

Veðurstofa
Íslands



ÁRSSKÝRSLA 2015

EFNISYFIRLIT

- 3** Frá forstjóra
- 4** Náttúrufar
- 10** Skaftárhlaup
- 14** Ofurtölva á Veðurstofunni
- 16** Þróun og rannsóknir
- 20** Verkefni
- 22** Stofnunin
- 24** Fjármál og rekstur
- 26** Ritaskrá starfsmanna 2015



© Veðurstofa Íslands 2016

Bústaðavegi 7–9, 108 Reykjavík

Efni ársskýrslunnar var unnið af starfsmönnum Veðurstofu Íslands

Ritstjórn: Sigurlaug Gunnlaugsdóttir

Hönnun og umbrot: Hvíta húsið

Prentun: Oddi

ISSN 2251-5607

Forsíðumynd: Hlaup úr Eystri Skaftárkatli 2015

Ljósmynd: Tómas Jóhannesson

FRÁ FORSTJÓRA

Eins og undanfarin ár héldu náttúruöflin áfram að minna á sig og létu ekki stjórnast af vilja okkar manna. Gosið í Holuhrauni hélt áfram fyrri hluta ársins, en virkninni sem hófst 16. ágúst 2014 í Bárðarbungu lauk ekki formlega fyrr en 1. júní 2015 þegar viðbúnaðarstig var fært af hættustigi niður á óvissustig. Enn fylgjumst við þó með svæðinu.

Skaftárhlaup voru tvö á árinu. Þann 17. júní hófst hlaup úr Vestari Skaftárkatli og 1. október hljóp svo Eystri Skaftárketill. Þetta hlaup reyndist hið stærsta sem komið hefur úr Skaftárkötlum og olli miklu tjóni á vegum og undirlendi. Vísindamenn í FutureVolc-verkefninu glöddust reyndar þar sem að uppsett mælitæki sönnuðu gildi sitt í þessum atburði.

Misviðrasamt var á árinu. Vatns- og aurflóð ollu skemmdum á Siglufirði 28. ágúst og seinna á Ísafirði og Eskifirði. Þann 1. desember gengu skil norðaustur yfir landið með stormi og hríðarbyl og 7. desember var fávíðri. Varað var við óveðrinu með góðum fyrirvara. Til að koma upplýsingum til landsmanna og ferðamanna nýtir Veðurstofan vef sinn, tilkynningar til fjölmiðla og samfélagsmiðlanna Facebook og Twitter. Landsmenn tóku fullt mark á viðvörnum og héldu sig heima. Jafnvel ferðamenn, sem oftast fylla götur miðborgar Reykjavíkur, sáu stórt á ferli. Árið kvaddi svo með fávíðri þann 30. desember.

Samstarf Íslands og Danmerkur um veðurathuganir á sér langa sögu eða allt aftur til 1. janúar 1920 þegar Ísland tók við veðurathugunum af dönsku veðurstofunni. Þegar leita þurfti að samastað fyrir ofurtölvu dönsku veðurstofunnar liðu ekki nema rúm tvö ár þar til búið var að koma henni fyrir hjá Veðurstofunni.

Stór hluti af vinnu starfsmanna er við verkefni sem styrkt eru með erlendu fjármagni. FutureVolc, sem stutt er af 7. rammaáætlun Evrópusambandsins, hefur skilað Veðurstofunni 150 millj. kr. á þeim rúmu þremur árum sem það hefur staðið yfir, en því er nú að ljúka. Nokkrum smærri verkefnum lauk á árinu eða er að ljúka, s.s. Icewind, EPOS-forverkefninu og REAKT, en önnur koma í staðinn, s.s. EPOS-IP, NORDRESS, COST, ICICLES, Aristotle, ARISE ESFRI o.fl. Verkefnið varð flest uppbyggingu innviða eða samstarf um náttúruvá. Stöðugt þarf að sækja í rannsókn- og innviðasjóði til vinnslu verkefna, en oft er ekki erindi sem erfiði.

Unnið er að því að öll stofnunin verði undir vottuðu gæðakerfi. Á árinu lauk ISO 9001 vottun Fjármála- og rekstrarsviðs og Eftirlits- og spásviðs. Einnig er nú unnið að ISO 27001 vottun.

Stöðugt er verið að aðlaga stofnunina breyttum aðstæðum, áherslum og verkefnum. Nokkrar skipulagsbreytingar hafa orðið frá stofnun nýrrar Veðurstofu árið 2009. Fyrst var Fjármála- og rekstrarsvið endurskipulagt, síðan Athugana- og tæknisvið og á síðasta ári Eftirlits- og spásvið þar sem þjóðþekktar raddir kvöddu ljósvakamiðlana. Skipulagsbreytingar á Úrvinnslu- og rannsóknasviði tóku síðan gildi í upphafi árs 2016.

Við rekstur jafn margþættrar stofnunar og Veðurstofunnar er þörf á stöðugri árvekni. Starfsmenn Veðurstofunnar leggja sig ávallt fram um að sinna starfi sínu af heilindum og fagmennsku, sem kemur fram í nýlegri könnun meðal landsmanna þar sem 86% aðspurðra sögðust bera mikið eða mjög mikið traust til stofnunarinnar. Starfsfólki eru færðar þakkir fyrir góð störf á árinu.

Hafdís Karlsdóttir
settur forstjóri Veðurstofunnar
/ IMO Acting Director General

When it comes to the forces of nature: volcanic eruptions, floods, avalanches, violent storms with even hurricane force winds, this year was comparable to previous years.

Since 2009 IMO has undergone several departmental restructurings. As in every organisation there are changes in setup and personnel from year to year. In 2015 the Division of Warnings and Forecasting was reorganised to meet the requirements for improved monitoring of natural hazards.

The cooperation between the Danish Meteorological Institute (DMI) and the IMO goes back to the founding of IMO in 1920, when IMO assumed the responsibility for weather observations in Iceland and later began weather forecasting. The new DMI's supercomputer has now been installed at IMO for the benefit of both institutes.

A considerable part of IMO research is supported by international funds. Our largest project, FutureVolc, was started in 2012 and is primarily funded by the European Union. It will be completed in 2016 together with a few other projects. Therefore, we look forward to new large projects. IMO provides crucial services to society and places emphasis on projects which can improve those services.



Framkvæmdaráð Veðurstofu Íslands. Ljósmynd: Snorri Zóphóníasson.

NÁTTÚRUFAR

Tíðarfar 2015

Tíðarfar ársins var óhagstætt lengi framan af. Veturinn var óvenju umhleyplingasamur, illviðri tíð og úrkomur miklar. Oft urðu umtalsverðar samgöngutruflanir og foktjón varð í nokkrum illviðrana. Mest kvað að sunnanveðri sem gerði þann 14. mars. Síðari hluta vetrarins skánaði tíð nokkuð um landið austanvert.

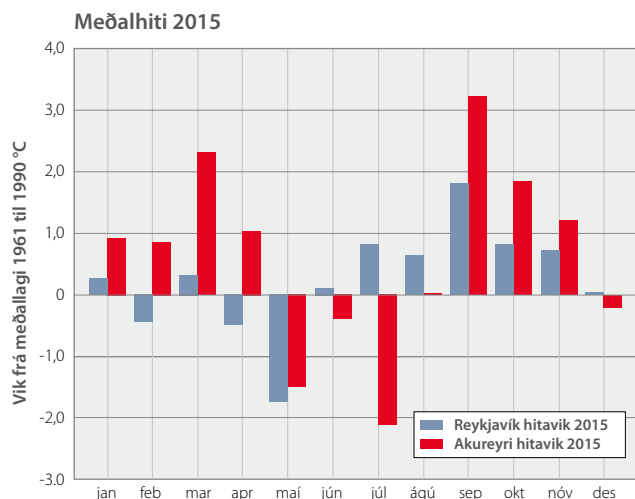
Við sumarmál skipti um veðurlag. Norðlægur áttir urðu nær einráðar með kulda og mjög óhagstæðri tíð um landið norðan- og austanvert. Sömuleiðis var kalt syðra en tíð þó talin skárri. Snjóá leysti seint. Heldur hlýnaði þegar á leið sumarið en tíð hélst samt óhagstæð nyrðra og eystra með miklum úrkomum; syðra var veður mun skaplegra.

Mánuðirnir september til nóvember urðu þeir hagstæðustu á árinu. Nokkuð úrkomusamt var syðra en norðaustan- og austanlands var talin hagstæð tíð. Í lok nóvember snjóaði óvenjumikið um landið suðvestanvert og varð desember heldur skakviðrasamur. Mikið illviðri gerði þann 7. til 8. og varð víða mikið foktjón. Annað illviðri gerði í lok ársins.

Árið var það kaldasta á öldinni hingað til en þó var hiti víðast hvar í rúmu meðallagi árána 1961 til 1990. Árið í heild var úrkomusamt um meginhluta landsins og hefur úrkoma ekki mælst jafnmikil í Reykjavík frá árinu 2007.

Hiti

Meðalhiti í Reykjavík var 4,5 stig og er það 0,2 stigum ofan meðallags árána 1961 til 1990. Er þetta 20. árið í röð með hita yfir meðallagi. Í Stykkishólmi var ársmeðalhitinn 4,1 stig, 0,6 stigum yfir meðallagi og á Akureyri 3,8 stig, einnig 0,6 stigum yfir meðallagi. Ársmeðalhitinn var hæstur í Surtsey, 5,8 stig, en lægstur á Þverfelli, -2,2 stig. Í byggð var hann lægstur í Svartárkoti, 0,8 stig. Sé miðað við 1961 til 1990 var að tiltölu kaldast á Stórhöfða og í Vatnsskarðshólum en hlýjast í Grímsey. Hæsti hiti ársins á landinu mældist á Seyðisfirði 7. september, 24,1 stig, en mest mældist frostið -28,0 stig við Kárahnjúka á jóladag, 25. desember. Sama dag mældist mest frost í byggð, -27,0 stig í Svartárkoti.



Bylgjuský yfir Örafum 21. október 2015. Ljósmynd: Klaus Kretzer.

Úrkoma

Úrkoma var ofan meðallags árána 1971 til 2000 um meginhluta landsins, mest á Austfjörðum, en lítilega undir meðallagi í Húnavatns- og Skagafjarðarsýslum. Úrkoman í Reykjavík mældist 1025,1 mm og hefur ekki verið meiri síðan 2007. Þetta eru 25% ofan meðallags árána 1971 til 2000. Á Akureyri mældist úrkoman 586,6 mm, 13 prósentum ofan meðallags 1971 til 2000. Úrkomudagar voru fleiri en í meðalári um nær allt land og mun fleiri um landið suðvestanvert. Mesta sólarhringsúrkoma á mannaðri stöð mældist á Hánefsstöðum við Seyðisfjörð 5. ágúst, 128,5 mm.

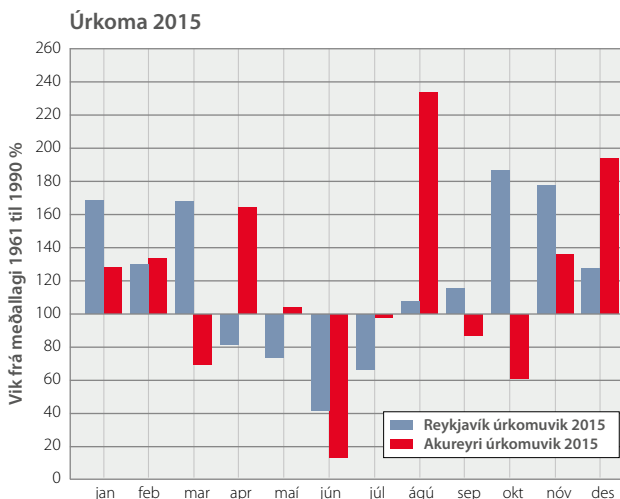
Á árinu öllu voru alhvítir dagar í Reykjavík fimm fleiri en að meðaltali 1971 til 2000. Óvenjusnjóbungur var suðvestanlands um mánaðamótin nóvember-desember og mældist snjódýpt þá meiri en áður hefur gerst í Reykjavík í desembermánuði. Alhvítir dagar á Akureyri urðu 104, 13 færri en í meðalári 1971 til 2000. Mest snjódýpt á árinu mældist 130 cm, í Skeiðsfossvirkjun 1. og 2. febrúar.

Sólskinsstundir

Sólskinsstundir í Reykjavík mældust 121 fleiri en í meðalári 1961 til 1990. Á Akureyri var árið óvenjusólrýrt, sólskinsstundirnar mældust 148 færri en að meðaltali 1961 til 1990. Svo fáar sólskinsstundir hafa ekki mælst á Akureyri síðan 2002 og þar áður 1983.

Loftþrýstingur og vindhraði

Meðalloftþrýstingur var með lægsta móti; ársmeðalþrýstingur hefur aðeins fimm sinnum orðið lægri frá upphafi samfelldra mælinga 1822. Hæsti þrýstingur ársins mældist 1035,4 hPa á Öfundarhorni 7. febrúar en sá lægsti á Kirkjubæjarklaustri 30. desember, 930,2 hPa. Þetta er lægsti þrýstingur sem mælst hefur á landinu frá 1989. Meðalvindhraði var sá mesti síðan 1993, meiri en í meðalári í öllum mánuðum nema október og nóvember.



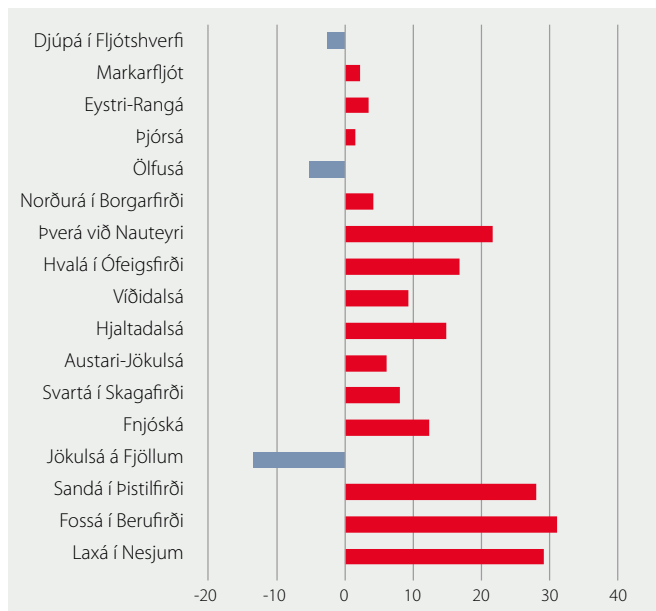
Vatnafar 2014/2015

Vatnsáramót eru um mánaðamótin september-október. Á vatnsáramótum er talið að minnstar snjófyrningar séu á landinu og úrkoman á þessu tímabili hafi skilað sér í rennsli áa. Á síðasta vatnsári skiluðu jöklar ekki ársúrkomunni í fyrsta sinn í frá 1995. Dragárrennsli var yfir meðallagi vegna þess að árið var úrkomusamt. Dragár bættu upp rennsli þeirra jökuláa sem þær runnu í.

Árið var úrkomusamt og mikið snjóaði á hálendi og jökla. Það voraði seint; sumarhitinn nægði til að leysa snjóinn af hálendinu en jöklar skiluðu ekki vetrarúrkomunni. Í september 2015 hlýnaði og rennsli í jökulám nærri jöklum varð yfir meðallagi á þeim tíma vegna jökulbráðar og rigninga. Hlýindin vörðu fram í nóvember og bættu vatnsstöðu í miðlunarlónum sem eru mjög háð jökulleysingu. Margir minnst umræðu um lítið vatn í miðlunarlónum sumarið 2015.

Flestir kannast við flokkunina dragár, lindár og jökulár. Við rennismæli getur vatnsfall átt uppruna úr öllum þessum þáttum.

Vatnsárið 2014/2015. Vik frá meðalrennsli í %.



Jöklaleysinguna vantaði í Jökulsá á Fjöllum á síðasta vatnsári og lítið rennsli af Kili hafði áhrif á rennsli Ölfusár.

Nær allar þær ár sem hér eru teknar til viðmiðunar voru mjög nærri eða yfir langtíameðalrennsli sínu. Jökulsá á Fjöllum við Grímsstaði sker sig úr og var undir meðalrennsli. Jökulsá á Fjöllum rennur norður frá Vatnajökli um það svæði landsins þar sem minnst úrkoma fellur. Í henni er mikið og stöðugt lindarvatn þannig að á vetri er hún tær lindá, sú vatnsmesta á landinu. Mismunur á meðalársrennsli hennar ræðst mest af hvernig jökulbráð er síðsumars.

Meðalársrennsli Austari-Jökulsár í Skagafirði við Skatastaði er yfir meðaltali jafnvel þótt jökulleysinguna í júlí og ágúst vanti nær alveg. Um 90% vatnasviðs hennar er utan jökuls. Háslón, miðlunarlón Kárahnjúkavirkjunar, nær að Vatnajökli og þekur efstu 25 km af farvegi Jökulsár á Brú. Af vatnasviði þess eru 75% á jökli. Lónið nýtur lítið vorleysinga af hálendi. Lítið rann í það fyrr en í september. Meðalársrennsli Hvítár í Árnessýslu nær ekki meðaltali. Það er ekki eingöngu vegna lítillar jökulleysingar, rennsli af Kili í desember 2014 og janúar 2015 var óvenjulítið, einnig annað vetrarrennsli og vorflóðin.

Climate and weather

The weather in 2015 was considered unfavourable, except the autumn. The winter was dominated by a series of heavy windstorms, often with snow and rain. In late April cold northerly winds set in and persisted until the end of August, often with heavy precipitation in the Northeast and East, but in the Southwest the weather was slightly more favourable. The autumn was the mildest part of the year. December was stormy.

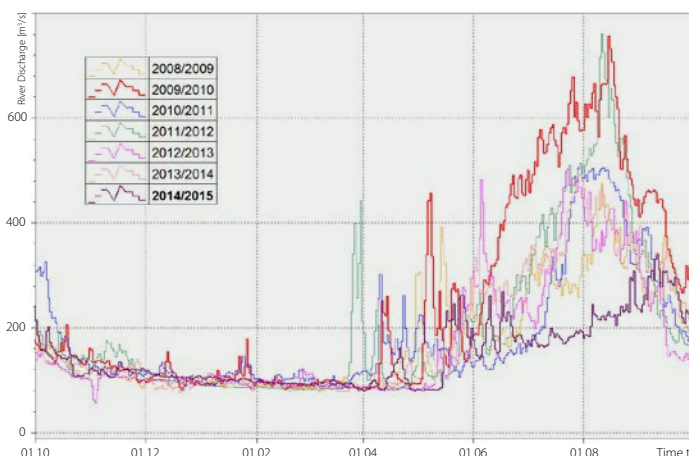
2015 was the coldest year in Iceland since 2000, but this period has generally been abnormally warm. The average temperature was close to the 1961–1990 mean. September was the warmest month of the year in about 30 percent of the country. This is unusual, the last time it occurred was in 1958.

The precipitation was above the 1971–2000 mean, except for a rather small area in the western part of the North. The excess was largest in the East. The snow was heavy during the snow season of 2014 to 2015 in Reykjavík, but moderate in the north. The average sea level pressure was very low, one of the five lowest during the last 200 years. The average wind speed over the whole country was the highest since 1993, above the mean in all months except October and November.

Hydrology

A hydrological year is from October through September. This allows for the assumption that all river discharge from snowmelt has been observed. The glacial ablation 2014/2015 was less than for any year since 1995. High precipitation caused heavy snowfall on glaciers and the highlands. Snow did not melt from the glaciers until September, causing inflow into glacial-dependent reservoirs. The Háslón reservoir had little inflow until September due to cold weather. 75% of its catchment area is covered by glaciers.

Almost all rivers which were gauged showed equal or greater than average discharge. The average discharge in Austari-Jökulsá in Skagafjörður was high although glacial snowmelt was mostly missing. Only 10% of its catchment area is covered by a glacier. The glacial river Jökulsá á Fjöllum was an exception. Flowing to the north from Vatnajökull through the area in Iceland with the lowest precipitation, it was low in discharge.



Dagsmeðalrennsli Jökulsár á Fjöllum. Sjó vatnsár lögð yfir hvert annað. Vatnsárið 2014/2015 (svart) er langlægst yfir sumarmánuðina. Punnt öskulag frá Eyjafjallajökli lá á jöklinum 2010 (rautt).

NÁTTÚRUFAR

Ofanflóð

Talsverðar annir voru hjá ofanflóðavakt Veðurstofunnar á árinu 2015 eins og nokkur undanfarin ár. Óvissustigi var lýst yfir ákveðna landshluta í 15 tilfellum, ýmist vegna snjóflóða-, krapaflóða- eða skriðuhættu. Hús voru rýmd á Patreksfirði, Tálknafirði, Ísafirði og Eskifirði. Nokkrum sinnum féllu snjóflóð nálægt byggð og einu sinni olli krapaflóð dálitlum skemmdum á íbúðarhúsi. Engin slys urðu á fólki.

Snjóflóð

Þann 25. febrúar 2015 féll snjóflóð úr Urðum ofan við Patreksfjörð og fór yfir svæði í bænum þar sem engin hús eru. Þar er eyða í byggðinni einmitt vegna þess að snjóflóð eru þar nokkuð tíð og því hafa ekki verið reist þar hús. Flóðið lenti á bíl við íbúðargötu og færði hann úr stað, og jaðar flóðsins fór upp á miðja bílskurshurð við íbúðarhús.

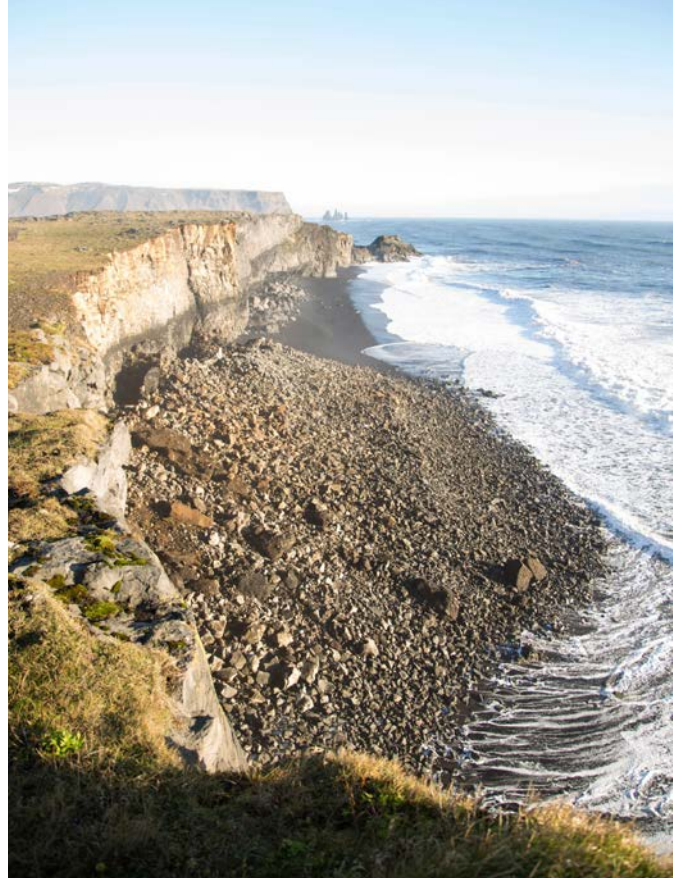
Þann 28. desember féll krapaflóð á íbúðarhúsið á Aðalbóli í Hrafnkelsdal úr 700 m hæð í lækjarfarvegi ofan bæjarins. Það fór inn um þrjá glugga á húsinu, eyðilagði bíl og geymslu áfasta húsinu og skemmdi sexhjóla. Engin slys urðu á fólki. Flóðið féll í miklu vatnsveðri sem gekk yfir Austurland og féllu víða krapaflóð, stöku aurskriður og lækir hlupu. Tjón varð talsvert vegna vatns- og sjávarflóða.

Margoft ollu snjóflóð vandræðum í samgöngum. Snjóflóð féllu á vegi víða um land og vegum var lokað vegna snjóflóða eða snjóflóðahættu. Lögregla og Vegagerð taka ákvarðanir um lokanir á vegum vegna snjóflóðahættu en snjóflóðavakt Veðurstofunnar metur daglega snjóflóðaaðstæður fyrir þrjá vegi á landinu og sendir upplýsingar til Vegagerðarinnar ef hættu er talin geta skapast. Vegirnir eru:

- Kirkjubólshlíð og Súðavíkurhlíð, milli Ísafjarðar og Súðavíkur
- Ólafsfjarðarvegur, milli Ólafsfjarðar og Dalvíkur
- Siglufjarðarvegur, vestan Siglufjarðar



Aðalból í Hrafnkelsdal eftir krapaflóð 28. desember 2015.
Ljósmynd: Eiríkur Gíslason.



Tvær skriður féllu úr Dyrhólaey 30. október 2015.
Ljósmynd: Birgir Örn Sigurðsson.

Snjóflóð af mannavöldum

Flóð af mannavöldum voru nokkuð mörg árið 2015. Ferðafólki á fjöllum að vetrarlagi fjölga hratt eins og öðrum ferðamönnum á Íslandi og samhliða því aukast líkur á snjóflóðaslysum í óbyggðum. Þegar ferðast er um snævi þakin fjöll er hættu á því að sett sé af stað flóð og á árinu 2015 settu sleðamenn, fjallaskíðafólk og göngumenn af stað flóð. Í tveimur tilfellum urðu slys á fólki.

Tveir björgunarsveitarmenn sem voru í björgunarleiðangri á vélsleðum settu af stað tvö flóð efst og innst í Blikdal í Esju. Þeir höfðu stigið af sleðunum og voru gangandi þegar flóðin féllu. Seinna flóðið var mun stærra en hið fyrra og þeir bárust með því 70–80 metra en grófust ekki. Annar manna slasaðist á fótum en þeir voru með mannbrotta þegar þeir lentu í flóðinu.

Tveir fjallaskíðamenn settu af stað flóð þegar þeir gengu á fjallaskíðum upp Eyrarfjall ofan Ísafjarðar. Flóðið fór af stað ofan við þá þegar þeir voru komnir að neðri brún kletta. Annar skíðamanna lenti í flóðinu og barst með því langa leið. Hann endaði í útjaðri flóðsins og grófust ekki en slasaðist talsvert.

Skriður og jarðsig

Færri stórir skriðuáttburðir urðu á árinu 2015 en árin þar á undan. Tvær stórar skriður féllu í Dyrhólaey niður í Kirkjufjör þegar enginn var á svæðinu. Minni skriður féllu víða og einnig hlupu ár og lækir í miklum vatnsveðrum, stundum með tilheyrandi tjóni í byggð.

Við utanverðan Eskifjörð varð vart við sprungur og mikla hreyfingu á jarðvegi. Komið var fyrir mælipunktur sem mældir hafa verið nokkrum sinnum og fylgst með hreyfingunni. Upp úr miðjum janúar virðist hafa dregið úr skriðinu en fylgst verður áfram með svæðinu, sérstaklega þegar snjó fer að leysa í vor. Tvisvar sinnum var íbúðarhús á svæðinu rýmt vegna skriðuhættu í rigningarveðrum haustið 2015. Aðrir staðir þar sem fylgst er með hreyfingu jarðlaga ofan við byggð eru Þófi á Seyðisfirði, Urðarbotnar í Neskaupstað og Stórskriðnadalur á Borgarfirði eystra.



Vatnsflóð á Ísafirði 8. febrúar 2015.
Ljósmynd: Sigurjón J. Sigurðsson/Bæjarins besta.

Vatnsflóð

Nokkrum sinnum varð tjón vegna vatnsflóða í byggð á árinu 2015. Þann 8. febrúar varð töluvert tjón á Ísafirði þegar leysingavatn rann í stríðum straumum úr hlíðum Eyrarfjalls í kjölfar ákaftrar rigningar og hláku. Úrkoma mældist um 50 mm á Ísafirði þennan dag og talsverður snjór var í fjöllum. Fráveitukerfi bæjarins reyndist ekki geta tekið við vatnsflaumnum og flæddi vatnið um götur, yfir lóðir og inn í hús. Tjón varð á fráveitukerfi, gervigrasvelli og fjölmörgum öðrum mannvirkjum. Í fjallendum svæðum er oft mikill munur á úrkomu frá einum stað til annars og í þessu veðri mældist mun meiri rigning á Ísafirði en á stöðunum í kring.

Tjón varð vegna vatnsflóðs í Mosfellsbæ 14. mars. Ástandið var verst meðfram Varmá og í Baugshlíð. Mikið snjómagn var bæði í byggð og til fjalla. Asahláka og mikil rigning urðu þess valdandi að ár flæddu yfir bakka og litlir lækir breyttust í stórflyót sem hrifu með sér göngubrýr og varnargarða. Fráveitukerfi bæjarins hafði ekki undan og brunnar fylltust af vatni. Loka þurfti vegum á tveimur stöðum til að beina vatnsflaumnum í farveg og koma í veg fyrir frekara tjón. Víða flæddi inn í íbúðarhús og bílakjallara.

Mikið tjón varð á Siglufirði þegar Hvanneyrará flæddi yfir bakka sína og ræsi höfðu ekki undan í miklu vatnsveðri sem gekk yfir landið 26.–28. ágúst. Aurugt vatn rann um götur bæjarins og olli talsverðu eignatjóni. Aurskriður féllu að ofanflóðavarnargörðum og komu þeir í veg fyrir frekara tjón af völdum aurskriða. Einnig féllu stórar skriður á Siglufjarðarveg og lokuðu veginum í nokkra daga. Veðuráðstæður voru dæmigerðar fyrir vatnsflóð og aurskriður, mikil úrkoma á öllu norðan- og austanverðu landinu og hlýtt og rakt loft barst frá austri. Vindur var með meira móti miðað við árstíma og bendir ýmislegt til þess að vindur hafi við þessar aðstæður orðið til þess að klakkaúrkoma myndaðist við fjöllin. Slík úrkoma eykur líkur á tilviljanakenndri en jafnframt staðbundinni aftakaúrkomu og er talið að sérstaklega mikið hafi rignt í Hvanneyrarskálinni á vatnasviði Hvanneyrarár.

Í Neskaupstað ollu vatnsflóð skemmdum 28. desember í mikilli rigningu og leysingum og flæddi víða yfir lóðir og inn í híbýli fólks og geymslur. Lækir í hlíðinni ofan og innan við bæinn flæddu yfir bakka sína og ruddu með sér krappa og aur. Fráveitukerfið í Neskaupstað yfirfylltist og í það kom eitthvað af framburði. Minniháttar skemmdir urðu á kerfinu af þeim sökum. Einnig skolaðist frá raf- og símalögnum á nokkrum stöðum inni í bænum. Ræsi í gegnum þjóðveginn til Neskaupstaðar stífluðust af framburði eða höfðu ekki undan. Tjón varð á nokkrum fasteignum vegna vatnsflaums.



Vatnsflóð ollu skemmdum í Neskaupstað 28. desember 2015.
Ljósmynd: Kristín Hávarðsdóttir.

Avalanches, landslides and floods

With a steady increase in mountain tourism as in tourism in general in Iceland, the risk of avalanches caused by human activity increases. In 2015 skiers, snow-mobilers and hikers triggered avalanches. In two cases the avalanches resulted in injuries.

Fewer big landslide events occurred in 2015 than in previous years. Two landslides were more noticeable than others. They both occurred in the popular tourist area Kirkjubjara in Dyrhólaey when no one was there. Smaller events were recorded throughout the country during severe weather and heavy rainfall and caused damages.

On several occasions in 2015, floods caused damage in towns and villages. On 8 February, intense rainfall and snow-melt lead to flash flooding in Ísafjörður. Throughout the day around 50 mm of rain fell on snow-covered slopes above the town, resulting in continuous run-off that could not be handled by the town's sewer system. Flood-related damage occurred in Mosfellsbær on 14 March due to intense snow-melt and heavy rainfall. Embankments and foot bridges were damaged. The town's sewer system was unable to convey all the run-off, allowing water to damage several houses and underground garages.

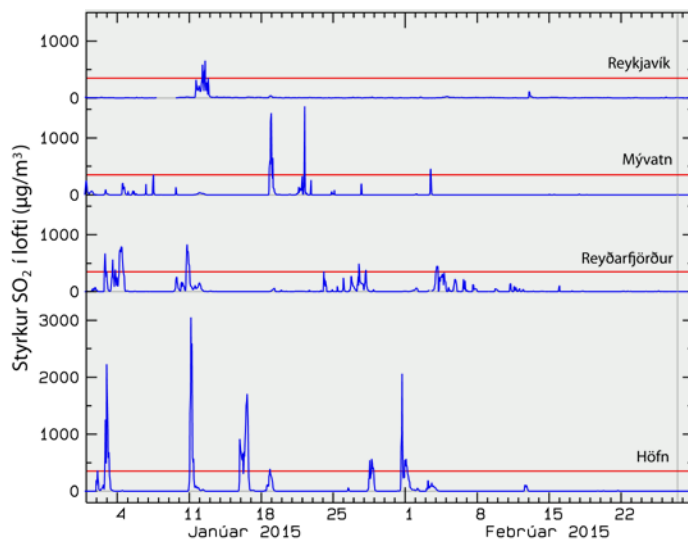
Significant damage was reported from Siglufjörður in connection with exceptionally wet weather that affected the country on 26–28 August. Intense rainfall on the slopes above Siglufjörður gave rise to flash flooding that swept through parts of the town. Snow-melt and rainfall in the region of Neskaupstaður led to minor flood damage on 28 December. Streams above and within the town flooded in response to the weather conditions, resulting in flows of slush and muddy water.

NÁTTÚRUFAR

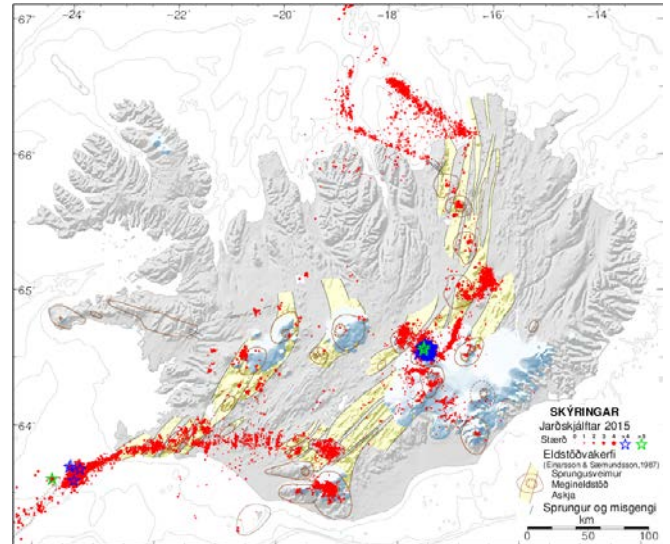
Jarðfar

Sprungugosið í Holuhrauni norðan Vatnajökuls hélt áfram í byrjun árs 2015 og askjan í Bárðarbungu hélt áfram að síga. Styrkur brennisteinsdíoxíðs SO_2 fór nokkrum sinnum yfir heilsuverndarmörk í nokkrum sveitarfélögum fram til loka eldgossins 27. febrúar og einnig voru pH gildi í úrkomumælingum lægri í janúar en venjulega, líklega vegna útstreymis frá eldgosinu. Mikil og öflug skjálftavirkni hélt áfram í Bárðarbungu en með minnkandi styrkleika. Í janúar mældust tveir skjálftar um og yfir M5 að stærð í Bárðarbungu-öskjuni, sá fyrri 8. janúar og sá seinni 24. janúar. Jarðskjálftavirknin í ganginum var viðvarandi af svipuðum styrkleika fram til gosloka. Það dró úr styrk skjálftavirkni við Bárðarbungu fram til október en á sama tíma mældust tiltölulega margir smáskjálftar í ganginum. Í október var skjálftavirkni við Bárðarbunguöskjuna tiltölulega stöðug og í nóvember fóru að sjást þenslumerki í öskjuni í GPS mæligögnum sem bentu til kvikuinnstreymis undir öskjuni. Slíkt innflæði á kviku eftir eldgos mælist oft, svo sem eftir eldgosin í Eyjafjallajökli, Grímsvötnum og Heklu.

Samhliða virkninni í Bárðarbungu jókst skjálftavirkni við Tungnafellsjökul í janúar. Einnig jókst skjálftavirkni eilítið í Kötlu. Viðvarandi skjálftavirkni var í Öskju og við Herðubreiðartögl allt árið. Einnig var viðvarandi virkni suðaustur af Grímsey. Þann 29. janúar kl. 19:47 varð skjálfti um M3 að stærð með upptök við Grindarskörð, sunnan Hafnarfjarðar. Skjálftinn fannst í Hafnarfirði, Garðabæ og Kópavogi. Í mars mældust nokkrir smáskjálftar í Örefajökli og einnig af og til á árinu. Nokkrir smáskjálftar mældust á um 15 km dýpi norðaustur af Heklu í mars en þar mældust einnig smáskjálftar í mars 2013 og 2014 og er ekki vitað hvort slík endurtekning sé tengd árstímanum. Í apríl mældust um 30 smáskjálftar í Vatnafjöllum. Skjálftahrina varð undir norðanverðum Sveifluhálsi við Kleifarvatn 29.–30. maí. Þann 29. kl. 11:59 varð þar skjálfti af stærð M3,1 og einn af stærð M4,0



Styrkur brennisteinsdíoxíðs SO_2 fór nokkrum sinnum yfir heilsuverndarmörk. The level concentrations of SO_2 periodically exceeded health limits.



Upptök jarðskjálfta á Íslandi árið 2015 mæld með jarðskjálftamælikerfi Veðurstofunnar. Rauðir hringir tákna jarðskjálfta stærri en 0. Stjörnur tákna skjálfta yfir 4 að stærð. Eldstöðvakerfi eru einnig sýnd (Páll Einarsson & Kristján Sæmundsson, 1987).

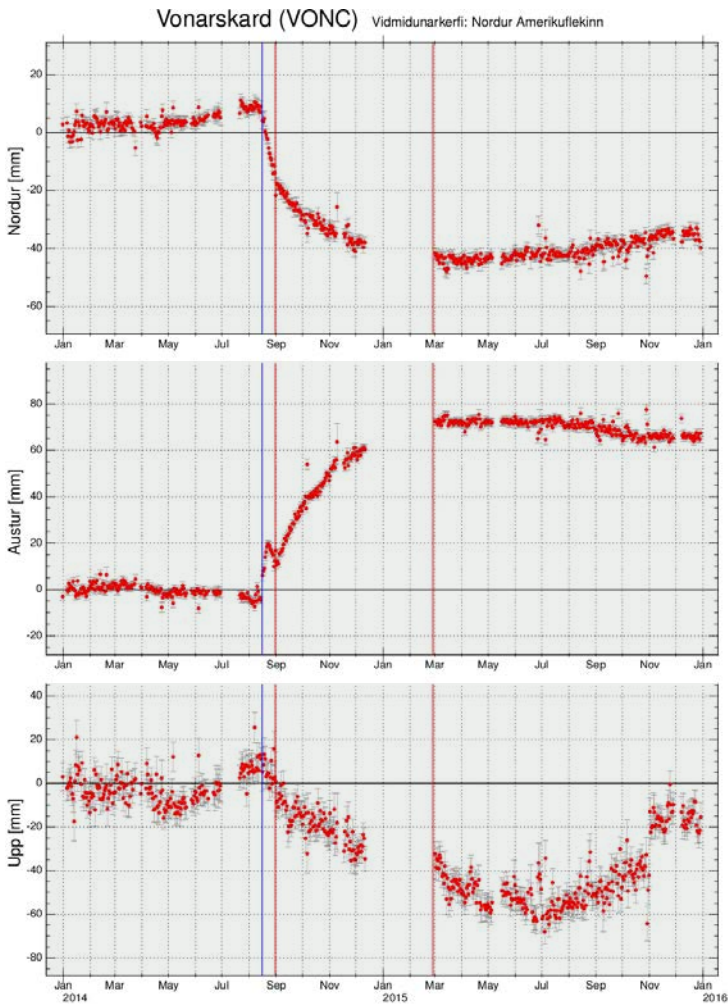
Earthquake epicenters (red dots) recorded by IMO seismological network during 2015. Stars shows earthquakes with magnitude 4 or larger. Also shown are volcanic systems (Páll Einarsson & Kristján Sæmundsson, 1987).

rúmri klukkustund síðar. Báðir skjálftarnir fundust en einkum sá stærri á höfuðborgarsvæðinu og á Akranesi.

Í lok júní og byrjun júlí varð öflug jarðskjálftahrina við Geirfuglasker á norðanverðum Reykjaneshrygg. Stærsti skjálftinn mældist M5 þann 1. júlí kl. 02:25 og voru upptök hans um 15 km norður af Eldeyjarboða. Hann fannst víða á Reykjanesskaga, höfuðborgarsvæðinu og á Akranesi, og einnig á skipi sem státt var um 10 km frá upptökum skjálftans. Vegna þessarar miklu skjálftavirkni var fluglitakóði fyrir svæðið settur á gult. Hrinan fjarði hratt út og var þá litakóðanum breytt aftur í grænt. Skjálftarnir sýndu engin merki um kvikuhreyfingar í skorpunni heldur reyndust þeir vera venjulegir brotaskjálftar

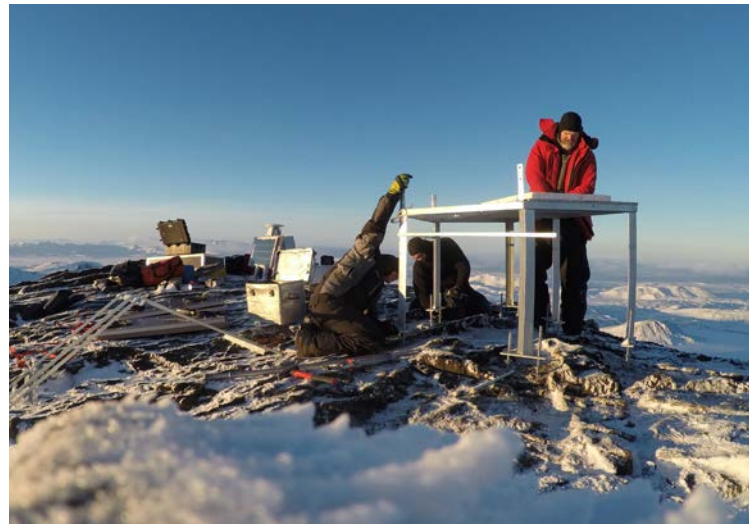
Þann 1. nóvember mældist skjálfti M2,6 að stærð við Bakka um 4 km norðan við Húsavík. Skjálftinn fannst vel á Húsavík. Jarðskjálftahrina hófst í Geitlandsjökli suðvestan í Langjökli þann 10. desember. Þann dag varð skjálfti af stærð M3,2 kl. 09:47 og fannst hann í Borgarfirði.

GPS-stöðin Kisa á Kistu í Vatnajökli.
Ljósmynd: Vilhjálmur S. Kjartansson.



Færslur á GPS-stöðinni VONC í Vonarskarði 10 km vestnorðvestur af Bárðarbungu. Tímaraðin sýnir færslur í norður, austur og upp í millimetrum og spannar tímabilið 1. janúar 2014 til 31. desember 2015. Upphaf umbrotanna í Bárðarbungu eru merkt með blárrí línu og rauðu línurnar afmarka gosið í Holuhrauni. Norður- og austurþættirnir sýna örlitla hraðabreytingu árið 2014, fyrir gliðunarhrinuna í Bárðarbungu. Sambærilegar færslur sjást frá júlí fram í nóvember 2015. Færslur á VONC og fleiri stöðvum benda til kvikusöfnunar undir Bárðarbungu.

Time series from the GPS station VONC, 10 km west-north-west of Bárðarbunga, show the displacement of VONC decomposed into North, East and up components from January 1, 2014 until December 31, 2015. The blue line marks the onset of Bárðarbunga rifting episode and the red lines mark the Holuhraun eruption. Shuttle changes can be observed in the months before the Bárðarbunga unrest. Similar displacements can be observed from July 2015 to November 2015. These displacements may indicate magma accumulation beneath Bárðarbunga.



Earth Activity 2015

2015 began with the ongoing fissure eruption in Holuhraun and associated caldera subsidence. During January and February, the ground level concentrations of SO_2 periodically exceeded health limits in some communities until the end of the eruption, and the pH of some precipitation samples was lower than usual in January, possibly due to the emissions from the eruption. Seismic activity around the Bárðarbunga caldera continued at high rates, but with a continual decrease in intensity, while the seismicity in the dyke intrusion persisted at low levels through the end of the eruption on 27 February. The seismicity decreased gradually in both the dyke and in the caldera. This pattern continued until fall when the seismicity in the caldera gradually started to increase. This was corroborated by signs of inflation, detected by the continuous GPS around Bárðarbunga, suggesting magma recharging beneath the caldera. Inflation signals are commonly detected following volcanic eruptions. This has been observed after the recent eruptions at Eyjafalljökull, Grímsvötn and Hekla.

In July, there was a seismic swarm 15 km WSW of the island of Eldey. This swarm was strong by magnitudes and number of events. Seismic data analysis suggested that the seismic swarm was mainly tectonically driven with no indication of magma movement in the shallow crust.

In January, Tungnafellsjökull continued to exhibit increased seismicity associated with the unrest in Bárðarbunga and there was a slight increase in seismic activity observed at Katla. In March, a small sequence of seismic events was detected at Örfajökull. Similar events are observed annually. Some small earthquakes were detected north-east of Hekla, similar to March 2013 and March 2014. It is not understood if there could be a seasonal influence on these annually repeating earthquakes, as they occur at about 15 km depth. In April, over 30 microearthquakes, interpreted to be tectonic, were measured about 10 km south of Hekla summit. In December, there was a swarm of seismic activity in Geitlandsjökull which was similar to previous swarms in the area.

SKAFTÁRHLAUP

Jökulhlaupið úr Eystri Skaftárkatli í byrjun október 2015 er stærsta hlaup í Skaftá síðan mælingar hófust árið 1955. Rennsli við Sveinstind er talið hafa náð 3–4000 m³/s eftir hádegi 2. október, sem er um tvöfalt meira en mesta rennsli í Skaftárhlaupi til þessa, og heildar-rúmál hlaupvatns er talið hafa verið um 400 millj. m³. Hlé frá síðasta hlaupi úr katlinum í júní 2010 var óvenjulangt, meira en 5 ár, en venjulega líða 2–3 ár milli hlaupa úr Eystri Skaftárkatli.

Hlaupið olli tjóni á vegum og gróðurlendi og flæmdist yfir við-áttumikil svæði á leið sinni til sjávar þar sem það skildi eftir framburð sem valda mun óþægindum vegna sandfoks og uppblásturs á næstu árum. Hlaupið braust upp úr og undan jöklinum með miklum látum og má ætla að staðið hafi háir gosbrunnar upp úr svelgjum á jökulsporðinum þegar flóðfaldurinn barst niður eftir jökulbotninum nærri jaðri Skaftárjökuls aðfaranótt fimmtudagsins 1. október. Í könnunarferð á jökulinn sama dag mátti úr nokkurra km fjarlægð sjá að hlaupið hafði brotist upp úr jöklinum á nokkrum stöðum



2–3 km ofan jaðarsins. Breiðir svartir taumar lágu niður jökulinn þar sem aurblandið hlaupvatnið hafði runnið. Dreif af ísjökum lá niður jökulinn, litlir ísmolar, nokkrir tugir cm að stærð neðst en upp í 3–5 m háa og allt að 10 m breiða jaka eftir því sem nær dró rásum sem hlaupvatnið hafði runnið upp úr. Farnar voru nokkrar könnunarferðir með flugvélum til þess að ljósmynda útbreiðslu hlaupsins og ummerki á jöklinum.

Ummerkjum hlaupsins á sporði Skaftárjökuls svipar á margan hátt til Skeiðarárhlaupsins í nóvember 1996, sem var þó miklu stærra og hrikalegra á allan hátt og jakar sem brotnuðu upp úr sporði Skeiðarárjökuls voru því mun stærra. GPS-tæki á íshellu ketilsins og á Skaftárjökli, um 15 km frá jökuljaðri, rennismælar í Skaftá og jarðskálftamælar í grennd við ketilinn og farveg hlaupsins sýna vel hvernig hlaupið þróaðist og gefa mælingarnar einstæða möguleika á rannsóknum á hraðvaxandi jökulhlaupum af þessum toga.

GPS-tækið á íshellunni, sem var nettengt við tölvukerfi Veðurstofunnar um GSM-kerfi Símans, sýndi upphaf hlaupsins með þriggja til fjögurra daga fyrirvara áður en rennsli í Skaftá tók að vaxa við Sveinstind. Opinber tilkynning um hlaupið var send út tæpum tveimur sólarhringum áður en umtalsverð rennislisaukning varð við Sveinstind. Mælingarnar á sigi íshellunnar sýna að útrennsli úr katlinum hófst rólega og jókst með veldisvexti fyrstu rúma þrjá sólarhringana.

Að morgni 30. september hófst framrás hraðfara hlaupfalds frá katlinum niður jökulinn og barst hann með rúmlega 2 km hraða á klst. niður að jaðri þar sem flóðið braust undan jöklinum skömmu eftir miðnætti þann 1. september. GPS-tækið á Skaftárjökli sýnir að flóðið lyfti jöklinum þar um rúmlega 1 metra, fyrst hratt, um u.þ.b. 40 cm á um 1 klst., og síðan mun hægar, um 60 cm til viðbótar á næstu 20 klst., meðan ætla má að rennsli á þessum stað hafi vaxið upp í hámark. Mælingarnar gefa til kynna að flóðfaldurinn á botni jökulsins undir GPS-tækinu hafi verið nokkrir kílómetrar að breidd.

Ljósmyndir af katlinum undir mismunandi sjónarhorni hafa verið notaðar til þess að reikna landlíkan af svæðinu sem seig í hlaupinu og meta heildarrúmál hlaupsins með sjálfvirkri fjarviddargreiningu. Ljósmyndirnar og landlíkanið gefa jafnframt kost á að skoða ketilinn skömmu eftir hlaup mjög nákvæmlega í þrívídd.

Úr nokkurra km fjarlægð mátti sjá að hlaupið hafði brotist upp úr jöklinum á nokkrum stöðum 2–3 km ofan jaðarsins. Breiðir svartir taumar lágu niður jökulinn þar sem aurblandið hlaupvatnið hafði runnið. Dreif af ísjökum lá niður jökulinn; litlir ísmolar nokkrir tugir cm að stærð allt upp í 3–5 m háa og 10 m breiða jaka eftir því sem nær dró rásum sem hlaupvatnið hafði runnið upp úr. Í upphafi sprengdi hlaupið sér leið og braut upp jöklinn á nokkur hundruð metra löngum sprungum og virðist síðan hafa runnið nokkra stund upp í gegnum jökulinn og náð að bræða sér rás eða rásir sem það rann um.

Ljósmynd: Oddur Sigurðsson.



Bergur Einarsson, sérfræðingur í jöklarannsóknum, við Skaftá, skammt vestan vatnshæðarmælis við Sveinstind, 2. október 2015. Ljósmynd: Tómas Jóhannesson.

Frá því snemma í september varð nokkuð oft vart við óróapúlva á jarðskjálftamælum í og við Vatnajökul og virtust þeir eiga upptök í námunda við Lokahrygg. Fylgst var grannt með skjálftamælum allan september og tvö jarðskjálftamælafylki voru yfirfarin í byrjun september, en þau höfðu verið sett upp sumarið 2013 við Jökulheima og Lakagíga í tengslum við FutureVolc og var sérstaklega ætlað að mæla Skaftárhlaup.

Frá mánudeginum 28. september til miðvikudagsins 30. september fór ísskjálftavirkni vaxandi en óróapúlvar fóru ekki að sjást fyrir en upp úr hádegi fimmtudaginn 1. október. Sterkar óróahviður mældust áfram en línnti um hádegi laugardaginn 3. október.

GPS-tæki var komið fyrir á íshellu Eystri Skaftárketils sumarið 2013 á vegum FutureVolc-verkefnisins. Gögnum úr tækinu hefur verið streymt til Veðurstofunnar þar sem úr þeim var unnið í rauntíma og hæðarbreytingar í katlinum birtar á línuriti. Litlar breytingar mældust á hæð ketilsins framan af sumri 2015, eða um 1 m frá maí til byrjunar ágúst.

Í ágúst jókst rishraði í katlinum verulega og hafði hann risið um 3 m í lok dags 26. september þegar hæð íshellunnar náði hámarki í 1591 m hæð y.s. Íshellan yfir katlinum fór að síga á miðnætti aðfaranótt 27. september. Að kvöldi 27. september var sigið orðið vel merkjanlegt, eða um 5 cm, hélt áfram daginn eftir með vaxandi hraða og í lok þess dags var sigið orðið hátt í 40 cm. Í lok dags 29. september hafði íshellan sigið 3,2 m. Miðvikudaginn 30. september seig íshellan 23,6 m og var heildarsigið þá orðið 26,8 m. Þann 1. október seig ketillinn 42,5 m eða að meðaltali um 2 m á klst. og heildarsigið var þá orðið 69,3 m. Verulega var farið að draga úr sigráðanum í lok þess dags.

Sambandið rofnaði við GPS-tækið um hádegi 2. október þegar ketillinn hafði sigið 73,9 m á fimm dögum. Aftur náðist samband við tækið síðdegis 3. október og var sigið þá 82,9 m. Ekki náðist samband við tækið eftir það. Hlaupið braust undan jökuljaðrinum skömmu eftir miðnætti aðfaranótt 1. október og þess varð vart við vatnshæðarmæli við Sveinstind nokkru fyrir kl. 4 um morguninn.

Stærstu jakarnir voru næst staðnum þar sem hlaupvatnið braust upp í gegnum jökulinn. Bergur Einarsson og Simone Zonetti, sérfræðingar í jöklarannsóknum. Ljósmynd: Tómas Jóhannesson.



Leiðangursmenn tjölduðu í öruggri fjarlægð frá hugsanlegri brennisteinsvetnismengun. Ljósmynd: Njáll Fannar Reynisson.



SKAFTÁRHLAUP

Áhrif Skaftár í byggð

Í skýrslunni *Vatnafar í Eldhrauni, náttúrulegar breytingar og áhrif veitumannvirkja*, sem kom út í maí 2015, fjallar Snorri Zóphóniasson um sögu veitumannvirkja og áhrif aurframburðar á landslag og byggð síðustu 110 árin. Skýrslan er 37 blaðsíður með skýringarmyndum og yfirlitskortum.

Víða á Íslandi skapar aurburður í jökulám vanda því eðli þeirra er að bera undir sig mól og sand og flæmast þær þannig æ ofan í æ úr farvegi sínum. Þar sem bratti er í farvegi myndast með tímanum regluleg aurkeila. Þetta gerist hraðar eftir því sem aurburður er meiri. Jón Jónsson jarðfræðingur (1910–2005) var einn sá fyrsti sem benti á að við lok síðasta jökulskeiðs og þar á eftir hafi byggst upp jökulsandur, keila, með toppinn uppi við Skaftárgljúfur og náði til sjávar. Um þetta svæði kvíslaðist Skaftá öldum saman og sandurinn hækkaði.

Skaftá er enn mikilvirk við að hlaða upp þessa aurkeilu. Nokkur hraun, þar á meðal Eldgjárhraun og Skaftáreldahraun, hafa runnið inn á hana en framburður árinna jarðar þau. Hið eina sem getur komið í veg fyrir óbreytt framhald þessarar sögu er að jökullinn hverfi, en því er spáð að hann verði að miklu leyti horfinn innan 200 ára. Á jarðsögulegum tímaskala er æviskeið mannsins ákaflega stutt. Menn skynja gjarnan umhverfi sitt sem frágengna veröld af hendi skaparans og miða við að þannig verði hún áfram. Breytingar verða alls staðar á náttúrunni með tímanum og í Skaftárhreppi verða þær hraðar. Svo langt hlé getur orðið á því að jökulá renni um hluta aurkeilu sinnar að þar grói land upp og byggist. Þegar jökuláin mætir aftur til leiks er lítið á það sem náttúruspjöll og snúist til varnar með jarðytum.

Þegar Skaftáreldahraunið rann 1783–1785 hafði það gríðarlega neikvæð áhrif á búsetu. Þegar tíminn leið myndaðist þarna fögur náttúra, að mörgu leyti gjöful. Hraunið skryddist gróðri og undan jaðri þess renna tærir veiðilækir á þétta yfirborði eldri hrauna. Rennsli þessara lækja er að hluta til háð leka úr Skaftá í gegnum hraunið. Miðlun hraunanna er skammæ og getur þurrkatíð og snjóleysi á vorin þegar lítið er í Skaftá valdið lágru grunnvatnsstöðu og þurrð í lækjum, jafnvel þótt mikið hafi rignt fram eftir vetri. Tíu árum eftir Eld var Skaftá tær í byggð, svo öflug sía var hraunið. Síðan hefur Skaftá fíkrað sig lengra og lengra með aurfyllingu í það. Um miðja síðustu öld stækkuðu hlaup í Skaftá og lögðu henni mikið lið við aurfyllinguna.

Á fimmta tug hlaupa hafa farið yfir svæðið. Einungis svifaurinn í þeim samsvarar 1 metra þykku lagi á meira en 100 ferkílómetra svæði. Öskufall og áfok bætast síðan við vatnsflutt efni. Hraunslán fyllist og stíflast og streymi um hraunið til linda breytist og minnkar. Menn hafa reynt að halda uppi rennslinu og farið að stjórna því hvert ár leita. Einnig hafa kvíslar verið sameinaðar til þess að fækka brúm. Þótt yfirlýst markmið með vatnaveitingum náist verða hliðarverkanir sem varða aðra hagsmuni.

Vatni úr Skaftá hefur verið veitt austur á hraunið neðan Skálarheiðar til þess að halda uppi rennsli veiðilækja og vegna aurfyllingar rennur vatnið stöðugt nær hraunjaðrinum á yfirborði. Í hlaupum

Snorri Zóphóniasson, höfundur skýrslu um vatnafar í Eldhrauni, við aurburðarsýnatöku í Skaftá 2015.

Ljósmynd: Njáll Fannar Reynisson.





nær gruggugt hlaupvatnið nú fram af brún Skaftáreldahrauns út á gróið Landbrotshraunið. Í hlaupinu í október 2015 runnu tugir rúm-metra á sekúndu af aurugu vatni í Tungulæk og Grenlæk. Jökulvatnið dreifðist víða um umhverfi Tungulækjar. Straumharkan varð ekki svo mikil að rof yrði. Komi hlaup af þessari stærð eftir nokkur ár er víst að rofmáttur verður mun meiri vegna þess að mikil fylling varð í þessu hlaupi. Sú fylling leiðir aurburð Skaftár utan hlaupa nær jaðrinum. Skaftáreldahraunið verndar því ekki gróðurlendi í Landbroti og Meðallandi í sama mæli og áður.

Jökulhlaup in Skaftá

In response to the onset of ice-surface lowering in the cauldron, work began immediately to prepare for the oncoming jökulhlaup. In addition to preparing warnings for the media, special attention was given to the online GPS plot with the expectation that the public would be interested in following the collapse of the cauldron. While the jökulhlaup was beginning to propagate beneath the ice, various visual improvements were made to the online plots over a two-day period. The improved plots were made available to Almannavarnir RLS (Civil Protection in Iceland), the media, and the public; they also featured on the website of Veðurstofan throughout the jökulhlaup. In addition to the four-day early warning afforded by the GPS plots, they proved to be hugely popular with the public and the media, helping to raise awareness of the jökulhlaup.

Following initial contact with Almannavarnir RLS twice-daily contact was maintained to ensure regular exchange of monitoring information. Meetings focussing on flooding hazards were held daily at Veðurstofan, followed by telephone calls later in the day and during the evenings. Regular and effective co-ordination between

Skaftá í október 2015. Hlaupvatnið nær fram af Skaftáreldahrauninu við Dyngjur. Landbrotshraunið er víða undir aurugu vatni. Ljósmynd: Snorri Zóphóniasson.

Veðurstofan and Almannavarnir RLS led to a clear flow of information to the public and other affected groups, including Vegagerðin.

When the rate of water-level increase was apparent at Sveinstindur, work began on comparing the development of the flood to previous Skaftárhlaups. This work proved to be essential as the jökulhlaup rose faster than any previously observed Skaftárhlaups. Twice-daily comparisons were made of the growth of the jökulhlaup, allowing hazard assessments to be changed accordingly.

The Skaftárhlaup was monitored at Veðurstofan as a team effort over ten days. The size of the jökulhlaup and the lasting effects of floodwater in Eldhraun required a constant monitoring effort unlike that of previous Skaftárhlaups. Furthermore the level of media and public interest in the jökulhlaup required a large commitment of time for media interviews and telephone enquires. This level of outreach, combined with the extensive field measurements described earlier, put the October 2015 Skaftárhlaup on a completely different level in terms of operational response and monitoring efforts.

OFURTÖLVA Á VEÐURSTOFUNNI

Haustið 2013 heimsóttu fulltrúar dönsku veðurstofunnar (DMI) Veðurstofu Íslands til að kanna möguleika á samvinnu um rekstur ofurtölvu Dana til ábata fyrir báðar stofnanir. Þá þegar hófst undirbúningsferli til að kanna ákjósanlega staðsetningu og fýsileika hugmyndarinnar. Í nóvember 2014 var skrifað undir samning milli stofnananna um sameiginlegan rekstur ofurtölvu. Tölvan kom til landsins ári seinna, prufukeyrslum lauk í lok febrúar 2016 og hún er nú í fullum rekstri. Tölvan er í eigu Dana, staðsett í húsnæði Veðurstofunnar að Bústaðavegi 7 og afurðirnar samnýttar af báðum aðilum.

Samstarfsgrundvöllur

Síffellt eru gerðar kröfur um meiri og betri upplýsingar við úrvinnslu í vísindum og rannsóknum. Þróun veðurspáa er hröð og kröfur um nákvæmari og betri spár kalla á meiri reiknigetu og örari uppfærslur á ofurtölvunum sem kallar á meiri raforkunotkun. Raforka er víða dýr og í Danmörku hafa dönsk yfirvöld að auki sett þak á hve mikið af kolefnasporum danskar stofnanir mega skilja eftir sig. Á sama tíma er þengt að fjárhag veðurstofa og leitað leiða til að hagræða. Rekstur ofurtölvu er kostnaðarsamur og er samstarf um ofurtölvur ákjósanlegur valkostur. Með því er verið að tryggja sem mesta reiknigetu fyrir fjármunina í stað þess að láta helming kostnaðarinn fara í að greiða fyrir rafmagn og kælingu tölvunnar.

Veðurfar á Íslandi er afar hagstætt fyrir rekstur gagnavera. Hiti fer sjaldan yfir 20 stig í Reykjavík, eða að meðaltali 6 klst. á ári, og frost sjaldan undir 10 stig eða að meðaltali 20 klst. á ári. Þar af leiðandi þarf minni orku en á flestum öðrum stöðum í heiminum til þess að kæla tölvuna.

Fulltrúar DMI komu upphaflega til landsins 2013 til þess að skoða aðstöðuna hjá gagnaverunum. Við þetta tækifæri komu þeir einnig til Veðurstofunnar. Eftir áralangt samstarf við Veðurstofuna vissu Danir af þeim möguleikum sem í boði eru á Íslandi. Segja má að niðurstaðan byggist á því samstarfi, enda þarf mikið traust að ríkja til að útvísta til samstarfsaðila tölvu sem öll starfsemi stofnunar byggist á, allan sólarhringinn allan ársins hring. Þegar Veðurstofan

opnaði fyrir þann möguleika að hafa umsjón með hýsingu hennar hér á landi og tækifæri til samstarfs um gerð spálíkana og veðurspáa var skoðað, svo og rannsóknarsamstarf, þá var auðvelt fyrir DMI að taka ákvörðun um að koma tölvunni fyrir á Íslandi.

Innviðir

Mikillar vinnu og flókinna útreikninga var þörf til þess að móta og fylgja áætlun um uppsetningu tölvunnar og var ráðgjafi ráðinn til þess að stýra verkefninu. Greint var hvað þyrfti að gera til að laga aðstöðuna á Bústaðavegi 7 að þörfum ofurtölvu, kostnaðargreina framkvæmdina og athuga hvaða möguleikar væru í úthýsingu. Skoða þurfti skattaumhverfið, ákveða hvers konar rekstrarmodel ætti að styðjast við og ákveða vinnuframlag starfsmanna beggja stofnana.

Til að tryggja sem besta nýtingu á þeim fjármunum sem voru til ráðstöfunar voru í samráði við Ríkiskaup haldnir fundir með þremur hýsingaraðilum og þremur framkvæmdaraðilum vegna stoðkerfa til að byggja upp innviðina á Bústaðavegi 7. Allir aðilar sendu inn verðhugmyndir.

Kannað var hvor kosturinn væri betri; að staðsetja tölvuna hjá Veðurstofunni eða hjá hýsingaraðila annars staðar. Hugmyndir um verð og kostnaðarútreikningar voru kynntir fyrir Ríkiskaupum 6. janúar 2015. Niðurstaða þess fundar var að fjárhagslega hagkvæmari væri að staðsetja tölvuna í tölvusal Veðurstofunnar, auk þess sem faglegur ávinningur samstarfsins væri mögulega í uppnámi ef tölvan væri hýst annars staðar.

Til að tryggja betur rétta og sanngjarna málsmeðferð var ákveðið að leita álits Samkeppniseftirlitsins. Niðurstaða þess var að engir annmarkar væru því samfara að staðsetja ofurtölvuna hjá Veðurstofu Íslands.

Við uppbyggingu innviðanna var farið í þrjú aðskilin útboð: vegna dísel-varaafsstöðvar; rafhlöðu-varaafsstöðvar; og kælikerfis. Fyrsta útboðið fór fram í mars og það síðasta í júlí.





Verkefnalistinn var langur og áriðandi að halda vel á spöðunum. Á Bústaðavegi 7 eru þrjú tölvusalir og hafði Veðurstofan notað stærsta tölvusalinn fyrir starfsemi sína. Fyrsta stóra aðgerðin fólst í því að gera annan tölvusal tilbúinn til að taka við tölvukerfi Veðurstofunnar og flytja það allt þangað án þess að raska starfsemi stofnunarinnar. Sú aðgerð tókst mjög vel og var þá hægt að fara í það að hreinsa út úr stóra salnum til að byggja hann upp aftur og gera kláran fyrir ofurtölvuna. Ofurtölvun notar rúmlega tíu sinnum meira rafmagn ein og sér en öll starfsemin á Bústaðavegi 7, eða um 400kW. Næstu stóru aðgerðirnar voru því að skipta um rafstöð, rafhlöðu-varaafli og kælikerfi svo það dygði fyrir þessari auknu orkuþörf. Eitt leiddi af öðru þar til í byrjun nóvember þegar allt var tilbúið og hægt að taka á móti tölvunni sem kom í hús 17. nóvember 2015. Cray XC30 er langöflugasta tölva Íslandssögunnar og þegar búið er að uppfæra tölvuna 2017 mun hún enda í 700 tera-FLOPS sem þýðir að hún mun geta framkvæmt 700.000.000.000.000 reikniáðgerðir á sekúndu.

Í desember fór fram SAT (Site Acceptance Test) þar sem tölvan og innviðirnir voru prófuð, álagsprófunum lauk svo 27. febrúar sl. þar sem Cray „útskrifaði“ tölvuna og aðstöðuna. Flutningur á gögnum og spálkötum af tölvu DMI í Kaupmannahöfn og yfir á tölvuna hér hefur farið fram og eru Danir ánægðir með tengingarnar og hraðann á samskiptunum. Eldri ofurtölva DMI, á Østerbro í Kaupmannahöfn, var tekin úr rekstri fyrstu dagana í mars.

Stærstu áskoranir þessara aðgerða voru að halda fullum rekstri Veðurstofunnar allan tímann, að fylgja tímaáætlun svo hægt væri að taka á móti tölvunni í nóvember og síðast en ekki síst, að halda kostnaðaráætlun. Allt tókst þetta vel og innan ásættanlegra marka.

Ávinningur

Samstarf dönsku og íslensku veðurstofanna á sér langa sögu. Áður en Veðurstofa Íslands var stofnuð sá danska veðurstofan um veðurathuganir á Íslandi. Rannsóknarsamstarf hefur einnig verið virkt á milli stofnananna.

Ágóði samstarfsins fyrir Ísland er ótvíræður. Flestar veðurstofur í Evrópu reka ofurtölvur til þess að reikna veðurspár, einar eða í samstarfi við aðrar veðurstofur. Ísland hefur hingað til þurft að treysta á aðra aðila um slíkan rekstur og hefur því alfarið verið háð þeirra útfærslum. Með tilkomu tölvunnar stækkar reiknisvæðið í kringum Ísland og þá sérstaklega suðvestur af landinu, sem er mikilvægur

hluti þjónustuvæðisins. Samstarfið við Dani gefur mikla möguleika í þróun og rannsóknum. Það veitir tækifæri til framfara í veðurspám, hafísspám, reikningum á fortíðarloftslagi og framtíðarsviðsmyndum loftslagsbreytinga. Möguleikar Veðurstofunnar í veðurþjónustu munu aukast, bæði almennt og hvað varðar aðila sem eiga mikið undir góðum upplýsingum um veður og veðurfar, svo sem bændur, ferðamenn og sjófarendur. Ennfremur verður hægt að efla þjónustu við alþjóðaflug. Betri tækifæri gefast til styrkumsókna, bæði úr norrænum og evrópskum rannsókn- og þróunarsjóðum.

Með nýju ofurtölvunni mun reiknigeta dönsku veðurstofunnar þrefaldast miðað við það sem fyrrverandi ofurtölva stofnunarinnar bauð upp á. Staðsetning tölvunnar á Íslandi opnar fyrir enn frekari norræna samvinnu því Veðurstofa Íslands mun annast daglegan rekstur hennar og öðlast þá reynslu sem þarf til að reka „operational“ ofurtölvu, þ.e. ofurtölvu sem er bilanapólin og gerir mjög miklar uppítímakröfur. Á móti mun DMI láta Veðurstofunni mjög ítarleg spágögn í té. Gera má ráð fyrir nánara samstarfi stofnananna þegar kemur að veðurfari, s.s. á heimskautasvæðinu.

New supercomputer

In October 2013 the Danish Meteorological Institute (DMI) approached the Icelandic Meteorological Office (IMO) about a cooperation in operating a Supercomputer (HPC). A year later a contract was signed, and in March 2016 the HPC was in full operation, located at IMO's premises.

Cooperation between DMI and IMO is based on a long-term, consistent relationship. DMI owns and runs the HPC, IMO operates the site infrastructure, and costs are shared. The latest developments in Numerical Weather Prediction models are used to create better forecasts. The cooperation allows for new research opportunities, as well as further development of Nordic and International collaboration.

To be able to accommodate the HPC at IMO's site, the infrastructure had to be upgraded, i.e. the Uninterruptible Power Supply (UPS), the diesel generator and the cooling system. A very ambitious cost and project plan had to be held with strenuous uptime requirements for existing IMO systems. The final step of the project was the operational shutdown of DMI's HPC in Copenhagen in March 2016 with good results on all accounts.

ÞRÓUN OG RANNSÓKNIR

Vatnafræðilíkan

Mikið tjón varð á Siglufirði þegar Hvanneyrará flæddi yfir bakka sína og ræsi höfðu ekki undan í miklu vatnsveðri 26.–28. ágúst. Aurugt vatn rann um götur bæjarins og olli talsverðu eignatjóni. Þekkt er að hætta á leifturflóðum/skyndiflóðum (e. flash floods) eykst þegar aftakarigning fellur á frosna jörð samfara bráðri leysingu snævar. Leifturflóð stafa af mjög flóknu orsakasamhengi veður- og vatnafræðilegra þátta og reynslan sýnir að afar erfitt getur verið að spá fyrir um aftakaúrkomu.

Veðurstofan hefur nú aðgang að þremur veðurfræðilíkönum sem spá fyrir um úrkomu til skamms tíma eða nokkurra daga. Þau eru HARMONIE, HIRLAM og ECMWF IFS. Líkönin vinna með stutt tímaskref, s.s. 1–3 klst. í reiknineti, með möskvastærð á bilinu 2,5–16 km.

Veðurfræðilíkön eru hins vegar afmörkuð við uppsafnaða úrkomu og gefa því takmarkaða vísbendingu um hugsanlegt rennsli í vatnsföllum. Til þess að geta spáð fyrir um rennsli þarf því gott vatnalíkan sem tekur inn spár um veður og hermír eftir rennsli í vatnsföllum. Rennslispár, byggðar á vatnalíkönunum geta varað við atburðum sem þessum, en þá skiptir sköpum að þau byggist á góðum inntaksgögnum frá veðurlíkönunum eins og HARMONIE. Veðurstofan stefnir að því að hefja rauntímaspá á rennsli með inntaksgögnum úr HARMONIE á þessu ári.

Undanfarin ár hefur vatnafræðilíkanið WaSiM verið notað á Veðurstofu Íslands. Fyrstu prófanir á notkun gagna úr HARMONIE líkaninu sem inntaksgögn í WaSiM fóru fram á árinu 2015 og gefa þær ástæðu til að ætla að notkun HARMONIE geti bætt niðurstöður rennslilíkana verulega.

Hér má sjá dæmi um ávinning þess að nota inntaksgögn frá HARMONIE til að herma rennsli með vatnafræðilíkaninu WaSiM. Myndin sýnir dæmi um reikninga með WaSiM og hversu vel líkaninu tekst að herma eftir mældu rennsli með mismunandi inntaksgögnum. Eini munurinn á reikningunum er að mismunandi gögn eru notuð fyrir úrkomu, annarsvegar frá HARMONIE og hinsvegar eru notuð eldri gögn sem reiknuð voru með tölfræðilegri brúun úrkomumælinga.

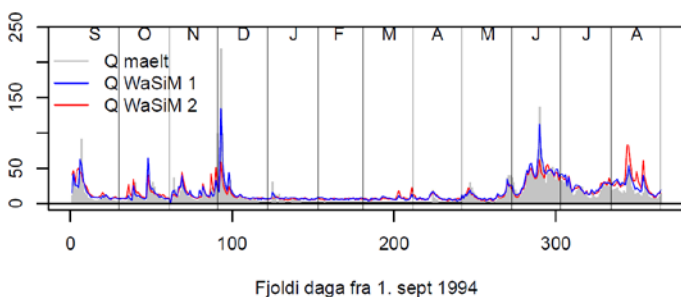


Flóð á Siglufirði 28. ágúst 2015. Ljósmynd: Andri Freyr Sveinsson.

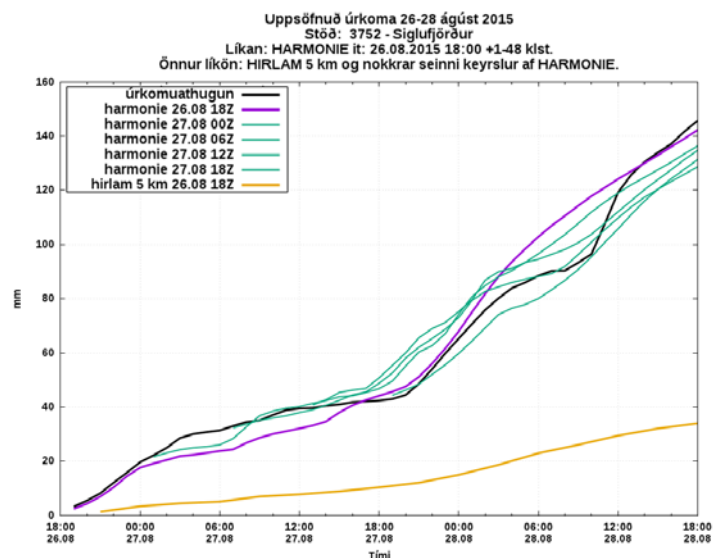
Nákvæmni líkankeyrslna er oft metin út frá svokölluðum Nash-Sutcliffe stuðli (R2) sem lýsir fylgninni milli mælds og reiknaðs rennslis fyrir tiltekið tímabil. Við fullkomið samræmi mælds og reiknaðs rennslis er $R2 = 1$, en reynsla sýnir að algengt er að líkankeyrslur hafi R2 gildi á bilinu 0,5–0,75. Í þessu tiltekna tilviki breyttist R2 úr 0,41, sem telst undir viðunandi kvörðun yfir í 0,74 sem þykir mjög góð kvörðun.

Niðurstöðunum skal þó tekið með fyrirvara, enda aðeins búið að skoða líkankeyrslur á einu vatnasviði og fyrir eitt tímabil. Það mun koma í ljós við áframhaldandi vinnu hver raunveruleg bót er að nota HARMONIE-gögnin umfram eldri gögn, en óneitanlega lofa fyrstu niðurstöður mjög góðu.

Athylgilegt er að bera saman mismunandi úrkomuspár í fyrrnefndum atburði á Siglufirði. Myndin sýnir uppsafnaða úrkomu samkvæmt mælingum meðan á aftakarigningunni stóð og spár tveggja líkana. Tímasetningin segir til um hvenær reikningarnir voru gerðir. Það kemur ótvírætt fram að HARMONIE náði að segja fyrir um atburðinn með mikilli nákvæmni og langtum betur en HIRLAM.



Niðurstöður fyrir vatnshæðarmæli 149 (Geithellnað). Mælt rennsli er grámerkt; WaSiM líkan 1 er blámerkt og sýnir líkankeyrslu með notkun úrkomugagna úr HARMONIE líkaninu; WaSiM líkan 2 er rauðmerkt og sýnir líkankeyrslu með notkun eldri úrkomugagna. (Heimild: Crochet, P., 2013).

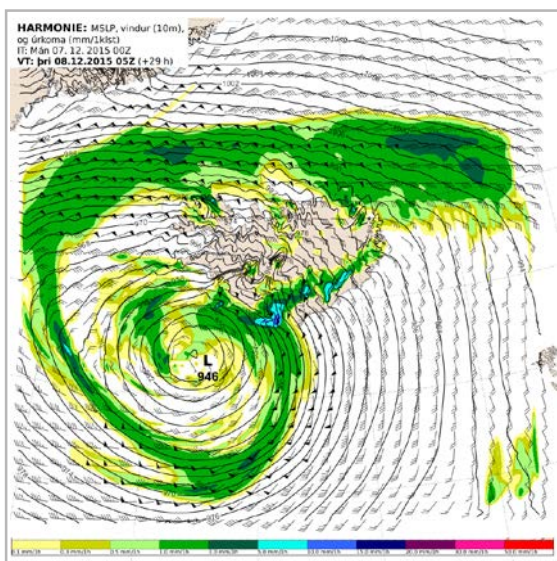


Þróun veðurlíkansins HARMONIE

Haustið 2011 hóf Veðurstofa Íslands að nota evrópska veðurlíkanið HARMONIE til að reikna veðurspár fyrir Ísland og hafsvæðin umhverfis landið. Á síðasta ári var mikil vinna lögð í að bæta þá gagnagrunna sem notaðir eru til að skilgreina ólíkar tegundir landgerðar á Íslandi, en til að herma sem best samspil lofthjúps og yfirborðs þarf líkanið að geta tekið tillit til mismunandi landgerða. HARMONIE-líkanið er ekki bara líkan af lofthjúpnunum; það inniheldur einnig ýmis hjálparlíkön sem herma ferli mikilvæg fyrir veðurspáútreikninga. Eitt þeirra er yfirborðslíkanið SURFEX sem hermir ferla við yfirborð og í jarðvegi.

Haustið 2015 var óvenjuviðamikill uppfærsla gerð á spálíkaninu og verður hér tæpt á helstu atriðum hennar. Í fyrsta lagi var ný yfirborðsgerð tekin í gagn, en hún var unnin í samstarfi við Landbúnaðarháskóla Íslands. Nýja yfirborðsgerðin lýsir gróðurfari landsins mun betur en áður. Það þýðir meðal annars að hryfi yfirborðs er nær því sem gerist í raun, en hryfi hefur meðal annars áhrif á það hversu mikið hægir á vindi við yfirborð. Ný landgerð gjörbreytir því hvernig SURFEX reiknar ísog og endurkast geislunar við yfirborð. Annar mikilvægur þáttur uppfærslunnar var að bæta upplýsingar um sand- og leirhlutfall í jarðvegi. Einnig var undirliggjandi hæðarlíkan uppfært með upplýsingum úr landlíkani ÍSOR. Síðast en ekki síst var jökulþekja landsins uppfærð en nokkrar villur voru í fyrri útgáfum. Loks var reikninetið stækkað úr 400x340 reiknipunktum í láréttum fleti í 500x480 reiknipunkta. Ástæða þessarar stækkunar var einkum sú að komið hafði í ljós að þróun skúra- og éljaklakka yfir sjó getur verið of hæg í líkaninu og í fyrra reiknineti kom það fyrir að klakkaúrkoma myndaðist ekki fyrr en hún var komin inn á landið. Með stærra reiknineti hafa klakkar því meiri möguleika á að mynda úrkomu yfir sjó og strandsvæðum.

Þróun líkansins hefur gengið vel, bæði innan evrópsks samstarfs-hóps og einnig aðlögun þess að íslenskum aðstæðum. Sérstaklega hafa spár um vindhraða á Íslandi batnað með tilkomu líkansins. Ýmsar aðrar afurðir líkansins sem eru í skoðun hafa sýnt burði til að geta nýst við að tryggja öryggi vegna veðurvár og tengdrar vár, svo sem skafrenningsspár, úrkomuspár og ókyrrðarspár.



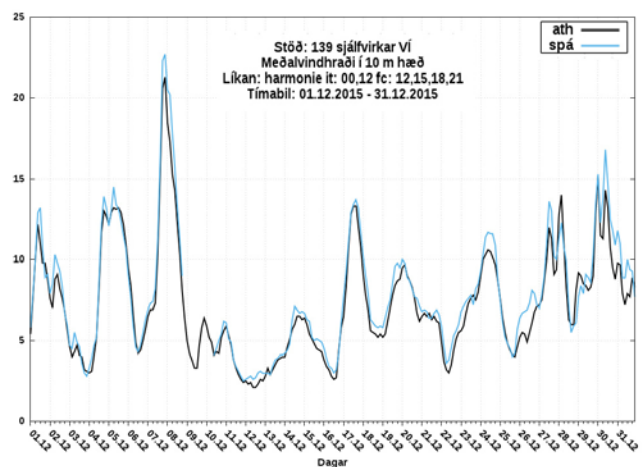
Óveður gekk yfir landið 7.–8. desember 2015. Kortið sýnir veðurspá úr HARMONIE sem gildir snemma morguns þriðjudaginn 8. desember: loftþrýsting við sjávarmál (svartar línur, hPa), vind í 10 m hæð (vindörvar) og úrkomu (mm/klst). Myndin sýnir stærð núverandi reikninetts, 500x480 reiknipunkta með 2,5 km möskvastærð.

HARMONIE

Since the autumn of 2011 IMO has been running the European numerical weather prediction model HARMONIE, for a domain covering Iceland and the surrounding seas. During the last year significant improvements have been made to database the model uses to describe the land characteristics of Iceland. The surface description was improved in cooperation with the Agricultural University of Iceland. Other database that were improved were the elevation model and the glacier coverage. One of the results is a better description of the surface roughness which impacts forecasts of surface wind. Another is a better description of how the surface of Iceland absorbs and reflects radiation. Furthermore, an enlarged domain improves the simulation of shallow convection over the ocean. The development of HARMONIE, both within the European cooperation as well as the adjustments to Icelandic condition, have been promising. A number of model products are currently under review as to their value in forecasts of weather hazards and other related hazards, e.g. forecasts of blowing snow, precipitation and turbulence.

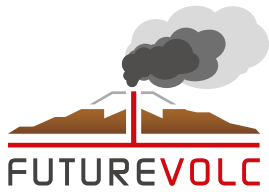
WaSiM

The flash flood incident in Sigluförður during 26–28 August 2015 was caused by extremely intensive rain falling onto a ground already saturated of water by melting and previous prevailing precipitation events in the area. For short term forecasts IMO mainly relies on three numerical weather prediction models, namely HARMONIE, HIRLAM and ECMWF IFS. It is noteworthy to compare the forecasted precipitation from two of these models during the Sigluförður event. It is evident that the HARMONIE model predicted the event with far more accuracy than HIRLAM. IMO has for several years used WaSiM hydrological model to simulate runoff in Iceland. In a case study the simulated discharge at water level gauge 149 (Geithellnaá) improved substantially when the precipitation data from HARMONIE replaced the previous input data which was based on statistical interpolation of precipitation. It should, though, be kept in mind that the set of the abovementioned examples is too small to allow for generalisations for other watersheds and there is further work to be done. Yet, the results are very promising.



Samanburður á mældum og reiknuðum vindhraða (m/s) í desember 2015, meðaltal yfir 139 sjálfvirkar veðurstöðvar. HARMONIE nær að líkja vel eftir öllum atburðum mánaðarins en ofmetur vindhraða lítilllega.

ÞRÓUN OG RANNSÓKNIR



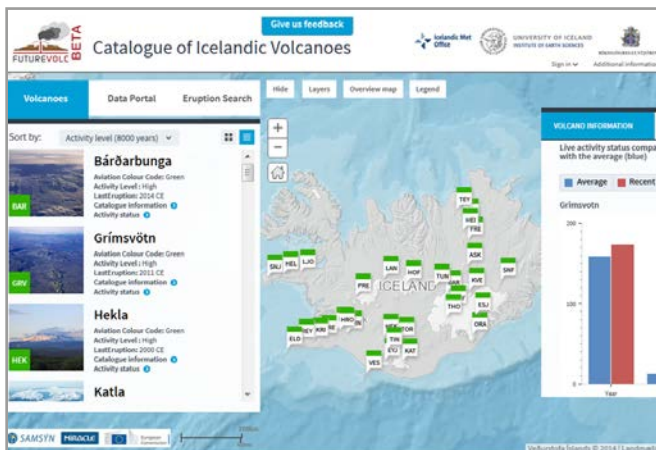
Árið 2015 var þriðja og síðasta heila ár FutureVolc Evrópusamstarfs-verkefnisins. Allur búnaður sem fjármagnaður var innan verkefnisins var kominn í notkun og farinn að skila mikilvægum gögnum um ástand þeirra eldstöðva þar sem mælingar fóru fram. Bárðarbungu-atburðinum lauk í febrúar 2015 og um það leyti fór afrakstur rannsóknanna að skila sér, en þær snerust að miklu leyti um þann atburð.

Opið aðgengi gagna og íslenska Eldfjallaskráin

Eitt af markmiðum FutureVolc var að opna aðgengi að jarðvísindagögnum um íslensk eldfjöll. Að því markmiði vann Veðurstofan í samstarfi við hugbúnaðarfyrirtækin Miracle og Samsýn með uppbyggingu vefgagnagáttarinnar <http://futurevolc.vedur.is/>. Svokölluð beta-útgáfa gáttarinnar var opnuð og ýmis gögn sem safnað hefur verið á verkefnistímabilinu eru þar aðgengileg öllum. Á síðunni er einnig aðgengi að ítarlegri upplýsingaskrá um íslensk eldfjöll sem var gerð í samstarfi Veðurstofunnar og Háskóla Íslands og er hún fjármögðuð af Alþjóðaflugmálastofnuninni (ICAO) og FutureVolc. Í Eldfjallaskránni er fjallað um 32 virkustu eldstöðvakerfi Íslands, gerð þeirra lýst, goshegðun og helstu kennistærðum. Auk þess er skjálftavirkni hvers kerfis uppfærð daglega og birt fyrir undangengið tíma-bil (ár, mánuð, viku, dag) til samanburðar við meðalvirkni kerfisins.

Innrás mælikerfa í jöklana

Aukin næmni fyrir virkni í eldstöðvum Vatnajökuls var annað markmið FutureVolc. Settar voru upp fjórar varanlegar jarðskjálftastöðvar í jöklinum. Áður voru þar tvær, önnur í Grímsvötnum og hin á jökulskerinu Vetti sunnan Grímsvatna. Tveimur var komið fyrir í jökulskerjunum Húsbónða við Pálsfjall og Káraskeri sunnan Esjufjalla sumarið 2013, en hinar tvær voru settar í jökulísinn sjálfan og



Vefslóð FutureVolc gagnagáttarinnar sem sýnir upphafssíðu íslensku Eldfjallaskrárinnar. Skjálftavirkni í Grímsvötnum er sýnd hægra megin á síðunni.

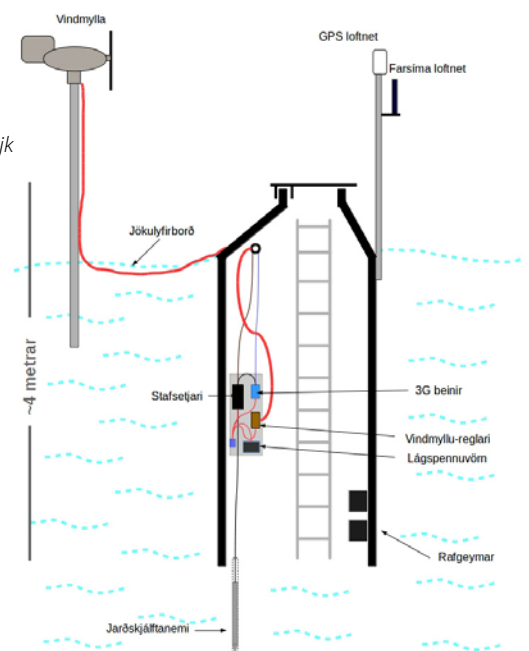


Uppsetning jöklatunnu á Dyngjujökli í nóvember 2014. Ljósmynd: Vilhjálmur Kjartansson.

kraftðist uppsetning þeirra mun meiri undirbúnings. Hann hófst snemma árs 2014 með uppsetningu vindmyllu, vefmyndavélar og sendibúnaðar til að safna gögnum um orkuþörf, orkuframleiðslu, ákomu og ísingu á dimmasta og snjóþyngsta tíma ársins. Velja þurfti staði þar sem símasamband var gott, en einnig nálægt ísaskilum til að tryggja sem minnsta hreyfingu. Þegar umbrotin í Bárðarbungu hófust um miðjan ágúst 2014 var allur stöðbúnaður þegar virkur og var hann þá nýttur fyrir tímabundna mæla sem grafnir voru í ísinn. Mælarnir sendu rauntímagögn á Veðurstofuna fram í október, en þá hættu þeir að virka vegna mikils halla.

Til að hægt væri að viðhalda varanlegum mælistöðvum á ísnum þurfti að verja tækin og koma í veg fyrir að þau græfust og týndust. Til þess hannaði Vilhjálmur Kjartansson og fleiri tæknimenn Veðurstofunnar sérstakar tvíbyrtar, manngengar tunnur sem grafnar voru í jökul. Mælaframleiðandinn Guralp þróaði mæli fyrir verkefnið. Fyrsta útgáfa jökla-mæla var tilbúin í nóvember 2014 og var mæli komið fyrir í tunnu í Dyngjujökli, í norðanverðum Vatnajökli. Annar slíkur mæli fór niður í Brúarjökul í febrúar 2015. Vegna mikillar ákomu á jöklinum hefur þurft að lyfta tunnunum um nokkra metra tvisvar ári. Tvíbyrðing tunnanna hefur þá reynst vel, en hún gerir kleift að nota jökulabor til að hita á milli ytra og innra lags og losa tunnurnar sem síðan eru tjakkaðar upp. Þessi tilraun til reksturs varanlegra jarðskjálftastöðva í jökulísnum getur haft grundvallarþýðingu fyrir vöktun eldstöðva í Vatnajökli, sem eru meðal virkustu eldstöðva landsins.

Skema af jöklastöðvunum bjk & djk



Jarðskjálftamæli í jöklatunnu. Stöðvarnar bjk og djk eru á Brúarjökli og Dyngjujökli.

Teikning: Bergur H. Bergsson.

Birting greina í Nature og Geochemical Perspectives Letters

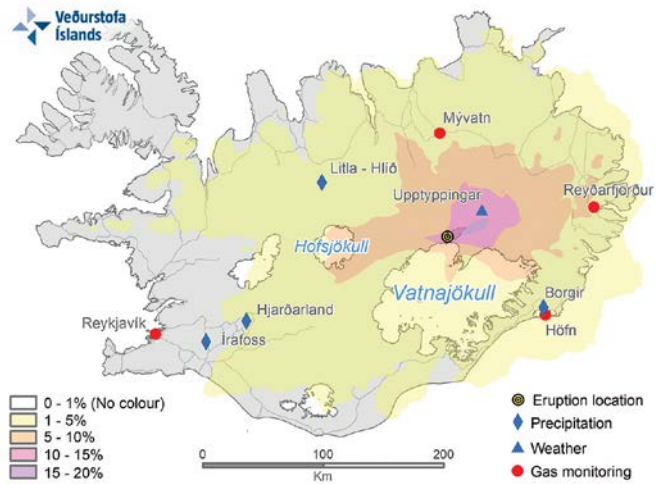
Á árinu komu út fyrstu greinar þátttakenda verkefnisins um Bárðarbunguáburðinn 2014–2015. Í byrjun árs birtist grein í tímaritinu *Nature* sem byggist að mestu á samtúlkun aflögunar- og skjálftagagna, en hún fjallaði um innskotsgang frá Bárðarbunguöskjunni og hina miklu gliðnun sem því tengdist. Um mitt ár birtist grein í tímaritinu *Geochemical Perspectives Letters* um gasútstreymi frá gosstöðvunum í Holuhrauni og umhverfisáhrif þess. Báðar greinarnar voru afurð samvinnu sérfræðinga á Veðurstofunni og rannsóknaraðila sem tengdust FutureVolc-verkefninu hjá Háskóla Íslands.

Kynningarfundur fyrir hagsmunaaðila

Í lok þriðja ársfundar verkefnisins á Hótel Örk í Hveragerði í nóvember 2015 var hagsmunaaðilum um viðbrögð við eldfjallavá boðið til kynningarfundar um markmið og hagnýtan árangur FutureVolc. Fundinn sóttu innlendir og erlendir hagsmunaaðilar.

Grundvöllur og markmið FutureVolc-verkefnisins voru kynnt og íslenska Eldfjallaskráin og gagnagátt verkefnisins sýnd. Áhersla var lögð á hvernig verkefnið hefur eftir þróun í vöktun og rannsóknum á eldfjöllum, sem og stuðlað að markvissari miðlun og framsetningu upplýsinga um þetta efni til hagsmunaaðila og almennings. Stefano Salvi frá ítölsku jarðvísindastofnuninni INGV flutti erindi um mikilvægi aðgengis allra sem koma að málum sem snerta öryggi almennings og eigna að nýjustu rannsóknagögnum og uppgötvunum. FutureVolc og hið ítalska systurverkefni MED-SUV eru styrkt af Evrópusambandinu undir þessum formerkjum. Bæði verkefni eru hornsteinar í uppbyggingu EPOS-verkefnisins (European Plate Observing System), sem miðar að opinni þjónustu um jarðvísindagögn og hefur fengið varanlegt hlutverk sem yfirvettvangur um jarðvá (geohazard supersite), og veitir það vísindamönnum á þeirra vegum mun betra aðgengi að gervitunglagögnum.

Fulltrúar íslenskra hagsmunaaðila á kynningarfundinum voru m.a. frá embætti Ríkislögreglustjóra (RLS), lögreglunni á höfuðborgarsvæðinu, lögreglunni á Suðurnesjum, almannavarnadeild RLS, almannavörnum á Suðurlandi, Vegagerðinni, Landhelgisgæslunni, ISAVIA, umhverfis- og auðlindaráðuneytinu, innanríkisráðuneytinu og utanríkisráðuneytinu. Erlendir gestir sem sóttu fundinn voru frá ítölsku, frönsku og bandarísku jarðvísindastofnunum sem hafa eftirlit með eldgosavá; og bresku og frönsku veðurstofunum sem gefa út viðvaranir um öskumengun í háloftunum þegar eldgos verða; auk þeirra yfirmaður ítalskra almannavarna sem hefur umsjón með mati á eldfjallaáhrættu í Napolí, og aðilar frá vísindastofnunum í Bretlandi og Evrópusambandinu.



Reiknuð dreifing brennisteinsdíoxíðs frá Holuhraungosinu sýnd sem tíðni mæligilda yfir $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ heilsufarsmörkum (úr: S. Gislason o.fl., 2015).

The FutureVolc project

The FutureVolc project was funded by the FP7 Environment Programme of the European Commission and aimed to address the topic “Long-term monitoring experiment in geologically active regions of Europe prone to natural hazards: the Supersite concept”. The project started 1 October 2012 and lasted until 31 March 2016, with 26 partners. The main objectives of FutureVolc was to (i) establish an integrated volcanological monitoring system through European collaboration, (ii) develop new methods to evaluate volcanic crises, (iii) increase scientific understanding of magmatic processes and (iv) improve delivery of relevant information to civil protection and authorities.

During the project the largest effusive lava eruption in Iceland since 1783 occurred within the Bárðarbunga volcanic system from 31 August 2014 – 27 February 2015. It was preceded by major unrest, including seismic activity and ground deformation related to lateral injection of magma into the crust in a rifting event. A slow subsidence of the Bárðarbunga caldera occurred throughout the eruption, resulting in a caldera collapse of about 2 cubic kilometers. These events have influenced the project, and provided opportunities to test equipment and methods for analysis, derive new scientific understanding and improve our communication systems.

For volcano monitoring in Iceland, FutureVolc has had a major impact. The large array of new sensors and systems made a huge difference in early warning capabilities and rapid interpretation of data during the most voluminous eruption for more than 200 years and the first caldera collapse in Iceland in modern times. The effect of FutureVolc on the participating groups is of no less importance. The project integrated different disciplinary communities and helped to develop a common language and understanding. It has developed a common database with data from many disciplinary areas which needed to be integrated for effective real time response, in particular to ash laden eruptions. FutureVolc has also pointed the way for multi-disciplinary collaboration and integrated approaches to volcanic crises of the future.

Kynningarfundur um viðbrögð við eldfjallavá var vel sóttur af innlendum og erlendum hagsmunaaðilum. Ljósmynd: Sigurlaug Gunnlaugsdóttir.

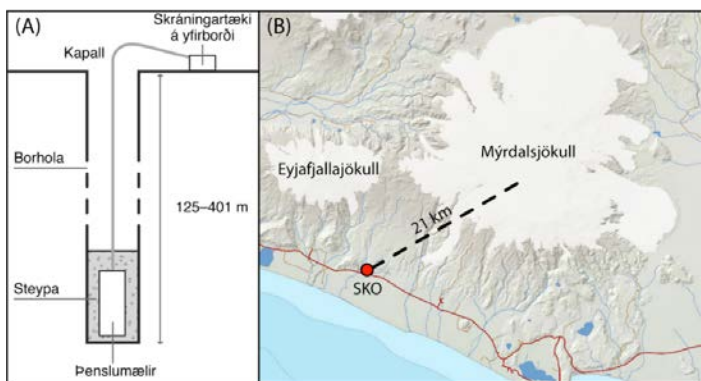
VERKEFNI

Vöktun jarðskorpuhreyfinga undir Kötlu

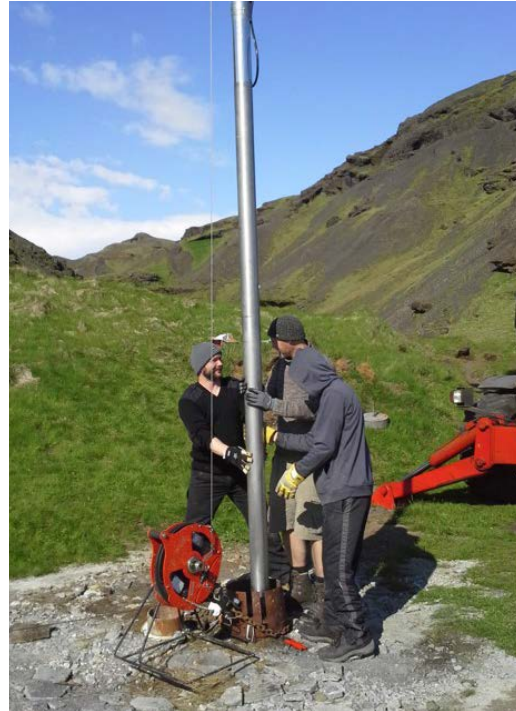
Síðastliðið sumar var þenslumæli komið fyrir í borholu við Eystri-Skóga við jaðar Mýrdalsjökuls til vöktunar Kötlu. Þaðan er gögnum streymt í nær-rauntíma til Veðurstofunnar. Með þessari framkvæmd er vonast til að greina megi kvikuinnskot og streymi kviku að yfirborði með meiri nákvæmni en áður. Næmni þenslumæla er þreföld á við hefðbundinna GPS-mæla og tíðnisvið breiðara en flestra jarðeðlisfræðilegra mælakerfa. Þeir geta mælt sveiflutíðni allt frá mínútum upp í mánuð.

Veðurstofan hefur í samstarfi við Carnegie Institution for Science í Washington byggt upp kerfi þenslumæla til vöktunar á jarðskorpuhreyfingum á Suðurlandi. Uppbygging kerfisins hófst árið 1979 með það að markmiði að kanna hvort aflögun og þenslubreytingar gætu verið forboðar jarðskjálfta. Kerfið hefur sannað gildi sitt við eldfjalla-vöktun og veitt upplýsingar um kvikusöfnun djúpt undir eldstöðvum og streymi kviku til yfirborðs í aðdraganda eldgosa. Sá hluti kerfisins sem snýr að gagnaflytningi og eftirliti hefur verið endurnýjaður og nýir mælar settir niður.

Eldgos í Kötlu er líklegt til að hafa mikil áhrif á samgöngur, hvort heldur er á landi eða í lofti. Virkjun áætlaða um rýmingar og viðbrögð til að lágmarka tjón byggjast á upplýsingum um að gos sé að hefjast. Klukkustundir og jafnvel mínútur í viðbragðstíma skipta þar máli. Þenslumælakerfið á Suðurlandi hefur þegar sannaði gildi sitt. Í Heklugosum 1991 og 2000 sáust greinilega merki þenslubreytinga í bergi á öllum stöðvum kerfisins í aðdraganda gosanna og merkin voru þeim mun greinilegri sem stöðvarnar voru nær. Þenslumælingar við Heklu sýndu mjög greinilega þrjá fasa gossins. Fyrsta fasann (samþjöppun) þegar kvikan byrjaði að brjóta sér leið upp til yfirborðs, annan í vöskun gosrásanna (samþjöppun gengur í rykkjum til baka) og þann þriðja þegar gosrásin hafði að fullu myndast (gosóroa).

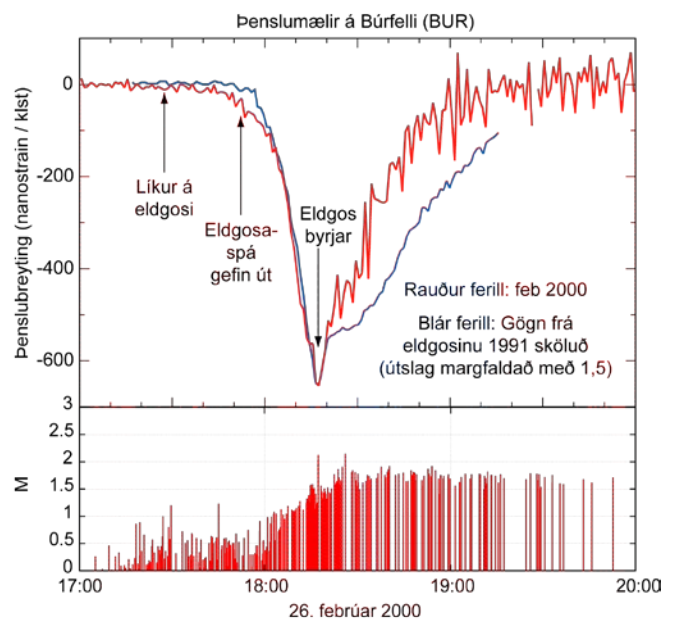


Þenslumælar eru flókin smíði þótt hugmyndin að baki þeim sé einföld. Vökvafylltur sívalningur sem steypur er í djúpa borholu nemur aflögun vegna spennubreytinga í jarðskorpunni. Flæði verður á milli vökvahólfa sem síðan er yfirfært í rafrænt merki. Næmni slíkra skynjara svarar til 1×10^{-11} nanóstrain, en breyting á rúmmáli sem svarar einu nanóstrain jafngildir því að rúmmál eins rúmkílómetra hafi þanist eða dregist saman um einn rúmmetra. (A) Þenslumælir í borholu, skýringarmynd. (B) Staðsetning þenslumælis við Eystri-Skóga til vöktunar á eldstöðinni Kötlu.

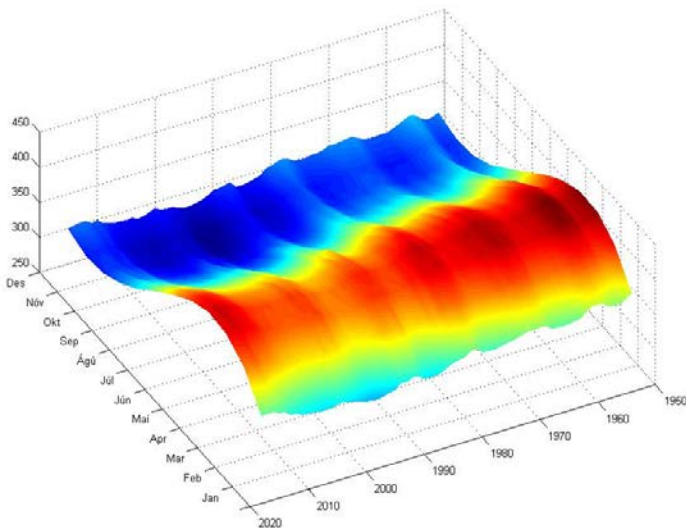


Þenslumælimum komið fyrir í borholu. Ljósmynd: Matthew J. Roberts.

Vöktun jarðhræringa undir Mýrdalsjökli er með ýmsu móti. Fjöldi GPS-mæla og jarðskjálftamæla er í kringum jökulinn og á skerjum uppi á jöklinum, og rafleiðni og rennsli í ám sem koma undan jöklinum er vaktað á fjölmörgum stöðum. Fylgst er með hæðarbreytingum í kötlum jökulsins auk fjölda annarra þátta sem gætu verið forboðar goss. Upplýsingar um eldsumbrot í Mýrdalsjökli ná allt aftur til níundu aldar og er meðalendurkomutími eldgosa á sögulegum tíma rétt undir 50 árum. Nær öld er liðin frá síðasta eldgosu árið 1918 og er það lengsti þekkti tími á milli gosa.



Þenslumæling á stöðinni BUR norðan við Heklu í upphafi gossins árið 2000. Kvikan byrjaði að brjóta sér leið upp á yfirborð um kl. 17:45 og náði þangað kl. 18:17. Gosrásin hélt áfram að vikka fram til kl. 19:20 og gosóroa vegna streymis úr kvikuholli tók við.



Ósonmælingar

Niðurstöður ósonmælinga yfir Íslandi síðan 1952 eru byggðar á líkanútreikningi. Líkanið notar dagleg mæligildi Dobson litrófs-ljósmaelis Veðurstofunnar og skilar niðurstöðum í Dobson-einingum. Það reiknar besta flöt m.t.t. mánaðar, árs og fjölda ára frá upphafi mælinga, og með hliðsjón af virkni sólar á hverjum tíma. Á myndinni sést að ósonið er mest síðla vetrar (rautt) og á vorin en fer síðan minnkandi og nær lágmarki á haustin (blátt). Einnig sést hvernig ósonmagnið sveiflast upp og niður með sveiflum í virkni sólar á um 11 ára fresti. Ósonmagn hélt nokkuð jafnt fram til um 1970 er það tók nokkra dýfu sem náði um 8% lágmarki á árunum 1990 til 2000, en síðan virðist sem það hafi farið vaxandi aftur.



Monitoring crustal movements under Katla volcano

In the summer of 2015 a borehole strainmeter was installed in Eystri-Skógar as part of IMO's monitoring of Katla. This oil-filled instrument, located 222 m below the ground, is capable of detecting minute changes in crustal strain, which could be an early indicator of magma movements within the volcano. The station is the latest installation in a long-standing collaboration with the Carnegie Institution for Science, based in Washington D.C.

Continuous measurements of borehole strain have proved invaluable at Hekla for detecting imminent eruptive activity. In 1991 and 2000, signs of magma movement were observed tens of minutes before Hekla erupted. In combination with other measurements such as seismic monitoring and GPS observations, borehole strain can be used to help maximise the warning period ahead of hazardous volcanic activity.

Æfing í straumvatnsbjörgun

Starfsmenn á Athugana- og tæknisviði æfðu straumvatnsbjörgun í Tungufljóti í maí 2015. Leiðbeinandi var Jón Heiðar Andrésón leiðsögumaður hjá Asgard beyond. Slíkar æfingar eru nú árlegur viðburður. Öryggisbúnaður vatnamælingamanna var endurnýjaður árið 2014 og hefur hver starfsmaður eigin þurrbúning. Nýr búnaður og námskeið hafa aukið öryggi vatnamælingamanna frá því sem áður var. Allir starfsmenn sem vinna við viðhald og uppsetningu tækjabúnaðar, sýnatöku og eftirlit, sækja árlega sérsniðin námskeið, svo sem um viðbrögð við gasmengun vegna eldgosa eða jökulhlaupa, björgun úr jökulsprungum og skyndihjálp.

Ljósmynd: Njáll Fannar Reynisson.

STOFNUNIN

Endurskipulagning Eftirlits- og spásviðs

Frá sameiningu eldri Veðurstofu Íslands og Vatnamælinga í ársbyrjun 2009 hefur hin nýja Veðurstofa gengið í gegnum áhugaverða og krefjandi tíma. Eins og kunnugt er þá leit ný stofnun dagsins ljós mitt í stærstu fjármálakreppu sem landið hefur gengið í gegnum á síðari tímum, og hefur það haft áhrif á fjárhagslega umgjörð stofnunarinnar. Í kjölfarið komu stórir náttúruváratburðir, s.s. eldgosið í Eyjafjallajökli árið 2010, sem höfðu víðtæk áhrif á alþjóðlega vísu. Hafa þeir atburðir sem hér um ræðir gerbreytt landslaginu, bæði í bókstaflegri merkingu og ekki síður hvað varðar kröfur um aukna þjónustu stofnunarinnar, s.s. kröfur um upplýsingar til notenda og hagsmunaaðila.

Síðla árs 2014, í ljósi þeirra reynslu sem hafði hlotist, þótti brýnt að endurskoða skipulag og þjónustu Eftirlits- og spásviðs (EoS) og þá sérstaklega með vöktun náttúruvára í huga. Ákveðið var að hafa eftirfarandi markmið að leiðarljósi við endurskoðunina:

- Betri þjónusta
- Aukin skilvirkni
- Hagræðing
- Betri fagleg umsjón verkefna
- Betri verkstjórn
- Bætt mannauðsumsýsla

Endurskoðun á skipulagi EoS lauk á vormánuðum 2015 og var nýtt skipurit sviðsins kynnt á almennum starfsmannafundi 21. apríl 2015

Spásalur gerður upp

Í september 2015 kom í ljós að myglusveppur var í loftklæðningu spásals á 3. hæð gamla Veðurstofuhússins þar sem þakið hafði lekið. Í samvinnu við Fasteignir ríkissjóðs, eiganda hússins, var gerð áætlun um framkvæmdir og flutning eftirlitssalar til bráðabirgða niður á 1. hæð. Aðrir starfsmenn á hæðinni fluttu einnig í bráðabirgða-aðstöðu. Byrjað var á því að skipta um loftklæðningu og síðan

og innleitt 1. nóvember sl. Það fól í sér töluverðar breytingar á hlutverkum, störfum og verkferlum. Fyrst ber að nefna innleiðingu hópstjóra. Til að bæta mannauðsumsýslu þótti brýnt að minnka einingar innan sviðsins. Með því gefast aukin tækifæri til að gera verkefnum tengd mannauði betri skil. Mun það koma í hlut hópstjóra að sinna þeim verkefnum í sínum hópi.

Ákveðið var að gjörbreyta fyrirkomulagi vöktunar á náttúruvá (jarðvæ og vatnavá) til þess að bæta þjónustu og auka skilvirkni sem einnig leiddi til hagræðingar. Til langs tíma hefur almenn vöktun á náttúruvá verið virk á hefðbundnum skrifstofutíma með bakvöktum um kvöld, nætur og helgar ef á þyrfti að halda. Nýtt fyrirkomulag felur í sér virka vöktun allrar náttúruvá á öllum stundum sólarhringsins. Nýtt starf var tekið upp, starf náttúruvársérfræðings sem sinnir athugunum á veðri auk jarðvæ- og vatnaværefirlits. Þjálfun nýrra náttúruvársérfræðinga hófst á haustmánuðum 2015.

Nauðsynlegt þótti að bæta faglega umsjón verkefna og verkefnastjórn á nokkrum fagþáttum innan sviðsins. Fagstjórn veðurþjónustu var aðskilin í flugveðurþjónustu og almenna veðurþjónustu. Draga þurfti skýrari línu á milli fagstjóra eldfjallaeftirlits og fagstjóra jarðvæ. Fagstjóri eldfjallaeftirlits hefur nú sem viðfangsefni eftirlit með ösku og gastegundum sem eldfjöll gefa af sér, þ.m.t. spár um dreifingu slíkra efna í andrúmslofti. Fagstjóri jarðvæ hefur á sinni könnu öll þau faglegu málefni er snúa að ferlum og eftirliti með því sem gerist undir yfirborði jarðar.

gólfdukk, innréttingar og ofna; ljós voru hreinsuð, veggir málaðir og skipt um gluggatjöld. Tækifærið var gripið og vinnusvæði aðlagð þörfum. Þessar breytingar ollu töluverðu raski á starfsemiinni en starfsmenn, hagsmunaaðilar og aðrir notendur þjónustunnar auðsýndu skilning og þolinmæði. Ný vinnuaðstaða Eftirlits- og spásviðs var tekin í notkun um áramótin.



Nýuppgerður eftirlits- og spásalur var tekin í notkun um síðustu áramót. Ljósmynd: Kristín Jónsdóttir.



Vettvangsferð til að skoða jarðskjálftamæli.



Þjálfun nýrra náttúruvársérfræðinga

hófst á haustmánuðum 2015. Fyrstu náttúruvársérfræðingarnir tóku til starfa undir nýju skipulagi Eftirlits- og spásviðs 1. nóvember 2015. Kristín Jónsdóttir, hópstjóri náttúruvörvöktunar, stýrði þjálfuninni og tók myndirnar.



Náttúruvársérfræðingarnir heimsóttu RÚV.



Sóknaráætlun í loftslagsmálum

Hinn 25. nóvember kynnti ríkisstjórn Íslands sóknaráætlun í loftslagsmálum á fundi í móttökusal Veðurstofunnar. Sextán verkefni miða að því að draga úr losun, auka bindingu kolefnis, styðja við alþjóðleg loftslagsverkefni og efla getu stjórnvalda til að takast á við strangari skuldbindingar. Meðal annars verður vöktun á jöklum Íslands eflað og stefnt er að því að kynna jöklana og umhverfi þeirra sem lifandi kennslustofu um loftslagsbreytingar. Veðurstofan og umhverfis- og auðlindaráðuneytið stóðu að málstofu á loftslagsráðstefnu Sameinuðu þjóðanna COP21 í desember í París, með heitinu „Retreating Arctic Glaciers: Monitoring and adaptation efforts“. Ljósmynd: Sigurlaug Gunnlaugsdóttir.

Reorganisation within the IMO

Since the merger of the Hydrological Service and the earlier IMO in 2009, the new IMO has been faced with numerous challenges, among them budget cuts and numerous responses to natural hazards. These events have affected the landscape in terms of stakeholders' requirements, prompting IMO to adjust its monitoring efforts.

In 2015 the Division of Warnings and Forecasting (W&F) was reorganised to meet requirements for improved monitoring of natural hazards and increased service efficiency. Until late 2015, monitoring of earth and flood hazards took place during office hours, with specialists on-call overnight and during weekends. Earth and flood hazards were integrated into a single monitoring programme, effective around the clock at all times of year. The position of natural hazard specialist is built upon former monitoring roles and thorough training was required of the new monitoring team.



Eftir óveður sem gekk yfir landið í fyrstu viku desember voru Veðurstofunni færðar þakkir fyrir að hafa veitt, með góðum fyrirvara, greinargóðar og faglegar upplýsingar um veðrið sem var í nánd. „Upplýsingar frá Veðurstofunni gerðu okkur kleift að undirbúa okkur á þann hátt að ekki var nein hættu á því að starfsfólkið okkar myndi slasast, og að auki gátum við farið í fyrirbyggjandi aðgerðir gagnvart tjóni á búnaði/ húsnæði“ sagði í þakkarbréfi frá forstjóra Elkem Ísland.

FJÁRMÁL OG REKSTUR

Rekstur ársins endurspeglar gagngerar breytingar sem áttu sér stað á árinu. Laun og launatengd gjöld hækkuðu verulega á milli ára og eru mun hærrí en áætlun ársins gerði ráð fyrir. Það stafar aðallega af fjórum þáttum. Vinna vegna Bárðarbungu var töluverð, svo og annar kostnaður; í öðru lagi voru launahækkningar á árinu verulega umfram áætlun; þriðji stóri liðurinn voru skipulagsbreytingar á Eftirlits- og spásviði sem kölluðu á tvöfalda mönnun vakta um ákveðinn tíma og kostnað við þjálfun starfsmanna. Síðast en ekki síst þá krafðist sú endurskipulagning sem fara þurfti í vegna ofurtölvu dönsku veðurstofunnar DMI töluverðrar aukavinnu starfsmanna og kostnaðar við uppbyggingu stoðkerfa.

Skýringar með rekstrarreikningi

Fjárveitingar á fjárlögum 2015 til Veðurstofunnar námu 986 millj. kr. Þar af voru 230 millj. kr. sérstaklega vegna ofurtölvu dönsku veðurstofunnar, en sú fjárheimild var ekki nýtt á árinu. Með fjárukalögum voru fjárheimildir hækkaðar um 76,6 millj. kr. vegna atburðanna við Bárðarbungu og 31,3 millj. kr. vegna launabreytinga og bókanar 2. Í heild námu fjárheimildir Veðurstofunnar 1.093,9 millj. kr.

Tejgur námu 1.476,1 millj. kr. sem er 353,2 millj. kr. hækkun frá fyrra ári. Hækkunin stafar að mestu af aukinni vinnu fyrir alþjóðaflugíð og Ofanflóðasjóð, samtals 109 millj. kr., og 185 millj. kr. greiðslu frá DMI vegna uppbyggingar stoðkerfa fyrir komu ofurtölvu þeirra til Veðurstofunnar.

Rekstrargjöld að frádregnum sértekjum námu 857,1 millj. kr.

Launakostnaður hækkaði frá fyrra ári um 90,8 millj. kr. eða 7,1%. Launakostnaður er um 68% af rekstrarkostnaði án eignakaupa og fjármagnsgjalda. Í árslok 2015 var fjöldi starfsmanna Veðurstofunnar 231 en 227 árið áður, af þeim eru 135 í kjarnaeildum. Ársverk á árinu voru 142,2 sem er 4,3 ársverkum færri en árið 2014. Hafa ber í huga að meirihluti starfsmanna við veðurathuganir og mælaeftirlit er í hlutastarfi. Almenn 7,2% launahækkun varð samkvæmt niðurstöðu gerðardóms og samninga í kjölfar hans, en áhrif dómsins voru að jafnaði 8% launahækkun hjá starfsmönnum Veðurstofunnar.

Rekstrarútgjöld önnur en laun hækkuðu um 22 millj. kr. Ferða- og dvalarkostnaður innanlands hækkaði aðallega vegna Bárðarbungu.



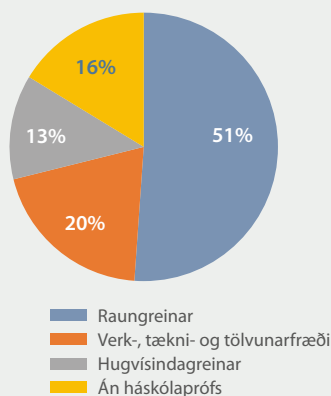
Veðurstofan rekur **500** jarð-, vatns- og veðurmæla
Fastir starfsmenn eru **135** og athugunarmenn **92**
62% starfsmanna eru karlkyns
41% stjórnenda eru kvenkyns
84% starfsmanna eru með háskólapróf
57% tekna Veðurstofunnar eru sérteknur

Ferða- og dvalarkostnaður erlendis hækkaði vegna fleiri ferða en stór hluti af ferðakostnaði erlendis var vegna vinnuferða styrktum af erlendum sjóðum sem fæst endurgreiddur. Fundarkostnaður var mun hærrí en fyrrí ár vegna kostnaðar við alþjóðlega jöklaráðstefnu á Höfn, 15 millj. kr., en sá kostnaður fékkst endurgreiddur og kom til tekna sem „Aðrar tejur“.

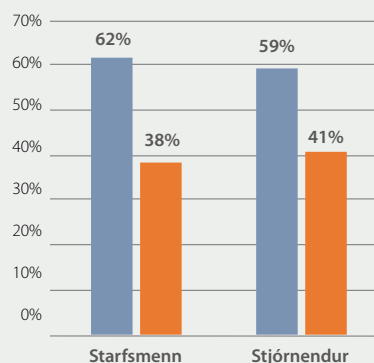
Mikils aðhalds hefur verið gætt í almennum rekstri stofnunarinnar og áætlanir hafa þar staðist. Orkunotkun hefur aukist með tilkomu dönsku ofurtölvunnar en sá kostnaður fæst að fullu endurgreiddur. Símagjöld hafa lækkað milli ára um 3,9 millj. kr. v/breytinga á gagnaflutningi og hagstæðari samninga. Nokkrar sveiflur geta verið milli ára á einstökum útgjaldaliðum vegna kostnaðar við náttúruváratburði. Sem dæmi um það er 4 millj. kr. hækkun milli ára fyrir leigu á vélum og tækjum vegna Bárðarbungu, Skaftárkatla og Vatnajökuls. Kostnaður vegna aðkeyptar sérfræðipjónustu við rannsóknarverkefni og vinnu fyrir alþjóðaflugíð lækkaði, en þessi útgjaldaliður sveiflast á milli ára.

Eignakaup eru í takt við áætlun – hækkuðu um rúmar 200 millj. kr. á milli ára sem er kostnaðurinn við uppbyggingu stoðkerfa sem leggja þurfti í vegna komu ofurtölvu DMI. Af þeim kostnaði greiddi DMI 90% sem aftur kemur svo inn sem „Aðrar tejur“. Önnur eignakaup eru 10% afskriftir af veðursjám fyrir alþjóðaflugíð, kaup á mæli- og rannsóknartækjum og tölvubúnaði.

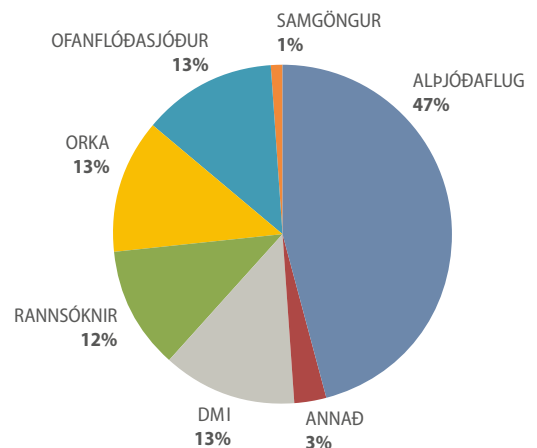
Menntun starfsmanna
Veðurstofu Íslands



Skipting starfsmanna
eftir kyni



Uppskipting sértekna eftir starfsgreinum



Rekstrarreikningur árið 2015 / Statement of accounts for the year 2015

	2015	2014
Tekjur / Income		
Styrkir og framlög / Grants and donations	963.935.012	835.932.732
Seld þjónusta / Public service	263.558.125	231.583.895
Aðrar tekjur / Other income	248.656.735	55.444.288
	<u>1.476.149.872</u>	<u>1.122.960.915</u>
Gjöld / Fees		
Laun og launatengd gjöld / Wages and related expenses	1.360.276.292	1.269.515.241
Skrifstofu- og stjórnunarkostn. / Office & management fees	63.518.318	65.501.698
Funda- og ferðakostnaður / Conference, travel & training exp.	100.793.796	79.877.271
Aðkeypt sérfræðiþjónusta / Contracted service	112.188.515	137.213.046
Rekstur tækja og áhalda / Operation of equipment	75.620.800	69.606.974
Annar rekstrarkostnaður / Other operational expenses	148.973.947	124.480.188
Húsnæðiskostnaður / Housing expenses	101.222.476	107.693.741
Bílfreiðarekstur / Vehicle expenses	23.014.400	22.408.135
Tilfærslur / Transference between institutions	16.435.372	12.961.702
	<u>2.002.043.916</u>	<u>1.889.257.996</u>
Eignakaup / Depreciation and purchase of assets	316.350.329	110.923.759
	<u>2.318.394.245</u>	<u>2.000.181.755</u>
Tekjuhalli fyrir hrein fjármagnsgj. / Deficit for financial income	(842.244.373)	(877.220.840)
Fjármunatekjur (fjármagnsgjöld) / Financial income (expenses)	(14.881.036)	(16.501.116)
Tekjuhalli fyrir ríkisframlag / Deficit for state contribution	(857.125.409)	(893.721.956)
Ríkisframlag / State contribution	1.093.900.000	863.821.000
Tekjuafgangur (tekjuhalli) ársins / Surplus (Deficit) of the year	<u>236.774.591</u>	<u>(29.900.956)</u>
Höfuðstóll í ársbyrjun / Principal amount at the beginning of the year	16.646.464	46.547.420
Rekstrarniðurstaða ársins / Operating results for the year	236.774.591	-29.900.956
Höfuðstóll í árslok / Principal amount at the end of the year	<u>253.421.055</u>	<u>16.646.464</u>

RITASKRÁ STARFSMANNA 2015

Ritryndar greinar

Ásta Ósk Hlökkversdóttir, Brynjólfur Björnsson, Hrund Ólöf Andradóttir, Jónas Eliásson & Philippe Crochet (2015). Assessment of flood hazard in a combined sewer system in Reykjavik city centre. *Water Science & Technology* 71(10), 1471–1477. © IWA Publishing. doi: 10.2166/wst.2015.119.

Barsotti, Sara, A. Neri, A. Bertagnini, R. Cioni, M. Mulas & F. Mundula (2015). Dynamics and tephra dispersal of Violent Strombolian eruptions at Vesuvius: insights from field data, wind reconstruction and numerical simulation of the 1906 event. *Bulletin of Volcanology* 77(7), 77–58. doi: 10.1007/s00445-015-0939-6.

Cram, T. A., G. P. Compo, X. Yin ... Trausti Jónsson [alls 38 höf.] ... (2015). The International Surface Pressure Databank version 2. *Geoscience Data Journal* 2, 31–46. doi: 10.1002/gdj3.25.

Cropper, T., E. Hanna, M. A. Valente & Trausti Jónsson (2015). A daily Azores-Iceland North Atlantic Oscillation index back to 1850. *Geoscience Data Journal* 2, 12–24. doi: 10.1002/gdj3.23.

Eibl, E. P. S., I. Lokmer, C. J. Bean, E. Akerlie & Kristín S. Vogfjörð (2015). Helicopter vs. volcanic tremor: Characteristic features of seismic harmonic tremor on volcanoes. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 304, 108–117. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2015.08.002.

Finger, D., M. Vis, M. M. Huss & J. Seibert (2015). The value of multiple data set calibration versus model complexity for improving the performance of hydrological models in mountain catchments. *Water Resources Research* 51(4), 1939–1958. doi: 10.1002/2014WR015712.

Freysteinn Sigmundsson, A. Hooper, Sigrún Hreinsdóttir, Kristín S. Vogfjörð, Benedikt G. Ófeigsson, Elías Rafn Heimisson, S. Dumont, M. Parks, K. Spaans, Gunnar B. Guðmundsson, V. Drouin, Þóra Árnadóttir, Kristín Jónsdóttir, Magnús Tumi Guðmundsson, Þórdís Högnadóttir, Hildur María Friðriksdóttir, Martin Hensch, Páll Einarsson, Eyjólfur Magnússon, S. Samsonov, Bryndís Brandsdóttir, R. S. White, Þorbjörg Ágústsdóttir, T. Greenfield, R. G. Green ... [alls 37 höf.] ... (2015). Segmented lateral dyke growth in a rifting event at Bárðarbunga volcanic system, Iceland. *Nature* 517, 191–195. doi: 10.1038/nature14111.

Galeczka, I., Eydís Salome Eiríksdóttir, Jórunn Harðardóttir, E. H. Oelkers, P. Torssander & Sigurður Reynir Gíslason (2015). The effect of the 2002 glacial flood on dissolved and suspended chemical fluxes in the Skaftá river, Iceland. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 301, 253–276. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2015.05.008.

Hálf dán Ágústsson (2015). *Mesoscale aspects of atmospheric flow in complex orography*. Dissertation submitted in partial fulfillment of a Philosophiae doctor degree in Physics. Faculty of Physics, School of Engineering and Natural Sciences, University of Iceland, Reykjavík, 89 s.

Harden, B. E., I. A. Renfrew & Guðrún Nína Petersen (2015). Meteorological buoy observations from the central Iceland Sea. *Journal of Geophysical Research. Atmospheres*, 120(8), 3199–3208. doi: 10.1002/2014JD022584.



GPS-mælistöð á Kistu í Vatnajökli. Ljósmynd: Vilhjálmur S. Kjartansson.

Hasager, C. B., M. Badger, Nikolai Nawri, B. F. Furevik, Guðrún Nína Petersen, Halldór Björnsson & N.-E. Clausen (2015). Mapping offshore winds around Iceland using satellite Synthetic Aperture Radar and mesoscale model simulations. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* 99, 1–12. doi: 10.1109/JSTARS.2015.2443981.

Hensch, Martin, B. Lund, Þóra Árnadóttir & Bryndís Brandsdóttir (2015). Temporal stress changes associated with the 2008 May 29 MW 6 earthquake doublet in the western South Iceland Seismic Zone. *Geophysical Journal International* 204(1), 544–554. doi: 10.1093/gji/ggv465.

Hrafnhildur Hannesdóttir, Guðfinna Aðalgeirsdóttir, Tómas Jóhannesson, Sverrir Guðmundsson, Philippe Crochet, Hálf dán Ágústsson, Finnur Pálsson, Eyjólfur Magnússon, Sven Þ. Sigurðsson & Helgi Björnsson (2015). Downscaled precipitation applied in modelling of mass balance and the evolution of southeast Vatnajökull, Iceland. *Journal of Glaciology* 61(228), 799–813. doi: 10.3189/2015JoG15J024.

Ilyinskaya, Evgenia, A. Aiuppa, Baldur Bergsson, R. Di Napoli, Práinn Friðriksson, Auður Agla Óladóttir, Finnbogi Óskarsson, F. Grassa, Melissa Anne Pfeffer, K. Lechner, Richard Yeo & G. Giudice (2015). Degassing regime of Hekla volcano 2012–2013. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 159, 80–99. doi: 10.1016/j.gca.2015.01.013.

Jones, M. T., I.M. Galeczka, A. Gkritzalis-Papadopoulos, M. R. Palmer, M. C. Mowlem, Kristín S. Vogfjörð, Þorsteinn Jónsson & Sigurður S. Gíslason (2015). Monitoring of jokulhlaups and element fluxes in proglacial Icelandic rivers using osmotic samplers. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 291, 112–124. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2014.12.018.

Key, J., B. Goodison, W. Schöner, Ø. Godøy, M. Ondráš & Árni Snorrason (2015). A Global Cryosphere Watch. *Arctic* 68, Suppl. 1, 11 s. <http://dx.doi.org/10.14430/arctic4476>.

Mediero, L. T., R. Kjeldsen, N. Macdonald, S. Kohnova, B. Merz, S. Vorogushyn, D. Wilson, T. Albuquerque, G. Blöschl, E. Bogdanowicz, A. Castellarin, J. Hall, M. Kobold, J. Kriacuniene, M. Lang, H. Madsen, G. Onuşluel Gül, R. A. P. Perdigão, L. A. Roald, J. L. Salinas, A. D. Toumazis, N. Veijalainen & Óðinn Þórarinnsson (2015). Identification of coherent flood regions across Europe by using the longest streamflow records. *Journal of Hydrology* 528, 341-360. doi: 10.1016/j.jhydrol.2015.06.016.

Okada, J., Freysteinn Sigmundsson, Benedikt G. Ófeigsson, T. J. L. Ferreira & R. M. M. T. C. Rodrigues (2015). Tectonic and volcanic deformation at São Miguel Island, Azores, observed by continuous GPS analysis 2008–13. *Geological Society, London, Memoirs* 44, Chapter 18, 239-256. doi: 10.1144/M44.18.

Panzer, F., J. D. Zechar, Kristín S. Vogfjörð & D. A. J. Eberhard (2015). A Revised Earthquake Catalogue for South Iceland. *Pure and Applied Geophysics* 173(1), 97-116. doi: 10.1007/s00024-015-1115-9.

Sigurður R. Gíslason, Gerður Stefánsdóttir, Melissa Anne Pfeffer, Sara Barsotti, Þorsteinn Jóhannesson, I. M. Galeczka, E. Bali, Olgeir Sigmarsson, Andri Stefánsson, N. S. Keller, Árni Sigurðsson, Baldur Bergsson, B. Galle, V. C. Jacobo, S. Arellano, A. Aiuppa, Elín Björk Jónasdóttir, Eydis Salome Eiríksdóttir, Sigurður Jakobsson, Guðmundur H. Guðfinnsson, Sæmundur Ari Halldórsson, Haraldur Gunnarsson, B. Haddadi, Ingibjörg Jónsdóttir, Thor Thordarson, M. Riishuus, Þórdís Högnadóttir, T. Dürig, G.B.M. Pedersen, Ármann Höskuldsson & Magnús Tumi Guðmundsson (2015). Environmental pressure from the 2014–15 eruption of Bárðarbunga volcano, Iceland. *Geochemical Perspectives Letters* 1(1), 84-93. doi: 10.7185/geochemlet.1509.

Sigurlaug Hjaltadóttir, Kristín S. Vogfjörð, Sigrún Hreinsdóttir & Ragnar Slunga (2015). Reawakening of a volcano: Activity beneath Eyjafjallajökull volcano from 1991 to 2009. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 304, 194–205. doi:10.1016/j.jvolgeores.2015.08.001.

Spaans, K., Sigrún Hreinsdóttir, A. Hooper & Benedikt Gunnar Ófeigsson (2015). Crustal movements due to Iceland's shrinking ice caps mimic magma inflow signal at Katla volcano. *Nature, Scientific Reports* 5. Article number 10285. doi: 10.1038/srep10285.

Staines, K. E. H., J. L. Carrivick, F. S. Tweed, A. J. Evans, A. J. Russell, Tómas Jóhannesson & Matthew J. Roberts (2015). A multi-dimensional analysis of pro-glacial landscape change at Solheimajökull, southern Iceland. *Earth Surface Processes and Landforms* 40(6), 809-822. doi: 10.1002/esp.3662.

Vitturi, M. D., A. Neri & Sara Barsotti (2015). PLUME-MoM 1.0: A new integral model of volcanic plumes based on the method of moments. *Geoscientific Model Development* 8(8), 2447-2463. doi: 10.5194/gmd-8-2447-2015.

Zemp, M., H. Frey, I. Gärtner-Roer ... Oddur Sigurðsson [alls 39 höf.] ... (2015) Historically unprecedented global glacier decline in the early 21st century. *Journal of Glaciology* 61(228), 745-762. doi: 10.3189/2015JG15J017.

Ritryndir bókarkaflar

Volcanogenic floods in Iceland: an assessment of hazards and risks at Öraefajökull and on the Markarfljót outwash plain / ritstj. Emmanuel Pagneux, Magnús T. Guðmundsson, Sigrún Karlsdóttir & Matthew J. Roberts. Reykjavík: IMO, IES-UI, NCIP-DCPEM (2015), 164 s.

Kafli I: Emmanuel Pagneux, Sigrún Karlsdóttir, Magnús T. Guðmundsson, Matthew J. Roberts & Víðir Reynisson: Volcanogenic floods in Iceland: an exploration of hazards and risks, s. 7-16.

Kafli II: Matthew J. Roberts & Magnús T. Guðmundsson: Öraefajökull Volcano: Geology and historical floods, s. 17-43.

Kafli III: Magnús T. Guðmundsson, Þórdís Högnadóttir & Eyjólfur Magnússon: Öraefajökull Volcano: Eruption melting scenarios, s. 45-72.

Kafli IV: Ásdís Helgadóttir, Emmanuel Pagneux, Matthew J. Roberts, Esther H. Jensen & Eiríkur Gíslason: Öraefajökull volcano: Numerical simulations of eruption-induced jökulhlaups using the SAMOS flow model, s. 73-99.

Kafli V: Emmanuel Pagneux & Matthew J. Roberts: Öraefi district and Markarfljót outwash plain. Rating of flood hazards, s. 101-122.

Kafli VI: Emmanuel Pagneux: Öraefi district and Markarfljót outwash plain: Spatio-temporal patterns in population exposure to volcanogenic floods, s. 123-140.

Kafli VII: Emmanuel Pagneux: Öraefajökull: Evacuation time modelling of areas prone to volcanogenic floods, s. 141-164.

Fræðirit og rit almenns eðlis

Guðrún Elín Jóhannsdóttir, Þórður Arason & Halldór Björnsson (2015). Uppgufun í Reykjavík 1968-2006. *Skýrsla Veðurstofu Íslands* 2015-010, 35 s.

Guðrún Nína Petersen (2015). Greining á öfgaveðurhæð frá sjálfvirkum vindmælingum. *Skýrsla Veðurstofu Íslands* 2015-004, 53 s.

Guðrún Nína Petersen & Einar Sveinbjörnsson (2015). Élja- og seltuveðrið 10. janúar 2012. *Náttúrufræðingurinn* 85 (1-2), 46-53.

Magni Hreinn Jónsson & Sveinn Brynjólfsson (2015). Samband veðurs og snjóflóða á Ólafsfjarðarvegi. *Skýrsla Veðurstofu Íslands* 2015-002, 53 s.

Nikolai Nawri (2015). Cyclones and associated weather patterns over the northern North Atlantic region based on ECMWF reanalyses. *Skýrsla Veðurstofu Íslands* 2015-005, 35 s.

Nikolai Nawri (2015). Impact of snow and cloud cover on the surface energy budget over Iceland based on HARMONIE model simulations. *Skýrsla Veðurstofu Íslands* 2015-006, 42 s.

Philippe Crochet (2015). Regional Flood Frequency Analysis: A case study in eastern Iceland. *Skýrsla Veðurstofu Íslands* 2015-007, 47 s.

Philippe Crochet (2015). Regional Flood Frequency Analysis: Application to partly glacierized and/or groundwater-fed catchments. *Skýrsla Veðurstofu Íslands* 2015-009, 35 s.

Rúnar Óli Karlsson, Pálína Þórisdóttir, Óliver Hilmarsson, Sveinn Brynjólfsson & Harpa Grímsdóttir (2015). Snjóflóð á Íslandi veturinn 2013–2014. *Skýrsla Veðurstofu Íslands* 2015-008, 42 s.

Snorri Zóphóníasson (2015). Vatnafar í Eldhrauni. Náttúrulegar breytingar og áhrif veitumannvirkja. *Skýrsla Veðurstofu Íslands* 2015-003, 37 s. + viðaukar.

Þorsteinn Þorsteinsson, Bergur Einarsson & Vilhjálmur S. Kjartansson (2015). Afkoma Hofsjökuls 2013–2014. *Skýrsla Veðurstofu Íslands* 2015-001, 20 s.



Veðurstofa Íslands

Bústaðavegi 7-9
108 Reykjavík
www.vedur.is