

ÁRSSKÝRSLA 2016



ÁRSSKÝRSLA 2016

- 3** Frá forstjóra
- 4** Náttúrufar
- 10** Rannsóknir og þróun
- 18** Stofnunin
- 20** Fjármál og rekstur
- 22** Ritaskrá starfsmanna



© Veðurstofa Íslands 2017

Bústaðavegi 7–9, 108 Reykjavík

ISSN 2251-5607

Efni ársskýrslunnar var unnið af starfsmönnum Veðurstofu Íslands
Ritstjórn: Sigurlaug Gunnlaugsdóttir

Hönnun og umbrot: Hvíta húsið

Prentun: Oddi

Forsíðumynd: Skaftafellsjökull
Ljósmynd: Emil H. Valgeirsson

FRÁ FORSTJÓRA

Árið 2016 var hlýjasta ár á jörðinni frá upphafi mælinga. Hitastigið í sérhverjum mánuði var hærra en það hefur áður orðið. Hluti af skýringunni á þessu háa hitastigi er óvenjusterker El Niño-atburður á árinu en undirliggjandi hlýnun andrúmsloftsins er afgerandi. Afleiðingarnar eru gríðarleg bráðnun á hafis og jöklum á heimskautasvæðunum. Hitastig á Norðurlóðum hefur aldrei verið hærra. Það kemur m.a. fram í því að meðalhitastig ársins 2016, mælt í Stykkishólmi, er það hæsta frá því að mælingar hófust, en hitaröð þaðan nær aftur til aldamótanna 1800. Hér er því um mjög óvanaleg hlýindi að ræða og ógnvekjandi þróun og sýnir hversu nauðsynlegt er fyrir samfélagið að líta á loftslagsbreytingar sem náttúruvá og bregðast við henni með svipaðri aðferðafræði og beitt er við áhættumat á annarri náttúruvá.

Reglubundnar líkankeyrslur á ofurtölvu dönsku veðurstofunnar DMI hófust á fyrrihluta ársins. Seinni part ársins hófust síðan veðurreikningar á sameiginlegu svæði yfir Íslandi og Grænlandi og eru niðurstöður úr þeim nú þegar nýttar í veðurspár fyrir Ísland. Stutt er í að farið verður að reikna klasaspár fyrir svæðið en þær gefa upplýsingar um áreiðanleika spánna. Þessi þróunarvinna mun bæta gæði þjónustu okkar og þá sérstaklega fyrir alþjóðfluglið um veðuraðstæður yfir Grænlandi.

Hafinn er undirbúningur að enn frekari samvinnu Norðurlandanna á þessu sviði og hefur það samstarf verið útvíkkað til Eystrasaltlandanna. Markmiðið er að þessi lönd reikni sameiginlega veðurspár fyrir sín þjónustusvæði á sameiginlegri tölvu frá og með árinu 2022. Veðurstofan tekur fullan þátt í þessum undirbúningi og væntir verulegs ávinnings af því samstarfi fyrir alla viðskiptavinum og hagsmunaaðila.

Árið 2016 var rólegt hvað varðar náttúruvá. Enginn stóratburður var á árinu og því gafst betra næði að sinna öðrum brýnum verkefnum Veðurstofunnar sem oft er vikið til hliðar í forgangsröðun í náttúruváratburðum. Næði gafst m.a. til festa í sessi sólarhringsvakt náttúruvársérfræðinga sem sett var á laggirnar í lok árs 2015. Hún hefur reynst mikið framfaraskref og bætt þjónustu Veðurstofunnar umtalsvert. Þjálfun náttúruvársérfræðinga hefur átt sér stað á árinu og gengið vel og er brýnt að halda uppi þjálfun og símenntun hjá þeim sem sinna svo margþættu starfi.

Veðurstofan hefur tekið þátt í undirbúningi laga um Hamfarasjóð og er markmiðið þar að ná utan um alla náttúruvá með svipuðum hætti og gert er með ofanflóð. Veðurstofan hefur verið með sérstaka fjármögnun frá Ofanflóðasjóði til þess að vinna að áhættumati vegna eldfjalla, vatns- og sjávarflóða sem ljúka mun á næsta ári. Markmið stjórnvalda er að ný löggjöf um Hamfarasjóð taki gildi í lok næsta árs og skapi þannig grunn að áframhaldandi verkefnum vegna áhættumats hvers konar náttúruvár. Þessi þróun er mjög mikilvæg til þess að fá heildaryfirsýn um þá náttúruvá sem við þurfum að horfast í augu við og bregðast við á sem skynsamlegastan máta fyrir samfélagið.

Rekstur Veðurstofunnar er í jafnvægi eins og undanfarin ár. Þó hefur valdið erfiðleikum að mæta þeim miklu launabreytingum sem orðið hafa, og eins að glíma við þá óvissu sem hefur verið um stöðu samninga sumra stéttarféлага. Því miður hafa launabætur ríkissjóðs vegna kjarasamninga ekki tekið tillit til mismunandi áhrifa þessara

breytinga á hverja stofnun fyrir sig. Hvað varðar Veðurstofuna er umtalsverður munur á þeim launabótum sem við fáum og þeim kostnaði sem við þurfum að bera. Þetta er bagalegt í ljósi þess að með nýjum lögum um opinber fjármál er horft til 3–5 ára ramma og því brýnt að vanda til í upphafi þessa nýja verklags.

Á síðari hluta ársins 2016 hófst vinna við að endurskoða hlutverk, gildi, framtíðarsýn og stefnu Veðurstofu Íslands. Margt kallaði á þessa endurskoðun: ný lög um opinber fjármál, endurskoðuð stefna umhverfis- og auðlindaráðuneytisins, uppfærsla á alþjóðlegum gæðastöðlum og stöðug aðlögun starfsemi Veðurstofunnar að breyttum þörfum samfélagsins.

Í kjölfar stefnumótunarvinnunnar hefur það verið afmarkað sem mikilvægasta markmið Veðurstofunnar að hún verði vinnustaður þar sem fólk líður vel við þá krefjandi vinnu sem því er ætlað að inna af hendi á degi hverjum. Mælikvarðar hafa verið skilgreindir og viðmiðunarmörk sett. Með aðkomu allra starfsmanna hefur verið ýtt úr vör verklagi þar sem vikulega er fylgst með framvindu og aðgerðir skilgreindar. Það verður spennandi að sjá hvernig starfsfólki Veðurstofunnar tekst í sameiningu að ná þessu mikilvæga markmiði.

Árni Snorrason
forstjóri Veðurstofunnar
IMO Director General



The year 2016 was the Earth's warmest year on record. The consequences are enormous, including rapid melting of glaciers and sea-ice in the polar areas. Society needs to address climate change in the same manner as for other natural hazards and develop a risk assessment plan for our changing climate.

The 24/7 monitoring of natural hazards at IMO that was launched late in 2015 is now fully operational. Implementation of these services has improved our real-time services.

The risk assessment project for natural hazards in Iceland was continued last year and some important milestones were achieved. This project is expected to be extended under a new governmental fund that is planned to cover funding of risk assessment projects, any kind of mitigation and refunding of losses related to natural hazards.

Early last year the Danish Meteorological Office's supercomputer located at IMO was made operational. Iceland is benefitting from this collaboration by receiving weather forecasts from DMI on a larger domain at higher resolution which will improve our services.

The vision, mission and values of IMO were reviewed and the new strategy until 2021 has been adopted with defined goals and milestones. To implement the new strategy, IMO launched a project across all departments where goals were selected for each team with participation by all employees. We hope to meet the targets by the middle of the year 2017.

NÁTTÚRUFAR

Tíðarfar ársins 2016

Árið 2016 var sérlega hlýtt hér á landi. Við Breiðafjörð og á Vestfjörðum var það hlýjasta ár frá því að mælingar hófust og í hópi þeirra hlýjustu í öðrum landshlutum. Hiti fyrstu tvo mánuðina var þó nærri meðallagi en haustið sérlega hlýtt. Vindar voru með hægara móti. Fremur þurrt var um tíma, frá því síðla vetrar og fram á sumar, en haustið óvenju úrkomusamt, sérstaklega um landið sunnanvert.

Hiti

Meðalhiti í Reykjavík var 6,0 stig og er það 1,7 stigum ofan meðallags árána 1961 til 1990. Er þetta 21. árið í röð með hita yfir meðallagi og næsthlýjast þeirra 146 ára sem samfelldar mælingar ná til ásamt 2014. Í Stykkishólmi var ársmeðalhitinn 5,5 stig, 2,0 stigum yfir meðallagi. Þetta er hlýjasta ár frá upphafi mælinga í Stykkishólmi 1846. Á Akureyri var meðalhitinn 4,9 stig, 1,7 stigum ofan meðallags. Þar var nokkru hlýrra árið 2014. Á Stórhöfða í Vestmannaeyjum var meðalhiti ársins 6,0 stig, 1,2 stigum ofan meðallags. Á landsvísu var hitinn 1,7 stigum ofan meðallagsins 1961 til 1990, og en 0,7 stigum ofan meðallags síðustu tíu ára. Ársmeðalhitinn var hæstur á Steinum undir Eyjafjöllum, 7,1 stig, en næst-hæstur í Surtsey, 7,0 stig. Lægstur var ársmeðalhitinn á Þverfjalli, -0,1 stig, og lægstur í byggð í Möðrudal, 1,8 stig.

Sé miðað við 1961 til 1990 var að tiltölu kaldast á Stórhöfða en hlýjast í Grímsey. Hæsti hiti ársins á landinu mældist á Egilsstöðum 3. júní, 24,9 stig, en mest mældist frostið -25,3 stig í Svartárkoti 30. mars. Hæstur hiti á mannaðri stöð mældist 21,6 stig á Eyrarbakka 27. júlí en mest frost, -22,7 stig, á Grímsstöðum á Fjöllum þann 30. mars.

Hæsti hiti í Reykjavík mældist 21,3 stig þann 28. júlí (reyndar að kvöldi þ. 27.), en mest 20,0 stig á mönnum stöðinni á Akureyri hinn 23. ágúst. Svo lágt hefur árhámarkið ekki orðið á Akureyri síðan 1993, en þá var það hið sama og nú. Þann 19. júní mældist hitinn 20,5 stig á sjálfvirku stöðinni við Krossanesbrautina á Akureyri. Lægsti hiti í Reykjavík mældist -10,3 stig þann 31. janúar, en á Akureyri var lægsta lágmarkið -15,0 stig þann 25. febrúar. Sama dag mældist hiti -22,0 stig á Akureyrarflugvelli.

Úrkoma

Úrkoma í Reykjavík mældist 933,9 mm, 14 prósent ofan meðallags árána 1971 til 2000, en 5 prósent ofan meðallags síðustu tíu ára. Á Akureyri mældist úrkoman 629,2 mm, 21 prósent ofan meðallags 1971 til 2000, og 7 prósent ofan meðallags síðustu tíu ára. Á Dalatanga mældist úrkoman 1649,0 mm, um 10 prósent umfram meðallag árána 1971 til 2000.

Mesta sólarhringsúrkoma ársins á mannaðri stöð mældist 157,3 mm á Nesjavöllum þann 12. október og daginn eftir mældust þar 149,2 mm. Mest mældist sólarhringsúrkoman í Reykjavík 31,1 mm 6. október en mest 32,5 mm á Akureyri þann 25. september.

Snjór

Veturinn 2015 til 2016 var snjöpungur framan af í Reykjavík, snjór var óvenjumikill í desember 2015 og einnig í febrúar 2016, janúar var í riflegu meðallagi hvað þetta varðar, en mars var aftur á móti

mjög snjóléttur. Haustið var svo með snjóléttasta móti. Alhvítir dagar árið í heild voru 14 færri en í meðalári.

Snjálög voru einnig undir meðallagi á Akureyri. Alhvítir dagar ársins 2016 voru 94 á Akureyri, 24 færri en í meðalári.

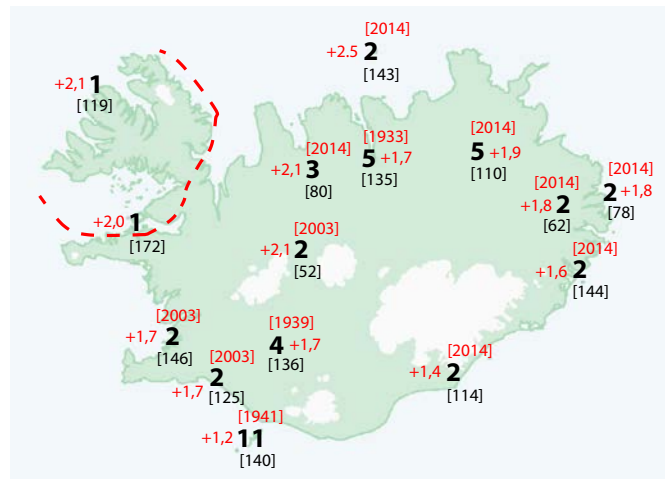
Sólskinsstundir, loftþrýstingur og vindhraði

Sólskinsstundir mældust 1302,2 í Reykjavík, 34 fleiri en í meðalári 1961 til 1990, en aftur á móti 142 færri en að meðallagi síðustu tíu ára. Á Akureyri var árið sólríkt, sólskinsstundirnar mældust 1150,0 eða 105 fleiri en að meðaltali 1961 til 1990 og 94 fleiri en að meðaltali síðustu tíu ára.

Meðalloftþrýstingur í Reykjavík var 1005,5 hPa og er það 0,4 hPa undir meðallagi árána 1961 til 1990. Hæsti þrýstingur ársins mældist 1040,1 hPa á Reykjavíkflugvelli 31. desember en lægstur á Gufuskálmum 20. desember, 944,1 hPa. Vindhraði var undir meðallagi og stormdagar færri en í meðalári á landsvísu.

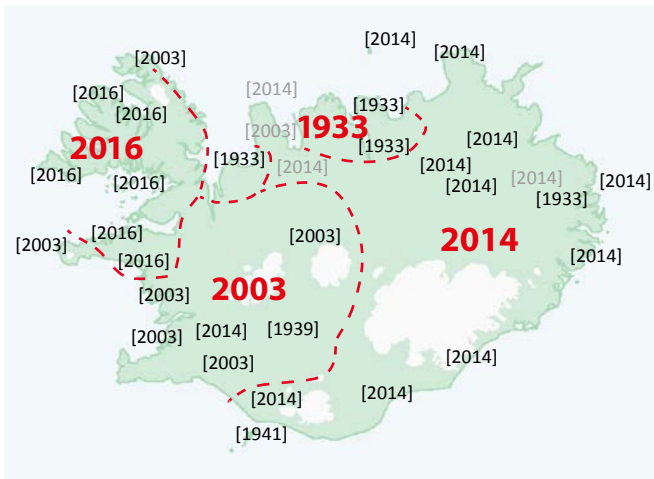
Hlýindin árið 2016

Óvenjuhlytt var hér á landi á árinu 2016 og norðvestanlands varð árið það hlýjasta sem vitað er um. Svo hittist á að árið varð einnig það hlýjasta á heimsvísu. Heimshlýndin ein og sér nægja þó ekki til að skýra það hversu hlýtt varð hérlendis.



Staða ársins 2016 á hlýndalista nokkurra veðurstöðva.

Svæðið þar sem árið 2016 var það hlýjasta er afmarkað með rauðri punktalínu. Kortið sýnir stöðu ársmeðalhitans meðal hlýjustu ára á fáeinum stöðvum (kortagrunnur, Þórður Arason). Stóra feiritraða talan sýnir röðina, rauðar tölur vik frá meðallagi 1961 til 1990 í °C, rauðar tölur í hornklofa sýna hvaða ár er hlýjast á hverri stöð þar sem 2016 var ekki það hlýjasta, en svartar tölur í hornklofa sýna hversu lengi hefur verið athugað á hverri stöð. Að tiltölu var kaldast í Vestmannaeyjum, þar er vitað um tíu hlýrri ár en 2016.



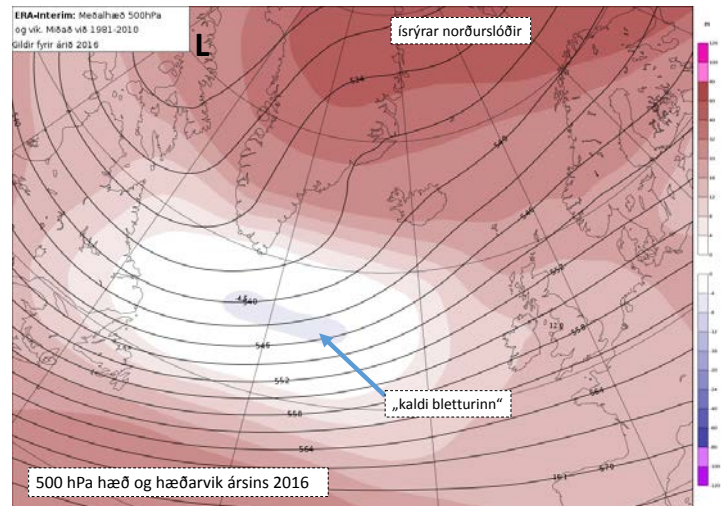
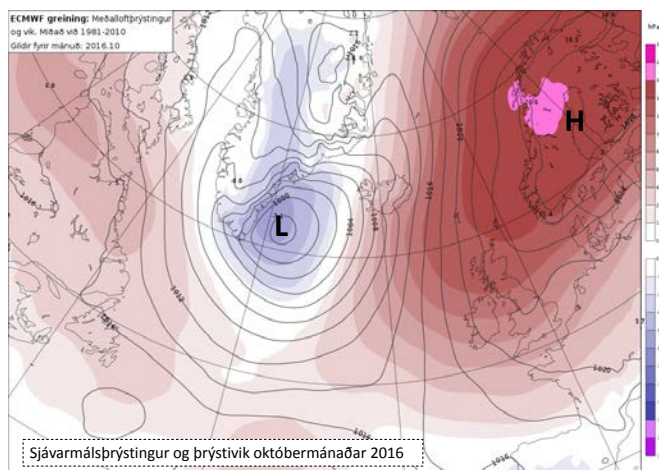
Hljýjstu ár á nokkrum stöðum þar sem athugað hefur verið mjög lengi.

Hljýjasta ár í einstökum landshlutum er 2014 um mest allt landið austanvert en 2003 á Suðvesturlandi. Norðanlands er árið 1933 en það hlýjasta á allmörgum stöðvum, frá Hrótafirði í vestri austur í Þingeyjarsýslur. Engin stöð mældi hita í Skagafirði bæði 2014 og 1933 en líklega var 1933 líka það hlýjasta þar eins og í nágrenna-sýslunum. Á Stórhöfða í Vestmannaeyjum var hlýjast 1941.

Árin 2015 og 2016 voru mjög hlý á heimsvísu, það fyrra þó ekki sérlega hlýtt hérlendis. Hlýindin hér árið 2016 eru að einhverju leyti tilviljun í almennt hlýnandi veðurfari heimsins. En hver er þessi tilviljun? Fyrstu spurningu í langri röð er auðsvarað. Sunnanáttir voru sérlega þrálátar alveg frá því í mars og meira og minna út árið. Október var hvað óvenjulegastur.

Kortið hér að neðan sýnir meðalsjávarmálsþrýstingur í októbermánuði (heildregnar línur) og vik frá meðallagi árána 1981 til 2010. Gríðarleg hæð yfir Skandinavíu og lægð vestur við Suður-Grænland beindu suðlægum áttum í átt til landsins langt sunnan úr höfum.

Hvernig stendur á því? Fátt er um svör önnur en þau að staða sem þessi hlýtur að koma upp endrum og sinnum og hefur reyndar gert það áður. Hljýjstu októbermánuðir fyrri tíðar sýna á móta þráláta sunnanátt. Þar má nefna október 1915 sem var afburðahlýr hér á landi þrátt fyrir að kuldar væru þá ríkjandi á heimsvísu. En 1915 stóð sunnanáttin ekki jafnlengi og nú. Nú var hún ekki aðeins mikil heldur stóð hún mánuðum saman.



Kortið sýnir meðalhæð 500 hPa-flatarins árið 2016 og vik frá meðallagi árána 1981 til 2010. Jafnhæðarlínur eru heildregnar en vik eru sýnd í lit, þau jákvæðu bleik og brúnleit, þau neikvæðu bláleit.

Það vekur sérstaka athygli á þessu korti að vikin eru jákvæð nærri því allstaðar. Er það í samræmi við heimshlýindin. Ísýrt er á norðurslóðum – e.t.v. að einhverju leyti vegna hinna miklu sunnanátta – en til lengdar hefur ísýrðin áhrif á legu jafnhæðarflata hvað sem aðstreymi af hlýju lofti liður.

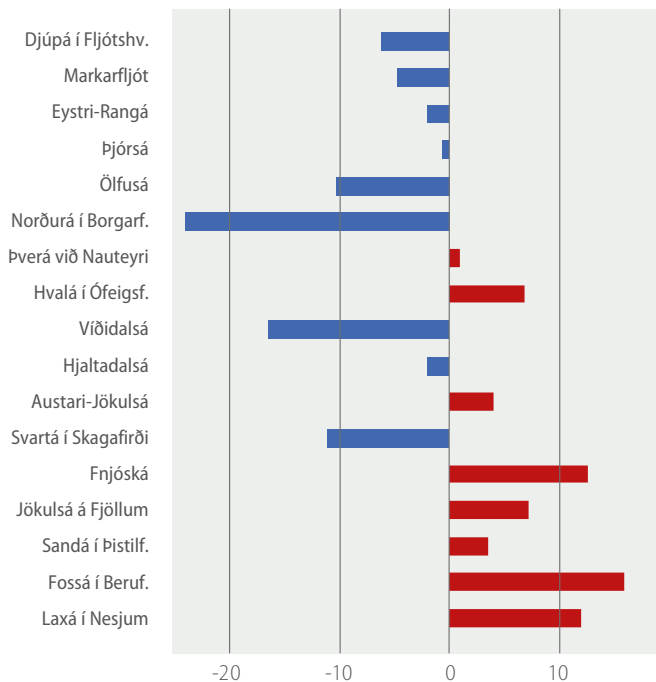
Vetna 2013 og 2014 voru norðvestanáttir sérlega skæðar og kaldar um norðvestanvert Atlantshaf og kældu sjávarýfirborð baki brotnu. Sjávarhiti hefur ekki enn jafnað sig eftir þá atlögu. Þessi kaldí sjór virðist hafa haldið hlýindum í skefjum á stóru svæði suður af Grænlandi og er líklegasta ástæða þess að 500 hPa hæðarvikin eru þar neikvæð á dálitlu svæði. Þessi neikvæðu hæðarvik suðvestur- undan og jákvæðu vikin í norðurhöfum hafa í sameiningu snúið háloftavindáttum hér á landi í suðlægari og austlægari stefnu en algengast er. Þau fengu frið til þess árið 2016.

Climate and weather

The year 2016 was warm in Iceland. It was the warmest year on record in all stations in North-West part of Iceland and one of the warmest in other parts of the country. During the first two months of the year temperature were close to long-term means, but the last three months of the year were particularly warm. Wind speed was slightly lower than average. During late winter to mid-summer conditions were rather dry, but the autumn was very wet, especially in the southern part of Iceland.

NÁTTÚRUFAR

Vik frá meðalrennsli í % vatnsárið 2015/2016



Vatnafar 2015/2016

Vatnsár er skilgreint frá 1. október til 30. september. Hér er fjallað um vatnsárið 2015/2016 og tekur umfjöllunin því ekki til síðasta fjórðungs síðasta árs. Á vatnsáramótum er talið að minnstar snjófyrningar séu á landinu og úrkoman hafi skilað sér í rennsli áa. Flestir kannast við flokkunina dragár, lindár og jökulár. Við rennsli-mæli getur vatnsfall átt uppruna úr öllum þessum þáttum. Á þurru og hlýju sumri getur rennsli dragáa og lindáa verið lítið en rennsli jökuláa mikið. Þannig getur meðalrennsli áa sem eru samsettar úr þessum þáttum aðeins sagt hálfá söguna.

Í upphafi vatnsárs kom hlaup úr Eystri Skaftárkatli. Lengra hlé hafði liðið frá síðasta hlaupi úr katlinum en áður eru dæmi um. Hlaupið stóð fremur stutt en hámarksrennsli varð mun meira en áður og olli hlaupið skemmdum á landi.

Á vatnsárinu var rennsli áa á Austurlandi yfir meðalrennsli en þegar kemur á vestanvert Norðurland, Vesturland og Suðurland er rennsli undir meðallagi.

Tvö vatnsveður gengu yfir Suðausturland og Austurland, annað í lok október 2015 og hitt í lok desember 2015, og ollu miklum flóðum í ám. Vegir og brýr stóðust vel en mikill áhlaðandi á sjó skemmdi mannvirki við sjávarsíðuna.

Rennsli í janúar og febrúar 2016 var mjög lítið víðast um land en snjór safnaðist á landið norðaustan- og austanvert fram í apríl. Snjóá leysti í apríl til júní og var júní eini mánuðurinn með meðalrennsli vel yfir meðallagi víðast hvar á landinu á síðasta vatnsári.

Þurrkur var víðast í maí og grunnvatn lækkaði á vestan- og sunnanverðu landinu. Dragár og lindár voru vatnslitlar vestan- og sunnanvert í júlí og ágúst. Veði var dræm vegna vatnsleysis. Á Austfjörðum rigndi mikið í júlí. Í Skaftáreldahrauni varð grunnvatnsstaða lægri en nokkru sinni fyrr um vorið og rættist ekki úr fyrr en jökulleysing jók rennsli Skaftár verulega í júní. Grunnvatnsstaða var orðin fremur lág í Heiðmörk haustið 2016 á vatnsverndarsvæði Reykvíkinga en mikið regn eftir vatnsáramót hefur bætt þar verulega í.

Flóð og skriður

Snjóflóð á árinu 2016

Talsvert var um snjóflóð frá janúar fram í maí 2016. Haustið 2016 var aftur á móti óvenju snjólétt og hlýtt og meira um skriður og krapaflóð en eiginleg snjóflóð. Í janúar féll snjóflóð á varnargarðinn í Bjólfi á Seyðisfirði, en hann er á stalli í fjallinu í um 600 m hæð. Varnargarðinum er ætlað að koma í veg fyrir að flóð sem fara af stað við brún Bjólfsins fari yfir stallinn og niður hlíðina í átt að byggð. Þetta er þriðja flóðið sem lendir á þessum varnargarði en flóð fóru á hann árið 2006 og 2008.

Í byrjun febrúar gekk snjóflóðahrina yfir Vestfirði og féllu nokkur stór flóð, meðal annars í Önundarfirði, Syðridal og Skálavík, og flóð fóru á vegi á nokkrum stöðum í Reykhólasveit og Dölunum. Nokkur hús voru rýmd á Patreksfirði og þar féll flóð niður á götu um 40 m utan við húsin sem voru rýmd. Í Eyjafirði féll flóð á hornið á kirkjunni í Laufási. Kirkjan slapp við skemmdir en leiði og trjágróður í kirkjugarðinum fóru illa.

Um miðjan mars var hláka með hlýindum, hvössum vindi og rigningu. Krapaflóð féllu á Bildudal, þar af eitt sem rann meðfram varnargarði neðan Búðargils og lenti á gömlu húsi sem keypt hefur verið upp vegna snjóflóða- og krapaflóðahættu. Hús voru rýmd neðan Geirseyrargils (Stakkagils) á Patreksfirði. Einnig fóru krapaflóð yfir veginn um Súðavíkurhlíð. Á milli jóla og nýárs var hlákuveður og fóru krapaflóð yfir veginn í Súgandafirði.

Á undanförunum tveimur árum hafa nokkur krapaflóð fallið á landinu og sum þeirra valdið tjóni. Krapaflóð eru blanda af snjó og vatni og algengast er að þau falli niður vatnsfarvegi þegar asahláka og rigning verður ofan í snjó. Mögulegt er að þessi gerð flóða verði tíðari en áður með hlýnandi veðurfari.

Síðustu vetur hafa mörg flóð fallið af mannavöldum á hverjum vetri. Þegar fólk ferðast um brattar, snævi þaktar hlíðar, t.d. göngumenn, fjallaskíðamenn og vélsleðamenn, þá getur verið hætt á að menn setji af stað snjóflóð. Á árinu 2016 eru skráð 27 flóð af mannavöldum í gagnagrunn Veðurstofunnar. Af þeim voru 11 sett af stað af vélsleðum, 12 af skíðamönnum, 2 af göngumönnum og 2 af troðurum. Í sumum tilfellum skall hurð nærri hælum en ekki urðu alvarleg slys á fólki.

Skriður

Sumarið 2016 var frekar rólegt og ekki mikið um skriðuföll. Í júlí fór grjótskriða ofan við golfvöllinn austan Víkur og stórt bjarg stöðvaðist við eina „flötina“. Í október féll berghlaup úr Dyrhólaey á stað þar sem hefur áður fallið, en þetta gerist vegna þess að sjórinn grefur undan bergstaflanum. Skriða féll við Snæfellsjökul og skriða fór yfir veg í Arnarfirði. Þann 11. nóvember féllu margar skriður í Berufirði, þar af fór stór skriða yfir veg og festist vörubíll í henni.



Flekaflóð sem féll til hliðar við gönguhóp í Króardalsskarði í Seyðisfjarðarbotni. Ljósmynd: Kári Valur Hjörvarsson.

Á nokkrum stöðum á landinu er fylgst með jarðlögum sem eru á hreyfingu í grennd við byggð og einn slíkur staður er við utanverðan Eskifjörð. Þar uppgötvuðust sprungur í jarðvegi haustið 2015. Á árinu 2016 hefur jarðvegur verið á hreyfingu þótt hægt hafi á henni miðað við það sem var þegar sprungurnar uppgötvuðust.

Aukin áhersla hefur verið lögð á rannsóknir á skriðum sem rekja má til bráðunar sífrera í fjöllum og tekur Veðurstofan þátt í tveimur rannsóknarverkefnum sem tengjast sífrera og skriðuföllum. Þegar sífreri í fjallshlíðum bráðnar getur losnað um jarðveg sem áður var samlímdur af ís. Rannsóknirnar eru til komnar vegna tveggja stórra skriðna á norðanverðu landinu þar sem sífreri kom við sögu. Sú fyrri féll haustið 2012 úr hlíðum Móafellshyrnu í Fljótum og sú seinni sumarið 2014 úr Árnestindi á Ströndum.



Sprungur í jarðvegi í Eskifirði. Mynd tekin úr flygildi. Ljósmynd: Hlynur Sveinsson.

Hydrology

The hydrological year 2016 includes autumn 2015. In September-October 2015, there was a glacial outburst flood in Skaftá river; including increases in water level at Sveinstindur and electrical conductivity readings. The source was the eastern Skaftá ice-cauldron (Eystri Skaftárketill) formed due to persistent geothermal activity beneath Vatnajökull. The rate of discharge increase at Sveinstindur was the highest observed since the station was established in 1971. The flood caused some damage to farmland.

Heavy rainstorms caused floods in rivers in the eastern and south-eastern part of the country in October and December 2015 and damaged buildings on the seacoast. Rivers in Austfirðir showed greater than average discharge; discharge in rivers in the southern and western parts of the country, however, was less than average. Spring and summer were mostly dry and the level of groundwater was low, in particular in the capital area in the autumn 2016.

Avalanches, landslides

Quite a few snow avalanches occurred in the first part of the year 2016. Avalanche fell into an avalanche catching dam in Seyðisfjörður. An avalanche cycle occurred in the Westfjords in February; in Patreksfjörður residents were evacuated, and avalanche fell on the road about 40 m from empty houses. An avalanche hit the corner of a church in Laufás, Eyjafjörður, and did some damages to the graveyard. Slush flows caused problems both in March and in December. In March, slush flow fell on an empty house in Bildudalur and houses were evacuated in Patreksfjörður. Avalanches triggered by human beings, 27 total, were recorded in IMO's database in 2016. Most of them were triggered by either a snowmobile or a backcountry skier. In some cases it was a close call but nobody got seriously injured.

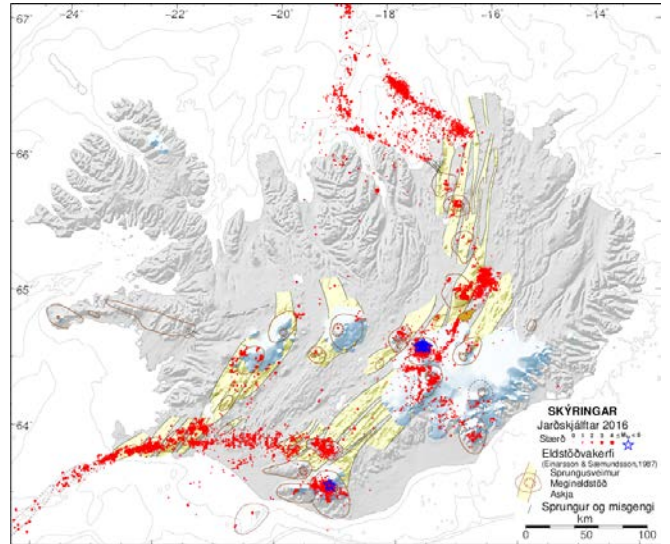
In some inhabited areas the movement of soil is monitored, e.g. in Eskifjörður where crevasses in soil were discovered during fall 2015. Landslides due to melting of permafrost have been central to research projects which IMO participates in. A couple of large landslides, which included big chunks of ice and soil glued together, occurred in the northern part of Iceland in 2012 and 2014.

NÁTTÚRUFAR

Aukin virkni í Kötlu 2016

Undanfarin ár og jafnvel áratugi hefur skjálftavirkni undir Kötluoðskjinni að jafnaði verið mest á sumrin. Oft á tíðum hafa lítil jökulhlaup fylgt skjálftavirkinni og í einstaka tilvikum hafa hlaup valdið tjóni á mannvirkjum. Talið er að sambland jarðhita, grunnvatnsstöðu og fargbreytinga á jöklinum valdi aukinni virkni. Þrýstingur minnkar við botn jökulsins vegna hærri grunnvatnsstöðu og þá eykst grunnstæð jarðskjálftavirkni, sér í lagi nálægt jarðhitasvæðunum sem eru viðkvæmari fyrir þrýstingsbreytingum. Þannig eykst samband þessara þátta einkum á sumrin. Virkinn byrjar venjulega að aukast í júní og júlí en svo dregur aftur úr henni seint á haustin, oft í október. Flest jökulhlaup hafa orðið á tímabilinu frá miðjum júní til síðsumars, þar sem greinileg breyting verður í rafleiðni í byrjun júlí, en aukin rafleiðni endurspeglar aukið hlutfall jarðhita-vatns.

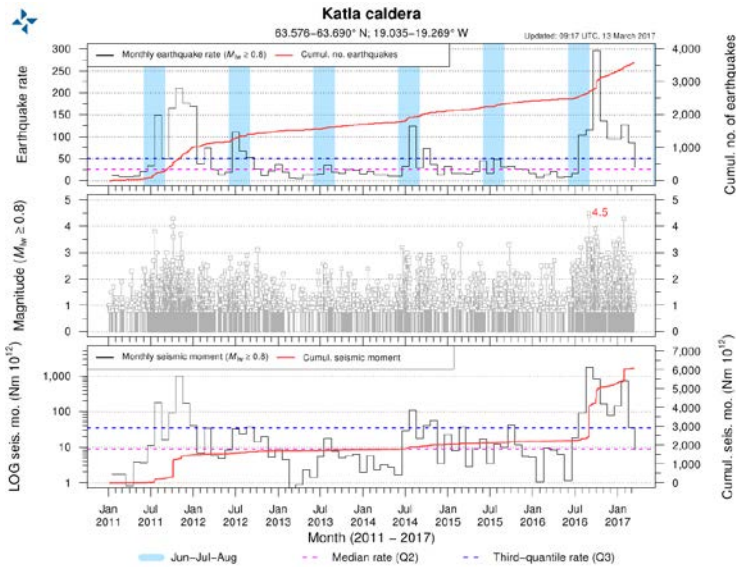
Allt frá sumrinu 2016 hefur jarðskjálftavirkni innan Kötluoðskjunnar verið sérlega mikil og langvarandi. Virkinn jókst frá miðjum júní frá því að vera einn til tveir jarðskjálftar á dag í það að vera þrjár til fimm, þar sem allir skjálftar eru undir þrem stigum. Aftur jókst virkinn í byrjun júlí þar sem um 10 jarðskjálftar mældust á dag og hefur virkinn verið svipuð síðan. Einnig hafa mælst hrinur þar sem fjöldi jarðskjálfta fer upp í 100 á dag.



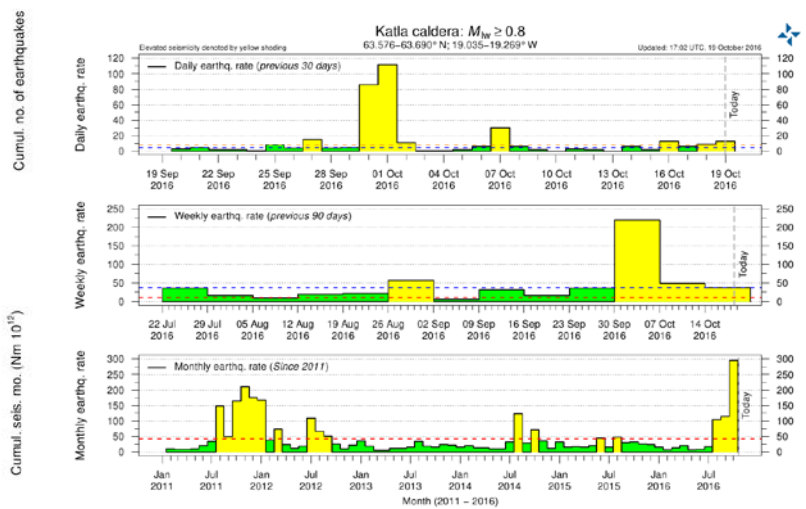
Upptök jarðskjálfta á Íslandi árið 2016 mæld með jarðskjálftamælikerfi Veðurstofunnar. Rauðir hringir tákna jarðskjálfta stærri en 0. Stjörnur tákna skjálfta yfir 4 að stærð. Á kortinu eru einnig sýnd eldstöðvakerfi (Páll Einarsson og Kristján Sæmundsson, 1987).

Ókyrrð frá því í júlí 2016

Jarðskjálftar yfir þremur stigum mældust 26. júlí 2016 í norðurhluta Kötluoðskjunnar. Annar skjálfti, 3,5 að stærð, mældist 19. ágúst og stærsta hrinan hingað til mældist þann 29. ágúst. Hrinan hófst um kl. 00:30 og stóð til um kl. 06:00 með áberandi hviðum um kl. 00:40 sunnarlega í miðri öskjinni, og aftur um kl. 01:50 í norðurhluta hennar. Stærstu jarðskjálftarnir mældust kl. 01:47:02 og 01:47:28, 4,4 og 4,5 að stærð, í norðurhluta öskjunnar. Allir þessir skjálftar voru grunnir, eða á innan við 5 km dýpi, og flestir þeirra voru staðsettir saman í þyrpingu nálægt yfirborði. Fjöldi jarðskjálftanna



Jarðskjálftavirkni í Kötluoðskju janúar 2011 til febrúar 2017. Efsta myndin sýnir mánaðarlega aukningu jarðskjálfta á sumrin (blá svæði). Grafið sýnir aukna jarðskjálftavirkni frá því í júlí 2016, bæði fjöldi jarðskjálfta á mánuði og uppsafnað jarðskjálftavægi.



Jarðskjálftavirkni í Kötluoðskju janúar 2011 til febrúar 2017. Myndirnar sýna meðaltal jarðskjálfta á dag (efst), viku (mið) og mánuði (neðst). Þröskuldar hafa verið skilgreindir fyrir þessi þrjú tímabil til þess að greina óvenjumikla virkni (gulllituð svæði). Þegar flugkóðinn var hækkaður í gult sýndu allar þrjár myndir mælistærð yfir sínum þröskuldi.

fækkaði umtalsvert eftir kl. 06:00 og varð jarðskjálftavirkni stöðug með um það bil fimm skjálftum á dag, sem var aðeins undir dags-meðaltali jarðskjálfta í ágúst.

Frá 29. september til 1. október varð áköf jarðskjálftahrinna innan Kötluöskjunnar þar sem um 500 skjálftar voru staðsettir. Níu jarðskjálftar í hrinunni mældust yfir þrem stigum og fjórir þeirra mældust með stuttu millibili frá kl. 12:02 til kl. 12:15 þann 30. september. Þessi stigmögnun virkni olli því að Veðurstofan hækkaði flugviðvörunarstig í gulan lit. Jarðskjálftahrinan var stöðug í suðausturhluta öskjunnar til 1. október. Gosórói mældist ekki á tímabilinu. Í samræmi við eðlilega bakgrunnsvirkni var flugviðvörunarstigð fært aftur í grænan lit þann 4. október.

Uptakagreining skjálftanna

Brotlausnir eru tól sem nýtast við úrvinnslu jarðskjálftagagna til að fá upplýsingar um eðli skjálftaupptaka og þeirrar hreyfingar sem olli skjálftanum. Erfitt er að reikna brotlausnir fyrir stærstu jarðskjálftana þar sem hraði jarðskjálftabylgja er lítt þekktur undir Mýrdalsjökli, en einnig vegna þess að svo stutt var á milli skjálftanna að bylgjuformin flæktust saman. Vegna hins síðarnefnda er erfitt að finna skautun p-bylgja sem eftir koma þar sem truflanir eru enn í kerfinu eftir fyrri skjálfta. Brotlausnir stærstu skjálftanna gefa svipaðar niðurstöður og eru í samræmi við samgengishreyfingu á keilufleti sem hallar inn á við (inn í öskjuna). Þessa lausn væri þá hægt að túlka sem svo að öskjugólfíð væri að rísa hugsanlega vegna aukins kvikuþrýstings. Hafa verður þó í huga að þessar niðurstöður eru ekki sérlega áreiðanlegar vegna ofangreindra þátta.

GPS-mælingar frá Austmannsbungu á norðausturbrun Kötluöskjunnar sýna færslur í stærstu skjálftunum sem voru næst Austmannsbungu árin 2011 og 2016. Þá færðist brún öskjunnar til suðvesturs, eða í átt að miðju öskjunnar. Hreyfingin var um 3 til 4 cm árið 2011 en 1,5 til 2 cm árið 2016, jafnvel þó að jarðskjálftarnir sem mældust árið 2016 væru stærri. Þetta misræmi gæti verið vegna ólíktrar fjarlægðar milli atburðanna við Austmannsbungumælinn, þar sem færsla í nærumhverfi jarðskjálfta minnkar hratt með fjarlægð.

Samhliða aukinni jarðskjálftavirkni í Kötluöskjunni jókst rafleiðni í jökulánum sem renna frá Mýrdalsjökli. Í Múlakvísl tók rafleiðni að aukast í júlí 2016 og er sú aukning talin vera vegna stöðugs leka jarðhitavatns frá sigkötlum í jöklinum. Til að bæta vatnavöktunarkerfi Veðurstofunnar og auka vöktun á fyrirvaralitlum jökulhlaupum eða öðrum atburðum í Kötlu var gasmælakerfi sett upp við jökulsporð Sólheimajökuls og við Láguhvola. Mælarnir, sem voru settir upp í desember 2016, senda gildi brennisteinsvetnis (H_2S) og brennisteinsdíoxíðs (SO_2) til Veðurstofunnar. Aukin gildi hafa ekki mælst síðan þá.

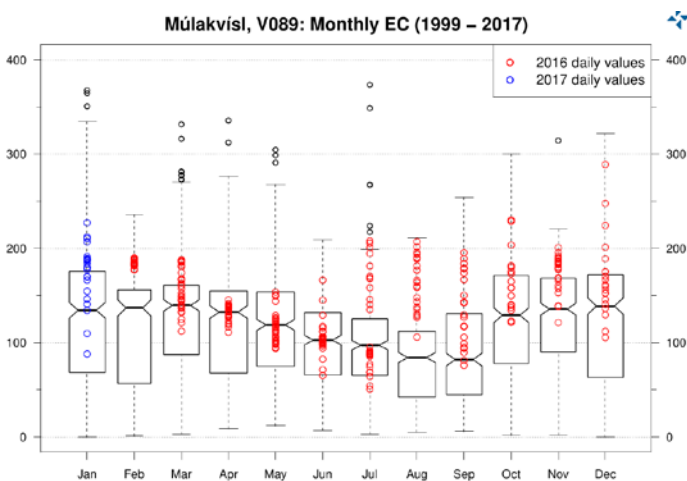
Samskipti við hagsmunaaðila

Sumarið 2016 fjölluðu allnokkrir alþjóðlegir miðlar um jarðskjálftavirkni í Kötlu og túlkuðu svo að eldgos væri yfirvofandi. Margar fyrirspurnir bárust Veðurstofunni frá almenningi héraendis og erlendis þar sem óskað var eftir staðfestingu og nýjustu upplýsingum um stöðu Kötlu. Fréttir um það voru birtar á vef stofnunarinnar og reglulega er birt yfirlit um jarðskjálftavirkni, flóð og almennt mat á hugsanlegri þróun atburða. Nokkrir fundir hafa verið haldnir með vísindaráði Almannafræðisráðs Ríkislögreglustjóra, sem og samstarfsaðilum í flugmálum og orkugeiranum. Fundirnir voru haldnir til að upplýsa um stöðuna í eftirlitinu og skoða mögulega hættu og atburðarás ef til sprengingoss í Kötlu kæmi. Íbúafundir hafa verið haldnir á Suðurlandi og viðbragðsáætlanir hafa verið rýndar.

Increased seismic activity during summer months has been repeatedly observed in recent years in the Katla caldera under the Mýrdalsjökull ice cap, often accompanied by small and occasionally damaging glacial outburst floods (jökulhlaups). A suggested trigger for the seismicity is hydrothermal activity beneath the ice cap. Shallow seismicity can be generated as meltwater from subglacial geothermal areas flows out, thereby decreasing hydrostatic pressure at the base of the ice cap. The process is augmented during the summertime by surface inputs of meltwater. Periods of elevated seismicity are usually June/July–October.

In mid-June seismicity increased from around 1–2 to 3–5 earthquakes per day, all with magnitudes smaller than M3. Another increase was observed around 1 July. Similar event-rates have been maintained since, with pulses of up to 100 events per day interspersed by quieter periods. At the same time, we have observed increased conductivity in Múlakvísl, persisting from June through the winter of 2017. An intense seismic swarm of about 500 earthquakes occurred within the Katla caldera 29 September – 1 October. Nine of the earthquakes exceeded magnitude three. Escalation in seismicity on 30 September prompted IMO to raise the aviation color code (ACC) for Katla to yellow. The swarm persisted in the south-eastern part of the caldera until 1 October. Seismic tremor was not detected during the unrest. The ACC was returned to green on 4 October.

IMO provides a monthly overview of the seismicity, ongoing floods and general assessment about possible evolution. Several meetings have been held with the Department of Civil Protection and Emergency Management, as well as partners from the aviation sector and energy companies, to analyze the monitoring data and to consider potential scenarios, and review the emergency plans for a possible explosive eruption at Katla.



Vatnamælagögn frá mælistöð við Múlakvísl fyrir tímabilið febrúar 2016 til janúar 2017. Rafleiðnigildi frá júlí 2016 hafa verið vel yfir miðgildi mælinganna sem reiknast á tímabilinu 1999 til 2017. Það gefur til kynna stöðugan leka jarðhitavatns frá Kötluöskjunni.

RANNSÓKNIR OG ÞRÓUN

Loftslagsrannsóknir Veðurstofu Íslands

Á undanförunum áratugum hefur Veðurstofan þrúvar gegnt leiðandi hlutverki í Vísindanefnd um loftslagsbreytingar, en slíkar nefndir skiluðu skýrslum 2001 og 2008 og er nú unnið að þriðju skýrslunni um loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi.

Úttektir á líklegri þróun loftslags í heiminum byggjast á útreikningum margra loftslagslíkana fyrir ólíkar sviðsmyndir um losun gróðurhúsalofttegunda. Í væntanlegri skýrslu Vísindanefndar verður byggt mest á svonefndu CMIP5 gagnasafni sem er afsprengi samstarfsverkefnis margra rannsóknastofnana. Milliríkjanefnd Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar (IPCC) byggði fimmtu úttektarskýrsluna, sem gefin var út 2013, að verulegu leyti á þessum gögnum.

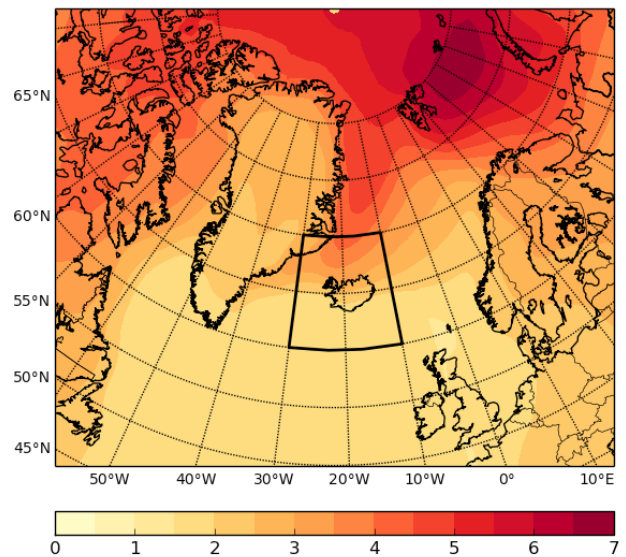
Í CMIP5 verkefninu var notast við fjórar sviðsmyndir um losun gróðurhúsalofttegunda sem spanna bilið frá hóflegri hlýnun (RCP2.6), nokkurri hlýnun (RCP4.5), verulegri hlýnun (RCP6.0) til ákafrar hlýnunar (RCP8.5) og er þess vænst að þær nái að spanna alla möguleika losunar gróðurhúsalofttegunda á 21. öld. Geislunarálag, sem er mælikvarði á styrk gróðurhúsáhrifa, eykst mismikið í þessum fjórum sviðsmyndum og draga þær nafn sitt af alaginu í lok 21. aldar. Þannig eykst geislunarálag frá iðnbyltingu um $8,5 \text{ W/m}^2$ í sviðsmynd RCP8.5 en um $2,6 \text{ W/m}^2$ í sviðsmynd RCP2.6. Einnig var til samanburðar reiknuð „söguleg“ sviðsmynd þar sem þróun geislunarálags var í samræmi við þróunina frá iðnbyltingu til okkar daga. Í CMIP5 verkefninu voru mörg loftslagslíkön notuð til að reikna þróun loftslags við hverja sviðsmynd og er fjöldi þeirra sýndur í töflunni.

Sviðsmynd	Geislunarálag	Fjöldi líkana	Hlýnun á 21. öld (°C)
Söguleg	Raunþróun	42	
RCP2.6	2,6	32	1,0 (0.3 – 1.7)
RCP4.5	4,5	42	1,8 (1.1 – 2.6)
RCP6.0	6,0	25	2,2 (1.4 – 3.1)
RCP8.5	8,5	39	3,7 (2.6 – 4.8)

Sviðsmyndir notaðar í CMIP5 verkefninu og fjöldi líkana í hverri. Fyrir sviðsmyndirnar er einnig sýnd hnattræn hlýnun milli tímabilanna 1986–2005 og 2081–2100. Tölurnar í svigunum endurspeglar 5%–95% óvissumörk.

Reikninet þessara líkana eru misgróf, algengt er að möskvastærðin sé á bilinu 100–200 km. Með slíkri upplausn er ekki hægt að skoða svæðisbundnar breytingar á Íslandi heldur verður að skoða stærra svæði sem þekur Ísland og nærliggjandi hafsvæði (mynd 1).

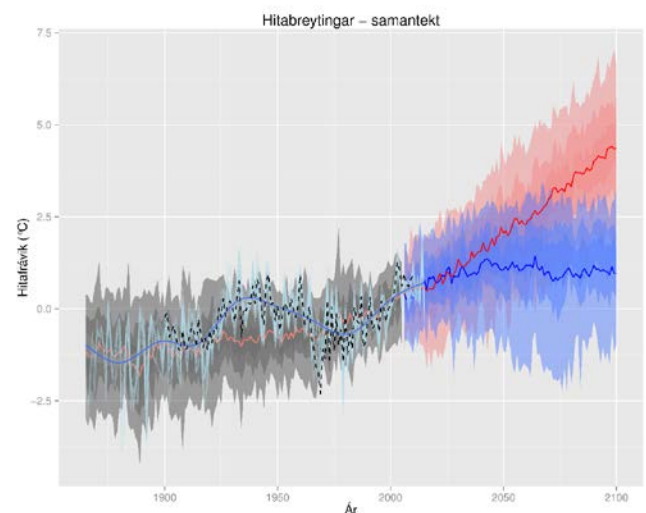
Fyrir hverja sviðsmynd má taka saman breytingar á lofthita í öllum líkönum með því að teikna hvernig dreifing þróast. Mynd 2 sýnir niðurstöður þriggja sviðsmynda í töflunni. Gráskyggða svæðið sýnir dreifingu sögulegra keyrslna. Spönn dreifingarinnar endurspeglar innri breytileika í líkönum en raunveruleg þróun loftslags ætti að mestu að liggja innan gráskyggða svæðisins. Dökk brotalína sýnir niðurstöður endurgreiningar ECMWF fyrir sama svæði og ljós-



Mynd 1. Hlýnun á Norður-Atlantshafi milli tímabilanna 1986–2005 og 2081–2100 í sviðsmynd RCP4.5. Íslandsreiturinn er teiknaður inn á myndina.

bláu línurnar sýna hitaþróun á nokkrum íslenskum veðurstöðvum. Í heildina nær innri breytileiki líkananna ágætlega að fanga raunverulega hitaþróun. Blá- og rauðskyggðu svæðin sýna niðurstöður sviðsmynda RCP2.6 og RCP8.5.

Á milli tímabilanna 1986–2005 og 2081–2100 er hlýnunin í kaldari sviðsmyndinni $1,50^\circ\text{C}$, en $4,10^\circ\text{C}$ í þeirri heitari. Þessar tölur eru um hálfri gráðu hlýrri en hnattræna meðaltalið, en af því að hér er tekið meðaltal yfir frekar lítið svæði verður óvissan meiri. Þannig eru 5%–95% mörkin $-0,63^\circ\text{C}$ – $2,69^\circ\text{C}$ í kaldari sviðsmyndinni en $1,93^\circ\text{C}$ – $6,52^\circ\text{C}$ í þeirri hlýrri.



Mynd 2. Samantekt hitabreytinga frá miðri 19. öld og sviðsmyndareikninga til 2100 fyrir RCP2.6 (blátt) og RCP8.5 (rautt). Gráskyggðir borðar sýna niðurstöður loftslagslíkana fyrir sögulegar keyrslur; brotalínan sýnir niðurstöður endurgreiningar gagna Reiknimeðstöðvar evrópskra veðurstofa ECMWF; og ljósbláur línur sýna veðurstöðvar á Íslandi. Í öllum sviðsmyndum afmarkar dekksti liturinn 35%–65% dreifingarinnar, sá næstdekksti 20%–80% og sá ljósasti 5%–95%.

Endurgreining veðurfars síðustu áratuga

Á Veðurstofunni eru til mælaðir sem ná yfir meira en eittundrað ár. Mest er þó af gögnum frá síðustu árum og áratugum. Ef byggt er á þessum gögnum má greina breytingar á ýmsum veðurbáttum á hverri veðurstöð. Slík gögn eru ómetanleg til að fylgjast með þróun veðurfars á Íslandi en ná ekki jafnt yfir landið og gefa ekki upplýsingar um alla þætti veðurs.

Önnur aðferð til að skoða breytingar á veðurfari er að nota veðurspálíkan og veðurmælingar til að reikna veðurspá liðins tíma. Við slíka útreikninga er svonefndri gagnaadlögun beitt, en þá eru veðurmælingarnar notaðar til þess að stilla upphafsástand líkansins af og síðan er reiknuð tólf tíma veðurspá. Með því að setja ný mæligögn inn á sex tíma fresti er hægt að tryggja að þróun veðurs í líkaninu sé í sem bestu samræmi við raunverulega þróun veðurs. Til að hægt sé að keyra spálíkanið þarf að hafa gögn um þróun veðurs utan jaðra spásvæðisins og eru slík gögn fengin frá sambærilegum veðurreikningum á hnattrænu en grófara neti. Útreikningar af þessu tagi eru kallaðir *endurgreining* á veðri, en einnig er oft talað um þá sem *niðurkvörðun á veðri* í grófa reikninetinu.

Nýlega er lokið umfangsmiklu reikniverkefni þar sem veður árána 1981 til 2015 var reiknað með ofangreindri aðferð. Veðurspálíkanið Harmonie var notað með 2,5 km upplausn reikninet. Þetta er sama uppsetning og notuð er til að reikna veðurspá fyrir Ísland. Þróun veðurs utan jaðra spásvæðisins var fengið úr hnattrænni greiningu frá Reiknimiðstöð evrópskra veðurstofa (ECMWF) og gagnaadlögun var beitt á mælingar á hita og raka.

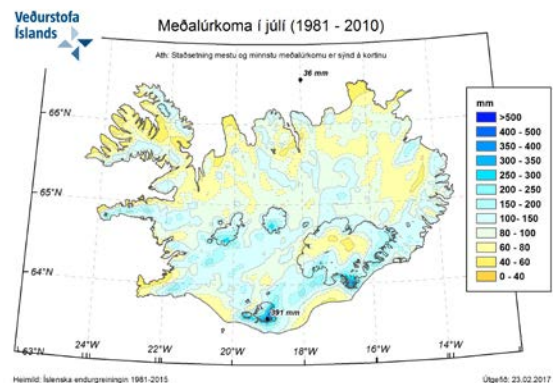
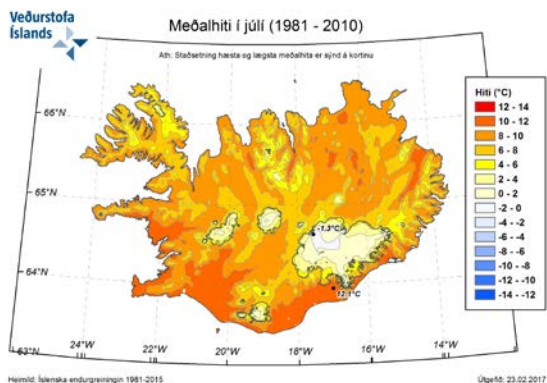
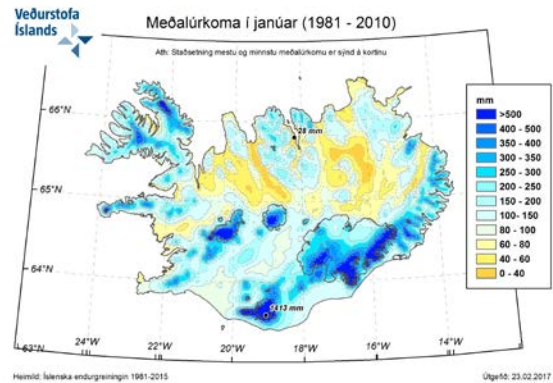
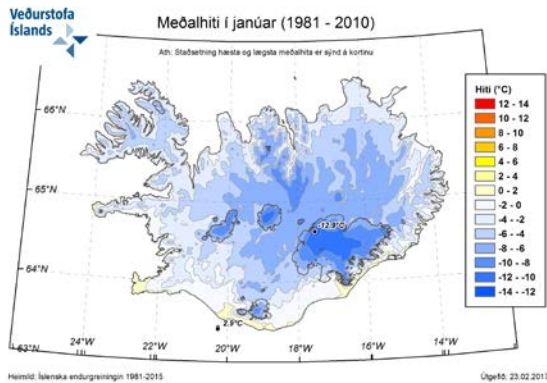
Útreikningar voru gerðir á ofurtölvum ECMWF og gögn vistuð fyrir hvern klukkutíma tímabilsins 1981–2015. Við yfirborð voru eftirfarandi þættir vistaðir: Loftvægi og loftþrýstingur reiknaður niður að sjávarmáli; lofthiti, loftraki og rakastig reiknað í 2 m fyrir

ofan yfirborð; stefnuþættir láréttis vinds í 10 m hæð; snjódýpt; hæð jaðarlags; heildarskýjahula; hula skýjabólstra; og hula lág-, mið- og háskýja. Einnig eru vistaðar breytur tengdar orku- og vatnsflæði milli lofthjúps og yfirborðs auk skiptingar úrkomu í rigningu, snjókomu og slyddu. Í neðstu 500 m lofthjúpsins voru lofthiti, vindur, loftraki og hreyfiorka iðuflæðis vistuð í 15 mismunandi hæðarflötum, og loks er mættishæð, hiti, vindur og loftraki vistað á nokkrum þrýstiflötum í neðstu 6 km lofthjúpsins.

Öll þessi gögn eru vistuð á 72000 reiknipunktum (300 x 240) í hverjum fleti, á klukkutímabreesti yfir 30 ár. Í heildina voru ríflega 10 terabæti af gögnum vistuð. Þetta gagnasafn getur verið grunnurinn fyrir ýmiss konar frekari greiningar, t.d. auðlindamat (vatnabúskap og vindorku), kortlagningu breytinga á hitafari, umfang aftakaatburða og fleira.

Weather forecasting models need current weather data and the results from a previous forecast to be integrated using data assimilation techniques. The result of this data integration is referred to as "analysis" and it is used to initialize the weather forecasts. One method for monitoring changes in climate is to analyze historical weather data by generating repeated analyses over an extended period. The outcome of such projects is referred to as a "re-analysis" of the atmosphere.

All weather records were reanalyzed for the period 1980–2015 using the Harmonie forecast system on a 2.5 km grid centered over Iceland bounded by data from the ECMWF ERA Interim global reanalysis. The data was archived at hourly intervals over the 35 years and the resulting 10 terabytes of data will be used to study changes in wind and hydro-power and other climatically important factors.



RANNSÓKNIR OG ÞRÓUN

Landlíkan fyrir Ísland – ArcticDEM

Bandaríkjamenn vinna að gerð landhæðarlíkans af öllum landsvæðum norðan 60. breiddargráðu norður, þar með talið af Íslandi. Líkanið er unnið út frá gervitunglamyndum og er landhæð reiknuð í reglulegu neti í upplausninni 2x2 metrar. Áætlað er að vinnu við fyrstu útgáfu líkansins ljúki í apríl 2017 og er verkefnið eitt helsta framlag Bandaríkjamanna til vísindarannsókna á norðurslóðum 2015–2017, á þeim tíma þegar þeir fara með forsæti Norðurskautsráðsins. Gert ráð fyrir að líkanið verði öllum aðgengilegt í gegnum netið, almenningi jafnt sem vísindamönnum. Líkanið, og verkefnið þar með, fékk nafnið ArcticDEM þar sem DEM stendur fyrir „digital elevation model“. Margir koma að vinnslu þess, meðal annarra bandaríski vísindasjóðurinn NSF, gervihnattafyrirtækið DigitalGlobe og háskólarnir í Minnesota og Illinois.

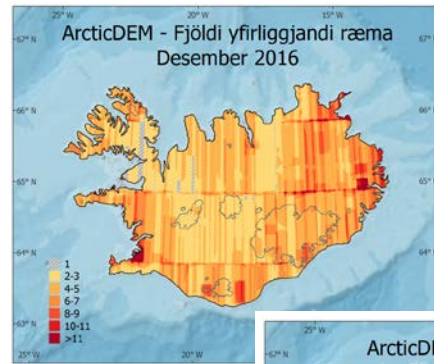
Veðurstofan og Landmælingar Íslands hafa komið að gerð líkansins í samstarfi við Polar Geospatial Center í Minnesota sem hefur umsjón með smíði þess. Vinnan hefur aðallega falist í endurgjöf á tilraunaútgáfur líkansins fyrir Ísland auk þess að veita aðgang að nákvæmstu hæðargögnum sem stofnanirnar hafa yfir að ráða til viðmiðunar og leiðréttingar. Fyrsta opinbera útgáfa líkansins af Íslandi varð aðgengileg fyrir almenning í desember 2016.



Skygging af ArcticDEM landlíkaninu á svæði við Úlfarsfell og Grafarholt í Reykjavík.

Við vinnslu líkansins eru tvær gervitunglamyndir frá mismunandi sjónarhorni af sama svæði lagðar saman. Með því að beita öflugri myndgreiningu og nýta staðsetningu tunglanna fyrir hvora mynd er þrívítt yfirborð reiknað fyrir svæðið þar sem myndirnar skarast. Slík myndgreining krefst gífurlega öflugra tölvubúnaðar, sérstaklega þegar horft er til landfræðilegs umfangs verkefnisins og þeirrar nákvæmu upplausnar sem sóst er eftir. Megnið af útreikningunum fyrir ArcticDEM líkanið fóru fram með BlueWaters ofurtölvunni í Illinois, en hún er ein öflugasta rannsóknartölva heims og rúmlega átján sinnum öflugri en ný ofurtölva dönsku veðurstofunnar DMI, sem hýst er hjá Veðurstofunni.

ArcticDEM líkanið fyrir Ísland er aðgengilegt í tvenns konar útgáfu. Annars vegar er um að ræða margar svokallaðar ræmur sem þekja landið margfalt. Hver ræma er þá landlíkan byggt á pari gervitunglamynda sem teknar voru á árunum 2008 til 2015. Í þessari útgáfu ArcticDEM er fjöldi ræma sem þekja Ísland 572 og flatarmál þeirra 1 til 3200 km². Hins vegar er svokölluð mósaikútgáfa í 5x5 m upplausn þar sem öllum landlíkönum úr fyrri útgáfu



Fjöldi yfirleggjandi stakra ræma í ArcticDEM landlíkaninu af Íslandi frá desember 2016.

Skygging af samsettu ArcticDEM landlíkani af Íslandi ásamt reitakerfi. Eins og greina má á myndinni vantar ákveðin svæði inn í líkanið, m.a. Tröllaskaga, og er stefnt að því að fylla í þau áður en verkefninu lýkur.



hefur verið raðað saman í eitt samfellt líkan sem hefur af hagkvæmnisástæðum verið klippt niður í reitakerfi til að auðvelda niðurhal. Landlíkanið er yfirborðslíkan (oft skammstafað DSM) og sýnir yfirborð jarðar með byggingum, trjágróðri og meira að segja má sjá móta fyrir rafmagnsstaurum og rafmagnslínur ef grannt er skoðað.

Í mörgum tilvikum þurfa menn líkan af yfirborði jarðar en frekari úrvinnslu er þörf til þess að reikna nýtanlegt líkan út frá ArcticDEM líkaninu sem nú hefur verið afhent. Vonir standa til þess að ArcticDEM líkanið af Íslandi verði endurútfært síðar á þessu ári og þá með nýjum tunglmyndum frá 2016.

Hið nýja landlíkan mun nýtast vísindamönnum, stofnunum, einkaaðilum og almenningi. Út frá líkaninu má t.d. teikna hæðarlínu fyrir kortagerð, herma og greina umfang vatns- og snjófólða eða smíða þrívíða grafík fyrir sýndarveruleika. Flest svið Veðurstofunnar nýta landlíkón til rannsókna og greininga á náttúruvarspáttum, þar með talið á jökulum, eldfjöllum, upptakasvæðum snjófólða, snjódypt á ýmsum stöðum landsins og ýmsum veðurfarspáttum. Margföld þekja 2x2 ræmanna gefur kost á að reikna breytingar á landhæð milli ára, t.d. rýrmun jökla, þykkt nýrunninnna hrauna og breytingar á árfarvegum í flóðum eins og Skafárlaupi í október 2015.

Nálgast má mismunandi útgáfur ArcticDEM líkansins eftir nokkrum leiðum. Útbúin hefur verið kortavefsjá (<http://arcg.is/2cdxjep>) þar sem skoða má útlínur ákveðinna ræma og reita og hala niður viðkomandi landlíkani. Athugið að velja þarf ArcticDEM flipa í vefsíðunni.

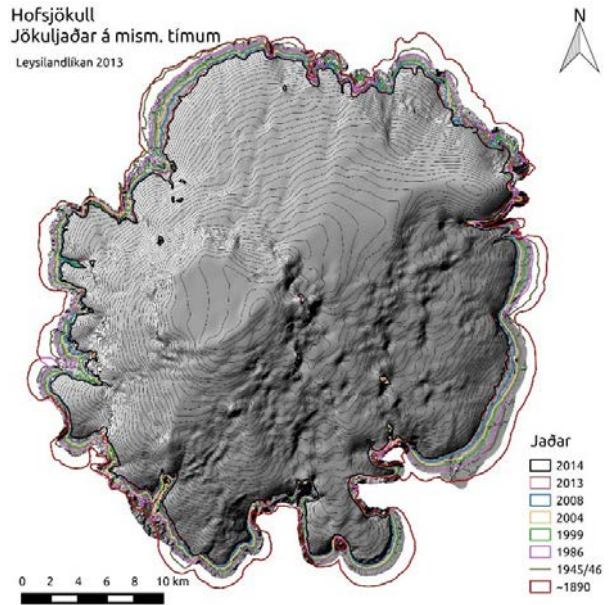
The IMO participates in the creation of a new high-resolution digital elevation model of Iceland. The model is part of the ArcticDEM digital elevation model of the entire Arctic which is being created by the National Science Foundation (NSF), the satellite company Digital Globe, the universities of Minnesota and Illinois and several other US agencies and research institutes. The model, which is scheduled to be completed in 2017, has many potential uses in Iceland, including research of glacier changes, assessment of snow avalanche hazards, hydrological modelling, snowpack monitoring and more. The model will be available in the public domain, free for use for anyone.

Jökjar og loftslagsbreytingar

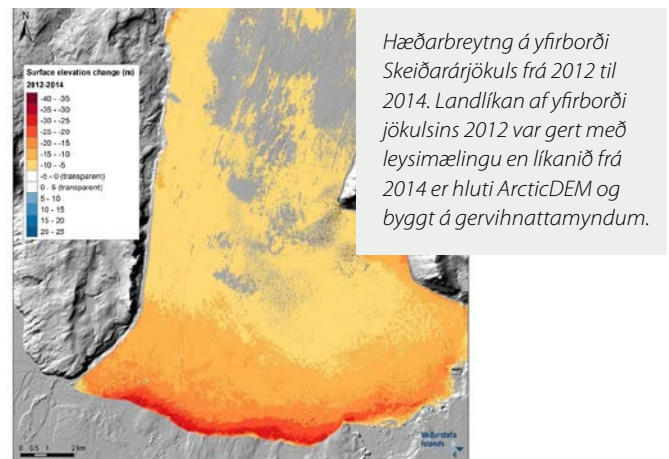
Jökjar á Íslandi hafa hopað hratt undanfarna rúma tvo áratugi og er rýrnun þeirra einhver mikilvægasta afleiðing hlýnandi loftslags hételendis. Flatarmál jöklanna hefur minnkað um rúmlega 600 km² síðan árið 2000 og um u.þ.b. 2000 km² frá lokum 19. aldar þegar jöklarnir náðu mestu útbreiðslu síðan land byggðist. Síðustu árin hefur flatarmál jöklanna minnkað um u.þ.b. 40 km² árlega að meðaltali. Á meðfylgjandi mynd er sýnd útbreiðsla Hofsjökuls á mismunandi tímum síðan undir lok 19. aldar. Á þessu tímabili minnkaði flatarmál jökulsins frá rúmlega 1000 km² niður undir 800 km² eða um u.þ.b. 200 km².

Veðurstofa Íslands vaktar jöklabreytingar í samvinnu við ýmsa innlenda aðila, m.a. Jöklarannsóknafélag Íslands, Jarðvísindastofnun Háskólans og Landsvirkjun. Veðurstofan tekur einnig þátt í alþjóðlegu samstarfi um rannsóknir og vöktun á jöklabreytingum, þar á meðal samstarfsnetinu Global Cryosphere Watch (GCW) á vegum Alþjóðaveðurfræðistofnunarinnar. GCW hefur að markmiði að samþætta og staðla vöktun á breytingum á snjó og jöklum um alla jörð og stuðla að greiðu aðgengi að mælingum og niðurstöðum rannsókna.

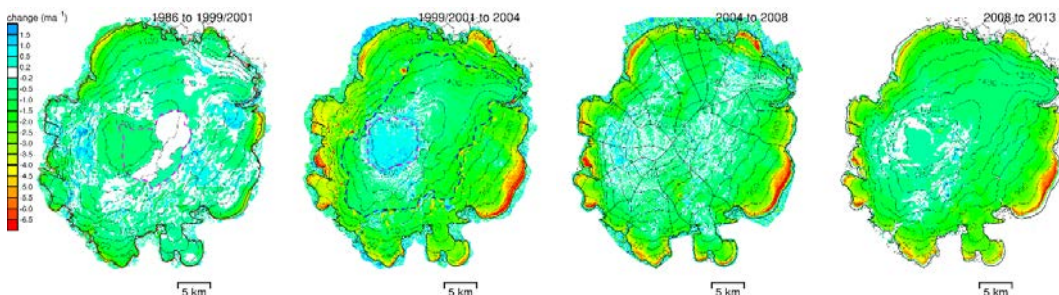
Yfirborð jökla landsins var kortlagt með leysimælingum á árunum 2008–2012. Í verkefninu ArcticDEM hafa allir jökjar landsins nú verið kortlagðir á grundvelli gervihnattamælinga. Með þessum nýju mælingum er hægt á að meta rúmmálsbreytingu jöklanna með mikilli nákvæmi og reikna framlag rýrnunarinnar til rennslis fallvatna en hún hefur m.a. þýðingu í sambandi við hönnun og rekstur vatnsaflsvirkjana. Myndir hér að neðan sýna niðurstöður rannsókna á rýrnun Hofsjökuls á árabílinu 1986–2013 á grundvelli ýmissa fyrirliggjandi landlíkana. Flatarmál jökulsins minnkaði úr 919 í 831 km² á þessu tímabili og rúmmál hans rýrnaði um 22,5 km³. Rýrnun jökulsins var þrefalt hraðari eftir 1999 en fyrir þann tíma. ArcticDEM kortlagningin gefur kost á því að vinna sambærilegar niðurstöður fyrir sem næst alla jökla landsins fyrir tímabilið frá leysimælingunni til síðasta árs. Myndin til hægri sýnir niðurstöður slíkrar mismunagreiningar fyrir Skeiðarárjökul á tímabilinu 2012 til 2014. Þar má sjá að neðanverður jökullinn hefur lækkað um 10–20 m á stórum svæðum á einungis tveimur árum og enn meira allra næst sporðinum.



Jaðar Hofsjökuls á mismunandi tímum frá lokum 19. aldar. Upplýsingar um stöðu jaðarsins hafa verið hnitaðar af loftmyndum, m.a. frá Landmælingum Íslands og Loftmyndum ehf., og mælingum á hæð yfirborðsins.



Hæðarbreyting á yfirborði Skeiðarárjökuls frá 2012 til 2014. Landlíkan af yfirborði jökulsins 2012 var gert með leysimælingu en líkanið frá 2014 er hluti ArcticDEM og byggt á gervihnattamyndum.



Meðalbreyting í hæð yfirborðs Hofsjökuls, reiknuð í metrum íss á ári fyrir tímabilin 1986–1999/2001, 1999/2001–2004, 2004–2008 og 2008–2013. Hæðarlíkon frá 1986 og 2004 voru unnin af Eyjólfri Magnússyni á Jarðvísindastofnun Háskólans í samvinnu við Etienne Berthier við Háskólann í Toulouse.

IMO monitors changes of glaciers in Iceland in collaboration with several Icelandic and international organizations and agencies, including the Iceland Glaciological Society, the Institute of Earth Sciences and Landsvirkjun, the Icelandic Power Company. Rapid down-washing of the Icelandic glaciers is one of the most important impacts of anthropogenic warming of the Icelandic climate. This has economic implications, for example for the design and operation of hydro-electric power plants. The map of Hofsjökull shows the

outlines of the ice cap at different points in time since the end of the 19th century. The area of the ice cap has been reduced from more than 1000 km² down to ca. 800 km², or by ca. 200 km² during this time period. IMO participates in the newly established Global Cryosphere Watch (GCW) of the WMO to monitor worldwide changes in snow and ice and share and distribute data and research results about anthropogenic changes in the cryosphere.

RANNSÓKNIR OG ÞRÓUN

Uppbygging evrópskra rannsóknarinnviða í jarðvísindum – EPOS

Frá árinu 2010 hafa 46 stofnanir í 22 Evrópulöndum unnið að því að koma á fót evrópsku samstarfi um framtíðarskipulag og rekstur rannsóknarinnviða í jarðvísindum, EPOS-ERIC (*European Plate Observing System - European Research Infrastructure Consortium*). Skipulagið felst í því að samtengja og samhæfa gögn frá dreifðum jarðvísindalegum mælinetum landanna og veita aðgang að rannsóknastofum og reiknisetrum þeirra gegnum eitt samevrópskt sýndarnet, EPOS, og byggja upp nýja rafræna innviði, gagna- og reikniþjónustu þar sem þess er þörf. Gert er ráð fyrir því að EPOS-ERIC samstarfið verði rekið að minnsta kosti til ársins 2050. Til samstarfsins leggur hvert þátttökuland til innviði sína í jarðvísindum, sem það heldur áfram að eiga, reka og viðhalda, en EPOS samhæfir og gerir gögn og þjónustu aðgengilega. Tilgangurinn er að veita evrópskum vísindamönnum, hagsmunaaðilum og almennungi aðgang að bestu fjölþátta jarðvísindagögnum, líkönum, reikni- og rannsóknastofum víðs vegar um álfuna og efla þannig rannsóknir, nýsköpun og menntun á þessu sviði í Evrópu. Jafnframt skapast nýir möguleikar á þverfaglegum vísindarannsóknnum sem taka til ólíkra sviða, þ.m.t. jarðskjálftavár, eldgosavár, umhverfisbreytinga og sjálfbærrar nýtingar jarðauðlinda. Þess er vænst að til verði öflugur vettvangur fyrir alhlíða þverfaglegar jarðvísindarannsóknir í Evrópu.

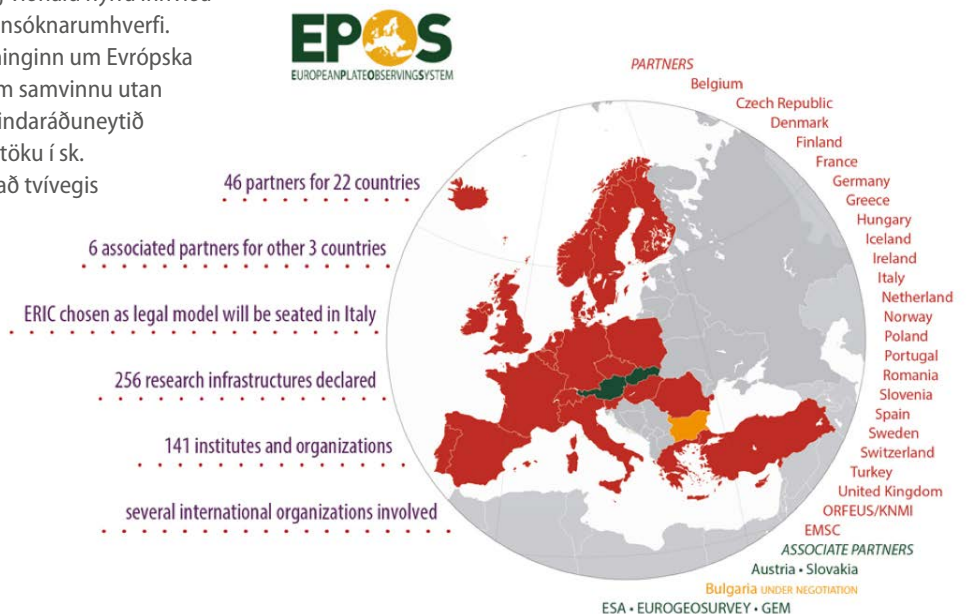
EPOS-samstarfið er byggt á grundvelli ERIC-lagaramma Evrópusambandsins um samstarf um evrópska rannsóknarinnviði. Lagarammanum er ætlað að auðvelda samvinnu og rekstur evrópskra rannsóknarinnviða og efla þróun og viðhald nýrra innviða og gera þá samkeppnishæfari í alþjóðlegu rannsóknarumhverfi. Á Íslandi var ERIC-reglugerðin tekin inn í samninginn um Evrópska efnahagssvæðið með breytingu á bókun 31 um samvinnu utan marka fjórþætta frelsisins. Umhverfis- og auðlindaráðuneytið hefur tekið þátt í undirbúningi EPOS með þátttöku í sk. *Board of Governmental Representatives*, og ritað tvívegis undir viljayfirlýsingar: 2008 um stuðning við verkefnið og 2013 um að Ísland verði þátttakandi í EPOS-ERIC.

Veðurstofan hefur leitt íslenska þátttöku í EPOS frá upphafi, fyrst fjögurra ára undirbúningsfasa 2010-2014 og nú yfirstandandi fjögurra ára uppbyggingarfasa 2015–2019. Styrkur til þátttöku Íslands nemur samtals um hálfri milljón evra, en um helmingur þess fjár fer í vinnu við að gæða- prófa gögn og byggja upp þjónustu sem gerir jarðvísindagögn öllum aðgengileg, m.a. á vef Veðurstofunnar og um gagnagátt Futurevolc-verkefnisins (sjá bls. 17).

Áherslur Íslands eru á þátttöku í uppbyggingu fagþjónustu fyrir eldfjallafræði, GPS-afurðir og nærsviðsgögn frá sprungusvæðum, en alls eru fagþjónustuþættirnir tíu. Aðrir íslenskir þátttakendur í EPOS eru Jarðvísindastofnun Háskólans, Rannsóknamiðstöð í jarðskjálftaverkfræði og Landmælingar Íslands. Fleiri stofnanir hafa lýst áhuga á þátttöku. Íslensku kerfin sem skila gögnum inn í EPOS eru jarðskjálftamælakerfið SIL, hröðunarmælanetið ICESMN og GPS-mælanetið ISGPS, ásamt þenslumælaneti, veðursjám, gasmælum, öskumælum og vatnshæðarmælaneti. Sum kerfanna eru í eigu Veðurstofunnar, önnur eru sameign nokkurra íslenskra stofnana og erlendra samstarfsaðila þeirra.

Á árinu 2016 var unnið að úttektum og skilgreiningu staðla fyrir gögn og lýsigögn og forgangsroðun afurða. Árið 2017 hefst uppbygging rafrænna kjarnaþjónusta (*Integrated Core Services, ICS*) sem og fagþjónustuþátta svo sem í eldfjallafræði (*Volcano Thematic Core Services, VO-TCS*), en hún mun m.a. nýta þjónustu sem þróuð var í Futurevolc. Frumútgáfur EPOS-þjónustu og fyrstu afurðir verða aðgengilegar í október 2017 þegar fyrsta úttekt og prófanir ESB verða gerðar. Í seinni hluta verkefnisins verða fleiri afurðir gerðar aðgengilegar og þjónustuþættir fullþróaðir. Stefnt er að því að EPOS-ERIC taki til starfa árið 2018 með höfuðstöðvar í Róm. Kjarnaþjónustur verða í Frakklandi og Bretlandi en fagþjónustur í hinum ýmsu Evrópulöndum.

Þátttakan í EPOS styrkir samkeppnisstöðu Íslands í umsóknnum og hlutdeild í rannsóknnum Evrópusambandsins innan 7. ramma-áætlunar og Horizon 2020. Snemma árs 2016 var samstarfs-umsóknin EUROVOLC, um 5 milljón evra uppbyggingu evrópskra innviða og netverks í eldfjallafræði, send í fyrsta stigs innviðakall Horizon 2020. Umsóknin, sem Veðurstofan og ítalska eldfjalla-stofnunin INGV á Sikiley leiða með þátttöku Jarðvísindastofnunar Háskólans, Almanna- og Ríkislögreglustóra og Landsvirkjunar, komst á annað stig og verður send inn í lok mars 2017. Ef styrkurinn fæst fer um ein milljón evra í innviðauppbyggingu í eldfjallafræði á Íslandi. Búast má við að Horizon 2020 kalli eftir fleiri innviða- og rannsóknaverkefnum í tengslum við nýtingu jarðauðlinda og jarðvá.



IMO has been leading the Icelandic participation in the European Plate Observing System – European Research Infrastructure Consortium (EPOS-ERIC) project. Since 2010, 46 institutions from 22 European countries have been working together towards a coordinated way of operating and accessing their geoscience-related infrastructure. The aim of this is to give access to research data and products, allowing researchers to work with it and analyze multi-disciplinary data sets in an integrated way not currently possible. This should provide new opportunities for innovation and scientific advancement.

The work of EPOS includes standardizing metadata and shaping and organizing data services. EPOS is now in its second phase which is a preparation for implementing the final operations. EPOS will implement two main components: Thematic Core Services (TCS) where data distributed through Europe will be accessible in a standardized way, and Integrated Core Services (ICS) which will serve as gateway or a central hub to access data and products from the TCS.

Mæling mengandi lofttegunda frá eldfjöllum

Norræna ráðherranefndin styrkir, gegnum vinnuhóp um loftslagsmál og loftgæði (Klima og Luftgruppen, KOL), verkefni sem Veðurstofan fer fyrir og heitir „Mæling á útstreymismagni mengandi lofttegunda frá eldfjöllum: langtímavöktun gasútstreymis frá eldfjöllum með DOAS fjarkönnunartækni fyrir norðlægar slóðir“. Þetta er samstarfsverkefni Veðurstofunnar, Chalmers tækniháskólans í Gautaborg og Háskólans í Bergen og miðar að því að þróa og auka DOAS-mælingar (Differential Optical Absorption Spectroscopy) á útstreymi brennisteinsdíoxíðs (SO_2) frá eldfjöllum á Íslandi og Jan Mayen.

Melissa Anne Pfeffer að störfum í Kerlingarfjöllum 2. september 2016.
Ljósmynd: Talfan Barnie.



DOAS er fjarkönnunarbúnaður sem með aðstoð sólarljóss mælir styrk SO_2 í andrúmslofti og gefur upplýsingar um útstreymið með samtúlkun við gögn úr veðurfræðilíknum. Þróað hefur verið harðgert og sparneytið mælitæki sem mælir samfelld gögn við viðunandi birtuskilyrði og streymir til jarðvárefirlits Veðurstofunnar. Þar birtast þau á auðtúlkanlegu grafi svo unnt er að vara við yfirvofandi eldgosi.

Að jafnaði streymir mjög lítið magn SO_2 frá íslenskum eldfjöllum út í andrúmsloftið, en mest af því brennisteinstvíldi sem myndast neðanjarðar hvarfast við vatn eða steindir á leið gegnum berggrunninn. Í FutureVolc-verkefninu var þróað kerfi fyrir samfellda vöktun og sett upp við Heklu til að kanna hvort það mætti nýta til snemmiðvarana (early-warning) við eldgosi. Aukinn styrkur SO_2 getur endurspeglad breytingar í eldstöðvakerfinu sem gæti gefið til kynna að eldgos sé yfirvofandi. Styrkurinn frá Norrænu ráðherranefndinni gerir Veðurstofunni kleift að halda áfram rekstri DOAS-mælakerfisins á Heklu og jafnframt að setja upp tæki til þess að fylgjast með mögulegum atburðum í Kötlum.

Árið 2016 var unnið við greiningu og þróun bestu aðferða til gagnasöfnunar og gagnavinnslu á norðlægum breiddargráðum. Einnig hefur verið unnið að útfærslu og þróun reiknilíkana sem henta við slíkar aðstæður. Á þessu ári verður DOAS skönnunartæki sett upp á Íslandi og nauðsynlegur undirbúningur framkvæmdur á Jan Mayen til að hægt verði að setja upp mælitæki þar um leið og vart verður óráa í Beerenberg-eldfjalli. Tækin eru hönnuð þannig að þau megi setja upp með stuttum fyrirvara. Starfsmenn á Jan Mayen verða þjálfaðir í uppsetningu og gagnasendingum. Gögn sem safnast fyrir gosatburð, sem og atburðagögn, verða send jafnóðum til verkefnahópa á Íslandi, í Svíþjóð og Noregi.

Útkoma þessa verkefnis gerir hagsmunaaðilum kleift að taka upplýstari ákvarðanir sem grundvallast á betri vöktun á útstreymi gastegunda við næstu eldsumbrot. Þetta gagnast m.a. sérfræðingum um náttúruvá, fagaðilum, flugmálayfirvöldum og flugfélögum, svæðisbundið og á heimsvísu. Þessi gögn eru því mikilvægur grunnur, bæði fyrir vísindamenn og skipulagsaðila.

The Nordic Council of Ministers' Climate and Air Pollution Group (KOL) supports a project led by the Icelandic Met Office called „Quantifying the emission rate of atmospheric pollutants released by volcanoes: Pre-and syn-eruptive volcanic gas monitoring with high-latitude DOAS remote sensors“. It is a collaboration with IMO, Chalmers University of Technology in Gothenburg, and the University in Bergen, Norway. This project is expanding and improving the use of Differential Optical Absorption Spectroscopy (DOAS) for monitoring pre-and syn-eruptive emissions of SO_2 from volcanoes in Iceland and Jan Mayen with the purpose of quantifying the emissions of atmospheric pollutants released by volcanoes.

DOAS is a remote sensing technique that measures the amount of SO_2 in the atmosphere. In conjunction with meteorological models it provides the emission rate of SO_2 . Transmitting results to IMO's geophysical hazard monitoring team, it can be an early-warning sign that there has been a change in the volcanic system and an eruption may be imminent. A continuous monitoring system at Hekla was developed during the FutureVolc project to exploit this. The funding provided by KOL enables the continued operation of the system at Hekla and expansion of the use of DOAS for pre-eruptive monitoring to an additional volcano in Iceland, Katla.

RANNSÓKNIR OG ÞRÓUN

Aristóteles-verkefnið

Veðurstofan tekur þátt í verkefninu ARISTOTLE (**All Risk Integrated System TOwards Trans-boundary hoListic Early-warning**). Austurríska veðurstofan ZAMG leiðir verkefnið ásamt ítölsku jarðeðlisfræðistofnuninni INGV, en evrópska almannavarnakerfið DG-ECHO (European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations) styrkir það. Markmiðið er að veita heildstæðar upplýsingar og spár um náttúruvá til Viðbragðsseturs almannavarnakerfis Evrópu (ERCC, Emergency Response Coordination Centre).

Aristóteles-verkefnið nær yfir ferns konar náttúruvá, þ.e. ofsaveður, vatnsflóð, jarðskjálfta og flóðbylgjur af þeim sökum, og eldgos. Alls 15 stofnanir frá 12 löndum í Evrópu standa að verkefninu, en það eru veður-, vatna- og jarðeðlisfræðistofnanir. Veðurstofa Íslands er eina stofnunin sem tekur til allra þessara þátta. Um hverja tegund náttúruvár fjallar hópur fagstofnana sem yfirfer stöðuna og sendir frá sér faglegt mat og/eða spá um hugsanlega þróun hennar. Hóparnir fjórir þurfa því að ræða saman til að gefa heildarmat á fjölþættri náttúruvá sem getur átt sér stað og senda eina skýrslu með samantekt á því öllu til ERCC. Með þessari nálgun er gerð tilraun til að ná heildstæðri mynd af ástandi náttúruvár til að auðvelda ERCC ákvarðanatöku varðandi viðbrögð.

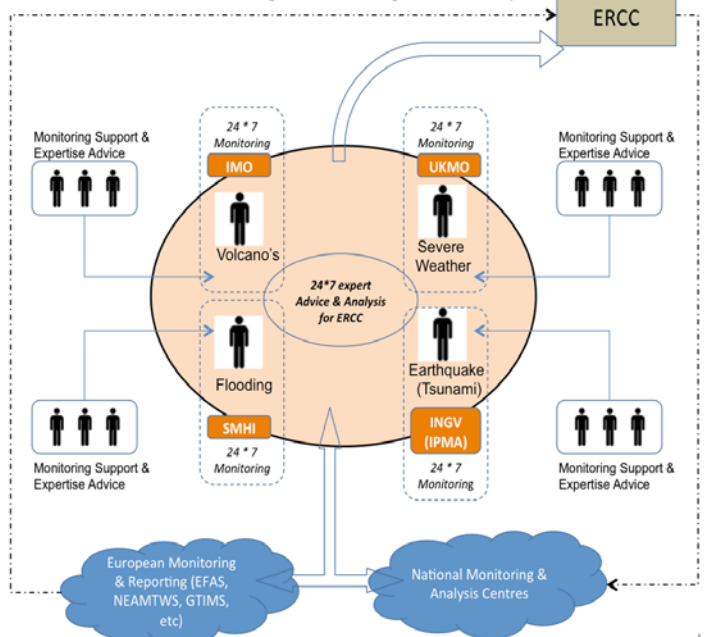
Flestar stofnanirnar eru með sólarhringsvöktun og geta því veitt þjónustu og upplýsingar til ERCC hvenær sem er um ofsaveður, vatnsflóð, jarðskjálfta og flóðbylgjur og eldgos, á heimsvísu. Markmið verkefnisins er að veita upplýsingar um áhrif náttúruvár, þ.e. áhrifasvæði, áhrif á mikilvæga innviði og upplýsingar um hvort áhrif þættir en fyrirbyggjandi vá geta haft áhrif. Til dæmis, ef jarðskjálfti hefur átt sér stað getur ofsaveður, flóð og eldgos haft áhrif á það svæði sem varð fyrir áhrifum jarðskjálftans og þannig haft áhrif á björgunarstörf. ERCC nýtir þessar upplýsingar til að meta hvort bjóða eigi viðkomandi landi/löndum sem verða fyrir áhrifum aðstoð, eða til að verða viðbúin því að aðstoðarbeiðni berist. Markmiðið er að stytta viðbragðstíma og að hjálp berist eins fljótt og auðið er.

Verkefnið er til tveggja ára. Það hófst 1. febrúar 2016 og því lýkur



Náttúruvásráðgjafar ásamt leiðbeinendum á námskeiði á vegum ARISTOTLE um flóðakerfið. Ljósmynd: Sigurlaug Gunnlaugsdóttir.

ARISTOTLE 24 * 7 Monitoring Service – High Level Blueprint



Yfirlitsmynd sem sýnir hvernig Aristóteles-vöktunarkerfið virkar og hvernig upplýsingarnar berast til almannavarnakerfis Evrópu, ERCC. Í miðjunni eru fjórir hópar fyrir ofsaveður, vatnsflóð, jarðskjálfta/flóðbylgjur og eldgos. Þeir eru með sólarhringsvöktun og viðbúin náttúruvátatburði sem kallar á athygli ERCC.

31. janúar 2018. Á fyrsta ári þess var lagður grunnur að verkferlum, þ.e. samskiptum innan og milli hópanna fjögurra (ofsaveður, vatnsflóð, jarðskjálftar (og flóðbylgjur) og eldgos), upplýsingum sem veittar eru og hvernig þær skuli settar fram. Einnig var sett upp vefsvæði til að auðvelda hópunum að setja inn upplýsingarnar sem mynda skýrsluna til ERCC. Einnig þurfti að finna samskiptaleiðir, en hóparnir þurfa að geta fundað sín á milli og saman á auðveldan hátt. Hér hefur nýjasta fjarfundartækni verið nýtt. Þann 1. febrúar sl. fór seinni hluti verkefnisins af stað, en þá er ARISTOTLE-verkefnið komið í tilraunarekstur. Eftir þetta tilraunaár verður tekin ákvörðun um framhaldið, þ.e. hvort ARISTOTLE heldur áfram að veita þjónustu til ERCC.

Veðurstofan tekur virkan þátt í verkefninu og sér Eftirlits- og spásvið um það. Stofnunin leiðir eldgosahópinn. Veðurstofan tekur einnig þátt í hinum þremur hópunum og gegnir, ásamt sænsku veðurstofunni SMHI, stóru hlutverki við vöktun vatnsflóða og vatnsflóðaspár í Evrópu.

IMO participates in **All Risk Integrated System TOwards Trans-boundary hoListic Early-warning**, ARISTOTLE, which includes 15 partner institutions, 11 from EU Countries; 2 from non-EU countries and 2 European organizations, operating in the meteorological and geophysical domains.

In 2015 the European Commission's European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations released a tender for a "Pilot project in the area of Early Warning System for natural disasters". The ARISTOTLE Consortium was awarded the tender and the project started on February 1st, 2016, for a duration of 2 years. ARISTOTLE is a multi-hazard partnership created by combining expertise from severe weather; floods; volcanos (ashes and gases hazard deriving from eruptions); and earthquakes and the related tsunamis. Each Hazard Group brings together experts from the particular hazard domain to deliver a 'collective analysis' which is then fed into the partnership multi-hazard discussions.

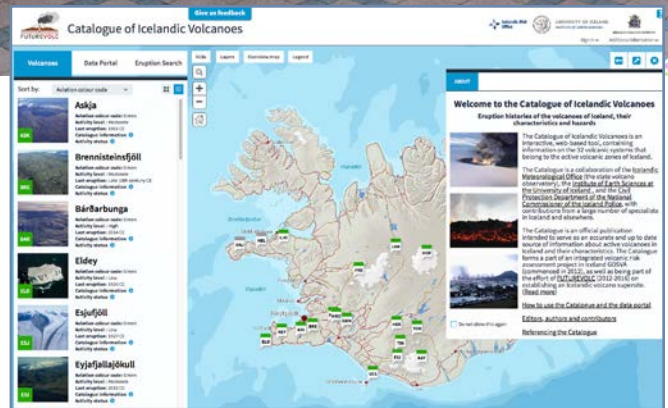


Þátttakendur í Futurevolc. Ljósmynd: Þórdís Högnadóttir.

Futurevolc-verkefninu lokið – vefsja um íslensk eldfjöll opnuð

Í lok mars 2016 lauk rannsóknarverkefninu Futurevolc (European volcanological supersite in Iceland: a monitoring system and network for the future). Um var að ræða rannsóknarverkefni styrkt af 7. rammaáætlun Evrópusambandsins, þar sem 26 stofnanir frá 10 löndum tóku þátt, og var það leitt af Jarðvísindastofnun Háskólans og Veðurstofu Íslands. Auk þess komu Almannavarnadeild Ríkislögreglustjóra og upplýsingatæknifyrirtækin Miracle og Samsýn að því hér á landi. Verkefnið hófst í október 2012 og snerist um rannsóknir á eldfjöllum, virkni þeirra og fyrirboða eldgosa, þar sem allt ferlið, frá breytingum í jarðskorpunni að eldgosinu sjálfu og áhrifum þess á samfélagið, var skoðað. Fjölmargar nýjar aðferðir og mælitæki voru þróuð til að fylgjast með eldgosum og hafa rannsóknirnar stuðlað að bættri vöktun og aukinni þekkingu á virkni eldstöðva ásamt bættri upplýsingagjöf til almennings um hættu af völdum eldgosa. Jarðhræringarnar í Bárðarbungu og eldgosíð í Holuhrauni, frá lokum ágúst 2014 til loka febrúar 2015, var sem rannsóknarefni mikils virði fyrir verkefnið og niðurstöður þess.

Við upphaf Futurevolc-verkefnisins var ákveðið að tengja það við *Upplýsingarir fyrir íslensk eldfjöll*, sem þegar var í vinnslu. Í kjölfar Eyjafjallajökulsgossins 2010, sem hafði gríðarleg áhrif á flugsamgöngur í Evrópu, lagði Veðurstofan til við Alþjóðaflugmálastofnunina ICAO að tekið yrði saman yfirlit um öll virk eldfjöll á Íslandi og ákvað ICAO að fjármagna verkefnið. Þeir sem komu að því auk Veðurstofunnar voru Jarðvísindastofnun Háskólans, Almannavarnadeild Ríkislögreglustjóra og fjölmargir vísindamenn ólíkra stofnanna sem hafa sérþekkingu á eldfjöllum Íslands. Meginmarkmið verkefnisins var að ná saman öllu efni sem til er um eldfjöll á Íslandi og gera aðgengilegt á einum stað fyrir viðbragðs- og hagsmunaaðila innan alþjóðalega fluggeirans. Verkefnið þróaðist í þá átt að nýta veftækni og birta upplýsingarnar í vefsja þar sem hægt var að sjá upplýsingar myndrænt og ná í þær á textaformi. Futurevolc gerði þetta mögulegt. Vefsjáin er nú opin fyrir almenning á vefsvæðinu: <http://icelandicvolcanoes.is/> en þar er að finna hnitmiðaðar upplýsingar um hin 32 virku eldstöðvakerfi, virkni þeirra, kort og ljósmyndir. Efni vefsjárinnar er á ensku, en stefnt er að því að þýða það að hluta eða í heild yfir á íslensku.



Skjaskot af vefsja um íslensk eldfjöll.

Forgreining hættumats vegna jökulhlaupa

Í árslok 2016 kom út skýrslan *Jökulhlaup í Örafum og Markarfljóti vegna eldgosa undir jökli*: Forgreining áhættumats, 63 síður. Höfundar eru Magnús Tumi Guðmundsson, Emmanuel Pagneux, Matthew J. Roberts, Ásdís Helgadóttir, Sigrún Karlsdóttir, Eyjólfur Magnússon, Þórdís Högnadóttir og Ágúst Gunnar Gylfason. Skýrslan er hluti af eldgosahættumati á Íslandi, en hér eru jökulhlaup samfara hugsanlegum eldgosum í Örafajökli skoðuð auk áhrifa stórhlaupa frá Kötlu á Markarfljótsaurum. Fjallað er um tjónmætti hlaupanna,

berstöðu fólks og rým-ingar. Verkefnið var styrkt af Ofanflóðasjóði, Landsvirkjun og Vega-gerðinni. Skýrslunni hefur verið dreift til eftirlitsaðila og stofnana á Suður- og Suðausturlandi og er hún aðgengi-leg á vef Veðurstofunnar.



STOFNUNIN

Stefnumótunarvinna fyrir 2017–2021

Á síðari hluta árs 2016 fór af stað endurskoðun á hlutverki, gildum, framtíðarsýn og stefnum Veðurstofu Íslands. Margt var þess valdandi að nauðsynlegt var að fara í þessa vinnu. Í fyrsta lagi voru samþykkt ný lög um opinber fjármál á Alþingi (LOF) í árslok 2015 sem tóku gildi í upphafi árs 2016. Í þeim er sérstök áhersla á langtímahugsun, stöðugleika, aga í framkvæmd fjárlaga og bætt reikningsskil. Nýju lögin fela í sér verulegar breytingar á fjármálum hins opinbera og viðteknum verkferlum og verkaskiptingu þeirra sem að þeim koma. Í öðru lagi hefur umhverfis- og auðlindaráðuneytið (UAR) unnið að stefnumótun, annars vegar um rannsókn- og vöktunaráætlanir vegna umhverfis, auðlinda og náttúrvár og hins vegar vegna málaflokka UAR undir hinum nýju lögum. Hvort tveggja var unnið í samráði við undirstofnanir ráðuneytisins. Í þriðja lagi er í farvatninu veruleg breyting í uppbyggingu þeirra gæðastaðla sem Veðurstofan vinnur eftir og kallar á skarpari sýn á stefnum og mælanleg markmið. Loks er starfsemi Veðurstofunnar í sífellndri þróun og brýnt að rýna framtíðarsýn, hlutverk og stefnu reglulega, en síðasta endurskoðun átti sér stað á árunum 2010 og 2011.

Stefnumótunarvinnan var í hefðbundnum farvegi og voru stofnaðir opnir vinnuhópar til að vinna hina ýmsu þætti verksins. Meðal annars var farið í svonefnda SVÓT-greiningu með hópum stjórnenda, millistjórnenda og starfsmanna. Auk þess voru notaðar niðurstöður svokallaðrar CAF-greiningar sem gerð var fyrir á árinu, en það er viðurkennd aðferðafræði til þess að framkvæma innri greiningu, einkum í opinberum stofnunum. Einnig voru notaðar niðurstöður úr notendakönnunum og viðhorfskönnunum, svo sem niðurstöður úr árlegri viðhorfskönnun um Stofnun ársins. Rauður þráður í allri umgjörð LOF er skýr markmiðasetning, þá bæði til lengri og skemmri tíma. Þetta endurspeglast í útfærslu UAR og stofnana þess. Í stefnumótunarvinnunni var tekið mið af þessu og kemur það skýrt fram í niðurstöðum. Í lokahrinu vinnunnar fékk Veðurstofan ráðgjafarfyrirtækið Expectus til liðs sig til að hnýta lausa enda.

Meginniðurstöður stefnumótunarvinnunnar eru:

Hlutverk Veðurstofu Íslands:

Veðurstofa Íslands stuðlar að bættu öryggi almennings, eigna og innviða gagnvart öflum náttúrunnar, jafnframt því að styðja sjálfbæra nýtingu hennar og samfélagslega hagkvæmni. Því sinnum við með vöktun lofts, láðs og lagar byggt á öflun, varðveislu og greiningu gagna, rannsóknum, þróun og miðlun upplýsinga.

Gildi:

Þekking, áreiðanleiki, samvinna og framsækni.

Framtíðarsýn og áherslur:

*Ánægja notenda – Uppfyllum þarfir
Jákvæður höfuðstóll – Tryggar sértekjur
Mæling á áreiðanleika – Tíma varið í þróun
Aukin ánægja starfsmanna – Þekkingarstjórnun*

Við höfum sett okkur stefnur um:

*Gæðastjórnun
Mannauðsmál
Vöktun náttúruvár og þjónustu
Rannsóknir og þróun
Rekstur og þróun mælikerfa
Öflun, varðveislu og miðlun gagna
Umhverfismál
Upplýsingaöryggi
Innkaup*

Til að ná þeim markmiðum og framtíðarsýn sem Veðurstofan hefur sett sér var ákveðið að innleiða aðferðafræði sem kallast 4DX Strategy. Aðferðafræðin byggir á því að ákvörðun um mikilvæg markmið sé tekin og forgangsöröð þeirra sé skýr; að eftirfylgni sé með verkefnum sem miða að því að ná þeim markmiðum og að virða sameiginlega ábyrgð á markmiðunum. Ráðgjafarfyrirtækið Expectus veitti aðstoð við innleiðingu á 4DX.

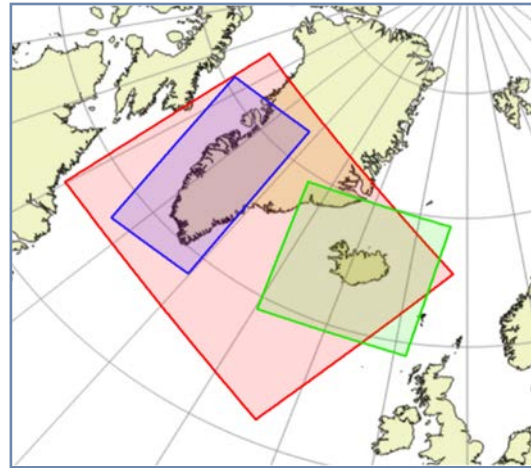
Fyrsta skrefið í innleiðingunni var að kynna og þjálfa starfsmenn í 4DX. Þar þurfti að finna eitt markmið fyrir Veðurstofuna sem kallað er „stríðið“ og tvö önnur markmið sem styðja við það fyrsta, kölluð „orrusturnar“. Þessi markmið þurfa að vera skilgreind þannig að allir starfsmenn geti lagt sitt af mörkum til þeirra. Veðurstofan ákvað að leggja af stað með að auka ánægju starfsmanna í vinnunni sem sitt „stríði“, og þær „orrustur“ að bæta verkskil verkefna og auka traust milli starfsmanna og stjórnenda. Kjarninn í 4DX er að skilgreina mælikvarða og setja viðmiðunarmörk fyrir hverja viku til þess að fylgjast vikulega með framvindu. Til þess að allir geti lagt verkefninu lið voru sett á laggirnar fjölmörg teymi sem settu sér markmið og mælikvarða er miðuðu að því að stofnunin í heild gæti unnið „stríðið“. Hver starfsmaður tekur á sig eina skuldbindingu í viku hverri sem miðar að því að færa Veðurstofuna í átt að markmiðinu. Sá árangur sem þegar hefur náðst með 4DX eykur vonir um að Veðurstofan muni standa sig enn betur í að ná markmiðum sínum í framtíðinni.

In the second half of 2016, the vision, mission and values of IMO were reviewed and the strategy for IMO was updated with new goals and milestones. The updated strategy was informed by new laws on public budget planning, an update to IST ISO 27001 quality management standards, and the continued goal of IMO to improve services for the benefit of its stakeholders.

Additional information was gathered as an input for updating the strategy. So-called CAF and SWOT analyses were made and surveys were made of dedicated user groups of IMO services and of employee's experiences working at IMO. The survey results were used to help define the new strategy. The 4DX strategy methodology was adopted to implement the new institutional strategy. The widely important goal "To increase the employees' satisfaction at work" and two supporting goals were identified. "To improve timely completion of projects" and "To increase the trust between management and employees". The goal is to achieve these targets by the middle of the year 2017.

Fyrsta tölva sinnar tegundar á Íslandi

Veðurstofa Íslands og danska veðurstofan DMI skrifuðu undir samning árið 2014 um að ofurtölva dönsku veðurstofunnar skyldi hýst á Veðurstofunni. Það er Cray XC30, fyrsta tölva sinnar tegundar sem tekin er í notkun á Íslandi. Samkomulaginu fylgdi að þróað yrði sameiginlegt reiknisvæði fyrir Ísland og Suður-Grænland. Margar af þeim uppfærslum sem höfðu verið gerðar fyrir Ísland, svo sem uppfært hæðarlíkan og leiðrétt útbreiðsla jökla, voru einnig gerðar fyrir Grænland, og 2. desember 2016 var sameiginlega svæðið tekið í notkun. Möskvastærð nýja svæðisins er sú sama og Veðurstofan hefur keyrt síðan 2011, eða 2,5 km, en svæðið er mun stærra. Í stað 500x480 láréttra punkta er nú reiknað í 1000x800 punktum. Þetta reiknisvæði nær yfir mun stærra svæði en DMI hafði áður keyrt fyrir Grænland og það nær einnig yfir allt íslenska svæðið. Eldra reiknisvæðið fyrir Grænland náði einungis yfir hluta Suður-Grænlands og því er flóknu landslagi við strendur Suður-Grænlands nú mun betur lýst en áður. Fyrir Ísland er helsti kostur nýja svæðisins að líkanið hefur lengri tíma til að þróa skýjaklakka sem berast einkum úr suðvestri og vestri og getur þannig líkt betur eftir skúra- og elja-úrkomu yfir sunnan- og vestanverðu landinu.



Sameiginlegt reiknisvæði yfir Íslandi og Suður-Grænlandi (rautt) borið saman við eldra reiknisvæði yfir Grænlandi (blátt) og Íslandi (grænt).



Veðurstofan og DMI stóðu í sameiningu að dagskrá og mót-töku 28. apríl 2016 til að fagna samstarfi stofnananna og vígja ofurtölvuna. Boðið var upp á skoðunarferð í tölvusal og var það einstakt tækifæri því aðgengi að tölvusölum Veðurstofunnar er takmarkað. Sigrún Magnúsdóttir þáverandi umhverfis- og auðlindaráðherra og fleiri, nýttu sér það tækifæri. Ljósmynd: Jóhanna M. Thorlacius.



Sérfræðingar Veðurstofunnar voru í forsvari fyrir nokkrum ráðstefnum á síðasta ári. Það á meðal sótti þverfræðilegur hópur 50 vísindamanna vinnustofu hjá Veðurstofunni um áhættumat og áhættuviðmið. Vinnustofan tengdist rannsóknarverkefni á vegum NordForsk og fjallaði um hvernig auka megi öryggi andspænis náttúruham-förum. Fjöldi vísindamanna og stofnana á Norðurlöndum vinnur að þessu verkefni til ársins 2020. Áhersla er lögð á náttúruvá og viðnámsþrótt eða seiglu samfélaga svo þau geti sem best búið sig undir og rétt sig við eftir áföll. Ljósmynd: Sigurlaug Gunnlaugsdóttir.

Stjórnkerfi upplýsingaöryggis

Í janúar 2017 fékk Veðurstofan eftirsóttá vottun gagnvart íslenska- og alþjóðastaðlinum ÍST ISO 27001 Stjórnkerfi upplýsingaöryggis. Unnið var að breytingum í starfsemi í nokkurn tíma til þess að uppfylla kröfurnar. Umfang vottunarinnar nær yfir hýsingu búnaðar í eigu viðskiptavina og takmarkaða þjónustu við hann, og þjónustu við hugbúnað og vélbúnað í eigu Veðurstofunnar. Þessi vottun er mjög eftirsótt og grunnurinn að kröfum sem gerðar eru um persónuvernd.

Umhverfi stofnana hefur breyst mikið undanfarin ár með vaxandi kröfum um hagkvæmni og aukin gæði í starfsemi stjórnsýslunnar. Þar er meðferð og varsla persónuupplýsinga engin undantekning. Nú liggur fyrir ný Evrópulöggjöf um persónuvernd sem gerir mun ríkari kröfur til öryggis við meðferð og vörslu persónuupplýsinga í stjórnun og rekstri hjá opinberum aðilum, sem og hjá einkafyrirtækjum. Auknar kröfur um gæði og upplýsingaöryggi er einnig að finna í reglugerð um flugleiðsögu. Þessi vottun ásamt vottuðu gæðakerfi Veðurstofunnar hjálpar til við að uppfylla þessar ytri kröfur.

FJÁRMÁL OG REKSTUR

Á árinu 2016 gafst tími til reglubundinna starfa án stórra náttúruatburða. Uppbyggingu innviða vegna reksturs ofurtölvu dönsku veðurstofunnar DMI lauk, veruleg endurnýjun á aðstöðu og skipulagsbreytingar á Eftirlits- og spásviði komust í fastar skorður, nýir starfsmenn komu til starfa og aðrir fóru. Tækifæri gafst til að leggja í nauðsynlegar breytingar á húsnæði og bæta aðstöðu starfsmanna Úrvinnslu- og rannsóknasviðs, en þær breytingar standa enn yfir.

Rekstur ársins endurspeglar þær breytingar sem áttu sér stað samanborið við fyrra ár. Þrátt fyrir veruleg áhrif kjarasamningsbundinna launahækkana þá hækkuðu laun og launatengd gjöld ekki mikið á milli ára. Það stafar aðallega af tvennu: engin aukavinna varð vegna Bárðarbungu né vegna komu dönsku ofurtölvunnar sem hvorutveggja var töluverð 2015; einnig fjöruðu út áhrif skipulagsbreytinga á Eftirlits- og spásviði, en þær höfðu kallað tímabundið á tvöfalda mönnun vakta og þjálfunarkostnað starfsmanna.

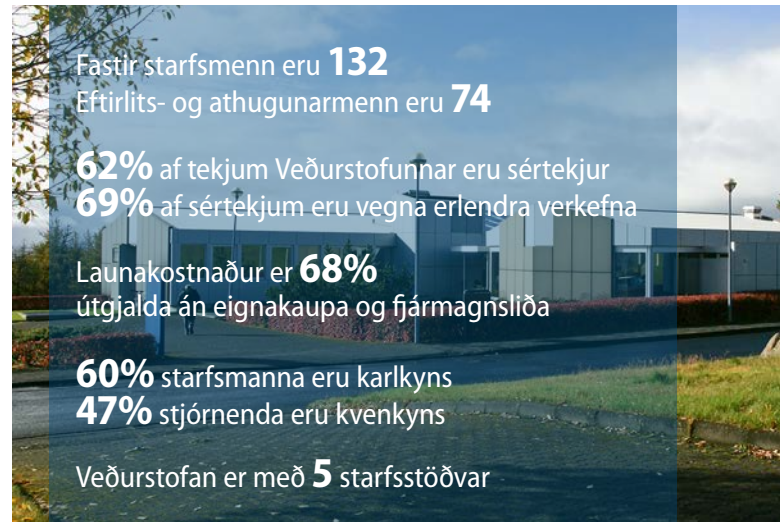
Skýringar með rekstrarreikningi

Fjárveitingar á fjárlögum 2016 til Veðurstofunnar námu 863,4 millj. kr. Tekjur námu 1.388,1 millj. kr. sem er 88 millj. kr. lækkun frá fyrra ári. Stærstu einstöku viðskiptavinir Veðurstofunnar eru Alþjóðaflugmálastofnunin, Landsvirkjun og Ofanflóðasjóður. Hækkun á vinnu fyrir alþjóðaflugið nam 85 millj. kr., greiðslur vegna erlendra verkefna lækkuðu, en mesta lækkunin stafar af greiðslu frá DMI vegna uppbyggingar stoðkerfa fyrir komu ofurtölvu þeirra til Veðurstofunnar sem nam 185 millj. kr. á árinu 2015.

Rekstrargjöld, að frádregnum sértekjum, námu 855,9 millj. kr. Launakostnaður hækkaði frá fyrra ári um 61,3 millj. kr. eða 4,5%. Launakostnaður er um 68% af rekstrarkostnaði án eignakaupa og fjármagnsliða. Í árslok 2016 var fjöldi starfsmanna Veðurstofunnar 206, af þeim eru 132 í kjarnadeildum. Fækkun starfsmanna stafar aðallega af fækkun athugunarmanna og skipulagsbreytingum á Eftirlits- og spásviði. Ársverk á árinu voru 142 sem er það sama og árið 2015. Hafa ber í huga að meirihluti starfsmanna við veðurathuganir og mælaeftirlit er í hlutastarfi.

Rekstrarútgjöld önnur en laun hækkuðu um 16 millj. kr. Ferða- og dvalarkostnaður innanlands og erlendis lækkar á milli ára, aðallega vegna Bárðarbungu og lúkningar erlendra verkefna, en stór hluti ferðakostnaðar erlendis er vegna vinnuferða sem styrktar eru af erlendum sjóðum og fæst sá kostnaður endurgreiddur. Fundakostnaður er mun minni en fyrra ár.

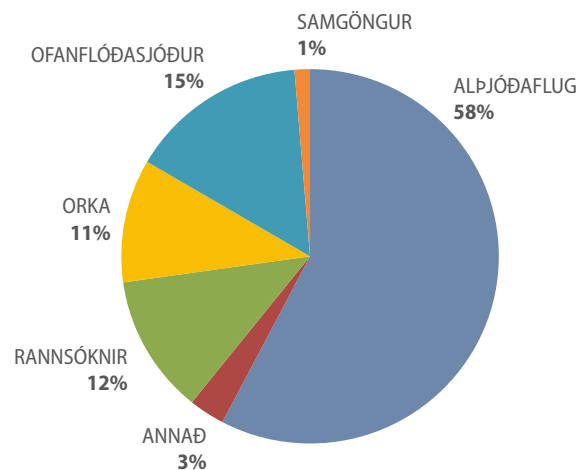
Aðkeypt sérfræðipjónusta eykst milli ára en sá liður breytist eftir stöðu verkefna. Aukningin stafar af aðkeyptri vinnu við nýjan vef Veðurstofunnar 14,2 millj. kr., sérfræðipjónustu vegna stefnumótunar og þjónustukannana, 8,9 millj. kr., og 8,5 millj. kr. sem varið var til umhverfis- og mengunarmælinga á árinu.



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; sama gildir um kostnað við breytingu á lögnum vegna ofurtölvunnar sem vinna þurfti á árinu. Rekstur bifreiða var mun minni á árinu, einkum vegna mikils kostnaðar 2015 vegna gossins í Bárðarbungu.

Eignakaup eru í takt við áætlun og minnkuðu um rúmar 166 millj. kr. milli ára. Ef fjárfesting í uppbyggingu stoðkerfa sem leggja þurfti í vegna komu ofurtölvu DMI 2015 er dreginn frá jukust eignakaup um 34,7 millj. kr. milli ára. Aukningin stafar að mestu af meiri fjárfestingu í mæli- og rannsóknartækjum.

Uppskipting sértekna eftir starfsgreinum



Rekstrarreikningur árið 2016 / Statement of accounts for the year 2016

	2016	2015
Tekjur / Income		
Styrkir og framlög / Grants and donations	1.004.508.644	963.935.012
Seld þjónusta / Public service	302.198.279	263.558.125
Aðrar tekjur / Other income	81.411.136	248.656.735
	<u>1.388.118.059</u>	<u>1.476.149.872</u>
Gjöld / Fees		
Laun og launatengd gjöld / Wages and related expenses	1.421.536.990	1.360.276.292
Skrifstofu- og stjórnunarkostn. / Office & management fees	61.235.693	63.518.318
Funda- og ferðakostnaður / Conference, travel & training exp.	73.963.177	100.793.796
Aðkeypt sérfræðiþjónusta / Contracted service	150.411.143	112.188.515
Rekstur tækja og áhalda / Operation of equipment	66.350.045	75.620.800
Annar rekstrarkostnaður / Other operational expenses	147.246.909	148.973.947
Húsnæðiskostnaður / Housing expenses	127.735.210	101.222.476
Bifreiðarekstur / Vehicle expenses	15.435.457	23.014.400
Tilfærslur / Tranference between institutions	15.671.771	16.435.372
	<u>2.079.586.395</u>	<u>2.002.043.916</u>
Eignakaup / Depreciation and purchase of assets	149.911.414	316.350.329
	<u>2.229.497.809</u>	<u>2.318.394.245</u>
Tekjuhalli fyrir hrein fjármagnsgj. / Deficit for financial income	(841.379.750)	(842.244.373)
Fjármunatekjur (fjármagnsgjöld) / Financial income (expenses)	<u>(14.653.970)</u>	<u>(14.881.036)</u>
Tekjuhalli fyrir ríkisframlag / Deficit for state contribution	(856.033.720)	(857.125.409)
Ríkisframlag / State contribution	<u>863.400.000</u>	<u>863.900.000</u>
Tekjuafgangur (tekjuhalli) ársins / Surplus (Deficit) of the year	<u>7.366.280</u>	<u>6.774.591</u>
Höfuðstóll í ársbyrjun / Principal amount at the beginning of the year	23.421.055	16.646.464
Rekstrarniðurstaða ársins / Operating results for the year	<u>7.366.280</u>	<u>6.774.591</u>
Höfuðstóll í árslok / Principal amount at the end of the year	<u>30.787.335</u>	<u>23.421.055</u>

RITASKRÁ STARFSMANNA



Starfsmenn Veðurstofunnar í vorferð Jöklarannsóknafélagsins á Vatnajökul. Baldur Bergsson, Benedikt G. Ófeigsson og Melissa Anne Pfeffer á áningarstað milli Skaftárkatla. Ljósmynd: Bergur H. Bergsson.

Ritryndar greinar

- Arriola, J. S., M. Lindskog, Sigurður Þorsteinsson & J. Bojarova (2016). Variational Bias Correction of GNSS ZTD in the HARMONIE Modeling System. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 55, 1259-1276. doi:10.1175/JAMC-D-15-0137.1.
- Behr, Y., J. F. Clinton, C. Cauzzi, Egill Hauksson, Kristín Jónsdóttir, C. G. Marius, A. Pinar, J. Salichon & E. Sokos (2016). The Virtual Seismologist in SeisComp3: A New Implementation Strategy for Earthquake Early Warning Algorithms. *Seismological Research Letters* 87(2A), 363-373. doi:10.1785/0220150235.
- Bergur Einarsson, Eyjólfur Magnússon, Matthew J. Roberts, Finnur Pálsson, Þorsteinn Þorsteinsson & Tómas Jóhannesson (2016). A spectrum of jökulhlaup dynamics revealed by GPS measurements of glacier surface motion. *Annals of Glaciology* 57(72), 47-61. doi:10.1017/aog.2016.8.
- Björn Oddsson, Magnús T. Guðmundsson, B. R. Edwards, Þorvaldur Þórðarson, Eyjólfur Magnússon & Gunnar Sigurðsson (2016). Subglacial lava propagation, ice melting and heat transfer during emplacement of an intermediate lava flow in the 2010 Eyjafjallajökull eruption. *Bulletin of Volcanology* 78(48). doi:10.1007/s00445-016-1041-4.
- Costa, A., Y. J. Suzuki, M. Cerminara, B. J. Devenish, T. E. Ongaro, M. Herzog, A. R. Van Eaton, L. C. Denby, M. Bursik, M. de' Michieli Vitturi, S. Engwell, A. Neri, Sara Barsotti, A. Folch, G. Macedonio, F. Girault, G. Carazzo, S. Tait, E. Kaminski, L. G. Mastin, M. J. Woodhouse, J. C. Phillips, A. J. Hogg, W. Degruyter & C. Bonadonna (2016). Results of the eruptive column model inter-comparison study. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 326, 2-25. doi:10.1016/j.jvolgeores.2016.01.017.
- Drouin, V., K. Heki, Freysteinn Sigmundsson, Sigrún Hreinsdóttir & Benedikt G. Ófeigsson (2016). Constraints on seasonal load variations and regional rigidity from continuous GPS measurements in Iceland, 1997-2014. *Geophysical Journal International* 205(3), 1843-1858. doi:10.1093/gji/ggw122.
- Di Napoli, R., A. Aiuppa, Baldur Bergsson, E. Ilyinskaya, Melissa Anne Pfeffer, Sýlvía Rakeļ Guðjónsdóttir & M. Valenza (2015). Reaction path models of magmatic gas scrubbing. *Chemical Geology* 420 (2016), 251-269.
- Hanna, E., J. Penman, Trausti Jónsson, G. R. Bigg, Halldór Björnsson, S. Sjúrdarson, M. A. Hansen, J. Cappelen & R. G. Bryant (2016). Meteorological effects of the solar eclipse of 20 March 2015 - analysis of UK Met Office automatic weather station data and comparison with automatic weather station data from the Faroes and Iceland. *Royal Society Philosophical Transactions A* 374. doi:10.1098/rsta.2015.0212.
- Hung, H., A. A. Katsoyiannis, E. Brorström-Lundén, Kristín Ólafsdóttir, W. Aas, K. Breivik, P. Bohlin-Nizzetto, Árni Sigurðsson, H. Hakola, R. Bossi, H. Skov, E. Sverko, E. Barresi, P. Fellin & S. Wilson (2016). Temporal trends of Persistent Organic Pollutants (POPs) in arctic air: 20 years of monitoring under the Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). *Environmental Pollution* 217, 52-61. doi:10.1016/j.envpol.2016.01.079.
- Magnús T. Guðmundsson, Kristín Jónsdóttir, A. Hooper, E. P. Holohan, Sæmundur A. Halldórsson, Benedikt G. Ófeigsson, S. Cesca, Kristín S. Vogfjörð, Freysteinn Sigmundsson, Þórdís Högnadóttir, Páll Einarsson, Olgeir Sigmarsson, A. H. Jarosch, Kristján Jónasson, Eyjólfur Magnússon, Sigrún Hreinsdóttir, M. Bagnardi, M. M. Parks, Vala Hjörleifsdóttir, Finnur Pálsson, T. R. Walter, M. P. J. Schöpfer, S. Heimann, H. I. Reynolds, S. Dumont, E. Bali, Guðmundur H. Guðfinnsson, T. Dahm, Matthew J. Roberts, Martin Hensch, J. M. C. Belart, K. Spaans, Sigurður Jakobsson, Gunnar B. Guðmundsson, Hildur M. Friðriksdóttir, V. Drouin, T. S. Dürig, Guðfinna Aðalgeirsdóttir, M. S. Riishuus, G. B. M. Pedersen, T. van Boeckel, Björn Oddsson, Melissa Anne Pfeffer, Sara Barsotti, Baldur Bergsson, A. Donovan, M. R. Burton & A. Aiuppa (2016). Gradual caldera collapse at Bárðarbunga volcano, Iceland, regulated by lateral magma outflow, *Science* 353(6296). doi:10.1126/science.aaf8988.
- Michele, M. de, D. Raucoules & Þórður Arason (2016). Volcanic plume elevation model and its velocity derived from Landsat 8. *Remote Sensing of Environment* 176, 219-224. doi:10.1016/j.rse.2016.01.024.
- Montanaro, C., B. Scheu, Magnús Tumi Guðmundsson, Kristín S. Vogfjörð, H. I. Reynolds, T. Dürig, K. Strehlow, S. Rott, T. Reuschlé & D. B. Dingwell (2016). Multidisciplinary constraints of hydrothermal explosions based on the 2013 Gengissig lake events, Kverkfjöll volcano, Iceland. *Earth and Planetary Science Letters* 434, 308-319. doi:10.1016/j.epsl.2015.11.043.

Panzer, F., A. Mignan & Kristín S. Vogfjörð (2016). Spatiotemporal evolution of the completeness magnitude of the Icelandic earthquake catalogue from 1991 to 2013. *Journal of Seismology*, 1-16. doi:10.1007/s10950-016-9623-3.

Panzer, F., J. D. Zechar, Kristín S. Vogfjörð & D. A. J. Eberhard (2016). A Revised Earthquake Catalogue for South Iceland. *Pure and Applied Geophysics* 173(1), 97-116. doi:10.1007/s00024-015-1115-9.

Ruch, J., T. Wang, W. Xu, Martin Hensch & Sigurjón Jónsson (2016). Oblique rift opening revealed by reoccurring magma injection in central Iceland. *Nature Communications* 7. doi:10.1038/ncomms12352.

Spanu, A., M. de' Michieli Vitturi & Sara Barsotti (2016). Reconstructing eruptive source parameters from tephra deposit: a numerical study of medium-sized explosive eruptions at Etna volcano. *Bulletin of Volcanology* 78(59). doi:10.1007/s00445-016-1051-2.

Thun, J., I. Lokmer, C. J. Bean, E. P. S. Eibl, Bergur H. Bergsson & A. Braiden (2016). Micrometre-scale deformation observations reveal fundamental controls on geological rifting. *Scientific Reports* 6. doi:10.1038/srep36676.

Vignelles, D., T. J. Roberts, E. Carboni, E. Ilyinskaya, Melissa Anne Pfeffer, P. D. Waldhauserova, A. Schmidt, G. Berthet, F. Jegou, J.-B. Renard, Haraldur Ólafsson, Baldur Bergsson, Richard Yeo, Njáll Fannar Reynisson, R. G. Grainger, B. Gallei, V. Conde, S. Arellano, T. Lurton, B. Coutea & V. Duverger (2016). Balloon-borne measurement of the aerosol size distribution from an Icelandic flood basalt eruption. *Earth and Planetary Science Letters* 453, 252-259. doi:10.1016/j.epsl.2016.08.027.

Vitturi, M de' Michieli, S. L. Engwell, A. Neri & Sara Barsotti (2016). Uncertainty quantification and sensitivity analysis of volcanic columns models: Results from the integral model PLUME-MoM. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 326, 77-91. doi:10.1016/j.jvolgeores.2016.03.014.



Veðurfræðingarnir Guðrún Nína Petersen, Sibylle von Lövis og Halldór Björnsson gera klárt til að senda loftbelg upp í háloftin sem mælir vind, hita, raka, loftþrýsting og ryk í tuttugu kílómetra hæð. Ljósmynd: Sigurjón Magnússon.

Fræðirit og rit almenns eðlis

A. Harjanne, Emmanuel P. Pagneux, L. F. Jørgensen, A. Perrels, P. Van der Keur, F. Nadim, J. K. Rød & E. Raats (2016). Resilience to natural hazards: An overview of institutional arrangements and practices in the Nordic countries. *NORDRESS WP6.1 report*.

Bergur Einarsson (2016). Jöklabreytingar 1930-1970, 1970-1995, 1995-2014 og 2014-2015. *Jökull* 66, 101-106.

Bolli Pálmason, Sigurdur Þorsteinsson, Nikolai Nawri, Guðrún Nína Petersen & Halldór Björnsson (2016). HARMONIE activities at IMO in 2015. *ALADIN-HIRLAM Newsletter* 6, 72-75.

Davíð Egilson (2016). Greining á grunnvatnsmælingum á Þjórsár- og Tungnaársvæði 2015. *Skýrsla Veðurstofu Íslands* 2016-002, 136 s.

Eiríkur Gíslason & Tómas Jóhannesson (2016). Ofanflóðahættumat fyrir Sauðárkrók. Greinargerð með hættumatskort. *Skýrsla Veðurstofu Íslands* 2016-001, 64 s.

Esther Hlíðar Jensen, Svava Björk Þorláksdóttir, Snorri Zóphóniásson, Gunnar Sigurðsson & Jórunn Harðardóttir (2016). Mælingar á aurburði og rennsli í Jökulvísl árin 2013–2014. *Skýrsla Veðurstofu Íslands* 2016-005/LV2016-68/ORK16011, 62 s.

Esther Hlíðar Jensen, Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorláksdóttir & Snorri Zóphóniásson (2016). Mælingar á aurburði í Hólmhá við Paula árin 2009–2013. *Skýrsla Veðurstofu Íslands* 2016-004/LV-2016-067/ORK-16010, 48 s.

Eydís Salome Eiríksdóttir, Svava Björk Þorláksdóttir, Jórunn Harðardóttir & Sigurður Reynir Gíslason (2016). Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi XIX. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar. Reykjavík: Jarðvísindastofnun Háskólans RH-03-2016, 65 s.

Illmer D., Jón Kristinn Helgason, Tómas Jóhannesson & Sigurjón Hauksson (2016). Overview of landslide hazard and possible mitigation measures in the settlement southeast of Fjarðará River in Seyðisfjörður. *Skýrsla Veðurstofu Íslands* 2016-006, 75 s. + kort.

Magnús Tumi Guðmundsson, Emmanuel P. Pagneux, Matthew J. Roberts, Ásdís Helgadóttir, Sigrún Karlsdóttir, Eyjólfur Magnússon, Þórdís Högnadóttir & Ágúst Gunnar Gylfason (2016). *Jökulhlaup í Örafum og Markarfljóti vegna eldgosa undir jökli. Forgreiðing áhættumats*. Reykjavík: Jarðvísindastofnun Háskólans, Veðurstofa Íslands og Ríkislögreglustjóri, 63 s.

Óliver Hilmarrson (2016). Snjóflóð á Íslandi veturinn 2014–2015. *Skýrsla Veðurstofu Íslands* 2016-008, 77 s.

Sigríður Sif Gylfadóttir, Jón Kristinn Helgason, Sveinn Brynjólfsson, Eiríkur Gíslason & Tómas Jóhannesson (2016). Hættumat vegna berghlaupa í Öskju. *Skýrsla Veðurstofu Íslands* 2016-007, 46 s. + kort.

Sveinn Brynjólfsson, Brynjólfur Sveinsson & Halldór G. Pétursson (2016). Könnun á ofanflóðaaðstæðum í Öxnadal og Hörgárdal. *Skýrsla Veðurstofu Íslands* 2016-009, 429 s.

Theodór Freyr Hvarrson, Ingibjörg E. Garðarsdóttir, Hafdís Karlsdóttir, Björn Sævar Einarsson, Elín Björk Jónasdóttir & Ólína Þóra Friðriksdóttir (2016). Árleg skýrsla flugveðurþjónustu 2015. *Skýrsla Veðurstofu Íslands* 2016-003, 24 s.



Veðurstofa Íslands

Bústaðavegi 7–9
108 Reykjavík
www.vedur.is