

# Ársskýrsla 2012



3	Frá forstjóra
4	Náttúrufar 2012
6	Uppbygging innviða
10	Norðurslóðarannsóknir
14	Auðlindarannsóknir
18	Fjármál og rekstur
20	Ritaskrá starfsmanna
22	Ráðstefnur og viðburðir
23	Summary in English

© Veðurstofa Íslands 2013

Bústaðavegur 7–9  
150 Reykjavík

Ritnefnd:  
Sigurlaug Gunnlaugsdóttir  
Jórunn Harðardóttir  
Kristín Vogfjörð

Hönnun:  
Vinnustofa  
Atla Hilmarssonar

Prentun:  
Pixel prentþjónusta

Forsíða:  
Austmannsbunga,  
GPS-mælir og sólarhlað,  
skjálftamælir í baksýn.

Ljósmynd:  
Benedikt G. Ófeigsson

ISBN ISBN 978-9979-9975-6-6  
ISSN 2251-5607

## Frá forstjóra



Árni Snorrason  
forstjóri

Árið 2012 var sem undanfarin ár viðburðarríkt, bæði hvað varðar náttúrufar og starfsemi Veðurstofu Íslands. Mikil skjálftahrina reið yfir Norðurland og var hún sú öflugasta í 30 ár og minnti okkur á að á Norðurlandi má eiga von á skjálftum sem geta valdið miklu tjóni. Haustið byrjaði með aftakaveðri, einu af því versta um áratugaskeið, og varð gríðarlegt fjártjón hjá bændum á Norðurlandi. Haustið hélt áfram með illviðrum og var mikið álag á vöktum og snjóflóðaæfirliti, sem náði hámarki um áramótin þegar gerði aftakaveður í marga daga að norðan með mikilli snjókömu.

Eftir þrjú alvarleg niðurskurðarár voru fjárveitingar á árinu ívið lægri en árið á undan. Veðurstofan bjó að góðu og gat mætt niðurskurði að hluta til með því að ganga á höfuðstól, og með því að viðbótarkostnaður vegna gosanna í Eyjafjallajökli og Grímsvötnum var bættur. Það dugði þó ekki til. Til þess að mæta markmiðum settum í byrjun árs 2010 um jafnvægi í rekstri Veðurstofunnar á árinu 2012 varð að grípa til sárukafullra aðhaldsaðgerða á fyrrihluta ársins sem fólu meðal annars í sér uppsagnir. Með nýjum rannsóknarverkefnum, breyttum áherslum í rekstri og stífum aðhaldsaðgerðum hefur tekist að ná rekstri Veðurstofunnar í jafnvægi.

Hlutverk Veðurstofunnar sem „State Volcano Observatory“ var fest betur í sessi á árinu. Annars vegar með því að Alþingi ákvað að Ofanflóðasjóður tæki ábyrgð á fjármögnun á áhættumati eldfjalla á móti hagsmunaaðilum, erlendum og innlendum, og hins vegar með enn meiri áherslu á umsóknir í erlenda rannsóknasjóði. Þar uppskar íslenskt samfélag ríkulega þegar fé var veitt úr 7. rammaáætlun ESB til verkefnisins FutureVolc. Heildarfjármagn verkefnisins er um 8 milljónir evra til þriggja ára og nemur styrkurinn um 6 milljónum evra. Í hlut Íslands kom um þriðjungur fjáris, þar af um helmingur til Veðurstofunnar. Ég lít svo á að þetta verkefni í heild sinni muni auka hæfni Veðurstofunnar og íslensks samfélags við rannsóknir, eftirlit og viðvaranir vegna eldgosavár.

Ný veðursjá var vígð á Austurlandi í september og seinni færarlega veður- og öskusjáin kom til landsins í byrjun árs 2013. Með því lauk einni mestu fjárfestingu í sögu Veðurstofunnar. Heildarfjárfestingin nam yfir 500 milljónum króna, sem alfarið var fjármögnuð af alþjóðfluginu. Enginn þarf að velkjast í vafa um það að þessir innviðir og hlutverk Veðurstofunnar gera hana og íslenskt rannsóknarsamfélag geysilega sterkt í samkeppni um rannsóknarfjármuni á sviði eldfjallavöktunar og rannsókna. Ennfremur mun þessi uppbygging veður- og öskusjáa á Íslandi nýtast við rannsóknir á veðri og veðurfræðilegum þáttum.

Ísland hefur verið aukaaðili að Evrópsku veðurtungla- stofnuninni, EUMETSAT, um nokkurra ára skeið. Gert er ráð fyrir því að til fullrar aðildar þjóðríkja komi innan fimm ára frá aukaaðild þeirra, en vegna erfiðra efnahagsaðstæðna hér á landi var sótt um frest 2010 og 2011. Á árinu 2012 var það mat Veðurstofunnar að rétt væri að taka þetta skref þannig að til fullrar aðildar Íslands kæmi á árinu 2014, sem er af ýmsum ástæðum

hagstæð tímasetningin hvað fjármuni varðar. Ráðherra okkar fylgdi málinu eftir innan ríkisstjórnarinnar og fékk samþykki hennar fyrir þessari ákvörðun. Þetta skref er mikilvægt fyrir náttúrufarannsóknir á Íslandi og mun gera okkur og öðrum stofnunum kleift að vinna enn frekari verðmæti úr þeim gögnum sem aðild veitir okkur. Með fullri aðild fær Veðurstofan stöðu í rannsóknar- og þróunarverkefnum EUMETSAT. Auk þess opnast tækifæri fyrir íslenskan hátækni- og hugbúnaðariðnað að bjóða í verkefni stofnunarinnar.

Á árinu var þeim áfanga náð að gæðavottun skv. ISO 9001 fékkst á þrjú verkefnasvið stofnunarinnar, þ.e. vatnamælikerfi, ofanflóðavá og jarðskjálftavá, en fram að því hefur vottunin verið bundin við veðurþjónustu. Þá var áfram unnið að uppbyggingu gæðastjórnunarkerfis á ýmsum verkefnasviðum öðrum og stefnt markvisst að vottun þeirra í samræmi við það markmið að öll stofnunin verði undir vottuðu kerfi árið 2016.

Ákvörðun Alþingis um breytingar á stjórnarráðinu eru án efa mestu breytingar í umgjörð Veðurstofunnar frá stofnun hennar árið 2009. Með þeim lögum er Veðurstofa Íslands undir ráðherra umhverfis- og auðlindamála og mun það víkka hlutverk hennar í réttu hlutfalli við þýðingu þess fyrir íslenskt samfélag. Veðurstofan hefur áratuga reynslu í rannsóknum á vatnsauðlindinni og hefur að eigin frumkvæði fjármagnað fyrstu skrefin í rannsókn á eiginleikum vindauðlindarinnar. Það blasir við að Veðurstofan taki forystu í rannsóknum á orkuauðlindum hafsins og leggi sitt af mörkum hvað varðar rannsóknir og vöktun á ytri líffskilyrðum lífrænna auðlinda til lands og sjávar. Veðurstofan er reiðubúin að leggja nýju ráðuneyti allt sitt lið við mörkun heildstæðrar rannsóknarstefnu fyrir auðlindarannsóknir framtíðar með það meginmarkmið að leiðarljósi að nýting þeirra verði sjálfbær í einu og öllu.

Ekkert af því sem hér hefur verið fjallað um hefði náðst eða myndi nást án hins reynda og hæfileikaríka starfsfólks sem á stofnuninni vinnur. Á Veðurstofunni hefur verið unnið eftir markvissri og framsækinni mannauðsstefnu þar sem haft er að leiðarljósi að fylla hvert hlutverk sem verður til, eða þarf að efla, með fólki sem hefur vilja og getu til þess að vinna að því að uppfylla markmið og stefnu Veðurstofunnar og einurð til þess að fara að gildum hennar. Veðurstofan hefur þrátt fyrir niðurskurð náð að halda hæfu fólki sem hefur unnið hjá stofnuninni til langs tíma, viðhaldið þjálfun í röðum þess og þróað þekkingu og færni stofnunarinnar til að takast á við hin margvíslegu verkefni sem hún fæst við. Til marks um þessa þróun hefur starfsmönnum með doktorsgráðu fjölgað úr 13% í 17% milli ára og eru líkur á því að þessi þróun muni halda áfram árið 2013 vegna fjölgunar rannsóknarstyrkja þar sem skilgreint fjármagn er greitt fyrir verkefni sem doktorsnemar og nýdóttar koma að. Af framansögðu má því vera ljóst að Veðurstofan mun eflast enn frekar á öllum sviðum og vera betur undir það búin að mæta áskorunum í framtíðinni.

Árni Snorrason

# Náttúrufar 2012

## Tíðarfarir

Tíð var hagstæð lengst af en þó varð tjón af völdum illviðra með meira móti. Árið byrjaði með miklum umhleyppingum sem milduðust þegar á leið. Um mánaðamótin mars/apríl skipti mjög um veðurlag og við tóku norðlægar áttir sem voru lengst af ríkjandi það sem eftir lifði ársins. Vor og sumar voru óvenjuþurr og sólrík bæði nyrðra og syðra. Þurrkar háðu jarðargróðri víða um norðan- og norðvestanvert landið langt fram eftir sumri.

### Hiti

Árið var mjög hlýtt, sérstaklega um landið vestanvert. Ekkert lát virðist vera á hlýndunum miklu sem hófust skömmu fyrir aldamót. Í Reykjavík er árið það 17. í óslitinni röð ára þar sem árshitinn er yfir meðallagi og það 14. á Akureyri. Meðalhitinn í Reykjavík var 5,5 stig og er það um 1,2 stigum ofan meðallags árána 1961 til 1990. Á Akureyri var meðalhitinn 4,3 stig, það er 1,1 stigi ofan meðallags. Átta mánuðir voru hlýrri en að meðaltali á Akureyri en fjórir undir því. Í Reykjavík voru níu mánuðir yfir meðallagi en afgangurinn í meðallagi. Hæsti hiti ársins mældist á Eskifirði 9. ágúst 28,0 stig. Lægstur varð hitinn á Brúarjökli 2. apríl, -25,7 stig. Í byggð mældist hiti lægstur í Svartárkoti á jóladag, 25. desember, -24,6 stig. Lægsti lágmarkshiti ársins í Reykjavík mældist þann 3. janúar, -7,9 stig. Lægsta lágmark ársins hefur aldrei orðið jafnhátt í Reykjavík frá upphafi mælinga.

### Úrkoma

Mjög votviðrasamt var á landinu fyrstu þrjú mánuði ársins og sömuleiðis í september en með þurrviðrasamasta móti í maí, júní og júlí; norðanlands var ágústmánuður meðal þeirra allra þurrustu. Þar var úrkoma í september og nóvember hinsvegar með allra mesta móti. Mesta sólarhringsúrkoma á mannaðri stöð mældist á Nesjavöllum 29. janúar, 125,0 mm.

### Snjór

Veturinn 2011 til 2012 var snjóþungur framan af en skipti rækilega um í febrúar og var snjóléttur eftir það til vors. Haust og vetrarbyrjun voru snjólétt um landið sunnanvert en síðustu tveir mánuðir ársins voru hinsvegar óvenju snjóþungir norðanlands og einnig á Vestfjörðum.

Hjálparseftarmenn leita fjár í Mývatnssveit. Þúsundir fjár grófust í fönn í óveðri og fannkomu á Norður- og Norðausturlandi 9.–10. september 2012.  
*Ljósmynd: Finnur Baldursson.*



## Sólskinsstundir

Árið var sérlega sólríkt bæði suðvestanlands og á Norðurlandi. Sólskinsstundir mældust 1587 í Reykjavík á árinu og hafa aðeins einu sinni mælst fleiri. Það var árið 1924. Á Akureyri mældust sólskinsstundirnar 1415 og hafa aldrei mælst fleiri á einu ári. Þetta er nærri 140 stundum meira en áður hefur mest mælst á einu ári á Akureyri.

## Loftþrýstingur

Meðalloftþrýstingur í Reykjavík var 1007,4 hPa og er það 1,5 hPa yfir meðallagi. Hæsti þrýstingur ársins mældist í Grímsey þann 25. október og á Akureyri þann 26., 1039,0 hPa. Lægstur mældist þrýstingurinn á Dalatanga þann 6. mars, 947,3 hPa.

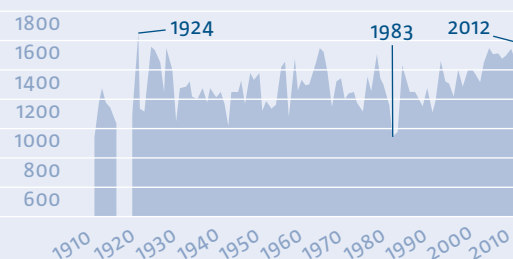
## Vindar

Vindhraði var nærri meðallagi fyrir árið í heild, en apríl, júní og sérstaklega október voru nokkru hægvíðrasamari en að meðaltali, en mars, september og nóvember hvassari.

Nokkur slæm illviðri gengu yfir landið á árinu og mun tjón hafa orðið meira af völdum veðurs heldur en mörg undanfarin ár. Helstu veðrin voru: Þann 10. janúar (af vestri), 7. febrúar (af suðri), 13. maí (af norðri), 10. september (af norðri), 1. til 3. nóvember (af norðri), 9. til 10. nóvember (af norðaustri og norðri) og 29. desember (af norðaustri). Hvað ofsa og útbreiðslu snerti var fyrra nóvemberveðrið það mesta þessara veðra, en þá var úrkoma frekar lítil þannig að annað tjón en af foki var ekki mikið. Miklar rafmagnstruflanir vegna seltu voru samfara janúarveðrinu og allmiklar í nóvember en ísing olli stórtjóni bæði í septemberveðrinu og í veðrinu í lok desember. Í septemberveðrinu urðu einnig mestu fjárskaðar í marga áratugi er fé fennti og króknaði víða um landið norðanvert. Öll þessi veður og fleiri ollu umtalsverðum samgöngutruflunum.

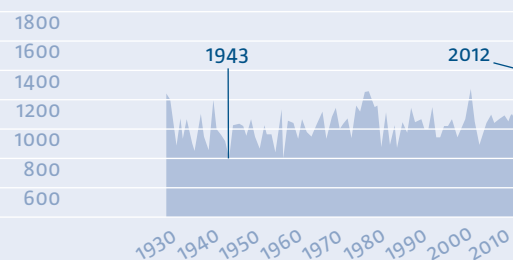
### Sólskinsstundafjöldi í Reykjavík 1914 til 2012

Klukkustundir á ári



### Sólskinsstundafjöldi á Akureyri 1928 til 2012

Klukkustundir á ári



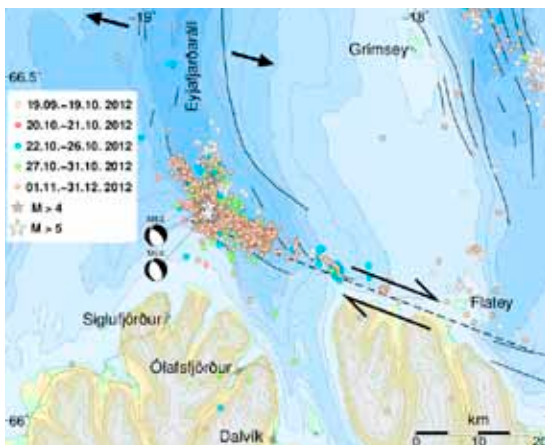


## Jarðfar

### Jarðskjálftahrinur syðst í Eyjafjarðarál 2012

Upp úr miðjum september 2012 hófst jarðskjálftahrina sunnarlega í Eyjafjarðarál, en það er sigdalur sunnan við Kolbeinseyjarkrygg sem nær suður að vestari enda Húsavíkur-Flateyjarmisgengisins úti fyrir mynni Eyjafjarðar. Húsavíkur-Flateyjarmisgengið er hægri handar sniðgengi sem nær austur fyrir Húsavík. Fjórir jarðskjálftar, rúmlega 4 að stærð, urðu þar dagana 19. og 20. september og voru tveir sinn hvorn daginn. Þeir fundust mjög greinilega á Siglufirði og Ólafsfirði og einnig víðar um Norðurland. Verulega dró úr skjálftavirkninni eftir þessa skjálfta en virkinn hjaraði áfram af og til fram í október. Jarðskjálftavirknin jókst verulega aftur 19. október og upp úr miðnætti aðfaranótt sunnudagsins 21. október leystust úr læðingi tveir skjálftar yfir 5 að stærð. Sá fyrri var kl. 00:10, 5,3 að stærð, og sá seinni kl. 01:25, 5,6 að stærð. Upptök skjálftanna voru nokkru suðvestar en hrinan í september, eða um 20 kílómetra norðnorðaustur af Siglufirði. Báðir jarðskjálftarnir fundust mjög vel víða um norðanvert landið og sá stærri fannst einnig á Seyðisfirði, Ísafirði og á höfuðborgarsvæðinu.

Upptakgreining skjálftanna sýnir að þeir eru siggengis-skjálftar. Næstu daga færðist hluti skjálftavirkinnar til suðausturs eftir Húsavíkur-Flateyjarmisgenginu og skjálftaþyrping myndaðist um fimm kílómetra norðvestan við Gjögurtá. Þar sem talsverð spennan hefur safnast upp á þessu svæði var talið mögulegt að hrinan gæti framkallað ennþá stærri skjálfta þar. Að höfðu samráði við vísindamenn og aðra aðila lýstu Almannaþingur yfir óvissustigi úti fyrir Norðurlandi vegna þessara atburða og í kjölfarið voru haldnir íbúafundir í byggðarlögum á Norðurlandi. Nokkuð dró úr skjálftavirkninni undir lok október og var hún áfram mest við upptakasvæði stóru skjálftanna og um 10 km suðaustur af þeim. Áfram minnkaði virkinn í nóvember og enn meira í desember. Af og til fundust sumir skjálftanna á Siglufirði og jafnvel víðar.



Kortið sýnir upptök jarðskjálfta frá 19. september til loka árs 2012. Skjálftar yfir 4 að stærð eru merktir með stjörnum en aðrir minni með hringjum. Svart-hvítu boltarnir sýna brotlausnir stærstu skjálftanna samkvæmt GCMT. Sveru örvarnar ofarlega á kortinu sýna rekstefnuna og örvarnar við Flateyjarskaga sýna hreyfistefnuna um Húsavíkur-Flateyjarmisgengið (brotin lína). Einnig eru sýnd nokkur önnur misgengi á svæðinu með svörtum línunum (McMaster ofl., 1977).

## Vatnafar

### Rennsli fallvatna á árinu 2012

Fyrstu mánuðir ársins voru úrkomusamir og síðla vetrar 2012 snjóaði mikið í fjöll. Leysing snævar kom fram sem mikil rennslisaukning í dragám um allt land í hlýindum í síðustu viku maí. Sumarið 2012 var síðan sólríkt og úrkoma lítil um land allt. Draga mætti þá ályktun að dragár og lindár hafi verið vatnslitlar en jökulár vatnsmiklar og grunnvatnsstaða lág. Mörg önnur atriði hafa þó áhrif á vatnsbúskapinn hverju sinni. Þannig var rennsli í Norðurá í Borgarfirði meira framan af sumri en sumarið 2010 sem var afbrigðilega þurr. Ástæðan var bráðnun snævar af heiðunum. Um miðjan júlí féll línuritíð svo saman við línuritíð frá hinu einstaka þurrkasumri 2010, en þá rigndi og rennslið jókst.

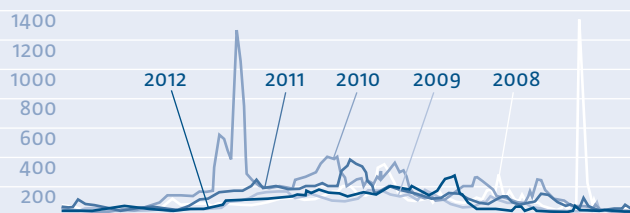
Þrátt fyrir hlýtt og gott veður í byggð olli heiðskirt veður litlum næturhita á hálandi og jafnvel næturfrosti fram í júlí. Jökulleysing varð fremur lítil framan af sumri og rennsli við vatnshæðarmæla nærri jökli rétt í meðallagi.

Grunnvatnsstaða í Heiðmörk er nokkru hærri en undanfarin tvö ár. Árið 2010 var hún með allra lægsta móti. Hin mikla úrkoma í ársbyrjun 2012 hækkaði grunnvatnsstöðuna mikið. Það tíðarfar hefur haft svipuð áhrif á grunnvatnsstöðu á Suður- og Vesturlandi sem birtist í því að rennsli í ám, eins og Ytri-Rangá og Tungufljóti í Biskupstungum, sem eru nær eingöngu lindár, hækkar aftur eftir þurrk síðustu tveggja ára. Grunnvatnið sem myndar að stórum hluta þessarar er upprunnið að hluta undan jökulum.

Á Norðurlandi voru vorflóð óvenjumikil miðað við undanfarin ár. Jökulleysing var í meðallagi þar til um miðjan ágúst þegar hiti hækkar mikið. Þá varð rennsli með mesta móti í eina viku. Á Austurlandi var rennsli yfirleitt lítið nema í jökulám síðari hluta ágúst. Háslón fór á yfirfall 7. ágúst, fimm vikum fyrr en 2011, en það stafaði aðallega af því að það stóð hátt í því um vorið og er skýringar á stöðu þess að finna í stýringu raforkukerfisins.

Tvö hlaup komu í Gígjukvísl úr Grímsvötnum á árinu en vatn sem áður rann í Skeiðará fer nú í Gígjukvísl. Fyrri hlaupið kom í byrjun febrúar 2012 en það seinna byrjaði 25. nóvember. Bæði hlaupin teljast lítil á mælikvarða Skeiðarárhlaupa. Á árinu hafa breytingar við austurjaðar Mýrdalsjökuls orðið til þess að hluti vatns sem fór í Leirá leitar nú í Skálm. Lítið hlaup kom í Leirá 21. nóvember. 18. júlí kom hlaup í Fremri-Emstruá og 10. ágúst í Innri-Emstruá.

**Rennsli Skaftár við Sveinstind frá 1. maí til 1. nóvember síðustu fimm ár.**  
Rúmmetrar á sekúndu



Jökulleysing nær vart meðallagi árið 2012. Úrkoma féll um mánaðamótin ágúst-september og lítið Skaftárhlaup kom á sama tíma. Síðan kom þurr og kalt haust. Afleiðingin varð mjög lítið rennsli í ám og lækjum, sérstaklega á Suðausturlandi þar sem klaxsvæði silungs voru í hættu vegna vatnslæysis.

# Uppbygging innviða

Á undanförunum árum hefur verið lögð aukin áhersla á að efla rannsóknainnviði í Evrópu og hafa Evrópu-sambandið (ESB) og önnur Evrópulönd skilgreint vegvísa til uppbyggingar mikilvægra innviða. Með innviðum er hér átt við alla þá aðstöðu sem úrvinnsla, rannsóknir og gangasöfnun til rannsókna byggist á.

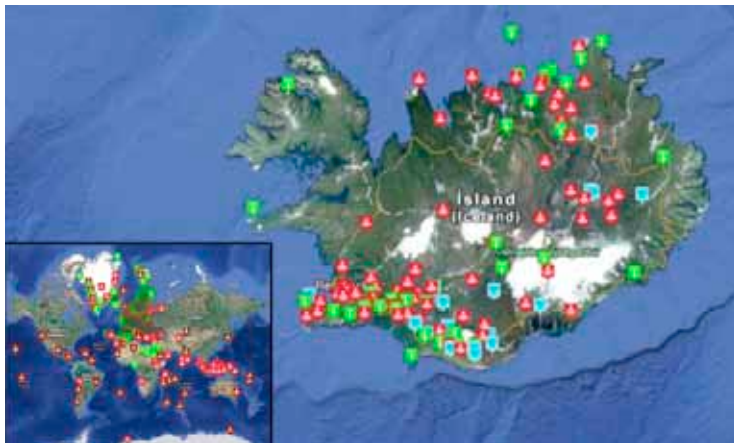
Nýjstu rammaáætlanir Evrópusambandsins (Sjöunda rammaáætlun og Horizon 2020) taka mið af þessum vegvísium og fjöldi innviðaverkefna hafa þegar verið styrkt. Eitt slíkt verkefni er EPOS (European Plate Observing System) sem miðar að uppbyggingu samevrópsks netkerfis helstu jarðvísindamælakerfa, reikniklasa og rannsóknasetra álfunnar, auk gagnþjónustu við kerfin og reksturs þeirra í framtíðinni. Veðurstofan leiðir þátttöku Íslands í fjögurra ára undirbúningsfasa verkefnisins, en aðrar íslenskar stofnanir eru Landmælingar Íslands,

Jarðvísindastofnun Háskólans og Rannsóknarmiðstöð í jarðskjálftaverkfræði. Íslensku kerfin, sem lögð eru inn í EPOS, eru jarðskjálftamælakerfið SIL, hröðunarmælanetið ICESMN, GPS-mælanetið ISGPS og þenslumælanet, veðursjár, gasmælur og hluti vatnshæðarmælakerfis Veðurstofunnar (sjá mynd 1).

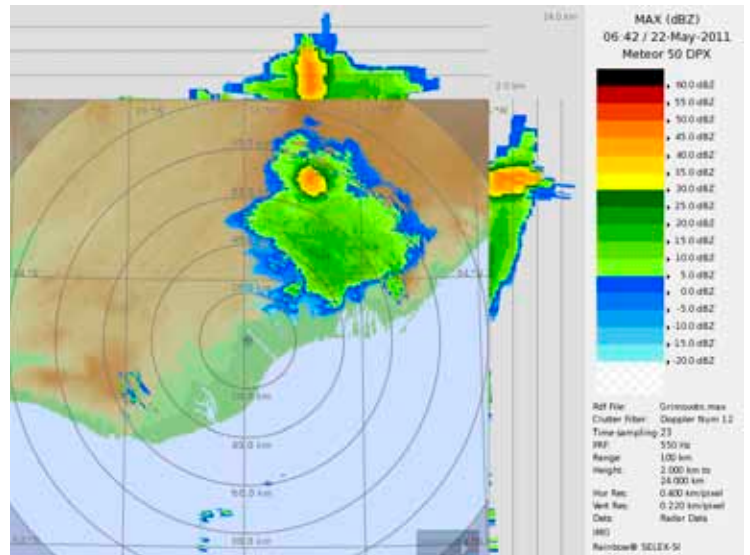
Tilgangurinn með EPOS er efling rannsóknainnviða Evrópu í jarðvísindum með því að tengja þá í samhefðu netkerfi og auðvelda aðgengi að fjölþáttagögnum og afurðum til jarðvísindarannsókna. Í verkefninu er gert ráð fyrir því að styrkja innviði á svæðum þar sem þeir eru ótraustir og efla þá enn frekar á mikilvægum svæðum, eins og virkum sprungu- og eldfjallasvæðum. Þátttöku-löndin ábyrgjast viðhald upphaflegra innviða sinna, en

þess er vænst að ESB og hagsmunaaðilar komi að frekari framtíðaruppbyggingu þeirra. Dæmi um slíkt er aðkoma flugmálafyrivalda að eflingu innviða Veðurstofunnar fyrir eldfjallaeftirlit og rannsóknir í kjölfar eldgossins í Eyjafjallajökli 2010, en gosið hafði víðtæk áhrif á flug-samgöngur, truflaði flug um tíu milljón farþega í Evrópu og Norður Ameríku og olli efnahagslegu tjóni. Þessir innviðir eru veðursjár, Lidarmælur og loftbelgjasleppistöð til mælinga á gosmökkum (sjá mynd 2), fjármagnaðir af Alþjóða flugmálastofnuninni (ICAO), en mælitækin nýstast einnig til almennra veðurrannsókna. Samstarfsaðilar á borð við Bresku jarðfræðistofnunina (BGS) lögðu einnig til jarðskjálftamæla til eflingar eftirlits með virkni í eldfjöllum. Þá styrkir ICAO framkvæmd úttektar á hegðun og gossögu virkra eldstöðva á Íslandi og íslensk stjórnvöld fjármagna gerð almenns eldfjallahættumats fyrir Ísland.

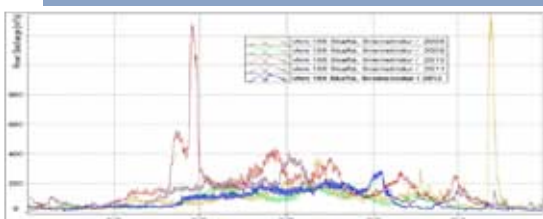
Auk uppbyggingar í eldfjallafræði getur Ísland átt möguleika á, innan EPOS-netkerfisins, að efla sérstaklega innviði við sprungusvæði Suðurlandsbrotabeltisins og fá þar byggt upp „nær-sprungu“ rannsóknarmælanet. Árangur í þeim efnum veltur á samstarfi íslensku þátttakendanna og samhefingu núverandi mælakerfa og úrvinnslu, því íslenskar stofnanir eru litlar og ná ekki einar og sér yfir mjög breitt svið jarðvísinda. Saman mynda þær hins vegar þá öflugu heild sem þarf að liggja til grundvallar frekari fjármögnunar rannsóknastarfs með öflun erlendra styrkja og fjárfestingu í íslenskum rannsóknainnviðum. Vísinda- og tækniráð hefur þegar aðlagð markmið sín að þessu breytta umhverfi með því að breyta nafni Tækjasjóðs í Innviðasjóð og leggja sérstaka áherslu á uppbyggingu rannsóknainnviða á Íslandi.



Mynd 1. Mælistöðvar á Íslandi sem skilgreindar eru í EPOS (European Plate Observing System) netkerfinu. Litla innfellda myndin sýnir allar mælistöðvar í EPOS, sem tekur til alls 7014 jarðskjálfta- og GPS-stöðva.



Mynd 2. Ratsjármynd úr færarlegri ratsjá á Kirkjubæjarklaustri sýnir Grímsvatnagosið 2011.



### Volcano Anatomy – Innviðir eldfjalla

Rannís-öndvegisverkefnið „Volcano Anatomy“ (Innviðir eldfjalla), samstarfsverkefni Jarðvísindastofnunar Háskólans, Veðurstofunnar og fjölda innlendra og erlendra aðila, hefur orðið til þess að styrkja innviði til íslenskra eldfjallarannsókna. Í verkefninu er miðað að því að kortleggja kvikuhreyfingar í Eyjafjallajökulgosinu 2010 með samtúlkun og úrvinnslu fjölþátta jarðvísindagagna. Stór hluti aðkomu Veðurstofunnar að verkefninu felst í endurhönnun og uppbyggingu jarðskjálftagagnagrunns til notkunar í rannsóknum og eftirliti, og til að standa undir utanaðkomandi aðgengi að jarðskjálftagögnum. Við endurhönnunina munu nýtast þeir gagnastreymis- og gæðaeftirlitsferlar sem verið er að þróa í evrópska innviðaverkefninu NERA (Network of European Research Infrastructures for Earthquake Risk Assessment and Mitigation), sem Veðurstofan er þátttakandi í. Það verkefni miðar að nettengingu mælakerfa, gagnasafna og þekkingar á sviði jarðskjálftavár í Evrópu.

Gagnaflæði frá GPS-stöðvum í gagnagrunn Veðurstofunnar hefur verið endurhannað á undanföllum árum, samfara upp færslu gagnaúrvinnslu, sem gerir kleift að færa úrvinnsluna nær rauntíma. Einnig hefur farið fram vinna við að endurhanna utanumhald og eftirlit með ISGPS-netinu, gera það sjálfvirkara og auka rekstraröryggi þess. Úttektir á GPS-kerfum þeirra mörgu stofnana sem mynda ISGPS-netið og leggja til gögn í EPOS hafa einnig dregið fram mikilvægi þess að skilgreina grunn-eftirlitsnet með eldgosa- og jarðskjálftavá á Íslandi til að tryggja því rekstraröryggi.

### Efling úrvinnsluferlis stærri jarðskjálfta

Úrvinnsluferli jarðskjálftagreiningar á Veðurstofunni felur í sér staðsetningu upptaka og ákvörðun brotlausnar fyrir alla skjálfta sem SIL-mælakerfið nemur. Brotlausnir

lýsir útgeislun jarðskjálftabylgna frá brotahreyfingu á einföldum fleti. Stærri skjálftum með óreglulega brotflöti og/eða breytilegar hreyfingar á brotflötunum, og einnig flóknari skjálftum sem til dæmis verða við kvikuinnskot, er hins vegar ekki hægt að lýsa með einfaldri brotlausn. Þess í stað þarf að lýsa þeim með vægisþin (*e. moment tensor*), sem gefur heildarupptakalausn skjálfta og fæst hún með andhverfri vörpun (*e. inversion*) upplýsinga úr bylgjuferli skjálftanna.

Í Rannís-verkefninu „Upptakahreyfingar, eldfjallaskjálftar og tengsl við kvikuinnskot í íslenskum eldstöðvum“ er unnið að greiningu á brotahreyfingum helstu skjálfta sem urðu við kvikuinnskot og kvikuhreyfingar í aðdraganda eldgosanna á Fimmvörðuhálsi og í toppgíg Eyjafjallajökuls árið 2010. Verkefnið er samvinnuverkefni Veðurstofu Íslands, Háskóla Íslands, GFZ Potsdam í Þýskalandi og Uppsalaháskóla. Markmið verkefnisins er að nota niðurstöður upptakahreyfingar skjálftanna til að skorða og samræma úrvinnslu jarðskjálftagagna við úrvinnslu mælinga á aflögum yfirborðs, og fá þannig betri mynd af kvikuhreyfingum í aðdraganda eldgosanna. Brotlausnir skjálftanna eru einnig nýttar til að meta spennuástand í Eyjafjallajökli í undanfara eldgosanna og gefur samanburður á brotlausnum í innkotahrinunni vikurnar fyrir Fimmvörðuhálgosið við brotlausnir í aðdraganda toppgígsgossins til kynna skýra breytingu í spennusviði.

Mikilvæg afurð þessa verkefnis er einnig bætt mat á brotahreyfingum stærri jarðskjálfta á Íslandi, sem fæst með því að sett verður upp úrvinnsla á vægisþin fyrir alla jarðskjálfta stærri en 3. Þessi úrvinnsla er mikilvægur þáttur í eflingu jarðvísindainnviða.

→ [www.nera-eu.org](http://www.nera-eu.org)



Martin Hensch vitjar bráðabirgða jarðskjálftamælis við Fimmvörðuháls í maí 2010. Eyjafjallajökull í baksýn. Ljósmynd: Þorsteinn Jónsson.



### FutureVolc – Ofurstöð í eldfjallafræði

Nýju Evrópusamstarfsverkefni, FutureVolc (A European volcanological supersite in Iceland: a monitoring system and network for the future) eða „Íslenska ofurstöðin í eldfjallafræði“, var hleypt af stokkunum síðastliðið haust. Verkefnið, sem Íslendingar stýra, markaði mikilvægan áfanga í uppbyggingu rannsóknainnviða til eldfjalla-rannsókna á Ísland. Það leggur sex milljón evrur til uppbyggingar mælakerfa, þróunar vöktunarferla og umtalsverðra rannsókna á íslenskum eldfjöllum, og kemur þriðjungur þess fjármagns til íslensku þátttakendanna. Þessi stóra hlutdeild byggist á samstarfi Veðurstofu Íslands og Jarðvísindastofnunar Háskólans, sem mynda sterka heild um langtímarekstur fjölþáttamælakerfa í eldfjallafræði, til eftirlits með óróa á eldstöðvum og rannsókna á eldfjöllum og eldfjallavá. Aðrir íslenskir þátttakendur eru Almannavarnadeild Ríkislögreglustjóra og hugbúnaðarfyrirtækin Miracle og Samsýn, en verkefninu er stýrt af Jarðvísindastofnun.

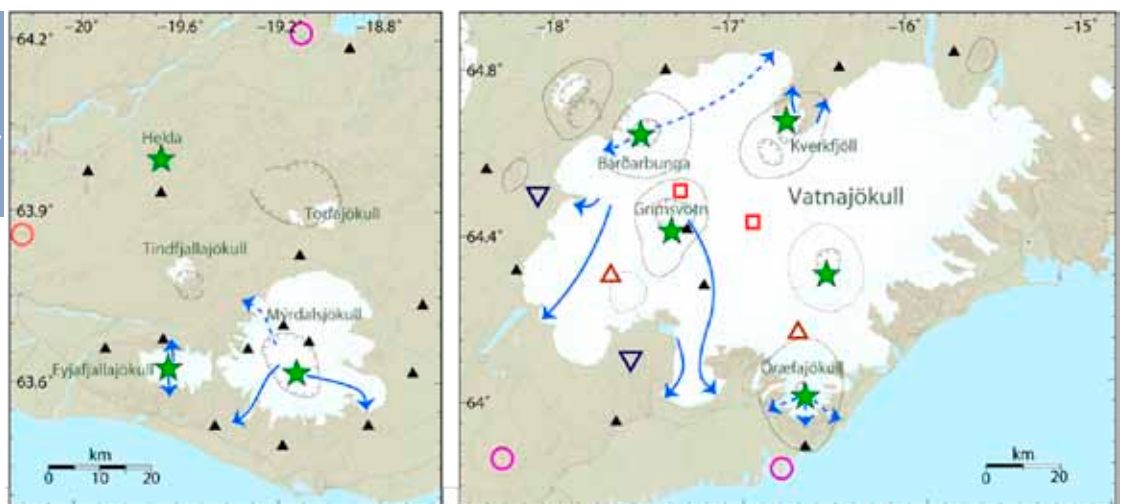
Innan FutureVolc verkefnisins verður mælum bætt við núverandi mælanet við eldstöðvar; ný mælakerfi verða sett upp, svo sem hljóðnemamælafylki (e. *infrasound arrays*); jarðskjálftamælafylki (sjá mynd 3); öskufoksmælur; rafsviðsmælur og myndavélar; og tekin verður í notkun færanleg öskurannsóknastofa. Einnig verða þróuð ný mælitæki, svo sem jöklajarðskjálftamælur, sjálfvirkir öskufallsmælur og innrauðar myndavélar. Þá verða gasmælingar á og við eldfjöll stórefldar, svo og efnamælingar í jökulám sem renna frá jökulkældum eldstöðvum. Stór hluti tækjanna er í eigu Veðurstofunnar eða Jarðvísindastofnunar og verða þau rekin áfram líkt og verið hefur, í samstarfi stofnananna. Auk mælakerfa á jörðu verða gervitunglagögn nýtt í verkefninu, þar á meðal gervitunglaratsjarmælingar (InSAR), litrófsgreiningar og fjölrófa hitagreiningar ösku og brennisteinstvíoxíðs (SO<sub>2</sub>) úr veður- og jarðrannsóknatunglum. Mörg þeirra mælakerfa sem eru í eigu erlendu samstarfsaðilanna verða áfram um kyrrt þegar verkefninu lýkur árið 2016.

Mikil áhersla er lögð á aðgengi að þeim fjölþáttagögnum sem safnast í FutureVolc, sem og á framsetningu afurðanna, og nýtist þar gagnagrunnsvinnan úr verkefninu „Volcano Anatomy“. Tvö hugbúnaðarfyrirtæki vinna

ásamt Veðurstofunni að gerð gagnagrunna og þjónustu við FutureVolc-gögnin. Við lok verkefnisins á þessi þjónusta að geta annað almennu aðgengi að gögnum frá Íslensku ofurstöðinni og þar með virkað sem gagnagátt fyrir eldfjallagögn í EPOS-netverkinu. Til að samræma högun og gagnaadgengi hefur samskiptum verið komið á milli þróunarhóps FutureVolc og upplýsingatæknihóps EPOS, en sá hópur mun sjá um að skilgreina þær gagnathjónustur sem verða veittar í EPOS.

Innan FutureVolc er lögð áhersla á þróun rauntíma og nær-rauntíma, fjölþátta úrvinnsluferla til að fylgjast með kvikuhreyfingum djúpt í jörðu og elta kvikuna upp í gegnum gosrásina og út í andrúmsloftið. Markmiðið er að geta gefið bráða-eldgosaviðvaranir (e. *eruption early warning*) byggðar á rauntímaúrvinnslu og metið á raunhæfan hátt, eftir að gos hefst, samspil kvikunnar og vatns og jökla á yfirborði og samspil gosmakkarins og andrúmsloftsins. Til þess að auka næmi jarðskjálfta- og GPS-kerfanna og gera kleift að virkja rauntímaeftirlitsferlana þarf að færa mælakerfin nær eldstöðvunum og inn í jöklana. Í því skyni verður bætt við stöðvum í jökulsker í Vatnajökli, en mælur verða einnig settir í jökulinn sjálfan (sjá mynd 3); tveimur jarðskjálftamælum, sem mælaframleiðandi í verkefninu hefur þróað, verður komið fyrir nálægt ísakilum norðan Grímsvatna, og nokkrum GPS-mælum verður komið fyrir yfir farvegi Skaftárhlaupa til að nema hreyfingu jökulsins í jökulhlaupum. Þróuð verður aðferðafræði til að vakta í rauntíma mismunandi einkenni jarðskjálftaóróa og aðgreina óróa frá jökulhlaupum og eldgosum, en hluti verkefnisins snýr einnig að langtímarekstri mælakerfa á jökulum. Fjölþátta, nær-rauntímaúrvinnsla verður einnig þróuð fyrir mælakerfi gosfna og ferla í lofti til að meta hvenær gosrás hefur opnast út í andrúmsloftið. Sama gildir um hegðun massaútreymis – ösku og gass – með tíma (sjá mynd 4). Veðurfræðilegir líkanreikningar til að herma samspil gosmakkar og lofthjúps eru ein af nýjungum verkefnisins, en veðurfræði hefur ekki verið hluti af eldfjallafræði fram til þessa. Gott mat á massaútreymi og samspli þess við lofthjúpin er nærsviði eldstöðvarinnar er undirstaða nákvæmra öskudreifingarspáa sem flugyfírvöld nýta til að ákvarða öryggi í loftrými.

Mynd 3. Mælistöðvar og mælafylki í FutureVolc. Rennsisleiðir jökulhlaupa úr Eyjafjallajökli og Kötlu (til vinstri); Grímsvötnum, Skaftárkötlum og öðrum jarðhitasvæðum á Lokahrygg, Bárðarbungu, Kverkfjöllum og Öræfajökli (til hægri).



- ★ Helstu eldstöðvar
- ◻ Jöklajarðskjálftamælir
- ◀ Flóðleið jökulhlaups undir jökli
- ◄ Stuttbygju-skjálftamælafylki
- ▲ Skjálftstöð í SIL-neti
- Núverandi hljóðnemafylki
- ▲ Fyrirhugaður skjálftamælir
- Fyrirhugað hljóðnemafylki



### Áhrif til eflingar jarðvæðirtirlits

Gagnastraumar frá FutureVolc-mælakerfum verða virkjaðir í núverandi eftirlitsferlum Veðurstofunnar, svo sem í sjálfvirkum staðsetningum skjálfta og daglegum færslum GPS-stöðva. Þannig munu nýju stöðvarnar bæta vöktunarnæmi núverandi eftirlitskerfa með virkni í eldstöðvum í Vatnajökli. Nýir eftirlitsferlar vakta breytingar í skjálftavirkni, óróa og aflögun og geta þannig gefið til kynna að kvika færast nær yfirborði og þar með gefið skammtíma viðvörðun um eldgos. Breytingar gasútsreymis við eldfjöll eða uppleystra efna í jökulám geta einnig gefið vísbendingar um kvikuhreyfingar. Hljóðnemafylkin geta skynjað hvenær og staðsett hvar gosrás opnast út í andrúmsloftið og þar með gefið skammtíma viðvörðun um rísandi gosmökk. Veðursjár, myndavélar og spekturmælur geta skannað gosmökkinn við eldstöðina þar sem veðursjárnar skynja öskuna, spekturmælarnir skynja SO<sub>2</sub> og myndavélar skynja bæði ösku og brennisteinstvíoxíð. Eldingar geta gefið upplýsingar um á hvaða svæði gosmökkurinn er. Rafsviðsmælarnir geta gefið vísbendingu um öskukornastærðir í mekkinum og öskumælarnir gefa upplýsingar um hve mikil aska fellur út úr honum.

Gervitunglagögnin munu geta sýnt kvikuhreyfingar í eldstöðvum og kortlagt útbreiðslu ösku og gass í gosmekki.

Öll þessi gögn verða aðgengileg eftirliti Veðurstofunnar og munu styrkja almenna eldfjallavöktun til muna. Þau geta gefið nákvæmari upplýsingar en nú er unnt að veita inn í öskudreifingarlíkanreikninga. Með betri og hraðari aðgangi að fjölþáttagögnum fyrir jarðvæðirtirlit opnast möguleikar á mun betri samþættingu í túlkun gagna og þróun nýrra vöktunartækja sem nýta gögn úr mörgum mismunandi mælakerfum.

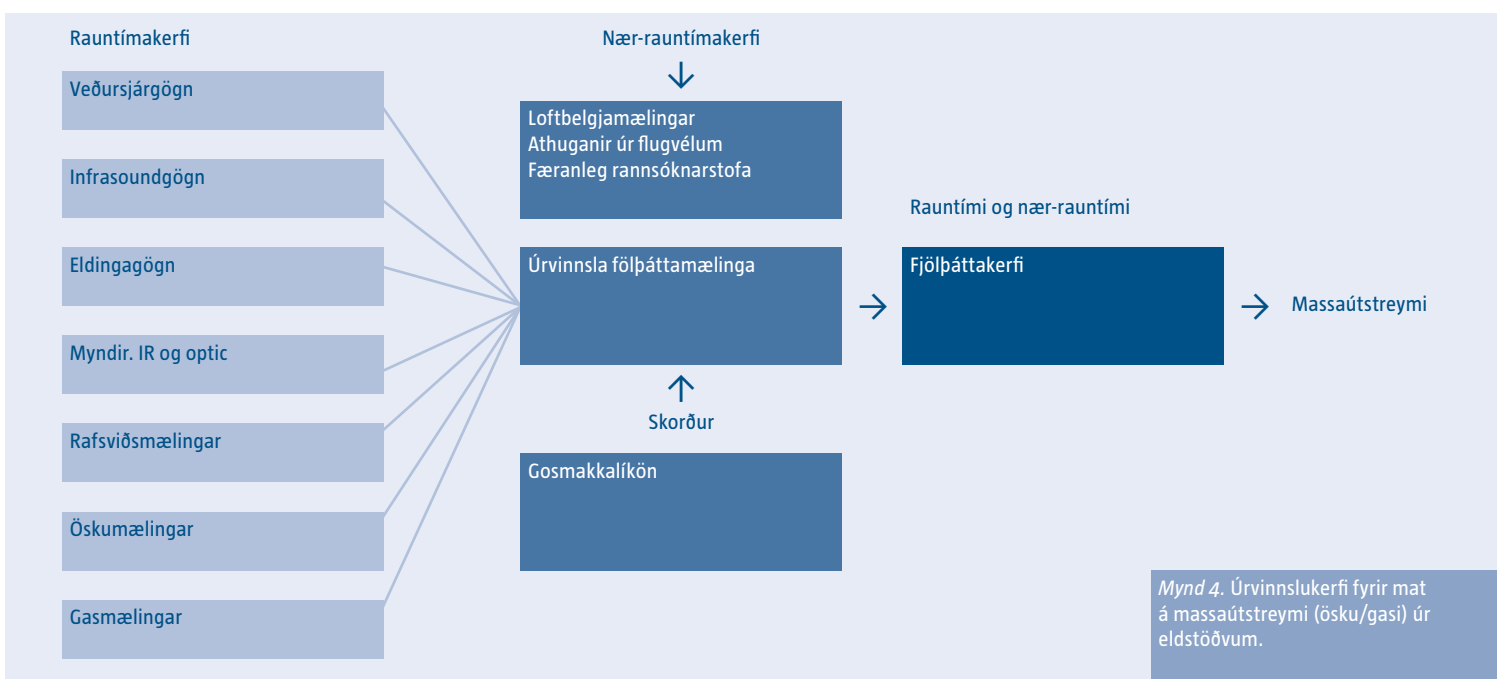
Lokabátturinn í eftirlitskeðjunni frá mælingum á eldgosavá til áhrifa hennar á samfélagið og viðeigandi viðbragða við atburðum felst í upplýsingaflæði og samvinnu við innlendrar og erlendar almannavarnastofnanir sem skipuleggja og stýra viðbragðsaðgerðum. Stefnir er að því að þróa áfram samskiptaleiðir og upplýsingaflæði milli eftirlitsaðila og almannavarnastofnana. Sem þátttakendur í FutureVolc stýra Almannavarnir þeim þætti sem snýr að upplýsingaflæði milli viðbragðsaðila og almennings.



Kristín Vogfjörð, rannsóknastjóri á Veðurstofu Íslands.



Verkefnastofa stýrir innleiðingu faglegar verkefnastjórnunar.



Mynd 4. Úrvinnslakerfi fyrir mat á massaútsreymi (ösku/gasi) úr eldstöðvum.

# Norðurslóða- rannsóknir

Hnattræn hlýnun síðustu áratuga hefur verið ákafari á norðurslóðum en að meðaltali á jörðinni. Þegar hafa orðið verulegar umhverfisbreytingar á norðurslóðum og má þar nefna hop jökla, bráðnun sífrera, samdrátt hafisþekju, breytingar í afrennsli og breytingar á vistkerfum. Þó að Ísland liggja á jaðri svæðisins þar sem hlýnunin er hvað ákrefust eru umhverfisbreytingar hér einnig verulegar og ná til margra ólíkra náttúruþátta. Vegna þessa er fylgst náið með breytingum á náttúruferlinum á mörögum rannsókn- og vöktunarstofnunum, meðal annars á Veðurstofu Íslands.

Þó að íslenska vísindasamfélagið sé lítið er það ágætlega í stakk bútt til að taka þátt rannsóknum á breytingum á náttúruferlinum. Hefð fyrir náttúruferlissrannsóknunum er sterk og á Íslandi eru til einhverjar lengstu mæliraðir um ýmsa þætti náttúruferlissrannsóknanna. Sem dæmi má nefna daglegar upplýsingar um hita og loftvægi frá Stykkishólmi frá því fyrir miðja 19. öld. Einnig eru til langar mæliraðir um framgang og hop jökla og hafis við landið, auk þess sem hitafar á landinu frá landnámi hefur verið metið út frá ýmsum óbeinum upplýsingum í rituðum heimildum. Íslenskir vísindamenn eru virkir þátttakendur í rannsóknum á loftslagsbreytingum og áhrifum þeirra á norðurslóðum og starfsmenn Veðurstofu Íslands taka þátt í nokkrum fjölþjóðlegum rannsóknaverkefnum á þessu sviði.

Afleiðingar loftslagsbreytinga á Íslandi koma í raun ekki á óvart því hlýnunin var fyrirsjáanleg og mögulegar afleiðingar hafa verið skoðaðar ítarlega í rannsóknum sem styrktar voru af innlendum og erlendum rannsóknasjóðum. Merkjanleg áhrif loftslagsbreytinga eru í samræmi við niðurstöður þessara rannsókna.

Eitt þessara verkefna var íslenska verkefnið Loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á orkukerfi og samgöngur (LOKS), sem hófst 2008 og lauk 2012. LOKS var systurverkefni hins norræna verkefnis Climate and Energy Systems (CES), sem kom í kjölfar annarra verkefna sem tengd voru orkubúskap og loftslagsbreytingum, verkefnum Climate and Energy (CE), Climate, Water and Energy (CWE) og íslenskum systurverkefnum Veður og orka (VO) og Veður, vatn og orka (VVO).

Niðurstöður þessara verkefna sýna að áframhaldandi hlýnun mun hafa víðtæk áhrif á jöklabúskap og rennsli fallvatna, en gert er ráð fyrir meira en 50% rýrnun íslenskra jökla á öldinni. Þegar breytingar á sjávarstöðu og veðurlagi (þ.m.t. úrkomu) bætast við er að vænta verulegra áhrifa á innviði íslensks samfélags. Breytinga verður þörf í starfsemi fyrirtækja og stofnana sem snúa að innviðum, svo sem í skipulagi byggðar, samgöngum á sjó og landi og orkukerfum. Nefna má breytingar á hönnunarforsendum vatnsorkuvera og aðlögun rekstrar þeirra að breytingum á afrennsli á næstu áratugum, og taka þarf tillit til mögulegra breytinga á sjávarstöðu við uppbyggingu og viðhald hafna og annarra mannvirkja á lágsvæðum. Þá þarf að leggja mat á líklegar breytingar á náttúruvá, svo sem stormatíðni, snjóflóðum, skriðuföllum, hafis og aftakaflóðum, og aðlaga viðbragðs- og rýmingaráætlanir til samræmis við þær.

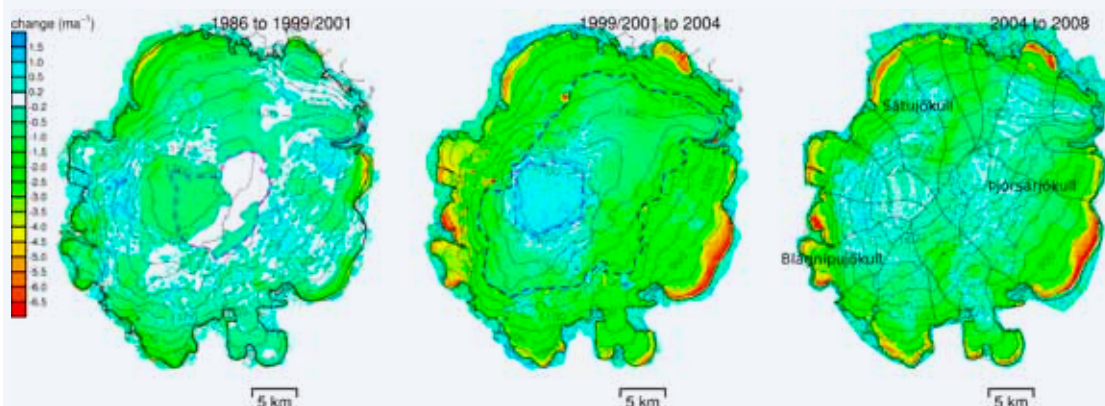
Þótt umfang og afleiðingar loftslagsbreytinga til lengri tíma séu óvissari en til skemmri tíma er ljóst að áhrifa loftslagsbreytinga mun gæta öldum saman. Því er mikilvægt að aðlögun taki ekki eingöngu til ákveðinna verkefna til skemmri tíma, heldur miði einnig að sveigjanlegri aðferðafræði sem nær út fyrir hefðbundinn tímaramma einstakra verkefna framkvæmda. Þetta skiptir t.d. máli fyrir stefnumarkandi ákvarðanir í skipulagi sem hugsaðar eru til heillar aldar eða lengra fram í tímann. Sama gildir um afleiðingar loftslagsbreytinga annars staðar á Norðurslóðasvæðinu.

Segja má að mest öll uppbygging langra tímaraða á Veðurstofu Íslands tengist rannsóknum á norðurslóðum á einhvern hátt, hvort sem það eru mælingar á veðri, vatni, jökulum og snjó, hafi, o.s.frv. Veðurstofan tekur einnig og hefur tekið þátt í fjölmörgum rannsóknaverkefnum á náttúruferlinum á norðurslóðum í samvinnu við ýmsa samstarfsaðila hér á landi og í nágrennalöndunum og eru helstu verkefni kynnt hér á eftir.

## Afleiðingar loftslagsbreytinga

Allt frá útkomu skýrslu vísindanefndar um loftslagsbreytingar árið 2008 hefur, innan norræna og íslenskra rannsóknaverkefna, verið unnið að gerð nákvæmari sviðsmynda um loftslagsbreytingar á Íslandi. Sem dæmi um niðurstöður má nefna nýja reikninga á líklegum afleiðingum hlýnunar á afrennsli og afkomu jökla. Þessar

Árleg breyting í yfirborðshæð Hofsjökuls á tímabilunum 1986-1999, 1999-2004 og 2004-2008



Hæðarlínur sýna yfirborðið skv. leysimælingunni 2008 og útlína jökulsins 1999 er dregin með svartri línu. Útlína jökulsins árið 1986 er sýnd með rauðri línu á kortinu til vinstri (hún fellur að miklu leyti saman við útlínuna 1999).

Hæð jökulsins 1986 og 1999 er að mestu byggð á loftmyndum, hæðin árið 2004 var metin með gervihnattamælingum og hæðin 2008 með leysimælingu. Kortið til hægri sýnir afmörkun íslæðisviða á jöklinum með svörtum línunum.

niðurstöður hafa þegar verið notaðar við aðlögun orku-geirans að breyttu loftslagi. Er nú ljóst að áhrif rennslisbreytinga á vatnsorkunýtingu geta orðið mikil, auk þess sem taka þarf tillit til farvegabreytinga við vegagerð og val brúarstæða. Aðlögunarþörf þjóðfélagsins er enn víðtækari og mikilvægt er að hugað sé að rannsóknum á þessu sviði og aðferðir þróaðar til þess að bæta aðlögun á Íslandi.

Á vegum verkefnisins Afleiðingar loftslagsbreytinga og aðlögun innviða (ALA) er unnið að mati á aðlögunarþörf íslensks samfélags vegna áhrifa loftslagsbreytinga. Helstu verkþættir eru:

- Meta nánar áhrif loftslagsbreytinga á þá náttúruþætti (t.d. breytingar á jöklum, vatnafari og sjávarstöðu) sem hafa áhrif á innviði samfélags, meðal annars á samgöngukerfi, orkukerfi og skipulag.
- Meta afleiðingar fyrir sömu innviði.
- Meta aðlögunarþörf innviða vegna afleiðinga loftslagsbreytinga og birta niðurstöður matsins.
- Þróun aðferðafræði við aðlögun.

Til viðbótar við þær breytingar sem nefndar eru hér að ofan, liggur á að rannsaka líklega hækkun sjávaryfirborðs á öldinni á strandsvæðum hér á landi því afleiðingar þess geta sums staðar valdið erfiðleikum. Hækkun sjávaryfirborðs er dæmi um afleiðingar loftslagsbreytinga þar sem rétt viðbrögð geta dregið verulega úr tjóni en röng viðbrögð eða andvaraleysi geta valdið komandi kynslóðum miklum búsifjum.

Jafnframt er mikilvægt að niðurstöðum rannsókna sé miðlað til stefnumótenda, stofnana og almennings. Sá þáttur fellur vel að stefnumótun Alþjóðaveðurfræðistofnunarinnar WMO um veðurfarsþjónustu (e. *Climate Services*) sem WMO samþykkti á aukabingi árið 2012 að koma á fót. Í því felst að veita stefnumótendum, hagsmunaaðilum og öðrum notendum áreiðanlegar og vísindalega grundaðar upplýsingar um veðurfar og loftslagsbreytingar, sniðnar að þörfum notenda.

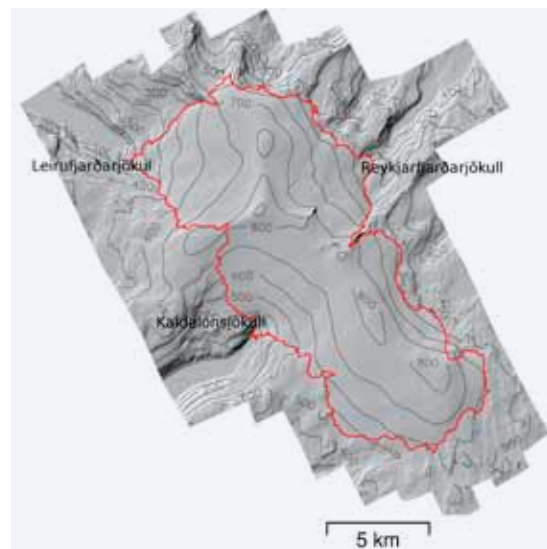
### Kortlagning á jöklum landsins með leysimælingu

Veðurstofa Íslands og Jarðvísindastofnun Háskólans hafa unnið að kortlagningu íslenskra jökla með leysimælingu (lidar) síðan árið 2008. Samarið 2012 lauk flugmælingunum og hafa þá verið leysimældir allir jöklar landsins sem eru stærrir en 10 km<sup>2</sup> að flatarmáli. Úrvinnslu

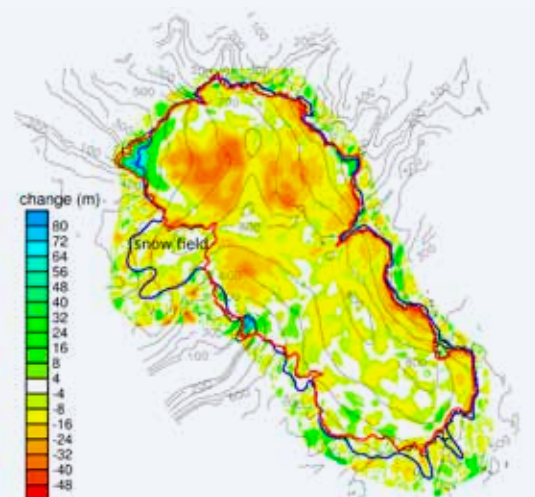
mæligagna lýkur á þessu ári. Nákvæm landlíkön byggð á leysimælingum munu þá liggja fyrir af Vatnajökli, Hofsjökli, Langjökli, Eiríksjökli, Snæfellsjökli, Mýrdalsjökli, Eyjafjallajökli, Drangajökli, Tungnafellsjökli og nokkrum öðrum smærri jöklum. Samtals hafa um 11000 km<sup>2</sup> jökla verið kortlagðir í þessu átaki og er heildarflatarmál hins mælda svæðis >15000 km<sup>2</sup> þegar með eru talin íslaus svæði utan jökuljaðra og svæði sem hafa verið tvímæld í rannsóknaskyni (sjá kort).

Sambærileg landlíkön af jöklum landsins hafa ekki verið til. Nýju landlíkönin er unnt að nota til samanburðar við allar aðrar mælingar, bæði fyrirliggjandi mælniðurstöður og mælingar sem gerðar verða á næstu árum. Með endurteknum mælingum er unnt að reikna rúmmálsbreytingar og þar með framlag jöklanna til aukins afrennslis fallvatna og hækkunar sjávarborðs heimshafanna. Kortlagningin hófst á alþjóðaheimskauta-árunum (IPY) 2007 til 2009. Ýmsir innlendir og erlendir rannsóknasjóðir og hagsmunaaðilar hafa stutt mælingarnar. Miklu skiptir að hafa kortlagt jöklana með þessum hætti, nú þegar hraðar breytingar eiga sér stað á jöklum landsins vegna hlýnandi veðurfars.

Meðfylgjandi mynd sýnir lækku yfirborðs Hofsjökuls á mismunandi tímabilum, og hefur hún verið reiknuð út frá fyrirliggjandi landlíkönum, meðal annars leysimælingunni 2008. Meðallækku jökulyfirborðsins á tímabilinu 1999



### Yfirlit yfir íslenska jökla sem voru leysimældir á árunum 2008 til 2012



Drangajökull, leysimæling frá júlí 2011 (efri mynd) og lækku jökulsins frá um 1990 (neðri mynd).



til 2008 var um 13 m sem samsvarar um 1,3 m vatnsgildis á ári. Þegar lítið er til allra jökla landsins er talið að á árabílinu 1995 til 2010 hafi þeir minnkað sem nemur 9,5 km<sup>3</sup> vatns á ári að meðaltali. Það samsvarar um 0,9 m vatnsgildis á ári að meðaltali yfir allt flatarmál jökla landsins. Nákvæm landlíkön af jöklum nýtast til margs konar rannsókna og hafa auk þess mikla hagnýta þýðingu við kortagerð, undirbúning og rekstur vatnsaflsvirkjana, svo og ferðir, leit og björgunarstörf á jöklum.

### Rannsóknarverkefnið SVALI

Veðurstofan hefur tekið þátt í norræna jöklarannsóknarverkefninu SVALI (Stability and Variations of Arctic Land Ice), ásamt Jarðvísindastofnun Háskólans síðan 2010. Verkefnið er þáttur í norrænu rannsóknaráttaki sem nefnist Top-level Research Initiative (TRI), þar sem fengist er við margvíslegar rannsóknir á áhrifum loftslagsbreytinga á umhverfi á norðurlóðum, svo sem á jökla, ís og snjó. Verkefnið fjármagnar nú stöður doktorsnema og nýdóktors á Veðurstofunni, sem leggja stund á rannsóknir á rennsli vatns við jökulbotn og áhrifum minnkandi fargs jökla landsins á jarðskorpuhreyfingar; svo og stöðu nýdóktors á Jarðvísindastofnun sem rannsakar jöklabreytingar með mælingum frá gervihnöttum. Þá eru á vegum SVALA stundaðar rannsóknir hér á landi á breytingum jökuljaðra og áhrifum hlýnunar á afkomu jökla og rennsli jökuláa. Verkefnið mun standa til ársins 2015. Haustið 2012 kom út á vegum SVALA skýrsla um leysimælingar á jöklum á Norðurlöndum.

### SNAPS – norrænt samstarfsverkefni

Veðurstofa Íslands stýrir norrænu samstarfsverkefni, SNAPS (Snow, Ice and Avalanche Applications), sem fjallar um vandamál vegna snævar og snjóflóða á vegum. Verkefnið hófst í mars árið 2011 og lýkur árið 2014. Rannsóknastofnanir í Noregi, Svíþjóð og Finnlandi eru aðilar að verkefninu ásamt Veðurstofunni. Auk þeirra koma Vegagerðin og systurstofnanir hennar í aðildarlöndunum að verkefninu, ásamt sveitarstjórnunum og almannavörnum. Á Íslandi eru Vestfirðir tilraunsvæði verkefnisins.

### Snjóflóðaspár

Hluti SNAPS snýst um að þróa og bæta snjóflóðaspár fyrir vegi, en vegurinn á milli Súðavíkur og Ísafjarðar er viðfangsefnið á Íslandi. Vegagerðin skráir snjóflóð sem falla á veginn og hafa þær upplýsingar verið færðar inn í ofanflóðagagnagrunn Veðurstofunnar. Snjóflóðagögnin hafa verið borin saman við veðurgögn úr sjálfvirkum

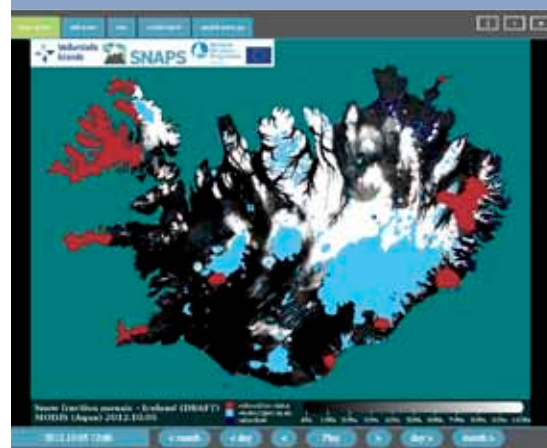
veðurstöðvum með svokallaðri „næsta nágranna“ aðferð. Fyrstu niðurstöður sýna að á Súðavíkurhlíðinni er ofankoma í NV-átt hættulegust. Flóð hafa fallið á veginn í nánast hvert skipti sem NV-hvassviðri hefur verið í frosti og úrkoma í Súðavík hefur verið meiri en 3 mm á klst. Þetta eru hinsvegar tiltölulega sjaldgæfar aðstæður og falla flest flóð í NA-hvassviðri og snjókomu. Skýrsla um niðurstöðurnar er væntanleg á árinu 2013.

Í SNAPS verkefninu hafa SM4 snjósmælar sem fyrirtækið POLS Engineering á Ísafirði framleiðir verið prófaðir með góðum árangri. Auk Íslands hafa þeir nú verið settir upp í Noregi og Svíþjóð og hefur Veðurstofan, í samstarfi við POLS Engineering, unnið að þróun aðferða til þess að nýta gögnin sem best við snjóflóðaeftirlit. SM4 eru samsettir úr röð hitanema sem eru settir með 20 cm millibili í kapal sem síðan er festur við stiku. Stikurnar eru yfirleitt settar upp ofarlega í fjöllum, í eða nálægt mögulegum upptakasvæðum snjóflóða. Hiti sveiflast mun meira í andrúmsloftinu en í snjónum og þannig má greina þá hitamæla sem eru grafnir frá hinum sem eru í lofti og er sá mismunur nýttur til að reikna snjódypt. Þar að auki eru upplýsingar um hita og hitastigul í snjónum mikilvægar þar sem þeir þættir hafa áhrif á kristallaþróun og myndun veikra laga.

Til viðbótar við þróun tækja og tóla sem nýtast við gerð snjóflóðaspár snýr hluti verkefnisins að hönnun þjónustu í kringum spár fyrir Vegagerðina. Einnig er það mikilvægur hluti af verkefninu að koma upplýsingum á framfæri til þeirra sem nota þær, þ.e. vegfarenda, og nú veitir Vegagerðin ekki eingöngu upplýsingar til vegfarenda um snjóflóðahættu þegar búið er að loka veginum, heldur líka þegar snjóflóðahætta gæti skapast og þegar hættan er til staðar en vegurinn er opin.

→ [www.toppforskningsinitiativet.org/is](http://www.toppforskningsinitiativet.org/is)

### Eins dags uppsöfnuð snjóþekjuafurð reiknuð út frá gervitunglagögnum 5. október 2012



Ekið í gegnum snjóflóð sem féll á Ólafsfjarðarveg við Sauðanes í snjóflóðahrinu um áramótin. Ljósmynd: Brynjólfur Sveinsson.



Snjóflóð fellur á veg í norskum dal. Ljósmyndin tilheyrir verkefninu SNAPS.

### Snjókort

Á síðastliðnu ári voru þróuð og sett í gang kerfi til fjarkönnunar á snjóhulu landsins með gervitunglum. Þremur algengum aðferðum við snjóhulufjarkönnun hefur verið beitt innan SNAPS verkefnisins. Samstarfsaðilar veðurstofunnar í Noregi (Norut) hafa unnið að greiningu á blautri snjóhulu með ratsjárvíxlunarmælingum (e. *Synthetic Aperture Radar*) og samstarfsaðilar hjá finnsku veðurstofunni (FMI) hafa þróað ályktun á vatnsgildi snævar með örbylgjumælingum á útgeislun jarðar. Sú fjarkönnun á snjóhulu landsins sem Veðurstofan hefur tekið að sér að útfæra er greining á hlutfallsþekju snjóhulu með endurköstuðu sólarljósi, sem byggist á sýnilegum og nær-innrauðum bylgjulengdum ljóss (e. *reflectance snow mapping*). Þessi tegund snjógreiningar veitir nokkuð reglulega mynd af útbreiðslu snjóhulunnar en hefur þann veikleika að vera háð skýjafari. Þetta er í fyrsta skipti sem þessar þrjár snjóhulugreiningar eru stilltar og lagaðar að íslenskum aðstæðum og framkvæmdar í sjálfvirkum framleiðsluferlum.

### Snjóflóðaspá á Veðurstofuvefnum

Á vef Veðurstofunnar er að finna upplýsingasíðu um snjóflóð og snjóflóðahættu. Þar er nú í fyrsta sinn gefin út snjóflóðaspá fyrir þrjú valin svæði; norðanverða Vestfirði, utanverðan Tröllaskaga og Mið-Austfirði. Spáin er gerð að alþjóðlegri fyrirmynd og er hættunni skipt upp í fimm stig: lítil, nokkur, tölverð, mikil og mjög mikil hættu.

Snjóflóðaspáin nýtist þeim sem ferðast um fjalllendi að vetrarlagi í frístundum eða vinnu. Á veturna skapast oft hættu þegar sleðamenn eða aðrir fjallaferðamenn koma af stað snjóflóðum og stundum hefur farið illa. Snjóflóðaspáin er eitt þeirra hjálpartækja sem menn geta notað til að meta aðstæður, en hafa ber í huga að spáin gildir fyrir stórt landsvæði og snjóflóðahætta getur verið breytileg innan svæðisins. Taka ber fram að snjóflóðaspáin þarf ekki að vera lýsandi fyrir hættu í byggð. Snjóflóðahætta getur verið til staðar til fjalla þótt ekki sé búist við flóðum sem ná niður í byggð.

Ætlunin er að þróa síðuna frekar í náinni framtíð með það að markmiði að sporna gegn mann- og eignatjóni vegna snjóflóða.



### Ofanflóðakortasjá

Veðurstofan hefur með tilstyrk Ofanflóðasjóðs þróað kortasjá í þeim tilgangi að auðvelda aðgengi að ofanflóðagögnum sem hún aflar og varðveitir. Kortasjáin er þróuð af starfmönnum Veðurstofunnar og er hún afrakstur samstarfs sérfræðinga í landupplýsingakerfum, ofanflóðamálum og tölvurekstri. Fyrsta útgáfa kortasjárinnar var opnuð í október 2012. Hún er enn á tilraunastigi en stefnt er að því að bæta hana og þróa áfram.

Í því umhverfi sem Veðurstofan starfar er lögð rík áhersla á miðlun hverskonar upplýsinga. Á meðal þeirra gagna sem nálgast má í kortasjánni má nefna upplýsingar um þekkt snjóflóð, hættumat, rýmingarreiði og snjóalög.

### Jöklakort af Íslandi

Á Veðurstofunni hefur um nokkurt skeið verið unnið að útgáfu Jöklakorts af Íslandi. Áhrif jökla á Ísland og íslenska þjóð eru stórkostleg og ærin ástæða er til að nýjar upplýsingar séu jafnan aðgengilegar á kortum um hvað eina sem jökla varðar. Upplýsingarnar þurfa að vera nýlegar vegna þess að ekki verður jafn ör breyting á nokkrum öðrum þætti landslags á Íslandi. Á Jöklakorti af Íslandi eru settar saman á eitt kort útlínur allra jökla á landinu þannig að unnt sé að átta sig í einu veffangi á umfangi jökla. Kortið sýnir mestu útbreiðslu jöklanna við hámark litlu ísaldar um 1890 og einnig eins og þeir voru um aldamótin 2000. Á kortinu eru framhlaupsjökla greindir frá hinum og eldfjallaöskjur, sem vitað er um undir jökli, merktar. Tilgreind eru örnefni á öllum þeim jöklum sem nafn hafa hlotið. Bæklingur og örnefnaskrá fylgja kortinu. Þar er meðal annars greint frá stærð helstu jökla og stærðarbreytingum á 20. öld.



## Auðlinda- rannsóknir

Maðurinn hefur öðlast lífsgæði sín við að nýta sér auðlindir jarðar og víst er að tilvera íslensku þjóðarinnar hefur byggst á að leita sér fanga í tiltækum land- og sjávargæðum á hverjum tíma. Með auknum mannfjölda á heimsvísu og örri tæknipróun hefur ásókn í flestar auðlindir aukist og víða er svo komið að margháttaðar auðlindir eru að ganga til þurrðar eða átök eru um aðgang að þeim. Þegar svo háttar til er það alla jafna hagur heildarinnar að nýtingu auðlinda sé stýrt með einhverjum hætti. Reynslan hefur sýnt að erfitt er að stjórna nýtingu þegar ekki er fyrir hendi þekking á eðli auðlinda, endurnýjanleika þeirra og afleiðingum nýtingar. Auðlindastýringu fylgir því óhjákvæmilega umfangsmikil þekkingaröflun eða auðlindarannsóknir.

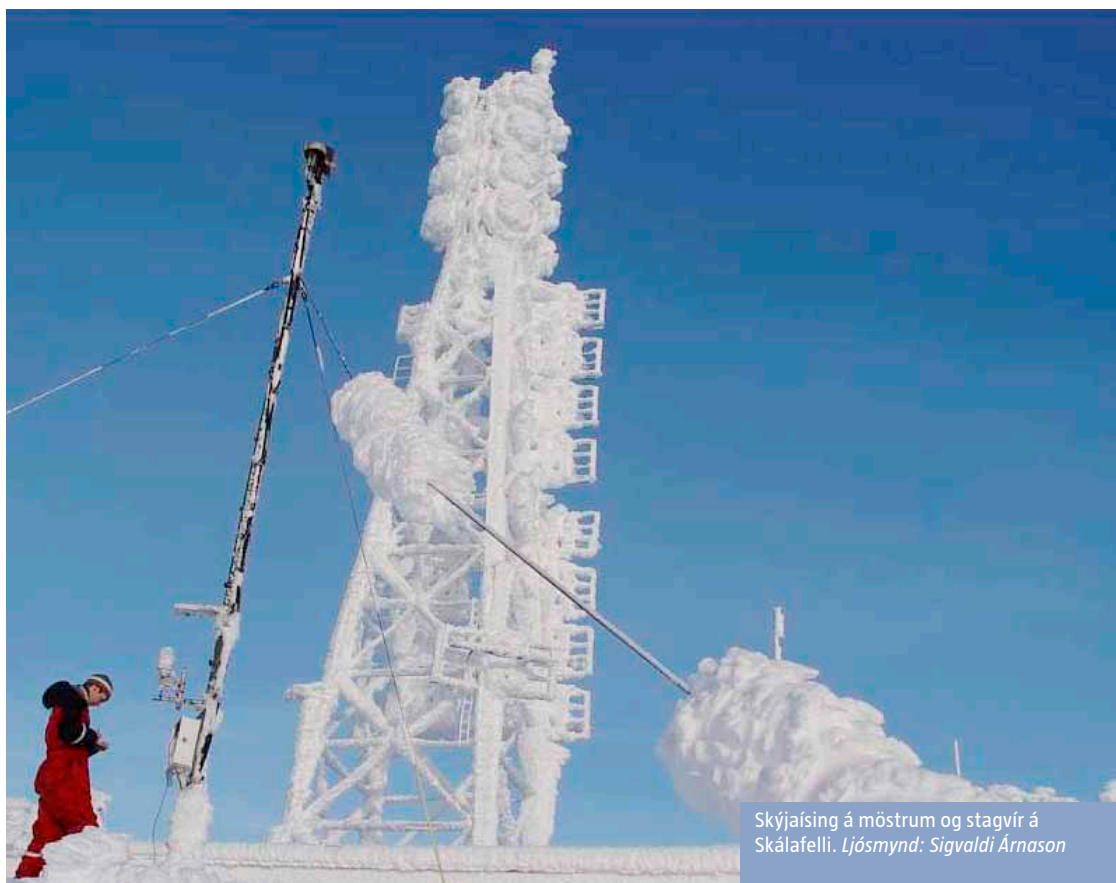
Með breytingu á stjórnarráðinu hinn 31. ágúst 2012 fellur vatnsvernd og ráðgjöf um nýtingu vatns undir umhverfis- og auðlindaráðuneytið. Mikilvægt er að hafa yfirsýn yfir umfang auðlindarinnar og þær takmarkanir sem nýtingu hennar eru settar. Veðurstofunni var falið það verkefni samkvæmt 7. og 14. mgr. 3. gr. laga nr. 7 frá 2008 um Veðurstofu Íslands.

Forverar Veðurstofunnar hafa unnið að rannsóknum á vatnsauðlindinni um áratuga skeið þó að hlutverk hennar sé nú skýrara í lögum. Meginverkefni Veðurstofunnar er að fá yfirsýn yfir stærð auðlindarinnar og náttúrulegan breytileika hennar, hversu stór hluti hennar er þegar nýttur og hvaða kostir standa tæknilega til boða varðandi frekari nýtingu. Hér er átt við vatnsauðlindina í víðum skilningi, þá jafnt yfirborðs- og grunnvatnsafrennsli, jarðhitavatn eða neysluvatn. Ákvarðanir er varða hagkvæmni eða verndarsjónarmið eru á borði annarra.

Raunar hefur 14. mgr. 3. gr. laganna um Veðurstofu Íslands mun víðari skírskotun en vatnsvernd og felur Veðurstofunni að vinna að rannsóknum sem hafi það m.a. að höfuðmarkmiði að auka hæfni stofnunarinnar til að láta í té upplýsingar í þágu sjálfbærrar nýtingar auðlinda. Í ljósi þessa hefur Veðurstofan hafið að eigin frumkvæði rannsóknir á eiginleikum vindauðlindarinnar og er nú leiðandi aðili í innlendum og samnorrænum samstarfsverkefnum sem snúa að rannsóknum á þeirri auðlind.

Veðurstofan hefur nú þegar yfir að ráða mæla- og eftirlitskerfum, líkönnum og þekkingu sem nýtist í vöktun og rannsóknum tengdum öðrum auðlindum á landi og hafi. Þar má nefna rannsóknir á lífmassa sem orkugjafa, rannsóknir á ytri skilyrðum fiskistofna og olíunýtingu á hafsbotni og rannsóknir tengdar sjávarfalla- og ölduorku.

Hér á eftir er farið yfir nokkur verkefni sem unnin eru á Veðurstofunni og tengjast rannsóknum á vatnsauðlindinni í víðtækum skilningi, svo sem afrennslisrannsóknir, vatnsaflskortlagning, grunnvatnsmælingar og rannsóknir og öflun neysluvatnsupplýsinga. Að auki er fjallað um norrænt rannsóknarverkefni um vindorku, ICEWIND, sem Veðurstofan tekur þátt í, ásamt fjölmörgum innlendum og erlendum stofnunum og fyrirtækjum.



Skýjaísing á möstrum og stagvír á Skálafelli. Ljósmynd: Sigvaldi Árnason



## Vindorkurannsóknir

Ísland er vindasamt land. Vindur er meiri að vetri en að sumri og vindáttir ráðast af sólfarsvindum og landslagi auk þeirra veðrakerfa sem eiga leið nærri landinu. Beislun vindorkunnar á sér merkilega sögu á Íslandi. Á 19. öld voru til dæmis reistar tvær vindmyllur í Reykjavík, önnur við Hólavelli, Suðurgötu 20, árið 1830 og hin á horni Bakarastígs, nú Bankastræti, og Þingholtsstrætis árið 1847, kölluð hollenska myllan. Báðar vindmyllurnar voru reistar af P. C. Knudtzon kaupmanni og nýttar við mölun á rúgi. Vindmyllurnar settu svip á Reykjavík uns þær voru rifnar, Hólavallamyllan um 1880 og hollenska myllan 1902. Vindmylla var byggð í Vigur 1840 og stendur enn. Einnig voru vindmyllur á þessum tíma í Skagafirði, á Raufarhöfn og víðar. Með rafvæðingunni á 20. öld urðu litlar vindrafstöðvar algengar við bóndabæi og á síðustu áratugum hafa litlar vindrafstöðvar verið notaðar til að framleiða rafmagn fyrir sumarhús og tæki, svo sem veðurstöðvar.

Í heildina hefur vindorka lítið verið nýtt á Íslandi til raforkuframléiðslu, hvort heldur sem er til iðnaðar eða almennra nota. Íslendingar hafa reitt sig á vatns- og jarðvarmaorku. Það var ekki fyrr en eftir aldamótin síðustu að skriður komst á rannsóknir á íslensku vindauðlindinni.

### ICEWIND: vindorka á köldum svæðum

Veðurstofan hefur á síðustu árum tekið þátt í ICEWIND, norrænu rannsóknarverkefni um vindorku á köldum svæðum (e. *ICEWIND: Improved forecast of wind, waves and icing*). Verkefnið er styrkt af Toppforskningsinitiativet, rannsóknarsjóði Norrænu ráðherranefndarinnar, og auk Veðurstofunnar taka þrjár íslenskir aðilar þátt í verkefninu, Háskóli Íslands, Landsvirkjun og Landsnet. Meginmarkmið verkefnisins er að miðla þekkingu milli Norðurlandanna og átta sig á því hvaða þættir hægja á eða koma í veg fyrir að vindorka verði marktækur þáttur í norrænu orkukerfi.

Í verkefninu er lögð höfuðáhersla á fjóra þætti sem eru nauðsynlegir til að meta vindauðlindina og auka rekstraröryggi vindorkuvera á köldum svæðum.

### Vindatlas

Vindorkuframléiðsla er að sjálfsögðu háð vindhraða og til að meta mögulega vindorku er nauðsynlegt að kortleggja vindafarið, en vindafar getur verið afar

svæðisbundið vegna landslags, gróðurs og hæðar yfir sjávarmáli. Mikilvægur þáttur í verkefninu er kortlagning vindafars á Íslandi og athugun á hvar fari saman nægur vindur og rekstraröryggi. Íslenski vindatlasinn er byggður á líkanakeyrlum í neti með 3 km möskvastærð. Tölfræðilegum aðferðum er beitt til að aðlaga útreikningana og tryggja að þeir séu í sem mestu samræmi við mælingar á veðurstöðvum. Útreikningarnir eru gerðir í 50 m og 100 m hæð yfir landinu. Þeir sýna glögg að vindhraði eykst að jafnaði með vaxandi hæð yfir sjávarmáli og því er vindstyrkur meiri á hálendinu en á láglandi. Á láglandinu er vindhraði hins vegar mestur við ströndina og nær yfirleitt hámarki á annesjum. Hins vegar gæti nokkurs skjóls í fjörðum vegna fjalla, t.d. á Vestfjörðum og Austfjörðum, og þar er því meðalvindur á láglandi minni. Rétt er þó að taka fram að erfitt er að gera útreikninga við brött fjöll og því má gera ráð fyrir stærstum skekkjum í þröngum fjörðum og dölum.

Á Íslandi er vatnsafl helsti raforkugjafinn. Vindauðlindin er hverfulli orkugjafi og hentar því mjög vel með vatnsafl þar sem má stjórna framléiðslu. Innan ICEWIND er því einnig kannað hvernig best megi samþætta vind- og vatnsafl og vinnur doktorsnemi við Háskóla Íslands að þeim rannsóknum.

### Ísingaratlas

Ísing er töluvert vandamál fyrir vindorkuframléiðslu á köldum svæðum. Ísing getur sest á spaða vindmylla vegna ísingar í skjújum, slydduísingar og hríms en einnig veldur særök ísingu á aflandsvindorkuverum. Við ísingu dregur úr orkufamléiðslu og rekstraröryggi. Eitt af fyrstu skrefunum til þess að leggja mat á ísingarhættu er að gera ísingaratlasa og innan ICEWIND er unnið að ísingaratlösum fyrir Svíþjóð og Ísland.

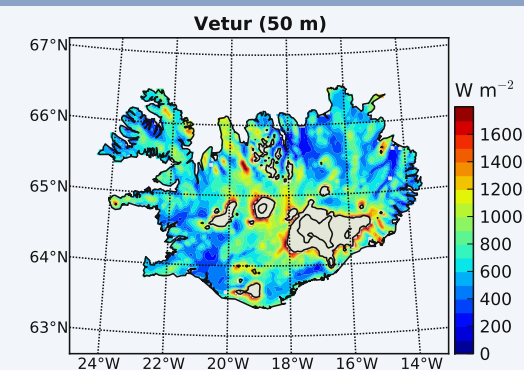
Í vinnu við íslenska ísingaratlasinn er lagt að grundvelli einstakt gagnasafn um ísingu á raflinum frá upphafi 20. aldar og fram til dagsins í dag. Veðurspálíkani er beitt til að herma ísingaraburði og niðurstöðurnar nýttar til að bæta líkanið. Ísingaratlasinn og sú aðferðafræði sem er þróuð er grundvöllur fyrir ísingarspár.

Aðrir þættir verkefnisins snúa að vindorkuverum, til dæmis að orkuspám fyrir aflandsvindorkuver, og rekstri og viðhaldi þeirra við erfiðar aðstæður. Einnig er hugað að því hvernig breytileiki vindauðlindarinnar í tíma og rúmi hefur áhrif á samþættingu og jafnvægi á orku-markaðinum. Þó að þessir þættir séu fyrir utan starfssvið Veðurstofunnar er að sjálfsögðu fylgst með þróun þeirra innan verkefnisins.

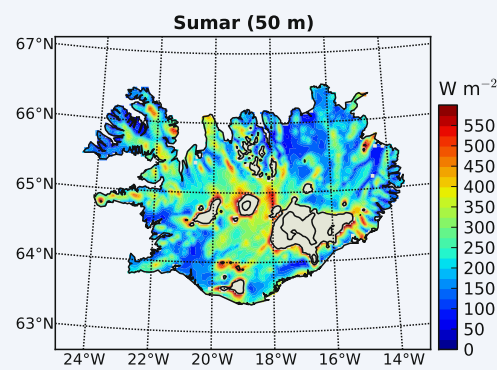
### Tvö vindorkukort, vetur og sumar, í 50 m hæð



ICEWIND-hópur við gangsetningu vindmylla Landsvirkjunar á Hafinu við Búrfell 14. febrúar 2013. Guðrún Nína Petersen (V), Nikolai Nawri (V) og Gunnar Geir Pétursson (Háskóla Íslands). Ljósmynd: Óðinn Þórarinnsson



Vindafþéttni (W/m<sup>2</sup>) í 50 m hæð yfir jörðu. Meðaltöl vetrar og sumars, byggð á WRF-útreikningum.



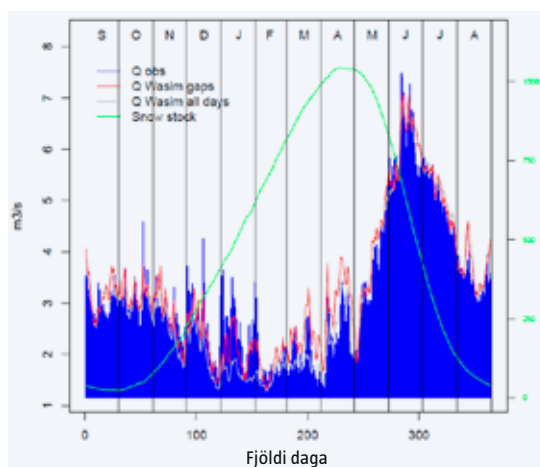
Athugið að litaskalin er ekki sá sami á myndunum.

## Vatnsauðlindin

Afrennslí landsins hefur undanfarin ár verið metið með vatnafræðilíkaninu WaSiM. Líkanið nýtir m.a. veðurupplýsingar, eiginleika jarðvegs og yfirborðs og landhæðargögn til þess að áætla afrennslí vatnsviða. Nýjasta mat á heildarafrennslí af landinu er frá árinu 2007 og gefur til kynna að það sé um 4770 m<sup>3</sup>/s sem samsvarar 220 TWh/a. Í raun verður einungis hluti þessarar orku nýttur þar sem hagkvæmni og annað, þar með talin vernd, setja skorður við nýtingunni.

WaSiM-líkanið og afrennsliskortin eru í stöðugri þróun og hafa ýmsar úrbætur verið gerðar síðastliðin ár. Frá árinu 2007 hefur til að mynda grunnvatnshluti líkansins verið virkjaður, inntaksgögn eru nú með hærri upplausn, keyrslutími hefur verið styttr, betur er líkt eftir frosinni jörð að vetri, nálgun uppgufunar er nákvæmari og betur er fylgst með heildarvatnsjöfnuði, sem og árstíða- og mánaðarbundnum skekkjum, en hægt var áður. Á mynd 1 má sjá dæmi um líkankeyrslu WaSiM. Þessar úrbætur og fleiri til kalla á endurgerð afrennsliskorts landsins í heild. Á mynd 2 má sjá útlínur þeirra vatnsviða sem eru í vinnslu eða hafa nú þegar verið endurkvörðuð en fjöldi þeirra mun aukast verulega á árinu 2013.

Síðustu misseri hafa þessi endurkvörðuðu vatnsvið verið notuð, ásamt upplýsingum úr ArcGIS-gagnagrunni Veðurstofu Íslands til þess að kortleggja tæknilega mögulegt vatnsafl. Með því móti er hægt að meta vatnsafl fyrir hvern þann reit sem staðsettur er í rennslisfarvegi innan reikninetts með 25 m upplausn. Á mynd 3 má sjá kortlagningu tæknilega mögulegs vatnsafls á vatnsviði Dynjanda á Vestfjörðum miðað við meðalrennslí árunna 1992–2001. Verið er að vinna að slíku mati fyrir fleiri vatnsvið og er sú vinna unnin í samstarfi við aðrar stofnanir og fyrirtæki.



Mynd 1. Dagleg meðalgildi mælds (blátt) og líkanreiknaðs rennslis (rautt) fyrir Dynjanda á Vestfjörðum. Græna línan sýnir snjófyringar.

Afrennsliskortin eru nytsamleg til svæðisbundinnar tíðnigreiningar flóða og bæta þannig við tölfraeðilega aðferðafræði sem þróuð er á Veðurstofu Íslands í þessum tilgangi. Markmiðið er að þróa aðferðafræði til að ákvarða stærð og endurkomutíma flóða eftir endilöngum farvegum innan vatnsviða. Þannig fást niðurstöður ekki einungis á þeim stað þar sem vatnshæðarmælir er staðsettur heldur hvar sem er í farvegnum, jafnt á mældum sem ómældum vatnsviðum. Afrennsliskortin gefa upplýsingar um flóðatölfraeði á hvaða stað sem er innan mælds vatnsviðs og geta einnig nýst til að byggja upp tölfraeðilegt líkan á grunni tíðnigreiningarinnar sem nota má hvar sem er innan ómældra vatnsviða. Þrátt fyrir að þessar rannsóknir flokkist ekki sem beinar auðlindarannsóknir skipta niðurstöður þeirra verulegu máli fyrir margs konar innviði, s.s. orku- og samgöngukerfi, sem tengjast auðlindinni óbeint.

### Grunnvatn

Talið er að rennslí grunnvatns sé um 20% af heildarafrennslí landsins, eða 1000 m<sup>3</sup>/s, og þar af komi um 400 m<sup>3</sup>/s fram á láglandi. Um 97% af neysluvatni landsmanna er grunnvatn. Þá er eftirsótt að virkja vatnsföll sem eru með stóran grunnvatnsþátt þar sem jafnt rennslí dregur úr þörf á miðlun. Að auki er víða mikil náttúruvegur þar sem lindavatn streymir fram og eru mörg lindasvæði fjölsótt af ferðamönnum. Ekki má gleyma jarðhitanum, sem er ein af mikilvægari auðindum landsins, aðallega notaður til húshitunar en einnig til rafmagnsframleiðslu.



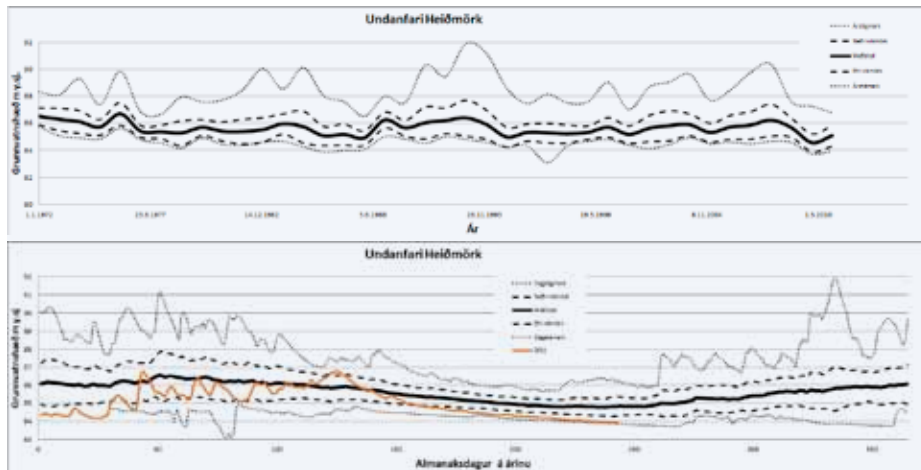
Mynd 2. Útlínur þeirra vatnsviða sem eru í vinnslu eða þegar verið endurkvörðuð í WaSiM.



Mynd 3. Tæknilega mögulegt vatnsafl miðað við meðalrennslí árunna 1992–2001 á vatnsviði Dynjanda á Vestfjörðum.

Veðurstofa Íslands mælir grunnvatnshæð á allmörgum stöðum og aflar margháttaðra gagna er varða grunnvatn og nýtingu hvort sem er úr eigin mælingum eða frá nýtingaraðilum. Markmiðið er að hafa yfirsýn yfir grunnvatnsauðlindina svo unnt sé að nýta hana á sjálfbæran hátt. Magn grunnvatns í jarðlögum er mjög breytilegt eftir árstíðum og milli ára og við langvarandi þurrka getur komið fram þurrð í vatnsbólum eins og sjá má fyrir árið 2011 á mynd 4.

Verið er að kanna grunnrennsli vatnsfalla víða um land með aðfallsgreiningu. Aðfallsferillinn (e. *the recession curve*) er sá hluti af rennslisröð vatnsfallsins sem kemur fram eftir að flóðtoppi er náð og rennslíð hjaðnar að grunnstreymi. Aðfallsferill grunnrennslis ræðst af ýmsum þáttum, svo sem vatnsleiðni jarðlaganna, þykkt þeirra veita sem vatnið rennur um og geymslurýmð þeirra. Líkangerð verður því betri og nákvæmari sem þekking á þessum ferlum eykst. Aðfallsgreining gerir ennfremur kleift að segja með nokkurri vissu hver er líkleg lágstaða grunnvatns í borholum og hvert verður líklegt lágrennsli úr lindum og í vatnsföllum á hverjum tíma við langvarandi þurrð. Þá er unnt að segja með nokkurri nákvæmni hve grunnvatnsþátturinn í hverju vatnsfalli er mikill sem hjálpar meðal annars mikið við úrvinnslu vatnshæðargagna. Veðurstofan hefur einnig kortlagt rennslisleiðir grunnvatns á jarðhitasvæðum með háupplausnarstaðsetningum jarðskjálfta. Má þar nefna Hengilsvæðið, Reykjanes og Kröflusvæðið.



Mynd 4. Efra línuritíð sýnir breytilega grunnvatnshæð í borholu HM-05 í Heiðmörk 1972–2010. Neðra línuritíð sýnir hvernig grunnvatnshæðin breytist innan ársins 2011. Mesta hættan á lágri grunnvatnsstöðu og þurrð er alla jafna síðsumars.

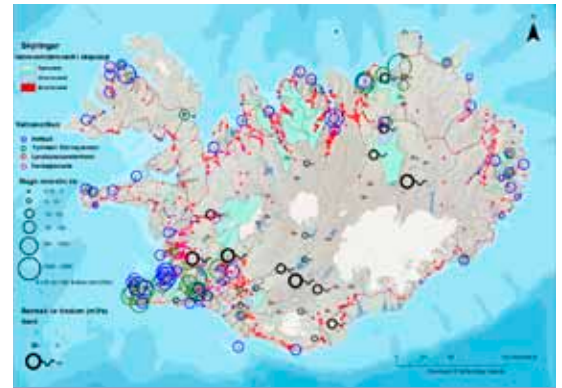
## Neysluvatn

Veðurstofan hefur í samvinnu við Orkustofnun kortlagt töku neysluvatns á landinu og fært inn í gagnagrunn. Fyrstu niðurstöður liggja nú fyrir, eins og sjá má í meðfylgjandi töflu.

Neysluvatnstaka	2010	2011
Heildarmagn [l/s]	9075	9418

Sundurlíðun	l/s	l/s
Þéttbýli	2704	2480
Stakar veitur	17	37
Sveitarfélög	20	20
Samveitur í dreifbýli	15	14
Samveitur í þéttbýli	200	325
Fyrirtæki	6119	6542

Enn á eftir að samræma flokkun á vatnsveitum svo eitthvað kann að færast á milli flokka en stærðargráðan mun væntanlega ekki breytast. Þessar upplýsingar eru á lokaðri vefsíðu en ákvörðun um notendastýrðan aðgang að henni verður tekin eftir samráð við þá sem hafa veitt upplýsingarnar.



Vatnsverndarsvæði, lindasvæði og helstu notendur neysluvatns á Íslandi.



## Fjármál og rekstur

Árið 2012 kom í heild vel út á Veðurstofu Íslands. Munur á afkomu árána 2011 og 2012 var töluverður vegna kostnaðar við flutninga 2011, en hann fékkst bættur með aukafjárveitingu 2012. Veðurstofan er nú með starfsstöðvar á fimm stöðum. Á árinu var að fullu lokið við að flytja aðstöðu stofnunarinnar af Grensásvegi 9 þegar bíla- og tækjaútgærd stofnunarinnar fluttist að Vagnhöfða 25. Í Reykjavík eru aðalstöðvar stofnunarinnar, stjórn, ásamt stoð- og fagsviðum, á Bústaðavegi 7–9. Á Keflavíkurflugvelli er flugveðurbjónusta með sjö starfsmönnum. Á Ísafirði er starfsstöð með átta starfsmönnum sem tengjast ofanflóðum, s.s. hættumati, vöktun og rannsóknum, gagnasöfnun vegna sjávarflóða og eftirliti hluta vatnamælakerfis. Á Akureyri er einn starfsmaður sem sinnir ofanflóðavöktun og hættumati.

### Skýringar með rekstrarreikningi

Fjárveitingar á fjárlögum 2012 til Veðurstofu Íslands námu 699,3 m.kr. Með fjárukalögum voru fjárveitingar hækkaðar um 75 m.kr. vegna kostnaðar við flutninga á árinu 2011. Samtals námu fjárveitingar til Veðurstofunnar því 774,3 m.kr.

Tekjur voru 979 m.kr. og jukust um 45,8 m.kr. milli ára. Stærstu einstöku viðskiptavinir Veðurstofunnar eru Alþjóðaflugmálastofnunin með 427 m.kr. og Landsvirkjun með 128,9 m.kr. Greiðsla frá Ofanflóðasjóði, 85 m.kr., tengist hættumati vegna ofanflóða og rekstri mælistöðva, en til viðbótar við það voru veittar 35 m.kr. til hættumats vegna eldgosa. Greiðslur frá öðrum aðilum tengjast margvíslegum verkefnum, svo sem rannsóknum á eldfjöllum, jöklum og loftslagi. Útseld sérfræðibjónusta er að mestu leyti rekstur vatnshæðarmæla, vatnafarsrannsóknir og bjónustugjöld vegna afhendingar gagna.

Yfir

**600**

vatna-,  
jarð- og  
veðurmælar í  
rekstri

**64%**

starfsmanna  
eru karlkyns

**36%**

stjórnenda  
eru kvenkyns

Veðurstofan  
er með

**5**

starfsstöðvar

Launa-  
kostnaður er

**64%**

af heildar-  
útgjöldum

**56%**

af sértekjum  
eru vegna  
erlendra  
verkefna

**133**

starfsmenn  
auk

**119**

eftirlits- og  
athugana-  
manna

Fjárveiting er

**44%**

af tekjum  
Veðurstofunnar

Launakostnaður hækkaði frá fyrra ári um 29,8 m.kr., eða 2,9%. Launakostnaður var 64% af heildarútgjöldum en 59% árið áður. Í árslok 2012 var fjöldi starfsmanna Veðurstofunnar 252 en þeir voru 266 árið áður. Ársverk á árinu voru 147,96 sem er fækkun um 1,3 ársverk frá árinu 2011, eða 0,9%. Meirihluti starfsmanna við veðurathuganir og mælaeftirlit er í hlutastarfi, en samningi við 10 þeirra var breytt þannig að þeir eru ekki lengur launamenn heldur sinna verkefnum fyrir Veðurstofuna sem verktakar. Funda- og ferðakostnaður lækkaði milli ára um 11,8 m.kr. Rúmlega 60% af funda- og ferðakostnaði er til kominn vegna þátttöku stofnunarinnar í tekjuskapandi alþjóðlegum verkefnum.

Aðkeypt sérfræðibjónusta dróst saman um 57 m.kr. en stór hluti hennar var vegna erlendra samstarfsverkefna. Húsnæðiskostnaður lækkaði umtalsvert, eða um 31,8 m.kr., og er það vegna breytinga á húsnæðismálum Veðurstofunnar sem nú eru yfirstaðnar. Eignakaup voru minni en á fyrra ári þegar veruleg eignakaup voru á tölvubúnaði vegna flutnings á tölvusal. Á þessu ári var mestu varið til kaupa á mæli- og rannsóknartækjum.



Verkefnafundur reikningshalds.



Tölvusalur Veðurstofunnar er nú einn öruggasti tölvusalur landsins.

## Rekstrarreikningur árið 2012

<b>Tekjur</b>	<b>2012</b>	<b>2011</b>
Styrkir og framlög	615.525.339	566.331.052
Seld þjónusta	306.570.407	301.607.758
Aðrar tekjur	56.940.483	65.326.593
	<u>979.036.229</u>	<u>933.265.403</u>

<b>Gjöld</b>		
Laun og launatengd gjöld	1.065.834.610	1.036.075.481
Skrifstofu- og stjórnunarkostnaður	74.174.794	70.073.168
Funda- og ferðakostnaður	64.149.119	76.754.082
Aðkeypt sérfræðiþjónusta	112.393.744	169.418.388
Rekstur tækja og áhaldar	39.824.806	53.110.554
Annar rekstrarkostnaður	119.544.517	110.005.903
Húsnæðiskostnaður	107.563.753	139.363.205
Bifreiðarekstur	9.744.244	15.650.593
Tilfærslur	18.481.691	13.650.051
	<u>1.611.711.278</u>	<u>1.684.101.425</u>
Eignakaup	39.557.644	65.470.911
	<u>1.651.268.922</u>	<u>1.749.572.336</u>

**(Tekjuhalli) tekjuafgangur fyrir hreinar fjármunatekjur** (672.232.693) (816.306.933)

Fjármunatekjur (fjármagnsgjöld) 21.994.370 5.470.734

**(Tekjuhalli) tekjuafgangur fyrir ríkisframlag** (650.238.323) (810.836.199)

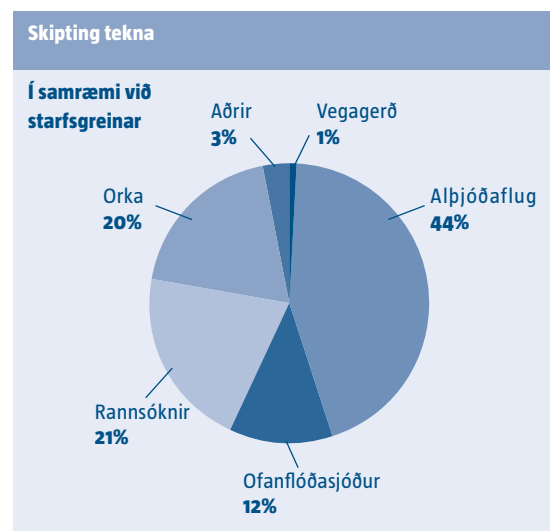
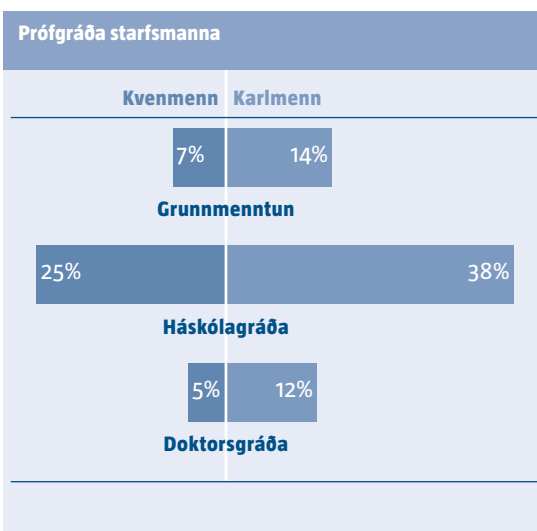
Ríkisframlag 774.300.000 704.800.000

**Tekjuafgangur (tekjuhalli) ársins** 124.061.677 (106.036.199)

Höfuðstóll í ársbyrjun -55.517.809 50.518.390

Rekstrarniðurstaða ársins 124.061.677 -106.036.199

**Höfuðstóll í árslok** 68.543.868 -55.517.809



# Ritaskrá starfsmanna

## Ritryndar greinar

Birgir Hrafnkelsson, Kristinn M. Ingimarsson, Sigurður M. Garðarsson & Árni Snorrason (2012). Modeling discharge rating curves with Bayesian B-splines. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* 26(1), 1–20, doi:10.1007/s00477-011-0526-0.

Björn Oddsson, Magnús Tumi Guðmundsson, Guðrún Larsen & Sigrún Karlsdóttir (2012). Monitoring of the plume from the basaltic phreatomagmatic 2004 Grímsvötn eruption – application of weather radar and comparison of plume models. *Bulletin of Volcanology* 74(6), 1395–1407, doi:10.1007/s00445-012-0598-9.

Bursik, M., M. Jones, S. Carn, K. Dean, A. Patra, M. Pavolonis, E. B. Pitman, T. Singh, P. Singla, P. Webley, Halldór Björnsson & M. Ripepe (2012). Estimation and propagation of volcanic source parameter uncertainty in an ash transport and dispersal model: application to the Eyjafjallajökull plume of 14-16 April 2010. *Bulletin of Volcanology* 74(10), 2321–2338, doi:10.1007/s00445-012-0665-2.

Emmanuel Pagneux & Árni Snorrason (2012). High-accuracy mapping of inundations induced by ice jams: A case study from Iceland. *Hydrology Research* 43(4), 412–421, doi:10.2166/nh.2012.114.

Evgenia Ilyinskaya, R. Martin, & C. Oppenheimer (2012). Aerosol formation in basaltic lava fountaining: Eyjafjallajökull volcano, Iceland. *Journal of Geophysical Research – Atmospheres* 117, D00U27, 18 s., doi:10.1029/2011JD016811.

Eyjólfur Magnússon, Magnús Tumi Guðmundsson, Matthew J. Roberts, Gunnar Sigurðsson, Friðrik Höskuldsson & Björn Oddsson (2012). Ice-volcano interactions during the 2010 Eyjafjallajökull eruption, as revealed by airborne imaging radar. *Journal of Geophysical Research – Solid Earth* 117, B07405, 17 s., doi:10.1029/2012JB009250.

Guðrún Nína Petersen, Halldór Björnsson & Þórður Arason (2012). The impact of the atmosphere on the Eyjafjallajökull 2010 eruption plume. *Journal of Geophysical Research – Atmospheres* 117, D00U07, 14 s., doi:10.1029/2011JD016762.

Guðrún Nína Petersen, Halldór Björnsson, Þórður Arason & Sibylle von Löwis (2012). Two weather radar time series of the altitude of the volcanic plume during the May 2011 eruption of Grímsvötn, Iceland. *Earth System Science Data* 4, 121–127, doi:10.5194/essd-4-121-2012.

Gustafsson, N., X-Y. Huang, X. Yang, K. Mogensen, M. Lindskog, O. Vignes, T. Wilhelmsson & Sigurður Þorsteinsson

(2012). Four-dimensional variational data assimilation for a limited area model. *Tellus A – Dynamic Meteorology and Oceanography* 64. Article Number 14985, doi: 10.3402/tellusa.v64i0.14985.

Hálfmán Ágústsson & Haraldur Ólafsson (2012). The bimodal downslope windstorms at Kvísker. *Meteorology and Atmospheric Physics* 116(1–2), 27–42, doi:10.1007/s00703-010-0075-y.

Jonassen, M. O., Haraldur Ólafsson, Hálfmán Ágústsson & Ólafur Rögnvaldsson (2012). Improving high-resolution numerical weather simulations by assimilating data from an unmanned aerial system. *Monthly Weather Review* 140(11), 3734–3756, doi: 10.1175/MWR-D-11-00344.1.

Langmann, B., A. Folch, Martin Hensch, & V. Matthias (2012). Volcanic ash over Europe during the eruption of Eyjafjallajökull on Iceland, April-May 2010. *Atmospheric Environment* 48, 1–8, doi: 10.1016/j.atmosenv.2011.03.054.

Leadbetter, S. J., M. C. Hort, Sibylle von Löwis, K. Weber & C. S. Witham (2012). Modeling the resuspension of ash deposited during the eruption of Eyjafjallajökull in spring 2010. *Journal of Geophysical Research – Atmospheres* 117, D00U10, 13 s., doi:10.1029/2011JD016802.

Magnús Tumi Guðmundsson, Þorvaldur Þórðarson, Ármann Höskuldsson, Guðrún Larsen, Halldór Björnsson, F. J. Prata, Björn Oddsson, Eyjólfur Magnússon, Þórdís Högnadóttir, Guðrún Nína Petersen, C. L. Hayward, J. A. Stevenson & Ingibjörg Jónsdóttir (2012). Ash generation and distribution from the April-May 2010 eruption of Eyjafjallajökull, Iceland. *Scientific Reports* 2, Article number 572, doi:10.1038/srep00572.

Martin, R. S., Evgenia Ilyinskaya & C. Oppenheimer (2012). The enigma of reactive nitrogen in volcanic emissions. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 95, 93–105.

Martin, R. S., G. M. Sawyer, J. A. Day, J. S. LeBlond, Evgenia Ilyinskaya & C. Oppenheimer (2012). High-resolution size distributions and emission fluxes of trace elements from Masaya volcano, Nicaragua. *Journal of Geophysical Research – Solid Earth* 117, B08206, 12 s., doi:10.1029/2012JB009487.

Martin R. S., J. C. Wheeler, Evgenia Ilyinskaya, C. F. Braban & C. Oppenheimer (2012). The uptake of halogen (HF, HCl, HBr and HI) and nitric 1 (HNO<sub>3</sub>) acids 2 into acidic sulphate particles in quiescent volcanic plumes. *Chemical Geology* 296–297, 19–25, doi:10.1016/j.chemgeo.2011.12.013.

Mather, T. A., M. L. I. Witt, D. M. Pyle, B. M. Quayle, A. Aiuppa, E. Bagnato, R. S.

Martin, K. W. W. Sims, M. Edmonds, A. J. Sutton & Evgenia Ilyinskaya (2012). Halogens and trace metal emissions from the ongoing 2008 summit eruption of Kilauea volcano, Hawai'i. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 83, 292–323.

Nikolai Nawri & K. Harstveit (2012). Variability of surface wind directions over Finnmark, Norway, and coupling to the larger-scale atmospheric circulation. *Theoretical and Applied Climatology* 107(1-2), 15–33, doi: 10.1007/s00704-011-0458-0.

Ólafur Rögnvaldsson, J-W. Bao, Hálfmán Ágústsson & Haraldur Ólafsson (2012). Downslope windstorm in Iceland – WRF/MM5 model comparison. *Atmospheric Chemistry and Physics* 11, 103–120.

Reuder, J., M. Ablinger, Hálfmán Ágústsson, P. Brisset, Sveinn Brynjólfsson, M. Garhammer, Tómas Jóhannesson, M. O. Jonassen, R. Kuehnel, S. Laemmlein, T. de Lange, C. Lindenberg, S. Malardel, S. Mayer, M. Mueller, Haraldur Ólafsson, Ólafur Rögnvaldsson, W. Schaeper, T. Spengler, G. Zaengl & J. Egger (2012). FLOHOF 2007: an overview of the mesoscale meteorological field campaign at Hofsjökull, Central Iceland. *Meteorology and Atmospheric Physics* 116 (1–2), 1–13, doi:10.1007/s00703-010-0118-4.

Tarasewicz, J., Bryndís Brandsdóttir, R. S. White, Martin Hensch & Bergþóra S. Þorbjarnardóttir (2012). Using microearthquakes to track repeated magma intrusions beneath the Eyjafjallajökull stratovolcano, Iceland. *Journal of Geophysical Research – Solid Earth* 117, B00C06, 13 s., doi: 10.1029/2011JB008751.

## Fræðirit og rit almenns eðlis

Árni Jón Eliasson, Hálfmán Ágústsson, Ólafur Rögnvaldsson & Egill Þorsteins (2012). Hermun ísingaráhleðslu á loftlínu. *Árbók VFI/TFÍ* 2011, 345–354.

Árni Snorrason, Bergur Einarsson, Emmanuel Pagneux, Jónunn Harðardóttir, Matthew J. Roberts, Oddur Sigurðsson, Óðinn Þórarinnsson, Philippe Crochet, Tómas Jóhannesson & Þorsteinn Þorsteinnsson (2012). Floods in Iceland. In: Z. W. Kundzewicz (ed.) *Changes in Flood Risk in Europe*. Oxfordshire: IAHS Special Publication 10, 257–276.

Bech Andersen, S. (ed.) (2012). *Interim report of current rates of changes of land ice in the Arctic and North Atlantic region: stability and variations of Arctic land ice*. SVALI – A Nordic Centre of Excellence funded by the Nordic Top-level Research Initiative, Oslo. Meðal höfundar: Tómas Jóhannesson, Helgi Björnsson, Finnur Pálsson & Sverrir Guðmundsson.

Davíð Egilson (2012). The roles and tasks of environmental agencies in Europe. *Stjórnmal og stjórnsýsla* 8(1), 271–294.



Egill Axelsson (2012). Áhrif Kárahnjúka-virkjunar á vatnsborð og grunnvatn á láglendi á Héraði. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2012-007*, 24 s.

Eydís Salóme Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Jörunn Harðardóttir, Svava Björk Þorlákssdóttir, Egill Axelsson & Árný E. Sveinbjörnsdóttir (2012). Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Austurlandi IX. *Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar*. Raunvísindastofnun Háskólans RH-05-2012.

Eydís Salóme Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Jörunn Harðardóttir, Svava Björk Þorlákssdóttir & Peter Torssander (2012). Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi XV. *Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar*. Raunvísindastofnun Háskólans RH-06-2012.

Eydís Salóme Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Jörunn Harðardóttir, Svava Björk Þorlákssdóttir & Kristjana G. Eyþórsdóttir (2012). Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Vesturlandi VI. *Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar*. Raunvísindastofnun Háskólans RH-07-2012.

Guðrún Nína Petersen & Halldór Björnsson (2012). Veðurmælingar og vindorku-útreikningar fyrir Búrfellssvæðið. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2012-014*, 55 s.

Guðrún Nína Petersen (2012). Veðurmælingar á Hólmsheiði 1. febrúar 2006 – 31. október 2012. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2012-017*, 56 s.

Guðrún Nína Petersen, Sibylle von Löwis, Barbara Brooks, James Groves & Stephen Mobbs (2012). Utilising a LIDAR to detect volcanic ash in the near-field. *Weather* 67(6), 149-153.

Gustafsson, N. & Sigurður Þorsteinsson (2012). Note on a comparison between HIRLAM 7.2 and HIRLAM 7.4 within EUCOS experimentation. *HIRLAM Newsletter* 59, 44–53.

Lindskog, M., M. Dahlbom, Sigurður Þorsteinsson, P. Dahlgren, R. Randriamampianina & J. Bojarova (2012). ATOVS processing and usage in the HARMONIE reference system. *HIRLAM Newsletter* 59, 33–43.

Nikolai Nawri, Halldór Björnsson, Guðrún Nína Petersen & Kristján Jónasson (2012). Surface wind and air temperature over Iceland based on station records and ECMWF operational analyses. *Veðurstofa Íslands Report 2012-008*, 55 s.

Nikolai Nawri, Halldór Björnsson, Guðrún Nína Petersen & Kristján Jónasson (2012). Empirical terrain models for surface wind and air temperature over Iceland. *Veðurstofa Íslands Report 2012-009*, 33 s.

Nikolai Nawri, Guðrún Nína Petersen, Halldór Björnsson & Kristján Jónasson (2012). Evaluation of WRF mesoscale model simulations of surface wind over Iceland. *Veðurstofa Íslands Report 2012-010*, 44 s.

Nikolai Nawri, Guðrún Nína Petersen, Halldór Björnsson & Kristján Jónasson (2012). Statistical correction of WRF mesoscale model simulations of surface wind over Iceland based on station data. *Veðurstofa Íslands Report 2012-011*, 26 s.

Philippe Crochet (2012). High resolution precipitation mapping in Iceland by dynamical downscaling of ERA-40 with a linear model of orographic precipitation. *Veðurstofa Íslands Report 2012-003*, 30 s. + fylgirit.

Philippe Crochet (2012). Estimating the flood frequency distribution for ungauged catchments using an index flood procedure: application to ten catchments in Northern Iceland. *Veðurstofa Íslands Report 2012-005*, 59 s.

Philippe Crochet (2012). Flood-Duration-Frequency modeling: application to ten catchments in Northern Iceland. *Veðurstofa Íslands Report 2012-006*, 50 s.

Philippe Crochet (2012). Evaluation of two delineation methods for regional flood frequency analysis in northern Iceland. *Veðurstofa Íslands Report 2012-013*, 55 s.

Rúnar Óli Karlsson, Pálína Þórisdóttir & Sveinn Brynjólfsson (2012). Snjóflóð á Íslandi veturinn 2011–2012. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2012-012*, 68 s.

Rúnar Óli Karlsson, Pálína Þórisdóttir & Sveinn Brynjólfsson (2012). Snjóflóð á Íslandi veturinn 2009–2010. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2012-016*, 52 s.

Sindri Magnússon & Halldór Björnsson (2012). Greining á hreyfingu í gosmökkinum í eldgosinu í Eyjafjallajökli 2010. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2012-004*, 72 s.

Skafti Brynjólfsson, Brynjólfur Sveinsson & Sveinn Brynjólfsson (2012). Snjóflóðadyngjur í Skíðadal og ýmis önnur ummerki snjóflóða á Tröllaskaga. *Náttúrufræðingurinn* 82 (1–4), 27–34.

Tinna Þórarinsdóttir (2012). Development of a methodology for estimation of technical hydropower potential in Iceland using high resolution hydrological modeling. M.Sc.-thesis. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2012-001*, 106 s.

Tómas Jóhannesson & Eiríkur Gíslason (2012). Endurskoðun á ofanflóðahættumati fyrir innanverðan Gleiðarhalla á Ísafirði. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2012-002*, 25 s.

## Ritstjórn

Barði Þorkelsson (2012). *The 2010 Eyjafjallajökull eruption, Iceland*. Report to ICAO – June 2012. Icelandic Meteorological Office, University of Iceland. Institute of Earth Sciences, The National Commissioner of the Icelandic Police, Reykjavík. IVATF 4-IP/3, 206 s. Steering and editorial committee: Sigrún Karlsdóttir (chair), Ágúst Gunnar Gylfason, Ármann Höskuldsson, Bryndís Brandsdóttir, Evgenia Ilyinskaya, Magnús Tumi Guðmundsson & Þórdís Högnadóttir.

# Ráðstefnur og viðburðir

**17. janúar** Málþing um gosösku og flugsamgöngur í Orkugarði. Veðurstofa Íslands, Háskóli Íslands, Háskólinn í Reykjavík og Reiknistofa í veðurfræði stóðu að þinginu sem var styrkt af Flugmálastjórn, Icelandair og Isavia.

**26. janúar** Hafistilkynningar fóru að berast Veðurstofunni gegnum sjálfvirkt tilkynningakerfi og birtast á vef Veðurstofunnar. Hnit ísjaka koma fram á korti.

**13. febrúar** Úttekt innanríkisráðuneytisins á opinberum vefjum. Veðurstofuvefurinn fékk háa stigagjöf fyrir innihald og nytsemi en lægri fyrir rafræna þjónustu og lýðræði.

**14. febrúar** Þorriþing Veðurfræðifélagsins. Fjallað var um ólíka þætti í veðri og veðurfræði og fjarkönnun á jöklum.

**23. febrúar** *Climate change and Energy Systems: Impacts, Risks and Adaptation in the Nordic and Baltic countries* – lokaskýrsla um sameiginlegt rannsóknarverkefni Norðurlanda og Baltnesku landanna kom út. Skýrslan er afrakstur viðamikils samvinnuverkefnis 30 stofnana og fyrirtækja í þessum löndum. Veðurstofa Íslands stýrði verkefninu 2007–2011. Verkefnisstjóri var Árni Snorrason og aðalritstjóri Þorsteinn Þorsteinsson. Lokaskýrsla CES-verkefnisins var kynnt á fréttamannafundi 22. febrúar.

**24. febrúar** Snjóflóðaforsíða opnuð á vef Veðurstofunnar. Þar birtast kort með rauntímaupplýsingum um snjóflóð á landinu síðastliðna viku, ásamt töflu. Notendur geta sent inn tilkynningar um snjóflóð með því að fylla út skráningarform á síðunni.

**28. febrúar** Alþingi samþykkti breytingar á lögum um Ofanflóðasjóð. Breytingin gerir Ofanflóðasjóði kleift að koma að fjármögnun hættumats vegna íslenskra eldfjalla til næstu þriggja ára.

**22. mars** Ársfundur Veðurstofunnar haldinn. Aðalefni fundarins var náttúruvá og loftslag.

**30. apríl** Málþing LOKS-verkefnisins – Loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á orkukerfi og samgöngur – haldið á Veðurstofu Íslands.

**29. maí** Færarleg veðursjá, Huginn, kemur til landsins. Veðursjáin, sem var fjármögnuð af Alþjóðaflugmálastofnuninni ICAO, mun bæta mælingar á gosmekki og gæði inntaksgagna fyrir líkankeyrslur um dreifingu gosefna í eldgosum.

**29. maí** Sumarþing Veðurfræðifélagsins. Fjallað var um veðurfar, breytingar á því og sjávarstöðu, tækni og veðursjár.

**21. júní** Verkefnið Safetravel, áttak Landsbjargar og fleiri aðila til þess að efla öryggi ferðamanna, kynnt á íslenskum og enskum vef Veðurstofunnar. Meðal nýjunga er snjallsímaforritið SOS Iceland.

**Sumar** Rekstur vatnamælakerfisins fékk gæðavottun BSI [British Standard Institute] – fyrsti áfangi.

**Sumar** Sjálfvirkar veðurstöðvar (fjölþátta veðurstöðvar) voru settar upp á Kirkjubæjarklaustri og Sauðárkróki og vinna við slíka stöð á Eyrarbakka er vel á veg komin. Auk veðurþátta sem mældir eru á flestum sjálfvirkum stöðvum mæla þessar stöðvar skuggni og skjáhæð og unnið er því að þær geti greint ösku í lofti.

**Haupt** Nettenging fjölda mæla í vöktunarkerfi vatnshæðarmæla. Myndavélar settar upp á nokkrum stöðvum. Viðbragðsáætlanir eflar til mikilla muna.

**12. september** Veðursjá á Austurlandi tekin í notkun. Veðursjáin, sem fjármögnuð er af Alþjóðaflugmálastofnuninni ICAO mun bæta veðurþjónustu á norðausturluta landsins.

**16. september** *Dagur íslenskrar náttúru*. Svandís Svavarsdóttir umhverfisráðherra heimsótti Veðurstofuna og las veðurfregin í útvarp kl. tíu.

**21–23. september** Sjálfvirkar veðurstöðvar settar upp á Grímsstöðum á Fjöllum og á Staðarhóli í Aðaldal. Stöðin á Staðarhóli kemur í stað mannaðra athugana, en báðar stöðvarnar verða til að bæta veðurþjónustu á svæðinu.

**26. september** *Vísindakaffi Rannís*. Þorsteinn Þorsteinsson, sérfræðingur í jöklarannsóknunum, hélt erindi um bráðnun jökla.

**28. september** *Vísindavaka Rannís*. Veðurstofan kynnti mælakerfi stofnunarinnar, niðurstöður mælinga íslenskra jökla með leysigeisla úr flugvél og verkefnið „Ofurstöð í eldfjallafræði“, FutureVolc, sem hófst formlega 1. október (sjá næsta lið).

**1. október** FutureVolc-verkefnið – Ofurstöð í eldfjallafræði – hófst. Áætlað er að því ljúki 31. mars 2016. FutureVolc er evrópskt samstarfsverkefni, sem hlaut styrk úr sjöundu rammaáætlun Evrópusambandsins árið 2012. Styrkurinn er að fjárhæð um 950 milljónir íslenskra kóna og mun 1/3 þeirrar upphæðar renna til íslenskra fyrirtækja og stofnana. Háskóli Íslands og Veðurstofa Íslands leiða verkefnið en 26 stofnanir frá 10 löndum eru aðilar að því.

**10. október** Svandís Svavarsdóttir, umhverfis- og auðlindaráðherra, opnaði í Íslandsstofu á Grand Hótel, Reykjavík, norðurljósaspá á vef Veðurstofunnar, þar sem einnig er finna fræðsluefni um geimveður, segulsvið jarðar og norðurljós. Árni Snorrason kynnti spána og hlutverk hennar.

**11. október**. *Haustþing Veðurfræðifélagsins*. Fjallað var um óveðrið 9.–11. september, vindorku o.fl.

**29.–31. október** Alþjóðaveðurfræðistofnunin WMO staðfesti skipulag og innleiðingaráætlun fyrir það sem kallað er Global Framework for Climate Services, eða alþjóðarammi um veðurþjónustu, sem er stórt skref í þá átt að auka vægi veðurspáa og rannsókna á veðri víða um heim.

**30. október** Veðurstofan birtir á bæði enska og íslenska vefnum yfirlýsingu frá alþjóðasamtökum jarðskjálftafræðinga þar sem lýst er yfir áhyggjum vegna dóma yfir jarðskjálftafræðingum í l'Aquila á Ítalíu. Þeir voru sakfelldir fyrir að hafa ekki varað við jarðskjálfta.

**11. nóvember** Veðurstofan opnaði síðu á félagslega samskiptamiðlinum Facebook.

**11. desember** „Aurora forecast“ (norðurljósaspár) kynnt með frétt á forsiðu enska vefsins.

**15. desember** Ný straum sjá, RiverRay, tekin í notkun, önnur af þeirri tegund. Með tilkomu þeirra hafa hefðbundnar skrufumælingar í jökulám nær lagst af og flestar mælingar eru nú gerðar með straum sjám.



Kynning á norðurljósaspá Veðurstofunnar.

# Summary in English

The year 2012 was an active year at the Icelandic Meteorological Office (IMO). Many projects progressed significantly and several new projects were initiated.

In Europe, research infrastructure is now emphasized, i.e. facilities that processing, research and data gathering for research are based on. The European Union (EU) has funded many of these projects, for example EPOS (The European Plate Observing System). IMO is the leading Icelandic organization in the four-year preparatory phase of this project.

Icelandic volcano research infrastructure has been funded by the Rannís top-level project Volcano Anatomy. Collaborators are IMO and the Institute of Earth Sciences, University of Iceland (IES), along with several other organizations. One aim is to map magma transfer during the Eyjafjallajökull eruption of 2010 by combining the interpretation of various types of geophysical data. A large part of IMO's participation is focused on upgrading the earthquake database for use in research and monitoring.

In the Rannís project Source mechanisms of volcanic earthquakes and their relation to magma intrusion in Icelandic volcanoes, source mechanisms of earthquakes triggered by magma intrusion preceding the volcanic eruptions in 2010 are determined. The earthquake source mechanisms will be used to coordinate processing of earthquake and surface deformation data, which will improve understanding of magma transfer.

The EU project FutureVolc began in the fall of 2012. It marks an important step in the construction of research infrastructure for volcano research in Iceland. New processing methods to monitor changes in earthquake activity, tremor and deformation will enable short-term warnings of magma transfer and thus volcanic eruptions.

At IMO, great emphasis is now placed on research of the Arctic region but Iceland is situated at its southern border. Global warming in the Arctic has been greater than the global average, resulting in considerable environmental changes. Most long-term measurements and monitoring at IMO is in some way related to this research, including measurements of weather, water, glaciers, snow and the ocean.

As the impacts of climate change are beginning to be felt, the issue of climate change adaptation becomes more relevant. Since 2008, IMO has been developing scenarios of climate change impacts in the project: *The effects of climate changes and adaptation of infrastructure*, exploring some of the societal implications of climate change.

The Nordic glacier research project SVALLI involves research on water discharge at glacial beds and the effect of decreasing glacial mass on tectonics.

For the last few years, IMO and IES have been mapping Icelandic glaciers with laser scanning (LIDAR). All glaciers with an area over 10 km<sup>2</sup> have now been mapped. In 2013, detailed models based on these measurements will be available. With repeated measurements, volume changes can be determined and hence the amount of glacial melt water contributing to increased water discharge in rivers and the rise in sea level.

At the end of 2011, IMO started running the high-resolution Numerical Weather Prediction (NWP) Harmonie model. The system was developed in a collaborative effort of 20 meteorological offices in Europe and is based on the HIRLAM and ALADINE model. IMO uses the equipment at ECMWF, the European Centre for Medium-Range Weather Forecasting, to run the model. The model is run four times a day producing 48 hour forecasts. These forecasts will be made available to the general public in the autumn of 2013.

The IMO leads the Nordic project SNAPS (Snow, Ice and Avalanche Applications) about snow and avalanche services for road traffic. The target area in Iceland is the Westfjords. A part of the project involves developing and improving an avalanche forecasting system for roads. A new type of snow depth and snow temperature sensor has been developed and tested with good results and the use of a remote sensing system for mapping snow distribution by satellite has been started.

Research on natural resources has been promoted at IMO in recent years. IMO's predecessors researched water resources for decades, and IMO has now initiated research on wind resources.

Projects on water resources include evaluating runoff water by applying the hydrological model WaSiM (Water Flow and Balance Simulation Model). Information on land use, soil type, elevation and other general properties of each catchment are used as input data for the model to determine the runoff. The IMO measures the groundwater level at many sites and various other types of data relating to groundwater and its utilization are collected. This aims to achieve an overview of groundwater resources for sustainable provision of the resource. In collaboration with the National Energy Authority, water abstraction and consumption in the country has been mapped and the information stored in a database.

In the field of research on wind resources, IMO has in recent years participated in the Nordic research project ICEWIND: Improved forecast of wind, waves and icing. The main goals of the project are to share knowledge between the Nordic countries and identify the factors that are hindering wind energy in becoming a significant part of the Nordic energy systems.

Of various other projects at IMO 2012, three will be mentioned here: (i) the development of an avalanche map for ready access to avalanche data; (ii) online avalanche forecasts for three areas; (iii) publication of *Maps of Icelandic Glaciers*, an essential project to ensure that new information concerning glaciers is always accessible.



