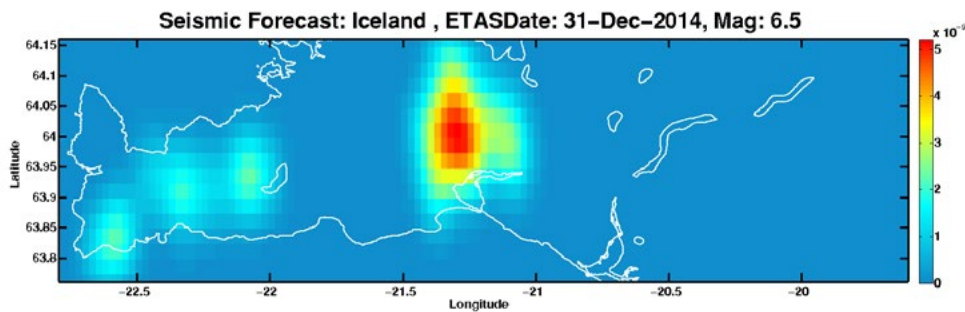
VERKEFNI

Jarðskjálftagreiningarferlar REAKT

Um síðustu áramót lauk REAKT Evrópusamstarfsverkefninu um rauntímaúrvinnslu og viðbrögð við jarðskjálftavá. Innan þess tók Veðurstofan þátt í að þróa og setja upp þrjá rauntíma jarðskjálftagreiningarferla fyrir Suðurlandsbrotabeltið. Afurðirnar voru settar upp þannig að þær gætu nýst tveimur endanotendum í orkugeiranum: Landsvirkjun, með tilliti til öruggs reksturs og uppbyggingar virkjana og uppistöðulóna sem eru til staðar eða fyrirhuguð í og við Suðurlandsbrotabeltið; og Landsneti, með tilliti til öruggs reksturs rafmagnsflutningskerfisins sem samanstendur af háspennulínum og spennivirkjum á Suðurlandi. Rauntímaúrvinnsluferlarnir eru enn í þróun:

- Þróun nær-rauntíma sjálfvirkra, afstæðra jarðskjálftastaðsetninga til að kortleggja virkni á jarðskjálftasprungum í Suðurlandsbrotabeltinu í nær-rauntíma, sjá: hraun.vedur.is/ja/REAKT/SISZ.

- Innleiðing Virtual Seismologist hugbúnaðarins sem metur staðsetningu og stærð „stærri“ skjálfta á 20–30 sekúndum. Stefnt er að því að stytta tímann niður í 10–20 sekúndur, en það gefur möguleika á viðvörðun og viðbrögðum fyrir Reykjavík og Reykjanes vegna stórra skjálfta austast í Suðurlandsbrotabeltinu áður en stærstu hreyfingarnar verða.
- Innleiðing á daglegum jarðskjálftaspám sem felast í líkindareikningum um komandi skjálftavirkni með ETAS (Epidemic-Type Aftershock Sequence) spálíkaninu. Uppsetning er í samstarfi við ETH í Zürich og í alþjóðlegu samstarfi innan CSEP (Corollary for the Study of Earthquake Predictability) sem Háskólinn í Suður Kaliforníu leiðir.



Reiknaðar líkur fyrir gamlársdag 2014 á skjálfta af stærðinni 6,5. Þær byggjast á upplýsingum um alla mældu skjálfta á svæðinu frá árinu 1992 til 31. desember 2014. Líkurnar eru litlar.

Ofanflóðahættumat fyrir Kjalarnes

Svæðið undir Esjuhlíðum á Kjalarnesi er meðal þekktustu skriðusvæða landsins. Þar hefur margsinnis orðið umfangsmikið tjón af völdum skriðufalla en ekki manntjón í byggðinni svo vitað sé. Meðal annars varð stórtjón í aurskriðum á mörgum jörðum á Kjalarnesi í byrjun september 1886 í kjölfar einhvers mesta úrhellis sem sögur fara af hér á landi. Stór berghlaup hafa fallið úr efstu hlíðum Esju niður á láglandi á nútíma, þ.e. á síðustu 11–12 þúsund árum, meðal annars úr Gleið sem er skál upp við fjallsbrún ofan Sjávarhóla og Skrauthóla. Ofanflóðahætta undir Esjuhlíðum á Kjalarnesi hefur verið metin með hliðsjón af heimildum um snjóflóð og skriðuföll og greiningu á jarðlögum í könnunargryfjum. Leitað var fanga í fornritum, annálum og dagblöðum og könnuð ýmis ummerki á vettvangi, m.a. skriður sem hylja að hluta gömlu reiðleiðina í hliðarfætinum meðfram fjallinu. Sem dæmi um frásagnir í

heimildum um skriðuföll á þessu svæði má nefna eftirfarandi lýsingu úr Ölfusvatnsannáll á skriðu sem féll um miðja 18. öld:

„... Vorið vætusamt og kalt, svo báglega nýttist bæði fiskur og annað. Á því vori féll sú mikla skriða eður jarðarumrótan úr Esjunni, sem aftók mikinn part Öfugskeldu og Sjávarhólalands. Hún tók til sjávar ofan, svo mikilfengleg, að ekki er auðvelt frá að segja.“

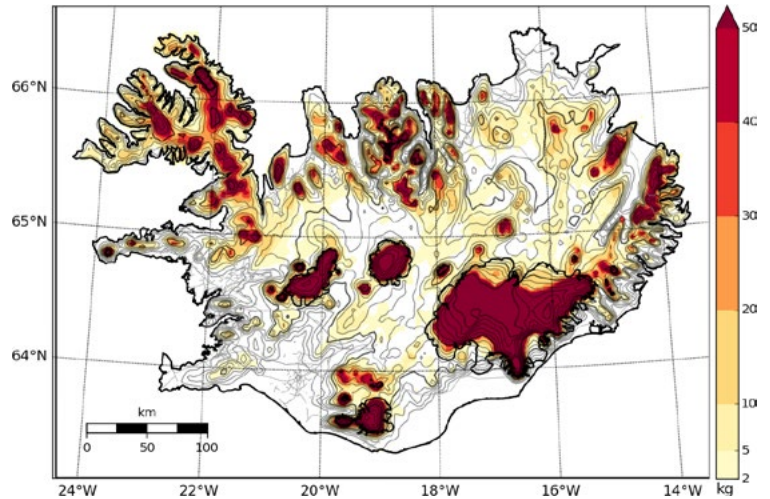
Skýrsla sem gerir grein fyrir hættumatinu fyrir Kjalarnes kom út í lok síðasta árs. Kort með henni sýnir hættusvæði sem hafa verið afmörkuð á svæðinu frá Skrauthólum suður fyrir Búhamar. Á þeim eru tólf íbúðarhús.

VERKEFNI

ICEWIND – Ísing

Veðurstofa Íslands tók á árunum 2010–2015 þátt í verkefni um vindorku á köldum svæðum (ICEWIND – Improved forecast of wind, waves and icing) sem styrkt var af Norræna orkusjóðnum.

Hluti verkefnisins sneri að auðlindamati og var unninn vindatlas fyrir landið auk þess sem lagt var mat á vindorku á hafsvæðinu nærri landinu. Meðal þess sem gerir orkuvinnslu, þar með talið nýtingu vindorku, erfiðari á köldum svæðum er ísing sem getur sest á vindmyllur og flutnings- og dreifikerfi raforku. Því voru þróaðar og endurbættar aðferðir til að leggja mat á tíðni og dreifingu ísingar á Íslandi, samfara því að búin voru til verkfæri til að reikna ísingarspár byggðar á niðurstöðum veðurlíkana.



Ísingarkort. Dæmi um mat á áhleðslu skjáisingar samkvæmt líkanreikningum.

Íslenskur vindatlas

Í nóvember 2014 opnaði þáverandi umhverfis- og auðlindaráðherra, Sigurður Ingi Jóhannsson, íslenskan vindatlas, sem er ein afurðum norræna rannsóknarverkefnisins ICEWIND. Vindatlasinn er byggður á reikniniðurstöðum úr verkefninu „Reikningar á veðri“ (RÁV), sem unnið var á Reiknistofu í veðurfræði. Þar var veður á Íslandi frá 1994 til 2011 endurreiknað í 3 km þéttu reiknineti. Tölfræðilegum aðferðum var beitt á gögnin til að tryggja að þau væru í sem bestu samræmi við vindmælingar og því næst var vindorkuforritið WASP (Wind Atlas and Application Program) notað til að reikna vindatlasinn niður á enn minni kvarða. Íslenski vindatlasinn má nýta til að meta vindafar í nokkrum hæðum í 3 km neti yfir landinu, þ.m.t. vindhraðadreifni og vindáttatíðni. Vindatlasinn er því mjög mikilvægt fyrsta skref til að meta vindauðlindina á Íslandi. Vindatlasinn er að finna á vefsíðunni vindatlas.vedur.is.

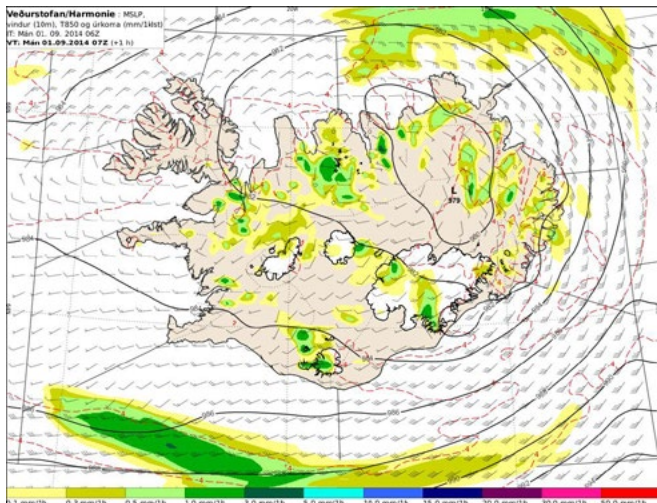


Vindáttatíðni, svokallaðar vindrósir, á Reykjanesi.

Harmonie – nýtt veðurlíkan

Veðurstofan hefur tekið þátt í samstarfi um þróun og rekstur veðurspálíkans frá því snemma á 10. áratug síðustu aldar. Þetta samstarf var kallað HIRLAM (High-Resolution Limited Area Modeling) og afurð þess var samnefnt líkan. Veðurspár á Íslandi, Norðurlöndunum og hjá nokkrum öðrum Evrópuþjóðum byggðust um árabíl á spám sem reiknaðar voru með HIRLAM-líkaninu. Um miðjan síðasta áratug tóku aðilar HIRLAM-samstarfsins upp samstarf við hóp undir forustu Frakka um sameiginlega þróun á finkvarða svæðisbundnu spálíkani sem hefði bestu eiginleika HIRLAM og hins franska Arpege-líkans. Niðurstaða þessa samstarfs er Harmonie-líkanið sem er nú grundvöllur að veðurspám í mörgum Evrópulöndum og víðar.

Veðurstofan hóf tilraunakeysrlur með þessu líkani haustið 2011 og hefur það verið í samfelldri notkun og þróun síðan árið 2012. Frá miðju ári 2014 hefur það verið aðalspálíkan stofnunarinnar, en því til halds og trausts er eldri útgáfa af HIRLAM-líkaninu sem keyrð er á dönsku veðurstofunni (DMI). Mjög öflugan tölvukost þarf til þess að keyra veðurspálíkön og Veðurstofan keyrir Harmonie á reiknisetri evrópskra veðurstofa (ECMWF), en þar er einnig keyrt stórkvarðalíkan sem bæði er notað við veðurspár á Veðurstofu Íslands og til þess að sjá Harmonie fyrir nauðsynlegum jaðarskýrðum.

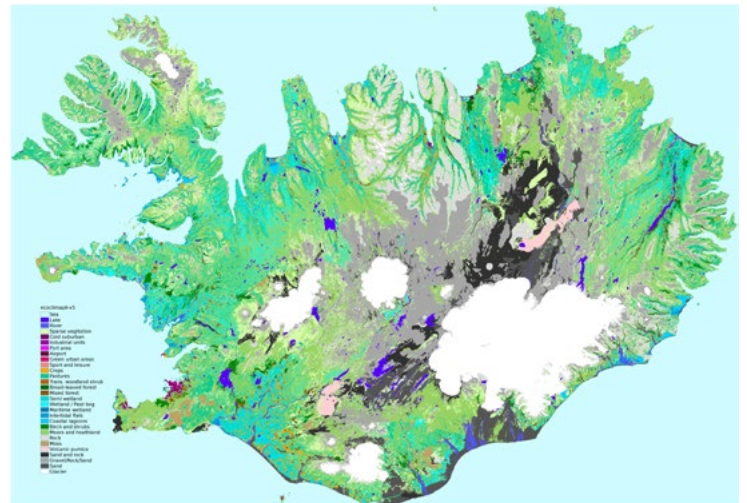


Veðurspár í upphafi eldgossins í Holuhrauni. Auk þess að reikna hefðbundna veðurþætti (s.s. úrkomu, hita og vind) er Harmonie einnig notað til þess að fylgjast með uppsöfnun snævar, spá fyrir afrennsli, uppgufun og fleira.

Harmonie reiknar veðurspá fyrir takmarkað svæði á þéttu reiknineti. Eins og stendur er möskvastærð reikninettsins 2,5 km. Reiknisvæðið nær yfir Ísland og miðin og teygir sig langleiðina til Grænlands og Færeyja. Á jaðri reikninettsins fær Harmonie upplýsingar um þróun veðurs frá spálíkani ECWMF sem notar grófara reikninet en reiknar veður á öllum hnettinum. Veðurathuganir eru síðan notaðar til þess að tryggja að spá líkansins sé ekki of fjarri raunveruleikanum og greining á spám sýnir að Harmonie gefur betri veðurspá næstu 1–2 sólarhringa en hin líkönin.

Mikilvægt er að líkanið hafi sem bestar upplýsingar um yfirborðsgerð landsins. Það skiptir máli ef leggja á áreiðanlegt mat á uppgufun, dægursveiflu hita, sólfarsvinda o.fl. Fyrir Ísland eru þessi gögn fengin úr alþjóðlegum gagnagrunnum og á ýmsan hátt ófullnægjandi. Á síðasta ári var gert átak til að bæta þessar upplýsingar í líkaninu. Sú vinna var unnin í samstarfi við Landbúnaðarháskólann en gagnagrunnarnir sem notaðir voru í þessu átaki byggjast á áralangri vinnu Landbúnaðarháskólans og Landmælinga Íslands.

Á þessu ári verður unnið að því að fullnýta þessa bættu yfirborðsgerð í spálíkaninu, auk þess sem spásvæðið verður stækkað. Báðar þessar breytingar munu skila sér í bættum veðurspám.



Ný yfirborðsgerð fyrir Harmonie veðurlíkanið var unnin í samstarfi við Landbúnaðarháskólann og byggist á áralangri vinnu við gerð jarðvegs-korta og gagnagrunna (Nytjaland). Þessi vinna byggist einnig á gagnagrunnum Landmælinga, sérstaklega gagnagrunninum Corine 2006.

VERKEFNI



Afkomumælingar

Afkoma Hofsjökuls hefur verið mæld í aldarfjórðung. Árlega eru farnir tveir leiðangrar á jökulinn. Í apríl/maí er snjólag vetrarins mælt með snjóborunum í fóstum mælipunktum. Einnig er eðlisþyngd snævarins mæld, lagskipting skráð og snjóhiti mældur. Í haustleiðangri í október er lesið af leysingarstikum sem settar eru niður í vorleiðangri. Leiðangrarnir eru nýttir til þess að fylgjast með breytingum á jöklinum og umhverfis hann. Skýrsla um afkomu Hofsjökuls 2009–2013 kom úr í fyrra. Á myndinni til vinstri eru Bergur Einarsson og Þorsteinn Þorsteinsson í haustferð 2014 að kanna mögulegt sig á stikum sem settar voru niður um voríð.

Ljósmyndir: Vilhjálmur S. Kjartansson og Þorsteinn Þorsteinsson.



Samstarfsamningur VÍ og DMI

Marianne Thyrring, forstjóri dönsku veðurstofunnar DMI (til vinstri), og Hafdís Karlsdóttir, staðgengill forstjóra Veðurstofu Íslands, undirrita hinn 12. nóvember samstarfsamning Veðurstofu Íslands og DMI þar sem meðal annars er kveðið á um stórukið samstarf á sviði rannsókna og veðurtengdrar þjónustu. Ljósmynd: Vigfús Gíslason.

Futurevolc

Futurevolc er alþjóðleg samvinna um eldfjallavá. Jarðvísindastofnun Háskólans og Veðurstofa Íslands leiða þetta samevrópska verkefni, sem fellur undir sjöundu rammaáætlun framkvæmdastjórnar Evrópusambandsins, FP7. Meginmarkmið verkefnisins eru að koma á fót samhæfðu vöktunarkerfi eldfjalla, að þróa nýjar aðferðir til að meta hættu af einstökum viðburðum, að efla skilning vísindasamfélagsins á kvikuferlum í jarðskorpunni og bæta upplýsingagjöf til almanna og yfirvalda.



Þátttakendur á árlegum fundi Futurevolc-verkefnisins að Bifröst í Borgarfirði 23.–27. september. Ljósmynd: Ingvaldur Björg Jónsdóttir.

VIÐBURÐIR

10 ára afmæli Snjóflóðaseturs Veðurstofunnar

Snjóflóðasetur Veðurstofunnar á Ísafirði var stofnsett haustið 2004. Í nóvember 2014 voru því 10 ár liðin frá stofnun þess.

Eftir snjóflóðaslysin miklu í Súðavík og á Flateyri árið 1995 óskuðu heimamenn eftir því að fá snjóflóðarannsóknamiðstöð á svæðið. Níu ár liðu áður er svo varð og unnu fjölmargir að undirbúningi þess: bæjarstjóri og bæjarstjórn Ísafjarðarbæjar, þingmenn, ráðherrar, starfsmenn umhverfisráðuneytis og starfsmenn Veðurstofunnar. Harpa Grímsdóttir var fyrsti starfsmaður setursins og sá eini til að byrja með.

Fljótlega kom í ljós að Ísafjörður er rétti staðurinn fyrir starfsemi af þessu tagi. Á svæðinu voru fyrir öflugir snjóathugunarmenn, þeir Oddur Pétursson, Jóhann Hannibalsson og Örn Ingólfsson. Setrinu var fundinn staður í Vestrahúsinu þar sem fjölmargar rannsókn- og fræðslustofnanir og annar rekstur er til húsa. Fjöllin, snjórinn og samfélagið skipta líka máli. Meðal verkefna starfsmanna Snjóflóðaseturs er að meta snjóalög, mæla snjóflóð, setja upp mælitæki og önnur verkefni af þeim toga. Auk íbúanna er fjöldi stofnana og fyrirtækja á svæðinu sem á ríkra hagsmuna að gæta þegar kemur að ofanflóðum. Gott samstarf hefur verið við þessa aðila og ýmis samstarfsverkefni hafa orðið til.

Fyrsta samstarfsverkefnið með fyrirtæki á svæðinu var með Leið ehf. þegar gerð var skýrsla um mat á áhættu á vegum milli Bolungarvíkur og Súðavíkur. Góð samvinna hefur verið við Vegagerðina á svæðinu, en þar er fyrir hendi mikil þekking á veðri og snjóflóðum. Unnið hefur verið að tilraunum með aðstoð sprengisérfræðinga á svæðinu með því að koma snjóflóðum af stað með sprengingum og skoða hegðun þeirra. Snjóflóðasetrið er nú í samvinnu við nýsköpunarfyrirtækið POLS Engineering um þróun snjómæla sem henta fyrir erfiðar aðstæður. Verkefnið nefnist „Fjallasnjór“ og er styrkt af Tæknipróunarsjóði Rannís.

Snjóflóðasetrið hefur vaxið og dafnað og eru starfsmenn þess nú átta. Auðvelt hefur reynst að fá hæft fólk til starfa. Snjóflóðasetur er nú öflugt útibú frá Veðurstofu Íslands þar sem ýmsum verkefnum er sinnt. Hér að neðan er upptalning á nokkrum þeirra:

- Ofanflóðavöktun
- Ofanflóðarannsóknir
- Ofanflóðahættumat fyrir þéttbýli, dreifbýli og skíðasvæði
- Mælingar og vettvangskannanir tengdar ofanflóðum
- Vatnamælingar
- Sjávarflóðarannsóknir
- Undirbúningur sjávarflóðahættumats
- Líkanreikningar á flóðbylgjum vegna ofanflóða
- Uppsetning og viðhald mæla

Haldið var upp á afmælið með fjölmennri veislu í Vestrahúsinu á Ísafirði 21. nóvember. Boðið var upp á tónlistaratriði, ávörp, myndasýningar og léttar veitingar. Auk veislunnar var bryddað upp á ýmsum uppkomum í tilefni afmælisins. Efnt var til „Súðavíkurhlíðarhlaups“ þar sem bæði var boðið upp á „heila hlíð“ og „hálfá hlíð“ og endað í Melrakkasetrinu í Súðavík.

Við þetta tækifæri var Oddur Pétursson heiðraður fyrir framlag sitt til snjóathugana og ofanflóðarannsókna á Íslandi. Oddur er reyndasti snjóathugunarmaður landsins, en hann hóf störf árið 1984 og þá við Tæknideild Ísafjarðar.

Þrjú snjóflóðasérfræðingar: Sveinn Brynjólfsson á Akureyri, Oddur Pétursson á Ísafirði og Jón Gunnar Egilsson í Reykjavík. Rúnar Óli Karlsson.



Starfsmenn Snjóflóðaseturs á góðri stundu, með nokkrum „aðstoðarmönnum“.
Ljósmynd: Dána Jóhannsdóttir.



FJÁRMÁL OG REKSTUR

Rekstur Veðurstofu Íslands gekk vel og heldur betur en áætlanir höfðu gert ráð fyrir. Niðurstaða ársins er neikvæð sem nemur tæpum 30 millj.kr. en gert hafði verið ráð fyrir neikvæðri niðurstöðu 46 millj.kr. Það sem einkenndi rekstur ársins einna helst voru eldsumbrotin sem hófust í Bárðarbungu 16. ágúst, en viðbótar launakostnaður vegna mikillar yfirvinnu og bakvakta ásamt útlögðum kostnaði sem þeim fylgdu er um 133 millj.kr. Aukafjárveiting var veitt vegna vinnu og útlagðs kostnaðar, 124,9 millj.kr.

Ef frá er talið aukaálag vegna Bárðarbungu og mikil vinna vegna snjóflóðaefirlits var rekstur Veðurstofunnar 2014 með hefðbundnum hætti og áfallalaus. Verkefnaáætlun lá fyrir í upphafi árs og var unnið samkvæmt henni að stærstum hluta. Vinnu við verkefnaáætlun 2015 stýrðu hóp- og fagstjórar sem fóru hver fyrir sínu fagsviði. Vinna við verkefnaáætlun og framkvæmd stefnu stofnunarinnar heldur áfram á árinu 2015.

Veðurstofan er með starfsstöðvar á fimm stöðum. Stjórnun stofnunarinnar ásamt stoð- og fagsviðum er staðsett á Bústaðavegi 7–9 og á Vagnhöfða 25 er bíla- og tækjautgerð stofnunarinnar. Á Keflavíkurflugvelli er flugveðurþjónusta með 7 starfsmönnum. Á Ísafirði er starfsstöð með 8 starfsmönnum sem sinna ýmsum störfum sem einkum tengjast ofanflóðum, svo sem hættumati, vöktun og rannsóknunum, ásamt gagnasöfnun vegna sjávarflóða og reksturs vatnshæðamæla. Útibú Veðurstofunnar á Ísafirði fagnaði 10 ára starfsafmæli á árinu. Á Akureyri er einn starfsmaður sem sinnir ofanflóðavöktun og -hættumati.

Veðurstofa Íslands í tölum

Yfir **600** vatns-, jarð- og veður mælar í rekstri

Veðurstofan er með **5** starfsstöðvar

136 starfsmenn, auk 91 eftirlits- og athuganamanna

Launakostnaður er **63%** af heildarútgjöldum

65% starfsmanna er karlkyns

41% stjórnenda er kvenkyns

Fjárveiting með aukafjárveitingu er **43%** af tekjum Veðurstofunnar

64% af sértekjum eru vegna erlendra verkefna

Prófgráða starfsmanna sem hlutfall af heildar starfsmannafjölda

	Grunnmenntun	Háskólagráða	Doktorsgráða
kk	21%	42%	16%
kvk	20%	44%	18%

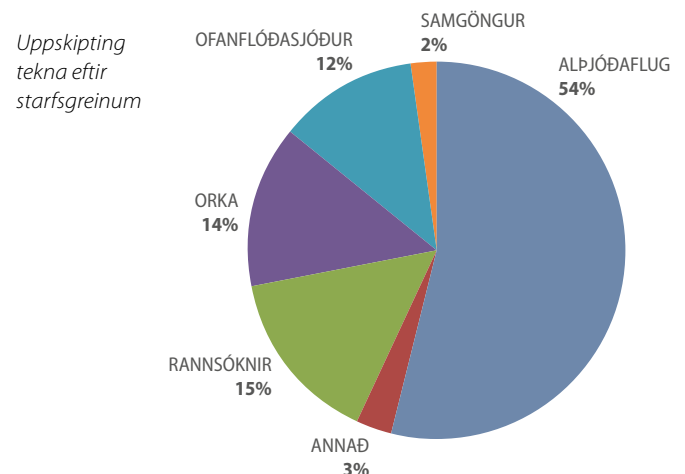
Skýringar með rekstrarreikningi

Fjárveitingar á fjárlögum 2014 til Veðurstofu Íslands námu 732,2 millj.kr. auk 6,7 millj.kr. millifærslu vegna launabóta. Með fjáruka-lögum voru fjárveitingar hækkaðar um 124,9 millj.kr. vegna Bárðar-bungu. Samtals námu fjárveitingar til Veðurstofunnar 863,8 millj.kr.

Tekjur voru 1.123 millj.kr. sem er 85,5 millj.kr. lægra en áætlun gerði ráð fyrir, tekjur lækkuðu um 72,3 millj.kr. milli ára. Ástæður tekju-lækkunar stafa að miklu leyti af frestun á vinnu við sérverkefni sem ekki var hægt að sinna vegna vinnu starfsmanna við Bárðarbungu. Stærstu einstöku viðskiptavinir Veðurstofunnar eru Alþjóðaflug-málastofnunin með 611,3 millj.kr. og Landsvirkjun með 121,2 millj. kr. Framlag frá Ofanflóðasjóði til hættumats vegna ofanflóða og til reksturs mælistöðva var 97,2 millj.kr. en til viðbótar við það var veitt 35 millj.kr. til hættumats vegna eldgosa og 8,6 millj.kr. í önnur verk-efni. Framlög frá öðrum aðilum eru til ýmissa fjölbreyttra verkefna, svo sem rannsókn á eldfjöllum, jöklum og loftslagi. Útseld sér-fræðipjónusta er að mestu af rekstri veður-, jarðskjálfta- og vatns-hæðarmæla, svo og vegna vatnafarsrannsókna og þjónustugjalda vegna afhendingar gagna.

Launakostnaður hækkaði frá fyrra ári um 102,9 millj.kr. eða 8,8%. Launakostnaður var 63% af heildarútgjöldum sem er 2% hærra en árið áður. Í árslok 2014 var fjöldi starfsmanna Veðurstofunnar 227 en 256 árið áður, af þeim eru 136 starfsmenn í kjarnadeildum. Ársverk á árinu voru 146,2 sem er fækkun um 2,8 ársverk frá árinu 2013. Meirihluti starfsmanna við veðurathuganir og mælaeftirlit er í hlutastarfi. Almenn 2,8% hækking varð á kjarasamningum í febrúar og mars. Heildar kostnaður vegna námskeiða, funda og ferða lækkaði milli ára um 6,3 millj.kr. Þrátt fyrir að innlendir ferðakostnaður hafi aukist verulega vegna vinnu starfsmanna við Bárðarbungu. Stór hluti ferða- og dvalarkostnaðar erlendis er greiddur af verkefnum sem styrkt eru af erlendum sjóðum, en hætta þurfti við nokkrar ferðir á fundi og ráðstefnur í haust vegna umrótsins í Bárðarbungu.

Aðkeypt sérfræðipjónusta jókst lítillega, en þessi útgjaldaliður sveiflast á milli ára sérstaklega vegna rannsóknarverkefna og vinnu fyrir alþjóðaflug. Húsnæðiskostnaður lækkar um 2,2% eða 2,6 millj.kr. og er sú lækking tilkomin vegna hagræðingar og góðs eftirlits með rekstrarkostnaði. Rekstur bifreiða hækkar verulega sem að mestu stafar af umfangsmikilli notkun bíla og tækja við Bárðarbungu. Eignakaup eru minni en árið áður sem nemur 5,7 millj.kr. Stærsti hluti eignakaupa eru 10% afskriftir af veðursjám fyrir alþjóðaflug eða 61 millj.kr. á ári. Önnur eignakaup eru aðallega mæli- og rannsóknartæki ásamt tölvubúnaði.



Rekstrarreikningur árið 2014

	2014	2013
Tekjur		
Styrkir og framlög	835.932.732	811.069.889
Seld þjónusta	231.583.895	322.712.878
Aðrar tekjur	55.444.288	61.465.854
	<u>1.122.960.915</u>	<u>1.195.248.621</u>
Gjöld		
Laun og launatengd gjöld	1.269.515.241	1.166.624.658
Skrifstofu- og stjórnunarkostnaður	65.501.698	74.483.129
Funda- og ferðakostnaður	79.877.271	86.221.201
Aðkeypt sérfræðiþjónusta	137.213.046	131.913.414
Rekstur tækja og áhalda	63.413.485	64.352.602
Annar rekstrarkostnaður	124.480.188	126.977.887
Húsnæðiskostnaður	113.887.230	116.458.659
Bifreiðarekstur	22.408.135	15.539.739
Tilfærslur	12.961.702	12.888.091
	<u>1.889.257.996</u>	<u>1.795.459.380</u>
Eignakaup	110.923.759	116.603.120
	<u>2.000.181.755</u>	<u>1.912.062.500</u>
(Tekjuhalli) tekjuafgangur fyrir hreinar fjármunatekjur	(877.220.840)	(716.813.879)
Fjármunatekjur (fjármagnsgjöld)	<u>(16.501.116)</u>	<u>(25.482.569)</u>
(Tekjuhalli) tekjuafgangur fyrir ríkisframlag	(893.721.956)	(742.296.448)
Ríkisframlag	<u>863.821.000</u>	<u>720.300.000</u>
Tekjuafgangur (tekjuhalli) ársins	<u>(29.900.956)</u>	<u>(21.996.448)</u>
Höfuðstóll í ársbyrjun	46.547.420	68.543.868
Rekstrarniðurstaða ársins	<u>-29.900.956</u>	<u>-21.996.448</u>
Höfuðstóll í árslok	<u>16.646.464</u>	<u>46.547.420</u>

VIÐBURÐIR

Náttúran

Óveður voru tíð á árinu 2014 og birti Veðurstofan fjölda viðvarana. Lítið flóð kom úr Vestari-Skaftárkatli 19.-21. janúar. Töluvert var um vatnavexti og skriður í júlí. Mörg snjóflóð féllu í upphafi ársins.

Aðfaranótt 16. ágúst hófst jarðskjálftahrina við Bárðarbungu sem stóð út árið. Lítið eldgos varð undir jökli hinn 24. ágúst og 29. ágúst varð skammvinnt eldgos í Holuhrauni, um 6 km fyrir norðan jaðar Dyngjújökuls, á um 600 m langri sprungu. Annað eldgos hófst svo í Holuhrauni 31. ágúst um kl. 05:15 á sama stað og hið fyrra, en teygði sig um 500 m lengra til norðurs. Hraunið rann aðallega til austurs. Kvikugangur liggur neðanjarðar frá Dyngjújökli til gosrásarinnar í Holuhrauni. Goslok urðu hinn 27. febrúar 2015 og samhliða dró úr jarðskjálftum.

Alþjóðasamvinna

Um miðjan janúar varð Ísland fullgildur aðili að EUMETSAT, evrópsku veðurtunglastofnuninni.

12. nóvember var undirritaður samningur við dönsku veðurstofuna DMI um stórauikið samstarf og rekstur ofurtölvu. Aukin reiknigeta fæst í veðurspám, hafisspám, reikningum á fortíðarloftslagi og framtíðarsviðsmyndum mögulegra loftslagsbreytinga. Með því gefst Veðurstofunni einnig tækifæri til að stækka reiknisvæðið kringum Ísland og efla þjónustu við alþjóðaflugíð.

Veðurstofan

Í febrúar var gerð netkönnun fyrir Veðurstofuna til að kanna traust almennings til hennar. Úrtakið var 1400 manns og svarendur 821. 85,3% svarenda bera fullkomið eða mikið traust til Veðurstofu Íslands. Þegar samanburður er gerður við aðrar stofnanir lendir Veðurstofan í 2. sæti af átján.

Dagana 11. og 12. febrúar var lokafundur SNAPS (Snow, Ice, and Avalanche Applications) haldinn á Ísafirði. SNAPS er samstarfsverkefni styrkt af Norðurslóðaáætlun Evrópusambandsins. Leitað var að lausnum þar sem snjór og snjóflóð hamla samgöngum. Afurðirnar eru m.a. snjókort, skafrenningsspá, snjóflóðaspá og smáskilaboð til vegfarenda.

Ársfundur Veðurstofu Íslands var haldinn 27. mars og bar yfirskriftina Náttúruöflin og samfélagið.

Í maí tók starfsfólk Veðurstofunnar þátt í keppninni Hjólað í vinnuna. Övenjugóð þátttaka starfsfólks skilaði því 1. sæti í keppninni um fjölda þátttökudaga og 2. sæti í fjölda kílómetra í sínum flokki. Í framhaldi þessa gerði Veðurstofan samninga við fjölda starfsmanna um vistvænan ferðamáta í og úr vinnu.

15. maí undirrituðu þeir Árni Snorrason, forstjóri Veðurstofu Íslands, og Oddur Sigurðsson, jarðfræðingur og sérfræðingur á sviði jöklafræði, samning um varðveislu, skráningu og notkun Veðurstofunnar á myndasafni Odds. Safnið er áætlað um 55.000 myndir af náttúru Íslands og er ómetanleg heimild, meðal annars um rýrnun jökla.



Teitur Arason veðurfræðingur og Sara Barsotti, fagstjóri eldfjallavár. Ljósmynd: Sigurlaug Gunnlaugsdóttir.

Tillaga Veðurstofunnar um ofanflóðahættumati fyrir Kjalarnes neðan Esjuhlíða var kynnt í borgarráði Reykjavíkur 28. ágúst og á fundi með íbúum og landeigendum á svæðinu sama dag. Hættumatið var kynnt í opnu húsi í félagsheimilinu Fólkvangi í Grundarhverfi 3. september.

22.–25. september var stöðufundur Futurevolc-verkefnisins haldinn að Bifröst í Borgarfirði.

6.–10. október sóttu sérfræðingar Veðurstofunnar í vatnamælingum námskeið í Norrköping, á vegum sænsku veður- og vatnamælingastofnunarinnar SMHI, ásamt sænskum, norskum og finnskum starfsfélögum.

Dagana 8.–10. október fór fram árlegur samráðsfundur snjóathugunarmanna og snjóflóðavaktar Veðurstofunnar í Fjallabyggð. Boðið var til opins fundar um snjóflóðamál í félagsheimilinu Tjarnarborg á Ólafsfirði 8. október.

21. október birti National Geographic á vefsíðu sinni frétt um eldgosíð á Íslandi og kynnti alþjóðlega Futurevolc-verkefnið. Íslandi var líkt við rannsóknarstofu í eldfjallafræði, og vegna nýrra mælitækja, m.a. frá Futurevolc, sé eldgosíð í Holuhrauni eitt af best vöktuðu eldgosum sögunnar.

18. nóvember var haldinn upplýsingafundur á Veðurstofunni um gasmengun af völdum eldgossins í samstarfi við Almannavarnadeild Ríkislögreglustjóra, Umhverfisstofnun, embætti Sóttvarnalæknis og Vinnueftirlit ríkisins. Markmið fundarins var einkum að miðla upplýsingum um vöktun og hættu af völdum mengunarinnar til fulltrúa sveitarfélaga um land allt og samhæfa skilaboð til almennings. Um 100 manns sóttu fundinn og var honum streymt yfir netið. Spurningar bárust bæði úr sal og á pósthöfund.

21. nóvember voru tíu ár frá því að Snjóflóðasetur Veðurstofu Íslands á Ísafirði var vígt. Starfsemin hefur frá upphafi haft aðsetur í svonefndu Vestrahúsi ásamt Háskólasetri Vestfjarða og öðrum rannsókn- og stjórnsýslustofnunum.

25. nóvember var lokafundur ICEWIND-verkefnisins, samnorrens verkefni um vindorku. Umhverfis- og auðlindaráðherra opnaði við það tækifæri íslenska vindatlasinn. Möguleikar vindorku á Íslandi voru kynntir og sýnt vefsvæði sem hýsir vindatlas fyrir Ísland.

15. desember birtist grein í vefútgáfu tímaritsins Nature eftir hóp íslenskra og erlendra vísindamanna sem útskýrir myndun kvikugangsins frá Bárðarbungu að Holuhrauni.

RITASKRÁ STARFSMANNA

Ritryndar greinar

Eydís Salome Eiríksdóttir, Árni Sigurðsson, Sigurður Reynir Gíslason & P. Torssander (2014). Chemical Composition of Precipitation and River Water in Southern Iceland: Effects of Eyjafjallajökull Volcanic Eruptions and Geothermal Power Plants. *Procedia Earth and Planetary Science* 10, 358-364.

Hálfván Ágústsson & Haraldur Ólafsson (2014). Simulations of observed lee waves and rotor turbulence. *Monthly Weather Review* 142(2), 832-849; doi.org/10.1175/MWR-D-13-00212.1.

Hálfván Ágústsson & Haraldur Ólafsson (2014). The Advection of Mesoscale Atmospheric Vortices over Reykjavik. *Monthly Weather Review* 142(10), 3549-3559.

Hálfván Ágústsson, Haraldur Ólafsson, M. O. Jonassen, & Ólafur Rögnvaldsson (2014). The impact of assimilating data from a remotely piloted aircraft on simulations of weak-wind orographic flow. *Tellus, Series A - Dynamic Meteorology and Oceanography* 66, Article No: 25421; DOI: 10.3402/tellusa.v66.25421.

Jonassen, M. O., Hálfván Ágústsson & Haraldur Ólafsson (2014). Impact of surface characteristics on flow over a mesoscale mountain. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 140(684), 2330-2341; DOI: 10.1002/qj.2302.

Muri, H., Jón Egill Kristjánsson, T. Strelvmo & Melissa Anne Pfeffer (2014). The climatic effects of modifying cirrus clouds in a climate engineering framework. *Journal of Geophysical Research - Atmospheres* 119(7), 4174-4191; DOI: 10.1002/2013JD021063.

Nawri, Nikolai, Guðrún Nína Petersen, Halldór Björnsson, A. N. Hahmann, Kristján Jónasson, C. B. Hasager & N-E. Clausen (2014). The wind energy potential of Iceland. *Renewable Energy* 69, 290-299. Ópið aðgengi / Open access.

Pfeffer, W. T., A. A. Arendt, A. Bliss, ... Oddur Sigurðsson ... [alls 57 höf.] (2014). The Randolph Glacier Inventory: a globally complete inventory of glaciers. *Journal of Glaciology* 60(221), 537-552.

Sigrún Hreinsdóttir, Freysteinn Sigmundsson, Matthew J. Roberts, Halldór Björnsson, R. Grapenthin, Þórður Arason, Þóra Árnadóttir, Jósef Hólmjárn, Halldór Geirsson, R. A. Bennett, Magnús Tumi Guðmundsson, Björn Oddsson, Benedikt G. Ófeigsson, T. Villemin, Þorsteinn Jónsson, Erik Sturkell, Ármann Höskuldsson, Guðrún Larsen, Thor Thordarson & Bergún Arna Óladóttir (2014). Volcanic plume height correlated with magma-pressure change at Grímsvötn Volcano, Iceland. *Nature Geoscience* 7(3), 214-218; doi:10.1038/geo2044.

Staines, K. E. H., J. L. Carrivick, F. S. Tweed, A. J. Evans, A. J. Russell, Tómas Jóhannesson & Matthew J. Roberts (2014). A multi-dimensional analysis of pro-glacial landscape change at Sólheimajökull, Southern Iceland. *Earth Surface Processes and Landforms* nów. 2014; DOI: 10.1002/esp.3662.

Þorsteinn Þorsteinsson, Tómas Jóhannesson & Árni Snorrason (2014). Corrigendum to Glaciers and ice caps: vulnerable water resources in a warming climate. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 5 (2013), 590-598. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 7, 141.

Fræðirit og rit almenns eðlis

Birta Líf Kristinsdóttir (2014). Atmospheric conditions during two weather related aircraft incidents in Iceland and elements of the climatology of windstorms. 90 ECTS thesis submitted in partial fulfillment of a Magister Scientiarum degree in Physics. Advisors: Haraldur Ólafsson, Guðrún Nína Petersen. External examiner: Ólafur Rögnvaldsson. Reykjavík: Faculty of Physical Science, School of Engineering and Natural Sciences, University of Iceland, 107 s.

Crochet, Philippe (2014). Probabilistic daily streamflow forecasts based on the combined use of a hydrological model and an analogue method. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2014-006*, 68 s.

Crochet, Philippe & Tinna Þórarinsdóttir (2014). Flood frequency estimation for ungauged catchments in Iceland by combined hydrological modeling and regional frequency analysis. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2014-001*, 40 s.

Esther Hlíðar Jensen, Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorláksdóttir & Snorri Zóphóniasson (2014). Heildarframburður Hólmsár við Framgil árin 2002-2009. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2014-003*, 53 s.

Eydís Salome Eiríksdóttir & Árni Sigurðsson (2014). Efnasamsetning úrkomu í Mjóanesi við Þingvallavatn 2008-2012. *Jarðvísindastofnun Háskólans, RH-01-2014*, 45 s.

Jón Kristinn Helgason, Tómas Jóhannesson, Árni Hjartarson & Halldór G. Pétursson (2014). Ofanflóðahættumat fyrir Kjalarnes neðan Esjuhlíða: greinargerð með hættumatskort. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2014-004*, 90 s.

Nawri, Nikolai (2014). Evaluation of HARMONIE reanalyses of surface air temperature and wind speed over Iceland. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2014-005*, 31 s.

Þorsteinn Þorsteinsson, Bergur Einarsson & Vilhjálmur S. Kjartansson (2014). Afkoma Hofsjökuls 2009-2013. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2014-002*, 40 s.



Veðurstofa Íslands

Bústaðavegi 7–9
108 Reykjavík
www.vedur.is